جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا
دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

مشروع تخرج

دراسة وتصميم الميول لشارع عين سارة وإيجاد الحلول لمشكلة تجمع مياه الأمطار

فريق العمل

أحمد الحرباوي
محمد داود
عدنان شومان
ناصر البكري

إشراف
م.مصعب شاهين

الخليل – فلسطين

أيار - ٢٠١١

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا
دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

تقرير مشروع التخرج

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

مشروع تخرج

دراسة وتصميم الميول لشارع عين سارة وإيجاد الحلول لمشكلة تجمع مياه الأمطار

فريق العمل

أحمد الحرباوي — عدنان شوملن

محمد داود — ناصر البكري

إشراف
م.مصعب شاهين

الخليل – فلسطين
أيار - ٢٠١١

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بوليتكنيك فلسطين
الخليل- فلسطين
كلية الهندسة والتكنولوجيا
دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

اسم المشروع

دراسة وتصميم الميول لشارع عين سارة وإيجاد الحلول لمشكلة تجمع المياه

إعداد:

أحمد الحرباوي عدنان شوملن

محمد داود ناصر البكري

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

توقيع مشرف المشروع

.....

توقيع اللجنة الممتحنة

....

توقيع رئيس الدائرة

.....

الإهداء

إلى الرحمة المهداة في زمن الظلم والظلمات ... رسول الله صلى الله عليه وسلم

إلى ورثة الأنبياء بعلمهم ...علماؤنا الأجلاء

إلى من عبدت لي بحبها طريق الجنان ... نبع الحنان أمي الحبيبة

إلى الذي تناثرت قطرات العرق على جبينه كقطر الندى مجتهدا ليوفر لي الحياة الكريمة ...والدي الحبيب ((وأخص والدي الحبيب يوسف عمر شومان الذي وافاه الأجل قبل أن يراني مهندسا كما أحب وأراد))

إلى الذين كانوا لي أنسا في معمعان الحياة ... إخواني وأخواتي

إلى الذين رفعوا لواء العشق الأبدي عبورا نحو جنان الرحمن شهداؤنا الأماجد

إلى البيارق الخافقة في سماء العزة والإباء ... أسيراتنا وأسرانا البواسل

إلى من ساروا على درب ذات الشوكة مع الذين قضوا نحبهم وهم ينتظرون ... جرحانا الأشاوس...

إلى أقصانا ومسرانا مَهْوَ القلوب وإلى كل ذرة من أرض الرباط فلسطين بأهلها وطهرها وقفارها ..

إلى ثورات الصحوة العربية المجيدة بشهدائها وجرحاها وحرائرها من المحيط إلى الخليج ...

إلى كل الإخوة والأخوات الذين ساهموا وعملوا في هذا المشروع، بتشجيعهم ودعائهم المتواصل، والذين كان لهم صدق مؤازرتنا في تنفيذه.

" وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون، وستردون إلى عالم الغيب والشهادة فينبئكم بما كنتم تعملون"

إليكم جميعا نهدي هذا العمل

فريق العمل

الشكر والتقدير

يقول تعالى ((ولئن شكرتم لأزيدنكم))فالشكر والفضل عز وجل على أن يسَّر لنا عملنا هذا ..

ويقول رسول الله صلى الله عليه وسلم ((من لا يشكر الناس لا يشكر الله))

من سويداء القلوب ومن بريق العيون ومن عبق الرياحين ومسك الجنان نتقدم بالشكر الجزيل وفائق الحب والتقدير والإحترام إلى كل من :-

جامعتي الحبيبة جامعة بوليتكنك فلسطين إدارة وهيئة تدريسية وموظفين والذين كانوا لنا منارة العلم والعلى
ونخص بذلك دائرة الهندسة المدنية والمعمارية ممثلة برئيسها الأستاذ المهندس خليل كرامة المحترم .

وبكل الحب والوفاء لأهل الفضل والخير نتقدم بجزيل الشكر والعرفان للأستاذ المهندس مصعب شاهين لما قدمه لنا من توجيه وإرشاد وعون في مشروعنا وإلى المهندسة سماح الجعبري والمهندس نائل قفيشة والمهندس أياد أبو سنينة والمساح غالب زاهدة على ما قدموه لنا من عون ومساعدة.

وبفيض من مشاعر الحب و التقدير نتقدم بالشكر إلى كل من قدم لنا المساعدة والعون إخوة وأخوات سواء بمشاركتنا في جهدنا مباشرة أو بكلمة طيبة أو بدعوة صادقة في ظهر الغيب .

والى كل من ساهم في انجاز هذا العمل.

فريق العمل

جامعة بوليتكنيك فلسطين

عنوان المشروع

دراسة وتصميم الميول لشارع عين سارة وإيجاد الحلول لمشكلة تجمع المياه الأمطار

فريق العمل:

أحمد الحرباوي عدنان شومان

محمد داود ناصر البكري

إشراف :
م.مصعب شاهين

الملخص

يهدف هذا المشروع إلى معالجة مشكلة تجمع مياه الأمطار في شارع عين سارة التي تعيق حركة مستخدمي الطريق ، حيث يعتبر هذا الطريق من أهم الطرق الحيوية في مدينة الخليل ،فهو أحد مداخل المدينة الرئيسية . تم عمل دراسة للميول الطولية والعرضية للطريق وإيجاد النقاط الحرجة التي تسبب المشكلة كما يبينها الشكل ٤.١٦ ، وتم إعادة تصميم الميول الطولية والعرضية للطريق كي تتوافق مع المعايير الهندسية في التصميم كما في الأشكال من ٤.١ إلى ٤.١٥ ، وبناء على الميول الجديدة للطريق صممت شبكة صرف لمياه الأمطار لتخدم تلك المنطقة ، والأشكال من ٥.٤ إلى ٥.١٣ تبين التصميم المقترح لشبكة مياه الأمطار .

هذا المشروع هو احد التطبيقات الهندسية و التقنية للمواصفات التي يجب أخذها بعين الاعتبار في تصميم شبكات تصريف مياه الأمطار والميول التصميمية للطريق .

أيار - ٢٠١١

Palestine Polytechnic University

Project Title

Studying & Design of Slopes of Eeen Sara Street & resolving the problem of the collection of rainfall in it.

Project Team

Ahmad Herbawi
Adnan Shoman
Mohammad Dawod
Naser Bakri

Supervisor :
Eng. Musa'b Shaheen.

Abstract:

The purpose of this project is to treatment the problem of collecting raining water in Ein Sara street that's make difficulties in the move respect to road's user .And that road considered as most vital road in Hebron city and the road also considered as an important main entrance to the city. Longitudinal and transverse slops were studied , then finding out the critical points that's making the problem as shown in figure (4.16).And redesign the Longitudinal and transverse slops to be agree with the specifications in the design as shown in figures (4.1 to 4.15).And respect to the new slops of the road, the storm water collection was designed to reserve that region .And the figures (5.4 to 5.13) are explaining the proposed design of the storm water collection .This project is an application for engineering and technical specifications that have to be considered in drainage systems of highways, the project consist of

theory and calculations. chapters as shown in the project scope, the project has two parts: field work and office work.

This project is one of the engineering and technical applications to the specification that have taken in the designing of the storm water collections and the designing slops to the road.

May-2011

الفصل الأول

1

المقدمة

١-١ مقدمه عامه عن الطرق

٢-١ فكرة وأهمية المشروع

٣-١ أهداف المشروع

٤-١ نطاق المشروع

٥-١ العوائق والصعوبات

٦-١ الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة

٧-١ الجدول الزمني

الفصل الأول

مقدمة

1-1 مقدمه عامه عن الطرق:-

تاريخ الطرق يعود إلى نشأة الإنسان حيث احتاج التنقل من منطقه إلى أخرى للبحث عن مطالبه ، فكان يختار مسارات محدده لتخدمه وتلبي احتياجاته للتنقل ، ومع أن الطرق كان اختيارها بشكل متعرج إلا أنها كانت تمثل أفضل مسار للمسير بالنسبة له .

و يرجع الاهتمام بطبيعة الطريق إلى طبيعة الحاجة إليها ، فعندما فكر الإنسان عن وسائل لتقليل جهد النقل وبشكل أسرع كان يستخدم الحيوانات لتساعده بذلك ، ثم استخدم العربات التي تجرها الحيوانات ومن هنا كانت فكره تعبيد الطرق لتسهيل مسير العربات على الأرض ، وبذلك تكون الطرق مرتبط بعلم العربات والعجلات ، وعند صناعة أول سيارة تسير على البنزين بدأ التفكير بعمل طرق ذات احتكاك أقل وبذلك تم التوصل إلى الطرق التي سطحها أسفلت .

و لكن مع تطور حياة الإنسان وتطور التكنولوجيا في صناعة السيارات أصبح هنك حاجة لتطور الطرق إلى مسرب بعرض سيارة ومن ثم أصبحت الطريق عدة مسارب وأصبح هناك وسائل وأدوات كثيرة لتصميم وشق الطرق إذ أن أعداد الناس أخذت بالزيادة وتعددت الحاجات إلى المركبات وتنوعت الأعمال وكان كل السبل تصب في تحقيق الراحة والأمان على الطرق وسبل السلامة على الطرق ، فكانت أعمال الرصف وزيادة عرض الشارع والمسارب واختلاف أنواع الإسفلت وسماكة طبقاته الذي يوفر سبل الراحة والأمان على الطريق.

و تعتبر شبكة الطرق من أهم عناصر البنية التحتية اللازمة للتطور الاقتصادي والصناعي للدول ، حتى أصبحت الآن معيارا أساسيا يقاس من خلال مدى تطور الدول وتميز خدماتها نظرا للفوائد المتعددة التي تقدمها فيما يتعلق بتسهيل انتقال الأفراد ونقل البضائع .

كما أن الطرق تمثل العمود الفقري للبلاد وكما صنفها بعض الباحثون فهي العنصر الأساسي للتجمع الحضري الذي تتمحور حوله وحدة البلاد ونموها وتطورها ، وهي عنصر ضروري للمجتمع في جميع مجالات التنمية الحيوية ، فهي تؤثر على الأنشطة الإنتاجية ، وتؤثر على مواقع المساكن ، ومواقع الحضر ، فالتقدم في الطرق عمل على تغير نمط الحياة ورفع مستوى المعيشة وساهم بذلك في تطور ونمو المجتمعات.

2-1فكرة وأهمية المشروع :-

يعتبر شارع عينسارة أكثر الطرق حيوية في مدينة الخليل سواء لحركة سير المركبات أو لحركة سير المشاة ، حيث يمكن اعتباره العمود الفقري لجميع الطرق في مدينة الخليل فهو يصل المدينة من شمال المدينة إلى مركز المدينة ، ويربط أهم الطرق ببعضها مثل شارع السلام من الجهة الغربية وطريق نمره من الجهة الشرقية وطريق رأس الجورة من الجهة الشمالية.

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

وتكمن أهميه المشروع في حل مشكله تصريف مياه الأمطار بهذه المنطقة ، حيث تبين انه يوجد شبكة تصريف مياه أمطار لهذه المنطقة ولكن لاتفي بالغرض ، بحيث أن مياه الأمطار التي تجري في هذا الطريق تسير حتى تصل وسط البلد لتصريفها وبما أن المسافة اللي تقطعها مياه الأمطار حتى تصرف إلى مجاريها هي مسافة طويلة ، وعليه سيتم تصميم شبكه تصريف مياه أمطار لهذه المنطقة لتريف المياه في منطقة تجمعها حتى لا تشكل عائق- لمستخدمي الطريق- عند سيرها حتى تصل شارع وادي التفاح أو منطقه باب الزاوية التي لا تكاد شبكاتها استيعاب كميه الأمطار المتجمعة من عده مناطق .

ولتأكيد أهمية المشروع تم عمل استطلاع للرأي العام عن طريق الاستبيان حيث استخدم الأسلوب الوصفي في الدراسة المسحية لأخذ الرأي العام في مشكلة تجمع مياه الأمطار في شارع عينسارة ، وتم عمل مقابلات وتوجيه أسئلة لأصحاب المحلات الواقعة في منطقة الدراسة ، حيث كانت حجم العينة مكونة من ٥٢ شخصا وكانت الإجابة على الأسئلة كالتالي:

السؤال الأول : هل يوجد تجمع لمياه الأمطار بعد إعادة سفلتت (تزفيت) الطريق ؟

نعم **النسبة ٥٣.٨٥%**

لا **النسبة ٢٨.٨٥%**

لا اعرف **النسبة ١٧.٣%**

السؤال الثاني : النقاط الأكثر تجميعا للمياه حسب عرض الطريق ؟

على جوانب الطريق. **النسبة ٦٧.٣%**

وسط الطريق. **النسبة ٩.٦%**

حول الجزيرة الوسطية. **النسبة ٣.٨٥%**

جميع ما ذكر. **النسبة ١٩.٢٥%**

السؤال الثالث : ما هي المناطق الأكثر تجميعا لمياه الأمطار ؟

من دوار ابن رشد إلى بلدية الخليل. **النسبة ٤٨%**

من بلدية الخليل إلى إستاد الحسين. **النسبة ١١.٥%**

من إستاد الحسين إلى مفرق إلهابي بني (HAPPY BUNNY) **النسبة ١٩.٢٣%**

غير ذلك **النسبة ٢١.٢٧%**

وكانت الإجابة مفتوحة أمام السؤال الرابع وكانت مجمل المشاكل هي **إعاقة** حركة مستخدمي الطريق وصعوبة عبوره.

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

مقابل إستاد الحسين

مقابل مدرسة ابن رشد

مقابل بلدية الخليل

أمام رابطة الجامعيين

3-1 أهداف المشروع :-

لما كان علم الطرق يعالج سبل وراحة وأمان مستخدمي الطريق بشكل عام فدراسة شارع عين سارة ومعالجه مشكله تجمع مياه الأمطار فيه هي من إحدى سبل الراحة لمستخدمي الطريق ، حيث تتلخص أهداف المشروع في النقاط التالية :

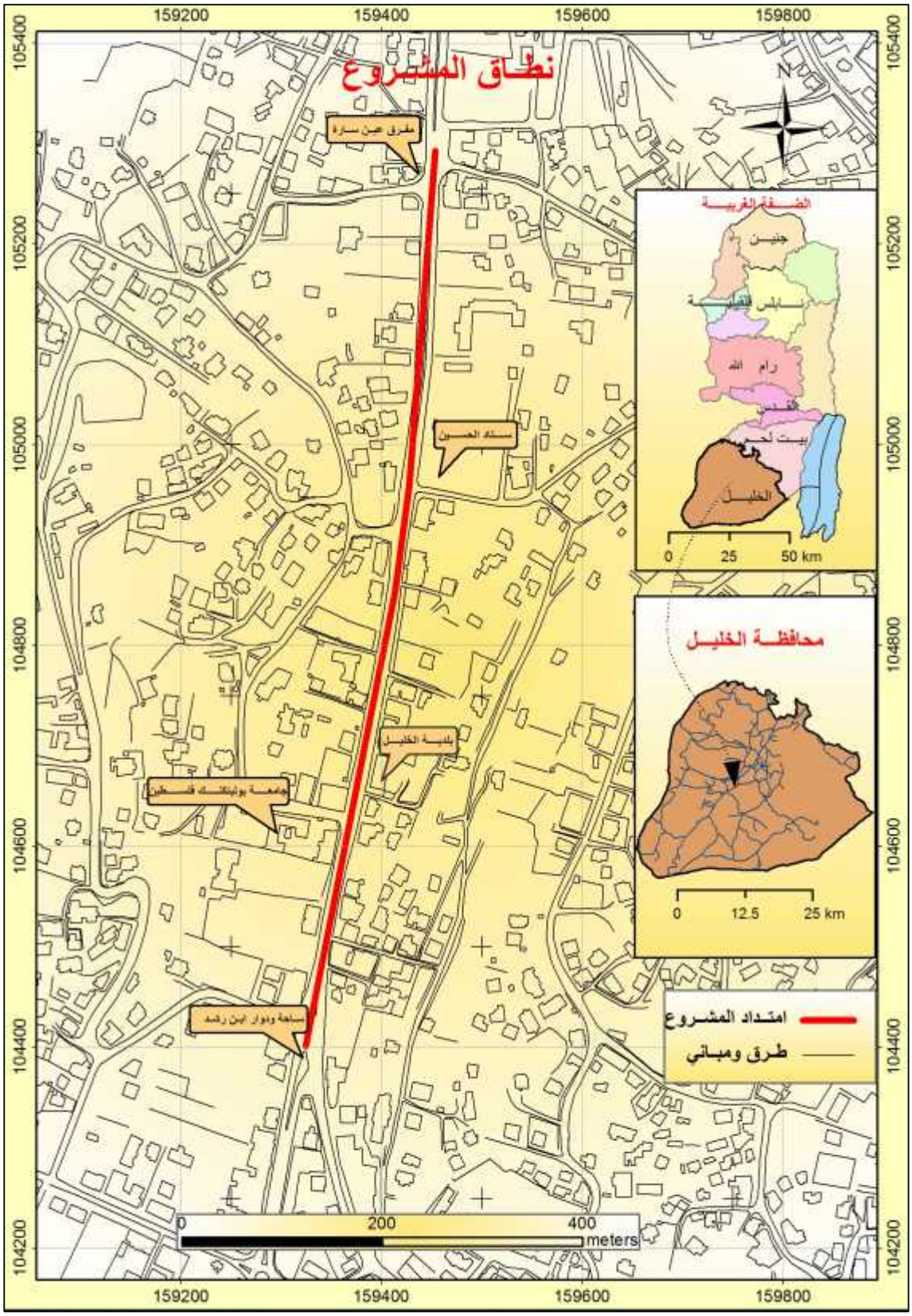
- توفير سبل الراحة لمستخدمي الطريق .
- إعادة تصميم الميول الطولية والعرضية للطريق .
- تصميم شبكه تصريف مياه الأمطار تخدم منطقة عين سارة .
- تقليل من كميات مياه الأمطار المتجمعة في وسط البلد .

