بسم الله الرحمن الرحيم

إعادة تصميم شارع دورا - الخليل

إعداد:

صابر محمود الرجوب　　عمر يوسف زونه

فؤاد عمر جبـــــــــور　　ليث عيسى دبابسة

إشراف:
م. خليل كرامة
د. ماجد ابوشرخ

تقرير مشروع التخرج

جامعة بوليتكنيك فلسطين
الخليل- فلسطين

٢٠٠٨

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بوليتكنيك فلسطين
كلية الهندسة والتكنولوجيا
دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

اسم المشروع

اعادة تصميم شارع دورا ـ الخليل

إعداد:

صابر محمود الرجوب عمر يوسف زونه

فؤاد عمر جبـــــــور ليث عيسى دبابسة

بناءا على نظام كلية الهندسة والتكنولوجيا وإشراف ومتابعة المهندس خليل كرامة والدكتور ماجد أبوشرخ وبموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة ، تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية وذلك للوفاء بمتطلبات درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المساحة والجيوماتكس.

توقيع مشرفا المشروع

....

توقيع رئيس الدائرة

.....

الخليل- فلسطين

2008

الإهداء

نهدي هذا العمل المتواضع إلى الذين سطروا بدمائهم أروع ملاحم التضحية و الشموخ، إلى كل شهداء فلسطين، و خصوصا مجموعة شهداء البوليتكنك، الذين أناروا لنا الدرب، لنسير واثقين بكل العزم نحو تحقيق أمانينا.

إلى كل الأسرى القابعين خلف القضبان، الصابرين الصامدين رغم المصاعب شامخين،إلى كل أسرى الحرية.

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

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

فريق العمل

شـــــكـــــــــــــر وتقدير

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: "من لا يشكر الناس لا يشكر الله"

لذا نوجه الشكر والثناء إلى الله العلي القدير الذي أعاننا على انجاز هذا المشروع...

كما نتقدم بجزيل الشكر إلى كل من ساهم في إنجاح هذا العمل الذي هو بداية الانطلاقة نحو أفق علمي وعملي واسع...

ابتداءا بجامعة بوليتكنيك فلسطين ممثلة بدائرة الهندسة المدنية والمعمارية
مرورا بجميع أساتذة هذه الدائرة وعلى رأسهم مشرفي المشروع
المهندس خليل كرامة و الدكتور ماجد أبو شرخ
اللذان لم يبخلا علينا بأي معلومة أو مساعدة.
والى المهندسين أشرف الزبن و معتز قفيشة
والى كل من وقف بجانبنا.... .

فريق العمل

ملخص المشروع

إعادة تصميم شارع دورا - الخليل

فريق العمل:

صابر محمود الرجوب عمر يوسف زونه

فؤاد عمر جبـــــــــور ليث عيسى دبابسة

جامعة بوليتكنك فلسطين

إشراف:

م. خليل كرامة

د. ماجد أبوشرخ

المشروع عبارة عن إعادة تصميم لشارع دورا الخليل الرئيسي، وقد تم اختيار هذا المشروع لما له من أهمية حيوية في تلك المنطقة، حيث يشكل هذا المشروع تطبيقا للمفاهيم الهندسية والمواصفات الفنية الواجب إتباعها عند القيام بتصميم أي طريق، و يحتوي هذا المشروع على عدة فصول نظرية ورياضية، ويتكون من جزئين: عمل ميداني وعمل مكتبي.

تم عمل تصميم هندسي وإنشائي للشارع ، بالإضافة إلى عمل بنية تحتية متمثلة بخط مجاري لتصريف مياه الصرف الصحي،حيث تم تجهيز المخططات و اللوحات المساحية من مساقط أفقية و رأسية و مقاطع عرضية، بالإضافة إلى مخططات الصرف الصحي.

Abstract

DESIGN FOR DURA- HEBRON STREET

Project Team

FUAD JBOUR LIETH DABABSEH
OMAR ZOUNEH SABER AL-RJOUB

Palestine Polytechnic University-2008

Supervised by:

Eng. Khalel Karamma
Dr. Majed Abu Sharkh

This project is a reconstruction and design for Dura - Hebron Street. It is an application for engineering and technical specifications that have to be considered in highway design.

The project consists of field and office work. The plans of the project contain: Horizontal plan, profile, horizontal and vertical curves, cross sections and the mass whole diagram. And the design of sanitary sewer line.

بسم الله الرحمن الرحيم

إعادة تصميم شارع دورا - الخليل

إعداد:

صابر محمود الرجوب

عمر يوسف زونه

فؤاد عمر جبـــــــــور

ليث عيسى دبابسة

لشراف:

م. خليل كرامة

د. ماجد ابوشرخ

المخططات المساحية

جامعة بوليتكنيك فلسطين

الخليل- فلسطين

٢٠٠٨

الفصل الأول

مقدمة

١-١ نبذه تاريخية عن الطرق:

إن استخدام الإنسان للطرق يعود إلى نشأته حيث انه احتاج إلى التنقل للبحث عن متطلبات حياته فاختار مسارات محددة تخدمه وتخدم حيواناته المختلفة وكانت هذه المسارات عبارة عن طرق متعرجة وذات منحنيات شديدة في بعض أجزائه.

وبعد ذلك بدا الإنسان بالتفكير بوسائل التنقل لتساعده على قضاء حاجاته بوقت أسرع وجهد اقل،فاستخدم العربات من التي تجرها الحيوانات فاستدعى ذلك أن يقوم بعمل مسارات تسهل عملية تحرك هذه العربات، أي أن علم ونشأة الطرق ارتبط كثيرا بعلم العربات والعجلات بشكل خاص، ومن اجل تسهيل عمليات السير بهذه العربات قام الإنسان بتقطيع جذوع الأشجار ووضعها على الطريق مما ساهم في تخفيف عملية الاحتكاك ما بين عجلات العربة والأرض، وتعود فكرة استخدام العربات في هذا الشكل إلى المصريين القدماء وكان هذا بدوره هو التفكير الأول لإنشاء الطرق، ثم تبعهم بعد ذلك البابليون الذين بنوا شبكة طرق بالوسائل البسيطة وتوزعت مساكنهم على جانبي الطرق المختلفة.

أما الرومان فهم الذين ساهموا بالشكل الأكبر في إنشاء الطرق حيث أعطوها اهتماما كبيرا واستخدموا عددا كبيرا من العبيد في إنشاء الطرق وكانت العديد من الطرق التي أقاموها تتسع لعربتين اثنتين، واستخدموا الحجارة في عملية رصف الطرق وخصوصا الطرق التي كانوا يعتبرونها ذات أهمية عالية.

الطرق في العصر الحديث لقيت اهتماما كبيرا وخصوصا في فرنسا التي كونت اتحاد لمهندسي الطرق والجسور في سنة ١٧١٦م، وظهر العديد من المهندسين في هذه الفترة الذين أسسوا رصفات للطرق وكان أبرزهم تلفورد وهو مهندس بريطاني أسس رصفه عرفت باسمه حيث قام بتقسيم الطريق إلى طبقتين هما الأساس والسطح مستعملا بذلك الحجارة المتراوحة الأحجام في طبقة الأساس وحجارة مسطحة يتم دقها بشكل جيد من اجل تثبيتها لطبقة السطح.

في الوقت الحاضر تكونت شبكة كبيرة من الطرق التي تربط بين الدول المتجاورة وأخرى داخل الدولة نفسها لربط المدن مع بعضها البعض وتم إنشاء مشاريع كبرى للطرق حيث أن كل مدينة من المدن أصبح لها شبكة كاملة من الطرق.

١-٢ منطقة الدراسة:

١-٢-١ مدينة دورا ، الموقع الجغرافي والأهمية:

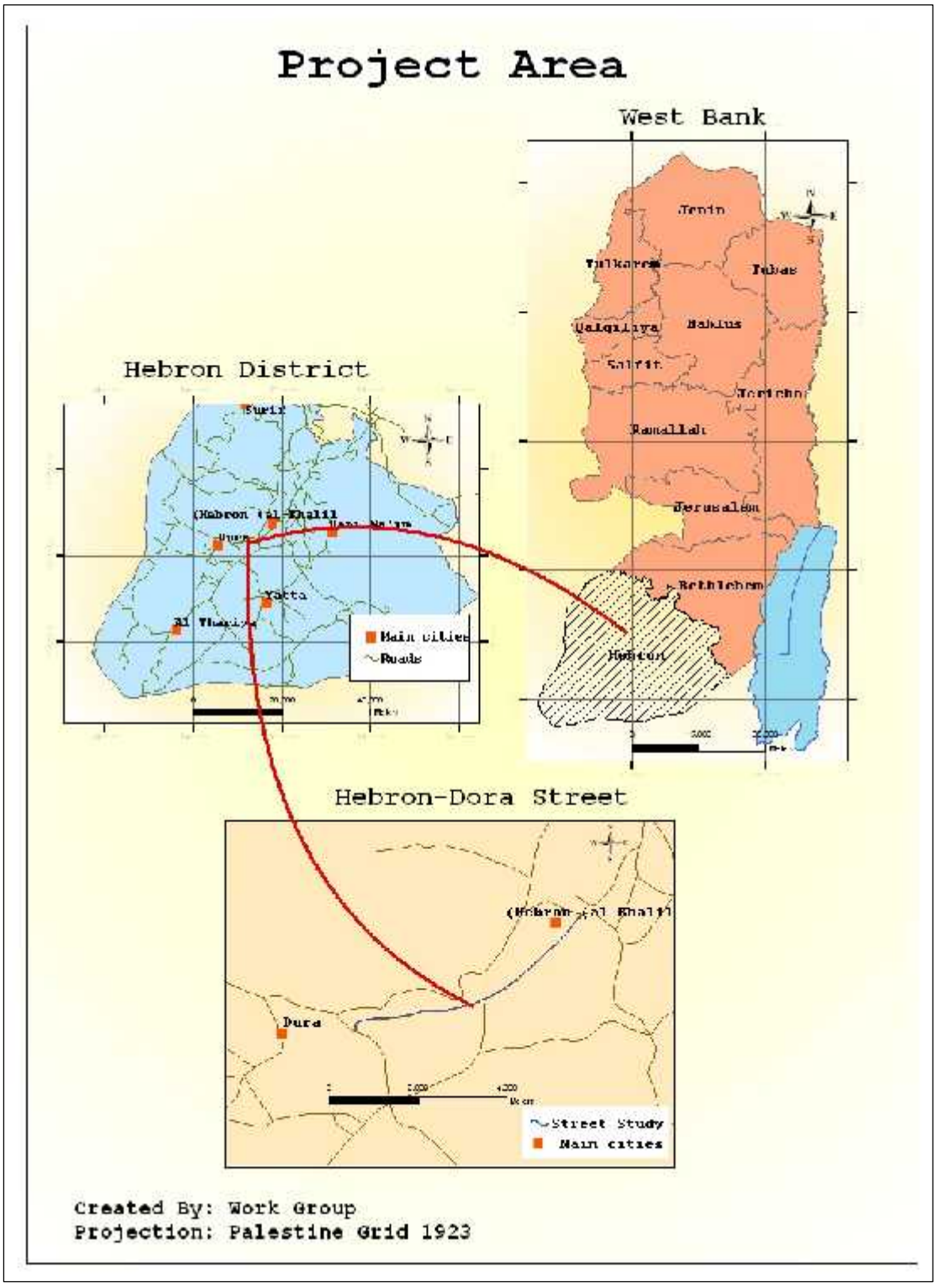
تقع مدينة دورا إلى الجنوب الغربي من مدينة الخليل على بعد (٩) كم على خط طول (٣٥.٥°) شرقي غرينتش و دائرة عرض ٣١.٣١، شمال خط الاستواء وترتفع مدينة دورا حوالي ٨٩٨م عن سطح البحر.

تعد مدينة دورا مركزاً للقرى والبلدات التابعة لها حيث تبلغ مساحة هذه المدينة وقراها نحو (٢٤٠٧٠٤) دونم، ويسكنها نحو (٦٥٧٧٣) نسمة، ويلحق بها نحو مائة بلدة وقرية وخربة أكبرها بيت عوا، دير سامت، خرسا، البرج.

١-٢-٢ الطرق في مدينة دورا:

في العهد العثماني و حتى اربعينيات هذا القرن كان الطريق الوحيد الذي يربط دورا بالخليل هو طريق دورا-كنار-نقر الذي يبلغ طوله حوالي عشرة كيلو مترات كان مرصوفا بالحجارة على الطريقة القديمة، و في اربعينيات هذا القرن عدل عن استعمال هذا الخط نظرا لخطورة منعطفاته التي تقع على حافة وادي الشقاق السحيق ،و تم ربط دورا بخط الخليل بئر السبع بين نبعي الدلبة و الهجرة، و هذا الخط معبد و أقل خطرا من الخط السابق لكنه أطول إذ يبلغ طوله حوالي ١٣ كم، و في نهاية الثمانينات فتح خط جديد ، بين هذين الخطين، يمر من جنوبي نبع كنار و خلال سنجر إلى أن يلتقي بخط الخليل بئر السبع عند منطقة الحرايق و هو آمن و قصير نسبيا إذ يبلغ طوله حوالي ثمانية كيلو مترات فقط.

ترتبط أراضي دورا الشرقية و الجنوبية الشرقية مع دورا و الظاهرية و الخليل بوساطة طريق الخليل بئر السبع الذي يتفرع منه فرع يربط دورا بالفوار و الريحية و يطا ،حيث انه مع بداية انتفاضة الأقصى قامت قوات الاحتلال بإغلاق شارع بئر السبع الخليل الذي يربط يطا و السموع و الظاهرية و غيرها من القرى بالخليل حيث اصبح شارع دورا –الخليل هو المنفذ الوحيد لما يقارب مائة و عشرون ألف نسمة و من هنا تجلت فكرة اختيار المشروع بإجراء اعادة تأهيل للشارع المذكور لما له من دور حيوي في ربط تلك المدن بالخليل.



الشكل (١-١) مخطط دليل الموقع

١-٣ مشكلة البحث:

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

الطريق الرئيسي الذي يربط مدينتي دورا والخليل مليء بالمشاكل وينقصه العديد من الخدمات التي يجب أن تتواجد بطريق يربط بين مدينتين ومن أهم هذه المشاكل ما يلي:

- عرض الطريق غير كاف لعدد المركبات التي تستخدمه حيث أنها بتزايد مستمر وخصوصا بعد إغلاق الطريق الالتفافي الذي يربط مخيم الفوار بمدينة الخليل.
- المنحنيات الراسية والأفقية تفتقر إلى العديد من الأسس الهندسية وخصوصا في عدم توفر مسافة الرؤية الكافية وهذه المشكلة يمكن ملاحظتها في المدخل الذي يربط الطريق بطريق واد أبو القمرة.
- تجمع مياه الأمطار في مناطق من الطريق وذلك بسبب سوء التصريف لها نتيجة لعدم وجود القنوات الجانبية في بعض المناطق التي تحتاج إلى ذلك.
- عدم توفر بنية تحتية للطريق وخصوصا شبكة الصرف الصحي على الرغم من وجود العديد من المنازل والمحل التجارية على طرفي الطريق.
- عدم توفر الإنارة الكافية للطريق.
- مشاكل أخرى تتمثل في الأرصفة وتخطيط الطريق والإسفلت والإشارات على الطريق.

١-٤ أهداف المشروع:

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

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

- حجم المرور وتركيبه.
- السرعة التصميمية للطريق.
- سطح الطريق المرصوف.
- الميول الجانبية.
- أكتاف الطريق.
- الأرصفة.

- الجزر الفاصلة والجبه.
- تخطيط الطريق والعلامات المرورية.
- عرض المسرب.
- إنارة الطريق.

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

ج- البنية التحتية: والتي ستكون عبارة عن خط للصرف الصحي والذي يتم ربطه بشبكة الصرف الصحي لمدينتي دورا والخليل.

١-٥ طريقة العمل:

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

- التنسيق مع بلدية دورا حول طريق يراد تنفيذه او اعادة تاهيله ، وقد تم الاتفاق على هذا الطريق الذي يربط مدينتي دورا والخليل ، بحيث يتم عمل تصميم كامل له.
- الاتفاق مع المشرف على الطريق واخذ اراءه في ذلك.
- استكشاف الطريق والاطلاع على المشاكل الموجودة فيه، وعمل دراسة له، ومن ثم اختيار اماكن لمحطات الرصد وذلك بشكل اولي.
- تثبيت محطات الرصد stations وتعليمها على الأرض بحيث كانت كل محطة station من المحطات تكشف المحطة station التي تسبقها والتي تليها.
- البحث عن احداثيات قطرية فلسطينية قريبة Trigs او نقاط مصدقة من قبل دائرة المساحة وذلك من اجل عملية ربط المضلع Traverse الخاص بالشارع بهذه الاحداثيات القطرية.
- القيام بعملية الرصد للمضلع Traverse بحيث تم تحديد نقطة بداية وهي جبل الرجوب trig والتصفير على نقطة اخرى وهي مقام النبي نوح trig ، ومن ثم اخذ القراءات اللازمة للمضلع Traverse وهي عبارة عن ثلاث قراءات لكل محطة station ، بحيث يتم التصفير على المحطة station التي تسبقها والقراءة على المحطة station التي تليها ، وربط طرفي هذا المضلع Traverse بنقاط معلومة الاحداثيات ومصدقة من دائرة المساحة.
- حساب احداثيات المحطات stations وتصحيحها باستخدام least square solution .
- القيام بأعمال الرفع المساحي للطريق والتفاصيل الموجودة عليه من مباني واعمدة هاتف وكهرباء ومناهل اتصالات ومناهل مياه وجزر ...الخ. بالاضافة الى اخذ مقاطع طولية وعرضية على الطريق

بحيث يتم اخذ مقطع عرضي على مسافات كل عشرين متر وعند اماكن التغير الواضح في منسوب الطريق.

- رسم التفاصيل التي تم الحصول عليها للطريق باستخدام برنامج Autodesk land survey 2006
- رسم الخط المركزي (center line) بحيث تكون التوسعة على طرفي هذا الخط تقريبا متساوية و بما يتناسب مع مخططات البلدية و النظرة المستقبلية.
- تصميم المنحنيات الأفقية للشارع بحيث يتم تطبيق التعلية و التوسعة و الأمور الهندسية الأخرى.
- إنهاء التخطيط الأفقي للطريق و الذي يشمل المنحنيات الأفقية و الطروفيات و الأرصفة و المسارب و الجزيرة الفاصلة و الإنارة.
- رسم البروفايل الخاص بالشارع بمقياس رسم راسي يكون بالعادة عشرة أضعاف المقياس الأفقي.
- رسم الخط التصميمي و المنحنيات الراسية بما يتناسب مع الأسس الهندسية من مسافة الرؤية للتجاوز و التوقف و الرؤية بالليل و تحقيق راحة المسافرين .
- رسم المقطع التصميمي والمقطع العرضي و ذلك بناءا على التجارب المخبرية التي تحدد سماكة طبقات المقطع من إسفلت و بيسكورس و هذه التجارب هي تجربة البروكتور و نسبة تحميل كاليفورنيا و تحليل الخلطة الإسفلتية.
- حساب كميات الحفر و الردم و رسم منحنى الحجوم التراكمي.
- أما بالنسبة للبنية التحتية فقد تم التعامل مع برنامج sewer cad و الذي من خلاله تم إعداد جداول التصميم و التقارير الخاصة بالأنابيب و المناهل و رسم البروفايل.

١-٦ خطة المشروع:

- الفصل الأول: المقدمة.
- الفصل الثاني : علم الطرق.
- الفصل الثالث: أسس التصميم الهندسي للطرق.
- الفصل الرابع : هندسة المرور.
- الفصل الخامس: التخطيط الأفقي للطرق .
- الفصل السادس : التخطيط الراسي للطرق.
- الفصل السابع: أعمال الصرف الصحي للمخلفات السائلة.
- الفصل الثامن: الفحوصات الإنشائية على طبقات التربة.
- الفصل التاسع: التصميم الإنشائي للطريق.

- الفصل العاشر: حساب المساحات و الحجوم.
- الفصل الحادي عشر: المضلعات Traverse.
- الفصل الثاني عشر : النتائج والتوصيات.

١-٧ الأدوات والبرامج المستخدمة:

- جهاز المحطة الشاملة Total Station.
- برنامج Autodesk land survey 2006.
- برنامج ArcGIS 9.2.
- برنامج Sewer Cad.

١-٨ الجدول الزمني:

الجداول التالية تبين توزيع الأعمال للمشروع خلال الفصل الأول والفصل الثاني

الجدول(١-١) أعمال الفصل الأول

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

الجدول(١-٢) أعمال الفصل الثاني

الأسبوع / النشاط	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦
العمل الميداني																
تعداد المركبات																
رسم المقاطع بالكمبيوتر																
التصميم الأفقي + المقاطعات																
التصميم الرأسي																
حساب الكميات + الإنارة																
تصميم البنية التحتية																
كتابة وتجهيز التقرير النهائي																

١-٩ الدراسات السابقة:

إن الدراسات لطريق دورا الخليل غير متوفرة بشكل كاف، حيث انه لا يوجد تصميم كامل له ، لذلك تم الرجوع والاعتماد على التصاميم والابحاث لطرق اخرى مثل :مشروع تصميم شارع ابو هلال لمصطفى حسن و آخرون، بالإضافة إلى الكتب والمراجع التي تشرح عن تصميم الطرق.

الفصل الثاني

علم الطرق

٢-١مقدمة عن علم الطرق:

يعالج علم الطرق مسح المنطقة المنوي فتح الطريق لها، ودراستها طبوغرافيا وجيولوجيا، وإعداد التصاميم ودراسة المواد وخواصها، وتعبيد الطريق وتنظيم السير فيه بغض النظر على المنطقة التي تربطها من مدن وقرى ومناطق سياحية وزراعية وغيرها.

فهو يوضح الأساس الذي يتبعه المهندسون والمصممون والمخططون والقواعد والخطوات التي يتبعونها من مسح جوي وجمع المعلومات وطريقة الاستفادة من هذه المعلومات في تصميم الطرق وتحديد المتطلبات الضرورية واللازمة لها كالانحدارات والمنحنيات بنوعيها الأفقي والراسي، والمسارب والأكتاف والجزر والعبارات والحواجز والرصفة والإشارات وغيرها.

وعلم الطرق يشمل كذلك تحديد خطوط الانتقال وتصميم المنحنيات الأفقية والراسية وتحديد المقاطع العرضية والميول الجانبية ووضع عناصر جسم الطريق والقيام بحساب كميات الحفر والردم وتصميم العبارات والرصفات.

ولإتمام عملية التصميم فانه يتطلب دراسة المواد وتحديد خصائصها وصلاحياتها لبناء الطريق ،وتصميم الخلطات الإسفلتية ووضع المواصفات اللازمة لطرق الإنشاء والخلط والدمك والحفر والردم وإجراء الفحوصات لتحديد الطبقات وتحديد درجة الدك وطرق إنشاء الأكتاف والجزر والميول وتخطيط السطح ووضع الإشارات.

ويتطرق علم الطرق أيضا إلى أعمال تنظيم السير على الطريق، حيث يتم تنظيم العلاقة بين السيارة والطريق والذي يوصف تحت مسمى هندسة المرور الذي له علاقة أيضا بنظام الإشارات والعلامات والخطوط والتعليمات اللازمة.

وبعد تصميم الطريق للسير عليه ،فان الطريق نفسه تحتاج إلى صيانة وإصلاح لتبقى صالحة دون حدوث أي حوادث عليها، والإصلاح يشمل التحسين واتخاذ الاحتياطات لمنع وقوع أي تلف على سطح الطريق وطبقاته، وتحديد مناطق الخطر وتحسينها وعمل التوسعات اللازمة وإعادة تحسين المنعطفات.

و يتوسع علم الطرق بمفهومه ليصل إلى مفهوم الإدارة والتمويل والاقتصاد لان الطريق يجب أن يكون لها مردود اقتصادي بحيث تكون الفائدة من إنشاء الطريق اكبر من تكاليف الإنشاء.

والطريق أصبحت بحاجة للدراسة والتطوير وإجراء المسح والفحوصات الدورية من اجل تحسينها ومن اجل تصميم أفضل للرصفات لتكون قادرة على تحمل المركبات الثقيلة، وتصميم الجدر الإستنادية. والعبارات والجسور الترابية لحماية الطريق من أخطار الماء، ولذلك يجب أن تكون دارسة الطريق شاملة من النواحي التصميمية والإدارية.

ومستعملو الطريق وهم السائقون والمشاة فيجب النظر لمصالحهم وحمايتهم عند تصميم الطريق، فهم العنصر الهام الذي صمم الطريق لأجلهم ولخدمتهم، وعند تصميم أي طريق فانه ينظر إلى درجة الأمان الذي يجب أن يتوفر للمواطن لان الطريق سخر من اجله ومن اجل مصالحه.

ونلاحظ مما أسلفنا أن علم الطرق له مفهوم عام، فالتصميم والإنشاء والصيانة يشمل هندسة الطرق، وأما تنظيم السير على الطريق فهو يشمل هندسة المرور.

٢-٢أهمية الطرق:

تمثل الطرق العمود الفقري للبلاد وتتمحور حوله وحدة البلاد وتطورها، فالطرق هي كالشرايين في جسم الإنسان الذي يتدفق الدم من خلالها حاملا المواد الغذائية والماء لسائر أعضاء الجسم، فالطرق عبرها يتم نقل المنتجات والسلع والناس من مكان لآخر فهي تعني كل مقومات التطوير والنمو وكل ما يجلب للبلاد من نمو وازدهار.

وبالنظر للنواحي التي تعبر عنها أهمية الطرق لوجدنا أن جميعها تؤثر بشكل كبير على البلد:

١. الناحية الاقتصادية: وتتمثل في اختصار الوقت حيث يعتبر توفير الوقت ذو أهمية كبيرة في حياة الناس فالوقت مهم جدا لزيادة الإنتاج، والاقتصاد القوي للبلد الذي يمثل ازدهاره ،فالطرق تلعب دور رئيسي

في هذا المجال حيث زيادة عمر المركبة وقلة استهلاك الوقود وإنقاص استهلاك قطع الغيار وقلة النفقات على صيانة المركبات ونقل المنتجات التي إذا بقيت لفترة طويلة دون نقل تتعرض للتلف ، والطرق الجيدة تساعد على إنقاص ثمن المنتجات الرئيسية الذي يعتمد سعرها بشكل كبير على سعر النقل الذي يؤثر على زيادة الصادرات في البلاد ، فالطرق الجيدة تعمل على زيادة إرادات الدولة لزيادة الصادرات.

٢. الناحية العسكرية: وهذه لها دور كبير في الدول التي تبحث عن التطور العسكري وزيادة القوة للبلاد،فالطرق الجيدة تساعد على تحرك القوات المسلحة من مكان لآخر وبأقل وقت، وكذلك تساعد على نقصان الصيانة للآلات والمعدات العسكرية وعلى إمكانية زيادة الحمولة لهذه المركبات مما يوفر في عددها، والاهم أنها تساعد على تجمع القوات والأفراد من مكان لآخر وزيادة تجمعهم.

٣. الناحية السياحية: فالطرق حافز هام وكبير لتشجيع السياح لزيادة البلد بشكل متواصل الذي يؤثر على الدخل القومي.

٤. الناحية الصحية: فالطرق الجيدة تساعد على رفع المستوى الصحي العام وذلك لتسهيل حركة الانتقال للمراكز الصحية والمستشفيات، فهي تساعد على إسعاف المرضى والمصابين في المناطق التي لا تتوفر فيها المعدات اللازمة للعلاج وكذلك تساعد في نقل الأطباء والممرضين وتساعد على نقل فرق مكافحة الأوبئة وحصرها.

٥. الناحية العلمية والثقافية: فالطرق تساعد على نشر التعليم وتسهيل انتقال طالبي العلم إلى مكان علمهم من مدارس وجامعات وكذلك سرعة نقل الأساتذة على العمل في المناطق البعيدة ونقل الكتب.

٦. الأمن الداخلي والسلامة: الأمن مسؤولية كبيرة على عاتق البلاد والمحافظة عليه يساعد على العيش الآمن لها فالطريق يساعد على استتبابه ويساعد على تخفيف الضغط الواقع على قوات الأمن بتخصيص دوريات صغيرة تتحرك بشكل مستمر، وبما أن الطرق في بعض المناطق والبلدان تحتوي على إشارات المرور وعلامات المرور التي تساعد السيارات والمشاة على التنقل من مكان لآخر وتحافظ على منع الحوادث بإتباعهم لهذه الإشارات.

٧. رفع المستوى المعيشي : تساعد الطرق على رفع المستوى المعيشي للناس عن طريق خلق صناعات جديدة وإنعاش الصناعات القديمة مما يتيح مجالات جديدة للعمل.

٢-٣ أنواع الطرق:

هناك أنواع متعددة من الطرق وأسماء مختلفة وقد توضع عدة أنظمة لتصنيفها حسب استعمالها، وأهميتها، وسعتها ،ونوعها واستيعابها ولتوضيح ذلك كما يلي:

٢-٣-١ الطرق الرئيسية والثانوية والقروية والزراعية والصناعية والسياحية:

إن هذا التصنيف يتماشى مع استعمال الطريق، فالطريق الرئيسي هو الرابط بين المدن الكبرى ، والثانوي يصل بين المدن الصغرى في حين أن القروي يربط بين القرى والزراعي يوصل للمناطق الزراعية ويربط بينها والصناعي للمناطق الصناعية والسياحي يربط بين المناطق السياحية.

٢-٣-٢ تصنيف الطرق حسب عدد المسارب:

١- **طرق بمسرب واحد**: هذا النوع في المناطق القروية والغير آهلة بالسكان.

٢- طرق بمسربين: وهي معظم أنواع الطرق بحيث يتراوح عرض السطح المسفلت ٢.٨-٣.٦متر حسب أهمية الطريق، وهذا النوع مكون من مسربين احدهما للسيارات الذاهبة وآخر للسيارات القادمة، لذلك فمن الضروري تحديد مسافة الرؤية لتكون واضحة أمام السائق في المسرب الواحد ليتمكن من التجاوز، وتعتمد مسافة الرؤية على السرعة .

وفي هذا النوع من الطرق يحتاج إلى توفير مسرب إضافي في مناطق الصعود يسمى مسرب التسلق حيث تسير عليه الشاحنات التي لا تستطيع الصعود بسرعة كافية تضطر السيارات التي خلفها لتجاوزها.

٣- الطريق ذات الثلاثة مسارب: وهي أوسع من ذات المسربين ويستخدم هذا النوع عندما يكون الطريق ذو المسربين غير كاف وهناك حاجة لطريق أوسع.

٤- الطريق ذات الأربعة مسارب: وتأخذ هذه الطريق إشكالا متعددة:

- قد يكون الطريق بالأصل ذو مسربين أو ثلاثة فيتم توسعته إلى أربع مسارب دون خسارتها أو تعطيل حركة المرور.
- قد تكون الطريق مقسومة بجزيرة أو خندق أو حاجز وقد تكون مقسومة بخطوط مرورية
- قد يكون الفاصل بعرض ثابت أو متغير وقد يكون فيه فتحات لالتفاف المركبات على مسافات متقاربة أو متباعدة وقد لا يكون فتحات.
- قد يكون جزءا الطريق على جانبي الفاصل بمستوى واحد أو مستويين.
- قد يزداد عدد المسارب إلى ثلاثة أو أربعة حسب كثافة المرور على هذه المسارب.

٢-٣-٣ طرق الدرجة الأولى والثانية والثالثة:

يتمشى هذا التصنيف مع مستوى الطريق وسعتها ومنحنياتها، فالطريق من الدرجة الأولى منحنياتها واسعة وعريضة وعرض مساربها كبير وانحداراتها قليلة وأكتافها عريضة، وسرعة المركبات عليها عالية.

أما الطريق من الدرجة الثانية فان السرعة عليها اقل من الأولى والمنحنيات أكثر حدة والانحدارات أكثرشدة، وبذلك كلما تحركنا إلى الدرجة الثالثة والرابعة ازدادت الانحدارات وقلت السعة وانخفضت السرعة وزادت المنحنيات.

٢-٣-٤ الطرق السريعة:

إن هذا التصنيف يتمشى مع سهولة أو صعوبة العبور والوصول إلى الطريق ومدى توفر مناطق العبور أو الوصل إليها.

فالطريق الرئيسية قد تكون سريعة فتسير المركبات عليها بسرعة عالية دون الحاجة لتخفيض السرعة، وبنفس الوقت فان السيارات السريعة التي على الطريق لا تستطيع مغادرة الطريق في أي مكان تريده، حيث يتم تحديد دخول وخروج الطريق من خلال مناطق محددة ومدروسة ، حيث يكون دخول المركبات فيها تدريجي دون تعرض السيارات المتواجدة على هذا الطريق لأي خطر ودون تخفيض السيارات الداخلة سرعتها، والسيارات المغادرة تستطيع الخروج تدريجيا دون تخفيض سرعتها أثناء تواجده على هذا الطريق، وهذا يتطلب إنشاء تقاطعات تصمم خصيصا من ناحية العرض والمنحنيات بشكل لا يؤثر على سرعة المركبات ولا يعرقل من سيرها ولا يعرضها لأي خطر وارد، وينقسم هذا النوع من الطرق إلى ثلاثة أقسام:

١- طرق محددة الوصول بشكل كبير.
٢- طرق محددة الوصول بشكل جزئي.
٣- طرق مفتوحة الوصول (بطيئة السرعة).

❖ ولأهمية طرق محددة الوصول فيجب أن نبين بعض خصائصها:

- إن الدخول والخروج يكون من خلال تقاطعات محددة مدروسة كمسارب التسارع والتباطؤ وغيرها.
- تحديد الوصول لا يعني فصل طريقين متقاطعين فقد تتقاطع الطرق السريعة مع أخرى على نفس المستوى إذا وضعت الإشارات التحذيرية.
- لا بد من وضع حواجز على جوانب الطرق السريعة لمنع دخول الناس إلى الطريق
- تحتاج الطريق محدودة الوصول إلى وجود طريق أمامي يربط البيوت على جانبي الطريق يسمح لحركة السيارات عليه.
- تكاليف هذه الطرق عالية في البداية لكنها مع الزمن تصبح أكثر اقتصادية.
- حرم الطريق محدود الوصول اكبر قليلا من الطريق غير محدود الوصول.

ومن خلال عرضنا لهذه الأنواع نجد أن بلادنا تحتوي على معظم هذه الأنواع وذلك لأهميتها، ونلاحظ من تصنيفنا هذا أن الطريق الواحد يطلق عليه أكثر من اسم فقد يطلق على الطريق الرئيسي الذي يربط بين مدينتين اسم طريق ذو درجة أولى وهكذا... .

وعند تسميتنا وتصنيفنا لهذه الطرق فيجب أن تنطبق شروط التسمية والتصنيف عليها ، لان لكل تصنيف مواصفات خاصة فمثلا لا يجوز أن نقول هذا طريق من الدرجة الأولى ثم نجعل الانحدار فيه شديد، ولكل نوع من هذه الأنواع استعمالاته وأغراضه وتكاليفه ،فالطريق السريع يكلفنا أكثر من العادي.

وبنهاية الأمر فان موضوع التصنيف ليس مجرد أسماء أو رغبة لكن طبيعة الاستعمال والاستخدام وعدد السيارات المارة فيه والهدف المنشود من الطريق هو الذي يحدد نوعه، فلذلك عل المصممين دراسة كل طريق على حده ودراسة توسعاته المستقبلية والحاجة والتكاليف واستعمال النوع المناسب من الطريق لتحديد الفائدة القصوى وتحقيق السلامة للمواطنين بأقل التكاليف.

٢-٤ الفرق الهندسية العاملة بالطرق:

تحتاج مشاريع الهندسة بشكل عام ومشاريع الطرق بشكل خاص إلى عدد كبير من الكوادر العاملة فيها سواء كانت هذه الكوادر مهندسين أو فنيين أو عمال وغيرهم الكثير من الأشخاص المساهمين بشكل فعال ورئيسي في إنجاح مشاريع الطرق.

وسوف نتطرق في هذا المجال إلى معرفة أهم الفرق المساحية المطلوبة في أعمال التخطيط والتصميم لخطوط المسارات ،ولكن يحتاج الاختيار السليم والتصميم الموفق لخطوط المسارات إلى جمع عدد كبير جدا من المعلومات الهندسية المتعلقة بتصميم الطرق سواء كانت هذه المعلومات حول الجوانب الطبوغرافية والجيولوجية وكيفية استعمال الأراضي أو ميكانيكية التربة وما يتعلق بها من فحوصات يجب النظر والتطرق إليها بشكل هام جدا.

إن هذه المعلومات لا يتم الحصول عليها وجمعها إلا من خلال العمل المساحي الدقيق جدا والمتعدد المصادر، ونلاحظ من خلال المعلومات المطلوبة من اجل تصميم الطريق إن الغرض الأساسي من العمل المساحي هو تلبية حاجة المشروع من المعلومات التي تسهم في تحديد موقع المشروع وبالتالي تمكن من انجاز التصميم بشكل سليم وتسهم أيضا في تحديد حرم الطريق وحدود الأراضي المجاورة لهذا الطريق وكيفية

استغلال هذه الأراضي في الاتجاه السليم الذي لا يضر بمصالح المواطنين وتلزم أيضا لأغراض التنفيذ الصحيح والدقيق للمشروع.

ولكن علينا الانتباه إلى أن عملية الحصول على المعلومات بشكل دقيق يتطلب مزيدا من الوقت والجهد وبالتالي مزيدا من التكاليف ،ولكن تجدر الإشارة هنا إلى أن تكاليف جمع المعلومات بدقة مهما كان مقدار الدقة المطلوبة لا يتجاوز حد معين من التكاليف وهو (١%- ٢%) من إجمالي التكاليف الكلية للمشروع، وبالتالي فان الزيادة المفرطة والغير مبررة في الدقة تكون على حساب الوقت والمال معا، ومما سبق نلاحظ إن الدقة المطلوبة في أعمال المساحة تعتمد على عدة أمور هي كما يلي :

١. **الغرض من العمل المساحي.**
٢. طبوغرافية المنطقة التي سوف يقام عليها المشروع.
٣. كثافة التفاصيل المتواجدة في منطقة تنفيذ المشروع واستعمالات الأراضي الموجودة في منطقة التنفيذ.
٤. الاعتبارات الاقتصادية المترتبة على تنفيذ المشروع.

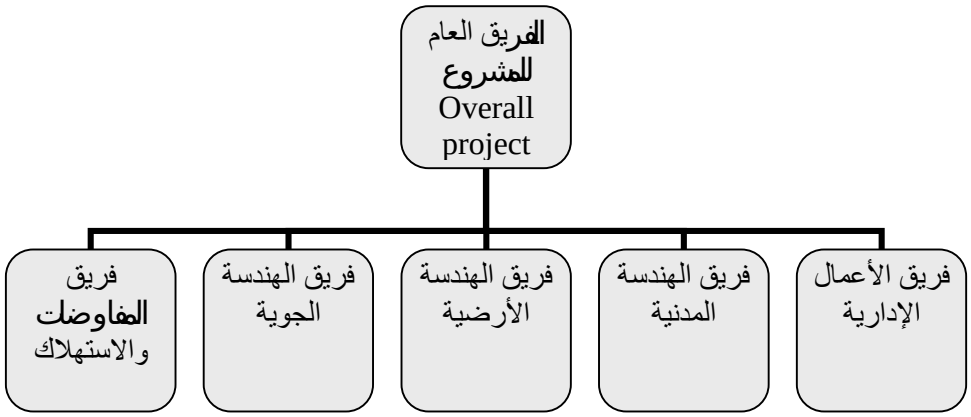
نلاحظ مما سبق إن جميع هذه الأمور من جمع معلومات ودراسة جدوى اقتصادية وغيرها لا يمكن الحصول عليها إلا عن طريق أشخاص متخصصين في هذا المجال ألا وهم الفرق الهندسية بأنواعها، وهذه الفرق يكون لها دور رئيسي وفعال في تحديد أعمال الفرق الأخرى وتنسيقها وتوجيهها طيلة مراحل المشروع التصميمية والتنفيذية.

ومن خلال دراستنا وجدنا إن هناك عدة فرق أساسية لازمة لإنجاح المشروع وتكون البداية في الفريق العام للمشروع والذي يضمن تحت ألويته كلا من الفرق الهندسية التالية:

١. فريق المفاوضات والإستملاك.
٢. فريق الأعمال الإدارية.
٣. فريق المساحة الجوية.
٤. فريق المساحة الأرضية.
٥. فريق الهندسة المدنية.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن عملية التقسيم لهذه الفرق لا يعني إطلاقا أن كل فريق سوف يعمل بمعزل عن الأخر على العكس تماما يجب أن يكون هناك اتصال وتعاون وفهم متبادل وإلمام كل فريق بمستلزمات

الفريق الآخر وكذلك لا بد من توثيق المعلومات وتكاملها بشكل جيد ومدروس وتسهيل مهمة البحث عنها والاستفادة منها.



الشكل (٢-١) الفرق المساحية اللازمة لإنجاز مشروع مسار معين

والآن سوف نتطرق للحديث عن هذه الفرق الهندسية بشكل مفصل ودقيق حول كل فريق ومكوناته وأهميته وعلاقته **بالفرق الأخرى**:

٢-٤-١ فريق الهندسة المدنية :

يعد هذا الفريق من أهم الفرق العاملة في مجال مشاريع المسارات و الطرق وتصميمها, ويشتمل هذا الفريق على عدة شعب منها مهندسو تشييد، مهندسو ميكانيكا التربة، مهندسون إنشائيون، مهندسو طرق، مهندسو اختيار المواقع، مهندسو التخطيط، مهندسو استملاك، مهندسو صيانة، مهندسو مرور، فنيون متنوعون.

ونلاحظ أن كل شعبة من هذه الشعب لها دورها وعملها المحدد الذي يجب أن تقوم به كل في مجال تخصصه، **وكذلك** إن هذا الفريق يكون عليه الثقل الأكبر في تحديد الدقة والاقتصاد في الانجاز لذلك يجب أن يضم هذا الفريق متخصصين ومهندسين خبراء في عدة مجالات حيوية من اجل تنفيذ المشروع ، ومن هذه **المجالات**: التخطيط والمرونة والصيانة واختيار الموقع المناسب والتصميم الإنشائي والاستملاك والتنفيذ الإنشائي وغيرها من المجالات المهمة.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن هذا الفريق يتبع له كادر فني على درجة عالية من الاقتدار والخبرة في مجالات الإنشاء المتعددة خاصة إنشاء الجسور وأعمال الحفريات والخلطات الإسمنتية وغيرها من الأمور، ويجب أن يكون جميع هؤلاء الفنيين تحت إشراف مهندس مدني كفء وخبير بدرجة عالية.

٢-٤-٢ فريق المساحة الأرضية :

إن هذا الفريق أيضا من الفرق الهندسة المهمة جدا في عملية التصميم والتنفيذ للمشروع، وإن كفاءة ودقة وخبرة هذا الفريق تنعكس بشكل كبير على دقة الإخراج النهائي للمشروع وتجنب الخطاء الكبيرة وما يترتب عليها من هدر للأموال والوقت.

ويضم هذا الفريق عدد من المساحين الحاصلين على شهادة جامعية متوسطة ومتخصصون في أعمال المساحة ،ويضم أيضا مهندسين طبوغرافيين وجيوديسيين، ويجب أن يكون هؤلاء المساحين ذوي كفاءة عالية وخبرة واسعة تمكنهم من تشغيل وبرمجة أجهزة المساحة الالكترونية المختلفة، ويتركز عمل هذا الفريق في عدة أمور مساحية أساسية ومهمة من أهمها مساحة المثلثات والمضلعات ،أعمال التسوية ،توقيع المنحنيات بأنواعها ،تحديد الميول وحرم الطريق ،مواقع الجسور والعبارات وغيرها وحساب كميات الحفر والردم اللازمة.

٢-٤-٣ فريق المساحة الجوية:

إن هذا الفريق يعتبر من الفرق ذات الأهمية العالية، ونلاحظ هذه الأهمية بشكل كبير في الدول المتقدمة بشكل أوسع من الدول النامية بسبب النقص الكبير في الكوادر المدربة والمؤهلة في هذا المجال، ويشتمل هذا الفريق على عدة شعب من أهمها خبراء في الحاسوب ،مهندسو مساحة جوية وفنيون مقتدرون، وتشمل هذه الشعبة على مجموعة التخطيط ومجموعة الحسابات ومجموعة العمل على الأجهزة ،خبراء في تفسير الصور.

ويظهر دور هذه الشعب في الكثير من الأعمال الهندسية المهمة منها تفسير الصور لغايات متعددة، عمل مخططات وخرائط طبوغرافية، إيجاد الإحداثيات والأبعاد المختلفة من خلال الصور الجوية ومعالجة المعلومات من خلال الحاسوب و إعداد مخطط الطيران، واختيار وتحديد نوع العدسة والطائرة و ارتفاع الطيران وتجهيزات التصوير.

- **العلاقة بين فرق الهندسية المدنية والمساحة الأرضية والمساحة الجوية:**

لاحظنا من خلال الشرح المفصل عن الفرق الهندسية أن هناك ثلاث فرق هندسية مهمة يرتكز عليها ثقل المشروع ألا وهي فريق الهندسة المدنية وفريق هندسة المساحة الأرضية وفريق هندسة المساحة الجوية، لذلك يجب أن يكون هناك تعاون واتصال مباشر وقوي بين هذه الفرق الثلاث واحترام كل فريق للعمل الدءوب الذي يقوم به الفريق الآخر في سبيل نجاح المشروع مع وجود حق للنقد من قبل كل فريق للفريق الآخر، وحتى يكون التعاون متكامل بين هذه الفرق الثلاث يجب أن تكون هذه الفرق تحت رئاسة شخص واحد ومحدد وجرت العادة بان يكون هذا الشخص مهندس مدني ذو خبرة وكفاءة عاليتين وان يكون هذا الشخص على دراية كاملة

وواسعة في مجالات التصميم والإنشاء والصيانة ومعلومات أساسية في مجلات المساحة الأرضية والجوية على حد سواء ويقوم هذا المهندس بمناقشة القضايا الأساسية التي تهم المشروع مع رؤساء الفرق الهندسية الثلاث الأخرى من اجل تحديد خطة سير العمل والأولويات المترتبة على كل فريق والمسؤوليات الملقاة على عاتق كل فريق.

- **العلاقة بين فريق الهندسة المدنية وفريق هندسة المساحة الأرضية:**

يجب أن تكون هذه العلاقة قوية ومتينة خاصة فيما يتعلق بدقة العمل وانعكاسها على الوقت والتكاليف المترتبة على ذلك ،ويتطلب هذا التعاون أيضا مناقشة مراحل تنفيذ المشروع والأولويات المترتبة على كل فريق.

- **العلاقة بين فريق الهندسة المدنية وفريق هندسة المساحة الجوية:**

إن العلاقة بين هذان الفريقان أيضا وطيدة من اجل التعرف على الخدمات والمعلومات والدقة التي يمكن لفريق الهندسة المدنية الحصول عليها من فريق المساحة الجوية، كذلك يجب على فريق الهندسة المدنية توفير المعلومات المتعلقة باحتياجات المشروع والدقة والتكاليف والوقت اللازم من اجل عملية الربط السليم والصحيح بين هذه الاحتياجات وطبيعة سير العمل والأجهزة المستخدمة والكوادر الفنية المطلوبة.

- **العلاقة بين فريق هندسة المساحة الجوية وفريق هندسة المساحة الأرضية:**

إن هذان الفريقان هما الأساس في عملية تصميم وتنفيذ المسارات لذلك فان العلاقة بينهما قوية جدا لدرجة أنهما يمكن جمعهما في فريق واحد، لذلك فان أعمال الفريقين تكمل بعضها بعضا ونتائج كل منهما تنعكس على الآخر، ونلاحظ انه لا يمكن الحصول على الدقة والاقتصادية في المشروع دون تعاون وثيق بين هذين الفريقين، ونلاحظ أيضا أن فريق هندسة المساحة الأرضية هو صاحب الدور الأساسي في تزويد فريق هندسة المساحة الجوية بالمعلومات والإحداثيات الدقيقة لنقاط الضبط، وهو أيضا الفريق الوحيد القادر على الوصول للمناطق المخفية مثل الغابات وغيرها للحصول على المعلومات المساحية المطلوبة، وفي نفس الوقت على فريق هندسة المساحة الأرضية أيضا أن يعي ويقدر دور هندسة المساحة الجوية في نطاق تقديم المعلومات المكثفة بالسرعة الهائلة محققا بذلك التوفير في الوقت والتكاليف.

