بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية هندسة المياه والبيئة

قسم هندسة موارد المياه

بحث تكميلي لنيل درجة البكلاريوس مرتبة الشرف

في هندسة موارد المياه **بعنوان :**

تصميم شبكة مياه شرب بدار السلام

إعداد الطلاب :

حسن بله الطـــيب محمد

عبد الرحيم حميدان محمد

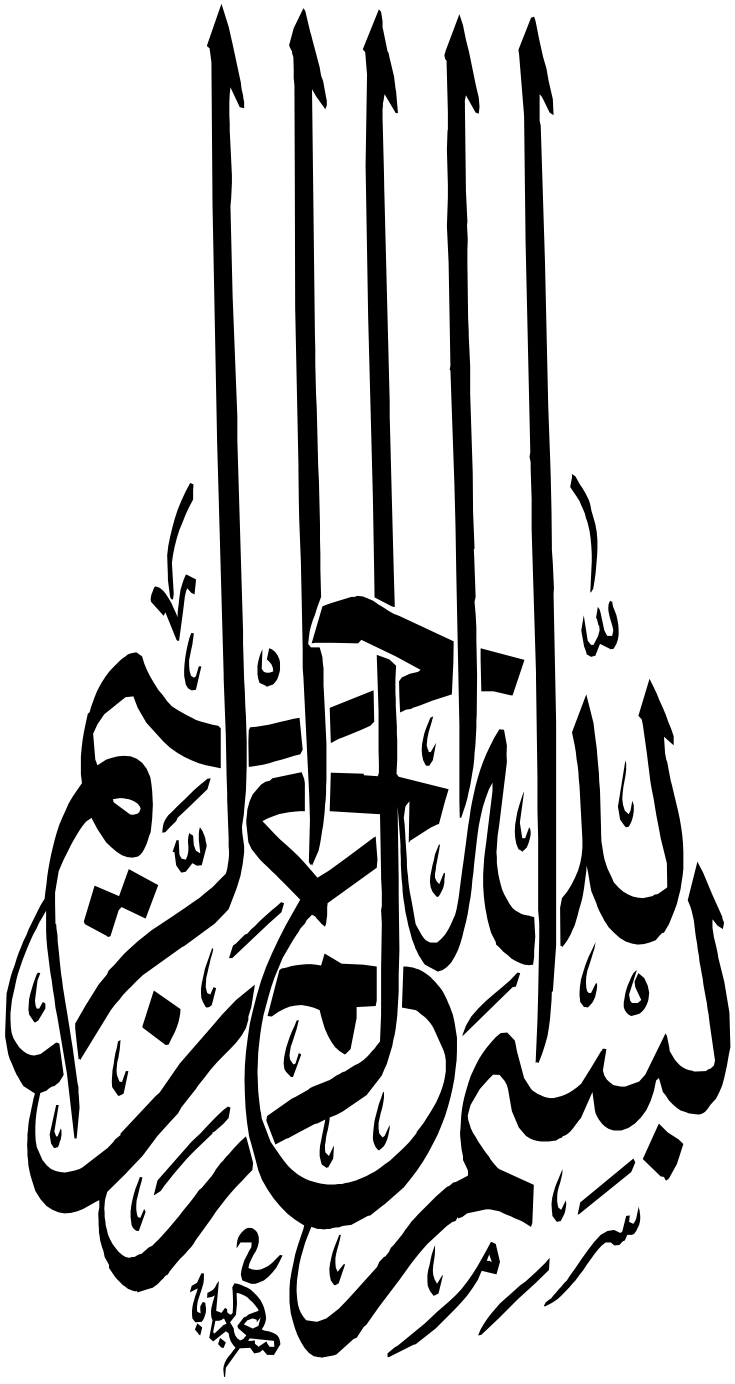
محمد خلف الله بخـــيت

محمد عبد الرحيم محـمد

إشراف الدكتور :

عبد الحليم محمد الداروتي

أغسطس 2014م



الآيـــــة

قال تعالي :

{قُلْ أَرَأَيْتُمْ إِنْ أَصْبَحَ مَاؤُكُمْ غَوْراً فَمَن يَأْتِيكُم بِمَاء مَّعِينٍ }

صدق الله العظيم

سورة الملك الآية (30)

الإهـــــداء

****

إلي من أمرنا أن نخفض لهما جناح الذل من الرحمة ....

أمهاتنا الحبيبات وآبائنا الأعزاء ***

إلى القلوب الطاهرة الرقيقة والنفوس البريئة ....

رياحين حياتنا أخواننا وأخواتنا ***

إلى الشهداء العظام الذين فدت أرواحهم تراب هذا الوطن الحبيب....

إلي من كانوا يشدوا من أذرنا مادياً ومعنوياً....

ذوي الرحم والأقارب ***

إلى الذين بذلوا كل جهد وعطاء لكي نصل إلى هذه اللحظة

أساتذتنا الكرام ***

إلي من كانوا لنا سنداً وعوناً....

زملاء الدراسة في مراحلها المختلفة ***

***

نهدي هذا السفر بكل تواضعٍ ومحبة آملين أن ينال الرضاء

والقبول

وما التوفيق إلا من عند الله

شكر وعرفان

الشكر أولاً وآخراً لله سبحانه وتعالى الّذي أنعم علينا بهذا العمل .....

ثم الشكر موصول لأساتذتنا الأجلاء الشموع التي إحترقت لتنير لنا سبل العلم والمعرفة حاملين لنا أقدس الرسالات *** باذلين جهود كبيرة لبناء جيل لبعث خير أمة أخرجت للناس *** ونتقدم بأسمي آيات الشكر والامتنان والتقدير إلى الأُستاذ الجليل : **الدكتور عبد الحليم محمد الداروتي** الذي وقف معنا جبلاً شامخاً معيناً ومرشداً*** ونقول له بشراك قول النبي صلي الله عليه وسلم : (إن الحوت في البحر ، والطير في السماء ، ليصلون على معلم الناس الخير) ، كما نخص بالشكر جميع الأساتذة العاملين بجامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا وخصوصاً **كلية هندسة المياه والبيئة قسم هندسة الموارد** ونشكر أيضاً هيئة مياه ولاية الخرطوم على ما وفروه لنا من معلومات

والشكر أجزله لسكان منطقة دار السلام مربع واحد لكرمهم

واستقبالهم لنا واستضافتنا ومساعدتنا في جمع

المعلومات

فهرس الموضوعات

الموضوع	رقم الصفحة
الآية	أ
الإهداء	ب
الشكر والعرفان	ج
فهرس المحتويات	د–هـ
التجريد	و – ز
قائمة الأشكال	ح
قائمة الجداول	ط
الباب الأول : المقدمة **(Introduction)**	
1–1 مقدمة عامة (general introduction)	1
1–2 منطقة الدراسة(study area)	2
1–3 الأهداف objectives	4
1–3–1 الأهداف العامة (general objectives)	4
1–3–2 الأهداف الخاصة (specific objective)	4
الباب الثاني الإطار النظري	
2–1 تمهيد	5
2–2 مصادر المياه	6
2–3 طرق توزيع المياه	7
2–4 شبكة توزيع المياه	8
2–5 المواسير المستخدمة في أعمال الهندسة الصحية	16
2–6 مبدأ حساب شبكات التوزيع	22

2-7 الأُسس التصميمية لشبكة توزيع المياه	23
الباب الثالث طريقة التنفيذ والوسائل المستخدمة	
3-1 طريقة التنفيذ	28
3-2 الوسائل المستخدمة	30
3-3 حسابات التصميم	32
الباب الرابع النتائج والمناقشة	
4-1 النتائج	38
4-2 المناقشة	47
الباب الخامس حساب التكلفة	
حساب التكلفة	50
الباب السادس الخلاصة والتوصيات	
6-1 الخلاصة	53
6-2 التوصيات	53
الباب السابع : المراجع والملاحق	
7-1 المراجع	55
7-2 الملاحق	56

التجريد

تطرق هذا البحث للمساهمة في حل مشكلة مياه الشرب لمنطقة دار السلام مربع واحد غرب أم درمان ووضع تصور لتصميم شبكة مياه لتلك المنطقة وذلك على أسس علمية رشيدة ودقيقة بعد الإطلاع على المراجع المتخصصة في هذا الشأن والاستفادة من الخبرات السابقة في هذا المجال.

Abstract

Turning this search to contribution in solve for water drink problem for Dar Alsalam Block No (1) , and putting imagination for water net design to it on the basic of rational and accurate scientific , and that is done after the viewing of the specific references and benefit of aspect experiences in this field .

قائمة الأشكال List of figures

الشكل	الصفحة
1-1 خريطة منطقة الدراسة	3
1-2 توزيع المياه بواسطة الانحدار	7
2-2 توزيع المياه بواسطة الخزانات والضخ	8
3-2 النظام ذو النهايات الميتة لتوزيع المياه	12
4-2 النظام الدائري لتوزيع المياه	13
5-2 النظام الشطرنجي لتوزيع المياه	14
6-2 النظام القطري لتوزيع المياه	15
1-4 توزيع المياه في الخطوط الرئيسية	44
2-4 مناسيب النقاط (A,B,C,D,E,F,G,H)	45
3-4 مخطط هازن وليام	49

قائمة الجداول List of tables

الجدول	الصفحة
4-1-1 معدل الاستهلاك	38
4-1-2 التوزيع الإفتراضى للمياه في الخطوط الرئيسية للمنطقة (1)	39
4-1-3 التوزيع الإفتراضى للمياه في الخطوط الرئيسية للمنطقة (2)	40
4-1-4 المحاولة الثانية للتوزيع الإفتراضى للمياه في الخطوط الرئيسية للمنطقة (1)	41
4-1-5 المحاولة الثانية للتوزيع الإفتراضى للمياه في الخطوط الرئيسية للمنطقة (2)	42
4-1-6 المحاولة الثالثة للتوزيع الإفتراضى للمياه في الخطوط الرئيسية للمنطقة (1)	43
4-1-7 حساب الضغط في الخطوط الرئيسية	45
5-1 التكلفة التقديرية لشبكة مياه دار السلام مربع واحد	51

الباب الأول
المقدمة Introduction

الباب الأول

المقدمة (Introduction)

1 - 1 مقدمة عامة

يعتبر الماء أساس الحياة وأن حياة الإنسان وحضارته تأثرت بوجود الماء لذا نجد أن كل الحضارات القديمة نشأت بالقرب من مصادر المياه . وفي الأعوام الأخيرة تزايد الطلب على موارد المياه نتيجة للزيادة المطردة في أعداد السكان ونشؤ المدن والمدن الصناعية والتجمعات السكنية بأحجامها المختلفة وقيام المشاريع الزراعية ومشاريع الثروة الحيوانية والسمكية والغابية والكثير من الأنشطة الحضارية المختلفة ، نجد أن كل ذلك قد إنعكس سلبياً على الموارد المائية مما حدي بالإنسان أن يستخدم كل ما أوتي من علم وتكنولوجيا للبحث عن المياه وأن يضع لها القوانين والضوابط في كيفية الحصول عليها واستخدامها الإستخدام الأمثل بما يمكِّن من حفظها وديمومتها .

ويعد السودان من الدول الغنية بالموارد المائية ، وعلى الرغم من تعدد مصادر المياه فيه إلا أننا نجد أن هنالك العديد من المناطق الطرفية في المدن لم تتوفر لها المياه بالطرق المثلى ويعزى ذلك لعدة أسباب أهمها التوسع الأفقي للعاصمة وهجرة السكان نحو المركز .

وقد نتج عن ذلك التوسع للعاصمة السودانية نشؤ مناطق وتجمعات سكانية عديدة تحتاج إلى الإمداد بالمياه عبر تصميم شبكات تؤدي هذه الغاية بطرق علمية مدروسة . وتصميم الشبكات يتطلب دراسات خاصة ومتعمقة لتحقيق الاستفادة القصوى من تصميمها بما يمكن إمداد مائي كافي ودائم ومستقر . وتعتبر دار السلام مربع واحد (منطقة الدراسة) إحدى المناطق الطرفية التي تحتاج إلى الإمداد بالمياه لان بها شبكة قديمة لاتفى بمطالب السكان من مياه الشرب ولذلك قمنا بهذا البحث لتصميم شبكة مياه لتلك المنطقة لمساعدة السكان في الحصول على المياه بطريقة يسيرة وحديثة وحضارية .

