الباب الخامس

نقـــل الميـــاه

obeikandl.com

الفهرس

البنود	الموضوعات	الصفحات
١	تحديد كميات المياه	٢٨٧
٢	المآخذ	٢٩٥
٣	نقل المياه	٣٠٧
٤	حساب سعات التخزين	٣١٥
٥	محطات الطلمبات	٣٢٦

obeikandl.com

١ - تحديد كميات المياه Quantity of Water

عند التصميم لمخطط الامداد بالمياه لمدينة فإنه من الضرورى تعيين كمية المياه اللازمة للأغراض المختلفة. وفى الحقيقة فإن كمية المياه اللازمة تحدد أولا ثم يأتى بعد ذلك البحث عن المصدر لتوفير هذه الكميات. فى المدن الكبيره يمكن أن يكون هناك أكثر من مصدر وكذلك قد يوجد أكثر من محطة معالجة

أنواع الاحتياجات:

عند تخطيط مخطط الامداد بالمياه للمدينة، يكون من الضرورى تعيين الاحتياج السنوى وكذلك الاحتياج الشهرى والتغير فى معدل الاحتياج. ولكن نظرا لوجود عوامل كثيره متداخلة فى إحتياجات المياه فإنه من الصعب التحديد بدقه للاحتياج الحقيقى. تستخدم لذلك قوانين ومعادلات إفتراضيه والتى هى قريبه من الواقع.

الآتى أنواع إحتياجات المياه لاى تجمع سكنى أو مدينة

- مياه منزلية
- مياه للصناعة والتجارة
- مياه للاستخدامات العامة
- تعويض الفاقد.

مطالب المياه المنزلية:

وهذه تشمل إحتياجات المياه للشرب والاستحمام واعداد الطعام والغسيل.. الخ. وهذه عادة تعتمد على العادات والمستوى الاجتماعى والظروف المناخية. والاستخدامات الأخرى المنزلية مثل الغسالات وغسالات الأطباق وأجهزة التكييف.

• والاستهلاك المنزلى هو كالآتى للفرد فى اليوم

مياه شرب ٥ لتر

تجهيز الطعام ٥ لتر

الاستحمام ٥٥ لتر

غسيل ملابس ٢٠ لتر

غسيل أوانى منزلية ١٠ لتر

نظافة المنزل ١٠ لتر

استخدام دورة المياه ٣٠ لتر

الاجمالى ١٣٥ لتر فى اليوم للفرد

• المياه للمبانى الصناعية والتجارية عدا الاستخدامات المنزلية كما فى الجدول (٣٩) لكل فرد فى اليوم.

جدول (٣٩) إحتياجات المياه للمنشآت الخدمية والصناعية

مسلسل	نوع المنشأ الصناعى أو الخدمى	الاستهلاك للفرد/ اليوم/ لتر
١	المصانع	٤٠-٦٠
٢	المستشفيات لكل سرير فى اليوم (شاملة المغاسل)	٥٠٠
٣	الفنادق	١٣٥
٤	المطاعم (لكل كرسى)	٥٠
٥	المكاتب	٤٥
٦	المدارس	٥٠-٧٥
٧	سينما، مسرح، قاعة إجتماعات	١٥
٨	مركبات/ حيوانات منزلية	٤٥

• كمية المياه اللازمة للصناعة هى حوالى ٢٠- ٢٥ ٪ من إجمالى إحتياجات المدينة. معظم الصناعات الكبيرة لها مصادرها الخاصة للامداد بالمياه.

obeikandi.com

• إحتياجات الحريق:

تستخدم عدة طرق لحساب تصرف الحريق والذى يعتمد على تعداد السكان

1 $Q = 3182 \sqrt{p}$ وهى

2 $Q = 5663 \sqrt{p}$

3 $Q = 4640 \sqrt{p} \quad (1 - 0.01 \sqrt{P})$

حيث Q كمية المياه لتر فى الدقيقة

P التعداد بالألف

كل هذه المعادلات لا تدخل فى الحساب طبيعة المجتمع والمبانى والاماكن العامة والمناطق الصناعية. حيث فرص الحريق فى المناطق الصناعية اكثر من غيرها. وكلما أمكن يمكن الأخذ بما سوف تأخذ بالمعادلة الأولى (Kuichling Formula)

فى حساباتنا حيث ت = ٣١٨٢ √ ع

ت = تصرف الحريق لتر فى الدقيقة

ع = التعداد بالألف

• إحتياجات الاماكن العامة:

الحدائق العامة والجراجات العامة ١,٤ لتر / المتر المربع/ اليوم

الاشجار على أجناب الطريق ٢,٥ لتر/ المتر المربع/ اليوم

• يضاف ١٥ ٪ من كمية المياه الكلية مقابل التعويض عن الفقد فى المياه فى شبكة التوزيع.. هذا الفقد نتيجة تلف الوصلات، المواسير والمحابس. هذا بالاضافة الى عدم ترشيد الاستخدام للمياه والوصلات الغير قانونية (الخلسة).

معدلات استهلاك المياه المختلفة

معدلات إستهلاك المياه هو تعبير عن معدل استهلاك المياه باللتر/الفرد/ اليوم ويختلف هذا المعدل باختلاف فصول السنة وكذلك أشهر السنة وأيضا خلال الـ ٢٤ ساعة من اليوم.

لمواجهة هذه التغيرات فى معدلات الإستهلاك أمكن تعريف معدلات الاستهلاك المختلفة واستنتاج متوسط الاستهلاك السنوى واليومى.

- **متوسط الاستهلاك اليومى** ويحسب بقسمة جملة الاستهلاك خلال العام على عدد أيام السنة
- **أقصى إستهلاك شهرى:** حيث يعين الشهر الذى فيه أكبر استهلاك ويؤخذ متوسط الاستهلاك اليومى خلال هذا الشهر فيكون أقصى إستهلاك شهرى ويقدر بحوالى ١,٤ من متوسط الاستهلاك اليومى.

- **أقصي إستهلاك يومي:**

يعين الشهر الذى يحدث فيه أكبر استهلاك خلال العام ثم يعين اليوم خلال الشهر الذى يحدث فيه أكبر استهلاك فيكون هذا أقصى استهلاك يومى ويقدر بحوالى ١,٦ – ١,٨ من متوسط الاستهلاك اليومى.

- **أقصي إستهلاك ساعة:**

يعين اليوم الذى يحدث فيه أكبر استهلاك خلال العام والذى يعطى أقصى استهلاك يومى ثم يرسم منحنى الاستهلاك خلال ساعات هذا اليوم ومنه يحدد أقصى استهلاك ساعة ويقدر بحوالى ٢,٥ من متوسط الاستهلاك اليومى.

وترجع أهمية دراسة معدلات الاستهلاك فى تعيين التصرفات المختلفة التى تستخدم فى تصميم الأعمال المختلفة للامداد بالمياه حيث: يستخدم أقصى استهلاك شهرى فى تصميم أعمال التنقية وأقصى استهلاك يومى فى تصميم الخطوط الرئيسية والخطوط الفرعية وأعمال التصميم وأعمال التخزين للشبكة ويستخدم أقصى استهلاك ساعة فى تصميم خطوط التوزيع فى الشبكة وكذلك فى تصميم وصلات الخدمة للمنازل.

اذا كان معدل الاستهلاك اليومى ٢٠٠ لتر/ فرد/ يوم والفاقد فى الشبكة ١٠ ٪ (الباقى ١٨٠ لتر فرد يوم).

∴ أقصى استهلاك شهرى = ١,٤ x ٢٠٠ + ٢٠ = ٣٠٠ لتر/ فرد/ يوم

أقصى استهلاك شهرى = ١,٨ x ٢٠٠ + ٢٠ = ٣٨٠ لتر/ فرد/ يوم

أقصى استهلاك شهرى = ٢,٥ x ٢٠٠ + ٢٠ = ٥٢٠ لتر/ فرد/ يوم

التقدير المستقبلي لعدد السكان:

ولتقدير كمية المياه اللازمة حاليا وفى المستقبل لمدينة أو لتجمع سكنى بعد تحديد الفترة الزمنية لاستخدام الشبكة والتى تصل الى حوالى ٥٠ سنة. ويمكن الاسترشاد بمدينة أو تجمع سكنى مشابه لتقدير نسب الزيادة السكانية والأنشطة التنموية. وتستخدم الطرق الآتية للتنبؤ بعدد السكان.

وهى:

١ – طريقة الرياضية للزيادة:

ويفترض فى هذه الطريقة ثبات معدل الزيادة فى عدد السكان. وتستخدم المعادلة

$$Pn = P + n.C$$

- حيث P عدد السكان عند بدء التصميم.
- Pn عدد السكان بعد نهاية الفترة الزمنية (عدد العقود الزمنية).
- C معدل الزيادة (ثابت).

وبذلك يصبح عدد السكان بعد عدد العقود C يمكن تعينه كما فى المثال:

مثال،

العام	عدد السكان
١٩٦٠	٨٠٠٠
١٩٧٠	١٢٠٠٠
١٩٨٠	١٧٠٠٠
١٩٩٠	٢٢٥٠٠
٢٠٠٠	٢٩٠٠٠

obeikandl.com

احسب تعداد السكان فى السنوات ٢٠١٠، ٢٠٢٠، ٢٠٣٠، ٢٠٤٠، ٢٠٥٠

الحل:

العام	تعداد السكان	الزيادة فى عدد السكان
١٩٦٠	٨٠٠٠	—
١٩٧٠	١٢٠٠٠	٤٠٠٠
١٩٨٠	١٧٠٠٠	٥٠٠٠
١٩٩٠	٢٢٥٠٠	٥٥٠٠
٢٠٠٠	٢٨٠٠٠	٥٥٠٠
	الإجمالى	٢٠٠٠٠
	المتوسط	٤٠٠٠

التعداد المحتمل لعدد السكان فى مختلف العقود كالآتى

عام	التعداد
٢٠١٠	٢٨٠٠٠ + ١ X ٤٠٠٠ = ٣٢٠٠٠
٢٠٢٠	٢٨٠٠٠ + ٢ X ٤٠٠٠ = ٣٦٠٠٠
٢٠٣٠	٢٨٠٠٠ + ٣ X ٤٠٠٠ = ٤٠٠٠٠
٢٠٤٠	٢٨٠٠٠ + ٤ X ٤٠٠٠ = ٤٤٠٠٠
٢٠٥٠	٢٨٠٠٠ + ٥ X ٤٠٠٠ = ٤٨٠٠٠

• طريقة الزيادة فى الزيادة Incremental Increase Method هذه الطريقة هى تطوير للطريقة السابقة

مثال:

للتنبؤ بعدد السكان كما فى المثال السابق.

obeikandl.com

العام	التعداد	الزيادة فى عدد السكان	الزيادة فى عدد السكان
١٩٦٠	٨٠٠٠	--	--
١٩٧٠	١٢٠٠٠	٤٠٠٠	
١٩٨٠	١٧٠٠٠	٥٠٠٠	١٠٠٠
١٩٩٠	٢٢٥٠٠	٥٥٠٠	١٥٠٠
٢٠٠٠	٢٩٠٠٠	٥٥٠٠	صفر
	الإجمالى	٢٠٠٠٠	٢٥٠٠
	المتوسط	٥٠٠٠	٨٣٠

عدد السكان عند نهاية العقود المختلفة يصح كالآتى

العام	
٢٠١٠	٢٩٠٠٠ + (٥٠٠٠ + ٨٣٠) X ١ = ٣٤٨٣٠
٢٠٢٠	٢٩٠٠٠ + (٥٠٠٠ + ٨٣٠) X ٢ = ٤٠٦٦٠
٢٠٣٠	٢٩٠٠٠ + (٥٠٠٠ + ٨٣٠) X ٣ = ٤٦٤٩٠
٢٠٤٠	٢٩٠٠٠ + (٥٠٠٠ + ٨٣٠) X ٤ = ٥٢٣٢٠
٢٠٥٠	٢٩٠٠٠ + (٥٠٠٠ + ٨٣٠) X ٥ = ٥٨١٥٠

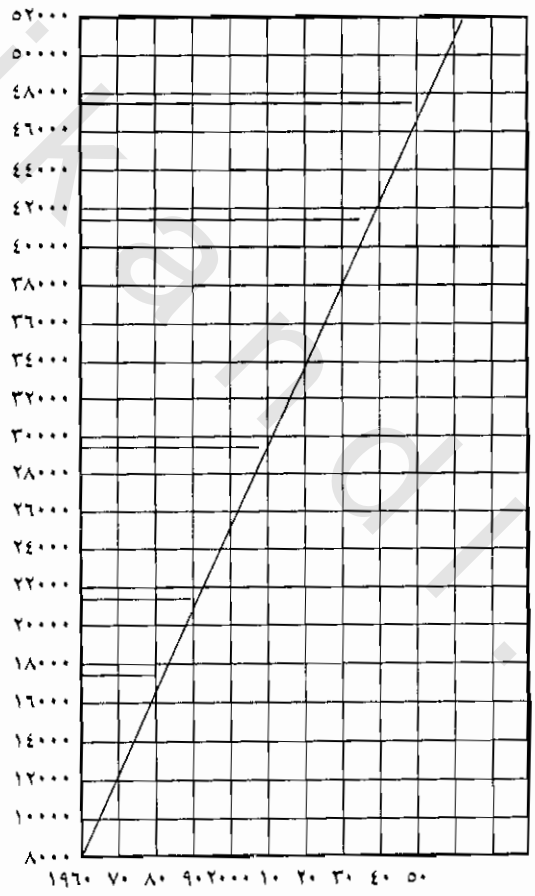
الطريقة البيانية البسيطة لحساب التعداد المستقبلي:

فى هذه الطريقة يتم التوقيع الصحيح للتعداد للعقود الماضية القليلة بمقياس رسم مناسب. ثم يتم إمتداد المنحنى للتنبؤ بالتعداد المستقبلى. المخطط شكل (١٥٣) يوضح تعيين التعداد للحالة التى سبق دراستها.

