بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنيك فلسطين
كلية الهندسة
دائرة الهندسة المدنية والمعمارية
الخليل – فلسطين

مشروع تخرج بعنوان

تخطيط وتصميم طريق المنطقة الصناعية الواصل بين "مستشفى محمد علي المحتسب وسدة الفحص"

فريق العمل

حازم محمد معالي
محمد غياضة
محمد بدران
عبدالله غانم

كانون ثاني - ٢٠١٤ م

شهادة تقيم مشروع التخرج

جامعة بوليتكنيك فلسطين
الخليل – فلسطين

تخطيط وتصميم طريق المنطقة الصناعية الواصل بين
"مستشفى محمد علي المحتسب وسدة الفحص"

فريق العمل

حازم محمد معالي — **محمد بدران**
محمد غياضة — **عبدالله غانم**

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

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

كانون ثاني ـ ٢٠١٣

الإهداء

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك ولا يطيب النهار إلا بطاعتك ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك

الله سبحانه جل في علاه جل جلاله

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة ونصح الأمة إلى نبي الرحمة ونور العالمين ، معلم البشرية ومنبع العلم

سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم

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

أمي الغالية

إلى من أحمل اسمه بكل فخر ومن استلمت منه قيم الإنسانية وعلمتني ارتقي سلم الحياة بحكمة وصبر ستبقى كلماتك نجوم أهتدي بها اليوم وفي الغد وإلى الأبد

يا صاحب القلب الكبير والدي

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

إلى من هم أفضل منا جميعا الذين رووا بدمائهم ثرى فلسطين وارتقوا إلى السموات العلى

كل الشهداء

إلى الذين سقوا الأرض بحبات العرق السندسية التي انهمرت من جراح أبطال هذه الأرض

كل الجرحى

إلى من عشقوا الحرية وخاضوا بأمعائهم حربا وسطروا بحريتهم نصرا اليكم . اخوتي

خلف القضبان

اهدي هذه الثمرة المتواضعة لك قدسي

شكروتقدير

الحمد لله وحده –أولا وقبل كل شي- كما ينبغي لجلال وجهه وعظيم سلطانه الذي خلقنا وأسبغ علينا نعمه ظاهرة وباطنة
وانطلاقا من حديث النبي صلى الله عليه وسلم :" من لا يشكر الناس لا يشكر" وامتثالا له فانه يسرني ويسعدني أن نتقدم ونتوجه بالشكر الجزيل والعرفان بالجميل لأستاذي الدكتور غادي زكارنة بالإشراف على هذا المشروع ، ولما منحنى إياه من نصائح وتشجيع .

كما ونتقدم بجزيل الشكر من المهندس فيضي شبانة والمهندسة سماح الجعبري لما قدماه لنا من نصائح ونتقدم بالشكر لجامعة بوليتكنك فلسطين ممثلة بدائرة الهندسة المدنية والمعمارية ومكتبة الجامعة التي لم تبخل علينا بالمراجع التي تم الاستفادة منها.
كما نتقدم بجزيل الشكر لجميع أساتذة دائرة الهندسة المدنية والمعمارية.

فريق العمل

إعادة تأهيل وتصميم شارع" المنطقة الصناعية "

فريق العمل

حازم محمد معالي **محمد صبحي بدران**

محمد محمود غياضة **عبد الله غانم**

أشراف

د.غادي زكارنة

جامعة بوليتكنك فلسطين – ٢٠١٣م.

الملخص

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

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

Abstract

Design of industrial area Street

Prepared By:

Hazem maali **Mohammad badran**

Mohammad ghayadah **Abdallah ghanem**

Supervisor:

D.Ghadi Zakarneh

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

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

فهرس المحتويات

الرقم	الموضوع	رقم الصفحة
	شهادة تقيم مشروع التخرج	I
	الإهداء	II
	شكر وتقدير	III
	ملخص المشروع	IV
	Abstract	V
	فهرس المحتويات	VI
	فهرس الأشكال	IX
	فهرس الجداول	XI
	الفصل الأول المقدمة	
١-١	مقدمة عامة	١
١-٢	الدراسات السابقة	١
١-٣	فكرة المشروع	٢
١-٤	طريقة البحث	٢
١-٥	هيكلية المشروع	٦
	الفصل الثاني التصميم الهندسي للطريق	
٢-١	مقدمة	٧
٢-٢	حجم المرور	٧
٢-٢-١	التعداد	٧
٢-٢-٢	حجم السير الحالي والمستقبلي	٩
٢-٢-٦	عمر الطريق	٩
٢-٢-٧	مسافة التوقف المرئية	٩
٢-٢-٨	مسافة التجاوز المرئية (Passing Sight Distance)	١٠
٢-٢-٩	سعة الطريق	١٢
٢-٣	التصميم الهندسي للطريق	١٣
٢-٣-١	اسس تصميم الطريق	١٣
٢-٣-٢	العوامل الأساسية التي تحكم تخطيط الطريق	١٦
٢-٣-٣	التصميم الأفقي (Horizontal Alignment)	١٧
٢-٣-٤	أنواع المنحنيات الأفقية	١٧
٢-٣-٥	المنحنيات الدائرية (Circular curves)	١٧
٢-٣-٦	المنحنيات المتدرجة أو الحلزونية Transitions Curves	١٧
٢-٤	التصميم الرأسي للطريق (Vertical Alignment)	٢١
٢-٤-٢	عناصر المنحنى الرأسي	٢٣
٢-٤-٣	الميول الرأسية العظمى	٢٤
٢-٤-٤	طول المنحنى الرأسي	٢٥
٢-٤-٥	التعلية	٢٧
٢-٥	توسيع المنحنيات	٢٨

٢-٦	التصميم الإنشائي	٢٩
٢-٦-٢	العناصر الإنشائية للرصفة المرنة	٣٠
٢-٦-٣	العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة حسب طريقة AASHTO	٣١
٢-٦-٤	حساب الأوزان المحورية القياسية	٣١
٢-٧	تصريف مياه الأمطار	٣٩
٢-٧-٢	التصريف السطحي للطريق (Surface Drainage)	٣٩
٢-٧-٣	متطلبات صرف المياه من الطريق	٣٩
٢-٧-٤	كميه مياه الامطار	٤٠
٢-٧-٥	شدة او غزارة الامطار	٤١
٢-٧-٦	المناهل (manholes)	٤٢
٢-٧-٧	المداخل او البالوعات (inlet)	٤٣
٢-٧-٨	موقع أنابيب شبكة الصرف في جسم الطريق	٤٤

الفصل الثالث
الأعمال المساحية والمضلعات

٣-١	الأعمال المساحية	٤٧
٣-٢	المضلعات	٤٨
٣-٢-٢	أنواع المضلعات	٤٨
٣-٣	عملية إنشاء مضلع في الطبيعة	٤٩
٣-٤	القراءات	٥٠
٣-٥	متطلبات الدقة لأعمال المضلعات	٥٤
٣-٦	الخطأ في الزوايا والمسافات المرصودة	٥٤
٣-٧	تصحيح الأخطاء في الإحداثيات	٥٩
٣-٨	النتائج	٦١

الفصل الرابع
مشاكل الطريق وطرق المعالجة المقترحة

٤-١	مقدمة	٦٣
٤-٢	تعريف بالمشاكل	٦٣
٤-٣	عيوب الرصف الاسفلتي	٦٣
٤-٤	ضيق الطريق	٧١
٤-٥	مطبات مخالفة للأسس المعيارية	٧٢
٤-٦	مشكلة تصريف مياه الأمطار	٧٧
٤-٧	مقدمة تعداد المركبات	٧٨

الفصل الخامس
التصميم

٥-١	مقدمة	٨٥
٥-٢	حسابات حجم المرور	٨٥
٥-٣	تصميم الرصفة للطريق	٨٦
٥-٤	الإنارة على الطريق	٨٨
٥-٤-١	المقدمة	٨٨
٥-٤-٢	عوامل تحديد الانارة	٨٨
٥-٤-٣	أعمدة الإنارة	٨٨
٥-٤-٤	طريقة توزيع أعمدة الإنارة على الشارع	٨٩
٥-٤-٥	ارتفاع أعمدة الإنارة	٨٩
٥-٤-٦	المسافة بين أعمدة الإنارة	٨٩
٥-٤-٧	المصابيح المستخدمة في إنارة الشوارع	٩٢
٥-٤-٨	عوامل اختيار مصباح الإنارة	٩٢
٥-٥	تصميم شبكة صرف مياه الأمطار	٩٢
٥-٥-١	مقدمة	٩٢
٥-٥-٢	تخطيط الشبكة	٩٣
٥-٥-٣	عوامل التصميم	٩٤
٥-٥-٣-١	كمية التدفق	٩٤
٥-٥-٣-٢	التصميم الهيدروليكي	٩٤
٥-٥-٣-٣	سرعة التدفق	٩٥
٥-٥-٣-٤	الأنابيب	٩٥
٥-٥-٣-٥	المناهل وارتفاع الحفر	٩٥
٥-٦	الاعتبارات التصميمية	٩٦
٥-٧	حسابات التصميم	٩٦

الفصل السادس
التكلفة

٦-١	مقدمة	٩٩
٦-٢	حساب تكلفة الطريق	٩٩
٦-٣	النتائج	١٠٠
٦-٤	التوصيات	١٠٠

الملاحـق

الملحق (أ)
الفحص المخبري

أ – ١	مقدمة	١٠٢
أ – ٢	تجارب المختبر	١٠٢
أ – ٢ – ١	تجربة بروكتور على عينة تربة ما تحت الاساس	١٠٢
أ – ٢ – ١ ـ ا	الادوات	١٠٢
أ – ٢ـ١ـ٢	طريقة العمل	١٠٢
ا ـ٢ـ١ـ٣	النظرية	١٠٣
ا ـ٢ـ٢	تجربة كالفورنيا	١٠٤
أ ـ٢ـ٢ـ١	مقدمة	١٠٤
أ ـ٢ـ٢ـ٢	الهدف	١٠٥
أ ـ٢ـ٢ـ٣	الأدوات المستخدمة	١٠٥
أ ـ٢ـ٢ـ٤	طريقة العمل	١٠٥
أ ـ٢ـ٢ـ٥	الحسابات	١٠٦

الملحق (ب)
اشارات المرور

ب ـ١	الاشارات التحذيرية	١٠٧
ب ـ٢	الاشارات التنظيمية	١٠٨
ب ـ٣	الاشارات الارشادية	١٠٩

فهرس الأشكال

الرقم	اسم الشكل	رقم الصفحة
١	موقع المشروع	٤
٢-١	مسافة التوقف المرئية	١٠
٢-٢	بعض انواع الأطاريف المستخدمة في الطرق	١٥
٢-٣	انواع المنحنيات الدائرية	١٨
٢-٤	عناصر المنحنى الدائري البسيط	١٨
٢-٥	عناصر المنحنى المركب	١٩
٢-٦	المنحنى الدائري مكسور الظهر	٢٠
٢-٧	المنحنى الدائري العكسي	٢١
٢-٨	المنحنيات المتدرجة أو الحلزونية	٢١
٢-٩	المنحنيات الرأسية المحدبة	٢٢
٢-١٠	المنحنيات الرأسية المقعرة	٢٢
٢-١١	عناصر المنحنى الرأسي	٢٣
٢-١٢	منحنى رأسي قاعي	٢٥
٢-١٣	القوة الطاردة المركزية	٢٦
٢-١٤	التوسعة على المنحنيات	٢٩
٢-١٥	طبقات الرصفة المرنة	٣٠
٢-١٦	soil support value	٣٧
٢-١٧	(AASHTO flexible-pavement design)	٣٨
٢-١٨	العلاقة بين المدة الزمنية وشدة الهطول	٤١
٢-١٩	نموذج لشكل المنهل	٤٣
٢-٢٠	بالوعة تصريف المياه ذات مدخل راسي	٤٣
٢-٢١	بالوعات ذات التصريف الأفقي	٤٤
٢-٢٢	اماكن توزيع البالوعات	٤٤
٢-٢٣	الخنادق قليلة العمق	٤٥
٢-٢٤	الخنادق العميقة	٤٥
٣-١	المضلع المفتوح	٤٨
٣-٢	المضلع المغلق	٤٩
٣-٣	المضلع المغلق	٤٩
٣-٤	المضلع	٥٨
٤-١	شقوق تمساحية واقعة على جوانب الطريق	٦٤
٤-٢	شق عرضي في مستوى منخفض من الشدة	٦٥
٤-٣	حفر ذات قطر وعمق مختلف	٦٦
٤-٥	تعري الحصى من المادة الاسفلتية وزيادة النعومته	٦٨
٤-٦	تموجات متتالية ومتقاربة	٦٩
٤-٧	مشكلة الترقيع في الشارع	٧٠
٤-٨	مشكلة الهبوط في الشارع	٧١
٤-٩	مشكلة ضيق الطريق	٧٢
٤-١٠	مطب مخالف للأسس المعيارية	٧٣

٤-١١	شكل المطب القصير	٧٣
٤-١٢	شكل المطب الانسيابي	٧٤
٤-١٣	عناصر المطب الانسيابي	٧٤
٤-١٤	شكل مطب السطح العلوي المستوي	٧٥
٤-١٥	عناصر المطب السطح العلوي المستوي	٧٦
٤-١٦	تأثير مياه الأمطار على جوانب الطريق	٧٧
٥-١	منحنى معامل طبقة الاسفلت السطحية	٨٧
٥-٢	معامل طبقة البيز	٨٨
٥-٣	منحنى ايجاد الرقم الانشائي للرصفة المرنة	٨٨
٥-٤	منحنى ايجاد الرقم الانشائي ١	٨٩
٥-٥	منحنى ايجاد الرقم الانشائي ٢	٩٠
٥-٦	توزيع الاعمدة في جهة واحدة	٩٢
٥-٧	توزيع الانارة في الوسط	٩٢
٥-٨	توزيع الاعمدة بشكل تدريجي	٩٢
٥-٩	توزيع الاعمدة بشكل تقابلي	٩٢
٥-١٠	عناصر عمود الإنارة	٩٤
ا-١	العلاقة بين الكثافة ونسبة الماء المضافة	١٠٧
ب-١	إشارات المرور التحذيرية	١٠٧
ب-٢	إشارات المرور التنظيمية	١٠٨
ب-٣	إشارات المرور التوضيحية التثقيفية	١٠٩

فهرس الجداول

الرقم	اسم الجدول	رقم الصفحة
١	الجدول الزمني	٥
٢-١	العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية	١٠
٢-٢	العلاقة بين السرعة ومعامل الاحتكاك	١٠
٢-٣	جدول العلاقة بين السرعة والتسارع الاعظمي	١١
٢-٤	تأثير الميول على مسافة التوقف	١٢
٢-٥	سعة الطريق حسب مواصفات هيئة (AASHTO)	١٢
٢-٦	معادلات المنحنى الدائري البسيط	١٩
٢-٧	معادلات المنحنى الرأسي	٢٤
٢-٨	يبين قيمة الميول الراسية العظمى بالاعتماد على العوامل السابقة	٢٥
٢-٩	قيم f حسب مواصفات هيئةASHTO	٢٧
٢-١٠	قيم الرفع الجانبي المرغوبة و ذلك لعدة طرق مختلفة	٢٨
٢-١١	يبين أقل نصف قطر للمنحنى	٢٨
٢-١٢	بعض القيم الارشادية للزيادة في توسيع المنحنيات	٢٩
٢-١٣	نسبة المركبات في المسرب الواحد	٣٢
٢-١٤	معامل النمو	٣٢
٢-١٥	عدد ونسبة كل نوع من أنواع المركبات	٣٣
٢-١٦	تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية	٣٤
٢-١٧	يبين نسبة كالفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة	٣٥
٢-١٨	قيمة المعامل المناخي	٣٥
٢-١٩	معامل الطبقة (layer coefficient) للإسفلت	٣٦
٢-٢٠	معامل الطبقة (layer coefficient) للبسكورس	٣٦
٢-٢١	معامل الطبقة Sub base [(layer coefficient)	٣٦
٢-٢٢	يبين معامل الانسياب السطحي لعدة اسطح	٤١
٣-١	الإحداثيات المعلومة المأخوذة من GPS	٥٠
٣-٢	الإحداثيات غير المصححة للمحطات في الميدان	٥٤
٣-٣	قيم الخطأ القفل في الزوايا المسموح به في الضفة الغربية	٥٤
٣-٤	للزوايا المصححة عن طريق توزيع الخطأ	٥٦
٣-٥	الاحداثيات المصححة للمضلع	٥٦
٣-٦	مقدار الخطأ في كل مسافة	٥٧
٣-٧	يظهر قيم المسافات المصححة ومقدار الدقة في كل مسافة	٦٢
٣-٨	يظهر قيم الزوايا المصححة ومقدار الدقة في كل زاوية	٦٢
٣-٩	يظهر قيم الإحداثيات المصححة	٦٢
٤-١	يوضح أساليب الصيانة المقترحة للشقوق التمساحية	٦٤
٤-٢	اشتراطات الطريق في منطقة انشاء المطب	٧٦
٤-٣	تعداد المرور على مقطع من الطريق	٧٨
٤-٤	تعداد المرور على مقطع من الطريق	٨١
٤-٥	متوسط عدد المركبات لكل ساعة	٨٤
٥-١	يحدد قيم نسبة كل نوع من العربات من حجم المرور	٨٦
٥-٢	العلاقة بين المسافة بين الأعمدة وعرض الطرق وارتفاع العمود والمسافة عن حافة الطرق	٩٠

٥-٣	معامل الاحتكاك (n) لأنابيب مختلفة المواد	٩٤
٦-١	كميات الطبقات المكونة للرصفة على الطريق	٩٩
أ- ١	القراءات التي تم أخذها من عينة التربة في المختبر	١٠٣
أ- ٢	يوضح قيم الكثافة الجافة التي تم الحصول بعد اخذ عينة من كل محاولة ووضعها في الجفنات وتجفيفها في الفرن	١٠٣
أ- ٣	يوضح قيم الاختبار للعينة	١٠٤
أ- ٤	يوضح قيم الاحمال والغرز	١٠٦

الفصل الأول

المقدمة

١ـ١مقدمة عامة

إن أعمال شق و فتح الطرقات ابتدأت منذ وجد الإنسان الأول ،بأشكالها المختلفة سواء كانت طريق للمارة أو للعربات فقد كانت تشكل جانبا مهم إذ أنها توصل بين المدن و القرى او على مدى اوسع من ذلك، ومن هنا بدء الاهتمام بمدى الراحة او السلامة على الطريق، و برجع الاهتمام بطبيعة الطريق إلى طبيعة الحاجة إليها ففي الماضي كانت الطرق تستخدم لمرور الأشخاص أي مسرب صغير فقط و ذلك لأنه لم يكن هناك تلك المركبات المختلفة و لم تكن طبيعة الأعمال في الماضي تحتاج إلى المركبات الضخمة بل كانت تقتصر على الدواب التي كانت تنتقل في مواسم الفلاحة.

إن الطرق تعتبر 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.

تكمن أهمية الطرق في التطور الحضري للمدينة ومساعدة الإنسان في الارتقاء والوصول لسبل الراحة، فالطرق تعالج مساحة المنطقة المراد فتح طريق فيها ودراسة طبيعة المنطقة وطبوغرافيتها، ودراستها من ناحية جيولوجية، وخصائص المنطقة،وإعداد تصميم هندسي للطريق يليق في جميع النواحي الهندسية والبشرية بحيث يخدم جميع مستخدمي الطريق،والسكان في تلك المنطقة.

وفي النتيجة لابد من الوصول إلى طرق لا تسبب الحوادث وتحقق الانسياب التسلسلي بجعل جميع عناصر الطريق تتماشى مع توقعات المستخدمين من ناحية التصميم والامان بالإضافة الى النواحي الإقتصادية.

١ـ٢ الدراسات السابقة

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

لقد تم الاعتماد على عدة كتب ومراجع تتناول موضوع الطرق ومن اهمها (المساحة وتخطيط المنحنيات)، (تغطية مساحية للطرق) وهما من تأليف الدكتور يوسف صيام، وتتناول عدة مواضيع منها التخطيط الافقي والتخطيط الرأسي بما يحتويان من منحنيات أفقية ورأسية،، وهناك كتب أخرى تم استخدامها منها هندسة الطرق من تأليف الدكتور محمود توفيق سالم، و بعض المواقع المهتمة بالموضوع من شبكة المعلومات العالمية (الإنترنت) بالإضافة إلى مشاريع سابقة ، وتعتبر المشاريع السابقة احد اهم المراجع ، ومصدر للمعلومات

الصحيحة بسبب تنقيحها وتصحيحها من قبل فريق من المدرسين وذوي الخبرة في هذا المجال ونتيجة للإطلاع على هذه المشاريع تكون لدينا رؤية وخلفية جيدة عن طبيعة العمل في المشروع .

ونستعرض بعض من هذه المشاريع مثل : تخطيط وتصميم الطريق الواصل بين حارة الشيخ ونمره تم تصميم الطريق حسب المواصفات الهندسية (ASHTTO ٢٠٠٤) الذي تم انجازه عام ٢٠٠٨-٢٠٠٩، بالاضافة الى تصميم وتأهيل للطريق الواصل بين دوار عيصى ومفرق طيبة عام ٢٠١١.

١-٣ فكرة المشروع

تشتمل فكرة المشروع على دراسة و تصميم وإعادة تأهيل الطريق الواصل بين المنطقة الصناعية ومستشفى محمد علي المحتسب والمعروف بشارع الفحص ، و الذي هو عبارة عن طريق معبد بطول ٢٥٠٠ متر تقريبا ، و نهدف من وراء هذا العمل وضع تصميم نموذجي لهذا الطريق، بالإضافة إلى تصميم التقاطعات و الاهتمام قدر الإمكان بجميع عناصر الطريق من حيث التخطيط الأفقي، والتخطيط الرأسي ، و يشمل الرفع الجانبي للطريق الذي يعرف باسم (Super_ elevation) ، وكذلك عمل الميول الجانبية والأقنية الجانبية لتصريف مياه الأمطار في فصل الشتاء، ومن ثم تصميم القطاعات العرضية وتحديد عرض الرصف والأكتاف وأرصفة المشاة والإنارة وتحديد انواع وأماكن اشارات المرور اللازمة .

يقع المشروع في المنطقة الصناعية على بعد ٣ كم إلى الشرق من جامعة بوليتكنك فلسطين كما هو موضح في الشكل (١)، ويصل بين سدة الفحص ومستشفى محمد علي المحتسب،يقوم هذا الطريق بخدمة المنطقة الصناعية التي يمر بها وذلك لجعل المنطقة حيوية ومتطورة أكثر [١].

و يهدف من خلال هذا المشروع الى :

١- توفير سبل الأمان على الشارع وذلك بتوفير الأرصفة وممرات المشاة والإشارات المرورية اللازمة للشارع إن أمكن .
٢- الحد من مشكله مياه الأمطار وذلك عن طريق تصميم الميول الجانبية للطريق .
٣- تجهيز الطريق بحيث يكون مؤهل لتحمل العدد الكبير من الشاحنات التي تستخدم هذا الطريق وذلك بمراعاة مواصفات طبقة الاسفلت الواجب استخدامها والرصفات المستخدمة عند تصميم هذا الطريق .

١-٤ طريقة البحث

وسيتم الاعداد والعمل في هذا المشروع من خلال المراحل التالية :

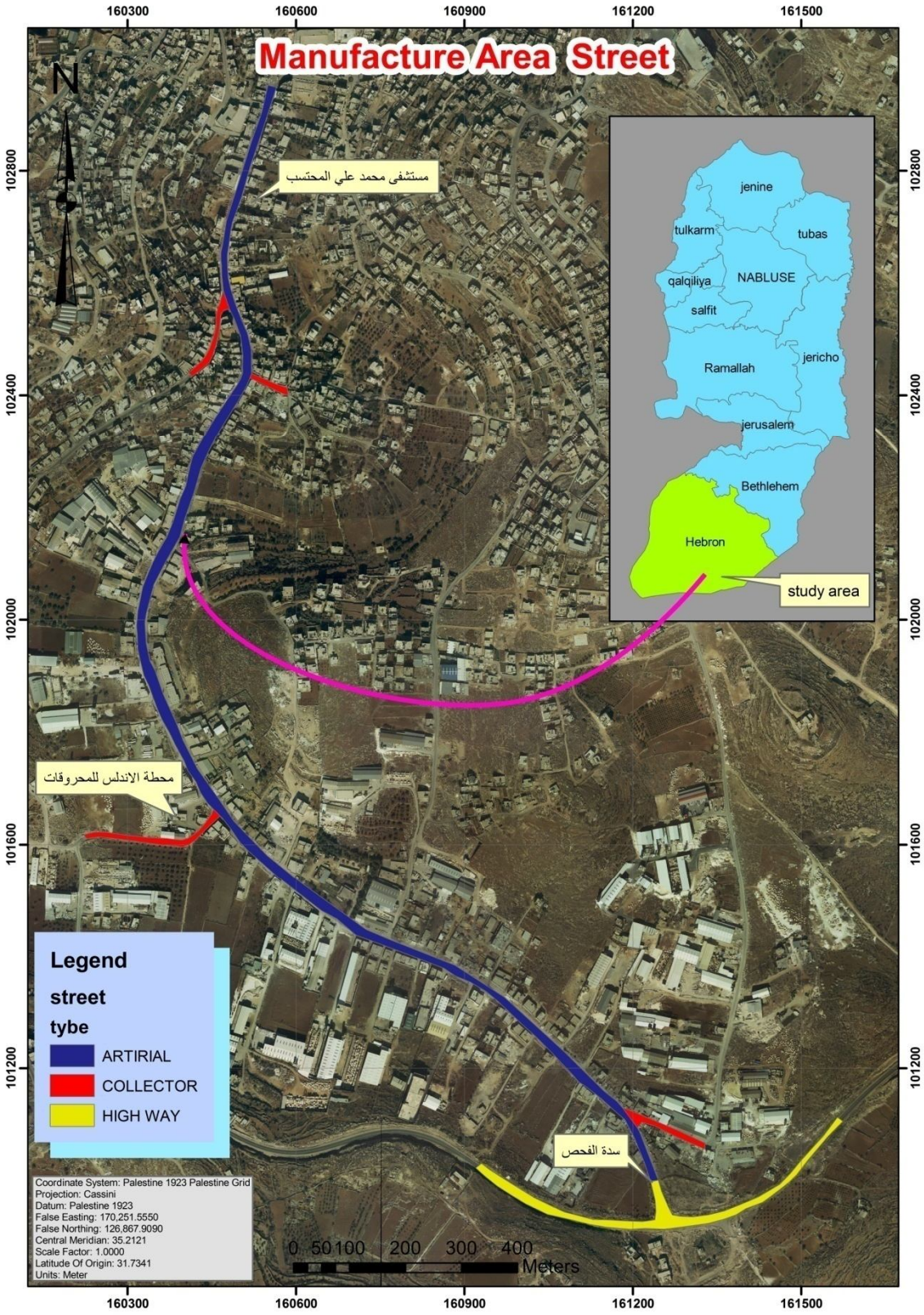
١- القيام بتحديد موضوع البحث (دراسة وتصميم شارع المنطقة الصناعية) والاستفسار عن الموضوع من المشرف والجهات المختصة مثل بلدية الخليل.
٢- تحديد منطقة العمل ومن ثم القيام بزيارة إستطلاعية للموقع .
٣- البدء بالبحث في المكتبة عن المراجع والمصادر والدراسات السابقة التي يمكن الاستفادة منها في هذا المشروع.

٤- تثبيت نقاط مرجعية للعمل المساحي بعمل المضلع (Traverse) للطريق وتصحيحه من الأخطاء باستخدام طريقة المربعات (Adjustment by Least Squares) وذلك من أجل الحصول على أعلى دقة في العمل المساحي .

٥- البدء بكتابة مقدمة المشروع مراعياً الأصول والشروط الواجب توفرها في المقدمة مع مراعاة مراجعة المشرف والأخذ بنصيحته ورأيه.

٦- بعد الإنهاء من المقدمة وتسليمها يتم الاستمرار في عملية التصميم والبدء بكتابة مشروع التخرج حسب الأنظمة المتبعة في جامعة بوليتكنك فلسطين .

والترتيب الزمني للمشروع موزع على الاسابيع الدراسية كما موضح في الجدول (١)



شكل (١):مخطط دليل الموقع لمنطقة المشروع [١]

الجدول الزمني (١)

الفعالية	عدد الأسابيع	الأسبوع	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
تحليل المعلومات		٢															
الرفع التفصيلي		٣															
الفحوصات المخبرية		٢															
الحسابات الازمة		٣															
البدء بالتصميم		٣															
تجهيز التقرير الأولي		٣															
تسليم التقرير الأولي للمشرف		١															
تسليم التقرير النهائي		١															

١-٥ هيكلية المشروع

تم تقسيم البحث ليشتمل على عدة فصول كالتالي :

الفصل الأول هو فصل المقدمة الذي يحتوي على علم الطرق والطرق على مر العصور و دراسات سابقة و فكرة المشروع و موقع المشروع و أهداف وأهمية المشروع و طريقة البحث و هيكلية المشروع و الجدول الزمني.

وسيتم إستعراض مبائ التصميم الهندسي للطريق الذي يحتوي على هندسة النقل والمرور وكل من التصميم الهندسي والتصميم الانشائي وتصريف مياه الأمطار في الفصل الثاني .

اما بالنسبة للأعمال المساحية والمضلعات فسيتم مناقشتها خلال الفصل الثالث ويتضمن الأعمال المساحية المطلوبة لتخطيط الطريق وطريقة رصد نقاط (GPS) والدقة في رصد النقاط و القراءات التي يتم رصدها في الميدان ومن ثم حساب إحداثيات المحطات قبل التصحيح و تصحيح الأخطاء للمضلع وتصحيح أخطاء الإحداثيات للحصول على الإحداثيات المصححة بإستخام طريقة (Least Square).

وسيتم شرح مشاكل الطريق وطرق المعالجة المقترحة ، يحتوي هذا الفصل على مقدمة عن المشاكل والأهداف المرجوه بعد علاجها وإعادة تصميم المطبات على الأسس المعيارية خلال الفصل الرابع .

أما بالنسبة للإشارات المرورية وانواعها إشارات وعلامات بالإضافة الى حجم المرور فسيتم مناقشتها خلال الفصل الخامس .

وسيتم عمل تصريف لمياه الأمطار على الطريق وعمل الميول الجانبية وتصميم شبكة لتصريف مياه الأمطار ضمن الفصل السادس .

أما بالنسبة لتكلفة المشروع وتكلفة الرصفة وتكاليف الحفر والردم والتكاليف المستقبلية لصيانة الطريق فسيتم العمل على حسابها خلال الفصل السابع.

وفي نهاية العمل سيتم وضع كل من النتائج والتوصيات بالنسبة لمشاكل التقاطعات في هذا الطريق والحلول الممكنة في الفصل الثامن .

الفصل الثاني

اسس تصميم الطريق

٢-١مقدمة

ان من اهم مراحل انجاز مشاريع الطرق هو تصميم الطريق وما يتبعه من امور لا بد من دراستها كمعرفة حجم المرور، من اجل تحديد نوع الطبقات وسماكتها للتصميم الانشائي للطريق وعدد حارات المرور، و دراسة طبوغرافية الارض من اجل التصميم الصحي للطريق وتحديد ميول واتجاهات انابيب الصرف الصحي . وتحيد المسار الذي سيمر فيه الطريق من اجل اعداد التصميم الهندسي للطريق واعدد التصميم الافقي للطريق وما يلزمه من تصميم للمنحنيات الأفقية والتصميم الرأسي للطريق والذي يشمل تصميم المنحنيات الرأسية والتعلية الازمة على المنحنيات الموجودة .

٢-٢ حجم المرور

قبل القيام بالتصميم للطريق يجب الأخذ بعين الاعتبار حجم المرور وكثافته ونوع المركبات التي ستمر على الطريق ، فإذا كان الطريق مصمم وقائم على ارض الواقع يتم حساب حجم المرور و كثافته عن طريق القيام بعد السيارات التي تستخدم هذا الطريق. أما إذا أردنا فتح طريق جديدة فيتم حساب حجم المرور و كثافته بالرجوع إلى دراسة المنطقة والمخطط الهيكلي التي سوف يخدمها الشارع سواء كانت سكنية أو صناعية أو زراعية وما هي المشاريع المقترحة والتي يخدمها هذا الطريق والموجودة ضمن المخطط الهيكلي حيث انه على أساس ذلك نقوم بتصميم الشارع.و يتم ذلك عن طريق حساب المعدل اليومي و السنوي للمرور.

إن معدل السير اليومي أو السنوي من أهم العوامل في عمليات تخطيط الطرق و رسم سياستها و دراستها ومعدل السير له تأثير مباشر في الطريق من حيث تصميم المنحنيات و الانحدارات و سعة الطريق وتصميم سمك الرصف وغيرها من الأمور.

٢-٢-١ التعداد

ولتحديد حجم المرور لابد من إجراء تعداد للمركبات التي تمر على نقطة معينة من هذا الطريق، وفي تعداد السيارات نقوم بحساب ما يلي :

١- معرفة عدد السيارات بالساعة الواحد خلال اليوم وأيام السنة كاملة، وتحديد الساعات التي يمر بها العدد الأقصى من المركبات واختيار ثلاثين ساعة على مدار السنة كاملة.
٢- عدد السيارات يوميا على مدار السنة وتحديد الأيام والأشهر التي يكون فيها الازدحام اكبر ما يمكن.
٣- إيجاد المعدل اليومي للسيرADT- Average Daily Traffic وهو مجموع المركبات التي تمر عن نقطة معينة خلال عدد من الأيام مقسوما على عدد تلك الأيام.

٤- معدل السير اليومي السنوي Annual Average Daily Traffic –AADT وهو مجموع عدد المركبات التي تمر عن نقطة معينة خلال السنة مقسوما على عدد أيام السنة.
٥- تحديد حركة المشاة عند التقاطعات وتحديد طبيعة حركة السيارات التي تدخل المنطقة والتي تخرج منها، وكذلك متابعة حركتها عند التقاطعات، وتحديد نقطة البداية والنهاية لحركتها.
٦- ونظرا لأن عدد المركبات يختلف من وقت لآخر ومن يوم لآخر فإنه لا يمكن اخذ معدل عدد المركبات التي تمر من نقطة معينة وذلك لان التصميم الهندسي للطريق يجب أن يكون قادرا على استيعاب عدد المركبات في ساعات الازدحام.

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

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

بما أن إحصاء عدد المركبات على الطريق قبل التصميم أو تحسين الطريق من الأمور المهمة جدا، فإن لهذا التعداد أنواعا عدة منها:

١. تعداد يجري على الطريق.
٢. تعداد يجري على التقاطعات.
٣. تعداد تصنيفي، حيث يحدد فيه أنواع المركبات التي من خلالها نحدد تصميم الرصفة.
٤. تعداد اتجاهي يوضح فيه حركة المركبات ويبين الاتجاه الأكثر أهمية لوضع الإشارات ووسائل تنظيم السير.

هناك عدة طرق متبعة لإجراء عملية التعداد للمركبات ومنها:

١. العد اليدوي: ويكون بوقوف الفريق بتسجيل الوقت وعدد المركبات ونوعها التي تمر بنقطة معينة على الطريق، ولهذا فان هذه الطريقة لها ميزات كثيرة من أهمها البساطة والدقة وتصنف أنواع المركبات سيارة صغيرة أو شاحنة أو حافلة وتحدد عدد محاورها وتحدد اتجاه سيرها ودورانها على التقاطعات وتبين حركة المشاة وتوضح طبيعة استعمال الطريق، ولكن تحتاج إلى فريق عمل كبير .
٢. العد الميكانيكي: ويتم هذا العد باستخدام وسائل العد الميكانيكية وأهمها التصوير والرادار والخراطيم التي تثبت على الطريق وتمر فوقها السيارات وتقوم بتسجيل عددها بواسطة أجهزة على جانب الطريق، وهذه الطريقة غير مكلفة لكنها تحتاج لصيانة ولا تقوم بتصنيف عدد السيارات ونوع محاورها .
٣. المقابلة:حيث يتم توقيف السيارات وسؤالهم عن مكان انطلاقهم ووجهتم لكن هذه الطريقة تحتاج للكثير من الوقت والجهد.

٢-٢-٢ حجم السير الحالي والمستقبلي

بشكل عام فإن حجم السير بازدياد دائم من عام الى اخر وذلك نتيجة عدة عوامل من اهمها :

١. الزيادة الطبيعية في عدد السكان
٢. الزيادة نتيجة التطور مثل فتح جامعة في منطقة يؤدي الى زيادة حجم المرور،
٣. اريق لزيادة نتيجة عملية جذب للمرور حيث من الممكن ان الطريق الجديد أفضل من طريق قديم فيكون هنالك اقبال على الطريق

ان تصميم الطريق يعتمد على حجم السير المستقبلي ،لأنه إذا أهملنا التخطيط المستقبلي فان الطريق ستصبح ضيقة وغير قابلة على استيعاب اعداد السيارات، ولذلك فان السير المستعمل في التصميم يتكون من:

السير الحالي يتم الحصول عليه بإجراء تعداد على الطريق والطرق المؤثرة عليه بطرق التعداد المعروفة

الزيادة الطبيعية: وتكون الزيادة الطبيعية في عدد السيارات الناتجة بسبب الزيادة في عدد السكان وعدد مستعملي السيارات وكذلك التطور الاقتصادي.

السير المتولدوهذا السير لم يحدث إذا لم تنشأ الطريق بعد أو إن السير فيه موجود بوسائل نقل أخرى وعند إنشائه يلجا الناس للسير بوسائل أخرى.

٤. السير المتطور: يتولد من التحسن في المنطقة ويتم فيها استغلال الأراضي للزراعة والصناعة

٢-٢-٣ عمر الطريق

في أي عملية تصميم ينظر للزيادة المتوقعة في استخدام هذا الطريق وبذلك فمن الواجب تحديد فترة زمنية للتصميم تصبح بعدها بحاجة لإعادة صيانة، وعند تصميم الطرق لفترة تصميم قصيرة تكون اقل تكاليف ولكن بنفس الوقت تكون خدمتها محدودة على عكس الطرق المصممة لأعمار كبيرة تكون تكاليفها عالية وبنفس الوقت تخدم فترات كبيرة.

٢-٢-٤ مسافة التوقف المرئية

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 الامن والمتناسبه مع قيم مختارة للسرعة التصميمية .

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

جدول رقم (٢-١) العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية [٦]

السرعة التصميمية (كم/ساعة)	٢٠	٢٥	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠	٨٠	٩٠	١٠٠	١١٠	١٢٠
مسافة الرؤية للتوقف الآمن	٢٠	٢٥	٣٠	٤٥	٦٠	٨٠	١١٠	١٤٠	١٧٠	٢٠٥	٢٤٥	٢٨٥

الشكل (٢-١) :مسافة التوقف المرئية [٩]

وتتكون مسافة التوقف من عنصرين:

١. مسافة رد الفعل(d١) .

$$d١ = ٢.٥ * v \quad (١-٢)$$

$$d٢ = \frac{v^{٢}}{٢*g(f \mp s)} \quad (٢-٢)$$

$$MRSSD = ٢.٥ * v + \frac{v^{٢}}{٢*g(f \mp s)} \quad (٣-٢)$$

M.R.S.S.D : اقل مسافة توقف مطلوبة (Minimum required stoping sight distance)

V: سرعة التصميمية (م/ثانية)

f: معامل الاحتكاك

t: زمن رد الفعل (عادة ٢.٥ ثانية) (٢-٢)

s : ميل سطح الطريق

الجدول (٢-٢) يوضح العلاقة بين السرعة ومعامل الاحتكاك .

جدول رقم (٢-٢) العلاقة بين السرعة ومعامل الاحتكاك [٩]

السرعة (كم/ساعة)	٢٠-٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠	٨٠	١٠٠
معامل الاحتكاك(f)	٠.٤	٠.٣٨	٠.٣٧	٠.٣٦	٠.٣٦	٠.٣٥	٠.٣٥

٢-٢-٥ مسافة التجاوز المرئية (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 التجاوز دون احتكاك بالسيارة التي يتخطاها ودون أن تعترضه أي عربة

مضادة يحتمل ظهورها بعد أن يبدأ التجاوز ثم يعود إلى الحارة اليمنى بسهولة بعد عملية التجاوز. ومسافة التجاوز تتكون من

١. مسافة التأهب للتجاوز يقوم السائق بزيادة السرعة (d١)
٢. المسافة التي تسيرها السيارة المتجاوزة في المسرب الآخر (d٢)
٣. مسافة أمان : المسافة بين السيارة المتجاوزة عند عودتها للمسرب وبين السيارة المقبلة (d٣)
٤. السيارة التي تقطعها السيارة القادمة من الاتجاه المعاكس (d٤)

$$pssd=d_1+d_2+d_3+d \quad (٢-٤)$$

$$d_1 = \frac{t_1}{(v-m+\frac{(a.t)}{2})} \quad (٢-٥)$$

$$d_2=v*t_2 \quad (٢-٦)$$

$$d_4=2/3*d_2 \quad (٢-٧)$$

$$d_3=100-120m \quad (٢-٨)$$

حيث :

PSD: مسافة التجاوز المرئية

t١: الزمن الذي تستغرقه السيارة حتى تصل الى سرعة التجاوز (٤ sec)

V: سرعة السيارة المتجاوزة

m: الفرق ما بين سرعة السيارة المتجاوزة وسرعة السيارة المتجاوز عنها (١٦ Km/h)

a: مقدار التسارع (١.٥ m/sec٢ -١.٣٨)

t٢: ١٠ sec

والجدول (٢-٣) يوضح العلاقة بين السرعة والتسارع الاعظمي والجدول (٢-٤) يوضح العلاقة بين الميول ومسافة التوقف المرئية .

