أعمال التجميع

Collection works

مقدمة introduction

تستعمل مياه الأمطار والمياه الجوفية كمصدر لمياه الشرب المطلوبة للمدن الصغيرة أو القرى والعزب والمباني المنعزلة.

أما المدن الكبيرة ذات استهلاكات المياه الكبيرة فإننا نلجأ إلى المياه السطحية نظراً لتوافر كمياتها بالنسبة للمياه الجوفية وإن كانت معرضة لمصادر التلوث المختلفة ، الأمر الذي يُجب تنقيتها قبل استعمالها.

وأعمال إمداد المدن بالمياه السطحية تُقسم إلى ثلاثة مراحل أساسية هي :

١-أعمال تجميع المياه Water collection works

٢-أعمال تنقية المياه Water purification works

٣-أعمال توزيع المياه Water distribution works

الغرض من أعمال التجميع: The purpose of collection works

الغرض من أعمال تجميع المياه هو سحب المياه من مصدرها بطريقة هندسية سليمة ورفعه إلى أعمال التنقية.

وتشمل أعمال التجميع المنشآت التالية :

١-المأخذ على النهر أو الترعة Intake

٢-سحارة المأخذ Intake conduit

٣-طلمبات (مضخات) الضغط المنخفض Low Lift Pumping Station

أولاً : المآخذ Intake

المآخذ هي الأعمال الإنشائية الي تُقام على جانبي مصدر المياه سواء الأنهار أو الترع أو البحيرات العذبة ليتم بواستطها أخذ المياه بطريقة سليمة ومنها يسير في سحارة الماخذ وحتى بئر محطة طلمبات الضغط المنخفض أو حتى مدخل الطلمبات حسب نوع المأخذ .

وتوجد أنواع مختلفة للمآخذ إلا أنه عند اختيار النوع المناسب من المآخذ يجب الأخذ في الاعتبار العوامل التالية :

١-نوع مصدر المياه (ترعة - نهر- بحيرة)

٢-التغير في منسوب المياه في المصدر

٣-عمق المياه وطبيعة قاع المصدر المائي

٤-احتياجات الملاحة

٥-تاثير التيارات المائية والأمواج والفيضانات على مبنى المأخذ

٦- احتمال تلوث مصدر المياه.

وفي جميع الأحوال ولأي نوع من أنواع المآخذ يجب مراعاة الاحتياطات والشروط المناسبة .

الاحتياطات اللازمة عند إنشاء المأخذ The necessary precautions when constructing intake

١-أن يكون سعته كافية للإمداد بالمياه اللازمة لمدة طويلة مستقبلاً

٢-أن يكون موقع المأخذ فوق التيار Upstream بالنسبة لموقع المدينة أو أي مصدر للتلوث .

٣-أن يكون موقع المأخذ بعيداً عن المدينة مسافة تسمح بالامتداد والتوسع العمراني المستقبلي .

٤-وقاية موقع المأخذ من أي تلوث مباشر وذلك بمنع ارتياد أو استعمال الأهالي لمنطقة تمتد على جانبي الموقع تصل إلى ٥٠٠ متر فوق التيار و١٥٠ متر تحت التيار بالنسبة للمأخذ ، ويتم ذلك بعمل سور من السلك الشائك حول هذه المنطقة وأيضاً وضع اللافتات الضرورية .