وكانت النتيجة من واقع القراءات على المنحنى كالآتى:

obeikandi.com

العام	التعداد من الرسم البيانى
٢٠١٠	٣٤٠٠٠
٢٠٢٠	٣٩٥٠٠
٢٠٣٠	٤٤٥٠٠
٢٠٤٠	٤٩٨٠٠
٢٠٥٠	٥٣٦٠٠



شكل (١٥٣) المخطط البيانى للنمو السكانى

تجميع المياه العكره من المصدر

٢ - المآخـــذ Intakes

المأخذ هو المكان الذى تسحب منه المياه العكره حيث تقام إنشاءات المآخذ فى الماء. وتتوقف كفاءة المآخذ على توفير المياه بالنوعية المناسبة والكم المطلوب فى التوقيتات المختلفة على مدار العام. وتشمل إنشاءات المآخذ توجيه المياه من المصدر الى محطة الضخ أو خط المواسير أو محطة المعالجة. فى نظم الامداد بالمياه الصغيره فإن المأخذ يكون بسيط نسبيا ويتكون من مجرد ماسورة مغمورة ومحمية بالمصفاه. المآخذ معرضه لكثير من المخاطر بما يتطلب أن يؤخذ ذلك فى الاعتبار عند التصميم. وهذه المخاطر تشمل التلوث، العواصف، التيارات الملاحية، الفيضان، إنخفاض منسوب المياه، الرواسب مثل الطمى، عدم ثبات قاع المجرى لأعمال إنشاءات المآخذ. وهذا يتطلب الحذر فى إختيار موقع المآخذ مع مراعاة التصميمات الانشائية والهيدروليكية. المآخذ التى يعتمد عليها مكلفه فقد تمثل حوالى ٢٠ ٪ من تكاليف المحطة ككل. إنشاءات خطوط المواسير تحت الماء قد يتطلب استخدام معدات بحرية خاصة، ونتيجة لذلك فإن هذا العمل قد يتكلف أكثر من ضعف الانشاءات المشابهة على سطح الأرض.

العوامل المؤثرة على تصميم ومكان المآخذ تشمل خصائص مياه المصدر، الطاقة المطلوبة حاليا وفى المستقبل، التغير فى نوعية المياه، الظروف المناخية، مصادر التلوث الموجودة وآثارها، حماية الأحياء المائية، التغير فى منسوب المياه، الملاحة، ظروف التأسيس، الرواسب وحمل تربة القاع وكذلك الاعتبارات الاقتصادية.

ونظرا لأن لكل مأخذ مشاكله الخاصة إلا أنه يمكن تعميم الظواهر العامة لتصميم المأخذ وهى:-

عدم سحب المياه بسبب التغيرات فى المنسوب

سحب المياه من الأعماق المختلفة عندما يكون ذلك إقتصادى ومطلوب.

الحماية من الفيضانات والتيارات المائية، الأجسام الطافية، القوارب والمراكب.

وضع المآخذ لتجميع أفضل نوعية للمياه وتجنب التلوث، وثبات المنشأ.

المصافى اللازمة لحماية الطلمبات ووحدات التنقية.

توفر المكان لصيانة وتنظيف المعدات وكذلك لرفع الطلمبات لأعمال الاصلاح

الأنواع الرئيسية للمآخذ: أشكال (١٥٤- ١٦١)

توجد تقسيمات كثيرة لأنواع المآخذ والأنواع الرئيسية هى

المآخذ البرجيه، المآخذ الشاطئية والمآخذ المغمورة، ومآخذ السيفون.

كما توجد أنواع أخرى منها المآخذ العائمة والمآخذ المتحركه والمآخذ المعلقه.

المآخذ البرجيه تستخدم عادة فى الخزانات حيث توضع فى الجزء المنخفض من الخزان أو البحيرة. المداخل يتم وضعها فى مناسيب مختلفة لسحب المياه ذات النوعية المناسبة.

توضع المآخذ البرجيه فى مجرى النهر، وتصرف المياه منها بواسطة مواسير إنحدار أو نفق الى محطة طلمبات المآخذ التى توجد على الشاطىء. بينما تنشأ المآخذ البرجيه عادة عند الخزانات إلا أن الأقل تكلفه يمكن أن تنشأ فى البحيرات والأنهار حيث كذلك الاستثمارات أقل.

المأخذ الشاطىء يستخدم أحيانا على الأنهار للصرف بكميات كبيره وهو يتكون من منشأ خرسانى ضخم مجهز بالبوابات المحمية بالمصافى ذات القضبان.

وهذه المصافى تعمل ميكانيكيا. وهذا المنشأ الخرسانى يشمل المساحة اللازم لمحطه الطلمبات والبئر اللازم لوضع المصافى. والبديل يتكون من مواسير مدخل عليها المصافى موضوعة فى مجرى النهر وبرج رطب شاطىء مزود بطلمبات غاطسة وقيسونات فى المأخذ الشاطىء.

المآخذ الغاطسة تنشأ فى غرف صغيرة تحيط بمدخل على شكل فوهة الجرس (Bell Mouth) المتصل بماسورة المآخذ وهذه الغرف تصنع من هياكل خشبية متعددة الأضلاع ومحملة بكسر الأحجام للحماية وعدم الطفو. وتصرف المياه من ماسورة المأخذ الى غرفة طلمبات السحب بالشاطىء وهذه المآخذ تكون مزودة بمصافى مثبتة أو متحركة وهى تصمم بغرض التخلص من الاضطراب (Surge). مآخذ السيفون تستخدم كذلك فى الأنهار حيث أنها أقل تكلفة.

كما يستخدم كذلك المآخذ المتحركة والعائمة فى الأنهار والخزانات.

عناصر التصميم:

الطاقـة: بمجرد إنشاء المآخذ يكون من الصعب عمل التوسعات بالاضافة الى التكلفة العالية، بينما أن عناصر محطة التنقية مثل محطات الضخ والأحواض والمرشحات يمكن تنظيمها لسهولة التوسع. ولهذا فإنه يلزم الأخذ فى الاعتبار الاحتياجات المائية فى المحاضر والمستقبل قبل التصميم وذلك لمدة زمنية حتى ٥٠ عاماً.

الغمر: Submergence : ترتبط طاقة المآخذ بغاطس المدخل وذلك لمراعات التغير فى منسوب المياه الذى يحدث فى كثير من الأنهار والخزانات والبحيرات. ولذلك فإن المأخذ يجب أن يحقق أقصى إحتياجات للماء فى فترات إنخفاض المنسوب وذلك طوال الفترة الزمنية التى صمم المأخذ على أساسها. كما يراعى مراقبه تلوث المياه. وأن يكون المأخذ فوق التيار لمصدر التلوث.

الفيضانات: قد يتعرض المأخذ للتدمير بفعل الفيضانات بما يتطلب حمايته وذلك بتصميم المآخذ ضد الطفو. كما يراعى فى التصميم عند انسداد المآخذ بالمواد العالقة وكذلك بواسطة الترسيبات التى تحدث على قاع المجرى. ولمنع هذه الترسيبات توضع حواجز لمنع وصول التدفقات الرئيسية الى وجه المأخذ.

المداخـل: بالنسبة للمآخذ فى الأنهار العميقة فإنها تعد بمداخل على أعماق مختلفة لسحب نوعية المياه المناسبة. أدنى منسوب للمدخل يكون فوق قاع الجرى بمسافة ٥, – ١

متر وذلك لتجنب الانسداد بالطمى والرمال وترسيب الأحجار. وتكون سرعة الدخول للمياه فى الفتحة لا تزيد عن ٠,٣ متر فى الثانية.

المصافي ومصافي القضبان

تستخدم مصافى القضبان لمنع دخول الأجسام الكبيرة الطافية وهى عبارة عن قضبان معدنية بفواصل من ١-٣ سم. ولا تزيد سرعة المياه خلال مصفاه القضبان عن ٠,٥ متر فى الثانية. المصافى الدقيقة تحجز المواد العالقة التى لا تحتجز بواسطة مصافى القضبان. المصافى يمكن أن تكون فى شكل سلة التى يمكن رفعها للتنظيف أو من النوع الذى يتم تنظيفه ميكانيكيا بواسطة الماء. فتحات المصافى الدقيقة يكون حوالى ١/٢ سم (٣/١٥″) وتكون سرعة المياه فيها فى حدود ٠,٥ متر فى الثانية عند أقصى تدفق للمياه وأدنى غمر للمصفاه.

تصميم الخلايا (Cellular Design):

يفضل تصميم المآخذ الشاطئيه الكبيره بطريقة الخلايا. وفى مآخذ الخلايا يقسم المآخذ الى خليتين أو أكثر. هذا النظام يمكن من المرونة ويبسط عملية الصيانة، حيث يمكن عمل الصيانة والنظافة لخلية. وهذا النظام يمكن كذلك استخدامه فى البحيرات والخزانات.

مآخذ البحيرات والخزانات:

يستخدم كلا من المآخذ البرجيه والغاطسة لسحب المياه من الخزانات والبحيرات. ويشمل المأخذ البرجى محطة طلمبات كما يمكن أن يكون جزءا من السد. وكذلك يمكن أن يكون البرج كمنشأ مستقل على مسافة ما من الشاطىء فى أوطى عمق للخزان. فى هذه الأبراج يتم الاقتراب بواسطة كوبرى مشاه أو قوارب. يجب أن تصمم الأبراج لتتلاءم مع الطفو والرياح وحركة أمواج المياه.

أشكال المدخل

المآخذ البرجى فى البحيرات أو الخزانات العميقة يجب أن يوفر مداخل مجهزة ببوابات على مناسيب مختلفة وذلك لكى يمكن إختيار المياه ذات النوعية الأفضل. وعموما تكون البوابة السفلى على إرتفاع من ١ – ٣ متر من قاع الخزان لتجنب تراكم الترسيبات. وتكون المداخل عادة على منسوبين أو ثلاثة مناسيب مع فاصل رأسى من ٣,٥ – ٥ متر. ضبط المنسوب لعمق السحب أحيانا يوفر تحسن جيد فى الخواص الطبيعية والبيولوجيه والكيماويه للمياه وبالتالى يسهل عمليات التنقيه ويخفض فى التكاليف. وتكون السرعة خلال المسافة الكلية للمدخل لا تزيد عن ٠,٣ متر فى الثانية.

المآخذ الغاطسة: Submerged Intakes

توجد تصميمات مختلفة للمآخذ الغاطسة لتجنب الترسيبات والرمال يفضل أن تكون إنشاءات المدخل فى المياه العميقة وسرعة دخول المياه ٠,١ متر فى الثانية. وتصنع إنشاءات المدخل من الأخشاب أو من مواد غير حديديه يتم زيادة وزنها بالخرسانة وكسر الأحجار وتكون طبقة الأساس من كسر الأحجار.

الشكل (١٥٩) يوضح مقطع فى مأخذ غاطس. حيث الغرفه (Crib) فى شكل ثمانى مصنوعة من الصلب المغطى بارتفاع ٤ متر واتساع ٢٤ متر بين الأجناب المتوازية. تم تعويمه فى مكانه وتغويصه بملىء خزانات الهواء بالماء والذى تم إستبداله بضخ الخرسانة للاستقرار الدائم. العوائق الرأسيه توفر الانتظام النسبى لتدفقات المياه خلال كل أجزاء مصفاه المأخذ. سرعة المياه المتوسطة خلال فتحات المصفاه ٠,١ متر فى الثانية. متوسط عمق المياه فى موقع المآخذ حوالى ١٧ متر.

