جامعة حماه
كلية الهندسة المدنية

مقرر
الصرف الصحي
سنة رابعة
٢٠٢٠

الدكتور المهندس : محمود فطامة

أسس تصميم شبكات الصرف الصحي

عند البدء بالإعداد لدراسة شبكة صرف صحي خارجية لأي تجمع سكاني لابد من القيام بالحصول على معلومات تستند عليها الدراسة وهذه المعلومات قد تكون من مسؤولية الجهة صاحبة المشروع أو من مهام الدارس.

كل معلومة يتم اعتمادها في الدراسة إن لم تكون صحيحة قد تنعكس على صحة الدراسة وبالتالي على تنفيذ المشروع واستثماره:

هذه المعلومات الواجب جمعها هي:

١-١- المعلومات اللازمة قبل التخطيط :

عند دراسة أي مشروع صرف صحي لا بد من معرفة بعض المعلومات التي بدونها لا يمكن دراسة المشروع، منها :

١-١-١- معلومات مكانية :

توضع المخططات التنظيمية للمدن، والتجمعات السكنية، وكذلك للمنشآت الصناعية المختلفة لتحديد مستقبل تطور وتوسع هذه المدن و التجمعات.

والمخططات تنظم عادة بمقاييس 1/2000 إلى 1/5000 للمدن و القرى وبمقياس 1/500 إلى 1/1000 للمصانع، وتحمل على هذه المخططات خطوط التسوية بتباعد من (1-2متر) كما أنه من الضروري الحصول على مخطط عام للمنطقة بقطر يتراوح بين (25-30) كيلو متر تقع ضمنه المنطقة التي يتم دراسة مشروع الصرف لها، وتحمل على هذا المخطط كافة المعالم الطبيعية، وكافة المعالم الهندسية الاصطناعية ويكون هذا المخطط عادة بمقياس لا يزيد عن (1/25000) تقسم المساحة التي يشملها المخطط التنظيمي للمدينة إلى مجموعة من المناطق منها :

-المنطقة السكنية
-المنطقة الصناعية
-منطقة تخزين المواد الغذائية
-منطقة محطات ووسائل النقل الخارجي
-منطقة الخدمات الصحية المختلفة

كما أن دراسة أحواض التربة المختلفة و منسوب المياه الجوفية تعتبر من المعلومات الضرورية لتحديد أعماق مد الأنابيب، ونوعية الأساسات، واختيار مواد الأنابيب التي يمكن استعمالها.

يتم تجميع المعلومات المناخية من مصلحة الأرصاد الجوية، و تشمل هذه المعلومات على تسجيل لدرجات الحرارة الدنيا و العظمى على مدار السنة، واتجاه الرياح، وكذلك بيانات عن الهطول المطري ويتم أيضاً دراسة مصادر الطاقة الكهربائية وتوفرها وأسعارها وذلك لتتم المقارنات الاقتصادية.

١-١-٢- معلومات عن السكان :

إن الحصول على التعداد السكاني الحقيقي للمنطقة التي يراد إنشاء مشروع صرف صحي لعدد من السنين، يلزم معرفة عدد السكان الحالي لحساب عدد السكان المستقبلي وهناك عدة طرق لتقدير عدد السكان نذكر منها:

الطريقة الهندسية : حيث يتم حساب عدد السكان المستقبلي حتى نهاية الفترة التصميمية وذلك وفق العلاقة التالية :

$$P=P_0 \times (1+R)^n \qquad (١-١)$$

P : عدد السكان المستقبلي.

P_O : عدد السكان الحالي.

R : معدل تزايد السكان.

n : الفترة التصميمية للمشروع.

١-١-٣- معدل الصرف اليومي :

من معرفة موارد المياه في المدينة و مقدار استهلاك الماء العذب يمكن معرفة مقدار الصرف اليومي، إن مقدار الصرف الصحي هو بحدود (٥٠-٨٠ %) من استهلاك الماء الحلو، وذلك بسبب ضياع بعض المياه المستهلكة في سقاية الحدائق، وشطف الشوارع، ولكن في بعض الأحيان تصرف إلى الشبكة مياه ليس بالضرورة مصدرها الشبكة الحلوة، فقد تكون بعض الأبنية، أو المعامل مزودة بموارد مائية خاصة تدخل مياهها المصرفة إلى الشبكة، أو مياه الرشح، فإن معدل الصرف اليومي يتراوح في هذه الحالات بين (٧٠-٩٥%) من معدل الاستهلاك اليومي من مياه الشرب.

إن معدل الصرف اليومي يختلف حسب الموقع الجغرافي، ودرجة تزويد الأبنية بالتمديدات الصحية، وأسعار المياه، وعدد سكان المدينة، ومستوى الرفاهية للسكان.

إن عدم الانتظام في الاستهلاك يؤدي إلى عدم انتظام في الصرف الصحي بين فصل وآخر، وبين يوم و آخر، ولما كان على شبكة التصريف أن تمرر أكبر غزارة يصرفها السكان لذلك لا بد من إدخال ما يسمى معاملات عدم الانتظام في حساب الغزارات.

معامل عدم الانتظام اليومي يحسب من العالقة التالية :

$$K1= Q\ max(d) / Q\ mid\ (d) \qquad (٢-١)$$

Q max(d) : التدفق اليومي الأعظمي خلال السنة.

Q mid (d) : التدفق اليومي الوسطي خلال السنة .

يستخدم معامل عدم الانتظام اليومي لتقيم تذبذب المياه المعاشية المنصرفة من المدن ويساوي:

(١,١-١. ٣) حسب الظروف المكانية.

معامل عدم الانتظام الساعي يحسب من العلاقة التالية :

$$K2= q\ max(h) / q\ mid\ (h) \qquad (٣-١)$$

q max (h) : التدفققات الساعية الأعظمية في يوم ذو دفق أعظمي.

q mid (h) : التدفقات الساعية الوسطية في يوم ذو دفق أعظمي.

معامل عدم الانتظام العام الأعظمي يحسب من العلاقة التالية :

$$KGmax = K1 \times K2 = q\ max(h) / q\ mid\ (h)$$

بهذا يكون معامل عدم الانتظام الأعظمي هو النسبة بين التدفق الساعي الأعظمي في يوم دفق أعظمي إلى تدفق ساعي وسطي في يوم دفق وسطي، يستعمل معامل الانتظام العام بشكل واسع جداً لحساب تدفقات المياه المنزلية الآتية من المدن وقد أظهرت التجارب أن قيمته تتعلق بقيمة التدفق المنزلي الوسطي كما في الجدول (١-١) حيث يبين قيم معاملي عدم الانتظام الأعظمي و الأصغري حسب قيمة التدفق المنزلي الوسطي.

معامل عدم الانتظام العام الأصغري يحسب من العلاقة التالية :

$$KG\ min = q\ min(h) / q\ mid\ (h)$$

قيم معامل عدم الانتظام الأصغري مبينة في الجدول (١-١) وتستخدم لتحقيق الشبكات على التدفقات الأصغرية.

KG_{min}	KG_{max}	Q_{mid} L/Sec
0.38	2.5	5
0.45	2.1	10
0.5	1.9	20
0.55	1.7	50
0.59	1.6	100
0.62	1.55	300
0.66	1.5	500
0.69	1.47	1000
0.77	1.44	5000

جدول (١-١)

قيم معاملي عدم الانتظام الأعظمي و الأصغري حسب قيمة التدفق المنزلي الوسطي.

١-١-٤- مواصفات مياه المجاري المعاشية :

قبل إلقاء المياه الملوثة من مجاري المدينة ومن المعامل في الأنهار أو البحيرات يجب معالجة هذه المياه، ولاختيار نوع منشأة المعالجة وطريقة عملها ونموذج شبكة الصرف يجب دراسة تركيب وصفات المياه الملوثة التي ستتعرض لعملية المعالجة، وتقسم المواد المحمولة في المياه الملوثة المنزلية حسب حالتها الفيزيائية إلى ثلاثة أقسام وهي :

١- مواد صلبة غير منحلة.
٢- مواد غروية معلقة أقطارها من ٠.١ إلى ٠.٠٠١ ميكرون.
٣- مواد منحلة أقطار جزيئاتها أصغر من ٠.٠٠١ ميكرون.

المواد الصلبة المنحلة وغير المنحلة والمعلقة الغروية يمكن أن توجد في حالة طافية كالشحوم أو في حالة معلقة أو راسبة أو قابلة للترسيب.

تركيز المواد الصلبة في مياه المجاري يعتمد على مقدار الماء المصروف، فكلما كان كثيراً كان التركيز قليلاً.

١-٢- وثائق ومراحل تخطيط شبكة مجاري :

يتم عادة تخطيط شبكة المجاري إما على مرحلة واحدة أو على مرحلتين عندما يتم التخطيط على مرحلتين، يتم إنجاز التصميم و المخططات التقنية في البداية ثم إنجاز الرسومات العملية أما عندما يتم التخطيط على مرحلة واحدة فيتم إنجاز المخططات التقنية و العملية سوية. التخطيط على مرحلتين يتم فقط للمشاريع الضخمة أما عملياً فيتم التخطيط على مرحلة واحدة يجب أن تحوي المخططات التقنية و التقنية العلمية على المعلومات و المواد التالية :

معلومات عامة، موضوعة لإعداد المشروع وتخديمه و مكانه على حدة وأولوية الانجاز، الإعداد والتجهيزات اللازمة لما قبل المشروع، الإنجاز المبكر للمشروع. وثائق ومعطيات الانطلاق يجب أن تكون في أساس المشروع.

معطيات عن كمية وشكل مياه المجاري وكذلك عن محتوى الملوثات فيها وعن العلاقة بين استهلاك المياه و صرفها.

تقديم رسومات لأنظمة الصرف وأشكال شبكات المجاري ووصلاتها وإيضاح مكان توسيع محطتا الضخ، ومنشآت المعالجة وكذلك مكان إلقاء المياه المعالجة.

تقديم بيان بالحسابات الهيدروليكية للشبكة ورسم مقاطع طولية وإيضاحات للمجمعات و الأنابيب الرئيسية، السيفونات، العبارات وتبيان جيولوجية حوض الشبكة الساكب لمعرفة طبيعة التربة التي ستمدد بها الأنابيب ومستوى المياه الجوفية ونوع مادة صنع الأنابيب المطلوبة ومدى مقاومتها على الإهتراء والتآكل.

