منطقة المشروع

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بوليتكنيك فلسطين

الخليل – فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

تخصص هندسة مدنية فرع هندسة المساحة والجيوماتيكس

مشروع تخرج

بعنوان

إعادة تصميم و تأهيل طريق عقبة تفوح

فريق العمل

أمير دراغمه **جعفر حمدان**

هيثم أبو سرحان

إشراف

م.مصعب شاهين

أيار - 2014 م

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بوليتكنيك فلسطين

الخليل – فلسطين

إعادة تصميم و تأهيل طريق عقبة تفوح الواصل بين "دوار الجلدة و بلدة تفوح"

فريق العمل

أمير دراغمه جعفر حمدان

هيثم أبو سرحان

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

توقيع مشرف المشروع **توقيع رئيس الدائرة**

توقيع اللجنة الممتحنة

....

.....

أيار - 2013 م

"يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ "

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم (من سلك طريقا يلتمس فيه علما سهل الله له به طريقا إلى الجنة)

شَكَوتُ إلى وَكيعٍ سُوءَ حِفظي.....فَأرشدني إلى ترك المعاصي

وأخبرني بأن العلم نُور.....ونور الله لايهدى لعاصي

الإهـــداء

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك ولا يطيب النهار إلا بطاعتك ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك .. *الله سبحانه جل في علاه جل جلاله*

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة ونصح الأمة إلى نبي الرحمة ونور العالمين , معلم البشرية ومنبع العلم *..سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم*

إلى من حاكت سعادتي بخيوط منسوجة من قلبها يا بسمة الحياة وسر الوجود يا من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي وركع العطاء أمام قدميها.. *أمي الغالية*

إلى من أحمل اسمه بكل فخر ومن استلمت منه قيم الإنسانية وعلمتني ارتقي سلم الحياة بحكمة وصبر ستبقى كلماتك نجوم أهتدي بها اليوم وفي الغد وإلى الأبد.. *يا صاحب القلب الكبير والدي*

إلى رياحين حياتي يا من تطلعتم إلى نجاحي بنظرات الأمل ورافقتهم منذ أن حملت حقائب صغيرة ..أخوتي

إلى من معهم وبرفقتهم سرت وكانوا على طريق النجاح والخير وأمضيت معهم ذكريات الأخوة الذين تسكن صورهم وأصواتهم أجمل لحظات الأيام التي عشتها ..*أصدقائي*

إلى من هم أفضل منا جميعا الذين رووا بدمائهم ثرى فلسطين ..*كل الشهداء*

إلى من عشقوا الحرية وخاضوا بأمعائهم حربا اخوتي *خلف القضبان*

اهدي هذه الثمرة المتواضعة لك قدسي

فندين بالشكر إلى الأستاذ مصعب شاهين الذي لم يبخل بنصائحه وتوجيهاته وجميع الأساتذة في دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

شـــكـــر و تـقـديـر

الحمد لله وحده كما ينبغي لجلال وجهه وعظيم سلطانه الذي خلقنا وأسبغ علينا نعمه ظاهرة وباطنة

وانطلاقا من حديث النبي صلى الله عليه وسلم :" من لا يشكر الناس لا يشكر" وامتثالا له فانه يسرني ويسعدني أن نتقدم ونتوجه بالشكر الجزيل والعرفان بالجميل لجامعة بوليتكنك فلسطين ممثلة بدائرة الهندسة المدنية والمعمارية ومكتبة الجامعة التي لم تبخل علينا بالأدوات والمراجع التي تم الإستفادة منها وأتقدم بالشكر الجزيل للأستاذ المهندس مصعب شاهين الذي قام بالإشراف على هذا المشروع ، ولما منحنى إياه من نصائح وتشجيع .

كما نتقدم بجزيل الشكر لجميع أساتذة دائرة الهندسة المدنية والمعمارية.

إعادة تأهيل وتصميم طريق عقبة تفوح الواصل بين

"دوار الجلده وبلدة تفوح "

فريق العمل

أمير دراغمه **جعفر حمدان**

هيثم أبو سرحان

إشراف

أ.مصعب شاهين

جامعة بوليتكنك فلسطين – **2014**م.

الملخص

يهدف المشروع الى إعادة تأهيل الطريق الواصل بين "دوار الجلده وبلدة تفوح" لمعالجة المشاكل التي تعتري الوضع الحالي للطريق من تشققات ، تجمع مياه الأمطار في بعض قطاعات الطريق ، مسافة الرؤيا الآمنة للتوقف للسائقين بسبب التغيرات المفاجئة في الطريق ، قلة وجود إشارات مرورية كافيه وعدم وجود تعليه في المنحنيات الأفقية ، وسنعمل ان شاء الله على حل جميع المشاكل من خلال دراسة وتجهيز مخطط كامل للطريق الذي يعتبر الواصل بين منطقتين من أكثر المناطق حيوية في مدينة الخليل .

وسيعمل على وجود أفضل الحلول لتصريف مياه الأمطار من خلال الميول المناسبة والعبّارات ان احتاج الأمر. بالإضافة الى حل جميع المشاكل المذكورة من خلال التصميم المناسب الذي يضمن الأمان للسائقين والمواطنين بالإضافة إلى وضع الإشارات المرورية في مكانها المناسب .

Abstract

Design of Aqbet Taffoh Street Connected between " duar al jaladeh to tafoh"

Prepared By:

AMIR DARAGMEH **JAFAR HAMDAN**

Haitham abu sarhan

Supervisor:

Musab shaheen

The project aims to rehabilitate the road which connect , between " duar al jaladeh to aqbet tafoh " to solve the problems plaguing the current situation of the road from the cracks, gathered rainwater in some sections of the road, sight stopping distance for drivers resulted by the sudden geometry changes in the road, not enough traffic signs and the lack of super elevation in the horizontal curves , and we will, God willing, to solve all problems through studying and preparing a complete plan for the road, which is connecting between two area that concerned from the most vital area in Hebron city.

We will work on having the best solutions for the drain of rainwater through appropriate slops and drainage if needed , in addition; to solve all the problems mentioned by the appropriate design that ensure the safety of the drivers and citizens, as well as installing traffic signs in the appropriate locations.

فهرس المحتويات

الصفحات التمهيدية

الرقم	الموضوع	رقم الصفحة
	شهادة تقييم مقدمة المشروع	I
	الآية.....	II
	الإهداء.....	III
	الشكر والتقدير	IV
	الملخص.....	V
	الملخص باللغة الإنجليزية.....	VI
	فهرس المحتويات	VII
	فهرس الأشكال.....	XVI
	فهرس الجداول	XX

الفصل الأول
المقدمة

1-1	نظرة عامة.....	2
2-1	نبذة تاريخية عن مدينة الخليل.....	2
1-2-1	نبذه عن بلدة تفوح.....	3
3-1	أهمية المساحة في تصميم الطرق.....	3
4-1	فكرة المشروع.....	4
5-1	موقع المشروع.....	4
6-1	مشكلة البحث.....	4
7-1	اهداف المشروع.....	5
8-1	طريقة العمل.....	5
9-1	هيكلية المشروع.....	6
10-1	الاجهزة المساحية والبرامج المستخدمة.....	7
11-1	الجدول الزمني.....	8

الفصل الثاني
الأعمال المساحية والمضلعات

1-2	الأعمال المساحية.....	11
1-1-2	مقدمة.....	11
2-1-2	دراسة الخرائط.....	11
3-1-2	المساحة الإستطلاعية الاولية.....	11

4-1-2	المسح الابتدائي الأولي.....	12
5-1-2	الأعمال المساحية النهائية.....	12
2-2	المضلعات (Traverses).....	12
1-2-2	المقدمة.....	12
2-2-2	أنواع المضلعات (Types of Traverse).....	13
1-2-2-2	المضلع المفتوح (Open Traverses).....	13
2-2-2-2	المضلع المغلق (Closed Traverses).....	13
3-2-2	القراءات.....	15
4-2-2	حساب الإحداثيات الابتدائية للنقاط.....	15
5-2-2	تصحيح الأخطاء للمضلع (Reduction of Errors)	16
1-5-2-2	خطأ عدم تمركز جهاز الرصد.....	16
2-5-2-2	خطا عدم تمركز العاكس.....	16
3-5-2-2	أخطاء التوجيه (Target Centering).....	17
4-5-2-2	الأخطاء في المسافات(Error in Distances).....	17
5-5-2-2	الخطأ في الضبط المؤقت للجهاز.....	18
6-5-2-2	الأخطاء في قياس الزوايا.....	18
6-2-2	تصحيح الأخطاء في الإحداثيات.....	19
1-6-2-2	Least Square Method.....	19
2-6-2-2	Distance observation equation.....	20
3-6-2-2	Angle observation equation.....	21
7-2-2	النتائج.....	22

القصل الثالث
التصميم الهندسي للطريق

1-3	مقدمة.....	25
2-3	أسس عملية التصميم.....	26
1-2-3	حجم المرور (Traffic volume)..……..	26
2-2-3	تركيب المرور.....	26
3-2-3	السرعة التصميمية.....	26
4-2-3	القطاع الطريق.....	27
5-2-3	الميول الجانبيه	27
6-2-3	عرض الحاره.....	28
7-2-3	الأكتاف.....	28
8-2-3	الأطاريف.....	29
9-2-3	الارصفه.....	30
10-2-3	الميول العرضيه.....	31
11-2-3	الميول الطوليه.....	31
12-2-3	الجزر الفاصلة بين الإتجاهين.....	31
13-2-3	الحواجز الجانبية والأعمدة الاسترشادية.....	31
3-3	العوامل الأساسية التي تحكم تخطيط الطريق.....	32
4-3	التصميم الأفقي للطريق.....	33
1-4-3	المنحنيات الأفقيه.....	33
1-1-4-3	المنحنيات الأفقية الدائرية.....	33
2-1-4-3	المنحنيات الانتقالية أو الحلزونية.....	36
2-4-3	القوة الطاردة المركزية.....	37
3-4-3	ارتفاع الظهر عن البطن.....	39
4-4-3	الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق.....	40
5-4-3	زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات.....	41
5-3	التخطيط الراسي للطريق.....	43

1-5-3	أنواع المنحنيات الرأسية.....	43
1-1-5-3	المنحنيات الرأسية المحدبة.....	43
2-1-5-3	المنحنيات الرأسية المقعرة.....	44
2-5-3	عناصر المنحنى الرأسي.....	44
3-5-3	الميول الرأسية العظمى.....	45
4-5-3	طول المنحنى الرأسي.....	46

الفصل الرابع
مَشاكل الطريق والحلول المُقترحة

1-4	مقدمة.....	51
2-4	تعريف بالمشاكل.....	51
3-4	سوء تصريف مياه الأمطار وقلة عبارات تصريف مياه الأمطار.....	52
1-3-4	توضيح للمشكلة.....	52
2-3-4	الحلول المقترحة لتصريف المياه.....	52
4-4	التشققات في رصفات الطريق.....	53
1-4-4	توضيح للمشكلة.....	53
2-4-4	الحلول المقترح.....	54
5-4	عدم وجود اللافتات الارشادية أو اشارات المر.....	56
1-5-4	توضيح للمشكل.....	56
2-5-4	الحلول المقترحة.....	56
6-4	انتشار سيارات النقل على جوانب الطريق والسيارات الخصوصية.....	57
1-6-4	توضيح المشكلة.....	57
2-6-4	حلول المشكلة.....	5

7-4 عدم وجود الحواجز الحديديه والجدر الاستناديه على جوانب الطريق..... 57

1-7-4 غاية الحواجز الحديديه..... 58

2-7-4 حل المشكله..... 58

8-4 تلف الجزر الوسطيه في الشارع 58

1-8-4 توضيح المشكله..... 59

2-8-4 حل المشكله..... 59

الفصل الخامس

حجم المرور

1-5 مقدمة..... 61

2-5 حجم المرور..... 61

1-2-5 تعداد المركبات..... 62

2-2-5 فترات التعداد..... 62

3-2-5 طرق إجراء التعداد..... 62

4-2-5 السير الحالي والمستقبلي..... 72

5-2-5 عمر الطريق..... 72

6-2-5 سعة الطريق..... 72

3-5 إشارات المرور المستخدمة..... 73

1-3-5 أنواع الإشارات..... 73

2-3-5 مواصفات الإشارات..... 75
4-5 علامات المرور..... 76
1-4-5 أهداف علامات المرور..... 76
2-4-5 الشروط الواجب توفرها في العلامات..... 77
3-4-5 أنواع علامات المرور في الطريق..... 77

الفصل السادس

التصميم الانشائي

1-6 مقدمة..... 80
2-6 الانواع الرئيسية للرصف..... 80
1-2-6 الرصفة القاسية..... 80
2-2-6 الرصفة المرنة..... 80
3-6 الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة..... 81
1-3-6 تجربة بروكتور المعدلة..... 81
1-1-3-6 الأدوات المستخدمة..... 82
2-1-3-6 خطوات العمل..... 82
3-1-3-6 الحسابات..... 82
2-3-6 تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا..... 85
1-2-3-6 الأدوات المستخدمة..... 85
2-2-3-6 طريقة العمل..... 86
3-2-3-6 الحسابات..... 86
4-6 تصميم الرصفة المرنة..... 89
1-4-6 حساب ESAL..... 89
2-4-6 حساب سماكة طبقات الرصف..... 94

الفصل السابع

الأضاءه على الطريق

1-7	إضاءة الطرق.....	105
2-7	المواصفات العامة للإضاءة.....	105
3-7	مواصفات المصابيح والفوانيس المستخدمة في الطرق.....	105
4-7	أنواع المصابيح الرئيسية.....	106
5-7	مواقع أعمدة الإنارة.....	107
6-7	ترتيب الأعمدة على الطريق.....	108
7-7	زيادة تباعد أعمدة الإنارة.....	110
8-7	خطوات تصميم أعمدة الإضاءة على الطريق.....	110

فهرس الأشكال

الرقم	اسم الشكل	رقم الصفحة
	الفصل الاول	
1-1	موقع المشروع.....	5
2-1	طريقة العمل.....	6
3-1	الجدول الزمني	8
	الفصل الثاني	
1-2	Link traverse.....	13
2-2	Closed loop traverse	13
3-2	Closed traverse.....	14
4-2	المضلع الاساسي في المشروع.....	14
	الفصل الثالث	
1-3	شكل عام لمقطع عرضي للطريق.....	27
2-3	اكتاف الطريق.....	28
3-3	أنواع الاطاريف الخاصة بالطرق.....	30
4-3	الميول العرضية	31
5-3	انواع المنحنيات الدائرية.....	33
6-3	عناصر المنحنى الدائري البسيط.....	35
7-3	عناصر المنحنى الدائري المركب.....	36

8-3 المنحنيات المتدرجة او الحلزونية..... 37
9-3 تاثير القوة الطاردة المركزية على المركبات..... 38
10-3 كيفية الرفع الجانبي للطريق..... 41
11-3 شكل المركبة على المنحنى..... 42
12-3 زاوية الميل للمنحنيات المحدبة..... 43
13-3 زاوية الميل للمنحنيات المقعرة..... 44
14-3 عناصر المنحنى الرأسي..... 45
15-3 منحنى رأسي قاعي..... 46
16-3 مسافة الرؤية للتوقف الامن..... 47
17-3 مسافة الرؤية للتوقف..... 49

الفصل الرابع

1-4 تجمع المياه في الطريق..... 52
2-4 شكل فتحات التصريف على جوانب الطريق 52
3-4 عيوب التشققات في الطريق..... 53
4-4 عيوب اشارات المرور..... 56
5-4 اشارات المرور..... 56
6-4 سيارات النقل على جوانب الطريق..... 57
7-4 عدم وجود حواجز حديديه..... 57
8-4 حواجز حديدية..... 58
9-4 تلف الجزر الوسطيه..... 59
10-4 جزر وسطية..... 59

الفصل الخامس

1-5	العلاقة بين عدد المركبات والفترة الزمنية لكل 15 دقيقة	71
2-5	اشارات المنع المستخدمة في الطريق	73
3-5	الاشارات التوجيهية في الطريق.....	74
4-5	اشارات التحذير المستخدمة في الطريق.....	75

الفصل السادس

1-6	طبقات الرصفة المرنة.....	81
2-6	الاعمال المخبرية لتجربة بروكتور.....	82
3-6	العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة(base course).....	84
4-6	العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة(Sub grade).....	85
5-6	الجهاز المستخدم في تجربة (CBR).....	86
6-6	القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند 56ضربة لعينة التربة....	87
7-6	القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند 56ضربة لعينة بيزكورس	88
8-6	منحنى معامل طبقة الاسفلت السطحية	98
9-6	معامل طبقة base.....	99
10-6	منحنى لإيجاد الرقم الإنشائي SN لطبقات الرصفة المرنة.....	100
11-6	منحنى إيجاد قيمة SN1.....	101
12-6	منحنى إيجاد قيمة SN2.....	102

الفصل السابع

1-7	عناصر اعمدة الاضاءة على الطرق.....	107
2-7	يبين ترتيب الأعمدة من جهة واحدة.....	108
3-7	يبين توزيع الأعمدة على الجزيرة الوسطى.....	109
4-7	يبين توزيع الأعمدة بشكل تعاقبي.....	109
5-7	يبين توزيع الاعمدة بشكل تقابلي.....	109

فهرس الجداول

الرقم	اسم الجدول	رقم الصفحة

الفصل الثاني

1-2	القراءات التي تم رصدها في الميدان.....	15
2-2	الإحداثيات غير المصححة للمحطات في الميدان.....	16
3-2	الإحداثيات المعلومة المأخوذة من GPS.....	16
4-2	معدل المسافات المقروءة بين المحطات ومقدار الخطأ في كل مسافة.....	17
5-2	قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية	18
6-2	الإحداثيات المصححة للمحطات في الميدان.....	22
7-2	المسافات المصححة ودقتها	22
8-2	الزوايا المصححة ودقتها.....	23

الفصل الثالث

1-3	السرعة التصميمية للطرق الحضرية.....	26
2-3	الميول الجانبية للقطاعات حسب نوع التربة.....	27
3-3	قيم معامل الاحتكاك حسب السرعة التصميمية	39
4-3	قيم الرفع الجانبي المرغوبة	40
5-3	أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة التصميمية.....	40
6-3	قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر.....	42
7-3	قيمة الميول الراسية العظمى.....	45
8-3	العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف.....	47

9-3 العلاقة بين السرعة ومعامل الاحتكاك..... 48

الفصل الخامس

1-5 تعداد المركبات على الطريق المقترح اعادة تصميمه..... 63
2-5 متوسط عدد المركبات حسب كل نوع..... 69
3-5 معاملات انواع المركبات حسب المواصفات الاردنية..... 69
4-5 قيم D and k العامة 70
5-5 حجم المرور ومعدل التدفق كل 15 دقيقة في ساعة الذروة..... 71
6-5 سعة الطريق حسب مواصفات AASHTO..... 73
7-5 المسافة التي يجب ان تكون بين الاشارة والتقاطع الذي تدل عليه الاشارة..... 76

الفصل السادس

1-6 الكثافة الرطبة لعينة base course..... 83
2-6 قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة للعينات..... 83
3-6 الكثافة الرطبة لعينة sub grade..... 84
4-6 الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينة sub grade..... 84
5-6 العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 56 ضربة لعينة التربة. 87
6-6 العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 56 ضربة لعينة..... 88
7-6 نسبة المركبات في المسرب الواحد..... 90
8-6 معامل النمو..... 91
9-6 تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية..... 92

10-6	متوسط عدد المركبات ونسبة المركبات لكل ساعة	93
11-6	معامل طبقة الاساس الحصوية	95
12-6	معامل طبقة الخطلة الاسفلتية.....	95
13-6	الانحراف المعياري حسب نوع الطريق	95
14-6	تعريف جودة التصريف.....	96
15-6	معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق.....	96
16-6	مدى الموثوقية في تصميم الرصفة المرنة تبعا للتصنيف الوظيفي للطريق	97
17-6	قيم ZR بالرجوع لقيم الموثوقية	97
18-6	المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والاردن	98
19-6	نتائج الفحوصات المخبرية على الطبقات.....	98
20-6	سماكة طبقات الرصفة المرنة	103

الفصل السابع

1-7	المعلومات الخاصة بتصميم أعمدة الإضاءة.....	111

الفصل الأول

المقدمة

1-1 نظرة عامة

2-1 نبذة تاريخية عن مدينة الخليل

3-1 أهمية المساحة في تصميم الطرق

4-1 فكرة المشروع

5-1 منطقة المشروع

6-1 مشكلة المشروع

7-1 أهداف المشروع

8-1 طريقة العمل

9-1 هيكلية المشروع

10-1 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة

11-1 الجداول الزمنية

المقدمة

1-1 نظرة عامة

يعالج علم الطرق موضوع مسح المنطقة المنوي فتح الطريق فيها، ودراسة المنطقة طبوغرافيا وجيولوجيا، وإعداد 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 القاعدة الأساسية التي يتم من خلالها وضع 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 المثالي بجعل جميع عناصر الطريق تتماشى مع توقعات السائقين بتجنب التغيرات المفاجئة في مواصفات التصميم.

2-1 نبذة تاريخية عن مدينة الخليل :

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

اتخذت المدينة الموحدة من تل الرميدة مركزا لها، وازدهرت ازدهارا ملحوظا بعد توحيدها، وهذا ما يشير إليه بقايا الأسوار والأبراج والبوابات على تل الرميدة ومناطق المدينة الأخرى. ربما كان هذا هو السبب في

تسمية المدينة الكنعانية من العصر البرونزي باسم "قرية أربع" وتعني بلدة الأربعة، أو ربما بسبب وقوعها على أربعة تلال، وكلمة خليل بالعربية تعني الصديق، والتسمية نسبة إلى إبراهيم عليه السلام خليل الله، بحسب ما ورد في القرآن الكريم، هذا وقد عرفت الخليل بعدة أسماء أخرى في العصور المختلفة ومنها: مطالون، كاستيلوم، ممرا وحبرون.

تقع مدينة الخليل على مسافة 37 كم جنوبي القدس، و27 كم جنوبي بيت لحم، وتظهر على جانبي الطريق المؤدي من الخليل إلى بيت لحم الريف الفلسطيني الجميل الذي يشهد على خصوبة وإنتاجية هذه الأراضي التي تنتشر بها كروم العنب الوفيرة، والأشجار المثمرة الأخرى مما يضفي عليها سحرا خاصة، وأهم ما تنتجه هذه الكروم هو العنب الخليلي ذو الطعم المميز الذي تشتهر به المدينة والقرى المجاورة، تبلغ مساحة المحافظة 997 كم2 ، ومساحة المدينة 22.8 كم2 ، وتبلغ نسبة المحافظة 16.6 % من أراضي الضفة.

1-2-1 نبذه عن بلدة تفوح :

تعتبر بلدة تفوح إحدى التجمعات الفلسطينية، حيث تقع إلى الغرب من مدينة الخليل، وتبعد عنها 5 كم، يصلها طريق محلي معبد، وترتفع عن سطح البحر 850 م، وعدد سكانها (أربعة عشرة ألف، 14,000 نسمة تقريباً)، وتبلغ مساحتها 20.300) دونماً)، ومساحة المنطقة العمرانية فيها 628 دونماً، تزرع فيها أشجار الزيتون، واللوزيات، ويأخذ مخططها العمراني شكلاً طولياً، وتحيط بأراضيها قرى أراضي الخليل، ودورا، وبيت كاحل، .وترقوميا ،وإذنا ، وتتميز بطبيعة جغرافية جبلية، أما المباني فهي على قمة جبلية تفصلها أودية متوسطة العمق وتتوزع على عدد من الأحواض الطبيعية)عشرون حوضاً(، بعد التوسعة لحدود البلدية والتي تمت في العام 2007-2008 ، حيث كانت نسبة التوسعة % 600

1-3 أهمية المساحة في تصميم الطرق:

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

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

4-1 فكرة المشروع:

تشتمل فكرة المشروع على دراسة و تصميم الطريق الواصل بين منطقة الجلده وبلدية تفوح ، وهو ما يعرف بشارع (عقبة تفوح) و الذي هو عبارة عن طريق معبد بطول 1100 متر تقريبا ، 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)، والتوسيع على المنحنيات (widening)، وكذلك عمل الميول الجانبية والأقنية الجانبية لتصريف مياه الأمطار في فصل الشتاء, ومن ثم تصميم القطاعات العرضية وتحديد عرض الرصف والأكتاف والأطاريف (البردورات) وأرصفة المشاة والجزر الوسطية وإشارات المرور والإنارة.

الهدف العام من المشروع وهو الوصول إلى طريق آمن لا يسبب الحوادث، و يحقق الانسياب الأمثل بجعل جميع عناصر الطريق تتماشى مع توقعات السائقين بتجنب التغيرات المفاجئة في مسار الطريق، وتحقق الامن والراحة للمشاة والسائقين وكذلك يعطي قيمة جمالية وحضارية للمنطقة.

5-1 موقع المشروع :

يقع الطريق الذي سوف تتم دراسته في اقصى غرب مدينة الخليل بالقرب من شارع السلام حيث تكون بداية الطريق من دوار الجلدة وتصل الى بلدة تفوح حيث يعرف الطريق باسم عقبة تفوح ، ويعد هذا الطريق من اهم الطرق في مدينة الخليل حيث يربط ما بين مدينة الخليل وبلدة تفوح .

6-1 مشكلة البحث:

إن الطرق أصبحت رمزا من رموز التقدم والازدهار لأي مدينة من المدن، لذلك فإن المدن تهتم بشكل كبير في إنشاء الطرق التي تخدم مصالح السكان وكذلك تعتني بالشكل الحضاري لهذه الطرق وخصوصا بالطرق الرئيسية التي يتم استخدامها بشكل متزايد.

- المنحنيات الراسية والأفقية تفتقر إلى العديد من الأسس الهندسية وخصوصا في عدم توفر مسافة الرؤية الكافية وهذه المشكلة يمكن ملاحظتها عند المنحنيات الشديد.
- تجمع مياه الأمطار في مناطق من الطريق وذلك بسبب سوء التصريف لها نتيجة لعدم وجود القنوات الجانبية في بعض المناطق التي تحتاج إلى ذلك.
- عدم توفر الإنارة الكافية والإشارات التي يجب أن توضع على الطريق.

7-1 أهداف المشروع:

إن هذا المشروع يهدف إلى إعادة تأهيل للطريق حيث يتضمن العمل ما يلي:

أ- التصميم الهندسي ويشمل التخطيط الأفقي والراسي بالإضافة إلى الأمور التالية:

- حجم المرور وتركيبه.
- السرعة التصميمية للطريق.
- سطح الطريق المرصوف.
- الميول الجانبية.
- أكتاف الطريق.
- الأرصفة.
- الجزر الفاصلة والجبة.
- تخطيط الطريق والعلامات المرورية.
- عرض المسرب.
- إنارة الطريق.

ب- التصميم الإنشائي للطريق الذي يشمل على مجموعة من التجارب المخبرية والميدانية على التربة والإسفلت والحصى.

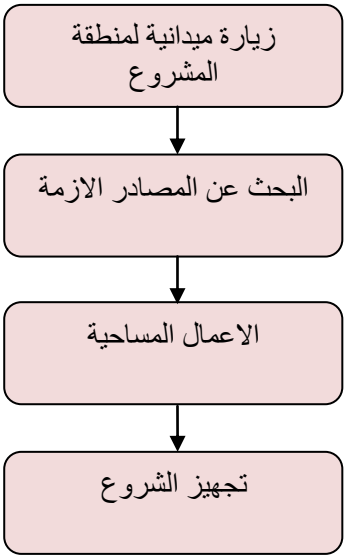
8-1 طريقة العمل:

ان العمل بهذا المشروع يعتمد على استراتيجية متبعة وفقا للخطوات التالية :

- الاتفاق مع المشرف على الطريق واخذ رأيه في ذلك.
- استكشاف الطريق والاطلاع على المشاكل الموجودة فيه، وعمل دراسة له، ومن ثم اختيار اماكن لمحطات الرصد وذلك بشكل اولي.
- تثبيت محطات ال رصد stationsوتعليمها على الأرض بحيث كانت كل محطة station من المحطات تكشف المحطة station التي تسبقها والتي تليها.
- البحث عن احداثيات قطرية فلسطينية قريبة Trigs او نقاط مصدقة من قبل دائرة المساحة وذلك من اجل عملية ربط المضلع Traverse الخاص بالشارع بهذه الاحداثيات القطرية.
- القيام بعملية الرصد للمضلع Traverse بحيث تم تحديد نقاط GPSعنده بداية المضلع وعنده نهاية والتصفير على نقطة بداية المضلع، ومن ثم اخذ القراءات اللازمة للمضلع Traverse وهي عبارة عن

ثلاث قراءات لكل محطة station، بحيث يتم التصفير على المحطة station التي تسبقها والقراءة على المحطة station التي تليها، وربط طرفي هذا المضلع Traverse بنقاط معلومة الاحداثيات.

- حساب احداثيات المحطات stations وتصحيحها باستخدام least square solution .
- البدء بعملية التخطيط والتصميم بمراحله المختلفة حسب المعطيات من العمل الميداني.
- القيام بالأعمال المكتبية الأخرى والتي تتضمن الحسابات الأزمة والشرح عن المشروع وكتابة مادة المشروع بشكل متوازي مع العمل الميداني.



شكل(1-2)طريقة العمل

1-9 هيكلية المشروع:

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

- الفصل الأول: المقدمة وهي مقدمة عامة عن الطرق والمشروع المقترح.
- الفصل الثاني: الاعمال المساحية والمضلعات.
- الفصل الثالث: التصميم الهندسي للطريق
- الفصل الرابع: مشاكل الطريق والحلول المقترحة
- الفصل الخامس: حجم السير وإشارات المرور.
- الفصل السادس : التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية
- الفصل السابع: حساب المساحات والحجوم لكميات الحفر والردم.

- الفصل الثامن: تصميم شبكة تصريف مياة الامطار.
- الفصل التاسع : الأضاءه على الطريق.
- الفصل العاشر النتائج والتوصيات.

1-10 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة:

1-10-1 أجهزة المحطة الشاملة (Total Stations) وما يلزم معها مثل (عواكس، أجهزة لاسلكية، شريط قياس مسافات، علبة دهان لتعليم النقاط، الخ).

2-10-1 جهاز (GPS Trimble R8).

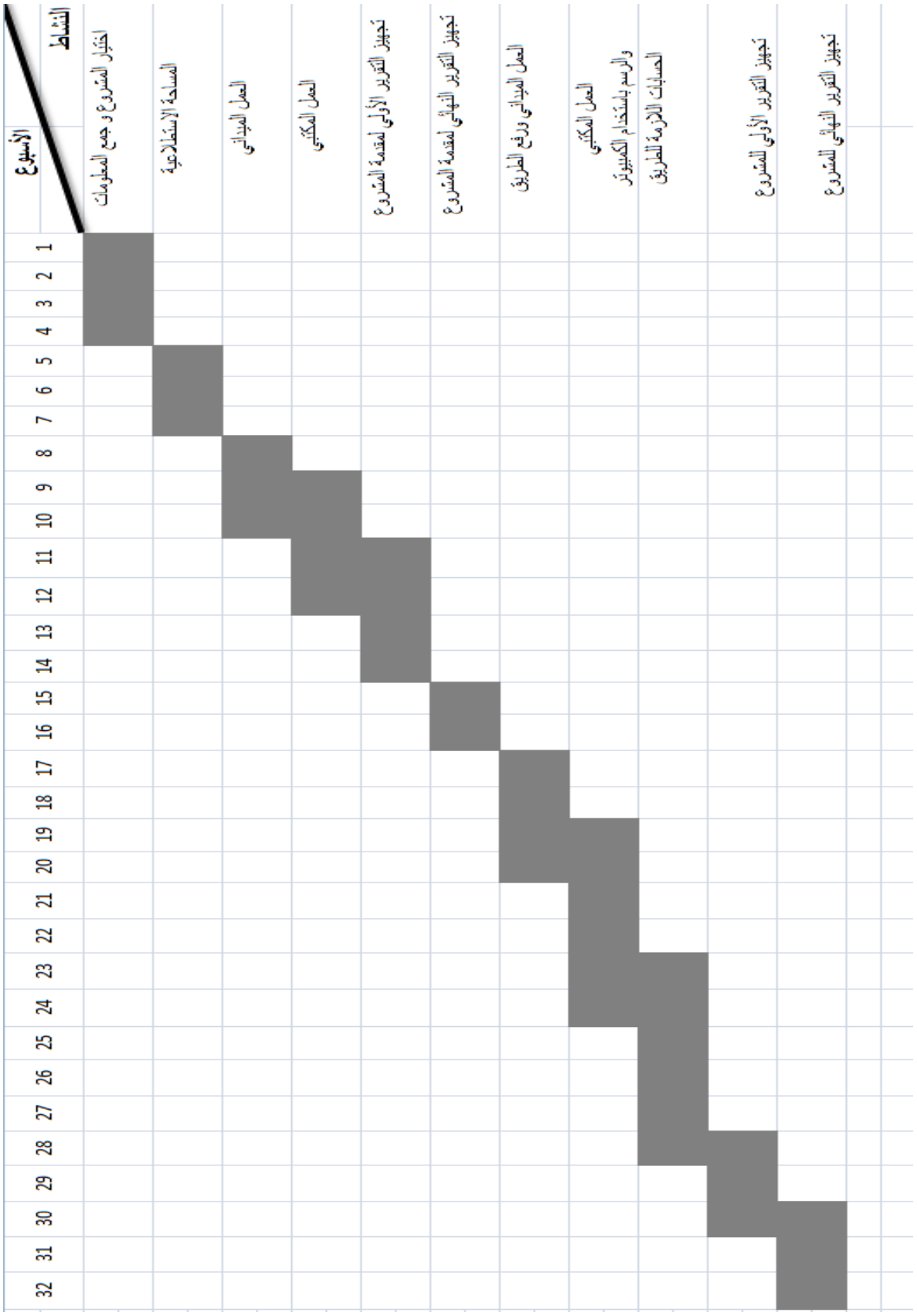
3-10-1 برنامج (AutoCAD).

4-10-1 برنامج (Autodesk Civil 3D 2012).

5-10-1 برنامج (ArcGIS 10) .

6-10-1 برنامج (sewer CAD 5.5) .

11-1 الجداول الزمنية :



شكل (1-3)الجدول الزمني

الفصل الثاني

الأعمال المساحية والمضلعات(Traverses)

2-1 الأعمال المساحية

2-2 المضلعات (Traverses)

الأعمال المساحيه والمضلعات

2-1 الأعمال المساحية :

2-1-1 مقدمة

عند القيام بتصميم طريق,لابد من دراسة الطريق وأهميتها وحجم السير فيها , ودارسة الأهداف والغايات من اعادة تأهيل هذه الطريق وما تعود به من نفع على المناطق المحيطة بها والمناطق المجاورة لها , لذلك لا بد من الأخذ بعين الاعتبار أمور تصميمية عدة ومنها المسارب والاتجاهات والتقاطعات والانعطافات و تحديد سرعة السيارات عليها وأنصاف أقطار منحنياتها الأفقية وأطوال منحنياتها الرأسية وميول سطحها و يجب اخذها بعين الإعتبار أثناء تصميم الطريق.