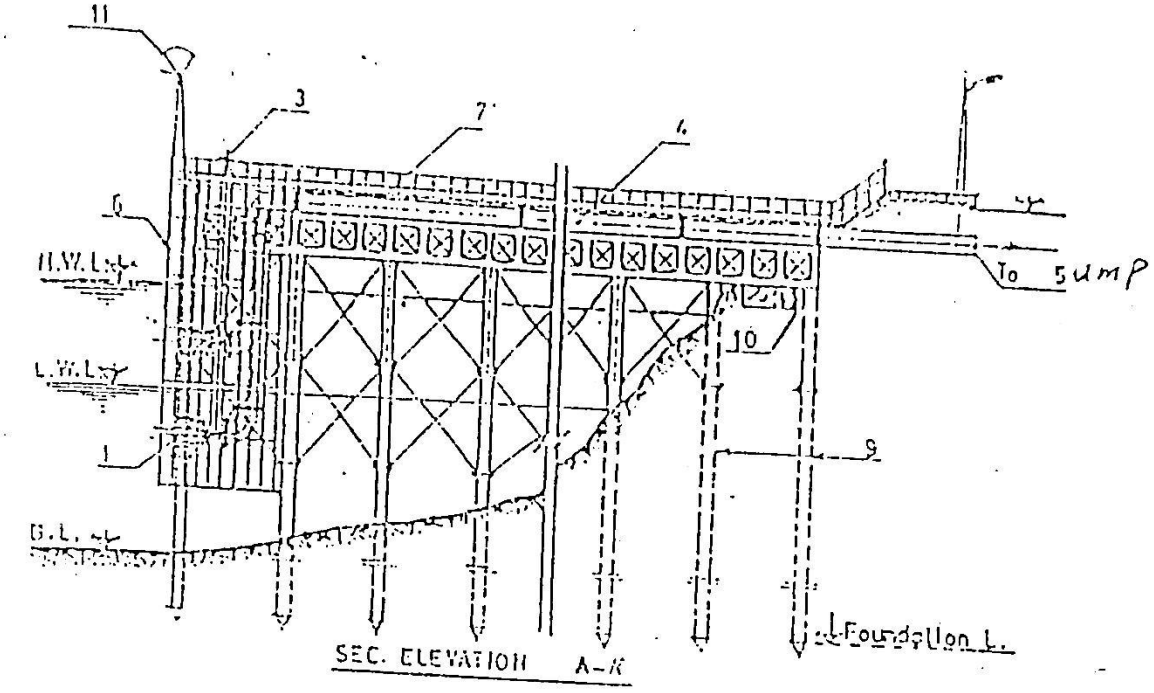
٥-تزويد المأخذ بمصافي مكونة من شبكة من القضبان الحديدية التي يسهل الوصول إليها وتنظيفها وذلك لمنع دخول المواد الطافية والحشائش على ماسورة المأخذ وبالتالي الطلمبات .

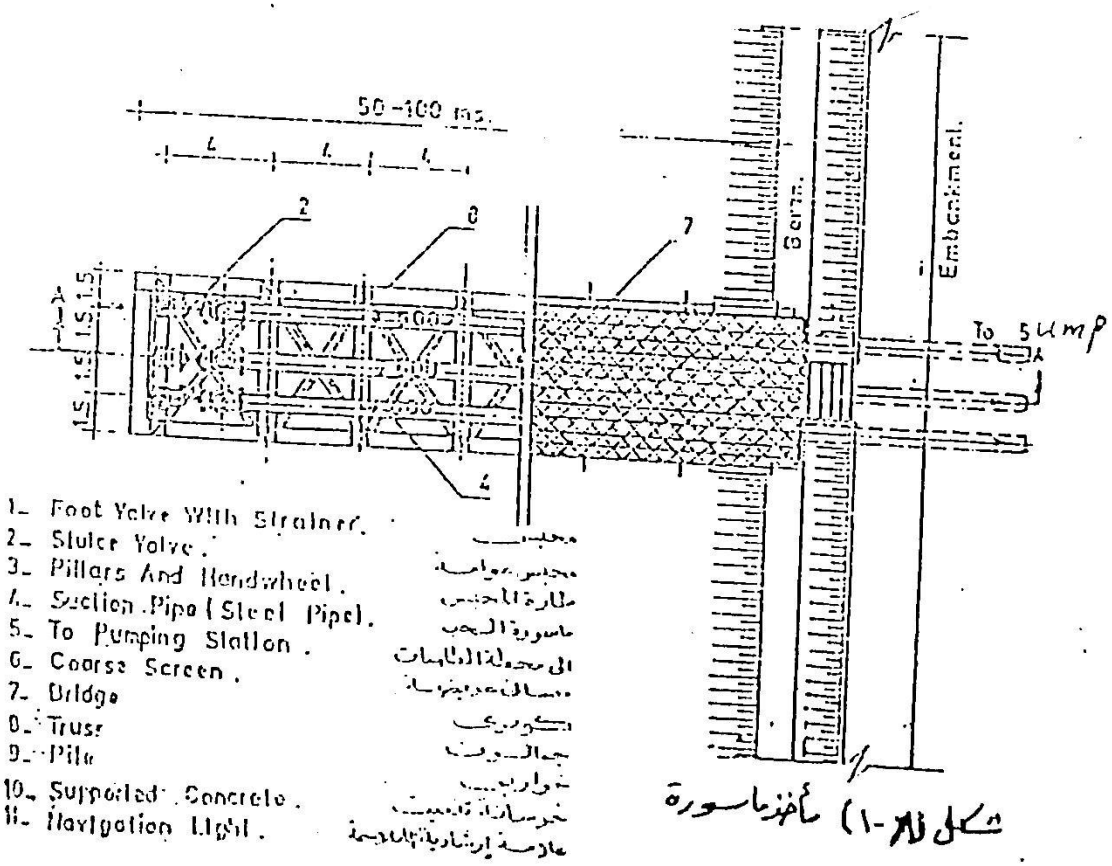
أنواع المآخذ : Types of intakes

هناك أنواع عديدة من المآخذ ويتم اختيار كل نوع طبقاً للعوامل التم تم ذكرها آنفاً ، ومن تلك الأنواع ما يلي:

١-مأخذ ماسورة Pipe Intake

وهذا النوع من المآخذ يستعمل عادة في الأنهار الكبيرة وهو عبارة عن ماسورة أو أكثر تمتد داخل مصدر الماء مسافة كافية بعيداً عن الشاطئ لتفادي التلوث المحتمل بجواره على ألا يكون لهذا الامتداد إعاقة للملاحة في المجرى المائي سواء كان نهراً أو ترعة عريضة ، ويجب أن تُحمل الماسورة داخل مصدر الماء على كوبري وتُزود بالمحابس اللازمة سواء كانت محابس قفل أو عدم رجوع للتحكم في سير المياه وعدم تفريغ الماسورة من المياه ، والشكل التالي يوضح نموذجا من هذا النوع من المآخذ .



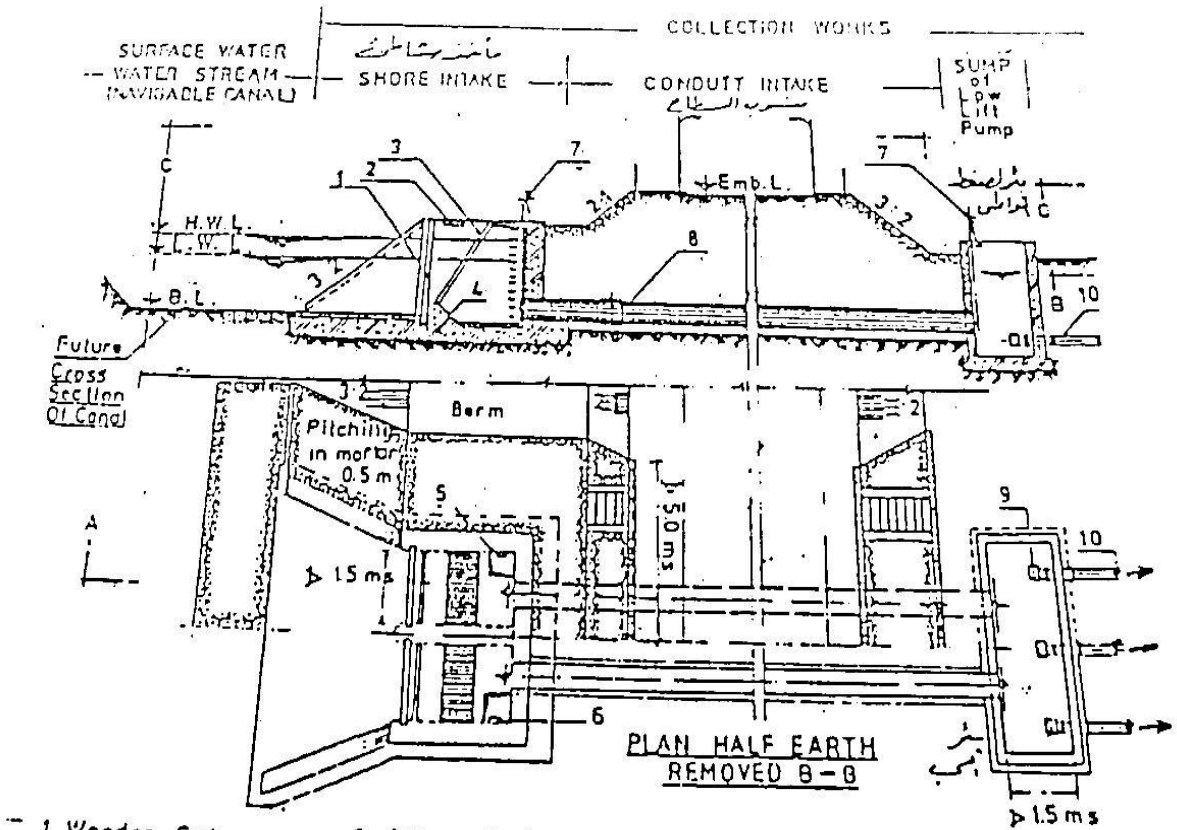


شكل (١-٤) مأخوذ ماسورة

