

مياه الصرف الصحي المنزلية

تم في محاضرات سابقة تعريف مياه الصرف الصحي المنزلية وأين تنشأ ولاداعي لتكرار ذلك .

١- معدل الصرف اليومي : هو متوسط ما يصرفه الفرد من المياه يومياً
مقدر بـ $L/P.d$

العلاقة بين معدل الصرف و معدل الإستهلاك :

يتراوح معدل الصرف (٨٠-١٠٠)% من معدل الاستهلاك لأن :

أ-مياه غسيل الملابس تتبخر - ومياه إرواء الحدائق (الشقق الأرضية) في المنازل لا تدخل الشبكة .

ب-هناك مياه تستهلك ليس مصدرها بالضرورة شبكة مياه الشرب ،حيث أن بعض الأبنية و المصانع لها مصدر مائي خاص و لكنها تصرف مياهها إلى شبكة الصرف (المنزلية) أو المشتركة.

ج-قسم من مياه الأمطار يتسرب إلى الشبكة المنزلية من أغطية غرف التفتيش .

د-في حال نظام الصرف المنفصل هناك قسم من مياه غسيل الشوارع والأرصفة و إطفاء الحريق (وهي مياه مصدرها شبكة مياه الشرب) تذهب إلى الشبكة المطرية ولا تدخل إلى شبكة الصرف المنزلية .

العوامل المؤثرة على معدل الصرف :

• درجة تجهيز الأبنية بالتجهيزات الفنية .

- المستوى الاجتماعي و عادات السكان و تقاليدهم و المستوى المعاشي.
- أسعار المياه و درجة توفرها و جودتها .
- درجة الحرارة - فزيادتها يزيد الاستهلاك .
- حجم المدينة - حيث أن زيادة حجم المدينة يزيد من الفعاليات مثل (الورش و الحرف اليدوية المستهلكة للمياه) و بالتالي زيادة معدل الصرف .
- ماذا يشمل معدل الصرف اليومي :
- من المعلوم أن المياه تستهلك في :
- الأبنية السكنية
- الحرف اليدوية الصغيرة
- منشآت المرافق العامة
- المنشآت الصناعية
- المنشآت الملحقة بالمصانع .
- وفي المناطق الزراعية تستهلك المياه في تربية المواشي .

إن الإجابة على السؤال المطروح أعلاه هي أن معدل الصرف يشمل المياه الناتجة عن الأبنية السكنية والحرف اليدوية الصغيرة .

(المراجع الألمانية تعطي التالي: إن معدل الصرف يشمل إضافة لما ورد أعلاه المياه الناتجة عن منشآت المرافق العامة التي صرفها اليومي اقل من (١٥م٣/ يوم) .

الجدول التالي يعطي قيم وسطية لمعدل الصرف في المدن والبلدات الألمانية (متضمنة الحرف اليدوية الصغيرة)

عدد السكان	معدل الصرف الصحي اليومي L/ P .d
> ٥٠٠٠٠	١٣٠
١٠٠٠٠ - ٥٠٠٠٠	١٦٠
٣٠٠٠٠٠ - ١٠٠٠٠٠	١٩٠
٢٥٠٠٠٠ - ٥٠٠٠٠٠	٢١٠
> ٢٥٠٠٠٠	٢٥٠

يعطى معدل الصرف اليومي L/ P .d حسب درجة التجهيز الفني للأبنية من الجدول التالي :

١٦٠	أبنية مزودة بمياه ساخنة والشقق مزودة ببانيو أو دوش
١٤٠	بدون مياه ساخنة ولكن مزودة ببانيو أو دوش
٨٠	بدون بانيو أو دوش
٧٠ - ٥٠	مناطق ريفية

معدل صرف منشآت المرافق العامة والمنشآت الصناعية :

ينسب معدل الصرف لمنشأة غير سكنية (أي أن وحدة قياس معدّل الصرف لهذه المنشآت) إلى (وحدة انتاج أو وحدة استهلاك) - الجدول التالي :