يتم توثيق الحل المقترح مع حساباته والمنشآت الملحقة بهذه الشبكة مع مواصفاتها وتجهيزاتها في إضبارة المشروع، كما يتم بيان معلومات عن تزويد المشروع بالطاقة الكهربائية والتحكم التقني وضبط الاعمال على منشآت نقل المجاري.تقديم المؤشرات والبراهين التقنية –الاقتصادية خلال الجداول والوثائق الهندسية اللازمة لذلك.

يجب أن تحوي إضبارة المشروع على الرسومات التالية :

-المخطط التنظيمي بمقياس 1/5000 – 1/25000.

-مخططات عقد منشآت المعالجة بمقياس 1/500-1/2000.

- رسومات ومخططات للمنشآت غير النموذجية بمقياس 1/200.

-مخطط شبكة المجاري لإيضاح حركة المياه.

-مخططات تكنولوجية لمنشآت المعالجة (عند اختيار حلول معقدة أو غير قياسية).

في تركيبة التصميم التقني العملي، عدا عن ما سبق تنجز الرسومات والمخططات العملية التالية :

-رسومات للمقاطع الطولية للأنابيب الرئيسية والمجمعات والسيفونات المعابر (العبارات)، وأنابيب مخارج المياه إلى الأحواض المائية ومقاطع طولية للأنابيب المضغوطة.

نماذج وأشكال شبكات الصرف الصحي وحساب التدفقات

٢-١- أنظمة شبكات المجاري و أشكالها :

يمكن تصنيف أنظمة شبكات الصرف الصحي في نظامين : شبكات صرف مشتركة وشبكات صرف منفصلة أو نصف منفصلة .

٢-١-١- شبكات الصرف المشتركة :

هي الشبكات التي تستقبل المياه المنزلية و الصناعية الملوثة بالإضافة إلى مياه الأمطار في شبكة واحدة، وتزود هذه الشبكات على خط التصريف الرئيسي لها بمجموعة من غرف التفتيش مزودة بهدارات جانبية لتصريف مياه الأمطار الغزيرة جداً، وذلك لتجنب الأبعاد الكبيرة للمجمع الرئيسي.

تستعمل هذه الشبكات في الأحوال التالية :

١- إذا كان سقوط الأمطار نادراً

٢- إذا كانت الأرض منبسطة مما يضطرنا لوضع شبكة الصرف بميول أصغريه ينتج عنها ترسب للمواد العالقة.

٣- إذا كانت مياه المجاري مركزة ويلزم تخفيفها وتنظيف الأنابيب بزيادة التدفقات، ولهذا السبب ولغيره من الأسباب وهي موضحة على الشكل (١-٢-٢).

٢-١-٢- شبكات الصرف المنفصلة و النصف المنفصلة :

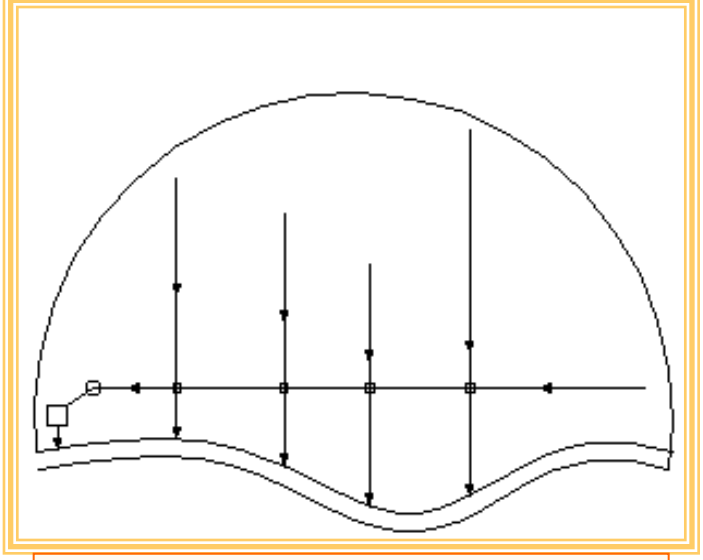
تستقبل شبكات الصرف المنفصلة مياه الأمطار في مجاري خاصة، والمياه المستعملة المنزلية و الصناعية في مجاري أخرى، حيث تؤخذ مياه المجاري المنزلية و الصناعية إلى منشآت المعالجة، ومياه الأمطار إلى أقرب نهر مجاور، كما هو موضح في الشكل (٢-٢-٢)

الشبكات النصف المنفصلة تستقبل المياه المنزلية و الصناعية الملوثة في مجاري خاصة و مياه الأمطار في مجار أخرى، على أن تعمل مياه المجاري المنزلية بشكل أخفض من شبكة الأمطار، حيث تلتقي الشبكتان في غرف تجهيز مجهزة بهدارات للتخلص من مياه الأمطار الغزيرة، وهي موضحة على الشكل (٣-٢-٢).

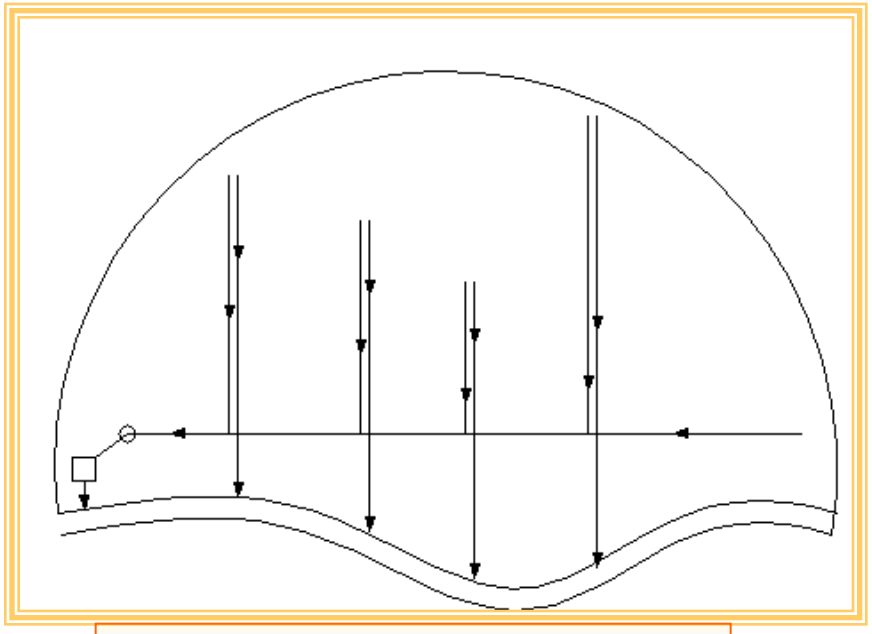
تستعمل الشبكات المنفصلة أو النصف منفصلة في الأحوال التالية :

١- إذا كانت البلدة مجاورة لمكان يسهل فيه التخلص من مياه الأمطار مباشرة كوجود نهر دون تعريضها للمعالجة.

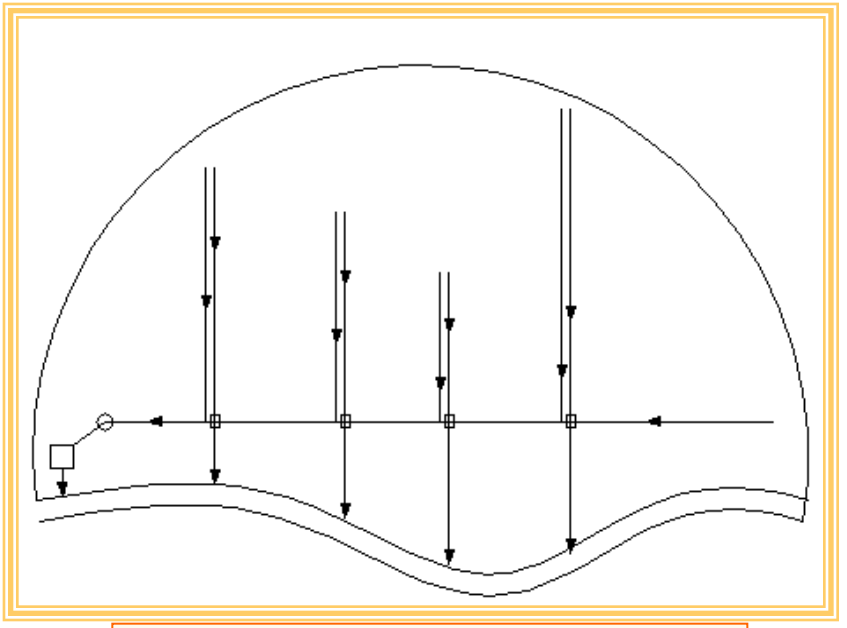
٢- إذا كانت مياه المجاري خفيفة التركيز.



الشكل (١-٢-٢)



الشكل (٢-٢-٢)



الشكل (٣-٢-٢)

٢-٢- أشكال شبكات الصرف :

يتحدد شكل شبكة الصرف بالظروف الطبوغرافية للمدينة، وللمكان المحدد لمنشأة المعالجة ولنقطة تصريف المياه بعد المعالجة وبشكل عام يمكن أن نميز خمسة أشكال لشبكات الصرف الصحي هي:

أ-الشكل العامودي : يستعمل هذا الشكل في حالة الاستغناء عن منشأة المعالجة أو في حالة شبكات مياه الأمطار فقط.

ب-الشكل المعترض : ينفذ في هذا الشكل مصرف رئيسي معترض لاستقبال المياه المستخدمة من المصارف الفرعية لنقلها إلى محطة المعالجة.

ت-الشكل القطاعي : ينفذ هذا الشكل في المدن ذات الاختلاف الواضح في مناسيب بناء الأحياء فيها، ويعمل لكل قطاع مصرف رئيسي خاص به.

د- الشكل الشعاعي : تتجه مياه المجاري من مركز المدينة إلى محيطها وتحتاج في هذه الحالة إلى عدد من محطات المعالجة.

و- الشكل المروحي (المتوازي) : تكون مجمعات الأحواض الساكبة متوازية ومجمع رئيسي يقطع كل المجمعات ليأخذ مياه المجاري إلى محطة معالجة.

تنفذ هذه الحالة عندما يكون الانحدار شديد باتجاه الوادي، وهذه الشبكة تسمح بإلغاء السرع المتوقعة التي يمكن أن تحدث في المجمعات الفرعية.