وبعد ذلك لا بد من القيام أعمال مساحية متعددة, و دراسة للمنطقة على الواقع وعمل مسح تفصيلي على الأرض ومن ثم تثبيت محور الطريق النهائي على الأرض وعمل مسح مناسيب طولية و عرضية وعمل التصميم الراسي و الأفقي للطريق ومن ثم القيام بالمسح الإنشائي حتى يكتمل تصميم الطريق أفقيا و راسيا.و تتلخص الأعمال المساحية التي تتطلبها دراسة طريق معين على المراحل الرئيسية التالية:

1. **دراسة المخططات**
2. **أعمال استطلاعية (استكشافية)**
3. **أعمال مساحية أولية**
4. **المسح التثبيتي**
5. **المسح الإنشائي**
6. **الاعمال المساحية النهائي**

2-1-2 دراسة الخرائط

من خلال الخرائط يمكن وضع وتحديد مسار الطريق وتحديد موقعه على الخرائط مع مراعاة ضرورة الرجوع إلى الطبيعة وذلك للتعرف على الشكل الواقعي والفعلي للطريق.

2-1-3 المساحة الإستطلاعية الاولية

تجري الاعمال الاستطلاعية الأولية للطريق بالقيام بجولات استطلاعية للطريق المراد العمل عليه ,من قبل فريق العمل وذلك لمعرفة الاهمية الاقتصادية للطريق والخدمات التي يوفرها أو يساهم في تطويرها , وكذلك لمعرفة الميول التي سيمر منها الطريق بالإضافة الى المعلومات الفنية يمكن استنباطها من الخرائط والصور الجوية المتوفرة ,إضافة الى دراسة العوائق والمشاكل على الطريق والتي تعيق عملية الطريق

وعملية التصميم ومعرفة وتصميم المنشأت الازمة لتصريف مياه الامطار والمياه السطحية ونوع طبيعة التربة والاسفلت في الموقع من تشققات ونهيار الإسفلت .

2-1-4 المسح الابتدائي الأولي

في عملية المسح الإبتدائي الأولي نقوم بـ:

- عمل مضلع للطريق، يبدأ بنقطتين معلومتين الإحداثيات وينتهي بنقطتين معلومتين الإحداثيات.
- دراسة العوائق على الطريق والتي تعيق عملية التصميم.
- عمل مسح مبدئي للطريق المختارة بعد عملية الاستطلاع.
- عمل رفع للطريق الموجودة ورفع جميع التفاصيل الموجودة من أبنية وأعمدة هاتف وكهرباء وأسوار وسلاسل وغيرها من التفاصيل حيث تم عمل الرفع التفصيلي لجزء من الطريق بواسطة جهاز المحطة الشاملة .
- عمل دراسة اقتصادية اللازمة لمسارات الطريق , ومن ثم اختيار المسار النهائي للطريق.

2-1-5 الاعمال المساحية النهائية

بعد القيام بجميع الأعمال المساحية اللازمة في مرحلة التصميم يتم رسم المقاطع العرضية لدراسة وحساب كميات الحفر والدرم ويتم إنجازالمخططات الأولية حتى يصبح بوسع الفريق المصمم من إستخدام هذه المخططات والمعلومات المساحية المختلفة في دراسة مختلف المسارات الممكنة بهدف إختيار المسار الأمثل و الأفضل.

2-2 المضلعات (Traverses)

2-2-1 المقدمة

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 .

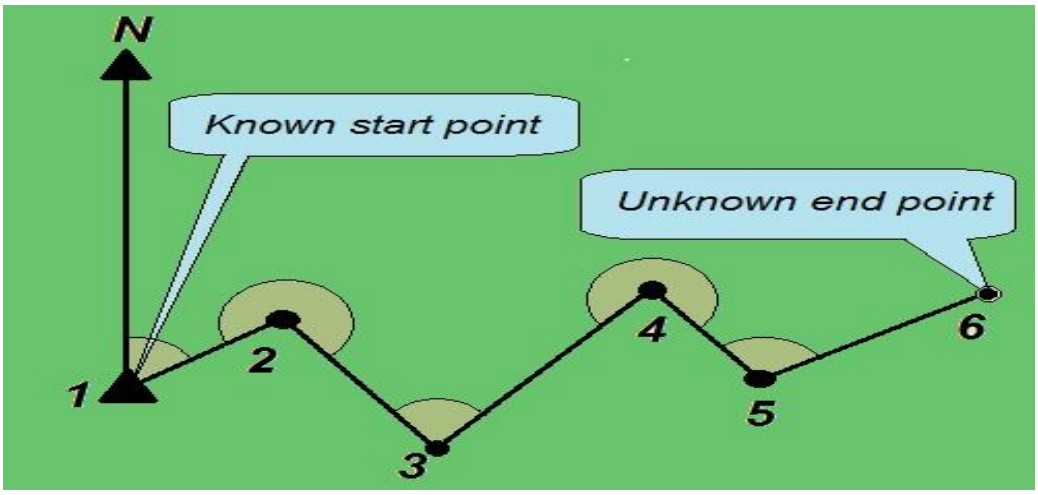
حيث تتفرع هذه الخطوط من نقاط معلومة (نقاط شبكة المثلثات العامة) ويتم قياس المسافة والزاوية الأفقية بين المحطات وتمتد باتجاهات مختلفة للإحاطة بالمباني و الطرق والساحات أو أي معلم.

إن الهدف الرئيسي من عمل المضلع هو تعيين محطات جديدة للقيام بعملية الرفع أو الرصد انطلاقاً من نقاط معلومة قد تكون نقاط من شبكات المثلثات أو نقاط يتم وضعها بواسطة جهاز (GPS).

2-2-2 أنواع المضلعات

2-2-2-1 المضلع المفتوح (Open Traverses)

يطلق هذا الاسم على كل مضلع غير مغلق الشكل(أو الأضلاع)حيث يبدأ بنقطتين معلومتي الإحداثيات وينتهي بنقطتين أخريين غير معلومتي الإحداثيات كما هو موضح في الشكل (2-1).



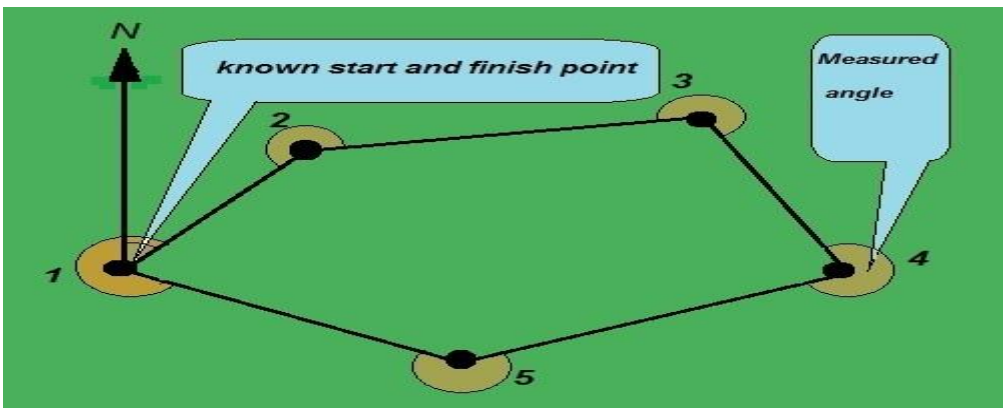
شكل رقم(2-1) (Link traverse)

2-2-2-2المضلع المغلق (Closed Traverses)

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

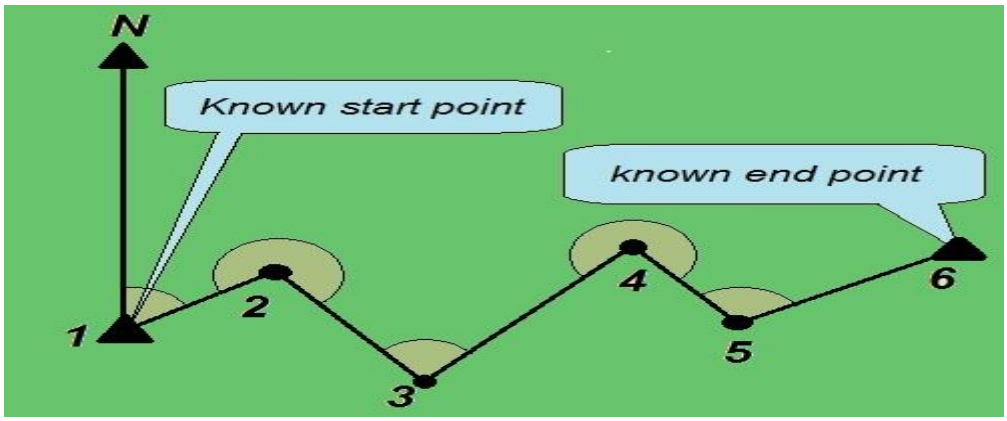
وهو نوعين :

1.إذا بدأ في نقطتين معلومتين الإحداثيات وعاد وانتهى بنفس النقطتين يسمى المضلع المغلق (closed loop traverse) كما في الشكل (2-2).



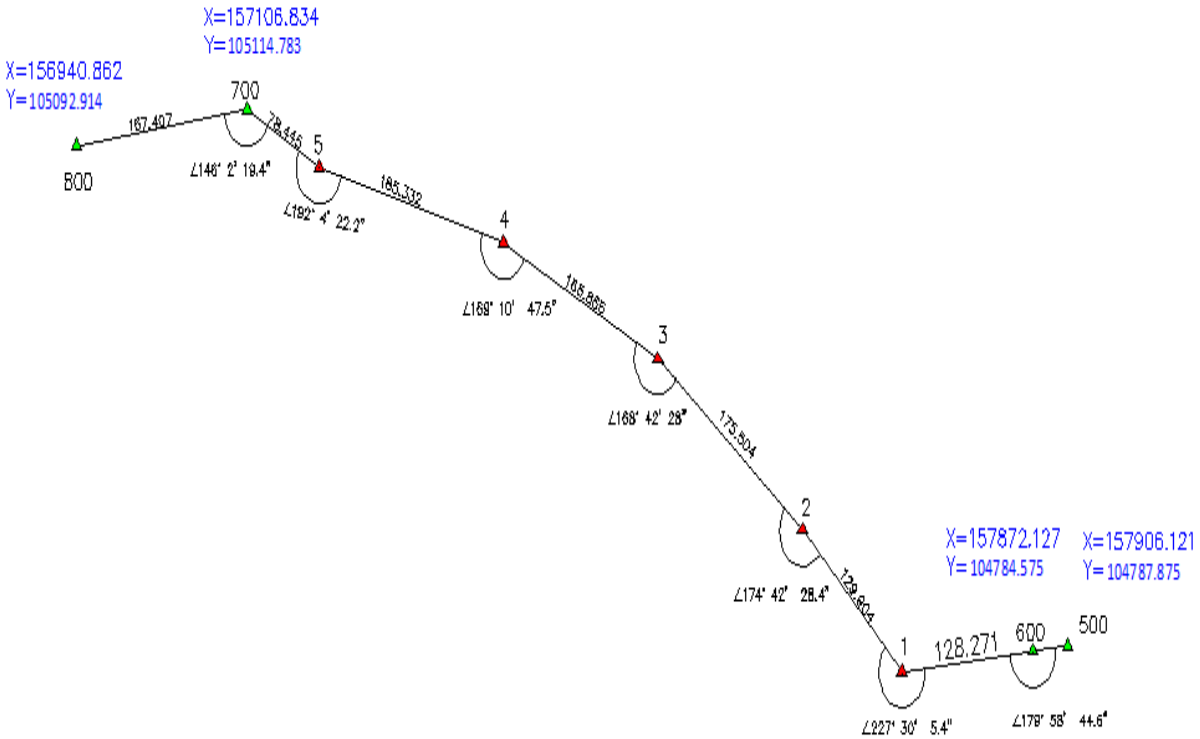
شكل رقم (2-2) المضلع المغلق (closed loop traverse)

2. إذا بدأ في نقطتين معلومتين الإحداثيات وانتهى بنقطتين جديدتين معلومات الإحداثيات أيضا يسمى المضلع المغلق (Closed traverses or link traverses) وهو موضح في الشكل (2-3), وهذا النوع الذي قمنا باستخدامه في هذا المشروع.



شكل رقم (2-3)المضلع المغلق (Closed traverse)

والشكل (2-4) يبين شكل المضلع الذي حصلنا عليه حيث يبين توزيع المحطات على طول الطريق:



شكل رقم (2-4) شكل المضلع الأساسي في المشروع (Reference traverse)

3-2-2 القراءات

الجدول (2-1) يظهر معدل القراءات التي تم رصدها في الميدان حيث تم رصد الزاوية الأفقية والمسافة الأفقية لكل محطة أربع مرات لكل مسافة وزاوية:

جدول (2-1) القراءات التي تم رصدها في الميدان لحساب إحداثيات المحطات

Angle No.	Back Sight	Occupied	For Sight	Avg of angle For(3)read	coarse	distance
1	500	600	St1	179 58 44.6	600- St1	160.07
2	600	St1	St2	227 30 5.4	St1- St2	128.271
3	St1	St2	St3	174 32 28.4	St2- St3	129.904
4	St2	St3	St4	168 42 28	St3- St4	175.504
5	St3	St4	St5	169 10 47.5	St4- St5	175.865
6	St4	St5	700	192 4 22.2	St5-700	185.332
7	St5	700	906	146 2 19.2	700-800	167.374

4-2-2 حساب الإحداثيات الابتدائية للنقاط قبل التصحيح:

يتم حساب الانحراف للخطوط بناءا على العلاقة (2.1):

$$AZ(c1-c2)=\tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N}+C \quad \text{.....(2.1)}$$

Example:

$$Az(600-500)=\tan^{-1}\frac{157872.127\ -157906.121}{104784.575-104787.875}=\tan^{-1}(\frac{-33.994}{-3.3})+180=84°27'19.19''$$

بعد حساب الانحراف لكل خط يتم حساب الإحداثيات غير المصححة لكل نقطة بناءا على العلاقات (2.2)و(2.3)و(2.4)و(2.5).

Δ Easting (st 1) = Horizontal Distance (c1-st 1) × Sin (azimuth (c1-st 1))…….. (2.2)

Δ Northing (st 1) = Horizontal Distance (c1-st 1) × Cos (azimuth (c1-st) …….. (2.3)

Easting (st 1) = Easting (c1) + Δ Easting (st1)…..……..….. (2.4)

Northing (st 1) =Northing (c1) + Δ Northing (st1)…...…… (2.5)

لقد تم حساب الإحداثيات غير المصححة باستخدام المعادلات الموضحة أعلاه كما هو موضح في الجدول (2-2)

Station	Easting (m)	Northing (m)
1	**157744.461**	**104772.134**
2	**157647.829**	**104858.946**
3	**157506.706**	**104963.289**
4	**157356.610**	**105033.874**
5	**157177.075**	**105079.856**

جدول (2-2) الإحداثيات غير المصححة

لقد تم تصحيح المضلع بناءا على إحداثيات معلومة و صحيحة تم أخذها من GPS والجدول(2-3) يبين هذه الإحداثيات :

جدول (2-3) إحداثيات النقاط المأخوذة بواسطة GPS

Station #	Easting	Northing
500	**157744.461**	**104787.875**
600	**157647.829**	**104784.575**
700	**157506.706**	**105114.783**
800	**157356.610**	**105092.914**

5-2-2 تصحيح الأخطاء للمضلع (Reduction of Errors)

هناك العديد من أنواع الأخطاء منها:

1-5-2-2 خطأ عدم تمركز جهاز الرصد

وهو عبارة عن عدم تمركز جهاز القياس تماما فوق محطة الرصد، في كل محطة يجب عمل تسامت للجهاز وهذا التسامت يمكن أن يحتوي على خطا في تحديد موقع مركز الجهاز، وهذا الخطأ يعتمد على نوعية الجهاز وعلى نوعية حامل الجهاز ووضوح الرؤيا للتسامت وعلى دقة التسامت وعلى مهارة الرصد، حيث أن الجهاز المستخدم في عملية الرصد هو جهاز المحطة الشاملة من نوع (Total Station Lieca TC605) وقيم الأخطاء في هذا الجهاز هي كالتالي:

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

2-5-2-2 خطا عدم تمركز العاكس .

وينشأ هذا الخطأ عن عدم تمركز العاكس تماماً فوق المحطة المرصودة، فعند وضع العاكس على النقطة المرصودة بالضبط وتكون قاعدة العاكس الأفقية مضبوطة فهذا يدل على انطباق خطوط الشاقول مع مركز العاكس وبذلك، يمكن تجنب خطا عدم تمركز العاكس,حيث يعتبر خطأ عدم تمركز العاكس أخطر أنواع الأخطار .

3-5-2-2 أخطاء التوجيه (Target Centering) .

وهذه الأخطاء ناجمة عن وضع العاكس بشكل غير قائم , ويقدر هذا الخطأ بقيمة 1 ملم .

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

$3mm + 2ppm = a, b$

4-5-2-2 الأخطاء في المسافات (Error in Distances) .

يتم حساب الأخطاء في المسافات بناءا على العلاقة (2.6):

$$\sigma_D = \sqrt{(\sigma_i)^2 + (\sigma_t)^2 + a^2 + (D \times bppm)^2} \quad \text{.....(2.6)}$$

حيث أن:

σ_D : الخطأ في المسافة المقاسة.

σ_i : الخطأ في ضبط الجهاز .

σ_t : الخطأ في وضعية العاكس .

a,b: معاملات الجهاز .

مثال على تصحيح الأخطاء في المسافات:

المسافة المقاسة ما بين المحطة(1-2)=129.904 m

$$\sigma_D = \sqrt{(\sigma_i)^2 + (\sigma_t)^2 + a^2 + (D \times bppm)^2} \quad \text{.....(2.7)}$$

$$\sigma_D = \sqrt{(0.002)^2 + (0.002)^2 + (0.003)^2 + (129.904 \times 0.000002)^2} = 0.00413m$$

معدل المسافات المقروءة بين المحطات ومقدار الخطأ في كل مسافة موضحة في الجدول (2-4).

جدول (2-4) معدل المسافات المقروءة بين المحطات ومقدار الخطأ في كل مسافة

Line	Distance(m)	$\sigma_D(m)$
600-1	127.342	.00513
1-2	129.826	.00461
2-3	175.450	.00503
3-4	165.806	.00402
4-5	185.240	.00361
5-700	78.376	.00472
700-800	167.36	.00173

والجدول (2-5) يبين قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية :

جدول رقم(2-5) قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية

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

5-5-2-2 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) .
- مهارة الراصد الذي يعمل على الجهاز (The Skill of the Observer).

6-5-2-2 الأخطاء في قياس الزوايا :

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

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

والخطأ الناتج عنهما من الممكن حسابه وفق العلاقة (2.8):

$$\sigma_{\alpha pr} = \frac{2\sigma_{DIN}}{\sqrt{n}} \quad \text{.....(2.8)}$$

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 $\sigma_{\alpha pr}$:

$$\sigma_{\alpha pr} = \pm \frac{2 \times 5''}{\sqrt{4}} = \pm 5 \qquad \text{...(2.9)}$$

6-2-2 تصحيح الأخطاء في الإحداثيات :

هناك أكثر من طريقة لتصحيح إحداثيات المضلع منها:

1) Least Square Method. (By Adjust program).

2) Bowditch Method.

لقد قمنا بتصحيح المضلع يدويا باستخدام الطريقة الثانية (Bow ditch Rule) موضحة بالتفصيل في الملحق رقم (1), ثم استخدمنا أحد البرامج المساحية لتصحيح الأخطاء وهو (Adjust) والذي يعتمد على الطريقة الأولى في التصحيح وذلك لأنها أكثر دقة من غيرها ,وتصحح كل إحداثي حسب الخطأ الموجود فيه , وتعطي معلومات عن مدى الدقة في المضلع.

Least Square Method 1-6-2-2

المعادلة الرئيسية :

$$X = (A^T A)^{-1} A^T L \qquad \text{...(2.10)}$$

حيث أن: -

X: Unknown matrix

A: Jacobean matrix

L: Observation matrix

V: Variance matrix

والصيغ الموضحة في المعادلة (2.10) عبارة عن المصفوفات العامة لهذه الطريقة وقد تم تحديد صيغ المشتقات والرتب للمصفوفات بناءا على القراءات التي تم رصدها في الميدان و المجاهل المراد حسابها (إحداثيات المحطات): -

The Jacobean Matrix A:

$$A=\begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial dx_1} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_1} & \frac{\partial F_1}{\partial dx_2} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_2} & \cdots\cdots & \frac{\partial F_1}{\partial dx_{11}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{11}} \\ \frac{\partial F_2}{\partial dx_1} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_1} & \frac{\partial F_2}{\partial dx_2} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_2} & \cdots\cdots & \frac{\partial F_2}{\partial dx_{11}} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_{11}} \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ (\frac{\partial F_{24}}{\partial dx_1}) & (\frac{\partial F_{24}}{\partial dy_1}) & (\frac{\partial F_{24}}{\partial dx_2}) & (\frac{\partial F_{24}}{\partial dy_2}) & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{24}}{\partial dx_{11}}) & (\frac{\partial F_{24}}{\partial dy_{11}}) \\ (\frac{\partial F_{25}}{\partial dx_1}) & (\frac{\partial F_{25}}{\partial dy_1}) & (\frac{\partial F_{25}}{\partial dx_2}) & (\frac{\partial F_{25}}{\partial dy_2}) & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{25}}{\partial dx_{11}}) & (\frac{\partial F_{25}}{\partial dy_{11}}) \end{bmatrix}_{25*22}$$

Distance observation equation 2-6-2-2

$$F(x_i, y_i, x_j, y_j) + V = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \quad \text{.....(2.11)}$$

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 equation 3-6-2-2

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

$$\theta + V = \tan^{-1}\frac{x_f - x_i}{y_f - y_i} - \tan^{-1}\frac{x_b - x_i}{y_b - y_i} + D \quad \text{..... (2.12)}$$

Taking the derivatives of the last equation:

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

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

The Observation Matrix L:

$$L = \begin{bmatrix} F_1 - F_{1_0} \\ F_2 - F_{2_0} \\ F_3 - F_{3_0} \\ F_4 - F_{4_0} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ F_{25} - F_{25_0} \end{bmatrix}_{25\times 1}$$

The Unknowns Matrix X:

$$X = \begin{bmatrix} dx_3 \\ dy_3 \\ dx_4 \\ dy_4 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ dx_{11} \\ dy_{11} \end{bmatrix}_{22\times 1}$$

The Variance Matrix V:

$$V = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ v_{24} \\ v_{25} \end{bmatrix}_{25\times 1}$$

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

$$X = X_0 + dx$$
$$Y = Y_0 + dy \quad \text{.....(2.13)}$$

7-2-2 النتائج :

قيم الأخطاء الناتجة :

Angular error = 00 00 30.4"

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

$60*\sqrt{(n)}$ حسب جدول رقم (2-4).

فتكون نسبة الخطأ المسموحة في مشروعنا = "38.745 °2 ’00 ° .

و يظهر أن الـ(Angular error) اقل من ذلك ونسبة الخطأ مقبولة.

بعد إجراء الحسابات على طريقة (least square) باستخدام برنامج (Adjust)بالاعتماد على الفصل (2-2-6-1)و(2-2-6-2)و(2-2-6-3) كانت النتائج النهائية للإحداثيات كما هو في الجدول (2-6) والقراءات المصححة بالاعتماد على الإحداثيات المصححة موضحة في الجدول (2-7)و(2-8).

جدول (2-6) الإحداثيات المصححة ومقدار الدقة في كل منها

Station	Easting (m)	Northing (m)	Std Dev Nth	Std Dev Est
1	**157744.461**	**104772.130**	**0.0109**	0.0109
2	**157647.824**	**104858.939**	**0.0159**	0.0162
3	**157506.699**	**104963.270**	**0.0202**	0.0212
4	**157356.602**	**105033.852**	**0.0182**	0.0190
5	**157177.069**	**105079.847**	**0.0072**	**0.0097**

الجدول(2-7) المسافات المصححة ومقدار الدقة في كل مسافة

Line	Distance(m)	$\sigma_D(m)$
1-600	**128.271**	**0.0107**
2-1	**129.826**	**0.0096**
3-2	**175.450**	**0.0102**
4-3	**165.806**	**0.0085**
5-4	**185.240**	**0.0078**
700-5	**78.376**	**0.0097**

جدول(2-8) الزوايا المصححة ومقدار الدقة في كل زاوية

Angle No.	Back Sight	Occupied	For Sight	Angle	S"
1	500	600	St1	179 58 37	17.5
2	600	St1	St2	227 30 3	20
3	St1	St2	St3	174 32 30	17.1
4	St2	St3	St4	168 42 37	21.0
5	St3	St4	St5	169 11 5	22.0
6	St4	St5	700	192 4 37	16.2
7	St5	700	906	146 2 50	17.5

وما يلي تقرير (Least square) الذي حصلنا عليه من برنامج ال (Adjust):

Number of Control Stations = 4

Number of Unknown Stations = 5

Number of Distance observations = 6

Number of Angle observations = 7

Iterations = 2

Redundancies = 3

Reference Variance = 5.203

Reference so = ±2.3

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

X^2 lower value = 0.22

X^2 upper value = 9.35

X^2 upper value = 9.35

الفصل الثالث

التصميم الهندسي للطريق

1-3 مقدمة

2-3 أسس عملية التصميم

3-3 العوامل الأساسية التي تحكم تخطيط الطرق

4-3 التخطيط الأفقي للطريق

5-3 التخطيط الراسي للطريق

التصميم الهندسي للطريق

1-3 مقدمة:

يعتبر التصميم الهندسي من أهم مراحل التصميم لأي طريق، حيث أنه تكون هذه المرحلة من التصميم في المكتب وتسير جنبا إلى جنب مع عمليات المسح والعمل الميداني.

تتمثل عملية التصميم الهندسي للطريق في ثلاث أمور رئيسية وهي كالتالي:

1. التصميم الأفقي (Horizontal Alignment).
2. التصميم الرأسي للطريق (Vertical Alignment).
3. التصميم للطريق هي تصميم المقاطع العرضية للطريق حيث يتم في هذه المرحلة من التصميم تحديد شكل مقاطع الطريق وميولها الجانبية وكذلك بيان سطح الطريق وعرضه.

وكذلك يجب أن يتم اختيار مسار الطريق بدقة وعناية كبيرة لان ذلك سوف ينعكس على تكلفة الإنشاء وتكلفة الصيانة مستقبلا بالإضافة إلى تكلفة تشغيل المركبات المارة عليه. لأنه بمجرد إنشاء الطريق يصعب إدخال أي تعديلات على الطريق وذلك بسبب ارتفاع قيمة الأرض المجاورة. لذلك يجب أن تأخذ في عين الاعتبار قبل اختيار مسار الطريق أمور عدة منها:

- يجب أن يكون مسار الطريق قصيرا ما أمكن وبأقل انحدار ممكن.
- يجب أن تكون تكلفة الإنشاء اقل ما يمكن مع الأخذ في عين الاعتبار تكاليف الصيانة في المستقبل.
- وفي حالة الطرق الجبلية يفضل أن يتساوى الحفر مع الردم قدر الامكان.

وحتى يكون الطريق اقصر ما يمكن يجب أن يكون مستقيما بين نقاطه الحاكمة وهذا لا يمكن تحقيقه في معظم الأحوال لصعوبات كثيرة مثل العوائق الطبيعية والصناعية التي قد تعترض المسار، فمثلا المسار القصير قد تكون انحداراته شديدة وبالتالي يصعب صعوده وخاصة بالنسبة للسيارات الثقيلة. ويجب أن نأخذ في عين الاعتبار أن الطريق الذي يكون تكلفة إنشائه قليلة ليس بالضرورة أن تكون تكلفة صيانته وتكلفة تشغيل العربات قليلة أيضا, لذلك قد نجد أن أكثر الطرق تكلفة في الإنشاء اقلها تكلفة في تشغيل العربات, لذلك ليس من السهل الحصول على جميع المتطلبات المرغوبة للمسار في نفس الوقت.

2-3 أسس عملية التصميم:

تتوقف أسس التصميم على عوامل كثيرة منها:

1-2-3 حجم المرور Traffic volume :

يقاس حجم المرور على أي طريق بعدد المركبات التي تمر بنقطة معية أو محطة على الطريق ويعبر عنها بحجم المرور , يعتبر حجم المرور من الأمور الرئيسية التي يجب أن تأخذ في الاعتبار عند تصميم الطريق بحيث يشمل حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا.

2-2-3 تركيب المرور (Character of Traffic):

وهذا يتطلب تحديد نسبة عربات النقل والحافلات بالنسبة لحجم المرور الساعي التصميمي.

3-2-3 السرعة التصميمية (Design speed):

هي أقصى سرعة مأمونة ومنتظمة يمكن الحصول عليها على قطاع محدد من الطريق تحت أفضل الظروف الخاصة بالطريق والجدول (3-1) يبين قيم السرعات المرغوبة حسب نوع الطريق.

والظروف أو العوامل التي يكون لها تأثير على السرعة هي الإنحناء وارتفاع الظهر عن البطن ومسافة الرؤية وهذه العوامل يعتبر تأثيرها مباشر على السرعة وهناك عوامل أخرى ليس لها تأثير مباشر على السرعة إنما تؤثر على سرعة المركبة مثل عرض حارة المرور وبعد العوائق الجانبية (لا دخل لها بالتصميم)

ولذلك يجب أخذ هذه العوامل في الاعتبار عند التصميم للطريق حتى لا تتأثر سرعة المركبات بهذه العوامل.

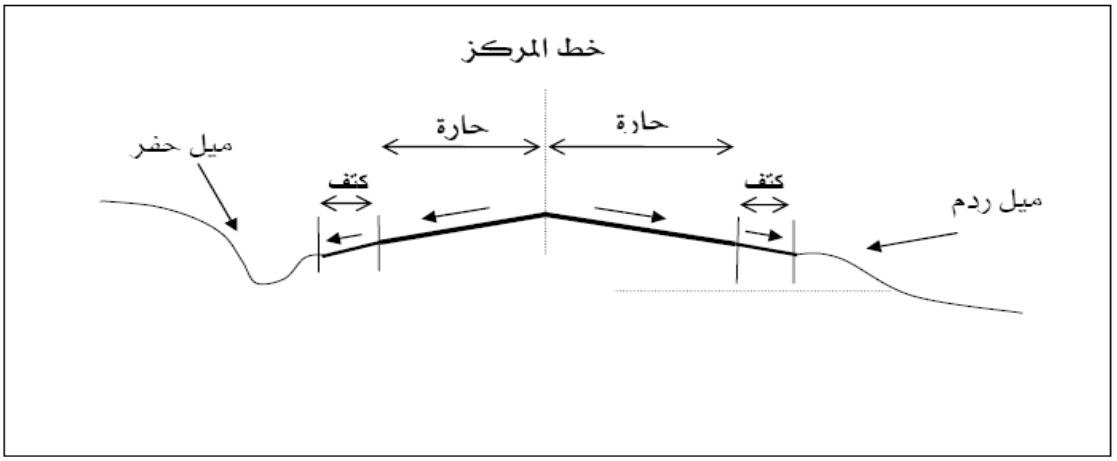
جدول (3-1) السرعة التصميمية للطرق الحضرية

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

ويفضل فرض سرعة تصميمية ثابتة على طول الطريق بالكامل وذلك إذا كانت الطبيعة تسمح بذلك إلا أنه يمكن حسب المناطق التي يمر بها الطريق أن تتغير السرعة التصميمية من قطاع إلى آخر على نفس الطريق ومن الضروري أن تكون أطوال القطاعات كافية بحيث يمكن تغيير السرعة تدريجياً إلى السرعة المطلوبة قبل الوصول إلى القطاع التالي كما يجب توضيح تلك المناطق عن طريق إستخدام علامات تحديد السرعة في المناطق المختلفة وعند المنحنيات.

4-2-3 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 والشكل (3-1) يوضح شكل عام لمقطع عرضي لطريق.



شكل رقم (3-1) شكل عام لمقطع عرضي لطريق

5-2-3 الميول الجانبية:

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

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

جدول (3-2) الميول الجانبية للقطاعات حسب نوع التربة

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

6-2-3 عرض الحارة (lane width):

يتحدد عرض الرصف عن طريق عدد حارات المرور وعروضها ولا يوجد بين عناصر الطريق ما هو أكثر أثراً على الأمان وراحة السير من عرض الطريق وحالة سطحه . والحاجة ظاهرة إلى طرق ذات أسطح ناعمة غير زلقة وتلائم جميع الحالات . وتقل السعة الفعلية للطريق حينما توجد عوائق متاخمة للطريق مثل الحوائط الساندة أو سيارة متوقفة ولذا يجب المحافظة على الخلوص الأفقي بين حارات المرور وأي عائق جانبي حتى لا تؤثر بصورة كبيرة على سعة الطريق وبالتالي تؤثر على زيادة الحوادث وتقليل راحة المستخدم . ويعتبر عرض الحارة 3.65متر مرغوباً و 2.75 متر مقبولاً في المناطق الحضرية ومن الضروري استخدام حارة مرور إضافية عند التقاطعات وعند التقاطعات الحرة لتسهيل حركة المرور .

7-2-3 الأكتاف (Shoulders):

تهيئ الأكتاف مكاناً لوقوف السيارات المعطلة في حالات الطوارئ، وتقوم بسند جانبي لطبقات الأساس والسطح المرصوف، كما أنها تعطي اتساعاً إضافياً لطريق المرور الضيق، حيث تمكن السائقين الذين يقابلون أو يتخطون عربات أخرى من قيادة عرباتهم فوق جزء من حافة الكتف.

فوائد الأكتاف للطريق :

1. تستخدم لتوقف المركبات بشكل طارئ
2. شعور السائق بالأمان وحماية السيارات عندما تخرج عن مسارها بسبب السير بسرعات عالية.
3. تساعد على تصريف المياه عن سطح الطريق.
4. تستعمل الأكتاف لتوسيع الطريق في المستقبل.
5. تستعمل الأكتاف لمنع انهيار جسم الطريق كما تصلح لوضع الإشارات عليها.

شكل رقم (3-2) أكتاف الطريق

حيث يتراوح عرض الكتف بين 1.25 كحد أدنى والى 3.6 كحد أقصى للطرق السريعة, وفي حالة الطرق التي يزيد فيها حجم المرور الساعي التصميمي عن 100 مركبة يتراوح عرض الكتف ما بين 2.5– 3.6م وقد يصل عرض الكتف الى0.5 متر وذلك في المناطق الجبلية ويعود ذلك الى الكلفة العالية لعملية الحفر بالصخر, و يجب أن تزود الأكتاف بميول عرضيه كافية لتصريف المياه من الطريق، و لكن يجب أن لا يزيد هذا الميل عن الحد الذي قد يسبب خطورة على المركبات التي تتوقف على الطريق، حيث يوجد عدة أنواع من أكتاف الطريق فمنها أكتاف ترابية أو حصوية أو اسفلتيه .

8-2-3 الاطاريف:

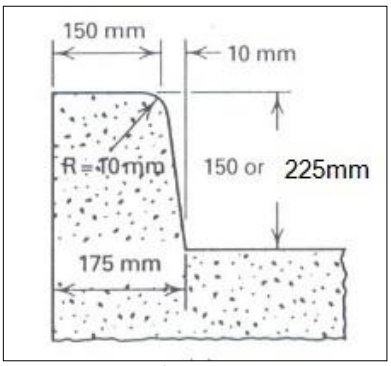
يتأثر السائقين كثيراً بنوع الاطاريف ومواقعها وبالتالي فإن ذلك يؤثر على أمان الطريق والانتفاع به، وتستخدم الاطاريف في تنظيم صرف المياه ولمنع السيارات من الخروج عن الرصف في النقاط الخطرة، وهي تحدد حافة الرصف وتحسن الشكل النهائي للطريق، كما أنها خطوة في تجميل جوانب الطرق وتتميز البردورة (الأطاريف) في العرف بأنها بروز أو حافة قائمة وتبرز حاجتها في الطرق المارة بالمناطق السكنية، والأنواع الرئيسية للاطاريف هي الاطاريف الحاجزة والغاطسة.

