

مقدمة

عند القيام بتصميم شبكات المياه لا بد من دراسة كميات المياه وأنواع الاستهلاك التي تحتاجها المنطقة المدروسة سواء كانت سكنية أو صناعية أو تجارية أو عامة . و التي على أساسها يتم تصميم الشبكة.

وقد تم التصميم على الخطوات التالية:

1. تمت زيارة المنطقة و التعرف عليها من الناحية الطبوغرافية حيث أن منطقة الرمال تقع في وسط مدينة غزة .
2. عند إنشاء شبكة مياه لابد أن تخدم على الأقل 30 سنة حتى تكون على مستوى من الخدمة لذلك يجب مراعاة و معرفة عدد السكان ومعدل تزايدهم في هذه الفترة.
3. تمت دراسة الاستهلاك اليومي والأسبوعي و الشهري و الفصلي لبيتنا و على ذلك تم معرفة متوسط استهلاك الفرد وكان $(110+24)\text{liter/day}$.
4. وعلى الأساس السابق تم معرفة سعة الخزان العلوي و تحديد ساعات ضخ المضخة.
5. وبعد ذلك تم تخطيط الشبكة و فرض الأقطار للأنابيب وتحديد التقاطعات وتم حساب المساحة التي يغذيها كل تقاطع عن طريق معرفة الكثافة السكانية و بذلك تم معرفة التدفق عند كل تقاطع.
6. تم حساب كمية الماء اللازم للحريق و الصيانة و تم إضافتهما إلى سعة الخزان.
7. تم تزويد المعلومات التي حصلنا عليها لبرنامج تصميم الشبكات (Epant) حيث أن هذا البرنامج من أفضل البرامج المستخدمة في التصميم
8. يعطي البرنامج النتائج الخاصة بكل تقاطع من ضغط وتدفق و كذلك للأنابيب.
9. ثم يتم إعادة تخطيط الشبكة بالأقطار الصحيحة و يتم وضع الصمامات و الخزانات اللازمة لعملية الصيانة والحماية و يتم أيضا تحديد المواقع الخاصة لطفايات الحريق.

الصعوبات التي واجهتنا في هذا المشروع:

صعوبة الحصول علي المعلومات الخاصة بمنطقة العمل من الناحية الإحصائية ومن ناحية الخطة المتبعة في بلدية غزة لتطوير منطقة العمل.

تصميم شبكات المياه

لتصميم شبكات المياه بطريقة ناجحة لابد من التعرف بشكل دقيق على عدد من الأمور و منها:-

- 1- توفير كمية مناسبة من المياه التي تزود إلى المنطقة0
 - 2- الحفاظ على مقاييس جودة المياه المزودة إلى المنطقة0
 - 3- تزويد المنطقة بطريقة اقتصادية تتناسب مع مخزون الصيانة و التشغيل و التطوير0
- جميع متطلبات التصميم لها حدود واضحة و علاقات رياضية و تجريبية محددة لتؤدي إلى التصميم المنطقي0

يمر تصميم شبكات المياه بعدد من المراحل الرئيسة و هي:-

- مرحلة التخطيط0
- مرحلة التصميم الهيدروليكي0
- مرحلة التصميم الهندسي0

أولاً : مرحلة التخطيط

يجب عند التفكير في تصميم شبكة المياه لمنطقة ما أن نتعرف على عدد من الأمور:-

- ✓ هل يمكن تنفيذ المشروع بدون أي مشاكل ؟
- ✓ ما هي أفضل وسيلة لتنفيذ المشروع بكل سهولة ؟
- ✓ ما هو الوقت المقترح للانتهاء من تنفيذ المشروع ؟
- ✓ ما هي التكلفة الاقتصادية التي يمكن بواسطتها إنهاء المشروع بأمان ؟

ثانياً: مرحلتا التصميم الهيدروليكي و الهندسي

يتم التعرف من خلال هذه المرحلة على :-

- ◆ جميع المعلومات الموجودة عن الشبكة من خرائط لمخططات الإنشاء و المعلومات السكانية و الدراسات الهيدروليكية0
- ◆ دراسة تعداد السكان المستقبلية لمدة 30عاما و كذلك التوزيع الديموغرافي و توزيع الكثافات السكانية.
- ◆ تجهيز خرائط تفصيلية للشبكة التي سوف نصمم عليها0

- ◆ استقراء و مراجعة عمر الشبكات المائية، و خشونة، و طول ، و أقطار الأنابيب التي سيتم استخدامها.
- ◆ التعرف على مصادر المياه و محطات الضخ و أماكن الخزانات اللازمة لتغذية المنطقة 0
- ◆ دراسة أشكال استخدام المياه في القطاعات المختلفة سواء أكانت سكنية أو زراعية أو صناعية أو تجارية 0
- ◆ إدخال برامج الكمبيوتر في تصميم وتطوير الشبكة المقترحة و يفضل استبعاد الأقطار الصغيرة لتبسيط الشبكة و تقليل العمليات الحسابية 0
- ◆ تحديد مواضع حنفيات الإطفاء و الصمامات على الشبكة و يراعى ألا يزيد البعد بين حنفيات الإطفاء عن 200-500 متراً.

