

برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي مهندس تشغيل مياه

تصميم محطات مياه الشرب والشبكات - الدرجة الثالثة



الفهرس

4	تصميم محطات مياه الشرب والشبكات
5	أولا تصميم محطات مياه الشرب
5	1. المأخذ (Intake)
5	مأخذ الماسورة Pipe Intake
5	مأخذ الشاطئ Shore Intake
6	أسس التصميم:
6	مانعة الأعشاب الواسعة او المصافي الكبيرة Coarse Screen
7	مانعة الأعشاب الميكانيكية او المصافي الدقيقة Mechanical Weed Screen
8	2. بيارة طلبات المياه العكرة
8	انشاء البيارة
8	التصميم الميكانيكي
9	3. التصميمات الخاصة بتركيب المضخات
9	أ. فتحة الدخول لخط السحب (Entrance Eye)
10	ب. خط السحب (SUCTION PIPE)
11	ج. مسلوب السحب (NOZZLE)
11	د. مسلوب الطرد (DIFFUSER)
12	هـ. مصافي خط السحب (STRAINER)
12	و. الأكواع (ELBOWS)
13	ز. خط الطرد (DELIVERY PIPE)
14	ح. خط الطرد العمومي (HEADER)
14	ط. مستوي تركيب المضخات (Pumps Level)
14	ي. تصميم الخطوط الناقلة (Arterial mains)
15	ك. اختيار المضخات (Pump Selection)
17	6.2. المنحنى المميز للمضخة (Characteristic curve)
18	ل. تركيب المضخات (Erection)
19	4. بئر التوزيع (Distribution Shaft)
19	التصميم:
20	5. الخلط السريع (Flash Mix)
21	التصميم الهيدروليكي

21	القلاب السريع Rapid (flash) mixer
22	6. أحواض الترويب والترويق
22	حوض الترويب (Flocculator):
23	التصميم:
24	حوض الترسيب (Clarifier):
24	نظرية الترسيب Sedimentation Theory
24	التصميم:
25	أحواض الترويب والترويق المشتركة (Clariflocculators)
25	التصميم:
25	منطقة الترسيب:
26	7. المرشحات (Filtration)
26	مرشحات الرمل السريعة Rapid Sand Filter
27	التصميم:
27	نظام التصريف التحتي Under Drainage System
28	سرعة المياه بالمواسير Flow Velocity
28	مضخات غسيل المرشحات Washing Pump
28	هواء الفسيل المضغوط Compressed Air System
28	8. الكلورة Chlorination
29	9. الخزانات الأرضية (Ground reservoirs)
29	10. محطة طلبات المياه المرشحة Treated Water Pumping Station
30	ضخ المياه المنتجة من المحطة
31	التصرف التصميمي لمحطة الطلبات
31	وحدات الرفع Pumping Unit
31	11. السرعة النوعية للمضخات Specific Speed
33	12. المنحنيات المميزة للمضخة من واقع السرعة النوعية
34	منحنى ضغط السحب الموجب الصافي (NPSH)
34	منحنى القدرة (Power)
34	تصنيف الطلبات طبقاً للسرعة الدوران
35	القدرة Power
36	13. المطرقة المائية Water Hammer
37	14. الطلبات الترددية موجبة الازاحة (الكيموايات) Reciprocating Pumps

38	15. المواسير Piping
38	ثانياً تصميم شبكات المياه
40	اختيار أنواع المواسير
40	الضغوط العالية
40	مقاومة عدوانية التربة
40	النقل والتشوين للمواسير
40	1. سهولة التركيب والفك
41	2. مقاومة الأحمال الخارجية
41	3. مقاومة الوصلات لضغط المياه
41	المواسير مزايها وعيوبها
41	أ. الزهر المرن
41	ب. المواسير الصلب
42	ج. المواسير الخرسانية سابقة الإجهاد
43	د- المواسير البولي أستر المسلح بألياف الزجاج (G.R.P.)
43	16. أنواع الخزانات Water Tanks
43	خزان المياه المرشحة (الخزان الأرضي)
44	الخزانات العالية
46	سعة التخزين
47	اختيار مكان الخزان العالي

أهداف البرنامج

فى نهاية البرنامج يكون المتدرب قادر على :-

- ذكر أسس تصميم مكونات المحطة المختلفة .
- ذكر أسس تصميم الخطوط الداخلية للمحطة .
- شرح منحنيات أداء الطلمبه (القدره - التصريف - الكفاءة - NPSH) .
- شرح نظرية الطرف المائى وذكر طرق تقليل تأثيرها .
- ذكر أسس تصميم شبكات الأمداد بالمياه .
- شرح مزايا وعيوب أنواع المواسير المختلفة .
- شرح الهدف من أنواع الخزانات المختلفة .

تصميم محطات مياه الشرب والشبكات

أولاً تصميم محطات مياه الشرب

1. المآخذ (Intake)

ينشأ بغرض سحب المياه من مصدرها سواء أنهار أو ترع أو بحيرات وضخها إلي محطة المعالجة بالاحتياجات الكمية المطلوبة.

هناك أنواع متعددة من المآخذ أشهرها:

- مأخذ ماسورة Pipe Intake.
- مأخذ شاطئ Shore Intake.

مأخذ الماسورة Pipe Intake

يتكون من ماسورتين أو أكثر يمتدان من الشاطئ إلي مسافة كافية في النيل أو الترع بعيداً عن الشاطئ للحصول علي اجود ما في المجري من مياه وتكون هذه المواسير محمولة علي منشآت حديدية أو خرسانة مسلحة.

مأخذ الشاطئ Shore Intake

يتكون من حائط أو أجنحة تبني علي شاطئ المجري المائي مباشرة من الخرسانة المسلحة أو الطوب لوقاية مداخل مواسير المياه التي تكون ماسورتين أو أكثر، وتمتد المواسير تحت جسر المجري المائي وتنتهي في بيارة ظلمبات المياه العكرة.



وتراعى الخصائص التالية: شكل رقم (2) مأخذ شاطئي من نوع (Outdoor)

- ألا يقل ميل الماسورة عن 1% في اتجاه عنبر الظلمبات.
- استقامة خطوط مواسير السحب.

- تزويد المآخذ بالشبك المانع للأعشاب والأجسام الكبيرة في الجزء الأمامي من مكان السحب.
- عمل الحماية اللازمة لمواسير المآخذ طبقاً للاشتراطات والمواصفات الفنية لخطوط المواسير المستخدمة في كود أسس تصميم وشروط تنفيذ شبكات مياه الشرب والصرف الصحي.

أسس التصميم:

1. سرعة المياه في مواسير المآخذ لا تقل عن 0.6 م/ث لمنع الترسيب بالخطوط (sedimentation) ولا تزيد عن 3 م/ث لمنع التآكل وعدم نشوء فرق منسوب يؤثر علي تدفق المياه.
2. حساب الفواقد في الخطوط
- الفاقد في الضغط نتيجة الاحتكاك بالمواسير

(يطبق معادلة "هازن وليم")

$$H = \frac{6.78L}{d^{1.165}} \left(\frac{V}{C} \right)^{1.85}$$

- V: سرعة المياه م/ث.
- d: قطر الماسورة م.
- C: معامل هازن وليم.
- L: طول الماسورة م.
- H: الفاقد في الضغط م.

- الفاقد في الضغط للكيعان والمحابس

(تُطبق المعادلة الآتية)

$$H = K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

ويؤخذ K (معامل الفقد) حسب كل حالة من جداول

مانعة الأعشاب الواسعة او المصافي الكبيرة Coarse Screen

- تستعمل في مأخذ المياه لحجز المواد والأجسام الكبيرة الطافية في مجرى المياه وتمنعها من الدخول إلى مواسير التوصيل الرئيسية لنبارة أو لطللمات رفع المياه الخام إلى عملية التنقية.

- تتكون من مجموعة من القضبان الصلب المطاوع Mild Steel ذات قطاعات دائرية قطر 1 الى 1.5 بوصة (25 إلى 40 مم) أو قطاعات مستطيلة مقاس 2/1 × 2 بوصة (15 × 50 مم) والمسافات البينية تكون (100مم) في مأخذ الماسورة وتصل إلى (25مم) في مأخذ الشاطئ.
- تثبت على بداية الهيكل الخرساني أو الصلب الحامل لمواسير مأخذ الماسورة pipe intake أو داخل برواز صلب مائل على الأكتاف الخرسانية لمأخذ الشاطئ Shore Intake.
- يتم تنظيفها يدوياً وعلى فترات يومية تجنباً لتراكم الأجسام الطافية مثل ورد النيل وخلافة ومنعها من سد منافذ دخول المياه إلى المحطة.

مانعة الأعشاب الميكانيكية او المصافي الدقيقة Mechanical Weed Screen

- تستخدم مانعة الأعشاب لحجز وإزالة الأعشاب والأجسام الصلبة الدقيقة والتي مرت من مانعة الأعشاب الثابتة الواسعة وتجميعها للتخلص منها بعيداً عن مسار خط إنتاج وتنقية مياه الشرب.
- تتكون من مجموعة من الألواح panels أو السلال Baskets المصنعة من الشبك الصلب المجلفن أو الذي لا يصدأ أو الشبك (البولي استر) داخل براويز من الصلب الذي لا يصدأ مثبتة بالتالي على سير مفصلي من الصلب.
- تكون ذات حركة رأسية Vertical Band أو دائرية Rotary.
- الفتحات الصافية Clear Opening للشبك تتراوح بين 3 × 3 مم إلى 10 × 10 مم وقطر أسلاك الشبك تتراوح بين 2 إلى 2.5 مم.
- الخلوص بين براويز السلال أو الألواح وبعضها لا يتجاوز 3 مم.
- مساحة المصفاه المغمورة

$$= \text{معدل الانسياب (متر/3 ثانية)} \times \text{سرعة المياه (متر/ ثانية)} \times \text{الكفاءة}$$

حيث تحسب سرعة المياه لتكون حوالي 0.6 م/ث.



شكل رقم (3) المصافي الدقيقة

2. بيارة طلبات المياه العكرة

والغرض منها استقبال المياه القادمة من المجري المائي ومنها تُسحب بواسطة الطلمبات لرفعها إلى بئر التوزيع (Distribution shaft) الذي يقوم بالتحكم في كميات المياه الداخلة الي مراحل المعالجة التالية ان كان هناك اكثر من مسار (Module) بالتوازي

انشاء البيارة

تنشأ البيارة من الخرسانة المسلحة بحيث تكون مستطيلة أو دائرية الشكل وذلك حسب عدد طلمبات المياه العكرة أي التصرف الاسمي للمحطة وطبيعة التربة.

التصميم الميكانيكي

1. مدة المكث من 5 . 10 دقيقة.
2. يتوقف اختيار ابعاد البيارة على سرعة المياه داخل خط المواسير المغذى للبيارة V_p .
3. يوضح الجدول الاتي السرعة في ماسورة السحب V_p مقابل الرفع المطلوب من الطلمبة:

رفع المضخة	السرعة في ماسورة السحب
4.5 متر	0.76 متر / ثانية
حتى 15 متر	1.2 متر / ثانية
اكبر من 15 متر	1.67 متر / ثانية

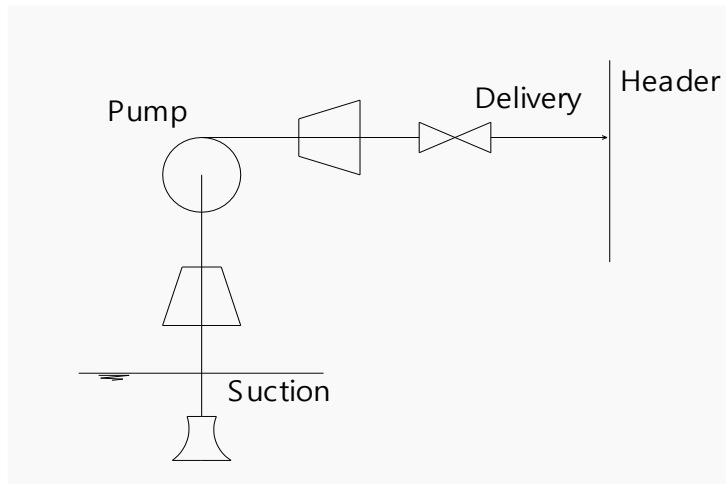
4. سرعة الاقتراب المثلى للمياه في بيارة السحب من مواسير سحب الطلمبات 30 سم / ثانية، ويجب الا تزيد عن 50 سم / ثانية لأقصى تصرف مطلوب لجميع الطلمبات وقت الذروة أي ما يعرف بالتصرف المركب.