فى البحيرات أو الخزانات حيث المحتوى من المخصبات محدود (Nutrient) مثل النترات والفوسفات فإن الخصائص الكيماويه لا تتغير خلال كل العمق. فى هذه الحالة يكون سحب المياه من العمق حيث درجات الحرارة ثابتة أو على عمق قليل من سطح الماء. أما فى حالة الخزانات العميقة حيث المحتوى العالى من المخصبات فإنه يوجد إختلاف فى نوعية

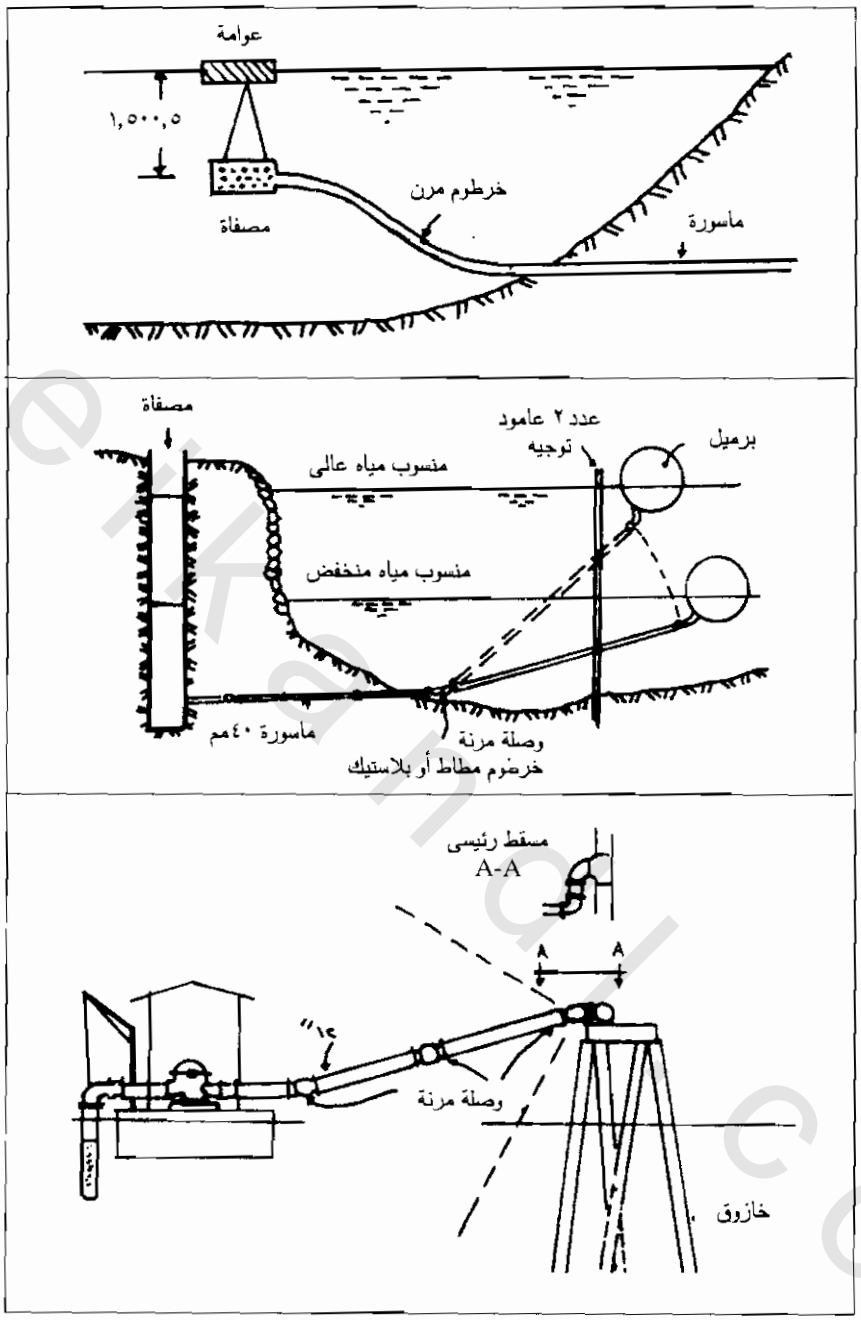
obeikandl.com

المياه على مختلف الأعماق. عندئذ يفضل سحب المياه من الطبقات العليا للبحيره حيث المحتوى العالى من الأكسجين المذاب فى الماء، ولكن نظرا لأن السطح العلوى للمياه يكون أكثر سخونه عندئذ يكون سحب المياه على عمق ٢ متر من سطح الماء.

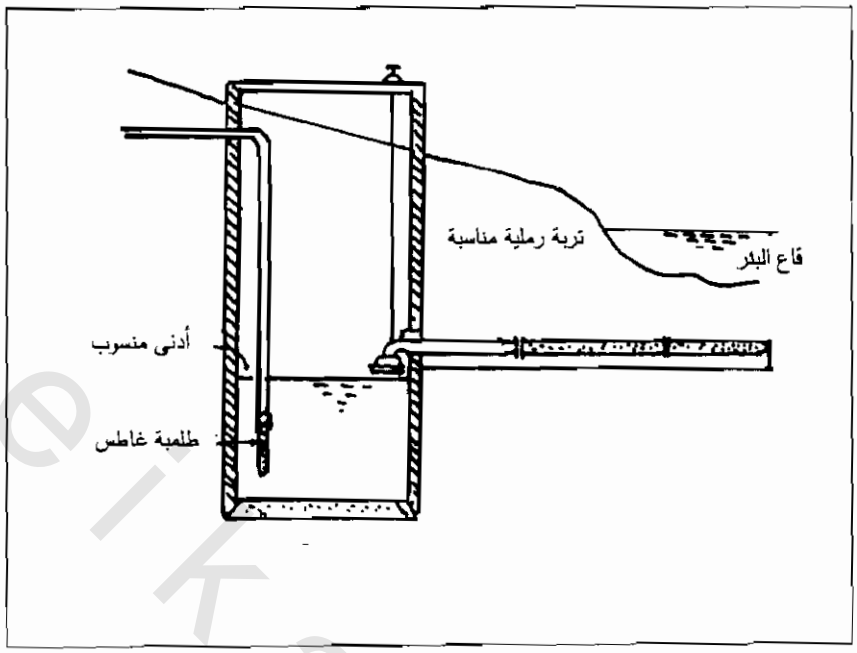
مجري المآخذ

مجرى المياه الذى يربط أعمال المآخذ المغمورة من خزان تجميع ورفع المياه بالشاطىء يمكن أن يكون خط مواسير أو نفق، ولكن الانفاق مكلفه ولا تصلح للتصرفات الصغيرة والتى تكون إقتصادية فى حالة التصرفات الضخمة. تكون السرعة فى المجرى بما تمنع حدوث الترسيبات من ١ – ١,٣ متر فى الثانية. ويراعى فى التصميم تجنب النمو البيولوجى داخل المجرى والذى يقلل من طاقته. وعند استخدام المواسير كمجرى يستخدم عادة مواسير خرسانية، التى توضع فى خندق على قاع الخزان أو البحيره. يوضع غطاء بارتفاع ١ – ١,٢ متر فوق الماسورة بالاضافة الى طبقة علوية من كسر الأحجار والتى تقدر بحوالى ٢ متر مكعب من كسر الأحجار لكل متر طولى من المواسير. كما يراعى ألا يقل الانخفاض فى حوض التجميع عن ٥ متر والذى يكون نتيجة الاحتكاك وانخفاض المنسوب فى المصدر. كما يراعى أن توضع مواسير المجرى فى منسوب مستمر فى الإرتفاع أو الإنخفاض لتجنب خفض طاقة المجرى نتيجة تراكم الهواء من النقط المرتفعة. وفى حالة عدم إمكان تنفيذ ذلك بسبب الشكل العام لقاع الخزان أو البحيره، يتم اللجوء الى تجهيزات تسرب الهواء فى النقاط المرتفعة.

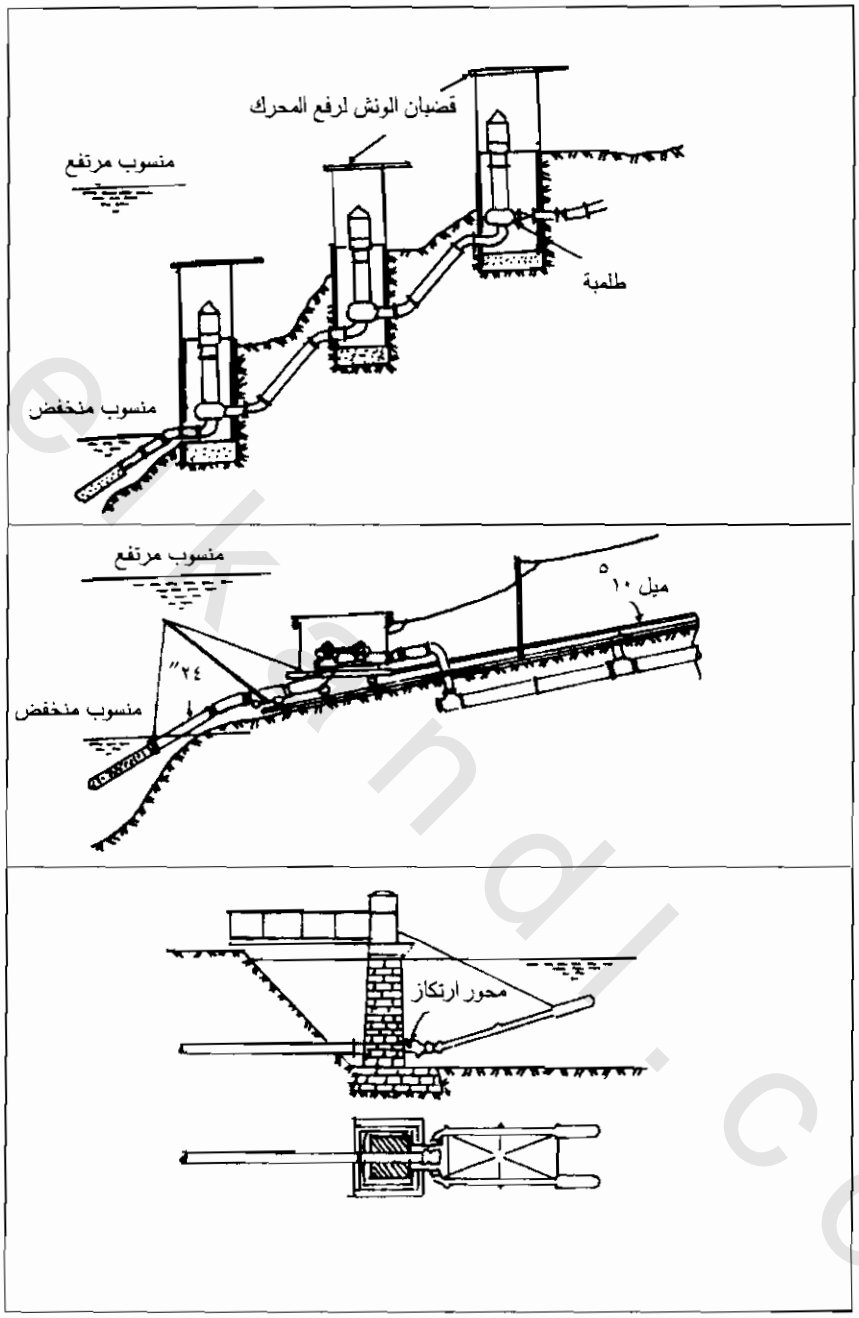
الأشكال: ١٥٤ الى ١٦٠ تبين الأنواع المختلفة للمآخذ وعلى المصمم إختيار أنسبها طبقا لظروف المصدر المائى.