أنظمة توزيع المياه

- الهدف الرئيسي من أنظمة التوزيع هو توصيل المياه للمستهلك بحيث تكون:-
- أ- كمية المياه كافية للاستهلاك 0
 - ب- يكون الضغط مناسباً بمعدل 20م
- يمكن اختيار نظام التوزيع الرئيسي تبعاً لطبوغرافية المنطقة و يتم تصنيف أنظمة التوزيع إلى ثلاثة أنظمة:-

- نظام الجاذبية.
- نظام الضخ بدون تخزين 0
- النظام الثنائي مع التخزين 0

نبذة عن الأنظمة الثلاثة :

نظام الجاذبية :

في هذا النظام يكون مصدر المياه مرتفع عن مستوي شبكة التوزيع للمستهلك .

نظام الضخ بدون تخزين :

ويتم في هذا النظام تزويد المياه النقية مباشرة من محطات الضخ وذلك لتزويد الشبكة بالضغط المطلوبة، ولا يوجد منفذ للمياه سوي المستهلك.

النظام الثنائي مع التخزين :

وهو نظام خليط من النظامين السابقين حيث يتم الضخ المباشر للشبكة والخزان وعليه ما يزيد عن حاجة المستهلك يتم تخزينه في الخزانات.

مخططات أنظمة التوزيع

هناك أربع طرق رئيسية لمخططات أنظمة التوزيع وهي :

- نظام النهايات المغلقة أو الشجري
- النظام الشبكي
- النظام القطري
- النظام الحلقي أو الدائري

المعايير التصميمية للشبكة

○ الضغط:

يعتمد الضغط داخل الشبكة على العوامل التالية :-

1. الضغط المطلوب لنقاط الاطفائيات
2. بعد نقاط الاستهلاك عن مصادر المياه
3. ارتفاع المباني بحيث تزود جميع المباني بالمياه دون حاجاتها الى مضخات رافعة وطبقا للمعايير التصميمية

- ◆ أقصى ضغط مياه مسموح به للمصدر هو 100 متر
 - ◆ أقصى ضغط مياه مسموح به داخل الشبكة هو 70 متر
 - ◆ مدى ضغط المياه المسموح به أمام مداخل البنايات هو 15 - 20 متر
- ولمناسبة الضغط المستهلك يتم استخدام صمامات تخفيف الضغط (PRV)

○ الميل الهيدروليكي والسرعات :-

الميل الهيدروليكي الواجب توافره يعتمد على عدة عوامل:-

1. أطوال الأنابيب
 2. الضغوط المطلوب توافرها في الشبكة
 3. طبوغرافية المنطقة
 4. الحجم المستقبلي للشبكة
- وكبديل عن الميل الهيدروليكي للضغط يمكن اعتماد السرعة كشرط تصميمي حيث أن الميل الهيدروليكي والسرعة يربط بينهما حسابات الفقد في الطاقة .
- ويجب ملاحظة أن سرعات البطيئة جدا غير مرغوبة من ناحية صحية حيث أنها تتيح فرصة اكبر لمكوث المياه في الأنابيب ومن ثم نشاط بكتيري ضار أما السرعات العالية جدا فأنها غير مرغوبة أيضا حيث أنها تزيد كمية الفاقد في الطاقة وتتآكل الأنابيب بسرعة
- وطبقا للمعايير التصميمية فان مدى السرعات المسموح به داخل الشبكة هو 0.5 2.5 متر / ث

○ أقطار الأنابيب :

تتراوح أقطار الأنابيب المستخدمة في الشبكة بين 2-10 انش حيث تبدأ الأقطار ل 10,8 إنس في الخطوط الرئيسية وتتناقص في الخطوط الفرعية 4.6 انش إلى أن تصل إلى 3,2 انش في الخطوط الفرعية المارة أمام البنايات

○ الفقد في عمود الضغط :

يجب ألا يزيد الفقد في عمود الضغط خلال الأنابيب عن 15 متر لكل كيلو متر

○ الفترة التصميمية:

عناصر الشبكة و مستلزماتها وملحقاتها لها أعمار تصميميه مختلفة تمكن خلالها من أداء وظائفها على أكمل وجه ولضمان أداء وظيفة أي عنصر من عناصر الشبكة يجب أن يكون السحب المتوقع والسحب الواقعي متقاربين وألا فستظهر مشاكل حسب طبيعة العنصر
ويختلف العمر التصميمي للشبكة باختلاف عناصرها والتي يمكن حصرها كالتالي:

الخطوط الرئيسية	35_25 سنه
محطات التنقية	15 _ 10 سنه
محطات الضخ	15 _ 10 سنه

○ الصمامات :

الصمامات تم وضع الصمامات الآتية في الشبكة :-

1. **Check Valve** :- وذلك بعد المضخة مباشرة حيث يحميها من موجة الضغط المرتدة . بحيث يسمح بمرور الماء للمضخة باتجاه واحد ولا يسمح بالرجوع إليه

2. **Gate valve** : :- تم وضع Gate Valve على نهاية أنبوبة وذلك لتسهيل عملية الصيانة وحماية لشبكة .

3. **Pressure Reduce Valve (P.R.V.)** :- يتم وضع هذا الصمام في الخطوط الفرعية للشبكة وهي الخطوط المغذية " وذلك لتعطيل الضغط " وتم تركيبه عند النقاط القريبة من المضخة يعمل على تقليل الضغط في الأنابيب المتجه إلى المنازل

4. **Air Release Valve (A.R.V.)** :- يتم وضعه في أعلى نقطة في الشبكة حيث

يقوم الصمام بتفريغ الهواء من الأنابيب و يحمي الشبكة من تداخل الضغط .

سيناريو المياه في قطاع غزة

مصادر المياه في القطاع :-

المصدر الرئيس للمياه في قطاع غزة هو المياه الجوفية اما مياه الأمطار والجريان السطحي فقليلة إذ يبلغ المعدل السنوي لسقوط المطر في القطاع 306مم وكمية الأمطار الساقطة على القطاع بحوالي 110 مليون م³ سنويا

ولا يحتوى القطاع على مصادر دائمة من المياه السطحية بل توجد في بعض الأودية الموسمية الجريان منها وادي غزة ووادي بيت حانون (وادي حليب) ووادي السلقة وقد أقامت السلطات الإسرائيلية منذ عام 1967 سدودا اعتراضية في هذه الأودية عن حدود عام 1967 مما جعل هذه الأودية تتحول الى أودية جافة في القطاع على مدار العام تقريبا .

إما حوض المياه الجوفية الساحلي في قطاع غزة فيعتبره بعضهم امتدادا للمستودع المائي الساحلي الفلسطيني ويقدر المخزون المائي في حوض غزة بحوالي 75 مليون م³ سنة ويتجه الماء فيه من الشرق الى الغرب وتقدر التغذية السنوية لحوض غزة بما بين 55-90 مليون م³ سنويا .

استهلاك المياه في القطاع :

تقدر بعض المصادر استهلاك الفلسطينيين الإجمالي للماء في القطاع بحوالي 97مليون م³ سنويا واستهلاك المستوطنات بحوالي 0,337 مليون م³ ويبلغ مقدار العجز في الموازنة المائية ما بين 30-60 مليون م³ في السنة وينعكس هذا العجز على نوعية المياه وخصوصا في ارتفاع معدلات الملوحة فيها .

ويوجد في غزة نوعان من الآبار الارتوازية آبار بعمق 25-90 م تستخرج مياهها بمضخات ميكانيكية وأخرى (المواصي) بعمق 4-20 م وتستخرج مياهها بطريقة يدوية أو بمضخات يدوية وقد قدر عدد الآبار الكلي بحوالي 1700 بئر في عام 1993 بإنتاج يتراوح بين 86 و98 مليون م³ /سنة وتزود شركة ميكوروت الإسرائيلية قطاع غزة بحوالي 5ملايين م³ سنويا اي حوالي 15% من الاستعمالات المنزلية فيها.

المياه والاستيطان:-

يستهلك المستوطنون اكثر مياه قطاع غزة عذوبة في حين يعاني الغزاويون من ملوحة المياه كما أدى استهلاك المستوطنين للمياه في الضفة والقطاع للماء وحفرهم الآبار العميقة في المناطق الفلسطينية الى جفاف كثير من الينابيع وارتفاع نسبة الملوحة في بعضها
ويصرف الجزء الأكبر من المياه في المستوطنات للأغراض الري في الأراضي الخصبة من القطاع والغور حيث تزرع الفواكة والخضراوات ويستهلك الدونم الواحد في المستوطنات حوالي 2100_1700 م³ أي ما بين 2,4 _ 2,9 المعدل الفلسطيني في الضفة وقد أحقت المستوطنات أضراراً بالغة بالتربة الفلسطينية نتيجة التلوث بالمياه العادمة وغيرها من وسائل التلوث