شكل رقم (4) بيارة المياه العكرة

3. التصميمات الخاصة بتركيب المضخات

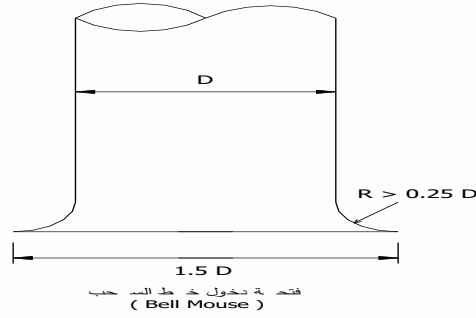
تعتبر مرحلة التصميمات من أهم المراحل التنفيذية الخاصة بمحطات الرفع ومن الواجب أن يصمم كل جزء حسب المعايير الفنية الصحيحة حتي يكون الفاقد بجميع أنواعه أقل ما يمكن وبالتالي يكون استهلاك الطاقة عند الحدود الاقتصادية وبالنظر إلي الشكل رقم (2) والذي يمثل مضخة مركبة علي مستوى أعلي من مستوى السحب ويلاحظ وجوب تركيب التجهيزات التالية علي خطي السحب والطرء:



شكل تخطيطي لمكونات وحدة ضخ

أ. فتحة الدخول لخط السحب (Entrance Eye)

يجب ان تكون علي هيئة فوهة جرس (BELL MOUTH) وأن تكون أبعادها كما في الشكل التالي



فتحة دخول علي هيئة فوهة جرس

ويلاحظ أن فتحة دخول خط السحب يصل قطرها إلي (1.5) قطر الخط علي أن يكون نصف قطر دوران فتحة الجرس أكبر من (0.25) من قطر الخط.

ب. خط السحب (SUCTION PIPE)

خط السحب يجب أن يكون بقطر بحيث لا تزيد سرعة السريان فيه عن (2) متر/ ثانيه. ويمكن حساب القطر (بال بوصة) بمعلومية التصرف (باللتر/ ثانية) من العلاقة التالية:

$$\text{القطر (بال بوصة)} = \frac{\text{التصرف (ال لتر/ ثانية)}}{10}$$

• مثال 1:

احسب قطر سحب مضخة إذا كانت السعة الخاصة بها هي 100 لتر / ثانية

• الحل

$$\text{القطر} = \frac{100 \text{ (ال لتر/ ثانية)}}{10}$$

$$= 10 \text{ بوصة}$$

• مثال 2:

احسب قطر سحب مضخة إذا كانت سعتها 150 لتر/ ثانية.

• الحل

$$\text{القطر} = \frac{150 \text{ (ال لتر/ ثانية)}}{10}$$

$$= 12.24 \text{ بوصة}$$

$$\approx 12 \text{ بوصة}$$

ج. مسلوب السحب (NOZZLE)

تلاحظ في بعض الأحيان عدم تركيب مسلوب أمام فتحة سحب المضخة وهذا خطأ يزيد من الفاقد الذي يتحول إلي زيادة في معدل استهلاك الطاقة فمن المفترض أن يكون قطر خط السحب أكبر من فتحة المضخة وإذا لم يكن الوضع كذلك فإن خط السحب غير مطابق للمعايير الفنية الصحيحة.

وفائدة المسلوب أنه يعمل علي تسارع المائع أو السائل عند دخوله لفتحة المروحة الخاصة بالمضخة (IMPELLER) فلا يحدث تغير فجائي في سرعة السائل وبالتالي لا تحدث مفايد ناتجة من الاضطراب وهو ما يعرف بوجود إجهادات قص (SHEAR STRESS) تؤدي إلي فقد في الطاقة ويجب أن يكون المسلوب بمواصفات خاصة فلا يجب أن تزيد زاوية رأس المسلوب (CONE ANGLE) عن (10°) عشر درجات حتي لا يتسبب في إعاقة السريان ويشكل نقطة فاقد.

وهناك معيار آخر لمواصفات المسلوب وهو طوله الذي يحدد بالعلاقة:

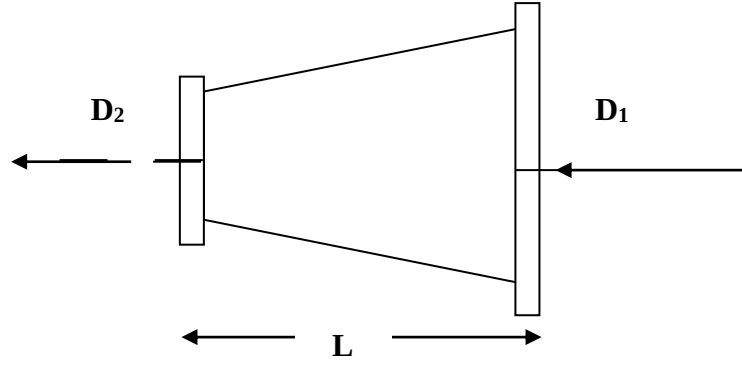
$$L > 5 (D_1 - D_2)$$

وحري أن تذكر في حال ما إذا كانت المضخة في مستوي أعلي من مستوي السحب فإن شكل المسلوب يختلف عما إذا كانت المضخة أسفل السحب ففي الحالة الأولى يكون المسلوب متماثلاً حول محوره شكل رقم (ج - 1) أما في الحالة الثانية يكون الراسم العلوي مستو شكل رقم (ج - 2) حتي لا تتكون جيوب هواء بخط السحب تؤدي إلي مشاكل هيدروليكية تؤثر علي كفاءة الضخ أو التكاليف الممثلة في زيادة استهلاك الطاقة

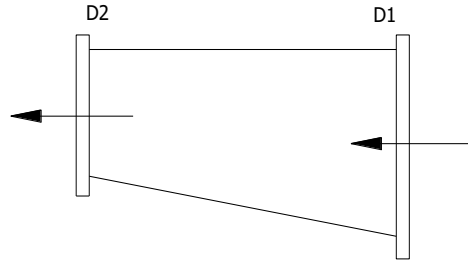
د. مسلوب الطرد (DIFFUSER)

كما ذكر آنفاً من وجوب أن تكون زاوية رأس المسلوب لا تزيد عن (10°) درجات لأنه في حال زيادتها يحدث انفصال (SEPARATION) للسائل عن جدران المسلوب الذي يمثل دليلاً له وتتولد دوامات تؤدي إلي ضياع جزء من الطاقة. وتجدر الإشارة إلي أن مسلوب الطرد يكون دائماً متماثلاً حول محوره - شكل رقم (ج - 1).

ويتصف مسلوب خط الطرد بكون قطرة الأصغر مركباً علي طرد المضخة وبزيادة القطر تقل سرعة السريان ومن ثم تتحول طاقة الحركة إلي طاقة ضغط (زيادة الضغط الإستاتيكي) وهذا يقلل فاقد الاحتكاك أي يقلل الطاقة المستهلكة لضخ وحدة الحجم.



شكل رقم (ج - 1)



شكل رقم (ج - 2)

هـ. مصافي خط السحب (STRAINER)

إذا كانت المضخة تعمل علي مياه تحتوي علي عوالق ومن المحتمل دخول تلك العوالق إلي المضخة وإحداث مشاكل فلابد من تركيب مصافي علي فتحة السحب. وبتراكم العوالق علي هذه المصافي قد ينشأ هبوط بالضغط بخط السحب مرجعه عدم كفاية فتحات السحب لإمرار المياه بالقدر المتوافق مع سعة المضخة.

ويلاحظ أن يكون متوسط سرعة انسياب السائل من فتحات المصافي صغيرا قدر الإمكان ويفضل ألا تزيد عن (0.6) متر/ ثانية حيث أن زيادة السرعة تعني زيادة الفاقد في الطاقة.

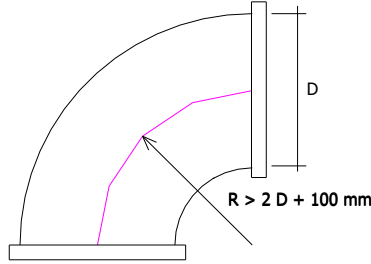
و. الأكواع (ELBOWS)

من أهم الأجزاء التي يتوقف عليها الهبوط في الضغط وبالتالي زيادة الفاقد من الطاقة هي الأكواع حيث يفضل أن تكون مصنعة بالسحب لكي لا تحدث اضطراب بالسائل المار خلالها ولكن في أغلب الأحيان تصنع الأكواع من المواسير حيث تصنع من قطع تجمع باللحام لتشكل الكوع المطلوب.

ويتوقف كفاءة الكوع علي نصف قطر دورانه فكلما زاد نصف قطر الدوران زادت كفاءته والعكس بالعكس والمواصفات الألمانية تحدد نصف القطر بالعلاقة التالية:

$$R > 2D + 100 \text{ mm}$$

وهذا الكوع له ميزات - متعددة شكل رقم (5)

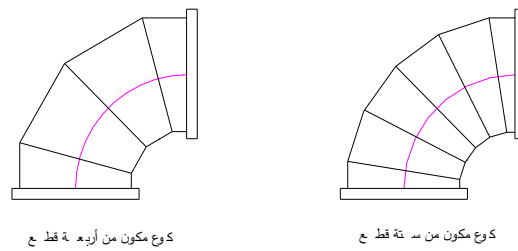


شكل رقم (5)

أما المواصفات المعمول بها في مصر فهي تحدد نصف القطر بالعلاقة:

$$R = D$$

وفي حال تصنيع كوع (90°) من قطع مواسير فإن عددها لا يجب أن يقل عن ستة حتي لا تكون هناك زوايا تؤثر علي الانسياب لكن من المعتاد أن تصنع الأكواع من أربع قطع فقط شكل رقم (6) وهذا عرف مبني علي خطأ له تبعات غير مطلوبة خاصة بزيادة تكاليف التشغيل.



شكل رقم (6)

ز. خط الطرد (DELIVERY PIPE)

نتيجة لضرورة تركيب مسلوب علي خط الطرد للأسباب الموضحة سابقاً فإن خط الطرد يجب أن يكون بقطر أكبر من قطر فتحة طرد المضخة حيث أن المعايير التصميمية تحدد أقصى سرعة للسريان بـ (3) ثلاثة أمتار/ ثانية ومن الواجب ألا يكون خط الطرد طويلاً خاصة إذا كان هناك خط طرد رئيسي

(Header) تصب فيه مجموعة من وحدات الضخ. أما إذا لم يكن هناك خط رئيسي فيراعي ألا تزيد السرعة عن (1.5) متر/ ثانية.

ح. خط الطرد العمومي (HEADER)

إذا كان هناك مجموعة من المضخات المركبة علي التوازي كما هو معتاد في محطات مياه الشرب وكذا الصرف الصحي فإن خط الطرد يجب ألا تزيد سرعة السريان به عن (1.5) متر / ثانية ويفضل أن تكون (1) واحد متر/ ثانية فقط.

ط. مستوي تركيب المضخات (Pumps Level)

هناك مستوي أو منسوب يجب أن تتركب عليه المضخات بالنسبة لمستوي المياه في بيارة السحب ودون الدخول في تعقيدات من الحسابات يجب أن لا يزيد أبدا عن (5) خمسة أمتار في أي حالة من حالات التشغيل وذلك لأن كفاءة الضخ تقل بدرجة كبيرة إذا ما وصل المنسوب الي هذا القدر , ويفضل أن يكون الفرق في حدود (3) ثلاثة أمتار.

