بسم الله الرحمن الرحيم

تخطيط وتصميم الطريق الواصل بين خلة حاضور
وخلة جارخ مرورا بواد القطع

فريق العمل

شاهر جبريل عاشور طارق عبد الرحمن النتشة

يوسف حسين أبو الريش

إشراف

المهندس مصعب شاهين

تقرير مشروع التخرج

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

جامعة بوليتكنيك فلسطين

للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على درجة البكالوريس في الهندسة تخصص

هندسة المساحة والجيوماتكس

جامعة بوليتكنيك فلسطين

الخليل - فلسطين

حزيران - ٢٠٠٩

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بوليتكنيك فلسطين
الخليل – فلسطين

تخطيط وتصميم الطريق الواصل بين خلة حاضور

وخلة جارخ مرورا بواد القطع

فريق العمل

شاهر جبريل عاشور　　طارق عبد الرحمن النتشة
يوسف حسن أبو الريش

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

توقيع مشرف المشروع	توقيع رئيس الدائرة
الاسم :	**الاسم :**

توقيع اللجنة المناقشة

....

حزيران - ٢٠٠٩م

الإهداء

نهدي هذا العمل المتواضع إلى إبائنا وأمهاتنا الذين سهروا علينا الليالي ،

وإلى الذين سطروا بدمائهم أروع ملاحم التضحية و الشموخ والإباء إلى كل شهداء فلسطين ،

و خصوصا شهداء جامعة البوليتكنك الذين أناروا لنا الدرب، لنسير واثقين بكل العزم نحو تحقيق أمانينا.

و نهديه أيضا إلى كل الأسرى القابعين خلف القضبان ونخص أسرى جامعة البوليتكنيك الصابرين الصامدين رغم المصاعب شامخين، وإلى كل أسرى الحرية.

ونهديه أيضا إلى المجاهدين والمقاومين في فلسطين الذين يسطرون بدمائهم الزكية الملحمة تلو الملحمة ويدافعون عن مجد امتنا.

و نهديه إلى كل أم فلسطينية و أب فلسطيني، صانعي الرجال و الأبطال، إلى كل أم فقدت أحدا من أبنائها إما شهيدا أو أسيرا، ونهديه بالتحديد إلى آباءنا وأمهاتنا الأعزاء.

ونهديه إلى كل الإخوان والأصدقاء ونخص بالذكر الزملاء في تخصص هندسة المساحة و الجيوماتكس .

فريق العمل

شـكـــــر وتقدير

بأسمى آيات الشكر والتقدير الممزوجة برائحة الياسمين نتقدم نحن طلبة هذا المشروع إلى كل من ساهم في إنجاح هذا العمل

الذي هو بداية الانطلاقة نحو أفق علمي وعملي واسع ، ابتداء بجامعة بوليتكنيك فلسطين ممثلة بدائرة الهندسة المدنية والمعمارية ومكتبة الجامعة التي ما فتئت أن تقدم لنا المراجع والمصادر التي تم الاستفادة منها.

كما نتقدم بجزيل الشكر لجميع أساتذة دائرة الهندسة المدنية والمعمارية وعلى رأسهم مشرف المشروع الأستاذ المهندس مصعب شاهين

الذي لم يبخل علينا بأي معلومة أو مساعدة.

كما و نتقدم بجزيل الشكر إلى الدكتور ماجد أبو شرخ ، المهندس فيضي شبانة ، المهندس نضال أبو رجب ، المندس معتز قفيشة، المهندسة علياء الزير ، المساح أياد جويحان،الطالب أمير عوض والطالب وجدي طه لما قدموه لنا من مساعدة .

فريق العمل

ملخص المشروع

تخطيط وتصميم الطريق الواصل بين خلة حاضور

وخلة جارخ مرورا بوادي القطع

فريق العمل

شاهر جبريل عاشور **طارق عبدالرحمن النتشة**

يوسف حسين أبو الريش

جامعة بوليتكنيك فلسطين- ٢٠٠٨/٢٠٠٩م

إشراف:
م.مصعب شاهين

تعتبر الطرق عنصرا مهما من عناصر التنقل والوصل بين الأماكن، وأصبحت ترمز في الوقت الحاضر إلى مدى تقدم المنطقة التي تحوي تلك الطريق، وأصبحت ما تسمى البنية التحتية جزءا هاما من عناصر تقدم الدولة ورقيها وكما نعلم فالطرق جزء لا يتجزأ من البنية التحتية.

المشروع هو عبارة عن تخطيط وتصميم الطريق الواصل بين منطقة خلة حاضور وخلة بطرخ مرورا بواد القطع، وقد تم اختيار هذا المشروع لموقعه الحيوي الذي يربط عدة شوارع فرعية بالشوارع الرئيسية والمنطقة الخاصة بمشروع الكهرباء، وكذلك فان الطريق يعتبر حلقة وصل بين خلة حاضور ومنطقة قيزون وخلة بطرخ ومنطقة نمرة، حيث يشكل هذا المشروع تطبيقا للمفاهيم الهندسية والمواصفات الفنية الواجب إتباعها عند القيام بتصميم أي طريق، ويتكون المشروع من جزئين : عمل ميداني وعمل مكتبي .

يحتوي هذا المشروع على عدة فصول تبين الأعمال المساحية والتصميمية التي تم انجاز المشروع على أساسها، ويحتوي كذلك على ملحقات ومخططات تبين (التخطيط الهندسي للطريق، المقاطع الطولية والعرضية للطريق، منحنى الحجم للطريق، التصميم الأفقي للطريق، التصميم الراسي للطريق، مخططات الصرف الصحي)،ونود أن نلفت الانتباه إلى انه تم تصميم الطريق حسب المواصفات الهندسية (AASHTO 2004).

Abstract

Planning And Design OF The Road Between Kalet-Hadour And Kalet-Batrak Through Wad Al-Kuta'a

Team Work

Shaher Ashour **Tareq Natasha**

Yousef Abu Resh

Palestine Polytechnic University 2008/2009

Supervisor:

Eng.Musa’b Shaheen

The project is a planning and design of the road between Kalet-Hadour and Kalet-Batrak Through Wad Al-Kuta'a, which links several vital streets to the main streets and link sub-regional electricity projects well, the road is a link between Kalet-Hadour and Kalet-Batrak and Nemra, where this project applying of the concepts of engineering and technical specifications to be followed when designing any road, and the project consists of two parts: field work and the work of office.

This project contains several chapters to show the engineering design of the road and also includes accessories and plans to show (the planning of the road engineering, profile and cross sections of the road, hall mass diagram, horizontal curve design, Vertical curve design, swear net design), and we would like to draw attention to that road design by the engineering specifications (AASHTO 2004)

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
شهادة تقييم مقدمة مشروع التخرج	I
الاهداء	II
شكر وتقدير	III
ملخص المشروع	IV
Abstract	V
فهرس المحتويات	VI
فهرس **الجداول**	XIII
فهرس **الاشكال**	XV

الرقم **الموضوع** **رقم الصفحة**

الفصل الأول: المقدمة

١-١	**مقدمة عامة**	1
٢-١	أهداف وفكرة المشروع	1
٣-١	**الدراسات السابقة**	2
٤-١	**مضافة المشروع**	3
١-٤-١	تاريخ مدينة الخليل	3
٢-٤-١	موقع مدينة الخليل	3
٥-١	طريقة **عمل المشروع**	5
١-٥-١	المرحلة الاستكشافية	5
٢-٥-١	التصميم الابتدائي	5
٣-٥-١	المسح الميداني للطريق	5
٤-٥-١	**التصميم النهائي للطريق**	6
٦-١	البرامج والادوات المساحية المستخدمة	6
٧-١	**العوائق والصعوبات**	6
٨-١	**نطاق المشروع**	7
٩-١	**الجدول الزمني للمشروع**	7

الفصل الثاني: التصميم الهندسي للطريق

٢-١	**مقدمة**	8
٢-٢	العوامل الرئيسية التي تتحكم في تخطيط الطريق	8
٢-٣	الاعمال المساحية لمسار الطريق	9
٢-٤	أسس التصميم الهندسي للطريق	10
٢-٤-١	**حجم المرور**	10
٢-٤-١-١	الهدف من دراسة حجم المرور	10
٢-٤-١-٢	**طرق احصاء المركبات**	11
٢-٤-١-٣	**فترات التعداد**	11
٢-٤-١-٤	حجم السير الحالي والمستقبلي	11
٢-٤-١-٥	عمر الطريق	12
٢-٤-١-٦	تحليل المعلومات حول حجم السير	12
٢-٤-٢	تركيب المرور	15
٢-٤-٣	السرعة التصميمية	15
٢-٤-٤	عربات التصميم	17
٢-٤-٥	قطاع الطريق	17
٢-٤-٦	عرض المسارب والطريق	18
٢-٤-٧	عرض حرم الطريق	19
٢-٤-٨	الميول العرضية	19
٢-٤-٩	الميول الطولية	19
٢-٤-١٠	**الارصفة**	20
٢-٥	محددات التصميم	20
٢-٥-١	مسافة الرؤية	20
٢-٥-٢	مسافة الرؤية للتوقف	20
٢-٥-٣	مسافة الرؤية للتجاوز	22
٢-٦	**علامات المرور**	24
٢-٦-١	أهداف علامات المرور	24
٢-٦-٢	الشروط الواجب توفرها في **علامات المرور**	24
٢-٧	**أنواع علامات المرور**	25
٢-٨	**اشارات المرور**	27
٢-٨-١	**مواصفات اشارات المرور**	27
٢-٨-٢	الرؤية في الليل	28

٩-٢ أنواع لشارات المرور 28

الفصل الثالث: تصحيح المضلع

١-٣ مقدمة 30
٢-٣ انواع المضلعات 30
١-٢-٣ المضلع المفتوح 30
٢-٢-٣ المضلع المغلق 31
٣-٣ مقابلات القة لأعمل المضلعات 32
٤-٣ القراءات 32
٥-٣ حساب احداثيات المحطات قبل التصحيح 37
٦-٣ تصحيح الأخطاء للمضلع Reduction of Errors 39
١-٦-٣ الأخطاءفي المسافات Error in Distance 39
٢-٦-٣ الخطأفي الضبط المؤقت للجهاز Instrument Centering Error 40
٣-٦-٣ أخطاء التوجيه Target Centering 40
٤-٦-٣ الأخطاء في قياس الزوايا 41
٧-٣ تصحيح الأخطاء في الإحداثيات 42
١-٧-٣ Least Square Method 42
٢-٧-٣ Distance observation reduction 44
٣-٧-٣ Angle observation reduction 44
٨-٣ الإحداثيات المصححة 46
٩-٣ المسافات المصححة 47
١٠-٣ الزوايا المصححة 48

الفصل الرابع: التخطيط الأفقي والرئيسي

١-٤ مقدمة 53
٢-٤ القوة الطاردة المركزية 53
٣-٤ التعلية 54
٤-٤ التوسعة 55

٤-٥ الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق 57
٤-٦ المنحنيات الافقية 59
٤-٦-١ انواع المنحنيات الافقية 60
٤-٦-٢ المنحنيات الافقية الدائرية 60
٤-٧ ملاحظات عامة عن التخطيط الافقي 65
٤-٨ التخطيط الراسي للطريق 72
٤-٨-١ المنحنيات الراسية 72
٤-٨-٢ اشارة الميل وزاوية التدرج 72
٤-٨-٣ عناصر المنحنى الراسي 73
٤-٨-٤ خواص القطع المكافىء البسيط 74
٤-٨-٥ المنحنيات الراسية غير المتماثلة 75
٤-٨-٦ الميول الراسية العظمى في الطرق 76
٤-٩ العوامل المشاركة في اختيار طول المنحنى الرأسي 78
٤-١٠ ملاحظات عامة في التصميم الراسي 79

الفصل الخامس: التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية

٥-١ مقدمة 83
٥-٢ الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة 83
٥-٢-١ أختبارات التربة 83
٥-٢-١-١ اختبار الدك 83
٥-٢-١-٢ تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا 88
٥-٣ التصميم الانشائي للطريق 94
٥-٣-١ العناصر الانشائية للرصفة المرنة 94
٥-٣-٢ العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة 95
٥-٣-٣ حساب الاوزان المحورية القياسية وسمك الرصفة 95

الفصل السادس: شبكات الصرف الصحي

٦-١ مقدمة 101
٦-٢ الاعتبارات التي يبنى عليها اختيار النظام المناسب للصرف 101
٦-٢-١ طريقة الصرف المشترك 101

٦-٢-٢ طريقة الصرف **المفصل** 101
٦-٣ **شبكات المجاري العامة** 102
٦-٤ التحضير لمشروع شبكة الصرف الصحي 102
٦-٤-١ التخطيط الابتدائي 102
٦-٤-٢ تحديد اسس التصميم 103
٦-٤-٣ **الرفع المساحي** 103

٦-٤-٤ الدراسات السكانية 104
٦-٤-٤-١ **طرق التنبؤ بعدد السكان** 104
٦-٤-٤-٢ طرق تقدير عدد السكان 104
٦-٥ الاستهلاك والتصرفات 104
٦-٥-١ **تصرف الفرد** 105
٦-٥-٢ **التصرف المتوسط** 105
٦-٥-٣ تصرف مياه الامطار 106
٦-٥-٤ تصرف مياه الرشح 107

الفصل السابع : حساب المساحات والحجوم

٧-١ حساب مساحات المقاطع العرضية المختلفة 109
٧-٢ طريقة الاحداثيات في حساب مساحات المقاطع العرضية 109
٧-٣ حساب الحجوم والكميات 113
٧-٣-١ حساب كميات الحفر والردم بطريقة المقطع الوسطي 113
٧-٣-١-١ الحالات التي من الممكن ان يتواجد فيها المقطعين العرضيين المتتاليين 113
٧-٤ التمثيل الخطي لكميات الحفر والردم 119
٧-٥ **خواص منحنى الحجوم** 120
٧-٦ مسافة النقل المجانية 121

الفصل الثامن : التكلفة والعطاء

٨-١ **مقدمة** 122
٨-٢ حساب تكلفة الطريق 122
٨-٢-١ **تكلفة الرصفة** 122

٨-٢-٢ تكلفة الحفر والردم 123
٨-٢-٣ تكلفة تنظيف الطرق ورش مادة البيتومين 124
٨-٢-٤ تكلفة لشارات المرور 124
٨-٢-٥ تكلفةشبكات الصرف الصحي 124
٨-٢-٦ التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق 125
٨-٢-٧ التكلفة النهائية للمشروع 125
٨-٣ العطاءات 126
٨-٣-١ طرح العطاء 126
٨-٣-٢ دراسة العروض وتقييمها 128
٨-٣-٣ قرار الاحالة 128
٨-٣-٤ نموذج عرض منافسة مقترح 128
٨-٣-٥ الكميات المقترحة لبعض بنود الاعمال التي تمت دراستها في المشروع 130

الفصل التاسع : النتائج والتوصيات

٩-١ النتائج 131
٩-٢ التوصيات..... 131
المراجع 132

الملحقات

ملحق رقم ١: تصحيح المضلع (Traverse) 133

ملحق رقم ٢ : المنحنيات الافقية (Horizontal Curve) 137

ملحق رقم ٣: Horizontal Incremental Stationing Report 144

ملحق رقم ٤ : المنحنيات الراسية (Vertical Curve) 151

ملحق رقم ٥ : الشبكات الصحية (Manhole And Pipe Report) 155

ملحق رقم٦ : جداول الحجوم 160

ملحق رقم٧ : تحديد سماكة الرصفة..... 164

الفصل الأول

المقدمة

١-١ مقدمة عامة :-

استخدام الإنسان للطرق يعود منذ نشأته الأولى ووجوده ، حيث احتاج الإنسان إلى التنقل والبحث عن الغذاء والماء في مناطق مختلفة ، فاختار مسارات محددة تخدمه وتخدم حيواناته المختلفة وكانت هذه المسارات عبارة عن طرق متعرجة وذات منحنيات شديدة في بعضها ، وعليه بدأ بشق الطرق بأشكالها المختلفة سواء كانت طرق للمارة أو للعربات ، وبعد ذلك بدا الإنسان بالتفكير بوسائل التنقل لتساعده على قضاء حاجاته بوقت أسرع وجهد اقل ، فاستخدم العربات التي تجرها الحيوانات فاستدعى ذلك أن يقوم بعمل مسارات تسهل عملية تحرك هذه العربات.

ونتيجة التطور العلمي والتكنولوجي في العالم، أصبح هناك حاجة لتطور الطرق بسبب تطور صناعة المركبات، وعندها أصبح الحديث عن كيفية تحقيق سبل الراحة والأمان والسلامة لمستخدمي هذه الطرق ، فبدأت أعمال الرصف وزيادة عرض الشارع من أجل زيادة السلامة ولأمان على الطرق.

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

١-٢ أهداف وفكرة المشروع :-

تم اختيار هذا المشروع من أجل خدمة المواطنين وتسهيل حركتهم وقضاء حاجاتهم وذلك بسبب الزيادة السكانية والتوسع العمراني في مدينة الخليل ككل وفي منطقة خلة حاضور ونمره وزيادة عدد الناس والمركبات لتلك المنطقة، لأنها تربط بين عدة شوارع فرعية بشوارع رئيسية والمنطقة الخاصة بمشروع الكهرباء ، وكذلك فان الطريق تعتبر حلقة وصل بين خلة حاضور وخلة بطرخ في مدينة الخليل ، كما تكمن أهمية المشروع أيضا أن الطريق يمكن الناس من الوصول إلى المناطق المجاورة والبعيدة بأقل تكلفة ووقت ، وسيعمل على إنعاش

الأراضي المحيطة بالطريق المقترح، وكذلك تظهر أهمية المشروع أن هذه الطريق هي الأقصر التي تربط بين خلة حاضور وخلة بطرخ مرورا بواد القطع والمناطق المجاورة ، وبعد التنسيق مع بلدية الخليل ودائرة الهندسة المدنية والمعمارية قمنا بدراسة ومسح وعمل تصميم هندسي وإنشائي للطريق الواصل بين خلة حاضور وخلة بطرخ مرورا بواد القطع.

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

وفي النهاية تم تحديد سماكة الرصفة اللازمة، وإشارات المرور على الطريق، وعمل جدول بالتكاليف اللازمة لتنفيذ المشروع وإضافة مقترحات لتحسين الطريق الذي يقدر طوله ١٠٠ م.

١-٣ الدراسات السابقة :-

بعد الرجوع إلى بلدية الخليل والاستفسار عن المخططات والدراسات السابقة المتعلقة بالطريق لم نجد عندهم أي مخطط للطريق، وبما أن جميع الطرق تحتوي على جميع العناصر التي يحتوي عيها أي طريق آخر في العالم، لذلك يمكن اعتبار أي كتاب يتحدث عن تصميم الطرق و تخطيطها هو من الدراسات السابقة للطريق التي نعمل على إعادة تأهيلها وتصميمها في هذا المشروع.

ولكثرة الكتب والمؤلفات في هذا المجال وبجميع اللغات، وقد تم الاعتماد على عدة كتب ومراجع تتناول موضوع الطرق ومن أهمها (المساحة وتخطيط المنحنيات)، (تغطية مساحية للطرق) وهما من تأليف الدكتور يوسف صيام، وتتناول عدة مواضيع منها التخطيط الأفقي و التخطيط الرأسي بما يحتويان من منحنيات أفقية و رأسية، مع بيان أنواعها و بيان القوانين المتعلقة بهما مع تطبيقها في بعض الأمثلة ، أما عن التفصيلات فسيتم ذكرها لاحقا في الصفحات القادمة بنوع من التفصيل، وهناك كتب ومراجع أخرى تم استخدامها منها هندسة الطرق ١و٢ وهندسة النقل والمرور وجميعها من تأليف الدكتور محمود توفيق سالم ، بالإضافة إلى بعض المواقع الهندسية المختلفة المهتمة بتصميم وتخطيط وتأهيل الطرق من شبكة المعلومات العالمية (الإنترنت).

١-٤ منطقة المشروع :-

١-٤-١ تاريخ مدينة الخليل:-

كان الاسم الذي أطلقه الكنعانيون على هذه المدينة قبل ٥٥٠٠سنة (قرية أربع) ثم عرفت باسم (حبرون) أو (حبري)، وقد بنيت على سفح (جبل الرميدة) في حين كان بيت إبراهيم على سفح جبل الرأس المقابل له ولما اتصلت (حبرون) ببيت إبراهيم سميت المدينة الجديدة (الخليل) نسبة إلى خليل الرحمن النبي إبراهيم عليه السلام. نزل العرب الكنعانيون المنطقة في فجر العصور التاريخية وبنوا قرية أربع (الخليل) ويعود تاريخ المدينة إلى ٣٥٠٠ سنة قبل الميلاد.

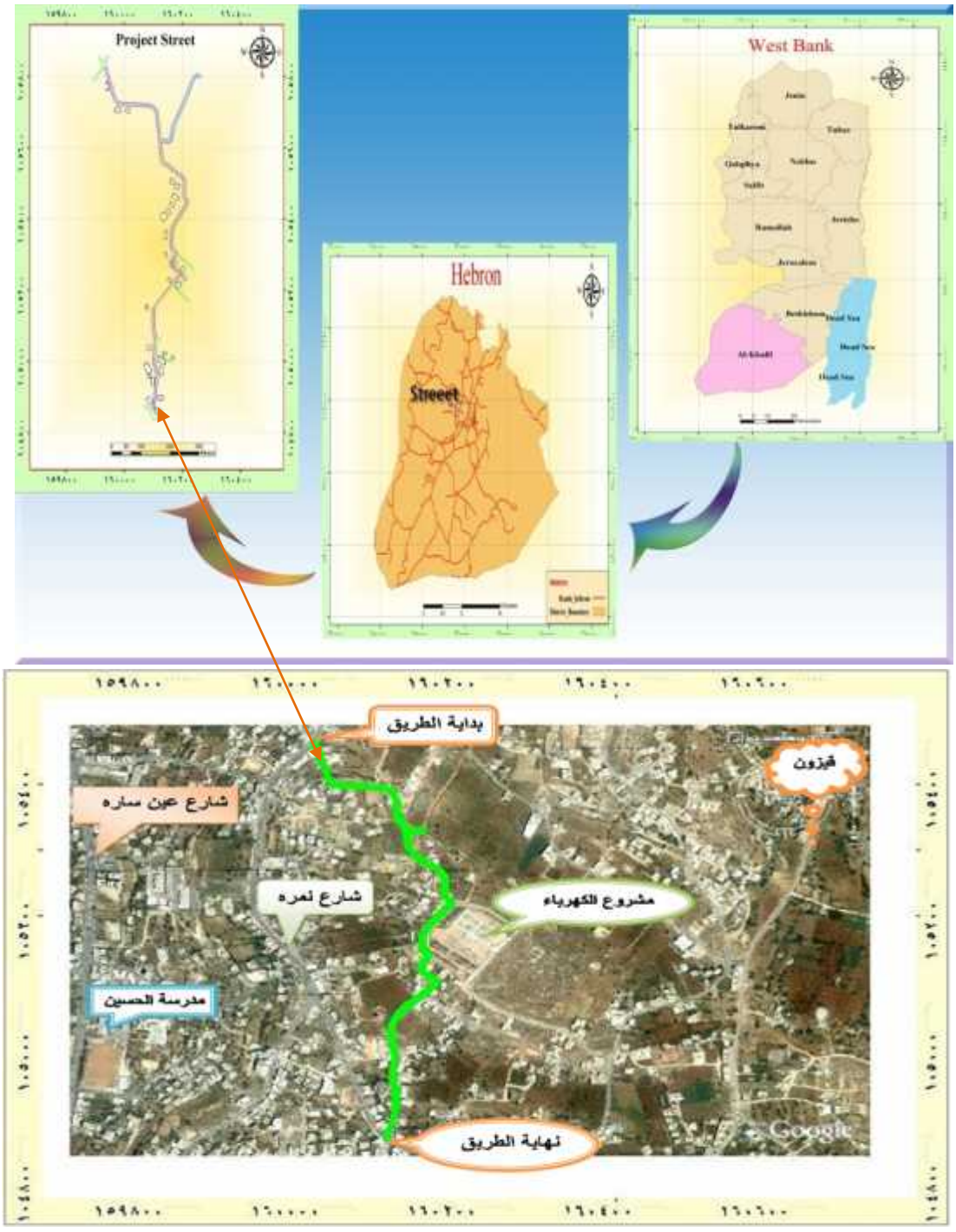
خضعت المدينة لحكم العبرانيين الذين خرجوا مع موسى من مصر وأطلقوا عليها اسم حبرون، ثم اتخذها داود بن سليمان قاعدة له لأكثر من سبع سنين، أما عن السور الضخم الذي يحيط بالحرم الإبراهيمي الشريف في الوقت الراهن فيرجح إلى بقايا بناء أقامة هيرودوس الأدوي الذي ولد المسيح عليه السلام في آخر أيام حكمة مع الأخذ بعين الاعتبار أن الشرفات في أعلى السور إسلامية، خضعت الخليل للحكم الإسلامي عام ٦٣٨، حيث تم الاهتمام بالمدينة بشكل واضح لأهميتها الدينية، إذ تضم رفات عدداً من الأنبياء خاصة خليل الرحمن، ثم خضعت الخليل كغيرها من المدن الفلسطينية للانتداب البريطاني عام ١٩١٧ و ارتبط اسمها بظروف الحرب العالمية الأولى وانتصار الحلفاء على الدولة العثمانية، وبعد عام ١٩٦٧ تعرضت مدينة الخليل للاحتلال الصهيوني الذي ما زالت تعاني منه حتى يومنا هذا.

١-٤-٢ موقع مدينة الخليل:-

نشأت مدينة الخليل في موقع له خصائص مميزة ساهمت في خلق المدينة وتطورها ونموها، تقع الخليل في جنوب الضفة الغربية عند التقاء دائرتي عرض°٣١,٢٩ و°٣١,٢٣شمالاً وخطي عرض ٣٥,٤-°٢٥,٧٠ وهذا الموقع جعل الخليل في موقع متوسط نسبياً بالنسبة لفلسطين إلا أنها أقرب إلى الشمال الشرقي منه من الجنوب الغربي، وقد أنشئت المدينة على سفحي جبل الرميدة وجبل الرأس، ترتفع عن سطح البحر تقريبا ٩٤٠م، يصل إليها طريق رئيسي يربطها بمدينة بيت لحم والقدس وطرق فرعية تصلها بالمدن والقرى في محافظة الخليل، تنتشر فيها العديد من المعاهد والجامعات والمستشفيات والمؤسسات الأهلية، وتضم الخليل العديد من الأحياء القديمة والحديثة، و توسعت المدينة خارج أسوار الخليل وامتدت إلى مختلف الاتجاهات، تأسست بلدية الخليل عام ١٩٢٧م فأشرفت على تنظيم المدينة وقامت بإنشاء شبكة مجاري وشقت الطرق وبلغت المساحة العمرانية للمدينة ٢٢٨٠٠ دونم ،ويبلغ عدد سكان الخليل حسب لجنة الإحصاء المركزية لعام ٢٠٠٩ (١٧٠٠٠٠) نسمة،

ألا أن مدينة الخليل في الوقت الحاضر على الرغم من التوسع العمراني والزيادة السكانية لا زالت **تعاني من** ضعف كبير في البنية التحتية **وخاصة الطرق** .

والشكل التالي يبن موقع المشروع



الشكل رقم (١-١) موقع المشروع

١- ٥ طريقة عمل المشروع:-

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

١-٥-١ المرحلة الاستكشافية

١- تحديد منطقة المشروع وهي تصميم و تخطيط الطريق الواصل بين خلة حاضور وخلة بطرخ مرورا بواد القطع بالرجوع إلى بلدية الخليل .
٢- زيارة استكشافية لمنطقة المشروع ومعرفة طبوغرافية وتضاريس المنطقة .
٣- إحضار الصور الجوية لمنطقة المشروع من جامعة بوليتكنك فلسطين و دراستها.
٤- البحث عن المصادر و المراجع التي تتعلق بتصميم الطرق .
٥- التقاط صور فوتوغرافية لمنطقة المشروع و بيان المنحنيات .

١-٥-٢ التصميم الابتدائي

١- بالاعتماد على الخرائط الكنتورية ، و باستخدام صور الأقمار الصناعية لمنطقة المشروع ومن خلال برنامج نظم المعلومات الجغرافية (ArcGIS 9.2) وبرنامج (Autodesk Land Desktop 2006) قمنا باختيار المسار المبدئي للطريق واختيار مواقع مناسبة لمحطات المضلع (Traverse) .
٢- بعد اختيار المسار المبدئي للطريق واختيار مواقع مناسبة لمحطات المضلع قمنا بتنزيل هذه المحطات على الطريق باستخدام (Handel GPS).

١-٥-٣ المسح الميداني للطريق

١- عمل مضلع لمنطقة المشروع حيث قمنا بتوزيع أربع نقاط (GPS)، و باستخدام جهاز(Total Station) لرصد المحطات وحساب إحداثياتها، و هناك فصل سيوضح حساب المضلع و تصحيحه .
٢- قمنا بعملية الرفع المساحي لكافة التفاصيل الموجودة على الطريق و ذلك بالاعتماد على محطات المضلع التي تم حسابها وتصحيحها باستخدام (Adjustment by Least Squares) وذلك من أجل دقة العمل المساحي.

١-٥-٤ التصميم النهائي للطريق :-

تم بعد عملية الرفع المساحي للطريق التالي :-

١- عمل التخطيط والتصميم بمراحله المختلفة (المنحنيات الأفقية والراسية).
٢- عمل المقاطع العرضية والطولية للطريق.
٣- حساب المساحات والحجوم .
٤- عمل الفحوصات الإنشائية للطريق .
٥- تصميمشبكات الصرف الصحي للطريق.

١-٦ البرامج والأدوات المساحية المستخدمة : -

- جهاز المحطة الشاملة (Total Station).
- برنامج (Autodesk land survey 2006).
- برنامج (ArcGIS 9.2).
- جهاز (GPS).
- برنامج (Adobe Photoshop).
- برنامج (Google Earth).
- برنامج (Sewarcad).

١-٧العوائق والصعوبات :-

١- كثرة المركبات المارة من تلك المنطقة وعدم تعاون بعض الأهالي.
٢- صعوبة الحصول على المعلومات من الجهات الرسمية أثناء عملية جمع المعلومات.
٣- كثرة التفاصيل حول الطريق مما يؤدي إلى صعوبة العمل الميداني وصعوبة التصميم.
٤- كثرة التعديات على حرم الطريق وصعوبة المنحنيات في بعض المناطق .
٥- عدم توفر صور جوية حديثة لمنطقة المشروع.
٦- الظروف السياسية والأمنية السائدة في تلك المنطقة.

١-٨ خطاق المشروع :-

١- الفصل الأول: المقدمة.
٢- الفصل الثاني : التصميم الهندسي للطرق .
٣- الفصل الثالث : تصحيح المضلع.
٤- الفصل الرابع :التخطيط الأفقي والرأسي للطريق.
٥- الفصل الخامس : التصميم الإنشائي للطريق.
٦- الفصل السادس: تصميم شبكات الصرف الصحي.
٧- الفصل السابع : حساب المساحات والحجوم.
٨- الفصل الثامن : تكلفة المشروع.
٩- الفصل التاسع: النتائج والتوصيات.

١-٩ الجدول الزمني للمشروع :-

جدول (١-١) الجدول الزمني للمشروع

النشاط / الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
العمل الميداني																
التصميم الأفقي للطريق																
التصميم الرأسي للطريق																
الرسم بالحاسوب																
التصميم الإنشائي للطريق																
تصميم شبكات الصرف الصحي																
حساب التكلفة النهائية للمشروع																
تجهيز التقرير النهائي																

الفصل الأول

١

المقدمة

١-١ مقدمة عامة .

٢-١ أهداف وفكرة المشروع .

٣-١ الدراسات السابقة .

٤-١ منطقة المشروع .

٥-١ طريقة عمل المشروع .

٦-١ البرامج والأدوات المساحية المستخدمة .

٧-١ العوائق والصعوبات.

٨-١ خطاق المشروع.

٩-١ الجدول الزمني للمشروع.

الفصل الثاني

التصميم الهندسي للطرق

٢-١ المقدمة :-

يعرف التصميم الهندسي للطرق على أنه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية لكل طريق وترتيب العناصر المرئية للطريق مثل المسار ومسافات الرؤية و التوقف والتجاوز والعروض والانحدارات، كما يجب أن يفي التصميم بالأمور المتعلقة بالسلامة المرورية على الطريق.

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

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

١- أن يكون الطريق اقصر ما يمكن.
٢- أن يكون الميل مناسبا قدر الإمكان.
٣- أن تكون الاستفادة من الطريق اكبر ما يمكن.
٤- أن تكون التكلفة اقل ما يمكن.
٥- تأمين السلامة العامة على الطريق.

٢-٢ العوامل الرئيسية التي تتحكم في تخطيط الطرق :-

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

أولا: النقاط الحاكمة :-

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

١- المناطق المراد خدمتها.
٢- وجود بعض العقبات.

٣- مناطق يفضل القرب منها(مناطق سياحية).
٤- مناطق يجب الابتعاد عنها (مثلا وجود آثار في منطقة معينة) .

ثانيا: التصميم الهندسي للطرق:-

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

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

١. التصميم الأفقي (Horizontal Alignment): حيث يتم فيه بيان المنحنيات الأفقية و تحديد بداياتها و نهاياتها و كذلك تحديد أطوالها و زواياها و نقاط التقاطع فيها، و بالإضافة لذلك يتم بيان الجزء الوسطي و عرض الطريق و الحواجز الجانبية و نقاط المضلع المفتوح (PI) و كذلك تحديد اتجاه الطريق بالنسبة للشمل.
٢. التصميم الرأسي للطريق (Vertical Alignment): إن التصميم الرأسي للطريق يتمثل في تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية و تحديد الانحدار الجديد للطريق، حيث يتم بيان الطريق بالمستوى الرأسي و نشاهد كيف ترتفع و تهبط و نحدد مناطق الحفر و الردم، و كذلك من التصميم الرأسي للطريق يتم تحديد المنحنيات الرأسية و مسافات الرؤية .

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

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

ثالثا: التكلفة :-

أن تكون تكلفة الطريق اقل ما يمكن مع مراعاة أن تكون الاستفادة من الطريق اكبر ما يمكن مع المحافظة على مستوى عالي من التصميم الهندسي ضمن الشروط و المواصفات التي يجب مراعاتها عند التصميم.

٢-٣ الأعمال المساحية لمسار الطريق:-

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

١- دراسة الخرائط.

٢- المساحة الاستطلاعية.
٣- المسح الابتدائي.
٤- المساحة التفصيلية.

٢-٤ أسس التصميم الهندسي للطرق:-

٢-٤-١ حجم المرور:-

يعرف حجم المرور بأنه عدد المركبات التي تمر عن نقطة معينة خلال فترة من الزمن، و هذا التعريف يختلف عن كثافة المرور التي تكون عبارة عن عدد المركبات التي تسير على مسافة معينة أو طول معين من الطريق، ولذلك فإن معرفة حجم السير الذي يمر على مقطع معين من الطريق هو أمر ضروري من اجل التصميم الإنشائي للطريق.

بعض المصطلحات التي سوف تمر معنا في هذا الفصل :-

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

و هو حجم المرور السنوي مقسوما على عدد أيام السنة ويتراوح من ٧٠٠ – ١٠٠٠ 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.

$$V = D * S$$

٢-٤-١-١ الهدف من دراسة حجم المرور:-

١. تصميم الطريق المراد إنشاؤه.
٢. التنبؤ بعدد المركبات في المستقبل.
٣. معرفة عدد المركبات في ظروف وأوقات مختلفة.
٤. تحديد سماكات الرصفة.

٢-٤-١-٢طرق إحصاء المركبات:-

بما أن إحصاء عدد المركبات على الطريق قبل التصميم أو تحسين الطريق من الأمور المهمة جدا، فإن لهذا التعداد أنواعا عدة منها أربع طرق رئيسية و شائعة الاستعمال و هي :-

١- الحصر الآلي ٢- الحصر اليدوي
٣- الحصر بطريقة المركبة المتحركة ٤-مكان انطلاق السير ووجهته النهائية

ونظراً لعدم توفر الأجهزة الآلية و الكهربائية، فإنه لا مجال لاستخدام الحصر الآلي في هذا المشروع وعدم توفر الأجهزة اللازمة، و بالتالي فإن طريقة التعداد اليدوي هي الطريقة المناسبة و الأكثر دقة.وهي التي تم الاعتماد عليها، حيث تم التعداد في أيام مختلفة من الأسبوع، و في أوقات مختلفة في نفس اليوم، وذلك للحصول على دقة أكبر خلال أوقات الذروة وفي الأوقات العادية.

٢-٤-٢-٣ فترات التعداد:-

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

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

٢-٤-٢-٤ حجم السير الحالي والمستقبلي:-

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

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

٢-٤-٢-٥ عمر الطريق:-

في أي عملية تصميم ينظر للزيادة المتوقعة في استخدام هذا الطريق وبذلك فمن الواجب تحديد فترة زمنية للتصميم مثلا ٥ أو ١٠ أو ١٥ أو ٢٠ عاما تصبح بعدها الطريق إما عديمة الفائدة أو تحتاج لإعادة صيانة، وعند تصميم الطرق لفترة قصيرة تكون اقل تكاليف ولكن بنفس الوقت تكون خدمتها محدودة على عكس الطرق المصممة لأعمار كبيرة تكون تكاليفها عالية وبنفس الوقت تخدم فترات كبيرة.