٢-مأخذ شاطئ Shore Intake

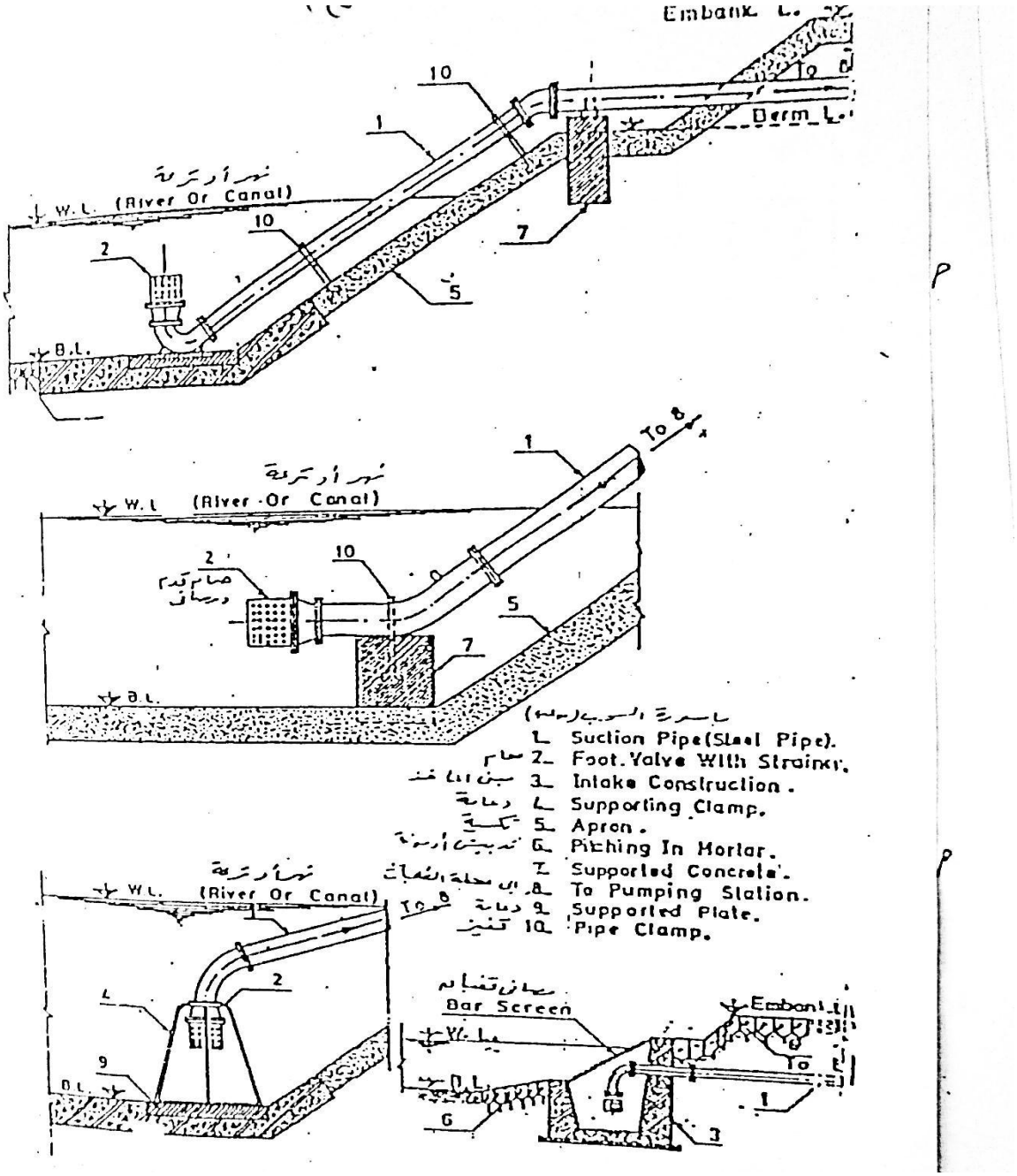
هذا النوع من المآخذ يتكون من ماسورتين أو أكثر لسحب المياه من المصدر وهي تمتد تحت جسر المجرى المائي وتنقل المياه بالانحدار الطبيعي من المصدر إلى بيارة سحب طلمبات المياه العكرة .

وتُنشأ حوائط ساندة على الشاطئ من الطوب او الخرسانة لوقاية الماسورة .ويتميز هذا المأخذ بانه لايعوق الملاحة ويُمكن إستخدامه في الأنهار والترع في الأماكن الضيقة (الغير عريضة) ، ويُزود هذا المأخذ بمصافي في مدخل ماسورة السحب ولا يقل ميل سحارة المأخذ عن ١ : ١٠٠ في إتجاه بيارة سحب الطلمبات .والشكل التالي يوضح نموذجاً من هذا النوع .