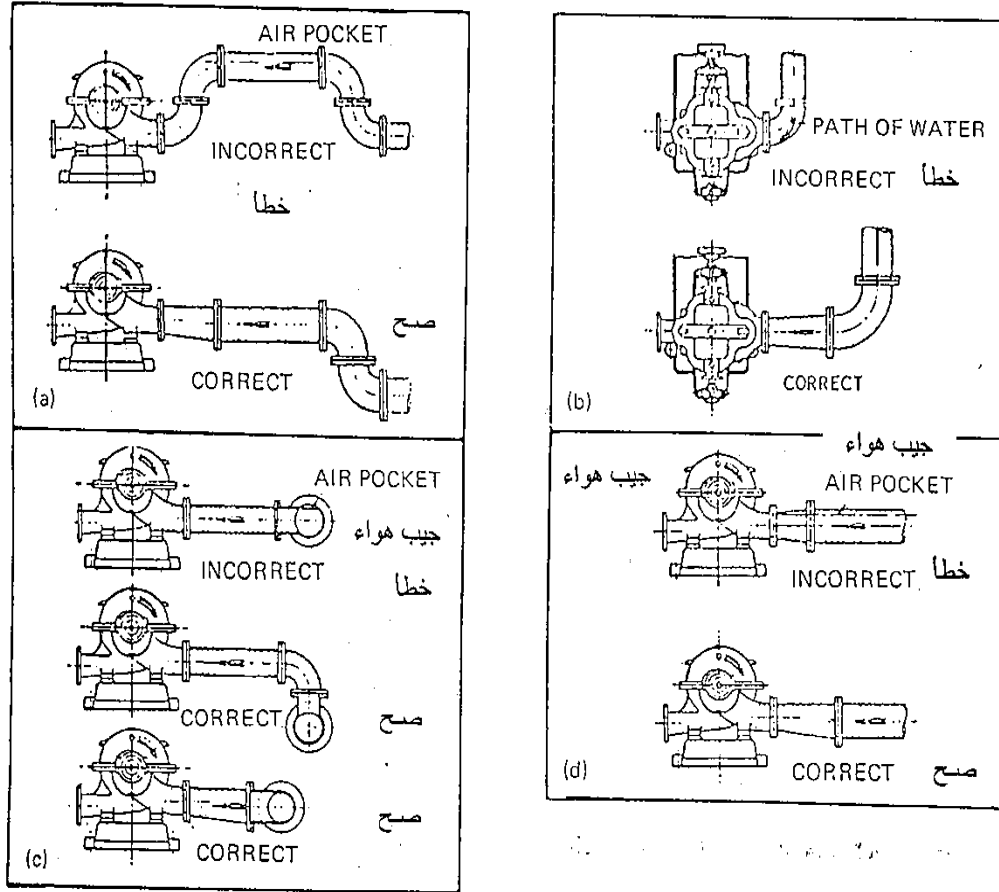
ومن المعروف أن زيادة التفريغ بخط السحب يؤدي الي زيادة تكلفة الضخ.

ي. تصميم الخطوط الناقلة (Arterial mains)

قد لا يتخيل أحد منا أن الطاقة الكهربائية من الممكن أن تضيع في الخطوط الناقلة.

ولكن في الواقع فإن الأنظمة الهيدروليكية بمكوناتها المختلفة عبارة عن مواضع من الممكن أن تكون بؤرة للفاقد مثل الخطوط والمساليب والتفريعات والمحابس بأنواعها والأكواع وغيرها.

الشكل التالي يوضح بعض الملحوظات علي تركيب الخطوط الواجب تجنبها



شكل رقم (7)

ك. اختيار المضخات (Pump Selection)

• كيف يتم اختيار المضخة؟

لكي تتم عملية الاختيار بدقة فلا بد من معرفة كل ظروف استخدام تلك المضخة وخاصةً من حيث التصرف والرفع المطلوبين وما إذا كانت ستعمل ضمن نظام ضخ (محطة) أو ستعمل منفردة، ومن حيث التصرف والرفع فتحدد قيمتهما طبقاً للحاجة برقمين أحدهما يمثل التصرف باللتر / ثانية أو بالمتري المكعب / ساعة والثاني يمثل الرفع الكلي أو الضغط الكلي المطلوب بالمتري أو بالبار أو بغير ذلك من وحدات، ثم يُحدد نوع المضخة المطلوبة ويُحدد ما إذا كانت ذات مروحة مفردة السحب (Single Suction) أو مزدوجة السحب (Double Suction) وهل هي مشقوقة طولياً أو أفقياً أم غير ذلك كأن تكون برميلية (Barrel type) (وخاصة في المضخات متعددة المراحل) أو من النوع ذو الجسم الحلزوني (Volute pump) وغالباً ما تفضل ماركة أو صناعة على سواها وعندها نلجأ إلى كتالوج الإنتاج الخاص بالشركة المنتجة للمضخات لاختيار الطراز المناسب. والشكل بعده يوضح هذه الطرز من إنتاج شركة (SARLIN)، وللايضاح نفرض أن المطلوب مضخة غاطسة بالمواصفات التالية:

$$Q \text{ (التصرف)} = 3 \text{ لتر / ثانية}$$

$$H \text{ (الرفع)} = 7 \text{ أمتار}$$

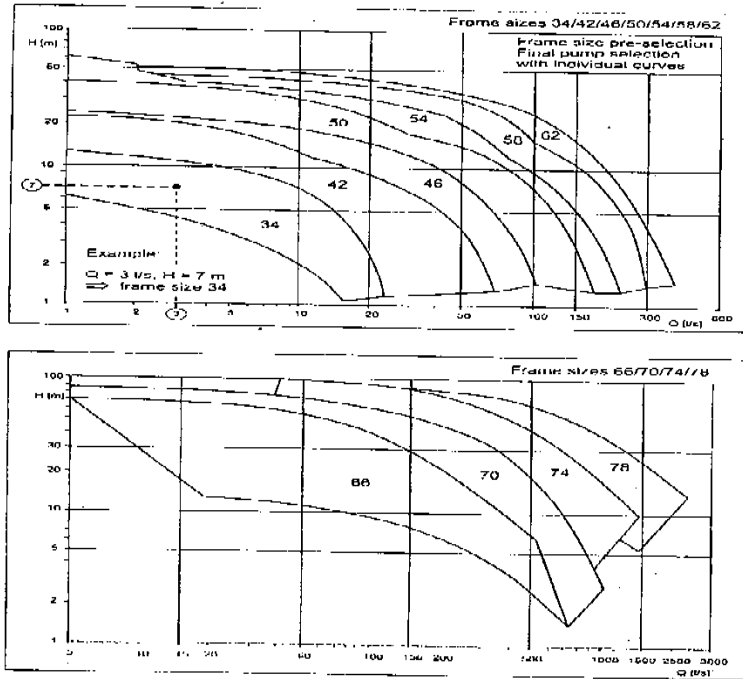
نقوم بتحديد التصرف على المحور الأفقي ثم نرسم خطاً رأسياً يتقابل مع الخط الأفقي المار بقيمة الرفع على المحور الرأسي فنجد أنه يقع في نطاق الرقم 34 الذي يمثل الطراز المطلوب من هذه الماركة.

مثال آخر: المطلوب مضخة بالمواصفات:

$$Q \text{ (التصرف)} = 200 \text{ لتر / ثانية}$$

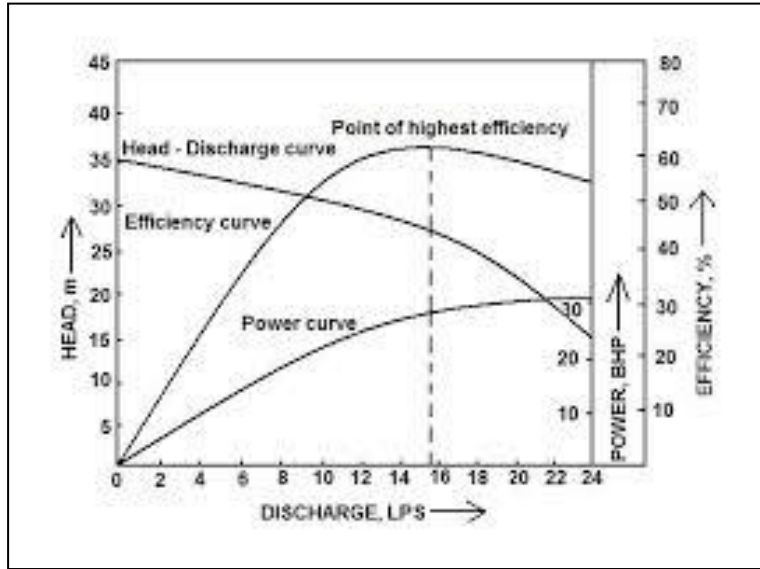
$$H \text{ (الرفع)} = 60 \text{ متر}$$

نجد أن الطراز المناسب هو رقم 74 كما أنه من المهم جداً وكما سلف معرفته، إذا كانت المضخة ستعمل ضمن محطة أو مع مجموعة أخرى من المضخات، في هذه الحالة لابد أن يكون ضغط التشغيل مساوياً لضغوط تشغيل المضخات الأخرى لأنه الممكن ألا تعمل المضخة بمعدلاتها إذا كان هناك اختلافاً في الضغط. بل من الممكن ألا تضخ السائل على الإطلاق وربما يتسرب منها الي خزان السحب مرةً أخرى، ولإيضاح ذلك أنظر توصيل المضخات على التوازي والتوالي الذي سيأتي ذكره فيما بعد.



6.2. المنحنى المميز للمضخة (Characteristic curve)

إن المنحنى المميز للمضخة هو منحنى يرسم ليبين قيمة التصرف (Q) والرفع الكلى (H) والقدرة الخاصة بالوحدة (P) وكذا الكفاءة (η) وما يعرف بضغط السحب الموجب



شكل رقم (8) منحنى اداء المضخة

ل. تركيب المضخات (Erection)

ل.1. الموقع

هناك مجموعة من العوامل التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند اختيار موقع أو مكان تركيب وحدة الضخ (مضخة - محرك - وسيلة اتصال) وذلك لسهولة مراقبة التشغيل والصيانة وكذا تجهيز المكان بونش علوي أو اسى وسائل رفع أخرى. ومن الواجب أن تكون وحدة الضخ قريبة قدر الإمكان من مصدر السائل كي يكون خط السحب قصيراً ومباشراً قدر المستطاع 0 ويجب أن يكون الموقع محققاً لهدف هام وهو استخدام أقل

عدد من الأنواع والتجهيزات المشابهة على خط الطرد كي تكون مفايد الاحتكاك عند أقل قيمة لها 0 ومن المهم أيضاً حماية الوحدة من الطفح وخاصةً إذا كان منسوب السحب أعلى من منسوب المضخة.

ل.2. التأسيس (Foundation)

يجب أن يكون تأسيس وحدة الضخ كافياً ومحققاً لامتصاص الاهتزازات الناتجة عن التشغيل وأن يشكل تثبيتاً جاسئاً (Rigid) لفرش الوحدة (كمر التثبيت) (Baseplate) وعادةً ما يكون التأسيس من الخرسانة إلا أنه قبل عملية الصب يجب تحديد أماكن مسامير التثبيت مع وضع جرش (زلط) بقطر حوالى (2.5) سم بين القاعدة والفرش (الكمز) حتى يكون السطح العلوي للقاعدة الخرسانية خشن لإمكان تثبيت الجرش به (خرسانة حول الفرش المعدني)

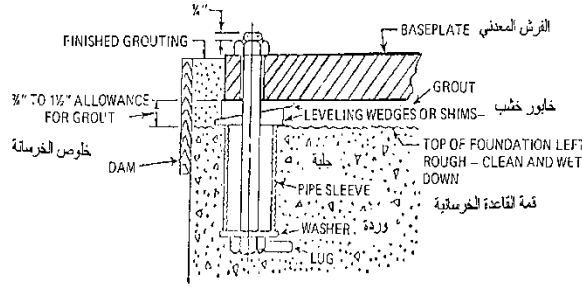
ل.3. التركيب (Erection)

تحذير

لا يجب محاولة رفع وحدة الضخ عن طريق التعليق للصندوق الحاوي، لأنه ربما ينكسر وبالتالي تتحطم المحتويات أو يصاب أحد بضرر شخصي بل ترفع عن طريق الإحاطة للفرش بواسطة كابلات (Wire)

يجب أولاً فك نصفي الكوبلن (Coupling) عند تركيب وحدة الضخ على القاعدة مع وضع خوابير خشب بجوار كل مسمار (كما في شكل 9). وكذا في المسافات بين المسامير حتى لا يحدث التواء أو ترخيم للفرش.

يتم ضبط الخوابير برفع وخفض الوحدة لكي تستقيم أو تتزن فلنجات الوحدة مع خطى السحب والطرء وفي ذات الوقت الفرش ثم يتم ربط الصواميل وصب الخرسانة حول الكمر بعد تمام التثبيت وتشغيل الوحدة حوالى أسبوع. راجع الاتزان - ثم أعد تصحيح الاتزان. غُمر المضخة والمحرك على القاعدة.



