شهادة تقيم مقدمة مشروع التخرج

جامعة بوليتكنيك فلسطين
الخليل – فلسطين

تصميم طريق أبو كتيلة المسكوبية (خلة المغاربة)

فريق العمل

إعتصام أحمد 00/155

علاء عقل 00/332

علاء نجاجرة 00/154

بناءاً على توجيهات الأستاذ المشرف على المشروع و بموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة ، تم تقديم هذا المشروع الى دائرة الهنسة المدنية و المعمارية في كلية الهندسة و التكنولوجيا للوفاء الجزئي بمتتطلبات الدائرة لدرجة البكلوريوس

توقيع مشرف المشروع توقيع رئيس الدائرة

الإسم: **الإسم:**

كانون الأول- 2004م

بسم الله الرحمن الرحيم

تصميم طريق أبو كتيلة المسكوبية (خلة المغاربة)

فريق العمل

إعتصام أحمد
00/155

علاء عقل
00/332

علاء نجاجرة
00/154

إشراف

المهندس خليل كرامة

تقرير مشروع التخرج
مقدم الى دائرة الهندسة المدنية و المعمارية في كلية الهندسة و التكنولوجيا
جامعة بوليتكنيك فلسطين
للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على درجة البكلوريوس في الهندسة تخصص
هندسة المساحة و الجيوماتكس

جامعة بوليتكنيك فلسطين

الخليل- فلسطين

تموز ٢٠٠٥

بسم الله الرحمن الرحيم

تصميم طريق أبو كتيلة المسكوبية (خلة المغارة)

فريق العمل

إعتصام أحمد
00/155

علاء علي
00/332

علاء نجاجرة
00/154

إشراف

المهندس خليل كرامة

تقرير مقدمة مشروع التخرج

مقدم الى دائرة الهندسة المدنية و المعمارية في كلية الهندسة و التكنولوجيا
جامعة بوليتكنيك فلسطين
للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على درجة البكلوريوس في الهندسة تخصص
هندسة المساحة و الجيوماتكس

جامعة بوليتكنيك فلسطين

الخليل- فلسطين

كانون أول- ٢٠٠٤

Because of occupation and closing most of the streets in East and south Hebron all the passengers who want to reach east Hebron from south Hebron have to move through Al-Salam street which is crowded with vehicle especially after establishing of three banks there so there is an idea of shifting apart of the traffic movement to another street , In this time the planning idea of designing and opening the street which we are designing especially after the planning of building a new building of Al-Quds open university in the area which lies between Abu-Ektala crossroad and kalit El-Magharbeh , we will do our effort on designing the suitable street line and balance between cut and fill , then we will design all the horizontal and vertical curves according to the engineering principle , also we will make the construction design by choosing the suitable materials and making all the needed tests to know the features of these material according to The American Association of State Highway and Transportation Officials(AASHTO) ,also knowing the thickness of the……. layers and calculating the project's approximately budget .

الإهـــــــــــــداء

- إلى أمي الغالية رفيقة دربي في ليالي السهر الطوال.....
- إلى أبي رمز العطاء الدائم المغني عن السؤال.....
- إلى كل من تحرك القلم في يده بخط كلمه خير تشرق بها شموس الفجر .....
- إلى الدموع السائلة ترقب الفجر القريب .....
- إليك يا وطن و إلى كل القلوب الصافية .....
- إلى إخواني وأخواتي وزملائي و إلى كل من علم حرفا .....
- وأقول لهم جميعا مازال على هذه الأرض ما يستحق الحياة.....

كـــــلمة شـــكـــــــــــر

بين سطور تحمل في ثناياها روائع عطور أروع الأزهار الطبيعية نتقدم خلالها بجزيل الشكر وفائق الاحترام إلى كل من.....

الهيئة التدريسية دائرة الهندسة المدنية و المعمارية .....
قسم المساحة في بلدية الخليل و على رأسهم المهندس
" إيـاد جويحان" . . . . . .

و إلى صاحب القلب الصافي النقي الذي لا يعرف في يوم إلا الحب الذي له الدور المثالي في مساندتنا والوقوف إلى جانبنا ...

أستاذنا .....خـلـيـل كـرامـة

و إلى الذي لم يبخل علينا بشيء إلا وقدمه لنا... إلى من تتراجع كلمات يمكن أن نخطها ولكنها لن تفيه حقه بقدر ما سوف تحمل من معاني وبقدر ما نكنه له بقلوبنا لأن دورة أكبر من أن يبقى كلمات بين السطور

الأستاذ ..... كمال غطاشة

تصميم طريق أبو كتيلة المسكوبية (خلة المغاربة)

فريق العمل:

إعتصام أحمد علاء علي

علاء نجاجره

إشراف:

م. خليل كرامة

جامعة بوليتكنيك فلسطين – 2004م

الخلاصة:

نتيجة ممارسات الإحتلال و إغلاق العديد من الطرق في مدينة الخليل خصوصا في الجانب الشرقي و الجنوبي من المدينة ، لذا فإن المسافر الراغب في التوجة الى جنوب المدينة من شمالها لابد أن يمر بشارع السلام الذي أصبح مزدحماً بالسيارات ، خصوصاً بعد إفتتاح ثلاثة بنوك على هذا الطريق ، فكان لابد من نقل جزء من حركة المرور عن هذا الطريق ، فكانت فكرة التخطيط ، بتصميم و شق الطريق الذي نحن بصدد تصميمة خصوصاً بعد توفر النية لبناء مبنى لجامعة القدس المفتوحة ، وهذه المنطقة التي تمتد مابين مثلث أبو كتيلة و خلة المغاربة إن شاء الله ، و سنعمل جاهدين على تحديد المسار المناسب لهذه الطريق و كذلك إختيار خط التدريج لهذا الطريق بحيث تكون كميات الحفر مساوية تقريباً لكميات الردم و كذلك سنقوم بتصميم كافة المنحنيات الأفقية و الرأسية لهذه الطريق و فقاً للمبادئ الهندسية ، بالإضافة الى التصميم الإنشائي و ذلك بإختيار

المـواد المناسـبة و إجـراء كافـة الإختبـارات اللازمـة لتحديـد مواصـفات هـذه المـواد و فقـاً للمواصـفات الفنيـة العالمية(AASHTO) و كذلك تحديد سماكةطبقات الرصفة و حساب الميزانية التقديرية للمشروع .

design of a Street Connecting Al-Masqobia street with Abu Ektalas

Prepared By :

Alaa Aqel **Alaa Najajera**

Itissam Ahmed

Supervisor:

Eng. Khalil Karameh

Abstract:

Because of occupation and closing most of the streets in East and south Hebron all the passengers who want to reach east Hebron from south Hebron have to move through Al-Salam street which is crowded with vehicle especially after establishing of three banks there so there is an idea of shifting apart of the traffic movement to another street , In this time the planning idea of designing and opening the street which we are designing especially after the planning of building a new building of Al-Quds open university in the area which lies between Abu-Ektala crossroad and kalit El-Magharbeh , we will do our effort on designing the suitable street line and balance between cut and fill , then we will design all the horizontal and vertical curves according to the engineering principle , also we will make the construction design by choosing the suitable materials and making all the needed tests to know the features of these material according to The American

Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) ,also knowing the thickness of the pavement layers and calculating the project's approximately budget

جدول المحتويات

الموضوع	الصفحة
الإهداء	III
شكر وتقدير	IV
الخلاصة	V
Abstract	VI
جدول المحتويات	VII
فهرس الأشكال	XIV
فهرس الجداول	XVII
الفصل الأول	
1- المقدمة	١
1-1 الطرق على مر العصور	١
1-2- أهمية المشروع	٢
1-3- الدراسات السابقة	٢
الفصل الثاني	
2- الفرق الهندسية المصممة للطريق	٥
2-1- فريق الهندسة المدنية	٥
2-2- فريق المساحة الأرضية	٥
2-3- فريق المساحة الجوية	٦
2-4- العلاقة بين فريق المساحة الأرضية والجوية	٧
الفصل الثالث	
3- العمل المساحي	٨
3-1- دراسة الخرائط	٨
3-2- المساحة الاستطلاعية	٩
3-3- المسح الابتدائي	١٠

3-4- المسح التفصيلي ١٠

الفصل الرابع

٤- حجم وإشارات وعلامات المرور ١٨

٤-١- حجم المرور ١٨

٤-١-١-طرق عد و إحصاء المركبات ١٨

٤-٢- إشارات المرور ٢١

٤-٢-١- مواصفات الإشارات ٢٢

٤-٢-٢- أنواع الإشارات ٢٣

٤-٣- علامات المرور ٢٤

٤-٣-١- أهداف علامات المرور ٢٥

٤-٣-٢- الشروط الواجب توفرها في علامات المرور ٢٥

٤-٣-٣- أنواع علامات المرور ٢٥

الفصل الخامس

٥- تخطيط الطريق ٢٦

5-1- العوامل التي تؤخذ بعين الاعتبار عند إنشاء طريق ٢٨

5-2- العوامل الأساسية التي تتحكم في تخطيط الطريق ٢٩

٥-٣- التصميم الهندسي للطريق ٣١

٥-٤- العوامل التي تحكم أسس التصميم ٣١

الفصل السادس

٦- التخطيط الأفقي للطريق ٤٠

6-1- أنواع المنحنيات ٤٠

6-1-1- المنحنيات الدائرية ٤٠

6-1-2- المنحنيات الحلزونية ٤٢

6-2- تصميم المنحنيات ٤٣

6-2-1- عناصر المنحنى الدائري البسيط ٤٣

6-2-2- معادلات المنحنى الدائري الأفقي ٤٥

6-3- الرفع الجانبي للطريق ٤٦

6-3-1- الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق ٤٩
6-4- المنحنيات الانتقالية ٥١
6-5- توسيع المنحنيات ٥٢
6-6- مسافة الرؤية ٥٤
6-6-1- مسافة الرؤية للتوقف ٥٤
6-6-2- مسافة الرؤية للتجاوز ٥٥
6-7- القاطعات على الطرق ٥٩
٦-٧-١- مقدمة ٥٩
٦-٧-٢- أنواع القاطعات ٥٩
٦-٧-٣- فوائد القنوات في القاطعات ٦٤
٦-٧-٤- عوامل و عناصر و خطوات تصميم التقاطعات ٦٤

الفصل السابع

7- التخطيط الرأسي ٧٥
٧-١- مقدمة ٧٥
7-2- المنحنيات الرأسية ٧٥
7-2-1- إشارة الميل وزاوية التدرج ٧٥
7-3- عناصر حساب المنحنى الرأسي ٧٦
7-4- خواص القطع المكافئ البسيط ٧٧
7-5- المنحنيات الراسية غير المتكافئة ٧٨
7-6- الميول الرأسية العظمى في الطريق ٧٨
7-6-1- العوامل التي تتحكم في الميول الرأسية ٧٨
7-7- العوامل المشركة في اختيار طول المنحنى الرأسي ٨٢
7-8- ملاحظات عامة في التخطيط الرأسي ٨٤
7-9- اعتبارات أساسية في تصميم المنحنيات الأفقية ٨٥

الفصل الثامن

8- تصريف المياه عن الطريق **٨٧**

8-1- مقدمة **٨٧**

8-2- أهمية صرف المياه **٨٧**

8-3- متطلبات صرف المياه عن الطريق **٨٨**

8-4- طرق صرف المياه **٨٩**

8-4-1- الصرف السطحي **٨٩**

8-4-2- الصرف المغطى **٩٠**

8-5- العبارات **٩٠**

8-5-1- بناء العبارات **٩١**

8-5-2- تهيئة أرض العبارة **٩٢**

8-5-3- أجنحة العبارة **٩٣**

الفصل التاسع

9- الإضاءة على الطريق **٩٤**

9-1- المواصفات العامة للإنارة **٩٤**

9-2- طريقة توزيع الإضاءة على الشارع **٩٤**

9-3- ارتفاع أعمدة الإنارة **٩٦**

9-4- المسافة بين أعمدة الإنارة **٩٦**

9-5- أنواع المصابيح المستخدمة في الإنارة **٩٨**

الفصل العاشر

١٠- الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة **١٠٠**

١٠-١- تجربة بروكتور **١٠٠**

١٠-١-١- مقدمة **١٠٠**

١٠-١-٢- الهدف من التجربة **١٠٠**

١٠-١-٣- تجربة بروكتور القياسية **١٠٠**

١٠-١-٣-١- الأدوات المستخدمة **١٠١**

١٠-١-٣-٢- خطوات العمل **١٠١**

١٠-١-٣-٣- الحسابات ١٠٢
١٠-١-٣-٤- النتائج ١٠٢
١٠-٢- تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا CBR ١٠٥
١٠-٢-١- المقدمة ١٠٥
١٠-٢-٢- الهدف من التجربة ١٠٥
١٠-٢-٣- الأدوات المستخدمة ١٠٥
١٠-٢-٤- طريقة العمل ١٠٦
١٠-٢-٥- الحسابات ١٠٧
١٠-٢-٦- النتائج ١١٩
١٠-٣- تجربة تحليل الخلطة الإسفلتية ١١٩
١٠-٣-١- الهدف ١١٩
١٠-٣-٢- طريقة الطرد المركزي ١١٩
١٠-٣-٢-١- الادوات المستخدمة ١١٩
١٠-٣-٢-٢- طريقة العمل ١٢٠
١٠-٣-٢-٣- الحسابات ١٢١
١٠-٣-٢-٤- النتائج ١٢٢

الفصل الحادي عشر

١١- التصميم الإنشائي للطريق ١٢٤
١١-١- مقدمة ١٢٤
١١-٢- العناصر الإنشائية للرصف المرنة ١٢٥
١١-٣- العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة حسب AASHTO ١٢٦
١١-٤- حساب الأوزان المحورية ١٢٦
١١-٥- الخلاصة ١٣٨

الفصل الثاني عشر

12- حساب المساحات و الحجوم لكميات الحفر والردم ١٣٩
12-1- المساحات ١٣٩
12-1-1- طريقة الإحداثيات ١٤٠
12-2- حساب الحجوم والكميات ١٤٤

12-2-1- المقطع الأول حفر والثاني حفر ١٤٤
12-2-2- المقطع الأول حفر والثاني ردم وبالعكس ١٤٦
12-2-3- المقطع الأول حفر و الآخر مختلط وبالعكس ١٤٨
12-2-4- المقطع الأول ردم والآخر مختلط وبالعكس ١٥٠
12-2-5- المقطعان مختلطان ١٥٢
١٢-٢-٦- منحنى الكم التراكمي ١٥٣- ١٥٤

الفصل الثالث عشر

١٣- التكلفة ١٥٥
١٣-١- مقدمة ١٥٥
١٣-٢- تكلفة الرصفة ١٥٥
١٣-٣- تكلفة الحفر و الردم ١٥٦
١٣-٤- التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق ١٥٧
١٣-٥- الخلاصة ١٥٨

الفصل الرابع عشر

14- Adjustment of the traverse ١٥٩
14-1- Angular Misclosure ١٥٩
14-1-1- Angular Misclosure by Angles ١٥٩
14-1-2- Angular Misclosure by Azimuth ١٦٠
14-2- Linear Misclosure ١٦١

الفصل الخامس عشر

15- النتائج والتوصيات 165
15-1- النتائج ١٦٥
15-2- التوصيات ١٦٥
المراجع ١٦٦

الملاحق *(Appendix)*

ملحق رقم (1) حساب المنحنيات الأفقية	**١٦٧- ١٩٨**
ملحق رقم (2) حساب المنحنيات الرأسية	**١٩٩ - ٢١١**
ملحق رقم (3) إشارات و علامات المرور	**٢١٢ - ٢١٩**
ملحق رقم (4)، إحداثيات النقاط المرصودة	**٢٢٠-٢٢٦**
ملحق رقم (٥)، مخططات المشروع	**٢٢٦**

فهرس الأشكال

الشكل	الصفحة
2-1- الفرق الأساسية اللازمة في مشروع مسار معين	٤
2-2- قوة العلاقة بين مختلف الفرق العملة في مسار معين	٤
2-3- الشعب الممثلة لفريق الهندسة المدنية	٥
2-4- العاملون في فريق المساحة الأرضية	٦
2-5- العاملون في فريق المساحة الجوية	٧
5-1- أنواع الأطاريف الخاصة بالطرق	٣٤
5-2- جدار استنادي	٣٨
5-3- جدار استنادي أطول من 6م	٣٨
5-4- مقطع عرضي لطريق يبين استخدام جدار استنادي	٣٩
6-2- أنواع المنحنيات الدائرية	٤١
6-3- المنحنيات الحلزونية	٤٢
6-4- عناصر المنحنى الدائري البسيط	٤٣
6-5- الأوتار وزوايا الانحراف الجزئية	٤٥
6-6- درجة الانحناء	٤٦
6-7- تأثير وزن المركبة أثناء سيرها	٤٦
6-8- الميل العرضي للطريق	٤٧
6-9- كيفية الرفع الجانبي للطريق حول المحور	٥٠
6-10- التغير التدريجي في الميل العرضي	٥١
6-11- طريقة توقيع توسيع المنحنيات	٥٣
6-12- مسافة الرؤية للتجاوز ومسافة الرؤية للتوقف	٥٦
٦-١٣- نوع من القاطعات	٦١
٦-١٤- نوع من القاطعات	٦١
٦-١٥- نوع من القاطعات	٦٢
٦-١٦- نوع من القاطعات	٦٢

٦-١٧-انعطاف دورة واحده ٦٣

٦-١٨- إنعطاف مزدوج ٦٣

٦-١٩- تقاطع مع جزيرة تقسيم ٦٣

٦-٢٠- تقاطع مع جزيرة دوران مزدوج ٦٣

٦-٢١- مسافة الرؤية على التقاطع ٧٠

٦-٢٢- مسافة الرؤية على التقاطعات مع وقوف السيارة على الطريق الفرعي ٧٢

٦-٢٣- أشكال وتوزيع الجزر على التقاطعات ٧٣

٦-٢٤- أبعاد الجزيرة على شكل مثلثات عند التقاطع ٧٤

7-1- فرق الميل و زاوية الميل ٧٦

7-2- عناصر المنحنى الرأسي ٧٧

7-3- منحنى رأسي غير متماثل ٧٩

7-4- القيمة العظمى لطول الجزء الخاضع للميل ٨٠

7-5- منحنى رأسي قاعي ٨٢

٨-٢- مقطع لأنواع العبارات ٩١

٩-١ــ٩-٤ طرق توزيع الأعمدة ٩٤ - ٩٥

٩ - 5- عناصر عمود الإنارة ٩٨

١٠-١- مطرقة بروكتور القياسية A

١٠-٢- مطرقة بروكتور المعدلة A

١٠-٣- عملية التنخيل للعينات B

١٠-٤- جهاز إخراج العينات B

١٠-٥- جهاز الغرز C

١٠-٦-عينات ال Base coarse بعد عملية الغرز D

١٠-٧- عينات الBase coarse بعد عملية الغرز D

١٠-٨- خروج المذيب بعد عملية الطرد المركزي E

١٠-٩- حرق الإسفلت بعد عملية الطرد المركزي E

١٠-١٠- جهاز إخراج عينات الإسفلت F

١٠-١١- ميزان السلة الحساس F

١٠-١٢-عملية إذابة الشمع لغمر الإسفلت فيها G

١٠-١٣-العينات بعد الغمر في الشمع G

١٠-١٤-العلاقة بين نسبة الرطوبة و الكثافة الجافة للبس كورس G
١٠-١٥- كيفية تصحيح منحنى الغرز ١٠٨
١٠-١٦- العلاقة بين الغرز و الحمل المسبب له للعينة الأولى ١٠ ضربات "TOP" ١١٠
١٠-١٧- العلاقة بين الغرز و الحمل المسبب له للعينة الأولى ١٠ ضربات "Bottom" ١١٢
١٠-١٨- العلاقة بين الغرز و الحمل المسبب له للعينة الأولى ٢٥ ضربة "TOP" ١١٤
١٠-١٩- العلاقة بين الغرز و الحمل المسبب له للعينة الأولى ٢٥ ضربة "Bottom " ١١٥
١٠-٢٠- العلاقة بين الغرز و الحمل المسبب له للعينة الأولى ٦٥ ضربة"TOP" ١١٦
١٠-٢١- العلاقة بين الغرز و الحمل المسبب له للعينة الأولى ٦٥ ضربة "Bottom " ١١٧
١١-١- طبقات الرصفة المرنة ١٢٥
١١-٢- إيجاد S-soil support value ١٣٦
١١-٣- AASHTO flexible pavement design ١٣٧
١٢-١- طريقة الإحداثيات في حساب المساحات ١٤٠
١٢-٢ مقطع عرضي في منطقة ردم ١٤٣
١٢-٣ مقطعين عرضيين الأول حفر و الثاني حفر ١٤٥
١٢-٤- مقطعين عرضيين الأول ردم و الثاني حفر أو العكس ١٤٧
12-5- مقطعين عرضيين الأول حفر والثاني مختلط ١٤٩
12-6- مقطعين عرضيين الأول ردم والثاني مختلط ١٥١
12-7- مقطعين عرضيين مختلطين ١٥٢
١٤-١-شكل علم للمضلع

فهرس الجداول:

الجدول	الصفحة
٤-١- حجم المرور	٢٠
٤-٢- المسافة الواجب توفرها بين التقاطع و الإشارة	٢٣
٤-٣- أنواع علامات المرور و أبعادها	٢٧
5-1- الميول الجانبية للقطع حسب نوع التربة	٣٥
5-2- الميول الجانبية للردم حسب الارتفاعات	٣٦
6-1 أقصى قيمة رفع جانبي	٤٨
6-2- أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة التصميمية والرفع الجانبي	٤٩
6-3- مقدار التوسيع والاحتكاك الجانبي المطلوب في المنحنيات	٥٣
6-4- زمن الارتداد العصبي	٥٥
6-5- العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتجاوز والتوقف	٥٦
6-1- نصف قطر منحنى دائري على تقاطع	٦٦
6-2- الحد الأدنى لنصف قطر على المنحنى	٦٦
6-3- الفرق الجبري بين الميلين	٦٧
6-4- عرض المسرب على التقاطع	٦٩
6-5- مسافة الرؤية للتوقف	٦٩
6-6- مسافة الرؤية اللازمة لتعديل سرعة السيارة أو توقفها	٧١
7-1- الميول الرأسية العظمى حسب طبوغرافية الأرض والسرعة التصميمية	٨٠
7-2- القيم العظمى لأطوال الأجزاء الخاضعة للميول الرأسية	٨١
9-1- العلاقة بين المسافة بين الأعمدة و عرض الطريق	٩٦
١٠-١-الكثافة الرطبة لعينات البيس كورس	١٠٣
١٠-٢- الكثافة الجافة لعينات البيسكورس	١٠٣
١٠-٣- البيانات الخاصة لتجربة ال CBR	١٠٧
١٠-٤- الحمل المسبب للغرز في البيسكورس للعينة ١٠ ضربات TOP	١٠٨
١٠-٥- الحمل المسبب للغرز في البيسكورس للعينة ٢٥ضربات Bottom	١١١

١٠-٦- الحمل المسبب للغرز في البيسكورس للعينة ٢٥ ضربة TOP	**١١٣**
١٠-٧- الحمل المسبب للغرز في البيسكورس للعينة ٢٥ ضربة Bottom	**١١٥**
١٠-٨- الحمل المسبب للغرز في البيسكورس للعينة ٦٥ ضربة TOP	**١١٦**
١٠-٩- الحمل المسبب للغرز في البيسكورس للعينة ٦٥ ضربة Bottom	**١١٧**
١٠-١٠- قيمة الCBR لطبقة الأساس	**١١٨**
١٠-١١-نسبة الإسفلت من المخلوط الإسفلتي	**١٢٢**
١١-١- نسبة المركبات في المسرب الواحد	**١٢٧**
١١-٢- معامل النمو	**١٢٧**
١١-٣- عدد و نسبة المركبات من كل نوع	**١٢٩**
١١-٤- تحويل الأوزان للمركبات إلى أحمال قياسية	**١٢٩**
١١-٥- نسبة تحمل كاليفورنيا و نوع كل طبقة من طبقات الرصفة	**١٣١**
١١-٦- قيمة المعامل المناخي	**١٣٣**
١١-٧- معامل طبقة الإسفلت	**١٣٤**
١١-٨- معامل طبقة البيسكورس	**١٣٤**
١١-٩- معامل طبقة Sub base	**١٣٤**
١١-١٠-سماكة طبقات الرصفة	**١٣٨**
١٣-١- كميات طبقات الرصفة	**١٥٧**
١٣-٢- كميات الحفر و الردم	**١٥٧**

ملحق رقم (٢)

حساب المنحنيات الرأسية

المنحنى الأول (لوحة رقم (١):

المنحنى عبارة عن منحنى قمة وسيتم إيجاد طول المنحنى حسب اقل مسافة للرؤية

- إيجاد اقل مسافة للرؤية حسب المعادلة التالية :

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

V= 50 km/h
p = 5.74%

q = -9.22%

T = 3 sec

F = 0.38

N = p – q

= .0574 –(-.0922) = 0.15

$S.D = (0.28)(13.89)(3) + (13.89)^2/ [254 (0 .53)]$

= 13 m

- إيجاد طول المنحنى حسب اقل مسافة للتوقف :

- Let L >S.D

$$\mathbf{L = N* S.D^2 / [(2H)^{0.5} + (2h)^{0.5}]^2}$$

Where:

H: ارتفاع عين السائق فوق سطح الطريق وهي من(١.١٠- ١.٢٢) متر

h: ارتفاع الجسم المرئي عن الطريق وهو من(٠.١ -٠.١٥) متر

$L = (0.15)*(13)^2 / [(2*1.20)^{0.5} + (2* 0.1)^{0.5}]^2$

= 6.35 m < S.D

- Let L <S.D

$2*13-(1.2½ + 0.1½)^2/.15$

$= 12.71$

بما أن الطول 60m اكبر من اقل مسافة للتوقف، إذن هذا الطول يعتبر مناسبا لتحقيق مسافة الرؤية للتوقف
وقد تم التصميم في هذا المنحنى على أساس أن طول المنحنى 60m

Length of curve = 60 m
Reduce Level of A = 928.02 m
Chainage of A = 0+ 739 m

* L = 2l = 60
l= 60/2 = 30 m
* RL of A = 928.02

* RL of P = RL of A + $\left(\frac{l*P}{100}\right)$

= 928.02 + $\left(\frac{30*5.74}{100}\right)$

= 929.74 m

* RL of B = RL of P – $\left(\frac{l*q}{100}\right)$

= 929.74 - $\left(\frac{30*9.22}{100}\right)$

= 926.497 m

* RL f C = ((RL of A + RL of B)/2)
= ((928.02+926.974)/2)
= 927.497 m

* CP = RL of P- RL of C
= 929.74 -927.497
= 2.243 m
* e= CP/2 = 2.243/2
e= 1.12 m

لفرض أن طول الوتر الجزئي x=5 m

x= 5,10,15,20,25,30

* $y= e\left(\frac{x}{l}\right)^2$

$y= 0.00124\ x^2$

1- At Ch = 0+ 739
x unit = 0
y offset = 0
RL on Tangent = 928.02m
RL on Curve = 928.02 m

2- At Ch = (0+928.02+5) = 0+ 744
x unit = 1
y offset = $0.00124\ x^2 = 0.00124 * 5^2 = .031$ m
RL on Tangent = RL of A + (p%)*(x)
= 928.02 + (5.74%)*(5)
= 928.307
RL on Curve = RL on Tangent – y
= 928.307-0.031
= 928.276 m

و نعمل نفس الطريقة لكل الأوتار المتبقية على (Tangent p)

و الآن نوضح بعض الحسابات على (Tangent q)

At Ch = 0+774

x unit = 5 = 5m

y offset = $0.00124\ x^2 = 0.00124 * 5^2 = .031$ m

RL on Tangent = RL of P - (q%)*(x)

= 929.74 – (9.22%)(5)

= 929.279 m

RL on Curve = RL on Tangent – y

= 929.279 – .031

= 929.279 m

و نكمل بنفس الطريقة لباقي الأوتار المتبقية على هذا المماس ، و الجدول التالي يبين الحسابات التي تمت و على المماسين(p an q):

Chainage (m)	**x unit**	**y offset (m)**	**RL on Tangent (m)**	**RL on Curve (m)**
0+ 739	0	0.000	928.02	928.02
0+ 744	1	0.031	928.0307	928.276
0+ 749	2	0.124	928.624	928.5
0+ 754	3	0.279	928.911	928.632
0+ 759	4	0.496	929.198	928.702
0+ 764	5	0.775	929.485	928.71
0+ 769	6	1.16	929.772	928.612
0+ 774	5	0.031	929.279	929.248
0+ 779	4	0.124	928.818	928.124
0+ 784	3	0.279	928.357	928.078
0+ 789	2	0.496	927.896	927.4
0+ 794	1	0.775	927.435	926.66
0+ 799	0	1.16	926.96	925.82

إيجاد منسوب و موقع أعلى نقطة على المنحنى

$$x= \left(\frac{p*L}{p+q}\right) = \left(\frac{8.06*84.23}{8.06+8.02}\right) = 23.02 \text{ m}$$

إذن، موقع أعلى نقطة من المنحنى الرأسي يبعد 23.02m عن نقطة التماس الأولى A و تبعد عن نقطة التماس الثانية بمقدار

$$x= 60- 23.02 = 36.978$$

منسوب أعلى نقطة على المماس

Reduce Level of high point on the Tangent:

RL on Tangent =

= 929.34 m

لحساب منسوب أعلى نقطة على المنحنى، يجب أن نجد في البداية قيمة y offset لها

$$y= e\left(\frac{x}{l}\right)^2 = 0.66$$

Reduce Level of High point on the Curve

= RL on Tangent – y

= 928.68

المنحنى الثاني لوحة رقم (٢):

المنحنى عبارة عن منحنى قاع وسيتم التصميم على أساس راحة المسافرين(comfort of passenger):

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

Where:

V: السرعة التصميميةم/ث

C : معدل التغير في تسارع في القوة الطاردة المركزية ويساوي ٠.٦م /ث^2

N : زاوية انحراف المماسين

Solution:

p= -26.5%

q = 5.5%

V = 40 km/h = 40/3.6 = 11.11 m/sec

N = -0.265+0.055

= - 0.21

$L = 2 * [(N* V^3) / C]^{0.5}$

$= 2 * [(0.21)*(11.11)^3 / (٠.٦)]^{0.5}$

= 43.816 m

وقد تم التصميم في هذا المنحنى على أن طول المنحنى 80m

- التحقق من أن طول المنحنى اقل من (maximum impact factor) المسموح بها ويساوي ١٧%

$I max = [(80 * N * V2) / (g*L)] \%$

$= (80 * .06 * (11.11)^2) / (9.81* 80)$

= 2.64 % < 17%

بما أن .٦٤٢% اقل منه أعلى قيمة مسموح بها ١٧% ، إذن الطول 80م يحقق راحة المسافرين

Length of the Curve = 80 m

Reduce Level of A = 933.18

Chainege of A = 0+ 297.48

L = 2*l = 80

* l = 80/2 = 40m

* RL of P = RL of A - $\left(\frac{l*P}{100}\right)$

$$RLofP = 933.18 - \left(\frac{40*26.5}{100}\right)$$

RL of P = 922.58 m

* RL of B = RL of P - $\left(\frac{l*q}{100}\right)$

$$RLofB = 922.58 - \left(\frac{100*5.5}{100}\right)$$

RL of B = 920.38m

* RL of C = ((RL of A + RL of B)/2)

= ((933.18 + 920.38)/2)

= 926.78 m

* CP = RL of C – RL of P

= 926.78 – 922.58

= 4.2m

* e = CP/2

= 4.2/2 = 2.1

OR…

* e = $\left(\frac{(p-q)}{400}\right)*l$ $\left(\frac{(-26.5_-5.5)}{400}\right)*40$

e= 2.1 m

* $y = e\left(\frac{x}{l}\right)^2$

$= 2.1\left(\frac{x^2}{40^2}\right)$ ► $y = .0013125x^2$

لنأخذ الأوتار الجزئية مساوية ل x = 10

x= 25 , 50 , 75 , 100 .

1- at Ch 0+297.48

x unit = 0

y offset = $0.0013125\ x^2$ = (0.0013125*0) = 0

RL on Tangent = 933.18

RL on Curve = 933.18

2- at Ch (0+ 297.48 + 10) = 307.48

x unit =1

y offset = $0.0013125\ x^2$ = 0.001325(10*10) = 0.1313 m

RL on Tangent = RL of A - $\left(\frac{p}{100}\right)x$

= 933.18-((26.5/100)*10)

= 930.53

RL on Curve = RL on Tangent + y

= 930.53 + 0.13

= 930.66

We do the same for x = 20 , x = 30 , x = 40

و الجدول التالي يضم جميع النتائج المتعلقة بالمنحنى

CHAINAGE (M)	X. UNIT	Y. OFFSET (M)	RL ON TANGENT (M)	RL ON CURVE (M)
0+297.48	0	0.000	933.18	933.18
0+307.48	1	0.1313	930.53	930.66
0+317.48	2	0.525	927.88	928.41
0+327.48	3	1.18	925.23	926.41
0+337.48	4	2.1	922.58	924.63
0+347.48	3	0.1313	922.03	922.16
0+357.48	2	0.525	921.48	922.01
0+367.48	1	1.18	920.93	922.11
0+377.48	0	2.1	920.38	922.48

إيجاد منسوب و موقع أخفض نقطة على المنحنى

$$x= \left(\frac{p*L}{p-q}\right) = \left(\frac{26.5*5.5}{-26.5_-5.5}\right)$$

$$= 100.95m$$

و هذه المسافة هي أكبر من طول المنحنى نفسه، لذلك نعتبر أخفض نقطة هي نقطة التماس الثانية B **و منسوبها** يساوي 920.38 m

المنحنى الثالث لوحة رقم (٣):

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

RL of A (m)	926.42
V (km/h)	50
Ch of A (Km+m)	0+805
p%	-9.22
q%	10.31
Length of Curve	70
x (m)	7

الحسابات الكاملة في الجدول التالي :

Chianage (Km+m)	**x unit**	**y offset (m)**	**RL on Tangent (m)**	**RL on Curve (m)**
0+805	0	0	926.42	926.42
0+812	1	0.068	925.774	925.842
0+819	2	0.2718	925.1292	925.401
0+826	3	0.6116	924.483	925.0946
0+833	4	1.0874	923.838	924.9254
0+840	5	1.699	923.193	924.892
0+847	4	0.068	923.293	923.361
0+854	3	0.2718	924.633	924.850
0+861	2	0.6116	925.355	925.966
0+868	1	1.0874	926.0204	927.1138
0+875	0	1.696	926.7355	928.4315

موقع و منسوب أخفض نقطة على المماس و المنحنى في الجدول التالي:

$x=(9.22*70)/1.09 =592.1$

و هذه المسافة هي أكبر من طول المنحنى نفسه، لذلك نعتبر أخفض نقطة هي نقطة التماس الثانية B و منسوبها يساوي 926.73 m

المنحنى الرابع لوحة رقم (٤):

المعطيات و بعض الحسابات الأولية في الجدول التالي:

RL of A (m)	947.2
V (km/h)	50
Ch of A (Km+m)	0+144.18
p%	7.22
q%	-9.63
Length of Curve	150
x (m)	11.1

الحسابات الكاملة في الجدول التالي:

Chainage (Km+m)	x unit	y offset (m)	RL on Tangent (m)	RL on Curve (m)
0+144.18	0	0	947.2	947.2
0+155.28	1	0.1556	948	948.1556
0+166.38	2	0.6224	948.802	949.42
0+177.48	3	1.40052	949.604	951.004
0+188.58	2	0.1556	948.54	948.384
0+199.68	1	0.6224	947.47	946.847
0+210.78	0	1.40052	946.403	945.002

موقع و منسوب أعلى نقطة على المماس و المنحنى في الجدول التالي:

x Distance (m)	RL on Tangent (m)	RL on Curve (m)
28.52	949.26	948.24

المنحنى الخامس لوحة رقم (٤) :

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

RL of A (m)	٩١٧
Ch of A (Km+m)	٤٢٤.١٦+٠
p%	٧.٣٨-
q%	٢.٣٤
L	٥٠
x (m)	٥

الحسابات كاملة في الجدول التالي:

Chainage (Km+m)	**x units**	**y offset (m)**	**RL on Tangent (m)**	**RL on Curve (m)**
0+424.16	0	0	917	917
0+429.16	1	0.03	916.631	916.661
0+434.16	2	0.097	916.262	916.359
0+439.16	3	0.219	915.863	916.082
0+444.16	4	0.389	915.484	915.873
0+449.16	5	0.608	915.155	915.763
0+454.16	4	0.03	915.267	915.297
0+459.16	3	0.097	915.863	915.082
0+464.16	2	0.219	915.484	915.873
0+469.16	1	0.389	915.438	915.477
0+474.16	0	0.608	915.495	915.714

موقع و منسوب أخفض نقطة:

x Distance (m)	RL on Tangent (m)	RL on Curve (m)
37.96	915.44	915.61

الفصل الأول	**مقدمة عامة**
الفصل الثاني	الفرق الهندسية المصممة للطريق
الفصل الثالث	الأعمال المساحية في تصميم الطريق
الفصل الرابع	**حجم و إشارات و علامات المرور**
الفصل الخامس	تخطيط الطريق
الفصل السادس	التخطيط الافقي و التقاطعات
الفصل السابع	التخطيط الراسي
الفصل الثامن	تصريف المياة على الطريق
الفصل التاسع	الإنارة على الطريق
الفصل العاشر	الفحوصات المخبرية للرصفات
الفصل الحادي عشر	التصميم الإنشائي للطريق
الفصل الثاني عشر	حساب كميات الحفر و الردم
الفصل الثالث عشر	**التكلفة**
الفصل الرابع عشر	تصحيح المضلع
الفصل الخامس عشر	النتائج و التوصيات
الملحق الأول	المنحنيات الأفقية
الملحق الثاني	المنحنيات الرأسية
الملحق الثالث	**الإشارات و العلا**مات المرورية

ملحق رقم (٣)

::: 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**

الإشارات التحذيرية :-

تستخدم الإشارات التحذيرية لتنبيه وتحذير السائق وكافة مستخدمي الطريق من أخطار او أوضاع خطرة قائمة ومحتملة على الطريق او الشارع او 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 او الرسوم باللون الأسود على وجه الإشارة وإطار باللون الأحمر .

إشارات المرور التحذيرية				
احذر منعطف مزدوج يسار ZIG-ZAG LEFT	احذر منعطف مزدوج يمين ZIG-ZAG RIGHT	احذر تقاطع سكة حديد لها بوابة أو حاجز GUARDED LEVEL CROSSING	احذر منحنى لليسار LEFT BEND	احذر تقاطع سكة حديد مع إشارة ضوئية وحاجز GUARDED LEVEL CROSSING WITH SIGNAL
احذر منحنى لليمين RIGHT BEND	احذر الطريق يضيق من اليسار ROAD NARROWING DOWN	احذر أسلاك كهربائية ELECTRICAL HIGH VOLTAGE	احذر امامك سكة حديد بدون حاجز UNGUARDED RAILWAY CROSSING	احذر امامك منطقة جمال BEWARE OF CAMEL
احذر امامك طريق دائري ROUND ABOUT	احذر طريق فرعي من اليسار TRAFFIC MERGES FROM LEFT	احذر تقاطع طريق رئيسي مع فرعي CROSS FORWARD AHEAD	احذر طريق فرعي من اليمين TRAFFIC MERGES FROM RIGHT	احذر امامك شاحنة قف HEAVY TRAFFIC PARKING
احذر حيوانات البقة DOMESTIC ANIMAL	احذر حيوانات برية WILD ANIMAL	احذر مدرج مطار AIR FIELD	احذر امامك طريق دراجات هوائية ROAD FOR CYCLIST	احذر مدارس SCHOOL
احذر امامك اشارات ضوئية TRAFFIC CONTROL LIGHT	احذر اتجاه لحافة جسر أو نهر RIVER BANK AHEAD	احذر تحديد اتجاه الريح WIND DIRECTION	احذر الطريق غير مستو HUMPS	احذر امامك منخفضات UNEVEN ROAD

احذر امامك نفق TUNNEL	احذر منحدر خطر STEEP HILL DOWNWARD	احذر اشغال واصلاحات على الطريق ROAD WORKS AHEAD	احذر عبور مشاة PEDESTRIAN CROSSING AHEAD	صخور متساقطة FALLING ROCK
احذر الطريق سيضيق امامك NARROW ROAD AHEAD	احذر طريق زلق SLIPPERY ROAD	احذر اخطار غير محددة OTHER DANGER AHEAD	احذر جسر متحرك OPEN BRIDGE AHEAD	اشارة تنبيه بوجود تقاطع على بعد ٣٠٠ متر COUNT DOWN "300" M
احذر امامك طريق افضليته للغير GIVE WAY	احذر مرتفعات صناعية UNEVEN ROAD	احذر منطقة سير على الاتجاهين TWO WAY TRAFFIC	احذر تقاطع طرق CROSS ROAD AHEAD	احذر سلسلة منحنيات (منعطفات) ZIG-ZAG
نهاية الافضلية END OF PRIORITY ROAD	تقاطع سكة حديد UNGUARDED LEVEL CROSSING	اشارة تنبيه بوجود تقاطع على بعد ٢٠٠ متر COUNT DOWN "200"	احذر افضلية المرور لك (الافضلية لك بالمرور) PRIORITY ROAD	اشارة تنبيه بوجود تقاطع على بعد ١٠٠ متر COUNT DOWN "100"

الإشارات التنظيمية

تستخدم الإشارات التنظيمية لتعريف السائق وكافة مستخدمي الطريق بالأنظمة المرورية والقيود والمحظورات المختلفة الواجب التقيد بها أثناء القيادة او 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 او 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 وارضية حمراء و الكتابة والإطار بالأبيض وذلك لتميزها لأهميتها . أما إشارة ((أعط الأفضلية)) ذات شكل مثلث متساوي الأضلاع مقلوب (رأسه إلى اسفل) وتكون الأرضية باللون الأبيض والإطار باللون الأحمر .

الإشارات الإجبارية تكون أرضيتها باللون الأزرق والكتابة بالأبيض ..

إشارات المرور التنظيمية				
ممنوع الانتظار RESTRICTED PARKING	اقصى حد للسرعة (٣٠) كلم SPEED LIMIT "30KM"	ممنوع مرور مركبات الشحن التجاري HEAVY VEHICLES	الوقوف اجباري STOP BEFORE MOVE	الإفضلية للسيارات القادمة من الجهة المقابلة GIVE WAY TRAFFIC FROM OPPOSITE
ممنوع المرور لغير المتنقع (ممنوع المرور في الاتجاهين الطريق مغلق) CLOSED TO BOTH WAY	ممنوع مرور المشاة NO PEDESTRIAN	ممنوع مرور كافة المركبات الآلية NO CAR & MOTOR CYCLE	اقصى حمولة للمحور الواحد (٣) طن AXLE WEIGH "3"	ممنوع مرور الشاحنات التي تزن اكثر من ٣,٥ طن NO ENTRY FOR MORE THAN 3,5
ممنوع التجاوز للشاحنات (يمنع على الشاحنات التجاوز) NO OVERTAKING BY HEAVYCAR	ممنوع استعمال اداة التنبيه NO HORN	ممنوع مرور الحافلات NO ENTRY FOR BUS	ممنوع مرور البات المفصورة NO ARTICULATED VEHICLES	اقصى حد للسرعة ٤٥ كلم SPEED LIMIT "45 KM"
ممنوع الدوران والرجوع للخلف NO "U" TURN	ممنوع مرور الشاحنات التي تزيد حمولتها عن ٥ طن NO ENTRY MORE THAN 5.5 F. LOAD	ممنوع مرور السيارات الخفيفة NO ENTRY FOR "SALOON CAR"	ممنوع مرور المركبات التي يزيد ارتفاعها عن ثلاثة امتار NO ENTRY OVER "3" M HEIGHT	ممنوع مرور الدراجات النارية NO ENTRY FOR MOTORCYCLE
ممنوع الإنعطاف الى اليسار NO LEFT TURN	ممنوع الدخول NO ENTRY	ممنوع الانعطاف لليمين NO RIGHT TURN	نقطة جمارك أو شرطة CUSTOMS	ممنوع تجاوز السيارات الخفيفة NO OVERTAKING

NO ENTRY FOR MORE THAN "2" M	STOP BEFORE YOU MOVE	NO PARKING	NO STOPING	SPEED LIMIT "100 KM"
NO ENTRY FOR CYCLE	SPEED LIMIT "60 KM"	HILLY ROAD	DON'T CARRY INFLAMMABLE ITEMS	

الإشارات الإرشادية

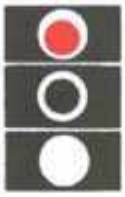
تستخدم الإشارات الإرشادية بصفة أساسية من اجل إرشاد وتوجيه السائقين وكافة مستخدمي الطرق على طول الشوارع والطرق إلى المدن والقرى والشوارع وغيرها من المقاصد الهامة والضرورية ، وإحاطتهم بالتقاطعات وتحديد المسافات والاتجاهات والأماكن ذات الأهمية الجغرافية والجيولوجية والتاريخية والدينية **ومرافق الخدمات على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

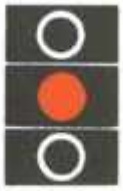
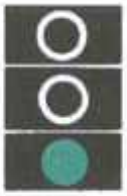
بالنسبة لمعظم الإشارات الإرشادية فإن الكتابة أو الرموز تكون مختلفة ومتنوعة لدرجة انه لا يمكن أن يكون هناك حجم موحد لجميع الإشارات . **ولذلك فان أحجام الإشارات تتحدد أساساً بطول الرسالة المراد** توصيلها .

بالنسبة لألوان الإشارات الإرشادية فهي ايضاً 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 بالابيض .
- 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 .

إشارات المرور التوضيحيةو التثقيفية:				
استراحة RESTAURANT	طريق دولي سريع MOTOR WAY	محطة محروقات FUEL PUMP	مطعم RESTAURANT	نهاية طريق دولي سريع MOTOR WAY END
هاتف PUBLIC TELEPHONE	خطوط مرور المشاة (يحدد ضرورة تقيد المشاة بالمرور من مناطق هذه الخطوط) PEDESTRIAN CROSSING	طريق غير نافذ يسار NO SIDEWAY TO LEFT	طريق غير نافذ يمين NO SIDEWAY TO RIGHT	الطريق غير نافذ الى اليمين RIGHT END SIDE ROAD
موقف PARKING	نهاية الطريق المخصص لسير السيارات الخفيفة END OF LIGHT VEHICLE	موقف مخصص للحافلات BUS STOP	مستشفى HOSPITAL	الطريق غير نافذ الى الامام STRAIGHT ROAD END
 قف STOP	هدئ السرعه GO SLOWLY	اشارة التهيؤ لمرور المشاة READY TO GO	غابات قابلة للاشتعال FOREST FIRE HAZARD	الاشارة تسمح بمرور المشاة PEDESTRIAN

ممنوع استعمال الشاحنات لهذا المسار NO HEAVY VEHICLE TO LEFT	اجباري الى اليمين أو الى اليسار LEFT & RIGHT DIRECTION	الإنعطاف الى الإتجاه الآخر مسموح LEFT "U" TURN	فندق HOTEL	مستشفى HOSPITAL
مركز اسعاف FIRST AID	تحديد اتجاهات السير ROAD DIRECTIONS	ورشة تصليح WORKSHOP AHEAD	تقاطع طرق ROAD CROSSING	نهاية المناطق المعمورة END OF CITY
اشارة تخص المشاة بعدم المرور (ممنوع مرور المشاة) NO PEDESTRIAN	 تهيأ للوقوف SLOW DOWN SPEED & MOVE	 سير ALL CLEAR TO MOVE	تحويل اجباري ROAD DIVERSION	يسمح بالتجاوز اذا كان الخط المتقطع القرب الى السائق من الخط المتصل NO CROSSING OF LINES
لايسمح بالتجاوز من الاتجاهين NO CROSSING FROM BOTH SIDE	ضرورة استعمال سلاسل الوقاية ضد الثلج ICEY ROAD, REWIND TYRE	الطريق مخصص للمشاة PEDESTRIAN CROSSING	طريق مخصص لعبور الخيول ROAD FOR HORSE	السير على أحد جانبي الطريق TWO WAY SIDE
اتجاه اجباري لليسار LEFT TURN	امامك طريق دائري ROUND ABOUT	اتجاه اجباري الى اليمين RIGHT TURN	طريق خاص بالسيارات الخفيفة LIGHT VEHICLES ONLY	نهاية المسار الخاص بالحافلات NO BUS STOP
اجباري الى اليمين او الى الإمام فقط STRAIGHT & RIGHT	اتجاه اجباري TURN RIGHT	طريق خاص بالدراجات الهوائية ROAD FOR CYCLE	انتهاء التقيد بحدود السرعة المسوح بها END OF SPEED LIMIT	نهاية السماح بالتجاوز END OF TRAFFIC RESTRICTION

٣- العمل المساحي
: (Surveying Stages of Road Design)

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

أ- دراسة الخرائط Map Study .

ب- المساحة الاستطلاعية Reconnaissance

الأعمال الإستطلاعية و ذلك لغايات التعرف على شريط الأرض الذي سيمر عبرة الطريق و موضوع الدراسة بالإضافة إلى تحديد مواقع النقاط المساحية المرجعية (مناسيب و إحداثيات أفقية) ضمن أو بجوار شريط الأرض هذا .

جـ - المسح الابتدائي Preliminary Surveys.

التي تؤدي تلك إلى وضع مخططات شاملة تؤدي إلى إختيار محاور أولية و غير نهائية لغايات المفاضلة بين محور و آخر .

د – المساحة التفصيلية Detailed Surveys.

هـ- حجم المرور Traffic Volume.

٣-١- دراسة الخرائط Map Study:-

من واقع الخرائط الطبوغرافية المتاحة يمكن تحديد عدة مسارات بديلة وتوقيعها على هذه الخرائط وفي كل الأحوال يجب الرجوع إلى الطبيعة للتعرف على الواقع الفعلي. ويجب أن نأخذ في الاعتبار النقاط التالية عند توقيع المسار:

أ- تجنب عبور الوديان أو البرك أو البحيرات.

ب- عندما يتطلب الأمر صعود الطريق إلى أعلى مرتفع أو هضبة (Hill) يجب أن لا يتعدى انحدار الخط الانحدار الحاكم.

ولكن بما أن المشروع هو تصميم شارع غير موجود أصلا، لهذا نرجع إلى الطبيعة مباشرة للإطلاع على الطريق فوجد أن المسار المختار على ارض الواقع مناسب من حيث عبور الوديان فهو تقريبا يمر بمحاذاة سفح الجبال الموجودة بحيث يتجنب عبور الوديان والبرك الموجودة في تلك المنطقة، أما بالنسبة للخرائط الموجودة عن تلك المنطقة وبعد الرجوع إلى (بلدية الخليل) تبين انه يوجد عندهم خرائط مفصلة للطريق نستطيع الاستفادة منها.

٣-٢- المساحة الاستطلاعية Reconnaissance:

تلخص الغاية من هذه المرحلة من تحديد شرط يحقق غايات و أهداف الطريق الفنية و الإقتصادية و يتم هذا بالقيام بجولات إستطلاعية متعددة لفريق من المهندسين بإستخدام مركبات مناسبة و أحيانا طائرة مروحية (حسب أهمية الطريق و طبيعة المنطقة الطبوغرافية و ذلك حسب حجم الطريق) و من المهم جدا اصطحاب الخرائط المتوفرة للمنطقة و كذلك الصور الجوية و بعض أدوات التجسيم المناسب لغايات تسهيل عملية التعرف على الطبيعة ، والمعلومات التي يجب جمعها من عملية الاستطلاع هي:

- عدد ونوع المنشات اللازمة لصرف المياه السطحية المتقاطعة مع الطريق كالعبارات، وتحديد منسوب فيضان المجاري المائية القريبة من مسار الطريق.
- العوائق غير الظاهرة على الخرائط وتعترض مسار الطريق المقترح مثل الوديان ، المستنقعات ، والمرتفعات ، ....الخ.
- نوع وطبيعة التربة للموقع المقترح للمسار، ومعرفة ألاماكن التي يمكن تحدث فيها الانزلاقات والانهيارات.

ومن الأمور التي يجب إستقصاؤها في هذه المرحلة :

- الأهمية الإقتصادية للطريق .
- الخدمات التي يقدمها الطريق أو يساهم في تطويرها .
- المزايا السياحية و البيئية .
- ميول الأرض التي ستخترقها الطريق .
- الأعمال الإنشائية التي سيتطلبها المشروع بالإضافة إلى معلومات فنية جيولوجية و هيدرولوجية يمكن استنباطها من الخرائط الجوية المتوفرة .

كما يجب القيام قبل كل شيء بزيارة الموقع وعمل مسح استطلاعي للمنطقة للتعرف على طبيعة المنطقة وجيولوجيتها، كما يجب التعرف على الانحدارات في الشارع، وأماكن تجمع المياه وذلك لمعرفة ألاماكن التي نحتاج إلى عبارات.

٣-٣- المسح الابتدائي Preliminary Survey:-

يأتي في مقدمة الأعمال المساحية التي يتم إنجازها في هذه المرحلة إجراء مسح طبوغرافي شامل أو الأشرطة المقترحة أو المعتمدة مبدئيا استنادا إلى نتائج مرحلة الاستطلاع الأولية والغاية الرئيسة من هذا المسح هي إنتاج مخططات طبوغرافية تفصيلية (١:٥٠٠٠) إلى (١:١٠٠٠) بفترة كنتورية تتراوح بين ١-٥م .

بعد القيام بالمساحة الإستطلاعية نقوم بعدة أعمال وهي:

1- عمل مضلع مغلق (Close Loop Traverse) للطريق وذلك بواسطة جهاز(Destomate)، عن طريق البدء بنقطة معلومة الإحداثيات (Trig Point) موجودة في المنطقة حيث قمنا بنصب الجهاز على هذه النقطة وتوجيهه على مستشفى الأهلي (و عليها نقطة معلومة الإحداثيات) ثم عمل مضلع على طول مسار الطريق ، وفي أخر نقطة في الطريق تم منها رصد (Trig point) وذلك للتأكد من صحة العمل.

2- عمل رفع للطريق الموجودة ورفع جميع التفاصيل الموجودة من أبنية وأعمدة هاتف وكهرباء وأسوار وغيرها من التفاصيل حيث كانت القراءات و الأرصاد على النحو كما هو موضح في الجداول .

3- اخذ مقاطع عرضية للطريق عند كل تغير وذلك لحساب كميات الحفر والردم من اجل التوسيع في الطريق.

٣-٤- المسح التفصيلي Detailed Surveys:

بعد المساحة الابتدائية يتم اختيار المسار النهائي المفضل حيث يتم توقيع محور هذا المسار ثم بعد ذلك تتم جميع عمليات المساحة التفصيلية اللازمة لتوقيع وتخطيط الطريق بوضع أوتار خشبية أو زوايا حديد على محور الطريق وعلى مسافات متقاربة في حدود ٣٠ مترا.