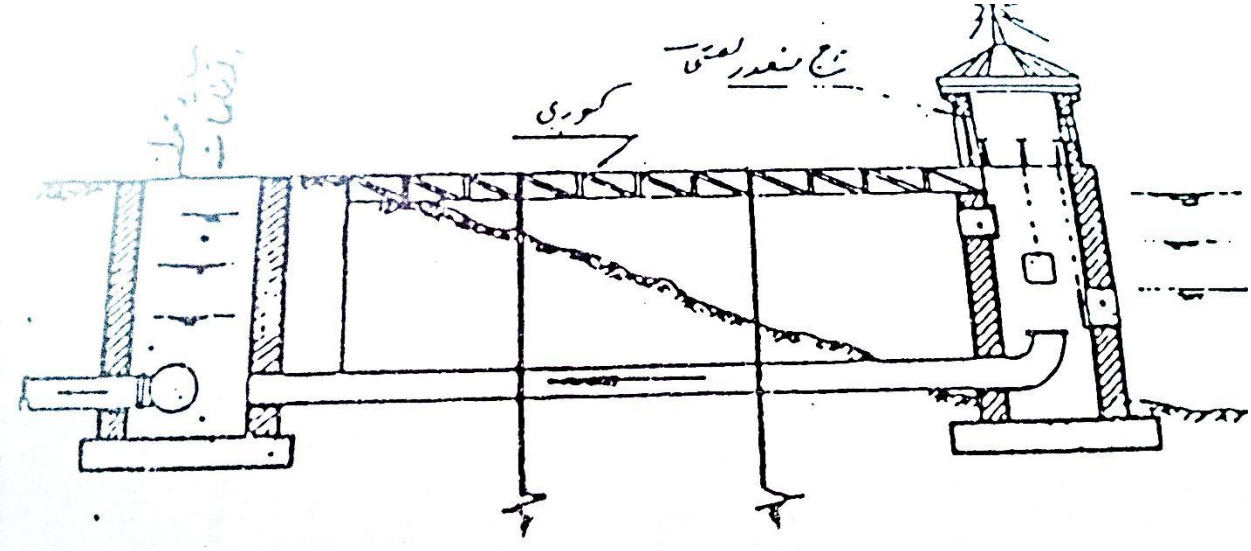
٣-مأخذ عميق (مغمور) Submerged Intake

وهو عبارة عن ماسورة مثبتة في قاع المجرى المائي بواسطة كمرات خرسانية أو خشبية أو في برج صغير ، ويُستعمل هذا النوع من المآخذ في الأنهار الضيقة الملاحية وعند احتمال تلوث الشواطئ بالمواد الطافية من العوامات والسفن الراسية على جانبي المصدر وأيضاً يُستخدم في حالة مصدر مياه ذو عمق للمياه صغير. والشكل التالي يوضح نموذجاً من هذه المآخذ .



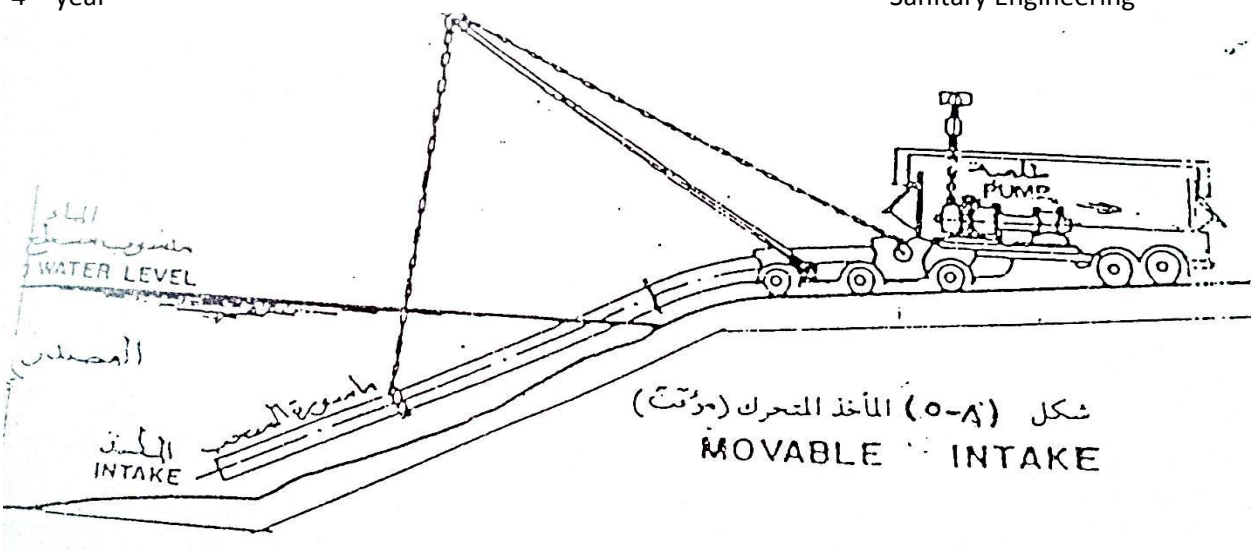
٤-مأخذ برج Tower Intake

وهذا النوع من المآخذ يستعمل في البحيرات العذبة المتغيرة التي يتغير فيها منسوب المياه من وقت لآخر ، وهو عبارة عن برج يبُنى داخل البحيرة على مسافة بعيدة من الشاطئ وتدخله المياه من خلال فتحات بالحوائط على مناسيب مختلفة طبقاً لمناسيب المياه في المصدر ومنها إلى سحارة المأخذ ثم إلى بيارة السحب لطلمبات المياه العكرة. والشكل التالي يوضح هذا النوع من المآخذ .