شكل رقم (9) تثبيت المضخة علي القاعدة

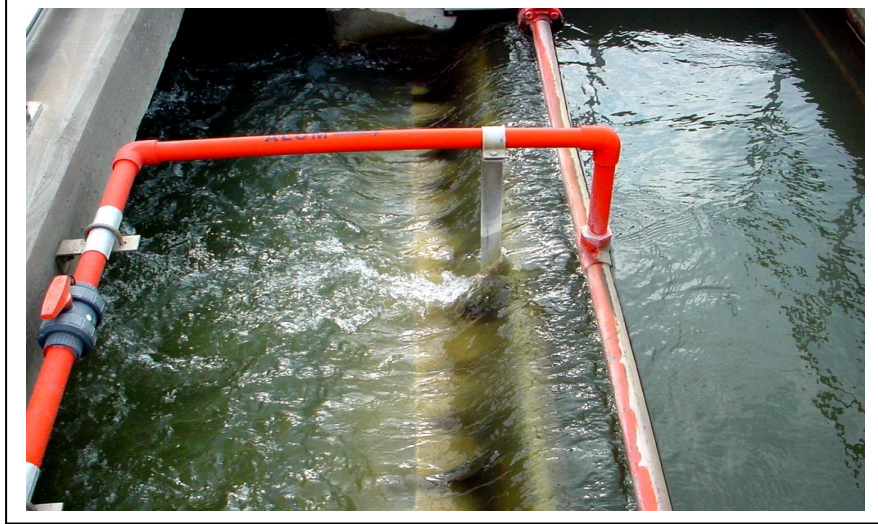
4. بئر التوزيع (Distribution Shaft)

يستقبل المياه من محطة طلبمبات المياه العكرة ليتم توزيعها علي المروبات وما تلاها من مروقات ووظيفة بئر التوزيع متعددة منها التحكم في كميات المياه ان كان هناك أكثر من مسار (Module) للمعالجة.

وبئر التوزيع عبارة عن غرفة من الخرسانة المسلحة تكون أسطوانية أو مربعة الشكل ومقسمة من الداخل بعدد فتحات مساوي لعدد مواسير دخول المروبات أو المروقات وذلك عن طريق هدارات ذات منسوب واحد مع الأخذ في الاعتبار عدد الفتحات اللازمة للتوسعات المستقبلية بالمحطة.

التصميم:

- اذا كان البئر دائريا فان القطر لا يجب أن يزيد عن 5 أمتار.
- سرعة المياه في المواسير الخارجة من البئر الي المروقات يجب الا تصل الي (1) متر وهي في العادة تتراوح بين (0.5 - 0.9) متر/ ثانية.



شكل رقم (10) هدار بئر توزيع مربع الشكل

5. الخلط السريع (Flash Mix)

الخلط السريع يهدف الي خلط محلول الشب مع المياه العكرة ويكون الخلط إما في حوض مجهز بقلاب ميكانيكي قبل دخوله إلي أحواض الترويب، أو بحقن محلول الشبة في مواسير طرد المياه العكرة قبل دخولها إلي الموزع.

يتكون النظام من حوض مربع أو مستطيل الشكل من الخرسانة المسلحة مركب أعلاه قلاب لتقليب محلول الشب لإتمام عملية الإذابة المتجانسة والخلط ثم يؤخذ المحلول من هذا الحوض اما بقعل التناقل أو الجاذبية أو بواسطة مضخة حقن ليصل المحلول الي موضع الحقن بخط المياه الخام الداخل الي بئر توزيع المحطة



شكل رقم (11) مضخات حقن محلول الشب

التصميم الهيدروليكي

- مدة المكث تتراوح بين (1 - 2/1) دقيقة.
- قدرة محرك الخلاط (2 - 5) كيلو وات.
- سرعة القلاب تتراوح بين (60 - 120) لفة في الدقيقة.

القلاب السريع (Rapid (flash) mixer

يستعمل القلاب السريع في الخلط السريع Flash mixer والتوزيع المتساوي للكيماويات المجلطة Flocculants في المياه العكرة والذي يتم في وقت قصير جداً قد لا يتعدى عدة ثوان وهو خاص بتكسير الروابط الكهربائية للمركبات الكيماوية.

- وهو يتكون من مجموعة اجزاء من محرك كهربائي وصندوق تروس وعامود من الصلب المقاوم للصدأ ورفاص او مروحة ذات ريش مسطحة مصنعة من الزهر المرن أو من الصلب الذي لا يصدأ.
- يتم التقليب بمدخل المروق السريع عادة في حوض يوفر فترة مكث (Retention Time) تتراوح بين 30 إلى 60 ثانية.
- القلاب الميكانيكي السريع يشمل رفاص (Impeller) ذات ريش مسطحة (Flat bladed propeller) يوفر تدرج في سرعة المياه بمنطقة التقليب (Velocity gradient) تتراوح قيمته بين حوالي (300 إلى 700 ثانية)⁻¹.

ويلاحظ التالي:

- يتراوح سرعة دوران القلاب ما بين 60 إلى 120 لفة/دقيقة.
- يتراوح قطر الرفاص ما بين 1/3 إلى 1/2 قطر الحوض.
- يصل عمق الرفاص إلى 2/3 عمق المياه بالحوض.
- يراجع رقم رينولدز للتحقق من الانسياب المضطرب Turb. flow

حيث أن رقم رينولدز يعطي من العلاقة

$$R_n = \frac{d\rho n}{\mu} \quad \text{Where}$$

R_n = Reynolds Number.

D = Propeller Dima. In (Meters).

ρ = Mass Density Of Water (1000 Kg/M3).

N = Revs/Sec للرفاص

μ = Dynamic Viscosity = 1.15×10^{-3} kg / m. sec. at 15 °C.

حساب القدرة النظرية المطلوبة

$P = K \rho N^3 d^5$ Kw Where:

K = drag coefficient depending to propeller shape = 1

ρ = mass density of water (1000 kg/m³).

d = propeller diam. In (meters).

N = propeller velocity (rps)

يراجع حساب قيمة تدرج السرعة

$G = (P / \mu V)^{1/2}$ Where

P = theoretical power in j/sec (w).

V= Tank volume (m³).

6. أحواض الترويب والترسيب

قد تكون كل من مرحلتي الترويب والترسيب يضمهما حوض واحد او يكون كل حوض علي حدة

حوض الترويب (Flocculator):

الهدف من هذه المرحلة هو تكوين الندف نتيجة تفاعل المواد المروبة مع القلوية الطبيعية أو المضافة حيث تتشابك الندف وتكبر في الحجم أكبر فيسهل ترسيبها في قاع حوض الترسيب. يتكون حوض من الخرسانة المسلحة حيث يتم التقليب داخله بأحدي الطرق التالية:

أ. هيدروليكيًا داخل مسارات تنشأ بجوئل داخلية إما رأسية أو عرضية وهي تعمل علي تكوين دوامات تؤدي الي الخلط.

ب. ميكانيكيًا باستخدام القلابات ذات العجلات البدالة الأفقية، أو الرأسية. أو قلابات توربينية.

وتتولد القلابات الميكانيكية بمحركات كهربائية ذات سرعات متغيرة، للتحكم في سرعة التقليب المطلوبة لتكوين الندف.

التصميم:

- مدة المكث من 20 - 40 دقيقة.
- عمق المياه بالحوض من 2 - 3 متر.
- السرعة بين الحوائط الحائلة في حدود 0.3 متر/ ثانية.
- المسافة بين الحوائط يتم حسابها بحث يكون السريان بالسرعة المحددة آنفا
- السرعة المحيطية في حالة التقليب الميكانيكي في حدود 0.3 متر/ ثانية.
- يحتوي الحوض المستطيل ذو التقليب الميكانيكي علي ثلاثة صفوف من القلابات حيث تكون المساحة الصافية للصف الأول 35% من المساحة المائية و 25% للصف الثاني من المساحة المائية و 15% للصف الثالث من المساحة المائية.
- تُصمم القنوات المتعارضة بحيث تتراوح سرعة المياه بها ما بين 0.15 إلي 0.45 م/ث ولتحقق تدرج للسرعة G يتراوح بين 20 إلي 35 ث⁻¹ ويكون الانسياب أفقي أو رأسي ويتم حساب معادلاتها كالآتي:

$$G = \sqrt{g\rho h / \mu t}$$

$$g = \text{gravity constant} = 9.81 \text{ m/sec}^2$$

$$\rho = \text{mass density} = 1000 \text{ kg./m}^3.$$

$$h = \text{head loss (m)}.$$

$$\mu = \text{absolute viscosity} = \text{kg/m sec}.$$

$$t = \text{retention time (sec)}.$$

$$h = L V^2 / C^2 R$$

حيث أن:

$$L = \text{length of mixing channel (m)}.$$

$$C = \text{chezy coefficient}.$$

$$R = \text{Hydraulic radius} = \text{Area /wet circumference}.$$

$$V = \text{mean flow velocity (m/ sec).}$$

حوض الترسيب (Clarifier):

وهو الحيز الذي تترسب الندف فيه الندف المتكونة في أحواض الترويب وعلي سطحها المواد العالقة إلى قاع الحوض.

نظرية الترسيب Sedimentation Theory

ويعتمد علي أن سرعة هبوط المواد العالقة أعلي من سرعة سريان المياه من أسفل إلى أعلي ويتوقف ذلك علي حجم وكثافة المواد العالقة. وتكون ميل قاع حيز تكوين الرواسب بين 45 – 60 درجة لكي تسمح بخروج الروبة باستمرار أو بالنظام المتقطع إلا أن التغير في درجة حرارة مياه الدخول عن المياه بالحوض تؤدي إلي تيارات تعاكس الترسيب.

وقد تستعمل ألواح أو أنابيب الترسيب الترسيب في أحواض الترويق (Tube or Plate Settler) بإضافة ألواح أو أنابيب مكررة في الأحواض وذلك لتحسين عملية الترسيب ويزيد من كفاءة المياه المروقة بنفس السرعة من أسفل إلى أعلي.

التصميم:

الأحواض المستطيلة

- لا يقل عدد الأحواض عن اثنين.
- طول الحوض يتراوح بين (3 - 5) العرض.
- العرض يتراوح بين (2 - 4) العمق.
- عمق المياه من (2 - 4) متر.
- مدة المكث من (2-3) ساعة.
- معدل التحميل علي الهدار
- يبدأ من 150 متر³ / متر / يوم ولا يزيد عن 200 متر³ / متر / يوم وفي حالة الهدار ذو الفتحات (v notch) لا يزيد عن 300 متر³ / متر / يوم.
- لا تزيد السرعة الأفقية عن 30 سم/ دقيقة.
- لا يزيد طول الحوض عن 50 متر.

- ميل القاع يكون في حدود 1-2% ويكون اتجاه الميل ناحية حيز تجميع الرواسب في اتجاه المدخل لسريان المياه.
- سرعة المياه في المواسير الخارجة تتراوح بين 0.5 - 0.7 متر / ثانية.
- معدل التحميل السطحي (20 - 45) متر³ / متر / يوم.
- لا يقل قطر ماسورة خروج الرواسب عن 150مم ويجب خروج الرواسب بمعدل منتظم.

أحواض الترويب والترقيق المشتركة (Clariflocculators)

في هذه الحالة يتم عمليتي الترويب والترقيق داخل حوض دائري واحد يجمع بين حيز الترويب الداخلي وحيز الترقيق الخارجي. يتكون من حوض دائري من الخرسانة ويحتوي علي الآتي:

- زحافة لكسح الروبة.
- كوبري.
- قلابات ميكانيكية.
- هدارات.
- ماسورة دخول المياه.
- ماسورة خروج المياه.
- ماسورة خروج الروبة.

التصميم:

- مدة المكث من 20 - 40 دقيقة.
- عمق المياه من 2 - 3 متر.
- السرعة المحيطية للتقليب الميكانيكي تكون في حدود 0.3 متر / ثانية.
- سعة حيز الترويب من 15 - 25% من السعة الكلية.

منطقة الترسيب:

- لا يزيد قطر الحوض عن 40.00 متر.
- مدة المكث من 2-3 ساعة.



شكل رقم (12) حوض الترويب والترويق المشتركة

7. المرشحات (Filtration)

تقوم المرشحات علي ازالة ما تبقي من مواد عالقة من مرحلة الترسيب المسئولة عن ازالة (90%) منها ويتبقى النسبة الباقية للمرشحات حيث يتم التصاق المواد العالقة الموجودة في المياه المروقة علي سطح حبيبات الرمل الموجودة في المرشح - بسبب المواد المروبة في حالة استخدامها - وبالتالي ترسيبها حيث تتكون طبقة هلامية علي سطح الرمال من المواد العالقة الدقيقة (Dirty Skin)، وما يحتمل وجوده من كائنات حية دقيقة. وهناك انواع كثيرة من المرشحات من حيث الشكل والتكوين الا ان ما يستخدم بالمحطات السطحية الكبيرة هو المرشحات الرملية السريعة.