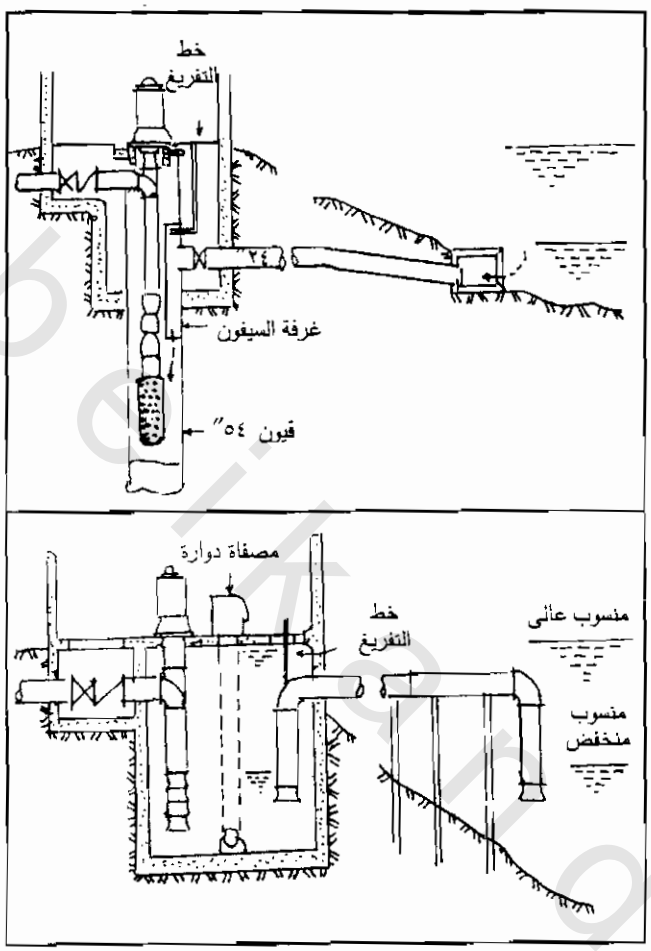
شكل (١٥٤) مآخذ عائمة



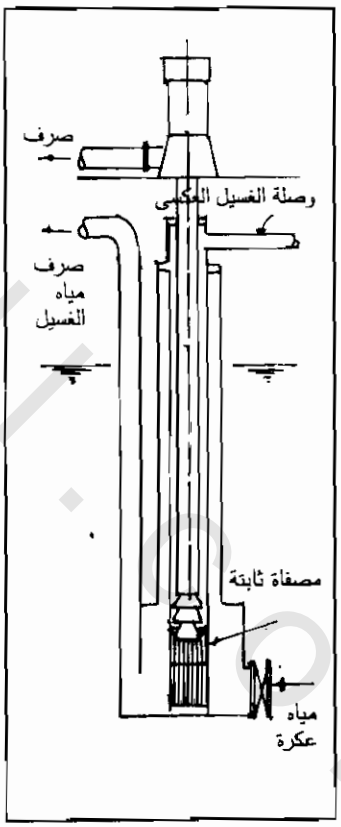
شكل (١٥٥) مآخذ فى جسر للمياه



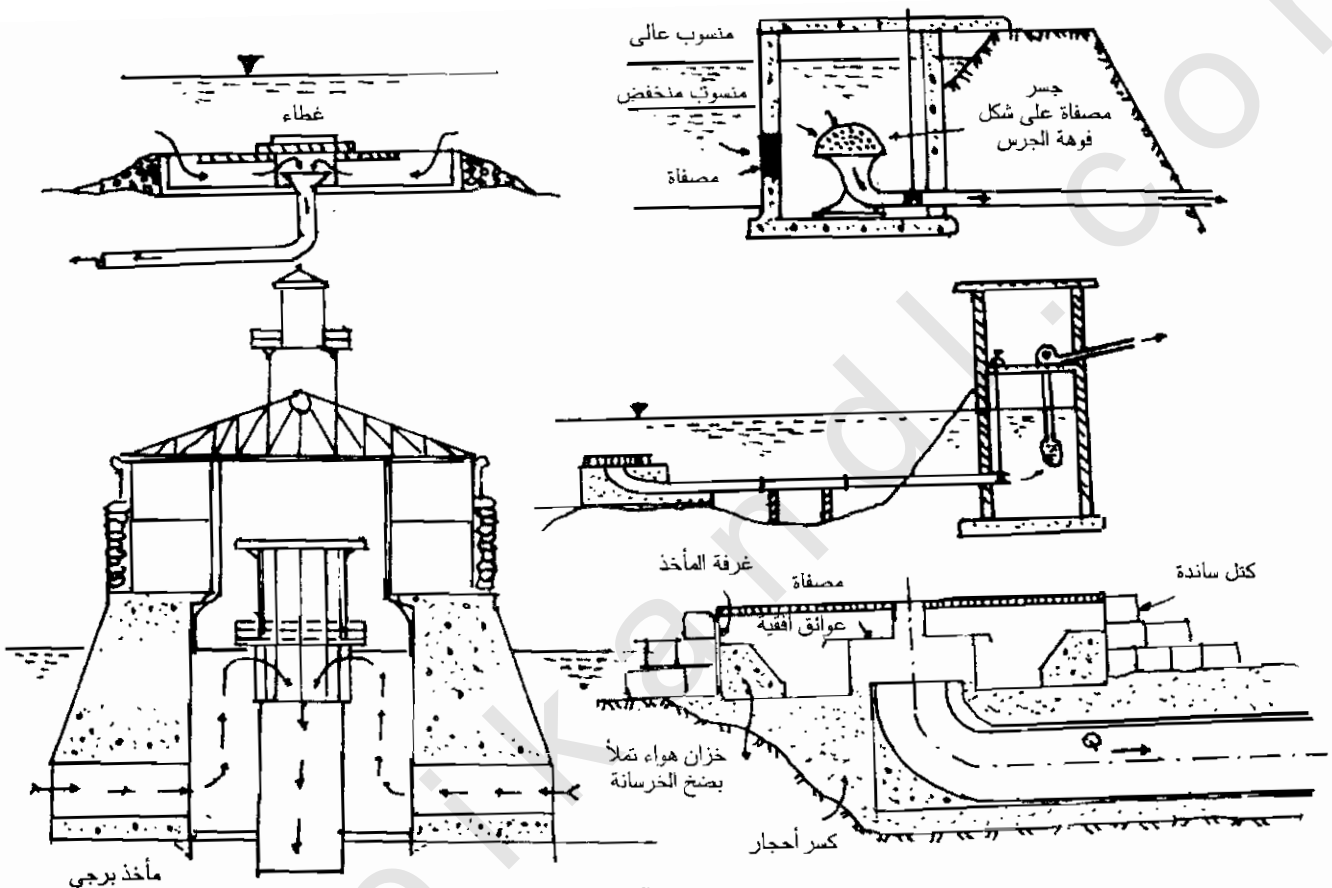
شكل (١٥٦) مآخذ متحركة



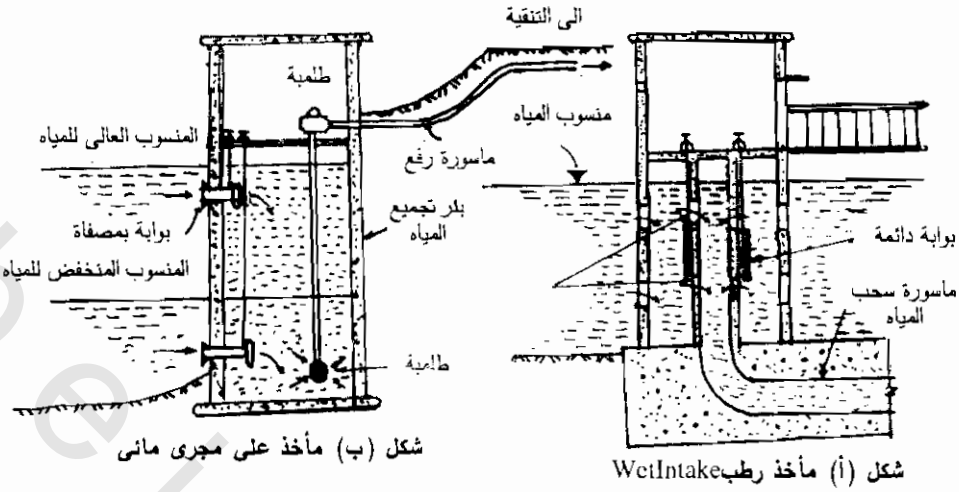
شكل (١٥٧) مآخذ تعمل بالسيفون



شكل (١٥٨)
مآخذ بمصفاه ثابتة تنظف بالمياه

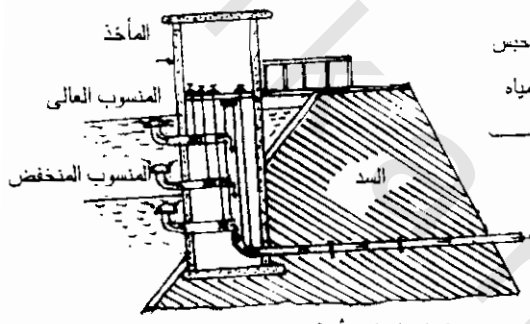


شكل (١٥٩) مآخذ فى قاع المصدر

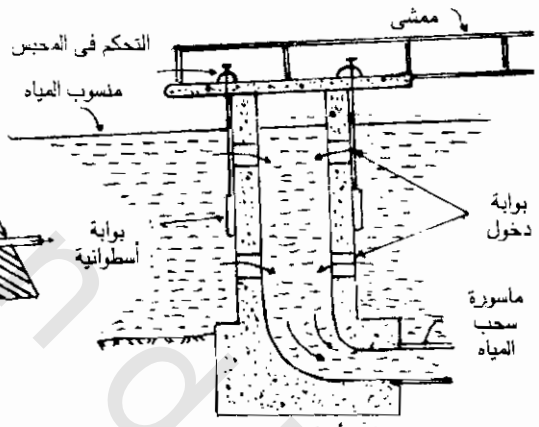


شكل (ب) مأخذ على مجرى مائى

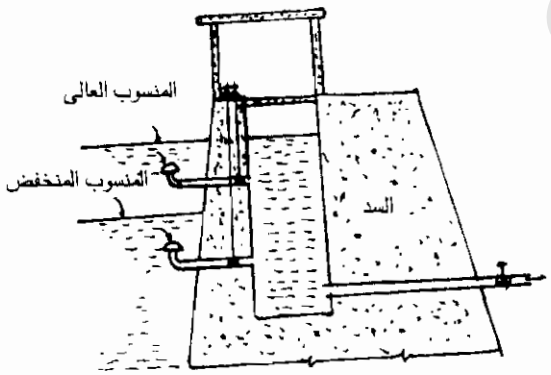
شكل (أ) مأخذ رطبWetIntake



شكل (د) مأخذ خزان

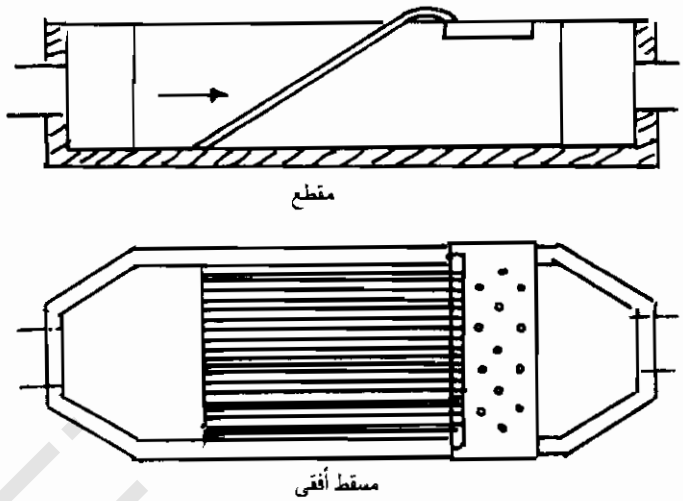


شكل (جـ) مأخذ جاف



شكل (هـ) مأخذ خزان منشأ فى السد

شكل (١٦٠) (مآخذ للخزانات والمجارى المائيه)



شكل (١٦١) مصفاه القضبان المثبته

٣- نقل المياه: Water Transmisson

يتوقف نقل المياه من المصدر الى محطة المعالجة فى حالة وجودها ثم الى منطقة توزيع المياه على جلوغرافيه الأرض والظروف المحلية. فالماء يمكن نقله خلال التدفق الحر شكل (١٦٢ – أ)، خطوط ضغط شكل (ب) أو كليهما شكل (جـ). نقل المياه يكون إما بالجاذبيه أو بالضخ. يلزم الأخذ فى الاعتبار للعوامل الفنية والاقتصادية عند إختيار أفضل الحلول لحالة معينة. القنوات المفتوحة لا تناسب نقل المياه المعالجة وقد تستخدم لنقل المياه الخام. فى حالة استخدام القنوات أو الانفاق فإن سرعة المياه تتراوح بين ٠,٣ الى ٠,٩ متر فى الثانية وذلك فى حالة عدم وجود تبطين أما فى حالة وجود تبطين تكون السرعة ٢ متر فى الثانية. الخطوط الرئيسية لنقل المياه يكون الميل فى حدود ١ : ٥٠٠ شكل (١٦٢) فى حالة التدفق بالانحدار فى المواسير تستخدم مواسير الفخار المزجج أو الاسيتوس أو الخرسانة المسلحة. وفى حالة استخدام خطوط الضغط فإنها لا ترتبط كلية بطبوغرافية المنطقة حيث قد تصعد أو تعود من مرتفع مثل التلال ويفضل أن يكون مسار الخط على إمتداد الطريق وذلك لسهولة الصيانة والاصلاح.

الإعتبارات التصميميه لنقل المياه:

إحتياجات المياه فى منطقة التوزيع يتغير خلال اليوم. يوجد عادة خزان للمياه لمواجهة وتنظيم إحتياجات المياه والذى يتغذى من خط التغذية الرئيسى ويوجد الخزان على مسافة مناسبة لامكان تغذية شبكة التوزيع

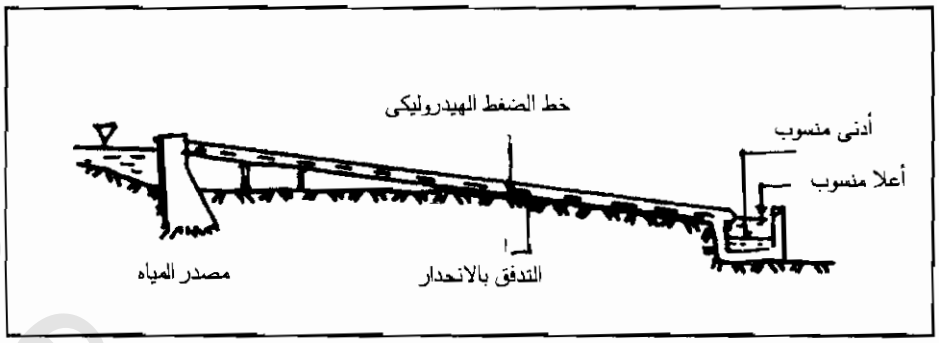
ويصمم خط التغذية الرئيسى للخزان عادة بطاقة تحميل لأقصى الإحتياجات بمعدل ثابت. وينظم الاحتياج خلال ساعات النهار طبقا لتغيراتها بواسطة خزان الخدمة.