جدول بالأرصاد التي أخذت في المشروع

POINT	H.ANGLE	S.DISTANCE	V.ANGLE	PRISM	REMARKS
١	٧٩.٣٣٤٢	١٢.٣٨٩	٩٣.١٤٥٨	١.٠٠٠	
٢	٧٠.٤٥٢٨	١٣.٥٣٠	٩٢.٥٤٢٢	١.٠٠٠	
٣	٦٦.٤٧٥٤	١٤.٤١٨	٩٢.١١١٤	١.٠٠٠	
٤	٨٩.٢٦٥٠	١١.٦٢٨	٩٣.٥٧٠٠	١.٠٠٠	
٤	٦٦.٢٩٥٤	١٤.٧٥٠	٩٠.٢٥٣٦	١.٠٠٠	
٥	٩٨.٣٣١٢	١١.٢٩١	٩٤.٢١٢٦	١.٠٠٠	
٧	٩٨.٣٣١٢	١١.٢٩١	٩٤.٢١٢٦	٣.٢٠٠	"سلسال"
٨	٨٨.٣١٢٤	٢٤.٥٨٤	٩٢.٢٨٢٤	١.٠٠٠	
٩	٨٣.٢١٤٨	٢٥.١٩٦	٩٢.٢٠٤٨	١.٠٠٠	
١٠	٨٠.٤٠١٦	٢٥.٥٨٦	٩١.٥٨٣٠	١.٠٠٠	
١١	٨٠.٣٨٢٠	٢٥.٧٤٧	٩٠.٥٥٣٦	١.٠٠٠	
١٢	٩٣.٣٠١٨	٢٤.٣٢٧	٩٢.٤٥٥٠	١.٠٠٠	
١٣	٩٨.٣٢٥٠	٢٤.٤٧٣	٩٢.٤٢٥٤	١.٠٠٠	
١٤	٩٨.٣٢٥٠	٢٤.٤٧٣	٩٢.٤٢٥٤	١.٠٠٠	"سلسال"
١٥	٩٣.١٨١٤	٤٩.٣٧٦	٩١.٣٦٥٢	١.٠٠٠	
١٦	٩٠.٣٤٣٦	٤٩.٨٥٢	٩١.٣٢٢٦	١.٠٠٠	
١٧	٨٩.٢٩١٨	٥٠.٠٢٠	٩١.٢٦٣٠	١.٠٠٠	
١٨	٨٩.١٧١٢	٥٠.١١٢	٩٠.٥٩١٨	١.٠٠٠	
١٩	٩٥.٥٢١٢	٤٩.٠٧٨	٩١.٤٥٣٠	١.٠٠٠	
٢٠	٩٨.٤٦٢٠	٤٨.٨٩٠	٩١.٤٣١٢	١.٠٠٠	
٢١	٩٨.٤٦٢٠	٤٨.٨٩٠	٩١.٤٣١٢	٢.٧٠٠	"سلسال"
٢٢	٩٥.٥٣٣٤	٧٤.٢٠٦	٩٠.٤٥٤٨	١.٠٠٠	
٢٣	٩٣.٤٢٣٨	٧٤.٨٤١	٩٠.٤٦٢٨	١.٠٠٠	
٢٤	٩٠.٤٠٥٠	٧٦.٤٤٣	٩٠.٤١٠٢	١.٠٠٠	
٢٥	٩٧.٤٤٤٨	٧٣.٦٦٢	٩٧.٤٤٤٨	١.٠٠٠	
٢٦	٩٨.١٣٠٠	٧٣.٥٧٠	٩٨.١٣٠٠	٢.٠٠٠	
٢٧	٩٧.٥٠٥٦	٨٦.٣٥٤	٩٠.٠٨٣٠	١.٠٠٠	
٢٨	٩٥.٥٧١٢	٨٧.٢٧٥	٩٠.٠٨٢٤	١.٠٠٠	
٢٩	٩٥.٠٨٤٦	٨٧.٣٦٨	٩٠.٠٥٣٦	١.٠٠٠	
٣٠	٩٥.٠٤٣٤	٨٧.٣٦٣	٨٩.٤١٣٤	١.٠٠٠	
٣١	٩٩.٤٢٢٠	٨٥.٣٦٢	٨٩.٢٧٢٨	١.٠٠٠	
٣٢	١٠٠.٣٨٥٤	٨٥.٠٧٥	٨٩.٢٣٤٠	٢.٠٠٠	
٣٣	٣٥٧.٣٧٥٨	٤.١٩٨	٩٣.١٨٠٦	١.٠٠٠	
٣٤	٢.٤٥٣٢	٦.٥٦٢	٩١.٤٤٤٨	١.٠٠٠	
٣٥	٤.١٣٢٦	٧.٦٩٥	٩١.٠١١٨	١.٠٠٠	
٣٦	٥.٠٦١٢	٧.٩٤٣	٨٨.٠٩١٦	١.٠٠٠	
٣٧	٢٩٩.٥١١٤	١٤.٣٠٥	٨٧.٤٦٤٦	١.٠٠٠	
٣٨	٣٠٩.٤١٥٩	١٤.٩٧١	٨٧.٤٨٥٨	١.٠٠٠	
٣٩	٣١٥.٣٠٠٦	١٥.٨٦٤	٨٧.٣٨٥٢	١.٠٠٠	
٤٠	٣١٦.١٢٤٦	١٥.٨٥٢	٨٥.٢١٥٠	١.٠٠٠	
٤١	٢٩٢.١٥٣٨	١٤.١٦٢	٨٧.٥٠٣٢	١.٠٠٠	
٤٢	٢٨٥.١٠٤٠	١٤.٤٢٧	٨٧.٥٠٠٤	١.٠٠٠	

٤٣	٢٨٧.١٩٥٢	١٣.٧٠٠	٨٨.٠١٤٨	١.٠٠٠	"TP"
٤٤	٢٩٥.١٦٠٠	٢٦.٨٠٦	٨٦.٤١٠٤	١.٠٠٠	
٤٥	٣٠٢.٠٩٠٠	٢٧.٨٨١	٨٦.٤٧٥٠	١.٠٠٠	
٤٦	٣٠٦.٢٣٣٤	٢٨.٧٦٨	٨٧.٠١٥٢	١.٠٠٠	
٤٧	٢٨٨.٣٧١٨	٢٦.٤٩٢	٨٦.٤٨٥٨	١.٠٠٠	
٤٨	٢٨٧.١٨٣٠	٢٦.٥٢٢	٨٥.١٩٠١	٢.٠٠٠	EDGEBIULD
٤٩	٣١٩.٤٨٣٠	٢٩.٦٢٤	٨٦.٥٣٠٨	١.٠٠٠	
٥٠	٣٢٢.٢٨٠٤	٢٨.٤٦٠	٨٦.٥٠٥٢	١.٠٠٠	
٥١	٣٢٦.٠٢٥٦	٢٧.٠٤١	٨٦.٣٧٣٤	١.٠٠٠	
٥٢	٣٢٧.٣٦١٦	٢٦.٨٣١	٨٧.٢٠١٢	٠.٠٠٠	
٥٣	٣١٧.٣٠٥٤	٣٠.٩١٢	٨٦.٥٤٢٠	١.٠٠٠	
٥٤	٣١٢.١٢١٤	٣٥.٤٦٥	٨٦.٢٧١٢	١.٠٠٠	
٥٥	٣٣١.٤٢٤٢	٣٨.٤٢٢	٨٦.٣٠٣٨	١.٠٠٠	
٥٦	٣٣٣.٥٠٠٨	٣٧.٥٨١	٨٦.٣٢٣٦	١.٠٠٠	
٥٧	٣٣٧.٠١٠٠	٣٦.٤٣٥	٨٦.٢٨٠٨	١.٠٠٠	
٥٨	٣٣٧.٥٢٢٩	٣٦.١٩٣	٨٥.٢٥٣٤	١.٠٠٠	
٥٩	٣٣٠.٠٠٠٠	٣٩.٣٧٢	٨٦.٣٠١٨	١.٠٠٠	
٦٠	٣٢٤.٥٧٢٢	٤٢.٢٨٤	٨٧.٢١٥٤	١.٠٠٠	
٦١	٣٤٣.٥٢٠٦	٥٩.٦٧٧	٨٦.٥٠٤٨	١.٠٠٠	
٦٢	٣٤٥.١٨٤٤	٥٩.١٤٠	٨٦.٤٩٥٢	١.٠٠٠	
٦٣	٣٤٧.٢٤٢٤	٥٨.١٤٦	٨٦.٤٥٤٨	٠.٠٠٠	
٦٤	٣٤٢.٤٣١٤	٦٠.٢١٩	٨٦.٥١١٢	١.٠٠٠	
٦٥	٣٤١.١٩٢٤	٦٠.٥٩٠	٨٦.٤٧٢٤	١.٠٠٠	
٦٦	٣٤٠.٥٠١٢	٦٠.٥٣٨	٨٦.١١٥٢	١.٠٠٠	
٦٧	٣.١٥٠٤	٨٦.٩١٤	٨٩.١٢٣٦	١.٠٠٠	
٦٨	٣.٥٨٣٨	٨٥.٧٣٠	٨٩.١٤٢٢	١.٠٠٠	
٦٩	٤.١٠٢٨	٨٤.٧٣٤	٨٩.٠٦٢٤	١.٠٠٠	
٧٠	٤.١١٤٢	٨٤.٤٤٠	٨٨.٤٩٠٤	١.٠٠٠	
٧١	٢.٣١٥٦	٨٧.٨١٦	٨٩.١١١٠	١.٠٠٠	
٧٢	١.٥٢٢٦	٨٨.٥٠٣	٨٨.٣٩٠٠	١.٩٠٠	
٧٣	١.٠٨١٢	٨٨.٦٢٠	٨٨.٤٢٢٨	١.٩٠٠	
٧٤	٣٣٨.٤٥٣٢	٤٨.٣٢٤	٨٦.٣٥٤٤	١.٠٠٠	
٧٥	٣٤٠.١٤١٦	٤٧.٥٨٢	٨٦.٣٥٤٨	١.٠٠٠	
٧٦	٣٤٣.٠٠١٦	٤٥.٩٦٠	٨٦.٢٨٢٦	١.٠٠٠	
٧٧	٣٤٣.٤٥٤٨	٤٦.٠٧٠	٨٥.٤٦٠٠	١.٠٠٠	
٧٨	٣٣٧.٠٤٥٠	٤٦.٠٢٠	٨٦.٣٧٠٢	١.٠٠٠	
٧٩	٣٣٥.٠٧٥٠	٥٠.٠٤٠	٨٦.٣٤٥٢	١.٠٠٠	
٨٠	٣٣٤.٤٧٣٤	٥٠.٥٣٠	٨٦.٢٠١٠	١.٠٠٠	
٨١	٩٧.٤٢١٨	١٠٣.٢٦٩	٨٩.٠٤٣٠	١.٠٠٠	"EP"
٨٢	١٠١.١٨١٨	٩٠.٤٩١	٨٩.٠٣٥٢	٢.٢٠٠	"TP"
٨٣	١٠١.٣٧٢٠	٩١.٩٥٥	٨٩.٠٥٠٦	٢.٠٠٠	"ENDWALL
٨٤	٩٤.٥٢٢٦	٨٥.٧٢٦	٩٠.١١١٠	١.٠٠٠	"ENTERING
٨٥	٩١.٠٢١٨	٨٢.١٩٨	٩٠.٣٩٥٨	١.٠٠٠	"M.H1
٨٦	٩٠.٥٢٥٠	٨١.٨٣٣	٩٠.٥٢٥٠	١.٠٠٠	EDGE "
					"BIULDING

"END SELSAL	١.٠٠٠	٩٠.٤٠٥٠	٦٥.٧٣٠	٩٠.٤٠٥٠	٨٧
"M.H2"	١.٠٠٠	٩٠.٥١٣٤	٧١.٦٠٠	٩٦.٣٧٠٨	٨٨
END "	١.٠٠٠	٩٠.٥٧٥٤	٧٠.٢٣٠	٩٧.٥٣٥٢	٨٩
"WALL					
"TP"	١.٠٠٠	٩١.٤٢٣٢	٥٩.٧٣٠	٩٩.٤٦٢٦	٩٠
EDGE "	١.٠٠٠	٩١.٣٧٠٢	٥٨.٦٠٠	٩٩.٥٠٣٤	٩١
"WELL+ STREET					
EDGE "	١.٠٠٠	٩١.٤١٤٨	٥٨.٣٦٠	١٠٥.١٤٢٢	٩٢
"WELL					
	١.٠٠٠	٩١.٣٣٠٦	٦٢.٦٧٤	١٠٥.٠٨٤٨	٩٣
"EDGE WELL					
"	١.٠٠٠	٩١.٣٩١٠	٥٤.٩٥٦	٩٩.٠١٠٢	٩٤
"ENTERING*END SELSAL					
	١.٠٠٠	٩٣.١٢٤٠	١٧.٥٨٠	٩٥.٥٣١٠	٩٥
"END ENTERING					"
	١.٠٠٠	٨٨.٣٣٢٨	٨٦.٥٠٨	٣٥٦.٥١٠٨	٩٦
"EDGE FACTORY					"
	١.٠٠٠	٨٨.٠٤٢٨	٨٣.٥٣٥	٣٥٤.٢٢٠٤	٩٧
"EDGE BUILDING					"
	١.٠٠٠	٨٦.٥٢٥٤	٧٥.٤٤٩	٣٤٧.٣٢٤٨	٩٨
"EDGE BUILDING					"
"	١.٠٠٠	٨٦.٣٩٣٠	٨٦.٢٧٣	٣٤٢.١٣٤٨	٩٩
"EDGE BUILDING					
"TP "	١.٠٠٠	٨٥.٤٤٠٦	٦٥.٦٠٩	٣٤١.٥١٠٠	١٠٠
	١.٠٠٠	٨٥.١٢١٠	٥٥.٩٠٧	٣٣٩.٠٣٥٤	١٠١
"ST/SELSAL					"
	١.٠٠٠	٨٥.٤٨٢٢	٥٧.٩٩٧	٣٣٦.٤٢١٢	١٠٢
"END BIULDING					"
	١.٠٠٠	٨٥.٤٤٢٢	٤٣.١٢٩	٣٢٨.٤٧٥٢	١٠٣
"ST/BIULDING					"
	١.٠٠٠	٨٦.٠٧٥٤	٤٦.٦٧٧	٣٢٩.١٧١٨	١٠٤
	١.٠٠٠	٨٦.٠٩٠٤	٤١.٩٠٦	٣٢٣.٥١٥٢	١٠٥
	١.٠٠٠	٨٥.٢٦١٠	٣٢.٥٤٢	٣٠٤.٤٣٤٤	١٠٦
	١.٠٠٠	٨٥.٠٨٢٤	٣٠.٩٠٧	٣٠١.٣٠١٠	١٠٧
	١.٠٠٠	٨٦.١٥٤٤	٣٠.٦٥٤	٢٩٩.٥٩٥٦	١٠٨
	١.٠٠٠	٨٥.٠٤٥٨	٣١.٨٤٧	٢٩٧.٣٩٤٠	١٠٩
	١.٠٠٠	٨٥.٢٥٥٨	٣٨.٧٧٧	٢٩٤.٤٠٢٨	١١٠
	١.٠٠٠	٨٩.٠٠٢٤	٣٦.٢٧٧	٢٨٨.٤٦١٢	١١١
	١.٠٠٠	٨٩.٠٠٢٤	١١٥.١٣٥	١٠٢.٥٨٣٢	١١٢
	١.٠٠٠	٨٩.١٤٣٦	٦٠.٠٨٢	٣٤٤.١٣٣٦	١٣٠
	١.٠٠٠	٨٩.١٥٣٢	٥٩.٨٣٢	٣٤٥.١٤٤٦	١٣١
	١.٠٠٠	٨٩.١٦١٤	٥٨.٧٥٩	٣٤٧.٥٣١٦	١٣٢
	١.٠٠٠	٨٩.١٦٢٠	٥٨.٦٨٦	٣٤٨.١٤٣٢	١٣٣
	١.٠٠٠	٩٣.٢٩٤٢	٣٩.٨٧٠	٣٣٣.١٨٥٢	١٣٤
	١.٠٠٠	٩٢.٤٧٠٤	٤٠.٨٥٢	٣٣١.٠٨٣٢	١٣٥

	١.٠٠٠	٩٢.١٠٢٢	٤٣.٠٩٧	٣٢٨.٠٥١٤	١٣٦
	١.٠٠٠	٩٤.٠٢٣٠	٣٧.٤٨٦	٣٤٢.٣٤٥٢	١٣٧
"ENTERING	١.٠٠٠	٩٤.١٨١٤	٣٧.٢٥٥	٣٤٥.٢٤٥٨	١٣٨
	١.٠٠٠	٩٥.٤٩٤٠	٣٣.٩١٣	٣٤٥.٤٤٣٢	١٣٩
	١.٠٠٠	٩٧.٢٤٢٦	٣٠.٦٢١	٣٥٠.٢٣٢٦	١٤٠
	١.٠٠٠	٩٨.٢١٢٠	٢٨.٩٨٨	٣٥٦.٢٠١٦	١٤١
	١.٠٠٠	٩٩.٥٢٥٢	٢٣.٣٥٨	٣٥٢.١٤٢٤	١٤٢
"EP+ENTER	١.٠٠٠	٩٦.١٤٥٢	٢٩.٧١٣	٣٣٠.٣٩٥٦	١٤٣
	١.٠٠٠	١٠٣.١٩٢٤	٣١.٩٨٩	٢٩٢.٠٤٠٤	١٤٤
	١.٠٠٠	١٠٢.٣٣١٨	٣٣.٧٦٩	٢٩٢.٤٧٣٠	١٤٥
	١.٠٠٠	١٠٠.٤٤١٢	٣٦.٨٠٤	٢٩٣.٢٠٣٦	١٤٦
	١.٠٠٠	١٠٤.٥٧١٤	٢٨.٥٨٤	٢٩١.١٣٢٠	١٤٧
	١.٠٠٠	١٠٦.٢٨١٢	٢٦.٤٤٧	٢٨٦.٥٧٤٦	١٤٨
	١.٠٠٠	١٠٤.٤٥٠٦	٥٠.١٦٢	٢٥٨.٥٥٥٢	١٤٩
"TP"	١.٠٠٠	١٠٤.٤٣٣٦	٤٩.٨٧٢	٢٥٩.٥٧٢٦	١٥٠
	١.٠٠٠	١٠٢.٣٩٣٨	٥٨.٦٨٢	٢٦٤.١٦٣٤	١٥١
	١.٠٠٠	١٠٢.١٧٣٦	٦٠.٣٢١	٢٦١.٥٢١٤	١٥٢
	١.٠٠٠	١٠٤.٣٢٣٤	٥٢.١٢٩	٢٥٤.٣٥٣٦	١٥٣
"EP"	١.٠٠٠	١٠٤.٢٧٢٠	٤٨.٣٣٣	٢٠٦.٢٦٣٦	١٥٤
	١.٠٠٠	١٠٨.٤٠٥٤	٤٢.٤٥٦	٢٤٨.١٨٤٨	١٥٥
	١.٠٠٠	١١٢.٤٣٠٨	٣٧.٠٢٣	٢٤٣.٥٨١٠	١٥٦
	١.٠٠٠	١١١.٠٩١٨	٤١.٠٩٠	٢٣٥.٠٠١٦	١٥٧
	١.٠٠٠	١٠٦.٥٦٥٨	٤٨.٥٢١	٢٣٧.٢٨٣٢	١٥٨
	١.٠٠٠	١٠٧.٢٥١٨	٦٢.٠٨٣	٢٣٢.١٨٤٤	١٥٩
	٢.١٥٠	١٠٨.٠٦١٦	٦٩.٥٣٥	٢٣٣.٣٢٤٦	١٦٠
	١.٠٠٠	١٠٧.٠٢٠٤	٧٨.٠٧٥	٢٣٧.٣٠٢٢	١٦١
	٢.٠٠٠	١٠٨.١٦١٤	٥٨.٦٥٥	٢٢٦.٣٤٤٨	١٦٢
	٢.٠٠٠	١١٤.٢٢١٨	٥٢.٠٢٦	٢١٩.١٤١٦	١٦٣
	١.٠٠٠	١١٠.٠٣٣٤	٦٥.٨٩٦	٢٢١.٢١٠٤	١٦٤
	١.٠٠٠	١٠٥.٥٥٣٨	٨٦.١٧٢	٢١٧.٣١١٤	١٦٥
	١.٠٠٠	١٠٦.٥٠٤٨	٨٧.٨٧٧	٢١٩.١٩٢٢	١٦٦
	١.٠٠٠	١٠٥.٥٧٤٨	٩١.٣٨٦	٢٢٤.٣٢١٢	١٦٧
	١.٠٠٠	١٠٥.٥٣٤٠	٨٥.١٨١	٢١٥.٣٧٤٠	١٦٨
	١.٠٠٠	١٠٩.٥٣٣٦	٨٤.٥٨٥	٢١١.٠٣٤٨	١٦٩
	١.٠٠٠	١١٠.٣٥٢٢	٨٢.٧٥٢	٢٠٥.٢٣١٦	١٧٠
	١.٠٠٠	١٠٥.٣٥٤٨	١٠٨.٩٥٢	١٩٨.٥٥٥٤	١٧١
	١.٠٠٠	١٠٤.٥٣٣٢	١٠٩.٦٥٥	٢٠١.٤٦٥٢	١٧٢
	١.٠٠٠	١٠١.١٩٠٢	١١٣.٣٠٦	٢٠٦.٠١٢٠	١٧٣
	١.٠٠٠	١٠١.١٠١٤	١١٣.٩١٤	٢٠٨.٢٤٣٨	١٧٤
	١.٠٠٠	١٠٢.٠٢٢٤	١١٧.٢٦٧	٢٠٩.٢٥٣٤	١٧٥
	١.٠٠٠	١٠٠.٥٥٣٤	١٢٥.٨٣٠	٢١٠.٤١٣٠	١٧٦
	١.٠٠٠	١٠٠.٣٦١٤	١٣٠.١٧٢	١٩٦.١٣١٤	١٧٧
	١.٠٠٠	١٠١.٥٤١٦	١٢٧.١٦٠	١٩٣.٤٤١٠	١٧٨
	١.٠٠٠	١٠٣.٣١٣٠	١٢٥.٩٦٨	١٩٠.٥١١٦	١٧٩
	١.٠٠٠	٩٨.٥٦٢٣	١٣٩.٣٩٣	٢٠٠.٥٩٢٤	١٨٠

	١.٠٠٠	٩٨.٣٨٤٦	١٤٠.٨٥٥	٢٠٤.٣٢٣٦	١٨١
	٢.٠٠٠	١٠٠.٠٧٢٨	١٤٦.١٥١	١٨٥.٥٦٣٦	١٨٢
	١.٠٠٠	٩٩.٣٩٣٤	١٥٠.٤٤٥	١٨٨.٠٥٤٠	١٨٣
	١.٠٠٠	١٠٠.٢٧١٠	١٤٢.٤٠٩	١٨٤.١٤٤٠	١٨٤
	١.٠٠٠	١٠٣.٠٨٥٤	١٣٩.٤٨٠	١٨٠.٥٥٣٦	١٨٥
	١.٠٠٠	١٠٤.٢٣٢٢	١٣٥.٤٨٦	١٧٧.٠٦٢٨	١٨٦
	١.٠٠٠	١٠٠.٣٢٥٤	١٦٤.٠٢٦	١٧٤.٥٤٣٨	١٨٧
	١.٠٠٠	١٠٠.٢٤٤٠	١٦٥.٧٦٨	١٧٦.٤٧٤٢	١٨٨
	١.٠٠٠	٩٨.٥٨٢٠	١٦٧.٢٦١	١٧٨.٣٦٢٢	١٨٩
	١.٠٠٠	٩٨.٤٨٥٦	١٦٨.٧٦٥	١٨٠.٥٠٤٦	١٩٠
	١.٠٠٠	٩٨.٠٠٤٢	١٧٢.٢٠٠	١٨٣.٣٥٢٢	١٩١
	١.٠٠٠	٩٧.٤٠١٢	١٩٤.٦٣٠	١٧٨.١٦١٤	١٩٢
	١.٠٠٠	٩٧.٠٦١٢	١٩٤.٩٥٣	١٧٨.٣٨٣٠	١٩٣
	١.٠٠٠	٩٦.٢٩٥٤	١٩٦.٣٦٨	١٨١.٠٢٢٤	١٩٤
	١.٠٠٠	٩٧.٥٨٥٢	١٩٤.٠٤١	١٧٥.٤٦٢٨	١٩٥
"EDG WALL	١.٠٠٠	٩٨.١٨٠٢	١٩٥.٠٦٤	١٧٣.٣٩٥٨	١٩٦
	١.٠٠٠	٩٦.٤٠٣٨	٢٢٠.١٨٩	١٧٤.٢٥٥٠	١٩٧
	٢.٠٠٠	٩٦.٢٣٠٦	٢١٩.٩١٥	١٧٤.٤٧٤٠	١٩٨
	١.٠٠٠	٩٥.٥٥١٤	٢١٩.٠٩٤	١٧٦.٥٤٤٨	١٩٩
	٢.٠٠٠	٩٦.٣٩٢٦	٢٢١.٤٢٨	١٧٢.٥٨٠٢	٢٠٠
"BILD"	١.٠٠٠	٩٧.٣٥٤٠	٢٠٦.٢٥٨	١٦٧.٢٩٠٤	٢٠١
"BILD"	١.٠٠٠	٩٧.٣٥١٢	٢٠٦.٣٥٢	١٧٠.١٠٣٨	٢٠٢
"BILD"	١.٠٠٠	٩٦.٥١٥٠	٢٢٨.٠١٤	١٦٧.٤١٣٤	٢٠٣
	١.٠٠٠	٩٥.٤٠١٦	٢٤٨.٤٦٢	١٧٣.٤٥٠٨	٢٠٤
	١.٠٠٠	٩٥.١٠١٨	٢٤٨.٠٥٣	١٧٤.٢٧٢٨	٢٠٥
	١.٠٠٠	٩٥.١٠١٨	٢٤٧.١٧٦	١٧٦.٢٢٣٤	٢٠٦
	١.٠٠٠	٩٥.٣٦٥٢	٢٥٠.٦٠٩	١٧١.٥٧٠٠	٢٠٧
	١.٠٠٠	٩٦.٢٥٢٠	٢٥٢.٩٣٠	١٧١.٠١١٨	٢٠٨
	٢.٠٠٠	٩٤.٣١٠٢	٢٧٤.٧٥٢	١٧٤.٢٢٠٨	٢٠٩
	٢.٠٠٠	٩٣.٥٧٥٤	٢٧٥.٦١٥	١٧٥.٤٣٥٦	٢١٠
	٢.٠٠٠	٩٣.٤٦٣٢	٢٨٢.٣٩٢	١٧٦.٠٠٣٦	٢١١
	١.٠٠٠	٩٤.١٥٣٨	٢٨٦.٠٨٧	١٧٤.١٩٤٢	٢١٢
	١.٠٠٠	٩٤.٥١٢٢	٢٧٦.٢٧٥	١٧٢.٢٣٣٢	٢١٣
	١.٠٠٠	٩٥.٢٧٣٢	٢٧٤.٦٠٧	١٧١.٣٣٥٠	٢١٤
	١.٠٠٠	٩٣.٤٩٢٦	٣٠٥.٤٦٤	١٧٤.١٩٤٨	٢١٥
	١.٠٠٠	٩٣.٣٦٥٦	٣٠٢.٦٣٨	١٧٥.١٤١٤	٢١٦
	١.٠٠٠	٩٣.١٧٢٦	٣٠٠.٣٤٨	١٧٧.٠٨١٤	٢١٧
	١.٠٠٠	٩٣.٥٩٥٢	٣٠٣.٧٤٣	١٧٣.٠٣٣٤	٢١٨
	١.٠٠٠	٩٤.٣٨٠٨	٣٠٤.٥٣٨	١٧١.٥٨٣٦	٢١٩
	١.٠٠٠	٩٣.٣٤٤٠	٣٣٤.٣٥٦	١٧٢.٢٢٢٩	٢٢٠
	١.٠٠٠	٩٣.٢٥٠٤	٣٣٣.٩١٧	١٧٢.٤٥٣٤	٢٢١
	١.٠٠٠	٩٣.٢٣٥٨	٣٣٣.٩٦٧	١٧٣.٢٩٣٦	٢٢٢
	١.٠٠٠	٩٣.١١٤٦	٣٣٤.١٠٣	١٧٣.٤٥٥٨	٢٢٣
	١.٠٠٠	٩٣.٠٦٥٦	٣٣٤.٩٧٠	١٧٤.٤٨٠٦	٢٢٤
	١.٠٠٠	٩٣.٠١٣٠	٣٦٢.٧٥٢	١٧٢.٢٥٥٢	٢٢٥

٢٢٦	١٧٢.٥١١٢	٣٦١.٩٩٢	٩٢.٥٠٢٦	١.٠٠٠	
٢٢٧	١٧٣.٣٧١٨	٣٦١.٠١٢	٩٢.٤٩٥٤	١.٠٠٠	
٢٢٨	١٧٣.٥٩١٠	٣٦٠.٥٥٢	٩٢.٣٨٥٢	١.٠٠٠	
٢٢٩	١٧٥.١٢٥٦	٣٦٠.٣٤٧	٩٢.٣٢٣٨	١.٠٠٠	
٢٣٠	١٧٢.٣٠١٨	٣٩٦.٢٩٨	٩٢.٣٥٢٤	١.٠٠٠	
٢٣١	١٧٣.٣٠٣٠	٣٩٤.٤٠٨	٩٢.١٥٢٦	١.٠٠٠	
٢٣٢	١٧٤.٠٥٢٦	٣٩٣.٤٨٤	٩٢.١٣٢٢	١.٠٠٠	
٢٣٣	١٧٤.٢٨٠٢	٣٩٣.٣٣٨	٩٢.٠٢٤٠	١.٠٠٠	
٢٣٤	١٧٥.٣٠٤٢	٣٩٥.٢٣٩	٩١.٥٧١٢	١.٠٠٠	
٢٣٥	١٧٢.٤٨٤٢	٤٢٣.٦٣٣	٩٢.١٠٣٢	١.٠٠٠	
٢٣٦	١٧٣.٣٤٥٤	٤٢٢.٧٢٥	٩١.٥١٤٢	١.٠٠٠	
٢٣٧	١٧٤.٢٢١٦	٤٢٢.٢٨٥	٩١.٤٨١٢	١.٠٠٠	
٢٣٨	١٧٤.٣٨٣٦	٤٢٣.١٦٨	٩١.٣٨٥٠	١.٠٠٠	
٢٣٩	١٧٥.٢٥٢٤	٤٢٣.١٥٣	٩١.٢٨٥٤	٢.٠٠٠	
٢٤٠	١٧٢.١٣٢٨	٤٤٦.٨٥٩	٩٢.٠١٤٤	٢.٠٠٠	
٢٤١	١٧٢.٢٨٢٠	٤٤٧.١٧١	٩١.٥٣٥٤	١.٠٠٠	
٢٤٢	١٧٣.١٩٣٨	٤٤٨.٧٤٣	٩١.٤٩٤٦	١.٠٠٠	
٢٤٣	١٧٣.٤٣٥٦	٤٤٩.١٤١	٩١.٣٩٠٤	١.٠٠٠	
٢٤٤	١٧٤.٢٥٤٨	٤٤٩.٦٤٩	٩١.٣٤٤٦	١.٠٠٠	
٢٤٥	١٦٩.٥١١٢	٥١٢.٧٥١	٩٢.٠٨٣٠	٢.٠٠٠	
٢٤٦	١٦٩.٥١١٢	٥١٢.٧٥١	٩٢.٠٨٣٠	٣.٠٠٠	
٢٤٧	١٦٩.٣٣١٠	٥٠٤.٩٣٤	٩٢.٠٩٢٦	٢.٠٠٠	
٢٦١	١٧٣.٣٥٥٦	٤٢٦.٧٤٥	٩١.٤٩٤٦	١.٠٠٠	"EP"
٢٦٢	١٧٣.٠٨٢٠	٣٧٨.٦٥٤	٩٢.٣١١٠	١.٠٠٠	"EP"
٢٦٣	١٧٢.٤٤٤٠	٣٢٧.٩٢٢	٩٣.٣٠١٨	١.٠٠٠	"EP"
٢٦٤	١٧٢.٤٩٠٤	٢٧٩.١٧٩	٩٤.٣٤١٨	١.٠٠٠	"EP"
٢٦٥	١٧٢.١٩٥٦	٢٣١.٣٢٣	٩٦.١٢١٨	٢.٠٠٠	"EP"

كـــــلمة شـــكـــــــــــر

بين سطور تحمل في ثناياها روائع عطور أروع الأزهار الطبيعية نتقدم خلالها بجزيل الشكر وفائق الاحترام إلى كل من.....

الهيئة التدريسية دائرة الهندسة المدنية و المعمارية .....
قسم المساحة في بلدية الخليل و على رأسهم الأخ
" إيـاد جويحان".....

و إلى صاحب القلب الصافي النقي الذي لا يعرف في يوم إلا الحب الذي له الدور المثالي في مساندتنا والوقوف إلى جانبنا ...

أستاذنا .....خـليـل كـرامـة

و إلى اللذان لم يبخلا علينا بشيء إلا وقدماه لنا... إلى من تتراجع كلمات يمكن أن نخطها ولكنها لن تفيهما حقهما بقدر ما سوف تحمل من معاني وبقدر ما نكنه لهما بقلوبنا لأن دورهما أكبر من أن يبقى كلمات بين السطور

الأستاذ.....كمال غطاشة

الأستاذ .....فـيضي شبانه

٤- حجم وإشارات و علامات المرور

٤-١- حجم المرور Traffic Volume

هو عبارة عن عدد المركبات التي تمر من خلال نقطة معينة خلال فترو زمنية معينة، سواء في الاتجاه الواحد أو الاتجاهين.

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

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

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

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

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

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

$$V = D * S$$

٤-١-١- طرق إحصاء عد المركبات (حصر المرور):

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

١- الحصر الآلي:

إن هذه الطريقة هي الأكثر تطورا و تحتاج إلى أقل جهد و هي أكثر دقة و ذلك لأنها تعتمد على الأجهزة الكهربائية مثل الرادارات و الكاشفات التي توضع على جانبي الطريق كما و تستخدم الأشعة تحت الحمراء

أو العيون الكهروضوئية، ولكن و مهما بلغت دقة هذه الأدوات العصرية الحديثة فإن، فيها سيئة لا تخدم المهندس المصمم إذ لا تقوم بالتمييز بين حافلة و شاحنة وهذه الأدوات مهمه في حساب عدد المسارب أو عرض الطريق .

و يستخدم هذا النوع كثيرا في الحالات التي تتطلب فيها حصر لأعداد المركبات لفترات طويلة أو بشكل مستمر.

٢- الحصر اليدوي:

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

وبما أنه تم إختيار مشابه لظروف الطريق المراد تصميمها من حيث و جود جامعة و عدد من المدارس ، حيث تم اقتراح شارع الذي يمر بجانب جامعة الخليل من الناحية اليمنى (الخلفية)ليتم إحصاء المركبات و إجراء كافة الحسابات اللازمة في تحديد حجم المرور و عدد السيارات المتحولة نتيجة لشق الطرق و كافة الحسابات للازمة في تصميم الطريق الذي نحن بصدد تصميمه حاليا .

٣- الحصر بطريقة المركبة المتحركة:

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

ونظرا لعدم توفر الأجهزة الآلية و الكهربائية، فإنه لا مجال لاستخدام الحصر الآلي في هذا المشروع وذلك بسبب تكلفتها وعدم توفر الأجهزة اللازمة، و بالتالي فإن طريقة التعداد اليدوي هي الطريقة المناسبة و الأكثر دقة، و هي التي تم الاعتماد عليها، حيث تم التعداد في أيام مختلفة من الأسبوع، وفي أوقات مختلفة في نفس اليوم، و ذلك للحصول على دقة أكبر خلال أوقات الذروة و في الأوقات العادية. فتم الرصد خلال ثلاثة أيام هي السبت و الثلاثاء و الخميس من تاريخ ٦/٢/٢٠٠٥، فحصلنا على نتائج مختلفة تدل على أوقات الذروة.

٤- مكان إنطلاق السير ووجهته النهائية

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

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

١) **بالمقابلة** : حيث يتم توقيف السيارات و سؤال ركباها أسئلة محددة عن مكان انطلاقها و وجهتهم و الهدف من الرحلة و عدد المرات التي يكررون فيها هذه الرحلة و هكذا .

٢) **رقم تسجيل المركبة** : حيث يتم وضع محطات مسح متعددة على طول المنطقة و يقوم كل فرد بتسجيل رقم المركبة التي تمر عن المحطة و الوقت الذي مرت فيه و عندما تمر السيارة على محطة أخرى يتم تسجيل رقمها و تاريخ مرورها و رقم تسجيلها.

٣) **طريقة بطاقة البريد** : حيث يتم إعطاء السائق بطاقة و عليها طوابع لكي يعبأها بالمعلومات المطلوبة و يرسلها بالبريد ، و من مساؤها إن قسما كبيرا من السائقين لا يتجاوب مع الطلب .

٤) **طريقة تثبيت إشارات على السيارة عند أول محطة** : حيث يثبت عليها الوقت و رقم المحطة ثم تأخذ هذه الإشارة عند الخروج من منطقة المسح .

حيث أن ما تم الحصول عليه من خلال إحصاء عدد المركبات ما معدله حوالي ٣٠٥ مركبة في الساعة كما هي موضحة في الجدول (٤-١) التالي:

جدول (٤-١)

نوع المركبة	عدد المركبات (مركبة /ساعة)	العدد المكافئ	العدد الكلي للمركبات
سيارة خاصة أو تاكسي	300	1	300
حافلة	10	3	30
شحن	30	2.5	75
المجموع الكلي			**305**

سوف نعتمد فترة التصميم ل 20سنة مقبلة

معدل الزيادة المتوقع في عدد المركبات خلال أل20 عام المقبلة على فرض 2% [1]

المتوسط اليومي لحجم المرور (ADT) = 305 * 24

= 7320 مركبة / يوم

عدد المركبات بعد 20 عام = ٢ * 7320

= 14640 مركبة

AADT على فرض = 1000 مركبة

قيمة المعامل تساوي 0.16 من AADT

حجم المرور الساعي التصميمي (DHV) = 0.16 * 14640

= 2342

عدد المسارب = ١٠٠٠/2342

= 2.3 = 2 مسارب.

وبما أن عدد المسارب يجب أن يكون زوجيا لهذا تكون إما إثنان مسارب أو أربع وهذا العدد الأخير من المسارب كبير نسبيا و ذلك بسبب الضغط الكبير على الشارع ،إذ أن الشارع المثيل الذي قمنا بإختيارة و إجراء عملية الإحصاء علية لكي نصمم الشارع الجديد يحوي جامعة الخليل من الناحية و بذلك فإن حركة السيارات مستمرة لنقل الطلاب لذلك كان الضغط في عدد المركبات، ونحن سنقوم بالتصميم على أساس٢ مسارب على أمل تجنب هذه المشكلة في تصميم طريق خلة المغربة التي ستحويي مستقبلا نهايات لجامعة القدس المفتوحة و مجموعة من المدارس.

٤-٢- إشارات المرور

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

١- الأعداد لحجم المرور تقريبية لأن الطريق المختار طريق مماثل و ليس بالطريق الحقيقي المراد تصميمية

٤-٢-١- مواصفات الإشارات:

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

و حتي يتحقق ذلك لابد من الإنتباه إلى الأمور الرئيسية التالية في الإشارة :

- **أبعاد الإشارة**

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

- **تباين الألوان في الإشارة:**

من المهم جدا أن تكون الألوان في الإشارة متباينة , و ذلك لكي تكون مميزة بالنسبة للمنطقة المحيطة بها و كذلك كي تكون الكتابة او أي رمز واضح و مميز بالنسبة للإشارة , و يتم الحفاظ على هذا العنصر بإستخدام خصائص الألوان كأن تكون الكتاب على اللوحة فاتحة و خلفية للوحة بلون غامق على أن تختلف أيضا لون اللوحة عن البيئة المحيطة حتى تكون واضحة. [1]

- **الشكل:**

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

- **الكتابة :**

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

و الجدول (٤-٢)[7] التالي يبين المسافة التي يجب أن تكون بين الإشارة و التقاطع الذي تدل عليه الإشارة :

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

٤-٢-٢- أنواع الإشارات:

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

الإشارة					
معنى الإشارة	مفترق طرق أمامك (فرع T)	أولاد على الشارع	انعطاف حاد نحو اليسار	أعط حق الأولوية لحركة السير أمامك	انعطاف إلى اليمين

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

الإشارة	**معنى الإشارة**
	قف . أعط حق الأولوية لحركة السير على الجهة الم

سرعة خاصة. لا يجوز السير بسرعة تزيد عن السرعة المحددة على الإشارة

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

الإشارة:

معنى الإشارة: طريق بإتجاة واحد ممنوع تجاوز المركبات

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

٥- إشارات إرشادية، يجب استعمالها على التقاطعات.

٤-٣- علامات المرور

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

٤-٣-١- أهداف علامات المرور:

إن علامات المرور على الطريق عبارة عن خطوط متصلة أو متقطعة، مفردة أو مزدوجة, يمكن ان تحمل اللون الأبيض أو الأسود أو الأصفر[1]، كما يمكن أن تكون أسهما أو كتابة كلمات، و الهدف من وراء وضع هذه العلامات هي:

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

٤-٣-٢- الشروط الواجب توفرها في العلامات :

١. أن يتمكن السائق من رؤيتها في كافة الظروف سواء كانت ليلا أو نهارا
٢. أن تكون فيها الألوان منسجمه مع بعضها البعض و ملفتة للانتباه
٣. أن تخدم الطريق أطول فترة ممكنة و تكون من مواد جيدة من مواد جيده مقاومة للعوامل البيئية ،
٤. أن يتمكن كافة مستخدميها من فهمها مع اختلاف مستواهم العلمي "سهلة الفهم".
٥. أن تكون هذه العلامات مرئية وواضحة من مسافة كافية حتى تحمي مستخدميها .

٤-٣-٣- أنواع علامات المرور:

- **الخطوط:**

تكون الخطوط بعرض 10 سم، وهي إما متصلة أو متقطعة، حيث أن المتقطعة تستخدم لفصل المسارب و فصل السير في الاتجاهين، أما المتصلة تستخدم لفصل السير و منع التجاوز في آن واحد.

على سبيل المثال، إذا كان التجاوز خطرا على السير الذاهب، يوضع خطان بحيث يكون الخط المتصل من جهة السير الذاهب، و المتقطع من جهة السير القادم.

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

- **الكلمات:**

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

- **الأسهم:**

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

- **اللون:**

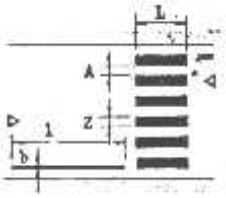
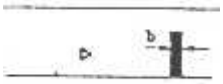
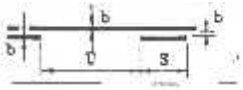
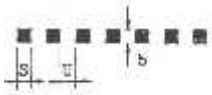
يستعمل اللون الأبيض في الخطوط التي تقسم المسارب ويستعمل اللون الأصفر لتحديد الجزر و مواقف السيارات، إلا أنه يجب الاهتمام بتوافق لون الخط مع أرضية الطريق.

- **المواد العاكسة:**

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

والجدول(٤-٣) التالي يبين بعض علامات المرور على الطريق:

جدول (٤-٣) أنواع علامات المرور وأبعادها وتطبيقاتها على الشارع[6]

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

5- تخطيط الطريق:

5-1- العوامل الأساسية التي تؤخذ بعين الاعتبار عند إنشاء طريق بين مدينتين:-

أ- قوة الرياح واتجاهها:

يجب إن يكون موقع الشارع في منطقة لا تتعرض للرياح الشديدة فيفضل إن لا يكون اتجاه الرياح مع أو عكس أو متعامدا مع اتجاه السير وهذا للتقليل من القوى الخارجية التي تؤثر سلبيا على سير المركبات وتوازنها.

ب- طبوغرافية المنطقة وثباتها الجيولوجي:

يجب إن يؤخذ بالاعتبار عند التخطيط وإنشاء الطرق العوائق الطبوغرافية حيث يجب الاختصار من طول الطريق ما أمكن والابتعاد أعمال الحفر والردم الكبيرة والمكلفة كذلك الاستفادة من أي مقلع أو مناطق تصلح تربتها لأعمال الردم والتأسيس كذلك يجب الابتعاد وتجنب أماكن الانهيارات الانزلاقات، و يجب إن تجرى الفحوصات والتجارب المخبرية للتربة التي تشمل فحص مقاومة التربة وطبيعة المواد المستخدمة وهذا يساعد في حساب السماكات الضرورية لطبقات التعبيد[1].

ت- الهيدرولوجية:

يجب عمل استطلاع ميداني لجمع المعلومات عن كميات الأمطار ومناطق تكون السيول لاختيار الموقع المناسب للجسور والعبارات ويمكن الاستفادة من السكان المجاورين في اخذ المعلومات.

وبعد الاستطلاع الميداني تبين أن هناك مناطق تتجمع فيها المياه مشكلة للسيول وقمنا بحل هذه المشاكل من خلال عمل القنوات الجانبية المفتوحة وعمل العبارات في المناطق التي تحتاج اليها كما هي موضحة لاحقا.

ث- الأهمية الاقتصادية:

إن دراسة معدلات التطور المستقبلي للمنطقة من الناحية التجارية والصناعية والسياحية....إلخ له أهمية كبيرة في تصميم الطريق وتخطيطها من حيث نوعه ومستواه الفني ومحطات المرور فيجب إن تكون هذه الدراسات دقيقة مبنية على أسس علمية لكي تواكب متطلبات المستقبل حيث يمكن الحصول عليها من المؤسسات الحكومية المختصة.

ج- التوزيع السكاني وكثافته:

من أهم العوامل التي تحدد مسار ونوع الطريق هي أماكن تجمع السكان وتوزيعهم حيث إن من أهم الأهداف التي تنشأ من اجلها الطرق هي خدمة اكبر قطاع ممكن من السكان لتسهيل تنقلهم بين ألاماكن المختلفة بأكبر قدر من ألامان واقل وقت ممكن، ويجب إن يصل الطريق إلى المناطق الخدمات العامة مثل المستشفيات والجامعات وأماكن سياحية.....الخ.

وكما ذكرنا في السابق أن منطقة المشروع ستكون المتنفس الوحيد للتوسع السكاني في منطقتي دورا والخليل وهذا يعطي المشروع أهمية كبيرة.

ح- أنواع السيارات المستخدمة على الطريق:

تأتي أهمية هذا البند في تجنب سير المركبات الثقيلة بالقرب من ألاماكن السكانية تجنبا للضوضاء والإزعاج، كذلك يجب وضع خطوط خاصة ومستقلة لراكبي الدراجات وأخرى للعربات الجر الحيواني وأخرى للشاحنات بمعنى عام تمكن أهمية أنواع السيارات في عمل مسارب واتجاهات مفصلة لكل نوع.

5-2- العوامل الرئيسية التي تتحكم في تخطيط الطريق:

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

العوامل الأساسية التي تحكم تخطيط الطريق:

- **حجم المرور:**

يجب الأخذ بعين الاعتبار عند تخطيط الطريق حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا، لذلك يجب عمل الدراسات اللازمة لعدد السيارات الحالي والنسبة الزيادة المتوقعة في عدد السيارات في المستقبل بالإضافة إلى تحديد أنواع السيارات المتوقع استخدامها للطريق.

- **النقاط الحاكمة:**

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

أ- نقاط يجب أن يمر بها الطريق:

وهذه قد تتسبب في زيادة طول المسار **والمرور في مناطق صعبة**، ومن أمثلة هذه النقاط: **موقع جسر**، مدينة متوسطة، ممر جبلي...الخ.

ب- نقاط يجب الابتعاد عنها:

وهذه المناطق يجب أن نبعد مسار الطريق عنها مثل مناطق العبادة، **المدافن، المنشآت الضخمة** عالية التكاليف.

- **التصميم الهندسي للطريق:**

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

- **التكلفة:**

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

- **عوامل أخرى**:

ومن العوامل الأخرى التي تحكم التخطيط مثل عمليات الصرف، العوامل السياسية...**الخ**، ويجب الأخذ في عين الاعتبار عملية الصرف السطحي وكيفية التخلص من المياه عند التصميم الراسي 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.

٥- ٣ - التصميم الهندسي للطريق:

يجب أن يغطي التصميم الهندسي للطريق الانحدارات سواء الطولية أو العرضية والتخطيط الأفقي للمسار ومسافة الرؤية والتقاطعات وجميع تفاصيل القطاعات العرضية والطولية، ويجب أن نأخذ في عين الاعتبار ثلاث عوامل رئيسية حتى نحصل على درجة عالية من ألامان والسيولة وهي حجم المرور، **سرعة المرور، و** تركيب المرور.

ومن المفروض أن كل عمل هندسي يجب أن يستوفي الغرض الذي أنش**أ من أ**جله بحيث يكون الاقتصاد عند التصميم. لذلك فعلى المهندس أن يأخذ في الاعتبار العوامل الأساسية التالية:

١. يجب أن يتمشى التصميم الهندسي مع حجم المرور المتوقع في المستقبل، وان يتمشى مع نوع **المركبات** المارة والسرعة التصميمية لها.
٢. يجب أن يؤدي التصميم إلى قيادة أمنة للسيارات ويعطي السائق انطباع بالأمان.
٣. يجب أن يكون التصميم متكاملا مع تجنب التغيرات المفاجأة كالانتقال الفجائي إلى المنحنيات الأفقية أو الانحدارات الراسية مع عدم وجود مدى رؤية مناسب.
٤. يجب أن يكون التصميم شاملا لجميع الوسائل الضرورية للتحكم في المرور مثل علامات الإرشاد وتخطيط الحارات والإضاءة الملائمة.
٥. يجب أن يكون التصميم اقتصاديا بقدر **الامكان سواء** تكاليف الإنشاء أو تكاليف الصيانة [2].

٥-٤- العوامل التي تحكم أسس التصميم :

٥-٤-١- 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.

٥-٤-٢- تركيب المرور (Character of Traffic):

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

٥-٤-٣- السرعة التصميمية (Design speed):

السرعة التصميمية أساسية للتصميم بالإضافة إلى تركيب المرور وحجم المرور الساعي.

٥-٤-٤- عربات التصميم (Design Vehicles):

جميع الطرق تمر عليها سيارات خاصة وسيارات نقل ولذلك يجب معرفة خصائص هذه السيارات مثل الأبعاد الرئيسية والوزن والقدرة.

٥-٤-٥- 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 قطار كبيرة نسبيا وانحدارات طولية صغيرة لذلك يجب الاهتمام بأكتاف الطرق المتسعة وعمل الجزر الفاصلة بين اتجاهي المرور.

٥-٤-٦- عرض الحارة (lane width):

يلعب عرض الحارة دورا مهما في سهولة القيادة ودرجة الأمان على الطريق ويجب أن لا يقل عرض المسرب عن ثلاثة أمتار ويفضل أن يؤخذ ٣.٥ أو ٣.٦ مترا، وفي الطرق السريعة يفضل أن يؤخذ عرض المسرب ٣.٧٥ مترا وذلك بسبب السرعة العالية في هذا النوع من الطرق. وقد تم اختيار عرض الحارة في هذا الشارع ٣.٢٥ متر .

٥-٤-٧- الميول العرضية (Normal Cross Slopes):

يجب عمل الميول العرضية من الجهتين بالنسبة لمحور الطريق وذلك لتسهيل عملية صرف مياه الأمطار ويتراوح هذا الميل من ١.٥% - ٢%، وقد يعمل هذا الميل منتظما أو منحنيا على هيئة قطع مكافئ وفي حالة وجود جزيرة فيعمل ميل خاص في كل اتجاه كما لو كان في حارتين

٥-٤-٨- الأكتاف (Shoulders):

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

1 – تهيئ مكاناً لوقوف السيارات المعطلة للحالات الطارئة ، وذلك لأن وقوف السيارات على الجزء المرصوف من الطريق يكون سبباً قوياً لوقوع الطريق.

2 - تمكن السائق من الوقوف لفحص خريطته على الطريق.

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

4 – الأكتاف ذات الاتساع الكافي تشعر بإفساح الطريق مما يزيد ارتياح السائق، وتخفف من توتر أعصابه.

5 – تزيد مدى سعة الطريق وتهيئ انتظام السرعة.

6 – تهيئ الأماكن اللازمة لمهمات الصيانة.

حيث يتراوح عرض الكتف بين 1.25 كحد أدنى والى 3.6 كحد أقصى للطرق السريعة، وفي حالة الطرق التي يزيد فيها حجم المرور الساعي التصميمي عن 100 مركبة يتراوح عرض الكتف ما بين 2.5ـ 3.6م، هذا وقد تم اختيار عرض الكتف في مشروعنا هذا بطول ٢ م وميل عرضي ٤% .

٥-٤-٨-١- أنواع الأكتاف :

- **الاطاريف (البردورات):**

يتأثر السائقين كثيراً بنوع الاطاريف ومواقعها وبالتالي فإن ذلك يؤثر على أمان الطريق والانتفاع به، وتستخدم الاطاريف في تنظيم صرف المياه ولمنع السيارات من الخروج عن الرصف في النقاط الخطرة، وهي تحدد حافة الرصف وتحسن الشكل النهائي للطريق، كما أنها خطوة في تجميل جوانب الطرق وتتميز

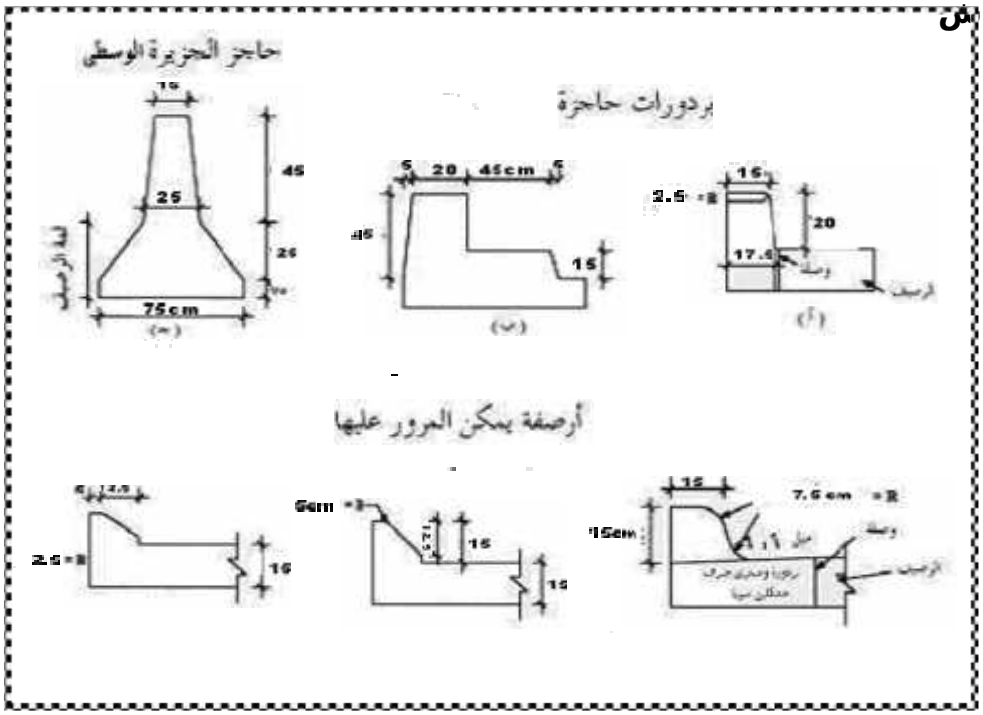
البردورة في العرف بأنها بروز أو حافة قائمة وتبرز حاجتها في الطرق المارة بالمناطق السكنية، والأنواع الرئيسية للاطاريف هي الاطاريف الحاجزة والغاطسة.

الاطاريف الحاجزة:

وهي ذات وجه جانبي حاد الميل ومرتفع نسبياً، وهي مصممة لمنع السيارات من الخروج عن الرصف ويتراوح ارتفاعها بين **١٥ إلى ٥٠** سم تقريباً، ويجب مراعاة وضع **البردورة الحاجزة على مسافة ٥٠ إلى** ٦٠ سم خارج الحد الخارجي لطريق السير.

الاطاريف الغاطسة:

وهي مصممة بحيث يسهل على العربات اجتيازها دون ارتجاج عنيف أو اختلال في القيادة، ويتراوح **الارتفاع من 10 إلى** 15 سم، وميل الوجه فيها 1: 1 **أو** 2: 1، وتستعمل في الجزيرة **الوسطي وفي الحافة** الداخلية والأكتاف، كما تستعمل في تحديد الشكل الخارجي لجزر التقسيم القنواتي في التقاطعات. ويبين **شكل** (٥-١) **أنواع** الاطاريف.



شكل رقم (٥-١) [3] **أنواع** الاطاريف الخاصة بالطرق

٥-٤-٩- (الأرصفة) (Sidewalks):

تعتبر أرصفة المشاة جزءاً مكملاً لتصميم الطرق الحضرية، ولكن قلما تعتبر ضرورية في المناطق الخلوية، وعلى العموم فإنه يستحب عمل اطاريف في الطرق التي يتوقع فيها حركة مرور مشاة كبيرة أو في المناطق التي قد يحدث فيها أخطار للمشاة مثلما يحدث قريباً من المدن والقرى ومواقع الأسواق والمصانع وغير ذلك، وينبغي ألا يقل عرض الرصيف عن ١.٥متر ويعمل من مواد تعطي مسطحاً ناعماً ومستوياً سليماً، ويجب أن يكون سطح الرصيف الذي يسير المشاة عليه مساوياً في الجودة أو أحسن حالة من سطح الرصف المخصص لطريق السيارات لجذب المشاة للسير عليه.

5-4-10- الميول الجانبية(Slide slopes):

نقوم بعمل الميول الجانبية سواء كانت على هيئة جسور أو قطوع. وتكون الطرق أكثر استقرارا كلما كانت الميول مناسبة لطبيعة التربة وبالتالي فان النحر يقل و تقل تكاليف الصيانة والتثبيت، حيث يبين جدول (٥-١) الميول الجانبية للقطوع حسب طبيعة التربة، كما يبين جدول (٥-٢) الميول الجانبية للجسور (للردم) حسب الارتفاعات.

جدول (٥-١) الميول الجانبية للقطوع حسب نوع التربة[1]

نوع التربة	الميول الجانبية (أفقي: رأسي)
تربة عادية وتشمل الطين الجاف	١:١ – ٢ :١
تربة صخرية متماسكة	١: ٢- ٤ :١
صخر طري	١: ٤ – ٨ :١
صخر متوسط	١: ١٢ – ١٦ :١
صخر صلد	رأسي تقريبا

جدول (5-2) الميول الجانبية للجسور (للردم) حسب الارتفاعات

الارتفاع (متر)	الميول الجانبية للردم (أفقي: رأسي)	
	مرغوب	أقصى ميل
١-٠	١ : ٦	١ : ٤
٣-١	١ : ٤	١ : ٣
٥-٣	١ : ٣	١ : ٢
٥	١ : ٢	١ : ٢

5-٤-١١- الجزر الفاصلة بين الاتجاهين(Medians):

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

5-٤-١٢- 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 في حالة:

- 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 السياج 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.