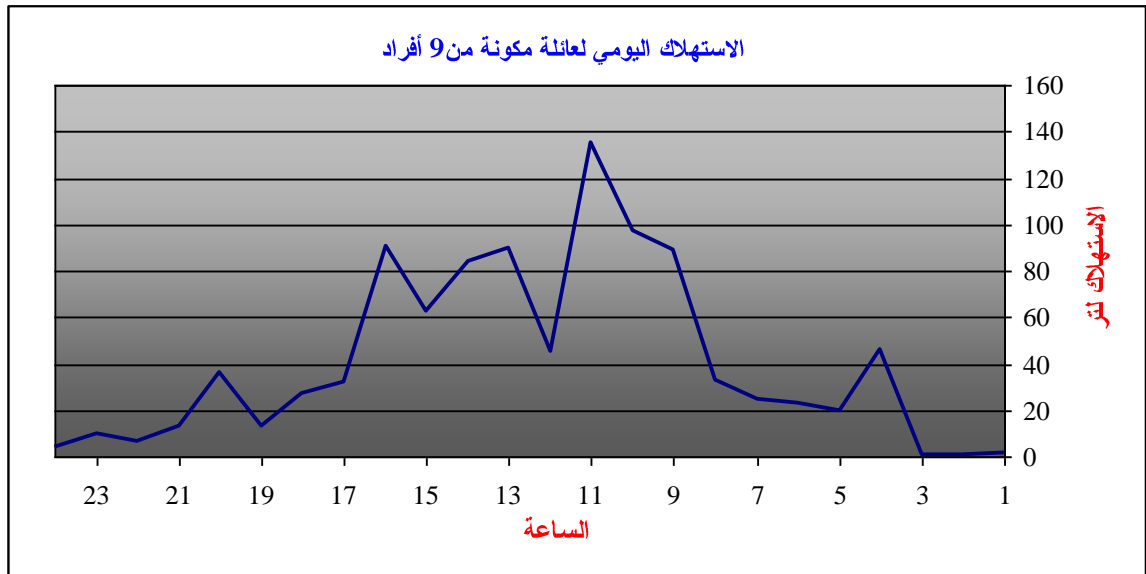
المياه والمستقبل :-

ستؤدي عوامل عدة إلى زيادة الطلب على المياه في فلسطين ومن هذه العوامل التزايد الطبيعي في عدد السكان بالزيادة الطبيعية والعائدين من الشتات ومنها التوسع المتوقع في الصناعة والزراعة والاستهلاك المنزلي وغيرها وتشير بعض الدراسات إلى أن عدد السكان في عام 2010 سيتراوح بين 2,4 و 5,7 مليون نسمة وان الاستهلاك المنزلي سيتراوح بين 100 و 125 مليون م³ وان الطلب الكلي على المياه سيتراوح بين 722 و 969 مليون م³ .
إن شح مصادر المياه في المناطق الفلسطينية وتصاعد الطلب على الماء في المستقبل يعني وجود عجز محقق في الموازنة المائية مما يفرض تنافساً بين قطاعات استهلاك الماء وهي :
الاستهلاك للأغراض المنزلية والصناعة والزراعة وربما تضرر القطاع الأخير كثيراً من ذلك مما يفرض إعادة تدوير المياه وإزالة الملوحة منها فضلاً عن ترشيد الاستهلاك وغير ذلك من السياسات المائية الرشيدة .

حساب متوسط استهلاك الفرد :

- لحساب متوسط استهلاك الفرد قمنا بدراسة وضع الخزان في منزلنا خلال الأربع والعشرين ساعة. والجدول التالي يوضح استهلاك العائلة المكونة من تسعة أفراد :