د وحدة/ L	وحدة القياس	نوع المنشأة
40.0	تلميذ	مدرسة مزودة بتدفئة مركزية و مياه ساخنة وأدواش
120.	تلميذ	مدرسة مزودة بتدفئة مركزية و مياه ساخنة و أحواض سباحة
60	طفل	حضانة مزودة بتدفئة -مياه ساخنة ويقدم فيها طعام ساخن للأطفال
130	سرير	مدينة جامعية
60.	كرسي	مطعم درجة جيدة
>300	نزيل	فندق درجة ممتازة
60	سيارة	مغسل سيارات أتوماتيك مع إعادة استخدام المياه

↑↑

بالنسبة للمياه الصناعية فكميتها تتعلق بأمر كثيرة منها نظام العمل ضمن العمل ، التكنولوجيا المستخدمة والمواد الأولية المستخدمة لذلك يتم إعطاء قيم متفاوتة لكمية هذه المياه ويجب التعامل معها بحذر ، والجدول التالي يعطي قيم لبعض الصناعات :

جدول لقيم معدلات الصرف الصناعي لبعض المنشآت الصناعية:

معدل الصرف الصناعي	وحدة القياس	نوع الصناعة
		١- الصناعات الغذائية
١,٥-٨ م٣/طن	طن من الحبوب	- المطاحن
٤-١٤ م٣/طن	طن من الخضار والفواكه	- الكونسروة
٤-٦ م٣/طن	١٠٠٠ ال من الحليب	- معامل الألبان
٤-٥ ل/زوج	زوج	- معامل الأحذية
٤٠-٦٠ ل/يوم	موظف	- معامل الحديد ومعامل معالجة المعادن

أما المياه المنزلية الناتجة عن المنشآت الملحقة بالمصانع فتختلف حسب لخدمات المقدمة للعمال في المصنع ، فيما الجدول التالي يبين بعض القيم لهذه المياه :

عامل L/ d.	نوع التجهيزات
60-80	المعامل مزودة بمياه ساخنة محلياً
90-120	مياه ساخنة مركزية وأدواش
150-160	مياه ساخنة مركزية وأدواش وحمامات
170-200	مياه ساخنة مركزية وأدواش وحمامات+ مطابخ

بالنسبة للمياه المستهلكة في تربية المواشي والتي تظهر بشكل واضح في المناطق الزراعية فيمكن إعطاء الجدول التالي الذي يعطي قيم للمواشي والدواجن الأكثر شيوعاً في سوريا .علما انه لا تنتج مياه صرف صحي زراعي إلا من مراكز التربية المركزة للمواشي والتي تربي فيها المواشي حظائر نظامية تحوي شبكة صرف تنتهي في اغلب الاحيان بمحطة معالجة ومنها الى شبكة الصرف المركزية (ان وجدت) او يعاد استخدامها في الزراعة في موقع الحظائر .وبالتالي يفيد الجدول التالي في حساب الاستهلاك وبالتالي في حساب شبكة مياه الشرب ؟

جدول يعطي بعض معدلات الاستهلاك لبعض المواشي والطيور:

النوع	معدل الصرف اليومي
بقرة	٨٠-١٠٠ ل
حصان	٤٠-٦٠ ل
خاروف أو ماعز	١٠-٣٠ ل
دجاج	٢-٤ ل

مفهوم الشخص المكافئ: EGW أو EQP

الشخص المكافئ هو وحدة مقارنة (من حيث الكمية والنوعية) بين المياه المنزلية والصناعية ذات التلوث العضوي (وأيضاً الناتجة عن المنشآت الزراعية) كما يستخدم هذا المفهوم للمقارنة بين كمية المياه الناتجة عن الأبنية السكنية والناتجة عن المرافق العامة و الأبنية الملحقة بالمصانع) ،
نورد فيما يلي أمثلة لتوضيح هذا المفهوم :

١ - معمل الكونسروة (خضراوات و فواكه) ينتج يومياً ٦ طن ومعدل الصرف الصناعي للطن الواحد ٩ م٣ فتكون كمية المياه المصروفة يومياً هي ٥٤٠ م٣ / يوم :