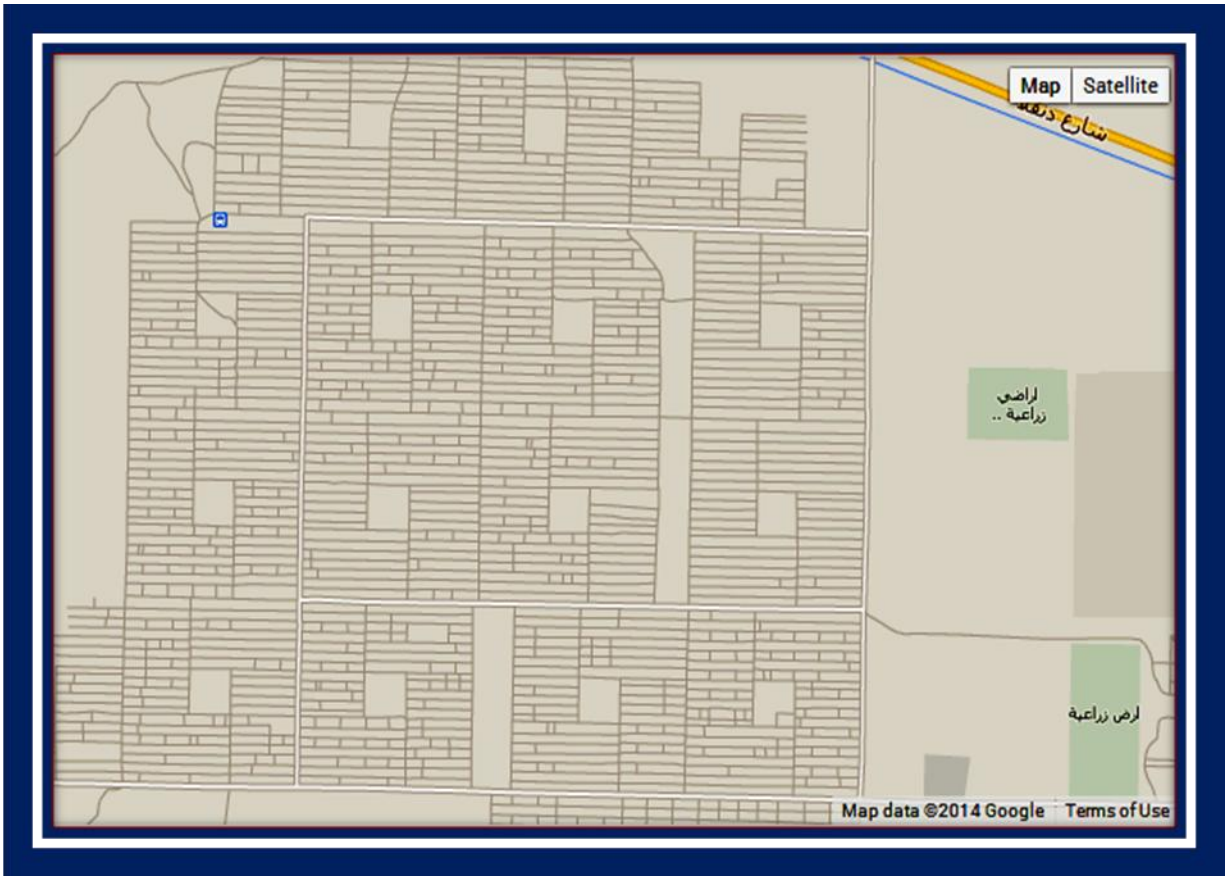
1 – 2 منطقة الدراسة :

تقع منطقة دار السلام مربع واحد شمال غرب أم درمان بالقرب من الطريق الذي يربط مدينة الخرطوم بمدينة دنقلا عند منطقة سوق ليبيا ، وتتبع لمحلية أمبدة داخل ولاية الخرطوم.

وهى من الأراضي المنبسطة ذات التربة الحمراء المكونة من الطين الرملي والصخور لذلك تمتاز بالقساواة وصعوبة عمليات الحفر فيها .

ونجد أن قبيلة الرزيقات من أهم الأجناس التي تسكن المنطقة والبعض القليل من الأجناس الأخرى . ويمتهن معظم السكان حرفة التجارة بصفة أساسية . وتعتبر من المناطق المخططة عمرانياً ومصنفة من قبل مصلحة الأراضي من مناطق الدرجة الثالثة حيث تبلغ مساحة المنزل بها (216) متر مربع ، وبها العديد من المرافق الخدمية ، حيث توجد بها مدرسة حكومية والعديد من المدارس الخاصة ، ومسجد كبير ومصليات صغيرة ، ومركز صحي ونقطة شرطة لبسط الأمن.

يحصل السكان على المياه في منطقة دار السلام مربع واحد عن طريق شبكة مياه قديمة تغطي مايتراوح بين (15–20 %) فقط من احتياج السكان مما اضطرهم لاستخدام طرق بدائية مثل جلب الماء عن طريق الدواب ، وهذه العملية تستهلك الكثير من المال والوقت مما شكل عبئاً كبيراً على الدخل الأسري وبالتالي المستوى المعيشي للسكان وتطور المنطقة .



خريطة 1 – 1 : موقع منطقة الدراسة

1 –3 الأهداف

تنقسم إلى قسمين :

1 –3– 1 الأهداف العامة

- تصميم شبكة مياه لمنطقة دار السلام مربع واحد غرب أم درمان لتمكين السكان من الحصول على المياه بأحدث الطرق وأيسرها .

1 - 3 – 2 الأهداف الخاصة

- تقييم الحالة الراهنة للمياه في المنطقة ومشاكلها وتقديم مقترحات لعلاج وتطوير خدمات ومرافق المياه .
- المساهمة في تطوير المنطقة وسكانها ورفع درجة وعيهم وسلوكهم الحضاري المدني .

الباب الثاني
الإطار النظري

الباب الثاني
الإطار النظري

2-1 تمهيد

تغطي المياه عموماً ثلثي سطح الكرة الأرضية. وتتواجد المياه في الطبيعة في الثلاث حالات المعروفة للمادة .

- **الحالة الغازية :** وهي بخار الماء الموجود في الغلاف الجوي وبين مسام التربة
- **الحالة السائلة :** وهى مياه الأمطار والبحيرات والبحار والمياه الجوفية
- **الحالة الصلبة :** الثلوج التي تغطي المناطق القطبية والثلاجات والثلوج المتساقطة في المناطق الباردة .

هذا وقد قدر العلماء حجم أنواع المياه بالكرة الأرضية بحوالي 1400 مليونm^3 يتواجد 97% من هذه الكمية كمياه مالحة بالبحار والمحيطات أما الجزء المتبقي وهو 3% من هذه الكمية فهو موزع كما يلي :

- 75% منه يتواجد على شكل مياه متجمدة وثلاجات في المناطق القطبية
- 24% منه يتواجد تحت سطح الأرض
- 0.3% منه يتواجد في البحيرات
- 0.06% منه يكون رطوبة التربة
- 0.03% يتواجد في الأنهار .

والمياه عموماً تتحول من حالة إلى أخرى ، أي من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية وتسمى هذه العملية بالتبخر أو من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة وتسمى هذه العملية بالتكثيف ، ومن الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة وتسمى هذه العملية بالتجمد ، ومن الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة وتسمى هذه العملية بالذوبان وأيضاً من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية مباشرةً وتسمى هذه العملية بالتسامي .

ومن جهة أخرى تتحرك المياه من نطاق إلى آخر من نطاقات الكرة الأرضية أي بين الغلاف الجوي إلى اليابسة إلى النطاق المائي بالبحار والمحيطات وتلك التحولات من حال إلى حال تتبع التحولات في الظروف المناخية والطبيعة . وهذه العملية تعرف بالدورة الهيدرولوجية أي دورة المياه الطبيعية .

2-2 مصادر المياه

2-2-1 مياه الأمطار (Rain water):

هي أنقى أنواع المياه الطبيعية، وهي تمثل المصدر الرئيسي للمياه العذبة حيث تختلط في أثناء سقوطها ببعض الغازات المنتشرة في الجو كالأكسجين وثاني أكسيد الكربون وبعض المواد الصلبة العالقة في الجو ويمكن إستعمال هذه المياه في حالة تجميعها بطريقة صحيحة.

2-2-2 مياه سطحية (Surface water):

وهذه المياه تتمثل في الأنهار والبحار والمحيطات والقطع الثلجية وبالرغم من أنها توجد بكميات كبيرة إلا إنها تحتاج إلي تنقية ومعالجة كيميائية نسبة لتلوثها.

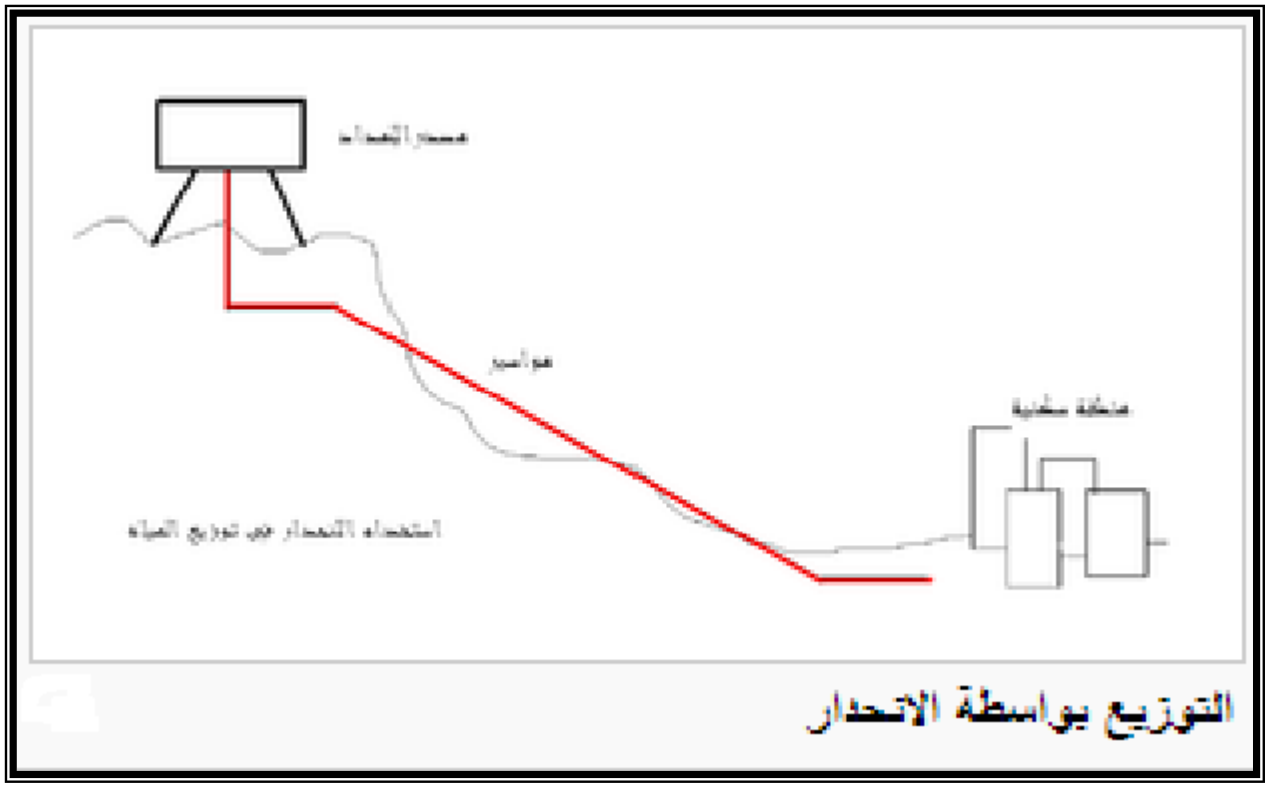
2-2-3 مياه جوفية (Ground water):

وهي المياه التي تتسرب وتتجمع في باطن الأرض بفعل الرشح خلال نطاق عدم التشبع وقد تكون عذبة أو مالحة حسب طبقات الأرض التي تنفذ منها وصولاً إلي الخزانات الجوفية.

2-3 طرق توزيع المياه

يتم توزيع المياه لمختلف المستخدمين بعدة طرق ومنها :

1/ التوزيع بواسطة الانحدار ، وفيه يتم الاستفادة من طبوغرافية الأرض في تصميم شبكة المياه.

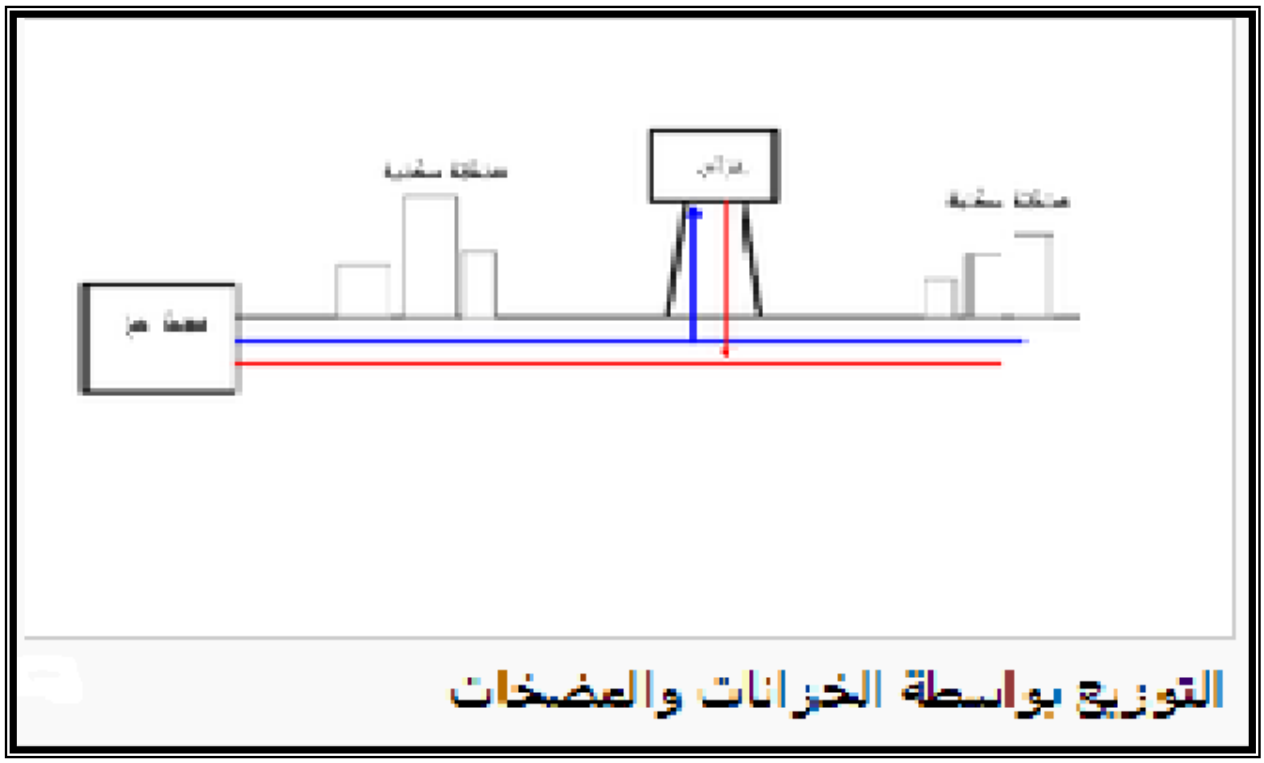


شكل (1-2) توزيع المياه بواسطة الانحدار

2/ التوزيع بواسطة المضخات.

3/ التوزيع بواسطة التخزين ، وفيه يتم إنشاء خزانات أرضية أو عالية حيث تقوم هذه الخزانات بتوفير ضغوط عالية لتوزيع المياه .

