

## مقدمة : (أهمية دراسة المشروع)

الماء هو عصب الحياة فالحياة لا تبدأ إلا به ولا تستمر إلا في صحبته فهو يتعلق بحياتنا حاضراً ومستقبلاً وهذا يذكرنا بقول الخالق عز وجل:

بسم الله الرحمن الرحيم (وجعلنا من الماء كل شيء حي) صدق الله العظيم .

إن المياه وليست الطاقة هي مشكلة القرن الواحد والعشرين هذه هي النتيجة التي توقعتها مختلف الدراسات العلمية فقد توقعات دراسات منظمة الأمم المتحدة مؤخراً أن أكثر من ثلثي دول العالم تخوض حتى عام 2025 م صراعات من أجل المياه كما حذر المركز الدولي للسكان في واشنطن أن نقص المياه العذبة في العالم سيشكل تهديداً يؤثر على حياة واحد من كل ثلاث أفراد بحلول عام 2025 م .

فالإسراف والإهمال في استخدام المياه بدون التفكير بالعاقبة وحقوق الأجيال القادمة يجعل المنتهى سرعة هجر المكان وزيادة الألم والشقاء على ماكان .

إن إدراك الدولة لأبعاد خطورة مشكلة المياه وجهودها كلها لا تكفي وبالتالي سيظل ترشيد استخدام المياه هو الهدف الذي لا يمكن الخلاف حوله كحجر زاوية لتحقيق الأمن المائي وهو الأمر الذي يتطلب خلق وعي جديد بأبعاد مشكلة المياه لدى كل مواطن مما يجعل الجميع يتكاتفون لتحمل مسؤولية ترشيدها .

فعلينا الحذر ومراعاة قدسية المياه وإلا تعرضنا جميعاً لسوء العاقبة فالوضع اقترب حالياً \_ من دائرة الخطر .

## موقع المشروع :

يقع المشروع في محافظة دير الزور شمال شرق سورية وتحد على مسافة تزيد قليلاً عن (33) ألف كيلومتر والذي يجعل لمحافظة دير الزور خصوصية بيئية تشمل النقاط التالية :

1- إن ما يزيد عن 90% من مساحة محافظة دير الزور تقع ضمن البادية حيث تتميز هذه المنطقة بمناخ شبه صحراوي أي فصل الصيف حار جداً وشديد الجفاف وشتاء قصير وبارد ومعدل أمطار لا يتجاوز 160 مم سنوياً علماً أن هذا المعدل المطري قد لا يتحقق في سنوات كثيرة إضافة إلى تربة هشة جبسية وكلسية مع نسبة عالية جداً من الجبس أحياناً مما يجعل هذه الأراضي ذات قابلية عالية للانجراف والتدهور وتعاني بادية دير الزور فعلاً من مظاهر التصحر المتمثلة بـ: انجراف التربة والكثبان الرملية .

2-المساحة المتبقية من دير الزور 10% واقعة على جانبي نهر الفرات وهي تربة رسوبية نهريّة لحقية حيث تتمركز الزراعة المروية واهم مشاكلها التملح .

3- نهر الفرات : من حيث عدم انتظام غزارة المياه إضافة إلى كونه مكب للنفايات للعديد من المشاريع الصناعية ومياه الصرف الزراعي ومنشآت تربية الحيوان والصرف الصحي للمدن والبلدان الواقعة عليه إضافة لكونه نهر عابر أي لا نعلم نوعية المياه التي تأتينا من دولة المنبع والتي تقيم الكثير من المنشآت الصناعية والزراعية على النهر .

كما تتميز المنطقة باستهلاك عالي للمياه العذبة ولاسيما للأغراض المنزلية مع محدودية شديدة في الموارد المائية العذبة وسوف ينجم عن هذا الاستهلاك الضخم فجوة مائية كبيرة وخطرة في المستقبل القريب .

وقد زاد من هذه المشكلة التوسع العمراني والتطور الصناعي حيث تم إنشاء مدينة صناعية . كما تتميز المنطقة بوجود البترول الذي يتطلب استثماره كميات كبيرة من المياه.

### نظرة تاريخية للمشاريع :

#### المأخذ الخامي القديم :

وقد كان يتم السحب منه سابقاً ثم تم تغييره بسبب تفريغ مياه الصرف بالقرب منه ويبدو ذلك موضحاً في مخطط توضع المآخذ .

$$2 \times 700 \text{ م}^3/\text{سا}$$

$$2 \times 450 \text{ م}^3/\text{سا}$$

$$2 \times 600 \text{ م}^3/\text{ساعة}$$

#### المأخذ الجديد

$$5 \times 700 \text{ م}^3/\text{ساعة}$$

يضخ عبر أنابيب GRB قطر 500mm خطين دفع باتجاه المحطة الرئيسية بطور 3.2km للخط الواحد .

#### المحطة الرئيسية :

تعتمد على المراحل التالية :

1- الترقيد الأولي

2- الترويق الكيميائي وفيه تتم إضافات الكلور وسلفات الألمنيوم .

3- الترشيح " الفلاتر المكشوفة الرملية البطيئة " . كل فلتري يحتوي على 1200 عنصر تصفية

تخرج منه المياه إلى الخزانات الأرضية " البيارات " ويتم الضخ من المحطة الرئيسية بعدة

اتجاهات :

منها إلى خزان الجبل (2×5000م<sup>3</sup>) + (1×500م<sup>3</sup>) ومنها إلى احياء المدينة بشكل مباشر يعتمد التعقيم في المحطة على غاز الكلور عن طريق أجهزة ألدوز الألمانية .

#### محطة الباسل :

مأخذ محطة الباسل

مرحلتين كل مرحلة منها أربعة مضخات ٤×٩٠٠م<sup>3</sup>/ساعة

1 - من النهر عبر سواقي أرضية كترقيد أولي وسحب الأوساخ و الشوائب العالقة .

2- ثم إلى غرفة التجميع والإضافات الكيميائية .

3- الخلاطات السريعة

4- الخلاطات البطيئة

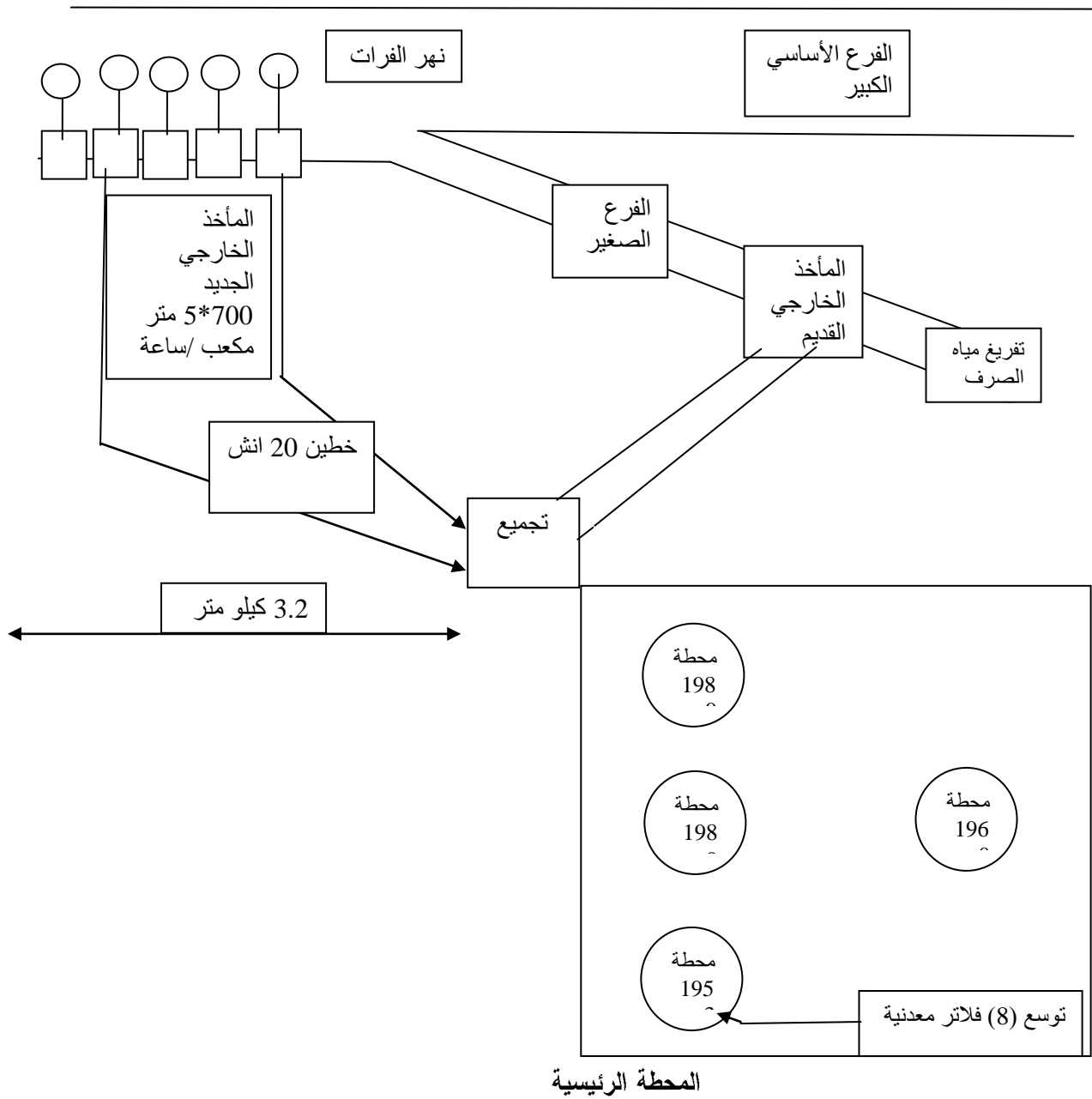
5- المروقات الكيميائية .

6- غرف الترشيح الرملي المغلقة

7- خزان المياه النقية

8- منه إلى خزانات المدينة (2 × 25000م<sup>3</sup>)

فيما يلي مخطط يوضح توضع تلك المآخذ



## المشروع الجديد (محطة الباسل)

### - المصدر المائي :

تم اعتماد المصدر المائي للمشروع واختيار مكانه وقد كان على الضفة اليمنى لنهر الفرات قرب قرية عياش حيث يبعد عن المأخذ القديم الذي يغذي المدينة مسافة بحدود ( 8 كم إلى الغرب حيث يبعد عن الموقع العام لمحطة التصفية بحدود ( 500 متر وأخذ بالاعتبار أن يكون هذا الموقع صالح لتخديم المدينة لمدة لا تقل عن (50) عاماً قادمة .  
إن مواصفات المياه الخامية للنهر في ذلك الموقع تحسنت كثيراً عما كانت عليه قبل إنشاء سد الفرات وخاصة العكارة وستكون أفضل مما هي عليه الآن بعد استثمار سد البعث التنظيمي الجديد حيث سيحصل استقرار في جريان مياه النهر .

### - طريقة السحب :

يتألف مأخذ المياه الخامية من الأقسام الرئيسية التالية :

- 1- قناة سحب المياه من النهر مباشرة وتنشأ في قاع النهر و تصل المياه من النهر إلى قناة السحب .
- 2- قناة سحب المياه ويبلغ طولها حوالي 20 متر ولها بوابات خاصة للفتح والإغلاق إضافة إلى شبك حاجز للتصفية والحماية .
- 3- مبنى محطة الضخ رقم ( 1 ) وتتكون من بناء اسطواني ذي مسقط دائري بقطر ( 16 ) متر يركب فيها بشكل رئيسي ما يلي :  
شبك دوار في بداية قناة سحب المياه من العوالق والأوساخ وقد روعي وجود مضخات لتصريف وغسيل الشبك من الأوحال والأوساخ كما يركب فيها المضخات العمودية التي ستقوم برفع المياه إلى محطة التصفية المجاورة .

### -طريقة المعالجة :

تدخل المياه إلى المحطة عبر أحواض الخلط السريع حيث تضاف إليها المواد اللازمة لعمليات المعالجة الكيميائية مثل الكلور - كبريتات الألمنيوم ويستعمل كمادة مخثرة - مسرعات التخثر من مادة بوليكريلاميد .

بعد ذلك توجه المياه الخامية إلى أحواض للترويب الميكانيكي حيث يتم تحريك المياه فيها بواسطة خلاطات بطيئة الحركة ومن هذه الأحواض تصب المياه في أحواض أخرى تدعى

أحواض الترسيب الكيميائي حيث تقوم بدورها بترسيب باقي الأوساخ والعوالق بتأثير الثقالة الأرضية إلى أسفل الأحواض وهناك تتم إزالتها بالطريقة الهيدروليكية ودون توقف الحوض عن العمل بواسطة أنابيب خاصة متقبة في أسفل الأحواض .

تخرج المياه المنقاة من الأحواض بواسطة نصف أنابيب مغمورة ومتقبة وبذلك تكون المياه محضرة بشكل أولي لإجراء عملية الترشيح في المرشحات الرملية .

تستخدم أحواض الترشيح الرملية السريعة لتخليص المياه من باقي المواد الغروية والناعمة التي لا تزال عالقة في المياه ويتم ذلك بإمرار المياه خلال طبقة مسامية من الرمل والحصى الناعم بمقاسات متدرجة من الأعلى إلى الأسفل.

ويتم تنظيف رمل المرشح باستخدام مادتي الماء والهواء ونفخها في طبقات الرمل بعكس اتجاه مرور الماء .

إن الفلاتر المذكورة تنتج في النهاية المياه النظيفة حيث يتم تجميعها في خزانات صغيرة بنسبة 5000m<sup>3</sup> لكل مرحلة .

إن مادة الكلور المعقمة تضاف إلى المياه خلال العمليات التكنولوجية في موقعين الأول للمياه الخامية قبل دخولها إلى أحواض الخلط السريع والثاني للمياه النقية الخارجة من الفلاتر لتعقيمها بشكل نهائي .

إن المياه النقية المجمعة في خزاني محطة التصفية سعة 5000 متر مكعب للخزان الواحد ستضخ من هذه الخزانات إلى خزائين مرتفعين سعة الواحد 25000 متر مكعب ينشأ كل منهما في المرحلة الأولى والثانية للمشروع عبر خط من الأترنيت بقطر 1000 مم وبطول حوالي 5 كيلو متر ومن الخزائين المذكورين تسال المياه بعد ذلك إلى مدينة دير الزور بالراحة .

#### -ضخ المياه النقية :

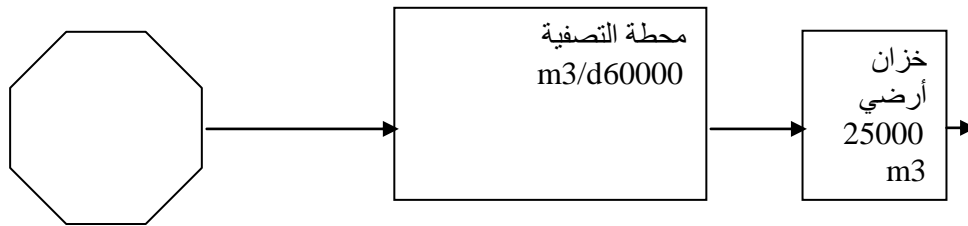
يتم بناء محطة الضخ /2/ وهي مخصصة لضخ المياه النقية من خزان تجميع المياه النقية سعة (5000) متر مكعب إلى الخزان التجميعي سعة ( 2500 ) متر مكعب على مرحلتين أولى وثانية وبالتالي فإن المضخات سوف تركب على مرحلتين أيضاً أي أربع مضخات واحدة منهم احتياطية في المرحلة الأولى وأربع مضخات واحدة منهم احتياطية في المرحلة الثانية أما المضخات فهي من النوع الأفقي تصريف المضخة الواحدة 235 l/s على رفع إجمالي قدره (8) متر تجهز صالة المضخات برافعة كهربائية تعمل باتجاهين حمولة 5 طن.

مخطط توضيحي لمراحل استثمار المشروع  
المرحلة الأولى حتى عام 2000

مأخذ المياه

new system

إلى مدينة دير الزور  
58638m<sup>3</sup>/d

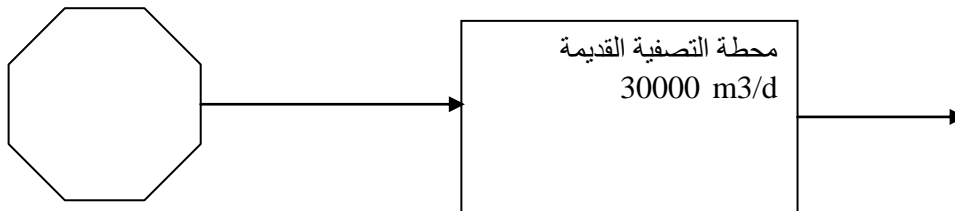


65000m<sup>3</sup>

مأخذ المياه

القديم

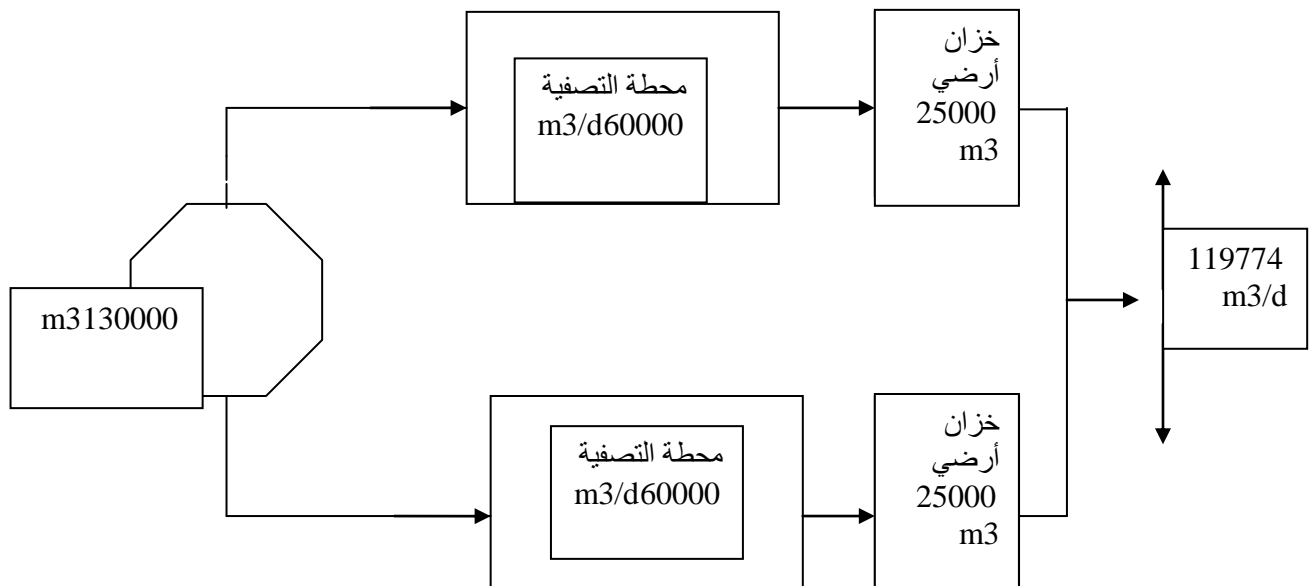
إلى القرى  
الأعظمي  
m<sup>3</sup>/d13587



Old system

## المرحلة الثانية 2000-2015

إلى مدينة دير الزور 397909 m<sup>3</sup>/d  
الأعظمي



إلى القرى 321865 m<sup>3</sup>/d  
الأعظمي

new system



المواصفات القياسية		12/6 1985	7/5 1985	20/3 1985	7/2 1985	24/12 1984	تاريخ أخذ العينة			رقم العنصر
السورية لمياه الشرب		25/6 1985	9/5 1985	26/3 1985	12/2 1985	29/12 1984	تاريخ انجاز التحليل			
2007/45		I	I	I	I	I	مكان أخذ العينة في موقع المأخذ الجديد			
الحد الأقصى المسموح به	الحد المسموح به	17	13	12	6	3	رقم التحليل			
5	1	8.2	11	12	26	28	NTU	Tarbidity	العكارة	1
2000	1500	273.22	600	500	285.7	344.8	Ms/cm	Conductivity	الناقلية الكهربائية	2
		254.03	335	280	269.87	279.99	mg/l	Dry Residue	الخلاصة الجافة	3
	9-6.5	8.1	8.1	-	8.2		-	Ph	الحموضة الشاردية	4
		12.5	13	13	12.5	12.5	F°	Alkalinity	القلوية العامة	5
3	2	1.7	-	-	-	-	mg/l	CoD/o2/	المواد العضوية مقطرة بالأكسجين المستهلك	6
		0	-	2	13.2	0	mg/l	Free Co2	الحامض الفحمي الحر	7
		12.5	13	13	12.5	12.5	F°	TEM pH	العسر المؤقت	8
		5.5	8	6	5.5	1.5	F°	P . H	العسر الدائم	9
		18	21	19	18	14	F°	H . T	العسر الكلي	10
0.5 شرط صلاحيتها جرثوميا	0.5	0.1	-	-	0.46	0.19	mg/l	NH <sup>+</sup> <sub>4</sub>	الأمونيا	11
	200	26.22	38	25	28.75	48.3	mg/l	Na <sup>+</sup>	الصوديوم	12
		20	56	48	32	34	mg/l	Ca <sup>++</sup>	الكالسيوم	13
		31.71	20	18	24.39	13.41	mg/l	Mg <sup>++</sup>	المغنزيوم	14
1	0.3	-	-	-	0.17	0.06	mg/l	Fe <sup>+++</sup>	الحديد	15
		1.5	2	1	2.75	1.5	mg/l	K <sup>+</sup>	البوتاسيوم	16
		79.58	112	92.5	88.52	97.46	mg/l	Sum cation	مجموعة الشوارد الموجبة	17
من (8-16) س  من (25-30) س	1.5 0.7	0.35	-	-	0	0.66	mg/l	F <sup>-</sup>	الفلوريدات	18
500	250	39.05	52	36	39.05	31.95	mg/l	Cl <sup>-</sup>	الكلوريدات	19
500	250	45.5	88	63	62	67	mg/l	So <sub>4</sub> <sup>-</sup>	الكبريتات	20
		146.4	159	159	152.5	146.4	mg/l	Hco <sub>3</sub>	البيكربونات	21
50	50	12.5	5	5	3.54	5.75	mg/l	No <sub>3</sub> <sup>-</sup>	النترات	22
0.2	0.2	0.01	-	-	0.06	0.03	mg/l	No <sub>2</sub> <sup>-</sup>	النتريت	23
1	0.5	0.84	-	-	0.45	0.94	mg/l	Hpo <sub>4</sub> <sup>-</sup>	الفوسفات	24
		247.66	304	263	257.6	255.73	mg/l	Sum Anios	مجموعة الشوارد السالبة	25
		327.23	416	355.5	346.12	353.19	mg/l	Tatal salinity	مجموعة الشوارد	26

### ما هي المياه الجوفية وكيف يمكن أن تتلوث؟

المياه الجوفية هي عبارة عن مصدر للمياه موجود تحت سطح الأرض . معظم المياه الجوفية تأتي من الأمطار و الرشوحات الثلجية الذائبة في الأرض. يملأ الماء الفراغات ما بين الصخور والتراب مشكلاً طبقة المياه الجوفية . تتواجد المياه الجوفية بكل مكان تحت سطح الأرض. تملأ الفراغات بين الرمال والحصى والتشكيلات الصخرية. عندما يتشكل ماء كافي بحيث يمكن أن يستخرج بالضغط بمعدلات مفيدة عندئذ تدعى طبقة جوفية.

