بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين
كلية الهندسة والتكنولوجيا

مشروع تخرج بعنوان

إعـادة تأهيل وتصميم طريق " وادِ القِطع "

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

فريق العمل

عبد الله شطريط — **سمير إمام**

أمل برادعية — **ناهد شطريط**

إشراف
م. مصعب شاهين

جامعة بوليتكنك فلسطين
الخليل – فلسطين

2012 م

شهادة تقييم مقدمة مشروع التخرج

جامعة بوليتكنك فلسطين
الخليل – فلسطين

إعـادة تأهيل وتصميم طريق " وادِ القِطع "

فريق العمل

عبد الله شطريط **سمير إمام**

أمل برادعية **ناهد شطريط**

بناءاً على توجيهات الأستاذ المشرف على المشروع وبموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا للوفاء الجزئي بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس

توقيع مشرف المشروع **توقيع رئيس الدائرة**

الاسم: **الاسم:**

توقيع اللجنة الممتحنة

....

.....

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 وأب فلسطيني، صانعي الرجال والأبطال، 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 والجومتكس ودفعة 2008 على وجه الخصوص.

فريق العمل

شكـــر وتقدير

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

لذا نوجه الشكر والثناء الى الله العلي القدير الذي أعاننا على أنجاز هذا المشروع ..

كما نتقدم بالشكر الى من ساهم في إنجاح هذا العمل الذي هو بداية الانطلاقة نحو أفق علمي وعملي واسع ...

ابتداءا بجامعة بوليتكنك فلسطين ممثلة بدائرة الهندسة المدنية والمعمارية
مروراً بجميع أساتذة هذه الدائرة ، وشكر خاص لمكتب المساحون العرب المهندس أياد أبو سنينة والمهندس تحسين أقنيبي
الذين لم يبخلو علينا بأي معلومة او مساعدة
والى كل من وقف بجانبنا .... .

فريق العمل

إعادة تأهيل وتصميم طريق " وادِ القِطع "

فريق العمل

عبد الله شطريط سمير إمام

أمل برادعية ناهد شطريط

أشراف

م. مصعب شـاهين

جامعة بوليتكنك فلسطين – 2012م.

الملخص:

الهدف الرئيس للمشروع هو إعادة تأهيل وتصميم طريق واد القطع، من ناحية، ومن ناحية اخرى تصميم البنية التحتية ونظام تصريف مياه الامطار، وتصميم المنحنيات الرئسية والافقية ووضع نظام نقل ومرور مناسب بالاعتماد على المواصفات والمعايير الهندسية.

كذلك نريد عمل نظام جيد لتصريف المياه السطحية عن حرم الطريق من خلال عمل الأقنية الجانبية والميول العرضية وكذلك وضع العبارات في الأماكن المناسبة، كذلك نهدف إلى تصميم التقاطعات بشكل يوفر الأمن للمواطنين والمركبات على حد سواء، ونهدف أيضا وضع علامات وإشارات المرور في الأماكن الصحيحة.

Waad Al-Qtaa' Road

Prepared By:

Abdullh Shatrit **Nahed Shatrit**

Sameer Imam **Amal Baradia**

Supervisor:

Eng. Musab Shaheen

Abstract:

The main aim of our project is to rehabilitate Waad Al-Qtaa' Road. On the one hand, the infrastructure design, the drainage system, the vertical and horizontal alignments and design a proper traffic design system according to the specifications of civil engineering criterias.

In addition, we want to design a proper drainage system through the ditches and design the side slopes and storm channels, and to design intersections that improve safe to pedestrian and vehicles, and to put the traffic signals in the proper places.

الفصل الأول

المُقدمـة

1-1 نظرة عامة

2-1 نبذه تاريخية عن الطرق

3-1 منطقة الدراسة

4-1 دراسات سابقه

5-1 فكرة المشروع

6-1 موقع المشروع

7-1 هيكليه المشروع

8-1 طريقة البحث

9-1 العوائق والصعوبات

10-1 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة

الفصل الأول

مُقدمة

1-1 نظرة عامة:

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

2-1 نبذه تاريخية عن الطرق[1] :

تعتبر فكرة إنشاء الطرق وليدة الحاجة الماسة للإنسان في استخدام مسارات تمكنه من الحصول على احتياجاته الضرورية لاستمرار حياته، وبالتالي فكرة الانتقال بأقل زمن مع توفير الراحة عرفت قبل 3500 سنة حيث تحدث العلماء عن طرق أنشأها الفراعنة لنقل الكتل الحجرية اللازمة لبناء الهرم الأكبر مع مراعاة الجوانب الهندسية كالميول والضغط الجانبي.

في حين ربط الصينيون شمال بلادهم قبل 2000 سنة ق.م بشبكة طرق تؤمن وسيلة الاتصال والتنقل فيما بينهم، وتطورت الفكرة عن الآشوريون والبابليون سنة 700 ق.م ليكونوا أول من استخدم الإسفلت بعد استعمال ثلاث طبقات لجسم الطريق، وازدهرت فكرة الإنشاء والتطوير للطرق في عهد الرومان لتصل إلى تصميم الطرق العامة التي لعبت دوراً مهماً في بقاء الإمبراطورية الرومانية 7 قرون.

بدأت نهضة الطرق تمتد بصورة سريعة منذ منتصف القرن الثامن عشر عندما اتجهت الأفكار إلى إنشاء طرق لها القدرة العالية على التحمل مع الاقتصاد في كميات الصخور المستخدمة في الرصف، فكانت البداية من الفترة 1716-1796 عن طرق المهندس الفرنسي مكادام (Macadam) في الفترة 1956-1836 وصولاً إلى منظمة الأشتو (AASHTO) الأمريكية والخروج بكتب المواصفات الذي يشمل محددات التصميم الهندسي للطرق.

[1] المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، تقنية الطرق

3-1 منطقة الدراسة:

1-3-1 موقع مدينة الخليل [2] :

تقع مدينة الخليل على هضبة تخترقها أودية الى الجنوب من القدس في الضفة الغربية، ترتفع عن سطح البحر 940م، ويصل إليها طريق رئيسي يربطها بمدينة بيت لحم والقدس وطرق فرعية تصلها بالمدن والقرى في محافظة الخليل وتقع مدينة الخليل على مسافة 37 كم جنوبي القدس و27 كم جنوبي بيت لحم، تبلغ مساحة المحافظة 997 كم^2، ومساحة المدينة 22.8 كم2، وتبلغ نسبة المحافظة 16.6 % من أراضي الضفة.

ويصل عدد سكان المدينة حوالي 320 ألف نسمة عام 2010 حسب موقع الاحصاء الفلسطيني، فهذا العدد الكبير بحاجه إلى شبكة طرق تخدمه وتواكب تطوراته ولا بد لهذه الطرق من إعطاء للمدينة شكلها الخاص المميز بمساحة وعرض طرقها واستيعابها للسكان ومستخدمي الطرق وتلبية حاجاتهم.

2-3-1 الموقع للطريق:

تقع الطريق الى الشمال الشرقي من مدينة الخليل حيث تربط بين منطقة الشعابة (واد القطع) وشارع أضواء المدينة، كما يظهر في الملحق (منطقة الدراسة) ويبلغ طول هذه الطريق حوالي 1500 م ومتوسط عرض 6 م، حيث تمر هذه الطريق بعدة مناطق سكنية وصناعية، ويتخلل المنطقة بعض المحال التجارية والاراضي الزراعية والمدارس الاساسية.

4-1 دراسات سابقه:

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

تم التوجه إلى بلدية الخليل وبعد مراجعة القسم الهندسي تبين أن هذا الطريق يقع ضمن أولويات الخطة التطويرية التي اعتمدتها البلدية وقد اعتمدوا عرضه ب 9 متر، وقيمة الارتداد عن أطراف الطريق 3 م، وتم الرجوع الى جامعة بوليتكنك فلسطين وحصلنا على صورة جوية تشمل المنطقة التي تحوي الشارع.

[2] موقع ويكيبديا (مدينة الخليل) ومرجع رقم (12)

5-1 فكرة المشروع:

تشتمل فكرة المشروع على دراسة و تصميم واعادة تأهيل طريق الطريق الواصل بين منطقة واد القطع وشارع نمرة والمعروف بطريق واد القطع ، و الذي هو عبارة عن طريق معبد بطول 1500 متر تقريبا ، و نهدف من وراء هذا العمل وضع تصميم نموذجي لهذا الطريق، بالإضافة الى تصميم الدوار و الاهتمام قدر الإمكان بجميع عناصر الطريق من حيث التخطيط الأفقي، والتخطيط الرأسي، و يشمل الرفع الجانبي للطريق الذي يعرف بأسم (Super elevation)، وكذلك عمل الميول الجانبية والأقنية الجانبية لتصريف مياه الأمطار في فصل الشتاء, ومن ثم تصميم القطاعات العرضية وتحديد عرض الرصف والأكتاف وأرصفة المشاة والإنارة والدوار .

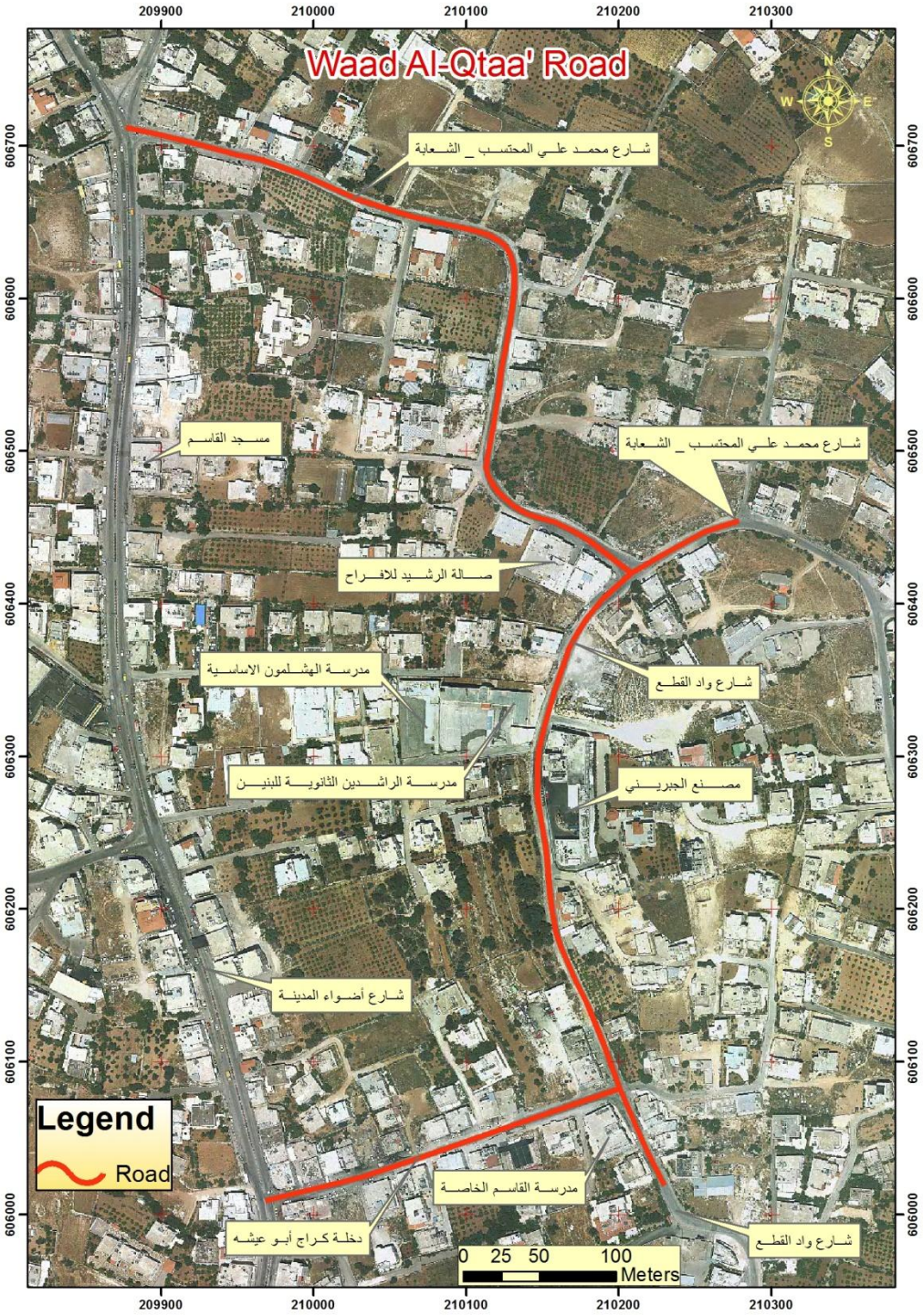
وتهدف فكرة المشروع إلى إيجاد حل جذري لمشكلة تجميع مياه الأمطار على سطح الطريق والتي بدورها تعيق حركة مستخدمي الطريق، وذلك عن طريق دراسة الميول الطولية والعرضية للطريق وإعادة تصميمها، وتصميم شبكة تصريف مياه الأمطار لتخدم تلك المنطقة.

وتم أخذ صور فوتوغرافية للمنطقة أثناء تساقط مياه الأمطار عليها وكانت كما هو موضح.

الشكل (1-1) صور فوتوغرافية للمنطقة

6-1 موقع المشروع:

تقع الطريق شمال جنوبي مدينة الخليل حيث تربط بين منطقة الشعابة (واد القطع) وشارع نمرة، ويبلغ طول هذه الطريق حوالي 2000م ومتوسط م، ويتخلل هذه الطريق مناطق سكنية على جانبيه وبعض المنازل والمحال التجارية والاراضي الزراعية، ويمكن إظهار موقع المشروع من خلال الخارطة التالية:



الشكل (1-2) موقع وامتداد المشروع

7-1 هيكليه المشروع:

تم بالتشاور بين فريق العمل والمشرف على وضع هيكلية للمشروع تراعي قدر الإمكان تغطية كاملة لما يحتاجه أي طريق من أعمال مساحية لازمة لتصميمها وكانت كالاتي:

- الفصل الأول: يحتوي على المقدمة التي توضح موضوع البحث (تصميم وإنشاء بنية تحتية لطريق واد القطع) الأهمية والأهداف، فكرة وهيكلية المشروع، طريقة البحث، العوائق والصعوبات.
- الفصل الثاني: يحتوي على مشاكل الطريق والحلول المقترحة.
- الفصل الثالث: يتحدث عن المضلعات والأعمال المساحية التي قمنا بها
- الفصل الرابع: أسس التصميم الهندسي للطريق.
- الفصل الخامس: حجم واشارات المرور.
- الفصل السادس: التصميم الانشائي للطريق.
- الفصل السابع: كميات الحفر والردم.
- الفصل الثامن: شبكات الصرف الصحي والمياه.
- الفصل التاسع: التكلفة والعطاء.
- الفصل العاشر: النتائج والتوصيات.

8-1 طريقة البحث:

- اختيار موضوع البحث (مشروع هندسة مساحة-طرق) وبما أن المشروع هو طرق فقد قمنا بالبحث عن طريق مناسب يتوفر فيه عدة خصائص مناسبة للمشروع مثل؛ الطول، المكان، الحاجة إليها.... الخ. فتم الاستفسار عن الموضوع من الجهات المختصة مثل بلدية الخليل والمشرف.
- القيام بزيارة ميدانية (استطلاعية) للموقع وأخذ فكره كاملة عن طبيعة المشروع والمشاكل المتعلقة به والتفاصيل الهامة للتصميم وتعيين نقاط المضلع الكاشفة لأجزاء الطريق (stations).
- القيام بزيارة لبلدية الخليل من اجل التعرف على القوانين المتبعة في التخطيط والتصميم من حيث السرعة القصوى للمرور وعرض الحارة والارتدادات والأرصفة وغيرها من عناصر التصميم للطريق.
- البدء بالبحث في المكتبة عن المراجع والمصادر التي يمكن الاستفادة منها في المشروع.
- القيام بتنفيذ العمل الميداني مع مسح للشارع ورفع التفاصيل من اجل تجهيز المخططات اللازمة لعملية التخطيط والتصميم. وتبدأ عملية المسح الميداني من نقطة معلومة الإحداثيات مربوطة بمضلع مفتوح (link Traverse) ومعالجته من الأخطاء باستخدام Adjustment by Least Squares وذلك من اجل دقة العمل المساحي .

9-1 العوائق والصعوبات:

- عدم توفر نقاط معلومة الإحداثيات بالقرب من الشارع مما تطلب الكثير من الوقت والجهد للحصول على نقاط معلومة الإحداثيات وذلك بسبب كثافة المباني التي تحجب الرؤية.
- كثرة المركبات المارة في هذه المنطقة مما تسبب في اهدار الوقت وازعاج لفريق العمل.
- صعوبة الحصول على المعلومات من الجهات الرسمية أثناء عملية جمع المعلومات.
- وجود العديد من المنحنيات في الطريق مما أدى إلى زيادة في عدد المحطات.
- كثرة التفاصيل حول الطريق مثل المنازل والمباني التي زادت في صعوبة عملية الرؤية والعمل الميداني وصعوبة التصميم.
- وجود بعض المنازل حول الطريق يسبب صعوبة في توسع الطريق بالاتجاه المستقيم.
- إعاقة بعض المواطنين للعمل الميداني ووجود المدارس الأساسية حول الطريق.

10-1 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة:

- جهاز (Total Stations Sokia 5700) وما يلزم معه مثل (عواكس, أجهزة لاسلكية, شريط قياس مسافات, علبة دهان لتعليم النقاط, مسامير...الخ) .
- جهاز (GPS R8) .
- جهاز (Total Station Focus 8).
- برنامج (Civil 3D 2013).
- برنامج (ArcGIS 10).
- برنامج (AutoCAD 2007).
- برنامج (Autodesk Land Desktop 2006) .
- برنامج (Sewer Cad).

الفصل الثاني

مَشاكل الطريق والحلول المُقترحة

2-1 مقدمة

2-2 تعريف بالمشاكل

2-3 سوء تصريف مياه الأمطار وقلة عبارات تصريف مياه الأمطار.

2-4 التشققات في رصفات الطريق

2-5 عدم وجود اللافتات الارشادية أو اشارات المرور

2-6 الاضاءة الغير كافية على الطريق

2-7 انتشار سيارات النقل على جوانب الطريق والسيارات الخصوصية

الفصل الثاني

مشاكل الطريق والحلول المقترحة

2-1 مقدمة[1]:

صيانة الطرق: تأتي لإصلاح إما خلل في التربة أو في التنفيذ أو كسر في مناهل التصريف الصحي أو اثار حوادث السير.

لصيانة الطرق عدة أعمال منها ظاهرة أو غير ظاهرة.

- الظاهرة: كحفر الإسفلت أو التربة أو الكهرباء أو مصافي تصريف الماء أو الفاصل الخرساني.
- الغير ظاهرة: التمديدات الكهربائية، الطبقات الترابية، أنابيب المياه والصرف الصحي، عبارات تصريف مياه الامطار، والهاتف.

تعاني الطرق من مشاكل عدة تنعكس على أمن وسلامة مستخدميه ,لذا كان من الضروري مناقشة المشاكل المتمثلة في طريق وادي القطع والعمل جاهدين على ايجاد حلول لها , فبعد القيام بالزيارة الميدانية للموقع ودراسة كافة الجوانب من ناحية هندسية سنعرض لكم بالصور هذه المشاكل مع شرح لكل منها والاقتراحات الممكنة لحل هذه المشاكل.

2-2 تعريف بالمشاكل

يعاني الطريق موضوع البحث من بعض المشاكل منها:

- سوء تصريف مياه الأمطار وقلة عبارات تصريف مياه الأمطار.
- تشققات في رصفات الطرق.
- يحتوي الطريق على كثير من المنحنيات وعدم وجود لافتات تحذير من تلك المنعطفات أو أي من اشارات المرور.
- الاضاءة الغير كافية على الطريق.
- انتشار سيارات النقل على جوانب الطريق والسيارات الخصوصية.
- يعاني الطريق من مشكلة مسافة الرؤية ومسافة الوقوف.
- عدم وجود مرات ممرات للمشاة.

[1] مرجع رقم (4)

2-3 سوء تصريف مياه الأمطار وقلة عبارات تصريف مياه الأمطار.

2-3-1 توضيح للمشكلة

يعاني الطريق من قلة وجود العبارات وفتحات التصريف الخاصة بتصريف مياه الأمطار وافتقاره الى شبكة صرف صحي سليمة وبسبب افتقار الطريق للتصميم السليم نرى تجمعات المياه في منتصف الطريق، مما يؤدي الى الاضرار بطبقة الاسفلت و طبقات الرصف , تجمع المياه على سطح الطريق يصعب على المشاة عبور الطريق و الازعاج لأصحاب السكن.

الشكل (2-1) تجمع المياه في الطريق (2011/10/2)

2-3-2 الحلول المقترحة لتصريف المياه

الحل الانسب لتصريف المياه يكون بالتصميم السليم الذي يكمن بوضع العبارات وانابيب التصريف تحت الرصفات في بداية انشاء الطريق وعمل الميول العرضية لتصريف هذه المياه الى فتحات التصريف التي توضع على جوانب الطريق او على حواف الارصفة كما في الشكل التالي:

الشكل (2-2) شكل فتحات التصريف على جوانب الطريق.

4-2 تشققات في رصفات الطريق

1-4-2 توضيح للمشكلة

تتمثل عيوب التشققات في الطريق بما يلي:

- الشقوق الشبكية
- الشقوق الطولية والعرضية
- الهبوطات
- الشقوق الجانبية

الاشكال التالية توضح عيوب التشققات الموجودة في الطريق :

الشكل (2-3) عيوب التشققات في الطريق (2011/10/2)

2-4-2 الحلول المقترحة

يجب عمل فحص للرصفات ويتم كالآتي:

قبل إجراء أي فحص للموقع يجب اتباع وسائل السلامة وذلك لضمان سلامة وسير عملية الفحص، وتوجد مرحلتين لتنفيذ المسح البصري للعيوب، الأولى بقيادة سيارة والثانية با لسير على الأقدام.

أثناء المرحلة الأولى من الفحص يقود فريق المسح السيارة بسرعة بطيئة على كامل منطقة الرصف ويتم تسجيل المناطق المتأثرة من الرصف بشكل تقريبي وعمل رسومات توضيحية.

المرحلة الثانية وهي مرحلة السير على الأقدام للمنطقة المدروسة، بهدف التعرف على مواقع العيوب.

وتتم عملية صيانة الطرق كالآتي:

أ) الحفر الإسفلتية: يقوم المتعهد بتحديد مكان الإسفلت بواسطة منشار وظيفته فصل الإسفلت المستوجب عزله عن الإسفلت الجيد بشكل أفقي بمعدل 90 درجة عن مسطح الطريق، بعد عزل الإسفلت ترص الطبقة الترابية التي يليها الإسفلت بواسطة آلة ميكانيكية يدوية رجراج حتى المنسوب المطلوب رصه كما يشير المختبر، ثم نرش الزفت السائل(كولاس) بمعدل 1 كغم في المتر المربع الواحد تحت حرارة لا تقل عن 90 درجة مئوية وأن لا تزيد نسبة رطوبة الأرض عن 3 % حتى لا تجعل لنا طبقة عازلة بين التربة والإسفلت، ويترك حتى تتدنى حرارته لتساوي حرارة الجو، ثم يلي ذلك وضع الإسفلت على الزفت السائل ويرص بواسطة مدحلة لا تقل زنتها عن 10 طن ولا تزيد عن 15 طن بسرعة 5 كلم في الساعة على أن ترطب

العجلات بالماء حتى لا يتناثر الإسفلت عند رصه، ثم تفتح الطريق أمام المرور بعد تدني الحرارة لتساوي حرارة الجو.

ب) التربة: إذا مر على الطريق عمر من الزمن ويوجد فيها نتوءات، تؤخذ عينات من الإسفلت والطبقات التي تليها إلى المختبر لفحصها وللحصول على نتائج تمكننا من معرفة إن كان يجب نزع التربة أو صيانة الإسفلت فقط.

2-5 عدم وجود اللافتات الارشادية أو اشارات المرور:

2-5-1 توضيح للمشكلة.

يفتقر الطريق الى اللافتات الارشادية واشارات المرور حيث يعاني الطريق من كثرة المنعطفات وعدم وجود لافتات تحذر من تلك المنعطفات مما يهدد بحدوث تصادم بين المركبات ضرورة وجود اشارات المرور بالأخص عند مدرسة الراشدين الاساسية للبنين.

2-5-2 الحلول المقترحة

يكون الحل بوضع اشارات المرور في اماكنها الصحيحة ولافتات ارشادية خاصة عند المنعطفات وعلامات ترسم على الأرض، متمثلة بالخطوط البيضاء في ممر المشاة والاسهم التي تحدد الانعطاف والالوان البيضاء والسوداء على جبه الارصفة والجزيرة الوسطية والخط المتقطع والمتواصل وسط الطريق والاشارات العاكسة.

2-6 الاضاءة الغير كافية على الطريق:

2-6-1 توضيح للمشكلة

يعاني الطريق من قلة أعمدة الاضاءة وانتشار عدد قليل جدا في اماكن متفرقة وهذا يؤثر على رؤية السائقين في الليل مما يؤدي الى التسبب بحوادث السير.

الشكل (2-4) صورة توضح قلة اعمدة الانارة على طول الطريق (2011/10/2)

2-6-2 الحلول المقترحة

وضع اعمدة الاضاءة على الطريق بحيث يكون توزيعها مناسب لإضاءة كامل الطريق لمساعدة السائقين على الرؤية بوضوح أثناء القيادة ليلا للتقليل من نسبة الحوادث وتوفير الأمن والسلامة للمشاة، ولا بد من مراعاة الشروط التالية بخصوص مواصفات الاضاءة:

- مكان وضع أعمدة الاضاءة حيث تثبت على جوانب الطريق (الأرصفة) أو على الجزيرة الوسطية ان كان الطريق ذو مسارين.
- مراعاة أبعاد الأعمدة من حيث الارتفاع والمسافات بينها بحيث تغطي الطريق بشكل كامل.
- الاختيار الامثل لنوع المصابيح المستعملة بحيث ألا تكون مصنوعة من مواد سريعة التلف أو مواد تتأثر بالعوامل البيئية والجوية.
- وضع الاشارات العاكسة يساعد على رؤية حواف الطريق وتحديد مساره.

2-7 انتشار سيارات النقل على جوانب الطريق والسيارات الصغيرة:

2-7-1 توضيح المشكلة

يقع مصنع الجبريني للألبان وعدة مدارس على الطريق مباشرة حيث يكون هناك انتشار كثيف لسيارات النقل الكبيرة والاطفال بالرغم من ضيق الطريق في تلك المنطقة مما يؤدي الى ازدحام السير، ويوجد ايضا قاعة للأفراح حيث تكون السيارات منتشرة عشوائيا يؤدي الى ازعاج المارة والسائقين.

الشكل التالي يوضح مكان المصنع وقاعة الافراح ومشكلة:

الشكل(2-5) صورة توضيحية لقاعة الافراح ومصنع الجبريني المتواجدين بالمنطقة (2011/10/2)

الشكل(2-6) مشكلة تجمع السيارات واغلاقها للطريق (2011/10/2)

2-7-2 حلول المشكلة

يتمثل الحل بتوفير مواقف للسيارات الثقيلة في المصنع مع العلم من توافر مساحة كافية لهذه المواقف، كذلك الحال بالنسبة للسيارات الخصوصية تكون موزعة بشكل منتظم خاصة بجانب قاعة الافراح.

الفصل الثالث

المضلعات Traverse

1-3 مقدمة

2-3 أنواع المضلعات (Types of Traverses)

3-3 متطلبات الدقة لأعمال المضلعات (Accuracy Standards for Traverses)

4-3 القراءات

5-3 حساب إحداثيات المحطات قبل التصحيح

6-3 تصحيح الأخطاء للمضلع (Reduction of Errors)

7-3 تصحيح الأخطاء في الإحداثيات

8-3 الإحداثيات المصححة

9-3 الزوايا المصححة

الفصل الثالث

المضلعات Traverse

1-3 مقدمة:

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

حيث تتفرع هذه الخطوط من نقاط معلومة (نقاط شبكة المثلثات القطرية) ويتم قياس المسافة والزاوية الأفقية بين المحطات وتمتد باتجاهات مختلفة للإحاطة بالمباني والطرق والساحات أو أي معلم.

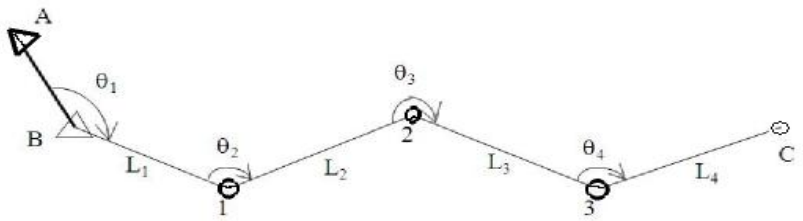
ويعود الهدف في إنشاء المضلعات في تعين إحداثيات (تحديد مواقع) نقاط جديدة انطلاقاً من نقاط معلومة قد تكون نقاط من شبكات المثلثات أو نقاط يتم وضعها بواسطة (GPS وهو من الأجهزة الحديثة وهو جهاز يستخدم لإيجاد إحداثيات نقطة ما) أو أي طريقة أخرى مثل طريقة Intersection أو طريقة Resection.

2-3 أنواع المضلعات (Types of Traverses):

هنالك الكثير من المسميات المختلفة للمضلعات، سنذكر أبرزها:

1-2-3 المضلع المفتوح (Open Traverses):

يطلق هذا الاسم على كل مضلع غير مغلق الشكل (أو الأضلاع) حيث يبدأ بنقطتين معلومتي الإحداثيات وينتهي بالغلق أو القفل على نقطتين أخريين غير معلومتي الإحداثيات، كما في الشكل(3-1):

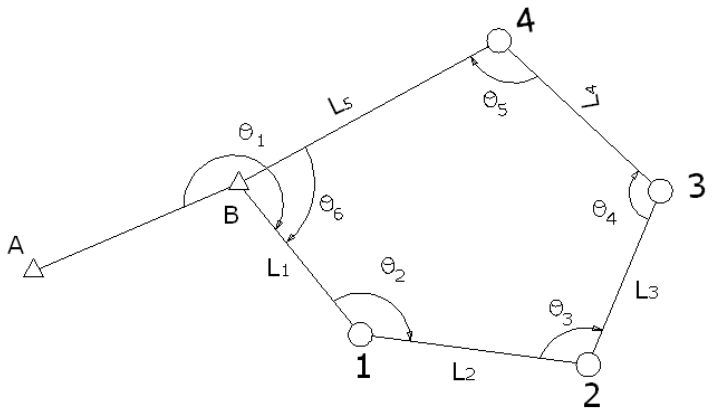


الشكل (3-1) المضلع المفتوح[1]

[1] مرجع رقم (13)

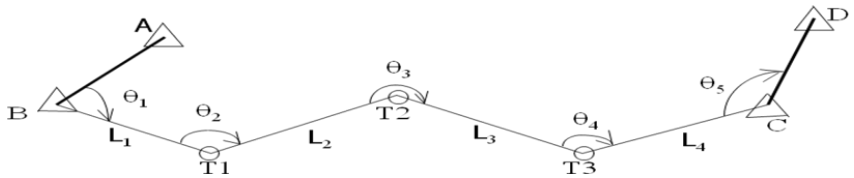
2-2-3 المضلع المغلق (Closed Traverses):

في هذا النوع من المضلعات، يكون المضلع مغلقاً من حيث عدد الأضلاع أو الشكل الخارجي، حيث يبتدئ بالربط على نقطتين معلومتي الإحداثيات ثم ينتهي بالغلق على ذات النقطتين فيسمى (Closed loop traverses) كما في الشكل (2-3)



الشكل (2-3) المضلع المغلق[2]

أو على نقطتين جديدتين فيسمى (Closed traverses or link traverses) وهذا النوع الذي قمنا باستخدامه في وهذا المشروع ، كما في الشكل (3-3)



الشكل (3-3) Closed traverses or link traverses [3]

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

[2] مرجع رقم (13)
[3] مرجع رقم (13)

3-3 متطلبات الدقة لأعمال المضلعات (Accuracy Standards for Traverses):

يبين جدول (3-1) متطلبات الدقة لأعمال المضلعات والتي يمكن الاستئناس بها في الحكم على دقة ونوعية القياسات الميدانية، حيث هنالك عدة درجات متفاوتة، تعتبر المرتبة الثالثة هي الأكثر شيوعاً على نطاق المشاريع ذات المساحة المحدودة، أما المشاريع الهندسية الكبرى مثل قياس إزاحة المنشآت وغيرها فتحتاج إلى المرتبة الأولى.

جدول رقم (3-1)[4]

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

[4] مرجع رقم (14)

والجدول رقم (3 -2) يبين قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية.

جدول رقم (3-2)[5]

	Allowable error	
	Important area (example : urban area)	Less important area (Example : rural area)
Measured distance Measured angles	ΔL= .0005l +.03 m $\Delta = 60''\sqrt{n}$	ΔL = .0007l +.03m $\Delta=90''\sqrt{n}$
Closer error	€ = $.0006\sum l + .20m$	€ =$.0009\sum l + .20m$
n=number of	Where L= measured length,	Δ= angle closure error in second measured angles,

3-4 عملية انشاء مضلع في الطبيعة تطلبت منا القيام بعدة خطوات[6]:

3-4-1 عملية الاستكشاف للمنطقة

الغرض من عملية الاستكشاف هو التعرف على المنطقة التي سيتم انشاء مضلع بها وتكوين فكرة شاملة عنها ,ومواقع التفاصيل داخلها بالنسبة لبعضها البعض وبالنسبة لحدودها ,وما تحتويه من معالم طبيعية وصناعية مثل المباني والشوارع والمناهل حيث توجهنا الى الموقع وتم تصويره بهدف التعرف على المنطقة .

3-4-2 رسم كروكي عام للمنطقة

بعد اجراء عملية الاستكشاف للمنطقة يتم التجول فيا مرة اخرى ورسم كروكي شامل يبين جميع التفاصيل الطبيعية والصناعية، ولا يشترط ان يرسم الكروكي بمقياس رسم معين او بأدوات هندسية بل يكفي ان يكون مرسوما بإتقان وممثلا للطبيعة بقدر الامكان مع ملاحظة الجهات الاصلية اثناء الرسم.

ويراعى عند رسم كروكي المنطقة ما يلي:

1.ان يكون بالقلم الرصاص الخفيف ليتيسر عمل التغيرات التي يتضح عدم مطابقتها للطبيعة.

[5] مرجع رقم (14)
[6] مرجع رقم (14)

2.ان يكون الكروكي واضحاً بدرجة تسمح بيان التفاصيل.

3.ان توضح بقدر الامكان الاشارات الاصطلاحية لبيان نوع التفاصيل على هذا الكروكي.

4.ان يوضح اتجاه الشمال على الكروكي.

5.ان توقع النقاط المختارة للمضلع على هذا الكروكي.

حيث تم رسم كروكي لمنطقة المشروع تبين الشارع وأعمدة الكهرباء , وأعمدة التلفون , والمواقع المهمة مثل المساجد, والمدارس ,والمصانع ,والمنازل التي تقترب من الشارع.

3-4-3 اختيار نقاط المضلع

وهناك بعض الشروط الواجب مراعاتها عند اختيار نقاط المضلع وهو ما يلي:

شروط اختيار نقاط المضلع:

- أن تكون عدد النقاط أقل ما يمكن وقدر الحاجة إليه (اضطررنا لوضع عدد كبير من النقاط في المشروع لكثرة وجود المنعطفات).
- أن تكون النقاط في أماكن مكشوفة قدر الإمكان ويسهل العثور عليها عند الرغبة في البحث عنها لاستعمالها.
- أن ترى كل نقطة النقطة السابقة واللاحقة.
- أن تكون أطوال خطوط الأضلاع متماثلة قدر الإمكان.
- يتم اختيار النقاط بحيث تشكل فيما بينها مثلثات زواياها بين 30,120 تقريبا، وذلك لان المثلثات ذات الزوايا الحادة جدا أو المنفرجة جدا يكون رسمها مصحوب بأخطاء دائماً.
- يتم اختيار النقاط بحيث تكون الخطوط الواصلة بينها أقرب ما يمكن من التفاصيل ومن حدود المنطقة المرفوعة، بحيث لا تبعد أي نقطة من التفاصيل المأخوذة عن 30متر من أي خط من خطوط المضلع.
- يتم اختيار النقاط بحيث تكون في مواقع يصعب إزالتها، فلا تكون في ارض رخوة أو تتعرض لحركة المرور أو عرضة للعبث بها.

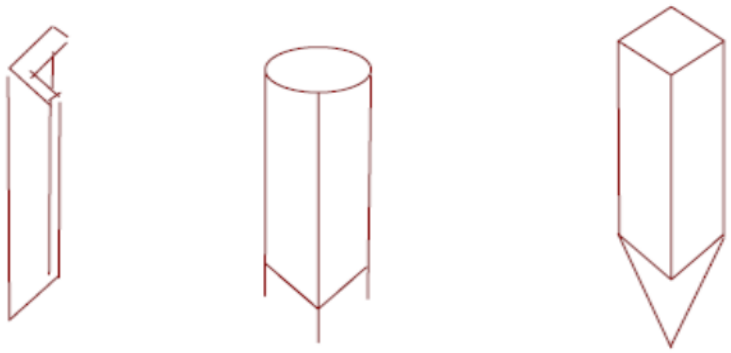
حيث تم مراعاة هذه النقاط على القدر المستطاع به بما يتلاءم مع الطبيعة لطريق ومنطقة المشروع.

4-4-3 تثبيت نقاط المضلع

بعد اختيار مواقع نقاط المضلع تثبت هذه النقاط بأوتاد خشبية في الارض وتكون بارزة قليلا، اما في الاراضي الحجرية او المرصوصة فيتم تثبيت زوايا حديدية او مسامير تكون رؤوسها في مستوى سطح الارض.

والاوتاد الخشبية المستخدمة في تثبيت المضلع عادة تكون بطول (20-30سم) تقريبا ومقطعها اما ان تكون مربعا طول ضلعه (3-4سم) او مستديرة بقطر حوالي 5سم، اما الزوايا الحديدية فتكون استخدمت في الاراضي الصلبة وبطول (50-60سم) إذا ما استخدمت في ارض قليلة الصلابة ومقطع الزاوية المستخدمة 3سم*3سم*1سم وحتى 5سم *5سم *1سم.

الشكل التالي يوضح بعض اشكال الاوتاد التي تستخدم في تثبيت نقاط المضلع.



الشكل (3-4) يبين الأوتاد التي تستخدم في تثبيت نقاط الربط في الميدان.

وبعد الانتهاء من اختيار وتثبيت نقاط المضلع في الطبيعة توقع مواضعها على الكروكي العام بالتقريب، ويتم التوصيل بينها على الكروكي بلون مختلف للون الذي رسم به الكروكي وذلك للحصول على شكل المضلع المستخدم، وترقيم نقطة المضلع بالأرقام والحروف.

وبعد اختيار وتثبيت نقاط المضلع في الطبيعة تأتي الخطوة الخامسة لعملية انشاء المضلع وهي:

3-4-5 عمل كرت وصف لنقاط المضلع

وهو توضيح لما يحيط بالنقطة توضيحا مكبرا، ونختار موضعين ثابتين (الأفضل ثلاثة)، ثم تقاس الأبعاد بين المواضع الثابتة ونقطة المضلع المراد عمل كرت وصف لها, وتسجل الأبعاد على كرت الوصف حتى إذا أزيلت النقطة أو لم يستدل عليها فيما بعد يمكن تحديد موقعها مرة أخرى, ومن الأفضل أن تكون الأبعاد في اتجاهات متعامدة مع بعضها .

حيث تم تحديد نقاط التحكم (**control point**) المحيطة بالمنطقة والتي أخذت من نقاط لمعاملات الطابو من معتمدة في دائرة المساحة، والتي تم إيجادها عن طريق نظام تحديد المواقع بالأقمار الصناعية (**GPS**) والبعض الأخر عن طريق المضلعات، اول التقاطع الامامي (Intersection) أو التقاطع الخلفي (Resection).

6-4-3 قياس المضلع (Traverse Measurement)

تم الاعتماد على طريقة المضلع الموصول (Link Traverse) لحساب إحداثيات نقاط الربط الجديدة حيث تم استخدام جهاز المحطة الشاملة (Total Station) لقياس المسافات والزوايا، وتم الاعتماد على أسلوب التكرار.

1-6-4-3 القراءات التي تم رصدها في الميدان:

الجدول التالي (3-3)يظهر القراءات التي تم رصدها في الميدان حيث تم رصد الزاوية الأفقية والعمودية والمسافة الأفقية والمائلة لكل محطة أربع مرات وذلك للحصول على دقة عالية.

تاريخ الرصد: 2011/7/16	**نوع الجهاز**: Total Stations Sokia 5700
حالة الطقس: الجو صافي، درجة الحرارة حوالي 28 د.س	

جدول رقم (3-3): قراءات الرصد ومتوسط القراءات

No.	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance [m]	Vertical Angle			Slope Distance [m]
				°	'	"		°	'	"	
1	100	200	300	116	19	55	175.212	93	19	05	175.506
2				116	20	15	175.201	93	19	05	175.493
3				116	20	45	175.199	93	18	55	175.493
4				116	19	40	175.200	93	18	55	175.494
Average				**116**	**20**	**8.75**	**175.203**	**93**	**19**	**00**	**175.497**
Instrument height [m]		1.59									
1	200	300	400	181	03	55	108.187	89	35	55	108.218
2				181	04	50	108.195	89	36	45	108.20
3				181	04	00	108.183	89	37	10	108.22
4				181	04	30	108.187	89	36	30	108.212
Average				**181**	**04**	**18.75**	**108.188**	**89**	**36**	**35**	**108.213**
Instrument height [m]		1.58									

No.	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance [m]	Vertical Angle			Slope Distance [m]
				°	'	"		°	'	"	
1	300	400	500	259	21	35	160.871	85	52	50	161.287
2				259	21	45	160.929	85	52	40	161.396
3				259	22	05	160.89	85	52	35	161.308
4				259	22	00	160.91	85	52	56	161.331
Average				**259**	**21**	**51.2**	**160.9**	**85**	**52**	**45.25**	**161.331**
Instrument height [m]		1.58									

1	400	500	600	107	05	25	112.37	86	00	05	112.644
2				107	05	40	112.37	85	59	55	112.648
3				107	05	35	112.367	85	59	55	112.642
4				107	05	25	112.372	86	00	05	112.647
Average				**107**	**05**	**31.25**	**112.37**	**86**	**00**	**00**	**112.645**
Instrument height [m]		1.57									

No.	From	ST	To	Horizontal Angle			Horizontal Distance [m]	Vertical Angle			Slope Distance [m]
1	500	600	700	285	54	35	80.492	88	02	00	80.539
2				285	55	00	80.512	88	02	15	80.559
3				285	54	45	80.515	88	01	50	80.563
4				285	54	25	80.507	88	02	15	80.554
Average				**285**	**54**	**41.2**	**80.507**	**88**	**02**	**05**	**80.554**
Instrument height [m]		1.56									

1	600	700	800	151	52	15	93.389	92	52	10	93.506
2				151	51	05	93.386	92	51	50	93.503
3				151	51	15	93.398	92	51	45	93.515
4				151	51	25	93.395	92	52	00	93.512
Average				**151**	**51**	**30**	**93.392**	**92**	**51**	**56.25**	**93.509**
Instrument height [m]		1.60									

1	700	800	900	155	36	55	85.443	91	58	10	85.494
2				155	36	05	85.443	91	57	55	85.494
3				155	36	20	85.453	91	58	00	85.503
4				155	36	20	85.45	91	58	05	85.500
Average				**155**	**36**	**25**	**85.44725**	**91**	**58**	**2.5**	**85.49775**
Instrument height [m]		1.58									

No.	**From**	**ST**	**To**	**Horizontal Angle**			**Horizontal Distance [m]**	**Vertical Angle**			**Slope Distance [m]**
1	800	900	9000	175	37	25	79.000	95	18	00	79.34
2				175	35	05	79.001	95	17	20	79.34
3				175	35	25	79.001	95	17	50	79.34
4				175	35	00	79.007	95	17	35	79.35
Average				**175**	**35**	**43.7**	**79.00225**	**95**	**17**	**41.25**	**79.3425**
Instrument height [m]		1.53									

1	900	9000	1000	163	03	45	37.99	93	10	30	38.045
2				163	03	00	37.986	93	10	10	38.044
3				163	03	10	37.985	93	10	35	38.043
4				163	01	45	37.992	93	10	30	38.05
Average				**163**	**02**	**55**	**37.98825**	**93**	**10**	**26.25**	**38.0455**
Instrument height [m]		1.49									

1	9000	1000	1100	285	26	50	255.256	92	44	40	255.549
2				285	27	00	255.236	92	44	40	255.529
3				285	27	05	255.272	92	44	50	255.566
4				285	26	40	255.288	92	44	40	255.581
Average				**285**	**26**	**53.7**	**255.263**	**92**	**44**	**42.5**	**255.5563**
Instrument height [m]		1.55									

كانت المسافات والزوايا التي تم رصدها في الميدان قريبة من بعضها وهذا دليل على ان القراءات كانت دقيقة حيث تم التصفير على كعب الشاخص , واذا كان كعب الشاخص غير ظاهر فتم التصفير على الشاخص بعد ضبطه عموديا بواسطة (hand level) حيث ان هذا الاجراء يساعد بشكل كبير في اعطاء قراءة صحيحة .