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

٢-٤-٢-٦ تحليل المعلومات حول حجم السير:-

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

ويجب الأخذ بعين الاعتبار كيفية حساب معدل المركبات المستخدم في التصميم وذلك بالتعويض عن أنواع المركبات بما يقابلها من مركبات صغيرة (عدد السيارات الصغيرة * 2، عدد الحافلات * 2.5 ،عدد الشحن*3)

- هذا وكان تعدادنا للطريق:-

سوف نعتمد فترة التصميم ل (20)سنة مقبلة.

جدول (٢-١) تعداد المركبات على الطريق

اليوم	الفترة الزمنية		نوع المركبات		
	الزمن	عدد المركبات	سيارات صغيرة	حافلات	شاحنات
السبت 25/10/2008	8-9	58	50	4	4
	9-10	37	30	3	4
	10-11	31	25	1	5
	11-12	38	32	0	6
	1-2	24	22	2	2
	2-3	69	65	0	4
	3-4	40	30	2	8
الأحد 26/10/2008	8-9	83	69	5	9
	9-10	61	54	2	5
	10-11	76	67	0	9
	11-12	46	35	0	11
	1-2	65	52	2	11
	2-3	57	44	1	12
الاثنين 27/10/2008	8-9	17	15	0	2
	9-10	21	20	0	1
	10-11	24	21	1	1
	11-12	11	10	0	1
	1-2	13	13	0	0
	2-3	14	12	0	2
الثلاثاء 28/|10/2008	8-9	16	9	0	7
	9-10	19	10	1	9
	10-11	15	5	0	10
	11-12	8	2	0	6
	1-2	9	3	0	7
	2-3	14	9	1	5

	3-4	17	8	1	8
الأربعاء 29/10/2008	8-9	60	50	4	6
	9-10	75	62	1	12
	10-11	37	28	1	8
	11-12	32	22	0	10
	1-2	51	34	2	15
	2-3	53	41	1	11
الخميس 30/10/2008	8-9	58	51	4	3
	9-10	43	36	1	6
	10-11	51	44	0	7
	11-12	58	47	2	9
الجمعة 31/|10/2008	8-7	50	42	3	5
	9-8	48	37	2	9
	10-9	49	39	0	10
	11-10	24	22	0	2
	2-1	54	50	1	3
	3-2	40	35	1	4
	4-3	24	22	0	2

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

جدول (٢-٢) متوسط عدد المركبات لكل يوم حسب النوع

الأيام	متوسط عدد المركبات لكل يوم		
	سيارة	حافلة	شحن
السبت	254	12	33
الأحد	321	10	57
الاثنين	91	1	7

الثلاثاء	46	3	52
الأربعاء	237	9	62
الخميس	178	7	25
الجمعة	205	4	35

والجدول التالي يبين نسبة المركبات حسب الأيام :

جدول (٢-٣) نسبة المركبات حسب الأيام

الأيام	**متوسط عدد المركبات لكل يوم**		
	سيارة	**حافلة**	**شحن**
السبت	85 %	4 %	11 %
الأحد	83 %	3 %	14 %
الاثنين	92 %	1 %	7 %
الثلاثاء	46 %	3 %	51 %
الأربعاء	77 %	3 %	20 %
الخميس	85 %	3 %	12 %
الجمعة	84 %	2 %	14 %

جدول (٢-٤)معدل المركبات في اليوم

نوع المركبة	**سيارة**	**حافلة**	**شحن**
معدل عدد المركبات في اليوم	190	7	39
معدل نسبة المركبات في اليوم(%)	80	3	17

٢-٤-٢ تركيب المرور:-

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

٢-٤-٣ السرعة التصميمية:-

هي أعلى سرعة مستمرة يمكن أن تسير بها السيارة على طريق رئيسي بأمان **عندما تكون أحوال الطقس** مثالية و كثافة المرور منخفضة، و كذلك يمكننا من خلال السرعة التصميمية توقع السير و طبيعة الحركة على

الشارع المراد إجراء التصميم له، ومن مواصفات السرعة التصميمية يجب أن تكون خصائص التصميم الهندسي للطريق متناسبة مع السرعة التصميمية المختارة و المتوقعة للظروف البيئية و طبيعة التضاريس، حيث يجب على المصمم اختيار السرعة التصميمية بناءا على درجة الطريق المخططة و طبيعة التضاريس و حجم المرور و الاعتبارات الاقتصادية ,و الجدول التالي يبين السرعة التصميمية للطرق الحضرية .

جدول (٢-٥) السرعة التصميمية للطرق الحضرية

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

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

تم تصميم الطريق على أساس السرعة التصميمية 50 km/hr وتعلية (Super Elevation) مقدارها 6 % وهذا يتطلب تصميم المنحيات الأفقية على أن لا يقل نصف قطرها عن 79 m وهذا طبقا للجداول التصميمية (AASHTO 2004).

والجدول التالي يبين أقل نصف قطر ممكن للمنحنيات والواجب اعتماده وذلك تبعا للسرعة التصميمية ومقدار التعلية المراد التصميم عليهما:

جدول(٢-٦) أقل قيمة لنصف القطر لتعلية مقدارها 6% وحسب السرعة التصميمية (AASHTO 2004).

METRIC

Design Speed (km/h)	Maximum e (%)	Maximum f	Total (e/100 + f)	Calculated Radius (m)	Rounded Radius (m)
15	4.0	0.40	0.44	4.0	4
20	4.0	0.35	0.39	8.1	8
30	4.0	0.28	0.32	22.1	22
40	4.0	0.23	0.27	46.7	47
50	4.0	0.19	0.23	85.6	86
60	4.0	0.17	0.21	135.0	135
70	4.0	0.15	0.19	203.1	203
80	4.0	0.14	0.18	280.0	280
90	4.0	0.13	0.17	375.2	375
100	4.0	0.12	0.16	492.1	492
15	6.0	0.40	0.46	3.9	4
20	6.0	0.35	0.41	7.7	8
30	6.0	0.28	0.34	20.8	21
40	6.0	0.23	0.29	43.4	43
50	6.0	0.19	0.25	78.7	79
60	6.0	0.17	0.23	123.2	123
70	6.0	0.15	0.21	183.7	184
80	6.0	0.14	0.20	252.0	252
90	6.0	0.13	0.19	335.7	336
100	6.0	0.12	0.18	437.4	437
110	6.0	0.11	0.17	560.4	560
120	6.0	0.09	0.15	755.9	756
130	6.0	0.08	0.14	950.5	951

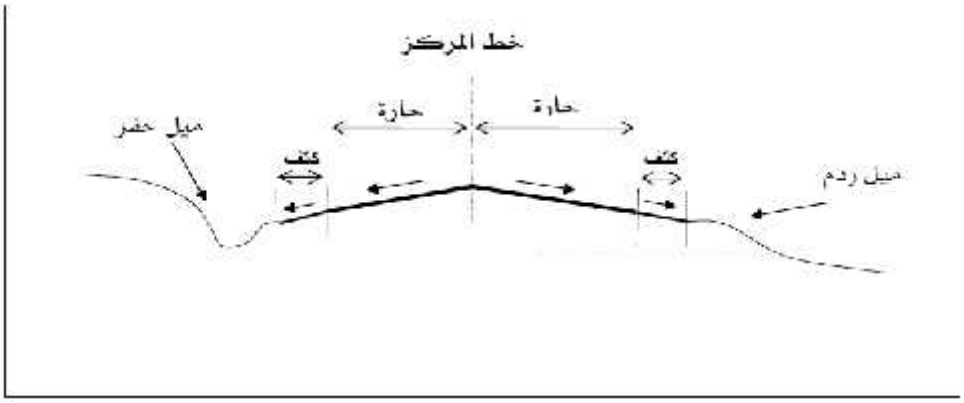
٢-٤-٤ عربات التصميم:-

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

٢-٤-٥ 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 منطاق الدوران.



الشكل (٢-١)مقطع عرضي لطريق من حارتين

٢-٤-٦ عرض الحارة و الطريق:-

الحارة هي الجزء المرصوف من الطريق والمخصص لسير صف واحد من العربات، ولها دور أساسي في تسهيل القيادة وجعلها آمنة، وإن عرض المسرب الواحد يختلف حسب درجة و مستوى و نوعية الطريق ، حيث انه يلعب عرض المسار دورا كبيرا في سهولة القيادة و درجة الأمان على الطريق فبعد رسم سطح الطريق يتم تحديد عرض هذا السطح حيث يجب أن لا يقل عرض المسار عن (3م) في جميع الأحوال. وفي حالة الطرق السريعة يفضل أن يؤخذ عرض الحارة (3.65م) حسب المواصفات الأمريكية نظرا لمرور عربات الثقل و السرعة الكبيرة بشكل عالي، حيث كلما أردنا أن نزيد سرعة السيارات و الشاحنات التي تسير على المسرب توجب علينا أن نزيد عرض المسارب. بالإضافة إلى المسارب الأساسية في الطرق هنالك أنواع أخرى من المسارب و هي كالتالي:

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

٢-٤-٧ عرض حرم الطريق :-

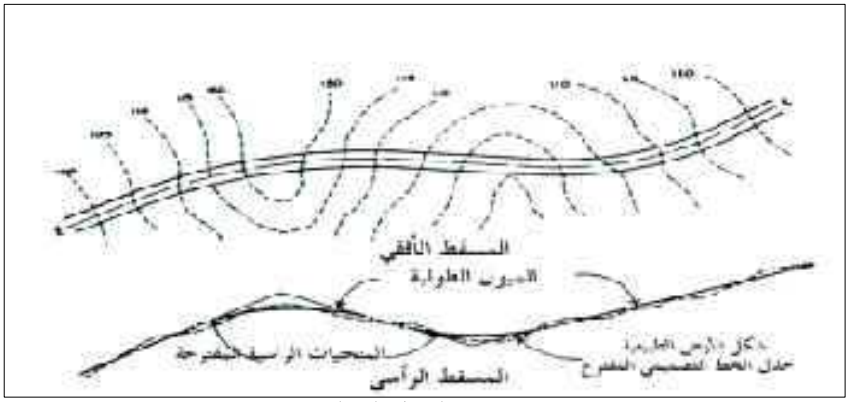
يجب أن يكون عرض حرم الطريق متسعا بما فيه الكفاية ليشمل جميع أجزاء القطاع بالإضافة إلى عرض إضافي، هذا العرض الإضافي يلزم لعدة استخدامات منها مسار للمشاة، مسار لمستلزمات المرافق، وضع العلامات الإرشادية، الإعلانات، شريحة خضراء أو تشجير بالإضافة إلى عرض قد يخصص مستقبلا للتوسع في عرض الطريق، وشراء هذه الأراضي عند إنشاء الطريق أفضل من نزع ملكياتها مستقبلا توفيرا للتعويضات وارتفاع ثمن الأراضي.

٢-٤-٨ الميول العرضية:-

إن الميول العرضية يتم عملها للطريق من اجل تصريف المياه المتواجدة على سطح الطريق، حيث يجب عمل ميول عرضية من الجهتين ويتراوح هذا الميل من 1.5 - 2 % ، وقد تم تصميم هذا الطريق على أساس ميول عرضية مقدارها 1.5 % بالنسبة لمحور الطريق .

٢-٤-٩ الميول الطولية:-

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



الشكل (٢-٢)الميول الطولية

٢-٤-١٠ الأرصفة:-

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

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

٢-٥ محددات التصميم:-

٢-٥-١ مسافة الرؤية (Sight Distance) :-

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

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

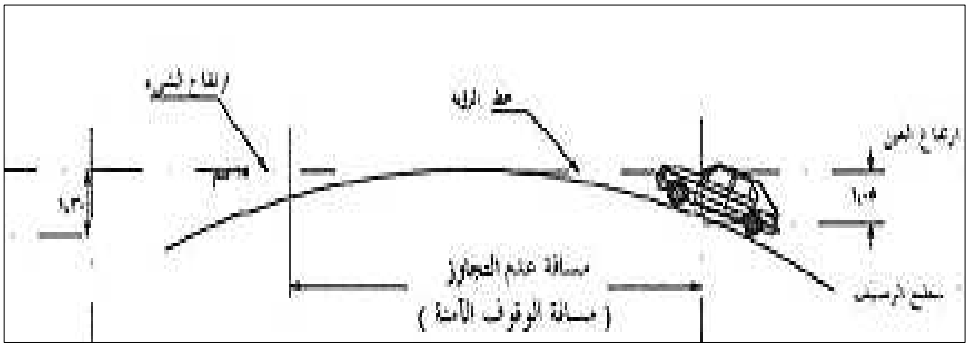
٢-٥-٢ مسافة الرؤية للتوقف (Stopping Sight Distance) :-

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

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

جدول رقم(٢-٧) 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(٢-٣) مسافة الرؤية للتوقف

$$SD = 0.278V.t + 0.039\frac{V^2}{f} \quad \text{.....2.1}$$

V:سرعة العربة (كم/ساعة)

f: معامل الاحتكاك

t: زمن رد الفعل (عادة 2.5 ثانية)

جدول (٢-٨) العلاقة بين السرعة و معامل الاحتكاك(f)

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

جدول(٢-٩) تأثير الميول على مسافة الرؤية للتوقف

السرعة التصميمية كم/ساعة	زيادة مسافة الرؤية للتوقف في حالة الميول لأسفل (م)		
	٪ 3	٪ 6	٪ 9
40	2	4	6
50	3	6	10
60	5	10	18
70	7	15	26
80	9	21	-
90	12	29	-
100	16	38	-

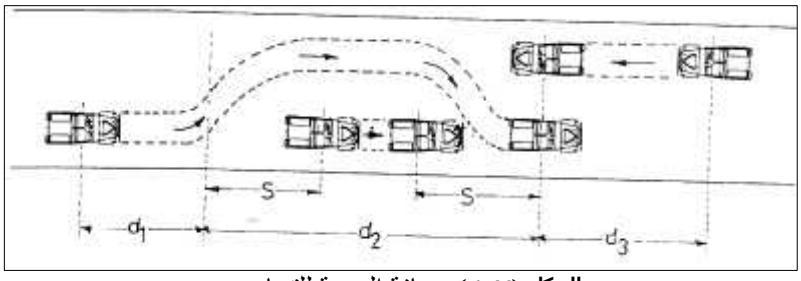
تصبح المعادلة:-

$$S.D = 0.278vt + \frac{V^2}{254(f \pm N)} \quad \text{.....2.2}$$

حيث N : هي المجموع الجبري لميل مماس المنحنى الرأسي.

٢-٥-٣ مسافة الرؤية للتجاوز (Passing Sight Distance):-

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



الشكل(٢-٤) مسافة الرؤية للتجاوز

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

$$OSD = d1 + d2 + d3 \quad \text{.....2.3}$$

$$OSD = 0.28VbT + .028VbT + 2S + 0.28V.T \quad \text{.....2.4}$$

$$T = \sqrt{\frac{14.4S}{A}} \quad \text{.....2.5}$$

$$S = 0.7Vb + 6 \quad \text{.....2.6}$$

حيث:

OSD: مسافة الرؤية للتجاوز.

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

d1 : المسافة التي تقطعها العربة في بداية الاستعداد للتخطية واحتلال الحارة الأخرى .

d2 : المسافة الأفقية المقطوعة بالعربة المتخطية خلال فترة التخطية .

d3 : المسافة المقطوعة بالعربة القادمة من الاتجاه الآخر خلال فترة التخطية

Vb : سرعة السيارة المتجاوز عنها (كم/ساعة)

t : زمن رد الفعل (عادة يفترض ٢ ثانية).

V : سرعة السيارة المتجاوزة (كم/ساعة)

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

A : تسارع السيارة المتجاوزة (كم/ساعة.ثانية)

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

$$Vb = (V - 16) \quad \text{.....2.7}$$

حيث V:السرعة التصميمية (كم /ساعة).

في المقطع الذي يحصل عليه التجاوز في الطريق فإن الحد الأدنى المطلوب لمسافة التجاوز هو d1+d2+d3 في حالة وجود طريق من مسربين فقط وبدون جزر ، أما في حالة الفصل مع الإبقاء على مسربين فإن المسافة تصبح d1+d2 ، أما في حالة وجود أربعة مسارب فإنه لا حاجة لدراسة مسافة الرؤية للتجاوز حسب الجمعية الأمريكية لمسئولي الطرق والنقل بالولايات المتحدة (AASHTO)، وتؤثر الميول الحادة في الطريق على مسافة الرؤية للتجاوز سواء كانت صعودا أو نزولا؛ فهي تزيد مسافة الرؤية للتجاوز الآمن .

٢- ٦ 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.

٢- ٦- ١ 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 :

١- تحديد المسارب وتقسيمها.
٢- فصل السير الذاهب عن القادم.
٣- منع التجاوز في المناطق الخطرة.
٤- منع الوقوف في المناطق التي لا يجوز فيها ذلك.
٥- تحديد أماكن عبور المشاة.
٦- تحديد أولوية المرور على القاطعات.
٧- تحديد مواقف السيارات.
٨- تعيين الاتجاهات بالأسهم لتحديد الأماكن التي يتجه إليها السائق.
٩- تحيد جانبي الطريق.

٢-٦-٢ الشروط الواجب توفرها في العلامات :-

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

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

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

٢-٧ أنواع علامات المرور :-

الخطوط :-

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

توضع بعض الخطوط العريضة عند ممرات المشاة، كما توضع خطوط صفراء متقطعة في المناطق التي يحظر فيها على السيارات المرور فوقها حيث تقوم هذه الخطوط مقام الجزر أو قد تكون موضوعة على أماكن متغيرة المستوى كالموجودة لشد انتباه السائق على المطبات خوفا من المفاجئة .

الكلمات :-

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

الأسهم :-

قد تستعمل الأسهم بدلا عن الكلمات أو مع الكلمات كسهم يتجه رأسه لليمين مع كلمة اتجه لليمين، وممكن أن تستعمل بدلا من الكلمات .

اللون :-

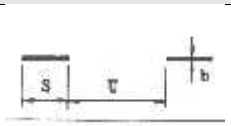
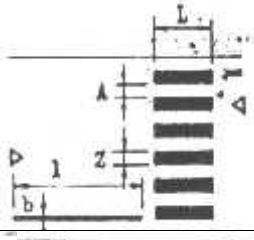
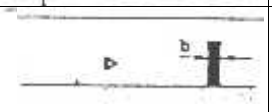
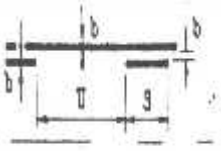
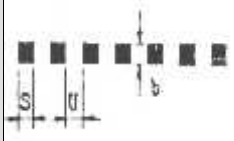
يستعمل اللون الأبيض في الخطوط التي تقسم المسارب ويستعمل اللون الأصفر لتحديد الجزر ومواقف السيارات، إلا أنه يجب الاهتمام بتوافق لون الخط مع أرضية الطريق.

المواد العاكسة :-

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

والجدول(٢-١٠) التالي يبين بعض علامات المرور على الطريق :

جدول (٢-١٠) أنواع علامات المرور وأبعادها وتطبيقاتها على الشارع[1]

Type	Marking	Thicknes cm	Ratio s/v m	Application
Lane lines (white)		10-20	3/6 3/9 3/3	- Between lanes of the same direction - at channelization
Pedestrian crossing (white/black)		b= 10-20 I >=10m L=2.5m Z=50-70 A=Z or Z+20		Pedestrian crossing are necessary at: - intersections. -near schools , shopping. - in residential areas> - on streets with heavy traffic>
Stop line (white)		>=30		-stop streets. - light signals. - rails crossing>
Double axial line (white)		10-20	3/6 3/9	At inadequate sight distance for one direction at -curves. -crests & sags.
Limitation line (white)		30-50	٠.٣/0.3 0.5/0.5	On secondary roads when meeting with main roads.

[1] **ملاحظات** *(Traffic marking)*، مشاريع سابقة (تصميم طريق أبو كتيلة المسكوبية (**خلة المغاربة**)).

٢- ٨ إشارات المرور :-

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

٢- ٨-١ مواصفات الإشارات :-

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

و حتى 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، الفراغات بين الكلمات والأسطر، وعرض الهامش، و يجب أن نختار الكتابة التي تناس

و الجدول (٢-١١) التالي يبين المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة و التقاطع الذي تدل عليه الإشارة :

الجدول (٢-١١) يبين المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة و التقاطع الذي تدل عليه الإشارة

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

٢- ٨-٢ الرؤية في الليل :-

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

٢-٩ أنواع الإشارات :-

١- **إشارات المنع :** و الإشارات التي تأمر السائق بالعمل بها وإلا يعرض لعقوبة القانون و تتميز بالون الأحمر ، على سبيل المثال ممنوع المرور، و تكون مستديرة الشكل كما هي موضحة في الأشكال التالية.

الإشارة		
معنى الإشارة	ممنوع الدوران و الرجوع للخلف	ممنوع تجاوز للشاحنات

الشكل(٢-٥) أشارات المنع

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

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

٤- **إشارات التحذير :** كإشارة انحدار حاد أو منعطف خطر و تكون هذه الإشارات مثلثيه **الشكل والشكل التالي** يبين بعض هذه الإشارات.

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

الشكل(٢-٦) أشارات التحذير

٥- **إشارات الأوامر :** على سبيل المثال (قف، هدئ السرعة، و غير ذلك) **وتكون مستدي**رة الشكل .

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

الفصل الثاني

٢

التصميم الهندسي للطرق

٢-١ مقدمة.

٢-٢ العوامل الرئيسية التي تتحكم في تخطيط الطريق .

٢-٣ الأعمال المساحية لمسار الطريق .

٢-٤ أسس التصميم الهندسي للطريق .

٢-٥ محددات التصميم.

٢- ٦ علامات المرور (Traffic Marking).

٢-٧ أنواع علامات المرور.

٢- ٨ إشارات المرور.

٢-٩ أنواع الإشارات.

الفصل الثالث

تصحيح المضلع

٣- ١مقدمة :-

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 .

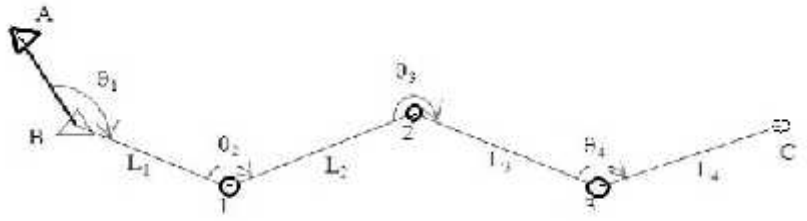
ويعود الهدف في إنشاء المضلعات في تعين إحداثيات (تحديد مواقع) نقاط جديدة انطلاقاً من نقاط معلومة قد تكون نقاط من شبكات المثلثات أو نقاط يتم وضعها بواسطة (GPS) وهو من الأجهزة الحديثة وهو جهاز يستخدم لإيجاد إحداثيات نقطة ما أو أي طريقة أخرى.

٣-٢ أنواع المضلعات (Types of Traverses):-

هنالك الكثير من المسميات المختلفة للمضلعات، سنذكر أبزها:-

٣-٢-١ المضلع المفتوح (Open Traverses) :-

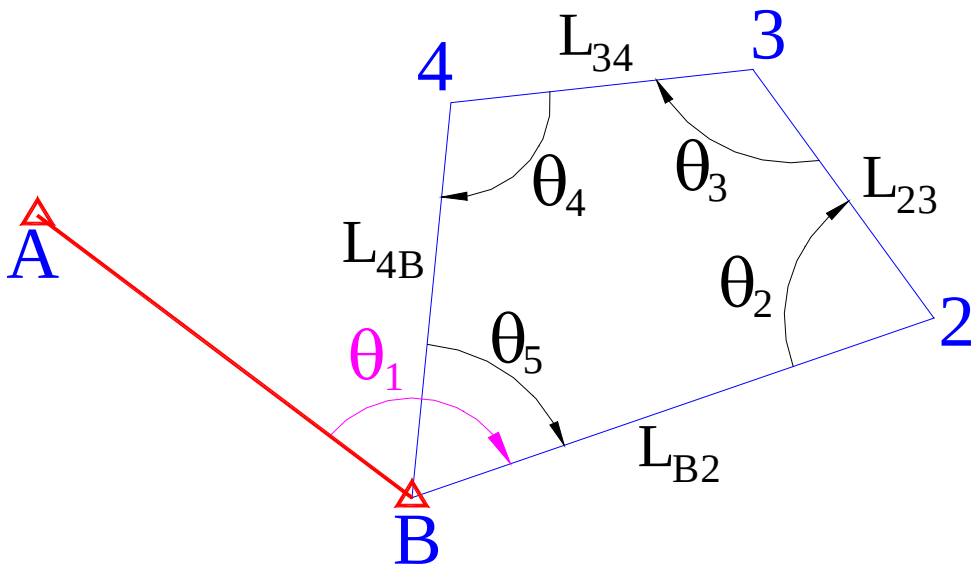
يطلق هذا الاسم على كل مضلع غير مغلق الشكل (أو الأضلاع) حيث يبدأ بنقطتين معلومتي الإحداثيات وينتهي بالغلق أو القفل على نقطتين أخريين غير معلومتين الإحداثيات ، كما في الشكل(٣-١) :



الشكل (٣-١)

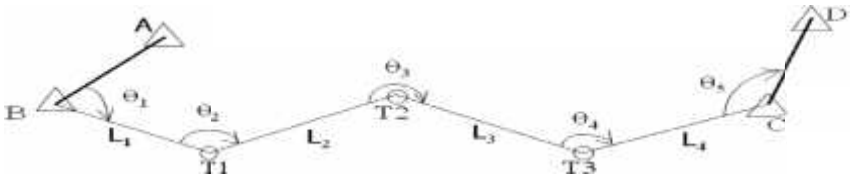
٣-٢-٢ المضلع المغلق (Closed Traverses):-

في هذا النوع من المضلعات ، يكون المضلع مغلقاً من حيث عدد الأضلاع **أو الشكل الخارجي** ، حيث يبتدئ بالربط على نقطتين معلومتي الإحداثيات ثم ينتهي بالغلق على ذات النقطتين فيسمى (Closed loop traverses) **كما في الشكل** (٣-٢)



الشكل (٣-٢)

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



الشكل(٣-٣)

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

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

يبين جدول (٣-١) متطلبات الدقة لأعمال المضلعات والتي يمكن الاستئناس بها في الحكم على دقة ونوعية القياسات الميدانية ، حيث هنالك عدة درجات متفاوتة . تعتبر المرتبة الثالثة هي الأكثر شيوعاً على نطاق المشاريع ذات المساحة المحدودة، أما المشاريع الهندسية الكبرى مثل قياس إزاحة المنشآت وغيرها فتحتاج إلى المرتبة الأولى.

جدول رقم (٣-١)[1]

	المرتبة الأولى First Order	المرتبة الثانية Second Order		المرتبة الثالثة Third Order	
		صف أولى Class I	صف ثاني Class II	صف أولى Class I	صف ثاني Class II
عدد الأضلاع غير معلومة الانحراف يجب أن لا يتجاوز	5 -6	10 - 12	15 - 20	20 -25	30 - 40
مقدار العد الأدنى لقراءة الزوايا الأفقية	0.2"	10"	10"	10"	10"
عدد القراءات (عدد مرات الرصد)	16	12	8	4	2
الخطأ المعياري في قياس المسافات	1/600 000	1/300 000	1/20 000	1/60 000	1/30 000
خطأ القفل في الانحراف عند خطوط أو نقاط التحقق يجب أن لا يتجاوز	1.0"/sat Or 2"√N	1.5"/sat Or 3"√N	2.0"/sat Or 6"√N	3.0"/sat Or10"√N	8"/sat Or 30"√N
خطا القفل في الموقع بعد تصحيح الانحراف يجب أن لا يتجاوز	0.04m√K Or 1:100 000	0.08m√K Or 1:50 000	0.2m√k Or 1:20 000	0.4√K Or 1: 10 000	0.88√k Or 1: 5000

٣-٤ القراءات :-

الجدول التالي (٣-٢) يظهر القراءات التي تم رصدها في الميدان حيث تم رصد الزاوية الأفقية و المسافة الأفقية لكل محطة أربع مرات و ذلك للحصول على دقة عالية :

[1] التغطية المساحية – يوسف صيام ص٢١٠

جدول(٣-٢)

From	To	H. angle			H. Distance
GPS2	GPS1	0	0	0	
GPS2	1	122	33	35	128.740
GPS2	1	122	33	35	128.740
GPS2	1	122	33	40	128.500
GPS2	1	122	33	30	128.980
1	GPS2	0	0	0	
1	2	247	40	10	158.908
1	2	247	40	5	158.908
1	2	247	40	10	158.807
1	2	247	40	15	158.009
2	1	0	0	0	
2	3	136	19	55	75.518
2	3	136	19	50	75.650
2	3	136	19	45	75.518
2	3	136	20	10	75.286
3	2	0	0	0	
3	4	236	08	55	62.652
3	4	236	08	50	62.600

3	4	236	08	55	62.753
3	4	236	08	55	62.603
4	3	0	0	0	
4	5	108	00	30	18.83
4	5	108	00	25	18.905
4	5	108	00	20	18.729
4	5	108	00	45	19.009
5	4	0	0	0	
5	6	291	32	45	56.026
5	6	291	32	45	56.356
5	6	291	32	45	56.205
5	6	291	32	40	55.517
6	5	0	0	0	0
6	7	174	12	25	67.666
6	7	174	12	30	67.693
6	7	174	12	30	67.542
6	7	174	12	15	67.763
7	6	0	0	0	
7	8	141	57	55	74.402

7	8	141	57	50	74.453
7	8	141	58	10	74.534
7	8	141	57	45	74.219
8	7	0	0	0	
8	9	130	12	35	42.197
8	9	130	12	30	42.254
8	9	130	12	40	42.187
8	9	130	12	35	42.150
9	8	0	0	0	
9	10	274	28	35	149.970
9	10	274	28	30	149.805
9	10	274	28	35	150.007
9	10	274	28	40	150.098
10	9	0	0	0	
10	GPS3	134	36	50	186.079
10	GPS3	134	36	55	186.152
10	GPS3	134	36	45	186.978
10	GPS3	134	36	50	186.107
GPS3	10	0	0	0	

GPS3	GPS4	193	38	25	89.086
GPS3	GPS4	193	38	20	89.162
GPS3	GPS4	193	38	25	88.895
GPS3	GPS4	193	38	30	89.209

و الجدول التالي(٣-٣) يظهر معدل الزوايا و المسافات الأفقية المرصودة من الميدان :

جدول (٣-٣)

From	To	H. angle			H. Distance
GPS2	GPS1	0	0	0	
GPS2	1	122	33	35	128.740
1	GPS2	0	0	0	
1	2	247	40	10	158.908
2	1	0	0	0	
2	3	136	19	55	75.518
3	2	0	0	0	
3	4	236	08	55	62.652
4	3	0	0	0	
4	5	108	00	30	18.883
5	4	0	0	0	
5	6	291	32	45	56.026
6	5	0	0	0	
6	7	174	12	25	67.666
7	6	0	0	0	

7	8	141	57	55	74.402
8	7	0	0	0	
8	9	130	12	35	42.197
9	8	0	0	0	
9	10	274	28	35	149.970
10	9	0	0	0	
10	GPS3	134	36	50	186.079
GPS3	10	0	0	0	
GPS3	GPS4	193	38	25	89.086

٣- ٥ حساب إحداثيات المحطات قبل التصحيح :-

يتم حساب الانحراف للخطوط بناءا على العلاقة التالية :

$$\overline{GPS\,2, GPS\,1} = (\tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N}) + C.....3.1$$

Example :

$$\overline{GPS\,2, GPS\,1} = \tan^{-1}\frac{159936.625 - 159987.192}{105844.847 - 105727.165} = \tan^{-1}\frac{-50.567}{117.682} + 360° = 336°44'49.9"$$

$$\overline{GPS\,2,1} = 336°44'49.9"+122°33'35"-360 = 99°18'24.91"$$

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

Δ Easting = Horizontal Distance × sin (Azimuth)

Δ Northing = Horizontal Distance × cos (Azimuth)

Easting = Easting B + Δ easting

Northing =Northing B + Δ northing

Example for station 1 :

Δ Easting =125.740× sin (99°18′24.91") = 124.085

Δ Northing = 125.740× cos (99°18′24.91")= -20.335

Easting = 159987.192+ 124.085= 160111.277

Northing = 105727.165+ -20.335= 105706.83

لقد تم حساب الإحداثيات غير المصححة عن طريق الحاسوب باستخدام البرامج (Autodesk 2006) وهو برنامج المساحة الأول من أهم برامج المساحة يمكن بواسطته إيجاد جميع إحداثيات النقاط على طول الطريق كما يمكن عن طريقه عمل مختلف الأعمال التصميمية للطريق وباقي الأعمال المساحية **والجدول التالي(٣-٤)** يشمل **حساب** هذه الإحداثيات :

جدول(٣-٤)

Station	Easting (m)	Northing (m)
1	160114.237	105706.345
2	160150.048	105551.524
3	160213.160	105510.054
4	160213.754	105447.405
5	160231.766	105441.738
6	160196.500	105398.204
7	160159.431	105341.595
8	160165.678	105267.456
9	160200.077	105243.016
10	160103.940	105127.913

لقد تم تصحيح المضلع بناءا على إحداثيات معلومة و صحيحة تم أخذها بواسطة جهاز (GPS) **و الجدول التالي**(٣-٥) يشمل هذه الإحداثيات :

جدول(٣-٥)

# Station	Northing	Easting
GPS1	105844.847	159936.625
GPS2	105727.165	159987.192
GPS3	104942.664	160121.766
GPS4	104854.465	160109.215

٣-٦ تصحيح الأخطاء للمضلع(Reduction of Errors) :-

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

- الخطأ في الزاوية angular error = 5"
- **الخطأ في المسافة** distance error = $\pm$3 mm + 3ppm

٣-٦-١ الأخطاء في المسافات (Error in Distance) : -

$$\pm_D = \sqrt{(\pm_i)^2 + (\pm_t)^2 + a^2 + (D \times bppm)^2} \quad \text{.....3.2}$$

حيث أن:

$\pm_D$: الخطأ في المسافة المقاسه

$\pm_i$: الخطأ في ضبط الجهاز

$\pm_t$: الخطأ في وضعية العاكس

a, b : معاملات الجهاز

٣-٦-٢ الخطأ في الضبط المؤقت للجهاز (Instrument Centering Error):-

وهذا الخطأ يكون بالعادة ناتج عن الأسباب التالية:

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

٣-٦-٣ أخطاء التوجيه (Target Centering) :-

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

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

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

- مثال على تصحيح الأخطاء في المسافات:

المسافة المقاسه ما بين المحطة(1,2)**تساوي** 158.908**م**

$$\pm_D = \sqrt{(\pm_i)^2 + (\pm_t)^2 + a^2 + (D \times bppm)^2} \text{.....5.3}$$

$$\pm_D = \sqrt{(0.002)^2 + (0.002)^2 + (0.003)^2 + (158.908 \times 0.000003)^2} = 0.0042m$$

والجدول التالي(٣-٦) يشمل معدل المسافات المقروءة بين المحطات و مقدار الخطأ في كل مسافة :

جدول(٣-٦)

Line	Distance (m)	$\pm_D(m)$
1 -2	128.740	0.0041
2-3	158.908	0.0042
3-4	75.518	0.0041
4-5	62.652	0.0041
5-6	18.883	0.0041
6-7	56.026	0.0041
7-8	74.402	0.0041
8-9	42.197	0.0041
9-10	149.970	0.0041
10-GPS3	186.079	0.0042
GPS3-GPS4	89.086	0.0041

٣-٦-٤ الأخطاء في قياس الزوايا :-

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

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

والخطأ الناتج عنهما من الممكن حسابه وفق العلاقة التالية:

$$\pm_{\sim pr} = \frac{2\pm_{DIN}}{\sqrt{n}} \quad \text{.....3.4}$$

حيث أن:

$\pm_{\sim pr}$: هو الخطأ الناتج عن التوجيه والقراءة.

$\pm_{DIN}$: الخطأ الناتج عن جهاز المحطة الشاملة.

n: عدد مرات التكرار

وقيمة هذا الخطأ تكون ثابتة تقريبا لجميع الزوايا وتساوي

$$\pm_{\sim pr} = \pm \frac{2 \times 5''}{\sqrt{4}} = 5 \text{.....} \quad .3.5$$

٣-٧ تصحيح الأخطاء في الإحداثيات : -

هناك أكثر من طريقة لتصحيح إحداثيات المضلع منها :

- Least Square Method .
- Linear and Angular Misclosure Method .
- Compass Rule.

لقد استخدمنا الطريقة الأولى في التصحيح و ذلك لأنها أدق طريقة وتصحح كل إحداثي حسب الخطأ الموجود فيه وكذلك تعطي معلومات عن مدى الدقة في المضلع ،حيث تم التصحيح الإحداثيات باستخدام برنامج(Autodesk 2006).