فإذا كان معدل الصرف للشخص $100L/p.d$ فيكون :

$$\frac{54000}{100} = 540EGW \dots OR \dots 540EQP$$

فتكون الغزارة اليومية أو التصريف اليومي الناتج عن هذا المعمل مساوية من حيث الكمية للتصريف الناتج عن (540) شخص يومياً - بمعدل صرف مساوياً لـ $100 L /p.d$

- الشخص الواحد = الشخص المكافئ الواحد - EGW OR EQP

مثال آخر : مطعم يحوي ٢٠ كرسي ومعدل صرف الكرسي الواحد ٤٠ لتر فتكون الكمية المصروفة يومياً (d. كرسي / 40L) $\Rightarrow 40 \times 20 = 800 L/d$ وبالتالي يبلغ عدد الاشخاص المكافئة .

$$\frac{800}{100} = 8EGW \text{ أي ما ينتج عن هذا المطعم } = \text{ ما ينتج عن } 8 \text{ أشخاص فقط}$$

$$10.000 = 10.000 EGW \\ OR EQP$$

مثال ٣
١٠,٠٠٠ نسمة

تجمع يحوي

$$540 EGW OR EQP$$

معمل

الكونسروة

$$\text{المطعم} = 8 EGW$$

مطعم

$$10548 EGW OR EQP$$

بمعدل صرف

$$100L/EGW.d$$

لهذا المفهوم استخدام أوسع في مجال المقارنة النوعية بين المياه الصناعية (والمياه الناتجة عن المرافق الزراعية) مع المياه المنزلية (حيث نقيس ذلك منسوباً إلى الـ BOD للمياه المنزلية الملوثة عضوياً .

بالنسبة للصناعات الملوثة معدنياً فهناك مفهوم - قيمة التلوث - أو معامل التلوث .

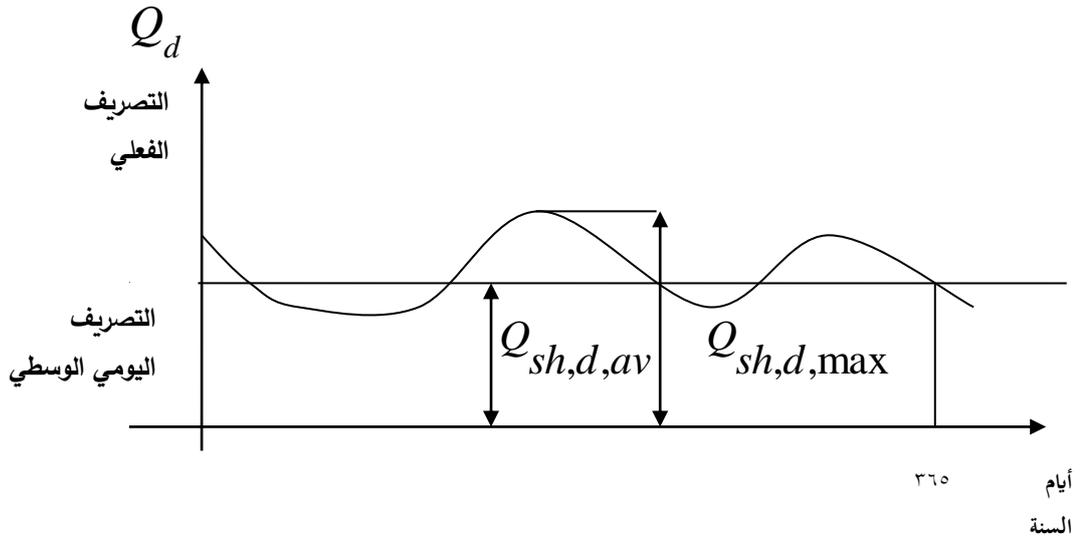
تغيرات كمية مياه الصرف الصحي :