5-3 حساب إحداثيات المحطات قبل التصحيح:

يتم حساب الانحراف للخطوط بناءا على العلاقة التالية:

$$\overline{200,100} = (\tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N}) + C \text{.....3.1}$$

Example:

♠ $AZ_{100,200} = \tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N} + C$

$$AZ_{100,200} = \tan^{-1}\frac{159863.381-159858.404}{106719.021-106749.12} + 180$$

$$= 170\ 36\ 39$$

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

Δ Easting = Horizontal Distance × sin (Azimuth)

Δ Northing = Horizontal Distance × cos (Azimuth)

Easting = Easting B + Δ easting

Northing =Northing B + Δ northing

Example for Station 300:

Δ Easting =175.203 ×sin (106 57 5.4) = 167.5908

Δ Northing = 175.203 ×cos (106 57 5.4) = - 51.0826

Easting = 159863.381+ 167.5908= 160030.9718 m

Northing = 106719.021 + - 51.0826=106667.9384 m

لقد تم حساب الإحداثيات غير المصححة باستخدام برنامج (Autodesk Land Desktop 2006) كما هو موضح في الجدول (3 – 4)

جدول(3-4)

St number	Correct coordinate X	Correct coordinate Y
300	160030.8931	106667.9332
400	160133.7209	106634.4473
500	160112.9327	106474.8817
600	160215.1393	106428.2894
700	160162.9136	106366.9875
800	160143.018	106275.7274
900	160160.9118	106192.1807
9000	160183.3326	106116.4348
1000	160204.2606	106084.7416

لقد تم تصحيح المضلع بناءا على إحداثيات معلومة و صحيحة تم أخذها بواسطة جهاز (GPS) و الجدول (3-5) يشمل هذه الإحداثيات :

جدول (3-5) احداثيات النقاط المأخوذة بواسطة GPS – (Trigs)

Trig name	Easting X (m)	Northing Y (m)
100	15858.404	106749.120
200	159863.381	106719.021
1000	160204.146	106084.634
1100	159961.410	106005.730

6-3 الخطأ في الزوايا والمسافات المرصودة (errors in angle and distance)

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

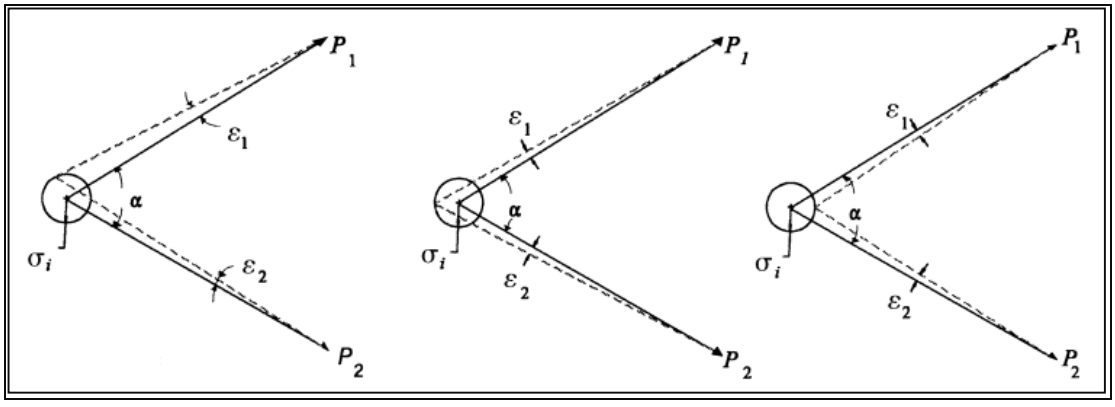
1-6-3 خطأ عدم تمركز الجهاز

يؤثر خطا عدم تمركز الجهاز على قراءة الزوايا والمسافات معا، ويعتمد مقدار هذا الخطأ على دقة ضبط الراصد للجهاز سواء كان جهاز القياس أو العاكس، ولذلك يمكن تقسيم هذا الخطأ إلى خطأين الأول خطا عدم تمركز جهاز القياس والثاني خطا عدم تمركز العاكس.

وتعتبر هذه الأخطاء أخطاء عشوائية حيث يمكن التقليل منها بإعادة القياسين خلال التبادل بين الجهاز والعاكس في احتلال كل من طرفي خط القياس.

2-6-3 خطأ عدم تمركز جهاز الرصد

وهو عبارة عن عدم تمركز جهاز القياس تماما فوق محطة الرصد، في كل محطة يجب عمل تسامت للجهاز وهذا التسامت يمكن أن يحتوي على خطا في تحديد موقع مركز الجهاز، وهذا الخطأ يعتمد على نوعية الجهاز وعلى نوعية حامل الجهاز ووضوح الرؤيا للمسامت وعلى دقة التسامت وعلى مهارة الرصد، والشكل (5-3) يوضح ذلك.

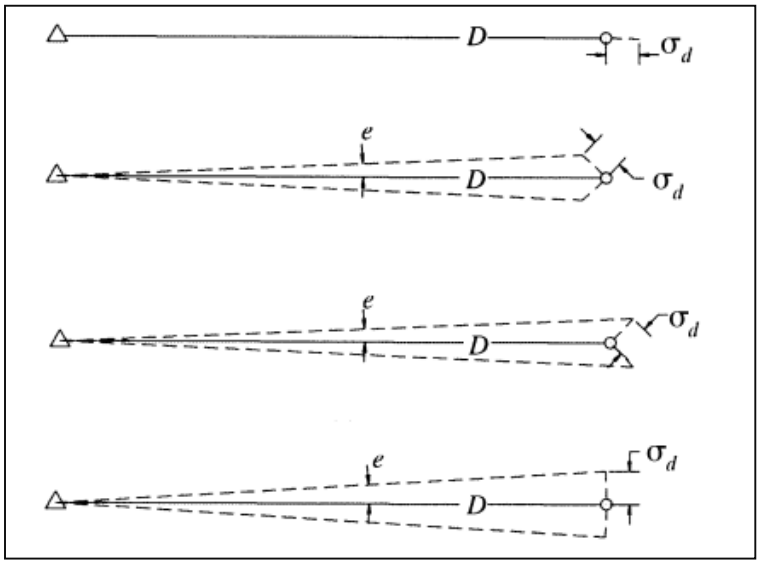


الشكل (5-3) الخطأ في عدم تمركز جهاز القياس[7]

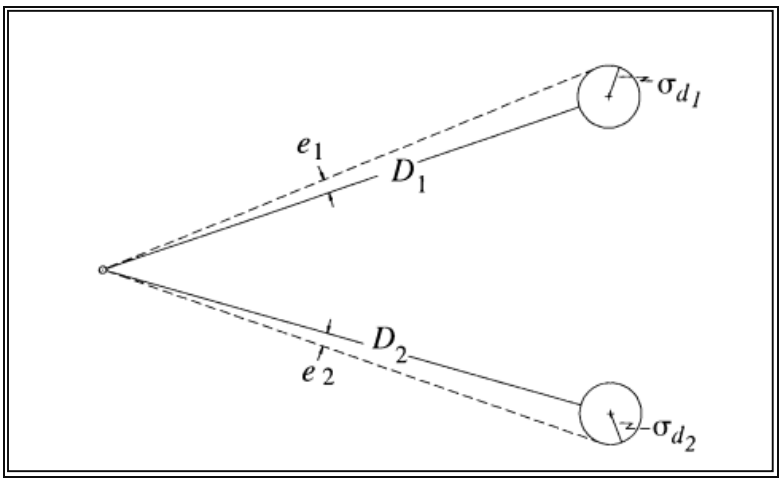
[7] مرجع رقم (1)

3-6-3 خطا عدم تمركز العاكس

وينشأ هذا الخطأ عن عدم تمركز العاكس تماماً فوق المحطة المرصودة، فعند وضع العاكس على النقطة المرصودة بالضبط وتكون قفاعة العاكس الأفقية مضبوطة فهذا يدل على انطباق خطوط الشاقول مع مركز العاكس وبذلك، يمكن تجنب خطا عدم تمركز العاكس. والشكل (3-6) يبين خطأ عدم تمركز العاكس في اتجاه واحد، وعندما يكون الخطأ في اتجاهين يكون الخطأ أكبر والشكل (3-7) يوضح ذلك.



الشكل (3-6) خطأ عدم تمركز العاكس في اتجاه واحد.



الشكل (3-7) خطأ عدم تمركز العاكس في اتجاهين.

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

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

4-6-3 الأخطاء في المسافات Error in Angle:

$$\sigma_D = \sqrt{(\sigma_i)^2 + (\sigma_t)^2 + a^2 + (D \times bppm)^2} \quad \text{.....3.2}$$

حيث أن:

σ_D : الخطأ في المسافة المقاسة

σ_i : الخطأ في ضبط الجهاز

σ_t : الخطأ في وضعية العاكس

a, b : معاملات الجهاز

5-6-3 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
- الظروف البيئية.

6-6-3 أخطاء التوجيه (Target Centering):

وهذه الأخطاء تكون ناجمة عن وضع العاكس بشكل غير قائم ويقدر هذا الخطأ بقيمة 2 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 المقاسة ما بين المحطة 300, 200 تساوي 175.203 م

$$\sigma_D = \sqrt{(\sigma_i)^2 + (\sigma_t)^2 + a^2 + (D \times bppm)^2} \quad \text{.....3.3}$$

$$\sigma_D = \sqrt{(0.002)^2 + (0.002)^2 + (0.003)^2 + (175.203 \times 0.000003)^2} = 0.0042m$$

والجدول التالي (3-6) يشمل معدل المسافات المقروءة بين المحطات ومقدار الخطأ في كل مسافة:

جدول(3-6)

Line	Distance (m)	$\sigma_D(m)$
200 – 300	175.203	0.0042
300 – 400	108.188	0.0041
400 – 500	160.9	0.0042
500 – 600	112.37	0.0041
600 – 700	80.507	0.0041
700 – 800	93.392	0.0041
800 – 900	85.44725	0.0041
900 – 9000	79.00225	0.0041
9000 – 1000	37.98825	0.0041
1000 - 1100	255.263	0.0042

7-6-3 الأخطاء في قياس الزوايا:

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

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

والخطأ الناتج عنهما من الممكن حسابه وفق العلاقة التالية:

$$\sigma_{apr} = \frac{2\sigma_{DIN}}{\sqrt{n}} \quad \text{.....3.4}$$

حيث أن:

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

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

n: عدد مرات التكرار

وقيمة هذا الخطأ تكون ثابتة تقريبا لجميع الزوايا وتساوي

$$\sigma_{apr} = \pm\frac{2\times 5''}{\sqrt{4}} = 5 \quad \text{.....3.5}$$

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

جدول رقم (3-7) قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية.

	Allowable error	
	Important area (example : urban area)	Less important area (Example : rural area)
Measured distance Measured angles	ΔL= .0005l +.03 m $\Delta = 60''\sqrt{n}$	ΔL = .0007l +.03m $\Delta=90''\sqrt{n}$
Closer error	€ = $.0006\sum l + .20m$	€ =$.0009\sum l + .20m$
n=number of	Where L= measured length,	Δ= angle closure error in second measured angles,

7-3 تصحيح الأخطاء في الإحداثيات:

هناك أكثر من طريقة لتصحيح إحداثيات المضلع منها:

- Least Square Method. (By Adjust program)

- Bow ditch Rule.

لقد استخدمنا الطريقة الأولى في التصحيح و ذلك لأنها أدق طريقة وتصحح كل إحداثي حسب الخطأ الموجود فيه وكذلك تعطي معلومات عن مدى الدقة في المضلع، حيث تم تصحيح الإحداثيات باستخدام برنامج (Adjust) ، وايضا قمنا بالتصحيح باستخدام طريقة (Bow ditch Rule) وموضحة بالتفصيل في الملحق رقم (4) ، من أجل المقارنة بينها والوصول الى أدق طريقة .

Least Square Method 1-7-3

المعادلة الرئيسة

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

حيث أن:

Unknown matrix :X

Jacobean matrix : A

Observation matrix :L

Variance matrix: **V**

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

The Jacobean Matrix A:

$$A=\begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial dx_1} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_1} & \frac{\partial F_1}{\partial dx_2} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_2} & \cdots\cdots & \frac{\partial F_1}{\partial dx_{10}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{10}} \\ \frac{\partial F_2}{\partial dx_1} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_1} & \frac{\partial F_2}{\partial dx_2} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_2} & \cdots\cdots & \frac{\partial F_2}{\partial dx_{10}} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_{10}} \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ (\frac{\partial F_{21}}{\partial dx300}) & (\frac{\partial F_{21}}{\partial dy300}) & (\frac{\partial F_{21}}{\partial dx400}) & (\frac{\partial F_{21}}{\partial dy400}) & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{21}}{\partial dx800}) & (\frac{\partial F_{21}}{\partial dy800}) \\ (\frac{\partial F_{22}}{\partial dx300}) & (\frac{\partial F_{22}}{\partial dy300}) & (\frac{\partial F_{22}}{\partial dx400}) & (\frac{\partial F_{22}}{\partial dy400}) & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{22}}{\partial dx800}) & (\frac{\partial F_{22}}{\partial dy800}) \end{bmatrix}_{19*16}$$

عدد الصفوف يمثل عدد المعادلات

عدد الأعمدة يمثل عدد المجاهيل (الإحداثيات)

F: - Distance between stations

Distance observation reduction 2-7-3

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

Linearization:

Taking the derivatives of last equation:

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

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

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

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

Angle observation reduction 3-7-3

$$\theta = Az_{IF} - Az_{IB}$$

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

Taking the derivatives of the last equation:

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

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

The Observation Matrix L:

$$L = \begin{bmatrix} F_{300} - F_{300_0} \\ F_{400} - F_{400_0} \\ F_{500} - F_{500_0} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots F_{9000} - F_{9000_0} \end{bmatrix}_{19\times 1}$$

The Weight Matrix W:

$$W = \begin{bmatrix} (\sigma F_{300})^2 & & & & & & & & \\ & (\sigma F_{400})^2 & & & & & & & \\ & & (\sigma F_{500})^2 & & & & & & \\ & & & \ddots & & & & & \\ & & & & \ddots & & & & \\ & & & & & \ddots & & & \\ & & & & & & (\sigma F_{700})^2 & & \\ & & & & & & & \ddots & \\ & & & & & & & & (\sigma F_{9000})^2 \end{bmatrix}_{19*19}$$

The Unknowns Matrix X:

$$X = \begin{bmatrix} dx_{300} \\ dy_{300} \\ dx_{400} \\ dy_{400} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ dx_{9000} \\ dy_{9000} \end{bmatrix}_{16\times1}$$

The Variance Matrix V:

$$V = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ V_{18} \\ V_{19} \end{bmatrix}_{19\times 1}$$

ولقد تم استخدام الإحداثيات غير المصححة كقيم ابتدائية في عملية الحل (Y_0 , X_0)

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

8-3 النتائج:

قيم الأخطاء الناتجة

Angular error = 0 2 56.14

من المعروف أن نسبة الخطأ المقبولة في نظام دائرة المساحة في فلسطين داخل المدن هي
60*√(n) حسب جدول رقم (2-3).
فتكون نسبة الخطأ المسموحة في مشروعنا = 0 3 9.74

ويظهر أن الـ (Angular error) اقل من ذلك ونسبة الخطأ مقبولة مقارنة مع جدول أخر.

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

الجدول التالي (3-8) يظهر قيم المسافات المصححة ومقدار الدقة في كل مسافة:

جدول (3-8)

Line	Adjusted Distance (m)	S
200-300	128.7400	0.072240
300-400	108.164	0.070603
400-500	160.906	0.070563
500-600	112.3473	0.070224
600-700	80.52553	0.070968
700-800	93.39969	0.069359
800-900	85.4441	0.068467
900-9000	78.99702	0.068422
9000-1000	108.164	0.070046

الجدول التالي (3-9) يظهر قيم المسافات المصححة **ومقدار الدقة** في كل مسافة

جدول(3-9)

From	Station	To	H. angle	S"
100	200	300	116° 21' 30.96"	67.507
200	300	400	181° 05' 28.64"	78.594
300	400	500	259° 22' 53.16"	79.372
400	500	600	107° 06' 03.72"	84.555
500	600	700	285° 55' 03.28"	82.854
600	700	800	151° 51' 41.48"	84.752
700	800	900	155° 36' 19.74"	83.885
800	900	9000	175° 35' 22.53"	81.606
900	9000	1000	163° 02' 19.31"	78.425
9000	1000	1100	285° 26' 11.75"	76.694

وبعد إجراء العمليات الحسابية حسب العلاقة الرئيسية باستخدام برامج (Adjust) تم الحصول على الإحداثيات المصححة التي تظهر في الجدول التالي-:

جدول (3-10)

Station	Easting (m)	Northing (m)	StdDev Nth	StdDev Est
300	160,030.9315	106,667.8933	0.140	0.159
400	160,133.7661	106,634.3598	0.226	0.230
500	160,112.9247	106,474.8093	0.285	0.344
600	160,215.1213	106,428.1426	0.394	0.467
700	160,162.8661	106,366.8747	0.414	0.506
800	160,142.9336	106,275.6267	0.373	0.509
900	160,160.8037	106,192.0722	0.354	0.539
9000	160,183.2171	106,116.3215	0.334	0.508

وما يلي تقرير برنامج (**Adjust)** للقيم التي تم تصحيحها**:**

Number of Control Stations = 4

Number of Unknown Stations = 8

Number of Distance observations = 9

Number of Angle observations = 10

Iterations = 3

Redundancies = 3

Reference Variance = 321.731

Reference So = ±17.9

X^2 lower value = 0.22

X^2 upper value = 9.35

Possible blunder in observations with Std.Res. > 59

- *تم أرفاق طريقة التصحيح باستخدام Bow ditch Rule في الملحق رقم (3)*

بعد المقارنة بين النتائج التي تم الحصول عليها من الطرق السابقة لتصحيح المظلع تبين أن طريقة Least Square Method هي الطريقة الأدق .

الفصل الرابع

التَصميم الـهَندسِي للطَريق

1-4 تمهيد

2-4 أسس عملية التصميم

3-4 التخطيط الأفقي للطريق

4-4 القوة الطاردة المركزية

5-4 التعلية (ارتفاع ظهر المنحنى)

6-4 التخطيط الراسي للطريق (Vertical Alignment)

7-4 التقاطعات على الطرق

8-4 تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق

الفصل الرابع

التصميم الهندسي للطريق

1-4 تمهيد [1]

مرحلة التصميم الهندسي من اهم مراحل تصميم أي طريق ، حيث تكون هذه المرحلة من التصميم في المكتب وتسير جنبا إلى جنب مع عمليات المسح والعمل الميداني ، كما يشمل التصميم الهندسي للطرق الأجزاء الظاهرة من الطريق ولذلك يجب أن يغطي هذا التصميم الميول سواء كانت طولية أو عرضية، والتصميم الأفقي والرأسي للطريق، ومسافات الرؤية والتوقف والتجاوز، وتصميم التقاطعات، ويجب أن يفي التصميم بالأمور المتعلقة بالسلامة المرورية على الطريق.

تتمثل عملية التصميم الهندسي للطريق في ثلاث أمور رئيسية وهي كالتالي:

1. **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.

2. **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 .

3. **التصميم العرضي للطريق** : حيث يتم في هذه المرحلة من التصميم تحديد شكل مقطع الطريق و ميولها العرضية و كذلك بيان سطح الطريق و عرضه.

لتصميم طريق جديد أو تأهيل طريق قديم يجب الانتباه إلى عوامل مختلفة يتأثر بها التصميم ، وهي كما يلي :

1- أن يتماشى التصميم مع حجم المرور المتوقع للمتوسط اليومي ولساعة الذروة مع نوع المركبات وسرعتها.
2- أن يؤدي الطريق إلى قيادة آمنة للسيارات والسائقين.
3- أن يكون التصميم متكاملا مع تجنب التغيرات المفاجأة على المنحنيات أو الانحدارات.
4- أن يكون التصميم شاملا لجميع الوسائل الضرورية من علامات الإرشاد والتخطيط والإضاءة.
5- أن يكون التصميم اقتصاديا بقدر الإمكان.

[1] مرجع رقم (5)

2-4 أسس عملية التصميم:

تتوقف أسس التصميم على عوامل كثيرة منها:-

- حرم الطريق .
- حجم المرور (Traffic volume) .
- تركيب المرور (Character of Traffic) .
- السرعة التصميمية (Design speed) .
- قطاع الطريق .
- عرض الحارة (lane width) .
- الأرصفة (Sidewalks) .
- الميول العرضية .
- الميول الطولية .
- الجزر الفاصلة بين الاتجاهين (Medians) .
- الحواجز الجانبية والأعمدة الاسترشادية (Guardrails and Guide Posts) .
- أكتاف الطريق

1-2-4 حرم الطريق:

يجب ان يكون حرم الطريق متسع بما فيه الكفايه ليشمل اجزاء القطاع جميعها بالاضافه الى عرض اضافي حيث ان العرض الاضافي يلزم لعدة استخدامات منها مسار للمشاه او مسار لمستلزمات المرافق او وضع العلامات الاسترشاديه او الاعلانات او التشجير هذا بالاضافه الى عرض قد يخصص للتوسع في الطريق مستقبلا وشراء حرم الطريق في مرحلة افضل من نزع الملكيه من اصحابها في المستقبل وقد تم اخذ حرم الطريق 9 متر يشمل الحارات وممر النشاة حسب مخطط البلدية.

2-2-4 حجم المرور (Traffic volume) :

هو عدد المركبات التي تمر من نقطه معينه خلال فتره زمنيه محدده و يعتبر حجم المرور من الأسس الرئيسية التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار على أن يشمل حجم المرور الحالي والمتوقع كما هو مفصل في الفصل الخامس.

3-2-4 تركيب المرور (Character of Traffic):

يتم معرفة تركيب المرور بتحديد نسبة عربات النقل والحافلات بالنسبة لحجم المرور الساعي التصميمي كما هو مفصل في الفصل الخامس.

4-2-4 السرعة التصميمية (Design speed):

وتعرف السرعة التصميمية بأنها أعلى سرعة مستمرة يمكن أن تسير بها السيارة بأمان على طريق رئيسي عندما تكون أحوال الطقس مثالية و كثافة المرور منخفضة وتعتبر مقياساً لنوعية الخدمة التي يوفرها الطريق بالسرعة التي يتم تصميم الطريق على أساسها ، بالإضافة الى التركيب والحجم المروري الساعي.

والجدول (4-2) يوضح السرعة التصميمية للطرق الحضرية .

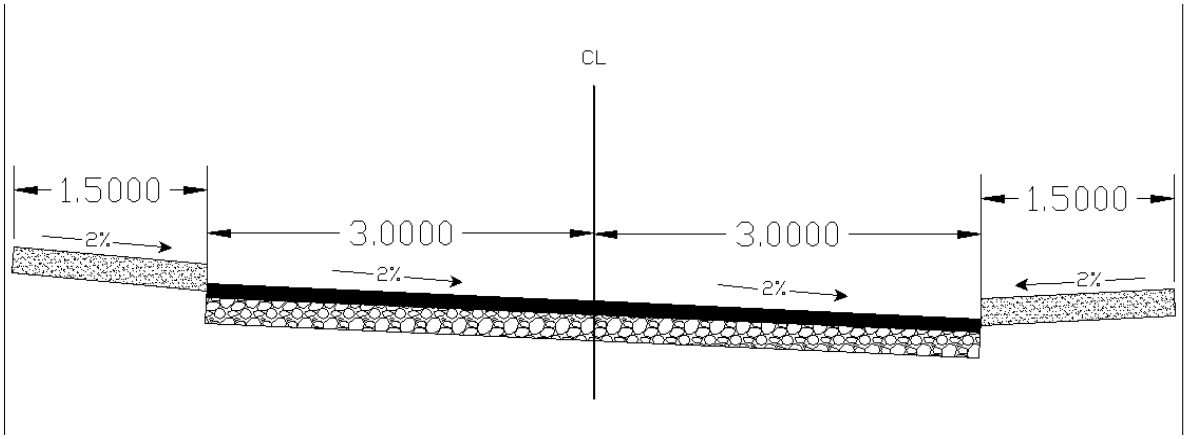
جدول (4-1) : السرعه حسب تصنيف الطريق

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

وقد تم اخذ السرعة التصميمية 50 كم/ساعة على طول الطريق حسب السرعات المتبعة في الطرق الفلسطينية.

4-2-5 قطاع الطريق :

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



الشكل (4-1) مقطع عرضي لطريق من حارتين

6-2-4 عرض الحارة (lane width):

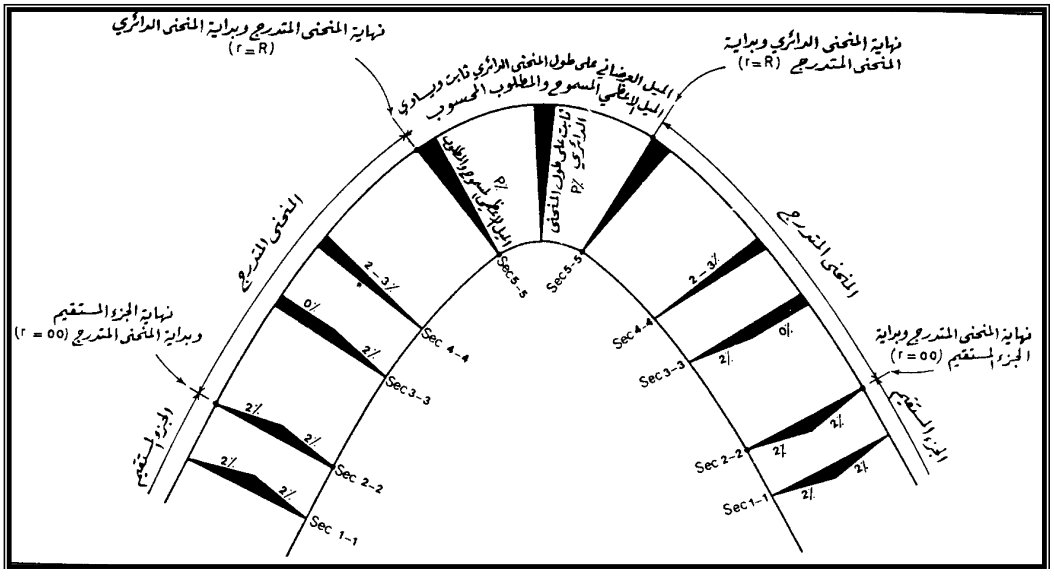
إن عرض الحارة الواحدة يختلف حسب درجة و مستوى و نوعية الطريق ، حيث انه يلعب عرض الحارة دورا كبيرا في سهولة القيادة و درجة الأمان على الطريق, فبعد رسم سطح الطريق يتم تحديد عرض هذا السطح حيث يجب أن لا يقل عرض المسار عن (2.75م) في جميع الأحوال. وقد تم اخذ عرض الحارة 3 متر ليتناسب مع حرم الطريق الماخوذ من البلدية.

7-2-4 الأرصفة (Sidewalks):

تعتبر أرصفة المشاة جزءاً مكملاً لتصميم الطرق الحضرية، ولكن قلّما تعتبر ضرورية في المناطق الخلوية، وعلى العموم فإنه يستحب عمل اطاريف في الطرق التي يتوقع فيها حركة مرور مشاة كبيرة أو في المناطق التي قد يحدث فيها أخطار للمشاة مثلما يحدث قريباً من المدن والقرى ومواقع الأسواق والمصانع وغير ذلك, وقد تم اخذ عرض الرصيف 1.5 متر ويعمل من مواد تعطي مسطحاً ناعماً ومستوياً سليماً،ونقطة مهمة هنا يجب الإشارة إليها وهي يجب أن يكون سطح الرصيف الذي يسير المشاة عليه مساوياً في الجودة أو أحسن حالة من سطح الرصف المخصص لطريق السيارات لجذب المشاة للسير عليه.

8-2-4 الميول العرضية:

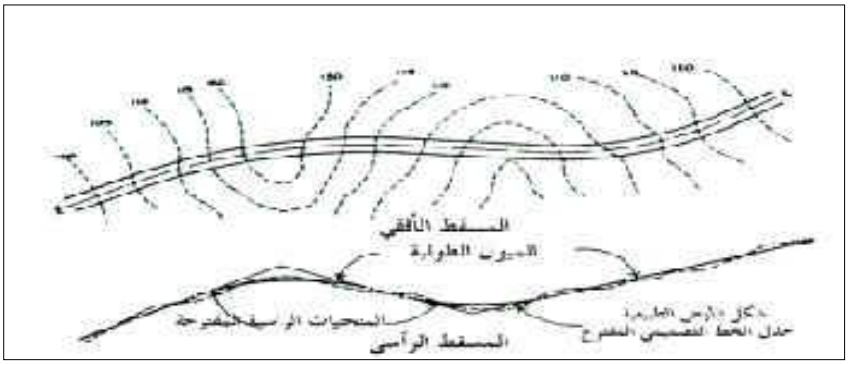
إن الميول العرضية يتم عملها للطريق من اجل تصريف المياه المتواجدة على سطح الطريق، حيث يجب عمل ميول عرضية من الجهتين بالنسبة لمحور الطريق و قد يعمل هذا الميل منتظما أو منحنيا على هيئة قطع مكافئ ، و في حالة وجود جزر وسطى فإن كل اتجاه يعمل بميل خاص كما لو كان من حارتين منفصلتين، وقد تم اخذ قيمة الميول العرضية 2% ، والشكل(4-1) يوضح الميول على منحنى انتقالي .



شكل (4-2) الميول العرضية على الطريق

9-2-4 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 بـــ (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 (4-3) الميول الطولية

10-2-4 الجزر الفاصلة بين الاتجاهين (Medians):

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

11-2-4 الحواجز الجانبية والأعمدة الاسترشادية (Guardrails and Guide Posts):

حيث تستخدم مثل هذه الحواجز والأعمدة في المناطق الخطرة التي يخشى فيها أن تخرج المركبات عن مسارها وفي حال كان ارتفاع الطريق اكبر من 2.4م عن سطح الأرض الطبيعية.

12-2-4 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.

شكل(4-4) كتف الطريق

فوائد الأكتاف للطريق :

1. تستخدم لتوقف المركبات بشكل طارئ
2. شعور السائق بالأمان و حماية السيارات عندما تجنح عن مسارها بسبب السير بسرعات عالية.
3. تساعد على تصريف المياه عن سطح الطريق.
4. تستعمل الأكتاف لتوسيع الطريق في المستقبل.
5. تستعمل الأكتاف لمنع انهيار جسم الطريق كما تصلح لوضع الإشارات عليها.

3-4 التخطيط الأفقي للطريق [2] .

حيث يتم فيه بيان المنحنيات الأفقية وتحديد بداياتها ونهاياتها وكذلك تحديد أطوالها وزواياها ونقاط التقاطع فيها بالإضافة لذلك يتم بيان الجزء الوسطي وعرض الطريق والحواجز الجانبية ونقاط المضلع وكذلك تحديد اتجاه الطريق بالنسبة للشمال.

1-3-4 المنحنيات الأفقية.

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

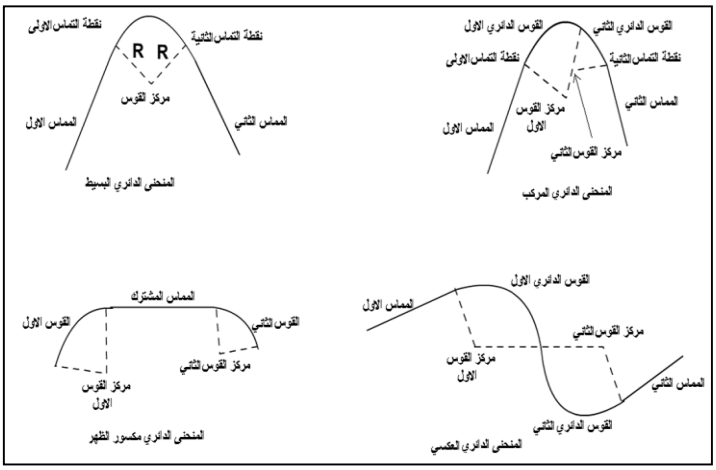
أنواع المنحنيات:

- المنحنيات الدائرية.
- المنحنيات الانتقالية .

1-1-3-4 المنحنيات الأفقية الدائرية:

وتنقسم إلى أربعة أقسام رئيسية:

1- المنحنيات الدائرية البسيطة Simple Circular Curves.
2- المنحنيات الدائرية المركبة Compound Circular Curves.
3- المنحنيات الدائرية مكسورة الظهر Broken-Back Circular Curves.
4- المنحنيات الدائرية العكسية Reversed Circular Curves.



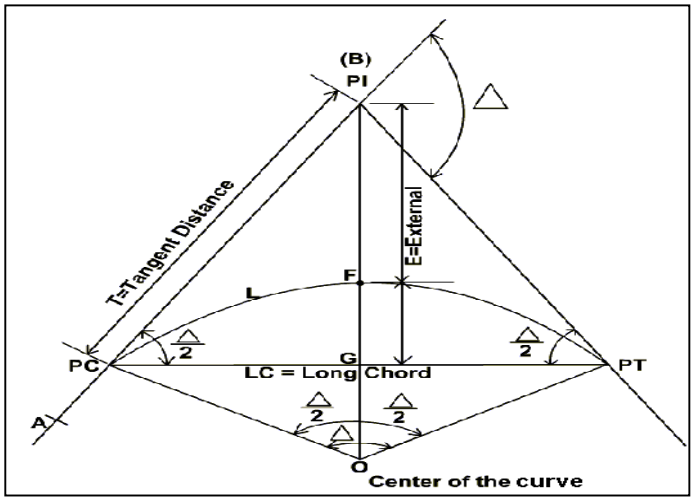
الشكل (4-5) أنواع المنحنيات الدائرية

[2] مرجع رقم (13)

4-3-1-1-1 المنحنيات الدائرية البسيطة (Simple Circular Curves):

- عناصر المنحنى الدائري البسيط:-

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



الشكل (4-6) عناصر المنحنى الدائري البسيط

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

وتساوي الزاوية المركزية المنشأ عليها المنحنى الدائري.

- المماسين (**T**) The Two Tangent:

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

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

❖ معادلات المنحنى الدائري البسيط:

1- طول المماس (T)

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

2- المسافة الخارجية (E)

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

3- سهم القوس (M)

$$M = R(1-\cos(\Delta/2)) \quad \text{.....(4.3)}$$

4- الوتر الطويل(LC)

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

5- طول المنحنى (L)

$$L = \frac{\pi R\Delta}{180}. \quad \text{.....(4.5)}$$

وبالنسبة إلى تصميم المنحنيات على التقاطعات فإن الجداول التالية توضح أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق وللسرعة على المنعطف.

جدول (4-2) أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق

سرعة الدوران (كم / ساعة)	25	32	40	48	55	65
معامل الاحتكاك	0.32	0.27	0.23	0.20	0.18	**0.17**
ميلان سطح الطريق	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	**0.09**
نصف القطر المستعمل(متر)	**15**	**30**	**50**	**75**	**100**	**140**

جدول (4-3) الحد الأدنى لنصف القطر على المنحنى

Position	R-Normal	R-Min
Garage Entrance	6.0	**5.0**
Local Roads	6.0	**6.0**
Collecting Roads	8.0	**6.0**
Major Roads (Urban)	10.0	**8.00**
Major Roads(Rural)	**20.0**	**10.0**

2-1-1-3-4 المنحنيات الدائرية المركبة Compound Circular Curves

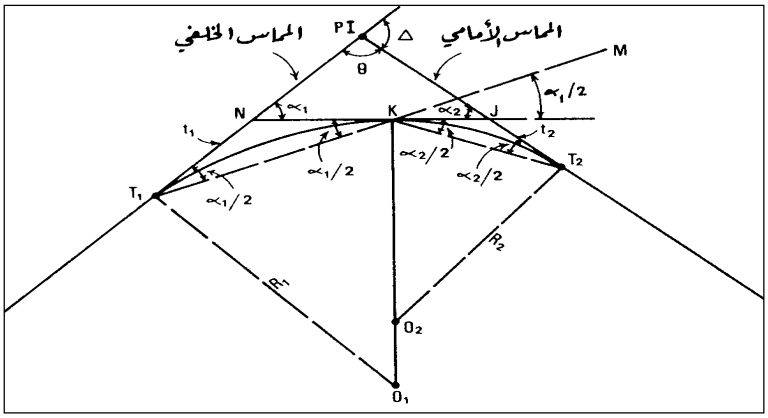
يتألف المنحنى المركب من منحنيين أفقيين (أو أكثر) متتابعين بحيث تكون نقطة التماس الثانية للمنحنى الأول هي نفسها نقطة التماس الأولى للمنحنى الثاني تحت الشروط التالية:-

1- أنصاف أقطار هذه المنحنيات الدائرية مختلفة.

2- المنحنيات متماسة عند نقاط اتصالها ببعضها.

3- جميع مراكز هذه المنحنيات الدائرية في جهة واحدة.

❖ عناصر المنحنى الدائري المركب:-

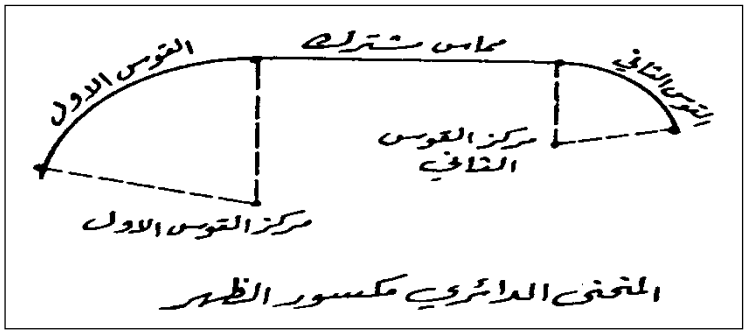


الشكل (4-7) عناصر المنحنى الدائري المركب

- 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.

4-1-1-3-3 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.

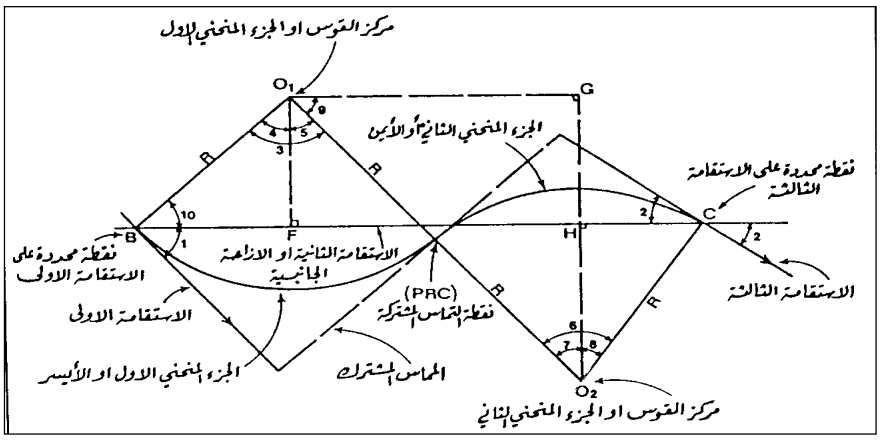


الشكل (4-8) المنحنى الدائري مكسور الظهر

4-1-1-3-4 المنحنيات الدائرية العكسية Reversed Circular Curves

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

1- مراكز الانحناء ليست في جهة واحدة.
2- أنصاف أقطار هذه الأقواس قد تكون متساوية أو مختلفة.
3- الأقواس متماسة عند نقطة اتصالها ببعضها.



الشكل (4-9) المنحنيات العكسية

5-1-1-3-4 المنحنيات الأنتقالية (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.

ويتم حساب طول المنحنى الانتقالي من خلال المعادلة التالية:

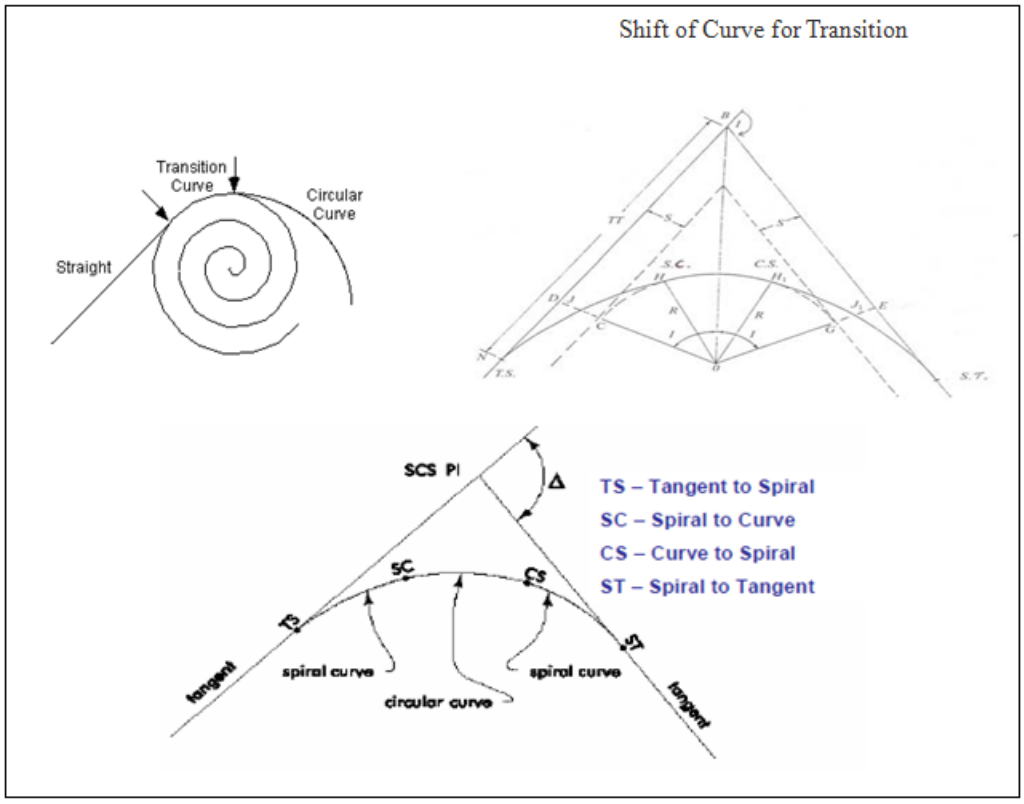
$$L = (V^3/(a*R))\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 4.6$$

L0 = طول للمنحنى الانتقالي

V = السرعة التصميمية (كم/ ساعة)

R = نصف قطر المنحنى الدائري (م)

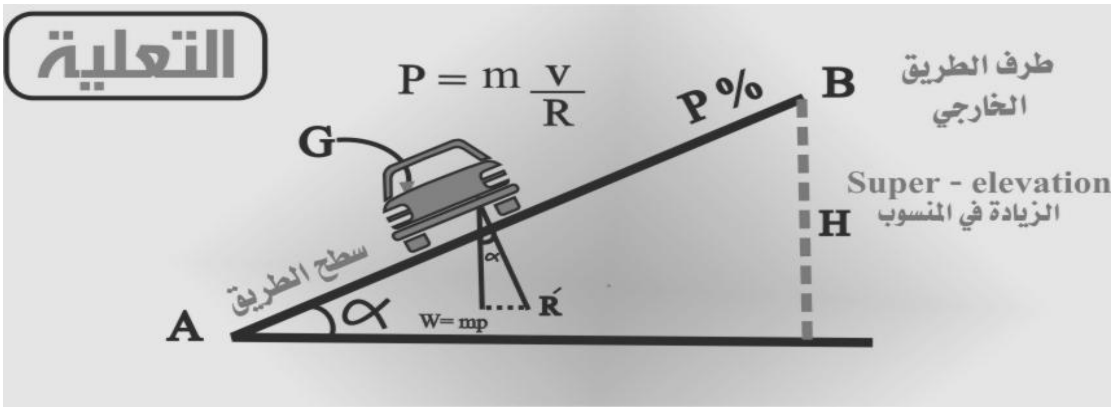
a = معدل التغير في التسارع القطري (م/ث3)



الشكل (4-10) المنحنى الانتقالي

4-4 القوة الطاردة المركزية [3] :

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



الشكل(4-11) تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات

حيث أن: -

- 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: تسارع الجاذبية الأرضية.

