بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين
كلية الهندسة والتكنولوجيا

مشروع تخرج بعنوان

دراسة واعادة تاهيل شارع الحرايق

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

فريق العمل
فداء يعقوب الصرصور
محمد ناصر الدين شويكي
ميس هاني الشريف

إشراف
م. خليل كرامة

جامعة بوليتكنك فلسطين
الخليل – فلسطين

٢٠١١

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

دراسة وإعادة تأهيل شارع الحرايق

فريق العمل

فداء يعقوب الصرصور

محمد ناصر الدين شويكي

ميس هاني الشريف

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

توقيع مشرف المشروع | **توقيع رئيس الدائرة**

الإسم: | **الإسم:**

توقيع اللجنة الممتحنة

....

.....

بسم الله الرحمن الرحيم

(قل هل يستوي الذين يعلمون والذين لا يعلمون إنما يتذكر أولوا الألبب)

صدق الله العظيم

سورة الزمر .....الآية (٩).

الإهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

""قل اعملو فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون""

صدق الله العظيم

الهي لا يطيب الليل الا بشكرك ولا يطيب النهار الا بطاعتك ...ولا تطيب اللحظات الا بذكرك...ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك...ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك...

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة..ونصح الأمة..إلى نبي الرحمة ونور العالمين..سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم

الى من كلله الله بالهيبة والوقار...الى من علمني العطاء بدون انتظار... الى من احمل اسمه بكل افتخار..أرجو من الله ان يمد في عمرك لترى ثمارا قد حان قطافها بعد طول انتظار وستبقى كلماتك نجوم اهتدي بها في اليوم والغد والى الأبد..إليك يا والدي العزيز..

الى ملاكي في الحياة... الى معنى الحب والى معنى الحنان والتفاني...الى بسمة الحياة وسر وجودها ...الى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي الى اغلى الحبايب ... اليك امي الحبيبة

الى كل من أضاء بعلمه عقل غيره..او هدى بالجواب الصحيح حيرة سائليه..فاظهر بسماحته تواضع العلماء... وبرحابته سماحة العارفين...الى أساتذتنا المحترمين

الشكر والتقدير

لابد لنا ونحن نخطو خطواتنا الاخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود الى اعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع اساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهودا كبيرة في بناء جيل الغد لتبعث الامة من جديد...

وقبل ان نمضي تقدم اسمى ايات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة الى الذين حملوا اقدس رسالة في الحياة...

الى الذين مهدو لنا طريق العلم والمعرفة.. الى اساتذتنا الافاضل..

"كن عالما...فان لم تستطع فكن متعلما...فان لم تستطع فاحب العلماء،فان لم تستطع فلا تبغضهم.."

واخص بالتقدير والشكر:

الاستاذ خليل كرامة

الذي نقول له بشراك قول رسول الله صلى الله عليه وسلم:

"ان الحوت في البحر،والطير في السماء،ليصلين على معلم الناس الخير"

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

الهيئة التدريسية دائرة الهندسة المدنية و المعمارية ونخص بالذكر الاستاذ معتز قفيشه...

قسم المساحة في بلدية الخليل و على رأسهم

الاستاذ "إياد جويحان" و"المهندس عمار الجعبري"

عنوان المشروع

دراسة واعادة تاهيل شارع الحرايق

مجموعة العمل :

فداء يعقوب الصرصور

محمد ناصر الدين شويكي

ميس هاني شريف

المشرف:

م. خليل كرامة

الملخص

المشروع عبارة عن دراسة وتصميم شارع الحرايق(الواقع في منطقة الحرايق مقابل ضاحية الزيتون) ، وقد تم إختيار هذا المشروع لما له من أهمية حيوية ، وعلى احتوائه للعديد من المشاكل والتي تتمثل بالتصميم الهندسي وعدم توفر التخطيط المناسب له من ممررات مشاه وبنية تحتية وتجمع مياه الأمطار وغيرها من عناصر التصميم الناقصة، حيث يشكل هذا المشروع تطبيقا للمفاهيم الهندسية والمواصفات الفنية الواجب إتباعها عند القيام بدراسة وتصميم أي طريق.

إن الطريقة التي ستتبع في هذا المشروع سوف تعتمد على جانبين رئيسيان وهما العمل الميداني والعمل المكتبي ، ابتداء بالعمل الميداني الذي سيتم من خلاله عمل مضلع (Traverse) يتم ربطه بالإحداثيات القطرية الفلسطينية وتصحيحه بشكل كامل ومن ثم عمل مخطط تفصيلي للشارع ، واخذ مناسيب ومحطات على طول الشارع من اجل رسم المقاطع الطولية والعرضية له وما يتطلبه من أمور أخرى مثل تصميم التقاطعات والصرف الصحي وغيرها،كذلك التطرق لبعض الأمور الخاصة بالتصميم الإنشائي للطرق، أما العمل المكتبي فيتمثل بعمل التصميم والحسابات اللازمة لإتمام هذا المشروع، وذلك بالاعتماد على المواصفات العالمية للتصميم (AASHTO 2004) وعلى مجموعه من البرامج المساحية مثل ArcGIS, Civil3D, Autodisk land .

Abstract

Project Name

Study And Re-Design Al-harayeq Road

Prepared By:

Fedaa yaqoub al-sarsour

Mohammed naser aldeen shweiki

Mays hany al-shareif

Supervisor:

Eng. Khaleill karama

Abstract:

The project is a study and design of road Beer-Saba`a (in the al-harayeq versus al-zayton district), we are selected this project because of its importance in that region because it contains many problems and the lacks not matched the engineering of proper planning of its side walking, lighting and pedestrian, infrastructure and other design elements missing.

This is where the project application of the concepts of engineering and technical specifications to be followed when doing the study and design of any road.

The way to be followed in this project will depend on two main and two field work and office work, beginning with the field work that will be through the work of a Traverse is linked to coordinates national Palestinian and corrected fully and then served as an outline of the street, and took the levels and stations along the the road in order to draw sections of longitudinal and lateral is and what it requires from other things like the design of intersections, sanitation and other services, as well as to address some things for the design construction of ways, either office work be as follow, the work of design and calculations needed to complete this project by relying on a set of programs cadastral such as **Auto disk** land **ArcGIS**, **Civil3D**.

التكلفة

٩-١ 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 ١٤٧٣م و كما هو موضح سابقا فإن الرصفة في الطريقين الرئيسي والفرعي تتكون من طبقتين وهما:

١- الإسفلت بكثافة 2.24 غم/سم٣ .

٢- البسكورس(الأساس) بكثافة 2.14 غم/سم٣.

و فيما يلي سيتم حساب كل من الطبقات :-

٩-٢ تكلفة الرصفة (Pavement):

- <u>الطريق الفرعي:</u>

يبلغ طول الطريق الفرعي حوالي ٨٨٦م وعرض المسارب (٢ * ٣.٦) = ٧.٢م وبذلك فان

مساحة المسارب = ٨٨٦م * ٧.٢م = ٦٣٧٩.٢ م٢

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

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

= ٦٣٧٩.٢ × ٠.١٦ = ١٠٢٠.٦٧٢م٣.

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

= ٦٣٧٩.٢ ×٠.٢٢ = ١٤٠٣.٤ م٣.

التكلفة:-

سعر واحد متر مكعب من البسكورس المشغول = $٢ .

سعر واحد مترمكعب من الإسفلت المشغول لسمك ٧ سم = $١٦.٢ .

تكلفة الإسفلت = (سمك الاسفلت /٧) ×حجم الاسفلت × سعر المترالمكعب الواحد من الإسفلت .

= (٧/١٦)× ١٠٢٠.٦٧ ×١٦.٢ = $٣٧٧٩٤ .

تكلفة البسكورس = حجم البيسكورس × سعر المتر المكعب الواحد من البسكورس .

= ١٤٠٣.٤ × ٢ = $٢٨٠٧ .

التكلفة الكلية للرصفة لطريق الفرعي = تكلفة الإسفلت + تكلفة البسكورس.

= ٣٧٧٩٤ + ٢٨٠٧ = $٤٠٦٠١ .

- **الطريق الرئيسي:**

يبلغ طول الطريق الرئيسي حوالي٥٨٧م وعرض المسارب ١٠.٢م وبذلك فان

مساحة المسارب = ٥٨٧م * ١٠.٢م = ٥٩٨٧.٤ م^{٢}

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

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

= ٥٩٨٧.٤ × ٠.١٦ = ٩٥٧.٩٨٤م٣.

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

= ٥٩٨٧.٤ ×٠.٢٦ = ١٥٥٦.٧٢٤ م٣.

التكلفة:-

سعر واحد متر مكعب من البسكورس المشغول = $٢ .

سعر واحد مترمكعب من الإسفلت المشغول لسمك ٧ سم = $١٦.٢ .

تكلفة الإسفلت = (سمك الاسفلت /٧) ×حجم الاسفلت × سعر المترالمكعب الواحد من الإسفلت .

= (٧/١٦)× ٩٥٧.٩٨٤ ×١٦.٢ = $٣٥٤٧٣ .

تكلفة البسكورس = حجم البيسكورس × سعر المتر المكعب الواحد من البسكورس .

= ١٥٥٦.٧٢٤ × ٢ = $٣١١٤ .

التكلفة الكلية للرصفة لطريق الرئيسي = تكلفة الإسفلت + تكلفة البسكورس.

= ٣٥٤٧٣ + ٣١١٤ = $٣٨٥٨٧ .

التكلفه الكليه للطريقين =$٧٩١٧٩

٩-٣ تكلفة الحفر والردم :

تم حساب الحجم الكلي لكل من الحفر والردم **للطريق الفرعي والرئيسي** ، وكانت النتائج كما يلي :

حجم الحفر الكلي = 14943.710+12092.27= ٢٧٠٣٥.٩٨ م٣ .

حجم الردم الكلي = 2450.081+10706.18 =13156.261 م٣ .

سعر المتر المكعب للحفر = $ 7 .

سعر المتر المكعب للردم = $ 5.4 .

تكلفة الحفر = حجم الحفر × سعر المتر المكعب للحفر .

= ٢٧٠٣٥.٩٨× 7 = $ 189251.86 .

تكلفة الردم = حجم الردم × سعر المتر المكعب للردم .

= 13156.261 × 5.4 = $ 71043.81 .

تكلفة الحفر والردم الكلية = تكلفة الحفر + تكلفة الردم .

= 189251.86 + 71043.81 =$ 260295.62 .

9- ٤ تكلفه الاعمده :

تكلفة الأعمدة = عدد الأعمدة * سعر العمود

ليكن سعر العمود = ٥٠٠$

تكلفة الأعمدة = 38* ٥٠٠ = 41500$

9- ٥ تكلفه الارصفه :

تكلفة الجبه **للفرعي** = طول الشارع * سعر المتر الطولي

ليكن سعر المتر الطولي = ٦.٢ $

= ٨٨٦ * ٦.٢ *٢ = ١٠٩٨٧$

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

ليكن سعر المتر المربع = ٩.٥ $

= (١.٤٠*٨٨٦) * ٢ *٩.٥$ = ٢٣٥٦٨$

تكلفة الجبه **للرئيسي** = طول الشارع * سعر المتر الطولي

ليكن سعر المتر الطولي = ٦.٢ $

= ٥٨٧ * ٦.٢ *٤ = ١٤٥٥٨$

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

ليكن سعر المتر المربع = ٩.٥ $

= (٢.٦*٥٨٧) * ٢ *٩.٥$ = ٢٨٩٩٨$

٩- ٦ 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 .

= (٦٣٧٩.٢+٥٩٨٧.٤) × 14 = $ 173132.4 .

المقدمه

١- ١ نظرة عامة:

تلعب الطرق دور مهم وفعال في التنمية الحضارية حيث أن لها الدور الرئيسي في التطور الاقتصادي والاجتماعي والرقي بالمجتمع إلى أعلى درجات التطور والنمو على كافة المجالات حيث إن المنطقة التي تعتبر متقدمه في هذه المجالات أكثر ما تتميز به هو نظام شبكة الطرق فيها.

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

١-٢ منطقة الدراسه :-

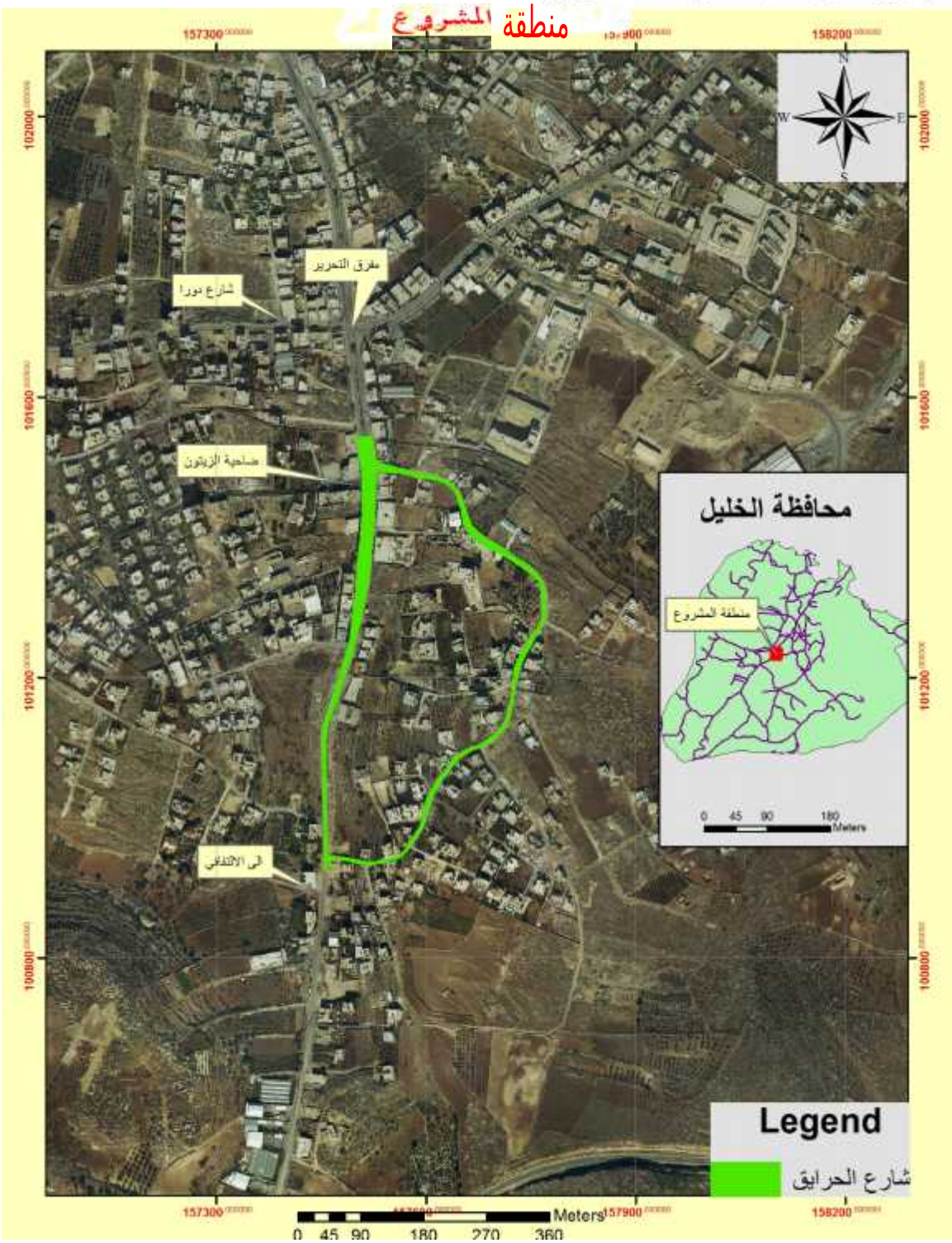
١-٢-١موقع مدينة الخليل :-

تقع مدينة الخليل على مسافة ٣٧ كم جنوبي القدس ، و٢٧ كم جنوبي بيت لحم ،.تبلغ مساحة المحافظة ٩٩٧ كم٢ ،ومساحة المدينة ٢٢.٨ كم٢ ، وتبلغ نسبة المحافظة ١٦.٦ % من أراضي الضفة .

١-٢-٢ منطقة المشروع :

تقع منطقة المشروع (الحرايق) في الجنوب الغربي لمدينة الخليل في منطقة الحاووز الثاني، تحديدا في المنطقة الواقعة ما بين دوار التحرير والطريق الواصل الى الشارع الالتفافي جنوب شرق الخليل، ويبلغ طول

الطريق حوالي ١٥٠٠م وعرض الطريق غير منتظم حيث يبلغ في الطريق الرئيسي ٣٠ متر والطريق الثانوي ٨ متر وفي الصوره التاليه تظهر منطقة المشروع :-



شكل (١.١) منطقه المشروع

١-٣ مشكلة البحث:

إن الطرق أصبحت رمزا من رموز التقدم والازدهار لأي مدينة من المدن لذلك فان المدن تهتم بشكل كبير بإنشاء الطرق التي تخدم مصالح السكان وكذلك تعتني بالشكل الحضاري لهذه الطريق وخصوصا الطرق الرئيسية والتي يتم استخدامها استخداما متزايدا يوميا.

منطقة المشروع مليئة بالمشاكل وينقصها العديد من الخدمات والتي يجب أن تتواجد في أي منطقة سكنية ومن أهم المشاكل ما يلي :

- عرض الطريق غير كافي لعدد المركبات التي تستخدمه حيث أنها بتزايد مستمر بسبب تزايد عدد السكان في تلك المنطقة
- المنحنيات الراسية والأفقية تفتقر إلى العديد من الأسس الهندسية وخصوصا في عدم توفر مسافة الرؤية الكافية
- تجمع مياه الأمطار في طول الطريق وذلك بسبب سوء التصريف لها نتيجة لعدم وجود القنوات الجانبية في كامل الطريق
- عدم توفر الإنارة الكافية للطريق.
- مشاكل أخرى تتمثل في الأرصفة وتخطيط الطريق والاسفلت والإشارات على الطريق.

١-٤ أهمية المشروع وأهدافه :

١-٤-١ أهمية المشروع :-

- العمل على تطور تلك المنطقة حيويا واقتصاديا وخدمة السكان وتسهيل وصولهم إلى ممتلكاتهم من أراضي ومنازل.
- الأهمية الحيوية لهذا الشارع حيث أنه يربط بين الطريق الرئيسي والشارع الالتفافي.
- توفير سبل الأمان على الشارع وذلك بتوفير الأرصفة وممرات المشاة والإشارات المرورية اللازمة للشارع ما أمكن.
- تصميم شارع(الحرايق) حسب المواصفات الفنية والهندسية طبقا لقانون وزارة الأشغال العامة المستخدم في الضفة الغربية.

- يعمل هذا الطريق على إحياء الأراضي واستغلالها بشكل أفضل من قبل مالكيها حيث يصبح من الممكن الوصول إلى الأراضي المجاورة بشكل أسرع وأسهل وباستخدام وسائل نقل أكثر تطورا عن ما كان مستخدم.

١-٤-٢ أهداف المشروع :-

إن هذا المشروع يهدف الى عمل تصميم تفصيلي للطريق حيث يتضمن هذا التصميم الى ما يلي :

أ - التصميم الهندسي ويشمل التخطيط الافقي والرأسي ومن أسسه :

- حجم وتركيب المرور
- السرعه التصميميه للطريق
- سطح الطريق المرصوف
- الميول الجانبيه
- أكتاف الطريق
- الأرصفه
- الجزر الفاصله والجبه
- تخطيط الطريق والعلامات المروريه
- عرض المسرب
- إنارة الطريق

ب- التصميم الانشائي الذي يشمل مجموعه من التجارب المخبريه والميدانيه على التربه والاسفلت والحصى والخلطه الاسفلتيه ويشمل كذلك على تحديد طبقات الرصفه وسمك كل منها.

١-٥ طريقة العمل:

إن العمل على هذا المشروع يتبع استراتيجية متبعة وفقا للخطوات التالية:

- التنسيق مع بلدية الخليل حول طريق يراد تنفيذه أو إعادة تأهيله ، ولقد تم الاتفاق على هذا الطريق الذي يقع في منطقة الحرايق.
- الاتفاق مع المشرف حول الطريق واخذ آراءه في ذلك.

- استكشاف الطريق والإطلاع على المشاكل الموجودة فيه،وعمل دراسة له ،ومن ثم اختيار أماكن لمحطات الرصد وذلك بشكل أولي.
- تثبيت محطات الرصد(STATION)وتعليمها على الأرض بحيث كانت كل محطة من المحطات تكشف المحطه التي قبلها والتي تليها.
- البحث عن نقاط من شبكه المثلثات الفلسطينية قريبة(Trigs) أو نقاط مصدقة من قبل دائرة المساحة وذلك من اجل انشاء المضلع(Traverse) الخاص بالشارع بهذه الإحداثيات.
- القيام بعملية رصد نقاط المضلع (Traverse) بحيث تم تحديد نقطة بداية وهي زاوية مبنى (B)(مبنى كلية الهندسة لجامعة بولتيكنك فلسطين) ، والتصفير على نقطة أخرى وهي برج الارتباط ومن ثم اخذ القراءات اللازمة للمضلع وهي عبارة عن ثلاث قراءات لكل محطة ، بحيث يتم التصفير على النقطة التي تسبقها واخذ قراءة على النقطة التي تليها ، تم انهاء هذا المضلع بنقاط معلومة الإحداثيات ومصدقة من دائرة المساحة.
- حساب إحداثيات المحطات وتصحيحها باستخدام(Least square solution)
- القيام بأعمال الرفع المساحي للطريق والتفاصيل الموجودة عليه من مباني واعمدة كهرباء وهاتف ومناهل واتصالات وجزر...الخ بالإضافة إلى اخذ مقاطع طولية وعرضية على الطريق.

١-٦ نطاق المشروع:-

- الفصل الأول : المقدمة.
- الفصل الثاني: الأعمال المساحية والمضلعات.
- الفصل الثالث: التصميم الهندسي للطريق.
- الفصل الرابع: التخطيط الهندسي في الطريق.
- الفصل الخامس: العلامات والإشارات المرورية.
- الفصل السادس : الفحوصات الإنشائية على طبقات التربة.
- الفصل السابع : التصميم الإنشائي للطريق.
- الفصل الثامن : حساب المساحات والحجوم.
- الفصل التاسع : تكلفة المشروع .

١-٧ الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة :-

١. أجهزة (Total Stations).
٢. برنامج (Autodesk land survey 2006).
٣. برنامج (ArcGIS 9.2) .
٤. برنامج (Civil 3D 2011)

١-٨ الجدول الزمني :-

جدول (١.١) : الجدول الزمني للفصل الأول

الأسبوع / النشاط	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦
اختيار المشروع و جمع المعلومات																
المساحة الاستطلاعية																
العمل الميداني																
العمل المكتبي																
الرسم باستخدام الكمبيوتر																
تجهيز التقرير الأولي لمقدمة المشروع																
تجهيز التقرير النهائي لمقدمة المشروع																

جدول (١-٢) : الجدول الزمني للفصل الثاني

الأسبوع / النشاط	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦
جمع المعلومات																
العمل الميداني ورفع الطريق																
العمل المكتبي والرسم باستخدام الكمبيوتر																
الحسابات اللازمة للطريق																
تجهيز التقرير الأولي للمشروع																
تجهيز التقرير النهائي للمشروع																

٦-٢ التصميم الإنشائي للطريق

٦-٢-١ مقدمة

التصميم الإنشائي للطريق عبارة عن تحديد سماكة كل طبقه من طبقات الرصفه ومواصفات مكونات كل طبقه من الطبقات لتتمكن من مقاومه الأحمال المحورية للمركبات التي تسير على هذه الطرق ، وهناك نوعان رئيسيان من الرصفه . الأول هو الرصفه الصلبه وهو عبارة عن بلاطات خرسانية مـسـ ـلحة او غير مسلحه أو طبقة توضع فوق سطح القاعدة الترابية أو طبقة تحت الأساس .والنوع الثاني الأكثر شيوعا هو الرصفه المرنه ويتكون من عدة طبقات هي طبقه تحت الأساس وطبقه الأســاس الحجري أو الحصوي ثم الطبقه الطميه الاسفلية.

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 (الطريقه الانجليزيه القديمه):** ويتم عمل هذا النوع من الرصفه بحيث

أ- تحدد الرصفة و تبنى اطاريف باحجار تسمى حجارة الشك.

ب- يتم رصف الطريق بحجارة بسماكة ٢٠ سم و تعبأ الفراغات بحصى صغيرة

ت- ترش طبقة صغيرة من الحصمة الفولية لتعبئة الفراغات

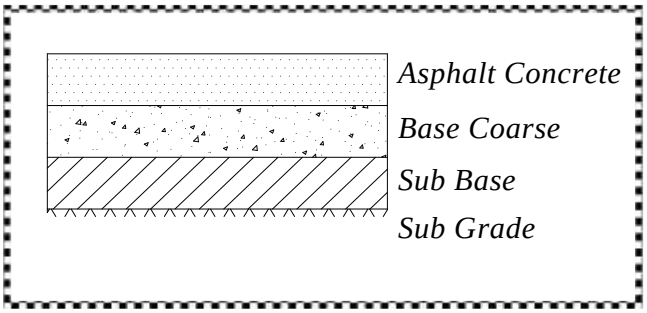
ث- يرش اسفلت بدرجة غرز ٨٠% و بمعدل ٤ كيلو على المترالمربع.

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 على هذه الطبقات بحيث لايتجاوز سمك كل طبقة عن 20سم

ثانيا: **الرصفة الصلبه**: **(Rigid Pavement)**

و هي عبارة عن طبقة خرسانية يتراوح سمكها ما بين (30 – 15) سم ، بحيث يتم صبها على طبقه السطح النهائي للطريق(subgrade) أو على طبقه أساس حصوي (base course) 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 .

٦-٢-٢ العناصر الإنشائية للرصفة المرنة (Structural Components Of Flexible Pavement)



شكل(٦.٦) **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 النهائي للطريق المراد شقه او من المواد التي تم حفرها ونقلها من مكان اخر ، وتدمك هذه القاعده 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 مماثله 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 خليط من الحصمه 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 من الاسفلت (Prime coal) .