عدد ساعات تشغيل التى يعمل فيها خط المياه الرئيسى فى اليوم يعتبر عامل هام. فقد تصل ساعات التشغيل حتى ١٦ ساعة أو أقل. ولهذا يصمم معدل التدفق، للخط الرئيسى. بالنسبة لضغط التشغيل فإن مسار الخط يكون تقريبا طبقا لطبوغرافيه الأرض ويكون خط ضغط المياه (Hydraulic GradeLine) فوق خط مسار المواسير. ويكون فى جميع الحالات ضغط المياه لا يقل عن ٤ متر شكل (١٦٢) يجب إختيار مادة الصنع للمواسير لتحمل أقصى ضغط الذى يمكن أن يحدث. أقصى ضغط لا يحدث عادة عند التشغيل ولكن الضغط الاستاتيكى عند قفل خط المياه. وبغرض التحكم فى أقصى ضغط يمكن تقسيمه الى قطاعات يفصلها خزان لخفض الضغط (Break Pressure Tank) ويقوم هذا الخزان بخفض الضغط الاستاتيكى بتوفير سطح مفتوح للمياه فى أماكن محددة على طول مسار خط المياه الرئيسى. وعند الضـــرورة يمكن بثق (Throttle) التدفق. قد تحدث ضغوط غير عادية نتيجة الاضطراب الهيدروليكى (Surge) أو المطرقة المائيه (Water Hammer) فى خط المياه. ويكون هذا نتيجة بالقفل اللحظى أو القفل السريع للمحابس أو بالتشغيل المفاجىء أو التوقف المفاجىء للمضخات. والإضطراب الهيدروليكى الناتج ينتج عنه ضغط زائد أو ضغط ناقص الذى يمكن أن يسبب تدمير لخط المواسير.

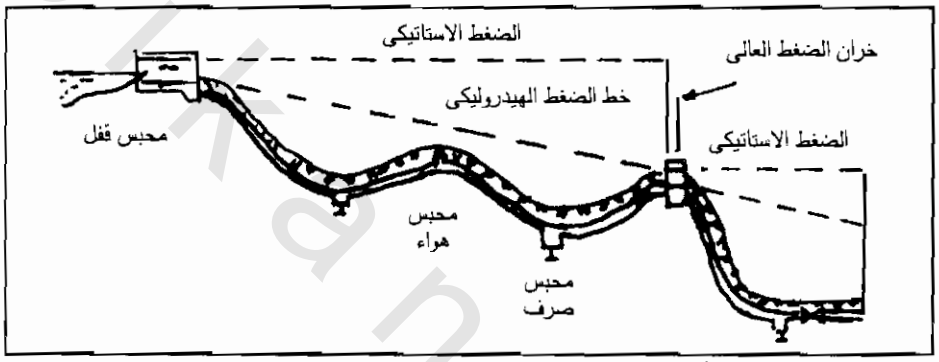
ضمان توزيع المياه: Water Distribution

الأعمال الرئيسية لضمان توزيع المياه بالمعدل المطلوب والضغط المناسب هى:

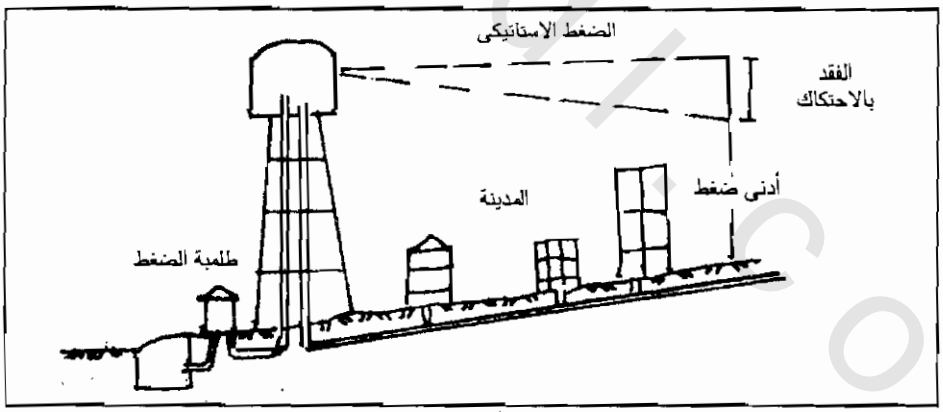
أحواض المياه المرشحة (خزانات المياه الأرضيه)



شكل (أ) النقل بالتدفق الحر (الانحدار)

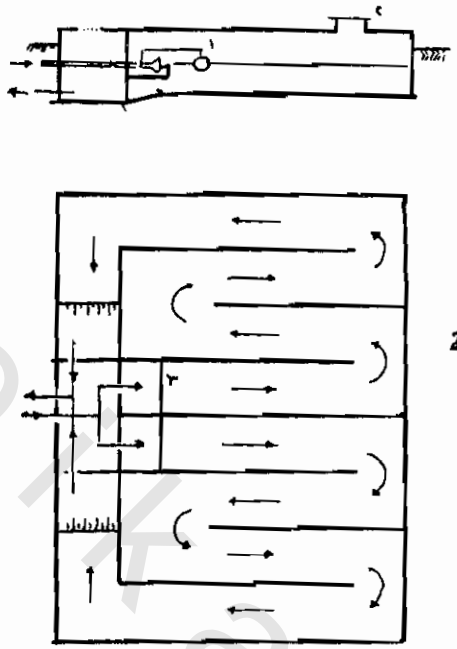


شكل (ب) نقل المياه فى خطوط الضغط



شكل (جـ) نقل المياه بالضغط والتدفق خزان أرضى

شكل (١٦٢) خطوط نقل المياه



شكل (١٦٣) حوض المياه المرشحة
١ – صمام عوامة
٢ – فتحة تهوية
٣ – هدار المدخل

طلمبات الرفع العالى.

خزانات المياه العلويه.

شبكه توزيع المياه العموميه.

• **أحواض المياه المرشحة:** Clear Water Tanks

تنشأ أحواض المياه المرشحة عادة تحت سطح الأرض أو أسفل مبنى المرشحات. وتكون سعة هذه الأحواض لتكفى لمدة ٦– ٨ ساعة من معدلات الاستهلاك فى ظروف التشغيل العادية المستمره، أما فى المناطق المنعزلة والتجمعات السكانيه الصغيره تزاد سعة هذه الأحواض لتكفى إستهلاك المياه لعدة أيام حسب توفر مصادر المياه ومعدلاتها فى هذه الأماكن. ويكون التحديد النهائى لسعة هذه الأحواض أو الخزانات حسب ظروف تصميم وتشغيل وحدات التنقيه ونظم التوزيع. ويكون الفرق بين سطح المياه فى كل من المرشحات وخزان المياه الأرضى حوالى ٣– ٤ متر.

يفضل إنشاء أكثر من حوض واحد شكل (١٦٣) أو يقسم الحوض الى جزئين يمكن تشغيلهما كحوض واحد، ويمكن تشغيل كل حوض على حدة. تزود ماسورة المدخل بصمام عوامه للتحكم فى دخول المياه فى حالة زيادة منسوب المياه عن العمق التصميمى لضمان عدم فيضان المياه، يفضل أن تكون ماسورة المدخل والصمام بهدار وأن يكون سقف الحوض أعلا من سطح الأرض بمسافة لا تقل عن ١/٢ متر لحمايته من الملوثات. تنشأ خزانات المياه الأرضية للمساعدة فى عملية الموازنة بين معدلات الاستهلاك ومعدلات رفع المياه، للمساعدة فى عملية تطهير المياه بتوفير فترة تلامس طويله بين مواد التطهير والملوثات، لسد إحتياجات الحريق، لمواجهة حالات الأعطال لوحدات التنقية.

• **خزانات المياه العلوية:** شكل (١٦٤) (Eleveted Tanks)

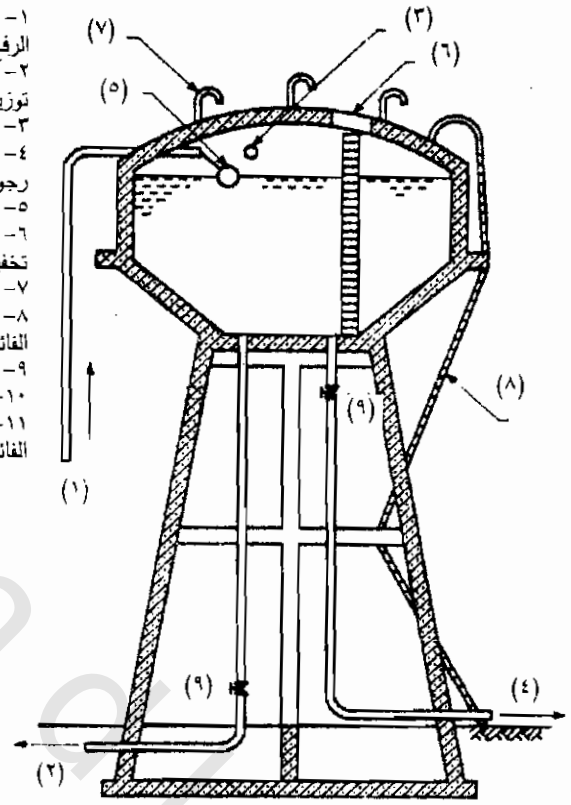
تنشأ هذه الخزانات لسعة تصل الى حوالى الف متر مكعب أو أكثر شكل (١٦٤ أ، ب) وتكون الخزانات ضروريه فى حالة تشغيل وحدات الرفع العالى بمعدل ثابت، سواء كان التشغيل على مدى ٢٤ ساعة متواصلة أو لمدة ١٢ ساعة أو أكثر، وذلك لتخزين المياه فى حالة الاستهلاك المنخفض واستغلال المياه المخزنه فى حالة الاستهلاك الكبير

خزانات المياه الأرضية: شكل (١٦٥، ١٦٦)

خزانات المياه الأرضيه تعد إما لتخزين المياه العكره (بياره المياه العكره) أو لتخزين المياه المرشحة والمعده للتوزيع. تنشأ هذه الخزانات على أرض طبيعية مرتفعة وتصمم مع مراعاة منسوب المياه الجوفية وأن تكون أجناب الخزان مقاومه لضغط الماء عند ملئه ولضغط التربه وهو فارغ. ويغطى سقف الخزان بسمك ٦٠ سم من التربه المزروعة بالحشائش لحماية المياه من حراره وبروده الجو

الخزانات الأسطوانية القائمة: شكل (١٥٧) Stand Pipes

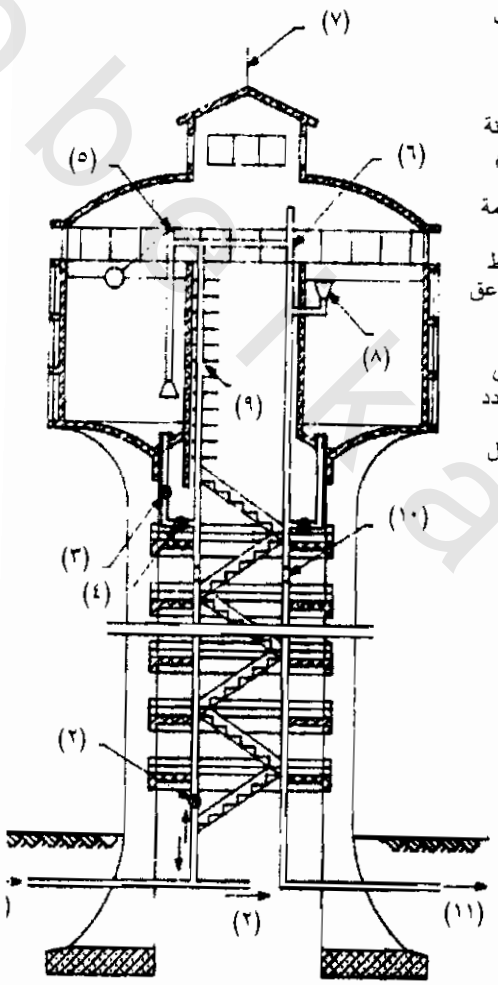
ويعتبر بديل عن الخزانات العلوية. يصنع عادة من الصلب وله شكل أسطوانى. الطاقة التخزينية المفيده هى حجم الخزان فوق نقطة التوزيع، حيث المياه فى الخزان أسفل هذا