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

$$P = \frac{wv^2}{gR} = \frac{mv^2}{R} \quad \text{.....3.7}$$

يمكن كتابة العلاقات الرياضية التالية:-

$$\tan\alpha = P_1 = \left(\frac{mv^2}{r}\right)/(mg) = \frac{v^2}{gr} \quad \text{.....3.8}$$

حيث أن:-

r : نصف قطر المنحنى المتدرج في إحدى نقاطه.

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

α : الزاوية الراسية.

[3] مرجع رقم (13)

5-4 التعلية (ارتفاع ظهر المنحنى) [4]

التعلية هي عملية جعل الحافة الخارجية للطريق أعلى من الحافة الداخلية, وذلك من اجل تفادي القوة الطاردة المركزية.وقيمة هذا الميل العرضي تتراوح من 4% - 7% وقد تصل إلى 9% حسب الأنظمة المختلفة المعمول بها في كل دوله.

ويمكن حساب قيمة التعلية وفقا للمعادلات التالية:-

$$e + f = \frac{(0.75 \times v)^2}{127 \times R} \quad \text{.....(3.9)}$$

حيث أن:

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

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

$$V = \sqrt{[127R(e\max + f\max)]} \quad \text{.....(3.10)}$$

جدول (4-4) قيم الرفع الجانبي المرغوبة و ذلك لعدة طرق مختلفة [5]

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

[4] مرجع رقم (13)
[5] مرجع رقم (13)

والجدول (4-5) يبين أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة ألتصميميه ودرجة الرفع الجانبي للطريق والاحتكاك الجانبي

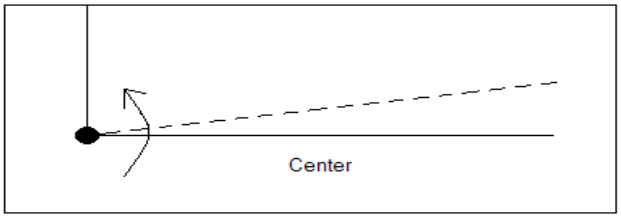
جدول (4-5)

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

❖ **الطرق المتبعة في الرفع الجانبي للطريق (التعلية) :**

- **الطريقة الأولى :**

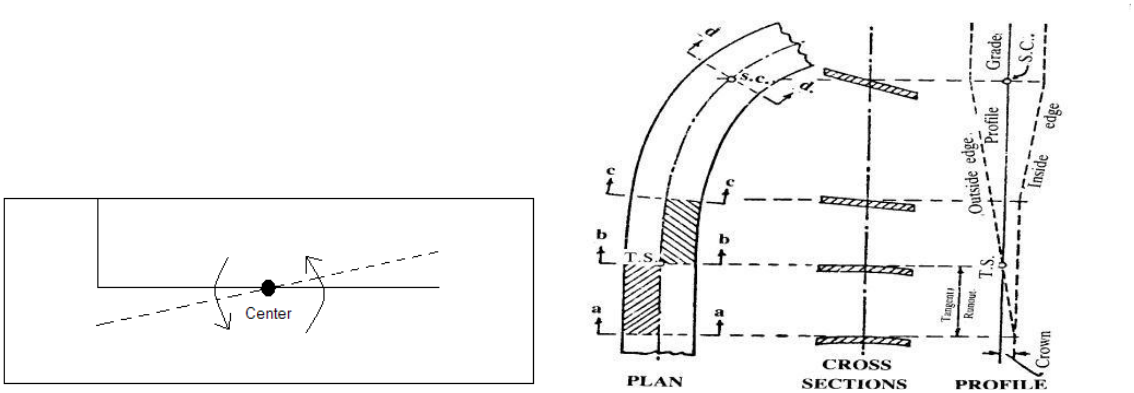
يرتفع الجانب الخارجي للطريق (ظهر المنعطف)، ويبقى الجانب الثاني ثابتا حتى يصبح كامل سطح الطريق على استقامة واحدة بميل 2%، عند ذلك يدور كامل سطح الطريق حول حافة الطريق الداخلية و(ليس حول محور)، بحيث أن كامل سطح الطريق يرتفع بدلا من ارتفاع نصفه حتى يصل السطح إلى الميلان المطلوب.



شكل (4-12) الدوران حول الحافة الداخلية

- **الطريقة الثانية :**

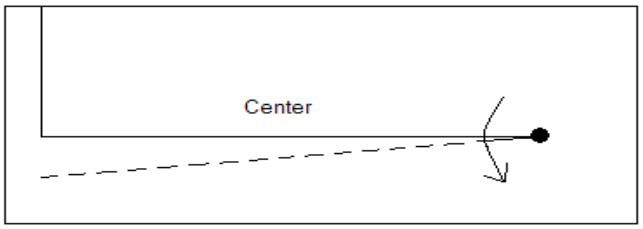
يبقى محور الطريق ثابتا، ويبدأ جانب الطريق بالارتفاع والدوران حول المحور وبنفس الوقت يبقى الجانب الآخر ثابتا حتى يصبح كامل السطح على استقامة واحدة، يبدأ بعد ذلك الجانب الآخر بالانخفاض، والجانب الأول بالارتفاع ويبقى سطح الطريق على استقامة واحدة ويستمر الدوران حول محور الطريق حتى يتحقق الميلان المطلوب،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



شكل (4-13) الدوران حول المحور

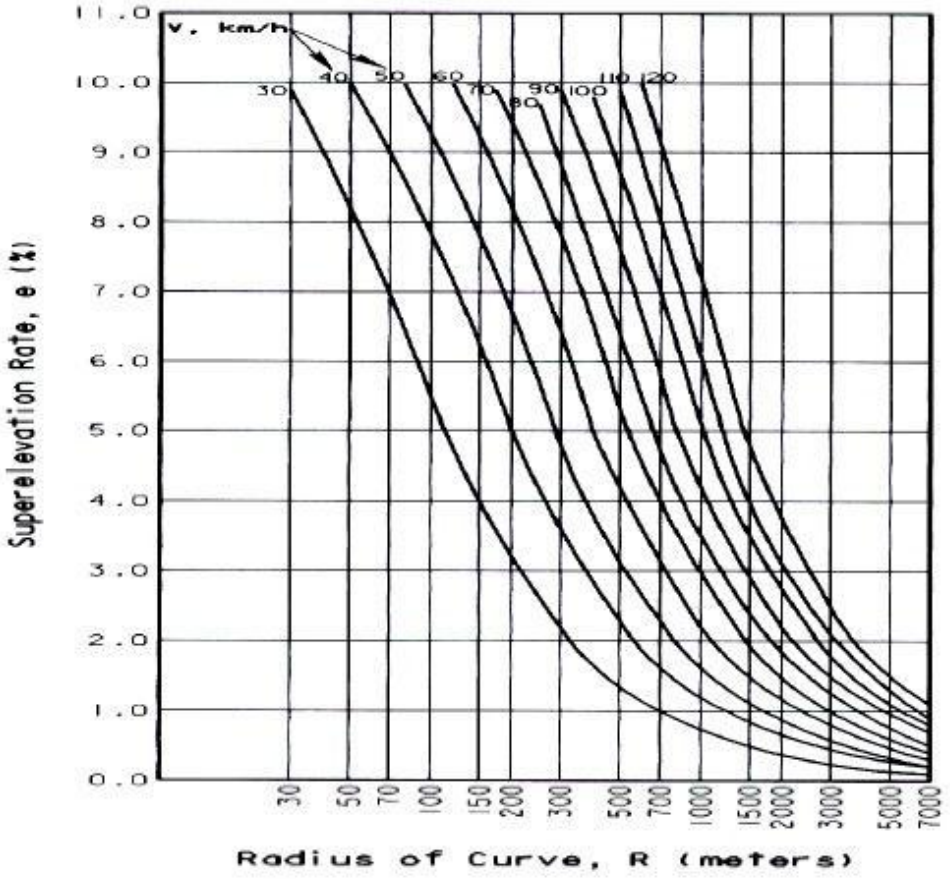
- **الطريقة الثالثة :**

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



شكل (4-14) الدوران حول الحافة الخارجية

والشكل التالي يبين العلاقة بين نصف قطر المنحنى ومعدل ارتفاع ظهر المنحني بالاعتماد على المواصفات الموصى بها من قبل الاشتو:



الشكل 4-15 (العلاقة ببين نصف القطر والتعلية)

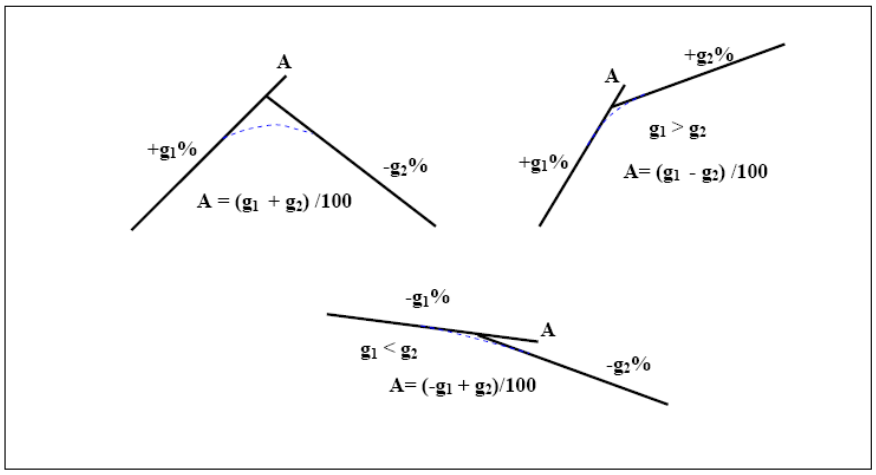
6-4 التخطيط الراسي للطريق[6] (Vertical Alignment)

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

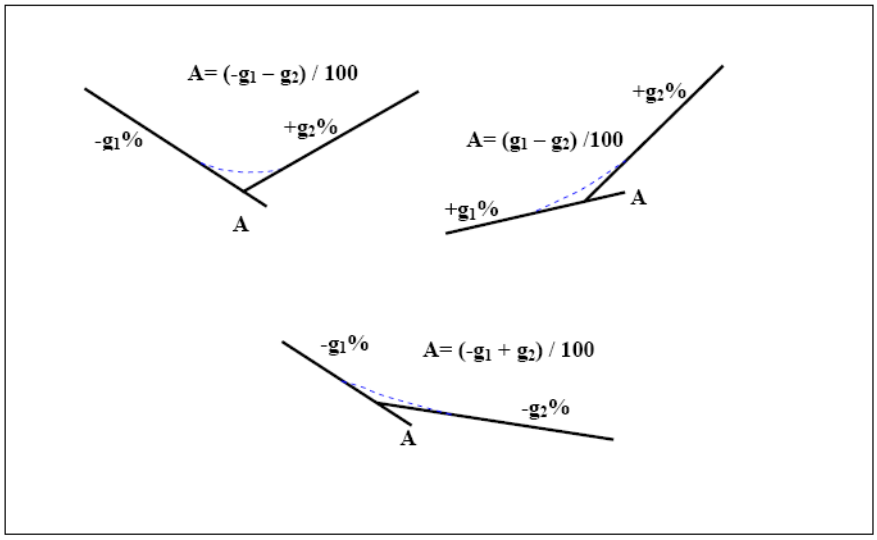
1. أن يكون الانتقال تدريجيا وسهلا.
2. تحقيق شروط الرؤية بحيث يستطيع السائق رؤية أي حاجز أمامه من مسافة كافية.

1-6-4 أنواع المنحنيات الرأسية :

يتخلل مسار الطريق مجموعة مسارات مستقيمة ومتقاطعة بشكل رأسي حيث يتم ربط المسارات بمنحنيات راسية ، وتكون هذه المنحنيات على شكل منحنيات استدارة علوية (منحنيات رأسية محدبة) ، أو منحنييات استدارة سفلية (منحنيات رأسية مقعرة) وهي موضحة بالأشكال التالية.



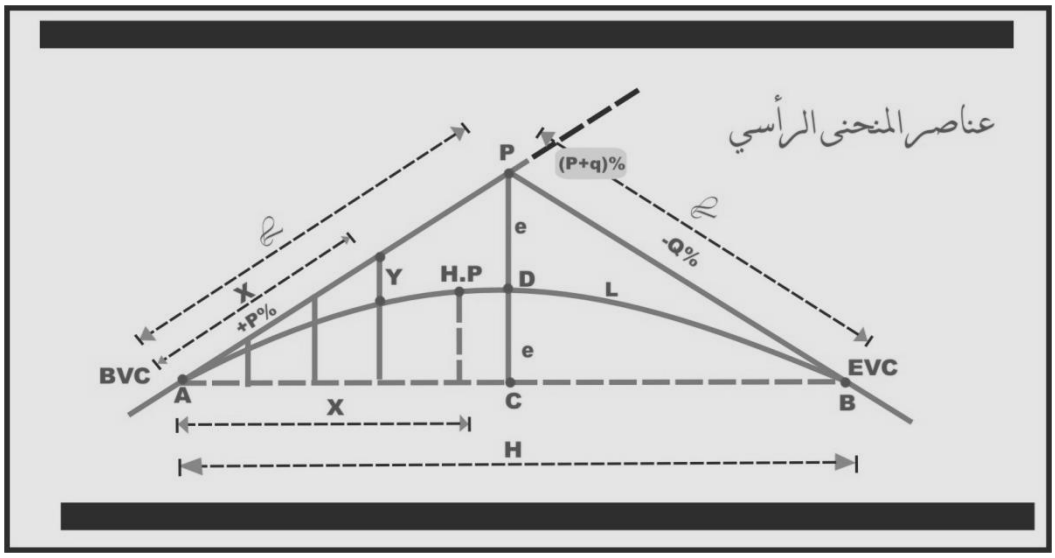
[6] مرجع رقم (13)



الشكل 4- 16 أنواع المنحنيات الرأسية

4-6-2 عناصر المنحنى الرأسي :

الشكل التالي يوضح عناصر المنحنى الرأسي :-



الشكل(4-17) عناصر المنحنى الرأسي

❖ حيث أن :

- 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

4-6-2-1 الميول الرأسية العظمى:

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

1- السرعة التصميمية (Design Speed).
2- طبوغرافية الأرض التي يمر منا الطريق (Type Of Topography).
3- طول الجزء الخاضع للميل الرأسي.

والجدول(4-6) يبين قيمة الميول الراسية العظمى بالاعتماد على العوامل السابقة [7]

السرعة التصميمية Design Speed Kph	منبسطة Flat %	تلالي Hilly %	جبلية Mountainous %
50	6	8	9
65	5	7	8
80	4	5	7
90	3	4	6
100	3	4	6
110	3	4	5
120	3	4	-
130	3	4	-

4-6-3 طول المنحنى الرأسي:

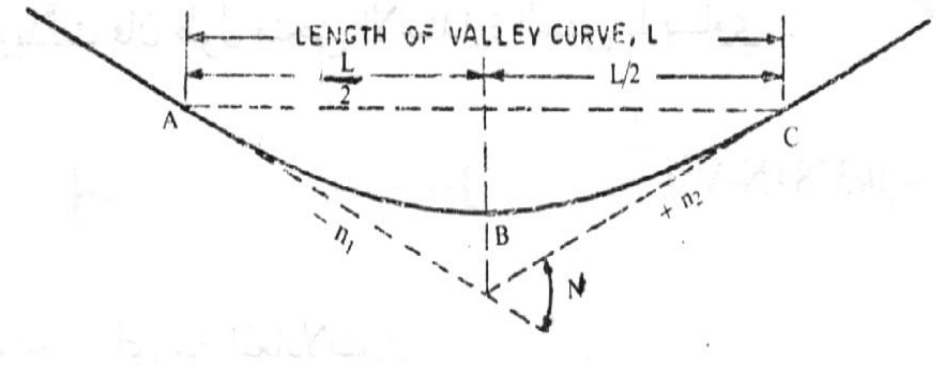
من العوامل الأساسية التي تحكم اختيار وتحديد طول الرأسي ما يلي:

أ- راحة المسافرين (comfort of passenger):

حيث يتم تصميم المنحنيات الراسية (القاع) على أساس توفير راحة المسافرين, حيث يحدد الطول على أساس القوة الطاردة المركزية وتساوي 0.6 م/ ث^2, وطول المنحنى عبارة عن منحنيين انتقاليين متساويين

[7] مرجع رقم (13)

في الطول وبدون منحنى أفقي بينهما, ومن الشكل (4-18) فان طول منحنى الاستدارة السفلي ABC والذي يساوي L حيث AB , BC يمثل طول كل منهما منحنى انتقال .



شكل (4-18) منحنى رأسي قاعي

Ls = L/2

$\Rightarrow$ **$L = 2*[N V^3/C]^{0.5}$** ……..(4.11)

حيث أن:-

V: السرعة التصميمية م / ث

C : معدل التغير في تسارع في القوة الطاردة المركزية ويساوي 0.6 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 17% حسب المعادلة التالية:

$I max = [(200 * N * V^2) / (g*L)]$ % < %17……..(4.12)

فإذا كان الناتج اقل من (maximum impact factor) المسموح فيها وهي 17%, فان الطول يكون ملائما ويحقق راحة المسافرين.

ب: مسافة الرؤية (Sight Distance):

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

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

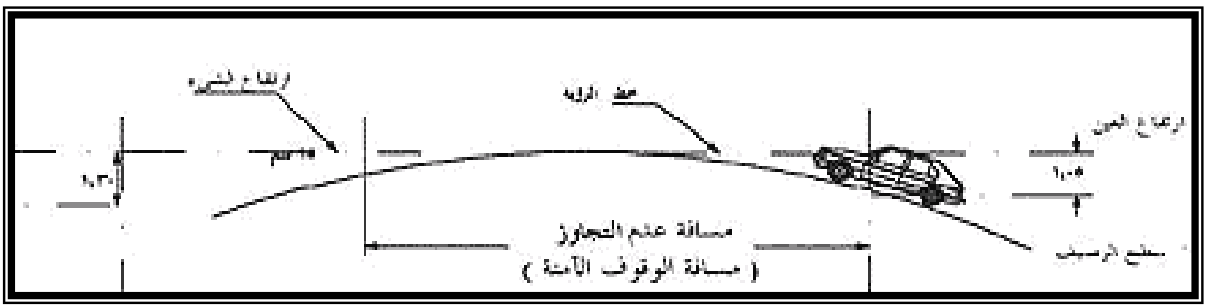
ج: مسافة الرؤية للتوقف (Stopping Sight Distance):

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

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

الجدول (4-7) 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 (4-19) يوضح مسافة الرؤية للتوقف الآمن

وتستخدم هذه المعادلة لحساب مسافة الرؤية للتوقف الآمن:-

$$SD = 0.278V.t + \frac{V^2}{254f} \text{.....} \quad \text{.....(4.13)}$$

- V: سرعة العربة (كم/ساعة).
- f: معامل الاحتكاك.
- t: زمن رد الفعل (عادة 2.5 ثانية).

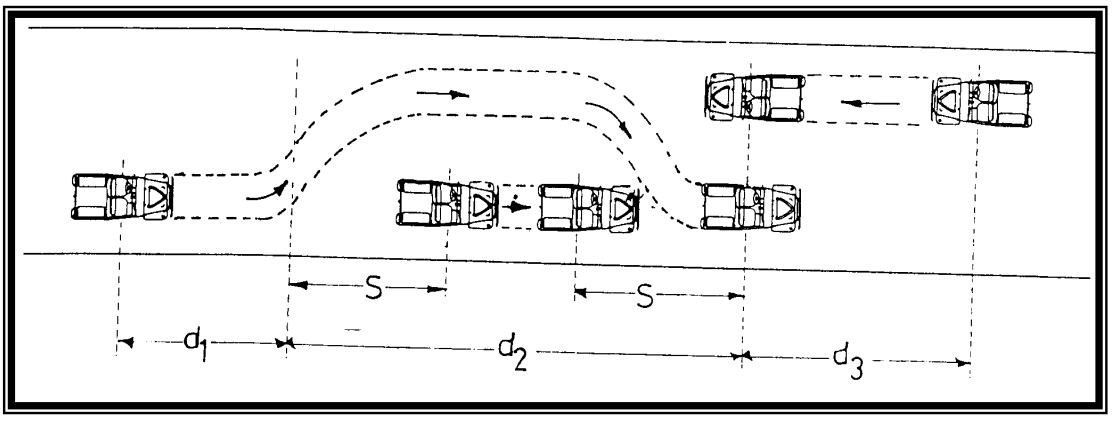
المعادلة (4.13) في حالة أن العائق ثابت، أما في حالة وجود عائق متحرك ويقترب من السيارة يتم ضرب الطرف الأيمن من المعادلة بالعدد (2).

جدول(4-8) العلاقة بين السرعة ومعامل الاحتكاك

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

د- مسافة الرؤية للتجاوز (Passing Sight Distance):

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



الشكل (4-20) مسافة الرؤية للتجاوز

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

$$OSD = d1 + d2 + d3 \quad \text{.....(4.14)}$$

$$OSD = 0.28Vb.t + .028VbT + 2S + 0.28V.T \quad \text{.....(4.15)}$$

$$T = \sqrt{\frac{14.4S}{A}} \quad \text{.....(4.16)}$$

$$S = 0.7Vb + 6 \quad \text{.....(4.17)}$$

حيث:-

- OSD: مسافة الرؤية للتجاوز.
- S: اقل مسافة كافية يجب أن يحافظ عليها السائق بينه وبين السيارة التي أمامه (متر)..
- d_1: المسافة التي تقطعها العربة في بداية الاستعداد للتخطية واحتلال الحارة الأخرى .
- d_2: المسافة الأفقية المقطوعة بالعربة المتخطية خلال فترة التخطية .
- d_3: المسافة المقطوعة بالعربة القادمة من الاتجاه الآخر خلال فترة التخطية
- V_b: سرعة السيارة المتجاوز عنها (كم/ساعة).
- t : زمن رد الفعل (عادة يفترض 2 ثانية).
- V: سرعة السيارة المتجاوزة (كم/ساعة).
- T: الزمن الذي تستغرقه المركبة للقيام بعملية التجاوز (ثانية).
- A: تسارع السيارة المتجاوزة (كم/ساعة^2).

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

$$Vb = (V - 16) \quad \text{.....(4.18)}$$

حيث v :السرعة التصميمية (كم /ساعة).

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

تصبح المعادلة (4.13)

$$S.D = 0.278vt + \frac{V^2}{254(f \pm N)} \quad \text{.....(4.19)}$$

حيث: N هي المجموع الجبري لميل مماسي المنحنى الرأسي.

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

4-7 التقاطعات على الطرق [8]:

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

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

أنواع التقاطعات:

1- هناك عدة أنواع من التقاطعات تكون إما على مستوى واحد كالتقاطع البسيط والجرسي والتقاطع ذو القنوات ومسارب تغير السرعة مثل مسارب التباطئ والتسارع والدوران.
2- أو تكون تقاطعات على مستويين أو أكثر حيث تتقاطع الطرق على مستويات فوق بعضها البعض مع أو بدون رمبات تصل بين مستويين.

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

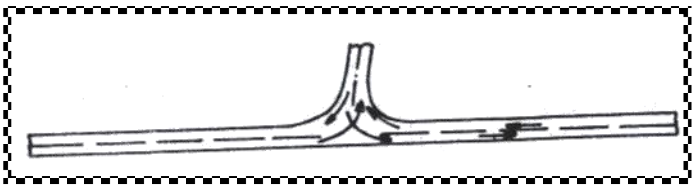
4-7-1 التقاطع البسيط:

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

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

ومن أمثلة هذا التقاطع:

1- الشكل البسيط جدا والذي تبقى فيه المسارب بعرض ثابت سواء في الطريق الرئيسي أو الفرعي كما هو مبين في الشكل (4-21), وخطورة هذا النوع تكمن في إن السيارات ستضطر إلى تخفيف سرعتها كثيرا عند محاولة الدوران إلى اليمين أو اليسار وقد تتوقف كليا.

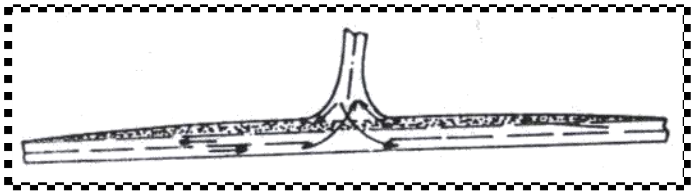


الشكل (4-21) تقاطع بسيط

[8] مرجع رقم (6)

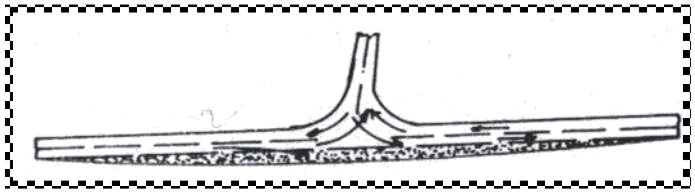
2- تقاطع بسيط مع توسيع الطريق عند التقاطع وذلك بإضافة مسرب يصلح للدخول وللخروج لمسافة تكفي لتباطؤ أو تسارع السير كما هو مبين في شكل (4-22).

وهذا النوع يعطي حرية للسيارات التي تريد الدخول أو الخروج من التقاطع بحركة دوران يمينية ولكنه لا يعطي حرية لمن يريد الدخول أو الخروج من التقاطع بحركة دوران يسارية.



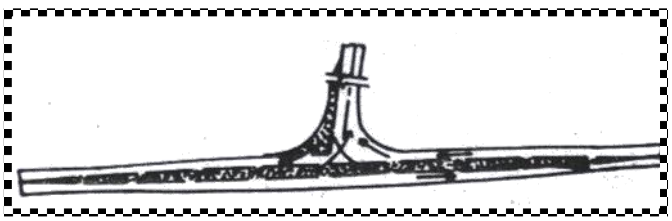
الشكل (4-22) تقاطع توسيط مع توسعه

3- في هذا النوع من التقاطع يكون المسرب الإضافي من الجهة المقابلة كما في شكل(8-3), وهذا عكس لما رأيناه في شكل (5-14) أي إن الحرية الآن أكثر للسير الذي يدور إلى اليسار وهذا يساعد السير المستمر في تجنب الاصطدام بالسيارات التي تريد الانعطاف يسارا وبنفس الوقت يحمي السيارات التي تدخل وتخرج .



الشكل (4-23) تقاطع مع مسرب اضافي

4- 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 (5-15).



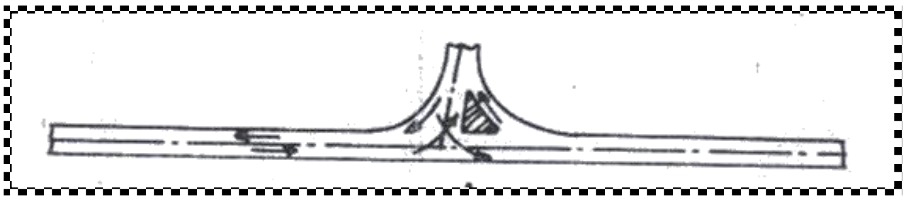
الشكل (4-24) تقاطع مع مسرب وسطي

2-7-4 التقاطع الجرسي:

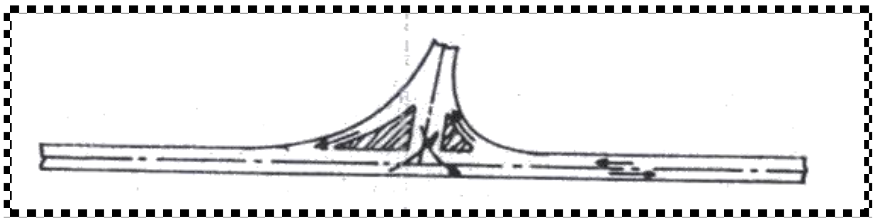
يتم في هذا التقاطع توسيع الطريق الفرعية عند تقاطعها مع الطريق الرئيسي ويشبه هذا التوسع شكل الجرس. إن هذا التوسيع ضروري لتنظيم حركة السير وفصل السير المتجه إلى اليمين عن المتجه إلى اليسار أو عن السير المتجه إلى الأمام، وبهذا التقاطع تقل الحوادث لزيادة سعته ويستوعب عددا أكبر من المركبات.

3-7-4 التقاطع ذو القنوات:

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



الشكل (4-25) انعطاف دورة واحدة

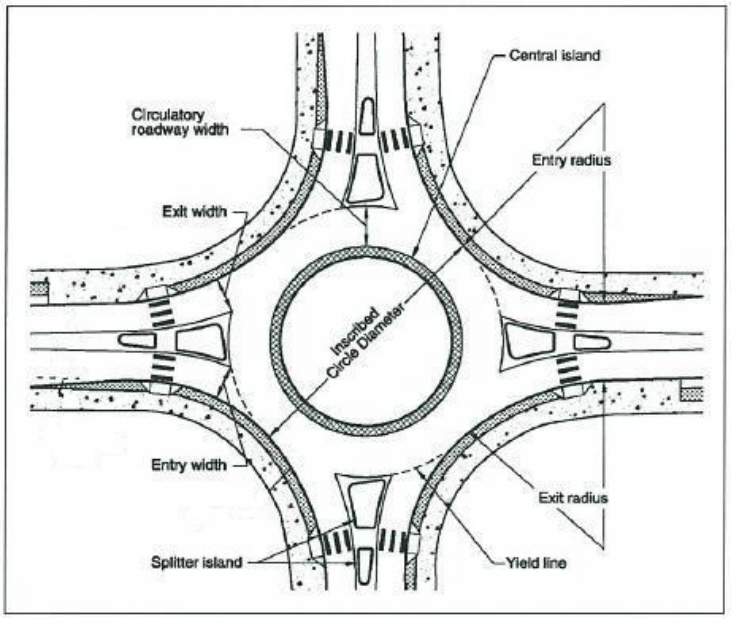


الشكل (4-26) انعطاف مزدوج

4-7-4 الدوار (Roundabout) [9] :

الدوار عبارة عن دائرة تتشعب منها عدة طرق ويكون في وسط الدائرة جزيرة، ويساعد هذا التقاطع في تنظيم حركة السير .

الشكل التالي يوضع العناصر الأساسية لتصميم الدوار :-



الشكل (4-27) العناصر الأساسية لتصميم الدوار

4-7-5 التقاطع ذو الإشارة الضوئية:

توضع الإشارات الضوئية على التقاطعات لتنظيم حركة السير ولإعطاء أولوية المرور للمركبات القادمة من عدة اتجاهات في ترتيب متوالي. وتوضع الإشارات غالبا عندما يكون حجم السير على الطريق كبيرا وعندما يكون تنظيم اتجاه السير على التقاطعات معقدا وتوضع أيضا عند زيادة عدد الحوادث على التقاطع .

[9] مرجع رقم (6)

4-7-6 الجزر الفاصلة بين اتجاهين:

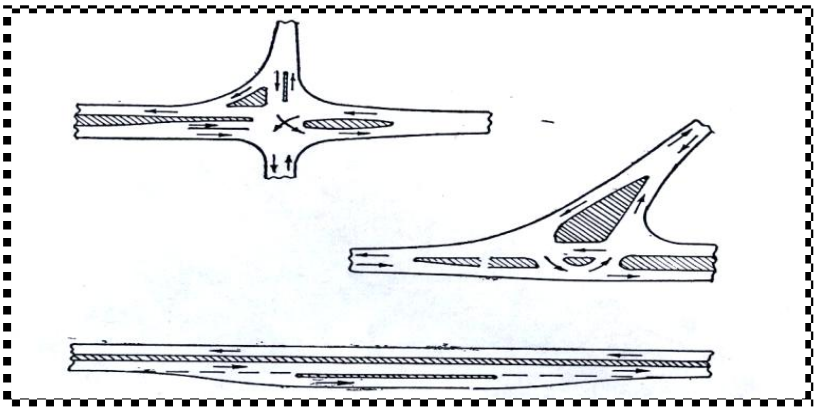
تستخدم الجزر الفاصلة لفصل حركة المرور المتعاكسة وجميع الطرق الحديثة مزودة بجزر فاصلة، خاصة إذا كانت تتألف من أربع حارات ويجب أن يكون عرض هذه الجزر كافي لتأدية الغرض الذي من اجله أنشأت وخاصة لتقليل تأثير الأضواء المبهرة الصادرة من المرور المعاكس ليلا، هذا بالإضافة إلى حماية العربات المتعاكسة من التصادم ولامكان التحكم في المناطق المسموح الدوران فيها، ويتراوح عرض هذه الجزر بين (1.25-18) متر وبالطبع لا يكون هذا العرض ثابت على طول الطريق فهو يتغير حسب الحالة.

4-7-7 الجزر على التقاطعات:

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

4-7-7-1 أشكال الجزر:

للجزر إشكال وأبعاد متعددة إلا أن النوع المتعارف عليه هو المثلث حيث يفصل هذا النوع السير الذي يدور عن السير المستقيم وتكون الجزر المستديرة في الوسط ليدور حولها السير والشكل (4-28) يبين أشكال وتوزيعات متعددة للجزر.



الشكل (4-28) أشكال وتوزيع الجزر على التقاطعات

8-4 تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق [10] :

صرف المياه من الطريق هي عملية التخلص من المياه و التحكم في مسيرها داخل نطاق حرم الطريق، وهي تلك المياه السطحية التي تجري فوق سطح الطريق ، لذلك يجب عمل مصارف سطحية عند اعادة تاهيل الطريق.

فعندما تسقط الأمطار جزء من هذه المياه تسيل على الطريق والجزء الآخر يتخلل طبقات التربة حتى يصل إلى المياه الجوفية، وعملية صرف أو إزالة المياه السطحية بعيدا عن حرم الطريق يسمى بالصرف السطحي (Surface Drainage).

❖ **أهمية تصريف المياه :**

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

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

[10] مرجع رقم (11)

الفصل الخامس

حَجم وإشارات المرور

5-1 حجم المرور

5-2 تعداد المركبات

5-3 اشارات المرور

5-3-1 أنواع الاشارات

5-3-2 مواصفات الاشارات

5-3-3 موقع الاشارات

5-4 المرور على الطريق

الفصل الخامس

حجم وإشارات المرور

5-1 حجم المرور:

هو عدد المركبات المارة عند نقطة معينة خلال فترة زمنية محددة وهو يختلف عن سعة اوكثافة الطريق والتي تعرف بانها عدد المركبات التي تسير على مسافة معينة في وقت محدد و يعتبر حجم المرور من الأسس الرئيسية التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند تصميم الطريق على أن تشمل دراسة حجم المرور الحالي والمتوقع مستقبلا والذي يعبر عنه بحجم المرور اليومي المتوسط هذا بالإضافة إلى حجم مرور الساعي التصميمي (DHV) في الاتجاهين كما يجب تحديد نسبة حجم المرور لكل اتجاه خلال ساعة الذروة وخاصة للاتجاه السائد الذي يتراوح عادة مابين (50-60)% من حجم المرور الكلي للاتجاهين،ويعبر عن حجم المرور عادة بالمرور المختلط والذي يشمل جميع انواع المركبات,وفي كثير من الاحوال يتم تحويل المرور المختلط الى وحدات مرور مكافئه لعربة التصميم (equivalent passenger car) بحيث يتم التصميم الهندسي للطريق على اساسها وعادة يكون لهذه المركبه عدد محاور واوزان محدده, ولمعرفة حجم المرور لا بد من القيام بتعداد المركبات حيث ان العدد يختلف من ساعه الى ساعه ومن يوم لاخر ومن شهر الى اخر خلال السنه لذلك لا بد من عمل التعداد على مدار ساعات النهار خلال اليوم الواحد على مدار العام للتوصل الى المعلومات المطلوبه وتتم معرفة حجم المرور عن طريق إتباع طرق إحصائية مختلفة للمركبات على الطريق ، ومن هذه الطرق :

5-1-1 العد اليدوي:

حيث يقف فريق العمل ويقوم بتسجيل الوقت وعدد السيارات مع تحديد أنواعها (شاحنة، باص،حافلة،سيارة ركاب) وتمتاز هذه الطريقة *بالبساطة والدقة* وتحديد عدد المحاور للمركبات ولكنها *مكلفة* وتحتاج إلى فريق عمل كبير خاصة إذا كان العد سيستمر خلال الليل والنهار .

5-1-2 العد الميكانيكي:

يتم إجراءه بواسطة: اللاقط المغناطيسي، والتصوير، والرادار، والخراطيم التي تثبت على الطرق وتمر فوقه السيارات وتسجل العدد بواسطة جهاز مثبت على جانب الطريق.

ومن فوائد هذه الطريقة أنها رخيصة ولكن من مساوئها أنها تحتاج إلى صيانة دائمة ولا تقوم بتصنيف أنواع السيارات أو عدد محاورها.

5-1-3 العد بطريقة المشاهد المتحرك:

وهو شخص يقوم بالعد أثناء تحركه في سيارة تسير مع السيارات حيث تسبق بعضها وتقوم البعض بتجاوزها ويتم عد السيارات باتجاه سيارة المشاهد وعد السيارات المقابلة لسيارة المشاهد ومن ثم تستخدم معادلة إحصائية لإيجاد عدد السيارات الكلي.

5-1-4 مكان انطلاق السير ووجهته النهائية:

لا يمكن تصميم أي طريقة على أسس علمية صحيحة دون القيام بمسح لنقطة الانطلاق والوجهة، إن مثل هذا المسح ينير لنا الطريق ويحدد للمصممين سلوك الناس وأماكن التقاطعات ومناطق التجمعات وأماكن الخدمات اللازمة وأماكن الوقوف والتحميل ومحطات القطارات والمطارات وغير ذلك ويتم في هذا النوع عدة طرق من المسح:

أ-المقابلة: حيث يتم توقيف السيارات وسؤال ركابها أسئلة محددة عن مكان انطلاقهم ووجهتهم والهدف من الرحلة وعدد المرات التي يكررون فيها هذه الرحلة.

ب-رقم تسجيل السيارة: حيث يتم وضع محطات مسح متعددة على طول المنطقة ويقوم كل فريق بتسجيل رقم السيارة التي تمر من المحطة والوقت الذي مرت فيه

والهدف من التعداد هو التوصل للمعلومات التالية:

1- تحديد المعدل اليومي للمرور Average Daily Traffic (ADT) وهو مجموع المركبات التي تمر عند نقطة معينة خلال عدد من الأيام مقسوما على عدد تلك الأيام.
2- تحديد معدل السير اليومي على مدار السنة Annual Average Daily Traffic (AADT) وهو مجموع عدد المركبات التي تمر عند نقطة معينة خلال السنة مقسوما على عدد أيام الستة.
3 -تحديد العدد المناسب من المركبات التي سيتم اعتماده واستعماله في تصميم الطريق

ويسمى(Design Hourly Volume (DHVفالطريق لا تصمم على أساس السير اليومي أو . معدل السير السنوي ولكن تصميم الطريق من حيث المنحنيات والانحدارات فانه يتطلب التعرف على ساعات الازدحام.

5-1-5 السير الحالي والمستقبلي:

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

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

ملاحظة: إن جميع أنواع الزيادة في عدد المركبات كما ذكر يؤدي إلى مضاعفة حجم السير الحالي على الطريق على مدى 15 أو 20 عاما.

6-1-5 عمر الطريق:

إن في أي عملية تصميم ينظر للزيادة المتوقعة في استخدام هذا الطريق وبذلك فمن الواجب تحديد فترة زمنية للتصميم مثلا 5 أو 10 أو 15 أو 20 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.

7-1-5 سعة الطريق:

تعرف السعة للطريق على أنها العدد الأقصى من المركبات التي لها توقع معقول بالمرور على الطريق خلال فترة زمنية معطاة وتحت الظروف السائدة للطريق والمرور. وتعتمد سعة الطريق على حجم وتركيبة المرور وعلى سرعة السير والتداخلات التي تتعرض لها حركة المرور. وتعتبر السعة من العناصر الأساسية التي تؤخذ في الاعتبار عند تصميم القطاع العرضي للطريق لاستيعاب حجم المرور التصميمي المتوقع على الطريق والجدول التالي يبين قيم السعة لبعض أنواع الطرق حسب مواصفات هيئة آشتو الأمريكية (AASHTO).

جدول (5-1) سعة الطريق حسب مواصفات هيئة آشتو (AASHTO).

نوع الطريق	السعة (سيارة خاصة /ساعة)
طريق سريع	2000 (لكل حارة)
طريق بحارتين	3000(الإجمالي في الاتجاهين)
طريق ذو ثلاث حارات	4000 (الإجمالي في الاتجاهين)

2-5 تعداد المركبات:

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

ويجب الأخذ بعين الاعتبار كيفية حساب معدل المركبات المستخدم في التصميم وذلك بالتعويض عن أنواع المركبات بما يقابلها من مركبات صغيرة (عدد السيارات الصغيرة ×1، عدد الحافلات ×2.5، عدد الشحن×3)

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

والجدول التالي يبين تعداد المركبات على الطرق المؤدية للطريق المقترح تصميمه بالإضافة للتاريخ لكل يوم، مع العلم أن الفترة الزمنية للتصميم ل (20) سنة مقبلة.

جدول (5-2): تعداد المركبات على الطريق المقترح إعادة تصميمه

اليوم	الفترة الزمنية		نوع المركبات		
	الزمن	عدد المركبات	Passenger	2-axle	3-axle
السبـــــت 2012/9/8	7-8	99	94	4	1
	8-9	84	74	9	1
	9-10	69	61	8	0
	10-11	66	62	4	0
	11-12	64	57	7	0
	12-1	67	64	2	1
	1-2	70	67	2	1
الأحـــد 2012/9/9	7-8	118	112	5	1
	8-9	86	81	4	1
	9-10	76	74	2	0
	10-11	76	67	9	0
	11-12	76	68	8	0
	12-1	104	97	6	1
	1-2	119	109	9	1
الاثنين 2012/9/10	7-8	107	104	2	1
	8-9	67	62	4	1
	9-10	61	55	5	1
	10-11	59	57	2	0
	11-12	77	72	5	0
	12-2	147	138	8	1

1	8	99	108	7-8	الثلاثاء 2012/9/11
1	8	72	81	8-9	
0	8	67	75	9-10	
0	7	59	66	10-11	
0	9	54	63	11-12	
1	2	75	78	12-1	
1	6	112	119	1-2	
1	6	107	114	7-8	الأربعـــاء 2012/9/12
1	5	72	78	8-9	
0	4	65	69	9-10	
1	2	78	81	10-11	
0	2	86	88	11-12	
1	5	89	95	12-1	
1	8	108	117	1-2	
1	4	103	108	7-8	الخمـــيس 2012/9/13
1	2	97	100	8-9	
0	4	61	65	9-10	
0	1	58	59	10-11	
0	3	49	52	11-12	
1	5	72	78	12-1	
1	1	92	94	1-2	
0	0	36	36	7-8	الجمعـــة 2012/9/14
0	6	12	18	8-9	
0	0	22	22	9-10	
2	3	118	123	10-2	

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

جدول (5-3): متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع.