وتجدر الإشارة هنا إلى ضرورة تذكير كل من الفريقين بأهمية الوقت والتكاليف المترتبة على زيادته أو نقصانه لان هذان الفريقان هما اللذان يتحكمان بالجزء الأكبر من وقت وتكاليف المشروع ،ولكن لا يجب أن

يكون التوفير في الوقت والجهد على حساب الدقة المطلوبة وهذا يستدعي ربط درجة الدقة المطلوبة بغايات وأهداف العمل لكل مرحلة من مراحل تنفيذ المشروع.

٢-٥ الخطوات المتبعة في تصميم الطرق :

إن عملية تصميم الطريق ليست عملية عشوائية وإنما عملية منظمة جدا وتحتاج إلى عدة خطوات أساسية وثابتة وتشمل هذه الخطوات على تحديد منهجية العمل السليمة، وهذه الخطوات هي كالتالي:

١. دراسة طبيعة السير وتغيراته في الليل والنهار وفي أيام الأسبوع والأشهر، وتحديد عدد وخصائص المركبات التي سوف تستخدم هذا الطريق بعد تشييده ومن خصائص المركبات الضرورية التي يجب أخذها بعين الاعتبار هي سعة المركبات وأطوالها وحجمها وعدد العجلات والمحاور وإمكانية تسارعها وتباطئها وتصرفها على الطريق وعلى المنحنيات.

٢. يجب تحديد حجم المرور المستقبلي بحيث يتم التصميم لعمر ٢٠ سنة وفق المعادلة التالية:

$$V_t = (V_\circ + i\hat{})^n \text{.....2.1}$$

حيث أن:

V_t: هي حجم المرور المستقبلي.

$V_\circ$: حجم المرور الحالي.

n : عمر الطريق.

$i\hat{}$: نسبة الزيادة.

وتكون أسباب الزيادة إما زيادة طبيعية أو نتيجة التطور في المنطقة أو بسبب الرحلات المتولدة أو المنجذبة.

٣. تحديد السرعة 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 المتوفرة عن نوع المركبات وسرعاتها وأنواعها.

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

٥. تجميع المخططات الطبوغرافية والصور الجوية للمنطقة المنوي فتح الطريق لها والمباشرة بوضع خطوط الانتقال على المخططات الطبوغرافية أو الصور الجوية أو على الأرض مباشرة، ومن ثم البدء بدراسة هذه الخطوط على الأرض ومن تعديلها ومن ثم عمل مسح استكشافي لهذه الخطوط بهد تثبيتها وقياس أطوالها وزواياها ،ومن ثم اخذ ميزانية طولية وعرضية على هذه الخطوط من اجل رسم خطوط الكنتور لها بعد تثبيت نقاط مسح ثابتة (Bench Mark).

٦. تثبيت خط الطريق النهائي المؤلف من الخطوط والمنحنيات التي تم الحصول عليها بعد عملية رسم خطوط الكنتور والتعديل عليها لتناسب طبوغرافية المنطقة ومن ثم إجراء مسح دقيق لخط الطريق ومن ثم يتم اخذ ميزانية طولية وعرضية جديدة ودقيقة على الخط النهائي وهذا يسمى المسح الأولي.
٧. بعد عملية التصميم للميزانية الطولية والتي يستفاد منها في إجراء التصميم الرأسي للطريق ،وبعد عملية التصميم للميزانية العرضية والتي يستفاد منها في تصميم مقاطع الطريق فانه يجب أن يتوافق التصميم الراسي مع الأفقي ،وهنا تجدر الإشارة إلى انه قبل أو أثناء تصميم الطريق في المستوى الرأسي لا بد من تصميم الجسور والإنفاق والمنشات المائية مثل العبارات حتى يتم ملائمتها مع التصميم الراسي ،ويتطلب هذا الأمر إجراء المسح المائي وإجراء التصاميم الملائمة للعبارات بالمواصفات الفنية المطلوبة.
٨. إجراء الفحوصات المخبرية اللازمة والضرورية للتربة والمواد الحصوية الموجودة في الطريق ومعرفة مدى صلاحيتها لإنشاء الطريق وكيفية استخدامها بالشكل السليم.
٩. حساب كميات الحفر والردم وإنشاء الشكل التراكمي للكميات الذي يحدد حركة الحفر والردم.
١٠. تصميم المقاطع العرضية للطريق وتحديد عدد المسارب والأكتاف وميلان سطح الطريق والميول الجانبية و الجزيرة الوسطية.
١١. تصميم رصفه الطريق وتحديد سماكة الطبقات وأنواعها وتحليل الخلطات الإسفلتية.
١٢. تصميم التقاطعات وتحديد أشكالها وأنواعها واتجاه حركة السير عليها وتحديد أماكن الحواجز الجانبية للطريق والجزر وفتحاتها ومناطق حماية الطريق وتوزيع الاقنية الجانبية وأعمدة الإنارة والاتصالات.
١٣. وضع العلامات والكتابات اللازمة وبيان كيفية توزيع الإشارات المرورية على الطريق من اجل تنظيم عملية السير.
١٤. تحضير أوراق العطاء والشروط العامة وجداول الكميات وإجراء تقدير أولي للتكاليف ومن ثم الانتقال إلى مرحلة التنفيذ والبناء.
١٥. رسم خطة عمل وتنفيذه وتوزيعه بين الجهات المعنية وتحديد الجهات المسئولة عن المشروع وعن تمويله.

٢-٦ المراحل الاساسية في التصميم:

٢-٦-١ مرحلة الأعمال الاستطلاعية:

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

٢-٦-٢ مرحلة الدراسة المساحية الاولية:

هي مرحلة **إجراء العمل المساحي الاولي** والتي هي عبارة عن ايجاد احداثيات النقاط التي تم اختيارها للاعمال المساحية، 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.

٢-٦-٣ مرحلة الأعمال المساحية النهائية:

وهي المرحلة التي يتم بها العمل المساحي النفصيلي للطريق من خلال رفع التفاصيل اللازمة وذلك بعد الانتهاء من عملية حساب الاحداثيات للنقاط التي سيتم وضع الجهاز المساحي عليها.

الفصل الثالث

التصميم الهندسي للطريق

٣-١ مقدمة:

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

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

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

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

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

٣-٢أسس التصميم الهندسي للطريق:

من أهم أسس التصميم الهندسي ما يلي:

٣-٢-١- حجم وتركيب المرور:

حجم المرور هو عدد المركبات التي تمر عند نقطة معينة خلال فترة زمنية محددة، واما تركيب المرور فهو يتمثل في تحديد نسبة عربات النقل و التاكسيات بالنسبة **لحجم المرور الساعي**.

٣-٢-٢- السرعة التصميمية:

هي أعلى سرعة مستمرة يمكن أن تسير بها السيارة على طريق رئيسي بأمان عندما تكون أحوال الطقس مثالية و كثافة المرور منخفضة، و تعتبر السرعة التصميمية مقياسا لنوع الخدمة التي يوفرها الطريق، و كذلك يمكننا من خلال السرعة التصميمية توقع السر و طبيعة الحركة على الشارع المراد إجراء التصميم له، و من مواصفات السرعة التصميمية يجب أن تكون خصائص التصميم الهندسي للطريق متناسبة مع السرعة التصميمية المختارة و المتوقعة للظروف البيئية و طبيعة التضاريس، حيث يجب على المصمم اختيار السرعة **التصميمية** بناءا على درجة الطريق المخططة و طبيعة التضاريس و حجم المرور و الاعتبارات الاقتصادية و الجدول التالي يبين السرعة التصميمية للطرق الحضرية .

جدول (٣-١) السرعة التصميمية للطرق الحضرية

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

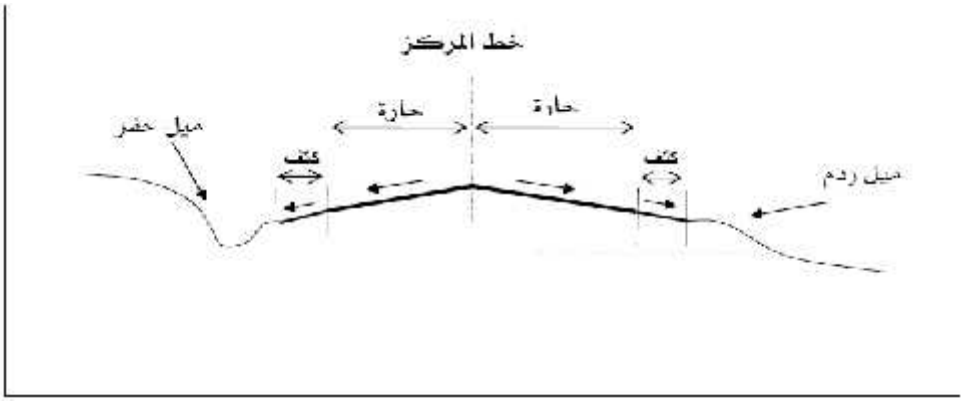
إن تحديد سرعة التصميم يعتبر ذا أهمية كبيرة في التصميم حيث أنه يتم تحديد الانحدار و الصعود و أنصاف أقطار المنحنيات و أطوالها و مسافة الرؤية اللازمة للوقوف و للتجاوز و عدد المسارب و سعة كل مسرب، و بناءا على ذلك فإنه كلما زادت سرعة التصميم زاد استيعاب الطريق للسيارات و أصبحت منحنياتها واسعة و أنصاف أقطارها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

٣-٢-٣- عربات التصميم:

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

٣-٢-٤- قطاع الطريق:

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



الشكل (٣-١)مقطع عرضي لطريق من حارتين

٣-٢-٥- عرض المسارب و الطريق:

إن عرض المسرب الواحد يختلف حسب درجة و مستوى و نوعية الطريق ، حيث انه يلعب عرض المسار دورا كبيرا في سهولة القيادة و درجة الأمان على الطريق ن فبعد رسم سطح الطريق يتم تحديد عرض هذا السطح حيث يجب أن لا يقل عرض **المسار عن** (3م) في جميع الأحوال. و في حالة الطرق السريعة يفضل أن يؤخذ عرض الحارة (3.75م) نظرا لمرور عربات النقل و السرعة الكبيرة بشكل عالي، حيث كلما أردنا أن نزيد سرعة السيارات و الشاحنات التي تسير على المسرب توجب علينا أن نزيد عرض المسارب، **بالإضافة إلى** المسارب الأساسية في الطرق هنالك أنواع أخرى من المسارب و هي كالتالي:

١. **مسرب التسارع:** هو مسرب جانبي تقوم السيارات بالتسارع فيه قبل الدخول إلى الطريق الرئيسي بحيث تصبح سرعتها فيه مماثلة لسرعة السيارات في الطريق.

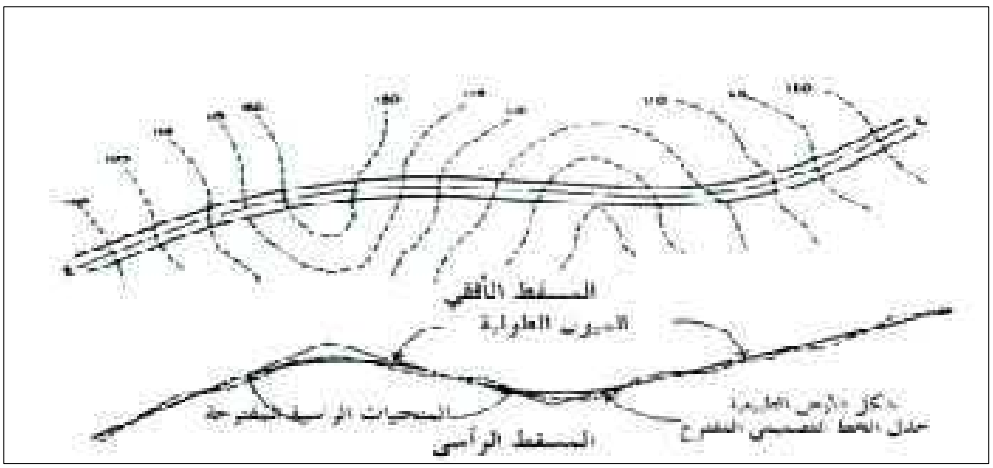
٢. **مسرب التباطؤ**: هو مسرب جانبي تسلكه السيارات أثناء مغادرتها الطريق الرئيسي لتتمكن فيها من تخفيض سرعتها بدون أن تعرقل سير السيارات الموجودة على الطريق.
٣. **مسرب الصعود**: هو مسرب إضافي في الطريق يخصص للشاحنات التي تسير ببطء أثناء صعودها حتى تفسح المجال للسيارات التي خلفها لتجاوزها.
٤. مسرب الهروب.
٥. **مسرب الوقوف**: هو المسرب الأوسط اللازم للانعطاف يسارا أو لتجاوز السيارات ، و هناك المسرب المساعد و هو مجاور للمسرب الرئيسي و يساعد على تصريف السير.

٣-٢-٦- 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.

٣-٢-٧- الميول الطولية:

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



الشكل (٣-٢)الميول الطولية

٣-٢-٨- أكتاف 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 (2.5-3.6م) 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:**

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

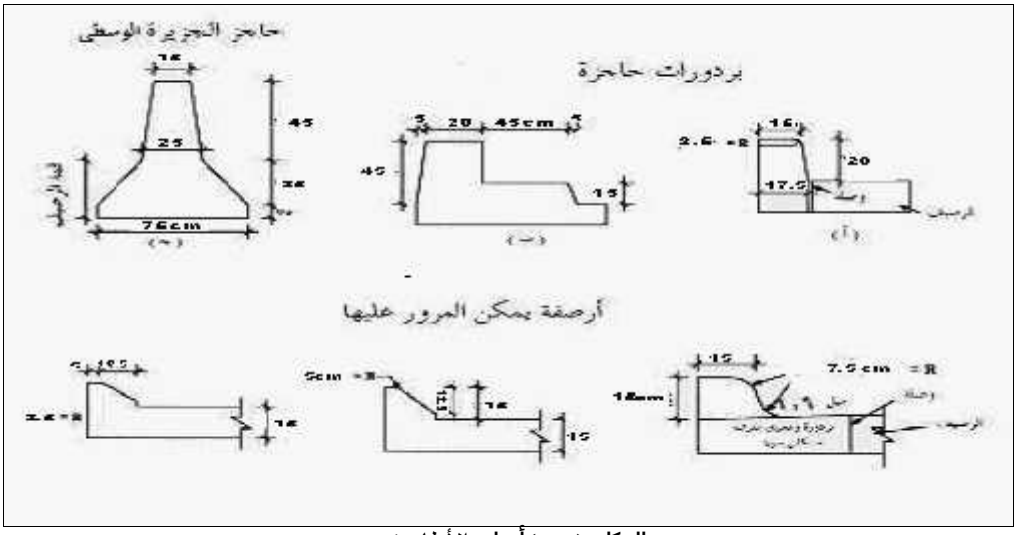
٣-٢-٩- الأطاريف:

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

١. الأطاريف الحاجزة: هي ذات وجه جانبي حاد الميل ومرتفع نسبياً وهي مصممة لمنع السيارات أو على الأقل صرفها عن محاولة الخروج عن الرصف ويختلف ارتفاعها بين (15- 22.5) سم تقريبا ويستحب أن يكون الوجه مائلا ولكن على ألا يزيد ميل الوجه في الغالب عن حوالي 1سم لكل 3سم من الارتفاع وتعمل استدارة للركن العلوي بنصف قطر من 2 إلى 8سم 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 سنتيمتراً حتى لا تحدث احتكاك برفارف المركبات وأبوابها، **والقاعدة** العامة أن تبعد الاطاريف الحاجزة مسافة 50 **إلى** 60 سم إلى خارج الحد الخارجي لطريق السير.

٢. الأطاريف الغاطسة: وهي مصممة بحيث يسهل على المركبات اجتيازها دون ارتجاج عنيف أو **اختلال في** القيادة ويختلف ارتفاع هذه الاطاريف من 10**إلى** 15سم وميل الوجه فيها 1:1 **أو** 1:2 **وأغلب لستعمل** 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 قليلاً. ويوضح الشكل التالي الأنواع المختلفة للاطاريف.



للشكل (٣-٣)**أنواع** الأطاريف.

٣-٢-١٠- الأرصفة:

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

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

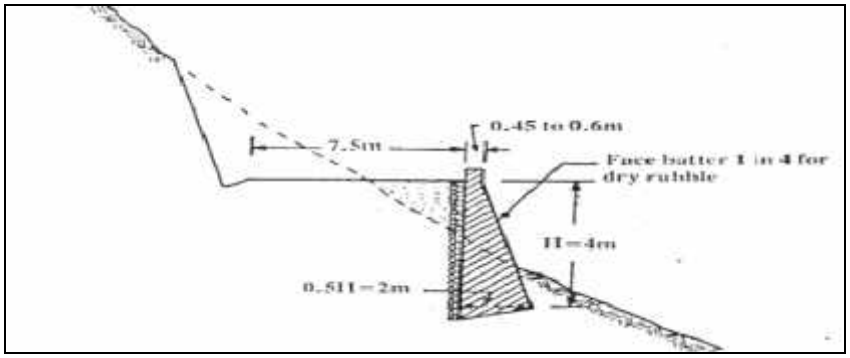
٣-٢-١١- الجزر الفاصلة:

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 (1.25-1.8م) أو أكثر و ليس من الضروري أن يكون هذا العرض ثابت على طول الطريق.

٣-٢-١٢- الجدر الاستنادية:

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



الشكل(٣-٤) جدار استنادي

الفصل الرابع

هندسة المرور

٤-١حجم المرور :

٤-١-١ تعريف:

يعرف حجم السير بأنه عدد المركبات التي تمر عن نقطة معينة خلال فترة من الزمن، و هذا التعريف يختلف عن كثافة السير التي تكون عبارة عن عدد المركبات التي تسير على مسافة معينة أو طول معين من الطريق، ولذلك فإن معرفة حجم السير الذي يمر على مقطع معين من الطريق هو أمر ضروري من اجل التصميم، وأي تصميم لطريق لا يمكن إتمامه إلا إذا تم معرفة حجم المرور ومعرفة نوع المركبات وعدها التي ستستعمل هذا الطريق طوال العمر.

٤-١-٢ التعداد:

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

- معرفة عدد السيارات بالساعة الواحدة خلال اليوم وأيام السنة كاملة، وتحديد الساعات التي يمر بها العدد الأقصى من المركبات واختيار ثلاثين ساعة على مدار السنة كاملة.
- عدد السيارات يوميا على مدار السنة وتحديد الأيام والأشهر التي يكون فيها الازدحام اكبر ما يمكن.
- إيجاد المعدل اليومي للسيرADT- Average Daily Traffic وهو مجموع المركبات التي تمر عن نقطة معينة خلال عدد من الأيام مقسوما على عدد تلك الأيام.
- معدل السير السنوي AADT– Annual Average Daily Traffic وهو مجموع عدد المركبات التي تمر عن نقطة معينة خلال السنة مقسوما على عدد أيام السنة.
- تحديد عدد المركبات المناسب الذي سيتم اعتماده في التصميم لأنه التصميم لا يعتمد على معدل السير اليومي أو السنوي وذلك لان معرفتهما مهم في رسم وتخطيط سياسة الطرق ودراستها، ولكن عند تصميم المنحنيات والانحدارات يعتمد على نوعية المركبات وساعات ازدحامها فلذلك يمكن اعتبار حجم السير للتصميم بما يعادل(٨% - ١٨%) من معدل السير اليومي.

- تحديد حركة المشاة عند التقاطعات وتحديد طبيعة حركة السيارات التي تدخل المنطقة والتي تخرج منها، وكذلك متابعة حركتها عند التقاطعات، وتحديد نقطة البداية والنهاية لحركتها.

٤-١-٢-١ أنواع التعداد:

ولكي يكون التعداد حسب المطلوب والوصول للهدف المرجو منه في عملية التصميم يجب معرفة أنواعه وهي:

١. تعداد يجري على الطريق.
٢. تعداد يجري على التقاطعات.
٣. تعداد تصنيفي، حيث يحدد فيه أنواع المركبات التي من خلالها نحدد تصميم الرصفة.
٤. تعداد للمشاة، لتبيان حركتهم على الطريق لمعرفة الحاجة للأرصفة.
٥. تعداد لمنطقة محددة لتحديد حركة المارين على الطريق من مشاة ومركبات.
٦. تعداد اتجاهي يوضح فيه حركة المركبات ويبين الاتجاه الأكثر أهمية لوضع الإشارات ووسائل تنظيم السير.

٤-١-٢-٢ الوسائل و الطرق المتبعة لإجراء التعداد:

هناك طرق عديدة متبعة لإجراء التعداد ومن هذه الطرق:

١. العد اليدوي: ويكون بوقوف الفريق بتسجيل الوقت وعدد المركبات ونوعها التي تمر بنقطة معينة على الطريق، ولهذا فان هذه الطريقة لها ميزات كثيرة من أهمها البساطة والدقة وتصنف أنواع المركبات وتحدد عدد محاورها وتحدد اتجاه سيرها ودورانها على التقاطعات وتبين حركة المشاة وتوضح طبيعة استعمال الطريق.
٢. العد الميكانيكي: ويتم هذا العد باستخدام وسائل العد الميكانيكية وأهمها اللاقط المغناطيسي والتصوير والرادار والخراطيم التي تثبت على الطريق وتمر فوقها السيارات وتقوم بتسجيل عددها بواسطة أجهزة على جانب الطريق، وهذه الطريقة غير مكلفة لكنها تحتاج لصيانة ولا تقوم بتصنيف عدد السيارات ونوع محاورها فمثلا طريقة ذات الخرطوم تصنف المركبات ذات الثلاثة محاور على أنها مركبة ونصف.
٣. طريقة المشاهد المتحرك: وهو شخص يقوم بالعد أثناء تحركه في سيارة تسير مع السيارات أو بعكسها.
٤. المقابلة: حيث يتم توقيف السيارات وسؤالهم عن مكان انطلاقهم ووجهتم لكن هذه الطريقة تحتاج للكثير من الوقت والجهد.

٤-١-٢-٣ فترات التعداد:

إن الفترات التي يقسم بها العد يعتمد على الدقة فكلما كانت هذه الفترات دقيقة كانت الدقة أعلى ولكن هذا يتطلب إلا مزيد من الجهد والمال ويزيد تعقيدا لطرق تحليل هذه المعلومات فلذلك تم اعتماد الساعة كحد أدنى لإجراء التعداد وتم استثناء بعض الحالات الخاصة يتم فيها التعداد على فترات قصيرة، وبذلك تم تقسم فترات التعداد حسب طبيعة المطلوب منه كما يلي :

١. فترة عادية: ويكون التعداد فيها في ساعات الازدحام، وتعداد آخر في فترة ١٢ساعة أو ١٦ساعة، وقد يكون في يوم كامل أو شهر أو سنة كاملة.
٢. فترات خاصة: ويكون التعداد فيها بأيام العطل، أو حسب الحالة الجوية بسبب عدم انتظام الطقس ويجري أيضا أثناء إغلاق بعض الشوارع لمعرفة تأثير ذلك على الشوارع الأخرى.

٤-١-٣ حجم السير الحالي والمستقبلي:

إن حجم السير كل يوم في ازدياد ولذلك فان تصميم الطريق يعتمد على حجم السير المستقبلي ،لأنه إذا أهملنا التخطيط المستقبلي فانه الطريق يتحول إلى الطريق المتحول Diverted أو السير المتولد Generated وبذلك تصبح الطريق ضيقة وغير قابلة على استيعاب السيارات، ولذلك فان السير المستعمل في التصميم يتكون من:

١. السير الحالي: يتم الحصول عليه بإجراء تعداد على الطريق والطرق المؤثرة عليه بطرق التعداد المعروفة
٢. الزيادة الطبيعية: وتكون الزيادة الطبيعية في عدد السيارات الناتجة بسبب الزيادة في عدد السكان وعدد مستعملي السيارات وكذلك التطور الاقتصادي.
٣. السير المتولد:Generated وهذا السير لم يحدث إذا لم تنشأ الطريق بعد أو إن السير فيه موجود بوسائل نقل أخرى وعند إنشائه يلجا الناس للسير بوسائل أخرى.
٤. السير المتطور: يتولد من التحسن في المنطقة ويتم فيها استغلال الأراضي للزراعة والصناعة.
٥. السير المنجذب Attracted

٤-٢عمر الطريق:

إن في أي عملية تصميم ينظر للزيادة المتوقعة في استخدام هذا الطريق وبذلك فمن الواجب تحديد فترة زمنية للتصميم مثلا ٥ أو ١٠ أو ١٥ أو ٢٠ عاما تصبح بعدها الطريق إما عديمة الفائدة أو تحتاج لإعادة صيانة،

وعند تصميم الطرق لفترة قصيرة تكون اقل تكاليف ولكن بنفس الوقت تكون خدمتها محدودة على عكس الطرق المصممة لأعمار كبيرة تكون تكاليفها عالية وبنفس الوقت تخدم فترات كبيرة.

٤-٣حساب حجم المرور وعدد المسارب اللازمة للشارع:

لحساب عدد المسارات المطلوبة في الطريق، يتم استخدام المعلومات التي تم جمعها من حجم المرور، حيث إن الجدول التالي يظهر معلومات تعداد المرور لمدة أسبوع على مقطع من الشارع:

الجدول رقم (٤-١) معلومات تعداد حجم المرور

اليوم	متوسط عدد المركبات لكل ساعة		
	سيارة	شاحنة	باص
السبت	353	54	7
الاحد	382	51	7
الاثنين	287	43	5
الثلاثاء	274	36	6
الاربعاء	278	39	6
الخميس	313	46	5
الجمعة	245	21	5

إن المعلومات التي تظهر في الجدول السابق يتم تحويلها إلى عدد من المركبات المكافئة باستخدام معاملات وفقا للمواصفات الأردنية المتبعة في فلسطين كما يلي :

- عدد السيارات الصغيرة × ١
- عدد الباصات × ٢.٥
- عدد الشاحنات × ٣

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

- السيارات الصغيرة = (٣٥٣+ ٣٨٢ + ٢٨٧ + ٢٧٤ + ٢٧٨ +٣١٣ + ٢٤٥) / ٧
  = ٣٠٤.٦ سيارة صغيرة
- الشاحنات = (٥٤ + ٥١ + ٤٣ +٣٦+ ٣٩+ ٤٦ +٢١) × ٣/ ٧
  = ١٢٤.٣ سيارة صغيرة
- الباصات = (٧ + ٧ + ٥ + ٦ + ٦ +٥ + ٥) × ٢.٥ / ٧
  = ١٤.٦ سيارة صغيرة

- متوسط عدد السيارات الصغيرة الحالي = ٢٩٦.٧ + ١٢٤.٣ + ١٤.٦

= ٤٤٣.٥

= ٤٤٤سيارة صغيرة

- معدل المرور اليومي ADT = ٤٤٤ × ٢٤

= ١٠٦٥٦ سيارة / يوم

عند حساب عدد المسارب يتم حسابها وفقا لحجم المرور الحالي والمستقبلي ويكون المستقبلي في العادة خلال عشرين سنة حيث يتم ضرب معدل المرور اليومي بمعامل يساوي ٢.٥

- معدل المرور اليومي بعد مرور ٢٠سنة = ١٠٦٥٦ * ٢.٥

= ٢٦٦٤٠ سيارة / يوم

بسبب عدم توفر معلومات دقيقة عن عدد المركبات في ساعات الذروة فانه تم اعتبار حجم المرور للتصميم يساوي نسبة من معدل المرور اليومي وهذه النسبة تساوي (0.24 – 0.12) ويرمز لها بالرمز k ويتم أخذها بالعادة ٠.١٦ ، لذلك فان معدل مرور المركبات للساعة التي يتم أخذها بالتصميم يمكن إيجاده من العلاقة التالية:

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

= ٠.١٦ × ٢٦٦٤٠

=٤٣٦٢ سيارة /ساعة

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

- عدد المسارات المطلوبة لاستيعاب المركبات خلال العشرين سنة القادمة = D.H.V/ السعة التصميمية

= ٤٢٦٢ / ٨٥٠

= ٥ مسارب في الاتجاهين

نظرا للظروف الحاكمة والتي تتمثل في وجود البيوت على طرفي الشارع وبناء على التعليمات المتبعة من قبل البلدية فانه من الصعب تنفيذ المشروع على ٥ مسارب في الاتجاهين لذلك تم التصميم على ٤ مسارب ،

وبعرضي طريق مختلفين ، من بداية المشروع بعرض ١٦م حتى منطقة أبو العشوش والتي تبعد ١ كم عن البداية ، ومن ثم تم التصميم على أساس ١٨ م عرض طريق حتى نهاية المشروع عند الحاووز.

٤-٤علامات المرور:

إن علم الطرق هو علم واسع وشامل ويمكننا أن نحصر هذا العلم في قسمين رئيسيين هما هندسة الطرق وهندسة المرور،فالهدف الرئيسي من هندسة المرور هو إيجاد أمور تنظيمية لتنظيم حركة السيارات على الطريق بعد فتحها للسيارات ومنع وقوع الحوادث على هذا الطريق.

و علم المرور علم واسع يشمل على عدة أمور أساسية ومهمة لضمان تصميم صحيح للطريق ومن هذه الأمور الاتجاهات والمسارب والتقاطعات والمسافات وإشارات الضوء والمواقف العامة والانعطاف والوقوف وغيرها من الأمور الرئيسية المهمة من اجل تنظيم حركة المرور على الطريق.

٤-٤-١ علامات المرور على الطريق:

إن علامات المرور على الطريق عبارة عن خطوط متصلة ومتقطعة بأشكال وألوان محددة كل حسب الوظيفة التي يؤديها ، إن أهداف هذه العلامات تنحصر فيما يلي:

- تحديد المسارب وتقسيمها، وفصل السير الذاهب عن القادم.
- منع التجاوز والوقوف أو التوقف على الطريق.
- تحديد أماكن عبور المشاة وتحديد أولوية المرور على التقاطعات.
- تحديد مواقف السيارات وتحديد جانبي الطريق.
- تعيين الاتجاهات على الطريق باسهم لتحديد الأماكن التي يجب أن يتجه إليها السائق.
- إعطاء تعليمات ومعلومات إلى السائق مثل توقف أعط أولوية...

إن عملية وضع إشارات المرور ليست عملية عشوائية و إنما تتم تحت شروط يجب توفرها في العلامات كما يلي:

١- أن تكون صالحة للرؤية في الليل والنهار وفي كافة الظروف الطبيعية.
٢- أن تتوافق فيها الألوان، وان تكون من مواد تعمر طويلا وتقاوم التزحلق.
٣- أن تكون تعليماتها سهلة للفهم ومرئية من مسافة كافية.

٤-٤-٢ أنواع علامات المرور:

١- **الخطوط**: تكون الخطوط بعرض 10 سم وهي متصلة أو متقطعة، أما المتقطعة فتستعمل لتقسيم المسارب وفصل السير في الاتجاهين، أما المتصلة فتستعمل لفصل السير ومنع التجاوز في آن واحد. توضع بعض الخطوط العريضة عند ممرات المشاة كما توضع خطوط صفراء في المناطق التي يحظر على السيارات المرور فوقها.

٢- **الكلمات**: تكتب بعض الكلمات على سطح الطريق خاصة عند التقاطعات مثل كلمة قف أو اتجه يمينا، وغير ذلك، ويجب أن تكون الكلمات كبيرة ومناسبة ليتسنى قراءتها، ولا تزيد عن كلمة أو كلمتين، كما يجب أن تكون الأحرف مناسبة لموقع السائق.

٣- الأسهم: تستعمل الأسهم إما بدلا من الكلمات لتحديد الاتجاهات أو مع الكلمات كسهم يتجه إلى اليمين مع كلمة إلى اليمين.

٤- **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 الشارع.

٥- **المواد العاكسة**: تستعمل بعض المواد التي تساعد على انعكاس الضوء خاصة في أيام الضباب حيث يوضع مع الدهان بلورات زجاجية خاصة، وهذا ضروري في الليل لكي يبين حدود **المسرب**. إن استعمال أدوات عاكسة كعيون القطط أو غيرها عملية مفيدة جدا وتعكس الضوء من مسافات طويلة.

٤-٥إشارات المرور على الطريق:

إن إشارات المرور أيضا من الأساسيات الواجب توفرها على سطح الطريق من اجل تسهيل عملية السير على الطريق وتوصيل المعلومات للسائق أو الماشي،وتتألف بشكل أساسي من لوحات رسم عليها أسهم أو كلمات أو الاثنين معا بحيث تكون المعلومات واضحة وتناسب حالة السير ونوع الطريق.

٤-٥-١ أنواع إشارات المرور على الطريق:

تقسم الإشارات إلى أربعة أنواع رئيسية ولكل نوع من هذه الأنواع شكل خاص متعارف عليه حتى يسهل تفهمه من قبل السائق وهذه الأنواع هي:-

١- إشارات التحذير: كإشارة انحدار حاد أو منعطف خطر وتكون هذه الإشارة مثلثة الشكل.

٢- **إشارات الأوامر**: حيث إن هذه الإشارة تعطي الأوامر إلى السائق مثل أمر قف، تمهل، وغيرها من الأوامر وهذه الإشارة تكون مستديرة **الشكل**.

٣- **إشارات المنع:** مثل ممنوع المرور، ممنوع التجاوز، وهي مستديرة الشكل.

٤- إشارات التعليمات (التوجيه):

وهي تعطي التعليمات إلى السائق مثل استراحة، مكان وقوف، وهذه تكون مربعة أو مستطيلة الشكل.

الإشارة					
معنى الإشارة	أحذر سلسلة منعطفات (ZIG-ZAG)	أمامك إشارة ضوئية	عبور مشاة	أولاد على الطريق	الطريق سيضيق أمامك

الشكل (٤-١) إشارات التحذير

الإشارة	معنى الإشارة	الإشارة	معنى الإشارة
	لا يسمح بمرور المشاة		ممنوع الدوران و الرجوع للخلف
	سرعة خاصة :لا يجوز السير بسرعة تزيد عن السرعة المحددة على الإشارة		ممنوع تجاوز للشاحنات

الشكل (٤-٢) إشارات الأوامر والمنع

٤-٥-٢ مواصفات إشارات المرور على الطريق:

يجب أن يكون للإشارات مواصفات خاصة بها حتى تحقق الهدف المنشود منها، فيجب أن يراعى في وضع الإشارات أن تكون واضحة للسائق وتشد انتباهه قبل مسافة طويلة تزيد عن تلك المسافة اللازمة لرؤية الكتابة الموجودة على الإشارة، وكما يجب أن تكون الكتابة التي على الإشارة واضحة ومفهومة للسائق من مسافة طويلة كافية لكي يتصرف طبقا للإشارة بدون أن ينصرف انتباهه عن الطريق. وحتى يتم تحقيق ذلك فانه لا بد من الانتباه إلى الأمور الرئيسية التالية في الإشارة وهي:-

١- **أبعاد الإشارة:** كلما كبر حجم الإشارة ضمن حدود معقولة كلما كانت رؤية السائق لها أفضل.

٢- تباين الألوان في الإشارة: إن التباين ضروري جدا لتحقيق غايتين هما ظهور الإشارة بالنسبة للمنطقة التي حولها وظهور الكتابة بالنسبة للإشارة نفسها، وهذا التباين يتحقق باستعمال ألوان مختلفة ذات لمعات مختلفة.

٣- الشكل: يجب أن تكون الإشارات منتظمة الشكل وتتناسب مع الهدف الذي وضعت من أجله.

٤- الكتابة: تتأثر رؤية الكتابة بعدة عوامل وهي نوع الكتابة، حجم الأحرف، وسماكة الخط، والمسافات بين الكلمات والأسطر وعرض الهامش.

٤-٥-٣ موقع الإشارة:

يجب أن تكون الإشارة في موقع وارتفاع مناسبين لتسهيل رؤيتها وقراءتها من قبل السائق من مسافة كافية دون أن تضطره إلى صرف انتباهه عن الطريق، كما يجب أن توضع الإشارة قبل مسافة كافية من المكان الذي تشير إليه حتى يكون مع السائق وقت كافي للتصرف واخذ القرارات المناسبة، وأن تتناسب هذه المسافة مع سرعة السيارة. فإذا كانت الإشارة تدل على وجود مفرق طرق مثلا فإنه يجب وضع الإشارة قبل مسافة كافية من المفرق لكي تمكن السائق من التخفيف من سرعته تمهيدا للدخول في الطريق الفرعية. وعادة توضع الإشارة قبل مسافة(٤٥)متر من الموقع المراد.

٤-٥-٤ الرؤية في الليل:

يجب أن تكون الإشارة واضحة للسائق سواء في الليل أو النهار وذلك بتامين الإضاءة اللازمة لها أو جعلها عاكسة للأضواء بحيث يراها السائق.

٤-٥-٥ إشارات الطوارئ:

هذا النوع من الإشارات عبارة عن إشارات متنقلة وغير ثابتة توضع على الطريق عند وقوع حادث على الطريق أو تعطل السيارات أو وجود عمليات إصلاح على الطريق ويؤمن لهذه الإشارات إضاءة كافية ليتسنى رؤيتها من قبل السائق.

الفصل الخامس

التخطيط الأفقي للطرق

٥-١ مقدمة:

إن التخطيط الأفقي horizontal alignment يشمل تحديد أطوال المسارات، الزوايا ،نقاط التقاطعات، وتصميم المنحنيات الأفقية، وتستخدم المنحنيات الأفقية في حالة التغير في مسار الطريق وانحرافه بزاوية أفقية اتجاه لتفادي التغير المفاجئ في الانحراف ويكون هذا المنحنى مماسا للاتجاهين.

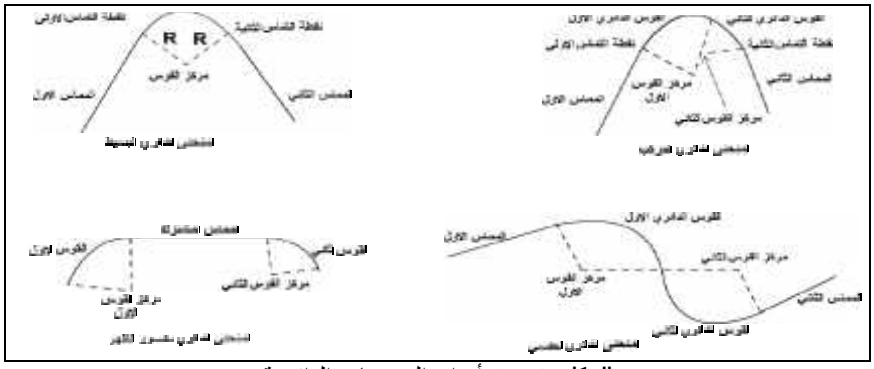
٥-٢ أنواع المنحنيات الأفقية:

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

٥-٢-١ المنحنيات الدائرية: Circular curves

وتنقسم إلى أربعة أقسام رئيسية:

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

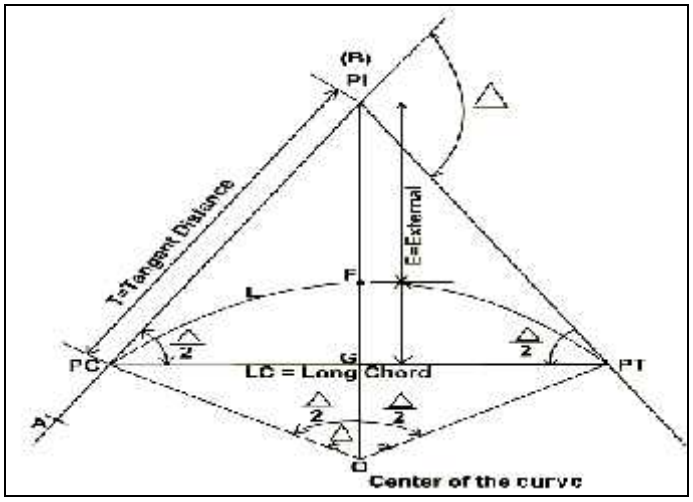


الشكل (٥-١) أنواع المنحنيات الدائرية

٥-٢-١-١ لمنحنيات الدائرية البسيطة: Simple Circular Curves

❖ عناصر المنحنى الدائري البسيط:

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



الشكل (٥-٢) عناصر المنحنى الدائري البسيط

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

وتساوي الزاوية المركزية المنشأ عليها المنحنى الدائري.

- المماسين (**T**) The tow Tangent:

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

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

- الوتر الجزئي الأول ويرمز له **(C1)**، وهو طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الأولى بأول نقطة على المنحنى حيث يلجأ إلى إعطاء طول للوتر الجزء الأول بحيث تصبح محطة **القطة** الأولى من المنحنى رقم مدورا مناسبا يقبل القسمة على 20 **أو**25.
- الوتر الجزئي الأوسط يرمز له **(C)**، وهو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل بين أي نقطتين متتاليتين على المنحنى ما عدا الأولى والأخيرة، و يكون طوله في العادة رقما مدورا و مناسبا 10٢٠,,25 **مترا**.
- الوتر الجزئي النهائي **(C2)**، و هو عبارة عن طول الخط المستقيم الذي يصل نقطة التماس الثانية بالنقطة التي تسبقها مباشرة، وحيث يكون طوله مكملا لطول المنحنى.
- زاوية الانحراف الجزئية الأولى **(d1)**، وهي عبارة عن الزاوية الوسطية المحصورة بين المماس الأول أو **الخلفي** و بين الوتر الجزئي الأول وتساوي نصف الزاوية المركزية.
- زاوية الانحراف الجزئية الوسطى**(d)**، وهي الزاوية الأفقية بين أي وتر جزئي أوسط و بين مماس **المنحنى الدائري**.
- زاوية الانحراف الجزئية النهائية **(d2)**، و هي الزاوية الأفقية المحصورة بين الوتر الجزئي النهائي و بين المماس للمنحنى الدائري في نقطة بداية هذا الوتر الجزئي النهائي.

❖ معادلات المنحنى الدائري البسيط:

١- **طول المماس** (T).

$$T = R\tan\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....5.1}$$

٢- المسافة الخارجية (E).

$$M = R(\sec\frac{\Delta}{2} - 1) \quad \text{.....5.2}$$

٣- سهم القوس (M).

$$M = R(\sec\frac{\Delta}{2} - 1) \quad \text{.....5.3}$$

٤- الوتر الطويل(LC).

$$LC = 2R\sin\frac{\Delta}{2} \quad \text{.....5.4}$$

٥- **طول المنحنى** (L).

$$L = \frac{® R\Delta}{180} \quad \text{.....5.5}$$

٥-٢-١-٢ المنحنيات الدائرية المركبة: Compound Circular Curves

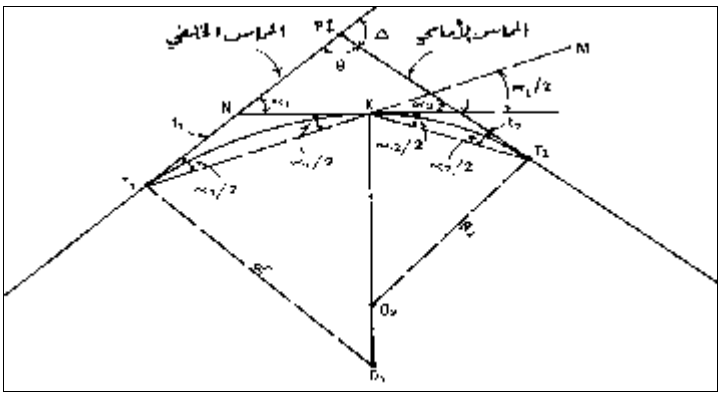
يتألف المنحنى المركب من منحنيين أفقيين (أو أكثر) متتابعين بحيث تكون نقطة التماس الثانية للمنحنى الأول هي نفسها نقطة التماس الأولى للمنحنى الثاني تحت الشروط التالية:-

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:



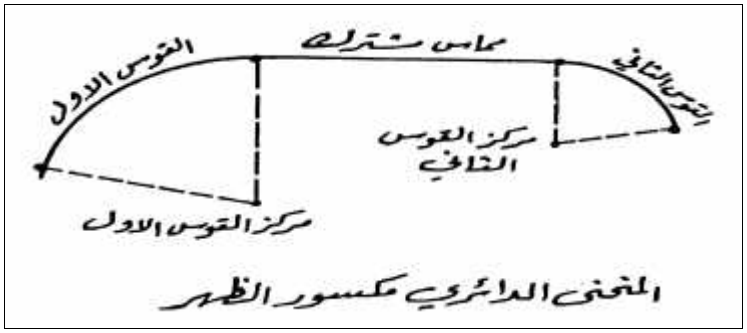
الشكل (٥-٣) عناصر المنحنى الدائري المركب

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

- نصف قطر المنحنى الأول أو الأيسر ونرمز له بـ R_1.
- نصف قطر المنحنى الثاني أو الأيمن R_2.

٥-٢-١-٣ المنحنيات الدائرية مكسورة الظهر: Broken-Back Circular Curves

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

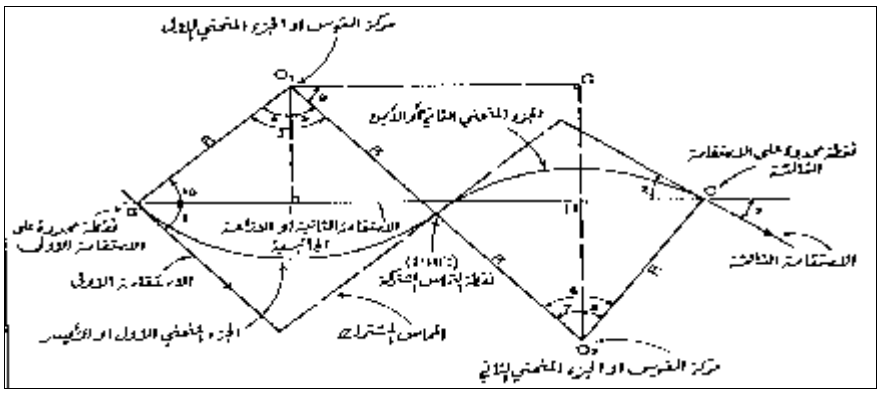


الشكل (٥-٤) المنحنى الدائري مكسور الظهر

٥-٢-١-٤ 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.



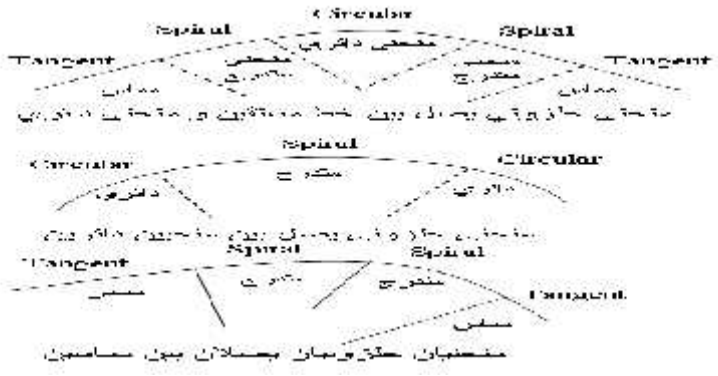
الشكل (٥-٥) المنحنيات العكسية

٥-٢-٢ المنحنيات المتدرجة أو الحلزونية: Transitions Curves

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

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

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



الشكل (٥-٦) المنحنيات المتدرجة أو الحلزونية

ويوجد ثلاثة أنواع رئيسية من المنحنيات المتدرجة وهي:

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

١. القطع المكافئ المكعبي cubic parabola

أو القطع المكافئ من الدرجة الثالثة ومعادلته على الشكل التالي:

$$y = x^3 / 6rl \quad \text{.....5.6}$$

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

R= مقدار نصف القطر.

L=طول المنحنى المتدرج.