٢-٣- التقييم الاقتصادي _ التقني لأنظمة الصرف الصحي المعاشي :

إن اختيار أحد أنواع نماذج شبكات التصريف يشكل موضوعاً ذو أهمية كبيرة لما لشبكة المجاري من تكلفة كبيرة، ومن الناحية الصحية التقنية تشكل شبكة الصرف نصف المنفصلة أفضل الحلول، إذا تؤخذ فيها المياه المستعملة وجزء من مياه الأمطار الشديدة التلوث إلى المعالجة، أما الأمطار الغزيرة القليلة التلوث فتؤخذ إلى أقرب مصرف، ولكن من الناحية الاقتصادية يشكل هذا الحل أقل الحلول اقتصاديا لأن إنشاء شبكة المياه المالحة بشكل أخفض من شبكة مياه الأمطار يؤدي إلى حفريات كبيرة، بالإضافة إلى ضرورة إنشاء غرف التفتيش المجهزة بهدارات جانبية، وإلى إنشاء محطة المعالجة لكي تستوعب بعض مياه الأمطار بالإضافة إلى مياه المجاري المنزلية مما يؤدي إلى كبر حجمها.

تشكل شبكة الصرف المشتركة من الناحية الصحية حلا معقولاً ولكن من مساوئ هذا الحل الاقتصادي ضخامة حجم المنشآت المعالجة و الأقطار الكبيرة المطلوب رفعها في محطات الضخ وضرورة إنشاء غرف تفتيش مجهزة بهدارات لتصريف مياه الفيضانات.

من ناحية أخرى تشكل شبكات الصرف المنفصلة حلا معقولاً من الناحية الصحية والاقتصادية بسبب صغر حجوم منشآت الضخ و المعالجة اللازمة وعدم الاحتياج إلى غرف التفتيش المجهزة بهدارات على المصرف الرئيسي.

حساب تدفقات الصرف الصحي

٢-٤ - حساب التدفقات التصميمية

٢-٤-١ - التدفقات الوسطية والحسابية المعاشية :

عند حساب التدفقات يجب أن نحسب التدفقات الأكثر احتمالا والتي تدعى بالتدفقات الحسابية و التي تصل إلى منشآت الصرف الصحي، فلحساب منشآت نقل مياه المجاري يلزم حساب التدفقات الوسطية الأعظمية اليومية و الساعية، والثانية، وعند إنجاز الحسابات التقنية لبعض وحدات منشآت المعالجة يلزم تحديد التدفقات الاصغرية أيضاً اليومية وفي الوردية و التدفقات الساعية.

تدفقات المياه المعاشية الحسابية من الهدف وتقع ضمن العلاقات التالية :

$$Q_{mid}(d) = N \times q / 1000 \quad m^3/d$$

$$Q_{max}(d) = (N \times q / 1000) \times K1 \quad m^3/d$$

$$q_{mid}(h) = Q_{mid}(d) / 24 \quad m^3/d$$

$$q_{max}(h) = q_{mid}(h) \times K2 \quad m^3/d$$

$$q_{mid}(s) = (N \times q) / (24 \times 3600) \quad L/Sec$$

$$q_{max}(s) = q_{mid}(s) \times K_{Gmax} \quad m^3/d$$

حيث:

q : معدل الصرف للمياه المنزلية للشخص الواحد. N : عدد السكان .

أحياناً من المفضل حساب التدفق الثاني الأعظمي بالعلاقة :

$$qmax(s) = q_0 \times F \times K_{Gmax}$$

حيث :

F : مساحة المنطقة المأهولة بـ ha أو المساحة الكلية على الفرع.

q_0 :معامل الجريان- التدفق من واحدة المساحة المأهولة يقدر بـ (L/Sec x hac) ويحدد بالعلاقة التالية :

$$q_0 = p \times q / (24 \times 3600)$$

حيث :

p : كثافة السكان per /hac ، q : الصرف النوعي L / d.

يحسب التدفق المطري بعد معرفة شدة العاصفة المطرية و التي تحسب من العلاقة:

$$q = \frac{A}{t_r^n}$$

(**tr**) زمن تركيز العاصفة(دقيقة)، **A, n** ثوابت تتعلق بالعواصف المطرية للمكان المدروس.
وبعد حساب شدة العاصفة المطرية يحسب التدفق المطري من العلاقة :

$$Q_r = C_{mid} \times A \times q$$

حيث:

A : مجموع المساحات التي تصل الوصلة مقدرة بالهكتار.

Cmid : معامل الجريان السطحي الوسطي يحسب من العلاقة التالية :

$$C_{mid} = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + ... + C_nA_n}{A_1 + A_2 + ... + A_n}$$

بعد حساب تدفق المياه المطري و المعاشي يتم تصميم الوصلات و حسابها حساباً هيدروليكياً

التصميم الهيدروليكي لشبكات الصرف الصحي

٣-١ : خصائص جريان المياه في شبكات الصرف الصحي

إن كمّية المواد الصلبة غير المنحلّة في مياه المجاري المنزليّة تعادل (65gr/p/day) وهذه المواد قابلة للترسيب في قاع الأنابيب مما يؤدي إلى انسدادها أو إعاقة الجريانات، لذلك يجب اختيار سرع مناسبة للجريانات ضمن الأنابيب بحيث تحمل هذه المواد مع التيار المائي.

تحوي المواد المترسّبة في الأنابيب على نسبة (3 – 8 %) من حجمها على رواسب عضويّة أبعادها أكبر من (1mm) ،وعلى نسبة (92 – 97 %) رواسب معدنيّة أبعادها وسطيا حوالي 1mm بما فيها (75 %) بأبعاد أقل من (0.5 mm)، وتشكّل الرمال نسبة كبيرة تصل إلى (90 %) من نسبة الرواسب. الوزن الحجمي للرواسب المرصوصة حوالي (1.61t/m3) وللرواسب غير المرصوصة حوالي (1.4t/m3).

إن العناصر الرئيسة للجريان هي:

التدفّق **Q**، السرعة الوسطيّة للتيّار **V**، المقطع المائي **W**، نصف القطر الهيدروليكي **R**، الميل الهيدروليكي **J**، خشونة سطوح القساطل الداخليّة **n**.

يمكن أن يكون جريان المياه الملوّثة منتظما وغير منتظم وفي حال الجريان المنتظم تكون السرعة الوسطى للتيّار ثابتة ويتحقّق ذلك في الحالات التالية:

أ-عندما تتساوى قيم التدفّق والمقطع المائي والميل الهيدروليكي في بداية المقطع وفي نهايته كما في الشكل (٣-١).

ب-عندما تكون خشونة الأنابيب واحدة على طول المجرى.

ت-عندما لا تكون هناك مقاومات موضعيّة للجريان.

أما في حالة الجريان غير المنتظم فإنّ سرعة الجريان الوسطى تتغيّر من مقطع لآخر بالرغم من تساوي المقاطع المائيّة ويتم ذلك بسبب عدم توفّر الشروط المذكورة أعلاه للجريان المنتظم.

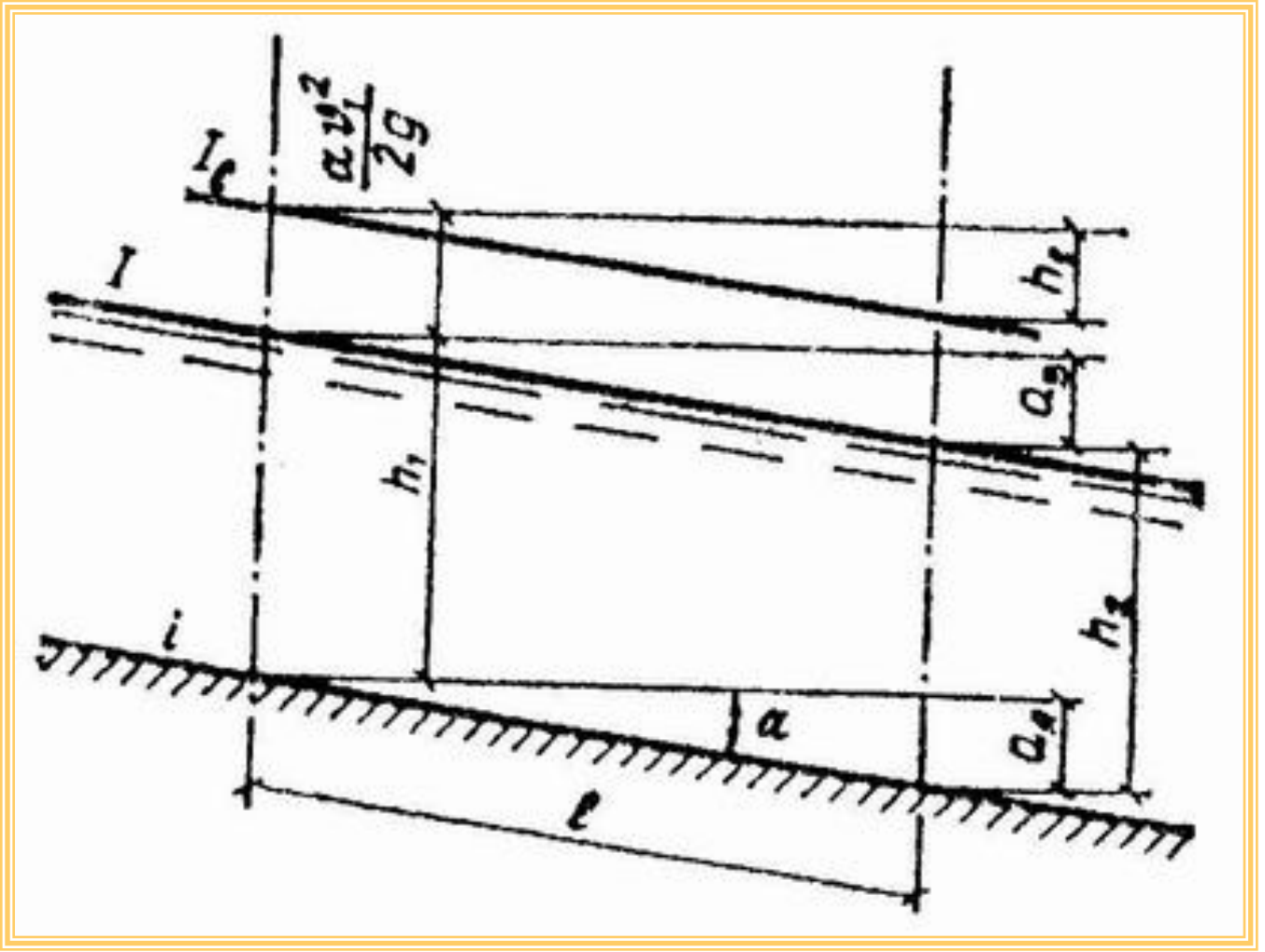
$W_{1=}W_2$ =ثابت

$q_{1=}q_2$ = ثابت

$V_{1=}V_2$ = ثابت

J = i = ثابت

n = ثابت



الشكل (٣ . ١)

إن أسباب عدم انتظام الجريان يعود لمجموعة أسباب نذكر منها: المقاومات الموضعيّة عند تغيّر الاتجاهات في الوصلات الجانبيّة، في قاع غرف التفتيش، في أمكنة تغيّر ميول الأنابيب، في حال وجود هبوط في مستويات الماء في أمكنة تغيّر أقطار الأنابيب. هذه الأسباب تؤدّي إلى: تشكيل عتبات تسبّب نقصا في السرعة وترسيباً للمواد العالقة. ونظرا لصعوبة حساب شبكات الصرف الصحي بقوانين الجريان غير المنتظم فان ذلك بسبب تباين تركيب هذه المياه واختلاف نظام تدفّقها، لذا فانّ الحساب الهيدروليكي يتمّ حسب قوانين الجريان المنتظم.