الطبقة الجوفية هي صخرة مكسورة أو صخرة متقبة أو رمل أو حصى أو خليط من كل تلك المواد. قد تكون كتلة واحدة أو طبقة أو سلسلة من الطبقات. يتدفق الماء عبر الطبقة الجوفية كنتيجة للقوة الدافعة (الحمولة) والنفاذية.

حوالي نصف مياه الشرب في العالم تأتي من المياه الجوفية ، معظمها تقدم في شبكات مياه الشرب المحلية، لكن العديد من العائلات تعتمد على الآبار المنزلية الخاصة وتستخدم المياه الجوفية كمصدر للماء النقي.

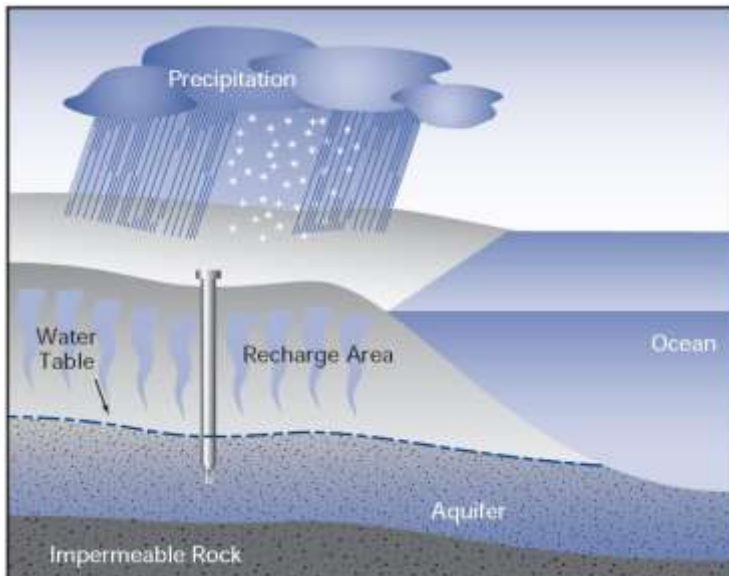
### المياه الجوفية:

إن بعد المياه الجوفية عن السطح وجودتها لتصلح كمياه شرب وفرص تلوثها تختلف من مكان لآخر.

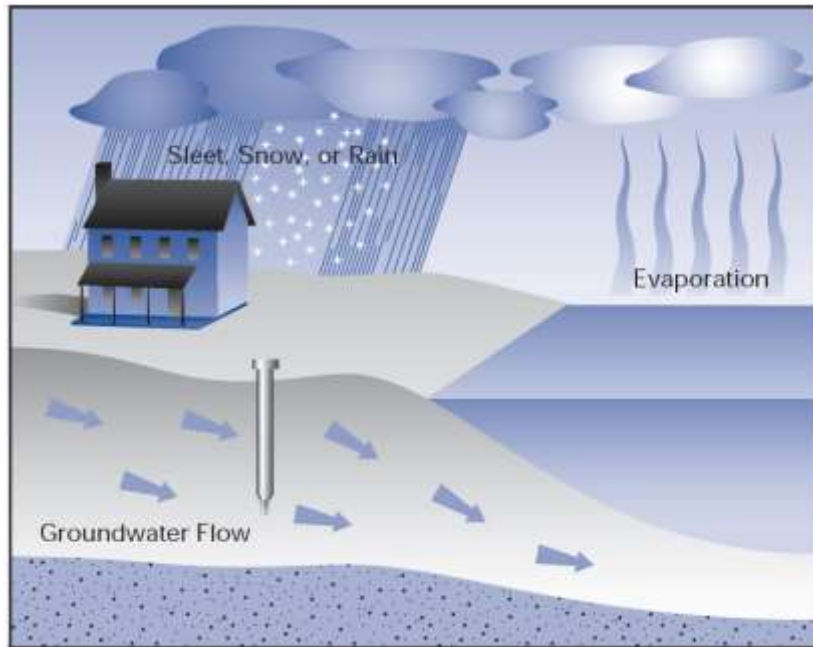
بشكل عام فإن البئر الأعرق يحوي مياه جوفية أفضل. كمية المياه الجديدة المتدفقة للمنطقة تؤثر أيضاً على جودة المياه الجوفية.

قد تحتوي المياه الجوفية على بعض الشوائب أو الملوثات الطبيعية حتى لو لم تتعرض لنشاطات بشرية أو تلوث.

الملوثات الطبيعية يمكن أن تأتي من ظروف البساط المائي أو الأرض. عندما تنتقل المياه خلال الصخور والتراب الجوفية قد تلتقط مغنزيوم وكالسيوم وبعض الكلوريدات.



- بعض محتويات المياه الجوفية الطبيعية هي عناصر منحلة مثل الأرسنك واليورون والسيلينيوم أو الرادون وهو غاز تشكل بالهدم الطبيعي لليورانيوم المشع في التربة.
- على أية حال يعتمد تسبب هذه الملوثات بمشاكل صحية على كمية هذه الملوثات.
- بالإضافة للملوثات الطبيعية فإن المياه الجوفية غالباً ما تتلوث نتيجة النشاطات البشرية مثل:
- الاستعمال غير الصحيح للأسمدة و الأسمدة الحيوانية ومبيدات الأعشاب و مبيدات الحشرات.
  - البناء غير الصحيح للبئر أو التوضع السيئ له، و/ أو بقاء أنظمة نتنة للمياه القذرة المنزلية.
  - تسريبات الخزانات والأنابيب الموجودة تحت الأرض أو تركها بدون استخدام.
  - مياه العواصف المطرية التي تنقل الملوثات الكيميائية للمياه الجوفية.
  - التخلص أو الخزن غير الصحيح للنفايات.
  - التسريبات الكيميائية في المواقع الصناعية المحلية.



**الحد الفاصل:** هي منطقة من الأرض حيث تتسرب المياه عبرها لتملأ مصدر المياه الجوفية أو ما يدعى بالطبقة الجوفية. وهي تسمى أيضاً بمنطقة إعادة الإملاء. والبساط المائي هو الخط الذي في أسفل تلك الطبقة والذي تكون الطبقة التي في أسفله مشبعة أو مملوءة بالماء ويمكن ضخ الماء منها. سينخفض البساط المائي أثناء فصول الجفاف. يمكن ضخ الماء من البئر عندئذ من المنطقة المشبعة أو منطقة المياه الجوفية. يجب أن تكون الآبار عميقة كفاية لتبقى في المنطقة المشبعة.

النمو المدني يجلب الأعمال التجارية والمالية والصناعية (ومصادر محتملة من التلوث) إلى المناطق الريفية حيث تعتمد العائلات هناك على الآبار. يدفع النمو أيضاً التطورات الجديدة داخل المنزل إلى المناطق الريفية والأراضي الزراعية. وفي تلك المناطق لا تتواجد عادة شبكات مياه شرب وشبكات مياه صرف صحي. فالناس بشكل عام يعتمدون على مياه الآبار و خزانات التحلل. معظم المياه الجوفية آمنة للاستعمال البشري. إن الدورة الهيدرولوجية للمياه هي العملية الطبيعية التي تتساقط فيها الأمطار والثلوج للأرض وتعود لتتبخر لتشكل الغيوم ويسقطان ثانية. يتدفق الماء الذي يسقط على الأرض إلى الجداول والأنهار والبحيرات وإلى مجامع التربة ليشكل المياه الجوفية.

## الآبار

**البئر:** فتحة اصطناعية في طبقات الأرض تتشأ يدوياً أو آلياً لتصل سطح الأرض بالطبقة الحاملة للمياه

تقسم الآبار تبعاً لاختراقها طبقات الأرض الصماء إلى نوعين :

**آبار سطحية:** وهي التي تستمد ماءها من الطبقة السطحية التي تعلو أول طبقة صماء أي أن البئر لا تخترق الطبقة الصماء

**آبار عميقة:** وهي التي تنفذ خلال طبقة صماء لتحصل على الماء من طبقة مسامية واقعة تحتها

و تقسم الآبار حسب الضغط الواقع على المياه الجوفية إلى نوعين:

**آبار اعتيادية:** وهي التي يكون الضغط على سطح المياه الجوفية مساوياً للضغط الجوي أي

يكون مستوى الماء في البئر عند عدم تشغيلها هو مستوى الماء نفسه في الطبقة الحاملة له

وهذا هو الوضع بالنسبة للآبار السطحية

**آبار ارتوازية:** وهي التي يكون الضغط على سطح المياه الجوفية أعلى من الضغط الجوي بحيث يرتفع الماء في البئر تلقائياً إلا أنه ليس من الضروري أن يصل إلى سطح الأرض فإذا كان الضغط كافياً لتصل المياه إلى سطح الأرض سميت البئر متدفقة

و تقسم الآبار حسب شكلها إلى نوعين:

**الآبار الشاقولية:** وغالباً ما تكون آبار ضخ وتتراوح أقطارها من ( 1.5-6 ) أمتار أما عمقها فهو متباين جداً وقد يزيد على ( 3000 ) متر ويتراوح عادةً من ( 20-500 ) متر يتم حفر هذه الآبار إما يدوياً إذا كانت قليلة العمق أو آلياً بالحفر الدوار أو الحفر بالدق

**الآبار الأفقية:** يتم إنشاء هذه الآبار بشكل أفقي أو مائل قليلاً على جوانب المرتفعات وذلك لتفريغ مناطق الشقوق والصدوع من المياه التي تحملها

يتم حفر هذه الآبار بواسطة آلات حفر دوارة خاصة وغالباً يكون الجريان عبر هذه الآبار حراً لذا يجب تزويدها بمنظم جريان (سكر) عند مخرج المياه

هناك نوع آخر من الآبار الأفقية وهو ما يعرف بالبئر النجمي أو البئر المجمع الشعاعي وتتألف هذه البئر من قميص من البيتون المسلح بقطر أصغري يساوي أربعة أمتار وبعمر يتراوح من ( 20-60 ) سم ويمكن أن تتغير أطوالها بشكل كبير ويكون في كل بئر عدد من المجمعات قد يصل إلى ( 16 ) مجمعات وتتوضع بشكل نجمي متمائل حول البئر وتوجد عادة مضخة لرفع المياه من القاع إلى الخزان

### مميزات المياه الجوفية

تتميز المياه الجوفية كما توجد بالطبيعة بالمميزات التالية :

1- تكون عادة أكثر صفاء من المياه السطحية (  $NTU < 10$  )

2- لا تحتوي على مواد عالقة فيها نظراً لترشيح هذه المواد خلال طبقات الأرض أثناء تسرب المياه خلالها (  $TDS = 0$  )

3- تكون عادة أكثر برودة من المياه السطحية ولا تتأثر بالعوامل الجوية

**4-**ارتفاع تركيز أملاح الكالسيوم والمغنزيوم والحديد فيها مما يكسبها بعض الطعم واللون والقساوة ،الأمر الذي يستدعي أحياناً إجراء معالجة لهذه المياه لتخفيف تركيز هذه الأملاح (عالية = TH)

**5-**خالية من الجراثيم لأن الدراسات أثبتت أن الجراثيم لا تقطع مسافة أكثر من **33** متراً تحت الأرض

### أحد أنواع الآبار الأفقية :

البئر الدهليز:وهي نفق أو أنبوب أو قناة مفتوحة وتكون أفقية تماماً أو أفقية تقريباً وتنشأ باتجاه عمودي تقريباً على اتجاه جريان الماء الجوفي والنموذج الأفقي لهذه البئر يدعى بالبئر الأفقية

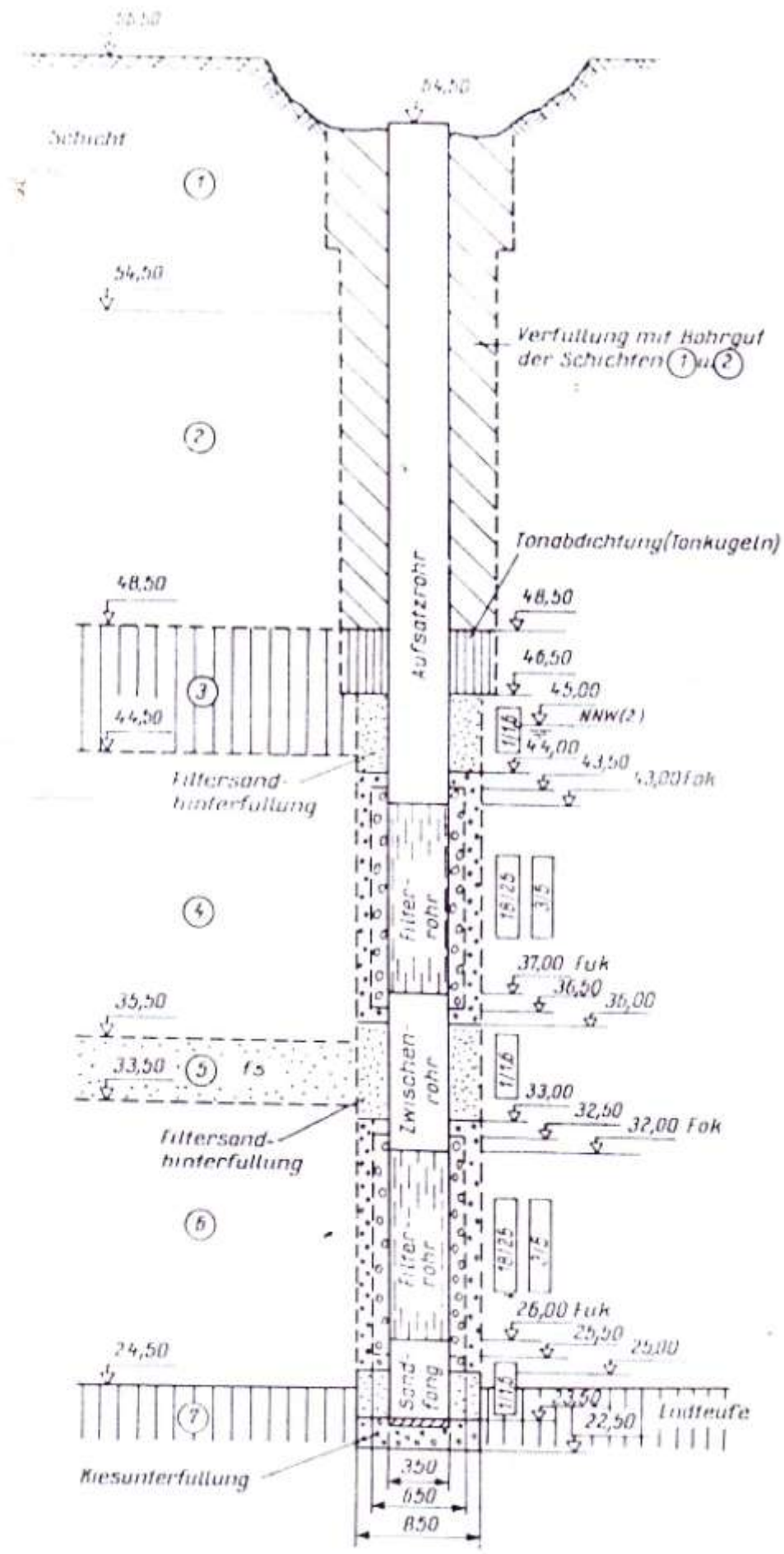
### دهاليز التسرب (المصاطب)

يمكن أن تكون دهاeliz التسرب خندقاً مكشوفاً أو قناة مسامية مطمورة أو خطأً من الآبار يفصل بينها مسافات قليلة متوضعة عبر أو عموديةً على اتجاه الجريان الجوفي في طبقة الماء الجوفي ، والشكل الشائع لهذه الدهاليز ان تكون ممتدة قرب ضفة نهر أو بحيرة لا اعتراض خطوط جريان الماء الجوفي باتجاه الماء السطحي ، ويتحدد اتجاه الجريان للماء الجوفي نحو سطح الماء في الدهليز أو بالإتجاه المعاكس حسب الارتفاعات النسبية للماء السطحي ولسطح الماء في دهليز التسرب  
ملاحظة: ليس لتسرب الماء في التربة علاقة تبادلية مع سحبه من الأرض  
لا هيدروليكيّاً ولا رياضياً

### أنظمة المصاطب والترشيح

يمكن أن تنشأ المصاطب بفتح خندق في السطح ويبطن في حال الحاجة بمواد نفوذة لتسمح للماء بالدخول إليها ويجب تغطية الخندق لمنع دخول المياه السطحية الملوثة يمكن أن يوضع أنبوب نفوذ والذي يحدث خلاله الرشح في الخندق ومن ثم يردم بالبحص ويغطى أو يتم دفع الانبوب النفوذ أفقياً خلال الطبقة المائية الجوفية لتجميع الماء ويقوده إلى نقطة التجميع

يمكن أن تأكد أنظمة الترشيح من أنابيب بوصلات مفتوحة إذا رغب في ذلك وبشكل مشابه  
للأنابيب الفخارية الحقلية وهي تمد في الترسبات الحاملة للماء والتي تنقل الماء إلى نقطة  
مركزية يمكن الضخ منها  
في تصميم المصاطب وأنظمة الترشيح يمكن استعمال المبادئ الهيدروليكية والجريان  
الجوفي، عملياً يمكن تحديد طول المصطبة أو أنظمة الترشيح لتأمين غزارة بمعدل مطلوب  
بشكل مرضي بمعرفة أداء تجهيزات مماثلة أو بالتجربة





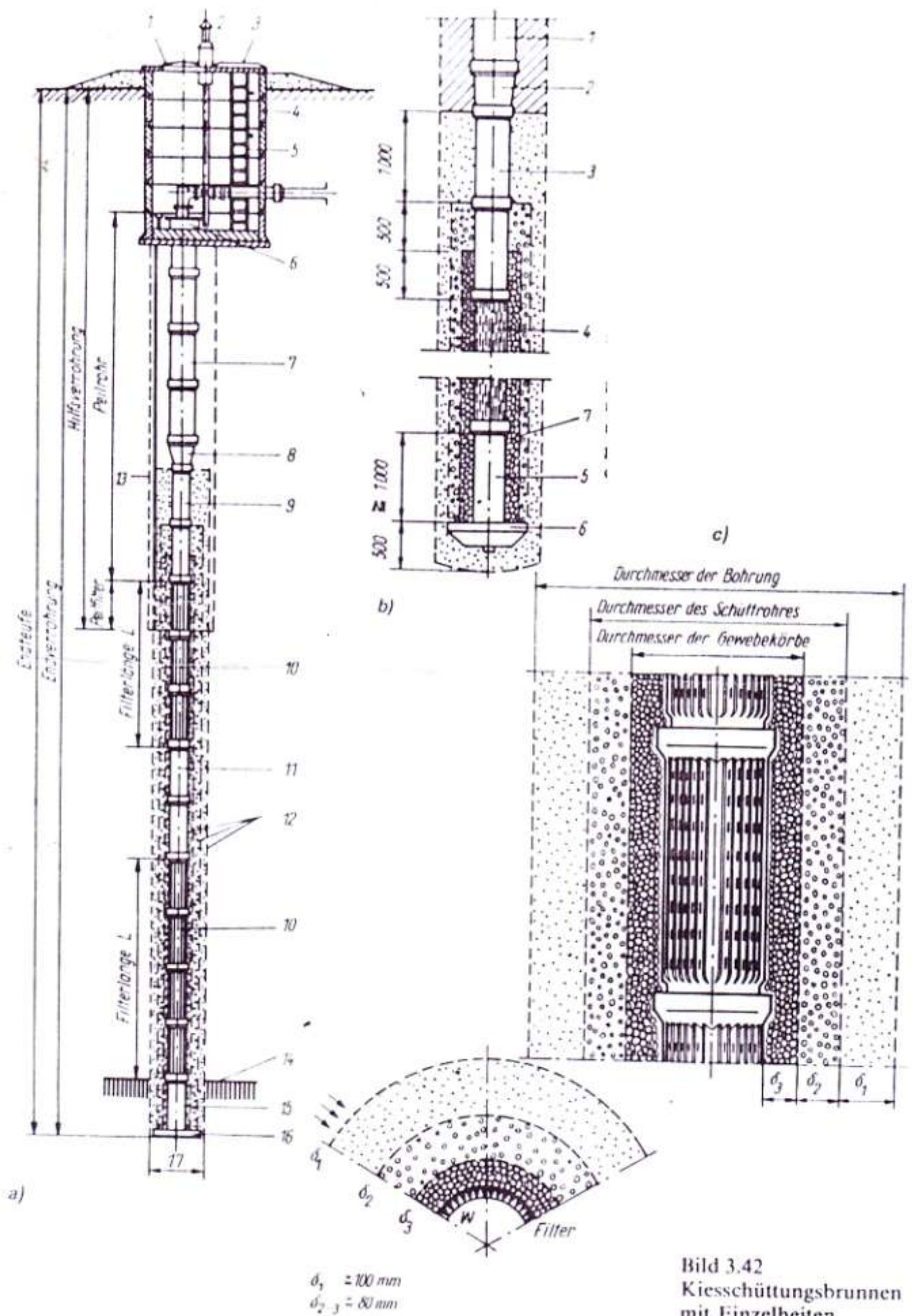


Bild 3.42  
Kiesschüttungsbrunnen  
mit Einzelheiten

## موقع الآبار

يمكن أن تقام في المناطق ذات المياه الجوفية المرتفعة المستوى والطبقة الجوفية النفوذة آبار ضحلة وباستطاعة معتدلة.