كما ورد سابقاً فإن معدل الصرف يدل على متوسط ما يصرفه الفرد يومياً و ان التصريف اليومي الفعلي يزيد أو ينقص عن معدل الصرف اليومي . فاذا مثلنا على جملة احداثيات حيث محور السينات يمثل ايام السنة ومحور العيانات يمثل قيم التصريف اليومي الفعلي لحصلنا عل المنحني المبين بالشكل والذي يدل أن كمية مياه الصرف يخضع لتغيرات يومية. يمكن التعبير عنها بمعامل هو معامل عدم الانتظام اليومي (يسمى ايضا معامل الدروة اليومي هو :

$$\frac{Q_{sh,d,max} \text{ تصريف يومي أعظمي}}{Q_{sh,d,av} \text{ تصريف يومي وسطي}} = K_d$$

$$Q_{sh,d,av} = \frac{q \times p}{1000} \dots m^3/d$$

حيث :



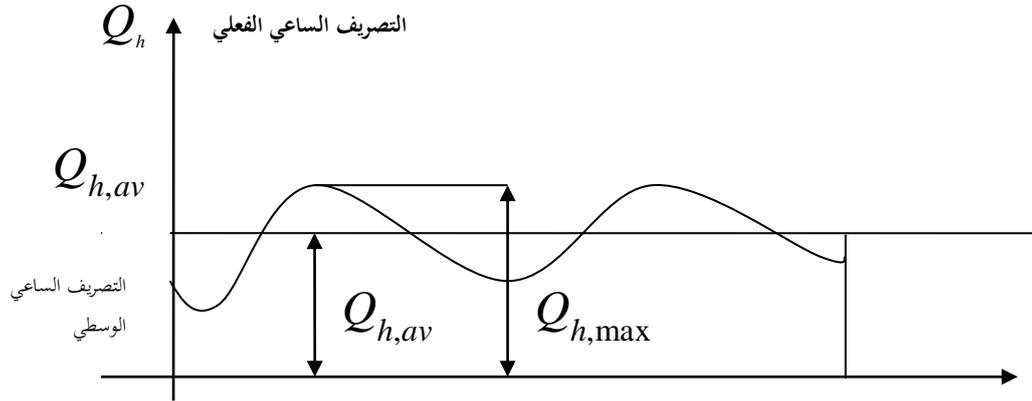
ان قيمة هذا المعامل يتبع طبيعة التجمع المدروس (سكنية ، سياحية ، صناعية)
 وطبيعة تغير النشاط الاقتصادي في التجمع وتغيرات درجة الحرارة وتتراوح
 قيمة kd ما بين (١,٣ - ١,٨) . بعض المراجع تسمي هذا الامل
 (معامل الدروة اليومي)

كما أن التصريف الساعي متغير خلال ساعات اليوم (أي أن التصريف يخضع
 لتغيرات ساعية) ويعبر عنها بعامل عدم الانتظام الساعي والذي يعرف كما يلي :