- **الاطاريف الحاجزة** :

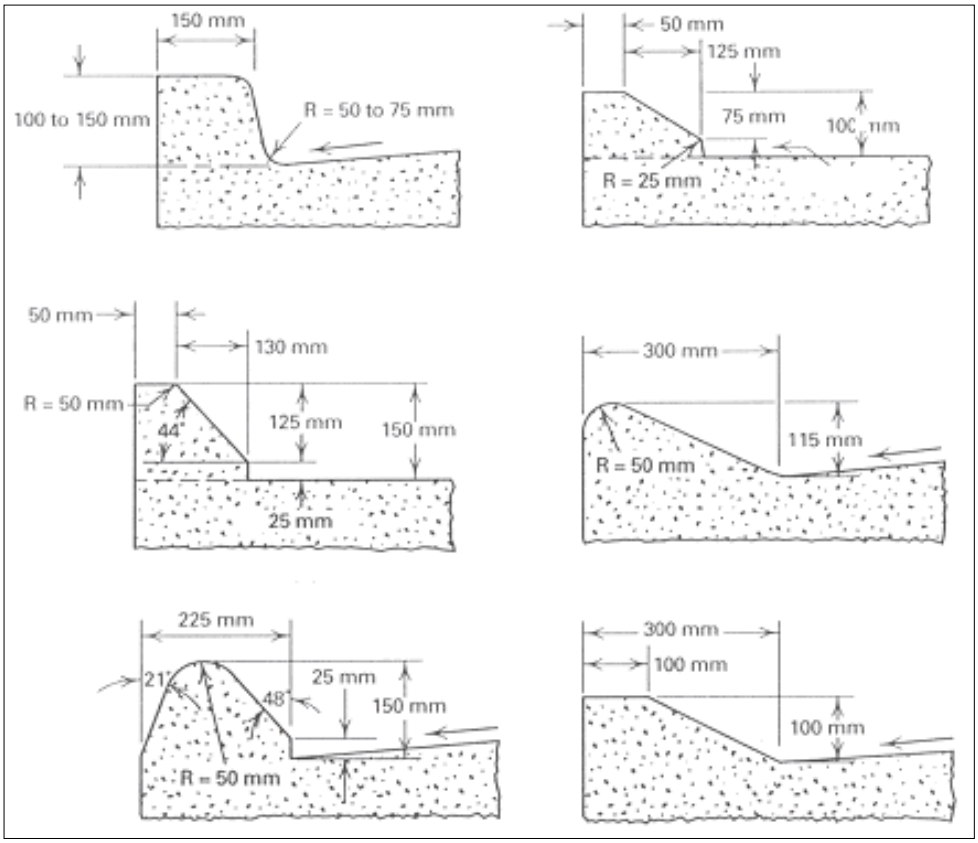
هي ذات وجه جانبي حاد الميل ومرتفع نسبياً وهي مصممة لمنع السيارات أو على الأقل صرفها عن محاولة الخروج عن الرصف ويختلف ارتفاعها بين (15- 22.5) سم تقريبا ويستحب أن يكون الوجه مائلا ولكن على ألا يزيد ميل الوجه في الغالب عن حوالي 1 سم لكل 3سم من الارتفاع وتعمل استدارة للركن العلوي بنصف قطر من 2 إلى 8 سم وتستخدم 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 بموازاتها 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.

- **الاطاريف الغاطسة** :

وهي مصممة بحيث يسهل على العربات اجتيازها دون ارتجاج عنيف أو اختلال في القيادة، ويتراوح الارتفاع من 10 إلى 15 سم، وميل الوجه فيها 1: 1 أو 2: 1، وتستعمل في الجزيرة الوسطي وفي الحافة الداخلية والأكتاف، كما تستعمل في تحديد الشكل الخارجي لجزر التقسيم القنواتي في التقاطعات. ويبين شكل (3-3) أنواع الاطاريف.



الاطاريف الحاجزة



الاطاريف الغاطسة

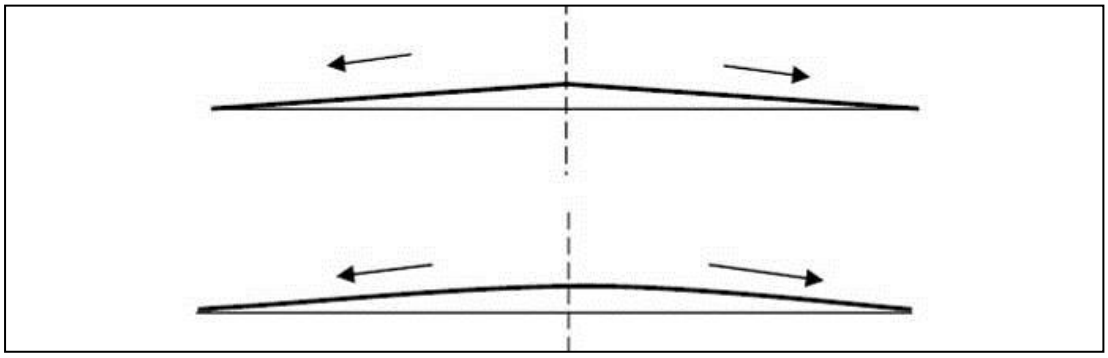
شكل رقم (3-3) أنواع الاطاريف الخاصة بالطرق

9-2-3 الأرصفة (Sidewalks):

تعتبر أرصفة المشاة جزءاً مكملاً لتصميم الطرق الحضرية، ولكن قلّما تعتبر ضرورية في المناطق الخلوية، وعلى العموم فإنه يستحب عمل اطاريف في الطرق التي يتوقع فيها حركة مرور مشاة كبيرة أو في المناطق التي قد يحدث فيها أخطار للمشاة مثلما يحدث قريباً من المدن والقرى ومواقع الأسواق والمصانع وغير ذلك, وينبغي ألا يقل عرض الرصيف عن 1.5متر ويعمل من مواد تعطي مسطحاً ناعماً ومستوياً سليماً،ونقطة مهمة هنا يجب الاشارة اليها وهي يجب أن يكون سطح الرصيف الذي يسير المشاة عليه مساوياً في الجودة أو أحسن حالة من سطح الرصف المخصص لطريق السيارات لجذب المشاة للسير عليه.

10-2-3 الميول العرضية (Cross Slopes) :

إن الميول العرضية يتم عملها للطريق من اجل تصريف المياه المتواجدة على سطح الطريق، حيث يجب عمل ميول عرضية من الجهتين بالنسبة لمحور وبصفة عامة يتم عمل ميل عرضي للرصف بحيث يكون اتجاه الميل إلى أماكن تجميع وتصريف مياه الأمطار. والميول الجانبية الحادة غير مرغوبة في أماكن المماسات في التخطيط الأفقي لما يمكن أن تسببه من تأثير على المركبة وإمكانية انسياقها إلى الحافة الهابطة للطريق .. والميل العرضي حتى 1.5٪ مقبولٌ حيث لا يلاحظه السائق ولا يؤثر على المركبة .



شكل رقم (3-4) الميول العرضية

11-2-3 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 .

12-2-3 الجزر الفاصلة بين الإتجاهين (Medians):

تعتبر الجزر فاصلة تفصل حركة المرور المعاكسة وتكون موجودة في كل الطرق الحديثة خصوصا إذا كانت من أربع حارات أو أكثر وعرض هذه الجزر يجب أن يكون كافيا وذلك لتأدية الغرض الذي وضعت من اجله ومن أهمها تقليل تأثير الأضواء المبهرة الصادرة من المرور المعاكس ليلا هذا بالإضافة إلى حماية السيارات القادمة من الاتجاه المعاكس من الاصطدام وللتحكم في المناطق المسموح فيها بالدوران في حالة التقاطعات السطحية، ويتراوح عرض الجزيرة من 1 إلى 3.5 مترا أو أكثر, وهذا طبعا ليس بعرض ثابت على طول الطريق وإنما يتغير حسب الحالة أو الضرورة بالإضافة إلى أن منسوب الطريق في الاتجاهين قد يكون مختلفا.

13-2-3 الحواجز الجانبية والأعمدة الاسترشادية (Guardrail and Guide Posts):

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

- جسور ذات انحدارات شديدة أو على منحنيات حادة.

- التغير المفاجئ في عرض الكتف وفي حالة الاقتراب من المنشآت.
- الطرق الجبلية وخاصة من جهة الانحدار.

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

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

3-3 العوامل الأساسية التي تحكم تخطيط الطريق:

- **النقاط الحاكمة:** وهي النقاط الأساسية التي يمر بها مسار الطريق, وتقسم إلى قسمين:

أ- **نقاط يجب أن يمر بها الطريق(إجبارية):** وهذه قد تتسبب في زيادة طول المسار والمرور في مناطق صعبة، ومن أمثلة هذه النقاط: موقع جسر، ممر جبلي ، مدينة متوسطة،...الخ.

ب- **نقاط يجب الابتعاد عنها:** وهذه المناطق يجب أن نبعد مسار الطريق قدر الإمكان عنها مثل مناطق العبادة, المدافن, المنشات الضخمة عالية التكاليف.

- **حجم المرور**: يجب الأخذ بعين الاعتبار عند تخطيط الطريق حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا, لذلك يجب عمل الدراسات اللازمة لعدد السيارات الحالي ونسبة الزيادة المتوقعة في عدد السيارات في المستقبل بالإضافة إلى تحديد أنواع السيارات المتوقع استخدامها للطريق لما له من أهمية كبيرة لمعرفة في تحديد حجم المرور.
- **التصميم الهندسي للطريق:** من الأمور التي تتحكم في اختيار التصميم النهائي للمسار أسس التصميم الهندسي مثل الانحدارات وأنصاف أقطار المنحنيات ومسافة الرؤية.
- **التكلفة:** يجب أن يراعى عند تصميم واختيار مسار الطريق التكلفة الكلية للمشروع بحيث تكون قليلة ما أمكن ويراعى أن تشمل التكلفة تكلفة الصيانة وتكلفة تشغيل وحدات السير.
- **عوامل أخرى:** ومن العوامل الأخرى التي تحكم التخطيط مثل عمليات الصرف, العوامل السياسية...الخ, ويجب الأخذ في عين الاعتبار عملية الصرف السطحي وكيفية التخلص من المياه عند التصميم الرأسي للمسار, وفي بعض الأحيان قد يتغير تخطيط الطريق حتى لا يمر في ارض أجنبية عندما يمر المسار بالقرب من خط الحدود أو المرور بالقرب من خط التفافي أو مستوطنة كما هو الحال عندنا في فلسطين.

4-3 التخطيط الأفقي للطريق:

التخطيط الأفقي للطريق (Horizontal Alignment): حيث يتم فيه بيان المنحنيات الأفقية وتحديد بداياتها ونهاياتها وكذلك تحديد أطوالها وزواياها ونقاط التقاطع فيها، بالإضافة لذلك يتم بيان الجزء الوسطي وعرض الطريق والحواجز الجانبية ونقاط المضلع المفتوح (PI) وكذلك تحديد اتجاه الطريق بالنسبة للشمال.

1-4-3 المنحنيات الأفقية:

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

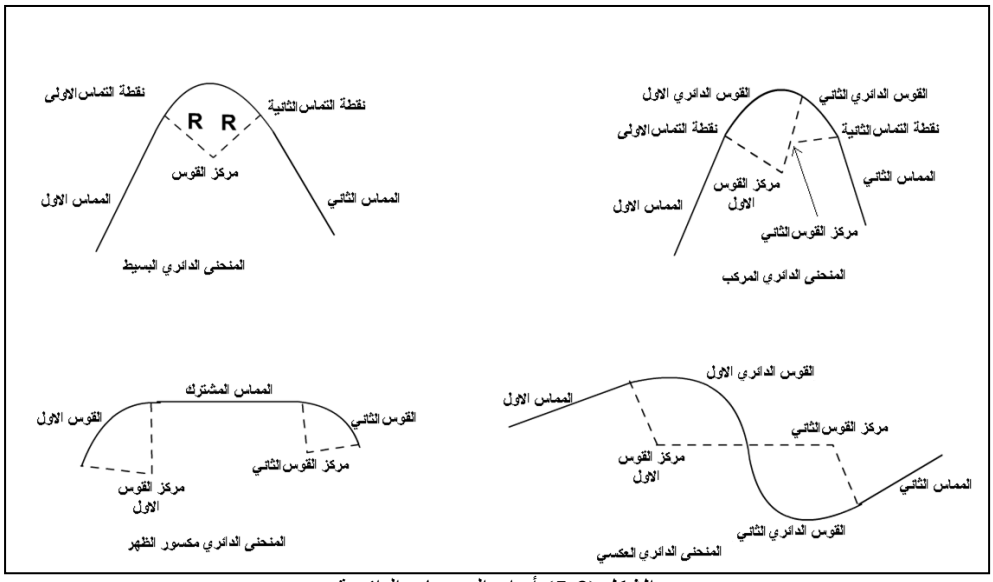
أنواع المنحنيات الأفقية:-

1-1-4-3 المنحنيات الأفقية الدائرية (Circular Curves):

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.

والشكل (3-5) يبين أنواع المنحنيات الدائرية .



الشكل (3-5) أنواع المنحنيات الدائرية

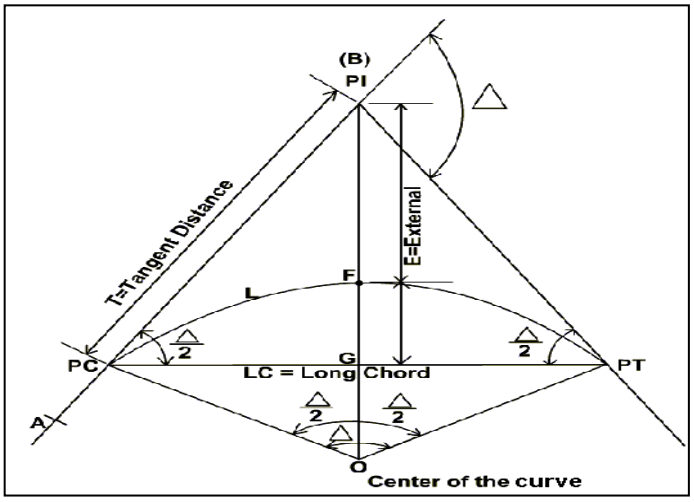
1. المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves

الشكل (3-6) يوضح شكل المنحنى الدائري البسيط, حيث انه يتكون من العناصر التالية :-

- 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**) وبين منتصف المنحنى الدائري.
- سهم القوس(**M**) Middle Ordinate, و هي المسافة بين نقطة منتصف المنحنى وبين نقطة منتصف الوتر الطويل.
- مركز المنحنى ونرمز له (**O**).
- الوتر الجزئي الأول ويرمز له (**C1**), وهو طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الأولى بأول نقطة على المنحنى حيث يلجأ إلى إعطاء طول للوتر الجزء الأول بحيث تصبح محطة النقطة الأولى من المنحنى رقم مدورا مناسبا يقبل القسمة على 20 أو25.
- الوتر الجزئي الأوسط يرمز له (**C**), وهو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل بين أي نقطتين متتاليتين على المنحنى ما عدا الأولى والأخيرة, ويكون طوله في العادة رقما مدورا و مناسبا 10, 25,20 مترا.
- الوتر الجزئي النهائي (**C2**), وهو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الثانية بالنقطة التي تسبقها مباشرة, وحيث يكون طوله مكملا لطول المنحنى.
- زاوية الانحراف الجزئية الأولى (**d1**), وهي عبارة عن الزاوية الوسطية المحصورة بين المماس الأول أو الخلفي و بين الوتر الجزئي الأول وتساوي نصف الزاوية المركزية.
- زاوية الانحراف الجزئية الوسطى(**d**), وهي الزاوية الأفقية بين أي وتر جزئي أوسط وبين مماس المنحنى الدائري.
- زاوية الانحراف الجزئية النهائية (**d2**), وهي الزاوية الأفقية المحصورة بين الوتر الجزئي النهائي وبين المماس للمنحنى الدائري في نقطة بداية هذا الوتر الجزئي النهائي.



الشكل (3-6) عناصر المنحنى الدائري البسيط

❖ معادلات المنحنى الدائري البسيط:

1- طول المماس (T)

$$T = R\tan\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....(3-1)}$$

2- المسافة الخارجية (E)

$$E = R(\sec(\Delta/2)-1) \quad \text{.....(3-2)}$$

3- سهم القوس (M)

$$M = R(1-\cos(\Delta/2)) \quad \text{……..……..……. (3-3)}$$

4- الوتر الطويل(LC)

$$LC = 2R\sin\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....……..…… (3-4)}$$

5- طول المنحنى (L)

$$L = \frac{\pi R\Delta}{180} \quad \text{.....(3-5)}$$

2. المنحنيات الدائرية المركبة Compound Circular Curves

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

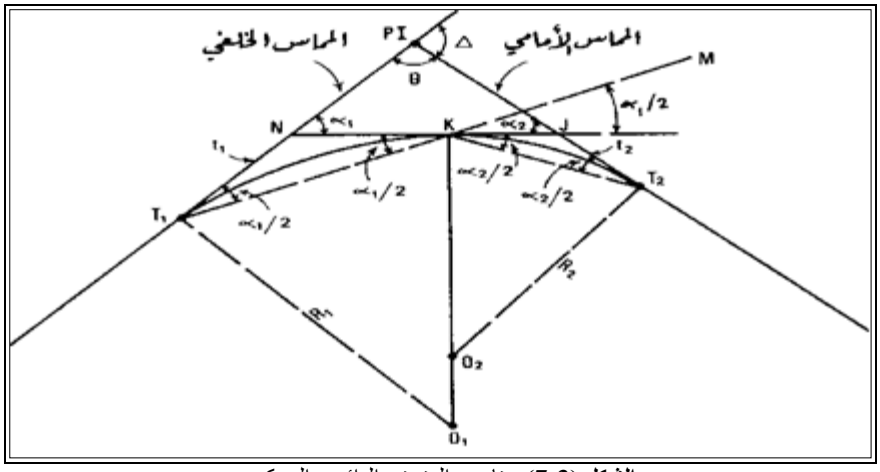
1- أنصاف أقطار هذه المنحنيات الدائرية مختلفة.

2- المنحنيات متماسة عند نقاط اتصالها ببعضها.

3- جميع مراكز هذه المنحنيات الدائرية في جهة واحدة.

الشكل (3-7) يوضح شكل المنحنى الدائري المركب, حيث انه يتكون من العناصر التالية:-

- نقطة تماس المنحنى المركب مع المستقيم أو المماس الخلفي (Back Tangent) ويرمز لها بـ T_1.
- نقطة التقاء أو تماس المنحنيين الدائريين المشكلين للمنحنى المركب ويرمز لها بـ K.
- نقطة تماس المنحنى المركب مع المماس الأمامي ويرمز لها بـ T2.
- نقطة تقاطع المماس الخلفي مع المماس المشترك ويرمز لها بـ N
- نقطة تقاطع المماس المشترك مع المماس الأمامي ويرمز له بـ J.
- نقطة تقاطع المماس(الأمامي والخلفي) ويرمز لها بـ PI.
- مركز المنحنى الدائري الخلفي أو الأيسر ويرمز له بـ O1.
- مركز المنحنى الدائري الأمامي أو الأيمن ويرمز له بـ O_2.
- زاوية انحراف المماسين الخلفي والأمامي ويرمز لها بـ Δ.
- زاوية انحراف المماسين الخلفي والمشترك ويرمز لها بـ α_1.
- الطول المشارك مع المماس ويرمز له بـ (t_1) وهو يساويNK.
- الطول المشارك من المماس الأمامي مع المماس المشترك ويرمز له بـ (t_2) وهو يساوي JK.
- نصف قطر المنحنى الأول أو الأيسر ونرمز له بـ R_1.
- نصف قطر المنحنى الثاني أو الأيمن R_2.



الشكل (3-7) عناصر المنحنى الدائري المركب

3-1-4-2 المنحنيات الانتقالية أو الحلزونية Transitions Curve.

نظراً للتطور الكبير في صناعة السيارات وزيادة سرعتها في السير على الطريق أصبح ضرورياً استعمال المنحنيات الانتقالية وذلك للأسباب التالية :

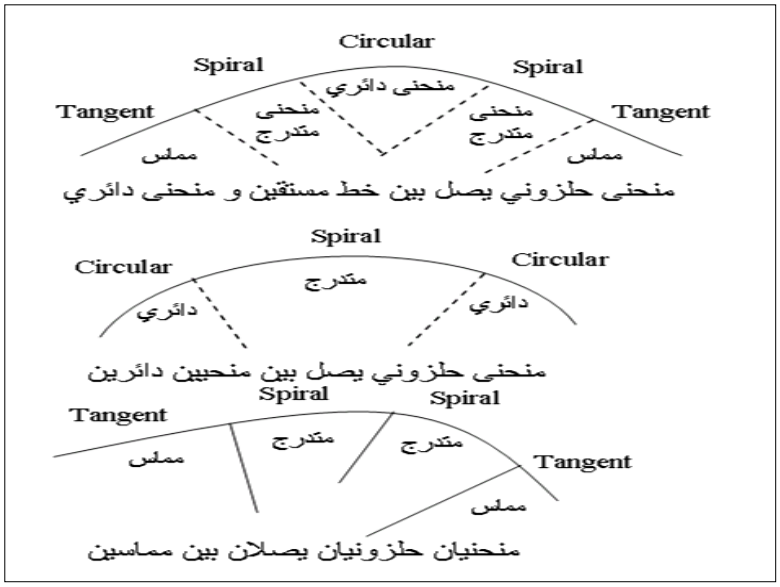
1. يمتاز المنحنى الانتقالي بالتغير التدريجي في الانحناء من قيمته الابتدائية وهي صفر عند الخط المستقيم إلى القيمة النهائية وهي (Rc/4)عند بداية المنحنى الدائري , وحيث أن القوة الطاردة المركزية تتناسب مع الانحناء فيكون تأثيرها تدريجياً كذلك على السيارة وبذلك لا تضطر السيارة إلى الخروج عن الخط الواجب السير فيه وهو محور الحارة أو الطريق.

2. يحقق تخطيط أفضل ومسافة رؤية أحسن وذلك بسبب التغير التدريجي للانحناء.
3. يتم تنفيذ ارتفاع الظهر عن البطن تدريجياً كذلك على طول المنحنى لحفظ توازن السيارة في سيرها على الطريق.

تستعمل المنحنيات المتدرجة في مشاريع الطرق والسكك الحديدية لوصل أجزاء الطريق ببعضها بشكل تدريجي وسهل يؤمن الراحة والسلامة ويمكن أن تتم عملية الوصل في الغالب وفق ما يلي:-

- منحنى متدرج يصل بين مستقيم وقوس دائري ذي نصف قطر معين.
- منحنى متدرج يصل بين مستقيم ومنحنى مركب.
- منحنى متدرج يصل بين منحنيين دائريين بسيطين.
- منحنى متدرج يصل بين منحنيين دائريين مركبين.

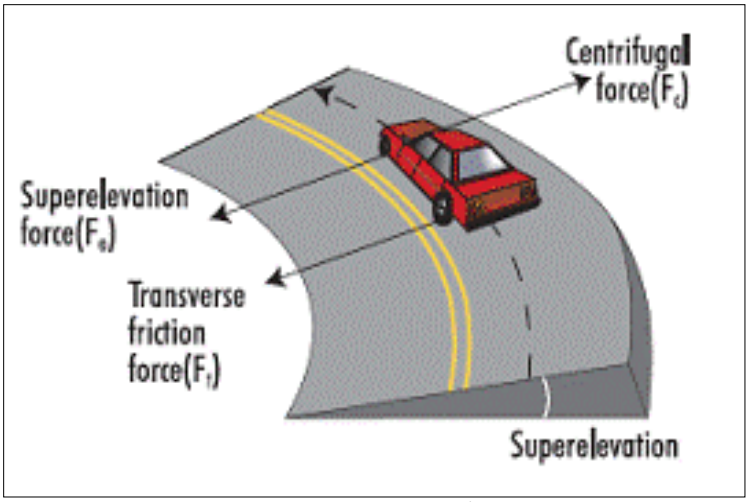
والشكل (3-8) يوضح شكل المنحى الإنتقالي أو الحلزوني .



الشكل (3-8) المنحنيات المتدرجة أو الحلزونية

3-4-2 القوة الطاردة المركزية:

عندما تكون قيمة نصف القطر تقترب من اللانهاية تكون عندها قيمة القوة الطاردة المركزية تساوي صفر. ولمنع تغير قيمة القوة الطاردة المركزية من قيمة صغرى (صفر) إلى قيمة عظمى بشكل فجائي نلجأ إلى المنحنيات المتدرجة لتشكل حلقة وصل بين الجزء المستقيم والمنحنى الدائري، وبالتالي تعمل على امتصاص القوة الطاردة المركزية بشكل تدريجي ,كما في الشكل (3-9) .



الشكل(3-9) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات

والمعادلة (3-6) توضح قيمة القوة الطاردة المركزية بالاعتماد على عده عوامل .

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \quad \text{.....(3-6)}$$

حيث أن:

p : القوة الطاردة المركزية.

m : كتلة المركبة.

R : نصف قطر المنحنى.

v : سرعة المركبة.

يمكن كتابة العلاقات الرياضية كما في المعادلة (3-7):

$$\tan\alpha = P_1 = \left(\ \frac{mv^2}{r}\ \right)/(mg) = \frac{v^2}{gr} \quad \text{.....(3-7)}$$

حيث أن:

r : نصف قطر المنحنى المتدرج في إحدى نقاطه

P_1 : الميل العرضاني لسطح الطريق ضمن الجزء الخاص بالمنحنى المتدرج

α : الزاوية الراسية

لنفرض أن $C = \frac{1}{g}$

لتصبح المعادلة(3-7) كالتالي:

$$P = \frac{C.v^2}{R}$$
$$C = \frac{P.R}{v^2} \quad \text{.....(3-8)}$$

3-4-3 ارتفاع الظهر عن البطن (Super elevation):

في حالة حركة السيارة على طريق منحنى أفقياً يتم عمل رفع جانبي للطريق Super elevation بدرجة كافية لإيجاد مركبة قوة جانبية لتعادل مركبة القوة الطاردة المركزية الناتجة من الحركة على منحنى ولإيجاد أقل نصف قطر لمنحنى أفقي تستخدم المعادلة رقم (3-12) .وقيمة هذا الميل العرضاني تتراوح من 2% - 8% وقد تصل إلى 9% حسب الأنظمة المختلفة المعمول بها في كل دوله.

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات (3-9):

$$e + f = \frac{(0.75 \times v)^2}{127 \times R} \quad \text{.....(3-9)}$$

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 (ارتفاع ظهر المنحنى).

f: هي معامل الاحتكاك الجانبي، وأقصى قيمة يمكن قبولها هي 0.16، فإذا كانت قيمة f أكبر من قيمة f max ، فإننا نقوم بتثبيت قيم e , f عند قيمهم القصوى، ونحسب بالاعتماد عليهما قيمة السرعة المسموح بها، وتكون ملزمة لنا على المنحنى، ونحسب السرعة حسب المعادلة (3-10):

$$V = \sqrt{[127R(e\max + f\max)]} \quad \text{.....(3-10)}$$

تتراوح قيمة معامل الاحتكاك الجانبي القصوى حسب السرعات المختلفة وذلك بناء على الجدول (3-3):

جدول(3-3) قيم معامل الاحتكاك حسب السرعة التصميمية

السرعة التصميمية كم/ساعة	معامل الاحتكاك (F)
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15
70	0.14
80	0.14
90	0.13
100	0.12
110	0.11
120	0.09

الحد الأقصى لمعدل ارتفاع ظهر المنحنى في حالة المرور المختلط يؤخذ عادة 1: 15 (0,067 لكل متر) كما أن الحد الأدنى يجب أن لا يقل عن الميل العرضي اللازم لصرف مياه الأمطار والجدول (3-4) يوضح ذلك.

جدول (3-4) قيم الرفع الجانبي المرغوبة لعدة طرق مختلفه

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

الجدول (3-5) أقل نصف قطرللمنحنى بدلالة السرعة التصميمية ودرجة الرفع الجانبي للطريق والاحتكاك الجانبي

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

3-4-4 الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق(Super elevation):

- **الدوران حول محور الطريق(Rotation about the center line)**

هذه الطريقة هي شائعة الاستخدام لتنفيذ ارتفاع الظهر عن البطن, وفيها يبقى منسوب محور الطريق ثابت ويرتفع الحرف الخارجي بمقدار نصف ارتفاع الظهر عن البطن وينخفض الحرف الداخلي بنفس المقدار ومن مميزاتها تساوي كميات الحفر والردم في القطاع العرضي للطريق , كما وسيتم استخدام هذه الطريق في تصميم المشروع .

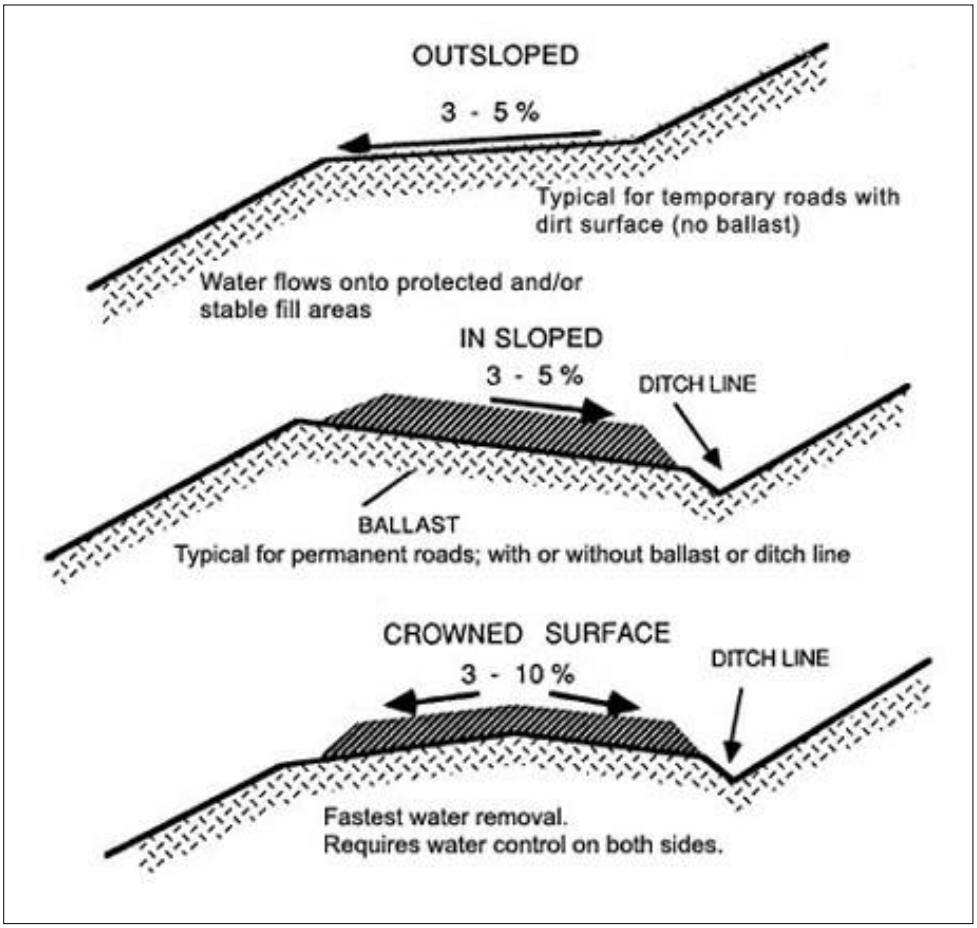
عيوبها : في المناطق المستوية(الميل أقل من 2%) لا بد من عمل احتياطات لصرف المياه السطحية من جهة الرفع الداخلي للرصف وذلك نتيجة للانخفاض المتكون في هذه الجهة.

- **الدوران حول الحرف الداخلي للطريق(Rotation about inner edge):**

يبقى منسوب الحرف الداخلي ثابت ويتم رفع الحرف الخارجي بمقدار ارتفاع الظهر عن البطن بالكامل وهذه الطريقة تلائم المناطق المستوية للسبب المذكور في الطريقة السابقة.

- **الدوران حول الحرف الخارجي(Rotation about outer edge):**

وفي هذه الطريقة يبقى منسوب الحرف الخارجي ثابت ويتم خفض الحرف الداخلي للرصف بمقدار بمقدار ارتفاع الظهر عن البطن بالكامل, هذه الطريقة تستخدم غالباً في حالة الطرق المتعددة الحارات وذلك لتسهيل عملية الصرف للمياه السطحية.



الشكل (3-10) كيفية الرفع الجانبي للطريق

3-4-5 زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات (التوسعة على المنحنيات):

عادة يجري توسيع عرض الرصيف في منطقة المنحنيات الأفقية لسهولة الحركة والانتقال على المنحنيات وذلك لاختلاف ظروف التشغيل عن الخط المستقيم للأسباب التالية:

1 – السيارة تشغل حيزاً أكبر من الطريق وذلك لأنه في المنحنيات لا تسير العجلات الخلفية للسيارات في نفس مسار العجلات الأمامية إنما تنحرف عنها نحو الداخل وخاصة إذا كانت العربة يتبعها مقطورة.

2 – من عادة السائقين الابتعاد عن حرف الرصف الداخلي وبالتالي يلزم زيادة عرض الرصف.

3_ صعوبة تحكم السائق في القيادة بحيث يتمكن من أن يكون مساره في محور الحارة التي يسير عليها.

وعادة يتم التوسيع عندما يكون نصف قطر المنحنى أقل من 300 متر أو درجة المنحنى أكبر من 5 درجات وذلك للطريق المكون من جارتان فقط. والجدول(3-6) يوضح قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر.

الجدول(3-6) قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر

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

لحساب مقدار التوسعة على المنحنيات نطبق العلاقة التالية:

$$w = \left[\left(\frac{nI^2}{2R}\right) + \left(\frac{V}{9.5\sqrt{R}}\right)\right] \quad \text{.....(3-11)}$$

حيث أن:-

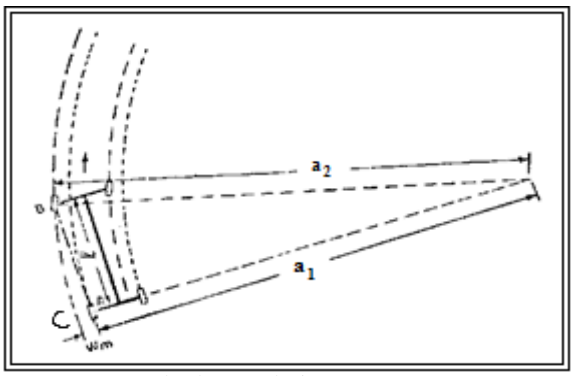
w : زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات.

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.