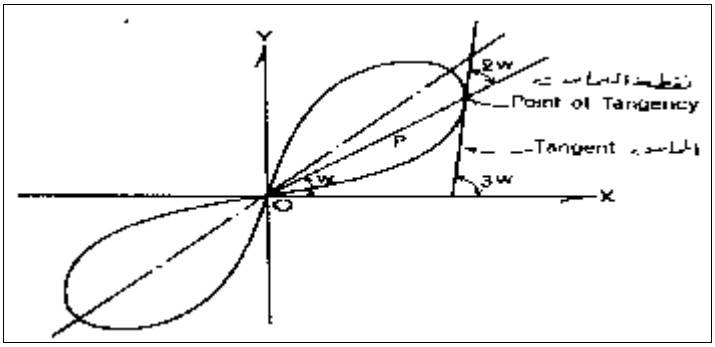
٢. ليمنسكات برنولي أو المنحنى البيضوي: Lemniscate

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

$$pz = k^2 \sin 2\mu \text{.....5.7}$$

حيث ρ : هي نصف القطر الشعاعي القطبي.

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



شكل (٥-٧) المنحنى البيضوي (برنولي)

٣. الكلوتوئيد: Clothoide

ويطلق عليه أيضاً 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:

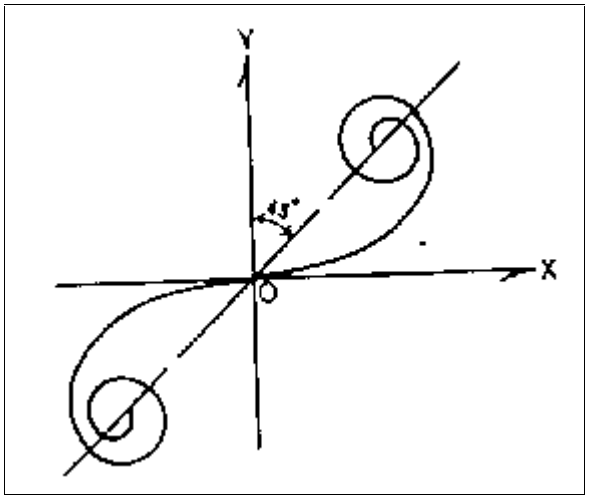
$$C = R.L \text{.....5.8 R.L}$$

حيث : C ثابت معين.

R= نصف القطر.

L= طول منحنى الكلوتوئيد.

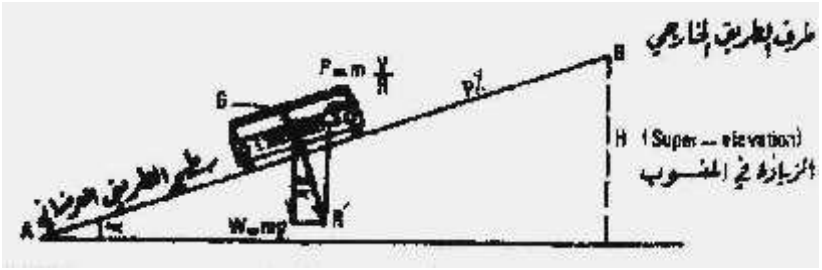
وينصح باستخدامه إذا كانت الزاوية القطبية كبيرة نسبياً.



الشكل (0-٨) الكلوتوئيد

0-٣القوة 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 (0-٩) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات

من الشكل السابق:

- p : القوة الطاردة المركزية التي تؤثر على العربة أثناء سيرها.
- w: وزن العربة.
- m: كتلة العربة.
- v:سرعة العربة.

- R : نصف قطر المنحنى الدائري.
- g: الشارع الأرضي.

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

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \quad \text{.....5.9}$$

يمكن كتابة العلاقات الرياضية التالية:

$$\tan\sim = P_1 = \left(\frac{mv^2}{r}\right)/(mg) = \frac{v^2}{gr} \quad \text{.....5.10}$$

حيث أن:

r : نصف قطر المنحنى المتدرج في إحدى نقاطه.

P_1 : الميل العرضي لسطح الطريق ضمن الجزء الخاص بالمنحنى المتدرج.

α : الزاوية الراسية.

لفرض أن:

$$C = \frac{1}{g} \quad \text{.....5.11}$$

تصبح المعادلة كالتالي:

$$P = \frac{C.v^2}{R} \quad \text{..... .....5.12}$$

$$C = \frac{P.R}{v^2} \quad \text{..... ....5.13}$$

أي أن القوة الطاردة المركزية تتناسب عكسياً مع نصف قطر المنحنى وعندما تكون العربة على الجزء المستقيم من الطريق يكون R مالا نهاية (Infinity) وبالتالي القوة الطاردة المركزية P تساوي صفر. ولمنع قفز القوة الطاردة المركزية من قيمة صغرى (صفر) إلى قيمة عظمى بشكل فجائي نلجأ إلى المنحنيات المتدرجة.

٥-٤ التعلية:

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

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات التالية:

$$e + f = \frac{(0.75 \times v)^2}{127 \times R} \text{.....5.14}$$

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:

$$V = \sqrt{[127R(e\max + f\max)]} \text{.....5.15}$$

جدول (0- ١) قيم الرفع الجانبي المرغوبة لعدة طرق مختلفة

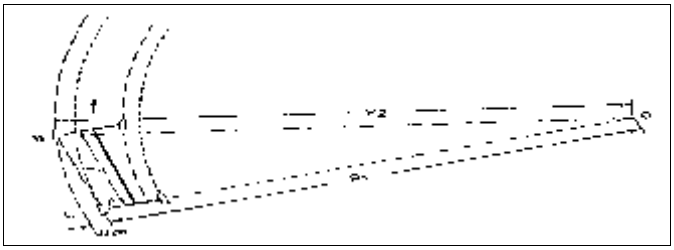
درجة الطريق	أقصى قيمة رفع جانبي للطريق مرغوبة (متر/ متر)	أقصى قيمة رفع جانبي مطلقة (متر / متر)
طريق سريع	0.08	0.09
طريق شرياني	0.08	0.09
طريق تجميعي	0.08	0.10
طريق محلي	0.10	0.10

الجدول (5-٢) أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة التصميمية ونسبة التعلية للطريق والاحتكاك الجانبي

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

5-5 التوسعة على المنحنيات:

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



الشكل (5- ١٠) التوسعة على المنحنيات

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

١. التوسيع الميكانيكي ومعادلته:

$$w_m = n * i^2 / 2 * r \quad \text{.....5.16}$$

حيث w_m= التوسيع الميكانيكي.

n= عدد الحارات.

I^2= نصف قطر المنحنى.

R= نصف قطر المنحنى.

٢. التوسعة نتيجة العامل النفسي ومعادلته:

$$w_{ps} = v^2 / 9.5 * \sqrt{r} \quad \text{.....5.17}$$

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

V= السرعة التصميمية.

$$We = Wm + Wps \quad \text{.....5.18}$$

حيث We= التوسعة الكلية.

الجدول (٥-٣) مقدار التوسعة في المنحنيات بالنسبة إلى نصف قطر المنحنى

نصف قطر المنحنى (m)	حتى ٦٠	٦١-١٥٠	١٥١ -٣٠٠	٣٠١-٩٠٠	أكبر من ٩٠٠
الزيادة بالمتر	١.٢	٠.٩	٠.٦	٠.٣	-

٥-٦ التقاطعات على الطرق:

٥-٦-١ مقدمة:

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

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

٥-٦-٢ أنواع التقاطعات:

حيث تقسم التقاطعات إلى ثلاث أنواع رئيسية وهي:

١- تقاطع مفصول مع رمبلت.

٢- تقاطع في مستوى واحد ويشمل:

- تقاطع بسيط.
- تقاطع جرسي.
- تقاطع ذوقنوات.
- الدوار.

٣- تقاطع مفصول (معزول) بدون رمبلت.

❖ واختيار نوع التقاطع يعتمد على عدة عوامل منها :

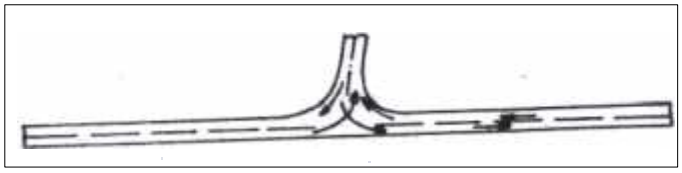
١. حجم السير على كل ذراع من اذرع التقاطع.
٢. نسبة هذه الحجوم إلى بعضها البعض.
٣. مكونات السير على التقاطع ونسبة الشاحنات فيها.
٤. أهمية الطرق المتقاطعة.
٥. نوع وطبيعة حركة السيارات على التقاطع ودورانها.
٦. مدى الرغبة في التحكم في حركة السيارات.
٧. حركة المشاة.
٨. طبوغرافية الأرض وثمن الأراضي
٩. النواحي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

٥-٦-٢-١ التقاطع العادي البسيط (simple intersection):

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

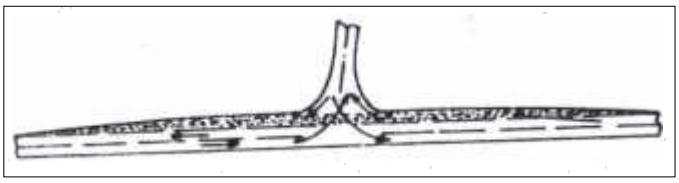
ويتم تطوير هذا النوع من التقاطعات حسب كثافة السير وأهمية التقاطع ، والأمثلة التالية تبين التطورات التي أدخلت على بعض هذه التقاطعات :

١- الشكل البسيط جدا والذي تبقى فيه المسارب بعرض ثابت سواء في الطريق الرئيسي أو الفرعي كما هو مبين في الشكل(٥-١١)، وخطورة هذا النوع تكمن في إن السيارات ستضطر إلى تخفيف سرعتها كثيرا عند محاولة الدوران إلى اليمين أو اليسار وقد تتوقف كليا.



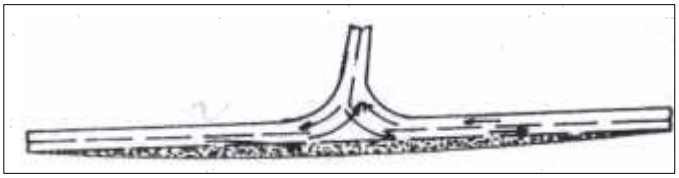
الشكل (٥-١١) التقاطع البسيط

٢- تقاطع بسيط مع توسيع الطريق عند التقاطع وذلك بإضافة مسرب يصلح للدخول وللخروج لمسافة تكفي لتباطؤ أو تسارع السير كما هو مبين في شكل (٥-١٢)، 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.



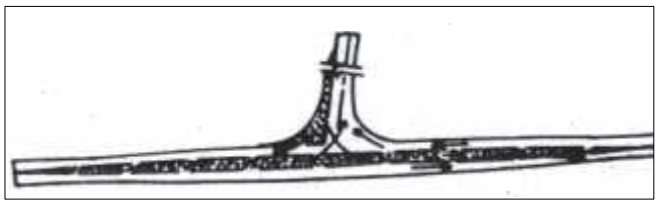
الشكل (٥-١٢)التقاطع البسيط ومسرب إضافي

٣- في هذا النوع من التقاطع يكون المسرب الإضافي من الجهة المقابلة، 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 (٥-١٣) التقاطع البسيط بمسرب إضافي من الجهة المقابلة

٤- في هذا النوع من التقاطع تتوسع الطريق لكي تصنع مسربا كاملا في الوسط من اجل المساعدة في الدخول والخروج وبدون إعاقة السير المستمر كما في الشكل (٥-١٤).



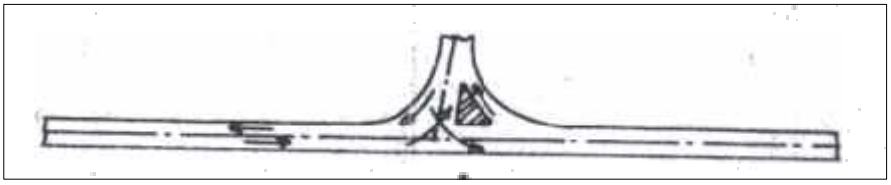
الشكل (٥-١٤) التقاطع البسيط مع مسرب بالوسط

٥-٦-٢-٢ التقاطع الجرسي: (Flared)

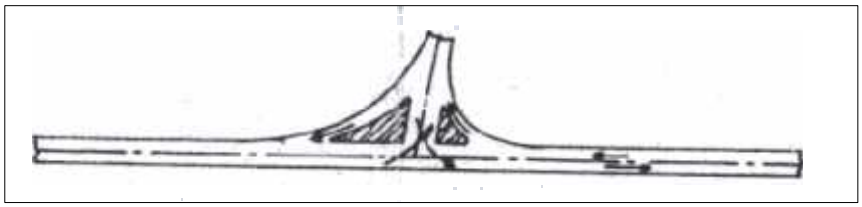
يتم في هذا التقاطع توسيع الطريق الفرعية عند تقاطعها مع الطريق الرئيسي ويشبه هذا التوسع شكل الجرس، إن هذا التوسيع ضروري لتنظيم حركة السير وفصل السير المتجه إلى اليمين عن المتجه إلى اليسار أو عن المتجه إلى الأمام وبهذا تقل الحوادث على التقاطع وتزداد سعته ويستوعب عددا اكبر من السيارات.

٥-٦-٢-٣ التقاطع ذو القنوات: (Channelized)

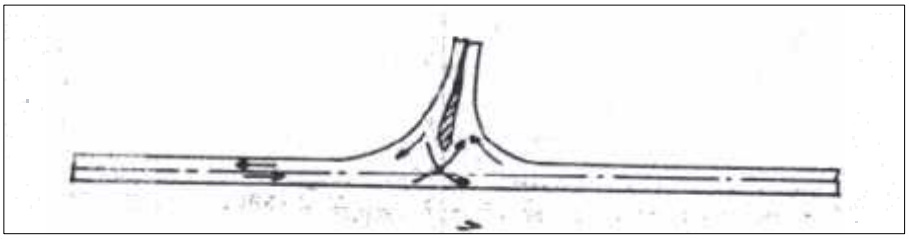
يستخدم هذا النوع من التقاطع عندما تزداد حركة السير وتتعقد عند التقاطع وتصبح نقط التقاطع واسعة لاستيعاب هذا السير وتقل قدرة السائقين على التصرف الصحيح، حيث يتم توسيع التقاطع وتقسيمه إلى مسارب وقنوات بواسطة جزر تبنى، أو بواسطة خطوط ترسم أو حواجز تقام، هذا وقد تم استخدام هذا النوع من التقاطع ، والأشكال من (٥-١٥) إلى (٥-١٨) تبين أشكالا متعددة لتقاطع ذو قنوات، والأسهم تشير إلى طبيعة الحركة، وهذه الأشكال مرتبة حسب الزيادة في حركة السير على التقاطع.



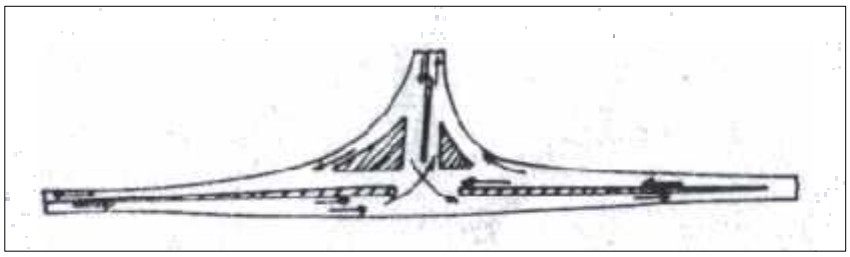
الشكل (٥-١٥) انعطاف دورة واحدة



الشكل (٥-١٦) انعطاف مزدوج



الشكل(٥-١٧) انعطاف مع جزيرة تقسيم



الشكل(٥-١٨) انعطاف مع جزيرة دوران مزدوج

٥-٦-٣ فوائد القنوات في التقاطع:

للتقاطع ذو القنوات فوائد ومزايا متعددة منها:

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

٥-٧الإضاءة على الطريق:

٥-٧-١ مقدمة:

إن اضاءه الشوارع تخفض من الحوادث كما تساعد السائق على قيادة سيارته في الليل بنفس السرعة التي يقود بها نهارا، مما يقلل من وقت الرحلة، وهذا بدوره يعود بمردود اقتصادي، والاضاءه مفيدة للمشاة حيث تجنبهم الأخطار وتمكنهم من رؤية الطريق بوضوح بالاضافه إلى أنها ضرورية للنواحي الأمنية، من هنا جاءت أهمية الاضاءه على الطريق.

٥-٧-٢ المصابيح المستخدمة في الطرق:

يجب أن تكون مصابيح الإنارة متينة ومتجانسة وقياسية واقتصادية، والحوامل جيدة وذات عواكس وغطاء شفاف غير قابل للاحتراق ومقاوم للحرارة إضافة إلى مرابط الأسلاك ومانعات الصواعق عند طلبها مع مشعل ضمن الفانوس وخارجه وخلية كهر وضوئية للتحكم ويجب أن تكون الفوانيس محكمة الإغلاق بحيث لا يدخلها الغبار والأتربة والأوساخ أو أية مواد أخرى تقلل من فاعلية الإنارة ويجب أن تكون المصابيح متينة وتتحمل الحرارة بين (-٥ـ٥٥)درجة مئوية.

٥-٧-٣ أنواع المصابيح الرئيسية:

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

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

٣. مصابيح الفلورسنت: من الأنواع المستخدمة بكثرة في إضاءة الطرق ولكن هذا النوع من المصابيح كلفته عالية.

٤. المصابيح الزئبقية: وهي تعطي إضاءة بيضاء اللون وتستخدم في أماكن التسوق.

٥-٧-٤ أعمدة الإنارة للطرق:

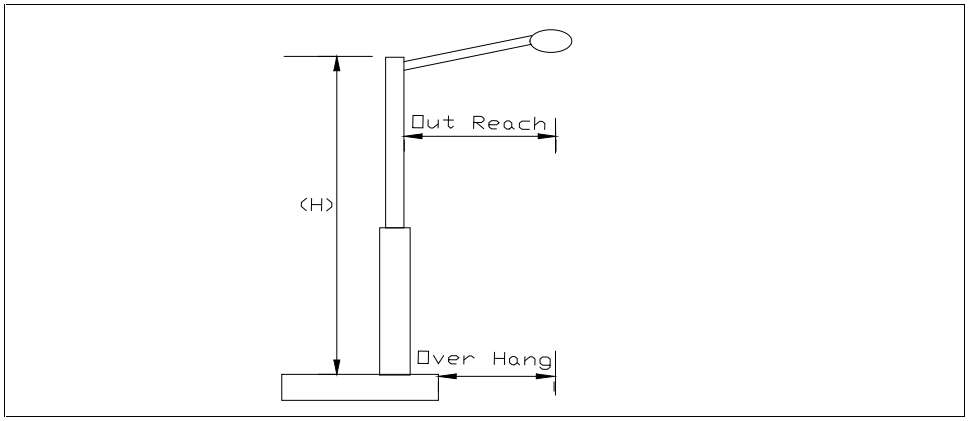
من أهم الأمور التي يجب ذكرها في الأعمدة ما يلي :

١. المسافة بين مركز المصباح ومركز العامود(Out Reach) .

٢. المسافة بين مركز المصباح وطرف الرصيف الداخلي (Over Hang).

٣. المسافة بين العامود والعامود الذي يليه (Spacing) .

٤. ارتفاع العامود عن سطح الأرض(H).



الشكل(٥-١٩) عمود إنارة

٥-٧-٥ ترتيب الأعمدة على الطريق:

هناك عدة خيارات لتثبيت أعمدة الإضاءة على الطرق:

١. ترتيب الأعمدة على جهة واحدة من الطريق:

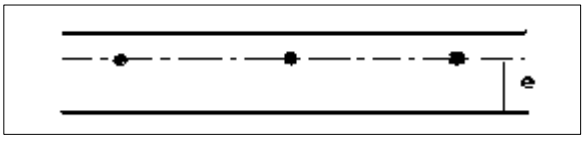
بحيث أن تتحقق المعادلة التالية:

$$h > e$$

حيث :

h:ارتفاع العمود.

e:عرض الطريق.



الشكل (٥-٢٠) ترتيب الأعمدة على جهة واحدة

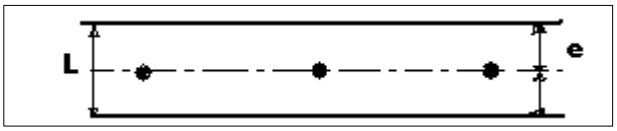
٢. ترتيب الأعمدة في الجزيرة الموجودة في وسط الطريق .

بحيث تتحقق المعادلة التالية:

$$L < 1.5*h$$

حيث :

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



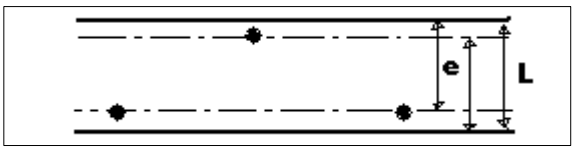
الشكل(٥-٢١) توزيع الأعمدة على الجزيرة الوسطى.

٣. ترتيب الأعمدة بشكل تعاقبي.

بحيث تتحقق المعادلة التالية:

$$h < e$$

$$L < 1.5*h$$



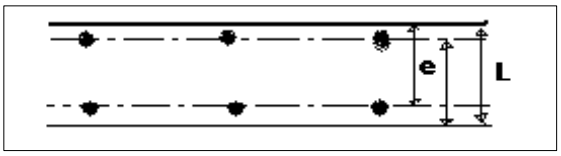
الشكل (٥-٢٢) توزيع الأعمدة بشكل تعاقبي.

٤. ترتيب الأعمدة بشكل تقابلي.

بحيث تتحقق المعادلة التالية:

$$L > 1.5*h$$

$$h > L/2$$



الشكل(٥-٢٣) توزيع الأعمدة بشكل تقابلي

وارتفاع الأعمدة الشائع استعمالها هو (7.5,10,12 متر) ،والمسافة بين مركز المصباح والرصيف هي (1.5,2,2.9متر) على التوالي.

٥-٧-٦ المسافة بين أعمدة الإنارة:

تختلف المسافة بين الأعمدة حسب ارتفاع العمود وعرض الطريق، وعادة تؤخذ من ٣ إلى ٤ أضعاف ارتفاع العمود، كما أن المسافة على التقاطعات تقل عن المسافة في الطريق الرئيسي وعادة تكون نصف المسافة المستخدمة.

الجدول (٥-٤) العلاقة بين المسافة بين الأعمدة وارتفاعها وعرض الطريق والمسافة عن حافة الطريق

GROUP	MOUNTING HEIGHT H M	EFFECTIVE WIDTH, W M										MAX OVERHANG A M
		7.62	9.14	10.69	12.19	13.72	15.24	16.76	18.29	19.81	21.34	
		Maximum spacing , S m										
A1	7.26	30.5	25.36	21.3	18.3	16.8						1.82
	9.14	36.6	36.6	30.5	27.4	24.4	21.3	19.8				2.29
	10.69	42.7	42.7	42.7	38.1	33.5	30.5	27.4	24.4	22.9		2.59
	12.19	48.8	48.8	48.8	48.8	42.7	39.6	35.1	32.0	30.5	27.4	2.90
A2	7.62	33.5	30.5	25.9	22.9	19.8						1.82
	9.14	39.6	39.6	38.1	33.5	29.0	25.9	24.4				2.29
	10.69	47.2	47.2	47.2	45.7	39.6	36.6	33.5	30.5	27.4		2.59
	12.19	53.3	53.3	53.3	53.3	51.8	47.2	42.7	39.6	36.6	33.5	2.90
A3	7.62	36.6	36.6	32.0	27.4	24.4						1.82
	9.14	44.2	44.2	44.2	39.6	35.1	32.0	29.0				2.29
	10.69	51.8	51.8	51.8	51.8	47.2	42.7	39.6	36.6	33.5		2.59
	12.19	57.9	57.9	57.9	57.9	57.9	56.4	51.8	47.2	42.7	39.6	2.90

حيث:

A1 : الإنارة للشوارع الرئيسية ذات المرور الكثيف .

A2 : الإنارة للشوارع الرئيسية ذات المرور الطبيعي والتي يمر بها عربات كبيرة.

A3 : الإنارة للشوارع ذات المرور المتوسط مثل الطرق الريفية الرئيسية.

- المواصفات التي تم اعتمادها في إيجاد المسافة بين الأعمدة:
  - ارتفاع العمود = ١٢.٩م
  - عرض الطريق : ١٦ م من بداية المشروع حتى ١ كم ثم ١٨ م حتى نهاية المشروع.
  - الطريقة المستخدمة : ترتيب الأعمدة في الجزيرة الموجودة في وسط الطريق. حيث المعادلة الخاصة بذلك تتحقق $L < 1.5*h$
- من الجدول والمعلومات السابقة تكون المسافة بين كل عمود والذي يليه كما يلي :
  - الجزء الأول =٤٢.٧م.
  - الجزء الثاني = ٣٩.٦م.

الفصل السادس

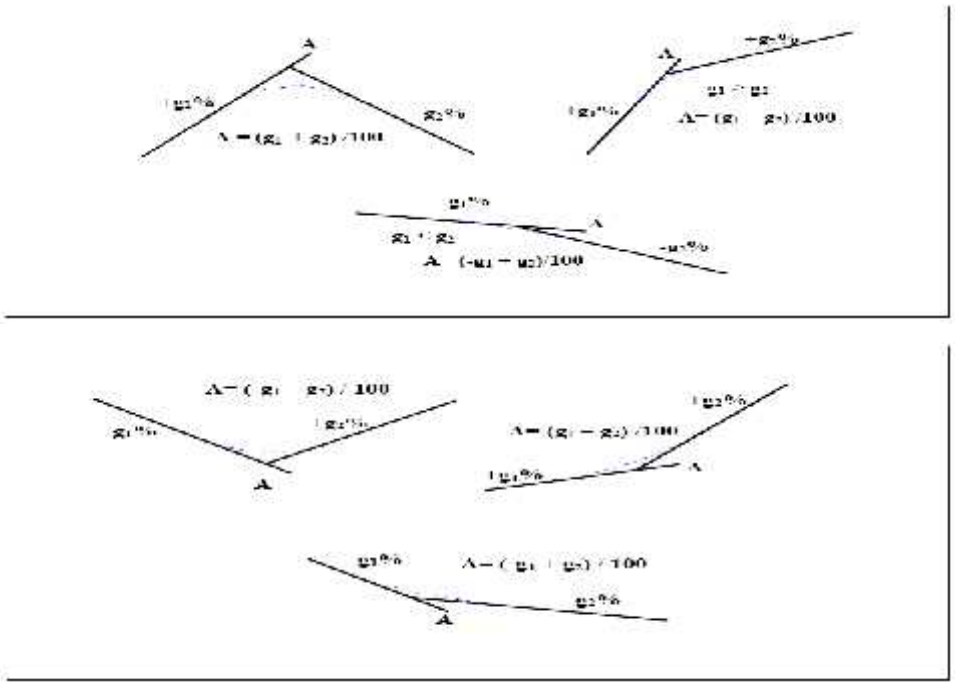
التخطيط الرأسي للطرق

٦-١مقدمة:

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

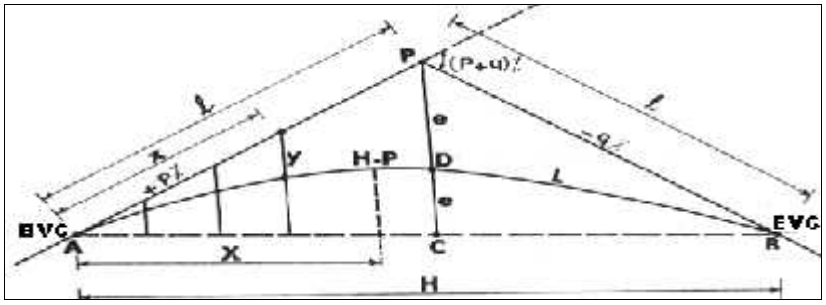
٦-٢أنواع المنحنيات الرأسية :

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 (٦-١) فرق الميل أو زاوية الميل

٦-٣عناصر المنحنى الرأسي:



الشكل (٦-٢) عناصر المنحنى الرلسي

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**.

٦-٤ الميول الرأسية العظمى:

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

١- السرعة التصميمية (Design Speed).

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

٣- طول الجزء الخاضع للميل الرأسي.

الجدول(٦-١) قيمة الميول الراسية العظمى بالاعتماد على العوامل الحاكمة

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*	-

٦-٥ طول المنحنى الرأسي:

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

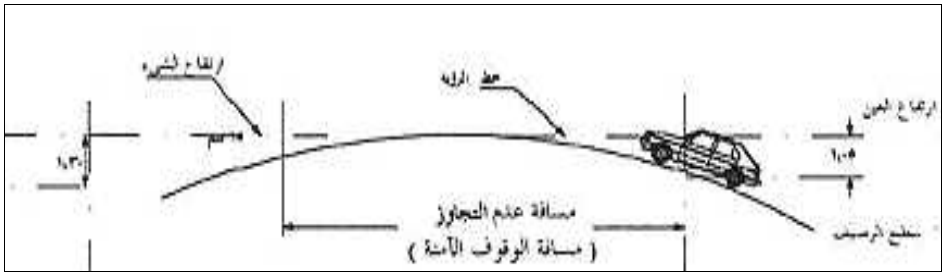
أ- مسافة الرؤية للتوقف (Sight or Vision Distance):

تعرف مسافة الرؤية التصميمية للتوقف الآمن بمقدار الحد الأدنى للمسافة الضرورية لتوقف مركبة تسير بسرعة تقترب من سرعة التصميم دون أن تصطدم بعائق يعترض خط سيرها (التوقف الآمن)، ومن الواضح أنه قبل أن يتمكن السائق من التوقف نهائيا، يكون قد صرف وقتا في تمييز العائق وإجراءات رد الفعل

وقتا آخر يعتمد على مدى تجاوب المركبة ميكانيكيا وعلى طبيعة سطح الطريق احتكاكيا. و من المفيد جدا أن تكون مسافة الرؤية للتوقف الآمن محققة عند كل نقطة من الطريق وبأطول ما يمكن ولا يجوز أن تقل بحال من **الأحول** عن القيم التالية المتناسبة مع سرعة التصميم، والجدول التالي يوضح القيم الصغرى لمسافات الرؤية الضرورية للتوقف الآمن والمتناسبة مع قيم مختارة للسرعة التصميمية.

جدول رقم(٦-٢) العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف

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



الشكل(٦-٣) مسافة الرؤية للتوقف

$$SD = 0.278V.t + \frac{V^2}{254\,f} \quad \text{.....6.1}$$

V:**سرعة العربة (كم/ساعة)**.

f: **معامل الاحتكاك**.

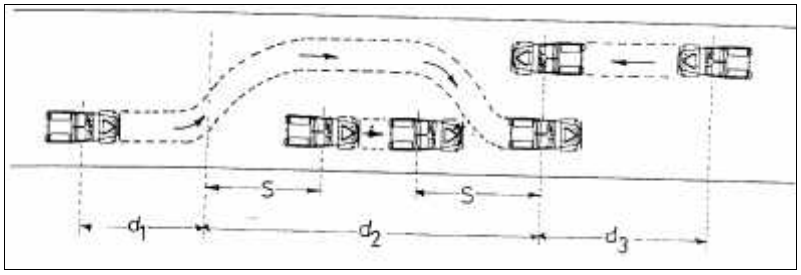
t: **زمن رد الفعل** (عادة 2.5 ثانية).

جدول (٦-٣) العلاقة بين السرعة و معامل الاحتكاك*(f)*

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

ب- مسافة الرؤية للتجاوز:

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



الشكل(٦-٤) مسافة الرؤية للتجاوز

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

$$OSD = d1 + d2 + d3 \quad \text{.....6.2}$$

$$OSD = 0.28VbT + .028VbT + 2S + 0.28V.T \quad \text{.....6.3}$$

$$T = \sqrt{\frac{14.4S}{A}} \quad \text{.....6.4}$$

$$S = 0.7Vb + 6 \quad \text{.....6.5}$$

حيث أن:

OSD: مسافة الرؤية للتجاوز.

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

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

d2 : المسافة الأفقية المقطوعة بالعربة المتخطية خلال فترة التخطية .

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

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

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

V : سرعة السيارة المتجاوزة (كم/ساعة).

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

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

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

$$Vb = (V - 16) \quad \text{.....6.6}$$

حيث V:السرعة التصميمية (كم /ساعة).

جدول(٦-٤) العلاقة بين السرعة والتسارع الأعظمي

التسارع الأعظمي		السرعة	
متر/ثانية.ثانية	كم/ساعة.ثانية	متر/ثانية	كم/ساعة
1.41	5.00	6.93	25
1.30	4.80	8.34	30
1.24	4.45	11.10	40
1.11	4	13.86	50
0.92	3.28	18	65
0.72	2.56	22.20	80
0.53	1.92	27.80	100

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

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

جدول (٦-٥) تأثير الميول على مسافة الرؤية للتجاوز

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

حسب ظروف التصميم تصبح المعادلة:

$$S.D = 0.278vt + \frac{V^2}{254(f \pm N)} \quad \text{.....6.7}$$

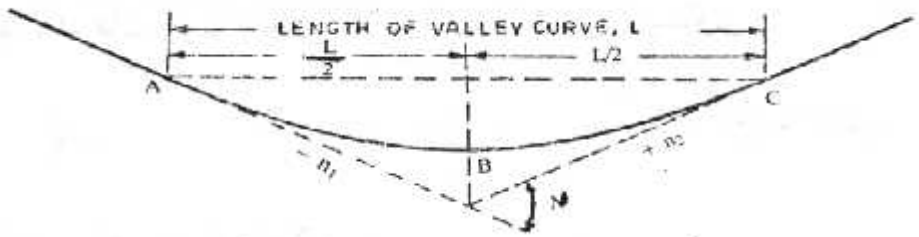
حيث:

N :هي المجموع الجبري لميل مماسي المنحنى الرأسي.

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

ج- راحة المسافرين (comfort of passenger):

حيث يتم تصميم المنحنيات الراسية (القاع) على أساس توفير راحة المسافرين، حيث يحدد الطول على أساس القوة الطاردة المركزية وتساوي ٠.٦ م/ث^2، وطول المنحنى عبارة عن منحنيين انتقال متساويين في الطول وبدون منحنى أفقي بينهما، ومن الشكل (6-٥) فان طول منحنى الاستدارة السفلي ABC والذي يساوي L حيث AB ، BC يمثل طول كل منهما منحنى انتقال .



شكل (٦-٥) منحنى رأسي قاعي

$$Ls = \frac{L}{2} \text{.....6.8}$$

$$L = 2 \times \sqrt{\frac{NV^3}{C}} \text{.....6.9}$$

حيث أن:

V: السرعة التصميميةم /ث.

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

N: زاوية انحراف المماسين.

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

$$I_{\max} = \frac{200 \times N \times V^2}{g \times L} \times 100\% \ \langle\ 17\% \text{.....6.10}$$

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

الفصل السابع

أعمال الصرف الصحي للمخلفات السائلة

٧-١ مقدمة:

المخلفات السائلة هي المياه المستعملة في مختلف الأغراض بما تحتويه نتيجة استعمالها من فضلات عالقة أو ذائبة، أما أعمال الصرف الصحي فهي التي تهدف إلى التخلص من هذه المخلفات باستخدام الطرق الصحيحة والسليمة عن طريق عمل شبكات الصرف الصحي.

ويعتبر الصرف الصحي للمخلفات السائلة من أهم العمليات اللازمة لضمان توفر بيئة صالحة وصحية للأفراد، وتتم عملية التخلص باستخدام الأسس الهندسية المناسبة، مع مراعاة مقومات الصحة العامة ومقتضيات الأمن والسلامة، وكذلك يجب مراعاة الأسس الاقتصادية.

ويتم عمل الشبكات للصرف الصحي لعدة أسباب أهمها:

- المحافظة على الصحة العامة في المدينة.
- العمل على راحة السكان والمحافظة على ممتلكاتهم.
- حماية المباني والمنشات والإطاله في عمرها الاعتباري.
- حماية المياه السطحية والمياه الجوفية من التلوث.

٧-٢مصادر المخلفات السائلة:

إن من أهم المصادر للمخلفات السائلة ما يلي:

١- المخلفات السائلة المنزلية: وتشمل المياه المستخدمة في الحمامات والمطابخ والغسيل.

٢- مياه الأمطار : وهذه تدخل لشبكات الصرف الصحي عن طريق بالوعات الشوارع.

٣- مياه غسيل الشوارع : وهذه أيضا تصرف عن طريق بالوعات الشوارع إلى شبكات الصرف الصحي.

٤- المخلفات الصناعية: وهذه تشتمل المياه المتخلفة عن المصانع بما تحمله من أوساخ.

٥- مياه الرشح: وهي المياه الجوفية والتي تدخل إلى شبكات الصرف عن طريق جسم الماسورة إذا كان مساميا.

٧-٣الخرائط التي يجب أن تتوفر لتصميم شبكات الصرف الصحي:

- الخرائط الجغرافية للمنطقة
- الخرائط الكنتورية.
- خرائط تفصيلية تبين مخارج الصرف من المباني
- خرائط تفصيلية تشمل مواقع خطوط المياه والكهرباء والهاتف
- قطاعات طولية تبين طبيعة التربة ومنسوب المياه الجوفية.

٧-٤الدراسات اللازمة لتصميم مشروعات الصرف:

عند القيام بمشروع للصرف الصحي يتعين دراسة عدة أمور وهي على النحو التالي:

١- عدد السكان الذين يخدمهم المشروع.

٢- دراسات معدل استهلاك المياه: إن المصدر الرئيسي للمخلفات السائلة هو المياه الناتجة عن استخدامات **السكان**، إلا أن كمية المياه التي تخرج من استخدامات السكان لا تكون نفسه التي تدخل في شبكات الصرف حيث انه يوجد ضياع لهذه المياه. وكذلك يجب ملاحظة أن معدل استخدام الشخص للمياه يختلف من وقت إلى آخر خلال اليوم الواحد أو خلال الأسبوع.

٣- كمية مياه الرشح: وهي المياه الجوفية التي تدخل إلى شبكات الصرف الصحي وتعتمد على ما يلي:

أ- **الطول الكلي لشبكة الصرف** : حيث انه إذا زاد الطول زادت كمية المياه الراشحة.

ب- أقطار مواسير شبكات الصرف: كلما زاد القطر زادت كمية الرشح.

ج- نوع المادة التي تصنع منها المواسير ودرجة نفاذية المياه إلى جدرانها.

د- مسامية التربة ودرجة نفاذية المياه.

ه- موضع المواسير بالنسبة لمنسوب المياه الجوفية.

٤- كمية مياه الأمطار : حتى يتم الحصول على كمية الأمطار الصحيحة يجب دراسة الأمور التالية:

أ- معدل سقوط الأمطار

ويقاس معدل سقوط الأمطار عن طريق أجهزة بسيطة حيث يتم تجميع المياه الساقطة على سطح الجهاز وبمعرفة مساحة هذا السطح والزمن الذي تساقطت فيه الأمطار يمكن حساب معدل سقوطها وفق المعادلة التالية:

$$R = \frac{Q}{AT} \text{.....7.1}$$

حيث أن:

R : معدل سقوط الأمطار (سم/ساعة).

Q: كمية الأمطار المجمعة في الجهاز (سم^3).

T : زمن تساقط الأمطار (ساعة).

A : المساحة التي تستقبل الأمطار (سم^2).

ب- الزمن الذي تستمره العواصف المطرة

ويتم تحديد الوقت اللازم لتركيز الأمطار وهو الزمن اللازم لوصول مياه المطر من ابعد مكان في المساحة المخدومة إلى البالوعة التي تخدم هذه المساحة، ويتراوح هذا الزمن في أول خط الصرف من خمسة إلى عشرين دقيقة ، ثم يأخذ بالزيادة كلما طال خط الصرف.

ج- معامل الفائض:

أي النسبة بين كمية مياه الأمطار التي تدخل في مواسير الصرف الصحي وكمية الأمطار التي سقطت فعلا، كما تعطي المعادلة التالية كمية المياه التي تصل إلى شبكة الصرف الصحي نتيجة سقوط الأمطار على المساحة المخدومة:

$$Q = C.I.A.R \quad \text{.....7.2}$$

حيث أن:

Q: كمية المياه التي تصل إلى شبكة الصرف.

A : مساحة المنطقة التي تخدمها شبكة الصرف.

I : معامل فائض مياه الأمطار.

R: معدل أو كثافة الأمطار بسم/ وحدة الزمن.

C: معامل يتوقف على الوحدات المتبعة في القياس.

الجدول(٧ـ ١) معدل فائض مياه المطر على سطح الأرض

نوع التربة	المعامل
الأسطح والشوارع المرصوفة جيدا	٩٠% - %٨٥
الشوارع المرصوفة بالأحجار والمونه	%٨٥ - %٧٥
الشوارع المرصوفة بالأحجار دون مونه	%٧٥ - %٥٠
التربة العادية والشوارع غير المرصوفة	%٢٠ - %١٠

د- احتمالات تكرار سقوط الأمطار:

إن معدل تساقط الأمطار والزمن الذي تستمره العاصفة وكذلك عدد مرات تكرار العاصفة يختلف على مر الزمن، لذلك وللوصول إلى أحسن النتائج يتم توضيح العلاقة ما بين تركيز معدل سقوط المطر وفترة استمراره ويتم استخدام العلاقة الرياضية التالية في ذلك:

$$R = \frac{A}{t + B} \quad \text{.....7.3}$$

حيث أن:

t : الزمن المطلوب تحديد كثافة الأمطار عنده.

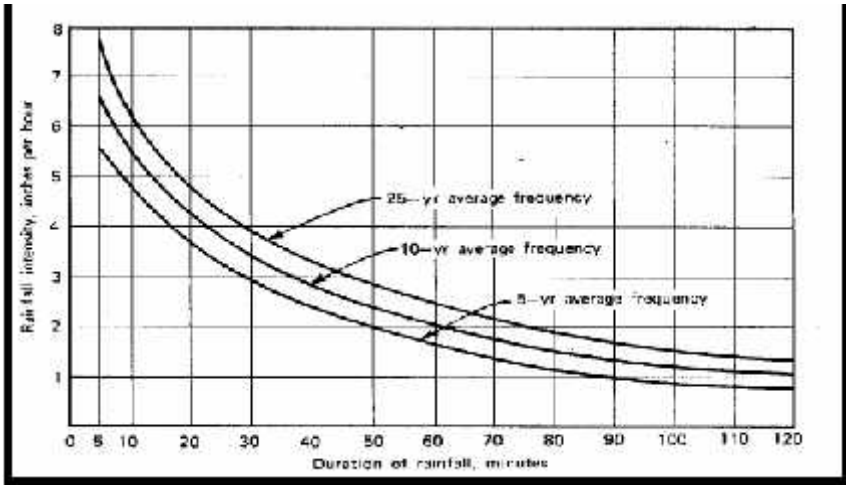
R: كثافة الأمطار لعاصفة ما بعد فترة t دقيقة من بدئها.

A, B: أعداد ثابتة يتم الحصول عليها من منحنيات الأمطار.

للحصول على قيمة A ، B لكل منحنى نكتب المعادلة السابقة على هيئة:

$$\frac{1}{R} = t\frac{1}{A} + \frac{B}{A} \; or \; \frac{1}{R} = \frac{t + B}{A} \quad \text{.....7.4}$$

بتوقيع قيمة $\frac{1}{R}$ ، قيمة t المقابلة لها نحصل على خط مستقيم ، وميل الخط المستقيم هذا مع المحور الأفقي يعطي قيمة $\frac{1}{A}$ كما أن تقاطع الخط المستقيم مع المحور الرأسي يعطي قيمة $\frac{B}{A}$ إذ أن هذه المعادلة هي على هيئة $y = mx + n$ حيث m هي ميل الخط المستقيم و n هي الاحداثي الراسي لتقاطع الخط المستقيم مع المحور الرلسي.



الشكل (٧-١) منحنيات الحصول على العواصف

٧-٥شبكات الصرف الصحي:

تنقل المياه العادمه من المنازل والمصانع وغيرها بواسطة شبكة مجاري، إلى أماكن معينة حيث يتم التخلص منها مباشرة أو بعد تنقيتها في مراكز المعالجة الخاصة، وكذلك تصريف مياه الأمطار الهاطله على المدينة بالإضافة إلى مياه المجاري.

وتتباين نسبة الاستهلاك المنزلي إلى مياه الأمطار مما يجعل اتخاذ القرار على صرف المياه العادمه من النوعين بحاجة إلى دراسة كل حالة على حدة، وفيما يلي الاعتبارات التي يبنى عليها اختيار النظام المناسب للصرف:

٧-٥-١ طريقة الصرف المشترك: (Combined System)

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

أ- إذا كانت مياه المجاري شديدة التركيز، فتقوم مياه الأمطار بتنظيف المجاري.

ب- إذا كانت المنطقة عالية الحرارة، فتقوم مياه الأمطار بتخفيف عملية تحلل مياه المجاري.

ج- إذا كانت كميات الأمطار السنوية قليلة مما يجعل إنشاء مصارف خاصة بها أمرا غير اقتصادي.

د- إذا كانت طبيعة المنطقة منبسطة مما يتطلب تأمين انحدارات كافية إذا صرفت مياه المجاري فقط.

٧-٥-٢ طريقة الصرف المنفصل: (Separate System)

حيث يتم تصريف مياه المجاري ومياه الأمطار كلا في نظام منفصل، ويفضل استعماله في الظروف التالية:

أ- إذا كان هناك نظام موجود سابقا فينشأ نظام خاص بالغرض الجديد.

ب- إذا كان هطول الأمطار شديدا أو كثير التكرار مما يفضل معه إنشاء نظام مجاري خاص به بانحدارات أقل لقلة وجود الرواسب.

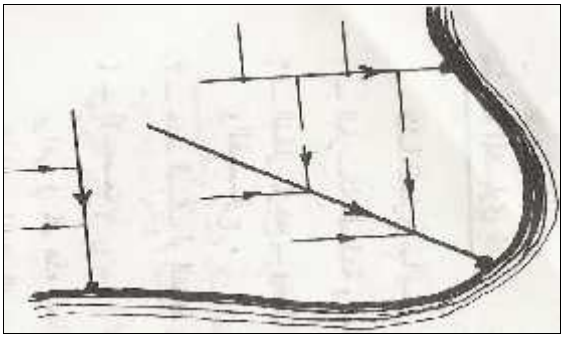
ج- إذا كانت المدينة مجاورة لمجسم مائي، حيث تصرف مياه الأمطار إليه من كل قطاع على حده.

د- إذا كانت مياه المجاري ضعيفة التركيز ولا تحتاج إلى خلطها بمياه الأمطار للتخفيف الزائد من التركيز حيث يحافظ على أحواض تقنية أصغر حجما.

٧-٦شبكات المجاري العامة:

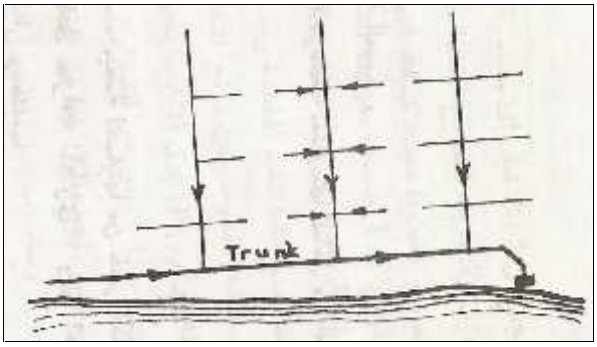
يتم تجميع مياه المجاري في الشوارع الفرعية، وتجمع في المجاري الرئيسية (Trunks) ثم إلى مراكز التنقية أو إلى البحيرات الكبرى، ونبين فيما يلي بعض أنظمة الشبكات المستعملة:

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



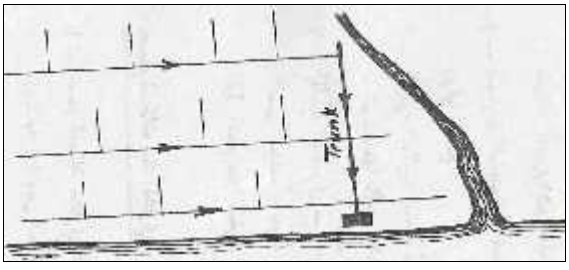
الشكل(٧-٢) النظام العمودي

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



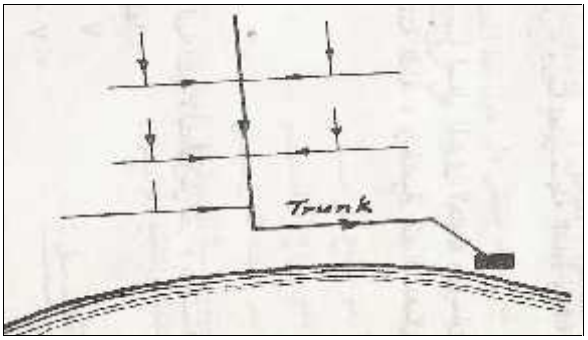
الشكل(٧-٣) النظام المعترض

٣. **النظام القطاعي**: وفي هذه الحالة تقسم المدينة إلى مناطق متوازية حسب وضعها الجغرافي.