٥-مأخذ مؤقت Emergency Intake

وهو يُستعمل في حالات الطوارئ أو في المعسكرات المؤقتة التي يستدعي الأمر فيها الاعتماد على المياه السطحية كمصدر للماء ، وهو عبارة عن ماسورة مرنة ممتدة على عوامات أو عروق خشبية تطفو على سطح الماء ، وهذه الماسورة المرنة متصلة بطلمبة متنقلة لسحب المياه مباشرة . والشكل التالي يوضح مأخذ مؤقت .



شكل (٨-٥) المأخذ المتحرك (مؤقت)

ثانياً : سحارة المأخذ Intake conduit

وهي الماسورة الموصلة للمياه من مبنى المأخذ إلى بيارة طلمبات الضغط المنخفض ويمكن أن يكون نوع المواسير من الحديد الزهر أو الصلب أو البلاستك أو الخرسانة . ويتوقف قطر مواسير المأخذ على التصرف التصميمي المار بالمواسير والسرعة التصميمية والتي تكون عادة من **٠,٦ إلى ١,٢٥ م/ث** .

ويؤخذ التصرف التصميمي من أقصى تصرف شهري = ١,٥ من متوسط التصرف .

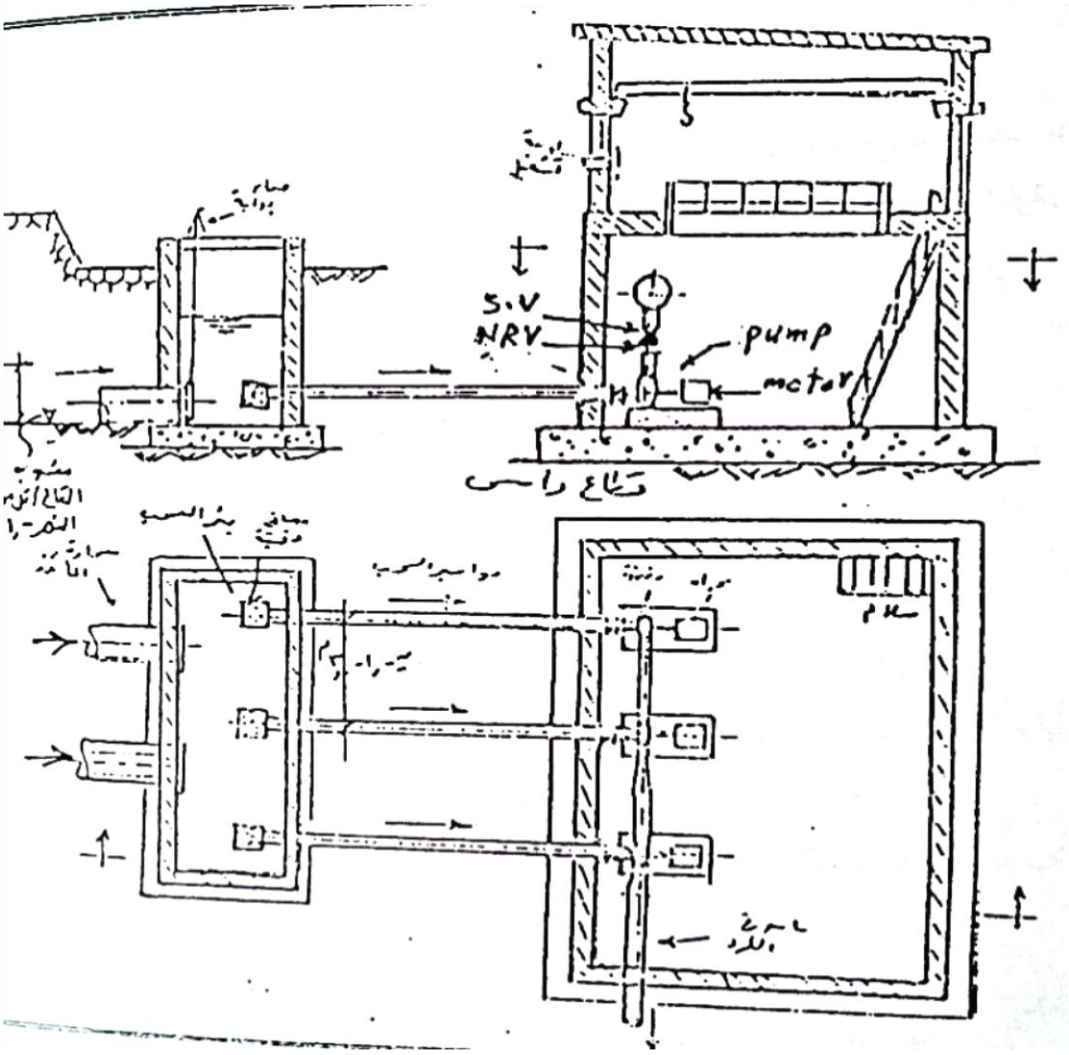
$$Q_{des.} = 1.5 Q_{aver.cons}$$

$$V_{des.} = 0.6 - 1.25 \text{ m/s}$$

ثالثاً : طلمبات الضغط المنخفض Low Lift Pumps

الغرض من وجود هذه الطلمبات في أعمال الإمداد بالمياه السطحية هو رفع المياه من بيارة السحب في محط الرفع أو من مصدر المياه مباشرة وحتى أول وحدة من وحدات التنقية في محطة تنقية المياه ، وعادة يكون عامود الرفع (الضغط) لهذه الطلمبات يكون صغير في حدود ١٠ متر وقد يكون أكبر قليلاً أو أقل قليلاً تبعاً لمنسوب المياه في المجرى المائي ومنسوب المياه بأول وحدة من وحدات التنقية (وهذا يُفسر الفرق بينها وبين محطة طلمبات الضغط العالي التي ترفع المياه النقية من خزانات المياه الرائقة وتضخها في شبكة توزيع المياه للاستهلاك والتي يكون ضغطها أضعاف ضغط طلمبات الضخ المنخفض) ، ويُفضل أن يكون

موقع محطة الطلمبات هذه أقرب ما يكون للمأخذ . والشكل التالي يوضح مخططاً لمحطة طلمبات ضغط منخفض .



الشروط الواجب توافرها في محطة طلمبات الضغط المنخفض:

Precautions to be met in the low-lift pressure pump station