مرشحات الرمل السريعة Rapid Sand Filter

يتكون المرشح من حوض خرساني ويحتوي علي طبقة من الرمل ذا حجم خاص وتحتة طبقة من الزلط المتدرج الأحجام ويوجد تحت الزلط شبكة من المواسير المثقبة الموزعة توزيعاً منتظماً في جميع نقط المرشح - أو بلاطات خرسانية مثقبة مثبت عليها مصافي (فواني) من البلاستيك موزعة توزيعاً منتظماً في جميع نقط المرشح - لكي تجمع المياه المرشحة في حوض لتخزين المياه. يُستخدم في ترشيح المياه السابق معالجتها بالمواد المجلطة (الشبة).

يتم غسيل الرمل بتمرير ودفع مياه مرشحة في اتجاه عكس الترشيح بعد تفكيك طبقة الرمل إما بالهواء المضغوط أو بالغسيل السطحي.



شكل رقم (13) المرشح الرملي السريع اثناء عملية الغسيل

التصميم:

- اذا كان الوسط الترشيحي من الرمل والزلط فان سمك طبقة الرمل تتراوح بين (50-70) سم وحبيبات الرمل ذات قطر فعال بقيمة (0.6- 1.5) مم ومعامل انتظام (1.35- 1.50). وسمك طبقة الزلط المتدرج تتراوح بين (30-60) سم.
- اذا كان الوسط الترشيحي من الرمل فقط فان سمك طبقة الرمل يكون حوالي (100 - 1200) سم.
- مساحة المرشح في العادة تتراوح بين (40-60) متر².
- مساحة المرشح لا تتعدى 150 متر مربع.
- أقل عدد من المرشحات = 0.044 (تصرف المحطة)^{2/1} (متر³/يوم).
- معدل الترشيح من (120 - 200) متر³/متر²/يوم.
- نسبة العرض: الطول (1: 1.25) أو (1: 2).

نظام التصريف التحتي Under Drainage System

- البلوكات الخرسانية حرف M أو N ذات الفراغات الجانبية أو المواسير المثقبة الإسمنتية أو البلاستيك، أو البلاطات الخرسانية المثبت عليها المصافي او الفواني البلاستيكية.
- فترة الترشيح من (12- 36) ساعة مع مراعاة أقصى فاقد ضغط خلال المرشح مسموح به طبقا للطراز.
- معدل كمية مياه الغسيل حوالي (15 - 35) متر³/متر²/ ساعة
- معدل كمية هواء الغسيل حوالي (35 - 75) متر³/متر²/ ساعة.
- ضغط هواء الغسيل حوالي (0.3 - 0.5) كجم / سم²

سرعة المياه بالمواسير Flow Velocity

- الدخول الي المرشح حوالي (0.5 – 0.75) متر/ ثانية بمتوسط (0.6) متر/ ثانية.
- خروج المياه المرشحة حوالي (0.6 – 1.5) متر/ ثانية بمتوسط (1) متر/ ثانية.
- خط مياه الغسيل حوالي (1.5 – 3) متر/ ثانية (للعوموي) بمتوسط (2) متر/ ثانية.

مضخات غسيل المرشحات Washing Pump

تستخدم الطلمبات الطاردة المركزية في نظام الغسيل العكسي (Filter backwash) لمرشحات الرمل السريعة ومرشحات الضغط وهي مماثلة في النوعيات والمواصفات والأداء لطمبات المياه العكرة حيث ان ضغطها صغير القيمة.

يحدد تصرف الطلمبة طبقاً لمعدل الغسيل الذي يتم اختياره والذي يتراوح بين حوالي (15-35) متر³ / متر² / ساعة لمرشحات الضغط وطبقاً لنوعية ونظام تشغيل أي منها مضروباً في مسطح الرمل داخل المرشح. يحدد الرفع الديناميكي للطلمبة بحساب الرفع الاستاتيكي الكلي بين أدنى منسوب للمياه في الخزان الأرضي أسفل المرشحات ومنسوب المياه فوق الهدار.

هواء الفسيل المضغوط Compressed Air System

يستعمل الهواء المضغوط في محطات تنقية مياه الشرب في أحد مراحل غسيل المرشحات والتي تتطلب أن يكون معدل استخدام الهواء المضغوط من (35 – 75) متر³ / متر² / ساعة ويضغط يتراوح بين (0.3 – 0.5) كجم / سم². وبسرعة من (10 – 25) متر/ ثانية في مواسير دخول هواء الغسيل للمرشح.

8. الكلورة Chlorination

يتحدد الغرض من عملية الكلورة في أكسدة الطحالب وقتل الكائنات الحية الدقيقة الضارة المسببة للأمراض مثل البكتريا والميكروبات العادية وذات الحويصلات (Shells).

بجرعات محددة من الكلور تحقق في اماكن معينة بمراحل عملية المعالجة المتتابعة بحيث لا تسبب أي أضرار بصحة الإنسان أو الحيوان وبدون إحداث تغيير في طعم ولون ورائحة المياه، ويعتبر الكلور أسهل وأرخص واعم المواد المستخدمة في هذا الصدد في جميع محطات تنقية مياه الشرب.

ان جرعة الكلور يجب الا تؤدي الي زيادة المتبقي بالمياه المنتجة منه عن (5) جزء في المليون طبقا لمعايير جودة مياه الشرب المصرية الا ان هناك من التوصيات ما يوجب الا تزيد القيمة عن (2) جزء حتي لا يحدث تفاعلا مع المواسير البلاستيكية المستخدمة في الشبكات



شكل رقم (14) أجهزة حقن الكلور

9. الخزانات الأرضية (Ground reservoirs)

حجم التخزين يحدد بالعلاقة التقريبية التالية

الحجم = (أقصى استهلاك يومي - أقصى استهلاك شهري) + 80% من التصرف اللازم للحريق.

ويلاحظ أن حجم التخزين = 15% - 40% من طاقة المحطة للمياه المرشحة في حالة تنفيذ محطة التنقية على مرحلتين يفضل إنشاء خزان أرضي لكل مرحلة. ومن الملاحظ أيضا أن التخزين الأرضي بالمحطات التي تقوم علي انشائها الهيئة القومية لمياه الشرب تحدد بالعلاقة التالية:

• سعة التخزين = تصرف المحطة (لتر/ ثانية) $\times 10$ متر³

• بينما في النظام الأمريكي

سعة التخزين = تصرف المحطة (لتر/ ثانية) $\times 20$ متر³

10. محطة ظلمبات المياه المرشحة Treated Water Pumping Station

ببارة سحب المياه المرشحة Treated Water Sump

ببارة سحب المياه المرشحة تنصف بالاتي:

- مدة المكث داخل البيارة من (5-10) دقائق
- حجم البيارة = التصرف × مدة المكث
- طول البيارة = عدد الطلمبات × المسافة بين محوري الطلمبتين
- عرض البيارة لا يقل عن (2.00) متر
- لا يقل عمق الراسم العلوي لمواسير سحب الطلمبات من البيارة في حالة أدنى منسوب للمياه بها عن (1.5) قطر مدخل مواسير السحب.



شكل رقم (15) طلمبات المياه المرشحة

ضخ المياه المنتجة من المحطة

هناك اعتبارات خاصة لمحطة ضخ المياه المنتجة مثل:

1. اختيار موقع الطلمبات.
2. التصرف التصميمي لمحطة الطلمبات.
3. ضغط تشغيل الطلمبات.

• اختيار موقع

يجب اختيار موقع عنبر طلبات الضغط العالي أقرب ما يكون إلى خزان المياه المرشحة على أن تتوفر فيه الشروط المطلوبة، ويفضل في كثير من الأحوال أن يكون التخطيط العام لمحطة التنقية، بما فيها من طلبات، بحيث تكون طلبات الضغط العالي وطلبات الضغط المنخفض (العكرة) في مبنى واحد مما يسهل الإشراف والتشغيل والصيانة والاقتصاد في عدد العمال والمشرفين والفنيين.

التصرف التصميمي لمحطة الطلبات

يتوقف التصرف الذي تصمم عليه محطة الطلبات على العوامل السابق ذكرها مع محطة طلبات المياه العكرة ويفضل أن يكون التصرف التصميمي لمحطة الطلبات مساوياً للتصرف اليومي أثناء فترة الصيف مع الأخذ في الاعتبار إضافة وحدات رفع احتياطية في حدود (30-50%) من الوحدات الأساسية.

وحدات الرفع Pumping Unit

- يتم اختيار الطلبات لتغطي أقصى تصرف مطلوب للمحطة.
- في حالة تنفيذ محطة المعالجة على مرحلتين يتم تحديد عدد وحدات الطلبات على أساس وجود وحدات احتياطي بنسبة (100%) في المرحلة الأولى ونسبة (50%) في المرحلة الثانية.
- سرعة المياه بمواسير سحب المضختين أن لا يجب تزيد قيمته عن (1.5) متر/ ثانية وفي خطوط طرد الطلبات لا تزيد عن (1.8) م/ث وفي خط الطرد المجمع (Header) لا تزيد عن 1.50 متر/ ثانية.
- لا يزيد فرق المنسوب بين أدنى مستوى سطح المياه في البيرة من محور مروحة (Impeller) المضخة عن (4) أربعة أمتار.

11. السرعة النوعية للمضخات Specific Speed

السرعة النوعية من اهم المصطلحات في هالم المضخات وما يتعلق بها من محددات الاختيار وهو يعرف العلاقة التالية.

$$Ns = \frac{N \cdot \sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Where

Ns = specific speed (unitless)

n = pump rotational speed (rpm)

Q = flow (gallons per minute)

H = head (feet)

وفي حالة استخدام الوحدات الدولية (SI) او المترية

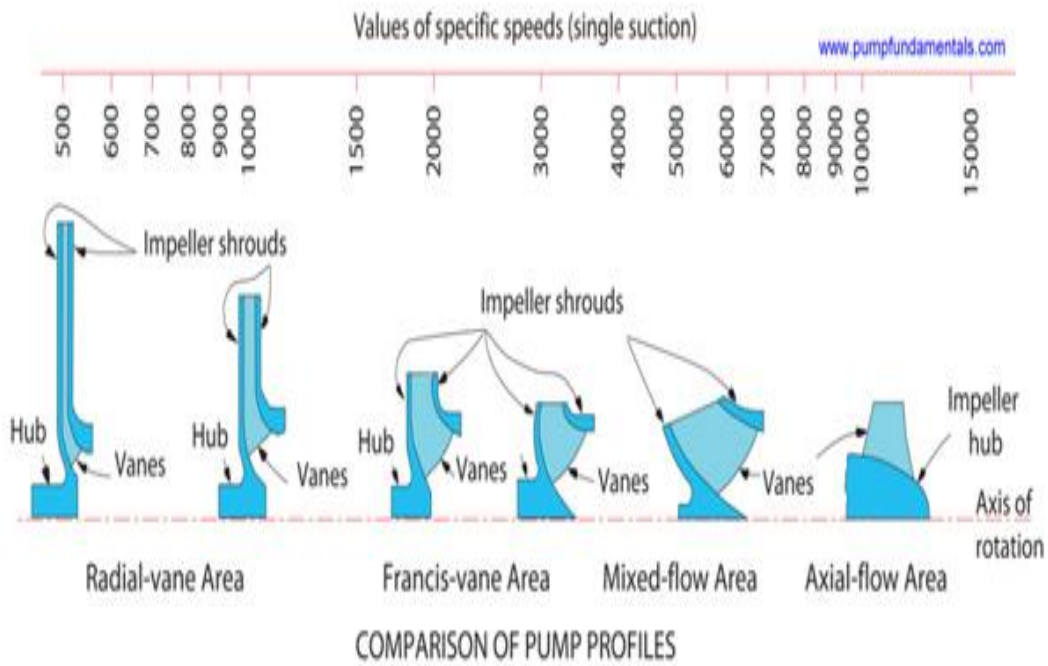
Ns = specific speed (unitless)

n = pump rotational speed (rpm)

Q = flow (meter cube per minute)

H = head (meter)

الشكل التالي يبين حدوده لكل شكل من مراوح (Impeller) المضخات التي يتزقف عليها شكل السريان داخل المضخة ان كان سريان قطري (Radial) او مختلط (Mixed) أو محوري (Axial).
وتجدر الإشارة الي ان السرعة النوعية كلما زادت زادت كفاءة المضخة لكن حالة الاستخدام هي المعيار الاول للاختيار.