مبادئ حساب شبكات الصرف الصحي هيدروليكياً

٣-٢- مبادئ حساب الجريانات الحرّة الهيدروليكية:

كما مرّ سابقا يتم حساب شبكات المجاري على أنّ الجريانات فيها منتظمة وعند هذا النوع من الجريان نستخدم العلاقات التالية:

للأنابيب الحرة والمضغوطة

$$Q = \omega \times v \qquad (٣-١)$$

شـيزي

$$v = C\sqrt{R \times J} \qquad (٣-٢)$$

حيث: Q : التدفّق الحسابي.

V : السرعة ω: مساحة المقطع الحي. R : نصف القطر المائي:

$$R = \frac{\omega}{X}$$

X : المحيط المبلول J : الميل الهيدروليكي ويعطى بالعلاقة التالية:

$$J = \frac{Hvp}{L}$$

Hvp : فاقد الضغط على طول الأنبوب L

C : معامل شيزي وواحدته: $L^{0,5} \times T^{-1}$

في الجريانات المنتظمة ((الشكل ١-٣)).

$J = I = \sin \alpha$ ميل الأنبوب ، $hI = hII$

وبالتالي يمكن أن نكتب :

$$v = C\sqrt{R \times J} \qquad (٣-٣)$$

$$Q = \omega \times C\sqrt{R.I} \qquad (٣-٤)$$

كثير من العلماء بحثوا في إيجاد علاقات مبسطة لحساب معامل شيزي C، ومن أشهر هذه العلاقات علاقة بافلوفسكي للأنابيب والأقنية : وذلك عندما $0.1 < R < 3,0\ m$

$$C = \frac{1}{n} R^{y} \qquad (٣-٥)$$

حيث: y أس يحدّد بالعلاقة:

$$y = 2.5\sqrt{n} - 0.13 - 0.75\sqrt{R}\left(\sqrt{n} - 0.1\right) \qquad (٣-٦)$$

وتم تسهيل هذه العلاقة بشكل تقريبي كما يلي

$$\mathbf{0,1 < R < 1.0\ m \Rightarrow y \approx 1.5\sqrt{n}}$$

$$\mathbf{1 < R < 3.0\ m \Rightarrow y \approx 1.3\sqrt{n}}$$

تم الحصول على العلاقة (٣-٥) من معالجة معطيات كثيرة وتدقيق علاقة مانينغ

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} \qquad (٣-٧)$$

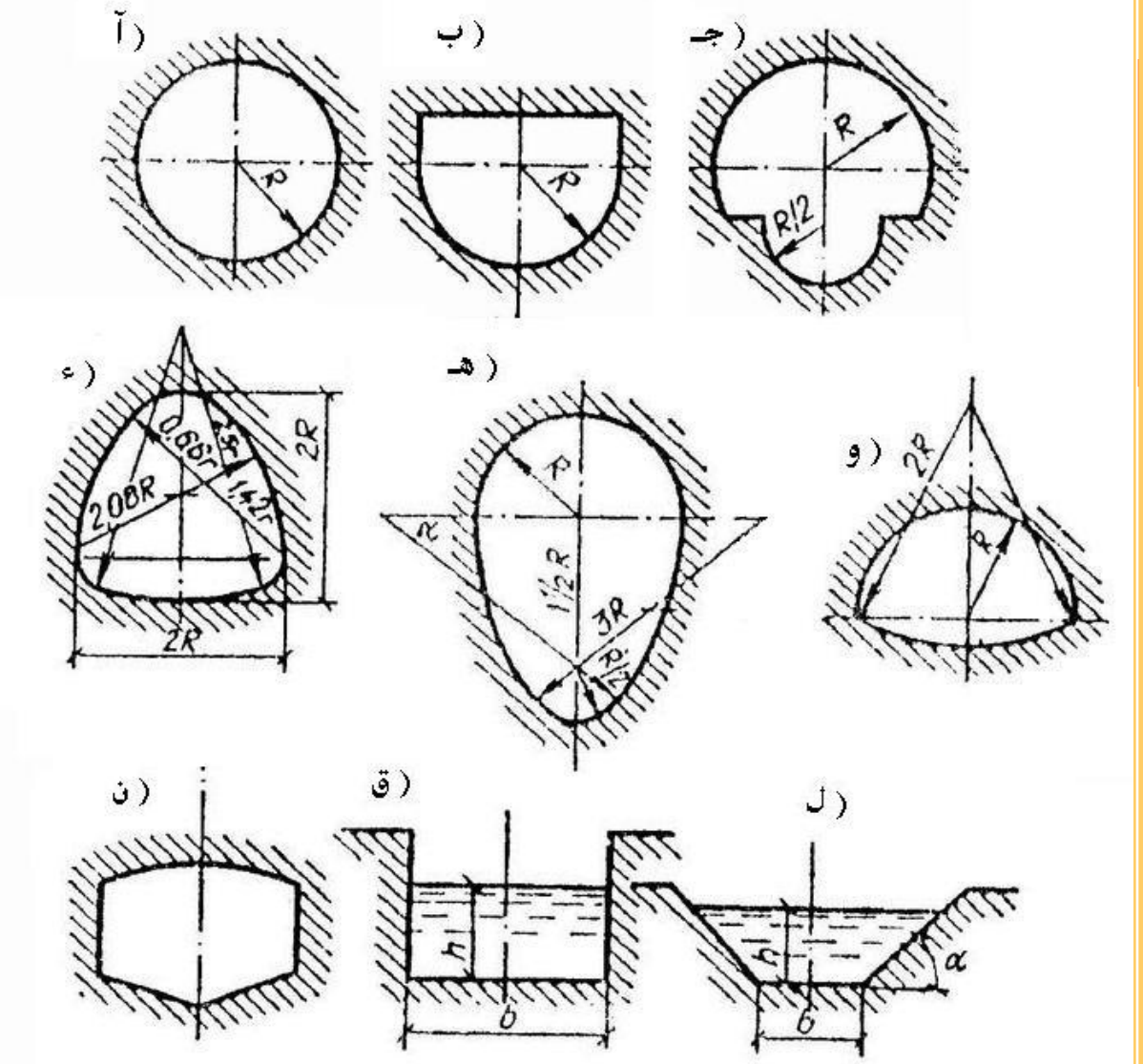
حيث n: ثابت مانينغ وتتوقّف قيمته على مادّة صنع الأنابيب ويبيّن الجدول التالي قيم ثابت مانينغ لبعض المواد:

مادة الأنابيب والأقنية	ثابت الخشونة لمانينغ n
الأنابيب الخزفيّة	0.013
أنابيب بولي إيثيلين	0.008
الأنابيب الإسمنتية	0.012
أنابيب البيتون العادي والمسلح	0.014
أنابيب حديد الصب	0.013
أنابيب الفولاذ	0.012
أقنية بيتونية مغطاة بطبقة إسمنتية	0.012
أقنية ترابية مبطنة بالحجارة والمونة الإسمنتية	0.017

جدول (١-٣)

٣-٣: أنواع مقاطع المجاري:

توجد أشكال متعددة لمقاطع المجاري كما هو واضح على الرسم



دائري
ب- نصف دائري
جـ - نعل فرس
ء- خيمي (بشكل خيمة)
هـ- بيضوي
و- ميزابي (فموي)
ن- خماسي الزوايا
ق- مستطيل
ل- شبه منحرف

شكل(٣-٢) أشكال المقاطع العرضية لبعض الأنابيب

● المقطع الدائري: يعدّ المقطع الدائري من أكثر المقاطع متانة وبساطة في التنفيذ وتشكّل المقاطع الدائريّة نسبة 90% من شبكات التصريف في العالم وتنفّذ هذه المقاطع بأقطار أصغرية مقدارها في الجدول التالي:

نوع المصرف	شبكة تصريف منفصلة مطريّة mm	شبكة تصريف منفصلة ((منزلية+صناعية)) mm	شبكة تصريف مشتركة ((مطرية+منزلية)) mm
وصلة من بناء إلى الشارع	–	125	–
مصرف في شارع فرعي	200-300	150	200-300
مصرف في الشارع	200-300	150-200	200-250
الوصلات من البالوعات المطرية في الشوارع إلى أنبوب التصريف	200-250	–	200-250

الجدول (٢-٣) الأقطار الأصغرية للأنابيب الدائرية المنفذة حسب نموذج الشبكة

ويعطى ارتفاع الماء الأعظمي (نسبة الامتلاء) في هذه الأنابيب حسب الأقطار ونموذج الشبكة في الجدول التالي :

جدول (٣-٣)

نوع الشبكة	قيمة h/d (نسبة الامتلاء) حسب الأقطار مقدّرة بـ mm			
	100-300	350-450	500-900	>900
شبكة منفصلة لمياه المنازل	0. 6	0. 7	0. 75	0. 8
شبكة مشتركة وشبكة منفصلة لميـاه الأمطار	1	1	1	1

- **المقطع البيضوي:** ويستعمل هذا المقطع في الشبكات المشتركة عندما يكون التدفّق المطري الأعظمي أكبر بكثير من التدفّق الجاف الأصغري، وهناك بعض المقاطع الأقلّ استعمالاً كما هو مبيّن في الشكل(٣-٢). كالمقطع الذي يكون على شكل نعل الفرس، أو مستطيل، أو شبه منحرف، أو غيرها.....