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

٦-٢-٣ العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة حسب طريقة AASHTO:

ان هناك مجموعة من العوامل التي تتحكم في تصميم الطريق من اهمها:-

- حجم و نوع المرور (Traffic Volume)حيث يتم تقدير الحمولات المروريه باستخدام الحمل المحوري القياسي وهذا يستلزم معرفه انواع وعدد المركبات المتوقع مرورها على الطريق خلال العمر التصميمي 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.
- مواد الرصفة (Pavement Materials) تعتبر من اهم العوامل التي تؤثر على الرصفه .يجب توفر الخصائص التالية في المواد المكونة لطبقات الرصفة المرنة
  ١) يجب أن تتحمل الخلطات الإسفلتية التغير في درجات الحرارة.
  ٢) تناسب مواد الرصفة مع متطلبات التصميم مثلا تكون مقاومة للتشققات التمساحية أو تكون الطبقات السفلية للرصفة تقاوم التشوه الثابت (Permanent Deformation) الناتج عن زيادة الحمولات المحورية.

- البيئة المحيطة (Environment) ومن أهم العوامل البيئية التي تؤثر على تصميم الرصفات:
  ١) تغير درجات الحرارة الذي يسبب حصول التشققات.
  ٢) وزيادة معدل هطول المطر وتراكم الثلوج ترفع نسبة الرطوبة في طبقات الرصفة السفلية وتعمل على ارتفاع مستوى المياه الجوفية التي يجب أن تبقى على عمق ٩٠سم على الأقل من سطح الرصفة.

- المياه المصرفه (drainage): يؤثر ال drainage على اداء الرصفه كما وتؤثر المياه علـــى قوه المواد الاساسيه وعلى (roadbed soil)
- الموثوقيه (reliability):تعتبر هذه القيمه مهمه في جميع طرق التصميم وسبب استخدامها هو ان عمليه تحديد قيمه EASL تكون بشكل تقريبي وغير دقيق لذلك قيمه ال R تضـــمن جـــوده الرصفه المصممه خلال عمرها التصميمي .

٦-٢-٤ 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).
- ❖ طبقة سطح الارض(sub grade).

و سيتم اتباع خطوات التصميم الإنشائي وإيجاد سمك كل طبقه حسب نظام AASHTO :

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

حيث:

$$ESAL =$$

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 (7.6) :

جدول (٧.٦) 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 فهي عباره عن طريقين الاولى رئيسيه والثانيه فرعيه ,اما الاولى فتحتوي على ٦ مسارب في الاتجاهين (أي٣مسارب في الاتجاه الواحد) فتؤخذ قيمة f_d من الجدول (7.6) فتكون f_d تساوي (٤٨%).واما الثانيه فتحتوي على مسربين فتؤخذ قيمه f_d المقابله للرقم ٢ فتكون f_d تساوي (٥٠%).

أما قيمة growth factor (G_f) فيتم الحصول عليه من الجدول (8.6) :

جدول (٨.٦) معامل النمو (Growth factor) (1)

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 للطريق الرئيسي فتؤخذ من جدول حجم المرور رقم (9.6) (متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد) =١٢١٦٨مركبة.

أما AADT للطريق الفرعي فتؤخذ من جدول حجم المرور رقم (10.6) (متوسط عدد المركبات الكلي لليوم الواحد) =٤٠٦٥مركبة

نسب السيارات والباصات والشاحنات المارة في الطريق الرئيسي فتؤخذ من الجدول (9.6) فتكون النسب للشارع الرئيسي كما يلي :

Passenger cars (10 kN / axle) = 86%
2-axle single-unit busses (100 kN / axle) = 4%

3-axle single-unit trucks (110 kN / axle) = 10%

نسب السيارات والباصات والشاحنات المارة في الطريق الفرعي فتؤخذ من الجدول (10.6) فتكون النسب للشارع الفرعي كما يلي :

Passenger cars (10 kN / axle) = 83%

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

3-axle single-unit trucks (110 kN / axle) = 14%

جدول (٩.٦) عدد ونسبة كل نوع من أنواع المركبات للطريق الرئيسي

اليوم	نسبة عدد المركبات (%)					
	السيارات		الشاحنات		الباصات	
	العدد	النسبه (%)	العدد	النسبه (%)	العدد	النسبه(%)
السبت	٥٠٢	٨٧	٦٢	١١	١٢	٢
الاحد	٣٥٧	٨٤	٥٣	١٢	١٦	٤
الاثنين	٣١٢	٨٥	٤٢	١١	١٤	٤
الثلاثاء	٣٠٦	٨٣	٤٩	١٣	١٦	٤
الاربعاء	٣٠٠	٨٥	٣٥	١٠	١٦	٥
الخميس	٤٣٣	٨٦	٥٣	١١	١٨	٣
الجمعه	١٩٥	٩٦	٥	٢	٦	٣
المتوسط	٣٤٤	٨٦	٤٣	١٠	١٤	٤

جدول (١٠.٦) عدد ونسبة كل نوع من أنواع المركبات للطريق الفرعي

اليوم	نسبة عدد المركبات (%)					
	السيارات		الشاحنات		الباصات	
	العدد	النسبه (%)	العدد	النسبه (%)	العدد	النسبه(%)
السبت	٩٠	٨٩	١٠	١٠	١	١
الاحد	١٢٠	٨٠	٢٥	١٧	٥	٣
الاثنين	١١٥	٨٠	٢٤	١٧	٤	٣
الثلاثاء	١١٤	٧٩	٢٧	١٨	٤	٣
الاربعاء	١٠٧	٨٠	٢٢	١٦	٥	٤
الخميس	١١٤	٧٧	٣٠	٢٠	٤	٣
الجمعه	٤٠	٩٦	١	٢	١	٢
المتوسط	١٠٠	٨٣	٢٠	١٤	٣	٣

وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية ، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات المختلفة من الجدول(11.6) 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 (١١.٦) 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 (1-6) على حده ومن ثم تجمع القيم الثلاث لنحصل على (Total ESAL) للشارع الرئيسي كما يلي :

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

$$\mathrm{ESAL}_{\mathrm{buss}} = 0.48 \times 29.78 \times 12168 \times 0.04 \times 365 \times 2 \times 0.198089 = 1006070.333$$

$$\mathrm{ESAL}_{\mathrm{truck}} = 0.48 \times 29.78 \times 12168 \times 0.10 \times 365 \times 2 \times 0.29419 = 3735389.539$$

$$\mathrm{ESAL}_{\mathrm{car}} = 0.48 \times 29.78 \times 12168 \times .86 \times 365 \times 2 \times 0.0003135 = 34232.9234$$

$$EASL_{Total} = 4.766 * 10^6$$

وكذلك تحسب قيمة (ESAL) للطريق الفرعي لكل نوع من أنواع المركبات حسب المعادلة (1-6) على حده ومن ثم تجمع القيم الثلاث لنحصل على (Total ESAL) للشارع الفرعي كما يلي :

$$ESAL_{truck} = 0.5 \times 29.78 \times 4056 \times 0.14 \times 365 \times 2 \times 0.29419 = 1815814.359$$

$$ESAL_{buss} = 0.5 \times 29.78 \times 4056 \times 0.03 \times 365 \times 2 \times 0.198089 = 261997.4826$$

$$ESAL_{car} = 0.50 \times 29.78 \times 4056 \times .83 \times 365 \times 2 \times 0.0003135 = 11471.78877$$

$$ESAL_{total} = 2.089 \times 10^{6}$$

٢. حساب سماكة الطبقات : يبين الجدول (١٢.٦) نسبة كالفورنيا للطبقات ونوع كل طبقة :

جدول(١٢.٦) يبين نسبة كالفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة

Mr	المادة المستخدمة	CBR(Kentuky)	الطبقة
400000	Plant Mix.	…….	Asphalt
39636	Crushed Stone	82	Base Coarse
24249	…….	17	Sub Grade

حيث يتم حساب طبقات الرصفة المرنة كما يلي:

where :

SN: Structural Number.

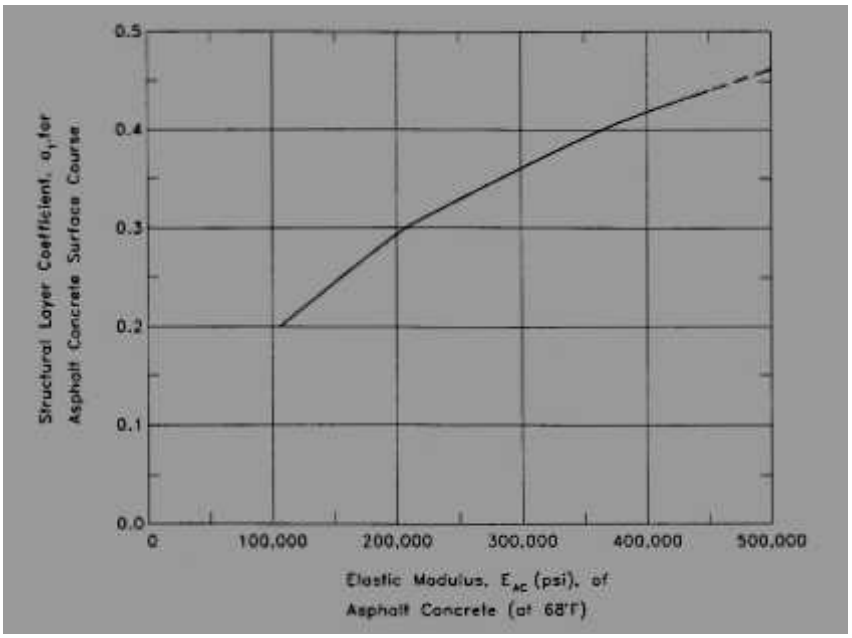
a_1, a_2, a_3: layer coefficients representative of surface, base course, and sub base respectively.

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

m_i:drainage coefficients for layer i.

حيث تتم عملية حساب SN للطريق الرئيسيه كما يلي :

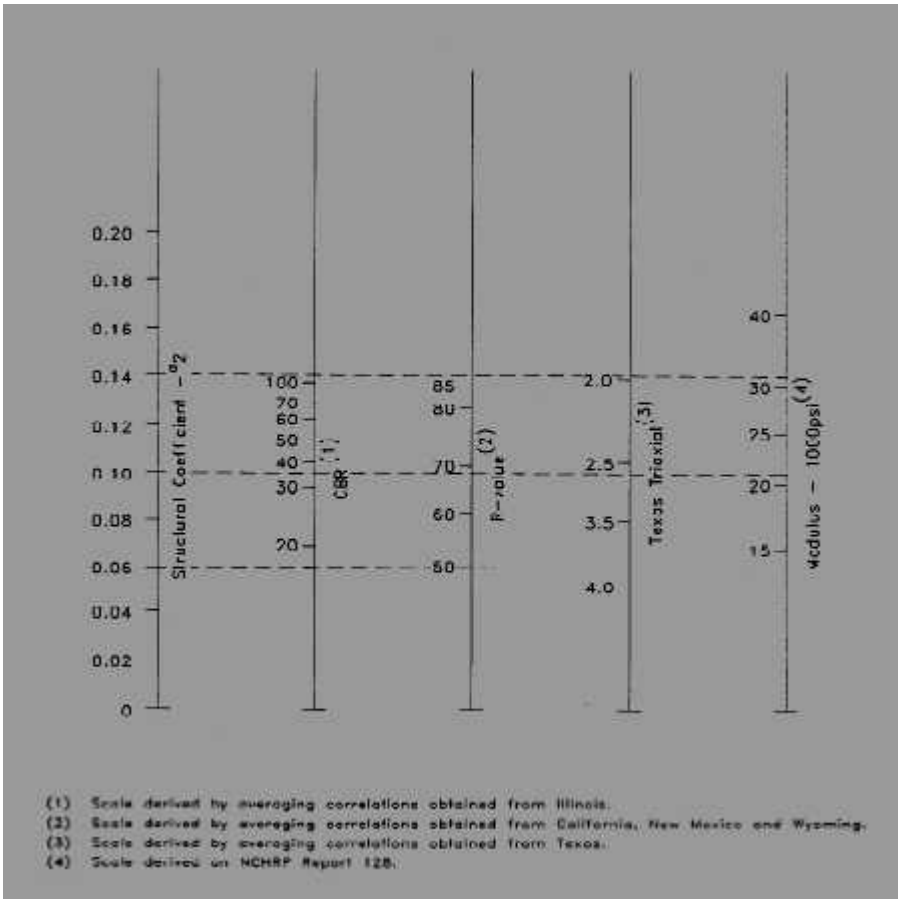
١. تعين قيمه a_1 المقابلة ل(Mr=400000) لطبقة الاسفلت من الشكل (7.6). فتكون قيمه a_1 =.42



الشكل (٧.٦) **Chart for Estimating Structural Layer Coefficient of Dense Graded**

\Asphalt Concrete Based on Resilient Modulus

٢. ثم تعين قيمة a_2 المقابله لقيمة ال CBR لطبقه الBase course الموجوده في الجدول (7.8) من الشكل (8.6) فتكون قيمه a_2 =136.



Variation in Granular Base Layer Coefficient a2(٨.٦)شكل

٣. ثم تعين قيمه m وذلك من خلال معرفه الوقت اللازم لامتصاص المياه وهو اسبوع ونسبه الوقت اللازم وهو ٣٠% من خلال الجدولين(١٣.٦)و(١٤.٦) فتكون قيمه mi للكل تساوي(80.)

الجدول(١٣.٦)ايجاد نوعيه التصريف

Table 4: Drainage Conditions

Quality of Drainage	Water Removed Within
Excellent	2 hours
Good	1 day
Fair	1 week
Poor	1 month
Very poor	Water will not drain

الجدول(١٤.٦) ايجاد قيمه mi

Recommended m_i Values for Modifying Structural Layer Coefficients of Untreated Base and Subbase Materials in Flexible Pavements (from Table 2.4, AASHTO (1993))

Quality of Drainage	Percent of Time Pavement Structure is Exposed to Moisture Levels Approaching Saturation			
	Less Than 1%	1 — 5%	5 — 25%	Greater Than 25%
Excellent	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Good	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Fair	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Poor	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Very Poor	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

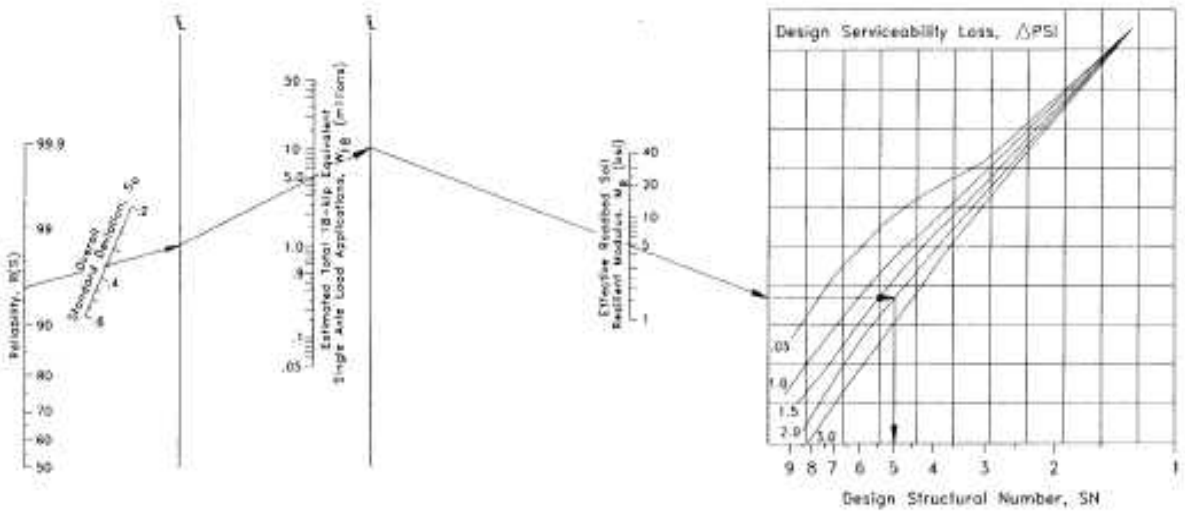
٤. وحيث ان قيمه R (Reliability) بناءا التصنيف الوظيفي وهو (collector) :اخل المدينه حسب الجدول (١٥.٦) تتراوح مابين (٨٠-٩٥) قمنا باختيار قيمه R = (90).

الجدول (١٥.٦) ايجاد قيمه Reliability

Suggested Levels of Reliability for Various Functional Classifications (Table 2.2, AASHTO, 1993)

Functional Classification	Recommended Level of Reliability	
	Urban	Rural
Interstate & Other Freeways	85-99.9	80-99.9
Principal Arterial	80-90	75-95
Collectors	80-95	75-95
Local	50-80	50-80

٥. بعد تحديد ما سبق نقوم باستخدام الرسم البياني(9.6) لايجاد قيمه SN حيث نقوم بمد خط الواصل بين (R=90) و (S=.5) ليقطع الخط (TL1)، ثم نقوم بمد الخط الواصل ل (EASL=4.776*10^6) ليقطع الخط(TL2) ،ثم نقوم بمد الخط الواصل الى (MR(BASE)=39636) على استقامته ليقطع الرسم البياني لSN1 ثم يمد هذا الخط بشكل موازي لمحور السينات ليضرب المنحنى رقم ٢ الدي يمثل الفرق بين (Pi=4.5) و (Pt = 2.5)،ثم نقوم بإسقاط خط عمودي على محور السينات لايجاد قيمه (SN1=2.5)



الشكل (٩.٦) Design Char for Flexible Pavements Based on Using Mean

Values for Each Input

٦. وبنفس الخطوات السابقه نقوم بايجاد قيمه (SN2=3.6)

يتم حساب سمك الطبقة الأولى(الاسفلت) كما يلي :

SN1 = a1 D1 → 2.5= 0.42·D1 → D1 = 5.95 in =6 in= 6·2.54 =15.24cm

Take (D1 = 16cm).

ثم تحول قيمة SN1 إلى (in)كما يلي :

SN1 = (16/2.54)×0.42 = 2.65in

سمك الطبقة الثانية(base course) :

SN2 = SN1 + a2m2D2 → 3.6 = 2.65+ 0.136·.80·D2

→ D2 =8.73in=10in 10*2.54 = 25.4cm .

Take (D2 = 26 cm).

وبنفس الطريقه تتم عملية حساب SN للطريق الفرعيه كما يلي :

a1=.42 , a2=.136 ,m1=.80, SN1=2.1,SN2=3.4.

يتم حساب سمك الطبقة الأولى(الاسفلت) كما يلي :

SN1 = a1 D1 → 2.1= 0.42*D1 → D1 = 5 in = =6 in= 6·2.54 =15.24cm

Take (D1 = 16cm).

ثم تحول قيمة SN1 إلى (in)كما يلي :

SN1 = (16/2.54)×0.42= 2.65in

سمك الطبقة الثانية(base course) :

SN2 = SN1 + a2m2 D2 → 3.4= 2.65+ 0.136·.80·D2

→ D2 =6.9in=8in 8·2.54 = 20.32cm .

Take (D2 = 22 cm).

٦- ٥ الخلاصة:

بما انه تم اتباع طريقة الأشتو 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 (١٦.٦) يبين سماكة طبقات الرصفة المرنة للطريق الرئيسي

الطبقة	السمك (سم)
Base corse	26
Asphalt	16

جدول (١٧.٦) يبين سماكة طبقات الرصفة المرنة للطريق الفرعي

الطبقة	السمك (سم)
Base corse	22
Asphalt	16

ملاحظه: إن سمك طبقه الاسفلت كبير نوعا ما وهذا عائد الى ان قيمه الEASL عاليه.

الأعمال المساحية والمضلعات

٢-١ الأعمال المساحية :

٢-١-١ مقدمة :

يعالج علم الطرق مسح المنطقه المنوي فتح الطريق لها ، ودراستها طبوغرافيا وجيولوجيا ، وإعداد التصاميم ودراسة المواد وخواصها ، وتعبيد الطريق وتنظيم السير فيه بغض النظر عن المنطقه التي تربطها من مدن وقرى ومناطق سياحيه وزراعيه وغيرها .

فهو يوضح الاساس الذي يتبعه المهندسون والمصممون والمخططون والقواعد والخطوات التي يتبعونها من مسح جوي وجمع معلومات في تصميم الطرق وتحديد المتطلبات الضروريه واللازمه لها كالانحدارات والمنحنيات بنوعيها الافقيه والرأسيه ، والمسارب والاكتاف والجزر والعبارات والحواجز والرصفه والاشارات وغيرها.

وعلم الطرق يشمل كذلك تحديد خطوط الانتقال وتصميم المنحنيات الافقيه والرأسيه وتحديد المقاطع العرضيه والميول الجانبيه ووضع عناصر جسم الطريق والقيام بحساب كميات الحفر والردم وتصميم العبارات والرصفات .

ولاتمام عملية التصميم فانه يتطلب دراسة المواد وتحديد خصائصها وصلاحياتها لبناء الطريق ، وتصميم الخلطات الاسفلتيه ووضع المواصفات اللازمه لطرق الانشاء والخلط والدمك والحفر والردم وإجراء الفحوصات لتحديد الطبقات وتحديد درجة الدك وطرق انشاء الاكتاف والجزر والميول وتخطيط السطح ووضع الاشارات .

٢-١-٢ الخطوات المتبعه في تصميم الطرق:

إن عملية تصميم الطريق ليست عمليه عشوائيه وإنما عمليه منظمه جدا وتحتاج الى عدة خطوات اساسيه وثابته وتشمل هذه الخطوات على تحديد منهجية العمل السليمه ، وهذه الخطوات كالتالي :

١. دراسة طبيعية السير وتغيراته في الليل والنهار وفي ايام الاسبوع والاشهر ، وتحديد عدد وخصائص المركبات التي سوف تستخدم هذا الطريق بعد تشييده ومن خصائص المركبات

الضروريه التي يجب اخذها بعين الاعتبار هي سعة المركبات واطوالها و حجمها وعدد العجلات والمحاور وإمكانية تسارعها وتباطئها وتصرفها على الطريق وعلى المنحنيات.

٢. يجب تحديد حجم المرور المستقبلي بحيث يتم التصميم لعمر ٢٠ سنه وفق المعادله التاليه:

حيث أن :

V_t : حجم المرور المستقبلي .

V_0 : حجم المرور الحالي.

n : عمر الطريق

$i\hat{}$: نسبة الزياده.

وتكون نسبة الزيادة اما زيادة طبيعية او نتيجة التطور في المنطقه او بسبب الرحلات المتولده او المنجذبة.

٣. تحديد السرعه المناسبة للسير على الطريق من خلال دراسة السرعات المتعارف عليها وطرق قياسها وكيفية استعمالها في التصميم ومن ثم تحديد درجة الطريق وعرضها وعدد مساربها وطبيعة منحنياتها وانحدارها بناءا على المعلومات المتوفره عن نوع المركبات وسرعاتها وانواعها .

٤. دراسة الجدوى الاقتصاديه للمشروع من خلال تحديد التكاليف والعائدات لهذا الطريق.

٥. تجميع المخططات الطبوغرافيه والصور الجويه للمنطقه المنوي فتح الطريق لها والمباشره بوضع خطوط الانتقال على المخططات الطبوغرافيه او الصور الجويه او على الارض مباشره ، من ثم البدء بدراسة هذه الخطوط على الارض ومن ثم تعديلها ومن ثم عمل مسح استكشافي لهذه الخطوط بهدف تثبيتها وقياس أطوالها و زواياها ، ومن ثم اخذ ميزانيه طوليه وعرضيه على هذه الخطوط من اجل رسم خطوط الكنتور لها بعد تثبيت نقاط مسح ثابته (bench mark) .

٦. تثبيت خط الطريق النهائي المؤلف من الخطوط والمنحنيات التي تم الحصول عليها بعد عملية رسم خطوط الكنتور والتعديل عليها لتناسب طبوغرافيه المنطقه ومن ثم اجراء مسح دقيق لخط الطريق ومن ثم يتم اخذ ميزانيه طوليه وعرضيه جديده ودقيقه على الخط النهائي وهذا يسمى المسح الاولي .

٧. بعد عملية التصميم للميزانيه الطوليه والتي يستفاد منها في تصميم المقاطع الطوليه والتي يستفاد منها في اجراء التصميم الرأسي للطريق ، وبعد عملية التصميم للميزانيه العرضيه والتي يستفاد منها في تصميم مقاطع الطريق فإنه يجب ان يتوافق التصميم الرأسي مع الافقي .

٨. إجراء الفحوصات المخبريه اللازمه والضروريه للتربه والمواد الحصويه والموجوده في الطريق ومعرفة مدى صلاحيتها لإنشاء الطريق واستخدامها بالشكل السليم .
٩. حساب كميات الحفر والردم وإنشاء المنحنى الكمي للكميات الذي يحدد حركة الحفر والردم .
١٠. تصميم المقاطع العرضيه للطريق وتحديد عدد المسارب والاكتاف وميلان سطح الطريق والميول الجانبيه والجزيره الوسطية
١١. تصميم رصفة الطريق وتحديد سماكة الطبقات وأنواعها وتحليل الخلطات الإسفلتيه .
١٢. تصميم التقاطعات وتحديد أشكالها وأنواعها واتجاه حركة السير عليها وتحديد أماكن الحواجز الجانبيه للطريق والجزر وفتحاتها ومناطق حماية الطريق وتوزيع الاقنية الجانبيه وأعمدة الاناره والاتصالات .
١٣. وضع العلامات والكتابات اللازمه وبيان كيفية توزيع الاشارات المروريه على الطريق من اجل تنظيم عملية السير .
١٤. تحضير اوراق العطاء والشروط العامه وجداول الكميات وإجراء تقدير أولي لتكاليف ومن ثم الانتقال الى مرحلة التنفيذ والبناء.
١٥. رسم خطة عمل وتنفيذه وتوزيعه بين الجهات المعنيه وتحديد الجهات المسؤوله عن المشروع وعن تمويله .

٢-١-٣ المراحل الاساسيه في التصميم :

٢-١-٣-١ مرحلة الأعمال الاستطلاعية (Reconnaissance Studies):

يتم في هذه المرحله دراسة الخرائط ، ودراسة الجدوى الاقتصاديه ، والاثر البيئي للطريق ، وكذلك يتم اختيار النقاط التي سيتم بها العمل المساحي .

٢-١-٣-٢ مرحلة الدراسة المساحية الأولية (Preliminary Survey) :

هي مرحلة إجراء العمل المساحي الاولي والتي هي عباره عن ايجاد احداثيات النقاط التي تم اختيارها للاعمال المساحيه ، والطرق التي يتم بها ايجاد الاحداثيات هي :

١. عمل شبكة مثلثات (Triangulation method).
٢. طريقة التقاطع الامامي (Intersection method).
٣. طريقة التقاطع العكسي (Resection method).
٤. طريقة المضلعات (Traverse method).