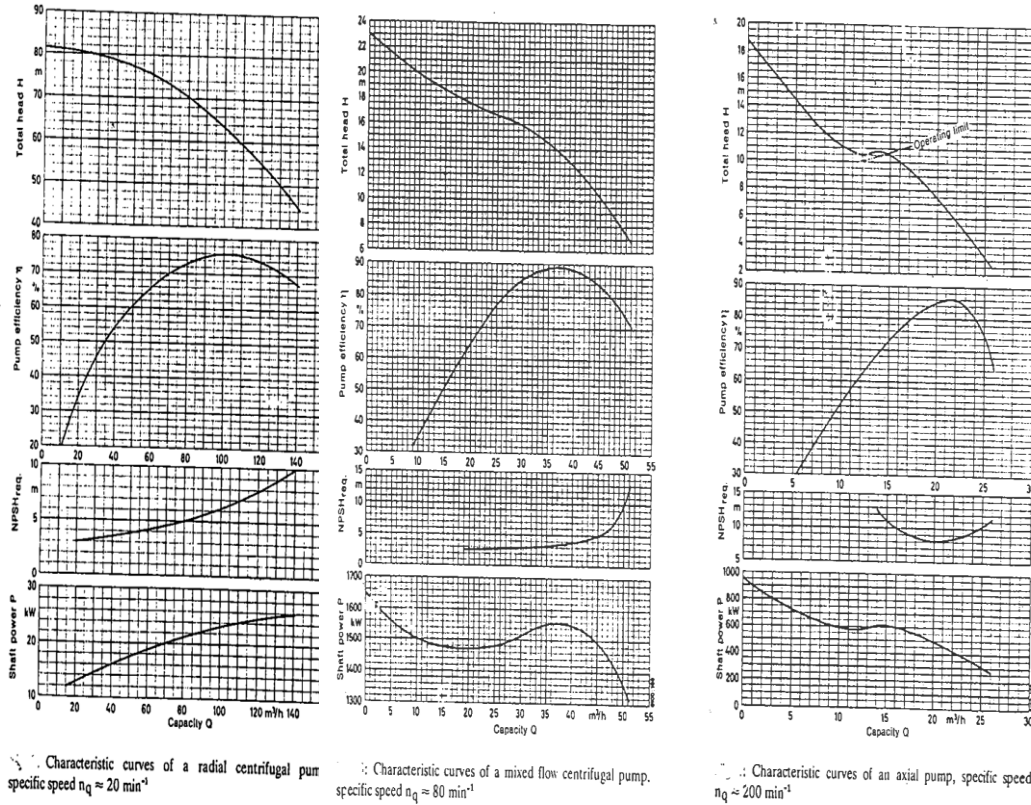


شكل (16) السرعة النوعية وعلاقتها بشكل مروحة المضخة ونوع السريان

12. المنحنيات المميزة للمضخة من واقع السرعة النوعية

إن المنحنى المميز للمضخة هو منحنى يرسم ليبين قيمة التصريف (Q) والرفع الكلى (H) والقدرة الخاصة بالوحدة (P) وكذا الكفاءة (η) وما يعرف بضغط السحب الموجب الصافي (NPSH) للمضخة الطاردة المركزية.

وكما هو موضح بشكل رقم (17) استخدام الوحدات الدولية (SI) او المتريية فقد تم رسم ثلاث منحنيات الأول لمضخة سرعتها النوعية تبلغ (20) أى سريان قطرى والثانية (80) وهذا يعني أن السريان مختلطاً والثالثة (200) وتمثل سرياناً محورياً 0 ومن المهم معرفة أن شكل المنحنى المميز يعتمد أساساً على نوع المضخة أو المروحة (من حيث السرعة النوعية) وثانياً تأثير ضغط السحب الموجب الصافي وخصائص السائل الذى ستعمل عليه المضخة والمقصود بذلك لزوجة السائل التي لم تؤخذ في الاعتبار في هذه الأشكال.



ومن الأشكال

منحنى التصريف / الرفع (QH)

شكل (17) السرعة النوعية وعلاقتها بمنحنيات الاداء لمضخات الطرد المركزي

إذا كانت السرعة النوعية صغيرة يكون المنحنى مسطحاً إلى حدٍ ما وكلما زادت هذه السرعة فإن المنحنى ينحدر بشكل كبير، وهذا الانحدار يزيد بدرجة كبيرة مع مراوح السريان المحوري حيث لا يجب تشغيل المضخة عند حد معين من التصرف (محدد على الشكل) وذلك لخطورة التشغيل عند تلك الظروف.

منحنى الكفاءة (η)

يكون المنحنى متجانس التغير مع السرعة النوعية الصغيرة ثم يزيد معدل تغيره كلما زادت السرعة.

منحنى ضغط السحب الموجب الصافي (NPSH)

هذا المنحنى يحدد الضغط المطلوب ناحية السحب كي تعمل المضخة دون اضطراب أو مشاكل هيدروليكية وهذا الضغط يزيد كلما زاد تصرف المضخة وفي حالة استخدام مضخات قطرية ومختلفة السريان ولكنه يختلف في حالة السريان المحوري حيث يقل إلى أدنى قيمة له عندما تكون المضخة في حالة عمل عند نقطة التشغيل (أعلى كفاءة) وإذا زادت قيمة هذا الضغط تحدث مشاكل كبيرة على المضخة من جراء التشغيل تحت تلك الظروف منها حدوث ما يعرف بالتكهف (Cavitation) وبالتالي زيادة اهتزاز المضخة وتآكل أجزائها وما يعقب ذلك من مشاكل.

منحنى القدرة (Power)

يعتبر منحنى القدرة هو المنحنى الاقتصادي لتشغيل المضخة وهو مؤشر على كفاءتها وكلما قلت القدرة المطلوبة لوحدة الضخ كلما كان التشغيل اقتصادياً وفي حالة المضخة القطرية كلما زاد التصرف زادت القدرة في علاقة شبه مستقيمة، بينما في حالة السريان المختلط تكون القدرة ما بين ارتفاع وانخفاض مع تغير التصرف، أما السريان المحوري فتكون القدرة المطلوبة أعلى قيمةً عندما تكون المضخة منعقدة التصرف وذلك لنشوء قوى دفع تعاكس حركة دوران المروحة. وتقل قيمة القدرة بزيادة التصرف كما هو واضح بالشكل. علي ما تقدم يتوجب علي القائم بالتصميم مراعاة اختيار نوع المضخة قبل البت في اختيارها في اطار التكاليف خلال عمر تشغيل المشروع وهو ما يعرف بـ (Life Cycle Cost)

تصنيف الطلبات طبقاً للسرعة الدوران

تستخدم الطلبات الطاردة المركزية ذات مدخل السحب المفرد أو المزدوج للرفع المتوسط والعالي وتستخدم الطلبات المختلفة والمحورية للرفع المنخفض.

السرعة:

السرعة المنخفضة 500 - 750 لفة / دقيقة.

السرعة المتوسطة 1000 - 1500 لفة / دقيقة.

السرعة المتوسطة 3000 لفة / دقيقة.

القدرة Power

القدرة المائية المستفادة من الطلمبة

$$\text{Water H.P} = \frac{W.Q.H}{75}$$

حيث

Q التصرف (لتر / ثانية).

H الرفع الكلى (متر).

W الرفع الكلى للمرحلة (متر مياه).

H.P القدرة بالحصان وتساوى 75 كجم. متر/ثانية.

القدرة على عمود الإدارة Shaft H.P

$$\text{Shaft (H.P)} = \frac{\text{water H.P}}{\eta_H}$$

حيث η_H الكفاءة الهيدروليكية للطلمبة.

القدرة الميكانيكية (Mechanical Power)

$$\text{Mech. (H.P)} = \frac{\text{Shaft H.P}}{\eta_m}$$

حيث η_m = الكفاءة الميكانيكية للنقل خلال كراسي محاور الاحتكاكات المختلفة للطلمبة.

القدرة الكهربائية المطلوبة (Mechanical Power)

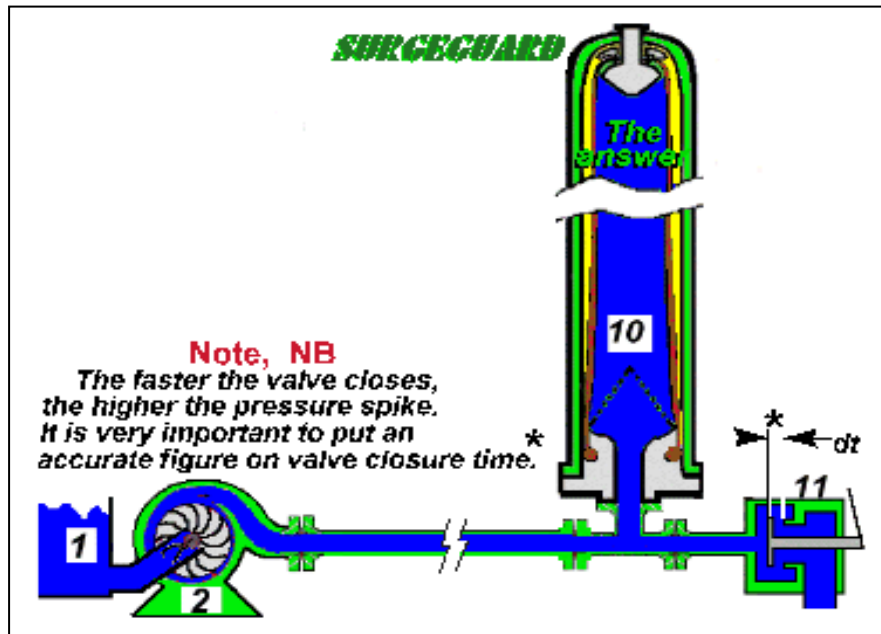
$$\text{Elect. Power H.P} = \frac{\text{Mech.H.P}}{\eta_{\text{mot}}} \quad \text{hp}$$

$$0.746 \quad \text{KW} \times \text{Elect. Power Kw} = \frac{\text{Mech.H.P}}{\eta_{\text{mot}}}$$

13. المطرقة المائية Water Hammer

وهي تحدث عند تغير مفاجئ في سرعة سريان المياه في الخط نتيجة فتح أو قفل المحابس فجأة أو نتيجة تغير كميه التصريف فجأة أو بسبب التوقف أو التشغيل الفجائي للطللمات كما يحدث في حالات انقطاع التيار وعودته.

وتسبب المطرقة المائية حدوث موجات من التضاضط والتخلخل على طول خط المواسير تصل في قوتها أضعاف ضغط التشغيل وتنتقل الموجه في خط المواسير بسرعة عالية تصل إلى سرعة الصوت ثم ترتد ثانية في الاتجاه العكسي وهكذا يستمر ترددها محدثه صوت ومشاكل عدة اخطرها انفجار الخط أو عطل معدات الضخ الأمر الذي يتحتم معه ضرورة استخدام السبل والتدابير الوقائية ذات الاستجابة السريعة لتخفيف حده هذه الموجات وذلك للمحافظة على سلامة الخط.



شكل رقم (18) مكرم المطرقة المائية

وهناك عدة طرق لتخفيض قوة الموجة الناشئة وبالتالي الصدمة التي تحدثها المطرقة ولما كانت قوة تأثير الموجة يتناسب طردياً مع تقليل سرعة سريانها فإن تقليل سرعة الانسياب سوف يكون مؤثراً ويقلل من قيمة (V) ويتم تحقيق ذلك بتقليل كمية التصريف لقطر معين أو زيادة القطر لتصريف معين.

كما توجد عدة طرق أخرى لمقاومة فعل المطرقة المائية وتقليل تأثيرها إلى أقل حد ممكن نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر:

أ. استخدام خزان الهواء " Air Vessel " الذي يملأ جزء منه بالماء ليعمل الهواء كمخدة لامتصاص موجة المطرقة (Surge Cushion) وتخفيف تأثيرها على خط المواسير بالإضافة إلى تركيب محابس تصريف هواء لإخراج تجمعات الغاز بالخط.

ب. تجهيز الخط بتوصيلات أو تحويلات لتخفيف ضغط موجة التضاضط وموازنة التخلخل.

ج. تركيب محابس تخفيف الضغط سريعة الاستجابة بالسرعة المناسبة لتقليل تأثير موجة التضاضط.

د. صمامات الهواء وهي عبارة عن صمامات تعمل على إخراج الهواء أو السائل من الخط في حاله تعرض هذا الجزء من الخط لضغوط موجب أعلى من ضغط التشغيل وكذلك إدخال الهواء إلى الخط في حاله تعرض هذا الجزء من الخط لضغوط سالبة عالية القيمة ويوجد فيها أنواع كثيرة كلاً منها وظيفة معينة.