4-1 نطاق المشروع :-

يحدد نطاق المشروع بمنطقه عين سارة – الخليل ، وبأخذ عينه من هذه المنطقة على سبيل التخصيص شارع عين سارة بتحديد منطقه الدراسة أكثر تفصيلا من دوار ابن رشد إلى مفرق عيد حجازي (مفرق happy bunny) يحدد موقع الدراسة.

حيث سيقتصر في هذا المشروع على دراسة الميول الطولية والعرضية للطريق وإعادة تصميمها ، ودراسة مشكله تجمع مياه الأمطار ومعالجتها بتصميم شبكه صرف مياه الأمطار لنطاق موقع المشروع فقط.

ويمكن إظهار موقع المشروع من خلال الخارطة التالية :



الشكل (١-١) يوضح موقع وامتداد المشروع

ويمكن وصف هيكليه المشروع بالفصول التالية :

الفصل الأول : يتكون من **المقدمة التي توضح المقدمة العامة عن الطرق** ، فكرة وأهميه **المشروع** ، أهداف **المشروع** ، **نطاق المشروع** ، هيكلية **المشروع** .

الفصل الثاني : **الأعمال** المساحية التي تبين **الأعمال** الاستطلاعية ، مرحله **الأعمال** المساحية الأولية وتشمل المضلعات وحسابها وتصحيحها ، مرحله **الأعمال** المساحية النهائية .

الفصل الثالث : تصريف المياه عن سطح الطريق الذي يوضح **مقدمة عامة** ، التصريف السطحي للطريق ، الميول العرضية للطريق ، الميول الطولية للطريق ، تصريف المياه عن الطريق في **المناطق** الحضرية ، كمية مياه الأمطار ، أنواع مصارف مياه الأمطار ، موقع أنابيب شبكة الصرف في جسم الطريق.

الفصل الرابع : تصميم ميول الطريق الطولية والعرضية والذي يوضح مقدمة عامة ، وتصميم الميول الطولية ، والميول العرضية ، **والقطع الحرجة**.

الفصل الخامس : تصميم شبكة تصريف مياه **الأمطار** الذي يوضح مقدمة عامة ، وتخطيط الشبكة ، وعوامل التصميم ، والاعتبارات التصميمية ، وحسابات التصميم .

الفصل السادس : النتائج والتوصيات .

5-1 العوائق والصعوبات:-

١- كثرة **المركبات المارة في** هذه **المنطقة**.

٢- كثرة التفاصيل حول الطريق **والذي** يؤدي إلى صعوبة العمل الميداني.

6-1 الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة:-

1-جهاز Total Station.

2- برنامج (AutoCAD).

3- برنامج (Adjust).

٤- برنامج (Arc GIS).

٥-برنامج (Civil 3D) .

٦- برنامج (Sewer Cad) .

7-1 الجدول الزمني : -

جدول (1-1) الجدول الزمني لمقدمة المشروع

الفعالية	عدد الأسابيع	الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
اختيار المشروع		٢															
جمع المعلومات		٣															
المساحة الاستطلاعية		٢															
العمل الميداني		٣															
حسابات المضلع		٣															
تجهيز التقرير الأولي		٣															
تسليم التقرير الأولي للمشرف		١															
تسليم التقرير النهائي		١															

جدول (1-1) الجدول الزمني لمقدمة المشروع

الفعالية	عدد الأسابيع	الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	١٥
دراسة حالة الشبكة الحالية		٢															
رفع الطريق وإدخال **القطاعات على الحاسوب**		٤															
تصميم الميول الطولية والعرضية للطريق		٤															
إجراء الحسابات لشبكة تصميم مياه الأمطار		٤															
تصميم شبكة تصريف مياه الأمطار		٢															
تحليل النتائج		٢															
تجهيز التقرير النهائي		٢															

الفصل الثاني

٢

الأعمال المساحية

٢-١ مقدمة

٢-٢ مرحلة الأعمال الاستطلاعية للموقع

٢-٣ الأعمال المساحية الأولية

٢-٤ حسابات المضلع

٢-٥ الأعمال المساحية النهائية

الفصل الثاني

الأعمال المساحية

٢-١ مقدمة :

عند تصميم الطرق تأتي الأعمال المساحية في المرتبة الأولى لجمع المعلومات المكانية والارتفاعات والتي على أساسها يتم تصميم الطرق ، التي تشمل تحديد مسار الطريق وعرض الطريق وحساب كمياته وتوقيعه على الأرض الطبيعية .

وتشمل الأعمال المساحية الرئيسية عند دراسة طريق معين على ثلاث مراحل رئيسية ، أعمال استطلاعية لغاية التعرف على موقع وأرض الدراسة ، أعمال مساحية أولية لجمع المعلومات المكانية(الإحداثيات) والارتفاعات ، أعمال مساحية نهائية لتوقيع المسار على الأرض الطبيعية .

٢-٢ مرحلة الأعمال الاستطلاعية للموقع :

تم النزول إلى الموقع للتعرف على شكل المنطقة ، وعند زيارة الموقع تم إدرك مدى صعوبة العمل الميداني لكثرة المركبات المارة بالمنطقة ، حيث تم تحديد نقاط التحكم (control point) المحيطة بالمنطقة والتي أخذت من نقاط لمعاملات طابوا من مساحين مرخصين والتي تم إيجادها عن طريق نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) والبعض الأخر عن طريق المضلعات .

تم وضع نقاط المضلع الجديدة في أفضل الأماكن المحيطة بالمشروع التي كانت تكشف اكبر قدر ممكن من الموقع وكانت هذه النقاط ثابتة ومن الصعب إزالتها وكانت متبادلة الرؤيا .

تم جمع المعلومات اللازمة لهذا المشروع حيث تم الاستعانة ببلدية الخليل لأخذ منهم بعض الأعمال المساحية السابقة للطريق والتي تضم خريطة كنتورية للمنطقة للاعتماد عليها في تحديد مصادر ومقالب مياه الأمطار التي تتجمع بالطريق كما انه تم اخذ بيانات أخرى رقمية والتي تحتوي على مواقع المناهل الموجودة في

منطقة الدراسة. وتم أخذ مخططات لخطوط الكهرباء والاتصالات والمياه والمجاري الموجودة في جسم الطريق.

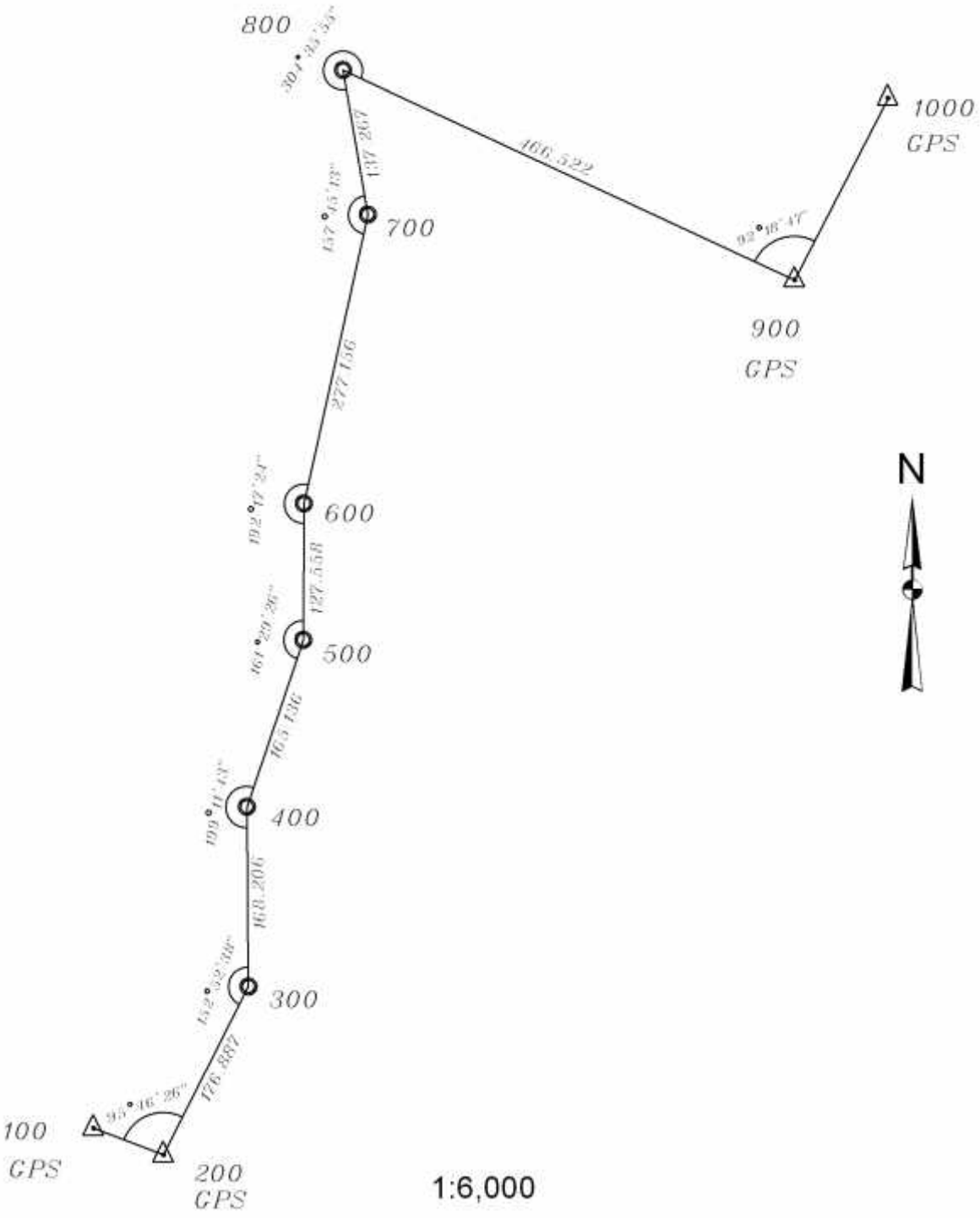
٢-٣ الأعمال المساحية الأولية :

بعد تحديد نقاط الضبط الأفقية لاستخدامها في عمل المضلع لربط مخططات الطريق بإحداثيات شبكة فلسطين ، والتي كانت غايتها هو تكثيف نقاط المساحة التي تلزم للمسح الطبوغرافي التفصيلي للمنطقة ، والغاية من ذلك هو إنتاج مخططات طبوغرافية تفصيلية للاعتماد عليها في دراسة المنطقة بدقة وإعادة تصميم ميولها وتصميم شبكة صرف لمياه الأمطار .

ومن اجل هذا الهدف تم عمل وقياس وحساب وتصحيح إحداثيات المضلع وإيجاد ارتفاعات للنقاط المساحية المرجعية الجديدة التي تم وضعها وتثبيتها على الأرض الطبيعية ، حيث تم استخدام المضلع الموصول (Link Traverse) بين نقاط الربط الجديدة ومن ثم تم تصحيح إحداثياته باستخدام طريقة المربعات الصغرى (Least Square) وتم تربيط النقاط وعمل كروكي لها الملحق رقم (١) لغاية الاستدلال عليها مستقبلا أو إعادة تأسيسها عند فقدانها.

٢-٣-١ 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 في القراءات (Repetition) لحساب المتوسط لهذه القراءات واعتمادها في حساب إحداثيات نقاط الربط الجديدة ، والشكل التالي يبين شكل المضلع وعليه المسافات والزوايا المتوسطة :



شكل(٢-١) شكل المضلع التقريبي وعليه المسافات والزوايا المتوسطة.

٢-٣-٢ ضبط الأرصاد :

في أثناء عمل قياس ما فان مقدار معين من الخطأ سينتشر إلى القياسات ويكون هذا الخطأ تراكمي ، حيث أن كل قياس لابد من وجود خطأ فيه . الأخطاء الشخصية يتم اختبارها والتحقق منها عن طريق تصميم الإجراءات الحقلية (الميدانية) للأرصاد ، الأخطاء النظامية (Systematic Error) يتم التعبير عنها رياضيا عن طريق علاقات وظيفية ومن ثم يمكن أن تزال كليا من الأرصاد ، الخطأ المتبقي في الأرصاد يكون الخطأ العشوائي ، الأخطاء العشوائية تستخدم نموذج احتمالي ويمكن فقط إيصالها إلى الحد الأدنى أو يمكن ضبطها ، والقيمة المنضبطة لأي كمية تعرف بأنها القيمة الأكثر احتمالا (Most Probable Value) للقيمة ألمقاسه ، وهذه القيمة تستخدم لحساب كميات أخرى مرتبطة بها عن طريق علاقة رياضية .

٢-٣-٣طريقة المربعات الصغرى (Least square Method) :

من المعروف أن عملية الرفع المساحي تشتمل دائما على أرصاد زائدة أو معطلة حيث أن هذه الأرصاد تساعد في كشف الأخطاء العشوائية (Random Error) أو الأخطاء المرفوضة (Blunders Error) ، الأرصاد الزائدة تتطلب طريقة يمكن بها تحقيق حل فريد للنموذج الذي من اجله تم عمل الأرصاد، طريقة المربعات الصغرى (Least square Method) تعمل على توفير إجراء عام ونظامي يحقق حلا فريدا في كافة الأحول .

على فرض أن كافة الأرصاد غير ارتباطيه (Uncorrelated) إذا طريقة المربعات الصغرى (Least square Method) للضبط تكون قائمة على المعيار التالي :

"مجموع المربعات الموزونة للمتبقيات (residuals) ينبغي أن تصل إلى الحد الأدنى "

على فرض أن (V_n،V_2،V_1) عبارة عن المتبقيات (residuals) وعلى فرض أن (W_n،W_2،W_1) عبارة عن الأوزان إذا :

$$w_1 v_1^2 + w_2 v_2^2 + \cdots + w_n v_n^2 = \sum wv^2 \qquad \text{minimum}$$

٢-٣-٤ الخطأ في الزوايا والمسافات المرصودة :

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** [٢] .

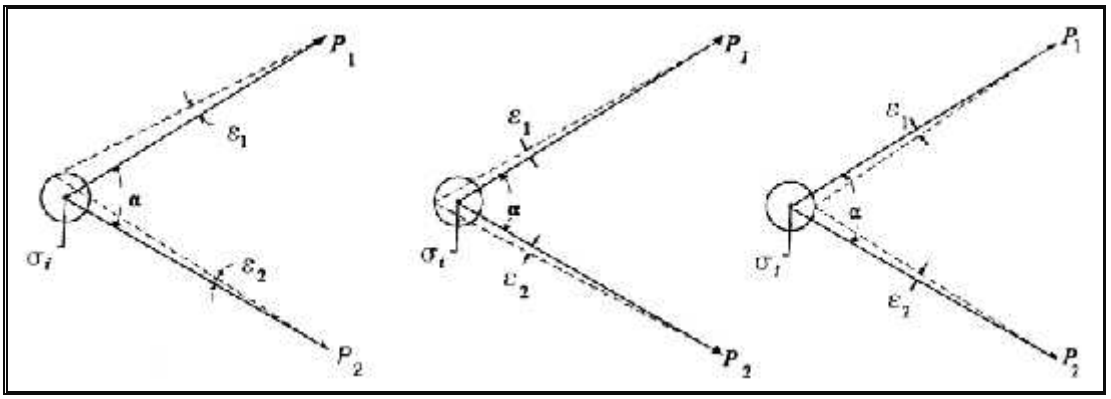
٢-٣-٤-١ خطا عدم تمركز الجهاز :

يؤثر خطا عدم تمركز الجهاز على قراءة الزوايا و**المسافات 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 [٤] .

٢-٣-٤-١-١ خطأ عدم تمركز جهاز الرصد :

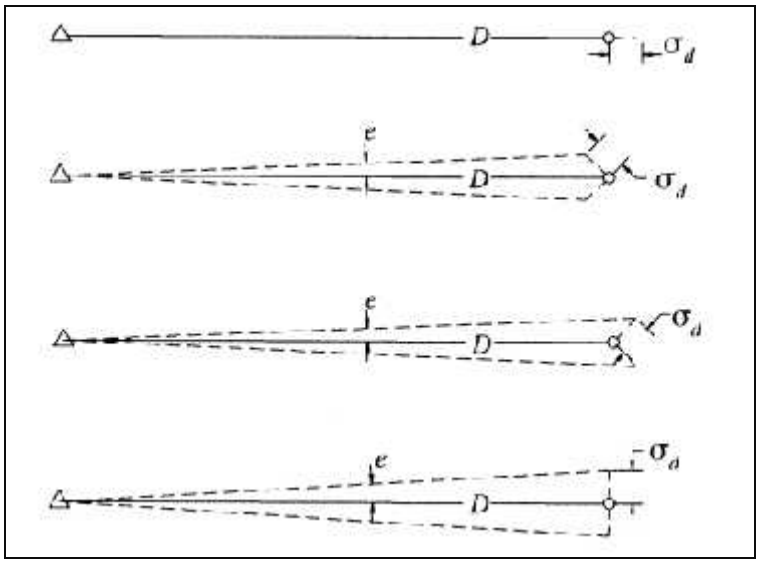
وهو عبارة عن عدم تمركز جهاز القياس تماما فوق محطة الرصد [٤] ، في كل محطة يجب عمل تسامت للجهاز وهذا التسامت يمكن أن يحتوي على خطا في تحديد موقع مركز الجهاز ، وهذا الخطأ يعتمد على نوعية الجهاز وعلى نوعية حامل الجهاز ووضوح الرؤيا للتسامت وعلى دقة التسامت وعلى مهارة الرصد والشكل (٢-٢) يوضح ذلك.