### في أي موقع ملائم توجد مثل هذه المواقع ؟

في أغلب المناطق ذات الهطول المطري الوافر ،يمكن أن يتطلب تحديد موقع بئر عميق باستطاعة كبيرة كالمطلوب لامداد المياه للسكان تنقيبات استكشافية في المنطقة تتضمن دراسة خواص الآبار الموجودة ويقصد بالتنقيب الإستكشافي الحفر والضخ من آبار تجريبية لتحديد اتجاه الجريان الجوفي وربما جدول مجال الماء الجوفي وذلك كتكملة للطرق العلمية لتحديد موقع المياه وهذه الطريقة من المحتمل أن تكون أكثر طريقة لتحديد موقع الماء وقد تكون ناجعة حيث تفسل الطرق الأخرى

عادةً يمكن الإعتماد على الماء الموجود في مساحات المواد أعلى مستوى أو فوق مستوى جريان سطحي مجاور ، كما تؤدي زيادة بعد البئر عن الجريان السطحي إلى زيادة منسوب الماء المحتمل وجوده ومن الممكن أن ترتفع أو تنخفض الطبقة النفوذة بشكل غير متوقع ومتعذرة التفسير إذ يمكن ان يكون هناك تصدع في الطبقة السفلية حيث من الممكن تواجد بئر جاف بجانب بئر في الطبقة المائية الجوفية ذو غزارة جيدة وعندما يقع بئر ذو مساحة تأثير صغيرة جداً قرب جريان سطحي سيدخل الماء إلى البئر من التربة المحيطة

أما إذا كانت مساحة التأثير تتضمن المجرى فرشح الماء الجوفي سيزيد من غزارة البئر يلجأ عادةً إلى طرق استكشافية حيث تكون المعلومات الجيولوجية ضئيلة والآبار الموجودة قليلة ومن بينها :

-تسجيلات كهربائية

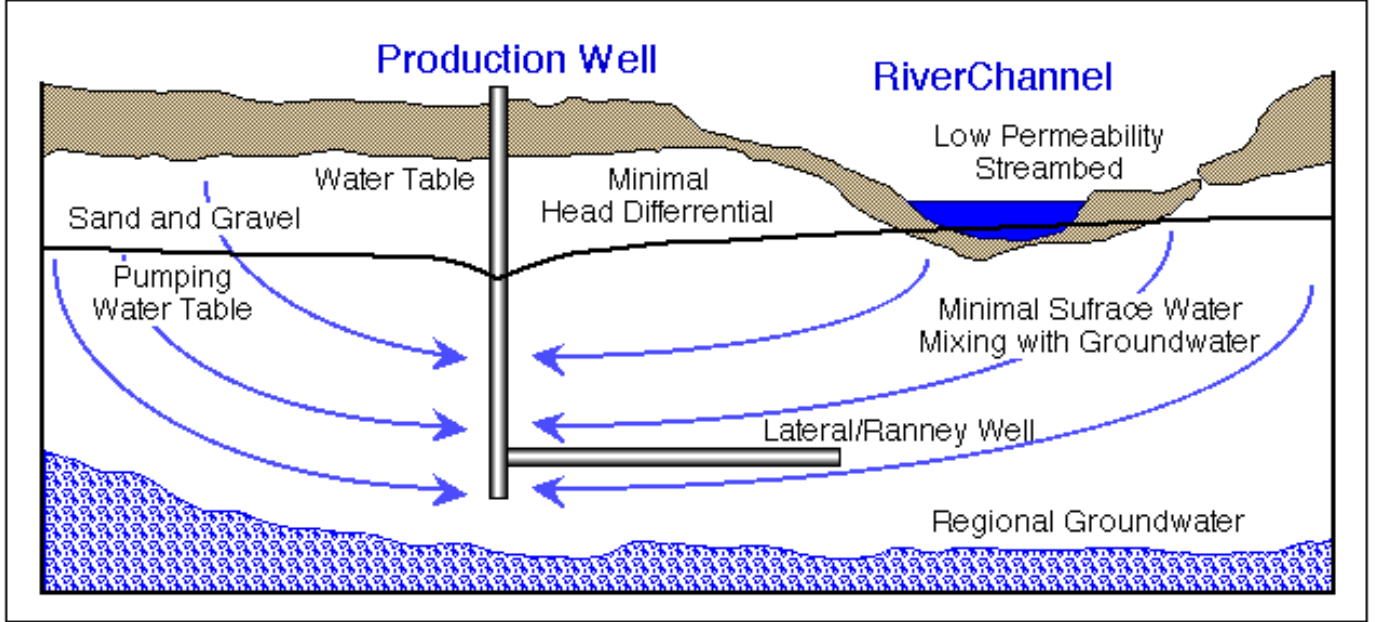
-المقاومة الكهربائية

-زلزالية (اهتزازية)

-الجاذبية الأرضية

-طرق مغناطيسية

وجميعها تتطلب تجهيزات خاصة ، تدريب وخبرة في تطبيقاتها وتفسيراتها



### المصادر المحتملة للتشكيلات الحاملة للماء:

السهول الترسيبية-المصاطب- الرواسب الجليدية- الركام الجليدي- الحبيبي.  
 مقر الحبيبات الرملية: يجب الانتباه إلى عدم وضع الآبار في منطقة تتعرض فيها نوعية المياه إلى خطر الصرف السطحي أو بحالة وجود آبار صرف أو في المناطق حيث يمكن أن تغمر قمة البئر بالماء السطحي الملوث، يجب أن تتوضع جميع الآبار وجزئياً الآبار الضحلة على مسافة آمنة عن مصادر التلوث والمسافة الأصغر المسموحة في المواد المتجانسة كالرمل أو البحص تختلف بشكل واسع ويمكن أن نجد حسب الحدود الحكومية مسافات من (16.5-82.5) متر وبشكل شائع (33) متر ولكن يجب السيطرة على الظروف المحلية ولا يمكن تحديد مسافات تكون فيها الآبار آمنة في جميع الظروف.

### تجميع الآبار:

للحصول على أعظم كمية اقتصادية من الماء من الآبار المخترقة للخران الجوفي بمنطقة محددة لسحب الماء من جميع الاتجاهات فيتطلب ذلك إحداث بعض التداخلات بين

الآبار، تحدد الكمية الدنيا للتدخل والاقتصادية بكلفة شبكة الأنابيب التي تجمع الماء من الآبار إلى نقطة مركزية وبكلفة الطاقة المنقولة إلى الآبار وبظروف أخرى.

يجب أن توضع الآبار المخترقة للطبقة الجوفية والقناة الظاهرية المجمعة أو اتجاه الجريان على خط مستعرض للجريان الجوفي يمكن أن توضع صفوف متتابعة من الآبار على الحبس العلوي للجريان الجوفي ستنقص عندما نضخ من الآبار في الحبس العلوي للجريان الجوفي.

بشكل عام يجب تجميع الآبار التي تنضخ بالامتصاص بشكل متقارب كما ويجب تحرير خط الامتصاص من التقلبات والإعاقات للحصول على ضياع ضاغط أصغري نظرا لأن الضاغط المتوفر للامتصاص عادة يكون منخفض وأن تسرب الهواء إلى أنبوب الامتصاص ممتزجا مع الغازات المحررة من المحلول بسبب انخفاض الضغط يسبب اضطراب في سحب الماء من الآبار.

عندما توضع الآبار بالقرب من خطوط الملكية يجب ألا ننسى أنه سيلحق ضرر بالمالك إذا ما سحب الماء من ملكية الجار الواقع في الحبس السفلي وفي بعض الحالات يمكن أن يتم التعويض عن ذلك.

إن منطقة التأثير للآبار الضاخة يجب ألا تمتد خلف ملكية الأعمال المائية حيث هناك خطر يضر بالمواقع.

### عمق البئر:

يجب أن يحفر البئر في الطبقة المائية التي يجب سحب منها الماء إلى عمق كاف ليسمح بتركيب المصفاة وتجهيزات الضخ المطلوبة وقلما يزيد عمق آبار المياه آلاف من الأمتار بينما حفرت آبار بترول بعمق عدة أميال.

### قطر البئر:

يتعلق القطر الواجب اختياره للبئر بطريقة إنشائه وكمية الماء المسحوبة من البئر وظروف أخرى نظريا تزداد استطاعة البئر مع لوغاريتم قطره بينما لا تتغير الظروف الأخرى في الآبار ذات الأعماق الكبيرة فالحجم الأصغري للفتحة تتأثر بنوعية التجهيزات المطلوبة للوصول إلى العمق المطلوب بشكل عام زيادة قطر البئر لهدف زيادة الإستطاعة النوعية غير اقتصادي. إن زيادة قطر مصفاة البئر يمكن أن تبرر بإنقاص سرعة، الجريان إلى المصفاة وهكذا يزيد عمر البئر.

يمكن إنقاص سرعة الجريان إلى المصفاة وهكذا يزيد عمر البئر يمكن إنقاص قطر الآبار العميقة على مراحل متعددة مع زيادة العمق وبشكل خاص من أجل ملائمة عملية حفر البئر.

### تجهيزات البئر:

تتألف تجهيزات بئر مثل تركيب المضخة من مصفاة وقميص أما البئر المجهز بالمضخة قد يحتاج إلى أنبوب صاعد وأنبوب نازل أو أنبوب سحب ومحرك على السطح.

### من أين تأتي ملوثات المياه الجوفية؟

فهم واكتشاف مصادر التلوث المحتملة هو أمر مهم. وهو الخطوة الأولى لحماية الماء الصالح للشرب. بعض التهديدات تأتي من الطبيعة. بشكل طبيعي فإن بعض الملوثات مثل المعادن يمكن أن تعرض الصحة للخطر. مصادر أخرى محتملة للتلوث تأتي من الفعاليات السابقة والحالية للبشر (الأشياء التي نفعلها ، نصنعها ونستخدمها) مثل التعدين والزراعة واستعمال المواد الكيماوية . البعض من هذه النشاطات قد يؤدي لتلوث الماء الذي نشربه. العديد من مصادر التلوث سهل الاكتشاف بالنظر أو التذوق أو الشم، على أية حال العديد من المشاكل الخطيرة يمكن أن تكتشف فقط باختبار ماءك. وكذلك فإن معرفة التهديدات المحتملة في المنطقة سيساعد على معرفة أي نوع من الاختبارات ستحتاج.

### ما هي بعض المصادر الطبيعية المحتملة للتلوث؟

#### الكائنات الحية المجهرية :

البكتريا والفيروسات والطفيليات والكائنات الحية المجهرية الأخرى قد تتواجد في بعض الأحيان في الماء.

الآبار الضحلة التي يكون فيها مستوى المياه قريب من سطح الأرض هي غالباً خطرة السيول أو المياه التي تجري على سطح الأرض قد تلتقط الملوثات من الحياة البرية أو التربة وهذا غالباً ما يحدث بعد الفيضان. البعض من هذه الكائنات الحية يمكن أن تسبب تشكيلة واسعة من الأمراض. تتضمن الأعراض غثياناً وإسهالاً وهي يمكن أن تحدث بعد فترة قصيرة من شرب الماء الملوث.

قد تكون التأثيرات حادة لفترة قصيرة كما في حالات التسمم الغذائي أوقد تتكرر بصورة دائمة أو قد تتطور ببطء مع مرور الزمن.

### المشعات :

المشعات هي العناصر المشعة مثل اليورانيوم والراديوم. وقد تتواجد في الصخور التحتية والمياه الجوفية.

الرادون (هو منتج طبيعي لتحطم اليورانيوم في التربة) يمكن أن يشكل تهديداً أيضاً. الرادون يكون خطراً جداً عندما يستنشق ويساهم عندئذ في سرطان الرئة. بالرغم من أن التربة هي المصدر الأساسي للرادون إلا أن استعمال المياه من الآبار المنزلية الحاوية على الرادون يساهم في رفع مستوى الرادون الداخلي . بالرغم من أن الرادون يكون أقل خطراً عندما يدخل للجسم عن طريق الماء إلا أنه يبقى مصدر خطر على الصحة.

### النترات و النتريت:

بالرغم من المستوى العالي للنترات ناتجة عن الفعاليات البشرية فهي يمكن أن تتواجد بشكل طبيعي في المياه الجوفية . فهي تنتج عن تحطم مركبات النتروجين في التربة. ثم تلتقطهم المياه الجوفية المتدفقة من التربة. إن شرب كميات كبيرة من النترات أو النتريت يهدد الأطفال بشكل خاص ( على سبيل المثال عندما تكون ممزوجة مع الدواء )

### المعادن الثقيلة:

قد تحتوي الصخور والترب الجوفية على الآرسنك والكاديوم والكروم والرصاص والسيلينيوم. على أية حال فإن هذه الملوثات لا تتواجد في الآبار المنزلية بمستويات خطيرة من المصادر الطبيعية

### الفلوريد:

الفلوريد مساعد في صحة الأسنان لذلك فإن العديد من أنظمة الشرب في العالم تضيف كميات قليلة منه لمياه الشرب. على أية حال فإن الاستهلاك المفرط من الفلوريد المكون طبيعياً يمكن أن يتلف النسيج العظمي. قد تتشكل مستويات عالية من الفلوريد طبيعياً في بعض المناطق وقد تؤدي لتشوه الأسنان لكن هذا لا يشكل خطراً على الصحة العامة.

### ما هي الفعاليات البشرية التي يمكن ان تلوث المياه الجوفية؟

### البكتريا و النترات:

هذه الملوثات تتواجد في الفضلات البشرية والحيوانية. يشكل النتروجين نترات بشكل طبيعي في المياه الجوفية وفي الآبار في التجمعات تحت ملليغرام واحد لكل لتر . مستويات فوق تلك النقطة (تراكيز أكبر من ذلك) قد تشكل خطر فوري على الأطفال والنساء الحوامل. النتروجين يمكن أن يتسرب إلى الآبار الخاصة من عدة مصادر يتضمن ذلك الأنظمة النتنة، مخصبات نتروجين، الإطعام الحيواني الزائد

إن خزانات التحلل يمكن أن تسبب تلوثاً بالبكتيريا والنترات وكذلك يمكن أن تقوم بذلك أعداد كبيرة من حيوانات المزارع . لذا فإن كلا خزانات التحلل وأسمدة الحيوانات يجب أن تتم إدارتهما بشكل جيد لمنع حدوث التلوث. كذلك فإن مواقع دفن النفايات وإلقاء القمامة تشكل مصدراً خطراً لهذا النوع من التلوث. الأطفال وبعض البالغين يكونون في خطر كبير عندما يتعرضون لمياه قد توالدت فيها البكتيريا. هؤلاء البالغون هم كبار السن والأشخاص المصابون بضعف في أجهزة المناعة لديهم بسبب الأيدز أو مواد المعالجة من السرطان. وكذلك فإن الأسمدة تزيد من مشاكل النترات. فالنترات تسبب تهديداً للصحة للأطفال الصغار جداً بما يسمى بمتلازمة الطفل الأزرق حيث يعرقل هذا المرض تدفق الأوكسجين إلى الدم.

### **عمليات الإطعام الحيواني المركز :**

إن عمليات الإطعام الحيواني الزائد والتي تدعى بمزارع تربية الحيوانات لبيع إنتاجها في السوق تتزايد أعدادها باستمرار. في هذه المزارع تتزايد آلاف من الحيوانات في مكان صغير. والكميات الكبيرة من فضلات وأسمدة هذه الحيوانات الناتجة عن هذه المزارع يمكن أن تهدد مصادر المياه. لذا فإننا نحتاج لإدارة حذرة ودقيقة لمنع حدوث مشاكل البكتيريا والتغذية. كذلك فإن الأملاح الناتجة عن كميات كبيرة من الأسمدة يمكن أن تلوث المياه الجوفية.

### **المعادن الثقيلة:**

بعض الفعاليات مثل التعدين والبناء يمكن أن تحرر كميات كبيرة من المعادن الثقيلة لمصادر المياه الجوفية القريبة. بعض بساتين الفاكهة القديمة قد تحوي مستويات عالية من الزرنيخ المستعمل كمبيد حشرات ولكن هذه المستويات العالية تشكل خطراً على الصحة.

### **الأسمدة ومبيدات الحشرات :**

يستعمل المزارعون الأسمدة والمبيدات ليزيدوا نمو النبات وليقللوا الضرر الناتج عن الحشرات. تستخدم هذه المنتجات أيضاً على ملاعب الغولف والمروج والحدائق المدنية. المواد الكيميائية المتواجدة في هذه المنتجات قد تصل للمياه الجوفية. يعتمد مثل هذا التلوث على نوع وكمية المواد الكيميائية المستخدمة وكيفية استخدامها. الشروط البيئية المحلية ( نوع التربة وموسمية الثلج والمطر) تؤثر أيضاً على هذا النوع من التلوث. تحوي العديد من الأسمدة على أشكال من النتروجين والتي يمكن أن تتحطم لنترات ضارة. هذا يضيف مصدراً آخر للنترات على المصادر المذكورة سابقاً. بعض أنظمة التصريف الزراعية الموجودة تحت الأرض تجمع الأسمدة والمبيدات. هذا الماء الملوث يمكن أن يسبب مشاكل في المياه الجوفية والجدول والأنهار المحلية. بالإضافة لذلك فإن المواد الكيميائية تستخدم لمعالجة الأبنية والمنازل من النمل الأبيض وأنواع أخرى من الحشرات والتي قد تشكل خطراً.



مرة أخرى فإن إمكانية حدوث التلوث يعتمد على كمية ونوع المواد الكيميائية. وكذلك فإن نوع الترب وكمية المياه المتحركة خلال التربة يلعب دوراً في ذلك.

### **المنتجات والنفايات الصناعية :**

العديد من المواد الكيميائية الضارة تستعمل على نحو واسع في الأعمال التجارية والصناعية المحلية. في حال غياب الإدارة الجيدة فإنّ هذه المواد قد تصبح ملوثات لمياه الشرب. المصادر الأكثر شيوعاً لهذه المشاكل هي:

#### **١. الأعمال التجارية المحلية:**

هذا النوع يشتمل على المصانع القريبة والمنشآت الصناعية مثل محطات البنزين والمنظفين الجافين. كل الذين يتعاملون مع مواد كيميائية خطرة يحتاجون لإدارة حذرة. التسرب والرمي غير الصحيح لهذه المواد الكيميائية أو للنفايات الصناعية يمكن أن يهدد مصادر المياه الجوفية.

#### **٢. تسرب الخزانات والأنابيب التي تحت الأرض:**

المنتجات البترولية والمواد الكيميائية والنفايات المخزنة في أنابيب وخزانات التحلل المتواجدة تحت الأرض قد تصل للمياه الجوفية. رشح الأنابيب و الخزانات إذا تم تركيبها أو إنشاؤها بصورة غير صحيحة. صدأ وتآكل الخزانات والأنابيب مع الزمن. تتواجد الخزانات غالباً في المزارع . إن إمكانية تسرب الخزانات تكون كبيرة في المزارع القديمة و المتروكة.

#### **3. مواقع النفايات ومواقع دفن النفايات:**

صممت مواقع الدفن الحديثة للنفايات لاحتواء أية سوائل متسربة. لكن الفيضانات يمكن أن تحمل هذه السوائل وتنقلها متجاوزة تلك المواقع. المواقع القديمة لدفن النفايات تحد بشكل كبير من الملوثات التي يمكن أن تتسرب للمياه الجوفية.

#### **4. النفايات المنزلية :**

التخلص غير الصحيح من العديد من المنتجات الشائعة يمكن أن يلوث المياه الجوفية. من هذه المواد المذيبات المنظفة وزيت المحركات المستخدم والدهانات ومرققات الدهانات. حتى الصابون والمنظفات يمكن أن تؤذي المياه الجوفية. هذه غالباً مشاكل من خزانات التحلل المعيبة وحقول الترشيح النتنة.