شكل ١٦٤ – أ خزان علوى بخط منفصل للتغذية والسحب

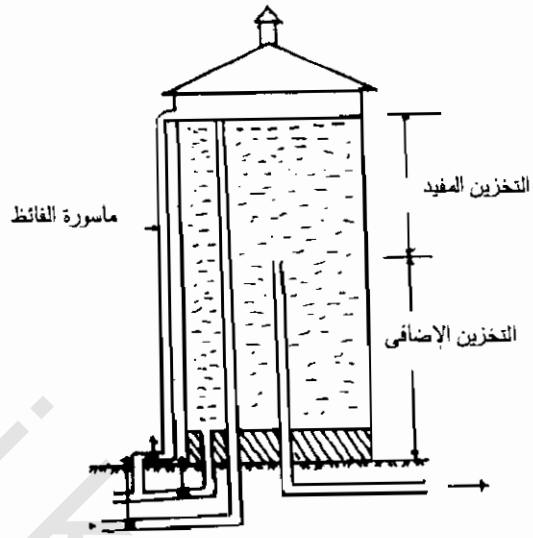
١– من وحدات الرفع العالى
٢– من الخزان شبكة توزيع المياه
٣– ماسورة الفائض
٤– ماسورة الغسيل والتفريغ
٥– صمام عوامة
٦– فاتحة بغطاء
٧– تهوية
٨– درج
٩– صمام قفل

١– من وحدات الرفع العالى
٢– الى شبكة توزيع المياه
٣– صمام سكينة
٤– صمام عدم رجوع
٥– صمام عوامة
٦– صمام تخفيض الضغط
٧– مانعة صواعق
٨– تصريف الفائض
٩– سلم بحارى
١٠– وصلة تمدد
١١– تصريف الفائض والغسيل



شكل ١٦٤ – ب خزان علوى بخط مشترك للتغذية والسـ

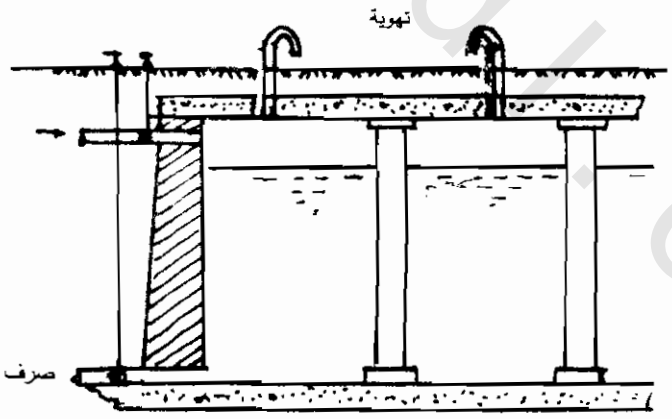
شكل (١٦٤) خزان المياه العلوى



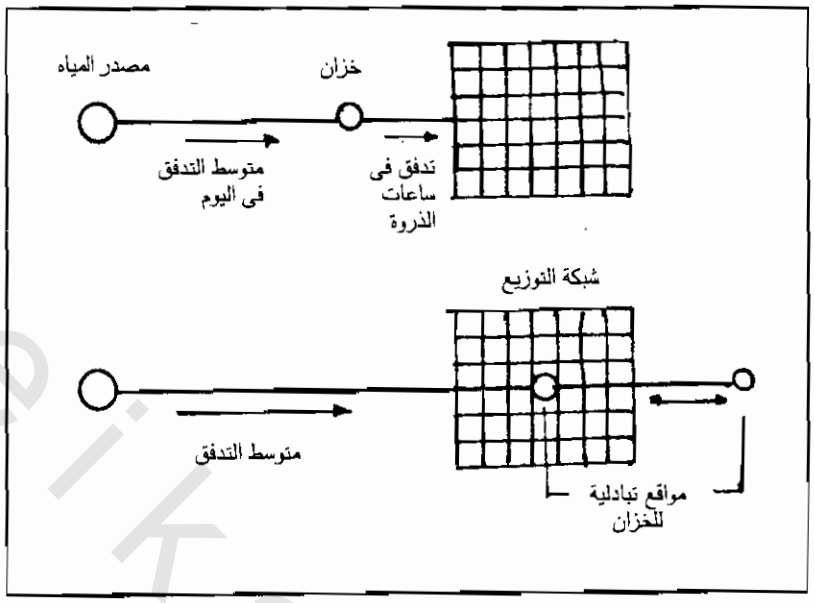
شكل (١٦٥) خزان الأسطوانة القائمة

الخزان تعمل كمخزون إحتياطى لمناطق التوزيع المنخفضة أو بضخها بطلمبات تقويه (Booster Pumps) وكذلك عند مقاومة الحريق باستخدام مضخات الحريق.

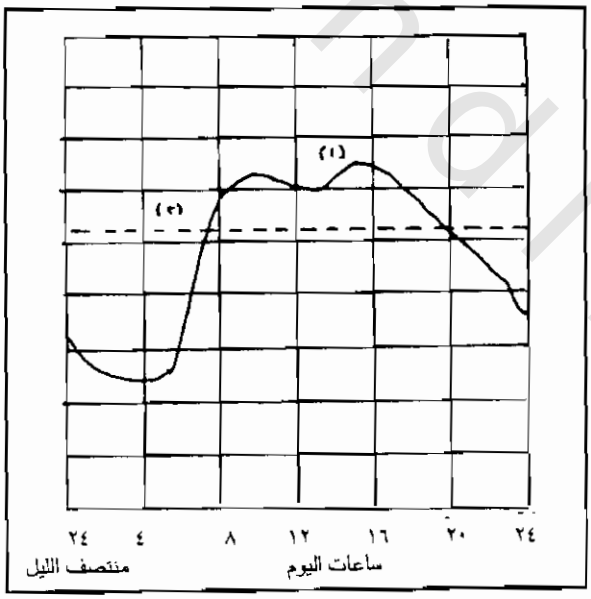
الشكل (١٦٧) يوضح مخطط لخط المياه الرئيسى وخزانات الخدمه والشبكه



شكل (١٦٦) خزان مياه تحت الأرض



شكل (١٦٧) مخطط لخط المياه الرئيسى وخزان الخدمة



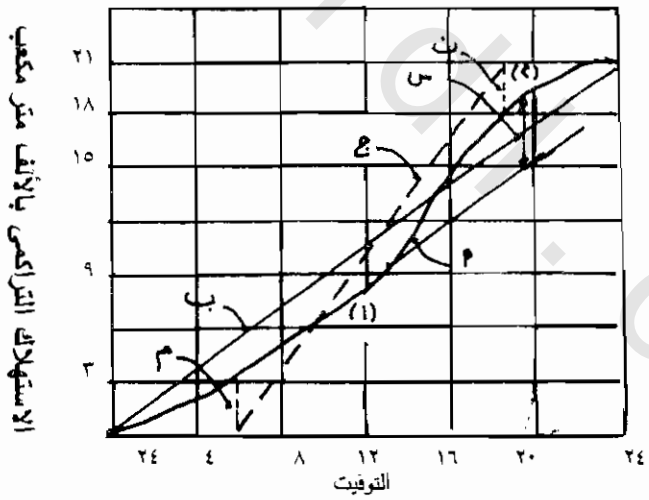
(١) المعدل الفعلى لاستهلاك المياه اليومى
(٢) متوسط الاستهلاك اليومى

شكل (١٦٨) التغير فى معدل الاستهلاك اليومى

obeikandl.com

٤- حساب سعة التخزين:

يوضح الشكل (١٦٨) مدى التغير فى معدلات استهلاك المياه على مدار اليوم الكامل يوضح الشكل (١٦٩) والجدول (٤٠) مثال بيانى وعددى يوضح كيفيه حساب سعة الخزان العلوى ومعدلات الرفع للطلمبات. المنحنى (أ) هو تجميع الاستهلاك اليومى. الخط المستقيم (ب) هو تجميع لرفع الطلمبات. ينتهى المنحنى (أ) والخط (ب) فى نقطة واحدة عند نهاية المنحنى ليوضح أن ما ترفعه الطلمبات خلال ٢٤ ساعة يساوى الاستهلاك خلال نفس الفترة. يرسم خطوط موازيه للخط (ب) على المنحنى (أ) لتقابله فى النقطتين (١، ٢) فيكون الخزان مملوء عند النقطة (١) وفارغ عند النقطة (٢) وتكون سعة الخزان (س) فى هذه الحالة ٤٢٠٠ متر. يكون ميل المماس للمنحنى (أ) عند أى نقطة يمثل معدل الاستهلاك فى الوقت المناظر. يمثل ميل الخط المستقيم (ب) معدل الضخ لطلمبات الرفع العالى. فى حالة تشغيل الطلمبات بمعدل ثابت لمدة ١٢ ساعة من السادسة صباحا حتى السادسة مساءا كما فى الشكل فإن ميل الخط (جـ) هو معدل ضغ الطلمبات. سعة الخزانات العلويه الموضحة بالشكل وقيمتها (م + ن) تساوى ٦٤٥٠ متر مكعب.



شكل (١٦٩) المخطط التراكمى للاستهلاك اليومى (مثال)

جدول (٤٠) الاستهلاك التراكمى للمياه (مثال)

الفترة الزمنية	الاستهلاك خلال الفترة الزمنية (م٣)	الاستهلاك التراكمى (م٣)
الساعة ٢٤ منتصف الليل	صفر	صفر
٢٤- ٤ صباحا	١٩٥٠	١٩٥٠
٤- ٨ صباحا	٢٧٠٠	٤٦٥٠
٨- ١٢ ظهرا	٣٩٠٠	٨٥٥٠
١٢ ظهرا - ١٦ مساءاً	٦١٥٠	١٤٧٠٠
١٦- ٢٠ مساءاً	٤٦٥٠	١٩٣٥٠
٢٠- ٢٤ مساءاً	١٦٥٠	٢١٠٠٠

يتم إختيار نظام تشغيل وحدات الرفع العالى وتصرفاتها لمقارنة ساعات التشغيل وقوة الطلمبات وحجم الخزانات العلويه المطلوبه من طرق التشغيل. ويؤثر فى اختيار الطريقه مدى مرونه وسهولة التشغيل وكفاءتها.

سعة الخزانات: Capacity of The Reservoirs

السعة الكلية للخزان تحدد بتجميع كميات المياه للأغراض المختلفة. ويتم تحديد السعة الكلية للآتى:

(أ) موازنة الاحتياط: (Balancing Reserve)

وهى كمية المياه اللازمة لموازنة التغيرات فى الطلب مقابل الامداد المستمر من محطة المعالجة. وهذه يتم حسابها بطريقة المنحنى للمدخلات والمخرجات أو بطريقة التحليل باستخدام جداول قياسيه.

(٢) موازنة التوقف (Breakdown Reserre)

فى بعض الحالات توجد أعطال فى الطلمبات أو مصدر الطاقة بما يتطلب توفر إحتياطى من المياه فى أثناء فترة توقف الطلمبات واصلاحها والذى يفترض أن يستمر من ١,٥ – ٢ ساعة من متوسط الامداد اليومى أو بما يعادل ٢٥ ٪ من طاقة الخزان.

(٣) إحتياطي الحريق (Fire Reserve)

كمية المياه الاحتياطى اللازمة لمواجهة الحريق يمكن حسابها بطرح كمية الضخ للحريق (C) من إحتياجات الحريق (F) مضروبا فى زمن إطفاء الحريق (T).

إحتياط الحريق = (F-C) T.

يمكن تقدير قيمة (F) بحوالى ٥ لتر للفرد كاحتياطى للحريق.

أمثله تعيين طاقة التخزين:

يمكن تعيين طاقة التخزين لخزان بطرق مختلفة التى يمكن توضيحها من الأمثلة التالية:

مثال (١) : مدينة عدد سكانها ١,٢ مليون لها نظام امداد مستمر بالمياه. معدل استهلاك الفرد ٢٥٠ لتر فى اليوم. يتم الإمداد بالمياه بالضخ المستمر. كميه ٢٥٠ لتر فى اليوم يتم توفيرها طبقا للآتى:

من ٥ صباحا حتى ١١ صباحا ٨٥ لتر

من ١١ صباحا حتى ٣ ظهرا ٥٠ لتر

من ٣ ظهرا حتى ٩ مساءاً ٨٠ لتر

من ٩ مساءاً حتى ١٢ مساءاً ٢٥ لتر

من ١٢ مساءاً حتى ٥ صباحاً ١٠ لتر

يتم توفير المياه من محطة المعالجة بمعدل ثابت ١٢,٥ مليون لتر فى الساعة خلال ٢٤ ساعة. عين طاقة الخزان اللازم لتوزيع المياه. يفترض عدم الفقد فى المياه.