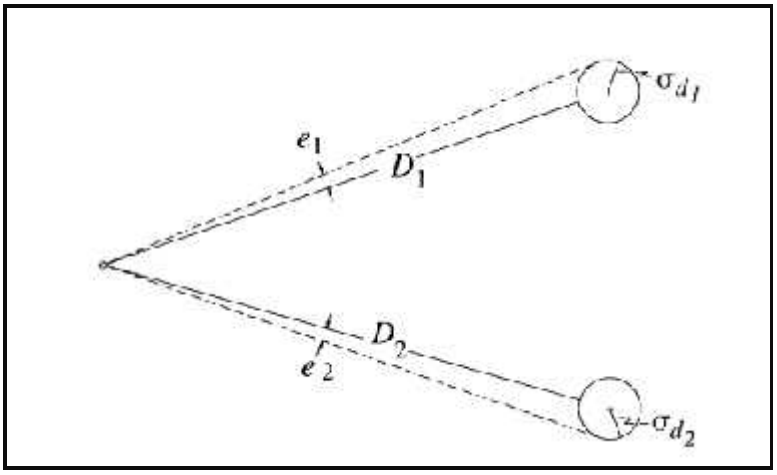
الشكل (٢-٢) الخطأ في عدم تمركز جهاز القياس [1] .

٢-٣-٤-١-٢ خطأ عدم تمركز العاكس :

وينشأ هذا الخطأ عن عدم تمركز العاكس تماماً **فوق المحطة المرصودة** ، **فعند وضع العاكس على النقطة المرصودة بالضبط وتكون قاعدة العاكس الأفقية مضبوطة فهذا يدل على إنطباق خطوط الشاقول مع مركز العاكس وبذلك** ، يمكن تجنب **خطأ عدم تمركز العاكس. والشكل (٢-٣)** يبين خطأ **عدم تمركز العاكس في اتجاه واحد** ، وعندما يكون الخطأ في اتجاهين يكون الخطأ اكبر والشكل (٢-٤) يوضح ذلك .



الشكل (٢-٣)خطأ عدم تمركز العاكس في اتجاه واحد [1] .



الشكل (٢-٤) خطأ عدم تمركز العاكس في اتجاهين [١] .

٢-٣-٤-٢ خطا رصد الزوايا :

عند قراءة زاوية معينة فلابد من حدوث خطأ معين وهذا الخطأ ناتج من قسمين رئيسيين ، الأول من الراصد عند التوجيه والرصد والثاني من الجهاز نفسه ، ويمكن التقليل من هذا الخطأ عن طريق أخذ تكرارا للقراءات وثم حساب القيمة الوسطية للقراءات ، ويمكن حساب مقدار الخطأ عن طريق الانحراف المعياري للقراءات عن طريق المعادلة التالية.

٢-٣-٤-٣ خطا في رصد المسافات :

عند مناقشة الأخطاء في المسافات المقاسة بواسطة الأجهزة الالكترونية لابد من التمييز بين الأخطاء الثابتة والمتغيرة ، الخطأ الثابت (constant error) كل الأجهزة الالكترونية تعاني منه وهو على أي حال صغير إذ يتراوح بين (±6 to 15 mm) ، الخطأ الثاني المتغير يتناسب مع مقدار المسافة المقاسة ويتراوح بين جزئيين العشرة أجزاء من كل مليون جزء((2 to 10 parts per million (ppm) [٤] .

ويعود **أصل الخطأ** الثابت بشكل رئيسي **إلى عدم وقوع مركز إرسال** الموجات الكهرومغناطيسية في الجهاز الالكتروني راسيا فوق محطة القياس (EDM Station) وكذلك عدم وقوع المركز البصري للعاكس راسيا **فوق محطة العاكس** [٤] .

ويمكن تحديد مقدار **الخطأ** في المسافات عن طريق المعادلة التالية :

$$\sigma_D = \sqrt{\sigma_i^2 + \sigma_t^2 + a^2 + (D \times b \text{ ppm})^2} \quad \text{..... (1)}$$

σ_D : الخطأ في المسافة المقاسة D .

σ_i : الخطأ الناتج من عدم تمركز جهاز الرصد .

σ_t : الخطأ الناتج من عدم تمركز العاكس .

a & b : عناصر دقة الجهاز .

٢-٤ حسابات المضلع (traverse):

أولا : حساب انحرافات الخطوط .

يتم حساب الانحراف للخطوط بناء على العلاقة التالية :

$$A_{Z\,A-B} = \tan^{-1}(\frac{\Delta E}{\Delta N}) + c \quad \text{.....(٢-٢)}$$

وقد تم حساب الانحرافات للخطوط كالتالي :

$$A_{Z\,100-200} = \tan^{-1}(\frac{\Delta E}{\Delta N}) + c$$

$$A_{Z\,100-200} = \tan^{-1}(\frac{159267.04 - 159501.415}{104230.71 - 104255.736}) + 180^{\circ}$$

$$A_{Z\,100-200} = 110^{\circ}52'27.4'' \approx 110^{\circ}52'27''$$

$$A_{Z\,200-300} = A_{Z\,200-100} + \sim$$

$$A_{Z\,200-300} = 110^{\circ}52'27'' + 180^{\circ} + 95^{\circ}46'26'' = 26^{\circ}38'53''$$

$$A_{Z\,300-400} = A_{Z\,200-300} + 180^{\circ} + \sim$$
$$A_{Z\,200-300} = 26^{\circ}38'53'' + 180^{\circ} + 152^{\circ}52'38'' = 359^{\circ}31'31'$$

$$A_{Z\,400-500} = A_{Z\,300-400} + 180^{\circ} + \sim$$
$$A_{Z\,400-500} = 359^{\circ}31'31' + 180^{\circ} + 199^{\circ}11'43'' = 18^{\circ}43'14''$$

$$A_{Z\,500-600} = A_{Z\,400-500} + 180^{\circ} + \sim$$
$$A_{Z\,500-600} = 18^{\circ}43'14'' + 180^{\circ} + 161^{\circ}29'26'' = 0^{\circ}12'40''$$

$$A_{Z\,600-700} = A_{Z\,500-600} + 180^{\circ} + \sim$$
$$A_{Z\,600-700} = 0^{\circ}12'40'' + 180^{\circ} + 192^{\circ}17'24'' = 12^{\circ}30'04''$$

$$A_{Z\,700-800} = A_{Z\,600-700} + 180^{\circ} + \sim$$
$$A_{Z\,700-800} = 12^{\circ}30'04'' + 180^{\circ} + 157^{\circ}45'13'' = 350^{\circ}15'17''$$

$$A_{Z\,800-900} = A_{Z\,700-800} + 180^{\circ} + \sim$$
$$A_{Z\,800-900} = 350^{\circ}15'17'' - 180^{\circ} + 304^{\circ}35'55' = 114^{\circ}52'29''$$

$$A_{Z\,900-1000} = A_{Z\,800-900} + 180^{\circ} + \sim$$
$$A_{Z\,900-1000} = 114^{\circ}52'29'' + 180^{\circ} + 92^{\circ}18'47'' = 27^{\circ}11'16''$$

ويتم حساب خطا **الإغلاق** في الزاوية عن طريق حساب الفرق بين الا**نحراف المحسوب** (Calculated) و**الانحراف الثابت** (Given) **للخط** الأخير :

$$A_{Z\,900-1000\,fixed} = \tan^{-1}(\frac{\Delta E}{\Delta N}) + c$$
$$A_{Z\,900-1000\,fixed} = \tan^{-1}(\frac{159946.04 - 159858.51}{105221.11 - 105050.99}) + 0^{\circ}$$
$$A_{Z\,900-1000\,fixed} = 27^{\circ}13'36''$$

$$Angular \cdot misclosar = Given - Calculated$$

$$Angular \cdot misclosar = 27^\circ 13' 36'' - 27^\circ 11' 16'' = 0^\circ 2' 20''$$

خطأ الإغلاق المسموح به للزوايا داخل المدن في نظام دائرة المساحة في فلسطين يعطى حسب المعادلة التالية :

$$¢ = 60'' * \sqrt{n} \quad \text{.....(٣-٢)}$$

$$¢ = 60'' * \sqrt{8} = 0^\circ 2' 50''$$

وخطأ الإغلاق في زوايا المضلع كان ضمن الخطأ المسموح به لنظام دائرة المساحة في فلسطين.

ثانيا : حساب التشريق (Latitude) والتشميل (Departure) للمضلع :

$$Lat = D * \cos(A_Z) \quad \text{.....(٤-٢)}$$

$$Dep = D * \sin(A_Z) \quad \text{.....(٥-٢)}$$

جدول (٢-١) حساب التشريق (Latitude) والتشميل (Departure) للمضلع .

Line	Length	Azimuth	Lat	Dep
200-300	١٧٦.٨٨٧	26°38'53"	١٥٨.٠٩٨	٧٩.٣٣٥
300-400	١٦٨.٢٠٦	359°31'31"	١٦٨.٢٠٠	-1.394
400-500	١٦٥.١٣٦	18°43'14"	١٥٦.٣٩٩	٥٣.٠٠٠
500-600	١٢٧.٥٥٨	0°12'40"	١٢٧.٥٥٧	٠.٤٦٩
600-700	٢٧٧.١٥٦	12°30'04"	٢٧٠.٥٨٥	٥٩.٩٩٣
700-800	١٣٧.٢٦٧	350°15'17"	-٢٣.٢٣٥	-23.235
800-900	٤٦٦.٥٢٢	114°52'29"	-١٩٦.٢٣٦	٤٢٣.٢٤٣
----------	----------	----------	----------	----------
Sum	١٥١٨.٧٣٢		661.368	591.411

ثالثا : حساب الإحداثيات الأولية للنقاط لحساب خطأ الإغلاق في المسافات .

يتم حساب الإحداثيات حسب المعادلات التالية:

$$X_B = X_A + D * \sin A_{Z\,AB} \quad \text{.....(٦-٢)}$$

$$Y_B = Y_A + D * \cos A_{Z\,AB} \quad \text{.....(٧-٢)}$$

جدول (٢-٢) الإحداثيات الأولية قبل التصحيح لنقاط ربط المضلع.

Station	Easting	Northing
٣٠٠	١٥٩٣٤٦.٣٧٦	١٠٤٣٨٨.٨٠٨
٤٠٠	١٥٩٣٤٤.٩٨٢	١٠٤٥٥٧.٠٠٨
٥٠٠	١٥٩٣٩٧.٩٨٤	١٠٤٧١٣.٤٠٧
٦٠٠	١٥٩٣٩٨.٤٥٤	١٠٤٨٤٠.٩٦٤
٧٠٠	١٥٩٤٥٨.٤٤٧	١٠٥١١١.٥٤٩
٨٠٠	١٥٩٤٣٥.٢١٢	١٠٥٢٤٦.٨٣٦

حساب إحداثيات النقطة ٩٠٠

$$X_{900} = 159435.212 + 466.522 * \sin 114^\circ 52' 29'' = 159858.45$$

$$Y_{900} = 105246.836 + 466.522 * \cos 114^\circ 52' 29'' = 105050.60$$

الإحداثيات المعطاة للنقطة ٩٠٠

$$X_{900} = 159858.51$$

$$Y_{900} = 105050.99$$

ويتم حساب خطا الإغلاق في المضلع عن طريق حساب الفرق بين الإحداثيات المحسوب (Calculated) والإحداثيات الثابتة (Given) للخط الأخير :

Misclosure in Easting $\Delta X = 159858.51 - 159858.45 = 0.06$

Misclosure in Northing $\Delta Y = 105050.99 - 105050.60 = 0.39$

$$¢ = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad \text{.....(٦-٢)}$$

$$¢ = \sqrt{0.06^2 + 0.39^2} = 0.395$$

ومعدل الخطأ الطولي للإغلاق المسموح به داخل المدن في نظام دائرة المساحة في فلسطين حسب المعادلة التالية :

$$¢ = 0.0006L + 0.2 \quad \text{.....(٧-٢)}$$

$$¢ = 0.0006 * 1518.732 + 0.2 = 1.111$$

وخطأ الإغلاق في المسافات للمضلع كان ضمن الخطأ المسموح به.

رابعا : تصحيح إحداثيات المضلع .

هناك عدة طرق لتصحيح إحداثيات نقاط ربط المضلع ، وقد تم استخدام طريقة المربعات الصغرى (Least square Method) لأنها أدق طريقة لإيجاد القيمة الأكثر احتمالا (Most Probable Value) في إيجاد الإحداثيات ، لأنها تصحح المسافات والزوايا والانحرافات في وقت واحد بخلاف الطرق الأخرى التي تصحح كل منها على حدا.

المعادلات التي يتم استخدامها في هذه الطريقة هي معادلات الرصد ويتم تمثيلها بالمعادلات الطبيعية ثم عمل هذه المعادلات إلى معادلات خطية تقريبية عن طريق متسلسلة تويلر التقريبية ويمكن تمثيلها عن طريق المصفوفات وحلها عن طريق المعادلات التالية :

$$WJX = WK + WV \quad \text{.....(٨-٢)}$$

$$X = (J^T WJ)^{-1} J^T WK = N^{-1} J^T WK \quad \text{.....(٩-٢)}$$

بحيث أن :

X : هي عبارة عن مصفوفة المجاهيل (Unknown matrix).

J : هي عبارة عن مصفوفة معامل معادلات الرصد ويتم إيجادها عن طريق متسلسلة تويلر التقريبية (Jacobean matrix).

V: مصفوفة المتبقيات (Residuals Matrix).

K :مصفوفة الرصد (Observation matrix)

W : مصفوفة الأوزان (Weighted Matrix)

معادلات الرصد وعمل التفاضل لها :

يتم حساب الإحداثيات عادة عن طريق مسافة وانحراف ولإيجاد الإحداثيات تم عمل الأرصاد للمضلع ثم إنشاء معادلات الرصد ثم عمل تفاضل لها وتطبيق طريقة المربعات الصغرى على هذه المعادلات.

ويتم إنشاء معادلة الرصد للمسافة عن طريق المعادلة التالية وعمل تفاضل لها :

$$F(x_i, y_i, x_j, y_j) = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \quad \text{.....(٢-١٠)}$$

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

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

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

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

ويتم إنشاء معادلة الرصد للزوايا عن طريق فرق الانحرافات وعمل تفاضل لها كالتالي :

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

$$- = \tan^{-1}\frac{x_f - x_i}{y_f - y_i} - \tan^{-1}\frac{x_b - x_i}{y_b - y_i} + D \quad \text{.....(٢-١١)}$$

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

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

J Matrix :

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial dx_{300}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{300}} & \frac{\partial F_1}{\partial dx_{400}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{400}} & \cdots\cdots & \frac{\partial F_1}{\partial dx_{800}} & \frac{\partial F_1}{\partial dy_{800}} \\ \frac{\partial F_2}{\partial dx_{300}} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_{300}} & \frac{\partial F_2}{\partial dx_{400}} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_{400}} & \cdots\cdots & \frac{\partial F_2}{\partial dx_{800}} & \frac{\partial F_2}{\partial dy_{800}} \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ \vdots & & & & & & \\ (\frac{\partial F_{13}}{\partial dx_{300}}) & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dy_{300}}) & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dx_{400}}) & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dy_{400}}) & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dx_{800}}) & (\frac{\partial F_{13}}{\partial dy_{800}}) \\ (\frac{\partial F_{15}}{\partial dx_{300}}) & (\frac{\partial F_{15}}{\partial dy_{300}}) & (\frac{\partial F_{15}}{\partial dx_{400}}) & (\frac{\partial F_{15}}{\partial dy_{400}}) & \cdots\cdots & (\frac{\partial F_{15}}{\partial dx_{800}}) & (\frac{\partial F_{15}}{\partial dy_{800}}) \end{bmatrix}_{15\times12}$$

W Matrix :

$$W = \begin{bmatrix} \frac{1}{\pm^2} & & & & & & & & & & & & & zero \\ & \frac{1}{\pm^2} & & & & & & & & & & & & \\ & & \frac{1}{\pm^2} & & & & & & & & & & & \\ & & & \frac{1}{\pm^2} & & & & & & & & & & \\ & & & & \frac{1}{\pm^2} & & & & & & & & & \\ & & & & & \frac{1}{\pm^2} & & & & & & & & \\ & & & & & & \frac{1}{\pm^2} & & & & & & & \\ & & & & & & & \frac{1}{\pm^2} & & & & & & \\ & & & & & & & & \frac{1}{\pm^2} & & & & & \\ & & & & & & & & & \frac{1}{\pm^2} & & & & \\ & & & & & & & & & & \frac{1}{\pm^2} & & & \\ & & & & & & & & & & & \frac{1}{\pm^2} & & \\ & & & & & & & & & & & & \frac{1}{\pm^2} & \\ zeros & & & & & & & & & & & & & \frac{1}{\pm^2} \end{bmatrix}_{١٥ \text{ x} ١٥}$$

K Matrix :

$$L=\begin{bmatrix} F_1-F_{1_0} \\ F_2-F_{2_0} \\ F_3-F_{3_0} \\ F_4-F_{4_0} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ F_{15}-F_{15_0} \end{bmatrix}_{15\times1}$$

X Matrix :

$$X=\begin{bmatrix} dx_{300} \\ dy_{300} \\ dx_{400} \\ dy_{400} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ dx_{800} \\ dy_{800} \end{bmatrix}_{12\times1}$$

V Matrix :

$$V=\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ V_{13} \\ V_{15} \end{bmatrix}_{15\times1}$$

تم حساب التصحيح باستخدام برنامج (Adjust) وكانت النتائج كالتالي:

Number of Control Stations 4
Number of Unknown Stations 6
Number of Distance observations 7
Number of Angle observations 8
Number of Azimuth observations 0

Initial approximations for unknown stations **Error! Not a valid link.**

Control Stations
Error! Not a valid link.