4/ التوزيع بواسطة الطرق الثلاثة السابقة مجتمعة .



شكل (2-2) توزيع المياه بواسطة التخزين والضخ

2-4 شبكة توزيع المياه

2-4-1 تعريف

شبكة توزيع المياه عبارة عن مجموعة كبيرة من الأنابيب المتشعبة تبدأ عند طرفها العلوي (طرف المنبع) من خزان تجميع الماء الرئيسي أو محطة التنقية وتنتهي عند طرفها السفلى بنقاط الاستهلاك التي هي وصلات خدمة المشتركين (المستهلكين) في حال شبكات المدن ، أو المناطق الحقلية في حال شبكات الري .

2-4-2 لمحة تاريخية

إن تاريخ إمداد المياه وتوزيعها قديم قدم تاريخ الحضارات الإنسانية فقد نشأت الحضارات المبكرة على ضفاف الأنهار كنهر الفرات ونهر دجلة ونهر النيل . كذلك نشأت منذ القدم وسائل لنقل المياه وتوزيعها لأغراض الإمداد بمياه الشرب ولأغراض الري . أُنشئت منذ القدم نوافل صناعية لنقل المياه إلى مناطق بعيدة عن مصدرها ، وما زالت هنالك بقايا منظومات قنوات مائية رائعة بناها الفينيقيون في سوريا تتضمن أنفاقاً في الصخور ونواقل فوق الوديان وقد زودت مدينة القدس بالمياه منذ أكثر من ثلاث آلاف عام بوساطة قناتين يتجاوز طول إحداهما ثلاثين كيلومتر . ومنذ أكثر من ألفى عام كان لمدينة روما إمداد بالمياه وكانت المياه تجمع من مصادر عديدة في خزان كبير ثم تنقل عبر قنوات تحت الضغط إلى خزانات توزيع مدت فيها منظومة توزيع شاملة على الطرقات تتضمن سبلاناً (جمع سبيل) عديدة ، وبنيت لمدينة بوسطن في ولاية ماساشو ستيس الأمريكية أول منظومة عام (1652 م) لتوزيع مياه الشرب ومع حلول عام (1800 م) كان هنالك ست عشرة منظومة عامة لتوزيع المياه في الولايات المتحدة .

2-4-3 وظيفة شبكة توزيع المياه

تهدف شبكة توزيع المياه في المدينة إلى نقل المياه الصالحة للشرب من خزان التجميع أو محطة التنقية وتوزيعها في المدينة تحت ضغط كافي لاستخدامها في الأغراض المختلفة . وتصمم الشبكة بحيث توفر كميات كافية من المياه في حالات الاستخدام العادية وفى الحالات الإستثنائية الطارئة كحدوث حريق أو أكثر في المدينة على سبيل المثال ، كما يجب أن تحقق الشبكة متطلبات الاستهلاك اليومية والموسمية .

2-4-4 أنواع الشبكات

1/ داخلية

وهى الشبكة المبنية داخل التجمعات السكانية والقريبة من مصادر المياه النقية وتقوم بالربط بين مختلف المستخدمين ومصادر المياه .

2/ خارجية

وهى الشبكة التي تقوم بنقل المياه من المصادر والأحواض التخزينية إلى أماكن الاستخدام ، وهذه الشبكات تتطلب دراسات متعمقة وتكاليف عالية .

2-4-5 مكونات الشبكة

1. محطة معالجة المياه .
2. محطة ضخ أو مضخات .
3. خزانات علوية أو أرضية .
4. خطوط التغذية الرئيسية ، تنقل المياه بكميات كبيرة من محطات الضخ أو الخزانات إلى أجزاء معينة من المنطقة المراد إنشاء الشبكة فيها .
5. خطوط التغذية الفرعية ، تنقل المياه من خطوط التغذية الرئيسية إلى جميع أنحاء المدينة .
6. خطوط التوزيع الصغيرة ، تنقل المياه من الخطوط الفرعية إلى المستخدمين .
7. صمامات ، تقوم بتعديل الضغط حسب الحاجة أو لإيقاف المياه

2-4-6 ملحقات وتجهيزات شبكة توزيع المياه

تتضمن شبكات توزيع المياه في المدن ، إضافة إلى الأنابيب ، العديد من الملحقات ، كالأكواع التي تركب على الأنابيب لدى تغيير اتجاهها ، والتفريعات ووصلات التمدد التي توفر للأنابيب حماية من عوامل التمدد والتقلص . كذلك تحتوى الشبكة على العديد من التجهيزات ، كصمامات العزل التي تتحكم في سير المياه في الشبكة وقطع المياه عن المناطق التي يجرى إصلاحها ، وصمامات عدم الرجوع التي تسمح بالجريان باتجاه واحد فقط ، وصمامات الهواء التي تؤمن طرد الهواء المتجمع عند النقط المرتفعة من الشبكة . وتوضع في الشبكة صمامات تخفيض الضغط التي تخفض الضغط في المواقع المنخفضة من الشبكة ،

فلا يشكل ارتفاع الضغط فيها خطراً على الأنابيب ووصلاتها ، وصمامات الغسيل التي توضع في المناطق المنخفضة من الشبكة لتفريغ الأنابيب وتنظيفها عند الحاجة و وفوهات الحريق التي توضع في الشبكة على مسافات معينة تحسباً لوقوع الحرائق ، وعدادات المياه لقياس كمية المياه الجارية سواءً في الأنابيب الرئيسية أو الفرعية أو عند الوصلات المنزلية للمستهلكين .

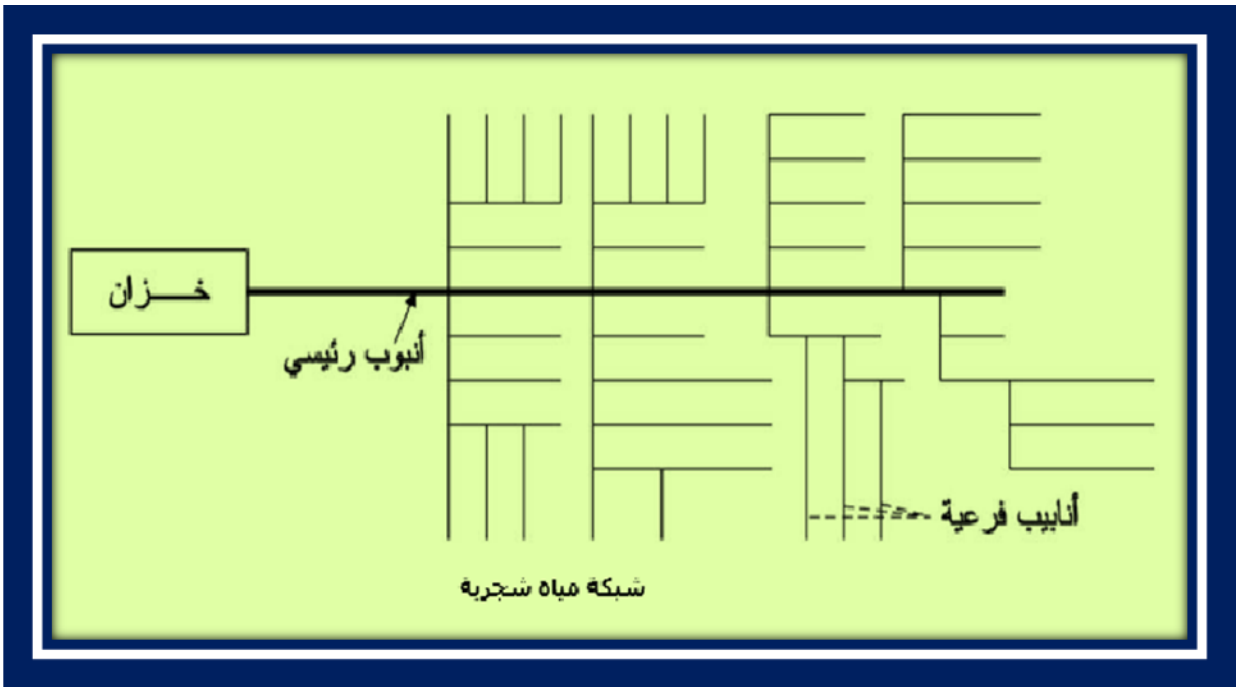
7-4-2 تخطيط شبكة التوزيع :

تستخدم إحدى الطرق الأربعة الآتية في تخطيط شبكات التوزيع :-

أولاً :

نهايات خطوط غير متصلة ..... Dead End system

تشمل خطوط رئيسية تتفرع منها خطوط فرعية ، وهذه الطريقة وان كانت أقل الطرق في التكاليف إلا ان كثرة النهايات بها تعرض مناطق كثيرة بالمدينة للحرمان من المياه في حالة قفل خطوط المياه لعمليات الإصلاح.

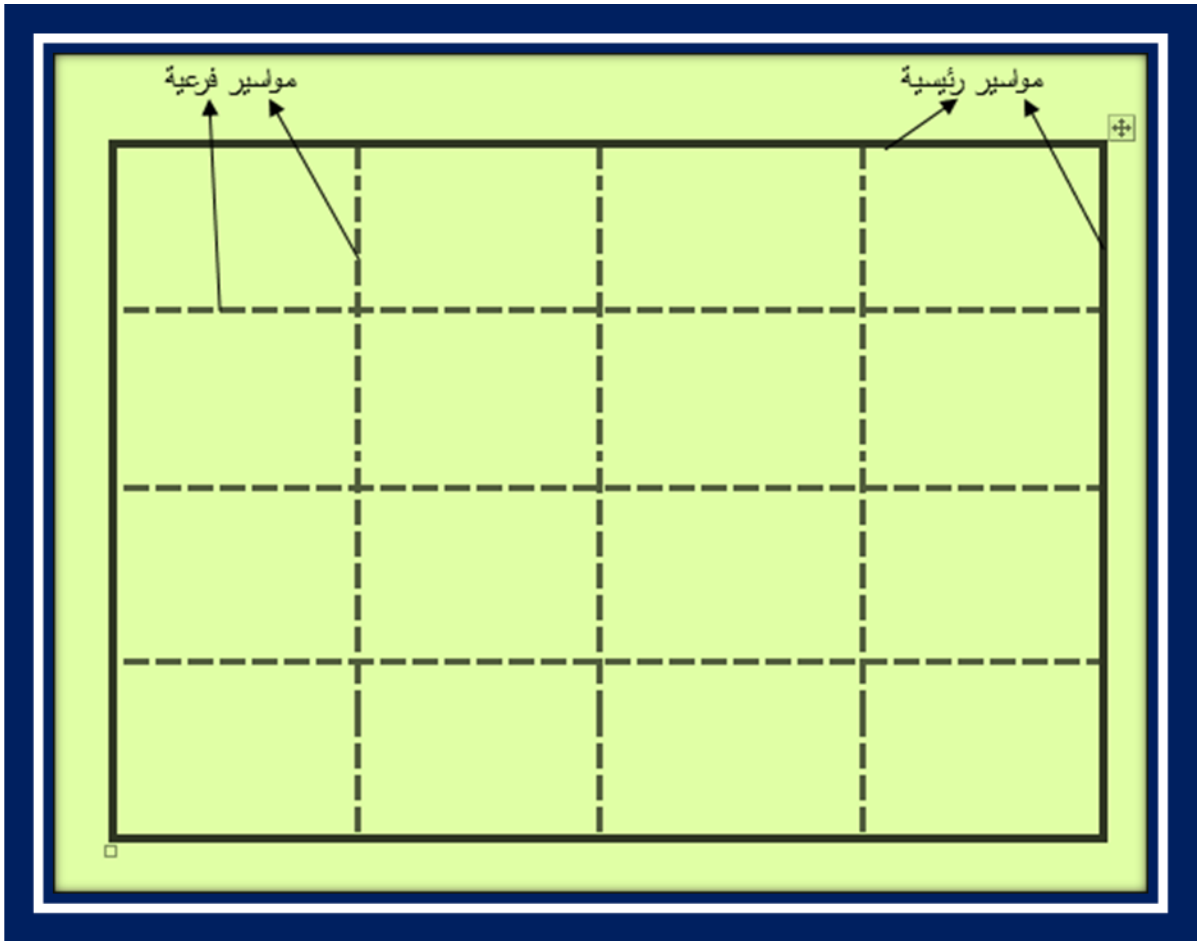


شكل 2 –3: النظام ذو النهايات الميتة لتوزيع المياه

ثانياً :

النظام الدائـــري ... Circle or Ring system

هو خط رئيسي يحيط بالمدينة أو المنطقة . ويتفرع منه خطوط فرعية حسب تخطيط مسارات خطوط التوزيع . وهذه الطريقة أفضل من الأولى لأنها تشمل نهايات مقفلة ولذلك تتميز بأن أي خط به تصليح يمكن قفله بدون التأثير على باقي الشبكة.