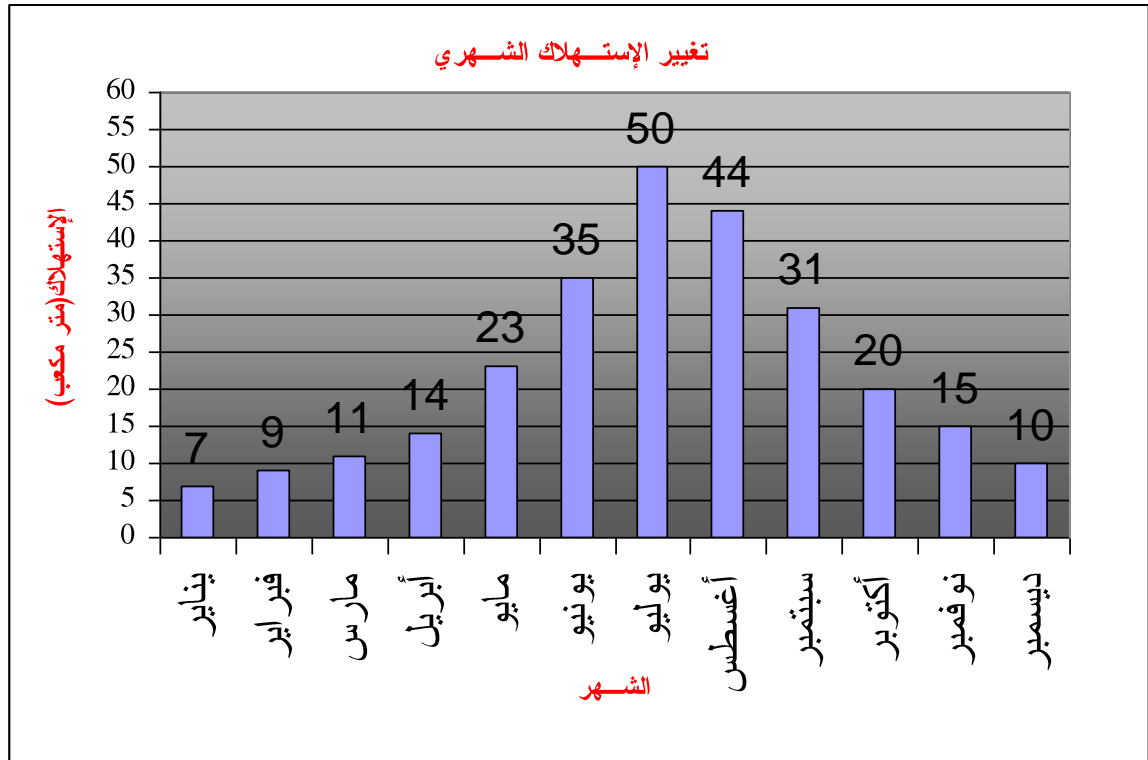
الساعة	الاستهلاك باللتر
1	1.5
2	1
3	1
4	46
5	20
6	23
7	25
8	33
9	89
10	97
11	135
12	45
13	90
14	84
15	63
16	91
17	32
18	27
19	13
20	36
21	13
22	7
23	10
24	4



الاستهلاك الشهري لهذه العائلة بناء علي فواتير البلدية للعام المنصرم :

والجدول التالي يوضح الاستهلاك الشهري لهذه العائلة :

الشهر	الاستهلاك بالكوب
يناير	7
فبراير	9
مارس	11
أبريل	14
مايو	23
يونيو	35
يوليو	50
أغسطس	44
سبتمبر	31
أكتوبر	20
نوفمبر	15
ديسمبر	10



معلومات عن العائلة المحسوب لها الاستهلاك :