الأيام	متوسط عدد المركبات لكل ساعة		
	Passenger	2-axle	3-axle
الجمعة	50	3	1
السبت	75	6	1
الأحد	94	7	1
الاثنين	87	5	1
الثلاثاء	85	7	1
الأربعاء	92	5	1
الخميس	80	3	1

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

1 × Passenger
2.5 × 2-axle single-unit
3 × 3-axle single-unit

متوسط السيارات الصغيرة في الساعة = (50+75+94+87+85+92+80) ×7/1
= 80.43 سيارة صغيرة في الساعة

متوسط 2-axle single-unitفي الساعة= (3+6+7+5+7+5+3) *7/3
= 15.43سيارة صغيرة في الساعة

متوسط 3-axle single-unitفي الساعة2.5= (1+1+1+1+1+1+1) */7
= 2.5 سيارة صغيرة

مجموع عدد السيارات الصغيرة الحالي=80.43+15.43+2.5

= 99سيارة صغيره

معدل المرور اليومي AADT = 24*99

= 2376سيارة / 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 2.5

معدل المرور اليومي بعد مرور 20 سنة = 2376 *2.5

= 5940سيارة / 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 اخذها بالعادة 0.16 , لذلك فان معدل مرور المركبات للساعة التي يتم أخذها بالتصميم يمكن إيجاده من العلاقة التالية:

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

5940×0.16× 0.70 =

= 666سيارة / ساعة

وبما انه تم حساب عدد المركبات في الساعة التصميمية بناءا على المركبات التي تمر من خلال الطرق المؤدية الى هذه الطريق , فانه تم مراقبه المركبات المتجهة من هذه الطرق وتم تسجيل المركبات التي يمكن ان تتخذ من خلال طريقنا مسلكا بديلا من الطرق المتبعة حاليا ووجد انها تكون بنسبة 65 % من عدد المركبات الكلي.

لذلك تكون المحصلة النهائية من عدد المركبات في الساعة التصميمية هي = 666* 0.65

=433 سيارة/ ساعة

بما إن الطرق في فلسطين هي طرق من الدرجة الثالثة فانه تم اعتماد السعة التصميمية للطريق تساوي 850 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

= 850 /433

= 1 مسرب في كل اتجاه

5-3 إشارات المرور:

الهدف من الإشارات: تستعمل الإشارة لتوصيل المعلومات للسائق أو الماشي، وتتألف من لوحات رسم عليها أسهم أو كلمات أو الاثنان معا، بحيث تكون المعلومات واضحة وتناسب حالة السير ونوع الطريق.

5-3-1 أنواع الإشارات:

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

1. إشارات التحذير: كإشارة انحدار حاد أو منعطف خطر وتكون هذه الإشارة مثلثة الشكل.
2. إشارات الأوامر: حيث إن هذه الإشارة تعطي الأوامر إلى السائق مثل أمر قف، تمهل، وغيرها من الأوامر وهذه الإشارة تكون مستديرة الشكل.
3. إشارات المنع: مثل ممنوع المرور، ممنوع التجاوز، وهي مستديرة الشكل.
4. إشارات التعليمات (التوجيه): وهي تعطي التعليمات إلى السائق مثل استراحة، مكان وقوف، وهذه تكون مربعة أو مستطيلة الشكل.

5-3-2 مواصفات الإشارات:

يجب أن يكون للإشارات مواصفات خاصة بها حتى تحقق الهدف المنشود منها، فالإشارات يجب أن تكون واضحة للسائق وتشد انتباهه قبل مسافة طويلة تزيد عن تلك المسافة اللازمة لرؤية الكتابة، كما 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 يتحقق ذلك فانه لا بد من الانتباه إلى الأمور الرئيسية التالية في الإشارة وهي:

1. أبعاد الإشارة: كلما كبرت الإشارة ضمن حدود معقولة كلما تحسنت رؤية السائق لها.
2. تباين الألوان في الإشارة: إن التباين ضروري جدا لتحقيق غايتين هما ظهور الإشارة بالنسبة للمنطقة وظهور الكتابة بالنسبة للإشارة نفسها، وهذا التباين يتحقق باستعمال ألوان مختلفة ذات لمعات مختلفة.
3. الشكل: يجب أن تكون الإشارات منتظمة الشكل وتتناسب مع الهدف الذي وضعت من اجله.
4. الكتابة: تتأثر رؤية الكتابة بعدة عوامل هي نوع الكتابة، حجم الأحرف، وسماكة الخط، والمسافات بين الكلمات والأسطر وعرض الهامش.

3-3-5 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، وان 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 50 متر من الموقع المرادوالجداول التالية توضح بعض اشكال الإشارات.

.

جدول(5-4) إشارات التحذير ومدلولاتها

اشارات التحذير	مدلول الإشارة
	مفترق تقاطع طرق.
	مفترق تفرع طرق إلى اليسار.
	مفترق تفرع طرق إلى اليمين.
	مفترق تفرع طرق أمامك (تفرع T).
	مفترقات تفرع نحو اليسار ومن ثم نحو اليمين.
	انعطاف حاد نحو اليسار.
	انعطاف حاد نحو اليمين.

	أمامك ممر عبور للمشاة.
	أولاد بالقرب من المكان.

جدول(5-5) إشارات الإرشاد ومدلولاتها

إشارات الإرشاد	مدلول الإشارة
	ممنوع الانعطاف نحو اليسار.
	ممنوع الانعطاف نحو اليمين.
	ممنوع الانعطاف نحو اليمين بقصد السفر نحو الجهة المضادة.
	ممنوع الانعطاف نحو اليسار بقصد السفر نحو الجهة المضادة.
	قف! أعطي حق الأولوية لحركة السير على الطريق المقابلة.
	قف! (إشارة طرق متنقلة).

4-5 علامات المرور على الطريق (Traffic Marking):

1-4-5 أهداف علامات المرور:

إن علامات المرور على الطريق عبارة عن خطوط متصلة أو متقطعة مفردة أو مزدوجة، بيضاء أو سوداء أو صفراء، كما أنها قد تكون أسهما أو كتابة (كلمات). أما أهداف علامات المرور فهي:

1. تحديد المسارب وتقسيمها.
2. منع التجاوز.
3. فصل السير الذاهب عن القادم.
4. منع الوقوف أو التوقف.
5. تحديد أماكن عبور المشاة.
6. تحديد أولوية المرور على التقاطعات.
7. تحديد مواقف السيارات.
8. تعيين الاتجاهات باسهم (يمينا، يسارا) لتحديد الأماكن التي يتجه إليها السائق.
9. تحديد جانبي الطريق.
10. إعطاء تعليمات ومعلومات إلى السائق مثل اتجه إلى اليمين، توقف، وغير ذلك.

2-4-5 الشروط الواجب توفرها في علامات المرور:

إن هذه العلامات تنظم حركة السير للسائق والماشي وتنقل التعليمات لهم، هذا ويراعى في هذه العلامات الأمور التالية:

1. أن تكون صالحة للرؤية في الليل والنهار وواضحة في كافة الأوقات والظروف.
2. أن تتوافق فيها الألوان.
3. أن تكون من مواد تعمر طويلا وتقاوم التزحلق.
4. أن تكون تعليماتها سهلة الفهم ومرئية من مسافة كافية.

3-4-5 أنواع علامات المرور:

1. 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.
2. 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.
3. الأسهم: تستعمل الأسهم إما بدلا من الكلمات لتحديد الاتجاهات أو مع الكلمات كسهم يتجه إلى اليمين مع كلمة إلى اليمين.
4. اللون: يستعمل اللون الأبيض في الخطوط التي تقسم المسارب ويستعمل اللون الأصفر لتحديد الجزر ومواقف السيارات إلا انه يجب الاهتمام بتوافق لون الخط مع أرضية الشارع.
5. 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.

الفصل السادس

التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية

1-6 مقدمة.

2-6 الأنواع الرئيسية للرصف.

1-2-6 الرصف الصلب (.Rigid Pavement).

2-2-6 الرصف المرن (.Flexible Pavement)

1-2-2-6 طبقات الرصف المرن.

3-2-6 الرصف المركب (Composite pavement).

3-6 أسباب إعادة التصميم الإنشائي للطريق.

4-6 الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة.

1-4-6 تجربة بروكتور المعدلة (Modified Proctor test).

2-4-6 تجربة كاليفورنيا (California bearing Ratio).

5-6 تصميم الرصفة المرنة.

1-5-6 حساب قيمة (ESAL).

1-1-5-6 الحمل المكافئ لمحور مفرد.

2-1-5-6 معامل حمل المحور المكافئ.

2-5-6حساب سماكة طبقات الرصف.

1-2-5-6 معامل الرجوعية (Mr).

2-2-5-6 الرقم الإنشائي(SN).

3-2-5-6 الأداء الوظيفي والأداء الإنشائي للرصفة المرنة.

4-2-5-6 الانحراف المعياري العام.

5-2-5-6 موثوقية تصميم الرصفة المرنة.

الفصل السادس

التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية

1-6 مقدمة: [1]

تعتبر عملية التصميم الإنشائي للطريق عبارة عن إيجاد سماكات طبقات الرصف ومكوناتها ومواصفاتها حتى تتمكن من تحمل أوزان المركبات التي تسير على هذه الطرق ويوجد ثلاثة أنواع رئيسية للرصف وهي الرصف المرن والرصف الصلب والرصف المركب.

2-6 الأنواع الرئيسية للرصف [2]:

يوجد ثلاثة أنواع رئيسية للرصف المستعمل في الطرق وهما الرصف الصلب أو القاسي (Rigid) Pavement والرصف المرن (Flexible Pavement) والرصف المركب (Composite Pavement).

1-2-6 الرصف الصلب (Rigid Pavement):

يتم وضع بلاطة خرسانية توضع فوق طبقة الأساس, يتراوح سمكها بين (15-30) سنتيمترات ,وقد تكون هذه الطبقة مسلحة أو غير مسلحة حسب الأحجام المرورية ونسبة الشاحنات الثقيلة وممكن أن يتم صبها بشكل كامل أو جزئي على شكل قطع بحيث يكون طول كل قطعة ما بين (20-50) متر للخرسانة الغير مسلحة وقد يصل هذا الطول إلى 300 متر للخرسانة المسلحة وذلك حسب طبيعة الطريق وينتشر هذا النوع من الرصف في المناطق الباردة (أوروبا وأمريكا الشمالية وروسيا) حيث تقاوم الفواصل الموجودة بين بلاطات الرصف التغيرات الحرارية الكبيرة بين الصيف والشتاء وكذلك بين الليل والنهار وتعتبر صلابة البلاطة الخرسانية العامل الأهم في التصميم ومن الضروري عمل طبقة أساس في حالة الرصف الصلب وذلك بسبب:

- التحكم بتسرب الأتربة والمياه الجوفية وذلك من خلال الفواصل الموجودة في البلاطة الخرسانية
- التحكم بتأثير الصقيع في البلاد الباردة
- تحسين تصريف مياه الأمطار.
- تقليل حدوث الانكماش (Shrinkage) والانتفاخ (swell).
- تسريع عملية الإنشاء.

[1] مرجع رقم (6)
[2] مرجع رقم (6)

6-2-2 الرصف المرن (Flexible Pavement):

ويتكون من مجموعة من الطبقات وهي:

1- طبقة التربة الأصلية (Sub grade).

2- طبقة ما تحت الأساس (Sub base Course).

3- طبقة الأساس (Base Course).

4- الطبقة الإسفلتية أو السطحية (Surface Course).

تتكون الطبقة السطحية من البيتومين وطبقة الأساس من الحصى المكسر والخلائط الحصوية الرملية وينتقل تأثير الأحمال المرورية من خلال هذه الطبقات إلى التربة الطبيعية التي يفترض أن تكون قدرتها على التحمل عالية نسبيا بحيث يتم دمكها بشكل جيد وذلك لتحسين مواصفاتها (Compacted sub grade) *وهذا النوع من الرصف تم استخدامه في مشروعنا*.

6-2-2-1 طبقات الرصف المرن:

1- طبقة التربة الأصلية (Sub grade): وهي طبقة الأرض الطبيعية التي يتم وضع طبقات الرصف عليها بعد تمهيدها وتسويتها. وتعتبر التربة الأصلية الأساس الحقيقي لجسم الطريق التي ترتكز عليها جميع طبقات الرصف.

2- طبقة ما تحت الأساس (Sub base course): وهي الطبقة التي تفرض مباشرة فوق السطح الترابي وتتألف من الحصى أو من الحصى المكسر المدكوك أو من الرمل الترابي وقد يكون السطح الترابي قويا أو ممكن أن يكون من تربة غير مستقرة تثبت بواسطة بعض مواد التثبيت ثم توضع وتفرش عليها طبقة ما تحت الأساس ويكمن الهدف من هذه الطبقة فيما يلي

- عدم تأثر طبقة السطح الترابي بأي مؤثرات كالمياه والرطوبة والثلج..., من الوصول إلى السطح الترابي الذي قد يؤدي إلى خرابه.
- توزيع الأحمال التي يتعرض لها سطح الطريق.
- تهيئة سطح لاستقبال الطبقات العلوية من الطريق.
- التوفير في تكاليف مواد الرصف حيث أن المواد المستخدمة في طبقة تحت الأساس هي أقل جودة وأرخص ثمنا" من المواد التي تعلوها.
- تمنع امتزاج مواد السطح الترابي مع طبقة الأساس.
- تعطي قوة أكبر للسطح الترابي بعد دحله جيدا
- المواد المستخدمة في هذه الطبقة تكون رديئة التوصيل بشكل عام .

ويجب أن تتوفر فيها المواصفات التالية:

1- أن تكون نسبة المواد الناعمة والمواد اللينة فيها قليلة.
2- ان تحتوي على تدرج حبيبي مناسب بحيث تبقى مستقرة.
3- أن لا تتجاوز نسبة التآكل لحبيباتها 50%.
4- أن لا يتجاوز حد الميوعة 25% ومعامل اللدونة 6%.

3- طبقة الأساس (Base Course):

وهي الطبقة التي توضع فوق طبقة ما تحت الأساس أو على السطح الترابي مباشرة في حال كونه صلباَ,وتقوم هذه الطبقة بتحمل وتوزيع الأحمال على الطبقات الأدنى منها ويعتمد هذا على نوع المواد المستعملة المكونة من الحصى أو الدبش المكسر أو مخلطات الأفران المكسرة(حصمة صناعية) مع وجود مادة الرمل أو مجموعة متنوعة من المواد بدون تثبيت أو مع تثبيت بمواد مثبتة خاصة مثل الجير حيث أن الأساس يفرض على طبقة واحدة أو مجموعة من الطبقات حسب تصميم الطريق وتكون المواد الأقل جودة في الأسفل والأكثر جودة في الأعلى, وتتمثل وظيفة طبقة الأساس فيما يلي:

- تهيئة السطح لاستقبال الطبقات الأعلى بحيث يكون مستويا" وناعما".
- مقاومة الصقيع والتجمد في مواد الطبقات.
- تقليل ظاهرة الانتفاخ في الطبقات السفلى وخاصة الطبقة الترابية.

أما بالنسبة للمواصفات التي يجب أن تتوفر في طبقة الأساس تتمثل فيما يلي:

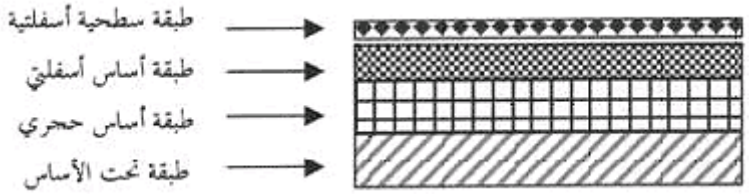
- أن لا تزيد نسبة المار من منخل رقم 200 عن 10%.
- أن لا تتجاوز نسبة التآكل للحبيبات عن 50%.
- أن تدمك دمكا" جيدا".
- أن لا يتجاوز حد الميوعة 25% وحد اللدونة 6%.
- أن لا تحتوي على المواد الناعمة.

4- الطبقة السطحية (Surface Course):

وهي عبارة عن خليط من الحصمة والإسفلت السائل توضع فوق طبقة الأساس وتتكون من طبقة واحدة أو أكثر من الخلطات الإسفلتية الساخنة وتصمم هذه الخلطات حسب معايير معينه تأخذ بعين الاعتبار قوة الخلطة وثباتها ونسبه الفراغات فيها وتدرج الحصمة المستعملة (تفضل التدرج الكثيف المحتوى على حبيبات ذات حجم أقصى مقداره25ملم بالاضافه لتدرجات أخرى في خلطات الإسفلت الرملي) ويجب أن تتناسب مواد الرصفة مع متطلبات التصميم مثلا مقاومتها للتشققات التمساحية وأيضا يجب أن تكون مقاومة للتشوه الثابت الناتج عن زيادة الأحمال المرورية, وتفرش الطبقة الإسفلتية بحيث يكون وجه تأسيسي (Prime coat) ووجه لاصق(Tack (Coat وذلك من أجل زيادة التثبيت ومقاومه تأثير الحت والبري والاهتراء وتامين مقاومة التزحلق الكافية والثابتة للربط بين السطح والأساس ولمساعده كطبقه انشائيه واحده في توزيع الأحمال.
وتلخص أهمية هذه الطبقة فيما يلي:

- توزيع الأحمال بشكل جيد.
- تقليل نفاذ الماء إلى طبقات الرصف السفلية.
- تأمين سطح مقاوم للتزحلق.
- تأمين سطح انسيابي أثناء مرور الشاحنات والسيارات.
- تأمين عدم تشقق السطح.
- تأمين ثبات عال تحت ظروف الجوية والمناخية والمرورية.
- تقاوم تأثير الحت والبري من مرور السيارات والشاحنات.

والشكل التالي يبين طبقات الرصف المرن :



شكل (6-1) طبقات الرصفة المرنة.

6-2-3 الرصف المركب (Composite Pavement):

يحتوي هذا النوع من الرصفات على طبقات إسفلتية وخرسانية وتكون الطبقة الإسفلتية فوق البلاطة الخرسانية كطبقة إكساء (Overlay) بغية إعادة تأهيل أو إصلاح الرصفة وتستخدم الرصفات المركبة عند إعادة الإنشاء لمقاومة الحمولات المرورية العالية في الطرق الإستراتيجية.

6-3 أسباب إعادة التصميم الإنشائي للطريق:

إن طريق الدراسة تحتوي على قاعة أفراح بالإضافة إلى عدد من المدارس وهذا يؤدي إلى زيادة كثافة السيارات بالإضافة إلى أن الطريق تحتوي على شقوق بأنواع مختلفة والتي تعمل على دخول الماء إلى طبقات الطريق بالإضافة إلى دخول الماء عن طريق جوانب الطريق وبالتالي كل هذا يؤثر على صمود الطريق على مدى بعيد ولهذا لا بد من إعادة التصميم الإنشائي للطريق.

6-4 الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة:

لقد قمنا بأخذ عينة من طريق الدراسة وإجراء التجارب عليها بإشراف المهندس فادي مسودة.

6-4-1 تجربة بروكتور المعدلة:

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 الكثافة عند هذه النقطة بالكثافة العظمى Maximum (Density) ونسبة الماء التي تعطي هذه الكثافة تسمى نسبة الماء المثالية (Optimum Moisture Content) حيث أنه في هذه التجربة تكون التربة خالية تماما من الهواء ومشبعة بالماء وبالتالي فإن الهدف الرئيسي من هذه التجربة هو تحديد نسبة الكثافة القصوى الجافة (γ_d) ونسبة الماء المثالية (OMC) .

قمنا بإجراء هذه التجربة مرتين مرة على طبقة (Sub grade) ومرة على طبقة (Base Course) وأثناء إجراء التجربة قمنا باستخدام الأدوات التالية:

1 - قالب بروكتور المعدل مع الغطاء المتحرك.

2- مطرقة بروكتور المعدلة والتي يساوي وزنها (10) باوند ويتم إسقاط هذه المطرقة عن ارتفاع 18 إنش.

3 - وعاء لخلط التراب مع قارورة ماء ومسطرة.

4 - منخل رقم 4" و.¾"

5- جفنات صغيرة.

6- ميزان وفرن للتجفيف.

وتم عمل هذه التجربة بناء على المواصفات الفنية (ASTM D- 698-78... ..AASHTO T – 99)
باستخدام الخطوات التالية:

1- نجهز حوالي 5 كيلو غرام من التربة المارة من منخل رقم 4 والي يتم تحديد نسبة الرطوبة الطبيعية لها , ثم يضاف لها الماء للحصول على محتوى مائي (4%) ثم نخلط التربة جيدا".

2- نقوم بقياس وزن قالب الدمك مع القاعدة.

3- نقوم بدمك التربة على خمس طبقات, وندمك كل طبقة 25 ضربة وأثناء تجهيز الطبقات نقوم بتهشير سطح كل طبقة باستخدام المسطرة الحديدية وذلك حتى تتماسك الطبقات مع بعضها البعض.

4- افصل الحلقة عن القالب وباستخدام المسطرة أزل التربة الزائدة لتتساوي مع سطح القالب ، وفي حالة وجود فجوات أضف مواد ناعمة أو خشنة لملء الفراغات.

5- نقيس وزن القالب القياسي مع القاعدة والتربة المدموكة.

6- نفصل القاعدة ثم أستخرج عينة التربة.

7- نأخذ عينة من التربة المدكوكة من أسفل ووسط وأعلى القالب (حوالي 100غرام) لتحديد المحتوى المائي.

8- أمزج التربة مع التربة المتبقية وأضف 2% من الماء وأخلطها جيدا".

9- أكرر الخطوات من (8-4) عدة مرات حتى الأحظ أن وزن القالب مع القاعدة والتربة بدأ يقل رغم زيادة الماء ثم أسجل بعدها محاولتين.

10- بعد حساب الكثافة الجافة للتربة نقوم برسم منحنى العلاقة بين الكثافة الجافة والمحتوى المائي على رسم بياني والكثافة الجافة القصوى تمثل أعلى نقطة من المنحنى ويمثل المحتوى المائي لهذه النقطة المحتوى الرطوبي الأمثل.

وتضمنت هذه التجربة القوانين والحسابات التالية:

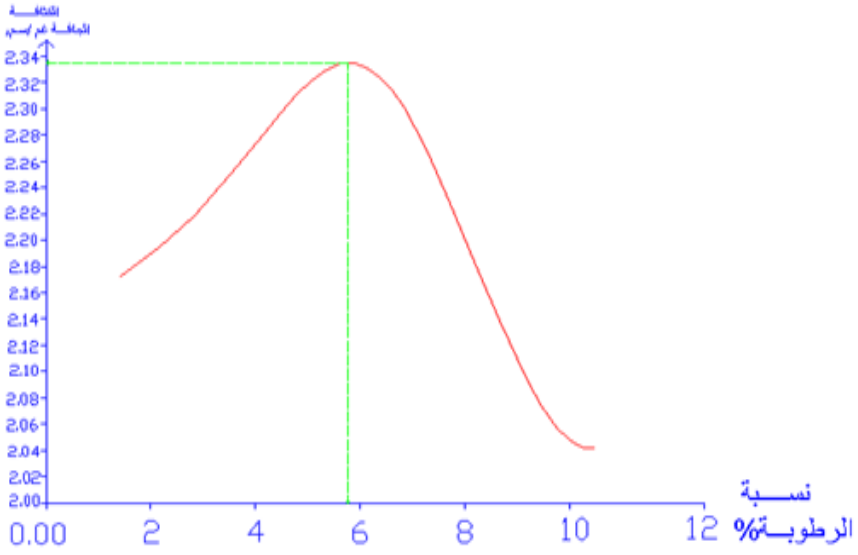
- ✓ نسبة الماء=w_c
- ✓ وزن القالب فارغ =7747 غرام.
- ✓ نسبة الماء= $\frac{\text{وزن الماء}}{\text{وزن العينة الجافة}}$
- ✓ الكثافة الرطبة =$\frac{\text{وزن العينة الرطبة}}{\text{حجم القالب}}$
- ✓ الكثافة الجافة= $\frac{\text{الكثافة الرطبة}}{1+\frac{\text{نسبة الماء}}{100}}$
- ✓ وزن الماء= (وزن العينة الرطبة مع القالب – وزن العينة الجافة مع القالب).
- ✓ وزن العينة الجافة =(وزن العينة الجافة مع القالب – وزن القالب).
- ✓ قطر القالب = 15.2 سم.
- ✓ ارتفاع القالب = 11,58 سم .
- ✓ حجم القالب= (نصف القطر)^2 * π* الارتفاع وبالتالي فإن حجم القالب يساوي 3سم 2101.28 =11.58*3.14*2^(7.6)
- ✓ تجربة بروكتور المعدلة عند 55 ضربة للبيزكورس :

جدول (6-1) الكثافة الرطبة لعينة Base course.

وزن العينة + القالب (غم)	وزن العينة (غم)	حجم القالب(غم)	الكثافة الرطبة (غم/سم^3)
12396	4550	2101.28	2.213
12556	4810	2101.28	2.289
12930	5184	2101.28	2.467
12558	4812	2101.28	2.29
12495	4749	2101.28	2.26

جدول (6-2) الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينة Base course.

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^3) γ_w	وزن التربة الجافة (غم)	نسبة الرطوبة w_c	الكثافة الجافة (غم/سم3) γ_d
1	B-5	31.23	228.37	224.96	3.41	2.213	193.73	1.76	2.17
2	B-6	31.65	285.9	278.25	7.65	2.289	246.6	3.1	2.22
3	A-6	31.2	280.73	267.14	13.59	2.467	235.94	5.76	2.33
4	D-13	31.78	269.26	248.73	20.53	2.29	216.95	9.46	2.09
5	E-13	30.77	328.65	299.95	28.7	2.26	269.18	10.66	2.04



الشكل (6-2) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة(Base cource).

ومن الشكل السابق يتبين أن نسبة الرطوبة المثالية = 5.76 %

✓ تجربة بروكتور المعدلة عند 55 ضربة لعينة Sub grade:

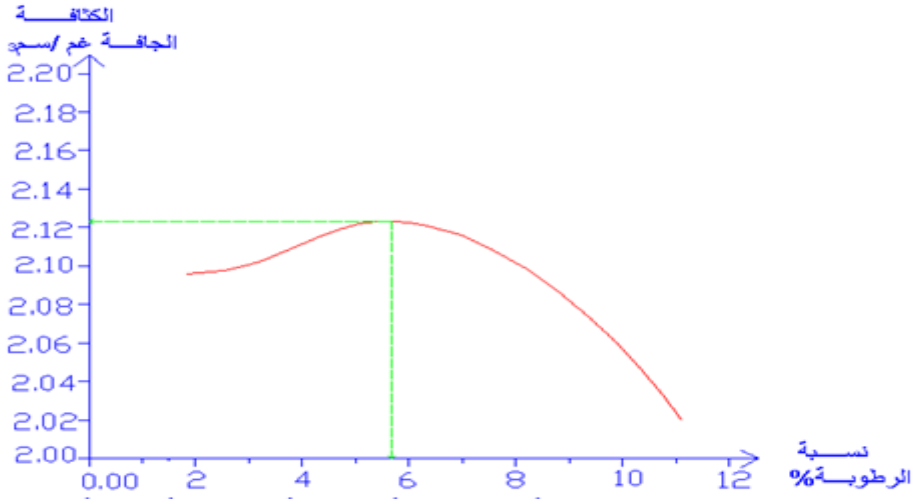
الجدول (6-3) الكثافة الرطبة لعينة sub grade course.

وزن العينة والقالب	وزن العينة(غم)	وزن العينة	الكثافة الرطبة(غم/سم^3)
12262	4516	2101.28	2.149
12327	4581	2101.28	2.18
12453	4707	2101.28	2.24

2.267	2101.28	4764	12510
2.259	2101.28	4747	12493

الجدول (4-6) الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينة sub grade course.

رقم العينة	رقم الجفنة	وزن الجفنة فارغة (غم)	وزن الجفنة والتربة الرطبة (غم)	وزن الجفنة +التربة الجافة (غم)	وزن الماء (غم)	الكثافة الرطبة (γ_w (غم/سم^3)	وزن التربة الجافة (غم)	نسبة الرطوبة w_c	الكثافة الجافة (γ_d (غم/سم3
1	B-5	31.23	240.93	235.69	5.24	2.15	204.46	2.56	2.10
2	B-6	31.65	277.65	268.86	8.79	2.18	237.21	3.71	2.10
3	A-6	31.2	292.21	278.21	14.00	2.24	247.01	5.67	2.12
4	D-13	31.78	299.27	271.65	27.62	2.28	239.87	11.52	2.03
5	E-13	30.77	335.87	303.53	32.34	2.26	272.76	11.86	2.02



الشكل (3-6) العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة(Sub grade Course).

2-4-6 نسبة تحمل كاليفورنيا CBR (California Bearing Ratio):

وهو عبارة عن قياس الحمل اللازم لغرز إبرة ذات قطر معين وبسرعة معينة في عينة التربة عند قيم محددة للمحتوى المائي والكثافة، وحساب نسبة هذا الحمل أو الضغط إلى الحمل أو الضغط القياسي عند الغرز للإبرة مقداره 2.5ملم أو5ملم ويعطي هذا الاختبار معلومات عن مدى انتفاخ التربة ومقدار القوة المفقودة للتربة عندما تكون التربة مشبعة بالماء ، كما تعطي نسبة التحمل لكاليفورنيا تصوراً عن تصرف التربة تحت الإسفلت (مواد الأساس) ، ويمكن عمل الاختبار في الحقل أو المعمل, ويوضح الجدول التالي بعض القيم لنسبة التحمل.

ويوضح الجدول التالي بعض قيم نسبة تحمل كاليفورنيا بناء على النظام الموحد (USC) ونظام الآشتو(AASHTO):

جدول رقم (6-5) يوضح بعض قيم نسبة التحمل (CBR).

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

والجدول التالي يبين المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن:

جدول (6-6) المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن .

الطبقة	نسبة تحمل كاليفورنيا (%)
طبقة التأسيس(Sub grade)	8كحد أدنى
أساس مساعد (Sub –base course)	40كحد أدنى
أساس(Base course)	80كحد أدنى

وتستخدم القيم القياسية الموضحة في الجدول التالي لحساب نسبة التحمل:

جدول(6-7) حساب نسبة التحمل (CBR).

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

والشكل التالي يبين الجهاز المستخدم في إجراء هذه التجربة:

شكل (6-4) الجهاز المستخدم في تجربة(CBR).

تكمن أهمية اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا في أنه يُساعد في الحكم على قابلية عمل طبقة التربة كطبقة أساس أو أساس مساعد في الطريق وأيضا" يُساعد في تصميم سُمك رصفة الطريق(Pavement thickness) ، وتوجد لهذا الغرض منحنيات خاصة.

ويمكن تلخيص مبدأ هذا الفحص كما يلي :
يتم غرز أداة قياسية أسطوانية الشكل (مكبس) في التربة وبسرعة محددة، ومن خلال العلاقة بين قوة الغرز أو مقاومة الغرز وقيمة الغرز (Load-Penetration relationship) (يمكن إيجاد قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)وتعّرف قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا بأنها النسبة بين الأحمال اللازمة لغرز المكبس الأسطواني (مساحته 3 إنش مربع) مسافة معينة داخل عينة مدموكة من التربة لها رطوبة وكثافة معينتين، وبين الأحمال القياسية اللازمة لغرز المكبس لنفس العمق في عينة قياسية من الأحجار المكسرة(Crushed stone).

وبما أن قيمة تحمل كاليفورنيا تلزم للتربة المدموكة، فإن الفحص في المختبر يجري على عينة التربة بعد إيصالها إلى نسبة الدمك المطلوبة، أي عندما تكون لها كثافة مشابهة لكثافة التربة المطلوبة بعد دمكها، وكذلك، عند نفس محتوى الرطوبة (محتوى الرطوبة المثالي). ولهذا، فإن فحص الدمك لعينة معينة من التربة يسبق فحص نسبة تحمل كاليفورنيا لها، لأنه يعطي محتوى الرطوبة المثالي (Optimum moisture)والكثافة الجافة القصوى (Maximum dry density)للتربة و يجب ملاحظة أنه عندما تكون نسبة التحمل عند اختراق 5.00ملم أكبر من نسبة التحمل عند اختراق 2.5 ملم يجب إعادة الاختبار مرة أخرى .

لقد تم إجراء الاختبار بناء على المواصفات الفنية (ASTM D – 1883 - 87) و (AASHTO T – 193- 81) وباستخدام الأدوات التالية:

1- قالب الدمك الأسطواني (Mold) المستخدم في اختبار الدمك المعدل.

2- حلقة Collar وقاعدة Base Plate .

3- مطرقة الدك Rammer اليدوية.

4- آلة قياس الضغط مثبت عليها إبرة الاختراق.

5- ميزان وفرن تجفيف.

تم عمل الاختبار بناء على الطريقة التالية:

1- نجهز حوالي 5 كيلو غرام من التربة المارة من منخل رقم 4 ونخلطها جيدا" مع كمية الماء المناسبة تبعا" للمحتوى المائي المطلوب.

2- نأخذ عينات من التربة لتحديد المحتوى المائي.

3- نحسب وزن القالب الاسطواني (Mold) بدون الحلقة والقاعدة.

4- نربط القاعدة والحلقة المعدنية والإسطوانة مع القالب ثم نضع ورقة الترشيح.

5- ندمك التربة حسب طريقة الدمك المعدلة التي تم إجراؤها في اختبار الدمك المعدل السابق.

6- نفصل الحلقة المعدنية عن القالب الاسطواني ثم نزل التربة الزائدة ليتساوى سطح التربة مع سطح القالب وفي حالة وجود فجوات نضيف تربة لسدها من نفس التربة.

7--نفصل القاعدة والاسطوانة ثم نحسب وزن القالب الأسطواني مع التربة ، ومنه نحدد وزن وكثافة التربة.

8- نضع ورقة ترشيح على القاعدة ثم أقلب العينة وأربط القالب مع القاعدة.

9--نضع العينة في آلة قياس الضغط ثم نضع أوزاناً لا تزيد عن 4.5كيلو جرام ونصفّر مؤشر الضغط وكذلك مؤشر الاختراق.

10- نقوم بزيادة قيمة الضغط والاختراق للعينة.

11- بعد انتهاء الاختبار نستخرج عينة التربة ثم نأخذ عينات من الثلث الأول والوسط والأخير لتحديد المحتوى المائي للتربة المدموكة.

12- نرسم منحنى الضغط (كيلو باسكال) مع الاختراق (ملم) ثم نسجل مقدار الاختراق عند 2.5 ملم و5ملم ثم نحدد قيمة التحمل باستخدام المعادلة التالية:

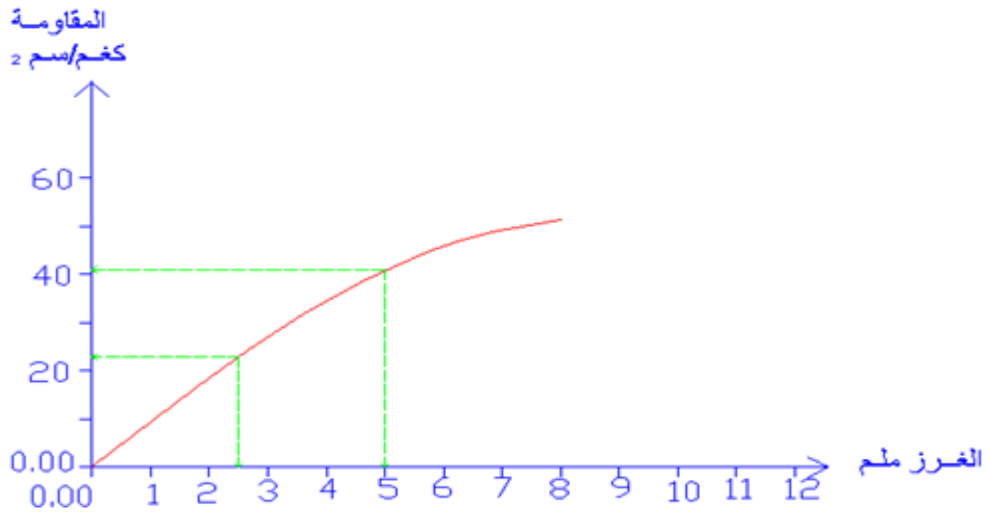
$$\text{نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)} = \frac{\text{مقدار الضغط في الاختبار}}{\text{مقدار الضغط القياسي}} * 100\% \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 6.1$$

بعد عمل الاختبار نقوم برسم المنحنى بين القوة على المكبس وقيمة الغرز المماثلة ويتم الحصول على الحمل المسبب للاختراق عند 2.5و5ملم وفي بعض الحالات نتيجة عدم استواء سطح العينة يكون المنحنى مقعرا" لأعلى ويتم عمل تصحيح للمنحنى عن طريق رسم مماس في أعلى نقطة ميل ويستمر حتى يقطع المحور الأفقي (محور الغرز) ,ثم يزاح المنحنى لليسار حتى تلتقي نقطة التقاطع هذه مع نقطة الأصل وهذا يعطي المنحنى الذي يمكن أخذ منه قيمة (CBR).يكافئ القياسي عند 2.5 ملم :70.35كغم/ سم 2 والحمل القياسي عند 5 ملم يساوي105.53 كغم/ سم 2.

✓ الجداول والأشكال التالية تم الحصول عليها بعد إجراء التجربة:

الجدول (6-8) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 10 ضربات لطبقة(Base course).

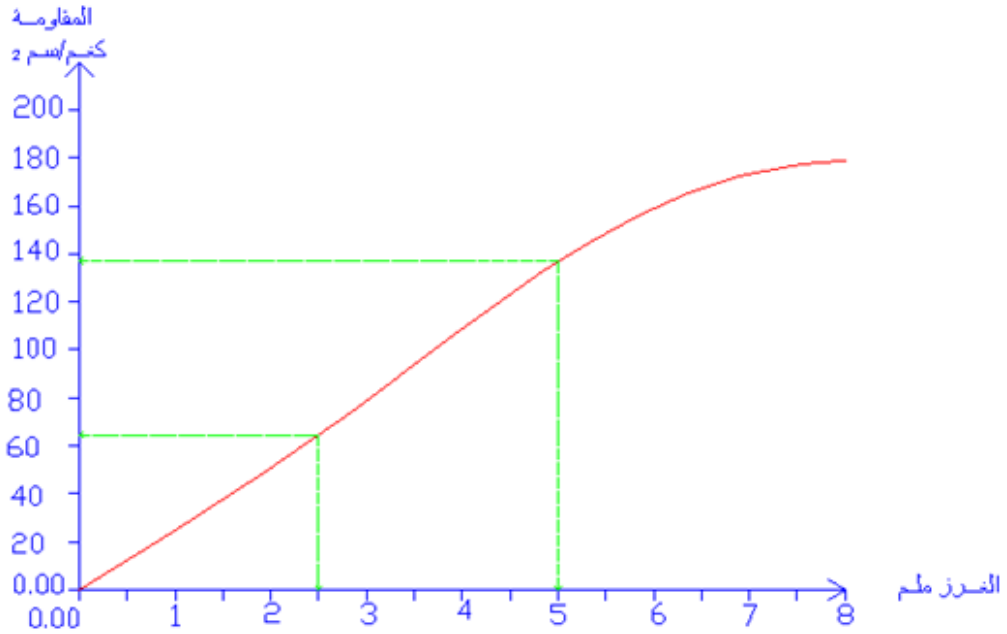
المقاومة بعد تعديل المنحنى ($كغم/سم^2$)	Load (kg)	الغرز (mm)
8.470	105.84	0.5
13.898	191.52	1
17.153	254.52	1.5
18.191	351.99	2
25.897	471.33	2.5
28.256	538.38	3
32.486	589.68	3.5
36.070	695.61	4
39.654	752.76	4.5
41.163	797.31	5
44.821	841.68	5.5
45.277	889.56	6
47.651	927.36	6.5
51.873	945.00	7
52.871	967.68	7.5
54.983	1008	8



شكل (5-6) العلاقة الغرز والمقاومة عند 10ضربات لطبقة (Base Course).

الجدول (6-9) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 30 ضربة لطبقة (Base course).

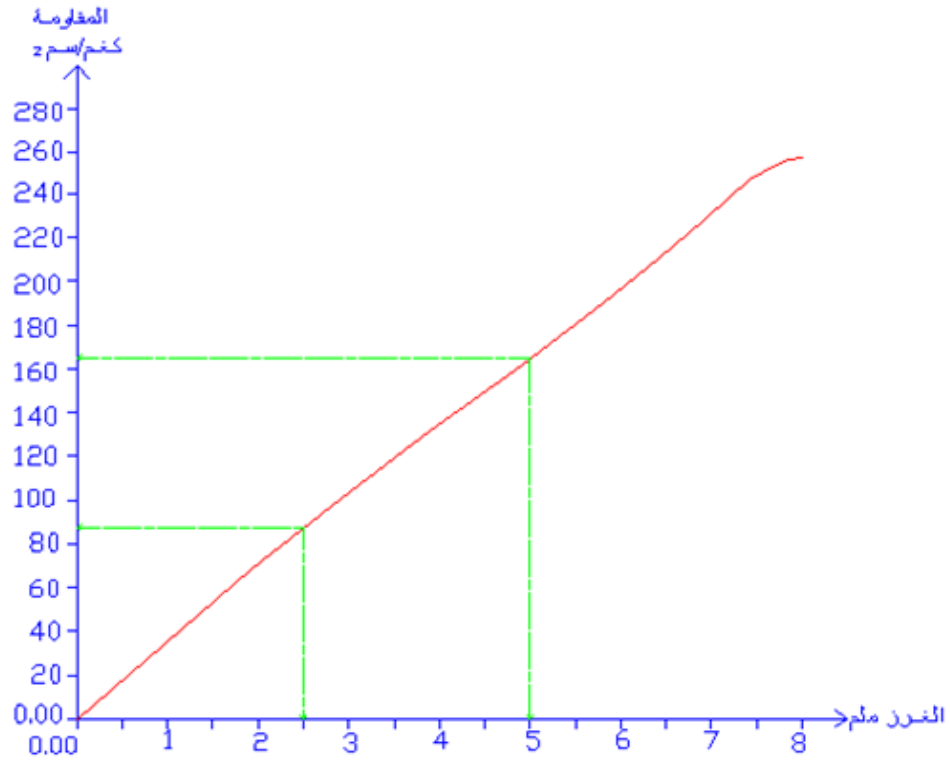
المقاومة بعد تعديل المنحنى (كغم/سم2)	Load (kg)	الغرز (mm)
11.200	216.72	0.5
216.5	517.59	1
38.809	750.96	1.5
51.702	1000.44	2
63.684	1232.28	2.5
80.541	1566.72	3
96.431	1875.24	3.5
110.541	2134.08	4
124.612	2407.32	4.5
139.234	2687.22	5
140.330	2908.89	5.5
160.761	3104.64	6
170.541	3299.58	6.5
174.990	3391.02	7
177.431	3425.31	7.5
179.460	3472.56	8



شكل (6-6) العلاقة الغرز والمقاومة عند 30ضربات لطبقة (Base Course).

الجدول (6-10) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 65 ضربة لطبقة (Base course).