هذا وسيتم استخدام الحواجز الجانبية على جانب الطريق من جهة الوادي وذلك لحماية المركبات من السقوط إلى الوادي [3].

٥-٤-١٣- الجدران الإستنادية :

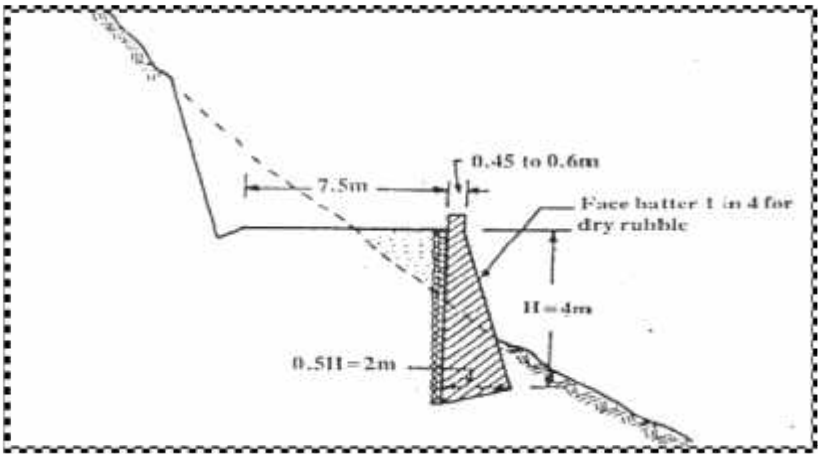
تعتبر الحوائط الساندة من المنشآت الضرورية لتوفير الحماية والاستقرار للطرق الجبلية، وتقام الحوائط الساندة جهة الوادي أساسا، ولكن في حالة القطع تقام من الداخل لمنع انزلاق التربة من جهة الطريق، وتستخدم القواعد التجريبية التالية لحساب أبعاد الحوائط :

اتساع القاع = 0.4 * الارتفاع

أقل اتساع من أعلى = 0.45m إلى 0.60 m

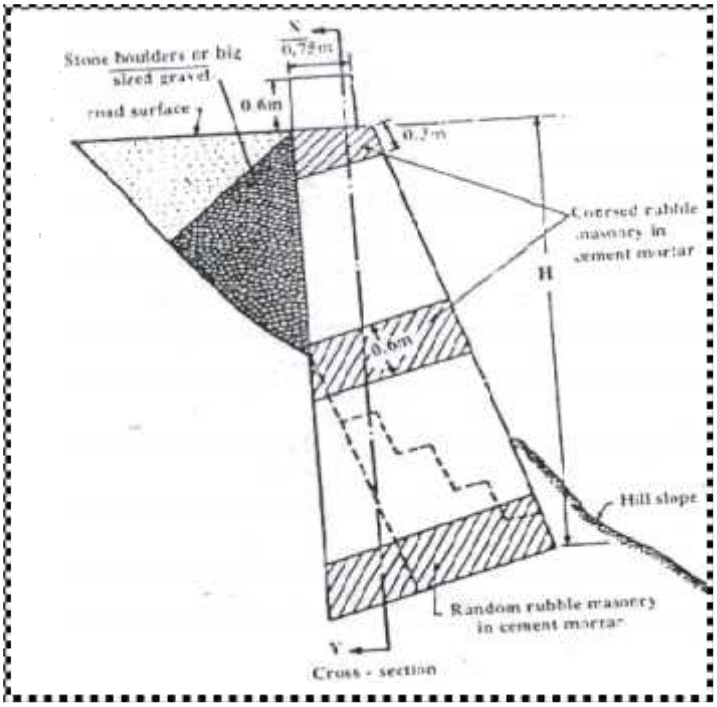
الميول الخلفية للحائط = 4:1

والشكل (٥-٢) يوضح نموذجا لاستخدام حائط ساند لطريق جبلي:



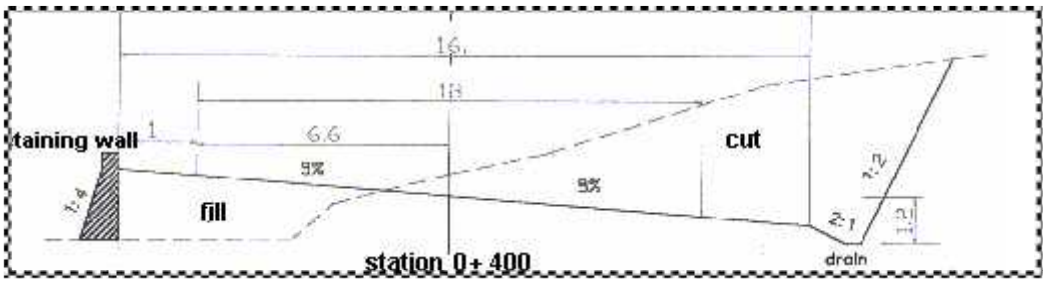
الشكل (٥-٢) جدار استنادي[1]

وإذا كان ارتفاع الحائط أكبر من (6m)، يؤخذ اتساع القاع مساويا (0.4+ الارتفاع + 0.3) متر، والاتساع من أعلى يساوي (0.75 m)، ولزيادة الاستقرار لشكل الحائط بحيث يكون جزء منه من الأحجار المتماسكة (يتكرر كل ثلاثة أمتار) بالمونة الإسمنتية وجزء آخر من أحجار لزيادة التماسك والاستقرار، وفي نفس الوقت إعطاء الفرصة لصرف المياه المتسربة كما هو موضح في الشكل (٥-٣).



الشكل (٥-٣) جدار استنادي أطول من ٦ متر

هذا وسيتم استخدام الجدران الساندة في الطريق التي نقوم بتصميمها وذلك من جهة الوادي وذلك لحماية جسم الطريق كما هو موضح في مقطع عرضي رقم 400 + 0 .



الشكل (5-٤) مقطع عرضي من الطريق يبين استخدام الجدار استنادي لحماية الطريق

٦- التخطيط الأفقي للطريق (Horizontal Alignment):

تعتبر مشاريع البنية التحتية من أهم المشاريع الحيوية في الدول المتقدمة و التي منها مشاريع الطرق و قنوات الري و خطوط وأنابيب المجاري و خطوط الكهرباء حيث يلجأ إلى التخطيط الأفقي وذلك لتفادي التغير المفاجئ في الاتجاه أو أو الانتقال من جزء مستقيم لمسافة طويلة إلى منحنى حاد وذلك بتوزيعه على كامل المنحنى أو على مجموعات المنحنيات التي ستربط كل جزأين مستقيمين متقاطعين Tangents. وتكون هذه المنحنيات عادة على شكل أقواس دائرية أو أقواس حلزونية، وتتميز الأقواس اللولبية بسهولة الانتقال التدريجي بين اتجاهين مستقيمين مختلفين أو بين خط مستقيم وآخر دائري **[1]**

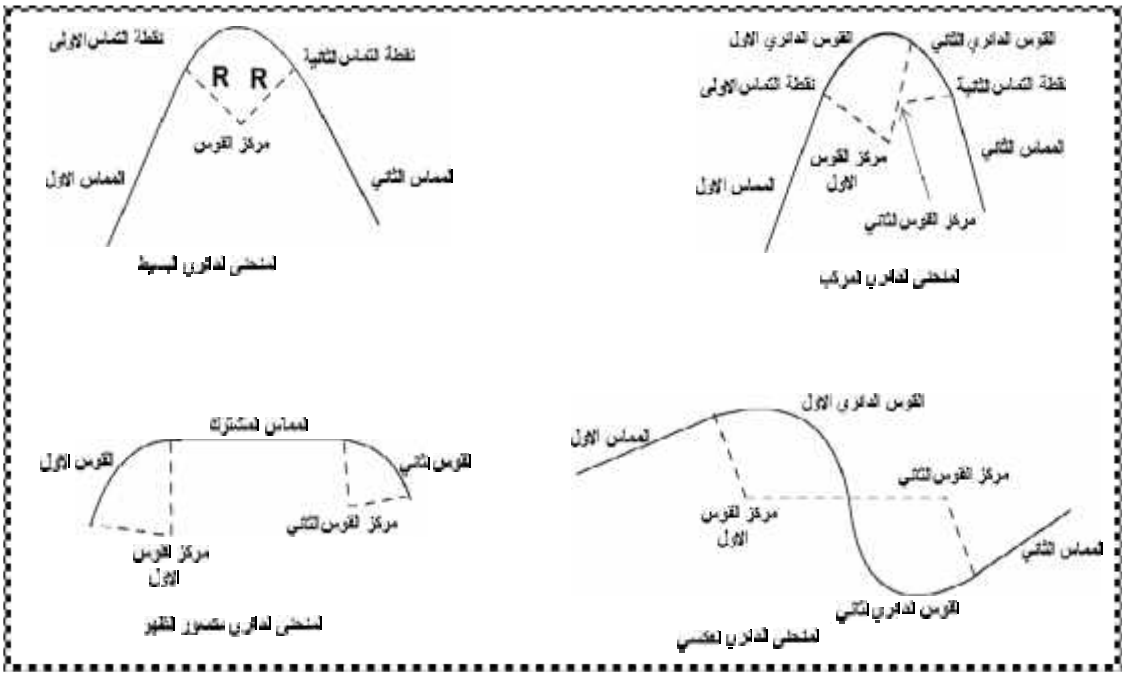
٦-١- أنواع المنحنيات(Types of Curves):

هناك أنواع متعددة من المنحنيات التي يمكن استخدامها في وصل الخطوط المستقيمة والمتقاطعة منها:

- المنحنيات الدائرية Circular Curves.
- المنحنيات الحلزونية Spirals or Easement Curves

٦-١-١- المنحنيات الدائرية:

وتقسم إلى أربعة أنواع كما في شكل (٦-٢):



الشكل (٦-٢)[4] أنواع المنحنيات الدائرية

أ- المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves:

حيث يتم وصل الخطين المستقيمين والمختلفين في الاتجاه بقوس دائري واحد يسهما في نقطتي الوصل.

ب- المنحنيات الدائرية المركبة Compound Circular Curves:

حيث يتم وصل الخطين المستقيمين بأكثر من قوس دائري واحد وذلك بالشروط التالية:

١- أنصاف أقطار هذه الأقواس مختلفة.

٢- الأقواس متماسة عند نقاط اتصالها ببعضها.

٣- جميع مراكز هذه الأقواس الدائرية في جهة واحدة.

ج- المنحنيات الدائرية مكسورة الظهر Broken-Back Circular Curves:

حيث يتكون من منحنيين دائريين مركزاهما في جهة واحدة ومتصلين ببعضهما بواسطة مماس مشترك واحد وقصير يقل طوله عن ٣٠ مترا.

د- المنحنيات الدائرية العكسية Reversed Circular Curves:

حيث يتم توصيل الخطين المستقيمين بأكثر من قوس دائري بالشروط التالية:

- مراكز الانحناء ليست في جهة واحدة.
- أنصاف أقطار المنحنيات قد تكون متساوية أو مختلفة.
- الأقواس متماسة عند نقاط اتصالها ببعضها.

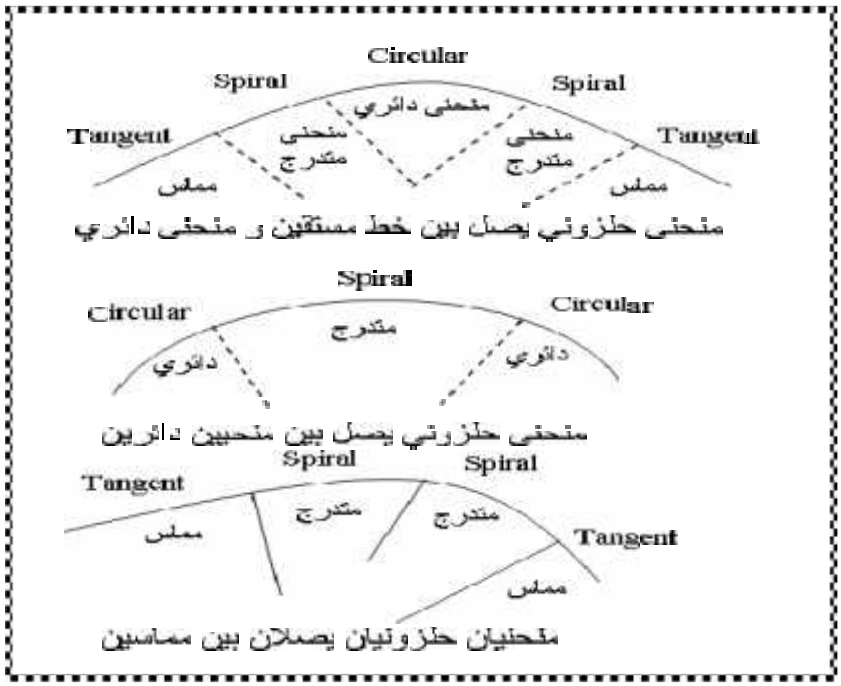
٦-١-٢- المنحيات الحلزونية:

وتقسم إلى ثلاثة أنواع كما هو مبين في الشكل(٦-٣) وهي:

أ- منحنى حلزوني يصل بين خط مستقيم وآخر منحنى دائري.

ب- منحنى حلزوني مزدوج يصل بين خطيين مستقيمين.

ت- منحنى حلزوني يصل بين منحنيين دائريين.

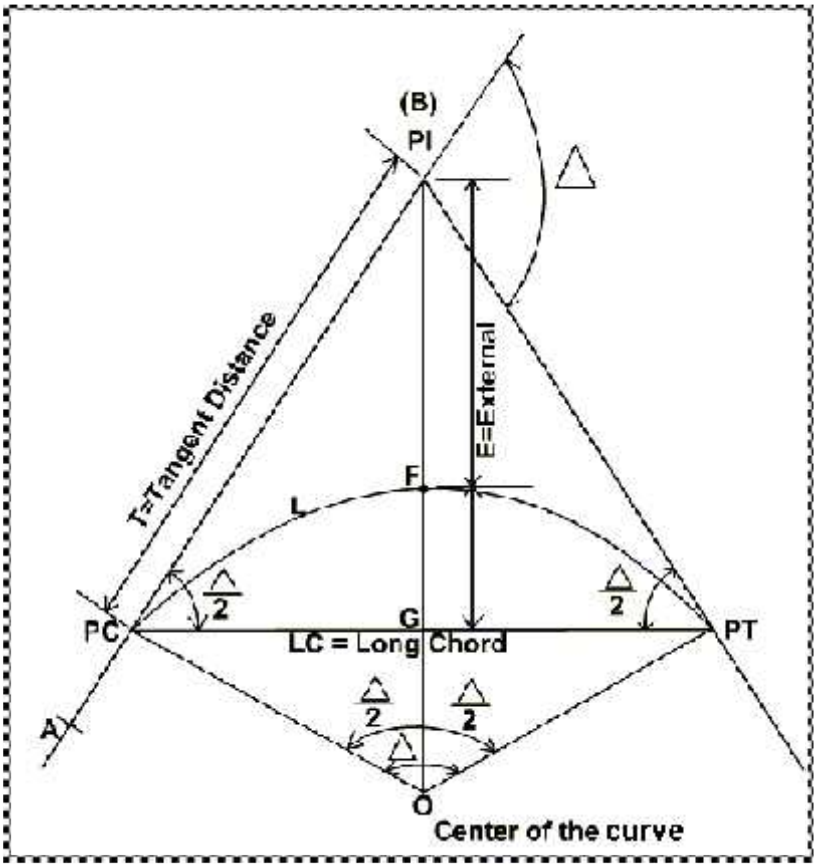


الشكل(٦-٣)[4] المنحنيات الحلزونية

٦-٢- تصميم المنحنيات Curve design:

٦-٢-١ عناصر المنحنى الدائري البسيط

كما في الشكل (٦-٤):



شكل (٦-٤)[5]عناصر المنحنى الدائري البسيط

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

وتساوي الزاوية المركزية المنشأ عليها المنحنى الدائري.

- المماسين (**T**) The tow Tangent:

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

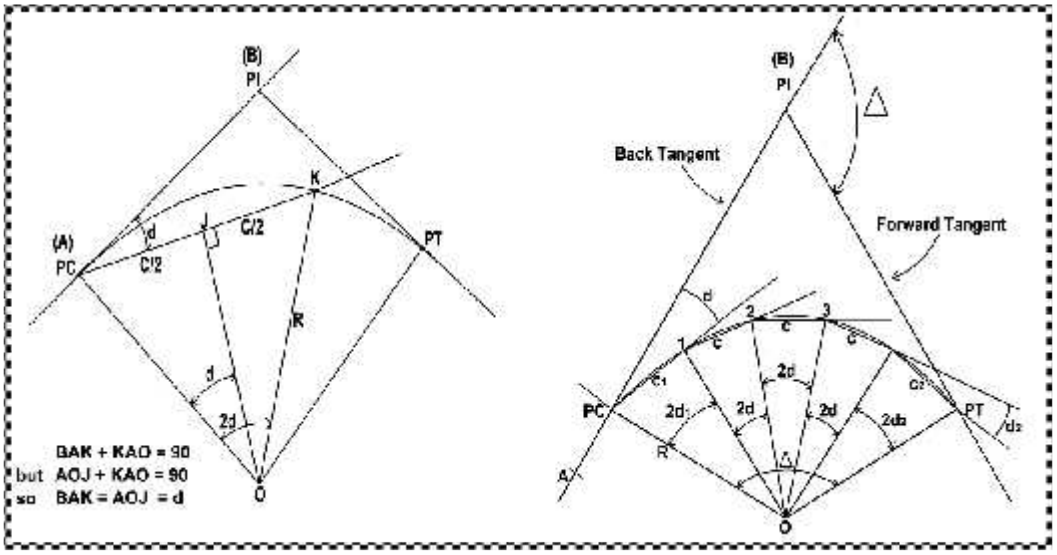
- نقطة بداية المنحنى (**PC**) Point of Curvature.
- نقطة نهاية المنحنى (**PT**) Point of Tangency.
- الخط المستقيم الذي يصل بين نقطتي تماس و يطلق عليه الوتر الطويل (**LC**).
- **نصف القطر** (**R**) Radius.
- **طول المنحنى** (**L**).Length of curve
- المسافة الخارجية(**E**),External Distance وهي عبارة عن المسافة بين (**PI**) و بين **منتصف المنحنى الدائري**.
- سهم القوس(**M**) Middle Ordinate، و هي المسافة بين نقطة منتصف المنحنى وبين نقطة منتصف الوتر الطويل.
- مركز المنحنى ونرمز له (**O**).
- الوتر الجزئي الأول ويرمز له (**C1**)، وهو طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الأولى **بأول**

نقطة على المنحنى حيث يلجأ إلى إعطاء طول للوتر الجزء الأول بحيث تصبح محطة **القطة** الأولى من المنحنى رقم مدورا مناسبا يقبل **القسمة على** 20 **أو**25.

- الوتر الجزئي الأوسط يرمز له (**C**)، وهو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل بين أي نقطتين

متتاليتين على المنحنى ما عدا الأولى والأخيرة، و يكون طوله في العادة رقما مدورا و مناسبا 25،,10٢٠ **مترا كما في الشكل**(٨).

- الوتر الجزئي النهائي (**C2**)، و هو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الثانية بالنقطة التي تسبقها مباشرة، وحيث يكون طوله مكملا لطول المنحنى.
- زاوية الانحراف الجزئية **الأولى** (**d1**)، وهي عبارة عن الزاوية الوسطية المحصورة بين **المماس** الأول أو الخلفي و بين الوتر الجزئي الأول وتساوي نصف الزاوية المركزية كما **في الشكل**(٦-٥).
- زاوية الانحراف الجزئية الوسطى(**d**)، وهي الزاوية الأفقية بين أي وتر جزئي أوسط و بين **مماس المنحنى الدائري**.
- زاوية الانحراف الجزئية النهائية (**d2**)، و هي الزاوية الأفقية المحصورة بين الوتر الجزئي النهائي و بين المماس للمنحنى الدائري في نقطة بداية هذا الوتر الجزئي النهائي.



شكل (٦-٥) [4] الأوتار وزوايا الانحراف الجزئية في المنحنى الدائري البسيط

٦-٢-٢- معادلات المنحنى الدائري الأفقي:

بالنظر إلى للشكل (٦-٥) نجد أن:

طول المنحنى الأفقي	$L = \pi R \Delta /180$
طول المماس للمنحنى	$T = \tan(\Delta/2)$
الوتر(المسافة بين بداية ونهاية المنحنى)	$C = 2 R \sin(\Delta/2)$
الإزاحة من نقطة تقاطع المماسات إلى منتصف المنحنى	$E = T \tan(\Delta/2)$
الإزاحة من نهاية E حتى تقاطعه مع الخط C	$M = R(1-\cos(\Delta/2))$

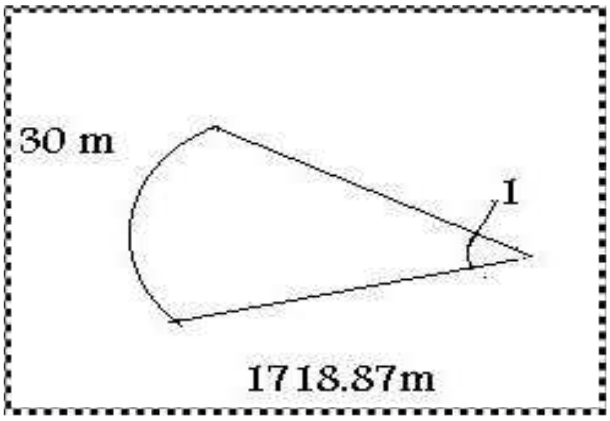
٦-٢-٣ - درجة الانحناء Degree of Curvature:

وهي الزاوية المحصورة والمقابلة لطول 30م من المنحنى الرئيسي.

$$D = \frac{30\,\Delta}{L} \quad \text{أو} \quad D = \frac{1718.87}{R}$$

ومن المهم جدا فهم معنى درجة الانحناء (D) نظرا لاستخدامها كثيرا في التعبير عن طبيعة المنحنى هل هو حاد أو منبسط وكلما قلت قيمتها كلما كان المنحنى منبسطا وكلما كانت كبيرة كلما كان المنحنى حادا كما في الشكل(٦-٦)

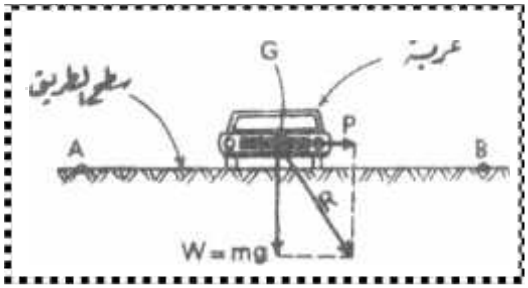
.



الشكل (٦-٦)[4] درجة الانحناء

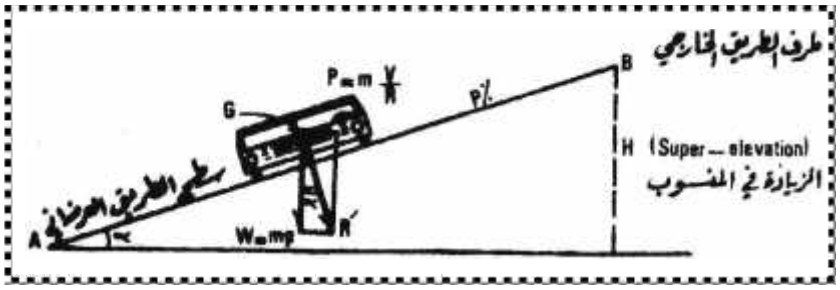
٦-٣- الرفع الجانبي للطريق(Super elevation):

من المعروف أن القوة الوحيدة التي تؤثر على المركبات أثناء سيرها في خط مستقيم هي وزنها فقط، ولكن إذا ما بدأت هذه المركبة بالسير على منعطف أفقي، فإنها ستتأثر بقوة أخرى ، هي القوة الطاردة المركزية.



الشكل(٦-٧)[5] كيفية تأثير وزن المركبة أثناء سيرها

إذا مثلنا المقطع العرضي لجزء مستو ومنعطف بالخط AB و G لمركز ثقل العربة، فإن القوة الطاردة المركزية ة ثقل العربة سيؤثران في مركز الثقل للعربة، ويكون اتجاه القوة الممثل لوزن العربة W متعامدا مع سطح الطريق المستوي، أما اتجاه القوة الطاردة المركزية فيكون بشكل متعامد مع خط سير العربة أي مواز تقريبا لسطح الطريق باتجاه العرض، و عليه فإن محصلة القوى R لن تكون متعامدة على سطح الطريق وبالتالي لن تكون العربة عرضة للتأثر بأي قوة أفقية قد يصل هذا التأثير إلى حد الانزلاق، ولكي نعالج هذه الحالة، نعمل لسطح الطريق ميلا عرضانيا تصبح معه محصلة القوى R مساوية ومعاكسة في الاتجاه لرد الفعل العمودي على سطح الطريق كما في شكل (٦-٨).



شكل (٦-٨)[4] الميل العرضي المنحنى

و بالنسبة لقيمة هذا الميل العرضي، فإنها تتراوح بين 4%إلى 7% وقد تصل إلى 9% و ذلك حسب الأنظمة المعمول بها، أي أكبر من الميل المخصص لتصريف المياه عن سطح الطريق (2%)، و يطلق على زيادة المنسوب الحاصلة لطرف الطريق الخارجي نتيجة لزيادة الميل العرضي (التعلية العرضية) ، (Super Elevation or Cant).

و الآن نستطيع أن نكتب العلاقات التالية:

$$e = \frac{(V * 0.75)^2}{127R}$$

حيث:

R : هي نصف القطر الدائري بالمتر

V : هي سرعة المركبة ب كم/ ساعة ، و هنا ضربنا السرعة ب 0.75 بسبب أن الطريق مختلطا (تسير عليه جميع أنواع المركبات).

f: : هي معامل الاحتكاك الجانبي.

e : أقصى معدل رفع جانبي بالمتر.

هنا إذا كانت قيمة e أكبر من القيمة المسموح بها و هي e max والتي تساوي 9%، نقوم بإدخال قيمة الاحتكاك الجانبي، حسب المعادلة التالية:

$$f = \frac{(V * 0.75)^2}{127R} - e(\max)$$

حيث f هي معامل الاحتكاك الجانبي ، و أقصى قيمة يمكن قبولها هي 0.16 ، فإذا كانت قيمة f أكبر من قيمة f max ، فإننا نقوم بتثبيت قيم e , f عند قيمهم القصوى ، ونحسب بالاعتماد عليهما قيمة السرعة المسموح بها ، وتكون ملزمة لنا على المنحنى، و نحسب السرعة حسب القانون التالي:

$$V = \sqrt{[127R(e\max + f\max)]}$$

و الجدول التالي يبين لنا قيم الرفع الجانبي المرغوبة و ذلك لعدة طرق مختلفة

جدول رقم (٦-١)3] أقصى قيمة رفع جانبي

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

جدول رقم (٦-٢)[3] أقل نصف قطر المنحنى بدلالة السرعة التصميميه ودرجة الرفع الجانبي للطريق والاحتكاك الجانبي:

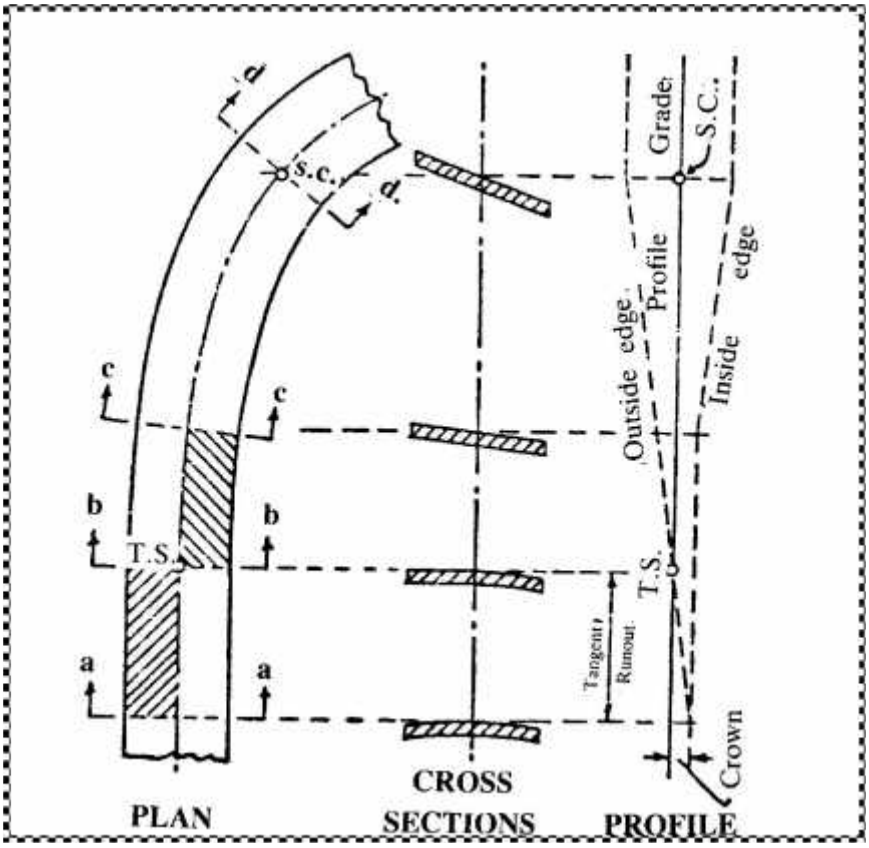
السرعة التصميمية كم /ساعة	الاحتكاك الجانبي	أقصى قيمة رفع جانبي للطريق			
		0.06	0.08	0.10	0.12
40	0.17	55	50	45	45
50	0.16	90	85	75	70
60	0.15	135	125	115	105
70	0.14	195	175	160	150
80	0.14	250	230	210	195
90	0.13	335	305	275	255
100	0.12	440	395	360	330
110	0.11	560	500	455	415
120	0.09	755	655	595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

٦-٣-١- الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق: Super elevation Development

حيث يتم بإحدى الطرق الثلاث التالية:

الطريقة الأولى:

يبقى محور الطريق ثابتا، ويبدأ جانب الطريق بالارتفاع والدوران حول المحور وبنفس الوقت يبقى الجانب الآخر ثابتا حتى يصبح كامل السطح على استقامة واحدة، يبدأ بعد ذلك الجانب الآخر بالانخفاض، والجانب الأول بالارتفاع ويبقى سطح الطريق على استقامة واحدة ويستمر الدوران حول محور الطريق حتى يتحقق الميلان المطلوب، وعند الخروج من المنعطف يعود السطح بالدوران حول المحور حتى يعود سطح الطريق مائلا بالاتجاهين المتعاكسين بنسبة 2% كما هو مبين في الشكل (٦-٩) التالي.



الشكل (٦-٩)[5] كيفية الرفع الجانبي للطريق حول المحور

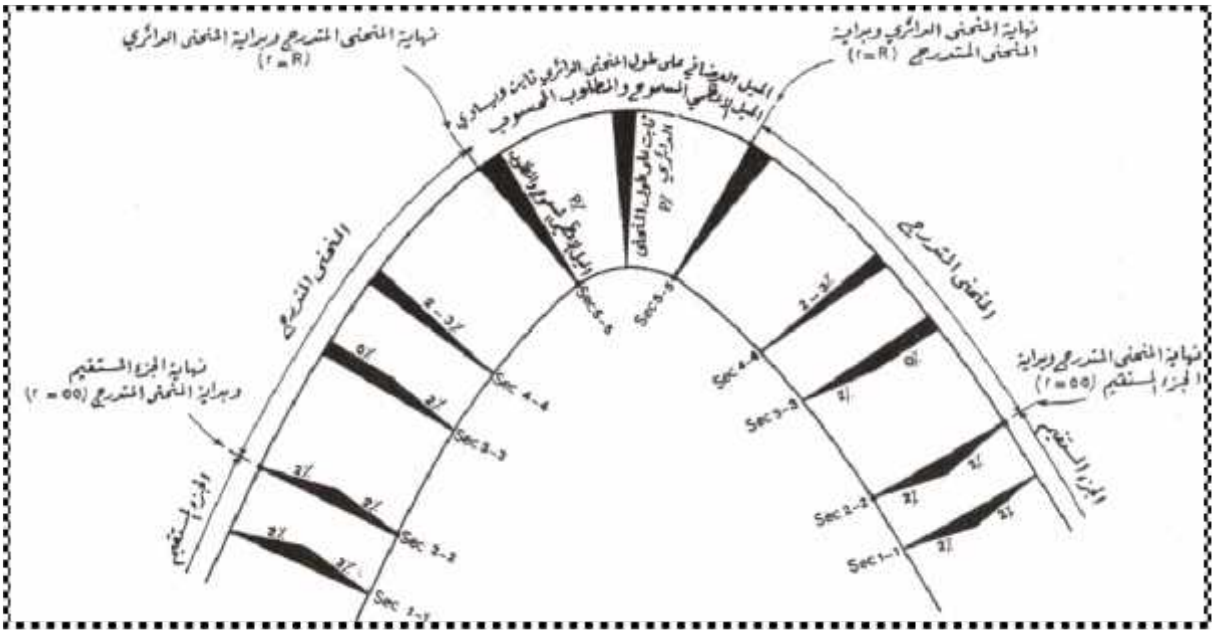
- **الطريقة الثانية:**

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

- **الطريقة الثالثة:**

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

ويوضح شكل (٦-١٠) التغير التدريجي في الميل العرضي لمقاومة تأثير القوة الطاردة المركزية:



شكل (٦-١٠)[5] التغير التدريجي في الميل العرضي لمقاومة تأثير القوة الطاردة المركزية:

٦-٤- المنحنيات الانتقالية Transition Curves:

يستخدم المنحنى الانتقالي في جميع المنحنيات الأفقية وتأتي أهمية المنحنى الانتقالي من (اللولبية) بين المماس والمنحنى الدائري لنقل المركبة من طريق مستقيم إلى طريق منحنى وفي المنحنى الانتقالي تتناسب درجة المنحنى مع طول اللولب وتزداد من صفر عند المماس لدرجة المنحنى الدائري عند النهاية، وعلى هذا فمن المستحسن عمل منحنيات انتقالية حتى يمكن للسائق أن يسير في حارته المرورية، فضلاً عن أن المنحنى الانتقالي يعطي للمصمم المجال لتطبيق التوسيع والرفع التدريجي للحافه الخارجية للرصف بمقدار الرصف المطلوب.

ويتم حساب طول المنحنى الانتقالي من خلال المعادلة التالية:

$$L = \frac{0.0702\ V^3}{(R \times C)}$$

حيث أن:

L =	أقل طول للمنحنى الانتقالي (م)
C =	معدل زيادة العجلة المركزية (م/ث^3)
V =	السرعة التصميمية (كم/ساعة)
R =	نصف قطر المنحنى الدائري (م)

٦-٥- توسيع المنحنيات Curve Widening:

يتم عمل التوسيع في المنحنيات بسبب عدم إتباع العجلات الخلفية لمسار العجلات الأمامية في المنحنيات، ويوضح جدول (٦-٣) مقدار التوسيع المطلوب للمنحنيات حسب السرعة التصميمية ونصف القطر، والتوسيع يتم وضعه من بداية المنحدر ثم بالطول الداخلي الكامل للمنحنى انظر شكل رقم (٥-١١).

ويكون مقدار التوسيع حسب المعادلة التالية:

$$W_e = \frac{nI^2}{2R} + \frac{V}{9.5\sqrt{R}}$$

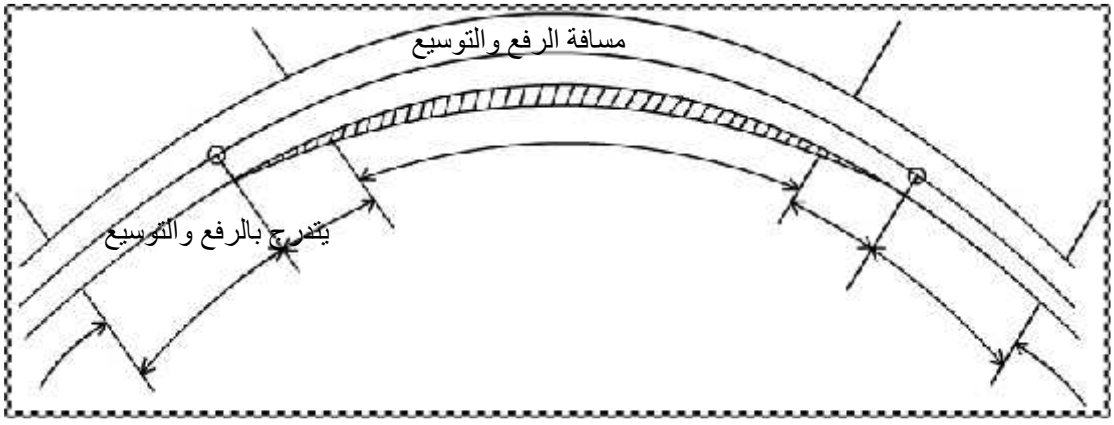
حيث أن:

We: مقدار التوسيع الكلي على المنحنى (م) **n**: عدد الحارات

I: اتساع قاعدة العجل لأطول مركبة وتساوي ٦.١ **R**: نصف قطر المنحنى (م)

جدول (٦-٣)[3] مقدار التوسيع المطلوب في المنحنيات الأفقية:

مقدار التوسيع في الرصف (م)							مقدار التوسيع في الرصف (م)					نصف القطر (م)
حارة مرورية بعرض 3.65م السرعة تصميمية (كم/ساعة)							حارة مرورية بعرض 3.25م السرعة تصميمية (كم/ساعة)					
100	90	80	70	60	50	40	80	70	60	50	40	
0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	500
0.6	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400
0.7	0.6	0.6	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	350
	0.7	0.6	0.6	0.6	0	0	0	0	0	0	0	300
		0.8	0.6	0.6	0.6	0	0	0	0	0	0	250
		0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0	0	0	0	200
			0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0	0	0	175
			0.9	0.8	0.7	0.6		0.6	0.6	0	0	150
				0.9	0.8	0.7			0.6	0.6	0.5	125
					0.9	0.8				0.6	0.6	100
					1.1	0.9				0.8	0.7	80
						1.1					0.8	60
						1.3					0.9	50
						1.4					1.0	45



الشكل(٦-١١)[3] طريقة توقيع التوسيع للمنحنى

٦-٦- مسافات الرؤية (Sight Distance):

مسافة الرؤية هي طول الجزء المستمر و المرئي من الطريق أمام السائق ومن الضروري جداً في التصميم توفر مسافة رؤية كافية لضمان أمان التشغيل وتحقيق مسافة الرؤية الكافية للوقوف ويجب أن توفر باستمرار بطول الطريق وتعتمد على عدة عوامل منها السرعة، التخطيط الأفقي للطريق، التخطيط الراسي للطريق ، وطول المنحنيات الراسية. وتعتمد كذلك على وجود الأبنية والأشجار، ونوعية السيارات التي تستعمل الطريق (شاحنات، حافلات..) وحالة الطقس والإضاءة، وارتفاع عين السائق على الطريق، ويتراوح ارتفاعها ما بين ١.١٠ – ١.٢٠ مترا ، ويتراوح ارتفاع العائق مابين ٠.١ – ٠.١٥ مترا.

٦-٦-١- مسافة الرؤية للتوقف (Stopping Sight Distance):

مسافة الرؤية للتوقف عبارة عن المسافة المطلوبة للسائق للسير بسرعة محددة والسماح للمركبة بالتوقف عند حدوث أي طارئ وهي تساوي مجموع المسافات أثناء الإبصار والتفكير ومسافة الكبح، حيث إن السائق عندما يرى العائق ويقرر الوقوف يحتاج إلى وقت ليقرر ذلك ويبلغ هذا الوقت ١.٥ ثانية، فإذا حرك رجله إلى الكوابح فان هذا يستغرق ثانية أخرى ويكون السائق قد قطع خلال هذه الثواني مسافة تعتمد على سرعة السيارة. ويتم حساب مسافة الرؤية للتوقف كالتالي:

أ- طريق مستوية:

حيث يتم حساب المسافة للتوقف حسب المعادلة التالية:

$$S D = 0.28V t + 0.01 V^2$$

حيث أن:

V: السرعة كم /ساعة

t : ويمكن تحيده حسب سرعة المركبة كما في جدول (٦-٤)

جدول (٦-٤)[2] زمن الارتداد العصبي حسب السرعة:

السرعة (كم /ساعة)	حتى 50	65	80
زمن الارتداد العصبي (t)	3	2.75	2.5

ث- طريق منحدرة :

حيث يتم حساب مسافة التوقف على النحو التالي:

$$SD = 0.28Vt + \frac{(0.28V)^2}{2\times 9.8(f \pm \frac{n}{100})}$$

حيث أن:

f: معامل الاحتكاك الجانبي

n: مقدار الانحدار %

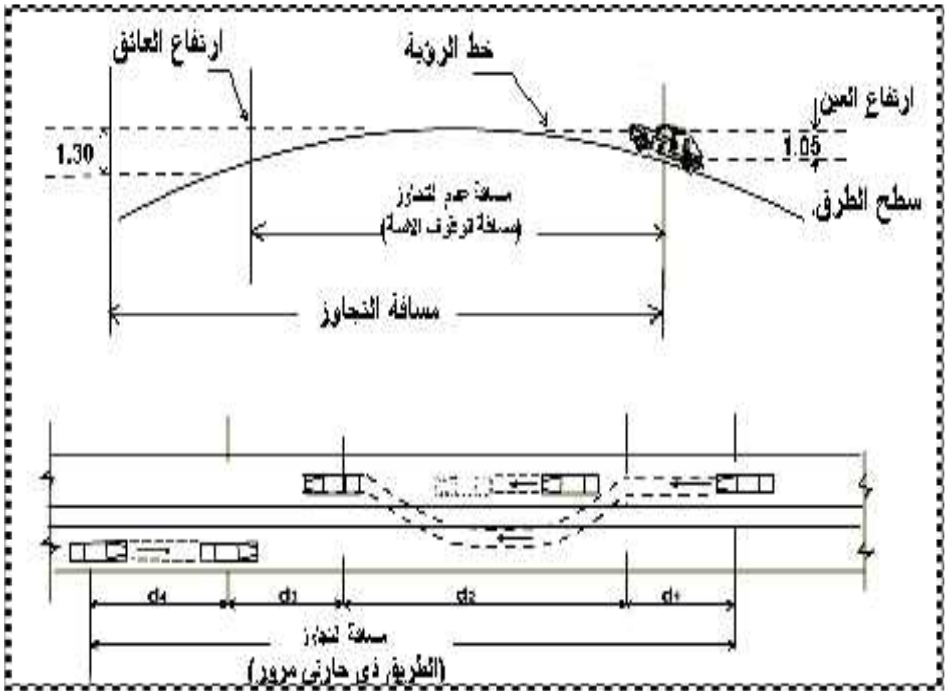
ويوضح جدول رقم (٥-٤) العلاقة بين مسافة الرؤية للتوقف والسرعة التصميمية (أنظر شكل (٥-١٢)).

٦-٦-٢- مسافة الرؤية للتجاوز (Passing Sight Distance):

في الطرق ذات الحارتين لإمكان تجاوز السيارات بأمان فإنه يجب أن يرى السائق أمامه مسافة كافية خالية من المرور بحيث يمكنه إتمام عملية 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 كما هو مبين شكل رقم (٦-١٢). وبما أن الطريق التي نقوم بتصميمها تتكون من أربع حارات لذلك تم إهمال مسافة الرؤية للتجاوز.

جدول رقم (٦-٥) [3] العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف و للتجاوز

السرعة التصميمية (كم/الساعة)	معامل الاحتكاك (%)	أقل مسافة رؤية للتوقف (م)	أقل مسافة رؤية للتجاوز (م)
40	0.38	45	280
50	0.36	64	340
60	0.34	85	420
70	0.32	110	480
80	0.31	140	560
90	0.3	170	620
100	0.3	200	680
110	0.29	240	740
120	0.28	280	800



شكل(٦-١٢)[2] مسافة الرؤية للوقوف ومسافة الرؤية للتجاوز

$ - ملاحظات عامة عن التخطيط الأفقي[3]:

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

أ- تأمين مسافة الرؤية الأفقية عبر الطرف الداخلي للمنحنى.

ب- تأمين تصريف جيد للمياه السطحية.

ت- تجنب المناطق السيئة جيولوجيا ومواقع المستنقعات.

ث- التقليل ما أمكن من الأعمال الترابية.

ج- الانسجام مع التضاريس و الطبيعة بشكل عام.

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

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

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

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

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

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

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

س- يجب أن لا تتجاوز التعلية (9%) وفي جميع الحالات لا يجب أن تتجاوز (12%).

ش- إن قيمة التعلية المرغوبة هي (6%).

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

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

ط- يعتمد اختيار أو تحديد القيمة القصوى للتعلية على:

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

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

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

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

حيث أنه تمت الحسابات للمنحنيات في الملحق الأول :

٦-٧ التقاطعات على الطرق

٦-٧-١- مقدمة

التقاطع هو عبارة عن المنطقة التي يلتقي فيها أو يتقاطع فيها طريقان أو أكثر على نفس الارتفاع أو على ارتفاعات مختلفة، وتشمل هذه المنطقة المساحة المخصصة للسيارات وحركتها بالإضافة إلى المساحة المخصصة للمشاة والجزر[3].

ويشكل التقاطع جزءا هاما من الطريق لان السلامة، والسرعة، والفعالية ، وتكاليف التشغيل ، وسعة الطريق ، كلها تعتمد بشكل رئيسي على التقاطع ، إذ ليس من المعقول تصميم طريق سريعة وعريضة مع وجود تقاطعات ضيقة وقليلة السعة .

٦-٧-٢ أنواع التقاطعات:

حيث تقسم التقاطعات إلى ثلاث أنواع رئيسية وهي:

١- تقاطع مفصول مع رمبات.
٢- تقاطع في مستوى واحد ويشمل:
- تقاطع بسيط
- تقاطع جرسي
- تقاطع ذوقنوات
- الدوار

٣- تقاطع مفصول (معزول) بدون رمبات.

- واختيار نوع التقاطع يعتمد على عدة عوامل منها :

١) حجم السير على كل ذراع من اذرع التقاطع.

٢) نسبة هذه الحجوم إلى بعضها البعض.
٣) مكونات السير على التقاطع ونسبة الشاحنات فيها.
٤) أهمية الطرق المتقاطعة.
٥) نوع وطبيعة حركة السيارات على التقاطع ودورانها.
٦) مدى الرغبة في التحكم في حركة السيارات.
٧) حركة المشاة.
٨) طبوغرافية الأرض وثمن الأراضي
٩) النواحي الاقتصادية وتكاليف الإنشاء.
١٠) الرغبة في تخفيف الحوادث.
١١) مسافة الرؤية المتوفرة. فان كانت المسافة محدودة فان ذلك يتطلب تقاطع يكتب عليه (قف) أو أعط حق الأولوية.
١٢) المحاذاة الأفقية وزاوية التقاطع.

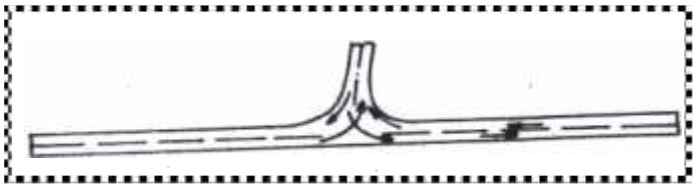
نظرا لان الطريق التي نقوم بتصميمها لا تحتاج إلى تقاطع معزول، فسنكتفي بشرح التقاطع في مستوى واحد.

٦-٧-٢-١- التقاطع العادي البسيط (simple intersection)[3]:

إن هذا النوع من التقاطع يستعمل في المناطق غير المزدحمة بالسير، لذلك لا يتم في هذا التقاطع فصل السير المتجه إلى اليمين عن السير المتجه إلى اليسار أو عن السير المتجه إلى الأمام.
وهذا النوع من التقاطع يكون بسيطا ورخيص التكاليف وغير معقد، حيث توضع بعض الخطوط التي تحدد الطريق، وإشارة (قف) لتوضيح أولوية السير على التقاطع الرئيسي.

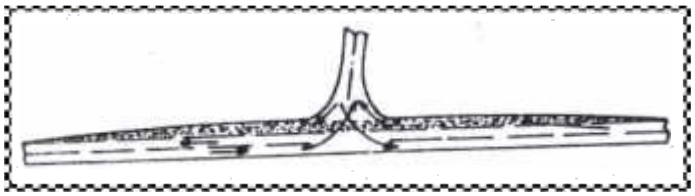
ويتم تطوير هذا النوع من التقاطعات حسب كثافة السير وأهمية التقاطع ، والأمثلة التالية تبين التطورات التي أدخلت على بعض هذه التقاطعات :

١- الشكل البسيط جدا والذي تبقى فيه المسارب بعرض ثابت سواء في الطريق الرئيسي أو الفرعي كما هو مبين في الشكل(٦-١٣)، وخطورة هذا النوع تكمن في إن السيارات ستضطر إلى تخفيف سرعتها كثيرا عند محاولة الدوران إلى اليمين أو اليسار وقد تتوقف كليا.



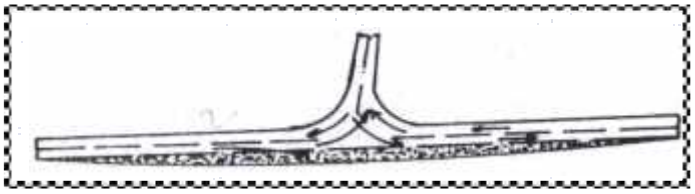
الشكل (٦-١٣)[5]

٢- تقاطع بسيط مع توسيع الطريق عند التقاطع وذلك بإضافة مسرب يصلح للدخول وللخروج لمسافة تكفي لتباطؤ أو تسارع السير كما هو مبين في شكل (٦-١٤). وهذا النوع يعطي حرية للسيارات التي تريد الدخول أو الخروج من التقاطع بحركة دوران يمينية ولكنه لا يعطي حرية لمن يريد الدخول أو الخروج من التقاطع بحركة دوران يسارية.



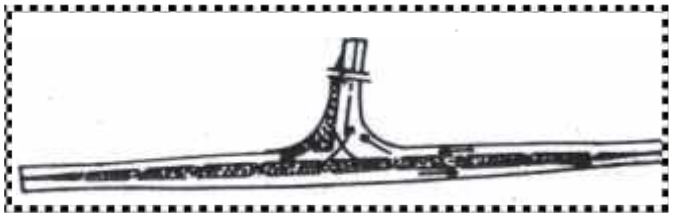
الشكل (٦-١٤)[5]

٣- في هذا النوع من التقاطع يكون المسرب الإضافي من الجهة المقابلة كما في شكل(٨-٣)، وهذا عكس لما رأيناه في شكل (٦-١٥) أي إن الحرية الآن أكثر للسير الذي يدور إلى اليسار وهذا يساعد السير المستمر في تجنب الاصطدام بالسيارات التي تريد الانعطاف يسارا وبنفس الوقت يحمي السيارات التي تدخل وتخرج .



الشكل (٦-١٥)[5]

٤- في هذا النوع من التقاطع تتوسع الطريق لكي تصنع مسربا كاملا في الوسط من اجل المساعدة في الدخول والخروج وبدون إعاقة السير المستمر كما في الشكل (٦-١٦) .



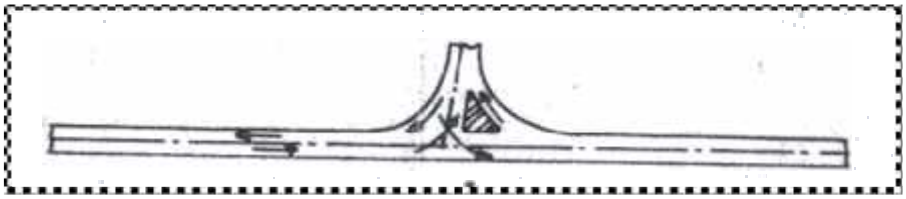
الشكل (٦-١٦)[5]

٦-٧-٢-٢- القطاع الجرسي (Flared):

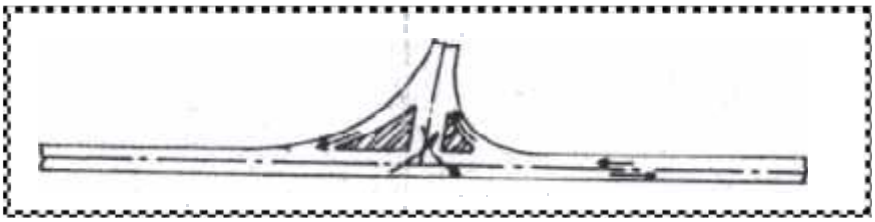
يتم في هذا التقاطع توسيع الطريق الفرعية عند تقاطعها مع الطريق الرئيسي ويشبه هذا التوسع شكل الجرس، إن هذا التوسيع ضروري لتنظيم حركة السير وفصل السير المتجه إلى اليمين عن المتجه إلى اليسار أو عن المتجه إلى الأمام وبهذا تقل الحوادث على التقاطع وتزداد سعته ويستوعب عددا اكبر من السيارات.

٦-٧-٢-٣- القطاع ذو القنوات (Channelized):

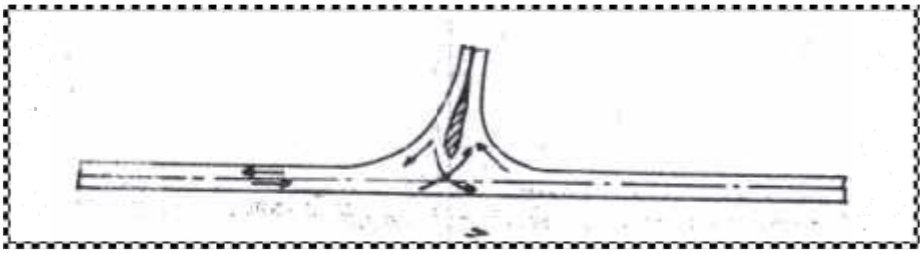
يستخدم هذا النوع من التقاطع عندما تزداد حركة السير وتتعقد عند التقاطع وتصبح نقط التقاطع واسعة لاستيعاب هذا السير وتقل قدرة السائقين على التصرف الصحيح، حيث يتم توسيع التقاطع وتقسيمه إلى مسارب وقنوات بواسطة جزر تبنى، أو بواسطة خطوط ترسم أو حواجز تقام، هذا وقد تم استخدام هذا النوع من التقاطع ، والأشكال من (٦-١٧) إلى (٦-١٨) تبين أشكالا متعددة لتقاطع ذو قنوات، والأسهم تشير إلى طبيعة الحركة، وهذه الأشكال مرتبة حسب الزيادة في حركة السير على التقاطع.



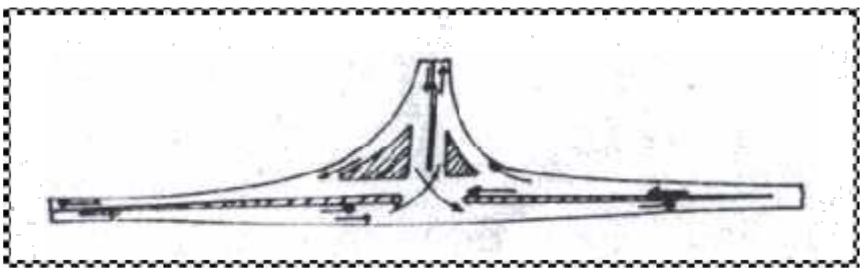
الشكل (٦-١٧)[5] انعطاف دورة واحدة



الشكل (٦-١٨)[5] انعطاف مزدوج



الشكل(٦-١٩) [5]مع جزيرة تقسيم



الشكل(٦-٢٠)[5] مع جزيرة دوران مزدوج

٦-٧-٣- فوائد القنوات في التقاطع:

للتقاطع ذو القنوات فوائد ومزايا متعددة منها:

١. يفصل السير ذو الاتجاهات والسرعات المختلفة وينظم حركة السير ويحقق استعمالا مناسبا للتقاطع.
٢. يقلل من حيرة السائقين.
٣. يؤكد تفضيل حركة على أخرى، أي يعطي أولوية لاتجاه معين.
٤. يحدد لكل سائق اتجاهه ومسربه.
٥. يساعد السائق على تغيير اتجاهه بسهولة وأمان.
٦. توفير المساحة في المساحة المرصوفة من حيث تكاليف الإنشاء والصيانة لان الجزر تحتل مساحة تكلف اقل.
٧. يقوم بحماية المشاة حيث يقوم هؤلاء بقطع الطريق على مراحل وذلك بالاستعانة بالجزر.
٨. تزداد سعة استيعاب الطريق وتقلل من التأخير.
٩. يمنع الحوادث حيث نضمن حماية للسائق أثناء قطع الطريق لأنه يستطيع القيام بذلك على مراحل.
١٠. يحمي السيارات التي ستدور لليمين أو لليسار أثناء انتظارها.
١١. يمنع السائقين من القيام بحركات ممنوعة كالاتجاه إلى اليسار بعكس السير.
١٢. تشكل القنوات خطوة أولية لوضع وسائل تنظيم التقاطع بإشارة ضوء حيث إن القنوات ضرورية عند وضع الإشارات الضوئية.
١٣. الجزر مكان مناسب لوضع الإشارات واللوحات.