الحل:

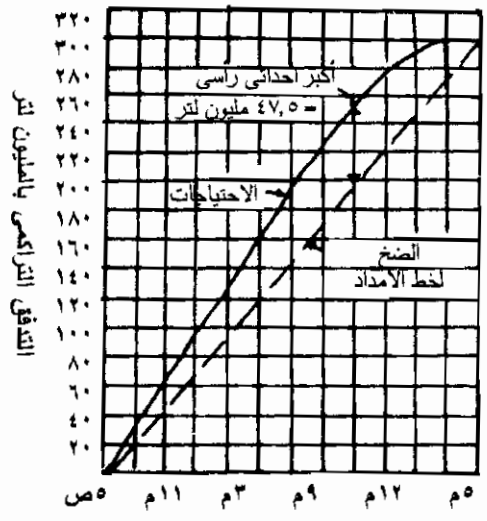
احتياجات المدينة اليومية = ٢٥٠ x ١,٥ × ١٠^{٦} لتر

المياه التى يتم الامداد بها تتحول الى إحتياج تراكمى طبقا للجدول (٤١).

جدول (٤١)

الوقت (١)	الامداد للفرد باللتر (٢)	الاستهلاك بالمليون لتر (٣)	الاستهلاك التراكمى بالمليون لتر (٤)
من ٥ صباحا الى ١١ صباحا	٨٥	١٠٢	١٠٢
من ١١ صباحا الى ٣ ظهرا	٥٠	٦٠	١٦٢
من ٣ ظهرا الى ٩ مساءاً	٨٠	٩٦	٢٥٨
من ٩ مساءاً الى ١٢ نصف الليل	٢٥	٣٠	٢٨٨
من ١٢ مساءاً الى ٥ صباحاً	١٠	١٢	٣٠٠

يتم عندئذ عمل مخطط الامداد من بيانات الجدول (٤١) أعمدة ٤،١ كما فى الشكل (١٧٠).



شكل (١٧٠)
منحنى الامداد والسحب

إجمالى طاقة التخزين = ٤٧,٥ مليون لتر

مثال(٢) :

مدينه تعدادها ٢٥٠ ألف نسمة واحتياجاتها من المياه ٢٥٠ لتر فى اليوم. والتغير اليومى المحتمل من إحتياجات المياه موضح فى الجدول التالى. عين طاقة التخزين التى توفر الإحتياجات المتغيره للمياه وذلك مع ثبات معدل الضخ (أ) من ٥ صباحا حتى ١١مساءاً، من ٢ مساءاً حتى ٨ مساءاً (ب) خلال ٢٤ ساعة. بين كذلك معدل الضخ فى كل حالة. إستخدم فى الحل طريقة المنحنى والطريقة التحليليه.

جدول (٤٢) الطريقة التحليليه للاحتياج اليومى

الفترة الزمنية بالساعات فى اليوم	متوسط النسبة المئوية للتدفق فى الساعة	الفترة الزمنية بالساعات فى اليوم	متوسط النسبة المئوية للتدفق فى الساعة
صفر – ١	١٥	١٢ – ١٣	١٠٠
١ – ٢	١٦	١٣ – ١٤	٩٠
٢ – ٣	١٧	١٤ – ١٥	٦٠
٣ – ٤	٢٠	١٥ – ١٦	١١٠
٤ – ٥	٢٥	١٦ – ١٧	١٣٠
٥ – ٦	٣٥	١٧ – ١٨	١٦٠
٦ – ٧	٧٥	١٨ – ١٩	١٨٠
٧ – ٨	١٣٠	١٩ – ٢٠	١٧٠
٨ – ٩	١٨٠	٢٠ – ٢١	١٤٠
٩ – ١٠	٢٣٠	٢١ – ٢٢	٧٠
١٠ – ١١	٢٢٠	٢٢ – ٢٣	٥٠
١١ – ١٢	١٦٠	٢٣ – ٢٤	١٧

الحل :

متوسط الاحتياجات اليومية = ٢٧٠ x ٠,٢٥ × $١٠^{٦}$ = ٦٧,٥ × $١٠^{٦}$ لتر.

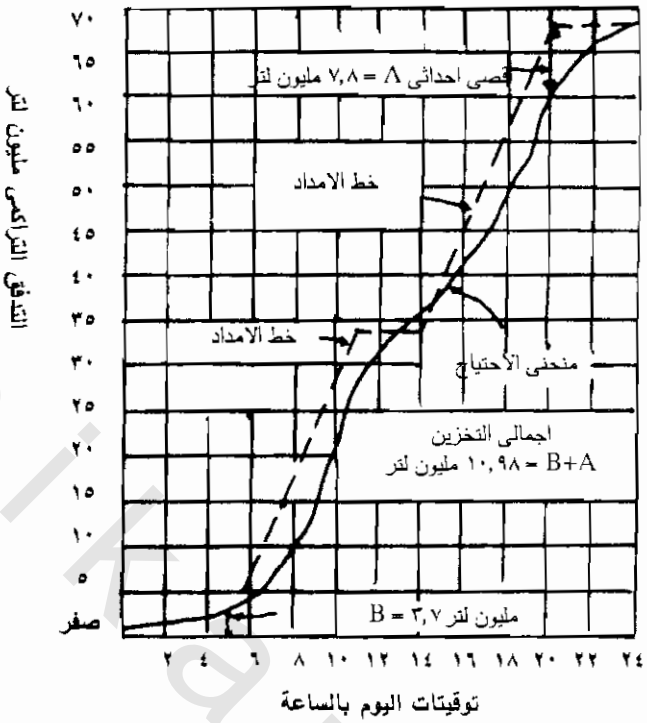
obeikandl.com

متوسط الاحتياجات فى الساعة = $\frac{٦٧,٥}{٢٤} \times ١٠^{٦}$ = ٢,٨١٢٥ × ١٠^٦ لتر فى الساعة

الاحتياجات التراكمية فى الساعة يتم حسابها كما هو موضح فى الجدول التالى:

جدول (٤٣)

الزمن بالساعة	متوسد الاحتياج فى الساعة خلال الـ ٢٤ ساعة	الاحتياج التراكمى طبقا لمتوسط الاحتياج فى الساعة	الاحتياج التراكمى بالمليون لتر (العامود ٣ × ٢,٨١٢٥)
١	٢	٣	٤
صفر	--	--	--
١	٠,١٥	٠,١٥	٠,٤٢١
٢	٠,١٦	٠,٣١	٠,٨٧١
٣	٠,١٧	٠,٤٨	١,٣٥٠
٤	٠,٢٠	٠,٦٨	١,٩١٢
٥	٠,٢٥	٠,٩٣	٢,٦١٥
٦	٠,٣٥	١,٢٨	٣,٦٠٠
٧	٠,٧٥	٢,٠٣	٥,٧٠٩
٨	١,٢	٣,٣	٩,٢٨١
٩	١,٨	٥,١٣	١٤,٤٢٨
١٠	٢,٣	٧,٤٣	٢٠,٨٩٦
١١	٢,٢	٠,٦٣	٢٧,٠٨٤
١٢	١,٦	١١,٢٣	٣١,٥٨٤
١٣	١,٠٠	١٢,٢٣	٣٤,٣٩٦
١٤	٠,٩	١٣,٣٣	٣٦,٩٢٨
١٥	٠,٦	١٣,٧٣	٣٨,٦١٥
١٦	١,١	١٤,٨٣	٤١,٧٠٩
١٧	١,٣	١٦,١٣	٤٥,٣٦٥
١٨	١,٦	١٧,٧٣	٤٩,٨٦٥
١٩	١,٨	١٩,٥٣	٥٤,٩٢٨
٢٠	١,٧	٢١,٢٣	٥٩,٧٠٩
٢١	١,٤	٢٢,٦٣	٦٣,٦٤٦
٢٢	٠,٧	٢٣,٣٣	٦٥,٦١٥
٢٣	٠,٥	٢٣,٨٣	٦٧,٠٢١
٢٤	٠,١٧	٢٤,٠٠	٦٧,٥٠٠



شكل (١٧١) توقيتات اليوم بالساعة

(أ) عند الضخ لفترة محددة. منحنى الإحتياجات موضح فى الشكل (١٦٢) باستخدام الأعمدة (١)، (٤) فى الجدول (٤١). إجمالى كميه الضخ للمياه اللازمة يتم ضخها ما بين ٥ صباحا الى ١١ صباحا ومن ٢ مساءاً الى ٨ مساءاً (أى لمدة ١٢ ساعة).

$$\text{معدل الضخ} = \frac{٦٧,٥ \times ١٠^{٦}}{١٢} = ٥,٦٢٥ \text{ لتر فى الساعة}$$

برسم الاحتياج على المنحنى كما فى الشكل (١٧١) من هذا الشكل فإن أقصى إحداثيات المحصورة عند A ، B بين خط الامداد ومنحنى الاحتياج كالآتى:

$A = ٧,٨ \times ١٠^{٦}$ لتر

$B = ٣,١٨ \times ١٠^{٦}$ لتر

اجمالى التخزين المطلوب = $١٠,٩٨ \times ١٠^{٦}$ لتر.

(ب) عند الضخ خلال الـ ٢٤ ساعة لليوم: منحنى الاحتياج موضح فى الشكل (١٧٢) المستخرج من الجدول (٤٣). الشكل يوضح منحنى الاحتياج وخطوط الامداد.

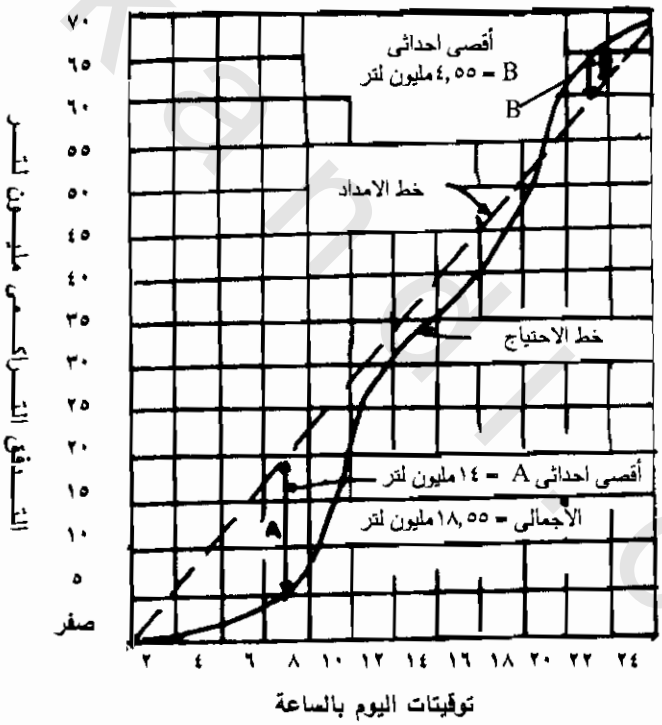
معدل الضخ فى هذه الحالة = $\frac{٦٧,٥ \times ١٠^{٦}}{٢٤}$ = ٢,٨١٢٥ × $١٠^{٦}$ لتر فى الساعة.

من المنحنى شكل (١٧٢). فإن أقصى إحداثيان (A) ، (B) يتم قياسهم على المنحنى كما فى الشكل ما بين خط الامداد ومنحنى الاحتياج وتسجل كالآتى:

A = ١٤ مليون لتر

B = ٤,٥٥ مليون لتر

إجمالى التخزين المطلوب = ١٨,٥٥ مليون لتر.



شكل (١٧٣) منحنى الاحتياج وخط الامداد للتخزين

عند استخدام الطريقة التحليليه:

الحالة (أ) عند الضخ لساعات محددة. الطريقة التحليلية يمكن بسهولة معرفتها من الجدول (٤٤) التالى الذى يوضح أقصى زيادة إحتياج هو ٣,١٧٨ وأن أقصى زيادة إمداد هو ٧,٧٩١ مليون لتر

اجمالى التخزين المطلوب = (٣,١٧٨ + ٧,٧٩١) × $١٠^{٦}$ لتر

= ١٠,٩٦٩ × $١٠^{٦}$ لتر.

وهذا يساوى تقريبا ما تم الحصول عليه بطريقة المنحنى والذى يساوى ١٠,٩٨ × $١٠^{٦}$ لتر. الحالة (ب) عند الضخ لمدة ٢٤ ساعة جدول (٤٥). فإن الحل بطريقة التحليل موضح فى الجدول (٤٤) التالى والذى يوضح أن أقصى زيادة فى الاحتياج هو ٤,٥٨٣٥ مليون لتر وأن أقصى زيادة فى الامداد هو ١٣,٩٧٨٣

إجمالى التخزين المطلوب = ٤,٥٨٣٥ + ١٣,٩٧٨٥ = ١٨,٥٦٢ مليون لتر

والذى هو تقريبا الناتج من طريقة المنحنى والذى يساوى = ١٨,٥٥ × $١٠^{٦}$ لتر.