المقاومة بعد تعديل المنحنى (كغم/سم2)	Load (kg)	الغرز (mm)
19.144	370.44	0.5
36.205	700.56	1
53.395	1033.2	1.5
65.122	1389.24	2
86.271	1669.23	2.5
83.561	2032.83	3
120.335	2328.48	3.5
136.223	2635.92	4
158.331	2917.44	4.5
167.088	3233.16	5
180.453	3751.56	5.5
201.674	4057.2	6
219.453	4161.24	6.5
232.465	4498.2	7
258.723	4838.58	7.5
260.860	4989.6	8



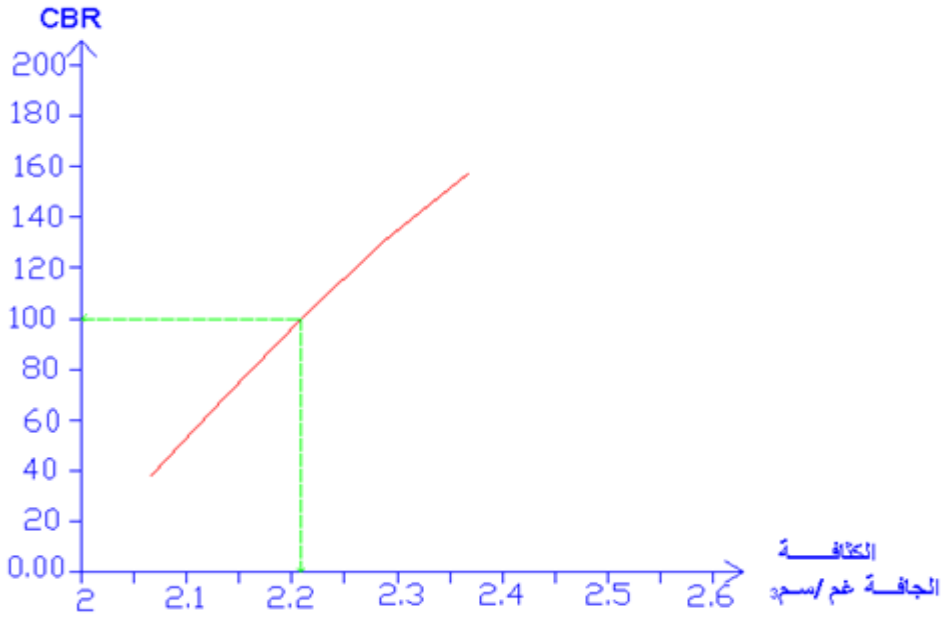
شكل (6-7) العلاقة الغرز والمقاومة عند 65ضربات لطبقة (Base Course).

وهذا المثال يوضح كيفية حساب قيمة نسبة تحمل كاليفورنيا عند 10ضربات وغرز 2.5ملم لطبقة (Base Course) :

$$CBR = \frac{25.896}{70.35} \rightarrow .3681cm$$

الجدول (6-11) الكثافة الجافة للقوالب الثلاثة وقيم CBR لعينة (Base course).

عدد الضربات	الكثافة الجافة (غم / سم^3)	CBR عند 5 mm	CBR عند 2.5 mm
10	2.067	39.045	36.810
30	2.289	131.597	90.520
65	2.367	158.333	122.623

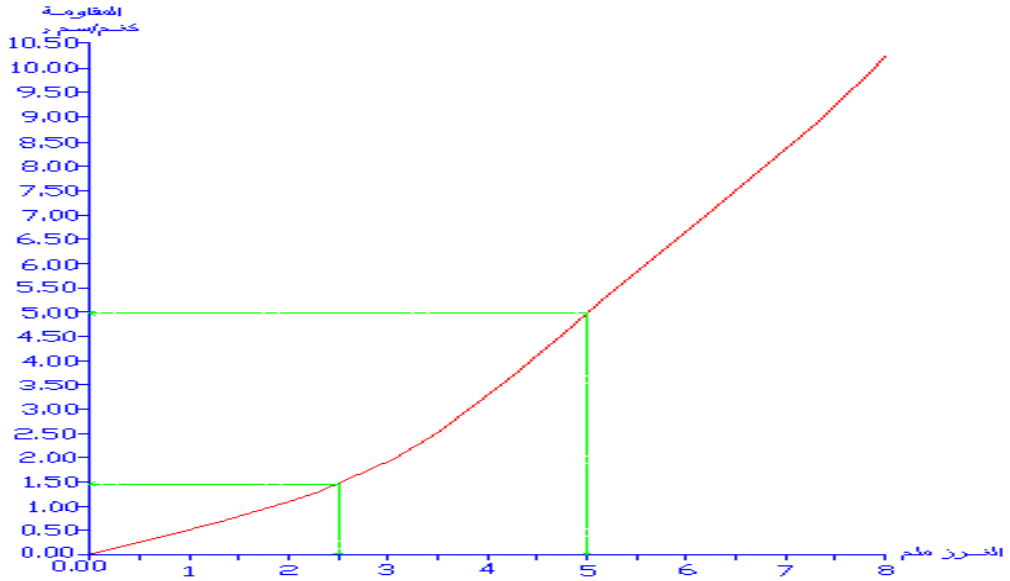


شكل (6-8) العلاقة بين الكثافة الجافة ونسبة تحمل كاليفورنيا عند غرز 5ملم لطبقة (Base course).

- ✓ يتم حساب قيمة CBR عند كثافة 95% من أعلى قيمة للكثافة الجافة أي عند 55 ضربة وتساوي 2.21 وذلك حسب المواصفات الأردنية المتبعة في فلسطين حيث أنها تساوي 100%.

الجدول (6-12) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 10 ضربات لطبقة (sub grade.)

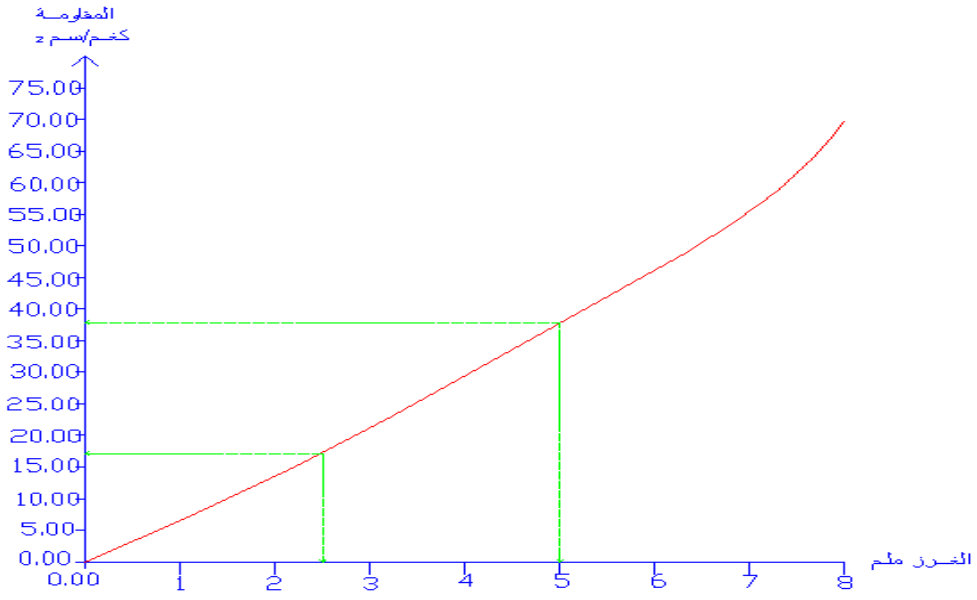
المقاومة بعد تعديل المنحنى (كغم/سم^2)	Load (kg)	الغرز (mm)
0.258	4.988	0.5
0.527	10.194	1
0.776	15.0212	1.5
1.209	23.400	2
1.494	28.913	2.5
1.903	36.815	3
2.556	49.451	3.5
3.259	62.961	4
4.203	81.327	4.5
4.960	95.974	5
5.759	111.444	5.5
6.656	128. 800	6
7.510	145.313	6.5
8.306	160.726	7
9.208	178.174	7.5
10.251	198.365	8



شكل (6-9) العلاقة بين المقاومة والغرز عند 10ضربات لعينة (Sub grade).

الجدول (6-13) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 30 ضربة لطبقة (sub grade).

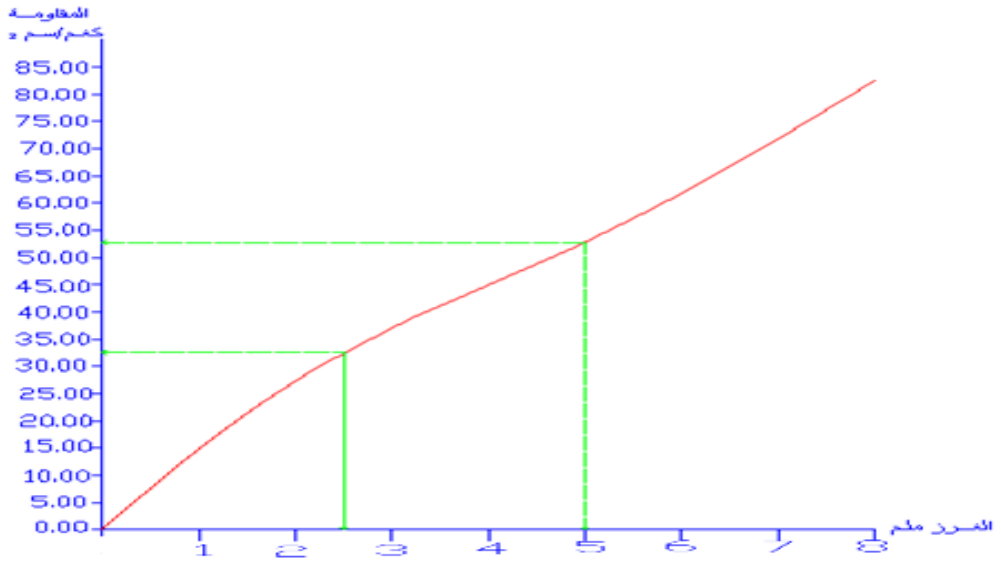
المقاومة بعد تعديل المنحنى (كغم/سم2)	Load (kg)	الغرز (mm)
3.003	58.105	0.5
7.007	135.587	1
11.002	212.892	1.5
13.506	261.336	2
17.361	335.935	2.5
21.507	416.155	3
26.010	503.285	3.5
29.019	561.525	4
34.008	658.046	4.5
37.539	726.280	5
42.210	816.607	5.5
46.504	899.861	6
51.431	995.187	6.5
56.126	1086.045	7
61.535	1190.711	7.5
69.561	1346.015	8



شكل (6-10) العلاقة بين المقاومة والغرز عند 30ضربات لعينة (Sub grade).

الجدول (6-14) العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 65ضربة لعينة (Sub grade).

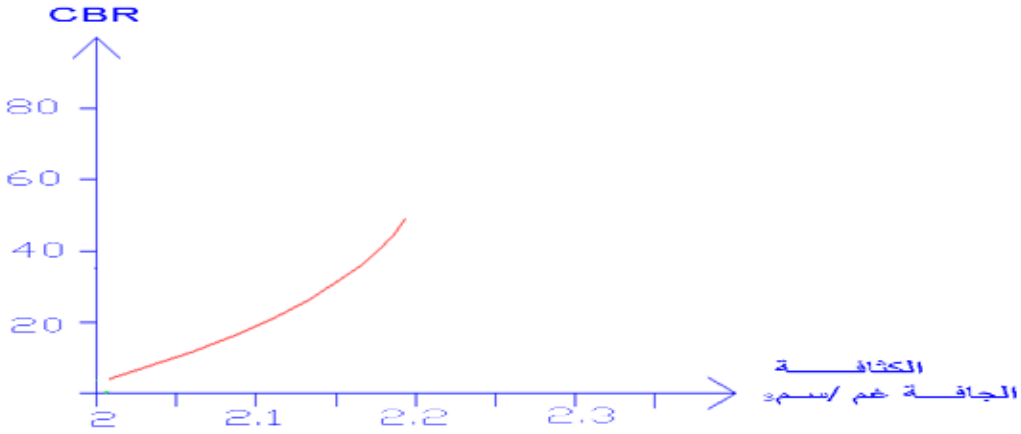
المقاومة بعد تعديل المنحنى (كغم/سم2)	Load (kg)	الغرز (mm)
7.509	145.291	0.5
15.008	290.413	1
22.007	425.832	1.5
27.510	532.313	2
33.037	639.267	2.5
37.5056	725.735	3
41.486	802.751	3.5
45.003	870.799	4
49.080	949.703	4.5
53.481	1034.847	5
57.568	1113.94	5.5
62.541	1210.163	6
66.501	1286.794	6.5
72.270	1398.424	7
76.403	1478.394	7.5
82.506	1596.485	8



شكل (6-11) العلاقة بين المقاومة والغرز عند 30ضربات لعينة (Sub grade).

الجدول (6-15): الكثافة الجافة للقوالب الثلاثة وقيم CBR لعينة Sub grade.

عدد الضربات	الكثافة الجافة (غم / سم^3)	CBR عند 5 mm	CBR عند 2.5 mm
10	2.010	4.7	2.124
30	2.160	35.567	24.687
65	2.190	50.678	46.961



شكل (6-12) العلاقة بين الكثافة الجافة ونسبة تحمل كاليفورنيا عند غرز 5 ملم لعينة (Sub grade).

- ✓ يتم حساب قيمة CBR عند كثافة 95% من أعلى قيمة للكثافة الجافة عند 55 ضربة =2.01 وذلك حسب المواصفات الأردنية المتبعة في فلسطين حيث أنها تساوي 4.7 %.

جدول (6-16) نسبة كاليفورنيا لكل طبقة.

الطبقة	CBR
Base course	100
Sub grade	4.7

وبعد مراجعة المشرف تم الاتفاق على اخذ قيمة CBR لطبقة البيز كورس 80 كونها اقل قيمة CBR لمادة البيزكورس المسموح استخدامه في الطرق,وبسبب ضعف طبقة (Sub grade) سيتم استبدالها بطبقة (Rock fill) لها قيمة CBR= 40 .

هنا بعض الصور للاعمال المخبرية للعينات :

-

-

شكل (6-13) صور من الاعمال المخبرية للعينات

5-6 تصميم الرصفة المرنة: [3]

تم تصميم الرصفة المرنة بناء على نظام AASHTO:

(American Association of State Highway and Transportation Officials)

1-5-6 حساب قيمة Equivalent Accumulated 18000 Single Axle Load. (ESAL)

عند تصميم أي طريق يجب أن تكون بيانات أحجام وأحمال المرور المتوقعة متوفرة لعملية التصميم الإنشائي للطريق وقد تم أخذ أحجام المرور الواقعة على طريق المشروع من الفصل السابق(حجم المرور).

1-1-5-6 الحمل المكافئ لمحور مفرد:

يعرف الحمل المكافئ لمحور مفرد على أنه حمل قياسي على محور مفرد يسبب أثراً في الرصف عند موضع محدد فيه مساوياً لما يسببه حمل المحور المعني في نفس الموضع المحدد.

2-1-5-6 معامل حمل المحور المكافئ:

المعامل المكافئ لحمل المحور لمركبة ما هو نسبة التأثير لكل مرة تمر فيها المركبة على رصف معين إلى التأثير الذي يحدثه مرور الحمل المحوري المفرد القياسي على نفس الرصف. ويتم التعبير عن عدد مرات تكرار الحمل الذي يؤدي إلى وصول الرصف لنهايته المقبولة بصلابة طبقة الرصف, ويتم التعبير عن صلابة طبقات الرصف بالرقم الإنشائي(SN) ويكون مستوى الخدمة النهائي (PT) للطرق الرئيسية (ذات المرور الثقيل) مساويا"2.5 والطرق المحلية والثانوية (ذات المرور المتوسط) مساويا" 2.00. بينما القيمة الابتدائية لدليل مستوى حالة الرصف بعد الانتهاء من تنفيذ الرصف مباشرة تتراوح قيمتها بين 4.2إلى4.5تبعاً لجودة التنفيذ.

القيمة النهائية هي أقل مستوى حالة يسمح به في نهاية فترة التحليل وذلك قبل اللجوء لعمل أي نوع من أنواع الصيانة الجسيمة كالتغطية أو إعادة الإنشاء .

حيث أن:

PSI= present Serviceability index

وتتراوح قيمتها من 0 إلى 5, وتشتمل على الآتي:

Initial serviceability index (p_i) & terminal serviceability index (p_t).

P_i =4.5 للظروف الجيدة.

Pt= 2.5 للطرق الرئيسية (for major highway) و 2 للطريق متدني المستوى (for lower class highway).

$$\Delta PSI = \text{pi} - \text{pt} = 4.5 - 2.5 \rightarrow 2 \quad \ldots\ldots 6.2$$

أما المحور القياسي فمقـداره 18000رطل (80000 كيلو نيوتن) وباستخدام قيم المعاملات المكافئة لأحمال المحاور التي تمر على الطريق خلال الفترة التصميمية وتبعاً لمعامل النمو وحجم المرور اليومي

[3] مرجع رقم (8)

مصنفاً حسب نوع المركبات ونسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية يتم حساب قيمة الحمل التصميمي المكافئ على الطريق من العلاقة التالية:

$$ESAL = f_d * G_f * AADT * 365 * N_i * f_E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 6.3$$

حيث أن :

ESAL=Equivalent Accumulated 18000 Single Axle Load.

f_d= Design lane factor.

G_f= Growth factor.

$AADT$ = First year annual average daily traffic.

N_i= number of axles on each vehicle.

f_E= load equivalency factor.

✓ يتم الحصول على قيمة (f_d) من الجدول التالي:

الجدول(6-17) نسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية (f_d).

عدد حارات الطريق في الاتجاهين	نسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية من حجم مركبات النقل الكلي
2	50%
4	45%
6 أو أكثر	40%

الطريق المراد تصميمها تحتوي على مسرب في كل اتجاه, وبالتالي فإن قيمة (f_d) تكون المقابلة للرقم 2 من الجدول السابق أي (50%).

✓ أما قيمة(G_f) فيتم الحصول عليها من الجدول التالي:

جدول (6-18) معامل النمو (G_f)

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

تم أخذ مدة التصميم المستقبلي 20 سنة ونسبة الزيادة المتوقعة في النمو (4%) وبالتالي فإن قيمة (G_f) تكون مساوية (29.78%).

- ✓ بعد حساب قيمة (G_f) يتم تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية ,ويتم الحصول على الأحمال القياسية لأنواع المركبات من الجدول التالي:

جدول (6-19) تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية[4](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	0.0003	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	0.001	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	0.003	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

[4] مرجع رقم (8)

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

من الجدول السابق تم الحصول على معامل الحمل المكافئ(Load equivalency factor) بناء على أن الحمل الواقع على (Passenger car) مساوي 10 Kn/axle والحمل الواقع على (tow axle single unit trucks) مساوي 100 Kn/axle والحمل الواقع على (three axle single unit trucks) مساوي 110 Kn/axle وبالتالي فإن قيم معامل الحمل المكافئ التي تم الحصول عليها من الجدول أعلاه كما يلي:

Load equivalency factor for Passenger car (f_E) =0.0003135

Load equivalency factor for tow axle single unit trucks (f_E) = 0.1980889

Load equivalency factor for three axle single unit trucks (f_E) = 0.29491

تم الحصول على عدد ونسبة كل نوع من أنواع المركبات من الفصل السابق(حجم المرور) وتم وضعها في الجدول التالي:

جدول (6-20) عدد ونسبة كل نوع من أنواع المركبات

اليوم	نسبة عدد المركبات (%)					
	2-axle(Passenger)		2-axle		3-axle	
	العدد	النسبة (%)	العدد	النسبة (%)	العدد	النسبة (%)
الجمعة	50	92.6	3	5.6	1	1.9
السبت	75	91.5	6	7.3	1	1.2
الأحد	94	92.2	7	6.9	1	0.98
الاثنين	87	93.5	5	5.4	1	1.1
الثلاثاء	85	91.4	7	7.5	1	1.1
الأربعاء	92	93.9	5	5.1	1	1.0
الخميس	80	95.2	3	3.6	1	1.2
المجموع	93%			6%		1%

وأيضا تم الحصول من الفصل السابق (حجم المرور) على عدد السيارات الصغيرة في الساعة الواحدة (215) سيارة .

- ✓ قمنا بإيجاد عدد السيارات في اليوم الواحد كما يلي:

(215*8) + (215*12*.2) =2236 سيارة/يوم.

- ✓ حساب قيمة (ESAL) حسب المعادلة (6.3):

ESAL (passenger):

$=0.5*29.78*2236*365*0.93*2*0.0003135 \rightarrow 0.007086*10^6$

ESAL (tow axle single unit trucks):

$=0.5*29.78*2236*365*0.06*2*0.1980889 \rightarrow 0.288869*10^6$

ESAL (three axle single unit trucks):

$=0.5*29.78*2236*365*0.01*3*0.29491 \rightarrow 0.107515*10^6$

ESAL (total) = $0.403470*10^6$

6-5-2 حساب سماكة طبقات الرصف: [5]

الهدف من طريقة التصميم المستخدمة هو إيجاد طبقات رصف لها رقم إنشائي (SN) كافي لتحمل الأحمال التي يتعرض لها الطريق.

6-5-2-1 معامل الرجوعية (Mr):

يعتبر معامل الرجوعية مقياساً لمقاومة أي طبقة من طبقات القطاع الإنشائي للرصف والتي يمكن تحديدها بدءاً من طبقات تربة التأسيس فالأساس المساعد ثم الأساس فطبقات الرصف الإسفلتية ويتم إيجاد قيمة هذا المعامل عن طريق إجراء التجارب المخبرية المناسبة لكل طبقة وحسب نوع المواد المستخدمة في هذه الطبقات ,وعموماً في حالة عدم التمكن من إجراء مثل هذه التجارب يمكن تقدير قيمة تقديرية لهذه المعاملات بناء على نتائج اختبارات نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) والتي تعتبر من التجارب الشائعة في معظم معامل الطرق ، فبالنسبة لتربة التأسيس تكون العلاقة بين معامل الرجوعية (Mr) ونسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) كالآتي :

for CBR of 10 or less

$M_r\ (lb/in^2) = 1500\ CBR$ .....Equation 6.4

for R of 20 or less

$M_r\ (lb/in^2) = 1000 + 555 \times R\ value$ .....Equation 6.5

حيث R: معامل الموثوقية

ومما يجب التنبيه له أن هذه العلاقة قابلة للتطبيق للتربة التي تقل نسبة تحمل كاليفورنيا عن 10٪ وفي حالة كون CBR (10%) فأكثر فيمكن تحديدها بدقة عن طريق إجراء تجربة معامل الرجوعية وبالنسبة لطبقات الأساس من المواد الحصوية فيمكن استخدام قيم معامل الرجوعية المقابلة لنسب تحمل كاليفورنيا المقابلة لها والمبينة في الجدول التالي:

جدول رقم (6-21) معامل الطبقة لطبقة الأساس الحصوية (a2) المقابل لمقدار نسبة تحمل كاليفورنيا للطبقة وكذلك معاملات الرجوعية (Mr)

نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR)	معامل قوة الأساس(a2)	Mr رطل / بوصة 2
20	-	-
25	-	-
30	-	-
40	0.105	21000
55	0.120	25000
70	0.130	27000
100	0.140	30000

[5] مرجع رقم (8)

وبالنسبة لطبقات الرصف السطحية المكونة من الخلطات الإسفلتية يقدر معامل الرجوعية لها بناء على قيم الثبات لتجربة مارشال (Marshall) أو قيم التماسك في اختبار فييم (Hveem) لهذه الطبقات حسب ما هو مبين في الجدول التالي:

جدول (6-22) معامل طبقة الخلطة الإسفلتية (a1) المقابل لمعامل مرونة الطبقة الإسفلتية عند درجة حرارة 20C

معامل المرونة رطل / بوصة2	ثبات مارشال رطل	معامل قوة الطبقة الإسفلتية	التماسك Hveem
125.000	500	0.22	80
150000	750	0.25	95
200000	975	0.30	120
250000	1200	0.33	130
300000	1400	0.36	155
350000	1600	0.39	175
400000	1900	0.42	190

6-5-2-2 الأداء الوظيفي والأداء الإنشائي للرصفة المرنة:

- ✓ الأداء الإنشائي (Structural Performance): ويتمثل بقدرة الرصفة على مقاومة الدمار الذي يمكن إن تتأثر به من حركة المرور والعوامل البيئية , بمعنى أنها تتمثل بالحالة الفيزيائية للرصفة من شقوق وهبوط.
- ✓ الأداء الوظيفي(Functional Performance): وتتمثل بان تلاءم الرصفة احتياجات مستخدمي الطريق من مقاومة الانزلاق وتوفير الأمان.

6-5-2-3 الانحراف المعياري العام (Estimated overall standard deviation):

وبعود إلى التباين في توقعات حركة المرور والاختلاف في أداء رصفة الطريق خلال فترة تجهيز التصميم ويتم الحصول عليها من الجدول التالي:

جدول (6-23) الانحراف المعياري حسب نوع الطريق : [6]

نوع الطريق	S_o
طريق مرنة (Flexible pavement)	0.5-0.4
طريق صلبة (Rigid Pavement)	0.4-0.3

وبما أن الطريق مرنة, تم اعتبار قيمة الانحراف المعياري مساوية (0.5).

[6] مرجع رقم (8)

4-2-5-6 الرقم الإنشائي (SN): [7]

وهو عبارة عن رقم دليلي ناتج من تحليل المرور وتربة التأسيس والقدرة على تصريف المياه من الطبقات والذي يمكن تحويله إلى سمك الطبقات المختلفة لطبقات الرصف المرن عن طريق استخدام معاملات الطبقات والتي تعتمد على أنواع المواد المستخدمة في طبقات الرصف المختلفة ومعامل الطبقة يعرف برمز , a2 a1 لطبقات السطح والأساس على الترتيب وهو عبارة عن العلاقة بين الرقم الإنشائي للرصف وسمك الطبقة بالبوصة وهو يمثل القدرة النسبية للمادة المستخدمة في كل طبقة من طبقات الرصف والتي تشارك في القوة الإنشائية لقطاع الرصف ككل ويتم توزيع الرقم الإنشائي(SN) كالآتي:

$$SN = a1\ D1 + a2\ m2\ D2 + a3\ m3 D3 \quad \ldots\ldots 6.5$$

حيث **t2 ,t1** هي سمك الطبقات المختلفة بينما **m2** تمثل معامل تصريف الأمطار من طبقة الأساس ومعامل الطبقة لطبقة الأساس (**a2**) يمكن ربطه مباشرة بنتائج اختبارات تحمل كاليفورنيا (CBR) والتي يتم إجراؤها تحت أسوأ الظروف المتوقعة في الموقع وذلك كما سبق ذكره في جدول رقم (6-21) حيث يوضح قيم المعامل المقابل لمقدار نسبة تحمل كاليفورنيا لطبقة الأساس , أما معامل الطبقة السطحية الإسفلتية فيتم ربطه بمقدار معامل الرجوعية لها عند درجة حرارة 20 مئوية . يبين جدول (6-22) قيم هذا المعامل المقابل لقيم مختلفة من معامل المرونة أما المعامل **m2** والذي يعكس مقدرة طبقتي الأساس على تصريف الأمطار فيتم تقديرها على أساس سرعة تصريف المياه من الطبقة وعموماً يمكن القول إن درجة التصريف جيدة إذا تم التخلص من المياه خلال 24 ساعة أما إذا احتفظت الطبقة بالمياه لمدة شهر فتعتبر درجة التصريف ضعيفة كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول (6-24) تعريف جودة التصريف:

تزال الماء خلال:	جودة التصريف
ساعتين	ممتاز
يوم واحد	جيد
أسبوع واحد	مقبول
شهر واحد	ردئ
الماء لا تتصرف	ردئ جدا

أما قيمة (m2) فيتم تحديدها حسب ظروف التشغيل m2 كما هو مبين في الجدول التالي:

الجدول(6-25) معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق (mi):

percent of time pavement structure is exposed to moisture levels approaching saturation				
quality of drainage	less than 1 percent	1-5 percent	5-25 percent	greater than 25 percent
excellent	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.2
good	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1
fair	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.8
poor	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.6
very poor	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.4

[7] مرجع رقم (8)

بالنسبة لطريق المشروع تتصرف المياه عن سطح الطريق خلال أسبوع واحد وبمستوى رطوبة (Moisture level) مساوي 30% , أي أن قيمة mi مساوية 0.8.

5-2-5-6 موثوقية تصميم الرصفة المرنة:

يرمز لها بالرمز R أي (Reliability) وهي التي تحدد مستويات الضمان لمقاطع الطريق المصممة لبقائها على قيد الحياة خلال الفترة التصميمية والجدول التالي يوضح مستويات الموثوقية لأنواع مختلفة من الطرق:

جدول (6-26) مدى الموثوقية في تصميم الرصفة المرنة تبعا للتصنيف الوظيفي للطريق:

Functional Classification	Recommended Level of Reliability	
	Urban	Rural
Interstate and Other Freeways	85 - 99.9	80 - 99.9
Principal Arterials	80 - 99	75 - 95
Collectors	80 - 95	75 - 95
Local	50 - 80	50 - 80

على اعتبار ان طريق التصميم طريق شرياني وبالتالي فان مستوى الموثوقية مساوي 99.

والجدول التالي يوضح الانحراف المعياري(ZR) في قيم الموثوقية لتصميم الرصفة المرنة:

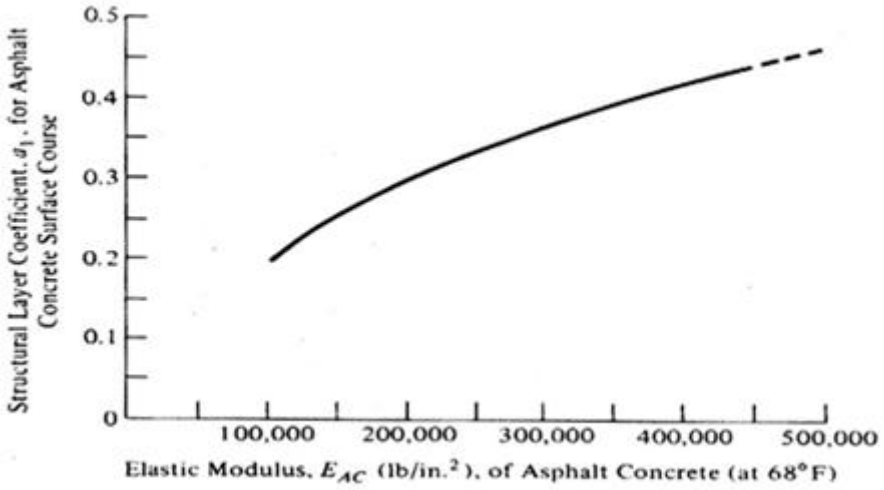
جدول (6-27) قيم ZR بالرجوع لمقدار الموثوقية:

Reliability (R%)	standard normal deviation (ZR)
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881

98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.09
99.99	-3.75

وبأخذ مقدار الثقة 99% ,فإن قيمة (ZR) تساوي**-2.327.**

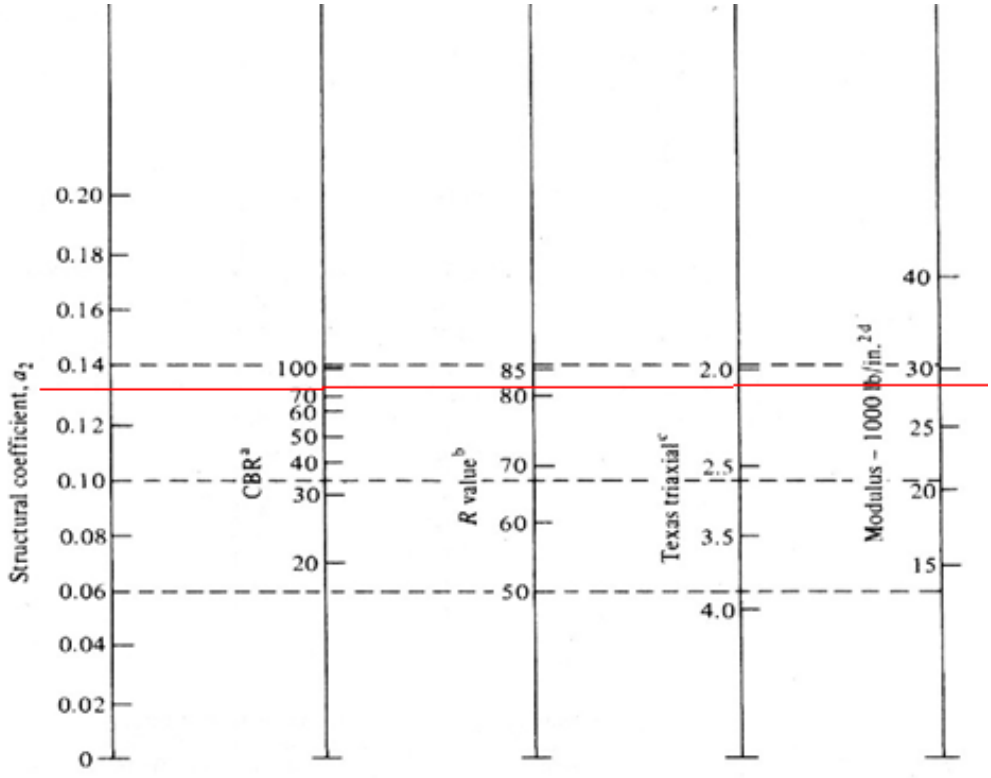
والأشكال التالية تبين معامل طبقة (Base) وطبقة الإسفلت(asphalt):



شكل (6-14) منحنى معامل طبقة الإسفلت السطحية(a1)

حيث أن قيمة Elastic modules عند درجة حرارة 20 درجة سلسيوس أو 68 فهرنهايت تساوي 500000(Ib/in^2) وبالتالي من الشكل السابق تبلغ قيمة **0.46 (a1).**

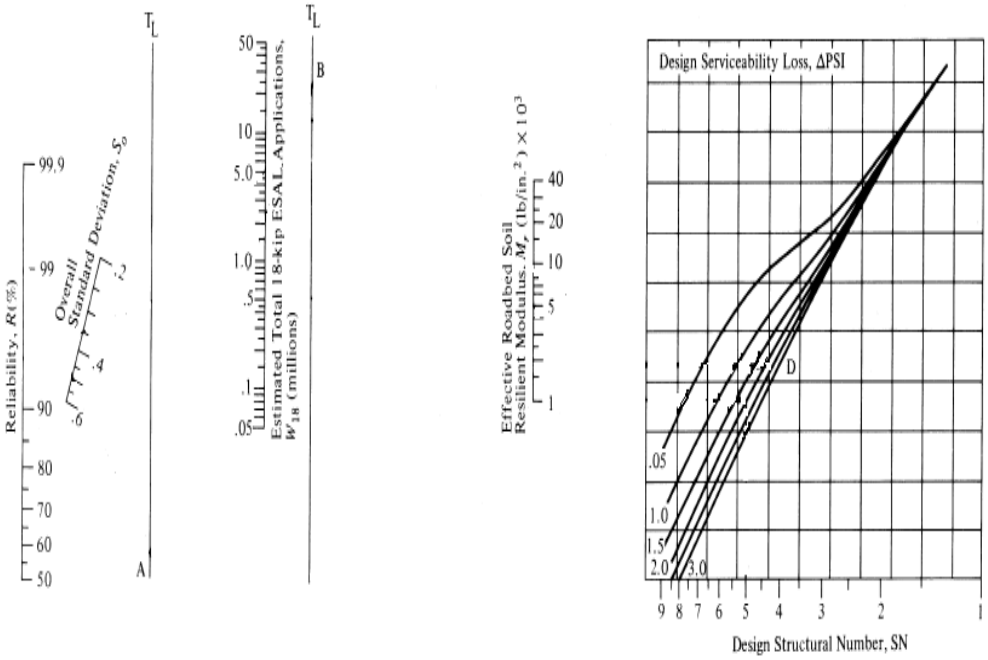
والشكل التالي يبين معامل طبقة (Base) الذي يستوجب معرفة قيمة (CBR),حيث أن هذه القيمة بعد إجراء التجربة كانت 100 , ولكن سوف يتم التصميم في أسوا الظروف في الموقع أي عند قيمة CBR مساوية 80.



شكل (6-15) a2 معامل طبقة (Base)

وبما أن قيمة (CBR)مساوية 80,فان قيمة **a2** من الشكل السابق تكون مساوية **0.132.**

✓ يتم إيجاد الرقم الإنشائي لطبقة (asphalt) وطبقة (Base) عن طريق الشكل التالي:



الشكل(6-16) منحنى لإيجاد الرقم الإنشائي SN لطبقات الرصفة المرنة.

- ✓ يتم العمل على الشكل السابق عن طريق توقيع مقدار الموثوقية (R) المساوي 99%, ثم تم مد خط مستقيم يصل بين مدى الثقة وقيمة الانحراف المعياري المساوي 0.5 ليقطع الخط TL في النقطة (A),ثم يتم مد خط من النقطة (A) ليقطع النقطة (B) عند قيمة ESAL المحسوبة سابقا والمساوية ($0.403470*10^6$) ثم نمد خط من B ليقطع منحنى SN ويمر في قيمة Mr للطبقات والتي تم الحصول علها من قيم CBR من الجدول (6-21),ثم يتم مد خط مستقيم ليقطع منحنى (2) وهو عبارة عن قيمة ΔPSI المحسوبة سابقا" ,ثم يتم قراءة قيمة (SN).

- ✓ إيجاد(SN) لطبقة (Base):

R= 99

S_0=0.5

ESAL =$0.403470*10^6$

CBR = 80 ومن الجدول رقم (6-21) يتم ايجاد قيمة Mrحيث أن :

CBR at(70) = 27000

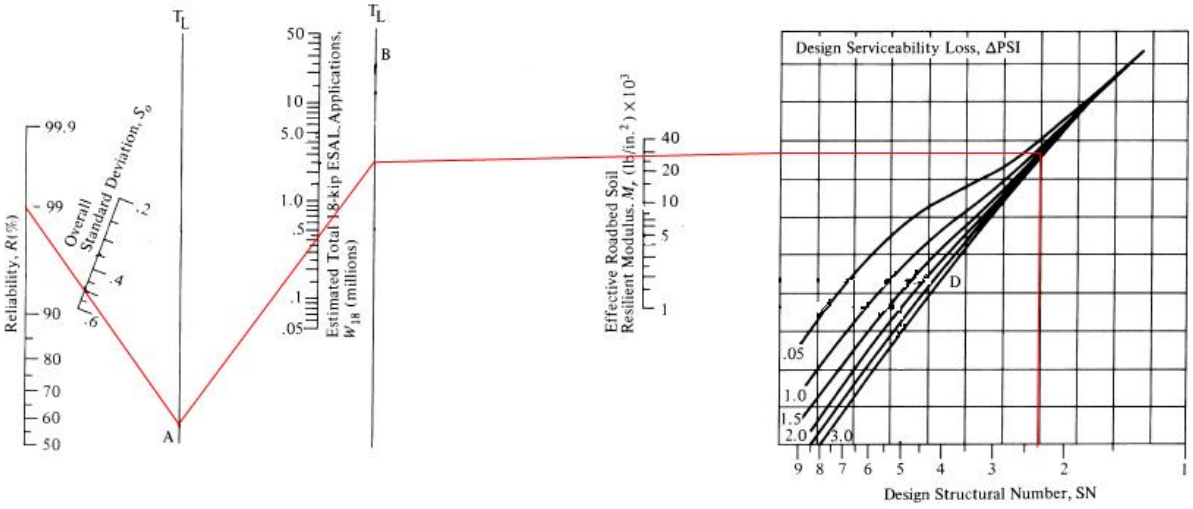
CBR at(80) = ?

CBR at(100) = 30000

يتم إيجاد قيمة (Mr at CBR=80) عن طريق عمل (Interpolation) كما يلي:

$$\frac{100-70}{30000-27000}=\frac{80-70}{X-27000}$$

وبالتالي فإن قيمة (Mr) الناتجة لطبقة (Base) تساوي 28000 Psi, ومن الشكل التالي يتم تحديد(SN1):



الشكل(6-17) منحنى لإيجاد الرقم الإنشائي SN1

من الشكل السابق يتضح أن قيمة **SN1** تساوي **2.25**

- ✓ بعد إجراء تجربة (CBR) لطبقة (Sub grade) , فإن قيمة CBR الناتجة لهذه الطبقة كانت مساوية (4.7) و هذه القيمة تدل على أن طبقة (Sub grade) طبقة ضعيفة جدا",وبالتالي يتم استبدال هذه الطبقة بطبقة (Rock fill) بقيمة (CBR) مساوية 40.

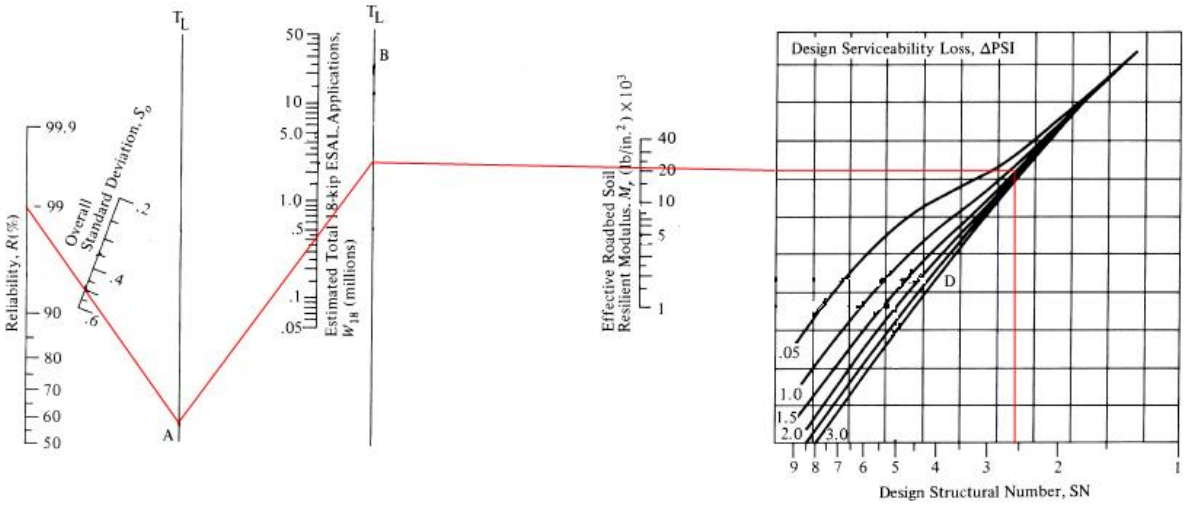
والشكل التالي يوضح قيمة (SN_2):

$R = 99$

$S_0 = 0.5$

$ESAL = 0.403470 * 10^6$

$CBR = 40$ ومن الجدول رقم (6-21) يتم إيجاد قيمة Mr, مساوية 21000 Psi.