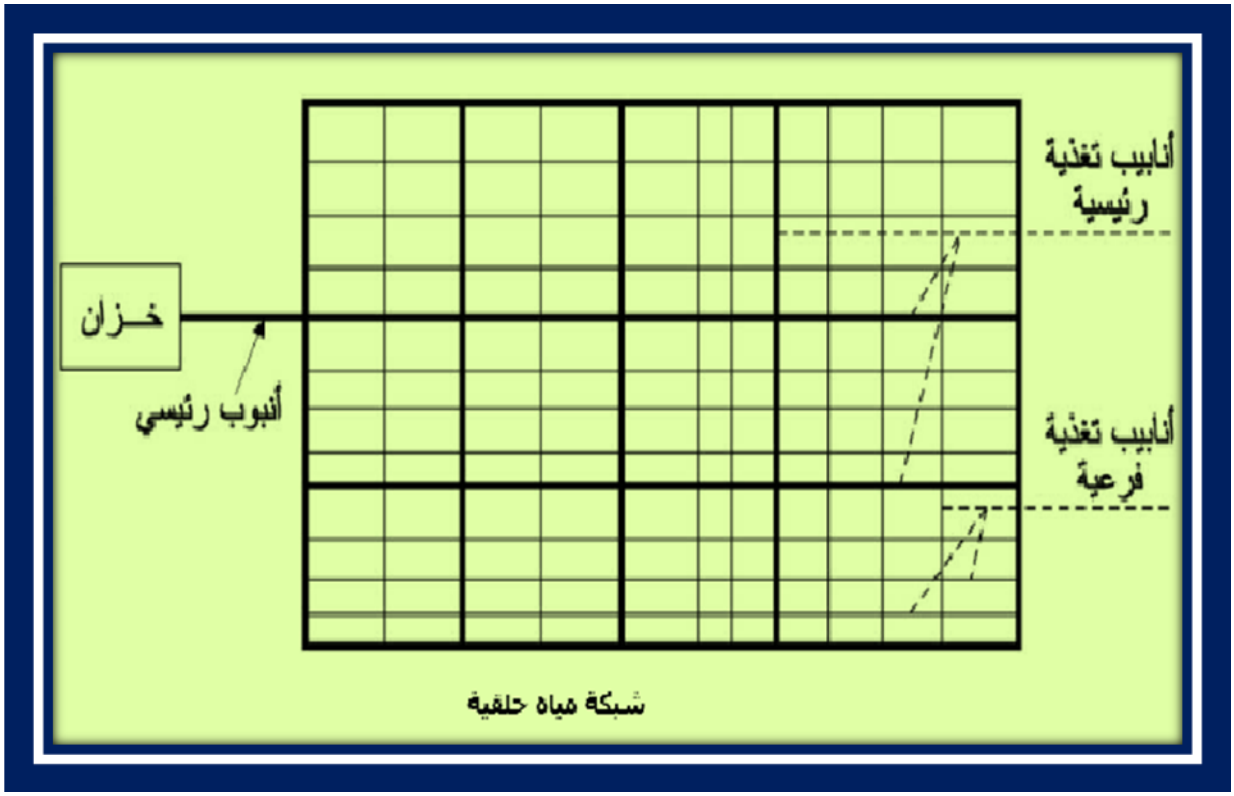
شكل 2 –4: النظام الدائري لتوزيع المياه

ثالثاً :

النظام الشطرنجي : Grid loran system

يشمل خط رئيسي يحيط بالمدينة أو المنطقة بالإضافة إلى خطوط رئيسية أخرى بداخل شبكة التوزيع بحيث لا تزيد المسافة بين الخطوط الرئيسية عن كيلو متر واحد .

وهذه الطريقة وان كانت مكلفة إلا إنها أفضل من الطرق السابقة بالنسبة لضغط المياه في خطوط التوزيع ، وفي مقاومة الحريق.

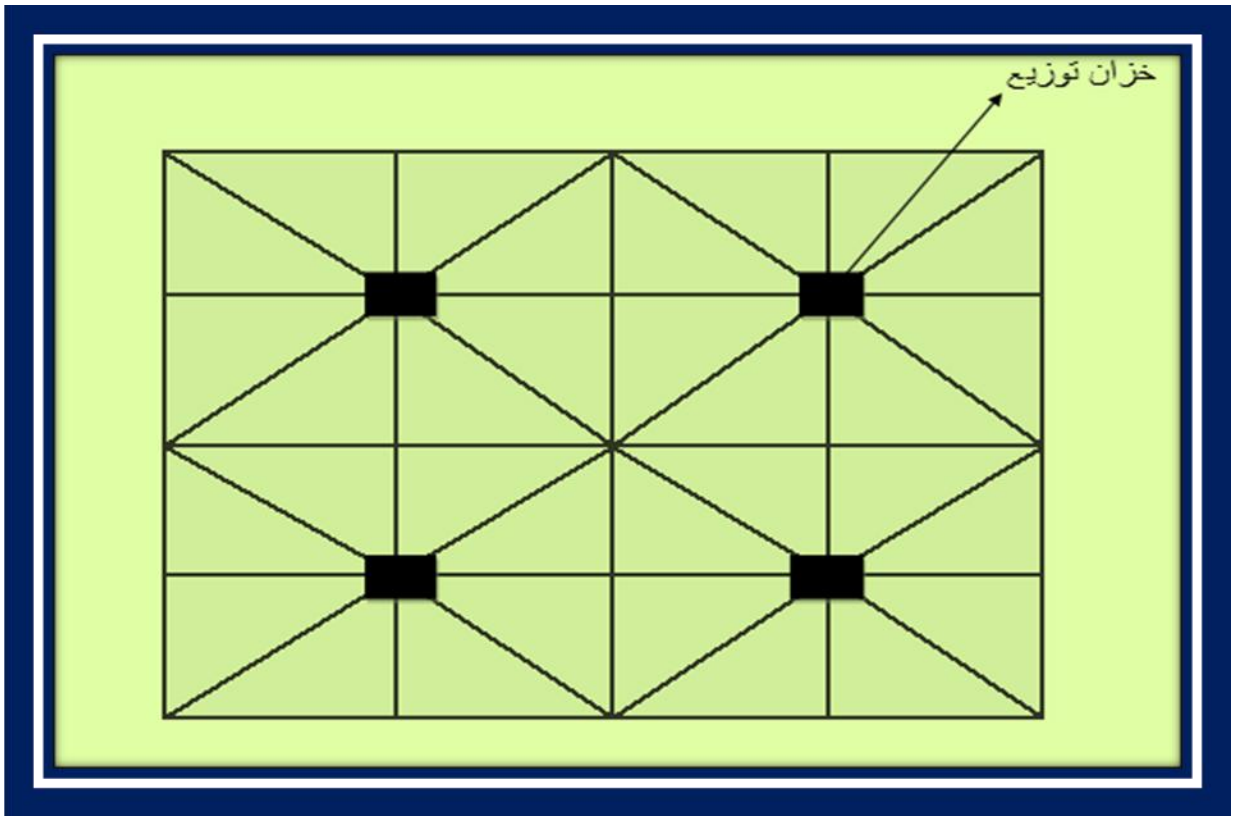


شكل 2 –5: النظام الشطرنجي لتوزيع المياه

رابعاً :

النظام القطري في توزيع المياه Redid system

يمكن اعتباره عكس النظام الدائري ، لأنه يعتمد على تقسيم المدينة إلى مناطق ، ثم يوضع في مركز كل منطقة خزان مياه للتوزيع في اتجاه محيط المدينة . وفي بعض الأحيان تخرج خطوط رئيسية حاملة للمياه من محطة التنقية وتتجه إلى مناطق مركزية في المدينة دون ان تتصل بخطوط أخرى ، ثم تتفرع منها خطوط التوزيع اللازمة ، وفائدة هذه الطريقة سواء استخدمت فيها خزانات مياه في مناطق مركزية أو استخدمت المواسير الحاملة للمياه ، ان المياه تحتفظ بمعدل التصريف والضغط العالي حتى بداية توزيعها في المناطق المركزية في المدينة ، لأن الفاقد في الضغط فيها صغير ، عموماً فان شبكة توزيع المياه الرئيسية لأي مدينة يمكن ان تجمع بين أكثر من نظام من النظم السابقة .



شكل 2 - 6 : النظام القطري لتوزيع المياه

2-4-8 صيانة شبكة التوزيع :

أ – حنفيات الحريق :

1- يكون مرفق المياه عادة مسئولاً عن صيانة حنفيات الحريق . تساعد هيئة الإطفاء في فحصها
2- يجب منع استخدام حنفيات الحريق في رش وغسل الشوارع
3- يجب فحص وصيانة حنفيات الحريق بعد عملية الإطفاء
4- يجب ان تكون قطع الغيار متوفرة
5- يجب ان تكون الصيانة الدورية كل سنة على الأقل .

ب/ المحابس :-

1- تشمل الصيانة الدورية ، التحقق من مواقع المحابس ، وفحص صالة غرف المحابس ، وغلق وفتح المحابس بسهولة .
2- تكون الصيانة الدورية لمحابس الخطوط الفرعية ويمكن ان تكون الصيانة كل فترة (1-2) عام اعتماداً على طبيعة المنطقة وخطوط المياه .

2-5 المواسير المستخدمة في أعمال الهندسة الصحية :

تستخدم أنواع عديدة من هذه المواسير ، لنفس النوع الذي توجد درجات مختلفة لمدى تحملها الضغوط الداخلية أحياناً ، وتحدد المواصفات الفنية لكل نوع ومجالات استخدامه وابعادة وأوزانه وابعادة المختلفة وطريقة لحاماته وتثبيته وتوصيله وحمايته ويراعى دائماً في اختيار المواسير الغرض الأساسي سواء كان في أعمال التغذية بأعباء الصرف أو مدى تحمل أو مقاومة المواد المصنع منها المواسير لمكونات المياه لان هذا له دلالات كثيرة وخطيرة في عمر هذه المواسير والآثار المترتبة على تآكل جدار المواسير وضعف وصلاتها.

وتصنع المواسير من مواد كثيرة منها : الفخار ، الخرسانة ، والرصاص ، والحديد ، والنحاس ، والصلب ، والبلاستيك والاسبستوس ، والألياف الزجاجية وغيرها .

وتكون مواد صناعة بعضاً من المواسير عبارة عن خليط معدني أو خليط من مواد معدنية وغير معدنية مثل الكربون والفسفور ليصبح هذا الخليط ذو خصائص معينة توافق مع الغرض من استخدام المواسير وتكسب

نوعية المواسير خصائص معينة مثل المتانة والصلابة والمرونة ومقاومة الصدأ . فمثلاً يتكون النحاس الأصفر بإضافة الزنك أي عنصر النحاس ، يتكون الصلب بإضافة الكربون إلى الحديد وهكذا .

2- 5-1 العمر الافتراضي للمواسير :

يمكن تعريف العمر الافتراضي للمواسير على أنه الفترة الزمنية التي يمكن تشغيل خطوط المواسير خلالها بدون ظهور تلف أو انهيار يؤثر على وظيفة هذه الخطوط وعادة تمثل تكاليف الحفر ، تركيب المواسير ، وردم الخنادق وإعادة رصف الشوارع . فالعمر الافتراضي له أهمية أساسية في اختيار نوعية المواسير حتى لا تتكرر عملية رصف الشوارع وحفر الخنادق وردمها وإعادة الرصف على فترات زمنية متقاربة .

2- 5-2 العوامل المؤثرة في اختيار نوعية المواسير :

- مكونات ونوعية المياه أو السائل المار في خطوط المواسير
- تحمل المواسير للضغوط الداخلية في حالة الخطوط المعرضة لضغط داخلي مثل شبكات توزيع المياه .
- تحمل المواسير للضغوط الخارجية الناتجة عادةً من عمق الردم فوق المواسير ومن حركة النقل الثقيل بالشوارع
- ثمن المتر الطولي من المواسير
- طرق تشغيل المواسير وتوصيلها ولحامها بحيث تكون الوصلات محكمة تماماً
- مدى مقاومة مادة المواسير للصدأ والتآكل .
- مدى مرونة استخدام نوعية مادة الماسورة مع الأنواع الأخرى .
- معامل التمدد والانكماش .

2- 5-3 أنواع المواسير :

1- مواسير الصلب

تصنع أساساً من الحديد مضافاً إليه نسبة ضئيلة من الكربون وتختلف درجة صلابة المواسير حسب مقدار هذه النسبة . وقد حددت بعض المواصفات ثلاثة أنواع لمواسير الصلب كالأتي:-

أ – صلب عالي الكربون ويحوي على كربون بنسبة (0.50– 1.40)%

ب– صلب متوسط الكربون ويحوي على كربون بنسبة (0.25 – 0.50)%

ج– صلب منخفض الكربون ويحوي على كربون بنسبة (0.15 – 0.25)%

يعتمد اختبار درجة الماسورة عادةً على الضغط الداخلي الذي تتعرض له الماسورة ، وتوجد المواسير بدرجاتها الثلاثة كمواسير حديد صلب اسود أو حديد صلب مجلفن بالزنك . وتتوفر هذه المواسير بأطوال في حدود 6 متر .

2– مواسير الصلب المقاوم للصدأ

يحتوي الخليط المعدني لهذه المواسير على الكروم والنيكل والمنجنيز والسيلكون والكربون والحديد ونسب صغيرة من الكبريت والفسفور وتحديد المواصفات لهذه المواسير ان أُوكسيد الكروم الذي يتكون بسرعة على السطح يمنعها من الصدأ . وتتوفر هذه المواسير عادة بأقطار من ربع بوصة حتى بوصة ونصف وبسمك في حدود 0.7 ملم . أمّا المواسير بأقطار (15–35) ملم تكون أطوال المواسير 6 متر وتستخدم وصلات مواسير النحاس .

3– مواسير الرصاص

تتميز بنعومة سطحها الداخلي وليونتها ومقاومتها للأحماض ، وسهولة تشغيلها وتركيبها ولكنها تتأثر بالمواد الآتية :–

أ– الاسمنت

ب– الجير

ج– الطوب

د– المياه اليسرة تذيب الرصاص وله تأثيره الخطير على الصحة العامة .

ولذلك يجب حمايتها وعزلها من هذه المواد وعدم استعمالها لحماية المياه اليسرة كما يجب عمل الاحتياطات اللازمة لتمدد وانكماش هذه المواسير مع انخفاض درجة حرارة المياه فيها.

ومن مزاياه إمكانية وسهولة استخدامه في المباني القديمة . وخاصة في أعمال الصيانة والاستبدال . يتم توصيل مواسير الرصاص عادة باللحام .

4- مواسير النحاس

تستخدم مواسير النحاس في التركيبات الصحية بكفاءة ، ومنها نوعان :

أ – نحاس صلب قوى متماسك .

ب– نحاس مرن يتميز بالليونة .

ويوجد من مواسير النحاس ثلاث درجات :

1- نوع ثقيل يستخدم في المنشات العامة والتجارية .

2- نوع متوسط وهو اخف من النوع السابق ويستخدم عادة في مواسير التغذية بالمياه في المباني السكنية .

3- نوع يصنع من النحاس الصلب فقط ، وهو اخف الأنواع ويستخدم في الفرعات الصغيرة للتغذية بالمياه

مميزات مواسير النحاس :-

- مقاومتها للصدأ
- سهولة التشغيل خاصة الأنواع الخفيفة اللينة منها .