#### **5. الرصاص والنحاس :**

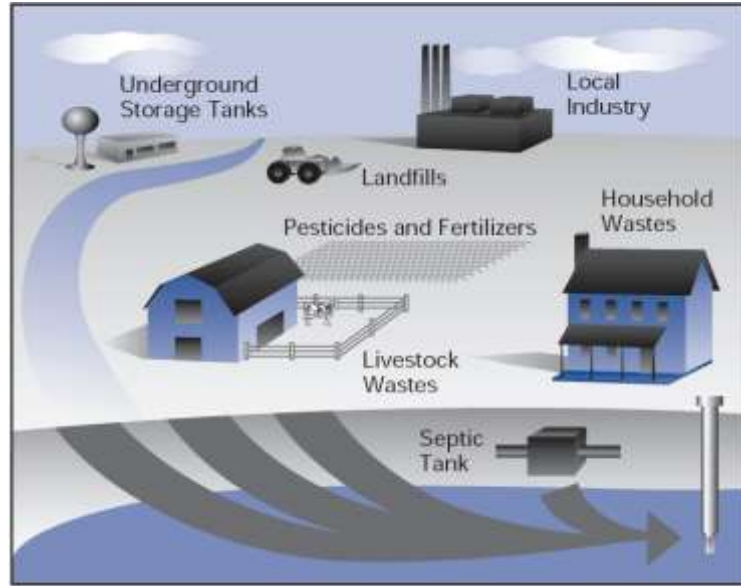
مواد التمديدات الصحية داخل المنزل هي المصدر الأكثر شيوعاً للرصاص والنحاس في مياه شرب المنزل. الماء الأكال ( العدوانى ) قد يسبب تواجد المعادن في الأنابيب والوصلات الملحومة والتي تنتقل لمياه الصنبور. حموضة أو قلوية الماء ( والتي تقاس بال PH ) يؤثران على التآكل بشكل كبير. درجة الحرارة والمحتوى المعدني أيضاً تؤثران على كمية التآكل. يستخدم الرصاص والحديد غالباً في الأنابيب واللحام وأعمال السباكة المنزلية. يمكن أن يسبب



الرصاص خطر كبير للدماغ والكلى والجهاز العصبي وخلايا الدم الحمراء. عمر المواد المستخدمة في السباكة ( وبشكل خاص الأنابيب النحاسية الملحومة بالحديد) هو أيضا عامل مهم. هذه المعادن مضرّة حتى لو كانت بكميات منخفضة نسبياً. وبحسب قواعد ال EPA لمياه الشرب الآمنة فإن الحد المسموح للرصاص في ماء الشرب هو 15 جزء بالليون . منذ عام 1988 يسمح القانون فقط لأنابيب ولحام وتدفقات مائية خالية من الرصاص بالاستخدام. القانون يؤمن التركيبات الجديدة ويصلح التمديدات الصحية المعطلة .

#### 6 . مواد المعالجة الكيميائية :

المعالجة غير الصحيحة أو خزن المواد الكيميائية المستخدمة في معالجة مياه الآبار (مثل المطهرات وموانع التآكل ..... ) بالقرب من البئر يمكن أن يسبب مشاكل. تم تصميم خزانات التحلل بحيث يكون حولها حقل ترشيح ( مساحة من الأرض تتدفق فيها مياه الصرف الخارجة من خزانات التحلل ). يمكن لمياه الصرف تلك أن تصل أيضاً للمياه الجوفية. لاحظ الشكل.



#### الحماية من التلوث:

يمكن أن يتلوث البئر بالماء السطحي الداخل من الفوهة أو بالماء الملوّث أو غير المرغوب به المتسرب للأسفل خارج القميص إلى المصفاة وفي بعض الحالات تنقص

استطاعة البئر بسبب جريان الماء نحو الأعلى أو الأسفل خارج القميص بسبب تحول الطبقة المائية الجوفاء إلى طبقة نفوذة غير منتجة.

### مواصفات حماية الآبار من التلوث:

ومن بين تعابير المواصفات:

١. **أبعاد المياه السطحية عن الموقع:** يجب أن تتشأ قمة البئر بحيث تمنع عودة الماء للسقوط في البئر وبحيث يميل سطح الأرض بعيدا عن البئر وأن لا تقترب مياه الفيضان أو موقع التصريف ضمن 6.6 متر.
٢. **بنية التربة فوق الطبقة الحاملة للماء:** يجب أن تؤمن تشكيلات التربة فوق الطبقة الحاملة للماء تصفية كافية لمنع التلوث من المصادر السطحية.
٣. **المسافة عن مصادر التلوث:** المسافة الأفقية الأصغر المسموح بها عن مصدر التلوث هي (16.5) متر ويفضل 99 متر.
٤. **عمق القميص والحاجز:** يجب أن يمتد (3.3) متر على الأقل تحت نطاق الماء الجوفي.
٥. **إنشاء استعمال القميص والحاجز:** يجب أن يملأ الفراغ بين القميص وفتحة البئر بأكثر من (1.5) أنش من المونة الإسمنتية ولعمق أكثر من (3.3) متر ولا يستعمل القميص كأنبوب امتصاص.
٦. **الآبار المعالجة بالحصي:** يجب أن يتوقف سطح الحفريات لمسافة أقل من (3.3) متر تحت سطح الأرض ويملاً الفراغ المتبقي فوق البحص بغضار كتيمة أو ملاط أو مونة اسمنتية ويجب أن تكون الحصويات نظيفة قبل وضعها في البئر.
٧. **إحكام إغلاق الآبار أو تغطيتها:** يجب أن يكون هناك سداد مانع للتسرب أو تغطية على قمة القميص.
٨. **فتحة تهوية للبئر:** وهي ضرورية لإعادة الضغط الجوي في القميص لمنع امتصاص الماء الملوث والدخول إلى البئر مثل هذه الفتحة تتوضع على سطح تنتهي بمصفاة أو فتحة مغطاة متجهة للأسفل.
٩. **حفر الآبار:** لا توضع المضخات الآلية تحت الأرض في الحفر وذلك في حالة المضخات الأفقية مثلاً.
١٠. **إنشاء وتركيب المضخات:** تتضمن بعض التفاصيل مثل عدم تلقين المضخة وعاء غير أمين (فاسد) يجب استعمال وصلة كتيمة بين القميص ووحدة الطاقة.

١١. **غرفة الضخ:** التصريف يجب أن يكون بشكل ملائم لتأمين الحماية من الفيضان وعلى الرغم من عرض المواصفات السابقة فإنه لا توجد مساحة نظامية بين البئر ومصدر التلويث لاستعمالها ويمكن أن يتخلص الماء بشكل كاف من تلوثه عبر الجريان لمسافة قصيرة خلال الرمل ولكنه يجري بدون تغيير لعدة أميال في أقيية خلال الصخور الكلسية.

### **أشكال إنشاء بئر:**

إنشاء بئر يمكن أن ينسب إلى طريقة التصفية والقميص المستعمل أو إلى طريقة الحفر كحفر دفع، تجويف، النفط.

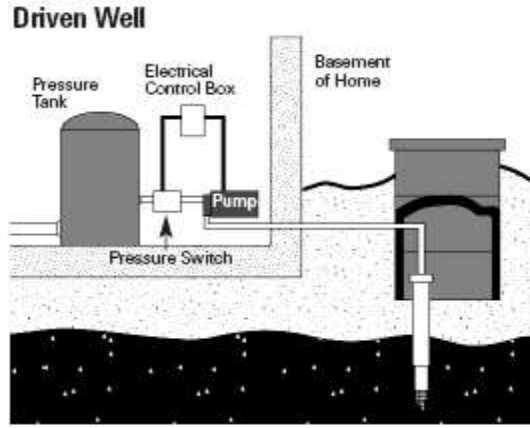
### **آبار الحفر والدفع:**

تحفر آبار الحفر الصغيرة لتزويدات الماء الخاصة بمعدات يدوية ويزداد عمق البئر كلما تقدم الحفر، البطانة والقميص أو حاجز البئر هي مواد نفوذة خلال الطبقة المائية الجوفية أما الحاجز فوق الطبقة المائية الجوفية فهو من مواد بناء كثيمة للماء مع وصلات كثيمة تتصل إلى التغطية الكثيمة والتي ستمنع الماء السطحي أو الأشياء غير المرغوب فيها من السقوط في البئر الجاهز. وتنشأ آبار الحفر الكبيرة وحتى قطر 33 متر بغطس بطانة بيتونية مؤلفة من قطعة واحدة.

مجمع بئر راني هو بئر حفر بقطر ( 4.3) متر تساق المصفاة بشكل أساسي وأفقية تقريبا من هذا البئر ويتغير طول هذه المصافي الأفقية من (33-99) متر و يتغير الطول حتى (66) متر أكثرها شيوعاً ومثل هذه الآبار ذات استطاعة عالية يصل بعضها حتى ( 62.5 مليون لتر/ يوم) وقد وجد أنها ملائمة بشكل خاص كآبار ترشيح على ضفاف الأنهار.

### **الآبار الثقالية ( المصقولة بالرمال):**

مثل آبار الدق فإن الآبار الثقالية تسحب الماء من المنطقة المشبعة بالماء المتوضعة فوق منطقة الصخور الكثيمة. لكن الآبار الثقالية تكون أعمق من آبار الدق، تكون هذه الآبار المبنية بشكل نموذجي بعمق 9.9 إلى 16.5 متر وتتوضع في المناطق الحاوية على حصى وسماكات كبيرة من الرمال والتي تكون



فيها منسوب المياه الجوفية بعمق 4.95 متر عن سطح الأرض. في المواقع الجيولوجية الصحيحة يكون إنشاء الآبار الثقالية سهل ورخيص نسبياً. بالرغم من أن الآبار الثقالية أعمق من آبار الدق إلا أنها ضحلة نسبياً ويحدق بها خطر التلوث من النشاطات الأرضية القريبة بدرجة متوسطة أو كبيرة. لتقليل هذا الخطر يجب أن يكون القيد الخرساني ضيق ويسد بشكل كامل دون ترك أي شقوق ويجب أن يتوضع على ارتفاع 0.33 متر عن الأرض وتمال التربة لمسافة بعيدة عن البئر بحيث لا تشكل المياه السطحية بركة حول البئر

### بناء البئر الثقالي:

١. أنابيب بقطر 10 إنش تخترق الأرض  
حاجز رأس البئر يوضع في نهاية الأنابيب ليساعد على توجيه الأنابيب عبر الرمل والحصى  
يسمح الحاجز بدخول الماء للأنبوب ويقوم الفلتر بإخراج الرواسب.
٢. تتوضع مضخة هذا النوع من الآبار فوق البئر.
٣. تغطي البئر والحفرة بنفس النوع من البلاط الخرساني الكبير القطر المستعمل في بئر الدق، حفرة الوصول قد تغطي بصبة إسمنتية.

### كلورة البئر:

يمكن كلورة البئر بخلق تركيز ( 50-100 ) جزء/مليون بداخله من الكلور عملياً، أما إذا كان الماء ثابت في البئر يمكن الحصول على التركيز المطلوب من الكلور بإضافة محلول كاف مختزن خام ذو تركيز ( 15000 ) جزء مليون من الكلور يمكن إضافة المواد المخزنة المحلولة على ارتفاعات متعددة أو بمعدل مستمر ينضبط مع معدل صعود وهبوط خرطوم المحلول المضاف إلى البئر ويمكن إضافة كلور زائد بقاعدة البئر لزيادة كمية الكلور الداخل

للرمل المحيط بالبئر وأحيانا يحرك المحلول بعد إضافته لضمان توزيع الكلور ويجب أن يتبقى المحلول في الماء لأكثر من (24) ساعة ومن غير المرغوب فيه استعمال جرعة مفرطة حيث (PH<4) يؤدي إلى التأثير الضار على المصفاة.

تكلور أحيانا أدوات البئر خلال التركيب كما ويجب كلورة الآبار الجديدة قبل وضعها في الإنتاج.

لدى دراسة المحطة الجديدة والقديمة لإرواء مدينة دير الزور نلاحظ أنه تم الإعتماد على المصدر المائي من السطح مباشرة مما يؤدي إلى انتقال التلوث من النهر إلى محطة التنقية وفق حالات التلوث والتي تتمثل بهبوب الغبار مما يؤدي إلى التلوث الشديد لمياه المصدر المائي مما يتبع ذلك عدم كفاية التنقية في المحطة ويتم وصول المياه إلى المواطنين بلون برتقالي أي بنسب عكارة شديدة وتتجاوز الحد المسموح به صحياً .

لذلك سنلجأ لدراسة مقارنة فيما لو تم اعتبار المصدر المائي هو مصدر جوفي أي انجاز آبار بالمنطقة المجاورة للنهر (آبار شاطئية ) وبناءاً عليه تم أخذ عدة عينات من آبار في المنطقة .

نرفق التحاليل الفيزيائية والكيميائية لها .

تحليل فيزيائي كيميائي رقم (1) :
مصدر العينة : حويجة بئر -1-
تاريخ أخذ العينة : 2008/ 2/11
تاريخ التحليل : : 2008/ 2/11

التحليل الفيزيائي : : Physical Analysis

المذاق (Taste) : طبيعي	الرائحة (Smell) : لا رائحة
العكارة (Turbidity NTU) : 7	الحموضة الشاردية PH: 7.4
الأملاح المنحلة (mg/l) : 1180	الناقلية الكهربائية 2044:conductivity
اللون (Color PTCO) : 5	حرارة الماء (م) : 22

التحليل الكيميائي : : Chemical Analysis

النتيجة	الوحدة	المكون	النتيجة	الوحدة	المكون
0.11	mg/l	الفلور F	921	mg/l	القساوة الكلية TH
0.30	mg/l	الأمونيا $\text{NH}_4^+$	85	mg/l	الكبريتات $\text{SO}_4^{2-}$
0.027	mg/l	النترت $\text{NO}_2^-$	32	mg/l	الكلور الشاردي $\text{Cl}^-$
2	mg/l	النترات $\text{NO}_3^-$	-	mg/l	الكلور الحر المتبقي $\text{Cl}_2$
0.02	mg/l	الألمنيوم $\text{Al}^{3+}$	0.11	mg/l	الفوسفات $\text{PO}_4^{3-}$
6.1	mg/l	الأكسجين المنحل DO	1.2	mg/l	الأكسجين الكيميائي المستهلك COD

النتيجة العامة للتحليل والتوصيات : المياه غير صالحة للشرب

تحليل فيزيائي كيميائي رقم (2) :
مصدر العينة : حويجة بئر -2-
تاريخ أخذ العينة : : 2008/ 2/11
تاريخ التحليل : : 2008/ 2/11

التحليل الفيزيائي : : Physical Analysis

المذاق (Taste) : طبيعي	الرائحة (Smell) : لا رائحة
العكارة (Turbidity NTU) : 2.9	الحموضة الشاردية PH: 7.7
الأملاح المنحلة (mg/l) : 2020	الناقلية الكهربائية 4014:conductivity
اللون (Color PTCO) : 6	حرارة الماء (م) : 21

التحليل الكيميائي : : Chemical Analysis

النتيجة	الوحدة	المكون	النتيجة	الوحدة	المكون
0.012	mg/l	الفلور F	1149	mg/l	القساوة الكلية TH
0.08	mg/l	الأمونيا $\text{NH}_4^+$	81	mg/l	الكبريتات $\text{SO}_4^{2-}$
0.046	mg/l	النترت $\text{NO}_2^-$	32	mg/l	الكلور الشاردي Cl
2.2	mg/l	النترات $\text{NO}_3^-$	-	mg/l	الكلور الحر المتبقي $\text{Cl}_2$
0.02	mg/l	الألمنيوم $\text{Al}^{3+}$	0.09	mg/l	الفوسفات $\text{PO}_4^{3-}$
6.6	mg/l	الأكسجين المنحل DO	1.4	mg/l	الأكسجين الكيميائي المستهلك COD

النتيجة العامة للتحليل والتوصيات : المياه غير صالحة للشرب



تحليل فيزيائي كيميائي رقم (٣) :
مصدر العينة : حويجة بئر -٣-
تاريخ أخذ العينة : 2008/ 2/11
تاريخ التحليل : 2008/ 2/11

التحليل الفيزيائي : : Physical Analysis

المذاق (Taste) : طبيعي	الرائحة (Smell) : لا رائحة
العكارة (Turbidity NTU) : 2.8	الحموضة الشاردية PH : 8.3
الأملاح المنحلة (mg/l) : 1320	الناقلية الكهربائية 2070:conductivity μS/cm
اللون (Color PTCO) : 5.1	حرارة الماء (م) : 21

التحليل الكيميائي : : Chemical Analysis

المكون	الوحدة	النتيجة	المكون	الوحدة	النتيجة
القساوة الكلية TH	mg/l	903	الفلور F	mg/l	0.11
الكبريتات $SO_4^{2-}$	mg/l	82	الأمونيا $NH_4^+$	mg/l	0.31
الكلور الشاردي $Cl^-$	mg/l	33	النترت $NO_2^-$	mg/l	0.009
الكلور الحر المتبقي $Cl_2$	mg/l	-	النترات $NO_3^-$	mg/l	1.9
الفوسفات $PO_4^{3-}$	mg/l	0.09	الألمنيوم $Al^{3+}$	mg/l	0.02
الأكسجين الكيميائي المستهلك COD	mg/l	1.5	الأكسجين المنحل DO	mg/l	6.7

النتيجة العامة للتحليل والتوصيات : المياه غير صالحة للشرب

تحليل فيزيائي كيميائي رقم (٤) :
مصدر العينة : حويجة بئر -٤-
تاريخ أخذ العينة : 2008/ 2/11
تاريخ التحليل : 2008/ 2/11

التحليل الفيزيائي : Physical Analysis :

المذاق (Taste) : طبيعي	الرائحة (Smell) : لا رائحة
العكارة (Turbidity NTU) : 2.9	الحموضة الشاردية PH : 8.5
الأملاح المنحلة (mg/l) : 1300	الناقلية الكهربائية 2074:conductivity
اللون (Color PTCO) : 5	حرارة الماء (م) : 22

التحليل الكيميائي : Chemical Analysis :

المكون	الوحدة	النتيجة	المكون	الوحدة	النتيجة
القساوة الكلية TH	mg/l	905	الفلور F	mg/l	0.09
الكبريتات $SO_4^{2-}$	mg/l	81	الأمونيا $NH_4^+$	mg/l	0.33
الكلور الشاردي $Cl^-$	mg/l	35	النترت $NO_2^-$	mg/l	0.046
الكلور الحر المتبقي $Cl_2$	mg/l	-	النترات $NO_3^-$	mg/l	2.4
الفوسفات $PO_4^{3-}$	mg/l	0.11	الألمنيوم $Al^{3+}$	mg/l	0.02
الأكسجين الكيميائي المستهلك COD	mg/l	1.5	الأكسجين المنحل DO	mg/l	6.1

النتيجة العامة للتحليل والتوصيات : المياه غير صالحة للشرب

## حالة لسان صخري

تحليل فيزيائي كيميائي رقم ( ١ ) :
مصدر العينة : خامية (بئر ارتشاحي محطة العمال)
تاريخ أخذ العينة : 2008/1/30
تاريخ التحليل : 2008/1/30

### : Physical Analysis

### التحليل الفيزيائي :

المذاق (Taste) : طبيعي	الرائحة (Smell) : لا رائحة
العكارة (Turbidity NTU) : 3.1	الحموضة الشاردية PH : 8.1
الأملاح المنحلة (mg/l) : 288	الناقلية الكهربائية S/cm 590:conductivity
اللون (Color PTCO) : 5	حرارة الماء (م) : 21

### : Chemical Analysis

### التحليل الكيميائي :

المكون	الوحدة	النتيجة	المكون	الوحدة	النتيجة
القساوة الكلية TH	mg/l	255	الفلور F	mg/l	0.11
الكبريتات $SO_4^{2-}$	mg/l	87	الأمونيا $NH_4^+$	mg/l	0
الكلور الشاردي Cl	mg/l	39	النترت $NO_2^-$	mg/l	0
الكلور الحر المتبقي $Cl_2$	mg/l	0	النترات $NO_3^-$	mg/l	3.2
الفوسفات $PO_4^{3-}$	mg/l	0.09	الألمنيوم $Al^{3+}$	mg/l	0.02
الأكسجين الكيميائي المستهلك COD	mg/l	1.5	الأكسجين المنحل DO	mg/l	6.1

النتيجة العامة للتحليل والتوصيات : المياه غير صالحة للشرب

جدول يوضح مواصفات المياه الخام في كل من (محطة الباسل ، اللسان الصخري، الآبار الإرتشاحية)

رقم العنصر	تاريخ أخذ العينة	24/12 1984	30/1 2008	11/2 2008	11/2 2008	المواصفات القياسية
	تاريخ انجاز التحليل	29/12 1984	30/1 2008	11/2 2008	11/2 2008	السورية لمياه الشرب
	مكان أخذ العينة	محطة الباسل	اللسان الصخري	بئر ارتشاحي 1	بئر ارتشاحي 2	2007/45
						الحد الأقصى المسموح به
1	العكارة	Tarbdity	NTU	28 * 10000	3.1	7
2	الناقلية الكهربائية	Conductivity	Ms/cm	344.8	590	2074
3	الخلاصة الجافة	Dry Residue	mg/l	279.99		2044
4	الحموضة الشاردية	Ph	-	8.1	8.5	7.4
5	القلوية العامة	Alkalinity	F°	12.5		
6	المواد العضوية مقطرة بالأكسجين المستهلك	CoD/o2/	mg/l	-	1.5	1.2
7	الحامض الفحمي الحر	Free Co2	mg/l	0		
8	العسر المؤقت	TEM pH	F°	12.5		
9	العسر الدائم	P . H	F°	1.5		
10	العسر الكلي	H . T	F°	14	255	905
11	الأمونيا	NH <sup>+</sup> <sub>4</sub>	mg/l	0.19	0	0.3
12	الصوديوم	Na <sup>+</sup>	mg/l	48.3		
13	الكالسيوم	Ca <sup>++</sup>	mg/l	34		
14	المغنزيوم	Mg <sup>++</sup>	mg/l	13.41		
15	الحديد	Fe <sup>+++</sup>	mg/l	0.06		
16	البوتاسيوم	K <sup>+</sup>	mg/l	1.5		
17	مجموعة الشوارد الموجبة	Sum cation	mg/l	97.46		
18	الفلوريدات	F <sup>-</sup>	mg/l	0.66	0.11	0.09
19	الكلوريدات	Cl <sup>-</sup>	mg/l	31.95	39	35
20	الكبريتات	So <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg/l	67	87	81
21	البكربونات	Hco <sub>3</sub>	mg/l	146.4		
22	النترات	No <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	5.75	3.2	2.4
23	النتريت	No <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0.03	0	0.046
24	الفوسفات	Hpo <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0.94	0.09	0.11
25	مجموعة الشوارد السالبة	Sum Anios	mg/l	255.73		
26	مجموعة الشوارد الموجبة و السالبة	Tatal salinity	mg/l	353.19		
27	الأكسجين المنحل	DO	mg/l		6.1	6.1
28	الأملاح المنحلة		mg/l		288	1300

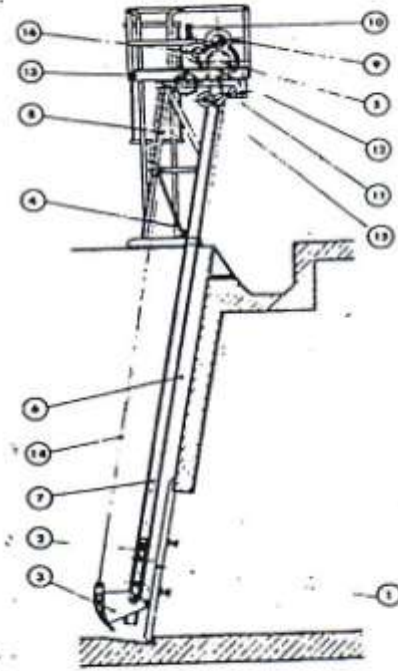
\*حالة العكارة (NTU) هي الحالة العامة ولكن العكارة تصل قيمها في حالة الفيضان في فصل الربيع وفي حال هبوب الغبار إلى (NTU 10000)

## الشكل العام للأسس التصميمية لمحطة معالجة مياه شرب :

### 1- المصافي :

تفيد المصافي في حماية مجمل المنشأة (مضخات - أنابيب - تقوَب - أجهزة معالجة) من الأجسام الطافية أو المعلقة التي يمكن أن تضر بالمنشأة أو تسطُمها . المصافي هي إحدى مكونات المآخذ المائية .