١-٧-٣ -: (Least Square Method)

المعادلة الرئيسة

$$X = (A^T A)^{-1} A^T L \text{.....} 3.6$$

حيث أن:

Unknown matrix : X

Jacobean matrix : A

Observation matrix :L

Variance matrix **: V**

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

- **The Jacobean Matrix A:**

$$A=\begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial dx_1} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_1} & \frac{\partial F_1}{\partial dx_2} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_2} & \cdots\cdots\cdots & \frac{\partial F_1}{\partial dx_{10}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{10}} \\ \frac{\partial F_2}{\partial dx_1} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_1} & \frac{\partial F_2}{\partial dx_2} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_2} & \cdots\cdots\cdots & \frac{\partial F_2}{\partial dx_{10}} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_{10}} \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ (\frac{\partial F_{21}}{\partial dx_1}) & (\frac{\partial F_{21}}{\partial dy_1}) & (\frac{\partial F_{21}}{\partial dx_2}) & (\frac{\partial F_{21}}{\partial dy_2}) & \cdots\cdots\cdots & (\frac{\partial F_{21}}{\partial dx_{10}}) & (\frac{\partial F_{21}}{\partial dy_{10}}) \\ (\frac{\partial F_{22}}{\partial dx_1}) & (\frac{\partial F_{22}}{\partial dy_1}) & (\frac{\partial F_{22}}{\partial dx_2}) & (\frac{\partial F_{22}}{\partial dy_2}) & \cdots\cdots\cdots & (\frac{\partial F_{22}}{\partial dx_{10}}) & (\frac{\partial F_{22}}{\partial dy_{10}}) \end{bmatrix}_{22*20}$$

-: (Distance observation reduction) ٣-٧-٢

$$F(x_i, y_i, x_j, y_j) = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \text{.....3.7}$$

Linearization:

Taking the derivatives of last equation:

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

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

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

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

-: (Angle observation reduction) ٣-٧-٣

$$^{-} = Az_{IF} - Az_{IB}$$

$$^{-} = \tan^{-1}\frac{x_f - x_i}{y_f - y_i} - \tan^{-1}\frac{x_b - x_i}{y_b - y_i} + D \text{ .....3.8}$$

Taking the derivatives of the last equation:

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

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

- **The Observation Matrix L:**

$$L = \begin{bmatrix} F_1 - F_{1_0} \\ F_2 - F_{2_0} \\ F_3 - F_{3_0} \\ F_4 - F_{4_0} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ F_{22} - F_{22_0} \end{bmatrix}_{22\times 1}$$

- **The Weight Matrix W:**

$$W = \begin{bmatrix} (\pm F_1)^2 & & & & & & & & \\ & (\pm F_2)^2 & & & & & & & \\ & & (\pm F_3)^2 & & & & & & \\ & & & \ddots & & & & & \\ & & & & \ddots & & & & \\ & & & & & \ddots & & & \\ & & & & & & (\pm F_{19})^2 & & \ddots \\ & & & & & & & \ddots & \\ & & & & & & & & \ddots \\ & & & & & & & & & (\pm F_{22})^2 \end{bmatrix}_{22\times 22}$$

- **The Unknowns Matrix X:**

$$X = \begin{bmatrix} dx_3 \\ dy_3 \\ dx_4 \\ dy_4 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ dx_{10} \\ dy_{10} \end{bmatrix}_{20\times 1}$$

- **The Variance Matrix V:**

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

٣-٨ الإحداثيات المصححة :-

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

الجدول التالي(٣-٧) يظهر قيم الإحداثيات التي تم تصحيحها باستخدام برنامج إل (Autodesk land 2006):

الجدول (٣-٧)

Point	Northing	Easting
1	105706.3307	160114.2350
2	105551.5034	160150.0169
3	105510.0175	160213.1196
4	105447.3677	160213.6939
5	105441.6951	160231.7048
6	105398.1699	160196.4276
7	105341.5782	160159.3332
8	105267.4364	160165.5553

9	105242.9958	160199.9534
10	105127.8770	160103.8348

٣-٩المسافات المصححة :-

بعد حساب الإحداثيات المصححة يتم حساب المسافات بناء على هذه الإحداثيات، **وذلك بالاعتماد على قانون** المسافة ما بين نقطتين:

$$dis\tan ceji = \sqrt{(E_j - E_i)^2 + (N_j - N_i)^2} \text{.....3.10}$$

الجدول التالي(٣-٨) قيم المسافات المصححة

Line	Distance (m)
GPS2--1	128.7400
1--2	58.908
2--3	62.6524
3--4	18.8830
4--5	75.5184
5--6	67.6655
6--7	74.4024
7--8	186.0790
8--9	149.9704
9--10	89.0875
10—GPS3	42.1969
GPS3—GPS4	56.0260

٣-١٠ الزوايا المصححة:-

بعد حساب الانحرافات المصححة يتم حساب الزوايا المصححة وذلك باستخدام الفرق ما بين الانحرافات حسب موقع الزاوية ما بين الخطوط، **والجدول التالي**(٣-٩) يظهر قيمة الزوايا المصححة للمضلع:

جدول(٣-٩)

From	To	H. angle		
GPS2	GPS1	0	0	0
GPS2	1	122	33	57.8
1	GPS2	0	0	0
1	2	247	40	25.23
2	1	0	0	0
2	3	236	09	08.84
3	2	0	0	0
3	4	108	00	26.52
4	3	0	0	0
4	5	136	20	07.47
5	4	0	0	0
5	6	174	13	0.897
6	5	0	0	0
6	7	141	57	32.35
7	6	0	0	0
7	8	134	36	35.88
8	7	0	0	0
8	9	274	27	56.38
9	8	0	0	0

9	10	193	37	43.64
10	9	0	0	0
10	GPS3	130	11	30.14
GPS3	10	0	0	0
GPS3	GPS4	291	32	33.26

وهذه هي الجداول التي تم الحصول عليها من برنامج (**Autodesk Land2006)** للقيم التي تم تصحيحها**:**

Angular error = 0-02-28

Angular error/set = 0-00-12 Over

Error North : -0.0631

Error East : 0.0266

Absolute error : 0.0685

Error Direction : S 22-51-22 E

Perimeter : 1021.0469

Precision : 1 in 14900.0283

Number of sides : 11

Total # of Unknown Points: 10

Degrees of Freedom : 2

Confidence Interval : 95%

Number of Iterations : 2

Chi Square Value : 137.88882

Goodness of Fit Test : Fails at the 5% Level

Standard Deviation of Unit Weight: 5.87130

Observation

جدول (٣-١٠)

Type	Pnt1	Pnt2	Pnt3	Measured	Std. Dev.	Adjusted	Resid.
DIST	200	1		128.7493	0.005	128.74	-0.0093
ANG	100	200	1	122-33-35.00	6.1	122-33-57.80	22.80
DIST	1	2		158.9085	0.005	158.9083	-0.0002
ANG	200	1	2	247-40-10.00	5.4	247-40-25.23	15.23
DIST	3	4		62.6504	0.005	62.6524	0.002
ANG	2	3	4	236-08-55	11.1	236-09-08.84	13.84
DIST	4	5		18.8917	0.005	18.883	-0.0087
ANG	3	4	5	108-00-30	23.9	108-00-26.52	-3.48
DIST	2	3		75.5254	0.005	75.5184	-0.007
ANG	1	2	3	136-19-55	7.6	136-20-07.47	12.47
DIST	6	7		67.6548	0.005	67.6655	0.0071
ANG	5	6	7	174-13-25	13.2	174-13-08.97	-16.03
DIST	7	8		74.4012	0.005	74.4024	0.0012
ANG	6	7	8	141-57-55	11.1	141-57-32.35	-22.65
DIST	10	300		186.0778	0.005	186.079	0.0012
ANG	9	10	300	134-36-50	5	134-36-35.88	-14.12
DIST	9	10		149.9623	0.005	149.9704	0.0081
ANG	8	9	10	274-28-35	10	274-27-56.38	-38.62
DIST	300	400		89.0751	0.005	89.0875	0.0124
ANG	10	300	400	193-38-25	6.7	193-37-43.64	-41.36
DIST	8	9		42.2036	0.005	42.1969	-0.0067
ANG	7	8	9	130-12-35	14.1	130-11-30.4	-64.86
DIST	5	6		56.0183	0.005	56.026	0.0077
ANG	4	5	6	291-32-45	22.1	291-32-33.26	-11.74

ADJUSTED COORDINATES

Std Deviations are at 95% Confidence Level

جدول (٣-١١)

Point#	Northing	Easting	Std .Dev. Nth	Std .Dev. Est
1	105706.3307	160114.235	0.072	0.106
2	105551.5034	160150.0169	0.125	0.152
3	105510.0175	160213.1196	0.155	0.19
4	105447.3677	160213.6939	0.163	0.221
5	105441.6951	160231.7048	0.171	0.234
6	105398.1699	160196.4276	0.162	0.22
7	105341.5782	160159.3332	0.164	0.204
8	105267.4364	160165.5553	0.144	0.2
9	105242.9958	160199.9534	0.138	0.184
10	105127.877	160103.8348	0.106	0.108

Semi-Axes are at 95% Confidence Level

جدول (٣-١٢)

Point#	Semi-Major Axis	Semi-Minor Axis	Axis Azimuth
1	0.107702	0.069393	102-34-18
2	0.153794	0.123029	76-11-11
3	0.192677	0.150766	73-18-39
4	0.222951	0.159688	78-25-54
5	0.23451	0.170338	83-56-19
6	0.221849	0.159153	78-38-07
7	0.20437	0.163808	84-59-22
8	0.202091	0.141664	101-10-32
9	0.186157	0.135037	102-52-26
10	0.110821	0.103621	52-32-44

الفصل الثالث

٣

المضلعات (Traverse)

٣-١ المقدمة.

٣-٢ أنواع المضلعات .

٣-٣ متطلبات الدقة لأعمال المضلعات .

٣-٤ القراءات .

٣-٥ حساب إحداثيات المحطات قبل التصحيح .

٣-٦ تصحيح الأخطاء للمضلع (Reduction of Errors) .

٣-٧ تصحيح الأخطاء في الإحداثيات.

٣-٨ الإحداثيات المصححة .

٣-٩ السلك المصححة .

٣-١٠ الزوايا المصححة .

الفصل الرابع

التخطيط الأفقي والرأسي للطريق

٤-١مقدمة :-

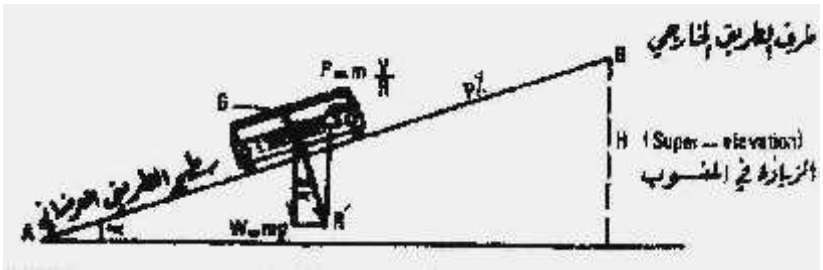
يكون مسار الطريق عبارة عن أجزاء مستقيمة و أخرى دائرية، فلا بد من ربط هذه الأجزاء مع بعضها بواسطة منحنيات تنقلنا من الأجزاء المستقيمة إلى دائرية بشكل تدريجي تجنبا للانتقال المفاجىء و ذلك للتقليل من أخطار الطريق إلى الحد الأدنى. و حتى نحصل على تصميم متزن للطريق يجب أن نأخذ بعين الإعتبار أسس التصميم الهندسي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

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

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

٤-٢القوة الطاردة المركزية :-

انتقال المركبة من الجزء المستقيم إلى الجزء المنحني سوف يعرضها لحظة دخولها المنحنى إلى قوة طاردة مركزية قد تؤدي إلى قلب المركبة في بعض الأحيان. حيث إن القوة الطاردة المركزية تتناسب تناسبا عكسيا مع نصف قطر المنحنى. و القوه الطاردة المركزية تؤثر بشكل يتعامد مع محور الدوران الذي هو في الواقع خط وهمي ورأسي مار بمركز المنحنى الدائري ، أي إن اتجاه هذه القوة سيكون أفقيا. كما في الشكل (٤-١).



الشكل (٤-١) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات

عندما تكون قيمة نصف القطر تقترب من المالانهاية تكون عندها قيمة القوة الطاردة المركزية تساوي صفر. و لمنع تغير قيمة القوة الطاردة المركزية من قيمة صغرى (صفر) إلى قيمة عظمى بشكل فجائي نلجأ إلى المنحنيات

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

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \text{.....} 4.1$$

من الشكل السابق:

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

٤-٣ التعلية:-

التعلية هي عبارة عن رفع الحافة الخارجية للطريق عن الحافة الداخلية. حيث أن المركبة عندما تسير على المنحنى وتكون سرعتها عالية فإنها سوف تتعرض إلى قوة طاردة مركزية تؤثر على المركبة مما تتسبب في انزلاق المركبة و قد تؤدي إلى انقلابها. وللتقليل من هذه الأضرار على المنحنيات يتم رفع الحافة الخارجية حيث تعمل على مقاومة القوة الطاردة المركزية حيث أن قيمة الميل الجانبي للطريق تتراوح من ٤% - ٧% وقد تصل إلى ٩% حسب الأنظمة المعمول بها في البلد.

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات التالية:

$$e = \frac{v^2}{gR} \text{.....} \quad .4.2$$

$$e + f = \frac{V^2}{gR} \text{.....4.3}$$

$$e + f = \frac{(0.75 \times v)^2}{g \times R}$$

حيث أن:

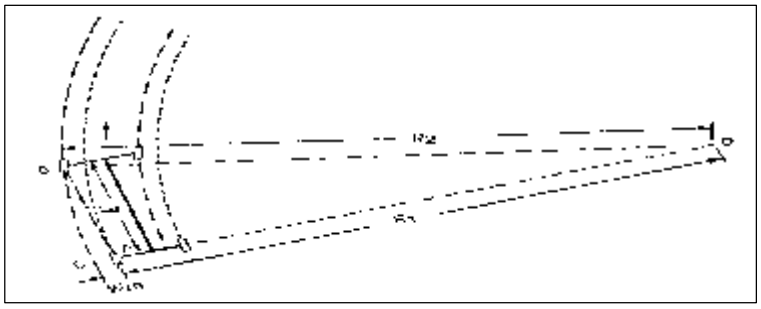
- R : هي نصف القطر الدائري بالمتر
- V : هي سرعة المركبة ب كم/ ساعة ، و هنا ضربنا السرعة ب 0.75 بسبب أن الطريق مختلطا (تسير عليه جميع أنواع المركبات).
- e: أقصى معدل رفع جانبي بالمتر.
- f: هي معامل الاحتكاك الجانبي .

جدول (٤-١) قيم الرفع الجانبي المرغوبة و ذلك لعدة طرق مختلفة

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

٤-٤ التوسعة :-

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



الشكل (٤-٢) التوسعة على المنحنيات

يتم زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات حيث يتم زيادة الاتساع إما على الطرف الخارجي للمنحنى أو بتوزيعه على الطرفين الداخلي و الخارجي للمنحنى. والجدول(٤-٢) يوضح قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر.

الجدول(٤-٢) قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر

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

الأسباب التي تدفعنا لتنفيذ التوسعة على المنحنيات هي:

١ – عند المنحنى لا تتبع العجلات الخلفية العجلات الأمامية.
٢ – يزداد العرض مما يساعد على رؤية المركبة القادمة بسهولة.
٣- لا تلتصق السيارة تماما بالرصف على المنحنى.

لحساب مقدار التوسعة على المنحنيات نطبق العلاقة التالية:

$$w = \left[\left(\frac{nI^2}{2R}\right) + \left(\frac{V}{9.5\sqrt{R}}\right)\right] \quad \text{..... 4.4}$$

حيث أن:

w : زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات.

n : عدد الحارات.

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

V : السرعة التصميمية على المنحنى.

R : نصف قطر المنحنى.

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

١. التوسيع الميكانيكي ومعادلته:

$$w_m = n * i^2 / 2 * r \quad \text{.....4.5}$$

حيث w_m= التوسيع الميكانيكي.

n= عدد الحارات.

I^2= اتساع قاعدة العجل لأطول مركبة وتؤخذ عادة ٦.١م لعربات النقل.

R= نصف قطر المنحنى

٢. التوسعة نتيجة العامل النفسي ومعادلته:

$$w_{ps} = v^2 / 9.5 * \sqrt{r} \quad \text{.....4.6}$$

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

V= السرعة التصميمية.

We =Wm +Wps ……..4.7

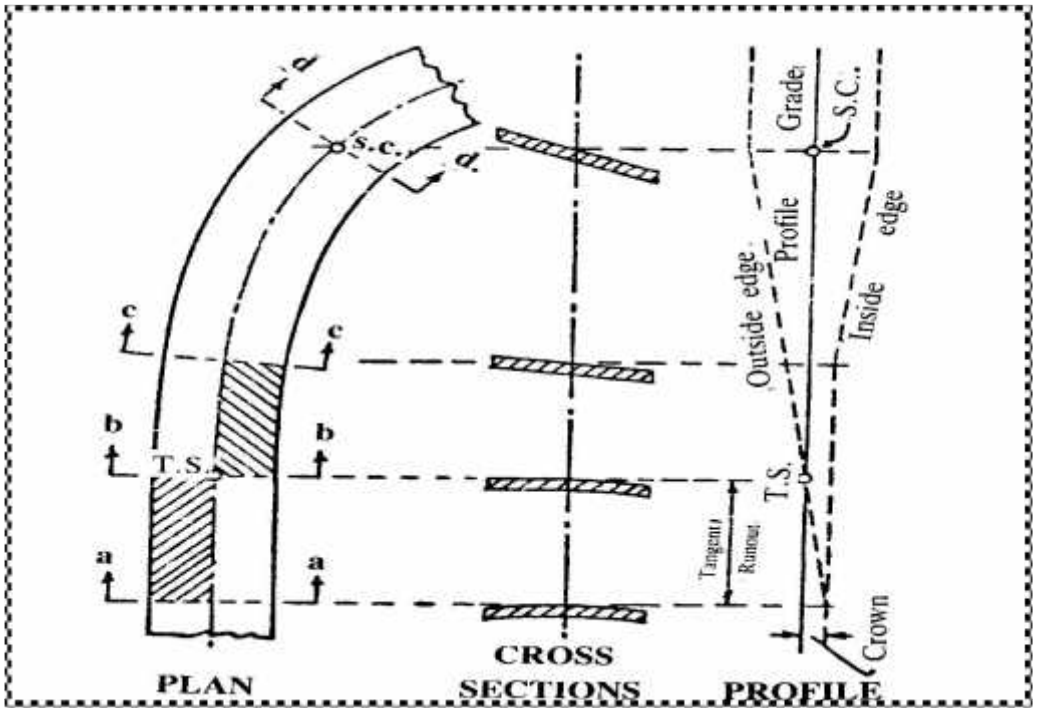
حيث We= التوسعة الكلية

٤- ٥ الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق:-

حيث يتم بإحدى الطرق الثلاث التالية:

***الطريقة الأولى:** يبقى محور الطريق ثابتا، ويبدأ جانب الطريق بالارتفاع والدوران حول المحور وبنفس الوقت يبقى الجانب الآخر ثابتا حتى يصبح كامل السطح على استقامة واحدة، يبدأ بعد ذلك الجانب الآخر بالانخفاض، والجانب الأول بالارتفاع ويبقى سطح الطريق على استقامة واحدة ويستمر الدوران حول محور

الطريق حتى يتحقق الميلان المطلوب، وعند الخروج من المنعطف يعود السطح بالدوران حول المحور حتى يعود سطح الطريق مائلا بالاتجاهين المتعاكسين بنسبة 1.5% -2 .

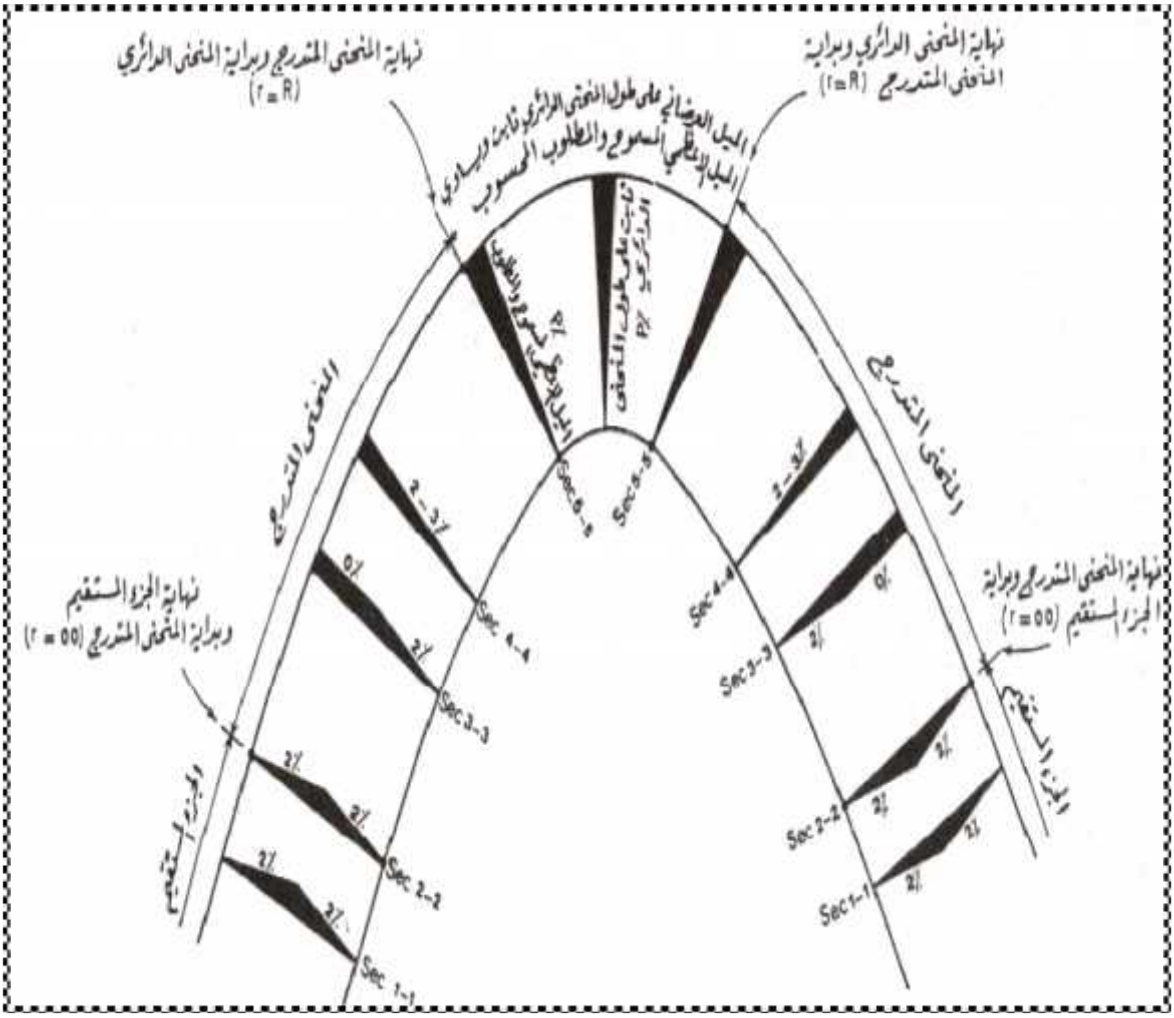


الشكل (٤- ٣)كيفية الرفع الجانبي للطريق حول المحور

***الطريقة الثانية:** يرتفع الجانب الخارجي للطريق (ظهر المنعطف)، ويبقى الجانب الثاني ثابتا حتى يصبح كامل سطح الطريق على استقامة واحدة بميل % 2-1.5 ، **عند ذلك** يدور كامل سطح الطريق حول حافة الطريق الداخلية و(ليس حول محور)، بحيث أن كامل سطح الطريق يرتفع بدلا من ارتفاع نصفه حتى يصل السطح إلى الميلان المطلوب.

***الطريقة الثالثة:** يبدأ كامل سطح الطريق بالانخفاض و الدوران حول طرف الطريق الخارجي (ظهر **المنعطف**)، حتى يصبح سطح الطريق على استقامة واحدة، بعدها يحصل دوران لكامل السطح حتى يصل للميلان **المطلوب**.

. **الشكل** (٤-٤) التغير التدريجي في الميل العرضي لمقاومة تأثير القوة الطاردة المركزية



٤-٦ المنحنيات الأفقية:-

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

٤-٦-١ أنواع المنحنيات الأفقية:-

١- المنحنيات الدائرية Circular curves
٢- المنحنيات المتدرجة Transitions Curves

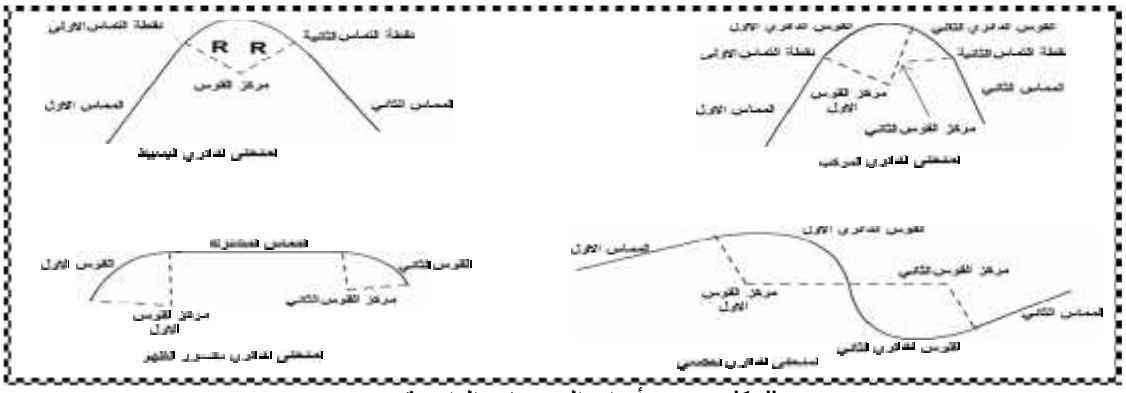
٤-٦-٢ المنحنيات الأفقية الدائرية Circular curves

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

وتنقسم إلى أربعة أقسام رئيسية:

١- المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves
٢- المنحنيات الدائرية المركبة Compound Circular Curves
٣- المنحنيات الدائرية مكسورة الظهر Broken-Back Circular Curves
٤- المنحنيات الدائرية العكسية Reversed Circular Curves

تقسم المنحنيات الدائرية إلى أربعة أنواع كما هي في الشكل التالي :



الشكل(٤-٥) أنواع المنحنيات الدائرية

أولا: المنحنى الدائري البسيط:-

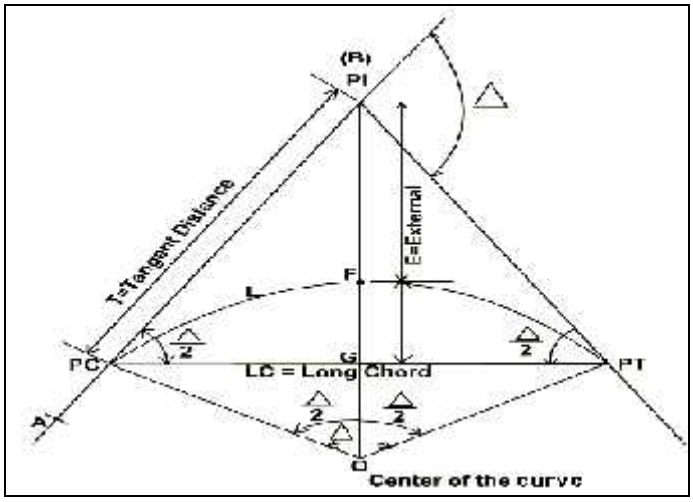
هذا المنحنى عبارة عن جزء من دائرة ذات نصف قطر محدد وثابت، حيث يصل بين الخطيين المستقيمين ولمختلفي الإتجاه في نقطتي الوصل.

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

١. المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves

❖ عناصر المنحنى الدائري البسيط:

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



الشكل (٤-٦) عناصر المنحنى الدائري البسيط

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

وتساوي الزاوية المركزية المنشأ عليها المنحنى الدائري.

- المماسين (**T**) The tow Tangent:

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

- نقطة بداية المنحنى (**PC**) Point of Curvature.
- نقطة نهاية المنحنى (**PT**) Point of Tangency.
- الخط المستقيم الذي يصل بين نقطتي تماس و يطلق عليه الوتر الطويل (**LC**).
- **نصف القطر** (**R**) Radius.
- **طول المنحنى** (**L**) Length of curve.
- المسافة الخارجية(**E**),External Distance وهي عبارة عن المسافة بين (**PI**) و بين منتصف المنحنى **الدائري**.
- سهم القوس(**M**) Middle Ordinate، و هي المسافة بين نقطة منتصف المنحنى وبين نقطة منتصف الوتر الطويل.

- **مركز** المنحنى ونرمز له (**O**).
- 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 **أو**25.
- **الوتر** الجزئي الأوسط يرمز له (**C**)، وهو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل بين أي نقطتين متتاليتين على المنحنى ما عدا الأولى والأخيرة، و يكون طوله في العادة رقما مدورا و مناسبا 10،25،20 **مترا**.
- الوتر الجزئي النهائي (**C2**)، و هو 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 و بين مماس المنحنى **الدائري**.
- زاوية الانحراف الجزئية النهائية (**d2**)، و هي الزاوية الأفقية المحصورة بين الوتر الجزئي النهائي و بين المماس للمنحنى الدائري في نقطة بداية هذا الوتر الجزئي النهائي.

❖ **معادلات** المنحنى الدائري البسيط:

١- **طول المماس** (T)

$$T = R\tan\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....4.8}$$

٢- المسافة الخارجية (E)

$$M = R(\sec\frac{\Delta}{2} - 1) \quad \text{.....4.9}$$

٣- سهم القوس (M)

$$M = R(1 - \cos\frac{\Delta}{2}) \quad \text{.....4.10}$$

٤- الوتر الطويل(LC)

$$LC = 2R\sin\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....4.11}$$

٥- **طول المنحنى** (L)

$$L = \frac{® R\Delta}{180} \quad \text{.....4.12}$$

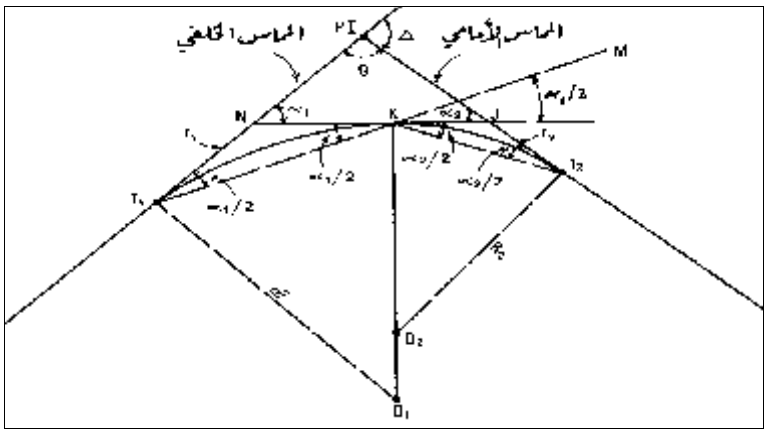
ثانيا: المنحنيات الدائرة المركبة:-

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:-

١- أنصاف أقطار هذه المنحنيات الدائرية مختلفة.

٢- المنحنيات متماسة عند نقاط اتصالها ببعضها.

٣- جميع مراكز هذه المنحنيات الدائرية في جهة واحدة.



الشكل (٤-٧) عناصر المنحنى الدائري المركب

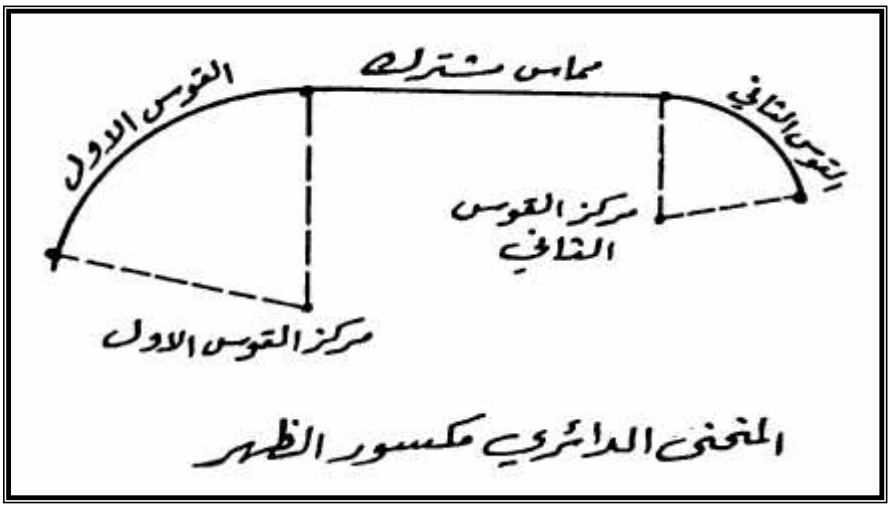
عناصر المنحنى المركب :

- 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 O_2.
- 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.

- زاوية انحراف المماسين المشترك والأمامي α_2 .
- 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.

ثالثا: المنحنيات الدائرية مكسورة الظهر:-

يطلق هذا الاسم على الجزء المكون من منحنيين دائريين مركزيهما في جهة واحده و متصلين ببعضهما بواسطة مماس مشترك واحد و قصير يقل طوله عن 30م.

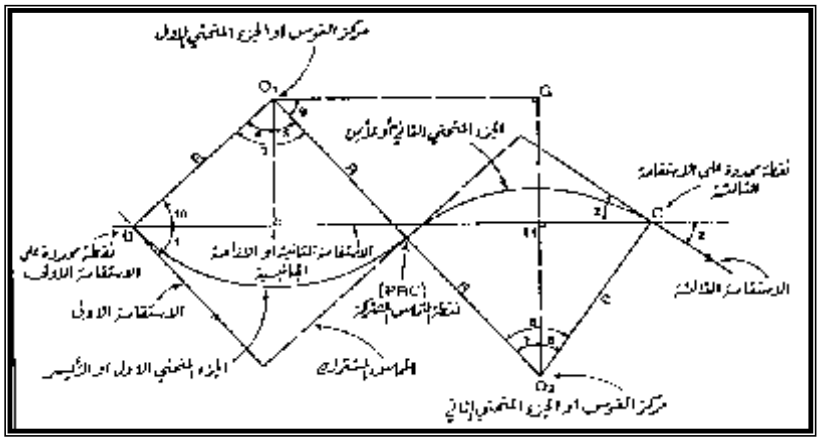


الشكل(٤-٨)عناصر المنحنى الدائري مكسور الظهر

رابعا: المنحنيات الدائرية العكسية:-

يتم وصل الخطيين المستقيمين بأكثر من قوس دائري واحد و تحت الشروط التالية:

- مراكز التقوس ليست في جهة واحدة.
- أنصاف أقطار هذه الأقواس قد تكون متساوية أو مختلفة.
- الأقواس متماسة عند نقاط اتصالها ببعض.



الشكل (٤-٩) المنحنيات العكسية

٤-٧ ملاحظات عامة عن التخطيط الأفقي:-

بالإضافة إلى عناصر التصميم المحددة في التخطيط الأفقي، فقد عرفت بعض القواعد العامة والحاكمة،وهذه القواعد ليست خاضعة لمعادلات ولكنها ذات أهمية في الحصول على طرق مأمونة سهلة الانسياب فالانحناء الزائد، وكذلك سوء الترابط بين المنحنيات المختلفة، يقلل السعة ويترتب عليه خسائر اقتصادية بسبب الزيادة في زمن الرحلة ونفقات التشغيل ويسئ إلى جمال المنظر. ولكي نتلافى تلك المظاهر السيئة في أعمال التصميم، يجب إتباع القواعد العامة التالية:

أ- تأمين مسافة الرؤية الأفقية عبر الطرف الداخلي للمنحنى.

ب- تأمين تصريف جيد للمياه السطحية.

ت- تجنب المناطق السيئة جيولوجيا ومواقع المستنقعات.

ث- التقليل ما أمكن من الأعمال الترابية.

ج- الانسجام مع التضاريس و الطبيعة بشكل عام.

ح- تجنب عمل منحنيات وصل قصيرة أو حادة ولكن يجب استخدام منحنيات متدرجة بأطوال كافية.

خ- لتكن المسافة الأصغر بين منحيين أفقيين متتاليين (٦٠m)، خصوصا في الطرق السريعة.

د- توسيع سطح الطريق المخصص للسير عندما يقل نصف قطر المنحنى عن (150 m)، إضافة إلى اعتبارات التعلية (Super Elevation) والسرعة.