عيوب مواسير النحاس :-

- زيادة التكاليف
- زيادة معامل التمدد ، حيث يصل ألي تمدد مواسير الصلب .

5- المواسير الزجاجية

تستخدم عادة في :.

- المعامل التي يستعمل فيها مواد كيمائية
- صناعة الأغذية والألبان
- صناعة الورق والمعادن والأصباغ والتجهيزات الصحية

مميزات المواسير الزجاجية :-

- مقاومتها للأحماض والمواد الكيميائية الأخرى
- تتحمل الحرارة لدرجات عالية
- معامل التمدد حوالي ربع تمدد مواسير الصلب

6- مواسير البلاستيك

توجد منها أنواع كثيرة مشتقة من مركبات كيمائية متعددة إلا أنها تختلف في استخداماتها حسب مركباتها التي تتكون منها .

مميزات مواسير البلاستيك :-

- خفيفة الوزن
- اقل في التكاليف
- تقاوم الصدأ
- سهولة وسرعة تركيبها
- يمكن التوصية بتغير مواصفاتها لتناسب المركبات الكيميائية في مياه المجاري والمخلفات الصناعية .

عيوب مواسير البلاستيك :-

- تتأثر بالحرارة
- تتكمش وتتمدد بمعدل اكبر من أنواع المواسير الأخرى .
- تحتاج إلى عناية في التثبيت لزيادة مرونتها
- اقل تحملاً للضغوط الداخلية .

7- مواسير الحديد الزهر

تتميز هذه المواسير بصلابتها وصغر عامل تمددها وتتم صناعتها بواسطة الطرد المركزي.

تستخدم في مجالين :.

- الأول : خطوط المواسير المعرضة لضغوط داخلية وخارجية مثل خطوط نقل الماء والمخلفات.
- الثاني : أعمدة الصرف والتهوية الرأسية

6-2 مبدأ حساب شبكات التوزيع

يقوم مبدأ حساب شبكات توزيع المياه " تحت حمل معين " على تطبيق معادلتين أساسيتين من معادلات علم ميكانيكا السوائل ، وهما معادلة الاستمرارية المبنية على مبدأ حفظ الكتلة ، ومعادلة الطاقة ، ويكون ناتج حساب الشبكة مقدار التصريف الجاري في كل أنبوب من أنابيبها ومقدار الضغط عند كل نقطة من نقاطها الرئيسية . ولما كان تطبيق معادلة الاستمرارية عند كل نقطة من نقاط الشبكة ، وتطبيق معادلة الطاقة في كل أنبوب من أنابيبها سيؤدى إلى الحصول على عدد كبير جداً من المعادلات التي يتوجب حلها آنياً ، فإنه يتعذر القيام بحساب شبكات الأنابيب يدوياً إلا للشبكات الصغيرة التي تتضمن عدد قليل من الأنابيب . ولابد من استخدام الحواسيب عند تصميم شبكات المياه الكبيرة ، كما يجب ألا يقتصر حساب شبكات توزيع المياه على الحالة الساكنة فقط ، وإنما يجب أن يتعداه ليشمل الحالة الديناميكية أيضاً التي يدخل في حسابها تقلبات الاستهلاك اليومية ، والشروط التشغيلية التي يمكن أن تطرأ في اليوم ، كإقلاع المضخات وتوقفها ، أو دخول مصادر جديدة في إمداد الشبكة بالمياه أو خروجها وغيرها .

وقد أصبح من الشائع مؤخراً دراسة المتغيرات النوعية للمياه في الشبكة ، لادراسة الكمية فقط ، وتهدف دراسة نوعية المياه في الشبكة إلى تحديد تركيز كل عنصر من العناصر المنحلة في الشبكة وتغير هذا التركيز بدلالة الزمن . كما تهدف إلى تحديد مواقع الشبكة التي تتغذى من كل مصدر مائي من مصادر تغذية الشبكة ونسبة تغذيتها من هذا المصدر . وكذلك حساب عمر المياه في مختلف أنحاء الشبكة للتعرف على مناطق الشبكة التي تبقى المياه فيها مدة طويلة " مياه راكدة " والتي يمكن أن تتردى فيها نوعية المياه .

7-2 الأسس التصميمية لشبكة توزيع المياه :

أولاً :

معدل التصريف التصميمي :-

يستخدم متوسط معدل الاستهلاك السنوي لتحديد قدرة المصادر المائية المتاحة في عملية الإمداد بالمياه ، وفي تحديد وسائل وكميات التخزين المطلوب ويستخدم التغير في معدلات الاستهلاك في تحديد سعة وحدات التنقية والتوزيع .

ثانياً :

العلاقة البيانية لمعادلة هازن :-

$$V = 0.355CD^{0.63} (H_L)^{0.54}$$

حيث :

V ≡ السرعة متر /الثانية

D ≡ القطر الداخلي بالمتر

H_L ≡ ميل خط الضغط الهيدروليكي

C ≡ معامل الخشونة

ثالثاً :

المواسير المتكافئة :- EQUIVALENT PIPWS

تحتوي شبكات توزيع المياه الكبيرة وعلى خطوط كثيرة مختلفة الأقطار والأطوال فيوجد خط مواسير على الأقل في كل شارع من شوارع المدينة ، يمكن استبدال مجموعة من الخطوط المتصلة على التوازي أو على التوالي بخط واحد يسمى خط مواسير مكافئ لمجموعة الخطوط

رابعاً :

التصرفات النسبية المكافئة لأقطار المواسير :-

لتحديد عدد المواسير التي تحمل نفس التصرف المار في ماسورة اكبر وذلك على أساس المعادلة

$$N = \sqrt{\left(\frac{D}{d}\right)^5}$$

N ≡ عدد المواسير الفرعية

D ≡ القطر الداخلي للماسورة الرئيسية

D ≡ القطر الداخلي للماسورة الفرعية

خامساً :

تصميم خطوط المياه :-

تستخدم طريقة القطاعات عادة لبساطتها ، إلا إنها كطريقة تقديرية يمكن الاعتماد عليها في مراحل التصميمات الابتدائية ، ثم يتبعها طرق أكثر دقة وفي جميع الطرق المتبعة في التصميم يمكن الاستعانة بأسس التصميم الآتية :

1- أن يكون أساس التصميم يخدم شبكة فترة زمنية تقارب العمر الافتراضي للمواسير وعلى أساس ذلك يتم حساب التصريف التصميمي ، وعادة تخدم شبكة التوزيع مدة لا تقل عن 40 سنة .

2- يتم اختيار التصريف التصميمي على أساس القيمة الأكبر من

أ/ (2.05-3) مرات من التصرف المتوسط ، أ و ب . التصرف المتوسط + معدل مقاومة الحريق

3- يكون الفاقد في الضغط نتيجة الاحتكاك في حدود (2-3) في الألف على أساس ان سعة المياه في مواسير حوالي (80-120) سنتمتر على الثانية في المتوسط في حالة سريان التصرف التصميمي في المواسي .

4- يمكن زيادة 10% من أطوال المواسير شبكة التوزيع مقابل الفاقد في الضغط في محابس المياه والقطع الخاصة .

5- لا تزيد المسافة بين الخطوط الرئيسية عن 1000 متر

6- الخطوط الفرعية تكون بقطر 150 ملم إذا كانت المسافة بينهما لا تزيد عن 180 متر وإذا ازدادت المسافة بينهما عن 180 تكون الخطوط الفرعية بقطر 200 سم بالنسبة للخطوط

7- في المناطق التجارية لا يقل قطر المواسير الفرعية 200 ملم بالنسبة للخطوط المتصلة وتكون بقطر 300 ملم في الشوارع الرئيسية والخطوط الطولية .

8- لا تزيد المسافة بين المحابس من 400متر ، تكون حوالي 150 متر على الخطوط الرئيسية في الأحياء التجارية ، وتكون حوالي 240 متر على الخطوط الرئيسية في المناطق الأخرى .

9- يكون تصرف حنفية الحريق حوالي 1 متر مكعب في الدقيقة .

10- يركب صمام (حنفية) الحريق على وصلة متفرعة من مواسير شبكة التوزيع ومركب على هذا الفرع محبس قفل لحنفية الحريق بحيث يمكن تركيب خرطوم أو أكثر على نفس الحنفية .

سادساً :

إستخدام طريقة هاردى كروس

تستخدم طريقة هاردى كروس في التصميمات التي تحتاج إلى دقة في العمليات الحسابية حيث أن طريقة القطاعات تقريبية لحد ما وأحياناً تستخدم طريقة القطاعات التمهيدية قبل استخدام طريقة هاردي كروس .

ويعتمد استخدام هذه الطريقة على الآتي :-

بالنسبة لماسورة بقطر معين ومعامل خشونة أو احتكاك معين يمكن وضع معادلة هازن في الصورة التالية :-

$$Q = Ks^{0.54}$$

ويوضع الفاقد في الضغط(h) بدلاً من ميل خط الضغط الهيدروليكي

$$Q = Kh^{0.54}$$

وبوضع (h) موضوع القانون تصبح المعادلة :

$$h = K \times Q^{1.85}$$

ولإتزان مجموعة من خطوط المياه المقفلة في شبكة توزيع المياه يمكن تحديد التصرف الفعلي فيها بإضافة قيمة تصحيحية (Δq) إلى التصرف الافتراضي (Q)

$$\therefore Q = Q1 + \Delta q$$

$$H = (Q^{1.85} + 1.85Q^{0.85} - \Delta q + \ldots\ldots\ldots\ldots)$$

وعلى أساس أن مجموع الفاقد في الضغط يساوي صفر خلال الدائرة المقفولة للتصرف المتوازي .

$$\sum h_L = \sum KQ1^{1.85}$$

$$\sum h = \sum hQ1^{1.85} + \sum 1.85Q1^{1.85} \times \Delta q = 0$$

$$\Delta Q = \frac{-\sum hl}{1.85 \sum hl/Q} \longrightarrow (*)$$

وتتلخص هذه الطريقة بإتباع الخطوات الآتية :-

أ. نفرض أي توزيع لمعدل التصرف واتجاهاته في دوائر شبكة التوزيع بحيث يكون التصرف الداخل إلى نقطة تلاقي عدة خطوط مساوياً للتصرف الخارج منها

ب. نحسب الفاقد في الضغط في كل خط من الخطوط حسابياً أو بيانياً باستخدام مخطط هيزن وليام .

ج. نحسب مجموع الفاقد في الضغط (hl/Q) بدون اعتبار للإشارات .

د. نحسب قيمة التعديل في التصرف باستخدام المعادلة (*) ونصحح بهذه القيمة كل التصرفات المفروضة .

هـ. نطبق الخطوات السابقة في كل دائرة في شبكة التوزيع ، ثم نعيد تصحيح الدوائر الأولى كما تبين من تتابع العمليات الحسابية حتى نصل إلى نتيجة نهائية صحيحة لا يتعدى فيها الخطأ في قراءة المخطط البياني 10 % .

الباب الثالث
طريقة التنفيذ والوسائل المستخدمة

الباب الثالث
طريقة التنفيذ والوسائل المستخدمة

3-1 طريقة التنفيذ

تم عمل زيارتين إحداهما لمنطقة الدراسة والأخرى لهيئة مياه ولاية الخرطوم ، وكانت النتائج كالتالي :-

3-1-1 زيارة منطقة الدراسة

لقد كانت الزيارة مثمرة جداً وتم فيها الحصول على المعلومات من بعض سكان المنطقة وفني هيئة مياه ولاية الخرطوم الذين يسكنون بالمنطقة ،وكذلك عن طريق الملاحظات والرصد بعد تمشيط المنطقة ميدانياً وكانت معلومات مهمة جداً في تنفيذ المشروع والمعلومات كانت كالأتي :-

- لاحظنا أنه لا يوجد غطاء نباتي سوى بعض الأشجار التي توجد داخل المنازل.
- أقرب مكتب لهيئة مياه ولاية الخرطوم يوجد في الإسكان الشعبي جنوب شرق المنطقة حيث يبعد بضع كيلومترات.
- الأرض قاسية بها بعض الارتفاعات والانخفاضات الطفيفة وتتخللها الصخور مما يؤثر في عمليات حفر الخطوط آلية الحفر ويزيد التكلفة.
- المنطقة مخططة وبها العديد من الطرق ذات الأبعاد العرضية التي تتراوح بين (10-25) متر وبها بعض الميادين.
- معظم المنازل مبنية من البلك الأسمنتي والطوب اللبن.
- لا توجد مزارع أو مصانع أو حيوانات بالمنطقة.
- المستوى المعيشي بسيط والحياة يغلب عليها طابع الريف ، حيث يستخدم السكان المراحيض ولا توجد آبار السايفون أو آبار ماصة للمخلفات.

3-1-2 زيارة هيئة مياه ولاية الخرطوم

تم فيها الحصول على بعض المعلومات التي لم يتم الحصول عليها في الزيارة الميدانية وهى كالآتي :.

- تم الحصول على خريطة طبوغرافية للمنطقة توضح الارتفاعات والانخفاضات وإتجاه ميلان المنطقة.

- تم الحصول على خريطة تفصيلية للمنطقة توضح المنازل والأماكن الخدمية والمرافق الحيوية والطرق بمقياس رسم محدد ودقيق.
- تم الحصول على عدد المنازل ومساحتها.
- تم معرفة مكان مصدر المياه ، وهو الخط الرئيسي القادم من محطة المنارة البالغ قطره (28) بوصة والذي يمر بالقرب من المنطقة.