جدول رقم (٢-٣) جدول العلاقة بين السرعة والتسارع الاعظمي [٣]

التسارع الأعظمي		السرعة	
متر/ثانية.ثانية	كم/ساعة.ثانية	متر/ثانية	كم/ساعة
١.٤١	٥.٠٠	٦.٩٣	٢٥
١.٣٠	٤.٨٠	٨.٣٤	٣٠
١.٢٤	٤.٤٥	١١.١٠	٤٠
١.١١	٤	١٣.٨٦	٥٠
٠.٩٢	٣.٢٨	١٨	٦٥
٠.٧٢	٢.٥٦	٢٢.٢٠	٨٠
٠.٥٣	١.٩٢	٢٧.٨٠	١٠٠

جدول (٢-٤) تأثير الميول على مسافة التوقف [٣]

السرعة التصميمية كم/ساعة	زيادة مسافة التوقف المرئية في حالة الميول لأسفل (م)		
	٪ ٣	٪ ٦	٪ ٩
٤٠	٢	٤	٦
٥٠	٣	٦	١٠
٦٠	٥	١٠	١٨
٧٠	٧	١٥	٢٦
٨٠	٩	٢١	-
٩٠	١٢	٢٩	-
١٠٠	١٦	٣٨	-

٢-٢-٦ سعة الطريق

تعرف سعة الطريق بأنها أقصى عدد للمركبات التي يتوقع مرورها فوق جزء معين من حارة أو طريق خلال فترة زمنية معينة في ظل وتحت الظروف السائدة للطريق والمرور. تعتمد سعة الطريق على حجم وتركيبة المرور وعلى سرعة السير والتداخلات التي تتعرض لها حركة المرور ، تعتبر السعة من العناصر الأساسية التي تؤخذ في الاعتبار عند تصميم القطاع العرضي للطريق لاستيعاب حجم المرور التصميمي المتوقع على الطريق والجدول (٢-٥) يبين قيم السعة لبعض أنواع الطرق حسب مواصفات هيئة الآشتو الأمريكية .

جدول(٢-٥) سعة الطريق حسب مواصفات هيئة (AASHTO) [٦]

نوع الطريق	السعة(سيارة خاصة /ساعة)
طريق سريع	٢٠٠٠ (لكل حارة)
طريق بحارتين	٣٠٠٠(الإجمالي في الاتجاهين)
طريق ذو ثلاث حارات	٤٠٠٠ (الإجمالي في الاتجاهين)

وتتأثر سعة الطريق بعدة عوامل منها:

التخطيط الأفقي والرأسي: حيث تتسبب المنحنيات الأفقية الحادة والمنحنيات الرأسية القصيرة في تقليل سرعة الطريق وذلك يؤدي إلى تخفيض السعة.

عرض الحارة: تتسبب الحارات والأكتاف الضيقة والعوائق على حافتي الطريق في تخفيض سعة الطريق.

مركبات النقل: تقلل مركبات النقل من سعة الطريق وذلك بسبب تأثيرها على حركة المرور.

١. و تتم عملية تعداد المركبات خلال ساعات مختلفة في 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. و يجب الأخذ بعين الاعتبار كيفية حساب معدل المركبات المستخدم في التصميم وذلك بالتعويض عن أنواع المركبات بما يقابلها من مركبات صغيرة (عدد السيارات الصغيرة *١،عدد الحافلات *٢.٥ ،عدد الشحن* ٣) . وبناء

على اختيار حجم السير المناسب فانه يجري تحديد عرض الطريق، وسرعة السيارات عليها وغير ذلك.

٢-٣ التصميم الهندسي للطريق

يعتبر التصميم الهندسي من أهم مراحل التصميم لأي طريق، حيث أنه تكون هذه المرحلة من التصميمداخل المكتب و تسير جنبا إلى جنب مع عمليات المسح المذكورة سابقا. تتمثل عميلة التصميم الهندسي للطريق في عد 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 للشمال.

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 يكوت التصميم الرأسي في الجزء السفلي من اللوحة .

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

٢-٣-١ اسس تصميم الطريق

١. حجم المرور (traffic volume) يعتبر حجم المرور من الأمور الرئيسية التي يجب أن تأخذ في الاعتبار عند تصميم الطريق بحيث يشمل حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا .
٢. تركيب المرور وهذا يتطلب تحديد نسبة عربات النقل والحافلات بالنسبة لحجم المرور الساعي التصميمي، ولا يمكن معرفة تركيب المرور الا عن طريق العد اليدوي .
٣. عربات التصميم (design vehicles) جميع الطرق تمر عليها سيارات خاصة وسيارات نقل ولذلك يجب معرفة خصائص هذه السيارات مثل الأبعاد الرئيسية والوزن والقدرة، وتشمل أبعاد العربة التي يجب معرفتها طول العربة وارتفاعها وعرض المحور ونوع العربة اذا ما كانت مفردة او مقطورة .
٤. السرعة التصميمية (design speed) تعتبر السرعة التصميمية من المعلومات الأساسية والضرورية في تصميم الطرق ويمكن توقع سرعة السير وطبيعة الحركة على الطرقات وبالتالي تحديد السرعة التصميمية والتي بناء عليها يجب تصميم الطريق.

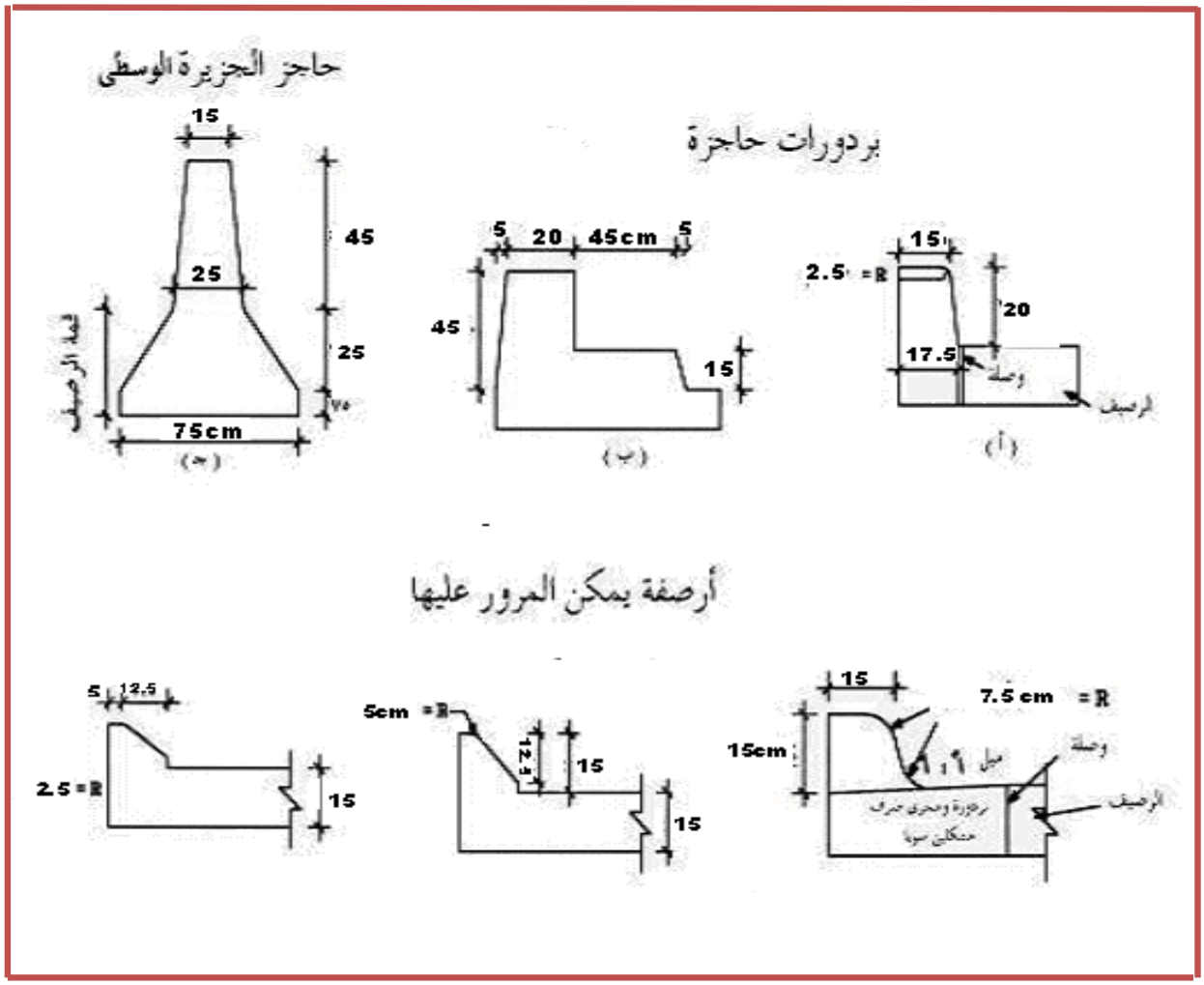
٥. قطاع الطريق :أن الاستفادة من الطريق تتوقف على تصميم الأجزاء المختلفة لقطاع الطريق، فالطرق التي يمر عليها عدد كبير من السيارات وبسرعة عالية يتطلب عدد كبير من حارات المرور ومنحنيات ذات أنصاف أقطار كبيرة نسبيا وانحدارات طولية صغيرة لذلك يجب الاهتمام بأكتاف الطرق المتسعة وعمل الجزر الفاصلة بين اتجاهي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

٦. الميول الجانبية: إن آخر مرحلة من مراحل تصميم مقطع جسم الطريق هي عمل الميول الجانبية؛ أي تحديد انحدار (ميلان) جانبي الطريق أي أن هذا الميلان له أثره على النواحي الاقتصادية ويتحكم في انجراف جسم الطريق كما يؤثر على الصيانة وثبات التربة وتصريف المياه، وكلما كان الميل قليلا كلما كان جسم الطريق أكثر ثباتا، إلا أن ذلك يعني زيادة عرض الطريق بازدياد ارتفاعها لذلك فإننا نلجأ إلى زيادة حدة ميل جانبي الطريق كلما زاد ارتفاع جسم الطريق حتى يبقى العرض الذي تحتله الطريق محصورا ضمن حرم الطريق.

٧. الأكتاف: تزود الطرق السريعة بأكتاف جانبية لإيواء العربات المتوقفة أو استخدامها في حالات الطوارئ. كما تعمل الأكتاف على المحافظة على طبيعة الأساس والسطح الخاصة بالطرق. ويتراوح عرض الكتف بين ١.٢٥متر كحد أدنى و٣.٦ متر كحد أقصى للطرق السريعة. ويجب أن تزود الأكتاف بميول عرضية كافية لتصريف المياه من الطريق جانبيا ولكن يجب أن لا يزيد هذا الميل إلى الحد الذي يسبب خطورة على العربات المتوقفة عليه.

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

٩. الاطاريف: يتأثر السائقينكثيراً بنوع الاطاريف ومواقعها. وبالتالي فإن ذلك يؤثر على أمان الطريق والانتفاع به وتستخدم الاطاريف في تنظيم صرف المياه. ولمنع السيارات من الخروج عن الرصف في النقط الخطرة، وهي تحدد حافة الرصف وتحسن الشكل النهائي للطريق، كما أنها عامل في تجميل جوانب الطرق تقوملاطاريف غالباً بغرض أو أكثر من هذه الأغراض. وتتميز الاطاريف بأنها بروز ظاهرهأو حافة قائمة وتبدو الحاجة إليها كثيراً في الطرق المارة بالمناطق السكنية كما أن هناك مواقع بعض الحالات في الطرق الخلوية يلائمها بل ويجب أن يعمل لها الاطاريف.



الشكل (٢-٢): بعض انواع الأطاريف المستخدمة في الطرق [١٢]

١٠. الجدران الاستنادية: إن إنشاء الجدران الاستنادية على جوانب الطرق يكون بناءا على عوامل تحتم علينا إنشاؤها في تلك المناطق حيث انه إذا كان حرم الطريق ضيق و كانت التربة لا تستطيع الثبات على ميول شديدة الانحدار فإنه لا بد من استعمال الجدران الاستنادية لمنع التربة من الانهيار و بالتالي منعها من الخروج عن حدود الطريق، و يكون هذا ضروري بشكل خاص في مناطق المدن حيث انه تكون الأراضي مرتفعة الثمن و كذلك يكون وجود الجدران الاستنادية مهم عندما يكون هناك نية للبناء علة جوانب الشوارع أو عند احتمال وقوع انهيارات على جوانب الطريق، و يتطلب الأمر حماية الشوارع من المياه،و يتم إنشاء الجدران الاستنادية من الخرسانة المسلحة ، حيث يصمم أساس الجدار بعرض كاف يتناسب مع قوة التحمل للتربة المبني عليها و يعلو الأساس جدار بعرض كاف تمكنه من مقاومة قوة دفع التراب الذي يسنده و يكون إنشاءها باهظ الثمن لذلك يجب إجراء دراسة للمنطقة المرد إنشاء جدار استنادي عليها و تحديد مدى أهمية وجود الجدار في تلك المنطقة.

١١. 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.

١٢. الحواجز الجانبية والأعمدة الاسترشادية (Guardrail and Guide Posts): حيث تستخدم مثل هذه الحواجز والأعمدة في المناطق الخطرة التي يخشى فيها أن تخرج المركبات عن مسارها، وهذه المناطق غالبا ما تكون:-

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

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

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

٢-٣-٢ العوامل الأساسية التي تحكم تخطيط الطريق

١- النقاط الحاكمة: وهي النقاط الأساسية التي يمر بها مسار الطريق، وتقسم إلى قسمين:

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

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

٢- حجم المرور: يجب الأخذ بعين الاعتبار عند تخطيط الطريق حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا، لذلك يجب عمل الدراسات اللازمة لعدد السيارات الحالي ونسبة الزيادة المتوقعة في عدد السيارات في المستقبل بالإضافة إلى تحديد أنواع السيارات المتوقع استخدامها للطريق لما له من أهمية كبيرة لمعرفة في تحديد حجم المرور.

٣- التصميم الهندسي للطريق: من الأمور التي تتحكم في اختيار التصميم النهائي للمسار أسس التصميم الهندسي مثل الانحدارات وأنصاف أقطار المنحنيات ومسافة الرؤية.

٤- التكلفة: يجب أن يراعى عند تصميم واختيار مسار الطريق التكلفة الكلية للمشروع بحيث تكون قليلة ما أمكن ويراعى أن تشمل التكلفة تكلفة الصيانة وتكلفة تشغيل وحدات السير.

٥- عوامل أخرى: ومن العوامل الأخرى التي تحكم التخطيط مثل عمليات الصرف، العوامل السياسية...الخ، ويجب الأخذ في عين الاعتبار عملية الصرف السطحي وكيفية التخلص من المياه عند التصميم الرأسي للمسار، وفي بعض الأحيان قد يتغير تخطيط الطريق حتى لا يمر في ارض أجنبية عندما يمر المسار بالقرب من خط الحدود أو المرور بالقرب من خط التفافي أو مستوطنة كما هو الحال عندنا في فلسطين.

٢-٤ التصميم الأفقي (Horizontal Alignment)

تستخدم المنحنيات الأفقية في حالة التغير في مسار الطريق وانحرافه بزاوية أفقية اتجاه لتفادي التغير المفاجئ في الانحراف ويكون هذا المنحنى مماسا للاتجاهين، وهناك عدة انواع من المنحنيات:

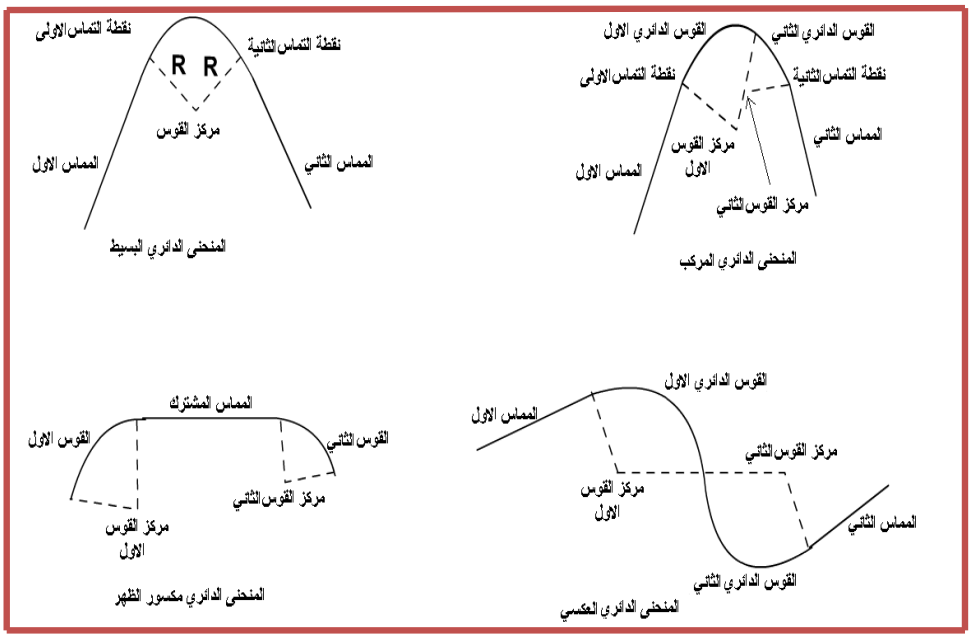
١- المنحنيات الدائرية Circular curves.

٢- المنحنيات المتدرجة Transitions Curves.

٢-٤-١ المنحنيات الدائرية (Circular curves)

وتنقسم إلى أربعة أقسام رئيسية:

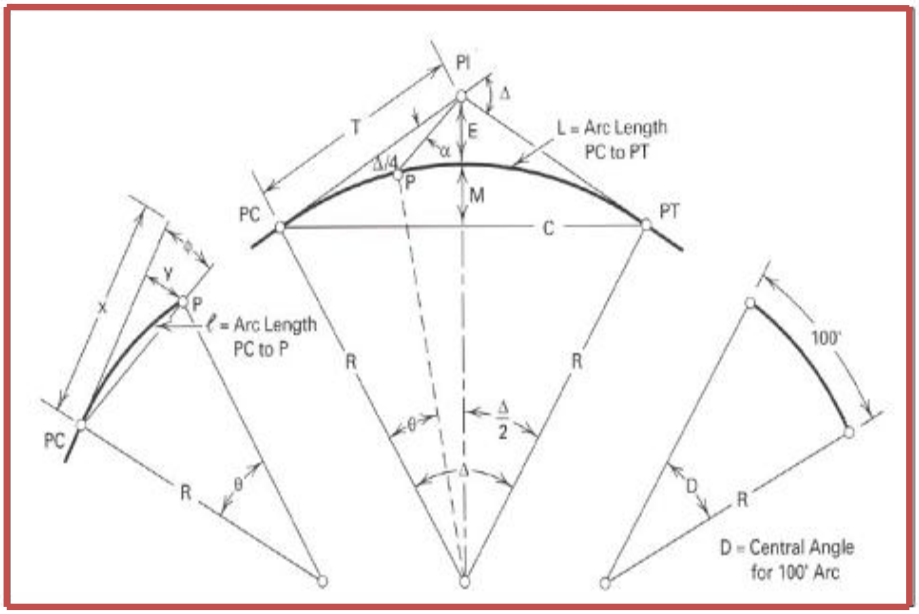
١- المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves.
٢- المنحنيات الدائرية المركبة Compound Circular Curves.
٣- المنحنيات الدائرية مكسورة الظهر Broken-Back Circular Curves.
٤- المنحنيات الدائرية العكسية Reversed Circular Curves.



الشكل (٢-٣): انواع المنحنيات الدائرية [٥]

١. المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves

عناصر المنحنى الدائري البسيط:من ملاحظة الشكل (٢-٣) الذي يوضح عناصر المنحنى الدائري البسيط نجد أن طول المماسين متساويين لأنهما مماسين لنفس الدائرة وهما عموديين على نصف قطر المنحنى من الجهتين عند النقطة P.C,P.T وطول الخط الواصل بين النقطة P.I ومركز المنحنى O ينصف الزاوية المركزية للمنحنى لتطابق المثلثين (P.C-O-P.I)، (P.T-O-P.I) ويكون رأسيا على الوتر (c) ومنصفا له، والزاوية المحصورة بين المماس والوتر تساوي نصف الزاوية المركزية Δ/٢.



الشكل(٢-٤): عناصر المنحنى الدائري البسيط [٧]

جدول (٢-٦) معادلات المنحنى الدائري البسيط [٦]

عناصر المنحنى الدائري	معادلات المنحنى الدائري
PI = Point of intersection PC = Point of curvature (Beginning of curvature) PT = Point tangency (End of curvature) Δ = Central angle L = Length of curvature (PC to PT) l = length of arc (PC to P) θ = Central angle for arc length l T = Tangent length (PC to PI and PT to PI) ϕ = Deflection angle α = Deflection angle at PI between tangent and line from PI to P x = Tangent distance from PC to P y = Tangent offset P D = Degree of curvature R = Radius of curvature E = External distance M = Middle ordinate C = Chord length	$D = \frac{5729.58}{R}$ $L = \frac{2\pi R\Delta}{360}$ $l = \frac{100\theta}{D}$ $T = RTan\frac{\Delta}{2}$ $E = R\left(\sec\frac{\Delta}{2} - 1\right)$ $M = R\left(1 - \cos\frac{\Delta}{2}\right)$ $C = 2R\sin\frac{\Delta}{2}$ $\phi = \frac{\theta}{2} = \frac{lD}{200}$ For any tangent distance x: $y = R - \left[R^2 - x^2\right]^{1/2}$ For any arc length: $x = R\sin\theta$ $y = R(1 - \cos\theta)$

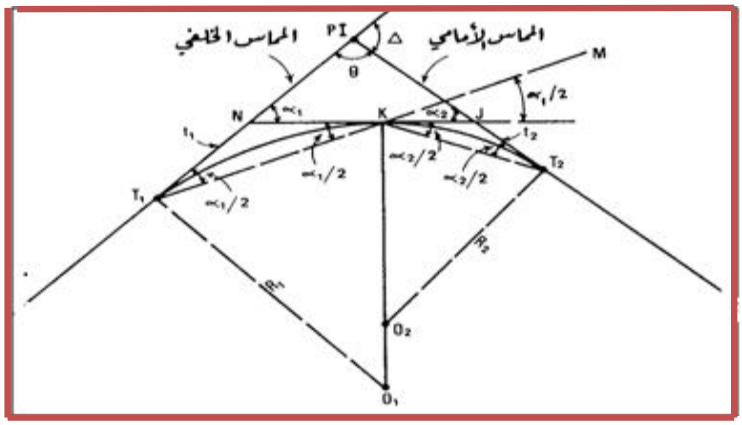
٢.المنحنيات الدائرية المركبة: Compound Circular Curves

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

١- أنصاف أقطار هذه المنحنيات الدائرية مختلفة.

٢- المنحنيات متماسة عند نقاط اتصالها ببعضها.

٣- جميع مراكز هذه المنحنيات الدائرية في جهة واحدةعناصر المنحنى الدائري المركب:

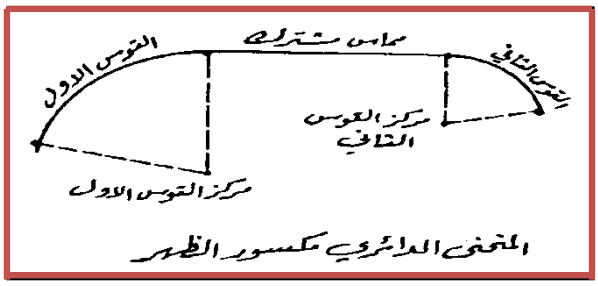


الشكل (٢-٥): عناصر المنحنى المركب [٥]

- 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 T_2.
- 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.

٣ . المنحنيات الدائرية مكسورة الظهر: Broken-Back Circular Curves

يطلق هذا الاسم على الجزء المكون من منحنيين دائريين مركزيهما في جهة واحدة ومتصلين ببعضهما بواسطة مماس مشترك واحد وقصير يقل طوله عن ثلاثين متراً ،والشكل التالي يبين عناصر المنحنى المكسور الظهر.

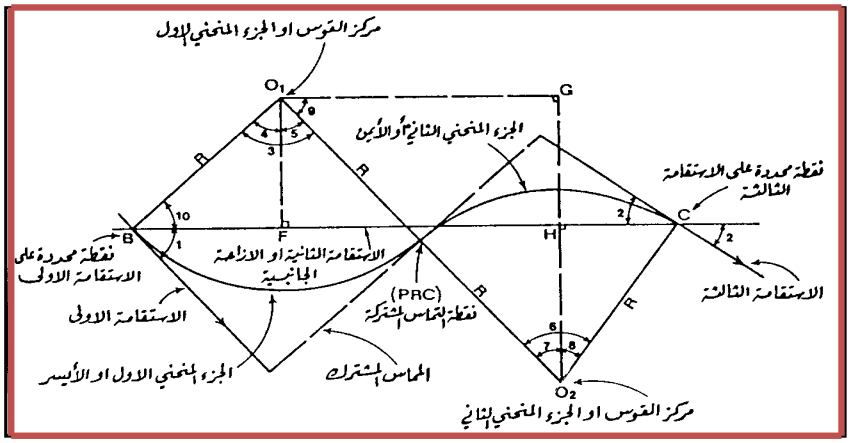


الشكل (٢-٦) المنحنى الدائري مكسور الظهر [٥]

٤ - المنحنيات الدائرية العكسية: Reversed Circular Curves

ويتألف من منحنيين دائريين باتجاهين متعاكسين يفصل بينهما مماس صغير تحت الشروط التالية:-

١- مراكز الانحناء ليست في جهة واحدة.
٢- أنصاف أقطار هذه الأقواس قد تكون متساوية أو مختلفة.
٣- الأقواس متماسة عند نقطة اتصالها ببعضها.



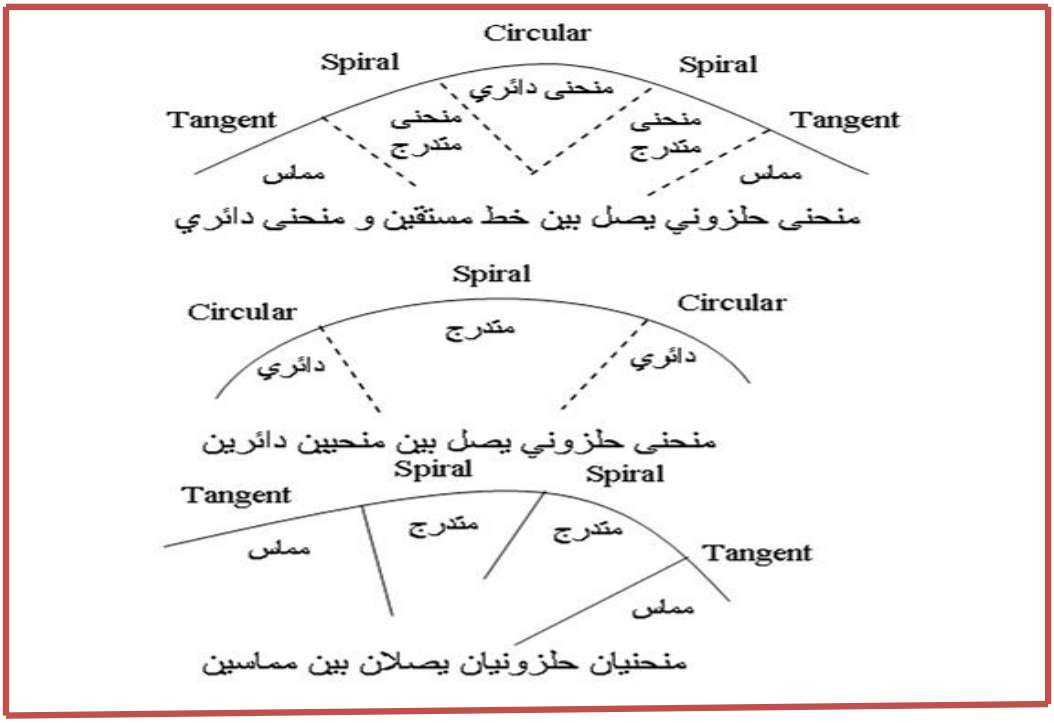
الشكل (٢-٧) المنحنى الدائري العكسي [٥]

٢-٤-٢ المنحنيات المتدرجة أو الحلزونية Transitions Curves

المنحنى المتدرج هو المنحنى الرياضي الذي يتغير فيه مقدار القطر بشكل مستمر وتدريجي على طول المنحنى، وفي العادة يبدأ بنصف قطر كبير لا متناهي وينتهي بنصف قطر محدود.

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

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



الشكل (٢-٨) المنحنيات المتدرجة أو الحلزونية[٥]

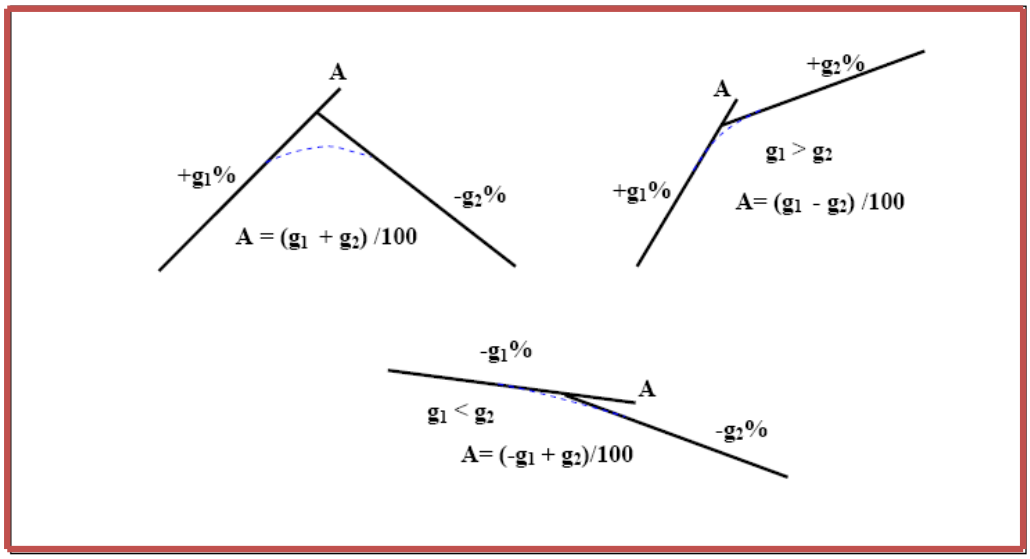
ويوجد ثلاثة أنواع رئيسية من المنحنيات المتدرجة وهي:

١. القطع المكافئ المكعبي cubic parabola.
٢. ليمنسكات برنولي أو المنحنى البيضوي Lemniscate.
٣. الكولوتوئيد clothoide
٤.

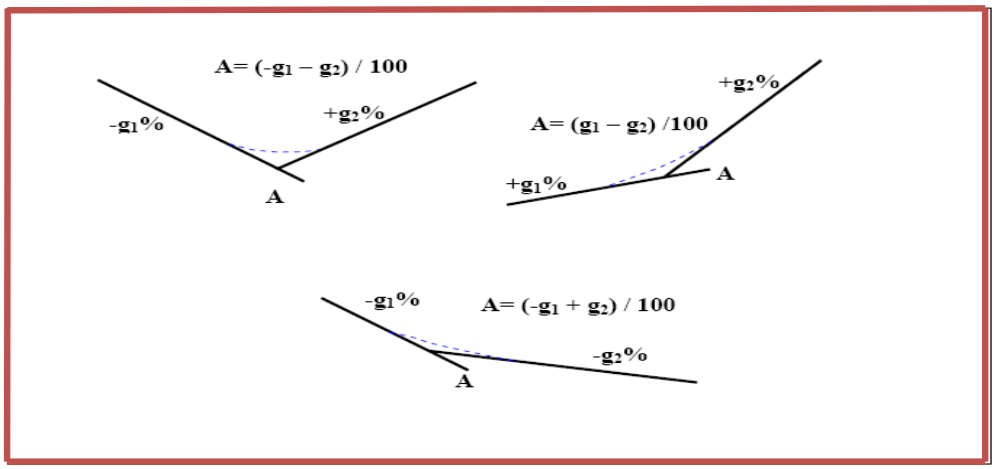
٢-٥ التصميم الرأسي للطريق (Vertical Alignment)

يتم في التصميم الرأسي للطريق عمل التصميمات الازمة للإنتقال بشكل رئسي على الطريق ، من عمل التصميمات للمنحنيات الافقية ،والتعلية الازمة للطريق ، وحسابات القوى الطاردة المركزية ، والسرعة التصميمية، وتنقسم المنحنيات الرأسية الى :

١- المنحنيات المحدبة كما في الشكل (٢-٩)
٢- المنحنيات المقعرة كما في الشكل (٢-١٠)

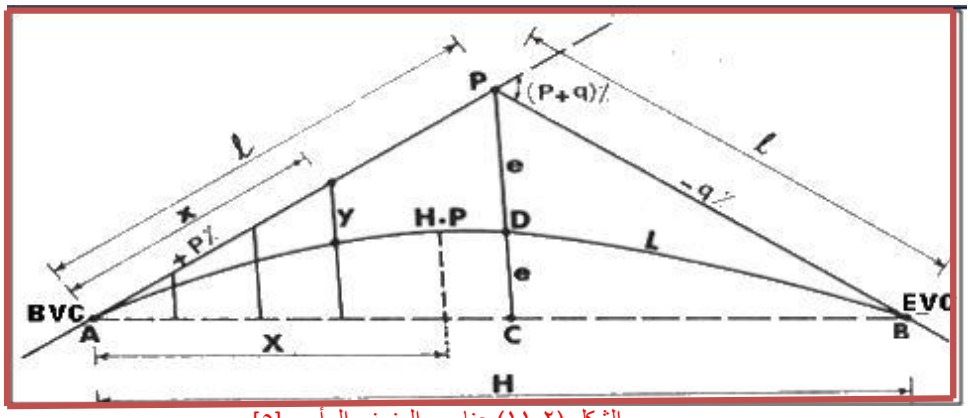


الشكل (٢-٩) المنحنيات الرأسية المحدبة [٥]



الشكل (٢-١٠) المنحنيات الرأسية المقعرة [٥]

يوضح الشكل (٢- ١١) عناصر المنحنى الرأسي



الشكل (٢-١١) عناصر المنحنى الرأسي [٥]

ومن الشكل السابق(٢-١١) فان عناصر المنحنى الرأسي هي كالتالي:

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

جدول (٢-٧) معادلات المنحنى الرأسي [٦]

ويتم تصميم المنحنيات الرأسية باستخدام المعادلات التالية:

معادلات المنحنى الرأسي	عناصر المنحنى الرأسي
$A = g_2 - g_1$ $K = \frac{L}{A}$ $e = \frac{(G_1 - G_2)L}{8} = \frac{AL}{800} = \frac{A^2K}{800}$ For high point on curve: $x_m = \frac{g_1 L}{g_2 - g_1} = \frac{g_1 L}{A}$ For any point p on curve: $y = \frac{(G_2 - G_1)x^2}{2L} = \frac{Ax^2}{200L} = \frac{x^2}{200K}$ $E_x = E_{PC} + G_1 x + \frac{(G_2 - G_1)x^2}{2L}$ $E_x = E_{PC} + \frac{g_1 x}{100} + \frac{x^2}{200K}$	VPI = Vertical point of intersection VPC = Vertical point of curvature VPT = Vertical point of tangency G_1 = Grade of initial tangent G_2 = Grade of final tangent g_1 = Grade of initial tangent in percent g_2 = Grade of initial tangent in percent A = Algebraic difference in grade between G_1 and G_2 K = Vertical curve length coefficient L = Length of vertical curve x = Horizontal distance to point on curve from VPC y = Offset of curve from initial grade line x_m = Location of min/max point on curve from VPV e = External distance = Middle ordinate E_x = Elevation of point on curve located at distance x from VPC E_m = Elevation of min/max point on curve at distance x_m from VPC E_{PI} = Elevation of VPI E_{PC} = Elevation of VPC E_{PT} = Elevation of VPT

٢-٥-١ الميول الرأسية العظمى

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

١- السرعة التصميمية (Design Speed).

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

٣- طول الجزء الخاضع للميل الرأسي

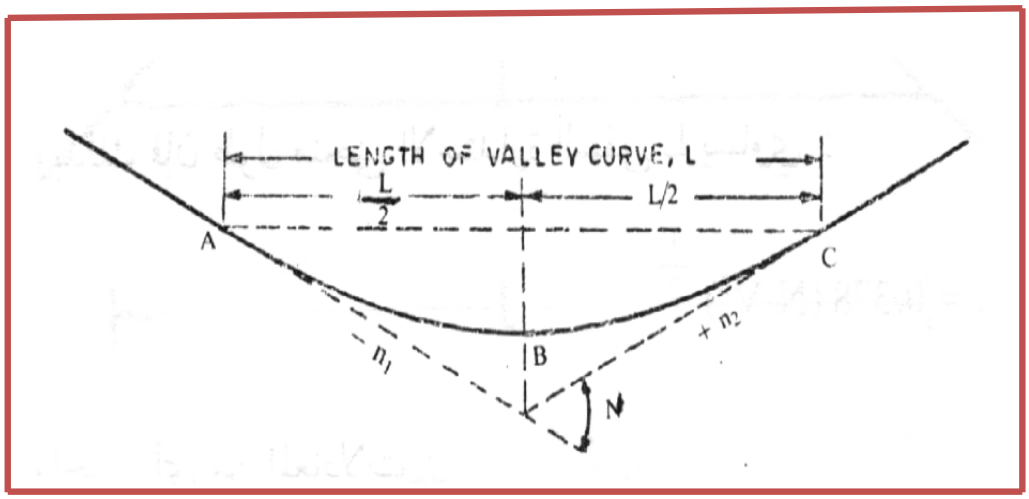
والجدول(٢-٨) يبين قيمة الميول الراسية العظمى بالاعتماد على العوامل السابقة[٧]

السرعة التصميمية Design speed Kph	منبسطة Flat %	تلالي Hilly%	جبلية mountainous %
٥٠	٦	٨	٩
٦٥	٥	٧	٨
٨٠	٤	٥	٧
٩٠	٣	٤	٦
١٠٠	٣	٤	٦
١١٠	٣	٤	٥
١٢٠	٣	٤	-
١٣٠	٣	٤	-

٢-٥-٢ طول المنحنى الرأسي

من العوامل الأساسية التي تحكم اختيار وتحديد طول الرأسي مكايلي:

١- 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/ ث٢، وطول المنحنى عبارة عن منحنيين انتقال متساويين في الطول وبدون منحنى أفقي بينهما، ومن الشكل (٢-١٢) فان طول منحنى الاستدارة السفلي ABC والذي يساوي L حيث AB ، BC يمثل طول كل منهما منحنى انتقال .



شكل (٢-١٢) منحنى رأسي قاعي [٥]

$ls=l/٢$ (٢-٩)

$L=٢*[N*V^{٣}/C]$ (٢-١٠)

حيث أن:-

V : م / ث السرعة التصميمية

C : معدل التغير في تسارع في القوة الطاردة المركزية ويساوي ٠.٦ م / ث^{٢}

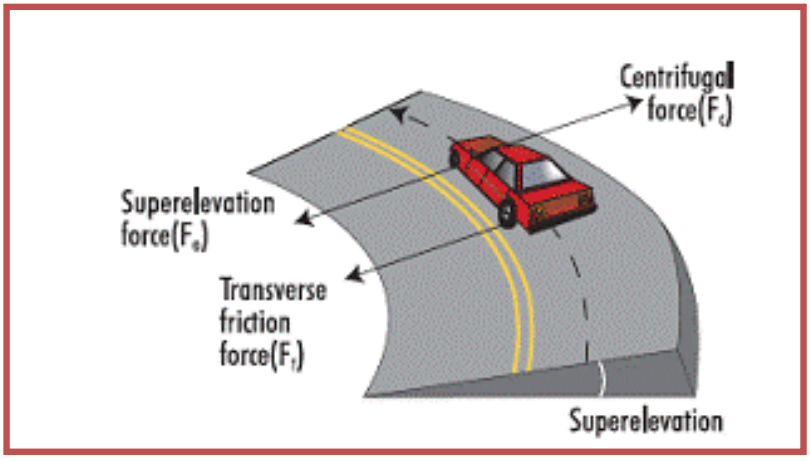
N : زاوية انحراف المماسين

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:

$$lmax = \left[\frac{٢٠٠ *}{g}\right.$$

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

٢- القوة الطاردة المركزية : عندما تكون قيمة نصف القطر تقترب من اللانهاية تكون عندها قيمة القوة الطاردة المركزية تساوي صفر. ولمنع تغير قيمة القوة الطاردة المركزية من قيمة صغرى (صفر) إلى قيمة عظمى بشكل فجائي نلجأ إلى المنحنيات المتدرجة لتشكل حلقة وصل بين الجزء المستقيم والمنحنى الدائري، وبالتالي تعمل على امتصاص القوة الطاردة المركزية بشكل تدريجي 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 وتدريجي إلى أن تدخل المنحنى الدائري الذي نصف قطره ثابت ومحدد فتثبت القوة الطاردة وتبقى 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.