الشكل (3-11) شكل المركبة على المنحنى

وهنالك توسعة نتيجة العامل النفسي ومعادلته:

$$w_{ps} = V^2 / 9.5 * \sqrt{r} \quad \text{.....(3-12)}$$

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

V= السرعة التصميمية.

We =Wm + Wps .....(3-13)

حيث We = التوسعة الكلية

5-3 التخطيط الراسي للطريق:-(Vertical Alignment):

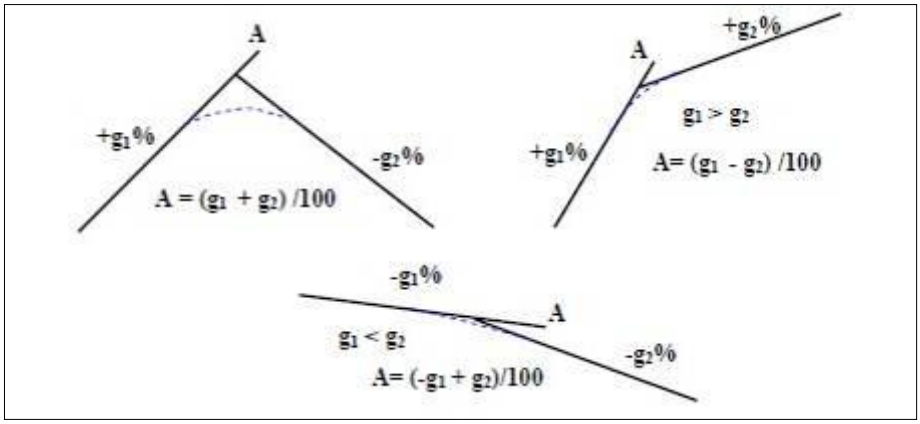
لا يمكن أن ينفذ محور الطريق خط واحد حيث طبوغرافية المنطقة والنقاط الحاطمة الأخرى في تحديد مسار الطريق سواء في الاتجاه الأفقي أو الاتجاه الرأسي وعلى ذلك يتكون محور الطريق من مجموعة من المماسات أو الخطوط المستقيمة والتي يتم ربطها بمنحنيات رأسية في قطاعها الطولي وذلك إذا زاد فرق الميل بين الخطيين المتتابعين عن 5% , هذه المنحنيات يجب أن تكون سهلة وتوفر دواعي الراحة والآمان وجمال المنظر وأن تعمل على تصريف المياه السطحية أينما وجدت ومن أهم العوامل التي يجب مراعاتها هي أن تحقق مسافة المرئية المطلوبة على أساس السرعة التصميمية.

وبتحديد المحور الرأسي للطريق تتحدد مناسيب الرصفات والمسائل التي تتعلق بالتنفيذ كالحفر والردم والصرف ويلاحظ أن تكاليف الإنشاء تتوقف الى حد كبير على الاختيار الصحيح للقطاع الطولي وهو يكون مرتبطاً بطبيعة المنطقة .

1-5-3 أنواع المنحنيات الرأسية :

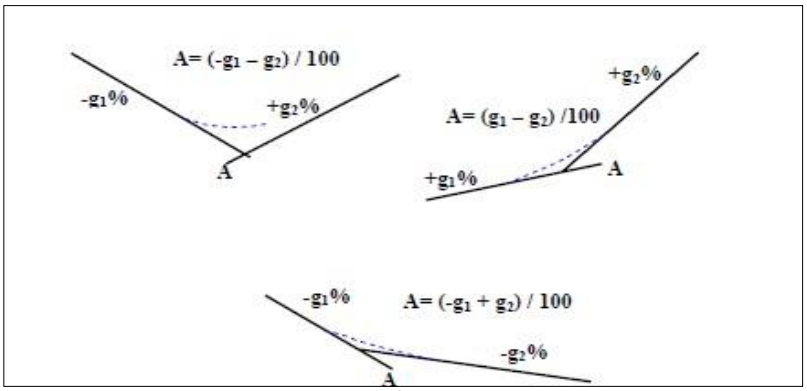
1-1-5-3 المنحنيات الرأسية المحدبة(Crest)

ويكون المنحنى محدب إذا كان الفرق الجبري للميول A موجب كما يوضح الشكل (3-12).



الشكل (3-12) فرق الميل أو زاوية الميل للمنحنيات المحدبة

2-1-5-3 المنحنيات الرأسية المقعرة(Sag):ويكون المنحنى مقعرإذا كان الفرق الجبري للميول A سالب كما هو في الشكل (3-13).

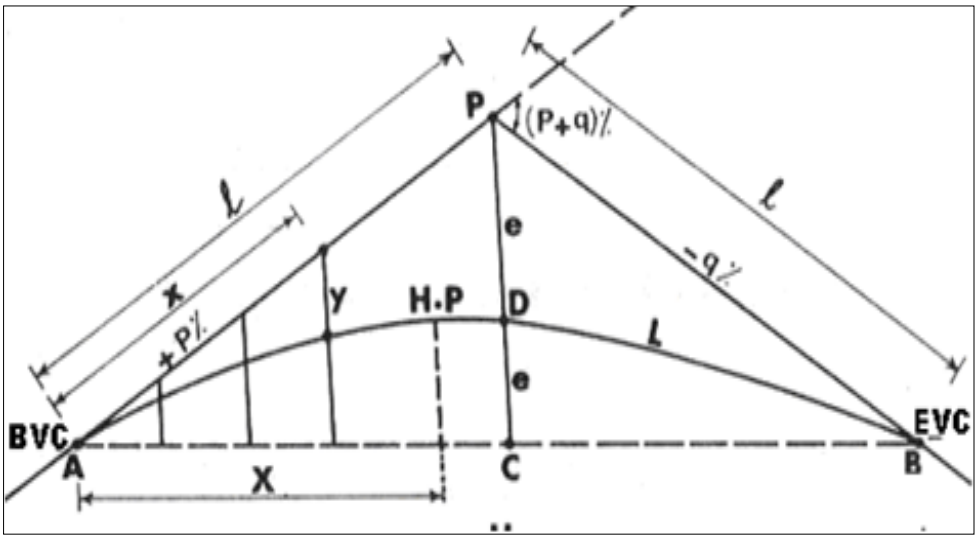


الشكل (3-13) فرق الميل أو زاوية الميل للمنحنيات المقعرة

2-5-3 عناصر المنحنى الرأسي:

من الشكل (3-14) فان عناصر المنحنى الرأسي هي كالتالي:

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



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

الشكل (3-14) عناصر المنحنى الراسي

3-5-3 الميول الرأسية العظمى:

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

1- السرعة التصميمية (Design Speed).

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

3- طول الجزء الخاضع للميل الرأسي.

والجدول (3-7) قيمة الميول الراسية العظمى

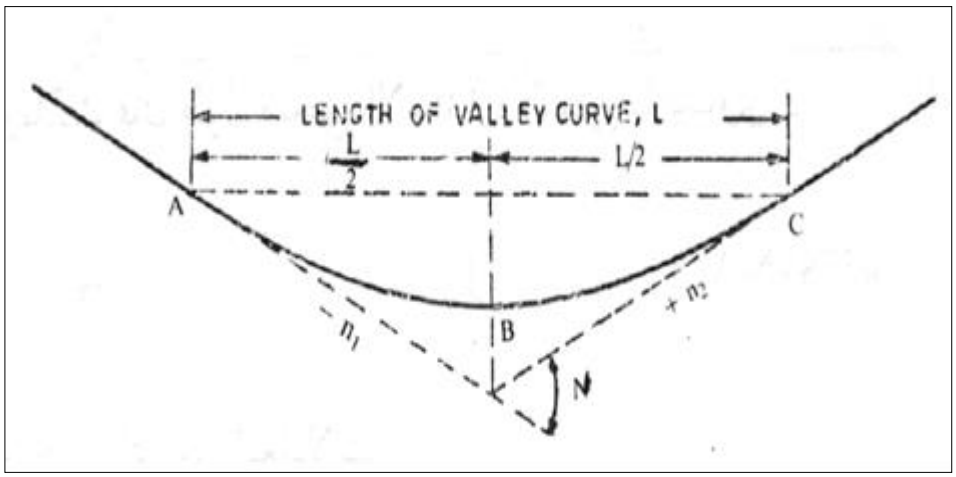
السرعة التصميمية	منبسطة	تلالي	جبلية
DESIGN SPEED	FLAT	HILLY	MOUNTAINOUS
KPH	%	%	%
50	6	8	**9**
65	5	7	**8**
80	4	5	**7**
90	3	4	**6**
100	3	4	**6**
110	3	4	**5**
120	3	4	**-**
130	3	4	**-**

4-5-3 طول المنحنى الرأسي:

من العوامل الأساسية التي تحكم اختيار وتحديد طول المنحنى الرأسي كما يلي:

1- 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 (3-15) فان طول منحنى الاستدارة السفلي ABC في المنحنى الرأسي والذي يساوي L حيث AB , BC يمثل طول كل منهما منحنى انتقالي .



شكل (3-15) منحنى رأسي قاعي

$$Ls = L/2$$

$$\Rightarrow L = 2*[N V^3/C]^{0.5} \quad \text{.....(3-14)}$$

حيث أن:

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:

$$I\ max = [(200 * N * V^2) / (g*L)]\ \% \quad < \%17 \quad \text{..... (3-15)}$$

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

2- مسافة الرؤية (Sight Distance):

لضمان سلامة السير للمركبات لا بد من توافر مدى رؤية كافي على جميع أجزاء الطريق والمسافة التي يستطيع أن يراها السائق يطلق عليها مسافة الرؤية وتعتبر مسافة الرؤية من الأمور الضرورية لدواعي الأمن والسلامة بالنسبة لحركة المرور فعدم توافر مسافة رؤية كافية يؤدي الى حوادث في حالة وجود عوائق على الطريق وقد يؤدي كذلك الى خطر الاصطدام بالمركبات الأخرى مما يسبب حوادث خطيرة وخسائر مادية وإنسانية.

وتنقسم مسافة الرؤية الى نوعان:

أ- مسافة الرؤية للتوقف (Stopping Sight Distance):

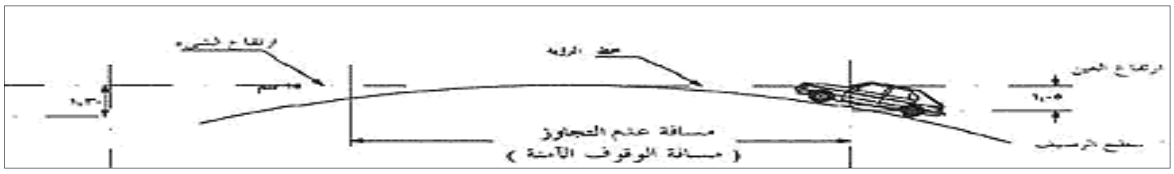
وهذه المسافة يمكن تعرفها بأنها أقل مسافة لا بد من تواجدها على طريق لكي يتمكن السائق أن يوقف بأمان سيارة تسير بأقصى سرعة تصميمية للطريق دون خطر الاصطدام بعائق موجود على الطريق بارتفاع 10 سم.

ويلاحظ أن هذه المسافة لا بد من توافرها على جميع أجزاء الطريق سواء كان الطريق مكون من حارتين أو متعدد الحارات. والجدول (3-8) يوضح القيم الصغرى لمسافات الرؤية الضرورية للتوقف الآمن والمتناسبة مع قيم مختارة للسرعة التصميمية.

الجدول (3-8) العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف

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

الشكل (3-16)يوضح مسافة الرؤية للتوقف الآمن



حساب مسافة الإيقاف :

$$SD = 0.278V.t + \frac{V^2}{254\,f} \quad \text{.....(3.16)}$$

حيث أن:

V: سرعة العربة (كم/ساعة).

f: معامل الاحتكاك.

t: زمن رد الفعل (عادة 2.5 ثانية).

المعادلة (3-16) في حالة أن العائق ثابت، أما في حالة وجود عائق متحرك ويقترب من السيارة يتم ضرب الطرف الأيمن من المعادلة بالعدد (2).

جدول(3-9) العلاقة بين السرعة ومعامل الاحتكاك

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

ب- مسافة الرؤية للتجاوز (Passing Sight Distance):

وهذا هو النوع الثاني من مسافة الرؤية وهي أقل مسافة كافية لكي تتخطى عربة سريعة عربة بطيئة تسير امامها وذلك بمرورها في الحارة الأخرى ثم العودة الى نفس الحارة دون خطر الاصطدام بعربة قادمة من الاتجاه الآخر وتسير بالسرعة التصميمية للطريق ودون مضايقة العربة البطيئة التي تسير أمامها والشكل (3-17) يوضح ذلك.

ويمكن استخدام المعادلات (3-17),(3-18),(3-19),(3-20) لإيجاد مسافة الرؤية للتجاوز الآمن (بالمتر) .

$$OSD = d1 + d2 + d3 \quad \ldots\ldots(3-17)$$

$$OSD = 0.28Vb.t + .028VbT + 2S + 0.28V.T \quad \ldots\ldots(3-18)$$

$$T = \sqrt{\frac{14.4S}{A}} \quad \ldots\ldots(3-19)$$

$$S = 0.7Vb + 6 \quad \ldots\ldots(3-20)$$

حيث:

OSD: مسافة الرؤية للتجاوز.

S: اقل مسافة كافية يجب أن يحافظ عليها السائق بينه وبين السيارة التي أمامه (متر).

d_1: المسافة التي تقطعها العربة في بداية الاستعداد للتخطية واحتلال الحارة الأخرى .

d_2: المسافة الأفقية المقطوعة بالعربة المتخطية خلال فترة التخطية .

d_3: المسافة المقطوعة بالعربة القادمة من الاتجاه الآخر خلال فترة التخطية

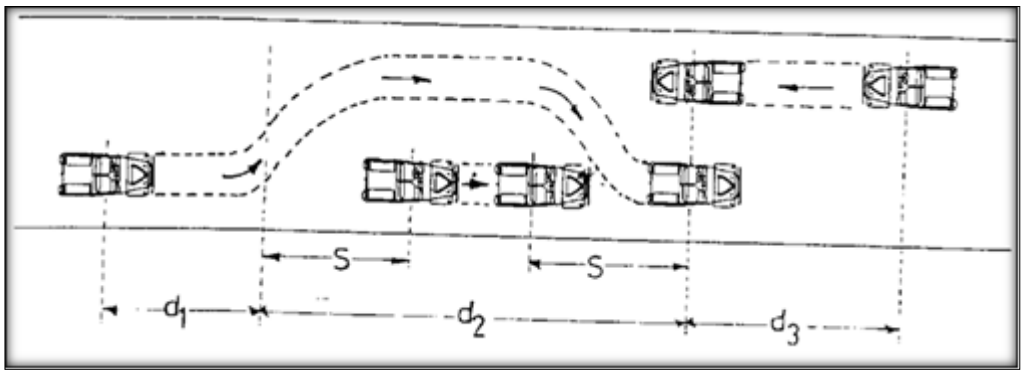
V_b : سرعة السيارة المتجاوز عنها (كم/ساعة).

t : زمن رد الفعل (عادة يفترض 2 ثانية).

V: سرعة السيارة المتجاوزة (كم/ساعة).

T: الزمن الذي تستغرقه المركبة للقيام بعملية التجاوز (ثانية).

A: تسارع السيارة المتجاوزة (كم/ساعة^2).



الشكل (3-17) مسافة الرؤية للتجاوز

في حالة عدم معرفة سرعة السيارة المتجاوز عنها يمكن إيجادها من المعادلة (3-21).

$$Vb = (V - 16) \quad \text{.....(3-21)}$$

حيث v :السرعة التصميمية (كم /ساعة).

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

تصبح المعادلة (3-16):

$$S.D = 0.278vt + \frac{V^2}{254(f \pm N)} \quad \text{.....(3.22)}$$

حيث: N هي المجموع الجبري لميل مماسي المنحنى الرأسي.

وهذه المعادلة تم استخدامها لتحديد أطوال المنحنيات الرأسية المحدبة حسب مسافة الرؤية للتوقف.

الفصل الرابع

مشاكل الطريق والحلول المقترحه

4-1 مقدمة

4-2 تعريف بالمشاكل

4-3 سوء تصريف مياه الأمطار وقلة عبارات تصريف مياه الأمطار.

4-4 التشققات في رصفات الطريق

4-5 عدم وجود اللافتات الارشادية أو اشارات المرور

4-6 انتشار سيارات النقل على جوانب الطريق والسيارات الخصوصية

4-7 عدم وجود الحواجز الحديديه والجدر الاستناديه على جوانب الطريق

4-8 تلف الجزر الوسطيه في الشارع

مشاكل الطريق والحلول المقترحة

1-4 مقدمة:

صيانة الطرق: تأتي لإصلاح إما خلل في التربة أو في التنفيذ أو كسر في مناهل التصريف الصحي أو اثار حوادث السير.
لصيانة الطرق عدة أعمال منها ظاهرة أو غير ظاهرة.
الظاهرة: كحفر الإسفلت أو التربة أو الكهرباء أو مصافي تصريف الماء أو الفاصل الخرساني.
الغير ظاهرة: التمديدات الكهربائية، الطبقات الترابية، أنابيب المياه والصرف الصحي، عبارات تصريف مياه الامطار، والهاتف.

تعاني الطرق من مشاكل عدة تنعكس على أمن وسلامة مستخدميه ,لذا كان من الضروري مناقشة المشاكل المتمثلة في طريق وادي القطع والعمل جاهدين على ايجاد حلول لها , فبعد القيام بالزيارة الميدانية للموقع ودراسة كافة الجوانب من ناحية هندسية سنعرض لكم بالصور هذه المشاكل مع شرح لكل منها والاقتراحات الممكنة لحل هذه المشاكل.

2-4 تعريف بالمشاكل

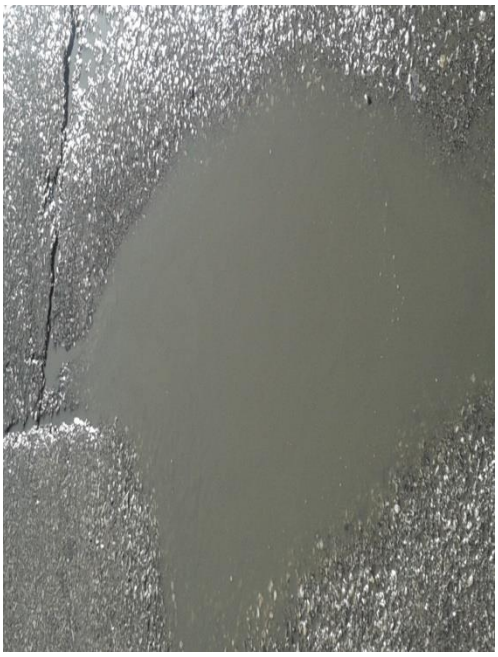
يعاني الطريق موضوع البحث من بعض المشاكل منها:

- سوء تصريف مياه الأمطار وقلة عبارات تصريف مياه الأمطار.
- تشققات في رصفات الطرق.
- يحتوي الطريق على كثير من المنحنيات وعدم وجود لافتات تحذير من تلك المنعطفات أو أي من اشارات المرور.
- الاضاءة الغير كافية على الطريق.
- انتشار سيارات النقل على جوانب الطريق والسيارات الخصوصية.
- يعاني الطريق من مشكلة مسافة الرؤية ومسافة الوقوف.
- عدم وجود ممرات للمشاة.

3-4 سوء تصريف مياه الأمطار وقلة عبارات تصريف مياه الأمطار.

1-3-4 توضيح للمشكلة

يعاني الطريق من قلة وجود العبارات وفتحات التصريف الخاصة بتصريف مياه الأمطار وافتقاره الى شبكة صرف صحي سليمة وبسبب افتقار الطريق للتصميم السليم نرى تجمعات المياه في منتصف الطريق، مما يؤدي الى الاضرار بطبقة الاسفلت و طبقات الرصف , تجمع المياه على سطح الطريق يصعب على المشاة عبور الطريق و الازعاج لأصحاب السكن.



الشكل (4-1) تجمع المياه في الطريق

2-3-4 الحلول المقترحة لتصريف المياه

الحل الانسب لتصريف المياه يكون بالتصميم السليم الذي يكمن بوضع العبارات وانابيب التصريف تحت الرصفات في بداية انشاء الطريق وعمل الميول العرضية لتصريف هذه المياه الى فتحات التصريف التي توضع على جوانب الطريق او على حواف الارصفة كما في الشكل التالي:

الشكل (4-2) شكل فتحات التصريف على جوانب الطريق.

4-4 تشققات في رصفات الطريق

4-4-1 توضيح للمشكلة

تتمثل عيوب التشققات في الطريق بما يلي:

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

الاشكال التالية توضح عيوب وأنواع التشققات الموجودة في الطريق :

الشكل (4-3) عيوب التشققات في الطريق

2-4-4 الحلول المقترحة

يجب عمل فحص للرصفات ويتم كالآتي:

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

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

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

وتتم عملية صيانة الطرق كالآتي:

1) مالئ الشقوق : (Crack Sealing)

ويُستعمل لتعبئة عدة أنواع من الشقوق بعد اختيار المالئ المناسب، واستخدام الهواء الساخن، وغلاية العازل وأداة الحقن والفرشاة.

2) الترقيع السطحي :(Surface Patching)

الترقيع السطحي أو الجلدي هو إزالة جزئية لطبقة السطح المتأثر، إما بالقطع أو بالكشط للعمق المناسب ويتم إعادة الرصف باستعمال الخلطة الإسفلتية المناسبة، كما يمكن إجراء الترقيع السطحي بدون إزالة طبقة الإسفلت الموجودة. تجدر الإشارة إلى ضرورة الاهتمام بحواف طبقة الإسفلت عند قصها.

3)الترقيع العميق :(Deep Patching)

هو إزالة طبقات الإسفلت المنهارة واستبدالها بطبقة إسفلتية جديدة. ويمكن أن يكون الترقيع العميق، في بعض الحالات، إزالة لكل الطبقات وإعادة إنشاء .(Full depth patching)

4)تسوية الأكتاف وإصلاحها :(Refill Shoulder)

تتطلب صيانة الأكتاف تعديل السطح، أو التسوية، أو تحسين التدرّج. وتعتبر عملية تعديل السطح، أو التمليس هي تقنية إصلاح وتستعمل ماكينة تسوية)جريدر) حيث تسحب المواد الطليقة من جوانب الطّريق، ويجب تأدية هذه العملية عندما يكون سطح الطّريق رطباً، أي بعد هطول الأمطار أو بعد رش الطريق بالماء.

5) الملاط الإسفلتي :(Slurry Seal)

هو خليط من الحصى الناعمة ذات تدرج جيد ومادة مالئة (عادة يُستخدم الأسمنت البورتلاندي) إضافة إلى المستحلب الإسفلتي

بطيء التجمد. يُستخدم الملاط العازل في الصيانة الوقائية والروتينية، و يفضل استعمال الملاط العازل في علاج عيوب السطوح ذات المساحات الكبيرة، تتراوح سماكته عادة بين 3 إلى 6 ملم ولكن لا يُساهم في البنية الإنشائية للرصف.

6)الكشط وإعادة الرصف :(Milling and Repave)

هو إزالة الطبقة السطحية بالطريقة الميكانيكية. ويمكن أن تقوم آلات الكشط بإزالة شريط من طبقة الإسفلت بعرض حارة المرور وبعمق حوالي 5 سم من دون القيام بأي تسخين للسطح. ثم يتم رصف المنطقة المكشوطة بطبقة بديلة من خلطة الخرسانة الإسفلتية الحارة.

7)إصلاح طبقة الأساس وإعادة الرصف :(Base Repair and Repave)

يستخدم هذا الأسلوب عندما يكون العيب مثل الهبوطات في درجة متقدمة من الشدة، حيث يكون سبب العيب هو تلف أو ضعف في طبقة الأساس تحت الطبقات الإسفلتية. وهنا يتم تكسير الطبقة المتأثرة بالعيب كما تزال طبقات الأساس الحجرية والترابية ويتم استبدالها ودكها حسب المواصفات، ثم توضع الطبقات الإسفلتية بخلطات جديدة.

8) طبقة التقوية الرقيقة : (Thin Overlay)

هي طبقة من خلطة إسفلتية ساخنة تم تحضيرها في الخلاطة المركزية وتفرش بموزعة الإسفلت، بحيث لا تقل سماكتها عن 3 سم. عندما تتطلب الطبقة السطحية الإسفلتية القديمة صيانة سطحية فيجب أن تكون أسمك وأكثر ديمومة من المعالجة السطحية.

9)إعادة الإنشاءٌ :(Reconstruction)

ويستخدم هذا الأسلوب في حالات التلفيات الشديدة جداً حيث أن الرصفة لم تعد تستطيع تحمل الحمولات المرورية أو أن الحالة الوظيفية للرصفة لم تعد مقبولة، كما في حالات الشقوق التمساحية عالية الكثافة وعالية الشدة.

اسباب حدوث انزلاقات في طبقات الاسفلت

الظاهرة التي تشير اليها هي زحف طبقة الاسفلت Pushing, Shoving & Delamination
و لها اسباب كثيرة و لكن اشهرها عدم التلاصق الكافي مع الطبقة التي اسفلها و هذا يكون بسبب عدم تنظيف الطبقة المستقبلة للخلطة و عدم كفاية الوجه اللاصق و قد يكون هناك اسباب اخرى مثل حمولات عالية او منطقة فرملة للمركبات مما يتسبب بقوى عرضية اضافية او عيب في الخلطة . . . الخ

5-4 عدم وجود اللافتات الارشادية أو اشارات المرور:

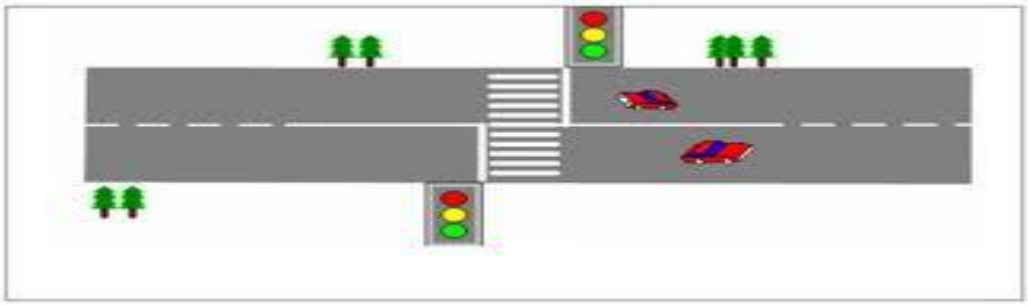
الشكل(4-4) عيوب اشارات المرور

1-5-4 توضيح للمشكلة.

يفتقر الطريق الى اللافتات الارشادية واشارات المرور حيث يعاني الطريق من كثرة المنعطفات وعدم وجود لافتات تحذر من تلك المنعطفات مما يهدد بحدوث تصادم بين المركبات ضرورة وجود اشارات المرور بالأخص عند مدرسة الراشدين الاساسية للبنين.

2-5-4 الحلول المقترحة.

يكون الحل بوضع اشارات المرور في اماكنها الصحيحة ولافتات ارشادية خاصة عند المنعطفات وعلامات ترسم على الأرض، متمثلة بالخطوط البيضاء في ممر المشاة والاسهم التي تحدد الانعطاف والالوان البيضاء والسوداء على جبه الارصفة والجزيرة الوسطية والخط المتقطع والمتواصل وسط الطريق والاشارات العاكسة.



شكل(4-5) اشارات المرور

6-4 انتشار سيارات النقل على جوانب الطريق والسيارات الخصوصيه:

1-6-4 توضيح المشكلة

شكل(4-6)سيارات النقل على جوانب الطريق

2-6-4 حلول المشكلة

يتمثل الحل بتوفير مواقف للسيارات الثقيلة في المنطقه، كذلك الحال بالنسبة للسيارات الخصوصية تكون موزعة بشكل منتظم.

7-4 عدم وجود الحواجز الحديديه على جوانب الطريق :

شكل(4-7) عدم وجود الحواجز الحديديه

4-7-1 غاية الحواجز الحديديه :

توضع الحواجز الحديدية على طرفي الشوارع ليس لغاية تجميل الشوارع، بل لغاية السلامة العامة التي تحفظ أرواح مستخدمي الطرق، وأيضا لحماية مصابيح الإنارة العالية وثقيلة الوزن من الحوادث التي قد تؤدي لإسقاطها وتعريض حياة الآخرين للخطر، وهي كذلك لحماية بعض المنشآت على رصيف الشارع كصناديق الكهرباء أو صناديق التحكم بالإنارة والإشارات.

تصمم الحواجز الحديدية لغاية امتصاص جزء من طاقة الاصطدام لتخفيف سرعة المركبة المصطدمة بها، ثم إعادة حرفها بعيدا عن الحاجز، فالتصميم الهندسي للحاجز وقوة المواد المصنوع منها تكفل هذه الغاية، لذلك عند تعرض أي حاجز لصدمة يجب استبداله فورا.

لأن هذا الحادث يشوه الشكل الهندسي للحاجز والذي هو مصمم لغاية امتصاص الصدمات وإعادة حرف المركبات بعيدا عنه، وأيضا يضعف الحادث بنية الحاجز فلا قدر الله حدث حادث آخر في نفس المكان سيفشل الحاجز من تأدية وظيفته، وقمت اليوم بجولة صغيرة وللأسف وجدت الكثير من الحواجز فيها صدمات وانبعاجات لم يتم استبدالها، وهذا خطر على السلامة العامة.

ولا ننسى أهمية صيانة الحواجز كل بضع سنين، فالصدأ والتآكل أن وجد بسبب خلل في التصنيع أو بسبب تآكل الدهر يضعف من القوة البنيوية للحاجز، والأهم صدأ الصواميل تضعف من ترابط الحواجز مع بعضها البعض.

4-7-2 حل المشكله :

يكمن حل المشكله عن طريق وضع الحواجز الحديديه على جوانب الطريق .

شكل(4-8) حواجز حديديه

4-8 تلف الجزر الوسطيه في الشارع

إن الخبرة الطويلة في استعمال الجزر الوسطى وفوائدها قد جعلتنا نقرر أن فصل الحارات المتضادة هو عامل هام في الأمان في الطرق متعددة الحارات .

وفي جميع الطرق الحديثة تقريباً المصممة بأربع حارات أو أكثر تستخدم الجزر الوسطى وتكون الجزر الوسطى ذات

اتساع كاف يحقق ما نبغيه من عدم تداخل حركات المرور المتضادة ويقلل وهج الأنوار الأمامية ويوفر الفضاء اللازم لسلامة تشغيل المركبات التي يجرى عبورها ودورانها عند التقاطعات في نفس المستوى كما تتخذ مأمناً يلجأ إليه في حالة الضرورة . إضافة إلى ذلك تأمين عرض كافي في حالة الحاجة إلى توسيع عرض حارات السير .

1-8-4 توضيح المشكله:

شكل (4-9) تلف الجزر الوسطيه

2-8-4 حل المشكله:

يكمن حل المشكله عن طريق التصميم السليم والصحيح للجزر الوسطيه بمراعاة العرض المناسب لهذه الجزر أيضا الميل الصحيح ووضع النوع المناسب من الجزر الوسطيه حسب نوع وطبيعة الطريق مثلا اذا كانت الطريق ليست واسعه بما يكفي فيفضل ان تكون برودات الجزيره الوسطيه غاطسه لكي يتم الاستفاده منها بعرض الطريق وبالحالات الطارئه لعبور سيارة الاسعاف او شرطه منها, اما اذا كانت الطريق واسعه فيفضل ان تكون البرودات حاجزه فتقلل من الحوادث وغيره .

شكل (4-10) جزر وسطيه

الفصل الخامس

حجم السير وإشارات المرور

1-5 مقدمة

2-5 حجم المرور .

3-5 إشارات المرور.

4-5 علامات المرور على الطريق .

حجم السير وإشارات المرور

5-1مقدمة:

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.

5-2 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.

$$V = D * S$$

1-2-5 تعداد المركبات :

ولتحديد حجم السير لابد من إجراء تعداد للمركبات التي تمر على نقطة معينة من هذا الطريق، فالعدد يختلف من ساعة لأخرى ،ومن يوم لآخر ،ومن شهر لآخر خلال السنة الواحدة، ولذلك لابد من إجراء التعداد على مدار ساعات النهار والأيام خلال العام الواحد، وأما هدف التعداد فهول للوصول إلى:

- معرفة عدد السيارات بالساعة الواحد خلال اليوم وأيام السنة كاملة، وتحديد الساعات التي يمر بها العدد الأقصى من المركبات واختيار ثلاثين ساعة على مدار السنة كاملة.
- عدد السيارات يوميا على مدار السنة وتحديد الأيام والأشهر التي يكون فيها الازدحام اكبر ما يمكن.
- إيجاد المعدل اليومي للسيرAverage Daily Traffic -ADT وهو مجموع المركبات التي تمر عن نقطة معينة خلال عدد من الأيام مقسوما على عدد تلك الأيام.
- معدل السير السنوي Annual Average Daily Traffic –AADT وهو مجموع عدد المركبات التي تمر عن نقطة معينة خلال السنة مقسوما على عدد أيام السنة.
- تحديد نوعية المركبات المناسبة الذي سيتم اعتمادها في التصميم، لأن التصميم لا يعتمد على معدل السير اليومي أو السنوي وذلك لان معرفتهما مهم في رسم وتخطيط سياسة الطرق ودراستها، ولكن عند تصميم المنحنيات والانحدارات يعتمد على نوعية المركبات وساعات ازدحامها فلذلك يمكن اعتبار حجم السير للتصميم بما يعادل(8% - 18%) من معدل السير اليومي.

2-2-5 فترات التعداد:

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

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

3-2-5 طرق إجراء التعداد:

إن طرق ووسائل تعداد المركبات عديدة ولكل منها مساوئ وميزات ونذكر منها طريقتين رئيسيتين للتعداد هما:

- **العد اليدوي**: هنا يقوم فريق العمل بتسجيل عدد المركبات التي تمر على الطريق وذلك على فترات مختلفة من الزمن، 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

- **العد الآلي (لميكانيكي):** ويتم ذلك باستخدام أجهزة مختلفة منها أجهزة التصوير والرادار. وتمتاز هذه الطريقة بأنها غير مكلفة، ولكن هذه الأجهزة لا تستطيع تصنيف المركبات إلى أنواع وتحتاج إلى صيانة مستمرة.
- **العد بطريقة المشاهد المتحرك:** وهو أن يقوم شخص بالعد أثناء تحركه في سيارة تسير مع السيارات حيث تسبق بعضها وتقوم البعض بتجاوزها ويتم عد السيارات باتجاه سيارة المشاهد وعد السيارات المقابلة لسيارة المشاهد ومن ثم تستخدم معادلة إحصائية لإيجاد عدد السيارات الكلي.

ومن الجدير بالذكر بأنه سوف نلاحظ استخدام الطريقة الأولى في عد السيارات وذلك لسهولتها وبساطتها بالنسبة للطريقة الأخرى التي تحتاج إلى أجهزة رادار وتصوير.

والجدول (5-1) يبين تعداد المركبات على الطريق المقترح إعادة تصميمه لكل 15-دقيقة بالإضافة للتاريخ وفريق التعداد لكل يوم,والجدول (5-2)يبين متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع.