٦-٧-٤- عوامل وعناصر وخطوات تصميم التقاطعات:

٦-٧-٤-١- حجم السير وحركة المشاة على التقاطع:

يجب القيام بحصر حركة المشاة على التقاطع كما يجب القيام بمسح شامل لتحديد اتجاه حركة السيارات وحجم السير، وأنواع المركبات وحركتها، ويجب إن تغطي حجم المرور في الوقت الحالي وفي المستقبل.

٦-٧-٤-٢- مقدرة السائقين و تصرفاتهم على التقاطع:-

يجب التعرف على مقدرة السائقين وتصرفهم على التقاطع لعمل التصميم حسب ما بتصرفه ٨٥% من السائقين وليس للسائق المثالي.

٦-٧-٤-٣- خواص المركبات واختيار المسار المناسب لها:

حيث يتم اختيار الممر المناسب للسيارات دون إن تتعدى على الممرات الأخرى، ويعتمد اختيار التصميم على نوع المركبات التي تسير على التقاطع، فالتصميم لسيارات الركوب يختلف عن التصميم للحافلات أو الشحن أو المقطورات، حيث كل نوع من هذه المركبات يدور على نصف قطر معين ويتخذ ممرا محددا، فإذا كانت السيارات التي تسير على الشارع صغيرة، فان التصميم يتم عليها.

إن التصميم على أنصاف أقطار صغيرة أو على الحد الأدنى الممكن يفترض إن السيارات تسير على سرعة منخفضة تقل عن ١٥ كم /ساعة، وهذا يهدف إلى توفير النفقات والمساحة. هذا ويجب الأخذ بعن الاعتبار عند التصميم بعض الإرشادات التالية:

١. يصمم التقاطع لسيارات الركوب (الخاصة) إذا كانت الطريق فرعية، وكان حجم السير وعدد السيارات الكبيرة صغير والمساحة المتوفرة قليلة.
٢. يصمم التقاطع للشاحنات المفردة عندما تكون نسبة الشاحنات عالية تزيد عن ١٠% وكانت حركة السير كثيفة.
٣. يصمم التقاطع للشاحنات التي تقطر مقطورة إذا أصبح السير كثيفا وكان التقاطع على طريق رئيسية.
٤. يستعمل الحد الأدنى لأنصاف الأقطار في التقاطع ذي القنوات التي توضع عندما تكون هنالك حاجة لفصل حركات متناقضة، كما يستعمل الحد الأدنى في التقاطع القليل الأهمية ذي السير الخفيف.
٥. يجب إن تبقى عجلات المركبات بعيدة عن الأط اريف بما لا يقل عن ٦٠سم على الأقل.
٦. في التقاطع ذي القنوات يجب إن تحدد حركة السيارات بدقة حتى لا تعتدي السيارات على الأرصفة، وتعطب الأطاريف والحواف العالية.
٧. وضعت حدود دنيا لأنصاف أقطار منحنيات بسيطة، مبنية على أساس إن السرعة عند الدوران تكون اقل من ١٥ كم / ساعة وعلى أساس إن زاوية الدوران اقل من ٩٠ درجة، كما هي في جدول (٦-٦) التالي

الجدول (٦- ٦) نصف قطر منحنى دائري على تقاطع[1]

نوع المركبة	نصف قطر المنحنى (متر)				
	زاوية الدوران (درجة)				
	٣٠°	٤٥°	٦٠°	٧٥°	٩٠°
سيارة	١٨	١٥	١٢	١٠	٩
شاحنة صغيرة	٣٠	٢٢	١٨	١٧	١٥
مقطورة صغيرة	٤٥	٣٦	٢٧	٢٥	-
مقطورة كبيرة	٦٠	٥٠	-	-	-

٦-٧-٤-٤- ميلان سطح الطريق والاحتكاك على منعطفات التقاطع:

يجب إمالة سطح الطريق عند المنعطف الواقع على التقاطع، إن نصف القطر على التقاطع يكون صغيرا مما يتطلب ميلانا كبيرا، إلا انه من الصعب عمل الميلان المناسب دون إحداث تغيير مفاجيء في ميلان سطح الطريق، وبما إن المسافات قصيرة فقد جرت العادة على عدم استعمال الميلان العالي، وبدلا من ذلك يجري تخفيف السرعة على التقاطعات والاعتماد على الاحتكاك الجانبي عند الدوران، وجدول (٦-٧) يبين ميلان سطح الطريق حسب السرعة.

الجدول (٦-٧)الحد الأدنى لنصف قطر على المنحنى[1]

سرعة الدوران (كم /ساعة)	٢٥	٣٢	٤٠	٤٨	٥٥	٦٥
معامل الاحتكاك	٠.٣٢	٠.٢٧	٠.٢٣	٠.٢٠	٠.١٨	٠.١٧
ميلان سطح الطريق	٠	٠.٠٢	٠.٠٤	٠.٠٦	٠.٠٨	٠.٠٩
نصف القطر المستعمل(متر)	١٥	٣٠	٥٠	٧٥	١٠٠	١٤٠

٦-٧-٤-٥- الفرق الجبري بين الميلين:

يجب إلا يتعدى الفرق الجبري بين ميلان جانبي الطريق على التقاطع الحد المسموح فيه ، لان السائق الذي يقود سيارته وهي مائلة إلى اليسار بنسبة معينة ثم يضطر إلى الميلان إلى اليمين يتعرض للخطر نتيجة التغير الذي يحدث بين الميلين لذلك يجب تخفيف الميول بقدر الامكان .

ويعرف الفرق الجبري بين ميلي سطح الطريق بأنه مجموع ميلهما إذا كانا في اتجاهين مختلفين، ويجب إن لا يتجاوز الحدود المبينة في الجدول (٦- ٨) التالي.

الجدول (٦- ٨)الفرق الجبري بين الميلين[1]

السرعة كم /ساعة	الفرق الجبري
٢٥ -٣٥	٠.٠٥ – ٠.٠٨
٤٠ - ٤٨	٠.٠٥ – ٠.٠٦
٥٥ وأكثر	٠.٠٤ – ٠.٠٥

٦-٧-٤-٦- الاحتكاك:

الاحتكاك يقل مع زيادة السرعة ويجب الاعتماد على الميل والاحتكاك معا, كما يجب اختيار قيمة مناسبة لمعامل الاحتكاك على المنعطف، حيث تتراوح هذه القيمة ما بين ٠.١٦ إلى ٠.٣٢ حسب خشونة السطح.

٦-٧-٤-٧- السرعة على التقاطع:

إن من الضروري التحكم بالسرعة على التقاطع، وذلك بوضع الإشارات أو عن طريق تضييق الممرات، حيث إن الحدود الدنيا التي وضعت سابقا كانت تعتمد على إن السرعة اقل من ١٥ كم / ساعة إلا إن السرعة يجب إن تتناسب مع السرعة على الطريق المؤدية إلى التقاطع ، حيث يعتمد على

نوع التقاطع وحجم السير على التقاطع ، ولإيجاد التوازن بين السرعة ونصف القطر بالإضافة إلى الاحتكاك وميلان سطح الطريق ، يتم استعمال المعادلة التالية:

$$\frac{V}{gR} = u + i$$

حيث:

V= سرعة السيارة كم /ساعة.

g= الجاذبية الأرضية م/ث^{2}.

R= نصف قطر الدائرة بالمتر.

u = معامل الاحتكاك.

i = ميلان سطح الطريق.

٦-٧-٤-٨- عرض المسرب المخصص للدوران:

يجب إن يكون عرض المسرب مناسبا ليسمح للسيارات بالسير فيه مع بقاء المركبة بعيدة عن أطراف الممر مسافة لا تقل عن ٦٠سم من كل جانب، حيث يتحكم في عرض المسرب حجم المركبة ونوعها وحجم السير وحدة المنعطف، ويوجد هنالك ثلاثة أنواع من المسارب المخصصة للدوران وهي:

أ- مسرب واحد ولا يسمح فيه بالتجاوز، وفي هذا النوع يخصص للحركات الغير مهمة، ولحجم معتدل من السير ولمسافات قصيرة حيث يكون توقف سيارة غي محتمل.

ب- مسرب واحد باتجاه واحد نع السماح بوقوف سيارة معطلة وتجاوزها بالسرعة المنخفضة، وتستعمل للسير المعتدل الذي يتطلب حجمه مسربا واحدا فقط.

ت- مسربان باتجاه واحد أو اتجاهين مع وجود سير ثقيل.

والجدول (٦- ٩) التالي يبين عرض المسارب على التقاطع في منطقة الدوران.

الجدول (٦- ٩) عرض المسرب على التقاطع [1]

نصف القطر (متر)	مسرب واحد باتجاه واحد دون تجاوز (متر)			مسرب واحد باتجاه واحد مع تجاوز (متر)			مسربين (متر)		
	سيارات	شاحنات	هطورة	سيارات	شاحنات	هطورة	سيارات	شاحنات	هطورة
١٥	٥.٤	٥.٤	٦.٩	٦.٩	٧.٥	٨.٧	٩.٣	١٠.٥	١٢.٦
٢٢	٤.٨	٥.١	٥.٧	٦.٣	٦.٩	٨.١	٨.٧	٩.٩	١١.١
٣٠	٤.٥	٤.٨	٥.٤	٦	٦.٥	٧.٥	٨.٤	٩.١	١٠.٥
٤٥	٤.٢	٤.٨	٥.١	٥.٧	٦.٣	٧.٢	٨.١	٩	٩.١
٦٠	٣.٩	٤.٨	٤.٨	٥.٧	٦.٣	٦.٩	٨.١	٨.٤	٩

٦-٧-٤-٩- مسافة الرؤية اللازمة للتوقف:

إن السيارة التي تقترب من التقاطع تحتاج إلى مسافة رؤية أمامها تمكنها من رؤية العقبة أو الخطر والتوقف إن أرادت، وتتبع في إيجاد هذه المسافة نفس الأساليب المتبعة في عملية تصميم الطرق حيث يحتاج السائق إلى وقت للتفكير وأخر لاتخاذ الإجراء واستعمال الكابح. وحيث إن قيم الاحتكاك تتناقص مع زيادة السرعة فأنه يتم اعتبار معامل الاحتكاك عال على السرعة المنخفضة ومعامل منخفض على السرعة العالية والجدول التالي(٦- ١٠) يبين المسافات اللازمة للتوقف.

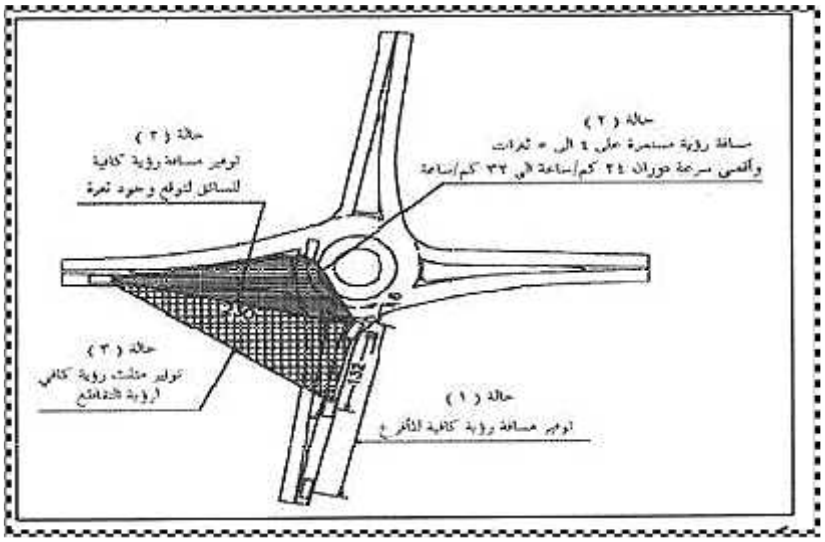
الجدول (٦- ١٠) مسافة الرؤية للتوقف[2]

السرعة كم /ساعة	٢٥	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	٦٥
مسافة الرؤية (متر)	٢٤	٣٤	٥٠	٦٥	٧٥	٨٥

٦-٧-٤-١٠- مسافة الرؤية اللازمة على جانب التقاطع:

إن السائق الذي يقترب من التقاطع يتطلب إن تكون أمامه منطقة غير مغطاة (مكشوفة) على كلتي الطريقين المتقاطعين ويجب إن يرى جزءا من الطريق المنوي الدخول فيه حتى يستطيع التحكم بالمركبة وتجنب الحوادث وحتى يستطيع التوقف إذا تطلب الموقف ذلك.

أما مسافة الرؤية التي يجب إن تكون أمامه فتعتمد على سرعة المركبة على الطريق الأخرى . وتقاس هذه المسافة إذا كان هناك إشارات ضوئية إن الحد الأدنى من الرؤية المطلوبة هو المثلث(أب جـ) المبين بالشكل (٦- ٢١) ويجب إن يرى كل سائق على الطريقين المتقاطعين كلا منهما الأخر من خلال هذا المثلث.



الشكل (٦- ٢١) مسافة الرؤية على التقاطع – أما وقوف أو تعديل سرعة[6]

حيث:

أب = مسافة الرؤية اللازمة للسيارة (أ) حسب سرعتها.

ب جـ = مسافة الرؤية اللازمة للسيارة (جـ) حسب سرعتها.

أ جـ = يعتمد على(أب) و (ب جـ).

يجب أن يزال أي عائق أعلى من خط النظر في داخل المثلث حتى يرى السائقان على الطرق المتقاطعة بعضهم البعض من مسافة كافية قبل الوصول إلى التقاطع.

هناك ثلاث حالات لأوضاع أطوال المسافات المشكلة للمثلث (أب جـ) وهي:

أ- حيث يسمح للسواقين بتعديل سرعتهم عند اقترابهم من التقاطع الذي لم توضع عليه إشارة(قف) أو (أعط حق الأولوية) لأي من السيارات على الطريقين. وهنا لا بد من تأمين مسافة رؤية كافية يرى خلالها السائق العائق ويعدل من سرعته خلالها حتى لا يصطدم بالسيارة التي تقترب من التقاطع من الطريق الأخرى. ويحتاج إلى ثانيتين للتفكير والرؤية وثانية للتباطؤ وخلال هذا الوقت يحتاج السائق إلى المسافات المبينة بالجدول(٦-٨).

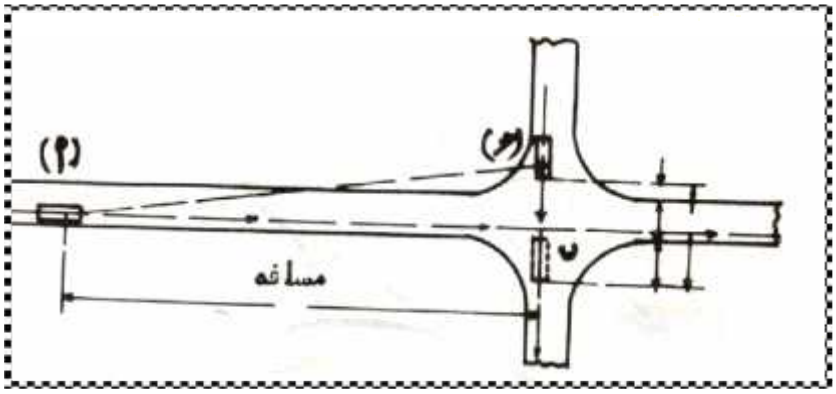
ب- لا توجد إشارة قف أو أعط حق الأولوية على أي من الطريقين ولكننا نريد لهاتين المركبتين التوقف وليس تعديل السرعة فقط، وهنا نقوم بزيادة المسافة لأننا نحتاج إلى مسافة للرؤية ثم التفكير ثم مسافة التباطؤ حتى التوقف.

نلاحظ إن المسافة اللازمة للتوقف مبينة في الجدول(٦-١١)، أيضا ومنها يمكن إن إن المسافة اللازمة للوقوف هي ضعف المسافة اللازمة لتعديل السرعة. وإذا لم نستطع تأمين هذه المسافة فأنه من الممكن تخفيض سرعة هذه المركبات على الطريق عند اقترانها من التقاطع.

الجدول (٦- ١١) مسافة الرؤية اللازمة لتعديل سرعة السيارة أو توقفها[1]

السرعة (كم /ساعة)	٣٠	٥٠	٦٥	٨٠	٩٥	١٢٠
المسافة اللازمة لتعديل السرعة لتجنب التصادم (متر)	٢٥	٤٠	٥٥	٦٦	٨٠	٩٥
المسافة اللازمة للتوقف (متر)	-	٦٥	٨٥	١٠٥	١٤٠	١٨٠

ج- حيث يتم وضع إشارة (قف) أو (أعط حق الأولوية) للسيارة التي تسير على الطريق الفرعي. إلا إننا عندما نتوقف نحتاج إلى منطقة رؤية نستطيع منها رؤية السيارة التي على الطريق الرئيسي كما هو موضح بالشكل (٦ - ٢٢) وبعد رؤيتها يمكن للسائق إذا رأى إن ذلك مناسبا إن يستمر. وهنا يحتاج إلى وقت للبدء مرة أخرى ثم التسارع ثم قطع الطريق الرئيسي.



الشكل (٦- ٢٢) مسافة الرؤية على التقاطع – وقوف السيارة على الطريق الفرعي[6]

إن المسافة **أ ج** اللازمة تساوي

$$d = 1.47v \times (j + t)$$

حيث:

d = المسافة بالأمتار

v = سرعة السيارة (**أ**) على الطريق الرئيسي.

j = الوقت اللازم للرؤية وتقرير السير.

t = الوقت اللازم للقطع وهذا يتغير بتغير نوع المركبة.

إن هذه المسافة تزيد عن المسافة اللازمة لتوقف السيارة على الطريق الرئيسي (سيارة أ) وهي تعتمد على عرض الطريق الرئيسي، ونوع المركبة التي وقفت ومقدرتها على التسارع.

٦-٧-٤-١١- الجزر والقنوات على التقاطعات:

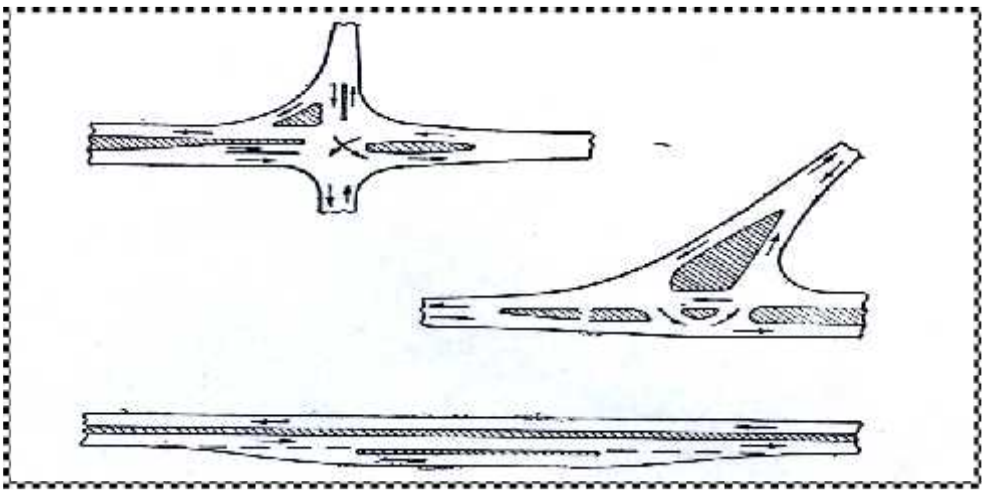
يحتاج التقاطع المحدد المسارب إلى دراسة أكثر من التقاطع العادي البسيط، حيث أن عرض الجزر والفراغ بينهما وأطوالها ومسافة الفراغ بينهما أمور ضرورية، فنحن نهدف هنا إلى سير المركبة بسهولة دون تعطيل حركة السير، كما أن المقطع المحدد المسارب يعني أن السيارات التي ستستعمل اتجاها معينا، ستحدد بمسارب معينة لا تستطيع الخروج منها، ولا نريد أن يحصل اكتظاظ في مسرب يقابله فراغ تام في مسرب آخر، بل يجب أن يكون الممر المكتظ مثلا ممر بمسربين والمسرب القليل السير بمسرب واحد فقط وهكذا.

٦-٧-٤-١١-١- مكونات الجزر:

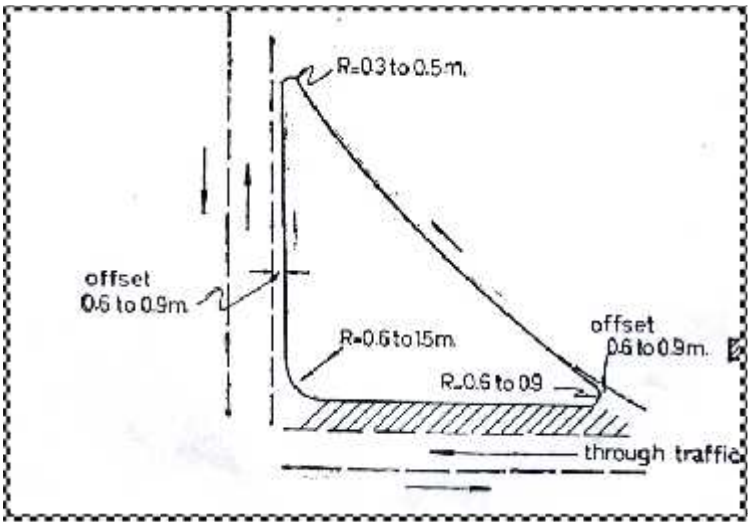
تتكون الجزر إما من أطار بف مع رصفة، أو علامات وأزرار أو حواجز، كذلك يمكن أن تكون ساحة غير مرصوفة محددة بأعمدة أو تراب مرتفع، ولهذه الأشياء بالطبع فوائد وسيئات من حيث الساحة المتوفرة والأخطار على السيارات وسرعة السيارة وتصريف الماء، فالأطاريف والحواجز البارزة مثلا تسبب خطرا للسيارات وتمنع تصريف المياه، ولذلك فالرصفة المخططة بعلامات فقط قد تكون في مثل هذه الحالات (تصريف المياه)، أما إذا أردنا منع السيارات امتطاء الجزيرة، فإن الأرصفة تصبح ضرورية، وهكذا.

٦-٧-٤-١١-٢- أشكال الجزر:

للجزر إشكال وأبعاد متعددة إلا أن النوع المتعارف عليه هو المثلث حيث يفصل هذا النوع السير الذي يدور عن السير المستقيم وتكون الجزر المستديرة في الوسط ليدور حولها السير والشكل (٦-٢٣) يبين أشكالا وتوزيعات متعددة للجزر، وشكل (٦-٢٤) يبين أبعاد احد أنواع الجزر عند التقاطع.



الشكل (٦-23) أشكال وتوزيع الجزر على التقاطعات[6]



الشكل (6-٢٤) أبعاد الجزيرة على شكل مثلث عند التقاطع [6]

٦-٧-٤-١١-٣- مواصفات الجزر:

١. يجب أن تكون الجزر بشكل يجعل الممر المخصص واضحا وسهلا وبشكل تتقابل فيه السيارات على زوايا صغيرة.
٢. يجب ان تكون أطراف الجزيرة منحنيات انسيابية حسب حركة السير وموازية لهذه الحركة.
٣. يجب أن تتناسب أنصاف أقطار الجزيرة مع سرعة المركبة.
٤. يجب أن لا يفاجئ السائقون بمساحة غير مستعملة في مساربهم.
٥. يجب أن تميز مداخل الجزر بعلامات تظهر المدخل وكأنه مفتوح.
٦. يجب تخشين سطح الجزر.
٧. يجب أن يدخل السائق المسرب بالسعة العادية بسهولة.

١٠- الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة

١٠-١ تجربة بروكتور (Proctor Test)

١٠-١-١ مقدمة:

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

كما أن نسبة الماء الموجودة في التربة أثناء عملية الرص لها تأثير كبير على الكثافة المطلوبة لهذه التربة حيث انه كلما زادت كمية الماء(نسبة الماء) في التربة فإن كثافتها تزداد و أنه بعد الوصول إلى حد معين تبدأ الكثافة بالنقصان تدريجيا. إن هذه النقطة سميت الكثافة العظمى (Maximum density) .

ونسبة الماء التي تعطي أعلى كثافة(الكثافة العظمى) سميت بنسبة الماء المثالية عند الرص (Optimum moisture content).

١٠-١-٢ الهدف:

الهدف هو إيجاد أعظم كثافة لهذه التربة كما أنه يهدف إلى إيجاد نسبة الماء المثالية للتربة و ذلك أثناء عملية الرص لهذه العينات.

١٠-١-٣ تجربة بروكتور القياسية (Standard Proctor Test):

إن مبدأ التجربة يقوم على أساس دمك التربة بداخل اسطوانة معدنية و هي ما يسمى بـ (قالب بروكتور) و يكون قطر الأسطوانة من الداخل 4" وارتفاعها 4.6" حيث نقوم بدمك التربة على ثلاث طبقات متتالية و متساوية بعد خلطها بالماء بنسب محسوبة، و يتم دمك كل طبقة بمطرقة خاصة و تابعة للقالب وزنها 2.5كغم (5باوند) تسقط من ارتفاع طوله قدم واحد (30.5سم) و كان عدد الضربات (25 ضربة). وتسمى مطرقة بروكتور ثم تحسب كثافة التربة ونسبة الماء بها. (شكل ١-10).

١٠-١-٣-١ الأدوات المستخدمة:

١. قالب بروكتور القياسي(شكل ١-10) مع الغطاء المتحرك.

٢. مطرقة بروكتور القياسية(5 باوند)(شكل ١ -10).

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

٤. منخل رقم ¾" و 4".

٥. جفنات صغيرة وفرن للتجفيف .

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

١٠-١-٣-٢ خطوات العمل:

١. توزن الجفنات فارغة وتسجل أرقامها.

٢. يوزن قالب بروكتور مع قاعدته فارغا ويسجل وزنه .

٣. بعد تحضير العينة، تنخل على منخل رقم 4".

٤. بناءاً على نسبة الرطوبة التي تم حسابه توضع كمية من الماء على العينة بحيث تصبح رطبة وتخلط بالمسطرين ثم تأخذ كمية وتوضع في قالب بروكتور وتدمك بمطرقة بروكتور بوضعها على العينة وسحبها بكامل طولها ثم تترك لتسقط نتيجة لثقلها كما يجب أن تصل المطرقة الى جميع أجزاء سطح العينة . تكرر بحيث نقوم بعمل 25ضربة على كل طبقة من الطبقات الثلاثة .(شكل 1-10) و(شكل 2-10).

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

٦. تزن العينة مع القالب وتسجل الوزن . تزال العينة من القالب بالإزميل أو باستعمال جهاز إخراج العينات(شكل 4-10). تأخذ عينة من وسط القالب ومن طرفيه في جفنه وتزن الجفنة مع العينة ثم توضع في الفرن لمدة ٢٤ساعة لتزن الجفنة مع العينة المجففة في اليوم التالي .

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

٨. تكرر العملية كل مرة تزيد فيها نسبة الماء حتى يبدأ وزن القالب مع العينة بالقصان.

١٠-١-٣-٣ الحسابات:

نسبة الرطوبة = وزن الماء ÷ وزن العينة جافة.

وزن الماء = وزن الجفنة مع العينة رطبة – وزن الجفنة مع العينة جافة.

وزن العينة جافة = وزن الجفنة مع العينة جافة – وزن الجفنة.

الكثافة الرطبة = وزن العينة رطبة ÷ حجم العينة (حجم العينة = حجم قالب بروكتور).

الكثافة الجافة = الكثافة الرطبة ÷ (1+ نسبة الرطوبة).

ترسم علاقة بيانية بين نسبة الماء والكثافة الجافة بناءاً على النتائج . ومنه تؤخذ الكثافة العظمى (Maximum Density) ونسبة الماء المثالية (Optimum moisture content).

١٠-١-٣-٤ النتائج:

تظهر قيمة الكثافة الرطبة والكثافة الجافة و كافة المعلومات الأخرى لطبقة الأساس في الجداول (١٠-١) ،(١٠-2) على التوالي. وتظهر قيمة نسبة الماء المثالية في الشكل (١٠-١٤).

مثال:

ارتفاع القالب= 116.28 ملم.

قطر القالب= 101.36 ملم.

حجم القالب= (٤÷D²л) ×الارتفاع = (٤÷ 101.36²×л)×116.28= 937.8 سم٣.

حجم العينة = حجم القالب .

من النتائج الموضحة في جدول (1-10) و(2-10) :

الكثافة الرطبة= كتلة التربة الرطبة÷الحجم = 1924 ÷937.8 = 2.05غم/سم٣ .

نسبة الرطوبة = وزن الماء÷ وزن العينة الجاف = 9369 ÷223.08 = 4.34% .

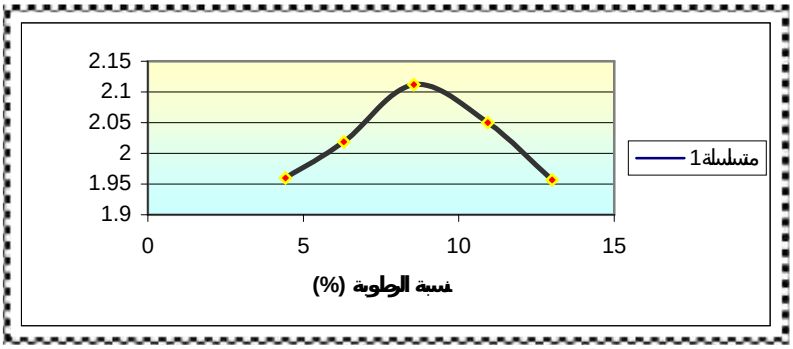
الكثافة الجافة =الكثافة الرطبة ÷(١+نسبة الرطوبة) = 2.05 ÷(1+0.0434) = 1.96 غم/سم٣ .

جدول(١٠-15) الكثافة الرطبة لطبقة الأساس (Base Course)

رقم الاختبار (Test No)	1	2	3	4	5
كمية الماء المضافة (cm^3)	60	120	140	160	180
وزن القالب+العينة (gm)	5788	5878	6016	5998	5940
وزن القالب (gm)	3864	3864	3864	3864	3864
وزن العينة (gm)	1924	2014	2152	2134	2076
الكثافة الرطبة (gm/cm^3)	2.05	2.146	2.293	2.2743	2.212

جدول(١٠-١٦) الكثافة الجافة لطبقة الأساس (Base Course)

رقم الحفنة	A1	A2	A3	A4	A5
وزن الحفنة+التربة الرطبة(gm)	264.17	249.42	255.81	321.82	357.86
وزن الحفنة+التربة الجافة (gm)	254.48	236.4	238.18	293.14	319.81
وزن الحفنة (gm)	31.4	30.98	32.27	30.87	27.06
وزن الماء المتبخر (gm)	9.69	13.02	17.63	28.68	38.05
وزن التربة الجافة (gm)	223.08	205.4	205.91	262.27	292.81
نسبة الرطوبة (wc%)	4.34	6.3	8.56	10.93	13
الكثافة الجافة (gm/cm^3)	1.964	2.0188	2.112	2.05	1.957



شكل(14-10) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة الأساس

أقصى كثافة جافة (maximum density) = 2.112 غم/سم^3 .

نسبة الماء المثالية (Optimum moisture content) = 8.56%

١٠-٢ تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا(California Bearing Ratio Test) (CBR)

١٠-٢-١ 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 20ملم.

١٠-٢- ٢ الهدف:

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

١٠-٢-٣ الأدوات المستخدمة :

١- منخل رقم 20 ملم (3/4") .

٢- قالب معدني اسطواني قطرة الداخلي 152 ملم وارتفاعه الداخلي 178 ملم مع قاعدة وصفيحة علوية وحلقة إضافية ارتفاعها 50 ملم توضع في حالة تعبئة القالب أثناء الرص.(شكل ٦-10).

٣- مكبس اسطواني معدني نهايته السفلية من المعدن الصلب بمساحة 1963 ملم٢ وطول 250 ملم .

٤- جهاز ضغط يعطي القوة المطلوبة على المكبس بمعدل منتظم ، وجهاز لقياس القوة وجهاز آخر لقياس قيمة الغرز للمكبس بداخل العينة .(شكل ٦-10)

٥- مطرقة بروكتور المعدلة التي وزنها 4.54كغم(10باوند)(شكل ٢-10).

٦- ميزان يزن لغاية 25 كغم .

١٠-٢-٤ طريقة العمل :

١- تنخل كتلة من العينة على منخل رقم ¾" . **المحجوز على المنخل** يتم استبداله بنفس الكمية مارة من **منخل رقم** ¾" **ومحجوزة على منخل رقم** 4" .(**شكل** 3-10).

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

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

٣- يجهز القالب الأسطواني الأول (**قالب بروكتور المعدل**) مع قاعدته ، تثبت الحلقة وتوضع ورقة ترشيح في قاع القالب ، توزن كتلة من العينة وتقسم إلى خمسة أقسام متساوية بالوزن . يرص كل قسم **بداخل القالب مع وجود الحلقة** 10 **ضربات بواسطة مطرقة بروكتور المعدلة** (**وزن** 4.5 **كغم وارتفاع** هبوطها 45.8**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 .(**شكل** 4-10).

٤- **تعاد الخطوة رقم** ٣ لقالبين آخرين ولكن بعدد ضربات :

القالب الثاني : 30 **ضربة لكل طبقة** .

القالب الثالث : 65 **ضربة لكل طبقة**.

٥- بعد عملية الرص تغير القاعدة بقاعدة أخرى وتثبت الحلقة في الجهة الأخرى من القالب. يوضع القالب الأول في جهاز الغرز محتويا على العينة مع وجود القاعدة وسطح العينة إلى الأعلى ، وعن طريق **غرز المكبس بمعدل** 1 **ملم**/دقيقة يتم تسجيل الحمل عند غرز مقداره (٠.٥-١-١.٥-٢-٢.٥-٣-٣.٥-٤-٤.٥-٥-٥.٥-٦-٦.٥-٧-٧.٥-٨) ملم ، وأثناء الغرز يجب وضع قرص دائري فوق المادة الجاري تجربتها وثقل هذا القرص يعادل سمك الرصف المنتظر فوق هذه المادة قي الطبيعة . (**شكل** 7-10).

٦- **تعاد الخطوة رقم** ٥ 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 ٦ للقالب الثاني والثالث .(شكل ٦-10)(شكل ٦-10).

١٠-٣-٥ الحسابات :

* يرسم منحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة ، ومنه يتم الحصول على الحمل المسبب لاختراق 2.5 ملم (0.1") في العينة عند التجربة .

* تحسب قيمة ال CBR عند اختراق 2.5 ملم (0.1").

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

الجدول (10-3) يعطي البيانات الخاصة بتجربة ال CBR على الأحجار المكسرة القياسية .

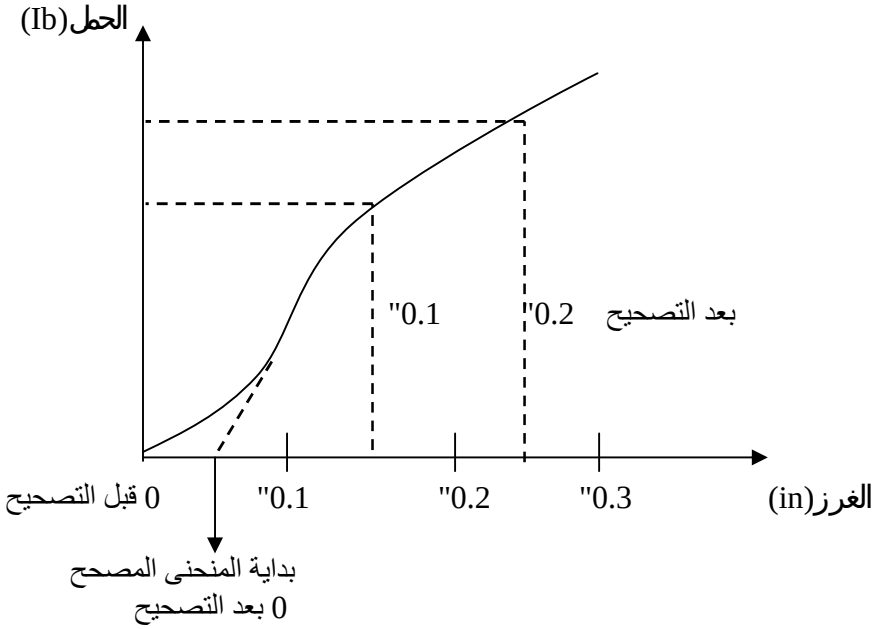
مقدار الاختراق(الغرز)		الحمل القياسي	
(ملم)	(إنش)	(كغم)	(باوند)
2.5	0.1	1370	3000
5	0.2	2055	4500
7.5	0.3	2630	5800
10	0.4	3180	7000
12.5	0.5	3600	7900

* تاخذ قيمة ال CBR لكل من طبقة التربة الأم (Sub Grade) وطبقة ما تحت الاساس(Sub Base) وطبقة الاساس(Base COARSE) عند ضربة 56 لتدخل في عملية التصميم الانشائي للطريق.

ملاحظة :

يكون عادة المنحنى المرسوم في العلاقة بين مقدار الغرز وقيمة الحمل المناظر لذلك الغرز متحدباً من الاعلى، في بعض الحالات قد يكون في بداية التجربة مقعراً إلى الأعلى ثم ينعكس وبهذه الحالة يجب عمل تصحيح للمنحنى حيث يرسم مماس في نقطة أعلى ميل ويستمر حتى يقطع المحور الأفقي (محور الغرز) ثم يزاح

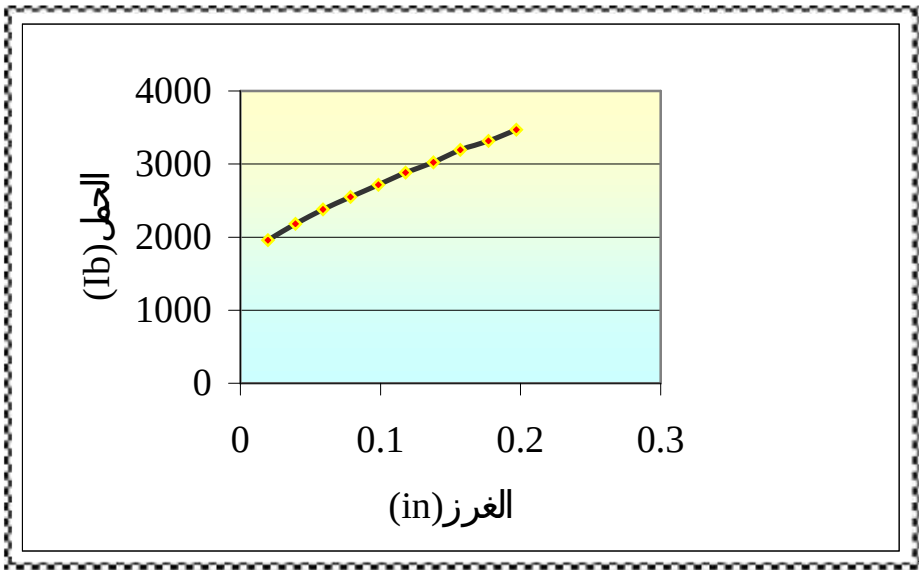
المنحنى إلى اليسار حتى تلتقي نقطة التقاطع هذه مع نقطة الأصل وهذا يعطي المنحني الذي يمكن اخذ قيمة **ل** CBR منه .



للشكل (15-10) كيفية تصحيح منحنى **الغرز**

جدول(4-10) الحمل المسبب للغرز في البيس كورس(العينة الأولى)(10ضربات..Top)

الحمل(IB)	الغرز(IN)
420	0.0196
728	0.0394
1008	0.059
1288	0.0787
1540	0.0984
1764	0.118
1960	0.1378
2184	0.157
2380	0.1771
2548	0.1969
2716	0.2165
2884	0.2362
3024	0.256
3192	0.2756
3315	0.2952
3472	0.315



شكل(١٦-10) العلاقة بين الغرز والحمل المسبب له لعينة التربة الأولى(10ضربات..Top)

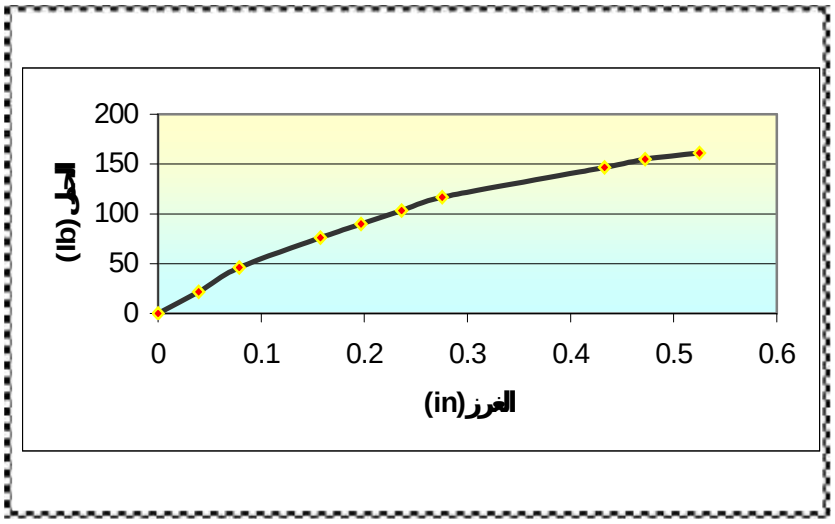
الحمل اللازم لغرز ٠.١" في هذه العينة = 2720lb.

الحمل اللازم لغرز ٠.١" في العينة القياسية= 3000lb .

CBR = (2720 /3000)*100% = 90.6%

جدول(32-10) الحمل المسبب للغرز في التربة(العينة الأولى)(10ضربات..Bottom)

الحمل(IB)	الغرز(IN)
296.8	0.0196
476	0.0394
616	0.059
745	0.0787
868	0.0984
980	0.118
1092	0.1378
1204	0.157
1344	0.1771
1467	0.1969
1624	0.2165
1747	0.2362
1892	0.256
2016	0.2756
2128	0.2952
2251	0.315



شكل(١٧-10) العلاقة بين الغرز والحمل المسبب له لعينة التربة الأولى(10ضربات..Bottom)

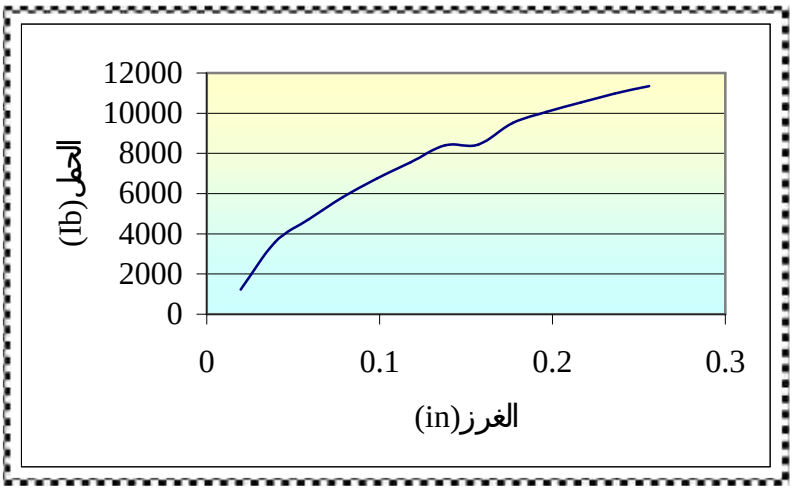
الحمل اللازم لغرز ٠.١" في هذه العينة = 975Ib.

الحمل اللازم لغرز ٠.١" في العينة القياسية= 3000Ib .

CBR = (975 /3000)*100% = 32.5%

جدول(٦-10) الحمل المسبب للغرز في التربة(العينة الثانية)(30 ضربة..Top)

الحمل(IB)	الغرز(IN)
1232	0.0196
3584	0.0394
4732	0.059
5824	0.0787
6748	0.0984
7560	0.118
8400	0.1378
8432	0.157
9520	0.1771
10080	0.1969
10528	0.2165
10976	0.2362
11340	0.256
11844	0.2756
12242	0.2952
12740	0.315



شكل(١٨-10) العلاقة بين الغرز والحمل المسبب له لعينة التربة الثانية(25 ضربة..Top)

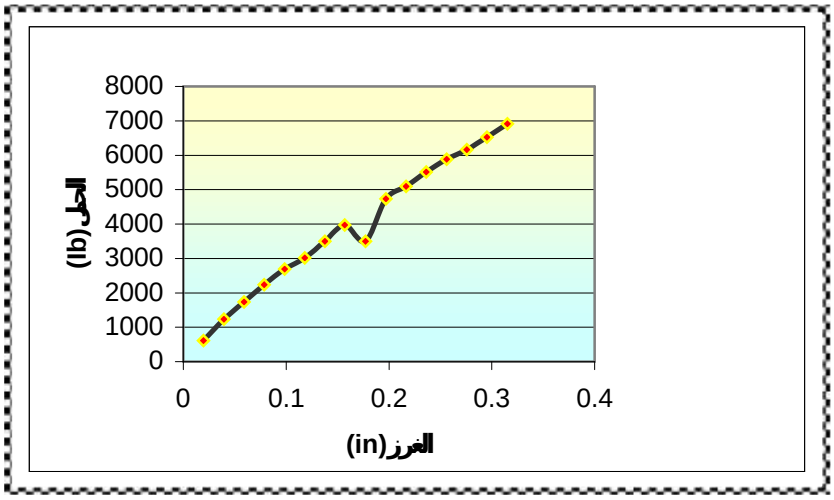
الحمل اللازم لغرز ٠.١" في هذه العينة = 6750Ib.

الحمل اللازم لغرز ٠.١" في العينة القياسية= 3000Ib .

CBR = (6750 /3000)*100% = 2.25

جدول(٧-10) الحمل المسبب للغرز في التربة(العينة الثانية)(30 ضربة..Bottom)

الغرز(IN)	الحمل(IB)
0.0196	616
0.0394	1232
0.059	1736
0.0787	2240
0.0984	2688
0.118	3018
0.1378	3500
0.157	3976
0.1771	3496
0.1969	4733
0.2165	5096
0.2362	5516
0.256	5880
0.2756	6160
0.2952	6524
0.315	6916



شكل(١٩-10) العلاقة بين الغرز والحمل المسبب له لعينة التربة الثانية(25 ضربة..Bottom)

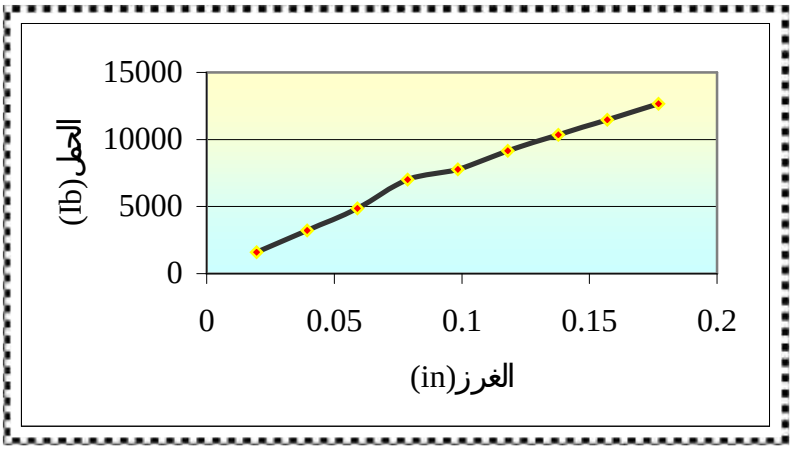
الحمل اللازم لغرز ٠.١" في هذه العينة = 2690Ib.

الحمل اللازم لغرز ٠.١" في العينة القياسية= 3000Ib .

CBR = (2690 /3000)*100% = 89.6%

جدول(٨-10) الحمل المسبب للغرز في التربة(العينة الثالثة)(65 ضربة..Top)

الغرز(IN)	الحمل(IB)
0.0196	1596
0.0394	3220
0.059	4872
0.0787	7000
0.0984	7784
0.118	9156
0.1378	10360
0.157	11480
0.1771	12656



شكل(٢٠-10) العلاقة بين الغرز والحمل المسبب له لعينة التربة الثالثة(65 ضربة..Top)

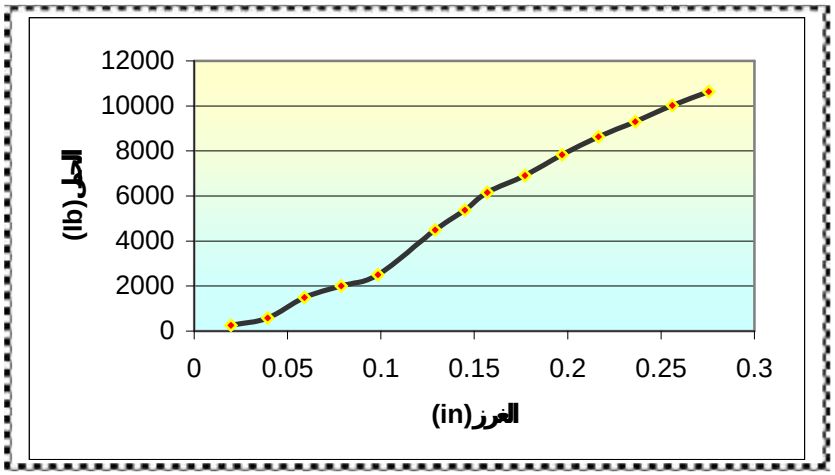
الحمل اللازم لغرز ٠.١" في هذه العينة = 457Ib.

الحمل اللازم لغرز ٠.١" في العينة القياسية= 3000Ib .

CBR = (7780/3000)*100% = 2.6

جدول(٩-10) الحمل المسبب للغرز في التربة(العينة الثالثة)(65 ضربة..Bottom)

الغرز(IN)	الحمل(IB)
0.0196	1204
0.0394	2016
0.059	2744
0.0787	3416
0.0984	4032
0.118	4648
0.1378	5376
0.157	6160
0.1771	6916
0.1969	7840
0.2165	8624
0.2362	9296
0.256	10024
0.2756	10640
0.2952	11340
0.315	12040



شكل(٢١-10) العلاقة بين الغرز والحمل المسبب له لعينة التربة الثالثة(٦٥ضربة..Bottom)

الحمل اللازم لغرز ٠.١" في هذه العينة = 2500Ib.

الحمل اللازم لغرز ٠.١" في العينة القياسية= 3000Ib .

CBR = (2500 /3000)*100% = 83.3%

وهذه القراءات في الجدول لعينة أخرى تم إجراء التصميم عليها و رفض العينات الأولى لزيادة مواصفاتها عن المنطقي

جدول(١٠-10) قيمة ال CBR لطبقة الأساس(Base Course)

قيمة CBR	العينة		
	الأولى 10 ضربات	الثانية 30 ضربة	الثالثة 65 ضربة
TOP	14.4%	19.0%	29.5%
BUTTOM	12.0%	17.0%	28.2%
المتوسط	**13.2%**	**18.0%**	**28.9%**

١٠-٢-٦ النتائج:

- تظهر قيمة الحمل المسبب للغرز المناظر له لطبقة الأساس (Base Course)) لثلاث عينات في الجداول(٤-10)،(5-10)،(٦-10)،(٧-10)،(٨-10)،(٩-10). والأشكال(١٦-10)، (١٧-10)،(18-10) (١٩-10)،(٢٠-10)،(٢١-10).

١٠-٣ تجربة تحليل الخلطة الإسفلتية

١٠-٣-١الهدف :

إيجاد نسبة الإسفلت الفعلية المستخدمة لعمل المخلوط الإسفلتي الساخن ، وهناك عديد من الطرق المستخدمة منها :-

١- طريقة القوة الطاردة المركزية

٢- طريقة الحجرة الزجاجية Jar–Glass

٣- طريقة السلة والغلاية Kettle and Basket

١٠-٣-٢ طريقة الطرد المركزي

١٠-٣-٢-١ الأدوات المستخدمة:

١- جهاز الطرد المركزي ويتكون من وعاء على شكل طاسه قطرها (21سم) وارتفاعها حوالي (6سم) تدور بسرعة يمكن التحكم فيها تصل إلى (3600) دورة في الدقيقة ولها غطاء معدني.

وهذا الجهاز مكمل لعمل جهاز تحليل العينات الإسفلتية ويقوم هذا الجهاز بفصل الدقيق (filler) عن المادة المذيبة المضافة بواسطة قوة الجهاز الطاردة إذ يبقى الدقيق عالقا بورقة الترشيح بينما يخرج

المذيب إلى الخارج (شكل ٨-10).

٢- عينة إسفلت غير مركوكة (حوالي 1500 غم).

٣- فرن تسخين (يعطي لغاية 250°C ، ودقته لاقرب 5°C).

٤- فرن تجفيف (يعطي 250°C-240°C).

٥- ورقة ترشيح.

٦- أقراص فلتر قطرها 9.75سم.

٧- مادة مذيبة (بنزين).

٨- ميزان حرارة.

٩- ميزان حساس (سعة 1200غم، ودقة0.01).

١٠- كفوف ، صينية .

١٠-٣-٢-٢ طريقة العمل:

١- توزن عينة من الخلطة الإسفلتية داخل الوعاء بعد تسخينها لدرجة تسهل مناولتها .

٢- تضاف كمية من المادة المذيبة إلى العينة ثم تترك وقت كاف حوالي نصف ساعة حتى تتفكك.

٣- توضع العينة والمذيب في جهاز الطرد المركزي.

٤- يجفف ويوزن قرص فلتر ويركب فوق حافة الوعاء بعد وضع ورقة الترشيح ثم يوضع وعاء تحت المصرف لجمع المحلول المتصرف ثم يغطى الجهاز.

٥- يبدأ بالطرد المركزي بالدوران البطيء وبالتدريج تزداد السرعة حتى يتوقف تصرف المحلول من المصرف ثم يوقف الجهاز.(شكل ٨-10).

٦- يضاف (200)سم٣ من المذيب النظيف ثم تعاد الخطوة رقم ٥ .

٧- تستعمل إضافات (200)سم٣ من المذيب النظيف كل مرة (لا تقل عن ثلاثة مرات) حتى يحصل على محلول متصرف نظيف.

٨- تخرج العينة مع ورق النشاف من جهاز الطرد المركزي وتوضع في صينية ثم تحرق العينة مع ورقة النشاف في الوعاء مع التحريك .(**شكل** 9-10).

٩- توضع العينة في الفرن المجفف لمدة (24) ساعة وتزن في اليوم التالي .

١٠- توضع العينة في منخل رقم (200) ثم تغسل في الماء للتخلص من المواد العالقة ويستمر في الغسيل حتى يصبح لون الماء نقيا .

١١- توضع العينة في وعاء ومن ثم توضع في فرن التجفيف (110) درجة مئوية لمدة (24)**ساعة وتزن** في اليوم التالي .

١٢- تنخل العينة على المناخل (1/2" ، 3/8" ، **رقم**4 ، **رقم** 8 ، **رقم**40 ، **رقم**80 ، **رقم**200) بعد ترتيبها فوق بعضها البعض من الأصغر إلى الأكبر.

١٣- يزن المحجوز على كل منخل من المناخل .

١٠-٣-٢-٣ الحسابات:

تحسب نسبة الإسفلت ونسبة المار الكلي بالوزن من كل منخل كما يلي :

A: وزن العينة الكلي.

B: **وزن** العينة بعد التجفيف.

C: **الفاقد في الوزن** (A-B).

D: الوزن الضائع بعد وضع المادة المذيبة (A×0.4)÷100 .

E: وزن البيتومين (C-D).

F: نسبة الإسفلت (A÷E)×100 .

G: وزن الحصمه الجافة الكلي (B+D).

H: وزن الحصمه المتبقي على منخل رقم 200 بعد الغسيل.

J: **وزن الحصم**ه المارة من منخل رقم 200 بعد الغسيل (G-H).

K: وزن الحصمة المارة من منخل رقم 200 بعد التنخيل.

L: وزن الحصمة الكلي المار من منخل رقم 200 (J+K).

M: نسبة المار من منخل رقم 200 (L÷G) ×100 .

نسبة المحجوز على المنخل = الوزن المحجوز على المنخل ÷ الوزن الكلي .

نسبة المار من المنخل = 100% - نسبة المحجوز على المنخل

١٠-٣-٢-٤ النتائج:

- تظهر قيمة نسبة الإسفلت للمخلوط الإسفلتي في الجدول(١١-10).
- نسبة المار من كل منخل لحصمة المخلوط الإسفلتي تظهر في الجدول(١٢-10).