ذ- تخفيفا لآثار المنحنيات العكسية (إن وجدت) السلبية، لا بد من زيادة مقدار نصف القطر وتخفيض السرعة بالإضافة إلى وضع الإشارات التحذيرية الكافية في منطقة المنحنى العكسي، علما بأنه قد تنشأ ظروف تحتم علينا استخدام المنحنيات العكسية، على سبيل المثال

- مرور الطريق من موقع معين لأسباب اقتصادية أو سياحية أو .....الخ.
- وجود عوائق تحول دون استمرار الطريق بشكل ملائم.
- ظروف استملاك معقدة ومكلفة.
- ظروف طبوغرافية قاهرة.

ر- إذا كانت هناك عوائق تحول دون استخدام منحنى دائري بنصف قطر كبير أو مناسب، نلجأ عندها إلى استخدام منحنى مركب يساعد في تحقيق مرونة أكبر في مجال السرعة ولعناصر أخرى مؤثرة على تكلفة الطريق وجماله.

ز- في المناطق الجبلية، تكون تكلفة الإنشاء عالية في العادة، بسبب ارتفاع الأعمال الترابية مما يتطلب السير في الاتجاه الذي يقلل من حجم الأعمال الترابية، وعليه تكثر المنحنيات في مثل هذه الطريق.

س- يجب أن لا تتجاوز التعلية (12%).

ش- إن قيمة التعلية المرغوبة هي (6%).

ص- يجب أن لا تتجاوز قيمة الاحتكاك الجانبي القيمة العظمى والمسموح بها (f = 16%).

ض- لمقاومة تأثير القوة الطاردة المركزية، نلجأ إلى تطبيق التعلية المناسبة وتوسيع الطريق على المنحنى.

ط- يعتمد اختيار أو تحديد القيمة القصوى للتعلية على:

- مدى الحرص على تأمين سلامة العربات التي يمكن أن تسير بسرعة بطيئة على المنحنى.
- السرعة التصميمية.
- نصف قطر المنحنى.

ظ- تجنب استخدام المنحنيات العكسية ما أمكن تفاديا للأمور التالية:

- الانتقال الفجائي من نصف قطر معين إلى آخر بشكل مفاجئ وعكسي، مما يؤدي إلى نتائج قاسية خصوصا إذا لم ينتبه السائق إلى وجود منحنى عكسي.
- الاضطرار إلى تخفيض السرعة بشكل كبير.
- صعوبة معالجة آثار القوة الطاردة المركزية حيث يتطلب الأمر الانتقال من المنحنى الأول إلى الثاني مع وجود ميلين عرضيين مختلفي الاتجاه.

ع- يجب إعطاء أهمية خاصة لموقع منشآت التصريف ومواقع اجتياز الأودية السحيقة والمناطق العالية تجنبا لزيادة نفقات التنفيذ والصيانة على حد سواء.

- **حساب المنحنيات الأفقية :- المنحنى الدائري رقم ٨** (Horizontal Curve No. 8)

المعلومات اللازمة من أجل عمل المنحنيات الأفقية

R = 80 m
Δ= 45° 53’ 28.64"
PC = 0+816.19
Δ/2 =22° 56’ 44.32"

- طول المماس (T)

$$T = R\tan\frac{\Delta}{2}$$

T = 80*tan (45° 53’ 28.64"/2) = 33.868 m

- المسافة الخارجية (E)

$$E = R(\sec\frac{\Delta}{2} - 1)$$

E = 80 (sec (45° 53’ 28.64"/2)-1) = 6.8738 m

- سهم القوس (M)

$$M = R(1 - \cos\frac{\Delta}{2})$$

M = 80 (1 – cos (45° 53’ 28.64"/2) = 6.3299 m

- الوتر الطويل(LC)

$$LC = 2R\sin\frac{\Delta}{2}$$

LC = 80*2*sin (45°53’28.64"/2) = 62.377 m

- طول المنحنى (L)

$$L = \frac{® R\Delta}{180}$$

$$M = (\pi * 80 * 45^{\circ}\ 53'\ 28.64'') / 180 = 64.07628\ m$$

- حساب المحطة (PT)

$PC = PI - T$

$PI = PC + T$

$PI = 816.19 + 33.868 = 850.058$

$PT = PC + L$

$PT = 816.19 + 64.07628$

$= 880.266\ m$

- **توقيع المنحنيات الأفقية :-** المنحنى الدائري رقم ٨ (Horizontal Curve No. 8)

يتم توقيع المنحيات الأفقية باستخدام :-

١- الثيودوليت.

٢- (Total Station) .

أولا : توقيع المنحنيات الأفقية باستخدام الثيودوليت :

$C \leq R/20$

$d = C * 90/(\pi * R)$

حيث أن :

C : طول القوس.

d : الزاوية الجزئية.

R : الزاوية الجزئية.

$C \leq 80 /20 = 4$

- نأخذ المحطة الأعلى من (PC) = 820 (عادة يكون الرقم مدور يقبل القسمة على 5)

$C1 = 820 - 816.19 = 3.81$

$C = 4$

- من حساب عدد الأقواس نقوم بطرح (PT) من (820) ثم نقسم على الرقم (4)

No. Of C =(880.266-820)/4 = 15.066

$C2 = 4.266$

- نقوم بحساب الزوايا الجزئية :

$d1 = C1 * 90/(\pi *R)$

$= 1^{\circ} 21' 51.68"$

$d = C * 90/(\pi *R)$

$= 1^{\circ} 25' 56.52"$

$d2 = C2 * 90/(\pi *R)$

$= 1^{\circ} 31' 39.54"$

والجدول التالي يوضح باقي النتائج :

الجدول(٤-٣) توقيع المنحنيات الأفقية باستخدام الثيودوليت

النقطة (Point)	طول القوس (L)	الزاوية الجزئية (d)	الزاوية الجزئية التراكمية	المحطة (.ST)
PC	0.0	0° 0’0"	0° 0’0"	0+816.19
1	3.81	1° 21’51.68"	1° 21’51.68"	0+820
2	4	1° 25’56.62"	2° 47’48.3"	0+824
3	4	1° 25’56.62"	4° 13’44.92"	0+828
4	4	1° 25’56.62"	5° 39’41.54"	0+832
5	4	1° 25’56.62"	7° 5’38.16"	0+836
6	4	1° 25’56.62"	8° 31’34.78"	0+840
7	4	1° 25’56.62"	9° 57’31.4"	0+844
8	4	1° 25’56.62"	11° 23’28.02"	0+848
9	4	1° 25’56.62"	12° 49’24.64"	0+852
10	4	1° 25’56.62"	14° 15’21.26"	0+856
11	4	1° 25’56.62"	15° 41’17.88"	0+860
12	4	1° 25’56.62"	17° 7’14.5"	0+864
13	4	1° 25’56.62"	18° 33’11.12"	0+868
14	4	1° 25’56.62"	19° 59’7.74"	0+872
15	4	1° 25’56.62"	21° 25’4.36"	0+876
PT	4.266	1° 31’39.54"	22° 56’43.9"	0+880.266

وعند توقيع المنحنيات الأفقية في النهاية يجب إن تكون :

مجموع الزوايا التراكمية = $\Delta/2$

$= 22° 56’43.9"$

ثانيا : توقيع المنحنيات الأفقية باستخدام (Total Station) :

LC 1 = 2 R Sin(d1)

LC 2 = 2 R sin (d1 +d)

LC 3 = 2 R sin (d1 + 2 d)

LC 4 = 2 R sin (d1 + 3 d)

LC PT = 2 R sin (Δ/2)

والجدول التالي يوضح باقي النتائج لتوقيع المنحنيات الأفقية **باستخدام** (Total Station)

الجدول(٤-٤) توقيع المنحنيات الأفقية باستخدام (Total Station)

النقطة (Point)	**طول الوتر (LC)**	**الزاوية الجزئية (d)**	**الزاوية الجزئية التراكمية**	**المحطة (.ST)**
Pc	0.000	0° 0’0"	0° 0’0"	0+816.19
1	3.810	1° 21’51.68"	1° 21’51.68"	0+820
2	7.800	1° 25’56.62"	2° 47’48.3"	0+823.99
3	11.799	1° 25’56.62"	4° 13’44.92"	0+827.99
4	15.780	1° 25’56.62"	5° 39’41.54"	0+831.97
5	19.760	1° 25’56.62"	7° 5’38.16"	0+835.94
6	23.720	1° 25’56.62"	8° 31’34.78"	0+839.91
7	27.670	1° 25’56.62"	9° 57’31.4"	0+843.86
8	31.600	1° 25’56.62"	11°23’28.02"	0+847.79
9	35.510	1° 25’56.62"	12°49’24.64"	0+851.70
10	39.400	1° 25’56.62"	14°15’21.26"	0+855.59
11	43.260	1° 25’56.62"	15°41’17.88"	0+859.45
12	47.100	1° 25’56.62"	17° 7’14.5"	0+863.29
13	50.910	1° 25’56.62"	18°33’11.12"	0+876.10
14	54.680	1° 25’56.62"	19° 59’7.74"	0+870.875
15	58.420	1° 25’56.62"	21° 25’4.36"	0+874.61
PT	62.377	1° 31’39.54"	22° 56’43.9"	0+878.567

٤-٨ التخطيط الرأسي للطرق (Vertical Alignment):-

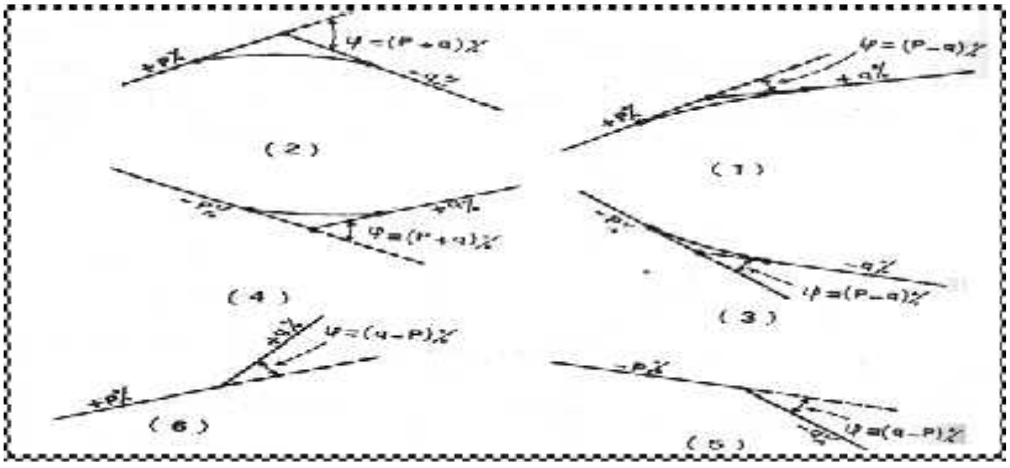
يتكون التخطيط الرأسي للطرق من سلسلة من الميول متصلة مع بعضها البعض بمنحنيات رأسية ويتحكم في التخطيط الرأسي عوامل الأمان والتضاريس ودرجة الطريق والسرعة التصميمية والتخطيط الأفقي وتكلفة الإنشاء وخصائص المركبات وصرف الأمطار ويجب أن تتوفر مسافة رؤية للتوقف تكون مساوية للحد الأدنى أو اكبر منها ويستخدم القطع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

٤-٨-١ المنحنيات الرأسية (Vertical Curves):-

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

٤-٨-٢ إشارة الميل وزاوية التدرج (Grade Angle):-

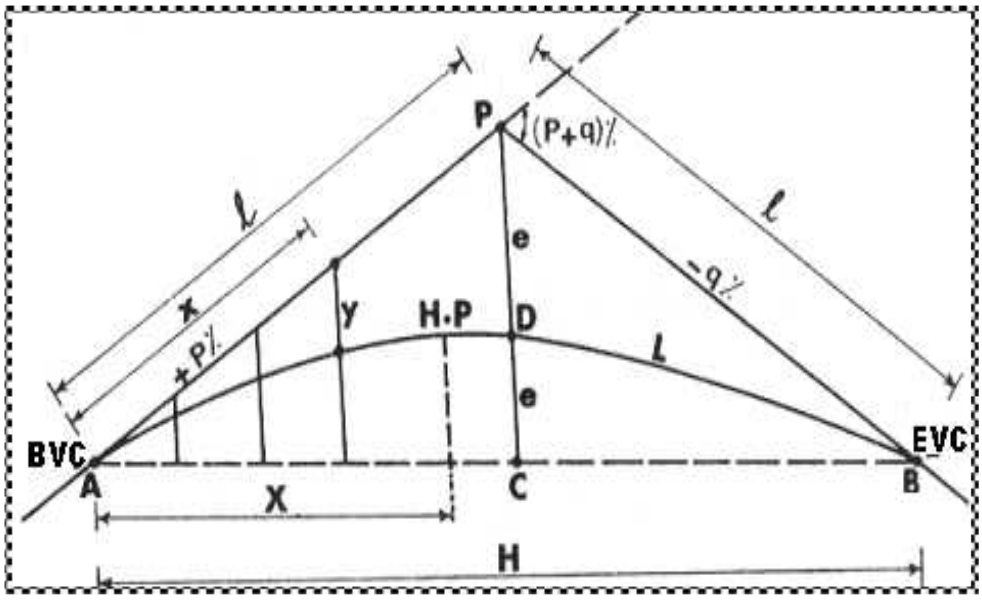
وزاوية التدرج هي عبارة عن الفرق الجبري بين الميلين، وهو في ست حالات كما هو موضح في الشكل التالي :



الشكل(٤-١٠) فرق الميل أو زاوية الميل

٤-٨-٣ عناصر المنحنى الرأسي :-

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



الشكل(٤-١١) عناصر المنحنى الرأسي

حيث :

نسبة الميل = **p & q**

بداية المنحنى الرأسي = **BVC**

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

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

نهاية المنحنى الرأسي = **EVC**

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

طول القطع المكافئ (متر) = **H**

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

٤-٨-٤ خواص القطع المكافئ البسيط:-

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

$$\mathbf{L = \ell 2 + \ell 1} \quad \text{.....} \quad 4\text{-}13$$

ب- الخط الراسي المار من نقطة تقاطع المماسين ينصف **الوتر** AB ويكون PD، بحيث أن

PD = e = DC، حيث C **نقطة منتصف الوتر** وD **نقطة تقاطع الخط الرأسي مع المنحنى**

وهذه النقطة تكون أعلى أو اخفض نقطة من المنحنى في حالة المنحنيات المتناظرة.

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

$$\mathbf{AB = H = 2\ell = L} \quad \text{.....} \quad 4\text{-}14$$

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

$$\mathbf{y = ax^2} \quad \text{.....} \quad 4\text{-}15$$

where :

$$\mathbf{a} = \frac{p + q}{400\ \ell}\, x^2 \quad \rightarrow \quad \text{عندما يكون المماسان في اتجاهين مختلفين}$$

$$\mathbf{a} = \frac{p - q}{400\ \ell}\, x^2 \quad \rightarrow \quad \text{عندما يكون المماسان في اتجاه واحد}$$

معادلة القطع المكافئ بدلالة (e):-

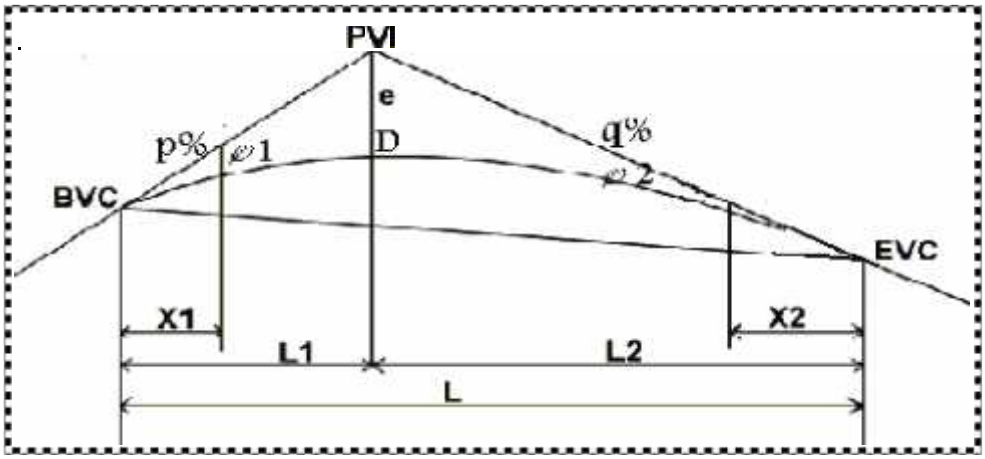
$$\mathbf{e} = \frac{p + q}{400}\,\ell \quad \rightarrow \quad \text{عندما يكون المماسين في اتجاهين مختلفين}$$

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

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

٤-٨-٥ المنحنيات الرأسية غير المتماثلة:-

في بعض الحالات من الممكن للمنحنى غير المتماثل أن يكون أكثر ملائمة من المنحنى المتماثل وخصوصاً عندما تكون المسافة الأفقية المطلوب عمل منحنى رأسي لها صغيرة أو في حالات التضاريس الجبلية.



الشكل(٤-١٢) منحنى راسي غير متماثل

$$\mathbf{e = L1 * L2 / 2(L1 + L2) *A /100} \quad \text{..... 4-16}$$

$$\ddot{1} \mathbf{= e\ (x1\ /L1)2 -} \ddot{2} \mathbf{= e(x2\ /L2)} \text{..... 4-17}$$

$$\mathbf{N = |\ p - q\ |} \quad \text{..... 4-18}$$

حيث أن :

- الفرق الجبري بين الميلين = **N**
- المسافة الأفقية من بداية المنحنى إلى النقطة C **على المنحنى** = **L1**
- المسافة الأفقية من نهاية المنحنى إلى النقطة C **على المنحنى** = **L2**

٤-٨-٦ الميول الرأسية العظمى في الطرق:-

- العوامل التي تتحكم بتحديد الميول الرأسية:-

١) السرعة المعتبرة في التصميم (Design Speed).

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

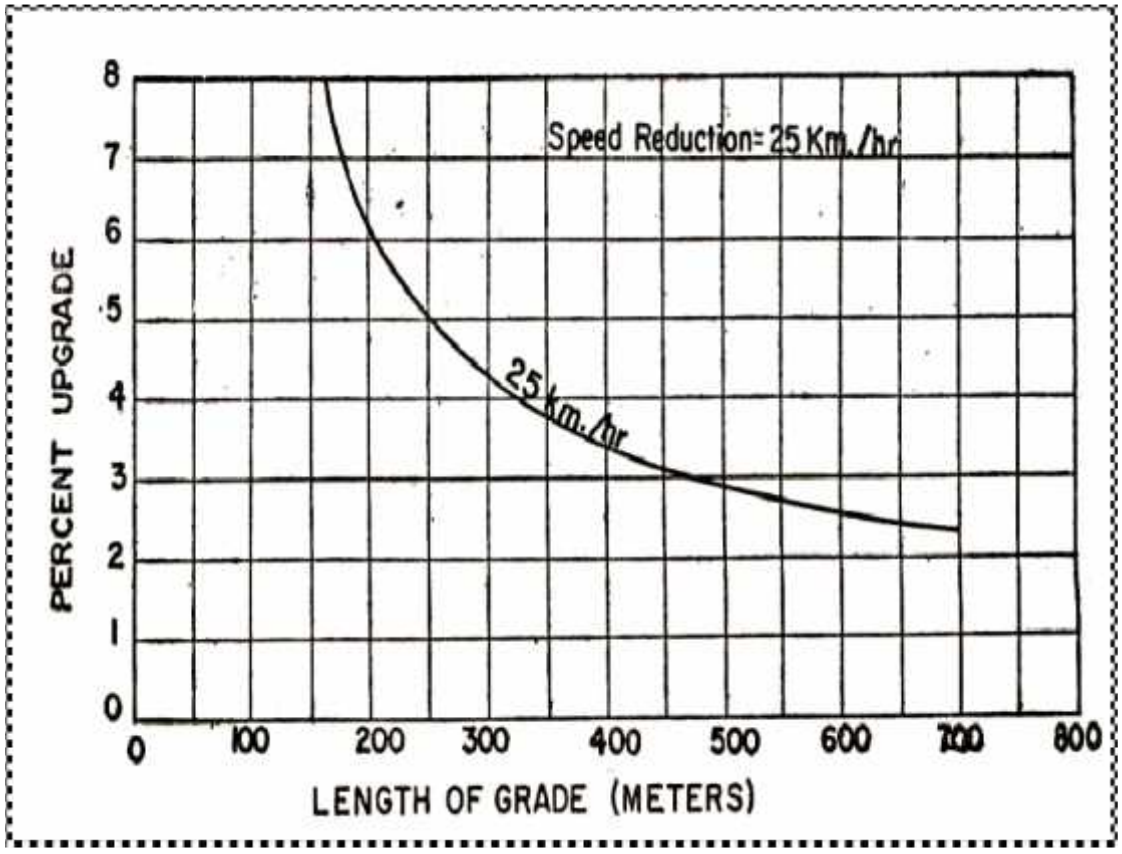
٣) طول الجزء الخاضع للميل الرأسي.

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

الجدول(٤-٥) الميول الرأسية العظمى حسب طبوغرافية الأرض والسرعة التصميمية

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

وبالنسبة لطول الجزء الخاضع للميل الرأسي فإنه لا بد من ربط هذا العامل أيضا بمقدار الميل الرأسي، وهنا يفضل كلما أمكن أن لا يتجاوز هذا الطول الحد الذي تضطر معه شاحنة نموذجية مختارة تخفيض سرعتها بمقدار يزيد عن أو يساوي 25 Kph تقريبا من سرعتها الاعتيادية على جزء منبسط قبل صعودها هذا الجزء المائل المعتبر من الطريق، من الطبيعي أن هذا يعتمد على نوع الشاحنات التي تسلك الطريق. ويبين الشكل رقم (٤- ١٣) القيم العظمى لأطوال أجزاء الطريق الخاضعة للميول الرأسية حسب الميول الرأسية:



الشكل (٤-١٣) القيمة العظمى لطول الجزء الخاضع للميل

والجدول (٤-٦) يبين القيم العظمى لأطوال أجزاء الطريق، الخاضعة للميول الرأسية حسب الميول الرأسية:

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

في الحالات التي يضطر معها إلى تجاوز القيم العظمى للأطوال الواردة في الجدول السابق، لا بد من توسيع وتعريض هذه الأجزاء من الطريق لضمان حركة السير بشكل اعتيادي إضافة إلى إعطاء حرية أكبر من الحركة للشاحنات الكبيرة وتوفير إمكانية عزل الشاحنات أو تلك التي تتوقف لعدم القدرة على متابعة السير لسبب أو لآخر.

٤-٩ العوامل المشاركة في اختيار طول المنحنى الرأسي:-

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

أ- مسافة الرؤية (Sight or Vision Distance):-

مسافة الرؤية للتوقف الآمن هي المعيار المحدد لطول المنحنى وخاصة منحنى القمة، والسبب في ذلك يعود إلى عدم احتمال مواجهة سيارة أخرى باتجاه معاكس لاتجاه التجاوز.

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

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

$$L = (D.S^2 * N) / 4 \quad \text{.....} \quad 4.19$$

Where :

D.S = مسافة الرؤية للتوقف الآمن

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

V = السرعة كم/ساعة

T = زمن الارتداد العصبي الكلي بالثانية

F = معامل الاحتكاك الجانبي

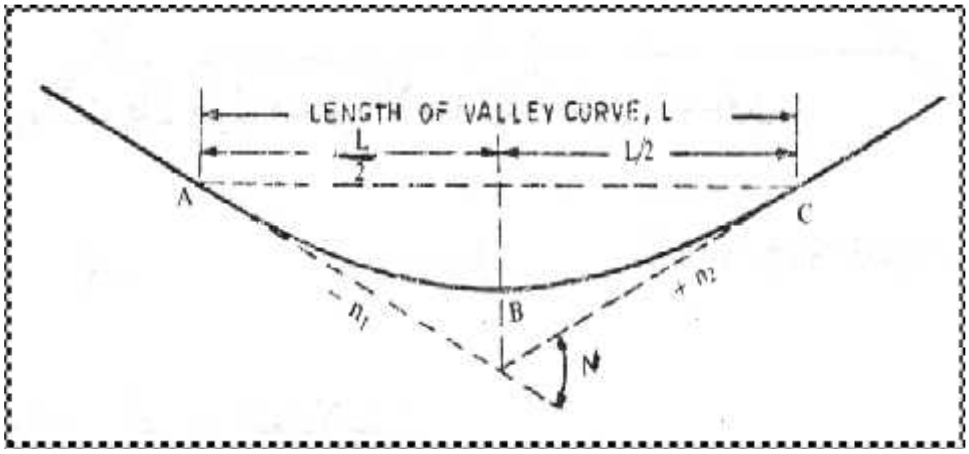
N = زاوية انحراف المماسين

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

$$L = 2*D.S – (4 / N) \quad \text{.....} \quad 4.20$$

ب- راحة المسافرين (comfort of passenger):-

حيث يتم تصميم المنحنيات الراسية (القاع) على أساس توفير راحة المسافرين، حيث يحدد الطول على أساس القوة الطاردة المركزية وتساوي ٠.٦ م/ث^2، وطول المنحنى عبارة عن منحنيين انتقال متساويين في الطول وبدون منحنى أفقي بينهما، ومن الشكل (٤-١٤) فان طول منحنى الاستدارة السفلي ABC والذي يساوي L حيث AB ، BC يمثل طول كل منهما منحنى انتقال .



الشكل (٤-١٤) منحنى رأسي قاعي

$$Ls = L/2$$

$$\Rightarrow L = 2*[N V^3/C]^{0.5} \quad \text{..... 4.21}$$

Where:

V: السرعة التصميميةم /ث

C : معدل التغير في تسارع في القوة الطاردة المركزية ويساوي ٠.٦م /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 ١٧% حسب المعادلة التالية:

$$I\ max = [(200 * N * V2) / (g*L)]\ \% \quad < \%17 \quad \text{..... 4.22}$$

فإذا كان الناتج اقل من (maximum impact factor) المسموح فيها وهي ١٧%، فان الطول يكون ملائما ويحقق راحة المسافرين.

٤-١٠ ملاحظات عامة في التصميم الراسي:

١- في حالة طريق بعدة مسارب (أربعة مسارب على سبيل المثال فأكثر) **وباتجاه واحد، تعتبر مسافة** الرؤية للتوقف الآمن هي المعيار المحدد لطول المنحنى الرأسي، والسبب في ذلك يعود إلى عدم احتمال

مواجهة سيارة أخرى باتجاه معاكس لاتجاه التجاوز، أما في حالة طريق بمسربين مع احتمال التجاوز عن عربة تسير بنفس الاتجاه عند مواقع المنحنيات الرأسية فتعتبر مسافة الرؤية للتجاوز الآمن هي المعيار المحدد لطول المنحنى **الرأسي**.

٢- ينتج عن استخدام مسافة الرؤيا للتجاوز الآمن كمعيار في تحديد طول المنحنى الرأسي، زيادة في طول المحنى مما يتسبب غالبا في زيادة الأعمال الترابية.

٣- في حالة الطريق بمسربين، يمكن استخدام مسافة الرؤية للتوقف الآمن بدلا من مسافة الرؤيا للتجاوز الآمن في تحديد طول المنحنى الرأسي، إذا تحقق شرطين وهما:

أ- منع حدوث التجاوز عن سيارة أخرى تسير في نفس الاتجاه في مواقع المنحنيات الرأسية التلالية، والإشارة لذلك بوضع إشارات وتنبيهات في مواقع مناسبة على محور الطريق أو أطرافها.

ب- تعريض الطريق عند المنحنيات الرأسية التلالية بحيث يسمح بمسربين في كل اتجاه ولمسافة **مناسبة**.

إلى جانب العوامل الخاصة في التخطيط الرأسي هناك عدة اعتبارات عامة يجب مراعاتها في التصميم وهي:

- يجب أن يكون الهدف هو الحصول على منسوب تصميمي طولي سهل ذي تغييرات تدريجية تتمشى مع نوع الطريق أو درجته وكذا طبيعة الأرض فإن ذلك أفضل من مناسيب تكثر فيها الانكسارات والأطوال الانحدارية القصيرة وحقيقة أن هناك قيماً تصميمية خاصة بالانحدارات القصوى والطول الحرج لكل انحدار، إلا أن طريقة تطبيق ذلك وتهيئته مع طبيعة الأرض في مناسيب مستمرة هي التي تحدد صلاحية العمل المنتهي وشكله الأخير.

- يجب اجتناب التخطيط الرأسي المتموج أو ذي الانخفاضات المحجوبة ويصادفنا هذا المنظر الطولي عادة في التخطيطات الأفقية القريبة من الاستقامة عندما تعمل المناسيب الطولية لسطح الطريق متفقة في الشكل إلى حد بعيد مع الأرض الطبيعية المتموجة. وليس ذلك سيئ المنظر فحسب، بل إنه خطر أيضا فالانخفاضات المحجوبة تسبب الحوادث في عمليات التجاوز، حيث يخدع السائق المتجاوز بمظهر الطريق فيما وراء المنخفض ويظن الطريق خالياً من السيارات المضادة, بل وفي المنخفضات قليلة

العمق فان مثل هذا التموج الطولي يوجد عدم الاطمئنان عند السائق لأنه لا يمكنه الجزم بوجود أو عدم وجود مركبة مقبلة يحتمل اختباؤها خلف الجزء المرتفع. وهذا النوع من التخطيطات الطولية يمكن تجنبه بعمل انحناء أفقي أو تغيير الانحدارات تدريجيا بمعدلات خفيفة وذلك ممكن بزيادة أعمال الحفر والردم.

- يجب اجتناب التخطيط الطولي المنكسر الانحناء (انحنائين رأسيين في نفس الاتجاه يفصلهما مماس قصير) وخاصة في المنحنيات المقعرة التي يكون فيها المنظر الكامل الانحنائين معاً غير مقبول.

- من المفضل في الانحدارات الطويلة أن تكون الانحدارات الشديدة في الأسفل ثم يقل الانحدار قريباً من القمة أو يتجزأ الانحدار المستمر بإدخال مسافات قصيرة تكون الميول أقل فيه بدلاً من أن يعمل انحدار كامل منتظم، وقد لا يكون أخف من الحد الأقصى المسموح به إلا بقليل، ويعتبر ذلك ملائماً بصفة خاصة لحالة الطرق ذات السرعة التصميمية المنخفضة.

- **حساب المنحنيات الرأسية:** -

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

الجدول(٤-٧) قيمة الثابت K في المنحنيات الرأسية

SPEED	AASHTO	
	K_{crest}	K_{sag}
20	1	3
30	2	6
40	4	9
50	7	13
60	11	18
70	17	23
80	26	30
90	39	38
100	52	45
110	74	55
120	95	63
130	124	73
140	-----	-----

$K = Length / |p - q|$ ……..4.2

K : قيمة الثابت في المنحنيات الرأسية

P : ميل المماس الأول

q : ميل المماس الثاني

- في حالة أن يكون المنحنى الرأسي (Crest) تكون قيمة الثابت (K) عند السرعة التصميمية 50 Kph هي = 7
- في حالة أن يكون المنحنى الرأسي (Sag) تكون قيمة الثابت (K) عند السرعة التصميمية 50 Kph هي = 13

الفصل الرابع

٤

التخطيط الأفقي والراسي للطريق

٤-١ مقدمة.

٤-٢ القوة الطاردة المركزية .

٤-٣ التعلية .

٤-٤ التوسعة .

٤-٥ الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطرق

٤-٦ المنحنيات الأفقية .

٤-٧ ملاحظات عامة عن التخطيط الأفقي .

٤-٨ التخطيط الرأسي للطرق .

٤-٩ العوامل المشاركة في اختيار طول المنحنى الرأسي .

٤-١٠ ملاحظات عامة في التصميم الراسي .

الفصل الخامس

التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية

٥-١ مقدمة :-

تعتبر عملية التصميم الإنشائي للطريق عبارة عن إيجاد سماكات طبقات الرصف و مواصفاتها و مكوناتها لتتمكن من تحمل الأحمال المحورية للمركبات التي تسير على هذه الطرق، وذلك بالاعتماد على نتائج الفحوصات المخبرية وحجم المرور على الطريق.

٥-٢ الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة :-

وتشمل عدة اختبارات تجرى على مواد طبقات الرصف والتربة وطرق أجرائها، ومنها اختبار الدمك، نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)، وتحديد سماكات الرصفة.

٥-٢-١ اختبارات التربة :-

ويقصد بها تلك الفحوصات التي يتم أجراؤها على التربة من اجل معرفة تصنيف التربة وقدرة التربة على التحمل ، ومن هذه الفحوصات:-

١. اختبار الدمك (تجربة بروكتور)
٢. تحديد نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)

٥-٢-١-١ اختبار الدمك (تجربة بروكتور) (Proctor Test) :-

يمكن من خلال معرفة الكثافة للتربة أن نتعرف على الكثير من الصفات لها. ومن أجل تحسين خصائص التربة يجب زيادة كثافتها وتثبيتها بعملية الرص بالات الرص المختلفة.

كما أن نسبة الماء الموجودة في التربة أثناء عملية الرص لها تأثير كبير على الكثافة المطلوبة لهذه التربة حيث أنه كلما كانت كمية الماء(نسبة الماء) في التربة كبيرة فإن كثافتها تزداد و أنه بعد الوصول إلى حد معين تبدأ الكثافة بالنقصان تدريجيا. و هذه النقطة سميت الكثافة العظمى (Maximum density). ونسبة الماء التي تعطي أعلى كثافة (الكثافة العظمى) سميت بنسبة الماء المثالية Optimum moisture content.

- **اختبار بروكتور المعدل Modified Proctor Test.**

إن مبدأ التجربة يقوم على أساس دمك التربة بداخل أسطوانة معدنية وهي ما يسمى (قالب بروكتور)، حيث نقوم بدمك التربة على خمسة طبقات متتالية ومتساوية بعد خلطها بالماء بنسب محسوبة، ويتم دمك كل طبقة بمطرقة خاصة وتابعة للقالب وزنه ٤.٥٤كغم تسقط من ارتفاع طوله قدم واحد (٤٥.٨سم).

- **الأدوات المستخدمة:**

١- قالب بروكتور المعدل مع الغطاء المتحرك.
٢- مطرقة بروكتور المعدلة (10 باوند).
٣- وعاء لخلط التراب مع قارورة ماء و مسطرين وأداه غير حادة.
٤- منخل رقم ¾" و 4".
٥- جفنات صغيرة وفرن للتجفيف.
٦- ميزان (سعة 40كغم، دقة 2غم)، ميزان حساس (سعة 1200غم، دقة 0.01غم).
٧- أداة استخراج العينة (رافعة) ومسطرة.
٨- فرن تجفيف.

- **طريقة العمل:**

١- يسجل رقم الجفنات مع وزنها فارغة .
٢- يزن قالب بروكتور مع قاعدته فارغا ويسجل وزنه .
٣- تحضر العينة وتنخل على منخل رقم ¾"، الكمية المارة من المنخل هي التي ستستعمل فقط، المحجوز على منخل رقم ¾" يتم استبداله بنفس الوزن من نفس العينة ماره من منخل ¾" ومحجوزة على منخل رقم 4".
٤- بناءاً على نسبة الرطوبة المحسوبة توضع كمية من الماء على العينة بحيث تصبح رطبة وتخلط بالمسطرين ثم تأخذ كمية وتوضع في قالب بروكتور وتدمك بمطرقة بروكتور بوضعها على العينة وسحبها بكامل طولها ثم تترك لتسقط نتيجة لثقلها منقلا المطرقة على جميع أجزاء سطح العينة .تكرر العملية حسب عدد الطبقات.
٥ - يزال غطاء قالب بروكتور ويمسح ما يزيد عن وجهة القالب من العينة المرصوصة باستعمال أداه غير حادة (spatula) ويسوى سطح القالب.
٦ - توزن العينة مع القالب ويسجل الوزن . تزال العينة من القالب بالإزميل أو باستعمال جهاز إخراج العينات، تأخذ عينة من وسط القالب ومن طرفيه في جفنتين وتزن الجفنتين مع العينة ثم توضع في الفرن لمدة ٢٤ ساعة لتزن الجفنتين مع العينة المجففة في اليوم التالي .
٧- تعاد العينة إلى وعاء الخلط وتحرك جيداً وتزاد كمية الماء في العينة ثم يملأ القالب مرة ثانية وتعاد الخطوات السابقة.
٨- تكرر العملية كل مرة تزيد فيها نسبة الماء حتى يبدأ وزن القالب مع العينة بالنقصان.

٩- رسم الكثافة الجافة للتربة مع نسبة الرطوبة على رسم بياني والتي ستشكل منحنى ومنه حدد الكثافة الجافة العظمى للتربة، وهي أعلى نقطة في المنحنى ويمثل المحتوي المائي لهذه النقطة المحتوى الرطوبي الأمثل.

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

- **الحسابات والنتائج:-**

تظهر قيمة الكثافة الرطبة والكثافة الجافة و كافة المعلومات الأخرى لطبقة الأساس (Base course) في الجداول (٥-١)،(٥-٢) على التوالي. وتظهر قيمة نسبة الماء المثالية في الشكل (٥-١). حيث أن:-

ارتفاع قالب بروكتور المعدل = 116.5 ملم.

قطر القالب = 152.4 ملم.