بناءاً على المعلومات المستقاة من الزيارتين تم وضع الافتراضات التالية للتصميم :

- دخول الماء من الناحية الشمالية الغربية حيث يوجد الخط الرئيسي
- تم تقسيم المنطقة إلى منطقتين رئيسيتين.
- عدد أفراد الأسرة التصميمي (7) أفراد – KSWC
- عدد استهلاك الفرد (50) لتر/شخص/يوم
- معدل النمو السنوي (2.5%) تعداد السكان عام 2011
- إستخدام مواسير (HDPE) البولي إثلين عالي الكثافة عمره الإفتراضى (40) سنة.
- عدد القطع السكنية عند التصميم (1040) قطعة
- تم إيجاد عدد السكان الحالي.
- تم إيجاد معدل الاستهلاك المطلوب داخل الشبكة بأخذ قيم الفواقد والإحتياطى المستقبلي في الحسبان وذلك بضرب معدل الاستهلاك التصميمي في معامل قيمته(1.4) KSWC
- تم حساب كمية المياه اللازمة للحريق وفق معادلة – knuckling.
- فرضت سرعة تصميمية تتراوح بين (0.5 – 1.8)متر/ثانية لإيجاد أقطار الأنابيب المناسبة.
- تم تصحيح السرعة بإيجاد السرعة الحقيقية بدلالة الأقطار.
- تم حساب الضغط لكل خط رئيسي وذلك بحساب فرق الضغط في جوانب الخطوط.
- تم توزيع المياه في الخطوط الرئيسية باستخدام طريقة هاردى كروس ومعادلة هيزن وليم.

3-2 الوسائل المستخدمة

تم إستخدام المعادلات التالية في حسابات التصميم

1- إيجاد عدد السكان الحالي:

عدد السكان الحالي = عدد القطع السكنية ✕ عدد أفراد الأسرة التصميمي

2- إيجاد عدد السكان التصميمي:

تم إستخدام المعادلة التالية : Geometric Method

$$Pd = Pp\ (1+r)^n$$

حيث :

(Pd) ≡ عدد السكان التصميمي

(Pp) ≡ عدد السكان الحالي

(r) ≡ معدل الزيادة السنوية

(n) ≡ المدى التصميمى

3- الكمية المستهلكة

تم إيجادها كالآتي:

$$Q = Pd \times q$$

حيث :

Q ≡ كمية المياه المطلوبة

q ≡ معدل استهلاك الفرد

- تم ضرب معدل الاستهلاك التصميمي في المعامل (1.45) لإيجاد كمية المياه المطلوبة آخذين في الاعتبار الفواقد والإحتياطى للشبكة.
- تم حساب الضغط للخطوط الرئيسية بحساب الضغط للخطوط الرئيسية باستخدام المعادلة

$$h_L = P1 - P2$$

حيث:

h_L ≡ الفاقد في الخط m/1000m

P1 ≡ سمت الضغط في أول نقطة في الخط بالمتر

P2 ≡ سمت الضغط في آخر نقطة في الخط بالمتر

6 – حسب الفرق في المنسوب بين النقطتين وتمت الإضافة أو النقصان حسب الإشارة.

7 – حساب كمية المياه للحريق بالمعادلة التالية :-

$Q = 3182\sqrt{P}$ (معادلة كشلن)

حيث:

P ≡ التعداد السكاني بالألف

Q ≡ التصريف باللتر/الثانية

3- حسابات التصميم

3- 3- 1 حساب معدلات الاستهلاك

نسبة لصغر مساحة المنزل الواحد حيث تبلغ 216 متر مربع أبعاده (12 × 18) تم دمج كل منزلين مع بعضهما البعض وذلك لتصحيح حسابات السرعة والأقطار

- عدد السكان الحالي = 1040 × 7 = 7280 نسمة
- عدد السكان التصميمي =

$$7280(1+0.025)^{40} = 19548$$

التصريف التصميمي :

$$Q_T = \frac{19548 \times 50 \times 1.45}{1000 \times 3600 \times 24} = 0.0164\ m^3/s$$

المنطقة (1)

عدد المنازل 560 منزل

عدد السكان الحالي = **560 × 7 = 3920** نسمة

عدد السكان التصميمي

$$3920(1+0.025)^{40} = 10526$$ نسمة

التصريف :

$$Q = \frac{10526 \times 50 \times 1.45}{1000 \times 360 \times 24} = 0.0088\ m^3/s$$

المنطقة (2)

عدد المنازل = **480** منزل

عدد السكان الحالي = **480 = 3360 × 7 نسمة**

عدد السكان التصميمي

3360 (1+0.025)^{40} = 9022 نسمة

التصريف :

$$Q = \frac{9022 \times 50 \times 1.45}{1000 \times 360 \times 24} = 0.0076\ m^3/s$$

2-3-3 حساب أقطار الأنابيب

تم فرض سرعتين تصميميتين :.

السرعة الأولى ⟵ 1.7متر / الثانية

$$Q_T = AV \longrightarrow A = \frac{QT}{V}$$

$$\frac{\pi D^2}{4} = \frac{0.0164}{1.7} = \pi D^2 = 4 \times \frac{0.0164}{1.7}$$

$$D = \sqrt{\frac{0.03858}{\pi}} \longrightarrow D = 0.110\ m$$

$$D = \frac{11}{2.54} = 4.3 \longrightarrow D \cong 4\ \text{inch}$$

السرعة الثانية ⟵ 0.8 متر/ الثانية

$$Q_T = AV \longrightarrow A = \frac{QT}{V}$$

$$\frac{\pi D^2}{4} = \frac{0.0164}{0.8} \longrightarrow D = \sqrt{0.261} = 0.161\ m$$

$$D = \frac{16.1}{2.54} = 6.3 \longrightarrow D \cong 6\ \text{inch}$$

3-3-3 حساب كميه المياه اللازمة للحريق

$$Q = 3182\sqrt{Pd}$$

حيث : Pd ≡ عدد السكان التصميمي بالألف

Q ≡ التصريف لتر/ الثانية

$$Q = 3182\sqrt{19.548} = 14068.6\ L/S$$

3-3-4 حسابات الضغط في الأنابيب الرئيسية

OA = 0.48 Cm

From scale:-

$$0.48 = \frac{0.48\times 4200}{100} = 20.16\ m$$

$$H_L = \frac{6.7\times 20.16}{(0.16)^{1.165}} \times [1.7/140]^{1.85} = 0.33$$

$H_L OA$

$P_O - P_A^{\backslash}$

$0.33 = 32.5 - P_A^{\backslash} \longrightarrow P_A^{\backslash} = 32.17\ M$

وهذا عندما كان الضغط الأقصى في المصدر (32.5) (KSWC)

$P_A = P_A^{\backslash} + 0.0 = 32.5$

$H_L AB$

$P_A - P_B^{\backslash} =$

$2.052 = 32 - P_B^{\backslash} \longrightarrow P_B^{\backslash} = 30.448\ M$

$P_B = 30.448 - 1.42 = 29.028\ M \longrightarrow$ "1"

$H_L CB$

$P_C - P_B^{\backslash} =$

$4.32 = 24.208 - P_B^{\setminus} \longrightarrow P_B^{\setminus} = 19.888$ م

$P_B = 19.888 + 0.5 = 20.388$ م ⟶ ''2''

$H_L BH$

$P_B - P_H^{\setminus} =$

$0.297 = 29.028 - P_H^{\setminus} \longrightarrow P_H^{\setminus} = 28.731$ م

$P_H = 28.731 + 2.13 = 30.861$ ⟶ ''4''

من ''1'' و ''2'' نجد أن :ـ

$P_B = 29.028$ م

$H_L HB$

$P_H - P_B^{\setminus} =$

$0.297 = 30.861 - P_B^{\setminus} \longrightarrow P_B^{\setminus} = 30.564$ م

$P_B = 30.564 - 2.13 = 28.434$ ⟶ ''3''

من "2" و"3" نجد أن :

$P_B = 29.028$ م

$H_L HG$

$P_H - P_G^{\setminus} =$

$0.297 = 30.861 - P_G^{\setminus} \longrightarrow P_G^{\setminus} = 30.564$ م

$P_G = 30.564 + 0.7 = 31.264$ م ⟶ ''6''

$H_L GH$

$P_G - P_H^{\setminus} =$

$0.297 = 31.264 - P_H^{\setminus} \longrightarrow P_H^{\setminus} = 30.967$ م

$P_H = 30.967 - 0.7 = 30.267$ م ⟶ ''5''

من "4" و "5" نجد أن :.

$P_H = 30.861$ م

$H_L GF$

$P_G - P_F{}' =$

$0.297 = 31.264 - P_F{}' \longrightarrow P_F{}' = 30.967$ M

$P_F = 30.967 + 0.71 = 31.677$ M ⟶ "8"

$H_L FG$

$P_F - P_G{}' =$

$0.297 = 31.677 - P_G{}' \longrightarrow P_G{}' = 31.38$ M

$P_G = 31.38 - 0.71 = 30.67$ M ⟶ "7"

من "6" و "7" نجد أن :.

$\underline{P_G = 31.264}$ M

$H_L FE'$

$P_F - P_E{}' =$

$2.754 = 31.677 - P_E{}' \longrightarrow P_E{}' = 28.923$ M

$P_E = 28.923 + 0.71 = 29.633$M ⟶ (11)

$H_L EF$

$P_E - P_F{}' =$

$2.754 = 29.633 - P_F{}' \longrightarrow P_F{}' = 26.879$ M

$P_F = 26.879 - 0.71 = 26.169$ M ⟶ (9)

$H_L FD$

$P_F - P_D{}' =$

$8.64 = 31.677 - P_D{}' \longrightarrow P_D{}' = 23.037$ M

$P_D = 23.037 - 1.42 = 24.457$ M ⟶ (13)

$H_L DF$

$P_D - P_F{}' =$

$8.64 = 24.457 - P_F{}' \longrightarrow P_F{}' = 15.817$ M

$P_F = 15.817 + 1.42 = 17.237$ M ⟶ (10)

من "8" و "9" و"10" نجد أن :.

$\underline{P_F = 31.677}$ M

$H_L AE$

$P_A - P_E{}' =$

$0.459 = 32.5 - P_E{}' \longrightarrow P_E{}' = 32.041$ م

$P_E = 32.041 + 2.83 = 34.871$ م $\longrightarrow$ (12)

من "11" و "12" نجد أن :

$\underline{P_E = 34.871}$ م

$H_L CD$

$P_C - P_D{}' =$

$4.32 = 24.208 - P_D{}' \longrightarrow P_D{}' = 19.888$ م

$P_D = 19.88 + 2.62 = 22.508$ م $\longrightarrow$ (14)

من "13" و "14" نجد أن :.

$\underline{P_D = 24.457}$ م

$H_L BC$

$P_B - P_C{}' =$

$4.32 = 29.028 - P_C{}' \longrightarrow P_C{}' 24.708$ م

$P_C = 24.708 - 0.5 = 24.208$ م $\longrightarrow$ (15)

$H_L DC$

$P_D - P_C{}' =$

$4.32 = 24.457 - P_C{}' \longrightarrow P_C{}' = 20.137$ م

$P_C = 20.137 - 2.62 = 17.517$ م $\longrightarrow$ (16)

من "15" و "16" نجد أن :.

$\underline{P_C = 24.208}$ م

الباب الرابع
النتائج والمناقشة

الباب الرابع

النتائج والمناقشة

4 – 1 النتائج

تم وضع نتائج الحسابات في الجداول التالية :

جدول (4-1-1) معدل الاستهلاك

المنطقة	عدد السكان الحالي نسمة (Pp)	معدل السكان التصميمي نسمة (Pd)	معدل الاستهلاك M^3/S	معدل الاستهلاك L/S
1	3920	10526	0.0088	8.8
2	3360	9022	0.0076	7.6

نلاحظ من الجدول أن كمية المياه المطلوبة في الشبكة هي :

8.8 + 7.6 = 16.4 L/S

جدول (4-1-2) التوزيع الإفتراضى للمياه في الخطوط الرئيسية للمنطقة (1)

الخط	القطر mm	الطول 1000m	التصريف L/S	H_L m/1000m	المعدل H_L m/1000m	TOTAL H_L	H_L/Q	التصريف المصحح
AB	160	0.525	+8.2	+2.2	+1.188	+0.624	0.076	10.39
BH	160	0.525	+4.1	+0.65	+0.351	+0.184	0.045	6.29
HG	160	0.203	+4.1	+0.65	+0.351	+0.071	0.0173	6.29
GF	160	0.315	+4.1	+0.65	+0.351	+0.111	0.027	6.29
FE	110	0.323	-8.2	-13.0	-7.02	-2.27	0.276	6.01
EA	160	0.840	-8.2	-2.2	-1.1188	-0.998	0.122	6.01
						-2.278	0.5633	

$$\Delta Q = \frac{-\sum hl}{1.85 \sum hl/Q} = \frac{-(-2.278)}{1.85 \times 0.5633} = +2.19$$

جدول (4-1-3) التوزيع الإفتراضى في الخطوط الرئيسية للمنطقة (2)

الخط	القطر mm	الطول 1000m	التصريف L/S	H_L m/1000m	H_Lالمعدل m/1000m	TOTAL H_L	H_L/Q	التصريف المصحح
BC	110	0.315	+4.1	+3.75	+2.03	+0.639	0.156	6.572
CD	110	0.840	+4.1	+3.75	+2.03	+1.705	0.416	6.572
DF	110	0.517	-12.3	-27	-14.58	-7.538	0.613	9.828
FG	160	0.315	-6.29	-1.3	-0.702	-0.221	0.035	3.818
GH	160	0.203	-6.29	-1.3	-0.702	-0.143	0.023	3.818
HB	160	0.525	-6.29	-1.3	-0.702	-0.369	0.059	3.818
						-5.927	1.296	

$$\Delta Q = \frac{-\sum hl}{1.85 \sum hl/Q} = \frac{-(-5.297)}{1.85 \times 1.296} = +2.472$$

جدول (4-1-4) المحاولة الثانية للتوزيع الإفتراضى للمياه في الخطوط الرئيسية للمنطقة (1)

الخط	القطر mm	الطول 1000m	التصريف L/S	H_L m/1000m	H_Lالمعدل m/1000m	TOTAL H_L	H_L/Q	التصريف المصحح
AB	160	0.525	+10.39	+3.2	+1.73	+0.9	0.008	11.38
BH	160	0.525	+3.818	+0.45	+0.243	+0.128	0.034	4.81
HG	160	0.203	+3.818	+0.45	+0.243	+0.05	0.013	4.81
GF	160	0.315	+3.818	+0.45	+0.243	+0.08	0.02	4.81
FE	110	0.323	-6.01	-7.0	-3.78	-1.22	0.2	5.02
EA	160	0.840	-6.01	-1.4	-0.76	-0.636	0.105	5.02
						-0.697	0.38	

$$\Delta Q = \frac{-\sum hl}{1.85 \sum hl/Q} = \frac{-(-0.697)}{1.85 \times 0.38} = +0.99$$