وقمنا باستخدام طريقة المضلعات (Traverse method) لايجاد احداثيات النقاط.

٢-١-٣-٣ الأعمال المساحية النهائية :

وهي المرحله التي يتم بها العمل المساحي التفصيلي للطريق من خلال رفع التفاصيل اللازمه وذلك بعد الانتهاء من عملية حساب الاحداثيات للنقاط التي سيتم وضع الجهاز المساحي عليها (نقاط المضلع) .

٢-٢ المضلعات (Traverses):

٢-٢-١ المقدمة :

عند اجراء العمليات المساحيه الدقيقه مثل عمليات الرفع والتوقيع نلجأ الى انشاء المضلع ,الذي يعتبر المرجع والرابط للأعمال المساحيه المحيطة بكل الارصاد .

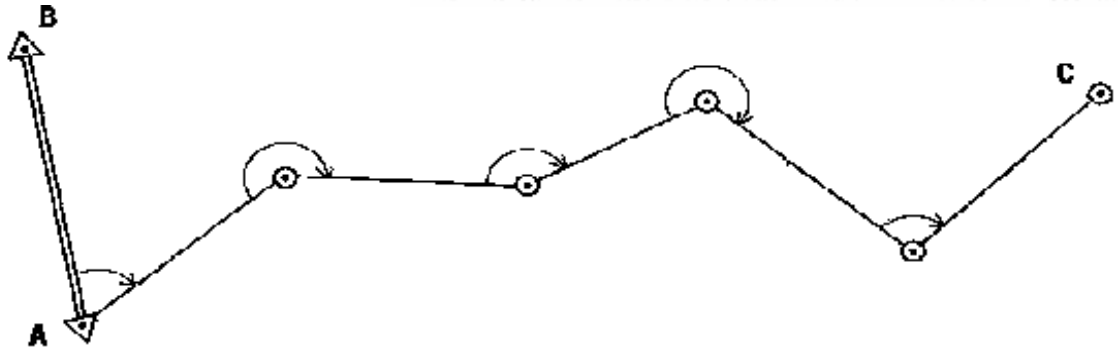
ويعرف المضلع على انه شكل يتكون من عدة اضلاع مستقيمه متصله من اطرافها ببعض وتحصر فيما بينها زوايا ، وعادة تختار هذه الاضلاع بحيث تمر بحدود المنطقه المطلوبه او قريبه منها حتى يسهل اجراءالعمل المساحي بها . و يأخذ المضلع أشكال مختلفة ومسميات متعددة كالمغلق (Closed) والمفتوح (Open) والرابط (Connecting) والحلقي (Loop) وغير ذلك .

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

يوجد عدة أنواع للمضلعات وهي كالتالي:-

١- المضلع المفتوح (Open Traverses) :-

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

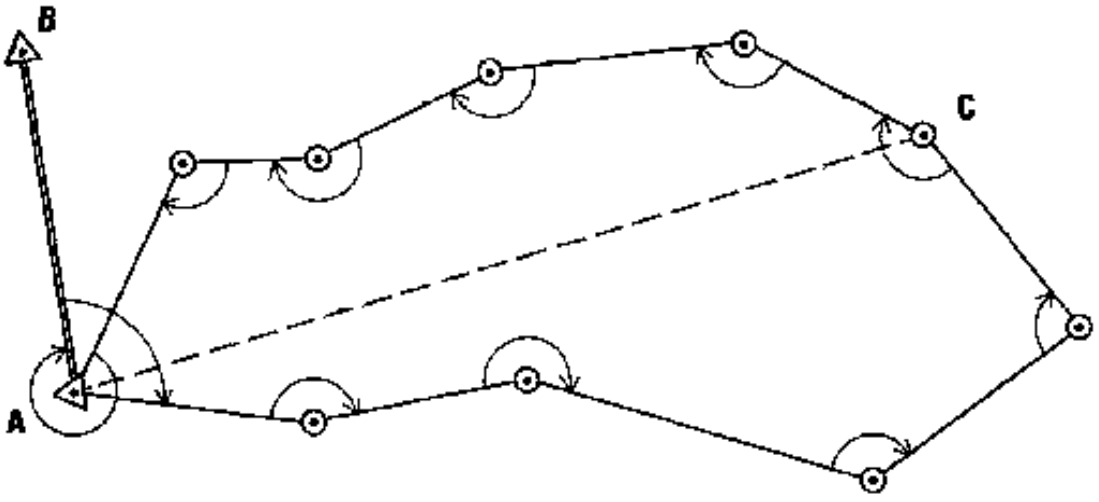


الشكل(١.٢) المضلع المفتوح

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

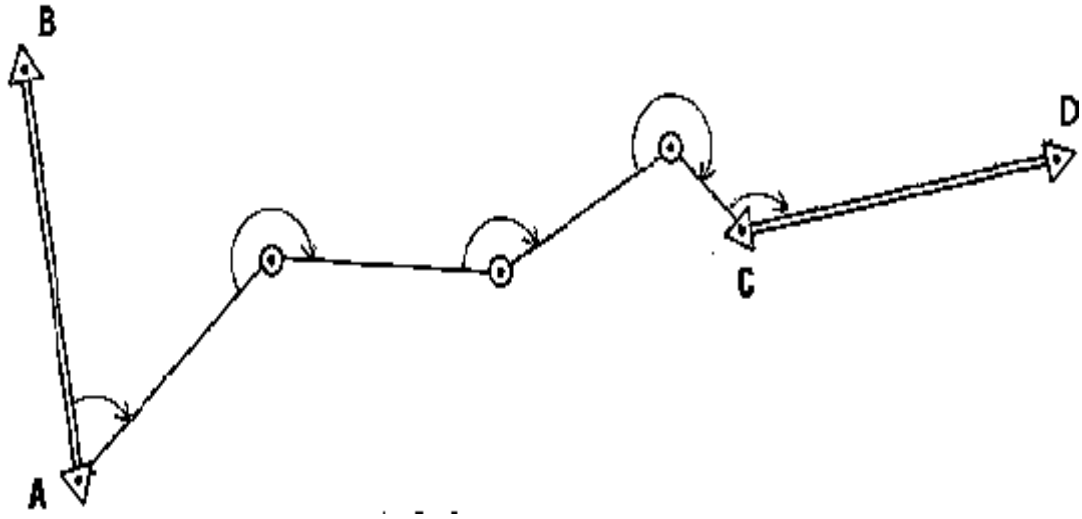
في هذا النوع من المضلعات ، يكون المضلع مغلقا من حيث عدد الأضلاع أو الشكل الخارجي ، حيث يبدأ بنقطتين معلومتين الإحداثيات وينتهي بنقطتين معلومتين الإحداثيات، وهو نوعان:

١- اذا بدأ بنقطتين معلومتين الإحداثيات وعاد وانتهى بنفس النقطتين يسمى(closed loop traverse).



الشكل(٢.٢) المضلع المغلق(closed)

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



الشكل(٣.٢) المضلع المغلق (link)

٢-٢-٣ القراءات :-

الجدول التالي يظهر معدل الزوايا والمسافات للمضلع التي تم رصدها في الميدان حيث تم رصد الزاوية الأفقية و المسافة الأفقية لكل محطة ثلاث مرات.

جدول (١.٢) متوسط القراءات

from	to	H. angle			H. dist
		°	'	"	
st B	برج الارتباط st900	0	0	0	
st B	st 1	165	22	27	921.902
st1	st B	0	0	0	
st1	st 2	64	26	51	90.602
st2	st 1	0	0	0	
st2	st 3	144	48	48	116.671
st3	st 2	0	0	0	
st3	st 4	257	7	16	98.574
st4	st 3	0	0	0	
st4	st 5	175	40	36	136.143
st5	st 4	0	0	0	
st5	st 6	231	35	5	88.061
st6	st 5	0	0	0	
st6	st 7	140	39	11	158.729

st7	st 6	0	0	0	
st7	st 8	240	31	26	56.321
st8	st 7	0	0	0	
st8	st 9	224	35	29	89.197
st9	st 8	0	0	0	
st9	st 10	240	26	5	459.278
st10	st 9	0	0	0	
st10	st 11	164	44	6	97.485
st11	st 10	0	0	0	
st11	st 12	176	28	4	170.052
st12	st 11	0	0	0	
st12	st 13	277	52	44	1159.837
st13	st 12	0	0	0	
st13	st 14	142	35	46	186.77

٢-٢-٤ حساب إنحرافات المحطات قبل التصحيح:-

AZ

= 105 13' 36"

AZ(stB,st1) =105˚ 13' 36"+165˚ 22' 27" = 270˚ 36' 36"

٢-٢-٥ حساب الإحداثيات الابتدائية للنقاط :-

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

Δ Easting = Horizontal Distance × sin (azimuth)…….2.2

Δ Northing = Horizontal Distance × cos (azimuth)……. 2.3

Easting = easting B + Δ easting……...….2.4

Northing =Northing B + Δ northing…….……2.5

والجدول التالي يشمل هذه الإحداثيات:-

جدول (٢.٢) الإحداثيات الابتدائيه للمحطات في الميدان

Point	Easting (m)	Northing (m)
st1	157631.5217	101481.5124
st2	157669.7425	101399.3668
st3	157770.9231	101341.2754
st4	157742.1312	101247
st5	157712.2947	101114.1666
st6	157632.9822	101075.9008
st7	157566.1586	100931.9234
st8	157510.0174	100927.427
st9	157441.701	100984.7768
st10	157524.9818	101436.4411
st11	157516.7943	101533.5817
st12	157492.0994	101701.8311
st13	158651.8972	101711.3677
st14	158799.3245	101826.0334

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

جدول (٢-٣) الإحداثيات المعلومة المأخوذة من GPS

Point	Easting	Northing
A	159914.34	101101.4
B	158553.373	101471.845
C	158654.49	101709.51
D	158802.01	101324.13

٢-٢-٦ تصحيح الأخطاء للمضلع (Reduction of Errors) :-

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

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

٢-٢-٦-١ الاخطاء في المسافات (Error in Distance) :-

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

حيث أن:

σ_d: الخطأ في المسافة المقاسة

σ_i: الخطأ في ضبط الجهاز

σ_t : الخطأ في وضعية العاكس

a, b: معاملات الجهاز

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

وهذا الخطأ يكون ناتج من الاسباب التاليه:-

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

٢-٢-٦-٣ أخطاء التوجيه (Target Centering) :-

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

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

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

- مثال على تصحيح الاخطاء بالمسافات :-

المسافه المقاسه بين المحطه ١و٢ تساوي ٩٠.٦٠٢م

$$\sigma_D = \sqrt{(\sigma_i)^2 + (\sigma$$

$$\sigma_D = \sqrt{(.002)^2 + (.002)^2 + .003^2 + 90.602 \times .000003^2} = .00413$$

والجدول التالي يظهر مقدار الخطأ بالمسافات :-

جدول (٣.٢) مقدار الخطأ في المسافات

Line	Distance(m)	σ_D(m)
B-1	921.902	0.00496
1-2	90.602	0.00413
2-3	116.671	0.00414
3-4	98.574	0.00413
4-5	136.143	0.00414
5-6	88.061	0.00413
6-7	158.729	0.00415
7-8	56.321	0.00413
8-9	89.197	0.00413
9-10	459.278	0.00435
10-11	97.485	0.00413
11-12	170.052	0.00415
12-13	1159.837	0.0054
13-14	186.77	0.00416

٢-٢-٦-٤ الأخطاء في قياس الزوايا :-

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

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

والخطأ الناتج عنهما من الممكن حسابه وفق العلاقة التالية:

حيث أن:

σ_{abr}: هو الخطأ الناتج عن التوجيه والقراءة.

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

n : عدد مرات التكرار .

وقيمة هذا الخطأ تكون ثابتة تقريبا لجميع الزوايا وتساوي :

٢-٢-٧ تصحيح الاخطاء في الاحداثيات:-

هناك أكثر من طريقة يتم اتباعها في عملية تصحيح الاخطاء في الاحداثيات وقد استخدمنا طريقة Least square method والتي تعتبر من ادق الطرق والتي تكون معادلتها الرئيسيه كما يلي :-

حيث ان:

Unknown matrix : X

Jacobean matrix :A

Observation matrix :L

Variance matrix : V

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

The Jacobean Matrix A:

$$A=\begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial dx_{10}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{10}} & \frac{\partial F_1}{\partial dx_{11}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{11}} & \cdots\cdots & \frac{\partial F_1}{\partial dx_{14}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{14}} \\ \frac{\partial F_2}{\partial dx_{10}} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_{10}} & \frac{\partial F_2}{\partial dx_{11}} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_{11}} & \cdots\cdots & \frac{\partial F_2}{\partial dx_{14}} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_{14}} \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ (\frac{\partial F_{12}}{\partial dx_{10}}) & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dy_{10}}) & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dx_{11}}) & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dy_{11}}) & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dx_{13}}) & (\frac{\partial F_{12}}{\partial dy_{14}}) \\ (\frac{\partial F_{13}}{\partial dx_{10}}) & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dy_{10}}) & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dx_{11}}) & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dy_{11}}) & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dx_{13}}) & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dy_{14}}) \end{bmatrix}_{27*24}$$

2-2-7-1 Distance observation reduction:-

$$F(x_i, y_i, x_j, y_j) = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \quad \text{.....2.9}$$

Linearization:

Taking the derivatives of last equation:

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

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

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

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

2-2-7-2 Angle observation reduction:-

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

$$^{-} = \tan^{-1}\frac{x_f - x_i}{y_f - y_i} - \tan^{-1}\frac{x_b - x_i}{y_b - y_i} + D \quad \text{.....2.10}$$

Taking the derivatives of the last equation:

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

$$\frac{\partial F}{\partial y_i} = \frac{x_b - x_i}{IB^2} - \frac{x_f - x_i}{IF^2} \quad \text{.....2.11}$$

The Observation Matrix L:

$$L = \begin{bmatrix} F_1 - F_{1_0} \\ F_2 - F_{2_0} \\ F_3 - F_{3_0} \\ F_4 - F_{4_0} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ F_{26} - F_{26a} \end{bmatrix}_{27*1}$$

The Unknowns Matrix X:

$$X = \begin{bmatrix} dx_{10} \\ dy_{10} \\ dx_{11} \\ dy_{11} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ dx_{14} \\ dy_{14} \end{bmatrix}_{24*1}$$

The Variance Matrix V:

$$V = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ V_{12} \\ V_{14} \end{bmatrix}_{27*1}$$

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

$$X = X_0 + dx$$
$$Y = Y_0 + dy \quad \text{.....2.12}$$

٢-٢-٨ الاحداثيات المصححه .

الجدول التالي يظهر قيم الاحداثيات المصححه للمحطات :

جدول (٤.٢) الإحداثيات المصححه

point	Easting	Northing
1	157,632.02	101,481.56
2	157,670.37	101,399.12
3	157,771.88	101,340.81
4	157,743.04	101,246.46
5	157,713.15	101,113.52
6	157,634.03	101,075.39
7	157,567.13	100,931.41
8	157,511.32	100,926.97
9	157,443.32	100,984.10
10	157,526.80	101,435.59
11	157,518.68	101,532.51
12	157,494.10	101,700.53

٢-٢-٩ المسافات المصححه :-

بعد حساب الاحداثيات المصححه يتم حساب المسافات بناء على هذه الاحداثيات ، وذلك بالاعتماد على قانون المسافه بين نقطتين

distanc

والجدول التالي يظهر قيم المسافات المصححه :

جدول (٥.٢) المسافات المصححه

Line	Distance(m)
B-1	921.4006
1-2	90.9222
2-3	117.0685
3-4	98.657
4-5	136.2554
5-6	87.8332
6-7	158.7581
7-8	55.9917
8-9	88.8086
9-10	459.1378
10-11	97.2644
11-12	169.8093
12-13	1,160.43

٢-٢-١٠ الزوايا المصححه:

بعد حساب الانحرافات المصححه يتم حساب الزوايا المصححه وذلك باستخدام الفرق بين الانحرافات حسب موقع الزاويه ما بين الخطوط والجدول التالي يظهر قيم الزوايا المصححه للمضلع

جدول (٦.٢) الزوايا المصححه

from	on	to	Angle
st A	st B	st 1	165°22'39"
st B	st1	st 2	64°27'14"
st1	st2	st 3	144°48'51"
st2	st3	st 4	257°07'22"
st3	st4	st 5	175°40'45"
st4	st5	st 6	231°35'35"
st5	st6	st 7	140°39'15"
st6	st7	st 8	240°31'36"
st7	st8	st 9	224°35'33"
st8	st9	st 10	240°26'05"
st9	st10	st 11	164°44'06"
st10	st11	st 12	176°28'04"
st11	st12	st 13	277°52'44"
st12	st13	st 14	142°35'48"

٢-٢-١١ الانحراف المعياري:

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

٢-٢-١٢ حساب الدقه

Relative error ellipse

في هذا النوع من التصحيح يلزم الأمور التالية:

- إحداثيات النقاط التي تصل الخط , فمثلا إذا كان لدينا الخط الذي يصل بين النقطتين ١٠و ١١ نحتاج الى احداثياته:

(E_{10},N_{10}) , (E_{11}, N_{11})

حيث أن طريقة التعامل كانت E=X و N=Y

$$\Delta x = x_2 - x_1$$
$$\Delta y = y_2 - y_1 \quad \text{.....2-15}$$

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

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

$$\sum_{\Delta x \Delta y} = F \sum_{xx} F^T \quad \text{..... 2-16}$$

$$\sum_{\Delta x \Delta y} = \begin{bmatrix} s^2_{\Delta x} & s_{\Delta x \Delta y} \\ s_{\Delta x \Delta y} & s^2_{\Delta y} \end{bmatrix} \quad \text{.....2-17}$$

$$\Delta_x = x_2 - x_1$$
$$\Delta_y = y_2 - y_1 \quad \text{.....2-18}$$

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

$$\tan(2t) = \frac{2q_{\Delta x \Delta y}}{q_{\Delta y} - q_{\Delta x}} \quad \text{.....2-19}$$

$$q_{\Delta u} = q_{\Delta x} \sin^2(t) + 2q_{\Delta x \Delta y} \cos(t)\sin(t) + q_{\Delta y} \cos^2(t)$$
$$q_{\Delta v} = q_{\Delta x} \cos^2(t) - 2q_{\Delta x \Delta y} \cos(t)\sin(t) + q_{\Delta y} \sin^2(t). \quad \text{..... 2-20}$$

$$S_u = S_\circ \sqrt{q_{\Delta u}}$$
$$S_v = S_\circ \sqrt{q_{\Delta v}} \quad \text{..... 2-21}$$

$$relative\ accuracy = \frac{S_{u(\max)}}{D_i} \quad \text{..... 2-22}$$

حيث ان:

D_i : هي طول الخط الذي توجد عنده $S_{u(max)}$

الجدول التالي يشمل طول الخطوط ومقدار الدقة في كل منهما وتصحيحه :-

جدول (٧.٢) طول الخطوط ومقدار الدقه فيها

Point 1	Point2	Distance	V	S	Std.Res	Red.#
B	1	921.4006	-0.50143	12.83480	-220.3792	0.210
1	2	90.9222	0.32022	11.17514	209.7325	0.137
2	3	117.0685	0.39747	11.15493	253.0586	0.144
3	4	98.6570	0.08297	11.18370	54.6095	0.135
4	5	136.2554	0.11242	11.20913	73.7429	0.136
5	6	87.8332	-0.22783	11.13025	-145.5814	0.144
6	7	158.7581	0.02912	11.22268	18.9123	0.138
7	8	55.9917	-0.32928	11.11590	-208.8112	0.146
8	9	88.8086	-0.38840	11.14464	-250.1207	0.141
9	10	459.1378	-0.14017	11.68242	-83.3340	0.150
10	11	97.2644	-0.22059	11.18854	-145.5891	0.135
11	12	169.8093	-0.24274	11.23302	-158.5564	0.136
12	C	1,160.4253	0.58834	13.62407	218.1603	0.249

الجدول التالي يشمل الزوايا ومقدار الدقه في كل منها وتصحيحها :

جدول (٨.٢) الزوايا ومقدار الدقه فيها

from	on	to	Angle	V	S"	Std.Res.	Red.#
A	B	1	165°22'39"	11.7"	18.9	5036.2	0.114
B	1	2	64°27'14"	22.7"	24.7	5037.3	0.221
1	2	3	144°48'51"	3.4"	10.6	5037.5	0.033
2	3	4	257°07'22"	5.9"	13.9	5037.5	0.057
3	4	5	175°40'45"	8.9"	16.7	5037.7	0.086
4	5	6	231°35'35"	29.8"	27.0	5038.0	0.290
5	6	7	140°39'15"	3.9"	11.4	5038.2	0.038
6	7	8	240°31'36"	10.1"	17.7	5038.5	0.098
7	8	9	224°35'33"	3.7"	11.1	5038.6	0.036
8	9	10	240°26'05"	0.0"	0.3	5714.6	0.000
9	10	11	164°44'06"	0.4"	3.5	5037.6	0.003
10	11	12	176°28'04"	0.2"	2.3	5037.4	0.002
11	12	C	277°52'44"	0.0"	0.3	5058.2	0.000
12	C	D	142°35'48"	2.2"	8.6	5035.6	0.022

أسس التصميم الهندسي

٣-١ المقدمة

يعرف التصميم الهندسي للطريق على أنه عملية إيجاد الأبعاد الهندسية لكل طريق وترتيب العناصر المرئية للطريق مثل المسار ومسافات الرؤية والعروض والانحدارات ..الخ .

وتتمثل عملية التصميم الهندسي للطريق في:

١. التصميم الأفقي (Horizontal Alignment).
٢. التصميم الرأسي للطريق (Vertical Alignment)
٣. التصميم العرضي للطريق حيث يتم في هذه المرحلة من التصميم تحديد شكل مقطع الطريق وميولها الجانبية وكذلك بيان سطح الطريق وعرضه.

٣-٢ التصنيف الوظيفي للطرق:

التصنيف الوظيفي هو العملية التي يتم بموجبها تقسيم الطرق إلى أنواع أو أنظمة وفقا لطبيعة الخدمة التي تؤديها ، ومن أساسيات هذه العملية أن ندرك أن الطرق المفردة لا تخدم حركة السفر والانتقال بوضعها المستقل خدمة ذات أهمية كبيرة ، فالواقع أن معظم حركة السفر والتنقل تتم باستخدام عدد من الطرق ولذلك فمن الضروري أن تقرر الكيفية التي يمكننا بها توجيه حركة السير ضمن شبكة الطرق ككل بطريقة فعالة ، وهنا تأتى أهمية التصنيف الوظيفي الذي يتم عن طريقه تحديد الدور الذي يؤديه كل طريق لخدمة حركة المرور والنقل ويمكن إيجاز تصنيف الطرق المتبع بوكالة تخطيط المدن (وزارة الشئون البلدية والقروية)الى:

١. طرق رئيسية:

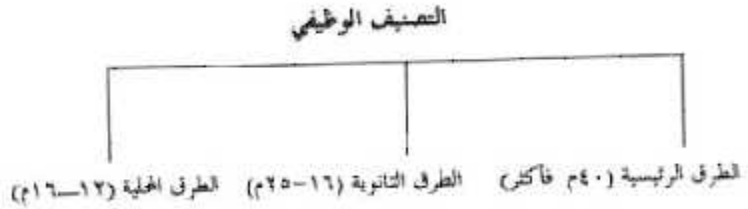
تربط هذه الطرق مراكز الأنشطة الرئيسية في المناطق الحضرية وترتبط بالشبكة الإقليمية وتتحمل أكبر حمل مروري خلال المنطقة الحضرية وعروض هذه الطرق حوالي (٤٠ مترا فأكثر) .

٢. طرق ثانوية

تقوم هذه الطرق بتجميع المركبات من الطرق الرئيسية وتقوم بتوزيعها إلي درجات الطرق الأقل وعروضها حوالي (١٦ ـ ٢٥ مترا).

٣. طرق محلية:

تقوم بتجميع المركبات خلال المناطق السكنية ومناطق الأنشطة إلي درجات الطرق الأعلى وتحمل أقل مقدار من المرور في الشبكة وتعتبر أقل درجة في التدرج الهرمي لشبكة الطرق وعروضها حوالي (١٢ ـ ١٦ مترا)



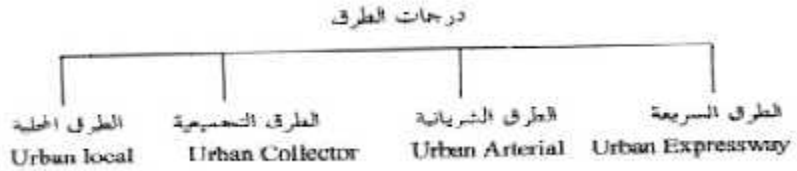
التصنيف الوظيفي شكل رقم(٣.١)[1]

٣-٣ أسس التصميم الهندسي للطريق:

يجب مراعاة الامور التالية عند القيام بالتصميم الهندسي:

٣-٣-١ درجات الطرق التصميميه Design Classes

تعتبر درجات الطرق التصميمية عبارة عن تجميع لعدد من الطرق الرئيسية لأغراض التصميم الهندسي حسب مستوى خدمة المرور التي توفرها لمستخدمي الطرق و توجد أربعة مجموعات تصميمية للطرق الحضرية كل مجموعة من هذه المجموعات تعتمد على توفيرها خدمات مرورية وخدمات المنطقة التي تمر بها وكل المواصفات والخصائص الهندسية للطريق تتناسب مع هذه الظروف.



(

درجات الطرق شكل رقم(٣.٢)

[1] هندسة الطرق١

٣-٣-٢ السرعة

١- السرعة التصميمية Design Speed

هي أعلى سرعة مستمرة يمكن أن تسير بها السيارة بأمان على طريق رئيسي عندما تكون أحوال الطقس مثالية وكثافة المرور منخفضة وتعتبر مقياسا لنوعية الخدمة التي يوفرها الطريق. والسرعة التصميمية عبارة عن عنصر منطقي بالنسبة لطبوغرافية المنطقة, ويجب أن تكون خصائص التصميم الهندسي للطريق متناسبة مع السرعة التصميمية المختارة والمتوقعة للظروف البيئية وظروف التضاريس كما يجب على المصمم اختيار السرعة التصميمية المناسبة على أساس درجة الطريق المخططة وخصائص التضاريس و حجم المرور والاعتبارات الاقتصادية .