إن الجدول التالي (٤-٣) يعطي مساحة المقطع المائي ω ونصف القطر الهيدروليكي R لكل من المقطع الدائري والبيضوي والمقطع المختلط مبينة في الشكل (٢-٣) وذلك في حالة نسب مختلفة لارتفاع الماء في المقطع h إلى الارتفاع الكلي H للمقطع.

جدول (٤-٣) المقطع المائي ونصف القطر الهيدروليكي لبعض مقاطع الأنابيب

قيمة نصف القطر الهيدروليكي R			قيمة المقطع ω بدلالة r, d			h / H
مختلط(فموي)	بيضوي	دائري	المختلط(الميزابي)	المقطع البيضوي	**المقطع الدائري**	
0. 0833r	0. 1693 r_1	**0. 0635d**	0. 1193r^2	0. 1987 r_1^2	**0. 0405d^2**	0. 1
0. 3789 r	0. 5384 r_1	**0. 2500d**	1. 0776 r^2	2. 0377 r_1^2	**0. 3927 d^2**	0. 5
0. 4500 r	0. 6775 r_1	**0. 3042d**	1. 7017 r^2	3. 8015 r_1^2	**0. 6730 d^2**	0. 8
0. 3692 r	0. 5794 r_1	**0. 2500d**	1. 9332 r^2	4. 5941 r_1^2	**0. 7854 d^2**	1

٣-٤ الحلّ الهيدروليكي للجريانات الحرّة:

حلّ المسائل الهندسيّة لحساب الأبعاد الهيدروليكيّة والهندسيّة للجريانات الحرّة في الأنابيب بالعلاقات السابقة معقد نسبياً ولتسهيل الحلّ للجريانات الحرّة فإن كثيراً من علماء الهيدروليك بحثوا في ذلك ووضعوا لنا المخطّطات والجداول المستنتجة من العلاقات السابقة.

يمكن حلّ شبكات المجاري هيدروليكياً بهذه الأبعاد الإستنتاجيّة التي وضعها العالم باخمتيف باستخدام معامل للتدفّق وآخر للسرعة كمايلي:

علاقة شيزي (٢-٣) يمكن أن تكتب بالشكل التالي:

$$v = \omega\sqrt{i} \qquad (٣-٨)$$

حيث: W: ω معامل السرعة وتساوي السرعة عند ميل يساوي الواحد.

والعلاقة (٤-٣) يمكن أن تكتب

$$\omega = C\sqrt{R} \qquad (٣-٩)$$

$$q = k\sqrt{i} \qquad (٣-١٠)$$

حيث: **K**: معامل التدفّق وهو يساوي التدفّق عند ميل يساوي الواحد ويساوي:

$$K = \omega.C.\sqrt{R} = \omega.W \qquad (٣-١١)$$

W: مساحة المقطع الحي **R**: نصف القطر الهيدروليكي ويتعلّق بقطر الأنبوب ونسبة الامتلاء جدول (٤-٣). معامل السرعة **W** ومعامل التدفق **K** لأنابيب مصنعة من مادة محدودة (مع قيمة لـ **n** محدودة) يتعلقان فقط بقطر الأنبوب ونسبة الامتلاء.

العلاقتان (٨–٣) و (١٠–٣) يمكن أن تكتب بالشكل التالي

$$v = B.W_{\pi}\sqrt{i} \qquad (12\text{-}3)$$

$$Q = A.K_{\pi}\sqrt{i} \qquad (13\text{-}3)$$

حيث: Wπ : Kπ: معاملي السرعة والتدفّق على التوالي عند نسبة امتلاء تساوي الواحد، وهي تتعلّق بقطر الأنبوب ومادّة صنع الأنبوب ((n معامل الخشونة))، للأنابيب الدائرية قيمة المعاملات Wπ،Kπ وضعت في الجدول (٥–٣) حُسب هذا الجدول على مايلي:

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4} \qquad C = \frac{1}{0.014}\left(\frac{d}{4}\right)^{\frac{1}{6}} \qquad R = \frac{D}{4}$$

وعند قيمة ثابتة لـ (n=0. 014) و

ولكن

$$\omega_{\pi}\sqrt{i} = v\pi \qquad (14\text{-}3)$$

$$k_{\pi}\sqrt{i} = q_{\pi} \qquad (15\text{-}3)$$

حيث vπ, qπ السرعة والتدفق عند مقطع مليء، والمعادلتان (١٢–٣) و (١٣–٣) تصبحان :

$$v = B\, v_{\pi} \Rightarrow B = \frac{v}{v_{\pi}}$$ (16-3)

$$q = A\, q_{\pi} \Rightarrow A = \frac{q}{q_{\pi}}$$ (17-3)

وتعتبر هذه النسب عبارة عن العلاقة بين السرعة في أنبوب ذو امتلاء جزئي وآخر كامل الامتلاء والعلاقة بين التدفّق في حالة مقطع مليء وآخر جزئي.

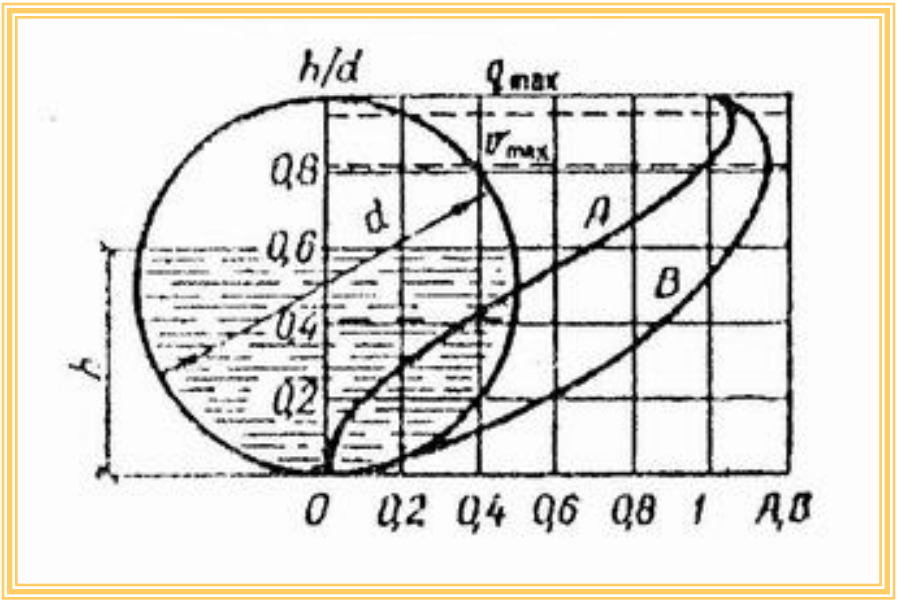
جدول ٥-٣ قيمة معامل التدفق *l/s* والسرعة m/s للأنابيب الدائرية n=0. 014 بمقطع مليء

W_{π}	K_{π}	d	W_{π}	K_{π}	d	W_{π}	K_{π}	d
35. 8	55100	**1400**	15. 6	1954	**400**	3. 9	7. 61	**50**
37. 6	66400	**1500**	16. 9	2680	**450**	5. 1	22. 5	**75**
39. 0	77891	**1600**	18. 1	3546	**500**	6. 2	48. 4	**100**
45. 4	142340	**2000**	20. 4	5766	**600**	7. 2	88. 3	**125**
51. 0	230410	**2400**	22. 6	8698	**700**	8. 1	143. 0	**150**
52. 4	257620	**2500**	24. 6	12406	**800**	9. 8	308	**200**
59. 1	417390	**3000**	26. 8	16998	**900**	11. 4	558	**250**
64. 0	580840	**3400**	28. 6	22440	**1000**	12. 9	908	**300**
71. 4	897161	**4000**	32. 4	36560	**1200**	14. 2	1369	**350**

من التحليل السابق للعلاقات واضح أن الكمية **A,B** تتعلق فقط بنسبة الامتلاء كما في الجدول (٦-٣) والشكل (٣-٣)

جدول ٦-٣ قيمة A و B بالنسبة لـ h/d

0. 50	0. 45	0. 4	0. 35	0. 3	0. 25	0. 2	0. 15	0. 1	0. 05	h/d
0. 5	0. 42	0. 34	0. 27	0. 2	0. 14	0. 090	0. 052	0. 023	0. 005	A
1. 00	0. 954	0. 9	0. 84	0. 77	0. 702	0. 617	0. 517	0. 40	0. 27	B
1. 00	**0. 95**	**0. 90**	**0. 85**	-	**0. 75**	**0. 70**	**0. 65**	**0. 60**	**0. 55**	**h/d**
1. 00	1. 05	1. 04	0. 99	-	0. 90	0. 83	0. 75	0. 66	0. 58	A
1. 00	1. 09	1. 13	1. 137	-	1. 135	1. 12	1. 10	1. 07	1. 05	B



الشكل ٣-٣ علاقة القياسات A و B بالنسبة h/d في الأنابيب الدائرية

إن استخدام القياسات المستنتجة Wπ : Kπ (الموجودة في الجدول (٣-٥)) و القياسات A و B الموجودة في الجدول (٣-٦) والشكل (٣-٣) يسهل حساب الأنابيب الدائرية ذات الجريانات الحرة وطرق الحل مشروحة في المراجع الهيدروليكية وسنعرض هنا لأشهرها

مسألة تحديد القطر d لإمرار تدفق معلوم Q وميل معلوم i يتم حلها بأن نأخذ A=1 وبالعلاقة (٣-١٣) نحدده

$$K'_{\pi} = q / \left(1.\sqrt{i}\right)$$

من الجدول(٣-٥) بالقرب من المعامل الأكبر نأخذ القطر (d) وعليه نأخذ Kπ المقابلة ونحدد القياس A من العلاقة (٣-١٣) :

$$A = q / \left(K'' \sqrt{i}\right)$$

من الجدول (٣-٦) أو الشكل (٣-٣) نحدد نسبة الامتلاء h/d وإذا كانت لا توافق الأنظمة عندها نعيد اختيار d والحل، وبعد اختيار d الصحيحة و h/d من الجدولين (٣-٥) و (٣-٦) نحدد قيمة B و Wπ وبعدها بالعلاقة (٣-١٢) نحسب السرعة

$$v = B\omega_K \sqrt{i}$$

رغم تبسيط الحل عن المعادلات الهيدروليكية إلا أن الحساب يبقى طويلا لذلك نلجأ إلى العلاقتين (٣-٨) و (٣-١٠) اللتين تحتاجان فقط إلى جداول لتعين قيمتي K و W لنسب امتلاء مختلفة ولأقطار مختلفة وأشكال مختلفة وهي مبينة في الجدول(٣-٧) للأنابيب عندما(n=0014)، (٣-٨) للأقنية ذات المقطع المستطيل (n=0. 014)، و (٣-٩) للأقنية ذات المقطع شبه منحرف وm=1، (٣-١٠) للأقنية ذات الشكل شبه المنحرف و m=1. 5 و n=0. 014.