شكل (6-18) منحنى إيجاد قيمة (SN2)

من الشكل السابق يتضح أن قيمة **SN_2** تساوي **2.58**

$D1 = SN_1/a_1$

$D1 = \frac{2.25}{0.46} \rightarrow 4.4$ in

$D1 = 4$ in $\rightarrow 4*2.54 = 10.16$

D1=10 cm

$SN_1 = a_1 * D1$

$SN1 = 0.46*4 \rightarrow 1.84$ in

$SN_2 = SN_1 + a2\ m\ D2$ ……6.5

$D2 = \frac{SN2 - SN1}{a2m}$

$\rightarrow \frac{2.58-1.84}{0.132*0.8} = 7.007$in

D2= 8 in

D2=8*2.54=20.32

D2=**20cm**

SN2=(a2*m* D2)+ SN1

SN2=(0.132*0.8*20)+(1.84)

SN2=3.9 in

والجدول التالي يمثل سماكات طبقات الرصف:

جدول (6-28) سماكات طبقات الطريق

اسم الطبقة	السماكة (سم)
Asphalt	**10**
Base course	**20**

الفصل السابع

كميات الحفر والردم وطبقات الرصف

7-1 جداول كميات الحفر والردم والصافي للمسار (1)

7-2 جداول كميات الحفر والردم والصافي للمسار (2)

7-3 حسابات كميات الحفر والردم النهائية للمشروع

7-4 حساب كميات الاسفلت و طبقة الأساس (Base Course) للمشروع

الفصل السابع

كميات الحفر والردم

7-1 جداول كميات الحفر والردم والصافي للمسار (1)

Alignment: Alignment - 1
Start Sta: 0+00.000
End Sta: 5+12.038

جدول (7-1) كميات الحفر والردم للمسار (1)

Station	Areas		Volume		Cumulative volumes		Cum. Net Vol. (Cu.m.)
	square meters		**Cubic meters**		**Cubic meters**		
	Cut	**Fill**	**Cut**	**Fill**	**Cut**	**Fill**	
0+00.000	2.59	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+20.000	3.03	0.48	56.23	10.45	56.23	10.45	45.78
0+33.706	1.49	1.19	31.00	11.45	87.23	21.90	65.33
0+40.000	1.71	1.58	9.99	8.79	97.22	30.69	66.53
0+60.000	2.69	0.85	43.66	24.54	140.88	55.23	85.65
0+80.000	2.68	0.94	53.29	18.14	194.18	73.37	120.80
1+00.000	2.81	1.06	54.49	20.27	248.67	93.64	155.03
1+20.000	3.00	0.74	57.70	18.25	306.37	111.89	194.48
1+24.982	3.03	0.75	15.02	3.72	321.39	115.61	205.79
1+40.000	3.96	0.45	53.02	8.82	374.41	124.42	249.99
1+48.011	4.27	0.38	33.25	3.26	407.65	127.68	279.98
1+60.000	4.23	0.38	51.41	4.45	459.06	132.13	326.93
1+71.039	3.67	0.50	44.02	4.74	503.08	136.87	366.21
1+80.000	2.97	0.72	29.77	5.47	532.85	142.34	390.51
2+00.000	2.46	0.79	54.28	15.08	587.13	157.42	429.71
2+20.276	2.79	0.68	53.17	14.91	640.31	172.34	467.97
2+30.688	3.24	0.58	29.62	7.34	669.92	179.67	490.25
2+41.422	2.74	0.63	30.38	7.24	700.30	186.92	513.38
2+52.094	2.17	0.64	24.10	7.88	724.40	194.80	529.60

2+60.000	1.98	0.46	15.20	5.05	739.61	199.86	539.75
2+62.765	1.97	0.36	5.14	1.32	744.75	201.17	543.57
2+80.000	2.17	0.27	35.57	5.50	780.32	206.68	573.64
3+00.000	2.70	0.16	48.76	4.35	829.08	211.03	618.05
3+20.000	3.75	0.00	64.51	1.62	893.58	212.65	680.93
3+40.000	4.88	0.00	86.27	0.01	979.85	212.66	767.19
3+60.000	6.10	0.00	109.78	0.00	1089.64	212.66	876.97
3+80.000	1.72	0.27	78.15	2.74	1167.79	215.40	952.39
3+84.436	0.85	0.49	5.69	1.68	1173.48	217.09	956.39
4+00.000	0.00	1.80	6.41	18.50	1179.88	235.59	944.30
4+03.687	0.00	2.01	0.00	7.10	1179.88	242.69	937.19
4+20.000	0.00	2.09	0.01	32.72	1179.89	275.41	904.48
4+22.938	0.00	2.14	0.02	5.90	1179.91	281.31	898.60
4+40.000	0.00	2.59	0.07	40.36	1179.98	321.68	858.31
4+60.000	0.00	2.68	0.00	52.71	1179.98	374.39	805.60
4+80.000	1.40	1.01	14.04	36.92	1194.02	411.31	782.71
4+82.014	1.75	0.93	3.18	1.96	1197.20	413.27	783.93
4+97.026	4.32	0.20	44.73	8.90	1241.93	422.17	819.77
5+00.000	4.94	0.08	13.62	0.43	1255.55	422.60	832.96
5+12.038	6.98	0.00	71.07	0.49	1326.63	423.09	903.54

2-7 جداول كميات الحفر والردم والصافي للمسار (2)

Alignment: Alignment - 2
Start Sta: 0+00.000
End Sta: 6+36.930

جدول (2-7) كميات الحفر والردم للمسار (2)

Station	Areas		Volume		Cumulative volumes		Cum. Net Vol. (Cu.m.)
	square meters		**Cubic meters**		**Cubic meters**		
	Cut	**Fill**	**Cut**	**Fill**	**Cut**	**Fill**	
0+00.000	2.51	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+20.000	0.27	1.77	27.80	22.52	27.80	22.52	5.28
0+34.973	0.87	1.23	8.56	22.45	36.37	44.97	-8.60
0+40.000	1.58	0.76	6.03	5.20	42.40	50.17	-7.78
0+45.884	3.08	0.36	13.49	3.43	55.88	53.60	2.28
0+56.795	4.54	0.05	41.09	2.32	96.97	55.93	41.04
0+60.000	4.30	0.05	14.17	0.16	111.14	56.08	55.06
0+80.200	5.73	0.14	101.28	1.85	212.42	57.94	154.48
0+97.839	3.08	0.61	75.94	7.01	288.36	64.95	223.42
1+00.000	2.69	0.71	6.06	1.52	294.42	66.46	227.96

1+15.478	1.78	1.20	33.44	15.67	327.86	82.13	245.73
1+20.000	1.88	1.15	8.26	5.33	336.12	87.46	248.66
1+40.000	0.93	1.57	28.06	27.22	364.18	114.68	249.50
1+60.000	0.14	2.56	10.72	41.32	374.90	156.00	218.90
1+64.064	0.00	3.49	0.30	12.30	375.20	168.29	206.90
1+80.000	0.00	5.66	0.04	74.18	375.23	242.47	132.76
1+85.092	0.00	5.35	0.00	28.46	375.23	270.93	104.30
2+00.000	0.30	2.55	2.19	60.05	377.43	330.98	46.44
2+06.120	2.03	1.00	6.97	11.19	384.40	342.18	42.22
2+20.000	9.25	0.00	78.32	6.91	462.72	349.09	113.63
2+40.000	18.61	0.00	278.62	0.00	741.34	349.09	392.25
2+60.000	22.43	0.00	410.35	0.00	1151.69	349.09	802.60
2+80.000	13.33	0.00	357.57	0.00	1509.26	349.09	1160.17
2+85.617	11.69	0.00	70.29	0.00	1579.54	349.09	1230.46
3+00.000	8.94	0.00	147.04	0.00	1726.58	349.09	1377.49
3+13.432	4.06	0.92	86.11	6.41	1812.69	355.50	1457.20
3+20.000	1.97	2.08	19.80	9.83	1832.49	365.33	1467.16
3+40.000	0.00	4.79	19.70	68.63	1852.19	433.96	1418.23
3+60.000	0.94	1.84	9.38	66.30	1861.57	500.26	1361.31
3+80.000	5.79	0.42	67.30	22.67	1928.86	522.93	1405.93
3+97.409	16.47	0.00	193.78	3.67	2122.64	526.60	1596.04
4+00.000	17.76	0.00	47.44	0.00	2170.08	526.60	1643.47
4+05.646	17.33	0.00	103.84	0.00	2273.92	526.60	1747.31
4+13.883	12.85	0.00	123.93	0.00	2397.84	526.60	1871.24
4+20.000	10.00	0.00	69.90	0.00	2467.74	526.60	1941.13
4+40.000	2.42	0.59	124.18	5.87	2591.92	532.47	2059.45
4+60.000	2.15	0.54	45.61	11.27	2637.53	543.74	2093.79
4+80.000	0.00	4.09	21.46	46.32	2659.00	590.06	2068.94
5+00.000	0.00	3.56	0.00	76.54	2659.00	666.61	1992.39
5+20.000	1.39	0.68	13.87	42.41	2672.87	709.01	1963.86
5+40.000	3.11	0.14	44.99	8.22	2717.86	717.23	2000.63
5+60.000	3.80	0.00	69.12	1.46	2786.99	718.70	2068.29
5+80.000	2.29	0.57	60.88	5.75	2847.87	724.45	2123.42
6+00.000	1.80	0.73	40.85	13.01	2888.72	737.46	2151.25
6+20.000	1.83	0.70	36.24	14.27	2924.96	751.73	2173.23
6+36.930	2.18	0.16	33.92	7.27	2958.88	759.01	2199.87

7-3 حسابات كميات الحفر والردم النهائية للمشروع

الحجم الكلي للحفر = (1326.63+ 2958.88) * 1.1 (حيث 1.1 معامل الانتفاخ للتربة)

= **4714.061** متر مكعب

الحجم الكلي للردم = (423.09 + 759.01) * 1.1

= **1300.31** متر مكعب

7-4 حساب كميات الاسفلت و طبقة الأساس (Base Course) للمشروع

يبلغ طول الطريق حوالي 1320م وكما تم حساب سمك الإسفلت7 سم، و كثافة طبقة الإسفلت 2.62 غم/ سم^3
حيث سيتم حساب تكلفة طبقة الإسفلت على طول الطريق ,حيث تحسب مساحة المسارب المراد تعبيدها كما يلي :

مساحة المسارب = طول الطريق * عرض المسارب (مسربين)

مساحة المسارب = 1320م * (2*3)

= 7920 م^2

بعد معرفة مساحة المسربين سوف يتم حساب حجم الإسفلت كما يلي:

حجم الإسفلت = مساحة المسارب × سمك طبقة الإسفلت

= 7920 م^2 * 0.10 = **792 م^3**

أما حجم طبقة الاساس، فكما هو موضح في الفصل السادس وجدنا ان سمك طبقة الاساس المناسب 20 سم

أذا:

مساحة المسارب + الارصفة = 1320 * (6 + 3)

$= 11880$ م^2

بعد معرفة مساحة المسربين والارصفة سوف يتم حساب حجم طبقة الاساس كما يلي:

حجم طبقة الاساس = مساحة المسارب × سمك طبقة الاساس

$= 11880$ م^2 * 0.20 = **2376 م^3**

الفصل الثامن

شبكات الصرف الصحي والمياه

8-1 مقدمة.

8-2 طرق الصرف الصحي.

8-3 أنظمة الصرف الصحي.

8-4 مكونات شبكة تصريف مياه الأمطار.

8-5 الميل العرضي للطريق.

8-6 كميات مياه السيول.

8-6-1 تدفق المياه في مجاري السيول:

8-7 وقت التجميع (Time of concentration).

8-8 شدة أو غزارة المطر (Rainfall intensity).

8-9 الحفر والردم للخنادق.

8-10 الفرق بين تصريف مياه السيول وتصريف مياه الصرف الصحي.

8-11 القطاع الجانبي (The profile).

8-12 المعلومات الأولية لتصميم مياه السيول.

8-13 تصميم مياه السيول.

8-13-1 الشروط التصميمية.

8-13-2 تصميم مياه السيول لطريق وادي القطع (الشعابة)

8-14 طريقة تنفيذ خط مواسير الصرف

الفصل الثامن

شبكات الصرف الصحي والمياه

1-8 مقدمة [1] :

تعنى شبكة الصرف الصحي بتصريف المخلفات السائلة من المباني والمصانع إلى محطات المعالجة أو أماكن التصريف وتتمثل مصادر المخلفات السائلة فيما يلي:

- المخلفات السائلة المنزلية: ويطلق عليها مياه المجاري وهي المياه المستعملة في الوحدات السكنية أو المباني العامة.
- المخلفات السائلة الصناعية: وهي المخلفات الناتجة من استعمال المياه في عمليات التصنيع المختلفة، وقد تحتوي هذه المخلفات على مواد سامة أو ضارة لذلك يتم ربط المصانع بشبكة التصريف بعد تحقيق شروط معينة.
- مياه الرشح: وهي المياه التي تتسرب إلى أنابيب التصريف أو غرف التفتيش وتعتمد كمية مياه الرشح أو التسرب على الخصائص الفيزيائية للتربة من حيث نفاذيتها وحجم حبيباتها والميول الأرضية واختلاف فصول السنة ويتم قياس معدل التسرب عن طريق أجهزة خاصة تتناسب مع الماء والتربة ,إلا أن تحليل المنحنيات المائية (Hydrographic) هي الأكثر استخداما" لقربها من الظروف الحقيقية .
- مياه الأمطار: في بعض الحالات يتم فصل مياه الأمطار عن المخلفات الأخرى .

نظرا" لأهمية هذا الموضوع في تحقيق الراحة والسلامة للمواطن فإنه تم التطرق إليه بجميع تفاصيله من حيث أنواع الشبكات ومكونات الشبكة ولوازمها والعوامل التي تتحكم في التصميم وغيرها من الأمور.

2-8 طرق الصرف الصحي[2] :

- **طريقة الصرف المشترك:** وفيها يتم انتقال مياه الأمطار ومياه الصرف الصحي في إنبوب واحد ويتم إتباعها في حالة توفر الظروف التالية:
  - ✓ إذا كانت مياه المجاري شديدة التركيز، فتقوم مياه الأمطار بتنظيف المجاري.
  - ✓ إذا كانت المنطقة عالية الحرارة، فتقوم مياه الأمطار بتخفيف عملية تحلل مياه المجاري حيث أن مياه المجاري تعمل على زيادة سرعة الجريان وبالتالي فإن هذا يمنع تحلل المخلفات السائلة قبل وصولها إلى محطة الرفع. (2)
  - ✓ إذا كان سقوط الأمطار نادرا ويخشى أن تبقى شبكة صرف مياه الأمطار خالية دون استعمال معظم أيام العام.

[1] (من مرجع الصرف الصحي ومعالجة المخلفات السائلة) للمؤلف اسلام محمود ابراهيم- شبكات المجاري صفحة 68

[2] (من مرجع الصرف الصحي ومعالجة المخلفات السائلة) للمؤلف اسلام محمود ابراهيم صفحة 100

- ✓ إذا كان هطول الأمطار بكثرة وغزارة مما يجعل كمية المخلفات السائلة المنزلية والصناعية بسيطة بالنسبة لمياه الأمطار مما يشجع على إدماجها جميعا مع بعضها طالما أن كمية المخلفات المنزلية والصناعية صغيرة ولا تؤثر في حجم وتكاليف إنشاء شبكة مواسير صرف المياه.
- ✓ إذا ظهر أن كل من المخلفات المنزلية والصناعية وكذلك مياه الأمطار لا بد من رفعها بالمضخات إلى نفس المكان ففي هذه الحالة لا يوجد داعي لفصل نوعي المخلفات عن بعضها.
- ✓ في الشوارع والطرقات المزدحمة بالخدمات العامة الأخرى كمواسير المياه وكيبلات الكهرباء والتليفونات وغاز مما يصعب وضع ماسورتين صرف كل منهما لغرض خاص ولذا تستعمل في هذه الحالة ماسورة واحدة لصرف المخلفات السائلة بمختلف أنواعها.

- **طريقة الصرف المنفصل :**وهي التي يستخدم فيها انبوبان يسمى الأول أنبوب المياه الملوثة الذي ينقل المياه إلى معامل المعالجة والثاني أنبوب مياه الأمطار وينقل مياه الأمطار إلى واد قريب أو إلى البحر وذلك لأن مياه الأمطار لا تحتاج إلى معالجة ويتم استعمال هذه الطريقة في الظروف التالية:

- ✓ إذا كان هناك نظام موجود سابقا فينشأ نظام خاص بالغرض الجديد.
- ✓ إذا كانت تكاليف علاج المخلفات السائلة مرتفعة إذا يحسن في هذه الحالة فصل مياه الأمطار عن المخلفات الأخرى مع التخلص منها بدون معالجة وذلك اقتصادا في تكاليف المعالجة.
- ✓ إذا كانت المدينة مجاورة لمجسم مائي مثل نهر أو بحيرة فتصرف مياه الأمطار إليه من طل قطاع على حده وبالتالي يتم توفير تكاليف رفع هذه الشبكة مع المخلفات السائلة الأخرى.

تم اللجوء إلى بلدية الخليل من أجل معرفة إذا كان في منطقة دراستنا شبكة منفصلة أم مشتركة وقد تبين عدم وجود شبكة منفصلة وبالتالي سوف يتم اللجوء إلى تصميم شبكة منفصلة نظرا" لعدم وجود شبكة تصريف مياه الأمطار وفي هذه الحالة سوف يسير أنبوب الصرف الصحي بجانب أنبوب تصريف مياه الأمطار أي بشكل متوازي كما في الشكل التالي:

شكل (8-1) شبكة الصرف الصحي المنفصلة.

حيث يتم تجميع مياه الأمطار والسيول في خزانات مستقلة ثم يتم ضخها إلى خزانات أخرى خارج المدينة ليتم تنقيتها والاستفادة منها في تطبيقات عديدة مثل سقاية الأشجار أو غير ذلك.

3-8 أنظمة الصرف الصحي:

1-3-8 نظام التصريف باستخدام الجاذبية الأرضية (Gravity sewer system):

وتسير فيها المياه من المنطقة الأعلى ارتفاعا" إلى المنطقة الأقل ارتفاعا" أي من (العالي إلى الهابط) حيث تكون فيها المواسير مملوءة بشكل جزئي وليس كلي ولا تحتاج إلى تقنيات حديثة لعملها وبالتالي تعتبر من أكثر الأنواع اقتصادا" وهذا النوع هو المستخدم في طريق مشروعنا.

2-3-8 نظام يعتمد على الضخ (Pressure sewer system):

ويتم اللجوء إلى هذا النوع من الأنظمة إذا اضطررنا إلى جعل المياه تسير من المنطقة الأقل ارتفاعا" إلى المنطقة الأعلى ارتفاعاً وتكون فيها المواسير مملوءة بشكل كلي وليس جزئي وهي مكلفة وتحتاج إلى تقنيات خاصة.

3-3-8 نظام يعتمد على تفريغ وشفط الهواء (vacuum sewer system) :

ويتم استخدامه في حال وجود تربة رملية مسطحة ومياه جوفية عالية.

4-8 مكونات شبكة تصريف مياه الأمطار[3]:

تتكون شبكة تصريف مياه الأمطار من المكونات الرئيسية التالية:

1 - أنابيب لجمع مياه الأمطار بأقطار مختلفة تعتمد على الجاذبية الأرضية ويجب أن تتوفر المواصفات التالية في الأنابيب:

- ✓ أن تكون ملساء السطح الداخلي.
- ✓ أن تتحمل الضغوط التي تقع عليها من الخارج دون أن تتعرض للكسر أو التلف.
- ✓ أن تكون مستقيمة خالية من الانحناء.
- ✓ أن تكون مصنوعة من مادة صماء ما أمكن لا ينفذ منها الماء أو الغازات.
- ✓ توفر المواسير بالأقطار والكميات المطلوبة.
- ✓ مقاومة المواسير للأحمال الخارجية.
- ✓ أن تكون أسعارها مناسبة.
- ✓ أن تكون سهلة التنفيذ.

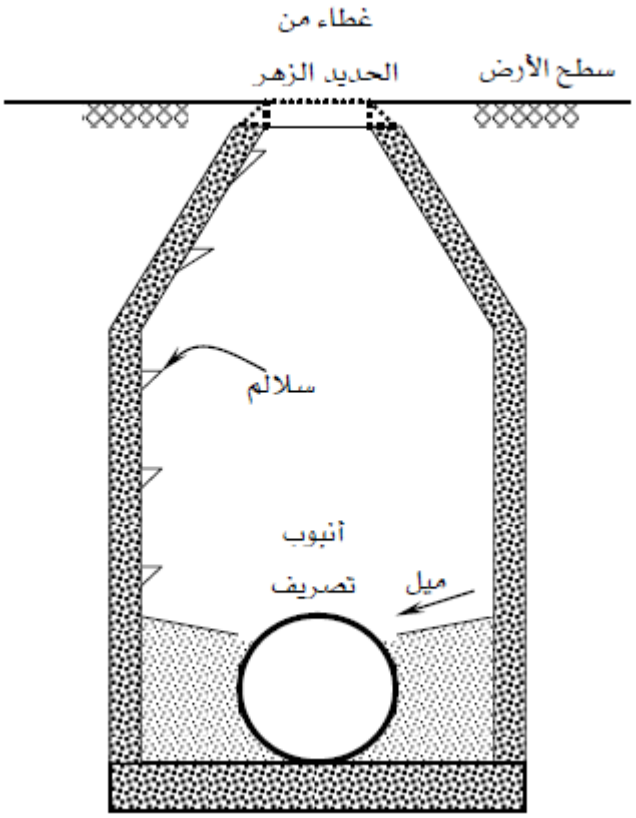
2 - المطابق أو غرف التفتيش (Manholes):

تعد المطابق من أهم ملحقات شبكة تصريف مياه السيول , ويتم إنشاؤها حسب مواصفات محددة تسمح بأعمال النظافة والصيانة .وتصنع من الخرسانة المسلحة أو الخرسانة المسلحة أو الطوب ,وتأخذ المطابق الشكل الدائري أو المربع ويكون غطائها على مستوى منسوب الشارع ويغطى بحديد الزهر الذي يكون ثقيلا وذلك حتى يتحمل حركة المرور عليه, والشكل (8-2) يبين مقطع لمطبق نموذجي.

أما قاع المطبق فيأخذ شكل القناة المبطنة عمقها يتناسب مع قطر الأنبوب ومنسوبها يتناسب مع منسوب قاع الأنبوب وتوضع المطابق 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.

[3] من مرجع تقنية مدنية شبكات المياه والصرف الصحي 207 مدن صفحة 74

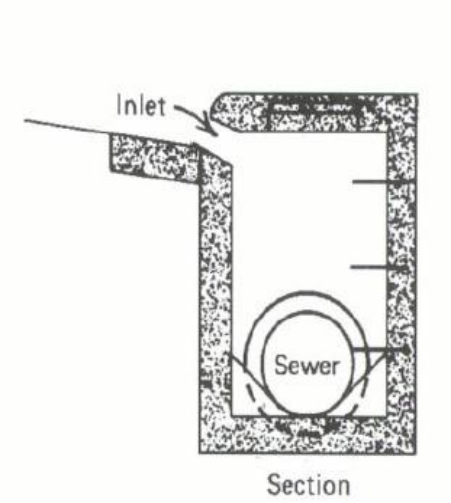


شكل (8-2) مقطع لمطبق نموذجي.

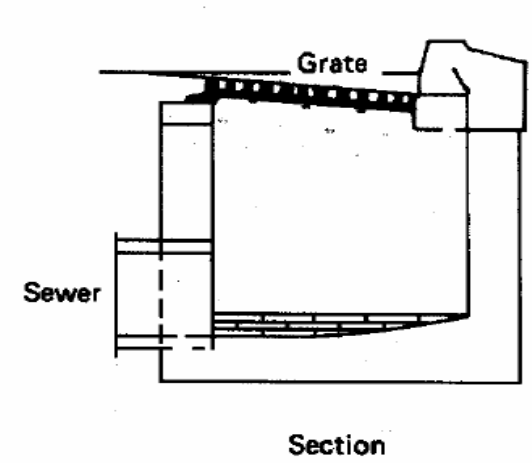
3 - أحواض وخزانات لتجميع مياه الأمطار والاستفادة منها في عملية الري.

4 - المداخل المطرية أو ما تسمى البالوعات (Inlets):

المدخل هو الفتحة التي على سطح الأرض وتستقبل المياه السطحية الجارية وتحولها إلى شبكة تصريف مياه السيول وتصنف البالوعات حسب طريقة دخول الماء إليها، فهي إما بالوعات ذات مدخل رأسي لتصريف مياه الأمطار وإما بالوعات ذات مدخل أفقي. وتوضع البالوعات في الأماكن ذات المناسيب المنخفضة من الطريق والتي تكون تجمع للمياه السطحية وتتصل كل بالوعة مع طريق خطوط شبكة التصريف عن طريق أقرب مطبق كما هو موضح في الشكل (8-3) والشكل(8-4).



شكل (8-3) بالوعة تصريف الأمطار ذات مدخل رأسي.

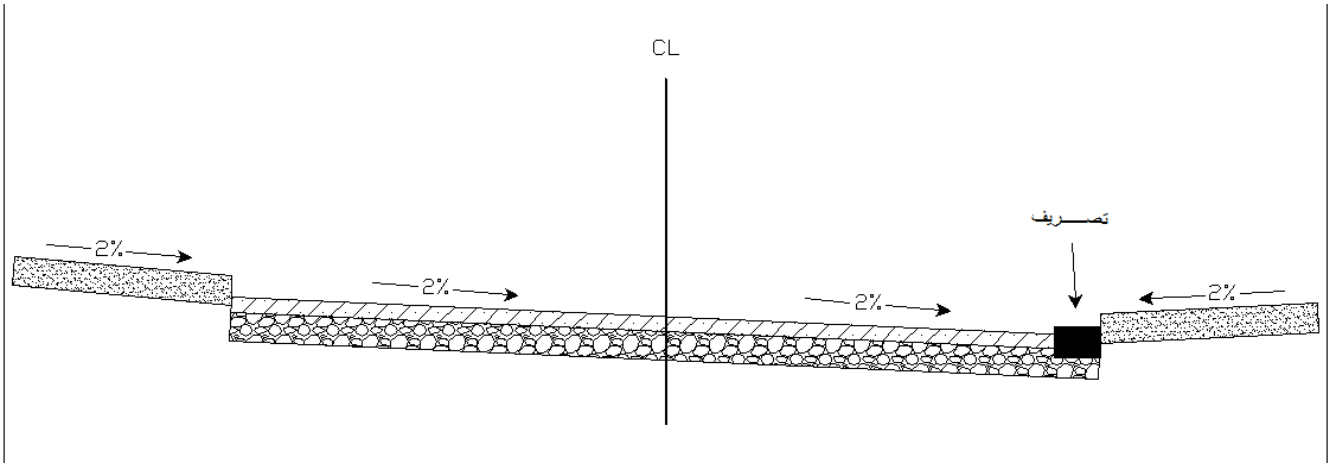


شكل (8-4) بالوعة تصريف الأمطار ذات مدخل أفقي.

شكل (8-5) نماذج(Inlets) لتصريف مياه الأمطار.

5-8 الميل العرضي للطريق:

ويتم عمل هذا الميل العرضي بطريقتين، إما أن يكون من منصف الطريق مرتفعا عن الأطراف بنسبة 2% أو يكون أحد الأطراف مرتفعا" عن الأخر وذلك حسب عرض الطريق وظروف التصميم والشكل التالي يوضح تصريف مياه الأمطار عن طريق ذات مسارين كما هو الحال في طريق المشروع:



شكل (8-6) تصريف مياه الأمطار عن طريق ذات مسارين.

6-8 كميات مياه السيول:

إن كمية المياه المتدفقة نتيجة الأمطار على مساحة معينة من الأرض وخلال فترة من الزمن وبغزارة أو شدة مطر محددة تساوي وتسمى هذه الطريقة بالطريقة المنطقية:

$Q=i*A$……..(8-1)

حيث أن:

Q = حجم مياه الأمطار الساقطة (m^3/hr).

I= شدة غزارة المطر (.mm/hr).

A= مساحة المنطقة المحتاجة للتصريف (m^2).

لكن كمية مياه الأمطار التي تسقط على الأرض لا تتحول في مجملها إلى مياه جارية ,بل هناك كمية مفقودة بسبب عملية التبخر وكمية تتخلخل وتتسرب إلى باطن الأرض ,وتعتمد كمية المياه المفقودة على عدة عوامل أهمها درجة حرارة الجو ونوع التربة وما تحتويه من مياه وكذلك تعتمد على مدة استمرارية المطر,وبسبب ما يفقد من مياه الأمطار فإن الحجم الفعلي من المياه الجارية نتيجة الأمطار يمكن استنتاجها من العلاقة التالية :

$$Q=CiA \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8\text{-}2)$$

حيث أن C يمثل معامل مياه الأمطار الجارية على سطح الأرض والذي يختلف حسب نوع السطح كما يوضحه الجدول (8-1). وعندما تحتوي المنطقة المصرفة على أسطح مختلفة بمعاملات متباينة, فإن المعامل المناسب لكل سطح يضرب في جزئية مساحته ومن ثم تجمع المعاملات كما في العلاقة (3-8)

$$\frac{\sum Ci*Ai}{\sum A_i} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8\text{-}3)$$

جدول(8-1) معامل مياه الأمطار الجارية لعدة أسطح.

نوع السطح	C
أسقف مانعة للماء مثل أسقف المباني	0.7-0.95
شوارع مسفلتة	0.8-0.90
حدائق وملاعب رياضية	0.1-0.25
ممرات وأرصفة مسفلتة	0.75-0.85
ممرات وأرصفة بالركام	0.15-0.30
أرض عشبية على تربة رملية وتميل 2%	0.05-0.1
أرض عشبية على تربة رملية وتميل (2-7) %	0.1-0.15
أرض عشبية على تربة رملية وتميل بنسبة أعلى من 7%	0.15-0.20
أرض عشبية على تربة ثقيلة وتميل 2%	0.130-0.17
أرض عشبية على تربة ثقيلة وتميل (2-7)%	0.18-0.22
أرض عشبية على تربة ثقيلة وتميل أعلى من7%	0.25-0.35

حيث أن أنظمة تصريف مياه السيول لمنطقة معينة تعتمد على الطبيعة الجغرافية والأحوال المناخية لتلك المنطقة وترتبط بكمية مياه الأمطار (Rainfall) وما تولده من مياه تنساب على سطح الأرض (Runoff)، حيث أن الجريان السطحي (Surface Runoff) يحصل عندما يسقط المطر على منطقة معينة ,ثم تبدأ مياه الأمطار بالجريان على سطح الأرض نتيجة تشبع التربة وعدم قدرتها على امتصاص المياه وفي طريق الشعابة-واد القطع ,استخدمنا الأنابيب الخرسانية وبالتالي فإن حالة تآكلها تكون محدودة.

1-6-8 تدفق المياه في مجاري السيول:

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

إن تدفق المياه في الأنابيب بشكل جزئي (غير ممتلئة) تكون أشبه بالقنوات المائية المفتوحة بحيث تطبق عليها معادلة مانينج (Manning equation) والتي تأخذ الصيغة التالية:

$$V=\frac{1}{n} *R^{2/3} *S^{1/2} \text{.....(8-4)}$$

حيث أن:

V= سرعة تدفق الماء في الأنبوب.

n= معامل خشونة أو احتكاك الأنبوب.

S= درجة ميل الأنبوب.

R= نصف قطر الأنبوب الهيدروليكي وتكون قيمته مساوية D/4 حسب المعادلة التالية:

R=D/4.....(8-5)

وبمعرفة سرعة التدفق في أنبوب الصرف ومساحة مقطع الأنبوب يمكن حساب كمية المياه المتدفقة من المعادلة التالية:

$$Q=A*\frac{S^{1/2}R^{2/3}}{n} \text{.....(8-6)}$$

ويختلف معامل الاحتكاك بحسب طبيعة المادة المصنوعة منها الأنبوبة، والجدول التالي يبين معامل الاحتكاك لمواسير مصنوعة من مواد مختلفة كما هو موضح في الجدول (8-2).

جدول(8-2) معامل الاحتكاك (n) لأنابيب مختلفة المواد.

نوع الأنبوب	n
زهر مغطى البيتومين	.011-.014
فخار مزجج	.010-.017
فخار غير مزجج	.010-.017
خرساني	.012-.016
صلب مبرشم	.013-.017
صلب غير ملحوم	.010-.013

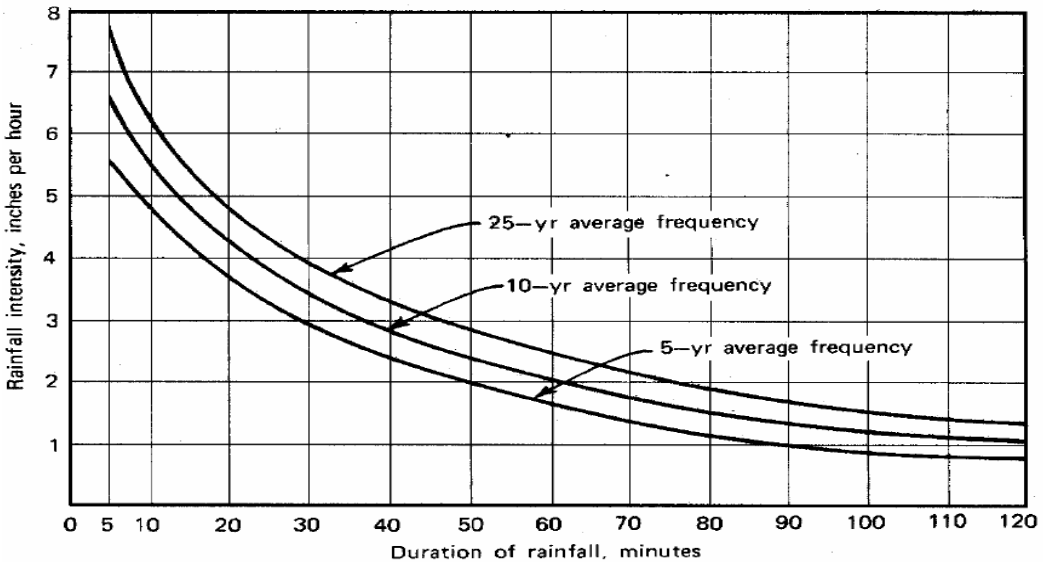
8-7 وقت التجميع (Time of concentration):

عند سقوط الأمطار على منطقة مخدومة بنظام تصريف مياه السيول فإن المياه الجارية تحتاج إلى وقت لتتدفق من مساحات المنطقة المختلفة إلى فتحات أو مداخل التصريف وهذا الوقت يشتمل على وقت التدفق (Time of flow) ووقت الدخول(Inlet time) .

إن القصد من وقت التدفق هو الوقت الذي تحتاجه مياه السيول للتدفق من نقطة إلى أخرى ,أما وقت الدخول فيقصد به الوقت من بدء سقوط المطر إلى اللحظة التي يبدأ عندها الماء بالتدفق في أنابيب تصريف السيول ,وتتراوح قيمته في الغالب من 5 دقائق إلى 20 دقيقة ويتأثر وقت التجميع بعدة عوامل أهمها المسافة بين فتحات تصريف السيول ,نوع الأسطح المصرفة والأحوال الجوية .

8-8 شدة أو غزارة المطر (Rainfall Intensity):

تعتبر شدة أو غزارة المطر من أكثر العوامل تعقيدا" فهي تعتمد على مدى استمرار السقوط ,لذا من المتوقع أن تكون غزارة المطر عالية عندما تكون الفترة قصيرة ,ومن المناسب تمثيل معلومات سقوط الأمطار على شكل منحنيات والتي تربط مدة سقوط المطر مع غزارتها لفترات دورية 5 و10 و 25 سنة وعند التصميم فإن منحنى 5 سنوات يستخدم للمناطق السكنية ,ومنحنى 10 سنوات يستخدم للمناطق التجارية ومنحنى 25 سنة يستخدم للمناطق المعرضة إلى فيضانات قد ينتج عنها أضرار في الممتلكات حيث أنه من معرفة وقت التجميع فإنه يمكن معرفة شدة المطر عن طريق المنحنيات ويوضح الشكل التالي منحنى شدة أو غزارة المطر.



شكل (8-7) منحنيات شدة المطر

(لا بد من الإشارة إلى إن كمية الأمطار التراكمية بمدينة الخليل هو 306.6 ملم والمعدل العام 595.9 ملم والنسبة المئوية 51.5% حسب دائرة الأرصاد الجوية الفلسطينية).

8-9 الحفر والردم للخنادق:

تحفر الخنادق باتساع كافي ,ويجب أن تكون مقاسات الخندق واسعة من اجل إيواء الإنبوب وللقيام بأعمال التركيب اللازمة ,ويتراوح عرض الخندق من (460 إلى 1760) ملم حسب قطر الأنبوب.

أما الردم فيتم من أجل حمايتها من الأضرار والكسر الذي قد تسببه أحمال المرور وكذلك حمايتها من التجمد الذي ينتج عن الانخفاض في درجات الحرارة وتوضع الأنابيب تحت سطح الأرض بأدنى عمق 1 م وأقصى عمق مقداره 5 م.

8-10 الفرق بين تصريف مياه السيول وتصريف مياه الصرف الصحي:

الجدول التالي يوضح الفرق بين تصريف مياه السيول وتصريف مياه الصرف الصحي:

جدول(8-3) الرفق بين تصريف مياه السيول وتصريف مياه الصرف الصحي

تصريف مياه السيول	تصريف مياه الصرف الصحي
التدفق لحظي حسب شدة المطر	التدفق بحسب استهلاك المياه
أقطار أنابيب شبكة التصريف لا تقل عن 300 ملم	أقطار أنابيب شبكة التصريف لا تقل عن 150ملم

سرعة التدفق في الأنابيب لا تقل عن (.9 m/s)	سرعة التدفق في الأنابيب لا تقل عن 75m/s.
ليس شرطا أن تمر من كل شارع ,ولكن تمر من أماكن تجميع المياه	شرط أن تمر في كل شارع لخدمة جميع مباني ذلك الشارع
حالة تآكل الأنابيب محدودة	حالة تآكل الأنابيب كبيرة

11-8 القطاع الجانبي (The profile):

وهو القطاع الذي يرسم بمقياس رسم أفقي يتراوح بين (1:500 و 1:1000)، ومقياس رسم رأسي يكون عادة عشرة أضعاف مقياس الرسم الأفقي ويوضح القطاع الجانبي معلومات عما يلي:

- ✓ أقطار وأطوال وميول الأنابيب ومستوى قعر كل منها.
- ✓ مواقع المطابق وأعماقها وأرقامها.
- ✓ منسوب سطح الأرض الطبيعي ومنسوب سطح الأرض التصميمي.

12-8 المعلومات الأولية لتصميم مياه السيول:

قبل الشروع في أعمال تصميم شبكات تصريف مياه السيول، لا بد من عمل الدراسات الأولية المتمثلة في جمع المعلومات التالية:

- ✓ خرائط لمنطقة المشروع والمتوفرة لدى البلدية بحيث توضح المباني والشوارع والخطوط الكنتورية وتم الحصول على الخارطة الكنتورية لمنطقة المشروع من بلدية الخليل.
- ✓ حالة تربة المنطقة من حيث قدرة تحملها وعمق الطبقة الصخرية ,حيث يتم الحصول على هذه المعلومات عن طريق التجارب المخبرية.
- ✓ نوع الخدمات المتوفرة في المنطقة من حيث وجود شبكة منفصلة أم مشتركة وبعد الرجوع للبلدية كما ذكرنا سابقا" تبين عند وجود شبكة لتصريف مياه الأمطار في منطقة واد الشعابة-القطع.

13-8 تصميم مجاري السيول (Design of storm sewers):

قبل الشروع في أعمال تصميم شبكات تصريف مياه السيول، لا بد من عمل الدراسات الأولية المتمثلة في جمع المعلومات التالية:

- ✓ خرائط لمنطقة المشروع والمتوفرة لدى البلدية بحيث توضح المباني والشوارع والخطوط الكنتورية وتم الحصول على الخارطة الكنتورية لمنطقة المشروع من بلدية الخليل.
- ✓ حالة تربة المنطقة من حيث قدرة تحملها وعمق الطبقة الصخرية ,حيث يتم الحصول على هذه المعلومات عن طريق التجارب المخبرية.
- ✓ نوع الخدمات المتوفرة في المنطقة من حيث وجود شبكة منفصلة أم مشتركة وبعد الرجوع للبلدية كما ذكرنا سابقا" تبين عند وجود شبكة لتصريف مياه الأمطار في منطقة واد الشعابة-القطع.

يتم إتباع الخطوات التالية عند تصميم مجاري السيول:

- ✓ تقسيم مناطق المشروع بخطوط حسب التقسيم المائي المناسب (A).
- ✓ إيجاد معامل مياه السيول الجارية حسب طبيعية كل منطقة (C).
- ✓ إيجاد الوقت اللازم لدخول مياه الأمطار الجارية إل البالوعات (t).
- ✓ حساب شدة أو غزارة المطر (i).
- ✓ حساب كمية مياه السيول المتدفقة لكل مقطع (Q=C*i*A).
- ✓ استخدام معادلة مانتج لحساب قطر إنبوب التصريف لكل مقطع.
- ✓ بعد حساب أقطار الأنابيب وسرعة المياه فيها لجميع الخطوط يلزم التأكد من تحقيق شروط التصميم الموضحة في البند اللاحق.

1-13-8 الشروط التصميمية:

- ✓ تم استخدام الطريقة المنطقية (Rational method) ومعادلة مانتج في التصميم (Manning (formula
- ✓ زمن دخول الماء من مكان سقوطها إلى خط التصريف 5 دقائق (Ti).
- ✓ يجب ألا تقل السرعة في أنبوب التصريف عن (9. متر لكل ثانية) وألا تزيد عن (5 متر لكل ثانية).
- ✓ يجب ألا يقل ارتفاع الحفر عن 1 متر وألا يزيد ارتفاع الحفر عن 5متر.
- ✓ يجب ألا يقل ميل الخط عن 005.وأن لا يزيد ميل الخط عن 1.
- ✓ يجب أن يزداد حجم أقطار الأنابيب مع حجم المساحة المصرفة.
- ✓ الفترة التصميمية المستخدمة من (30 الى 50) سنة.
- ✓ المناهل قوالب خرسانية والأنابيب مصنوعة من البلاستيك (PVC).
- ✓ $(h/d) \geq 1$.
- ✓ يجب توافر القطاع الجانبي من أجل الحصول على الارتفاعات التصميمية للمناهل.

2-13-8 تصميم مياه السيول لطريق وادي القطع (الشعابة):

- ✓ بداية من الخارطة الكنتورية لمنطقة المشروع , تم تقسيم طريق الدراسة إلى عدد من الخطوط بناء على ارتفاعات المناطق المحيطة بالشارع وبالاعتماد على القطاع الجانبي للطريق تم تحديد ارتفاعات الشارع ومنها تم تحديد اتجاهات تصريف مياه السيول عن سطح الطريق كما هو موضح في الشكل المرفق (8-8).
- ✓ بعد النظر إلى الخارطة الكنتورية والقطاع الجانبي للطريق ,تم تحديد خطوط تصريف مياه السيول حيث نتج لدينا أربعة خطوط (A,B,C&D) , الخط الأول يمتد من بداية الطريق إلى المحطة (**245+0**) من القطاع الجانبي الأول والخط الثاني(B) يقع بين المحطة (**245+0**) والمحطة (**145+0**) من القطاع الجانبي الثاني, حيث أن المحطة (**245+0**) تمثل نقطة المخرج (outlet) الأولى. أما بالنسبة للخط الثالث(C) فهو يمتد من المحطة (**145+0**) من القطاع الجانبي الثاني إلى المحطة (**545+0**) والخط الأخير (D) يقع بين المحطة (**545+0**) إلى نهاية الطريق، حيث أن المحطة(**545+0**) هي نقطة المخرج (outlet) الثانية.
- ✓ تم توزيع المناهل على كل خط تصريف، حيث تم وضع منهل عند تغير الاتجاه وتأتي مياه السيول لهذه المناهل عن طريق الفوهات الطريق(inlets) حسب القطاع العرضي للطريق كما هو موضح في الأشكال المرفقة.
- ✓ تم حساب المساحة التي يخدمها كل منهل وأيضا تم إيجاد المسافة بين كل منهل ومنهل، بالإضافة إلى انه تم اعتبار معامل تصريف مياه السيول عن سطح الطريق والمنطقة المحيطة بها 15. , لكن في تم اعتبار هذا المعامل 85. في المناطق التي تتصرف فيها مياه السيول عن سطح الطريق فقط, بالنسبة للزمن الذي تحتاجه مياه السيول من لحظة سقوطها على الأرض إلى اللحظة التي تبدأ فيها بالتدفق في أنابيب الصرف الصحي (Ti) خمسة دقائق ومن ثم تم إيجاد كمية التدفق لكل منهل والجداول (4-8 إلى 7-8) توضح ذلك.
- ✓ بعد حساب كمية التدفق لكل منهل ,تم استخدام برنامج (Sewer cad) في تصميم الشبكة.