الشكل (٢-١٣): القوة الطاردة المركزية [١٣]

ويتم حساب معدل ارتفاع ظهر المنحنى من خلال العلاقة التالية

$$e+f=\frac{v^{2}}{127*R}=TAN\ (\alpha) \qquad (٢-١٢)$$

حيث :

e: معدل ارتفاع ظهر المنحنى

V : السرعة التصميمة (كم/ الساعة).

R : نصف قطر المنحنى (متر)

f : معامل الاحتكاك الجانبي للطريق .

α : زاوية ميل الرصف

وتؤخذ قيم f من الجدول (٢-٩) حسب مواصفات هيئة AASHTO

الجدول (٢-٩) قيم f حسب مواصفات هيئة ASHTO.[٩]

السرعة التصميمية (كم/ساعة)	قيم f
٣٠	٠.١٧
٤٠	٠.١٧
٥٠	٠.١٦
٦٠	٠.١٥
٧٠	٠.١٤
٨٠	٠.١٤
٩٠	٠.١٣
١٠٠	٠.١٢
١١٠	٠.١١
١٢٠	٠.٠٩

٢-٥-٣ التعلية (super elevation)

التعلية هي عملية جعل الحافة الخارجية للطريق أعلى من الحافة الداخلية، وذلك من اجل تفادي القوة الطاردة المركزية. وقيمة هذا الميل العرضاني تتراوح من ٤% - ٧% وقد تصل إلى ٩% حسب الأنظمة المختلفة المعمول بها في كل دوله.

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات التالية:-

$$e + f = \frac{(0.75 \times v)^2}{127 \times R} \qquad (٢-١٣)$$

حيث أن:-

R : هي نصف القطر الدائري بالمتر.

V : هي سرعة المركبة ب كم/ ساعة، و هنا ضربنا السرعة ب ٠.٧٥ بسبب أن الطريق مختلطا (تسير عليه جميع أنواع المركبات).

f: هي معامل الاحتكاك الجانبي.

e : أقصى معدل رفع جانبي بالمتر.

f: هي معامل الاحتكاك الجانبي، و أقصى قيمة يمكن قبولها هي ٠.١٦، فإذا كانت قيمة f أكبر من قيمة f max ، فإننا نقوم بتثبيت قيم e , f عند قيمهم القصوى، ونحسب بالاعتماد عليهما قيمة السرعة المسموح بها، وتكون ملزمة لنا على المنحنى، و نحسب السرعة حسب القانون التالي:-

$$V = \sqrt{[١٢٧R(emax + fmax)]} \qquad (٢-١٤)$$

جدول (٢-١٠) قيم الرفع الجانبي المرغوبة و ذلك لعدة طرق مختلفة [٢]

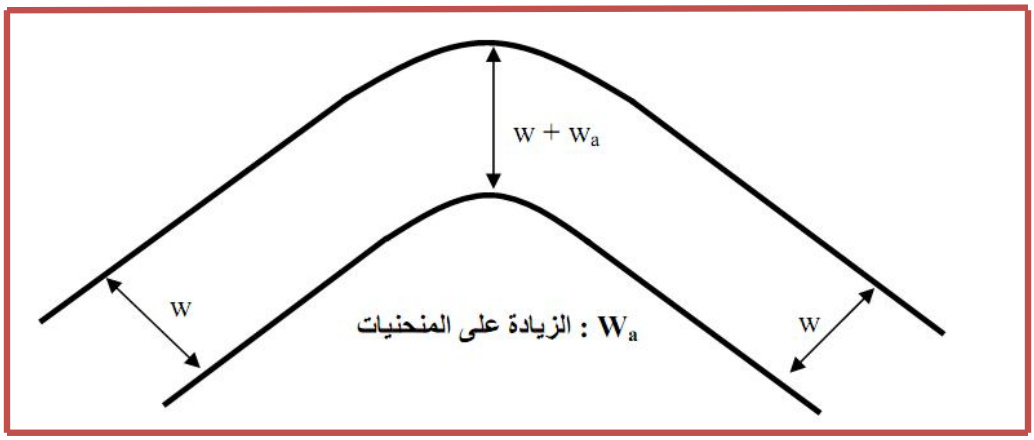
درجة الطريق	أقصى قيمة رفع جانبي للطريق مرغوبة (متر/ متر)	أقصى قيمة رفع جانبي مطلقة (متر / متر)
طريق سريع	٠.٠٨	٠.٠٩
طريق شرياني	٠.٠٨	٠.٠٩
طريق تجميعي	٠.٠٨	٠.١٠
طريق محلي	٠.١٠	٠.١٠

والجدول (٢-١١) يبين أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة التصميمية ودرجة الرفع الجانبي للطريق والاحتكاك الجانبي[٢]

السرعة التصميمية	الاحتكاك الجانبي f	اقصى قيمة رفع جانبي للطريق ٠.٠٦	٠.٠٨	٠.١٠	٠.١٢
٤٠	٠.١٧	٥٥	٥٠	٤٥	٤٥
٥٠	٠.١٦	٩٠	٨٥	٧٥	٧٠
٦٠	٠.١٥	١٣٥	١٢٥	١١٥	١٠٥
٧٠	٠.١٤	١٩٥	١٧٥	١٦٠	١٥٠
٨٠	٠.١٤	٢٥٠	٢٣٠	٢١٠	١٩٥
٩٠	٠.١٣	٣٣٥	٣٠٥	٢٧٥	٢٥٥
١٠٠	٠.١٢	٤٤٠	٣٩٥	٣٦٠	٣٣٠
١١٠	٠.١١	٥٦٠	٥٠٠	٤٥٥	٤١٥
١٢٠	٠.٠٩	٧٥٥	٦٥٥	٥٩٥	٥٤٠
١٣٠	٠.٠٩	٨٨٥	٧٨٥	٧٠٠	٦٣٥
١٤٠	٠.٠٨	١١٠٠	٩٦٥	٨٦٠	٧٧٠

٢-٦ توسيع المنحنيات

من المناسب توفير زيادة الرصف عند المنحنيات كما هو موضح بالشكل (٢-١٣) الذي يهيئ ظروف قيادة مشابهة للطريق المستقيم ويضمن ثبات واستقرار المكبات على المنحنى ويسهل امكانية التجاوز بأمان. والجدول (٢-١٢) يعطي بعض القيم الارشادية للزيادة في توسيع المنحنيات وكما هو مبين كلما كان المنحنى حادا كانت الزيادة معتبرة



الشكل (٢-١٤): التوسعة على المنحنيات [٦]

الجدول (٢-١٢) بعض القيم الارشادية للزيادة في توسيع المنحنيات [٦]

نصف قطر	الى ٦٠	١٥٠-٦٠	٣٠٠-١٥١	٩٠٠-٣٠٠	اكبر من ٩٠٠
الزيادة (المتر)	١.٢	٠.٩	٠.٦	٠.٣	-

من 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.

٤- لا تلتصق السيارة تماما بالرصف على المنحنى.

لحساب مقدار التوسعة على المنحنيات نطبق العلاقة التالية:-

$$w = [(\frac{nl^2}{2R}) + (\frac{v}{9.5\sqrt{R}})] \qquad (٢-١٥)$$

حيث أن:-

w : زيادة اتساع الرصف عند المنحنيات.

n : عدد الحارات.

I : اتساع قاعدة العجل لأطول عربة و تؤخذ عادةً حوالي ٦.١ متر.

V : السرعة التصميمية على المنحنى.

R : نصف قطر المنحنى.

٢-٧ التصميم الإنشائي

تعتبر عملية التصميم الإنشائي للطريق عبارة عن إيجاد سماكات طبقات الرصف و مواصفاتها و مكوناتها لتتم١٠٠٠٠كن من تحمل الأحمال المحورية للمركبات التي تسير على هذه الطرق ، والأنواع الرئيسية للرصف نوعان الأول هو الرصف الصلب وهو عبارة عن بلاطات خرسانية مسلحة توضع فوق سطح القاعدة الترابية أو طبقة تحت الأساس .

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

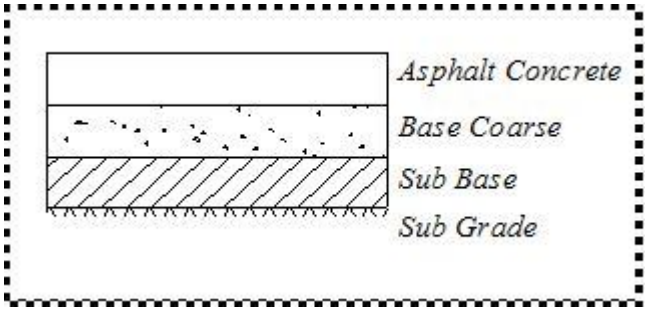
هناك نوعان رئيسيان للرصفة :

أولا: الرصفة المرنة (Flexible Pavement) : وهي التي تكون ملاصقة لسطح الطريق الترابي ، مهما اتخذ هذا السطح من أشكال وتعرجات ، وتوجد على نوعين :

١. رصفة تلفورد
أ- وذلك بحيث تحدد الرصفة و تبنى اطاريف باحجار تسمى حجارة الشك.
ب- يتم رصف الطريق بحجارة بسماكة ٢٠ سم و تعبا الفراغات بحصى صغيرة
ت- ترش طبقة صغيرة من الحصمة الفولية لتعبئة الفراغات
ث- يرش اسفلت بدرجة غرز ٨٠% و بمعدل ٤ كيلو على المر المربع.
٢. رصفة الفرشيات : وقد انتشر استخدام هذه الطريقة في منتصف الخمسينيات ، حيث يمكن بهذه الطريقة الاستغناء عن الرصفة بالحجارة وتوريد مواد مخلوطة ومتدرجة مثل البسكورس وفرشها بالسمك المطلوب ، وتفرد هذه الطبقات بحيث لايتجاوز سمك كل طبقة عن ٢٠سم

ثانيا: الرصفة القاسية (Rigid Pavement): و هي عبارة عن طبقة خرسانية يتراوح سمكها ما بين (١٥- ٣٠) 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 (٥٠ – ٢٠) م للخرسانة العادية ، وقد يصل طول القطعة إلى ٣٠٠ م للخرسانة المسلحة .

٢-٧-١ العناصر الإنشائية للرصفة المرنة (Structural Components Of Flexible Pavement)



شكل (٢-١٥) طبقات الرصفة المرنة [٩]

تتكون الرصفة المرنة كما يظهر في شكل(٢-١٤) من العناصر التالية :

١. القاعدة الترابية (sub grade): و هي عبارة عن المواد المكونة لسطح الطريق المراد عمله او من الالمواد التي تم قصها من مكان اخر ، 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 احضارها 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) .

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

٢-٧-٢ العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة حسب طريقة AASHTO

ان هناك مجموعة من العوام التي تتحكم في تصميم الطيق كحجم و نوع المرور(traffic volume) ويتم تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية معادلة لحمل مقداره ١٨ kips على المحور المفرد ، وقد تم إجراء عدة دراسات وجداول من أجل تحويل أحمال المرور.

كما ان خصائص التربة والمواد المستخدمة في تكوين وانشاء كل كل طبقة من طبقات التربة ، و بعض العوامل الاخرى من احوال جوية كامطار و رياح و غيرها.

٢-٧-٣ حساب الأوزان المحورية القياسية

التصميم الإنشائي للطريق :

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

- طبقة الأسفلت(pavement).
- طبقة البسكورس(base course)(طبقة الاساس).
- طبقة ما تحت الاساس(sub base).
- طبقة سطح الارض(sub grade).

و سيتم عمل خطوات التصميم الإنشائي وإيجاد سمك الطبقات (حسب نظام AASHTO) :

حساب ESAL (Equivalent Accumulated ١٨,٠٠٠ Ib Single Axle Load)

$$ESAL=f_d*G_f*AADT*٣٦٥*F_e\ N_i \qquad (٢-١٦)$$

Where:

ESAL: Equivalent Accumulated ١٨,٠٠٠ Ib Single Axle Load:

f_d: design lane factor.

G_f: growth factor

AADT: first year annual average daily traffic.

N_i : number of axles on each vehicle.

f_E : load equivalency factor

ويتم الحصول على قيمة f_d من الجدول (٢-١٣)

جدول (٢-١٣) نسبة المركبات في المسرب الواحد Percentage Of Total Truck Traffic in Design Lane.[١٠]

Number Of Traffic Lanes towDirections)	Percentage Truck in Design Lane(%)
٢	٥٠
٤	٤٥ (٣٥-٤٨)
٦او اكثر	٤٠ (٢٥-٤٨)

حتى نستخرج قيمة (f_d) يجب ان نتوصل الى عدد الحارات وسيتم حسابه في فصل الحسابات والنتائج .

جدول(٢-١٤) معامل النمو (Growth factor) .[١٠]

Design period	Annual Growth Rate (%)							
	No.	٢	٤	٥	٦	٧	٨	١٠
١	١.٠	١.٠	١.٠	١.٠	١.٠	١.٠	١.٠	١.٠
٢	٢.٠	٢.٠٢	٢.٠٤	٢.٠٥	٢.٠٦	٢.٠٧	٢.٠٨	٢.١٠
٣	٣.٠	٣.٠٦	٣.١٢	٣.١٥	٣.١٨	٣.٢١	٣.٢٥	٣.٣١
٤	٤.٠	٤.١٢	٤.٢٥	٤.٣١	٤.٣٧	٤.٤٤	٤.٥١	٤.٦٤
٥	٥.٠	٥.٢٠	٥.٤٢	٥.٥٣	٥.٦٤	٥.٧٥	٥.٨٧	٦.١١
٦	٦.٠	٦.٣١	٦.٦٣	٦.٨٠	٦.٩٨	٧.١٥	٧.٣٤	٧.٧٢
٧	٧.٠	٧.٤٣	٧.٩٠	٨.١٤	٨.٣٩	٨.٦٥	٨.٩٢	٩.٤٩
٨	٨.٠	٨.٥٨	٩.٢١	٩.٥٥	٩.٩٠	١٠.٢٦	١٠.٦٤	١١.٤٤
٩	٩.٠	٩.٧٥	١٠.٥٨	١١.٠٣	١١.٤٩	١١.٩٨	١٢.٤٩	١٣.٥٨
١٠	١٠.٠	١٠.٩٥	١٢.٠١	١٢.٥٨	١٣.١٨	١٣.٨٢	١٤.٤٩	١٥.٩٤
١١	١١.٠	١٢.١٧	١٣.٤٩	١٤.٢١	١٤.٩٧	١٥.٧٨	١٦.٦٥	١٨.٥٣
١٢	١٢.٠	١٣.٤١	١٥.٠٣	١٥.٩٢	١٦.٨٧	١٧.٨٩	١٨.٩٨	٢١.٣٨
١٣	١٣.٠	١٤.٦٨	١٦.٦٣	١٧.٧١	١٨.٨٨	٢٠.١٤	٢١.٥٠	٢٤.٥٢
١٤	١٤.٠	١٥.٩٧	١٨.٢٩	١٩.١٦	٢١.٠١	٢٢.٥٥	٢٤.٢١	٢٧.٩٧
١٥	١٥.٠	١٧.٢٩	٢٠.٠٢	٢٢.٥٨	٢٣.٢٨	٢٥.١٣	٢٧.١٥	٣١.٧٧
١٦	١٦.٠	١٨.٦٤	٢١.٨٢	٢٣.٦٦	٢٥.٦٧	٢٧.٨٩	٣٠.٣٢	٣٥.٩٥
١٧	١٧.٠	٢٠.٠١	٢٣.٧٠	٢٥.٨٤	٢.٢١	٣٠.٤٨	٣٣.٧٥	٤٠.٥٥
١٨	١٨.٠	٢١.٤١	٢٥.٦٥	٢٨.١٣	٣٠.٩١	٣٤.٠٠	٣٧.٤٥	٤٥.٦٠
١٩	١٩.٠	٢٢.٨٤	٢٧.٦٧	٣٠.٥٤	٣٣.٧٦	٣٧.٣٨	٤١.٤٥	٥١.١٦
٢٠	٢٠.٠	٢٤.٣٠	٢٩.٧٨	٣٣.٠٦	٣٦.٧٩	٤١.٠٠	٤٥.٧٦	٥٧.٢٨
٢٥	٢٥.٠	٣٢.٠٣	٤١.٦٥	٤٧.٧٣	٥١.٨٦	٦٣.٢٥	٧٣.١١	٩٨.٣٥
٣٠	٣٠.٠	٤٠.٥٧	٥٦.٠٨	٦٦.٤٤	٧٩.٠٥	٩٤.٤٦	١١٣.٢٨	١٦٤.٤٩
٣٥	٣٥.٠	٤٩.٩٩	٧٣.٦٥	٩٠.٣٢	١١١.٤٣	١٣٨.٢٤	١٧٢.٣٢	٢٧١.٠٢

وكما نعلم تصميم أي طريق يتم على اعتبار أن صلاحية الطريق تؤخذ عادة ل ٢٠ سنة مستقبلا ، وتوقع نسبة الزيادة السنوية ٤% وبناء على ذلك نستخرج قيمة Gf .

أما AADT فتؤخذ من جدول حجم المرور رقم (٢-١٥) متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد ، اما بالنسبة لقيم ADDT فسيتم حساب قيمتها في فصل الحسابات والنتائج ، بحيث سيتم حساب قيم AADT لانواع التالية من المركبات.

١- Passenger cars (١٠ kN / axle)
٢- axle single-unit busses (١٠٠ kN / axle)
٣- axle single-unit trucks (١١٠ kN / axle)

جدول (٢-١٥) عدد ونسبة كل نوع من أنواع المركبات

اليوم	نسبة عدد المركبات (%)					
	السيارات		الشاحنات		الباصات	
	العدد	النسبة(%)	العدد	النسبة(%)	العدد	النسبة(%)
الاحد	3208	37.53086	1636	18.60082	16	0.164609
الإثنين	3420	35.41997	1612	16.48177	16	0.158479
الثلاثاء	3401	35.28019	1611	15.07498	12	0.157853
الاربعاء	3504	0.349639	1604	16.27907	12	0.080192
الخميس	3524	35.76058	1706	17.23218	16	0.152497
الجمعة	1450	39.32927	178	5.060976	12	0.121951
السبت	1779	35.05249	406	8.626198	6	0.091283

وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية ، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات المختلفة من الجدول (٢-١٦) كما يلي:

load equivalency factor for a cars ($f_{E(car)}$) (single axle)
load equivalency factor for a busses ($f_{E(bus)}$) (tandem axle)
load equivalency factor for a trucks ($f_{E(truck)}$) (tandem axle

جدول (٢-١٦) تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية(Load Equivalency factor) .[١٠]

Gross Axle		Load Equivalency		Gross Axle		Load Equivalency	
KN	Ib	Single	Tande	KN	Ib	Single	Tandem
٤.٤٥	١,٠٠٠	٠.٠٠٠٠٢	-	١٨٢.٥	٤١,٠٠٠	٢٣.٢٧	٢.٢٩
٨.٩	٢,٠٠٠	٠.٠٠٠١٨	-	١٨٧.٠	٤٢,٠٠٠	٢٥.٦٤	٢.٥١
١٣.٣٥	٣,٠٠٠	٠.٠٠٠٧٢	-	١٩١.٣	٤٣,٠٠٠	٢٨.٢٢	٢.٧٥
١٧.٨	٤,٠٠٠	٠.٠٠٢٠٩	-	١٩٥.٧	٤٤,٠٠٠	٣١.٠٠	٣.٠٠
٢٢.٢٥	٥,٠٠٠	٠.٠٠٥٠٠	-	٢٠٠.٠	٤٥,٠٠٠	٣٤.٠٠	٣.٢٧
٢٦.٧	٦,٠٠٠	٠.٠١٠٤٣	-	٢٠٤.٥	٤٦,٠٠٠	٣٧.٢٤	٣.٥٥
٣١.١٥	٧,٠٠٠	٠.٠١٩٦٠	-	٢٠٩.٠	٤٧,٠٠٠	٤٠.٧٤	٣.٨٥
٣٥.٦	٨,٠٠٠	٠.٠٣٤٣٠	-	٢١٣.٥	٤٨,٠٠٠	٤٤.٥٠	٤.١٧

٤.٥١	٤٨.٥٤	٤٩,٠٠٠	٢١٨.٠	-	٠.٠٥٦٢	٩,٠٠٠	٤٠.٠
٤.٨٦	٥٢.٨٨	٥٠,٠٠٠	٢٢٢.٤	٠.٠٠٦٨٨	٠.٠٨٧٧	١٠,٠٠٠	٤٤.٥
٥.٢٣	-	٥١,٠٠٠	٢٢٦.٨	٠.٠١٠٠٨	٠.١٣١١	١١,٠٠٠	٤٨.٩
٥.٦٣	-	٥٢,٠٠٠	٢٣١.٣	٠.٠١٤٤	٠.١٨٩	١٢,٠٠٠	٥٣.٤
٦.٠٤	-	٥٣,٠٠٠	٢٣٥.٧	٠.٠١٩٩	٠.٢٦٤	١٣,٠٠٠	٥٧.٨
٦.٤٧	-	٥٤,٠٠٠	٢٤٠.٢	٠.٠٢٧٠	٠.٣٦٠	١٤,٠٠٠	٦٢.٣
٦.٩٣	-	٥٥,٠٠٠	٢٤٤.٦	٠.٠٣٦٠	٠.٤٧٨	١٥,٠٠٠	٦٦.٧
٧.٤١	-	٥٦,٠٠٠	٢٤٩.٠	٠.٠٤٧٢	٠.٦٢٣	١٦,٠٠٠	٧١.٢
٧.٩٢	-	٥٧,٠٠٠	٢٥٣.٥	٠.٠٦٠٨	٠.٧٩٦	١٧,٠٠٠	٧٥.٦
٨.٤٥	-	٥٨,٠٠٠	٢٥٨.٠	٠.٠٧٧٣	١.٠٠	١٨,٠٠٠	٨٠.٠
٩.٠١	-	٥٩,٠٠٠	٢٦٢.٥	٠.٠٩٧١	١.٢٤	١٩,٠٠٠	٨٤.٥
٩.٥٩	-	٦٠,٠٠٠	٢٦٧.٠	٠.١٢٠٦	١.٥١	٢٠,٠٠٠	٨٩.٠
١٠.٢٠	-	٦١,٠٠٠	٢٧١.٣	٠.١٤٨	١.٨٣	٢١,٠٠٠	٩٣.٤
١٠.٨٤	-	٦٢,٠٠٠	٢٧٥.٨	٠.١٨٠	٢.١٨	٢٢,٠٠٠	٩٧.٨
١١.٥٢	-	٦٣,٠٠٠	٢٨٠.٢	٠.٢١٧	٢.٥٨	٢٣,٠٠٠	١٠٢.٣
١٢.٢٢	-	٦٤,٠٠٠	٢٨٤.٥	٠.٢٦٠	٣.٠٣	٢٤,٠٠٠	١٠٦.٨
١٢.٩٦	-	٦٥,٠٠٠	٢٨٩.٠	٠.٣٠٨	٣.٥٣	٢٥,٠٠٠	١١١.٢
١٣.٧٣	-	٦٦,٠٠٠	٢٩٣.٥	٠.٣٦٤	٤.٠٩	٢٦,٠٠٠	١١٥.٦
١٤.٥٤	-	٦٧,٠٠٠	٢٩٨.٠	٠.٤٢٦	٤.٧١	٢٧,٠٠٠	١٢٠.٠
١٥.٣٨	-	٦٨,٠٠٠	٣٠٢.٥	٠.٤٩٥	٥.٣٩	٢٨,٠٠٠	١٢٤.٥
١٦.٢٦	-	٦٩,٠٠٠	٣٠٧.٠	٠.٥٧٢	٦.١٤	٢٩,٠٠٠	١٢٩.٠
١٧.١٩	-	٧٠,٠٠٠	٣١١.٥	٠.٦٥٨	٦.٩٧	٣٠,٠٠٠	١٣٣.٥
١٨.١٥	-	٧١,٠٠٠	٣١٦.٠	٠.٧٥٣	٧.٨٨	٣١,٠٠٠	١٣٨.٠
١٩.١٦	-	٧٢,٠٠٠	٣٢٠.٠	٠.٨٥٧	٨.٨٨	٣٢,٠٠٠	١٤٢.٣
٢٠.٢٢	-	٧٣,٠٠٠	٣٢٥.٠	٠.٩٧١	٩.٩٨	٣٣,٠٠٠	١٤٦.٨
٢١.٣٢	-	٧٤,٠٠٠	٣٢٩.٠	١.٠٩٥	١١.١٨	٣٤,٠٠٠	١٥١.٢
٢٢.٤٧	-	٧٥,٠٠٠	٣٣٣.٥	١.٢٣	١٢.٥	٣٥,٠٠٠	١٥٥.٧
٢٣.٦٦	-	٧٦,٠٠٠	٣٣٨.٠	١.٣٨	١٣.٩٣	٣٦,٠٠٠	١٦٠.٠
٢٤.٩١	-	٧٧,٠٠٠	٣٤٢.٥	١.٥٣	١٥.٥٠	٣٧,٠٠٠	١٦٤.٥
٢٦.٢٢	-	٧٨,٠٠٠	٣٤٧.٠	١.٧٠	١٢.٢٠	٣٨,٠٠٠	١٦٩.٠
٢٧.٥٨	-	٧٩,٠٠٠	٣٥١.٥	١.٨٩	١٩.٠٦	٣٩,٠٠٠	١٧٣.٥
٢٨.٩٩	-	٨٠,٠٠٠	٣٦٥.٠	٢.٠٨	٢١.٠٨	٤٠,٠٠٠	١٧٨.٠

وبعد ذلك تحسب قيمة (ESAL) لكل نوع من أنواع المركبات على حده ومن ثم تجمع القيم الثلاث لنحصل على (Total ESAL) ونترك الحسابات الفى فصل النتائج والحسابات .

حساب سماكة الطبقات : يبين الجدول(٢-١٧)نسبة كالفورنيا للطبقات ونوع كل طبقة :

جدول (٢-١٧) يبين نسبة كالفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصف.[١٠]

الطبقة	CBR(ashto)	المادة المستخدمة
Asphalt	.....	Plant Mix.
Base Coarse	١٠٥	Crushed Stone
Sub Base	٠.٤	Sandy Gravel
Sub Grade		.....

حيث يتم حساب طبقات الرصفة المرنة كما يلي:

$$SN= a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 \qquad (٢-١٧)$$

SN: Structural Number.

a_1, a_2, a_3: layer coefficients representative of surface, base course, and sub base respectively .

D_1, D_2, D_3 : actual thickness, of surface, base course, and sub base respectively.

ويتم حساب المعامل المناخي (Regional factor) من المعادلة(٢-١٧):

$$R = \frac{N_d}{12} \times R_d + \frac{N_s}{12} \times R_s \qquad (٢-١٨)$$

where:

R : Regional Factor

Nd : Number of dry months in a year

Rd : Regional Factor for soils dry

Ns : Number of saturated months in a year

Rs : Regional Factor for soils saturated

حيث يتم الحصول على قيمة كل من (Rd, Rs) من الجدول (٢-١٨) :

جدول (٢-١٨) قيمة المعامل المناخي (Regional Factor) حسب المناخ [٩]

case	Suggested Regional Factor
Roadbed soil frozen ٥in or more	٠.٢ –١.٠
Roadbed soils dry	٠.٣ – ١.٥
Roadbed soils saturated	٤.٠ – ٥.٠

حيث تتم عملية حساب *SN* كما يلي :

بمعرفة *(CBR)* لكل طبقة من الجدول(٢-١٧) ، تعرف قيم *(S-soil support value)* المقابلة ل*(CBR)* لكل طبقة على حده من الشكل (٢-١٥) وسيتم حساب قيم *soil support value* في فصل الحسابات والنتائج

ثم تعين قيم *(S-soil support value)* على الشكل(٢-١٥) وتوصل مع النقطة المعينة على تدريج *(ESAL)* ، ثم يمد الخط على استقامته ليقطع تدريج *(SN-structural Number)* في نقطة معينة فتقطع قيم *(SN-structural Numbers)* .

ثم توصل هذه النقط مع النقطة المعينة على تدريج *(Regional Number)*، ومن ثم يمد الخط على استقامته إلى أن يلاقي تدريج *SN* في نقطة معينة فنتخرج قيم *SN* .

ويتم الحصول على قيم(a_1, a_2, a_3) من الجداول (٢-١٩) (٢-٢٠) (٢-٢١) :

جدول(٢-١٩) معامل الطبقة (layer coefficient) للإسفلت[١٠]

Case of Pavement	a_1 suggested
Road mix (low stability)	٠.٢٠
Plant mix (high stability)	٠.٤٤
Sand Asphalt	٠.٤٠

جدول (٢-٢٠) معامل الطبقة (layer coefficient) للبسكورس[١٠]

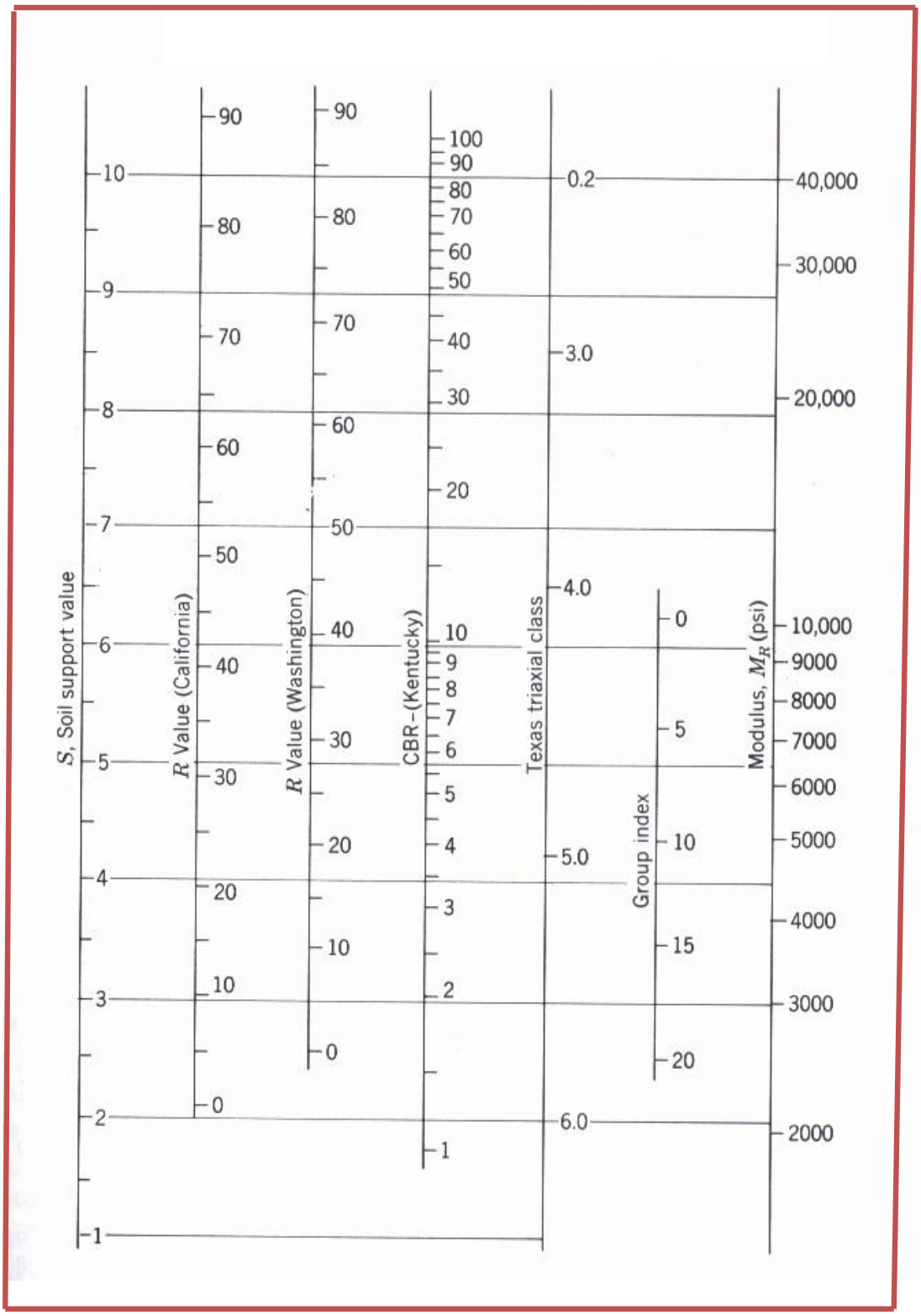
Case of base course	a_2 suggested
sandy gravel	٠.٠٧
Crushed stone	٠.١٤
Cement- treated (٦٥٠psi or more)	٠.٢٣
Cement- treated (٤٠٠-٦٥٠psi)	٠.٢٠
Cement- treated (٤٠٠psi or less)	٠.١٥
Coarse- graded bituminous-treated	٠.٣٤
Sand asphalt	٠.٣٠
Lime -treated	٠.١٥-٠.٣٠

جدول (٢-٢١) معامل الطبقة (layer coefficient) Sub base [١٠]

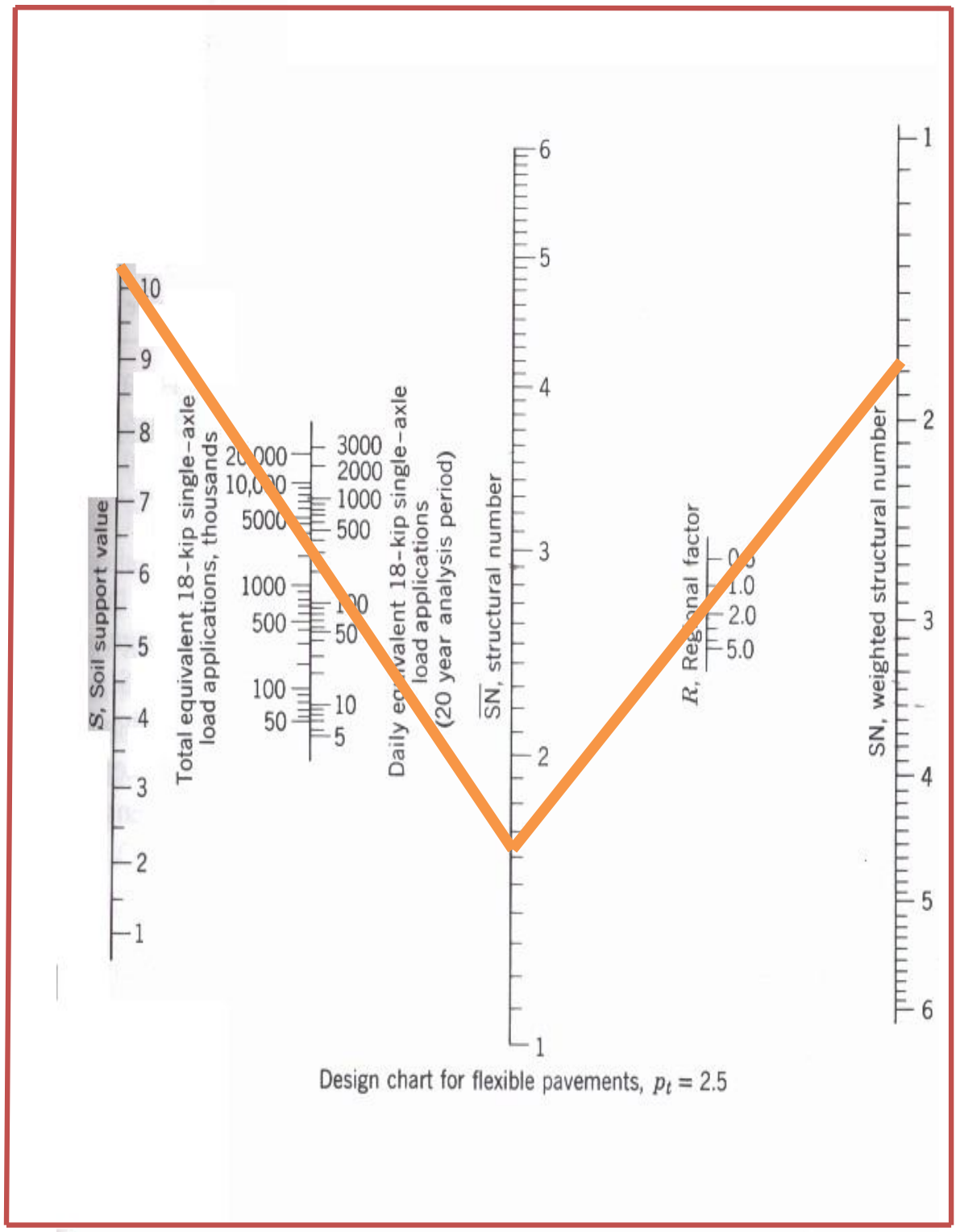
Case of base caoarse	A_3 suggested
Sand gravel	٠.٤
Sandy clay	٠.٠٥-٠.١

ونوع المادة في هذه الطريق موجودة في جدول(٢-١٨) ومن الجداول السابقة نجد قيمa_1, a_2, a_3

حساب سمك الطبقات سيتم في فصل الحسابات والنتائج ان شاء الله .



الشكل (٢- ١٦) :soil support value [١٠]



الشكل: (٢- ١٧):(AASHTO flexible-pavement design) [١٠]

٢-٨ تصريف مياه الأمطار

تعتبر عملية تصرف المياه من الطريق هي عملية التخلص من المياه و التحكم في مسيرها داخل نطاق حرم الطريق، سواء كانت المياه مياه جوفية أو سطحية، لذلك يجب عمل مصارف سطحية أو مغطاة عند التصميم والإنشاء.

عند سقوط الامطار على سطح الطريق تنقسم الى قسمين قسم يتخلل طبقات التربه والجزء الاخر يسيل على الطبقة السطحية للشارع لذلك تتم عملية التصريف للمياه في وجهتين.

التصريف السطحي للمياه (Surface drainage) و ازالة المياه المتشبعة في التربه

(Sub surface drainage)

٢-٨-١ التصريف السطحي للطريق (Surface Drainage): التصريف السطحي يشمل كل الأمور التي تتعلق بإزالة المياه السطحية عن حرم الطريق ، ولذلك فان التصميم الصحيح لنظام الصرف السطحي للمياه يجب أن يتناسب مع كمية الأمطار المتساقطة على أو بجانب الطريق ، ولكن المياه المتسربة عبر الشقوق السطحية وأكتاف الطريق تسبب انهيار الطبقات التحتية للطريق وبالتالي انهيار الطبقة السطحية للطريق (الإسفلت) ، وعند تصميم نظام صرف جيد لمياه الأمطار نقلل خطر تشقق سطح الطريق وبالتالي تقليل احتمالية انهيار طبقات الطريق

يتم تصريف المياه السطحية للطريق في المناطق الريفية (خارج المدن) عن طريق عمل ميلان طولي وعرضي لكل من أكتاف الطريق وسطح الطريق وصبها قي قنوات طولية ditches على أطراف الطريق ، أما في داخل المدن تصريف مياه الأمطار يتضمن ميول طوليه وعرضيه يتبعها شبكة أنابيب تحت الأرض لنقل مياه الأمطار خارج الطريق .

٢-٨-٢ متطلبات صرف المياه من الطريق: عند تصميم الطريق لابد من الاهتمام بالماء وحماية الطريق منه وذلك بمنعه من الوصول إلى الطريقبالإضافة إلى تجميعه وتصريفه على الطريق، ولضمان ذلك فانه لابد من إتباع الخطوات التالية:

١. تصريف الماء عن سطح الطريق وذلك بعمل ميلان في سطح الطريق (cross slope) وتكون نسبة الميلان عادة ٢% وتزداد كلما كان السطح خشنا، أما ميلن سطح الطريق عند المنعطف (التعلية – superelevation) فيكون باتجاه واحد، وعندما تكون الطريق مقسومة بجزيرة فان تصريف الماء يصبح أصعب، ومع زيادة عدد المسارب في الجزء الواحد فان ميول هذه المسارب يزداد من مسرب إلى أخر إثناء توجهنا إلى الأطراف حتى المسارب في الجزء الواحد فان ميول هذه المسارب يزداد من مسرب إلى أخر إثناء توجهنا إلى الأطراف حتى:
٢. تصريف الماء على السطح بواسطة الانحدار الطولي للطريق والذي يجب الا يقل عن ٠.٥% .