عدد أفراد العائلة : 9

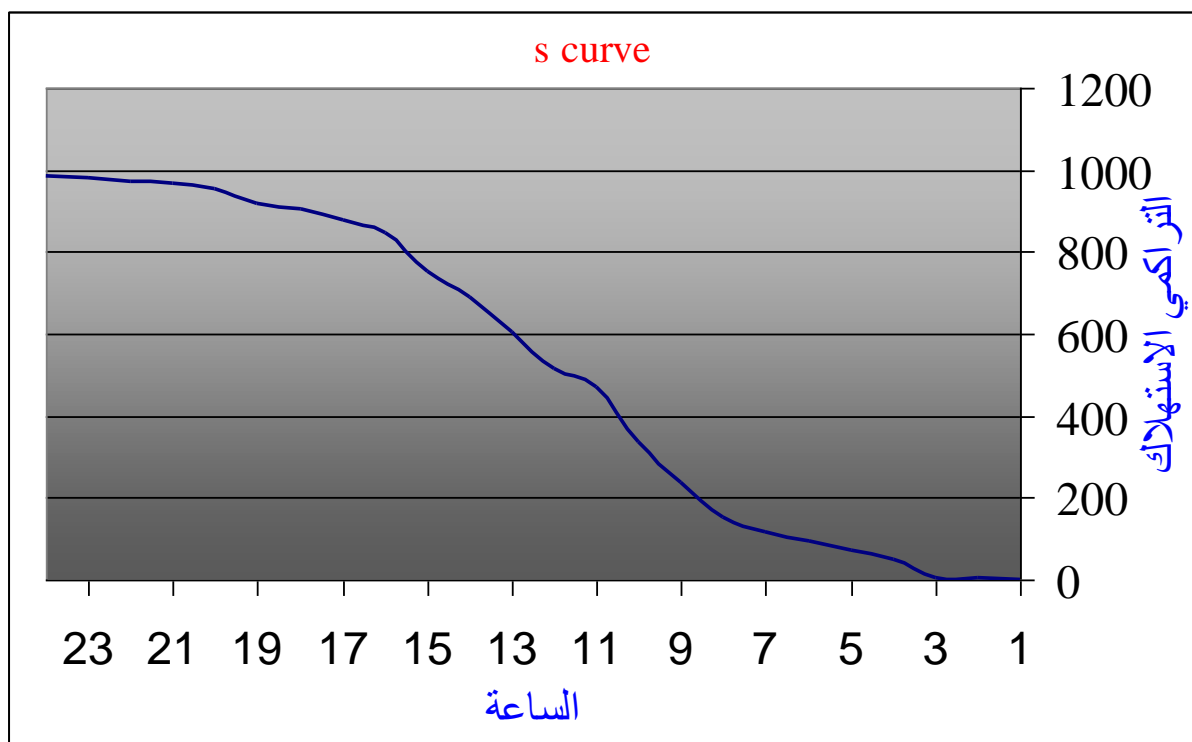
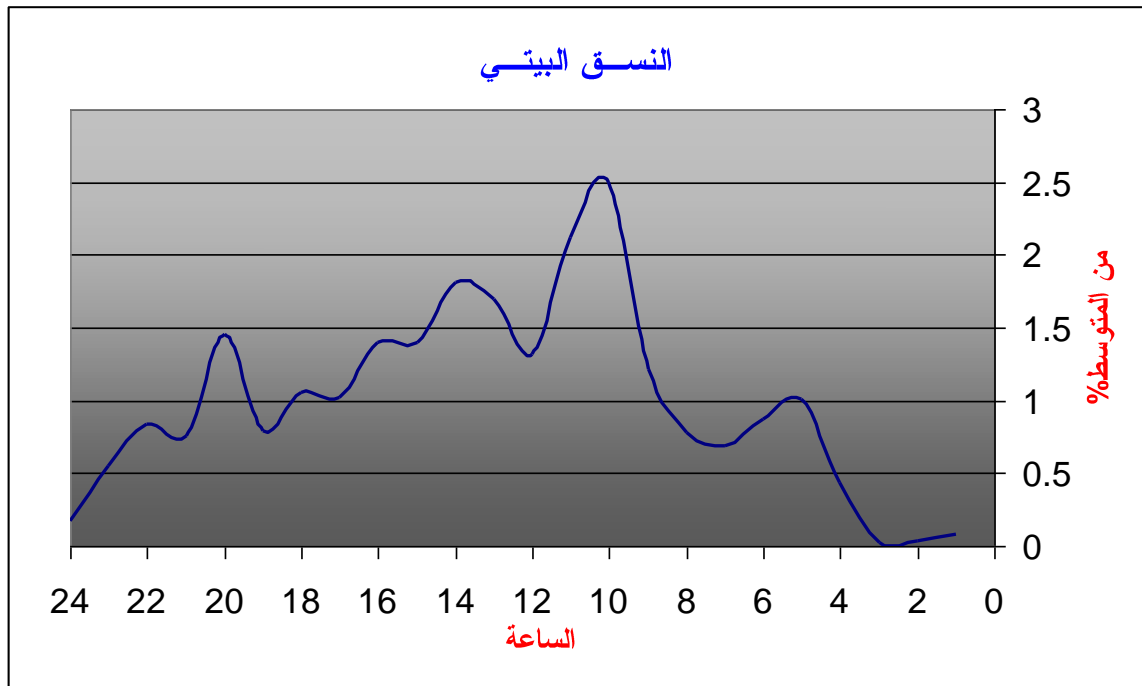
مساحة المنزل : 300م²

الرقم	الأشخاص	العمر	الوظيفة	ساعة التواجد
1	الأب	50	مدرس	2 ظ - 7 ص
2	الأم	47	ربة بيت	دائماً
3	الابن الأول	26	موظف	3 ظ - 8 ص
4	الابن الثاني	23	طالب جامعي	4 ظ - 8 ص
5	الابن الثالث	21	طالب جامعي	4 ظ - 8 ص
6	البنت الأولى	19	طالبة جامعية	4 ظ - 8 ص
7	البنت الثانية	17	طالبة	1 ظ - 7 ص
8	البنت الثالثة	14	طالبة	12 ظ - 7 ص
9	الابن الرابع	8	طالب	12 ظ - 7 ص

النسق البيتي :

وللحصول علي نسق بيتي تم حساب نسق مشترك مكون من خمسة أنسق لعائلات مختلفة .
والجدول التالي يوضح نسق الاستهلاك البيتي الذي سو نعتد عليه:

الساعة	من المتوسط %
1	0.075271655
2	0.036819295
3	0.026983237
4	0.440451236
5	1.010383878
6	0.87375512
7	0.68667996
8	0.783148288
9	1.208452352
10	2.492218403
11	2.114828661
12	1.312038728
13	1.689970999
14	1.812526241
15	1.396259754
16	1.401974536
17	1.023572489
18	1.053031006
19	0.795651044
20	1.4530832
21	0.757606586
22	0.834439437
23	0.548402816
24	0.172447141



حساب الكثافة السكانية

تعرف الكثافة السكانية بأنها عدد السكان في الكيلومتر المربع الواحد أو في وحدة مساحة معينة.