جدول (4-1-5) المحاولة الثانية للتوزيع الإفتراضى للمياه في الخطوط الرئيسية للمنطقة(2)

الخط	القطر mm	الطول 1000m	التصريف L/S	H_L m/1000m	H_Lالمعدل m/1000m	TOTAL H_L	H_L/Q	التصريف المصحح
BC	110	0.315	+6.572	+8.0	+4.32	+1.361	0.207	7.612
CD	110	0.840	+6.572	+8.0	+4.32	+3.629	0.552	7.612
DF	110	0.517	-9828	-16.0	-8.64	-4.467	0.455	8.788
FG	160	0.315	-4.81	-0.8	-0.432	-0.136	0.028	3.77
GH	160	0.203	-4.81	-0.8	-0.432	-0.088	0.018	3.77
HB	160	0.525	-4.81	-0.8	-0.432	-4.536	0.943	3.77
						-4.237	2.203	

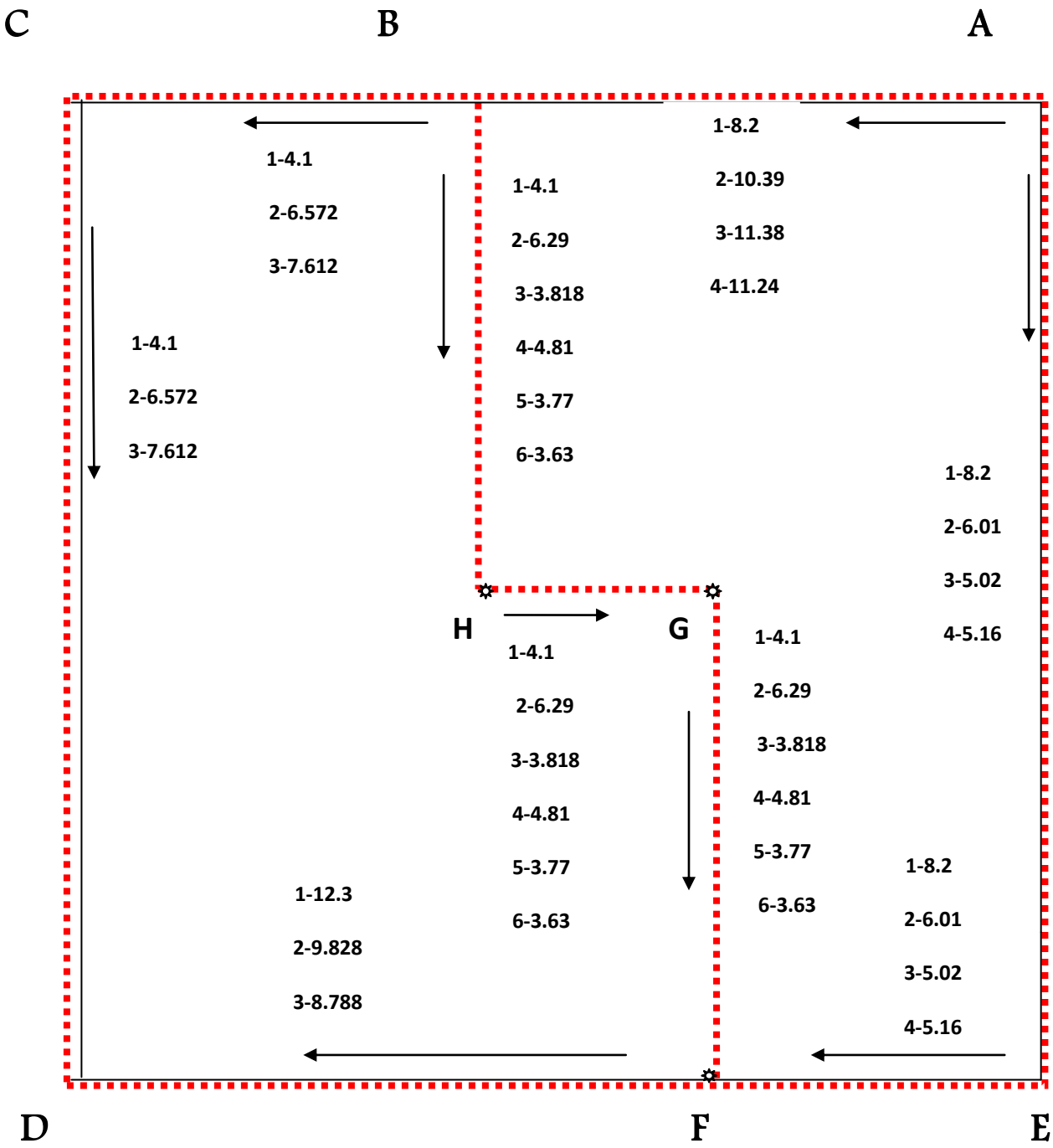
$$\Delta Q = \frac{-\sum hl}{1.85 \sum hl/Q} = \frac{-(-4.237)}{1.85 \times 2.203} = 1.04$$

جدول (4-1-6) المحاولة الثالثة للتوزيع الإفتراضى للمياه في الخطوط الرئيسية للمنطقة (1)

الخط	القطر mm	الطول 1000m	التصريف L/S	H_L m/1000m	المعدل H_L m/1000m	TOTAL H_L	H_L/Q	التصريف المصحح
AB	160	0.525	+11.38	+3.8	+2.025	+1.077	0.095	11.24
BH	160	0.525	+3.77	+0.55	+0.297	+0.156	0.041	3.63
HG	160	0.203	+3.77	+0.55	+0.297	+0.06	0.016	3.63
GF	160	0.315	+3.77	+0.55	+0.297	+0.093	0.025	3.63
FE	110	0.323	-5.02	-5.1	-2.754	-0.889	0.177	5.16
EA	160	0.840	-5.02	-0.85	-0.459	-0.385	0.077	5.16
						+0.112	0.431	

$$\Delta Q = \frac{-\sum hl}{1.85 \sum \frac{hl}{Q}} = \frac{-(0.112)}{1.85 \times 0.431} = 0.14$$

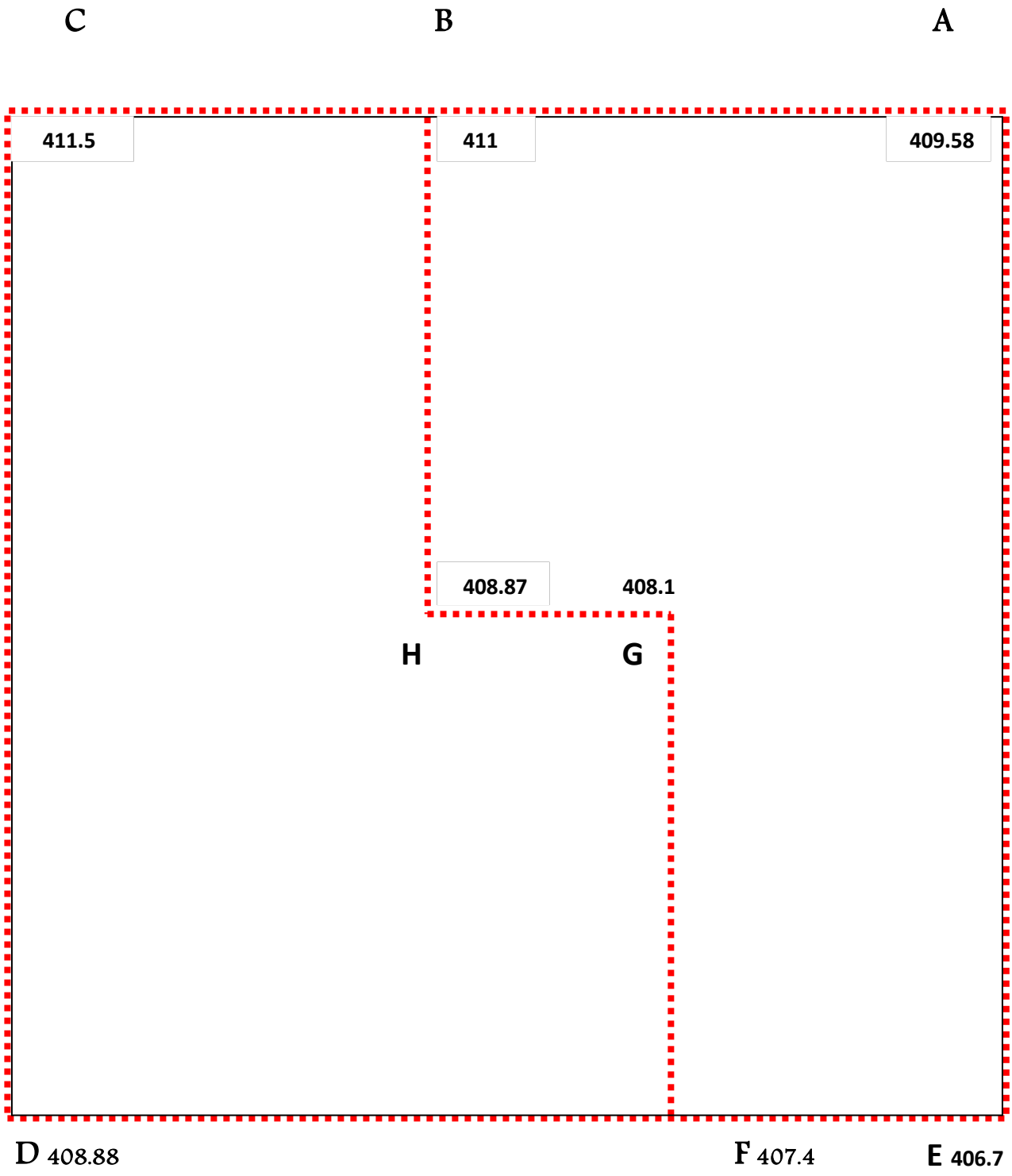
$$\frac{NET \sum hl}{\sum hl} = \frac{0.112}{2.66} \times 100 = 4.2\% < 10\% \; Design \; is \; OK$$



شكل (4-1) توزيع المياه في الخطوط الرئيسية

جدول (4-1-7) حساب الضغط في الخطوط الرئيسية

الخط	الطول mm	H_L m/1000m	الفرق في الارتفاع بالمتر	الضغط في نهاية العقدة	نوع الأنبوب المستخدم
OA	0.02016	0.33	+0.00	32.5	HDPE
AB	0.525	2.052	-1.42	29.028	HDPE
BH	0.525	0.297	+2.13	30.861	HDPE
HG	0.203	0.297	+0.7	31.264	HDPE
GF	0.315	0.297	+0.71	31.677	HDPE
AE	0.840	0.459	+2.83	34.871	HDPE
FD	0.517	8.64	-1.42	24.457	HDPE
BC	0.315	4.32	-0.5	24.208	HDPE



شكل (2-3) مناسيب النقاط (A, B, C, D, F, E, G, H)

4 – 2 المناقشة

- استخدمت معادلة هيزن وليام وفق المخطط البياني المرفق الذي يوضح العلاقة بين التصريف (L/S) السرعة m/s قطر الماسورة بال mm وميل خط الضغط الهيدروليكي ، على أساس أن المعامل C = 100 ولكن عند إستخدام مواسير PE – PVC فإن قيمة المعامل C تختلف وعليه جرت العادة بأخذ قيمة C = 140 للمواسير (PE) (المستخدمة في شبكة المشروع) ويمكن تعديل الفاقد في الضغط من العلاقة التالية:

فرق الضغط المعدل = م X فرق الضغط عند C = 100

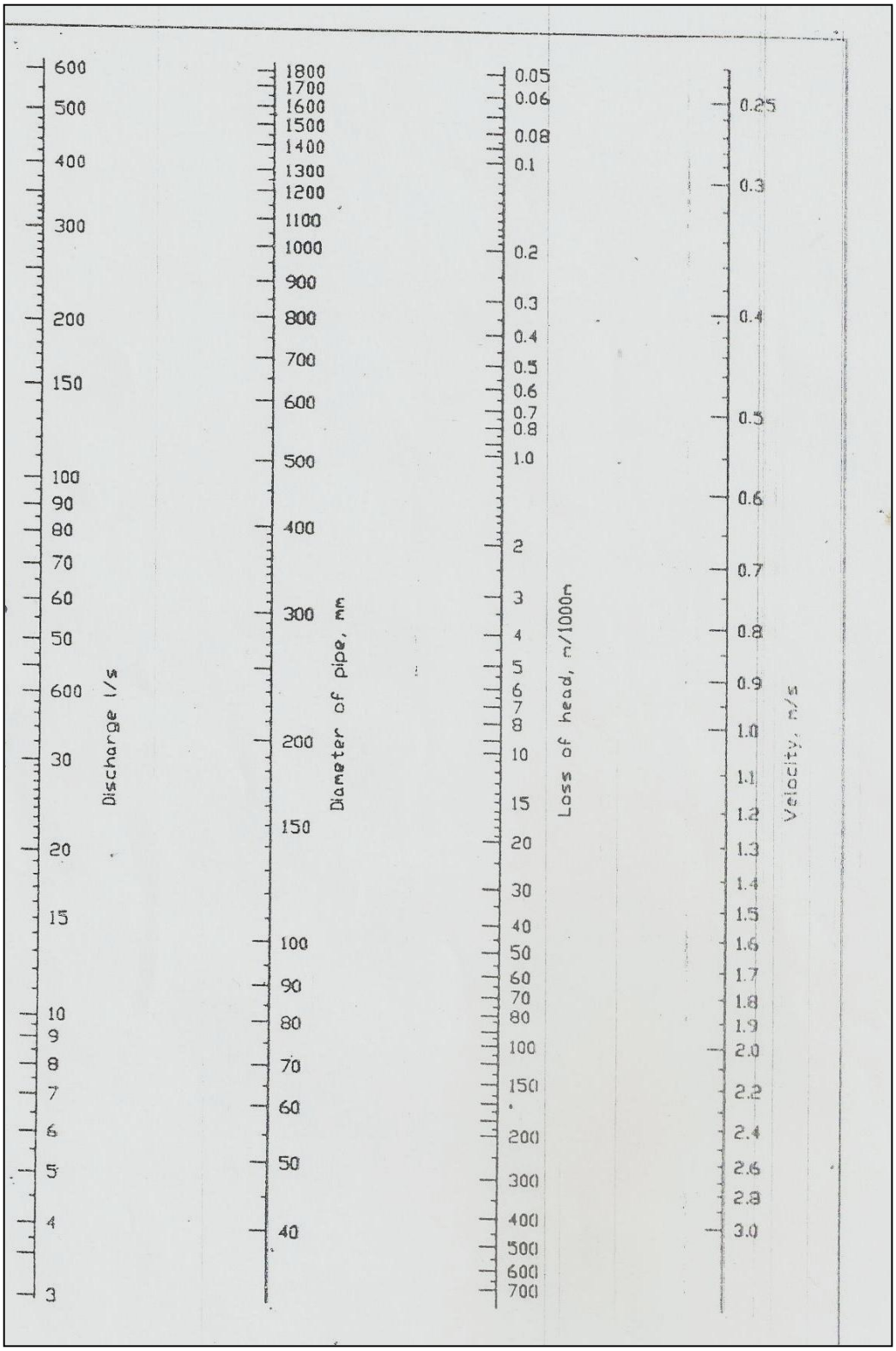
ويمكن استنتاج قيم (م) من الجدول الآتي :