حجم القالب= (4÷D²л) ×الارتفاع = (л×152.4 ² ÷4)×116.5= 2125سم³ وهو ثابت لجميع العينات.

حجم العينة = حجم القالب.

وزن القالب فارغ = 5116غم

وزن عينة (Base course) التي تم العمل عليها = 7000(غم)

تم الدمك في القالب على خمس طبقات وكل طبقة تم دمكها بخمسة وخمسين (٥٥) ضربة بمطرقة بروكتور المعدلة.

الجدول (٥-١) قيم الكثافة الرطبة لعينات (Base course)

رقم العينة	وزن العينة بعد الدمك + القالب (غم)	وزن العينة الرطبة (غم)	حجم العينة (سم^3)	الكثافة الرطبة (غم/سم^3)
1	9608	4492	حجم القالب =2125	2.11
2	9910	4794		2.25
3	10125	5009		2.35
4	10114	4998		2.35
5	10022	4906		2.30

الجدول (٥-٢) قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينات (Base course)

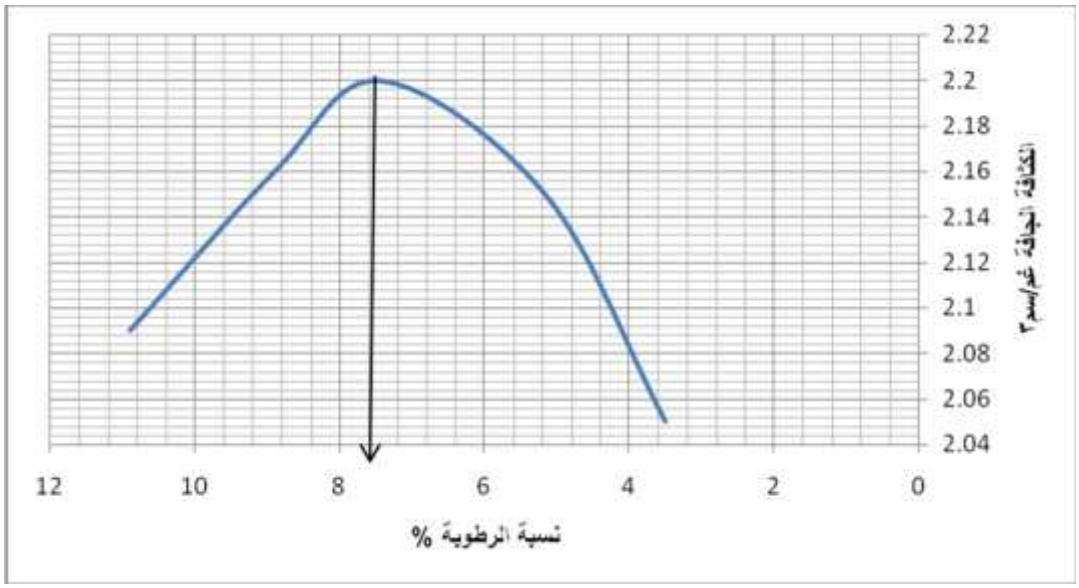
رقم العينة	رقم الجفنة	وزن الجفنة فارغة (غم)	وزن الجفنة + العينة الرطبة (غم)	وزن الجفنة + العينة الجافة (غم)	وزن الماء (غم)	وزن العينة الجافة (غم)	نسبة الرطوبة (%)	الكثافة الجافة (غم/سم٣)
1	A2	31.85	307.85	298.6	9.25	266.75	3.5	2.05
2	A7	31.45	304.8	291.4	13.4	259.95	5.16	2.15
3	E17	32.8	276.05	259.2	16.85	226.4	7.44	2.20
4	D4	31.7	300.5	278.6	21.9	246.9	8.90	2.16
5	A11	29.15	239.95	219.3	20.65	190.15	10.90	2.09

من النتائج الموضحة في جدول (٥-١)،(٥-٢):-

الكثافة الرطبة١= وزن العينة الرطبة١÷ حجم العينة = 4492 ÷ 2125= 2.11غم/سم^3 .

نسبة الرطوبة١ = وزن الماء١÷ وزن العينة الجافة١ =9.25 ÷266.75 = 3.5 % .

الكثافة الجافة١ = الكثافة الرطبة١ ÷ (١+نسبة الرطوبة)١ = 2.11 ÷ (1+ 3.5) = 2.05 غم/سم^3 .



شكل(٥-١) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة (Base course)

من الرسم البياني الموضح في الشكل بالأعلى نجد أن:-

- أقصى كثافة جافة (maximum density) = 2.20 غم/سم^3.
- نسبة الماء المثالية = 7.44 % .

فيما يلي نتائج الحسابات التي تمت على عينة تحت الأساس (التربة) والتي كانت 8 (كغم).

الجدول (٥-٣) قيم الكثافة الرطبة لعينات التربة

رقم العينة	وزن العينة بعد الدمك + القالب (غم)	وزن العينة الرطبة (غم)	حجم العينة ($سم^3$)	الكثافة الرطبة ($غم/سم^3$)
1	9433	4317	حجم القالب =2125	2.03
2	9625	4509		2.12
3	9690	4574		2.15
4	9545	4429		2.08
5	9403	4287		2.01

الجدول (٥-٤) قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينات التربة

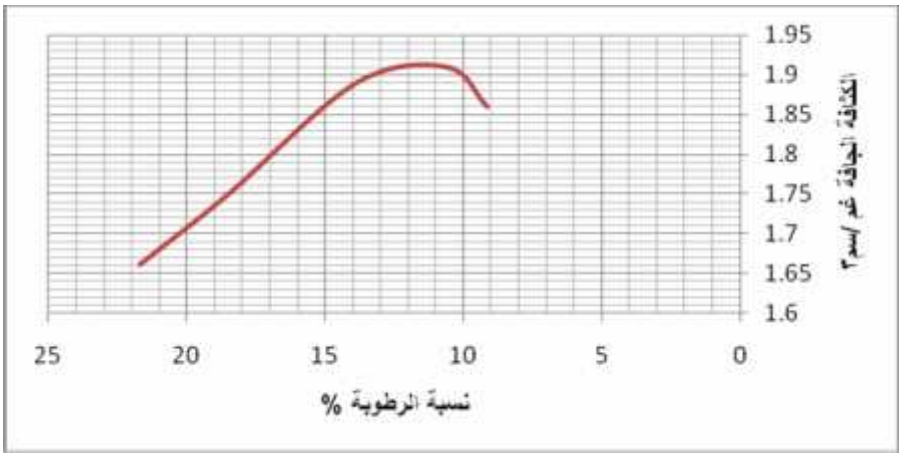
رقم العينة	رقم الجفنة	وزن الجفنة فارغة (غم)	وزن الجفنة + العينة الرطبة (غم)	وزن الجفنة + العينة الجافة (غم)	وزن الماء (غم)	وزن العينة الجافة (غم)	نسبة الرطوبة %	الكثافة الجافة ($غم/سم^3$)
1	A14	31.95	246.44	228.5	17.94	196.55	9.12	1.86
2	B6	31.75	245.87	225.4	20.47	193.65	10.57	1.91
3	C13	30.55	246.81	220.5	26.31	189.95	13.85	1.89
4	A3	30.55	215.28	186.5	28.78	155.95	18.45	1.75
5	8	29	320.2	268.3	51.9	239.3	21.68	1.66

من النتائج الموضحة في جدول (٥-٣)،(٥-٤):

الكثافة الرطبة١= وزن العينة الرطبة١÷ حجم العينة = 4317 ÷ 2125 = 2.03غم/سم^3 .

نسبة الرطوبة١ = وزن الماء١÷ وزن العينة الجافة١ = 17.94 ÷ 196.55 = 9.12 % .

الكثافة الجافة١ =الكثافة الرطبة١ ÷ (١+نسبة الرطوبة)١ =2.03÷ (1 + 9.12) = 1.86 غم/سم^3.



شكل(٥-٢) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة التربة

من الرسم البياني الموضح في الشكل بالأعلى نجد أن:-

- أقصى كثافة جافة (maximum density) =1.91 غم/سم^3.
- نسبة الماء المثالية(Optimum moisture content = 10.57 %

٥-٢-١-٢ تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR):-

وهو قياس الحمل اللازم لغرز إبرة ذات قطر معين وبسرعة معينة في عينة التربة عند قيم محددة للمحتوى المائي والكثافة، وحساب نسبة هذا الحمل (الضغط) إلى الحمل (الضغط) القياسي عند غرزٍ للإبرة مقداره ٢,٥ملم (١ر. بوصة) أو ٥ملم (٢ر. بوصة) ويعطي الاختبار معلومات عن مدى انتفاخ التربة ومقدار القوة المفقودة للتربة عندما تكون التربة مشبعة بالماء ، كما تعطي نسبة التحمل لكاليفورنيا تصوراً عن تصرف التربة تحت الإسفلت (مواد الأساس) ، ويمكن عمل الاختبار في الحقل أو المعمل، ويوضح الجدول التالي بعض القيم لنسبة التحمل.

جدول (٥-٥) بعض قيم نسبة التحمل

نسبة التحمل CBR	تصنيف المواد	مجال الاستخدام	النظام الموحد USC	نظام AASHTO
0-3	ضعيفة جداً	القاعدة الترابية	OH,CH,MH,OL	A5 ,A6,A7
3 – 7	ضعيفة	القاعدة الترابية	OH,CH,MH,OL	A4 , A5 ,A6,A7
7 – 20	مقبولة	تحت الأساس	OH,CH,MH,OL	A2 , A4 ,A6,A7
20-50	جيدة	أساس و تحت الأساس	GM ,GC,SW ,SM ,SP,GP	A1b , A2 – 5, A3,A2-6
أكبر من ٥٠	ممتازة	أساس	GW ,GM	A1a,A2-4,A3

وتستخدم القيم القياسية الموضحة في الجدول التالي لحساب نسبة التحمل:-

جدول (٥-٦) حساب نسبة التحمل (CBR)

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

- **الأدوات المستخدمة:-**

١. منخل رقم ٢٠ملم (٣/٤").
٢. ثلاث قوالب معدنية اسطوانية ذات أبعاد معينة مع قاعدة وحلقة إضافية لكل منها توضع في حالة تعبئة القالب أثناء الرص شكل(٥-٣).
٣. مكبس اسطواني معدني نهايته السفلية من المعدن الصلب بمساحة ١٩٦٣ملم٢ وطول ٢٥٠ملم.
٤. جهاز ضغط يعطي القوة المطلوبة على المكبس بمعدل منتظم، وجهاز لقياس القوة وجهاز آخر لقياس قيمة الغرز للمكبس بداخل العينة.(شكل ٥-٤).
٥. مطرقة بروكتور المعدلة التي وزنها ٤.٥٤كغم شكل(٥-٤)
٦. ميزان يزن لغاية ٢٥كغم.
٧. فرن تجفيف.

شكل (٥-٣) مطرقة وقوالب المعدلة بروكتور

شكل (٥-٤) جهاز الغرز

- **طريقة العمل:-**

١. تجهيز حوالي ١٨ كيلو جرام من التربة المارة من منخل رقم (٤)، وخلطها مع كمية الماء المناسبة تبعاً للمحتوى المائي المطلوب.

٢. أخذ عينات من التربة لتحديد المحتوى المائي للتربة .

٣. حساب وزن القالب الأسطواني بدون القاعدة والحلقة .

٤. دمك التربة حسب طريقة الدمك المعدلة.

٥. فصل الحلقة المعدنية عن القالب الأسطواني، ثم أزاله التربة الزائدة ليتساوى سطح التربة مع سطح القالب، وفي حالة وجود فجوات تضاف تربة لسدها من نفس التربة

٦. فصل القاعدة والأسطوانة ثم حساب وزن القالب الأسطواني مع التربة، ومنه حدد وزن وكثافة التربة.

٧. وضع العينة في آلة قياس الضغط ثم وضع أوزاناً لا تزيد عن ٤.٥ كيلو جرام وصفّر مؤشر الضغط وكذلك مؤشر الاختراق.

٨. زيادة قيمة الضغط والاختراق لها وتسجيل القيم المطلوبة والموضحة في الجداول اللاحقة.

بعد انتهاء الاختبار يتم استخراج عينة التربة ثم إخذ عينات من الثلث الأول والوسط والثلث الأخير لتحديد المحتوى المائي للتربة المدموكة .

رسم منحنى الضغط (كيلو باسكال) مع الاختراق (ملم) ثم تسجيل مقدار الضغط عند الاختراق 2.5 و 5 ملم ومنها يتم تحديد قيمة التحمل بالمعادلة التالية :-

نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR) = مقدار الضغط في الاختبار/ مقدار الضغط القياسي × ١٠٠ (٪) .

يجب ملاحظة أنه عندما تكون نسبة التحمل عند اختراق 5 ملم أكبر من نسبة التحمل عند اختراق 2.5 ملم يجب إعادة الاختبار مرة أخرى .

- **النتائج والحسابات:-**

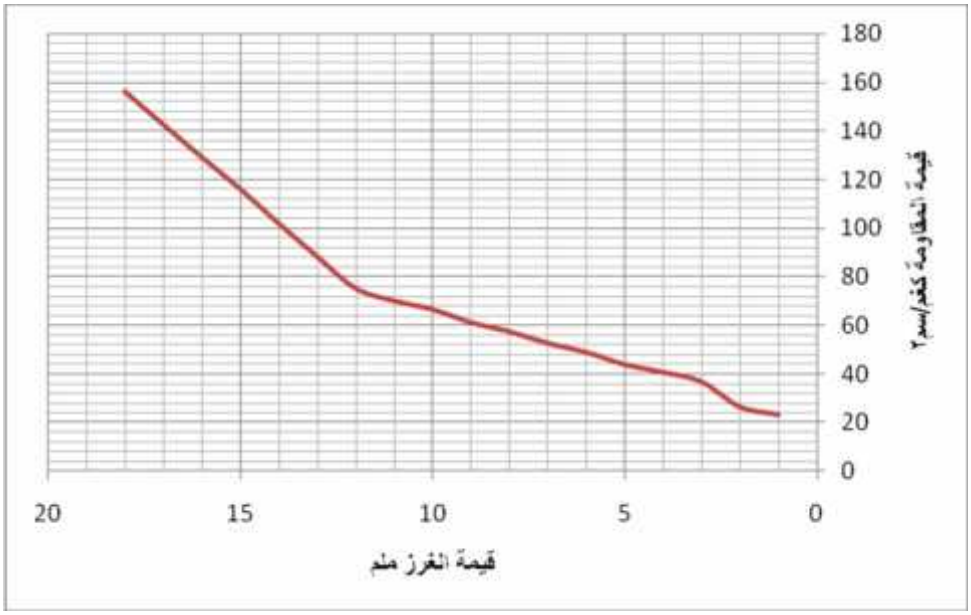
يرسم منحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة، ومنه يتم الحصول على الحمل المسبب لاختراق 2.5 ملم في العينة عند التجربة و يكون عادة المنحنى المرسوم في العلاقة بين مقدار الغرز وقيمة الحمل المناظر لذلك الغرز متحديا من الأعلى، في بعض الحالات قد يكون في بداية التجربة مقعراً إلى الأعلى ثم ينعكس وبهذه 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 (CBR) منه.

الجدول (٥-٧) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند **10,30,65** ضربة

الغرز (mm)	الحمل (div) عند			المقاومة (كغم/سم^2) عند			المقاومة بعد تعديل المنحنى عند		
10,30,65	**65**	**30**	**10**	**65**	**30**	**10**	**65**	**30**	**10**
0.5	180	95	44	23.26	12.27	5.68			
1	205	155	69	26.48	20.03	8.91			

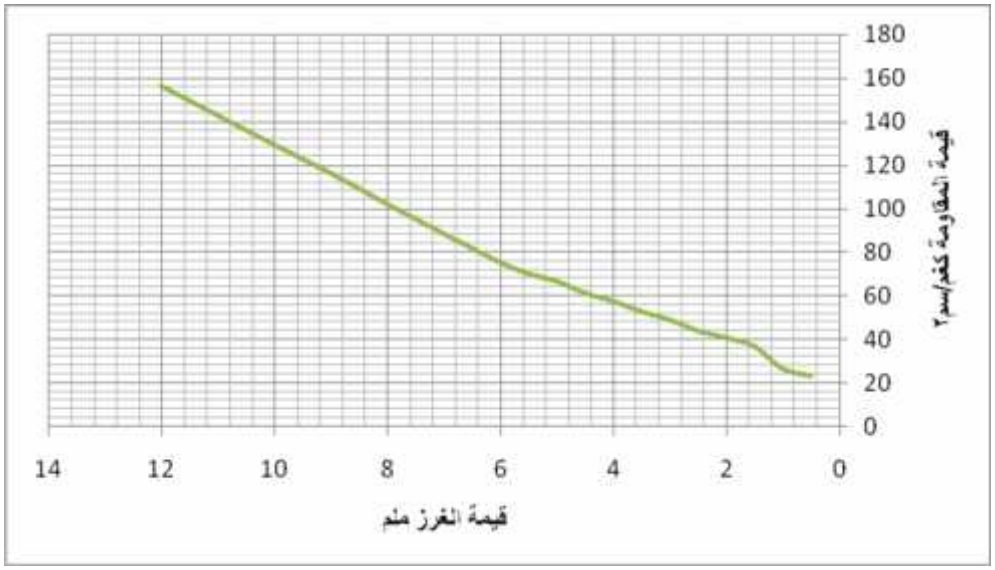
1.5	285	175	100	36.82	22.61	12.20			
2	315	240	130	40.70	31.01	16.79			
2.5	340	265	155	43.93	34.24	20.03	43.9	34.79	19.89
3	379	297	180	48.96	38.37	23.25			
3.5	408	320	205	52.71	41.34	26.48			
4	445	360	225	57.49	46.50	29.07			
4.5	474	379	245	61.24	48.96	31.65			
5	516	432	265	66.66	55.81	34.23	70.1	56.65	34.24
5.5	543	449	285	70.15	58.01	36.82			
6	583	473	304	75.32	61.11	39.27			
7	685	525	335	88.50	67.83	43.28			
8	790	569	374	102.06	73.51	48.32			
9	900	620	410	116.28	80.23	53.10			
10	1001	675	444	129.33	87.20	57.36			
11	1105	728	479	142.76	94.05	61.88			
12	1210	780	515	156.33	100.77	66.54			

الشكل التالي يوضح العلاقة بين قيمة الغرز ومقدار التحمل عند 10 **ضربات** :



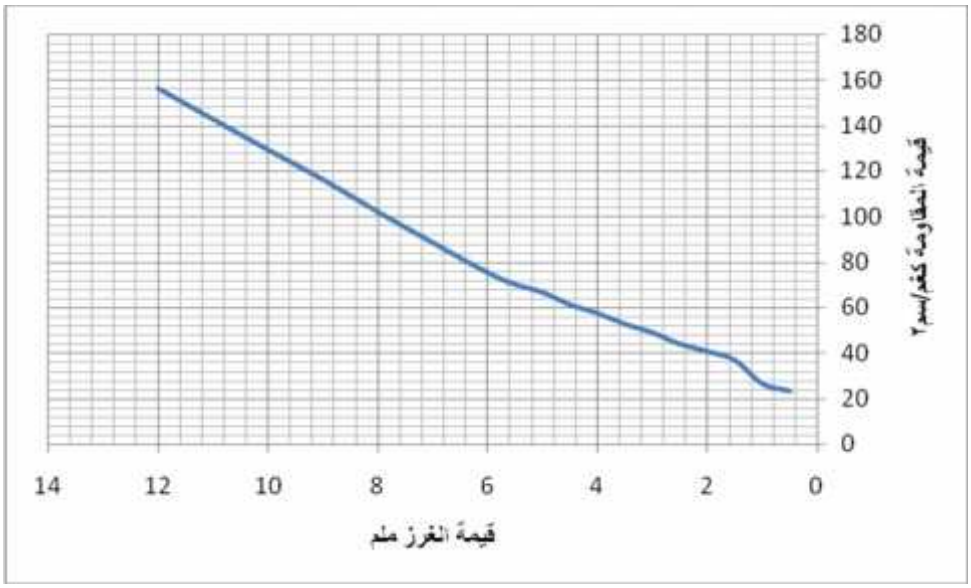
الشكل (٥-٥) المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة **الغرز المماثلة عند** 10 **ضربات**

الشكل التالي يوضح العلاقة بين قيمة الغرز ومقدار التحمل عند 30 ضربة :



الشكل (٥-٦) **المنحنى** بين **القوة على المكبس مع** قيمة الغرز المماثلة عند 30 **ضربة**.

الشكل التالي يوضح العلاقة بين قيمة الغرز ومقدار التحمل عند 65 ضربة :



الشكل (٥-٧) **المنحنى** بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند 65 **ضربة**.

- عملية التحويل من (Div) إلى كغم/سم٢: 44 Div

مقدار المقاومة كغم/سم٢ = (قيمة Div * 2.5)/19.35

= 5.68 كغم/سم^2

نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)=(الحمل المسبب لاختراق الغرز/ الحمل المسبب لنفس الاختراق لعينة قياسية)*١٠٠%

نجد قيمة (CBR) عند الغرز(2.5 و 5) مم كما يلي عند 10ضربات :-

$CBR_1(2.5) = 19.89 / 70.3 = 28.29\%$

$CBR_1(5) = 34.24 / 105.5 = 32.45\%$

الجدول (٥-٨) الكثافة الجافة للقوالب الثلاثة وقيم CBR

عدد الضربات	الكثافة الجافة (غم /سم^3)	CBR At 5 mm	CBR At 2.5 mm
10	2.08	0.3245	0.2829
30	2.20	0.5369	0.4948
65	2.29	0.6701	0.6245

الشكل (٥-٨) العلاقة بين الكثافة الجافة وقيم CBR .

من الشكل السابق يتم حساب قيمة (CBR) عند كثافة 95 % من أعلى قيمة للكثافة الجافة وذلك حسب المواصفات الأردنية المتبعة في فلسطين حيث أنها تساوي % 50 .

٥-٣ التصميم الإنشائي للطريق:-

انطلاقا من أن عملية التصميم الإنشائي للطريق عبارة عن إيجاد سماكات طبقات الرصف لذا لا بد مكن التطرق إلى أنواع الرصف على الطريق و هناك نوعان رئيسيان للرصفة:-

أولا: الرصفة المرنة (Flexible Pavement):-

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

١. **رصفة تافورد**:

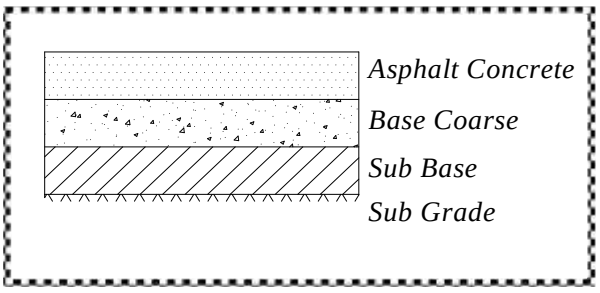
- وذلك بحيث تحدد الرصفة و تبنى اطاريف بأحجار تسمى حجارة الشك.
- يتم رصف الطريق بحجارة بسماكة 20 سم و تعبا الفراغات بحصى صغيرة
- ترش طبقة صغيرة من الحصمة الفولية لتعبئة الفراغات.
- يرش إسفلت بدرجة غرز 80% و بمعدل 4 كيلو على المتر المربع.

٢. **رصفة الفرشيات :** ويمكن بهذه الطريقة الاستغناء عن الرصفة بالحجارة وتوريد مواد مخلوطة ومتدرجة مثل البسكورس وفرشها بالسمك المطلوب ، وتفرد هذه الطبقات بحيث لا يتجاوز سمك كل طبقة عن 20سم.

ثانيا: الرصفة القاسية: (Rigid Pavement)

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

٥-٣-١ العناصر الإنشائية للرصفة المرنة (Structural Components Of Flexible Pavement)



شكل (٥-٩)طبقات الرصفة المرنة

تتكون الرصفة المرنة كما يظهر في شكل(٥-٩) من العناصر التالية:-

١. **طبقة القاعدة الترابية (sub grade)**: و هي عبارة عن المواد المكونة لسطح الطريق المراد عمله أو من المواد التي تم قصها من مكان آخر، وتدمك هذه الطبقة حتى تصل إلى القوة المطلوبة .
٢. **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.
٣. **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 .
٤. **الطبقة السطحية الإسفلتية (surface course)** : وهي خلطة إسفلتية توضع فوق طبقة الأساس بعد رش طبقة تشريب (Prime coal) .

٥-٣-٢ العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة:-

إن هناك مجموعة من العوامل التي تتحكم في تصميم الطريق كحجم و نوع المرور ،(Traffic)ويتم تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية معادلة لحمل مقداره 18 kips على المحور المفرد. كما أن خصائص التربة والمواد المستخدمة في تكوين وإنشاء كل كل طبقة من طبقات التربة، و بعض العوامل الأخرى من أحوال جوية كأمطار و رياح و غيرها.

٥-٣-٣ حساب الأوزان المحورية القياسية وسمك الرصفة حسب (Asphalt Institute Method) :-

كما يبين الشكل السابق فان تصميم الطريق يتكون من مجموعة من الطبقات و هي مبينة كالتالي:-

- ✓ طبقة الإسفلت.
- ✓ طبقة البسكورس(base course)(طبقة الأساس).
- ✓ طبقة ما تحت الأساس(sub base).
- ✓ طبقة القاعدة الترابية (sub grade).

- وسيتم عمل خطوات التصميم الإنشائي وإيجاد سمك الطبقات:

حساب ESAL (Equivalent Accumulated 18,000 Ib Single Axle Load)

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E \quad \text{.....5.1}$$

حيث:

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

$f_{d:}$ design lane factor.

G_f: growth factor.

AADT: first year annual average daily traffic.

Ni : number of axles on each vehicle.

fE : load equivalency factor

ويتم الحصول على قيمة f_d من الجدول (٥-٩) :-

جدول(٥-٩) 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)

قيمة growth factor (G_f) يتم الحصول عليه من الجدول (٥-١٠) :

جدول(٥-١٠) 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

- وكما نعلم تصميم أي طريق يتم على اعتبار أن صلاحية الطريق تؤخذ عادة 20**سنة مستقبلا ، وتوقع** نسبة الزيادة السنوية ٢% فتكون قيمة (G_f =24.30%) .
- **أما** AADT **فتؤخذ من جداول حجم المرور** وهي على النحو التالي :

متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد للسيارات = 190 **مركبة.**

متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد **للشحن** = 39 **مركبة.**

متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد **للحافلات** = 7 **مركبة.**

أما نسب السيارات **والحافلات والشاحنات المارة فتؤخذ من جداول حجم المرور:**

Passenger cars (10 k N / axle) = 80 %

2- axle single-unit busses (100 k N / axle) = 3%

2- axle single-unit trucks (110 k N / axle) = 17%

وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات **المختلفة من الجدول** (٥-١١) كما يلي:

load equivalency factor for a cars (f_E (car)) = 0.0003135 (single axle)

load equivalency factor for a busses (f_E (bus)) = 0.198089 (tandem axle)

load equivalency factor for a trucks (f_E (truck)) = 0.29419 (tandem axle)

جدول (٥-١١) 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

وبعد ذلك تحسب قيمة (ESAL) لكل نوع من أنواع المركبات حسب المعادلة (٥-١) على حده ومن ثم تجمع القيم ما عدا قيمة (Car) لنحصل على (Total ESAL) كما يلي :-

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

$$ESAL_{car} = 0.5 \times 24.30 \times 236 \times .8 \times 365 \times 1 \times 0.0003135 = 251.18 (Negligble)$$

$$ESAL_{bus} = 0.5 \times 24.30 \times 236 \times 365 \times 0.03 \times 2 \times 0.19 = 11931.25$$

$$ESAL_{truck} = 0.5 \times 24.30 \times 236 \times 365 \times 0.17 \times 0.3 \times 2 = 106753.30$$

$$ESAL_{total} = 118684.255$$

ويبين الجدول(٥-١٢) نسبة كاليفورنيا للطبقات ونوع كل طبقة :

جدول (٥-١٢) يبين نسبة كاليفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة

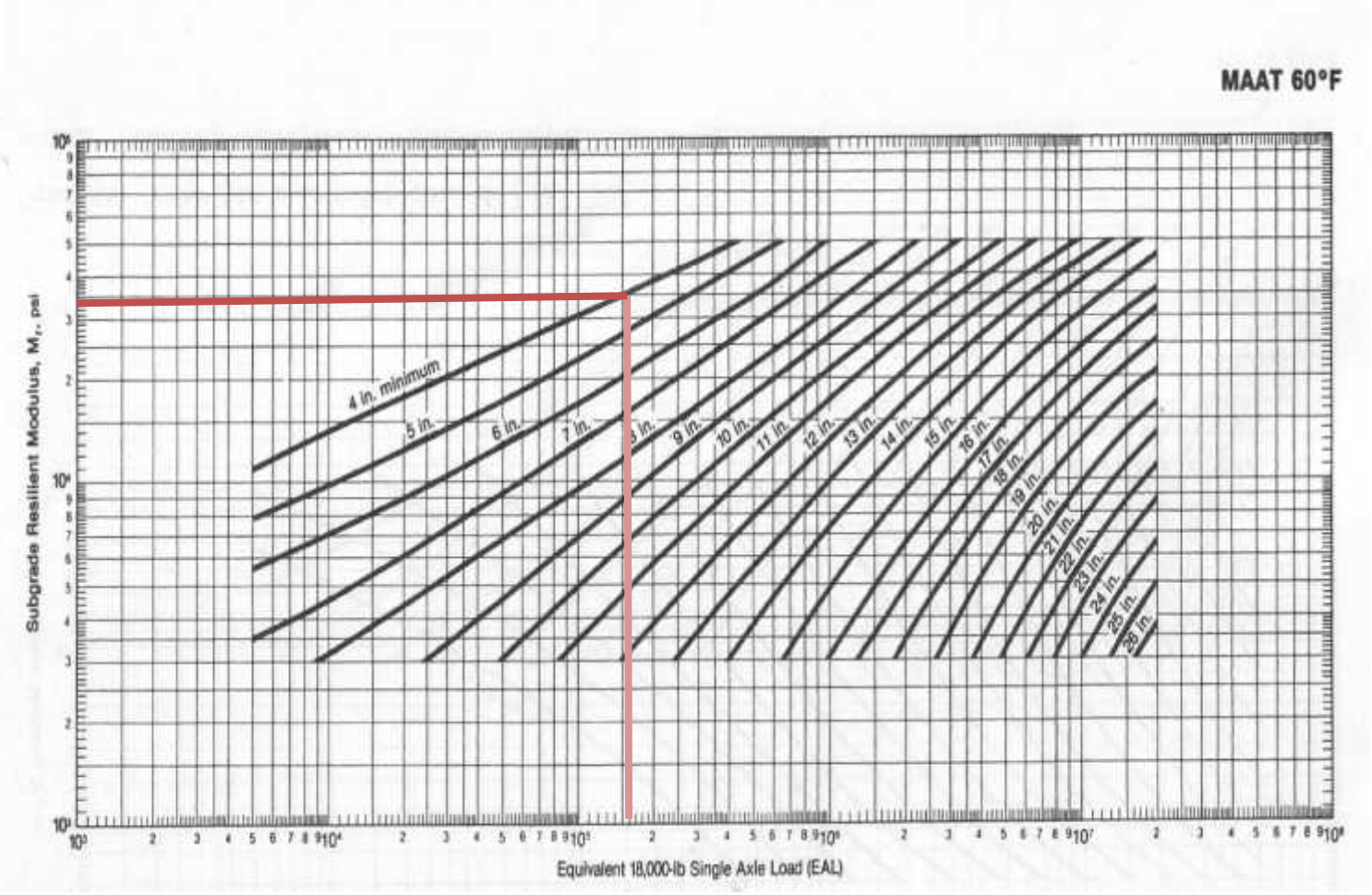
الطبقة	CBR(Kentuky)	المادة المستخدمة
Asphalt	…….	Plant Mix.
Base Coarse	50	Crushed Stone
SubGrade	22.8	Clay Soil

نحسب معامل الرجوعية (Mr) والذي يعتبر مقياساً لمقاومة أي طبقة من طبقات القطاع الإنشائي للرصف حسب المعادلة التالية:

$$M_r(\text{lb/in.}^2) = 1500\,\text{CBR} \quad \text{..... (5-2)}$$

Mr = 1500 × 22.8 =34200

الآن من الشكل (٥ - ١٠) يمكن تحديد سمك الطبقات:



الشكل (٥-١٠) تحديد سمك الطبقات

تحليل النتائج:

سمك طبقة الإسفلت = 10سم.

سمك طبقة ل (Base coarse) = 15سم .

سمك طبقة ل (Subgrade) = 16سم.

وفي الملحق رقم ٧ يبين جداول التي حصلنا عليها من (**Asphalt Institute Method**)

الفصل الخامس

5

التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية

٥-١ مقدمة.

٥-٢ الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة.

٥-٣ التصميم الإنشائي للطريق.

الفصل السادس

٦

شبكات الصرف الصحي

٦-١ مقدمة.

٦-٢ الاعتبارات التي يبنى عليها اختيار النظام المناسب للصرف.

٦-٣ شبكات المجاري العامة.

٦-٤ التحضير لمشروع شبكة الصرف الصحي.

٦-٥ الاستهلاك والتصرفات.

الفصل السادس

شبكات الصرف الصحي

٦-١ مقدمة:-

تنقل المياه العادمه من المنازل والمصانع وغيرها بواسطة شبكة الصرف الصحي(المجاري) إلى أماكن معينة خارج المناطق السكنية حيث يتم التخلص منها مباشرة أو تنقيتها في مراكز المعالجة الخاصة، وكذلك تصريف مياه الأمطار الهاطله على المدينة.

٦-٢ الاعتبارات التي يبنى عليها اختيار النظام المناسب للصرف:-

٦-٢-١ طريقة الصرف المشترك (Combined System) :-

تصرف في هذا النظام مياه المجاري ومياه الأمطار في مجرى واحد مشترك، ويفضل إتباعها في الظروف التالية:-

١) إذا كانت مياه المجاري شديدة التركيز، فتقوم مياه الأمطار بتنظيف المجاري.
٢) إذا كانت المنطقة عالية الحرارة، فتقوم مياه الأمطار بتخفيف عملية تحلل مياه المجاري.
٣) إذا كانت كميات الأمطار السنوية قليلة مما يجعل إنشاء مصارف خاصة بها أمرا غير اقتصادي.
٤) إذا كانت طبيعة المنطقة منبسطة مما يتطلب تأمين انحدارات كافية إذا صرفت مياه المجاري فقط.

٦-٢-٢ طريقة الصرف المنفصل (Separate System) :-

حيث يتم تصريف مياه المجاري ومياه الأمطار كلا في نظام منفصل، ويفضل استعماله في الظروف التالية:
١) إذا كان هناك نظام موجود سابقا فينشأ نظام خاص بالغرض الجديد.
٢) إذا كان هطول الأمطار شديدا أو كثير التكرار مما يفضل معه إنشاء نظام مجاري خاص به بانحدارات اقل لقلة وجود الرواسب.
٣) إذا كانت المدينة مجاورة لمجسم مائي، حيث تصرف مياه الأمطار إليه من كل قطاع على حده.
٤) إذا كانت مياه المجاري ضعيفة التركيز ولا تحتاج إلى خلطها بمياه الأمطار للتخفيف الزائد من التركيز حيث يحافظ على أحواض تقنية أصغر حجما.

٦-٣شبكات المجاري العامة :-

يتم تجميع مياه المجاري في الشوارع الفرعية، وتجمع في المجاري الرئيسية (Trunks) ثم إلى مراكز التنقية أو إلى البحيرات الكبرى، ونبين فيما يلي بعض أنظمة للشبكات المستعملة:

١) النظام العمودي:-

حيث يصرف كل خط رئيسي إلى البحيرة مباشرة، وهذا النظام له مساوئ من حيث تلويث مياه البحيرة.

٢) النظام المعترض:-

حيث ينشأ مصرف معترض تجمع عليه الخطوط المتعامدة والتركيز على صب ناتج المعترض في موقع واحد، في هذه الحالة ربما يصبح حجم المعترض كبيرا.

٣) النظام القطاعي:-

وفي هذه الحالة تقسم المدينة إلى مناطق متوازية حسب وضعها الجغرافي.

٤) النظام المروحي:-

وهو شكل شائع، حيث يتم تجميع الخطوط الفرعية على خط وسطي مركزي.

٥) النظام ألشعاعي:-

وتقسم المدينة إلى قطاعات وقد تستخدم وسائل تنقية متباينة لكل قطاع.

٦-٤التحضير لمشروع شبكة الصرف الصحي:-

قبل البدء بتصميم شبكة الصرف الصحي يجب تحضير عدة احتياجات أهمها :

١) . الخرائط المساحية والكنتورية وتحديد مساحة المنطقة.
٢) . تعداد وتوزيع السكان والكثافة السكانية.
٣) . دراسة المستويات السكانية ومعدلات استهلاك المياه.
٤) . دراسة المناخ ومعدلات سقوط الأمطار واتجاه الرياح ودرجات الحرارة المختلفة على مدار العام.
٥) . دراسة المخلفات الصناعية وتصرفاتها (النوعية والتصرف).
٦) . أعمال الرفع المساحي وتحديد مناسيب الشوارع والترع والمصارف وغيرها .
٧) . دراسة طبقات التربة ومنسوب المياه الجوفية.
٨) . تحديد نقطة التخلص النهائي من مياه الصرف الصحي (محطات معالجة ، مصارف ، إعادة استخدام المياه بعد المعالجة وغيرها).