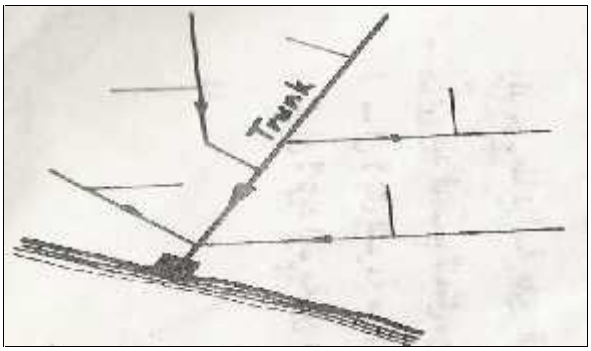
الشكل(٧-٤) النظام القطاعي

٤. **النظام المروحي**: وهو شكل شائع، حيث يتم تجميع الخطوط الفرعية على خط وسطي مركزي.



الشكل(٧-٥) النظام المروحي

٥. **النظام ألشعاعي**: **وتقسم** المدينة إلى قطاعات وقد تستخدم وسائل تنقية متباينة لكل قطاع.



الشكل(٧-٦) النظام الشعاعي

٧-٧متطلبات صرف المياه من الطريق:

١- تصريف الماء عن سطح الطريق وذلك بعمل ميلان في سطح الطريق (Cross Slope) **و تكون نسبة** الميلان عادة 2% وتزداد كلما كان السطح خشنا، أما ميلان سطح الطريق عند المنعطفات (التعلية – Super Elevation)، فيكون باتجاه واحد.

٢- قطع الطريق أمام المياه السطحية المتجهة من الأراضي المحيطة إلى حرم الطريق.

٣- تصميم وإنشاء الخنادق الجانبية الواسعة ذات الانحدار الكافي لتصريف المياه.

٤- منع المياه المتساقطة على سطح الطريق من النفاذ إلى داخل جسم الطريق، وذلك بجعل سطح الطريق غير مسامي لا تنفذ من خلاله المياه مع إغلاق الشقوق التي تظهر في السطح بأسرع ما يمكن.

٥- يجب أن يكون قطاع المصارف الجانبية المكشوفة ذات سعة وانحدار طولي مناسبين لصرف المياه المتجمعة.

٦- يجب أن لا تتسبب المياه السطحية المارة على سطح الطريق وعلى الميول الجانبية في تكوين حفر عرضية أو نحر بالتربة.
٧- يجب أن لا يزيد منسوب المياه الأرضية عن حد معين بالنسبة لأهبط نقطة لقطاع الرصف و المسافة الرأسية بين المنسوبين يجب أن لا تقل عن 1.2 متر .
٨- منع وصول المياه للطريق من التلال و المساحات القريبة من المنطقة، وذلك بعمل أفنية طولية موازية للطريق تتجمع فيها المياه وتنقلها بعيدا عن الطريق.
٩- بناء الاطاريف و البالوعات اللازمة في جمع وتصريف المياه.

٧-٨ أنواع صرف المياه:

٧-٨-١ الصرف السطحي:

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

❖ **تجميع المياه السطحية:**

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

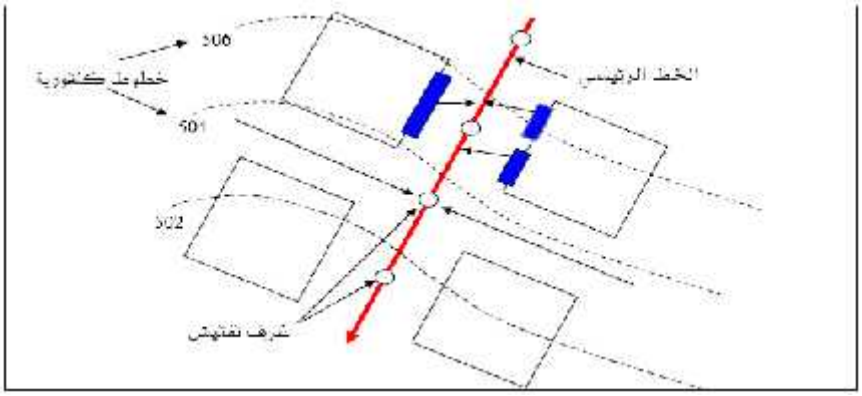
وفي الطرق الخلوية فتسيل المياه عرضيا من على الرصف إلى الأكتاف قبل وصولها إلى المصارف الطولية. ولذلك يجب أن تميل هذه الأكتاف عرضيا بميل مناسب لسرعة التخلص من المياه، ومنع تجميعها على الأكتاف، وتعمل المصارف الطولية مكشوفة وعلى شكل شبه منحرف, في حالة الطرق في المناطق الحضرية (داخل المدن) فإنه نتيجة لوجود أرصفة للمشاة ووجود جزر فاصلة ووجود تقاطعات كثيرة وعروض محدودة للشوارع فإنه يتعذر عمل مصارف مكشوفة والبديل هو مصارف تحت الأرض لصرف المياه السطحية.

٧-٨-٢ الصرف المغطى:

يعزى التغير في كمية الرطوبة بالتربة على تذبذب سطح المياه الأرضية وتسرب المياه الأرضية وتسرب مياه الأمطار وحركة المياه الأرضية بالخاصية الشعرية أو التبخر، وفي حالة استخدام الصرف المغطى فإن التغير في نسبة الرطوبة بالتربة يبقى في حدود ضيقة جدا، ومع ذلك يتم صرف المياه الأرضية المتحركة تحت نطاق الجاذبية الأرضية فقط باستخدام المصارف المغطاة.

٧-٩التخطيط الأولي للشبكة:

بناءا على الدراسات الأولية فانه يمكن تصور انسب تخطيط للشبكة بحيث يكون مسار الخطوط خاليا من العوائق، ويتم رسم خطوط الشبكة على طول الشوارع وتوضح باسهم تبين اتجاه التدفق والتي تكون عادة باتجاه ميول الأرض، ويجب أن يبين التخطيط كل التفصيل الخاصة بالخطوط الرئيسية للشبكة وكافة المواسير المجاورة على الطريق.



الشكل (٧-٧) خريطة كنتورية تبين تخطيط الشبكة

٧-١٠ مشآت المجاري:

٧-١٠-١ أنابيب المجاري: وهي على النحو التالي:

أ- الخرسانة المسلحة والعادية بأنابيب مسبقة الصنع.

ب- الفخار المزجج: وتمتاز هذه المواسير عن الخرسانة بمقاومتها للتآكل من الداخل والخارج.

ج- حديد السكب أو الفولاذ.

د- الاسبست، ويراعى في كل هذه الحالات أن تكون الأنابيب مبطنة لحمايتها من خطر التآكل بالملاح و المواد الحمضية الناتجة من تفاعل غازات المجاري.

ه- العبارة الصندوقية المستطيلة: وعيبها أن الترسبات تحصل فيها وبخاصة في زوايا المقطع.

و- العبارة الدائرية المقطع أو شكل نعل الفرس: وربما تعتبر سهلة التنفيذ وغالبا ما يتم تبطينها بالآجر المقاوم للأحماض.

ز- المقطع البيضاوي: بحيث يكون رأس البيضة أسفل المجرى لاحتواء جريان الفضلات الجافة، حيث تكون الكمية المتدفقة قليلة، وبخاصة عند استعمال نظام التصريف المشترك.

٧-١٠-٢ المناهل:

تعد المناهل من أهم ملحقات شبكات الصرف الصحي حيث يتم إنشاؤها حسب مواصفات محددة تسمح بأعمال النظافة و الصيانة ، تصنع من الخرسانة المسلحة أو الخرسانة العادية أو الطوب ،و تأخذ المناهل الشكل الدائري أو المربع و يكون غطائها على مستوى منسوب الشارع،و يغطى بحديد و يكون ثقيلا حتى يتحمل حركة المرور عليه.

أما قاع المنهل فيأخذ شكل القناة و عمقها يتناسب مع قطر الأنبوب و منسوبها يتناسب مع منسوب قاع الأنبوب ، و توضع المناهل على امتداد أنابيب الشبكة في الحالات التالية:

- تغير اتجاه الأنبوب.
- تغير ميل الأنبوب.
- تغير مفاجئ في المنسوب.
- تغير قطر الأنبوب.
- وجود المسافات المستقيمة الطويلة.
- مكان تقاطع الأنابيب.

٧-١١ تصميم شبكات مياه المجاري:

٧-١١-١ تصميم شبكات مجاري المياه العادمه:

تصمم على أنها أقنية ذات جريان حر (بواسطة الجاذبية) ومن العلاقات المستخدمة في الحساب ما يلي:

أ- علاقة شيزي:(Chezy)

$$V = C\sqrt{RS} \quad \text{.....7.5}$$

ب- علاقة ماينغ: (Manning)

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad \text{.....7.6}$$

ج- علاقة سانتو:(Santo Crimp)

$$V = 83R^{\frac{2}{3}}S^{\frac{1}{2}} \text{.....7.7}$$

د- علاقة هازن: (William-Hazen)

$$V = 1.318CR^{0.63}S^{0.45} \text{.....7.8}$$

حيث أن:

V: سرعة الجريان

C: معامل الاحتكاك

R: نصف قطر الماسورة

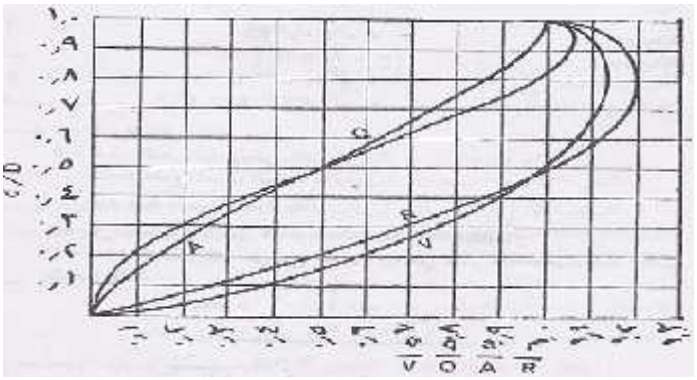
S: الانحدار

n: ثابت يتوقف على مادة تصنيع الماسورة، حيث أن هذا الثابت له القيم التالية:

٠.٠١-٠.٠٠٨	للخشب الممسوح جيدا.
٠.٠١٢-٠.٠١	للمواسير المبطنة بالاسمنت.
٠.٠١٤-٠.٠١٢	للخشب غير الممسوح.
٠.٠١٣-٠.٠١	للمواسير الخرسانية.
٠.٠١٥-٠.٠١٢	لمواسير الفخار المزجج.
٠.٠١٧-٠.٠١٥	للمواسير المبنية بالطوب أو الدبش.

والشكل التالي يستعمل لحساب السرعة عند التصرفات المختلفة التي توجد في الماسورة و بين كل من المساحة النسبية و السرعة النسبية و التصرف النسبي للمواسير المستديرة عند وجود الماء على أعماق مختلفة في ماسورة الصرف.

أي يبين العلاقة بين $\frac{v}{V}$ ، $\frac{d}{D}$ و كذلك العلاقة بين $\frac{d}{D}$ ، $\frac{d}{Q}$



الشكل(٧-٨) العلاقة بين السرعة و المساحة النسبية و التصرف النسبي

حيث أن: a= المساحة عند مرور الماء بعمق قدره d.

A = المساحة الكلية للماسورة.

v = السرعة عند مرور الماء بعمق قدره d.

V = السرعة عند امتلاء القطاع.

d = عمق الماء.

D = قطر القطاع.

q = التصرف عند مرور الماء لعمق قدره d.

Q = التصرف عند امتلاء القطاع.

r = نصف القطر الهيدروليكي عند مرور الماء بعمق قدره d.

R = نصف القطر الهيدروليكي عند امتلاء القطاع.

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

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

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

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

٣. يدرس التصميم للمقاطع الممتلئة جزئيا كما ورد في النقطة الثانية.

٤. لتصميم الخطوط نعتمد كميات التصريف التالية:

للفروع = ٤ أضعاف متوسط التصريف الساعي.

للخط الرئيسي = ٢.٥ ضعف من متوسط التصريف الساعي.

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

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

٧-١٢ القطاع الجانبي:

هو المقطع الذي يوضح معالم الحفر لكل خط تصريف بحيث يرسم بمقياس رسم أفقي يتراوح من ١:٥٠٠ إلى ١:١٠٠٠ و مقياس رسم راسي يكون عادة عشرة أضعاف مقياس الرسم الأفقي و يوضح هذا القطاع المعلومات التالية:

- منسوب سطح الأرض.
- منسوب قاع المنهل.
- عمق الحفر.
- أقطار و أطوال و ميول الأنابيب و مستوى قاع كل منهل.
- مواقع المناهل و أعماقها و أرقامها.

٧-١٣ معلومات عامة عن التصميم:

١- استخدام مواسير ذات أقطار تساوي ٢٠٠ ملم كحد أدنى.
٢- حساب معدلات التدفق للمخلفات السائلة للشارع.
٣- تحديد سرعة التدفق وميول الخطوط.
٤- اختيار نوع وحجم المواسير.
٥- اختيار الملحقات اللازمة للشبكة.

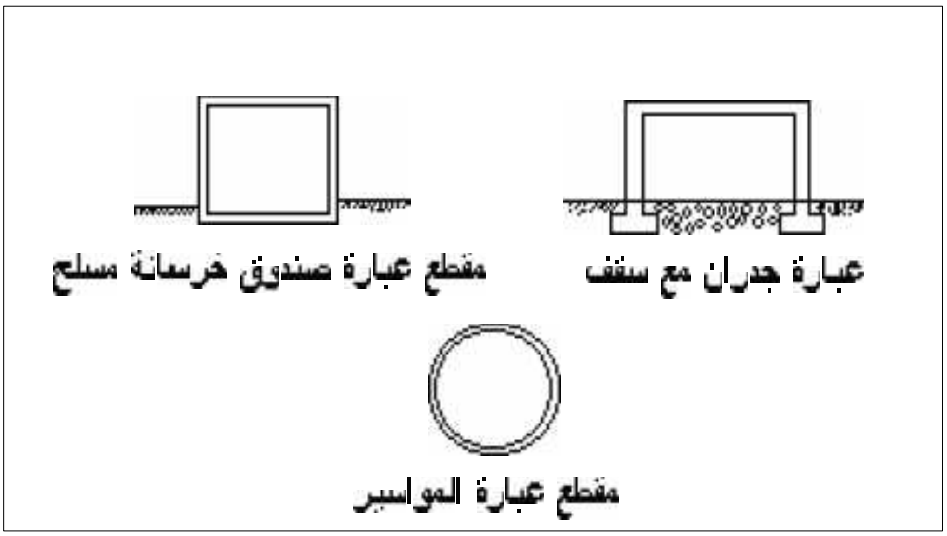
- **ملاحظة:** يوجد ملحق يوضح الجداول التصميمية وبيانات المناهل والمواسير.

٧-١٤ العبارات:

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

١- من الممكن صب المواسير في مكان مناسب تتوفر فيه المواد والظروف الجيدة للعمل مثل التحكم في درجة الحرارة وتقلبات الطقس، ومن هذا المكان يتم نقل المواسير إلى موقع تركيبها، أما في حالة الصندوق فإنه لا بد من نقل المواد إلى الموقع (موقع تراكيبها) والعمل هناك، فقد يتعطل العمل نتيجة الأمطار أو ظروف أخرى، في حين لن يتعطل العمل في حالة عبارات المواسير الخرسانية.
٢- إذا كان ارتفاع الردم في الطريق قليلا فإنه يصعب بناء عبارة الصناديق ويصبح من الأنسب وضع عبارة المواسير الخرسانية.
٣- قد تكون الفتحة المطلوبة صغيره جدا لا تحتاج لأكثر من عبارة المواسير.
٤- من المكن وضع عبارة المواسير بشكل مؤقت وتغيير مكانها ونقلها والاستفادة منها في مواقع أخرى.

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



الشكل (٧-٩) مقطع لأنواع العبارات

٧-١٤-١ بناء العبارة:

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

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

يجب أن تكون العبارة قوية تتحمل ثقل السيارات والردم الذي فوقها، وهنا يجب العلم أنه كلما انخفض مستوى ظهر العبارة عن سطح الطريق، توزع ضغط السيارة على مساحة أوسع، وتمكنت العبارة من تحمل المزيد من الثقل عليها، لهذا السبب يجب أن يكون مستوى ظهر عبارة المواسير تحت مستوى سطح الطريق بما

لا يقل عن (0.70-0.75m)، بعكس عبارة الصناديق التي تستطيع أن تتحمل أثقال السيارات مباشرة خاصة إذا لم يتواجد فوقها الطمم الترابي.

يمكننا تحديد طول العبارة وبدايتها ونهايتها من المقاطع العرضية، حيث لا بد مكن وجود مقطع عرضي عند كل عبارة، حيث أيضا يمكن تحديد انحدار العبارة من مقطعها العرضي، وبالنسبة للطريق الذي نعمل على تصميمه، رأينا من المناسب أن يتم وضع عبارة على طول الطريق، وتم هذا الاختيار بناءا على الميول الرأسية للطريق، حتى يكون تصريف المياه السطحية بصوره سليمة وفعالة، حيث يتم تصريف هذه المياه من خلال العبارة إلى الوادي المجاور للطريق، حيث يمكن الاستفادة من هذه المياه من الناحية الزراعية وري المزروعات والأرض هناك.

٧-١٤-٢ تهيئة أرض العبارة:

يجب عمل انحدار مناسب في أرضية بحيث لا يقل عن (1%)، وذلك لضمان تصريف الماء وعدم ترسب المواد بداخلها، ويمكن زيادة هذا الميل إلى (2%-3%)، إذا كانت الأرض بطبيعتها منحدرة، أما إذا زادت حدة الانحدار لدرجة زيادة سرعة التدفق، فإنه لا بد من تخفيض هذا الانحدار وذلك بحفر الجزء العلوي من الأرض ورم الجزء السفلي، بحيث يرتفع مخرج العبارة، ويجب عمل أرضية من مدة خرسانية مسلحة أو عادية على شكل درج حتى نضمن انسياب الماء بشكل تدريجي، وحتى لا تحدث إنجرافات إذاسقط الماء من سطح عل.

٧-١٤-٣أجنحة العبارة:

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

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

الفصل الثامن

الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة

٨-١ تجربة بروكتور المعدلة:

٨-١-١ مقدمة:

إن كثافة التربة تعتبر دليلا لأغلب صفاتها . ومن أجل تحسين خصائص التربة يجب زيادة كثافتها وتثبيتها بعملية الرص بالات الرص المختلفة، ونسبة الماء الموجودة في التربة أثناء رصها لها تأثير كبير على الكثافة المطلوبة حيث وجد انه بزيادة نسبة الماء في التربة الجافة تدريجيا ورصها فإن الكثافة تزداد تدريجيا حتى تصل إلى نقطة تبدأ بعدها الكثافة بالنقصان عند زيادة كمية الماء. وتسمى بالكثافة العظمى (Maximum-density) ، ونسبة الماء التي تعطي أعلى كثافة (الكثافة العظمى) سميت بنسبة الماء المثالية عند الرص (Optimum moisture content).

٨-١-٢ الهدف من التجربة :

إيجاد الكثافة الجافة العظمى ونسبة الماء المثالية التي تعطي هذه الكثافة أثناء عمليه الرص.

٨-١-٣ الأدوات المستخدمة:

١- قالب بروكتور القياسي والمعدل مع الغطاء المتحرك.
٢- مطرقة بروكتور القياسية(5 باوند) والمعدلة(10 باوند).
٣- وعاء لخلط التراب مع قارورة ماء(صورة3-5) مع مسطرين وأداه غير حادة (spatula).
٤- منخل رقم ¾" و 4".
٥- جفنات صغيرة وفرن للتجفيف.
٦- ميزان (سعة 40كغم، دقة 2غم)، ميزان حساس (سعة 1200غم، دقة 0.01غم).

٨-١-٤ طريقة العمل:

١- يسجل رقم الجفنات مع وزنها فارغة .

٢- يزن قالب بروكتور مع قاعدته فارغا ويسجل وزنه .

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

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

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

٦- 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 ٢٤ساعة لتزن الجفنتين مع العينة المجففة في اليوم التالي .

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

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

٨-١-٥ النظرية:

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

٨-١-٦ الحسابات:

- وزن القالب المستخدم فارغ = ٧٧٤٦غم
- قطر القالب = ١٥.٢سم
- ارتفاع القالب = ١١.٥٨سم
- حجم القالب = Π × (نصف قطر القالب)^{٢} × ارتفاع القالب.....٨.١

= ٢١٠١.٢٨سم^{٣}

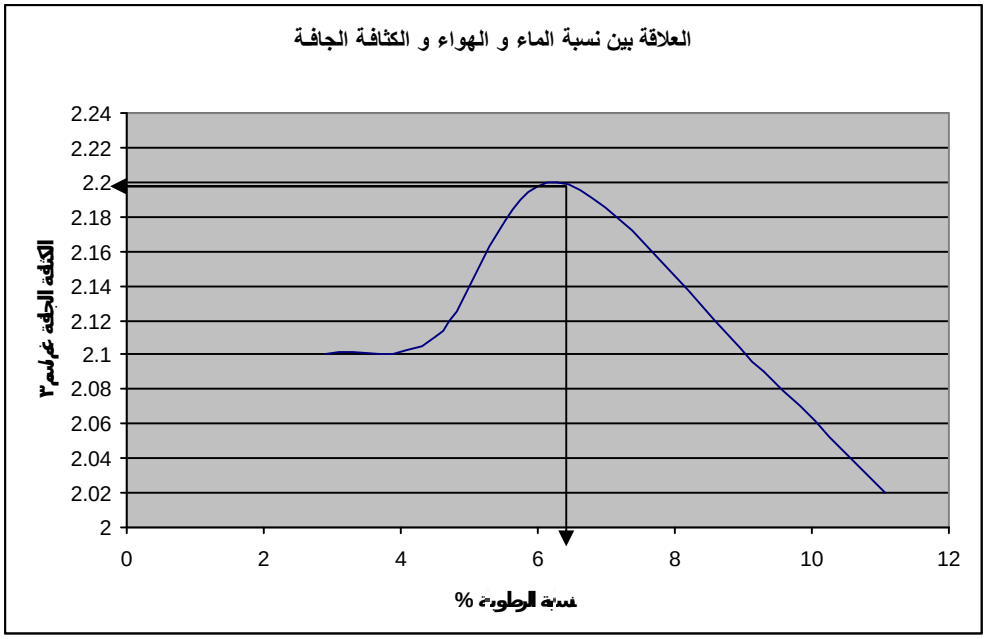
- وزن التربة الرطبة والقالب = ١٢٢٩٤ غم
- وزن التربة الرطبة = ٤٥٤٨ غم
- الكثافة الرطبة = ٢.١٦٤ غم/سم^{٣}

الجدول (٨-١) قيم الكثافة الرطبة للعينات

وزن العينة + القالب (غم)	وزن العينة (غم)	الحجم (غم)	الكثافة الرطبة (غم/سم^{٣})
12294	4548	2101.28	2.164
12392	4646	2101.28	2.211
12662	4916	2101.28	2.339
12546	4800	2101.28	2.284
12480	4734	2101.28	2.252

الجدول (٨-٢) قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة للعينات

رقم العينة	رقم الجفنة	وزن الجفنة فارغة (غم)	وزن الجفنة +التربة الرطبة (غم)	وزن الجفنة +التربة الجافة (غم)	وزن الماء (غم)	الكثافة الرطبة (غم/سم^{٣})	وزن التربة الجافة (غم)	نسبة الرطوبة	الكثافة الجافة (غم/سم٣)
1	B-5	31.23	235.37	229.59	5.78	2.164	198.36	2.91	2.1
2	B-6	31.65	287.9	276.85	11.05	2.211	245.2	4.5	2.11
3	A-6	31.2	280.82	266.06	14.76	2.339	234.86	6.28	2.2
4	D-13	31.78	268.88	248.72	20.16	2.284	216.94	9.29	2.09
5	E-13	30.77	329.43	299.65	29.78	2.252	268.88	11.07	2.02



الشكل (٨-١) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة

- من الشكل السابق يظهر أن:

نسبة الماء المثالية = ٦.٢٨ %

الكثافة الجافة العظمى = ٢.٢ غ/سم^{٣}

٨-٢تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا:(California Bearing Ratio Test) (CBR)

٨-٢-١ مقدمة:

تقاس CBR بمعرفة العلاقة بين قوة التحمل ومقدار الغرز لمكبس إسطواني مساحة مقطعة 1963ملم٢ عندما تسلط علية قوة بمعدل منتظم.لأي مقدار في الغرز تعرف CBR بأنها العلاقة بين القوة التي أحدثت هذا الغرز والقوة القياسية اللازمة لإحداث هذا الغرز في عينة كاليفورنيا القياسية، وبغض النظر عن مساحة مقطع المكبس فان التجربة تصلح للمواد التي لا يزيد حجم حبيباتها عن 20ملم.

٨-٢-٢ الهدف من التجربة:

إيجاد نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) لطبقات الرصفة .

٨-٢-٣ الأدوات المستخدمة:

١- منخل رقم 20 ملم (3/4") .

٢- قالب معدني اسطواني قطره الداخلي 152 ملم وارتفاعه الداخلي 178 ملم مع قاعدة وصفيحة علوية وحلقة إضافية ارتفاعها 50 ملم توضع في حالة تعبئة القالب أثناء الرص.

٣- مكبس اسطواني معدني نهايته السفلية من المعدن الصلب بمساحة 1963ملم٢وطول 250ملم.

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

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

٦- أداة لقياس حركة أعلى العينة عند الغمر بالماء.

٧- ميزان يزن لغاية 25 كغم.

٨- جهاز إخراج العينات.

٩- حوض ماء، سكين بدون حافة، ورق ترشيح.

٨-٢-٤ طريقة العمل:

١- تنخل كتلة من العينة على منخل رقم ¾" . المحجوز على المنخل يتم استبداله بنفس الكمية مارة من منخل رقم ¾" ومحجوزة على منخل رقم 4".

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

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

٣- يجهز القالب الأسطواني الأول (قالب بروكتور المعدل) مع قاعدته ، تثبت الحلقة وتوضع ورقة ترشيح في قاع القالب ، توزن كتلة من العينة وتقسم إلى خمسة أقسام متساوية بالوزن . يرص كل قسم بداخل القالب مع وجود الحلقة 10 ضربات بواسطة مطرقة بروكتور المعدلة (وزن 4.5كغم وارتفاع هبوطها 45.8سم) ، وتوزع الضربات على سطح الطبقة بشكل منتظم بحيث تكون الطبقة الأخيرة ملامسة للسطح ومرتفعة قليلا عنة ، تزال الحلقة ويسوى سطح العينة مع وجه القالب باستعمال سكين غير حادة.

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

القالب الثاني: 25ضربة لكل طبقة.

القالب الثالث: ٦٥ ضربة لكل طبقة.

٥- يوضع القالب الأول في جهاز الغرز محتويا على العينة مع وجود القاعدة وسطح العينة إلى الأعلى ، وعن طريق غرز المكبس بمعدل 1 ملم/دقيقة يتم تسجيل الحمل عند غرز مقداره (13،12،11،10،9،8،7،6،5،4،3،2،1) ملم ، وأثناء الغرز يجب وضع قرص دائري فوق المادة الجاري تجربتها وثقل هذا القرص يعادل سمك الرصف المنتظر فوق هذه المادة قي الطبيعة

٨-٢-٥ الحسابات :

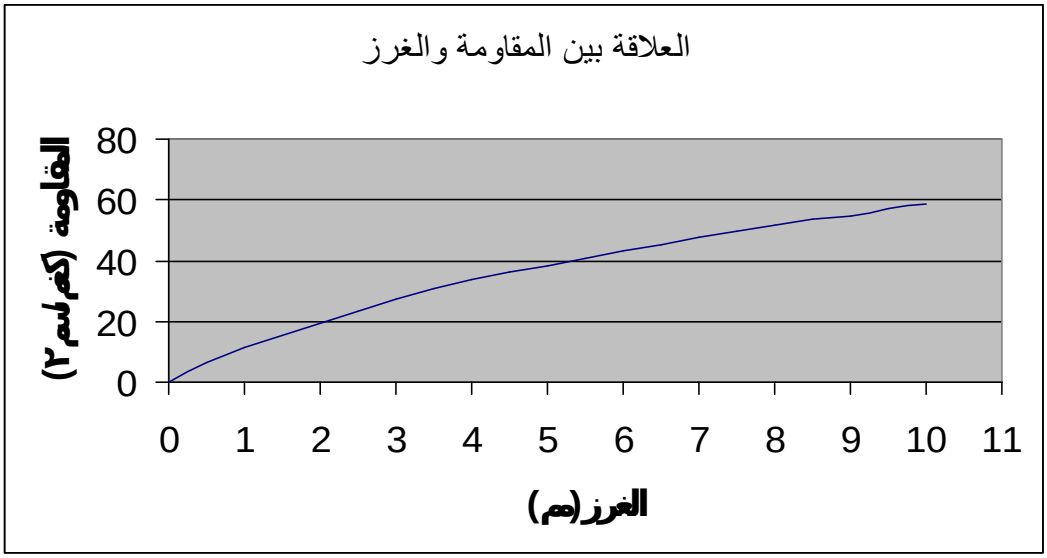
يرسم منحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة، ومنه يتم الحصول على الحمل المسبب لاختراق 2.5 ملم في العينة عند التجربة و يكون عادة المنحنى المرسوم في العلاقة بين مقدار الغرز وقيمة الحمل المناظر لذلك الغرز متحدباً من الأعلى، في بعض الحالات قد يكون في بداية التجربة مقعراً إلى الأعلى ثم ينعكس وبهذه الحالة يجب عمل تصحيح للمنحنى حيث يرسم مماس في نقطة أعلى ميل ويستمر حتى يقطع المحور الأفقي (محور الغرز) ثم يزاح المنحنى إلى اليسار حتى تلتقي نقطة التقاطع هذه مع نقطة الأصل وهذا يعطي المنحني الذي يمكن اخذ قيمة ل CBRمنه.

نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)=(الحمل المسبب لاختراق ٠.١" للعينة عند التجربة /الحمل المسبب لنفس الاختراق لعينة قياسية)*١٠٠% ٨.٢

الجدول (٨-٣) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند ١٠ ضربات

الغرز (mm)	الحمل div	المقاومة (كغم/سم^2)	المقاومة بعد تعديل المنحنى
0	0	0	
0.5	48	6.300775194	
1	87	11.42015504	
1.5	117	15.35813953	
2	148	19.42739018	
2.5	177	23.23410853	23.23410853
3	207	27.17209302	
3.5	234	30.71627907	
4	256	33.60413437	
4.5	275	36.09819121	
5	290	38.06718346	38.06718346
5.5	310	40.69250646	

6	328	43.05529716	
6.5	344	45.15555556	
7	363	47.6496124	
7.5	377	49.4873385	
8	392	51.45633075	
8.5	407	53.425323	
9	418	54.86925065	
9.5	434	56.96950904	
10	448	58.80723514	

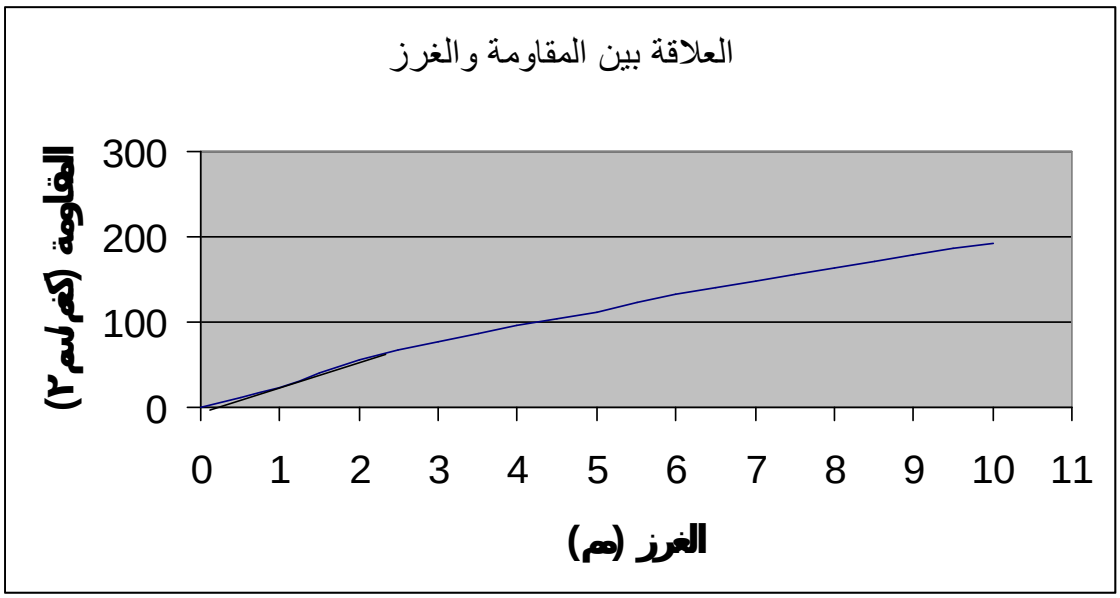


الشكل (٨-٢) المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند ١٠ ضربات

الجدول (٨-٤) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند ٣٠ ضربة

الغرز(mm)	الحمل	المقاومة (كغم/سم٢)	المقاومة بعد تعديل المنحنى
0	**0**	**0**	
0.5	90	11.81395349	
1	175	22.97157623	
1.5	310	40.69250646	
2	418	54.86925065	
2.5	512	67.20826873	51.075

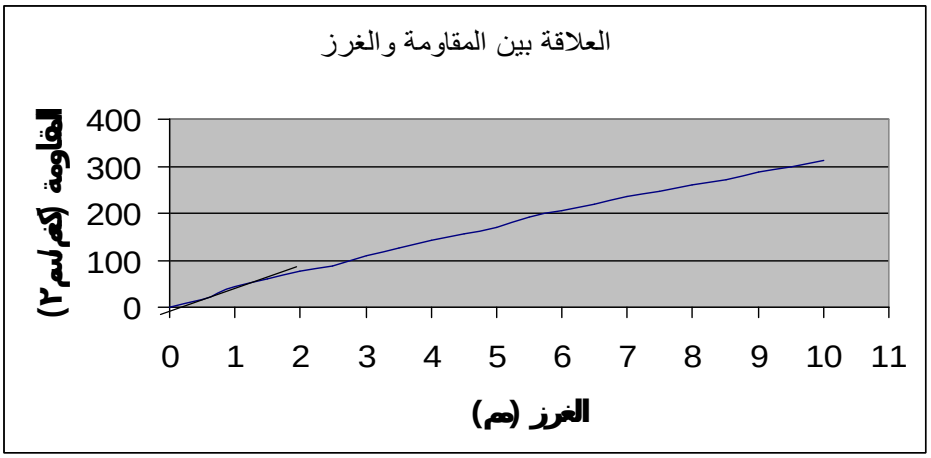
3	590	77.44702842	
3.5	662	86.89819121	
4	730	95.82428941	
4.5	792	103.9627907	
5	843	110.6573643	98.3825
5.5	936	122.8651163	
6	1005	131.9224806	
6.5	1070	140.4547804	
7	1132	148.5932817	
7.5	1192	156.4692506	
8	1250	164.0826873	
8.5	1307	171.5648579	
9	1359	178.3906977	
9.5	1418	186.1354005	
10	1462	191.9111111	



الشكل (٨-٣)المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند ٣٠ ضربة.

الجدول (٨-٥) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند ٦٥ ضربة.

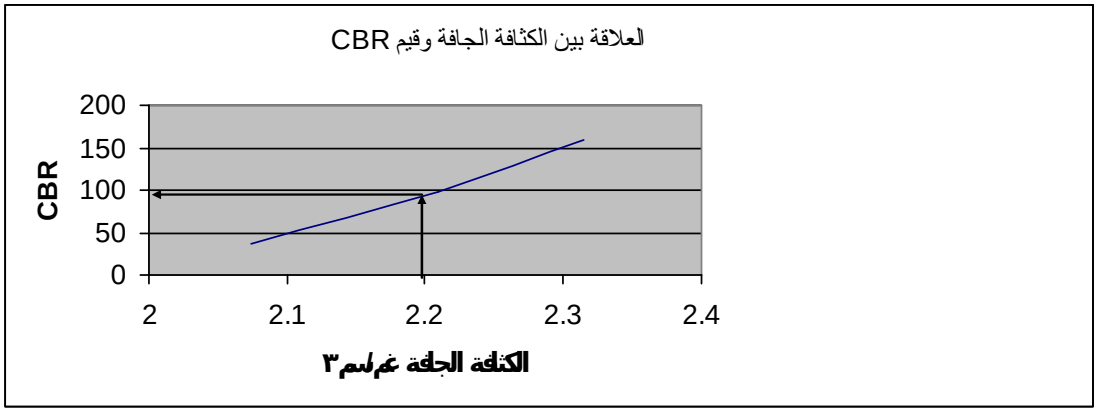
الغرز (mm)	الحمل	المقاومة (كغم/سم٢)	المقاومة بعد تعديل المنحنى
0	**0**	**0**	
0.5	135	17.72093023	
1	330	43.31782946	
1.5	460	60.38242894	
2	585	76.79069767	
2.5	670	87.94832041	81.0418
3	840	110.2635659	
3.5	970	127.3281654	
4	1095	143.7364341	
4.5	1190	156.2067183	
5	1290	169.3333333	158.3893
5.5	1452	190.5984496	
6	1570	206.0878553	
6.5	1672	219.4770026	
7	1790	234.9664083	
7.5	1882	247.0428941	
8	1979	259.7757106	
8.5	2075	272.377261	
9	2182	286.422739	
9.5	2275	298.630491	
10	2382	312.675969	



الشكل (٨-٤) المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند ٦٥ ضربة.

الجدول (٨-٦) الكثافة الجافة للقوالب الثلاثة وقيم *CBR* لها:

عدد الضربات	الكثافة الجافة (غم /سم^3)	CBR at 5 mm	CBR at 2.5 mm
10	2.074	36.08264	33.04994
30	2.21	105.388	95.60209
65	2.315	161.2698	125.1043



الشكل (٨-٥) العلاقة بين الكثافة الجافة وقيم *CBR* عند غرز ٥.٠ مم.

من الشكل السابق يتم حساب قيمة CBR عند كثافة ٩٥% من أعلى قيمة للكثافة الجافة وذلك حسب المواصفات الأردنية المتبعة في فلسطين حيث أنها تساوي ٩٧.٢%.

٨-٣تجربة تحليل الخلطة الإسفلتية:

تقسم هذه التجربة إلى جزأين:

- إيجاد نسبة الإسفلت في الخلطة الإسفلتية.
- إيجاد التدرج الحبيبي للخلطة الإسفلتية.

❖ **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 .
  ٣. طريقة السلة والغلاية .
- إيجاد التدرج الحبيبي للخلطة الإسفلتية و رسم العلاقة بين نسبة المار و رقم المنخل.

٨-٣-١ طريقة الطرد المركزي:

٨-٣-١-١ الأدوات المستخدمة:

١. جهاز الطرد المركزي ويتكون من وعاء قطره (21سم) وارتفاعه حوالي (6سم) يدور بسرعة يمكن التحكم فيها تصل إلى (3600) دورة في الدقيقة ولها غطاء معدني. وهذا الجهاز مكملا لعمل جهاز تحليل العينات الإسفلتية ويقوم هذا الجهاز بفصل الدقيق (filler) عن المادة المذيبة المضافة بواسطة قوة الجهاز الطاردة إذ يبقى الدقيق عالقا بورقة الترشيح بينما يخرج المذيب إلى الخارج.
٢. عينة إسفلت غير مدكوكة (حوالي 1200 غم).
٣. فرن تسخين (يعطي لغاية 250°C ، ودقته لأقرب 5°C).
٤. فرن تجفيف (يعطي 240°C-250°C).
٥. ورقة ترشيح.
٦. أقراص فلتر أقطراها 9.75سم.
٧. مادة مذيبة (بنزين).
٨. ميزان حساس (سعة 1200غم، ودقة 0.01).
٩. صينية.

٨-٣-١-٢ طريقة العمل:

١. توزن عينة من الخلطة الإسفلتية داخل الوعاء بعد تسخينها لدرجة تسهل مناولتها.
٢. تضاف كمية من المادة المذيبة إلى العينة ثم تترك وقت كاف حوالي نصف ساعة حتى تتفكك.
٣. توضع العينة والمذيب في جهاز الطرد المركزي.
٤. يجفف ويوزن قرص فلتر ويركب فوق حافة الوعاء بعد وضع ورقة الترشيح ثم يوضع وعاء تحت المصرف لجمع المحلول المتصرف ثم يغطى الجهاز.
٥. يبدأ الطرد المركزي بالدوران البطيء وبالتدريج تزداد السرعة حتى يتوقف تصرف المحلول من المصرف ثم يوقف الجهاز.
٦. يضاف (200)سم٣ من المذيب النظيف ثم تعاد الخطوة رقم ٥.
٧. تستعمل إضافات (200)سم٣ من المذيب النظيف كل مرة (لا تقل عن ثلاثة مرات) حتى يحصل على محلول متصرف نظيف.
٨. تخرج العينة مع ورق النشاف من جهاز الطرد المركزي وتوضع في صينية ثم تحرق العينة مع ورقة النشاف في الوعاء مع التحريك.
٩. توضع العينة في الفرن المجفف لمدة (24) ساعة وتوزن في اليوم التالي.
١٠. توضع العينة في منخل رقم (200) ثم تغسل في الماء للتخلص من المواد العالقة ويستمر في الغسيل حتى يصبح لون الماء نقيا.
١١. توضع العينة في وعاء ومن ثم توضع في فرن التجفيف (110) درجة مئوية لمدة (24)ساعة وتوزن في اليوم التالي.
١٢. تنخل العينة على المناخل (1/2" ، 3/8" ، رقم4 ، رقم 8 ، رقم40 ، رقم80 ، رقم200) بعد ترتيبها فوق بعضها البعض من الأصغر إلى الأكبر.
١٣. يزن المحجوز على كل منخل من المناخل.

٨-٣-١-٣ الحسابات:

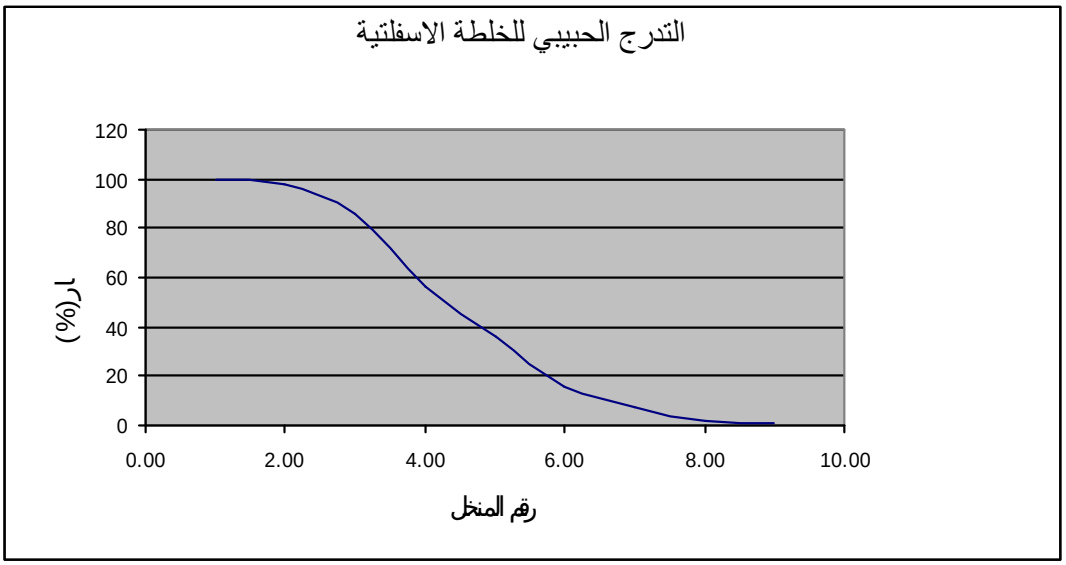
- وزن الخلطة الإسفلتية الكلية = ١٢٠٠ غم
- وزن العينة بعد التجفيف = ١١٣٨.٣ غم
- نسبة الإسفلت بالنسبة للخلطة = $\frac{1200-1138.3}{1200}\times 100\%$
$= 5.14\%$

- نسبة الإسفلت بالنسبة للركام = $\frac{1200-1138.3}{1138.3}\times 100\% = 5.42\%$
- وزن الحصمة بعد الغسيل و التجفيف = ١٠٨٧.٨ غم
- وزن الحصمة المارة من منخل ٢٠٠ بعد الغسيل = ٥٠.٥ غم
- وزن الحصمة المارة من منخل ٢٠٠ بعد التنخيل = ٦.٣٦غم
- وزن الحصمة الكلي المار من منخل ٢٠٠ = ٥٦.٨٦ غم
- نسبة الحصمة المارة من منخل ٢٠٠ = $\frac{56.86}{1187.8}\times 100\% = 5.22\%$

الجدول (٨-٧) التدرج الحبيبي للخلطة الإسفلتية

رقم المنخل	الوزن المتبقي(غم)	نسبة المتبقي(%)	نسبة المتبقي التراكمي(%)	نسبة المار(%)	حدود التدرج القياسية
3/4"	0	0	0	100	100
1/2"	25.1	2.31	2.31	97.69	85-47
3/8"	126.17	11.61	13.92	86.08	86-60
4	322.14	29.61	43.53	56.47	65-40
10	226.69	20.85	64.38	35.62	45-25
20	217.37	19.98	84.36	15.64	30-16
40	92.94	8.54	92.9	7.1	32-10
80	53.9	4.95	97.85	2.15	15--6
200	17.09	1.57	99.42	0.58	8--3
pan	6.36	0.58	100	0	

❖ ملاحظة عند المنخل رقم ٤٠ يجب إضافة مواد ناعمة تمر من هذا المنخل و ذلك حتى تصبح النسب مطابقة للمواصفات.