جدول (5-1):تعداد المركبات على الطريق المقترح إعادة تصميمه

Day	Time		Type of care			
	From	To	Number of cars	Passenger	2-axle	3-axle
Sunday	07:00	07:15	98	86	6	6
	07:15	07:30	100	89	8	3
	07:30	07:45	101	91	5	5
	07:45	08:00	107	98	6	3
	08:00	08:15	84	76	6	2
	08:15	08:30	85	74	8	3
	08:30	08:45	90	80	7	3
	08:45	09:00	93	85	6	2
	09:00	09:15	86	78	5	3
	09:15	09:30	88	76	9	3
	09:30	09:45	82	74	5	3
	09:45	10:00	78	72	4	2
	10:00	10:15	79	70	6	3
	10:15	10:30	80	72	7	1
	10:30	10:45	85	73	9	3
	10:45	11:00	80	70	8	2
	11:00	11:15	66	55	9	2
	11:15	11:30	64	57	6	1
	11:30	11:45	71	61	7	3

	11:45	12:00	77	67	8	2
	12:00	12:15	99	90	7	2
	12:15	12:30	105	95	7	3
	12:30	12:45	94	83	6	5
	12:45	13:00	88	80	6	2
	13:00	13:15	95	85	8	2
	13:15	13:30	99	89	8	2
	13:30	13:45	102	92	6	4
	13:45	14:00	107	94	10	3
	07:00	07:15	102	91	7	4
	07:15	07:30	102	93	6	3
	07:30	07:45	102	95	5	2
	07:45	08:00	114	103	8	3
	08:00	08:15	89	80	4	5
	08:15	08:30	85	73	9	3
	08:30	08:45	86	72	11	3
Monday	08:45	09:00	86	75	8	3
	09:00	09:15	83	73	9	2
	09:15	09:30	81	71	7	3
	09:30	09:45	82	72	8	2
	09:45	10:00	86	74	9	3
	10:00	10:15	79	70	6	3
	10:15	10:30	74	67	5	2
	10:30	10:45	69	63	5	1
	10:45	11:00	67	60	6	1
	11:00	11:15	64	57	5	2
	11:15	11:30	68	59	7	2
	11:30	11:45	66	58	6	2
	11:45	12:00	67	61	5	1
	12:00	12:15	66	60	4	2
	12:15	12:30	68	58	8	2
	12:30	12:45	74	62	9	3
	12:45	13:00	77	65	9	3
	07:00	07:15	105	88	7	10

Tuesday	07:15	07:30	110	91	8	11
	07:30	07:45	111	94	9	8
	07:45	08:00	112	97	7	8
	08:00	08:15	90	77	8	5
	08:15	08:30	95	79	9	7
	08:30	08:45	98	81	10	7
	08:45	09:00	102	83	9	10
	09:00	09:15	87	73	9	5
	09:15	09:30	83	71	8	4
	09:30	09:45	79	69	7	3
	09:45	10:00	75	67	6	2
	10:00	10:15	75	65	5	5
	10:15	10:30	70	62	5	3
	10:30	10:45	67	58	6	3
	10:45	11:00	66	57	7	2
	11:00	11:15	68	59	7	2
	11:15	11:30	66	58	7	1
	11:30	11:45	73	63	8	2
	11:45	12:00	75	64	8	3
	12:00	12:15	95	87	7	1
	12:15	12:30	97	89	6	2
	12:30	12:45	103	94	7	2
	12:45	13:00	107	97	7	3
	13:00	13:15	100	90	8	2
	13:15	13:30	95	85	9	1
	13:30	13:45	94	84	9	1
	13:45	14:00	91	81	8	2
Wednesday	07:00	07:15	99	84	8	7
	07:15	07:30	100	86	7	7
	07:30	07:45	107	90	7	10
	07:45	08:00	120	100	7	13
	08:00	08:15	97	87	6	4
	08:15	08:30	97	84	10	3
	08:30	08:45	95	83	10	2

	08:45	09:00	100	88	9	3
	09:00	09:15	95	81	9	5
	09:15	09:30	87	77	6	4
	09:30	09:45	87	75	9	3
	09:45	10:00	80	70	7	3
	10:00	10:15	80	67	9	4
	10:15	10:30	74	65	7	2
	10:30	10:45	74	64	9	1
	10:45	11:00	72	62	8	2
	11:00	11:15	69	60	8	1
	11:15	11:30	70	58	9	3
	11:30	11:45	62	55	6	1
	11:45	12:00	76	64	9	3
	12:00	12:15	73	66	5	2
	12:15	12:30	73	65	6	2
	12:30	12:45	78	67	9	2
	12:45	13:00	81	72	6	3
	13:00	13:15	93	82	9	2
	13:15	13:30	95	85	8	2
	13:30	13:45	77	86	6	3
	13:45	14:00	96	88	6	2
	07:00	07:15	99	85	7	7
	07:15	07:30	102	90	6	6
	07:30	07:45	106	97	5	4
	07:45	08:00	113	103	8	2
	08:00	08:15	95	85	7	3
	08:15	08:30	89	80	7	2
	08:30	08:45	86	75	7	4
Thursday	08:45	09:00	82	73	7	2
	09:00	09:15	83	74	7	2
	09:15	09:30	80	70	9	1
	09:30	09:45	78	67	9	2
	09:45	10:00	73	64	8	1
	10:00	10:15	71	62	7	2

	10:15	10:30	68	60	6	2
	10:30	10:45	71	62	7	2
	10:45	11:00	75	65	7	3
	11:00	11:15	79	70	5	4
	11:15	11:30	85	75	7	3
	11:30	11:45	86	76	6	4
	11:45	12:00	91	80	6	5
	12:00	12:15	99	87	7	5
	12:15	12:30	100	90	7	3
	12:30	12:45	103	92	7	4
	12:45	13:00	106	94	7	5
	07:00	07:15	58	48	9	1
	07:15	07:30	61	50	9	2
	07:30	07:45	57	45	11	1
	07:45	08:00	59	52	6	1
	08:00	08:15	64	58	6	0
	08:15	08:30	62	55	6	1
	08:30	08:45	59	50	7	2
	08:45	09:00	56	48	6	2
	09:00	09:15	50	45	4	1
	09:15	09:30	45	40	5	0
	09:30	09:45	48	42	6	0
	09:45	10:00	51	45	6	0
	10:00	10:15	51	43	7	1
	10:15	10:30	53	45	8	0
	10:30	10:45	56	46	9	1
Friday	10:45	11:00	54	47	6	1
	11:00	11:15	72	60	8	4
	11:15	11:30	78	70	5	3
	11:30	11:45	73	63	8	2
	11:45	12:00	57	48	7	2
	12:00	12:15	65	55	7	3
	12:15	12:30	70	60	8	2
	12:30	12:45	76	65	9	2

	12:45	13:00	81	70	8	3
	13:00	13:15	73	65	7	1
	13:15	13:30	70	60	10	0
	13:30	13:45	64	55	8	1
	13:45	14:00	56	50	6	0
Saturday	07:00	07:15	90	81	6	3
	07:15	07:30	91	83	5	3
	07:30	07:45	105	95	8	2
	07:45	08:00	107	101	5	1
	08:00	08:15	86	75	6	5
	08:15	08:30	86	77	6	3
	08:30	08:45	80	73	5	2
	08:45	09:00	89	80	5	4
	09:00	09:15	73	63	7	3
	09:15	09:30	73	64	6	3
	09:30	09:45	75	67	5	3
	09:45	10:00	75	66	6	3
	10:00	10:15	66	56	8	2
	10:15	10:30	70	60	7	3
	10:30	10:45	65	57	6	2
	10:45	11:00	75	67	5	3
	11:00	11:15	73	63	9	1
	11:15	11:30	67	58	6	3
	11:30	11:45	68	60	7	1
	11:45	12:00	74	63	8	3
	12:00	12:15	83	75	6	2
	12:15	12:30	89	77	8	4
	12:30	12:45	96	85	9	2
	12:45	13:00	95	83	11	1
	13:00	13:15	100	86	10	4
	13:15	13:30	99	88	9	2
	13:30	13:45	96	85	9	2
	13:45	14:00	85	76	8	1

جدول(5-2): متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع .

الأيام	متوسط عدد المركبات لكل ساعة		
	Passenger	2-axle	3-axle
الأحد	**236**	**26**	**11**
الاثنين	**196**	**28**	**10**
الثلاثاء	**235**	**30**	**16**
الأربعاء	**222**	**31**	**14**
الخميس	**237**	**28**	**13**
الجمعه	**133**	**29**	**5**
السبت	**217**	**28**	**10**

ان المعلومات التي تظهر في الجدول (5-2)يتم تحويلها إلى عدد من المركبات المكافئة باستخدام معاملات وفقا للمواصفات الأردنية المتبعة في فلسطين كما في الجدول(5-3):

جدول(5-3): معاملات أنواع المركبات وفقا للمواصفات الأردنية .

Type of care	Factor
Passenger	1
2-axle	2.5
3-axle	3

أي أن :-

عدد المركبات الكلي = (عدد السيارات الصغيرة × 1 + عدد الباصات × 2.5 + عدد الشاحنات × 3).....(1)

السيارات الصغيرة = ((213+315+302+309+276+316+295)*1)/7.....(2)

= 289.43 سيارة صغيرة

الشاحنات = (29+28+31+30+28+26+28) × 3/ 7.....(3)

= 85.7 شاحنة.

الباصات = (5+13+14+16+10+11+10) × 2.5 / 7.....(4)

= 28.2 باص .

متوسط عدد السيارات الصغيرة الحالي = 289.43+85.7+28.2.....(5)

= 403.33 سيارة صغيرة.

معدل المرور اليومي ADT A= 403.33× 24 .....(6)

= 9679.92 سيارة / يوم

عند حساب عدد المسارب يتم حسابها وفقا لحجم المرور الحالي والمستقبلي ويكون المستقبلي في العادة خلال عشرين سنة حيث يتم ضرب معدل المرور اليومي بمعامل يساوي 2.5

معدل المرور اليومي بعد مرور 20 سنة = 9679.92 * 2.5.....(7)

= 24199.8 سيارة / يوم

بسبب عدم توفر معلومات دقيقة عن عدد المركبات في ساعات الذروة فانه تم اعتبار حجم المرور للتصميم يساوي نسبة من معدل المرور اليومي وهذه النسبة تساوي (0.12 – 0.07) ويرمز لها بالرمز k, لذلك فان معدل مرور المركبات للساعة التي يتم أخذها بالتصميم يمكن إيجاده من المعادلة (8):

عدد المركبات في الساعة التصميميةD.H.V min = k× D× معدل المرور اليومي .....(8)

24199.8×0.070×0.55=

=931.7 سيارة / ساعة.

24199.8×0 .12×0.60= D.H.V max

= 1742.4 سيارة /ساعة.

جدول(5-4): قيم Kو D العامة

Facility Type	Normal Rang of values	
	K-Factor	D-Factor
Rural	0.15-0.25	0.65-0.80
Suburban	0.12-0.15	0.55-0.65
Urban: *Radial Route*	0.07-0.12	0.55-0.60
Circumferential Route	0.07-0.12	0.50-0.55

وبما انه تم حساب عدد المركبات في الساعه التصميميه بناءا على المركبات التي تمر من خلال الطرق المؤديه الى هذه الطريق , فانه تم مراقبه المركبات المتجهة من هذه الطرق وتم تسجيل المركبات التي يمكن ان تتخذ من خلال طريقنا مسلكا بديلا من الطرق المتبعه حاليا ووجد انها تكون بنسبة 65 % من عدد المركبات الكلي.

لذلك تكون المحصله النهائيه من عدد الركبات في الساعه التصميميه هي = 1742.4*.8

= 1400

بما إن الطرق في فلسطين هي طرق من الدرجة الثالثة فانه تم اعتماد السعة التصميمية للطريق تساوي 850 سيارة / ساعة , حيث أن السعة التصميمية عبارة عن أقصى عدد من المركبات التي تمر من خلال نقطة معينة خلال ساعة تحت الظروف السائدة.

إن عدد المسارات المطلوبة لاستيعاب المركبات خلال العشرين سنة القادمة (N_{20})تعطى بالعلاقة رقم (10):

N_{20}= D.H.V / السعة التصميمية.....(10).

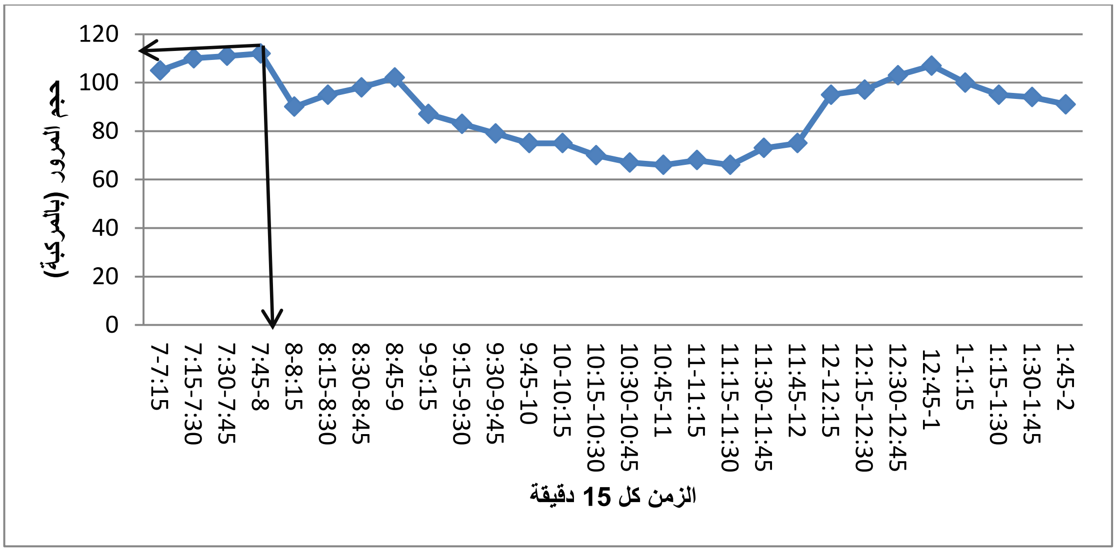
= 1400 / 850

= 2 مسرب في كل اتجاه

إن العلاقة بين حجم المرور في الساعة التصميمية وأعلى معدل تدفق يسمى ب(*peak hour factor*) حيث يعطى بالعلاقة الموضحة في المعادلة رقم (11).

$$PHF = \frac{\textbf{hourly volume}}{\text{max.rate of flow}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

يمثل الشكل (5-1) العلاقة بين عدد المركبات والفترة الزمنية لكل 15-دقيقة في كل ساعة لجميع أيام التعداد ,حيث يتبين لنا من خلال أعلى قيمة في المنحنى أن ساعة الذروة تكون في الفترة (7:15-8:15) عند أعلى عدد مركبات في الساعة .



الشكل (5-1) العلاقة بين عدد المركبات والفترة الزمنية لكل 15-دقيقة لجميع أيام التعداد .

لكل فترة 15-دقيقة, تصبح :-

$$PHF = \frac{V}{4 * vm15} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

$$PHF = \frac{392}{4*115} = 0.852$$

والجدول (5-5) يوضح حجم المرور ومعدل التدفق لكل فترة 15-دقيقة في ساعة الذروة(7:15-8:15):

جدول(5-5) حجم المرور ومعدل التدفق لكل فترة 15-دقيقة في ساعة الذروة .

Time Interval	Volume for Time Interval (vehs)
07:15-07:30	**100**
07:30-07:45	**101**
07:45-08:00	**107**
08:00-08:15	**84**
07:15-08:15	**∑=392**

من الجدول السابق يظهر أن أعلى معدل تدفق للمركبات في الفترة (07:45-8:00),حيث عندها تكون قيمة (PHF) التي تم حسابها وفق المعادلة رقم (12).

5-2-4 السير الحالي والمستقبلي:

إن حجم السير يزداد يوما بعد يوم، وعند التخطيط المستقبلي للطريق يجب إن يؤخذ حجم السير المستقبلي على الطريق أثناء التصميم، تفاديا لحصول اختناقات مرورية مستقبلا، ولكي يفي الطريق بالغرض الذي صمم من اجله وهو استيعاب حجم السير الحالي والمستقبلي. لذلك يجب أخذ الأمور التالية بعين الاعتبار:

- السير الحالي: ويتم الحصول عليه بتعداد حجم السير على الطريق أو بتعداد حجم السير على الطرق المؤدية إلى الطريق المراد تصميمه.
- الزيادة الطبيعية في عدد المركبات(Peak Factor) الناتجة عن زيادة عدد السكان وزيادة استخدام المركبات.
- السير المتطور والناتج عن فتح وتحسين الطريق في المنطقة مما يؤدي إلى تطور الصناعة والسياحة في المنطقة.

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

5-2-5 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,حيث تم تصميم الطريق بناء على عمر مستقبلي 20 سنة .

5-2-6 سعة الطريق:

تعرف السعة للطريق على أنها العدد الأقصى من المركبات التي لها توقع معقول بالمرور على الطريق خلال فترة زمنية معطاة وتحت الظروف السائدة للطريق والمرور. وتعتمد سعة الطريق على حجم وتركيبة المرور وعلى سرعة السير والتداخلات التي تتعرض لها حركة المرور. وتعتبر السعة من العناصر الأساسية التي تؤخذ في الاعتبار عند تصميم القطاع العرضي للطريق لاستيعاب حجم المرور التصميمي المتوقع على الطريق والجدول (5-6) يبين قيم السعة لبعض أنواع الطرق حسب مواصفات هيئة آشتو الأمريكية (AASHTO).

جدول(5-6)سعة الطريق حسب مواصفات هيئة آشتو(AASHTO).

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

3-5 إشارات المرور المستخدمة :

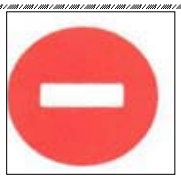
نظرا لأهمية تنظيم وتوحيد أساليب المرور في جميع دول العالم حتى يتفهمها الناس جميعا فقد اجتمعت الدول على توحيد وتنظيم علامات المرور وإشارات المرور عام 1949 م, والغرض منها وضع سياسة موحدة لهذه العلامات حتى يمكن لسائقي السيارات إتباعها في جميع أنحاء العالم .

وقد أدخلت تحسينات على الاتفاقية دعت الأمم المتحدة خبراء النقل والمرور في الدول الأعضاء إلى الاجتماع وأسفر عنها الوصول إلى اتفاقية جديدة على ضوء ما يصحب النقل والمرور من تطوير وتقديم وزيادة في الحجم المروري .

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

1-3-5 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 الشكل (5-2).

الإشارة:			
معنى الإشارة:	ممنوع الدوران والرجوع للخلف	ممنوع تجاوز المركبات	ممنوع الدخول

الشكل (5-2) إشارات المنع المستخدمة في الطريق

2- **إشـارات التعليمـات (التوجيـه):** مثـل مكـان وقـوف، اسـتراحة، وتكـون مربعـة أو مسـتطيلة الشكل.

الشكل(5-3) الأشارات التوجيهيه على الطريق

3- **إشارات إرشادية،** يجب استعمالها على التقاطعات كما في المثال التالي :-

4- **إشـارات التحـذير:** كإشـارة انحـدار حـاد أو منعطـف خطـر و تكـون هـذه الإشـارات مثلثيـه الشكل.والجدول التالي يبين بعض هذه الإشارات.

بعض إشارات التحذير المستخدمة في الطريق **الشكل (5-4)**

الإشارة						
معنى الإشارة	مفترق طرق أمامك (تفرع T)	أولاد على الشارع	أمامك ممر مشاة	احذر منعطف مزدوج يسار	انعطاف حاد نحو اليسار	انعطاف إلى اليمين

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

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

6 - **إشـارات الطـوارئ:** توضـع إشـارات مؤقتـة عنـد وقـوع حـوادث أو تعطـل سـيارات أو وجـود ضـباب و هـذه الإشارات تكون متنقلة ويؤمن لها إضاءة كافية من بطاريات خاصة.

5-3-2 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 :

- **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 (5-7) 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 (5-7) المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة والتقاطع الذي تدل عليه الإشارة

4-5 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.

1-4-5 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.

5-4-2 الشروط الواجب توفرها في العلامات:

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

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.

5-4-3 أنواع علامات المرور في الطريق:

- **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.

الفصل السادس

التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية

1-6 مقدمة .

2-6 الانواع الرئيسية للرصف

3-6 الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة.

4-6 تصميم الرصفة المرنة

التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية

1-6 مقدمة :

تعتبر عملية التصميم الإنشائي للطريق عبارة عن إيجاد سماكة طبقات الرصف و مواصفاتها و مكوناتها لتتمكن من تحمل الأحمال المحورية للمركبات التي تسير على هذه الطرق ، والأنواع الرئيسية للرصف نوعان الأول هو الرصف الصلب وهو عبارة عن بلاطات خرسانية مسلحة توضع فوق سطح القاعدة الترابية أو طبقة تحت الأساس , والنوع الثاني الأكثر شيوعاً هو الرصف المرن ويتكون من عدة طبقات هي تحت الأساس والأساس الحجري أو الحصوي ثم طبقات الرصف الإسفلتية وسوف نستعرض طريقة تصميم الرصف المرن.

2-6 الانواع الرئيسية للرصف:

1-2-6 الرصفة القاسية: (Rigid Pavement)

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

2-2-6 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 .

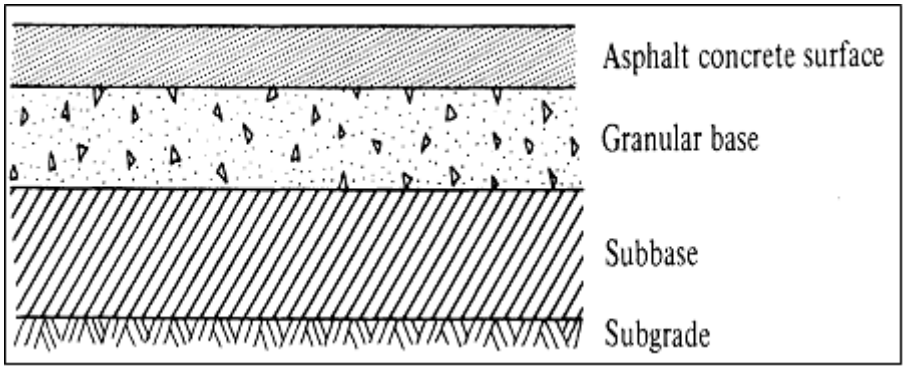
.

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

تتكون الرصفة المرنة من العناصر التالية و الشكل (6-1) يبين هذه العناصر :

1. **القاعدة الترابية (sub grade)**: و هي عبارة عن المواد المكونة لسطح الطريق المراد عمله او 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) .

والشكل (6-1) يبين هذه العناصر .



شكل (6-1): طبقات الرصفة المرنة

3-6 الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة.

قمنا بأجراء هذه التجارب في مختبر التربة في جامعة بوليتكنك فلسطين وتتضمن التجارب التالي:

1-3-6 تجربة بروكتور المعدلة (Modify proctor Test):

إن مبدأ التجربة يقوم على أساس دمك التربة بداخل أسطوانة معدنية وهي ما يسمى (قالب بروكتور)ويكون قطر الإسطوانة من الداخل(15.17 cm) وارتفاعها (11.63 cm) حيث نقوم بدمك التربة على خمسة طبقات متتالية ومتساوية بعد خلطها بالماء بنسب محسوبة، ويتم دمك كل طبقة بمطرقة خاصة وتابعة للقالب وزنه 4.45كغم (9.8 باوند) تسقط من ارتفاع طوله قدم واحد (45.8سم) وان عدد الضربات (65 ضربة). وتسمى مطرقة بروكتور ثم تحسب كثافة التربة ونسبة الماء بها.

6-3-1-1 الأدوات المستخدمة:

1. قالب بروكتور مع الغطاء المتحرك.
2. مطرقة بروكتور المعدلة (9.8 باوند).
3. وعاء لخلط التراب مع قارورة ماء مع مسطرين وأداه غير حادة (spatula).
4. منخل رقم ¾ "و4".
5. حفنات صغيرة وفرن للتجفيف.
6. ميزان (سعة 40 كغم، دقة 2غم)، ميزان حساس (سعة 1200غم، دقة 0.01غم).

6-3-1-2خطوات العمل:

1. توزن الجفنات فارغة وتسجل أرقامها.
2. يوزن قالب بروكتور مع قاعدته فارغا ويسجل وزنه.
3. بعد تحضير العينة, تنخل على منخل رقم 4".
4. بناءا على نسبة الرطوبة التي تم حسابه توضع كمية من الماء على العينة(2%) 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 كما يجب أن تصل المطرقة إلى جميع أجزاء سطح العينة. تكرر بحيث نقوم بعمل54 ضربة على كل طبقة من الطبقات الثلاثة.
5. يزال غطاء قالب بركتور 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 جفنه وتزن الجفنة مع العينة ثم توضع في الفرن لمدة 24 ساعة لتزن الجفنة مع العينة المجففة في اليوم التالي.
7. تكرر العملية كل مرة تزيد فيها نسبة الماء بقيمة (2%) حتى يبدأ وزن القالب مع العينة بالنقصان.

الشكل (6-2) : الأعمال المخبرية لتجربة بروكتور.

6-3-1-3 الحسابات:

وتضمنت هذه التجربة القوانين والحسابات التالية:

- ✓ نسبة الماء=w_c
- ✓ وزن القالب فارغ =7747 غرام.
- ✓ نسبة الماء= $\frac{\text{وزن الماء}}{\text{وزن العينة الجافة}}$

- ✓ الكثافة الرطبة = $\frac{\text{وزن العينة الرطبة}}{\text{حجم القالب}}$ والجدول (6-1)يبين القراءات للعينات التي تم أخذها في المختبر والكثافة الرطبة لكل منها .
- ✓ الكثافة الجافة= $\frac{\text{الكثافة الرطبة}}{1+\frac{\text{نسبة الماء}}{100}}$ والجدول (6-2)يبين القراءات للعينات التي تم أخذها في المختبر وقيم الكثافة الجافة لكل منها .
- ✓ وزن الماء= (وزن العينة الرطبة مع القالب – وزن العينة الجافة مع القالب).
- ✓ وزن العينة الجافة =(وزن العينة الجافة مع القالب – وزن القالب).
- ✓ قطر القالب = 15.2 سم.
- ✓ ارتفاع القالب = 11,58 سم .
- ✓ حجم القالب= (نصف القطر)^2 * π* الارتفاع وبالتالي فإن حجم القالب يساوي 3سم2123 =11.70*3.14*2^(7.6)

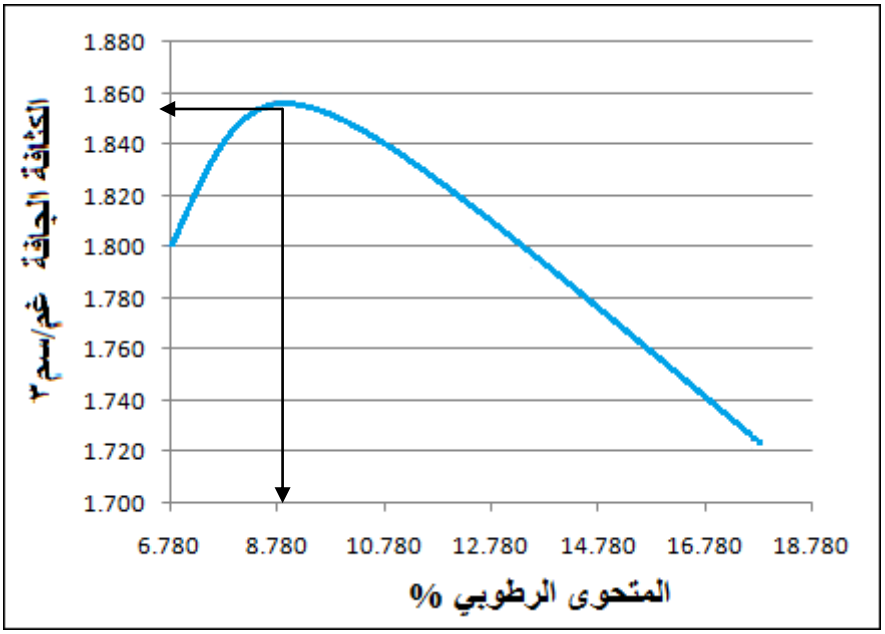
الجدول (6-1) : الكثافة الرطبة لعينة Base course.

وزن العينة + القالب (غم)	وزن العينة (غم)	الحجم (غم)	الكثافة الرطبة (غم/سم3)
12712	4978	2123	2.34
12871	5137	2123	2.41
13231	5497	2123	2.58
12966	5262	2123	2.48
12857	5123	2123	2.41

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)	الكثافة الرطبة (غم/سم3)	وزن التربة الجافة (غم)	نسبة الرطوبة	الكثافة الجافة (غم/سم3)
1	B-6	30.91	216.31	204.53	11.78	1.92	173.62	6.785	1.798
2	b-5	31.46	212.11	197.45	14.66	2.02	165.99	8.832	1.856
3	A-6	31.25	180.24	162.46	17.78	2.03	131.21	13.551	1.788
4	e-13	31.61	203.08	179.47	23.61	2.04	147.86	15.968	1.759
5	D-13	29.27	221.38	192.44	28.94	2.03	163.17	17.736	1.724

- من الشكل (3-6) يظهر أن: نسبة الماء المثالية = 8.83% و الكثافة الجافة العظمى = 1.85 غم/سم^3



الشكل (3-6) :العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة(Base cource).

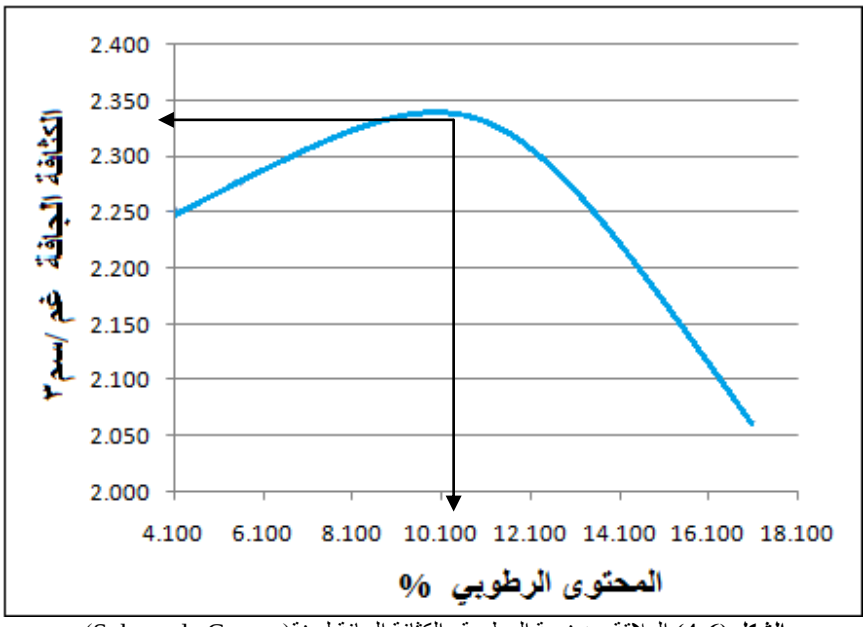
تجربة بروكتور المعدلة عند 55 ضربة لعينة Sub grade:-

الجدول (3-6) الكثافة الرطبة لعينة sub grade course.

وزن العينة والقالب	وزن العينة(غم)	حجم القالب(غم)	الكثافة الرطبة(غم/سم^3)
9214	4094	2123	1.92
9416	4296	2123	2.02
9451	4312	2123	2.03
9470	4341	2123	2.04
9442	4318	2123	2.03

الجدول (4-6) الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينة sub grade course.

رقم العينة	رقم الجفنة	وزن الجفنة فارغة (غم)	وزن الجفنة والتربة الرطبة (غم)	وزن الجفنة +التربة الجافة (غم)	وزن الماء (غم)	الكثافة الرطبة (غم/سم^3) γ_w	وزن التربة الجافة (غم)	نسبة الرطوبة w_c	الكثافة الجافة (غم/سم3) γ_d
1	B-5	31.46	212.12	205	7.12	2.34	173.54	4.103	2.248
2	B-6	30.91	230.54	220	10.54	2.41	189.09	5.574	2.283
3	A-6	31.25	190.95	176	14.95	2.58	144.75	10.328	2.338
4	D-13	29.2	175.56	157.93	17.63	2.48	128.73	13.695	2.181
5	E-13	31.61	190.29	167	23.29	2.41	135.39	17.202	2.056



الشكل (6-4) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة(Sub grade Course).

ومن الشكل (6-4) يتبين أن نسبة الرطوبة المثالية = 10.328 % والكثافة الجافة العظمى2.33 = غم/سم

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

تقاس نسبة تحمل كاليفورنيا 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 20 ملم.

6-3-2-1 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.

6-3-2-2 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, والشكل (5-6)يبين الجهاز المستخدم في هذه التجربة .

شكل (6-5) الجهاز المستخدم في تجربة(CBR).

6-3-2-3 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

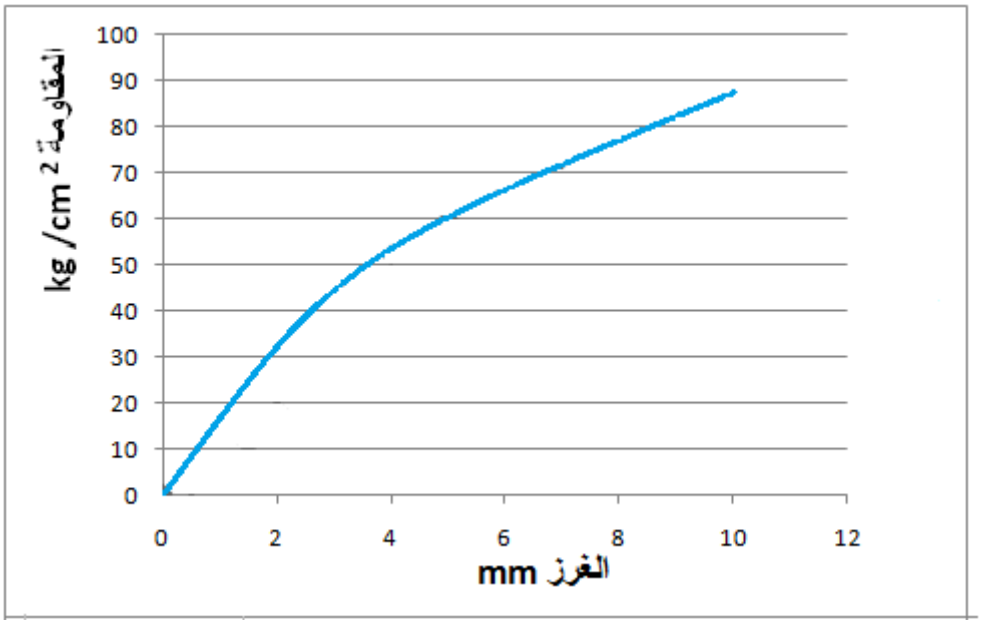
وبهذه الحالة يجب عمل تصحيح للمنحنى حيث يرسم مماس في نقطة أعلى ميل ويستمر حتى يقطع المحور الأفقي (محور الغرز) ثم يزاح المنحنى إلى اليسار حتى تلتقي نقطة التقاطع هذه مع نقطة الأصل وهذا يعطي المنحني الذي يمكن اخذ قيمة ال CBR منه ,والأشكال (6-6)و(6-7) تبين منحنى العلاقة بين قيمة الغرز والمقاومة لكل من عينة التربة والبيسكوس.

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

الجداول (6-5)و (6-6) تبين قيم المقامة وCBR لكل من عينة التربة والبيسكوس .