**أ- المصافي الثابتة :** نضع بشكل عام نوعين من المصافي الثابتة على التسلسل في البداية مصفاة خشنة مؤلفة من قضبان فولاذية عرض القضيب من ( 2 - 1 ) سم وتباعد القضبان عن بعضها ( 3 - 2 ) سم تليها مصفاة شبكية أبعاد فتحاتها ( 1 - 0.3 ) سم توضع هذه المصافي أحياناً شاقولية وغالباً مائلة بزاوية ( 60 - 80 ) درجة على الأفق .



١ - الشبكة 2- عربة حاملة للكلاب 3- كلاب قلاب 4- لاقط (قاذف)

5- اسطوانة كابل العربة 6- كابل قيادة العربة 7- زرقة 9- بورتيك 9- محرك خفض العربة 10- محدد للجهد 11- سلك لين للعربة 12- اسطوانة كابل العربة 13- بكره ارسال الكلاب 14- كابل العربة 15- سلك لين للكلاب 16- محرك خفض الكلاب  
ترسيمة لشبكة تصفية ذات كابلات حاوية على كابلات قلابية

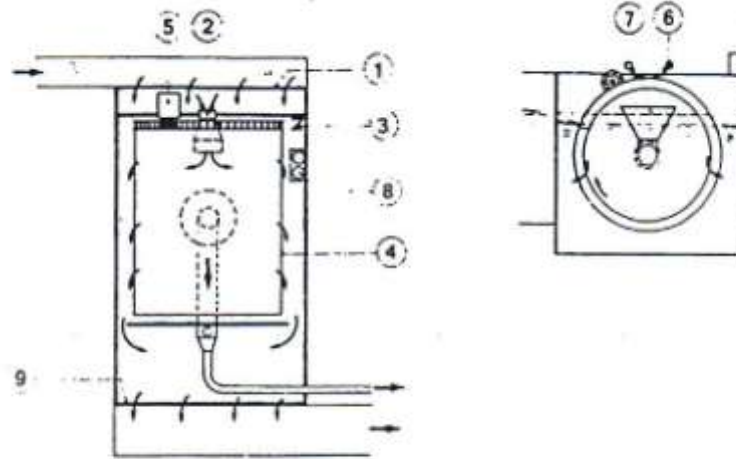
**ب- المصافي الميكرونية :** تستخدم هذه المصافي بشكل عام لمعالجة مياه البحيرات ضعيفة التلوث بالجسيمات المعلقة الكبيرة والحاوية على البلاكتون وغالباً ما تتبع التصفية الميكرونية بالترشيح الرملي ثم التطهير .

يتألف جهاز التصفية الميكرونية من اسطوانة أفقية وحيدة متقبة تدور حول محورها بسرعة دوران متغيرة بين ( 5 - 0.5 ) دورة/دقيقة ويغلف الاسطوانة المتقبة نسيج معدني أو بلاستيكي ذو مسامات أدنى من ( 100 ) ميكرومتر ( 23 أو 35 أو 65 ) ميكرومتر وتختار أبعاد مسامات النسيج بعد إجراء تجارب مخبرية حيث تلائم الجسيمات المطلوب حجزها مواد معلقة أو بلاكتون .

يدخل الماء إلى الاسطوانة من أحد طرفيها بشكل محوري ويرغم على الخروج منها بشكل قطري عبر المسامات بعد أن تحجز الجسيمات حيث لا يوجد أي مخرج سوى المسامات المحيطة أي أن الجسيمات المعلقة أو البلاكتون تحجز على السطح الداخلي للأسطوانة . تؤدي لحدوث مقاومة لخروج الماء وبالتالي ضياع حمولة يصل إلى ( 15 ) سم وينبغي أن لا يتجاوز أبداً ( 50 ) سم .

يختار قطر اسطوانة التصفية حسب تدفق الماء الخام وقد يصل القطر إلى ( 3 ) متر أما عرض الاسطوانة فقد يزيد عن ( 3 ) متر .

سرعة الترشيح (نسبة تدفق الماء الخام على السطح الحر للفتحات المسامات في الجزء المغمور من الاسطوانة ) تتراوح بين ( 0.4 - 0.35 ) متر .



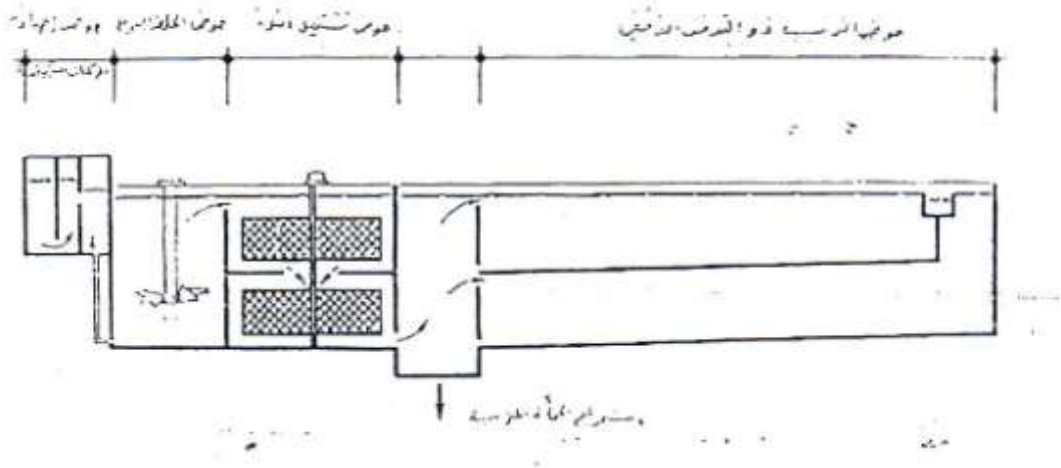
مستط أفقي

مقطع عرضي

- 1- هدار التغذية بالماء الخام 2- سكر دخول الماء الخام 3- سكر عدم رجوع للأمام 4-
- اسطوانة التصفية الميكرونية 5- تجهيز التدوير 6- نافورات غسيل مائي 7- قناة جمع المواد
- الصلبة 8- كاشف ضياع الحمولة 9- هدار خروج الماء المصفى
- جهاز التصفية الميكرونية

## 2- تصميم أحواض الترويب وتشكيل الندف :

لمعالجة المياه الخام من محطة المعالجة بالشكل الأمثل يلزم وجود أحواض تؤمن مراحل الترويب وتشكيل الندف ، الخلط السريع ، الخلط البطيء ، الترسيب

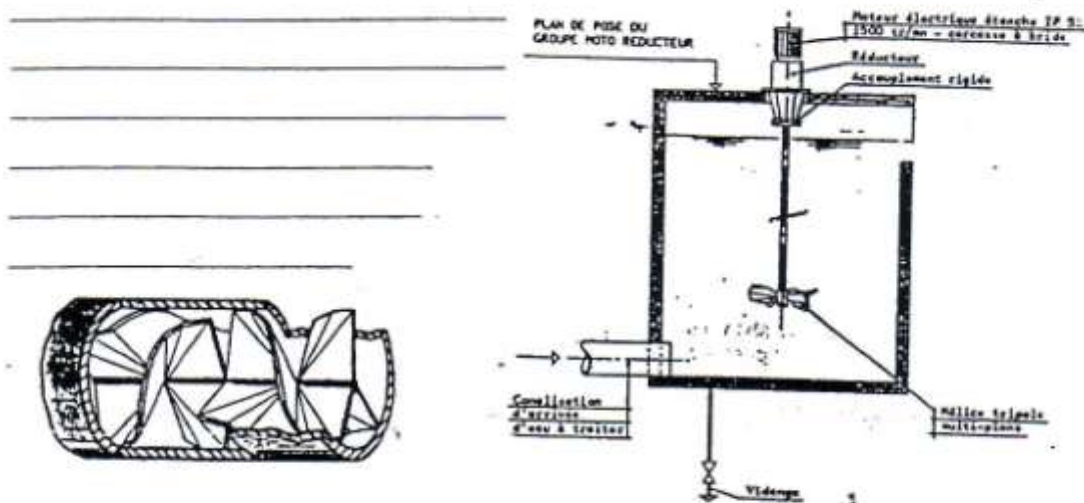


أحواض الترويب وتشكيل الندف مع مرسب ذو تدفق أفقي

## ١ أحواض الخلط السريع :

يتم في هذه الأحواض خلط سريع للمركبات الكيميائية مع الماء المعد للمعالجة وينفذ الخلط السريع إما بأسلوب الكتروميكانيكي . أو بأسلوب حقن المواد الكيميائية في أنبوب نقل الماء ثم يمرر الخليط على عضو مولد الاضطراب كحلزون بسلسلة ذات خطوة معكوسة .





(ب)

(1)

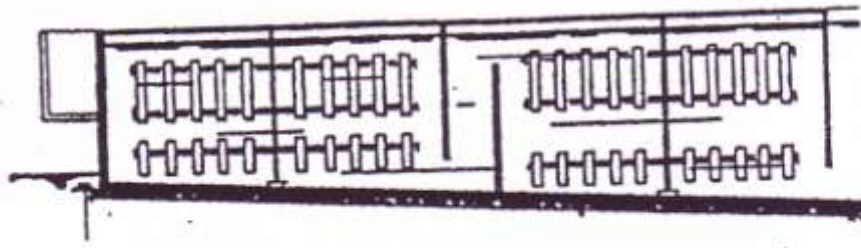
أساليب تنفيذ الخلط السريع للمركبات الكيميائية

كما يلزم تطبيق القواعد الفنية للتصميم مثل قيمة ضياع الحمولة في حالة الخلط الهيدروليكي إلى (0.3 حتى 0.5) متر ماء أو استطاعة الخلاط الكتروميكانيكي نسبة إلى تدفق الماء المعد للمعالجة من (0.5 حتى 1.5) كيلو واط لتدفق قدره 1000 متر مكعب/ساعة .

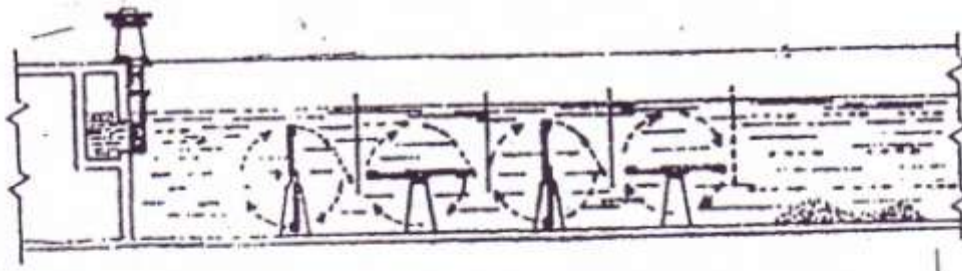
إن بعض المركبات الكيميائية يمكن حقنها عند نقطة واحدة تقريباً كأملح الحديدوأملح الألومين ومساعدات المواد المروية (مركبات الكلور) وذلك في حال استعمال هذه المواد . أما في حال استعمال الكلس فينبغي حقن الكلس بعيداً نوعاً ما عن نقطة حقن المواد الأخرى لأن وجود هذه المواد الكيميائية بتركيز موضعي كبير مع الكلس سوف يؤدي إلى تشكيل رواسب من مركبات (  $AL_2O_3 \cdot nH_2O$  ) ،  $nH_2O \cdot Fe_2O_3$  . وليس غروانيات من هذه المركبات وبالتالي تنخفض كفاءة عملية تشكيل الندف ويؤدي لضياع في المواد الكيميائية الخام اما حجم حجرة الخلط السريع فيحدد بحيث يكون زمن مكوث الماء فيها قريب من ٢ دقيقة

### ب-أحواض الخلط البطيء

مهمة هذه الأحواض زيادة فرص تماس الندف المتشكلة مع بعضها البعض لتكون ندفاً أكبر حجماً وقابلة للترسيب ويتم الخلط إما بوضع مراوح تقلب ذات سرع دوران بطيئة تدور المراوح على محور دوران شاقولي

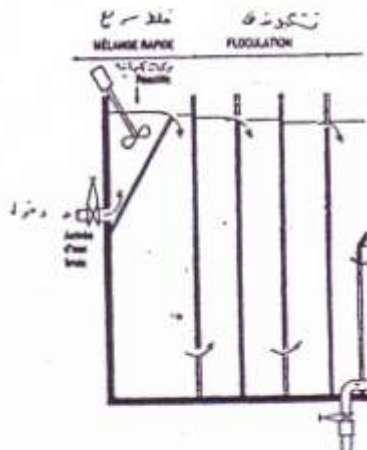


أ - مراوح تقليب ذوات محور دوران شاقولي.



ب - مراوح تقليب ذوات محور دوران أفقي.

الشكل (3 - 10): نماذج مراوح التقلب البطيء.



الشكل (3 - 11): استخدام العوائق لإنجاز الخلط البطيء لتشكل الندف.

ويمكن تنفيذ الخلط البطيء بوضع عوائق في مسار تيار الماء لتحريض بعض الدوامات البسيطة بحيث تكون سرعة جريان الماء بحدود ( 25-40)سم/ثا ويحسب حجم حجرة تشكيل الندف حيث يوفر زمن مكوث للماء بين ( 20-30 ) دقيقة

### ج- الترسيب

يتم في أحواض تلي الخلط البطيء بغية إزالة المواد العالقة في المياه أو الندف المتشكلة نتيجة لإضافة المروبات والتي كتلتها الحجمية أكبر من الكتلة الحجمية للماء وذلك تحت تأثير الثقالة، إن دراسة عملية الترسيب معقدة حيث تؤثر فيها عدة عوامل منها شكل الجسيمات وأبعادها ونظام جريان الماء .

### نماذج أحواض الترسيب

نميز أحواض الترسيب حسب شكلها الخارجي (مستطيلة ، دائرية ) وتبعاً لاسلوب عملها هل هو مستمر أو متقطع والمرسبات ذات العمل المستمر هي الأكثر استخداماً في الوقت الحاضر كما تصنف الأحواض حسب اتجاه جريان الماء فيها إلى أحواض ذات تدفق أفقي عندما يتحرك الماء باتجاه أفقي وأحواض ذات تدفق شاقولي تتكون بشكل عام من جزء علوي اسطواني يعلو جزء مخروطي ذو ميل 45 درجة وتنتقل فيه المياه المعدة للترسيب شاقولياً من الأسفل إلى الأعلى وتخرج المياه المرسبة من أعلى الجزء الإسطواني للحوض تستخدم الأحواض ذات الجريان الشاقولي في معالجة المياه التي تحتوي على معلقات متدفة بتركيز كبير (حالة مياه الصرف) وتصنف أحواض الترسيب تبعاً لإسلوب جمع وتفريغ الرواسب

تصميم أحواض الترسيب الدائرية (حوض اسطواني مخروطي )  
تصمم أحواض الترسيب الدائرية ذوات الجريان الشاقولي بحيث تؤمن سرعة شاقولية للمياه ( V ) بطيئة جداً (من 1.8-2.1 م/سا) حتى تتمكن المواد العالقة من الترسيب

تحدد مساحة منطقة الترسيب بالعلاقة  $A=Q/V$

حيث Q التدفق الداخل للحوض متر مكعب /ساعة

أما إرتفاع منطقة الترسيب الإسطوانية H فيؤخذ من 4 إلى 5 متر

وإذا كان قطر الحوض D فينبغي أن يحقق النسبة  $D/H \leq 1.5$

### تصميم أحواض الترسيب المستطيلة ذات الحركة الأفقية :

إذا كان لدينا حوض ترسيب مقطعه مستطيل طوله ( l ) وعرضه ( B ) وعمق الماء في هذا الحوض ( H ) إذا كان التدفق الداخل للحوض ( Q ) واتجاه الجريان أفقي وبفرض أن سرعة الجريان تبقى نفسها في كل أقسام الحوض وأن تركيز الجسيمات المعلقة متجانس في واحدة الحجم لندرس حركة جسيمة منعزلة في المرسب :

لتكن سرعة الترسيب الشاقولية (S) وسرعة الدخول الأفقية (V<sub>E</sub>) حيث :

$$V_h = \frac{Q}{bh}$$

أما زمن المكوث في الحوض T فيعطى بالعلاقة :

$$T_1 = \frac{\ell}{V_h} = \frac{\ell}{Q/b}$$

وحتى تترسب الجسيمة إلى قعر الحوض قبل مغادرته ينبغي أن تكون زمن المكوث T<sub>1</sub> أكبر أو على الأقل مساوي لزمن

$$\text{السقوط } T_2 .$$

حيث : A السطح الأفقي للمرسب .

S سرعة السقوط الحدية وهي السرعة اللازمة حتى تصل الجسيمات إلى قاع الحوض قبل مغادرته

الجسيمات التي سرعة ترسيبها أكبر من السرعة الحدية سوف تترسب إلى قعر الحوض قبل الخروج منه أما الجسيمات التي سرعتها أقل من (S) ولنفترض النصف فإن نصف الجسيمات ستترسب والباقي سيخرج من الحوض طبعاً بفرض أن جميع الجسيمات موجودة في طرف الدخول على ارتفاع (h) من قعر الحوض نلاحظ من علاقة سرعة الترسيب الحدية (S) التي تتحكم بمردود الإزالة أنها لا تتبع لعمق الحوض (h) بل للسطح الأفقي للمرسب وللتدفق الداخل إلى حوض الترسيب عملياً سرعة جريان المياه (V<sub>e</sub>) ليست ثابتة على كامل طول الحوض لذلك لن يكون مردود إزالة الحوض 100% وحتى نصل إلى إزالة شبه كاملة ينبغي زيادة حجم الحوض عن الحجم النظري بعدة مرات .

لقد افترض أن سرعة الجريان الأفقية في المرسب ثابتة في كل نقاط حوض الترسيب ولكن مقاومة الاحتكاك على طول جدران الحوض وعلى عرضه سوف تعيق حركة الماء وبالتالي ستكون حركة الماء قرب هذه الجدران والقاع أقل من قيمتها الوسطية بينما ستكون في مركز الحوض أكبر من قيمتها الوسطية .

بالإضافة إلى تأثير الجدران فسوف يحدث بعض الاضطراب بسبب الدخول غير المنتظم للمياه الخام أو بسبب الخروج غير المنتظم للمياه أو بسبب تأثير الرياح والاختلاف بالكتلة الحجمية للماء الداخل عن الكتلة الحجمية للماء في الحوض أو تأثير تيارات الدوامة وهنا يبقى جزء من الماء ساكن أو يدور حول نفسه ويمكن إنقاص حادثة الدورة القصيرة بإدخال وإخراج الماء بانتظام ضمن الحوض ومنع دخول تدفق مركز بسرعة كبيرة وتأمين خلط جيد للمياه الداخلة

مع محتوى حوض الترسيب إذاً من المهم تواجد ظروف جريان متوازن في الحوض وهذا التوازن يصبح أفضل كلما زادت النسبة بين قوى العطالة وبين الثقالة الأرضية والمعبر عنها برقم فروود اللابيدي .  
يعطى رقم فروود بالعلاقة :

$$F_r = \frac{VL}{\sqrt{gR^3}}$$

اختيار رقم فروود مقداره  $10^{-5}$  أو أكبر بقليل هو أمر مناسب للتصميم أما إذا زاد رقم فروود بشكل واضح فإن هذه الزيادة ستسبب إساءة إلى الحوض بالاضطراب أو نقل الرواسب للقاع. وعند تصميم المرسيب المستطيل ينبغي مراعاة النواحي التصميمية التالية :

- ١ - السرعة الأفقية لدخول الماء يجب أن لا تزيد عن 30 سم/دقيقة .
- ٢ - زمن المكوث في الحوض من 2 حتى 6 ساعات .
- ٣ - عمق الحوض بين 3 و 4 متر يضاف إليه عمق الرواسب في حالة عدم استخدام الكشط الآلي .
- ٤ - أن لا يتجاوز طول الحوض 50 متر وأن لا يتجاوز عرضه ( 10 ) متر وأن تكون نسبة الطول إلى العرض ضمن المجال  $1/3$  حتى  $1/5$  .
- ٥ - أن تقع نسبة طول الحوض إلى عمق الماء ضمن المجال  $1/7$  حتى  $1/10$  .
- ٦ - أن لا يتجاوز معدل التحميل السطحي (التدفق الداخل/السطح الأفقي للمرسيب) القيمة 75 متر مكعب/متر المربع اليوم .
- ٧ - أن لا يتجاوز معدل التحميل على هدار مخرج المياه عن حد أقصى قدره 100 متر مكعب/متر . ساعة ويفضل أن لا يزيد هذا المعدل عن 25 متر مكعب/متر وساعة .