٦-٤-١ التخطيط الإبتدائى:-

يتطلب التخطيط الابتدائي قبل البدء بعملية تنفيذ شبكة الصرف الصحي تحديد و حساب عدة أمور أهمها :

١- تحديد الفترة الزمنية للمشروع (٣٠ – ٥٠)سنة .
٢- تحديد تصرف الفرد اليومي وتصرفات الوحدات المختلفة (مستشفيات – مدارس – مباني عامة..) .

٣- تحديد تصرف المناطق الصناعية .

٤- تحديد التصرف من مياه الرشح .

٥- تحديد تصرف مياه الأمطار .

٦- حساب أقطار المواسير وحساب الميول ورسم القطاعات الطولية .

٧- تحديد أنواع المواسير المستخدمة .

٨- تحديد ملحقات شبكة الصرف الصحي (مناهل،غرف ...) .

٩- عمل المواصفات الفنية وجداول الكميات لشبكة الانحدار وملحقاتها ومحطات الرفع وخطوط الطرد وملحقاتها

٦-٤-٢ تحديد أسس التصميم:-

هناك جزئين رئيسيين يتطلب تحديد أسس لتصميمهما هما شبكة الانحدار (خطوط الشبكة التي يتم من خلالها نقل و تجميع المياه العادمة) و محطات الرفع و خطوط الطرد.

- أسس التصميم لشبكات الانحدار :- السرعة في المواسير ، التصرف الأقصى ، التصرف الأدنى ، المسافات بين المطابق، و كذلك يتم تحديد أقطار وميول الخطوط.

- أسس التصميم لمحطات الرفع وخطوط الطرد :

- تحديد أنسب مكان لمحطة الرفع.

- تحديد نوع المحطة (مبتلة – جافة مبتلة) (Wet Dry – Wet) .

-تحديد مناسيب خط الطرد لمعرفة الرافع المانومترى المطلوب.

- تحديد قطر البيارة، هناك جزئين رئيسيين يتطلب تحديد أسس لتصميمهما هما شبكة الانحدار (خطوط الشبكة التي يتم من خلالها نقل و تجميع المياه العادمة) و محطات الرفع و خطوط الطرد.

- تحديد قطر خط الطرد ونوع المواسير المستخدمة.

- رسم المخطط العام للمحطة وغرف الصمامات والمباني الملحقة بالمحطة (مبنى توليد – مبنى - محولات – مبنى إداري – مبنى أمن – مبنى مخزن وورشة) .

- تحديد مسارات خط الطرد والمجارى المائية إن وجدت .

- تحديد أماكن المحابس المطلوبة على خط الطرد (هواء – حاجز – مرتد – غسيل).

٦-٤-٣ الرفع المساحي:-

الغرض من عملية الرفع المساحي هو:-

- تحديد الموقع العام للمنطقة .

- تحديد حدود المنطقة المطلوب خدمتها حالياً ومستقبلياً .

- تحديد مسارات خطوط الصرف الصحي ورفع المناسيب لها.

- تحديد أهم المعالم الرئيسية والمنشآت العامة والترع والمصارف.

- تحديد عروض الشوارع وحالة المنشآت وارتفاعاتها.

- تحديد مسارات خطوط الطرد من محطة الرفع إلى محطة المعالجة ورفع مناسيبها

٦-٤-٤ الدراسات السكانية:-

من العوامل الرئيسية في عملية تصميم شبكات الصرف الصحي هو تحديد عدد السكان المطلوب خدمتهم بالمشروع، وكذلك تحديد الكثافة السكانية لمنطقة المشروع.

٦-٤-٤-١ طرق التنبؤ بعدد السكان :-

لحساب عدد السكان مستقبلاً في سنة محددة لمنطقة معينة :

١. يتم الحصول على آخر تعداد سكاني للمنطقة موضوع الدراسة وذلك عن طريق المؤسسات المختصة بذلك مثل الجهاز المركزي للتعبية والإحصاء.

٢- يتم تحديد الفترة الزمنية التصميمية للمشروع (٣٠ – ٥٠)سنة .

٣. يتم تحديد معدل النمو السكانى للمنطقة.

٦-٤-٤-٢ طرق تقدير عدد السكان:-

١. الطريقة الحسابية Arithmetic Increase

$$Pn = Po + K (tn - to) Po \quad \text{.....(6-1)}$$

٢. طريقة معدل النمو السنوي Growth Factor :

$$Pn = Po (1+K)^{n} \quad \text{..... (6-2)}$$

٣. الطريقة الهندسية Geometric Increase .

٤. طريقة الزيادة بالمعدل المتناقص .

حيث أن :

Pn : عدد السكان المتوقع في الفترة الزمنية المحددة .

Po : عدد السكان الحالي.

K : معدل النمو السكاني في منطقة الدراسة .

tn : السنة المراد معرفة عدد السكان فيها .

to : السنة الحالية .

n : الفترة الزمنية التصميمية للمشروع .

٦-٥ الاستهلاك والتصرفات:-

تقسم التصرفات الواردة لشبكة الصرف الصحي إلى : الصرف البشري ، الصرف الصناعي ، الصرف التجاري والإداري ، مياه الإمطار ، مياه الرشح.

تتطلب عملية تصميم خطوط الصرف الصحي حساب أقصى وأدنى تصرفات على مدار اليوم (التصرفات الكلية) لحساب السرعات و الميول المطلوبة للمواسير بحيث تتدفق المياه في المواسير دون حدوث تآكل أو ترسيب في المواسير مما يؤثر على كفاءة شبكة الصرف الصحي.

٦-٥-١ تصرف الفرد:-

تصرف الفرد = الاستهلاك × (٨- ٩) لتر في يوم .

الاستهلاك = (١٥٠ – ٢٥٠) لتر في اليوم و ذلك حسب موقع المنطقة الجغرافي وحسب الحالة الاجتماعية والاقتصادية للسكان.

٦-٥-٢ التصرف المتوسط:-

معامل الذروة الأقصى:-

$$Qav = (P \times A \times q)/(24x60x60) \quad \text{.....(6-3)}$$

التصرف الأقصى:-

$$\text{Peak Coefficient} = 1.5 + 2.5/(Qav.)^{0.5} \quad \text{.....(6-4)}$$

$$Qmax = Qav\ X$$

حيث أن :

Qav : التصرف المتوسط لتر/ ثانية .

P: الكثافة السكانية

A : المساحة التي يخدمها خط الانحدار.

q: تصرف الفرد.

وفي المشروع تم توزيع المناهل إلى أربع وأربعون (44) منهل حسب طول الطريق الخالي من المناهل والمحتاج إليها، وتم أخذ كل مجموعة من المناهل في إيجاد التصرف المتوسط للمنطقة التي تحويها وذلك حسب مساحة المنطقة المحيطة بالمناهل.

فمثلا:- المناهل (1,2,3,4,5) تخدم المنطقة المحيطة بها والتي لها المساحة($A= 2.986ha = 29860\ m^2$) وبما أن كثافة السكان لـ(٣٠) سنة مستقبلية (150ca/ha) والعائد من استهلاك الفرد هو (120L/ca .d) فإن:-

$$Q\ avg_{(1,2,3,4,5)} = (120*150*2.9860) / (60*60*24) = 0.6221\ L/s$$

$$Q\ max_{(1,2,3,4,5)} = (0.6221*3 + 0.2*0.6221) = 1.9907\ L/s$$

$$Q\ max\ \text{for each MH} = (1.9907 / 5) = 0.3981\ Ls$$

والجدول التالي يوضح قيم التصرف المتوسط **وأقصى تصرف والتصرف الأقصى** لكل منهل من المناهل **المرفقة في الجدول.**

جدول (٦-١) حسابات التصرف المتوسط للمناهل

المناهل	المساحة بالمتر المربع (m^2)	المساحة ب(ha)	Q_{avg} (L/s)	Q_{max} (L/s)	Q_{max} /MH (L/s)
1,2,3,4,5,6	9227	0.9227	0.24029	0.76893	0.12816
13, 12,11,10,9,8,7	2293	0.2293	0.05971	0.19107	0.3185
20,19،18,17,16,15,14	35585	3.5585	2.78299	8.90558	0.49424
21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32	34483	3.4483	0.79979	2.873	0.26123
33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	29424	2.9429	0.76625	2.452	0.22291

٦-٥-٣ تصرف مياه الأمطار:-

أ) **الطريقة الحسابية:** $Q\ rain = C * I * A$

حيث أن :

Q rain : كمية مياه الأمطار التي تصل إلى خط الصرف.

I : كثافة سقوط مياه الأمطار (**مم /ساعة**).

A : المساحة التي يخدمها خط الانحدار.

C : معامل فائض مياه الأمطار ويتوقف على حالة **الرصف للشوارع وعلى** طبيعة التربة وحالة المنطقة السكنية وتؤخذ قيمة C **من الجدول الأتي** -:

جدول(٦-٢) قيم معامل فائض مياه الأمطار ونوع السطح الذي **تتأثر** فيه

نوع السطح	قيمة C
الأسطح والشوارع المرصوفة جيداً	0.1-0.2
التربة العادية والشوارع الغير **مرصوفة**	0.3-0.5
المناطق السكنية (مستوية)	0.5-0.7
المناطق السكنية (جبلية)	0.55-0.65
المناطق الصناعية (صناعات خفيفة)	0.6-0.8
المناطق الصناعية (صناعات ثقيلة)	0.7-0.95

ب) **الطريقة التقريبية:-**

وفى هذه الطريقة يتم اخذ مياه الأمطار **كنسبة من التصرف المتوسط للمنطقة**

Q rain = (5 – 10) % Q av

٦-٥-٤ تصرف مياه الرشح:-

يتوقف تصرف مياه الرشح على حالة التربة ومنسوب المياه الجوفية بالمنطقة.

أ) الطريقة الحسابية:-

$$Q\ inf = 2/3\ d\ h\ \alpha$$

حيث :

Q inf : كمية مياه الرشح خلال واحد كيلو متر من خط المواسير (**لتر/ساعة**).

α : **معامل** يتراوح بين (10 – 5) ويؤخذ عادة 10.

d : **قطر خط الصرف** .

h : العمق المتوسط لخط المواسير أسفل منسوب المياه الجوفية .

وفى حالة عدم توفر البيانات تؤخذ كمية مياه الرشح الكمية الأكبر من :

1. (95 – 24) **م٣** / يوم / **١** كم من خط المواسير .
2. 0.46**م٣** / يوم / **١**سم من قطر المواسير / **١** كم من خط المواسير

وفى هذه الطريقة يتم أخذ مياه الرشح كنسبة من التصرف **المتوسط للمنطقة**

Q inf = (5 – 10) % Q av

$$Q(\text{Total}) = Q\ inf + Q\ rain + Q\ max \quad \text{.....(6-4)}$$

حيث أن : Q(Total) هي كمية مياه الصرف الكلية التي تصل إلى **خطوط الانحدار.**

المعادلات التصميمية:-

تصمم شبكات الصرف الصحي على أنها أقنية ذات جريان حر (بواسطة الجاذبية) **ومن العلاقات المستخدمة** في الحساب ما يلي:-

أ- Chezy formula:

$$V = C\sqrt{RS} \quad \text{.....(6-5)}$$

ب- Manning formula:-

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad \text{.....(6-6)}$$

ج- Santo Crimp formula:-

$$V = 83 R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad \text{.....(6-7)}$$

د- William-Hazen formula:-

$$V = 1.318CR^{0.63}R^{0.45} \quad .....(6-8)$$

حيث أن:-

V: سرعة الجريان

C: معامل الاحتكاك

R: نصف قطر الماسورة

S: الانحدار أو الميل .

١. يراعى عند التصميم التحقق من قيمة سرعة الجريان بحيث:

أ- أن لا تقل السرعة عن (٤٥سم/ثانية) منعا للترسب في قعر المواسير.

ب- أن لا تزيد السرعة عن (٢٥٠سم/ثانية) منعا لخطر التآكل بالحت.

٢. يجب أن لا يقل قطر أي ماسورة عن (٦ بوصات).

٣. يدرس التصميم للمقاطع الممتلئة جزئيا.

٤. لتصميم الخطوط نعتمد كميات التصريف التالية:-

للفروع = ٤ أضعاف متوسط التصريف الساعي.

للخط الرئيسي = ٢.٥ ضعف من متوسط التصريف الساعي.

٥. عند رسم القطاعات المختلفة وحساب المساحات المغذية لكل قطاع وتحديد سماكات الخطوط يعين موقع المناهل، ويدرس وجود غطاء ترابي واق فوق الأنابيب بحيث لا يقل عن (٧٥سم) في الأرض الترابية وعن (١٠٠سم) في الشوارع.

٦. يحدد على المخطط لكل خط من الخطوط صنف الماسورة وقطرها ونسبة الانحدار ومناسيب قعر الماسورة عند مدخل المنهل وعند المخرج منه.

الفصل السابع

حساب المساحات والحجوم

٧-١ حساب مساحات المقاطع العرضية المختلفة :-

المقطع العرضي هو عبارة عن الجزء المحصور بين سطح الطريق المخصص لمرور السيارات وخطي الميلين الجانبيين وخط سطح الأرض الطبيعية، وعادة تؤخذ المقاطع العرضية متعامدة مع محور الطريق.

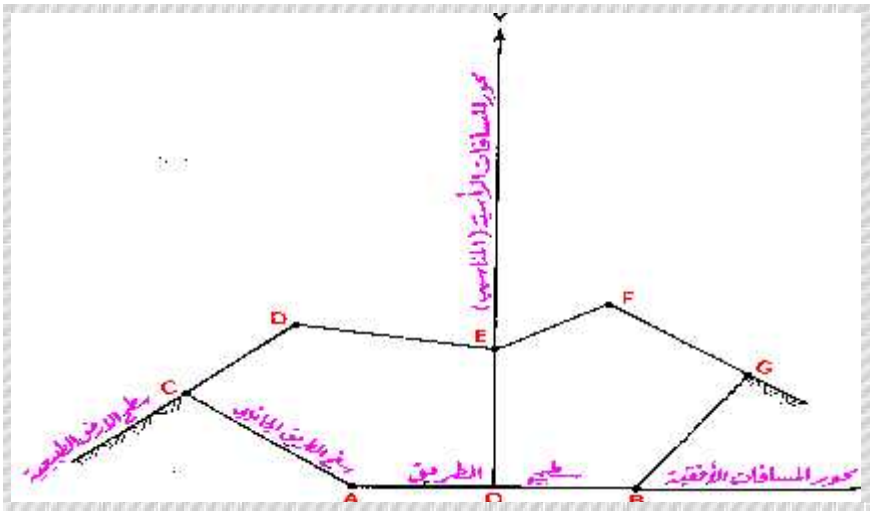
تحسب مساحات المقاطع العرضية بمعلومية مناسيب جميع نقاط المقطع العرضي التصميمية ومناسيب الأرض الطبيعية وعناصر التصميم، وبمعرفة مساحات المقاطع العرضية والأبعاد بينها يمكن حساب كميات الحفر أو الردم أو كليهما بين كل مقطعين متتاليين وبالتالي حساب جميع الأعمال الترابية اللازمة لكامل المشروع.

يمكن حساب مساحات المقاطع العرضية وفق ثلاثة طرق رئيسة :

- الطريقة الحسابية أو التحليلية.
- الطريقة التخطيطية.
- الطريقة الميكانيكية.

٧-٢ طريقة الإحداثيات في حساب مساحات المقاطع العرضية:-

وهذه هي الطريقة التي**قمنا** باستخدامها في المشروع، حيث أن هذه الطريقة الأكثر تمشيا مع الأجهزة الالكترونية الحديثة ، وهذه الطريقة تقوم على اعتبار مساحات المقاطع العرضية مضلعات مغلقة.
والآن سنقوم بشرح هذه الطريقة بالتفصيل، فعلى سبيل المثال لحساب مساحة المقطع العرضي المبين في الشكل (٧-١):



شكل (٧-١): حساب المساحة بطريقة الإحداثيات.

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

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

جدول (٧-١) : حساب المساحة بطريقة الإحداثيات.

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

الآن يتم ضرب كل قيمتين واقعتين على طرفي كل خط قطري متصل، وتجمع النواتج وليكن المجموع الناتج من عملية الضرب مساويا $\sum 1$.

وكذلك نضرب كل قيمتين واقعتين على طرفي كل سهم ونجمع النواتج وليكن المجموع الناتج من عملية الضرب مساويا $2\sum$.

لحساب المساحة نطبق العلاقة التالية :

$$Area = \frac{|\sum 1 - \sum 2|}{2} \quad \text{.....7.1}$$

ملاحظات :

- إذا كان المقطع مختلطا (حفر وردم Side hill Section) هنا يجب حساب مساحة كل من الحفر والردم لوحده، وذلك لأنهما يدخلان في جداول الكميات كبندين منفصلين.

- يجب عند تعيين المسافات الأفقية أو الإحداثيات السينية لزوايا المقطع العرضي اخذ الإشارة الجبرية بعين الاعتبار.

- بالنسبة للمناسيب يتم اخذ المناسيب الخاصة بكل مقطع عرضي مباشرة وذلك باستخدام برنامج (Autodesk 2006) .

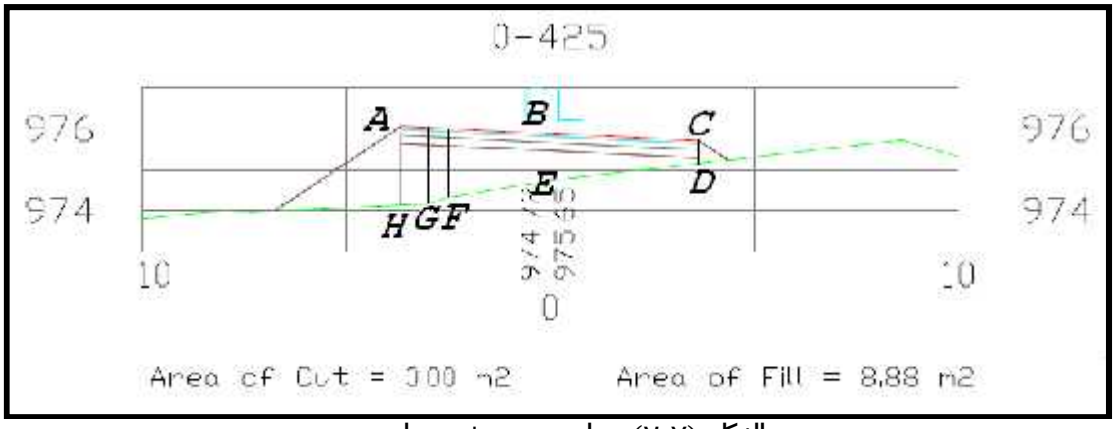
- ليس من الضروري أن تكون نقطة منتصف الطريق هي نقطة الأصل أو مركز الإحداثيات بل يمكن أن تكون محاور الإحداثيات المفروضة أو القطرية أو المحلية.

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

وفيما يلي مثال لمقطع عرضي من المشروع يقع في منطقة ردم كامل، وهذا ينطبق أيضا على مساحات الحفر الكامل، أما فيما يتعلق بالمقطع المختلط (حفر+ردم) فأنه يعامل كمقطعين منفصلين أحدها حفر والأخر ردم :

- **حساب مساحة مقطع عرضي لمحطة رقم 0+425** :

والشكل (٧-٢) التالي يوضح هذا المقطع



للشكل (٧-٢) **مقطع عرضي في منطقة ردم**

هذا المقطع يقع في منطقة ردم كامل، و بمعلومية المسافات الأفقية و المناسيب المتعلقة بالنقاط المكونة لمساحة المقطع ، و بمعرفة عرض الطريق AC الخاص بهذا المقطع يمكن تعيين إحداثيات جميع نقاط المقطع **العرضي** . وعليه يتم ترتيب الإحداثيات الخاصة بالنقاط على شكل كسور بحيث يكون البسط يمثل الإحداثي الصادي و المقام يمثل الإحداثي السيني و نرتبها في جدول على الشكل التالي :

Point NO.	A	B	C	D	E	F	G	A
Y	0.0	0.0	0.0	.549	1.154	1.675	1.854	0.0
X	-3.6	0.0	3.6	3.6	0.0	-2.39	--3.64	-3.6

ألان نضرب كل قيمتين تقعان على طرفي كل خط متصل ونجد مجموع المضاريب وليكن مساو ل (1 ∑) :

$\sum \mathbf{1} = -22.684\ m^2$

وكذلك نضرب كل قيمتين واقعتين على طرفي كل خط قطري متقطع فنجد المجموع وليكن رمزه (2∑)

$\sum \mathbf{2} = -5.32\ m^2$

$$Area = \frac{\left|-22.684 - {}^{-}5.32\right|}{2} = 8.7 \text{ m}^2$$

٧-٣ حساب الحجوم والكميات :-

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

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

٧-٣-١ حساب كميات الحفر والردم بطريقة المقطع الوسطي :-

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

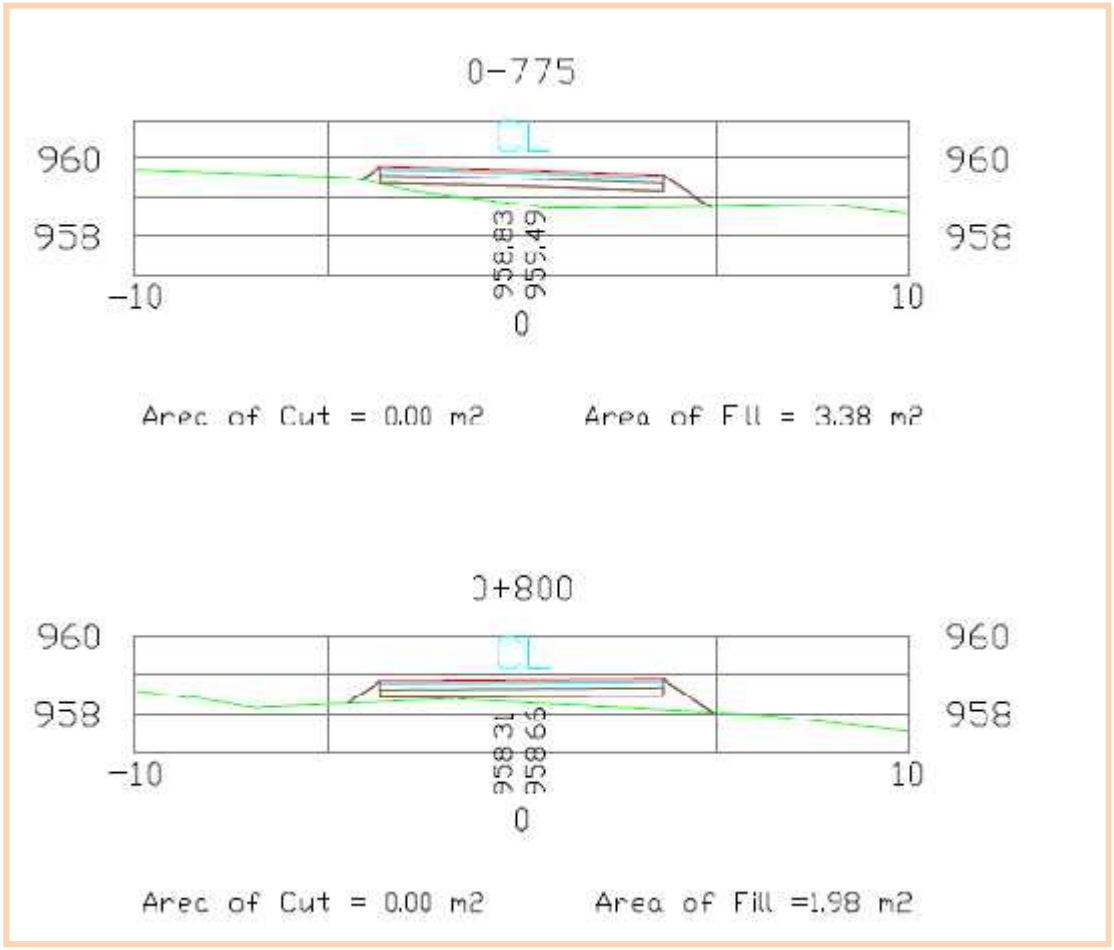
٧-٣-١-١ الحالات التي من الممكن أن يتواجد فيها المقطعين العرضيين المتتاليين:-

١. المقطعين العرضيين المتتاليين في منطقة حفر أو ردم كالى :-

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

$$V = D\left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right) \text{.....7.2}$$

وقد اخترنا المقطعان التي أرقام محطاتهما على التوالي (Station0+775) & (Station 0+800)
والشكل(٧- ٣) يوضح المقطعان :



الشكل (٧-٣) المقطع الأول رهم والثاني رهم

في هذا الشكل، الخط الأفقي (الأحمر) يوضح منسوب سطح الطريق أما الخط المائل (الأخضر) فيمثل سطح الأرض الطبيعية. طبعا بعد حساب المساحة حسب طريقة الإحداثيات التي تم شرحها، نبدأ ألان بحساب كميات الردم المطلوبة لهذين المقطعين كالتالي :

المسافة بين المقطعين (D) = 35.0 m

مساحة الحفر في المقطع الأول الذي محطته (Station 0+775) = 0.0

مساحة الردم في المقطع الأول الذي محطته (Station 0+775) (A1) = 3.38 m²

مساحة الحفر في المقطع الثاني الذي محطته (Station 0+800) = 0.0

مساحة الردم في المقطع الثاني الذي محطته (Station 0+800) = (A2) 1.98 m²

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

$$V = 25\left(\frac{3.83 + 1.98}{2}\right)$$

$$V = 72.625\ m^3$$

٢. المقطع الأول ردم والأخر مختلط (أو العكس):-

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

الحفر حسب القانون التالي:

$$V_{cut} = \frac{1}{3}(C_i) \times (D) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 7.4$$

أما الردم فعلى القانون التالي:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(F_i + F_{i+1}) \times (D) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 7.5$$

حيث:

(F_i) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط.

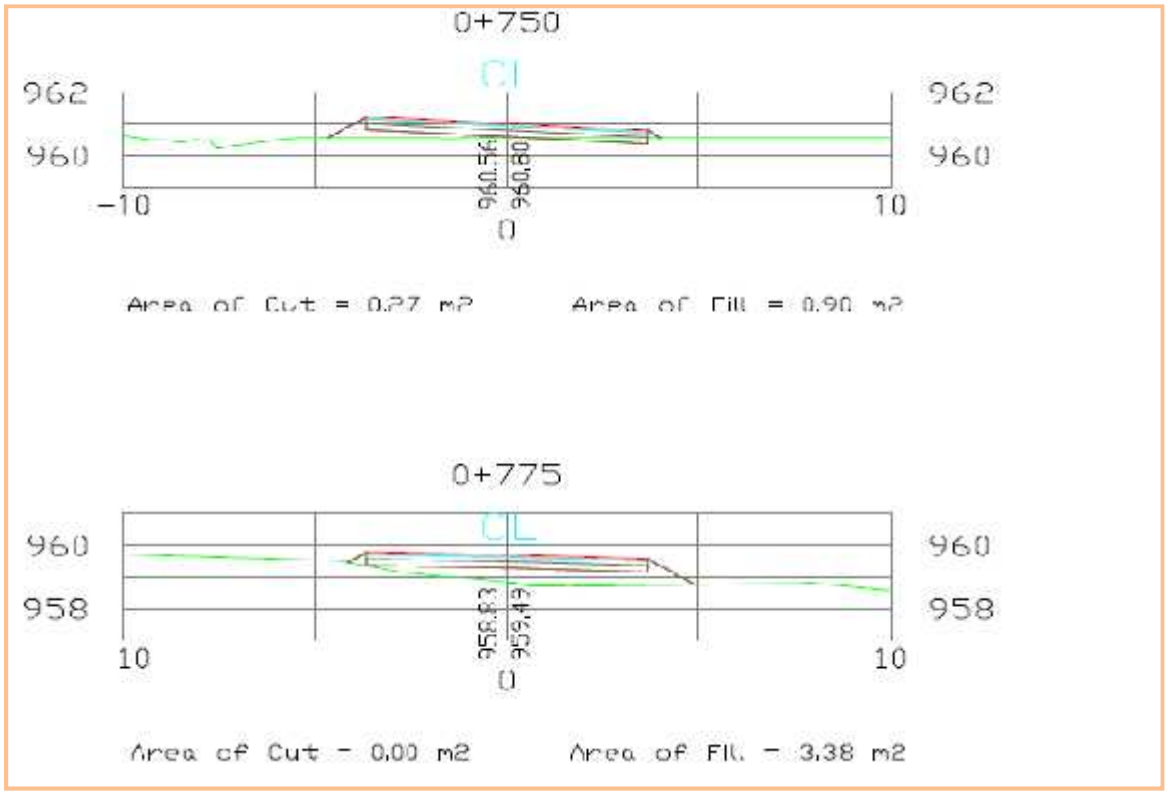
(C_i) ترمز إلى مساحة الحفر في المقطع المختلط.

(F_{i+1}) ترمز إلى مساحة الردم في مقطع الردم الكامل.

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.

وقد اخترنا المقطعين اللذين أرقام محطاتهما على التوالي (Station 0+750) & (Station 0+775)

والشكل(٧-٤) التالي يوضح المقطعان:



الشكل (٧-٤) مقطع عرضي الأول ردم والأخر مختلط.

حيث:

مساحة الردم في المقطع المختلط $0.9\ m^2 = (F_i)$ (Station 0+750)

مساحة الحفر في المقطع المختلط $0.27\ m^2 = (C_i)$ (Station 0+750)

مساحة الردم في مقطع الردم الكامل $3.38\ m^2 = (F_{i+1})$ (Station 0+40)

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين = 25 m

الحفر:

$$V_{cut} = \frac{1}{3}(.27)\times(25)$$

$$V_{cut} = 2.25m^3$$

أما الردم:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(0.9 + 3.38) \times (25)$$

$$V_{fill} = 53.5m^3$$

٣. المقطعان مختلطان:

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

الحفر حسب القانون التالي:

$$V_{cut} = \frac{1}{2}(C_i + C_{i+1}) \times (D) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 7.6$$

أما الردم فعلى القانون التالي:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(F_i + F_{i+1}) \times (D) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 7.7$$

حيث:

(F_i) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط الأول.

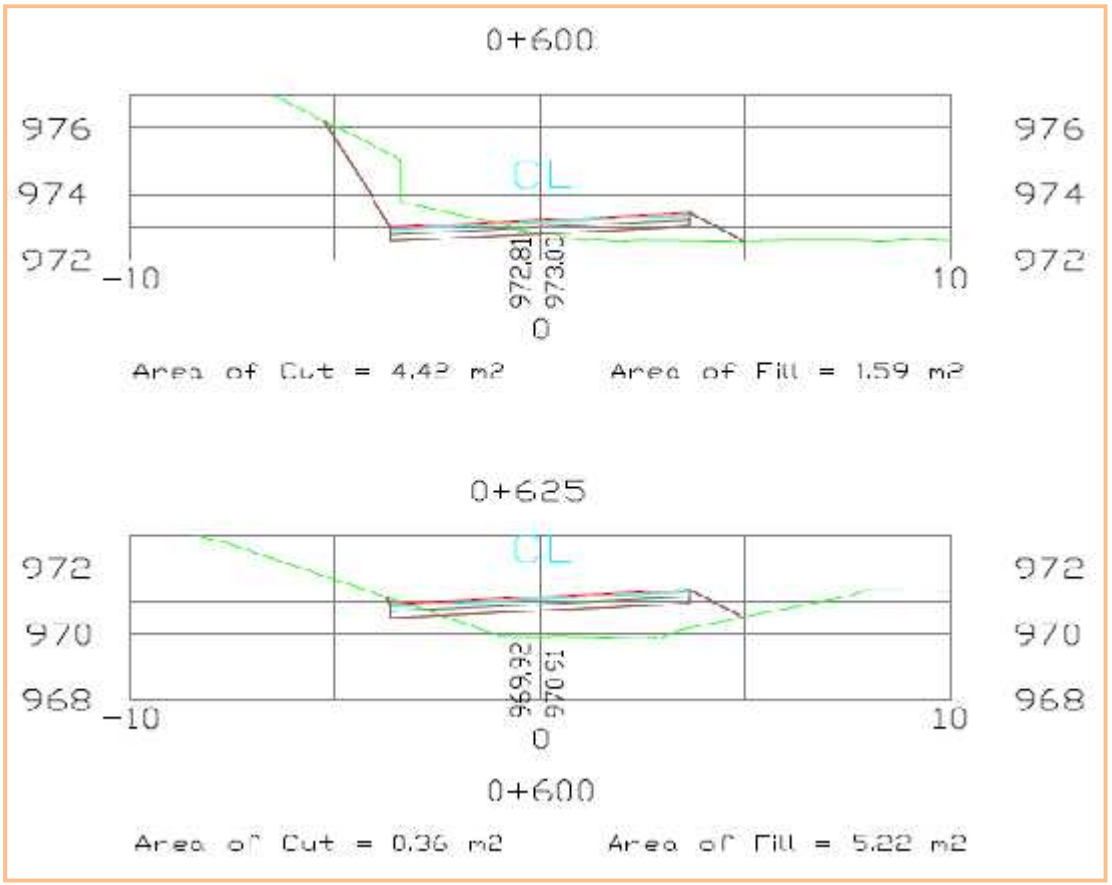
(C_i) ترمز إلى مساحة الحفر في المقطع المختلط الأول.

(F_{i+1}) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط الثاني.

(C_{i+1}) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط الثاني.

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.

وقد اخترنا المقطعان التي أرقام محطاتهما على التوالي (Station 0+600) & (Station 0+625) والشكل(٧-٥) التالي يوضح المقطعان:



شكل (٧-٥) يبين مقطعين عرضيين مختلطين

حيث:

مساحة الردم في المقطع المختلط الأول $1.59\ m^2 = (F_i)$ (Station 0+460)

مساحة الحفر في المقطع المختلط الأول $4.42\ m^2 = (C_i)$ (Station 0+460)

مساحة الردم في المقطع المختلط الثاني $5.22\ m^2 = (F_{i+1})$ (Station 0+480)

مساحة الحفر في المقطع المختلط الثاني $0.36\ m^2 = (C_{i+1})$ (Station 0+480)

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين = 25 m

وعليه فأن

الحفر يساوي :

$$V_{cut} = \frac{1}{2}(0.36 + 4.42) \times (25)$$

$$V_{cut} = 59.75 m^3$$

أما الردم فيساوي:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(1.59 + 5.22) \times (25)$$

$$V_{fill} = 85.125 m^3$$

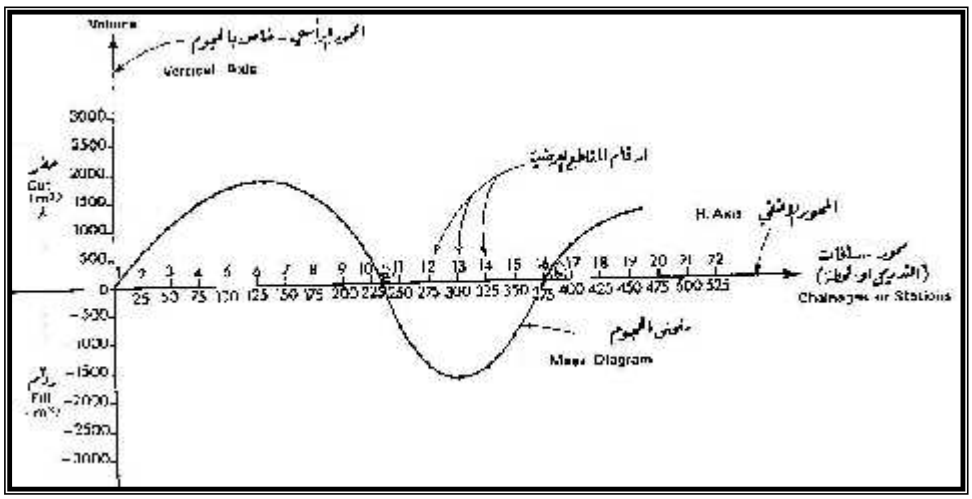
- وبنفس الطريقة تم ايجاد باقي المساحات والحجوم كما في الجداول الموجودة في الملحقات ولستخدم معامل الانتفاش 1.10 :-

الحجم الكلي للحفر = 3162.076 m^3

الحجم الكلي للردم = 2341.874 m^3

٧-٤ التمثيل الخطي لكميات الحفر والردم (منحنى الحجوم) :-

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



شكل(٧-٦): مثل لمنحنى الحجوم.