14-8 طريقة تنفيذ خط مواسير الصرف:

تتلخص تنفيذ شبكة المجاري في الخطوات التالية:

- ✓ يتم تحديد محور الماسورة.
- ✓ يحدد نصف عرض الخندق على كل من جانبي المحور.
- ✓ يتم البدء في الحفر حتى العمق المطلوب ويكون هذا الحفر إما يدويا أو آليا.
- ✓ للتأكد من وصول الحفر إلى العمق المطلوب تستعمل لوحة اللحمة وقضيب أو شاخص اللحمة.
- ✓ تنزل المواسير إلى القاع باستعمال خطاف وسلاسل خاصة.
- ✓ بعد ذلك يتم لحامها ثم يجرب للتأكد من سلامة المواسير واللحامات وذلك بضغط الماء في خط المواسير.

الفصل التاسع

التكلفة والعطاء

1-9 التكلفة

1-1-9 التكلفة النهائية للمشروع

2-1-9 ملخص التكلفة الكلية للمشروع

2-9 العطاء

5-9 الوثائق المكونة للعقد

الفصل التاسع

التكلفة والعطاء

1-9 التكلفة [1]

يعد موضوع التكلفة والعطاء بالغ الاهمية، لتأثيره على تنفيذ المشاريع الهندسية حيث ان هدفه الاساسي هو وضع القواعد التعاقدية وتقويم الاعمال الهندسية وفقا لهذه القواعد، الامر الذي يساعد كثي ا ر على انجاح تنفيذ المشايع الهندسية ضمن المدة والكلفة والجودة المطلوبة والابتعاد عن المنازعات والخلافات بين أطراف العقد.

1-1-9 التكلفة النهائية للمشروع:

أنه لمن الضروري معرفة مقدار التكلفة لأي مشروع وذلك لان التكلفة تعتبر مهمة للتعرف على المبلغ المطلوب لتنفيذ هذا المشروع وكذلك تزويد الجانب الممول بكافة التكاليف الواجب تغطيتها للمشروع، وفي هذا الفصل سوف يتم حساب تكلفة كل طبقة من طبقات الرصف على طول الطريق كما ويتم حساب تكلفة المواد والعناصر الانشائية للطريق.

2-1-9 ملخص التكلفة الكلية للمشروع:

لحساب تكلفة طبقة الإسفلت والاساس تم اعتماد الأسعار الموجودة في بلدية الخليل وهي أسعار العطاءات التي جاري تنفيذها في مشاريع مشابهة في بلدية الخليل، حيث أن سعر المتر المربع من الإسفلت المشغول = 12.1 $ والمتر المربع من طبقة الاساس المطلوبة للمشروع حسب شركة العسيلي للمقاولات = 5.3 $

تكلفة الإسفلت = مساحة المسارب * 12.1 $

= 7920 م^2 * 12.1 = 95832 $

تكلفة طبقة الاساس = (مساحة المسارب + مساحة الارصفة) * 5.3 $

= 2376 م^3 * 5.3 = 12593 $

التكلفة المستقبلية لصيانة الطريق: بعد الرجوع الى بلدية الخليل لمعرفة التكلفة لصيانة المتر المربع من الإسفلت مع الأدوات والأيدي العاملة كانت هذه القيمة 17 $

التكلفة الكلية للصيانة = مساحة الإسفلت * سعر صيانة المتر المربع الواحد للإسفلت

= 7920 * 17 = 134640 $

[1] مرجع رقم (10)

جدول (9-1) يبين تكاليف المواد المستخدمة في المشروع *

ITEM DESCRIBTION	UNIT	QUANTITY	PRICE/ $	TOTAL PRICE/$
excavation	Cu **m**	4714	6.5	30641
Filling layers	Cu m	1300	1.6	2080
Base course 200mm	Sq m	2376	5.3	12593
Asphalt 100mm thick	Sq m	7920	12.1	95832
Curbstone	L.m	2820	23.4	65988
Tile sidewalks	Sq m	3733	20	74660
Signs	each	18	240	4320
Maintenance	Sq. m	7920	17	134640
TOTAL				**420,754**

* يشار الى ان الاسعار الموجودة في الجدول السابق هي اسعار المواد في السوق الفلسطيني ومأخوذة من شركة العسيلي للمقاولات وبلدية الخليل.

9-2 العطاء: [2]

يتم اعداد العقود الهندسية بصيغ مختلفة حسب نوع العمل المتعاقد عليه وظروفه , وتختلف تلك العقود في درجة تعقيدها من اتفاقية بسيطة يتم فيها عرض وقبول الى عقد طويل معقد يتكون من عدد كبير من الوثائق , تحدد تفاصيل العلاقة التعاقدية من النواحي القانونية والمالية والفنية . وكلما كان العقد وشروطه ومواصفاته ورسوماته وبقية وثائقه واضحة ودقيقة في تحديدها لواجبات ومسؤوليات وحقوق الاط ا رف المتعاقدة , كلما قلت احتمالات الاختلاف في وجهات النظر ازاء تفسير تلك الوثائق.

9-3الوثائق المكونة للعقد:

تختلف الوثائق المكونة لأي عقد هندسي كمًا وكيفًا من مشروع لآخر، تبعًا لعدة عوامل كما تختلف وثائق العقد تبعا لحجم المشروع فكلما صغر حجم المشروع كلما كان نوع العلاقة بين المالك والمقاول أسهل والعكس صحيح .فالغرض الأساسي من وجود وثائق العقد هو تحديد العلاقة بين الطرفين أو الأطراف المتعاقدة بصورة دقيقة تحدد حقوق وواجبات كل طرف منهما بموجب العقد .وبشكل عام لابد من وجود الوثائق التالية:

9-3-1 خطاب الدعوة:

وهي عبارة عن رسالة موجهة من صاحب العمل تصف العمل الم ا رد إنشاؤه بشكل مختصر وتدعو المقاول الموجهة إليه الدعوة لتقديم عطائه لتنفيذ المشروع.

[2] مرجع رقم (9)

9-3-2 تعليمات إلى المقاولين: [3]

وهذه تعطى معلومات أكثر تفصيلا إلى المقاولين بغرض تمكينهم من تقديم عطاء اتهم على أسس سليمة.

9-3-3 العرض أو صيغة المناقصة:

وتحدد هذه الوثيقة رغبة المقاول واستعداده لتنفيذ المشروع بسعر معين وفى وقت محدد، ويوقع عليها المقاول وتختم بختمه الرسمي

والغرض من هذه الوثيقة توحيد صيغ العروض.

9-3-4الاتفاقية Agreement:

وهذه وثيقة قانونية (تسمى أحيانا صيغة العقد) تلزم كلا من المالك والمقاول بالتزامات معينة، وتحدد عادة نوع الالتزام وقيمة العقد وزمن تنفيذه بالإضافة إلى عدد آخر من البنود الهامة

9-3-5 شروط العقد Contract Conditions:

9-3-5-1 الشروط الخاصة وتشمل:

1-أسماء طرفي العقد وتاريخ تعاقدهما.

2-محل العقد.

3-المبلغ الاسمى للعقد :وهو المبلغ المحدد بالاستناد إلى الكميات المقدّرة فى جدول الكميات بالاستناد إلى جدول الأعمال المنفذة فعلا.

4-مدة العمل.

5-جزاء التأخير.

6-التأمينات.

7-طريقة الدفع.

8-التوقيفات (النسبة المئوية التي تستقطع من المستخلصات.)

9-الاستلام (وتشمل المؤقت والنهائي.)

10-نظام العقود.

[3] مرجع رقم (9)

9-3-5-2 الشروط العامة وتشتمل: [4]

1-الالتزامات العامة للمتعهد.

2-الضمانات.

3-العمال ووكلاء المقاول والإدارة.

4-تنفيذ العمل.

5-التأخير والقصور في القيام بالالتزامات.

6-التنازل عن العقد.

7-حل الخلافات.

8-أحكام متفرقة.

9-3-6 الجداول الملحقة بشروط العقد Supplementary to general condition :

وهذه في الغالب تصف بعض الصيغ، التي يتم بموجبها تقديم طلب ما أو إرسال إشعار من طرف إلى آخر وكذا صيغة القبول أو الرفض

9-3-7 المواصفات Specification :

وهذه الوثيقة تصف الجانب الهندسي، أو الفني من المشروع، وكيفية تنفيذه، حيث يكون هناك تحليلٌ ووصف تفصيلي لكافة مواد البناء ، التي تلزم للمشروع وتكون ملزمة للمقاول

.

9-3-8 الرسومات Drawings :

تصف الرسومات الأبعاد الحقيقية وكذلك التفصيلات، كما تشمل الطريقة الفنية التي سيقام بموجبها المشروع.

9-3-9 جدول الكميات Bill of Quantities :

يسرد في هذه الوثيقة جميع أنواع المواد، أو الوحدات القياسية لكل جزء من أجزاء المشروع وتسعيرة كل منها بالوحدة، أو حسب القياس الطولي أو المربع أو المكعب .ويعتبر جدول الكميات من أهم وثائق العقد

9-3-10 تقرير عن حالة التربة:

يتم إعداد هذا التقرير عادة بواسطة شركة متخصصة في شؤون التربة والجيوتكنولوجيا ، ويعطى هذا التقرير وصفا لنوع التربة في موقع العمل وقوة تحملها ، وغير ذلك من المعلومات الهامة عنها

[4] مرجع رقم (9)

الفصل العاشـر

النتائج والتوصيات

10-1 النتائج

10-2 التوصيات

10-3 الجهات المستفيدة من المشروع

الفصل العاشـر

النتائج والتوصيات

10-1 نتائج المشروع:

1 - القيام بعمل مضلع وحساب احداثيات محطاته بالاعتماد على نقاط GPS وتصحيحها من اجل الانطلاق منها لرصد تفاصيل الطريق والمعالم الموجودة به.

2 - رفع الطريق بشكل كامل والحصول على مخططات تفصيلية للطريق.

3 - القيام بعمل الفحوصات المخبرية لطبقات الاساس.

4 - تجهيز التصميم الانشائي للطريق والحصول على سماكات الطبقات بالاعتماد على الفحوصات المخبرية.

5 - تجهيز كافة التصميمات الافقية و الرأسية و كافة المعلومات اللازمة لتوقيعها، واعداد الخرائط المتعلقة بذلك.

6 - رسم المقطع التصميمي الطولي والعرضي للطريق.

7 - حساب حجوم الكميات من حفر وردم ,وحجوم طبقت الإسفلت ورسم المنحنى الكمي التراكمي.

8 -حساب التكلفة التقديرية وتجهيز وثائق العطاء.

10-2 التوصيات:

1 - نحث الجامعة على التواصل مع مؤسسات وبلديات المجتمع المدني لطرح مشاريع تخرج تهم هذه المؤسسات.

2 - ندعو الى تدريب الطلبة على التطبيقات البرامج الحديثة في المجالات المختلفة عن طريق وجود مرونة في الخطط التدريسية.

3 - اعداد مواصفات للطرق خاصة بالأراضي الفلسطينية.

4 - يجب تخصيص مساقات تتعلق بهندسة الطرق والبنية التحتية لطلبة هندسة المساحة والجيوماتكس وخصوصا تعليم برنامج civil 3D التي تعد من أهم البرامج في تصميم الطرق.

5-نوصي بلدية الخليل بإعادة تأهيل طريق واد القطع واعارته كثير من الاهتمام باعتباره طريق يصل بين منطقتين حيويتين وهما منطقة راس الجورة وطريق نمرة

6-نوصي بلدية الخليل باستكشاف باقي الطرق المحلية الموجودة في المدينة والتي هي بحاجة لاعادة تأهيل.

7-نوصي بلدية الخليل بتصميم شبكة منفصلة لتصريف مياه الامطار تخص طريق واد القطع واستكشاف باقي شبكات التصريف في المدينة وانشاء شبكات جديدة منفصلة ان كانت القديمة لا تصلح.

8 . نوصي بلدية الخليل بإعادة رصف طريق واد القطع وجميع الطرق المحلية التي هي بحاجة لذلك.

9 - عمل دوارة مدعومة من قبل الجامعة لتأهيل الطلبة الخريجين.

3-10 الجهات المستفيدة من المشروع:

1. سكان منطقة واد القطع.
2. بلدية الخليل.
3. المصانع والشركات الخاصة الموجودة في المنطقة
4. المدارس الموجودة في تلك المنطقة.
5. وزارة الحكم المحلي.
6. وزارة الاشغال العامة.

Table (8-4) Storm Water Design Computations													
Line A													
Number	LOCATION			Length	Length comulative	Area of street	C factor street	C.A street	Sum (AC) comulative	Tc	(i)	Q	Qi
	Line name	Upper inlet no	lower inlet no	(m)	(m)	(ha)		(ha)	(ha)	(min)	(L/s.ha)	(L/s)	(L/s)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	line A	1	2	52.32	52.32	0.5458	0.15	0.0819	0.0819	5.9689	208.42	17.063	17.063
2	line A	2	3	50.31	102.63	0.9716	0.15	0.1457	0.2276	6.9006	206.87	47.085	30.021
3	line A	3	4	58.74	161.37	1.301	0.15	0.1952	0.4228	7.9883	205.07	86.694	39.609
4	line A	4	5	66.78	228.15	1.217	0.15	0.1826	0.6053	9.225	203.04	122.9	36.208
5	line A	5	6	20.2	248.35	1.002	0.15	0.1503	0.7556	9.5991	202.43	152.96	30.056

Table (8-5) Storm Water Design Computations													
Line B													
Number	LOCATION			Length	Length comulative	Area of street	C factor street	C.A street	Sum (AC) comulative	Tc	(i)	Q	Qi
	Line name	Upper inlet no	lower inlet no	(m)	(m)	(ha)		(ha)	(ha)	(min)	(L/s.ha)	(L/s)	(L/s)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	line B	1	2	16	16	0.206	0.15	0.0309	0.0309	5.2963	209.55	6.475	6.475
2	line B	2	3	17.77	33.77	0.199	0.15	0.0299	0.0608	5.6254	209	12.696	6.2214
3	line B	3	4	36.5	70.27	0.305	0.15	0.0458	0.1065	6.3013	207.86	22.137	9.441
4	line B	4	5	21.01	91.28	0.0295	0.85	0.0251	0.1316	6.6904	207.21	27.264	5.1268
5	line B	5	6	48.21	139.49	0.0622	0.85	0.0529	0.1844	7.5831	205.73	37.947	10.682
6	line B	6	7	8.5	147.99	0.0131	0.85	0.0111	0.1956	7.7406	205.47	40.187	2.24
7	line B	7	8	14.5	162.49	0.0209	0.85	0.0178	0.2133	8.0091	205.03	43.742	3.5558
8	line B	8	9	14	176.49	0.0239	0.85	0.0203	0.2337	8.2683	204.61	47.808	4.0656
9	line B	9	10	30.5	206.99	0.903	0.15	0.1355	0.3691	8.8331	203.68	75.18	27.372
10	line B	10	11	41.5	248.49	0.871	0.15	0.1307	0.3643	9.6017	202.43	73.746	25.938
11	line B	11	12	14	262.49	0.618	0.15	0.0927	0.457	9.8609	202	92.318	18.572

Table (8-6) Storm Water Design Computations

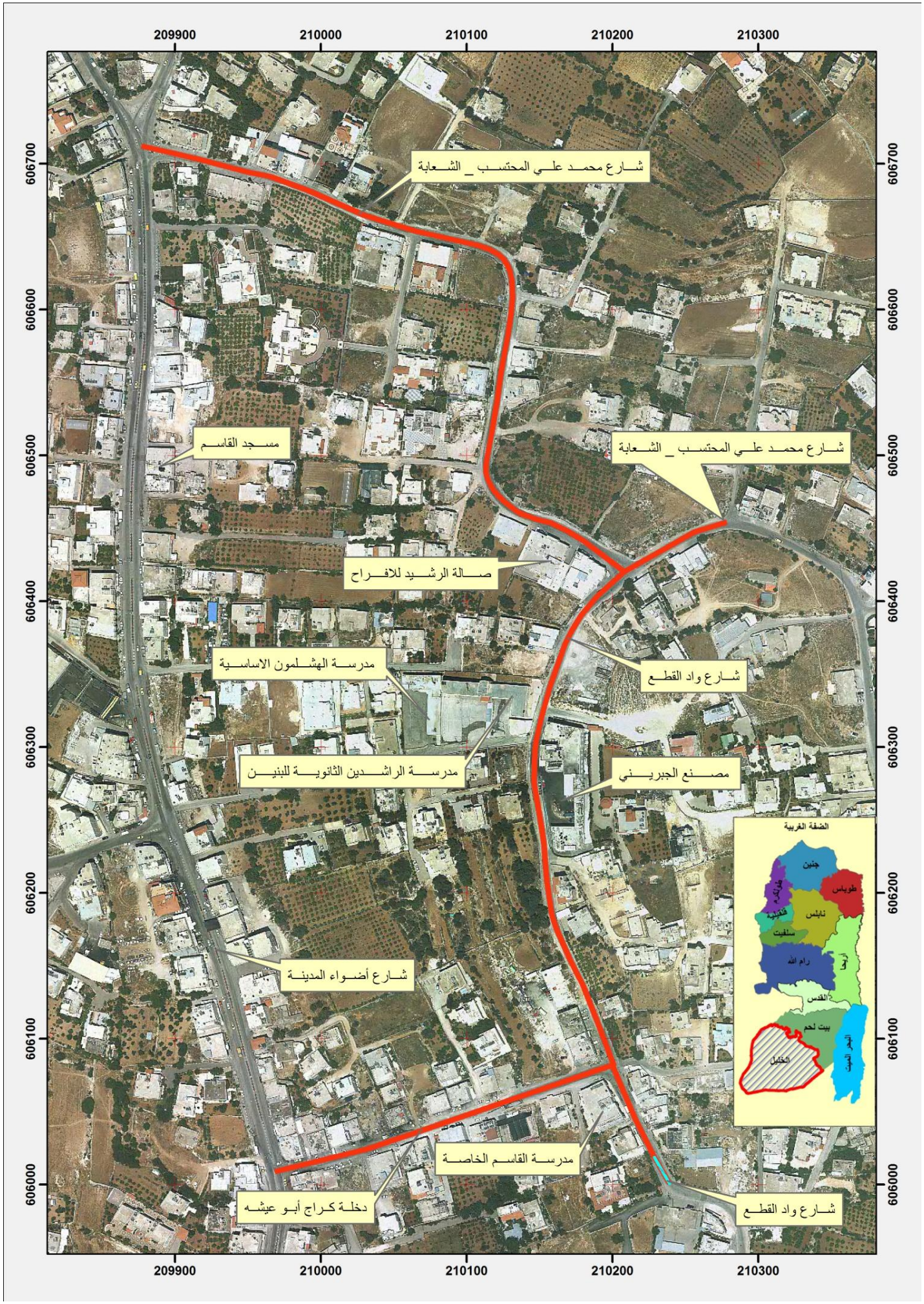
Line C

Number	LOCATION			Length	Length comulative	Area of street	C factor street	C.A street	Sum (AC) comulat	Tc	(i)	Q	Qi
	Line name	Upper inlet no	lower inlet no	(m)	(m)	(ha)		(ha)	(ha)	(min)	(L/s.ha)	(L/s)	(L/s)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	line C	1	2	22	20.87	0.142	0.15	0.0213	0.0213	5.3865	209.4	4.4601	4.4601
2	line C	2	3	19	40.56	0.199	0.15	0.0299	0.0299	5.7511	208.78	6.2322	6.2322
3	line C	3	4	17.5	58.06	0.127	0.15	0.0191	0.0489	6.0752	208.24	10.183	3.9508
4	line C	4	5	46.5	104.56	0.286	0.15	0.0429	0.0918	6.9363	206.81	18.985	8.8018
5	line C	5	6	51.5	156.06	0.302	0.15	0.0453	0.1371	7.89	205.23	28.137	9.1519
6	line C	6	7	47.66	203.72	0.173	0.15	0.026	0.1631	8.7726	203.78	33.226	5.0893
7	line C	7	8	56.16	259.88	0.105	0.15	0.0158	0.1788	9.8126	202.08	36.132	2.9064
8	line C	8	9	12.42	272.3	0.49	0.15	0.0735	0.2523	10.043	201.71	50.891	14.759
9	line C	9	10	29.22	301.52	0.501	0.15	0.0752	0.3275	10.584	200.84	65.763	14.872
10	line C	10	11	29.95	331.47	0.518	0.15	0.0777	0.4052	11.138	199.94	81.007	15.243
11	lineC	11	12	33.1	364.57	0.509	0.15	0.0764	0.4815	11.751	198.96	95.799	14.793
		12	13	28.6	393.17	0.601	0.15	0.0902	0.5717	12.281	198.12	113.25	17.453

Table (8-7) Storm Water Design Computations													
Line D													
Number	LOCATION			Length	Length con	Area of stre	C factor street	C.A street	Sum (AC) c	Tc	(i)	Q	Qi
	Line name	Upper inlet n	lower inlet no	(m)	(m)	(ha)	C	(ha)	(ha)	(min)	(L/s.ha)	(L/s)	(L/s)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	line D	1	2	29.47	29.47	0.8493	0.15	0.1274	0.1274	5.5457	209.13	26.642	26.642
2	line D	2	3	42.27	71.74	0.896	0.15	0.1344	0.2618	6.3285	207.82	54.406	27.764
3	lineD	3	4	36.45	108.19	0.8401	0.15	0.126	0.3878	7.0035	206.69	80.158	25.752

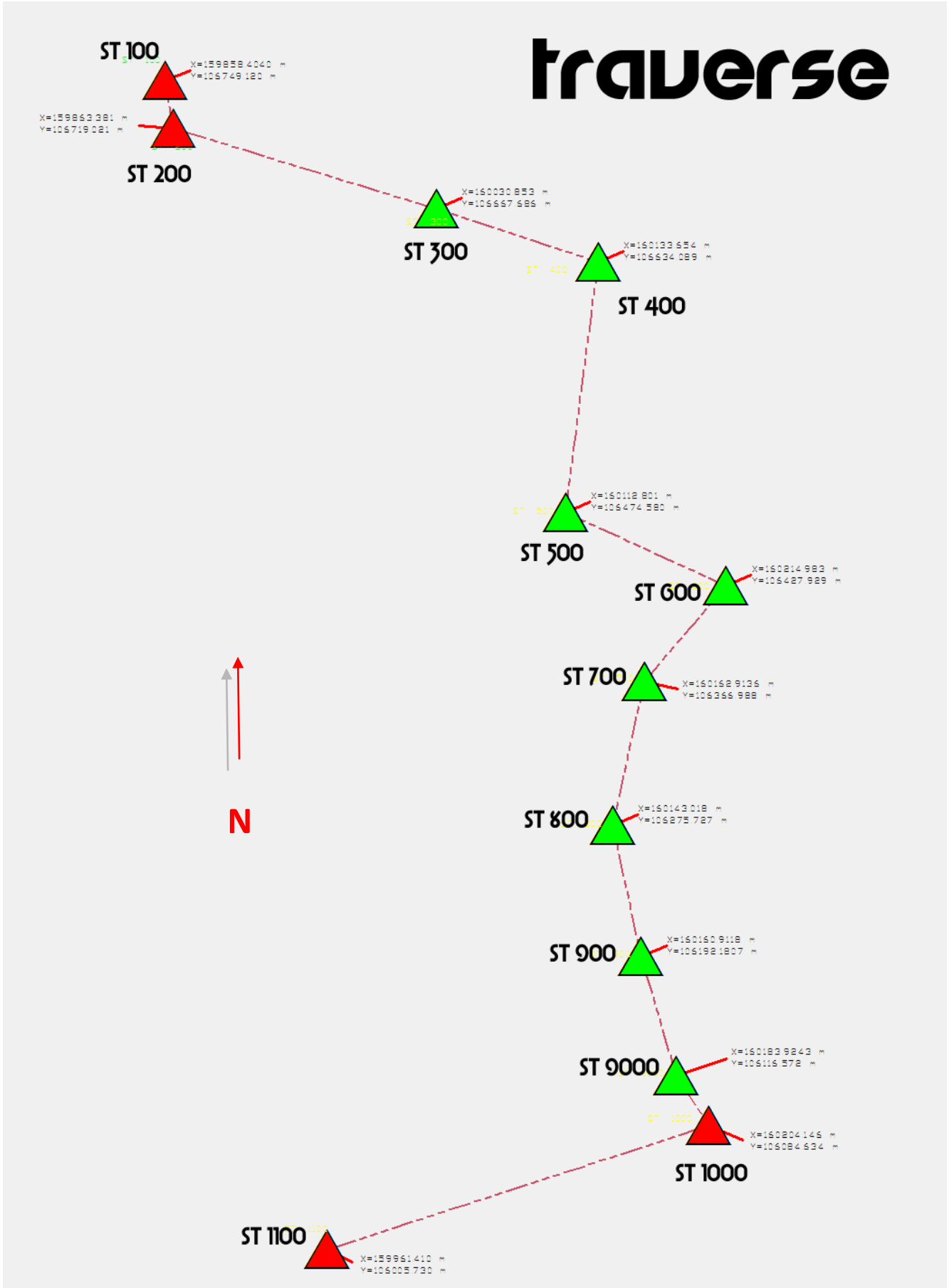
مُلحـق رَقـم [1]

مِنطقة المَشروع


209900
210000
210100
210200
210300
606700
606600
606500
606400
606300
606200
606100
606000
شـــارع محمـــد علـــي المحتســـب _ الشـــعابة
مســـجد القاســـم
شـــارع محمـــد علـــي المحتســـب _ الشـــعابة
صـــالة الرشـــيد للافـــراح
مدرســـة الهشـــلمون الاساســـية
شـــارع واد القطـــع
مدرســـة الراشـــدين الثانويـــة للبنيـــن
مصـــنع الجبريـــني
شـــارع أضـــواء المدينـــة
مدرســـة القاســـم الخاصـــة
دخلـــة كـــراج أبـــو عيشـــه
شـــارع واد القطـــع
الضفة الغربية
جنين
طوباس
طولكرم
نابلس
قلقيلية
سلفيت
رام الله
أريحا
القدس
بيت لحم
الخليل
البحر الميت

مُلحـق رَقـم [2]

شَـكل المضلع

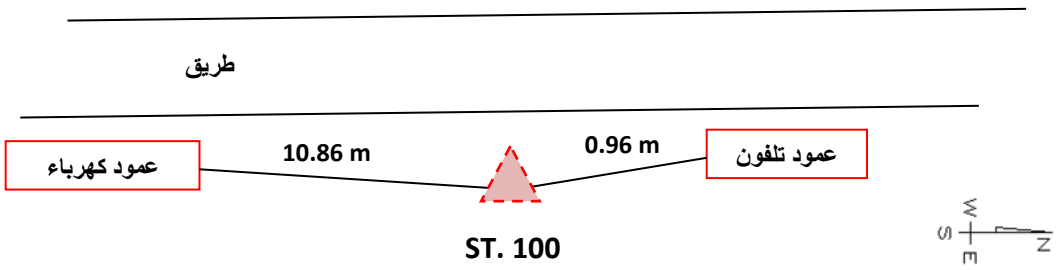

traverse
ST 100
X=159858.4040 m
Y=106749.120 m
X=159863.381 m
Y=106719.021 m
ST 200
X=160030.853 m
Y=106667.686 m
ST 300
X=160133.654 m
Y=106634.089 m
ST 400
X=160112.801 m
Y=106474.580 m
ST 500
X=160214.982 m
Y=106427.989 m
ST 600
ST 700
X=160162.9136 m
Y=106366.988 m
N
X=160143.018 m
Y=106275.727 m
ST 800
X=160160.9118 m
Y=106192.1807 m
ST 900
X=160183.9243 m
Y=106116.572 m
ST 9000
X=160204.146 m
Y=106084.634 m
ST 1000
ST 1100
X=159961.410 m
Y=106005.730 m

مُلحق رَقم [3]

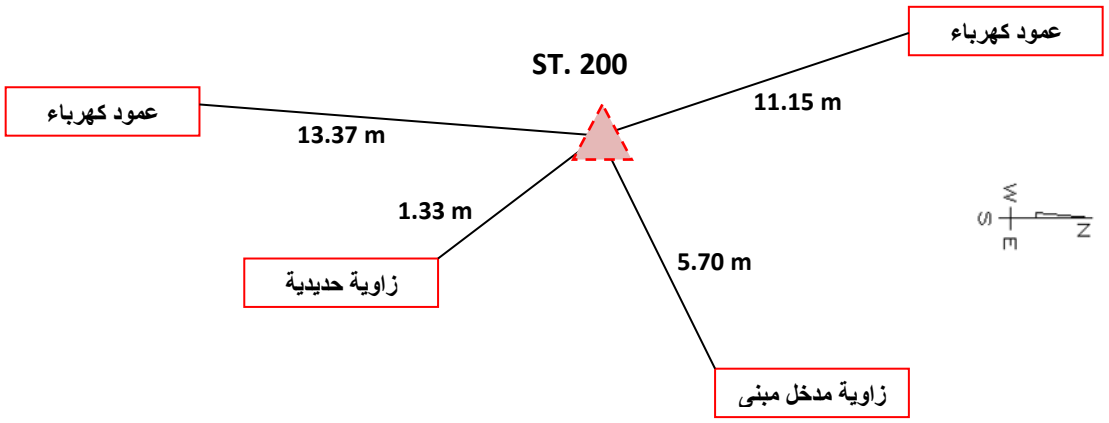
تَربيط النُقاط

- **الأشكال التالية أيضا تبين تربيط المحطات ومسافات التربيط :**

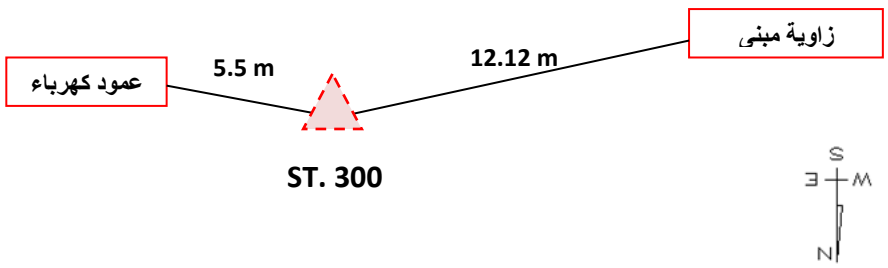
← تربيط المحطة [100]



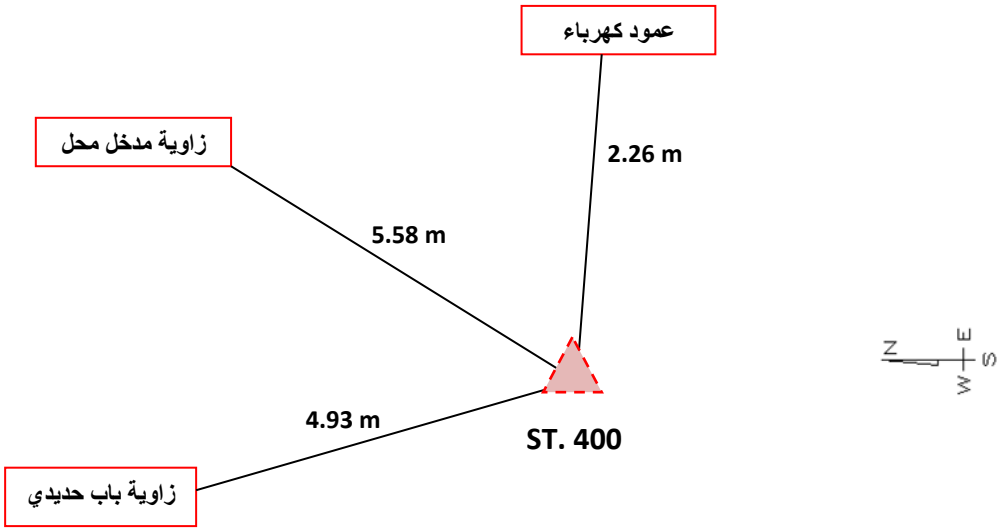
← تربيط المحطة [200]



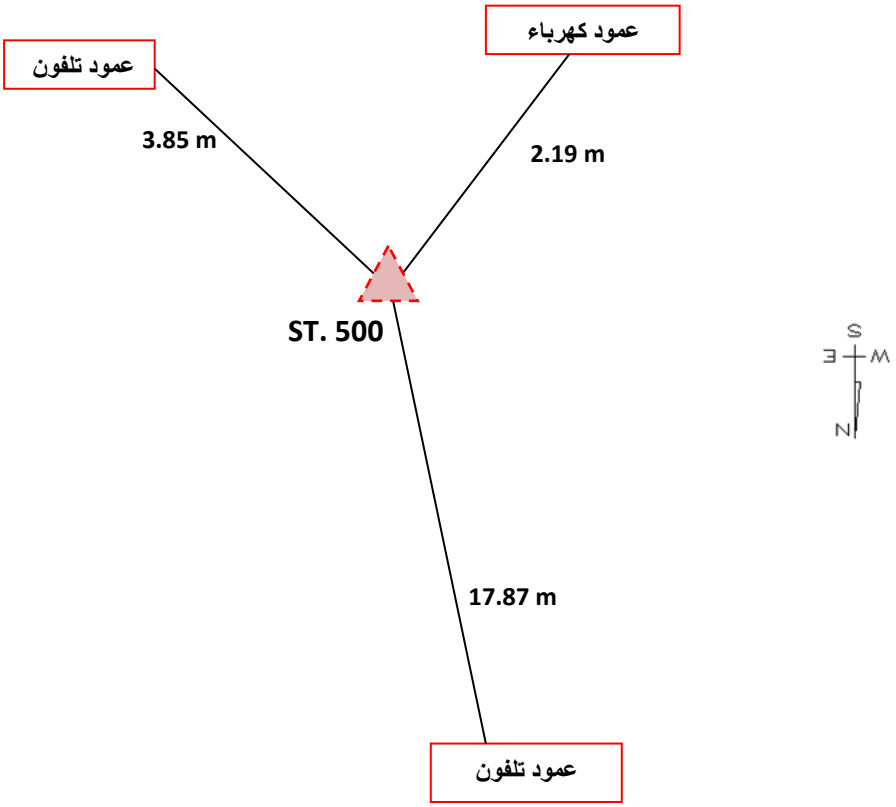
← تربيط المحطة [300]



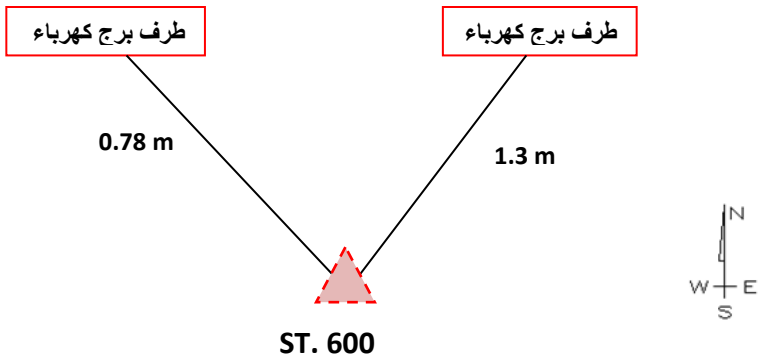
← تربيط المحطة [400]



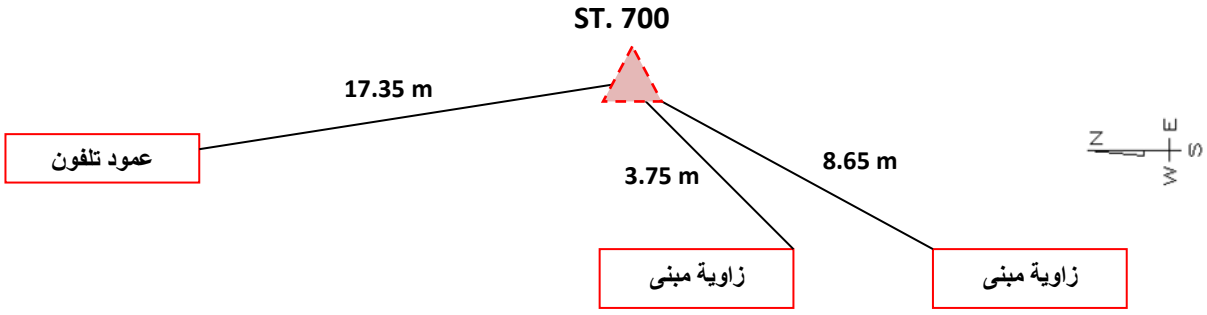
← تربيط المحطة [500]



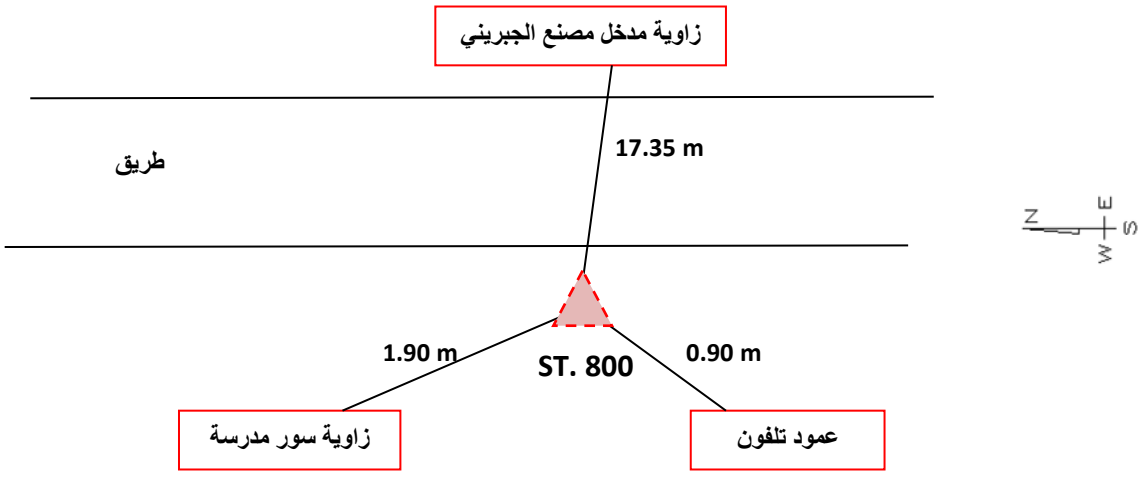
← تربيط المحطة [600]



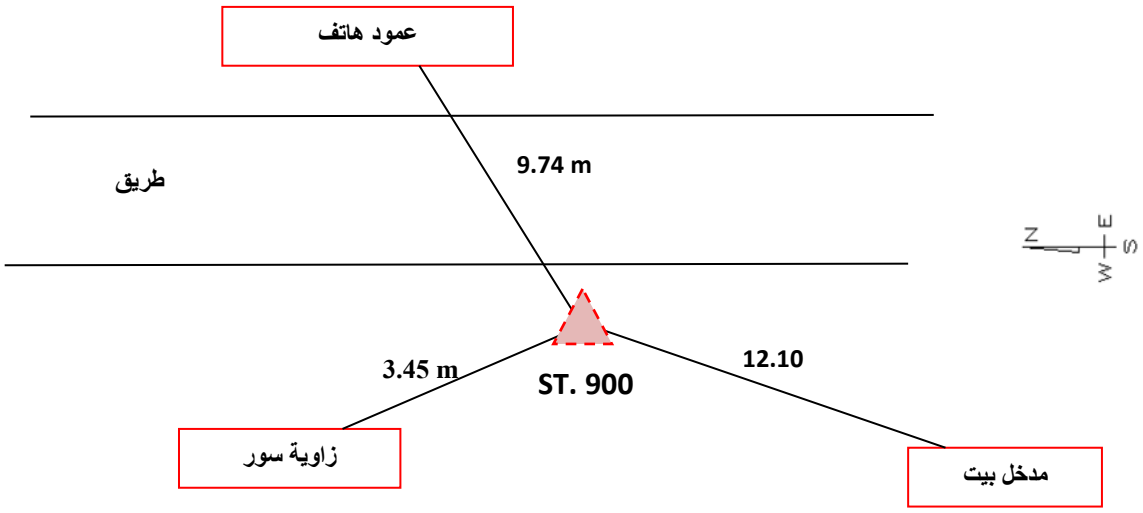
← تربيط المحطة [700]



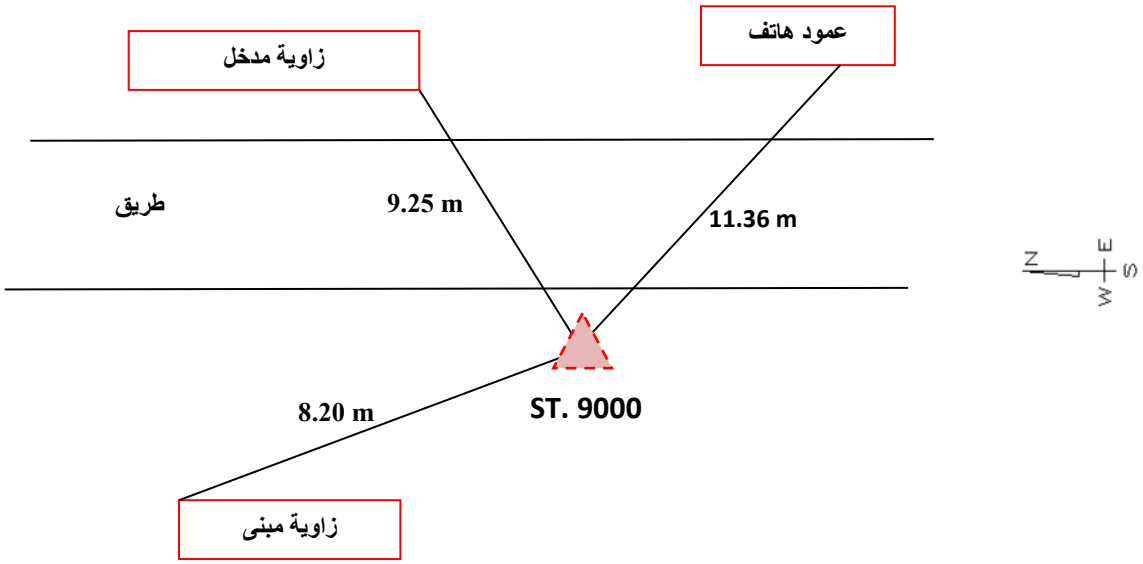
← تربيط المحطة [800]



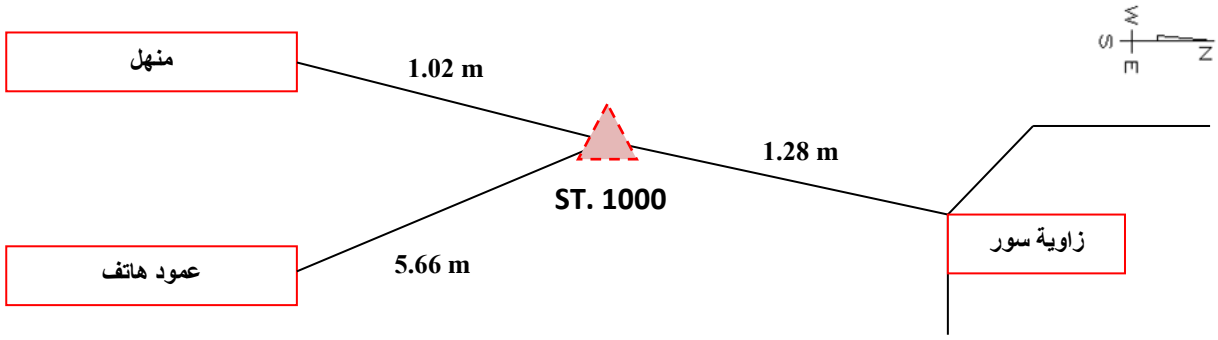
← تربيط المحطة [900]