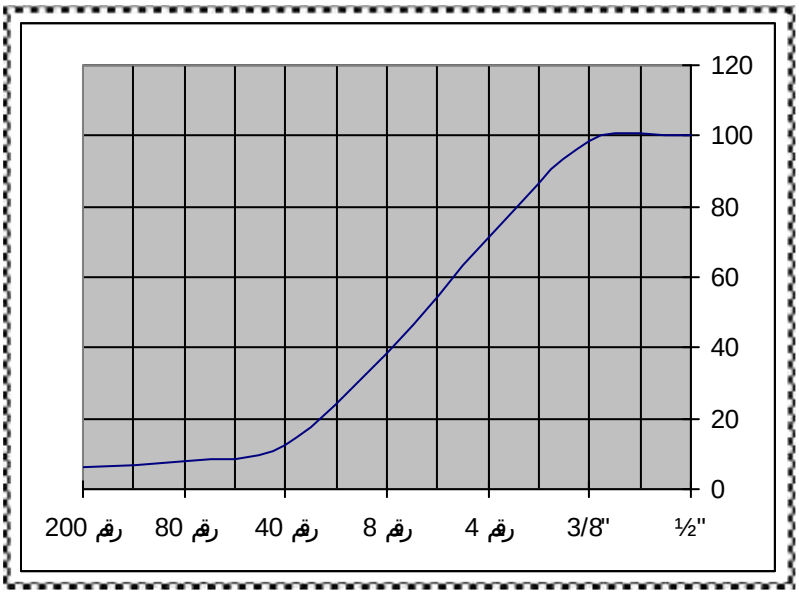
جدول(41-10) نسبة الإسفلت في المخلوط الإسفلتي

A: وزن العينة الكلي.	1114.02 غم
B: وزن العينة بعد التجفيف.	1060.3 غم
C: الفاقد في الوزن (A-B) .	53.72 غم
D: الوزن الضائع بعد وضع المادة المذيبة (A×0.4)÷100 .	4.46 غم
E: وزن البيتومين (C-D).	49.26 غم
F: نسبة الإسفلت (E÷A)×100 .	**4.42** %
G: وزن الحصمه الجافة الكلي (B+D).	1064.76 غم
H: وزن الحصمه المتبقي على منخل رقم 200 بعد الغسيل.	1001.7 غم
J: وزن الحصمه المار من منخل رقم 2000 بعد الغسيل (G-H).	63.06 غم
K: وزن الحصمه المارة من منخل رقم 200 بعد التنخيل.	1.3 غم
L: وزن الحصمه الكلي المار من منخل رقم 200 (J+K).	64.36 غم
M: نسبة المار من منخل رقم 200 (L÷G) ×100 .	**6.04** %

جدول(١٢-10) نسبة المار من كل منخل لحصة المخلوط الإسفلتي

رقم المنخل	وزن المحجوز(غم)	نسبة المحجوز(%)	نسبة المحجوز التراكمية(%)	نسبة المار(%)
"½	0	0	0	**100**
"3/8	18.2	1.709	1.709	**98.3**
رقم 4	288	27.05	28.76	**71.2**
رقم 8	351.2	32.984	61.743	**38.3**
رقم 40	277.8	26.09	87.833	**12.2**
رقم 80	44.9	4.217	92.05	**7.9**
رقم 200	20.3	1.907	93.957	**6.04**

التدرج الحبيبي للركام في الخلطة الإسفلتية



٧- التخطيط الرأسي للطرق (Vertical Alignment):

٧-١- مقدمة

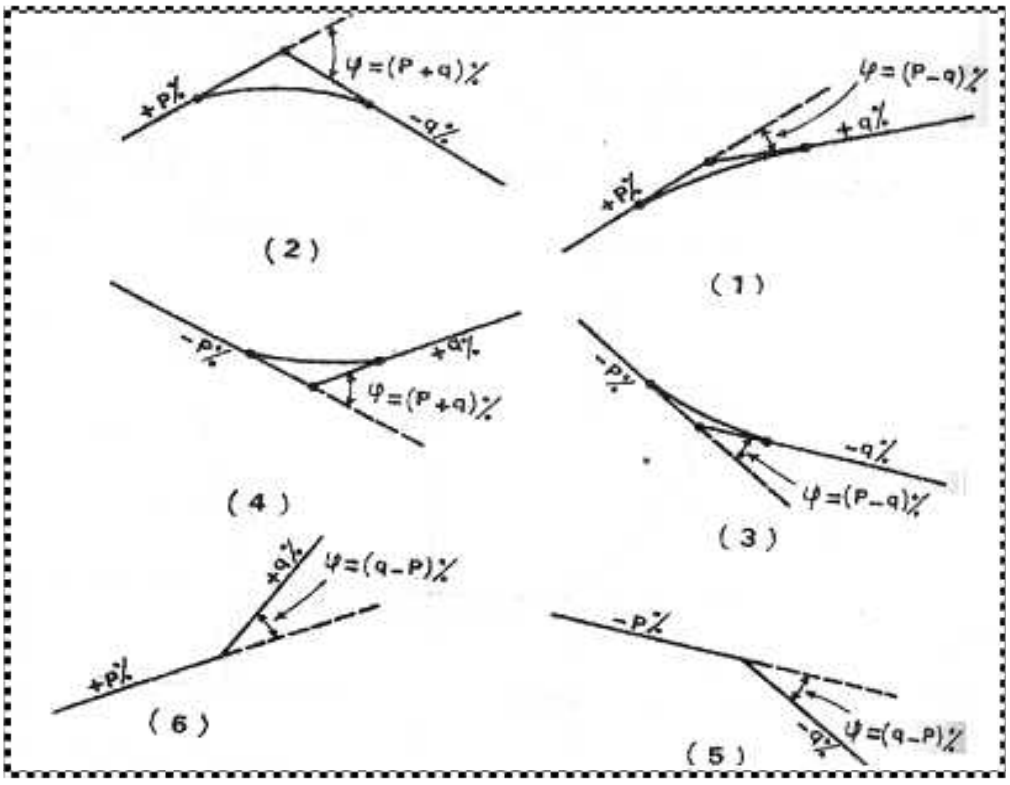
عندما يتقرر شق طريق معين أو خط سكة حديد فأنة يتم عمل مقطع طولي لسطح الأرض، يتكون التخطيط الرأسي للطرق من سلسلة من الميول الطولية متصلة مع بعضها بمنحنيات رأسية. ويتحكم في التخطيط الرأسي عوامل الأمان و التضاريس ودرجة الطريق والسرعة التصميمية والتخطيط الأفقي وتكلفة الإنشاء وخصائص المركبات وصرف الأمطار. ويجب أن يكون مدى الرؤية في جميع أجزاء القطاع الطولي مستوفيا لأقل مسافة لازمة للتوقف حسب السرعة التصميمية الموافقة لدرجة الطريق ، حيث يحدد أكثر من مسار للطريق و يتم المفاضلة فيما بينها اعتمادا على النواحي الاقتصادية و تحقيق الخدمة المطلوبة من الطريق و توفير السلامة للمركبات و السائقين ، فإن الإختبار يتم على أسس تحكم الحدود القصوى للانحدارات و عملية تشغيل المركبات على الطريق و التكلفة الإنشائية للطريق [5] .

٧- ٢- المنحنيات الرأسية (Vertical Curves):

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

٧-٢-١- إشارة الميل وزاوية التدرج(Grade Angle):

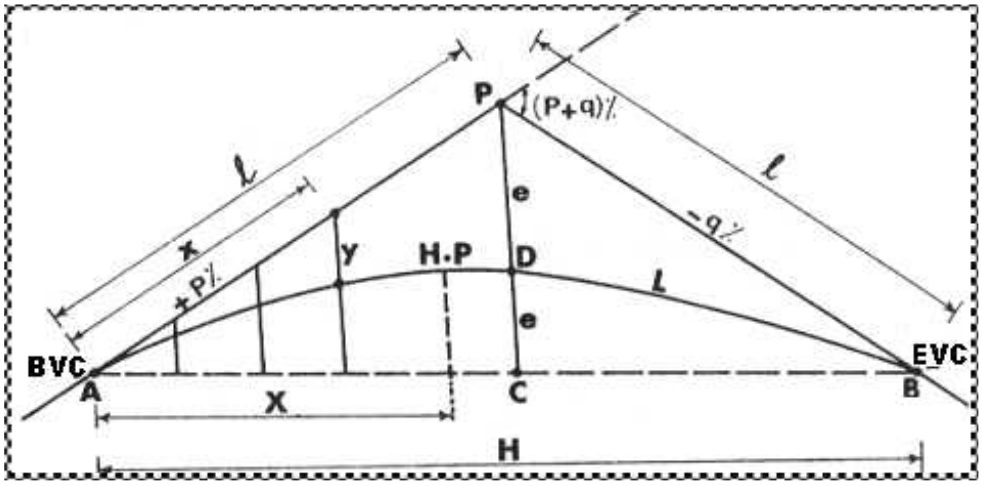
وزاوية التدرج هي عبارة عن الفرق الجبري بين الميلين، وهو في ست حالات كما هو موضح في الشكل(٧-١).



الشكل (٧-١) فرق الميل أو زاوية الميل[4]

٧-٣- عناصر المنحنى الرأسي:

لتعين مختلف العناصر اللازمة لتصميم وتوقيع منحنى راسي معين، وتحديد مناسيب عدد كاف من النقاط الواقعة على المنحنى الراسي المعتبر، لا بد من توافر المعلومات التالية كما هي مبينة في الشكل(٧-٢).



الشكل(٧-٢) عناصر المنحنى الرأسي[5]

بالنظر إلى شكل (٧-٢):

نسبة الميل = **p & q**

بداية المنحنى الرأسي = **BVC**

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

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

نهاية المنحنى الرأسي = **EVC**

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

طول القطع المكافئ (متر) = **H**

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

٧-٤- خواص القطع المكافئ البسيط:

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

$$L = \ell 2 + \ell 1$$

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

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

$$\mathbf{AB = H = } 2\ell \mathbf{= L}$$

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

$$\mathbf{y = ax^2}$$

where :

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

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

- **معادلة القطع المكافئ بدلالة (e):**

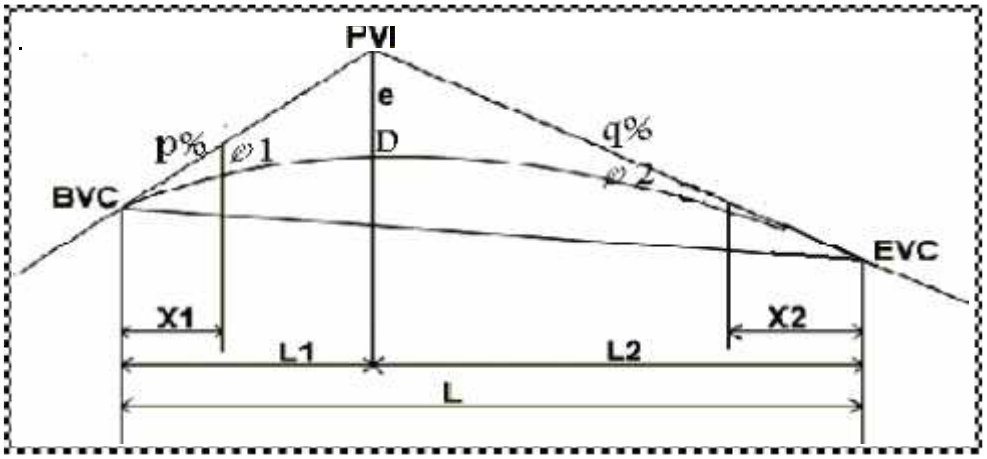
$$e = \frac{p + q}{400}\,\ell \quad \rightarrow \quad \text{عندما يكون المماسين في اتجاهين مختلفين}$$

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

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

٧-٥- المنحنيات الرأسية غير المتماثلة:

في بعض الحالات من الممكن للمنحنى غير المتماثل أن يكون أكثر **ملائمة** من المنحنى المتماثل وخصوصاً عندما تكون المسافة الأفقية المطلوب عمل منحنى رأسي لها صغيرة أو في حالات التضاريس الجبلية. ويوضح **شكل رقم** (٧-٣) **نموذج لمنحنى رأسي** غير متماثل.



شكل(٧-٣) منحنى راسي غير متماثل[3]

$$e = L1 * L2 / 2(L1 + L2) * A /100$$

$$y_1 = e (x1 /L1)2 \quad y_2 = e(x2 /L2)2$$

$$N = | p – q |$$

حيث أن :

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

٧-٦- الميول الرأسية العظمى في الطرق:

٧-٦-١- العوامل التي تتحكم بتحديد الميول الرأسية:

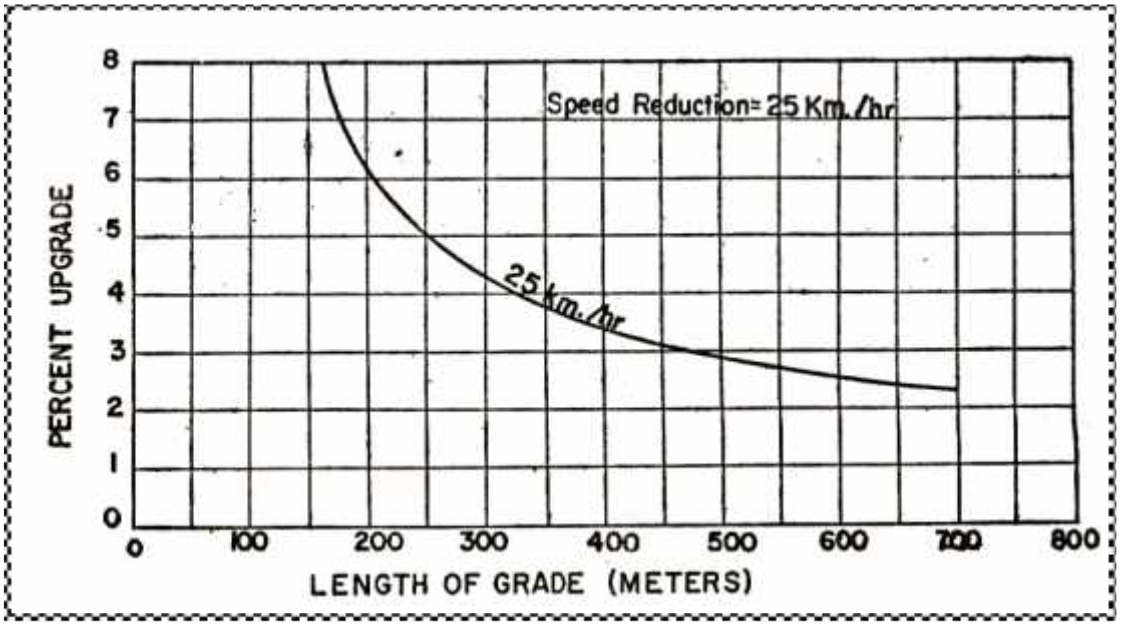
١) السرعة المعتبرة في التصميم (Design Speed).
٢) طبوغرافية الأرض التي يمر منا الطريق (Type Of Topography).
٣) طول الجزء الخاضع للميل الرأسي.

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

جدول(٧-١) الميول الرأسية العظمى حسب طبوغرافية الأرض والسرعة التصميمية[5]

السرعة التصميمية DESIGN SPEED KPH	منبسطة FLAT %	تلالي HILLY %	جبلية MOUNTAINOUS %
50	6	٨	9
65	5	٧	8
80	4	5	7
90	3	4	6
100	3	4	6
110	3	4	5
120	3	4	-
130	3	4	-

وبالنسبة لطول الجزء الخاضع للميل الرأسي فإنه لا بد من ربط هذا العامل أيضا بمقدار الميل الرأسي، وهنا يفضل كلما أمكن أن لا يتجاوز هذا الطول الحد الذي تضطر معه شاحنة نموذجية مختارة تخفيض سرعتها بمقدار يزيد عن أو يساوي 25 Kph تقريبا من سرعتها الاعتيادية على جزء منبسط قبل صعودها هذا الجزء المائل المعتبر من الطريق، من الطبيعي أن هذا يعتمد على نوع الشاحنات التي تسلك الطريق. ويبين الشكل رقم (٧- ٤) القيم العظمى لأطوال أجزاء الطريق الخاضعة للميول الرأسية حسب الميول الرأسية:



الشكل (٧-٤) القيمة العظمى لطول الجزء الخاضع للميل[6]

والجدول (٧-٢) [5] التالي يبين القيم العظمى لأطوال أجزاء الطريق، الخاضعة للميول الرأسية حسب الميول الرأسية:

مقدار الميل الرأسي (%)	3	4	5	6	7	8
القيمة العظمى لطول الجزء الخاضع للميل (m)	500	325	250	٢٠٠	١٨٠	١٧٠

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

٧-٧- العوامل المشاركة في اختيار طول المنحنى الرأسي:

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

أ- مسافة الرؤية (Sight or Vision Distance):

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

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

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

$$L = (D.S^2 * N) / 4$$

Where :

D.S = مسافة الرؤية للتوقف الآمن

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

V = السرعة كم/ساعة

T = زمن الارتداد العصبي الكلي بالثانية

F = معامل الاحتكاك الجانبي

N = زاوية انحراف المماسين

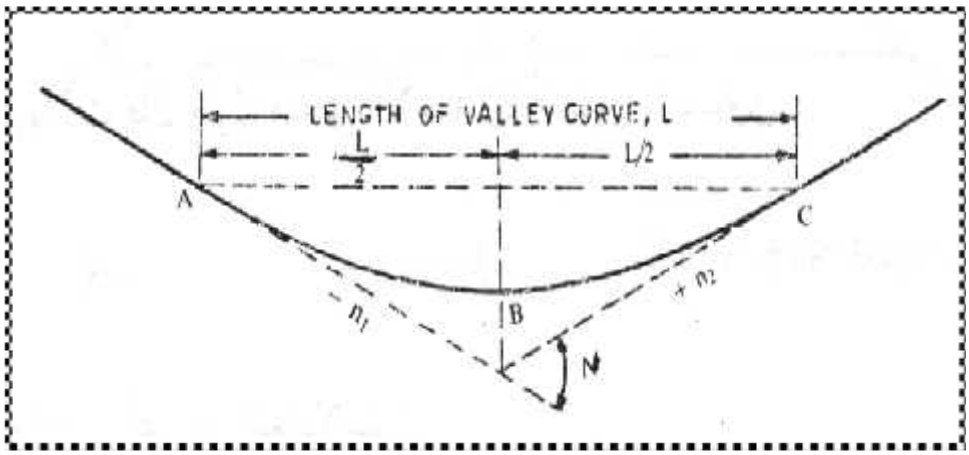
٢- بافتراض أن مسافة الرؤية للتوقف الآمن اكبر من طول المنحنى الرأسي:

$$L = 2*D.S – (4 / N)$$

ب- راحة المسافرين (comfort of passenger):

حيث يتم تصميم المنحنيات الراسية (القاع) على أساس توفير راحة المسافرين، حيث يحدد الطول على أساس القوة الطاردة المركزية وتساوي ٠.٦ م/ث^2، وطول المنحنى عبارة عن منحنيين انتقال

متساويين في الطول وبدون منحنى أفقي بينهما، ومن الشكل (٧-٥) فان طول منحنى الاستدارة السفلي ABC والذي يساوي L حيث AB ، BC يمثل طول كل منهما منحنى انتقال .



شكل (٧-٥) منحنى رأسي قاعي[2]

Ls = L/2

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

Where:

V: السرعة التصميميةم /ث

C : معدل التغير في تسارع في القوة الطاردة المركزية ويساوي ٠.٦م /ث^2

N : زاوية انحراف المماسين

وبعد إيجاد طول المنحنى حسب المعادلة السابقة يتم التحقق من أن طول المنحنى اقل من (maximum impact factor) المسموح بها وهي ١٧% حسب المعادلة التالية:

$I max = [(200 * N * V^2) / (g*L)]$ % < %17

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

٧-٨- ملاحظات عامة في التصميم الراسي:

١- في حالة طريق بعدة مسارب (أربعة مسارب على سبيل المثال فأكثر) **وباتجاه واحد، تعتبر مسافة** الرؤية للتوقف الآمن هي المعيار المحدد لطول المنحنى الرأسي، والسبب في ذلك يعود إلى عدم احتمال مواجهة سيارة أخرى باتجاه معاكس لاتجاه التجاوز، أما في حالة طريق بمسربين مع احتمال التجاوز عن عربة تسير بنفس الاتجاه عند مواقع المنحنيات الرأسية فتعتبر مسافة الرؤية للتجاوز الآمن هي المعيار **المحدد لطول المنحنى الرأسي**.

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

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

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

ب- تعريض الطريق عند المنحنيات الرأسية التلالية بحيث يسمح بمسربين في كل اتجاه ولمسافة **منلسبة**.[6]

7-9- اعتبارات عامة في التخطيط الرأسي:

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

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

- يجب اجتناب التخطيط الرأسي المتموج أو ذي الانخفاضات المحجوبة ويصادفنا هذا المنظر الطولي عادة في التخطيطات الأفقية القريبة من الاستقامة عندما تعمل المناسيب الطولية لسطح الطريق متفقة في الشكل إلى حد بعيد مع الأرض الطبيعية المتموجة. وليس ذلك سيئ المنظر فحسب، بل إنه خطر أيضا فالانخفاضات المحجوبة تسبب الحوادث في عمليات التجاوز، حيث يخدع السائق المتجاوز بمظهر الطريق فيما وراء المنخفض ويظن الطريق خالياً من السيارات المضادة، بل وفي المنخفضات قليلة العمق فان مثل هذا التموج الطولي يوجد عدم الاطمئنان عند السائق لأنه لا يمكنه الجزم بوجود أو عدم وجود مركبة مقبلة يحتمل اختباؤها خلف الجزء المرتفع. وهذا النوع من التخطيطات الطولية يمكن تجنبه بعمل انحناء أفقي أو تغيير الانحدارات تدريجيا بمعدلات خفيفة وذلك ممكن بزيادة أعمال الحفر والردم.

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

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

- عند وجود تقاطعات مستوية في أجزاء من الطرق ذات انحدار يتراوح بين متوسط وشديد فيحسن تخفيض الانحدار خلال التقاطع. هذا التعديل في الانحدار مفيد لكافة المركبات التي تقوم بالدوران ويؤدي إلى تقليل احتمالات الخطر.
- يجب تجنب المنحنيات المقعرة في مناطق الحفر إلا في حالة توفر نظام صرف.[6]

حيث سنتطرق لحل أمثلة على المنحنيات الرأسية في الملحق الثاني

١٢- حساب المساحات الحجوم لكميات الحفر والردم

١٢-١- المساحات:

إن هذا الفصل يهدف إلى إيجاد كميات الحفر و الردم للطريق المصممة وذلك من خلال معرف المساحة لكل مقطع وذلك حتى يتم الحصول على الحجم فلا نستطيع إيجاد الحجوم بدون المساحة .

هناك مجموعة من الطرق لإيجاد المساحات و لكن في هذا المشروع تم الاعتماد علو القياسات التي تم أخذها في عملية الرفع في الحقل بالرغم من أنها معقدة و لكنها أكثر دقة.

و يتم إيجاد القياسات من خلال اخذ مقاطع عرضية على طول الطريق و يمثل المقطع العرضي التغيرات العرضية في الطريق وذلك بأخذ المناسيب عند كل تغير و منسوب خط الإنشاء وذلك حتى يتم حساب كافة. وتحسب مساحات هذه المقاطع بمعرفة مناسيب وعناصر التصميم المختلفة، وإذا عرفت المساحات للمقاطع العرضية بالتالي يمكن حساب كميات الحفر والردم بين كل مقطعين متتاليين وبالتالي حساب كميات الحفر والردم لكل المشروع.

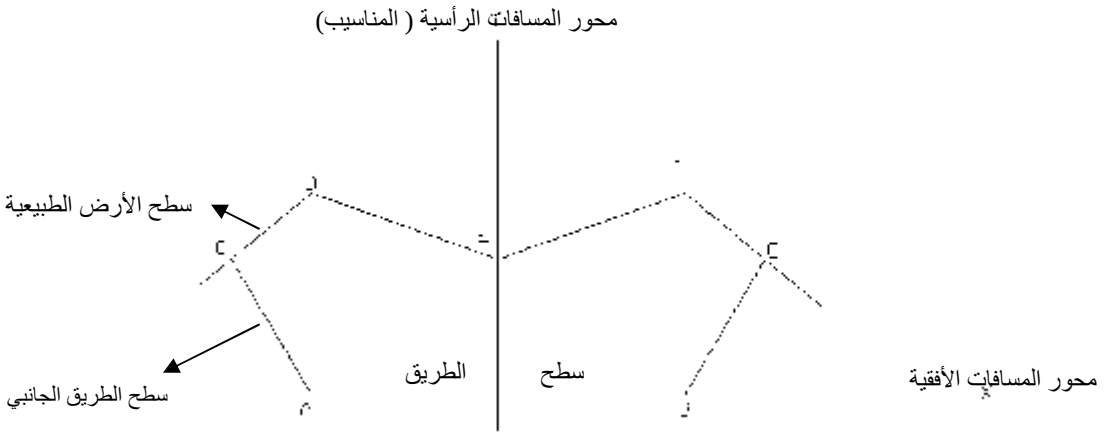
هناك مجموعة من الطرق التي يتم من خلالها المقاطع العرضية ومنها:

- حساب المساحات بالطرق الميكانيكية.
- حساب المساحات بالطرق التخطيطية.
- و الطريقة الحسابية (التحليلية).

وسنكتفي بشرح الطريقة الحسابية ’و طريقة الإحداثيات و هي جزء من الطريقة الحسابية وهي الطريقة التي تم استخدامها في هذا المشروع.

١٢-١-١- طريقة الإحداثيات:

يوضح الشكل التالي على أن **المقطع العرضي عبارة عن مضلع مغلق كما في الشكل** (12-1) **التالي**:



الشكل (12-1) طريقة الإحداثيات

يتم عادة اختيار نظام معين قد يكون هذا النظام فرضي أو قطري أو محلي وفي مشروعنا استخدمنا الإحداثيات القطرية.

و نلاحظ من الشكل أن من المهم معرفة مناسيب النقاط التالية (C,D,E,F,& G) وكذلك بعدها عن المركز في المحور الأفقي للمسافات و بالتالي معرفة العرض الكامل للطريق

ويتم تدوين جميع أعماق الحفر أو الردم لنقاط زوايا هذا المضلع في دفتر الحقل مما يسهل في تعيين الإحداثيات لها, والجدول التالي يوضح نموذج لتدوين المعلومات في الحقل للشكل السابق حيث تم افتراض أرقام للتوضيح وهو ما يعرف بدفتر الحقل.

رقم المحطة	منسوب سطح الطريق	منسوب سطح الأرض	مقطع عرضي رقم:....(١٢-١).....				
			يسار		المركز	يمين	
0.00	500	600	C2.20 4.30	C4.30 3.20	C1.90 0.00	C4.00 3.00	C2.00 3.90

و في ما يلي سوف يتم توضيح ما يعني كل عنصر من العناصر المبينة في الجدول السابق و م يعنيه وجود كسور، وهذه الكسور تتكون من التالي:

- البسط: ويتكون من حرف بالإضافة إلى رقم.

  - الحرف: وهو يكون أما (C) أو(F) وهو هنا (C) ويرمز إلى حفر(Cut) أما (F) فترمز إلى الردم(Fill) .
  - الرقم: وهو الاحداثي الصادي أو المنسوب ويرمز إلى عمق الحفر أو الردم في ذلك المقطع عند تلك النقطة بذلك البعد.

- المقام:

ويمثل الاحداثي السيني وغالبا ما يكون مركز الطريق هو نقطة الأصل (0,0) مع الأخذ بعين الاعتبار انه اخذ أي نظام إحداثيات واعتبار نقطة الأصل لهذا النظام هي نقطة الأصل للمقطع .

وهذه المعلومات التي في الجدول تمثل معلومات الحقل المتعلقة بالنقاط (C,D,E,F,G)، أما فيما يتعلق بالنقطتان (A,B) فيتم استنتاجها تلقائيا من عرض الطريق فلو كان عرض الطريق 10 أمتار فأن الاحداثي السيني لكلا النقطتين يكون 5 أما بالنسبة للحفر أو الردم فيكون صفر وذلك لأنهما تقعان مباشرة على سطح الطريق وهذا يمكن ترتيب الجدول التالي.

A	C	D	E	F	G	B
C00.00 / 5.00	C2.20 / 4.30	C4.3 / 3.20	C1.9 / 00.00	C4.00 / 3.00	C2.00 / 3.90	C00.00 / 5.00

وكما ذكرنا فأن البسط في الكسور يمثل الاحداثي الصادي (المنسوب) أما المقام فيمثل الاحداثي السيني(البعد الافقي) وبهذا يمكننا ترتيب المعلومات في الجدول التالي على شكل إحداثيات بدلالة (X,Y) مع إعادة كتابة نقطة البداية مرة أخرى في النهاية والتي يكون أما (A) أو(B) وذلك لإغلاق المضلع مع ملاحظة انه إذا تم اخذ نقطة مركز الطريق هي نقطة الأصل فانه يتم اعتبار النقاط التي تقع على يمينها موجبة والتي تقع إلى اليسار سالبة وكذلك الأمر بالنسبة للحفر أو الردم فالحفر سالب والردم موجب والجدول التالي يبين ذلك:

POINT NO	A	C	D	E	F	G	B	A
X	00.00	2.20	4.30	1.90	4.00	2.00	00.00	00.00
Y	-5.00	-4.30	3.20	00.00	3.00	3.90	5.00	-5.00

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

∑1=[(0*4.3)+(2.2*3.2)+(4.3*0)+(1.9*3)+(4*3.9)+(2*5)+(0*5)]

=38.34

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

∑2=[(2.2+-5)+(4.3*-4.3)+(1.9*-3.2)+(4*0)+(2*3)+(0*3.9)+(0*5)]

=-29.57

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

Area=67.91 m².

- مع العلم أن الأرقام في الجدول مجرد مثال توضيحي.

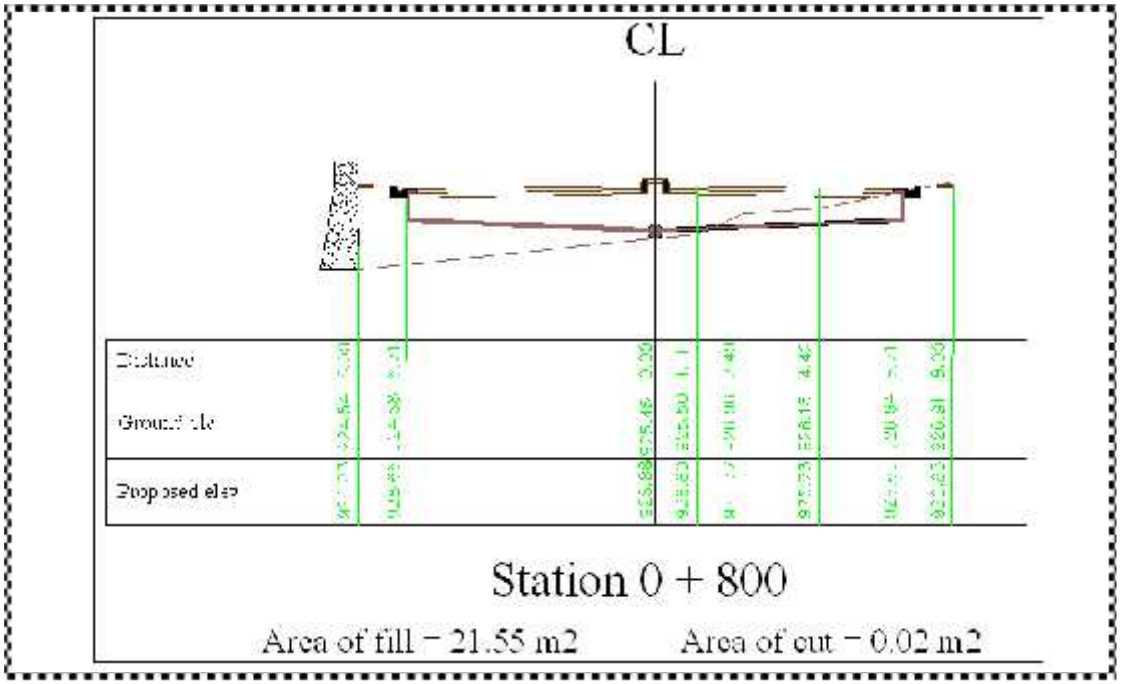
ملاحظات :

- بالنسبة للمقاطع المختلطة فيجب حساب كل جزء على حدة .
- من الضروري الأخذ بعين الاعتبار الإشارة الجبرية في المسافات الأفقية.
- بالنسبة للمناسيب يتم اخذ المناسيب الخاصة بكل مقطع عرضي وبالتالي عمق الحفر أو ارتفاع الردم بطريقتين **اما مباشرة من الحقل أو** تستنتج حسابيا.
- كما ذكرنا سابقا ليس من الضروري أن تكون نقطة منتصف الطريق هي نقطة الأصل أو مركز الإحداثيات بل يمكن أن تكون محاور الإحداثيات المفروضة أو القطرية أو المحلية.

وفيما يلي نموذج من المشروع يقع في مقطع غير مختلط (**ردم كامل**)

- **مقطع الردم الكامل**:

والشكل(١٢-٢) التالي يوضح هذا المقطع



الشكل (١٢-٢) مقطع عرضي في منطقة ردم

١٢-٢- حساب الحجوم والكميات:

هناك مجموعة من الطرق و الحالات المختلفة و القوانين المختلفة لحساب الحجوم وذلك حسب الاختلاف في حالة كل مقطع وسنعرض بعض النماذج من المشروع تفي بكل الحالات الخمس لحسابات المقاطع وهي:

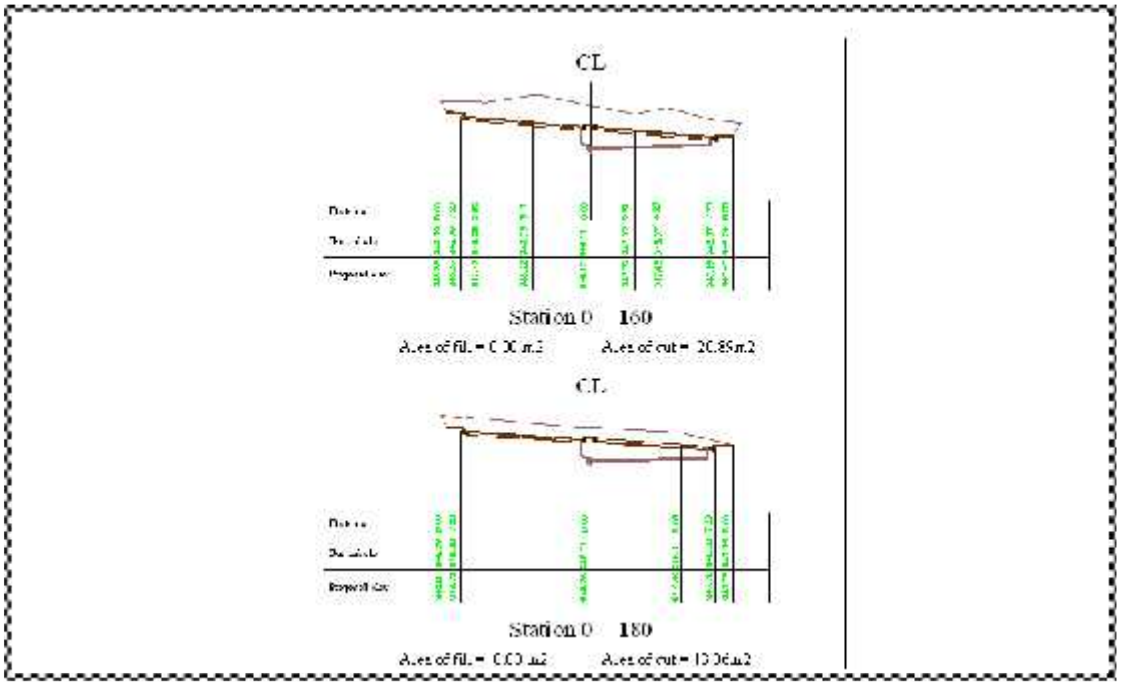
- المقطع الأول حفر والثاني حفر.
- المقطع الأول ردم والثاني ردم.
- المقطع الأول ردم والأخر حفر(أو العكس).
- المقطع الأول حفر والأخر مختلط (أو العكس).
- المقطع الأول ردم والأخر مختلط(أو العكس).
- المقطعان مختلطان.

١٢-٢-١- المقطع الأول حفر والثاني حفر:

و القانون التالي يستخدم لكلتا الحالتين سواء كان المقطعان حمر كامل أو كانا ردم كامل في هذه الحالة تحسب الحجوم على القانون التالي:

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

وقد اخترنا المقطعان التي أرقام محطاتهما على التوالي (Station 0+160) & (Station 0+180) والشكل(١٢-٣) التالي يوضح المقطعان:



الشكل (٧-٣) المقطع الاول حفر والثاني حفر

طبعا بعد حساب المساحة حسب إحدى الطرق السابقة التي تم شرحها نبدأ ألان بحساب كميات الحفر المطلوبة لهذين المقطعين كالتالي:

المسافة بين المقطعين = 20 مترا

مساحة الردم في المقطع الأول (Station 0+160) = 0

مساحة الحفر في المقطع الأول (Station 0+160) (A1)=٢٠.٨٩

مساحة الردم في المقطع الثاني (Station 0+180) = 0

مساحة الحفر في المقطع الثاني (Station 0+180) (A2) =١٣.٠٦

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

$$V = 20\left(\frac{20.89 + 13.06}{2}\right)$$

$V=339.50m^3$

١٢-٢-٢- المقطع الأول ردم والأخر حفر(أو العكس):

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

الردم حسب القانون التالي:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}\left[\frac{F^2}{F+C}\right]\times(D)$$

أما الحفر فعلى القانون التالي:

$$V_{cutl} = \frac{1}{2}\left[\frac{C^2}{F+C}\right]\times(D)$$

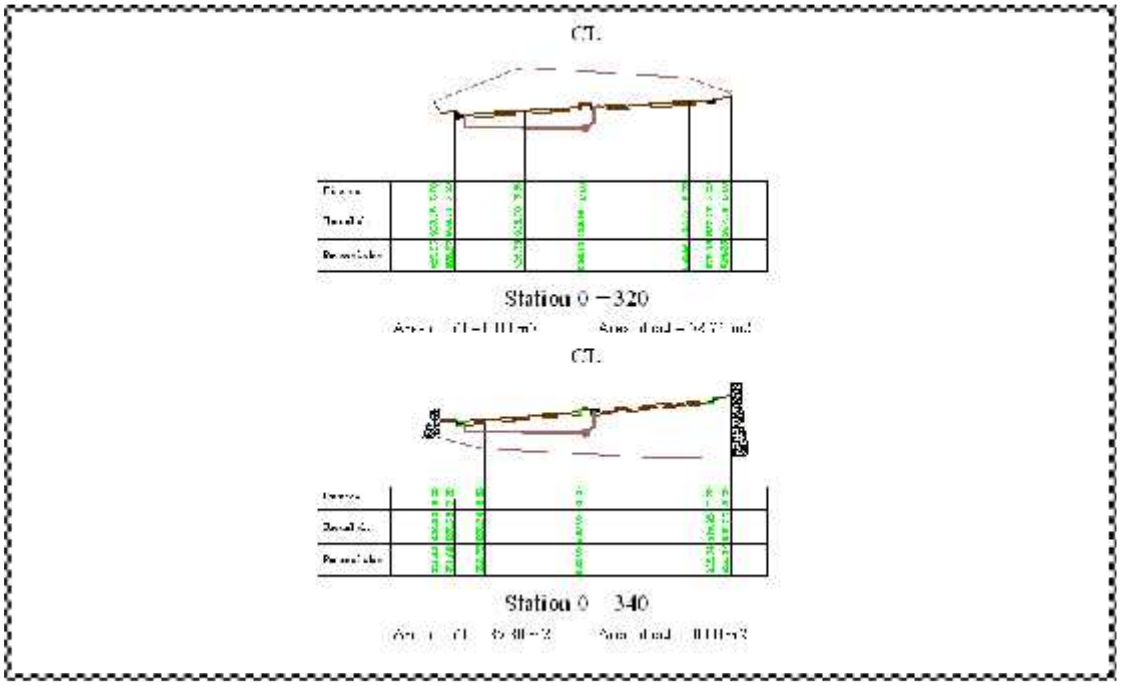
(F) ترمز إلى مساحة مقطع الحفر.

(C) ترمز إلى مساحة مقطع الردم.

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.

(V) ترمز إلى الحجم حفرا كان أو ردما.

وقد اخترنا المقطعان التي أرقام محطاتهما على التوالي (Station 0+320) & (Station 0+340) والشكل(١٢-٤) التالي يوضح المقطعان.



الشكل (١٢-٤) مقطع عرضي المقطع الأول ردم والأخر حفر

مساحة مقطع الحفر (F) $m^2$28.71

مساحة مقطع الردم(C) =35.3m^2

المسافة بين المقطعين(D) = 20 m

حجم الردم:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}\left[\frac{35.3^2}{28.71+35.3}\right]\times(20)$$

$$V_{fill} = 194.67m^3$$

أما حجم الحفر:

$$V_{cutl} = \frac{1}{2}\left[\frac{28.71^2}{28.71+35.3}\right]\times(20)$$

$$V_{cutl} = 128m^3$$

١٢-٢-٣- المقطع الأول حفر والأخر مختلط (أو العكس):

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

الردم حسب القانون التالي:

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

أما الحفر فعلى القانون التالي:

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

حيث:

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

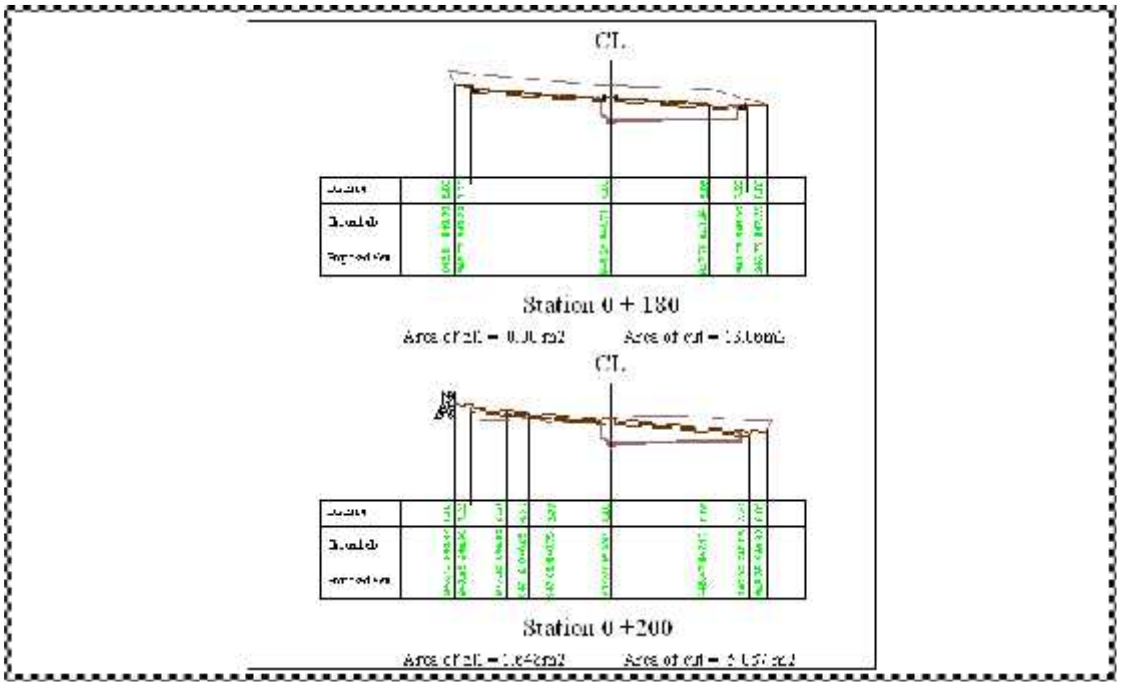
(C_{i+1}) ترمز إلى مساحة الحفر في المقطع المختلط.

(C_i) ترمز إلى مساحة الحفر في مقطع الحفر الكلي.

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.

وقد اخترنا المقطعين اللذين أرقام محطاتهما على التوالي (Station 0+180) & (Station 0+200)

والشكل(١٢-٥) التالي يوضح المقطعان:



شكل (12-5) مقطعين عرضيين الأول حفر كامل والثاني مختلط

مساحة الردم في المقطع المختلط (Station 0+200) (F_{i+1}) = 1.648 m^2

مساحة الحفر في المقطع المختلط (Station 0+200) (C_{i+1}) = 5.078 m^2

مساحة الحفر في مقطع الحفر الكلي (Station 0+180) (C_i) = 13.06 m^2

المسافة بين المقطعين (D) = 20 m

حجم الردم:

$$V_{fill} = \frac{1}{3}(1.648)\times(20)$$

$$V_{fill} = 10.98 m^3$$

أما الحفر:

$$V_{cutl} = \frac{1}{2}(5.078+13.06)\times(20)$$

$$V_{cutl} = 181.38 m^3$$

١٢-٢-٤- المقطع الأول رديم والأخر مختلط (أو العكس):

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

الحفر حسب القانون التالي:

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

أما الردم فعلى القانون التالي:

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

حيث:

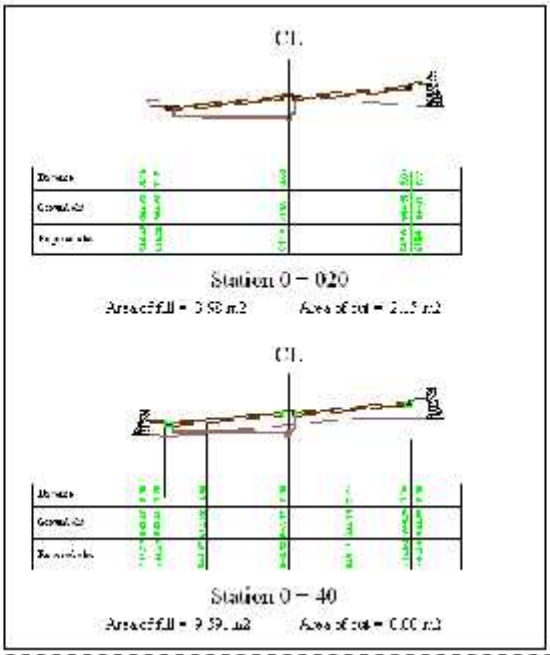
(F_i) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط.

(C_i) ترمز إلى مساحة الحفر في المقطع المختلط.

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

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.

وقد اخترنا المقطعين اللذين أرقام محطاتهما على التوالي (Station 0+20) & (Station 0+40) والشكل(١٢-٦) التالي يوضح المقطعان:



الشكل (١٢-٦) مقطع عرضي الاول ردم والاخر مختلط

حيث:

مساحة الردم في المقطع المختلط (Station 0+20) = (F_i) 3.98 m^2

مساحة الحفر في المقطع المختلط (Station 0+20) = (C_i) 2.15m^2

مساحة الردم في مقطع الردم الكامل(Station 0+40) = (F_{i+1}) 9.6 m^2

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين = 20 m

الحفر:

$$V_{cut} = \frac{1}{3}(2.15)\times(20)$$

$$V_{cut} = 14.33m^3$$

أما الردم:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(9.6+3.98)\times(20)$$

$$V_{fill} = 135.8m^3$$

١٢-٢-٥- المقطعان مختلطان:

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

الحفر حسب القانون التالي:

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

أما الردم فعلى القانون التالي:

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

حيث:

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

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

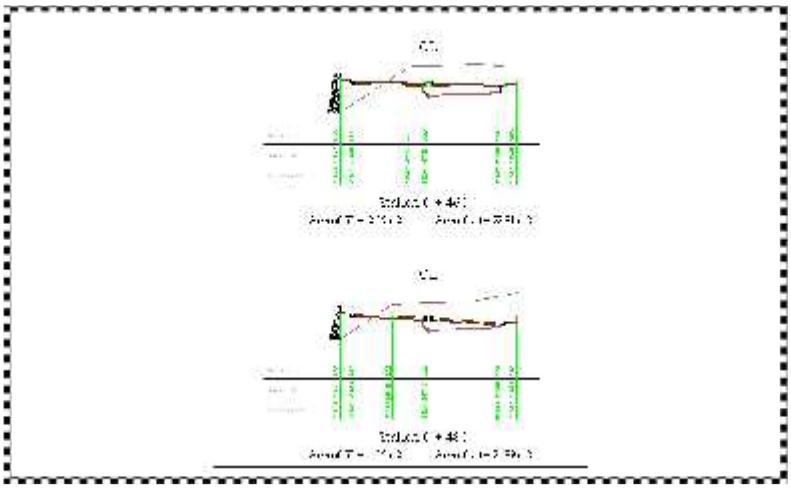
(F_{i+1}) ترمز إلى مساحة الردم في المقطع المختلط الثاني.

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

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.

وقد اخترنا المقطعان التي أرقام محطاتهما على التوالي (Station 0+460) & (Station 0+480)

والشكل(١٢-٧) التالي يوضح المقطعان:



شكل (12-7) يبين مقطعين عرضيين مختلطين

حيث:

مساحة الردم في المقطع المختلط الأول (Station 0+460) (F_i) = 2.35 m^2

مساحة الحفر في المقطع المختلط الأول (Station 0+460) (C_i) = 22.91 m^2

مساحة الردم في المقطع المختلط الثاني (Station 0+480) (F_{i+1}) = 1.36 m^2

مساحة الحفر في المقطع المختلط الثاني (Station 0+480) (C_{i+1}) = 21.99m^2

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين = 20 m

وعليه فأن

الحفر يساوي :

$$V_{cut} = \frac{1}{2}(22.91 + 21.99) \times (20)$$

$$V_{cut} = 449 m^3$$

أما الردم فيساوي:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(2.35 + 1.36) \times (20)$$

$$V_{fill} = 37.1 m^3$$

وبنفس الطريقة تم ايجاد باقي المساحات والحجوم كما في الجدول التالي:

secion	Area		volume		cumulative volumes	
	cut	fill	cut	fill	cut	fill
0+00	25.87	0				
0+20	2.15	3.98	280.2	26.53	280.2	26.53
0+40	0	9.59	14.33	135.71	294.53	162.24
0+60	0.76	5.58	5.07	151.7	299.6	313.94
0+80	3.93	2.99	46.9	85.7	346.5	399.64
0+100	5.42	1.4	93.5	43.9	440	443.54
0+120	18.9	0	243.2	9.33	683.2	452.87
0+140	16.25	0	351.5	0	1034.7	452.87
0+160	20.89	0	371.4	0	1406.1	452.87
0+180	13.06	0	339.5	0	1745.6	452.87
0+200	5.09	1.65	181.5	11	1927.1	463.87
0+220	9.82	0.11	149.1	17.6	2076.2	481.47
0+240	1.82	5.72	116.4	58.3	2192.6	539.77
0+260	5.55	4.23	73.7	99.5	2266.3	639.27
0+280	0	6.72	18.5	109.5	2284.8	748.77
0+300	8.13	1.41	27.1	81.2	2311.9	829.97

0+320	28.71	0	368.4	4.7	2680.3	834.67
0+340	0	35.3	128.77	194.67	2809.07	1029.34
0+360	0.69	19.16	2.3	544.6	2811.37	1573.94
0+380	0	30.57	2.3	497.3	2813.67	2071.24
0+400	23.2	4.02	77.33	345.9	2891	2417.14
0+420	23.19	3.13	463.9	71.5	3354.9	2488.64
0+440	10.68	4.31	338.7	74.4	3690.8	2563.04
0+460	22.91	2.35	335.9	66.6	4026.7	2629.64
0+480	21.99	1.36	449	37.1	4475.7	2666.74
0+500	21.38	0.95	433.7	23.1	4909.4	2689.84
0+520	0.01	25.59	213.9	265.4	5123.3	2955.24
0+540	22.88	0.38	228.9	259.7	5352.2	3214.94
0+560	24.23	0.19	470.3	5.7	5822.5	3220.64
0+580	24.74	0.24	489.7	4.3	6312.2	3224.94
0+600	7.76	6.14	325	63.8	6637.2	3288.74
0+620	10.16	8.36	179.2	145	6816.4	3433.74
0+640	10.94	3.8	211	121.6	7027.4	3555.34
0+660	10.74	3.62	216.8	74.2	7244.2	3629.54
0+680	13.1	1.15	238.4	47.7	7482.6	3677.24
0+700	22.67	3.96	357.7	51.1	7840.3	3728.34
0+720	21.41	5.6	440.8	95.6	8281.1	3823.94
0+740	18.41	10.22	398.2	158.2	8679.3	3982.14
0+760	7.85	18.16	262.6	283.8	8941.9	4265.94
0+780	0	21.55	26.17	397.1	8968.07	4663.04
0+800	0.02	21.55	0.13	431	8968.2	5094.04
0+820	0.02	18.12	0.4	396.7	8968.6	5490.74
0+840	0	20.12	0.13	382.4	8968.73	5873.14
0+860	0	6.55	0	266.7	8968.73	6139.84
0+880	13.39	0	89.92	21.51	9058.65	6161.35
0+900	25.83	0	392.2	0	9450.85	6161.35

الحجم الكلي للحفر = 9450.85 * ١.٢ = ١١٣٤١.٠٢ m3
حيث معامل الانتفاخ = ١.٢

الحجم الكلي للردم = ٦١٦١.٣٥*١.١ = ٦٧٧٧.٤٩ m3
حيث معامل الانضغاط = ١.١

٨- تصريف المياه عن الطرق

٨-١- مقدمة:

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.

فعندما تسقط الأمطار جزء من هذه المياه تسيل على الطريق والجزء الآخر يتخلل طبقات التربة حتى يصل إلى المياه الجوفية، وعملية صرف أو إزالة المياه السطحية بعيدا عن حرم الطريق يسمى بالصرف السطحي Surface Drainage، وعملية توجيه و إزالة المياه المتشبعة بالتربة تسمى " **الصرف المغطى**" Sub-Surface Drainage.

٨-٢- أهمية صرف المياه :

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

وإذا كان سطح الطريق الإسفلتي مساميا أو متشققا، فإن الماء يتسرب من هذه الشقوق إلى السطح الترابي و يتسبب في إضعاف الأساس الترابي فيهبط هذا الأساس تحت ثقل السيارات، فمن المعروف أن التربة تكون قوية جدا وهي جافة، وضعيفة جدا وهي رطبة، لذلك فإننا نخلط التربة بالماء أثناء إنشاء الطريق، لتسهيل عملية رك هذه التربة، حيث تقوم المياه بتشحيم حبات التراب و تسهيل حركتها أثناء الرك، وبعد انتهاء عملة الرك ننتظر حتى يتبخر الماء الموجود مع التربة[6].

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

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

٨-٣- متطلبات صرف المياه من الطريق:

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

٨-٤- أنواع صرف المياه:

٨-٤-١- الصرف السطحي:

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

- تجميع المياه السطحية:

المياه المتساقطة على سطح الرصف تسيل جانبا، بسبب وجود الميول العرضية لطبقة الرصف، ومقدار هذا الميل يتوقف على نوع الرصف وكمية الأمطار المتساقطة وهي تتراوح من ١.٥% الى ٣ % لسطح الطريق، و ٤% الى ٦% للكتف.

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

في حالة الطرق في المناطق الحضرية (**داخل المدن**) فإنه نتيجة لوجود أرصفة للمشاة **ووجود جزر فاصلة** ووجود تقاطعات كثيره وعروض محدودة للشوارع فإنه يتعذر عمل مصارف مكشوفة والبديل هو مصارف تحت الأرض لصرف المياه السطحية.

٨-٤-٢- 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**.

٨-٥- العبارات:

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

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

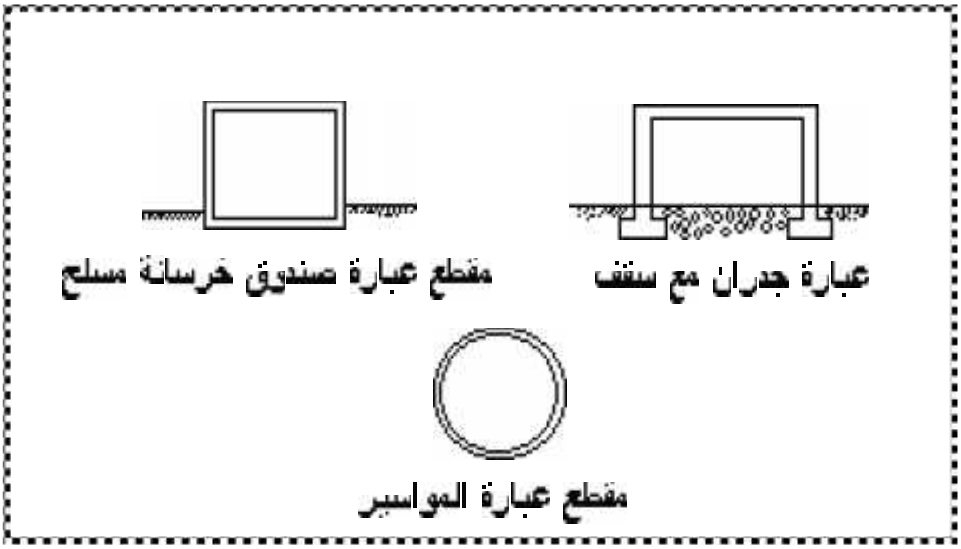
٢- إذا كان ارتفاع الردم في الطريق قليلا فإنه يصعب بناء عبارة الصناديق ويصبح من الأنسب وضع عبارة المواسير الخرسانية.