جدول رقم (٣.١) السرعة التصميمية للطرق الحضرية[١]

درجات الطرق	السرعة الأدنى كم /ساعة	السرعة المرغوبة كم/ساعة
طريق محلي LOCAL	30	50
طريق تجميعي COLLECTOR	50	60
شرياني - عام	80	100
- أقل اضطراب	70	90
- اضطراب ملموس	50	60
طـــريق سريع (Expressway)	90	120

٢ ــ سرعة الجريان Running Speed

السرعة الجارية للمركبة في قطاع معين من الطريق هي عبارة عن المسافة المقطوعة مقسومة على زمن الرحلة (فقط زمن سير المركبة) .

[١] هندسة الطرق١

جدول رقم (٣.٢) العلاقة بين السرعة التصميميه وسرعة الجريان[١]

السرعة التصميمية كم /ساعة Design Speed	متوسط سرعة الجريان كم /ساعة Average Running Speed
50	45
60	53
70	61
80	68
90	75
100	81
110	88
120	94
130	100
140	106

٣- السرعة اللحظية المتوسطة Average Spot Speed

هي عبارة عن المتوسط الحسابي للسرعات لجميع المركبات عند لحظة محددة بقطاع صغير من الطريق.

٣-٣-٣ حرم الطريق

يجب ان يكون حرم الطريق متسع بما فيه الكفايه ليشمل اجزاء القطاع جميعها بالاضافه الى عرض اضافي حيث ان العرض الاضافي يلزم لعدة استخدامات منها مسار للمشاه او مسار لمستلزمات المرافق او وضع العلامات الاسترشاديه او الاعلانات او التشجير هذا بالاضافه الى عرض قد يخصص للتوسع في الطريق مستقبلا المستقبل والجدول التالي يبين الطريق وعرض حرم الطريق حسب نظام(AASHTO).

الجدول (3. 3) نوع الطريق وعرض حرم الطريق [٢]

نوع الطريق	عرض حرم الطريق (م)
طريق من مسارين	٣٦-٢٢
طريق من ثلاثة مسارات	٤٢-٣٠
طريق من اربعة مسارات	٩٣-٣٧

[١] هندسة الطرق١

[٢] هندسة الطرق١

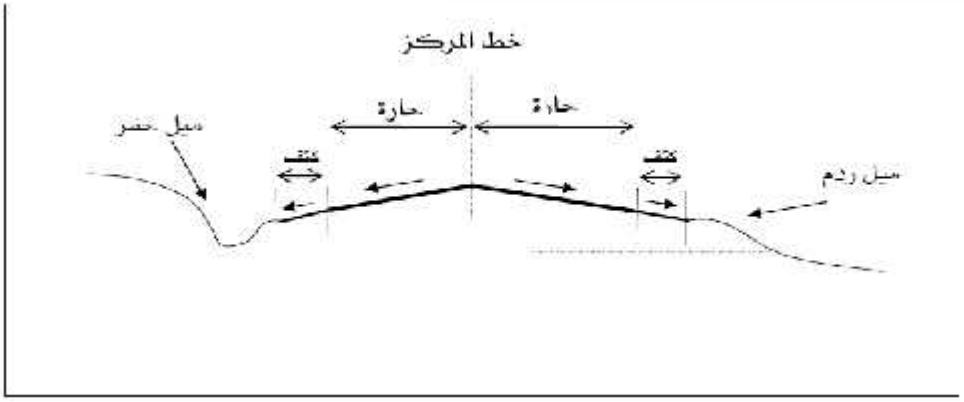
٣-٣-٤ حجم وتركيب المرور:

حجم المرور : هو عدد المركبات التي تمر من نقطه معينه خلال فتره زمنيه محدده و يعتبر حجم المرور من الأسس الرئيسية التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار على أن يشمل حجم المرور الحالي والمتوقع، اما تركيب المرور فهو يتطلب تحديد نسبة العربات بالنسبة لحجم المرور التصميمي .

٣-٣-٥ قطاع الطريق وعرض الحارات :-

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

ويتحدد عرض الرصف عن طريق عدد حارات المرور وعروضها ولا يوجد بين عناصر الطريق ما هو أكثر أثرا على الأمان وراحة السير من عرض الطريق وحالة سطحه ، والحاجة الظاهرة إلى طرق ذات أسطح ناعمة غير زلقة وتلائم جميع الحالات ، وتقل السعة الفعلية للطريق حينما توجد عوائق متاخمة للطريق مثل الحوائط الساندة أو سيارة متوقفة ولذا يجب المحافظة على الخلوص الأفقي بين حارات المرور وأي عائق جانبي حتى لا تؤثر بصورة كبيرة على سعة الطريق وبالتالي تؤثر على زيادة الحوادث وتقليل راحة المستخدم . ويعتبر عرض الحارة ٣.٦٥متر مرغوبا و ٣.٣٥ مقبولا في المناطق الحضرية ومن الضروري استخدام حارة مرور إضافية عند التقاطعات وعند التقاطعات الحرة لتسهيل حركة المرور.

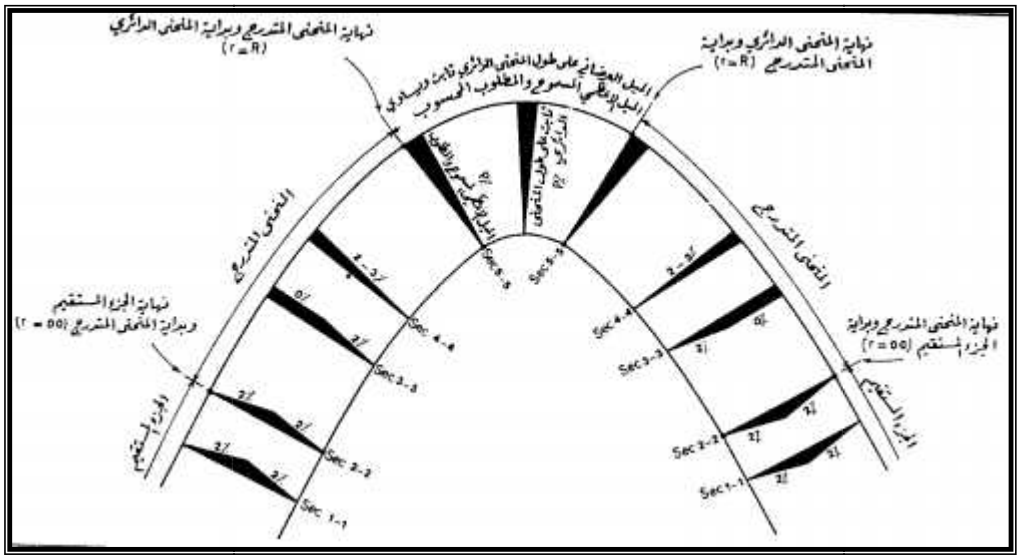


الشكل (3.3)مقطع عرضي لطريق من حارتين [1]

[1](تغطية مساحية للطرق)

٣-٣-٦ الميول العرضية :-

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



شكل رقم(3.4) الميول العرضية للطريق [١]

جدول(3 .4) الميول العرضيه حسب الرصف (تغطية مساحية للطرق)[٢]

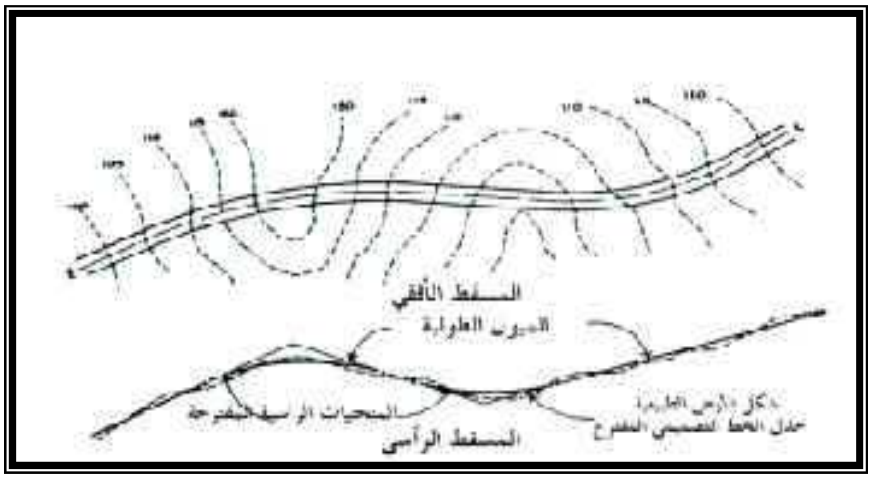
نوع الرصف	الميول العرضية المفضلة
طريق ترابي	١:٢٠إلى١:٢٥
طريق مكدرا	١:٣٦إلى١:٤٨
رصف إسفلتي	١:٤٨إلى١:٦٠
رصف خرساني	١:٦٠إلى١:٧٢

[١](تغطية مساحية للطرق)

[٢](تغطية مساحية للطرق)

٣-٣-٧ الميول الطولية :-

في المناطق المستوية يتحكم نظام صرف الأمطار في المناسيب. وفي المناطق التي يكون فيها مستوى المياه في نفس مستوى الأرض الطبيعية فإن السطح السفلي للرصف يجب أن يكون أعلى من مستوى المياه بحوالي 0.5 متر على الأقل . وفي المناطق الصخرية يقام المنسوب التصميمي بحيث تكون الحافة السفلية لكتف الطريق أعلى من منسوب الصخر بـــ0.3 متر على الأقل ، وهذا يؤدي إلى تجنب الحفر الصخري غير الضروري .ويعتبر الميل 0.25% هو أقل ميل لصرف الأمطار .



شكل رقم (3.5) الميول الطولية للطريق[1]

٣-٣-٨ اكتاف الطريق :-

إن الطرق الخلوية تزود بأكتاف جانبية تستخدم لتوقف المركبات بشكل طارئ و كذلك للمحافظة على طبيعة الأساس و السطح الخاصة بالطريق، و الحاجة للأكتاف و نوعها يتوقف على نوع الطريق و جسم و سرعة العربات و تركيب المرور و طبيعة المنطقة التي يمر فيها الطريق، و يتراوح عرض الكتف بين (1.25-3.6م) للطرق السريعة و (2.5-3.6 م) للطرق التي يزيد حجم المرور الساعي التصميمي فيها عن (100) عربة، و يجب أن تزود الأكتاف بميول عرضيه كافية لتصريف المياه من الطريق، و لكن يجب أن لا يزيد هذا الميل عن الحد الذي قد يسبب خطورة على المركبات التي تتوقف على الطريق، حيث يوجد عدة أنواع من أكتاف الطريق فمنها أكتاف ترابية أو مصبوبة أو اسفلتيه و يختلف نوع سطحها حسب سطح الطريق الرئيسي

فوائد الأكتاف للطريق :-

[1](البسيط في تصميم وانشاء الطرق)

١- شعور السائق بالأمان و حماية السيارات عندما تجنح عن مسارها بسبب السير بسرعات عالية.
٢- تساعد على تصريف المياه عن سطح الطريق.
٣- تستخدم لتوقف المركبات بشكل طارئ .
٤- تستعمل الأكتاف لتوسيع الطريق في المستقبل.
٥- تستعمل الأكتاف لمنع انهيار جسم الطريق كما تصلح لوضع الإشارات عليها.

٣-٣-٩ الأطاريف :-

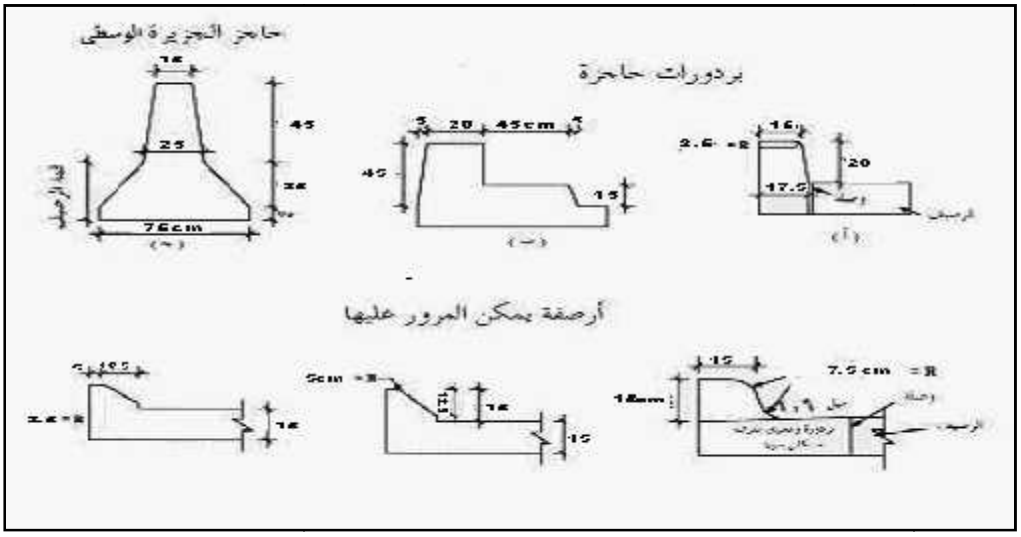
يتأثر السائقين كثيرا بنوع الاطاريف ومواقعها، وبالتالي فإن ذلك يؤثر على أمان الطريق والانتفاع به وتستخدم الاطاريف في تنظيم صرف المياه، ولمنع السيارات من الخروج عن الرصف في النقط الخطرة، وهي تحدد حافة الرصف وتحسن الشكل النهائي للطريق، كما أنها عامل في تجميل جوانب الطرق، كما تقوم الاطاريف غالبا بغرض أو أكثر من هذه الأغراض. وتتميز الاطاريف بأنها بروز ظاهر أو حافة قائمة وتبدو الحاجة إليها كثيرا في الطرق المارة بالمناطق السكنية كما أن هناك مواقع بعض الحالات في الطرق الخلوية يلائمها بل ويجب أن يعمل لها الأطاريف، وهناك نوعان رئيسيان من الاطاريف، كل منهما له عدة أشكال وتفصيلات تصميمية:

١. الأطاريف الحاجزة:

هي ذات وجه جانبي حاد الميل ومرتفع نسبيا وهي مصممة لمنع السيارات أو على الأقل صرفها عن محاولة الخروج عن الرصف ويختلف ارتفاعها بين (15- 22.5) سم تقريبا ويستحب أن يكون الوجه مائلا ولكن على ألا يزيد ميل الوجه في الغالب عن حوالي 1 سم لكل 3سم من الارتفاع وتعمل استدارة للركن العلوي بنصف قطر من 2 إلى 8 سم وتستخدم الاطاريف الحاجزة فوق الكباري وتعمل وقاية حول الدعامات وأمام الحوائط أو بجوار الأشياء الأخرى لمنع اصطدام المركبات بها والاطاريف التي تستعمل عادة في الشوارع هي من النوع الحاجز وإذا كان من المتوقع أن تقف المركبات بموازاة البردورة فيجب ألا يزيد ارتفاعها عن عشرين سنتيمترا حتى لا تحدث احتكاك برفارف المركبات وأبوابها، والقاعدة العامة أن تبعد الاطاريف الحاجزة مسافة 50 إلى 60 سم إلى خارج الحد الخارجي لطريق السير.

٢. الأطاريف الغاطسة :-

وهي مصممة بحيث يسهل على المركبات اجتيازها دون ارتجاج عنيف أو اختلال في القيادة ويختلف ارتفاع هذه الاطاريف من 10إلى 15سم وميل الوجه فيها 1:1 أو 1:2 وأغلب استعمال الاطاريف سهلة العبور هو في الجزيرة الوسطي وفي الحافة الداخلة في الأكتاف كما تستعمل في تحديد الشكل الخارجي لجزر التقسيم القنواتي في التقاطعات ويمكن أن تنشأ هذه الاطاريف ملاصقة لحافة الطريق المخصص للمركبات أو تبعد عنها قليلا. ويوضح الشكل التالي الأنواع المختلفة للاطاريف.



الشكل (3.6)أنواع الأطاريف.[1]

٣-٣-١٠ الأرصفة :

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

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

٣-٣-١١ الجزر الفاصلة :-

[1] (highway design manual)

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

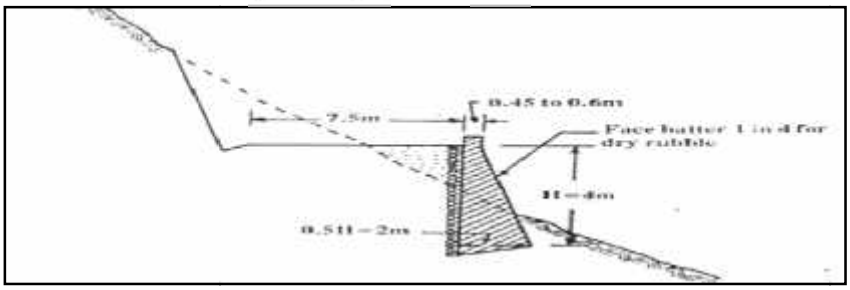
إن عرض الجزر الفاصلة يجب أن يكون كافي و ذلك من اجل تحقيق الغرض الذي من اجله أنشأت، و خاصة لتقليل تأثير الأضواء الصادرة من الاتجاه المعاكس ليلا، و كذلك حماية العربات المعاكسة من التصادم و لإتاحة التحكم في المناطق المسموح فيها الدوران في حالة التقاطعات السطحية، و يتراوح عرض الجزر بين (1.25-1.8 م) أو أكثر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

٣-٣-١٢ الجدر الإستنادية :-

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

والشكل (٧.٣) يوضح نموذجا لاستخدام حائط ساند لطريق جبلي

الشكل(3.7) جدار استنادي [1]



[1](البسيط في تصميم وانشاء الطرق)

التخطيط الهندسي

4-1التخطيط الافقي للطريق:

4-1-1مقدمة:

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.

4-1-2 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

١- المنحنيات الدائرية:

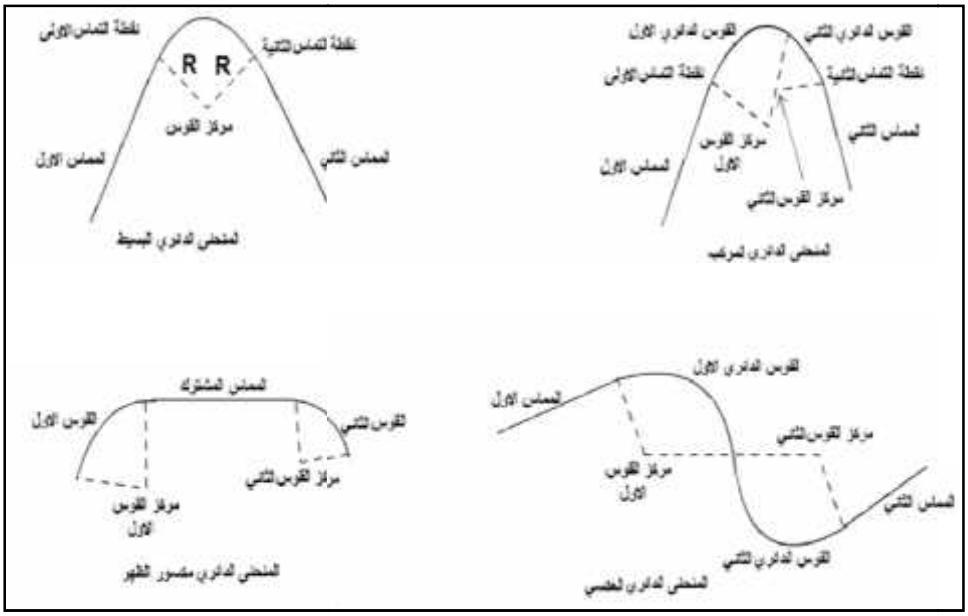
وتنقسم إلى أربعة أقسام رئيسية:

١- المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves.

٢- المنحنيات الدائرية المركبة Compound Circular Curves.

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

٤- المنحنيات الدائرية العكسية Reversed Circular Curves.

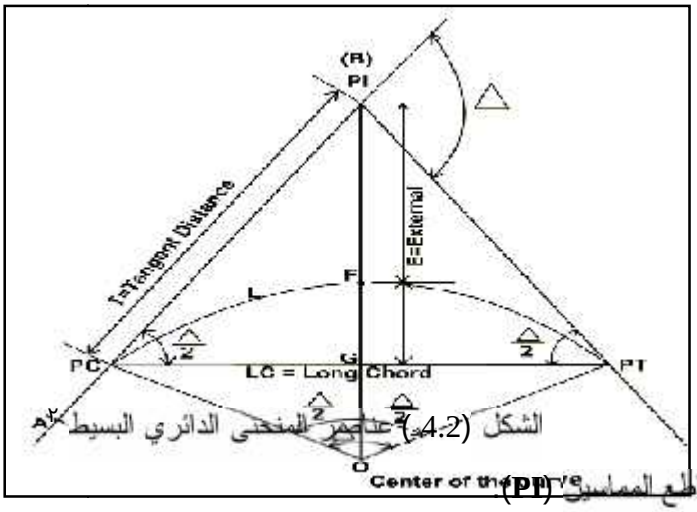


الشكل (4.1) المنحنيات الدائرية [1]

١. المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves

- عناصر المنحنى الدائري البسيط:-

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



الشكل (4.2) عناصر المنحنى الدائري البسيط [2]

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

وتساوي الزاوية المركزية المنشأ عليها المنحنى الدائري.

- المماسين (**T**) The tow Tangent:

[1] (المساحة وتخطيط المنحنيات)

[2] (تغطية مساحية للطرق)

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

- نقطة بداية المنحنى (**PC**) Point of Curvature.
- نقطة نهاية المنحنى (**PT**) Point of Tangency.
- الخط المستقيم الذي يصل بين نقطتي تماس و يطلق عليه الوتر الطويل (**LC**).
- نصف القطر (**R**) Radius.
- طول المنحنى (**L**).Length of curve.
- المسافة الخارجية(**E**),External Distance وهي عبارة عن المسافة بين (**PI**) وبين منتصف المنحنى الدائري.
- سهم القوس(**M**) Middle Ordinate، و هي المسافة بين نقطة منتصف المنحنى وبين نقطة منتصف الوتر الطويل.
- مركز المنحنى ونرمز له (**O**).
- الوتر الجزئي الأول ويرمز له (**C1**)، وهو طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الأولى بأول نقطة على المنحنى حيث يلجأ إلى إعطاء طول للوتر الجزء الأول بحيث تصبح محطة النقطة الأولى من المنحنى رقم مدورا مناسبا يقبل القسمة على 20 أو25.
- الوتر الجزئي الأوسط يرمز له (**C**)، وهو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل بين أي نقطتين متتاليتين على المنحنى ما عدا الأولى والأخيرة، و يكون طوله في العادة رقما مدورا و مناسبا 10٢٠,,25 مترا.
- الوتر الجزئي النهائي (**C2**)، و هو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الثانية بالنقطة التي تسبقها مباشرة، بحيث يكون طوله مكملا لطول المنحنى.
- زاوية الانحراف الجزئية الأولى (**d1**)، وهي عبارة عن الزاوية الوسطية المحصورة بين المماس الأول أو الخلفي و بين الوتر الجزئي الأول وتساوي نصف الزاوية المركزية.
- زاوية الانحراف الجزئية الوسطى(**d**)، وهي الزاوية الأفقية بين أي وتر جزئي أوسط و بين مماس المنحنى الدائري.
- زاوية الانحراف الجزئية النهائية (**d2**)، و هي الزاوية الأفقية المحصورة بين الوتر الجزئي النهائي و بين المماس للمنحنى الدائري في نقطة بداية هذا الوتر الجزئي النهائي.

- **<u>معادلات المنحنى الدائري البسيط:</u>**

١- طول المماس (T)

$$T = R\tan\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....(4.1)}$$

٢- المسافة الخارجية (E)

$$M = R(\sec\frac{\Delta}{2} - 1) \quad \text{..... (4.2)}$$

٣- سهم القوس (M)

$$M = R(\sec\frac{\Delta}{2} - 1) \quad \text{.....(٤.3)}$$

٤- الوتر الطويل(LC)

$$LC = 2R\sin\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....(4.4)}$$

٥- طول المنحنى (L)

$$L = \frac{® R\Delta}{180} \quad \text{.....(٤.5)}$$

٢. المنحنيات الدائرية المركبة Compound Circular Curves

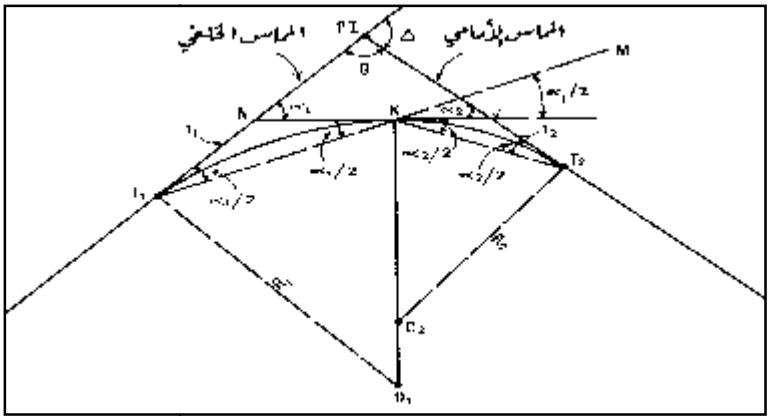
يتألف المنحنى المركب من منحنيين أفقيين (أو أكثر) متتابعين بحيث تكون نقطة التماس الثانية للمنحنى الأول هي نفسها نقطة التماس الأولى للمنحنى الثاني تحت الشروط التالية:-

١- أنصاف أقطار هذه المنحنيات الدائرية مختلفة.

٢- المنحنيات متماسة عند نقاط اتصالها ببعضها.

٣- جميع مراكز هذه المنحنيات الدائرية في جهة واحدة.