الجدول (6-5): العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 56ضربة لعينة التربة

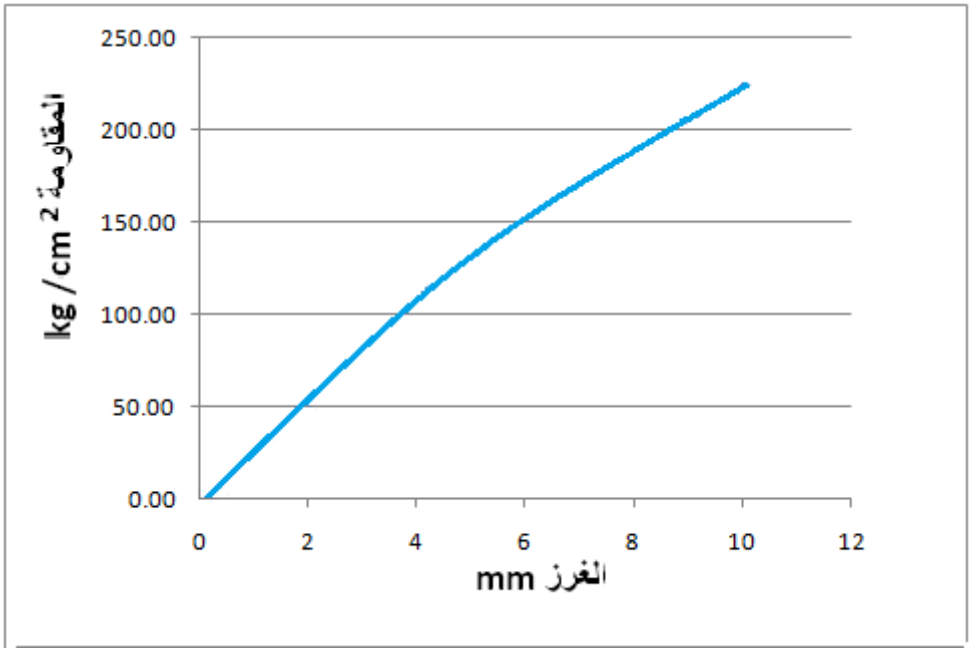
الغرز (mm)	المقاومة المثالية للغرز kg/cm2	الحمل (div)	المقاومة kg/cm2	بعد تعديل محنى المقاومة	C.B.R %
0		0	0.5		`
0.5		15	1.94		
1		45	5.82		
1.5		85	10.99		
2		145	18.76		
2.5	70.35	260	33.64	33.64	47.81%
3		350	45.28		
4		405	52.40		
5	105.35	465	60.13	61.10	58.00%
6		510	65.99		
7		565	73.12		
8		605	78.28		
9		645	83.45		
10		675	87.34		



الشكل (6-6): المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند 56ضربة لعينة التربة

الجدول (6-6): العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 56 ضربة لعينة البيسكورس

الغرز (mm)	المقاومة المثالية للغرز kg/cm2	الحمل (div)	المقاومة kg/cm2	بعد تعديل محنى المقاومة	C.B.R %
0		0	0.00		`
0.5		65	8.41		
1		150	19.40		
1.5		225	29.10		
2		350	45.26		
2.5	7.35	560	72.42	72.42	68.75%
3		680	87.94		
4		890	115.10		
5	105.35	980	126.74	126.35	120%
6		1110	143.55		
7		1260	162.95		
8		1460	188.82		
9		1600	206.92		
10		1715	221.80		



الشكل (6-7) :المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند 56 ضربة لعينة البيسكورس

4-6 تصميم الرصفة المرنة :

حيث تم اتباع طريقة AASHTO لتصميم الرصفة المرنة .

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

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

- الحمل المكافئ لمحور مفرد:

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

- معامل حمل المحور المكافئ:

المعامل المكافئ لحمل المحور لمركبة ما هو نسبة التأثير لكل مرة تمر فيها المركبة على رصف معين إلى التأثير الذي يحدثه مرور الحمل المحوري المفرد القياسي على نفس الرصف. ويتم التعبير عن عدد مرات تكرار الحمل الذي يؤدي إلى وصول الرصف لنهايته المقبولة بصلابة طبقة الرصف, ويتم التعبير عن صلابة طبقات الرصف بالرقم الإنشائي(SN) ويكون مستوى الخدمة النهائي (PT) للطرق الرئيسية (ذات المرور الثقيل) مساويا"2.5 والطرق المحلية والثانوية (ذات المرور المتوسط) مساويا" 2.00. بينما القيمة الابتدائية لدليل مستوى حالة الرصف بعد الانتهاء من تنفيذ الرصف مباشرة تتراوح قيمتها بين 4.2إلى4.5تبعاً لجودة التنفيذ, القيمة النهائية هي أقل مستوى حالة يسمح به في نهاية فترة التحليل وذلك قبل اللجوء لعمل أي نوع من أنواع الصيانة الجسيمة كالتغطية أو إعادة الإنشاء .

حيث أن:

PSI= present Serviceability index

وتتراوح قيمتها من 0 إلى 5, وتشتمل على الآتي:

.(Initial serviceability index (pi) & terminal serviceability index (Pt)

Pi =4.5 للظروف الجيدة.

Pt= 2.5 للطرق الرئيسية (for major highway) و 2 للطريق متدني المستوى (for lower class highway).

القيمة الحالية لدليل مستوى حالة الرصف موضحة في المعادلة (6.1):

$$\Delta PSI=pi-pt=4.5-2.5\rightarrow 2 \quad \ldots\ldots(6.1)$$

أما المحور القياسي فمقـداره 18000رطل (80000 كيلو نيوتن) وباستخدام قيم المعاملات المكافئة لأحمال المحاور التي تمر على الطريق خلال الفترة التصميمية وتبعاً لمعامل النمو وحجم المرور اليومي مصنفاً حسب نوع المركبات ونسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية يتم حساب قيمة الحمل التصميمي المكافئ على الطريق من العلاقة (6.2).

حيث أن :

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E \quad \text{.....(6.2)}$$

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(6-7).

جدول (6-7) : 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 مسربين في الاتجاهين (أي مسرب في كل اتجاه) فتؤخذ قيمة fd المقابلة للرقم 2 من الجدول السابق فتكون (fd = 50%).

- أما قيمة growth factor (Gf) فيتم الحصول عليه من الجدول(6-8).

لجدول (6-8):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%.

أما AADT فتؤخذ من جدول حجم المرور رقم (5-2) (متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد) = 7584 سيارة / يوم.

وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات ومتوسط عدد المركبات لكل ساعة من الجداول (6-9) و(6-10).

جدول (6-9): 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 (6-10): متوسط عدد المركبات ونسبة المركبات لكل ساعة

متوسط عدد المركبات لكل ساعة			الأيام
3-axle	**2-axle**	**Passenger**	
10	28	297	**السبت**
11	14	316	**الاحد**
10	28	276	**الاثنين**
16	30	315	**الثلاثاء**
14	31	302	**الاربعاء**
13	28	317	**الخميس**
5	20	213	**الجمعة**
11	29	291	**المتوسط**
3.32	8.76	87.92	**النسبة المئوية من العدد الكلي(%)**

ايضا تم الحصول من الفصل السابق(حجم المرور) على معدل المرور اليومي وكان (10056) سيارة\يوم

- Passenger cars (10 kN / axle) = 87.92%
- 2-axle single-unit busses (100 kN / axle) = 8.76%
- 3-axle single-unit trucks (110 kN / axle) =3.32%

وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية، ويتم الحصول على هذه الأحمال من الجداول السابقة بإستخدام (**interpolation**).

- ✓ Load equivalency factor for a cars ($f_{E(car)}$) = 0.0003135 (single axle)
- ✓ Load equivalency factor for a busses ($f_{E(2\text{-}axle)}$) = 0.198089 (tandem axle)
- ✓ Load equivalency factor for a trucks ($fE_{(3\text{-}axle)}$) = 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 في المعادلة (6.3).

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E \quad \text{.....(6.3)}$$

$ESAL_{car}$ =0.45 * 29.78 * 10056 *.8792* 365 * 2 * 0.0003135 = 27115.059

$ESAL_{buss}$ = 0.45 * 29.78 * 10056 * .0876* 365 * 2 *0.198089 =1707063.077

$ESAL_{truck}$ = 0.45 * 29.78 * 10056* .0332 * 365 * 3 *0.29419 =1441260.821

$ESAL_{total}$ = 3175438.957

2-4-6 حساب سماكة طبقات الرصف:

الهدف من طريقة التصميم المستخدمة هو إيجاد طبقات رصف لها رقم إنشائي (SN) كافي لتحمل الأحمال التي يتعرض لها الطريق.

- **معامل الرجوعية (Mr):**

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

For CBR of 10 or less

Mr (lb/in2) = 1500 CBR ……..…..(6-4)

For CBR of 20 or less

Mr (lb/in2) = 1000+ 555xR value ……..……..(6-5)

حيث :R معامل الموثوقية

ومما يجب التنبيه له أن هذه العلاقة قابلة للتطبيق للتربة التي تقل نسبة تحمل كاليفورنيا عن 10٪ وفي حالة كون CBR (10%) فأكثر فيمكن تحديدها بدقة عن طريق إجراء تجربة معامل الرجوعية وبالنسبة لطبقات الأساس من المواد الحصوية فيمكن استخدام قيم معامل الرجوعية المقابلة لنسب تحمل كاليفورنيا المقابلة لها والمبينة في الجدول (6-11).

جدول رقم (6-11) معامل الطبقة لطبقة الأساس الحصوية (a2) المقابل لمقدار نسبة تحمل كاليفورنيا للطبقة وكذلك معاملات الرجوعية (Mr).

جدول رقم (6-11) معامل طبقة الأساس الحصوية

نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)	معامل قوة الأساس(A2)	MR رطل / بوصة 2
20	-	-
25	-	-
30	-	-
40	0.105	21000
55	0.120	25000
70	0.130	27000
100	0.140	30000

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

جدول (6-12) معامل طبقة الخلطة الإسفلتية (a1) المقابل لمعامل مرونة الطبقة الإسفلتية عند درجة حرارة C20.

جدول (6-12) معامل طبقة الخلطة الإسفلتية

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

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

وبعود إلى التباين في توقعات حركة المرور والاختلاف في أداء رصفة الطريق خلال فترة تجهيز التصميم ويتم الحصول عليها من الجدول (6-13):

جدول (6-13) الانحراف المعياري حسب نوع الطريق:

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

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

- **الرقم الإنشائي (SN):**

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

$$SN = a1\ D1 + a2\ m\ D2 + a3\ m\ D3 \qquad (6.5)$$

حيث **D3, D2, D1** هي سمك الطبقات المختلفة بينما **m** تمثل معامل تصريف الأمطار من طبقة الأساس ومعامل الطبقة لطبقة الأساس (**a2**) يمكن ربطه مباشرة بنتائج اختبارات تحمل كاليفورنيا (CBR) والتي يتم إجراؤها تحت أسوأ الظروف المتوقعة في الموقع وذلك كما سبق ذكره في جدول رقم (6-11) حيث يوضح قيم المعامل المقابل لمقدار نسبة تحمل كاليفورنيا لطبقة الأساس , أما معامل الطبقة السطحية الإسفلتية فيتم ربطه بمقدار معامل الرجوعية لها عند درجة حرارة 20 مئوية . يبين جدول (6-12) قيم هذا المعامل المقابل لقيم مختلفة من معامل المرونة أما المعامل **m** والذي يعكس مقدرة طبقتي الأساس على تصريف الأمطار فيتم تقديرها على أساس سرعة تصريف المياه من الطبقة وعموماً يمكن القول إن درجة التصريف جيدة إذا تم التخلص من المياه خلال 24 ساعة أما إذا احتفظت الطبقة بالمياه لمدة شهر فتعتبر درجة التصريف ضعيفة كما هو موضح في الجدول (6-14).

جدول (6-14) تعريف جودة التصريف:

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

أما قيمة (m) فيتم تحديدها حسب ظروف التشغيل والجدول (6-15) يبين ذلك:

الجدول(6-15) معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق (mi):

PERCENT OF TIME PAVEMENT STRUCTURE IS EXPOSED TO MOISTURE LEVELS APPROACHING SATURATION				
quality of drainage	less than 1 percent	1-5 percent	5-25 percent	greater than 25 percent
excellent	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.2
good	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1
fair	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.8
poor	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.6
very poor	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.4

بالنسبة لطريق المشروع تتصرف المياه عن سطح الطريق خلال أسبوع واحد وبمستوى رطوبة (Moisture level) مساوي 30% , أي أن قيمة mi مساوية 8.

- **موثوقية تصميم الرصفة المرنة:**

يرمز لها بالرمز R أي (Reliability) وهي التي تحدد مستويات الضمان لمقاطع الطريق المصممة لبقائها على قيد الحياة خلال الفترة التصميمية والجدول (6-16) يوضح مستويات الموثوقية لأنواع مختلفة من الطرق:

جدول (6-16) مدى الموثوقية في تصميم الرصفة المرنة تبعا للتصنيف الوظيفي للطريق:

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

على اعتبار ان طريق التصميم طريق شرياني وبالتالي فان مستوى الموثوقية مساوي 99.

والجدول (6-17)يوضح الانحراف المعياري(ZR) في قيم الموثوقية لتصميم الرصفة المرنة:

جدول (6-17) قيم ZR بالرجوع لمقدار الموثوقية:

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

وبأخذ مقدار الثقة 99% ,فإن قيمة (ZR) تساوي2.327-.

والجدول (6-18) يبين المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن:

جدول (6-18) المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن .

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

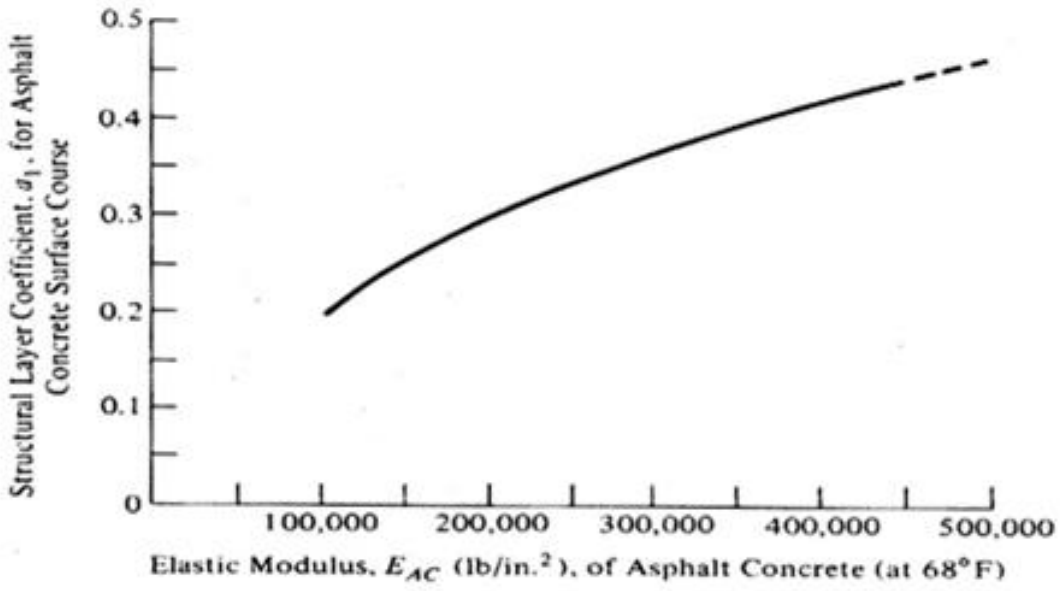
والجدول (6-19) يبين نسبة كاليفونيا للطبقات حسب الفحوصات المخبرية.

جدول (6-19) نتائج الفحوصات المخبرية على الطبقات.

الطبقة	CBR	المادة المستخدمة
Base Coarse	120	Crushed Stone
Sub grade	58	.....

وبعد مراجعة المشرف تم الاتفاق على اخذ قيمة CBR لطبقة البيسكورس 80 كونها اقل قيمة CBR لمادة البيسكورس المسموح استخدامه في الطرق .

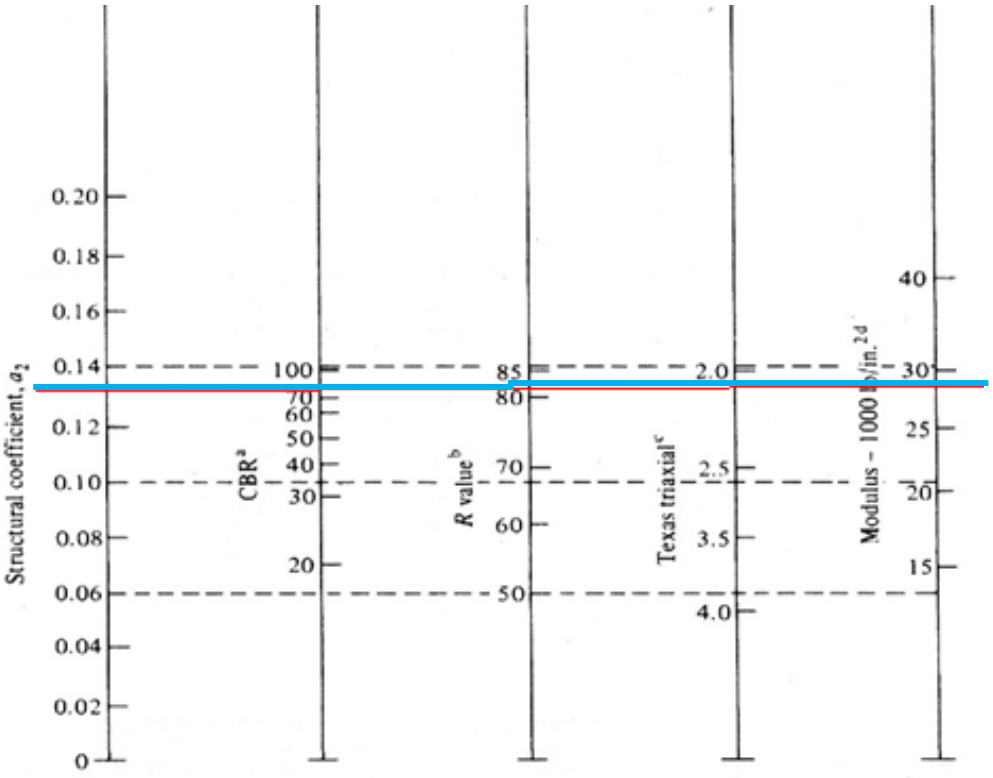
والأشكال (6-8) و (6-9) تبين طبقة الإسفلت(asphalt) ومعامل طبقة (Base):



شكل (6-8) منحنى معامل طبقة الإسفلت السطحية(a1)

حيث أن قيمة Elastic modules عند درجة حرارة 20 درجة سلسيوس أو 68 فهرنهايت تساوي 500000(Ib/in^2) وبالتالي من الشكل السابق تبلغ قيمة **0.44 (a1).**

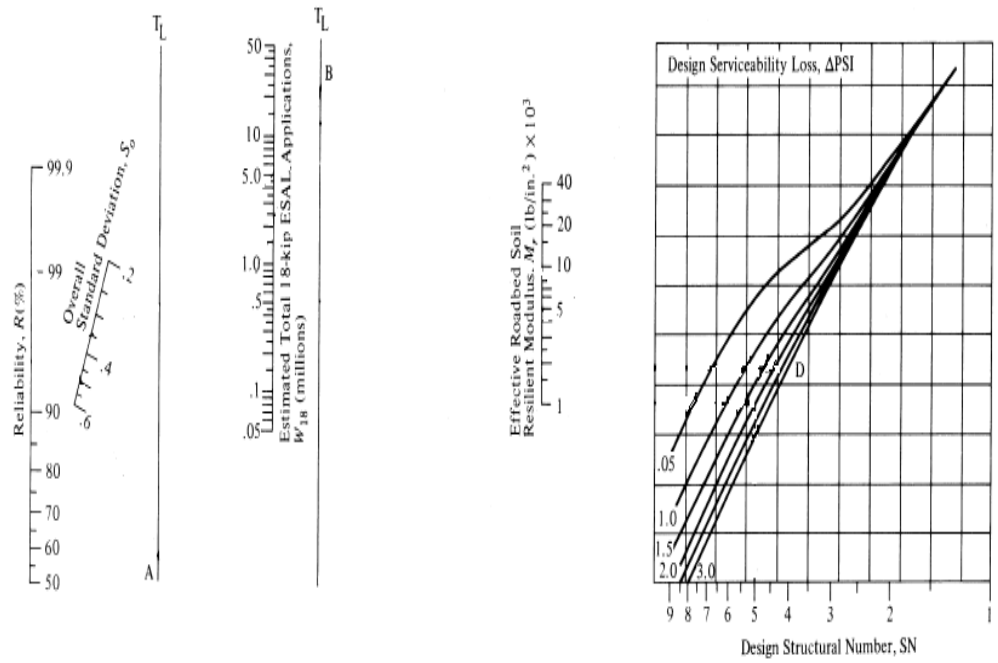
والشكل التالي يبين معامل طبقة (Base) الذي يستوجب معرفة قيمة (CBR),حيث أن هذه القيمة بعد إجراء التجربة كانت 120 , ولكن سوف يتم التصميم في أسوا الظروف في الموقع أي عند قيمة CBR مساوية 80.



شكل (6-9) a2 معامل طبقة (Base)

وبما أن قيمة (CBR)مساوية 80,فان قيمة **a2** من الشكل (6-9) تكون مساوية **13.5**

- ✓ يتم إيجاد الرقم الإنشائي لطبقة (asphalt) وطبقة (Base) عن طريق الشكل (6-10):



الشكل(6-10) منحنى لإيجاد الرقم الإنشائي SN لطبقات الرصفة المرنة.

- يتم العمل على الشكل (6-10) عن طريق توقيع مقدار الموثوقية (R) المساوي 99%, ثم تم مد خط مستقيم يصل بين مدى الثقة وقيمة الانحراف المعياري المساوي 0.5 ليقطع الخط TL في النقطة (A),ثم يتم مد خط من النقطة (A) ليقطع النقطة (B) عند قيمة ESAL المحسوبة سابقا والمساوية (3175438.957) ثم نمد خط من B ليقطع منحنى SN ويمر في قيمة Mr للطبقات والتي تم الحصول علها من قيم CBR من الجدول (6-11),ثم يتم مد خط مستقيم ليقطع منحنى (2) وهو عبارة عن قيمة ΔPSI المحسوبة سابقا" ,ثم يتم قراءة قيمة (SN).

- إيجاد(SN) لطبقة (asphalt):

R= 99

S_0=0.5

ESAL =3175438.957

CBR = 80 ومن الجدول رقم (6-11) يتم ايجاد قيمة Mrحيث أن :

CBR at(70) = 27000

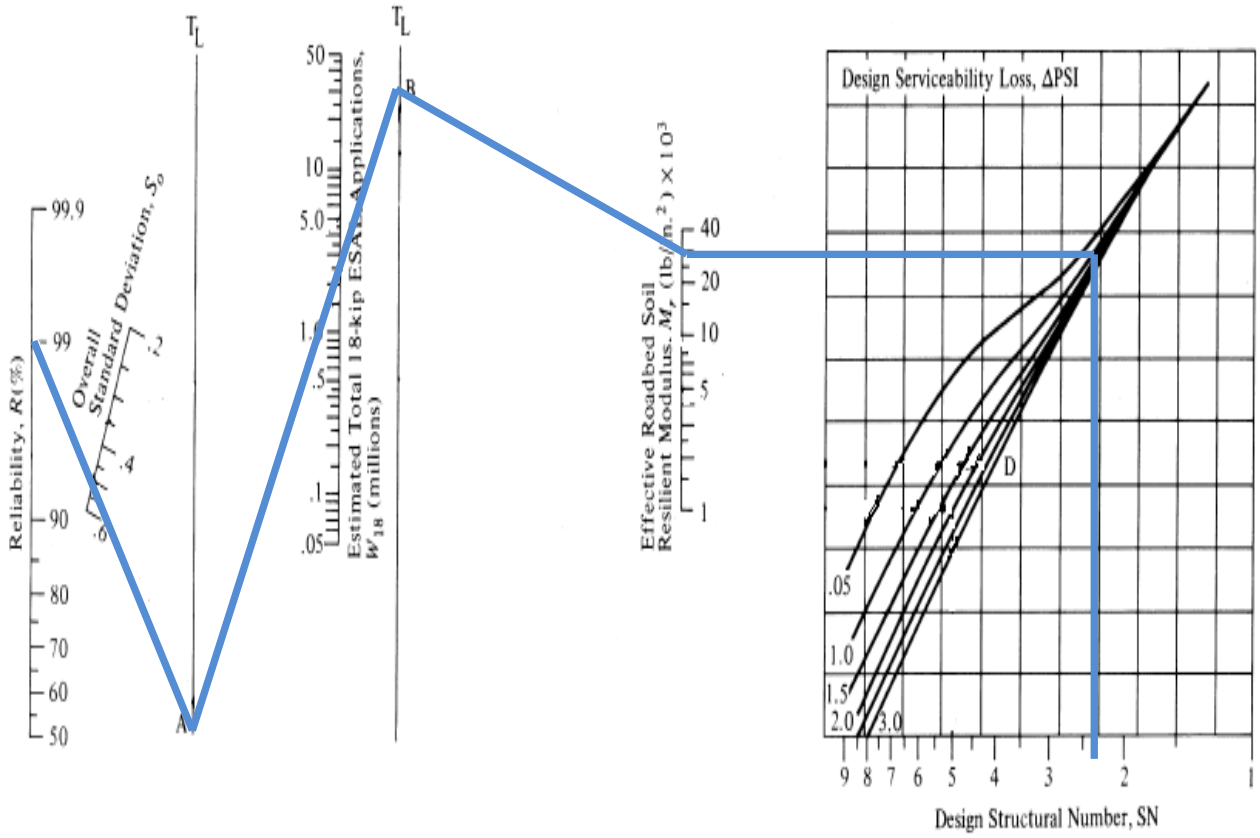
CBR at(80) = ?

CBR at(100) = 30000

يتم إيجاد قيمة (Mr at CBR=80) عن طريق عمل (Interpolation) كما يلي:

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

وبالتالي فإن قيمة (Mr) الناتجة لطبقة الاسفلت (asphalt) تساوي 28000 Psi, ومن الشكل (6-11) يتم تحديد(SN_1):



الشكل(6-11) منحنى لإيجاد الرقم الإنشائي SN1

من الشكل (6-11) يتضح أن قيمة **SN1** تساوي**2.3**

والشكل (6-12) يوضح قيمة (SN_2):

R =99

S_0=0.5

ESAL=3175438.957

CBR = 80 ومن الجدول رقم (6-5) يتم ايجاد قيمة Mrحيث أن:

CBR at(70) = 27000

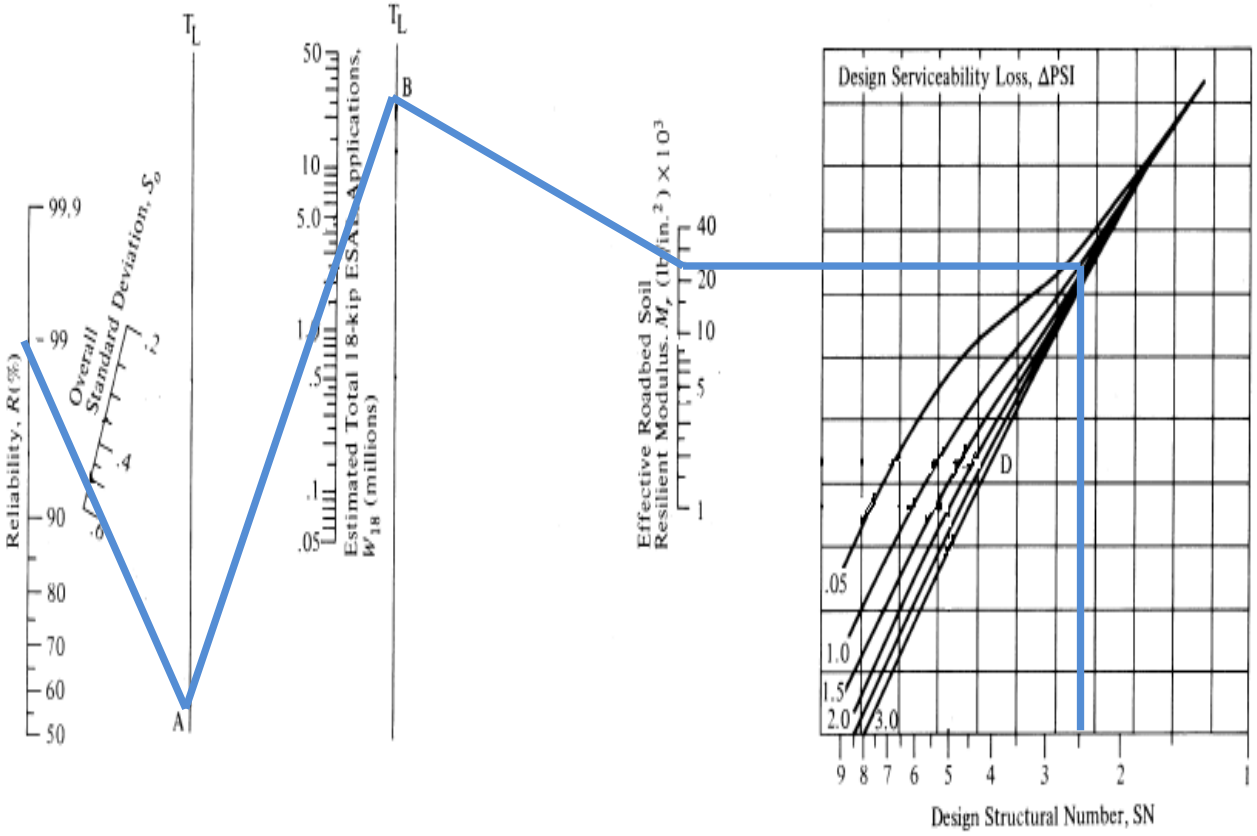
CBR at(58) = ?

CBR at(55) = 25000

يتم إيجاد قيمة (Mr at CBR=58) عن طريق عمل (Interpolation) كما يلي:

$$\frac{58-55}{x-25000} = \frac{70-50}{27000-25000} \rightarrow X = 25300$$

وبالتالي فإن قيمة (Mr) الناتجة لطبقة البيسكورس تساوي 25300 Psi, ومن الشكل (6-12) يتم تحديد(SN_2):



شكل (6-12) منحنى إيجاد قيمة (SN2)

من الشكل (6-12) يتضح أن قيمة **SN2** تساوي**2.5**

حسابات سماكة طبقات الرصفة المرنة :

$$D1 = \frac{SN1}{a1}$$

D1=2.3/.46 =5in

D1= 5*2.54=12cm

Take D1=10 cm

$SN_1 = a_1 * D1$

SN1=0.46*4 →1.84 in

$SN_2 = SN_1 + a2\ m\ D2$

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

D2=2.5-1.84/(.135*.8)

=6.11in

D2= 15.522cm

Take D2 = 20cm → 7.87 in

SN2 = 1.84 + 0.135*0.8*7.87→ 2.69

SO (2.69>2.5)

الجدول (6-20) يبين سماكة طبقات الرصفة المرنة التي حصلنا عليها .

جدول (6-20) سماكة طبقات الرصفة المرنة

الطبقة	السمك (سم)
Asphalt	10
Base corse	20

الفصل السابع

الأضاءه على الطريق

7-1 إضاءة الطرق

7-2 المواصفات العامة للإضاءة

7-3 مواصفات المصابيح والفوانيس المستخدمة في الطرق

7-4 أنواع المصابيح الرئيسية

7-5 مواقع أعمدة الإنارة

7-6 ترتيب الأعمدة على الطريق

7-7 زيادة تباعد أعمدة الإنارة

7-8 خطوات تصميم أعمدة الإضاءة على الطريق

الإضاءة على الطرق

7-1 إضاءة الطرق:

إن اضاءه الشوارع تخفض من حوادث الطرق كما تساعد الاضاءه السائق على قيادة سيارته في الليل بنفس السرعة التي يقود بها نهارا, مما يقلل من وقت الرحلة, كما إن التوفير في الوقت والتخفيض من الحوادث لهما مردود اقتصادي, والاضاءه مفيدة للمشاة حيث تجنبهم الأخطار وتمكنهم من رؤية الطريق بوضوح بالاضافه إلى أنها ضرورية للنواحي الامنيه, من هنا جاءت أهمية الاضاءه على الطريق.

7-2 المواصفات العامة للإضاءة:

إن إضاءة الطريق عمل يتطلب دراسة وافية ومواصفات محددة مبنية على تجارب وأبحاث سابقة. ولذلك يجب مراعاة ما يلي:

1. الاهتمام بمكان أعمدة الإضاءة من حيث تثبيتها في الجزيرة الواقعة في وسط الطريق أو على الأرصفة فقط أو على الأرصفة والجزيرة معا.
2. الاهتمام بأبعاد الأعمدة كارتفاعات وأطوال أذرعتها والمسافات بينها.
3. الاهتمام بنوع المصابيح المستعملة حيث إن لكل نوع مزاياه ونواقصه، فبعض المصابيح يتأثر بالأمطار والرياح والضباب وبعضها يحتاج إلى صيانة مستمرة.
4. دراسة نوع سطح الطريق ومدى مقدرته على عكس الإضاءة حيث إن نوع المصابيح وتوزيع الأعمدة وغير ذلك من الأمور تتأثر بنوع سطح الطريق ومقدرته على عكس الضوء.
5. الاهتمام بتوزيع الإضاءة حيث إن الإضاءة يجب أن توزع بانتظام لأن ذلك يقرر توزيع الأعمدة وأبعادها وقوة المصابيح

7-3 مواصفات المصابيح والفوانيس المستخدمة في الطرق:

يجب أن تكون فوانيس الإنارة متينة ومتجانسة وقياسية واقتصادية، والحوامل جيدة وذات عواكس وغطاء شفاف غير قابل للاحتراق ومقاوم للحرارة إضافة إلى دواة المصباح ومرابط الأسلاك ومانعات الصواعق عند طلبها مع مشعل ضمن الفانوس وخارجه وخلية كهر وضوئية للتحكم ويجب أن تكون الفوانيس محكمة الإغلاق

بحيث لا يدخلها الغبار والأتربة والأوساخ أو أية مواد أخرى تقلل من فاعلية الإنارة ويجب أن تكون المار التي تتألف منها المصابيح متينة وتتحمل الحرارة ويجب أن تكون الفوانيس من النوع الحاجب cut off بدون أن تسبب أي بهر.

4-7 أنواع المصابيح الرئيسية:

1. مصابيح التنجستن (Tungsten Filament).
2. مصابيح الصوديوم (Sodium Vapour).
3. مصابيح الفلورسنت (Tubular Fluorescent).
4. المصابيح الزئبقية(High-Pressure Mercury Lamps) .

ولكل نوع من الأنواع السابقة خصائص مميزة وسوف تشرحها باختصار في الفقرة التالية:

- **مصابيح التنجستن (Tungsten Filament):**

هذا النوع يستخدم في إضاءة الشوارع والأرصفة وأماكن التسوق حيث أنها تستخدم بكثرة لأنها ذات تكلفة معقولة وتعطي إضاءة جيدة.