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

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

٥- إذا أردنا إنشاء عبارة على طريق مطروق ولا نريد تعطيل السير عليه فإن عبارة المواسير تحقق الغرض حيث يتم وضعها وإجراء الطمم فوقها وفتح الطريق للسير بسرعة أكبر مما لو أردنا وضع عبارة الصناديق.

ويبين الشكل (٨-٢) مقاطع من أنواع العبارات.



الشكل (٨-٢) مقاطع لأنواع العبارات[1]

٨-٥-١-بناء العبارة:

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

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

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

يمكننا تحديد طول العبارة وبدايتها ونهايتها من المقاطع العرضية، حيث لا بد مكن وجود مقطع عرضي عند كل عبارة، حيث أيضا يمكن تحديد انحدار العبارة من مقطعها العرضي.

وبالنسبة للطريق الذي نعمل على تصميمه، رأينا من المناسب أن يتم وضع **عبارة** على طول الطريق، وتم هذا الاختيار بناءا على الميول الرأسية للطريق، حتى يكون تصريف المياه السطحية بصوره سليمة وفعالة، حيث يتم تصريف هذه المياه من خلال العبارة إلى الوادي المجاور للطريق، حيث يمكن الاستفادة من هذه المياه من الناحية الزراعية وري المزروعات والأرض هناك،.

فالعبارة تقع على المحطة (٠+٣٦٠)، حيث من المتوقع إن كمية المياه المتدفقة إليها ستكون كبيرة نوعا **ما** ، لذلك سنحتاج إلى عبارة صندوق في هذه المنطقة.

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

٨-٥-٢- تهيئة أرض العبارة:

يجب عمل انحدار مناسب في أرضية بحيث لا يقل عن (1%)، وذلك لضمان تصريف الماء وعدم ترسب المواد بداخلها، ويمكن زيادة هذا الميل إلى (3%-2%)، إذا كانت الأرض بطبيعتها منحدرة، أما

إذا زادت حدة الانحدار لدرجة زيادة سرعة التدفق، فإنه لا بد من تخفيض هذا الانحدار وذلك بحفر الجزء العلوي من الأرض وردم الجزء السفلي، بحيث يرتفع مخرج العبارة، ويجب عمل أرضية من مدة خرسانية مسلحة أو عادية على شكل درج حتى نضمن انسياب الماء بشكل تدريجي، وحتى لا تحدث إنجرافات إذاسقط الماء من سطح عل.

٨-٥-٣- أجنحة العبارة:

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

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

صورة(١٠-١) مطرقة بروكتور القياسية

صورة(١٠-٢) مطرقة بروكتور المعدلة

صورة(١٠-٣) عملية التنخيل للعينات

صورة(١٠-٤) جهاز إخراج العينات

صورة(١٠-5) جهاز الغرز

صورة(١٠-٦) عينات التربة بعد عملية الغرز

صورة(10-٧) عينات ال(Base Coarse) بعد عملية الغرز

=

صورة(١٠-٨) خروج المذيب بعد عملية الطرد المركزي

صورة(١٠-٩) حرق عينة الإسفلت بعد عملية الطرد المركزي

صورة(١٠-١٠) جهاز إخراج عينات الإسفلت

صورة(١٠-١١) ميزان السلة الحساس

صورة(١٠-١٢) عملية إذابة الشمع

صورة(١٠-١٣) عينات الإسفلت مغمورة بالشمع

=

=

١ ـ المقدمة

1-1 الطرق على مر العصور:-

إن أعمال شق وفتح الطرقات ابتدئت منذ وجد الأنسان الأول ،بأشكالها المختلفة سواء كانت طريق للمارة أو للعربات فقد كانت تشكل جانبا مهم اذ انها 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 الى طبيعة الحاجة اليها ففي الماضي كانت الطرق تستخدم لمرور الاشخاص أي مسرب صغير فقط و ذلك لانه لم يكن هناك تلك المركبات المختلفة و لم تكن طبيعة الاعمال في الماضي تحتاج الى المركبات الضخمة بل كانت تقتصر على الدواب التي كانت تنتقل في مواسم الفلاحة.

و عندما بدأت معالم التطور تظهر على البشرية بدات الطرق تتغير من مسرب الى طريق بعرض سيارة ومن ثم اصبحت الطريق عدة مسارب و اصبح هناك طرق كثيرة لتصميم و شق الطرق إذ ان اعداد الناس اخذت بالزيادة و تعددت الحاجات الى المركبات وتنوعت الاعمال و عندها اصبح جل الحديث في كيفية تحقيق سبل الراحة و الامان على هذه الطرق و السلامة لمستخدمي هذه الطريق , فبدات اعمال الرصف و زيادة عرض الشارع و الحارات واختلاف انواع الاسفلت وسماكة طبقاته الذي يتناسب طرديا مع راحة المواطنين والعربات التي تسير على هذه الطريق ومن مظاهر الراحة والامان اضافة ما يسمى بالجزر بانواعها والتعلية والمنحنيات بانواعها ايضا التي تعمل على توفير الراحة كما سنتحدث عن هذه المنحنيات في الفصول اللاحقة .

يتبين مما سبق ان الطرق تعتبر عنصرا مهما من عناصر التنقل والوصل بين الاماكن واصبحت ترمز في الوقت الحاضر الى مدى تقدم المنطقة التي تحوي تلك الطريق واصبحت ما تسمى البنية التحتية جزءا هاما من عناصر تقدم الدولة ورقيها وكما نعلم فالطرق جزء لا يتجزاء من البنية التحتية.

1-2 اهمية المشروع

يرجع سبب اختيار الطريق الذي نحن بصدد تصميمه إلى عدم وجود طريق مختصرة تصل بين مثلث واد أبو اكتيله و المسكوبية في الجهة المقابلة من الجبل و سنقوم إنشاء الله بالقيام بدراسة و مسح المنطقة التي تربط بين المنطقتين و عمل تصميم هندسي و إنشائي للطريق الواصلة بينهما.

كما و تكمن أهمية هذا المشروع في التقليل من الأزمة على شارع السلام كما أن هذا الجزء من مدينة الخليل بحاجة لإنشاء هذه الطريق فهي تخدم كم لا بأس به من الناس و توفر الوقت و المشقة للوصول إلى الطرف المقابل و قد بدأت بلدية الخليل بالعمل على هذا الطريق و كلفنا من جهتها بالقيام بما يستلزم ذلك.

و سنقوم في هذا المشروع إنشاء الله بالقيام بكافة الأعمال المساحية اللازمة للتعرف على مسار الطريق و طبيعة التضاريس و دراسة الصخور و التربة و ذلك بعمل مسح أولي للمنطقة و بعد إجراء كافة التحليلات سنقوم بعمل المخططات الأفقية على طول الطريق و المخططات الرأسية اللازمة (أي عمل المنحنيات الأفقية و الراسية)و من ثم بعد ذلك سنقوم بإجراء كافة الحسابات للحفر و الردم الذي يلزم لتوقيع هذه الطريق.

في النهاية سيتم عمل تحليل إنشائي لهذه الطريق لمعرفة كميات الرصف و سمكها و عمل جدول بالتكاليف اللازمة لتنفيذ المشروع و إضافة مقترحات لتحسين الطريق الذي يقدر طوله ٩٠٠م .

1-٣ الدراسات السابقة:-

بعد القيام بإحضار بعض المخططات من بلدية الخليل التي ستستخدم في هذا المجال، كما زودتنا الجامعة بالكتب و المراجع اللازمة كما زودنا المشرف بالطرق الأساسية و التوجيهات اللازمة للقيام بالأعمال المساحية و هناك أيضا مهندسون من البلدية مستعدون للإجابة عن كافة الاستفسارات.

و سنعمل جاهدين على الإستفادة من هذه المراجع في حسن تصميم هذه الطريق وفقاً لما تم ذكره في هذه المراجع .

١٠- الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة

١٠-١ تجربة بروكتور (Proctor Test)

١٠-١-١ مقدمة:

إن كثافة التربة تعتبر دليلا لأغلب صفاتها . ومن أجل تحسين خصائص التربة يجب زيادة كثافتها وتثبيتها بعملية الرص بالات الرص المختلفة.

ونسبة الماء الموجودة في التربة أثناء رصها لها تأثير كبير على الكثافة المطلوبة حيث وجد انه بزيادة نسبة الماء في التربة الجافة تدريجيا ورصها فإن الكثافة تزداد تدريجيا حتى تصل إلى نقطة تبدأ بعدها الكثافة بالنقصان عند زيادة كمية الماء. إن هذه النقطة سميت الكثافة العظمى (Maximum density) .

ونسبة الماء التي تعطي أعلى كثافة (الكثافة العظمى) سميت بنسبة الماء المثالية عند الرص (Optimum moisture content).

١٠-١-٢- الهدف:

إيجاد الكثافة العظمى ونسبة الماء المثالية التي تعطي هذه الكثافة أثناء عملية الرص الكلي للعينة .

١٠-١-٣- تجربة بروكتور القياسية (Standard Proctor Test):

تقوم التجربة على أساس رص التربة بداخل اسطوانة معدنية (قالب بروكتور) قطرها الداخلي 4" وارتفاعها 4.6" ويجرى رص التربة على ثلاث طبقات متتالية متساوية بعد خلطها بالماء ورص كل طبقة بمطرقة وزنها 2.5كغم (5باوند) تسقط من ارتفاع طوله قدم واحد (30.5سم). وتسمى مطرقة بروكتور ثم تحسب كثافة التربة ونسبة الماء بها. (صورة (1-12).

١١-١-٤ تجربة بروكتور المعدلة (Modified Proctor Test):

يجرى رص التربة داخل اسطوانة قطرها الداخلي 6" وارتفاعها 7" على خمس طبقات و 56 ضربة لكل طبقة بواسطة مطرقة وزنها 4.54 كغم (10باوند) تهبط من ارتفاع قدم ونصف (46سم). (صورة 2-12).

١١-١-٤-١الأدوات المستخدمة :

٨- قالب بروكتور القياسي والمعدل مع الغطاء المتحرك.

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

١٠- وعاء لخلط التراب مع قارورة ماءمع مسطرين وأداه غير حادة (spatula).

١١- منخل رقم ¾" و 4" .

١٢- جفنات صغيرة وفرن للتجفيف .

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

١١-١-٤-٢ طريقة العمل:

١. يسجل رقم الجفنات مع وزنها فارغة .

٢. يزن قالب بروكتور مع قاعدته فارغا ويسجل وزنه .

٣. تحضر العينة وتنخل على منخل رقم ¾" ، الكمية المارة من المنخل هي التي ستستعمل فقط ، المحجوز على منخل رقم ¾" يتم استبداله بنفس الوزن من نفس العينة ماره من منخل ¾" ومحجوزة على منخل رقم 4".(صورة3-12).

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

٥. يزال غطاء قالب بروكتور ويمسح ما يزيد عن وجهة القالب من العينة المرصوصة باستعمال أداه

غير حادة (spatula) ويسوى سطح القالب.

٦. تزن العينة مع القالب ويسجل الوزن . تزال العينة من القالب بالإزميل أو باستعمال جهاز إخراج العينات تأخذ عينة من وسط القالب ومن طرفيه في جفنتين وتزن الجفنتين مع العينة ثم توضع في الفرن لمدة ٢٤ ساعة لتزن الجفنتين مع العينة المجففة في اليوم التالي .

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

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

١٢-١-٤-٣ الحسابات :

نسبة الرطوبة = وزن الماء ÷ وزن العينة جافة.

وزن الماء = وزن الجفنة مع العينة رطبة – وزن الجفنة مع العينة جافة.

وزن العينة جافة = وزن الجفنة مع العينة جافة – وزن الجفنة.

الكثافة الرطبة = وزن العينة رطبة ÷ حجم العينة (حجم العينة = حجم قالب بروكتور).

الكثافة الجافة = الكثافة الرطبة ÷ (1+ نسبة الرطوبة).

ترسم علاقة بيانية بين نسبة الماء والكثافة الجافة بناءاً على النتائج . ومنة تؤخذ الكثافة العظمى (Maximum Density) ونسبة الماء المثالية (Optimum moisture content).

ملاحظة: أجريت تجربة بروكتور القياسية لطبقة سطح الأرض (Sub Grade)،بينما أجريت تجربة بروكتور المعدلة لطبقة ما تحت الأساس (Sub Base) وطبقة الأساس (Base Course).

١٢-١-٤-٤ النتائج:

- تظهر قيمة الكثافة الرطبة لطبقة سطح الأرض لثلاث عينات من التربة أخذت من ثلاث مواقع مختلفة من موقع الطريق في الجداول (5-7) ،(5-9) ،(5-11). كما تظهر قيمة الكثافة الجافة في الجداول (5-8) ،(5-10) ،(5-12). وتظهر قيمة نسبة الماء المثالية في الأشكال (5-6) ،(5-6) ،(5-7).
- تظهر قيمة الكثافة الرطبة والكثافة الجافة لطبقة ما تحت الأساس في الجداول (5-13) ،(5-14) على التوالي. وتظهر قيمة نسبة الماء المثالية في الشكل (5-9).
- تظهر قيمة الكثافة الرطبة والكثافة الجافة لطبقة الأساس في الجداول (5-15) ،(5-16) على التوالي. وتظهر قيمة نسبة الماء المثالية في الشكل (5-8).

15- النتائج والتوصيات:

15-1- النتائج:

١- تم تجهيز كافة التصميمات الافقيية و الرأسية و كافة المعلومات اللازمة لتوقيعها.

٢- ان الطريق المراد تصميمه هام جدا وذلك للمباني التي ستقام عليه من جامعات و مدارس.

٣- كانت سماكات الطبقات التي تم دراستها على النحو التالي

الجدول (1-13)

الطبقة	السمك(سم)
طبقة ما تحت الأساس	10
طبقة الأساس	12
الإسفلت	10

٤- تم الحصول على البسكورس المستخدم في كافة التجارب من مخازن البلدية و الموجودة في منطقة دائرة السير.

٥- تم الحصول على الإسفلت من شركة الطريفي و الموجودة في رام الله.

15-2- التوصيات:

١- بعد احتواء هذا المشروع على التصميم و الإنشاء ظهرت الحاجة إلى ضرورة مشاركة هندسة المساحة و المباني في هذه النوعية من المشاريع و ذلك حتى تكون على أكمل وجه .

٢- يجب مراعاة ما يلي أثناء تنفيذ المشروع:

ا-الحرص على أن يكون عملية الدحل و الدمك جيدتين فذلك لان المشروع يقوم على ارض فيها كمية الطمم مرتفعة .

ب-يجب رش المادة السائلة و المسماة بيتومين على الطبقة المدموكة أخيرا قبل أن توضع طبقة الإسفلت.

المراجع:-

١- الدكتور روحي الشريف، البسيط في تصميم وإنشاء الطرق

٢- محمود توفيق سالم، هندسة الطرق و المطارات، دار الراتب الجامعية، بيروت –لبنان

٣- موقع الدليل الهندسي، www.momra.gov.sa

٤- يوسف صيام المساحة و تخطيط المنحنيات.

٥- مشروع أيمن نشوية ، إياد حماد، عبدا العسود

14 - تصحيح المضلع

١٤- Adjustment of the Traverse

14-1- Angular Misclousre:

14-1-1 Angular Misclousre by angles:

we have 5 angles in our traverse and there theoretical sum are:

sum of Angles = (n-2)*180 = 540 º (٩.1)

The sum of measured angle = ∑angles (٩.2)

= <1 + <2 + <3 + <4 + <5

= 559º 59’ 50.6"

The angular misclosure = 540º - 559º 59’ 50.6"

= 00 00’ 9.4” (٩.3)

The Estimated error at Confidence interval 95% is

$= t_{\alpha/2} * \sqrt{(\sum \sigma \text{ angles}^2)}$ (٩.4)

$= 3.183\sqrt{(5*2^2)}$

= 14.23”

So the angular misclosure (9.4”) is smaller than 14.23”, which we calculate, THEN There is no reason to say that our observations contain BLUNDERS.

And because of we use the same Instrument in our observation then all our Angles and Distances Have the same Standard Deviation, Which we take them from the Instrument Catalog, and These standard Deviation are:

Angles Standard Deviation = 2”

Distances Standard Deviation = 2 mm = 0.002 m[1]

And The table below show the Observations:

ANGLE NO.	BACK SIGHT	OCCUPIED	FOR SIGHT	ANGLE	COARSE	DISTANCE
1	504	٥٠٠	501	78 48 40	500-501	202.780
2	500	501	502	104 33 35	501-502	92.264
3	501	502	503	149 49 34	502-503	83.062
4	502	503	504	190 19 56	503-504	588.660
5	503	504	500	16 28 13	504-500	770.096

504	500	مستشفى الأهلى	04 18 43.7
مستشفى الأهلى	**500**	**501**	**276 52 36**

14-1-2- Angular Misclosure by Azimuth:

Azimuth of course = Azimuth of Previous coarse + 180 + Angle of coarse.

$$Az(c) = Az(p) + 180 + \theta_i \quad (٩.5)$$

$$Az(\text{500-الأهلي}) = \sigma Az(\text{500- الأهلي})$$

$$= \sqrt{(\sigma(Az\ p)^2 + \sigma\theta_i^2)} \quad (٩.6)$$

Here we Assumed that the standard deviation of this coarse equal to zero

And the table below show all measured Azimuth in our traverse:

[1] هذه المعلومات حول Standard Deviation أخذت من الأستاذ أحمد الشريف

SYMBOL	COARSE	AZIMUTH	ESTIMATED ERROR
a-W	500 - الأهلي	354 33 47	0
a-b	500 – 501	276 52 34	2
b-c	501 – 502	352 19 1.2	2.45
c-d	502 – 503	22 29 24	2.83
d-e	503 – 504	12 09 30	3.46
e-a	504 – 500	157 41 16	4
W-a	الأهلي - 500	354 33 43	4.47

Angular Misclousre is Equal the difference between the Azimuth computed and Azimuth measured:

Missclosure = 354 33 47 – 354 33 43

= 04 ”

The estimated error (k) in the traverse (angular misclosure) is:

$$k = \sqrt{((\sigma \text{ computed})^2 + (\sigma \text{ actual})^2)} \quad (٩.7)$$

$$= \sqrt{(4.47 + 2^2)}$$

= 4.897”

So 4” < 4.897”

There is no reason 2 say that it contains BLUNDERS.

14-2- liner misclosure errors:

As we know the sum of the angels mast equal to :

$$\sum \text{interior} < \text{'s} = (n-2)*180 \quad (٩.8)$$

and so for latitude and departure where

$$\sum \text{Lat} = 0 \quad (٩.9)$$

$$\sum \text{Dep} = 0 \quad (٩.10)$$

when we computing the latitude and departure of a line, the following equations are used.

$$Lat = D * \cos(Az) \quad (٩.11)$$

$$Dep = D * \sin(Az) \quad (٩.12)$$

Where

Lat ⟶ latitude(line) Dep ⟶ departure(line) Az ⟶ azimuth(line)

D ⟶ is the horizontal length of the line.

To drive the estimated error in the line's latitude or departure, the following partial derivatives from equation (x.12) are required:

$$\frac{\partial Lat}{\partial D} = \cos(Az)$$
$$\frac{\partial Lat}{\partial Az} = -D * \sin(Az)$$

(٩.13)

$$\frac{\partial Dep}{\partial D} = \sin(Az)$$
$$\frac{\partial Dep}{\partial Az} = D * \cos(Az)$$

A matrix =

$$\begin{bmatrix} \cos(Az_{ab}) & -D_{ab}\sin(Az_{ab}) & & \\ \sin(Az_{ab}) & D_{ab}\cos(Az_{ab}) & & \\ & & \cos(Az_{ra}) & -D_{ra}\sin(Az_{ra}) \\ & & \sin(Az_{ra}) & D_{ra}\cos(Az_{ra)} \end{bmatrix}$$

Zeros (top-right) **Zeros** (bottom-left)

Then we should form our Weight matrix

10*10

W matrix =

$$\begin{bmatrix} \pm D_{ab}^{2} & & & \\ & \left(\frac{\pm Az_{ab}}{\circ}\right)^{2} & & \\ & & \pm D_{ra}^{2} & \\ & & & \left(\frac{\pm Az_{ra}}{\circ}\right)^{2} \end{bmatrix}$$

10*10

Now and after forming the matrixes, we should determine the normal equation by:

$N = A*W*A^T$.

Then from the sum of latitude and sum of departure we find the Lc matrix.

The magnitudes of latitude and departure are :

COARSE	LATITUDE	DEPARTURE
a-b	24.27	-201.32
b-c	91.43	-12.33
c-d	76.74	31.77
d-e	575.45	123.97
e-a	-767.91	57.90
Σ	-0.02	-0.01

$\sum$latitude = -0.02 $\sum$Departure = -0.01

$Lc = \sqrt{(\sum \text{latitude}^2 + \sum \text{departure}^2)} = 0.0223$

$\sum$latitude/Lc = -0.8968 $\sum$ departure / Lc = -0.448

After we Multing the matrices we have this result:

$X = Lc * (A*W*A^T)^{-1} * Lc^T$

X = 0.00005

Estimated error at 95% confidence interval =

$3.183*\sqrt{0.00005} = 0.02250$

THEN

0.0223< 0.0225 so there is no reason to say that the observation have BLUNDERS .

المراجع:

١- الشريف، روحي ، البسيط في تصميم وإنشاء الطرق.

٢- سالم، محمود توفيق ، هندسة الطرق والمطارات (1)، دار الراتب الجامعية، بيروت – لبنان.

٣ - www.momra.gov/sa.

٤- صيام، يوسف ، المساحة وتخطيط المنحنيات.

٥-صيام ، يوسف وآخرون ، تغطية مساحية للطرق، دار مجدلاوي للنشر- عمان ١٩٩٩م

٦- نشوية ، أيمن و آخرون " إعادة تأهيل طريق دورا الخليل " ٢٠٠٣

٧-سالم، محمود توفيق ، هندسة النقل والمرور (1)، دار الراتب الجامعية، لبنان 1985.

١١-٢ تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا(California Bearing Ratio Test) (CBR)

١١-٢-١ مقدمة :

تقاس CBR بمعرفة العلاقة بين قوة التحمل ومقدار الغرز لمكبس إسطواني مساحة مقطعة 1963ملم٢ عندما تسلط علية قوة بمعدل منتظم.لأي مقدار في الغرز تعرف CBR بأنها العلاقة بين القوة التي أحدثت هذا الغرز والقوة القياسية اللازمة لإحداث هذا الغرز في عينة كاليفورنيا القياسية ، وبغض النظر عن مساحة مقطع المكبس فان التجربة تصلح للمواد التي لا يزيد حجم حبيباتها عن 20ملم.

١١-٢-٢ الهدف:

إيجاد نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) لطبقات الرصفة .

١١-٢-٣ الأدوات المستخدمة :

١- منخل رقم 20 ملم (3/4") .
٢-
٣- قالب معدني لسطواني قطرة الداخلي 152 ملم وارتفاعه الداخلي 178 ملم مع قاعدة وصفيحة علوية وحلقة إضافية ارتفاعها 50 ملم توضع في حالة تعبئة القالب أثناء الرص.(صورة4-5).
٤- مكبس اسطواني معدني نهايته السفلية من المعدن الصلب بمساحة 1963 ملم٢ وطول 250ملم .
٥- جهاز ضغط يعطي القوة المطلوبة على المكبس بمعدل منتظم ، وجهاز لقياس القوة وجهاز آخر لقياس قيمة الغرز للمكبس بداخل العينة .(صورة7-5)
٦- مطرقة بروكتور المعدلة التي وزنها 4.54كغم(10باوند)(صورة4-5).
٧- أداة لقياس حركة أعلى العينة عند الغمر بالماء(صورة8-5).
٨- ميزان يزن لغاية 25 كغم .
٩- جهاز إخراج العينات (صورة6-5) .
١٠- حوض ماء(صورة8-5) ، سكين بدون حافة ، ورق ترشيح(صورة9-5) .

١١-٣- ٤ طريقة العمل :

١- تنخل كتلة من العينة على منخل رقم ¾" . المحجوز على المنخل يتم استبداله بنفس الكمية مارة من منخل رقم ¾" ومحجوزة على منخل رقم 4" .(صورة5-4).

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

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

٣- يجهز القالب الأسطواني الأول (قالب بروكتور المعدل) مع قاعدته ، تثبت الحلقة وتوضع ورقة ترشيح في قاع القالب ، توزن كتلة من العينة وتقسم إلى خمسة أقسام متساوية بالوزن . يرص كل قسم بداخل القالب مع وجود الحلقة 10 ضربات بواسطة مطرقة بروكتور المعدلة (وزن 4.5 كغم وارتفاع هبوطها 45.8سم) ، وتوزع الضربات على سطح الطبقة بشكل منتظم بحيث تكون الطبقة الأخيرة ملامسة للسطح ومرتفعة قليلا عنة ، تزال الحلقة ويسوى سطح العينة مع وجه القالب باستعمال سكين غير حادة .(صورة4-5).

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

القالب الثاني : 25 ضربة لكل طبقة .

القالب الثالث : 56 ضربة لكل طبقة.

٥- بعد عملية الرص تغير القاعدة بقاعدة أخرى وتثبت الحلقة في الجهة الأخرى من القالب. يوضع القالب في حوض من الماء بحيث يكون مستوى الماء أخف بقليل من وجهة الحلقة لمدة 4 أيام ، يؤخذ مقدار الانتفاش الذي يحصل للعينة كل 24ساعة ولمدة 96 ساعة بوضع جهاز (dial gauge) يقرا لأقرب 0.01 ملم .(صورة8-5).

٦- تخرج القوالب من الماء بعد 96ساعة من الغمر وتترك لمدة 15 دقيقة لخروج الماء منها .

ملاحظة :عملية الغمر للعينات هي عملية غير ضرورية لهذه التجربة إنما هي للاحتياط فقط .حيث أن زيادة نسبة الماء في العينة له تأثير شديد على الرصف بعد الإنشاء ، وبالتالي يعطي قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) للعينة في أسوء الظروف .

٧- يوضع القالب الأول في جهاز الغرز محتويا على العينة مع وجود القاعدة وسطح العينة إلى الأعلى ، وعن طريق غرز المكبس بمعدل 1 ملم/دقيقة يتم تسجيل الحمل عند غرز مقداره (13،12،11،10،9،8،7،6،5،4،3،2،1) ملم ، واثناء الغرز يجب وضع قرص دائري فوق المادة الجاري تجربتها وثقل هذا القرص يعادل سمك الرصف المنتظر فوق هذه المادة في الطبيعة .(صورة7-5).

٨- 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 .

٩- تعاد الخطوة رقم ٧ والخطوة رقم ٨ للقالب الثاني والثالث .(صورة9-5)(صورة10-5).

١١-٢-٥ الحسابات :

* يرسم منحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة ، ومنه يتم الحصول على الحمل المسبب لاختراق 2.5 ملم (0.1") في العينة عند التجربة .

* تحسب قيمة ال CBR عند اختراق 2.5 ملم (0.1").

نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) =

(الحمل المسبب لاختراق 0.1" للعينة عند التجربة ÷ الحمل المسبب لنفس الاختراق لعينة قياسية)×100% .

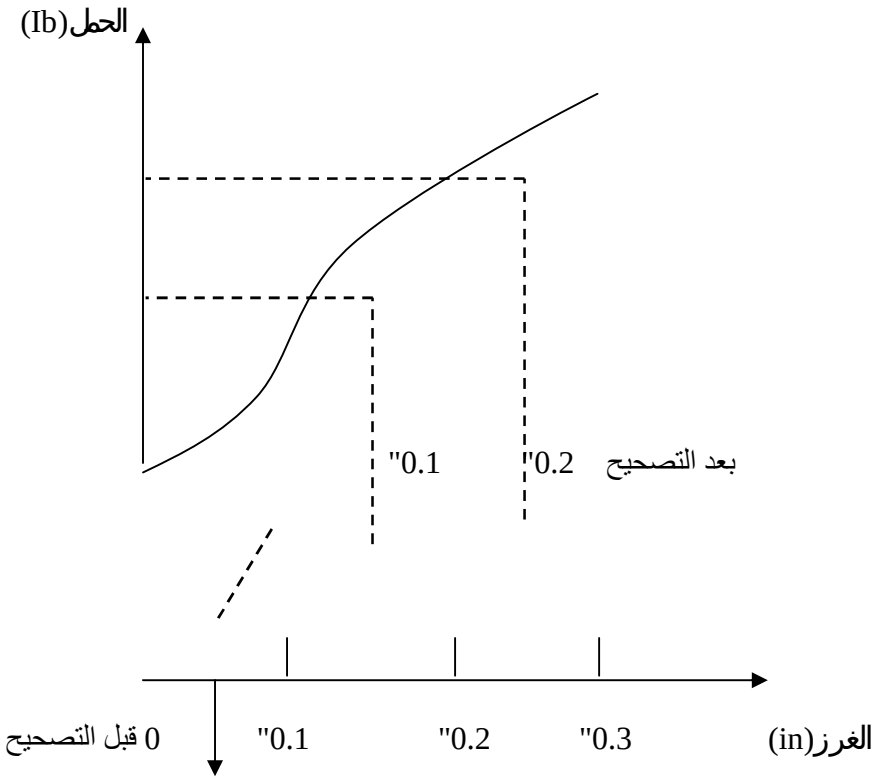
الجدول (17-5) يعطي البيانات الخاصة بتجربة ال CBR على الأحجار المكسرة القياسية .

مقدار الاختراق(الغرز)		الحمل القياسي	
(ملم)	(إنش)	(كغم)	(باوند)
2.5	0.1	1370	3000
5	0.2	2055	4500
7.5	0.3	2630	5800
10	0.4	3180	7000
12.5	0.5	3600	7900

* تاخذ قيمة ال CBR لكل من طبقة سطح الارض(Sub Grade) وطبقة ما تحت الاساس(Sub Base) وطبقة الاساس(Base COARSE) عند ضربة 56 لتدخل في عملية التصميم الانشائي للطريق.

ملاحظة :

يكون عادة المنحنى المرسوم في العلاقة بين مقدار الغرز وقيمة الحمل المناظر لذلك الغرز متحدباً من الاعلى، في بعض الحالات قد يكون في بداية التجربة مقعراً إلى الأعلى ثم ينعكس وبهذه الحالة يجب عمل تصحيح للمنحنى حيث يرسم مماس في نقطة أعلى ميل ويستمر حتى يقطع المحور الأفقي (محور الغرز) ثم يزاح المنحنى إلى اليسار حتى تلتقي نقطة التقاطع هذه مع نقطة الأصل وهذا يعطي المنحني الذي يمكن اخذ قيمة ال CBR منه .



الشكل (11-5) كيفية تصحيح منحنى الغرز

٥,١,٤,٦ النتائج:

- تظهر قيمة الحمل المسبب للغرز المناظر له لطبقة سطح الأرض (Sub Grade) لثلاث عينات من التربة في الجداول؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟. والأشكال؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟ تظهر العلاقة بين الغرز والحمل المسبب له والتي من خلالها نحصل على قيمة الحمل المناظر لغرز 0.1 .

- تظهر قيمة الحمل المسبب للغرز المناظر له لطبقة ما تحت الأساس (Sub Base) لثلاث عينات في الجداول؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟). والأشكال؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟ تظهر العلاقة بين الغرز والحمل المسبب له والتي من خلالها نحصل على قيمة الحمل المناظر لغرز 0.1". والجدول (30-5) يبين قيمة الانتفاخ الذي حصل لعينات ما تحت الأساس بعد عملية الغمر في الماء (soaking).

- تظهر قيمة الحمل المسبب للغرز المناظر له لطبقة الأساس (Base Course)) لثلاث عينات في الجداول؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟ظ). والأشكال؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟ظظ تظهر العلاقة بين الغرز والحمل المسبب له والتي من خلالها نحصل على قيمة الحمل المناظر لغرز 0.1". والجدول ؟؟؟؟؟؟؟؟؟ظ يبين قيمة الانتفاخ الذي حصل لعينات الأساس بعد عملية الغمر في الماء (soaking).

- تظهر قيمة ال CBR لكل من طبقة سطح الأرض (SubGrade) وطبقة ما تحت الأساس (Sub Base) وطبقة الأساس(Base Course) في الجداول؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟ على التوالي.

ملحق رقم (١)

حسابات المنحنيات الأفقية

المنحنى الأول (لوحة رقم ١):

المعطيات و بعض الحسابات في الجدول التالي:

نصف قطر المنحنى (م)	60
زاوية تقاطع المماسين	13 36 24
طول المنحنى(م)	14.249
محطة تقاطع المماسين (كم +م)	0+22.43
طول المماس (م)	23.49
التعلية (م)	0. 09
معامل الاحتكاك الجانبي	0.128
السرعة (كم/ساعة)	40
الإزاحة (م)	0.022
التوسعة على المنحنى (م)	0.645
طول المنحنى المتدرج (م)	32.66
طول المنحنى الدائري (م)	19.418
الوتر الجزئي الأول في المتدرج الأيسر c1 (م)	1.24
الوتر الجزئي الأوسط في المتدرج الأيسر c (م)	1.5
الوتر الجزئي الثاني في المتدرج الأيسر c2 (م)	1.42
الوتر الجزئي الأول في المنحنى الدائري c1’ (م)	1.24
الوتر الجزئي الأوسط في المنحنى الدائري c’ (م)	3
الوتر الجزئي الثاني في المنحنى الدائري c2’(م)	2.178
الوتر الجزئي الأول في المتدرج الأيمن c1’’ (م)	0.822
الوتر الجزئي الأوسط في المتدرج الأيمن c’’ (م)	1.5
الوتر الجزئي الثاني في المتدرج الأيمن c2’’ (م)	0.338

المنحنى المتدرج الأيسر:

Point #	Chord (m)	l (m)	Chinage (m)	Total Deflection Angle
T_0	0.0	0.0	6.1	00 00 00
1	1.24	1.24	7.34	00 00 27
2	1.5	2.74	8.84	00 02 12
3	1.5	4.24	10.34	00 05 16
4	1.5	5.74	11.84	00 09 38
5	1.5	7.24	13.34	00 15 32
6	1.5	8.74	14.84	00 22 01
7	1.5	10.24	16.34	00 30 39
8	1.5	11.74	17.84	00 40 18
9	1.5	13.24	19.34	00 51 15
10	1.5	14.74	20.84	01 03 31
11	1.5	16.24	22.34	01 17 06
12	1.5	17.74	23.84	01 32 00
13	1.5	19.24	25.34	01 50 02
14	1.5	20.74	26.84	02 05 45
15	1.5	22.24	28.34	02 24 36
16	1.5	23.74	29.84	02 44 46
17	1.5	25.24	31.34	03 06 14
18	1.5	26.74	32.84	03 29 02
19	1.5	28.24	34.34	03 53 08
20	1.5	29.74	35.84	04 18 43
21	1.5	31.24	37.34	04 45 18
T1	1.42	32.66	38.76	05 11 50

المنحنى الدائري:

Point #	Chord (m)	l (m)	Chinage (Km+m)	Total Deflection Angle
T_1	0.0	0.0	38.76	00 00 00
1	1.24	1.24	40	00 35 32
2	3	4.24	43	02 01 28
3	3	7.24	46	03 27 25
4	3	10.24	49	04 53 21
5	3	13.24	52	06 19 18
6	3	16.24	55	07 45 15
T2	2.178	18.438	57.178	08 47 38

المنحنى المتدرج الأيمن:

Point #	Chord (m)	l (m)	Chinage (Km+m)	Total Deflection angle
T_2	0.0	0.0	57.178	00 00 00
1	0.822	0.822	58	00 00 15
2	1.5	2.322	59.5	00 01 35
3	1.5	3.822	61	00 04 16
4	1.5	5.322	62.5	00 08 17
5	1.5	6.822	64	00 13 31
6	1.5	8.322	65.5	00 20 14
7	1.5	9.822	67	00 28 12
8	1.5	11.322	68.5	00 37 28
9	1.5	12.822	70	00 48 32
10	1.5	14.322	71.5	00 59 57
11	1.5	15.822	73	01 13 10
12	1.5	17.322	74.5	01 27 42
13	1.5	18.822	76	01 43 33
14	1.5	20.322	77.5	02 19 11
15	1.5	21.822	79	02 38 58
16	1.5	23.322	80.5	02 39 06
17	1.5	24.822	82	03 00 05
18	1.5	26.322	83.5	03 22 31
19	1.5	27.822	85	03 46 15
20	1.5	29.322	86.5	04 11 19
21	1.5	30.822	88	04 37 41
22	1.5	32.322	89.5	05 05 22
T3	0.338	32.66	89.838	05 11 50

المنحنى الثاني (لوحة رقم ١):

المعطيات و بعض الحسابات الأولية مرتبة في الجدول التالي:

نصف قطر المنحنى (م)	20
زاوية تقاطع المماسين	45 15 09
طول المنحنى (م)	15.796
طول المماس (م)	8.336
محطة نقطة التقاطع (كم+م)	0+114.98
التعلية (م)	0.088
معامل الاحتكاك الجانبي	0.15
السرعة (كم/ساعة)	20
الإزاحة (م)	0.02
التوسعة على المنحنى (م)	1.10
طول المنحنى المتدرج (م)	9.29
طول المنحنى الدائري (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأول في المتدرج الأيسر c1 (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأوسط في المتدرج الأيسر c (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الثاني في المتدرج الأيسر c2 (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأول في المنحنى الدائري c1' (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأوسط في المنحنى الدائري c' (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الثاني في المنحنى الدائري c2'(م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأول في المتدرج الأيمن c1'' (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأوسط في المتدرج الأيمن c'' (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الثاني في المتدرج الأيمن c2'' (م)	لا يوجد

المنحنى الثالث (لوحة رقم١):

المعطيات و بعض الحسابات الأولية مرتبة في الجدول التالي:

نصف قطر المنحنى (م)	12
زاوية تقاطع المماسين	44 17 59
طول المنحنى (م)	9.278
طول المماس (م)	4.885
محطة نقطة التقاطع (كم+م)	0+128.16
التعلية (م)	لا يوجد
معامل الاحتكاك الجانبي	لا يوجد
السرعة (كم/ساعة)	لا يوجد
الإزاحة (م)	لا يوجد
التوسعة على المنحنى (م)	لا يوجد
طول المنحنى المتدرج (م)	لا يوجد
طول المنحنى الدائري (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأول في المتدرج الأيسر c1 (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأوسط في المتدرج الأيسر c (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الثاني في المتدرج الأيسر c2 (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأول في المنحنى الدائري c1' (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأوسط في المنحنى الدائري c' (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الثاني في المنحنى الدائري c2'(م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأول في المتدرج الأيمن c1'' (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأوسط في المتدرج الأيمن c'' (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الثاني في المتدرج الأيمن c2'' (م)	لا يوجد

المنحنى الرابع (لوحة رقم 2):

المعطيات:

نصف قطر المنحنى	R = 80 m
زاوية الأنحراف	Δ =31 49 26
طول المنحنى	L = 44.435 m
طول المماس	T=22.807 m
محطة نقطة القاطع	Ch of PI = 0+176.53 km + m

أولا: حساب التعلية اللازمة على المنحنى (e) :

$$e = \frac{(V*0.75)^2}{127R} = \frac{(40*0.75)^2}{127*80}$$

e= 0.0.088 less than e max.

then V = 40 Km/h

- نحسب الآن التوسعة على المنحنى (w) widening

$$\frac{4*I^2}{2*R} + \frac{V}{9.5*\sqrt{R}}$$

Where I = 6.1 m

$$W = \frac{4*6.1^2}{2*80} + \frac{40}{9.5*\sqrt{80}} = 0.94 \text{ m}$$

ثانيا: حساب عناصر المنحنى المتدرج الأيسر:

$$L = \frac{V^3}{a*R}$$

Where

$$a = \frac{73}{64+V} = \frac{73}{64+40} = 0.7019$$

Then

$$\frac{\left(\frac{40}{3.6}\right)^3}{0.7019*80}$$

L = = 24.43 m

ثالثا: حساب الإزاحة (S):

$$S = \frac{L^2}{24*R} = \frac{24.43^2}{24*80} = 0.3108 \text{ m}$$

رابعا: طول المماس الكلي PT_0

$PT_0 = (R+S)\tan(\Delta/2) + (L/2)$

$= (80+1.05)\tan((31\ 49\ 26)/2) + (24.43/2)$

$= 35.11$ m

خامسا: إيجاد نقطة التماس الأولى T_0 و نقطة التماس الثانية T_1

Chainage of T_0 = Chainage of P – Tangent Length

= 0+176.53 – 35.11

= 0+141.42 m

Chainage of T_1 = Chainage of T_0 + L

= 0+141.42 + 24.43

= 0+165.85 m

سادسا: أطوال الأقواس الجزئية

$R/40 = 80/40 = 2$

نختار طولا للقوس الجزئي الأول بحيث تكون محطة النقطة ١ من المنحنى المتدرج رقما مدورا و منلسبا، وبما أن محطة نقطة التماس T_0 كانت 141.42 إذن لتكن محطة النقطة ١ مساوية ل :

$C_1 = 143-141.42 = 1.58$ m

أما الأقواس الجزئية الوسطى فليكن عددها 11 و بطول 2 m

فيبقى لدينا القوس الجزئي الأخير و يساوي:

$c_2 = L - c_1 - nc$

$= 24.43 - 1.58 - 11(2) = 0.85$ m

So we have

$c_1 = 1.58$

$c = 2$

$c_2 = 0.85$

سابعا: إيجاد الزوايا الجزئية δ

$$\delta = \left(\frac{1800}{® * R * L}\right) * l^2 = \left(\frac{1800}{® * 80 * 24.43}\right) l^2$$

$\delta = 0.293 * l^2$

و عليه نرتب الجدول التالي الذي يظهر الحلول للمنحنى المتدرج الأيسر

Point #	Chord (m)	l (m)	Chainage (m)	Total Deflection angle
T_0	0	0.0	141.42	00 00 00
1	1.58	1.58	143	00 00 43
2	2	3.58	145	00 03 45
3	2	5.58	147	00 09 07
4	2	7.58	149	00 16 29
5	2	9.58	151	00 26 53
6	2	11.58	153	00 39 17
7	2	13.58	155	00 54 02
8	2	15.58	157	01 11 07
9	2	17.58	159	01 30 33
10	2	19.58	161	01 52 20
11	2	21.58	163	02 16 27
12	2	23.58	165	02 42 55
T1	0.85	24.43	165.85	02 54 58

للتحقق من ذلك نحسب الزاوية

$$¤_{T1} = \frac{L}{2 * R} \quad \text{radian}$$

$= 24.43/(2*80) = 0.15268$ radian

$= 0.15268 * 180/3.1416 = 08\ 44\ 54$

$Ø_T = 3\ T_1$

$T_1 = Ø_T / 3 = 08\ 44\ 54 / 3 = 02\ 54\ 58$

ثامنا: تثبيت المنحنى الدائري:

أ- الزاوية المركزية للمنحنى θ'

$\theta' = \theta - 2Ø = 31\ 49\ 26 - (2^* 08\ 44\ 54) = 14\ 19\ 38$

ب- طول المنحنى الدائري L'

$$L' = \frac{® * R * ¯}{180} = \frac{® * 80 * 14.1938}{180}$$

$= 20\ m$

ج- إيجاد أطوال الأقواس الجزئية

نختار أقواسا جزئية لا تزيد أطوالها عن R/20

$R / 20 = 80 / 20 = 4\ m$

أي يجب أن لا يزيد طول القوس الجزئي عن 4 m، و نختار طول القوس الجزئي الأول بحيث تصبح محطة النقطة الاولى (1) رقما مدورا و مناسبا و حيث أن محطة نقطة التماس T_1 و التي تسبق مباشرة النقطة (1) من المنحنى الدائري و تساوي 165.85 m ، اذن نختار الوتر الجزئي الأول بطول:

$c_1' = 169 - 165.85 = 3.15$

أما بالنسبة لطول الأوتار الجزئية الوسطى فنختار طول كل واحد منهما مساويا ل 4 m وعددها 4

أما القوس الجزئي الأخير من المنحنى الدائري c_2' فطوله يساوي

$c_2' = 20 - 3.15 - (4^*4) = 0.85\ m$

د- زوايا الانحراف الجزئية:

$\delta' = 1718.87^* (c/R)$

For $c_1' = 3.15$

$\delta' = 1718.87 ^* (3.1/80) = 67.68\ min = 01\ 07\ 41$

For $c' = 4\ m$

$\delta' = 1718.87 ^* (4/80) = 85.94\ min = 01\ 25\ 57$

For $c_2^{'} = 0.85$

$\delta^{'} = 1718.87 *(0.85/ 80) = 18.26 \text{ min} = 00\ 18\ 16$

و عليه نرتب الجدول التالي

Point #	Chord (m)	L (m)	Chainage (m)	Total Deflection Angle
T_1	0.0	0.0	165.85	00 00 00
1	3.15	3.15	169	01 07 41
2	4	7.15	173	02 33 38
3	4	11.15	177	03 59 35
4	4	15.15	181	05 25 32
5	4	19.15	185	06 51 29
T_2	0.85	20	185.85	07 09 45

تاسعا : حساب عناصر المنحنى المتدرج الأيمن

أ- إن طول هذا المنحنى هو نفس طول المنحنى المتدرج الأيسر و يساوي 24.43 m

كما أن الإزاحة shift وطول المماس PT_3 هي نفسها أيضا أي

Tangent length PT_3 =35.110 m

s = 0.3108m

ب- محطة نقطة المماس T_3 وتساوي :

Chainage of T_3 = Chainage of T_2 + L

= 185.85+ 24.43

= 210.28 m

ج- أطوال الأوتار الجزئية :

يجب أن يكون طول الوتر الجزئي الأول في المتدرج الأيمن، بحيث يجعل نقطة التماس T_2 رقما مدورا و مناسب، لذلك يكون الوتر الجزئي الأول مساويا ل :

$c_1^{''} = 187\text{-}185.85 = 1.15$ m

أما الأقواس الجزئية الوسطى في المتدرج الأيمن فليكن طول كل منها مساويا 2m وعددها 11

أما طول الوتر الجزئي الأخير فيكون

$c_2^{"} = 24.43 - 1.15 - (11*2) = 1.28$ m

د- زوايا الانحراف الجزئية :

$$\delta = \left(\frac{1800}{® * R * L}\right) * l^2 = \left(\frac{1800}{® * 80 * 24.43}\right) l^2$$

$\delta = 0.293 * l^2$

و عليه نرتب الجدول التالي :

Point #	Chord (m)	L (m)	Chainage (m)	Total Deflection Angle
T_2	0.0	0.0	185.85	00 00 00
1	1.15	1.15	187	00 00 24
2	2	3.15	189	00 02 55
3	2	5.15	191	00 07 46
4	2	7.15	193	00 14 58
5	2	9.15	195	00 24 32
6	2	11.15	197	00 36 26
7	2	13.15	199	00 50 40
8	2	15.15	201	01 07 15
9	2	17.15	203	01 26 11
10	2	19.15	205	01 47 30
11	2	21.15	207	02 11 04
12	2	23.15	209	02 37 02
T3	1.28	24.43	210.28	02 57 58

المنحنى الخامس (لوحة رقم 2):

المعطيات و بعض العمليات الحسابية في الجدول التالي:

نصف قطر المنحنى (م)	140
زاوية تقاطع المماسين	17 12 23
طول المنحنى (م)	42.043
طول المماس (م)	21.181
محطة نقطة التقاطع (كم+م)	0+259.97
التعلية (م)	0.079
معامل الاحتكاك الجانبي	0.15
السرعة (كم/ساعة)	50
التوسعة على المنحنى (م)	0.7097
الإزاحة (م)	0.265
طول المنحنى المتدرج (م)	29.88
طول المنحنى الدائري (م)	12.148
الوتر الجزئي الأول في المتدرج الأيسر c1 (م)	1.171
الوتر الجزئي الأوسط في المتدرج الأيسر c (م)	3
الوتر الجزئي الثاني في المتدرج الأيسر c2 (م)	1.7.9
الوتر الجزئي الأول في المنحنى الدائري c1' (م)	3.291
الوتر الجزئي الأوسط في المنحنى الدائري c' (م)	3
الوتر الجزئي الثاني في المنحنى الدائري c2'(م)	2.8566
الوتر الجزئي الأول في المتدرج الأيمن c1'' (م)	2.144
الوتر الجزئي الأوسط في المتدرج الأيمن c'' (م)	3
الوتر الجزئي الثاني في المتدرج الأيمن c2'' (م)	0.736

المنحنى المتدرج الأيسر:

Point #	Chord (m)	L (m)	Chinage (m)	Total Deflection angle
To	0.0	0.0	223.829	00 00 00
1	1.171	1.171	225	00 00 11
2	3	4.171	228	00 02 23
3	3	7.171	231	00 07 03
4	3	10.171	234	00 14 10
5	3	13.171	237	00 23 46

6	3	16.171	240	00 35 49
7	3	19.171	243	00 50 20
8	3	22.171	246	01 07 19
9	3	25.171	249	01 26 46
10	3	28.171	252	01 48 41
T_1	1.709	29.88	253.709	02 02 19

المنحنى الدائري:

Point #	Chord (m)	L (m)	Chinage m)	Total Deflection Angle
T_1	0.0	0.0	253.709	00 00 00
1	3.291	3.291	257	00 40 25
2	3	6.291	260	01 17 15
3	3	9.291	263	01 45 04
T_2	2.8566	12.147	265.85	02 29 09

المنحنى المتدرج الأيمن:

Point #	Chord (m)	L (m)	Chinage (m)	Total Deflection angle
T_2	0.0	0.0	265.856	00 00 00
1	2.14	2.14	268	00 00 38
2	3	5.14	271	00 03 38
3	3	8.14	274	00 09 05
4	3	11.14	277	00 17 01
5	3	14.14	280	00 27 24
6	3	17.14	283	00 40 15
7	3	20.14	286	00 55 35
8	3	23.14	289	01 13 22
9	3	26.14	292	01 33 37
10	3	29.14	295	01 56 19
T_3	0.736	29.88	295.736	02 02 19

المنحنى السادس (لوحة رقم ٣):

المعطيات:

نصف قطر المنحنى R = 80 m

زاوية الانحراف Δ = 31 06 07

طول المنحنى L = 42.895

محطة نقطة القاطع Ch of PI = 0+340.55 km + m

أولا: حساب التعلية **اللازمة على المنحنى (e) :**

$$e = \frac{(V*0.75)^2}{127R} = \frac{(40*0.75)^2}{127*80}$$

e= 0.088 less than e max.

then V = 40 Km/h

- نحسب الآن التوسعة على المنحنى (w) widening

$$W = \frac{4*I^2}{2*R} + \frac{V}{9.5*\sqrt{R}}$$

Where I = 6.1 m

$$W = \frac{4*6.1^2}{2*80} + \frac{40}{9.5*\sqrt{80}} = 0.935 \text{ m}$$

ثانيا: حساب عناصر المنحنى المتدرج الأيسر:

$$L = \frac{V^3}{a*R}$$

Where

$$a = \frac{73}{64+V} = \frac{73}{64+40} = 0.7019$$

Then

$$\frac{\left(\frac{40}{3.6}\right)^3}{0.7019*80}$$

L = = 24.43 m

ثالثا: حساب الإزاحة (S):

$$S = \frac{L^2}{24 * R} = \frac{24.43^2}{24 * 80} = 0.31 \text{ m}$$

رابعا: طول المماس الكلي PT_0

$PT_0 = (R+S)\tan(\Delta/2) + (L/2)$

$= (80+0.31) \tan ((31\ 06\ 07\ )/2) + (24.43/2)$

$= 73.35$ m

خامسا: إيجاد نقطة التماس الأولى T_0 و نقطة التماس الثانية T_1

Chainage of T_0 = Chainage of P – Tangent Length

= 0+340.55-34.56

= 0+305.99 m

Chainage of T_1 = Chainage of T_0 + L

= 0+305.99 + 24.43

= 0+330.42 m

سادسا: أطوال الأقواس الجزئية

$R/40 = 80/40 = 2$

نختار طولا للقوس الجزئي الأول بحيث تكون محطة النقطة ١ من المنحنى المتدرج رقما مدورا و منسابا، وبما أن محطة نقطة التماس T_0 كانت 305.99 إذن لتكن محطة النقطة ١ مساوية ل :

$C_1 = 307-305.99 = 1.01$ m

أما الأقواس الجزئية الوسطى فليكن عددها 11 و بطول 2 m

فيبقى لدينا القوس الجزئي الأخير و يساوي:

$c_2 = L - c_1 - nc$

$= 24.43 - 1.01 - (2*11) = 1.42$ m

So we have

$c_1 = 1.01$

$c = 2$

$c_2 = 1.42$

سابعا: إيجاد الزوايا الجزئية δ

$$\delta = \left(\frac{1800}{® * R * L}\right) * l^2 = \left(\frac{1800}{® * 80 * 24.43}\right) l^2$$

$\delta = 0.293 * l^2$

و عليه نرتب الجدول التالي الذي يظهر الحلول للمنحنى المتدرج الأيسر

Point #	Chord (m)	L (m)	Chainage (m)	Total Deflection Angle
T_0	0	0	305.99	00 00 00
1	1.01	1.01	307	00 00 18
2	2	3.01	309	00 02 40
3	2	5.01	311	00 07 22
4	2	7.01	313	00 14 25
5	2	9.01	315	00 23 48
6	2	11.01	317	00 35 32
7	2	13.01	319	00 49 37
8	2	15.01	321	01 06 03
9	2	17.01	323	01 24 50
10	2	19.01	325	01 45 57
11	2	21.01	327	02 09 25
12	2	23.01	329	02 35 13
T_1	1.42	24.43	330.42	02 45 58

للتحقق من ذلك نحسب الزاوية

$$¤_{T1} = \frac{L}{2 * R} \quad \text{radian}$$

$= 24.43/(2*80) = 0.15268$ radian

= 0.15268 * 180/3.1416 = 08 44 54

$Ø_T = 3\ T_1$

$T_1 = Ø_T / 3 = 08\ 44\ 54 / 3 = 02\ 54\ 58.02$

ثامنا: تثبيت المنحنى الدائري:

أ- الزاوية المركزية للمنحنى θ'

$\theta' = \theta - 2Ø = 31\ 06\ 07 - (2 * 08\ 44\ 54) = 13\ 36\ 18.8$

ب- طول المنحنى الدائري L'

$$L' = \frac{® * R * ¯}{180} = \frac{® * 80 * 13.36188}{180}$$

= 18.986 m

ج- إيجاد أطوال الأقواس الجزئية

نختار أقواسا جزئية لا تزيد أطوالها عن R/20

R / 20 = 80 / 20 = 4 m

أي يجب أن لا يزيد طول القوس الجزئي عن 4 m، و نختار طول القوس الجزئي الأول بحيث تصبح محطة النقطة الأولى (l) رقما مدورا و مناسبا و حيث أن محطة نقطة التماس T_1 و التي تبق مباشرة النقطة (l) من المنحنى الدائري و تساوي 330.42 m ، إذن نختار الوتر الجزئي الأول بطول :

$c_1' = 334 - 330.42 = 3.58$

أما بالنسبة لطول الأوتار الجزئية الوسطى فنختار طول كل واحد منهما مساويا ل 4 m وعددها 3

أما القوس الجزئي الأخير من المنحنى الدائري c_2' فطوله يساوي

$c_2' = 18.98 - 12 - 3.58 = 3.4$ m

د- زوايا الانحراف الجزئية:

$\delta' = 1718.87 * (c/R)$

For $c_1' = 3.58$

$\delta' = 1718.87 * (3.58/80) = 01\ 16\ 55$

For $c' = 4$m

$\delta^{'}$ = 1718.87 *(4/80) = 01 25 57

$\delta^{'}$ = 1718.87 *(3.4/ 80) = 01 13 3.11

و عليه نرتب الجدول التالي

Point #	Chord (m)	l (m)	Chinage (m)	Total Deflection Angle
T_1	0.0	0.0	330.42	00 00 00
1	3.58	3.58	334	01 16 55
2	4	7.58	338	01 42 51
3	4	11.58	342	04 08 49
4	4	15.58	346	05 34 55
T_2	3.4	18.98	349.4	06 47 48

تاسعا : حساب عناصر المنحنى المتدرج الأيمن

أ- إن طول هذا المنحنى هو نفس طول المنحنى المتدرج الأيسر و يساوي 24.43 m

كما أن الإزاحة shift وطول المماس PT_3 هي نفسها أيضا أي

Tangent length PT_3 = 34.56 m

s = 0.31 m

ب- محطة نقطة المماس T_3 وتساوي :

Chainage of T_3 = Chainage of T_2 + L

= 349.4+24.43

= 373.48 m

ج- أطوال الأوتار الجزئية :