- عناصر المنحنى الدائري المركب:-



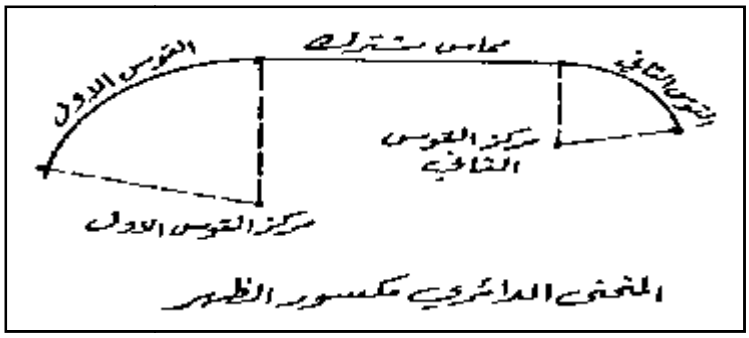
الشكل (4.3) عناصر المنحنى الدائري المركب [1]

- نقطة تماس المنحنى المركب مع المستقيم أو المماس الخلفي (Back Tangent) ويرمز لها بـــ T_1.
- نقطة التقاء أو تماس المنحنيين الدائريين المشكلين للمنحنى المركب ويرمز لها بـــ K.
- نقطة تماس المنحنى المركب مع المماس الأمامي ويرمز لها بـــ T2.
- نقطة تقاطع المماس الخلفي مع المماس المشترك ويرمز لها بـــ N
- نقطة تقاطع المماس المشترك مع المماس الأمامي ويرمز له بـــ J.
- نقطة تقاطع المماس(الأمامي والخلفي) ويرمز لها بـــ PI.
- مركز المنحنى الدائري الخلفي أو الأيسر ويرمز له بـــ O_2.
- مركز المنحنى الدائري الأمامي أو الأيمن ويرمز له بـــ O_2.
- زاوية انحراف المماسين الخلفي والأمامي ويرمز لها بـــ Δ.
- زاوية انحراف المماسين الخلفي والمشترك ويرمز لها بـــ α_1.
- زاوية انحراف المماسين المشترك والأمامي α_2.
- الطول المشارك مع المماس ويرمز له بـــ (t_1) وهو يساويNK.
- الطول المشارك من المماس الأمامي مع المماس المشترك ويرمز له بـــ (t_2) وهو يساوي JK.
- نصف قطر المنحنى الأول أو الأيسر ونرمز له بـــ R_1.
- نصف قطر المنحنى الثاني أو الأيمن R_2

٣- المنحنيات الدائرية مكسورة الظهر Broken-Back Circular Curves

[1] (البسيط في تصميم وانشاء الطرق)

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



الشكل (٤.٤) المنحنى الدائري مكسور الظهر [١]

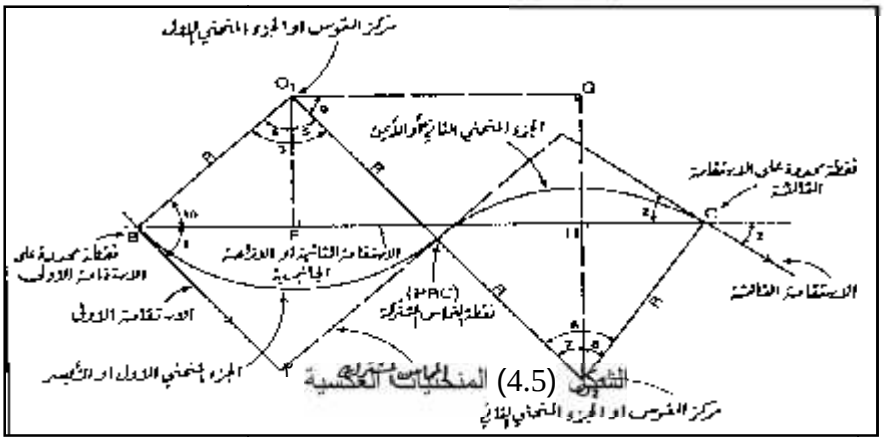
٤- **المنحنيات الدائرية العكسية Reversed Circular Curves**

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

١- مراكز الانحناء ليست في جهة واحدة.

٢- أنصاف أقطار هذه الأقواس قد تكون متساوية أو مختلفة.

٣- الأقواس متماسة عند نقطة اتصالها ببعضها.



الشكل (4.5) المنحنيات العكسية

٢-المنحنيات المتدرجة أو الحلزونية Transitions Curves.

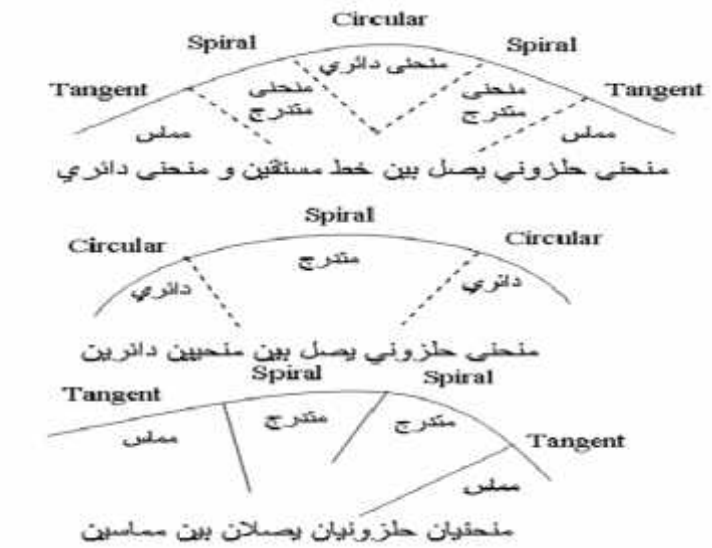
[١] (تغطية مساحية للطرق)

[٢] (البسيط في تصميم وانشاء الطرق)

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

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

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



الشكل (4.6) المنحنيات المتدرجة أو الحلزونية [1]

✓ ويوجد ثلاثة أنواع رئيسية من المنحنيات المتدرجة وهي:

١. القطع المكافئ المكعبي (cubic parabola)
٢. ليمنسكات برنولي أو المنحنى البيضوي (Lemniscate)
٣. الكلوثيد (Clothoide)

١. **القطع المكافئ المكعبي (cubic parabola):**

أو القطع المكافئ من الدرجة الثالثة ومعادلته على الشكل التالي:-

[1] (المساحة وتخطيط المنحنيات)

$$y = x^3 / 6rl \quad \text{.....(4.6)}$$

حيث:- X,Y = ترمز إلى إحداثيات نقاط القطع المكافئ المكعب.

R= مقدار نصف القطر.

L= طول المنحنى المتدرج.

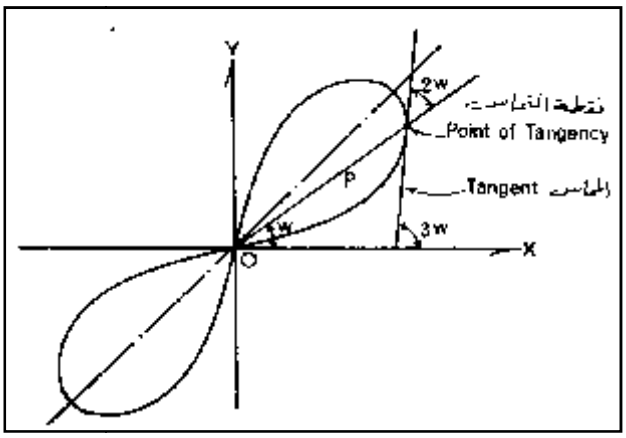
١. ليمنسكات برنولي أو المنحنى البيضوي(Lemniscate):-

من صفات هذا المنحنى انه مغلق وله محور تناظر ونصف قطره يبلغ قيمته قصوى عند النقطة التي يكون فيها المحور القطبي مائلا بمقدار 45° ، ويفضل استخدامه في الأراضي الوعرة وحيث يصعب تحديد النقاط باستخدام الإحداثيات العادية (x,y) ويغلب استخدامه في مشاريع الطرق ويستخدم أيضا عندما يراد وصل أجزاء مستقيمة بمنحنيات دائرية أنصاف أقطارها صغيرة نسبيا ويكون معدل التغير في نصف القطر كبير.

$$pz = k^2 \sin 2\mu \quad \text{.....(4.7)}$$

حيث ρ : هي نصف القطر الشعاعي القطبي.

ω :الزاوية القطبية المحصورة بين نصف القطر القطبي ومحور السينات.



شكل (4.7) المنحنى البيضوي (برنولي) [١]

٢. الكلوتويد (Clothoide) :-

ويطلق عليه أيضا اسم حلزوني كوريز، حيث يحقق ميزات ديناميكية وهندسية مهمة في المنعطفات كما يستعمل بكثرة في مشاريع خطوط السكك الحديدية فهو يبدأ بنصف قطر يساوي اللانهاية وينتهي بنصف قطر اصغر هو في الغالب نصف قطر المنحنى الدائري والمراد وصله بالمستقيم.

ومعادلته C = R.L ..... (4.8)

[١] (البسيط في تصميم وانشاء الطرق)

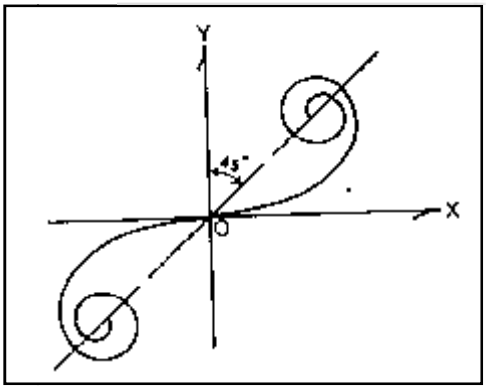
حيث :

C =ثابت معين.

R= نصف القطر.

L= طول منحنى الكلوثويد.

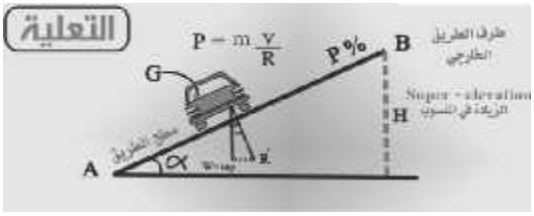
***وينصح باستخدامه إذا كانت الزاوية القطبية كبيرة نسبيا.



الشكل (4.8)الكلوثويد [1]

4-1-٣- القوة الطاردة المركزية:

عند دخول العربة إلى المنحنى فإنها تتعرض إلى قوة طاردة مركزية تؤثر بشكل يتعامد مع محور الدوران الذي هو في الواقع خط وهمي ورأسي مار بمركز المنحنى الدائري ، أي إن اتجاه هذه القوة سيكون أفقيا، حيث إن الانتقال من الجزء المستقيم إلى الجزء المنحني يكون فجائيا، أي أن تأثير القوة الطاردة المركزية سيكون فجائيا وقد يؤدي في بعض الأحيان إلى قلب العربة.



الشكل (4.9) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات [2]

من الشكل السابق:-

- p : القوة الطاردة المركزية التي تؤثر على العربة أثناء سيرها.
- w : وزن العربة

[1] (البسيط في تصميم وانشاء الطرق)

[2] (تغطية مساحية للطرق)

- m: كتلة العربة
- v: سرعة العربة
- R : نصف قطر المنحنى الدائري.
- g: التسارع الأرضي

والعلاقة الرياضية التي تربط العناصر السابقة مع بعضها البعض هي كالتالي:-

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \quad \text{.....(4.9)}$$

يمكن كتابة العلاقات الرياضية التالية:-

$$\tan\sim = P_1 = \left(\frac{mv^2}{r} \right)/(mg) = \frac{v^2}{gr} \text{.....(4.10)}$$

حيث أن:-

r : نصف قطر المنحنى المتدرج في إحدى نقاطه

P_1 : الميل العرضاني لسطح الطريق ضمن الجزء الخاص بالمنحنى المتدرج

α : الزاوية الراسية

*نفرض أن $C = \frac{1}{g}$

تصبح المعادلة كالتالي:-

$$P = \frac{C.v^2}{R}$$

$$C = \frac{P.R}{v^2} \quad \text{.....(4.11)}$$

4-1-4 التعلية:

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

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات التالية:-

$$e + f = \frac{(0.75 \times v)^2}{127 \times R} \quad \text{.....(4.12)}$$

حيث أن:-

R : هي نصف القطر الدائري بالمتر.

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

$$V = \sqrt{[127R(e\max + f\max)]} \quad \text{.....(4.13)}$$

جدول (4.1) قيم الرفع الجانبي المرغوبة و ذلك لعدة طرق مختلفة [1]

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

[1] (www.momra.gov.sa)

والجدول (4.2) يبين أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة التصميميه ودرجة الرفع الجانبي للطريق والاحتكاك الجانبي[1]

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

[1] (www.momra.gov.sa)

2-4 التخطيط الرأسي للطريق :-

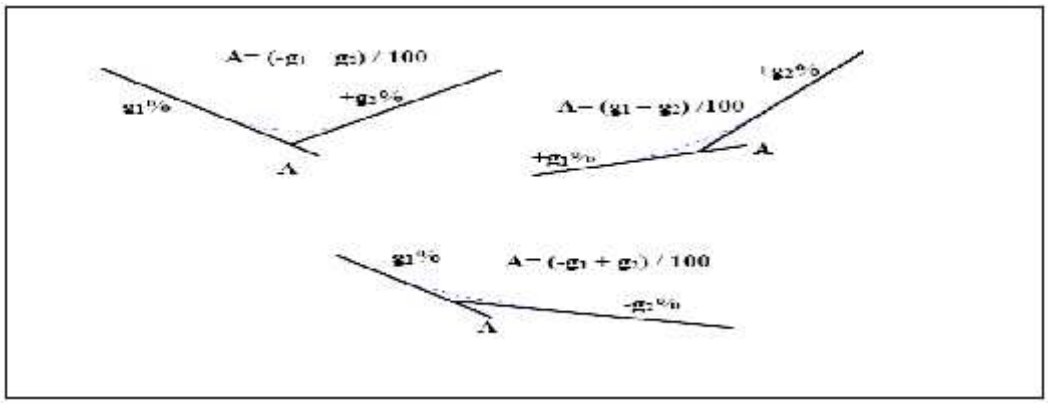
1-2-4مقدمة:

إن عملية الانتقال من اتجاه إلى اتجاه آخر في المستوى الرأسي تتم من خلال عمل منحنيات رأسية تسهل هذه العملية، وهو يتمثل في تحديد ارتفاع الأرض الطبيعية وتحديد الانحدار الجديد للطريق، حيث يتم بيان الطريق بالمستوى الرأسي ونشاهد كيف ترتفع وتهبط ونحدد مناطق الحفر والردم، وكذلك من التصميم الرأسي للطريق يتم تحديد المنحنيات الرأسية و مسافات الرؤية حيث انه يجب أن تتوافر المواصفات التالية في هذه المنحنيات:

١. أن يكون الانتقال تدريجيا وسهلا.
٢. تحقيق شروط الرؤية بحيث يستطيع السائق رؤية أي حاجز أمامه من مسافة كافية.

2-2-4أنواع المنحنيات الرأسية :-

يحتوي خط منسوب الطريق على مجموعة خطوط مستقيمة ومتقاطعة (في المستوى الرأسي) حيث يتم ربط كل خطين متقاطعين بمنحنى رأسي مناسب، وتكون هذه المنحنيات على شكل منحنيات استدارة علوية (منحنيات رأسية محدبة)، أو منحنيات استدارة سفلية (منحنيات رأسية مقعرة).

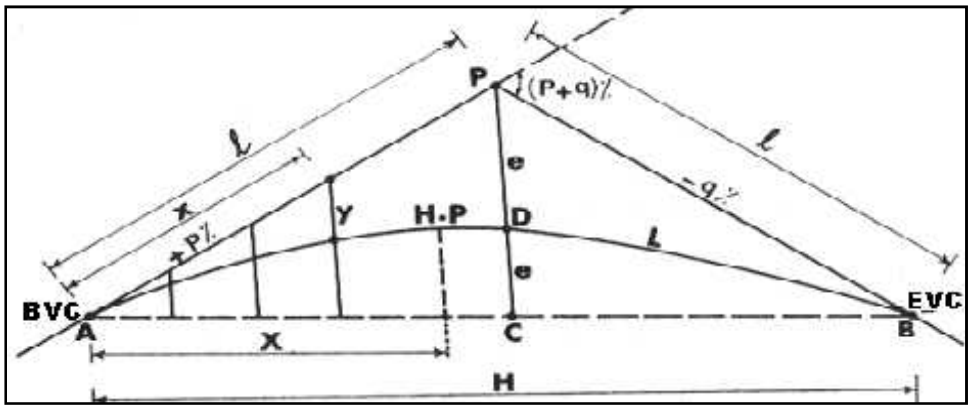


الشكل (4.10) فرق الميل أو زاوية الميل [١]

[١] (المساحة وتخطيط المنحنيات)

3-2-4عناصر المنحنى الرأسي:

.



الشكل (4.11)عناصر المنحنى الراسي [1]

ومن الشكل السابق فان عناصر المنحنى الرأسي هي كالتالي:

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

[1] (تغطية مساحية للطرق)

٤-٢-٤- خواص القطع المكافئ البسيط:

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

$$\mathbf{L} = \ell 2 + \ell 1 \quad \text{.....} \quad \textbf{(4.14)}.$$

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

،PD = e = DC

حيث C نقطة منتصف الوتر و D نقطة تقطع الخط الراسي مع المنحنى

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

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

$$\mathbf{AB=H} = 2\ell \quad \text{.....} \quad \textbf{(4 .15)}.$$

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

$$\mathbf{y = ax^2} \quad \text{.....} \quad \textbf{(4.16)}$$

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):**

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

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

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

٤-٢-٥الميول الرأسية العظمى:-

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

١- السرعة التصميمية (Design Speed).

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

طول الجزء الخاضع للميل الرأسي

والجدول(4.3)يبين قيمة الميول الراسية العظمى بالاعتماد على العوامل السابقة [١]

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	-

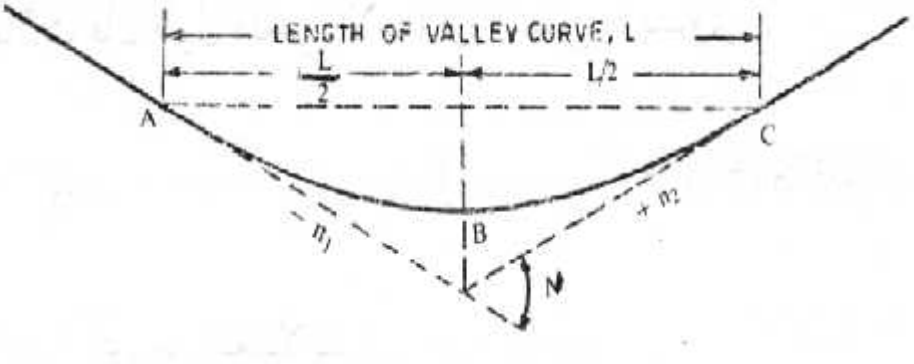
٤-٢-٦طول المنحنى الرأسي:-

من العوامل الأساسية التي تحكم اختيار وتحديد طول الرأسي ما يلي:

أ- 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^{٢}، وطول المنحنى عبارة عن منحنيين انتقال متساويين في الطول وبدون منحنى أفقي بينهما، ومن الشكل (6-٥) فان طول منحنى الاستدارة السفلي ABC والذي يساوي L حيث AB ، BC يمثل طول كل منهما منحنى انتقال .

[١] (تغطية مساحية للطرق)



شكل (4.12) منحنى رأسي قاعي [1]

$$Ls = L/2 \quad \text{.....(4.17).}$$

$$L = 2*[N V^3/C]^{0.5} \quad \text{.....(4.18)}$$

حيث أن:-

V: السرعة التصميمية م / ث

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

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:

$$I\ max = [(200 * N * V^2) / (g*L)]\ \% \quad < \%17 \text{.....(4.19)}$$

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

ب: مسافة **الرؤية** (**Sight Distance**):-

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

[1] (هندسة الطرق١)

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

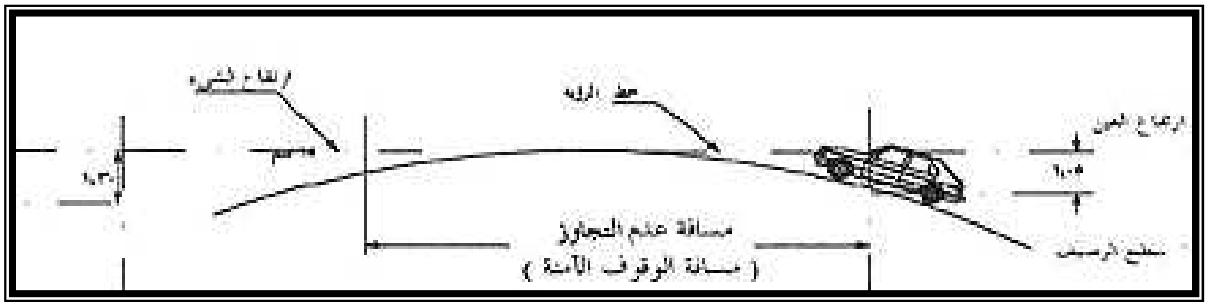
ج: مسافة الرؤية للتوقف (Stopping Sight Distance):-

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

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

الجدول (4.4)العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف [1]

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



الشكل (4.13)**يوضح مسافة الرؤية للتوقف الآمن** [2]

[1] (هندسة الطرق١)

[2] (هندسة الطرق١)

وتستخدم هذه المعادلة لحساب مسافة الرؤية للتوقف الآمن:-

$$.278V.t+\frac{v^2}{254f} \quad \text{.....(4.20)}$$

V: سرعة العربة (كم/ساعة).

f: معامل الاحتكاك.

t: زمن رد الفعل (عادة 2.5 ثانية).

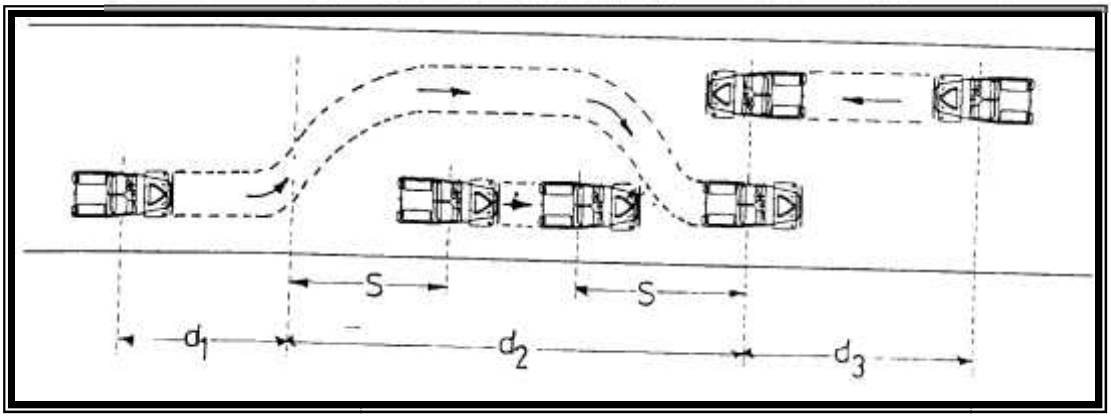
المعادلة (6-21) في حالة أن العائق ثابت، أما في حالة وجود عائق متحرك ويقترب من السيارة يتم ضرب الطرف الأيمن من المعادلة بالعدد (٢).

جدول(4.5) العلاقة بين السرعة ومعامل الاحتكاك[١]

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

د- مسافة الرؤية للتجاوز (Passing Sight Distance):-

في الطرق ذات الحارتين لتحقيق 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.



الشكل (4.14) مسافة الرؤية للتجاوز [٢]

[١] (هندسة الطرق١)

[٢] (هندسة الطرق١)

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

$$OSD = d1 + d2 + d3 \quad (4.21)$$

$$OSD = 0.28Vb.t + 0.28bT + 2S + .28V\,T \quad (4.22)$$

$$\boldsymbol{T = \frac{\overline{14.4S}}{A}} \quad (4.23)$$

$$S = .7\,Vb + 6 \quad (4.24)$$

حيث:-

OSD: مسافة الرؤية للتجاوز.

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

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

d_2: المسافة الأفقية المقطوعة بالعربة المتخطية خلال فترة التخطية .

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

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

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

V: سرعة السيارة المتجاوزة (كم/ساعة).

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

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

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

$$Vb = (V - 16) \quad (4.25).$$

حيث v :السرعة التصميمية (كم /ساعة).

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

$$\boldsymbol{SD =. 278vt + \frac{V^2}{254(f \pm N)}} \quad (4.26)$$

حيث: N هي المجموع الجبري لميل مماسي المنحنى الرأسي.

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

٤-٣ التقاطعات على الطرق:

هي المنطقة التي يلتقي فيها طريقان أو أكثر على نفس المستوى أو على مستويات مختلفة وتشمل هذه المنطقة المساحة المخصصة للسيارات بالإضافة إلى المساحة المخصصة لحركة المشاة.

تشكل التقاطعات جزء هاما من الطريق لان فعالية الحركة والسلامة والسرعة وتكاليف التشغيل وسعة الطريق كلها تعتمد بشكل رئيسي على التقاطع، إذ ليس من المعقول تصميم طريق سريعة وعريضة مع وجود تقاطعات ضيقة.

٤-٣-١أنواع التقاطعات:

١- هناك عدة أنواع من التقاطعات تكون إما على مستوى واحد كالتقاطع البسيط والجرسي والتقاطع ذو القنوات ومسارب تغير السرعة مثل مسارب التباطئ والتسارع والدوران.

٢- أو تكون تقاطعات على مستويين أو أكثر حيث تتقاطع الطرق على مستويات فوق بعضها البعض مع أو بدون رمبات تصل بين مستويين.

إن عملية التصميم تعتمد على طبيعة ونوع التقاطع فيما إذا كان تقاطعا بسيطا أو جرسيا أو ذا قنوات أو دوارا أو تقاطعا مفصولا.وهناك عدة أنواع للتقاطعات نذكر منها:

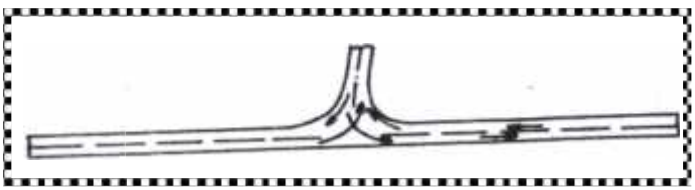
٤-٣-٢التقاطع البسيط:

إن هذه الأنواع من التقاطعات تكون بسيطة ورخيصة التكاليف وغير معقدة، لاحتوائه على بعض الخطوط التي تحدد الطريق، وبعض الإشارات لتوضيح أولوية حركة السير.