يلاحظ في التصحيح ألا تقل السرعة عن 60cm/sec في أنابيب التصريف عندما يكون التدفق في الأنبوب مساويا التدفق الوسطي في اليوم. بينما في حالة أقصى تدفق طقس جاف فيجب ألا تقل السرعة عن 75cm/sec وفي حالة أدنى تدفق طقس جاف يسمح بهبوط السرعة إلى اقل من ذلك على أن لا تقل عن 40cm/sec وذلك لأن المياه تكون خالية نسبيا من المواد العالقة والمترسبة نظرا لأن هذا التدفق يحدث عادة في ساعات الليل حيث يكون مصدر اغلب المياه في الأنبوب هو مياه الرشح. ويجب أن لا تزيد سرعة المياه في حالة تدفق الطقس الرطب الأعظمي عن السرعة المتلفة لمادة الأنبوب وتتوقف قيمة هذه السرعة على مادة الأنبوب ذاتها ويجب أن لا تزيد في كل الأحوال عن 3-3.5m/sec. أما الميول الدنيا لمد الأنابيب والتي تتعلق بقطر الأنبوب يمكن أخذها كما يلي:

قطر الأنبوب mm	150	200	300 - 400	750	≥1250
الميل	0. 007	0. 005	0. 003	0. 001	0. 0005

أما الوصلات بين الفوهات المطرية وخط التصريف فتوضع عادة بميل **0.01**

٣-٥ مادة صنع أنابيب المجاري

يتم تصنيع أنابيب المجاري من مواد مختلفة ويعود ذلك لقطر الأنبوب ولنوع ودرجة تلوث مياه المجاري ولمكان توضعها نذكر منها :

١-أنابيب الفخار المزجج (الخزف) وتصنع عادة بأقطار أقصاها 36" أما في أعمال المجاري فتستعمل بأقطار تتراوح من ٥ – ١٥ إذ أن استعمالها لأقطار 18" فما فوق يصبح غير اقتصادي

٢-أنابيب الفونت وتصنع عادة بأقطار 2"، 3"، 4"، 5"، 6"

٣-أنابيب البيتون العادي وتستعمل بأقطار لا تتجاوز 24".

٤-أنابيب البيتون المسلح وتصنع عادة بأقطار أكبر من 24" إلا في حالات الضرورة

٥-أنابيب البيتون المسلح المبطنة بالفخار المزجج ويتميز هذا النوع من الأنابيب بقدرته على مقاومة التآكل إلا أنه قليل الاستعمال.

٦-أنابيب البولستر المسلح بألياف زجاجية وتستعمل لمقاومة الحموضة والقلويات

٧-أنابيب البولي إيثيلين وتستعمل بأقطار من 50-3600mm

تبنى عادة المجمعات ذوات الأقطار الأكبر من 1.0م في مكان توضعها وذلك على العمق المطلوب بالميول اللازمة. وتصنع هذه المجمعات من البلوك، البيتون العادي أو المسلح أو الحجر على أن تزرق السطوح الداخلية لها بالمونة الإسمنتية اللازمة.

٣-٦ حساب الأنابيب المضغوطة ينحصر حساب الأنابيب المضغوطة في تعيين قطرها وضياع الحمولة. عند امتلاء الأنبوب يكون التدفق من العلاقة (٣-١)

$$Q = v\left(\pi d^2/4\right)$$

من هذه العلاقة يكون القطر

$$d = \sqrt{4Q/\ \pi v}$$

(٣-١٨)

يجب اختيار سرعة حركة الماء في الأنابيب بحيث توفر العمل المثالي للضخ وهذه السرعة تكون بحدود 1.5-2.5 م/ثا. ضياع الضغط (الحمولة) الخطي يحدد بعلاقة دارسي للأنابيب المضغوطة

$$h_L = i\,L = \lambda\left(L/d\right)\left(v^2/2g\right)$$

(٣-١٩)

حيث يتم تحديد المعامل λ من العلاقة (٣-٥) مع الأخذ بعين الاعتبار ارتباط هذه العلاقة مع العلاقة التالية

$$C = \sqrt{8g/\lambda}$$

(٣-٢٠)

تأخذ العلاقة (٣-٥) للأنابيب المضغوطة القيمة

$$\lambda = \left(8.16^{y} \times g \times n^2\right)/d^{2y}$$

(٣-٢١)

القيم الأهم عند حساب الأنابيب المضغوطة هو اختيار قيمة معامل الخشونة n.
الأنابيب المضغوطة في شبكات المجاري غالباً لا تملك أطوالاً كبيرة وفي هذه الحالة ضياعات الحمولة الموضعية هي التي تشغل الحيز الأهم.
حساب الضياعات في هذه الأنابيب المضغوطة يكون مجموع ضياعين خطي وموضعي.

$$h = i\,L = \sum \xi \frac{v^2}{2g} \qquad (٣-٢٢)$$

حيث ξ معامل الضياع الموضعي ويتعلق بقياس وشكل مكان الممانعة (المقاومة) وهو موجود في المراجع.
نصادف حالة الجريان المضغوطة في شبكات الصرف الصحي في خطوط الضخ الخارجية من المضخات وخطوط السيفونات وأنابيب تصريف الحمأة في منشآت المعالجة وغيرها.

Приложение 1. Значение модулей расхода, л/с, и скорости, м/с для труб ($n = 0{,}014$)

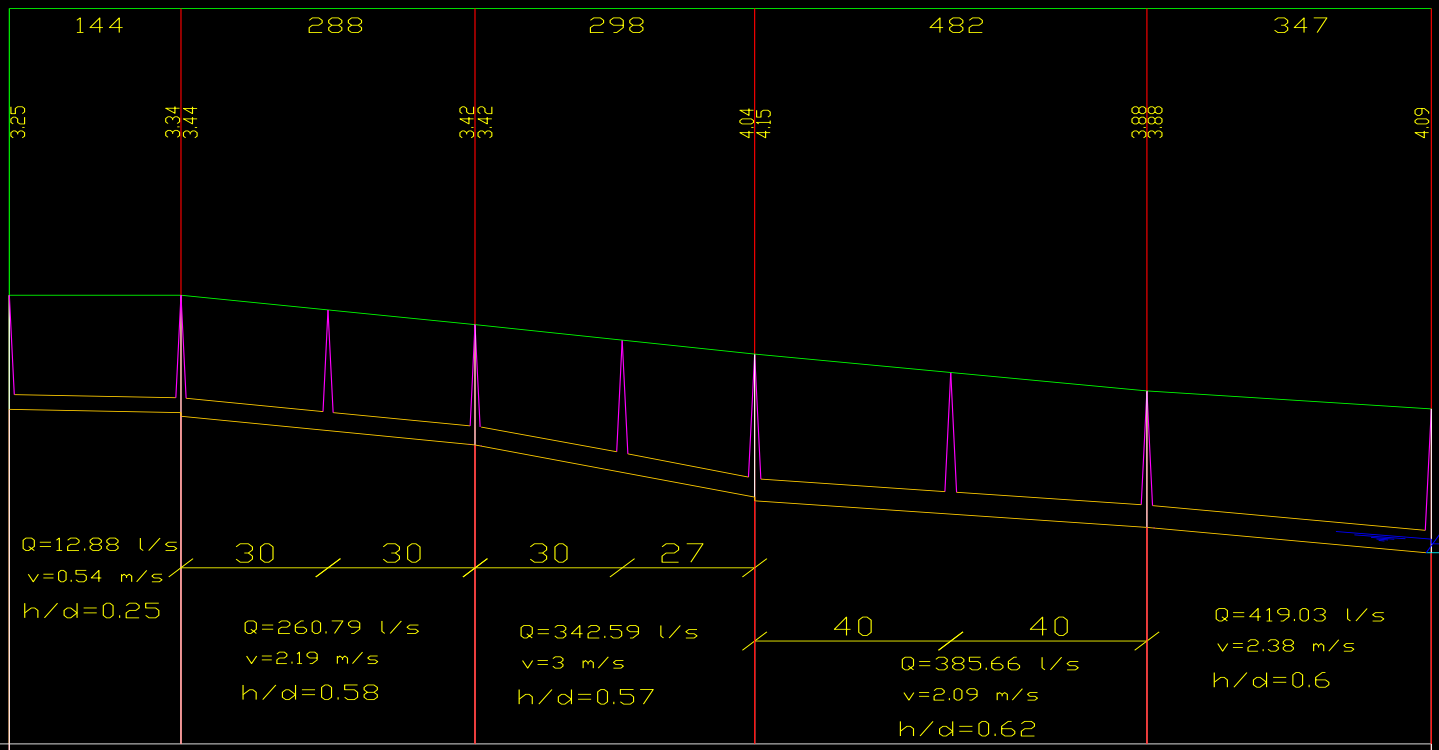
h/d	K	w	K	w	K	w
	при диаметрах, мм					
	200		250		300	
1	308	9,8	558	11,4	908	12,9
0,95	331	10,7	600	12,5	976	14,1
0,9	328	11,0	595	12,8	968	14,5
0,85	317	11,2	575	13,0	936	14,6
0,8	301	11,2	545	13,0	888	14,7
0,75	281	11,1	509	12,9	828	14,6
0,7	258	11,0	467	12,7	760	14,4
0,65	283	10,8	422	12,5	687	14,1
0,6	207	10,5	375	12,2	610	13,8
0,55	180	10,2	327	11,8	532	13,4
0,5	154	9,8	279	11,4	454	12,9
0,45	128	9,4	232	10,9	378	12,3
0,4	104	8,8	188	10,3	306	11,6
0,35	80,8	8,2	146	9,6	238	10,8
0,3	60,3	7,6	109	8,8	178	10,0
0,25	42,1	6,9	76,4	8,0	124	9,0
0,2	27,1	6,0	48,9	7,0	79,6	7,9
0,15	15,0	5,1	27,1	5,9	44,1	6,6
0,1	6,4	3,9	11,7	4,6	19,0	5,2
0,05	1,5	2,5	0,27	2,9	4,4	3,3