يجب أن يكون طول الوتر الجزئي الأول في المتدرج الأيمن، بحيث يجعل نقطة التماس T_2 رقما مدورا و مناسب، لذلك يكون الوتر الجزئي الأول مساويا ل :

$c_1^{''}$ = 375 – 373.8 = 1.2 m

أما الأقواس الجزئية الوسطى في المتدرج الأيمن فليكن طول كل منها مساويا 2 m وعددها 11

أما طول الوتر الجزئي الأخير فيكون

$c_2^{''}$ = 24.43 – 11*2- 1.2 = 1.23 m

د- زوايا الانحراف الجزئية :

$$\delta = \left(\frac{1800}{® * R * L}\right) * l^2 = \left(\frac{1800}{® * 80 * 24.43}\right) l^2$$

$$\delta = 0.2931 * l^2$$

و عليه نرتب الجدول التالي :

Point #	Chord (m)	L (m)	Chainage (m)	Total Deflection Angle
T_2	0.0	0.0	349.4	00 00 00
1	1.2	1.2	350.6	00 00 26
2	2	3.2	352.6	00 03 00
3	2	5.2	354.6	00 07 56
4	2	7.2	356.6	00 15 12
5	2	9.2	358.6	00 24 49
6	2	11.2	360.6	00 36 47
7	2	13.2	362.6	00 51 05
8	2	15.2	364.6	01 07 44
9	2	17.2	366.6	01 26 44
10	2	19.2	368.6	01 48 05
11	2	21.2	370.6	02 11 46
12	2	23.2	372.6	02 37 48
T_3	1.23	24.43	373.48	02 54 58

المنحنى السابع و الثامن (لوحة رقم ٤):

المعطيات:

نصف قطر المنحنيين R = 50 m

زاوية الانحراف Δ1 = 56 06 00

Δ2 = 43 26 31

طول المنحنى L1 = 48.956 m

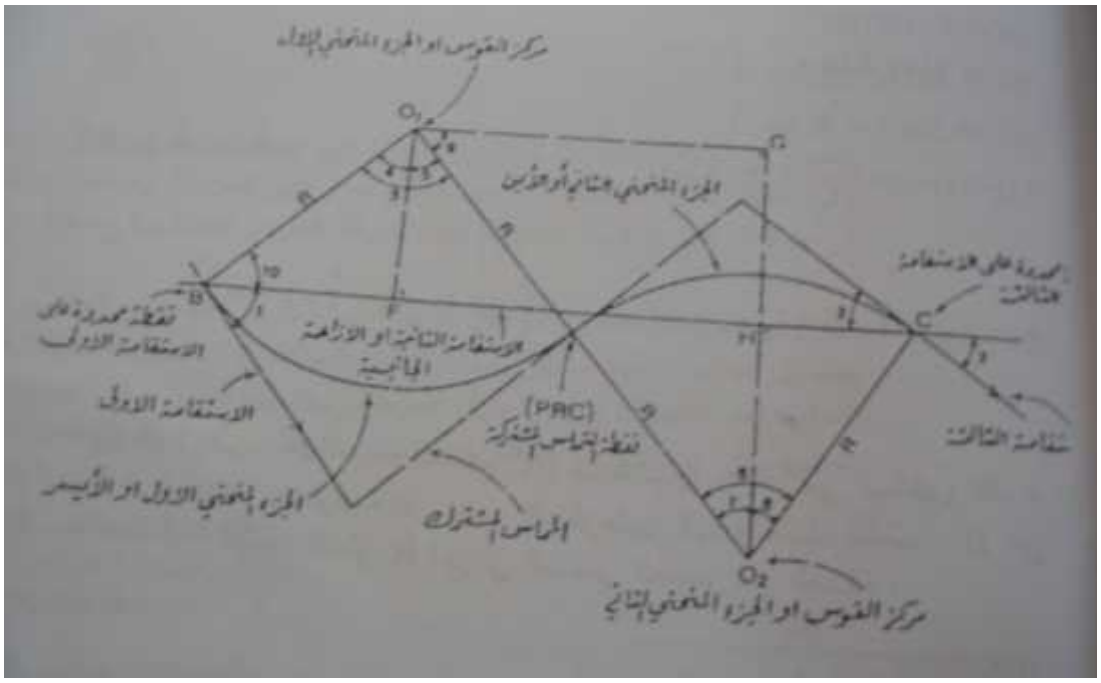
L2 =37.910

طول المماس T1= 22.641m

T2 = 19.919

محطة نقطة التقاطع الأولى Ch of PI1 = 415.42

محطة نقطة التقاطع الثانية Ch of PI2 = 459.07



بما أنه طبيعة الأرض تحكم التصميم فقد اضطررنا لعمل منحنى عكسي وكانت بياناته على النحو التالي:

زاوية الإنحراف الإستقامة الثانية عن الأولى = 23 48 7.56

زاوية الإنحراف للإستقامة الثالثة عن الثانية = 24 52 5.81

طول الضلع BC = 85.1892 مترا

و محطة النقطة B Ch of B = 0 + 388.75

$$\cos\hat{5} = \frac{1}{2}\left(\cos\hat{1} + \cos\hat{2}\right)$$

$$\cos\hat{5} = \frac{1}{2}(\cos 23.8021 + \cos 24.86828) = 26.74308$$

$$\frac{BC}{\sin 1 + \sin 2 + 2\sin 5} \quad R=$$

$$= \frac{85.1892}{1.724} = 49.4109$$

$$\hat{3} = \hat{1} + \hat{5} = \quad 50 \;\; 32 \;\; 42.68$$

$$\hat{6} = \hat{2} + \hat{5} = 51^0 36' 40.93''$$

محطة نقطة التماس المشتركة PRC

$$L_1 = \frac{®R\hat{3}}{180} = 44.108m$$

Ch of PRC = Ch of B + L1= 0 + 432.888

$$L_2 = \frac{®R\hat{6}}{180} = 45.039m$$

Ch of PT = Ch of PRC +L2 = 0 + 477.927

المنحنى الأيسر

إذا نختار طول القوس الجزئي الأول c1 بحيث يكمل محطة التماس الأولى على رقم مدور و مناسب وليكن 388.78m و بالتالي يكون لدينا :

R/20 = 50/20 = 2.5

c1 = 390 – 388.78 = 1.22

أما الأقواس الجزئية الوسطى و عددها 17 بطول يساوي 2.5 مترا

c2 = 44.108 – 1.22 – (17*2.5) = 0.388

$$¢ = 1718.87 * \frac{c}{R}$$

$$¢_1 = 1718.87 * \frac{1.22}{50} = 00^0 41' 56.42''$$

$$¢ = 1718.87 * \frac{2.5}{50} = 01^0 25' 56.61''$$

$$¢_2 = 1718.87 * \frac{0.388}{50} = 00^0 13' 20.30''$$

و لتحقيق صحة زوايا الإنحراف الجزئية

$$¢1 + ¢2 + ¢3 + ... + ¢18 + ¢19 = 0.69900 + (17 * 1.43239) + 0.22230$$

$$¢1 + ¢2 + ¢3 + ... + ¢18 + ¢19 = 25^0 16' 19.09''$$

و هذه القسمة تساوي تقريبا نصف الزاوية المركزية 3 للجزء المنحنى الأيسر و البالغة 42.68 32 50

$$\hat{3}/_2 = 25^0 16' 21.34''$$

المنحنى الأيمن

L2 = 45.039 m

R = 50 m

R/20 = 50 /20 = 2.5m

c1 = 435 – 432.888 = 2.112

c2 = 45.039 – 2.112 – (2.5*17) = 0.427

الأقواس الجزئية الوسطى 17 **قوس بطول** 2.5 **مترا**

Ch of PTC = Ch of PRC + L2

= 0 + 477.927

$$¢1 = 1718.87 * \frac{2.112}{50} = 1.21008$$

$$¢ = 1718.87 * \frac{2.5}{50} = 1.43239$$

$$¢2 = 1718.87 * \frac{0.427}{50} = 0.20387$$

و للتحقق نقوم بجمع الزوايا الإنحراف الجزئية

$$¢1+¢2+¢3+.....+¢18+¢19=1.21008+(17*1.43239)+0.20387$$

$$¢1+¢2+¢3+.....+¢18+¢19=25^{0}45'51.1''$$

$$\hat{6}/_{2}=25^{0}45'49.9''$$

المنحنى الأيسر

POINT #	CHORD (M)	CHAINAGE (M)	DEFLECTION ANGLE	TOTAL DEFLECTION ANGLE	الزاوية المقروءة على الثودوليت لأقرب 20″
PC of B	0	388.78	0	00 00 00	00 00 00
1	1.22	390	0.699	00 42 56.42	00 42 57
2	2.5	392.5	1.43239	02 08 53.03	02 08 53
3	2.5	395	1.43239	03 34 49.64	03 34 50
4	2.5	397.5	1.43239	05 00 46.25	05 00 46
5	2.5	400	1.43239	06 26 42.86	06 26 43
6	2.5	402.5	1.43239	07 52 39.47	07 52 40
7	2.5	405	1.43239	09 18 36.08	09 18 36
8	2.5	407.5	1.43239	10 44 32.69	10 44 33
9	2.5	410	1.43239	12 10 24.3	12 10 24
10	2.5	412.5	1.43239	13 36 25.91	13 36 26
11	2.5	415	1.43239	15 02 22.52	15 02 23
12	2.5	417.5	1.43239	16 28 19.13	16 28 19
13	2.5	420	1.43239	17 54 15.74	17 54 16
14	2.5	422.5	1.43239	19 20 12.35	19 20 13
15	2.5	425	1.43239	20 46 8.96	20 46 9
16	2.5	427.5	1.43239	22 12 5.57	22 12 6
17	2.5	430	1.43239	23 38 2.18	23 38 2
18	2.5	432.5	1.43239	25 03 58.79	25 03 59
PRC	0.388	432.888	0.2223	25 16 19.09	25 16 19

المنحنى الأيمن

POINT #	CHORD (M)	CHAINAGE (M)	DEFLECTION ANGLE	TOTAL DEFLECTION ANGLE	الزاوية المقروءة على الثودوليت لأقرب 20″
PRC	0	432.888	0	00 00 00	00 00 00
1	2.112	435	1.21008	01 12 36.30	01 12 37
2	2.5	437.5	1.43239	02 38 32.91	02 38 33
3	2.5	440	1.43239	04 04 29.52	04 04 30
4	2.5	442.5	1.43239	05 30 26.13	05 30 26
5	2.5	445	1.43239	06 56 22.74	06 56 23
6	2.5	447.5	1.43239	08 22 19.35	08 22 20
7	2.5	450	1.43239	09 48 15.96	09 48 16
8	2.5	452.5	1.43239	11 14 12.57	11 14 13
9	2.5	455	1.43239	12 40 9.18	12 40 9
10	2.5	457.5	1.43239	14 06 05.79	14 06 06
11	2.5	460	1.43239	15 32 2.4	15 32 3
12	2.5	462.5	1.43239	16 57 59.01	16 57 59
13	2.5	465	1.43239	18 23 55.63	18 23 56
14	2.5	467.5	1.43239	19 49 52.23	19 49 52
15	2.5	470	1.43239	21 15 48.84	21 15 49
16	2.5	472.5	1.43239	22 41 45.45	22 41 46
17	2.5	475	1.43239	24 07 42.06	24 07 42
18	2.5	477.5	1.43239	25 33 38.67	25 33 39
PT of C	0.127	477.927	0.2223	25 45 52.62	25 45 53

المنحنى التاسع (لوحة رقم ٦):

أولا: حساب التعلية **اللازمة على المنحنى (e) :**

$$e = \frac{(V*0.75)^2}{127R} = \frac{(50*0.75)^2}{127*200}$$

e= 0.055 and this LESS than e max.

So we use V = 50 km /h

- نحسب الآن التوسعة على المنحنى (w) widening

$$W = \frac{4*I^2}{2*R} + \frac{V}{9.5*\sqrt{R}}$$

W =0.558 m

ثانيا: حساب عناصر المنحنى المتدرج الأيسر:

$$L = \frac{V^3}{a*R}$$

Where

$$a = \frac{73}{64+V} = \frac{73}{64+50} = 0.64$$

Then

$$L = \frac{\left(\frac{50}{3.6}\right)^3}{0.64*200} = 20.91 \text{ m}$$

ثالثا: حساب الإزاحة (S):

$$S = \frac{L^2}{24*R} = \frac{20.91^2}{24*200} = 0.091 \text{ m}$$

رابعا: طول المماس الكلي PT_0

$PT_0 = (R+S)\tan(\Delta/2) + (L/2)$

$= 27.99$ m

خامسا: إيجاد نقطة التماس الأولى T_0 و نقطة التماس الثانية T_1

Chainage of T_0 = Chainage of P – Tangent Length

$= 0 + 557.56$

Chainage of T_1 = Chainage of T_0 + L

$= 0 + 578.47$

سادسا: أطوال الأقواس الجزئية

$R/40 = 200/40 = 5$

نختار طولا للقوس الجزئي الأول بحيث تكون محطة النقطة ١ من المنحنى المتدرج رقما مدورا و منسابا، وبما أن محطة نقطة التماس T_0 كانت 557.56 إذن لتكن محطة النقطة ١ مساوية ل :

$C_1 = 560 - 557.56$ m

أما الأقواس الجزئية الوسطى فليكن عددها 4 و بطول 4 m

فيبقى لدينا القوس الجزئي الأخير و يساوي:

$c_2 = L - c_1 - nc$

$= 20.91-2.44-16 = 2.47$ m

So we have

$c_1 = 2.44$ $c = 4$ $c_2 = 2.47$

سابعا: إيجاد الزوايا الجزئية δ

$$\delta = \left(\frac{1800}{\pi * R * L}\right) * l^2 = \left(\frac{1800}{\pi * 200 * 20.91}\right) l^2$$

و عليه نرتب الجدول التالي الذي يظهر الحلول للمنحنى المتدرج الأيسر

Point #	Chord (m)	l (m)	Chainage (m)	Total Deflection Angle
T_0	0.0	0.0	575.56	00 00 00
1	2.44	2.44	560	00 00 48.94

2	4	6.44	564	00 05 40.91
3	4	10.44	568	00 14 55.9
4	4	14.44	572	00 28 33.98
5	4	18.44	576	00 46 35.07
T_1	2.47	20.91	578.47	00 59 54.01

للتحقق من ذلك نحسب الزاوية

$$¤_{T1} = \frac{L}{2 * R} \quad \text{radian}$$

$= 20.91/(2*200) = 0.052275$ radian

$= 0.052275 * 180/3.1416 = 2\ 59\ 42.49$

$Ø_T = 3\ T_1$

$T_1 = Ø_T / 3 = 2\ 59\ 42.49 / 3 = 00\ 59\ 54.16$

هنا يوجد ثانية فرق بسبب التقريب في العمليات الحسابية

ثامنا: تثبيت المنحنى الدائري:

أ- الزاوية المركزية للمنحنى θ'

$\theta' = \theta - 2Ø = 10\ 01\ 04 - (2*\ 02\ 59\ 42.49) = 04\ 01\ 39.02$

ب- **طول المنحنى الدائري** L'

$$L' = \frac{® * R * ¯}{180} = \frac{® * 200 * 4.027505}{180}$$

$= ١٤.٠٥٦m$

ج- إيجاد **أطوال الأقواس** الجزئية

نختار أقواسا جزئية لا تزيد أطوالها عن R/20

$R / 20 = 200 / 20 = 10$ m

أي يجب أن لا يزيد طول القوس الجزئي عن 10 m، و نختار طول القوس الجزئي الأول بحيث تصبح محطة النقطة الأولى (l) رقما مدورا و مناسبا و حيث أن محطة نقطة التماس T_1 و التي تبق مباشرة النقطة (l) من المنحنى الدائري و تساوي 578.47 m ، إذن نختار الوتر الجزئي الأول بطول :

$c_1' = 580-578.47 = 1.57$

أما بالنسبة لطول الأوتار الجزئية الوسطى فنختار طول كل واحد منهما مساويا ل 10 m وعددها 1

أما القوس الجزئي الأخير من المنحنى الدائري c_2' فطوله يساوي

$c_2' = 14.058 – (1*10) - 1.57 = 2.528$ m

د- زوايا الانحراف الجزئية:

. $\delta' = 1718.87*(c/R)$

For $c_1' = 1.57$

$\delta' = 1718.87 *(1.57/200) =$ 00 13 29.44

For $c' = 10$ m

$\delta' = 1718.87 *(10/200) =$ 01 25 56.61

For $c_2' = 2.528$

$\delta' = 1718.87 *(2.528/ 200) =$ 00 31 43.59

و عليه نرتب الجدول التالي

Point #	Chord (m)	l (m)	Chainage (m)	Total Deflection Angle
T_1	0.0	0.0	578.47	00 00 00
1	1.57	1.57	580	00 13 29.44
2	10	11.57	590	01 39 26.05
T_2	2.528	14.098	592.528	02 01 9.64

تاسعا : حساب عناصر المنحنى المتدرج الأيمن

أ- إن طول هذا المنحنى هو نفس طول المنحنى المتدرج الأيسر و يساوي 47.64 m

كما أن الإزاحة shift وطول المماس PT_3 هي نفسها أيضا أي

Tangent length PT_3 = ٢٧.٩٩ m

s = ٠.٠٩١ m

ب- محطة نقطة المماس T_3 وتساوي :

Chainage of T_3 = Chainage of T_2 + L

= 613.438

ج- أطوال الأوتار الجزئية :

يجب أن يكون طول الوتر الجزئي الأول في المتدرج الأيمن، بحيث يجعل نقطة التماس T_2 رقما مدورا و مناسب، لذلك يكون الوتر الجزئي الأول مساويا ل :

$c_1^{"}$ = 595 – 592.526 = 2.472m

أما الأقواس الجزئية الوسطى في المتدرج الأيمن فليكن طول كل منها مساويا 4 m وعددها 4

أما طول الوتر الجزئي الأخير فيكون

$c_2^{"}$ = 20.91 - 16 - 2.472 = 2.436 m

د- زوايا الانحراف الجزئية :

$$\delta = \left(\frac{1800}{® * R * L}\right) * l^2 = \left(\frac{1800}{® * 200 * 20.91}\right) l^2$$

$$\delta = 0.137 * l^2$$

و عليه تكون النتائج مرتبة في الجدول التالي :

Point #	Chord (m)	L (m)	Chainage (m)	Total Deflection Angle
T_2	0.0	0.0	592.528	00 00 00
1	2.472	2.472	595	00 00 50.23
2	4	6.472	599	00 05 44.30
3	4	10.472	603	00 15 1.42
4	4	14.472	607	00 28 41.58
5	4	18.472	611	00 46 44.78
T_3	2.436	20.91	613.438	00 59 54.10

المنحنى العاشر (لوحة رقم ٦):

المعطيات و الحسابات الأولية في الجدول التالي:

نصف قطر المنحنى (م)	١٦٠
زاوية تقاطع المماسين	30 51 25
طول المنحنى (م)	86.169
طول المماس	44.157
التعلية (م)	0.069
معامل الاحتكاك الجانبي	0.15
السرعة (كم/ساعة)	50
الإزاحة (م)	0.178
التوسعة على المنحنى (م)	0.454
طول المنحنى المتدرج (م)	26.15
طول المنحنى الدائري (م)	٥٩.٩٧
الوتر الجزئي الأول في المتدرج الأيسر c1 (م)	2.52
الوتر الجزئي الأوسط في المتدرج الأيسر c (م)	4
الوتر الجزئي الثاني في المتدرج الأيسر c2 (م)	3.63
الوتر الجزئي الأول في المنحنى الدائري c1’ (م)	٢.٥٢
الوتر الجزئي الأوسط في المنحنى الدائري c’ (م)	٤
الوتر الجزئي الثاني في المنحنى الدائري c2’(م)	٣.٦٣
الوتر الجزئي الأول في المتدرج الأيمن c1’’ (م)	7.52
الوتر الجزئي الاوسط في المتدرج الأيمن c’’ (م)	8
الوتر الجزئي الثاني في المتدرج الأيمن c2’’ (م)	4.45

المنحنى المتدرج الأيسر:

Point #	Chord (m)	L (m)	Chinage (m)	Total deflection angle
T0	0	0	701.33	00 00 00
1	2.52	2.52	703.58	00 00 52.3
2	4	6.52	707.85	00 05 40.01
3	4	10.52	711.85	00 14 58.64
4	4	14.52	715.85	00 28 50.91
5	4	18.52	719.85	00 45 34.34
6	4	22.52	723.85	01 09 23.7
T1	3.63	26.15	727.48	01 33 37.18

المنحنى الدائري :

Point #	Chord (m)	L (m)	Chinage (m)	Total Deflection angle
T1	0	0	727.48	00 00 00
1	7.25	7.25	735	00 01 20.78
2	8	15.52	743	00 02 46.72
3	8	23.52	751	00 04 12.66
4	8	31.52	759	00 05 38.6
5	8	39.52	767	00 07 4.54
6	8	47.52	775	00 08 30.48
7	8	54.52	783	00 09 56.42
T2	4.45	58.97	787.45	00 10 44.22

المنحنى المتدرج الأيمن:

Point #	Chord (m)	L (m)	Chinage (m)	Total Deflection angle
T2	0	0	787.45	00 00 00
1	2.4	2.4	789.87	00 00 47.28
2	4	6.4	793.87	00 05 36.28
3	4	10.4	797.87	00 14 47.99
4	4	14.4	801.87	00 28 0.37
5	4	18.4	805.87	00 48.21.7

6	4	22.4	809.87	01 48 39.44
T3	3.75	26.115	813.621	01 33 19.42

المنحنى الحادي عشر (لوحة رقم ٧):

المعطيات لهذا المنحنى و بعض الحسابات الأولية في الجدول التالي:

نصف قطر المنحنى (م)	20
زاوية تقاطع المماسين	20 51 25
طول المنحنى	24.494
طول المماس	28.494
محطة نقطة التقاطع (كم +م)	0+845.05
التعلية (م)	لا يوجد
معامل الاحتكاك الجانبي	لا يوجد
السرعة (كم/ساعة)	لا يوجد
الإزاحة (م)	لا يوجد
التوسعة على المنحنى (م)	لا يوجد
طول المنحنى المتدرج (م)	لا يوجد
طول المنحنى الدائري (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأول في المتدرج الأيسر c1 (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأوسط في المتدرج الأيسر c (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الثاني في المتدرج الأيسر c2 (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأول في المنحنى الدائري c1' (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأوسط في المنحنى الدائري c' (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الثاني في المنحنى الدائري c2'(م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأول في المتدرج الأيمن c1'' (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأوسط في المتدرج الأيمن c'' (م)	لا يوجد
الوتر الجزئي الأول في المتدرج الأيمن c2'' (م)	لا يوجد

١١-التصميم الإنشائي للطريق (Structural Design)

١١-١ مقدمة

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

والنوع الثاني الأكثر شيوعاً هو الرصف المرن ويتكون من عدة طبقات هي تحت الأساس والأساس الحجري أو الحصوي ثم طبقات الرصف الأسفلتية 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 ٢٠سم و تعبا الفراغات بحصى صغيرة

ت- ترش طبقة صغيرة من الحصمة الفولية لتعبئة الفراغات

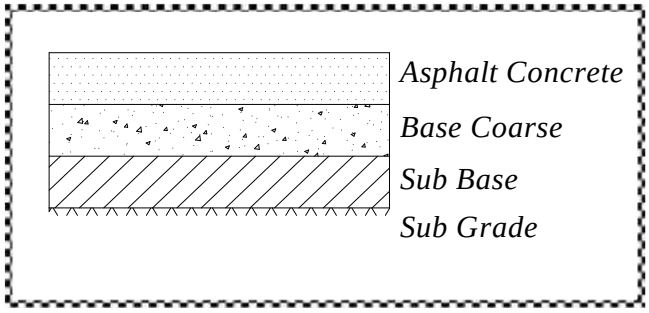
ث- يرش اسفلت بدرجة غرز ٨٠% و بمعدل ٤ كيلو على المر المربع.

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 20سم

ثانيا: الرصفة القاسية: (Rigid Pavement)

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

١١-٣ العناصر الإنشائية للرصفة المرنة (Structural Components Of Flexible Pavement)



شكل (1-11) طبقات الرصفة المرنة

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

١. القاعدة الترابية (sub grade): و هي عبارة عن المواد المكونة لسطح الطريق المراد عمله او من المواد 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 Oil) .

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

١١-٣ العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة حسب طريقة AASHTO:

ان هناك مجموعة من العوامل التي تتحكم في تصميم الطريق كحجم و نوع المرور (Traffic Volume):ويتم تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية معادلة لحمل مقداره 18 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.

١١-٤ 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.
- طبقة البسكورس(base course)(طبقة الاساس).
- طبقة ما تحت الاساس(sub base).
- طبقةسطح الارض(sub grade).

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

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

حيث:

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

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

$f_{d:}$ design lane factor.

G_f: growth factor.

AADT: first year annual average daily traffic.

N_i : number of axles on each vehicle.

f_E : load equivalency factor

ويتم الحصول على قيمة f_d من الجدول (11-1) :

جدول (11-1) نسبة المركبات في المسرب الواحد Percentage Of Total Truck Traffic in Design Lane

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

أما الطريق المراد تصميمها فتحتوي على 4 مسارب في الاتجاهين (أي مسربين في الاتجاه الواحد) فتؤخذ قيمة f_d المقابلة للرقم ٢ من الجدول (11-1) فتكون (f_d = 50%) .

أما قيمة growth factor (G_f) فيتم الحصول عليه من الجدول (11-2) :

جدول (11-2) [3] معاملى النمو (Growth factor)

Design period years	Annual Growth Rate (%)							
	No. growth	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10

3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	22.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	2.21	30.48	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	51.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.05	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

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

أما AADT **فتؤخذ من جدول حجم المرور رقم** (3-11) (**متوسط عدد المركبات الكلي** لليوم الواحد) = 7320**مركبة**.

ملاحظة : تم أخذ للشارع الخلفي لجامعة الخليل لانه اقرب ما يكون الى الطريق الذي الذي سيتم انشاءه .

أما نسب السيارات والباصات والشاحنات المارة فتؤخذ من الجدول (4-11) فتكون النسب كما يلي :

Passenger cars (10 kN / axle) = 59%

2-axle single-unit busses (100 kN / axle) = 8%

3-axle single-unit trucks (110 kN / axle) = 33%

جدول (3-11) عدد ونسبة كل نوع من أنواع المركبات

اليوم	نسبة عدد المركبات (%)					
	السيارات		الشاحنات		الباصات	
	العدد	النسبة(%)	العدد	النسبة(%)	العدد	النسبة(%)
السبت	300	88	30	8	10	4
الاثنين	265	78	47	14	25	8
الخميس	320	90	17	5	14	5
المتوسط	**295**	**85**	**32**	**9**	**16**	**6**

وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية ، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات المختلفة من الجدول (4-11) كما يلي:

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

جدول (11-4) تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية(Load Equivalency factor)

Gross Axle Load		Load Equivalency factor		Gross Axle Load		Load Equivalency factor	
KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle	KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle
4.45	1,000	0.00002		182.5	41,000	23.27	2.29
8.9	2,000	0.00018		187.0	42,000	25.64	2.51
13.35	3,000	0.00072		191.3	43,000	28.22	2.75
17.8	4,000	0.00209		195.7	44,000	31.00	3.00
22.25	5,000	0.00500		200.0	45,000	34.00	3.27
26.7	6,000	0.01043		204.5	46,000	37.24	3.55
31.15	7,000	0.01960		209.0	47,000	40.74	3.85
35.6	8,000	0.03430		213.5	48,000	44.50	4.17
40.0	9,000	0.0562		218.0	49,000	48.54	4.51
44.5	10,000	0.0877	0.00688	222.4	50,000	52.88	4.86
48.9	11,000	0.1311	0.01008	226.8	51,000		5.23
53.4	12,000	0.189	0.0144	231.3	52,000		5.63
57.8	13,000	0.264	0.0199	235.7	53,000		6.04
62.3	14,000	0.360	0.0270	240.2	54,000		6.47
66.7	15,000	0.478	0.0360	244.6	55,000		6.93
71.2	16,000	0.623	0.0472	249.0	56,000		7.41
75.6	17,000	0.796	0.0608	253.5	57,000		7.92
80.0	18,000	1.00	0.0773	258.0	58,000		8.45
84.5	19,000	1.24	0.0971	262.5	59,000		9.01
89.0	20,000	1.51	0.1206	267.0	60,000		9.59
93.4	21,000	1.83	0.148	271.3	61,000		10.20
97.8	22,000	2.18	0.180	275.8	62,000		10.84
102.3	23,000	2.58	0.217	280.2	63,000		11.52
106.8	24,000	3.03	0.260	284.5	64,000		12.22
111.2	25,000	3.53	0.308	289.0	65,000		12.96
115.6	26,000	4.09	0.364	293.5	66,000		13.73

120.0	27,000	4.71	0.426	298.0	67,000		14.54
124.5	28,000	5.39	0.495	302.5	68,000		15.38
129.0	29,000	6.14	0.572	307.0	69,000		16.26
133.5	30,000	6.97	0.658	311.5	70,000		17.19
138.0	31,000	7.88	0.753	316.0	71,000		18.15
142.3	32,000	8.88	0.857	320.0	72,000		19.16
146.8	33,000	9.98	0.971	325.0	73,000		20.22
151.2	34,000	11.18	1.095	329.0	74,000		21.32
155.7	35,000	12.5	1.23	333.5	75,000		22.47
160.0	36,000	13.93	1.38	338.0	76,000		23.66
164.5	37,000	15.50	1.53	342.5	77,000		24.91
169.0	38,000	12.20	1.70	347.0	78,000		26.22
173.5	39,000	19.06	1.89	351.5	79,000		27.58
178.0	40,000	21.08	2.08	365.0	80,000		28.99

وبعد ذلك تحسب قيمة (ESAL) **لكل نوع من أنواع المركبات حسب المعادلة** (11-1) **على حده ومن ثم تجمع** القيم الثلاث لنحصل على (Total ESAL) كما يلي :

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

$$ESAL_{car} = 0.5 \times 29.78 \times 4097 \times 0.59 \times 365 \times 2 \times 0.0003135 = 0.008237 \times 10^6$$

$$ESAL_{buss} = 0.5 \times 29.78 \times 4097 \times 0.08 \times 365 \times 2 \times 0.198089 = 0.7057 \times 10^6$$

$$ESAL_{truck} = 0.5 \times 29.78 \times 4097 \times 0.33 \times 365 \times 2 \times 0.29419 = 4.323 \times 10^6$$

$$ESAL_{total} = 5.037 \times 10^6$$

٢. **حساب سماكة الطبقات** : يبين الجدول(11-5) نسبة كالفورنيا للطبقات ونوع كل طبقة :

جدول (11-5) يبين نسبة كالفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة

المادة المستخدمة	CBR(Kentuky)	الطبقة
Plant Mix.	…….	Asphalt
Crushed Stone	29.5	Base Coarse
Sandy Gravel	28	Sub Base
…….	12.9	Sub Grade

حيث يتم حساب طبقات الرصفة المرنة كما يلي:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \text{.....(6 - 2)}$$

where :

SN: Structural Number.

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

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

ويتم حساب المعامل المناخي (Regional factor) من المعادلة (11-3):

$$R = \frac{N_d}{12} \times R_d + \frac{N_s}{12} \times R_s \text{.....(11 - 3)}$$

where:

R : Regional Factor

Nd : Number of dry months in a year

Rd : Regional Factor for soils dry

Ns : Number of saturated months in a year

Rs : Regional Factor for soils saturated

حيث يتم الحصول على قيمة كل من (Rd, Rs) من الجدول (٦-١١) :

جدول (11-6) قيمة المعامل المناخي(Regional Factor) حسب المناخ

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

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

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

حيث تتم عملية حساب SN كما يلي :

١. بمعرفة (CBR) لكل طبقة من الجدول (11-6) ، تعرف قيم (S-soil support value) المقابلة ل(CBR) لكل طبقة على حده من الشكل (11-2) . فتكون قيم (S-soil support value) كما يلي:

(S1-soil support value) = 8

(S2-soil support value) = 7.4

(S-soil support value) = 6.5

٢. ثم تعين قيم (S-soil support value) على الشكل (11-3) وتوصل مع النقطة المعينة على تدريج (ESAL = 5037) ، ثم يمد الخط على استقامته ليقطع تدريج (SN-structural Number) في نقطة معينة فتكون قيم (SN-structural Number) كما يلي :

(SN1-structural Number) = 2.65.

(SN2-structural Number) = 2.9.

(SN3-structural Number) = 3.3.

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

SN_1 = 3 (from enter CBR for base course in chart)

SN_2 = 3.4 (from enter CBR for sub base course in chart)

SN3 = 3.9 (from enter CBR sub grade in chart)

ويتم الحصول على قيم(a_1,a_2,a_3) من الجداول(7-11)،(8-11)،(9-11) :

جدول (7-11) معامل الطبقة (layer coefficient) للإسفلت

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

جدول (8-11) معامل الطبقة (layer coefficient) للبسكورس

Case of base course	a_2 suggested
sandy gravel	0.07
Crushed stone	0.14
Cement- treated (650psi or more)	0.23
Cement- treated (400-650psi)	0.20
Cement- treated (400psi or less)	0.15
Coarse- graded bituminous-treated	0.34
Sand asphalt	0.30
Lime -treated	0.15-0.30

جدول (9-11) معامل الطبقة (layer coefficient) لـ Sub base

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

ونوع المادة في هذه الطريق موجودة في جدول (6-11) ومن الجداول السابقة نجد أن :

$$a_1 = 0.75,\ a_2 = 0.14,\ a_3 = 0.11$$

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

$SN1 = a1\ D1 \rightarrow 3 = 0.75 \cdot D1 \rightarrow D1 = 4\ in = 4 \cdot 2.54 = 10.16\ cm.$

Take (D1 = 10cm).

ثم تحول قيمة SN1 **إلى** (in)كما يلي : $SN1 = (10/2.54) \times 0.75 = 2.95\ in$

سمك الطبقة الثانية(base course) :

$SN2 = SN1 + a1\ D1 \rightarrow 3.4 = 3.03 + 0.14 \cdot D2$

$\rightarrow D2 = 2.64\ in = 2.64 \cdot 2.54 = 6.71\ cm\ .$

Take (D2 = 12 cm).

ثم تحول قيمة SN2 **إلى** (in) كما يلي :

$$SN2 = \frac{12}{2.54} \times 0.14 + 2.95 = 3.61in$$

سمك الطبقة الثالثة (sub base):

$SN3 = SN2 + a3\ D3 \rightarrow 3.9 = 3.58 + 0.11 \cdot D3$

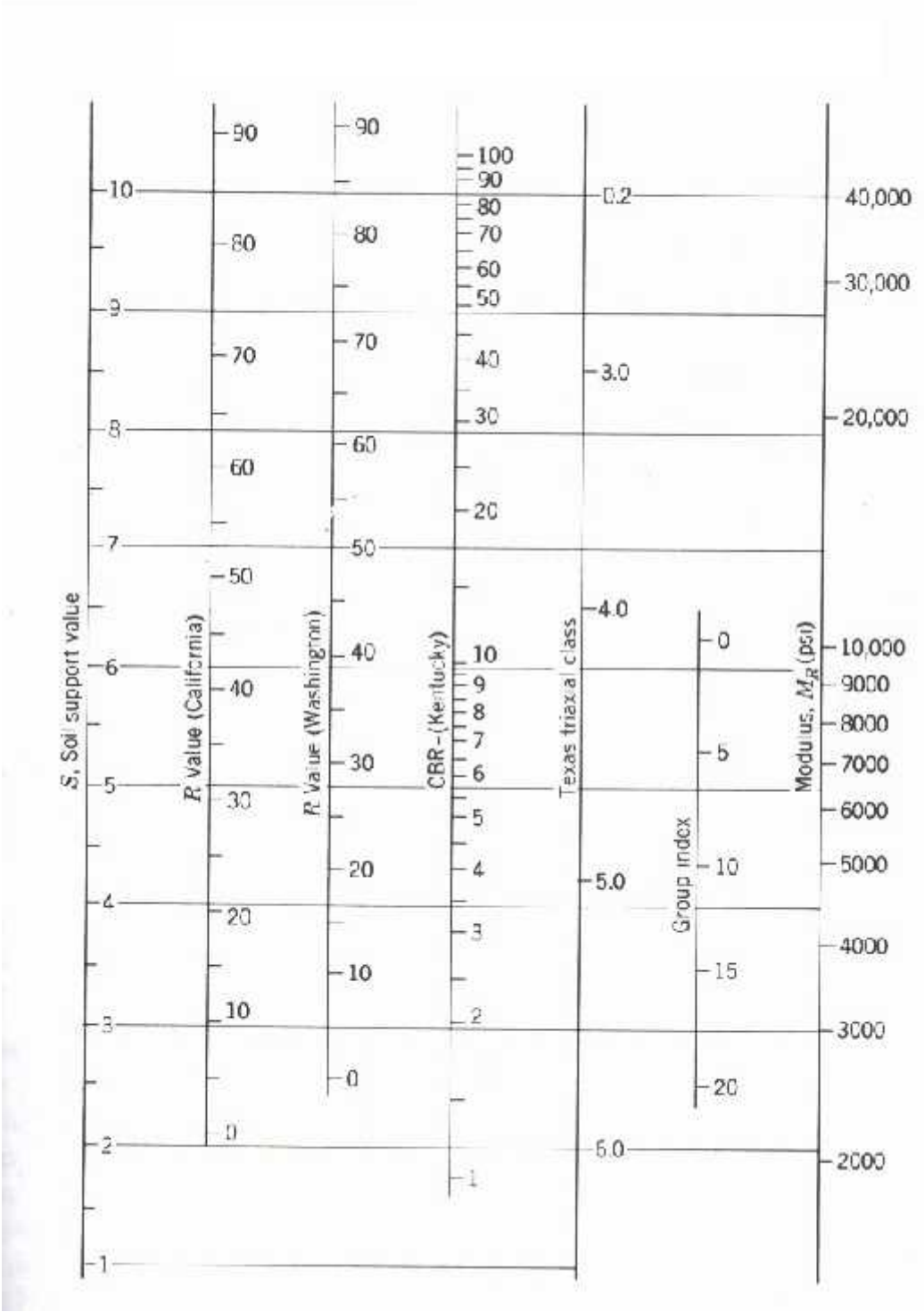
$\rightarrow D3 = 2.91\ in\ = 2.91 \cdot 2.54 = 7.39\ cm\ .$

Take (D3 = 10 cm).

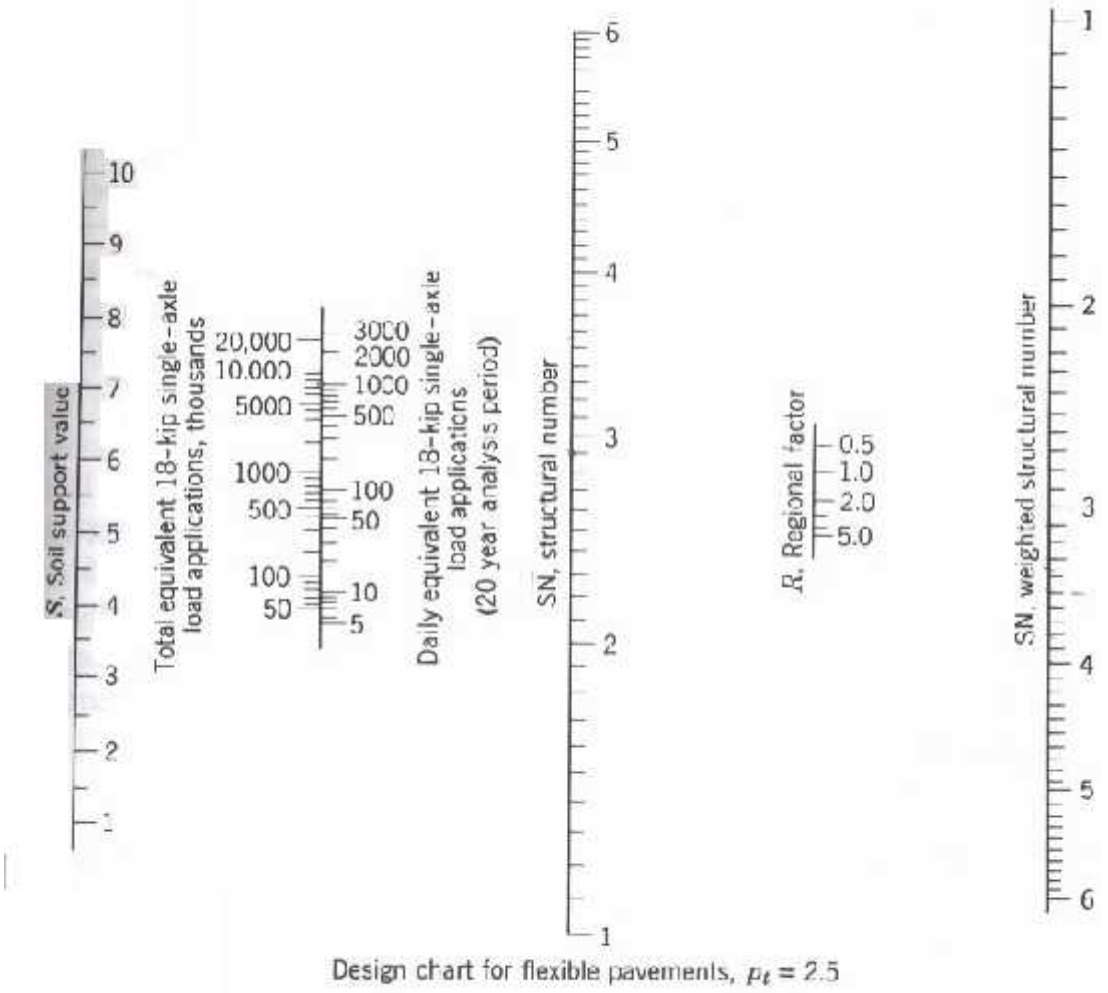
ثم تحول قيمة SN3 **إلى** (in) كما يلي :

$$SN3 = \frac{10}{2.54} \times 0.11 + 3.58 = 4.01in$$

SN3(4.01) > SN for sub base(3.9) → OK



شكل (2-11) إيجاد (S-soil support value)



Design chart for flexible pavements, $p_t = 2.5$

شكل (11-3) (AASHTO flexible-pavement design)

١١- ٥ الخلاصة:

بما انه تم اتباع طريقة الآشتو في التصميم حيث **و بعد النظر الى كافة** العوامل المؤثرة في تصميم الرصفة المرنة ودراستها وحساب الأوزان المحورية القياسية و مقارنتها بالقراءات الموجودة في الجداول القياسية و إجراء كافة الحسابات كانت لدينا النتائج التالية :-

جدول (10-11) يبين سماكة طبقات الرصفة المرنة

الطبقة	السمك (سم)
bas	١٢
Base corse	10
Asphalt	10

١١-التصميم الإنشائي للطريق (Structural Design)

١١-١ مقدمة

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

والنوع الثاني الأكثر شيوعاً هو الرصف المرن ويتكون من عدة طبقات هي تحت الأساس والأساس الحجري أو الحصوي ثم طبقات الرصف الأسفلتية 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 ٢٠سم و تعبا الفراغات بحصى صغيرة

ت- ترش طبقة صغيرة من الحصمة الفولية لتعبئة الفراغات

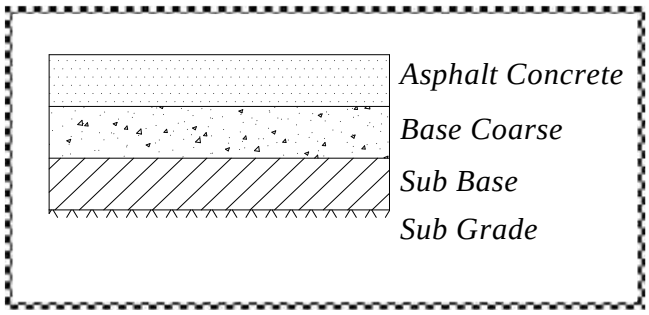
ث- يرش اسفلت بدرجة غرز ٨٠% و بمعدل ٤ كيلو على المر المربع.

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 20سم

ثانيا: الرصفة القاسية: (Rigid Pavement)

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

١١-٣ العناصر الإنشائية للرصفة المرنة (Structural Components Of Flexible Pavement)



شكل (1-11) طبقات الرصفة المرنة

تتكون الرصفة المرنة كما يظهر في شكل(1-6) 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.

١١-٣ العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة حسب طريقة AASHTO:

ان هناك مجموعة من العوام التي تتحكم في تصميم الطيق كحجم و نوع المرور Traffic):
(Volumeويتم تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية معادلة لحمل مقداره 18 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.

١١-٤ 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.
- طبقة البسكورس(base course)(طبقة الاساس).
- طبقة ما تحت الاساس(sub base).
- طبقةسطح الارض(sub grade).

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

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

حيث:

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

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

$f_{d:}$ design lane factor.

G_f: growth factor.

AADT: first year annual average daily traffic.

N_i : number of axles on each vehicle.

f_E : load equivalency factor

ويتم الحصول على قيمة f_d من الجدول (11-1) :

جدول (11-1) نسبة المركبات في المسرب الواحد Percentage Of Total Truck Traffic in Design Lane

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

أما الطريق المراد تصميمها فتحتوي على 4 مسارب في الاتجاهين (أي مسربين في الاتجاه الواحد) فتؤخذ قيمة f_d المقابلة للرقم ٢ من الجدول (11-1) فتكون (f_d = 50%) .

أما قيمة growth factor (G_f) فيتم الحصول عليه من الجدول (11-2) :

جدول (11-2) معاملى النمو (Growth factor)

Design period years	Annual Growth Rate (%)							
	No. growth	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10

3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	22.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	2.21	30.48	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	51.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.05	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

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

أما AADT **فتؤخذ من جدول حجم المرور رقم** (3-11) (متوسط عدد المركبات الكلي لليوم **الواحد**) = 7320**مركبة**.

ملاحظة : تم أخذ الشارع الخلفي لجامعة الخليل لانه اقرب ما يكون الى الطريق الذي الذي سيتم انشاءه .

أما نسب السيارات والباصات والشاحنات المارة فتؤخذ من الجدول (4-6) فتكون النسب كما يلي :

Passenger cars (10 kN / axle) = 59%

2-axle single-unit busses (100 kN / axle) = 8%

3-axle single-unit trucks (110 kN / axle) = 33%

جدول (11-3) عدد ونسبة كل نوع من أنواع المركبات

اليوم	نسبة عدد المركبات (%)					
	السيارات		الشاحنات		الباصات	
	العدد	النسبة(%)	العدد	النسبة(%)	العدد	النسبة(%)
السبت	300	88	30	8	10	4
الاثنين	265	78	47	14	25	8
الخميس	320	90	17	5	14	5
المتوسط	**295**	**85**	**32**	**9**	**16**	**6**

وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية ، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات المختلفة من الجدول (11-4) كما يلي:

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

جدول (11-4) تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية(Load Equivalency factor)

Gross Axle Load		Load Equivalency factor		Gross Axle Load		Load Equivalency factor	
KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle	KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle
4.45	1,000	0.00002		182.5	41,000	23.27	2.29
8.9	2,000	0.00018		187.0	42,000	25.64	2.51
13.35	3,000	0.00072		191.3	43,000	28.22	2.75
17.8	4,000	0.00209		195.7	44,000	31.00	3.00
22.25	5,000	0.00500		200.0	45,000	34.00	3.27
26.7	6,000	0.01043		204.5	46,000	37.24	3.55
31.15	7,000	0.01960		209.0	47,000	40.74	3.85
35.6	8,000	0.03430		213.5	48,000	44.50	4.17
40.0	9,000	0.0562		218.0	49,000	48.54	4.51
44.5	10,000	0.0877	0.00688	222.4	50,000	52.88	4.86
48.9	11,000	0.1311	0.01008	226.8	51,000		5.23
53.4	12,000	0.189	0.0144	231.3	52,000		5.63
57.8	13,000	0.264	0.0199	235.7	53,000		6.04
62.3	14,000	0.360	0.0270	240.2	54,000		6.47
66.7	15,000	0.478	0.0360	244.6	55,000		6.93
71.2	16,000	0.623	0.0472	249.0	56,000		7.41
75.6	17,000	0.796	0.0608	253.5	57,000		7.92
80.0	18,000	1.00	0.0773	258.0	58,000		8.45
84.5	19,000	1.24	0.0971	262.5	59,000		9.01
89.0	20,000	1.51	0.1206	267.0	60,000		9.59
93.4	21,000	1.83	0.148	271.3	61,000		10.20
97.8	22,000	2.18	0.180	275.8	62,000		10.84
102.3	23,000	2.58	0.217	280.2	63,000		11.52
106.8	24,000	3.03	0.260	284.5	64,000		12.22
111.2	25,000	3.53	0.308	289.0	65,000		12.96
115.6	26,000	4.09	0.364	293.5	66,000		13.73

120.0	27,000	4.71	0.426	298.0	67,000		14.54
124.5	28,000	5.39	0.495	302.5	68,000		15.38
129.0	29,000	6.14	0.572	307.0	69,000		16.26
133.5	30,000	6.97	0.658	311.5	70,000		17.19
138.0	31,000	7.88	0.753	316.0	71,000		18.15
142.3	32,000	8.88	0.857	320.0	72,000		19.16
146.8	33,000	9.98	0.971	325.0	73,000		20.22
151.2	34,000	11.18	1.095	329.0	74,000		21.32
155.7	35,000	12.5	1.23	333.5	75,000		22.47
160.0	36,000	13.93	1.38	338.0	76,000		23.66
164.5	37,000	15.50	1.53	342.5	77,000		24.91
169.0	38,000	12.20	1.70	347.0	78,000		26.22
173.5	39,000	19.06	1.89	351.5	79,000		27.58
178.0	40,000	21.08	2.08	365.0	80,000		28.99

وبعد ذلك تحسب قيمة (ESAL) **لكل نوع من أنواع المركبات حسب المعادلة** (11-1) **على حده ومن ثم تجمع** القيم الثلاث لنحصل على (Total ESAL) كما يلي :

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

$$ESAL_{car} = 0.5 \times 29.78 \times 4097 \times 0.59 \times 365 \times 2 \times 0.0003135 = 0.008237 \times 10^6$$

$$ESAL_{buss} = 0.5 \times 29.78 \times 4097 \times 0.08 \times 365 \times 2 \times 0.198089 = 0.7057 \times 10^6$$

$$ESAL_{truck} = 0.5 \times 29.78 \times 4097 \times 0.33 \times 365 \times 2 \times 0.29419 = 4.323 \times 10^6$$

$$ESAL_{total} = 5.037 \times 10^6$$

٢. **حساب سماكة الطبقات** : يبين الجدول(11-5) نسبة كالفورنيا للطبقات ونوع كل طبقة :

جدول (11-5) يبين نسبة كالفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة

المادة المستخدمة	CBR(Kentuky)	الطبقة
Plant Mix.	…….	Asphalt
Crushed Stone	28.9	Base Coarse
Sandy Gravel	20.8	Sub Base
…….	12.9	Sub Grade

حيث يتم حساب طبقات الرصفة المرنة كما يلي:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \text{.....(6 - 2)}$$

where :

SN: Structural Number.

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

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

ويتم حساب المعامل المناخي (Regional factor) من المعادلة (11-3):

$$R = \frac{N_d}{12} \times R_d + \frac{N_s}{12} \times R_s \text{.....(11 - 3)}$$

where:

R : Regional Factor

Nd : Number of dry months in a year

Rd : Regional Factor for soils dry

Ns : Number of saturated months in a year

Rs : Regional Factor for soils saturated

حيث يتم الحصول على قيمة كل من (Rd, Rs) من الجدول (٦-١١) :

جدول (11-6) قيمة المعامل المناخي(Regional Factor) حسب المناخ

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

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

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

حيث تتم عملية حساب SN كما يلي :

١. بمعرفة (CBR) لكل طبقة من الجدول (11-6) ، تعرف قيم (S-soil support value) المقابلة ل(CBR) لكل طبقة على حده من الشكل (11-2) . فتكون قيم (S-soil support value) كما يلي:

(S1-soil support value) = 8

(S2-soil support value) = 7.4

(S-soil support value) = 6.5

٢. ثم تعين قيم (S-soil support value) على الشكل (11-3) وتوصل مع النقطة المعينة على تدريج (ESAL = 5037) ، ثم يمد الخط على استقامته ليقطع تدريج (SN-structural Number) في نقطة معينة فتكون قيم (SN-structural Number) كما يلي :

(SN1-structural Number) = 2.65.

(SN2-structural Number) = 2.9.

(SN3-structural Number) = 3.3.

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

SN_1 = 3 (from enter CBR for base course in chart)

SN_2 = 3.4 (from enter CBR for sub base course in chart)

SN3 = 3.9 (from enter CBR sub grade in chart)

ويتم الحصول على قيم(a_1,a_2,a_3) من الجداول(7-11)،(8-11)،(9-11) :

جدول (7-11) معامل الطبقة (layer coefficient) للإسفلت

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

جدول (8-11) معامل الطبقة (layer coefficient) للبسكورس

Case of base course	a_2 suggested
sandy gravel	0.07
Crushed stone	0.14
Cement- treated (650psi or more)	0.23
Cement- treated (400-650psi)	0.20
Cement- treated (400psi or less)	0.15
Coarse- graded bituminous-treated	0.34
Sand asphalt	0.30
Lime -treated	0.15-0.30

جدول (9-11) معامل الطبقة (layer coefficient) لـ Sub base

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

ونوع المادة في هذه الطريق موجودة في جدول (6-11) ومن الجداول السابقة نجد أن :

$$a_1 = 0.75,\ a_2 = 0.14,\ a_3 = 0.11$$

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

$SN1 = a1\ D1 \rightarrow 3 = 0.75 \cdot D1 \rightarrow D1 = 4\ in = 4 \cdot 2.54 = 10.16\ cm.$

Take (D1 = 10cm).

ثم تحول قيمة SN1 **إلى** (in)كما يلي : $SN1 = (10/2.54) \times 0.75 = 2.95\ in$

سمك الطبقة الثانية(base course) :

$SN2 = SN1 + a1\ D1 \rightarrow 3.4 = 3.03 + 0.14 \cdot D2$

$\rightarrow D2 = 2.64\ in = 2.64 \cdot 2.54 = 6.71\ cm\ .$

Take (D2 = 12 cm).

ثم تحول قيمة SN2 **إلى** (in) كما يلي :

$$SN2 = \frac{12}{2.54} \times 0.14 + 2.95 = 3.61in$$

سمك الطبقة الثالثة (sub base):

$SN3 = SN2 + a3\ D3 \rightarrow 3.9 = 3.58 + 0.11 \cdot D3$

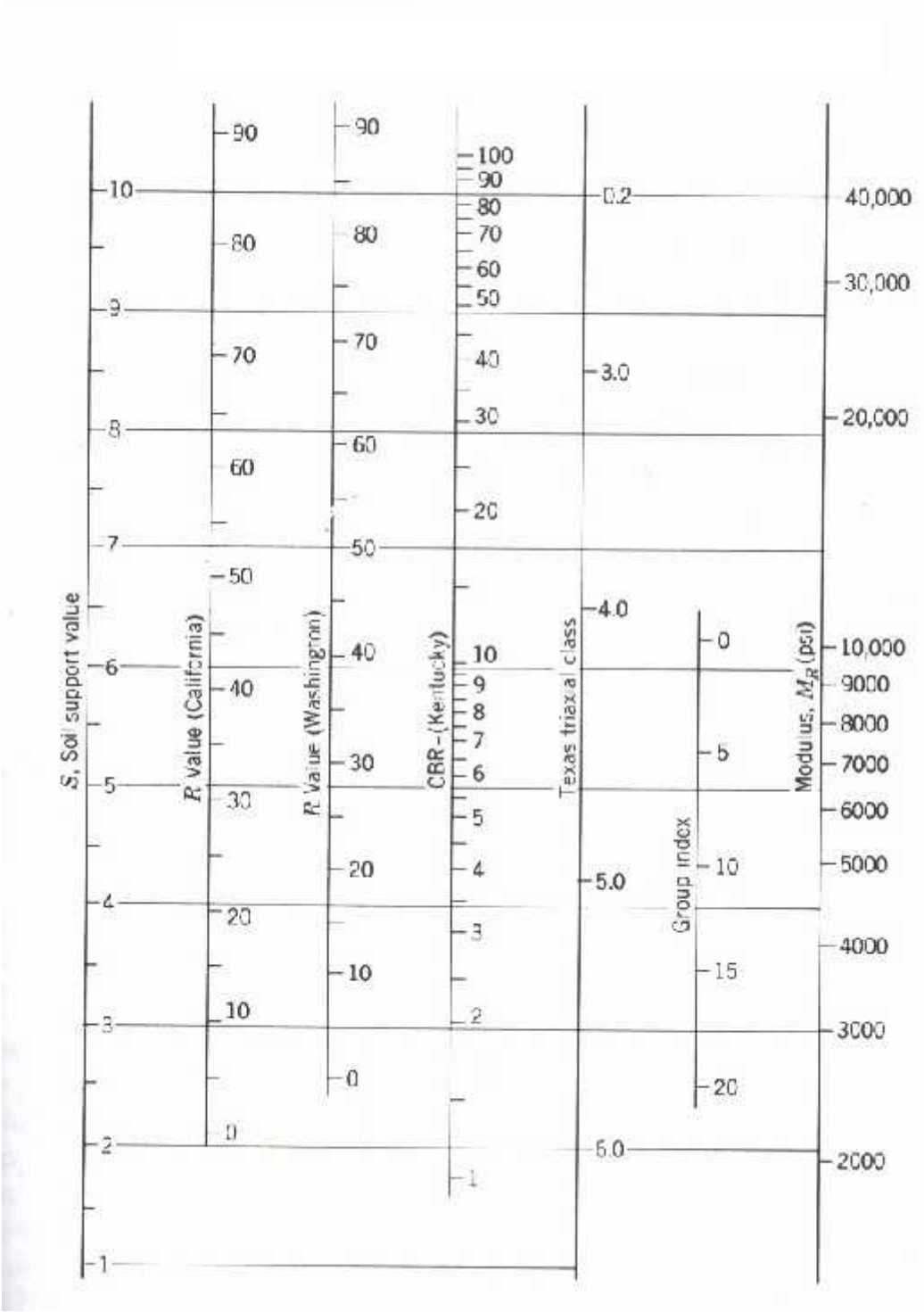
$\rightarrow D3 = 2.91\ in\ = 2.91 \cdot 2.54 = 7.39\ cm\ .$

Take (D3 = 10 cm).