الشكل (٨-٦) العلاقة بين نسبة المار و فتحة المنخل و هو ما يعرف بالتدرج الحبيبي

الفصل التاسع

التصميم الإنشائي للطريق

٩-١ مقدمة:

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

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

هناك نوعان رئيسيان للرصفة:

١. **الرصفة المرنة: (Flexible Pavement)**

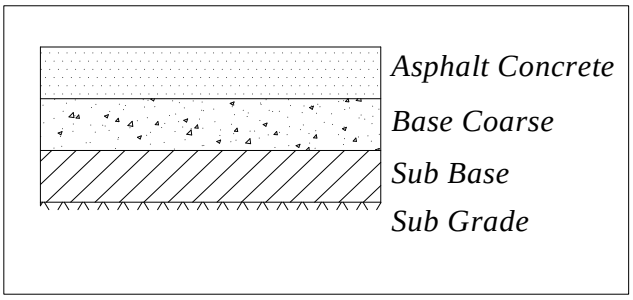
وهي التي تكون ملاصقة لسطح الطريق الترابي ، مهما اتخذ هذا السطح من أشكال وتعرجات ، وتوجد على نوعين :

١. رصفة تفورد:
   - وذلك بحيث تحدد الرصفة و تبنى اطاريف بأحجار تسمى حجارة الشك.
   - يتم رصف الطريق بحجارة بسماكة ٢٠ سم و تعبا الفراغات بحصى صغيرة.
   - ترش طبقة صغيرة من الحصمة الفولية لتعبئة الفراغات.
   - يرش إسفلت بدرجة غرز ٨٠% و بمعدل ٤ كيلو على المر المربع.
٢. رصفة الفرشيات : وقد انتشر استخدام هذه الطريقة في منتصف الخمسينيات ، حيث يمكن بهذه الطريقة الاستغناء عن الرصفة بالحجارة وتوريد مواد مخلوطة ومتدرجة مثل البسكورس وفرشها بالسمك المطلوب ، وتفرد هذه الطبقات بحيث لا يتجاوز سمك كل طبقة عن 20سم.

٢. الرصفة القاسية: (Rigid Pavement)

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

٩-٢العناصر الإنشائية للرصفة المرنة: (Structural Components Of Flexible Pavement)



شكل (٩-١) طبقات الرصفة المرنة

تتكون الرصفة المرنة كما يظهر في شكل (٩-١) من العناصر التالية :

١. القاعدة الترابية (sub grade): و هي عبارة عن المواد المكونة لسطح الطريق المراد عمله او من المواد التي تم قصها من مكان آخر ، وتدمك هذه الطبقة حتى تصل إلى القوة المطلوبة .

٢. طبقة ما تحت الأساس (sub base) :وهي الطبقة التي تنشأ مباشرة فوق طبقة القاعدة الترابية . إذا كانت خواص القاعدة الترابية مساوية لخصائص هذه الطبقة فيمكن الاستغناء عن هذه الطبقة ، وإذا لزم الأمر يتم إجراء عملية تثبيت لهذه الطبقة لتصل إلى المقاومة المطلوبة .

٣. طبقة الأساس (base course) وهي مجموعة من الحصى المتدرجة متوسطة الخشونة و تكون حجارة مكسرة ة يتم إحضارها حاليا من الكسارات، وهو ما يعرف في بلادنا بالبسكورس .

٤. الطبقة السطحية الإسفلتية (surface course) : وهي خلطة إسفلتية توضع فوق طبقة الأساس بعد رش طبقة تشريب (Prime coal) .

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

٩-٣خطوات تصميم الرصفة بإتباع طريقة الاشتو AASHTO**:**

فيما يلي خطوات التصميم الإنشائي وإيجاد سمك الطبقات (**حسب نظام** AASHTO) :

٩-٣-١ حساب ESAL (Equivalent Accumulated 18,000 Ib Single Axle Load)

حيث:

$$ESAL = f_d \times G_f \times AADT \times 365 \times N_i \times f_E \quad \text{.....9.1}$$

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

$f_{d:}$ design lane factor.

G_f: growth factor.

AADT: first year annual average daily traffic.

N_i : number of axles on each vehicle.

f_E : load equivalency factor

- ويتم الحصول على قيمة f_d **من الجدول**:

الجدول (٩-١) **نسبة المركبات في المسرب الواحد** *Percentage Of Total Truck Traffic in Design Lane*

Number Of Traffic Lanes (Two Directions)	Percentage Truck in Design Lane(%)
2	50
4	45 (35-48)
6 or more	40 (25-48)

- أما الطريق المراد تصميمها فتحتوي على **٤مسارب** في الاتجاهين (أي مسربين في الاتجاه الواحد) **فتؤخذ** قيمة fd **المقابلة للرقم ٢ من الجدول السابق فتكون** (f_d = 50%).
- **أما** قيمة growth factor (Gf) فيتم الحصول عليه من الجدول:

الجدول (٩-٢)معامل النمو *(Growth factor)*

Design period years	Annual Growth Rate (%)							
	No. growth	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	22.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	2.21	30.48	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	51.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.05	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

إن تصميم أي طريق يتم على اعتبار أن صلاحية الطريق تؤخذ عادة ل 20سنة **مستقبلا، وتوقع نسبة** الزيادة السنوية 4% فتكون قيمة ($G_{f)}$ =29.78%).

- معدل المرور اليومي = ١٠٦٥٦ سيارة / يوم

وبعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية، ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات من الجدول التالي:

جدول (٩-٣) 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

الجدول (٩-٤) عدد ونسبة المركبات المارة في الشارع

اليوم	ساعة متوسط عدد المركبات لكل						
	سيارة	%	شاحنة	%	باص	%	
السبت	353	85	54	13	7	2	
الاحد	382	87	51	11	7	2	
الاثنين	287	85	43	13	5	2	
الثلاثاء	274	87	36	11	6	2	
الاربعاء	278	86	39	12	6	2	
الخميس	313	86	46	13	5	1	
الجمعة	245	90	21	8	5	2	
المتوسط	**305**	**87**	**41**	**١١**	**6**	**2**	

- Passenger cars (10 kN / axle) = 87%
- 2-axle single-unit busses (100 kN / axle) = 2%
- 3-axle single-unit trucks (110 kN / axle) =11%

ويعد ذلك يتم تحويل أوزان العربات إلى أحمال قياسية، ويتم الحصول على هذه الأحمال من الجداول السابقة

- 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 (fE(truck)) = 0.29419 (tandem axle)

وبعد ذلك تحسب قيمة (ESAL) لكل نوع من أنواع المركبات حسب المعادلة التالية كل على حده ومن ثم تجمع القيم الثلاث لنحصل على (Total ESAL) كما يلي :

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

$$ESAL_{car} = 0.5 \times 29.78 \times 10656 \times 0.87 \times 365 \times 2 \times 0.0003135 = 31591.3778$$

$$ESAL_{buss} = 0.5 \times 29.78 \times 10656 \times 0.02 \times 365 \times 2 \times 0.198089 = 458883.1649$$

$$ESAL_{truck} = 0.5 \times 29.78 \times 10656 \times 0.11 \times 365 \times 2 \times 0.29419 = 3748282.896$$

$$ESAL_{total} = 4.2387 \times 10^6$$

٩-٣-٢ حساب سماكة الطبقات:

- يبين الجدول التالي نسبة كالفورنيا للطبقات ونوع كل طبقة :

جدول (٩-٥) نسبة كالفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة

الطبقة	CBR(Kentuky)	المادة المستخدمة
Asphalt	…….	Plant Mix.
Base Coarse	٩٧.٢	Crushed Stone
Sub Base	20.8	.....

حيث يتم حساب طبقات الرصفة المرنة كما يلي:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \quad .....9.2$$

Where:

- SN: Structural Number.
- a_1,a_2,a_3: layer coefficients representative of surface, base course, and sub base respectively .
- D_1,D_2,D_3 : actual thickness, of surface, base course, and sub base respectively.

ويتم حساب المعامل المناخي (Regional factor) **من المعادلة** :

$$R = \frac{N_d}{12} \times R_d + \frac{N_s}{12} \times R_s \quad .....9.3$$

Where:

- R: Regional Factor
- Nd: Number of dry months in a year
- Rd : Regional Factor for soils dry
- Ns: Number of saturated months in a year
- Rs: Regional Factor for soils saturated

حيث يتم الحصول على قيمة كل من (Rd, Rs) **من الجدول التالي** :

جدول (٩-٦) قيمة المعامل المناخي*(Regional Factor)*

case	Suggested Regional Factor
Roadbed soil frozen 5in or more	0.2 –1.0
Roadbed soils dry	0.3 – 1.5
Roadbed soils saturated	4.0 – 5.0

أما في منطقة دورا فتكون فيها السنة 4 أشهر رطبة (saturated) و8 أشهر جافة (dry) فتكون قيمة R في منطقة دورا :

$$R = \frac{8}{12} \times 0.9 + \frac{4}{12} \times 4.5 = 2.1$$

حيث تتم عملية حساب SN كما يلي :

١. بمعرفة (CBR) لكل طبقة ، تعرف قيم (S-soil support value) المقابلة ل(CBR) لكل طبقة على حده .

- (S1-soil support value) = 10.3
- (S2-soil support value) = 7.4

٢. ثم تعين قيم (S-soil support value) وتوصل مع النقطة المعينة على تدريج (ESAL = 4238) ، ثم يمد الخط على استقامته ليقطع تدريج (SN-structural Number) في نقطة معينة فتكون قيم (SN-structural Number) كما يلي :

- (SN1-structural Number) = 1.85
- (SN2-structural Number) = 2.60

٣. ثم توصل هذه النقط مع النقطة المعينة على تدريج (Regional Number)، ومن ثم يمد الخط على استقامته إلى أن يلاقي تدريج SN في نقطة معينة فتكون قيم SN كما يلي :

- SN1 = 2.2 (from enter CBR for base course in chart).
- SN2 = 2.95 (from enter CBR for sub base course in chart).

٤. ويتم الحصول على قيم(a_1,a_2,a_3) من الجداول:

جدول (٩-٧) معامل الطبقة *(layer coefficient)* للإسفلت

Case of Pavement	a1 suggested
Road mix (low stability)	0.20
Plant mix (high stability)	0.44
Sand Asphalt	0.40

جدول (٩-٨) معامل الطبقة *(layer coefficient)* للبيسكورس

Case of base course	a2 suggested
sandy gravel	0.07
Crushed stone	0.14
Cement- treated (650psi or more)	0.23
Cement- treated (400-650psi)	0.20
Cement- treated (400psi or less)	0.15
Coarse- graded bituminous-treated	0.34
Sand asphalt	0.30
Lime –treated	0.15-0.30

ونوع المادة في هذه الطريق موجودة في جدول ومن الجداول السابقة نجد أن :

- a1 = 0.44,
- a2 = 0.14,

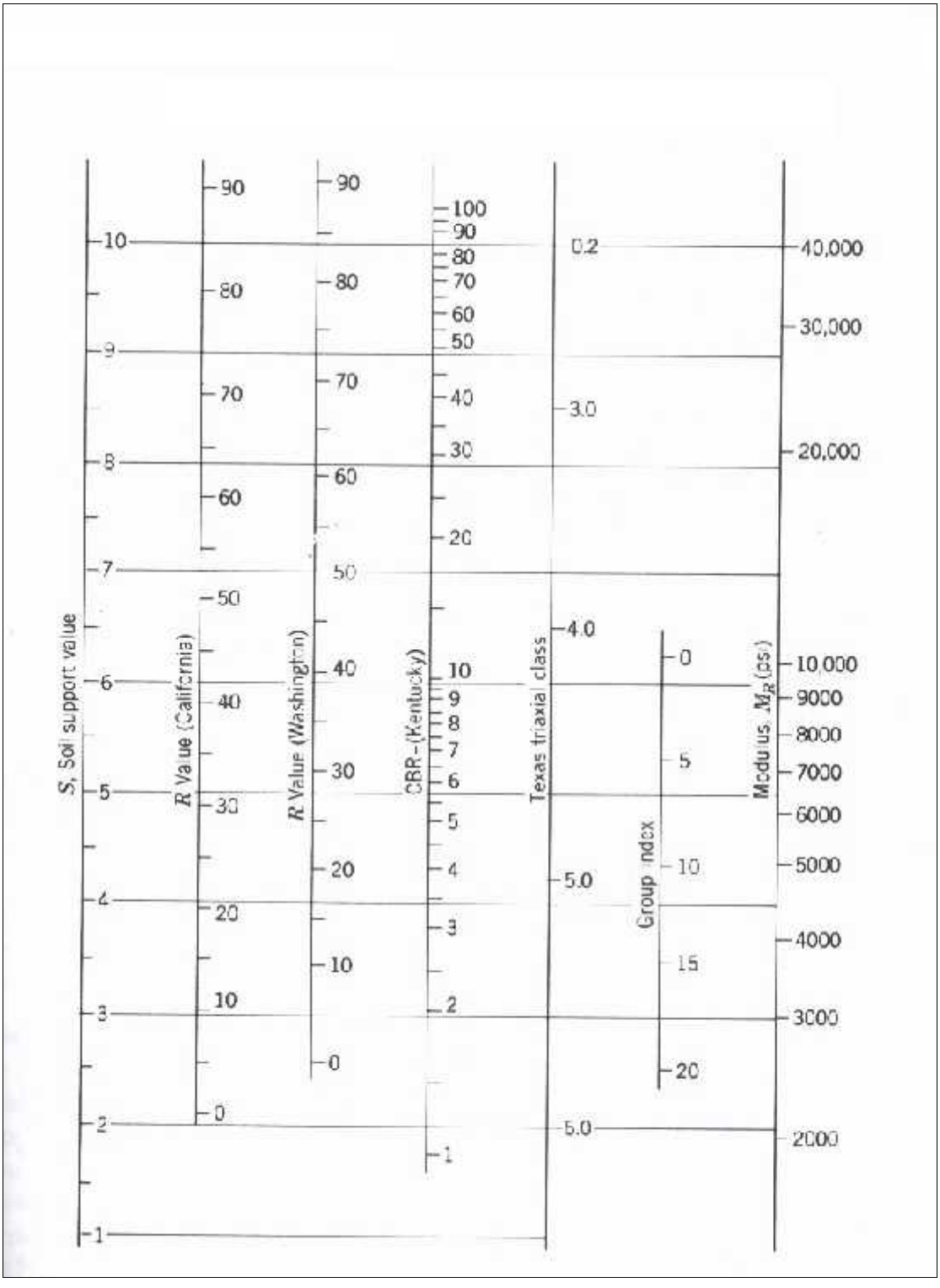
❖ يتم حساب سمك الطبقة الأولى(الاسفلت) كما يلي :

- SN1 = a1 D1 → 2.2 = 0.44·D1 → D1 = 5 in = 5*2.54 = 12.7cm.
- نأخذ هذه القيمة = ١٣سم

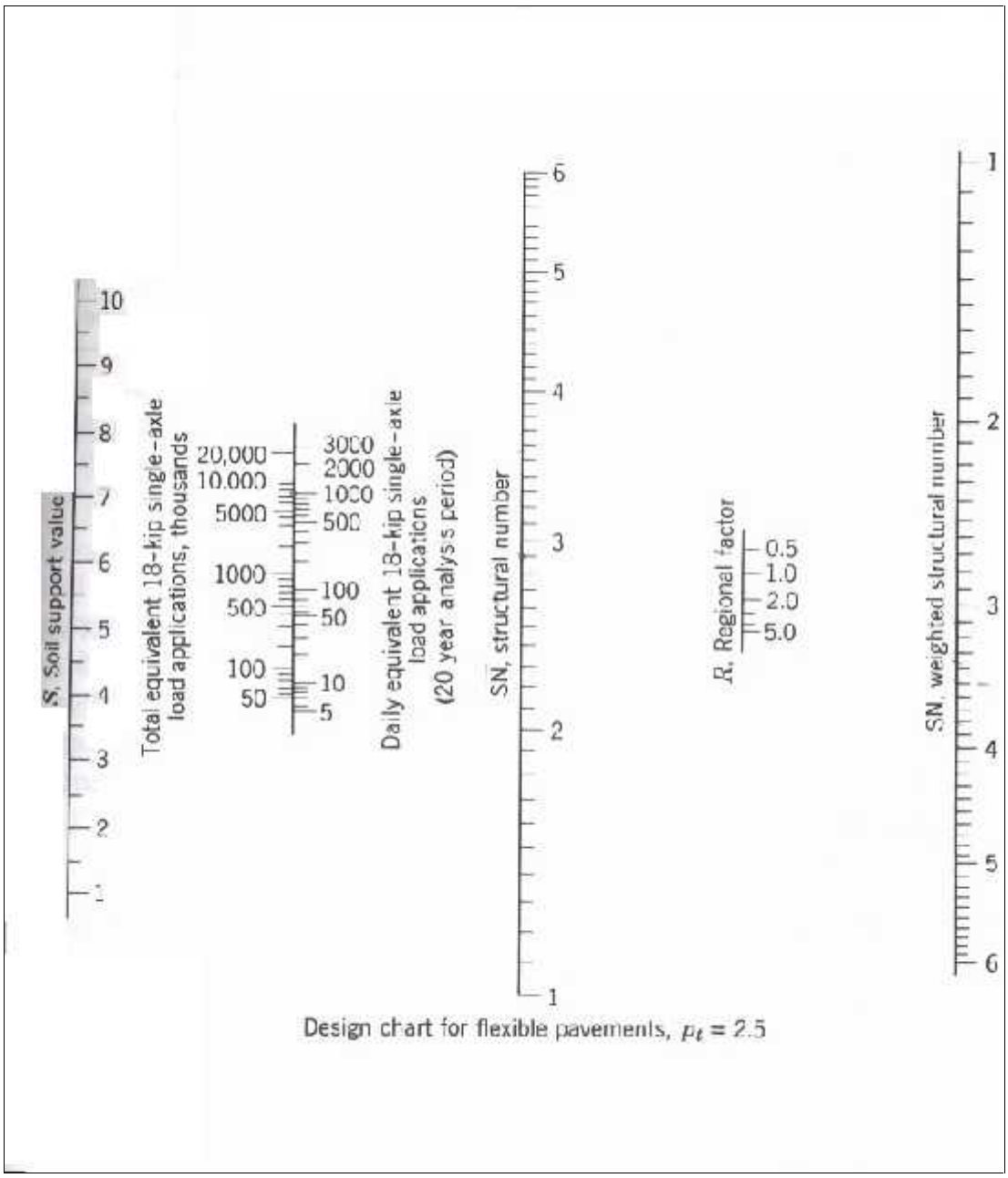
SN1 = (13/2.54)×0.44 = 2.25in

❖ سمك الطبقة الثانية(base course) :

- SN2 = SN1 + a1 D1 → 2.95= 2.25 + 0.14*D2
- → D2 = 5 in = 5*2.54 = 12.7 cm .
- Take (D2 = 20 cm).



شكل (٩-٢) إيجاد *(S-soil support value)*



Design chart for flexible pavements, $p_t = 2.5$

شكل (٩-٣) *(AASHTO flexible-pavement design)*

الفصل العاشر

حساب المساحات والحجوم

١٠-١ المساحات:

إن حساب المساحات سواء كانت في المستوى الأفقي أو في المستوى الراسي يعد من أهم الأعمال المساحية في هندسة الطرق, وذلك من اجل 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 :

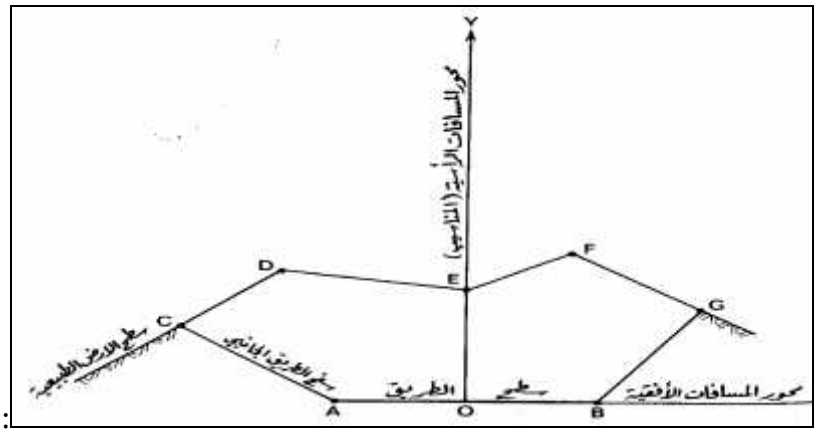
١- طريقة الإحداثيات.

٢- طريقة تقسيم المقطع إلى أشكال هندسية منتظمة.

١٠-١-١ طريقة الإحداثيات:

وهي الطريقة التي تم استخدامها في المشروع، حيث أن هذه الطريقة الأكثر تمشيا 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 (١٠-١) 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 الطريق AB الخاص بهذا المقطع يمكن تعيين إحداثيات جميع نقاط المقطع العرضي .

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

جدول (١٠-١) حساب المساحة بطريقة الإحداثيات

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

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

❖ لحساب المساحة نطبق العلاقة التالية:

$$Area = \frac{\left|\sum 1 - \sum 2\right|}{2} \quad \text{.....10.1}$$

❖ **ملاحظات:**

- ليس من الضروري أن تكون نقطة منتصف الطريق هي نقطة الأصل أو مركز الإحداثيات بل يمكن أن تكون محاور الإحداثيات المفروضة أو القطرية أو المحلية.
- الاحداثي السيني يكون موجبا لكل نقطة واقعة على يمين محور الصادات وسالبا لكل نقطة واقعة على يسار محور الصادات.

١٠-٢ حساب الحجوم والكميات:

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

بعد الحصول على المعلومات اللازمة من الحقل لكافة المقاطع العرضية حتى نتمكن من حساب 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.

١٠-٢-١ حساب كميات الحفر والردم بطريقة المقطع الوسطي

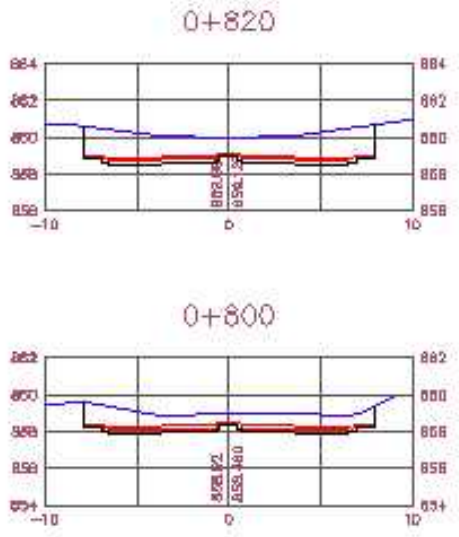
هذه الطريقة تتطلب أن يكون ميل سطح الأرض منتظما بين كل مقطعين متتاليين، ولذلك قمنا بأخذ مقاطع عرضية عند كل تغير رأسي في سطح الأرض المكونة للطريق، مع الأخذ بعين الاعتبار التغيرات الأفقية في الطريق، في هذه الطريقة يتم اخذ معدل مساحتي هذين المقطعين وتضرب في المسافة بين كل مقطعين.

❖ **الحالات التي ممكن أن يتواجد فيها المقطعين العرضيين المتتاليين:**

١٠-٢-١-١ 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:

$$V = D\left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right) \text{..... ..... .10.2}$$



الشكل (١٠-٢) المقطعين العرضيين المتتاليين في منطقة حفر كامل

- المسافة بين المقطعين = 20 مترا
- مساحة الحفر في المقطع الأول (Station 0+800) =(A1) ١٦.٥٢٣ m^2
- مساحة الحفر في المقطع الثاني (Station 0+820) = (A2) ٢٥.٠١٩ m^2

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

$$V = 20\left(\frac{16.523 + 25.019}{2}\right)$$

$$V = 415.42 m^3$$

١٠-٢-١-٢ المقطع الأول حفر والأخر ردم (أو العكس):

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

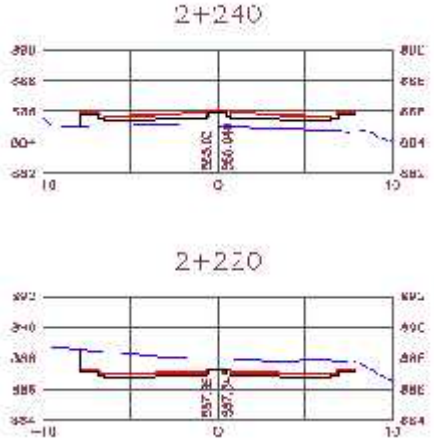
❖ الردم حسب القانون التالي:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}\left[\frac{F^2}{F + C}\right] \times (D) \quad \text{.....10.3}$$

❖ أما الحفر فعلى القانون التالي:

$$V_{cutl} = \frac{1}{2}\left[\frac{C^2}{F + C}\right] \times (D) \quad \text{..... ....10.4}$$

- (F) ترمز إلى مساحة مقطع الردم.
- (C) ترمز إلى مساحة مقطع الحفر.
- (D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين.
- (V) ترمز إلى الحجم حفرا كان أو ردما.



الشكل (١٠-٣) المقطع الأول ردم والأخر حفر

- F =12.770 m^2
- C =17.912 m2
- D =20 m

$$V_{fill} = \frac{1}{2}\left[\frac{12.770^2}{12.770+17.912}\right]\times(20) = 53.149m^3$$

$$V_{cutl} = \frac{1}{2}\left[\frac{17.912^2}{12.770+17.912}\right]\times(20) = 104.569m^3$$

١٠-٢-١-٣ المقطع الأول حفر والأخر مختلط (أو العكس):

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

❖ الردم حسب القانون التالي:

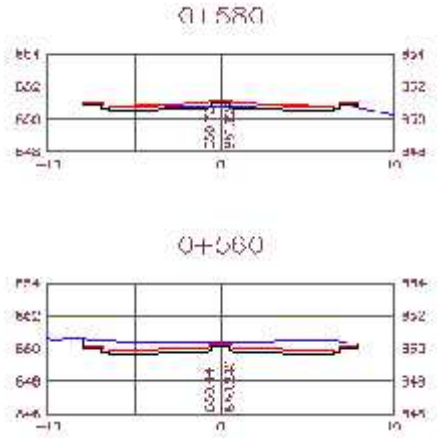
$$V_{fill} = \frac{1}{3}(F_{i+1})\times(D) \quad \text{.....10.5}$$

❖ أما الحفر فعلى القانون التالي:

$$V_{cutl} = \frac{1}{2}(C_i + C_{i+1})\times(D) \quad \text{.....10.6}$$

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 (١٠-٤) المقطع الأول مختلط والآخر حفر

- مساحة الردم في المقطع المختلط (Station 0+580) (F_{i+1}) = ٠.٨٩٢ m^2
- مساحة الحفر في المقطع المختلط (Station 0+580) (C_{i+1}) = ١.٠٥٩ m^2
- مساحة الحفر في مقطع الحفر الكلي (Station 0+560) (C_i) = 10.586 m^2
- المسافة بين المقطعين (D) = 20 m

❖ حجم الردم:

$$V_{fill} = \frac{1}{3}(0.892)\times(20)$$

$$V_{fill} = 5.945m^3$$

❖ أما الحفر:

$$V_{cutl} = \frac{1}{2}(10.586 + 1.059)\times(20)$$

$$V_{cutl} = 116.45m^3$$

١٠-٢-١-٤ المقطع الأول ردم والأخر مختلط (أو العكس):

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

❖ الحفر حسب القانون التالي:

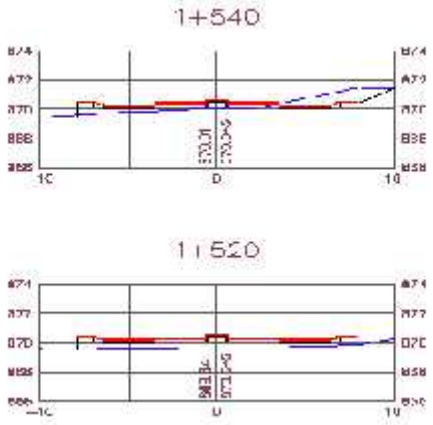
$$V_{cut} = \frac{1}{3}(C_i)\times(D) \quad \text{.....10.7}$$

❖ أما الردم فعلى القانون التالي:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(F_i + F_{i+1})\times(D) \quad \text{.....10.8}$$

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 (١٠-٥)المقطع الأول مختلط والثاني ردم

- مساحة الردم في المقطع المختلط (Station 1+540) $= (F_i)$ 5.234 m^2
- مساحة الحفر في المقطع المختلط (Station 1+540) $= (C_i)$ 3.622m^2
- مساحة الردم في مقطع الردم الكامل(Station 1+520) $= (F_{i+1})$ 9.258 m^2
- (D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين = 20 m

❖ الحفر:

$$V_{cut} = \frac{1}{3}(3.622)\times(20) = 24.146m^3$$

❖ أما الردم:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(9.258 + 5.234)\times(20) = 144.92m^3$$

١٠-٢-١-٥ المقطعان مختلطان:

فيتم حساب مساحة الحفر والردم على النحو التالي:

❖ الحفر حسب القانون التالي:

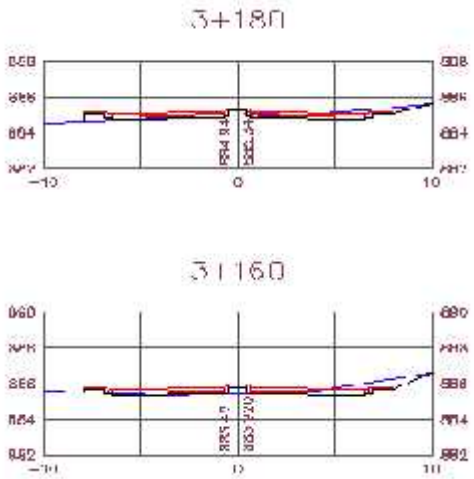
$$V_{cut} = \frac{1}{2}(C_i + C_{i+1})\times(D).....10.9$$

❖ أما الردم فعلى القانون التالي:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(F_i + F_{i+1})\times(D).....10.10$$

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 (١٠-٦) المقطعان مختلطان

- مساحة الردم في المقطع المختلط الأول (Station 3+160) = (F_i) 1.995m^2
- مساحة الحفر في المقطع المختلط الأول (Station 3+160) = (C_i) 1.987m^2
- مساحة الردم في المقطع المختلط الثاني (Station 3+180) = (F_{i+1}) 1.930m^2
- مساحة الحفر في المقطع المختلط الثاني (Station 3+180) = (C_{i+1}) 1.498m^2

(D) ترمز إلى المسافة بين المقطعين = 20 m

وعليه فأن

❖ الحفر يساوي :

$$V_{cut} = \frac{1}{2}((1.987) + (1.498)) \times (20) = 34.85m^3$$

❖ أما الردم فيساوي:

$$V_{fill} = \frac{1}{2}(1.995 + 1.930) \times (20) = 39.25m^3$$

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

الجدول (١٠-٢) كميات الحفر والردم للشارع

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+000	0.000	0.000				
0+020	7.395	0.000	73.954	0.000	73.954	0.000
0+033.262	9.082	0.000	109.258	0.000	183.212	0.000
0+040	9.709	0.000	63.308	0.000	246.520	0.000
0+060	10.049	0.000	197.581	0.000	444.101	0.000
0+080	5.204	0.032	152.527	0.323	596.628	0.323
0+100	1.191	0.510	63.950	5.420	660.577	5.743
0+105.683	0.668	0.737	5.283	3.543	665.860	9.286
0+120	0.032	2.780	5.009	25.176	670.869	34.461
0+140	0.130	2.636	1.615	54.156	672.484	88.618
0+160	0.208	4.409	3.375	70.451	675.860	159.069
0+180	0.694	4.177	9.016	85.864	684.876	244.933
0+200	1.700	1.268	23.938	54.449	708.814	299.382
0+220	0.000	9.630	17.001	108.976	725.815	408.358
0+240	0.224	3.300	2.236	129.296	728.051	537.654
0+260	0.466	3.752	6.896	70.513	734.947	608.167
0+280	0.000	6.965	4.660	107.168	739.607	715.335
0+300	1.708	10.374	17.082	173.395	756.689	888.730
0+320	0.000	8.014	17.082	183.881	773.770	1072.611
0+340	2.215	0.299	22.152	83.134	795.923	1155.744
0+341.069	2.438	0.288	2.486	0.314	798.409	1156.058
0+360	6.603	0.083	85.578	3.520	883.988	1159.579
0+380	6.224	1.793	128.266	18.769	1012.254	1178.347
0+399.721	3.844	0.124	99.269	18.904	1111.523	1197.252
0+400	3.792	0.126	1.067	0.035	1112.590	1197.287
0+420	1.587	0.858	53.791	9.838	1166.381	1207.124
0+440	25.164	0.077	267.510	9.350	1433.891	1216.474
0+460	16.523	0.000	416.871	0.775	1850.762	1217.249
0+480	38.293	0.000	548.164	0.000	2398.927	1217.249
0+483.332	38.985	0.000	128.746	0.000	2527.672	1217.249
0+500	43.589	0.000	688.172	0.000	3215.845	1217.249
			853.772	0.000	4069.617	1217.249

0+520	41.788	0.000
0+524.214	41.312	0.000
0+540	27.044	0.000
0+558.540	11.274	0.000
0+560	10.586	0.000
0+580	1.059	0.892
0+600	0.000	4.743
0+620	0.002	6.894
0+638.581	0.000	8.115
0+640	0.000	8.295
0+660	0.000	10.305
0+678.616	0.000	7.836
0+680	0.000	8.076
0+700	0.560	7.100
0+718.611	0.000	7.364
0+720	0.000	6.952
0+740	0.800	3.226

175.100	0.000	4244.717	1217.249
539.524	0.000	4784.241	1217.249
355.202	0.000	5139.443	1217.249
15.961	0.000	5155.404	1217.249
116.450	5.946	5271.854	1226.169
10.590	56.347	5282.444	1282.516
0.023	116.363	5282.467	1398.880
0.022	139.434	5282.489	1538.314
0.000	11.643	5282.489	1549.957
0.000	186.007	5282.489	1735.964
0.000	168.862	5282.489	1904.826
0.000	11.007	5282.489	1915.833
5.599	151.761	5288.088	2067.595
5.210	134.588	5293.298	2202.183
0.000	9.945	5293.298	2212.127
7.996	101.777	5301.294	2313.904
1.807	7.590	5303.101	2321.494

0+740	0.800	3.226
0+742.238	0.815	3.556
0+760	1.967	1.205
0+780	8.001	0.000
0+800	16.523	0.000
0+820	25.019	0.000
0+840	16.967	18.517
0+857.200	19.050	0.001
0+860	24.443	0.000
0+880	66.219	0.000
0+900	59.766	0.000
0+920	53.323	0.000
0+940	51.049	0.000
0+960	48.833	0.000
0+980	44.761	0.000
1+000	40.606	0.000
1+020	34.361	0.000

1.807	7.590	5303.101	2321.494
24.710	42.278	5327.811	2363.773
99.682	12.045	5427.493	2375.818
245.239	0.000	5672.732	2375.818
415.417	0.000	6088.149	2375.818
419.854	185.166	6508.004	2560.983
309.749	159.251	6817.752	2720.234
60.880	0.001	6878.632	2720.235
906.620	0.000	7785.252	2720.235
1259.853	0.000	9045.105	2720.235
1130.891	0.000	10175.995	2720.235
1043.720	0.000	11219.716	2720.235
998.822	0.000	12218.537	2720.235
935.947	0.000	13154.484	2720.235
853.673	0.000	14008.157	2720.235
749.672	0.000	14757.829	2720.235
648.327	0.000	15406.157	2720.235

1+040	30.471	0.000
1+047.542	29.279	0.000
1+060	25.668	0.000
1+080	17.635	0.000
1+081.198	17.076	0.000
1+100	9.749	0.000
1+120	7.389	0.000
1+138.889	7.739	0.000
1+140	7.659	0.000
1+160	5.661	0.104
1+180	0.682	1.772
1+200	0.006	8.996
1+218.875	0.000	14.758
1+220	0.000	16.580
1+240	0.000	27.097
1+258.878	0.000	34.454
1+260	0.000	32.013

225.333	0.000	15631.490	2720.235
342.254	0.000	15973.744	2720.235
433.026	0.000	16406.770	2720.235
20.794	0.000	16427.564	2720.235
252.177	0.000	16679.741	2720.235
171.375	0.000	16851.116	2720.235
142.873	0.000	16993.989	2720.235
8.557	0.000	17002.546	2720.235
133.202	1.045	17135.747	2721.280
63.432	18.769	17199.179	2740.049
6.874	107.687	17206.053	2847.736
0.053	224.191	17206.105	3071.927
0.000	17.620	17206.105	3089.547
0.000	436.768	17206.105	3526.315
0.000	580.982	17206.105	4107.297
0.000	37.293	17206.105	4144.590
0.000	702.744	17206.105	4847.335

1+260	0.000	32.013
1+280	0.000	38.261
1+300	0.000	66.803
1+320	0.000	66.062
1+340	0.000	59.007
1+359.046	0.000	58.793
1+360	0.000	66.162
1+380	0.000	58.929
1+400	0.000	40.224
1+420	0.000	24.825
1+440	0.000	15.278
1+460	0.272	8.069
1+480	0.000	9.699
1+480.167	0.000	9.706
1+500	0.000	10.262
1+514.263	0.000	9.759
1+520	0.000	9.258

0.000	702.744	17206.105	4847.335
0.000	1050.645	17206.105	5897.980
0.000	1328.650	17206.105	7226.630
0.000	1250.690	17206.105	8477.320
0.000	1121.826	17206.105	9599.146
0.000	59.587	17206.105	9658.732
0.000	1250.910	17206.105	10909.642
0.000	991.530	17206.105	11901.172
0.000	650.484	17206.105	12551.656
0.000	401.032	17206.105	12952.688
2.721	233.471	17208.827	13186.159
2.721	177.677	17211.548	13363.836
0.000	1.619	17211.548	13365.454
0.000	198.018	17211.548	13563.473
0.000	142.772	17211.548	13706.245
0.000	54.555	17211.548	13760.800
24.146	144.922	17247.766	13905.721

1+540	3.622	5.234
1+556.739	3.758	1.569
1+560	4.238	1.000
1+580	6.908	0.044
1+600	11.119	0.244
1+620	9.412	0.000
1+630.415	9.139	0.000
1+640	9.678	0.000
1+660	4.563	0.286
1+680	4.612	0.745
1+700	2.961	4.399
1+720	2.673	3.330
1+740	0.109	3.276
1+760	1.756	0.421
1+777.761	6.079	0.006
1+780	6.363	0.022
1+800	9.362	0.000

61.767	56.932	17309.533	13962.653
13.041	4.188	17322.574	13966.841
111.462	10.433	17434.036	13977.274
180.266	2.873	17614.302	13980.147
205.310	2.437	17819.611	13982.584
96.609	0.000	17916.220	13982.584
90.179	0.000	18006.399	13982.584
142.409	2.859	18148.808	13985.443
91.758	10.306	18240.566	13995.749
75.734	51.433	18316.300	14047.183
56.335	77.285	18372.636	14124.467
27.813	66.057	18400.448	14190.525
18.644	36.974	18419.092	14227.498
69.574	3.793	18488.666	14231.292
13.925	0.031	18502.591	14231.323
157.249	0.218	18659.840	14231.540
176.387	0.000	18836.227	14231.540

1+820	8.277	0.000
1+837.801	4.386	0.197
1+840	4.215	0.268
1+857.935	4.237	2.941
1+860	3.894	3.183
1+880	0.594	8.002
1+900	0.000	16.035
1+920	0.000	22.554
1+940	0.000	25.743
1+960	0.000	20.604
1+980	0.000	14.453
2+000	0.009	2.886
2+017.441	10.010	0.000
2+020	11.889	0.000
2+040	26.466	0.000
2+060	39.041	0.000
2+080	43.569	0.000

112.704	1.753	18948.930	14233.293
9.458	0.512	18958.389	14233.805
75.787	28.777	19034.176	14262.581
8.396	6.324	19042.572	14268.905
44.874	111.856	19087.446	14380.761
5.935	240.370	19093.381	14621.131
0.000	385.889	19093.381	15007.020
0.000	482.971	19093.381	15489.992
0.000	463.467	19093.381	15953.459
0.000	350.563	19093.381	16304.021
0.090	173.391	19093.471	16477.412
87.372	25.172	19180.843	16502.584
28.014	0.000	19208.857	16502.584
383.771	0.000	19592.628	16502.584
655.294	0.000	20247.923	16502.584
826.100	0.000	21074.023	16502.584
886.766	0.000	21960.789	16502.584

2+100	45.108	0.000
2+120	41.490	0.000
2+140	39.284	0.000
2+156.853	35.839	0.000
2+160	35.435	0.000
2+180	33.619	0.000
2+200	28.653	0.000
2+220	17.912	0.000
2+240	0.000	12.770
2+260	0.000	13.449
2+276.657	0.008	8.333
2+280	0.013	7.518
2+300	0.000	6.504
2+320	0.013	7.291
2+340	0.000	10.681
2+360	0.000	12.634
2+380	0.000	13.630

865.975	0.000	22828.764	16502.584
807.735	0.000	23634.499	16502.584
633.025	0.000	24267.524	16502.584
112.142	0.000	24379.666	16502.584
690.540	0.000	25070.206	16502.584
622.719	0.000	25692.925	16502.584
465.643	0.000	26158.568	16502.584
104.57	53.15	26337.684	16630.289
0.000	262.191	26337.684	16892.480
0.066	181.407	26337.750	17073.887
0.035	26.492	26337.786	17100.379
0.133	140.222	26337.918	17240.601
0.128	137.957	26338.046	17378.557
0.128	179.720	26338.174	17558.278
0.000	233.144	26338.174	17791.422
0.000	262.632	26338.174	18054.055
0.000	223.301	26338.174	18277.356

2+400	0.000	8.700
2+420	0.332	2.121
2+440	9.957	0.073
2+440.633	10.256	0.063
2+460	7.930	2.273
2+480	14.746	0.000
2+500	23.860	0.000
2+520	41.729	0.000
2+540	35.246	0.000
2+560	30.014	0.000
2+575.158	33.751	0.000
2+580	24.769	0.000
2+600	0.277	1.738
2+615.328	0.000	14.184
2+620	0.000	16.847
2+640	0.000	25.976
2+660	0.000	26.265

3.318	108.214	26341.492	18385.569
102.884	21.938	26444.375	18407.507
6.397	0.043	26450.773	18407.550
176.108	22.620	26626.881	18430.170
226.761	22.730	26853.642	18452.900
386.058	0.000	27239.699	18452.900
655.894	0.000	27895.593	18452.900
769.755	0.000	28665.349	18452.900
652.602	0.000	29317.951	18452.900
483.268	0.000	29801.219	18452.900
141.682	0.000	29942.901	18452.900
250.462	17.375	30193.363	18470.275
2.125	122.021	30195.489	18592.296
0.000	72.485	30195.489	18664.781
0.000	428.231	30195.489	19093.012
0.000	522.407	30195.489	19615.419
0.000	496.878	30195.489	20112.298

2+680	0.000	23.423
2+700	0.000	16.717
2+720	0.000	11.760
2+740	0.785	3.856
2+760	4.691	0.126
2+780	10.865	0.000
2+786.893	11.775	0.000
2+800	14.134	0.000
2+820	20.214	0.000
2+840	26.218	0.000
2+860	30.385	0.000
2+880	32.562	0.000
2+900	27.542	0.000
2+914.808	23.390	0.000
2+920	25.913	0.000
2+940	28.799	0.000
2+960	19.798	0.000

0.000	401.397	30195.489	20513.695
0.000	284.766	30195.489	20798.461
7.851	156.156	30203.340	20954.617
54.764	39.813	30258.103	20994.431
155.565	1.258	30413.668	20995.688
78.027	0.000	30491.695	20995.688
169.802	0.000	30661.497	20995.688
343.487	0.000	31004.984	20995.688
464.327	0.000	31469.310	20995.688
566.035	0.000	32035.346	20995.688
629.477	0.000	32664.823	20995.688
601.047	0.000	33265.870	20995.688
377.100	0.000	33642.969	20995.688
127.992	0.000	33770.961	20995.688
547.126	0.000	34318.087	20995.688
485.975	0.000	34804.062	20995.688
373.205	0.000	35177.267	20995.688

2+980	17.522	0.000
3+000	18.386	0.000
3+020	15.228	0.000
3+040	10.846	0.000
3+060	14.593	0.000
3+080	14.946	0.000
3+100	15.973	0.000
3+120	11.051	0.000
3+134.796	4.890	0.355
3+140	3.825	0.523
3+160	1.987	1.995
3+180	1.498	1.930
3+194.838	3.065	0.515
3+200	4.987	0.318
3+220	10.507	0.049
3+240	16.529	0.000
3+260	30.183	0.000

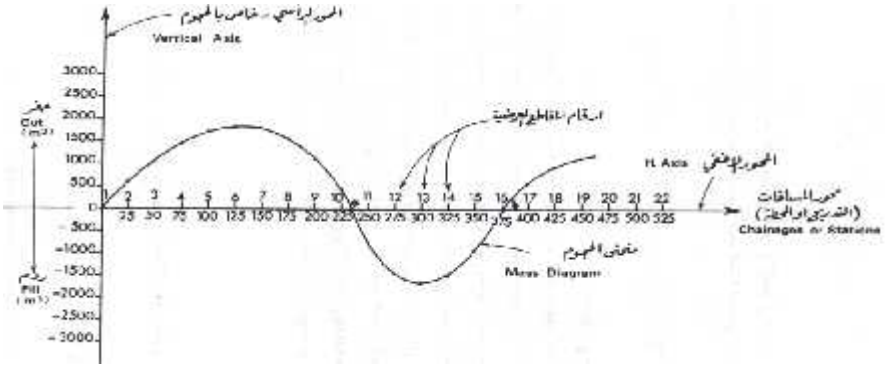
359.079	0.000	35536.345	20995.688
336.137	0.000	35872.482	20995.688
260.742	0.000	36133.225	20995.688
254.386	0.000	36387.611	20995.688
295.384	0.000	36682.994	20995.688
309.189	0.000	36992.183	20995.688
270.243	0.000	37262.426	20995.688
117.933	2.630	37380.359	20998.318
22.675	2.284	37403.034	21000.603
58.121	25.179	37461.155	21025.782
34.849	39.250	37496.004	21065.031
33.856	18.134	37529.860	21083.166
20.784	2.148	37550.644	21085.314
154.944	3.664	37705.588	21088.978
270.366	0.489	37975.954	21089.467
467.122	0.000	38443.076	21089.467
642.201	0.000	39085.277	21089.467

3+280	34.037	0.000	676.960	0.000	39762.236	21089.467
3+300	33.659	0.000	660.563	0.000	40422.800	21089.467
3+320	32.398	0.000	590.427	0.000	41013.226	21089.467
3+340	26.645	0.000	472.371	0.000	41485.597	21089.467
3+360	20.592	0.000	323.813	10.496	41809.411	21099.963
3+380	11.789	1.050	252.852	17.375	42062.262	21117.338
3+400	13.496	0.688	290.684	7.345	42352.947	21124.683
3+420	15.573	0.047	327.106	0.465	42680.053	21125.149
3+440	17.138	0.000	306.945	7.968	42986.998	21133.117
3+460	13.556	0.797	222.782	61.833	43209.780	21194.949
3+480	8.722	5.386	173.756	54.483	43383.537	21249.432
3+500	8.654	0.062	128.484	4.557	43512.020	21253.990
3+520	4.195	0.394	82.202	10.512	43594.222	21264.502
3+540	4.026	0.657	92.360	32.802	43686.582	21297.304
3+560	5.210	2.623	52.928	74.714	43739.510	21372.019
3+580	0.083	4.849	1.845	107.456	43741.355	21479.475
3+600	0.102	5.897	0.791	86.401	43742.146	21565.875
3+614.313	0.009	6.176	0.157	30.253	43742.303	21596.128
3+620	0.047	4.465	5.837	62.678	43748.140	21658.807
3+640	0.537	1.803	8.640	44.851	43756.779	21703.658
3+660	0.327	2.682	3.752	108.592	43760.531	21812.250
3+680	0.048	8.177	1.089	145.833	43761.620	21958.083
3+700	0.061	6.406	27.877	70.936	43789.497	22029.019
3+720	2.727	0.688	130.996	6.876	43920.493	22035.895
3+740	10.373	0.000	271.082	0.020	44191.576	22035.915
3+760	16.736	0.002	356.685	0.020	44548.260	22035.936
3+780	18.933	0.000	185.767	0.000	44734.027	22035.936
3+789.875	18.690	0.000	173.506	0.000	44907.533	22035.936
3+800	15.583	0.000	280.218	0.000	45187.751	22035.936
3+820	12.439	0.000	229.115	0.000	45416.866	22035.936
3+840	10.473	0.000	184.223	0.000	45601.089	22035.936
3+860	7.949	0.000	143.357	0.359	45744.446	22036.295
3+880	6.386	0.036	23.035	0.118	45767.481	22036.413
3+883.579	6.487	0.030	112.129	0.247	45879.610	22036.660
3+900	7.170	0.000	154.040	0.000	46033.649	22036.660
3+920	8.234	0.000	188.648	0.000	46222.297	22036.660
3+940	10.631	0.000	219.638	0.000	46441.936	22036.660
3+960	11.333	0.000	232.661	0.000	46674.596	22036.660
3+980	11.933	0.000	237.247	0.000	46911.844	22036.660
4+000	11.792	0.000	187.850	0.000	47099.694	22036.660
4+020	6.993	0.000	31.015	0.008	47130.709	22036.668
4+024.782	5.979	0.003	0.000	0.000	47130.709	22036.668

١٠-٣ التمثيل الخطي لكميات الحفر والردم:

منحنى الحجوم هو عبارة عن تمثيل بياني لكميات الحفر والردم اللازمة لمشروع ما، لعمل هذا المنحنى نرسم خطا أفقيا مستقيما (محور السينات)، ونحدد عليه بمقياس مناسب مواقع المقاطع العرضية المتتالية والمتباعدة عن بعضها بمسافات معلومة مبتدئين بالمقطع الخاص بنقطة بداية المشروع، عند كل نقطة ممثلة لموقع مقطع عرضي معين نقيم عمودا وفق مقياس معين، يمثل المجموع الجبري لكميات الحفر والردم حتى ذلك المقطع، وذلك على أساس اعتبار أن الحفر موجبا والردم سالبا، (m يساوي (m^3 1475+)، وبما إنه موجب فهذا يعني أن كميات الحفر تفوق كميات الردم بنفس هذا المقدار ولغاية هذا المقطع .