Distance Observations
Error! Not a valid link.

Angle Observations
Error! Not a valid link.

J and K MATRICES -- Iteration: 1 **Error! Not a valid link.**

0.448511	0.893777	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.000474
0.008287	-0.999966	-0.008287	0.999966	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000224
0	0	-0.32096	-0.947093	0.32096	0.947093	0	0	0	0	0	0	0.000119
0	0	0	0	-0.003685	-0.999993	0.003685	0.999993	0	0	0	0	0.000134
0	0	0	0	0	0	-0.216459	-0.976292	0.216459	0.976292	0	0	0.000083
0	0	0	0	0	0	0	0	0.169268	-0.98557	-0.169268	0.98557	-0.000759
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.907569	0.419902	0.113539
1042.2151	-522.9995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.258867
-2268.4377	512.83687	1226.2226	10.16263	0	0	0	0	0	0	0	0	0.950142
1226.2226	10.16263	-2409.1993	390.73593	1182.9768	-400.89856	0	0	0	0	0	0	-1.985805
0	0	1182.9768	-400.89856	-2799.9951	406.85667	1617.0183	-5.95811	0	0	0	0	1.547754
0	0	0	0	1617.0183	-5.95811	-2343.5935	167.05138	726.57515	-161.09327	0	0	-0.172125
0	0	0	0	0	0	726.57515	-161.09327	-2207.5378	-93.256132	1480.9627	254.3494	0.060534
0	0	0	0	0	0	0	0	1480.9627	254.3494	-1295.2648	147.01468	89.800061
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-185.6979	-401.36409	-306.76134

X MATRIX -- Iteration: 1

1	0.049151
2	-0.025035
3	0.125852
4	-0.024150
5	0.208015
6	-0.051848
7	0.287518
8	0.357562
9	0.490778
10	0.312722
11	0.588164
12	0.419267

J and K MATRICES -- Iteration: 2

0.44879	0.893637	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.000152
0.007831	-0.999969	-0.007831	0.999969	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.000044
0	0	-0.321457	-0.946924	0.321457	0.946924	0	0	0	0	0	0	-0.000042
0	0	0	0	-0.004294	-0.999991	0.004294	0.999991	0	0	0	0	-0.40959
0	0	0	0	0	0	-0.217193	-0.976129	0.217193	0.976129	0	0	-0.000215
0	0	0	0	0	0	0	0	0.16845	-0.98571	-0.16845	0.98571	-0.08933
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.907003	0.421124	0.470865
1042.0538	-523.32542	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-64.578468
-2268.279	513.72199	1226.2251	9.603428	0	0	0	0	0	0	0	0	-28.79171
1226.2251	9.603428	-2408.9901	391.91582	1182.7649	-401.51924	0	0	0	0	0	0	-16.225287
0	0	1182.7649	-401.51924	-2794.602	408.44065	1611.8371	-6.92141	0	0	0	0	-15.864657
0	0	0	0	1611.8371	-6.92141	-2338.2902	168.56013	726.45318	-161.63872	0	0	-29.366036
0	0	0	0	0	0	726.45318	-161.63872	-2206.6714	-91.318075	1480.2182	252.95679	-16.246609
0	0	0	0	0	0	0	0	1480.2182	252.95679	-1293.8373	148.46444	-16.697858
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-186.38092	-401.42124	-29.049024

X MATRIX -- Iteration: 2

1	-0.000004
2	-0.000008
3	-0.000004
4	-0.000025
5	-0.000011
6	-0.000047
7	0.000238
8	-0.000482
9	0.000221
10	-0.000558
11	0.000316
12	-0.000676

J and K MATRICES -- Iteration: 3

0.44879	0.893637	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.000143
0.007831	-0.999969	-0.007831	0.999969	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.000026
0	0	-0.321457	-0.946924	0.321457	0.946924	0	0	0	0	0	0	-0.000019
0	0	0	0	-0.004296	-0.999991	0.004296	0.999991	0	0	0	0	-0.409156
0	0	0	0	0	0	-0.217193	-0.976129	0.217193	0.976129	0	0	-0.000137
0	0	0	0	0	0	0	0	0.168449	-0.98571	-0.168449	0.98571	-0.089198
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.907004	0.421123	0.471436
1042.0539	-523.32545	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-64.578368
-2268.2792	513.72202	1226.2253	9.603428	0	0	0	0	0	0	0	0	-28.791949
1226.2253	9.603428	-2408.9904	391.91587	1182.7651	-401.5193	0	0	0	0	0	0	-16.225234
0	0	1182.7651	-401.5193	-2794.6076	408.44389	1611.8425	-6.924588	0	0	0	0	-16.268337
0	0	0	0	1611.8425	-6.924588	-2338.2959	168.56335	726.45339	-161.63877	0	0	-28.962522
0	0	0	0	0	0	726.45339	-161.63877	-2206.6731	-91.317477	1480.2198	252.95624	-16.356998
0	0	0	0	0	0	0	0	1480.2198	252.95624	-1293.839	148.46568	-16.374682
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-186.38073	-401.42192	-29.26156

X MATRIX -- Iteration: 3

1	-0.000000
2	0.000000
3	-0.000000
4	0.000000
5	-0.000000
6	0.000000
7	-0.000000
8	-0.000000
9	-0.000000
10	-0.000000
11	-0.000000
12	0.000000

INVERSE MATRIX

0.00002198	0.00000701	0.00003464	0.00000711	0.00004485	0.00000364	0.00005182	-0.00001824	0.00006197	-0.00002051	0.00006599	-0.00002154
0.00000701	0.00003246	0.00000062	0.00003241	-0.00000454	0.00003416	-0.00000823	0.00000662	-0.00001335	0.00000775	-0.00001433	0.00000209
0.00003464	0.00000062	0.00006681	0.00000084	0.00009273	-0.00000797	0.00011055	-0.00003976	0.00013632	-0.00004552	0.00014594	-0.00004467
0.00000711	0.00003241	0.00000084	0.00003636	-0.00000419	0.00003807	-0.00000781	0.00000704	-0.00001282	0.00000814	-0.00001365	0.00000188
0.00004485	-0.00000454	0.00009273	-0.00000419	0.00013621	-0.00001760	0.00016587	-0.00005908	0.00020870	-0.00006865	0.00022445	-0.00006585
0.00000364	0.00003416	-0.00000797	0.00003807	-0.00001760	0.00004534	-0.00002526	0.00001359	-0.00003606	0.00001598	-0.00003886	0.00000841
0.00005182	-0.00000823	0.00011055	-0.00000781	0.00016587	-0.00002526	0.00020682	-0.00003422	0.00026566	-0.00004746	0.00029417	-0.00008369
-0.00001824	0.00000662	-0.00003976	0.00000704	-0.00005908	0.00001359	-0.00003422	0.00888182	-0.00005210	0.00886200	0.00158239	-0.00070453
0.00006197	-0.00001335	0.00013632	-0.00001282	0.00020870	-0.00003606	0.00026566	-0.00005210	0.00036742	-0.00006933	0.00041088	-0.00010055
-0.00002051	0.00000775	-0.00004552	0.00000814	-0.00006865	0.00001598	-0.00004746	0.00886200	-0.00006933	0.00886806	0.00156250	-0.00070359
0.00006599	-0.00001433	0.00014594	-0.00001365	0.00022445	-0.00003886	0.00029417	0.00158239	0.00041088	0.00156250	0.00076660	-0.00024672
-0.00002154	0.00000209	-0.00004467	0.00000188	-0.00006585	0.00000841	-0.00008369	-0.00070453	-0.00010055	-0.00070359	-0.00024672	0.00014977

Adjusted Distance Observations

Error! Not a valid link.

Adjusted Angle Observations

Error! Not a valid link.

Adjustment Statistics

Iterations = 3

Redundancies = 3

Reference Variance = 132.705

Reference So = ±11.5

Failed to pass X^2 test at 95.0% significance level!

X^2 lower value = 0.22

X^2 upper value = 9.35

جدول (٢-٣) الإحداثيات النهائية لنقاط الربط .

Station	X	Y	Z
300	159,346.43	104,388.78	911.194
400	159,345.11	104,556.98	901.119
500	159,398.19	104,713.36	905.693
600	159,398.74	104,841.32	914.512
700	159,458.94	105,111.86	915.124
800	159,435.80	105,247.26	917.485

.

٢-٥ الأعمال المساحية النهائية :

بعد أن يتم انجاز مخططات التصميم الطولية والعرضية لميول الطريق ومخططات تصميم شبكة صرف مياه الأمطار يصبح بإمكان الفريق المنفذ للمشروع الاعتماد على هذه المخططات في إعادة تأهيل طبقة الإسفلت حسب ما هو مصمم في المخططات ، وإعادة بناء شبكة صرف لمياه الأمطار حسب ما هو مصمم في مخططاتها .

وفي ما يلي أهم الأعمال المساحية النهائية :

١- توقيع مراكز المناهل : يتم توقيع مراكز المناهل على الطريق حسب ما هو مصمم وفي الموقع الدقيق لها بالاعتماد على الإحداثيات وبالاستعانة بجهاز المحطة الشاملة ، وتحديد ارتفاع سطح المناهل بدقة عن طريق أعمال التسوية باستخدام جهاز التسوية (Level) .

٢- عمق الحفر : يتم تحديد عمق الحفر لخطوط شبكة مياه الأمطار عن طريق أعمال التسوية باستخدام جهاز التسوية (Level) .

٣- مراقبة ارتفاع أو انخفاض طبقة الإسفلت حسب ما هو مصمم عند تنفيذ مخططات التصميم عن طريق أعمال التسوية باستخدام جهاز التسوية (Level) وبالاستعانة بأوتاد أو العلامات الحديدية أو أي علامات أخرى تحدد منسوب طبقة الإسفلت الجديدة.

٤- وبعد تنفيذ المشروع كامل من قبل الفريق المنفذ للمشروع يتوجب عليهم رفع مخططات كما نفذت (As Build) ، لأنه لابد من إحداث تغيير في التصميم أثناء فترة تنفيذ المخططات لكي يتم الرجوع إليها عند تنفيذ مشروع مستقبلي للطريق نفسها.

ملاحظة : ترفق أعمال التسوية بجداول خاصة للتنفيذ وتكون مصممة لها الغرض.

الفصل الثالث

٣

تصريف المياه عن سطح الطريق

٣-١ مقدمة

٣-٢ التصريف السطحي للطريق

٣-٣ تصريف المياه عن الطريق في المناطق الحضرية

٣-٤ كمية مياه الأمطار

٣-٥ أنواع مصارف مياه الأمطار

٣-٦ موقع أنابيب شبكة الصرف في جسم الطريق

الفصل الثالث

تصريف المياه عن سطح الطريق

٣-١ مقدمة :

إن تصريف المياه عن سطح الطريق هو عامل مهم لراحة مستخدمي الطريق ولتقليل الحوادث الناتجة عن زحلقة المركبات على الطريق ، ويتطرق هذا الموضوع إلى كيفية جمع ونقل وصرف المياه السطحية التي تتجمع عند أو على أو قرب الطريق مباشرة في حرم الطريق أو تجمعات الجداول والسيول التي تقطع حرم الطريق .

ويتوجب إجراء مسح شامل لصرف المياه السطحية وكيفية مراقبتها والتحكم فيها ، ويبدأ ذلك بتقسيم كامل منطقة الدراسة إلى أجزاء لدراسة سقوط الأمطار عليها ثم تجمع هذه المياه في مجاريها ، وكذلك يجب دراسة المياه الساقطة على سطح الطريق مباشرة بدراسة الميول لهذا الطريق ، حيث تتجمع المياه الساقطة على جوانب الطريق وعليه يجب تصميم شبكات صرف مياه الأمطار التي بدورها تنقل هذه المياه إلى خارج حرم الطريق .

٣-٢ التصريف السطحي للطريق (Surface Drainage) :

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

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

٣-٢-١ الميول العرضية للطريق :

أهم هدف للميول العرضي هو إزالة المياه عن سطح الطريق وهذا يكون بعمل نسبة الميلان عادة ٢% أو اقل ، وعندما تكون الطريق مقسومة بجزيرة فان تصريف الماء يصبح أصعب، ومع زيادة عدد المسارب في الجزء الواحد فان ميول هذه المسارب يزداد من مسرب إلى أخر باتجاه الأطراف ، ويمكن اعتبار النقاط التي يكون فيها الميل العرضي للطريق قريب من الصفر هي نقاط تجمع مياه الأمطار .

٣-٢-٢ الميول الطولية للطريق :

لما كانت الميول العرضية تصرف المياه على جوانب الطرق فان عمل ميلان في الاتجاه الطولي يصرف المياه المتجمعة على جوانب الطريق والتي أصلا جمعت عن طريق الميول العرضية ، ويجب أن لا يقل الميل الطولي للطريق عن ٠.٥ % ويمكن اعتبار المناطق التي يكون فيها الميل الطولي اقل من ذلك هي نقاط حرجة وتتجمع فيها المياه [3] .

٣-٣ تصريف المياه عن الطريق في المناطق الحضرية :

تسيل المياه المتساقطة على أو بالقرب من شوارع المدينة وعلى الطرق السريعة باتجاه مصارف مياه الأمطار ثم إلى خطوط صرف مياه الأمطار تحت الشارع ، وتكون نظام تصريف المياه في الطرق الحضرية عن طريق الأنابيب المغلقة ولكن توصيلات هذا النوع من نظام تصريف المياه مكلفة مقارنة مع أنظمة تصريف المياه في المناطق الريفية ، وفي المناطق الحضرية تستوعب الطرق كمية كبيرة من المركبات وتخدم المشاة وعلى الطرف الآخر فان خراب الطرق في المناطق الحضرية يكون عواقبه اكبر منه في الناطق الريفية.

وتصمم مصارف المياه على الطريق الحضرية لتحد من انتشار سرعة المياه على سطح مسارب الطريق ، والتصميم الصحيح لشبكة تصريف المياه يتضمن عدم تجمع مياه الأمطار حول المصرف ، ودورة العاصفة المطرية السنوية تحدد المسافات بين مصارف المياه ويتوجب أن تكون فتحات المصارف تستوعب كمية المياه المتدفقة فيها وعلية يجب أن يكون منسوب سطح المصارف اقل من منسوب سطح الإسفلت بقليل .

يتم تصميم أنابيب صرف مياه الأمطار حسب كمية المياه المتدفقة من خلالها ، ويتم بالعادة تصميمها على أعلى كمية أمطار هطلت خلال سنوات محددة ، فمثلا في بعض المناطق يتم التصميم على فترة ٥ سنوات وفي بعض المناطق الأخرى يتم تصميمها على فترة ١٠,١٥,٢٠ سنة حسب شدة العواصف المحتملة في تلك المناطق

واعتمادا على نوع المناخ للمنطقة ، وتعني الفترة التي يتم التصميم عليها أنها اكبر كمية أمطار هطلت خلال هذه للسنوات ، غالباً ما تصمم أنابيب مياه الأمطار على أنها مملوءة كاملة وتعمل تحت الجاذبية [5] .

٣-٤ كمية مياه الأمطار :

ترتكز أنظمة تصريف مياه الأمطار لمنطقة معينة على الطبيعة الجغرافية والأحوال المناخية لتلك المنطقة ، وترتبط بكميات مياه الأمطار (Rainfall) وما تولده من مياه تنساب على سطح الأرض (Runoff) ، ومعرفة كميات مياه الأمطار الجارية على الأسطح هو أمر مهم لتصميم شبكة تصريف مياه الأمطار ، وهناك أكثر من طريقة لحساب كميات مياه الأمطار ومن أشهر هذه الطرق هي الطريقة المنطقية (Rational Formula) ، حيث تربط هذه الطريقة كمية المياه المتدفقة نتيجة الأمطار على مساحة معينة من الأرض وخلال فترة من الزمن وبشدة مطر محدده [6] ،أي أن :

$$Q = C.I.A \qquad (3\text{-}1)$$

حيث أن :

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

C: معامل الانسياب السطحي.

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

A: المساحة التي يخدمها الخط. (هكتار).

ويأتي أهمية معامل الانسياب السطحي لان هناك كمية مياه مفقودة بسبب عملية التبخر وكمية تتخلخل وتتسرب إلى باطن الأرض وكمية أخرى تبقى على سطح الأرض لتشكل البقع ، وتعتمد كمية المياه المفقودة على عدة عوامل أهمها درجة الحرارة ونوع التربة وما تحتويه من مياه وكذلك مدة استمرار الهطول [6] .