### 3- الترشيح :

الترشيح عملية تعتمد على فصل سائل عن الجسيمات المعلقة الموجود فيه بحجز هذه الجسيمات على دعامة مسامية أو ضمن سرير مادة حبيبية .  
الترشيح الذي يعتمد على سرير من حبيبات الرمل (الترشيح الرملي) هو الأكثر شيوعاً في معالجة المياه المعدة للاستهلاك البشري .

### عملية الفلترة (التنقية) :

### المعادلات الأساسية :

تعرف عملية الفلترة بأنها مرور خليط من الماء وما يحويه من مواد صلبة في وسط مسامي (فلتر) والذي يقوم بدوره بالتقاط المواد الصلبة ويسمح للسائل بالمرور .

**قانون عام :**

$$V = \frac{K \Delta P}{\eta R} \quad \text{يعطي جريان السائل في وسط مسامي بقانون :}$$

حيث :  $V$  : سرعة الفلترة .

$K$  : نفوذية طبقة الفلترة .

$\Delta P$  : ضياع الحمولة عبر طبقة الفلترة .

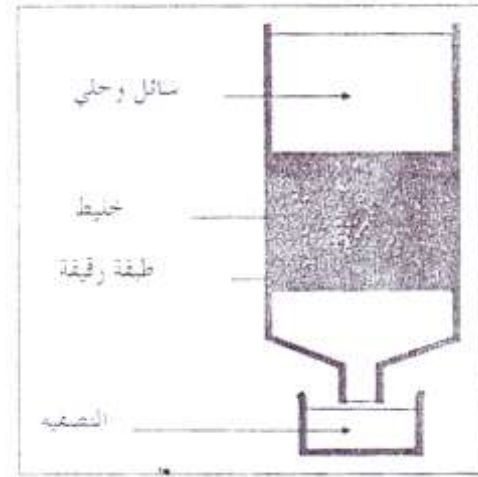
$\Delta H$  : ارتفاع الطبقة المعتبرة .

$\eta$  : اللزوجة الديناميكية للماء .

$R$  : مقاومة طبقة الفلترة لعملية الفلترة .

**فلترة سائل مع تشكيل طبقة ترشيح معلقة :**

وهذا ما يوافق حالة سائل يحوي على وحل تزداد سماكة طبقة الوحل خلال عملية التنقية المعتمدة وفق ما هو معطى بالشكل



يمكننا أن نعتمد ضمن قانون Darcy أن  $R$  تتألف من مقاومة  $R_g$  طبقة الترشيح المعلقة إضافة إلى  $R_m$  مقاومة مبدئية للعنصر الغشائي .

$$R = R_g + R_m$$

$$R_g = r \frac{m}{S} = r \frac{w}{S}$$

حيث :  $m$  : الكتلة الكلية لطبقة الترشيح المعلقة المتوضعة

W : كتلة MES المتوضعة في واحدة الحجم من الفلتر .

V : حجم الوحل المار من الفلتر خلال زمن t .

S : سطح الفلتر .

r : مقاومة الفلتر لطبقة الترشيح المعلقة تحت ضغط p .

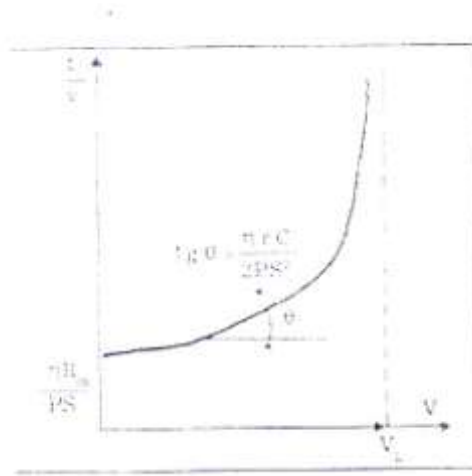
$$V = \frac{dV}{dt} \frac{d}{\left( \frac{\eta W}{z p^2 s} + R \right)} \quad \text{وحيث :}$$

$$t = aV + bV^2$$

والتي تعطي تكامل العلاقة السابقة الشكل المجاور وحيث :

$$a = \frac{\eta W}{z p^2 s} \quad \& \quad b = \frac{Rm}{PS}$$

ويعطي الشكل تمثيلاً للمعادلة السابقة



**عموميات :**

نضيف ثلاثة أنواع من الفلتر :

- فلتر على حوامل .
- فلتر على طبقة حصويات
- فلتر مع طبقة ترشيح معلقة .

**طريقة الفلتر :**

يمكننا حسب صفات المواد المحجوزة وحسب المادة المفلتر أن نصادف أحد أو عدة من

الطرق التالية :

**1- طريقة الالتقاط :**

ولها طبيعتين :

- نخل ميكانيكي ويتم حجز المواد ذات الأبعاد الأكبر من فتحات المنخل وتكون هذه الطريقة فعالة أكثر كلما صغرت فتحات المنخل .
- التوضع على المادة المفلترة ترسل المواد العالقة في الماء وفق خط جريان فإذا كان حجم المواد المعلقة أصغر من فتحات الفلتر فإنها تمر فيه ونلاحظ هنا ما يلي :
  - توقف بواسطة الاحتكاك .
  - الانتشار بواسطة الحركة Brownies .
  - عطالة الجزيئات .
  - التنقية نتيجة توضع الجزيئات بسبب ثقلها على الفلتر ومهما كان اتجاه الفلتر.

## 2- طريقة التثبيت :

تثبت الجزيئات على سطح المادة المنقية نتيجة سرعة جريان ضعيفة وهذا ينتج عن قوى فيزيائية بشكل أساسي قوي Vander weaals .

## 3- طريقة الإزالة :

يمكن إزالة الترسبات المتوضعة على الفلتر بشكل جزئي ونتيجة لاختلاف خواص الجزيئات الصلبة فيكون لها طريقة مختلفة في التأثير ففلتر سائل يحوي مواد معلقة تحتفظ بشحنتها الكهربائية ستكون مختلفة جداً على فلتر سائل يحوي مواد غروية .

## انسداد وغسل مادة الفلتر :

يؤدي انسداد مادة الفلتر إلى ضياع في مردود الفلتر وإذا اعتمدنا ضغط المواد عبر الفلتر فإن التدفق سيضعف هذا مما يتطلب زيادة مقادير ضغط السائل .  
تتعلق سرعة انسداد الفلتر بما يلي :

- طبيعة المواد المحجوزة والتي تؤثر بشكل أسوأ كلما كبر حجمها وزادت نسبة MES .
- سرعة عملية الفلتر .
- طبيعة العنصر المستعمل كمادة للفلتر .
- وتتم إعادة الفلتر إلى وضعه الطبيعي بواسطة عملية غسل فعال .

## اختيار طريقة الفلتر :

تتعلق طبيعة الاختيار بما يلي :

- طبيعة السائل ودرجة نقاوته .
- نوعية الفلتر .



- نوعية التدرج الحبي للمواد المحبوزة .
  - شروط التجهيزات .
  - طرق التنظيف الممكنة .
- وما يهم هنا هو اعتماد طريقة غسل فعالة اقتصادية عند اختيار طبيعة الفلتر ونوعيته .

### عملية الفلترة على حوامل :

ونميز هنا :

- النخل على مناخل ذات فتحات بأبعاد تزيد عن ٣٠ ميكرون .
  - الفلترة الدقيقة وتتم باستعمال فلتر بأبعاد فتحات دقيقة جداً .
- وبالطبع لا يمر عبر الفتحات إلا الجزيئات ذات القطر الأصغر منها وفي حال استعمال الضغط فإن هذا سيؤدي إلى مرور جزيئات أكبر من فتحات المنخل ولكنها ستتسوه .

### ١ - عملية مرور الماء عبر منخل أو ميكرومنخل :

وتكون بمرور الماء عبر نسيج معدني أو بلاستيكي أو عناصر فلتر بأبعاد فتحات مختلفة وفق ما هو معطى بالجدول :

فتحة الشبكات	$\mu m$ 25-150	0.2-4mm	2-6mm
التنقية	منخل بفتحات كبيرة	منخل بفتحات كبيرة	شبكة دقيقة
العمل	ثقل تحت الضغط	ثقل	ثقيلة

في حال الاعتماد على ثقل المواد المترسبة بواسطة وزنها فإن ضياع الحمولة يكون أصغري.

### عملية الفلترة بواسطة ميكرومنخل على سطح حر :

- الغاية من هذه العملية إزالة المواد العالقة على سطح الماء حيث تحجز المواد ذات المصدر النباتي والحيواني كما يمكن أن تستعمل بعد تنقية بيولوجية لحجز المواد العالقة ، إن فعالية هذا الجهاز محدودة للأسباب التالية :
- لا تحتوي الأقمشة المفلترة المغسولة في بداية مرحلة الفلتر على ترسبات كافية .
  - إن عملية إزالة الجزيئات الطافية هي جزئية .
  - تمر بعض البيوض الصغيرة ضمن أقمشة الفلترة .
  - خطورة صدأ أقمشة الفلترة وحواملها خاصة إذا احتوى الماء على كلوريدات .

- يجب أن تكون أبعاد الميكرو مناخل كبيرة جداً حتى تستوعب جميع الجزيئات الطافية .

كلما كانت فراغات المنخل صغيرة كلما تطلب ذلك زيادة سطح قماش الفلتر فمثلاً من أجل فتحة منخل قماش قدرها 35 تكون سرعة الفلتر لا تتجاوز 35m/h كما أن استخدام ميكرو منخل يكون محدود باستعمال ماء تكون كمية MES فيه قليلة .  
وخلال هذه العملية لا يتأثر لون الماء والمواد العضوية المنحلة فيه خلال مرورها عبر الفلتر.  
**عملية الفلتر باستخدام ميكرو منخل وتحت ضغط :**

نستخدم هذه الطريقة في الصناعة وذلك للميزات التالية :

- الحماية من العناصر الأكبر من فتحات المنخل .
- حالة الإبعاد المستمر للعناصر الدقيقة حيث يمكن أن تخفض فتحة المنخل إلى دون (ميكرون 50-75) .

تستخدم هذه الأنواع من الفلتر من أجل المياه الصناعية بشكل أساسي ويكون ضغط المياه المستعمل (Bar 2-0.5) وضياح الحمولة الأساسي ضعيفاً (بار 0.15-0.5) .

## 2-طريقة الفلتر على شموع وخرطيش :

### الهدف :

الغاية من معالجة المياه بهذه الطريقة حل إحدى المشاكل التالية :

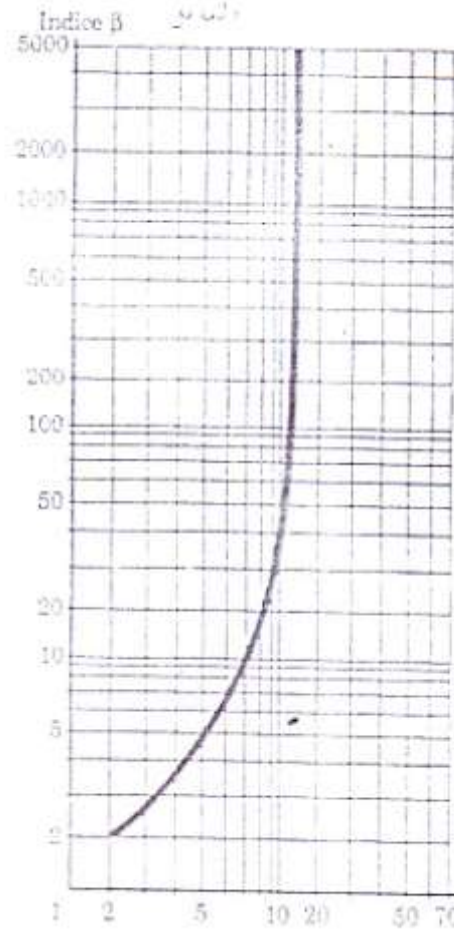
- الوصول إلى نوعية عالية من فلتر الماء كما في الحالات التالية :
  - مركبات التدفئة HP .
  - التغذية بماء نقية جداً .
  - حماية الأغشية الفاصلة بين سائلين .
- يمكن استبعاد الأجزاء الدقيقة جداً حتى رتبة 0.5 ميكرون (حالة بكتريات) رغم ارتفاع ثمن هذه المعالجة .

- حماية الدارات الهيدروليكية من الجزيئات الحبيبية كما في حالة ماء البحر ودارات التبريد حيث يجب التخلص من جميع المواد المارة بالفلتر من ألياف وكرتون ..

### اختيار تقنيات الفلتر :

- معيار فعالية أنواع الفلتر :
  - معيار المادة المحجوزة والتي يتعلق بأبعاد المواد الأصغرية المحجوزة.
  - معيار حجز المواد المطلق ويكون من أجله أصغر قطر جزئي يعطى من أجله المعيار  $\beta$  القيمة المطلوبة من التطبيق المعطى .
- وحيث:  $\beta = (\text{عدد جزيئات المطلوبة فلترتها من الماء} / \text{عدد الجزيئات الموجودة في الفلتر})$ .

تتم عملية العد بواسطة عداد كهربائي يعمل بالليزر .  
يعطى بالشكل التالي قيم  $\beta$  بدلالة قطر الجزيء المحجوز .



- دليل الانسداد FI .
- عناصر مرتبطة بالاستثمار .
- استهلاك المواد الحاملة .
- ضياع الحمولة أو استمرارية الدورة المقبولة .
- تركيز المواد العالقة .
- خطورة سقوط الحوامل والمواد الرابطة لها .

### أنواع الفلتر :

نميز ما يلي :

#### • الخراطيش المستهلكة :

وتضم ما يلي :

- أغشية من البولي كربونات ، نايلون 66 وبولي بروبيلين .

- أنسجة غير محبوكة ومواد بلاستيكية .

• **الخرطوش المقاوم للماء ويكون مجهز بـ :**

- ألياف ومعادن بأقطار تتراوح (6-100 ميكرون)

- نسيج من البوليستر وبأقطار تتراوح (20-100 ميكرون) .

• **الشمعات :**

تكون مجهزة بـ :

- معادن أو سيراميك .

- مواد بلاستيكية .

وبشكل عام يجب صيانة الحوامل بشكل دائم .

**3- أجهزة الفلتر على حوامل ومصنوعة من طبقات :**

وهو عبارة عن فلتر سميك يشاد على وسيط محمول على حوامل ويكون الفلتر معلقاً ويمكن أن يضاف إلى الفلتر مواد تساعد على الإقلال من ضياع الحمولة .

• **تطبيقات :**

• يخص تطبيقات هذه الفلتر سوائل قليلة الحمولة ويتم تطبيق هذه الطريقة خلال

أيام أو أسابيع .

- مركزات مركزية .

- مركزات زيتية للتدفئة .

**بيرة وخمر :**

- سوائل غازية .

- سوائل هيدروليكية .

- شرابات سكرية وغلوكوزية .

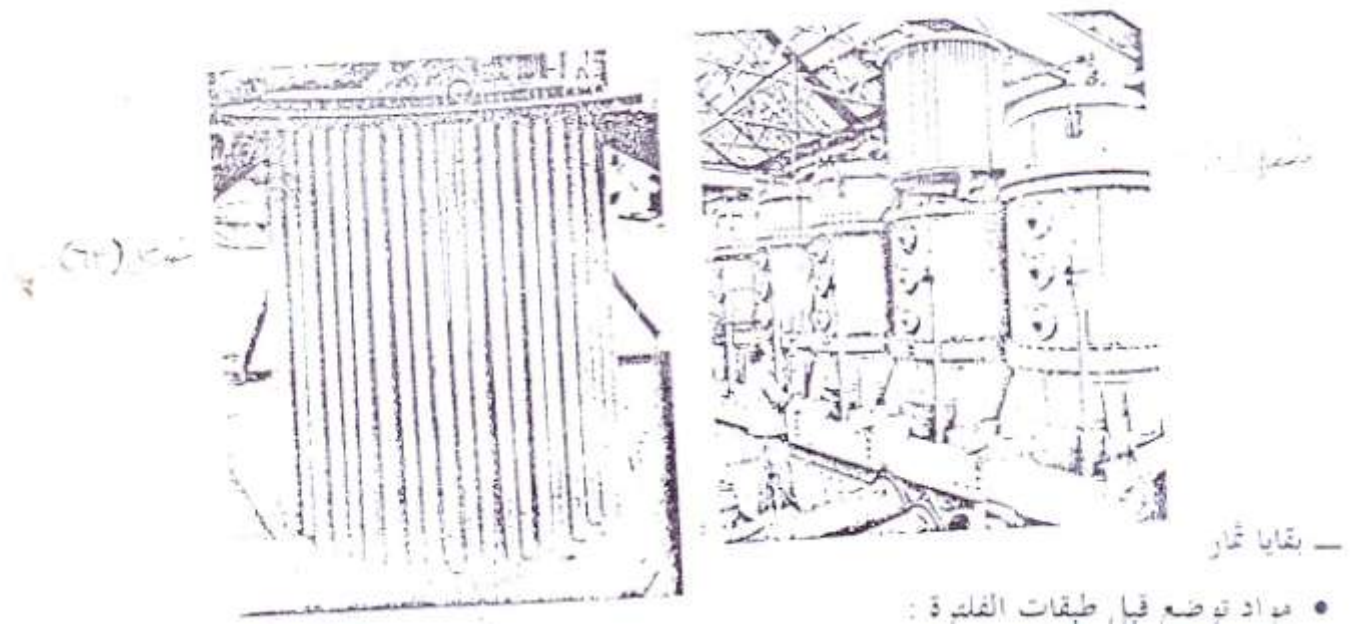
تتم عملية الفلتر في حال وجود معلقات بتركيز ( 0.1 إلى عدة غرامات بالتر) ويكون زمن

الدورة عدة ساعات ويمكن أن تطبق على :

- عصير يحوي مواد سكرية

- عصير عنب وتفااح .

- بقايا ثمار .



مواد توضع قبل طبقات الفلتر :

يمكن استخدام عدة مواد :

- سيلولوز بشكل ألياف نقية جداً غير مسربة للماء .
- مواد سيلولوزية من أصل بحري دقيق ( 5-100 ميكرون) ويكون لها قابلية ضعيفة لتسرب الماء لامتصاص الأوساخ الزيتية أو الهيدروكربونية .
- كربون منشط ويكون لها مقدرة شبه تامة لاستبعاد المواد العضوية من أصل نباتي .
- المواد الراتنجية المبدلة للشوارد وتكون بشكل بودرة وهي مواد ذات شوارد موجبة وسالبة تخلط مع بعضها وتسمح باستبعاد الحديد والفلزات الصادرة عن المراكز الحرارية والنووية .
- الغسيل عندما يصل ضياع الحمولة إلى القيمة الأعظمية التي يسمح بها الصانع يقام بعملية غسيل فعال لإزالة المواد العالقة على الفلتر .

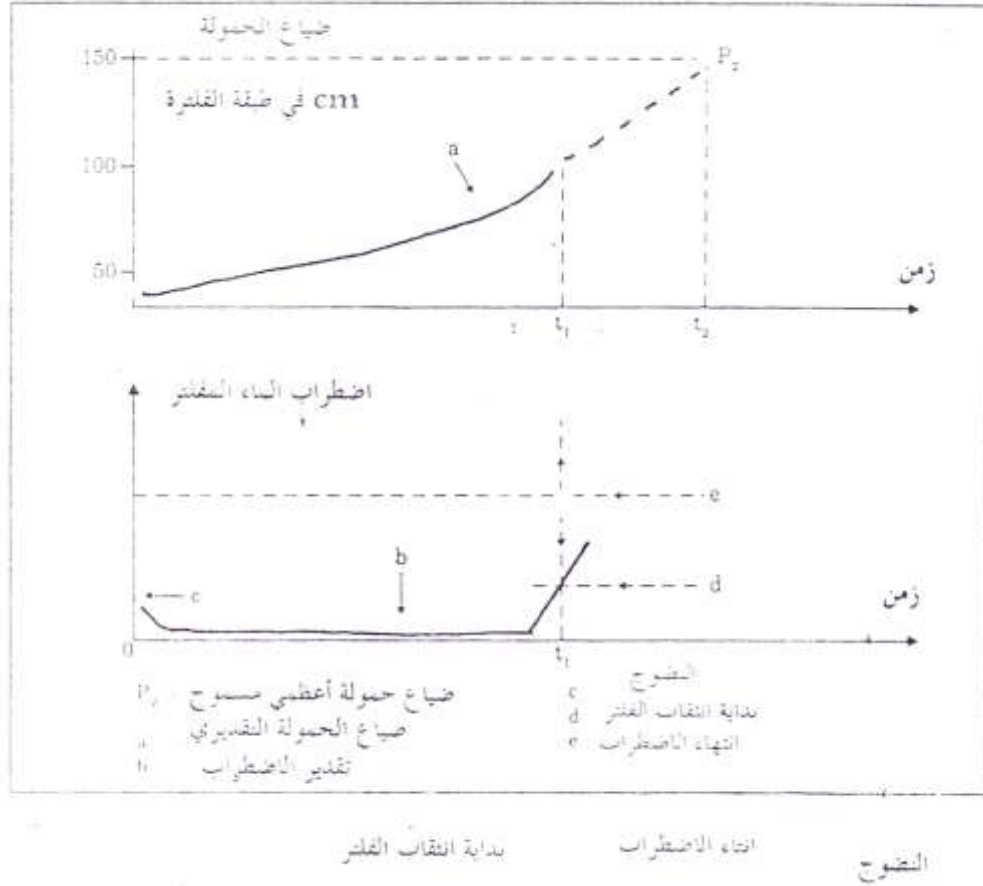
#### 4- عملية الفلتر على طبقات من الحصويات :

المبدأ والمراقبة :

يجتاز الماء طبقة الحصويات والتي تكون سماكتها مهمة في احتجاز المواد العالقة في الماء وتتم مراقبة الفلتر بطريقتين :

- 1- **قياس وتقدير نوعية الماء المفلتر** ونبين ذلك في الشكل التالي وحيث نرمز فيه إلى ما يلي :

- c : زمن العمل .  
b : زمن العمل الطبيعي .  
d : بداية تعقر الفلتر .  
e : الاضطراب الأعظمي المسموح والذي يحصل بعد زمن قدره  $t_i$



## 2-قياس وتقدير ضياح الحمولة :

نعطي في الشكل أيضاً تطور ضياح الحمولة  $p$  بدلالة الزمن  $t$  وحيث يكون ضياح أعظمي للحمولة لا يمكن للفلتر تجاوزه وتصل بعد زمن قدره  $t$  والتي تتميز بشكل هام فعالية الفلتر .