- **مصابيح الصوديوم (Sodium Vapor):**

تعطي إضاءة عالية وقوية وتكون مائلة اللون إلى الأصفر وهي أفضل الأنواع المستخدمة لإضاءة الطرق لان توهجها مناسب للعين ولا يسبب أي إزعاج لمستخدمي الطريق، وسوف نستخدم هذا النوع في تصميم الإضاءة في المشروع.

- **مصابيح الفلورسنت (Tubular Fluorescent):**

من الأنواع المستخدمة بكثرة في إضاءة الطرق ولكن هذا النوع من المصابيح كلفته عالية.

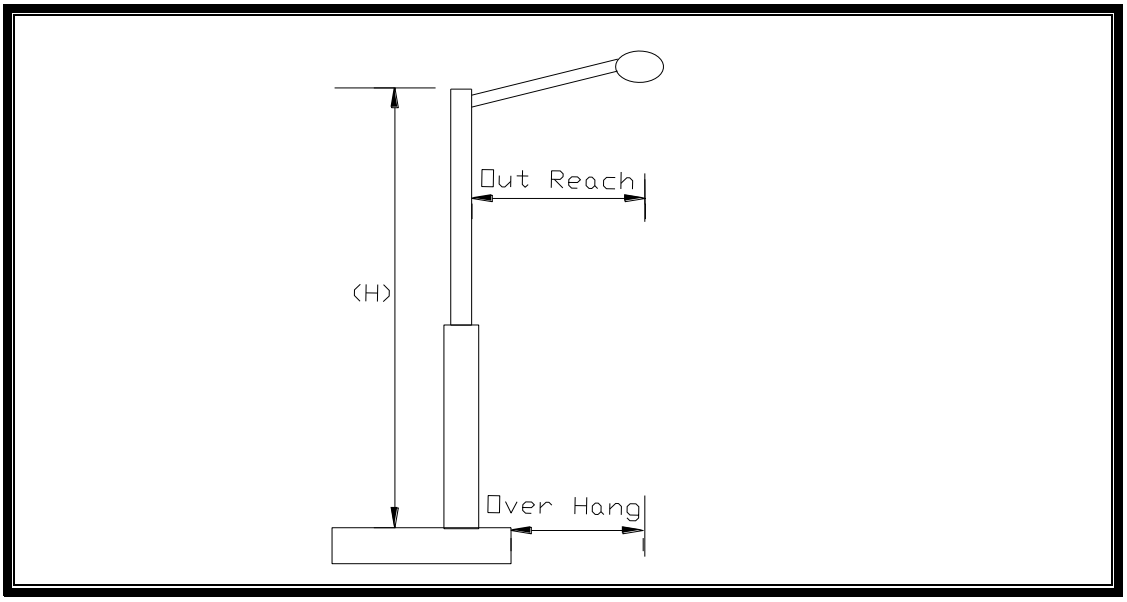
- **المصابيح الزئبقية(High-Pressure Mercury Lamps) :**

وهذا النوع من المصابيح شبيه للنوع (Sodium Vapour) في الصناعة والتركيب إلا أن (Mercury) يحل محل Sodium وهي تعطي إضاءة بيضاء اللون وتستخدم في أماكن التسوق .

يجب تعريف بعض المفاهيم الأساسية المستخدمة في تصميم أعمدة الإنارة للطرق:

1. المسافة بين مركز المصباح ومركز العامود(Out Reach) .
2. المسافة بين مركز المصباح وطرف الرصيف الداخلي (Over Hang).
3. المسافة بين العامود والعامود الذي يليه (Spacing) .
4. ارتفاع العامود عن سطح الأرض(H).

كما هو موضح في الشكل (7-1):



شكل (7-1)عناصر أعمدة الإضاءة على الطرق.

7-5 مواقع أعمدة الإنارة:

العنصر الأول الواجب تحقيقه في مواقع أعمدة الإنارة هو السلامة، وعلى المهندس المصمم أن يقلل ما أمكن المصادمات التي تقع بسبب وجود هذه الأعمدة بحيث يجب إقلالها إلى الحد الأدنى الممكن فيما إذا كانت في

منتصف الطريق، أما إذا كانت على الأطراف فانه من الممكن زيادتها حسب الاستطاعة بحيث توضع خلف حواجز الحماية المعدنية.

6-7 ترتيب الأعمدة على الطريق:

هناك عدة خيارات لتثبيت أعمدة الإضاءة على الطرق، ولكل نوع هناك معادلات خاصة يجب أن تتحقق وذلك لاختيار الترتيب المناسب وهذه الأنواع هي:

1- ترتيب الأعمدة على جهة واحدة من الطريق:

بحيث أن تتحقق المعادلة التالية:

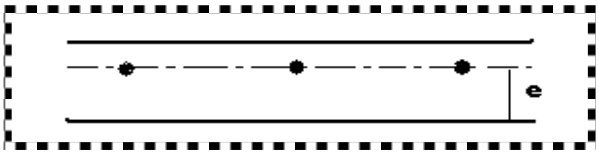
$$h > e$$

حيث :

h:ارتفاع العمود.

e:عرض الطريق.

والشكل(7-2)يبين ذلك.



الشكل(7-2)يبين ترتيب الأعمدة من جهة واحدة

2- ترتيب الأعمدة في الجزيرة الموجودة في وسط الطريق .

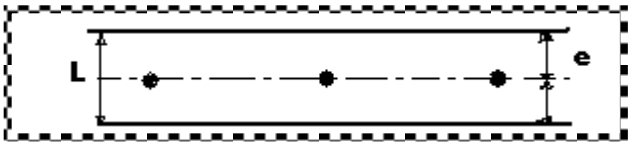
بحيث أن تتحقق المعادلة التالية:

$$L < 1.5*h$$

حيث :

L :المسافة من طرف الرصيف الخارجي إلى طرف الرصيف الخارجي المقابل.

والشكل(7-3)يبين ذلك.



الشكل(7-3)يبين توزيع الأعمدة على الجزيرة الوسطى.

3- ترتيب الأعمدة بشكل تعاقبي(ترنحي).

بحيث أن تتحقق المعادلة التالية:

$$h < e$$

$$L < 1.5*h$$

والشكل (8-4)يبين ذلك.

الشكل (8-4)يبين توزيع الأعمدة بشكل تعاقبي.

4- ترتيب الأعمدة بشكل تقابلي.

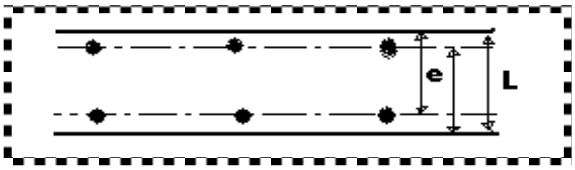
بحيث أن تتحقق المعادلة التالية:

$$L > 1.5*h$$

$$h > L/2$$

والشكل(8-5) يبين ذلك.

شكل (7-5) توزيع الأعمده بشكل تقابلي



وارتفـــاع الأعمـــدة الشـــائع اســـتعمالها هـــو (7.5,10,12 متر) ،والمسافة بين مركز المصباح والرصيف هي (1.5,2,2.5متر) على التوالي.

وأفضل ترتيب للأعمدة هو الترتيب التعاقبي وذلك للأسباب التالية:

1- توفر إضاءة للرصيف والطريق.
2- عند صيانة الأعمدة لا يتعطل السير.
3- تعطي توزيع جيد للإضاءة على الطريق.

7-7 زيادة تباعد أعمدة الإنارة:

يمكن إنقاص فرص الحوادث على الطريق بزيادة التباعد بين الأعمدة، كما يمكن أن توضع الفوانيس فوق خط السير أو على الأقل فوق كتف الطريق بواسطة مد اذرعه للسواري أو الأعمدة على انه لا يسمح باستخدام اذرع غير قياسية.

7-8 خطوات تصميم أعمدة الإضاءة على الطريق:

نصنف الطرق حسب درجتها:
A1: طريق رئيسية بين المدن.
A2 : طريق محلية داخل المدن.
A3 : طريق ريفية.
وقد تم تصنيف الطريق في المشروع كطريق محلي داخل المدينة.
من الجدول التالي نأخذ المعلومات اللازمة للتصميم:

جدول(7-1) المعلومات الخاصة بتصميم أعمدة الإضاءة.

Group	ارتفاع العامود (H)	عرض الطريق(e)										
		7.62	9.14	10.69	12.00	13.72	15.24	16.76	18.29	19.81	21.34	المسافة بين الرصيف ومركز المصباح
		المسافة بين العامود والعامود الذي يليه										
A1	7.62	30.5	25.9	21.3	18.3	16.8	-	-	-	-	-	1.82
	9.14	36.6	36.6	30.5	27.4	24.4	21.3	19.8	-	-	-	2.29
	10.69	42.7	42.7	42.7	38.1	33.5	30.5	27.4	24.4	22.9	-	2.59
	12.19	48.8	48.8	48.8	48.8	42.7	39.6	35.1	32.0	30.5	27.4	2.90
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

ملاحظة: تم اعتماد ارتفاع العامود المستخدم في التصميم (12.19متر)، وحيث أن عرض الطريق(16 متر).

من الجدول (7-1) تبين أن المسافة اللازمة بين كل عامود والذي يليه هي(42.7 متر).

لتحديد الطريقة التي نريد ترتيب الأعمدة على أساسها نطبق المعادلات الخاصة بالطريقة التعاقبية للترتيب، فإذا تحققت نعتمد الطريقة التعاقبية في ترتيب الأعمدة.

$$L = 18\ m$$

$$e = 16\ m$$

$$h = 12.19\ m$$

$$h < e$$

$$12.19<16$$

$$L < 1.5*12.19$$

$$18<18.285$$

يتبين من كل ما سبق أن:

ارتفاع العمود(12.19)

المسافة بين كل عمود والذي يليه(42.7)

المسافة بين مركز المصباح والرصيف(2.90)

بناءا على النتائج الموجودة نعتمد الترتيب التعاقبي للأعمدة.

المصادر والمراجع :

[1] : قسم المساحة والتخطيط ، بلدية الخليل .

[2] : تكنولوجيا صاينة الطرق ، م .سمير عمار ، 2008.

[3] : الملحق رقم (5) مطبات تهدئة السرعة ،المواصفات العامة لإنشاء الطرق الحضرية ، االمملكة العربية السعودية.

[4] : يوسف صيام، عبد الله القرني ، سعد القاضي ، تغطية مساحية للطرق، دار مجدلاوي للنشر ، عمان ، الأردن 1999.

[5] : يوسف صيام، المساحة وتخطيط المنحنيات، عمان،1978 .

[6] : المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، تقنيات الطرق،المملكة العربية السعودية،2003.

[7] : تقنيات مدنية تقنيات الطرق 208 مدن .

[8]: سالم, محمود توفيق ، هندسة النقل والمرور ، دار الراتب الجامعية، لبنان 1985. جدول (3-2) العلاقة بين السرعة و معامل الاحتكاك(f).

[9] : دليل التصميم الهندسي للطرق .

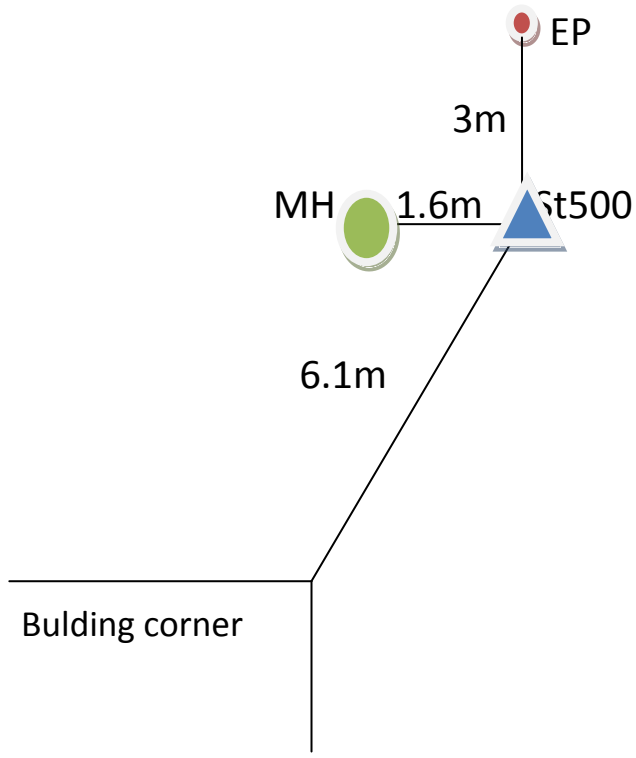
[10] : Traffic and highway engineering.

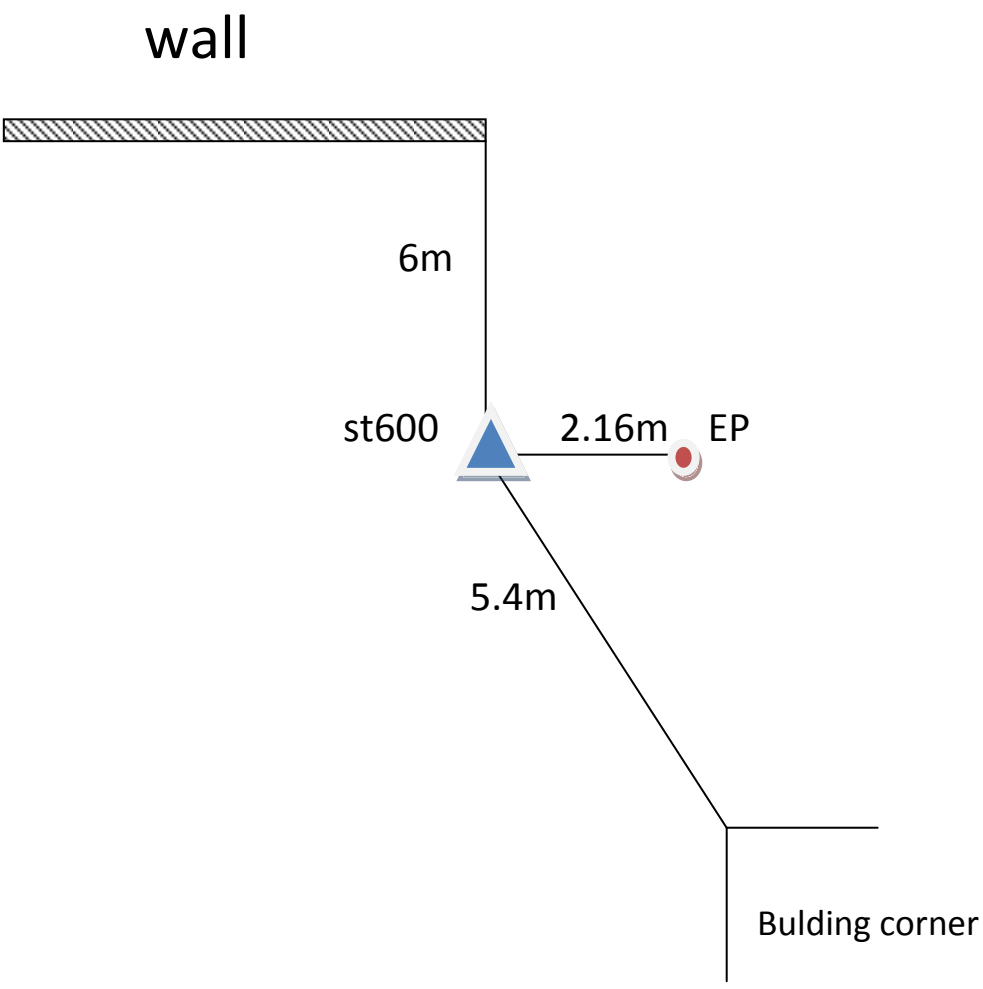
[11] : نشوية , أيمن و آخرون " إعادة تأهيل طريق دورا الخليل " 2003.

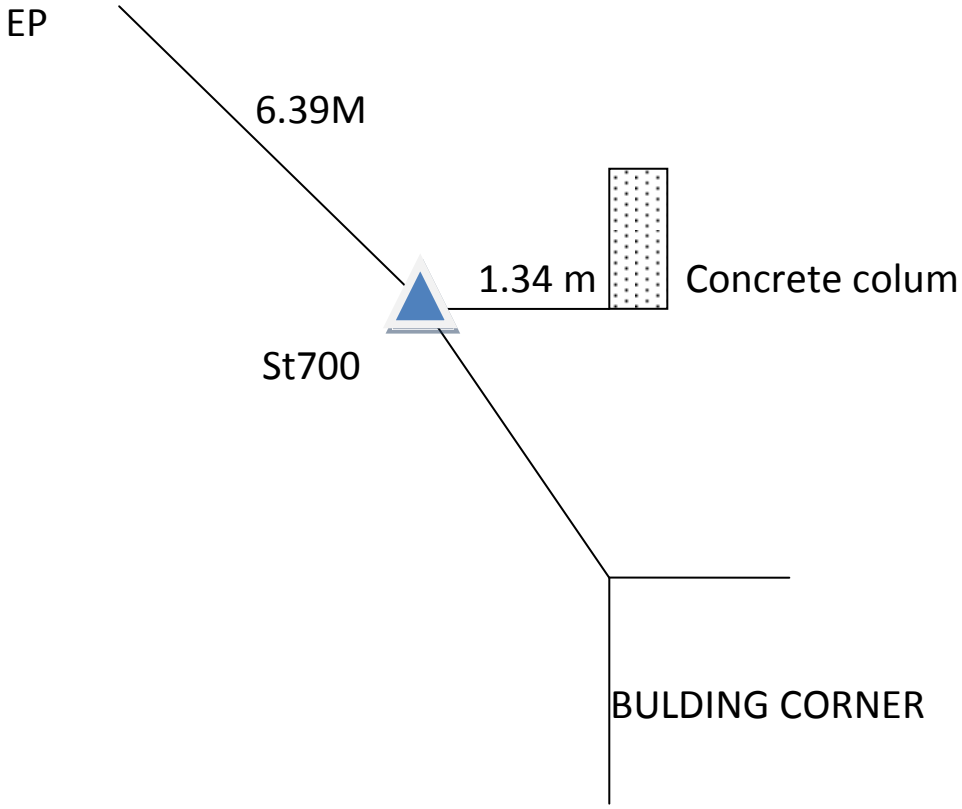
[12] : روحي شريف، البسيط في تصميم وانشاء الطرق، الجزء الأول، عمان، الاردن، 1981 .

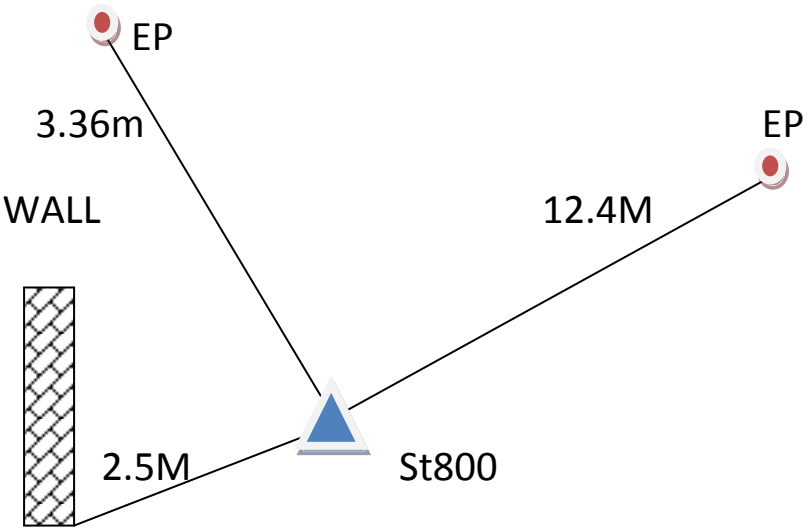
[13] : www.google.com .

مُلحق رَقم (1)
تَربيط النُقاط

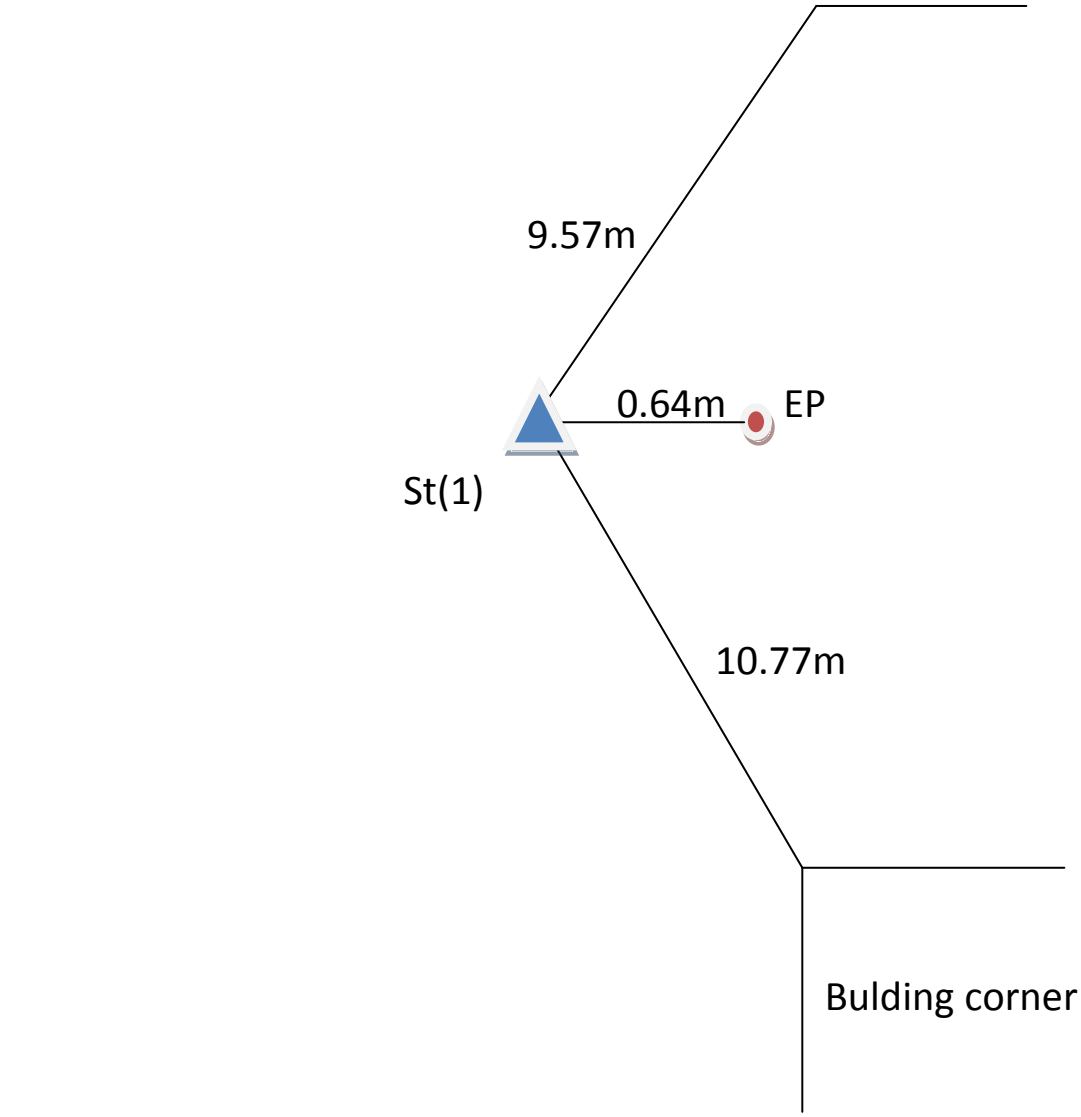

EP
3m
MH
1.6m
St500
6.1m
Bulding corner

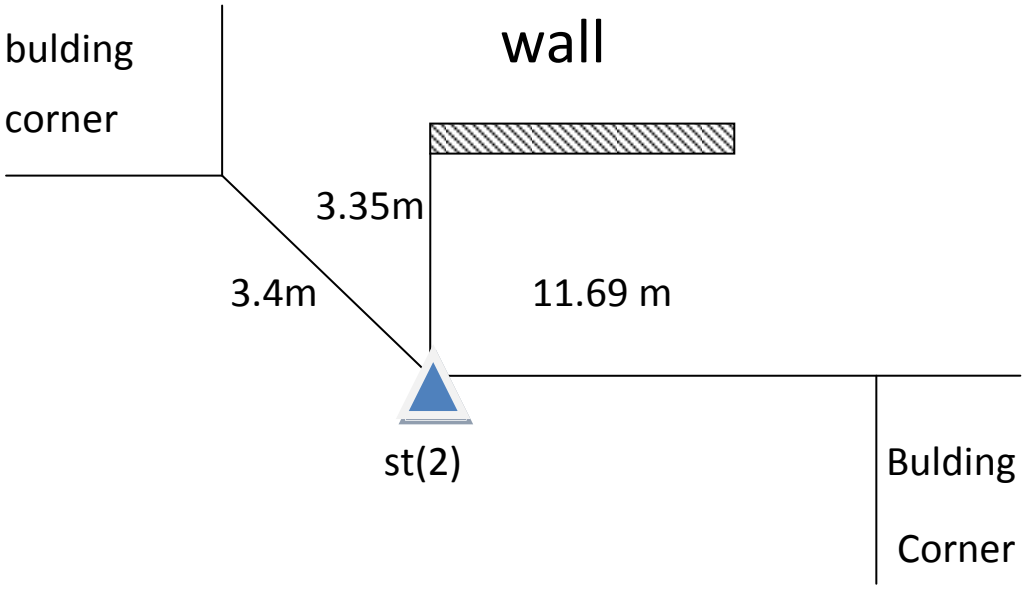

wall
6m
st600
2.16m
EP
5.4m
Bulding corner

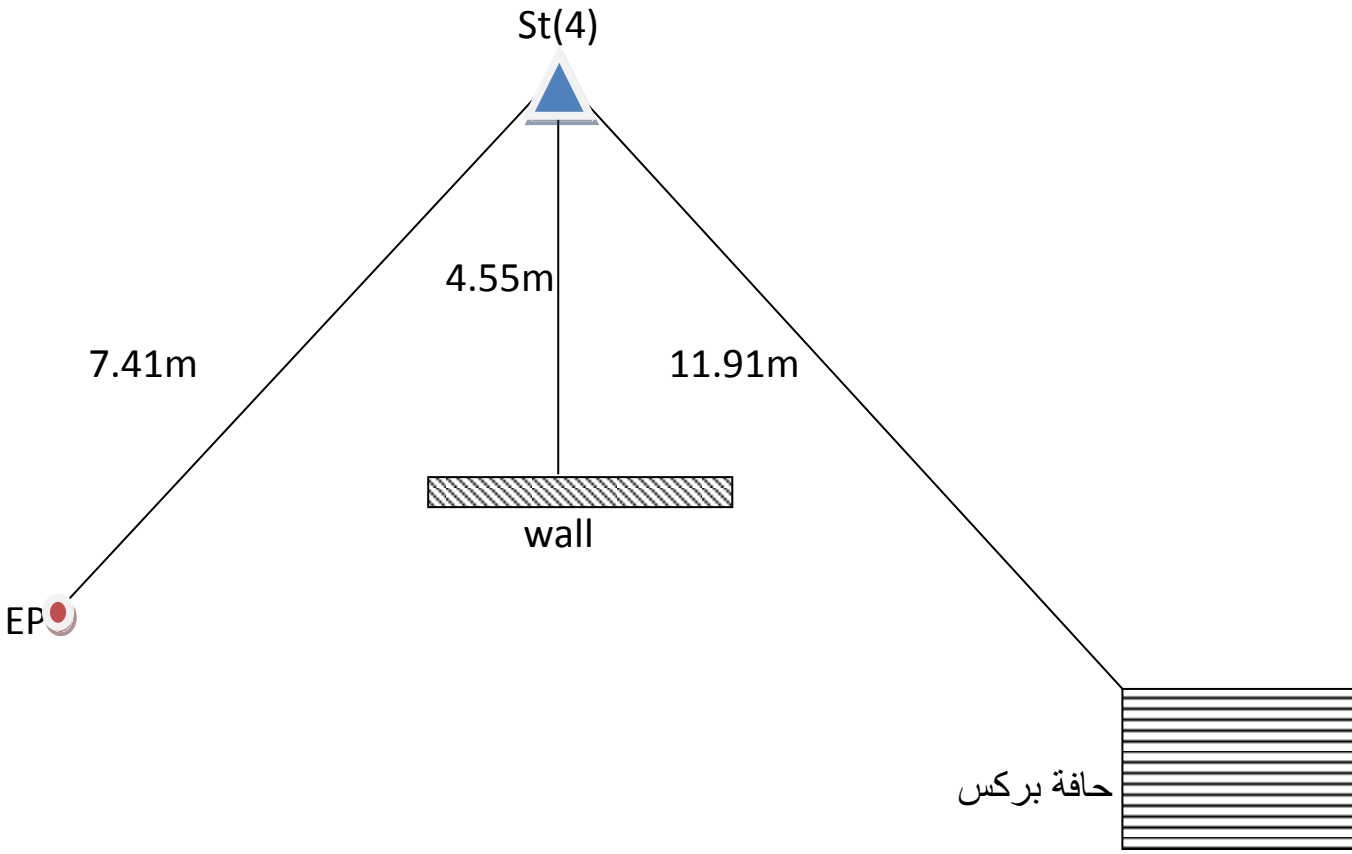


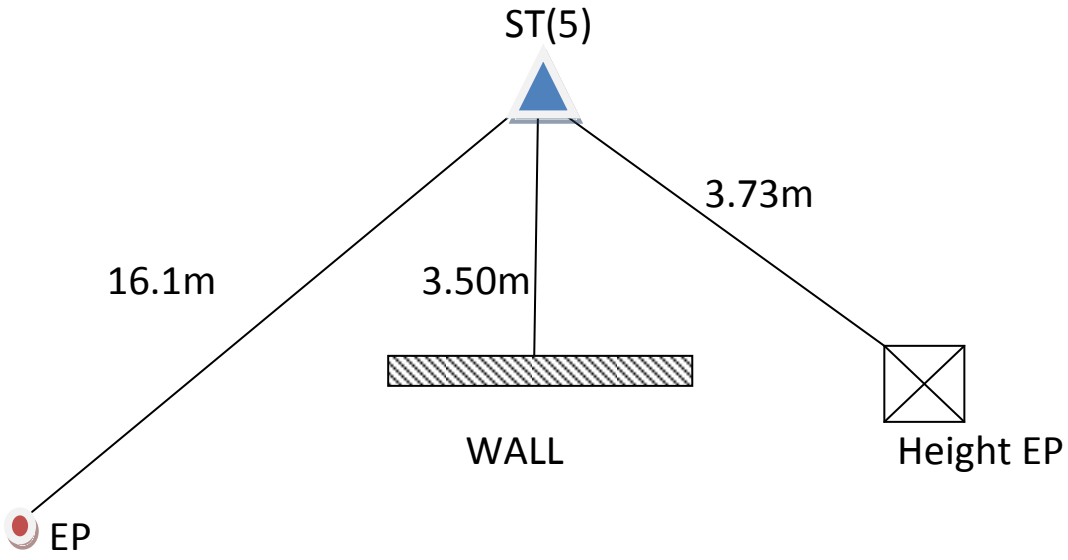


Bulding corner


9.57m
0.64m
EP
St(1)
10.77m
Bulding corner


bulding
corner
wall
3.35m
3.4m
11.69 m
st(2)
Bulding
Corner


St(4)
4.55m
7.41m
11.91m
wall
EP
حافة بركس


ST(5)
3.73m
16.1m
3.50m
WALL
Height EP
EP

ملحق (2)

حجم الحفر والردم

Volume Report

Project: C:\Users\ja3far\Downloads\projectw22.dwg

Alignment: Alignment - (71)

Sample Line Group: volume final

Start Sta: 0+020.000

End Sta: 1+120.000

Station	Cut Area (Sq.m.)	Cut Volume (Cu.m.)	Reusable Volume (Cu.m.)	Fill Area (Sq.m.)	Fill Volume (Cu.m.)	Cum. Cut Vol. (Cu.m.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.m.)	Cum. Fill Vol. (Cu.m.)	Cum. Net Vol. (Cu.m.)
0+020.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.000	3.28	33.72	33.72	0.00	0.00	33.72	33.72	0.00	33.72
0+060.000	3.32	67.04	67.04	0.00	0.00	100.76	100.76	0.00	100.76
0+080.000	2.51	58.25	58.25	0.00	0.09	159.01	159.01	0.09	158.92
0+100.000	1.90	44.10	44.10	0.00	0.09	203.11	203.11	0.19	202.92
0+120.000	2.15	40.47	40.47	0.00	0.00	243.58	243.58	0.19	243.40
0+140.000	1.70	38.51	38.51	0.00	0.00	282.10	282.10	0.19	281.91
0+160.000	0.00	16.90	16.90	0.00	0.00	299.00	299.00	0.19	298.81
0+180.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	299.00	299.00	0.19	298.81
0+200.000	5.09	47.49	47.49	0.00	0.00	346.48	346.48	0.19	346.30
0+220.000	25.62	292.46	292.46	0.00	0.00	638.95	638.95	0.19	638.76
0+240.000	54.54	796.12	796.12	0.00	0.00	1435.06	1435.06	0.19	1434.88

0+260.000	43.97	985.13	985.13	0.00	0.00	2420.20	2420.20	0.19	2420.01
0+280.000	42.49	865.03	865.03	0.00	0.00	3285.23	3285.23	0.19	3285.04
0+300.000	38.25	807.55	807.55	0.00	0.00	4092.78	4092.78	0.19	4092.60
0+320.000	26.16	643.25	643.25	0.00	0.00	4736.03	4736.03	0.19	4735.84
0+340.000	16.24	422.17	422.17	0.00	0.00	5158.20	5158.20	0.19	5158.01
0+360.000	7.74	238.11	238.11	0.00	0.00	5396.30	5396.30	0.19	5396.12
0+380.000	3.14	107.73	107.73	0.00	0.00	5504.04	5504.04	0.19	5503.85
0+400.000	0.65	37.47	37.47	0.00	0.00	5541.51	5541.51	0.19	5541.32
0+420.000	0.00	6.54	6.54	0.00	0.00	5548.05	5548.05	0.19	5547.86
0+440.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5548.05	5548.05	0.19	5547.86
0+460.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5548.05	5548.05	0.19	5547.86
0+480.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5548.05	5548.05	0.19	5547.86
0+500.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5548.05	5548.05	0.19	5547.86
0+520.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5548.05	5548.05	0.19	5547.86
0+540.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5548.05	5548.05	0.19	5547.86
0+560.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5548.05	5548.05	0.19	5547.86
0+580.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5548.05	5548.05	0.19	5547.86
0+600.000	9.45	90.79	90.79	0.00	0.00	5638.84	5638.84	0.19	5638.65
0+620.000	22.86	317.91	317.91	0.00	0.00	5956.74	5956.74	0.19	5956.56
0+640.000	24.39	472.57	472.57	0.00	0.00	6429.32	6429.32	0.19	6429.13