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

$$C_{avg} = \frac{\sum C_i \cdot A_i}{\sum A_i} \quad \text{.....(٣-٢)}$$

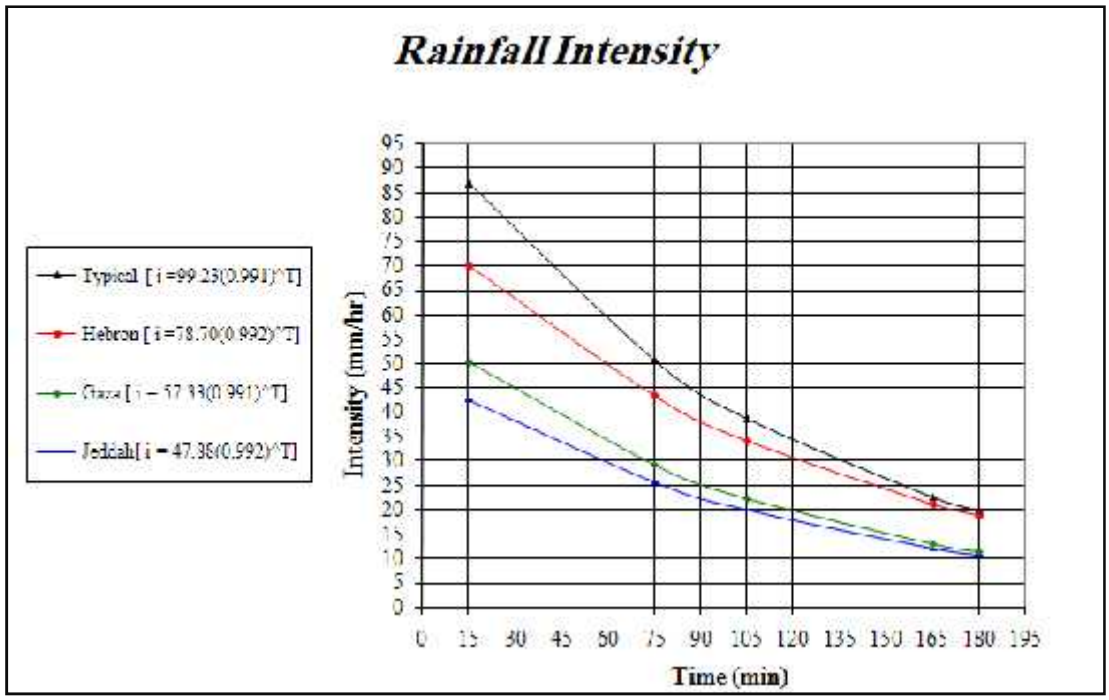
معامل الانسياب السطحي لعدة أسطح :

جدول رقم (٣-١): معامل الانسياب للأسطح المختلفة.

نوع السطح	معامل الانسياب السطحي
أسطح المباني	0.95 – 0.75
شوارع ومسطحات مرصوفة رصف جيد	0.90 – 0.80
رصف بالطوب أو الحجارة بالمونه	0.85 – 0.75
رصف بالطوب أو الحجارة بدون مونه	0.70 – 0.50
طرق ترابية	0.60 – 0.25
طرق زلطية ومشايات مدكوكة	0.30 – 0.15
طرق غير مرصوفة	0.30 – 0.10
أراضي عشبية ومساحات فارغة	0.20 – 0.10

٣-٤-١شدة أو غزارة المطر (Rainfall Intensity) :

تعتمد طريقة حساب شدة سقوط المطر على مدة استمرار الهطول ، لذلك من المتوقع أن تكون غزارة المطر عالية عندما تكون الفترة قصيرة ، ومن المناسب تمثيل معلومات سقوط الأمطار على شكل منحنيات الشكل (٣-١) والتي تربط مدة سقوط الأمطار مع غزارتها لفترات دورية عند ٥,١٠,٢٥ سنة ، وهي تشمل اكبر كمية مياه أمطار ساقطة خلال الفترات الدورية ، ويمكن استخدام المنحنيات المصممة على أساس ٢٥ سنه في المناطق المعرضة إلى فيضانات.



الشكل (٣-١) منحنيات شدة فترة المطر .

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

$$Tc = t_i + t_{f\ min} \quad \text{.....(3-3)}$$

حيث أن :

Tc :زمن تركيز العاصفة .(دقيقة)

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

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

٣-٥ أنواع مصارف مياه الأمطار :

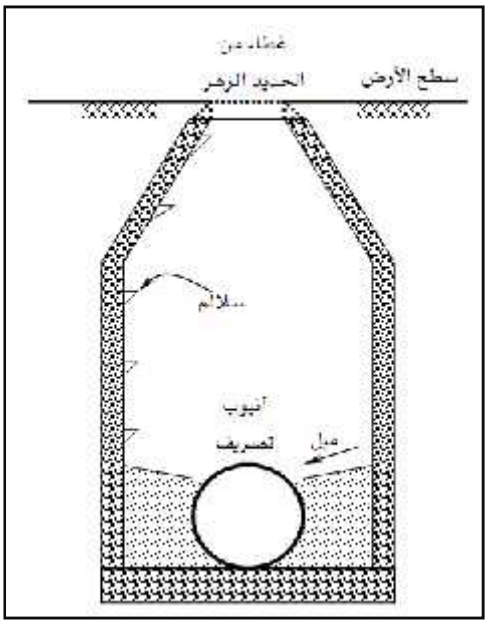
٣-٥-١ المناهل (Manholes) :

تعد المناهل من أهم ملحق شبكة تصريف مياه الأمطار ، ويتم إنشاءها حسب مواصفات محدده تسمح بأعمال النظافة والصيانة لها ، وتصنع المناهل من الخرسانة المسلحة والخرسانة العادية أو الطوب وتكون على عدة أشكال مناهل دائرية و مربعة أو مستطيلة الشكل والشكل (٣-٢) يبين احد المناهل ، ويكون غطاء المنهل على مستوى منسوب الطريق ويغطى بحديد زهر ويكون ثقيلا حتى يتحمل حركة المرور عليه [6].

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

- تغير اتجاه الأنبوب .
- تغير ميل الأنبوب.

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



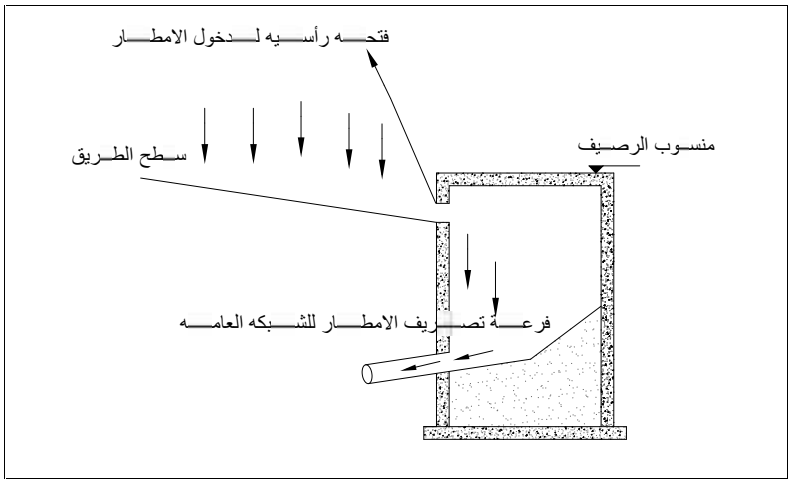
الشكل (٣-٢) مقطع نموذجي لمنهل.

٣-٥-٢ المداخل أو البالوعات (Inlets) :

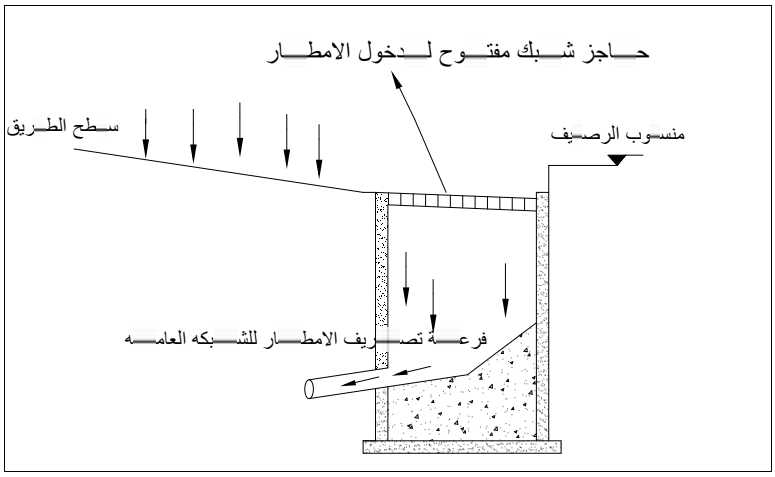
البالوعات هي عبارة عن فتحات على سطح الطريق تستقبل المياه السطحية الجارية وتحولها إلى شبكة تصريف المياه وتصنف البالوعات بحسب طريقة دخول الماء إليها ، وتكون على نوعين بالوعات ذات مدخل رأسي في جانب الطريق كما في الشكل(٣-٣) ، بالوعات ذات مدخل أفقي بجوار الرصيف مباشرة كما في

الشكل(٣-٤) ، وتوضع البالوعات في الأماكن ذات المناسيب المنخفضة من الطريق والتي تكون تجمع للمياه السطحية ، وتتصل كل بالوعة مع خطوط شبكة التصريف عن طريق اقرب منهل كما يوضح الشكل **(٣-٥)** [6] .

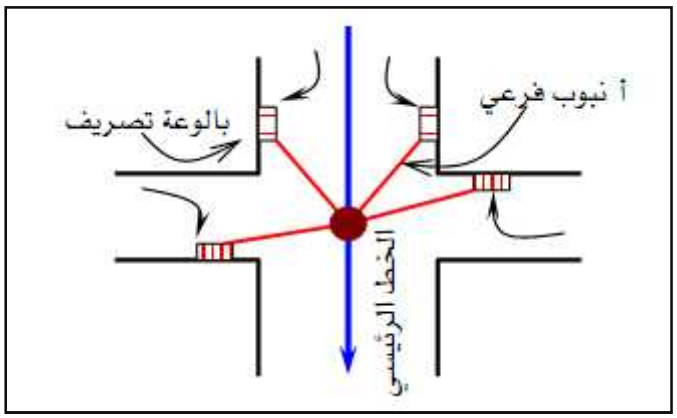
يصمم ويراعى أن ينشأ القاع بميول إلى مدخل التصريف ما عدا البالوعات التي بها حيز لحجز الرمال وأتربة فيصمم القاع بطريقة تساعد على تفريغ البالوعة من الأتربة بسهولة.



الشكل (٣-٣) بالوعة تصريف المياه ذات مدخل راسي .



الشكل (٣-٤) بالوعة تصريف المياه ذات مدخل افقي.

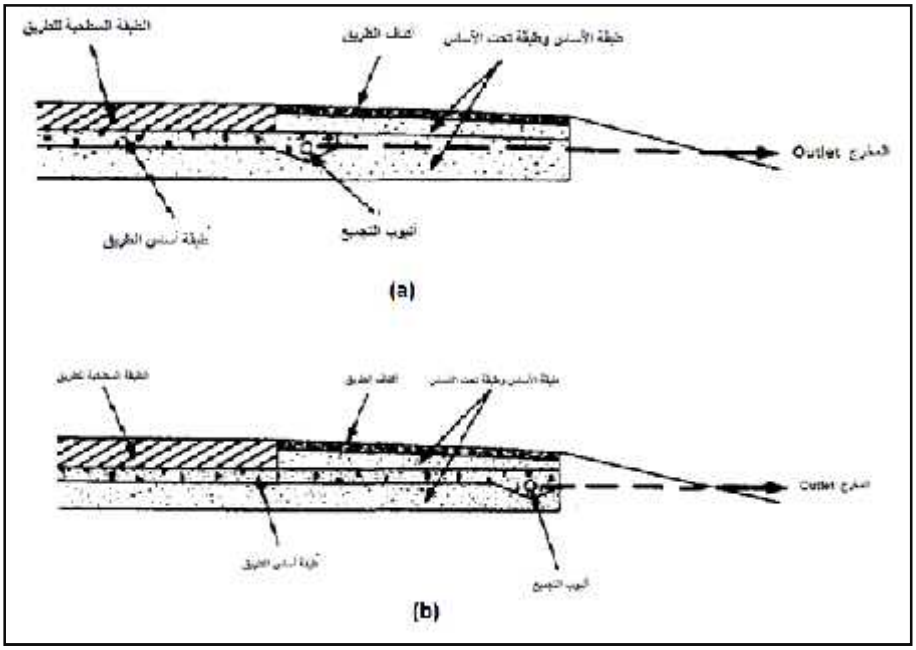


الشكل (٣-٥) تصريف مياه الأمطار في تقاطع الطرق .

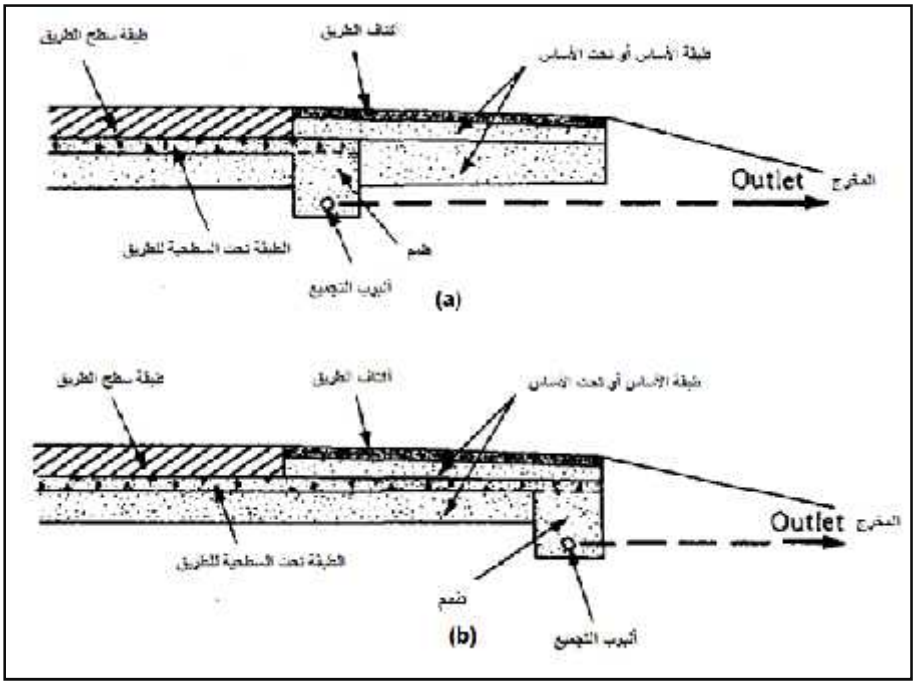
٣-٦ موقع أنابيب شبكة الصرف في جسم الطريق :

تصنع أنابيب صرف ميلة **الأمطار من الخرسانة أو من الصلصال** ، ويتم وضع الأنابيب **في خنادق على أعماق** حسب التصميم ، **وبعد وضع** الأنابيب **داخل الخنادق التي تكون مرصوفة** بميلان معين ثم يتم وضع الأنابيب فوقها وردمها برصفه معينة . وعملية تصميم الأنابيب الطولية تتضمن تحديد موقع **الأنبوب وقطر الأنبوب وارتفاع الحفر ونوع الرصفة الملائمة لملئ الفراغات على جوانب وأسفل الأنبوب** [3].

الخنادق قليلة العمق **للشكل**(٣-٦) **والتي تقع في طبقة ما تحت الأساس** يتم استخدامها في المناطق التي يكون تأثير **التجمد على** الأنابيب غير هام وفي المناطق التي يكون فيها تأثير **التجمد على** الأنابيب عالي يتم وضع الأنابيب **في خنادق أعمق من طبقة ما تحت الأساس للشكل** (٣-٧) ، ومن الملاحظ انه كلما زاد عمق الخندق **زادت تكلفة إنشاء نظام الصرف** .**إذا** أريد تصميم شبكة تصريف مياه تشمل **أكتاف** الطريق فانه يجب وضع **الأنبوب** قريب من حافة الكتف كما يظهر في الشكل (٣-٦-b) **وللشكل** (٣-٧-b) ، **ولكن إذا** أريد تصميم**شبكة** تصريف مياه لا **تشمل أكتاف الطـريق** يتم وضع **الأنبوب عند نـهاية** حافة **الإسفلت للشكل** (٣-٦-a) **وللشكل** (٣-٧-a) [3].



الشكل (٣-٦) الشكل النموذجي لأنابيب تصريف مياه الأمطار قليلة العمق [3].



الشكل (٣-٧) الشكل النموذجي لأنابيب تصريف مياه الأمطار العميقة [3].

الفصل الرابع

٤

تصميم الميول الطولية والعرضية للطريق

٤-١ مقدمة

٤-٢ تصميم الميول الطولية للطريق

٤-٣ تصميم الميول العرضية للطريق

٤-٤ القطاع الحرجة

الفصل الرابع

تصميم الميول الطولية والعرضية للطريق

٤-١ مقدمة :

صممت الميول الطولية والعرضية للطريق وفقا لمعايير معينة تم ذكرها في الفصل الثالث ، وتستخدم الميول الطولية والعرضية للطريق لتصريف المياه عن سطح الطريق ، وعند التقاء خطين مختلفين في الميل الرأسي يتم ربطهما بمنحنى رأسي وفقا لمعايير محددة لتسيل حركة المركبة على الطريق وتأمين مسافة الرؤية الآمنة لمستخدمي الطريق .

٤-٢ تصميم الميول الطولية للطريق :

تم تصميم الميول الطولية للطريق على أساس طبيعة الأرض الموجودة وتم وضعها في أفضل مسار للميول لتحقيق أقل كمية حفر وردم والأشكال من (٤.١) إلى (٤.٤) توضح الميول التصميمية الرأسية للطريق موضوعا عليها المنحنيات الراسية التي تربط بين ميلين طوليين مختلفين في القيمة والاتجاه .

وتبين الأشكال التصميمية أن أعلى ميل رأسي للطريق الرئيسي هو (٣.١٢%) وأقل ميل رأسي للطريق الرئيسي هو (% ١.٢٩) ، بينما في الطرق الفرعية للطريق كما يوضح الشكل (٤.٥) فإن الميول الرأسية لهذه الطرق تصل في بعضها إلى (٢٣.٤%) كما هي للطريق الفرعي المقابل للمحطة ٠+٢٢٠ .