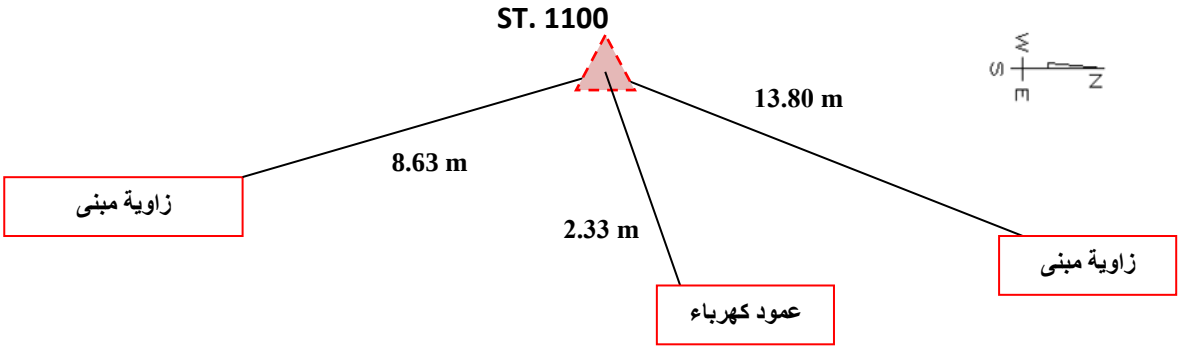
← تربيط المحطة [9000]



← تربيط المحطة [1000]



← تربيط المحطة [1100]



مُلحـق رَقـم [3]

حسابات تصحيح المضلع

Calculations:-

- Calculating the Azimuth:-

✓ $AZ_{100,200} = \tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N} + C$

$$AZ_{100,200} = \tan^{-1}\frac{159863.381-159858.404}{106719.021-106749.12} + 180$$

$$= 170\ 36\ 39$$

✓ AZ 200|300 =170 36 39 +116 20 8.79 -180 =106 56 47.7

✓ AZ 300|400 =106 56 47.7+181 4 18.75 -180 = 108 1 6.54

✓ AZ 400|500 = 108 1 6.54 + 259 21 51.2 - 180 = 187 22 57.7

✓ AZ 500|600 = 187 22 57.7 + 107 5 31.25 -180 = 114 28 28.9

✓ AZ 600|700 = 114 28 28.9 + 285 54 41.2 -180 = 220 23 10.1

✓ AZ 700|800 = 220 23 10.1 +151 51 30 -180 =192 14 40.1

✓ AZ 800|900 = 192 14 40.1+155 36 25 -180 =167 51 5.1

✓ AZ 900|9000 = 167 51 5.1 +175 35 43.7 -180 =163 26 48.8

✓ AZ 9000|1000 = 163 26 48.8 +163 2 55 -180 =146 29 43.8

✓ AZ 1000|1100 = 146 29 43.8 +285 26 53.7 -180 = 251 56 37.5

- Calculate the azimuth from coordinate 1000-1100 (GPS):-

✓ $AZ_{1000-1100} = \tan^{-1}\frac{\Delta E}{\Delta N} + C$

$$AZ_{7-8} = \tan^{-1}\frac{159961.410-160204.146}{106005.730-106084.634} + 180$$

$$= 251\ \ 59\ \ 33.6$$

✓ Angular error:-

$251\ \ 59\ \ 33.6 - \ 251\ 56\ 37.5 = 0\ 2\ 56.14$

✓ Allowable angular error :-

$60" \times \sqrt{10} = 0\ 3\ 9.74$

- Calculate the angular error for each angle:-

(251 59 33.6 - 251 56 37.5) / 10

= +17.61"

We added +17.61 for every angle as follows:-

$Angle_{200-300} = 116\ 20\ 8.79 + 17.61" = 116\ 20\ 26.4$

$Angle_{300-400} = 181\ 04\ 18.75 + 17.61" = 181\ 04\ 36.36$

$Angle_{400-500} = 259\ 21\ 51.2 + 17.61" = 259\ 22\ 8.81$

$Angle_{500-600} = 107\ 05\ 31.25 + 17.61" = 107\ 05\ 48.86$

$Angle_{600-700} = 285\ 54\ 41.2 + 17.61" = 285\ 54\ 58.8$

$Angle_{700-800} = 151\ 51\ 30 + 17.61" = 151\ 51\ 47.6$

$Angle_{800-900} = 155\ 36\ 25 + 17.61" = 155\ 36\ 42.6$

$$\text{Angle}_{900-9000} = 175\ 35\ 43.7 + 17.61" = 175\ 36\ 1.31$$

$$\text{Angle}_{9000-1000} = 163\ 02\ 55 + 17.61" = 163\ 03\ 12.61$$

$$\text{Angle}_{1000-1100} = 285\ 26\ 53.7 + 17.61" = 285\ 27\ 11.3$$

Angle number	Reading angle	Correct angle
100-200-300	116 20 8.79	116 20 26.4
200-300-400	181 04 18.75	181 04 36.36
300-400-500	259 21 51.2	259 22 8.81
400-500-600	107 05 31.25	107 05 48.86
500-600-700	285 54 41.2	285 54 58.8
600-700-800	151 51 30	151 51 47.6
700-800-900	155 36 25	155 36 42.6
800-900-9000	175 35 43.7	175 36 1.31
900-9000-1000	163 02 55	163 03 12.61
9000-10001100	285 26 53.7	285 27 11.3

- Calculate the corrected azimuth:-

✓ AZ 200|300 =170 36 39 +116 20 26.4 -180 =106 57 5.4
✓ AZ 300|400 =106 57 5.4 + 181 04 36.36-180 = 108 01 41.76
✓ AZ 400|500 = 108 01 41.76+ 259 22 8.81- 180 = 187 23 50.5
✓ AZ 500|600 = 187 23 50.5+ 107 05 48.86-180 = 114 29 39.4
✓ AZ 600|700 = 114 29 39.4+ 285 54 58.8 -180 = 220 24 38.2
✓ AZ 700|800 = 220 24 38.2+151 51 47.61 -180 =192 16 25.8
✓ AZ 800|900 = 192 16 25.8+155 36 42.61 -180 =167 53 8.41
✓ AZ 900|9000 = 167 53 8.41+ 175 36 1.31 -180 =163 29 9.72
✓ AZ 9000|1000 = 163 29 9.72+ 163 03 12.61 -180 =146 32 22.3
✓ AZ 1000|1100 = 146 32 22.1+285 27 11.3-180 = **251 59 33.6**

AZ 1000|1100 (GPS Coor.) = AZ 1000|1100 from calculation calculation =**251 59 33.6** (It's **OK**)

- Calculation of the departure and latitude:-

Line	Length (m)	AZIMUTH correct	ΔE(m) L*sin (Az.)	ΔN(m) L*cos (Az.)
200-300	175.203	106 57 5.4	167.591	- 51.083
300-400	108.188	108 01 41.76	102.876	- 33.483
400-500	160.900	187 23 50.5	- 20.716	- 159.561
500-600	112.370	114 29 39.4	102.257	- 46.589
600-700	80.507	220 24 38.2	- 52.190	- 61.300
700-800	93.392	192 16 25.8	- 19.854	- 91.258
800-900	85.447	167 53 8.41	17.932	- 83.544
900-9000	79.002	163 29 9.72	22.456	- 75.744
9000-1000	37.988	146 32 22.3	20.945	- 31.692
∑	932.997	--	341.297	-634.254

- Computing the closure error in easting and northing:-

Name of station	E(m)	N(m)
1000	160204.146	106084.634
200	159863.381	106719.021
E1000-E200	340.765	-634.387

- Error in easting and northing:-

Error in easting = 341.297-340.765=.532 →ΔE= -.532
Error in northing = -634.254- - 634.387=.133 →ΔN= -.133

- Computing corrected ΔE and ΔN:-

$$\Delta E_{corr} = \Delta E \pm L\frac{\Delta DEP}{\sum Length}$$

$$\Delta N_{corr} = \Delta N \pm L\frac{\Delta LAT}{\sum Length}$$

$$\Delta E_{corr.200-300} = 167.591 + 175.203 * \frac{-.532}{932.997} = 167.491$$

$$\Delta N_{corr.200-300} = -51.083 + 175.203 * \frac{-.133}{932.997} = -51.108$$

$$\Delta E_{corr.300-400} = 102.876 + 108.188 * \frac{-.532}{932.997} = 102.814$$

$$\Delta N_{corr.300-400} = -33.483 + 108.188 * \frac{-.133}{932.997} = -33.498$$

$$\Delta E_{corr.400-500} = -20.7159 + 160.900 * \frac{-.532}{932.997} = -20.808$$

$$\Delta N_{corr.400-500} = -159.561 + 160.900 * \frac{-.133}{932.997} = -159.584$$

$$\Delta E_{corr.500-600} = 102.257 + 112.370 * \frac{-.532}{932.997} = 102.193$$

$$\Delta N_{corr.500-600} = -46.589 + 112.370 * \frac{-.133}{932.997} = -46.605$$

$$\Delta E_{corr.600-700} = -52.190 + 80.507 * \frac{-.532}{932.997} = -52.236$$

$$\Delta N_{corr.600-700} = -61.300 + 80.507 * \frac{-.133}{932.997} = -61.312$$

$$\Delta E_{corr.700-800} = -19.854 + 93.392 * \frac{-.532}{932.997} = -19.907$$

$$\Delta N_{corr.700-800} = -91.257 + 93.392 * \frac{-.133}{932.997} = -91.270$$

$$\Delta E_{corr.800-900} = 17.932 + 85.447 * \frac{-.532}{932.997} = 17.883$$

$$\Delta N_{corr.800-900} = -83.544 + 85.447 * \frac{-.133}{932.997} = -83.556$$

$$\Delta E_{corr.900-9000} = 22.456 + 79.002 * \frac{-.532}{932.997} = 22.411$$

$$\Delta N_{corr.900-9000} = -75.744 + 79.002 * \frac{-.133}{932.997} = -75.755$$

$$\Delta E_{corr.9000-1000} = 20.945 + 37.988 * \frac{-.532}{932.997} = 20.923$$

$$\Delta N_{corr.9000-1000} = -31.692 + 37.988 * \frac{-.133}{932.997} = -31.697$$

Line	**ΔE**	**ΔN**	**$\Delta E_{corr.}$**	**$\Delta N_{corr.}$**
200-300	167.591	- 51.083	167.491	-51.108
300-400	102.876	- 33.483	102.814	-33.498
400-500	- 20.716	- 159.561	-20.808	-159.584
500-600	102.257	- 46.589	102.193	- 46.605
600-700	- 52.190	- 61.300	-52.236	- 61.312
700-800	- 19.854	- 91.258	-19.907	-91.270
800-900	17.932	- 83.544	17.883	-83.556
900-9000	22.456	- 75.744	22.411	-75.755
9000-1000	20.945	- 31.692	20.923	-31.697
∑	341.297	-634.254	340.764	-634.385

→ 340.765 - 340.764 = .001

→ -634.387 -- 634.385=-.002

.001 and .002 **don't equal zeroes due to rounding in the third digit.**

- Computing corrected coordinates:-

$$E_3 = E_2 + \Delta E_{corr}$$
$$N_3 = N_2 + \Delta N_{corr}$$

$$E_{300} = 159863.381 + 167.491 = 160030.872$$

$$N_{300} = 106719.021 - 51.108 = 106667.913$$

$$E_{400} = 160030.872 + 102.814 = 160133.686$$

$$N_{400} = 106667.913 + -33.498 = 106634.415$$

$$E_{500} = 160133.686 + -20.808 = 160112.878$$

$$N_{500} = 106634.415 + -159.584 = 106474.831$$

$$E_{600} = 160112.878 + 102.193 = 160215.071$$

$$N_{600} = 106474.831 + -46.605 = 106428.226$$

$$E_{700} = 160215.071 + -52.236 = 160162.835$$

$$N_{700} = 106428.226 + -61.312 = 106366.914$$

$$E_{800} = 160162.835 + -19.907 = 160142.928$$

$$N_{800} = 106366.914 + -91.270 = 106275.644$$

$$E_{900} = 160142.928 + 17.883 = 160160.811$$

$$N_{900} = 106275.644 + -83.556 = 106192.088$$

$$E_{9000} = 160160.811 + 22.411 = 160183.222$$

$$N_{9000} = 106192.088 + -75.755 = 106116.333$$

$$E_{1000} = 160183.222 + 20.923 = 160204.145$$

$$E_{1000} = 106116.333 + -31.697 = 106084.636$$

Station #	Corrected (X)	Corrected(Y)
300	160030.872	106667.913
400	160133.686	106634.415
500	160112.878	106474.831
600	160215.071	106428.226
700	160162.835	106366.914
800	160142.928	106275.644
900	160160.811	106192.088
9000	160183.222	106116.333
1000	160204.145	106084.636

- Verifying that ΔDEP and ΔLAT = 0

$$\Delta DEP = 160204.146 - 160204.145 = .001m$$

$$\Delta LAT = 106084.634 - 106084.636 = -.002m$$

→ A gain, the values of delta departure and delta latitude don't equal zero due to rounding.

- Computing the accuracy of traverse:-

Linear error of closure (EC) = ((ΔLAT)^2 + (ΔDEP)^2)^.5

=((-.523)^2+(.133)^2)^.5=.548

Relative Accuracy of traverse = angular Misclosure error /perimeter of traverse → $\frac{Ec}{p}$:-

= .548/932.997

=1/30000

This means that in every 30000 m , we are allowable to make a mistake by 1 m only.

- Computing adjusted distances from adjusted coordinates:- :-

D 100-200=$\sqrt{(x200 - x100)^2 *)(y200 - y100^2)}$

D100-200:-

$$\sqrt{(159863.381 - 159858.404)^2 * (106719.021 - 106749.120)^2}$$

= 30.508 m

By the same way , we other adjusted coordinates have been calculated:-

D 200-300 = 175.115 m

D 300-400 = 108.133 m

D 400-500 = 160.935 m

D 500-600 = 112.318 m

D 600-700 = 80.547 m

D 700-800 = 93.416 m

D 800-900 = 85.448m

D 900-9000 = 79.000 m

D 9000-1000 = 37.980 m

D 1000-1100 = 255.238 m

St. number #	Adjusted distance (m)
100-200	30.508
200-300	175.115
300-400	108.133
400-500	160.935
500-600	112.318
600-700	80.547
700-800	93.416
800-900	85.448
900-9000	79.000
9000-1000	37.980
1000-1100	255.238

15- Check second order traverse specifications

Azimuth closure $=4.5\sqrt{n}$

$=4.5\sqrt{10} = 14.230$

Position closure$=0.08\sqrt{k}$

$=0.08\sqrt{932.9973} = 2.444$

مُلحـق رَقـم [5]

Horizontal Alignment Curve Report

Waad alQeta’ Road

Horizontal Alignment Curve Report

Alignment Curve Report

Report Date: 12/7/2012 4:34:19 AM

Alignment: Alignment - 1

Tangent Data

Length:	33.706	Course:	S 78° 43' 16.1573" E

Circular Curve Data

Delta:	14° 56' 31.8092"	Type:	RIGHT
Radius:	350.000		
Length:	91.277	Tangent:	45.899
Mid-Ord:	2.971	External:	2.997
Chord:	91.018	Course:	S 71° 15' 00.2527" E

Circular Curve Data

Delta:	13° 11' 39.9657"	Type:	LEFT
Radius:	200.000		
Length:	46.057	Tangent:	23.131
Mid-Ord:	1.324	External:	1.333
Chord:	45.956	Course:	S 70° 22' 34.3309" E

Tangent Data

Length:	49.237	Course:	S 76° 58' 24.3137" E

Circular Curve Data

Delta:	34° 05' 16.2355"	Type:	RIGHT
Radius:	35.000		
Length:	20.823	Tangent:	10.730
Mid-Ord:	1.537	External:	1.608
Chord:	20.517	Course:	S 59° 55' 46.1960" E

Tangent Data

Length:	0.323	Course:	S 42° 53' 08.0782" E

Circular Curve Data

Delta:	48° 54' 54.7992"	Type:	RIGHT
Radius:	25.000		
Length:	21.343	Tangent:	11.371
Mid-Ord:	2.243	External:	2.464
Chord:	20.701	Course:	S 18° 25' 40.6786" E

Tangent Data

Length:	121.670	Course:	S 08° 22' 07.3803" W

Circular Curve Data

Delta:	73° 32' 04.8537"	Type:	LEFT
Radius:	30.000		
Length:	38.503	Tangent:	22.416
Mid-Ord:	5.968	External:	7.450
Chord:	35.914	Course:	S 28° 23' 55.0466" E

Tangent Data

Length:	59.075	Course:	S 65° 09' 57.4734" E

Circular Curve Data

Delta:	13° 06' 01.8165"	Type:	RIGHT
Radius:	131.312		
Length:	30.024	Tangent:	15.078
Mid-Ord:	0.857	External:	0.863
Chord:	29.959	Course:	S 55° 39' 30.5408" E

Alignment: Alignment - 2

Tangent Data

Length:	34.973	Course:	S 58° 17' 46.1188" W

Circular Curve Data

Delta:	12° 30' 10.4824"	Type:	LEFT
Radius:	100.000		
Length:	21.822	Tangent:	10.954
Mid-Ord:	0.595	External:	0.598
Chord:	21.778	Course:	S 52° 02' 40.8776" W

Tangent Data

Length:	23.405	Course:	S 45° 47' 35.6364" W

Circular Curve Data

Delta:	28° 52' 32.3428"	Type:	LEFT
Radius:	70.000		
Length:	35.278	Tangent:	18.022
Mid-Ord:	2.211	External:	2.283
Chord:	34.906	Course:	S 31° 21' 19.4650" W

Tangent Data

Length:	48.586	Course:	S 16° 55' 03.2936" W

Circular Curve Data

Delta:	24° 05' 47.3976"	Type:	LEFT
Radius:	100.000		
Length:	42.056	Tangent:	21.344
Mid-Ord:	2.203	External:	2.252
Chord:	41.747	Course:	S 04° 52' 09.5948" W

Tangent Data

Length:	79.497	Course:	S 07° 10' 44.1040" E

Circular Curve Data

Delta:	15° 56' 10.5956"	Type:	LEFT
Radius:	100.000		
Length:	27.814	Tangent:	13.997
Mid-Ord:	0.965	External:	0.975
Chord:	27.724	Course:	S 15° 08' 49.4018" E

Tangent Data

Length:	83.977	Course:	S 23° 06' 54.6996" E

Circular Curve Data

Delta:	94° 23' 29.8189"	Type:	RIGHT
Radius:	10.000		
Length:	16.474	Tangent:	10.797
Mid-Ord:	3.205	External:	4.717
Chord:	14.674	Course:	S 24° 04' 50.2099" W

مُلحـق رَقـم [6]

Vertical Alignment Curve Report

Waad alQeta’ Road

Vertical Alignment Curve Report

Vertical Alignment : FG 1
Station Range: Start: 0.000, End: 512.038

PVI	Station	Grade Out (%)	Curve Length
0.00	0.000	-7.648%	
1.00	94.654	-2.693%	75.628m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	56.840	Elevation:	995.079m
PVI Station:	94.654	Elevation:	992.187m
PVT Station:	132.468	Elevation:	991.168m
Low Point:	132.468	Elevation:	991.168m
Grade in(%):	-7.648%	Grade out(%):	-2.693%
Change(%):	4.955%	K:	15.2637697409715
Curve Length:	75.628m		
Headlight Distance:	120.701m		

PVI	Station	Grade Out (%)	Curve Length
2.00	239.369	7.875%	33.629m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	222.555	Elevation:	988.743m
PVI Station:	239.369	Elevation:	988.290m
PVT Station:	256.184	Elevation:	989.614m
Low Point:	231.123	Elevation:	988.627m
Grade in(%):	-2.693%	Grade out(%):	7.875%
Change(%):	10.568%	K:	3.18211170980884
Curve Length:	33.629m		
Headlight Distance:	42.810m		

3.00	359.978	7.132%	70.445m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	324.755	Elevation:	995.014m
PVI Station:	359.978	Elevation:	997.788m
PVT Station:	395.200	Elevation:	1,000.300m
High Point:	395.200	Elevation:	1,000.300m
Grade in(%):	7.875%	Grade out(%):	7.132%
Change(%):	0.744%	K:	94.7160862255629
Curve Length:	70.445m		
Passing Distance:	381.728m	Stopping Distance:	505.414m

4.00	512.038		

Vertical Alignment: FG 2
Station Range: Start: 0.290, End: 636.930

PVI	Station	Grade Out (%)	Curve Length
0.00	0.290	5.591%	
1.00	117.272	-6.636%	165.463m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	34.540	Elevation:	1,008.823m
PVI Station:	117.272	Elevation:	1,013.448m
PVT Station:	200.003	Elevation:	1,007.958m
High Point:	110.199	Elevation:	1,010.937m
Grade in(%):	5.591%	Grade out(%):	-6.636%
Change(%):	12.227%	K:	13.5328017921165
Curve Length:	165.463m		
Passing Distance:	83.518m	Stopping Distance:	97.288m

2.00	288.680	-11.305%	48.482m

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	264.439	Elevation:	1,003.682m
PVI Station:	288.680	Elevation:	1,002.073m
PVT Station:	312.922	Elevation:	999.333m
High Point:	264.439	Elevation:	1,003.682m

	Grade in(%):	-6.636%	Grade out(%):	-11.305%	
	Change(%):	4.669%	K:	10.3842979137704	
	Curve Length:	48.482m			
	Passing Distance:	79.440m	Stopping Distance:	99.144m	
3.00	331.110	-5.468%		5.837m	
	Vertical Curve Information:(sag curve)				
	PVC Station:	328.192	Elevation:	997.606m	
	PVI Station:	331.110	Elevation:	997.276m	
	PVT Station:	334.029	Elevation:	997.117m	
	Low Point:	334.029	Elevation:	997.117m	
	Grade in(%):	-11.305%	Grade out(%):	-5.468%	
	Change(%):	5.837%	K:	0.99999999999941	
	Curve Length:	5.837m			
	Headlight Distance:	53.044m			
4.00	400.763	-16.960%		21.443m	
	Vertical Curve Information:(crest curve)				
	PVC Station:	390.041	Elevation:	994.054m	
	PVI Station:	400.763	Elevation:	993.468m	
	PVT Station:	411.484	Elevation:	991.650m	
	High Point:	390.041	Elevation:	994.054m	
	Grade in(%):	-5.468%	Grade out(%):	-16.960%	
	Change(%):	11.492%	K:	1.865944993518	
	Curve Length:	21.443m			
	Passing Distance:	33.147m	Stopping Distance:	41.152m	
5.00	530.994	10.537%		124.416m	
	Vertical Curve Information:(sag curve)				
	PVC Station:	468.786	Elevation:	981.931m	
	PVI Station:	530.994	Elevation:	971.381m	
	PVT Station:	593.202	Elevation:	977.936m	
	Low Point:	545.525	Elevation:	975.424m	
	Grade in(%):	-16.960%	Grade out(%):	10.537%	
	Change(%):	27.496%	K:	4.52480453113343	
	Curve Length:	124.416m			
	Headlight Distance:	51.168m			
6.00	612.283	0.529%		19.232m	

	Vertical Curve Information:(crest curve)			
	PVC Station:	602.667	Elevation:	978.933m
	PVI Station:	612.283	Elevation:	979.947m
	PVT Station:	621.899	Elevation:	979.997m
	High Point:	621.899	Elevation:	979.997m
	Grade in(%):	10.537%	Grade out(%):	0.529%
	Change(%):	10.007%	K:	1.92174498273012
	Curve Length:	19.232m		
	Passing Distance:	35.368m	Stopping Distance:	44.561m
7.00	636.930			

المَصادر وَ المرَاجع

← المصادر والمراجع

Book	[1] Paul R. Wolf, Adjustment Computations Statistics and Least Squares in Surveying and GIS, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1997. 2 -عصمت محمد الحسن ,مبادئ علم المساحة. 3 - علي شكري ,المساحة التفصيلية (طرق الرفع والتوقيع) . 4 - يوسف صيام وآخرون, تغطية مساحية للطرق, دار مجدلاوي للنشر- عمان 1999م 5 - بشير حطروم ,دليل التصميم الهندسي للطرق. 6 -المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني ,تقنية الطرق. 7 -إعادة تصميم وتأهيل الطريق الواصل بين دوار عيصى و مفرق طيبة ,ربيع السعدي , محمد القواسمي ,خالد ابراهيم. [8] Policy on Geometric Design of Highways and Streets ,AASHTO 9 - احمد ابراهيم, العقود الهندسية 10 - يوسف صيام، المساحات وحساب الكميات 11 - النظم الهندسية للتغذية والمياه والصرف الصحي. 12 -مركز الاحصاء الفلسطيني 13-يوسف صيام، المساحة وتخطيط المنحنيات، عمان، الأردن, 1978. 14-Surveying for civil engineers, Dr najeh tamim
Internet Document	[1] www.geom.unimelb.edu.au [2] www.arab_eng.org [3] http://agricultural.yoo7.com/t662-topic [4] http://sereencenter.com/files/material/34.ppt [5]http://www.mhd.state.ma.us/downloads/designGuide/CH_6_a.pdf [6]http://www2.dft.gov.uk/pgr/roads/tpm/ltnotes/esignofpedestriancrossin4034.pdf

فهرس الأشكال

رقم الشكل	إسم الشكل	رقم الصفحة
1-1	صور فوتوغرافية للمنطقة.....	4
2-1	موقع وامتداد المشروع.....	5
1-2	تجمع المياه في الطريق.....	11
2-2	شكل فتحات التصريف على جوانب الطريق.....	11
3-2	عيوب التشققات في الطريق.....	12
4-2	صورة توضح قلة اعمدة الانارة على طول الطريق.....	14
5-2	صورة توضيحية لقاعة الافراح ومصنع الجبريني المتواجدين بالمنطقة.....	15
6-2	تجمع السيارات واغلاقها للطريق	15
1-3	المضلع المفتوح.....	18
2-3	المضلع المغلق.....	19
3-3	Closed traverses or link traverses.....	19
4-3	الأوتاد التي تستخدم في تثبيت نقاط الربط.....	23
5-3	الخطأ في عدم تمركز جهاز القياس	29
6-3	خطأ عدم تمركز العاكس في اتجاه واحد.....	30
7-3	خطأ عدم تمركز العاكس في اتجاهين	30
1-4	مقطع عرضي لطريق من حارتين.....	45
2-4	الميول العرضية على الطريق.....	46
3-4	الميول الطولية.....	47
4-4	كتف الطريق.....	48

5-4	أنواع المنحنيات الدائرية	49
6-4	عناصر المنحنى الدائري البسيط.....	50
7-4	عناصر المنحنى الدائري المركب.....	52
8-4	المنحنى الدائري مكسور الظهر.....	53
9-4	المنحنيات العكسية.....	53
10-4	المنحنى الانتقالي.....	54
11-4	تأثير القوة الطاردة المركزية على المركبات.....	55
12-4	الدوران حول الحافة الداخلية.....	57
13-4	الدوران حول المحور.....	58
14-4	الدوران حول الحافة الخارجية.....	58
15-4	العلاقة بين نصف القطر والتعلية.....	59
16-4	أنواع المنحنيات الرأسية.....	60
17-4	عناصر المنحنى الرأسي.....	61
18-4	منحنى رأسي قاعي.....	62
19-4	مسافة الرؤية للتوقف الآمن.....	64
20-4	مسافة الرؤية للتجاوز.....	65
21-4	تقاطع بسيط.....	67
22-4	تقاطع توسيط مع توسعه.....	68
24-4	تقاطع مع مسرب اضافي.....	68
25-4	انعطاف دورة واحدة.....	69
26-4	انعطاف مزدوج.....	69
27-4	العناصر الأساسية لتصميم الدوار.....	70
28-4	أشكال وتوزيع الجزر على التقاطعات.....	71

1-6	طبقات الرصفة المرنة.....	91
2-6	العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة(Base cource).....	94
3-6	العلاقة بين نسبة الرطوبة والكثافة الجافة لعينة(Sub grade Course).....	95
4-6	الجهاز المستخدم في تجربة(CBR)……	97
5-6	العلاقة الغرز والمقاومة عند 10ضربات لطبقة (Base Course)……	99
6-6	العلاقة الغرز والمقاومة عند 30ضربات لطبقة (Base Course)……	100
7-6	العلاقة الغرز والمقاومة عند 65ضربات لطبقة (Base Course)……	101
8-6	العلاقة بين الكثافة الجافة و نسبة تحمل كاليفورنيا عند غرز 5 ملم لطبقة (Base course)……..……	102
9-6	العلاقة بين المقاومة والغرز عند 10ضربات لعينة (Sub grade)……..	103
10-6	العلاقة بين المقاومة والغرز عند 30ضربة لعينة (Sub grade)……..…..	104
11-6	العلاقة بين المقاومة والغرز عند 30ضربات لعينة (Sub grade)…….….	105
12-6	العلاقة بين الكثافة الجافة ونسبة تحمل كاليفورنيا عند غرز 5 ملم لعينة (Sub grade)…….	106
13-6	صور من الاعمال المخبرية للعينات…..….	108
14-6	منحنى معامل طبقة الإسفلت السطحية(a1)…..….	118
15-6	منحنى معامل طبقة a2(Base)….….	119
16-6	منحنى لإيجاد الرقم الإنشائي SN لطبقات الرصفة المرنة…..….	119
17-6	منحنى لإيجاد الرقم الإنشائي SN1….….	120
18-6	منحنى لإيجاد الرقم الإنشائي SN2….….	121
1-8	شبكة الصرف الصحي المنفصلة…..….	132
2-8	مقطع لمطبق نموذجي…..….	134
3-8	بالوعة تصريف الأمطار ذات مدخل رأسي…..….	135
4-8	بالوعة تصريف الأمطار ذات مدخل أفقي…..….	135

5-8	نماذج(Inlets) لتصريف مياه الأمطار….....	135
6-8	تصريف مياه الأمطار عن طريق ذات مسارين….....	136
7-8	منحنيات شدة المطر….....	140

فهرس الجداول

رقم الجدول	إسم الجدول	رقم الصفحة
1-1	الجدول الزمني لفصل المقدمة.....	8
1-3	متطلبات الدقة لأعمال المضلعات	19
2-3	قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية	20
3-3	القراءات التي تم رصدها في الميدان	24
4-3	الإحداثيات غيرالمصححة	28
5-3	احداثيات النقاط المأخوذة بواسطة GPS	28
6-3	معدل المسافات المقروءة بين المحطات و مقدار الخطأ في كل مسافة	32
7-3	قيم الخطأ المسموح به في الضفة الغربية.....	33
8-3	قيم المسافات المصححة ومقدار الدقة في كل مسافة	39
9-3	قيم المسافات المصححة ومقدار الدقة في كل مسافة	40
10-3	الإحداثيات المصححة.....	40
1-4	السرعه حسب تصنيف الطريق.....	45
2-4	أنصاف أقطار الدوران بالنسبة لنوع الطريق	51
3-4	الحد الأدنى لنصف القطر على المنحنى	51
4-4	قيم الرفع الجانبي المرغوبة	56
5-4	أقل نصف قطر للمنحنى بدلالة السرعة ألتصميميه.....	57
6-4	قيمة الميول الراسية العظمى	62
7-4	العلاقة بين السرعة التصميمية ومسافة الرؤية للتوقف.....	64

1-5	سعة الطريق حسب مواصفات هيئة آشتو (AASHTO).....	77
2-5	تعداد المركبات على الطريق المقترح إعادة تصميمه.....	78
3-5	متوسط عدد المركبات لكل ساعة حسب النوع	80
4-5	إشارات التحذير ومدلولاتها	83
5-5	إشارات الإرشاد ومدلولاتها	84
1-6	الكثافة الرطبة لعينة Base course.....	93
2-6	الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينة Base course	94
3-6	الكثافة الرطبة لعينة sub grade course.....	94
4-6	الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة لعينة sub grade course.	95
5-6	يوضح بعض قيم نسبة التحمل (CBR). .....……..	96
6-6	المواصفات المطلوبة لنسبة تحمل كاليفورنيا لطبقات الطرق في فلسطين والأردن.	96
7-6	حساب نسبة التحمل (CBR)…….....……	97
8-6	العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 10 ضربا لطبقة (Base course)……	99
9-6	العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 30 ضربة لطبقة (Base course)……	100
10-6	العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 65 ضربة لطبقة (Base course)……	101
11-6	الكثافة الجافة للقوالب الثلاثة وقيم CBR لعينة (Base course) ..... ……	102
12-6	العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 10 ضربات لطبقة (sub grade)..……	103
13-6	العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 30 ضربة لطبقة (sub grade)	104
14-6	العلاقة بين الحمل المسبب للغرز في القالب عند 65ضربة لعينة (Sub grade).	105
15-6	الكثافة الجافة للقوالب الثلاثة وقيم CBR لعينة Sub grade..……	106

16-6	نسبة كاليفورنيا لكل طبقة……	106
17-6	نسبة مركبات النقل في الحارة التصميمية (f_d).....	110
18-6	معامل النمو (GF).....	110
19-6	تحويل أوزان المركبات إلى أحمال قياسية(Load Equivalency factor).....	111
20-6	عدد ونسبة كل نوع من أنواع المركبات……	113
21-6	معامل الطبقة لطبقة الأساس الحصوية (a2) المقابل لمقدار نسبة تحمل كاليفورنيا للطبقة وكذلك معاملات الرجوعية (Mr)……	114
22-6	معامل طبقة الخلطة الإسفلتية (a1) المقابل لمعامل مرونة الطبقة الإسفلتية عند درجة حرارة 20C……	115
23-6	الانحراف المعياري حسب نوع الطريق	115
24-6	تعريف جودة التصريف ……	116
25-6	معامل جودة تصريف المياه عن سطح الطريق (mi)……	116
26-6	مدى الموثوقية في تصميم الرصفة المرنة تبعا للتصنيف الوظيفي للطريق……	117
27-6	قيم ZR بالرجوع لمقدار الموثوقية ……	117
28-6	سماكات طبقات الطريق ……	122
1-7	كميات الحفر والردم للمسار (1)	124
2-7	كميات الحفر والردم للمسار (2)	125
1-8	معامل مياه الأمطار الجارية لعدة أسطح	137
2-8	معامل الاحتكاك (n) لأنابيب مختلفة المواد	139
3-8	الرفق بين تصريف مياه السيول وتصريف مياه الصرف االصحي.....	140
1-9	يبين تكاليف المواد المستخدمة في المشروع	146

فهرس المحتويات

الصفحات التمهيدية

الموضوع	رقم الصفحة
الغلاف.....	I
تقرير مشروع التخرج	II
شهادة تقييم مشروع التخرج	III
الإهداء.....	IV
شكر وتقدير	V
الملخص.....	VI
The Abstract	VII
فهرس المحتويات	VIII
فهرس الأشكال.....	XII
فهرس الجداول	XIV

الفصل الأول
المقدمة

1-1	نظرة عامة.....	3
2-1	نبذه تاريخية عن الطرق	3
3-1	منطقة الدراسه.....	4
1-3-1	موقع مدينة الخليل	4
2-3-1	الموقع للطريق	4
4-1	دراسات سابقه	4
5-1	فكرة المشروع.....	5
6-1	موقع المشروع.....	6

7-1	هيكليه المشروع.....	7
8-1	طريقة البحث.....	7
9-1	العوائق والصعوبات.....	8
10-1	الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة.....	87

الفصل الثاني
مَشاكل الطريق والحلول المُقترحة

1-2	مقدمة	10
2-2	تعريف بالمشاكل	10
3-2	سوء تصريف مياه الأمطار وقلة عبارات تصريف مياه الأمطار.....	11
4-2	تشققات في رصفات الطريق.....	12
5-2	عدم وجود اللافتات الارشادية أو اشارات المرور.....	13
6-2	الاضاءة الغير كافية على الطريق.....	14
7-2	انتشار سيارات النقل على جوانب الطريق والسيارات الصغيرة.....	15

الفصل الثالث
الاعمال المساحية والمضلعات

1-3	مقدمة.....	18
2-3	أنواع المضلعات (Types of Traverses)	18
1-2-3	المضلع المفتوح (Open Traverses)	18
2-2-3	المضلع المغلق (Closed Traverses).....	19
3-3	متطلبات الدقة لأعمال المضلعات.....	20
4-3	عمليات انشاء المضلع في الطبيعة.....	21
1-4-3	عملية الاستكشاف للمنطقة.....	21
2-4-3	رسم كروكي عام للمنطقة.....	21
3-4-3	اختيار نقاط المضلع.....	22
4-4-3	تثبيت نقاط المضلع.....	22
5-4-3	عمل كرت وصف لنقاط المضلع.....	23
6-4-3	قياس المضلع.....	24
1-6-4-3	القراءات التي تم رصدها في الميدان.....	24
5-3	حساب إحداثيات المحطات قبل التصحيح.....	27
6-3	الخطأ في الزوايا والمسافات المرصودة.....	29
1-6-3	خطأ عدم تمركز الجهاز.....	29
2-6-3	خطأ عدم تمركز جهاز الرصد.....	29
3-6-3	خطا عدم تمركز العاكس.....	30
4-6-3	الأخطاء في المسافات Error in Angle	31
5-6-3	Instrument Centering Error.....	31
6-6-3	أخطاء التوجيه (Target Centering).....	32
7-6-3	الأخطاء في قياس الزوايا.....	33
7-3	تصحيح الأخطاء في الإحداثيات.....	34
1-7-3	Least Square Method	34
2-7-3	Distance observation reduction.....	35
3-7-3	Angle observation reduction.....	36
8-3	النتائج	39

الفصل الرابع
التَصميم الـهَنْدسِي للطَرِيق

1-4	تمهيد	43
2-4	أسس عملية التصميم.....	44
1-2-4	حرم الطريق	44
2-2-4	حجم المرور (Traffic volume).....	44
3-2-4	تركيب المرور (Character of Traffic).....	44
4-2-4	السرعة التصميمية (Design speed).....	45
5-2-4	قطاع الطريق.....	45
6-2-4	عرض الحارة (lane width).....	46
7-2-4	الأرصفة (Sidewalks).....	46
8-2-4	الميول العرضية.....	46
9-2-4	الميول الطولية.....	47
10-2-4	الجزر الفاصلة بين الاتجاهين (Medians).....	47
11-2-4	الحواجز الجانبية والأعمدة الاسترشادية.....	47
12-2-4	أكتاف الطريق	48
3-4	التخطيط الأفقي للطريق	49
1-3-4	المنحنيات الأفقية.....	49
4-4	القوة الطاردة المركزية.....	55
5-4	التعلية.....	56
6-4	التخطيط الراسي للطريق (Vertical Alignment)	60
7-4	التقاطعات على الطرق.....	67
8-4	تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق.....	72

الفصل الخامس
حجم وإشارات المرور

1-5	حجم المرور.....	74
1-1-5	العد اليدوي.....	74
2-1-5	العد الميكانيكي.....	74
3-1-5	العد بطريقة المشاهد المتحرك.....	75
4-1-5	مكان انطلاق السير ووجهته النهائية.....	75
5-1-5	السير الحالي والمستقبلي.....	76
6-1-5	عمر الطريق.....	76
7-1-5	سعة الطريق.....	76
2-5	تعداد المركبات.....	77
3-5	إشارات المرور.....	82
1-3-5	انواع الاشارات.....	82
2-3-5	مواصفات الاشارات.....	82
3-3-5	موقع الإشارة.....	83
4-5	تصريف مياه الأمطار والمياه السطحية عن الطريق.....	85
1-4-5	أهداف علامات المرور.....	85
2-4-5	الشروط الواجب توفرها في علامات المرور.....	85
3-4-5	أنواع علامات المرور.....	86

الفصل السادس

التصميم الإنشائي للطريق والفحوصات المخبرية

1-6	مقدمة.....	88
2-6	الأنواع الرئيسية للرصف.....	88
1-2-6	الرصف الصلب (Rigid Pavement).....	88
2-2-6	الرصف المرن (Flexible Pavement).....	89
1-2-2-6	طبقات الرصف المرن.....	89
3-2-6	الرصف المركب (Composite Pavement).....	91
3-6	أسباب إعادة التصميم الإنشائي للطريق.....	91
4-6	الفحوصات المخبرية على طبقات الرصفة.....	91
1-4-6	تجربة بروكتور المعدلة.....	91
2-4-6	نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ratio).....	95
5-6	تصميم الرصفة المرنة.....	109
1-5-6	حساب قيمة (ESAL).....	109
1-1-5-6	الحمل المكافئ لمحور مفرد.....	109
2-1-5-6	معامل حمل المحور المكافئ.....	109
2-5-6	حساب سماكة طبقات الرصف.....	114
1-2-5-6	معامل الرجوعية (Mr).....	114
2-2-5-6	الأداء الوظيفي والأداء الإنشائي للرصفة المرنة.....	115
3-2-5-6	الانحراف المعياري العام (Estimated overall standard deviation).....	115
4-2-5-6	الرقم الإنشائي (SN).....	115
5-2-5-6	موثوقية تصميم الرصفة المرنة.....	117

الفصل السابع

كميات الحفر والردم وطبقات الرصف

1-7	جداول كميات الحفر والردم والصافي للمسار (1).....	124
2-7	جداول كميات الحفر والردم والصافي للمسار (2).....	125
3-7	حسابات كميات الحفر والردم النهائية للمشروع	127
4-7	حساب كميات الاسفلت و طبقة الأساس (Base Course) للمشروع	127

الفصل الثامن
شبكات الصرف الصحي والمياه

1-8	مقدمة.....	130
2-8	طرق الصرف الصحي.....	130
3-8	أنظمة الصرف الصحي.....	132
1-3-8	نظام التصريف باستخدام الجاذبية الأرضية (Gravity sewer system).....	132
2-3-8	نظام يعتمد على الضخ (Pressure sewer system).....	132
3-3-8	نظام يعتمد على تفريغ وشفط الهواء (vacuum sewer system).....	133
4-8	مكونات شبكة تصريف مياه الأمطار.....	133
5-8	الميل العرضي للطريق.....	136
6-8	كميات مياه السيول.....	136
1-6-8	تدفق المياه في مجاري السيول.....	138
7-8	وقت التجميع (Time of concentration).....	139
8-8	شدة أو غزارة المطر (Rainfall Intensity).....	139
9-8	الحفر والردم للخنادق.....	140
10-8	الفرق بين تصريف مياه السيول وتصريف مياه الصرف الصحي.....	140
11-8	القطاع الجانبي (The profile).....	141
12-8	المعلومات الأولية لتصميم مياه السيول	141
13-8	تصميم مجاري السيول(Design of storm sewers).....	142
1-13-8	الشروط التصميمية.....	142
2-13-8	تصميم مياه السيول لطريق وادي القطع (الشعابة).....	143
14-8	طريقة تنفيذ خط مواسير الصرف.....	143

الفصل التاسع
التكلفة والعطاء

1-9	التكلفة.....	145
1-1-9	التكلفة النهائية للمشروع.....	145
2-1-9	ملخص التكلفة الكلية للمشروع.....	145
2-9	العطاء.....	146
3-9	الوثائق المكونة للعقد.....	146
1-3-9	خطاب الدعوة.....	146
2-3-9	تعليمات إلى المقاولين.....	147
3-3-9	العرض أو صيغة المناقصة.....	147
4-3-9	الاتفاقية Agreement.....	147
5-3-9	شروط العقد Contract Conditions.....	147
1-5-3-9	الشروط الخاصة	147
2-5-3-9	الشروط العامة	148
6-3-9	الجداول الملحقة بشروط العقد.....	148
7-3-9	المواصفات Specification.....	148
8-3-9	الرسومات Drawings.....	148
9-3-9	جدول الكميات Bill of Quantities.....	148
10-3-9	تقرير عن حالة التربة.....	148

الفصل العاشر
النتائج والتوصيات

1-10	نتائج المشروع.....	150
2-10	التوصيات.....	150
3-10	الجهات المستفيدة من المشروع.....	151

المراجع

المراجع..... 152