ونظرا لأن هذا النوع من التقاطعات يستعمل في المناطق غير المزدحمة بالسير فإنه لا يتم في مثل هذا النوع من التقاطع فصل السير المتجه عن اليمين عن المتجه إلى اليسار عن المتجه للإمام.

ومن أمثلة هذا التقاطع:

١- الشكل البسيط جدا والذي تبقى فيه المسارب بعرض ثابت سواء في الطريق الرئيسي أو الفرعي كما هو مبين في الشكل(4.15)، وخطورة هذا النوع تكمن في إن السيارات ستضطر إلى تخفيف سرعتها كثيرا عند محاولة الدوران إلى اليمين أو اليسار وقد تتوقف كليا.



الشكل (4.15) تقاطع بسيط

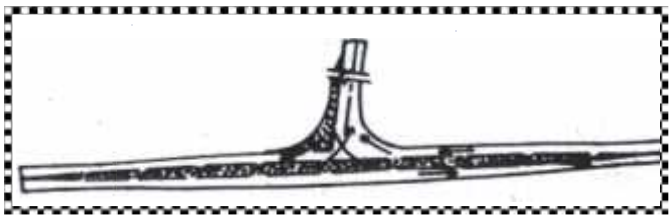
١- تقاطع بسيط مع توسيع الطريق عند التقاطع وذلك بإضافة مسرب يصلح للدخول وللخروج لمسافة تكفي لتباطؤ أو تسارع السير كما هو مبين في شكل (4.15). وهذا النوع يعطي حرية للسيارات التي تريد الدخول أو الخروج من التقاطع بحركة دوران يمينية ولكنه لا يعطي حرية لمن يريد الدخول أو الخروج من التقاطع بحركة دوران يسارية.

الشكل (4.16) تقاطع توسيط مع توسعه

٢- في هذا النوع من التقاطع يكون المسرب الإضافي من الجهة المقابلة كما في شكل(4.15)، وهذا عكس لما رأيناه في شكل (4.16) 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 (4.17)تقاطع مع مسرب اضافي

٣- 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 (٦-١٥).



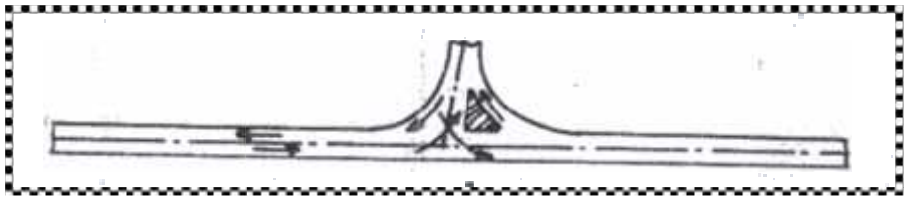
الشكل (4.18)تقاطع مع مسرب وسطي

٤-٣-٣التقاطع الجرسي:

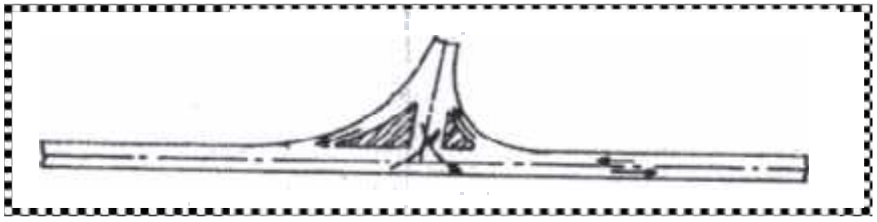
يتم في هذا التقاطع توسيع الطريق الفرعية عند تقاطعها مع الطريق الرئيسي ويشبه هذا التوسع شكل الجرس. إن هذا التوسيع ضروري لتنظيم حركة السير وفصل السير المتجه إلى اليمين عن المتجه إلى اليسار أو عن السير المتجه إلى الأمام، وبهذا التقاطع تقل الحوادث لزيادة سعته ويستوعب عددا أكبر من المركبات.

٤-٣-٤ التقاطع ذو القنوات:

عند زيادة حجم المرور على التقاطع تقل قدرة السائقين على تنظيم حركة السير، لذلك لا بد من توسيع التقاطع وتقسمه إلى مسارب بحيث تستوعب عدد المركبات وتساعد في تنظيم حركة السير على التقاطع والإشكال التالية تبين بعض أنواع هذا التقاطع.



الشكل (4.19) انعطاف دورة واحدة



الشكل (4.20) انعطاف مزدوج

العلامات والإشارات المرورية

٥-١ علامات المرور:-

يشمل علم الطرق هندسة الطرق وهندسة المرور، وعند تصميم الطرق وإنشائها وفتحها للسيارات لا بد من وجود أمور تنظيمية لتنظيم حركة السيارات على الطريق لتضمن حسن الأداء و لتمنع وقوع الحوادث حتى يتم تحقيق الهدف الذي أنشأت من أجله الطريق.

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

٥-١-١ أهداف علامات المرور:-

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

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.

٥-١-٢ 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 خطين بحيث يكون الخط المتصل من جهة السير الذاهب، و المتقطع من جهة السير القادم.

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

- **الكلمات** :

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

- **الأسهم** :

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

- **اللون** :-

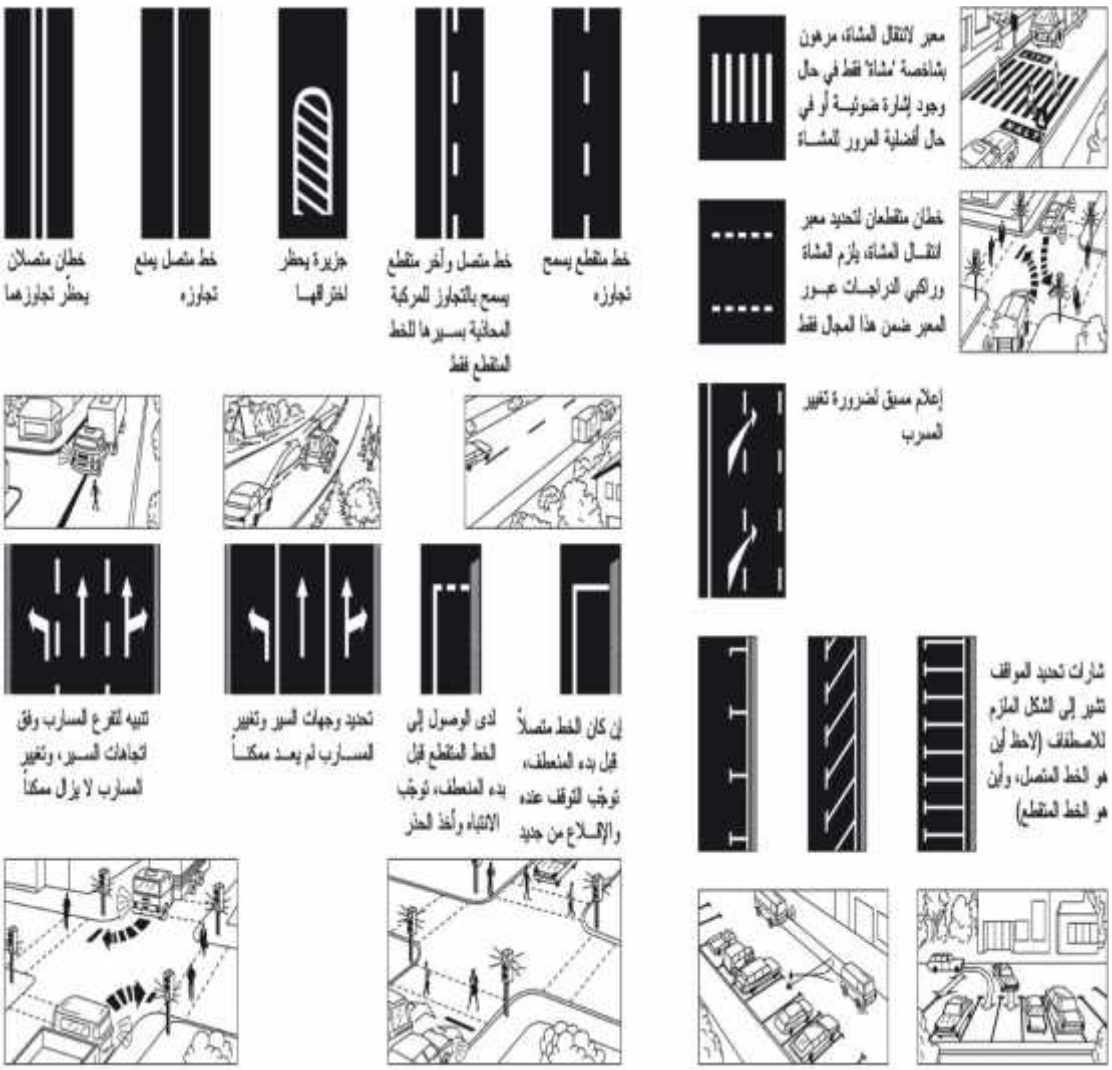
يستعمل اللون الأبيض في الخطوط التي تقسم المسارب ويستعمل اللون الأصفر لتحديد الجزر ومواقف السيارات، إلا أنه يجب الاهتمام بتوافق لون الخط مع أرضية الطريق.

- **المواد العاكسة** :-

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

والشكل التالي يوضح بعض علامات المرور على الطريق :

شكل(٥- ١) علامات المرور على الطريق



(14) http://www.arab-ency.com/index.php

٥-٢ إشارات المرور:-

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

٥-٢-١ مواصفات الإشارات:-

يجب أن تكون للإشارات مواصفات خاصة بها حتى تحقق الهدف المنشود منها فالإشارة يجب أن تكون واضحة للسائق و تشد إنتباهه قبل مسافة طويلة من الإشارت، 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 الكتابة على اللوحة فاتحة و خلفية اللوحة بلون غامق على أن يختلف أيضا لون اللوحة عن البيئة المحيطة حتى تكون واضحة.

- **الشكل :**

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

- **الكتابة :**

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

٥-٢-٢ أنواع الإشارات :-

- **إشارات التحذير:**

كإشارة انحدار حاد أو منعطف خطر و تكون هذه الإشارات مثلثية الشكل،والجدول التالي يبين بعض هذه الإشارات.

جدول رقم (٥-١) يبين بعض الإشارات المرورية

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

- **إشارات الأوامر:**

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

- الإشارة التالية تعني قف (أعط حق الأولوية لحركة السير).

- الإشارة التالية تعني سرعة خاصة (لا يجوز السير بسرعة تزيد عن السرعة المحددة على الإشارة)

- **إشارة المنع** :

على سبيل المثال ممنوع المرور، و تكون مستديرة الشكل كما هي موضحة في الأشكال التالية.

- الإشارة التالية تعني طريق بإتجاه واحد .

- الإشارة التالية تعني ممنوع تجاوز المركبات .

- **إشارات الطوارئ :**

توضع إشارات مؤقتة عند وقوع حوادث أو تعطل سيارات أو وجود ضباب وهذه الإشـــارات تكـــون متنقلة ويؤمن لها إضاءة كافية من بطاريات خاصة.

- **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 أنه لا يمكن أن يكون هناك حجم موحد لجميع الإشارات .

- الإشارات على الطرق خارج المدن تكون الأرضية باللون الأزرق والكتابة باللون الأبيض ، أما داخل المدن تكون الأرضية بالأخضر والكتابة بالابيض .
- للتأشير للمدن والقرى 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

الفحوصات المخبرية والتصميم الانشائي للطريق

٦-١ فحوصات دمك التربه :

٦-١-١ تجربة بروكتور القياسية:

- **الهدف:**

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.

- **الأدوات المستخدمة :**

١- قالب بروكتور القياسي والمعدل مع الغطاء المتحرك.
٢- مطرقة بروكتور القياسية(5 باوند) .
٣- وعاء لخلط التراب مع قارورة ماءمع مسطرين وآداه 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).

- **طريقة العمل:**

١- يسجل رقم الجفنات مع وزنها فارغة .
٢- يزن قالب بروكتور مع قاعدته فارغا ويسجل وزنه .
٣- تحضر العينة وتنخل على منخل رقم ¾" ، الكمية المارة من المنخل هي التي ستستعمل فقط ، المحجوز على منخل رقم ¾" يتم استبداله بنفس الوزن من نفس العينة ماره من منخل ¾" ومحجوزة على منخل رقم 4".

٤- بناءا 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 أداة 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 جيدا 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 .

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

- **الحسابات**:
  - وزن القالب المستخدم فارغ = ٥١٢٠غم
  - قطر القالب = ١٥.٢سم
  - ارتفاع القالب = ١١.٥٨ سم

- حجم القالب = π × (نصف قطر القالب)^{2} × ارتفاع القالب

  = ٢١٢٣.٢٨ سم٣

- وزن التربة الرطبة والقالب = 9214 غم
- وزن التربة الرطبة = 4094 غم
- الكثافة الرطبة = 1.927 غم/سم٣

الجدول (١.٦) : قيم الكثافة الرطبة للعينات

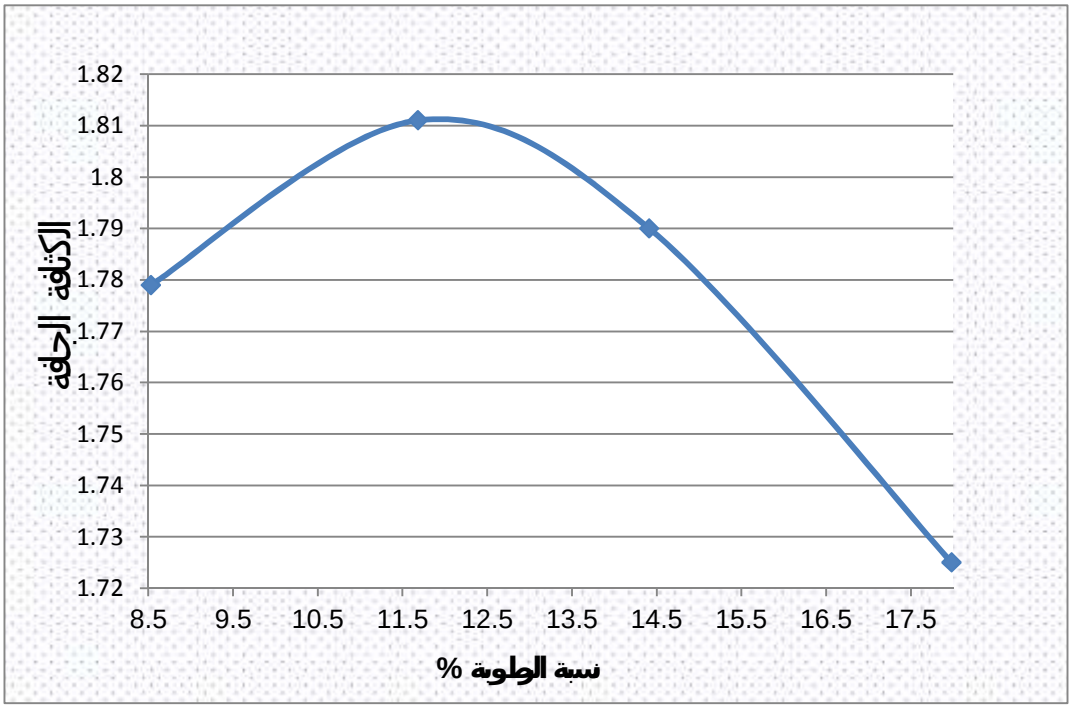
رقم التجربة	1	2	3	4
الماء المضاف (سم٣)	طبيعي	200	200	200
وزن العينة والقالب (غم)	9214	9416	9470	9442
وزن القالب (غم)	5120	5120	5120	5120
وزن التربة الرطبة (غم)	4094	4296	4350	4322
الكثافة الرطبة (غم /سم٣)	1.927	2.023	2.048	2.035

الجدول (٢.٦): قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة للعينات

رقم الجفنة	E13	D12	1	C6	B19	B4	E11	B12
وزن الجفنة والتربة الرطبة (غم)	216.65	224.12	186.12	191.18	203.08	192.8	221.38	217.54
وزن الجفنة والتربة الجافة (غم)	201.64	209.45	169.52	174.52	181.02	172.08	192.44	189.33
وزن الجفنة (غم)	30.83	31.92	27.2	32.05	27.96	31.19	31.79	32.2
وزن الماء (غم)	15.01	14.67	16	16.66	22.06	20.72	28.94	28.21
وزن التربة جافة (غم)	170.01	177.53	142.32	142.47	153.06	140.89	160.65	157.13
نسبة الرطوبة (%)	8.79	8.26	11.66	11.69	14.41	14.41	18.08	17.95
معدل نسبة الرطوبة (%)	8.53		11.68		14.41		17.98	
الكثافة الجافة (غم /سم٣)	1.779		1.811		1.79		1.725	

- **النتائج و الحسابات :**

من الشكل (٦-١) يمكن ايجاد نسبة الماء المثالية عن طريق مد خط عند اكبر نسبة رطوبة و لايجاد الكثافة الجافة العظمى



الشكل (١.٦): العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة

- من الشكل السابق يظهر أن:

نسبة الماء المثالية = 11.68 %

الكثافة الجافة العظمى = 1.811 غم/سم^{٣}

٦-١-٢ تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا.

تعرف تجربة CBR بأنها معرفة العلاقة بين قوة التحمل ومقدار الغرز لمكبس أسطواني مساحة مقطعة ١٩٤٠ملم٢. وذلك يتم عندما نسلط عليه قوة منتظمة لكي تحدث هذا الغرز. لأي مقدار في الغرز تعرف CBRبأنها العلاقة بين القوة التي أحدثت هذا الغرز والقوة القياسية اللازمة لإحداث هذا الغرز في عينة

كاليفورنيا القياسية، وبغض النظر عن مساحة مقطع المكبس فإن التجربة تصلح للمواد التي لا يزيد حجم حبيباتها عن ٢ملم

- **الهدف:**

إن الهدف من هذه التجربة هو إيجاد نسبة تحمل كاليفونيا (CBR) لطبقات الرصفة.

- **الأدوات المستخدمة:**

١. منخل رقم ٢٠ملم (٣/٤").
٢. قالب معدني اسطوا ني قطرة الداخلي ١٥٢ ملم وارتفاعه الداخلي١٧٨ ملم مع قاعدة وصفيحة علوية وحلقة إضافية ارتفاعها ٥٠ملم توضع في حالة تعبئة القالب أثناء الرص.
٣. مكبس اسطوا ني معدني نهايته السفلية من المعدن الصلب بمساحة ١٩٦٣ملم٢ وطول ٢٥٠ملم.
٤. جهاز ضغط يعطي القوة المطلوبة على المكبس بمعدل منتظم، وجهاز لقياس القوة وجهاز آخر لقياس قيمة الغرز للمكبس بداخل العينة.(شكل ٦-١٠).
٥. مطرقة بروكتور المعدلة التي وزنها ٤.٥٤كغم (١٠ باوند)(شكل ٢-١٠).
٦. ميزان يزن لغاية ٢٥كغم.

- **طريقة العمل:**

١. تخل كتلة من العينة على منخل رقم ¾" . المحجوز على المنخل يتم استبداله بنفس الكمية مارة من منخل رقم ¾" ومحجوزة على منخل رقم ٤" .(شكل ٣-١٠).
٢. تضاف كمية من الماء إلى العينة في وعاء يمنع التبخر لمدة ٢٤ساعة:
كمية الماء المضافة = (سبة الماء المثالية _ نسبة الرطوبة)* وزن العينة.
٣. يجهز القالب الأسطواني الأول (قالب بروكتور القياسي) مع قاعدته، تثبت الحلقة وتوضع ورقة ترشيح في قاع القالب،توزن كتلة من العينة وتقسم إلى خمسة أقسام متساوية بالوزن. يرص كل قسم

بداخل القالب مع وجود الحلقة، ١٠ ضربات بواسطة مطرقة بروكتور القياسية (وزن ٢. ٥ كغم وارتفاع هبوطها ٤٥.٨سم)، وتوزع الضربات على سطح الطبقة بشكل منتظم بحيث تكون الطبقة الأخيرة ملامسة للسطح ومرتفعة قليلا عنه، تزال الحلقة ويسوى سطح العينة مع وجه القالب باستعمال سكين غير حادة .

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

القالب الثاني: ٣٠ ضربة لكل طبقة.

القالب الثالث: ٦٥ 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 ١ملم/ دقيقة يتم تسجيل الحمل عند غرز مقداره(٠.٥-١.٥-٢.٥-٤-٥-٧.٥-١٠-١٢.٥)ملم، وأثناء الغرز يجب وضع قرص دائري فوق المادة الجاري تجربتها ونقل هذا القرص يعادل سمك الرصف المنتظر فوق هذه المادة في الطبيعة.

٦. تعاد الخطوة رقم ٥ للوجه الثاني للعينة في القالب الأول بعد إزالة القاعدة من الطرق السفلي وتثبيتها في الطرف العلوي للقالب وذلك باستخدام جهاز إخراج العينات.

٧. تعاد الخطوة رقم ٥ والخطوة رقم ٦ للقالب الثاني والثالث.

- **النتائج والحسابات**:

  - يرسم منحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة، ومنه يتم الحصول على الحمل المسبب لاختراق ٢.٥ملم(٠.١") في العينة عند التجربة.
  - تحسب قيمة أل CBR عند اختراق ٢.٥ملم(٠.١")وعند ٥ملم وناخذ القيمة الاعلى بينهما .

- حيث ان نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)=(الحمل المسبب لاختراق ٠.١" للعينة عند التجربة /الحمل المسبب لنفس الاختراق لعينة قياسية)*١٠٠%. وذلك حسب الجدول

الجدول (٣.٦) 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

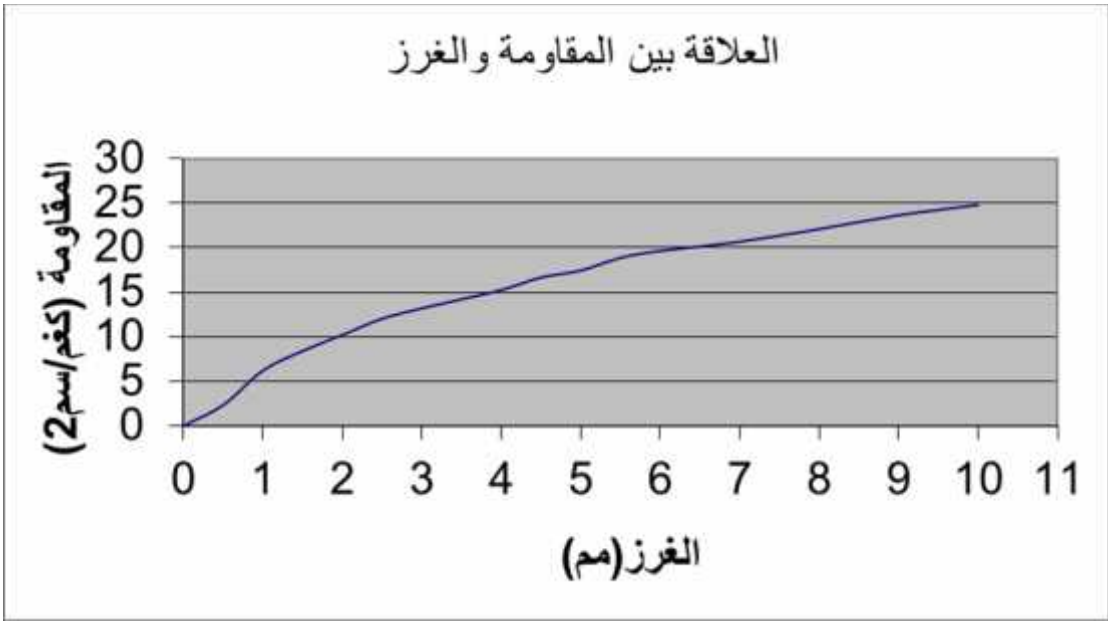
* تاخذ قيمة ال CBR لكل من طبقة سطح الارض(Sub Grade) وطبقة ما تحت الاساس(Sub Base) وطبقة الاساس(Base COARSE) عند ضربة 56 لتدخل في عملية التصميم الانشائي للطريق.

ملاحظة:

تم القيام بعمل التجربة على عينة من التربة وعينة من البيسكورس وفي ما يلي النتائج التي تم الحصول عليها لعينة التربة وعينة البيزكورس على التوالي

الجدول (٤.٦): العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب والمقاومة لعينة التربة

الغرز (mm)	الحمل div	المقاومة (كغم/سم^2)	بعد تعديل المنحنى المقاومة	CBR %
0.5	18	2.32		
1	48	6.2		
1.5	65	8.4		
2	79	10.2		
2.5	93	12.02	12	17
3	102	13.18		
3.5	110	14.21		
4	118	15.24		
4.5	129	16.66		
5	135	17.44	17.5	16.6
5.5	144	18.86		
6	152	19.63		
7	160	20.67		
8	171	22.09		
9	183	23.64		
10	192	24.8		



الشكل (٢.٦): العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب والمقاومة لعينة التربة

الجدول (٤.٦): العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب والمقاومة لعينة البيسكورس

الغرز (mm)	الحمل div	المقاومة (كغم/سم^2)	بعد تعديل المنحنى المقاومة	CBR %
0.5	80	10.4		
1	170	22.1		
1.5	300	39		
2	340	44.2		
2.5	405	52.65	73.71	74
3	480	62.4		
3.5	533	69.29		
4	592	76.96		
4.5	621	80.73		
5	665	86.45	81.98	82
5.5	702	91.26		
6	777	101.01		
7	820	106.6		
8	882	114.66		
9	925	120.25		
10	955	124.15		

الشكل (٣.٦): العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب والمقاومة لعينة التربة

٦-١-٣. تجربة تحليل الخلطة الأسفلتية.

- **الهدف:**

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

١. طريقة القوة الطاردة المركزية
٢. طريقة الحجرة الزجاجية Gar-Glass
٣. طريقة السلة والغلاية Kettle and Basket

٦-١-٣-١ طريقة الطرد المركزي :

- **الأدوات المستخدمة:-**

١. جهاز الطرد المركزي ويتكون من وعاء على شكل طاسا قطرها (٢١سم) ارتفاعها حوالي (٦ سم) تدور بسرعة يمكن التحكم فيها تصل إلى (٣٦٠٠) دورة في الدقيقة ولها غطاء معدني كما موضح في الشكل (٩-١٠).