٤-٣ تصميم الميول العرضية للطريق :

تم تصميم الميول العرضية للطريق وفق المعايير الموضحة في الفصل الثالث ، وقد تم استخدام الميل العرضي للطريق(% ١.٥) للتصميم على اعتبار أن مركز الطريق في منتصف الجزيرة الوسطية ، والميل العرضي باتجاه ممر المشاة للطريق ، والأشكال من (٤.٦) إلى (٤.١٥) توضح المقاطع العرضية للطريق موضوعا عليها الميل التصميمي للمقطع العرضي وميل الأرض الطبيعية ومساحات الحفر والردم لكل مقطع .

٤-٤ النقاط الحرجة :

يبين الشكل ٤.١٦ اتجاه سير المياه على حرم الطريق أثناء تساقط الأمطار ، وحيث يبين الشق الثاني من الشكل (flow direction for existing ground) أن اتجاه سير المياه على سطح الطريق غير منتظم مما يدل على أن الميول للطريق غير منتظمة وهذا يسبب تجمع لمياه الأمطار على حرم الطريق ، ونجد في المناطق التي يكون اتجاه سير المياه فيها متعاكس و قريب على بعضه هي النقاط التي تتجمع فيها المياه (النقاط الحرجة).

بينما يمثل الشق الرابع من الشكل ٤.١٦ (flow direction after design) اتجاه سير المياه بعد إعادة تصميم الميول للطريق ، وأنها أصبحت منتظمة وهذا يدل على أن المياه لا تتجمع بعد إعادة تصميم الميول .

الفصل الخامس

0

تصميم شبكة صرف مياه الأمطار

0-١ مقدمة

0-٢ تخطيط الشبكة

0-٣ عوامل التصميم

0-٤ الاعتبارات التصميمية

0-0 حسابات التصميم

الفصل الخامس

تصميم شبكة صرف مياه الأمطار

٥-١ مقدمة :

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

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

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

٤-٥ تخطيط الشبكة (Layout of storm water):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

والشكل (5.1) يوضح تخطيط الشبكة النهائي موضوعا عليه خطوط الكنتور ،مقلب المياه، اتجاه سير المياه ، مناطق تجميع المياه وخطوط الشبكة المقترحة .

5-3 عوامل التصميم :

5-3-1 كمية التدفق :

$$Q=C*A*I$$

وقد تم التطرق له في الفصل الثالث .

5-3-2 التصميم الهيدروليكي :

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

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

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

حيث :-

V :سرعة تدفق الماء في الأنبوب .

n : معامل خشونة أو احتكاك الأنبوب .

R : نصف قطر الأنبوب الهيدروليكي

$$R=D/4$$

S : درجة ميل الأنبوب

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

جدول رقم (٥-١) معامل الاحتكاك (n) لأنابيب مختلفة المواد .

نوع الأنبوب	n
زهر مغطاه بالبتومين	0.011-0.014
فخار	0.010-0.017
خرسانة	0.012-0.016
صلب مبرشم	0.013-0.017
صلب ملحوم	0.010-0.013

٥-٣-٣ سرعة التدفق :

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

وبشكل عام فيجب أن لا تقل سرعة التدفق عن (0.9 m/sec) في حالة المواسير الممتلئة بقطر(250mm) ،ويجب أن لا تزيد سرعة التدفق عن (5m/sec)ويجب أن لا تقل السرعة في أي خط عن السرعة في الخط السابق له .

٥-٣-٤ الأنابيب :

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

الحد الأدنى لقطر الماسورة يجب ألا يقل عن (mm)250.

٥-٣-٥ المناهل وارتفاع الحفر:

يتم توزيع المناهل بالاعتماد على عدة عوامل :- كما ذكرسابقا - تغير اتجاه الأنبوب ، تغير ميل الأنبوب ، التغير المفاجئ في المنسوب ، تغير القطر ، وجود المسافات المستقيمة الطويلة حيث لا تزيد عن المدى المسموح به وهو (90-120m) ،و أيضا توضع في مكان تقاطع الأنابيب .

ويكون ارتفاع الحفر 1m كحد أدنى من سطح الأرض إلى ظهر المواسير ، وذلك للمحافظة عليها من الانهيار نتيجة الأحمال الواقعة عليه من الضغط المروري .

وفي العادة لا يزيد ارتفاع الحفر عن 5m لأن آلات الحفر المتواجدة في السوق المحلي ليس بإمكانها أن تحفر أكثر من 5m .

٥-٤ الاعتبارات التصميمية :-

- فترة التصميم : (٣٠-٥٠)سنة.
- استخدام الطريقة المنطقية (Rational Formula) لحساب كمية التدفق ، معادلة رقم (٣-١).
- زمن دخول الماء من من مكان سقوطها إلى خط التصريف ٥ دقائق .
- استخدام معادلة مانق (Manning Equation) في التصميم .
- السرعة الدنيا في الأنبوب(0.9m/sec .)
- السرعة القصوى في الأنبوب (5m/sec).
- أكبر مسافة بين المناهل (90-120m).
- أقل قطر للأنبوب (250mm).
- أقل ارتفاع حفر (1m).
- أعلى ارتفاع حفر(5m).
- أقل ميل للخط (0.005).
- أكبر ميل للخط (0.1).

- على ارتفاع للحفر (5m).
- نوع الخطوط المستخدمة خرسانية .
- المناهل قوالب خرسانية .
- $(h/d) \geq 1$.

٥-٥ حسابات التصميم :-

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

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

٣- الحسابات الضرورية لشبكة تصريف مياه الأمطار والتي تظهر في الجداول (٥-3) للخط A ، (٥-4) للخط B من الشبكة ، حيث تم حساب المعلومات الموجودة بداخلها وفق التالي : -

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

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

ت- عمود (٨) حيث يمثل معامل الانسياب السطحي للمساحة الجزئية للخط وهي تمثل بالجدول (٥-2) حيث تم حسابها حسب التالي ، حيث نقوم بحساب مساحة مجموع الأبنية الموجودة في تلك الجزئية من المساحة وضربها في معامل (c) حسب ما هو مبين في جدول (٣-١) وهو للأبنية يساوي 0.95 ، أيضا تم حساب مجموع مساحات الطرق وضربها في معامل (c) للطرق وهو

0.9 ، وتم حساب مجموع المساحات الفارغة وضربها في معامل (c) للفراغات وهو 0.2 ، بعد ذلك تم حساب معامل الانسياب السطحي (c) لتلك المساحة الجزئية التي تخدم خط معين وذلك بتطبيق معادله (٣-٢) حيث نتج لدينا قيمة (C) مختلفة لكل مساحة جزئية ، والشكل (٥-٣) يوضح المساحات الجزئية والمباني والطرق للمنطقة .

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

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

ح- يتلخص معلومات التصميم الرئيسية لشبكة الصرف من عمود(١٧) إلى عمود (٢٥) ، عمود (١٧) يمثل قطر الأنبوب حيث يتم تحديده بالفرض بناءً على كمية التدفق وميل الأرض حيث نبدأ بأقل قطر تصميمي وهو 250mm ، عمود (١٨) يتم حسابه بعد معرفة (Qpar/Qfull) حيث باستخدام الجداول المرفقة بالملاحق يتم معرفة (h/D) بمعرفة (Qpar/Qfull) بعدها نحسب h حيث أن القطر معروف لدينا ، عمود (١٩) حيث يتم حسابها من الجداول حيث القطر وميل الأنبوب معروف لدينا نستطيع من ذلك حساب Qfull ، عمود (٢٠) وهو نفس قيمة عمود (١٣) ، عمود (٢١) ميل الأنبوب يتم أخذه حسب اعتبارات التصميم بحيث يكون ضمن الميل المسموح به ، عمود (٢٢) ويتم حسابه من الجداول بمعرفة القطر وميل الأنبوب ، عمود (٢٣) حيث يتم

حسابه من معرفة (V/Vfull) التي يتم معرفتها بمعرفة (Qpar/Qfull) ، **عمود** (٢٤) وهو **ناتج عن قسمة عمود** (٤) **على عمود** (٢٣) **وقسم الناتج على** ٦٠ **لنحصل على الزمن بوحدة** (دقيقة) ، **عمود** (٢٥) وهو عبارة عن الزمن التراكمي وهو تراكم عمود (٢٤).

الفصل السادس

٦

النتائج والتوصيات

٦-١ النتائج

٦-٢ التوصيات

الفصل السادس

النتائج والتوصيات

6-1 النتائج :

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

6-2 التوصيات:

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

Station		Horizontal Distance	Horizontal Angel			Vertical Angel			Instrument height	Prism height	Description
at	to		degree	min	sec	degree	min	sec			
200	300	14.232	134	47	6	89	25	35	1.52	1.65	النقطة 100 و 200 هما نقاط GPS النقطة 300على سطح بناية مركز الواحة
200	300	14.229	134	47	39	89	25	51			
200	300	14.231	134	48	7	89	25	52			
200	300	14.225	134	47	25	89	25	53			
mean		14.229	134	47	34			48			
300	350	166.073	137	53	13	88	8	15	1.57	1.65	النقطة 350 على سطح مركز التدريب المهني-الخليل
300	350	166.073	137	53	40	88	8	0			
300	350	166.074	137	53	9	88	8	10			
300	350	166.077	137	53	20	88	8	5			
mean		166.0743	137	53	21	88	8	8			
350	400	21.98	153	20	0	118	47	50	1.522	1.65	النقطة 400 امام سيتي سنتر مقابل دوار ابن رشد على الرصيف
350	400	21.98	153	20	20	118	47	15			
350	400	21.98	153	20	10	118	48	35			
350	400	21.98	153	20	40	118	48	10			
mean		21.98	153	20	17.5	118	47	57.5			
400	500	146.265	183	1	50	89	7	27	1.7	1.8	النقطة 500 امام مدرسة ابن رشد على الرصيف
400	500	146.249	183	1	30	89	7	27			
400	500	146.252	183	1	45	89	7	27			
400	500	146.246	183	1	20	89	7	27			
mean		146.253	183	1	36	89	7	27			
500	600	165.135	198	48	4	88	20	59	1.635	1.8	النقطة 600 امام مركز خدمة الجمهور-بلدية الخليل
500	600	165.137	198	48	28	88	21	46			
500	600	165.137	198	48	9	88	20	58			
500	600	165.136	198	47	20	88	21	43			
mean		165.136	198	48	0	88	21	21.5			

Station		Horizontal Distance	Horizontal Angel			Vertical Angel			Instrument height	Prism height	Description
at	to		degree	min	sec	degree	min	sec			
600	700	127.56	161	29	4	86	1	31	1.505	1.55	النقطة 700 مقابل سوبر ماركت الامانه من الجهه الشماليه على سطح مبني الملحمة
600	700	127.551	161	29	27	86	1	28			
600	700	127.557	161	29	27	86	1	34			
600	700	127.563	161	29	44	86	1	28			
mean		127.558	161	29	25.5	86	1	30.3			
700	800	277.158	192	17	30	89	52	17	1.49	1.5	النقطة 800 امام مدرسة الحسين
700	800	277.154	192	17	24	89	52	14			
700	800	277.155	192	17	27	89	52	24			
700	800	277.156	192	17	15	89	52	11			
mean		277.1558	192	17	24	89	52	16.5			
800	900	137.263	157	45	18	89	3	3	1.59	1.5	النقطة 900 على مفرق (bunny happy) بجانب منهل
800	900	137.263	157	45	20	89	3	9			
800	900	137.263	157	45	1	89	3	10			
800	900	137.278	157	45	13	89	3	11			
mean		137.2668	157	45	13	89	3	8.25			
900	1000	431.418	305	9	54	80	17	1	1.51	1.6	النقطة 1000 على عمارة الجمعية الخيرية
900	1000	431.419	305	9	31	80	17	7			
900	1000	431.418	305	9	47	80	17	7			
900	1000	431.422	305	9	37	80	17	9			
mean		431.4193	305	9	42	80	17	6			
1000	1100	35.681	172	54	0	87	44	0			النقطة 1100 على عمارة الجمعيه الخيرية وهي نقطة GPS
1000	1100	35.672	172	53	20	87	45	25			
1000	1100	35.69	172	53	40	87	44	5			
1000	1100	35.695	172	54	0	87	44	50			
mean		35.6845	172	53	45	87	44	20			

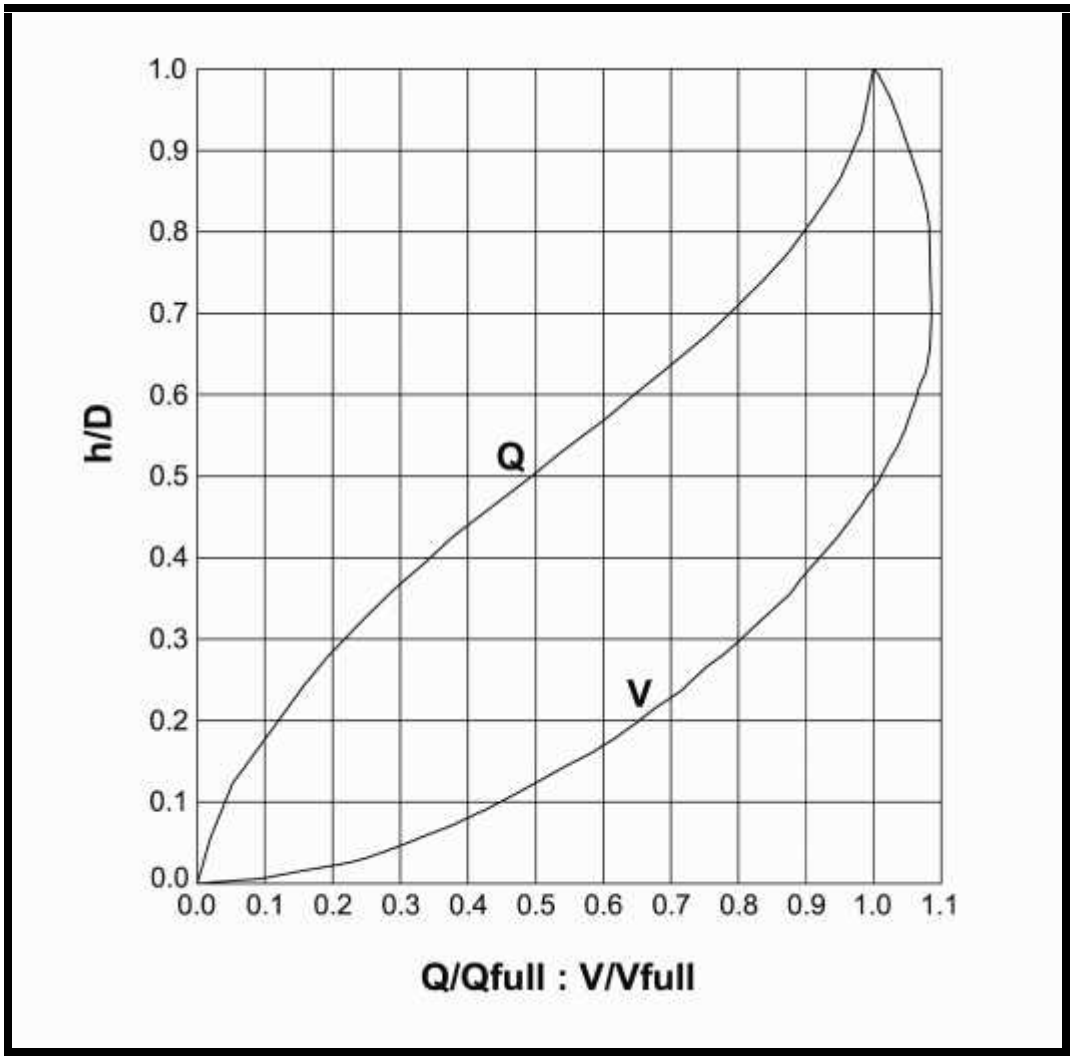
Station		Horizontal Distance	Horizontal Angel			Vertical Angel			Instrument height	Prism height	Description
at	to		degree	min	sec	degree	min	sec			
1100			98	57	5						القطة 1200 هي وتد حديدي على الرصيف مقابل سوبر ماركت الاخوة وهي نقطة GPS
	1200										
1100			98	58	35						
	1200										
1100			98	57	29						
	1200										
1100			98	58	20						
	1200										
mean			98	57	52						