h/d	K	w	K	w	K	w
	при диаметрах, мм					
	350		400		450	
1	1369	14,2	1954	15,6	2680	16,9
0,95	1471	15,6	2100	17,0	2879	18,5
0,9	1459	16,0	2082	17,5	2856	18,9
0,85	1411	16,2	2013	17,7	2761	19,2
0,8	1338	16,2	1910	17,7	2619	19,2
0,75	1249	16,1	1782	17,6	2444	19,1
0,7	1146	15,9	1636	17,4	2243	18,9
0,65	1035	15,6	1478	17,1	2027	18,5
0,6	920	15,3	1312	16,7	1800	18,1
0,55	802	14,8	1144	16,2	1570	17,5
0,5	685	14,2	977	15,6	1340	16,9
0,45	570	13,6	814	14,8	1116	16,1
0,4	461	12,8	658	14,0	903	15,2
0,35	359	12,0	518	13,1	703	14,2
0,3	268	11,0	383	12,1	525	13,1
0,25	187	10,0	267	10,9	367	11,8
0,2	120	8,7	171	9,6	235	10,4
0,15	66,5	7,4	95	8,0	130	8,7
0,1	28,6	5,7	40,8	6,2	56	6,8
0,05	6,6	3,7	9,4	4,0	12,9	4,3

h/d	K	w	K	w	K	w
	при диаметрах, мм					
	500		600		800	
1	3546	18,1	5766	20,4	12406	24,6
0,95	3883	19,8	6194	22,4	13320	27,0
0,9	3779	20,3	6144	23,0	13220	27,8
0,85	3654	20,5	5940	23,2	12782	28,0
0,8	3466	20,6	5654	23,2	12124	28,2
0,75	3234	20,6	5258	23,2	11314	28,0
0,7	2968	20,2	4826	22,8	10384	27,6
0,65	2682	19,9	4360	22,4	9382	27,2
0,6	2382	19,4	3872	21,8	8332	26,4
0,55	2077	18,8	3376	21,2	7266	25,6
0,5	1773	18,1	2882	20,4	6202	24,6
0,45	1477	17,2	2402	19,4	5168	23,6
0,4	1195	16,3	1942	18,4	4180	22,2
0,35	930	15,2	1512	17,2	3256	20,8
0,3	694	14,0	1124	15,8	2428	19,2
0,25	485	12,7	790	14,2	1698	17,2
0,2	311	11,1	504	12,6	1086	15,2
0,15	172	9,3	280	10,6	602	12,8
0,1	74,1	7,2	120,6	8,2	260	10,0
0,05	17	4,7	27,8	5,2	59,5	6,4

h/d	K	w	K	w	K	w
	при диаметрах, мм					
	1000		1200		1400	
1	22440	28,6	36560	32,4	55100	35,8
0,95	24120	31,2	39280	35,4	59200	39,2
0,9	23920	32,2	38960	36,2	58720	40,2
0,85	23120	32,6	37680	36,8	56760	40,8
0,8	21920	32,6	35740	36,8	53840	40,8
0,75	20460	32,4	33340	36,3	50240	40,6
0,7	18784	32,0	30600	36,2	46120	40,0
0,65	16970	31,4	27660	35,6	41660	39,4
0,6	15072	30,6	24560	34,6	37000	38,4
0,55	13142	29,6	21420	33,6	32260	37,2
0,5	11220	28,6	18282	32,4	27540	35,8
0,45	9348	27,2	15232	30,8	22960	34,2
0,4	7562	25,8	12322	29,2	18566	32,2
0,35	5888	24,0	9594	27,2	14456	30,2
0,3	4394	22,2	7160	25,0	10788	27,8
0,25	3072	20,0	5006	22,6	7542	25,0
0,2	1966	17,6	3204	19,8	4826	22,0
0,15	1090	14,8	1776	16,8	2678	18,6
0,1	468	11,4	764	13,0	1152	14,4
0,05	107,8	7,4	175,6	8,4	264	9,2

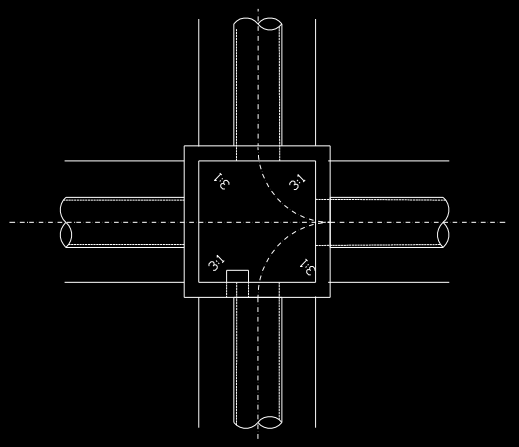
رسم المقاطع الطولية والمنشآت الملحقة



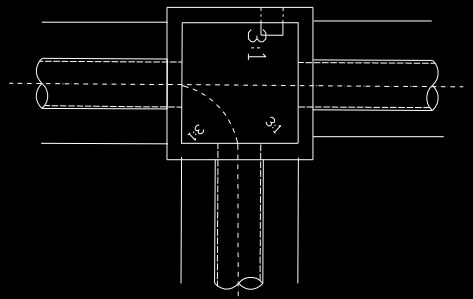
ارقام النقاط	1	2	3	4	5	6
منسوب الارض الطبيعية م	512.20	512.20	511.40	510.60	509.60	509.11
منسوب قاع القسطل م	509.10	509.01 / 508.91	508.13 / 508.13	506.71 / 506.61	505.89 / 505.89	505.19 / 503.83
المسافات الجزئية م	35	60	57	80	58	
مسافات تراكمية م	35	95	152	232	290	
ميل الارض الطبيعية	0.000	0.013	0.014	0.0125	0.010	
قطر الانبوب / الميل	400 / 0.0025	500 / 0.013	500 / 0.025	600 / 0.009	600 / 0.012	
الريكار	R1	R2	R3	R4	R5	R6

شارع ضرار بن الازور

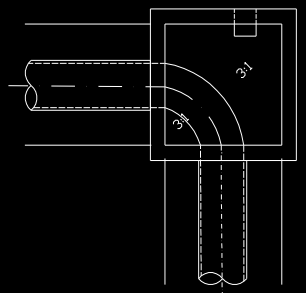
نماذج اتصال وتفرع الانابيب مع حفرة التفتيش



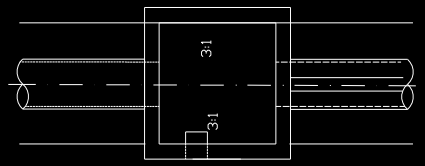
حالة اتصال مجرور ثانوى مع مجرور رئيسى



حالة اتصال مجرورين ثانويين مع مجرور رئيسى

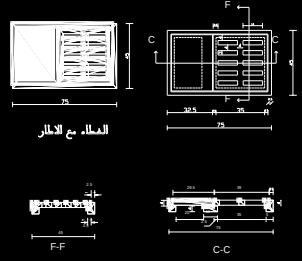


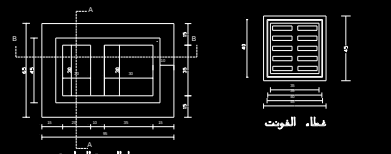
حالة تغير اتجاة المجرور

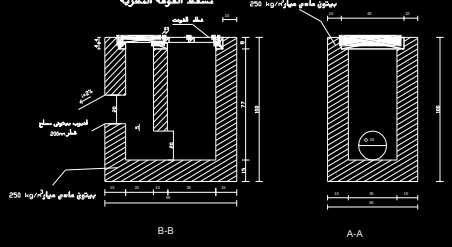


حالة المجرور المستقيم

مسقط غطاء فونت للشواية المطرية





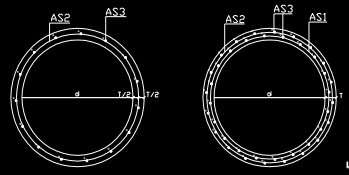


مساقط ومقاطع فى شواية مطرية

الاطار	الغطاء	الصب
Kg	Kg	Kg
85	35	120

وزن الشواية المطرية

D (m m)	T (cm)	AS1	AS2	AS3
200	4	5ϕ8	——	4ϕ8
300	4	6ϕ8	——	5ϕ8
400	5	8ϕ8	——	5ϕ8
500	5	8ϕ8	——	5ϕ8
600	7	10ϕ8	——	5ϕ8
700	8	7ϕ8	——	5ϕ8
800	8	8ϕ8	——	5ϕ8
900	10	11ϕ8	11ϕ8	5ϕ8
1000	10	11ϕ8	11ϕ8	6ϕ8
1100	12	9ϕ8	8ϕ8	6ϕ8
1200	12	9ϕ8	9ϕ8	6ϕ8
1300	14	8ϕ10	9ϕ8	7ϕ8
1400	14	9ϕ10	9ϕ8	7ϕ8
1500	16	11ϕ10	10ϕ8	7ϕ8



الانابيب البيتونية المسلحة

١- قوة التصليح ذو حمولة ثقالة يقل عن 2400kg/cm2

٢- المقاومة للبيتون المستخدم على الضغط لا تقل عن 200kg/cm2

٣- لا تقاس الرموز لأي مادة أخرى مادة المقاطع العامرية لا يقل عن 100cm

وفي حالة عدم تحقيق ذلك يتم تغذية الانابيب بالبيتون العادي

٤- عدد قضبان التصليح في الميزان يمثل عدد القضبان بالنسبة الواحد

ملاحظات

١- يراعى تصويب خط التفتيش غير الواقعة في المناطق المرصوفة والمبلطة والمعبدة بمقدار 20 سم من الأرض

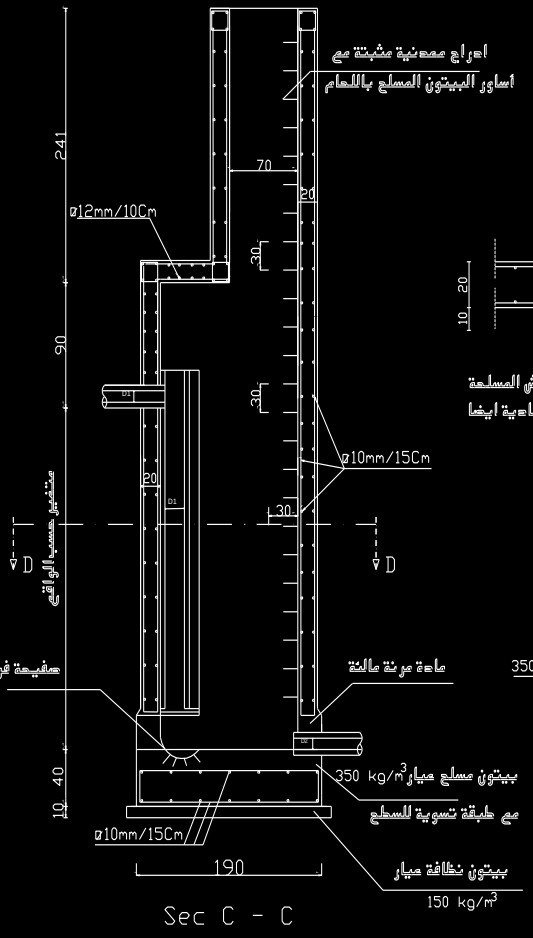
٢- قوة التصليح المستخدم مالي المقاومة ذو حمولة ثقالة يقل عن 4200kg/cm2