٣. تصميم وإنشاء الخنادق الجانبية الواسعة ذات الانحدار الكافي لتصريف المياه.
٤. منع المياه المتساقطة على سطح الطريق من النفاذ إلى داخل جسم الطريق وذلك بجعل سطح الطريق غير مسامي لا تنفذ من خلاله المياه مع تسكير الشقوق التي تظهر في سطح الطريق بأسرع ما يمكن
٥. تمديد شبكة مواسير مثبقة في جسم الطريق لتجميع مياه الامطار فيها.
٦. وضع طبقة رقيقة مانعة لنفاذ المياه كاوراق الاسفلت تمنع نفاذ الماء من اسفل الى اعلى .
٧. فرش طبقة مسامية حصوية أو رملية تحت سطح الطريق الترابي حتى إذا وصلت المياه إليه تسربت إلى الجانبين بدلا من صعودها إلى الأعلى.
٨. بناء الأطاريف والبالوعات اللازمة لتجميع مياه الامطار.
٩. عند تصميم الطريق يجب الابتعاد قدر الممكن عن قطع الانهار والجداول.
١٠. السماح بمرور الماء تحط الطريق عن طريق عبارات او جسور.
١١. منع وصول مياه الامطار من التلال والجبال المجاورة عن طريق وضع عبارات على طول الطريق.

٢-٨-٣ كميه مياه الامطار: ترتكز أنظمة تصريف مياه الأمطار لمنطقة معينة على الطبيعة الجغرافية والأحوال المناخية لتلك المنطقةوترتبط بكميات مياه الأمطار(rainfall) وما تولده من مياه تنساب على سطح الأرض (runoff) ومعرفه كميات مياه الأمطار الجارية على الأسطح هو أمر مهم لتصميم شبكة تصريف مياه الأمطار ، وهناك أكثر من طريقة لحساب كميات مياه الأمطار ومن أشهر هذه الطرق هي الطريقة المنطقية (rational formula)حيث تربط هذه الطريقة كمية المياه المتدفقة نتيجة الأمطار على مساحة معينة من الأرض وخلال فترة من الزمن وبشدة مطر محدده اي ان :

$$Q = C\ I\ A \qquad (٢-١٩)$$

حيث أن :-

Q:- كمية المياه (Flow rate) (لتر / ثانية).

C :- معامل الانسياب السطحي

I:- كثافة المطر (Rainfall intensity). (لتر / ثانية. هكتار).

A :- المساحة التي يخدمها الخط بالهكتار

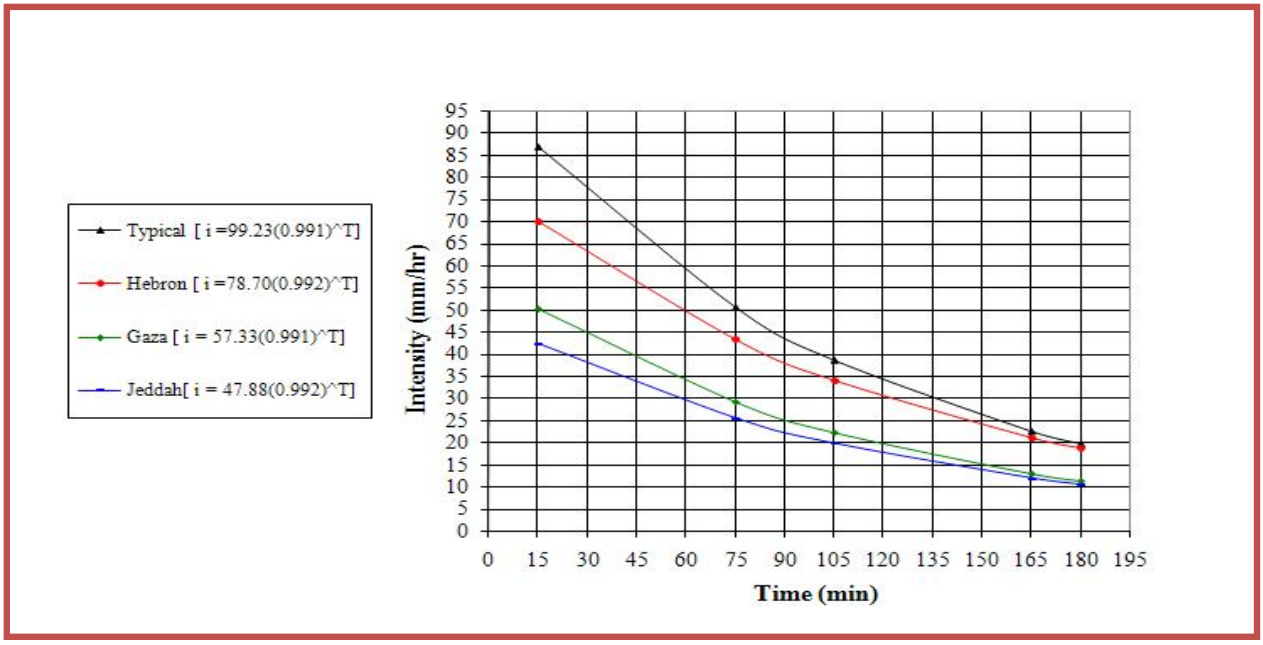
وعندما تحتوي المنطقة على أسطح مختلفة بمعاملات متباينة ، فان المعامل المناسب لكل سطح يضرب في جزئية مساحته ثم يضرب ومن ثم تجمع المعاملات كما في العلاقة التالية :-

$$Q = \frac{\sum Ci * Ai}{\sum Ai} \qquad (٢-٢٠)$$

جدول (٢-٢٢) يبين معامل الانسياب السطحي لعدة اسطح [١١]

نوع السطح	معامل الانسياب السطحي
أسطح المباني	٠.٧٥ – ٠.٩٥
شوارع ومسطحات مرصوفة رصف جيد	٠.٨٠ – ٠.٩٠
رصف بالطوب أو الحجارة بالمونه	٠.٧٥ – ٠.٨٥
رصف بالطوب أو الحجارة بدون مونه	٠.٥٠ – ٠.٧٠
طرق ترابية	٠.٢٥ – ٠.٦٠
طرق زلطية ومشايات مدكوكة	٠.١٥ – ٠.٣٠
طرق غير مرصوفة	٠.١٠ – ٠.٣٠
أراضي عشبية ومساحات فارغة	٠.١٠ – ٠.٢٠

٢-٨-٤ شدة او غزارة الامطار: تعتمد طريقة حساب شدة سقوط المطر على مدة استمرار الهطول ، لذلك من المتوقع أن تكون غزارة المطر عالية عندما تكون الفترة قصيرة ، ومن المناسب تمثيل معلومات سقوط الأمطار على شكل منحنيات الشكل والتي تربط مدة سقوط الأمطار مع غزارتها لفترات دورية عند ٢٥,١٠,٥ سنة ، وهي تشمل اكبر كمية مياه أمطار سقطة خلال الفترات الدورية ، ويمكن استخدام المنحنيات المصممة على أساس ٢٥ سنه في المناطق المعرضة إلى فيضانات.



الشكل (٢-١٨): العلاقة بين المدة الزمنية وشدة الهطول [١١]

والزمن المحسوب لهذا الشكل هو عبارة عن زمن تركيز العاصفة (time of concentration) وهو عبارة عن الزمن اللازم لوصول مياه الأمطار من ابعد نقطة في المساحة التي يخدمها الخط وحتى وصولها مصرف مياه الأمطار وسيرها في خط التصريف ويمكن تمثيلها في المعادلة التالية

$$Tc = t_i + t_{f\,min} \qquad (٢١-٢)$$

حيث ان :-

Tc :زمن تركيز العاصفة .(دقيقة)

Ti : زمن دخول المياه من مكان سقوطها إلى خط الصرف (time inlet).(دقيقة)

Tf: الزمن المستغرق لنقل المياه من مصرف إلى آخر عبر الأنابيب (time flow) (دقيقة).

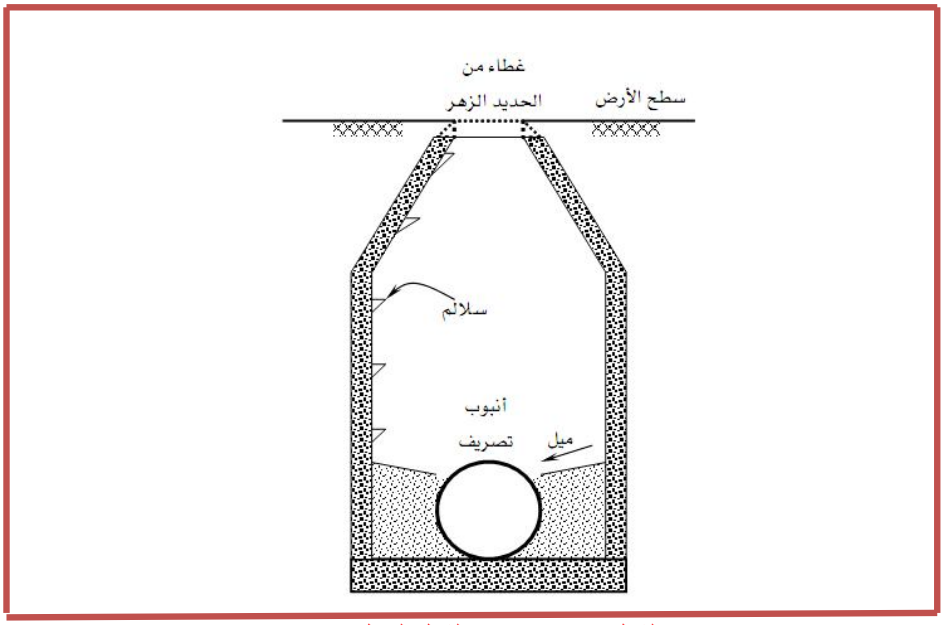
٢-٨-٥ أنواع مصاريف مياه الامطار

تستخدم في شبكات الصرف الصحي عدة ادوات لتصريف مياه الامطار من اهمها :

١. **المناهل (manholes)** : تعد المناهل من أهم ملحق شبكة تصريف مياه الأمطار ، ويتم إنشاءها حسب مواصفات محدده تسمح بأعمال النظافة والصيانة لها ، وتصنع المناهل من الخرسانة المسلحة والخرسانة العادية أو الطوب وتكون على عدة أشكال مناهل دائرية و مربعة أو مستطيلة الشكل والشكل (٢-١٨) يبين احد المناهل ، ويكون غطاء المنهل على مستوى منسوب الطريق ويغطى بحديد زهر ويكون ثقيلا حتى يتحمل حركة المرور عليه.

أما قاع المنهل فيأخذ شكل القناة المبطنة عمقها يتناسب مع قطر الأنبوب ومنسوبها يتناسب مع منسوب قاع الأنبوب ، ويتم وضع المناهل على امتداد أنابيب الشبكة في الحالات التالية :-

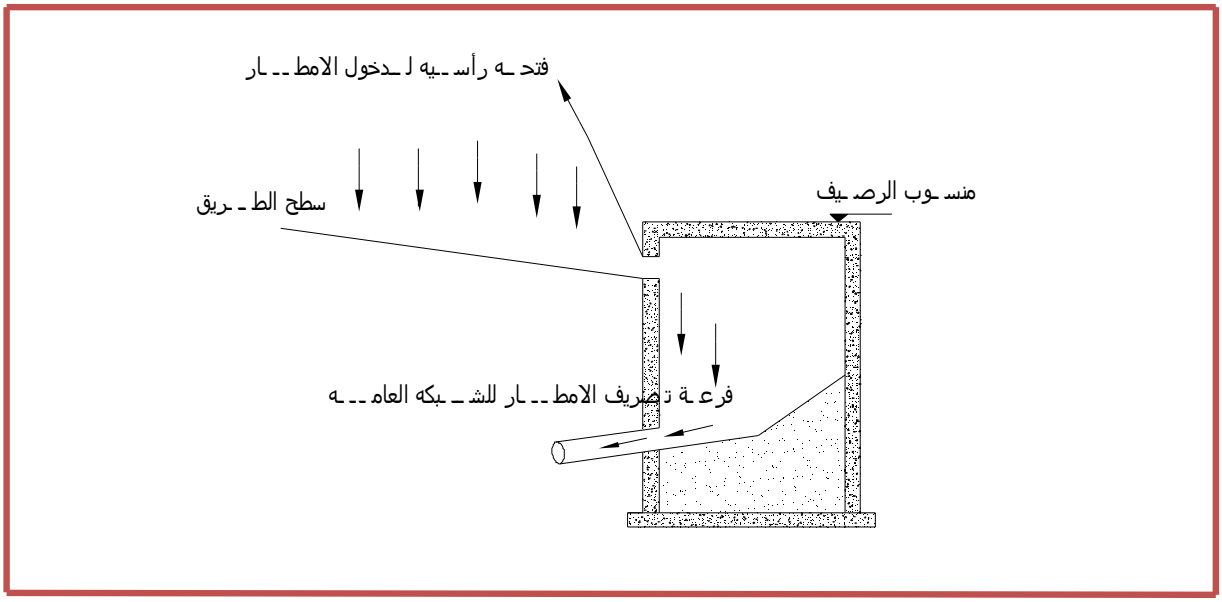
- تغير اتجاه الانبوب
- تغير ميل الأنبوب
- تغير مفاجئ في المنسوب
- تغير قطر الأنبوب
- وجود المسافات المستقيمة الطويلة بحيث لا تزيد المسافات عن مدى ٩٠-١٢٠م
- مكان تقاطع الأنابيب .



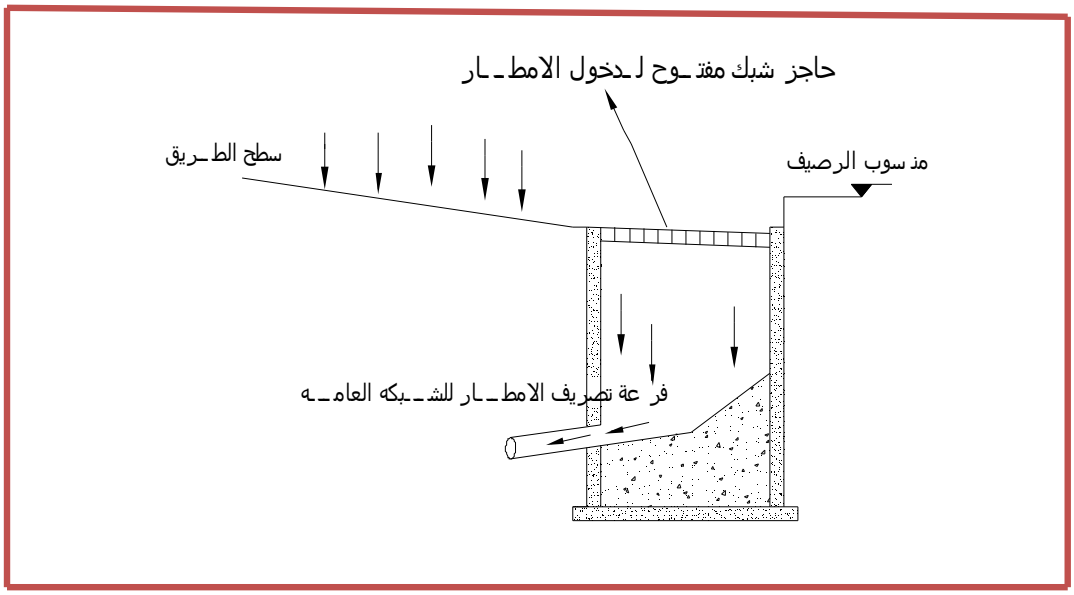
الشكل (٢-١٩) :نموذج لشكل المنهل [١١]

٢. **المداخل او البالوعات (inlet)** البالوعات هي عبارة عن فتحات على سطح الطريق تستقبل المياه السطحية الجارية وتحولها إلى شبكة تصريف المياه وتصنف البالوعات بحسب طريقة دخول الماء إليها ، وتكون على نوعين بالوعات ذات مدخل راسي في جانب الطريق كما في الشكل(٢-١٩) ، بالوعات ذات مدخل أفقي بجوار الرصيف مباشرة كما في الشكل(٢-٢٠) ، وتوضع البالوعات في الأماكن ذات المناسيب المنخفضة من الطريق والتي تكون تجمع للمياه السطحية ، وتتصل كل بالوعة مع خطوط شبكة التصريف عن طريق اقرب منهل كما يوضح الشكل (٢-٢١) .

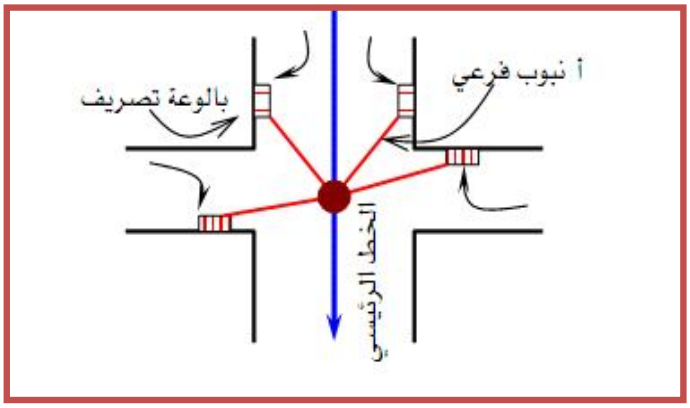
يصمم ويراعى أن ينشأ القاع بميول إلى مدخل التصريف ما عدا البالوعات التي بها حيز لحجز الرمال وأتربة فيصمم القاع بطريقة تساعد على تفريغ البالوعة من الأتربة بسهولة.



الشكل (٢-٢٠): بالوعة تصريف المياه ذات مدخل راسي [١١]



الشكل (٢-٢١): بالوعات ذات التصريف الأفقي [١١]

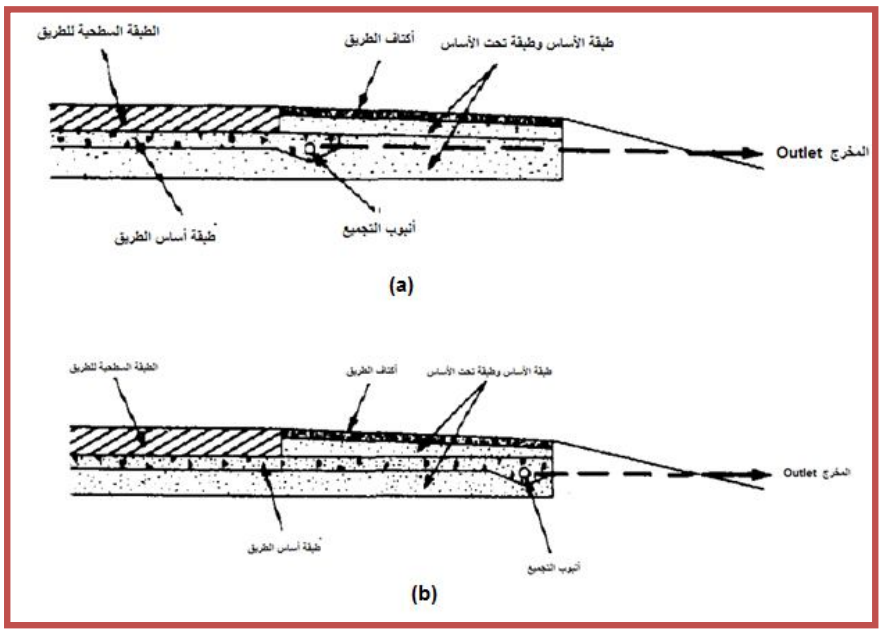


الشكل (٢-٢٢): اماكن توزيع البالوعات [١١]

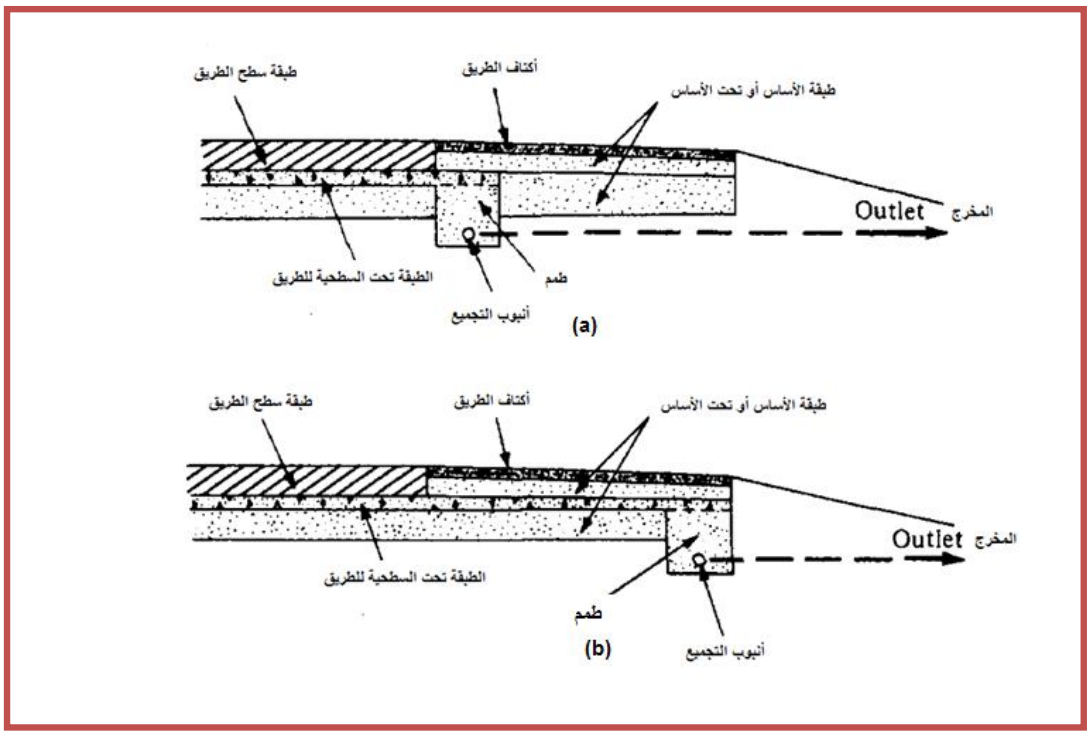
٢-٨-٦ موقع أنابيب شبكة الصرف في جسم الطريق

تصنع أنابيب صرف مياه الأمطار من الخرسانة أو من الصلصال ، ويتم وضع الأنابيب في خنادق على أعماق حسب التصميم ، وبعد وضع الأنابيب داخل الخنادق التي تكون مرصوفة بميلان معين ثم يتم وضع الأنابيب فوقها وردمها برصفه معينة . وعملية تصميم الأنابيب الطولية تتضمن تحديد موقع الأنبوب وقطر الأنبوب وارتفاع الحفر ونوع الرصفة الملائمة لملئ الفراغات على جوانب وأسفل الأنبوب.

الخنادق قليلة العمق الشكل(٢-٢١) والتي تقع في طبقة ما تحت الأساس يتم استخدامها في المناطق التي يكون تأثير التجمد على الأنابيب غير هام وفي المناطق التي يكون فيها تأثير التجمد على الأنابيب عالي يتم وضع الأنابيب في خنادق أعمق من طبقة ما تحت الأساس الشكل (٢-٢٢) ، ومن الملاحظ انه كلما زاد عمق الخندق زادت تكلفة إنشاء نظام الصرف .إذا أريد تصميم شبكة تصريف مياه تشمل أكتاف الطريق فانه يجب وضع الأنبوب قريب من حافة الكتف كما يظهر في الشكل (٢-٢٣-b) والشكل (٢-٢٣-b) ، ولكن إذا أريد تصميم شبكة تصريف مياه لا تشمل أكتاف الطـريق يتم وضع الأنبوب عند نـهاية حافة الإسفلت الشكل (٢-٢٤-a) والشـكل (٢-٢٤-a).



الشكل (٢-٢٣) :الخنادق قليلة العمق [١١]



الشكل (٢-٢٤): الخنادق العميقة [١١]

٢-٨-٧ الصرف المغطى

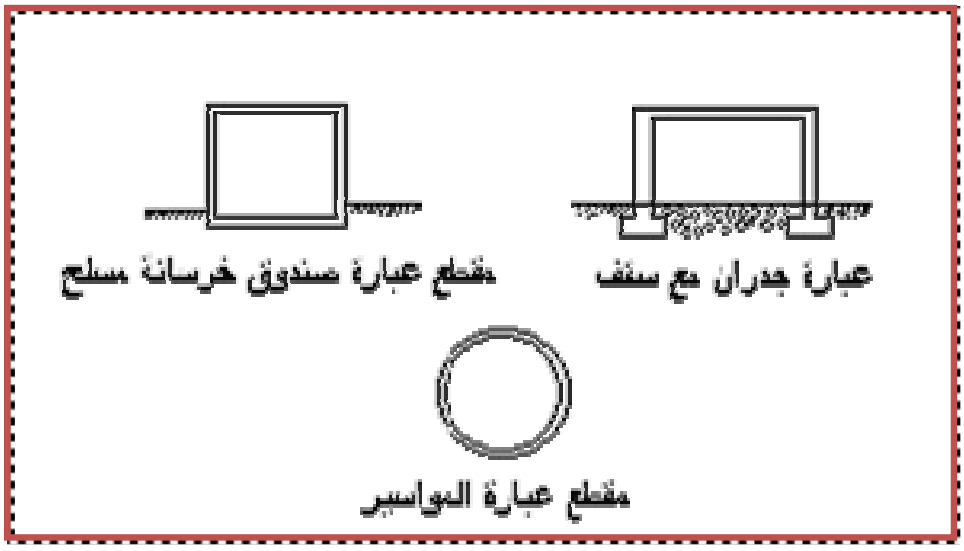
يعزى التغير في كمية الرطوبة بالتربة على تذبذب سطح المياه الأرضية وتسرب المياه الأرضية وتسرب مياه الأمطار وحركة المياه الأرضية بالخاصية الشعرية أو التبخر، وفي حالة استخدام الصرف المغطى فإن التغير في نسبة الرطوبة بالتربة يبقى في حدود ضيقة جدا، ومع ذلك يتم صرف المياه الأرضية المتحركة تحت نطاق الجاذبية الأرضية فقط باستخدام المصارف المغطاة، وهذا النوع من المصارف يستخدم في المناطق السكنية، حيث تعمل على تجميع المياه المتساقطة على الطريق ومن خلال هذه المصارف يتم نقل المياه إلى مناطق تصريفها، وهذا النوع سيتم استخدامه في المشروع.

٢-٨-٨ بناء العبارات

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

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

يجب أن تكون العبارة قوية تتحمل ثقل السيارات والردم الذي فوقها، وهنا يجب العلم أنه كلما انخفض مستوى ظهر العبارة عن سطح الطريق، توزع ضغط السيارة على مساحة أوسع، وتمكنت العبارة من تحمل المزيد من الثقل عليها، لهذا السبب يجب أن يكون مستوى ظهر عبارة المواسير تحت مستوى سطح الطريق بما لا يقل عن (٠.٧٠- ٠.٧٥m)، بعكس عبارة الصناديق التي تستطيع أن تتحمل أثقال السيارات مباشرة خاصة إذا لم يتواجد فوقها الطمم الترابي . بالنسبة النواحي التصميمية لهذه العبارات، من حيث الأقطار والأبعاد والتسليح والأمور الإنشائية الأخرى فهي متروكة للمهندس الإنشائي الذي يقوم بهذه المهمة.



الشكل (٢-٢٥):مقطع لانواع العبارات [١١]

الفصل الثالث

الأعمال المساحية والمضلعات (Traverses)

٣-١ الأعمال المساحية

بعد أن يتقرر فتح طريق بين مدينتين أو يتقرر تحسين طريق موجودة، تجرى دراسة لمعرفة حجم السير الحالي إن وجد ودراسة الأهداف والغايات من وراء إعادة تأهيل الطريق وتحديد درجة ومستوى الطريق المطلوبة، أي يتم تحديد سرعة السيارات عليها وعدد مساربها وأنصاف أقطار منحنياتها الأفقية وأطوال منحنياتها الرأسية وميول سطحها .

وبعد ذلك لا بد من القيام أعمال مساحية متعددة و متنوعة تتألف من اقتراح خطوط على المخططات الطبوغرافية(خ طوط الكنتور) أو الصور الجوية و دراسة للمنطقة على الواقع وعمل مسح على الأرض و تعديل مخططات سابقة إذا لزم الأمر ومن ثم تثبيت محور الطريق النهائي على الأرض و عمل مسح مناسيب طولية و عرضية وعمل التصميم الراسي و العرضي للطريق ومن ثم القيام بالمسح الإنشائي حتى يكتمل تصميم الطريق أفقيا و راسيا .

و تتلخص الأعمال المساحية التي تتطلبها دراسة طريق معين على المراحل الرئيسية التالية :

دراسة المخططات : يجب دراسة المخططات أولا عند تصميم أي طريق ،حيث من الممكن الحصول على هذه المخططات من البلديات أو المؤسسات ، وقد تم الحصول على بعض المخططات الخاصة بالمشروع من بلدية الخليل .

الأعمال الاستطلاعية : هذا وقد تم زيارة الموقع وعمل مسح استطلاعي للمنطقة للتعرف على طبيعة المنطقة وجيولوجيتها، كما تم التعرف على الانحدارات في الشارع، وأماكن تجمع المياه وذلك لمعرفة ألاماكن التي تحتاج إلى عبارات عندها، والأماكن الضعيفة التي حدث لها هبوط .

الدراسة المساحية الأولية: في بداية هذه المرحلة يقوم الفريق المساحي بعمل مضلع يكشف قدر الإمكان كل نقاط الطريق المقترح حيث أن الهدف من وراء عمل مضلع يكشف نقاط الطريق هو تعيين إحداثيات وبالتالي مواقع نقاط جديدة إنطلاقا من واستنادا إلى شبكة نقاط قديمة معلومة الإحداثيات بدقه كشبكة المثلثات أو المسح المثلثي أو نقاط ال GPS، بهذا تساهم أعمال المضلعات في تكثيف شبكات النقاط المعلومة ومن ثم يسهل ربط أعمال المساحة الأخرى بشبكة الإحداثيات العامة للدولة.

وسيتم تنفيذ الأعمال التالية:

١- عمل مضلع (link traverse) للطريق، يبدأ بنقطتين معلومتين الإحداثيات وينتهي بنقطتين معلومتين الإحداثيات.

٢- عمل رفع للطريق الموجودة ورفع جميع التفاصيل الموجودة من أبنية وأعمدة هاتف وكهرباء وأسوار وسلاسل وغيرها من التفاصيل.

٣- اخذ مقاطع عرضية عند كل ٢٠ متر من الطريق لإختيار انسب المناسيب والميول لأغراض التصميم والتنفيذ على يمين ويسار محور المشروع المقترح.

٣-٢ المضلعات (Traverses)

٣-٢-١ المقدمة

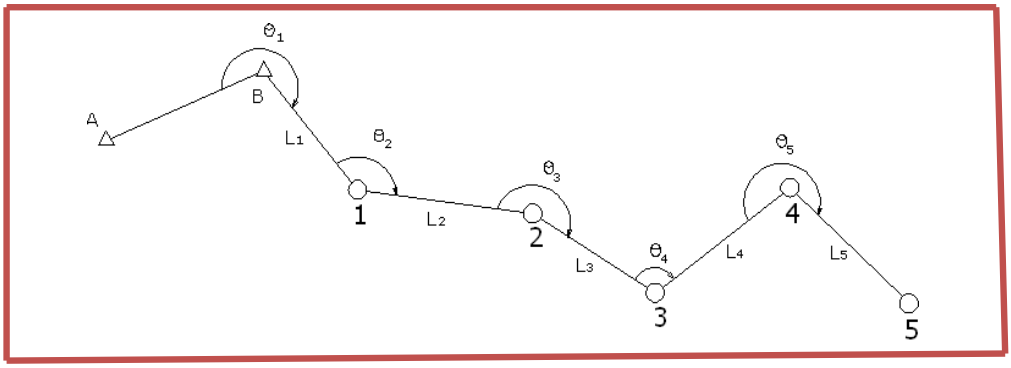
المضلع هو عبارة عن مجموعة خطوط متصلة يبعضها البعض حيث تبدأ من نقطتين معلومتين وتشكل بمجموعها خطاً متكسراً يأخذ أشكال مختلفة ومسميات متعددة كالمغلق (Closed) والمفتوح (Open) والرابط (Connecting) والحلقي (Loop) وغير ذلك .

إن الهدف الرئيسي من عمل المضلع هو تعيين محطات جديدة للقيام بعملية الرفع أو الرصدانطلاقاً 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.

٣-٢-٢ أنواع المضلعات (Types of Traverse)

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 موضح في شكل (٣-١).

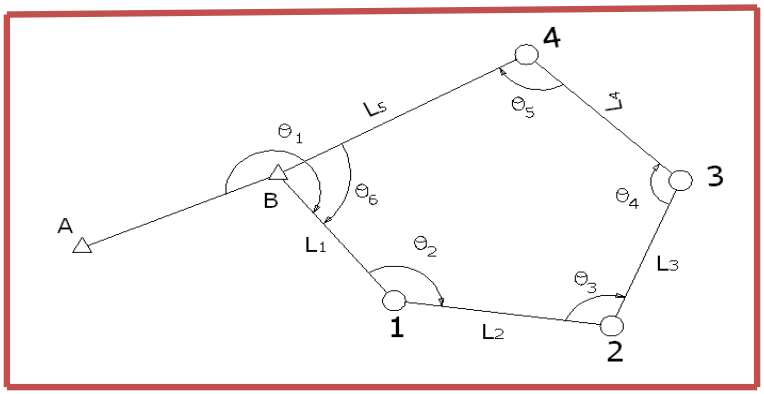


شكل رقم (٣-١) : المضلع المفتوح (open traverse) [٤]

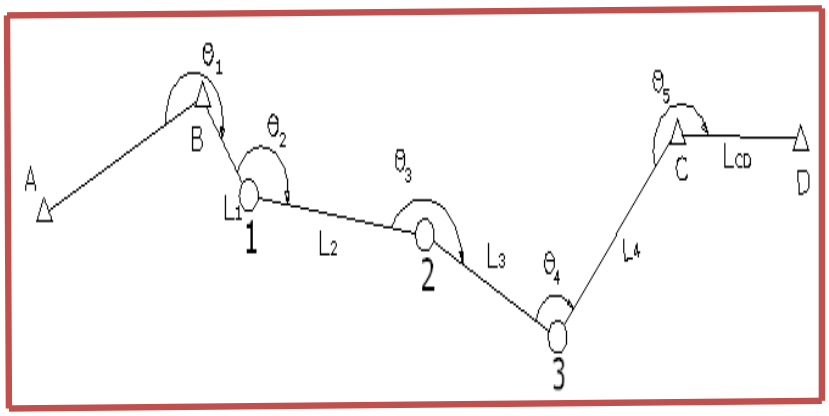
٢) المضلع المغلق (Closed Traverses)

في هذا النوع من المضلعات ، يكون المضلع مغلقاً من حيث عدد الأضلاع أو الشكل الخارجي ، حيث يبدأ بنقطتين معلومتين الإحداثيات وينتهي بنقطتين معلومتين الإحداثيات، كما موضح في شكل (٣-٢)

اذا بدأ في نقطتين معلومتين الإحداثيات وعاد وانتهى بنقطتين جديدتين معلومات الإحداثيات أيضا يسمى (Closed traverses or link traverses) وقد تم استخدامه في العمل، كما موضح في شكل (٣-٣).



شكل رقم (٣-٢) : المضلع المغلق (Closed traverse) [٤]



شكل رقم (٣-٣) : المضلع المغلق (Link traverse) [٤]

٣-٣ عملية إنشاء مضلع في الطبيعة

عملية الإستكشاف للمنطقة ، الغرض من عملية الاستكشاف هو التعرف على المنطقة التي سيتم انشاء مضلع بها وتكوين فكرة شاملة عنها ،ومواقع التفاصيل داخلها بالنسبة لبعضها البعض وبالنسبة لحدودها ،وما تحتويه من معالم طبيعية وصناعية مثل المباني والشوارع والمناهل حيث توجهنا الى الموقع وتم تصويره بهدف التعرف على المنطقة ومن ثم رسم كروكي عام للمنطقة ، بعد إجراء عملية الاستكشاف للمنطقة يتم التجول فيا مرة أخرى ورسم كروكي شامل يبين جميع التفاصيل الطبيعية والصناعية ،ولا يشترط أن يرسم الكروكي بمقياس رسم معين أو بأدوات هندسية بل يكفي أن يكون مرسوما بإتقان وممثلا للطبيعة بقدر الإمكان مع ملاحظة الجهات الأصلية أثناء الرسم ويراعى عند رسم كروكي المنطقة ما يلي :-

١.أن يكون بالقلم الرصاص الخفيف ليتيسر عمل التغيرات التي يتضح عدم مطابقتها لطبيعة .

٢.أنيكون الكروكي واضحاً بدرجة تسمح بيان التفاصيل .

٣.أن توضح بقدر الإمكان الإشارات الاصطلاحية لبيان نوع التفاصيل على هذا الكروكي .

٤.أن يوضح اتجاه الشمال على الكروكي .

٥.أن توقع النقاط المختارة للمضلع على هذا الكروكي .

اختيار نقاط المضلع ، وهناك بعض الشروط الواجب مراعاتها عند اختيار نقاط المضلع ومنها أن تكون عدد النقاط أقل ما يمكن وقدر الحاجة إليه ، أن تكون النقاط في أماكن مكشوفة قدر الإمكان ويسهل العثور عليها عند الرغبة في البحث عنها لاستعمالها ، أن ترى كل نقطة النقطة السابقة واللاحقة يتم اختيار النقاط بحيث تكون الخطوط الواصلة بينها اقرب ما يمكن من التفاصيل ومن حدود المنطقة المرفوعة ، يتم اختيار النقاط بحيث تكون في مواقع يصعب إزالتها ،فلا تكون في ارض رخوة أو تتعرض لحركة المرور أو عرضة للعبث بها .

تثبيت نقاط المضلع ، بعد اختيار مواقع نقاط المضلع تثبت هذه النقاط بأوتاد خشبية في الأرض وتكون بارزة قليلا، أما في الأراضي الحجرية أو المرصوصة فتدق زوايا حديدية أو مسامير تكون رؤوسها في مستوى سطح الأرض وم ثم تأتي الخطوة الخامسة والأخيرة وهي توثيق لنقاط المضلع وهو توضيح لما يحيط بالنقطة توضيحا مكبرا، ونختار موضعين ثابتين (الأفضل ثلاثة)،ثم تقاس الأبعاد بين المواضع الثابتة ونقطة المضلع المراد عمل رسم توضيحي يدوي كروكي لها،وتسجل الأبعاد على الكروكي حتى إذا أزيلت النقطة أو لم يستدل عليها فيما بعد يمكن تحديد موقعها مرة أخرى ،ومن الأفضل أن تكون الأبعاد في اتجاهات متعامدة مع بعضها ويمكن إضافة صور توضيحية .

حيث تم تحديد نقاط التحكم (control point) المحيطة بالاعتماد على نقاط مرجعية في المساحة أو تم إيجادها عن طريق نظام تحديد الموقع بالأقمار الصناعية (GPS) والبعض الأخر عن طريق المضلعات .

تم الاعتماد على طريقة المضلع الموصول (Link Traverse) لحساب إحداثيات نقاط الربط الجديدة ، حيث تم استخدام جهاز المحطة الشاملة (Total Station) لقياس المسافات والزوايا ، وتم الاعتماد على أسلوب التكرار ، كانت المسافات والزوايا التي تم رصدها في الميدان قريبة من بعضها وهذا دليل على أن القراءات كانت دقيقة حيث تم التصفير على كعب الشاخص ، وإذا كان كعب الشاخص غير ظاهر فتم التصفير على الشاخص بعد ضبطه عموديا بواسطة (hand level) حيث أن هذا الإجراء يساعد بشكل كبير في إعطاء قراءة صحيحة.