شكل (٤.٦) **جهاز الطرد المركزي**

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

٢. عينة إسفلت غير مركوكة (حوالي 1200عم).
٣. فرن تسخين (يعطي لغاية (C٢٠٠،ودقته لاقرب C٥).
٤. فرن تجفيف (يعطي C250-C٢٤٠).
٥. ورقة ترشيح.
٦. أقراص فلتر قطرها ٩.٧٥ سم .
٧. مادة مذيبة (نزين).
٨. ميزان حرارة .
٩. ميزان حساس(سع ١٢٠٠غم،ودقة ٠.٠١).
١٠. كفوف، صينية.

- **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 جهاز الطرد المركزي بالدوران البطيء، و تزداد السرعة بالتدريج حتى يتوقف تصريف المحلول من المصرف ثم يوقف الجهاز..
٦. يضاف (٢٠٠)سم٣ من المذيب النظيف ثم تعاد الخطوة رقم ٥.
٧. تستعمل إضافات (٢٠٠)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.
٩. توضع العينة في منخل رقم (٢٠٠) ثم تغسل في الماء للتخلص من المواد العالقة ويستمر في الغسيل حتى يصبح لون الماء نقيا.
   a. توضع العينة في وعاء ومن ثم توضع في فرن التجفيف(١١٠) درجة مئوية لمدة (٢٤)ساعة وتزن في اليوم التالي.كما هو موضح في الشكل (١٠-١٠).

شكل (٥.٦) العينة في وعاء

١٠.. تخل العينة على المناخل (٣/٤، ١/٢"،٣/٨"، رقم ٤، رقم١٠، رقم ٢٠، رقم ٤٠، ٨٠ ،
١١. رقم ٢٠٠) بعد ترتيبها فوق بعضها البعض من الأصغر إلى الأكبر.
١٢.يزن المحجوز عل كل منخل من المناخل.

- **الحسابات**:-

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

A. وزن العينة الكلي
B. وزن العينة بعد التجفيف.
C. ا الفاقد في الوزن(وزن البيتومين)(A-B) .
D. نسبة الإسفلت بالنسبة للخلطة .
E. نسبة الإسفلت بالنسبة للركام .
F. وزن الحصمة المتبقي على منخل رقم ٢٠٠ بعد الغسيل.
G. وزن الحصمة المار من منخل رقم ٢٠٠ بعد الغسيل (B-F).
H. وزن الحصمة المار من منخل رقم ٢٠٠ بعد التنخيل. .
I. وزن الحصمة الكلي المار من منخل رقم ٢٠٠ (G+H) .
J. نسبة المار من منخل رقم ٢٠٠(I/B)×١٠٠ . .
K. نسبة المحجوز(%) = وزن المحجوز(غم)/ وزن الحصمة المتبقي على منخل رقم ٢٠٠ بعد الغسيل (g) .
L. نسبة المحجوز التراكمية (%) = نسبة المحجوز على(٣/٤")+ نسبة المحجوز على(١/٢"). وهكذا.

- **النتائج**:-

- تظهر قيمة نسبة الإسفلت للمخلوط الإسفلتي في الجدول(٦-٥).
- نسبة المار من كل منخل لحصمة المخلوط الإسفلتي تظهر في الجدول (٦-٦).

جدول(٥.٦) نسبة الإسفلت في المخلوط الإسفلتي

وزن العينة الكلي (g) A:	١٢٠٠ غم
وزن العينة بعد التجفيف B :	١١٤٧.٧ غم
الفاقد في الوزن(وزن البيتومين)(A-B) C:	٥٢.٣ غم
نسبة الإسفلت بالنسبة للخلطة D :	٤.٣٥ %
نسبة الإسفلت بالنسبة للركام E :	%٤.٥٥
وزن الحصمة المتبقي على منخل رقم ٢٠٠ بعد الغسيل F:	١٠٩٠.٤ غم
وزن الحصمة المار من منخل رقم ٢٠٠ بعد الغسيل G:	٥٧.٣ غم
وزن الحصمة المار من منخل رقم ٢٠٠ بعد التنخيل. H:	.٥ غم
وزن الحصمة الكلي المار من منخل رقم ٢٠٠ I :	٥٧.٨ غم
نسبة المار من منخل رقم ٢٠٠ J:	%٥.٠٤

جدول (٦.٦) نسبة المار من كل منخل لحصمة المخلوط الإسفلتي

رقم المنخل	وزن المحجوز(غم)	نسبة المحجوز(%)	نسبة المحجوز التراكمية (%)	نسبة المار (%)
"٣/٤	٠.٠	٠	٠	١٠٠
"١/٢	٥.٣	.٤٨	.٤٨	٩٩.٥٢
"٣/٨	١٣٠.٢	١١.٩٤	١٢.٤٢	٨٧.٥٨
٤	٤٠٠	٣٦.٦٨	٤٩.١	٥٠.٩
١٠	٢٧٧	٢٥.٤٠	٧٤.٥	٢٥.٥
٢٠	١٤٩.٧	١٣.٧٢	٨٨.٢٢	١١.٧٨
٤٠	٦٢.٤	٥.٧٢	٩٣.٩٤	٦.٠٦
٨٠	٤١.٢	٣.٧٨	٩٧.٧٢	٢.٢٨
٢٠٠	٢٣.٧	٢.١٧	٩٩.٨٩	.١١

حساب المساحات والحجوم.

١.٧ المساحات :-

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

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

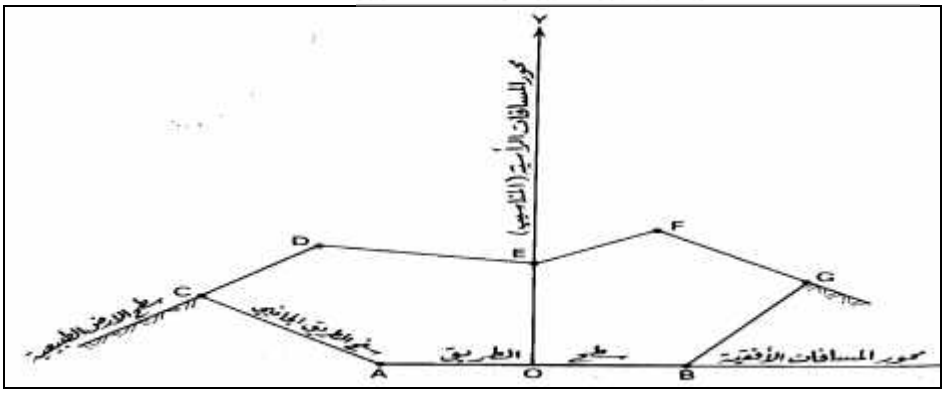
١- طريقة الإحداثيات.

٢- طريقة تقسيم المقطع إلى أشكال هندسية منتظمة.

١.١.٧ طريقة الإحداثيات :-

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

لحساب مساحة المقطع العرضي المبين في الشكل التالي



:

الشكل (١.٧) مقطع عرضي

يتم اختيار نظام إحداثيات معين مركزه النقطة O حيث محور السينات يمثل المسافات الأفقية و محور الصادات يمثل مناسيب النقاط (أي أعماق الحفر و الردم) .

و بمعلومية المسافات الأفقية و المناسيب المتعلقة بالنقاط C,D,E,F,G و بمعرفة عرض الطريــق AB الخاص بهذا المقطع يمكن تعيين إحداثيات جميع نقاط المقطع العرضي .

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

جدول (١.٧): حساب المساحة بطريقة الإحداثيات

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

أصول في المساحة صفحة ٤٤٣ مرجع رقم(٦)

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

❖ لحساب المساحة نطبق العلاقة التالية:

$$Area = \frac{\left|\sum 1 - \sum 2\right|}{2} \quad \text{.....8.1}$$

٢.٧ حساب الحجوم والكميات:-

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

بعد الحصول على المعلومات اللازمة من الحقل لكافة المقاطع العرضية حتى نــتمكن مــن حســاب مساحاتها نستطيع حساب كميات و أحجام الردم والحفر اللازمة بعدة طرق ولكنها طبعا على درجات مختلفة

من الدقة وسنستعرض فيما يلي الطريقة التي سيتم استخدامها في حساب الحجوم والكميات وهي طريقة المقطع الوسطي.

١.٢.٧ حساب كميات الحفر والردم بطريقة المقطع الوسطي:-

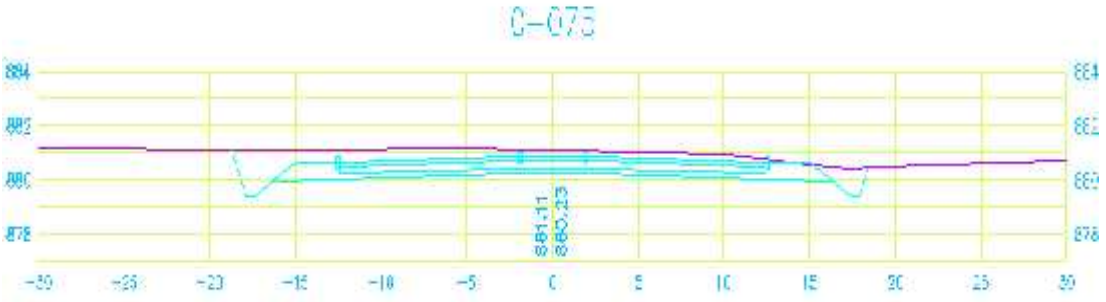
هذه الطريقة تتطلب أن يكون ميل سطح الأرض منتظما بين كل مقطعين متتاليين، ولذلك قمنا بأخذ مقاطع عرضية عند كل تغير رأسي في سطح الأرض المكونة للطريق، مع الأخذ بعين الاعتبار التغيرات الأفقية في الطريق، في هذه الطريقة يتم أخذ معدل مساحتي هذين المقطعين وتضرب في المسافة بين كل مقطعين.

❖ **الحالات التي من الممكن أن يتواجد فيها المقطعين العرضيين المتتاليين:**

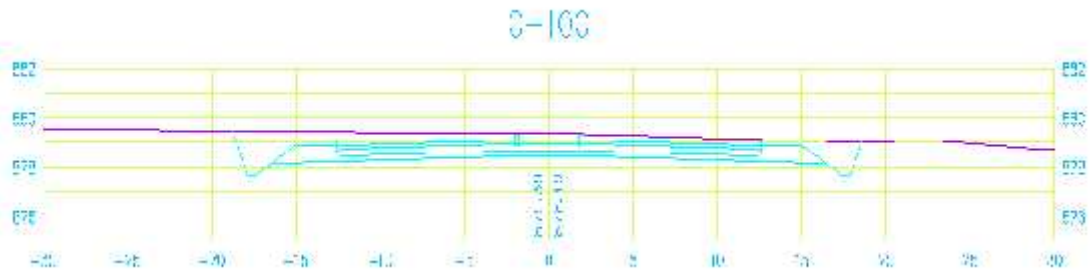
١.١.٢.٧ المقطعين العرضيين المتتاليين في منطقة حفر كامل أو ردم كامل:

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

$$V = D\left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right) \text{..... .....} 8.2$$



الشكل (٢.٧): المقطع الأول حفر



الشكل (٣.٧) المقطع الثاني حفر

- المسافة بين المقطعين = 25 م
- مساحة الحفر في المقطع الأول (Station 0+075) 34.587 m²=(A1)
- مساحة الحفر في المقطع الثاني (Station 0+100) 36.609 m^2= (A2)

$$V = D\left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right) \quad \Longrightarrow \quad V = 25\left(\frac{34.587 + 36.609}{2}\right)$$

$$V = 25 * 35.598$$
$$V = 889.95\ m^3$$

٧-٢-١-٢ المقطع الأول حفر والأخر مختلط (أو العكس):

يتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

❖ الردم حسب القانون التالي:

$$V_{fill} = \frac{1}{3}(F_{i+1}) \times (D) \quad \text{.....8.3}$$

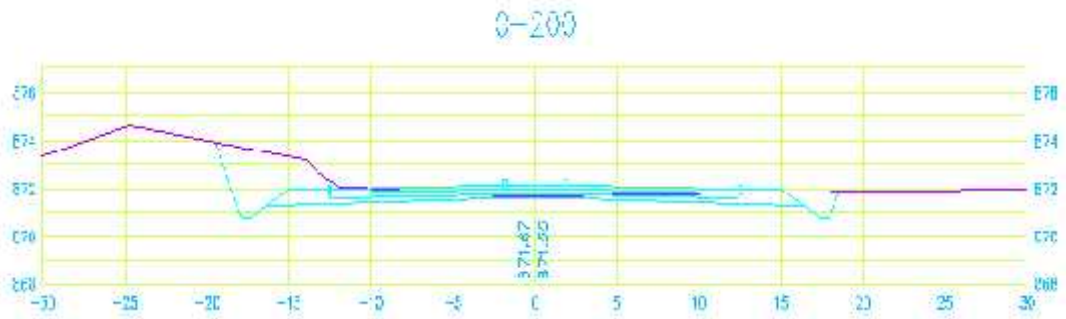
❖ أما الحفر فعلى القانون التالي:

$$V_{cutl} = \frac{1}{2}(C_i + C_{i+1}) \times (D) \quad \text{.....8.4}$$

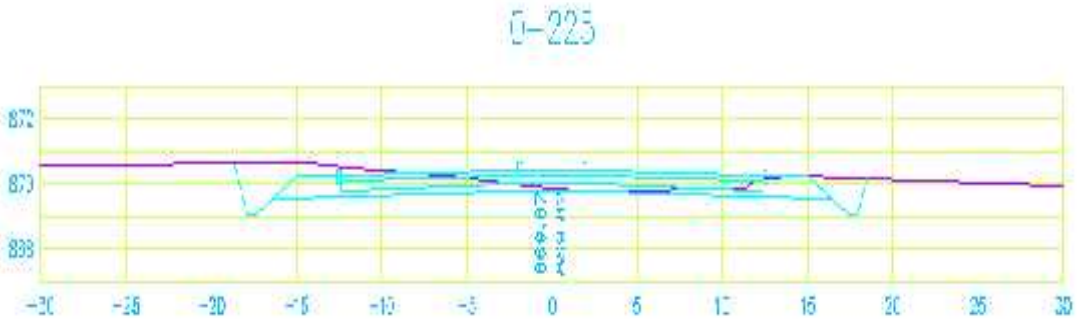
حيث:

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

- (C_i) ترمز إلى مساحة الحفر في مقطع الحفر الكلي.
- (D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.



الشكل (٤.٧): المقطع الأول حفر



الشكل (٥.٧) المقطع الثاني مختلط

- مساحة الردم في المقطع المختلط (Station 0+225) (F_{i+1}) = 0.146 m^2.
- مساحة الحفر في المقطع المختلط (Station 0+225) (C_{i+1}) = 19.019 m^2
- مساحة الحفر في مقطع الحفر الكلي (Station 0+200) (C_i) = 25.549m^2
- المسافة بين المقطعين (D) = 25

❖ حجم الردم:

$$V_{fill} = 1.22m^3$$

❖ حجم الحفر:

$$V_{cutl} = \frac{1}{2}(19.019 + 25.549) \times (25)$$

$$V_{cutl} = 557.1m^3$$

٣-١-٢-٧ المقطع الأول ردم والأخر مختلط (أو العكس):

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

- الحفر حسب القانون التالي:

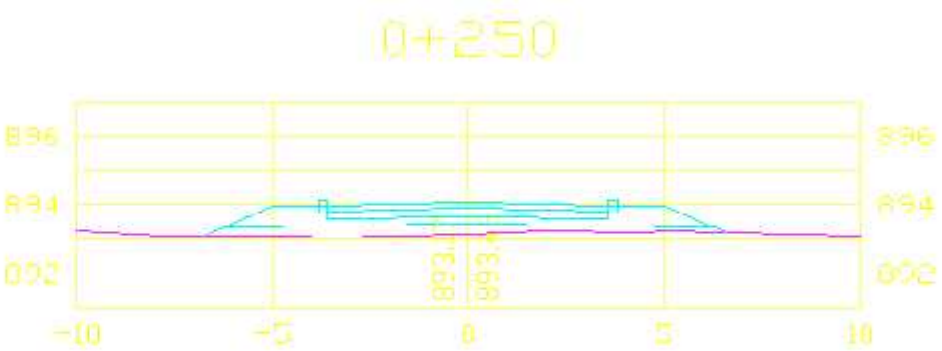
$$V_{cut} = \frac{1}{3}(C_i) \times (D) \text{.....8.5}$$

- أما الردم فعلى القانون التالي:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(F_i + F_{i+1}) \times (D) \text{.....8.6}$$

حيث:

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



الشكل (٦.٧): المقطع الأول ردم

الشكل (٧.٧) المقطع الثاني مختلط

- مساحة الردم في المقطع المختلط $3.04\ m^2 = (F_i)$ (Station 0+250)
- مساحة الحفر في المقطع المختلط $4.67 m^2 = (C_i)$ (Station 0+275)
- مساحة الردم في مقطع الردم الكامل $.16\ m^2 = (F_{i+1})$ (Station0+275)
- (D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين = 25 m

❖ الحفر:

$$V_{cut} = 25.33 m^3$$

❖ أما الردم:

$$V_{fill} = 1.6 m^3$$

٧-٢-١-٤ المقطعان مختلطان:

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

❖ الحفر حسب القانون التالي:

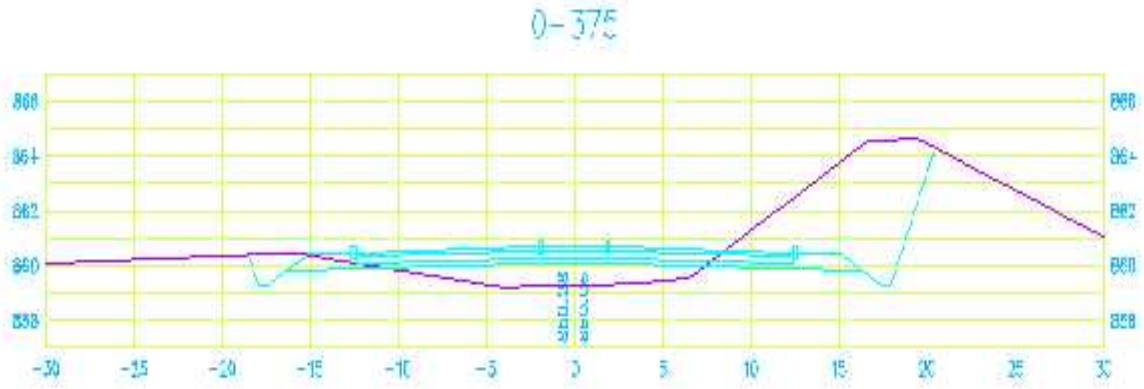
$$V_{cut} = \frac{1}{2}(C_i + C_{i+1}) \times (D) \quad \text{.....5.7}$$

❖ أما الردم فعلى القانون التالي:

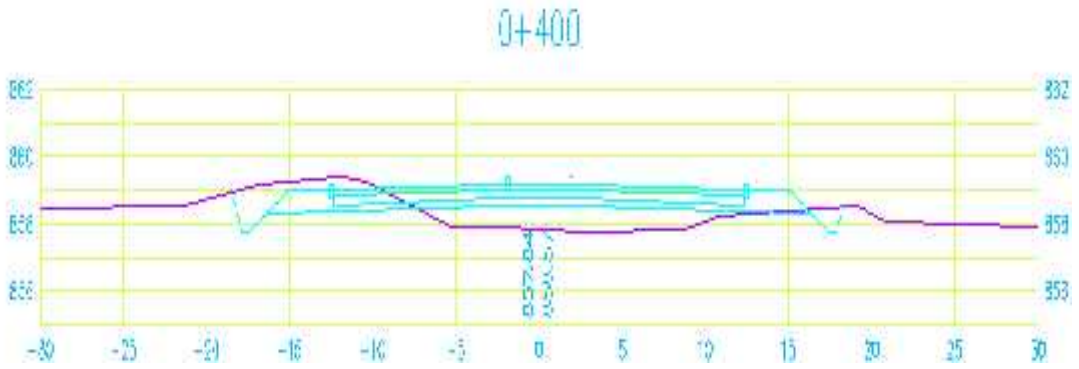
$$V_{fill} = \frac{1}{2}(F_i + F_{i+1}) \times (D) \quad \text{.....5.8}$$

حيث:

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



الشكل (٨.٧): المقطع الأول مختلط



الشكل(٩.٧) المقطع الثاني مختلط

- مساحة الردم في المقطع المختلط الأول (Station 0+375) = (F_i) 10.102 m^2
- مساحة الحفر في المقطع المختلط الأول (Station0+375) = (C_i) 39.870 m^2

- مساحة الردم في المقطع المختلط الثاني (Station 0+400) $= (F_{i+1})$ $11.6m^2$
- مساحة الحفر في المقطع المختلط الثاني (Station 0+400) $= (C_{i+1})$ $10.462m^2$

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين = 25 m

وعليه فإ

❖ الحفر يساوي :

$$V_{cut} = \frac{1}{2}((39.870)+(10.462))\times(25) = 629.15m^3$$

❖ أما الردم فيساوي:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(10.102+11.6)\times(25) = 271.275m^3$$

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

جدول (٢.٧) كميات الحفر والردم للطريق الرئيسي

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+000	0.000	0.000				
0+025	34.734	0.047	434.175	0.585	434.175	0.585
0+050	26.606	0.556	766.731	7.537	1200.906	8.122
0+075	34.587	0.000	764.891	6.952	1965.797	15.074
0+100	36.809	0.000	888.946	0.000	2855.743	15.074
0+125	32.683	0.000	866.154	0.000	3721.897	15.074
0+150	31.014	0.000	796.215	0.000	4518.112	15.074
0+175	53.306	0.000	1054.021	0.000	5572.133	15.074
0+200	25.549	0.000	985.711	0.000	6557.845	15.074
0+225	18.019	0.146	557.103	1.822	7114.947	16.896
0+250	15.303	3.270	429.022	42.698	7543.969	59.595
0+275	26.894	4.833	527.460	101.283	8071.429	160.878
0+300	17.038	1.893	549.151	84.071	8620.579	244.949
0+325	51.225	0.000	853.287	23.664	9473.867	268.613
0+350	48.748	0.435	1249.889	5.435	10723.538	274.048
0+375	39.870	10.102	1107.731	131.712	11831.267	405.761
0+400	10.462	11.600	629.148	271.274	12460.413	677.034
0+425	18.811	7.331	365.902	236.631	12826.314	913.666
0+450	26.644	8.321	568.102	195.648	13394.486	1109.313
0+475	5.358	4.297	400.005	157.730	13794.501	1267.043
0+500	31.681	6.988	463.094	141.065	14257.594	1408.108
0+525	2.788	15.667	430.983	283.180	14688.577	1691.287
0+550	6.204	15.517	112.397	389.793	14800.975	2081.081
0+575	5.215	14.001	142.735	368.98	14943.710	2450.061
			0.000	0.000	14943.710	2450.061

جدول (٣.٧) كميات الحفر والردم للطريق الفرعي.

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+000	2.10	0.30	125.21	9.72	125.21	9.72
0+025	8.00	0.48	99.96	71.97	225.17	81.69
0+050	0.00	5.28	0.00	170.18	225.17	251.85
0+075	0.00	8.33	0.00	134.06	225.17	385.93
0+100	0.00	2.40	124.59	29.95	350.76	415.86
0+125	9.97	0.00	279.57	0.00	630.33	415.86
0+150	12.46	0.00	275.41	0.00	905.75	415.86
0+175	9.63	0.00	120.43	161.47	1026.18	577.35
0+200	0.00	12.92	0.00	213.33	1026.18	790.68
0+225	0.00	4.15	0.00	89.83	1026.18	880.52
0+250	0.00	3.04	58.34	40.02	1084.51	920.54
0+275	4.67	0.16	57.59	46.22	1142.10	966.76
0+300	0.74	3.53	9.25	4514.73	1151.35	5481.49
0+325	0.00	357.64	0.00	4825.44	1151.35	10306.92
0+350	0.00	12.39	0.00	287.85	1151.35	10394.77
0+375	0.00	10.64	0.00	182.29	1151.35	10577.06
0+400	0.00	3.90	54.45	52.48	1215.80	10629.54
0+425	4.36	0.28	135.16	3.14	1350.96	10632.68
0+450	6.46	0.00	136.15	0.00	1487.10	10632.68
0+475	4.44	0.00	107.84	7.83	1595.05	10640.31
0+500	4.20	0.81	86.52	8.83	1681.57	10648.84
0+525	3.52	0.08	114.02	1.01	1806.09	10648.58
0+550	5.84	0.00	134.93	7.75	1941.02	10657.70
0+575	5.15	0.82	174.79	7.74	2115.81	10665.44
0+600	8.63	0.00	234.91	0.00	2350.73	10665.44
0+625	8.86	0.00	232.28	0.00	2582.99	10665.44
0+650	8.62	0.00	270.40	0.00	2853.38	10665.44
0+675	13.01	0.00	655.84	0.00	3509.22	10665.44
0+700	39.45	0.00	920.05	0.00	4429.27	10665.44
0+725	34.15	0.00	958.36	0.00	5388.62	10665.44
0+750	42.80	0.00	1152.28	0.00	6540.91	10665.44
0+775	49.39	0.00	1701.47	0.00	8242.38	10665.44
0+800	66.53	0.00	1827.34	0.00	10069.72	10665.44
0+825	59.86	0.00	1379.94	0.00	11449.66	10665.44
0+850	50.74	0.00	642.61	40.74	12092.27	10705.18
0+875	0.67	3.26	0.00	0.00	12092.27	10705.18

تكلفة المشروع

٩-١ مقدمة :-

للحصول على تمويل لأي مشروع يتطلب ذلك ارفاق موازنة توضح كافة تفاصيل المشروع وتكاليفه ، ويدخل في هذه الموازنة المصاريف الرأسمالية والتي تشمل تكلفة طبقة الاسفلت والبيسكورس على طول الطريق وتكلفة اعمال الحفر والردم وما الى ذلك.