## الطريقة المثلى للعمل :

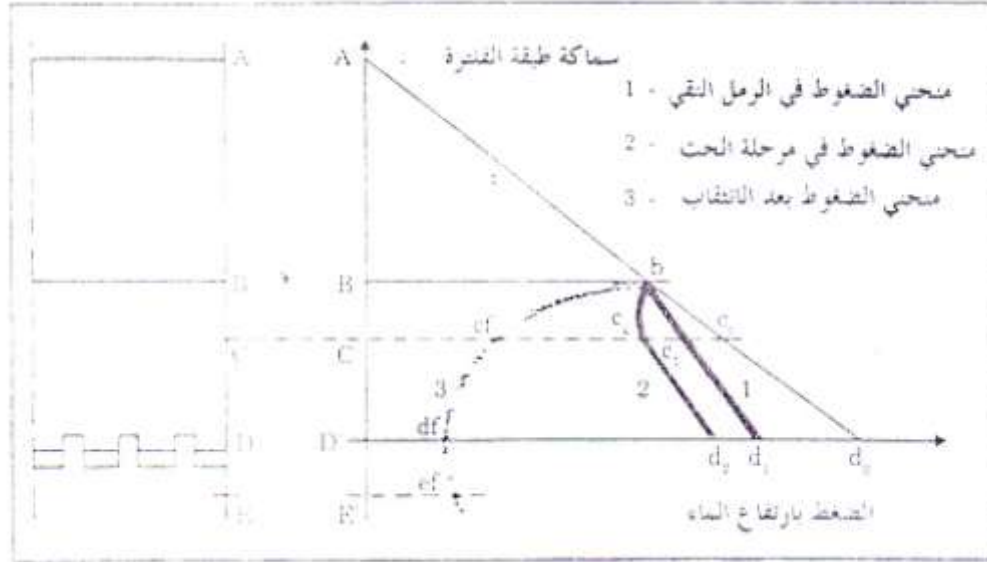
لكي يكون العمل بأحسن شكل يجب أن يكون  $t_1 > t_2$  من أجل مياه تحوي أملاح معدنية تعطى Richar et rocespimli التالية :

$$t_2 = \frac{P_r}{P} \quad t_1 = \frac{P_r}{P_s}$$

حيث U,K,L,V,D : البعد الفعال للمادة وسرعة الفلتر وارتفاع الطبقة والتصاق المواد العالقة وحجم المواد الطافية في الماء المار في الفلتر على التوالي و ab ثوابت تجريبية .

### منحنيات الضغط :

تعطي منحنيات الشكل التالي تمثيلاً لفلتر مفتوح ارتفاع رمل فيه BD وارتفاع الماء AB .



وعلى يمين الشكل يعطي محور الفواصل ضغوط الماء ويعطي محور الترتيب سماكة طبقة الفلتر كما تعطي كافة النقاط التي تمثل ضغط الستاتيكي في مختلف مستويات الفلتر على المستقيم المائل بزاوية ٤٥ درجة من اجل رمل متجانس يكون ضياع الحمولة متناسب مع ارتفاع طبقة الرمل وتدفق الماء والذي يفترض أنه ثابت خلال التجربة إذا استخدمنا فلتر بطبقة رمل أكبر سماكة سيمثل منحنى الضغط في الرمل الذي يجب إضافته للحصول على  $t_1 = t_2$  .

### الاستطاعة العظمى لحجز المواد على الفلتر :

يجب السماح بطول مناسب لجريان الماء ضمن الفلتر لكي نستطيع حجز المواد العالقة وبشكل عام لا نستطيع أن نملئ أكثر من ربع الفراغات ضمن مواد الفلتر من أجل ارتفاع طبقة قدره 1m و سطح فلتر  $1m^2$  بالتالي حجم  $1m^3$  من المادة سيكون هناك حوالي 450 lit من الفراغات مهما كان نوع التدرج الحبي وسيكون الحجم المستخدم من الفراغات لحجز المواد العالقة في الماء 110 lit من اجل فلتر مفتوح يستخدم الثقل من أجل ترسبات لا تتجاوز كمية 10 gr/lit .

وتكون الكمية المحجوزة من الفلتر قدرها  $1100 = 10 * 110$  gr وتزداد هذه الكمية بازدياد كمية المواد الفلزية .

من أجل الفلتر تحت ضغط في التنقية الصناعية يمكن أن تصل سماكة الطبقة إلى 2m ويكون ضياع الحمولة (0.5-2) بار ويمكن أن يحجز الفلتر الكميات التالية من المواد .

- 4-15 kg/m<sup>2</sup> من caco<sub>3</sub> .

- غضار زيتي 10-25 kg .

- 20-100 kg من batttures .

### الوسط المسامي :

#### الصفات الفيزيائية للوسط المسامي :

تتميز المواد عن بعضها فيما يلي : التركيب الحبي، المقاس الفعال ، ثابتة التجانس ، شكل الحبات ، نحصل على نوعية ماء مفلتر مشابه من المياه باستخدام المادة ذات الحبيبات المتكسرة حجم حبات ذات قطر فعال مكافئ أصغر من مادة ذات حبات مدورة وبالتالي فإن ضياع الحمولة يكون أصغرياً باستخدام حبات ذات حواف مكسرة .

-إن اختيار مادة ذات حبيبات مع احتكاك فيما بينها هو محبذ دون ان ينتج ذلك مواد ناعمة .

-ضياع الحامضية وذلك عندما يحتوي الماء غاز الكربون الفعال أو حامضية فلزية .

-الكتلة الحجمية للحبات التي تؤلف الفلتر .

-الكتلة الحجمية الظاهرية في الهواء أو الماء .

وهناك صفات خاصة للمواد المستعملة من أجل الفلتر كأن تحوي الكربون الفعال .

#### طبيعة الوسط المسامي :

تعتبر الرمال الكوارتزية أفضل المواد المستخدمة في الفلتر في حين تستعمل الرمال الكلسية عندما يراد استبعاد أي أثر من آثار السيليس في المعالجة الصناعية أو عندما يكون هناك توفر هذه الرمال أسهل من غيرها ومن أجل تنقية أكثر فعالية تستعمل مواد ذات سطح نوعي كبير مثل Biolite ، شيست ، البوزولان .

بعض الفلاتر تستعمل عدة مواد ولكن بشرط أن يكون الاحتكاك بين هذه المواد صغيراً وكذلك تأثيرها بالأحماض ضعيف .

#### اختيار المواد الحبيبية لطبقة الفلتر :

يعتمد هذا الاختيار على اعتماد سماكة وسرعة مناسبة للفلتر وهذا يعتمد على طبيعة الماء الذي يجتاز الفلتر ونوعية الماء التي سنحصل عليها وهذا يتعلق أيضاً بطبيعة الفلتر وضياع الحمولة .

يعطي الجدول التالي تأثير مختلف المتحولات على نوعية الماء وزمن حياة الدورة



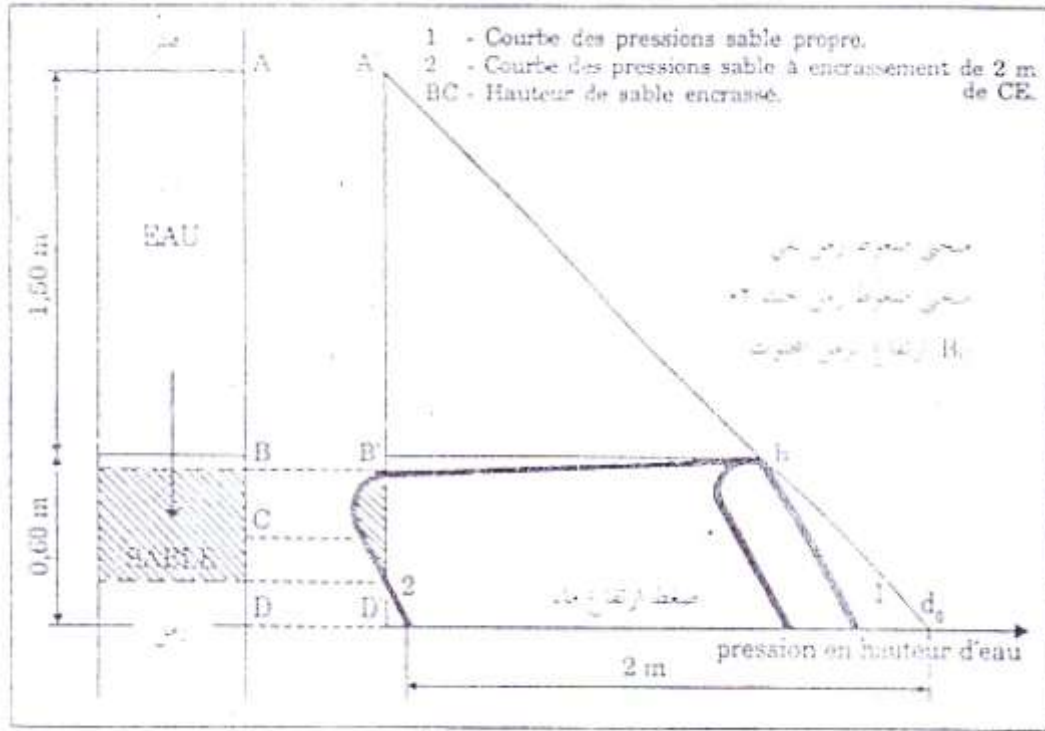
ضياح الحمولة المتوفرة	سرعة الفلترة	ارتفاع الطبقة	قطر الحبات	
—	↘	↗	↘	نوعية الماء المفلتر
↗	↘	↗	↗	زمن الدورات
↗	—	↗	—	حمولة $aum^2$

في معظم الحالات يكون اتجاه الفلتر نحو الأسفل ونميز ثلاثة أنواع من الفلترة :

#### الفلترة على طبقة من مادة متجانسة :

يتم غسل هذه المادة بواسطة الهواء أو الماء وينتج هنا أن طبيعة المواد تكون نفسها من أعلى الطبقة حتى أسفلها ولكن خلال مرحلة الفلترة تزداد المواد الحصوية في أسفل الفلتر .  
في طبقة الفلتر يتم تطوير منحنيات الضغط وفق الشكل:





### تنقية بواسطة عدة طبقات من الفلتر :

من الملاحظات السابقة نرى أنه من المفيد الاعتماد على الفلتر الذي يتكون من طبقتين أو أكثر .

لاستبعاد ظاهرة النخل ولتسهيل عملية مرور المواد الواجب تنقيتها عبر كامل ارتفاع الفلتر فإننا نعمل لاستبدال جزء من الرمال الناعمة بطبقة من مادة خفيفة حجمها الفعال أكبر من الرمل .

إن اختيار التركيب الحبي لكل طبقة يجب أن يتم بعناية وهذا ما يسمح بتوزيع MES المحجوزة بالشكل التالي : المواد الضخمة محجوزة بأعلى الطبقة البحصية الكبيرة في حين تستخدم الطبقة الحاوية على مواد حصوية صغيرة من أجل الحصول على عملية تنقية أفضل ومن أجل الحماية كما يمكن استعمال ثلاث أو عدة طبقات من أجل تحسين عملية التنقية .

### غسيل الوسط المنقي :

إن لعملية الغسيل دور هام لأنه يخشى مرور أوساخ من الماء ، تتم عملية غسل المواد المفلترة بواسطة ماء يدفع من الأسفل إلى الأعلى مما يساعد على إزالة الأوساخ وتجميعها والتخلص منها .

ويمكن استخدام عدة طرق للغسيل .

### 1- عملية الغسيل بواسطة الماء فقط :

يتم بهذه العملية زيادة حجم الفلتر بقدر 15% على الأقل حيث تتحرك بعض مواد الفلتر نحو الأسفل والبعض الآخر نحو الأعلى ونتيجة لذلك فإن بعض طبقات الوحل المتجمعة أعلى من الفلتر سوف تتحرك نحو الأسفل .

ونتيجة ضغط الماء من الأسفل فإنه يمكن تجميع الأوحال المتصلبة .

### 2- الغسل بدون انتشار الفلتر بواسطة هواء وماء بآن واحد :

طريقة ثانية متبعة الآن يتم دفع جزء من الماء بواسطة هواء مضغوط ودون أن يؤدي إلى تحريك الرمال الخاصة بالفلتر وكلما زاد تدفق ماء الغسل كلما ازدادت فعالية الغسيل وبالطبع يتعلق هذا التدفق بطبيعة مواد الفلتر وتنقيته .

بعد الانتهاء من عملية غسل الفلتر تتبع التقنيات التالية :

- يترك تدفق ماء العودة ثابتاً إلى أن يصبح الماء المزال نقياً ويكون زمن هذه العملية صغيراً كلما ازداد تدفق الماء والذي يجب ألا يتجاوز  $12m^3/hm^2$  .

- زيادة تدفق الماء أثناء عملية الغسيل بحيث لا تقل عن  $(15m^3/hm^2)$  .

- مسح سطح الفلتر بتيار ماء أفقي .

- إزالة الأوحال عن سطح الفلتر ثم تطبيق المياه على سطح الفلتر كما سبق .

### 3- الغسيل بواسطة الماء والهواء المستخدمين بشكل متتابع :

تتبع هذه الطريقة عندما تكون مادة الفلتر كثيفة بحيث يصعب إمرار الماء والهواء من خلاله كما في حال استخدام رمال ناعمة أو مواد خفيفة الكثافة كما تستخدم هذه الطريقة في الغسل في حال فلتر مؤلف من عدة طبقات يرسل الهواء أولاً لتحريك مادة الفلتر ثم يرسل الماء بتدفق عالي مما يسمح بإزالة الأوساخ .

إذا كانت الأوساخ ثقيلة أو يصعب إزالتها فتعاد عملية الغسيل عدة مرات .

### 4- الغسيل على مراحل :

يتم في هذه العملية غسل بعض الخلايا على الجدران الثابتة وهناك تجهيزات متحركة تقوم بعملية سحب المياه مع الأوحال إلى مجمعات جانبية وكما يتم في الوقت نفسه تزويد الخلايا التي نظفت بمياه نقية .

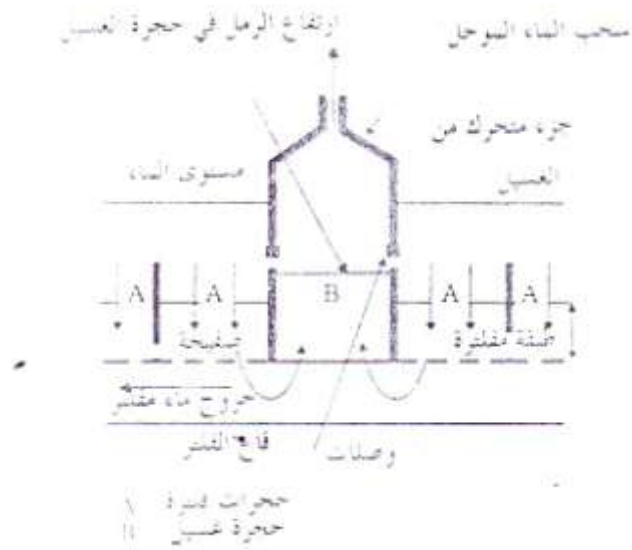
لطريقة الغسل هذه عدة مساوئ .

- يتم الغسل بواسطة الماء وبدون هواء .

- استحالة تحديد تدفق الماء الذي يجتاز الفلتر .

- خطورة نقص في عازلية الخلايا .

وعموماً يمكن استخدام هذه الطريقة من أجل بعض استخدامات المياه ولكن ليس للحصول على مياه بجودة عالية .



### عدد مرات الغسيل واستهلاك مياه الغسيل :

يتعلق عدد مرات الغسيل بطبيعة الماء الذي يجتاز الفلتر وكذلك طبيعة وكمية MES المطلوب حجزها يجب القيام بعملية الغسيل عندما يصل ضياع الحمولة إلى قيمته الأعظمية أو عندما يبدأ الفلتر بالانتقاب ، عملياً يبدأ الغسيل بعد فلتر حجم معين من الماء ، إن كمية مياه الغسيل اللازمة للفلتر تتعلق بطبيعة ووزن المواد المحجوزة في متر مكعب من مادة الفلتر . حين استخدام الهواء مع ماء الغسل يتم توفير 20-30% من مياه الغسيل ، يزداد استهلاك مياه الغسل في الحالات التالية :

- سماكة المياه فوق مادة الفلتر كبيرة .
- تدفق مياه العودة فقط يكون ضعيفاً .
- مجاري إزالة الوحل متباعدة عن بعضها البعض .
- التصاق وكثافة الأوحال كبيرة .

### فلتر بطيئة وفلتر سريعة :

#### 1- فلتر بطيئة :

تستعمل من أجل تنقية المياه السطحية حيث تلتصق المواد الغروية على الرمال للحصول على نتائج جيدة تتم الفلتر على ثلاث مراحل :

- مرحلة إزالة المعوقات الكبيرة وتعمل  $200\text{ m}^3/\text{hr}$
- مرحلة قبل الفلتر وتعمل على  $100\text{ m}^3/\text{hr}$
- فلتر تعمل على  $2-5\text{ m}^3/\text{hr}$

ويتم تنظيف الفلاتر مرة كل شهر ، تعطي الفلتر البطيئة تنقية جيدة ولكن الماء يحتوي قليلا من MES كما أن هذه الطريقة من الفلتر مفيدة من أجل مياه تحوي مواد عضوية وكيميائية مع العلم أن الفعالية البيولوجية للمفلترات البطيئة لا تسمح باستبعاد كل المعلقات والتي تبقى بحدود ٥٠% كما أن فعالية حجز المواد الثقيلة هي ضعيفة .

## ٢- الفلتر السريع :

وتكون سرعة الفلتر من  $450m^3/h$

- من أجل معالجة مياه الشرب تكون المعالجة البيولوجية ضعيفة ونميز بشكل أساسي :
- الفلتر المباشرة حيث لا يخضع الماء المعالج إلى أي مواد مسرعة للعمليات الكيميائية .
- فلتر مع حجز المواد الغروية على الفلتر حيث تستعمل مواد كيميائية لتسريع التفاعلات .
- فلتر مياه بكمية ثابتة وبحمولة ضعيفة .

تتعلق سرعة الفلتر بنوعية الفلتر حيث يمكن أن تتراوح  $520m^3/h$  حسب نوعية الماء المنقى وطبيعة الفلتر كما يتعين أن نستخدم فلترين موضوعين على التسلسل .

- معالجة المياه الصالحة للاستعمال : تكون عملية الفلتر مصاحبة دوماً لمواد بيولوجية فعالة بسبب التلوث العضوي ووجود الأكسجين والحرارة .

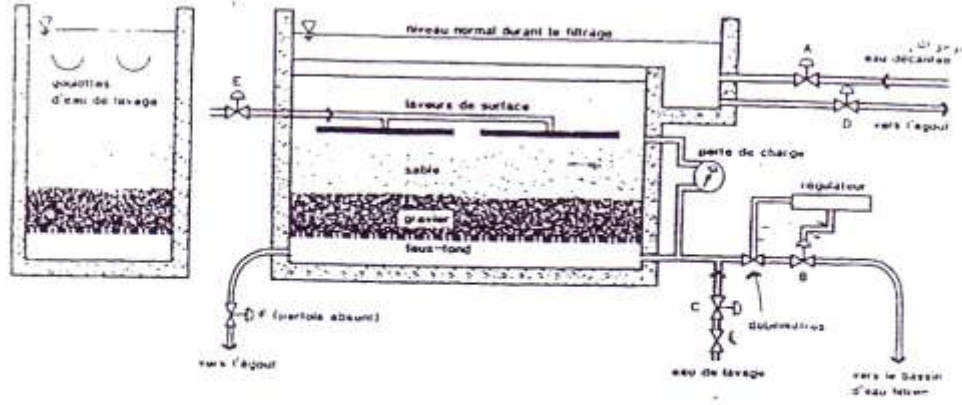
## اتجاه الفلتر :

يكون اتجاه جريان الماء المعالج بشكل عام من الأعلى نحو الأسفل ويكون الفلتر بالكامل مغمور بالماء ويكون الجريان إما بفعل الثقالة أو تحت تأثير الضغط ، بالرغم من وجود بعض أنواع الفلاتر التي لا تكون مغمورة بالكامل بالمياه (فلترات جافة) كما توجد فلاتر اتجاهات المياه فيها من الأسفل إلى الأعلى في هذه الحالة تكون فعالية تخزين المياه مرفوعة وضياح الحمولة محدودة بوزن مواد الفلتر مع ضرورة تزويد هذا النوع بنظام يضمن استقرار مادة الفلتر كوضع منخل مثلاً .

يمكن أيضاً ملاحظة اتجاهين لجريان الماء في الفلتر حيث يكون اتجاه جريان الماء في الجزء العلوي من الفلتر من الأعلى إلى الأسفل وفي الجزء السفلي من الفلتر من الأسفل نحو الأعلى وحالياً هناك أبحاث لجريان الماء بشكل أفقي ضمن الفلتر .