٣- البيتون المسلح المستخدم هو مقاومة مكعبية 180kg/cm3 مقاوم للكبريتات وذا حمولة ثقالة

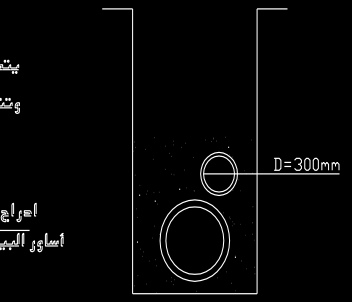
٤- سماكة غطاء التصليح في أرضية خط التفتيش لا تقل عن 5 سم

مقاطع عرضية فى الحفر حسب قطر الانبوب وحسب دفتر الشروط الفنية

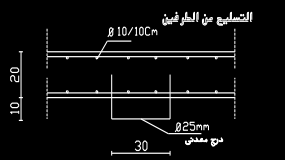
يتم تنفيذها فى حال التقاء كل خطين بمنسوبين مختلفين
وتنفذ فى حال سقوط اكبر من 70 سم وحتى ارتفاع 4م
حفرة سقوط



Sec C - C

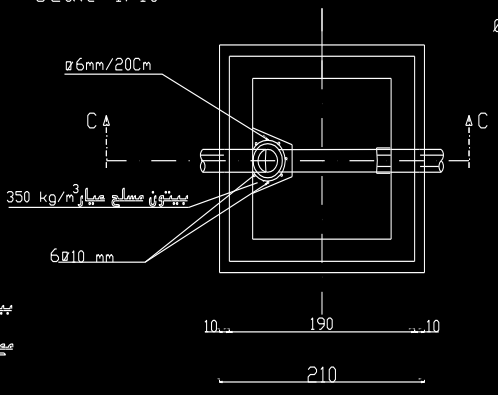


مقطع يوضح المجرور التغديمى
يوضع بارتفاع 30 سم فوق المجرور من قطر 500 سم فما فوق

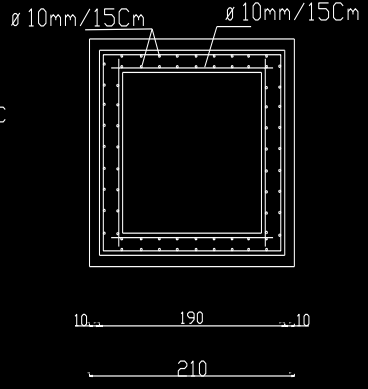


تغطية فى جدار غرف التفتيش المسلحة
فى الدرج المعدنى للغرف العادية ايضا

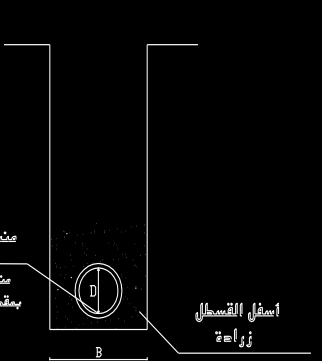
Scale 1/10



Sec D-D Scale 1/20

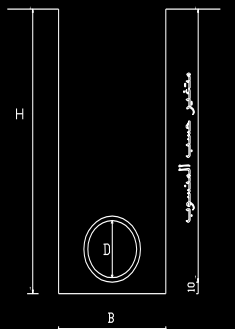


مقطع بين التسليح



H<2 M مرض الحفرية مندما
و مندما
D<600mm
B=D1+50 cm

H<2 M مرض الحفرية مندما
D>600mm و مندما
B=D1+75 cm



H>2 M مرض الحفرية مندما
D>600mm و مندما
B=D1+1 m

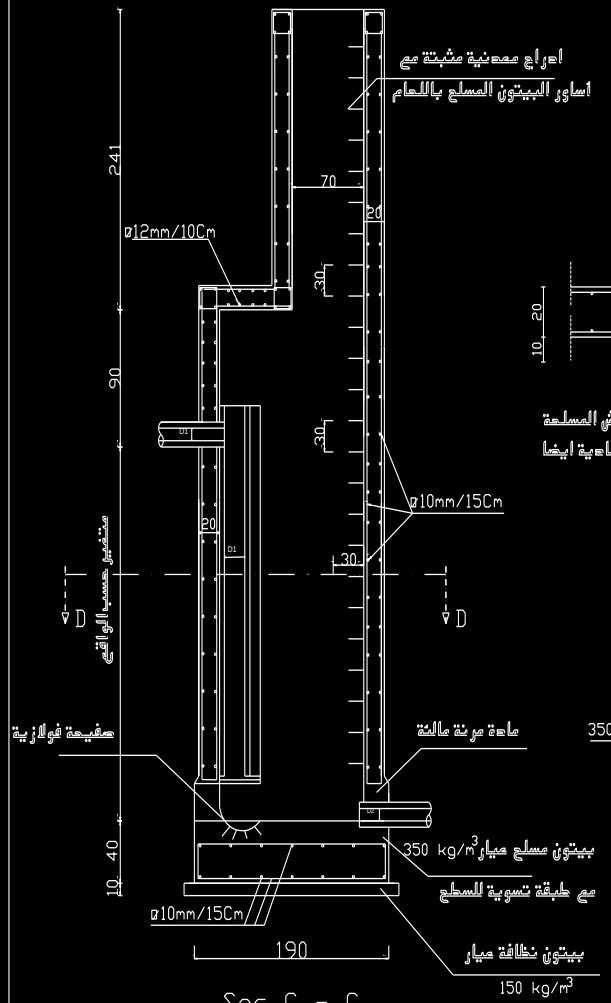
H>2 M مرض الحفرية مندما
D<600mm و مندما
B=D1+75 cm

قطر قامة الصفيحة يساوي قطر انبوب الهبوط
عمق التقعر يساوي 10 cm

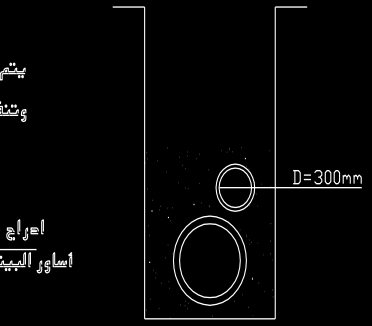
تفصيلة الصفيحة المعدنية
Sec m - m

مقاطع عرضية فى الحفر حسب قطر الانبوب وحسب دفتر الشروط الفنية

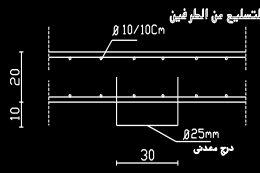
يتم تنفيذها فى حال التقاء كل خطين بمنسوبين مختلفين
وتنفذ فى حال سقوط اكبر من 70 سم وحتى ارتفاع 4م
حفرة سقوط



Sec C - C

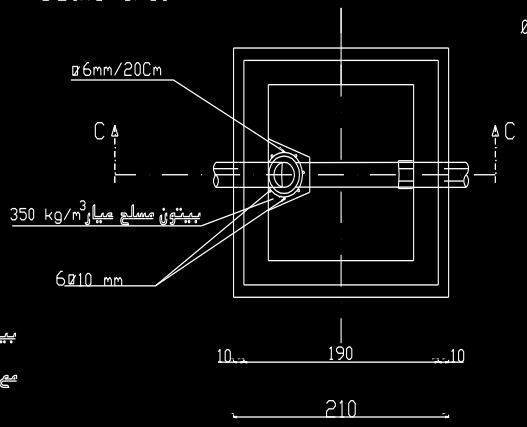


مقطع يوضح المجرور التغديمي

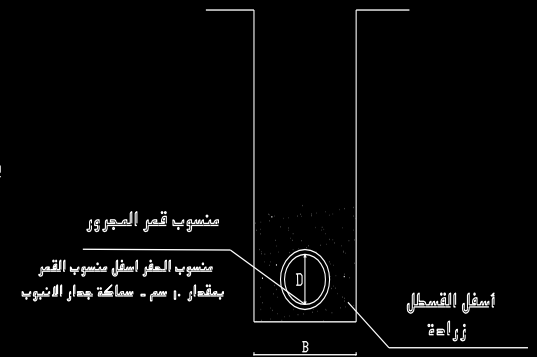


تفصيلة فى جدار غرف التفتيش المسلحة
فى الدرج المعدنى للغرف العادية ايضا

Scale 1/10

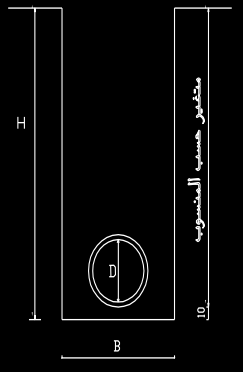


Sec D-D Scale 1/20



عرض الحفرية عندما H<2 M
و عندما D≤600mm
B=D1+50 cm

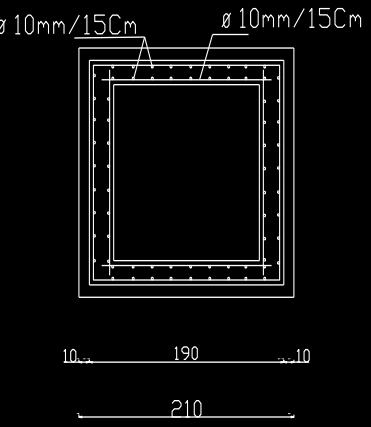
عرض الحفرية عندما H<2 M
و عندما D>600mm
B=D1+75 cm



D1=D+2T

عرض الحفرية عندما H>2 M
و عندما D>600mm
B=D1+1 m

عرض الحفرية عندما H>2 M
و عندما D≤600mm
B=D1+75 cm



مقطع يبين التسليح

قطر قاعدة الصفيحة يساوي قطر انبوب الصبوط
مع التقعر بمساوي 10 cm

تفصيلة الصفيحة المعدنية
Sec m - m