14. الطلمبات الترددية موجبة الازاحة (الكيمائيات) Reciprocating Pumps

تستخدم الطلمبات الترددية في نقل محاليل الكيمائيات المؤذبة (شبة - هيبوكلورايت) وهذه الطلمبات ذات سرعة ثابتة وعزم ثابت، وهي إما أفقية أو رأسية وتحتوي هذه الطلمبات إما على مكبس واحد أو عدة مكابس أو ذات رق (Diaphragm) وقد تحتوي على رأس واحدة (Simplex) أو متعددة الرؤوس (Multiplex) والمكبس إما ذو تأثير مفرد أو مزدوج (Double acting) أي أن الانضغاط يتم بواسطة وجهي المكبس.

يتم اختيار الطلمبات طبقاً للتصريف والضغط المطلوبين فالتصريف هو التصريف المطلوب ضخه من المحلول اللازم لتحقيق الجرعة المحددة لأعمال التنقية أو التطهير وتحسب بالتر/دقيقة كالآتي:

أقصى تصريف مطلوب لمضخة حقن المحلول (لتر / ساعة)

أقصى تصريف للمياه العكرة (متر³/ ساعة) × أقصى جرعة (جم/ متر³)

تركيز المحلول (جم / لتر)

15. المواسير Piping

يتكون اي مشروع محطة مياه شرب من عناصر مختلفة ولكل منها عمرا افتراضيا معروفا بالتقريب والجدول التالي يبين ذلك:

العنصر	العمر الافتراضي (سنة)
المنشآت الخرسانية والمائية	50
المهمات الميكانيكية	20 - 15
المهمات الكهربائية	20 - 15
أجهزة القياس والعدادات	15
المواسير وملحقاتها	50 - 30

ثانيا تصميم شبكات المياه

أ. خطوط المواسير الرئيسية الحاملة للمياه والتي تنقل المياه من محطات التنقية أو الرفع وحتى شبكات التوزيع يستخدم في تصميمها المعادلة الأساسية في علم الهيدروليكا وهي معادلة الاستمرارية (1) ومعادلة كول - بروك (2) ومعادلة هازن - وليامز (3) لاستنتاج القطر المناسب

$$Q = A \times V \quad \text{معادلة الاستمرارية (1)}$$

$$1/\sqrt{F} = -2 \log \left(\frac{K}{3.71D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{F}} \right) \quad \text{معادلة كول - بروك (2)}$$

$$\text{معادلة هازن - وليامز (3)}$$

$$V = 0.355 C (D^{0.63}) (H/L)^{0.54}$$

حيث

$$Q = \text{التصرف المار في الماسورة.}$$

$$A = \text{مساحة مقطع الماسورة الداخلي.}$$

$$V = \text{سرعة المياه في الماسورة.}$$

$$F = \text{معامل الاحتكاك للماسورة.}$$

K = خشونة الجدار للأنواع المختلفة للمواسير .

D = القطر الداخلي للماسورة.

Re = رقم رينولد وقيمتة.

(H/L) = الفاقد في الضغط.



شكل رقم (19) تشويزن المواسير

- سرعة المياه داخل المواسير لا تزيد عن (1.5) متر/ ثانية.
- خطوط مواسير المياه الافقية بل يجب أن يكون بها ميل حتى يمكن سحب الهواء المتواجد من النقاط العالية وتفريغ الخطوط من المياه من النقاط المنخفضة لإجراء عمليات الصيانة والتعقيم بحيث لا يقل هذا الميل عن:

○ % في الصعود

○ 0.2 % في الهبوط

- تركيب محابس الهواء في النقاط العالية من خطوط مواسير المياه.
- تركيب محابس الغسيل في النقاط المنخفضة من خطوط مواسير المياه.
- تركيب على خطوط المواسير محابس تحكم (قفل) عند نقاط الاتصال مع المواسير الأخرى وعلى مسافات تتراوح بين 500 م - 1000 م.
- جميع المحابس اقطار 300 مم فأكبر تركيب داخل غرف من الخرسانة المسلحة.
- درجة تحمل الضغط داخل المواسير يجب معرفتها بعد إجراء التصميم الهيدروليكي لتحديد درجة تحمل المواسير وكذلك نوعيتها.
- الردم فوق ظهر الماسورة لا يقل عن 1.2 متر ويجب مراعاة عمق الماسورة عند غرف المحابس المختلفة.

اختيار أنواع المواسير

يتم اختيار أنسب أنواع المواسير طبقاً لعدة عوامل ورغم إنه من الصعوبة أن يجمع نوع معين جميع المزايا التي تحقق كل المطالب إلا إنه يمكن اختيار النوع الذي يحقق أغلب المميزات وفي بالمتطلبات التالية:

الضغوط العالية

تختلف أنواع المواسير في قوة تحملها للضغوط الواقعة عليها من محطات الضخ والتي تتمثل في الضغوط اللازمة للتغلب على:

1. الضغط الإستاتيكي الناتج من فرق المنسوب بين بداية الخط وحتى نهايته.
2. فواقد الضغط نتيجة الاحتكاك في خط المواسير والقطع الخاصة والمحابس وكذلك الضغوط الناتجة عن تغيير الاتجاهات.... الخ.
3. موجات الضغط الإضافية التي تحدث نتيجة المطرقة المائية التي يسببها التوقف الفجائي لطلومات الضخ أو الفتح أو القفل الفجائي للمحابس هذه الضغوط التي قد تصل إلى أضعاف ضغط التشغيل بالخط في حالة الاتزان.

مقاومة عدوانية التربة

اختبار مادة المواسير بحيث تقاوم إلى أقصى حد عدوانية التربة التي ستركب فيها وكذلك.

النقل والتشوين للمواسير

يجب أن تتحمل الصدمات التي قد تحدث أثناء التحميل والنقل والتفريغ والتشوين وكذلك عند إنزال المواسير إلى الخنادق عند التركيب إذ أن بعض الأنواع يحدث بها شروخ شعريه نتيجة الصدمات يصعب اكتشافها أحياناً قبل التركيب مما يستلزم تغييرها عند إجراء التجارب ويجب ان تمتاز المواسير بالاتي:

1. سهولة التركيب والفك

مراعاة أن تكون أوزان المواسير وأطوالها مما يسهل معه إنزالها في الخنادق عند التركيب ويسهل عملية ضبط استقامتها Alignment كما يسهل عملية إخراجها من الخنادق عند استبدالها في أعمال الصيانة كذلك مراعاة أن تكون وسيلة توصيل المواسير مع بعضها سهلة وسريعة التركيب والفك وتتميز بقسط من المرونة.

2. مقاومة الأحمال الخارجية

يجب أن تكون المواسير لها القدرة المناسبة كي تتحمل الأحمال الخارجية التي تتعرض لها نتيجة حركة المرور بالإضافة إلى أوزان الردم عليها كما يجب أن تكون على درجة من الصلابة لتقاوم حدوث انبعاج بها نتيجة هذه الأحمال خاصة وأن مواسير المياه تتركب على أعماق ليست كبيرة.

3. مقاومة الوصلات لضغط المياه

يتوقف جزء كبير من مقاومة خطوط المواسير للضغط الداخلي على مقاومة الوصلات ومدى إحكامها ومنعها للتسرب وتحملها للضغط الداخلي للسوائل المنقولة.

ومن أنسب أنواع المواسير التي يمكن استخدامها للأقطار الكبيرة هي الزهر المرن والصلب والخرسانة المسلحة سابقة الإجهاد والمواسير البوليستر المسلح بألياف الزجاج (G.R.P.) ونورد فيما يلي مزايا وعيوب كل نوع.

المواسير مزايها وعيوبها

أ. الزهر المرن

• مميزاتها

1. تصنع محلياً حتى قطر 1000 مم فقط.
2. مناسبة أوزانها بالنسبة للمواسير الأخرى.
3. تتميز بالمزايا الميكانيكية للصلب بينما يحتفظ بميزة الزهر المقاومة للأكسدة والتآكل Corrosion
4. معمل مرونتها عالي نسبياً مما يزيد قدرتها على تحمل الضغوط العالية والمفاجئة الناتجة عن المطرقة المائية والأحمال الخارجية العالية.
5. قوة تحملها للصدمات وطول عمرها الافتراضي.
6. سهولة تركيب القطع المخصصة والمحابس.
7. في التربة العدوانية Aggressive يمكن كسوتها بالبولي إيثيلين لحمايتها وكذلك من التيارات الشاردة.

• عيوبها

1. تنتج محلياً بأقطار حتى 1000 مم فقط والاضطرار للاستيراد للأقطار الأكبر من ذلك.
2. ارتفاع سعرها بدرجة ملحوظة بالنسبة لكافة أنواع المواسير المحلية.
3. طول الوقت اللازم لتوريد المواسير من المصانع المحلية والأجنبية.

ب. المواسير الصلب

• مميزاتها

1. إنتاجها محلياً بأقطار حتى 1200 مم وبمقاسات مختلفة للبدن.

2. متانتها وقوة تحملها للضغوط والصدمات.

3. تمتعها بمجال مرونة عالية Tensile Strength مما يزيد قدرتها على التشكيل الانسيابي بالنسبة لزوايا تغير الاتجاه الصغيرة ويجعلها قادرة على تحمل الضغوط العالية والمفاجئة والتي تنشأ عن المطرقة المائية.

4. خفة وزنها بالنسبة للأنواع الأخرى ورخص أسعارها.

5. سهولة وسرعة تركيبها وكذلك القطع المخصصة والمحابس.

6. عدم حاجتها إلى أساسات مكلفة.

• عيوبها

1. إنتاجها محلياً بأقطار حتى 1200 مم والاضطرار للاستيراد للأقطار الأكبر من ذلك

2. ضعيفة المقاومة للأكسدة والتآكل Corrosion واحتياجها إلى حماية كاثودية Cathodic Protection.

3. احتياجها إلى معاملات خاصة جداً للعزل الخارجي لمقاومة عدوانية الأرض.

ج. المواسير الخرسانية سابقة الإجهاد

• مميزاتها

1. إنتاجها محلياً بأقطار حتى 2000 مم.

2. صلاحيتها لأنواع التربة الغير عدوانية بشرط مراعاة احتياجات التأسيس وترية الردم والدعامات.

3. أرخص تكلفة من الأنواع الأخرى للأقطار أكبر من 600 مم وخاصة بالنسبة للضغوط الكبيرة.

• عيوبها

1. الزيادة الكبيرة في الوزن لكبر مقاسات غلاف بدن المواسير وخاصة في الأقطار الكبيرة مما يسبب

صعوبة في التركيب وضبط الاستقالة Alignment واحتياجها لفرشه خاصة للتأسيس بتخانة كافيته لمنع

الهبوط الغير منتظم نتيجة زيادة الوزن وخاصة في الأراضي الضعيفة Soft Soils

2. مرونتها محدودة Modulus of Elasticity وخاصة عند الوصلات مما يقلل من قوة تحملها للضغوط

المفاجئة الناتجة عن المطرقة المائية.

3. تعرض غلافها الخرساني الخارجي للشروخ بسبب التمدد والانكماش الجزئي بين الخرسانة وحديد التسليح

تحت تأثير الضغوط الداخلية الكبيرة وخاصة الناشئة عن المطرقة المائية.

4. الانحراف المحدود في التركيب والذي لا يتجاوز 5 درجات.

د- المواسير البولي أستر المسلح بألياف الزجاج (G.R.P.)**• مميزاتها**

1. إنتاجها محلياً بأقطار حتى 1000 مم وضغوط تشغيل حتى 12 جوى.
2. نعومة السطح الداخلي مما يقلل من معدل الفقد نتيجة الاحتكاك.
3. لا تتأثر بالتربة والتيارات الكهربائية الشاردة وبالتالي لا يحتاج إلى أي نوع من الحماية الخارجية أو الكاثودية.
4. خفه وزنها بالنسبة للأنواع الأخرى مما يوفر في تكاليف النقل والتركيب دون الاستعانة بمعدات ثقيلة.

• عيوبها

1. أفادت الشركة أنه يمكن إنتاجها بصفة خاصة بأقطار أكبر من 1000 مم إلا إنها ستكون غير اقتصادية.
2. احتياجها إلى دقة خاصة في التركيب مع مراعاة احتياطات التأسيس وتربيه الردم وزيادة تكلفة أعمال التأسيس مما يزيد التكلفة الكلية زيادة ملموسة.
3. قله تحملها للصدمات واحتياجها إلى احتياطات خاصة عند النقل والتركيب والردم.