$$\frac{\text{تصريف ساعي أعظمي}}{\text{تصريف ساعي وسطي}} = K_h$$

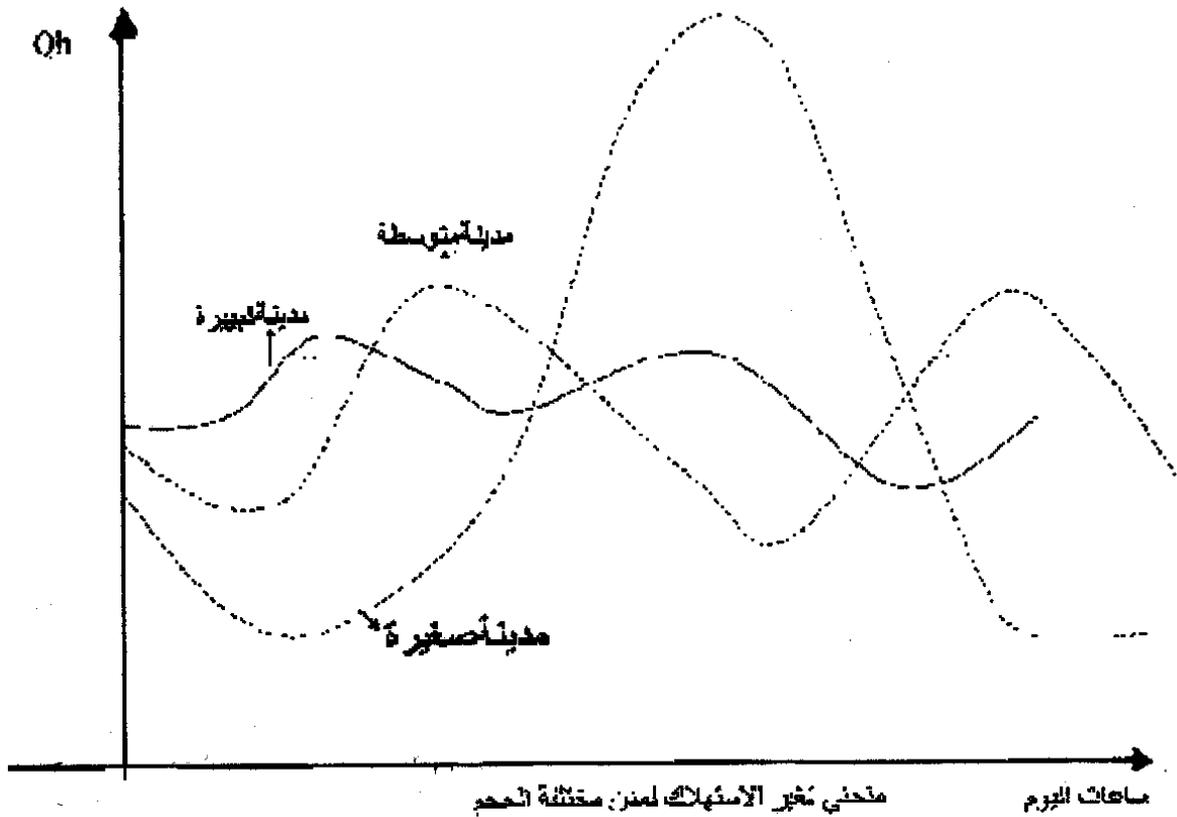
$$Q_{sh,h,av} = \frac{Q_{d,av}}{24} \dots m^3/h$$

حيث :



إن لشكل منحنى التغيرات الساعية للتصريف (وبالتالي قيمة معامل عدم الانتظام الساعي) علاقة مع عدد السكان وبالتالي حجم التجمع فكلما كان حجم التجمع كبير كلما كان عدم الانتظام أقل وقيمة معامل عدم الانتظام الساعي أصغر والسبب يعود الى تباين الفعاليات في المدينة كلما زاد حجمها .استنادا لما ذكر تتراوح قيمة المعمل (والذي يسمى في بعض المراجع معمل الذروة الساعي) ما بين (١,٢ - ١,٦)

الشكل المرفق يبين منحنى تغير التصريف لتجمعات مختلفة الحجم.



التصريف النوعي q_{sh} :

يعرف التصريف النوعي بأنه التصريف الناتج عن وحدة المساحة ويقدر
L/ sec.ha

ونميز بين تصريف نوعي وسطي ويحسب من العلاقة :

$$q_{sh,av} = \frac{q.k}{24.3600} = \dots l/sec.ha$$

حيث :

k : الكثافة السكانية وتقدر p/ha

والتصريف النوعي الأعظمي $q_{sh,max}$

حساب التصاريف (الغزارات) المنزلية التصميمية :

يتم حساب الغزارة المنزلية التصميمية

١- عن طريق معامل عدم الانتظام العام : (الطريقة الروسية)

$$Q_{sh,s,av} = Q_{sh,h,av} / 3.6 \dots l/sec$$

$$Q_{sh,design} = Q_{sh,av} \cdot Kg$$

حيث:

$$k_g = k_h \cdot k_d$$

حيث **Kg** معامل عدم الانتظام العام ويعرف بأنه نسبة التصريف الساعي الأعظمي بيوم التصريف الأعظمي إلى التصريف الساعي الوسطي بيوم التصريف الوسطي

كما تحسب الغزارة التصميمية بدلالة التصريف النوعي $Q_{sh,design} = q_{sh,av} \cdot kg \cdot F \cdot l / sec$