٩-٢ حساب تكلفة الطريق :-

<u>الطريق الفرعي:</u>

يبلغ طول الطريق حوالي ٨٨٦م وعرض المسارب (٢ * ٣.٦) = ٧.٢م وعلى إعتبار أن سمك الإسفلت ١٦سم ، و كثافة الإسفلت ٢.٣٥ طن/ م^{٣}،

وبذلك فان مساحة المسارب = ٨٨٦م * ٧.٢م = ٦٣٧٩.٢ م^{٢}

٩-٢-١ تكلفة الجرف :-

بعد معرفة مساحة المسارب سيتم حساب تكلفة جرف الطريق حيث ان تكلفة جرف المتر المربع الواحد تعادل ١ $/ م^{٢} وعليه فان تكلفة الجرف = ٦٣٧٩.٢ م^{٢}* ١$/ م^{٢} = ٦٣٧٩.٢ $.

٩-٢-٢ تكلفة اعمال البيسكورس:-

حمولة سيارة البيسكورس = ١٨ م^{٣} وبتكلفة ٦٠٠ شيكل للسيارة الواحدة، وبالتالي ٣٣.٣ شيكل للمتر المكعب الواحد.

تم اعتماد سماكة طبقة البيسكورس =٢٢سم

اي ان كل ١ م^{٣} يعمل على فرد ٣.٣٣ م^{٢} بيسكورس.

فان سعر كل متر مربع بيسكورس بسمك ٢٢ سم = ٣.٣٣/٣٣.٣ = ١٠ شيكل

وعند اضافة تكلفة الدحل الميكانيكي والرش بالماء والاختبار تصبح تكلفة المتر المكعب = ٥٥ شيكل
وتساوي للمتر المربع ٣.٣٣/٥٥ =١٦.٥ شيكل.

لتصبح تكلفة اعمال البيسكورس = ٦٣٧٩.٢*١٦.٥ = ١٠٥٢٥٦.٨ شيكل وتساوي ٢٨٤٤٨ $

٩-٢-٣ تكلفة الاسفلت:-

الخطوات التالية توضح كيف تم حساب تكلفة الاسفلت:

مساحة المسارب = ٢٠٧٣٢ م^{٢}

بعد معرفة مساحة المسارب سيتم حساب حجم الاسفلت كما يلي :-

حجم الاسفلت = مساحة المسارب * سمك طبقة الاسفلت .

٦٣٧٩.٢ م^{٢} * ٠.١٦ م = ١٠٢٠.٦٧٢م^{٣}

وبالتالي سيكون وزن الاسفلت = حجم الاسفلت * كثافة الاسفلت

١٠٢٠.٦٧٢ م^{٣}* ٢.٣٥ طن/ م^{٣} = ٢٣٩٩ طن

سعر واحد طن من الاسفلت المنقول والمفرود = ٣١٠ شيكل .

تكلفة الاسفلت = وزن الاسفلت * سعر الطن الواحد من الاسفلت .

٢٣٩٩ * ٣١٠ = ٧٤٣٦٩٠ شيكل وتساوي بالدولار ٢٠٠٩٩٨ $

التكلفة الكلية للطريق الفرعيه = مجموعة كافة الاعمال وتساوي ٢٣٥٨٢٦ $

الطريق الرئيسي:

يبلغ طول الطريق الرئيسي حوالي٥٨٧م وعرض المسارب ١٠.٢م وعلى إعتبار أن سمك الإسفلت ١٦سم ، و كثافة الإسفلت ٢.٣٥ طن/ م^{٣}،

وبذلك فان مساحة المسارب = ٥٨٧م * ١٠.٢م = ٥٩٨٧.٤ م^{٢}

٩-٢-١ تكلفة الجرف :-

بعد معرفة مساحة المسارب سيتم حساب تكلفة جرف الطريق حيث ان تكلفة جرف المتر المربع الواحد تعادل ١ $/ م^{٢} وعليه فان تكلفة الجرف = ٥٩٨٧.٤م^{٢}* ١$/ م^{٢} = ٥٩٨٧.٤ $.

٩-٢-٢ تكلفة اعمال البيسكورس:-

حمولة سيارة البيسكورس = ١٨ م^{٣} وبتكلفة ٦٠٠ شيكل للسيارة الواحدة، وبالتالي ٣٣.٣ شيكل للمتر المكعب الواحد.

تم اعتماد سماكة طبقة البيسكورس =٢٦سم

اي ان كل ١ م^{٣} يعمل على فرد ٣.٣٣ م^{٢} بيسكورس.

فان سعر كل متر مربع بيسكورس بسمك ٢٦ سم = ٣.٣٣/٣٣.٣ = ١٠ شيكل

وعند اضافة تكلفة الدحل الميكانيكي والرش بالماء والاختبار تصبح تكلفة المتر المكعب = ٥٥ شيكل وتساوي للمتر المربع ٣.٣٣/٥٥ =١٦.٥ شيكل.

لتصبح تكلفة اعمال البيسكورس = ٥٩٨٧.٤*١٦.٥ = ٩٨٧٩٢.١ شيكل وتساوي ٢٦٧٠١ $

٩-٢-٣ تكلفة الاسفلت:-

الخطوات التالية توضح كيف تم حساب تكلفة الاسفلت:

مساحة المسارب = ٥٩٨٧.٤ م^{٢}

بعد معرفة مساحة المسارب سيتم حساب حجم الاسفلت كما يلي :-

حجم الاسفلت = مساحة المسارب * سمك طبقة الاسفلت .

٥٩٨٧.٤م^{٢} * ٠.١٦ م = ٩٥٨.م^{٣}

وبالتالي سيكون وزن الاسفلت = حجم الاسفلت * كثافة الاسفلت

٩٥٨ م^{٣}* ٢.٣٥ طن/ م^{٣} = ٢٢٥١.٣ طن

سعر واحد طن من الاسفلت المنقول والمفرود = ٣١٠ شيكل .

تكلفة الاسفلت = وزن الاسفلت * سعر الطن الواحد من الاسفلت .

٢٢٥١.٣ * ٣١٠ = ٦٩٧٩٠٣ شيكل وتساوي بالدولار ١٨٨٦٢٣ $

التكلفة الكلية للطريق الرئيسي = مجموعة كافة الاعمال وتساوي ٢٢١٣١٢ $

التكلفة الكلية للمشروع بأكمله =مجموع تكلفه الطريقين الرئيسي والفرعي وتساوي ٤٥٧١٣٨ $

فهرس المحتويات

الرقم	الموضوع	رقم الصفحه

	الغلاف	I
	شهادة تقييم مقدمة المشروع	II
	الآية	III
	الإهداء	IV
	الشكر والتقدير	V
	الملخص	VI
	الملخص باللغة الإنجليزية	VII
	فهرس المحتويات	VIII
	فهرس الأشكال	XII
	فهرس الجداول	XIV

الفصل الاول:المقدمه

١-١	نظرة عامة	١
١_٢	منطقة الدراسه	١
١-٣	مشكلة البحث	٣
١-٤	أهمية المشروع واهدافه	٣
١-٥	طريقة العمل	٤
١-٦	نطاق المشروع	٥
١-٧	الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة	٦
١-٨	الجدول الزمني	٦

الفصل الثاني :الأعمال المساحية والمضلعات

٢-١	الأعمال المساحية	8

فهرس المحتويات

الرقم	الموضوع	رقم الصفحه
٢-١-١	مقدمة	8
٢-١-٢	الخطوات المتبعه في تصميم الطرق	8
٢-١-٣	المراحل الاساسيه في التصميم	10
٢-١-٣-١	مرحلة الأعمال الاستطلاعية (Reconnaissance Studies)	10
٢-١-٣-٢	مرحلة الدراسة المساحية الأولية (Preliminary Survey)	10
٢-١-٣-٣	الأعمال المساحية النهائية	10
٢-٢	المضلعات (Traverses):	١١
٢-٢-١	المقدمه :	١١
٢-٢-٢	أنواع المضلعات	١١
٢-٢-٣	القراءات	13
٢-٢-٤	حساب إنحرافات المحطات قبل التصحيح	١٤
٢-٢-٥	حساب الإحداثيات الابتدائية للنقاط	١٤
٢-٢-٦	تصحيح الأخطاء للمضلع (Reduction of Errors):	١٥
٢-٢-٦-١	الاخطاء في المسافات (Error in Distance)	١٥
٢-٢-٦-٢	الأخطاء في قياس الزوايا	١٧
٢-٢-٧	تصحيح الاخطاء في الاحداثيات:	١٨

فهرس المحتويات

الرقم	الموضوع	رقم الصفحه

٢-٢-٧-١ **Distance observation reduction**.....١٩

٢-٢-٧-٢ **angle observation reduction**.....١٩

٢-٢-٨ الاحداثيات المصححه ٢٠

٢-٢-٩ المسافات المصححه ٢١

٢-٢-١٠ الزوايا المصححه.....٢٠

٢-٢-١١ الانحراف المعياري.....٢٢

٢-٢-١٢ حساب الدقه ٢٢

الفصل الثالث:التصميم الهندسي للطريق.

٣-١ المقدمه ٢٥

٣-٢ التصنيف الوظيفي للطرق.....٢٥.

٣-٣ أسس التصميم الهندسي للطريق.....٢٦

٣-٣-١ درجات الطرق التصميميه **Design Classes**.....٢٦

٣-٣-٢ السرعة.....٢٧

٣-٣-٣ حرم الطريق.....٢٨

فهرس المحتويات

الرقم	الموضوع	رقم الصفحه

٣-٣-٤ حجم وتركيب المرور.....٢٩

٣-٣-٥ قطاع الطريق وعرض الحارات ٢٩

٣-٣-٦ الميول العرضية ٣٠

٣-٣-٧ الميول الطولية ٣١

٣-٣-٨ اكتاف الطريق ٣١

٣-٣-٩ الأطاريف ٣٢

٣-٣-١٠ الأرصفة ٣٣

٣-٣-١١ الجزر الفاصلة ٣٣

٣-٣-١٢ الجدر الإستنادية .....٣٤.

الفصل الرابع :التخطيط الافقي والرأسي للطريق.

1-4 التخطيط الافقي للطريق.....٣٦

1-1-4 مقدمة.....٣٦

2-1-4 أنواع المنحنيات(Types of Curves).....٣٦

3-1-4 القوة الطاردة المركزية.....٤٥

4-1-4 التعلية.....٤٧

فهرس المحتويات

الرقم	الموضوع	رقم الصفحه
2-4	التخطيط الرأسي للطريق	٥٠
1-2-4	مقدمة	٥٠
2-2-4	أنواع المنحنيات الرأسية	٥٠
3-2-4	عناصر المنحنى الرأسي	٥١
٤-٢-٤	خواص القطع المكافئ البسيط	٥٢
٥-٢-٤	الميول الرأسية العظمى	٥٣
٦-٢-٤	طول المنحنى الرأسي	٥٤
٣-٤	التقاطعات على الطرق	٥٩
١-٣-٤	أنواع التقاطعات	٥٩
٢-٣-٤	التقاطع البسيط	٥٩
٣-٣-٤	التقاطع الجرسي	٦١
٤-٣-٤	التقاطع ذو القنوات	٦١

الفصل الخامس : العلامات والإشارات المرورية.

١-٥	علامات المرور	٥٩
١-١-٥	أهداف علامات المرور	٥٩
٢-١-٥	أنواع علامات المرور	٥٩
٢-٥	إشـــارات المرور	٦٢

فهرس المحتويات

الرقم	الموضوع	رقم الصفحه
٥-٢-١	مواصفات الإشارات	٦٢
٥-٢-٢	أنواع الإشارات	٦٣

الفصل السادس :الفحوصات المخبرية والتصميم الانشائي للطريق

٦-١	فحوصات دمك التربه	٦٦
٦-١-١	تجربه بروكتور القياسيه	٦٦
٦-١-٢	تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا	٦٩
٦-١-٣	تجربة تحليل الخلطة الأسفلتية	٧٥
٦-١-٣-١	طريقة الطرد المركزي :	٧٥
٦-٢	التصميم الإنشائي للطريق	٧٩
٦-٢-١	مقدمة	٧٩
٦-٢-٢	العناصر الإنشائية للرصفة المرنة	٨٠
٦-٢-٣	العوامل التي تؤثر على تصميم الرصفة حسب طريقة AASHTO	٨١
٦-٢-٤	حساب الأوزان المحورية القياسية	٨٢
٦-٢-٥	الخلاصة:	٩٤

فهرس المحتويات

الرقم	الموضوع	رقم الصفحه

الفصل السابع : حساب المساحات والحجوم.

٧-١ المساحات.....٩٦

٧-١-١ طريقه الاحداثيات.....٩٦

٧-٢ حساب الحجوم والكميات.....٩٧

٧-٢-١ حساب كميات الحفر والردم بطريقة المقطع الوسطي.....٩٨

٧-٢-١-١ المقطعين العرضيين المتتاليين في منطقة حفر كامل أو ردم كامل.....٩٨

٧-٢-١-٢ المقطع الأول حفر والأخر مختلط (أو العكس).....٩٩

٧-٢-١-٣ المقطع الأول ردم والأخر مختلط (أو العكس).....١٠١

٧-٢-١-٤ المقطعان مختلطان:.....١٠٢

المراجع

المراجع.....٦٣

فهرس المحتويات

الرقم	الموضوع	رقم الصفحه

المراجع

١- روحي الشريف، البسيط في تصميم وإنشاء الطرق، الجزء الأول، عمان، الأردن، ١٩٨٦.

٢- يوسف صيام، عبد الله القرني ،سعد القاضي ، تغطية مساحية للطرق، دار مجدلاوي للنشر ، عمان ، الأردن ، ١٩٩٩.

٣-سالم ،محمود توفيق ،هندسة الطرق (١) ، دار الراتب الجامعية ،بيروت- لبنان،١٩٨٥.

٤- يوسف صيام، المساحة وتخطيط المنحنيات، عمان،١٩٧٨ .

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

6- Mr. Thomas Hicks, Roundabout Design Guidelines, Department of Transportation State Highway Administration, State of Maryland, 1995.

7- Michael F. Trentacoste, Roundabouts An Informational Guide, US department of transportation Federal Highway Administration.

8 – John Horsley, Highway Engineering,Washington,2004

9- Surveying for civil engineers, Dr najeh tamim

10- Policy on Geometric Design of Highways and Streets ،2001

2012

أسس التصميم الهندسي

الفصل الثالث

5/20/2012

2012

التخطيط الهندسي

الفصل الرابع

5/20/2012

فهرس الأشكال

رقم الشكل	إسم الشكل	رقم الصفحة
١.١	مضلقة المشروع	٢
١.٢	المضلع المفتوح	12
٢.٢	المضلع المغلق(Closed)	12
٣.٢	المضلع المغلق(Link)	13
١.٣	التصنيف الوظيفي	٢٦
٢.٣	درجات الطرق	٢٦
٣.٣	مقطع عرضي لطريق من حارتين	29
٤.٣	الميول العرضية للطريق	٣٠
٥.٣	الميول الطولية للطريق	٣١
٦.٣	أنواع الأطاريف	٣٣
٧.٣	جدار استنادي	34
١.٤	المنحنيات الدائرية	٣٧
٢.٤	عناصر المنحنى الدائري البسيط	٣٧
٣.٤	عناصر المنحنى الدائري المركب	٤٠
٤.٤	المنحنى الدائري مكسور الظهر	٤١
٥.٤	المنحنيات العكسية	41
٦.٤	النحنيات المتدرجه او الحلزونيه	42
٧.٤	المنحنى البيضوي(برنولي)	43
٨.٤	الكلوتويد	44
٩.٤	تأثير القوه الطارده المركزيه على المركبات	٤٤
١٠.٤	فرق الميل او زاوية الميل	48
١١.٤	عناصر المنحنى الرئسي	49
١٢.٤	منحنى رأسي قاعي	52
١٣.٤	مسافة الرؤيا للتوقف الامن	53
١٤.٤	مسافة الرؤيا للتجاوز	54
١٥.٤	تقاطع بسيط	56
١٦.٤	تقاطع توسيط مع توسعه	57
١٧.٤	تقاطع مع مسرب اضافي	57
١٨.٤	تقاطع مع مسرب وسطي	57
١٩.٤	انعطاف دوره واحده	58
٢٠.٤	انعطاف مزدوج	58

1.5	علامات المرور على الطريق.....	61
1.6	العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة.....	69
2.6	العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب والمقاومة لعينة التربة.....	73
3.6	جهاز الطرد المركزي.....	74
4.6	العينة في وعاء.....	76
5.6	طبقات الرصفة المرنة.....	77
6.6	Coefficient of Dense Graded.....	80
7.6	Variation in Granular Base Layer Coefficient a2.....	90
8.6	Design Char for Flexible Pavements.....	91
9.6	مقطع عرضي.....	93
1.7	المقطع الأول حفر.....	96
2.7	المقطع الثاني حفر.....	98
3.7	المقطع الأول حفر.....	99
4.7	المقطع الثاني مختلط.....	100
5.7	القطع الأول رم.....	100
6.7	القطع الثاني مختلط.....	101
7.7	المقطع الأول مختلط.....	102
8.7	المقطع الثاني مختلط.....	103
9.7		103

فهرس الجداول

رقم الجدول	إسم الجدول	رقم الصفحة
١.١	الجدول الزمني للفصل الأول.....	٦
٢.١	**الجدول الزمني للفصل الثاني**.....	7
١.٢	متوسط القراءات.....	١٣
٢.٢	الإحداثيات الابتدائيه للمحطات في الميدان	١٥
٣.٢	مقدار الخطأ في المسافات.....	١٧
٤.٢	الإحداثيات المصححه.....	٢١
٥.٢	المسافات المصححه.....	٢١
٦.٢	الزوايا المصححه	٢٢
٧.٢	طول الخطوط ومقدار الدقه فيها.....	٢٤
٨.٢	الزوايا ومقدار الدقه فيها.....	٢٤
١.٣	السرعة التصميمية للطرق الحضرية.....	٢٧
٢.٣	العلاقه بين السرعه التصميمه وسرعة الجريان.....	٢٨
٣.٣	نوع الطريق وعرض حرم الطريق.....	٢٨
٤.٣	الميول العرضيه حسب الرصف.....	٣٠
١.٤	قيم الرفع الجانبي المرغوبه.....	٤٦
٢.٤	أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة التصميميه ودرجة الرفع الجانبي للطريق والاحتكاك الجانبي.....	٤٧
٣.٤	قيمة الميول الراسية العظمى	٥١
	العلاقه بين السرعه التصميمه ومسافة الرؤيا للتوقف.....	٥٣
٤.٤	العلاقه بين السرعه ومعامل الاحتكاك.....	
٥.٤	بعض الإشارات المرورية.....	٥٤
١.٥	قيم الكثافة الرطبة للعينات.....	
1.6	قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة للعينات.....	٦٣
2.6	البيانات الخاصة بتجربة ال **CBR** على الأحجار المكسرة القياسية.....	**68**
3.6	العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب والمقاومة لعينة التربة.....	**68**
4.6	العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب والمقاومة لعينة البيسكورس.....	**72**
4.6	نسبة الإسفلت في المخلوط الإسفلتي.....	**73** **74**
5.6	نسبة المار من كل منخل لحصمة المخلوط الإسفلتي.....	**79**

6.6	نسبة المركبات في المسرب الواحد.....	80
7.6	معامل النمو	٨٣
8.6	عدد ونسبة كل نوع من أنواع المركبات للطريق الرئيسي.....	٨٣
9.6	عدد ونسبة كل نوع من أنواع المركبات للطريق الفرعي.....	٨٥
10.6	تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية.....	٨٦
11.6	يبين نسبة كالفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة.....	٨٧
12.6	ايجاد نوعيه التصريف.....	٨٩
13.6	ايجاد قيمه **mi**	٩١
14.6	ايجاد قيمه **Reliability**	٩٢
15.6	سماكة طبقات الرصفة المرنة للطريق الرئيسي.....	٩٢
16.6	سماكة طبقات الرصفة المرنة للطريق الفرعي.....	٩٢
17.6	حساب المساحة بطريقة الإحداثيات.....	٩٥
1.7	كميات الحفر والردم للطريق الرئيسي.....	٩٥
2.7	كميات الحفر والردم للطريق الفرعي.....	97
3.7		105
		106

ملحق رقم (9)الإشارات المرورية

ملحق رقم (٨)الإشارات المرورية

[اكتب العنوان الفرعي للمستند]

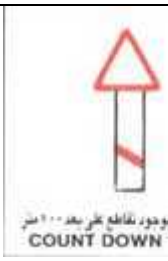
[اختر التاريخ]
yattaweko
13

أولا: إشارات المرور.

الإشارات التحذيرية :

إشارات المرور التحذيرية

احذر متعطف مزدوج يسار ZIG-ZAG LEFT	احذر متعطف 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 شاخصة 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 أمامك 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	أولاد مدارس	احذر منطقة سير على الاتجاهين TWO WAY TRAFFIC	احذر تقاطع طرق CROSS ROAD AHEAD	احذر سلسلة منحنيات (متعطفات) 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 للذ (الإفضلية للذ بالمرور) PRIORITY ROAD	 اشارة تنبيه بوجود تقاطع على بعد ١٠٠ متر COUNT DOWN "100"

- الإشارات التنظيمية **والأوامر** :

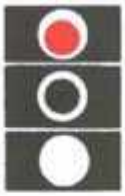
إشارات المرور التنظيمية

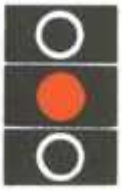
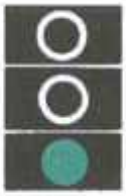
 ممنوع الانتظار RESTRICTED PARKING	 اقصى حد للسرعة (٣٠) كلم SPEED LIMIT "30KM"	 ممنوع مرور مركبات الشحن التجاري HEAVY VEHICLES	 الوقوف اجباري STOP BEFORE MOVE	 الافضلية للسيارات القادمة من الجهة المقابلة GIVE WAY TRAFFIC FROM OPPOSITE
 ممنوع المرور لغير النفع (ممنوع المرور في الاتجاهين الطريق مغلق) CLOSED 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 القارئة ٣٫٥ طن NO ENTRY FOR MORE THAN 3.5
 ممنوع التجاوز للشاحنات (يمنع على الشاحنات التجاوز) NO OVERTAKING BY HEAVYCAR	 ممنوع استعمال ادوات التنبيه NO HORN	 ممنوع مرور الحافلات NO ENTRY FOR BUS	 ممنوع مرور البيات المقطورة 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 الانحراف الى اليسار NO LEFT TURN	 ممنوع الدخول NO ENTRY	 ممنوع الانعطاف لليمين NO RIGHT TURN	 نقطة جمارك او شرطة CUSTOMS	 ممنوع تجاوز السيارات الخفيفة NO OVERTAKING
 اقصى حد للسرعة ١٠٠ كلم SPEED LIMIT "100 KM"	 ممنوع الوقوف قطعيا NO STOPING	 ممنوع الوقوف NO PARKING	 قف (اشارة قديمة) STOP BEFORE YOU MOVE	 ممنوع مرور السيارات التي يزيد ارتفاعها عن [٢] متر NO ENTRY FOR MORE THAN "2" M

ممنوع مرور الدراجات الهوائية NO ENTRY FOR CYCLE	اقصى حد للسرعة ٦٠ كلم SPEED LIMIT "60 KM"	الإنتباه للمنحدرات الصعودية في الطريق الجبلية بسبب التوقف HILLY ROAD	ممنوع مرور المركبات التي تحمل مواد قابلة للاشتعال DON'T CARRY INFLAMMABLE ITEMS

الإشارات الإرشادية :

الإشارات الإرشادية

 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 (تحدد 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 لليسار NO HEAVY VEHICLE TO LEFT	 اجباري الى اليمين أو الى اليسار LEFT & RIGHT DIRECTION	 الانعطاف الى الاتجاه الاخر 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	 تهيا للوقوف SLOW DOWN SPEED & MOVE	 ـــــــر ALL CLEAR TO MOVE	تحويل اجباري ROAD DIVERSION	يسمح بالتجاوز اذا كان الخط المتقطع اقرب 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 الي اليمين RIGHT TURN	طريق خاص بالسيارات الخفيفة LIGHT VEHICLES ONLY	نهاية المسار الخاص بالحافلات NO BUS STOP

اجباري الي اليمين او الي الإمام فقط STRAIGHT & RIGHT	اتجاه اجباري TURN RIGHT	نهاية السماح بالتجاوز END OF TRAFFIC RESTRICTION	طريق خاص بالدراجات الهوائية ROAD FOR CYCLE

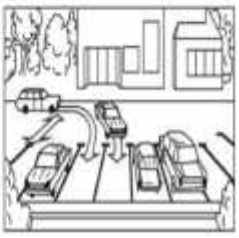
ثانيا: علامات المرور.

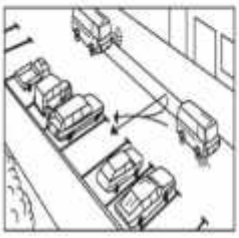
معبر لانتقال المشاة، مرهون بشاخصة "مشاة" فقط في حال وجود إشارة ضوئيـة أو في حال أفضلية المرور للمشـاة

خطان متقطعان لتحديد معبر انتقـال المشاة، يلزم المشاة وراكبي الدراجـات عبـور المعبر ضمن هذا المجال فقط

إعلام مسبق لضرورة تغيير المسرب

شارات تحديد المواقف تشير إلى الشكل الملزم للاصطفاف (لاحظ أين هو الخط المتصل، وأين هو الخط المتقطع)





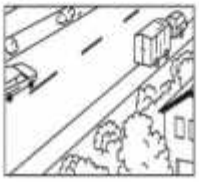
خط متقطع يسمح تجاوزه

خط متصل وآخر متقطع يسمح بالتجاوز للمركبة المحاذية بسـيرها للخط المتقطع فقط

جزيرة يحظر اختراقهـا

خط متصل يمنع تجاوزه

خطان متصلان يحظر تجاوزهما

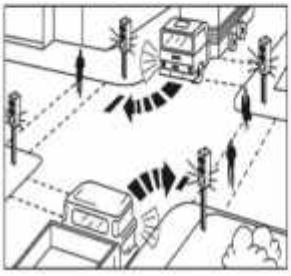


إن كان الخط متصلاً قبل بدء المنعطف، توجّب التوقف عنده والإقـلاع من جديد

لدى الوصول إلى الخط المتقطع قبل بدء المنعطف، توجّب الانتباه وأخذ الحذر

تحديد وجهات السير وتغيير المسـارب لم يعـد ممكنـاً

تنبيه لتفرع المسارب وفق اتجاهات السـير، وتغيير المسارب لا يزال ممكناً



2012

المقدمة

الفصل الاول

5/20/2012

2012

الاعمال المساحية والمضلعات

الفصل الثاني

5/20/2012