جدول (٣-١)الإحداثيات المعلومة المأخوذة من GPS

Trig name	Easting X (m)	Northing Y (m)
١٠	١٦١٢٤٤.٦٠٥	١٠١٠٠٠.٩٤٩
٩	١٦١٢١٧.٦٧٤	١٠١٠٩٨.٦٣٤
C٢	١٦٠٥١٦.١٣٠	١٠٢٥٠٢.٢٩٤
C١	١٦٠٤٦٥.٨٧٦	١٠٢٥٦٦.٣٢٨

لحساب الانحراف (Azimuth)(Az) نستخدم العلاقة رقم (١-٣) :

$$\clubsuit \quad AZ_{st١٠,st٩} = \tan^{-١}\frac{\Delta E}{\Delta N} + C \qquad (١-٣)$$

بعد حساب الانحراف لكل خط يتم حساب الإحداثيات غير المصححة لكل نقطة بناءا على العلاقات (٢-٣) و(٣-٣) و (٣-٤) و(٣-٥):-

- ♣ Δ Easting = Horizontal Distance × sin (azimuth) (٢-٣)
- ♣ Δ Northing = Horizontal Distance × cos (azimuth) (٣-٣)
- ♣ Easting = easting B + Δ easting (٤-٣)
- ♣ Northing =Northing B + Δ northing (٥-٣)

جدول (٣-٢) الإحداثيات غير المصححة للمحطات في الميدان

point	Eun	Nun
١٠	١٦١٢٤٤.٦٠٥	١٠١٠٠٠.٩٤٩
٩	١٦١٢١٧.٦٧٤١	١٠١٠٩٨.٦٣٣٧
٨	١٦١١٢١.٣٤٦٤	١٠١١٦٩.١٧٠٤
٧	١٦٠٩٥٠.٢٩٦٦	١٠١٣٤٩.٠٩٤
٦	١٦٠٦٣٦.٩٣٨٦	١٠١٤٨٤.٧١٤١
٥	١٦٠٤٢٦.٨٢٣	١٠١٦٩٩.٣٥٦
٤	١٦٠٣١١.٨٩١٨	١٠١٩٥٣.٣٨٩٦
٣	١٦٠٣٦٧.٤٢٨٢	١٠٢٠٩٨.٣٣٧٥
٢	١٦٠٤٠٩.٥٦٦٧	١٠٢٢٥٥.٥١١٨
١	١٦٠٥٢٣.٠٥٦٤	١٠٢٤٥٨.٧٠٣٤
c٢	١٦٠٥١٦.١٦٦٣	١٠٢٥٠٢.٣٦٣٣
c١	١٦٠٤٦٥.٨٨٥	١٠٢٥٦٦.٤١٨٩

٣-٥ متطلبات الدقة لأعمال المضلعات (Accuracy Standards for Traverses)

والجدول رقم (٣-٣) يبين قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية :

جدول (٣-٣) قيم الخطأ القفل في الزوايا المسموح به في الضفة الغربية [٦]

	Allowable error	
	Important area (example : urban area)	Less important area Example :(rural area)
Measured distance Measured angles	L= .٠٠٠٥l +.٠٣ m Δ Δ = ٦٠"√n	ΔL = .٠٠٠٧l +.٠٣m Δ=٩٠"√n
Closer error	€ = .٠٠٠٦∑l + .٢٠m	€ =.٠٠٠٩ ∑l + .٢٠m
Where L= measured length, Δ= angle closure error in second n=number measured angles,		

٦-٣ الخطأ في الزوايا والمسافات المرصودة (errors in angle and distance)

جميع الأرصاد في الأعمال المساحية تحتوي على أخطاء من مصادر مختلفة ، وتكون هذه الأخطاء تراكمية ، وينتج عن هذه الأخطاء خطأ القفل في المسافات والزوايا عند رصد المضلعات، ويمكن حصر مصادر هذه الأخطاء بثلاث أخطاء رئيسية ، الأول خطا عدم تمركز الجهاز ، الثاني خطا في رصد الزوايا ، الثالث خطا في رصد المسافات .

خطأ عدم تمركز الجهاز يؤثر خطأ عدم تمركز الجهاز على قراءة الزوايا والمسافات معا ، ويعتمد مقدار هذا الخطأ على دقة ضبط الراصد للجهاز سواء كان جهاز القياس أو العاكس ، ولذلك يمكن تقسيم هذا الخطأ إلى خطأين الأول خطا عدم تمركز جهاز القياس والثاني خطا عدم تمركز العاكس ، وتعتبر هذه الأخطاء أخطاء عشوائية حيث يمكن التقليل منها بإعادة القياسين خلال التبادل بين الجهاز والعاكس في احتلال كل من طرفي خط القياس و خطأ عدم تمركز جهاز الرصد ، وهو عبارة عن عدم تمركز جهاز القياس تماما فوق محطة الرصد ، في كل محطة يجب عمل تسامت للجهاز وهذا التسامت يمكن أن يحتوي على خطا في تحديد موقع مركز الجهاز ، وهذا الخطأ يعتمد على نوعية الجهاز وعلى نوعية حامل الجهاز ووضوح الرؤيا للمتسامت وعلى دقة التسامت وعلى مهارة الرصد و خطا عدم تمركز العاكس، وينشأ هذا الخطأ عن عدم تمركز العاكس تماماً فوق المحطة المرصودة ، فعند وضع العاكس على النقطة المرصودة بالضبط وتكون قاعدة العاكس الأفقية مضبوطة فهذا يدل على انطباق خطوط الشاقول مع مركز العاكس وبذلك ، يمكن تجنب خطا عدم تمركز العاكس.

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

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

والخطأ الناتج عنهما من الممكن حسابه وفق العلاقة التالية:

$$\sigma_{\alpha pr} = \frac{2\sigma_{DIN}}{\sqrt{n}} \qquad (٦-٣)$$

حيث أن:

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

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

n: عدد مرات التكرار

وقيمة هذا الخطأ تكون ثابتة لجميع الزوايا وتساوي :

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

وهذا الخطأ مسموح حسب جدول المواصفات التالي حيث تم اعتماد (Less Important Area)

قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية

Angular Error =٣٢١°٥٢′٣٠.٤″- ٣٢١°٥٢′٩.٨٧″ = ٢٠.٥٤"

وهذا الخطأ مقبول ضمن متطلبات الدقة في الضفة الغربية حسب ما هوموضح في الجدول رقم (٣-٣):

Δ= ٦٠"√n = ٦٠" √٤ = ٢′ > ٢٠.٥٤"

٢٠.٥٤"/١٠ = ٠٠ ٠٠′ ٢.٠٥"

Add ٢.٠٥٤ second for each angle :

New Angle is:-

جدول (٣-٤) للزوايا المصححة عن طريق توزيع الخطأ

F.S	ST	B.S	Reading Horizontal Angle			Corrected Horizontal Angle		
			°	′	"	°	′	"
١٠	٩	٨	١٤١	٣٧	٣٦.٧	١٤١	٣٧	٣٨.٧٥
٩	٨	٧	١٩٠	١٤	٤.٥	١٩٠	١٤	٦.٥٥
٨	٧	٦	١٥٦	٥٧	١٦	١٥٦	٥٧	١٨.٠٥
٧	٦	٥	٢٠٢	١٢	٢٨	٢٠٢	١٢	٣٠.٠٥
٦	٥	٤	٢٠٠	٠٢	٤٦.٥	٢٠٠	٠٢	٤٨.٥٥
٥	٤	٣	٢٢٥	١٨	٢٦.٧	٢٢٥	١٨	٢٨.٧٥
٤	٣	٢	١٧٤	٠٢	٢٨	١٧٤	٠٢	٣٠.٠٥
٣	٢	١	١٩٤	١٠	٣٦.٥	١٩٤	١٠	٣٨.٥٥
٢	١	C٢	١٤١	٥٠	٤٩	١٤١	٥٠	٥١.٠٥
١	C٢	C١	١٥٠	٥٠	١٥.٢	١٥٠	٥٠	١٧.٢٥

LC

$$\sigma LC = ٣.١٨٣\sqrt{.٠٠٢} = ٠.١٤٢٣m$$

الاحداثيات المصححة للمحطات باستخدام طريقة توزيع الاخطاء

جدول (٣-٥) الاحداثيات المصححة للمضلع

point	E	N
١٠	١٦١٢٤٤.٦٠٥	١٠١٠٠٠.٩٤٩
٩	١٦١٢١٧.٦٦٩٩	١٠١٠٩٨.٦٣٩
٨	١٦١١٢١.٣٣٨١	١٠١١٦٩.١٨٣
٧	١٦٠٩٥٠.٢٨١٧	١٠١٣٤٩.١٢٣١
٦	١٦٠٦٣٦.٩١٣٧	١٠١٤٨٤.٧٧٠٦
٥	١٦٠٤٢٦.٧٩٤٤	١٠١٦٩٩.٤٣٦٨
٤	١٦٠٣١١.٨٦٤٤	١٠١٩٥٣.٤٩٠٨
٣	١٦٠٣٦٧.٤٠٣١	١٠٢٠٩٨.٤٤٣٦
٢	١٦٠٤٠٩.٥٤٥٩	١٠٢٢٥٥.٦٢٣٦
١	١٦٠٥٢٣.٠٤٢٣	١٠٢٤٥٨.٨١٨٤
c٢	١٦٠٥١٦.١٥٤٢	١٠٢٥٠٢.٤٨١٢
c١	١٦٠٤٦٥.٨٧٦	١٠٢٥٦٦.٥٤٦٢

كانت المسافات والزوايا التي تم رصدها في الميدان قريبة من بعضها وهذا دليل على أن القراءات كانت دقيقة حيث تم التصفير على كعب الشاخص ، وإذا كان كعب الشاخص غير ظاهر فتم التصفير على الشاخص بعد ضبطه عموديا بواسطة (hand level) حيث أن هذا الإجراء يساعد بشكل كبير في إعطاء قراءة صحيحة .

الجهاز المستخدم في عملية الرصد هو جهاز المحطة الشاملة من نوع Total Station SOKIA

SET (٦٣٠RK) وقيم الأخطاء في هذا الجهاز هي كالتالي:

الخطأ في الزاوية = "٥

الخطأ في المسافة = ٣ppm + ٣ mm+

Error in Distance :

$$\sigma_D = \sqrt{(\sigma_i)^2 + (\sigma_t)^2 + a^2 + (D \times bppm)^2} \qquad (٣-٧)$$

حيث أن:

σ_D : الخطأ في المسافة المقاسة

σ_i : الخطأ في ضبط الجهاز

σ_t : الخطأ في وضعية العاكس

a, b : معاملات الجهاز

مثال على تصحيح الأخطاء في المسافات:

المسافة المقاسة ما بين المحطة ٩ , ١٠ تساوي ١٠١.٣٢٩ م

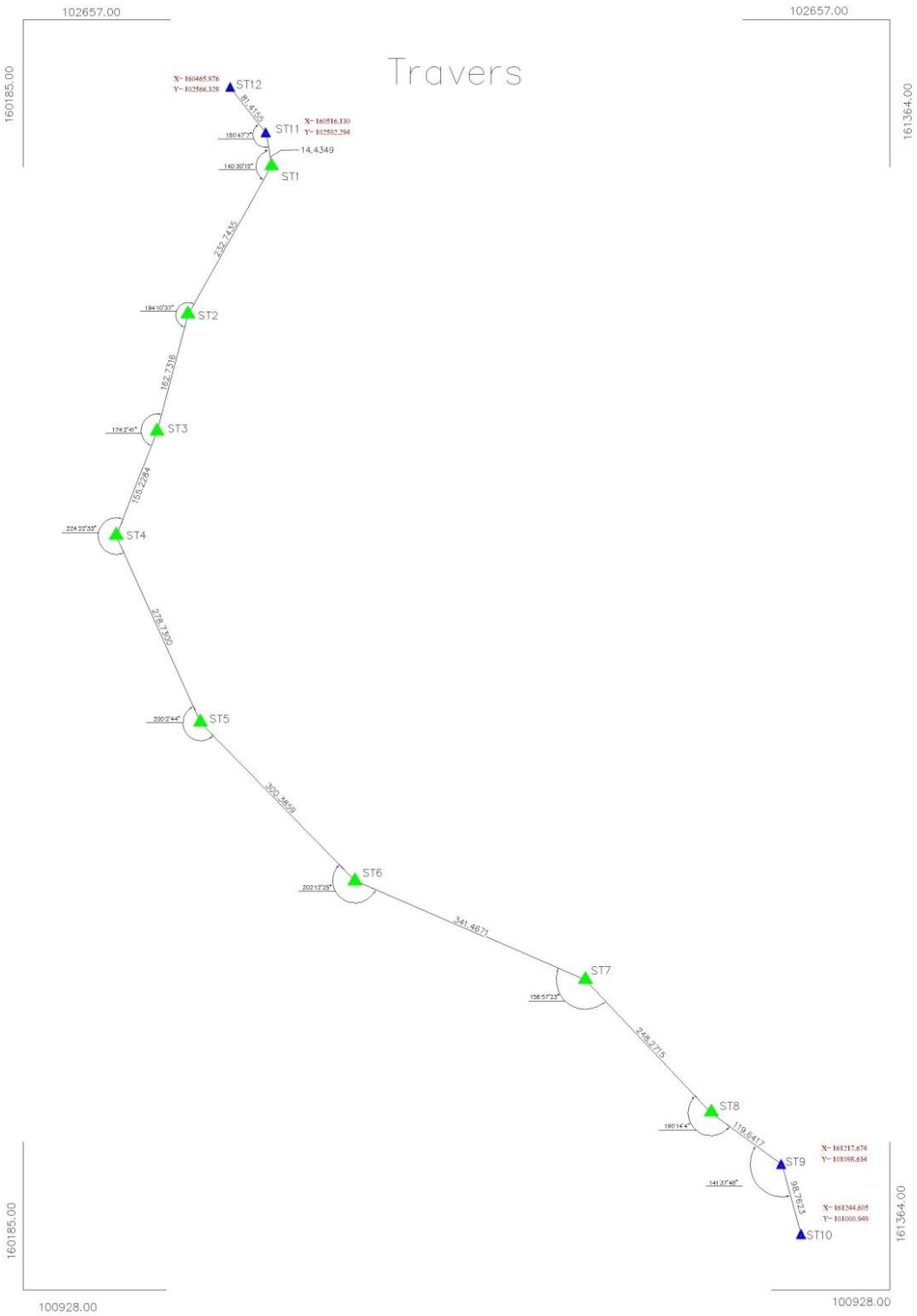
σD= ((٠.٠٠٢)^٢+(٠.٠٠٢)^٢+(٠.٠٠٣)^٢ +(١٠١.٣٢٩*٠.٠٠٠٠٠٣)^٢)^٠.٥ = ٠.٠٠٤١٣ m

والجدول التالي يشمل معدل المسافات المقروءة بين المحطات و مقدار الخطأ في كل مسافة :

جدول (٣-٦) مقدار الخطأ في كل مسافة

Line	Distance (m)	$\sigma_D(m)$
١٠ – ٩	١٠١.٣٢٩	٠.٠٠٤١٣
٩ – ٨	١١٩.٣٩٢	٠.٠٠٤١٣
٨ – ٧	٢٤٨.٢٥٥	٠.٠٠٤١٩
٧ – ٦	٣٤١.٤٤٧	٠.٠٠٤٢٤
٦ – ٥	٣٠٠.٣٦٦	٠.٠٠٤٢٢
٥ – ٤	٢٧٨.٨٣٢	٠.٠٠٤٢١
٤ – ٣	١٥٥.٢٢٣	٠.٠٠٤١٥
٣ – ٢	١٦٢.٧٢٥	٠.٠٠٤١٥
٢ – ١	٢٣٢.٧٣٧٥	٠.٠٠٤١٨
١ – c٢	٤٤.٢٠٠٢	٠.٠٠٤١٣
c٢ – c١	٨١.٤٣٣	٠.٠٠٤١٣

والشكل التالي يوضح المضلع :



شكل (٣-٤) : المضلع

٣-٧ تصحيح الأخطاء في الإحداثيات

هناك أكثر من طريقة لتصحيح إحداثيات المضلع منها الحسابات اليدوية وهناك طريقة :

- Least Square Method .

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 طريقة

Least Square Method :

$$wAX = w\,L + Wv$$

$$X = (A^T\ WA)^{-1} A^T\ WL \qquad (٣-٨)$$

X: Unknown matrix

A :Jacobean/design matrix

L: Observation matrix

W: weight matrix

V :Variance matrix

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

The Jacobean/design Matrix A:

$$A = \begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial dx_1} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_1} & \frac{\partial F_1}{\partial dx_2} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_2} & \cdots & \frac{\partial F_1}{\partial dx_{10}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{10}} \\ \frac{\partial F_2}{\partial dx_1} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_1} & \frac{\partial F_2}{\partial dx_2} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_2} & \cdots & \frac{\partial F_2}{\partial dx_{10}} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_{10}} \\ \vdots & & & & & & \\ \left(\frac{\partial F_{21}}{\partial dx 300}\right) & \left(\frac{\partial F_{21}}{\partial dy 300}\right) & \left(\frac{\partial F_{21}}{\partial dx 400}\right) & \left(\frac{\partial F_{21}}{\partial dy 400}\right) & \cdots & \left(\frac{\partial F_{21}}{\partial dx 800}\right) & \left(\frac{\partial F_{21}}{\partial dy 800}\right) \\ \left(\frac{\partial F_{22}}{\partial dx 300}\right) & \left(\frac{\partial F_{22}}{\partial dy 300}\right) & \left(\frac{\partial F_{22}}{\partial dx 400}\right) & \left(\frac{\partial F_{22}}{\partial dy 400}\right) & \cdots & \left(\frac{\partial F_{22}}{\partial dx 800}\right) & \left(\frac{\partial F_{22}}{\partial dy 800}\right) \end{bmatrix}_{19\times 16}$$

- ✓ عدد الصفوف يمثل عدد المعادلات
- ✓ عدد الأعمدة يمثل عدد المجاهيل (الإحداثيات)
- ✓ F:- Distance between stations

$$F(x_i, y_i, x_j, y_j) = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \qquad (٣-٩)$$

اخذ المشتقات لجعل المعادلة خطية :

$$\frac{\partial F}{\partial x_i} = \frac{x_i - x_j}{IJ}$$
$$\frac{\partial F}{\partial y_i} = \frac{y_{i-} y_j}{IJ} \qquad (١٠-٣)$$
$$\frac{\partial F}{\partial x_j} = \frac{x_j - x_i}{IJ}$$
$$\frac{\partial F}{\partial y_j} = \frac{y_j - y_i}{IJ}$$

Angle observation reduction :

$$\theta = Az_{IF} - Az_{IB} \qquad (١١-٣)$$
$$\theta = \tan^{-1}\frac{x_f - x_i}{y_f - y_i} - \tan^{-1}\frac{x_b - x_i}{y_b - y_i} + D \ .$$

Taking the derivatives of the last equation:

$$\frac{\partial F}{\partial x_i} = \frac{yi - y_b}{IB^2} - \frac{yi - y_f}{IF^2} \qquad (١٢-٣)$$
$$\frac{\partial F}{\partial y_i} = \frac{x_b - x_i}{IB^2} - \frac{x_f - x_i}{IF^2}$$

مصفوفة الرصد :L

$$L = \begin{bmatrix} F_{300} - F_{300_0} \\ F_{400} - F_{400_0} \\ F_{500} - F_{500_0} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots F_{9000} - F_{9000_0} \end{bmatrix}_{١٦X١}$$

مصفوفة الأوزان :W

$$W = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sigma L1^2} & & & & \\ & \frac{1}{\sigma L2^2} & & & \\ & & \ddots & & \\ & & & & \frac{1}{\sigma Li^2} \end{bmatrix}_{19X19}$$

مصفوفة المجاهيل: X و مصفوفة الفروق : V

$$V = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ V_{21} \\ V_{22} \end{bmatrix}_{١٩X١} \qquad X = \begin{bmatrix} dx_{300} \\ dy_{300} \\ dx_{400} \\ dy_{400} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ dx_{9000} \\ dy_{9000} \end{bmatrix}_{١٦X١}$$

ولقد تم استخدام الإحداثيات غير المصححة كقيم ابتدائية في عملية الحل (٢٠ ,X٠)

$$X = X_0 + dx$$
$$Y = Y_0 + dy \qquad (١٣-٣)$$

٣ـ٨ النتائج

قيم الأخطاء الناتجة

الخطأ الزاوي =″٢٠.٥٤ ′٠٠.٠٠

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

٦٠*√(١٠) = ٠٠°٠٣′ ١٠″

فتكون نسبة الخطأ المسموحة في مشروعنا ″١٠ ′٠٠٠٣٠

و يظهر أن الخطأ الزاوي اقل من ذلك ونسبة الخطأ مقبولة

بعد إدخال القراءات التي تم رصدها إلى برنامج (Adjust) ، ظهرت النتائج التالية :-

الجدول (٣-٧) يظهر قيم المسافات المصححة ومقدار الدقة في كل مسافة

Line	Adjusted Distance (m)	S
٩-٨	١١٩.٣٩٢٠	٠.٠٠٠٣
٨-٧	٢٤٨.٢٥٥٠	٠.٠٠٠٣
٧-٦	٣٤١.٤٤٧٠	٠.٠٠٠٣
٦-٥	٣٠٠.٣٦٦٠	٠.٠٠٠٣
٥-٤	٢٧٨.٨٢٣٠	٠.٠٠٠٣
٤-٣	١٥٥.٢٢٣٠	٠.٠٠٠٤
٣-٢	١٦٢.٧٢٥٠	٠.٠٠٠٣
٢-١	٢٣٢.٧٣٧٠	٠.٠٠٠٣
١-c٢	٤٤.٢٠٠٢	٠.٠٠٠٣

الجدول (٣-٨) يظهر قيم الزوايا المصححة ومقدار الدقة في كل زاوية

From	Station	To	H. angle	S"
١٠	٩	٨	١٤١°٣٧'٣٦.٧"	٠.٠٣
٩	٨	٧	١٩٠°١٤'٠٤.٥"	٠.٠٤
٨	٧	٦	١٥٦°٥٧'١٦.٠"	٠.٠٤
٧	٦	٥	٢٠٢°١٢'٢٨.٠"	٠.٠٤
٦	٥	٤	٢٠٠°٠٢'٤٦.٥"	٠.٠٤
٥	٤	٣	٢٢٥°١٨'٢٦.٧"	٠.٠٤
٤	٣	٢	١٧٤°٠٢'٣٨.٠"	٠.٠٤
٣	٢	١	١٩٤°١٠'٣٦.٥"	٠.٠٤
٢	١	C٢	١٤١°٥٠'٤٩.٠"	٠.٠٤
١	C٢	C١	١٥٠°٥٠'١٥.٢"	٠.٠٤

الجدول (٣-٩) يظهر قيم الإحداثيات المصححة

Station	Easting (m)	Northing (m)	StdDev Nth	StdDevEst
١٠	١٦١,٢٤٤.٦٠٥٠	١٠١,٠٠٠.٩٤٩٠	٠.٠٠٠٠١	٠.٠٠٠٠١
٩	١٦١,٢١٧.٦٧٤١	١٠١,٠٩٨.٦٣٣٧	٠.٠٠٠٠١	٠.٠٠٠٠١
١١	١٦٠,٥١٦.١٦٦٣	١٠٢,٥٠٢.٣٦٣٣	٠.٠٠٠٠١	٠.٠٠٠٠١
١٢	١٦٠,٤٦٥.٨٨٥٠	١٠٢,٥٦٦.٤١٨٩	٠.٠٠٠٠١	٠.٠٠٠٠١
٨	١٦١,١٢١.٣٤٦٤	١٠١,١٦٩.١٧٠٤	٠.٠٠٠٠٣	٠.٠٠٠٠٣
٧	١٦٠,٩٥٠.٢٩٦٧	١٠١,٣٤٩.٠٩٤١	٠.٠٠٠٠٥	٠.٠٠٠٠٥
٦	١٦٠,٦٣٦.٩٣٨٧	١٠١,٤٨٤.٧١٤٣	٠.٠٠٠٠٦	٠.٠٠٠٠٧
٥	١٦٠,٤٢٦.٨٢٣٢	١٠١,٦٩٩.٣٥٦٤	٠.٠٠٠٠٦	٠.٠٠٠٠٧
٤	١٦٠,٣١١.٨٩٢٠	١٠١,٩٥٣.٣٩٠٠	٠.٠٠٠٠٦	٠.٠٠٠٠٧
٣	١٦٠,٣٦٧.٤٢٨٥	١٠٢,٠٩٨.٣٣٧٩	٠.٠٠٠٠٥	٠.٠٠٠٠٦
٢	١٦٠,٤٠٩.٥٦٧٠	١٠٢,٢٥٥.٥١٢٢	٠.٠٠٠٠٥	٠.٠٠٠٠٤
١	١٦٠,٥٢٣.٠٥٦٥	١٠٢,٤٥٨.٧٠٣٤	٠.٠٠٠٠٤	٠.٠٠٠٠١

وبالمقارنة بين الاحداثيات قبل التصحيح وبعد التصحيح يلاحظ ان الفروق بوحدة ملم وهذا يشير لدقة وصحة العمل.

الفصل الرابع

مشاكل الطريق وطرق المعالجة المقترحة

٤-١ مقدمة

نظرا الى الظروف التي تتعرض لها الطريق بالاضافة الي بعض العيوب في التصميم او الانشاء تكونت مجموعة من المشكال التي يجب اقتراح الحلول المناسبة لعلاجها ، وتعتمد دقة المعالجة الصحيحة لهذه العيوب على التعريف الصحيح لهذه المشاكل ومن هذه المشاكل بعض العيوب في الطبقات التحتية للطريق ناتجة عن خطأ في التصميم او التفيذ أو إثر حوادث سير او القيام بأعمال حفريات على الطريق لعمل تمديدات كهربائية او صحية اوالتغير في درجات الحرارة اليومية اوالمياه والرطوبة.

وليعمل الطريق بشكل ممتاز ويحقق الغاية التي أنشئ من أجلها ، ويوفر مستوى خدمة آمن عليها يجب القيام بأعمال الصيانة الازمة للطريق والتالي هي عبارة عن مجموعة من الإجراءات والمعالجات التي يتم اتخذها للمحافظة على جسم الطريق من التلف والدمار وإطالة العمر التشغيلي للطريق.

والاهداف المرجوه بعد تشخيص المشاكل وعلاجها والقيام بالصيانة الدورية للطريق هي :

- التقليل من حوادث الطرق و تحقيق مستوى خدم أمن على الطرق.
- إطالة العمر التشغيلي للطرق.
- إزالة التحديات من على الطرق.
- تقليل تكلفة النقل على الطرق.
- تأمين سطح الطرق بحالة تشغيلية جيدة خالية من العيوب والمشاكل.

٤-٢ تعريف بالمشاكل

بعد الزيارة الميدانية للطريق ، يمكن تلخيص المشاكل التي يعاني منها الطريق كما يلي :

- عيوب الرصف الاسفلتي.
- عدم وجود جدران استنادية في بعض المناطق.
- ضيق الطريق الذي يحتوي على الكثير من المنحيات الضيقة والتي يظهر اسغلال المركبات لجوانب الطريق الغير معبدة كجزء من الطريق .
- عدم وجود لافتات تحذير على المنعطفات أو أي من اشارات المرور .
- عدم وجود اضاءة كافية على الطريق.
- مطبات مخالفة للاسس المعيارية.

٤-٣ عيوب الرصف الاسفلتي

٤-٣-١ الشقوق التمساحية أو الكلل (Alligator/Fatigue Cracking).

الشقوق التمساحية أو شقوق الكلل عبارة عن شقوق متداخلة متوالية حدثت نتيجة انهيار الكلل للخرسانة الإسفلتية تحت تأثير الأحمال المتكررة تبدأ هذه الشقوق تحت سطح الإسفلت حيث إجهاد وانفعال الشد عالي تحت الإطار ثم تنتشر إلى السطح في شكل

شقوق طولية متوازية ونتيجة تأثير أحمال الحركة المتكررة تبدأ هذه التشققات في التواصل في كل الاتجاهات وفي شكل زوايا حادة مكونةشكلاً يشبه جلد التمساح ومن هنا جاءت تسميتها بالشقوق التمساحية ويبين الشكل (٣-١) هذه الشقوق في مستوى عالي من الشدة والكثافة الوقعة على جوانب الطريق ، حيث يتم قياس مستويات الشدة بحساب المساحة المتأثرة بالشقوق بالمتر المربع فمثلا إذا كان شق واحد فمساحتها هي طولها بعرض واحد متر، كما يتم تحديد كل مستوى شدة لوحده ، أما إذا كان هناك منطقة تتداخل فيها مستويات الشدة الثلاثة فيتم اختيار مستوى الشدة الأكثر كثافة وتقاس كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة بها على المساحة الكلية للمقطع الممسوحمضروباً بمائة.

الشكل (٤-١): شقوق تمساحية واقعة على جوانب الطريق

ومن أسباب مشكلة الشقوق التمساحية أو الكلل :

- تلف طبقة الخرسانة الإسفلتية نتيجة لتلف الطبقة السفلية بسبب الأحمال المرورية المتكررة.
- تقادم المواد الإسفلتية بفعل الزمن.
- عدم كفاية سماكة طبقات الرصف، و ضعف تصريف في طبقتي القاعدة وتحت الأساس.

و يمكن معالجة هذه المشكلة عن طريق استخدام طرق المعالجة المقترحة بحيث يبين الجدول التالي أساليب المعالجة المقترحة للشقوق التمساحية حسب الشدة والكثافة :

جدول (٤-١) يوضح أساليب الصيانة المقترحة للشقوق التمساحية.[٢]

الشقوق التمساحية أو شقوق الكلل			
الكثافة	منخفضة	متوسطة	عالية
الشدة	أقل من ١٠%	ما بين ١١-٥٠%	أكثر من ٥٠%
منخفضة	لا تفعل شيئاً	ملاط أسفلتي	لا تفعل شيئاً
متوسطة	ترقيع عميق(*)	ترقيع عميق(*)	ترقيع عميق(*)
عالية	ترقيع عميق(*)	ترقيع عميق(*)	إعادة إنشاء(*)

في حالة تبين أن سبب الشقوق التمساحية هو ارتفاع منسوب المياه تحت السطحية (الجوفية) ، فإنه يجب إصلاح الطبقات الترابية (الأساس) وما تحت الأساس كما يجب عمل تصريف جيد للمياه حتى لا تصل إلى طبقات الرصف المطلوب للعلاج هو إصلاح كامل طبقات الرصف أو وضع طبقات سطحية سميكة.وتمثل الكلمات المظللة الوصف المطلوب لشارع المنطقة الصناعية في دراستنا.

٤-٣-٢ الشقوق الطولية والعرضية (Longitudinal and Transverse Cracks).

الشقوق الطولية هي شقوق تمتد موازية لمحور الطريق، أما الشقوق العرضية فهي تمتد بعرض الرصف تقريباً متعامدة مع محور الطريق.

تعتبر هذه الشقوق من العيوب التي لا تتعلق بالأحمال المرورية، لكن الأحمال والرطوبة تعجل بتدهور هذه الشقوق .ويبين الشكل (٤-٢) نوع من هذه الشقوق في مستوى منخفض من الشدة الوقعة في عرض الطريق.

الشكل (٤-٢): شق عرضي في مستوى منخفض من الشدة

ومن أسباب مشكلة الشقوق الطولية والعرضية :

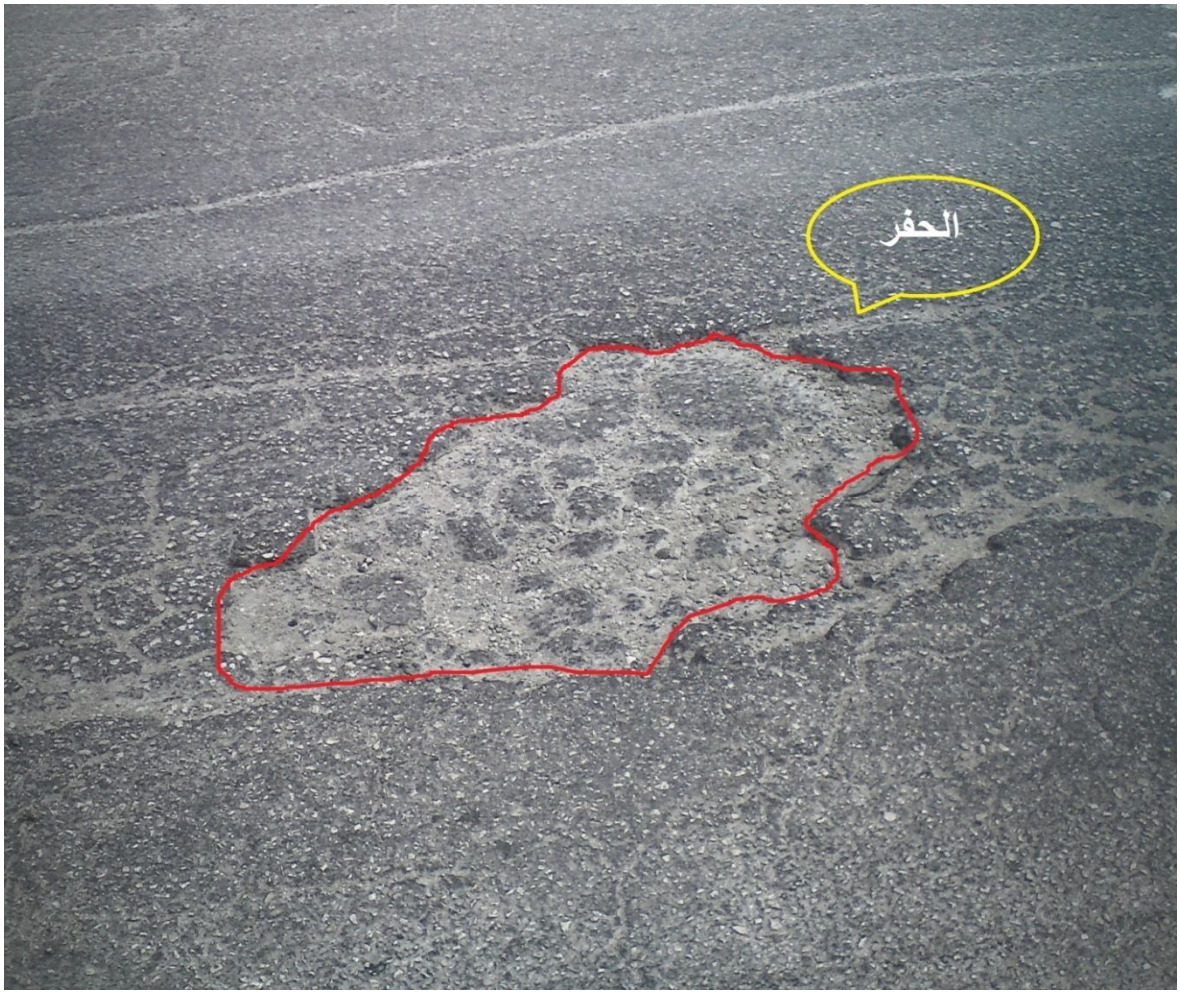
عدم جودة تنفيذ فواصل المسار اثناء الرصف الاسفلتي.

انكماش سطح الخرسانة الإسفلتية نتيجة لانخفاض درجة الحرارة أو تصلب الإسفلت.

ويمكن معالجة هذه المشكلة عن طريق احدى طرق المعالجة المقترحة وذلك بالاعتماد على شدة التشقق والحالة الإنشائية للرصف يكون الحل باستخدام السمك المناسب والمواد ذات التصميم الجيد في البناء.

٤-٣-٣ الحُفر (Potholes)

تكون الحُفر عادة بشكل حوض قطره حوالي ٧٥٠ ملم كما يكون لها أوجه رأسية بالقرب من أعلى الحفرة وهي تحدث على سطح الطريق وتختلف في العمق والاتساع فإذا حدثت الحُفر بسبب الشقوق التمساحية عالية الشدة فيجب تعريفها كحُفر أيضا و يوضح الشكل(٣-٣) شكل الحُفر في الطريق.



الشكل (٤-٣) : حفر ذات قطر وعمق مختلف

ومن أسباب مشكلة الحُفر :

- تكسر سطح طبقة الرصف نتيجة للشقوق التمساحية.
- التفتت الموضعي لسطح طبقة الرصف.
- وجود الرطوبة وفعل الحركة يُعجل من نشوء الحُفر.

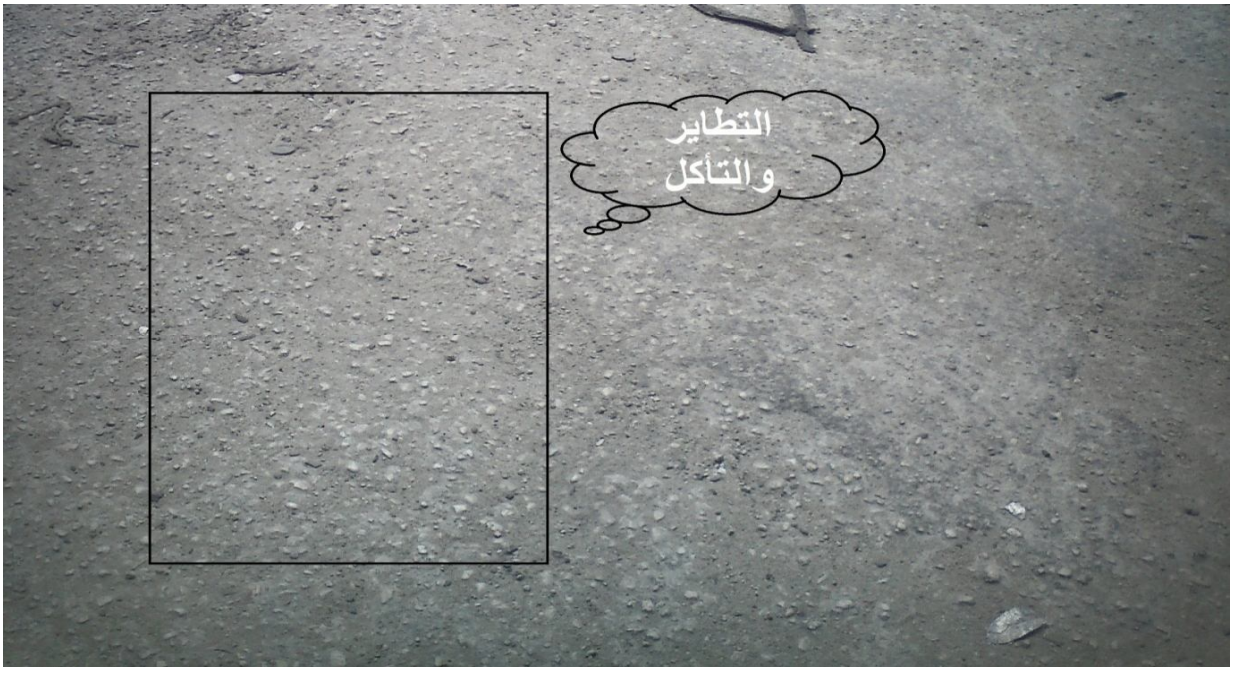
- البنية الضعيفة.
- الضرر التراكمي.
- سوء تصريف مياه الأمطار.

ويمكن معالجة هذه المشكلة عن طريق احدى طرق المعالجة المقترحة التالية :

- يجب تثبيت الحالة التي تسببت في المشكلة.
- الجودة في التصميم الإنشائي.
- الاهتمام بمواد التنفيذ.
- عمل تصريف مناسب لمياه الأمطار.

٤-٣-٤ التطاير والتآكل (Raveling and Weathering).

التطاير هو تفتت تدريجي لطبقة الرصف السطحية يعقبه طرد للحصى من مكانها وتتحول مواد الخلطة إلى مواد مفككة تشبه المواد الحجرية المفككة أما التآكل فهو فقدان المواد الإسفلتية المغطية لسطح الطريق تشير هذه العيوب إلى أن المواد الإسفلتية قد تصلبت أو أن الخلطة الإسفلتية المستعملة ضعيفة الجودة ويمكن تقسم مستوى شدة هذه المشكلة الى مستوى منخفض ومستوى متوسط ومستوى عال حسب درجة تفكك المواد الاسفلتية وظهور الحصى في مستويات متختلفة من الخشونة بفقدانها للروابط بينها ، ومن خلال الشكل (٤-٤) يبين درجة التاكل في بعض الاماكن في الطريق الذي يحتاج في علاجه الي طبقة اضافية من الاسفلت بس شدة وكثافة وجود التاكل .