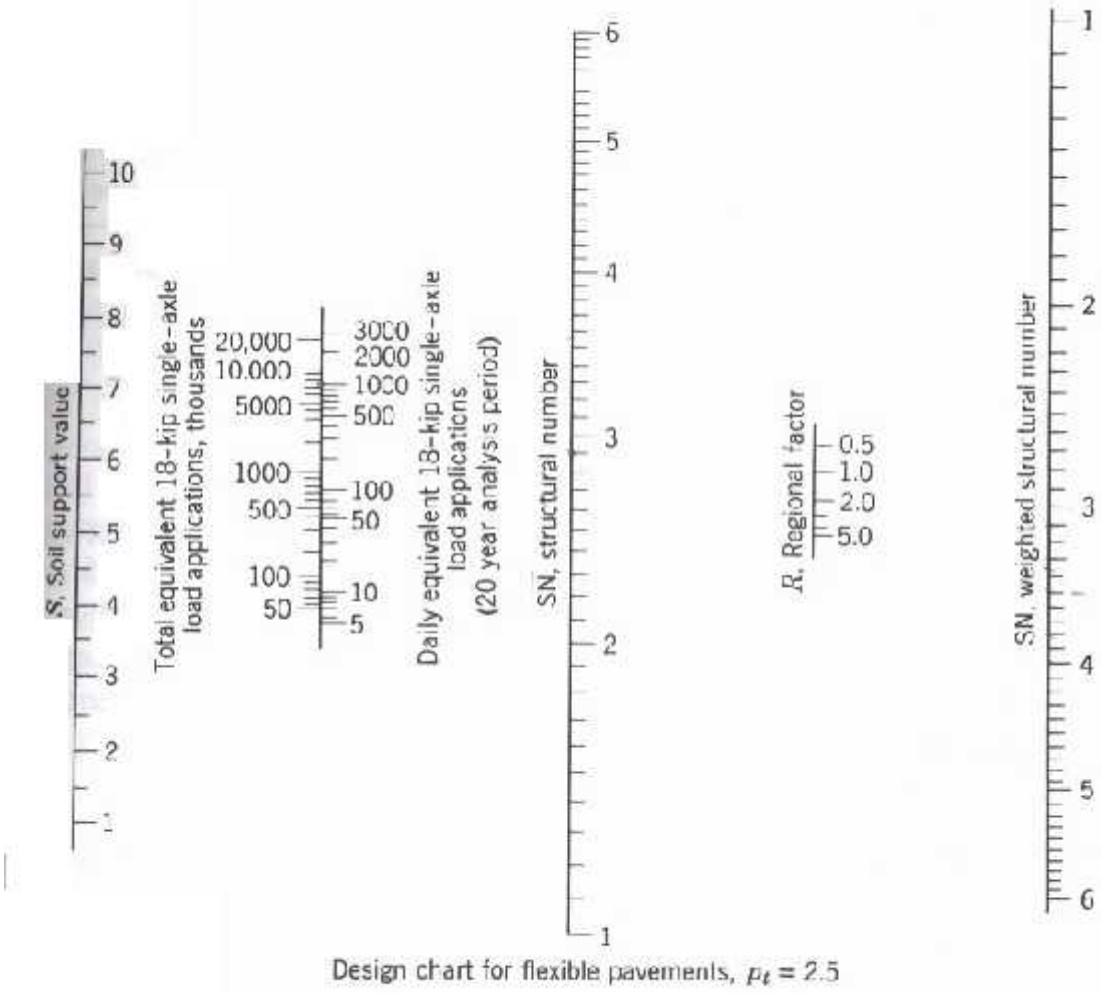
ثم تحول قيمة SN3 **إلى** (in) كما يلي :

$$SN3 = \frac{10}{2.54} \times 0.11 + 3.58 = 4.01in$$

SN3(4.01) > SN for sub base(3.9) → OK



شكل (2-11) إيجاد (S-soil support value)



Design chart for flexible pavements, $p_t = 2.5$

شكل (11-3) (AASHTO flexible-pavement design)

١١- ٥ الخلاصة:

بما انه تم اتباع طريقة الآشتو في التصميم حيث و بعد النظر الى كافة العوامل المؤثرة في تصميم الرصفة المرنة ودراستها وحساب الأوزان المحورية القياسية و مقارنتها بالحقراءات الموجودة في الجداول القياسية و إجراء كافة الحسابات كانت لدينا النتائج التالية :-

جدول (10-11) يبين سماكة طبقات الرصفة المرنة

الطبقة	السمك (سم)
bas	١٢
Base corse	10
Asphalt	10

١٣- التكلفة

١-١٣ 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 .

حساب تكلفة الطريق:

يبلغ طول الطريق المقترح تصميمه في هذا المشروع حوالي ٩٠٠م و كما هو موضح سابقا فإن الرصفة من ثلاث طبقات و هي:

١- الإسفلت بكثافة 2.24 غم/سم٣ .
٢- البسكورس(الأساس) بكثافة 2.14 غم/سم٣.
٣- طبقة ما تحت الأساس(sub base) بكثافة 1.31 غم/سم٣.

و فيما يلي سيتم حساب كل من الطبقات الثلاثة :-

٢-١٣ تكلفة الرصفة (Pavement):

تحسب مساحة المسارب المراد تعبيدها كما يلي:

مساحة المسارب = ٩٠١ × ١٢.٤ .

= ٩٠١ × ١٢.٤ = ١١١٧٢.٤ م٢.

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

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

= ١١١٧٢.٤ × ١٠. = ١١١٧.٢٤م٣.

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

= ١١١٧.٢٤ × 2.24 = ٢٥٠٢.٦ طن .

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

= ١١١٧٢.٤ ×٠.١٢. = ١٣٤١م٣.

وزن البسكورس = حجم البسكورس × كثافة البسكورس .

= ١٣٤١ × 2.14 = ٢٨١٢طن .

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

= ١١١٧٢.٤ × 0.1 = ١١١٧.٢٤م٣.

وزن طبقة ما تحت الأساس = حجم طبقة ما تحت الأساس × كثافتها .

= ١١١٧.٢٤ × 1.31 = ١٤٦٣.٦طن .

التكلفة:-

سعر واحد طن من البسكورس المشغول = $ 7 .

سعر واحد طن من الإسفلت المشغول = $ 35 .

سعر واحد طن من طبقة ما تحت الأساس المشغول = $3 .

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

= ٢٥٠٢.٦× 35 = $٨٧٥٩١ .

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

= ٢٨١٢ × 7 = $١٩٦٨٤ .

تكلفة طبقة ما تحت الأساس = وزن الطبقة ×سعر الطن الواحد.

= ١٤٦٣.٦ × 3 = $٤٣٩١ .

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

= ٨٧٥٩١ + ١٩٦٨٤+ ٤٣٩١ = $١١١٦٦٥.٨ .

١٤-٣ تكلفة الحفر والردم :

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

حجم الحفر الكلي = ٩٤٥٠.٨٥م٣ .

حجم الردم الكلي =٦١٦١.٣٥م٣ .

سعر المتر المكعب للحفر = $ 7 .

سعر المتر المكعب للردم = $ 5.4 .

تكلفة الحفر = حجم الحفر ×سعر المتر المكعب للحفر .

= ٩٤٥٠.٨٥ × 7 = $ 66156 .

تكلفة الردم = حجم الردم ×سعر المتر المكعب للردم .

= 6161.35 × 5.4 = $ 33271.29 .

تكلفة الحفر والردم الكلية = تكلفة الحفر + تكلفة الردم .

=٣٣٢٧١.٢٩ + ٦٦١٥٦= $٩٩٤٢٧.٢٩ .

١٤- ٤ التكلفة المستقبلية صيانة الطريق :

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

بعد الرجوع إلى البلدية لمعرفة التكلفة لصيانة المتر المربع من الإسفلت مع الأدوات و الأيدي العاملة فكانت هذه القيمة $ 14 .

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

= ١١١٧٢.٤ × 14 = $١٥٦٤١٣.٦ .

جدول (13-1) كميات طبقات الرصفة المرنة

المادة	الكمية بالطن	تكلفة الطن الواحد ($)	التكلفة الكلية ($)
Sub base	١٤٦٣.٦	3	٤٣٩١
Base course	٢٨١٢	7	١٩٦٨٤
Asphalt	٢٥٠٢.٦	35	٨٧٥٩١
المجموع			١١١٦٦٥.٨

جدول (13-2) كميات الحفر والردم

نوع العمل	الكمية بالمتر المكعب	تكلفة المتر المكعب ($)	التكلفة الكلية ($)
الحفر	9450.85	7	66156
الردم	٦١٦١.٣٥	5.4	33271.29
المجموع			99427.29

١٣-٥ الخلاصة :

تكلفة طبقات الرصفة المرنة (ما تحت الأساس والإسفلت) = $١١١٦٦٥.٨

تكلفة الحفر والردم (وقد تم حساب كميات الحفر والردم في الفصل السابع) =$٩٩٤٢٧.٢٩

تكلفة الصيانة =$١٥٦٤١٣.٦

تكلفة الأعمدة = عدد الأعمدة *سعر العمود ليكن سعر العمود = $٥٠٠

= ٢٤* ٥٠٠ = $١٢٠٠٠

تكلفة البردورات =طول الشارع * سعر المتر الطولي ليكن سعر المتر الطولي = $٤

= ٩٠٠ * ٤ *٤ = $١٤٤٤٠

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

ليكن سعر المتر المربع = $٤

= ٩٠٠ * ٢ *٠.٨٥* $٤ = $٦١٢٠

تكلفة المناهل = عددها * سعر المنهل ليكن سعر المنهل = $١٠

= ٩٠ * $١٠ = $٩٠٠

و عليه فإن التكلفة الكلية = ١١١٦٦٥.٨+٩٩٤٥٠.٢٩+١٥٦٤١٣.٦+١٢٠٠٠+١٤٤٤٠+٦١٢٠+٩٠٠

= $ ٢٦٠٢١٧.٦٩

* هذه الأسعار أخذت من السوق المحلي بشكل تقديري

2- الفرق الهندسية المصممة للطريق

إن الاختيار السليم لخطوط المسارات للطريق يحتاج الى قدراً هائل من المعلومات و البيانات حول العديد من الجوانب و التي منها الطبوغرافية للموقع و الوضع الجيولوجي للمنطقة و الجوانب الهيدرولوجية و استعمالات الأرض في المنطقة المراد تصميم الطريق فيها وميكانيكا التربة و خصائصها و قدرة تحملها للطريق و للمركبات فلذلك لابد من عمل مساحي متنوع و دقيق وفعال لتلبية حاجات المشروع من المعلومات و البيانات التي:

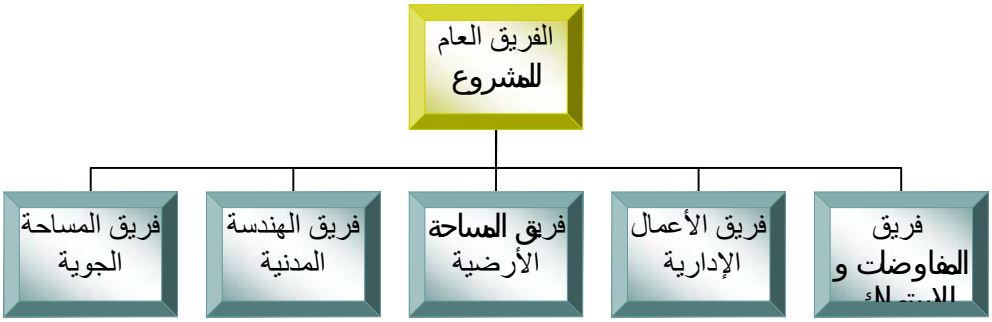
1. تساهم في الإختيار الموفق لموقع المشروع(Location).
2. تمكن المصممين من تصميم المشروع (Design).
3. تحدد حرم الطريق وحدود الأرض المجاورة(Right of Way).
4. تساعد في تنفيذ التصاميم (Construction).
5. تحديد مسار الطريق (Grade Lines) .

وبما أن الغرض المطلوب المرجو من شق الطريق يختلف من طريق الى آخر فإن دقة المعلومات و البيانات المساحية المطلوبة تختلف من طريق الى آخر، ولكن من المهم أن نعلم أن المزيد من الدقة يتطلب المزيد من الوقت و التكاليف ، و من هنا يمكن تحديد الأمور الرئيسية التي تحدد درجة الدقة في أعمال المساحة

1. الغرض من العمل المساحي (Purpose of Survey) .
2. طبوغرافية منطقة المشروع (Type of Topography) .
3. كثافة التفاصيل واستعمالات الأراضي (Intensity of Land Uses) .
4. الاعتبارات الاقتصادية (Economic Considerations) .

ونتيجة الكم الهائل من المعلومات المطلوبة واعتبارات الدقة و السرعة في الإنجاز فإنها تستوجب جمعها أن يكون هناك فريق عمل رئيسي يدقق ويوجه وينسق أعمال الفرق الأخرى التي يهتم كل منها بمجال محدد

طيلة فترة مراحل المشروع التصميمية و التنفيذية ، **والشكل** (2-1) التالي يبين الفريق الرئيسي و الفرق التابعة له و التي غالبا ما يتطلبها أي مشروع نهدف من ورائه تحقيق إنجاز معين بمواصفات عالية .



الشكل (2-1)[5] الفرق المساحية اللازمة لإنجاز مشروع مسار معين

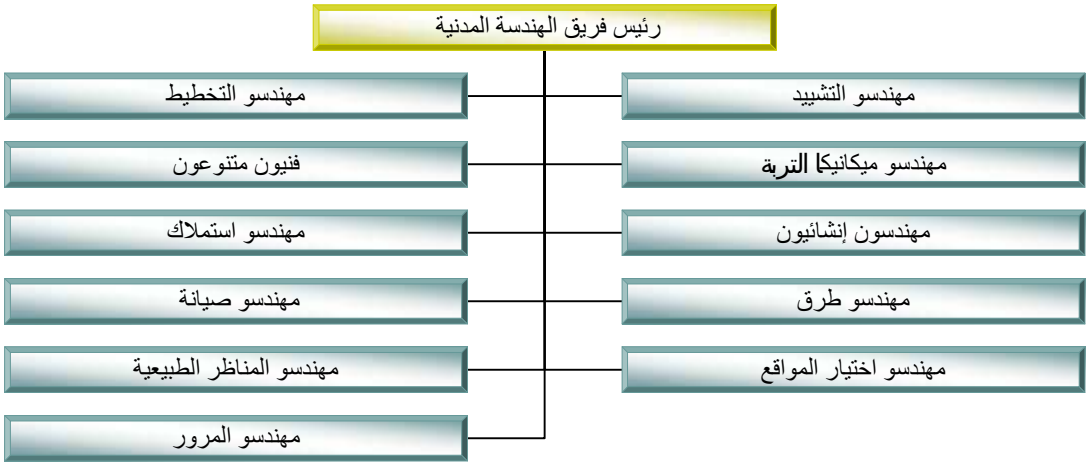
لا يتطلب الإنجاز الجيد للمشروع توفير الكوادر الفنية و الأجهزة و المواد فحسب بل تتطلب إيجاد أسس للاتصال و التعاون بين الفرق من ناحية معرفة مستلزمات الفرق الأخرى و توثيق المعلومات بشكل جسد و مدروس حتى يسهل عملية الرجوع لها في أي وقت و الشكل (2-2) يبين حجم العلاقة التي تربط كل فريق **بالفرق الأخرى بشكل** يتناسب مع عدد الخطوط حيث أنة من الملاحظ أن فريق المساحة الأرضية و المساحة الجوية يتساويان من حيث الأهمية و مع فريق الهندسة المدنية .

الشكل (2-2)[5] قوة العلاقة بين مختلف الفرق العاملة في المشروع

2-1 فريق الهندسة المدنية :

يعد هذا الفريق من أهم الفرق العاملة في المشروع لذلك ينبغي أن يضم هذا الفريق متخصصين أو مهندسين خبراء في مجالات عديدة منها التخطيط و المرور واختيار المواقع و الصيانة و التصميم الإنشائي و الإستملاك والتنفيذ الإنشائي و غيرها الكثير.

يلازم هذا الفريق الهام فريق آخر يحتوي على الفنيين في مجالات إنشاء الجسور و وأعمال الحفريات و الفرشيات و الخلطات الإسفلتية و الصيانة و المرور .....الخ ، حيث إن أردنا تقسيم هذا الفريق فإنها ناتجة عن الشعب التالية و الموضحة في الشكل (2-3).



الشكل(2-3)[5] الشعب الممثلة للفريق الهندسة المدنية

2-2 فريق المساحة الأرضية :

لايمكن الاستغناء عن هذا الفريق على مدى تصميم و تنفيذ الطريق أو المسار حتى في أعمال الصيانة المستقبلية، فلذلك فإن كفاءة هذا الفريق تعتمد عليها أمور كثيرة ، وما يسببه عدم الدقة من هذه المجموعة إلى أخطاء كبيرة يترتب عليها هدر للمال و الوقت، لذلك فإنه يحتوي على مهندسين متخصصين

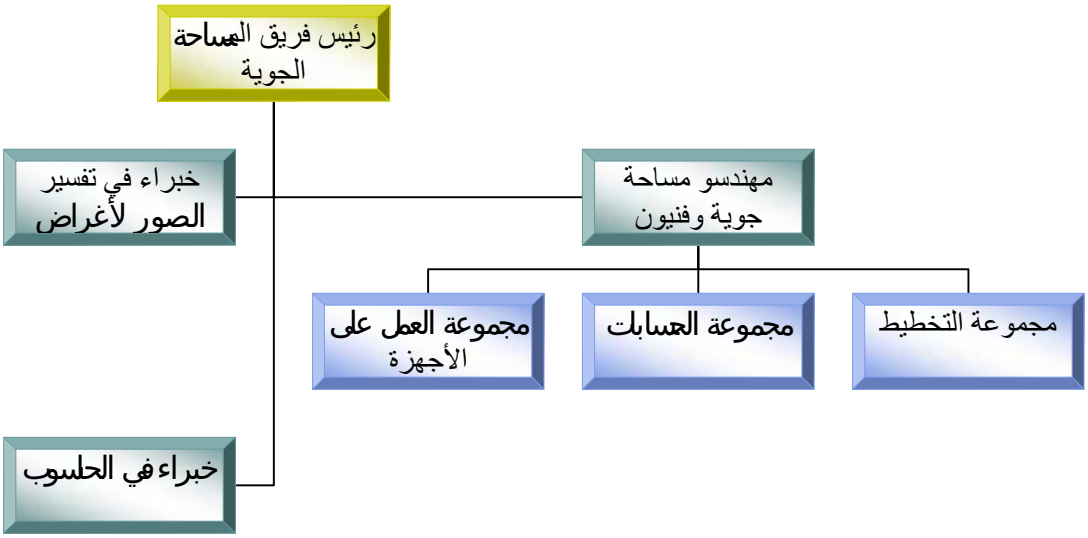
في مجالات الجيوديزيا والطبوغرافيا إضافة إلى مساحين وفنيين ذوي خبرة واسعة و الشكل (2-4)يمثل المستويات للعاملين ضمن هذا الفريق

الشكل (2-4)[5] العاملون في فريق المساحة الأرضية

يتركز عمل هذا الفريق في مجال مساحة المثلثات و المضلعات و أعمال التسوية العادية و المثلثية الدقيقة و توقيع المنحنيات الأفقية و الرأسية وغرس أوتاد الميول و تحديد حرم الطريق ومواقع الجسور و العبارات و الخنادق وغيرها من المنشآت المختلفة إضافة إلى حساب الكميات .

2-3 فريق المساحة الجوية:

يشتمل هذا الفريق على مهندسين و فنيين في مجالات تفسير الصور لغايات متعددة (زراعية وجيولوجية ومرور وصيانة .....الخ) وعمل مخططات وخرائط طبوغرافية متنوعة من خلال الصور الجوية وأجهزة المساحة الجوية وحساب الإحداثيات و الأبعاد ومعالجة البيانات باستخدام الحاسوب حيث يرأس هذا الفريق مهندس مساحة جوية، **و الشكل** (2-5) يمثل العاملون في فريق المساحة الجوية



الشكل (2-5)[5] العاملون في فريق المساحة الجوية

4-2 العلاقة بين فريق المساحة الأرضية وفريق المساحة الجوية :

لعله من الواضح لدينا من الشكل السالف ذكره أن العلاقة بين فريق المساحة الأرضية و المساحة الجوية علاقة قوية إلى درجة يمكن جعلهما في فريق واحد حيث أنه لا يتم تحقيق الهدف و الدقة المطلوبة من دون تعاون وثيق وتكامل أكيد بين هذين الفريقين ، ونتائج بعضهما تنعكس إيجابا أو سلبا **على الآخر**، فهنا تظهر فائدة فريق المساحة الأرضية حيث أنة المسؤول عن تزويد فريق المساحة الجوية بنقاط الربط اللازمة (Control Point) وهو أيضا القادر علة الوصول والرصد داخل الغابات و المناطق السكنية المزدحمة عندما يعجز فريق المساحة الجوية عن عمل شبكات ضبط وحساب إحداثيات .

كذلك لايمكن أن نخفي فضل فريق المساحة الجوية من ناحية تقديم المعلومات المكثفة و السريعة محققا في ذلك توفير للوقت و المال ، ولكن يجب أن لا نمهل معلومة مفادها أن دقة كثير من الأعمال في المساحة الجوية تستند الى دقة الكادر الفني لفريق المساحة الأرضية وبرامجه الحسابية ودقة أجهزته .

١١-التصميم الإنشائي للطريق (Structural Design)

١١-١ مقدمة

تعتبر عملية التصميم الإنشائي للطريق عبارة عن إيجاد سماكات طبقات الرصف و مواصفاتها و مكوناتها لتتمكن من تحمل الأحمال المحورية للمركبات التي تسير على هذه الطرق ، والأنــواع الرئيسية للرصف نوعان الأول هو الرصف الصلب وهو عبارة عن بلاطات خرسانية مسـلحة 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) :

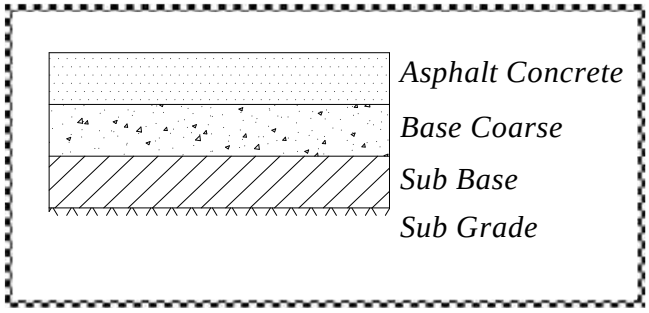
وهي التي تكون ملاصقة لسطح الطريق الترابي ، مهما اتخذ هذا السطح من أشكال وتعرجات ، وتوجد على نوعين :

١. **رصفة تلفورد**
   أ- وذلك بحيث تحدد الرصفة و تبنى اطاريف باحجار تسمى حجارة الشك.
   ب- يتم رصف الطريق بحجارة بسماكة ٢٠سم 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 20سم

ثانيا: الرصفة القاسية: (Rigid Pavement)

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

١١-٣ العناصر الإنشائية للرصفة المرنة (Structural Components Of Flexible Pavement)



شكل (1-11) طبقات الرصفة المرنة

تتكون الرصفة المرنة كما يظهر في شكل(1-6) 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.

١١-٣ العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة حسب طريقة AASHTO:

ان هناك مجموعة من العوام التي تتحكم في تصميم الطيق كحجم و نوع المرور Traffic):
(Volumeويتم تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية معادلة لحمل مقداره 18 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.

١١-٤ 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.
- طبقة البسكورس(base course)(طبقة الاساس).
- طبقة ما تحت الاساس(sub base).
- طبقةسطح الارض(sub grade).

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

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

حيث:

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

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

$f_{d:}$ design lane factor.

G_f: growth factor.

AADT: first year annual average daily traffic.

N_i : number of axles on each vehicle.

f_E : load equivalency factor

ويتم الحصول على قيمة f_d من الجدول (11-1) :

جدول (11-1)[3] نسبة المركبات في المسرب الواحد Percentage Of Total Truck Traffic in Design Lane

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

أما الطريق المراد تصميمها فتحتوي على 4 مسارب في الاتجاهين (أي مسربين في الاتجاه الواحد) فتؤخذ قيمة f_d المقابلة للرقم ٢ من الجدول (11-1) فتكون (f_d = 50%) .

أما قيمة growth factor (G_f) فيتم الحصول عليه من الجدول (11-2) :

جدول (11-2)[3] معاملى النمو (Growth factor)

Design period years	Annual Growth Rate (%)							
	No. growth	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10

3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	22.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	2.21	30.48	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	51.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.05	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

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

أما AADT **فتؤخذ من جدول حجم المرور رقم** (3-11) (**متوسط عدد المركبات الكلي** لليوم الواحد) = 7320**مركبة**.

ملاحظة : تم أخذ للشارع الخلفي لجامعة الخليل لانه اقرب ما يكون الى الطريق الذي الذي سيتم انشاءه .

أما نسب السيارات والباصات والشاحنات المارة فتؤخذ من الجدول (4-6) فتكون النسب كما يلي :

Passenger cars (10 kN / axle) = 59%

2-axle single-unit busses (100 kN / axle) = 8%

3-axle single-unit trucks (110 kN / axle) = 33%

جدول (11-3) عدد ونسبة كل نوع من أنواع المركبات

اليوم	نسبة عدد المركبات (%)					
	السيارات		الشاحنات		الباصات	
	العدد	النسبة(%)	العدد	النسبة(%)	العدد	النسبة(%)
السبت	300	88	30	8	10	4
الاثنين	265	78	47	14	25	8
الخميس	320	90	17	5	14	5
المتوسط	**295**	**85**	**32**	**9**	**16**	**6**

وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية ، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات المختلفة من الجدول (11-4) كما يلي:

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

جدول (11-4)[3] تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية(Load Equivalency factor)

Gross Axle Load		Load Equivalency factor		Gross Axle Load		Load Equivalency factor	
KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle	KN	Ib	Single Axle	Tandem Axle
4.45	1,000	0.00002		182.5	41,000	23.27	2.29
8.9	2,000	0.00018		187.0	42,000	25.64	2.51
13.35	3,000	0.00072		191.3	43,000	28.22	2.75
17.8	4,000	0.00209		195.7	44,000	31.00	3.00
22.25	5,000	0.00500		200.0	45,000	34.00	3.27
26.7	6,000	0.01043		204.5	46,000	37.24	3.55
31.15	7,000	0.01960		209.0	47,000	40.74	3.85
35.6	8,000	0.03430		213.5	48,000	44.50	4.17
40.0	9,000	0.0562		218.0	49,000	48.54	4.51
44.5	10,000	0.0877	0.00688	222.4	50,000	52.88	4.86
48.9	11,000	0.1311	0.01008	226.8	51,000		5.23
53.4	12,000	0.189	0.0144	231.3	52,000		5.63
57.8	13,000	0.264	0.0199	235.7	53,000		6.04
62.3	14,000	0.360	0.0270	240.2	54,000		6.47
66.7	15,000	0.478	0.0360	244.6	55,000		6.93
71.2	16,000	0.623	0.0472	249.0	56,000		7.41
75.6	17,000	0.796	0.0608	253.5	57,000		7.92
80.0	18,000	1.00	0.0773	258.0	58,000		8.45
84.5	19,000	1.24	0.0971	262.5	59,000		9.01
89.0	20,000	1.51	0.1206	267.0	60,000		9.59
93.4	21,000	1.83	0.148	271.3	61,000		10.20
97.8	22,000	2.18	0.180	275.8	62,000		10.84
102.3	23,000	2.58	0.217	280.2	63,000		11.52
106.8	24,000	3.03	0.260	284.5	64,000		12.22
111.2	25,000	3.53	0.308	289.0	65,000		12.96
115.6	26,000	4.09	0.364	293.5	66,000		13.73

120.0	27,000	4.71	0.426	298.0	67,000		14.54
124.5	28,000	5.39	0.495	302.5	68,000		15.38
129.0	29,000	6.14	0.572	307.0	69,000		16.26
133.5	30,000	6.97	0.658	311.5	70,000		17.19
138.0	31,000	7.88	0.753	316.0	71,000		18.15
142.3	32,000	8.88	0.857	320.0	72,000		19.16
146.8	33,000	9.98	0.971	325.0	73,000		20.22
151.2	34,000	11.18	1.095	329.0	74,000		21.32
155.7	35,000	12.5	1.23	333.5	75,000		22.47
160.0	36,000	13.93	1.38	338.0	76,000		23.66
164.5	37,000	15.50	1.53	342.5	77,000		24.91
169.0	38,000	12.20	1.70	347.0	78,000		26.22
173.5	39,000	19.06	1.89	351.5	79,000		27.58
178.0	40,000	21.08	2.08	365.0	80,000		28.99

وبعد ذلك تحسب قيمة (ESAL) **لكل نوع من أنواع المركبات حسب المعادلة** (11-1) **على حده ومن ثم تجمع** القيم الثلاث لنحصل على (Total ESAL) كما يلي :

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

$$ESAL_{car} = 0.5 \times 29.78 \times 4097 \times 0.59 \times 365 \times 2 \times 0.0003135 = 0.008237 \times 10^6$$

$$ESAL_{buss} = 0.5 \times 29.78 \times 4097 \times 0.08 \times 365 \times 2 \times 0.198089 = 0.7057 \times 10^6$$

$$ESAL_{truck} = 0.5 \times 29.78 \times 4097 \times 0.33 \times 365 \times 2 \times 0.29419 = 4.323 \times 10^6$$

$$ESAL_{total} = 5.037 \times 10^6$$

٢. **حساب سماكة الطبقات** : يبين الجدول(11-5) نسبة كالفورنيا للطبقات ونوع كل طبقة :

جدول (11-5) يبين نسبة كالفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة

المادة المستخدمة	CBR(Kentuky)	الطبقة
Plant Mix.	…….	Asphalt
Crushed Stone	28.9	Base Coarse
Sandy Gravel	20.8	Sub Base
…….	12.9	Sub Grade

حيث يتم حساب طبقات الرصفة المرنة كما يلي:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \text{.....(6 - 2)}$$

where :

SN: Structural Number.

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

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

ويتم حساب المعامل المناخي (Regional factor) من المعادلة (11-3):

$$R = \frac{N_d}{12} \times R_d + \frac{N_s}{12} \times R_s \text{.....(11 - 3)}$$

where:

R : Regional Factor

Nd : Number of dry months in a year

Rd : Regional Factor for soils dry

Ns : Number of saturated months in a year

Rs : Regional Factor for soils saturated

حيث يتم الحصول على قيمة كل من (Rd, Rs) من الجدول (٦-١١) :

جدول (6-11) قيمة المعامل المناخي(Regional Factor) حسب المناخ[3]

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

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

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

حيث تتم عملية حساب SN كما يلي :

١. بمعرفة (CBR) لكل طبقة من الجدول (6-11) ، تعرف قيم (S-soil support value) المقابلة لـ(CBR) لكل طبقة على حده من الشكل (2-11) . فتكون قيم (S-soil support value) كما يلي:

(S1-soil support value) = 8

(S2-soil support value) = 7.4

(S-soil support value) = 6.5

٢. ثم تعين قيم (S-soil support value) على الشكل (3-11) وتوصل مع النقطة المعينة على تدريج (ESAL = 5037) ، ثم يمد الخط على استقامته ليقطع تدريج (SN-structural Number) في نقطة معينة فتكون قيم (SN-structural Number) كما يلي :

(SN1-structural Number) = 2.65.

(SN2-structural Number) = 2.9.

(SN3-structural Number) = 3.3.

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

SN_1 = 3 (from enter CBR for base course in chart)

SN_2 = 3.4 (from enter CBR for sub base course in chart)

SN3 = 3.9 (from enter CBR sub grade in chart)

ويتم الحصول على قيم(a_1,a_2,a_3) من الجداول(7-11)،(8-11)،(9-11) :

جدول (7-11) [3] معامل الطبقة (layer coefficient) للإسفلت

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

جدول (8-11) [3] معامل الطبقة (layer coefficient) للبسكورس

Case of base course	a_2 suggested
sandy gravel	0.07
Crushed stone	0.14
Cement- treated (650psi or more)	0.23
Cement- treated (400-650psi)	0.20
Cement- treated (400psi or less)	0.15
Coarse- graded bituminous-treated	0.34
Sand asphalt	0.30
Lime -treated	0.15-0.30

جدول (9-11) [3] معامل الطبقة (layer coefficient) لـ Sub base

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

ونوع المادة في هذه الطريق موجودة في جدول (6-11) ومن الجداول السابقة نجد أن :

$$a_1 = 0.75,\ a_2 = 0.14,\ a_3 = 0.11$$

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

$SN1 = a1\ D1 \rightarrow 3 = 0.75 \cdot D1 \rightarrow D1 = 4\ in = 4 \cdot 2.54 = 10.16\ cm.$

Take (D1 = 10cm).

ثم تحول قيمة SN1 **إلى** (in)كما يلي : $SN1 = (10/2.54) \times 0.75 = 2.95\ in$

سمك الطبقة الثانية(base course) :

$SN2 = SN1 + a1\ D1 \rightarrow 3.4 = 3.03 + 0.14 \cdot D2$

$\rightarrow D2 = 2.64\ in = 2.64 \cdot 2.54 = 6.71\ cm\ .$

Take (D2 = 12 cm).

ثم تحول قيمة SN2 **إلى** (in) كما يلي :

$$SN2 = \frac{12}{2.54} \times 0.14 + 2.95 = 3.61in$$

سمك الطبقة الثالثة (sub base):

$SN3 = SN2 + a3\ D3 \rightarrow 3.9 = 3.58 + 0.11 \cdot D3$

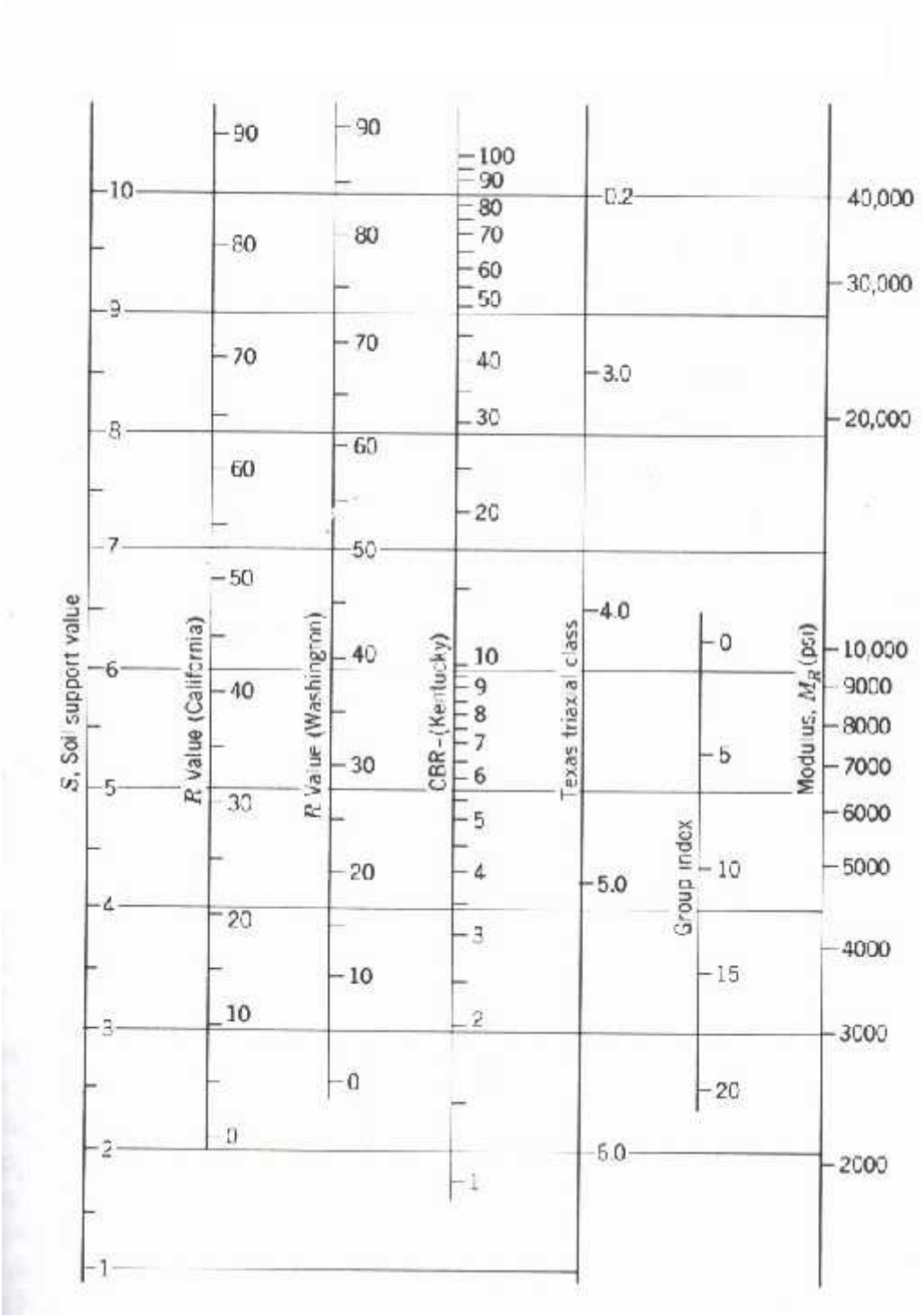
$\rightarrow D3 = 2.91\ in\ = 2.91 \cdot 2.54 = 7.39\ cm\ .$

Take (D3 = 10 cm).

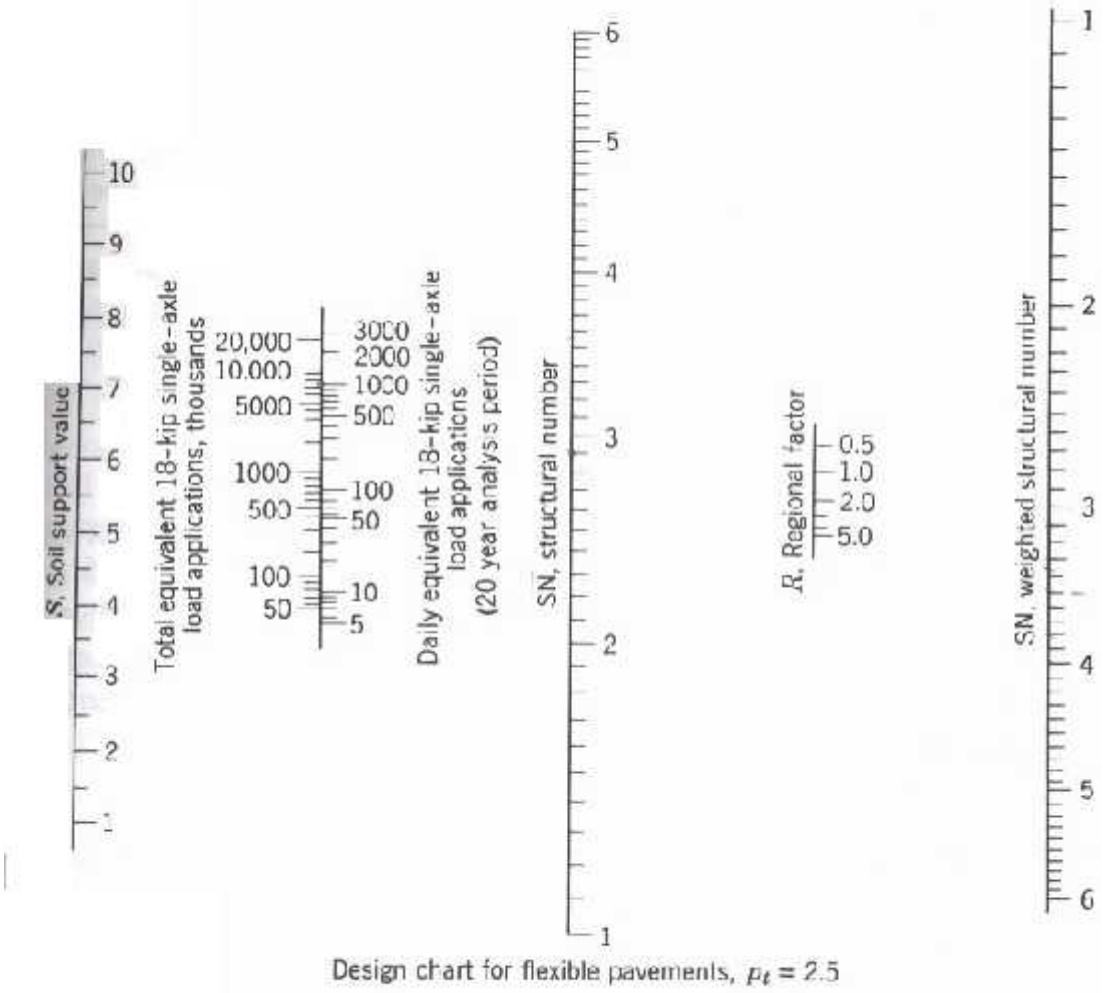
ثم تحول قيمة SN3 **إلى** (in) كما يلي :

$$SN3 = \frac{10}{2.54} \times 0.11 + 3.58 = 4.01in$$

SN3(4.01) > SN for sub base(3.9) → OK



شكل (2-11) [3]إيجاد (S-soil support value)



Design chart for flexible pavements, $p_t = 2.5$

شكل (11-3) [3](AASHTO flexible-pavement design)

١١- ٥ الخلاصة:

بما انه تم اتباع طريقة الآشتو في التصميم حيث **و بعد النظر الى كافة** العوامل المؤثرة في تصميم الرصفة المرنة ودراستها وحساب الأوزان المحورية القياسية و مقارنتها بالحقراءات الموجودة في الجداول القياسية و إجراء كافة الحسابات كانت لدينا النتائج التالية :-

جدول (10-11) يبين سماكة طبقات الرصفة المرنة

الطبقة	السمك (سم)
bas	١٢
Base corse	10
Asphalt	10

Point	Northing	Easting	Elevation	Remarks
1	105219.6669	157931.0239	944.47	
2	105221.9386	157931.3161	944.49	
3	105223.2153	157931.6328	944.62	
4	105220.2632	157931.6714	944.72	
5	105215.6487	157930.5254	944.32	
7	105215.6487	157930.525	942.12	سلسال
8	105219.7295	157943.5162	944.11	
9	105222.0463	157943.6610	944.14	
10	105223.3010	157943.7202	944.29	
11	105223.3654	157943.8812	944.76	
12	105217.5900	157943.5024	944.00	
13	105215.4510	157943.7110	944.02	
14	105215.4510	157943.7110	944.02	سلسال
15	105219.5884	157968.4806	943.78	
16	105221.9848	157968.7195	943.83	
17	105222.9472	157968.7619	943.92	
18	105223.1361	157968.8358	944.31	
19	105217.3718	157968.2986	943.67	
20	105214.8909	157968.1274	943.71	
21	105214.8909	157968.1274	942.01	سلسال
22	105218.1379	157993.4315	944.19	
23	105221.0041	157993.9227	944.16	
24	105225.1385	157995.1357	944.26	
25	105215.7388	157992.2580	935.25	
26	105215.1417	157992.0799	933.66	
27	105215.5699	158005.6217	944.96	
28	105218.4542	158006.5033	944.96	
29	105219.6870	158006.5505	945.03	
30	105219.7934	158006.5396	945.64	
31	105212.8073	158004.5733	945.98	
32	105211.4191	158004.2247	945.07	
33	105219.9464	157918.5369	944.93	
34	105222.3544	157918.7053	944.97	
35	105223.4995	157918.8041	945.04	
36	105223.7505	157918.9110	945.43	
37	105221.2139	157906.0309	945.73	
38	105223.7510	157906.5837	945.75	
39	105225.5387	157906.7470	945.83	

40	105225.6619	157906.9081	946.46	
41	105219.3816	157905.5719	945.71	
42	105217.7001	157904.9748	945.72	
43	105218.1144	157905.7701	945.65	TP
44	105223.9041	157893.7575	946.73	
45	105227.3491	157893.9306	946.73	
46	105229.6205	157894.0708	946.67	
47	105220.8390	157893.2978	946.65	
48	105220.2394	157893.2070	946.34	طرف بناء
49	105235.6607	157897.3292	946.78	
50	105235.8378	157899.0991	946.74	
51	105235.9951	157901.3341	946.77	
52	105236.3276	157902.0121	947.42	
53	105235.5911	157895.5647	946.84	
54	105235.8794	157890.1039	947.37	
55	105246.8573	157896.7417	947.51	
56	105246.9748	157898.3743	947.44	
57	105247.0998	157900.7203	947.42	
58	105247.1241	157901.3340	948.06	
59	105246.9209	157895.2452	947.58	
60	105246.8485	157890.6087	947.12	
61	105270.3329	157895.2083	948.46	
62	105270.4252	157896.7940	948.44	
63	105270.2755	157899.1499	949.46	
64	105270.3310	157893.8926	948.48	
65	105270.0246	157892.4082	948.57	
66	105269.7140	157891.9894	949.19	
67	105302.4656	157912.5526	946.37	
68	105301.3629	157913.7276	946.31	
69	105300.3846	157914.0832	946.50	
70	105300.0853	157914.1319	946.92	
71	105303.2722	157911.3850	946.42	
72	105303.8437	157910.3128	946.36	
73	105303.8395	157909.1674	946.27	
74	105258.0411	157895.9375	948.04	
75	105257.9719	157897.3763	948.00	
76	105257.5028	157900.1150	948.00	
77	105257.8180	157900.6398	948.58	
78	105255.3610	157895.8813	947.89	
79	105257.9233	157892.3910	948.16	
80	105258.1636	157891.8849	948.40	
81	105215.7803	158022.5238	946.84	EP

82	105210.1040	158009.5665	945.45	TP
83	105209.5036	158010.9944	945.64	طرف بناء
84	105220.0212	158004.8908	944.90	بداية مدخل
85	105225.3305	158000.9086	944.22	M.H1
86	105225.5116	158000.5156	943.92	طرف بناء
87	105223.8325	157984.5034	944.39	نهاية سلسال
88	105217.1494	157990.8479	944.10	M.H2
89	105215.5566	157989.4878	943.99	بداية جدار
90	105213.6416	157978.9320	943.39	TP
91	105213.6123	157977.8034	943.52	طرف بئر
92	105208.1487	157977.0961	943.45	طرف بئر
93	105207.6816	157981.3885	943.48	طرف بئر
94	105214.5407	157974.1865	943.59	طرف بئر
95	105216.3701	157936.8121	944.19	
96	105300.7597	157903.0176	947.35	طرف المصنع
97	105297.0631	157900.0402	947.98	طرف المصنع
98	105286.5520	157893.3329	949.28	طرف المصنع
99	105293.5863	157882.2536	950.20	طرف المصنع
100	105274.7087	157890.7582	950.05	TP
101	105264.7247	157892.5844	949.85	
102	105265.4102	157889.4951	949.42	طرف بناء
103	105249.2987	157892.2683	948.38	طرف بناء
104	105252.3194	157890.3444	948.32	
105	105245.9881	157890.3189	947.99	
106	105230.5697	157890.3769	947.76	
107	105228.2569	157891.0956	947.79	
108	105227.4346	157890.9704	947.17	
109	105226.6605	157889.4479	947.90	
110	105227.1154	157882.3017	948.26	
111	105222.7946	157883.6737	945.80	
112	105205.2014	158033.8952	947.17	
130	105324.3356	157931.6798	943.78	
131	105324.7176	157930.6530	943.76	
132	105326.2070	157928.1225	943.73	
133	105326.3453	157927.7788	943.73	
134	105344.3108	157941.6180	940.55	
135	105343.4479	157943.2321	941.00	
136	105341.5150	157945.7572	941.35	
137	105346.7536	157935.4014	940.34	
138	105347.2032	157933.5966	940.19	مدخل
139	105350.6100	157933.8759	939.54	
140	105354.3987	157931.9376	939.04	

141	105356.8544	157929.4509	938.77	
142	105361.7448	157932.8557	938.98	
143	105354.6739	157942.2267	939.75	مـدخل+EP
144	105362.1595	157960.8868	935.61	
145	105360.5781	157961.8992	935.64	
146	105358.0618	157963.9009	936.13	
147	105364.9161	157958.6682	935.61	
148	105367.8838	157958.2899	935.49	
149	105374.3939	157986.2549	930.21	
150	105373.6032	157985.8068	930.31	TP
151	105367.4832	157993.5281	930.12	
152	105369.3814	157995.8031	930.14	
153	105377.7772	157988.7806	929.90	
154	105414.7461	157973.9942	930.92	EP
155	105383.4357	157978.9222	929.39	
156	105386.1086	157972.7923	928.69	
157	105392.2974	157976.1188	928.16	
158	105392.0866	157984.4105	928.84	
159	105399.5279	157995.8706	924.40	
160	105399.9481	158002.8465	920.23	
161	105396.9669	158012.2219	920.11	
162	105403.8962	157990.7301	923.60	
163	105406.4463	157980.4438	921.52	
164	105411.2881	157994.2659	920.38	
165	105425.4179	158010.4774	919.34	
166	105423.7268	158012.8389	917.52	
167	105418.2918	158019.6007	917.85	
168	105427.2696	158008.2724	919.66	
169	105431.2505	158002.6884	914.20	
170	105435.9570	157996.1655	913.88	
171	105462.6898	158008.1358	913.69	
172	105459.8797	158012.6819	914.80	
173	105457.6003	158021.9346	920.75	
174	105454.4799	158025.4362	920.92	
175	105454.7398	158028.9792	918.52	
176	105458.0393	158037.6137	919.13	
177	105483.8397	158018.7257	919.03	
178	105484.3718	158012.2401	916.75	
179	105486.3123	158006.0289	913.52	
180	105483.9158	158033.4595	921.32	
181	105478.9108	158040.6074	921.81	
182	105510.5190	158007.2126	917.29	

183	105511.6781	158014.1708	916.74	
184	105509.0742	158001.7088	917.15	
185	105508.6363	157992.6867	911.26	
186	105507.6327	157982.7268	909.32	
187	105537.8741	157986.9318	912.96	
188	105537.8897	157992.5552	913.03	
189	105538.1407	157998.1749	916.90	
190	105537.1282	158004.7709	917.12	
191	105537.1571	158013.6719	918.98	
192	105564.3636	158007.0810	917.01	
193	105564.4468	158008.4526	918.88	
194	105562.8826	158016.6012	920.76	
195	105566.4797	157998.9331	916.04	
196	105569.3970	157992.4181	914.82	طرف بناء
197	105593.2272	158002.3597	917.38	
198	105592.6807	158003.6443	918.53	
199	105589.5471	158011.1076	919.39	
200	105595.9792	157997.3262	917.32	
201	105585.3582	157974.1216	914.73	بناء
202	105583.5665	157983.5637	914.74	بناء
203	105606.8136	157978.7310	914.73	بناء
204	105621.3770	158007.8640	918.43	
205	105620.3135	158010.7228	920.63	
206	105616.9438	158018.3106	920.60	
207	105625.5271	158000.9033	918.47	
208	105628.3855	157997.4343	914.69	
209	105646.1260	158018.1448	921.35	
210	105645.1656	158024.6894	922.93	
211	105651.2168	158028.1199	923.39	
212	105657.0925	158021.2572	921.73	
213	105650.0483	158009.4118	919.60	
214	105649.1785	158005.0916	916.86	
215	105675.7439	158026.9044	922.61	
216	105671.6930	158030.6758	923.90	
217	105666.4296	158039.4305	925.75	
218	105675.9129	158019.9365	921.81	
219	105677.9166	158014.5402	918.37	
220	105706.5357	158024.3184	922.12	
221	105705.5857	158026.3819	923.08	
222	105704.4905	158030.5092	923.18	
223	105704.2456	158032.0911	924.36	
224	105703.3569	158038.1286	924.78	

225	105734.0310	158031.9854	923.84	
226	105732.6597	158034.3772	925.05	
227	105730.4078	158038.7731	925.15	
228	105729.3768	158040.8599	926.33	
229	105726.9385	158048.1936	926.99	
230	105766.4112	158041.1427	925.08	
231	105762.8371	158047.3295	927.45	
232	105760.8377	158050.9126	927.72	
233	105759.9960	158053.3583	928.95	
234	105759.6713	158060.7868	929.51	
235	105792.3193	158050.4283	926.90	
236	105789.9876	158055.6768	929.25	
237	105787.9297	158061.1358	929.70	
238	105788.2200	158063.3238	930.82	
239	105786.5037	158068.8206	931.04	
240	105815.9315	158052.1437	926.16	
241	105815.7718	158054.1001	928.17	
242	105815.5304	158060.9632	928.66	
243	105815.0782	158064.1334	930.04	
244	105814.0197	158069.5263	930.59	
245	105884.5472	158048.2465	922.82	
246	105884.5472	158048.2465	921.82	
247	105877.4703	158043.9883	922.98	
248	105843.5400	158058.7279		طرف بناء ١
249	105840.3496	158069.6789		طرف بناء ١
250	105847.6071	158059.6845		طرف بناء ١
251	105850.5909	158058.4212		طرف بناء ١
252	105848.1157	158057.7909		طرف بناء ١
253	105857.9265	158060.6413		طرف بناء
254	105867.7251	158063.6726		طرف بناء ٢
255	105875.3703	158055.8745		طرف بناء ٢
256	105876.7549	158057.0533		طرف بناء ٢
257	105877.3459	158056.4518		طرف بناء ٢
258	105878.8462	158056.4498		طرف بناء ٢
259	105885.7079	158063.0745		طرف بناء ٢
260	105884.9486	158063.7787		طرف بناء ٢
261	105793.8203	158056.9145	929.36	EP
262	105748.3003	158040.6240	926.34	EP
263	105699.8056	158024.7172	922.94	EP
264	105652.4166	158012.1799	920.73	EP
265	105606.3148	157997.5401	916.98	EP
266	105879.4917	158040.1493	923.84	TP

267	105878.4284	158041.1570	924.90	
268	105883.6683	158037.1329	923.43	
269	105899.4637	158064.4792	927.71	
270	105899.4637	158064.4792	926.21	طرف بناء
271	105904.1642	158062.4725	927.62	
272	105905.9741	158062.8581	927.99	جدار+EP
273	105899.6352	158067.9628	928.34	مدخل بناء+TP
274	105902.1635	158073.9747	928.00	بداية مدخل
275	105915.4820	158081.2402	930.18	EP
276	105905.1180	158088.0291	930.96	
277	105900.2480	158082.1995	930.59	بناء
278	105904.7540	158077.8732	929.70	بناء
279	105907.2769	158092.4381	931.09	بناء
280	105909.1758	158094.7930	932.41	بناء
281	105922.1015	158111.0684	934.75	بناء
282	105939.0041	158133.0349	937.80	بناء
283	105954.3475	158132.5726	935.97	
284	105954.0702	158126.4783	935.54	
285	105957.6241	158121.9677	935.63	
286	105945.2558	158108.7952	934.99	بناء
287	105941.8211	158105.7278	934.70	بناء
288	105940.4594	158102.2306	934.59	بناء
289	105932.8605	158091.9045	932.55	مدخل بناء
290	105927.9589	158087.7293	932.50	مدخل بناء
291	105919.3751	158086.7900	931.20	سياج
500	105191.5400	158120.5900	963.40	
501	105215.8197	157919.2683	944.75	
502	105307.2556	157906.9331	952.04	
503	105384.0000	157938.7070	942.42	
504	105959.4559	158062.6864	942.42	
505	105912.4985	158087.5981	930.82	Station