ومن الشكل التالي نلاحظ أن كميات الحفر تتعادل مع كميات الردم عند النقطتين (a and b)، اللتين تبعدان عن نقطة بداية المشروع (235 and 378 m) على التوالي، كما نلاحظ من الشكل، أن المجموع الجبري لكميات الحفر والردم من نقطة بداية المشروع حتى المقطع رقم 15 ذي التدرج (Chainage 350 m) يساوي ($-925m^3$)، وبما أنه سالب فهذا يدل على أن كميات الردم تفوق كميات الحفر بنفس هذا المقدار.



الشكل (١٠-٧) التمثيل الخطي لكميات الحفر والردم

١٠-٣-١ خواص منحنى الحجوم:

١- الميل الموجب للمنحنى يدل على تزايد كميات الحفر أو التناقص في كميات الردم، والميل السالب يدل على تزايد كميات الردم أو تناقص كميات الحفر، بمعنى آخر، الجزء الصاعد من منحنى الحجوم يشير إلى منطقة حفر والجزء الهابط يشير إلى منطقة ردم.

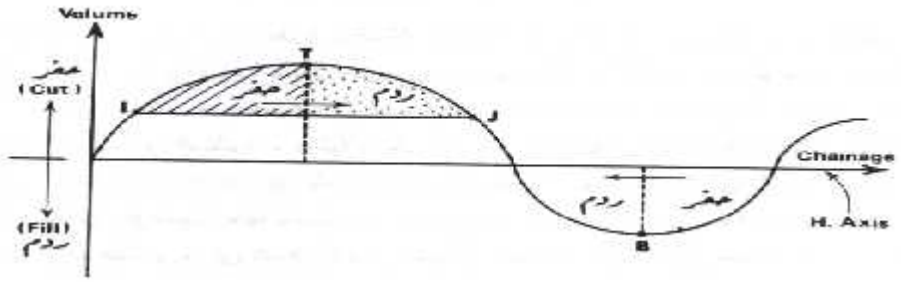
٢- عندما نصل إلى أعلى نقطة من المنحنى تتوقف كميات الحفر عن التزايد، وتبدأ كميات الردم بالتزايد وعندما نصل إلى أخفض نقطة من المنحنى تتوقف كميات الردم عن التزايد وتبدأ كميات الحفر بالتزايد.

٣- قيمة الإحداثي الصادي (المجموع الجبري للحفر والردم)، عند أي نقطة من المنحنى تمثل مقدار الفرق بين كميات الحفر والردم حتى تلك النقطة، فإن كان هذا الإحداثي موجبا، فهذا يدل على أن كميات الحفر

تفوق كميات الردم حتى تلك النقطة بنفس القيمة العددية للإحداثي الصادي، أما إذا كان الإحداثي الصادي سالبا، فتكون كميات الردم أكبر من كميات الحفر بنفس القيمة العددية للإحداثي الصادي ولغاية هذه النقطة.

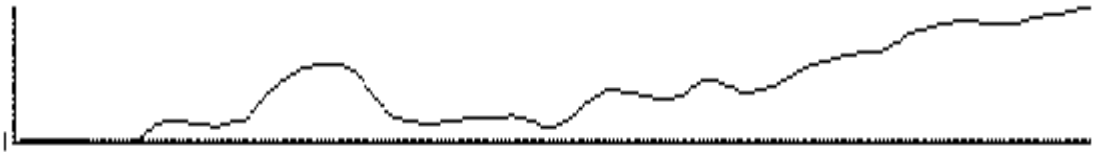
٤- الفرق بين الإحداثيين الصاديين لنقطتين على منحنى الحجوم يمثل كمية الحفر أو الردم الواقعة بين هاتين النقطتين من المشروع شريطة أن يكون المنحنى بين هاتين النقطتين صاعدا أو هابطا دون انقطاع.

٥- يطلق على أي خط أفقي يقطع منحنى الحجوم في نقطتين بخط التعادل . كما يطلق على الجزء المحصور بين خط التعادل ومنحنى الحجوم بقطاع التعادل. يكون حجم التربة المحصور بين خط تعادل ما ومنحنى الحجوم موزعا بحيث أن حجم الردم يساوي حجم الحفر، كما في الشكل التالي، النقطة(T) تمثل أعلى نقطة على المنحنى، والخط (I J) يمثل خط تعادل و القطاع (ITJ) يمثل قطاع تعادل كما في الشكل.



الشكل (١٠-٨)خط التعادل على منحنى الحجوم

إن مساحة أي قطاع تعادل تمثل عزم النقل اللازم لتوزيع التربة ما بين طرفي خط التعادل لهذا القطاع، يكافئ عزم النقل هذا مجموع حاصل ضرب حجوم الحفريات الفردية في مسافات النقل اللازمة لها في مسافات النقل اللازمة لها، والشكل التالي يظهر منحنى الحجوم للشارع.



الشكل (١٠-٩) منحنى الحجوم للشارع

الفصل الحادي عشر

المضلعات Traverse

١١-١ القراءات:

الجدول التالي يظهر جميع القراءات التي تم رصدها للمضلع، حيث إن طريقة الرصد كانت عن طريق القراءة ثلاث مرات لكل زاوية ومسافة، ومن ثم تم اخذ متوسط القراءات.

الجدول (١١-١) قراءات الحقل

From	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance(m)
جبل الرجوب	مقام النبي نوح	0	0	0	
جبل الرجوب	St.9	229	21	30	165.422
جبل الرجوب	مقام النبي نوح	0	0	5	
جبل الرجوب	St.9	229	21	38	165.422
جبل الرجوب	مقام النبي نوح	0	0	8	
جبل الرجوب	St.9	229	21	43	165.422
St.17	St.1	0	0	0	112.928
St.17	ابو جياش	202	11	49	
St.17	St.1	0	0	5	112.933
St.17	ابو جياش	202	11	37	
St.17	St.1	0	0	6	112.924
St.17	ابو جياش	202	11	43	
St.1	St.2	0	0	0	
St.1	St.17	125	17	23	112.858
St.1	St.2	0	0	35	174.671
St.1	St.17	125	17	47	112.855
St.1	St.2	0	0	20	174.667
St.1	St.17	125	17	42	
St.2	St.3	0	0	0	163.367
St.2	St.1	165	42	22	
St.2	St.3	0	0	7	163.38
St.2	St.1	165	41	41	
St.2	St.3	0	0	3	163.359
St.2	St.1	165	41	55	
St.3	St.4	0	0	0	126.698
St.3	St.2	199	8	18	163.363
St.3	St.4	359	59	47	126.74
St.3	St.2	199	7	51	163.363

St.3	St.4	0	0	12	126.75
St.3	St.2	199	8	28	
St.4	St.5	0	0	0	256.569
St.4	St.3	172	9	17	
St.4	St.5	0	0	4	256.567
St.4	St.3	172	9	13	
St.4	St.5	0	0	8	256.566
St.4	St.3	172	9	10	
St.5	St.6	0	0	0	293.68
St.5	St.4	206	29	19	
St.5	St.6	0	0	4	293.698
St.5	St.4	206	29	14	
St.5	St.6	359	59	58	293.711
St.5	St.4	206	29	33	
St.6	St.7	0	0	0	335.643
St.6	St.5	162	7	14	293.687
St.6	St.7	0	0	35	335.703
St.6	St.5	162	7	23	293.693
St.6	St.7	0	1	27	335.673
St.6	St.5	162	7	7	
St.7	St.8	0	0	0	
St.7	St.6	187	8	30	335.748
St.7	St.8	0	0	2	429.817
St.7	St.6	187	8	27	335.738
St.7	St.8	359	59	54	429.799
St.7	St.6	187	8	50	335.756
St.8	St.9	0	0	0	260.799
St.8	St.7	197	46	35	429.812
St.8	St.9	359	59	53	260.831
St.8	St.7	197	46	13	429.807
St.8	St.9	359	59	48	260.822
St.8	St.7	197	47	11	
St.9	جبل الرجوب	0	0	0	
St.9	St.10	84	5	20	79.035
St.9	جبل الرجوب	359	59	14	165.248
St.9	St.10	84	4	57	79.03
St.9	جبل الرجوب	359	59	47	165.244
St.9	St.10	84	5	10	79.038

St.10	St.9	0	0	0	
St.10	St.11	200	59	33	400.704
St.10	St.9	359	59	58	79.139
St.10	St.11	200	59	29	400.666
St.10	St.9	359	59	54	79.133
St.10	St.11	200	59	28	400.702
St.11	St.10	0	0	0	
St.11	St.12	166	17	19	362.223
St.11	St.10	0	0	3	400.706
St.11	St.12	166	17	14	362.208
St.11	St.10	0	0	5	400.71
St.11	St.12	166	17	19	362.233
St.12	St.11	0	0	0	
St.12	St.13	219	47	36	481.277
St.12	St.11	0	1	3	362.235
St.12	St.13	219	47	49	481.254
St.12	St.11	0	0	4	362.252
St.12	St.13	219	47	52	481.264
St.13	St.12	0	0	0	481.254
St.13	St.14	183	45	26	189.246
St.13	St.12	0	0	5	481.255
St.13	St.14	183	45	30	189.246
St.13	St.12	0	0	8	481.255
St.13	St.14	183	45	32	189.247
St.14	St.13	0	0	0	189.459
St.14	St.15	160	32	41	195.437
St.14	St.13	0	0	6	189.46
St.14	St.15	160	32	45	195.439
St.14	St.13	0	0	8	189.458
St.14	St.15	160	32	50	195.438
St.15	St.14	0	0	0	195.441
St.15	St.16	193	43	28	220.517
St.15	St.14	0	0	4	195.44
St.15	St.16	193	43	30	220.517
St.15	St.14	0	0	6	195.442
St.15	St.16	193	43	34	220.518
St.16	St.15	0	0	0	220.449
St.16	mm1	156	49	50	45.695
St.16	St.15	0	0	0	220.449

St.16	mm1	156	50	22	45.703
St.16	St.15	0	0	7	220.464
St.16	mm1	156	50	10	45.698
mm1	St.16	0	0	0	45.705
mm1	mm2	224	9	5	
mm1	St.16	0	0	3	45.704
mm1	mm2	224	9	4	
mm1	St.16	0	0	19	45.703
mm1	mm2	224	9	12	

- والجدول التالي يظهر معدل المسافات والزوايا للمضلع:

الجدول(١١-٢) متوسط القراءات

From	To	Angle			Horizontal Dist.
		°	′	″	
جبل الرجوب	مقلم نوح	0	0	0	
جبل الرجوب	st9	229	21	35	165.422
st9	جبل الرجوب	0	0	0	
st9	st10	84	5	30	79.034
st10	st9	0	0	0	
st10	st11	200	59	38	400.691
st11	st10	0	0	0	
st11	st12	166	17	20	362.221
st12	st11	0	0	0	
st12	st13	219	47	28	481.265
st13	st12	0	0	0	
st13	st14	183	45	30	189.246
st14	st13	0	0	0	
st14	st15	160	32	46	195.438
st15	st14	0	0	0	
st15	st16	193	43	32	220.517
st16	st15	0	0	0	
st16	mm1	156	49	58	45.698
mm1	st16	0	0	0	
mm1	mm2	224	9	5	
st9	جبل الرجوب	0	0	0	
st9	st8	292	46	5	260.885
st8	st9	0	0	0	
st8	st7	197	46	43	429.808
st7	st8	0	0	0	
st7	st6	187	8	37	335.747
st6	st7	0	0	0	
st6	st5	162	7	55	293.693

st5	st6	0	0	0	
st5	st4	206	29	23	256.605
st4	st5	0	0	0	
st4	st3	172	9	17	126.729
st3	st4	0	0	0	
st3	st2	199	8	12	163.369
st2	st3	0	0	0	
st2	st1	165	42	3	174.669
st1	st2	0	0	0	
st1	st17	125	17	55	112.928
st17	st1	0	0	0	
st17	ابوجياش	202	11	47	

١١-٢ حساب انحرافات الخطوط:

$$\overline{BA} = \tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N} \quad \text{.....11.1}$$

$$\overline{BA} = \tan^{-1}\frac{152299.71-155580.17}{101599.46-101424.37} = \tan^{-1}\frac{-3280.46}{175.09} = 273°3'18.66''$$

$$\overline{B9} = 273°3'18.66'' + 229°21'35'' - 360° = 142°24'53.6''$$

الجدول (١١-٣): انحرافات الخطوط

Line	Azimuth		
	°	'	"
$\overline{9B}$	322	24	53.60
$\overline{9-10}$	46	30	23.66
$\overline{10-9}$	226	30	23.60
$\overline{10-11}$	67	30	01.66
$\overline{11-10}$	247	30	01.66
$\overline{11-12}$	53	47	21.66
$\overline{12-11}$	233	47	21.60
$\overline{12-13}$	93	34	49.66
$\overline{13-12}$	273	34	49.60
$\overline{13-14}$	97	20	19.66
$\overline{14-13}$	277	20	19.60
$14-15$	77	53	05.66
$\overline{15-14}$	257	53	05.66
$\overline{15-16}$	91	36	37.66
$\overline{16-15}$	271	36	37.60

$\overline{16-MM1}$	68	26	35.66
$\overline{MM1-16}$	248	26	35.66
$\overline{MM1-MM2}$	112	35	40.60
$\overline{9-8}$	255	10	58.60
$\overline{8-9}$	75	10	58.60
$\overline{8-7}$	272	57	41.60
$\overline{7-8}$	92	57	41.60
$\overline{7-6}$	280	06	18.60
$\overline{6-7}$	100	06	18.60
$\overline{6-5}$	262	14	13.60
$\overline{5-6}$	82	14	13.60
$\overline{5-4}$	288	43	36.60
$\overline{4-5}$	108	43	36.60
$\overline{4-3}$	280	52	53.60
$\overline{3-4}$	100	52	53.60
$\overline{3-2}$	300	01	05.60
$\overline{2-3}$	120	01	05.60
$\overline{2-1}$	285	43	08.60
$\overline{1-2}$	105	43	08.60
$\overline{1-17}$	231	01	03.60
$\overline{17-1}$	51	01	03.60
$\overline{17-E}$	253	12	50.60

١١-٣ حساب الإحداثيات الابتدائية للنقاط:

Δ Easting = Horizontal Distance × sin (azimuth)…….11.2

Δ Northing = Horizontal Distance × cos (azimuth)…….11.3

Easting = easting B + Δ easting……...….11.4

Northing =Northing B + Δ northing…….……11.5

Point 9:

Δ Easting = 165.422 × sin(142˚24’53.6") = 100.897

Δ Northing = 165.422 × cos(142˚24’53.6") = -131.088

Easting = 155580.17 + 100.897 = 155681.067

Northing = 101424.37-131.088 = 101293.282

الجدول (١١-٤) الإحداثيات الابتدائية للنقاط

Point	Δ Easting	Δ Northing	Easting	Northing
9	100.897	-131.088	155681.067	101293.282
10	57.335	54.397	155738.402	101347.679
11	370.191	153.335	156108.593	101501.014
12	292.258	213.984	156400.851	101714.998
13	480.326	-30.055	156881.177	101684.943
14	187.696	-24.173	157068.873	101660.770
15	191.08	41.018	157259.953	101701.788
16	220.429	-6.197	157480.382	101695.590
MM1			157522.880	101712.380
MM2			158776.225	101190.798
8	-252.209	-66.717	155428.858	101226.565
7	-429.234	22.064	154999.624	101248.629
6	-330.538	58.908	154669.086	101307.537
5	-291.001	-39.670	154378.085	101267.867
4	-243.02	82.385	154135.065	101350.252
3	-124.450	23.924	154010.615	101374.176
2	-141.458	81.729	153869.157	101455.905
1	-168.137	47.321	153701.020	101503.226
17	-87.783	-71.041	153613.237	101432.185

١١-٤ 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 = "٥
- الخطأ في المسافة distance error = $\pm$3 mm + 3ppm

١١-٤-١ الأخطاء في المسافات Error in Distance :

$$\pm_D = \sqrt{(\pm_i)^2 + (\pm_t)^2 + a^2 + (D \times bppm)^2} \quad \text{.....11.6}$$

حيث أن:

$\pm_D$: الخطأ في المسافة المقاسه

$\pm_i$: الخطأ في ضبط الجهاز

$\pm_t$: الخطأ في وضعية العاكس

a, b : معاملات الجهاز

١١-٤-١-١ الخطأ في الضبط المؤقت للجهاز : Instrument Centering Error

وهذا الخطأ يكون بالعادة ناتج عن الأسباب التالية:

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

١١-٤-١-٢ 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:

$3\text{mm} \pm 3\text{ppm} = a, b$

❖ مثال على تصحيح الأخطاء في المسافات:

المسافة المقاسه ما بين المحطة 3,4 تساوي 126.729م

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

$$\pm_D = \sqrt{(0.002)^2 + (0.002)^2 + (0.003)^2 + (126.729 \times 0.000003)^2} = 0.0041m$$

والجدول التالي يظهر مقدار الخطأ في المسافات:

الجدول (١١-٥) مقدار الخطأ في المسافات

Line	Distance	σD
B-9	165.422	0.00415
17-1	112.928	0.00414
1-2	174.669	0.00416
2-3	163.369	0.00415
3-4	126.729	0.00414
4-5	256.605	0.00419
5-6	293.693	0.00422
6-7	335.747	0.00424
7-8	429.808	0.00432
8-9	260.885	0.00419
9-10	79.034	0.00413
10-11	400.691	0.00429
11-12	362.221	0.00426
12-13	481.265	0.00437
13-14	189.246	0.00416

14-15	195.438	0.00415
15-16	220.517	0.00417
16-MM1	45.698	0.00413

١١-٤-٢الأخطاء في قياس الزوايا :

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

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

والخطأ الناتج عنهما من الممكن حسابه وفق العلاقة التالية:

$$\pm_{pr} = \frac{2\pm_{DIN}}{\sqrt{n}} \quad \text{.....11.7}$$

حيث أن:

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

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

n: عدد مرات التكرار

وقيمة هذا الخطأ تكون ثابتة تقريبا لجميع الزوايا وتساوي

$$\pm_{pr} = \pm\frac{2\times 5''}{\sqrt{6}} = \pm 4.1$$

١١-٥ تصحيح الأخطاء في الإحداثيات :

هناك أكثر من طريقة يتم إتباعها في عمليه تصحيح الأخطاء في الإحداثيات ومن أدق هذه الطرق Least Square Method والتي تكون معادلتها الرئيسية كما يلي:

$$X = (A^T WA)^{-1} A^T WL \quad \text{.....11.8}$$

حيث أن:

X : مصفوفة المجاهيل Unknown matrix

W: Weight matrix

A: Jacobean matrix

L: Observation matrix

The Jacobean Matrix A:

$$A=\begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial dx_{17}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{17}} & \frac{\partial F_1}{\partial dx_1} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_1} & \cdots\cdots & \frac{\partial F_1}{\partial dx_{16}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{16}} \\ \frac{\partial F_2}{\partial dx_{17}} & \frac{\partial F_2}{\partial dx_{17}} & \frac{\partial F_2}{\partial dx_1} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_1} & \cdots\cdots & \frac{\partial F_2}{\partial dx_{16}} & \frac{\partial F_2}{\partial dx_{16}} \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ (\frac{\partial F_{19}}{\partial dx_{17}})^\circ & (\frac{\partial F_{19}}{\partial dy_{17}})^\circ & (\frac{\partial F_{19}}{\partial dx_1})^\circ & (\frac{\partial F_{19}}{\partial dy_1})^\circ & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{19}}{\partial dx_{16}})^\circ & (\frac{\partial F_{19}}{\partial dy_{16}})^\circ \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ (\frac{\partial F_{35}}{\partial dx_{17}})^\circ & (\frac{\partial F_{35}}{\partial dy_{17}})^\circ & (\frac{\partial F_{35}}{\partial dx_1})^\circ & (\frac{\partial F_{35}}{\partial dy_1})^\circ & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{35}}{\partial dx_{16}})^\circ & (\frac{\partial F_{35}}{\partial dy_{16}})^\circ \\ (\frac{\partial F_{36}}{\partial dx_{17}})^\circ & (\frac{\partial F_{36}}{\partial dy_{17}})^\circ & (\frac{\partial F_{36}}{\partial dx_1})^\circ & (\frac{\partial F_{36}}{\partial dy_1})^\circ & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{36}}{\partial dx_{16}})^\circ & (\frac{\partial F_{36}}{\partial dy_{16}})^\circ \end{bmatrix}_{36\times 34}$$

11-5-1 Distance observation reduction:

$$F(x_i, y_i, x_j, y_j) = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \quad \text{.....11.9}$$

Linearization:

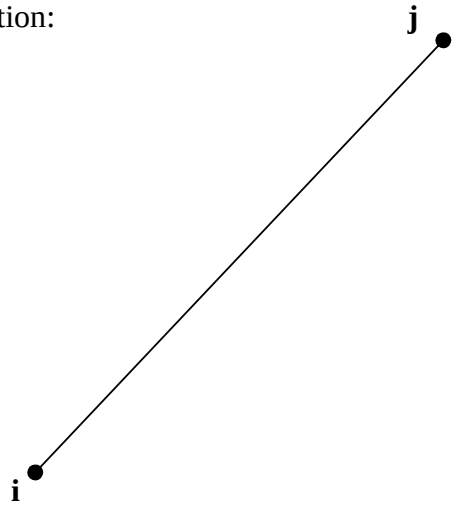
Taking the derivatives of last equation:

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

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

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

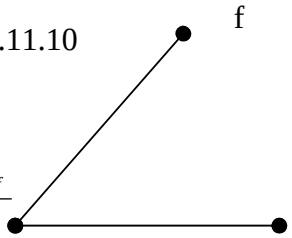
$$\frac{\partial F}{\partial y_j} = \frac{y_j - y_i}{IJ}$$



11-5-2 Angle observation reduction:

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

$$^{-} = \tan^{-1}\frac{x_f - x_i}{y_f - y_i} - \tan^{-1}\frac{x_b - x_i}{y_b - y_i} + D \quad \text{.....11.10}$$



Taking the derivatives of the last equation:

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

$$\frac{\partial F}{\partial y_i} = \frac{x_b - x_i}{IB^2} - \frac{x_f - x_i}{IF^2} \quad \text{.....11.11}$$

The Observation Matrix L:

$$L = \begin{bmatrix} F_1 - F_{1_0} \\ F_2 - F_{2_0} \\ F_3 - F_{3_0} \\ F_4 - F_{4_0} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ (F_{19} - F_{19_0}) \\ (F_{20} - F_{20_0}) \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ (F_{35} - F_{35_0}) \\ (F_{36} - F_{36_0}) \end{bmatrix}_{36\times 1}$$

The Weight Matrix W:

$$W = \begin{bmatrix} (\pm F_1)^2 & & & & & & & & \\ & (\pm F_2)^2 & & & & & & & \\ & & (\pm F_3)^2 & & & & & & \\ & & & \ddots & & & & & \\ & & & & \ddots & & & & \\ & & & & & \ddots & & & \\ & & & & & & (\pm F_{19})^2 & & \\ & & & & & & & \ddots & \\ & & & & & & & & \ddots \\ & & & & & & & & & \ddots \\ & & & & & & & & & & (\pm F_{36})^2 \end{bmatrix}_{36\times 36}$$

The Unknowns Matrix X:

$$X = \begin{bmatrix} dx_{17} \\ dy_{17} \\ dx_1 \\ dy_1 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ dx_{16} \\ dy_{16} \end{bmatrix}_{34\times 1}$$

The Variance Matrix V:

$$V = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ V_{35} \\ V_{36} \end{bmatrix}_{36\times 1}$$

٦-١١ الإحداثيات المصححة :

$$X = X_0 + dx$$
$$Y = Y_0 + dy \text{.....11.12}$$

الجدول التالي يظهر قيم الإحداثيات **المصححة للمحطات**:

الجدول (٦-١١) الإحداثيات المصححة

Point	Easting	Northing
17	153613.2639	101432.1651
1	153701.0286	101503.2288
2	153869.1639	101455.902
3	154010.6241	101374.1728
4	154135.0743	101350.2498
5	154378.0944	101267.865
6	154669.0951	101307.5369
7	154999.6319	101248.628
8	155428.859	101226.5651
9	155681.067	101293.282
10	155738.402	101347.6779
11	156108.5914	101501.0131
12	156400.8478	101714.9969
13	156881.1726	101684.9435
14	157068.8672	101660.7698
15	157259.9508	101701.7878
16	157480.3794	101695.5892

١١-٧ المسافات المصححة:

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

$$dis\tan ceji = \sqrt{(E_j - E_i)^2 + (N_j - N_i)^2} \text{.....11.13}$$

الجدول التالي يظهر قيم المسافات المصححة:

الجدول (١١-٧) المسافات المصححة

Line	Distance (m)
17-1	112.9278178
1--2	174.6691304
2--3	163.3727343
3--4	126.7286953
4--5	256.6048017
5--6	293.6924702
6--7	335.745193
7--8	429.7937586
8--9	260.8831539
9--10	79.03300679
10--11	400.6892505
11--12	362.2193672
12--13	481.2640859
13-14	189.2448959
14-15	195.436482
15-16	220.5157372
16-MM1	٤٥.٦٩٧١٧٦٧٧

١١-٨ الانحرافات المصححة:

كذلك يتم عملية حساب الانحرافات المصححة بناء على الإحداثيات التي تم تصحيحها وفق المعادلات التالية:

$$\overline{BA} = \tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N} \text{.....11.14}$$

والجدول التالي يظهر الانحرافات المصححة للخطوط:

الجدول (١١-٨) الانحرافات المصححة

Line	Azimuth		
	°	'	"
$\overline{17-1}$	51	0	9.59
$\overline{1-2}$	105	43	15
$\overline{2-3}$	120	1	2.45
$\overline{3-4}$	100	52	52.3
$\overline{4-5}$	108	43	37
$\overline{5-6}$	82	14	12.37
$\overline{6-7}$	100	6	18.9
$\overline{7-8}$	92	56	32.99
$\overline{8-9}$	75	10	58.3
$\overline{9-10}$	46	30	24.58
$\overline{10-11}$	67	30	1.08
$\overline{11-12}$	53	47	21.19
$\overline{12-13}$	93	34	49
$\overline{13-14}$	97	20	19.97
$14-15$	77	53	5.07
$\overline{15-16}$	91	36	38.78
$\overline{16-MM1}$	68	26	32.7
$\overline{MM1-MM2}$	112	35	41

١١-٩ الزوايا المصححة:

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

الجدول (١١-٩) الزوايا المصححة

From	To	Angle		
		°	´	¨
جبل الرجوب	مقام نوح	0	0	0
جبل الرجوب	st9	229	21	35
st9	جبل الرجوب	0	0	0
st9	st10	84	5	30.98
st10	st9	0	0	0
st10	st11	200	59	36.5
st11	st10	0	0	0
st11	st12	166	17	20.1
st12	st11	0	0	0
st12	st13	219	47	27.8
st13	st12	0	0	0
st13	st14	183	45	30.9
st14	st13	0	0	0
st14	st15	160	32	45.1
st15	st14	0	0	0
st15	st16	193	43	33.7
st16	st15	0	0	0
st16	mm1	156	49	53.9
mm1	st16	0	0	0
mm1	mm2	224	9	8.3
st9	جبل الرجوب	0	0	0
st9	st8	292	46	4.7
st8	st9	0	0	0
st8	st7	197	45	34.6
st7	st8	0	0	0
st7	st6	187	9	45.91
st6	st7	0	0	0
st6	st5	162	7	53.47
st5	st6	0	0	0
st5	st4	206	29	24.6
st4	st5	0	0	0

st4	st3	172	9	15.3
st3	st4	0	0	0
st3	st2	199	8	10.15
st2	st3	0	0	0
st2	st1	165	42	12.5
st1	st2	0	0	0
st1	st17	125	16	54.5

١١-١٠ الانحراف المعياري:

$$S_0 = \sqrt{\frac{V^T \times V}{m-n}} \quad \text{.....} 11.15$$

Where m : *Numberof Observations,* n : *Numberof unknowns*

So= ±0.0019

١١-١١ حساب الدقة:

Relative error ellipse:

في هذا النوع من التصحيح يلزم الأمور التالية:

- إحداثيات **النقط التي تصل الخط** ، فمثلا إذا كان لدينا الخط الذي يصل بين النقطتين **١و ٢ نحتاج إلى** إحداثياته:

(E_1,N_1) , (E_2, N_2)

حيث **أن** طريقة التعامل كانت E=X **و** N=Y

$$\Delta x = x_2 - x_1$$
$$\Delta y = y_2 - y_1 \text{.....} 11.16$$

- كذلك يجب **أن** تتوفر لدينا covariance matrix

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

$$\sum_{\Delta x \Delta y} = F \sum_{xx} F^T \text{.....} 11.17$$

$$\sum_{\Delta x \Delta y} = \begin{bmatrix} s^2{}_{\Delta x} & s_{\Delta x \Delta y} \\ s_{\Delta x \Delta y} & s^2{}_{\Delta y} \end{bmatrix} \text{.....11.18}$$

$$\Delta_x = x_2 - x_1$$
$$\Delta_y = y_2 - y_1 \text{.....11.19}$$

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

$$\tan(2t) = \frac{2q_{\Delta x \Delta y}}{q_{\Delta y} - q_{\Delta x}} \text{.....11.20}$$

$$q_{\Delta u} = q_{\Delta x} \sin^2(t) + 2q_{\Delta x \Delta y} \cos(t)\sin(t) + q_{\Delta y} \cos^2(t)$$
$$q_{\Delta v} = q_{\Delta x} \cos^2(t) - 2q_{\Delta x \Delta y} \cos(t)\sin(t) + q_{\Delta y} \sin^2(t) \text{.....11.21}$$

$$S_u = S_\circ \sqrt{q_{\Delta u}}$$
$$S_v = S_\circ \sqrt{q_{\Delta v}} \text{.....11.22}$$

$$relative\ accuracy = \frac{S_{u(\max)}}{D_i} \text{.....11.23}$$

حيث أن:

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

تجدر الإشارة إلى انه في حالة وجود عدد كبير من الخطوط في المضلع يتم اخذ الخط الأول والخط الأخير وثلاثة خطوط أخرى على الأقل تكون موزعة بشكل جيد على أنحاء المضلع.

الجدول التالي يبين إحداثيات وأرقام النقاط التي سيتم أخذها في عملية حساب دقة المضلع:

الجدول (١١-١٠) النقط الداخلة في حساب الدقة

Point	Easting	Northing
1	153701.0286	101503.2288
2	153869.1639	101455.902
5	154378.0944	101267.865
6	154669.0951	101307.5369
8	155428.859	101226.5651
9	155681.067	101293.282
11	156108.5914	101501.0131
12	156400.8478	101714.9969
16	157480.3794	101695.5892
MM1	157522.880	101712.380

وفيما يلي طريقة الحل للخط الذي يصل بين المحطتين ١ ، ٢

Q_{xx}

13.66400532	-42.13290392	-1.60355E-05	4.51307E-06
-42.13290392	129.9169179	4.51307E-06	-1.27017E-06
-1.60355E-05	4.51307E-06	17.99747531	42.17714126
4.51307E-06	-1.27017E-06	42.17714126	98.84248684

$$\begin{bmatrix} s^2_{\Delta x} & s_{\Delta x \Delta y} \\ s_{\Delta x \Delta y} & s^2_{\Delta y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 31.6615127 & 0.044228314 \\ 0.044228314 & 228.7594073 \end{bmatrix}$$

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

$$t = 0^\circ 0' 46.29''$$

$q_{\Delta u}$ = 228.7594172

$q_{\Delta v}$ = 31.66150278

S_o = 0.0019

S_u = 0.02873711

S_v = 0.010691025

والجدول التالي يظهر قيم S_u و S_v للخطوط المختارة

الجدول (١١-١١) قيم S_u و S_v لنقط الدقة

Line	S_u	S_v
1-2	0.02873711	0.010691025
5-6	0.012791357	0.001135848
8-9	0.025917021	0.009770271
11-12	0.001093683	0.012054902
16-mm1	1.04361E-05	0.045629838

$$relative\ accuracy = \frac{S_{u(\max)}}{D_i}$$

Relative accuracy = 0.02873711/174.6691304

= 1 : 6078

- وهذه القيمة تدل على أن المضلع هو من الدرجة الثالثة Third Order.

- **المنحنى رقم ١ - منحنى قاع**

PVC Station:	0+230	Elevation:	828.600
PVI Station:	0+260	Elevation:	828.370
PVT Station:	0+290	Elevation:	830.586
Grade in (%):	-0.766	Grade out (%):	7.384
Change (%):	8.150	K:	7.362
Curve Length:	60.000		
Low Point:	0+235.637	Elevation:	828.579
Headlight Distance:	45.232		

Station	المنسوب (م)	
	الارض الطبيعية	التصميمي
0+230	827.946	828.600
0+240	828.024	828.592
0+250	828.202	828.719
0+260	828.370	828.982
0+270	828.824	829.381
0+280	829.277	829.915
0+290	829.744	830.586

- **المنحنى رقم ٢ – منحنى قمة**

PVC Station:	0+533.540	Elevation:	848.570
PVI Station:	0+558.540	Elevation:	850.416
PVT Station:	0+583.540	Elevation:	851.249
Grade in (%):	7.384	Grade out (%):	3.332
Change (%):	4.053	K:	12.337
Curve Length:	50.000		
Passing Distance:	141.679	Stopping Distance:	74.872

Station	المنسوب (م)	
	الارض الطبيعية	التصميمي
0+533.540	850.338	848.570
0+538.540	850.181	848.929
0+543.540	850.238	849.268
0+548.540	850.297	849.586
0+553.540	850.357	849.885
0+558.540	850.416	850.163
0+563.540	850.495	850.420
0+568.540	850.574	850.658
0+573.540	850.652	850.875
0+578.540	850.731	851.072
0+583.540	850.805	

- **المنحنى رقم ٣ – منحنى قمة**

PVC Station:	1+075	Elevation:	867.622
PVI Station:	1+100	Elevation:	868.455
PVT Station:	1+125	Elevation:	868.580
Grade in (%):	3.332	Grade out (%):	0.498
Change (%):	2.834	K:	17.644
Curve Length:	50.000		
Passing Distance:	191.867	Stopping Distance:	96.324

Station	المنسوب (م)	
	الارض الطبيعية	التصميمي
1+075	868.499	
1+080	868.412	867.782
1+085	868.418	867.927
1+090	868.428	868.058
1+095	868.438	868.175
1+100	868.455	868.278
1+105	868.501	868.367
1+110	868.546	868.441
1+115	868.592	868.501
1+120	868.629	868.548
1+125	868.656	868.580

- **المنحنى رقم ٤ – منحنى قاع**

PVC Station:	1+772.545	Elevation:	871.802
PVI Station:	1+797.545	Elevation:	871.927
PVT Station:	1+822.545	Elevation:	873.258
Grade in (%):	0.498	Grade out (%):	5.326
Change (%):	4.828	K:	10.356
Curve Length:	50.000	Headlight Distance: 58.620	

Station	المنسوب (م)	
	الارض الطبيعية	التصميمي
1+772.545	871.720	871.802
1+777.545	871.834	871.839
1+782.545	871.856	871.900
1+787.545	871.874	871.986
1+792.545	871.891	872.095
1+797.545	871.927	872.228
1+802.545	872.619	872.386
1+807.545	872.789	872.568
1+812.545	872.959	872.774
1+817.545	873.127	873.004
1+822.545	873.323	

- **المنحنى رقم ٥ – منحنى قمة**

PVC Station:	2+100	Elevation:	888.035
PVI Station:	2+160	Elevation:	891.231
PVT Station:	2+220	Elevation:	887.343
Grade in (%):	5.326	Grade out (%):	-6.478
Change (%):	11.804	K:	10.166
Curve Length:	120.000		
High Point:	2+154.142	Elevation:	889.477
Passing Distance:	98.053	Stopping Distance:	64.106

Station	المنسوب (م)	
	الأرض الطبيعية	التصميمي
2+100	890.315	
2+110	890.676	888.518
2+120	890.973	888.903
2+130	891.094	889.190
2+140	891.201	889.378
2+150	891.240	889.468
2+160	891.231	889.460
2+170	891.021	889.353
2+180	890.687	889.148
2+190	890.200	888.844
2+200	889.654	888.442
2+210	888.978	887.942
2+220	887.989	887.343

- **المنحنى رقم ٦ – منحنى قاع**

PVC Station:	2+270	Elevation:	884.104
PVI Station:	2+300	Elevation:	882.161
PVT Station:	2+330	Elevation:	882.935
Grade in (%):	-6.478	Grade out (%):	2.580
Change (%):	9.058	K:	6.624
Curve Length:	60.000		
Low Point:	2+312.911	Elevation:	882.714
Headlight Distance:	42.033		

Station	المنسوب (م)	
	الارض الطبيعية	التصميمي
2+270	883.228	
2+275	882.972	883.799
2+280	882.772	883.532
2+285	882.599	883.302
2+290	882.426	883.111

2+295	882.253	882.956
2+300	882.161	882.840
2+305	882.107	882.762
2+310	882.052	882.721
2+315	881.998	882.718
2+320	882.000	882.752
2+325	882.028	882.825
2+330	882.057	882.935

- **المنحنى رقم ٧ – منحنى قمة**

PVC Station:	2+530	Elevation:	888.095
PVI Station:	2+580	Elevation:	889.385
PVT Station:	2+630	Elevation:	889.466
Grade in (%):	2.580	Grade out (%):	0.163
Change (%):	2.417	K:	41.379
Curve Length:	100.000		
Passing Distance:	245.672	Stopping Distance:	133.637

Station	المنسوب (م)	
	الارض الطبيعية	التصميمي
2+530	889.720	
2+540	889.807	888.341
2+550	889.775	888.562
2+560	889.693	888.760
2+570	889.568	888.933
2+580	889.385	889.082
2+590	889.143	889.208
2+600	888.836	889.308
2+610	888.450	889.385
2+620	888.125	889.438
2+630	887.871	889.466

- **المنحنى رقم ٨ – منحنى قمة**

PVC Station:	2+966.795	Elevation:	890.016
PVI Station:	3+016.795	Elevation:	890.098
PVT Station:	3+066.795	Elevation:	888.639
Grade in (%):	0.163	Grade out (%):	-2.917
Change (%):	3.080	K:	32.463
Curve Length:	100.000		
High Point:	2+972.095	Elevation:	890.020
Passing Distance:	203.514	Stopping Distance:	115.617

Station	المنسوب (م)	
	الارض الطبيعية	التصميمي
2+966.795	890.802	
2+976.795	890.724	890.017
2+986.795	890.619	889.987
2+996.795	890.501	889.926
3+006.795	890.309	889.835
3+016.795	890.098	889.713
3+026.795	889.824	889.559
3+036.795	889.568	889.376
3+046.795	889.407	889.161
3+056.795	889.240	888.915
3+066.795	889.021	888.639

- **المنحنى رقم ٩ – منحنى قاع**

PVC Station:	3+175	Elevation:	885.483
PVI Station:	3+200	Elevation:	884.753
PVT Station:	3+225	Elevation:	884.687
Grade in (%):	-2.917	Grade out (%):	-0.265
Change (%):	2.652	K:	18.854
Curve Length:	50.000		
Headlight Distance:	139.342		

Station	المنسوب (م)	
	الأرض الطبيعية	التصميمي
3+175	885.007	
3+180	884.945	885.343
3+185	884.881	885.217
3+190	884.815	885.105
3+195	884.751	885.005
3+200	884.753	884.919
3+205	884.755	884.846
3+210	884.753	884.786
3+215	884.732	884.740
3+220	884.801	884.707
3+225	884.870	884.687

- **المنحنى رقم ١٠ – منحنى قمة**

PVC Station:	3+347.632	Elevation:	884.362
PVI Station:	3+397.632	Elevation:	884.229
PVT Station:	3+447.632	Elevation:	882.383
Grade in (%):	-0.265	Grade out (%):	-3.691
Change (%):	3.426	K:	29.189
Curve Length:	100.000		
Passing Distance:	188.030	Stopping Distance:	108.999

Station	المنسوب (م)	
	الارض الطبيعية	التصميمي
3+347.632	885.274	
3+357.632	885.157	884.318
3+367.632	884.815	884.240
3+377.632	884.600	884.128
3+387.632	884.418	883.981
3+397.632	884.229	883.801
3+407.632	883.989	883.586
3+417.632	883.757	883.337
3+427.632	883.543	883.053
3+437.632	883.273	882.735
3+447.632	882.869	882.383

- **المنحنى رقم ١١ – منحنى قاع**

PVC Station:	3+615.765	Elevation:	876.177
PVI Station:	3+645.765	Elevation:	875.070
PVT Station:	3+675.765	Elevation:	875.937
Grade in (%):	-3.691	Grade out (%):	2.891
Change (%):	6.582	K:	9.116
Curve Length:	60.000		
Low Point:	3+649.412	Elevation:	875.556
Headlight Distance:	52.613		

Station	المنسوب (م)	
	الأرض الطبيعية	التصميمي
3+615.765	875.439	876.177
3+625.765	875.317	875.863
3+635.765	875.182	875.659
3+645.765	875.070	875.564
3+655.765	874.975	875.579
3+665.765	875.002	875.703
3+675.765	875.065	

- **المنحنى رقم ١٢ – منحنى قمة**

PVC Station:	3+782.212	Elevation:	879.015
PVI Station:	3+832.212	Elevation:	880.460
PVT Station:	3+882.212	Elevation:	880.613
Grade in (%):	2.891	Grade out (%):	0.306
Change (%):	2.585	K:	38.691
Curve Length:	100.000		
Passing Distance:	232.964	Stopping Distance:	128.205

Station	المنسوب (م)	
	الارض الطبيعية	التصميمي
3+782.212	879.480	879.015
3+792.212	879.752	879.291
3+802.212	879.955	879.541
3+812.212	880.140	879.766
3+822.212	880.302	879.964
3+832.212	880.460	880.137
3+842.212	880.482	880.284
3+852.212	880.473	880.405
3+862.212	880.511	880.500
3+872.212	880.546	880.570
3+882.212	880.580	

Station	Asphalt		Base Course	
	Volume (m^3)	Total Volume (m^3)	Volume (m^3)	Total Volume (m^3)
0+020				
	22.413	22.413	25.861	25.861
0+033.262				
	11.387	33.8	13.139	39
0+040				
	33.8	67.6	39	78
0+060				
	33.8	101.4	39	117
0+080				
	33.8	135.2	39	156
0+100				
	9.604	144.804	11.082	167.082
0+105.683				
	24.196	169	27.918	195
0+120				
	33.8	202.8	39	234
0+140				
	33.8	236.6	39	273
0+160				
	33.8	270.4	39	312
0+180				
	33.8	304.2	39	351
0+200				
	33.8	338	39	390
0+220				
	33.8	371.8	39	429
0+240				
	33.8	405.6	39	468
0+260				
	33.8	439.4	39	507
0+280				
	33.8	473.2	39	546
0+300				
	33.8	507	39	585
0+320				
	33.8	540.8	39	624
0+340				

	1.806	542.606	2.084	626.084
0+341.069				
	31.994	574.6	36.916	663
0+360				
	33.8	608.4	39	702
0+380				
	33.328	641.728	38.455	740.455
0+399.721				
	0.472	642.2	0.545	741
0+400				
	33.8	676	39	780
0+420				
	33.8	709.8	39	819
0+440				
	33.8	743.6	39	858
0+460				
	33.8	777.4	39	897
0+480				
	5.631	783.031	6.497	903.497
0+483.332				
	28.169	811.2	32.503	936
0+500				
	33.8	845	39	975
0+520				
	7.122	852.122	8.218	983.218
0+524.214				
	26.678	878.8	30.782	1014
0+540				
	31.332	910.132	36.152	1050.152
0+558.540				
	2.468	912.6	2.848	1053
0+560				
	33.8	946.4	39	1092
0+580				
	33.8	980.2	39	1131
0+600				
	33.8	1014	39	1170
0+620				
	31.402	1045.402	36.233	1206.233
0+638.581				

	2.398	1047.8	2.767	1209
0+640				
	33.8	1081.6	39	1248
0+660				
	31.462	1113.062	36.302	1284.302
0+678.616				
	2.338	1115.4	2.698	1287
0+680				
	33.8	1149.2	39	1326
0+700				
	31.452	1180.652	36.291	1362.291
0+718.611				
	2.348	1183	2.709	1365
0+720				
	33.8	1216.8	39	1404
0+740				
	3.783	1220.583	4.365	1408.365
0+742.238				
	30.017	1250.6	34.635	1443
0+760				
	33.8	1284.4	39	1482
0+780				
	33.8	1318.2	39	1521
0+800				
	33.8	1352	39	1560
0+820				
	33.8	1385.8	39	1599
0+840				
	29.069	1414.869	33.541	1632.541
0+857.200				
	4.731	1419.6	5.459	1638
0+860				
	33.8	1453.4	39	1677
0+880				
	33.8	1487.2	39	1716
0+900				
	33.8	1521	39	1755
0+920				
	33.8	1554.8	39	1794
0+940				

	33.8	1588.6	39	1833
0+960				
	33.8	1622.4	39	1872
0+980				
	33.8	1656.2	39	1911
1+000				
	33.8	1690	39	1950
1+020				
	33.8	1723.8	39	1989
1+040				
	12.747	1736.547	14.708	2003.708
1+047.542				
	21.053	1757.6	24.292	2028
1+060				
	33.8	1791.4	39	2067
1+080				
	2.025	1793.425	2.336	2069.336
1+081.198				
	31.775	1825.2	36.664	2106
1+100				
	33.8	1859	39	2145
1+120				
	31.922	1890.922	36.833	2181.833
1+138.889				
	1.878	1892.8	2.167	2184
1+140				
	33.8	1926.6	39	2223
1+160				
	33.8	1960.4	39	2262
1+180				
	33.8	1994.2	39	2301
1+200				
	31.9	2026.1	36.807	2337.807
1+218.875				
	1.9	2028	2.193	2340
1+220				
	33.8	2061.8	39	2379
1+240				
	31.904	2093.704	36.812	2415.812
1+258.878				

	1.896	2095.6	2.188	2418
1+260				
	33.8	2129.4	39	2457
1+280				
	33.8	2163.2	39	2496
1+300				
	33.8	2197	39	2535
1+320				
	33.8	2230.8	39	2574
1+340				
	32.188	2262.988	37.14	2611.14
1+359.046				
	1.612	2264.6	1.86	2613
1+360				
	33.8	2298.4	39	2652
1+380				
	33.8	2332.2	39	2691
1+400				
	33.8	2366	39	2730
1+420				
	33.8	2399.8	39	2769
1+440				
	33.8	2433.6	39	2808
1+460				
	33.8	2467.4	39	2847
1+480				
	0.282	2467.682	0.325	2847.325
1+480.167				
	33.518	2501.2	38.675	2886
1+500				
	24.104	2525.304	27.812	2913.812
1+514.263				
	9.696	2535	11.188	2925
1+520				
	33.8	2568.8	39	2964
1+540				
	28.288	2597.088	32.64	2996.64
1+556.739				
	5.512	2602.6	6.36	3003
1+560				