الشكل (٤-٤) :تأكل الرصفة السطحية للطريق

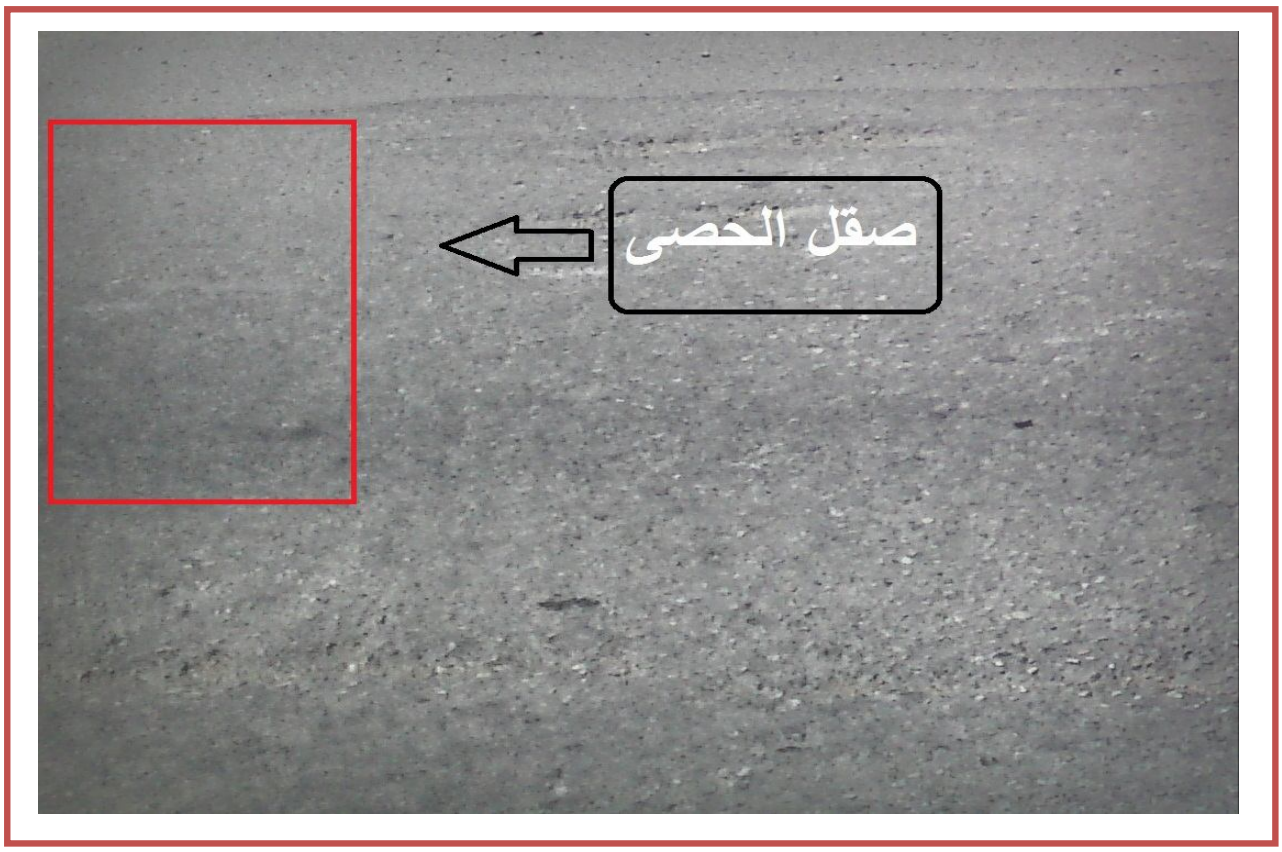
ومن أسباب مشكلة التطاير والتآكل :

- إجهاد القص الأفقي نتيجة الحركة المرورية.
- تأكسد أو تقادم المواد الإسفلتية الرابطة وانفصال الحصى ونقص المواد، والحرارة الزائدة للخلطة وقلة المحتوى الإسفلتي وعدم كفاية الدمك واستخدام حصو ضعيفة في الخلطة الإسفلتية .
- وجود الماء الذي تخلل إلى داخل الطبقة عن طريق الفراغات والذي يؤدي إلى ضغط هيدروستاتيكي عند تأثير الحركة .
- انبعاث المواد الهيدروكربونية لفترة طويلة من محركات السيارات تعمل المواد الهيدروكربونية كمذيب للمواد الإسفلتية.

ولعلاج للتطاير والتآكل إستبدال طبقة الاسفلت بطبقة اخرى

٤-٣-٥ البري أو صقل الحصى (Polished Aggregate).

هو تعري الحصى من المادة الإسفلتية وزيادة نعومتها بسبب احتكاك عجلات السيارات ، مما يؤدي إلى صقل الحصى وتناقص حجمها وبالتالي ضعف مقاومة الانزلاق .ويُعتبر صقل الحصى من العيوب الوظيفية التي يكون فيها الركام على سطح الرصف إملصغيراً جداً أو غير خشن وبدون حواف (أملس) حيث تضعف مقاومته للانزلاق في هذه الحالة ومن خلال الشكل (٤-٥) يبين وجود هذا العيب في بعض الأماكن في الشارع.



الشكل (٤-٥) :تعري الحصى من المادة الاسفلتية وزيادة النعومته

ومن أسباب مشكلة البري أو صقل الحصى :

- الأحمال المرورية المتكررة.
- تعرية الحصى.

ومن طرق المعالجة المقترحة في علاج مشكلة البري اذا كانت مساحة المناطق المعرضة للبري او الصقل اكبر من ١١% من المساحة الكلية للطريق يجب استخدام ملاط اسفلتي (Slurry Seal) ، وفي شارع المنطقة الصناعية لاحظنا وجود هذه المشكلة في اكثر من مكان وبنسب مختلفة من الشدة ، فبتالي نحتاج الى إعادة الانشاء.[٢]

٦-٣-٤ التموجات (Corrugation).

التموجات هي انخفاضات وارتفاعات متتالية ومتقاربة تحدث بمسافات منتظمة عادة ما تكون أقل من (٣ م) على طول الرصف وتكون الارتفاعات عمودية على اتجاه الحركة ، ويشار ايضا في حال كانت المسافات بين التموجات اكثر من (٣م) تعرف على انها تحدبات وتقعرات وهي تختلف في وصفها عن التموجات ، و تُعتبر التموجات من عيوب الأداء الوظيفيه للرصف ويمكن أن تحدث التموجات نتيجة لفعل القص (shear) على طبقة أو بين الطبقات السطحية وطبقة الأساس نتيجة للحركة ويوضح الشكل (٤-٦) وجود التموجات في الشارع.

الشكل (٤-٦) :تموجات متتالية ومتقاربة

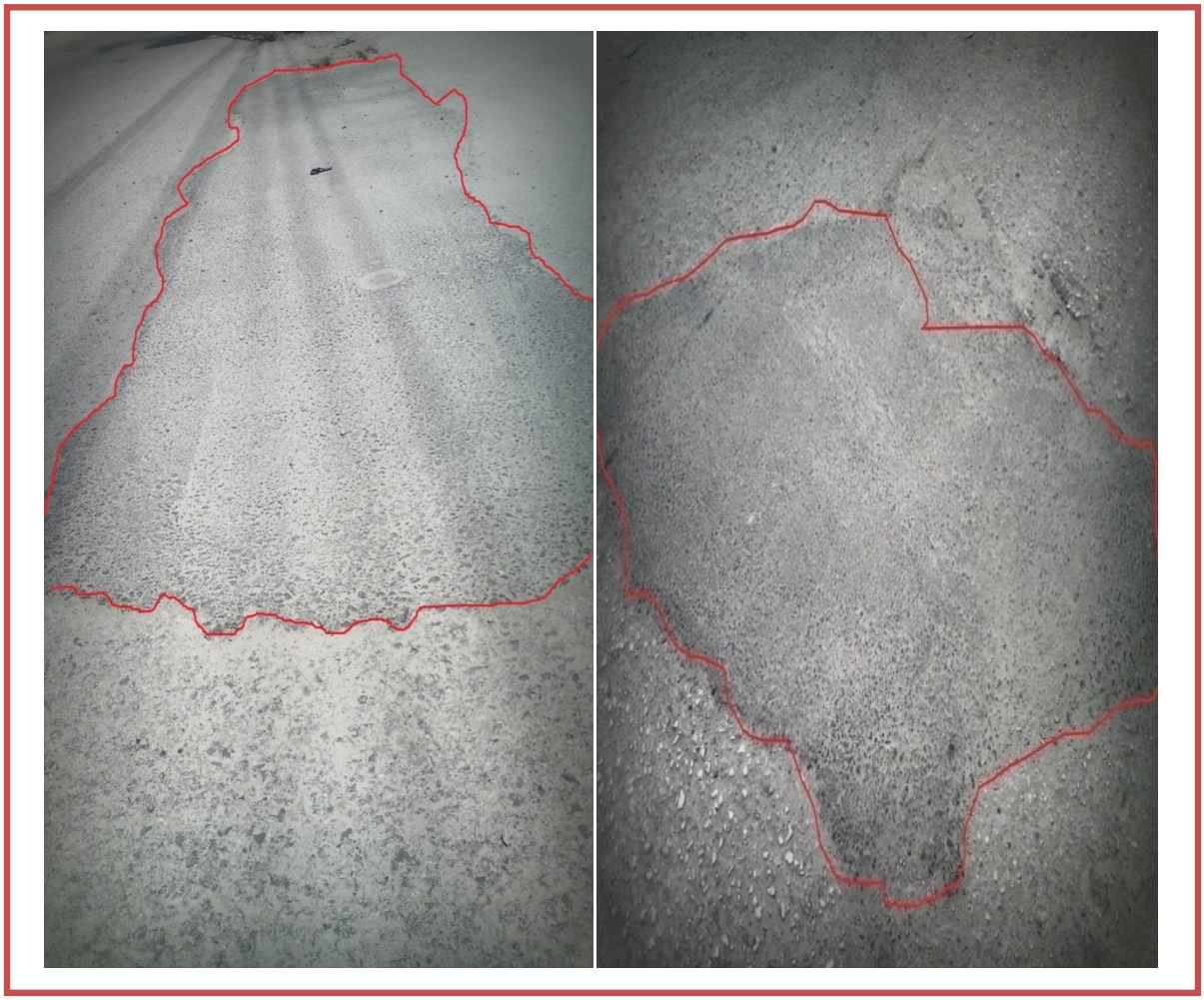
ومن أسباب مشكلة التموجات :

- ضعف ثبات الخلطة الإسفلتية أو ضعف الأساس.
- وجود الرطوبة في الطبقات التربة السفلية.
- زيادة المواد الناعمة في الخلطة أو استخدام خلطة بحصى مستديرة.
- تلوث الخلطة Contamination of mix.

ولمعالجة عيب التموجات في شارع المنطقة الصناعية يكون بإعادة التأهيل للطريق.[٢]

٤-٣-٧ الرقع (Patching).

يكون هذا العيب بسبب انهيار مواقع للصيانة وإصلاح طبقات الرصف الموجودة ، وفي الحقيقة يُعتبر الترقيععيباً بحد ذاته حتى لو كان أداؤهجيداً، وفي الشكل (٤-٧) يبين هذا النوع من العيوب.



الشكل (٤-٧) :مشكلة الترقيع في الشارع

ومن أسباب مشكلة الرقع :

تتضمن الأسباب المحتملة لعيب الترقيع الأحمال المرورية ، أو عدم جودة المواد المستخدمة أو عدم وجود تنسيق مسبق في تكاملية العمل والتأهيل.

ولمعالجة الرقع يجب عمل ترقيع عميق أو إعادة الانشاء ويعتمد ذلك على حسب الشدة والكثافة لهذا العيب وفي الشارع المنطقة الصناعية يجب عمل إعادة انشاء بسبب كثافة الرقع .[٢]

٤-٣-٨ الهبوط (Settlement).

هو انخفاض قليل في منطقة سطح الرصف وفى معظم الأحيان تلاحظ الهبوطات الخفيفة بعد هطول الأمطار وتعتبر الهبوطات من العيوب الوظيفية ويبين الشكل (٤-٨) هذا النوع من العيوب .

الشكل (٤-٨) :مشكلة الهبوط في الشارع

ومن أسباب مشكلة الهبوط :

- تحدث الهبوطات نتيجة لهبوط طبقات الأساس الترابي أو ينشأ أثناء الإنشاء .
- الأحمال المرورية .

- الحرارة والمواد وعدم التنفيذ كلها عوامل تساهم في نشوء الهبوط وتعجل في انتشارها .[٢]

لعلاج الهبوط في الشارع يكون بإعادة الانشاء .

٤-٤ ضيق الطريق

لوحظ في الشارع ضيق الرصفة الاسفلتية في الطريق مع امكانية عمل توسعة على طول الطريق مما ينتج عن هذه المشكلة سير المركبات على اطراف الرصفة الاسفلتية علما انه يوجود كثافة مرورية عالية على الطريق مما يتطلب اجراء توسعة للطريق من الجهتين مع مراعاة الأساليب الهندسية لتوسيع الطرق والمنحنيات ، كما يتطلب عمل توسيع للمنحنيات بزيادة العرض بسبب عدم اتباع العجلات الخلفية لمسار العجلات الأمامية حيث أن العجل الخلفي يعبر المنحنى على نصف قطر أقل من العجل الأمامي ، ومن المشاكل المتعلقة بالمنحنيات ايضا وجود مباني قائمة على طول الحد الداخلي للمنحى وعدم الاتزام بالابتعاد المسافة المطلوبة التي تمكن السائق من رؤية ما على المنحى بوضوح ويبين الشكل (٤-٩) وجود هذه المشكلة في احد الاماكن.

الشكل (٤-٩): مشكلة ضيق الطريق

ولعلاج هذه المشكلة لابد من عمل توسعة للطريق مع زيادة عرض الرصفة الاسفلتية على طول الطريق ولابد من الاتزام بالمسافة المطلوبة لارتداد المباني عن الطريق.

٤-٥ مطبات مخالفة للأسس المعيارية

المطبات هي إحدى وسائل التهدئة المرورية المتبعة في المدن، وهي إرتفاع قليل في طبقات الرصف يتم تنفيذه في مناطق محددة بهدف إجبار السائقين على تخفيض سرعتهم. يتم تنفيذ المطبات بأشكال مختلفة ويستخدم في إنشائها الخرسانة الإسفلتية أو عناصر مسبقة الصنع (بلاطات) من الخرسانة الأسمنتية، أو عناصر مطاطية أو بلاستيكية مسبقة الصنع ، ويظهر في الشارع وجود المطبات بصور مخالفة للأسس المعياري في التصميم ويبين الشكل (٤-١١) وجود هذه المشكلة.

الشكل (٤-١٠): مطب مخالف للأسس المعيارية

ويمكن معالجة هذه المشكلة عن طريق احدى طرق المعالجة المقترحة بحيث نستعرض ثلاث اشكال من المطبات التي من الممكن إستخدامها لتهدئة السرعة :

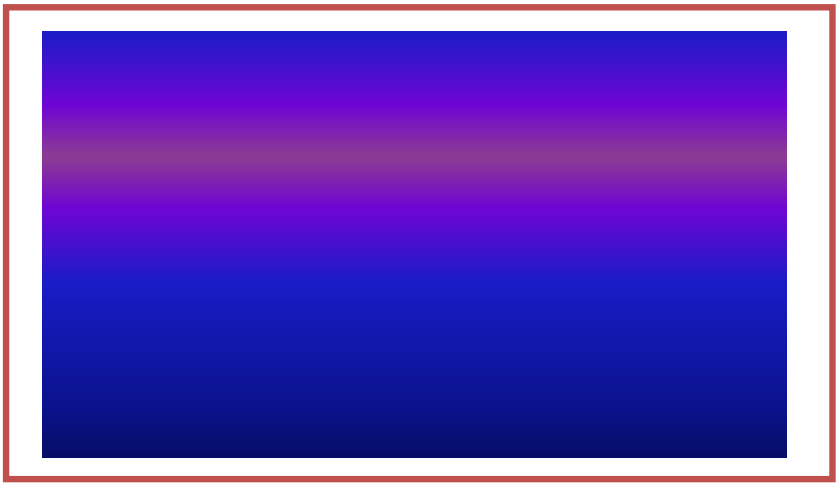
المطب القصير (Speed Bump)

هو منطقة مرفوعة من سطح الطريق بالاتجاه العرضي يتراوح ارتفاعه عادة بين (٥.٧-١٠) سنتيمترات وطوله بين (٣٥-١٠٠) سنتيمتر ، يتم تنفيذ هذا الشكل عادة على الطرق المحلية الفرعية وفي المواقف حيث يسبب المطب شعوراً بعدم الراحة من قبل السائقين ويضطرهم لتخفيض السرعة إلى ما دون (١٠) كيلومترات في الساعة ، ويبين الشكل (٤-١٤) المطب القصير.

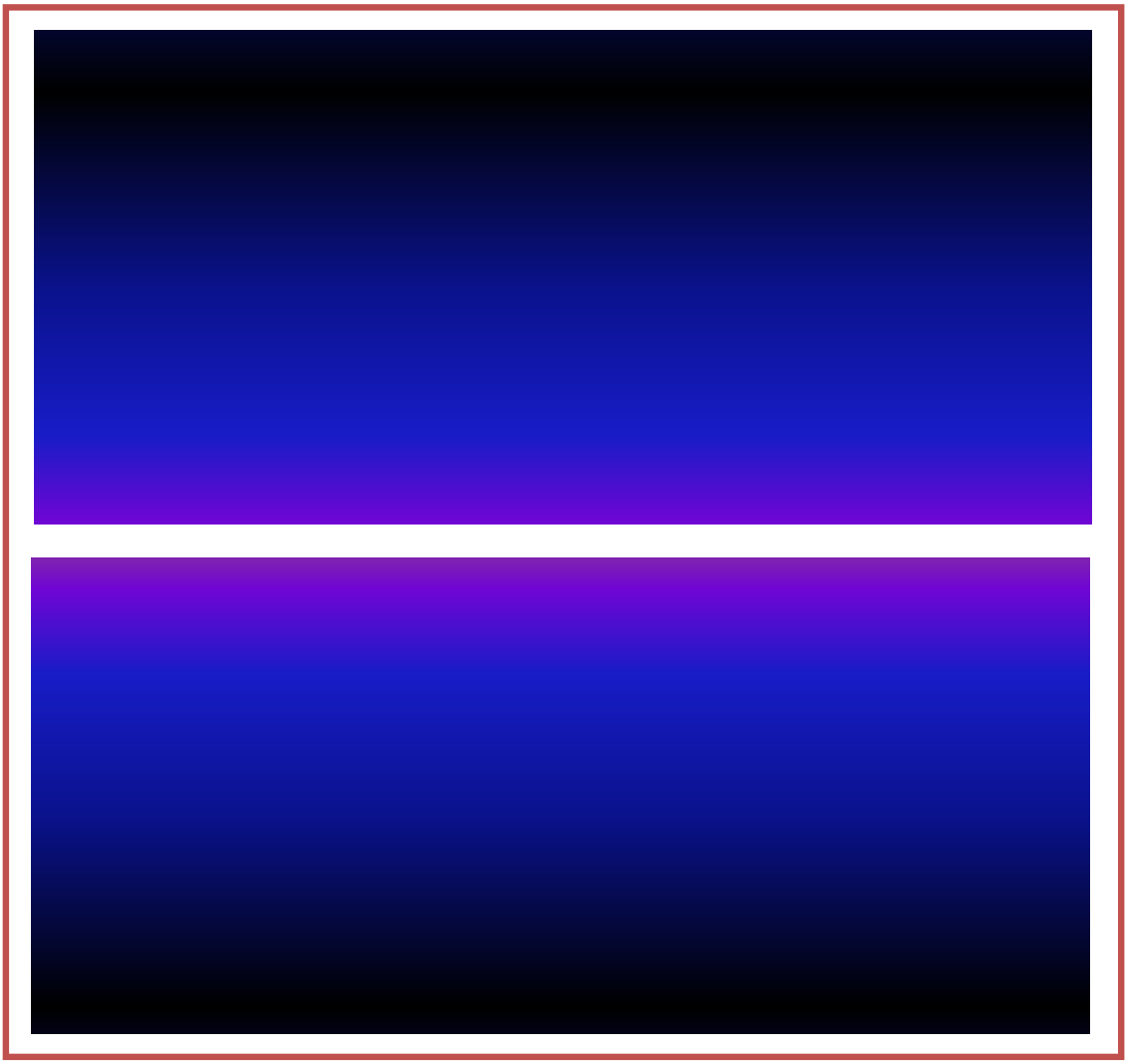
الشكل (٤-١١) :شكل المطب القصير[٣]

المطب الانسيابي (السنام) : (Speed Hump)

هو منطقة مرفوعة من سطح الطريق بالاتجاه العرضي ويسمى أحياناً السطح المتموج، وعادة يتراوح ارتفاع هذا النوع بين (٥.٧-١٠) سنتيمتر ، وطوله حوالي (٥.٣-٤.٥) متر ، يسبب هذا الشكل شعوراً بسيطاً بعدم الراحة من قبل السائقين ويضطرهم لتخفيض السرعة من خمس وعشرين حتى خمس وثلاثين (٢٥- ٣٥) كيلومتر بالسرعة ، ويبين الشكل (٤-١٣) المطب الانسيابي.



الشكل (٤-١٢): شكل المطب الانسيابي[٣]

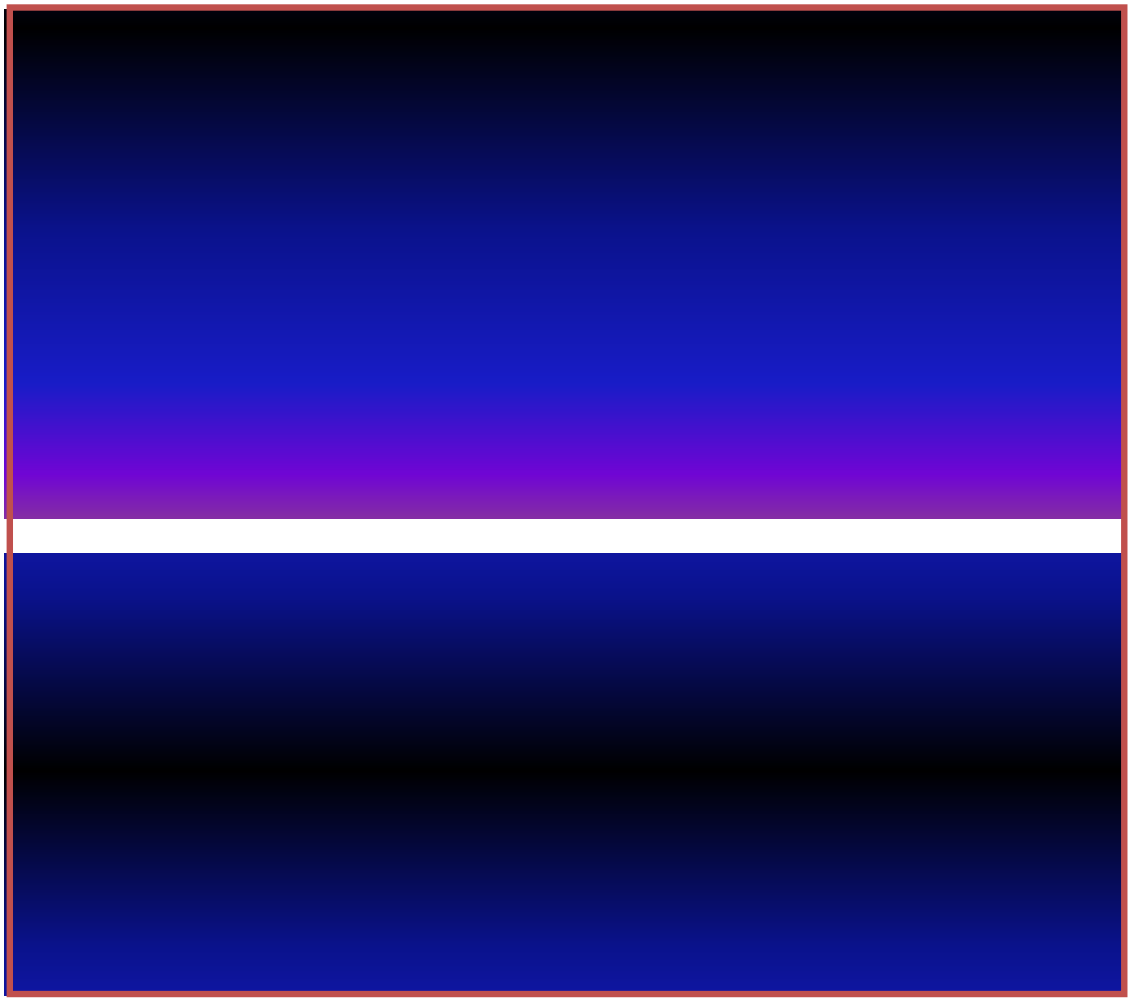


الشكل (٤-١٣) :عناصر المطب الانسيابي[٣]

مطب السطح العلوي المستوي (Speed Table)

يمثل هذا الشكلنموذجًاخاصًا من المطب الانسيابي ويتميز بوجود سطح علوي مستوي بطول لايقل عن اثنين (٢) متر، يخصص عادة لحركة المشاة عند المعابر، ويبين الشكل (٤-١٤) مطب السطح العلوي المستوي.

الشكل (٤-١٤) :شكل مطب السطح العلوي المستوي[٣]



الشكل (٤-١٤): شكل توضيحي مطب السطح العلوي المستوي[٣]

جدول (٤-٢) اشتراطات الطريق في منطقة انشاء المطب.[٣]

اشتراطات الموقع والطريق	الحدود
تصنيف الطريق	الطرق المحلية، والطرق التجميعية المحلية التي تظهر عليها مشاكل مرتبطة بالسرعة الزائدة، طرق الخدمة عندما تقع عليها مراكز خدمة.
سرعة تنظيم الحركة في الشارع، (كيلومتر بالساعة).	٦٠ او اقل
طول الشارع بعد حذف أطوال مناطق التقاطعات،(متر).	٥٠حد ادنى
الميل الطولي للطريق المقرر تنفيذ المطب عليه، (%).	٨ حد اعلى
المسافة بين المطبات المتتالية في سلسلة، (متر).	١٠٠-٢٠٠
مسافة رؤية المطب، (متر).	٥٠-١١٠
أنصاف أقطار المنحنيات الأفقية للطريق في منطقة تنفيذ المطب، (متر).	١٠٠حد ادنى

الشكل (٤-١٥) :عناصر المطب السطح العلوي المستوي[٣]

ومن اشتراطات الطريق لعمل المطب :

يظهر من خلال الجدول (٤-٢) اشتراطات الطريق التي يجب ان تتوفرفي منطقة انشاء المطب.

يجب عند اختيار مواقع المطبات الالتزام بمجموعة من الاشتراطات أهمها ما يلي:

١. يجب ألا يؤدي تنفيذ المطب إلى إعاقة تصريف المياه، ويجب عدم تنفيذ المطبات عند مصائد المياه وفتحات التصريف وغرف التفتيش وفوهات إطفاء الحريق.

٢. يجب عدم تنفيذ المطبات على الشوارع والطرق وفي المناطق التي تتميز بحركة كثيفة لسيارات الطوارئ مثل سيارات الإسعاف أو سيارات إطفاء الحريق.

٣. يجب عدم تنفيذ المطبات عند مواقف الحافلات ووسائط النقل العام وجيوب المواقف الجانبية، كما يجب أن تكون المسافة الفاصلة بين المطب ومداخل ومخارج الجيوب المخصصة لهذه المواقف كافية لدخول وخروج الحافلات بشكل مريح، ولا تقل عن خمسة (٥) أمتار.

٤. يجب أن يبعد المطب مسافة لا تقل عن خمسة (٥) أمتار من معابر المشاة، ما لم يكن المطب مهيأ لعبور المشاة، كما يجب وضع لوحة تحذيرية لضمان تنبيه السائق لوجود معبر المشاة.

٥. كما يجب مراعاة استمرارية مسار حركة ذوي الاحتياجات الخاصة عند تنفيذ المطبات مستوية السطح وذلك بعمل ميل مناسب لجوانب الرصيف وجوانب المطب لا يزيد على واحد إلى اثني عشرة (١٢:١) .

٦. يجب ألا تقل المسافة الفاصلة بين المطب والتقاطع عن عشرين (٢٠)مترًا.

٧. يجب مراعاة تأمين شروط الرؤية، وعدم زراعة الأشجار أو النباتات التي تحد من رؤية اللوحات المرورية.[٣]

٤-٦ مشكلة تصريف مياه الأمطار

من المشاكل التي توجد في الشارع سوء تصريف مياه الامطار مما يسبب انجراف التربة عن جوانب الطريق وذلك بأنه لا يوجد ظهر (Shoulder) للطريق يحمي جوانب الطريق من دخول المياه تحت الرصف الإسفلتي والذي يسبب تلف الرصف الاسفلتي ومما يؤدي أيضا إنجراف التربة والمياه والأوساخ من على الشارع إلى الاراضي المجاورة ويوضح الشكل (٤-١٥) تأثير هذه المشكلة على جوانب الطريق.

الشكل (٤-١٦): تأثير مياه الأمطار على جوانب الطريق

ويمكن معالجة هذه المشكلة عن طريق احدى طرق المعالجة المقترحة منها تصريف مياه الأمطار يجب أن يبدأ قبل رصف الطرقات بأن تقام مجاري مياه تحت الأرصفة إما اليمين أو اليسار أو كليهما أو بالرصيف الوسطي فيما بين المسارين .وبعد أن ينتهي عمل تلك المجاري ، يجب أن تنشأ الطرقات بشكل مائل نحو تلك المجاري .

تعداد المركبات

٤-٧ مقدمة

ان تعداد المركبات من الامور المهمة في تصميم الطرق ؛ كونه من المتطلبات الضرورية لحديد عدد حارات الطريق وحجم المرور على الشارع وبالتالي معرفة عدد طبقات الشارع ، وفي هذا الفصل سيتم عرض عدد المركبات التي مرت على الطريق خلال اسبوع وتحديد متوسط عدد المركبات لكل ساعة ، كما وسيتم عرض الامور التي سيتم حسابها في فصل الحسابات والنتائج والتي لها علاقة مباشرة بتعداد المركبات .والجدول (٤-٣) (٤-٤) توضح تعداد المرور على مقطع من الشارع .

تعداد المركبات الداخلة الى مدينة الخليل كما موضح في الجداول التالية:

جدول (٤-٣) تعداد المرور على مقطع من الطريق

اليوم	الساعة	Veciles	Van	Bus	2-axial	3 - axial	T
الاحد	٩:٠٠ - ٨:٠٠	١٩٩	٤٦	٤	٥٢	٦٤	١٢
	١٠:٠٠ - ٩:٠٠	١٥٨	٢٦	٠	٤٦	٥٦	١٦
	١١:٠٠ - ١٠:٠٠	١٦٦	٣٤	٠	٤٠	٦٠	١٦
	١٢:٠٠ - ١١:٠٠	٢٧٤	٤٨	٠	٥٢	٧٢	٨
	١:٠٠ - ١٢:٠٠	٢٧٤	٤٥	٠	٦٤	٨٤	١٢
	٢:٠٠ - ١:٠٠	٢٧٤	٦٣	٤	٥٦	٦٨	٤
	٣:٠٠ - ٢:٠٠	٢٧٤	٧٤	٠	٣٦	٦٠	٨
	٩:٠٠ - ٨:٠٠	١٥٨	٣٨	٤	٤٨	٥٢	٨
	١٠:٠٠ - ٩:٠٠	١٩٨	٢٤	٠	٦٤	٨٤	٤
	١١:٠٠ - ١٠:٠٠	١٩١	٣٠	٠	٤٠	٦٨	٠
	١٢:٠٠ - ١١:٠٠	١٥٨	٣٤	٠	٥٢	٥٦	٤

الاثنين	١:٠٠ - ١٢:٠٠	١٨٦	٤٢	٠	٤٤	٧٢	١٢
	٢:٠٠ - ١:٠٠	١٧٤	٦٢	٤	٥٢	٦٤	٨
	٣:٠٠ - ٢:٠٠	١٦٢	٥٧	٠	٣٦	٥٦	٨
الثلاثاء	٩:٠٠ - ٨:٠٠	١٨٦	٣٨	٤	٣٦	٤٤	٨
	١٠:٠٠ - ٩:٠٠	١٥٤	٤٢	٠	٥٢	٦٤	٨
	١١:٠٠ - ١٠:٠٠	١٧٨	١٤	٠	٦٠	٤٠	٤
	١٢:٠٠ - ١١:٠٠	١٦٦	٣٠	٠	٤٠	٥٢	٤
	١:٠٠ - ١٢:٠٠	١٩٥	٣٨	٠	٣٢	٨٤	٨
	٢:٠٠ - ١:٠٠	١٨٦	٤٦	٤	٥٦	٧٢	٢
	٣:٠٠ - ٢:٠٠	١٠٦	٥٠	٠	٣٦	٦٠	٢
الاربعاء	٩:٠٠ - ٨:٠٠	١٨٤	٤٦	٤	٣٢	٥٢	٨
	١٠:٠٠ - ٩:٠٠	٢٠٤	٢٦	٠	٤٤	٦٤	٤
	١١:٠٠ - ١٠:٠٠	٢٤٤	٣٤	٠	٤٨	٤٠	٨
	١٢:٠٠ - ١١:٠٠	١٧٢	٣٠	٠	٦٠	٥٢	١٢
	١:٠٠ - ١٢:٠٠	١٩٦	٤٢	٠	٦٤	٧٦	١٢
	٢:٠٠ - ١:٠٠	٢٠٠	٤٦	٤	٥٦	٦٠	٨
	٣:٠٠ - ٢:٠٠	٢١٦	٥٤	٠	٤٠	٦٨	٤
الخميس	٩:٠٠ - ٨:٠٠	٢٣٦	٥٦	٤	٥٨	٤٢	١٢
	١٠:٠٠ - ٩:٠٠	١٩٢	٣٦	٠	٥٠	٣٨	٨
	١١:٠٠ - ١٠:٠٠	١٨٠	٤٤	٠	٦٦	٥٤	٤
	١٢:٠٠ - ١١:٠٠	٢٠٤	٤٨	٠	٤٦	٣٤	٨

	١:٠٠ - ١٢:٠٠	٢٢٤	٦٠	٠	٥٠	٥٤	١٢
	٢:٠٠ - ١:٠٠	٢١٢	٧٢	٤	٥٤	٥٨	٤
	٣:٠٠ - ٢:٠٠	٢٢٨	٨٤	٠	٣٨	٥٠	٤
الجمعة	٩:٠٠ - ٨:٠٠	٨٢	٣	١	٤	٠	١
	١٠:٠٠ - ٩:٠٠	١١٥	١٣	٠	٤٤	١٠	٠
	١١:٠٠ - ١٠:٠٠	٩١	٧	٠	١٠	٥	١
	١٢:٠٠ - ١١:٠٠	٧٢	٠	٠	٠	٠	٠
	١:٠٠ - ١٢:٠٠	٣٠	١٥	٠	٠	٠	١
	٢:٠٠ - ١:٠٠	٨٠	٢٠	١	١٢	١٥	٠
	٣:٠٠ - ٢:٠٠	٨٥	٣٠	٠	١٠	٧	١
السبت	٩:٠٠ - ٨:٠٠	٨	١٠	١	٤	٢	١
	١٠:٠٠ - ٩:٠٠	١١٧	١٧	٠	١٧	١٢	٤
	١١:٠٠ - ١٠:٠٠	١٠٢	٩	٠	١٢	٥١	١
	١٢:٠٠ - ١١:٠٠	٨٠	٥٥	٠	١	١٠	٠
	١:٠٠ - ١٢:٠٠	٨٨	٢٠	٠	٣	١	٠
	٢:٠٠ - ١:٠٠	٨٩	٢٠	١	١٣	٠	٠
	٣:٠٠ - ٢:٠٠	٩٥	٣٣	٠	١٨	٢	٠

تعداد المركبات الخارجة من مدينة الخليل كما موضح في الجداول التالية

جدول (٤-٤) تعداد المرور على مقطع من الطريق

اليوم	الساعة	Veciles	Van	Bus	axial-٢	axial - ٣	T
الاحد	٨:٠٠ - ٩:٠٠	١٤٦	٢	٤	٣٦	٤٠	٤
	٩:٠٠ - ١٠:٠٠	١٢٢	١٠	٠	٥٢	٤٨	٤
	١٠:٠٠ - ١١:٠٠	١٤٢	١٠	٠	٦٠	٥٤	١٢
	١١:٠٠ - ١٢:٠٠	١٥٠	٢٢	٠	٤٠	٥٨	٨
	١٢:٠٠ - ١:٠٠	١٣٦	٣٠	٠	٣٢	٥٢	٨
	١:٠٠ - ٢:٠٠	١٣٨	٤٢	٤	٥٦	٥٦	٤
	٢:٠٠ - ٣:٠٠	١١٨	٤٦	٠	٣٦	٦٤	٨
الاثنين	٨:٠٠ - ٩:٠٠	١٥٨	٨	٤	٣٢	٤٨	٨
	٩:٠٠ - ١٠:٠٠	١٩٨	٦	٠	٤٤	٥٢	٤
	١٠:٠٠ - ١١:٠٠	١٨٢	١٤	٠	٤٨	٥٢	٠
	١١:٠٠ - ١٢:٠٠	١٥٠	٢٢	٠	٦٠	٥٦	٤
	١٢:٠٠ - ١:٠٠	١٨٦	٢٦	٠	٦٤	٦٤	٠
	١:٠٠ - ٢:٠٠	١٧٤	٣٤	٤	٥٦	٦٠	٨
	٢:٠٠ - ٣:٠٠	١٦٢	٤٢	٠	٤٠	٦٨	١٢
الثلاثاء	٨:٠٠ - ٩:٠٠	١٨٦	٦	٤	٦٨	٤٤	٨
	٩:٠٠ - ١٠:٠٠	١٥٤	٨	٠	٦٠	٥٢	٤
	١٠:٠٠ - ١١:٠٠	١٧٨	٢	٠	٧٦	٥٦	٣
	١١:٠٠ - ١٢:٠٠	١٦٦	١٢	٠	٥٦	٥٢	١
	١٢:٠٠ - ١:٠٠	١٩٥	٢٦	٠	٦٠	٥٦	٣

	١:٠٠ - ٢:٠٠	١٨٦	١٧	٤	٦٤	٦٤	٢
	٢:٠٠ - ٣:٠٠	٢٠٢	٢٨	٠	٤٨	٦٨	٢
الاربعاء	٨:٠٠ - ٩:٠٠	١٨٤	١٢	٤	٤٨	٣٦	٨
	٩:٠٠ - ١٠:٠٠	١٧٤	١٠	٠	٥٢	٤٤	٤
	١٠:٠٠ - ١١:٠٠	٢٢٤	٦	٠	٥٢	٤٠	٨
	١١:٠٠ - ١٢:٠٠	١٤٢	٢٢	٠	٥٦	٤٨	١٢
	١٢:٠٠ - ١:٠٠	١٦٦	٢٤	٠	٦٤	٥٦	١٢
	١:٠٠ - ٢:٠٠	١٧٠	٤٢	٤	٦٠	٥٢	٨
	٢:٠٠ - ٣:٠٠	١٨٦	٤٢	٠	٦٨	٦٠	٤
الخميس	٨:٠٠ - ٩:٠٠	٢٠٦	٨	٤	٣٠	٣٠	١٢
	٩:٠٠ - ١٠:٠٠	١٦٢	١٠	٠	٣٨	٣٨	٨
	١٠:٠٠ - ١١:٠٠	١٥٠	٢	٠	٤٢	٤٦	٤
	١١:٠٠ - ١٢:٠٠	١٧٤	١٢	٠	٤٨	٤٢	٨
	١٢:٠٠ - ١:٠٠	١٩٤	١٠	٠	٤٢	٥٠	١٢
	١:٠٠ - ٢:٠٠	١٧٨	١٥	٤	٥٠	٤٦	٤
	٢:٠٠ - ٣:٠٠	١٩٨	١٥	٠	٥٤	٥٤	٤
الجمعة	٨:٠٠ - ٩:٠٠	٣٥	٦	١	٣	٧	١
	٩:٠٠ - ١٠:٠٠	١٥١	٣	٣	٦	٩	٣
	١٠:٠٠ - ١١:٠٠	١١١	٥	٤	١١	٤	٢
	١١:٠٠ - ١٢:٠٠	١٠٠	٠	٠	١٠	٥	١
	١٢:٠٠ - ١:٠٠	٢٠	٦	٠	١	٠	٠

	١:٠٠ - ٢:٠٠	٩٠	١٠	١	١٥	٢	١
	٢:٠٠ - ٣:٠٠	٧٧	١٠	١	١٠	٣	١
السبت	٨:٠٠ - ٩:٠٠	٥٠	٥	٢	٣	١٧	١
	٩:٠٠ - ١٠:٠٠	١٣١	١٢	٢	٦١	٧	٠
	١٠:٠٠ - ١١:٠٠	١٢١	٥	٠	١٢	٤١	٠
	١١:٠٠ - ١٢:٠٠	١٣٠	١٠	٠	١٢	١٦	٠
	١٢:٠٠ - ١:٠٠	٩٠	٦	٠	١١	١	٠
	١:٠٠ - ٢:٠٠	٨٠	١٥	٠	١٦	٠	٠
	٢:٠٠ - ٣:٠٠	٨٧	٥	٢	١٤	٤	١

سيتم تصنيف المركبات المارة على الطريق الى ثلاث انواع (السيارات الخاصة والعمومي،والباصات ،والشاحنات)،و الجدول التالي معلومات تعداد المرور لمدة اسبوع على مقطع من الشارع .