الـمـلـحق رقـم

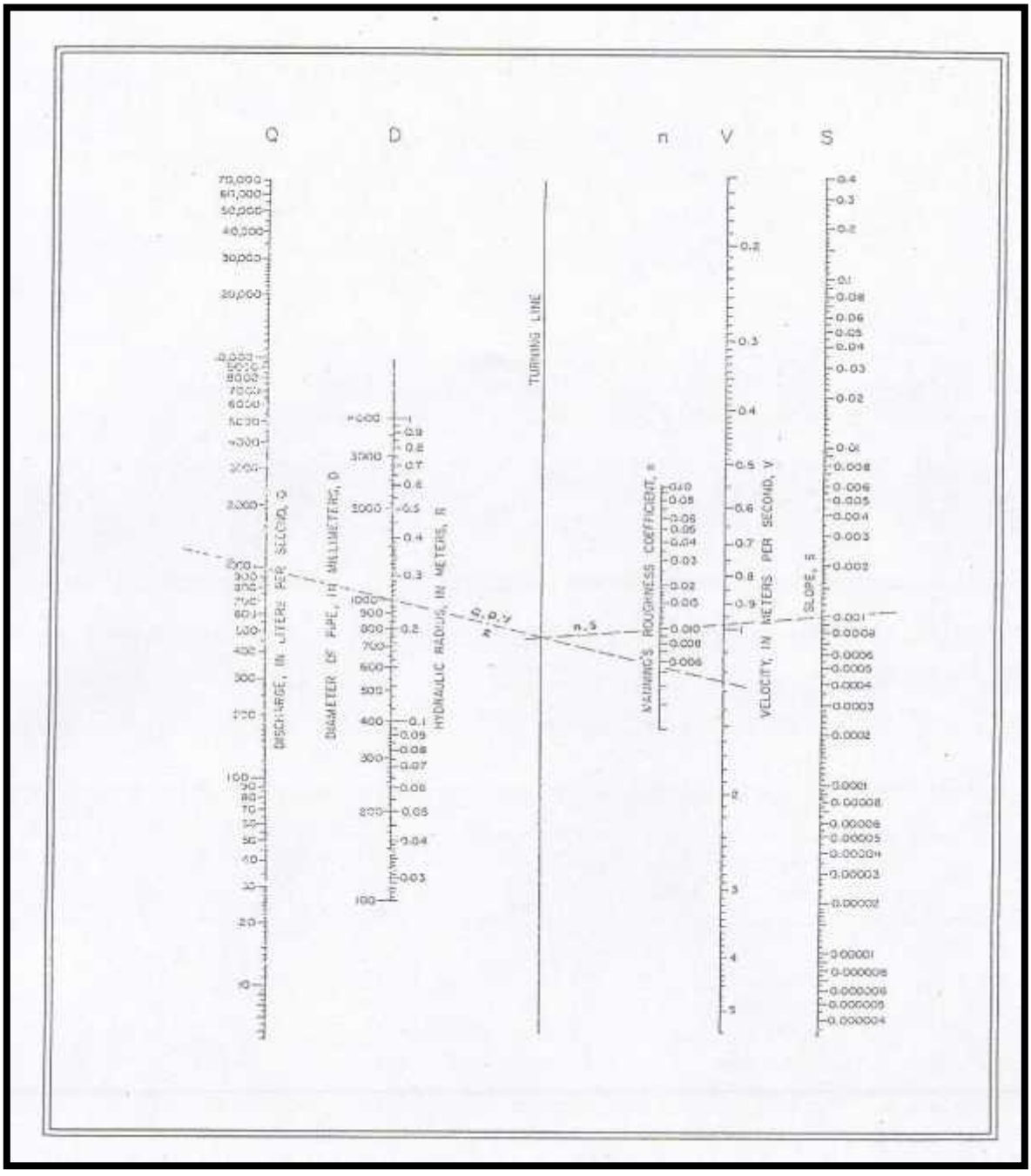
▫١▫

الـمـلـحق رقـم

٣



(Hydraulic Properties Of Circular Sewer)



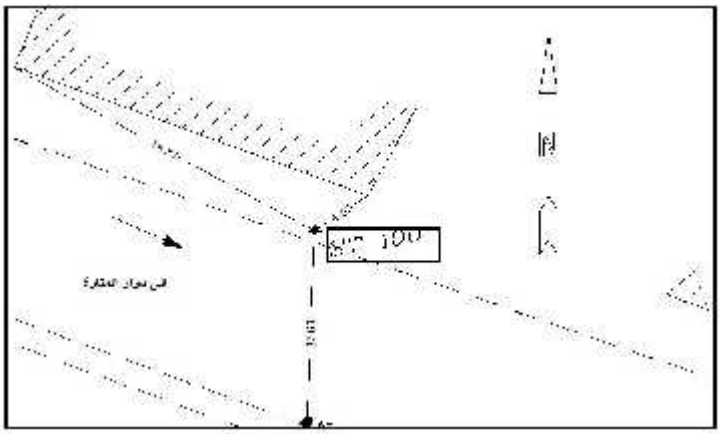
(Nomograph For Solution Of Maining Formula)

الـمـلـحق رقـم

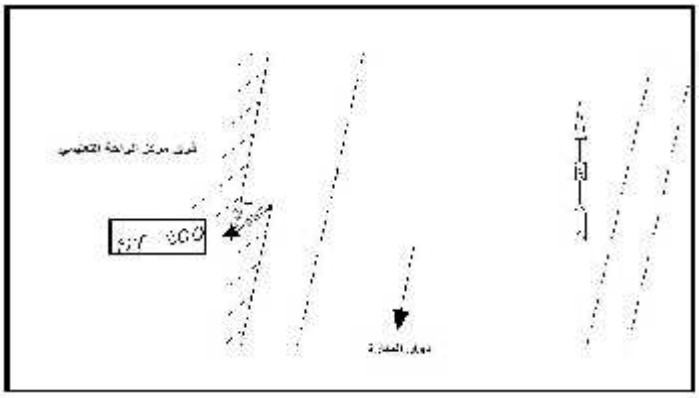
□٤□

الـملـحق رقـم

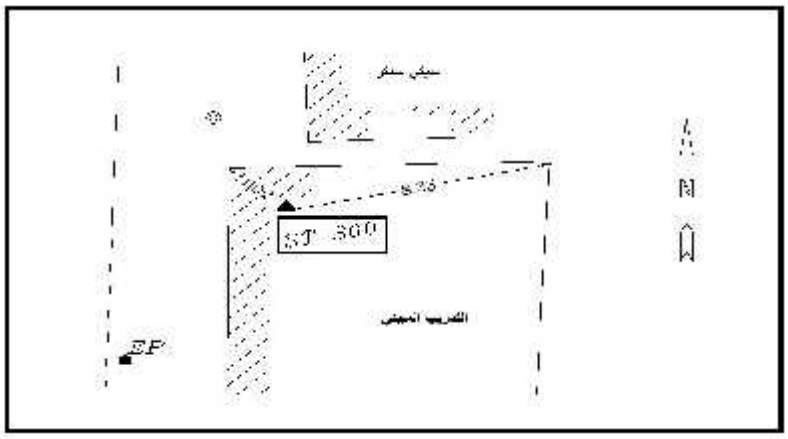
١٠



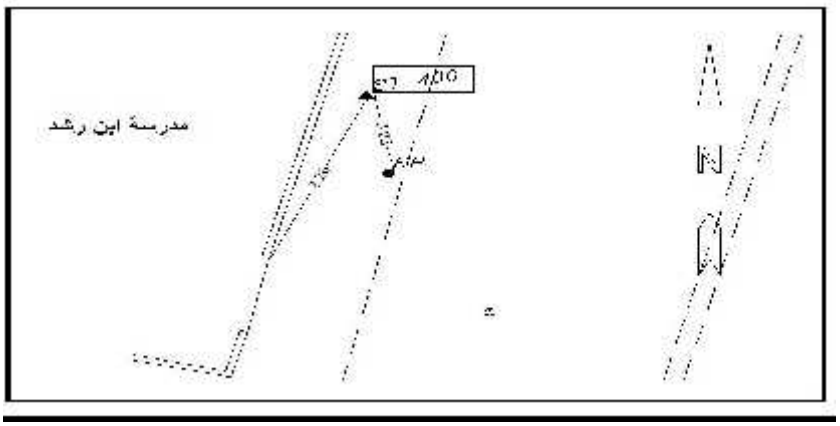
point	١٠٠
E	159236.93 m
N	105242.19 m
Z	



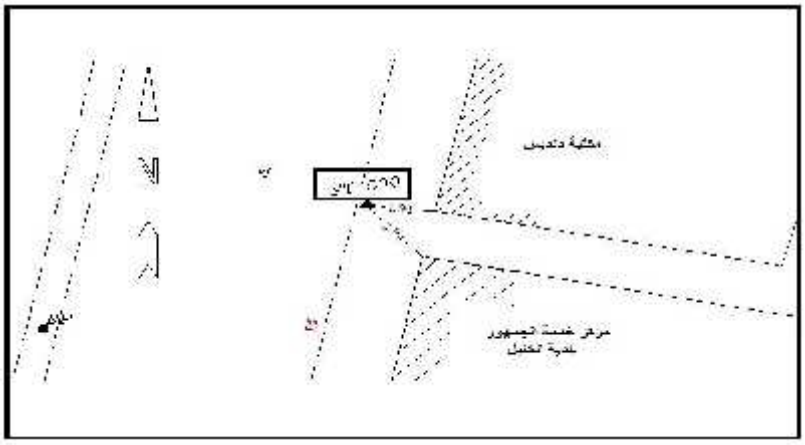
point	٢٠٠
E	159267.04 m
N	104230.71 m
Z	



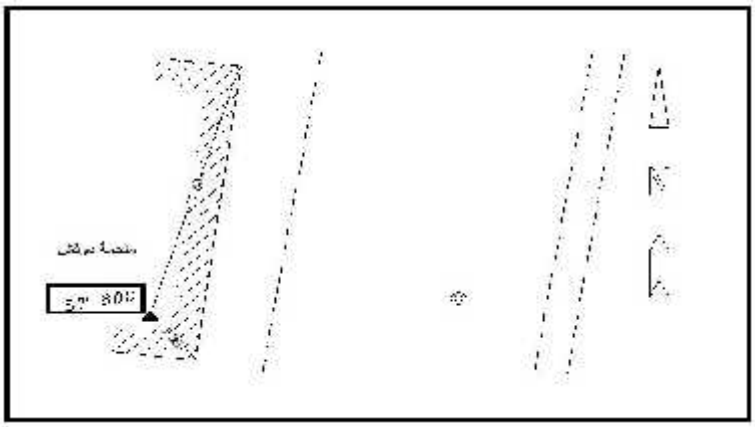
point	٣٠٠
E	159346.38 m
N	104388.81 m
Z	911.194 m



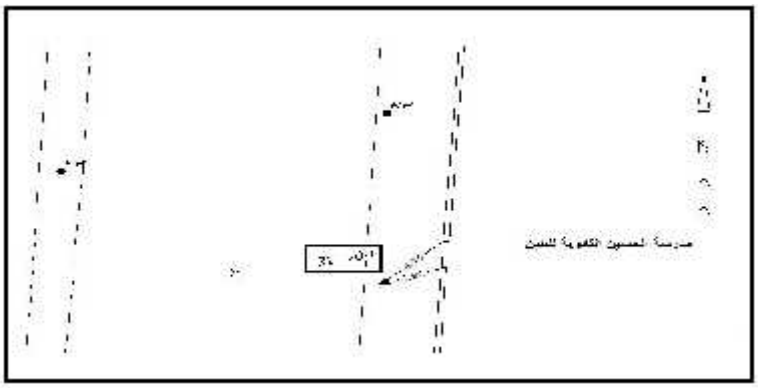
point	٤٠٠
E	159344.98 m
N	104557.01 m
Z	901.119 m



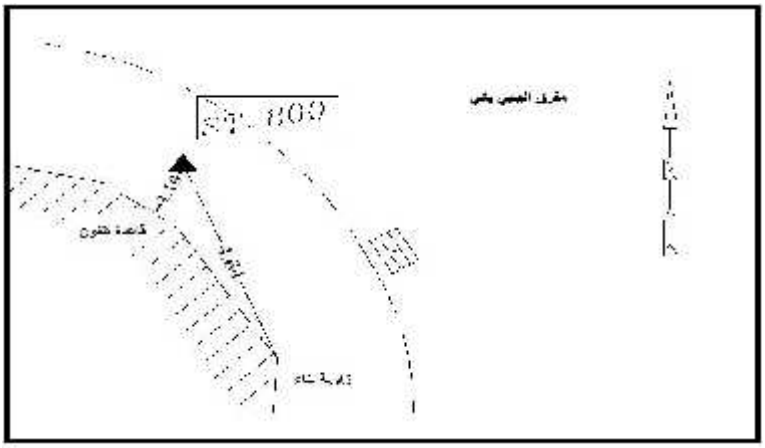
point	٥٠٠
E	159397.98 m
N	104713.41 m
Z	905.693 m



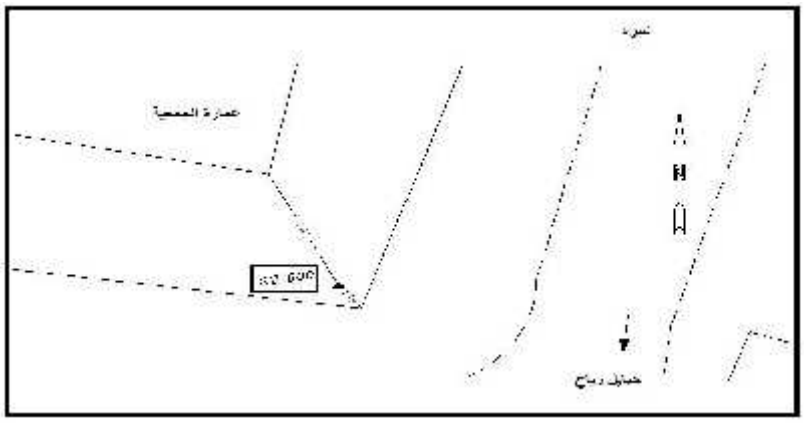
point	٦٠٠
E	159398.45 m
N	104840.96 m
Z	914.512 m



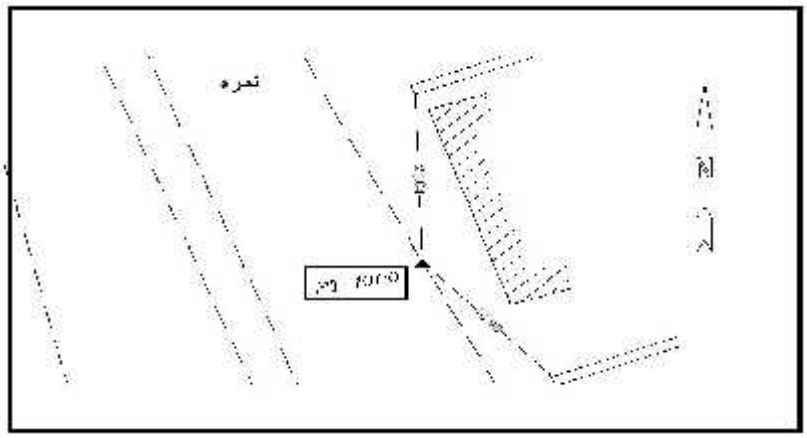
point	٧٠٠
E	159458.45 m
N	105111.55 m
Z	



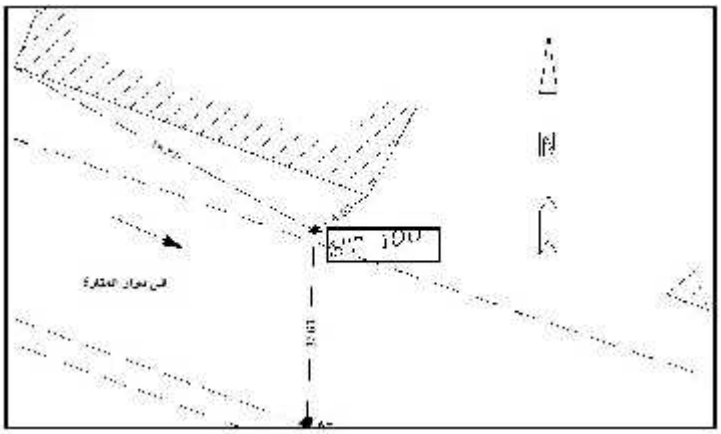
point	٨٠٠
E	159435.21 m
N	105246.84 m
Z	915.124 m



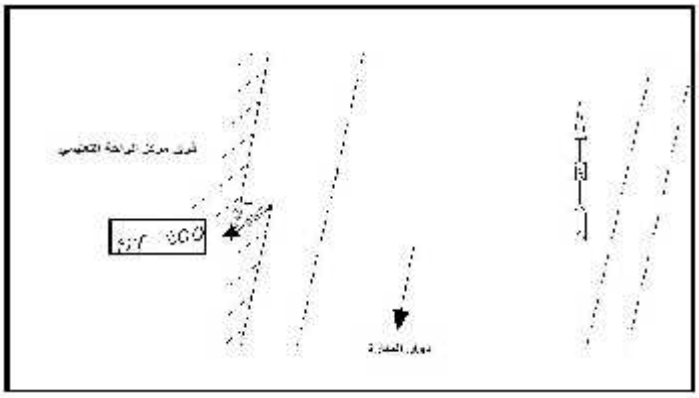
point	٩٠٠
E	159858.51 m
N	105050.99 m
Z	



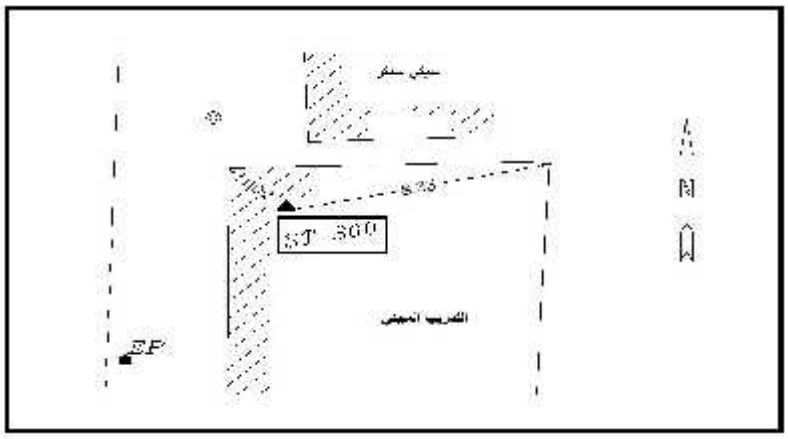
point	١٠٠٠
E	159946.04 m
N	105221.11 m
Z	