7-5 خواص منحنى الحجوم:

- الميل الموجب للمنحنى يدل على تزايد كميات الحفر أو تناقص كميات الردم والميل السالب يدل على تزايد كميات الردم أو تناقص كميات الحفر.
- عندما نصل إلى أعلى نقطة من المنحنى تتوقف كميات الحفر عن التزايد وتبدأ كميات الردم بالتزايد.
- قيمة الاحداثي الصادي عند أي نقطة من المنحنى تمثل مقدار الفرق بين كميات الحفر والردم حتى تلك النقطة فإن كان هذا الاحداثي موجبا فيعني هذا إن كميات الحفر تفوق كميات الردم بنفس القيمة العددية للاحداثي الصادي ولغاية هذه النقطة والعكس صحيح.
- الفرق بين الاحداثيين الصاديين لنقطتين على منحنى الحجوم يمثل كمية الحفر أو الردم بين هاتين النقطتين من المشروع بشرط أن يكون المنحنى بين هاتين النقطتين صاعدا أو هابطا دون انقطاع (أي لا يوجد بين هاتين النقطتين نقطة أخرى ذات قيمة أعظمية أو اصغرية).
- وتجدر الملاحظة إلى أن كميات الحفر لا تحافظ على حجمها الأصلي حيث يحدث لها انتفاخ بمقدار معين، وكذلك كميات الردم يحدث لها انكماش عند دمكها بمقدار معين.

كمية الأتربة المحفورة = الحجم المحسوب للحفر * 1.1.

كمية الأتربة اللازمة للردم = الحجم المحسوب للردم * 1.1.

من الضروري في أعمال الطرق والسكك الحديدية والمطارات حساب كميات الحفر والردم بشكل مدروس وبأقل التكاليف قدر الإمكان. وللحصول على كميات حفر وردم بأقل التكاليف نحاول الحصول على كميات حفر مساوية لكميات الردم.

إلا أنه في بعض الحالات تكون كميات الحفر اكبر من الردم مما يضطرنا إلى نقل كميات الحفر إلى مناطق مناسبة، وأحيانا تكون كميات الردم اكبر من الحفر أو المواد التي حصلنا عليها من كميات الحفر غير مناسبة لعملية الردم ، مما يوجب نقل مواد الردم من أماكن مناسبة إلى منطقة المشروع ، مما يؤدي إلى زيادة تكاليف المشروع .

٦-٧ مسافة النقل المجاني :

مسافة النقل المجاني: هو النقل الذي لا يترتب عليه أية أجور بل يكون في الغالب مشمولا ضمن سعر الحفر شريطة أن لا تتجاوز مسافة النقل حدا معينا متفق عليه.

تم اعتماد مسافة النقل المجاني تساوي (150m) **وذلك حسب نظام وزارة** الأشغال العامة الأردنية، **وسعر حفر ونقل المتر المكعب الواحد لمسافة** (150m) أو دون ذلك يساوي (5) **دولار ، وسعر نقل المتر المكعب الواحد لكل** (50m) زيادة عن (150m) يساوي 1.5 **دولار.**

وبالنسبة لمنحنى الحجوم التراكمي الخاص بالمشروع فهو مبين **في المخططات.**

الفصل السابع

٧

حساب المساحات والحجوم

٧-١ حساب مساحات المقاطع العرضية المختلفة.

٧-٢ طريقة الإحداثيات في حساب مساحات المقاطع العرضية.

٧-٣ حساب الحجوم والكميات.

٧-٤ التمثيل الخطي لكميات الحفر والردم.

٧-٥ خواص منحنى الحجوم.

٧-٦ مسافة النقل المجاني.

الفصل الثامن

التكلفة والعطاء

٨-١ مقدمة :-

لا بد من معرفة مقدار التكلفة لأي مشروع و ذلك لان التكلفة تعتبر مهمة للتعرف على المبلغ المطلوب لتنفيذ هذا المشروع وكذلك تزويد الجانب الممول بكافة التكاليف الواجب تغطيتها للمشروع حيث يتم و في هذا الفصل سوف يتم حساب تكلفة كل طبقة من طبقات الرصفة على طول الطريق كما ويتم حساب الحفر والردم .

٨-٢حساب تكلفة الطريق:-

يبلغ طول الطريق المقترح تصميمه في هذا المشروع حوالي 1100م و كما هو موضح سابقا فإن الرصفة من ثلاث طبقات وهي:

١- الإسفلت .
٢- البسكورس(الأساس).
٣- طبقة ما تحت الأساس (sub base) .

٨-٢-١ تكلفة الرصفة (Pavement):-

تحسب مساحة المسارب المراد تعبيدها كما يلي:

مساحة المسارب = 1100 × 7.5

= 8250 م^{٢}.

بعد معرفة مساحة المسرب سوف يتم حساب حجم الإسفلت والبسكورس وطبقة ما تحت الأساس و موضحا كل طبقة على حدة كما يلي:

١-حجم الإسفلت = مساحة المسارب ×سمك طبقة الإسفلت .

= 8250× 0.1 = 825م^{٣}.

٢-حجم البسكورس = مساحة المسارب ×سمك طبقة البسكورس .

= 8250 ×0.15 = 1237.5م^{٣}.

= NOO

=

٣-حجم طبقة ما تحت الأساس = مساحة المسارب ×سمك الطبقة .

= 8250 × 0.16 = 1320م٣.

- ولحساب أسعار الرصفة تم اعتماد الأسعار الموجودة من بلدية الخليل وهي أسعار تقريبية متبدلة حسب السماكات والوقت والمكان وبعض الأمور أسعارها افتراضية :

سعر المتر مربع من البسكورس المشغول = 6 $.

سعر المتر مربع الإسفلت المشغول = 15 $.

سعر المتر مكعب من طبقة ما تحت الأساس المشغول =4.5 $.

تكلفة الإسفلت = مساحة الطريق ×سعر المتر مربع من الإسفلت .

= 8250× 15 = 123750 $.

تكلفة البسكورس = حجم الطبقة ×سعر المتر مكعب من البسكورس .

= 1237.5 × 6 = 7425 $.

تكلفة طبقة ما تحت الأساس = حجم الطبقة ×سعر المتر مكعب الواحد.

= 1320 × 4.5 = 5940 $.

التكلفة الكلية للرصفة = تكلفة الإسفلت + تكلفة البسكورس+ تكلفة طبقة ما تحت الأساس .

= 123750+ 7425 +5940 = 137115 $.

٨-٢-٢ تكلفة الحفر والردم :-

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

حجم الحفر الكلي = 3162.076م٣ .

حجم الردم الكلي = 2341.874 م٣ .

سعر المتر المكعب للحفر = 7 $.

سعر المتر المكعب للردم = 5 $.

تكلفة الحفر = حجم الحفر ×سعر المتر المكعب للحفر .

= 3162.076× 9 = 22134.532 $

تكلفة الردم = حجم الردم ×سعر المتر المكعب للردم .

= 2341.874 × 5 = 11709.37 $.

= NOP

=

تكلفة الحفر والردم الكلية = تكلفة الحفر + تكلفة الردم .

33843.9 $ =11709.37 + 22134.532=

٨-٢-٣ تكلفة تنظيف الطريق قبل الرصف وفرش مادة البيتومين:-

سعر المتر مربع لعملية التنظيف = 2 $.

تكلفة التنظيف = مساحة الطريق × 4 = 16500 $.

٨-٢-٤ تكلفة علامات المرور التي توضع فوق الطريق (Road Marking) :-

سعر المتر مربع من علامات المرور = 27 $.

مساحة العلامات قدرت على أنها 20م^{٢}

التكلفة = مساحة العلامات × 27 = 450 $

٨-٢-٥ تكلفة أشارت المرور (Traffic Signs) :-

يتم حساب الإشارات بالقطعة الواحدة

سعر القطعة الواحدة = 150 $

قدرت عدد إشارات المرور على الطريق = 35 لوحة.

تكلفة إشارات المرور = عدد الإشارات × 150 = 5250 $

٨-٢-٦ تكلفة شبكات الصرف الصحي:-

يتم حساب المناهل بالعدد

ليكن سعر المنهل = 100 $

تكلفة المناهل = عددها * سعر المنهل

= 44 * 100$ = 4400 $

= NOQ

=

٨-٢-٧ التكلفة المستقبلية صيانة الطريق :-

بما أن الطبقة الوحيدة التي من الممكن العمل عليها هي طبقة الإسفلت إذا فإن أعمال الصيانة تتم عليها كالتالي :-.

بعد الرجوع إلى البلدية لمعرفة التكلفة لصيانة المتر المربع من الإسفلت مع الأدوات و الأيدي العاملة فكانت هذه القيمة 17 $.

التكلفة الكلية للصيانة = مساحة الإسفلت × سعر صيانة المتر المربع للإسفلت .

= 8250 × 17= $ 140250

٨-٢-٨ التكلفة النهائية للمشروع :-

جدول(٨-١) تكاليف كميات طبقات الرصفة المرنة

المادة	تكلفة المتر المربع الواحد($)	التكلفة الكلية ($)
Sub base	5	5940
Base course	6	7425
Asphalt	15	123750
المجموع		137115

والجدول التالي يبين تكلفة الحفر والردم :

نوع العمل	الكمية بالمتر المكعب	تكلفة المتر المكعب ($)	التكلفة الكلية ($)
الحفر	3162.076	7	22134.532
الردم	2341.874	5	11709.37
المجموع			33843.9

جدول(٨-٢) تكاليف كميات الحفر والردم

التكلفة الكلية :

- تكلفة طبقات الرصفة المرنة (ما تحت الأساس والإسفلت) = $ 137115
- تكلفة الحفر والردم (وقد تم حساب كميات الحفر والردم في الفصل السابع) = $ 33843.9
- تكلفة أشارات المرور + علامات المرور + المناهل+ النظافة = 26600 $

التكلفة النهائية للمشروع = $ 197558.9

= NOR

=

٨-٣العطاءات :-

٨-٣-١طرح العطاء:-

بعد حساب التكاليف النهائية للمشروع تقوم الدوائر و الهيئات العامة والبلديات و المجالس القروية بممارسة طرح العطاء بتطبيق مبدأ المنافسة الحرة وإعطاء الفرص المتكافئة للمقاولين القادرين على القيام بتنفيذ الأشغال ، أو المستشارين المؤهلين لتقديم الخدمات الهندسية .

وتتبع الأساليب التالية في طرح العطاءات أو دعوة المناقصين لتقديم العروض ومنها:

- المناقصات التنافسية المفتوحة :

وهي الطريقة التي تنص عليها غالبية أنظمة الأشغال وتعليمات العطاءات حيث يدعى المقاولون لتقديم العروض، وذلك لتحقيق المبدأ العام للمنافسة الحرة والمساواة بتكافؤ الفرص، ومن حيث المبدأ يحال العطاء إلى مقدم أفضل العروض المناسبة.

- الدعوات الخاصة :

هنالك مشاريع لها طبيعة خاصة ولا تنفذها سوى شركات منتجة أو صانعة مثل محطات الإرسال الإذاعية أو إنتاج الأعلاف وغيرها، وهي مشاريع متخصصة، ولذلك يلجأ صاحب العمل لحصر دعوات المناقصة في الجهات الصانعة فقط .

- التفاوض والتلزيم :

في بعض الظروف يجد صاحب العمل نفسه مضطرا لدعوة مقاول أو صانع واحد أو أكثر لتقديم عروض مباشرة ، وذلك في إحدى الحالات التالية :

- في حالات استثنائية ومستعجلة لمواجهة حالة عامة وطارئة.
- عندما لا يكون هنالك وقت كاف يسمح بإجراءات طرح العطاء.
- إذا كان من غير الممكن الحصول على تنفيذ الأشغال أو الخدمات الهندسية أو اللوازم إلا من مصدر واحد وحيث أن صاحب العمل يلجأ إلى استعمال هذا الأسلوب في ظروف استثنائية وبمنافسة محدودة فان صاحب العمل قد يتكبد كلفة أعلى في هذه الحالة.

- استدراج العروض :

لا يصنف هذا الأسلوب ضمن أساليب طرح العطاءات، ولكن صاحب العمل يمكنه أن يدعو المختصين لتقديم عروض لتنفيذ عمل أو خدمة أو شراء لوازم وينظر في هذه العروض، فان وجد فيها ما يلبي مطالبه بكلفة معقولة، قبل العرض وأكمل مرحلة مناقشة المناقص وتكليفة بالعمل، وان لم يجد فلا يعتبر العرض ملزما لأي طرف.

وعند إحالة العطاء على أي من المقاولين يراعى التقيد بأفضل الأسعار والكلفة عند تنفيذ الأشغال، مع مراعاة درجة الجودة المطلوبة وإمكانية التنفيذ في المدة المحددة.

لطرح أي عطاء يجب إعداد وثائق العطاء بشكل متكامل وتوزيعها على المناقصين الراغبين بالاشتراك من الفئات المعنية، ويجب أن تحتوي دعوة الاشتراك في المناقصة العامة على الشروط الواجب توفرها لدى من يرغب بتقديم العطاء، مثل :

- أن يكون مقاولا لديه تسجيل تجاري .
- أن يكون قد أنجز مشاريع مشابهة.
- أن يكون لديه طاقم فني وإداري.
- أن تتوفر لديه كافة المعدات اللازمة.
- سلامة الوضع المالي.
- يتم استبعاد كل عطاء لا يرفق المعلومات والوثائق اللازمة.

نموذج طرح عطاء من قبل وزارة الإشغال العامة :

طرح عطاء صيانة وتأهيل طريق واد القطع الذي يربط حارة الشيخ بمنطقة نمره :

تعلن دائرة العطاءات المركزية - وزارة الأشغال العامة والإسكان وبالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP) بتمويل من الحكومة اليابانية عن طرح المناقصة التالية : مشروع صيانة وتأهيل طريق واد القطع الذي يربط حارة الشيخ بمنطقة نمره • المناقصة مفتوحة للمقاولين المسجلين لدى اتحاد المقاولين الفلسطينيين والمصنفين لدى لجنة التصنيف الوطنية في مجال الطرق درجة أولى. • يمكن شراء وثائق المناقصة من دائرة العطاءات المركزية في مبنى الوزارة في رام الله - شارع الجامعة العربية - المبنى الجديد - مجمع الوزارات وذلك اعتبارا من يوم الأربعاء الموافق ٢٠٠٨/١٢/١٤ مقابل رسم مالي لا يرد قيمته (٤٠٠ (أربعمائة دولار أمريكي للمناقصة. • آخر موعد لتسليم الوثائق وفتح المظاريف في دائرة العطاءات المركزية في مبنى الوزارة في غزة - شارع الجامعة العربية - المبنى

= NOT

=

الجديد - مجمع الوزارات هو يوم **الأربعاء الموافق** ٢٠٠٨/١٢/٢٨ الساعة الثانية عشرة ظهرا • . الوزارة غير ملزمة بإحالة العطاء على اقل **الأسعار ودون إبداء الأسباب**. • يجب **إرفاق** تأمين ابتدائي ٢ % من قيمة العطاء اما شيك بنكي او ضمانة بنكية وساري المفعول لمدة 90 يوما من تاريخ فتح المظاريف. • **الأسعار** غير شاملة ضريبة القيمة المضافة وعلى المقاول تقديم فاتورة ضريبية صفرية. • يجب تقديم خلوات طرف ضريبية مع العطاء. • **سوف** يعقد اجتماع تمهيدي للرد على استفسارات المقاولين في **الإدارة العامة للطرق في غزة** بعد جولة ميدانية لزيارة الموقع وذلك يوم السبت الموافق ٢٠٠٨/١٢/٢٤ **الساعة العاشرة صباحا**.

٨-٣-٢ دراسة العروض وتقييمها:-

يتم دراسة كل عرض مقدم من النواحي الفنية مثل :

- تصنيف المقول أو المستشار .
- خطته المقترحة لتنفيذ العمل.
- المعدات والجهاز الفني الذي يقترح استخدامه.
- أية متطلبات أخرى منصوص عليها في دعوة العطاء.

٨-٣-٣قرار الإحالة:-

ينظر في العروض عادة لجان للعطاءات تكون مشكلة بموجب أنظمة الأشغال العامة السائدة، ولهذه اللجان صلاحية استدعاء المناقصين لمناقشتهم حول تحليل أسعارهم. وبصدور قرار الإحالة تكون قد انتهت مهلة العطاء وتقديمه وتقييمه والقرار حول إحالته. ثم يبلغ المناقص الفائز بقرار الإحالة، ويشرع بإعداد عقد الاتفاقية.

٨-٣-٤ نموذج عرض مناقصة مقترح :

مشروع : إعادة تأهيل شارع **واد القطع رقم** .....

عطاء رقم.....

إلى السيد (**رب العمل**):

١) بعد أن قمنا بزيارة موقع المشروع ، والدراسة الدقيقة للمخططات والشروط والمواصفات، وجميع الوثائق وتعليمات المناقصة الخاصة بإنشاء المشروع، وتفهمنا ماهيتها وجميع الظروف المحيطة بها، وسائر العادات المحلية والرسوم وغيرها من الأمور التي لها علاقة بها فإننا نحن الموقعين أدناه:

.....

نعرض بأن نقوم بإنشاء كامل هذه الأعمال المطلوبة وإتمامها وصيانتها وفقا لشروط ومواصفات العطاء وبالأسعار المذكورة في جداول الكميات بمبلغ إجمالي قدره (.....) أو أي مبلغ آخر يصبح مستحقا لنا بموجب شروط هذا العطاء.

٢) نتعهد في حالة قبول عرضنا أن نباشر العمل خلال الفترة الزمنية المحددة من تاريخ أمر المباشرة الذي يعطيه المهندس أو صاحب العمل، وأن ننهي ونسلم جميع الأعمال المشمولة في العقد خلال مدة (.....) من تاريخ أمر المباشرة.

٣) نتعهد في حالة قبول عرضنا أن نقدم الكفالة المطلوبة لحسن التنفيذ من مصرف أمؤسسة مقبولة لديكم وذلك بمبلغ يعادل (.....) بالمائة من قيمة العطاء المذكور أعلاه.

٤) نوافق على أن نلتزم بهذا العرض لمدة (.....) يوما ابتداء من التاريخ المحدد لفتح العطاء ويبقى هذا العرض ملزما لنا طيلة هذه المدة.

٥) إلى أن يتم إعداد اتفاقية العقد الرسمية والتوقيع عليها، فان عرضنا هذا مع قرار الإجابة يشكل عقدا ملزما بيننا وبينكم.

٦) ونعلم كذلك بأنكم غير ملزمين بإحالة العطاء على أقل الأسعار أو قبول أي عرض، وأنكم غير ملزمين لإبداء أسباب ذلك.

ملاحظة : يشكل هذا النموذج جزءا من وثائق هذا العطاء :

حرر في هذا اليوم.....من شهر.....علم.....

اسم المناقص.....توقيعه وخاتمه.....

باعتباره.....

ومفوضا رسميا لتوقيع هذا العرض باسمه ونيابة عن المناقص

العنوان.....

= NOV

=

٨-٣-٥ الكميات المقترحة لبعض بنود الأعمال التي تمت دراستها في المشروع: -

جدول (٨-٣) : جدول الكميات المقترح للبنود التي تمت دراستها

رقم البند	وصف الأعمال	الوحدة	الكمية	سعر الوحدة	الإجمالي/الدولار
١	**القسم الأول: علم**				
	١-أ مجمع جهاز الإشراف المؤقت.	مقطوع	1	5000	5000
	١-ب مختبر المشروع .	مقطوع	1	6000	6000
٢	**القسم الثاني: الأعمال الترابية**				
	٢-أ أعمال الحفر.	م^3	3162.076	7	22134.532
	٢-ب أعمال الردم .	م^3	2341.87	5	11709.37
٣	**القسم الثالث :طبقة الأساس والإبغلت**				
	٣-أ طبقة ما تحت الأساس	م^3	1320	5	6600
	٣-ب طبقة البسكورس	م^3	1237.5	6	7425
	٣-ج طبقة الإبغلت	م^2	8250	15	123750
٤	**القسم الرابع : علامات وإشارات المرور**				
	٤-أ علامات المرور	م^2	20	27	540
	٥-ب أشارات المرور		35	150	5250
		عدد			
٥	**القسم الخامس: الأعمال المفرقة.**				
	٥-أشبكات الصرف الصحي	عدد	44	100	4400
	٥-ب تنظيف الطريق ورش البيتومين	م^2	8250	2	16500
	٥-ج أعمال الإنارة	---	-----		
	٥-د أعمال أخرى	---	-----		
				الإجمالي =	209308.9

ملاحظة : الجدول (٨-٣)، هو جزء من الكميات المطلوبة للتنفيذ وهناك بنود لم يتم حسابها وتجدر الملاحظة إلى أن هذه الأسعار تقريبية وان قيمتها خاضعة للتغيير باستمرار.

= NPM

=

الفصل الثامن

٨

التكلفة والعطاء

٨-١ مقدمة.

٨-٢ حساب تكلفة الطريق.

٨-٣ العطاءات.

الفصل التاسع

النتـــائـــج والتـــوصيـــــات

٩-١ النتائج:

- ✓ مسار الطريق الحالي لا يتوافق مع متطلبات التصميم السليم .
- ✓ أهمية الطريق موضوع البحث ، كونه الطريق الأقصر لربط منطقة نمره بحارة الشيخ .
- ✓ تم تجهيز كافة التصميمات الافقيية والرأسية و كافة المعلومات اللازمة لتوقيعها.
- ✓ تم تجهيز خط للصرف الصحي الذي يخدم المنطقة التي يتخللها الطريق.
- ✓ تم حساب سماكات الرصفة المختلفة للمشروع .
- ✓ تم حساب التكلفة النهائية للمشروع.

٩-٢ التوصيات:

١. التأكيد على بلدية الخليل والمؤسسات ذات العلاقة بإعادة تأهيل الطريق بالسرعة الممكنة تلافيا للبناء العشوائي في المنطقة.
٢. الإسراع في التأسيس لهذا الطريق وذلك نظرا لحاجة السكان الشديدة إليه وللخدمات التي يفتقر لها.
٣. يجب إعادة تصميم الطريق وفق المعايير الهندسية وحسب الخطط التوسعية لبلدية الخليل .
٤. طرح مساقات للتصميم الإنشائي للطرق لطلبة هندسة المساحة والجيوماتكس.
٥. التأكيد على الجهات المختصة بضرورة مراقبة ومتابعة كثرة التعديات الموجودة على حرم الطريق.

الفصل التاسع

٩

النتائج والتوصيات

٩-١ النتائج .

٩-٢ التوصيات.

الـمـلـحق رقـم

١

تصحيح المضلع (Traverse)

Blunder Detection/Analysis

								Reliability Tests	
Type	Pnt1	Pnt2	Pnt3	Adjusted	Resid	Redun	Estimate	Marg	Ext
DIST	200	1		128.74	-0.009	0.032	0.289	p	p
ANG	100	200	1	122-33-57.8	22.8	0.303	-75.356	p	p
DIST	1	2		158.908	0	0.099	0.002	p	p
ANG	200	1	2	247-40-2523	15.234	0.116	-131.6	p	p
DIST	3	4		62.652	0.002	0.1	0.02	p	p
ANG	2	3	4	236-09-08.84	13.84	0.103	-134.601	p	p
DIST	4	5		18.883	-0.009	0.036	0.244	p	p
ANG	3	4	5	108-00-26.52	-3.484	0.33	10.56	p	p
DIST	2	3		75.518	-0.007	0.049	0.144	p	p
ANG	1	2	3	136-20-7.47	12.473	0.079	-156.975	p	p
DIST	6	7		67.665	0.007	0.083	-0.085	p	p

ANG	5	6	7	174-13-08.97	-16.028	0.089	180.673	p	p
DIST	7	8		74.402	0.001	0.099	-0.013	p	p
ANG	6	7	8	141-57-32.35	-22.654	0.092	246.193	p	p
DIST	10	300		186.079	0.001	0.103	-0.011	p	p
ANG	9	10	300	134-36-35.88	-14.11	90.086	164.134	p	p
DIST	9	10		149.97	0.008	0.079	-0.104	p	p
ANG	8	9	10	274-27-56.38	-38.617	0.131	294.991	p	p
DIST	300	400		89.088	0.012	0.131	-0.059	p	p
ANG	10	300	400	193-37-43.64	-41.362	0.322	128.405	p	p
DIST	8	9		42.197	-0.007	0.051	0.132	p	p
ANG	7	8	9	130-11-30.14	-64.862	0.227	285.162	p	p
DIST	5	6		56.026	0.008	0.76	-0.0101	p	p
ANG	4	5	6	291-32-33.26	-11.738	0.371	36.987	p	p

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

(From 0 to 1 with 1 being best)

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

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

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

- **من هنا وبعد الحصول على هذه المعلومات وبعد الاعتماد على جدول (٥-١) نستطيع أن نصنف هذا المضلع إلى المرتبة الثالثة صنف أول.**

الـمـلـحق رقـم

٢

ملحق المنحنيات الأفقية (*Horizontal Curve*)

Alignment: ASHTTO

Description:

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0.000	105824.854	159939.976
End:	53.848	105774.170	159958.164

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	53.848	Course:	S 19° 44’ 28.4388" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	53.848	105774.170	159958.164
RP:		105801.192	160033.462
PT:	1+44.133	105721.574	160025.660

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	64° 39’ 42.7623"	Type:	LEFT
Radius:	80.000		
Length:	90.285	Tangent:	50.634
Mid-Ord:	12.402	External:	14.678
Chord:	85.569	Course:	S 52° 04’ 19.8200" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	1+44.133	105721.574	160025.660
End:	1+64.508	105719.586	160045.938

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	20.375	Course:	S 84° 24’ 11.2012" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	1+64.508	105719.586	160045.938
RP:		105639.968	160038.136
PT:	2+59.281	105662.725	160114.831

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	67° 52’ 33.9740"	Type:	RIGHT
Radius:	80.000		
Length:	94.773	Tangent:	53.835
Mid-Ord:	13.629	External:	16.427
Chord:	89.327	Course:	S 50° 27’ 54.2141" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	2+59.281	105662.725	160114.831
End:	3+40.274	105584.692	160136.524

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	80.993	Course:	S 15° 32’ 09.0438" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	3+40.274	105584.692	160136.524
RP:		105606.119	160213.601
PCC:	4+00.795	105537.632	160172.255

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	43° 20’ 41.0892"	Type:	LEFT
Radius:	80.000		
Length:	60.521	Tangent:	31.791
Mid-Ord:	5.655	External:	6.085
Chord:	59.088	Course:	S 37° 12’ 29.5884" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PCC:	4+00.795	105537.632	160172.255
RP:		105470.000	160131.426
PT:	4+86.250	105465.733	160210.311

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	61° 58’38.4282"	Type:	RIGHT
Radius:	79.000		
Length:	85.455	Tangent:	47.447
Mid-Ord:	11.276	External:	13.153
Chord:	81.349	Course:	S 27° 53’30.9189" E

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	4+86.250	105465.733	160210.311
End:	5+15.350	105436.675	160208.739

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	29.100	Course:	S 03° 05’48.2952" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	5+15.350	105436.675	160208.739
RP:		105440.997	160128.855
PCC:	5+69.658	105387.474	160188.314

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	38° 53’44.2299"	Type:	RIGHT
Radius:	80.000		
Length:	54.309	Tangent:	28.248
Mid-Ord:	4.564	External:	4.841
Chord:	53.272	Course:	S 22° 32’40.4102" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PCC:	5+69.658	105387.474	160188.314

RP:		105333.952	160247.773
PT:	6+35.731	105326.522	160168.119

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	47° 19’ 16.4440"	Type:	LEFT
Radius:	80.000		
Length:	66.073	Tangent:	35.052
Mid-Ord:	6.725	External:	7.342
Chord:	64.211	Course:	S 18° 19’ 54.3030" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	6+35.731	105326.522	160168.119
End:	7+09.939	105252.635	160175.010

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	74.208	Course:	S 05° 19’ 43.9190" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	7+09.939	105252.635	160175.010
RP:		105245.205	160095.356
PT:	7+76.705	105191.170	160154.349

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	47° 49’ 03.5912"	Type:	RIGHT
Radius:	80.000		
Length:	66.766	Tangent:	35.466
Mid-Ord:	6.865	External:	7.509
Chord:	64.845	Course:	S 18° 34’ 47.8767" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	7+76.705	105191.170	160154.349
End:	8+16.194	105162.050	160127.676

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	39.489	Course:	S 42° 29’ 19.6723" W

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	8+16.194	105162.050	160127.676
RP:		105108.014	160186.669
PT:	8+80.271	105103.266	160106.810

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	45° 53’ 28.6411"	Type:	LEFT
Radius:	80.000		
Length:	64.076	Tangent:	33.868
Mid-Ord:	6.330	External:	6.874
Chord:	62.377	Course:	S 19° 32’ 35.3517" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	8+80.271	105103.266	160106.810
End:	10+35.281	104948.779	160119.538

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	155.011	Course:	S 04° 42’ 36.5234" E

Curve Point Data

Description	Station	Northing	Easting
PC:	10+35.281	104948.779	160119.538
RP:		104942.210	160039.809
PT:	10+55.069	104929.059	160118.720

Circular Curve Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	14° 10’ 17.8913"	Type:	RIGHT
Radius:	80.000		
Length:	19.787	Tangent:	9.944
Mid-Ord:	0.611	External:	0.616
Chord:	19.737	Course:	S 02° 22’ 32.4223" W

Tangent Data

Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	10+55.069	104929.059	160118.720
End:	11+35.120	104850.097	160105.561

Tangent Data

Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	80.051	Course:	S 09° 27’ 41.3679" W

الـمـلـحق رقـم

٣

(*Horizontal Incremental Stationing Report*)

Horizontal Incremental Stationing Report

Tangential Direction	Easting	Northing	Station
٣٢-١٥-١٦٠	١٥٩٩٣٩.٩٧٦	١٠٥٨٢٤.٨٥٤	٠٠٠+٠
٣٢-١٥-١٦٠	١٥٩٩٤٦.٧٣١	١٠٥٨٠٦.٠٢٩	٠٢٠+٠
٣٢-١٥-١٦٠	١٥٩٩٥٣.٤٨٧	١٠٥٧٨٧.٢٠٥	٠٤٠+٠
١٠-٥١-١٥٥	١٥٩٩٦٠.٤٦٣	١٠٥٧٦٨.٤٦٦	٠٦٠+٠
٤٤-٣١-١٤١	١٥٩٩٧٠.٨٢٩	١٠٥٧٥١.٤٢٣	٠٨٠+٠
١٨-١٢-١٢٧	١٥٩٩٨٥.٠٨٩	١٠٥٧٣٧.٤٧٤	١٠٠+٠
٥٢-٥٢-١١٢	١٦٠٠٠٢.٣٥٧	١٠٥٧٢٧.٤٨٧	١٢٠+٠
٢٦-٣٣-٩٨	١٦٠٠٢١.٥٥٩	١٠٥٧٢٢.٠٨٣	١٤٠+٠
٤٩-٣٥-٩٥	١٦٠٠٤١.٤٥١	١٠٥٧٢٠.٠٢٦	١٦٠+٠
٣١-٤١-١٠٦	١٦٠٠٦١.١١٤	١٠٥٧١٦.٥٩٧	١٨٠+٠
٥٧-٠٠-١٢١	١٦٠٠٧٩.٣٥٨	١٠٥٧٠٨.٥٣٠	٢٠٠+٠
٢٣-٢٠-١٣٥	١٦٠٠٩٥.٠٣٩	١٠٥٦٩٦.٢٠٠	٢٢٠+٠
٥٠-٣٩-١٤٩	١٦٠١٠٧.١٨٢	١٠٥٦٨٠.٣٧٤	٢٤٠+٠
٢٣-٢٨-١٦٣	١٦٠١١٥.٠٣٥	١٠٥٦٦٢.٠٣٦	٢٦٠+٠
٢٣-٢٨-١٦٣	١٦٠١٢٠.٧٢٤	١٠٥٦٤٢.٨٦٣	٢٨٠+٠
٢٣-٢٨-١٦٣	١٦٠١٢٦.٤١٤	١٠٥٦٢٣.٦٨٩	٣٠٠+٠
٥٣-٣٩-١٦٦	١٦٠١٣١.٧٢٥	١٠٥٦٠٤.٤١٣	٣٢٠+٠
٤١-٤٠-١٦٣	١٦٠١٣٦.٤٤٤	١٠٥٥٨٤.٩٧٩	٣٤٠+٠
١٥-٢١-١٤٩	١٦٠١٤٤.٣٩٣	١٠٥٥٦٦.٦٨٤	٣٦٠+٠
٤٩-٠١-١٣٥	١٦٠١٥٦.٦٢١	١٠٥٥٠٠.٩٢٣	٣٨٠+٠
١٩-٤٨-١٢٧	١٦٠١٧٢.١٦٣	١٠٥٥٣٨.٣٨٣	٤٠٠+٠
١١-١٥-١٣٥	١٦٠١٨٧.٥٣٤	١٠٥٥٢٥.٦١٥	٤٢٠+٠
٣٠-٤٥-١٤٩	١٦٠١٩٩.٦٧٥	١٠٥٥٠٩.٧٨٩	٤٤٠+٠
٤٩-١٥-١٦٤	١٦٠٢٠٧.٤٦٥	١٠٥٤٩١.٤٢٦	٤٦٠+٠
٠٨-٤٦-١٧٨	١٦٠٢١٠.٤٠٨	١٠٥٤٧١.٦٩٨	٤٨٠+٠
٤٨-٠٥-١٨٣	١٦٠٢٠٩.٥٥٣	١٠٥٤٥١.٧٢٠	٥٠٠+٠
٢٥-٥٩-١٨٦	١٦٠٢٠٨.٢٨٨	١٠٥٤٣١.٧٦٤	٥٢٠+٠
٥١-١٨-٢٠١	١٦٠٢٠٣.٤١١	١٠٥٤١٢.٤٢١	٥٤٠+٠
١٧-٣٨-٢١٥	١٦٠١٩٣.٩٠٠	١٠٥٣٩٤.٨٨٧	٥٦٠+٠
٤٤-١٨-٢١٤	١٦٠١٨١.٦٩٥	١٠٥٣٧٩.٠٤٨	٥٨٠+٠
١٨-٥٩-١٩٩	١٦٠١٧٢.٥٩٢	١٠٥٣٦١.٢٩٨	٦٠٠+٠
٥٢-٣٩-١٨٥	١٦٠١٦٨.١٦٤	١٠٥٣٤١.٨٤٨	٦٢٠+٠
١٦-٤٠-١٧٤	١٦٠١٦٨.٥٥١	١٠٥٣٢١.٨٩٢	٦٤٠+٠
١٦-٤٠-١٧٤	١٦٠١٧٠.٤٠٨	١٠٥٣٠١.٩٧٨	٦٦٠+٠
١٦-٤٠-١٧٤	١٦٠١٧٢.٢٦٥	١٠٥٢٨٢.٠٦٥	٦٨٠+٠
١٦-٤٠-١٧٤	١٦٠١٧٤.١٢٣	١٠٥٢٦٢.١٥١	٧٠٠+٠
٠١-٠٩-١٨٢	١٦٠١٧٥.٣٠٠	١٠٥٢٤٢.٢٠٤	٧٢٠+٠
٢٧-٢٨-١٩٦	١٦٠١٧٢.٠٧٢	١٠٥٢٢٢.٥١٩	٧٤٠+٠
٥٣-٤٧-٢١٠	١٦٠١٦٤.٠٧٤	١٠٥٢٠٤.٢٤٤	٧٦٠+٠
٢٠-٢٩-٢٢٢	١٦٠١٥١.٨٦٦	١٠٥١٨٨.٤٥٨	٧٨٠+٠
٢٠-٢٩-٢٢٢	١٦٠١٣٨.٣٥٧	١٠٥١٧٣.٧١٠	٨٠٠+٠
٢٤-٢٩-٢١٩	١٦٠١٢٤.٩٣٠	١٠٥١٥٨.٨٩٠	٨٢٠+٠
٥٧-٠٩-٢٠٥	١٦٠١١٤.٢٦٢	١٠٥١٤٢.٠٣٣	٨٤٠+٠
٣١-٥٠-١٩٠	١٦٠١٠٨.٠٩٧	١٠٥١٢٣.٠٦٢	٨٦٠+٠
٢٣-١٧-١٧٥	١٦٠١٠٦.٨١٩	١٠٥١٠٣.١٥٦	٨٨٠+٠
٢٣-١٧-١٧٥	١٦٠١٠٨.٤٦١	١٠٥٠٨٣.٢٢٣	٩٠٠+٠
٢٣-١٧-١٧٥	١٦٠١١٠.١٠٣	١٠٥٠٦٣.٢٩١	٩٢٠+٠

٢٣-١٧-١٧٥	١٦٠١١١.٧٤٦	١٠٥٠٤٣.٣٥٨	٩٤٠+٠
٢٣-١٧-١٧٥	١٦٠١١٣.٣٨٨	١٠٥٠٢٣.٤٢٦	٩٦٠+٠
٢٣-١٧-١٧٥	١٦٠١١٥.٠٣٠	١٠٥٠٠٣.٤٩٣	٩٨٠+٠
٢٣-١٧-١٧٥	١٦٠١١٦.٦٧٣	١٠٤٩٨٣.٥٦١	٠٠٠+١
٢٣-١٧-١٧٥	١٦٠١١٨.٣١٥	١٠٤٩٦٣.٦٢٨	٠٢٠+١
٣٤-٥٦-١٧٨	١٦٠١١٩.٧٩٥	١٠٤٩٤٣.٦٨٦	٠٤٠+١
٤١-٢٧-١٨٩	١٦٠١١٧.٨٤٧	١٠٤٩٢٣.٨١٨	٠٦٠+١
٤١-٢٧-١٨٩	١٦٠١١٤.٥٥٩	١٠٤٩٠٤.٠٩٠	٠٨٠+١
٤١-٢٧-١٨٩	١٦٠١١١.٢٧٢	١٠٤٨٨٤.٣٦٣	١٠٠+١
٤١-٢٧-١٨٩	١٦٠١٠٧.٩٨٤	١٠٤٨٦٤.٦٣٥	١٢٠+١