١–ان يكون حجم المبنى بالاتساع الكافي ليستوعب عدد الطلمبات التي تخدم المدينة في المستقبل وبالرغم من عدم تركيبها حالياُ نظراً لعدم الحاجة إليها مؤقتاً.

٢–أن يكون المنظر الخارجي للمبنى جميلاً من الناحية الفنية والمعمارية والهندسية بصفة عامة .

٣-ان يكون تخطيط المواسير داخل المبنى وأيضاً الكابلات الكهربية بطريقة تعمل على تسهيل تشغيل المحطة وصيانتها .

٤-التصرف التصميمي للمحطة يعتمد على (عدد السكان -استهلاك المياه التصميمي-ساعات تشغيل المحطة).

٥-تزود المحطة بمضخات من نوع (طاردة مركزية-ماصة كابسة-مزدوجة) .

٦-الضغط الذي تعمل عليه الطلمبات هو الفرق بين منسوبي المياه في مدخل محطة التنقية وأدنى منسوب للمياه ببيارة السحب أو أدنى منسوب للمياه بمصدر المياه ، وعادة لايزيد هذا الفرق عن (٦-٨) متر ويضاف إليه الفاقد بالاحتكاك لخط طرد الطلمبات من محطة الطلمبات وحتى مدخل محطة التنقية والفواقد الثانوية الناتجة عن وجود قطع الاتصال مثل الكيعان والمشتركات والمحابس ....الخ

وبالتالي فإن مقدار الضغط الكلي المرفوع بالطلمبات يتكون من ثلاثة أجزاء تمثل بالعلاقة التالية :

$$H_T = h_s + h_f + h_m$$

حيث :

H_T =عامود الرفع الكلي للطلمبات بالمتر Total head

h_s =عامود الرفع الاستاتيكي Static head (الفرق بين منسوبي المياه بمدخل محطة التنقية وأدنى منسوب للمياه ببيارة السحب) بالمتر

h_f = الفاقد بالاحتكاك بمواسير خط الطرد للطلمبات بالمتر Head loss

h_m =الفواقد الثانوية بالمتر Minor loss

ويمكن حساب الفاقد بالاحتكاك للمواسير من العلاقة التالية:

$$h_f = \frac{8 f l Q^2}{g \pi^2 D^5}$$

حيث

f معامل الاحتكاك لمواسير الطرد Coefficient of friction

L طول خط الطرد بالمتر

Q التصرف التصميمي المرفوع بالطلمبات م٣/ث

D قطر ماسورة الطرد بالمتر

وتُحسب القدرة الميكانيكية للطلمبات من العلاقة التالية :

$$MP = \frac{\gamma \times Q_{des.} \times H_T}{75 \times \eta_1 \times \eta_2}$$