0+660.000	16.67	411.45	411.45	0.00	0.00	6840.77	6840.77	0.19	6840.58
0+680.000	5.02	216.29	216.29	0.00	0.00	7057.06	7057.06	0.19	7056.87
0+700.000	3.25	82.58	82.58	0.00	0.00	7139.64	7139.64	0.19	7139.46
0+720.000	3.53	67.75	67.75	0.00	0.00	7207.39	7207.39	0.19	7207.20
0+740.000	1.78	53.04	53.04	0.84	8.44	7260.43	7260.43	8.63	7251.80
0+760.000	0.00	17.78	17.78	7.03	78.69	7278.21	7278.21	87.32	7190.89
0+780.000	0.00	0.00	0.00	20.80	278.26	7278.21	7278.21	365.58	6912.63
0+800.000	0.00	0.00	0.00	25.72	465.21	7278.21	7278.21	830.79	6447.42
0+820.000	0.00	0.00	0.00	25.49	507.96	7278.21	7278.21	1338.75	5939.46
0+840.000	0.00	0.00	0.00	27.93	525.53	7278.21	7278.21	1864.29	5413.93
0+860.000	0.00	0.00	0.00	30.10	573.87	7278.21	7278.21	2438.16	4840.06
0+880.000	0.31	3.26	3.26	11.73	413.97	7281.47	7281.47	2852.13	4429.35
0+900.000	1.42	17.31	17.31	8.09	198.20	7298.78	7298.78	3050.32	4248.46
0+920.000	1.41	28.24	28.24	2.47	105.64	7327.02	7327.02	3155.96	4171.06
0+940.000	1.55	29.57	29.57	1.43	38.99	7356.60	7356.60	3194.95	4161.65
0+960.000	11.35	129.02	129.02	0.00	14.29	7485.62	7485.62	3209.24	4276.38
0+980.000	18.18	294.81	294.81	0.00	0.00	7780.43	7780.43	3209.24	4571.19
1+000.000	22.77	407.60	407.60	0.00	0.00	8188.03	8188.03	3209.24	4978.80
1+020.000	11.08	336.94	336.94	0.00	0.00	8524.97	8524.97	3209.24	5315.73
1+040.000	9.45	205.31	205.31	0.00	0.00	8730.28	8730.28	3209.24	5521.04

1+060.000	6.68	161.33	161.33	0.00	0.00	8891.60	8891.60	3209.24	5682.37
1+080.000	5.82	124.96	124.96	0.00	0.00	9016.56	9016.56	3209.24	5807.32
1+100.000	2.91	87.26	87.26	0.00	0.01	9103.82	9103.82	3209.25	5894.58
1+120.000	1.45	43.56	43.56	0.00	0.01	9147.39	9147.39	3209.26	5938.13

ملحق رقم (3)

Alignment

Alignment: Alignment - (71)

Description:

	Tangent Data		
Length:	18.714	Course:	S 87° 05' 37.0846" W
	Circular Curve Data		
Delta:	15° 52' 59.7212"	Type:	RIGHT
Radius:	210.000		
Length:	58.215	Tangent:	29.295
Mid-Ord:	2.014	External:	2.034
Chord:	58.029	Course:	N 84° 57' 53.0548" W
	Tangent Data		
Length:	80.398	Course:	N 77° 01' 23.1942" W
	Circular Curve Data		
Delta:	32° 33' 38.9874"	Type:	RIGHT
Radius:	123.557		
Length:	70.216	Tangent:	36.085
Mid-Ord:	4.954	External:	5.161
Chord:	69.275	Course:	N 60° 44' 33.7005" W
	Tangent Data		
Length:	39.813	Course:	N 44° 27' 44.2068" W
	Circular Curve Data		
Delta:	11° 10' 22.3077"	Type:	LEFT
Radius:	702.873		
Length:	137.063	Tangent:	68.749
Mid-Ord:	3.338	External:	3.354
Chord:	136.845	Course:	N 50° 02' 55.3606" W

Tangent Data			
Length:	20.760	Course:	N 55° 38' 06.5145" W

Circular Curve Data			
Delta:	07° 02' 38.5268"	Type:	LEFT
Radius:	208.000		
Length:	25.572	Tangent:	12.802
Mid-Ord:	0.393	External:	0.394
Chord:	25.556	Course:	N 59° 09' 25.7779" W

Tangent Data			
Length:	109.775	Course:	N 62° 40' 45.0413" W

Circular Curve Data			
Delta:	14° 21' 22.4865"	Type:	LEFT
Radius:	200.000		
Length:	50.113	Tangent:	25.188
Mid-Ord:	1.568	External:	1.580
Chord:	49.982	Course:	N 69° 51' 26.2845" W

Tangent Data			
Length:	41.994	Course:	N 77° 02' 07.5278" W

Circular Curve Data			
Delta:	12° 03' 45.6709"	Type:	RIGHT
Radius:	233.719		
Length:	49.206	Tangent:	24.694
Mid-Ord:	1.294	External:	1.301
Chord:	49.115	Course:	N 71° 00' 14.6923" W

Tangent Data			
Length:	102.616	Course:	N 64° 58' 21.8569" W

Circular Curve Data			
Delta:	28° 37' 10.6295"	Type:	LEFT
Radius:	143.025		
Length:	71.442	Tangent:	36.483
Mid-Ord:	4.438	External:	4.580
Chord:	70.702	Course:	N 79° 16' 57.1717" W

Tangent Data

Length:	92.666	Course:	S 86° 24' 27.5136" W

Circular Curve Data

Delta:	14° 42' 57.0209"	Type:	RIGHT
Radius:	211.000		
Length:	54.193	Tangent:	27.247
Mid-Ord:	1.737	External:	1.752
Chord:	54.044	Course:	N 86° 14' 03.9760" W

Tangent Data

Length:	106.377	Course:	N 78° 52' 35.4655" W

ملحق رقم (4)

Vertical curve

Profile Vertical Curve Report

Client:	**Prepared by:**
Client	Preparer
Client Company	Your Company Name
Address 1	123 Main Street
Date: 7/12/2014 2:38:12 PM	

Vertical Alignment: finis ground
Description:
Station Range: Start: 0+000.00, End: 1+152.22

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+084.03	Elevation:	925.452m
PVI Station:	0+100.00	Elevation:	925.487m
PVT Station:	0+115.97	Elevation:	925.478m
High Point:	0+109.64	Elevation:	925.480m
Grade in(%):	0.22%	Grade out(%):	-0.05%
Change(%):	0.27%	K:	117.322m
Curve Length:	31.943m	Curve Radius	11,732.224m
Passing Distance:	5,695.535m	Stopping Distance:	2,456.859m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+116.01	Elevation:	925.478m
PVI Station:	0+116.81	Elevation:	925.478m
PVT Station:	0+117.61	Elevation:	925.493m
Low Point:	0+116.06	Elevation:	925.478m
Grade in(%):	-0.05%	Grade out(%):	1.82%
Change(%):	1.88%	K:	0.851m
Curve Length:	1.597m	Curve Radius	85.087m
Headlight Distance:	1,531.300m		

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+118.55	Elevation:	925.510m
PVI Station:	0+136.48	Elevation:	925.837m
PVT Station:	0+154.41	Elevation:	926.410m
Low Point:	0+118.55	Elevation:	925.510m
Grade in(%):	1.82%	Grade out(%):	3.20%

Change(%):	1.38%	K:	26.054m
Curve Length:	35.858m	Curve Radius	2,605.445m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+155.19	Elevation:	926.435m
PVI Station:	0+170.00	Elevation:	926.909m
PVT Station:	0+184.81	Elevation:	927.867m
Low Point:	0+155.19	Elevation:	926.435m
Grade in(%):	3.20%	Grade out(%):	6.47%
Change(%):	3.27%	K:	9.056m
Curve Length:	29.617m	Curve Radius	905.588m
Headlight Distance:	162.912m		

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+192.61	Elevation:	928.372m
PVI Station:	0+220.00	Elevation:	930.144m
PVT Station:	0+247.39	Elevation:	932.234m
Low Point:	0+192.61	Elevation:	928.372m
Grade in(%):	6.47%	Grade out(%):	7.63%
Change(%):	1.16%	K:	47.269m
Curve Length:	54.787m	Curve Radius	4,726.925m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+247.47	Elevation:	932.239m
PVI Station:	0+248.84	Elevation:	932.344m
PVT Station:	0+250.21	Elevation:	932.450m
Low Point:	0+247.47	Elevation:	932.239m
Grade in(%):	7.63%	Grade out(%):	7.75%
Change(%):	0.12%	K:	22.178m
Curve Length:	2.739m	Curve Radius	2,217.756m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+251.30	Elevation:	932.535m
PVI Station:	0+281.37	Elevation:	934.866m

PVT Station:	0+311.44	Elevation:	935.737m
High Point:	0+311.44	Elevation:	935.737m
Grade in(%):	7.75%	Grade out(%):	2.90%
Change(%):	4.86%	K:	12.383m
Curve Length:	60.135m	Curve Radius	1,238.314m
Passing Distance:	348.496m	Stopping Distance:	166.918m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+312.33	Elevation:	935.762m
PVI Station:	0+320.00	Elevation:	935.985m
PVT Station:	0+327.67	Elevation:	936.236m
Low Point:	0+312.33	Elevation:	935.762m
Grade in(%):	2.90%	Grade out(%):	3.28%
Change(%):	0.38%	K:	39.952m
Curve Length:	15.346m	Curve Radius	3,995.241m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+328.29	Elevation:	936.257m
PVI Station:	0+340.00	Elevation:	936.641m
PVT Station:	0+351.71	Elevation:	936.973m
High Point:	0+351.71	Elevation:	936.973m
Grade in(%):	3.28%	Grade out(%):	2.84%
Change(%):	0.44%	K:	52.733m
Curve Length:	23.421m	Curve Radius	5,273.340m
Passing Distance:	3,493.430m	Stopping Distance:	1,508.037m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+353.76	Elevation:	937.031m
PVI Station:	0+392.73	Elevation:	938.136m
PVT Station:	0+431.70	Elevation:	939.447m
Low Point:	0+353.76	Elevation:	937.031m
Grade in(%):	2.84%	Grade out(%):	3.36%
Change(%):	0.53%	K:	148.070m
Curve Length:	77.938m	Curve Radius	14,807.031m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+432.67	Elevation:	939.479m
PVI Station:	0+451.14	Elevation:	940.100m
PVT Station:	0+469.60	Elevation:	940.781m
Low Point:	0+432.67	Elevation:	939.479m
Grade in(%):	3.36%	Grade out(%):	3.69%
Change(%):	0.32%	K:	114.072m
Curve Length:	36.933m	Curve Radius	11,407.248m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+475.00	Elevation:	940.980m
PVI Station:	0+550.00	Elevation:	943.745m
PVT Station:	0+625.00	Elevation:	946.605m
Low Point:	0+475.00	Elevation:	940.980m
Grade in(%):	3.69%	Grade out(%):	3.81%
Change(%):	0.13%	K:	1,181.771m
Curve Length:	150.000m	Curve Radius	118,177.067m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+626.25	Elevation:	946.652m
PVI Station:	0+650.00	Elevation:	947.558m
PVT Station:	0+673.75	Elevation:	948.357m
High Point:	0+673.75	Elevation:	948.357m
Grade in(%):	3.81%	Grade out(%):	3.36%
Change(%):	0.45%	K:	105.362m
Curve Length:	47.500m	Curve Radius	10,536.231m
Passing Distance:	3,453.820m	Stopping Distance:	1,497.880m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+673.81	Elevation:	948.359m
PVI Station:	0+675.00	Elevation:	948.399m
PVT Station:	0+676.19	Elevation:	948.393m
High Point:	0+675.90	Elevation:	948.394m
Grade in(%):	3.36%	Grade out(%):	-0.47%

Change(%):	3.83%	K:	0.620m
Curve Length:	2.375m	Curve Radius	62.047m
Passing Distance:	405.176m	Stopping Distance:	174.808m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+702.00	Elevation:	948.273m
PVI Station:	0+740.00	Elevation:	948.096m
PVT Station:	0+778.00	Elevation:	947.596m
High Point:	0+702.00	Elevation:	948.273m
Grade in(%):	-0.47%	Grade out(%):	-1.32%
Change(%):	0.85%	K:	89.326m
Curve Length:	76.000m	Curve Radius	8,932.583m
Passing Distance:	1,855.501m	Stopping Distance:	819.102m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+778.10	Elevation:	947.595m
PVI Station:	0+780.00	Elevation:	947.570m
PVT Station:	0+781.90	Elevation:	947.489m
High Point:	0+778.10	Elevation:	947.595m
Grade in(%):	-1.32%	Grade out(%):	-4.26%
Change(%):	2.94%	K:	1.292m
Curve Length:	3.800m	Curve Radius	129.187m
Passing Distance:	527.609m	Stopping Distance:	227.832m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+783.30	Elevation:	947.429m
PVI Station:	0+810.00	Elevation:	946.292m
PVT Station:	0+836.70	Elevation:	945.003m
High Point:	0+783.30	Elevation:	947.429m
Grade in(%):	-4.26%	Grade out(%):	-4.83%
Change(%):	0.57%	K:	93.239m
Curve Length:	53.390m	Curve Radius	9,323.905m
Passing Distance:	2,727.226m	Stopping Distance:	1,187.293m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+837.50	Elevation:	944.964m

PVI Station:	0+852.76	Elevation:	944.227m
PVT Station:	0+868.02	Elevation:	943.781m
Low Point:	0+868.02	Elevation:	943.781m
Grade in(%):	-4.83%	Grade out(%):	-2.92%
Change(%):	1.91%	K:	15.967m
Curve Length:	30.526m	Curve Radius	1,596.683m
Headlight Distance:	1,377.681m		

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+868.45	Elevation:	943.769m
PVI Station:	0+876.46	Elevation:	943.535m
PVT Station:	0+884.47	Elevation:	943.515m
Low Point:	0+884.47	Elevation:	943.515m
Grade in(%):	-2.92%	Grade out(%):	-0.25%
Change(%):	2.67%	K:	6.006m
Curve Length:	16.019m	Curve Radius	600.608m
Headlight Distance:	240.171m		

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+886.90	Elevation:	943.509m
PVI Station:	0+933.18	Elevation:	943.393m
PVT Station:	0+979.46	Elevation:	943.920m
Low Point:	0+903.61	Elevation:	943.488m
Grade in(%):	-0.25%	Grade out(%):	1.14%
Change(%):	1.39%	K:	66.539m
Curve Length:	92.560m	Curve Radius	6,653.923m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+979.84	Elevation:	943.925m
PVI Station:	0+986.99	Elevation:	944.006m
PVT Station:	0+994.14	Elevation:	944.176m
Low Point:	0+979.84	Elevation:	943.925m
Grade in(%):	1.14%	Grade out(%):	2.37%
Change(%):	1.23%	K:	11.603m
Curve Length:	14.298m	Curve Radius	1,160.275m

Headlight Distance:

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+995.68	Elevation:	944.212m
PVI Station:	1+025.00	Elevation:	944.908m
PVT Station:	1+054.32	Elevation:	945.049m
High Point:	1+054.32	Elevation:	945.049m
Grade in(%):	2.37%	Grade out(%):	0.48%
Change(%):	1.89%	K:	31.034m
Curve Length:	58.641m	Curve Radius	3,103.423m
Passing Distance:	847.687m	Stopping Distance:	381.027m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	1+055.10	Elevation:	945.053m
PVI Station:	1+070.00	Elevation:	945.125m
PVT Station:	1+084.90	Elevation:	945.102m
High Point:	1+077.75	Elevation:	945.108m
Grade in(%):	0.48%	Grade out(%):	-0.15%
Change(%):	0.63%	K:	46.924m
Curve Length:	29.791m	Curve Radius	4,692.418m
Passing Distance:	2,450.620m	Stopping Distance:	1,061.689m

Vertical Alignment: Profile - (1)
Description:
Station Range: Start: 0+000.00, End: 1+152.22

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+029.10	Elevation:	925.336m
PVI Station:	0+038.33	Elevation:	925.357m
PVT Station:	0+047.56	Elevation:	925.366m
High Point:	0+047.56	Elevation:	925.366m
Grade in(%):	0.23%	Grade out(%):	0.09%
Change(%):	0.14%	K:	133.028m
Curve Length:	18.466m	Curve Radius	13,302.783m
Passing Distance:	11,149.035m	Stopping Distance:	4,796.750m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+057.11	Elevation:	925.375m
PVI Station:	0+057.46	Elevation:	925.375m
PVT Station:	0+057.81	Elevation:	925.375m
High Point:	0+057.81	Elevation:	925.375m
Grade in(%):	0.09%	Grade out(%):	0.08%
Change(%):	0.01%	K:	57.653m
Curve Length:	0.705m	Curve Radius	5,765.317m
Passing Distance:	126,387.428m	Stopping Distance:	54,317.313m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+074.13	Elevation:	925.389m
PVI Station:	0+085.68	Elevation:	925.398m
PVT Station:	0+097.23	Elevation:	925.509m
Low Point:	0+074.13	Elevation:	925.389m
Grade in(%):	0.08%	Grade out(%):	0.96%
Change(%):	0.88%	K:	26.180m
Curve Length:	23.103m	Curve Radius	2,617.958m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+103.35	Elevation:	925.458m
PVI Station:	0+112.65	Elevation:	925.378m
PVT Station:	0+121.96	Elevation:	925.557m
Low Point:	0+109.10	Elevation:	925.434m
Grade in(%):	-0.86%	Grade out(%):	1.92%
Change(%):	2.78%	K:	6.682m
Curve Length:	18.605m	Curve Radius	668.231m
Headlight Distance:	217.475m		

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+145.05	Elevation:	926.001m
PVI Station:	0+147.67	Elevation:	926.052m
PVT Station:	0+150.29	Elevation:	926.143m
Low Point:	0+145.05	Elevation:	926.001m
Grade in(%):	1.92%	Grade out(%):	3.48%
Change(%):	1.56%	K:	3.364m

Curve Length:	5.238m	Curve Radius	336.448m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+157.40	Elevation:	926.390m
PVI Station:	0+176.11	Elevation:	927.042m
PVT Station:	0+194.82	Elevation:	928.377m
Low Point:	0+157.40	Elevation:	926.390m
Grade in(%):	3.48%	Grade out(%):	7.14%
Change(%):	3.66%	K:	10.237m
Curve Length:	37.423m	Curve Radius	1,023.702m
Headlight Distance:	140.512m		

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+199.62	Elevation:	928.720m
PVI Station:	0+201.18	Elevation:	928.831m
PVT Station:	0+202.74	Elevation:	928.938m
High Point:	0+202.74	Elevation:	928.938m
Grade in(%):	7.14%	Grade out(%):	6.86%
Change(%):	0.27%	K:	11.366m
Curve Length:	3.121m	Curve Radius	1,136.562m
Passing Distance:	5,632.599m	Stopping Distance:	2,421.593m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+213.69	Elevation:	929.690m
PVI Station:	0+214.25	Elevation:	929.728m
PVT Station:	0+214.82	Elevation:	929.769m
Low Point:	0+213.69	Elevation:	929.690m
Grade in(%):	6.86%	Grade out(%):	7.24%
Change(%):	0.38%	K:	2.990m
Curve Length:	1.123m	Curve Radius	298.990m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+230.39	Elevation:	930.896m
PVI Station:	0+239.61	Elevation:	931.563m
PVT Station:	0+248.84	Elevation:	932.344m

Low Point:	0+230.39	Elevation:	930.896m
Grade in(%):	7.24%	Grade out(%):	8.46%
Change(%):	1.23%	K:	15.054m
Curve Length:	18.442m	Curve Radius	1,505.437m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+251.96	Elevation:	932.608m
PVI Station:	0+253.02	Elevation:	932.698m
PVT Station:	0+254.09	Elevation:	932.772m
High Point:	0+254.09	Elevation:	932.772m
Grade in(%):	8.46%	Grade out(%):	6.92%
Change(%):	1.54%	K:	1.378m
Curve Length:	2.129m	Curve Radius	137.828m
Passing Distance:	1,002.123m	Stopping Distance:	431.286m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+260.82	Elevation:	933.237m
PVI Station:	0+261.69	Elevation:	933.298m
PVT Station:	0+262.57	Elevation:	933.355m
High Point:	0+262.57	Elevation:	933.355m
Grade in(%):	6.92%	Grade out(%):	6.58%
Change(%):	0.34%	K:	5.185m
Curve Length:	1.749m	Curve Radius	518.511m
Passing Distance:	4,585.137m	Stopping Distance:	1,971.038m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+273.86	Elevation:	934.099m
PVI Station:	0+281.86	Elevation:	934.625m
PVT Station:	0+289.85	Elevation:	934.950m
High Point:	0+289.85	Elevation:	934.950m
Grade in(%):	6.58%	Grade out(%):	4.07%
Change(%):	2.51%	K:	6.366m
Curve Length:	15.990m	Curve Radius	636.628m
Passing Distance:	623.665m	Stopping Distance:	272.589m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+299.17	Elevation:	935.329m
PVI Station:	0+300.00	Elevation:	935.363m
PVT Station:	0+300.83	Elevation:	935.389m
High Point:	0+300.83	Elevation:	935.389m
Grade in(%):	4.07%	Grade out(%):	3.10%
Change(%):	0.97%	K:	1.712m
Curve Length:	1.660m	Curve Radius	171.153m
Passing Distance:	1,594.936m	Stopping Distance:	685.924m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+318.69	Elevation:	935.942m
PVI Station:	0+323.31	Elevation:	936.085m
PVT Station:	0+327.93	Elevation:	936.244m
Low Point:	0+318.69	Elevation:	935.942m
Grade in(%):	3.10%	Grade out(%):	3.44%
Change(%):	0.34%	K:	27.338m
Curve Length:	9.246m	Curve Radius	2,733.762m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+329.64	Elevation:	936.302m
PVI Station:	0+338.52	Elevation:	936.608m
PVT Station:	0+347.41	Elevation:	936.866m
High Point:	0+347.41	Elevation:	936.866m
Grade in(%):	3.44%	Grade out(%):	2.90%
Change(%):	0.54%	K:	33.140m
Curve Length:	17.773m	Curve Radius	3,313.996m
Passing Distance:	2,892.344m	Stopping Distance:	1,248.101m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+359.64	Elevation:	937.220m
PVI Station:	0+370.00	Elevation:	937.521m
PVT Station:	0+380.36	Elevation:	937.798m
High Point:	0+380.36	Elevation:	937.798m
Grade in(%):	2.90%	Grade out(%):	2.68%

Change(%):	0.22%	K:	93.785m
Curve Length:	20.719m	Curve Radius	9,378.486m
Passing Distance:	7,009.882m	Stopping Distance:	3,018.521m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+389.00	Elevation:	938.030m
PVI Station:	0+392.73	Elevation:	938.130m
PVT Station:	0+396.46	Elevation:	938.256m
Low Point:	0+389.00	Elevation:	938.030m
Grade in(%):	2.68%	Grade out(%):	3.37%
Change(%):	0.69%	K:	10.796m
Curve Length:	7.456m	Curve Radius	1,079.561m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+448.24	Elevation:	940.001m
PVI Station:	0+449.69	Elevation:	940.049m
PVT Station:	0+451.14	Elevation:	940.100m
Low Point:	0+448.24	Elevation:	940.001m
Grade in(%):	3.37%	Grade out(%):	3.51%
Change(%):	0.14%	K:	20.502m
Curve Length:	2.896m	Curve Radius	2,050.239m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+454.61	Elevation:	940.222m
PVI Station:	0+458.71	Elevation:	940.366m
PVT Station:	0+462.82	Elevation:	940.525m
Low Point:	0+454.61	Elevation:	940.222m
Grade in(%):	3.51%	Grade out(%):	3.86%
Change(%):	0.35%	K:	23.285m
Curve Length:	8.213m	Curve Radius	2,328.531m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+469.69	Elevation:	940.790m
PVI Station:	0+469.96	Elevation:	940.801m

PVT Station:	0+470.23	Elevation:	940.811m
High Point:	0+470.23	Elevation:	940.811m
Grade in(%):	3.86%	Grade out(%):	3.59%
Change(%):	0.28%	K:	1.943m
Curve Length:	0.539m	Curve Radius	194.284m
Passing Distance:	5,578.691m	Stopping Distance:	2,397.690m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+474.66	Elevation:	940.969m
PVI Station:	0+475.00	Elevation:	940.982m
PVT Station:	0+475.34	Elevation:	940.992m
High Point:	0+475.34	Elevation:	940.992m
Grade in(%):	3.59%	Grade out(%):	3.06%
Change(%):	0.53%	K:	1.302m
Curve Length:	0.689m	Curve Radius	130.231m
Passing Distance:	2,924.234m	Stopping Distance:	1,256.935m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+476.78	Elevation:	941.036m
PVI Station:	0+477.64	Elevation:	941.062m
PVT Station:	0+478.50	Elevation:	941.095m
Low Point:	0+476.78	Elevation:	941.036m
Grade in(%):	3.06%	Grade out(%):	3.74%
Change(%):	0.68%	K:	2.543m
Curve Length:	1.723m	Curve Radius	254.264m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+488.95	Elevation:	941.485m
PVI Station:	0+490.81	Elevation:	941.554m
PVT Station:	0+492.66	Elevation:	941.622m
High Point:	0+492.66	Elevation:	941.622m
Grade in(%):	3.74%	Grade out(%):	3.63%
Change(%):	0.10%	K:	35.606m
Curve Length:	3.712m	Curve Radius	3,560.558m

Passing Distance: 14,833.806m Stopping Distance: 6,376.135m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+506.73	Elevation:	942.133m
PVI Station:	0+507.83	Elevation:	942.172m
PVT Station:	0+508.92	Elevation:	942.215m
Low Point:	0+506.73	Elevation:	942.133m
Grade in(%):	3.63%	Grade out(%):	3.90%
Change(%):	0.27%	K:	8.167m
Curve Length:	2.186m	Curve Radius	816.703m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+522.91	Elevation:	942.760m
PVI Station:	0+532.61	Elevation:	943.139m
PVT Station:	0+542.32	Elevation:	943.468m
High Point:	0+542.32	Elevation:	943.468m
Grade in(%):	3.90%	Grade out(%):	3.39%
Change(%):	0.50%	K:	38.504m
Curve Length:	19.413m	Curve Radius	3,850.359m

Passing Distance: 3,076.777m Stopping Distance: 1,327.831m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+545.75	Elevation:	943.585m
PVI Station:	0+552.92	Elevation:	943.828m
PVT Station:	0+560.10	Elevation:	944.178m
Low Point:	0+545.75	Elevation:	943.585m
Grade in(%):	3.39%	Grade out(%):	4.88%
Change(%):	1.48%	K:	9.669m
Curve Length:	14.353m	Curve Radius	966.874m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+569.27	Elevation:	944.626m
PVI Station:	0+570.00	Elevation:	944.661m
PVT Station:	0+570.73	Elevation:	944.688m
High Point:	0+570.73	Elevation:	944.688m

Grade in(%):	4.88%	Grade out(%):	3.62%
Change(%):	1.26%	K:	1.154m
Curve Length:	1.453m	Curve Radius	115.433m
Passing Distance:	1,229.591m	Stopping Distance:	528.851m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+655.60	Elevation:	947.761m
PVI Station:	0+662.17	Elevation:	947.999m
PVT Station:	0+668.74	Elevation:	948.222m
High Point:	0+668.74	Elevation:	948.222m
Grade in(%):	3.62%	Grade out(%):	3.41%
Change(%):	0.21%	K:	61.565m
Curve Length:	13.139m	Curve Radius	6,156.485m
Passing Distance:	7,252.465m	Stopping Distance:	3,120.614m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+668.84	Elevation:	948.226m
PVI Station:	0+672.89	Elevation:	948.364m
PVT Station:	0+676.93	Elevation:	948.444m
High Point:	0+676.93	Elevation:	948.444m
Grade in(%):	3.41%	Grade out(%):	1.97%
Change(%):	1.43%	K:	5.644m
Curve Length:	8.090m	Curve Radius	564.377m
Passing Distance:	1,082.821m	Stopping Distance:	467.667m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+678.51	Elevation:	948.475m
PVI Station:	0+682.03	Elevation:	948.544m
PVT Station:	0+685.54	Elevation:	948.520m
High Point:	0+683.72	Elevation:	948.526m
Grade in(%):	1.97%	Grade out(%):	-0.69%
Change(%):	2.66%	K:	2.638m
Curve Length:	7.029m	Curve Radius	263.844m
Passing Distance:	583.936m	Stopping Distance:	252.961m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+720.77	Elevation:	948.277m
PVI Station:	0+727.46	Elevation:	948.231m
PVT Station:	0+734.15	Elevation:	948.149m
High Point:	0+720.77	Elevation:	948.277m
Grade in(%):	-0.69%	Grade out(%):	-1.21%
Change(%):	0.52%	K:	25.536m
Curve Length:	13.386m	Curve Radius	2,553.621m
Passing Distance:	2,956.767m	Stopping Distance:	1,274.537m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+734.82	Elevation:	948.141m
PVI Station:	0+735.00	Elevation:	948.139m
PVT Station:	0+735.18	Elevation:	948.137m
Low Point:	0+735.18	Elevation:	948.137m
Grade in(%):	-1.21%	Grade out(%):	-0.86%
Change(%):	0.36%	K:	1.008m
Curve Length:	0.359m	Curve Radius	100.828m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+745.65	Elevation:	948.048m
PVI Station:	0+750.54	Elevation:	948.006m
PVT Station:	0+755.43	Elevation:	947.965m
Low Point:	0+755.43	Elevation:	947.965m
Grade in(%):	-0.86%	Grade out(%):	-0.83%
Change(%):	0.03%	K:	303.067m
Curve Length:	9.781m	Curve Radius	30,306.669m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+761.40	Elevation:	947.916m
PVI Station:	0+779.48	Elevation:	947.767m
PVT Station:	0+797.55	Elevation:	946.894m
High Point:	0+761.40	Elevation:	947.916m
Grade in(%):	-0.83%	Grade out(%):	-4.83%
Change(%):	4.00%	K:	9.027m

Curve Length:	36.147m	Curve Radius	902.699m
Passing Distance:	404.247m	Stopping Distance:	184.038m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+852.76	Elevation:	944.227m
PVI Station:	0+860.00	Elevation:	943.877m
PVT Station:	0+867.24	Elevation:	943.722m
Low Point:	0+867.24	Elevation:	943.722m
Grade in(%):	-4.83%	Grade out(%):	-2.14%
Change(%):	2.69%	K:	5.382m
Curve Length:	14.477m	Curve Radius	538.227m
Headlight Distance:	232.428m		

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+873.54	Elevation:	943.587m
PVI Station:	0+875.00	Elevation:	943.556m
PVT Station:	0+876.46	Elevation:	943.535m
Low Point:	0+876.46	Elevation:	943.535m
Grade in(%):	-2.14%	Grade out(%):	-1.43%
Change(%):	0.71%	K:	4.084m
Curve Length:	2.912m	Curve Radius	408.438m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+882.79	Elevation:	943.445m
PVI Station:	0+885.00	Elevation:	943.413m
PVT Station:	0+887.21	Elevation:	943.393m
Low Point:	0+887.21	Elevation:	943.393m
Grade in(%):	-1.43%	Grade out(%):	-0.93%
Change(%):	0.50%	K:	8.861m
Curve Length:	4.411m	Curve Radius	886.074m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+903.91	Elevation:	943.238m
PVI Station:	0+908.84	Elevation:	943.192m
PVT Station:	0+913.77	Elevation:	943.201m

Low Point:	0+912.17	Elevation:	943.199m
Grade in(%):	-0.93%	Grade out(%):	0.18%
Change(%):	1.11%	K:	8.886m
Curve Length:	9.862m	Curve Radius	888.604m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+926.82	Elevation:	943.224m
PVI Station:	0+930.00	Elevation:	943.230m
PVT Station:	0+933.18	Elevation:	943.260m
Low Point:	0+926.82	Elevation:	943.224m
Grade in(%):	0.18%	Grade out(%):	0.93%
Change(%):	0.75%	K:	8.441m
Curve Length:	6.363m	Curve Radius	844.146m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+942.60	Elevation:	943.348m
PVI Station:	0+942.64	Elevation:	943.348m
PVT Station:	0+942.69	Elevation:	943.348m
High Point:	0+942.69	Elevation:	943.348m
Grade in(%):	0.93%	Grade out(%):	0.57%
Change(%):	0.37%	K:	0.234m
Curve Length:	0.086m	Curve Radius	23.403m
Passing Distance:	4,223.904m	Stopping Distance:	1,815.318m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+943.56	Elevation:	943.353m
PVI Station:	0+963.89	Elevation:	943.469m
PVT Station:	0+984.22	Elevation:	943.942m
Low Point:	0+943.56	Elevation:	943.353m
Grade in(%):	0.57%	Grade out(%):	2.33%
Change(%):	1.76%	K:	23.104m
Curve Length:	40.657m	Curve Radius	2,310.394m
Headlight Distance:	16,570.665m		

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+989.76	Elevation:	944.071m
PVI Station:	0+990.00	Elevation:	944.076m
PVT Station:	0+990.24	Elevation:	944.082m
High Point:	0+990.24	Elevation:	944.082m
Grade in(%):	2.33%	Grade out(%):	2.23%
Change(%):	0.10%	K:	4.830m
Curve Length:	0.485m	Curve Radius	482.958m
Passing Distance:	15,408.741m	Stopping Distance:	6,622.302m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+994.28	Elevation:	944.172m
PVI Station:	1+000.00	Elevation:	944.299m
PVT Station:	1+005.72	Elevation:	944.461m
Low Point:	0+994.28	Elevation:	944.172m
Grade in(%):	2.23%	Grade out(%):	2.83%
Change(%):	0.61%	K:	18.900m
Curve Length:	11.441m	Curve Radius	1,889.985m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	1+013.50	Elevation:	944.682m
PVI Station:	1+015.00	Elevation:	944.724m
PVT Station:	1+016.50	Elevation:	944.752m
High Point:	1+016.50	Elevation:	944.752m
Grade in(%):	2.83%	Grade out(%):	1.84%
Change(%):	0.99%	K:	3.017m
Curve Length:	2.994m	Curve Radius	301.678m
Passing Distance:	1,559.834m	Stopping Distance:	671.218m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	1+029.78	Elevation:	944.996m
PVI Station:	1+030.00	Elevation:	945.000m
PVT Station:	1+030.22	Elevation:	945.002m
High Point:	1+030.22	Elevation:	945.002m
Grade in(%):	1.84%	Grade out(%):	0.91%
Change(%):	0.93%	K:	0.485m

Curve Length:	0.449m	Curve Radius	48.501m
Passing Distance:	1,671.516m	Stopping Distance:	718.490m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	1+033.86	Elevation:	945.035m
PVI Station:	1+035.00	Elevation:	945.046m
PVT Station:	1+036.14	Elevation:	945.051m
High Point:	1+036.14	Elevation:	945.051m
Grade in(%):	0.91%	Grade out(%):	0.43%
Change(%):	0.48%	K:	4.699m
Curve Length:	2.272m	Curve Radius	469.892m
Passing Distance:	3,199.279m	Stopping Distance:	1,375.591m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	1+051.81	Elevation:	945.118m
PVI Station:	1+055.56	Elevation:	945.134m
PVT Station:	1+059.32	Elevation:	945.132m
High Point:	1+058.34	Elevation:	945.132m
Grade in(%):	0.43%	Grade out(%):	-0.06%
Change(%):	0.50%	K:	15.142m
Curve Length:	7.507m	Curve Radius	1,514.159m
Passing Distance:	3,122.821m	Stopping Distance:	1,344.225m

من بين طيات هذا العمل نرجو من الله العلي القدير

أن يتقبله منا خالص الوجهه الكريم . وأن نكون قد وفينا الحق في تقديمه كمرجع لموضوع (الموضوع كتتبي)

في علم (الماده الى داخل تحتها الموضوع)وان ينفع طلاب به وأن يجمعلنا ممن بلغنا عن رسول الله صلى الله

..عليه وسلم ولو بآيه , وآخردعوانا أن الحمدلله رب العالمين والصلاة والسلام على أشلاف الخلق والمرسلين