16. أنواع الخزانات Water Tanks

تنقسم الي ثلاثة انواع هي الخزانات الأرضية والخزانات السطحية والخزانات العالية، وتكلفة لخزانات السطحية أقل من الأرضية والعلوية.

خزان المياه المرشحة (الخزان الأرضي)

- الغرض منه هو استقبال المياه بعد خروجها من المرشحات، وتغذية محطات الضغط العالي بها لدفعها في الشبكات، ويبنى هذا الخزان عادة تحت سطح الأرض بالقرب من مبنى المرشحات، على أن تكون سعته كافية لاستيعاب استهلاك المدينة لمدة (6 - 8) ساعات، وقد تبني خزانات المياه تحت المرشحات مباشرة، إلا أن هذا غير مفضل



شكل رقم (20) خزان عالي وخزان سطحي

نظراً للصعوبات الإنشائية التي تعترض التنفيذ، وقد تبنى الخزانات فوق سطح الأرض في المناطق المرتفعة، بالقرب من التجمعات السكنية، للاستفادة من فرق المنسوب.

- ويبنى الخزان بحيث تتدفق المياه فيه بانتظام في كامل قطاعه، وذلك ببناء حوائط حائلة توجه المياه من المدخل إلى المخرج وتحول دون وجود مناطق تركد فيها المياه، وتبنى الخزانات غالباً من الخرسانة المسلحة ويكون سقفها مزوداً بفتحات للتهوية مغطاة بالسلك الدقيق العيون أو بغطاء من الألومنيوم له شكل معين، بحيث يسمح بمرور الهواء ويمنع دخول الأتربة والحشرات، وتكسى الحوائط والأرضية بطبقة عازلة من مونة الإسمنت المخلوطة بمادة تمنع نفاذ المياه أو أي مادة عازلة أخرى، وينحدر القاع إلى مواسير الصرف لإمكان تنظيف الخزان، كما يفضل أن تمر المياه عند دخولها إلى الخزان على هدار أو حائط حائل، وبذلك يمكن تفريغ الخزان إلى منسوب الهدار فقط، في حالة إصلاح ماسورة أو محبس المدخل، أما ماسورة المخرج فتوضع على ارتفاع 25 سم من القاع بينما توضع ماسورة الغسيل على القاع مباشرة، حتى يمكن تفريغ الخزان منها.

الخزانات العالية

- وهي من الوحدات الهامة في أعمال توزيع المياه، وهي تبنى من الخرسانة أو الصلب، وتستخدم أساساً في حفظ ضغط كاف في شبكة التوزيع، ولتخزين المياه في حالة معدلات الاستهلاك المنخفضة من أجل استخدامها في حالة معدلات الاستهلاك الكبيرة (للموازنة)، ولإطفاء الحرائق، ويتم تحديد سعة الخزان حسب الغرض من استخدامه.

- للموازنة أو للتخزين، ويتصل الخزان العالي بشبكة التوزيع بواسطة ماسورة رأسية لتغذيته بالماء وكذلك تغذية شبكة التوزيع بالماء منه.
- ويعتبر الخزان العالي أرخص من الخزان الأنبوبي Stand pipe لكل وحدة حجم من السعة التخزينية، كما أنه يفي بمتطلبات الضغط التي تستلزم وجود مباني مرتفعة في منطقة الخدمة وماسورة المياه المغذية للخزان تكون عادة هي نفسها الماسورة المغذية للشبكة من الخزان "في حالة خزانات الموازنة"، أي أنها صاعدة وهابطة في آن واحد، ويزود الخزان بالصمامات (المحابس) والوصلات التالية:
 - أ. صمام حجز (Sluice Valve) في أسفل الماسورة الصاعدة يقلل عندما يراد حجز الماء عن حلة التخزين للتنظيف أو الإصلاح.
 - ب. صمام عوامة (Float Valve) أعلى الماسورة، حيث تدخل المياه إلى الحلة عندما يزيد معدل ضخ الطلبات عن معدل استهلاك الماء في المدينة، والغرض من هذا الصمام هو تنظيم دخول الماء بحيث يقلل الصمام تماماً إذا ما وصل الماء في الحوض إلى منسوب معين.
 - ج. صمام مرتد (Non - return Valve) مركب على فرع ما بين الماسورة الرأسية وقاع الخزان، ويسمح هذا الصمام بخروج الماء من الحوض إلى الماسورة الرأسية (وليس بالعكس) عندما يزيد معدل استهلاك الماء من معدل ضخ الطلبات (في حالة خزانات الموازنة).
 - د. صمام حجز (Sluice Valve) مركب على نفس الفرع ويقلل عندما يراد إيقاف صرف الماء من الحلة إلى شبكة التوزيع عن طريق الماسورة الرأسية، كما هو الحال عند غسيل الحلة بعد إصلاحها.
 - هـ. كما يتصل الخزان، عن طريق ماسورة رأسية أخرى تسمى بماسورة العادم، بشبكة الصرف في المدينة (Sewerage System) لإمكان صرف المياه من الحوض بعد غسيله، ومركب على هذه الماسورة ما يلي:

1. هدار مخرج للماء الفائض، والغرض منه خروج المياه الزائدة عن منسوب معين عند حدوث خلل في صمام العوامة السابق ذكره، وهذا الهدار موجود في أعلى الماسورة.
2. صمام حجز مركب على فرع ما بين ماسورة العادم وقاع الخزان، وهذا الصمام يظل مغلقاً مادام الخزان مستعملاً، ويفتح فقط لصرف الماء من الحوض عند غسيل الحوض.
3. كما تتصل الماسورتان الرأسيتان: ماسورة التغذية وماسورة العادم بواسطة فرع أفقي مركب عليه صمام آمن يفتح آلياً إذا زاد الضغط في الماسورة الرأسية المغذية عن حد معين نتيجة مطرقة مائية أو تشغيل الطلبات فجأة، وكلتا الماسورتين الرأسيتين وفروعهما من الصلب، ووصلاتهما من نوع المواسير مكشوفة

ومعرضة للتقلبات الجوية، فإنه يجب تركيب وصلة تمدد على كل منهما لمقاومة الإجهادات الناتجة عن اختلاف درجات الحرارة من وقت لآخر.

سعة التخزين

يتم تحديد السعة التخزينية بغرض الموازنة خلال دورة من الملاء والتفريغ وذلك على أساس:

1. الفرق بين أعلى وأقل احتياج (التغير في الاستهلاك).

2. التخزين الاحتياطي المطلوب لإطفاء الحرائق.

3. سعة الضخ الاحتياطي.

ويتم التخزين عادة باستخدام الخزانات الأرضية والعلوية معاً بحيث يغطي كل منها جزءاً من التخزين الكلي المطلوب.

يتم حساب حجم التخزين الأرضي حتى يفي بالاحتياجات التالية:

1. الفرق بين أقصى استهلاك يومي وأقصى استهلاك شهري (التصرف التصميمي).

2. حجم تخزين للطوارئ من أربع إلى عشر ساعات من الإنتاج اليومي.

3. الزمن اللازم للتلامس بين الكلور والماء للتعقيم (30 دقيقة).

4. 80% من كمية التخزين للحريق.

حيث تضاف كمية التخزين للحريق إلى أكبر كمية من الثلاث كميات الأخرى.

وطبقاً للمواصفات المصرية، فإن كمية الحريق يمكن تقديرها على أساس احتياج (60) متر مكعب/ساعة للحريق الواحد لمدة ساعتين، وذلك لكل 10000 نسمة.

كمية المياه المطلوبة للحريق = $60 \times 2 \times \text{عدد السكان}$ متر³

10000

ولحساب سعة الخزان بدقة لابد من دراسة معدل استهلاك المدينة للمياه والتغيرات التي تحدث فيه من ساعة إلى ساعة في نفس اليوم ورسم منحنى تجميعي (Mass Curve) لهذا المعدل، كما يرسم على نفس الشكل المنحنى التجميعي لضخ الطلمبات، فإذا كان معدل الضخ منتظماً كان المنحنى التجميعي للضخ عبارة عن خط مستقيم، أما إذا كان معدل الضخ متغيراً، وكذلك في حالة عمل الطلمبات لساعات محدودة كل يوم يكون المنحنى التجميعي للضخ عبارة عن خط منكسر.

اختيار مكان الخزان العالي

يتم الاختيار طبقاً لما يلي:

- أن يكون في موقع متوسط بالنسبة للمدينة، ويمتاز هذا الاختيار بحفظ ضغط يكاد يكون ثابتاً في المواسير في المدينة إلا في الجزء الواقع ما بين محطة الطلمبات والخزان العلوي.
 - أن يكون الموقع في الجانب الآخر للمدينة بالنسبة لمحطة الطلمبات، ويمتاز بإمكانية إمداد المدينة بالمياه من جانبيها عند زيادة الاستهلاك إلا أن الضغط في المواسير بالقرب من محطة الطلمبات يكون متغيراً تغيراً كبيراً فيكون أقصاه عند عمل الطلمبات ويكون أدناه عند توقف الطلمبات وإمداد المدينة بأكملها من الخزان العلوي.
 - أن يكون الموقع بالقرب من محطة الطلمبات إلا أن عيب هذا الاختيار يتمثل في ارتفاع الضغط شبكة المواسير باستمرار بالقرب من الخزان وانخفاض الضغط باستمرار في الجانب الآخر من المدينة الأمر الذي يستدعي إنشاء محطة ضغط مساعدة (Booster).
 - بناء أكثر من خزان علوي في المدينة، وهذا يستدعي دراسة أعمق لتوزيع استهلاك المياه في المناطق المختلفة للمدينة ودراسة ارتفاع هذه الخزانات وطريقة توصيلها مع بعضها وطريقة رفع المياه إلى كل منها ونتيجة لهذه الدراسات تتبع إحدى الطريقتين الآتيتين:
- أ. إنشاء خزان علوي رئيسي بالقرب من محطة الطلمبات، على أن تقسم المدينة إلى مناطق لكل منها خزان علوي فرعي يستمد مياهه من ماسورة رئيسية من الخزان الرئيسي مباشرة أو من خزان فرعي مجاور، ويعيب هذه الطريقة تعرض الأجزاء الأولى للشبكة القريبة من الخزان العلوي الرئيسي لضغوط عالية، مما يستدعي استعمال مواسير مرتفعة الثمن تتحمل هذه الضغوط.
- إنشاء مجموعة من الخزانات المستقلة عن بعضها، على أن تنشأ بجوار كل خزان محطة طلمبات تسحب المياه من ماسورة المياه الرئيسية وترفعها إلى الخزان المجاور لها، ومن ثم تخرج المياه من الخزان لتغذية المنطقة المحيطة به.

المراجع

• تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ

• و مشاركة السادة :-

- مهندس / محمد غنيم شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
- مهندس / محمد صالح شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
- مهندس / يسري سعد الدين عرابي شركة مياه الشرب القاهرة
- مهندس / عبد الحكيم الباز محمود شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
- مهندس / محمد رجب الزغبى شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
- مهندس / رمضان شعبان رضوان شركة مياه الشرب والصرف الصحي بسوهاج
- مهندس / عبد الهادي محمد عبد القوي شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
- مهندس / حسني عبده حجاب شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
- مهندسة / إنصاف عبد الرحيم محمد شركة مياه الشرب والصرف الصحي بسوهاج
- مهندس / محمد عبد الحليم عبد الشافي شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالمنيا
- مهندس / سامي مورييس نجيب شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالغربية
- مهندس / جويده علي سليمان شركة مياه الشرب بالأسكندرية
- مهندسة / وفاء فليبي إسحاق شركة مياه الشرب والصرف الصحي ببني سويف
- مهندس / محمد أحمد الشافعي الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
- مهندس / محمد بدوي عسل شركة مياه الشرب والصرف الصحي بدمياط
- مهندس / محمد غانم الجابري شركة مياه الشرب والصرف الصحي بدمياط
- مهندس / محمد نبيل محمد حسن شركة مياه الشرب بالقاهرة
- مهندس / أحمد عبد العظيم شركة مياه الشرب القاهرة
- مهندس / السيد رجب محمد شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
- مهندس / نصر الدين عباس شركة مياه الشرب والصرف الصحي بقنا
- مهندس / مصطفى محمد فراج الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
- مهندس / فايز بدر المعونة الألمانية (GIZ)
- مهندس / عادل أبو طالب المعونة الألمانية (GIZ)



للاقتراحات والشكاوى قم بفتح الصورة (QR)