الجدول (٤-٥) متوسط عدد المركبات لكل ساعة

اليوم	متوسط عدد المركبات لكل ساعة		
	السيارات الخاصة والعمومي	الباصات	الشاحنات
الاحد	٣٧٩	٣	٢٣٤
الاثنين	٤٠٩	٣	٢٣١
الثلاثاء	٤١٣	٢	٢٣١
الاربعاء	٤٠٢	٢	٢٢٣
الخميس	٤٢٤	٣	٢٠٠
الجمعة	١٢٨	٢	٢٦
السبت	١٧٤	١	٥٨

وبناء على المعلومات الموجودة في الجدول نستطيع اجراء الحسابات الازمة لمعرفة عدد الحارات للطريق والتي تشمل متوسط عدد المركبات الكلي

عدد المركبات الكلي = (عدد السيارات الصغيرة × ١ + عدد الباصات × ٢.٥ + عدد الشاحنات × ٣)

ومعدل المرور اليومي ADT= متوسط عدد المركبات * ٢٤وعند حساب عدد المسارب يتم اخذ حجم المرور المستقبلي بعين الاعتبار، حيث يتم ضرب معدل المرور اليومي بمعامل قيمته ٢.٥ ، ولحساب معدل المرور في الساعة التصميمية يتم ضرب معدل المرور اليومي بمعامل يتم اخذ قيمته بناء على عدد السيارات في ساعة الذروة K وقيمته عادة تكون (٠.١٢-٠.٢٥) .

ويتم حساب عدد المسارات من خلال قسمة عدد المركبات في الساعة التصميمية على السعة التصميمية ويتم اخذ قيمة السعة التصميمية حسب درجة الطريق .

وسيتم حساب عدد الحارات الازمة للطريق في فصل الحسابات والنتائج ان شاء الله .

الفصل الخامس

التصميم

٥-١ مقدمة

في هذا الفصل سنقوم باستعراض الحسابات الأزمة للتصميم الإنشائي للطريق والتي تشمل حسابات حجم المرور التي توصلنا الى معرفة عدد حارات الطريق والحسابات الازمة لمعرفة عدد طبقات الطريق .

٥-٢ حسابات حجم المرور

بالرجوع إلى الجدول (٤-٥) الذي يوضح معدل السيارات المارة على الطريق لكل ساعة

نلاحظ ان مجموع عدد المركبات الصغير والعمومي في كل ساعة =٢٤٧٥ سيارة\ساعة

ومجموع عدد الباصات أو ما يعرف ب axial load -٢=١٨ سيارة\ساعة

و مجموع عدد الشاحنات الكبيرة والقاطرة او ما يعرف ب axial load-٣=١٢٠٣ سيارة \ساعة

وبناء عليه فإننا نقوم بتحويل او توحيد الأوزان للعربات إلى عبرات صغيرة كما ذكرنا في المعادلات في الفصل الرابع ، حيث نقوم بضرب الأحمال الكبير ب معاملات وهي على النحو التالي عدد السيارات الصغيرة ×١وعدد الباصات ×٢.٥ وعدد الشاحنات × ٣ وبالتالي :-

متوسط عدد السيارات الصغيرة (١×٢٤٥٧)\٧=٣٥١ سيارة \ساعة

متوسط عدد الباصات (٢.٥×١٨)\٧=٧ سيارة \ساعة

متوسط عدد الشاحنات (٣×١٢٠٣)\٧=١٧٢سيارة \ساعة

مجموع عدد السيارات الصغيرة = ١٧٢+٧+٣٥١=٥٣٠ سيارة \ساعة

معدل المرور اليومي =٢٤×٥٣٠=١٢٧٢٠ سيارة \ساعة

معدل المرور اليومي بعد مرور عشرين سنة =معل المرور اليومي × ٢.٥ =٣١٧٥٦ سيارة \ساعة

بسبب عدم توفر معلومات دقيقة عن عدد المركبات في ساعات الذروة فانه تم اعتبار حجم المرور للتصميم يساوي نسبة من معدل المرور اليومي وهذه النسبة تساوي (٠.٢٤ – ٠.١٢) ويرمز لها بالرمز(k)ويتم أخذها بالعادة(٠.١٦) ، لذلك فان معدل مرور المركبات للساعة التي يتم أخذها بالتصميم يمكن إيجاده من العلاقة التالية:

عدد المركبات في الساعة التصميميةD.H.V = k × d× معدل المرور اليومي

= ٠.١٦ ×٠.٧× ٣١٧٥٦=٣٥٥٧ سيارة\ساعة

بعد مراقبة الطريق وجدنا إن نسبة السيارات التي تمر من خلا هذا الطريق من دون السيارات التي تدخله من الطرق الفرعية أو تنسحب منه تساوي ٠.٥ وبالتالي فان عدد السيارات ٠.٥× ٣٥٥٧= ١٧٧٩

بما إن الطرق في فلسطين هي طرق من الدرجة الثالثة فانه تم اعتماد السعة التصميمية للطريق تساوي ٨٥٠ سيارة / ساعة، حيث أن السعة التصميمية عبارة عن أقصى عدد من المركبات التي تمر من خلال نقطة معينة خلال ساعة تحت الظروف السائدة

١٧٧٩ \ ٨٥٠ = ٢ حارة

٥-٣ تصميم الرصفة للطريق (تم اتباع طريقة ASHTO لتصميم الرصفة المرنة)

تتألف هيكلية الطريق من رصفة مرنة تتألف من ثلاث طبقات طبقة التسوية sub grade وطبقة base coarse وطبقة الإسفلت ولحساب سماكة هذه الطبقات سنقوم بإجراء الحسابات الأزمة من المعادلات الموجودة في الفصل الثاني

أولا بالرجوع الى المعادلة (٢-١٦) نستطيع حساب قيمة ESAL

$$ESAL=f_d*G_f*AADT*٣٦٥*F_e\ N_i \qquad (٢-١٦)$$

قيمة fd = ٠،٤٥ الجدول (٢-١٣)

وقيمة Gf = ٢٩،٧٨ الجدول (٢-١٤)

وقيمة AADT = ١٢٧٢٠ عربة كل يوم

وقيمة Ni من الجدول (٢-١٦) حيث يتم استخراج قيم Ni من خلال عملية نسبة وتناسب حيث تكون قيم Ni على النحو التالي :

- ✓ load equivalency factor for a cars ($f_{E(car)}$) = ٠.٠٠٠٣١٣٥ (single axle)
- ✓ load equivalency factor for a busses ($f_{E(٢\text{-}axle)}$) = ٠.١٩٨٠٨٩ (tandem axle)
- ✓ load equivalency factor for a trucks ($fE_{(٣\text{-}axle)}$) = ٠.٢٩٤١٩ (tandem axle)

الجدول (٥-١) يحدد قيم نسبة كل نوع من العربات من حجم المرور

اليوم	السيارات الخاصة النسبة %	الباصات النسبة %	الشاحنات النسبة %
الاحد	٦١	٠.٤٨	٣٧.٩٨
الاثنين	٦٣.٦	٠.٤٦	٣٥.٩٢٥
الثلاثاء	٦٣.٩٣	٠.٣	٣٥.٧٦
الاربعاء	٦٤.١١	٠.٣٢	٣٥.٥٦
الخميس	٦٧.٦٢٣	٠.٤٢	٣١.٩٠
الجمعة	٨٢.٠٥	١.٣	١٦.٦٦
السبت	٧٤.٦٨	٠.٤٣	٢٤.٨٩
المجموع	٦٨.١٤	٠.٤٧	٣١.٢٣

وقيمة Ni من عدد محاور العجلات لكل نوع حيث تأخذ المركبات الصغيرة والباصات ٢ اما القاطرة والشاحنات الكبيرة تأخذ الرقم ٣ وبناء على هذه القيم فان قيم ESAL للثلاث الأنواع تكون على النحو التالي

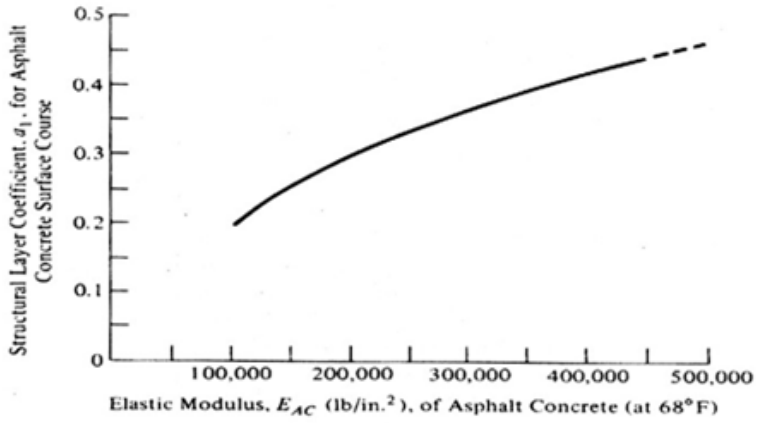
$$\text{ESAL for car} = ٠.٤٥ * ٢٩.٧٨ * ٣٦٥ * ٠.٠٠٠٣١٣٥ * ٢ * ٠.٦١٨٤ * ١٢٧٢٠ = ٢٦٥١٨.٩٥٠$$

$$ESAl\ for\ bus = ٠.٤٥ * ٢٩.٧٨ * ٣٦٥ * ٠.١٩٨٠٨٨٩ * ٢ * ٠.٤٧ * ١٢٧٢٠ = ١١٥٨٢٤.٧٨$$

$$ESAl\ for\ trailar = ٠.٤٥ * ٢٩.٧٨ * ٣٦٥ * ٠.٢٩٤١٩ * ٣ * ٠.٣١٢٣ * ١٢٧٢٠ = ٢٦٥١٨.٩٥٠$$

$$ESAL\ total = ١١٣٩٧٣٣١.٢٧$$

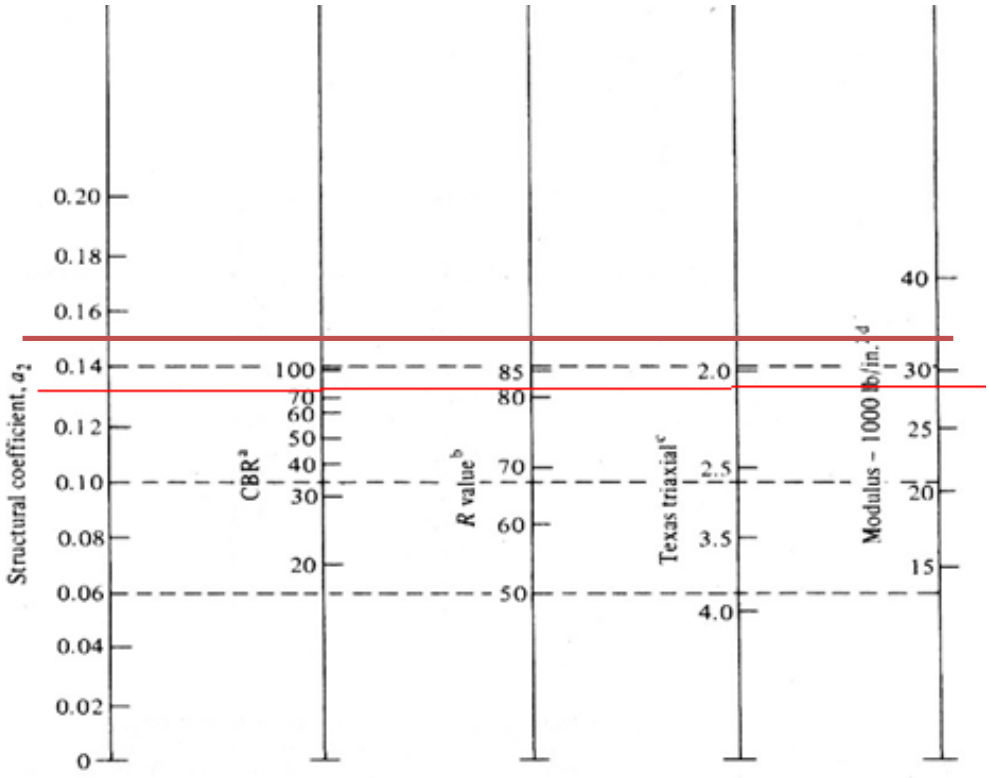
والأشكال (٥-١) و (٥-٢) تبين معامل طبقة الإسفلت(asphalt) ومعامل طبقة (Base):



شكل (٥-١) منحنى معامل طبقة الإسفلت السطحية(a١)[٩]

حيث أن قيمة Elastic modules عند درجة حرارة ٢٠ درجة سلسيوس أو ٦٨ فهرنهايت تساوي ٥٠٠٠٠٠(lb/in٨٢)
وبالتالي من الشكل السابق تبلغ قيمة **(a١) ٠.٤٨**.

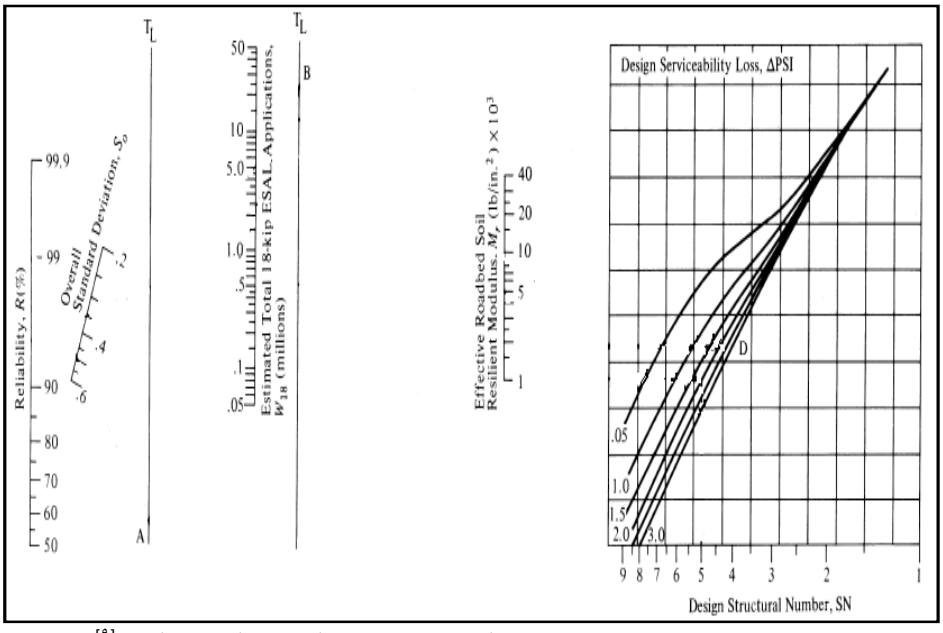
والشكل التالي يبين معامل طبقة (بيز) والذي يستوجب معرفة قيمة (سي بي ار)



شكل (٥-٢) ٢a معامل طبقة (Base)[٩]

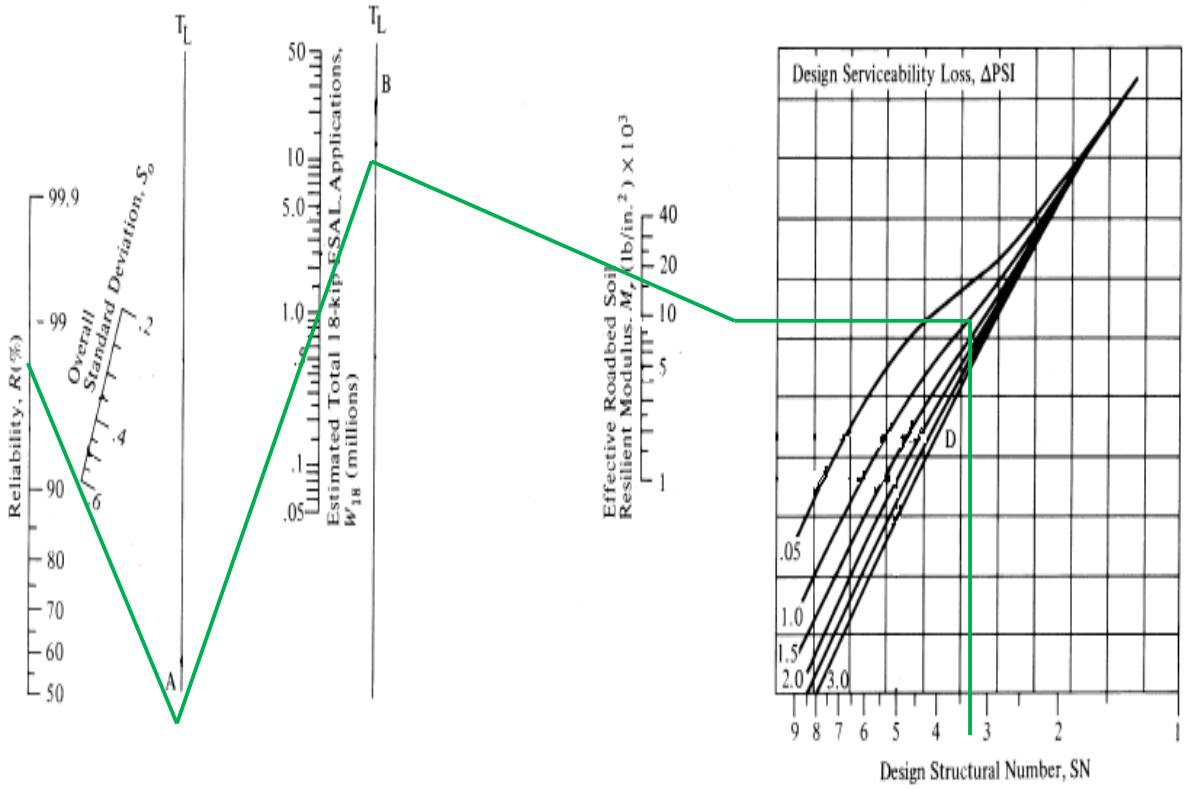
وبما أن قيمة (CBR)مساوية ١٠٠،فان قيمة **a٢** من الشكل (٦-٩) تكون مساوية **٠.١٤**. وايضا a٣ تساوي ٠.٠٧

يتم إيجاد الرقم الإنشائي لطبقة (asphalt) وطبقة (Base) عن طريق الشكل (٥-٣):



الشكل(٥-٣) منحنى لإيجاد الرقم الإنشائي SN لطبقات الرصفة المرنة[٩].

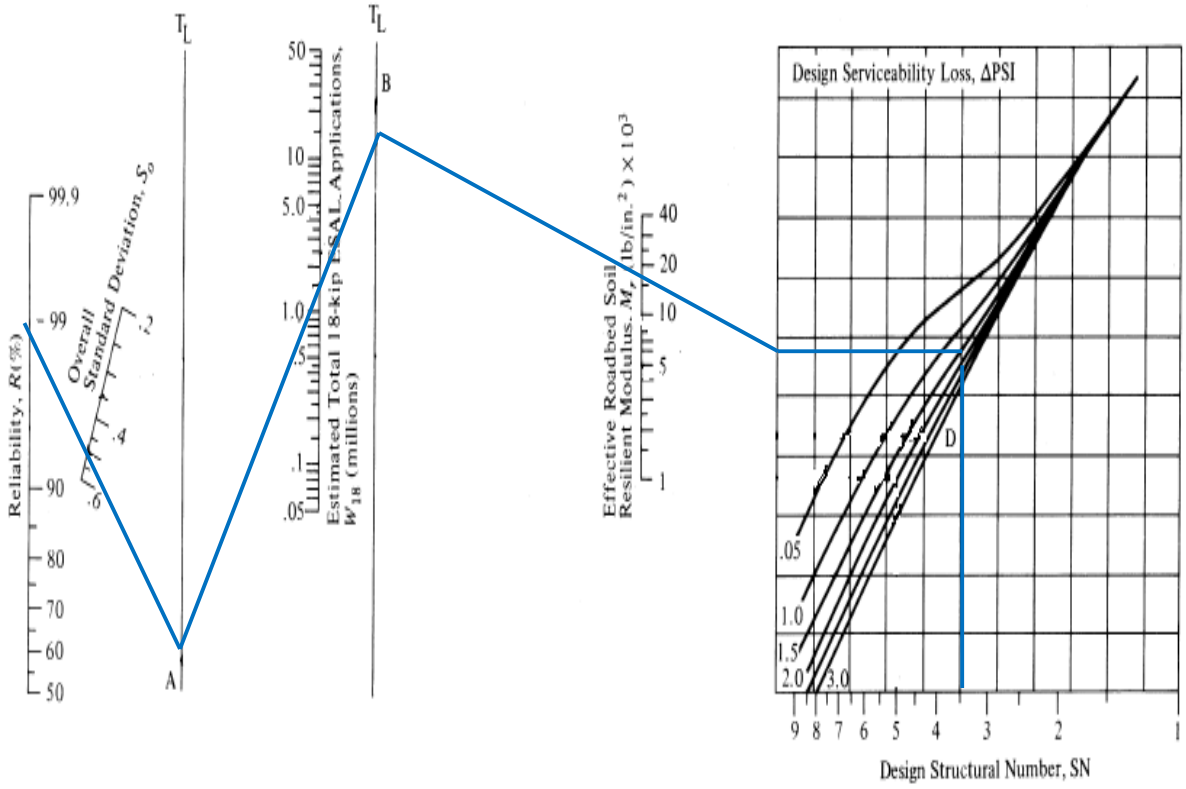
- يتم العمل على الشكل (٥-٣) عن طريق توقيع مقدار الموثوقية (R) المساوي ٩٩%، ثم تم مد خط مستقيم يصل بين مدى الثقة وقيمة الانحراف المعياري المساوي ٠.٥ ليقطع الخط TL في النقطة (A)،ثم يتم مد خط من النقطة (A) ليقطع النقطة (B) عند قيمة ESAL المحسوبة سابقا والمساوية (١٣٤٩٣٩٤.٦١) ثم نمد خط من B ليقطع منحنى SN ويمر في قيمة Mr للطبقات والتي تم الحصول علها من قيم CBR من الجدول (٥-٤)،ثم يتم مد خط مستقيم ليقطع منحنى (٢) وهو عبارة عن قيمة ΔPSI المحسوبة سابقا" ،ثم يتم قراءة قيمة (SN).



الشكل(٥-٤) منحنى لإيجاد الرقم الإنشائي SN١

من الشكل (٥-٤) يتضح أن قيمة **SN١** تساوي **٣.٣**

والشكل (٥-٥) يوضح قيمة (SN٢):



شكل (٥-٥) منحنى إيجاد قيمة (SN٢)

من الشكل (٥-٥) يتضح أن قيمة **SN٢** تساوي **٢.٤**

ثم يتم تعين قيم soil support value) مع قيمة ESAL وقيمة RIGON FACTOR نجد أن قيم SN هي كالتالي

SN FOR ASFALT =٢.٤

SN FOR CRUSHED STONE =٣.٧

SN FOR BASE COARSE = ٢.٩

أما بالنسبة للثوابت a_1, a_2, a_3 فإننا نستخرجها من الجداول حيث a١ =٠.٤٤ و a٢ =٠.١٤ وa٣=٠.٠٧ وبناء عليه فان سماكات الطبقات يكون كما يلي .

$SN_1 = ٢.٤ \rightarrow ٢.٤ = ٠.٤٨ * D_1 \rightarrow D_1 = ٥.٢١٧\ IN * ٢.٤٥ = ١٢.٧٢\ cm$ $\quad take\ D_1 = ١٠cm$

$SN_2 = SN_1 + ٠.١٤ * D_2 \rightarrow D_2 = ٣.٧٥\ IN * ٢.٥٤ = ٩.٠٧cm$ $\quad take\ D_2 = ١٥cm$

$SN_3 = SN_2 + .١١ * D_3 \rightarrow D_3 = ٧.٢٧٣IN * ٢.٥٤ = ١٨.٤cm$ $\quad take\ D_3 = ٢٠cm$

٥-٤ الإنارة على الطريق

٥-٤-١ المقدمة:

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

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

٥-٤-٢ عوامل تحديد الانارة:

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

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

٥-٤-٣ أعمدة الإنارة:-

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

- مكانها، من حيث تثبيتها في الجزيرة الواقعة في وسط الطريق أو على الأرصفة فقط أو على الأرصفة و الجزيرة معا.
- أبعادها، كارتفاعاتها وأطوال أذرعها والمسافات بينها ودراسة هذه الأمور دراسة وافية، وهذا يعتمد على نوع سطح الطريق و توزيع الإضاءة.

٥-٤-٤ طريقة توزيع أعمدة الإنارة على الشارع:

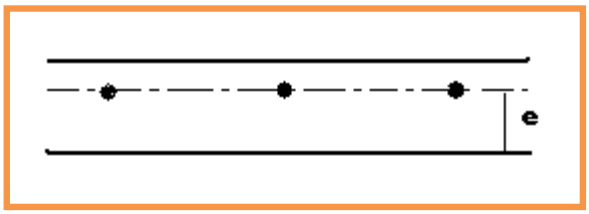
حيث يتم توزيع الإضاءة على الشوارع بعدة طرق منها:-

١- التوزيع في جهة واحدة (**single side**) كما في شكل (٥-٦)، حيث يلجأ إلى هذا الترتيب إذا كان ارتفاع عمود الإنارة (**h**) اكبر من المسافة بين موضع العمود وطرف الشارع (**e**).

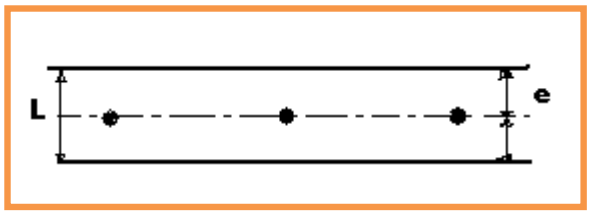
٢- توزيع الأعمدة في المنتصف (على جزيرة) (**central arrangement**)، كما في شكل (٥-٧)، حيث يلجأ لهذه الطريق إذا كان عرض الشارع (**L**) اقل من طول العمود مرة ونصف.

٣- توزيع الأعمدة بشكل ترنحي(**staggered arrangement**) كما في شكل(٥-٨)، ويلجا لهذه الطريقة إذا كانت **h** اقل من **e**، و **L** اقل من **h** ١.٥.

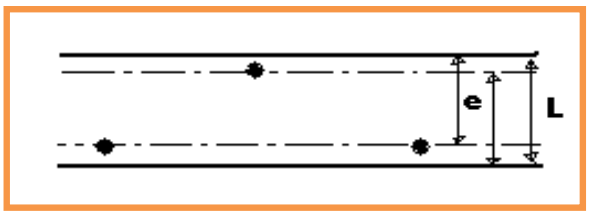
٤- توزيع الإنارة بشكل متقابل (opposite arrangement) كما في شكل (٥-٩)، ويستخدم هذا الترتيب عندما يكون ارتفاع العمود(**h**) اكبر من نصف عرض الطريق (**L**).



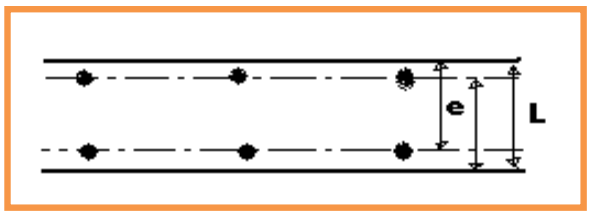
الشكل (٥-٦)توزيع الأعمدة في جهة واحدة (h > e)



الشكل (٥-٧)توزيع الإنارة في المنتصف (L < ١.٥ h)



الشكل(٥-٨) توزيع الأعمدة بشكل تدريجي



الشكل (٥-٩) توزيع الأعمدة بشكل تقابلي

٥-٤-٥ ارتفاع أعمدة الإنارة: -

يختلف ارتفاع أعمدة الإنارة حسب عرض الطريق، نوعية المصابيح المستخدمة، حسب سطح الطريق، والمنطقة المحيطة بالأعمدة، وعادة يستخدم ارتفاع أعمدة الإنارة ٧.٥، ١٠، و١٢ متر والمسافة عن مركز المصباح إلى جانب الطريق (overhangs) ١.٥، ٢، ٢.٥ متر على الترتيب.

٥-٤-٦ المسافة بين أعمدة الإنارة:

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

إن نسبة التباعد إلى الارتفاع هي التي تحدد عامل الانتظامية للإنارة، وبقدر ما تكون هذه النسبة صغيرة، بقدر ما تكون انتظامية الوضوح مرتفعة.إن هذه النسبة تتراوح بشكل عام بين(٢,٥_٤,٥). كما أن المسافة على التقاطعات تقل عن

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

الجدول (٥-٢) العلاقة بين المسافة بين الأعمدة وعرض الطرق وارتفاع العمود والمسافة عن حافة الطرق

Group	Mounting Height H m	Effective Width, W m									Max Overhang A m
		٧.٦٢	٩.١٤	١٠.٦٩	١٢.١٩	١٣.٧٢	١٥.٢٤	١٦.٧٦	١٨.٢٩	١٩.٨١	٢١.٣٤
		Maximum spacing , S m									
A١	٧.٢٦	٣٠.٥	٢٥.٣٦	٢١.٣	١٨.٣	١٦.٨					١.٨٢
	٩.١٤	٣٦.٦	٣٠.٥	٢٧.٤	٢٤.٤	٢١.٣	١٩.٨				٢.٢٩
	١٠.٦٩	٤٢.٧	٣٦.٦	٤٢.٧	٣٨.١	٣٣.٥	٣٠.٥	٢٤.٤	٢٢.٩		٢.٥٩
	١٢.١٩	٤٨.٨	٤٢.٧	٤٨.٨	٤٨.٨	٤٢.٧	٣٩.٦	٣٥.١	٣٢.٠	٣٠.٥	٢.٩٠
			٤٨.٨								
A٢	٧.٦٢	٣٣.٥	٣٠.٥	٢٥.٩	٢٢.٩	١٩.٨					١.٨٢
	٩.١٤	٣٩.٦	٣٩.٦	٣٨.١	٣٣.٥	٢٩.٠	٢٥.٩	٢٤.٤			٢.٢٩
	١٠.٦٩	٤٧.٢	٤٧.٢	٤٧.٢	٤٥.٧	٣٩.٦	٣٦.٦	٣٣.٥	٣٠.٥	٢٧.٤	٢.٥٩
	١٢.١٩	٥٣.٣	٥٣.٣	٥٣.٣	٥٣.٣	٥١.٨	٤٧.٢	٤٢.٧	٣٩.٦	٣٦.٦	٢.٩٠
A٣	٧.٦٢	٣٦.٦	٣٦.٦	٣٢.٠	٢٧.٤	٢٤.٤					١.٨٢
	٩.١٤	٤٤.٢	٤٤.٢	٤٤.٢	٣٩.٦	٣٥.١	٣٢.٠	٢٩.٠			٢.٢٩
	١٠.٦٩	٥١.٨	٥١.٨	٥١.٨	٥١.٨	٤٧.٢	٤٢.٧	٣٩.٦	٣٦.٦	٣٣.٥	٢.٥٩
	١٢.١٩	٥٧.٩	٥٧.٩	٥٧.٩	٥٧.٩	٥٧.٩	٥٦.٤	٥١.٨	٤٧.٢	٤٢.٧	٢.٩٠

حيث ان:-

A١:- الإنارة للشوارع الرئيسية ذات المرور الكثيف(Heavy traffic) .

A٢:- الإنارة للشوارع الرئيسية ذات المرور الطبيعي (Normal traffic) والتي يمر بها عربات كبيرة.

A٣:- الإنارة للشوارع ذات المرور المتوسط مثل الطرق الريفية الرئيسية (main rural roads) ، أو (minor urban roads).

تم اختيار احدى الطرق في التوزيع وهي توزيع الأعمدة في المنتصف (على جزيرة) (**central arrangement**)، ، وفيها **(L < ١.٥ h)** وحيث أن :-

عرض الشارع الذي نقوم بتصميمه حوالي ١٥ مترا، ويقع ضمن المجموعة A٢، كما أن عرض الشارع (L) اصغر من ١.٥ h.

L= ١٥.٦ m

L <١.٥* h

١٥.٦ < ١.٥ * ١٠.٦٩

١٥.٦ <١٦.٠٣٥m

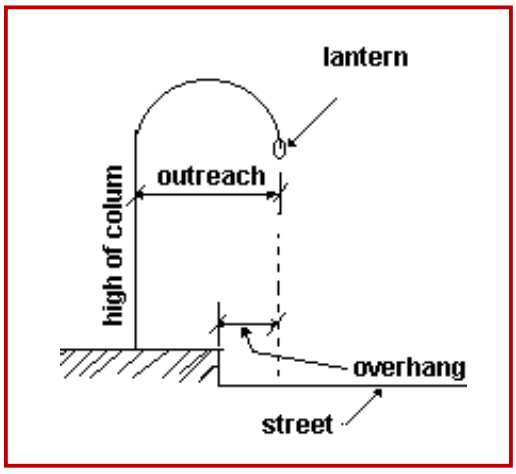
لذلك سنستخدم الطريقة الثانية (توزيع الإنارة في المنتصف) في عملية توزيع أعمدة الإنارة،

وبالاعتماد على الجدول (٥-٢) فسيكون توزيع الأعمدة على النحو التالي، وهناك جدول بالملاحق يوضح إحداثيات عمود بالطريق.

ارتفاع العمود: **١٠.٦٩ متر**

المسافة بين الأعمدة: **٤٧.٢ متر**

المسافة من مركز المصباح الى جانب الطريق (Overhang): **٢.٥٩ متر**



الشكل (٥-١٠) عناصر عمود الإنارة

٥-٤-٧ المصابيح المستخدمة في إنارة الشوارع:-

هي عبارة عن مصفوفة من الفوانيس والمصابيح التي يتم من خلالها إضاءة الطرق. وتعتبر أيضا مصدر الإضاءة، وهناك أربعة خيارات وطرق (أنظمة) للإضاءة هي:-

٦-٣-٤-١ استخدام شعيرة التنجستون (Tungsten).

٦-٣-٤-٢ بخار الصوديوم(Sodium Vapor).

٦-٣-٤-٣ الإضاءة بواسطة الأنبوب الإشعاعي (The Fluorescent Lamp)

٦-٣-٤-٤ الإضاءة باستخدام الزئبق المضغوط (High Pressure Mercury).

٥-٤-٨ عوامل اختيار مصباح الإنارة:-

إن اختيار المصباح المفضل أو تحديد مدى ملائمة يتوقف على خواص كل نوع من هذه المصابيح والشروط المحيطة. أي يوجد عدة عوامل رئيسة تؤثر في هذا الاختيار وهي:-

- الخرج الضوئي:- إذ يلزم في إنارة الشوارع تأمين فيض ضوئي يعبر عنه بعدد اللومنات اللازمة لتغطية طول معين من الشارع يساوي المسافة بين عمودين متتابعين ، وهذا بدوره ينعكس على استطاعة المصباح المستخدم ومردوده الضوئي.
- النواحي الاقتصادية:- وهذا له علاقة بالنفقات الثابتة والمتحركة للمشروع واثر ذلك الاستهلاك الطاقة.
- الزمن اللازم للتحمية الابتدائية للمصباح:- حيث إن كل من مصابيح بخار الصوديوم تحتاج الى تحمية من (١- ٥) دقيقة بعد وصل التيار بينما المصابيح المتوهجة لا تحتاج لذلك.
- الرؤية.
- الجودة الطيفية .

٥-٥ تصميم شبكة صرف مياه الأمطار:

٥-٥-١ مقدمة :

في هذا الفصل أهم الأساسات اللازمة لعملية تصريف مياه الأمطار والتي تعد من الخدمات الرئيسية التي تحتاجها أي منطقة سواء كانت سكنية أو تجارية أو صناعية ، وتزداد أهميتها مع التوسع العمراني للمنطقة .

وهناك طريقتان يمكن استخدامهما في تصريف مياه الأمطار وهما : طريقة الأنابيب المغلقة والتي يحفر لها وتوضع تحت سطح الأرض على امتداد طرقات المنطقة، وطريقة القنوات المفتوحة،وتعمل كلا الطريقتين على تصريف مياه الأمطار من المناطق الحضرية ، مثل المدن ، إلى أماكن التصريف خارج تلك المناطق ، وتستخدم في الغالب الأنابيب الخراسانية الدائرية لتصريف مياه الأمطار ، حيث تتوفر في الأسواق بأقطار مختلفة وقد يلزم تصنيعها بأقطار محدده حسب حاجة المشروع .

ترتكز أنظمة تصريف مياه الأمطار لمنطقة معينة على الطبيعة الجغرافية والأحوال المناخية لتلك المنطقة ، وترتبط بكمية مياه الأمطار (Rainfall) وما تولده من مياه تنساب على سطح الأرض (Runoff).

٥-٥-٢ تخطيط الشبكة (Layout of storm water):

يأتي تخطيط الشبكة كخطوة أولى في مرحلة تصميم شبكة مياه الأمطار ، والذي يشمل وضع خطوط الشبكة في موقعها الصحيح بالاعتماد على مقالب المياه ، اتجاه تدفق المياه وحسب مناطق تجميع المياه(Catchment Area) .

وعند وضع خطوط شبكة تصريف المياه يجب الأخذ بعين الاعتبار أن الخط يخدم أكبر منطقة ممكنة وأن يتم وضعه في منطقه منخفضة لتجميع وتصريف مياه الأمطار من المناطق المرتفعة .

ويتم وضع خطوط شبكة تصريف المياه بشكل منتظم تحت تأثير الجاذبية الأرضية كأفضل حل وأقل تكلفة ، ويتم تجنب استخدام المضخات .

الخطوات التي تم إتباعها لتصميم شبكة صرف مياه الأمطار (Layout of storm water):

١- الاعتماد على الخريطة الطبوغرافية للمنطقة والتي تبين خطوط الكنتور، الطرق ، الأبنية والمساحات الفارغة في المنطقة .

٢- تحديد النقطة التي سوف تتجمع بها المياه والتي هي فعليا تقع على دوار الصحة - الخليل حيث تبين لنا أنها أخفض نقطة بالنسبة للشبكة المصممة والتي سوف تصب في خطوط شبكة صرف مياه الأمطار وادي التفاح.

٣- تحديد مقلب المياه للمنطقة وتحديد اتجاه سير مياه الأمطار .

٤- وضع المناهل الرئيسية للشبكة في أفضل موقع لها مع مراعاة تجنب خطوط الخدمات مثل خطوط المياه ، خطوط المجاري ،خطوط الكهرباء وخطوط الإتصالات الموجودة في جسم الطريق ، وتم اخذ بعين الاعتبار موقع خطوط شبكة تصريف مياه الأمطار في جسم الطريق كما هو موضح في الفصل الثالث .

٥- تقسيم المنطقة إلى مناطق جزئية وهي المساحات التي تخدم الخط الجزئي في شبكة التصريف حيث تم تحديديها بناءً على مقالب المياه وإتجاة سير المياه .

والشكل (٥.١) يوضح تخطيط الشبكة النهائي موضوعا عليه خطوط الكنتور ،مقلب المياه، اتجاه سير المياه ، مناطق تجميع المياه وخطوط الشبكة المقترحة .

٥-٥-٣ عوامل التصميم :

٥-٥-٣-١ كمية التدفق :

$$Q=C*A*I \quad \text{.....(٢-١٩)}$$

وقد تم التطرق له في الفصل الثالث .

٥-٥-٣-٢ التصميم الهيدروليكي :

عندما تصل مياه الأمطار إلى أنابيب الصرف تبدأ في التدفق بشكل منتظم تحت تأثير الجاذبية الأرضية ،إلا أن ذلك التدفق يعتمد على عدة عوامل منها : ميول أنابيب الصرف ، مساحة مقاطعها ،خشونة الأنابيب ،حالة التدفق،وجود عوائق بأنظمة الصرف .

إن تدفق المياه في الأنابيب بشكل جزئي (غير ممتلئة) تكون أشبه بالقنوات المائية المفتوحة ،بحيث تطبق عليها معادلة مانق (Manning Equation) والتي تأخذ الصيغة :-

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad \text{.....(٥-١)}$$

حيث :-

V : سرعة تدفق الماء في الأنبوب .

n : معامل خشونة أو احتكاك الأنبوب .

R : نصف قطر الأنبوب الهيدروليكي

$$R=D/٤$$

S : درجة ميل الأنبوب

ويختلف معامل الاحتكاك بحسب طبيعة المادة المصنوعة منها الأنبوب ،وتتغير مع عمر استخدام الأنبوب ،والجدول (٥-١) يبين قيم معامل الاحتكاك لمواسير مصنوعة من مواد مختلفة.

جدول رقم (٥-٣) معامل الاحتكاك (n) لأنابيب مختلفة المواد .

نوع الأنبوب	n
زهر مغطاه بالبتومين	٠.٠١١-٠.٠١٤
فخار	٠.٠١٠-٠.٠١٧
خرسانة	٠.٠١٢-٠.٠١٦
صلب مبرشم	٠.٠١٣-٠.٠١٧
صلب ملحوم	٠.٠١٠-٠.٠١٣

٥-٥-٣-٣ سرعة التدفق :

عند تصميم الشبكة يجب مراعاة سرعة التدفق في خطوط الشبكة وفقا لمعايير معينة، وتأتي هذه المعايير للمحافظة على حالة الشبكة من التآكل فإذا كانت سرعة التدفق أعلى من السرعة المسموح بها يزيد إحتمالية تآكل خطوط الشبكة نتيجة احتكاك المياه وما بها من أتربة ورمال عند زيادة السرعة لدرجة كبيرة ، أما إذا كانت سرعة التدفق أقل من السرعة المسموح بها فإن ذلك يعمل على وجود ترسبات في المواسير .