مجموع السكان في المنطقة ما

الكثافة السكانية =

المساحة الكلية لهذه المنطقة

■ المساحة الكلية للمنطقة = 1.4 كيلو متر مربع

ويلاحظ أن منطقة الرمال تحتوي علي أكثر من نوع من أنواع الأراضي لذا نقسم المساحة الكلية إلي عدة مساحات بناءً علي الاستخدام كالتالي :

■ المساحة السكانية = 0.74 كم² وتعادل 53 % من المساحة الكلية.

■ المساحة التجارية = 0.24 كم² وتعادل 18 % من المساحة الكلية.

■ المساحة العامة = 0.3 كم² وتعادل 22 % من المساحة الكلية.

■ المساحة الزراعية = 0.054 كم² وتعادل 4 % من المساحة الكلية.

■ المساحة الصناعية = 0.001 كم² وتعادل 0 % من المساحة الكلية.

حساب نقطة التشبع (Saturation point) :

1. بفرض أن مساحة الشقة 150 م²

2. وبفرض أن متوسط عدد أفراد الأسرة 7 أفراد

3. وبفرض أن عدد الطوابق خمسة طوابق

• عدد المباني السكنية = (740000/150) م² = 4933 مبني.

• عدد السكان في حالة التشبع = 4993*7 = 34533 شخص.

الكثافة السكانية في حالة التشبع = (34533/740) = 46 شخص /دونم

حساب التعداد السكاني :

عدد السكان حسب تقديرات المركز الإحصائي الفلسطيني :

عدد السكان = 17000 شخص في عام 2005 وبالرجوع إلي معدلات النمو لسكان نجد أن معدل النمو

2.5 حتى عام 2010 ومن عام 2010 إلي عام 2030 يصبح معدل النمو 2 .

الكثافة السكانية (2005) = (17000/740) = 23 شخص / الدونم

وقمت باستخدام المعادلة التالية لحساب عدد السكان المتوقع في 2030

$$P1 = P0 [1 + (k/100)]$$

باستخدام المعادلة السابقة ينتج ان عدد السكان في عام 2030 هو 28127 شخص

الكثافة السكانية = (28127/740) = 33.7 شخص / الدونم

نظرا لان الكثافة السكانية في عام 2030 اقل من الكثافة في حالة التشبع لذا سيكون تصميمنا يفتد علي حسابات عام 2030

حسابات سعة الخزان العلوي

يؤخذ بعين الاعتبار تخزين الكميات الكافية من المياه الآتية :-

1. تأمين المياه للاستعمال في حالات إقطاع المياه في الشبكة وحالات صيانة الشبكة
2. تخفيض الضغط علي أنابيب التوزيع في المبني مما يساعد علي عدم حدوث المطرقة المائية وتخفيض معدل استهلاك المياه وإطالة العمر التشغيلي للأنابيب والأجهزة والمعدات

سعة التخزين

تحدد كميته المخزون اعتمادا علي عدد المستهلكين ومعدل الاستهلاك اليومي للفرد الواحد علي الا تقل سعة التخزين عما يلزم للاستهلاك لفترة لا تقل عن يوم واحد وبحد ادني مقداره متر مكعب واحد من الماء الصالح للشرب للوحدة السكنية الواحدة .

ولحساب سعة الخزانات بأنواعها يجب اعتبار ثلاث كميات من المياه المطلوبة

• الكميات الموازنة

وهي المخزون الذي يوازن المتطلبات المتغيرة للاستهلاك حيث تتغير كميات الاستهلاك من ساعة إلى ساعة وحيث إن الضخ من المصدر ثابت لذلك يجب حساب هذا المخزون.

طريقة حساب الكميات الموازنة :-

بعد حساب كمية الاستهلاك للجميع السكان علي مدار اليوم (24) ساعة نقوم بجمع كمية الاستهلاك الكلية وقسمتها علي 18 ساعة (مدة تشغيل المضخة) فيكون الناتج هي كمية الضخ الثابتة للمصدر خلال 18 ساعة في اليوم الواحد وهو متوسط الاستهلاك بالساعة ونقوم بطرح كمية الاستهلاك من الناتج (كمية الضخ) عند كل ساعة فيعطي ذلك قيم موجبة وهي كمية المياه الواصلة الي الخزان وقيم سالبة وهي كمية المياه المحسوبة من الخزان ويكون مجموع الكميات الواصلة أو المسحوبة من الخزان متساوية وهي كمية الموازنة .