C	80	100	110	120	130	140
م	1.51	1.00	0.84	0.71	0.62	0.54

- أجريت ثلاثة محاولات لتوزيع المياه في الخطوط الرئيسية وتم الحصول على نسبة خطأ (4.2 %) وهى أقل من 10 % .
- بالنسبة لسمت الضغط تكون المحصلة للضغط الخارج من العقدة هي قيمة الضغط الأكبر لأنه يحجز الضغوط الصغيرة .
- لضمان استمرارية عمل الشبكة وتسهيل العمليات التي تتم عليها جرت العادة على أخذ الاعتبارات التالية في الحسبان :
  - وضع جهاز قياس للمياه (Meter) عند بداية مدخل المياه في الخط الرئيسي من المصدر .
  - وضع الصمامات في أماكنها المناسبة وذلك لعمليات الصيانة والفحص الدوري لتفادى قطع المياه عن بعض الأماكن في الشبكة أثناء الصيانة .
  - وضع صمامات تنفيس الضغط.
  - وضع صمامات عدم الرجوع لتحديد مسارات المياه في الخطوط .

- وضع كميات مياه إطفاء الحرائق في شبكة منفصلة أو خزان وتزويده بالملحقات المناسبة التي تستخدم في إطفاء الحرائق .

● النقاط (A – B – C – D) في الخريطة التفصيلية التصورية لوضع الشبكة ، تم عمل خريطة مكبرة لكل نقطة على حده وذلك لأهميتها في الشبكة لأن بها العديد من الملحقات المهمة .



شكل (2-4) مخطط هازن وليام

الباب الخامس
حساب التكلفة

الباب الخامس

حساب التكلفة

تم وضع حسابات التكلفة التقديرية للمشروع وفق الأسعار الجارية في سوق العمل ، وشملت:

– حسابات الحفر والردم والترحيل والتركيب للأنابيب – توريدات الأنابيب (110mm – 160).

– تكلفة الاختبارات الهيدروليكية للأنابيب .

– بناء المنهولات .

– تركيب ملحقات التوصيل .وتم وضع هذه التقديرات في الجدول المرفق .

ملحوظة:

. هذه الأسعار للمواد والمصنعية غير ثابتة نسبة لعدم ثبوت أسعار السوق عليه ربما تكون هنالك بعض الاختلافات للتكاليف لبعض المشروعات المماثلة.

جدول (5 – 1) التكلفة التقديرية لشبكة مياه دار السلام مربع (1)

البند	المواصفـــــــــــات	الوحدة	الكمية	سعر الوحدة	السعر الإجمالي
1	**الحفر والردم وترحيل وعمالة تركيب الأنابيب ذات الأقطار المختلفة HDPE**				
1-1	حفر وردم للأنابيب 160 ملم HDPE 10 بار	م ط	2542	17.55	44612.1
2-1	حفر وردم للأنابيب 110 ملم HDPE 10 بار	م ط	19059	15.21	289887.39
2	***توريد أنابيب ذات أقطار مختلفة HDPE مع ترحيلها الى الموقع***				
1-2	أنابيب 160 ملم 10 بارHDPE	م ط	2542	112.8	286737.6
2-2	أنابيب110 ملم 10 بارHDPE	م ط	19059	54	1029186
3	***الاختبارات الهيدروليكية للأنابيب ذات الأقطار المختلفة HDPE***				
1-3	اختبار أنابيب 160 ملم 10 بارHDPE	م ط	2542	7.02	17488.84
2-3	اختبار أنابيب 110 ملم 10 بارHDPE	م ط	19059	3.51	66897.09
4	***تركيب بلف ظهر بفلنشة (بلف كامل + فلنشة + 2 وش + 8 مسامير)***				
1-4	تركيب بلف ظهر 200 ملم	عدد	2	2535.75	5071.5
2-4	تركيب بلف ظهر 160 ملم	عدد	4	1874.25	7497
3-4	تركيب بلف ظهر 110 ملم	عدد	5	1433.25	7166.25
5	***بناء مانهولات***				

1-5	مانهول لبلف 200	عدد	2	2646	5292
2-5	مانهول لبلف 160	عدد	4	2205	8820
3-5	مانهول لبلف 110	عدد	5	2205	11025
6	**تركيب ملحقات التوصيل**				
1-6	تى(200× 160) ملم ، 10 بار HDPE	عدد	2	641.655	1283.31
2-6	تى(160× 160) ملم ، 10 بار HDPE	عدد	4	441	1764
3-6	تى(160× 110) ملم ، 10 بار HDPE	عدد	45	441	19845
4-6	تى(110× 110) ملم ، 10 بار HDPE	عدد	50	191.835	9591.75
5-6	أدابتر بفلنشة 200 ملم	عدد	4	330.75	1323
6-6	أدابتر بفلنشة 160 ملم	عدد	8	264.6	2116.8
7-6	أدابتر بفلنشة 110 ملم	عدد	10	187.425	1874.25
8-6	Wash out	عدد	1	1984.5	1984.5
9-6	Tap pressure	عدد	4	441	1764
10-6	100 Meter ملم	عدد	1	1984.5	1984.5
7	**الجملة**				1,823,567.88
1-7	منصرفات غير منظورة 5%				91,178.39
72	تكلفة الإستشارى 2%				36,471.36
8	**التكلفة الكلية**				1,951,217.63

الباب السادس
الخلاصة والتوصيات

الباب السادس

الخلاصة والتوصيات

6 – 1 الخلاصة

في هذا البحث تم تصميم شبكة مياه شرب لمنطقة دار السلام مربع (1) غرب أم درمان التي لم تكن بها شبكة مياه تفي بحاجة السكان ، حيث تم حساب كمية المياه المطلوبة في الشبكة حيث غطت جميع المنطقة وذلك اعتماداً على عدد السكان وخصائصهم المعيشية والاجتماعية . وقد استخدمت معادلة هيزن وليام وطريقة هاردى كروس في كيفية وطريقة توزيع المياه في الشبكة ، وتم حساب ضغط المياه في كل النقاط ووضعت خريطة تفصيلية توضح توزيع المياه في الخطوط الرئيسية والفرعية ، وكذلك الملحقات كالصمامات وجهاز قياس المياه تم وضعها في الأماكن المناسبة في الشبكة . وكذلك حسبت تكلفة المشروع وفق الأسعار والتكاليف الموجودة بالأسواق ، حيث بلغت التكلفة الإجمالية حوالي (1,951,217.63) جنيه سوداني.

6 – 2 التوصيات

6 – 2 – 1 التوصيات العامة

- تسليط الضوء على انخفاض أو عدم وجود الإمداد المائي في المناطق الطرفية لولاية الخرطوم وحث الجهات ذات الصلة في حكومة الولاية في وضع إستراتيجيات وخطط وبرامج إسعافية لإيجاد توازن بين الإمداد والطلب وفق المتغيرات الديمقرافية لولاية الخرطوم على المدى القريب والمتوسط والبعيد.
- يجب الاهتمام بأعمال الصيانة والنظافة الدورية للشبكة.
- يجب أن تكون هنالك خرائط توضح أماكن الخطوط والصمامات والمانهولات وكل الملحقات في الشبكة.
- يجب تغطية المانهولات بالأغطية المناسبة.

6 – 2 – 2 التوصيات الفنية

- يجب الالتزام بأعماق الحفر الموصى بها حسب تضاريس المنطقة.
- يجب عمل مهاد من الرمال داخل أخاديد الخطوط قبل رمى الأنابيب.

- يجب الالتزام بالمسافات بين الخطوط الرئيسية والفرعية 50 سم.
- يجب التنسيق مع الجهات الخدمية الأخرى مثل خطوط الهاتف والكهرباء قبل عملية رمى الخطوط.
- يجب تركيب صمام الغسيل Wash out
- يجب تركيب صمام تخفيض الضغط.
- يجب تركيب صمام التنفيس Air valve

الباب السابع
المراجع والملاحق

الباب السابع
المراجع والملاحق

7– 1 المراجع (References)

1– إبراهيم حسن حمدى ، الهيدرولوجيا والمياه الجوفية ، مركز بحوث الصحراء ، الطبعة الأولى .

2– إبراهيم حسن حميد ، الهيدرولوجيا والمياه الجوفية ، جامعة القاهرة ، الطبعة الأولى .

3– محمد أحمد السيد خليل ، الهندسة الصحية ، مياه الشرب والصرف الصحي للقرى والنجوع والمجتمعات الصغيرة والمنعزلة .

4– محمد إسماعيل عمر ، معالجة المياه ، جامعة القاهرة ، الطبعة الثالثة .

5– محمد صادق العدوى ، هندسة الإمداد بالمياه – هندسة صحية (1) ، كلية الهندسة جامعة الإسكندرية ، الطبعة الأولى 2008 م .

6– نزار على سبتى ولبيب خليل إسماعيل ، الهيدرولوجيا الهندسية .

7– هيئة مياه ولاية الخرطوم .

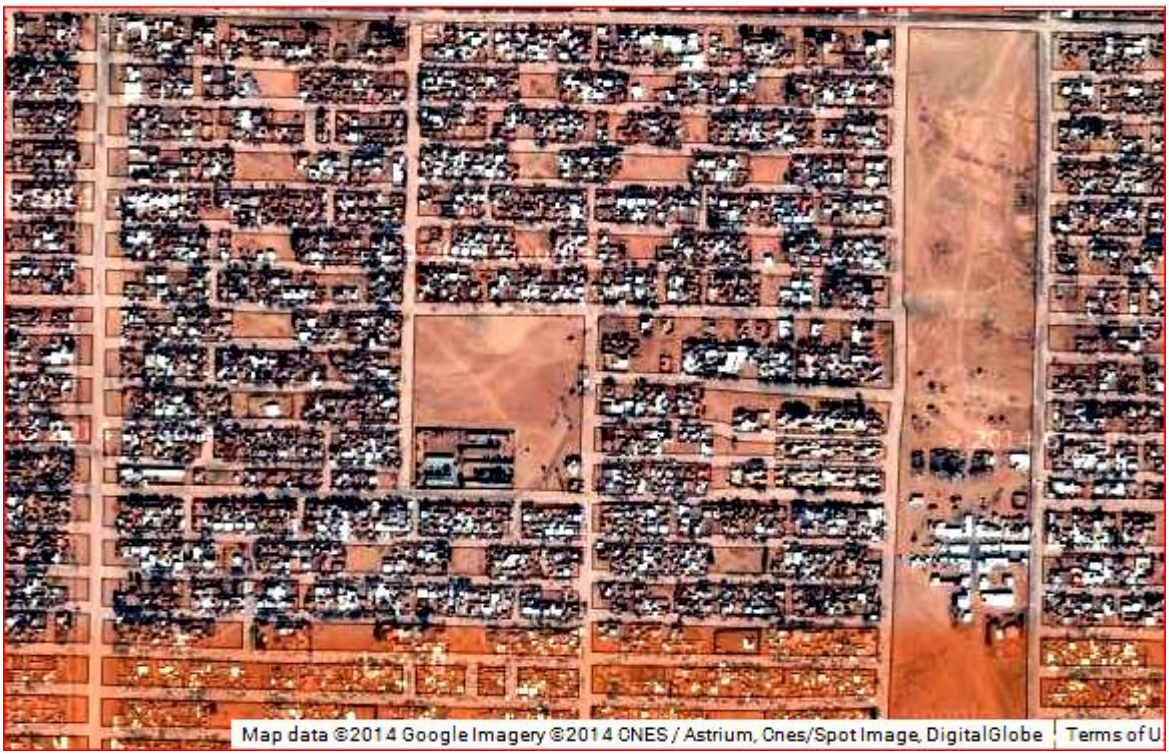
8– وائل معلا ، شبكات توزيع المياه ، مجلة جامعة دمشق ، المجلد 6 ، العدد 21 ، 1990

9- Chain David A, Water Resources Engineering, 1999.

10 - Mays Larry, Water Distribution System Handbook, 1999.

11– World Wide Web.

7 – 2 الملاحق (Appendices)



صورة بالأقمار الإصطناعية لمنطقة دار السلام مربع واحد

طلمبات الضخ العالي في محطة المعالجة للمياه

بلف تخفيض الضغط

ملحقات شبكة توزيع المياه

تركيب الصمامات علي شبكة توزيع المياه

تصميم شبكة توزيع المياه ببرامج الحاسوب

صهاريج تخزين المياه

الأنبوب الرئيسي الناقل للمياه من المصدر

ملحقات شبكة توزيع المياه