حيث :

MP = القدرة الميكانيكية (Mechanical Power) بالحصان الميكانيكي Horse Power

$Q_{des.}$ = التصرف التصميمي ويساوي ١,٥ من التصرف المتوسط م٣/ث

η_1, η_2 هي كفاءة الطلمبة والمحرك وتؤخذ ٦٥ % ما لم يذكر خلاف ذلك

γ = الوزن النوعي للمياه

وتُحسب القدرة الكهربية من العلاقة التالية :

$$EP = \frac{MP}{1.36} \qquad \text{Kw/hr}$$

حيث :

EP القدرة الكهربية بالكيلووات في الساعة

<u>المحابس التي يتم وضعها بمحطة الطلمبات على ماسورتي السحب والطرد :</u>

١-صمام (محبس) قدم Foot valve وهو مشابه لصمام عدم الرجوع ويوضع على ماسورة السحب لمنع ارتداد المياه من ماسورة السحب وتفريغها عند توقف الطلمبة.

٢-صمام (محبس) حجز (قفل) Sluice valve ويوضع على ماسورة سحب الطلمبة قبل الطلمبة مباشرة بغرض قفل المياه عن الطلمبة عند أعمال الإصلاح والصيانة .

٣-صمام (محبس) عدم رجوع Non-Return valve ويوضع على ماسورة الطرد للطلمبة بعد الطلمبة مباشرة بغرض عدم رجوع المياه من ماسورة الطرد أو تفريغها في حال توقف الطلمبة عن التشغيل سواء كان التوقف ناجماص عن إنقطاع الكهرباء أو عطل بالمحرك .

٤- صمام (محبس) حجز (قفل) Sluice valve ويوضع على ماسورة طرد الطلمبة بعد صمام عدم الرجوع بغرض قفل المياه عند أعمال الإصلاح والصيانة لصمام عدم الرجوع.

Example 1

City current population of 80,000 capita and the average per capita water consumption is 200 liters / day. It's required to design pipe intake to serve up to 20 years from now if the average population growth of 1.5% per year.

Solution

$P = 80000$ Capita

$P_w = 80000(1+0.015)^{20} = 107749$ Capita

$$Q_{des.} = 1.5 Q_{aver.cons} = 1.5 \times \frac{107749 \times 200}{1000 \times 24 \times 3600} = 0.374 m^3/s$$

مساحة مقطع مواسير المأخذ $$A = \frac{Q_{des.}}{V_{des.}} = \frac{0.374}{1.2} = 0.3117 m^2$$

يمكن أخذ عدد ٣ مواسير بقطر ٣٥٠ ملم أو عدد ٢ ماسورة بقطر ٤٥٠ ملم

Example 2

For the city in the previous example Find mechanical power and electrical power for low lift pumping station, if the length of rising main = 150 m , and the difference between the levels of water in purification units and sump well of pumps = 7.25 meters. Find also the annual operating costs of the pumps if they are working 20 hours a day and price of Kilowatt =0.5 pound (assuming coefficient of friction of rising main pipe =0.015).

Answer:

التصرف التصميمي

$$Q_{des.} = 1.5 Q_{aver.cons} = 1.5 \times \frac{107749 \times 200}{1000 \times 24 \times 3600} = 0.374 m^3/s$$

حساب قطر خط الطرد للطلمبات، بفرض السرعة التصميمية به ١,٢٥ م/ث

$$A = \frac{Q_{des.}}{V_{des.}} = \frac{0.374}{1.25} = 0.2992 m^2$$

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} = 0.2992 m^2 \qquad \therefore \text{ D = 600 mm}$$

h_s = 7.25 m

$$h_f = \frac{8 f l Q^2}{g \pi^2 D^5} = \frac{8 \times 0.015 \times 150 \times 0.374^2}{9.81 \times \pi^2 \times 0.6^5} = 0.35 m$$

$$H_T = h_s + h_f + h_m = 7.25 + 0.35 + 0.00 = 7.55 m$$

$$MP = \frac{\gamma \times Q_{des.} \times H_T}{75 \times \eta_1 \times \eta_2} = \frac{1000 \times 0.374 \times 7.55}{75 \times 0.65} = 58 HP$$

$$EP = \frac{58}{1.36} = 42.64 kw/hr$$

Operating costs = 42.64x20x365x0.5 = 155636 LE/Year