حيث **F** : المساحة الساكنة وتقدر بـ **ha**

$$q_{sh,max} = q_{sh,av} \cdot Kg \text{ و}$$

تعطى قيمة **Kg** من الجدول التالي (١) :

التصريف الوسطي $Q_{sh,av}$	٥	١٥	٣٠	٥٠	١٠٠	٢٠٠	٣٠٠	٥٠٠	٨٠٠	١٢٥٠
kg	٢,٢	١,٩	١,٨	١,٧	١,٦	١,٤	١,٣٥	١,٢	١,٢	١,١٥

أو تعطى قيمة معامل عدم الانتظام العام للصرف المنزلي العلاقة التجريبية التالية :

$$Kg = \frac{2.69}{Q_s^{0.121}}$$

- حساب الغزارة الاعظمية (الحسائية) لمياه المرافق العامة باستخدام المعامل **Kg** :

بالنسبة للمرافق العامة نميز بين المرافق العامة التي يتم الصرف فيها على مدار الـ ٢٤ ساعة (مشافي فنادق....مدينة جامعية ..) فان معامل عدم الانتظام العام بين (٢,٥ - ٣,٥).

اما المرافق العامة التي صرف المياه فيها يتم خلال ساعات محدودة ضمن اليوم الواحد (مثل المدارس وغيرها ..) فان قيمة معامل عدم الانتظام العام تتراوح حسب وظيفة المبنى وطبيعة استخدام التجهيزات الصحية ما بين ١,٥ - ٢,٥ .

- المنشآت الصناعية : تختلف قيمة معامل عدم الانتظام من منشأة الى اخرى حسب نوع الصناعة وحسب تكنولوجيا التصنيع وبالتالي حسب طريقة صرف هذه المياه .

طريقة العامل $(f_1 = .h/d)$ لحساب التصريف او الغزارة الحسبية المنزلية :

يتم حساب التصريف او الغزارة المنزلية وفق هذه الطريقة بالعلاقات التالية :

$$q_{sh,max} = \frac{Q_{d,av}}{f_1 \cdot 3,6} \dots L / sec.ha$$

$$Q_{sh,design} = \frac{q.k}{f_1 \cdot 3600} \cdot F \dots l / sec.$$

يؤخذ العامل (f_1) من الجدول التالي:

عدد السكان	أعظمي f1	وسطي نهاري f2	أدنى f3
>250,000	16	20	30
250.000- 50,000	14	18	٣٧

50000-10000	12	16	48
10000- 5000	10	14	84
<5000	8	12	قد لا يوجد جريان

- حساب الغزارة الاعظمية (الحسابية) لمياه المرافق العامة باستخدام
المعامل $f1$:

بالنسبة للمرافق العامة نميز بين المرافق العامة التي يتم الصرف فيها على مدار الـ ٢٤ ساعة (مشافي فنادق....مدينة جامعية ..) فان المعامل $f1$ يساوي ١٠ .

اما المرافق العامة التي صرف المياه فيها يتم خلال ساعات محدودة صمن اليوم الواحد (مثل المدارس وغيرها ..) فان قيمة المعامل $f1$ تتراوح حسب وظيفة المبنى وطبيعة استخدام التجهيزات الصحية وعدد ساعات التصريف ما بين (٤-٦) .

-المنشآت الصناعية : تختلف قيمة المعامل $f1$ من منشأة الى اخرى حسب نوع الصناعة وحسب تكنولوجيا التصنيع وبالتالي حسب طريقة صرف هذه المياه .