وبشكل عام فيجب أن لا تقل سرعة التدفق عن (٠.٩ m/sec) في حالة المواسير الممتلئة بقطر(٢٥٠mm) ،ويجب أن لا تزيد سرعة التدفق عن (٥m/sec)ويجب أن لا تقل السرعة في أي خط عن السرعة في الخط السابق له .

٥-٥-٣-٤ الأنابيب :

تستخدم في الغالب الأنابيب الخرسانية الدائرية لتصريف مياه الأمطار داخل المدن لسهولة الحصول عليها حيث تصل أقطارها إلى ١٨٠ سم ، وتمتاز هذه المواسي بمقاومتها للتآكل والصدى وبتحملها للضغط الخارجي وبانخفاض سعرها مقارنة بالمواسير الأخرى.

الحد الأدنى لقطر الماسورة يجب ألا يقل عن (mm)٢٥٠.

٥-٥-٣-٥ المناهل وارتفاع الحفر:

يتم توزيع المناهل بالاعتماد على عدة عوامل :- كما ذكر سابقا - تغير اتجاه الأنبوب ، تغير ميل الأنبوب ، التغير المفاجئ في المنسوب ، تغير القطر ، وجود المسافات المستقيمة الطويلة حيث لا تزيد عن المدى المسموح به وهو (٩٠-١٢٠m) ،و أيضا توضع في مكان تقاطع الأنابيب .

ويكون ارتفاع الحفر ١m كحد أدنى من سطح الأرض إلى ظهر المواسير ، وذلك للمحافظة عليها من الانهيار نتيجة الأحمال الواقعة عليه من الضغط المروري .

وفي العادة لا يزيد ارتفاع الحفر عن ٥m لأن آلات الحفر المتواجدة في السوق المحلي ليس بإمكانها أن تحفر أكثر من ٥m .

٥-٦ الاعتبارات التصميمية :-

- فترة التصميم : (٣٠-٥٠)سنة.
- استخدام الطريقة المنطقية (Rational Formula) لحساب كمية التدفق ، معادلة رقم (٣-١).
- زمن دخول الماء من من مكان سقوطها إلى خط التصريف ٥ دقائق .
- استخدام معادلة مانق (Manning Equation) في التصميم .
- السرعة الدنيا في الأنبوب(٠.٩m/sec) .

- السرعة القصوى في الأنبوب (٥m/sec).
- أكبر مسافة بين المناهل (١٢٠-٩٠m).
- أقل قطر للأنبوب (٢٥٠mm).
- أقل ارتفاع حفر (١m).
- أعلى ارتفاع حفر(٥m).
- أقل ميل للخط (٠.٠٠٥).
- أكبر ميل للخط (٠.١).
- على ارتفاع للحفر (٥m).
- نوع الخطوط المستخدمة خرسانية .
- المناهل قوالب خرسانية .
- (h/d) ≥ ١ .

٥-٧ حسابات التصميم :-

١- يتم أولاً وضع خطوط تصريف مياه الأمطار وذلك برسم الخط المقترح بحيث يتم الأخذ بعين الاعتبار وضع الخط في المكان المناسب .

٢- بعد ذلك يتم توزيع المناهل على خط التصريف وإعطاء كل منهل رقم .

٣- الحسابات الضرورية لشبكة تصريف مياه الأمطار والتي تظهر في الجداول (٥-٣) للخط A ، (٥-٤) للخط B من الشبكة ، حيث تم حساب المعلومات الموجودة بداخلها وفق التالي : -

أ- من العمود (١) إلى العمود (٥) تم إعطاء كل منهل رقم حيث يتم الترقيم من أعلى الخط أي باتجاه سريان الماء تحت تأثير الجاذبية ، عمود(٤) يمثل مسافة الخط الجزئي الممثل ما بين منهلين ، عمود (٥) يمثل المسافة التراكمية للخط .

ب- عمود (٦) يمثل المساحة الجزئية للخط بوحدة الهكتار حيث أن تلك المساحة تعتمد على مقلب المياه ، عمود (٧) يمثل الرافد لهذا الخط .

ت- عمود (٨) حيث يمثل معامل الانسياب السطحي للمساحة الجزئية للخط وهي تمثل بالجدول (٥-٢) حيث تم حسابها حسب التالي ، حيث نقوم بحساب مساحة مجموع الأبنية الموجودة في تلك الجزئية من المساحة وضربها في معامل (c) حسب ما هو مبين في جدول (٣-١) وهو للأبنية يساوي ٠.٩٥ ، أيضا تم حساب مجموع مساحات الطرق وضربها في معامل (c) للطرق وهو ٠.٩ ، و تم حساب مجموع المساحات الفارغة وضربها في معامل (c) للفراغات وهو ٠.٢ ، بعد ذلك تم حساب معامل

الانسياب السطحي (c) لتلك المساحة الجزئية التي تخدم خط معين وذلك بتطبيق معادله (٣-٢) حيث نتج لدينا قيمة (C) مختلفة لكل مساحة جزئية ، والشكل (٥-٣) يوضح المساحات الجزئية والمباني والطرق للمنطقة .

ث- عمود (٨) إلى عمود (١٣) تستخدم لحساب كثافة الهطول وذلك لحساب التدفق التصميمي ، حيث عمود (٨) يمثل حساب معامل الانسياب السطحي لكل مساحة جزئية ممثلة للخط وتم حسابه كما ذكر في النقطة السابقة، عمود (٩) يمثل المساحة الجزئية مضروبة بمعامل الانسياب السطحي (C) ، عمود (١٠) يمثل الكمية التراكمية للعمود (٩) ، عمود (١١) يمثل زمن تركيز العاصفة حيث تم حسابها عن طريق المعادلة رقم (٣-٣) حيث تم اعتماد (ti) وهو زمن دخول المياه من مكان سقوطها إلى خط التصريف ٥ دقائق ، عمود (١٢) يمثل كثافة الهطول بوحدة (L/s) ، وبمعرفة (Tc) نستطيع إيجادها من شكل (٣-١) حيث نحصل على قيمة (I) بوحدة (mm/hr) ويتم تحولها إلى وحدة (L/s) ، عمود (١٣) يتم حسابه بضرب عمود (١٢) في العمود (١٠) وذلك اعتمادا على المعادلة (٣-١) .

ج- عمود (١٤) إلى عمود (١٦) ، العمود (١٤) يمثل ارتفاع المنهل الأعلى حسب اتجاه الخط والعمود (١٥) يمثل ارتفاع المنهل الأهبط بالنسبة لاتجاه الخط ، عمود (١٦) يمثل ميل الشارع ما بين تلك النقطتين حيث يتم حسابه بطرح عمود (١٤) من عمود (١٥) وقسمة الناتج على عمود (٤) .

ح- يتلخص معلومات التصميم الرئيسية لشبكة الصرف من عمود(١٧) إلى عمود (٢٥) ، عمود (١٧) يمثل قطر الأنبوب حيث يتم تحديده بالفرض بناءً على كمية التدفق وميل الأرض حيث نبدأ بأقل قطر تصميمي وهو ٢٥٠mm ، عمود (١٨) يتم حسابه بعد معرفة (Qpar/Qfull) حيث باستخدام الجداول المرفقة بالملاحق يتم معرفة (h/D) بمعرفة (Qpar/Qfull) بعدها نحسب h حيث أن القطر معروف لدينا ، عمود (١٩) حيث يتم حسابها من الجداول حيث القطر وميل الأنبوب معروف لدينا نستطيع من ذلك حساب Qfull ، عمود (٢٠) وهو نفس قيمة عمود (١٣) ، عمود (٢١) ميل الأنبوب يتم أخذه حسب اعتبارات التصميم بحيث يكون ضمن الميل المسموح به ، عمود (٢٢) ويتم حسابه من الجداول بمعرفة القطر وميل الأنبوب ، عمود (٢٣) حيث يتم حسابه من معرفة (V/Vfull) التي يتم معرفتها بمعرفة (Qpar/Qfull) ، عمود (٢٤) وهو ناتج عن قسمة عمود (٤) على عمود (٢٣) ونقسم الناتج على ٦٠ لنحصل على الزمن بوحدة (دقيقة) ، عمود (٢٥) وهو عبارة عن الزمن التراكمي وهو تراكم عمود (٢٤).

الفصل السادس

النتائج والتكلفة

ـ التكلفة

٦ـ١ مقدمة

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

٦ـ٢ حساب تكلفة الطريق:

يبلغ طول الطريق المقترح تصميمه في هذا المشروع حوالي ٢٨٠٠ م و كما هو موضح سابقا فإن الرصفة من ثلاث طبقات وهي:

١- الإسفلت بكثافة ٢.٢٤ غم/سم٣ .

٢- البسكورس(الأساس) ٥,٥ بكثافة غم/سم٣.

٣- طبقة ما تحت الأساس٢,٢٨(sub base) بكثافة غم/سم٣.

كما ان كميات الطبقات المكونة للرصفة على الطريق كما يلي :-

جدول (٦-١) طبقات الطريق مع الكميات

نوع المادة	الكمية
الحفر	٣٥٣٧٤,٧٢
الردم	٣٤٦٦,٦٥
الاسفلت	٤٩٢٠
طبقة البيز كورس	٦٥٦٠
طبقة ما تحت الاساس crushed stone	١١٣٢٥,٢٩

حيث نستطيع استعمال الكثافات للخروج بنتيجة تقريبية للتكاليف مواد المشروع

و فيما يلي سيتم حساب تكلفة للطبقات الثلاثة :-

١- تكلفة الرصفة (Pavement):

تحسب مساحة المسارب المراد تعبيدها كما يلي:

تكلفة الرصفة الاسفلت = حجم الاسفلت × سعر المتر المكعب .

٤٩٢٠×٨٠= ٣٩٣٦٠٠ شيكل

٢- حجم البسكورس = حجم البيز كورس

=٦٥٦٠ ×٤٠= ٢٦٢٤٠٠شيكل.

٣- حجم طبقة ما تحت الأساس = ١ ٢.١١٣٢٥ م٣

حيث تبلغ تكلفة النقل هذه الطبقة ١٠٠ شيكل لكل عربة

وكل عربة تتسع الى ٢٥ متر مكعب وبالتالي فاننا نحتاج الى ٤٥٣ عربة وبالتالي فان تكلف طبقة ما تحت الاساس هي ٤٥٣٠٠.٨ شيكل

اما بالنسبة لتكاليف الحفر والردم فتكون كما يلي

تكلفة الحفر للمتر المكعب حوالي ٣٠ سيكل وعليه فان تكلفة الحفر = ١٠٦١٢٤١.٦ شيكل

اما تكلفة الردم للمتر الواحد ٢٤ شيكل وبالتالي فان تكلفة الردم الكلية = ٦٩٣٣٣ شيكل

وعليه فان التكلفة الكلية للمشروع =٢٢٣٩٥٨٢,٦

النتائج والتوصيات

٦-٣ النتائج :

١- تم تجهيز كافة تصميمات الميول الطولية والعرضية والمنحنيات الرأسية.
٢- تم إنشاء شبكة تصريف لمياه الأمطار تحد من مشكلة تجمع المياه على حرم الطريق وتخدم منطقة عين سارة .
٣- تم تعيين النقاط الحرجة وهي النقاط التي تتجمع فيها مياه الأمطار .
٤- تم توزيع البالوعات في أفضل موقع لها في الطريق بجانب ممر المشاة، وتم زيادة عدد البالوعات في النقاط الحرجة .
٥- استنتاج أهمية تصميم الميول الطولية والعرضية للطريق في تصريف مياة الأمطار .

٦-٤ التوصيات:

١- نوصي دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في جامعة بوليتكنك فلسطين بالعمل على زيادة عدد المواد التي تتعلق بالبنية التحتية من شبكات صرف مياه أمطار وشبكات الصرف الصحي .
٢- نوصي بلدية الخليل بالعمل على فصل خطوط شبكات تصريف مياه الأمطار عن خطوط شبكات الصرف الصحي .
٣- نوصي بلدية الخليل بدراسة ميول الطرق الموجودة قبل اعادة تأهيلها على طبقات قديمة ميولها لا تحقق تصريف المياه عن سطح الطريق .

ملحق رقم (أ)

الفحص المخبري

أ ـ ١ مقدمة

تقوم الفكرة الاساسية في الفحص المخبري على ايجاد نسبة الماء المثالية للعينات التربة والتي تعرف على انها اعلى نسبة للماء في عينة التربة دون تناقص وزن التربة ، اي بعدها عند اضافة الماء الي عينة التربة فان وزن التربة يبدا بالتناقص، وبعد وصول عينة التربة الي نسبة الماء المثالية فاننا نقوم باجراء فحص CBR على عينة التربة عند هذه النسبة والتي تمكننا من معرفة عدد وسمك طبقات الطريق .

أ ـ ٢ تجارب المختبر

أ ـ ٢ـ١ تجربة بروكتور على عينة تربة ما تحت الاساس

أ ـ ٢ـ١ـ١ الادوات :

١ـ قالب بروكتور مع الغطاء المتحرك (قطر ١٥,٢وارتفاع ١١.٥").
٢ـ مطرقة بروكتور .
٣ـ وعاء لخلط التراب مع رشاشة ماء مع مسطارين وسكين بدون حد.
٤ـ منخل رقم ¾" و ٤" .
٥ـ جفنات صغيرة وفرن للتجفيف .
٦ـ ميزان .

أ ـ ٢ـ١ـ٢ طريقة العمل:

١ـ نسجل رقم الجفنات مع وزنها فارغة .
٢ـ نزن قالب بروكتور مع قاعدته فارغا ونسجل وزنه .
٣ـ نحضر العينة وننخلها على منخل رقم ¾" ، الكمية المارة من المنخل هي التي ستستعمل فقط ، المحجوز على منخل رقم ¾" يتم استبدالة بنفس الوزن من نفس العينة ماره من منخل ¾" ومحجوزة على منخل رقم ٤".
٤ـ تحسب وثم تملا نسبة الرطوبة للعينة كالاتي :
أـ تزن الجفنات فارغة ثم تزن مع العينة (رطبة).
بـ توضع الجفنات مع العينة في فرن التجفيف لمدة ٢٤ ساعة .
تـ تزن الجفنات مع العينة الجافة بعد ٢٤ساعة من التجفيف .
ثـ يحسب وزن الماء والوزن الجاف للعينة ومن ثم تحسب نسبة الرطوبة.
٥ـ بناء على نسبة الرطوبة المحسوبة نضع كمية من الماء على العينة بحيث تصبح رطبة ونخلطها بالمسطارين ثم ناخذ كمية ونضعها في قالب بروكتور وندمكها بمطرقة بروكتور بوضعها على العينة وسحبها بكامل طولها ثم ندعها تسقط نتيجة لثقلها منقلا المطرقة على جميع اجزاء سطح العينة . نكرر العملية حسب عدد الطبقات .
٦ـ نزن غطاء قالب بروكتور ونمسح ما يزيد عن وجهة القالب من العينة المرصوصة باستعمال السكينة بغير حد ونسوي سطح القالب.
٧ـ نزن العينة مع القالب ونسجل الوزن . نزن العينة من القالب بالازميل او باستعمال جهاز لاخراج العينة. ناخذ عينة من وسط القالب ومن طرفيه في جفنتين ونزن الجفنتين مع العينة ثم نضعها في الفرن لكي تجف في اليوم التالي ومن ثم نزن الجفنتين مع العينة المجففة في اليوم التالي .

٨- نرجع العينة الى وعاء الخلط ونحركها جيدا ونزيد كمية الماء في العينة ثم نملا القالب مرة ثانية كما ورد ونعيد الخطوات السابقة .
٩- نكرر العملية كل مرة نزيد فيها نسبة الماء حتى يبدا وزن القالب مع العينة بالنقصان .
١٠- نسجل هذه المعلومات كما في الجدول .

أ - ٢-١-٣ النظرية :

تحسب نسبة الرطوبة كما يلي :

نسبة الرطوبة = وزن الماء/الوزن الجاف للعينة.

وزن الماء = وزن الجفنة مع العينة الرطبة – وزن الجفنة مع العينة الجافة.

الوزن الجاف للعينة = وزن الجفنة مع العينة الجافة – وزن الجفنة.

الكثافة الرطبة = وزن العينة الرطبة /حجم العينة (حجم العينة = حجم قالب بروكتور).

الكثافة الجافة = الكثافة الرطبة /(١+نسبة الرطوبة).

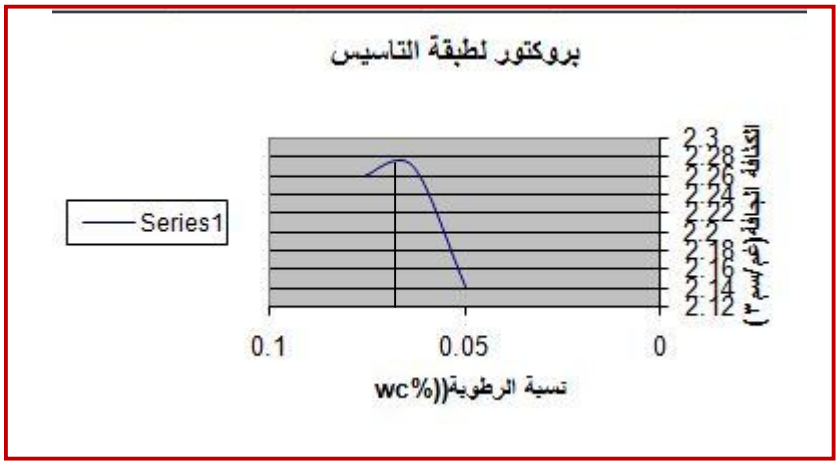
الجدول (أ -١) القراءات التي تم أخذها من عينة التربة في المختبر

وزن القالب	وزن القالب مع عينة التربة	وزن عينة التربة	نسبة الماء المضافة	الكثافة الرطبة
٦٤٩٤	١١٢٩٢	٤٧٩٨	٤.٥	٢,٢٥
٦٤٩٤	١١٦٤٨	٥١٥٤	٥.٥	٢.٤٢
٦٤٩٤	١١٦٧٤	٥١٨٠	٦.٥	٢,٤٣

والجدول (أ -٢) يوضح قيم الكثافة الجافة التي تم الحصول بعد اخذ عينة من كل محاولة ووضعها في الجفنات وتجفيفها في الفرن

Test no	١	٢	٣
وزن الجفنة	٣٢	٣٢	٣٢
وزن الجفنة +عينة التربة الرطبة	١٥٠.٥	١٢٣.٣	١٩٥
وزن الجفنة + عينة التربة الجافة	١٤٣,٣٧٥	١١٥,٩٢٦	١٨١.٣٥
وزن الماء المتبخر	٧.١٢٥	٧.٣٧٤	١٣.٦٥
نسبة الرطوبة	٠.٠٤٩٧	٠.٠٦٣٦	٠.٠٧٥
الكثافة الجافة	٢,١٤	٢.٢٧	٢.٢٦

والمنحنى التالي يوضح العلاقة بين الكثافة الجافة و نسبة الماء المضافة



الشكل (أ - ١) العلاقة بين الكثافة ونسبة الماء المضافة

بعد اخذ قيمة الماء المثالية (opmium moisture content) والتي تظهر من المنحنى ٠,٠٦تظهر لنا قيمة الكثافة الجافة
وهي اعلا قيمة ولذلك فاننا قمنا بعمل تجربة اختبار كالفونيا عند هذه النسبة (٢,٢٨)

والجدول (أ-٣) يوضح قيم الاختبار للعينة

الحمل القياسي كغم	الغرز mm
٠,٥	٩
١	١٠

نلاحظ من الجدول فشل عينة الفحص لذلك فإننا نوصي بإزالة هذه التربة من الموقع واستبدالها بتربة لها قيمة مطابقة للمواصفات القياسية ، وفي هذه المشروع فإننا نقوم باستبدال طبقة sub grade بطبقة crushed stone لها قيمة CBR لها قيمة ٠.٤ .

أ -٢-٢ تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio Test) (CBR)

أ - ٢-٢-١ مقدمة:

تعرف تجربة CBR بأنها معرفة العلاقة بين قوة التحمل ومقدار الغرز لمكبس اسطواني مساحة مقطعة ١٩٤٠ملم٢ عندما وذلك يتم عندما نسلط عليه قوة منتظمة لكي تحدث هذا الغرز.لأي مقدار في الغرز تعرف CBR بأنها العلاقة بين القوة التي أحدثت هذا الغرز والقوة القياسية اللازمة لإحداث هذا الغرز في عينة كاليفورنيا القياسية ، وبغض النظر عن مساحة مقطع المكبس فان التجربة تصلح للمواد التي لا يزيد حجم حبيباتها عن ٢٠ملم.

أ ـ ٢ـ٢ـ٢ الهدف:

ان الهدف من هذه التجربة هو إيجاد نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) لطبقات الرصفة .

أ ـ ٢ـ٢ـ٣ الأدوات المستخدمة :

١ـ منخل رقم ٢٠ ملم (٣/٤") .

٢ـ قالب معدني اسطواني قطرة الداخلي ١٥٢ ملم وارتفاعه الداخلي ١٧٨ ملم مع قاعدة وصفيحة علوية وحلقة إضافية ارتفاعها ٥٠ ملم توضع في حالة تعبئة القالب أثناء الرص.(شكل ٦ـ١٠).

٣ـ مكبس اسطواني معدني نهايته السفلية من المعدن الصلب بمساحة ١٩٦٣ ملم٢ وطول ٢٥٠ ملم .

٤ـ جهاز ضغط يعطي القوة المطلوبة على المكبس بمعدل منتظم ، وجهاز لقياس القوة وجهاز آخر لقياس قيمة الغرز للمكبس بداخل العينة .(شكل ٦ـ ١٠)

٥ـ مطرقة بروكتور المعدلة التي وزنها ٤.٥٤كغم(١٠باوند)(شكل ٢ـ ١٠).

٦ـ ميزان يزن لغاية ٢٥ كغم.

أ ـ ٢ـ٢ـ٤ طريقة العمل :

١ـ تنخل كتلة من العينة على منخل رقم ¾" . المحجوز على المنخل يتم استبداله بنفس الكمية مارة من منخل رقم ¾" ومحجوزة على منخل رقم ٤" .

٢ـ تضاف كمية من الماء إلى العينة في وعاء يمنع التبخر لمدة ٢٤ ساعة :

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

٣ـ يجهز القالب الأسطواني الأول (قالب بروكتور المعدل) مع قاعدته ، تثبت الحلقة وتوضع ورقة ترشيح في قاع القالب ، توزن كتلة من العينة وتقسم إلى خمسة أقسام متساوية بالوزن . يرص كل قسم بداخل القالب مع وجود الحلقة ١٠ ضربات بواسطة مطرقة بروكتور المعدلة (وزن ٤.٥ كغم وارتفاع هبوطها ٤٥.٨ سم) ، وتوزع الضربات على سطح الطبقة بشكل منتظم بحيث تكون الطبقة الأخيرة ملامسة للسطح ومرتفعة قليلا عنة ، تزال الحلقة ويسوى سطح العينة مع وجه القالب باستعمال سكين غير حادة .

٤ـ تعاد الخطوة رقم ٣ لقالبين آخرين ولكن بعدد ضربات :

القالب الثاني : ٣٠ ضربة لكل طبقة .

القالب الثالث : ٦٥ ضربة لكل طبقة.

٥ـ بعد عملية الرص تغير القاعدة بقاعدة أخرى وتثبت الحلقة في الجهة الأخرى من القالب. يوضع القالب يوضع القالب الأول في جهاز الغرز محتويا على العينة مع وجود القاعدة وسطح العينة إلى الأعلى ، وعن طريق غرز المكبس بمعدل١ ملم/دقيقة يتم تسجيل الحمل عند غرز مقداره (.٥.٠ـ١ـ٥.١ـ٢ـ٥.٢ـ٣ـ٥.٣ـ٤ـ٥.٤ـ٥ـ٥.٥ـ٦ـ٥.٦ـ٧ـ٥.٧ـ٨) ملم ، وأثناء الغرز يجب وضع قرص دائري فوق المادة الجاري تجربتها وثقل هذا القرص يعادل سمك الرصف المنتظر فوق هذه المادة قي الطبيعة .

٦ـ تعاد الخطوة رقم ٧ للوجه الثاني للعينة في القالب الأول بعد إزالة القاعدة من الطرف السفلي وتثبيتها في الطرف العلوي للقالب وذلك باستخدام جهاز إخراج العينات .

٧- تعاد الخطوة رقم ٥ والخطوة رقم ٦٦ للقالب الثاني والثالث .

أ ـ ٢ـ٢ـ٥ الحسابات :

* يرسم منحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة ، ومنه يتم الحصول على الحمل المسبب لاختراق ٢.٥ ملم (٠.١") في العينة عند التجربة .

* تحسب قيمة ال CBR عند اختراق ٢.٥ ملم (٠.١").

نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) =

(الحمل المسبب لاختراق ٥" للعينة عند التجربة ÷ الحمل المسبب لنفس الاختراق لعينة قياسية)×١٠٠%

حيث قمنا باجراء محاولة عند نسبة نسبة ٥% على عينة البيزكورس وعند نسبة ٥.٥ والتي بدا تتغير قيمة وزن العينة عندها لذا اخذنا بعين الاعتبار ان قيمة نسبة الماء المثالية ٥.٢٥ % والتي تكون عندها قيمة الكثافة الجافة ٥,٥ \سم^{٣}

الجدول (أ-٤) يوضح قيم الاحمال والغرز

قيمة الغرز mm	الحمل kg
٠,٥	١٩٨,١٢
١	٤٨٢,٦
١,٥	٦٩٨,٢٥
٢	٩٧٢,٨٢
٢,٥	١٢٠٩,٠٤
٣	١٤١٧,٣٢
٣,٥	١٦٣٣,٢٢
٤	١٨١٦,١
٤.٥	٢٠٠١,٥٢
٥	٢١٥٩
٥,٥	٢٣٢٤,١
٦	٢٤٦٨,٨٨
٦,٥	٣٠٧٣,٤
٧	٣٣٨٨,٣٦
٨	٣٦٥٢.٥٢
٩	٣٨٤٣,٠

ومن الجدول ناخذ قيمة الحمل عند ٥ لايجاد قيم CBR لعينة التربة ويكون كما يلي

CBR لعينة التربة = (الحمل لعينة التربة ÷ الحمل للتربة القياسية) * ١٠٠%

وبالتالي فان قيمة CBR لعينة التربة =(٢١٥٩÷ ٢٠٥٥)* ١٠٠ % = ١٠٥.٠٦

ملحق رقم (ب)
الإشارات المرورية

الهدف من الإشارات على الطرق هو توجيه وتنبيه السائقين بالإضافة إلى تنظيم الحركة المرورية والقيادة على الطرق . وتعتبر الإشارات المرورية وسيلة الاتصال والتخاطب ما بين الطريق ومستخدم الطريق .وتتكون الإشارات المرورية من عدة أنواع هي :

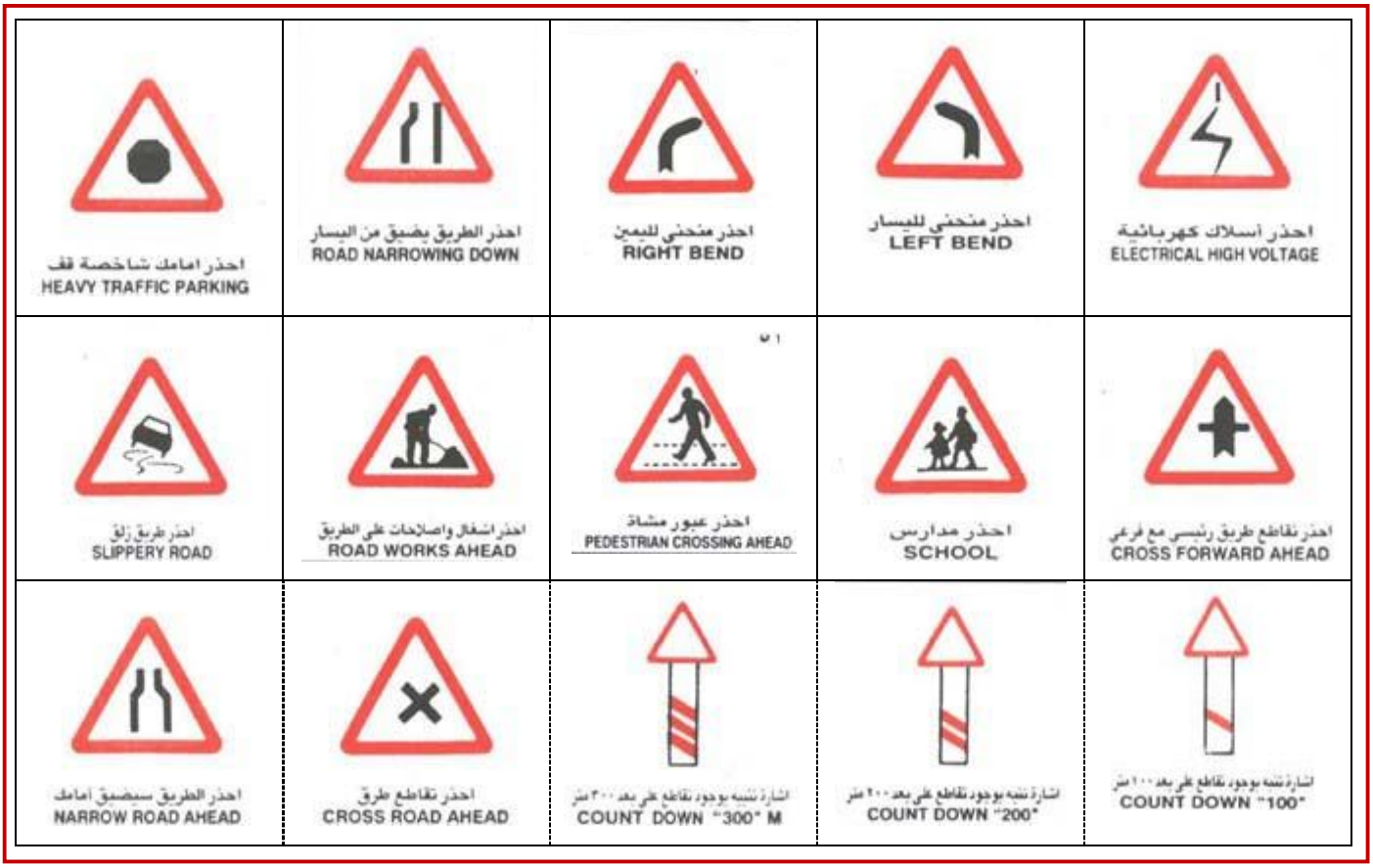
- **الإشارات التحذيرية**
- **الإشارات التنظيمية**
- **الإشارات الإرشادية**

ب-١ الإشارات التحذيرية :

تستخدم الإشارات التحذيرية لتنبيه وتحذير السائق وكافة مستخدمي الطريق من أخطار أو أوضاع خطرة قائمة ومحتملة على الطريق أو الشارع أو بجوارهما وذلك حتى لا يفاجأ بالخطر ويؤثر سلبا على تصرفه .

وتطالب الإشارات التحذيرية بأخذ الحيطة والحذر من قبل السائق من اجل سلامته وسلامة من معه وكافة مستخدمي الطريق .

بوجه عام تكون جميع الإشارات التحذيرية ذات شكل مثلث. وتكون الأرضية (خلفية الإشارة) باللون الأبيض والرموز أو الرسوم باللون الأسود على وجه الإشارة وإطار باللون الأحمر.



الشكل (ب - ١) إشارات المرور التحذيرية

ب-٢ الإشارات التنظيمية :

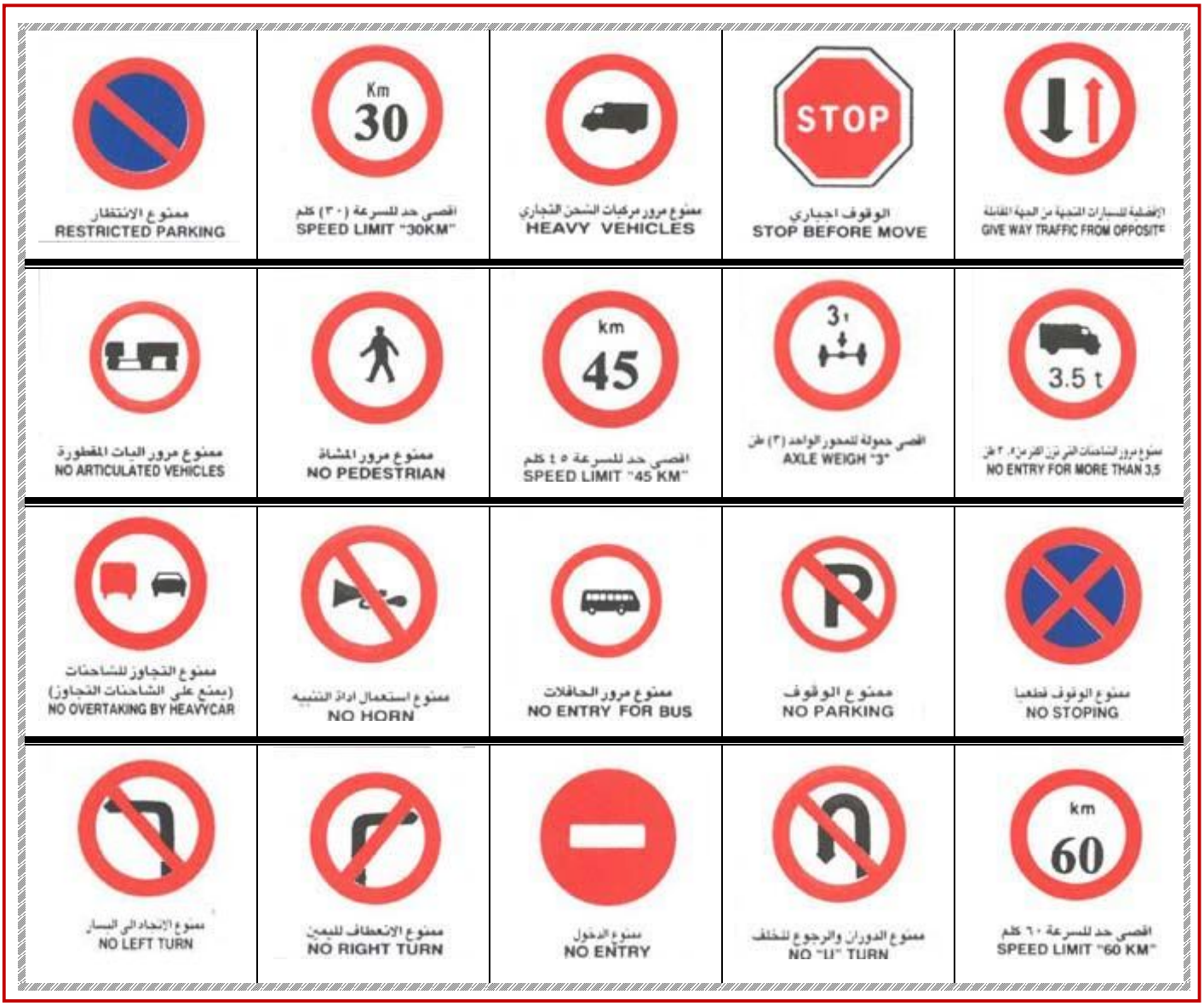
تستخدم الإشارات التنظيمية لتعريف السائق وكافة مستخدمي الطريق بالأنظمة المرورية والقيود والمحذورات المختلفة الواجب التقيد بها أثناء القيادة أو استخدام الطريق . وهذه الاشارت توضح أنظمة المرور وقوانينه ويتعرض من يخالفها للمخالفة والعقاب . ويوجد عدة أنواع وأصناف للإشارات التنظيمية هي : -

- مجموعة إشارات حرم الطريق مثل علامة (قف) وعلامة (أعط الأفضلية)
- مجموعة إشارات السرعة .
- مجموعة إشارات السير وممنوعات السير .
- مجموعة إشارات الانتظار .
- مجموعة الإشارات الإجبارية

بوجه عام تكون جميع الإشارات التنظيمية دائرية الشكل . وتكون الأرضية (خلفية الإشارة) باللون الأبيض والرموز أو الرسوم باللون الأسود على وجه الإشارة وإطار باللون الأحمر وهناك بعض الاستثناءات مثل :

شكل إشارتي (قف) و (أعط الأفضلية) يختلف ، فإشارة (قف) ذات شكل ثماني الأضلاع وأرضية حمراء و الكتابة والإطار بالأبيض وذلك لتميزها لأهميتها . أما إشارة (أعط الأفضلية) ذات شكل مثلث متساوي الأضلاع مقلوب (رأسه إلى أسفل) وتكون الأرضية باللون الأبيض والإطار باللون الأحمر .

الإشارات الإجبارية تكون أرضيتها باللون الأزرق والكتابة بالأبيض.



الشكل (ب - ٢) إشارات المرور التنظيمية

ب-٣ الإشارات الإرشادية :

تستخدم الإشارات الإرشادية بصفة أساسية من اجل إرشاد وتوجيه السائقين وكافة مستخدمي الطرق على طول الشوارع والطرق إلى المدن والقرى والشوارع وغيرها من المقاصد الهامة والضرورية ، وإحاطتهم بالتقاطعات وتحديد المسافات والاتجاهات والأماكن ذات الأهمية الجغرافية والجيولوجية والتاريخية والدينية ومرافق الخدمات على الطرق . وبشكل عام فان هذه الإشارات تؤمن مثل هذه المعلومات ، كما تساعد السائقين على طول الطريق بسلك اقصر الطرق للوصول لمقاصدهم .

بالنسبة لمعظم الإشارات الإرشادية فإن الكتابة أو الرموز تكون مختلفة ومتنوعة لدرجة انه لا يمكن أن يكون هناك حجم موحد لجميع الإشارات .ولذلك فان أحجام الإشارات تتحدد أساساً بطول الرسالة المراد توصيلها .

وكذلك بالنسبة لألوان الإشارات الإرشادية فهي أيضا مختلفة وقد تم تحديد الألوان حسب نوع الرسالة المراد توصيلها:-

- الإشارات على الطرق خارج المدن تكون الأرضية باللون الأزرق والكتابة باللون الأبيض . أما داخل المدن تكون الأرضية بالأخضر والكتابة بالأبيض .
- للتأشير للمدن والقرى والهجر فتكون الأرضية بالأزرق والكتابة بالأبيض .
- للتأشير للشوارع والأحياء داخل المدن فيكون لون الأرضية بالأخضر والكتابة بالأبيض .
- للتأشير للمقاصد المهمة كالمستشفيات يكون لون الخلفية بالأبيض والكتابة بالأسود .
- للتأشير للمزارع والمجمعات الترفيهية والمتاحف يكون لون الخلفية بالبني والكتابة بالأبيض وكذلك بالنسبة للإشارات الدينية .

الشكل(ب - ٣) إشارات المرور التوضيحية التثقيفية

المصادر والمراجع :

[١] : قسم المساحة والتخطيط ، بلدية الخليل .

[٢] : تكنولوجيا صاينة الطرق ، م .سمير عمار ، ٢٠٠٨.

[٣] : الملحق رقم (٥) مطبات تهدئة السرعة ،المواصفات العامة لإنشاء الطرق الحضرية ، االمملكة العربية السعودية.

[٤] : يوسف صيام، عبد الله القرني ، سعد القاضي ، تغطية مساحية للطرق، دار مجدلاوي للنشر ، عمان ، الأردن ١٩٩٩.

[٥] : يوسف صيام، المساحة وتخطيط المنحنيات، عمان،١٩٧٨ .

[٦] : المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، تقنيات الطرق،المملكة العربية السعودية،٢٠٠٣.

[٧] : تقنيات مدنية تقنيات الطرق ٢٠٨ مدن .

[٨]: سالم، محمود توفيق ، هندسة النقل والمرور ، دار الراتب الجامعية، لبنان ١٩٨٥. جدول (٣-٢) العلاقة بين السرعة و معامل الاحتكاك(f).

[٩] : دليل التصميم الهندسي للطرق .

[١٠] : Traffic and highway engineering.

[١١] : نشوية ، أيمن و آخرون " إعادة تأهيل طريق دورا الخليل " ٢٠٠٣.

[١٢] : روحي شريف، البسيط في تصميم وانشاء الطرق، الجزء الأول، عمان، الاردن، ١٩٨١ .

[١٣] : www.google.com .

ملخص محتويات القرص المضغوط (CD)

- Adjest report.pdf
- Project for Adjust.txt
- Study area.GPEG
- Travers picture.doc
- Point croce. Doc
- The project text .doc
- Travers plane.dwg
- Design file .dwg
- Design storm water .dwg