Horizontal Alignment Information

Name: AAshto
Station Range: 0+000 to 1+135.12
Station Equations: None

Station	Elevation
	Center FG
0+000	980.364
0+010	981.052
0+020	981.740
0+030	982.428
0+040	983.116
0+050	983.787
0+060	984.337
0+070	984.748
0+080	985.019
0+090	985.151
0+100	985.143
0+110	984.996
0+120	984.710
0+130	984.284
0+140	983.718
0+150	983.014
0+160	982.170

Station	Elevation
	Center FG
0+170	981.254
0+180	980.339
0+190	979.455
0+200	978.647
0+210	977.916
0+220	977.262
0+230	976.685
0+240	976.184
0+250	975.760
0+260	975.413
0+270	975.097
0+280	974.781
0+290	974.474
0+300	974.232
0+310	974.064
0+320	973.971
0+330	973.952
0+340	974.007
0+350	974.137
0+360	974.331
0+370	974.535
0+380	974.739
0+390	974.943
0+400	975.147
0+410	975.350
0+420	975.554
0+430	975.758
0+440	975.962

Station	Elevation
	Center FG
0+450	976.166
0+460	976.369
0+470	976.573
0+480	976.777
0+490	976.981
0+500	977.185
0+510	977.350
0+520	977.381
0+530	977.273
0+540	977.028
0+550	976.644
0+560	976.122
0+570	975.461
0+580	974.667
0+590	973.833
0+600	973.000
0+610	972.167
0+620	971.333
0+630	970.500
0+640	969.667
0+650	968.833
0+660	968.000
0+670	967.167
0+680	966.333
0+690	965.500
0+700	964.667
0+710	963.833
0+720	963.000

Station	Elevation
	Center FG
0+730	962.191
0+740	961.457
0+750	960.800
0+760	960.219
0+770	959.715
0+780	959.288
0+790	958.937
0+800	958.663
0+810	958.465
0+820	958.344
0+830	958.299
0+840	958.329
0+850	958.384
0+860	958.439
0+870	958.494
0+880	958.549
0+890	958.604
0+900	958.658
0+910	958.713
0+920	958.768
0+930	958.823
0+940	958.878
0+950	958.936
0+960	959.052
0+970	959.245
0+980	959.514
0+990	959.860
1+000	960.282

Station	Elevation
	Center FG
1+010	960.781
1+020	961.357
1+030	962.009
1+040	962.737
1+050	963.542
1+060	964.405
1+070	965.271
1+080	966.137
1+090	967.004
1+100	967.870
1+110	968.736
1+120	969.603
1+130	970.469

الـمـلـحق رقـم

٤

ملحق المنحنيات الرأسية (*Vertical Curve*)

Vertical Alignment Report

PVI Stations and Curves

Data generated:
05/06/2009 08:47:00

Units: meter

Horizontal Alignment Information

Name: Ashtto
Station Range: 0+000 to 1+135.12
Station Equations: None

Curve Calculation Options ▲

Passing Eye Height	1.070000
Passing Object Height	1.300000
Stopping Eye Height	1.070000
Stopping Object Height	0.150000
Headlight Height	0.600000
Headlight Angle (deg)	1.000000

Vertical Alignment: Center FG

PVI	Station	Elevation	Grade Out (%)	Curve Length
1	0+000	980.364	6.880	
2	0+102.60	987.423	-9.153	115.000
	Vertical Curve Information: (crest curve)			
	PVC Station: 0+045.10	Elevation: 983.467		
	PVI Station: 0+102.60	Elevation: 987.423		
	PVT Station: 0+160.10	Elevation: 982.160		
	Grade in (%): 6.880	Grade out (%): -9.153		
	Change (%): 16.033	K: 7.173		
	Curve Length: 115.000			
	High Point: 0+094.45	Elevation: 985.165		
	Passing Distance: 82.363	Stopping Distance: 53.848		
3	0+220	976.678	-3.162	78.000
	Vertical Curve Information: (sag curve)			
	PVC Station: 0+181	Elevation: 980.247		

PVI	Station	Elevation	Grade Out (%)	Curve Length
	PVI Station: 0+220 Elevation: 976.678 PVT Station: 0+259 Elevation: 975.445 Grade in (%): -9.153 Grade out (%): -3.162 Change (%): 5.991 K: 13.019 Curve Length: 78.000 Headlight Distance: 68.316			
4	0+320	973.516	2.038	70.000
	Vertical Curve Information: (sag curve) PVC Station: 0+285 Elevation: 974.623 PVI Station: 0+320 Elevation: 973.516 PVT Station: 0+355 Elevation: 974.229 Grade in (%): -3.162 Grade out (%): 2.038 Change (%): 5.200 K: 13.462 Curve Length: 70.000 Low Point: 0+327.56 Elevation: 973.950 Headlight Distance: 70.056			
5	0+540	978.000	-8.333	75.000
	Vertical Curve Information: (crest curve) PVC Station: 0+502.50 Elevation: 977.236 PVI Station: 0+540 Elevation: 978.000 PVT Station: 0+577.50 Elevation: 974.875 Grade in (%): 2.038 Grade out (%): -8.333 Change (%): 10.371 K: 7.231 Curve Length: 75.000 High Point: 0+517.24 Elevation: 977.386 Passing Distance: 83.094 Stopping Distance: 54.067			
6	0+780	958.000	0.549	116.000
	Vertical Curve Information: (sag curve) PVC Station: 0+722 Elevation: 962.833 PVI Station: 0+780 Elevation: 958.000 PVT Station: 0+838 Elevation: 958.318			

PVI	Station	Elevation	Grade Out (%)	Curve Length
	Grade in (%): -8.333 Grade out (%): 0.549 Change (%): 8.882 K: 13.060 Curve Length: 116.000 Low Point: 0+830.83 Elevation: 958.299 Headlight Distance: 68.479			
7	1+000	959.207	8.663	106.000
	Vertical Curve Information: (sag curve) PVC Station: 0+947 Elevation: 958.916 PVI Station: 1+000 Elevation: 959.207 PVT Station: 1+053 Elevation: 963.799 Grade in (%): 0.549 Grade out (%): 8.663 Change (%): 8.114 K: 13.064 Curve Length: 106.000 Headlight Distance: 68.493			
8	1+135.12	970.912		

Manhole Report

Manhole Depth (m)	Manhole Diameter (m)	Sump Elevation (m)	Rim Elevation (m)	Ground Elevation (m)	Label
1.7	1.2	983.27	984.97	984.97	MH-6
1.7	1.2	982.23	983.93	983.93	MH-2
2.02	1.2	982.96	984.98	984.98	MH-3
2.48	1.2	983.07	985.55	985.55	MH-4
2.35	1.2	983.17	985.52	985.52	MH-5
1.7	1.2	979.09	980.79	980.79	MH-1,O-1
1.7	1.2	980.89	982.59	982.59	MH-7
1.76	1.2	978.81	980.57	980.57	MH-8
1.76	1.2	977.05	978.81	978.81	MH-9
1.76	1.2	975.74	977.5	977.5	MH-10
1.76	1.2	974.72	976.48	976.48	MH-11
1.76	1.2	973.45	975.21	975.21	MH-12
1.76	1.2	973	974.76	974.76	MH-13
1.76	1.2	973.4	975.16	975.16	MH-14
1.76	1.2	973.81	975.57	975.57	MH-15
1.76	1.2	974.27	976.03	976.03	MH-16
1.76	1.2	974.67	976.43	976.43	MH-17
1.76	1.2	975.07	976.83	976.83	MH-18
1.76	1.2	975.53	977.29	977.29	MH-19
1.7	1.2	976.09	977.79	977.79	MH-20
1.7	1.2	972.7	974.4	974.4	MH-21
1.7	1.2	975.59	977.29	977.29	MH-22
1.76	1.2	974.27	976.03	976.03	MH-23
1.76	1.2	972.67	974.43	974.43	MH-24
1.76	1.2	970.81	972.57	972.57	MH-25
1.76	1.2	969.5	971.26	971.26	MH-26
1.76	1.2	967.84	969.6	969.6	MH-27
1.76	1.2	964.57	966.33	966.33	MH-28
1.76	1.2	962.57	964.33	964.33	MH-29
1.76	1.2	960.99	962.75	962.75	MH-30
1.76	1.2	959.52	961.28	961.28	MH-31
1.76	1.2	958.42	960.18	960.18	MH-32

1.76	1.2	957.15	958.91	958.91	MH-33
1.96	1.2	956.85	958.81	958.81	MH-34
1.9	1.2	957.01	958.91	958.91	MH-35
1.95	1.2	957.28	959.23	959.23	MH-36
1.76	1.2	957.58	959.34	959.34	MH-37
1.76	1.2	958.4	960.16	960.16	MH-38
1.76	1.2	960.46	962.22	962.22	MH-39
1.76	1.2	962.02	963.78	963.78	MH-40
1.76	1.2	963.67	965.43	965.43	MH-41
1.76	1.2	967.09	968.85	968.85	MH-42
1.7	1.2	968.83	970.53	970.53	MH-43
1.98	1.2	956.75	958.73	958.73	MH-44
1.6	1.2	970.85	972.45	972.45	MH-45

الـمـلـحق رقـم

٥

ملحق الشبكات الصحية (*Manhole And Pipe Report*)

Pipe Report

Average Velocity (m/s)	Total Flow (l/s)	Section Size	Material	Section Shape	Length (m)	Bend Angle (radians)	Constructed Slope (m/m)	Downstream Node	Upstream Node	Label
0.17	0.12816	200 mm	PVC	Circular	19.5	0.23	0.005	MH-5	MH-6	P-5
0.56	0.6408	200 mm	PVC	Circular	41	0	0.076585	MH-1 ,O-1	MH-2	P-1
0.32	0.51264	200 mm	PVC	Circular	20	0.06	0.036875	MH-2	MH-3	P-2
0.26	0.38448	200 mm	PVC	Circular	20.5	0.25	0.005	MH-3	MH-4	P-3
0.19	0.25632	200 mm	PVC	Circular	20.5	0.26	0.005	MH-4	MH-5	P-4
0.25	0.03185	200 mm	PVC	Circular	20	0.33	0.101	MH-8	MH-7	P-6
0.29	0.0637	200 mm	PVC	Circular	21	0.23	0.080905	MH-9	MH-8	P-7
0.31	0.09555	200 mm	PVC	Circular	20	0.3	0.06245	MH-10	MH-9	P-8
0.32	0.1274	200 mm	PVC	Circular	20.5	0.24	0.04678	MH-11	MH-10	P-9
0.32	0.15925	200 mm	PVC	Circular	34.5	0.09	0.035043	MH-12	MH-11	P-10
0.29	0.1911	200 mm	PVC	Circular	40	0	0.018725	MH-13,O-2	MH-12	P-11
0.58	3.72091	200 mm	PVC	Circular	40	0	0.007475	MH-13,O-2	MH-13	P-12
0.64	3.22667	200 mm	PVC	Circular	21.5	0.31	0.015767	MH-15	MH-14	P-13
0.61	2.73243	200 mm	PVC	Circular	21.5	0.26	0.016233	MH-16	MH-15	P-14
0.6	2.23819	200 mm	PVC	Circular	20	0.02	0.01995	MH-17	MH-16	P-15
0.54	1.74395	200 mm	PVC	Circular	20.5	0.28	0.016537	MH-18	MH-17	P-16
0.49	1.24971	200 mm	PVC	Circular	20	0.25	0.01695	MH-19	MH-18	P-17
0.44	0.75547	200 mm	PVC	Circular	20.5	0.26	0.019463	MH-20	MH-19	P-18
0.3	0.26123	200 mm	PVC	Circular	40	0.17	0.0125	MH-21	MH-20	P-19
0.42	0.26123	200 mm	PVC	Circular	20	0.04	0.063	MH-22	MH-21	P-20
0.53	0.52246	200 mm	PVC	Circular	20.5	0.25	0.075073	MH-23	MH-22	P-21
0.61	0.78369	200 mm	PVC	Circular	21	0.24	0.085667	MH-24	MH-23	P-22
0.62	1.04492	200 mm	PVC	Circular	19	0.2	0.065737	MH-25	MH-24	P-23
0.7	1.30615	200 mm	PVC	Circular	20.5	0.03	0.078	MH-26	MH-25	P-24

0.74	1.56738	200 mm	PVC	Circular	39.5	3.71E-03	0.081241	MH-27	MH-26	P-25
0.77	1.82861	200 mm	PVC	Circular	24	0.11	0.080792	MH-28	MH-27	P-26
0.83	2.08984	200 mm	PVC	Circular	16.5	0.24	0.092061	MH-29	MH-28	P-27
0.8	2.35107	200 mm	PVC	Circular	20	0.28	0.07045	MH-30	MH-29	P-28
0.77	2.6123	200 mm	PVC	Circular	20.5	0.21	0.050683	MH-31	MH-30	P-29
0.7	2.83521	200 mm	PVC	Circular	40	0.05	0.030225	MH-32	MH-31	P-30
0.66	3.05812	200 mm	PVC	Circular	20	0	0.019835	MH-33, O-3	MH-32	P-31
0.47	2.2291	200 mm	PVC	Circular	20	0	0.005	MH-33, O-3	MH-33	P-32
0.45	2.00619	200 mm	PVC	Circular	20.5	0.23	0.005	MH-35	MH-34	P-33
0.44	1.78328	200 mm	PVC	Circular	40	0.27	0.005208	MH-36	MH-35	P-34
0.43	1.56037	200 mm	PVC	Circular	40	0.03	0.005822	MH-37	MH-36	P-35
0.51	1.33746	200 mm	PVC	Circular	40	2.93E-03	0.018975	MH-38	MH-37	P-36
0.6	1.11455	200 mm	PVC	Circular	40	0.01	0.049975	MH-39	MH-38	P-37
0.61	0.89164	200 mm	PVC	Circular	20	0.05	0.07495	MH-40	MH-39	P-38
0.57	0.66873	200 mm	PVC	Circular	20	0.17	0.07945	MH-41	MH-40	P-39
0.52	0.44582	200 mm	PVC	Circular	40.5	0.02	0.082938	MH-42	MH-41	P-40
0.45	0.22291	200 mm	PVC	Circular	16	0.01	0.105	MH-43	MH-42	P-41
0.63	0.98951	200 mm	PVC	Circular	14	0.33	0.072857	MH-48	MH-47	P-42
0.82	1.97902	200 mm	PVC	Circular	14.5	0.32	0.095793	MH-49	MH-48	P-43
0.81	2.96853	200 mm	PVC	Circular	13	0.15	0.055308	MH-50	MH-49	P-44
0.86	3.95804	200 mm	PVC	Circular	17.5	0.05	0.050229	MH-51	MH-50	P-45
0.77	4.94755	200 mm	PVC	Circular	14.5	0.19	0.02269	MH-52	MH-51	P-46
0.84	5.93706	200 mm	PVC	Circular	40	0.01	0.026225	MH-53	MH-52	P-47
0.65	6.92657	200 mm	PVC	Circular	40	0	0.005482	MH-54	MH-53	P-48
0.6	0.98951	200 mm	PVC	Circular	43.5	2.73E-03	0.061609	MH-46	MH-45	P-49
0.63	1.97902	200 mm	PVC	Circular	40	0	0.030232	MH-45,O-4	MH-46	P-50

الـمـلـحق رقـم

٦

ملحق جداول المساحات والحجوم (Cut And Fill)

Alignment: AASHTO
END AREA VOLUME LISTING

Station	Cut Area (m2)	Fill Area (m2)	Cut 1.0000 Volume (m3)	Fill 1.0000 Volume (m3)	Cut 1.0000 Tot Vol (m3)	Fill 1.0000 Tot Vol (m3)	Mass Ordinate
					٠.٠٠٠	٤.٣١٨	٠٠٠+٠
٨٠.١٣٨	٠.٠٠٤	٨٠.١٤٣	٠.٠٠٤	٨٠.١٤٣			
					٠.٠٠٠	٢.٠٩٤	٠٢٥+٠
١١١.٦٤٧	٣.٤٦١	١١٥.١٠٨	٣.٤٥٦	٣٤.٩٦٥			
					٠.٢٧٦	٠.٧٠٤	٠٥٠+٠
٢١١.٠٣٤	٦.٩١٧	٢١٧.٩٥٠	٣.٤٥٦	١٠٢.٨٤٢			
					٠.٠٠٠	٧.٥٢٤	٠٧٥+٠
٤٤٠.٤٩٨	٦.٩٢١	٤٤٧.٤١٩	٠.٠٠٤	٢٢٩.٤٦٩			
					٠.٠٠٠	١٠.٨٣٤	١٠٠+٠
٧٣٧.٧٩٧	٦.٩٢٣	٧٤٤.٧٢٠	٠.٠٠٢	٢٩٧.٣٠١			
					٠.٠٠٠	١٢.٩٥٠	١٢٥+٠
٩١٧.٦٢٠	٧.٧٥٨	٩٢٥.٣٧٨	٠.٨٣٥	١٨٠.٦٥٨			
					٠.٠٦٧	١.٥٠٢	١٥٠+٠
٨٨٨.٥٤٣	٥٥.٦١٥	٩٤٤.١٥٨	٤٧.٨٥٧	١٨.٧٨٠			
					٣.٧٦٢	٠.٠٠٠	١٧٥+٠
٨٢٢.٦٣٠	١٢٩.٨٩٨	٩٥٢.٥٢٩	٧٤.٢٨٤	٨.٣٧١			
					٢.١٨١	٠.٦٧٠	٢٠٠+٠
٨٤١.١٧٥	١٦٣.٣٠٠	١٠٠٤.٤٧٤	٣٣.٤٠١	٥١.٩٤٦			
					٠.٤٩١	٣.٤٨٦	٢٢٥+٠
٨٥٥.٤٧٤	١٩٣.٧٨٦	١٠٤٩.٢٥٩	٣٠.٤٨٦	٤٤.٧٨٥			
					١.٩٤٨	٠.٠٩٧	٢٥٠+٠
٨٤٥.٠٥٤	٢٣٥.٥١٢	١٠٨٠.٥٦٥	٤١.٧٢٦	٣١.٣٠٦			
					١.٣٩٠	٢.٤٠٨	٢٧٥+٠
٨٥٦.٧٦٩	٢٦٨.٦٣٩	١١٢٥.٤٠٨	٣٣.١٢٨	٤٤.٨٤٣			
					١.٢٦٠	١.١٨٠	٣٠٠+٠
٨٤٥.١٤١	٣٠٨.٧٥٤	١١٥٣.٨٩٥	٤٠.١١٥	٢٨.٤٨٧			
					١.٩٤٩	١.٠٩٩	٣٢٥+٠
٨٠٨.٢٥٠	٣٨٣.٦٨٣	١١٩١.٩٣٣	٧٤.٩٢٩	٣٨.٠٣٧			
					٤.٠٤٥	١.٩٤٤	٣٥٠+٠
٨٨٠.٤٤٢	٤٣٤.٢٤٥	١٣١٤.٦٨٨	٥٠.٥٦٢	١٢٢.٧٥٥			
					٠.٠٠٠	٧.٨٧٧	٣٧٥+٠
١٠١١.٥٣٧	٤٣٤.٢٤٥	١٤٤٥.٧٨٢	٠.٠٠٠	١٣١.٠٩٤			
					٠.٠٠٠	٢.٦١١	٤٠٠+٠
١٠٠٥.٩٤٤	٤٧٣.٤٦٨	١٤٧٩.٤١٢	٣٩.٢٢٢	٣٣.٦٣٠			
					٣.١٣٨	٠.٠٧٩	٤٢٥+٠
٩٢١.٢٢٧	٥٥٩.١٧٨	١٤٨٠.٤٠٥	٨٥.٧١٠	٠.٩٩٣			

٤٥٠+٠	٠.٠٠٠	٣.٧١٩	٢٦.١٠٥	٤٧.٠٥٣
٤٧٥+٠	٢.٠٨٨	٠.٠٤٥	١١٥.٦٣٥	٠.٥٦٥
٥٠٠+٠	٧.١٦٢	٠.٠٠٠	١٤٤.٢٤٠	٠.٠٠٠
٥٢٥+٠	٤.٣٧٧	٠.٠٠٠	١٤٠.٤١٢	٠.٠٠٠
٥٥٠+٠	٦.٨٥٦	٠.٠٠٠	١٢٣.٥٥٤	٠.٠٠١
٥٧٥+٠	٣.٠٢٨	٠.٠٠٠	٦٢.٣٤٣	١٤.١٠٦
٦٠٠+٠	١.٩٥٩	١.١٢٨	٢٧.٢٥٧	٧٨.٦١٤
٦٢٥+٠	٠.٢٢١	٥.١٦١	٢.٧٦٥	١٠٠.٣٦٣
٦٥٠+٠	٠.٠٠٠	٢.٨٦٨	٨.١١٣	٤٣.٤٩٩
٦٧٥+٠	٠.٦٤٩	٠.٦١٢	٣٣.٥١٤	٧.٦٤٧
٧٠٠+٠	٢.٠٣٢	٠.٠٠٠	٤١.٧٤٧	٠.٠١٨
٧٢٥+٠	١.٣٠٨	٠.٠٠١	١٦.٣٥٨	١٩.٨٢٥
٧٥٠+٠	٠.٠٠١	١.٥٨٥	٠.٠١٢	٦٦.٩٢١
٧٧٥+٠	٠.٠٠٠	٣.٧٦٩	٠.٠٠٠	٧١.٢٢٢
٨٠٠+٠	٠.٠٠٠	١.٩٢٩	٠.٠٠٠	٥٩.٨٩٦
٨٢٥+٠	٠.٠٠٠	٢.٨٦٣	٦.٨٣٩	٥٢.٥٣٦
٨٥٠+٠	٠.٥٤٧	١.٣٤٠	٣٧.٨٦٠	١٦.٧٦٠
٨٧٥+٠	٢.٤٨٢	٠.٠٠١	٣١.٣٩٨	٧.٢٣٩
٩٠٠+٠	٠.٠٣٠	٠.٥٧٨	١٢.٧٨٤	١٤.٧٦٧
٩٢٥+٠	٠.٩٩٣	٠.٦٠٣	١٣.٩٤٢	٢٤.٠٤٩
٩٥٠+٠	٠.١٢٣	١.٣٢١		

٩٠٠.٢٧٩	٦٠٦.٢٣١	١٥٠٦.٥٠٩	٤٧.٠٥٣
١٠١٥.٣٤٩	٦٠٦.٧٩٦	١٦٢٢.١٤٥	٠.٥٦٥
١١٥٩.٥٨٩	٦٠٦.٧٩٦	١٧٦٦.٣٨٥	٠.٠٠٠
١٣٠٠.٠٠٢	٦٠٦.٧٩٦	١٩٠٦.٧٩٧	٠.٠٠٠
١٤٢٣.٥٥٤	٦٠٦.٧٩٧	٢٠٣٠.٣٥١	٠.٠٠١
١٤٧١.٧٩٢	٦٢٠.٩٠٣	٢٠٩٢.٦٩٤	١٤.١٠٦
١٤٢٠.٤٣٦	٦٩٩.٥١٦	٢١١٩.٩٥٢	٧٨.٦١٤
١٣٢٢.٨٣٨	٧٩٩.٨٨٠	٢١٢٢.٧١٧	١٠٠.٣٦٣
١٢٨٧.٤٥٢	٨٤٣.٣٧٨	٢١٣٠.٨٣٠	٤٣.٤٩٩
١٣١٣.٣١٨	٨٥١.٠٢٦	٢١٦٤.٣٤٤	٧.٦٤٧
١٣٥٥.٠٤٧	٨٥١.٠٤٤	٢٢٠٦.٠٩١	٠.٠١٨
١٣٥١.٥٨٠	٨٧٠.٨٧٠	٢٢٢٢.٤٤٩	١٩.٨٢٥
١٢٨٤.٦٧١	٩٣٧.٧٩٠	٢٢٢٢.٤٦٢	٦٦.٩٢١
١٢١٣.٤٤٩	١٠٠٩.٠١٢	٢٢٢٢.٤٦٢	٧١.٢٢٢
١١٥٣.٥٥٣	١٠٦٨.٩٠٨	٢٢٢٢.٤٦٢	٥٩.٨٩٦
١١٠٧.٨٥٦	١١٢١.٤٤٤	٢٢٢٩.٣٠٠	٥٢.٥٣٦
١١٢٨.٩٥٧	١١٣٨.٢٠٤	٢٢٦٧.١٦٠	١٦.٧٦٠
١١٥٣.١١٦	١١٤٥.٤٤٢	٢٢٩٨.٥٥٨	٧.٢٣٩
١١٥١.١٣٣	١١٦٠.٢٠٩	٢٣١١.٣٤٢	١٤.٧٦٧
١١٤١.٠٢٦	١١٨٤.٢٥٨	٢٣٢٥.٢٨٤	٢٤.٠٤٩

٩٧٥+٠	٠.٠٦٣	٢.٤١٠	٢.٣٢٢	٤٦.٦٤١	٢٣٢٧.٦٠٦	١٢٣٠.٨٩٩	١٠٩٦.٧٠٧		
٠٠٠+١	٠.٥٦٥	٠.٣٠٤	٧.٨٤٥	٣٣.٩٣١	٢٣٣٥.٤٥١	١٢٦٤.٨٣٠	١٠٧٠.٦٢١		
٠٢٥+١	٠.٦٨٦	٠.٥٦٢	١٥.٦٣١	١٠.٨٢٦	٢٣٥١.٠٨٢	١٢٧٥.٦٥٦	١٠٧٥.٤٢٧		
٠٥٠+١	٠.٠٠٠	٣.٣٥٦	٨.٥٧٣	٤٨.٩٧٥	٢٣٥٩.٦٥٥	١٣٢٤.٦٣١	١٠٣٥.٠٢٤		
٠٧٥+١	٠.٠٠٠	٤.٠٩٠	٠.٠٠٠	٩٣.٠٧٢	٢٣٥٩.٦٥٥	١٤١٧.٧٠٣	٩٤١.٩٥٢		
١٠٠+١	٠.٨٥٥	٠.٠٠١	١٠.٦٨٦	٥١.١٣٣	٢٣٧٠.٣٤٢	١٤٦٨.٨٣٦	٩٠١.٥٠٦		
١٢٥+١	٤.٧٦٤	٠.٠٠٠	٧٠.٢٣١	٠.٠١٣	٢٤٤٠.٥٧٢	١٤٦٨.٨٤٩	٩٧١.٧٢٣		

الـمـلـحق رقـم

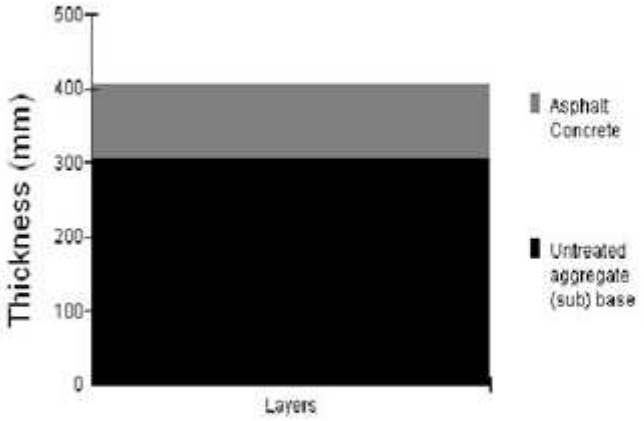
٧

ملحق تحديد سمك الرصفة (*Asphalt Institute Method*)

Asphalt Institute

Pavement Design Detail Report

SW-1 Thickness Design Software version 1.0



User:	أبوالربتن	Date:	01/07/2009	Time:	08:18
Project Information					

User:	أبو الربتن	Date:	01/07/2009	Time:	08:18
Project Information					
Project Name:	Gravel Base Problem				
Description:					
Pavement Use:	General Roadway				
Problem Type:	New Pavement Design				
Design Input Summary					
Climate:	15° C				
Design Traffic (ESAL):	40,941				
Subgrade M_r (MPa):	235.8				
Design Traffic Details					
Design Life (years):	20				
Design Lane Factor:	0.5				
Initial Average Annual Daily Traffic (AADT):	236				
Truck Volume, as a percentage of AADT:	17				
Annual Compound Growth Rate (%):	2.5				
Type of usage:	Urban				
Truck Classification	% Trucks	Truck Factor			

Design Traffic Details		
Design Life (years):	20	
Design Lane Factor:	0.5	
Initial Average Annual Daily Traffic (AADT):	236	
Truck Volume, as a percentage of AADT:	17	
Annual Compound Growth Rate (%):	2.5	
Type of usage:	Urban	
Truck Classification	% Trucks	Truck Factor
TRUCK(2-AXLE,4-TIRE)	66	0.01
TRUCK(2-AXLE,6-TIRE)	12	0.19
TRUCK(3-AXLE or MORE)	3	0.82
MULT.TRUCK(5-AXLE)	15	0.90
MULT.TRUCK(>=6 AXLE)	1	0.92
TOTAL:	100	N/A
Calculated Equivalent Single Axle Loads (ESAL)		
Initial Year Traffic (ESAL):	1,603	
Design Life (ESAL):	40,941	
Subgrade Information		
Type of Measurement:	Resilient Modulus (M_r)	
Correlation Equation:	N/A	
Recommended Design Strength Percentile	75.0	
Design Strength Percentile:	N/A	
Individual M_r Values	M_r	
	236	
Average:	236	236
Std Dev:	0	0
Design M_r	236	
Design Results		
HMA Thickness (mm)	101.6	
Aggregate Base Thickness (mm)	304.8	

المراجع

١- داود شحادة خلف ، مبادئ الهندسة الصحية عمان ، الأردن ، ١٩٨٢.

٢-روحي الشريف، البسيط في تصميم وإنشاء الطرق، الجزء الأول، عمان، الأردن، ١٩٨١.

٣- يوسف صيام، عبد الله القرني ، سعد القاضي ، تغطية مساحية للطرق، دار مجدلاوي للنشر ، عمان ، الأردن ، ١٩٩٩.

٤- يوسف صيام، المساحة وتخطيط المنحنيات، عمان،١٩٧٨ .

٥ - سالم، محمود توفيق ، هندسة الطرق والمطارات (1)، دار الراتب الجامعية، بيروت – لبنان.

٦- محمد علي علي فرج، الصرف الصحي ومعالجة المخلفات السائلة، القاهرة، مصر، ٢٠٠٠.

٧- بلدية الخليل – قسم المساحة .

٨- www.momra.gov/sa.

٩- كراسة هندسة المرور – وزارة العمل ، وزارة المواصلات ، كتاب هندسة الطرق د. خليل أحمد أبو أحمد /جامعة الإسكندرية.

١٠- كتاب المواصفات الأمريكية للنقل (AASHTO 2004).

فهرس الجداول

الرقم	اسم الجدول	رقم الصفحة
١-١	الجدول الزمني للمشروع	7
١-٢	تعداد المركبات على الطريق	13
٢-٢	متوسط عدد المركبات لكل يوم حسب النوع	14
٣-٢	نسبة المركبات حسب الأيام	15
٤-٢	معدل المركبات في اليوم	15
٥-٢	السرعة التصميمية للطرق الحضرية	16
٦-٢	أقل قيمة لنصف القطر لتعلية مقدارها 6% وحسب السرعة التصميمية	17
٧-٢	العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف	21
٨-٢	العلاقة بين السرعة ومعامل الاحتكاك (f)	21
٩-٢	تأثير الميول على مسافة الرؤية للتوقف	22
١٠-٢	أنواع علامات المرور وأبعادها وتطبيقاتها على الشارع	26
١١-٢	المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة و التقاطع الذي تدل عليه الإشارة	28
١-٣	متطلبات الدقة لأعمال المضلعات	32
٢-٣	القراءات التي تم رصدها في الميدان	33
٣-٣	معدل الزوايا و المسافات الأفقية المرصودة من الميدان	36
٤-٣	حساب الإحداثيات	38
٥-٣	احداثيات GPS	39
٦-٣	معدل المسافات المقروءة بين المحطات و مقدار الخطأ في كل مسافة	41
٧-٣	قيم الإحداثيات التي تم تصحيحها	46
٨-٣	المسافات المصححة	47
٩-٣	الزوايا المصححة للمضلع	48
١٠-٣	Observation	50
١١-٣	Adjusted Coordinate	51

١٢-٣	Semi-Axes are at 95% Confidence Level	52.....
١-٤	قيم الرفع الجانبي المرغوبة و ذلك لعدة طرق مختلفة	55 .....
٢-٤	قيم التوسعة عند المنحنيات حسب نصف القطر	56 .....
٣-٤	توقيع المنحنيات الأفقية باستخدام الثيودوليت	70 .....
٤-٤	توقيع المنحنيات الأفقية باستخدام (Total Station)	71 .....
٥-٤	الميول الرأسية العظمى حسب طبوغرافية الأرض والسرعة التصميمية	76 .....
٦-٤	القيم العظمى لأطوال أجزاء الطريق، الخاضعة للميول الرأسية حسب الميول الرأسية	77 .....
٧-٤	قيمة الثابت K في المنحنيات الرأسية	81 .....
١-٥	قيم الكثافة الرطبة لعينات (Base course)	85 .....
٢-٥	قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينات (Base course)	86 .....
٣-٥	قيم الكثافة الرطبة لعينات التربة	87 .....
٤-٥	قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينات التربة	87 .....
٥-٥	بعض قيم نسبة التحمل	88 .....
٦-٥	حساب نسبة التحمل (CBR)	89 .....
٧-٥	العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 10,30,65 ضربة	90 .....
٨-٥	الكثافة الجافة للقوالب الثلاثة وقيم CBR	93 .....
٩-٥	نسبة المركبات في المسرب الواحد	96 .....
١٠-٥	معامل النمو (Growth factor)	96 .....
١١-٥	تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية(Load Equivalency factor)	97 ....
١٢-٥	نسبة كاليفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة	99 .....
١-٦	حسابات التصرف المتوسط للمناهل	106 .....
٢-٦	قيم معامل فائض مياه الأمطار ونوع السطح الذي تتأثر فيه	106 .....
١-٧	حساب المساحة بطريقة الإحداثيات	110 .....

١-٨	تكاليف كميات طبقات الرصفة المرنة	125
٢-٨	تكاليف كميات الحفر والردم	125
٣-٨	جدول الكميات المقترح للبنود التي تمت دراستها	130

فهرس الأشكال

الرقم	الموضوع	رقم الصفحة
١-١	موقع المشروع	4
١-٢	مقطع عرضي لطريق من حارتين	18
٢-٢	الميول الطولية	19
٣-٢	مسافة الرؤية للتوقف	21
٤-٢	مسافة الرؤية للتجاوز	22
٥-٢	أشارات المنع	28
٦-٢	أشارات التحذير	29
١-٣	المضلع المفتوح	30
٢-٣	المضلع المغلق	31
٣-٣	Closed traverses or link traverses	31
١-٤	تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات	53
٢-٤	التوسعة على المنحنيات	56
٣-٤	الرفع الجانبي للطريق حول المحور	58
٤-٤	التغير التدريجي في الميل العرضي لمقاومة تأثير القوة الطاردة المركزية	59
٥-٤	أنواع المنحنيات الدائرية	60
٦-٤	عناصر المنحنى الدائري البسيط	61
٧-٤	عناصر المنحنى الدائري المركب	63
٨-٤	عناصر المنحنى الدائري مكسور الظهر	64
٩-٤	المنحنيات العكسية	65
١٠-٤	فرق الميل أو زاوية الميل	72
١١-٤	عناصر المنحنى الرأسي	73
١٢-٤	منحنى راسي غير متماثل	75
١٣-٤	القيمة العظمى لطول الجزء الخاضع للميل	77

٤-١٤	منحنى رأسي قاعي	79
٥-١	العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة (Base course)	86
٥-٢	العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة التربة	88
٥-٣	طريقة وقوالب المعدلة بروكتور	89
٥-٤	جهاز الغرز	89
٥-٥	المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند 10 ضربات ر	91
٥-٦	المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند 30 ضربة	92
٥-٧	المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند 65 ضربة	92
٥-٨	العلاقة بين الكثافة الجافة وقيم CBR عند غرز 5 ملم	93
٥-٩	طبقات الرصفة المرنة	94
٥-١٠	تحديد سمك الطبقات	100
٧-١	حساب المساحة بطريقة الإحداثيات	110
٧-٢	مقطع عرضي في منطقة ردم	112
٧-٣	المقطع الأول ردم والثاني ردم	114
٧-٤	مقطع عرضي الأول ردم والأخر مختلط	116
٧-٥	مقطعين عرضيين مختلطين	118
٧-٦	مثال لمنحنى الحجوم	119