	33.8	2636.4	39	3042
1+580				
	33.8	2670.2	39	3081
1+600				
	33.8	2704	39	3120
1+620				
	17.602	2721.602	20.31	3140.31
1+630.415				
	16.198	2737.8	18.69	3159
1+640				
	33.8	2771.6	39	3198
1+660				
	33.8	2805.4	39	3237
1+680				
	33.8	2839.2	39	3276
1+700				
	33.8	2873	39	3315
1+720				
	33.8	2906.8	39	3354
1+740				
	33.8	2940.6	39	3393
1+760				
	30.017	2970.617	34.635	3427.635
1+777.761				
	3.783	2974.4	4.365	3432
1+780				
	33.8	3008.2	39	3471
1+800				
	33.8	3042	39	3510
1+820				
	30.083	3072.083	34.711	3544.711
1+837.801				
	3.717	3075.8	4.289	3549
1+840				
	30.31	3106.11	34.973	3583.973
1+857.935				
	3.49	3109.6	4.027	3588
1+860				
	33.8	3143.4	39	3627
1+880				

	33.8	3177.2	39	3666
1+900				
	33.8	3211	39	3705
1+920				
	33.8	3244.8	39	3744
1+940				
	33.8	3278.6	39	3783
1+960				
	33.8	3312.4	39	3822
1+980				
	33.8	3346.2	39	3861
2+000				
	29.476	3375.676	34.011	3895.011
2+017.441				
	4.324	3380	4.989	3900
2+020				
	33.8	3413.8	39	3939
2+040				
	33.8	3447.6	39	3978
2+060				
	33.8	3481.4	39	4017
2+080				
	33.8	3515.2	39	4056
2+100				
	33.8	3549	39	4095
2+120				
	33.8	3582.8	39	4134
2+140				
	28.482	3611.282	32.864	4166.864
2+156.853				
	5.318	3616.6	6.136	4173
2+160				
	33.8	3650.4	39	4212
2+180				
	33.8	3684.2	39	4251
2+200				
	33.8	3718	39	4290
2+220				
	33.8	3751.8	39	4329
2+240				

	33.8	3785.6	39	4368
2+260				
	28.151	3813.751	32.482	4400.482
2+276.657				
	5.649	3819.4	6.518	4407
2+280				
	33.8	3853.2	39	4446
2+300				
	33.8	3887	39	4485
2+320				
	33.8	3920.8	39	4524
2+340				
	33.8	3954.6	39	4563
2+360				
	33.8	3988.4	39	4602
2+380				
	33.8	4022.2	39	4641
2+400				
	33.8	4056	39	4680
2+420				
	33.8	4089.8	39	4719
2+440				
	1.07	4090.87	1.234	4720.234
2+440.633				
	32.73	4123.6	37.766	4758
2+460				
	33.8	4157.4	39	4797
2+480				
	33.8	4191.2	39	4836
2+500				
	33.8	4225	39	4875
2+520				
	33.8	4258.8	39	4914
2+540				
	33.8	4292.6	39	4953
2+560				
	25.617	4318.217	29.558	4982.558
2+575.158				
	8.183	4326.4	9.442	4992
2+580				

	33.8	4360.2	39	5031
2+600				
	25.905	4386.105	29.89	5060.89
2+615.328				
	7.895	4394	9.11	5070
2+620				
	33.8	4427.8	39	5109
2+640				
	33.8	4461.6	39	5148
2+660				
	33.8	4495.4	39	5187
2+680				
	33.8	4529.2	39	5226
2+700				
	33.8	4563	39	5265
2+720				
	33.8	4596.8	39	5304
2+740				
	33.8	4630.6	39	5343
2+760				
	33.8	4664.4	39	5382
2+780				
	11.649	4676.049	13.441	5395.441
2+786.893				
	22.151	4698.2	25.559	5421
2+800				
	33.8	4732	39	5460
2+820				
	33.8	4765.8	39	5499
2+840				
	33.8	4799.6	39	5538
2+860				
	33.8	4833.4	39	5577
2+880				
	33.8	4867.2	39	5616
2+900				
	25.025	4892.225	28.876	5644.876
2+914.808				
	8.775	4901	10.124	5655
2+920				

	33.8	4934.8	39	5694
2+940				
	33.8	4968.6	39	5733
2+960				
	33.8	5002.4	39	5772
2+980				
	33.8	5036.2	39	5811
3+000				
	33.8	5070	39	5850
3+020				
	33.8	5103.8	39	5889
3+040				
	33.8	5137.6	39	5928
3+060				
	33.8	5171.4	39	5967
3+080				
	33.8	5205.2	39	6006
3+100				
	33.8	5239	39	6045
3+120				
	25.006	5264.006	28.853	6073.853
3+134.796				
	8.794	5272.8	10.147	6084
3+140				
	33.8	5306.6	39	6123
3+160				
	33.8	5340.4	39	6162
3+180				
	25.076	5365.476	28.934	6190.934
3+194.838				
	8.724	5374.2	10.066	6201
3+200				
	33.8	5408	39	6240
3+220				
	33.8	5441.8	39	6279
3+240				
	33.8	5475.6	39	6318
3+260				
	33.8	5509.4	39	6357
3+280				

	33.8	5543.2	39	6396
3+300				
	33.8	5577	39	6435
3+320				
	33.8	5610.8	39	6474
3+340				
	33.8	5644.6	39	6513
3+360				
	33.8	5678.4	39	6552
3+380				
	33.8	5712.2	39	6591
3+400				
	33.8	5746	39	6630
3+420				
	33.8	5779.8	39	6669
3+440				
	33.8	5813.6	39	6708
3+460				
	33.8	5847.4	39	6747
3+480				
	33.8	5881.2	39	6786
3+500				
	33.8	5915	39	6825
3+520				
	33.8	5948.8	39	6864
3+540				
	33.8	5982.6	39	6903
3+560				
	33.8	6016.4	39	6942
3+580				
	33.8	6050.2	39	6981
3+600				
	24.19	6074.39	27.911	7008.911
3+614.313				
	9.61	6084	11.089	7020
3+620				
	33.8	6117.8	39	7059
3+640				
	33.8	6151.6	39	7098
3+660				

	33.8	6185.4	39	7137
3+680				
	33.8	6219.2	39	7176
3+700				
	33.8	6253	39	7215
3+720				
	33.8	6286.8	39	7254
3+740				
	33.8	6320.6	39	7293
3+760				
	33.8	6354.4	39	7332
3+780				
	16.689	6371.089	19.257	7351.257
3+789.875				
	17.111	6388.2	19.743	7371
3+800				
	33.8	6422	39	7410
3+820				
	33.8	6455.8	39	7449
3+840				
	33.8	6489.6	39	7488
3+860				
	33.8	6523.4	39	7527
3+880				
	6.048	6529.448	6.979	7533.979
3+883.579				
	27.752	6557.2	32.021	7566
3+900				
	33.8	6591	39	7605
3+920				
	33.8	6624.8	39	7644
3+940				
	33.8	6658.6	39	7683
3+960				
	33.8	6692.4	39	7722
3+980				
	33.8	6726.2	39	7761
4+000				
	33.8	6760	39	7800
4+020				

	8.081	6768.081	9.325	7809.325
4+024.782				

المنحنى الدائري البسيط رقم (٢)

معلومات المنحنى

PC	0+341.121
PT	0+399.773
Delta	19-10-08
Radius	175.309
Length	58.652
Mid-Ord	58.379
Es	2.482

١- حساب التعلية اللازمة على ا لمنحنى(e):

$$e + f = {v^2}/{127R}$$

$$\Rightarrow e + 0.16 = {(50)^2}/{127 * 175.309} = 0.0 < 0.07$$

٢- حساب التوسعة على المنحنى(W):

$$W = {nI^2}/{2R} + {v}/{9.5\sqrt{R}}$$

$$\Rightarrow W = \frac{4(6.1)^2}{2 * 175.309} + \frac{50}{9.5\sqrt{175.309}} = 0.82m$$

٣- حساب عناصر المنحنى المتدرج الأيسر:

$$L_s = \frac{(v)^3}{a * R}$$

where

$$a = \frac{73}{64 + v} = \frac{73}{64 + 50} = 0.64$$

$$L_s = \frac{({50}/{3.6})^3}{0.64 * 175.309} = 23.88m$$

٤- حساب الإزاحة (S):

$$S = \frac{(L_s)^2}{24R} = \frac{(23.88)^2}{24*175.309} = 0.135m$$

٥- حساب طول المماس الكلي (PT_0):

$$PT_0 = (R+S)\tan(\Delta/2) + (L_s/2)$$
$$\Rightarrow (175.309+0.135)\tan(19^0 10' 08''/2) + (23.88/2) = 41.56m$$

٦- إيجاد نقطة التماس الأولى T_0 ونقطة التماس الثانية T_1:

Chainage of T_0 = Chainage of P -Tangent Length

Chainage of P=PC+T

$$T = R\tan(\Delta/2) = 175.309*\tan(19^0 10' 08''/2) = 29.60m$$
$$\Rightarrow 0+341.121+29.60 = 0+370.721$$

Chainage of T_0 =٣٧٠.٧٢١-٤١.٥٦=0+٣٢٩.١٦١

Chainage of T1 = $T0+L_s$

= 0+٣٢٩.١٦١+٢٣.٨٨ = 0+353.041

٧- أطوال الأقواس الجزئية:

$$R/40 = 175.309/40 = 4.83$$

نختار طولا للقوس الجزئي الأول بحيث تكون محطة النقطة ١ من المنحنى المتدرج رقما مدورا ومناسبا

$$C_1 = 332.0 - 329.161 = 2.839m$$

أما أطوال الأقواس الجزئية فهو ٤ م وعددها ٥ أجزاء لذلك يكون طول المنحنى الأخير

$$C_2 = 23.88 - 2.839 - (5*4) = 1.041m$$

٨- حساب الزوايا الجزئية(δ):

$$¢_1 = \frac{(c_1)^2}{6 * R * L_s} * 180/®$$

$$\Rightarrow \frac{(2.815)^2}{6 * 175.309 * 23.88} * 180/® = 0^0 1' 5.07''$$

$$¢_2 = \frac{(c_1 + c)^2}{6 * R * L_s} * 180/® = 0^0 6' 21.39''$$

$$\ldots\ldots etc$$

$$\Phi_{T1} = \frac{L_s}{2R} * 180/®$$

$$= \frac{23.88}{2 * 175.309} * 180/® = 3^0 54' 8.35''$$

$$T1 = \frac{3^0 54' 8.35''}{3} = 1^\bullet 18' 2.78''$$

والجدول التالي يبين نقاط التوقيع للمنحنى المتدرج الأيسر

Point	Chord	L	Chainage	Total Deflection angle	Northing	Easting
T0	0	0.001m	0+329.19	00-00-00	101407.747	153949.281
1	2.815	2.815m	0+332	00-01-5.07	101406.391	153951.748
2	4	6.815m	0+336	00-06-21.39	101404.463	153955.253
3	4	10.815	0+340	00-16-0.48	101402.536	153958.758
4	4	14.815	0+344	00-30-2.35	101400.623	153962.330
5	4	18.815	0+348	00-48-26.99	101398.820	153965.901
6	4	22.815	0+352	01-11-14.41	101396.665	153969.512
T1	1.041m	23.88	0+353.041	01-18-2.78	101396.665	153970.458

٩- تثبيت المنحنى الدائري:

ز- الزاوية المركزية للمنحنى(θ'):

$$\theta' = \theta - 2\Phi = 19^0 10' 08'' - (2 * 3^0 54' 8.35'')$$
$$= 11^0 21' 51.3''$$

ح- طول المنحنى الدائري(L'):

$$L' = \frac{® * R * \theta'}{180} = 34.77m$$

ط- إيجاد أطوال الأقواس الجزئية

❖ نختار أقواس جزئية لا تزيد أطوالها عن (R/20)

$$R/20 = 175.309/20 = 8.76m$$

$$C_1 = 360 - 353.041 = 6.959m$$

$$C_2 = 34.77 - 6.959 - (3*8) = 3.811m$$

Point	Chord	L	Chainage	Total Deflection angle	Northing	Easting
T1	0	0	0+341.12	00-00-00	101401.995	153959.74
1	2.879	2.879	0+344	359-31-31	101400.647	153962.284
2	8	10.877	0+352	358-13-18	101397.122	153969.464
3	8	18.87	0+360	356-54-53	101393.927	153976.798
4	8	26.85	0+368	355-36-28	101391.071	153984.27
5	8	34.821	0+376	354-18-02	101388.559	153991.865
6	8	42.772	0+384	352-59-36	101386.395	153999.566
7	8	50.701	0+392	351-41-10	101384.585	154007.358
T2	7.678	58.379	0+399.77	350-24-57	101383.169	154015

المنحنى المتدرج الأيمن :

Point	Chord	L	Chainage	Total Deflection angle	Northing	Easting
T2	0	0	0+399.77	00-00-00	101383.169	154015
1	0.227	0.227	0+400	181-11-11	101383.137	154015.225
2	4	4.227	0+404	181-09-08	101397.122	154019.185
3	4	8.227	0+408	181-09-05	101382.575	154023.145
T3	3.689	11.916	0+411.69	181-09-04	101382.013	154026.798

- **المنحنى الدائري العكسي رقم ٦+٧**

❖ **المنحنى الايسر**

PC 1+214.310 101247.234 154841.868

PRC 1+314.478 101234.486 154939.629

Delta1: 35-19-55

Type: LEFT

Radius: 162.437

DOC: 35-16-21

Length: 100.168

Tangent: 51.734

Mid-Ord: 7.660

External: 8.039

Chord: 98.589

Es: 8.039

والجدول التالي يظهر قيم التوقيع لهذا المنحنى

Point	Chord	L	Chainage	Total Deflection angle	Northing	Easting
PC	0		1+214.31	00-00-00	101247.234	154841.868
1	1.69	1.69	1+216	26-29-15	101246.526	154843.402
2	8	9.688	1+224	25-05-12	101243.389	154850.76
3	8	17.681	1+232	23-40-36	101240.618	154858.264
4	8	25.663	1+240	22-15-58	101238.22	154865.896
5	8	33.629	1+248	20-51-19	101236.2	154873.636
6	8	41.575	1+256	19-26-40	101234.564	154881.466
7	8	49.496	1+264	18-02-01	101233.316	154889.367
8	8	57.387	1+272	16-37-22	101232.458	154897.32
9	8	65.243	1+280	15-12-43	101231.992	154905.306
10	8	73.059	1+288	13-48-04	101231.92	154913.305
11	8	80.832	1+296	12-23-25	101232.242	154921.297
12	8	88.555	1+304	10-58-46	101232.958	154929.264
13	8	96.224	1+312	09-34-07	101234.064	154937.187
PRC	2.365	98.589	1+314.48	9-7-53	101234.486	154939.629

❖ **المنحنى الأيمن:**

PRC 1+314.478 101234.486 154939.629

PT 1+435.599 101235.566 155059.221

Delta: 31-32-14

Radius: 220.048

DOC: 26-02-16

Length: 121.121

Tangent: 62.137

Mid-Ord: 8.281

External: 8.605

Chord: 119.597

Es: 8.605

والجدول التالي يظهر قيم التوقيع لهذا المنحنى

Point	Chord	L	Chainage	Total Deflection angle	Northing	Easting
PRC	0	0	1+314.48	00-00-00	101234.486	154939.629
1	5.522	5.522	1+320	00-43-08	101235.968	154944.948
2	11	16.518	1+331	02-09-03	101238.52	154955.647
3	11	27.504	1+342	03-34-59	101240.534	154966.46
4	11	38.473	1+353	05-00-54	101242.005	154977.36
5	11	49.417	1+364	06-26-50	101242.93	154988.32
6	11	60.331	1+375	07-52-45	101243.306	154999.312
7	11	71.208	1+386	09-18-41	101243.133	155010.31
8	11	82.039	1+397	10-44-36	101242.41	155021.285
9	11	92.82	1+408	12-10-31	101241.139	155032.21
10	11	103.542	1+419	13-36-27	101239.324	155043.058
11	11	114.2	1+430	15-02-22	101236.97	155053.802
PT	5.397	119.597	1+435.60	15-46-06	101235.566	155059.221

وفي ما يلي بيانات باقي المنحنيات الافقية وتوقيعها:

- **المنحنى رقم ١**

```
Desc.  Station        Spiral/Curve Data     Northing    Easting
PI     0+072.395                          101501.242  153705.172
            Length:          39.133   Course:    S 74-30-42 E
             Delta:       53-50-00
                       Circular Curve Data
PC     0+033.262                                 101476.964       153674.481
RP                                               101416.512       153722.300
PT     0+105.683                                 101490.792       153742.883
             Delta:       53-50-00     Type:           RIGHT
            Radius:         77.079      DOC:        74-20-02
            Length:         72.421  Tangent:          39.133
           Mid-Ord:          8.350 External:           9.365
             Chord:         69.787   Course:    N 78-34-18 E
                Es:          9.365

e      0.00
W      1.564987984
Ls     54.31083315
S      1.594504014
Pto    67.0975429
```

T	39.13260498
To	5.29706208
T1	59.60789523
T2	77.7180944
T3	132.0289276

❖ المنحنى المتدرج الأيسر

0+005.28	00-00-00	0.000m	N	101459.488	
			E	153652.388	
0+006	359-58-51	0.721m	N	101459.935	
			E	153652.953	0.721m
0+007	359-59-31	1.721m	N	101460.556	
			E	153653.737	1.000m
0+008	359-59-42	2.721m	N	101461.176	
			E	153654.522	1.000m
0+009	359-59-47	3.721m	N	101461.796	
			E	153655.306	1.000m
0+010	359-59-50	4.721m	N	101462.417	
			E	153656.090	1.000m
0+011	359-59-52	5.721m	N	101463.037	
			E	153656.875	1.000m
0+012	359-59-53	6.721m	N	101463.658	
			E	153657.659	1.000m
0+013	359-59-54	7.721m	N	101464.278	
			E	153658.443	1.000m
0+014	359-59-55	8.721m	N	101464.898	
			E	153659.227	1.000m
0+015	359-59-55	9.721m	N	101465.519	
			E	153660.012	1.000m
0+016	359-59-56	10.721m	N	101466.139	
			E	153660.796	1.000m
0+017	359-59-56	11.721m	N	101466.760	
			E	153661.580	1.000m
0+018	359-59-56	12.721m	N	101467.380	
			E	153662.365	1.000m
0+019	359-59-57	13.721m	N	101468.000	
			E	153663.149	1.000m
0+020	359-59-57	14.721m	N	101468.621	
			E	153663.933	1.000m
0+021	359-59-57	15.721m	N	101469.241	
			E	153664.717	1.000m
0+022	359-59-57	16.721m	N	101469.862	
			E	153665.502	1.000m
0+023	359-59-57	17.721m	N	101470.482	
			E	153666.286	1.000m
0+024	359-59-58	18.721m	N	101471.102	
			E	153667.070	1.000m
0+025	359-59-58	19.721m	N	101471.723	
			E	153667.855	1.000m
0+026	359-59-58	20.721m	N	101472.343	
			E	153668.639	1.000m
0+027	359-59-58	21.721m	N	101472.964	

			E	153669.423	1.000m
0+028	359-59-58	22.721m	N	101473.584	
			E	153670.207	1.000m
0+029	359-59-58	23.721m	N	101474.204	
			E	153670.992	1.000m
0+030	359-59-58	24.721m	N	101474.825	
			E	153671.776	1.000m
0+031	359-59-58	25.721m	N	101475.445	
			E	153672.560	1.000m
0+032	359-59-58	26.721m	N	101476.066	
			E	153673.345	1.000m
0+033	359-59-58	27.721m	N	101476.686	
			E	153674.129	1.000m
0+033.45	359-59-59	28.169m	N	101476.964	
			E	153674.481	0.449m

❖ المنحنى الدائري

0+033.26	00-00-00	0.000m	N	101476.964	
			E	153674.481	
0+036	01-00-30	2.738m	N	101478.624	
			E	153676.658	2.738m
0+039	02-07-42	5.737m	N	101480.353	
			E	153679.109	3.000m
0+042	03-14-42	8.733m	N	101481.986	
			E	153681.626	3.000m
0+045	04-21-39	11.727m	N	101483.519	
			E	153684.204	3.000m
0+048	05-28-35	14.715m	N	101484.950	
			E	153686.841	3.000m
0+051	06-35-30	17.699m	N	101486.278	
			E	153689.531	3.000m
0+054	07-42-25	20.675m	N	101487.501	
			E	153692.270	3.000m
0+057	08-49-19	23.644m	N	101488.615	
			E	153695.055	3.000m
0+060	09-56-14	26.604m	N	101489.621	
			E	153697.881	3.000m
0+063	11-03-08	29.554m	N	101490.516	
			E	153700.745	3.000m
0+066	12-10-03	32.492m	N	101491.298	
			E	153703.640	3.000m
0+069	13-16-57	35.419m	N	101491.968	
			E	153706.565	3.000m
0+072	14-23-51	38.331m	N	101492.523	
			E	153709.513	3.000m
0+075	15-30-45	41.230m	N	101492.963	
			E	153712.480	3.000m
0+078	16-37-40	44.112m	N	101493.287	
			E	153715.462	3.000m
0+081	17-44-34	46.978m	N	101493.495	
			E	153718.455	3.000m
0+084	18-51-28	49.827m	N	101493.587	

			E	153721.453	3.000m
0+087	19-58-22	52.656m	N	101493.561	
			E	153724.453	3.000m
0+090	21-05-16	55.465m	N	101493.419	
			E	153727.449	3.000m
0+093	22-12-10	58.254m	N	101493.160	
			E	153730.438	3.000m
0+096	23-19-04	61.020m	N	101492.786	
			E	153733.414	3.000m
0+099	24-25-58	63.763m	N	101492.296	
			E	153736.374	3.000m
0+102	25-32-53	66.482m	N	101491.690	
			E	153739.312	3.000m
0+105	26-39-47	69.176m	N	101490.972	
			E	153742.224	3.000m
0+105.68	26-55-01	69.786m	N	101490.792	
			E	153742.883	0.683m

❖ المنحنى المتدرج الأيمن

0+105.68	358-52-27	33.255m	N	101490.792	
			E	153742.883	
0+106	358-52-27	32.935m	N	101490.696	
			E	153743.189	0.320m
0+107	358-52-27	31.935m	N	101490.394	
			E	153744.142	1.000m
0+108	358-52-27	30.935m	N	101490.092	
			E	153745.095	1.000m
0+109	358-52-27	29.935m	N	101489.790	
			E	153746.049	1.000m
0+110	358-52-27	28.935m	N	101489.488	
			E	153747.002	1.000m
0+111	358-52-27	27.935m	N	101489.186	
			E	153747.955	1.000m
0+112	358-52-27	26.935m	N	101488.884	
			E	153748.909	1.000m
0+113	358-52-27	25.935m	N	101488.582	
			E	153749.862	1.000m
0+114	358-52-27	24.935m	N	101488.280	
			E	153750.815	1.000m
0+115	358-52-27	23.935m	N	101487.979	
			E	153751.769	1.000m
0+116	358-52-27	22.935m	N	101487.677	
			E	153752.722	1.000m
0+117	358-52-28	21.935m	N	101487.375	
			E	153753.675	1.000m
0+118	358-52-28	20.935m	N	101487.073	
			E	153754.629	1.000m
0+119	358-52-28	19.935m	N	101486.771	
			E	153755.582	1.000m
0+120	358-52-28	18.935m	N	101486.469	
			E	153756.535	1.000m

0+121	358-52-28	17.935m	N	101486.167	
			E	153757.489	1.000m
0+122	358-52-28	16.935m	N	101485.865	
			E	153758.442	1.000m
0+123	358-52-28	15.935m	N	101485.563	
			E	153759.395	1.000m
0+124	358-52-28	14.935m	N	101485.262	
			E	153760.349	1.000m
0+125	358-52-28	13.935m	N	101484.960	
			E	153761.302	1.000m
0+126	358-52-29	12.935m	N	101484.658	
			E	153762.255	1.000m
0+127	358-52-29	11.935m	N	101484.356	
			E	153763.209	1.000m
0+128	358-52-29	10.935m	N	101484.054	
			E	153764.162	1.000m
0+129	358-52-29	9.935m	N	101483.752	
			E	153765.115	1.000m
0+130	358-52-30	8.935m	N	101483.450	
			E	153766.069	1.000m
0+131	358-52-30	7.935m	N	101483.148	
			E	153767.022	1.000m
0+132	358-52-31	6.935m	N	101482.846	
			E	153767.975	1.000m
0+133	358-52-32	5.935m	N	101482.545	
			E	153768.929	1.000m
0+134	358-52-33	4.935m	N	101482.243	
			E	153769.882	1.000m
0+135	358-52-35	3.935m	N	101481.941	
			E	153770.836	1.000m
0+136	358-52-38	2.935m	N	101481.639	
			E	153771.789	1.000m
0+137	358-52-44	1.935m	N	101481.337	
			E	153772.742	1.000m
0+138	358-53-04	0.935m	N	101481.035	
			E	153773.696	1.000m
0+138.93	00-00-00	0.000m	N	101480.753	
			E	153774.587	0.935m

- **المنحنى رقم ٣**

Desc.	Station	Spiral/Curve Data		Northing	Easting
PI	0+504.488			101368.889	154118.364
	Length:	20.738	Course:	S 59-18-09 E	
	Delta:	23-41-53			
		Circular Curve Data			
PC	0+483.750			101371.416	154097.781
RP				101273.310	154085.736
PT	0+524.632			101358.302	154136.196
	Delta:	23-41-53	Type:	RIGHT	
	Radius:	98.843	DOC:	57-58-00	
	Length:	40.882	Tangent:	20.738	

Mid-Ord:	2.106	External:	2.152
Chord:	40.591	Course:	S 71-09-06 E
Es:	2.152		

e	0.039154613
W	1.282298387
Ls	42.35226277
S	0.756129317
Pto	42.07243569
T	20.73766529
To	462.4152296
T1	504.7674924
T2	503.2975934
T3	545.6498562

❖ المنحنى المتدرج الأيسر

0+462.42	00-00-00	0.000m	N	101374.374	
			E	154076.960	
0+464	00-32-15	1.585m	N	101374.151	
			E	154078.529	1.585m
0+466	00-32-17	3.585m	N	101373.870	
			E	154080.510	2.000m
0+468	00-32-18	5.585m	N	101373.588	
			E	154082.490	2.000m
0+470	00-32-18	7.585m	N	101373.307	
			E	154084.470	2.000m
0+472	00-32-19	9.585m	N	101373.026	
			E	154086.450	2.000m
0+474	00-32-19	11.585m	N	101372.745	
			E	154088.430	2.000m
0+476	00-32-19	13.585m	N	101372.463	
			E	154090.410	2.000m
0+478	00-32-19	15.585m	N	101372.182	
			E	154092.390	2.000m
0+480	00-32-19	17.585m	N	101371.901	
			E	154094.370	2.000m
0+482	00-32-19	19.585m	N	101371.619	
			E	154096.351	2.000m
0+483.45	00-32-19	21.030m	N	101371.416	
			E	154097.781	1.445m

❖ المنحنى الدائري

0+483.75	00-00-00	0.000m	N	101371.416	
			E	154097.781	
0+484	00-03-32	0.250m	N	101371.385	
			E	154098.029	0.250m
0+488	01-13-47	4.250m	N	101370.808	
			E	154101.987	4.000m
0+492	02-23-22	8.248m	N	101370.070	
			E	154105.918	4.000m

0+496	03-32-56	12.242m	N	101369.175	
			E	154109.816	4.000m
0+500	04-42-30	16.232m	N	101368.122	
			E	154113.675	4.000m
0+504	05-52-04	20.215m	N	101366.914	
			E	154117.488	4.000m
0+508	07-01-38	24.189m	N	101365.553	
			E	154121.249	4.000m
0+512	08-11-11	28.154m	N	101364.040	
			E	154124.952	4.000m
0+516	09-20-45	32.107m	N	101362.380	
			E	154128.590	4.000m
0+520	10-30-19	36.047m	N	101360.573	
			E	154132.159	4.000m
0+524	11-39-52	39.973m	N	101358.623	
			E	154135.651	4.000m
0+524.63	11-50-52	40.592m	N	101358.302	
			E	154136.196	0.632m

❖ المنحنى المتدرج الأيمن

0+524.63	359-32-58	21.070m	N	101358.302	
			E	154136.196	
0+526	359-32-58	19.702m	N	101357.586	
			E	154137.361	1.368m
0+528	359-32-58	17.702m	N	101356.538	
			E	154139.065	2.000m
0+530	359-32-57	15.702m	N	101355.490	
			E	154140.768	2.000m
0+532	359-32-56	13.702m	N	101354.442	
			E	154142.472	2.000m
0+534	359-32-55	11.702m	N	101353.394	
			E	154144.175	2.000m
0+536	359-32-54	9.702m	N	101352.346	
			E	154145.879	2.000m
0+538	359-32-52	7.702m	N	101351.298	
			E	154147.582	2.000m
0+540	359-32-49	5.702m	N	101350.250	
			E	154149.285	2.000m
0+542	359-32-41	3.702m	N	101349.202	
			E	154150.989	2.000m
0+544	359-32-17	1.702m	N	101348.154	
			E	154152.692	2.000m
0+545.70	00-00-00	0.000m	N	101347.262	
			E	154154.142	1.702m

- **المنحنى رقم ٤**

Desc.	Station	Spiral/Curve Data	Northing	Easting
PI	0+756.154		101267.675	154394.510
	Length:	58.118	Course:	N 80-00-44 E
	Delta:	20-45-47		
		Circular Curve Data		
PC	0+698.036		101278.541	154337.417
RP			101590.187	154396.726
PT	0+812.998		101277.755	154451.748
	Delta:	20-45-47	Type:	LEFT
	Radius:	317.240	DOC:	18-03-39
	Length:	114.962	Tangent:	58.118
	Mid-Ord:	5.193	External:	5.280
	Chord:	114.334	Course:	S 89-36-23 E
	Es:	5.280		

e	0.0
W	0.530082362
Ls	13.19576569
S	0.022870202
Pto	64.72079066
T	58.11871797
To	691.4339273
T1	704.629693
T2	806.3965267
T3	819.5922923

❖ المنحنى المتدرج الأيسر

0+691.43	00-00-00	0.000m	N	101279.775	
			E	154330.933	
0+693	00-00-46	1.566m	N	101279.482	
			E	154332.472	1.566m
0+698.03	00-00-09	6.600m	N	101278.541	
			E	154337.417	5.034m

❖ المنحنى الدائري

0+698.04	00-00-00	0.000m	N	101278.541	
			E	154337.417	
0+705	359-22-24	6.964m	N	101277.314	
			E	154344.272	6.964m
0+720	358-01-00	21.959m	N	101275.184	
			E	154359.118	15.0m
0+735	356-39-43	36.943m	N	101273.759	
			E	154374.049	15.0m
0+750	355-18-26	51.906m	N	101273.041	
			E	154389.030	15.0m
0+765	353-57-09	66.840m	N	101273.031	
			E	154404.029	15.0m
0+780	352-35-53	81.736m	N	101273.731	

			E	154419.011	15.0m
0+795	351-14-36	96.587m	N	101275.138	
			E	154433.944	15.0m
0+810	349-53-20	111.384m	N	101277.249	
			E	154448.793	15.0m
0+813	349-37-05	114.334m	N	101277.755	
			E	154451.748	2.998m

❖ المنحنى المتدرج الأيمن

0+813	00-00-00	0.000m	N	101277.755	
			E	154451.748	
0+819	178-12-47	6.002m	N	101278.611	
			E	154457.689	6.002m
0+819.60	178-12-46	6.600m	N	101278.696	
			E	154458.281	0.598m

▪ **المنحنى رقم ٥**

Desc.	Station	Spiral/Curve Data		Northing	Easting
PI	1+020.363			101307.143	154657.019
	Length:	17.023	Course:	S 76-22-12 E	
	Delta:	21-12-29			
		Circular Curve Data			
PC	1+003.340			101304.898	154640.145
RP				101214.768	154652.136
PT	1+036.996			101303.132	154673.562
	Delta:	21-12-29	Type:	RIGHT	
	Radius:	90.925	DOC:	63-00-53	
	Length:	33.656	Tangent:	17.023	
	Mid-Ord:	1.553	External:	1.580	
	Chord:	33.464	Course:	S 86-58-26 E	
	Es:	1.580			

e	0.056497546
W	1.370433129
Ls	46.04041472
S	0.971368247
Pto	40.22483169
T	17.02276703
To	980.1379353
T1	1026.17835
T2	935.4515584
T3	981.4919731

❖ المنحنى المتدرج الأيسر

0+980.14	00-00-00	0.000m	N	101301.590	
			E	154617.180	
0+982	359-44-43	1.862m	N	101301.855	
			E	154619.023	1.862m
0+984	359-44-30	3.862m	N	101302.140	
			E	154621.002	2.000m
0+986	359-44-26	5.862m	N	101302.426	
			E	154622.982	2.000m
0+988	359-44-24	7.862m	N	101302.711	
			E	154624.962	2.000m
0+990	359-44-23	9.862m	N	101302.996	
			E	154626.941	2.000m
0+992	359-44-22	11.862m	N	101303.281	
			E	154628.921	2.000m
0+994	359-44-22	13.862m	N	101303.567	
			E	154630.900	2.000m
0+996	359-44-21	15.862m	N	101303.852	
			E	154632.880	2.000m
0+998	359-44-21	17.862m	N	101304.137	
			E	154634.859	2.000m
1+000	359-44-21	19.862m	N	101304.422	
			E	154636.839	2.000m
1+002	359-44-20	21.862m	N	101304.707	
			E	154638.819	2.000m
1+003.34	359-44-20	23.202m	N	101304.898	
			E	154640.145	1.340m

❖ المنحنى الدائري

1+003.34	00-00-00	0.000m	N	101304.898	
			E	154640.145	
1+004	00-10-27	0.660m	N	101304.983	
			E	154640.799	0.660m
1+008	01-28-02	4.659m	N	101305.394	
			E	154644.778	4.000m
1+012	02-43-48	8.657m	N	101305.630	
			E	154648.771	4.000m
1+016	03-59-29	12.650m	N	101305.690	
			E	154652.770	4.000m
1+020	05-15-07	16.637m	N	101305.574	
			E	154656.768	4.000m
1+024	06-30-45	20.615m	N	101305.283	
			E	154660.757	4.000m
1+028	07-46-23	24.584m	N	101304.816	
			E	154664.729	4.000m
1+032	09-02-01	28.541m	N	101304.175	
			E	154668.677	4.000m
1+036	10-17-38	32.484m	N	101303.361	
			E	154672.593	4.000m
1+037	10-36-28	33.464m	N	101303.132	
			E	154673.562	0.996m

❖ المنحنى المتدرج الأيمن

1+036.97	359-49-21	22.868m	N	101303.132	
			E	154673.562	
1+038	359-49-21	21.834m	N	101302.881	
			E	154674.565	1.034m
1+040	359-49-21	19.834m	N	101302.396	
			E	154676.505	2.000m
1+042	359-49-20	17.834m	N	101301.911	
			E	154678.446	2.000m
1+044	359-49-20	15.834m	N	101301.426	
			E	154680.386	2.000m
1+046	359-49-19	13.834m	N	101300.941	
			E	154682.326	2.000m
1+048	359-49-18	11.834m	N	101300.456	
			E	154684.267	2.000m
1+050	359-49-17	9.834m	N	101299.971	
			E	154686.207	2.000m
1+052	359-49-15	7.834m	N	101299.485	
			E	154688.147	2.000m
1+054	359-49-13	5.834m	N	101299.000	
			E	154690.087	2.000m
1+056	359-49-07	3.834m	N	101298.515	
			E	154692.028	2.000m
1+058	359-48-48	1.834m	N	101298.030	
			E	154693.968	2.000m
1+059.83	00-00-00	0.000m	N	101297.585	
			E	154695.747	1.834m

▪ **المنحنى رقم ٨**

Desc.	Station	Spiral/Curve Data		Northing	Easting
PI	1+491.044			101217.116	155111.506
	Length:	21.349	Course:	S 89-00-51 E	
	Delta:	18-14-56			
		Circular Curve Data			
PC	1+469.695			101224.150	155091.349
RP				101349.653	155135.139
PT	1+512.031			101216.749	155132.852
	Delta:	18-14-56	Type:	LEFT	
	Radius:	132.924	DOC:	43-06-15	
	Length:	42.336	Tangent:	21.349	
	Mid-Ord:	1.682	External:	1.704	
	Chord:	42.158	Course:	S 79-53-23 E	
	Es:	1.704			

e	0.0
W	1.016372914
Ls	31.49336996
S	0.310902079
Pto	37.14576383
T	21.34914435
To	1453.898381

T1	1485.39175
T2	1496.235099
T3	1527.728469

❖ المنحنى المتدرج الأيسر

1+453.90	00-00-00	0.000m	N	101229.439	
			E	155076.464	
1+455	00-11-56	1.102m	N	101229.070	
			E	155077.502	1.102m
1+458	00-11-25	4.102m	N	101228.065	
			E	155080.329	3.000m
1+461	00-11-20	7.102m	N	101227.061	
			E	155083.156	3.000m
1+464	00-11-19	10.102m	N	101226.056	
			E	155085.983	3.000m
1+467	00-11-18	13.102m	N	101225.052	
			E	155088.810	3.000m
1+469.69	00-11-17	15.797m	N	101224.150	
			E	155091.349	2.695m

❖ المنحنى الدائري

1+469.69	00-00-00	0.000m	N	101224.150	
			E	155091.349	
1+470	00-00-55	0.305m	N	101224.049	
			E	155091.637	0.305m
1+476	358-38-34	6.305m	N	101222.214	
			E	155097.349	6.0m
1+482	357-20-52	12.301m	N	101220.639	
			E	155103.138	6.0m
1+488	356-03-14	18.291m	N	101219.326	
			E	155108.992	6.0m
1+494	354-45-38	24.271m	N	101218.279	
			E	155114.900	6.0m
1+500	353-28-02	30.240m	N	101217.500	
			E	155120.848	6.0m
1+506	352-10-26	36.192m	N	101216.990	
			E	155126.826	6.0m
1+512	350-52-50	42.127m	N	101216.750	
			E	155132.821	6.0m
1+512.03	350-52-26	42.158m	N	101216.749	
			E	155132.852	0.031m

❖ المنحنى المتدرج الأيمن

1+512.03	00-00-00	0.000m	N	101216.749	
			E	155132.852	
1+515	179-07-53	2.969m	N	101216.653	
			E	155135.820	2.969m
1+518	179-07-51	5.969m	N	101216.556	
			E	155138.818	3.000m
1+521	179-07-50	8.969m	N	101216.459	

			E	155141.816	3.000m
1+524	179-07-49	11.969m	N	101216.362	
			E	155144.815	3.000m
1+527	179-07-49	14.969m	N	101216.265	
			E	155147.813	3.000m
1+527.73	179-07-49	15.697m	N	101216.241	
			E	155148.541	0.728m

- **المنحنى رقم ٩**

Desc.	Station	Spiral/Curve Data		Northing	Easting
PI	1+634.316			101210.170	155254.893
	Length:	40.233	Course:	N 77-20-36 E	
	Delta:	18-15-10			
		Circular Curve Data			
PC	1+594.083			101214.093	155214.852
RP				101463.344	155239.274
PT	1+673.868			101218.986	155294.149
	Delta:	18-15-10	Type:	LEFT	
	Radius:	250.444	DOC:	22-52-40	
	Length:	79.785	Tangent:	40.233	
	Mid-Ord:	3.170	External:	3.211	
	Chord:	79.448	Course:	N 86-28-11 E	
	Es:	3.211			

e	0.00
W	0.629728394
Ls	16.71521262
S	0.046483834
Pto	48.59801906
T	40.23294528
To	1585.717926
T1	1602.433139
T2	1665.502139
T3	1682.217352

❖ المنحنى المتدرج الأيسر

1+585.72	00-00-00	0.000m	N	101214.364	
			E	155206.490	
1+590	356-46-58	4.283m	N	101214.226	
			E	155210.771	4.283m
1+594.08	356-47-02	8.366m	N	101214.093	
			E	155214.852	4.083m

❖ المنحنى الدائري

1+594.08	00-00-00	0.000m	N	101214.093	
			E	155214.852	
1+596	359-37-46	1.917m	N	101213.914	
			E	155216.760	1.917m
1+608	358-15-54	13.915m	N	101213.122	

			E	155228.733	12.0m
1+620	356-53-35	25.905m	N	101212.904	
			E	155240.730	12.0m
1+632	355-31-14	37.881m	N	101213.261	
			E	155252.723	12.0m
1+644	354-08-53	49.834m	N	101214.192	
			E	155264.686	12.0m
1+656	352-46-31	61.759m	N	101215.695	
			E	155276.590	12.0m
1+668	351-24-10	73.649m	N	101217.767	
			E	155288.409	12.0m
1+673.87	350-43-54	79.447m	N	101218.986	
			E	155294.149	5.868m

❖ المنحنى المتدرج الأيمن

1+594.08	350-44-08	79.448m	N	101214.093	
			E	155214.852	
1+596	350-57-17	77.555m	N	101213.914	
			E	155216.760	1.917m
1+602	351-38-28	71.622m	N	101213.446	
			E	155222.742	6.000m
1+608	352-19-39	65.678m	N	101213.122	
			E	155228.733	6.000m
1+614	353-00-50	59.726m	N	101212.941	
			E	155234.730	6.000m
1+620	353-42-01	53.764m	N	101212.904	
			E	155240.730	6.000m
1+626	354-23-12	47.795m	N	101213.011	
			E	155246.729	6.000m
1+632	355-04-23	41.819m	N	101213.261	
			E	155252.723	6.000m
1+638	355-45-34	35.837m	N	101213.655	
			E	155258.710	6.000m
1+644	356-26-45	29.850m	N	101214.192	
			E	155264.686	6.000m
1+650	357-07-56	23.859m	N	101214.873	
			E	155270.647	6.000m
1+656	357-49-08	17.864m	N	101215.695	
			E	155276.590	6.000m
1+662	358-30-21	11.867m	N	101216.660	
			E	155282.512	6.000m
1+668	359-11-39	5.868m	N	101217.767	
			E	155288.409	6.000m
1+673.87	00-00-00	0.001m	N	101218.986	
			E	155294.149	5.868m

- **المنحنى رقم ١٠**

Desc.	Station	Spiral/Curve Data			Northing	Easting
PI	1+895.285				101233.263	155512.441
	Length:	81.417	Course:	N 67-39-57 E		
	Delta:	28-18-41				
		Circular Curve Data				
PC	1+813.868				101241.742	155431.467
RP					101562.792	155465.082
PT	1+973.375				101264.202	155587.750
	Delta:	28-18-41	Type:	LEFT		
	Radius:	322.806	DOC:	17-44-57		
	Length:	159.507	Tangent:	81.417		
	Mid-Ord:	9.802	External:	10.109		
	Chord:	157.889	Course:	N 81-49-18 E		
	Es:	10.109				

e	0.00
W	0.523478868
Ls	12.96823699
S	0.021707461
Pto	87.90651936
T	81.41692589
To	1807.378407
T1	1820.346644
T2	1966.885551
T3	1979.853788

❖ المنحنى المتدرج الأيسر

1+807.38	00-00-00	0.000m	N	101241.482		
			E	155424.982		
1+808	352-21-45	0.622m	N	101241.507		
			E	155425.603		0.622m
1+813.87	352-20-20	6.490m	N	101241.742		
			E	155431.467		5.868m

❖ المنحنى الدائري

1+813.87	00-00-00	0.000m	N	101241.742		
			E	155431.467		
1+824	359-06-09	10.131m	N	101240.845		
			E	155441.559		10.132m
1+840	357-40-52	26.125m	N	101240.075		
			E	155457.538		16.0m
1+856	356-15-39	42.102m	N	101240.097		
			E	155473.537		16.0m
1+872	354-50-27	58.053m	N	101240.913		
			E	155489.514		16.0m
1+888	353-25-15	73.969m	N	101242.518		
			E	155505.432		16.0m
1+904	352-00-03	89.839m	N	101244.911		
			E	155521.250		16.0m

1+920	350-34-51	105.654m	N	101248.084	
			E	155536.931	16.0m
1+936	349-09-39	121.405m	N	101252.030	
			E	155552.435	16.0m
1+952	347-44-27	137.080m	N	101256.740	
			E	155567.724	16.0m
1+968	346-19-15	152.672m	N	101262.201	
			E	155582.762	16.0m
1+973.37	345-50-38	157.889m	N	101264.202	
			E	155587.750	5.375m

❖ المنحنى المتدرج الأيمن

1+973.38	00-00-00	0.000m	N	101264.202	
			E	155587.750	
1+976	181-14-17	2.625m	N	101265.252	
			E	155590.156	2.625m
1+979.25	181-14-06	5.878m	N	101266.552	
			E	155593.138	3.253m

- **المنحنى رقم ١١**

Desc.	Station	Spiral/Curve Data		Northing	Easting
PI	2+173.128			101357.382	155762.647
	Length:	60.178	Course:	N 64-57-48 E	
	Delta:	13-26-17			
		Circular Curve Data			
PC	2+112.950			101319.941	155715.534
RP				100920.034	156033.346
PT	2+232.754			101382.849	155817.170
	Delta:	13-26-17	Type:	RIGHT	
	Radius:	510.813	DOC:	11-13-00	
	Length:	119.804	Tangent:	60.178	
	Mid-Ord:	3.508	External:	3.533	
	Chord:	119.530	Course:	N 58-14-40 E	
	Es:	3.533			

e	0.00
W	0.378560334
Ls	8.195219598
S	0.005478328
Pto	64.27697884
T	60.17872364
To	2108.851745
T1	2117.046964
T2	2228.656965
T3	2236.852184

❖ المنحنى االدائري

2+112.95	40-33-00	0.000m	N	101319.941	
			E	155715.534	
2+125	00-40-50	12.050m	N	101327.326	
			E	155725.056	12.050m
2+150	02-04-55	37.042m	N	101341.921	
			E	155745.350	25.0m
2+175	03-29-02	62.012m	N	101355.505	
			E	155766.335	25.0m
2+200	04-53-10	86.945m	N	101368.046	
			E	155787.959	25.0m
2+225	06-17-17	111.826m	N	101379.514	
			E	155810.170	25.0m
2+232.75	06-43-23	119.530m	N	101382.849	
			E	155817.170	7.754m

▪ **المنحنى رقم ١٢**

Desc.	Station	Spiral/Curve Data		Northing	Easting
PI	2+452.940			101455.623	156024.916
	Length:	40.256	Course:	N 56-32-47 E	
	Delta:	17-02-13			
		Circular Curve Data			
PC	2+412.684			101444.246	155986.301
RP				101702.053	155910.344
PT	2+492.602			101477.814	156058.503
	Delta:	17-02-13	Type:	LEFT	
	Radius:	268.764	DOC:	21-19-06	
	Length:	79.918	Tangent:	40.256	
	Mid-Ord:	2.965	External:	2.998	
	Chord:	79.624	Course:	N 65-03-54 E	
	Es:	2.998			

e	0.00
W	0.597938463
Ls	15.57583869
S	0.03761149
Pto	48.0491912
T	40.25563838
To	2404.890447
T1	2420.466286
T2	2484.807631
T3	2500.38347

❖ المنحنى المتدرج الأيسر

2+404.89	00-00-00	0.000m	N	101441.586	
			E	155978.975	
2+406	357-01-19	1.110m	N	101441.965	
			E	155980.018	1.110m
2+412	357-02-16	7.110m	N	101444.013	
			E	155985.658	6.000m