يتم حساب الغزارات المنزلية في نهاية الوصلات الحسابية ويتم تنظيم ذلك في جداول كما يلي :

جدول حساب الغزارات المنزلية باستخدام المعامل Kg والتصريف النوعي

ملاحظات	تصريف كلي		تصريف رافد أعظمي L/sec	تصريف حسابي ذاتي l/sec				Kg= $q = l / p.d$			المساحة ha			رقم المساحة		رقم الغرفة		رقم الوصلة
	باتجاه غرفة رقم	Q_t L/sec		مياه غريبة Q_f	مرافق عامة $Q_{gh, max}$	مياه صناعية $Q_{I, max}$	سكني $Q_{sh, max}$	تصريف نوعي أعظمي $q_{sh, max}$	تصريف نوعي وسطي $q_{sh, av}$	k	كلية	رافدة	ذاتية	رافدة	ذاتية	إلى	من	

نسبة المياه الغريبة تتبع:

$$Q_t = Q_{sh} + Q_I + Q_{gh} + Q_f$$

. وجود وصلات منزلية خاطئة

. مياه جوفية ذات منسوب مرتفع

. تشرب جزء من مياه شطف الشوارع أو مياه الأمطار الى الشبكة المنزلية عن طريق اغطية غرف التفتيش

$$Q_t = Q_s + Q_f$$

جدول حساب الغازات المنزلية باستخدام المعامل Kg وعدد السكان

ملاحظات	تصريف كلي		تصريف رافد أعظمي l/sec	تصريف أعظمي ذاتي l/sec				kg = q = l / p.d		رقم الغرفة		رقم الوصلة
	باتجاه غرفة	Qt L/sec		مياه غريبة Qf	مرافق عامة Qgh, max	مياه صناعية QI, max	سكني Qsh, max	التصريف الوسطي ذاتي l/sec Qsh, av	عدد السكان (p)	إلى	من	

$$Q_t = Q_{sh} + Q_I + Q_{gh} + Q_f$$

$$Q_t = Q_s + Q_f$$

نسبة المياه الغريبة تتبع:

. وجود وصلات منزلية خاطئة

. مياه جوفية ذات منسوب مرتفع

. تشرب جزء من مياه شطف الشوارع أو مياه الأمطار الى الشبكة المنزلية عن طريق أغطية غرف التفتيش

. تصريف مياه سطحية الى الشبكة المنزلية

جدول حساب الغزارات المنزلية باستخدام المعامل f1 والتصريف النوعي

ملاحظات	تصريف كلي		تصريف رافد أعظمي	تصريف أعظمي ذاتي l/ sec			$q = l / p.d$ f1		المساحة ha			رقم المساحة		رقم الغرفة		رقم الوصلة	
	باتجاه غرفة رقم	Q_t L/ sec		مياه غربية Q_f	مرافق عامة $Q_{gh, max}$	مياه صناعية $Q_{I, max}$	سكني $Q_{sh, max}$	تصريف نوعي أعظمي $q_{sh, max}$	k	كلية	رافدة	ذاتية	رافدة	ذاتية	إلى		من

نسبة المياه الغربية تتبع:

. وجود وصلات منزلية خاطئة

. مياه جوفية ذات منسوب مرتفع

. تشرب جزء من مياه شطف الشوارع أو مياه الأمطار الى الشبكة المنزلية عن طريق اغطية غرف التفتيش عن طريق اغطية غرف التفتيش

. تصريف مياه سطحية الى الشبكة المنزلية

$$Q_t = Q_{sh} + Q_I + Q_{gh} + Q_f$$

$$Q_t = Q_s + Q_f$$

جدول حساب الغزارات المنزلية باستخدام المعامل f_1 وعدد السكان P

ملاحظات	تصريف كلي		تصريف رافد أعظمي l/sec	تصريف أعظمي ذاتي f1 =				عدد السكان (P)	$q = l / p.d$	رقم الغرفة		رقم الوصلة
	باتجاه غرفة	Q_t L/sec		مياه غربية Q_f	مرافق عامة $Q_{gh, max}$	مياه صناعية $Q_{I, max}$	سكني $Q_{sh, max}$			إلى	من	

نسبة المياه الغربية تتبع:

$$Q_t = Q_{sh} + Q_I + Q_{gh} + Q_f$$

. وجود وصلات منزلية خاطئة

. مياه جوفية ذات منسوب مرتفع

. تشرب جزء من مياه شطف الشوارع أو مياه الأمطار الى الشبكة المنزلية عن طريق اغطية غرف التفتيش

$$Q_t = Q_s + Q_f$$

. تصريف مياه سطحية الى الشبكة المنزلية