جدول (٤٤) الطريقة التحليلية لتعيين طاقة التخزين عند الضخ فى ساعات محدودة

توقيت الساعات خلال اليوم	المطالب التراكمية طبقا للعامود (٤) من الجدول (٤١) بالمليون لتر.	الضخ بالمليون لتر	الضخ التراكمى بالمليون لتر	الزيادة فى الاحتياج عامود (٢)- عامود (٤) للقيم الموجبه فقط	الزيادة فى الامداد بالمليون لتر = عامود (٤) - عامود (٢) للقيم الموجبه فقط
١	٠,٤٢١	--	--	٠,٤٢١	--
٢	٠,٨٧١	--	--	٠,٨٧١	--
٣	١,٣٥٠	--	--	١,٣٥٠	--
٤	١,٩١٢	--	--	١,٠١٢	--
٥	٢,٦١٥	--	--	٢,٦١٥	--
٦	٣,٦٠٠	٥,٦٢٥	٥,٦٢٥	--	٢,٠٢٥
٧	٥,٧٠٩	٥,٦٢٥	١١,٢٥٠	--	٥,٥٤١
٨	٩,٢٨١	٥,٦٢٥	١٦,٨٧٥	--	٧,٥٩٤
٩	١٤,٤٢٨	٥,٦٢٦	٢٢,٥	--	٨,٠٧٢
١٠	٢٠,٨٩٦	٥,٦٢٥	٢٨,١٢٥	--	٧,٢٢٩
١١	٢٧٠,٨٤	٥,٦٢٥	٣٣,٧٥٠	--	٦,٦٦٦
١٢	٣١,٥٨٤	--	٣٣,٧٥٠	--	٢,١٦٦
١٣	٣٤,٣٩٦	--	٣٣,٧٥	٠,٦٤٦	--
١٤	٣٦,٩٢٨	--	٣٣,٧٥	٣,١٧٨	--
١٥	٣٨,٦١٥	٥,٦٢٥	٣٩,٣٧٥	--	٠,٧٦٠
١٦	٤١,٧٠٩	٥,٦٢٥	٤٥,٠٠	--	٣,٢٩١
١٧	٤٥,٣٦٥	٥,٦٢٥	٥٠,٦٢٥	--	٥,٢٦٠
١٨	٤٩,٤٦٥	٥,٦٢٥	٥٦,٢٥٠	--	٦,٣٨٥
١٩	٥٤,٩٢٨	٥,٦٢٥	٦١,٨٧٥	--	٦,٩٤٧
٢٠	٥٩,٧٠٩	٥,٦٢٥	٦٧,٥٠	--	٧,٧٩١
٢١	٦٣,٦٤٦	--	٦٧,٥٠٠	--	٣,٨٥٤
٢٢	٦٥,٦١٥	--	٦٧,٥٠٠	--	١,٨٨٥
٢٣	٦٧,٠٢١	--	٦٧,٥٠٠	--	٠,٤٧٩
٢٤	٦٧,٥٠	--	٦٧,٥٠٠	--	--

جدول (٤٥) الطريقة التحليلية عند الضخ المستمر لمدة ٢٤ ساعة

الوقت بالساعة لليوم	الاحتياج التراكمى كما فى العامود (٤) للجدول (٤١) بالمليون لتر	الضخ بالمليون لتر	الضخ التراكمى بالمليون لتر	الزيادة فى الاحتياج بالمليون لتر = عامود (٢) – عامود (٤) للقيم الموجبه فقط	الزيادة فى الامداد بالمليون لتر = عامود (٤) – عامود (٢) للقيم الموجبه فقط
١	٠,٤٢١	٢,٨١٢٥	٢,٨١٢٥	—	٢,٣٩١٥
٢	٠,٨٧١	٢,٨١٢٥	٥,٦٢٥٠	—	٤,٧٥٤
٣	١,٣٥٠	٢,٨١٢٥	٨,٤٣٧٥	—	٧,٠٨٧٥
٤	١,٩١٢	٢,٨١٢٥	١١,٢٥٠٠	—	٩,٣٣٨٠
٥	٢,٦١٥	٢,٨١٢٥	١٤,٠٦٢٥	—	١١,٤٤٧٥
٦	٣,٦٠٠	٢,٨١٢٥	١٦,٨٧٥٠	—	١٣,٢٧٥٠
٧	٥,٧٠٩	٢,٨١٢٥	١٩,٦٨٧٥	—	١٣,٩٧٨٥
٨	٩,٢٨١	٢,٨١٢٥	٢٢,٥٠٠	—	١٣,٢١٩٠
٩	١٤,٤٢٨	٢,٨١٢٥	٢٥,٣١٢٥	—	١٠,٨٨٤٥
١٠	٢٠,٨٩٦	٢,٨١٢٥	٢٨,١٢٥٠	—	٧,٢٢٩
١١	٢٧,٠٨٤	٢,٨١٢٥	٣٠,٩٣٣٥	—	٣,٨٥٣٦
١٢	٣١,٥٨٤	٢,٨١٢٥	٣٣,٧٥٠	—	٢,١٦٦
١٣	٣٤,٣٩٦	٢,٨١٢٥	٣٦,٥٦٢٥	—	٢,١٦٦٥
١٤	٣٦,٩٢٨	٢,٨١٢٥	٣٩,٣٧٥	—	٢,٤٤٧
١٥	٣٨,٦١٥	٢,٨١٢٥	٤٢,١٨٧٥	—	٣,٥٧٢٥
١٦	٤١,٧٠٩	٢,٨١٢٥	٤٥,٠٠٠	—	٣,٢٩١
١٧	٤٥,٣٦٥	٢,٨١٢٥	٤٧,٨١٢٥	—	٢,٤٤٧٥
١٨	٤٩,٨٩٥	٢,٨١٢٥	٥٠,٦٢٥	—	٠,٧٦٠٠
١٩	٥٤,٩٢٨	٢,٨١٢٥	٥٣,٤٣٧٥	١,٤٩٠٥	—
٢٠	٢٩,٧٠٩	٢,٨١٢٥	٥٦,٢٥٠	٣,٤٥٩	—
٢١	٦٣,٦٤٦	٢,٨١٢٥	٥٩,٠٦٢٥	٤,٥٨٣٩	—
٢٢	٦٥,٦١٢	٢,٨١٢٥	٦١,٧٨٥	٣,٧٤٠	—
٢٣	٦٧,٠٢١	٢,٨١٢٥	٦٤,٦٨٧٥	٢,٣٣٣٥	—
٢٤	٦٧,٥٠٠	٢,٨١٢٥	٦٧,٥٠٠	—	—

٥- محطات الطلمبات:

يلزم الاهتمام باختيار موقع محطة الطلمبات. فى حالة سحب المياه من بئر جو فى عادة تكون محطة الطلمبات فوق البئر مباشرة وذلك للتقليل من طول ماسورة السحب. وفى حالة ضخ مياه البئر إلى خزان علوى يكون من الضرورى وضع محطة الطلمبات أقرب ما يمكن من الخزان العلوى. فى حالة السعة الكبيرة للخزان العلوى وعدم توفر مساحات من الأراضى تنشأ غرفة الطلمبات أسفل الخزان العلوى. أما فى حالة توفر مساحات من الأراضى تنشأ غرفة الطلمبات بعيده الى حد ما عن الخزان العلوى.

عند سحب المياه من المجارى المائية العزبة تنشأ محطة الطلمبات على بئر السحب مباشرة بما يقلل من طول ماسورة السحب. فى حالة سحب المياه من خزان أرض تكون محطة الطلمبات على أحد أجناب الخزان حيث تضخ المياه فى الخط الرئيسى، وبما يوفر الحاجة الى تحضير الطلمبه.

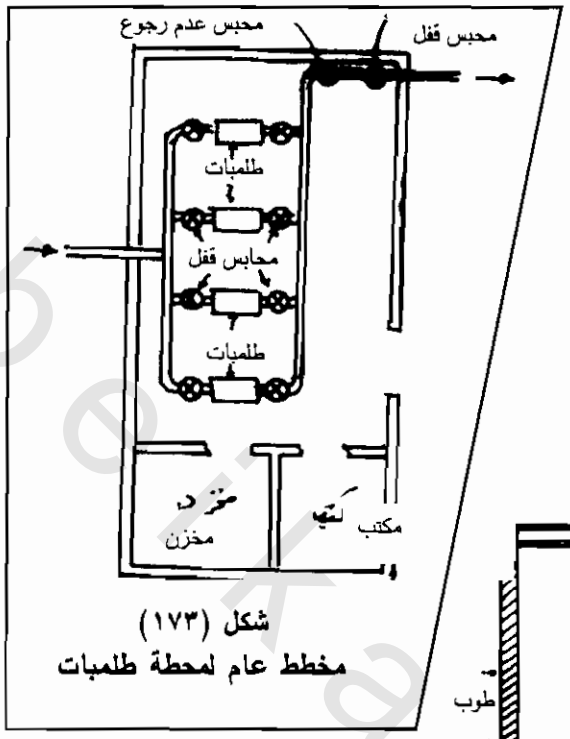
يجب أن يحقق موقع الطلمبات ومحطة الضخ الآتى:

- يكون فوق منسوب المياه الجوفيه وبعيدا عن مخزات السيول
- يوفر الموقع كميه المياه المطلوبه
- يكون موقع المحطة فوق كل مصادر التلوث.
- يوفر إستمرار توفر المياه من المصدر
- يوفر الموقع التوسع المستقبلى.

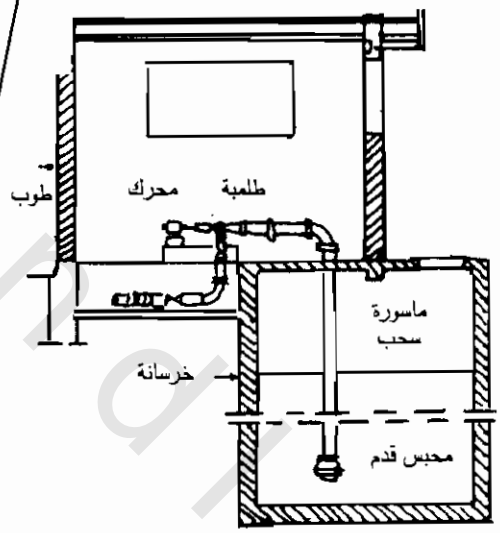
الشكل (١٧٣) يوضح مخطط موقع الطلمبات

الشكل (١٧٤) محطة طلمبات أفقيه تحضير ذاتى

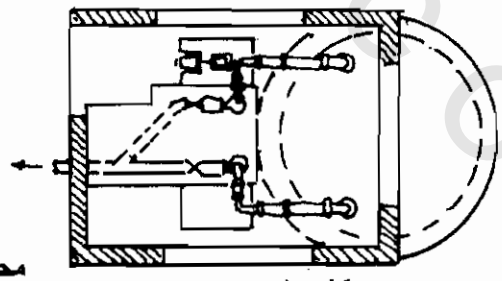
الشكل (١٧٥) محطة طلمبات فى الفرقة الجافة.



شكل (١٧٣)
مخطط عام لمحطة طلمبات

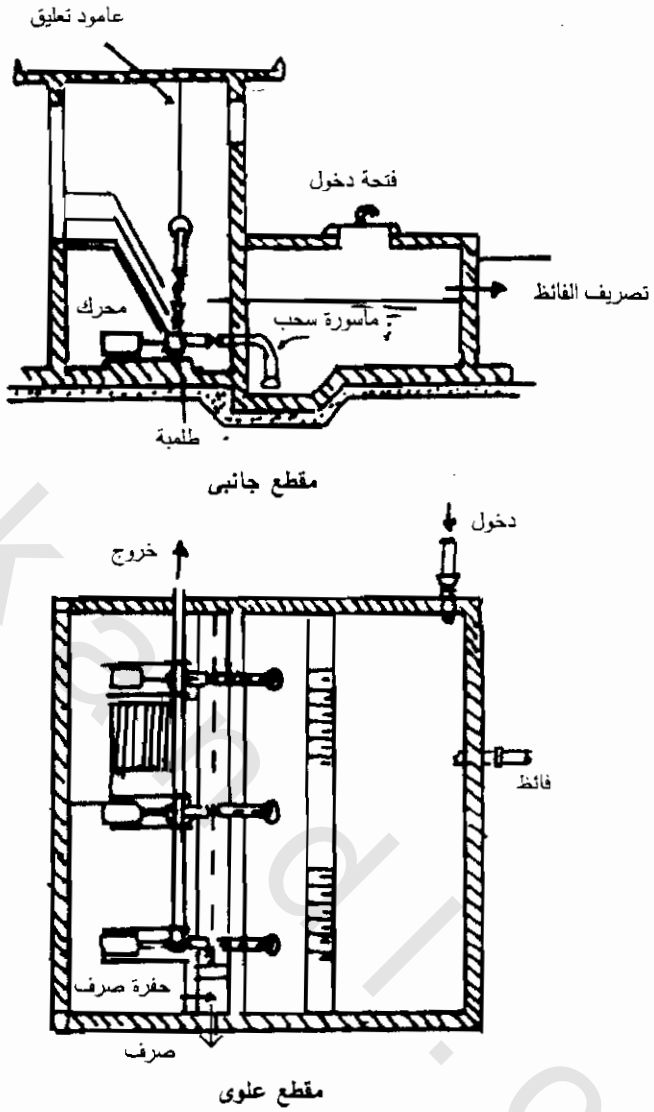


مقطع جانبى



مقطع علوى

شكل (١٧٤)
محطة طلمبات بطلمبات أفقية (تحضير ذاتى)



شكل (١٧٥) محطة طلمبات (Dry pit) الغرفة الجافة