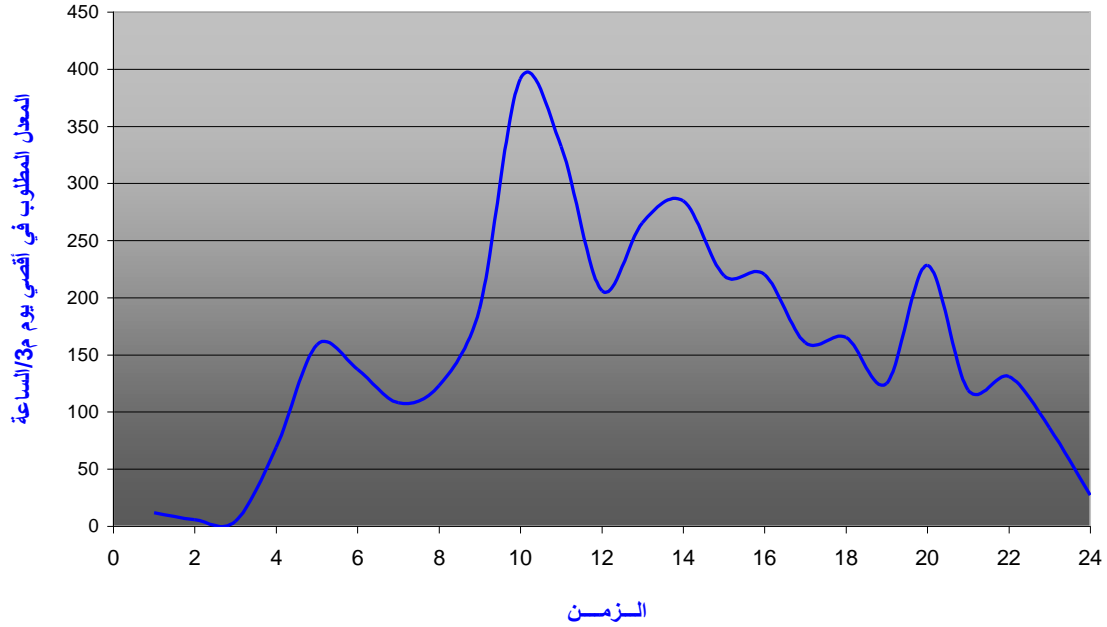
والجدول التالي يوضح كيفية حساب الكمية الموازنة المطلوبة .

ومنه يتضح ان حاجتنا الي لخزان مياه حجمه 757.3588 كوب لتوفير الكمية الموازنة .

الكمية الموازنة = 757.3588 كوب

والشكل التالي يوضح حساب سعة الخزان المطلوبة باستخدام الرسم البياني:

حساب سعة الخزان المطلوبة باستخدام الرسم البياني



وقبل تصميم أبعاد الخزان يجب حساب الكميات المطلوبة للحريق وكميات الصيانة .

• كميات الحريق

طريقة حساب كمية الحريق :

مدة إطفاء الحريق = ساعتان

كل حريق تغطيه ثلاث نقاط تغذية

التدفق خلال كل نقطة تغذية = 20 لتر/ثانية

التدفق الكلي من نقاط التغذية = $3 * 20 = 60$ لتر/ثانية

الكمية اللازمة للإطفاء لمدة ساعة = $3.6 * 60 = 216$ متر مكعب

الكمية اللازمة لمدة ساعتين = $2 * 216 = 432$ متر مكعب

عدد الحرائق المفترض التي تحدث في نفس الوقت = 2

الكمية الكلية لحريقين = $2 * 432 = 864$ كوب

- كميات الصيانة

وهي الكمية المفروضة لتغطية عطل ما في الشبكة لو حدث وعادة ما تفرض هذه القيمة ما بين 5-10% من الكمية الموازنة .

الكمية المطلوبة للصيانة = 7.5735 كوب

وحسب معايير التصميم نظر أي الكميتين الحريق والصيانة اكبر ونضيفه الى سعة الخزان ويتضح ان كمية اللازمة لإطفاء الحريق اكبر من كمية اللازمة لعملية الصيانة لذا

سعة الخزان الكلية = 864 + 757.35 = 1621.35 كوب

وبفرض ان حاجتنا هو خزان واحد وبقطر 15 متر يكون ارتفاع الماء في الخزان تقريبا 10 متر