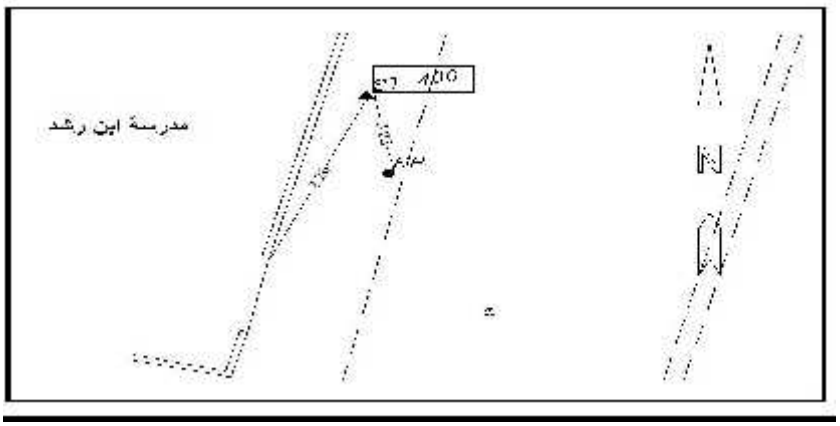
point	١٠٠
E	159236.93 m
N	105242.19 m
Z	



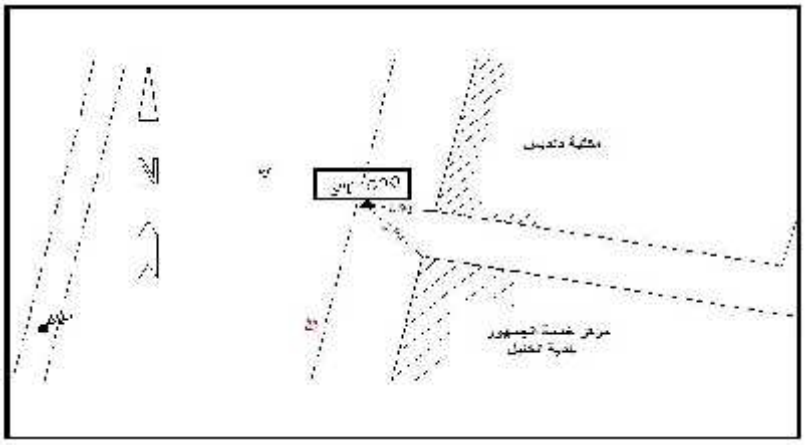
point	٢٠٠
E	159267.04 m
N	104230.71 m
Z	



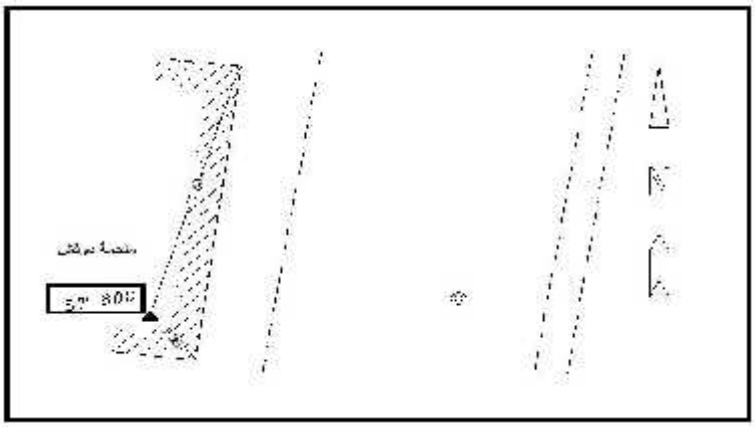
point	٣٠٠
E	159346.38 m
N	104388.81 m
Z	911.194 m



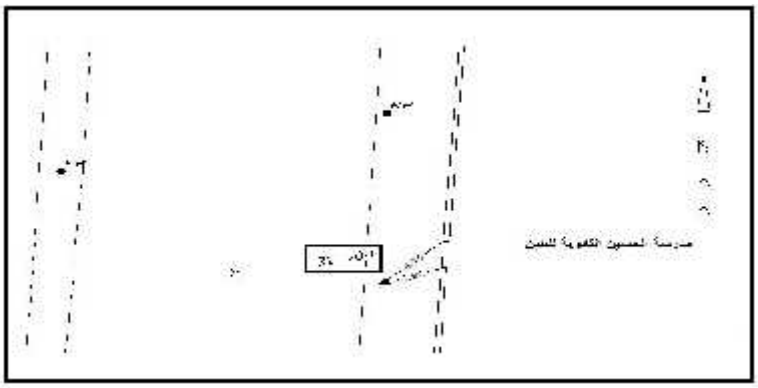
point	٤٠٠
E	159344.98 m
N	104557.01 m
Z	901.119 m



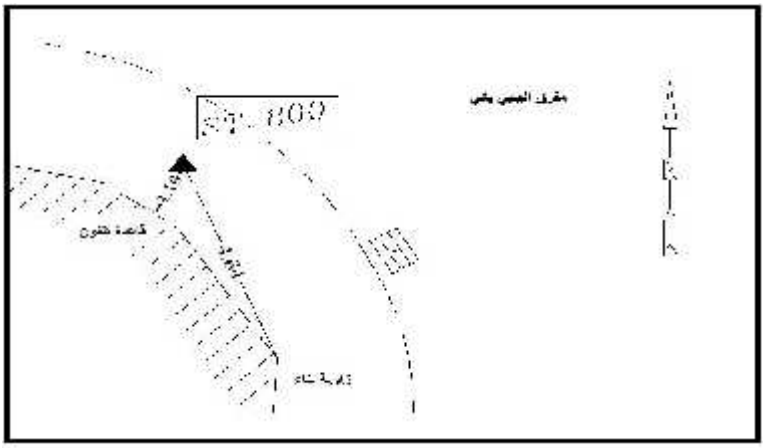
point	٥٠٠
E	159397.98 m
N	104713.41 m
Z	905.693 m



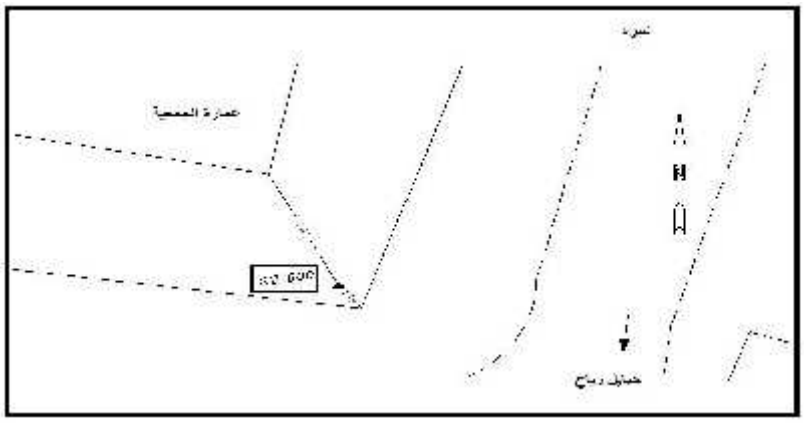
point	٦٠٠
E	159398.45 m
N	104840.96 m
Z	914.512 m



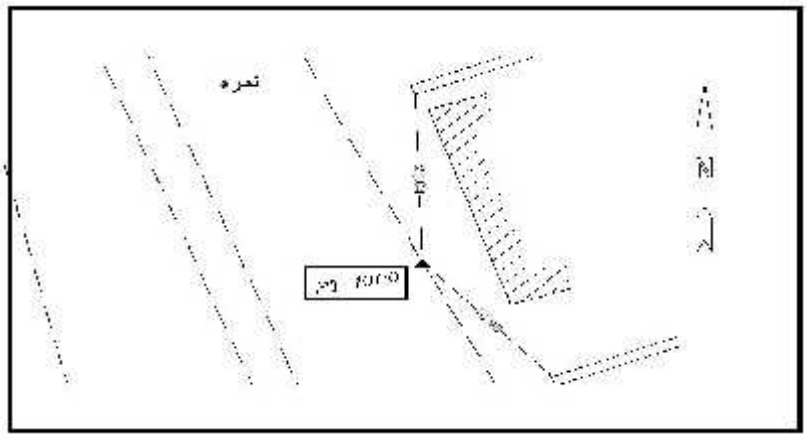
point	٧٠٠
E	159458.45 m
N	105111.55 m
Z	



point	٨٠٠
E	159435.21 m
N	105246.84 m
Z	915.124 m



point	٩٠٠
E	159858.51 m
N	105050.99 m
Z	



point	١٠٠٠
E	159946.04 m
N	105221.11 m
Z	

Station Range: Start: 0+000.00, End: 0+916.71

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+117.45	Elevation:	900.865m
PVI Station:	0+129.36	Elevation:	901.080m
PVT Station:	0+141.27	Elevation:	901.452m
Low Point:	0+117.45	Elevation:	900.865m
Grade in(%):	1.80%	Grade out(%):	3.12%
Change(%):	1.32%	K:	18.000m
Curve Length:	23.821m	Curve Radius	1,800.000m
Headlight Distance:			

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	0+491.49	Elevation:	912.394m
PVI Station:	0+507.97	Elevation:	912.909m
PVT Station:	0+524.46	Elevation:	913.122m
High Point:	0+524.46	Elevation:	913.122m
Grade in(%):	3.12%	Grade out(%):	1.29%
Change(%):	1.83%	K:	18.000m
Curve Length:	32.968m	Curve Radius	1,800.000m

Passing Distance: 860.784m Stopping Distance: 379.336m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+750.51	Elevation:	916.044m
PVI Station:	0+760.00	Elevation:	916.167m
PVT Station:	0+769.49	Elevation:	916.389m
Low Point:	0+750.51	Elevation:	916.044m
Grade in(%):	1.29%	Grade out(%):	2.35%
Change(%):	1.05%	K:	18.000m
Curve Length:	18.985m	Curve Radius	1,800.000m

Headlight Distance:

Station		Horizontal Distance	Horizontal Angel			Vertical Angel			Instrument height	Prism height	Description
at	to		degree	min	sec	degree	min	sec			
200	300	14.232	134	47	6	89	25	35	1.52	1.65	النقطة 100 و 200 هما نقاط GPS النقطة 300على سطح بناية مركز الواحة
200	300	14.229	134	47	39	89	25	51			
200	300	14.231	134	48	7	89	25	52			
200	300	14.225	134	47	25	89	25	53			
mean		14.229	134	47	34			48			
300	350	166.073	137	53	13	88	8	15	1.57	1.65	النقطة 350 على سطح مركز التدريب المهني-الخليل
300	350	166.073	137	53	40	88	8	0			
300	350	166.074	137	53	9	88	8	10			
300	350	166.077	137	53	20	88	8	5			
mean		166.0743	137	53	21	88	8	8			
350	400	21.98	153	20	0	118	47	50	1.522	1.65	النقطة 400 امام سيتي سنتر مقابل دوار ابن رشد على الرصيف
350	400	21.98	153	20	20	118	47	15			
350	400	21.98	153	20	10	118	48	35			
350	400	21.98	153	20	40	118	48	10			
mean		21.98	153	20	17.5	118	47	57.5			
400	500	146.265	183	1	50	89	7	27	1.7	1.8	النقطة 500 امام مدرسة ابن رشد على الرصيف
400	500	146.249	183	1	30	89	7	27			
400	500	146.252	183	1	45	89	7	27			
400	500	146.246	183	1	20	89	7	27			
mean		146.253	183	1	36	89	7	27			
500	600	165.135	198	48	4	88	20	59	1.635	1.8	النقطة 600 امام مركز خدمة الجمهور-بلدية الخليل
500	600	165.137	198	48	28	88	21	46			
500	600	165.137	198	48	9	88	20	58			
500	600	165.136	198	47	20	88	21	43			
mean		165.136	198	48	0	88	21	21.5			

Station		Horizontal Distance	Horizontal Angel			Vertical Angel			Instrument height	Prism height	Description
at	to		degree	min	sec	degree	min	sec			
600	700	127.56	161	29	4	86	1	31	1.505	1.55	القطة 700 مقابل سوبر ماركت الامانه من الجهه الشماليه على سطح مبني الملحمة
600	700	127.551	161	29	27	86	1	28			
600	700	127.557	161	29	27	86	1	34			
600	700	127.563	161	29	44	86	1	28			
mean		127.558	161	29	25.5	86	1	30.3			
700	800	277.158	192	17	30	89	52	17	1.49	1.5	القطة 800 امام مدرسة الحسين
700	800	277.154	192	17	24	89	52	14			
700	800	277.155	192	17	27	89	52	24			
700	800	277.156	192	17	15	89	52	11			
mean		277.1558	192	17	24	89	52	16.5			
800	900	137.263	157	45	18	89	3	3	1.59	1.5	القطة 900 على مفرق (bunny happy) بجانب منهل
800	900	137.263	157	45	20	89	3	9			
800	900	137.263	157	45	1	89	3	10			
800	900	137.278	157	45	13	89	3	11			
mean		137.2668	157	45	13	89	3	8.25			
900	1000	431.418	305	9	54	80	17	1	1.51	1.6	القطة 1000 على عمارة الجمعية الخيرية
900	1000	431.419	305	9	31	80	17	7			
900	1000	431.418	305	9	47	80	17	7			
900	1000	431.422	305	9	37	80	17	9			
mean		431.4193	305	9	42	80	17	6			
1000	1100	35.681	172	54	0	87	44	0			القطة 1100 على عمارة الجمعيه الخيرية وهي نقطة GPS
1000	1100	35.672	172	53	20	87	45	25			
1000	1100	35.69	172	53	40	87	44	5			
1000	1100	35.695	172	54	0	87	44	50			
mean		35.6845	172	53	45	87	44	20			

Station		Horizontal Distance	Horizontal Angel			Vertical Angel			Instrument height	Prism height	Description
at	to		degree	min	sec	degree	min	sec			
1100			98	57	5						القطة 1200 هي وتد حديدي على الرصيف مقابل سوبر ماركت الاخوة وهي نقطة GPS
	1200										
1100			98	58	35						
	1200										
1100			98	57	29						
	1200										
1100			98	58	20						
	1200										
mean			98	57	52						

فهرس الجداول

رقم الجدول	الوصف	رقم الصفحة
(١-١)	الجدول الزمني للمقدمة المشروع	٩
(٢-١)	الجدول الزمني للمشروع	١٠
(١-٢)	حساب التشريق (Latitude) والتشميل (Departure) للمضلع	٢٠
(٢-٢)	الإحداثيات الأولية قبل التصحيح لنقاط ربط المضلع	٢١
(٣-٢)	الإحداثيات النهائية لنقاط الربط	٣٣
(١-٣)	معامل الانسياب للأسطح المختلفة	٣٩
(١-٥)	معامل الاحتكاك (n) لأنابيب مختلفة المواد	٦
(٢-٥)	Table (5.2) Runoff Coefficient	٨
(٣-٥)	Storm Water Drainage Design Calculation Sheet For ean sara street line A	٩
(٤-٥)	Storm Water Drainage Design Calculation Sheet For ean sara street line B	٩

جدول المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
صفحة عنوان المشروع	I
شهادة تقييم المشروع.	II
الإهداء	III
شكر وتقدير	IV
ملخص المشروع	V
Abstract	VI
الفصل الأول مقدمة	
١-١ مقدمة عامة عن الطرق	١
١-٢ فكرة وأهمية المشروع	٢
١-٣ أهداف المشروع	٦
١-٤ نطاق المشروع	٦
١-٥ العوائق والصعوبات	٨
١-٦ الأجهزة المساحية والبرامج المستخدمة	٨
١-٧ الجدول الزمني	٩
الفصل الثاني الأعمال المساحية	
٢-١ مقدمة	١١
٢-٢ مرحلة الأعمال الاستطلاعية للموقع	١١
٢-٣ الأعمال المساحية الأولية	١٢
٢-٣-١ قياس المضلع	١٢

٢-٣-٢ ضبط الأرصاد ١٤
٢-٣-٣طرقة المربعات الصغرى ١٤
٢-٣-٤ الخطأ في الزوايا والمسافات المرصودة ١٥
٢-٣-٤-١ خطا عدم تمركز الجهاز ١٥
٢-٣-٤-١-١ خطا عدم تمركز جهاز الرصد ١٥
٢-٣-٤-١-٢ خطا عدم تمركز العاكس ١٦
٢-٣-٤-٢ خطا رصد الزوايا ١٧
٢-٣-٤-٣ خطا في رصد المسافات ١٧
٢-٤ حسابات المضلع ١٨
٢-٥ الأعمال المساحية النهائية ٣٣

الفصل الثالث تصريف مياه عن سطح الطريق

٣-١ مقدمة 35
٣-٢ التصريف السطحي للطريق 36
٣-٢-١ الميول العرضية للطريق 36
٣-٢-٢ الميول الطولية للطريق 37
٣-٣ تصريف المياه عن الطريق في المناطق الحضرية 37
٣-٤ كمية مياه الأمطار 38
٣-٤-١شدة أو غزارة المطر 40
٣-٥ أنواع مصارف مياه الأمطار 41
٣-٥-١ المناهل 41
٣-٥-٢ المداخل أو البالوعات (Inlets) 42
٣-٦ موقع أنابيب شبكة الصرف في جسم الطريق 44

الفصل الرابع تصميم الميول الطولية والعرضية للطريق

٤-١ مقدمة ٤٦
٤-٢ تصميم الميول الطولية للطريق ٤٦
٤-٣ تصميم الميول العرضية للطريق ٤٧
٤-٤ النقط الحرجة ٤٧

الفصل الخامس تصميم شبكة صرف مياه الأمطار

5-١ مقدمة 64
5-٢ تخطيط الشبكة (Layout of storm water) 65

5-٣ عوامل التصميم 66
5-٣-١ كمية التدفق 66
5-٣-٢ التصميم الهيدروليكي 66
5-٣-٣ سرعة التدفق 68
5-٣-٤ الأنابيب 68
5-٣-5 المناهل وارتفاع الحفر 69
5-٤ الاعتبارات التصميمية 69
5-5 حسابات التصميم 70

الفصل السادس النتائج التوصيات

٦-١ النتائج ٨٩
٦-٢ التوصيات ٨٩

المراجع

المراجع ٩٠

الملاحق

ملحق (١)	٩١
ملحق (٢)	٩٩
ملحق (٣)	١٠١
ملحق رقم (٤)	١٠٥