2+412.68	357-02-17	7.794m	N	101444.246	
			E	155986.301	0.684m

❖ المنحنى الدائري

2+412.68	00-00-00	0.000m	N	101444.246	
			E	155986.301	
2+418	359-26-15	5.316m	N	101445.799	
			E	155991.385	5.316m
2+431	358-03-02	18.313m	N	101450.017	
			E	156003.681	13.0m
2+444	356-39-53	31.298m	N	101454.824	
			E	156015.758	13.0m
2+457	355-16-44	44.266m	N	101460.210	
			E	156027.588	13.0m
2+470	353-53-35	57.208m	N	101466.162	
			E	156039.144	13.0m
2+483	352-30-27	70.116m	N	101472.666	
			E	156050.399	13.0m
2+492.60	351-29-02	79.624m	N	101477.814	
			E	156058.503	9.601m

❖ المنحنى المتدرج الأيمن

2+492.60	00-00-00	0.000m	N	101477.814	
			E	156058.503	
2+496	184-19-06	3.398m	N	101479.895	
			E	156061.189	3.398m
2+500.38	184-18-54	7.781m	N	101482.579	
			E	156064.654	4.383m

- **المنحنى رقم ١٣**

Desc.	Station	Spiral/Curve Data		Northing	Easting
PI	2+658.534			101585.471	156184.539
	Length:	86.214	Course:	N 60-59-57 E	
	Delta:	14-02-17			
		Circular Curve Data			
PC	2+572.320			101526.631	156121.526
RP				101014.835	156599.431
PT	2+743.884			101627.270	156259.943
	Delta:	14-02-17	Type:	RIGHT	
	Radius:	700.235	DOC:	08-10-57	
	Length:	171.564	Tangent:	86.214	
	Mid-Ord:	5.248	External:	5.287	
	Chord:	171.136	Course:	N 53-58-49 E	
	Es:	5.287			

e	0.00
W	0.305173893
Ls	5.978314007
S	0.002126681
Pto	89.20352756
T	86.21410872

To 2569.330581
T1 2575.308895
T2 2740.895362
T3 2746.873676

❖ المنحنى الدائري

2+572.32	00-00-00	0.000m	N	101526.631	
			E	156121.526	
2+590	00-43-27	17.680m	N	101538.533	
			E	156134.599	17.680m
2+625	02-09-19	52.668m	N	101561.103	
			E	156161.345	35.0m
2+660	03-35-14	87.623m	N	101582.309	
			E	156189.185	35.0m
2+695	05-01-09	122.523m	N	101602.097	
			E	156218.050	35.0m
2+730	06-27-03	157.347m	N	101620.418	
			E	156247.867	35.0m
2+743.88	07-01-08	171.136m	N	101627.270	
			E	156259.943	13.884m

▪ **المنحنى رقم ١٤**

Desc.	Station	Spiral/Curve Data		Northing	Easting
PI	2+944.300			101717.049	156439.201
	Length:	72.623	Course:	S 77-36-59 E	
	Delta:	37-12-45			
		Circular Curve Data			
PC	2+871.677			101686.554	156373.291
RP				101490.777	156463.871
PT	3+011.780			101701.474	156510.134
	Delta:	37-12-45	Type:	RIGHT	
	Radius:	215.717	DOC:	26-33-38	
	Length:	140.103	Tangent:	72.623	
	Mid-Ord:	11.275	External:	11.896	
	Chord:	137.654	Course:	N 83-46-39 E	
	Es:	11.896			

e 0.00
W 0.7033364
Ls 19.40609553
S 0.072741243
Pto 82.35052499
T 72.62298826
To 2861.949463
T1 2881.355559
T2 3002.05348
T3 3021.459576

❖ المنحنى المتدرج الأيسر

2+861.95	00-00-00	0.001m	N	101682.046	
			E	156364.671	
2+865	357-32-52	3.050m	N	101683.460	
			E	156367.374	3.051m
2+870	357-32-48	8.050m	N	101685.777	
			E	156371.805	5.000m
2+871.68	357-32-47	9.727m	N	101686.554	
			E	156373.291	1.677m

❖ المنحنى الدائري

2+871.68	00-00-00	0.000m	N	101686.554	
			E	156373.291	
2+880	01-06-10	8.322m	N	101689.903	
			E	156380.910	8.322m
2+890	02-25-56	18.317m	N	101693.533	
			E	156390.227	10.0m
2+900	03-45-39	28.302m	N	101696.728	
			E	156399.702	10.0m
2+910	05-05-21	38.272m	N	101699.480	
			E	156409.314	10.0m
2+920	06-25-02	48.222m	N	101701.784	
			E	156419.044	10.0m
2+930	07-44-43	58.145m	N	101703.635	
			E	156428.871	10.0m
2+940	09-04-24	68.037m	N	101705.028	
			E	156438.772	10.0m
2+950	10-24-05	77.893m	N	101705.961	
			E	156448.728	10.0m
2+960	11-43-46	87.707m	N	101706.432	
			E	156458.716	10.0m
2+970	13-03-27	97.474m	N	101706.439	
			E	156468.715	10.0m
2+980	14-23-08	107.188m	N	101705.983	
			E	156478.704	10.0m
2+990	15-42-49	116.845m	N	101705.064	
			E	156488.660	10.0m
3+000	17-02-30	126.439m	N	101703.686	
			E	156498.564	10.0m
3+010	18-22-11	135.965m	N	101701.849	
			E	156508.393	10.0m
3+011.78	18-36-23	137.654m	N	101701.474	
			E	156510.134	10.0m

❖ المنحنى المتدرج الأيمن

3+011.78	00-00-00	0.001m	N	101701.474	
			E	156510.134	
3+015	182-23-58	3.219m	N	101700.916	
			E	156513.305	3.220m
3+020	182-23-42	8.219m	N	101700.048	
			E	156518.229	5.000m
3+021.46	182-23-41	9.678m	N	101699.795	
			E	156519.666	1.459m

- **المنحنى رقم ١٥**

Desc.	Station	Spiral/Curve Data			Northing	Easting
PI	3+121.837				101683.045	156618.631
	Length:	30.172	Course:	N 84-40-27 E		
	Delta:	14-02-10				
		Circular Curve Data				
PC	3+091.665				101687.614	156588.807
RP					101929.880	156625.923
PT	3+151.707				101685.845	156648.672
	Delta:	14-02-10	Type:	LEFT		
	Radius:	245.093	DOC:	23-22-38		
	Length:	60.042	Tangent:	30.172		
	Mid-Ord:	1.836	External:	1.850		
	Chord:	59.892	Course:	S 88-18-28 E		
	Es:	1.850				

e	0.00
W	0.639826866
Ls	17.08014798
S	0.049595367
Pto	38.71821912
T	30.17203972
To	3083.118821
T1	3100.198969
T2	3143.16081
T3	3160.240958

❖ المنحنى المتدرج الأيسر

3+083.12	00-00-0	0.000m	N	101689.097		
			E	156580.389		
3+084	01-01-00	0.882m	N	101688.944		
			E	156581.258		0.882m
3+090	01-00-21	6.882m	N	101687.903		
			E	156587.167		6.000m
3+091.66	01-00-20	8.547m	N	101687.614		
			E	156588.807		1.665m

❖ المنحنى الدائري

3+091.67	00-00-00	0.000m	N	101687.614		
			E	156588.807		
3+096	359-30-14	4.335m	N	101686.995		
			E	156593.097		4.335m
3+108	358-05-57	16.332m	N	101685.680		
			E	156605.024		12.0m
3+120	356-41-46	28.319m	N	101684.950		
			E	156617.000		12.0m
3+132	355-17-36	40.289m	N	101684.806		
			E	156628.998		12.0m
3+144	353-53-26	52.235m	N	101685.251		

			E	156640.989	12.0m
3+151.71	352-59-23	59.891m	N	101685.845	
			E	156648.672	7.706m

❖ المنحنى المتدرج الأيمن

3+160.24	353-47-01	8.533m	N	101685.845	
			E	156648.672	
3+162	353-47-02	6.773m	N	101685.764	
			E	156650.430	1.760m
3+168	353-47-22	0.773m	N	101685.486	
			E	156656.424	6.000m
3+168.77	00-00-00	0.000m	N	101685.450	
			E	156657.196	0.773m

▪ **المنحنى رقم ١٦**

Desc.	Station	Spiral/Curve Data		Northing	Easting
PI	3+611.292			101664.908	157087.633
	Length:	20.052	Course:	N 80-27-29 E	
	Delta:	13-52-10			
		Circular Curve Data			
PC	3+591.240			101666.421	157067.638
RP				101830.814	157080.078
PT	3+631.148			101668.232	157107.407
	Delta:	13-52-10	Type:	LEFT	
	Radius:	164.863	DOC:	34-45-13	
	Length:	39.908	Tangent:	20.052	
	Mid-Ord:	1.206	External:	1.215	
	Chord:	39.811	Course:	N 87-23-34 E	
	Es:	1.215			

e	0.00
W	0.861311601
Ls	25.39214201
S	0.162953704
Pto	32.76788627
T	20.05199549
To	3578.524109
T1	3603.916251
T2	3618.432079
T3	3643.824221

❖ المنحنى المتدرج الأيسر

3+578.52	00-00-00	0.000m	N	101667.010	
			E	157054.936	
3+580	358-59-28	1.476m	N	101666.941	
			E	157056.410	1.476m
3+584	358-58-48	5.476m	N	101666.756	
			E	157060.406	4.000m
3+588	358-58-42	9.476m	N	101666.571	
			E	157064.402	4.000m
3+591.24	358-58-39	12.716m	N	101666.421	
			E	157067.638	3.240m

❖ المنحنى الدائري

3+591.24	00-00-00	0.000m	N	101666.421	
			E	157067.638	
3+592	359-53-21	0.760m	N	101666.365	
			E	157068.396	0.760m
3+600	358-28-45	8.759m	N	101665.992	
			E	157076.387	8.0m
3+608	357-05-17	16.753m	N	101666.007	
			E	157084.386	8.0m
3+616	355-41-52	24.737m	N	101666.410	
			E	157092.375	8.0m
3+624	354-18-26	32.706m	N	101667.200	
			E	157100.335	8.0m
3+631.15	353-03-55	39.811m	N	101668.232	
			E	157107.407	7.147m

❖ المنحنى المتدرج الأيمن

3+643.82	00-27-04	12.676m	N	101668.232	
			E	157107.407	
3+644	00-27-04	12.500m	N	101668.263	
			E	157107.581	0.176m
3+648	00-27-01	8.500m	N	101668.977	
			E	157111.516	4.000m
3+652	00-26-53	4.500m	N	101669.691	
			E	157115.452	4.000m
3+656	00-24-30	0.500m	N	101670.404	
			E	157119.388	4.000m
3+656.50	00-00-00	0.000m	N	101670.493	
			E	157119.880	0.500m

▪ **المنحنى رقم ١٧**

Desc.	Station	Spiral/Curve Data		Northing	Easting
PI	3+813.863			101700.844	157287.188
	Length:	47.061	Course:	S 87-04-38 E	
	Delta:	13-12-54			
		Circular Curve Data			
PC	3+766.802			101692.435	157240.885
RP				101292.707	157313.473
PT	3+860.506			101698.444	157334.187
	Delta:	13-12-54	Type:	RIGHT	
	Radius:	406.265	DOC:	14-06-11	
	Length:	93.704	Tangent:	47.061	
	Mid-Ord:	2.699	External:	2.717	
	Chord:	93.496	Course:	N 86-18-55 E	
	Es:	2.717			

e	0.00
W	0.444301865
Ls	10.30417267
S	0.010889441
Pto	52.21370475
T	47.06035702
To	3761.648652

T1 3771.952825
T2 3855.351749
T3 3865.655922

❖ المنحنى الدائري

3+766.80	00-00-00	0.020m	N	101692.435	
			E	157240.885	
3+780	00-59-33	13.194m	N	101694.582	
			E	157253.906	13.197m
3+800	02-21-10	33.186m	N	101697.027	
			E	157273.754	20.0m
3+820	03-45-02	53.157m	N	101698.491	
			E	157293.699	20.0m
3+840	05-09-19	73.097m	N	101698.973	
			E	157313.691	20.0m
3+860	06-33-45	92.992m	N	101698.470	
			E	157333.682	20.0m
3+860.51	06-35-53	93.494m	N	101698.444	
			E	157334.187	0.506m

تقرير المناهل لشارع دورا الخليل - خط دورا					
Label	Ground Elevation (m)	Rim Elevation (m)	Sump Elevation (m)	Manhole Diameter (m)	Manhole Depth (m)
MH-1	889.46	889.46	887.76	1.2	1.7
MH-2	888.91	888.91	887.14	1.2	1.76
MH-3	886.97	886.97	885.21	1.2	1.76
MH-4	884.84	884.84	883.08	1.2	1.76
MH-5	882.71	882.71	880.94	1.2	1.76
MH-6	880.58	880.58	878.81	1.2	1.76
MH-7	878.45	878.45	876.68	1.2	1.76
MH-8	877.38	877.38	875.62	1.2	1.76
MH-9	876.32	876.32	874.55	1.2	1.76
MH-10	874.19	874.19	872.42	1.2	1.76
MH-11	872.3	872.3	870.54	1.2	1.76
MH-12	871.74	871.74	869.98	1.2	1.76
MH-13	871.54	871.54	869.72	1.2	1.82
MH-14	871.34	871.34	869.46	1.2	1.88
MH-15	871.14	871.14	869.2	1.2	1.95
MH-16	870.94	870.94	868.93	1.2	2.01
MH-17	870.74	870.74	868.67	1.2	2.07
MH-18	870.55	870.55	868.4	1.2	2.15
MH-19	870.35	870.35	868.14	1.2	2.21
MH-20	870.15	870.15	867.89	1.2	2.26
MH-21	869.95	869.95	867.63	1.2	2.32
MH-22	869.75	869.75	867.37	1.2	2.38
MH-23	869.35	869.35	867.1	1.2	2.25
MH-24	869.15	869.15	866.84	1.2	2.31
MH-25	868.95	868.95	866.57	1.2	2.38
MH-26	868.75	868.75	867.05	1.2	1.7
MH-27	868.55	868.55	866.79	1.2	1.76
MH-28	868.17	868.17	866.41	1.2	1.76
MH-29	867.78	867.78	866.02	1.2	1.76
MH-30	866.46	866.46	864.7	1.2	1.76
MH-31	865.12	865.12	863.36	1.2	1.76
MH-32	863.79	863.79	862.03	1.2	1.76
MH-33	862.46	862.46	860.7	1.2	1.76
MH-34	861.13	861.13	859.37	1.2	1.76
MH-35	859.79	859.79	858.03	1.2	1.76
MH-36	858.46	858.46	856.7	1.2	1.76
MH-37	857.79	857.79	856.03	1.2	1.76
MH-38	857.13	857.13	855.37	1.2	1.76
MH-39	855.8	855.8	854.04	1.2	1.76
MH-40	854.46	854.46	852.7	1.2	1.76
MH-41	853.13	853.13	851.37	1.2	1.76

MH-42	851.8	851.8	850.04	1.2	1.76
MH-43	850.24	850.24	848.48	1.2	1.76
MH-44	847.57	847.57	845.81	1.2	1.76
MH-45	844.62	844.62	842.92	1.2	1.7
MH-46	841.66	841.66	839.9	1.2	1.76
MH-47	838.71	838.71	836.95	1.2	1.76
MH-48	835.76	835.76	834	1.2	1.76
MH-49	834.28	834.28	832.52	1.2	1.76
MH-50	832.8	832.8	831.04	1.2	1.76
MH-51	831.36	831.36	829.6	1.2	1.76
MH-52	829.92	829.92	828.16	1.2	1.76
MH-53	828.59	828.59	826.83	1.2	1.76
MH-54	828.83	828.83	826.56	1.2	2.27
MH-55	829.14	829.14	826.3	1.2	2.84
MH-56	829.44	829.44	826.09	1.2	3.35
MH-57	829.75	829.75	825.86	1.2	3.89
MH-58	829.9	829.9	825.66	1.2	4.24
MH-59	830.06	830.06	825.43	1.2	4.63
O-1	830.36	830.36	825.23	1.2	5.13

تقرير المناهل لشارع دورا الخليل - **خط** الخليل					
Label	Ground Elevation (m)	Rim Elevation (m)	Sump Elevation (m)	Manhole Diameter (m)	Manhole Depth (m)
MH-1	889.52	889.52	887.81	1.2	1.7
MH-2	889.58	889.58	887.55	1.2	2.03
MH-3	889.65	889.65	887.29	1.2	2.36
MH-4	889.71	889.71	887.02	1.2	2.69
MH-5	889.78	889.78	886.76	1.2	3.01
MH-6	889.84	889.84	886.5	1.2	3.34
MH-7	889.9	889.9	886.23	1.2	3.67
MH-8	889.97	889.97	885.98	1.2	3.99
MH-9	890.01	890.01	885.71	1.2	4.3
MH-10	889.67	889.67	885.52	1.2	4.15
MH-11	889.25	889.25	885.33	1.2	3.92
MH-12	888.83	888.83	885.11	1.2	3.72
MH-13	887.67	887.67	884.85	1.2	2.82
MH-14	886.5	886.5	884.59	1.2	1.92
MH-15	885.34	885.34	883.58	1.2	1.76
MH-16	884.71	884.71	882.94	1.2	1.76
MH-17	884.65	884.65	882.75	1.2	1.9
MH-18	884.59	884.59	882.57	1.2	2.03
MH-19	884.49	884.49	882.3	1.2	2.19
MH-20	884.38	884.38	882.03	1.2	2.35

MH-21	884.1	884.1	881.78	1.2	2.32
MH-22	883.27	883.27	881.51	1.2	1.76
MH-23	881.93	881.93	880.16	1.2	1.76
MH-24	880.45	880.45	878.69	1.2	1.76
MH-25	878.97	878.97	877.21	1.2	1.76
O-1	878.33	878.33	876.62	1.2	1.71

تقرير المواسير لشارع دورا الخليل- خط دورا										
Label	Upstream Manhole	Downstream Manhole	Length (m)	Total Flow (l/s)	Section Shape	Section Size	Average Velocity (m/s)	Constructed Slope (m/m)	Average Pipe Cover (m)	Material
P-1	MH-1	MH-2	31.5	0.2	Circular	200 mm	0.35	0.017524	1.5	PVC
P-2	MH-2	MH-3	40	0.4	Circular	200 mm	0.53	0.046925	1.53	PVC
P-3	MH-3	MH-4	40.5	0.578	Circular	200 mm	0.6	0.051086	1.53	PVC
P-4	MH-4	MH-5	39.5	0.746	Circular	200 mm	0.65	0.052405	1.53	PVC
P-5	MH-5	MH-6	38.5	0.841	Circular	200 mm	0.68	0.05374	1.53	PVC
P-6	MH-6	MH-7	39.5	0.956	Circular	200 mm	0.7	0.05238	1.53	PVC
P-7	MH-7	MH-8	40	1.026	Circular	200 mm	0.6	0.025112	1.53	PVC
P-8	MH-8	MH-9	24.5	1.172	Circular	200 mm	0.7	0.041	1.53	PVC
P-9	MH-9	MH-10	27	1.303	Circular	200 mm	0.84	0.07663	1.53	PVC
P-10	MH-10	MH-11	31	1.447	Circular	200 mm	0.81	0.058839	1.53	PVC
P-11	MH-11	MH-12	40	1.559	Circular	200 mm	0.58	0.01255	1.53	PVC
P-12	MH-12	MH-13	39.5	1.641	Circular	200 mm	0.49	0.005	1.56	PVC
P-13	MH-13	MH-14	39.5	1.704	Circular	200 mm	0.5	0.005	1.62	PVC
P-14	MH-14	MH-15	40.5	1.791	Circular	200 mm	0.51	0.005	1.68	PVC
P-15	MH-15	MH-16	40	1.932	Circular	200 mm	0.52	0.005	1.75	PVC
P-16	MH-16	MH-17	40	2.073	Circular	200 mm	0.53	0.005	1.81	PVC
P-17	MH-17	MH-18	42.5	2.176	Circular	200 mm	0.53	0.005	1.87	PVC
P-18	MH-18	MH-19	40.5	2.407	Circular	200 mm	0.55	0.005	1.94	PVC
P-19	MH-19	MH-20	37.5	2.531	Circular	200 mm	0.56	0.005	2	PVC
P-20	MH-20	MH-21	39	2.709	Circular	200 mm	0.57	0.005	2.05	PVC
P-21	MH-21	MH-22	41	2.865	Circular	200 mm	0.58	0.005	2.12	PVC
P-22	MH-22	MH-23	40	3.01	Circular	200 mm	0.59	0.005	2.08	PVC
P-23	MH-23	MH-24	41.5	3.15	Circular	200 mm	0.59	0.005	2.05	PVC
P-24	MH-24	MH-25	40.5	3.29	Circular	200 mm	0.6	0.005	2.11	PVC
P-25	MH-25	MH-26	39.5	3.4	Circular	200 mm	0.61	0.005	2.17	PVC
P-26	MH-26	MH-27	39.5	3.51	Circular	200 mm	0.61	0.005063	1.5	PVC
P-27	MH-27	MH-28	40	3.59	Circular	200 mm	0.67	0.007975	1.53	PVC
P-28	MH-28	MH-29	20.5	3.68	Circular	200 mm	0.79	0.016049	1.53	PVC
P-29	MH-29	MH-30	33	3.77	Circular	200 mm	0.97	0.038152	1.53	PVC
P-30	MH-30	MH-31	31	3.85	Circular	200 mm	0.99	0.041258	1.53	PVC
P-31	MH-31	MH-32	39.5	3.93	Circular	200 mm	0.94	0.032127	1.53	PVC
P-32	MH-32	MH-33	40	4.01	Circular	200 mm	0.94	0.031725	1.53	PVC
P-33	MH-33	MH-34	40	4.1	Circular	200 mm	0.95	0.031725	1.53	PVC
P-34	MH-34	MH-35	40.5	4.24	Circular	200 mm	0.96	0.03158	1.53	PVC
P-35	MH-35	MH-36	39.5	4.37	Circular	200 mm	0.97	0.032127	1.53	PVC
P-36	MH-36	MH-37	25.5	4.46	Circular	200 mm	0.91	0.023882	1.53	PVC
P-37	MH-37	MH-38	28	4.56	Circular	200 mm	0.89	0.021393	1.53	PVC
P-38	MH-38	MH-39	25.5	4.7	Circular	200 mm	1.1	0.049765	1.53	PVC
P-39	MH-39	MH-40	37.5	4.91	Circular	200 mm	1.02	0.034107	1.53	PVC
P-40	MH-40	MH-41	39.5	5.27	Circular	200 mm	1.02	0.032127	1.53	PVC

P-41	MH-41	MH-42	40.5	5.7	Circular	200 mm	1.04	0.031333	1.53	PVC
P-42	MH-42	MH-43	41	5.99	Circular	200 mm	1.1	0.036561	1.53	PVC
P-43	MH-43	MH-44	37	6.3	Circular	200 mm	1.31	0.070514	1.53	PVC
P-44	MH-44	MH-45	40.5	6.55	Circular	200 mm	1.33	0.071333	1.53	PVC
P-45	MH-45	MH-46	43.5	6.83	Circular	200 mm	1.33	0.068046	1.5	PVC
P-46	MH-46	MH-47	40	7.12	Circular	200 mm	1.37	0.072225	1.53	PVC
P-47	MH-47	MH-48	41	7.396	Circular	200 mm	1.37	0.070463	1.53	PVC
P-48	MH-48	MH-49	28.5	7.637	Circular	200 mm	1.27	0.049789	1.53	PVC
P-49	MH-49	MH-50	23.5	7.926	Circular	200 mm	1.35	0.060383	1.53	PVC
P-50	MH-50	MH-51	24	8.263	Circular	200 mm	1.35	0.057458	1.53	PVC
P-51	MH-51	MH-52	40.5	8.786	Circular	200 mm	1.2	0.034049	1.53	PVC
P-52	MH-52	MH-53	40.5	9.594	Circular	200 mm	1.21	0.031333	1.53	PVC
P-53	MH-53	MH-54	40	10.241	Circular	200 mm	0.83	0.005	1.78	PVC
P-54	MH-54	MH-55	40	10.598	Circular	200 mm	0.84	0.005	2.32	PVC
P-55	MH-55	MH-56	30.5	10.828	Circular	200 mm	0.84	0.005	2.86	PVC
P-56	MH-56	MH-57	34.5	10.967	Circular	200 mm	0.85	0.005	3.39	PVC
P-57	MH-57	MH-58	26.5	11.075	Circular	200 mm	0.85	0.005	3.83	PVC
P-58	MH-58	MH-59	33.5	11.185	Circular	200 mm	0.85	0.005	4.2	PVC
P-59	MH-59	O-1	41	11.339	Circular	200 mm	0.86	0.005	4.68	PVC

تقرير المواسير لشارع دورا الخليل- خط الخليل										
Label	Upstream Manhole	Downstream Manhole	Length (m)	Total Flow (l/s)	Section Shape	Section Size	Average Velocity (m/s)	Constructed Slope (m/m)	Average Pipe Cover (m)	Material
P-1	MH-1	MH-2	41	0.313	Circular	200 mm	0.31	0.005	1.64	PVC
P-2	MH-2	MH-3	39.5	0.493	Circular	200 mm	0.35	0.005	1.96	PVC
P-3	MH-3	MH-4	40.5	0.66	Circular	200 mm	0.38	0.005	2.29	PVC
P-4	MH-4	MH-5	40	0.836	Circular	200 mm	0.41	0.005	2.62	PVC
P-5	MH-5	MH-6	40.5	0.965	Circular	200 mm	0.43	0.005	2.94	PVC
P-6	MH-6	MH-7	41	1.038	Circular	200 mm	0.43	0.005	3.27	PVC
P-7	MH-7	MH-8	39	1.122	Circular	200 mm	0.44	0.005	3.6	PVC
P-8	MH-8	MH-9	41	1.192	Circular	200 mm	0.45	0.005	3.91	PVC
P-9	MH-9	MH-10	27	1.251	Circular	200 mm	0.46	0.005	3.99	PVC
P-10	MH-10	MH-11	24.5	1.299	Circular	200 mm	0.46	0.005	3.8	PVC
P-11	MH-11	MH-12	31.5	1.399	Circular	200 mm	0.47	0.005	3.58	PVC
P-12	MH-12	MH-13	40	1.609	Circular	200 mm	0.49	0.005	3.03	PVC
P-13	MH-13	MH-14	40.5	1.814	Circular	200 mm	0.51	0.005	2.13	PVC
P-14	MH-14	MH-15	38.5	2.005	Circular	200 mm	0.73	0.024649	1.61	PVC
P-15	MH-15	MH-16	30.5	2.303	Circular	200 mm	0.71	0.018852	1.53	PVC
P-16	MH-16	MH-17	25.5	2.524	Circular	200 mm	0.56	0.005	1.6	PVC
P-17	MH-17	MH-18	25.5	2.683	Circular	200 mm	0.57	0.005	1.73	PVC
P-18	MH-18	MH-19	41	2.868	Circular	200 mm	0.58	0.005	1.87	PVC
P-19	MH-19	MH-20	41	3.112	Circular	200 mm	0.59	0.005	2.03	PVC

P-20	MH-20	MH-21	39.5	3.346	Circular	200 mm	0.6	0.005	2.1	PVC
P-21	MH-21	MH-22	40	3.61	Circular	200 mm	0.62	0.005137	1.81	PVC
P-22	MH-22	MH-23	40	3.864	Circular	200 mm	0.93	0.032125	1.53	PVC
P-23	MH-23	MH-24	39.5	4.081	Circular	200 mm	0.97	0.035848	1.53	PVC
P-24	MH-24	MH-25	41	4.278	Circular	200 mm	0.98	0.034512	1.53	PVC
P-25	MH-25	O-1	37.5	4.474	Circular	200 mm	0.83	0.015653	1.53	PVC

Plan & Profile

Profile

Cross Sections

Sanitary Sewer Profile

فهرس الأشكال

الرقم	اسم الشكل	رقم الصفحة
١-١	مخطط دليل الموقع	٣
١-٢	الفرق المساحية اللازمة لانجاز مشروع مسار معين	١٦
١-٣	مقطع عرضي لطريق من حارتين	٢٤
٢-٣	الميول الطولية	٢٥
٣-٣	انواع الاطاريف	٢٧
٤-٣	جدار استنادي	٢٨
١-٤	اشارات التحذير	٣٦
٢-٤	إشارات الاوامر والمنع	٣٦
١-٥	انواع المنحنيات الدائرية	٣٨
٢-٥	عناصر المنحنى الدائري البسيط	٣٩
٣-٥	عناصر المنحنى الدائري المركب	٤١
٤-٥	المنحنى الدائري مكسور الظهر	٤٢
٥-٥	المنحنيات العكسية	٤٢
٦-٥	المنحنيات المتدرجة او الحلزونية	٤٣
٧-٥	المنحنى البيضوي(برنولي)	٤٤
٨-٥	الكلوتوئيد	٤٥
٩-٥	تاثير القوة الطاردة المركزية على المركبات	٤٥
١٠-٥	التوسعة على المنحنيات	٤٨
١١-٥	التقاطع البسيط	٥١
١٢-٥	التقاطع البسيط ومسرب اضافي	٥١
١٣-٥	التقاطع البسيط لمسرب اضافي من الجهة المقابلة	٥١
١٤-٥	التقاطع البسيط مع مسرب بالوسط	٥٢
١٥-٥	انعطاف دورة واحدة	٥٢
١٦-٥	انعطاف مزدوج	٥٢
١٧-٥	انعطاف مع جزيرة تقسيم	٥٣
١٨-٥	انعطاف مع جزيرة دوران مزدوج	٥٣
١٩-٥	عمود انارة	٥٥
٢٠-٥	ترتيب الاعمدة على جهة واحدة	٥٥
٢١-٥	توزيع الاعمدة على الجزيرة الوسطى	٥٦
٢٢-٥	توزيع الاعمدة بشكل تعاقبي	٥٦
٢٣-٥	توزيع الاعمدة بشكل تقابلي	٥٦
١-٦	فرق الميل او زاوية الميل	٥٩
٢-٦	عناصر المنحنى الراسي	٥٩

٣-٦	مسافة الرؤية للتوقف	٦١
٤-٦	مسافة الرؤية للتجاوز	٦٢
٥-٦	منحنى رأسي قاعي	٦٤
١-٧	منحنيات الحصول على العواصف	٦٨
٢-٧	الظلم العمودي	٧٠
٣-٧	الظلم المعترض	٧٠
٤-٧	الظلم القطاعي	٧٠
٥-٧	الظلم المروحي	٧١
٦-٧	الظلم الشعاعي	٧١
٧-٧	خريطة كنتورية تبين تخطيط الشبكة	٧٣
٨-٧	العلاقة بين السرعة والمساحة النسبية والتصرف النسبي	٧٥
٩-٧	مقطع لانواع العبارات	٧٨
١-٨	العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة	٨٣
٢-٨	المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند ١٠ ضربات	٨٦
٣-٨	المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند ٣٠ ضربة	٨٧
٤-٨	المنحنى بين القوة على المكبس مع قيمة الغرز المماثلة عند ٦٥ ضربة	٨٩
٥-٨	العلاقة بين الكثافة الجافة وقيم CBR عند غرز ٥ ملم	٨٩
٦-٨	العلاقة بين نسبة المار وفتحة المنخل وهو ما يعرف بالتدرج الحبيبي	٩٣
١-٩	طبقات الرصفة المرنة	٩٥
٢-٩	ايجاد (S-Soil support value)	١٠٤
٣-٩	AASHTO Flexible- Pavement design	١٠٥
١-١٠	مقطع عرضي	١٠٦
٢-١٠	المقطعين العرضيين المتتاليين في منطقة حفر كامل	١٠٨
٣-١٠	المقطع الاول رم والاخر حفر	١٠٩
٤-١٠	المقطع الاول مختلط والاخر حفر	١١٠
٥-١٠	المقطع الاول مختلط الثاني رم	١١٢
٦-١٠	المقاطعان مختلطان	١١٣
٧-١٠	التمثيل الخطي لكميات الحفر والردم	١٢١
٨-١٠	خط التعادل على منحنى الحجوم	١٢٢
٩-١٠	منحنى الحجوم للشارع	١٢٢

فهرس الجداول

الرقم	اسم الجدول	رقم الصفحة
١-١	اعمال الفصل الاول	٧
٢-١	اعمال الفصل الثاني	٨
١-٣	السرعة التصميمية للطرق الحضارية	٢٣
١-٤	معلومات تعداد حجم المرور	٣٢
١-٥	قيم الرفع الجانبي المرغوبة وذلك بعدة طرق مختلفة	٤٧
٢-٥	اقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة التصميمية ونسبة التعلية والاحتكاك الجانبي.	٤٨
٣-٥	مقدار التوسعة في المنحنيات بالنسبة لنصف قطر المنحنى	٤٩
٤-٥	العلاقة بين المسافة بين الاعمدة وارتفاعها وعرض الطريق والمسافة عن حافة الطريق	٥٧
١-٦	قيمة الميول الراسية العظمى بالاعتماد على العوامل الحاكمة	٦٠
٢-٦	العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف	٦١
٣-٦	العلاقة بين السرعة ومعامل الاحتكاك	٦١
٤-٦	العلاقة بين السرعة والتسارع الاعظمي	٦٢
٥-٦	تاثير الميول على مسافة الرؤية للتوقف	٦٣
١-٧	معدل فائض مياه المطر عن سطح البحر	٦٧
١-٨	قيم الكثافة الرطبة للعينات	٨٢
٢-٨	قيم الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة للعينات	٨٢
٣-٨	العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند ١٠ ضربات	٨٥
٤-٨	العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند ٣٠ ضربة	٨٦
٥-٨	العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند ٦٥ ضربة	٨٨
٦-٨	الكثافة الجافة للقوالب الثلاثة وقيم CBR لها	٨٩
٧-٨	التدرج الحبيبي للخلطة اللإسفلتية	٩٢
١-٩	نسبة المركبات في المسرب الواحد	٩٦
٢-٩	معامل النمو (Growth Factor)	٩٧
٣-٩	تحويل اوزان المركبات الى احمال قياسية	٩٨
٤-٩	عدد ونسبة المركبات المارة في الشارع	٩٩
٥-٩	نسبة كاليفورنيا ونوع كل طبقة من طبقات الرصفة	١٠٠
٦-٩	قيمة المعامل المناخي(Regional Factor)	١٠١
٧-٩	معامل الطبقة (Layer Coefficient) الأسفلت	١٠٢
٨-٩	معامل الطبقة (Layer Coefficient) للبيسكورس	١٠٣

١-١٠ حساب المساحة بطريقة الاحداثيات..... ١٠٧
٢-١٠ كميات الحفر والردم للشارع ١١٤
١-١١ قراءات الخلف..... ١٢٣
٢-١١ متوسط القراءات..... ١٢٦
٣-١١ انحرافات الخطوط..... ١٢٧
٤-١١ الاحداثيات الابتدائية للنقاط..... ١٢٩
٥-١١ مقدار الخطأ في السلسلات ١٣٠
٦-١١ الاحداثيات المصححة..... ١٣٥
٧-١١ السلسلات المصححة..... ١٣٦
٨-١١ الإنحرافات المصححة ١٣٧
٩-١١ الزوايا المصححة ١٣٨
١٠-١١ النقط الداخلة في حساب العقة ١٤١
١١-١١ قيم Su و Sv لنقط العقة ١٤٢

فهرس المحتويات

الرقم	الموضوع	رقم الصفحة
	الغلاف	**I**
	شهادة تقييم المشروع	**II**
	الأهداء	**III**
	الشكر والتقدير	**IV**
	ملخص المشروع	**V**
	Abstract	**VI**
	فهرس المحتويات	**VII**
	فهرس الأشكال	**XIV**
	فهرس الجداول	**XV**

الفصل الأول: المقدمة

١-١	**نبذه تاريخية عن الطرق:**	**1**
٢-١	**منطقة الدراسة:**	**2**
١-٢-١	**مدينة دورا ، الموقع الجغرافي والاهمية:**	**2**
٢-٢-١	**الطرق في مدينة دورا:**	**2**
٣-١	**مشكلة البحث:**	**4**
٤-١	**أهداف المشروع:**	**4**
٥-١	**طريقة العمل:**	**5**
٦-١	**خلاق المشروع:**	**6**
٧-١	**الأدوات والبرامج المستخدمة:**	**7**
٨-١	**الجدول الزمني:**	**7**
٩-١	**الدراسات السابقة:**	**8**

الفصل الثاني: علم الطرق

١-٢	**مقدمة عن علم الطرق:**	**9**
2-2	**أهمية الطرق:**	**10**
٣-٢	**أنواع الطرق:**	**11**
١-٣-٢	**الطرق الرئيسية والثانوية والقروية والزراعية والصناعية والسياحية:**	**12**
٢-٣-٢	**تصنيف الطرق حسب عدد المسارب:**	**١٢**

٢-٣-٣ طرق الدرجة الأولى والثانية والثالثة:.....١٢
٢-٣-٤ الطرق السريعة:.....١٣
٢-٤ الفرق الهندسية العاملة بالطرق:.....١٤
٢-٤-١ فريق الهندسة المدنية :.....١٦
٢-٤-٢ فريق المساحة الأرضية :.....١٧
٢-٤-٣ فريق المساحة الجوية:..... 17
٢-٥ الخطوات المتبعة في تصميم الطرق :.....١٩
٢-٦ المراحل الاساسية في التصميم:.....٢٠
٢-٦-١ مرحلة الأعمال الاستطلاعية:.....٢٠
٢-٦-٢ مرحلة الدراسة المساحية الاولية:.....٢١
٢-٦-٣ مرحلة الأعمال المساحية النهائية:.....٢١

الفصل الثالث: التصميم الهندسي للطريق

٣-١ مقدمة:.....٢٢
٣-٢ أسس التصميم الهندسي للطريق:.....٢٣
٣-٢-١ حجم وتركيب المرور:.....٢٣
٣-٢-٢ السرعة التصميمية:.....٢٣
٣-٢-٣ عربات التصميم:.....٢٤
٣-٢-٤ قطاع الطريق:.....٢٤
٣-٢-٥ عرض المسارب و الطريق:.....٢٤
٣-٢-٦ الميول العرضية:.....٢٥
٣-٢-٧ الميول الطولية:.....٢٥
٣-٢-٨ أكتاف الطريق:.....٢٦
٣-٢-٩ الأطاريف:.....٢٦
٣-٢-١٠ الأرصفة:.....٢٧
٣-٢-١١ الجزر الفاصلة:.....٢٨
٣-٢-١٢ الجدر الاستنادية:.....٢٨

الفصل الرابع: هندسة المرور

٤-١ حجم المرور :.....٢٩
٤-١-١ تعريف:..... 29
٤-١-٢ التعداد:..... 29

٤-١-٣ حجم السير الحالي والمستقبلي: 31
٤-٢ عمر الطريق: 31
٤-٣ حساب حجم المرور وعدد المسارب اللازمة للشارع: ٣٢
٤-٤ علامات المرور: ٣٤
٤-٤-١ علامات المرور على الطريق: ٣٤
٤-٤-٢ أنواع علامات المرور: 35
٤-٥ إشارات المرور على الطريق:..... 35
٤-٥-١ أنواع إشارات المرور على الطريق:..... 35
٤-٥-٢ مواصفات إشارات المرور على الطريق: ٣٦
٤-٥-٣ موقع الإشارة: ٣٧
٤-٥-٤ الرؤية في الليل:.....٣٧
٤-٥-٥ إشارات الطوارئ:.....٣٧

الفصل الخامس: التخطيط الأفقي للطرق

٥-١ مقدمة:.....٣٨
٥-٢ أنواع المنحنيات الأفقية:..... 38
٥-٢-١ المنحنيات الدائرية: Circular curves ٣٨
٥-٢-٢ المنحنيات المتدرجة أو الحلزونية: Transitions Curves..... 43
٥-٣ القوة الطاردة المركزية: ٤٥
٥-٤ التعلية:..... 46
5-5 التوسعة على المنحنيات: ٤٨
٥-٦ القطاعات على الطرق:.....٤٩
٥-٦-١ مقدمة:.....٤٩
٥-٦-٢ أنواع القطاعات: ٥٠
٥-٦-٣ فوائد القنوات في القطاع:.....٥٣
٥-٧ الإضاءة على الطريق:.....٥٤
٥-٧-١ مقدمة:.....٥٤
٥-٧-٢ المصابيح المستخدمة في الطرق:.....٥٤
٥-٧-٣ أنواع المصابيح الرئيسية:.....٥٤
٥-٧-٤ أعمدة الإنارة للطرق:.....٥٤
٥-٧-٥ ترتيب الأعمدة على الطريق:..... 55
٥-٧-٦ المسافة بين أعمدة الإنارة:.....٥٦

الفصل السادس: التخطيط الراسي للطرق

٦-١ مقدمة:.....٥٨
٦-٢ أنواع المنحنيات الرأسية : ٥٨
٦-٣ عناصر المنحنى الرأسي: ٥٩
٦-٤ الميول الرأسية العظمى: ٦٠
٦-٥ طول المنحنى الرأسي: ٦٠

الفصل السابع: أعمال الصرف الصحي للمخلفات السائلة

٧-١ مقدمة:.....٦٥
٧-٢ مصادر المخلفات السائلة: ٦٥
٧-٣ الخرائط التي يجب أن تتوفر لتصميم شبكات الصرف الصحي:..... 66
٧-٤ الدراسات اللازمة لتصميم مشروعات الصرف: ٦٦
٧-٥ شبكات الصرف الصحي:..... 69
٧-٥-١ طريقة الصرف المشترك: (Combined System) ٦٩
٧-٥-٢ طريقة الصرف المنفصل: (Separate System)..... 69
٧-٦ شبكات المجاري العامة: ٧٠
٧-٧ متطلبات صرف المياه من الطريق:.....٧١
٧-٨ أنواع صرف المياه:.....٧٢
٧-٨-١ الصرف السطحي:.....٧٢
٧-٨-٢ الصرف المغلق: ٧٣
٧-٩ التخطيط الأولي للشبكة:..... 73
٧-١٠ مشآت المجاري:.....٧٣
٧-١٠-١ أنابيب المجاري:.....٧٣
٧-١٠-٢ المناهل:..... 74
٧-١١ تصميم شبكات مياه المجاري: ٧٤
٧-١١-١ تصميم شبكات مجاري المياه العادمه:.....٧٤
٧-١٢ القطاع الجانبي:.....٧٤
٧-١٣ معلومات عامة عن التصميم:..... 77
٧-١٤ العبارات:..... 77
٧-١٤-١ بناء العبارة:.....٧٨
٧-١٤-٢ تهيئة أرض العبارة:..... 79

٣-١٤-٧ أجنحة العبارة: ٧٩

الفصل الثامن: الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة

١-٨ تجربة بروكتور المعدلة: ٨٠
١-١-٨ مقدمة: 80
٢-١-٨ الهدف من التجربة : ٨٠
٣-١-٨ الأدوات المستخدمة: ٨٠
٤-١-٨ طريقة العمل: 81
٥-١-٨ النظرية: ٨١
٦-١-٨ الحسابات: 82
٢-٨ تجربة نسبة تحمل كاليفورنيا:(CBR) ٨٣
١-٢-٨ مقدمة: 83
٢-٢-٨ الهدف من التجربة: ٨٤
٣-٢-٨ الأدوات المستخدمة: ٨٤
٤-٢-٨ طريقة العمل: ٨٤
٥-٢-٨ الحسابات : ٨٥
٣-٨ تجربة تحليل الخلطة الإسفلتية: ٩٠
١-٣-٨ طريقة الطرد المركزي: ٩٠

الفصل التاسع: التصميم الإنشائي للطريق

١-٩ مقدمة: ٩٤
٢-٩ العناصر الإنشائية للرصفة المرنة: ٩٥
٣-٩ خطوات تصميم الرصفة بإتباع طريقة الاشتو AASHTO: 96
١-٣-٩ حساب ESAL: ٩٦
٢-٣-٩ حساب سماكة الطبقات: ١٠٠

الفصل العاشر: حساب المساحات والحجوم

١-١٠ المساحات: ١٠٦
١-١-١٠ طريقة الإحداثيات: ١٠٦
٢-١٠ حساب الحجوم والكميات: ١٠٧
١-٢-١٠ حساب كميات الحفر والردم بطريقة المقطع الوسطي ١٠٨
٣-١٠ التمثيل الخطي لكميات الحفر والردم: ١٢١

١٠-٣-١ خواص منحنى الحجوم: ١٢١

الفصل الحادي عشر: المضلعات Traverse

١١-١ القراءات: ١٢٣
١١-٢ حساب انحرافات الخطوط: ١٢٧
١١-٣ حساب الإحداثيات الابتدائية للنقاط: ١٢٨
١١-٤ تصحيح الأخطاء للمضلع Reduction of Errors: ١٢٩
١١-٤-١ الأخطاء في المسافات Error in Distance : ١٢٩
١١-٤-٢ الأخطاء في قياس الزوايا : ١٣١
١١-٥ تصحيح الأخطاء في الإحداثيات : ١٣١
١١-٥-١ Distance observation reduction 132
١١-٥-٢ Angle observation reduction 133
١١-٦ الإحداثيات المصححة : ١٣٥
١١-٧ المسافات المصححة: ١٣٦

الفصل الثاني عشر: النتائج والتوصيات

١٢-١ النتائج: ١٤٣
١٢-٢ التوصيات: ١٤٣

المراجع

المراجع 144

الملاحق

الملحق رقم (١) المنحنيات الأفقية: ١٤٥
الملحق رقم (٢) المنحنيات الراسية: ١٧٥
الملحق رقم (٣) حسابات الحجوم: ١٨٢
الملحق رقم (٤) الحسابات للمناهل: ١٩٥
الملحق رقم (٥) تقرير المناهل: ١٩٩
الملحق رقم (٦) تقرير المواسير: ٢٠٢

الفصل الثاني عشر

النتائج والتوصيات

12-1 النتائج:

١- تم تجهيز كافة التصميمات الافقيية و الرأسية و كافة المعلومات اللازمة لتوقيعها. واعداد الخرائط المتعلقة بذلك.
٢- تم تجهيز خط للصرف الصحي يخدم المنازل والمحال التجارية التي على طرفي الشارع. ويساعد على تصريف المياه عن سطح الشارع.
٣- تم حساب سماكة الطبقات ورسم المقطع التصميمي
٤- تم حساب حجوم الكميات من حفر وردم ، وحجوم طبقتي الاسفلت والبيسكورس ورسم المنحنى الكمي التراكمي .

12-2 التوصيات:

١- بعد احتواء هذا المشروع على التصميم و الإنشاء ظهرت الحاجة إلى ضرورة مشاركة هندسة المساحة و المباني في هذه النوعية من المشاريع و ذلك حتى تكون على أكمل وجه.
٢- يجب مراعاة ما يلي أثناء تنفيذ المشروع:
ا-الحرص على أن يكون عملية الدحل و الدمك جيدتين فذلك لان المشروع يقوم على ارض فيها كمية الطمم مرتفعة .
ب-يجب رش المادة السائلة و المسماة بيتومين على الطبقة المدموكة أخيرا قبل أن توضع طبقة الإسفلت.
٣- يجب تخصيص مساقات تتعلق بهندسة الطرق لطلبة هندسة المساحة والجيوماتكس ، وخصوصا تعليم برنامج الاوتوديسك الذي يعد البرنامج الاول في تصميم الطرق .

المراجع

١- داود شحادة خلف ، مبادئ الهندسة الصحية (مياه ومجاري) ، عمان ، الأردن ، ١٩٨٢.

٢-روحي الشريف، البسيط في تصميم وإنشاء الطرق، الجزء الأول، عمان، الأردن، ١٩٨١.

٣- سامي احمد حجاوي، فحوصات التربة للاغراض الانشائية ، المجلس الاقتصادي الفلسطيني للتنمية والاعمار بكدار،٢٠٠٣ .

٤- محمد علي علي فرج، الصرف الصحي ومعالجة المخلفات السائلة، القاهرة، مصر، ٢٠٠٠.

٥- مصطفى حسن، واخرون، تصميم طريق ابو هلال ، ٢٠٠٦.

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

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

٨- Nicholas J. Garber , Traffic & Highway Engineering, third edition, University of Virginia, 200٢.

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