### المرشحات الرملية السريعة المكشوفة :

وهي أحواض غالباً مستطيلة الشكل مبنية من البيتون العادي أو المسلح تشتغل هذه المرشحات تحت تأثير الثقالة (جريان الماء المعد للترشيح من الأعلى إلى الأسفل) مساحة كل حوض لا تزيد عن 50 متر مربع ، يتكون المرشح السريع المكشوف بشكل أساسي كما في الشكل .



### مكونات المرشح السريع المكشوف

- ١ - سرير رمل سيليسي بارتفاع من 0.6 إلى 0.75 متر يحتوي حبيبات وقطرها الوسطي بين 0.5 و 0.8 مم .
- ٢ - قاع المرشح مكون إما من أرضية مسامية أو متقبة يعلوها أو لا طبقة داعمة من البحص وإما شبك التصريف لجمع المياه الراشحة المطمورة ضمن طبقة بحص بسماكة (0.45 - 0.5) متر .
- ٣ - التجهيزات اللازمة للغسيل بالتيار الارتدادي بغية إعادة فعالية سرير الترشيح وبعض المرشحات تحوي أيضا تجهيز غسيل سطحي للسرير الرملي مكون من أنابيب متقبة ثابتة أو دوارة موضوعة على بعد عدة سنتيمترات فوق الرمل قذف الماء من هذا التجهيز يحطم القشرة السطحية الهلامية المتشكلة نتيجة الترشيح ، تحطيم هذه القشرة يضمن غسيل ارتدادي منتظم .
- ٤ - قنوات تصريف ماء غسيل المرشح موضوعة على ارتفاع حوالي 0.5 متر فوق سطح السرير الرملي .

٥ - سكورة دخول وخروج وتجهيزات تحكم وقيادة لمختلف مراحل الترشيح يسبق الترشيح السريع غالباً بعملية معالجة للماء بالترويب وتشكيل الندف والترسيب لتخفيف الحمل على المرشح وإطالة فترة الترشيح قبل الغسيل .

### أسس تصميم المرشحات الرملية السريعة :

- ١ - معدل الترشيح (120 - 180)  $m^3/m^2 \cdot day$  .
- ٢ - مساحة المرشح الواحد لا تزيد عن  $50m^2$  ويسمح ببعض الحالات التجاوز لتصل الى 100 متر .
- ٣ - الطول =  $(2 - 1.5) \times$  العرض .
- ٤ - عدد المرشحات =  $0.044 \sqrt{Q}$  .  
 $m^2/d : Q$
- ٥ - عدد المرشحات الإضافية = مساحة المرشحات/100

عند تصميم شبكة الأنابيب المتقبة نراعي الأسس التصميمية التالية :

- ١ - قطر الثقوب من 1/4 حتى 1/5 انش .
- ٢ - تباعد الثقوب عن بعضها في نفس الأنبوب الفرعي بين (8 - 24) سم .
- ٣ - نسبة مجموع مساحات الثقوب على الأنبوب الفرعي /مساحة مقطع الأنبوب = 1/4 حتى 1/2
- ٤ - نسبة طول الأنبوب الفرعي /قطره  $\geq 60$
- ٥ - نسبة المساحة الكلية لمجموع الثقوب / مساحة المرشح الأفقية = 0.0014 حتى 0.0021
- ٦ - التباعد بين الأنابيب الفرعية يتراوح بين 15 و 30 سم
- ٧ - نسبة مساحة مقطع الأنبوب الرئيسي / مجموع مساحات مقاطع الأنابيب الفرعية المغذية للأنبوب الرئيسي = 1.7-2
- ٨ - سرعة المياه في الأنبوب الرئيسي والأنابيب الفرعية تختلف من ( 1.295 - 3.5 ) متر/ثانية أثناء الغسيل .
- ٩ - سرعة دخول المياه إلى المرشح ضمن أنبوب تغذية المرشح من حوض الترويب يجب أن لا تتجاوز 50 سم/ثا والا فستكسر الندف المتشكل مسبقاً .
- ١٠ - سرعة الماء في أنبوب الغسيل تتراوح بين ( 1.75 - 2.5 ) متر/ثا .
- ١١ - السرعة في أنبوب الماء الراشح تتراوح بين ( 1 - 2 ) متر/ثا .



#### 4- التطهير :

التطهير يبيد الأحياء الممرضة وبكتريا القولون ولكنه لا يقتل جميع البكتريا الموجودة في الماء وهذا ما نطلق عليه اسم التعقيم .

يوجد عدة أساليب فيزيائية وكيميائية لتعقيم المياه .

الأساليب الكيميائية تعتمد على عدة مؤكسدات قوية منها الكلور وبعض مشتقاته .

#### التطهير بالكلور

الكلور خيار رخيص لمعالجة المياه يستخدم لتحسين مذاق وشفاء المياه في الوقت الذي يقتل فيه الكثير من الكائنات الدقيقة مثل البكتيريا والفيروسات. ومع ذلك، ثمة حدود لتلك العملية. فالجاريديات والكريبيتوسبورديوم تقاومان بصورة عامة الكلور ما لم يستخدم بجرعات أكبر من تلك المفضلة للمعالجة. وقد يستدعي وجود هذه الطفيليات معالجة مسبقة لمصدر المياه.

كما يزيل الكلور مواد مثل المنجنيز، والحديد، وكبريتيد الهيدروجين، التي يمكن أن تفسد مذاق المياه. ويمكن خفض التطهير بالكلور ليلائم حجم أي نظام. كما أن استخدام الكلور بسيط نسبيا، ولا تحتاج نظم المعالجة لخبرة تقنية مكثفة.

ويمكن تطهير المياه بالكلور عن طريق عدة منتجات مختلفة. فالكلور يخزن كسائل في حاويات مضغوطة ويحقن كغاز مباشرة في مياه المصدر. ويجب أن تنظم وتتسق هذه العملية بعناية، نظرا لأن غاز الكلور سم خطير- بل وقاتل.

وثمة طريقة أعلى تكلفة للتطهير بالكلور وهي المعالجة بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم. وهذا المحلول مسبب للتآكل ولكن استخدامه أقل خطرا بكثير وأسهل من استخدام غاز الكلور. يخفف السائل ببساطة ثم يخلط بمياه المصدر ليحدث التطهير.

كما يمكن تحقيق التطهير بالكلور بمطهر صلب- هيبوكلوريت الكالسيوم. لكن فهذه المادة مسببة للتآكل ويمكن أن تتفجر في التفاعل إذا ما احتكت بمواد عضوية. ومع ذلك، فإن هذه المساحيق، والحبيبات، والحبوب قد تخزن جميعها بالجملة وتستخدم بفعالية لنحو سنة. ويذوب هيبوكلوريت الكالسيوم، بجميع أشكاله، في الماء بسهولة.

وتتطلب جميع وسائل التطهير بالكlor بعض الوقت للتفاعل -فالتطهير لا يحدث فوراً. كما أن الجرعات المطلوبة تتغير مع التقلبات في نوعية المياه، ولذلك فإن مراقبة مصدر المياه، لا سيما المياه السطحية، جزء مهم من عملية المعالجة.

و هناك بعض الآثار المتخلفة للمعالجة بالكlor. ومن بين أكثرها ملاحظة المذاق الكريه في المياه المعالجة. بيد أن هناك آثاراً أهم بعد المعالجة. فكمية بقايا الكلور تبقى في إمدادات المياه المعالجة. ويستمر هذا المحتوى الكيماوي في حماية المياه المعالجة من العدوى مجدداً، ويمكن أن يكون مفيداً للمياه التي تخزن فترات طويلة أو في عملية التوزيع المستهلكة للوقت على امتداد مناطق شاسعة.

ولسوء الحظ، فإن بقايا الكلور بكمية أكبر مما يجب قد يسفر أيضاً عن كيماويات جانبية، ربما يسبب بعضها السرطان. غير أن هذه المخاطر الصحية تعتبر بصورة عامة طفيفة مقارنة بآثار مسببات الأمراض في المياه التي تترك بدون معالجة.

فتصنيع الكلور بسيط ورخيص وينقل كصوديوم - أو هيبوكلوريت الكالسيوم. كما يتطلب استخدامه قدراً طفيفاً من التدريب. وهذه المميزات جعلته مطلوباً كوسيلة معالجة عند نقطة الاستخدام حتى في المناطق الفقيرة رغم محدوديته في قتل الطفيليات. ويمكن أن يسفر استخدام الكلور - بالتزامن مع التخزين الآمن والممارسات الجيدة في تناول المياه والأغذية، عن انخفاضات بارزة في حالات مرض الإسهال في كثير من المناطق.

### الكلورامينات

الكلورامينات خيار رخيص لمعالجة المياه، ولكنها غير مناسبة عادة كنظام تطهير "أساسي". وتعالج هذه العملية بفعالية الكثير من البكتيريا ولكن أثرها أقل ضد ملوثات أخرى. وبسبب محدودية الكلورامينات، فإنها كثيراً ما تستخدم كخطوة تطهير ثانية مع مصدر مياه تم تطهيره من قبل بوسيلة أخرى. والكلورامينات عنصر قيم للمعالجة الثانوية لأنها توفر حماية طويلة الأمد ضد الترسبات. وهذه المضيفات أكثر استقراراً وعمراً من تلك الناجمة عن التطهير بالكlor، ولذلك توفر حماية ممتازة وطويلة ضد إعادة العدوى بالبكتيريا. وهذه مسألة مهمة تؤخذ في الاعتبار بالنسبة للمياه التي ستخزن لفترات طويلة من الوقت أو التي توزع على امتداد مسافات شاسعة.

وتتكون الكلورامينات عندما يخلط الكلور والنشادر بالماء. وتتطلب هذه العملية تشغيلاً ماهراً وبنية تحتية كثيرة للخلط. ويجب مزج المادتين المضافتين بنسب ملائمة وإلا فقدت العملية فعاليتها.

غير أن المعالجة بالكلورامينات عادة ما تكون خياراً فعالاً لقتل البكتيريا فيما تخلف آثاراً باقية أقل مما يخلفه التطهير بالكلور.

### ثاني أكسيد الكلور

ثاني أكسيد الكلور فعال ضد الجيارديات، ، والبكتيريا، والفيروسات، وإلى حد ما، ضد الكريبتوسبورديوم. وكثيراً ما يمزج مع وسائل معالجة أخرى، مثل التطهير بالكلور، أو التطهير بالأوزون، لأنه على عكس المعالجات الأخرى، يشتهر ثاني أكسيد الكلور بأنه ينتج مواد تسبب السرطان.

غير أن عملية إنتاج ثاني أكسيد الكلور تتسم بالتعقيد. فهي تحتاج إلى فنيين مهرة ورقابة حذرة. وتحد هذه المتطلبات التقنية من فائدته بالنسبة لكثير من الأنظمة الصغيرة.

ومثله مثل الكلور والكلورامينات، يستخدم ثاني أكسيد الكلور في أنظمة التوزيع، ولكنه يتحلل بمرور الوقت أسرع من الكلور.

### طرق إضافة الكلور :

يمكن شراء الكلور على شكل هيبوكلوريت الكالسيوم الصلب أو هيبوكلوريت الصوديوم السائل أو بشكل كلور سائل متوفر في أسطوانات أو براميل .

### المكلورات :

يوجد عدة نماذج للمكلورات وفي المحطات الحديثة تكون المعايير مؤتمتة حيث تقدم الكميات اللازمة تبعاً لتدفق الماء المعد للمعالجة ولتركيز الكلور المتبقي المطلوب أو تبعاً لهذين المتغيرين .

### شبكة توزيع ماء الكلور :

ينبغي على التجهيز المعد لإنجاز الكلورة السماح بحقن الكلور في عدة أماكن من مسار الماء أثناء معالجته .

نستطيع هكذا كلورة الماء الخام ، الماء الراشح ، الماء المعالج جزئياً  
يحتوي التجهيز على عدة مقاييس للضغط وحنفيات بسكورة مناسبة الأنابيب مزودة بمصاييح  
تسمح بالتأكد من وجود تيار ماء كلور .  
ينبغي أن يكون ضغط ماء الكلور الذي سيحقن كافي لتأمين التدفقات في كل فروع الشبكة .

## التطهير بالأوزون

الأوزون عنصر أكسدة قوي ومطهر أساسي فعال.

ويضخ هذا الجزيء الغني بالأكسوجين في أنظمة المياه لإزالة الملوثات البيولوجية مثل  
البكتيريا، والفيروسات، والجيارديات، والكريبتوسبورديوم والكيماويات العضوية. كما أنه  
فعال في أكسدة وإزالة الحديد، والكبريت، ، والمنجنيز والمنغنيز، والمواد الأخرى غير  
العضوية.

وغاز الأوزون غير مستقر ويرتد بسرعة إلى جزيء أكسوجين عادي (  $O_2$  ) بذرتين بدلا من  
ثلاث ذرات. وبسبب هذه الحالة، لا يمكن تخزينه أو نقله بسهولة. وبدلا من ذلك، تنتج  
محطات المعالجة الأوزون في موقعها بدفع هواء جاف عبر سلسلة مرتبة من الأقطاب  
الكهربائية.

ومتى انتج الأوزون، يدفع للاتصال بماء المصدر ويخلط به لمدة ملائمة. وبالنظر إلى أن  
الأوزون عبارة عن أكسوجين خالص فإنه لا يخلف آثار باقية أو روائح في الماء.

ولسوء الحظ، فإنه لا يوفر أيضا حماية طويلة ضد الترسيبات. وإذا تعين خزن المياه لفترات  
طويلة، أو توزيعها عبر مسافات طويلة، قد يكون من الضروري دعم عملية التطهير  
بالأوزون بمعالجة طويلة الأمد للترسبات مثل الكلور أو الكلورامينات.

ومعروف أن عملية التطهير بالأوزون تخلف منتجات جانبية غير مرغوب فيها، مثل  
البرومات، التي قد تكون ضارة بصحة الإنسان.

وأنظمة الأوزون غير شائعة في كثير من دول العالم؛ ولكنها تنطوي على الكثير من البنية التحتية، ويمكن أن يكون تنفيذها باهظ التكاليف. وعلاوة على ذلك، فإن تشغيل وصيانة مثل هذه الأنظمة يحتاج إلى عمال مهرة قد لا يتوفر وجودهم في جميع المناطق.

### الأشعة فوق البنفسجية

قد تكون المعالجة بالنسبة للكثير من أنظمة المياه في بساطة إلقاء ضوء ساطع على المشكلة.

ويستخدم الضوء فوق البنفسجي، وهو جزء غير مرئي من الطيف، في تطهير مياه الشرب من الكائنات الدقيقة. ويمكن أن تحاكي مصابيح الزئبق أشعة الشمس وتقلد عملياتها للتنقية الطبيعية.

وعملية الضوء فوق البنفسجي خيار جذاب في الكثير من الحالات لأنها خالية من الكيماويات وتتطلب فقط استثمارا بسيطا في البنية التحتية يمكن تحمله.

وفي الأنظمة الصغيرة عادة ما يستخدم الضوء فوق البنفسجي حيث يكون هناك مصدر كهربائي يعتمد عليه، ولا يستخدم غالبا لمعالجة مصادر المياه السطحية. ويمكن أن تثير المياه العكرة الغنية بالجسيمات مشاكل للأشعة فوق البنفسجية، قد تحول دون قدرتها على تحقيق الاختراق اللازم لاستكمال عملية التطهير. وأحيانا ما تحل هذه المشكلة بأن تسبق عملية التعرض للأشعة فوق البنفسجية عمليات ترشيح، وترسيب أو غيرها من العمليات المصممة لإزالة الجسيمات التي تحملها المياه.

كما يتعين على أولئك الذين ينظرون في التطهير بالأشعة فوق البنفسجية، أن ينظروا أيضا في قدرتها الزمنية المحدودة على الحماية. فالتعرض للتطهير بالأشعة فوق البنفسجية عملية تحدث مرة واحدة لقتل الكائنات الدقيقة - لكنها لا تمنع عودتها مرة أخرى. وأحيانا ما يعزز التعرض للأشعة فوق البنفسجية بمضيفات كيماوية مثل الكلور أو الكلورامينات لحماية المياه المطهرة حديثا من التلوث مرة أخرى.

وعلى صعيد آخر، قد تستخدم الأشعة فوق البنفسجية ببساطة في حالات سوف تستهلك فيها المياه بسرعة بدلا من تخزينها للاستخدام مستقبلا. وفي هذا الخصوص، أصبحت أنظمة الأشعة فوق البنفسجية سلعة شعبية في البيوت بمناطق لديها مصادر كهرباء يعتمد عليها.

## 5- المضخات :

تضخ الماء من الآبار إلى سطح الأرض بواسطة مضخات وأنواع هذه المضخات هي المضخات التبادلية وذات الساق الدورانية الشاقولية وذات النافورة والتي تعمل باستخراج الهواء والمضخات ذات الساق الدورانية الشاقولية هي إما موجهة من السطح أو غاطسة ويمكن أن تكون نابذة أو ذات إزاحة دورانية موجبة .

إن أكثر المضخات المستخدمة في وقتنا الحاضر هي المضخات الكهربائية النابذة الغاطسة والتي لها محرك كهربائي موصول مباشرة مع أطوار المضخة في جسم واحد طويل موضوع قرب قاع البئر يكون قطر هذه المضخات حتى ( 10 mm ) لتخدم ضاغطاً قدره ( 100 ) متر أو أكثر عند الضرورة . تعطي مثل هذه المضخة تدفقاً حوالي ( 4 ) متر مكعباً/ساعة أما إذا كان قطر المضخة ( 250 mm ) فتعطي قيماً للتدفق أكبر من هذا بـ ( 30 ) مرة.

## المضخات النابذة :

المضخة النابذة جهاز يرفع السائل بالقوة النابذة الناتجة عن دولا ب يدعى الدافع الذي يدور ضمن غلاف محكم الإغلاق ، وخلال التشغيل يدخل السائل إلى الدافع الدائر باتجاه عمودي على مراوح الدافع ثم يتغير اتجاه المياه بزاوية ( 90 ° ) وعندها يطرد الماء إلى محيط غلاف الدافع تحت تأثير القوة النابذة عن دوران الدافع وبمرور السائل خلال القناة بين حواف مراوح الدافع وغلاف الدافع فإن خروج السائل من المخرج سيكون تحت الضغط .  
- استعملت المضخات النابذة بكثرة متزايدة عملياً في أعمال المياه لأنها متوفرة تجارياً لأغلب الاستطاعات النظامية المطلوبة ولرفع 231 متر .

لمرحلة واحدة علماً أنه لا يوجد حدود نظرية لعدد المراحل المتسلسلة لزيادة الدفع ولكن عموماً فإن الرفع الأعظمي للمرحلة قريباً من ٨٣ متر وعلى كل حال فالمردود يقارب 93% في المضخات الكبيرة ، وأما مردود المضخات الصغيرة يتغير من حوالي 58% لتصريف 500 لتر في الدقيقة ويصل المرود إلى 85% لتصريف 12500 لتر في الدقيقة .  
المضخات النابذة ترفع المياه تحت شروط متفاوتة كثيرة ولكن من المتوقع فإن المرود سينخفض تحت شروط ضيقة الحدود .

السرعات المستعملة لمضخات المياه تقارب ( 900 - 1200 - 1800 ) دورة في الدقيقة وحتى أعلى من ذلك .

## الدراسة النظرية :

القوانين الفيزيائية الممكنة للتطبيق للمضخة النابذة يمكن التعبير عنها بواحدات القدم والبوند والثانية :

$$\frac{F M a}{r g r g}$$

حيث : F : القوة النابذة .

M : الكتلة المتحركة .

a : التسارع القطري .

V : السرعة المماسية .

g : التسارع الناجم عن الجاذبية .

r : نصف قطر الممر .

w : وزن الكلمة المتحركة .

N : سرعة الدوران .

الارتفاع النظري لعمود المياه سيرتفع تحت القوة النابذة المؤثرة والمتجه بالدافع المتحرك .

$$h = \frac{v^2}{rg}$$

حيث v : السرعة الخطية لقمة الدافع .

r : نصف قطر الدافع .

w : السرعة الزاوية .

$$V^2 = r^2 w^2$$

معادلة منحنى السطح لكتلة الماء الدائرة في وعاء اسطواني (منحنى الدوامة) .

$$y = \frac{w^2 x^2}{2g}$$

وهذه تعرف بمعادلة الدوامة القسرية لشكل منحنى ضغط المياه في الغلاف للمضخة النابذة وذلك عندما نغلق سكر التصريف والدافع في حالة الدوران .

وتبين أن الضغط الناتج عن المضخة النابذة يعادل الضغط الآني الناتج في أغلب نماذج المضخات ويتغير تبعاً لمربع سرعة الدافع وقيمته y عندما x أو r معلوم عند دوران دافع المضخة النابذة وسكر التصريف مغلق وبفتح أي ثقب في نقطة من الغلاف فالمياه ستجري من الثقب تحت ضاغط قدره  $\frac{w^2 x^2}{2g}$

$$Q = K A \sqrt{2gh}$$

و تصريف الثقب  $Q = K A \sqrt{2gh}$  حيث A مساحة الثقب h ضاغط الثقب .

وعليه فإن  $Q = KA w x$

وبذلك فإن معدل التصريف الناتج من المضخة يتغير تبعاً لسرعة دوران الدافع أما الفتل الناتج من دافع المضخة النابذة فيكون :

$$T = \frac{Q w_p V_w}{g}$$

حيث  $Q$  : معدل جريان الماء بريش الدافع .

$w$  : الوزن النوعي للمياه .

$T$  : الفتل .

$r_p$  : نصف قطر الدافع .

$V_w$  : السرعة المماسية للمياه عند قمة الدافع .

وعليه فالطاقة الناتجة من الدافع تساوي الفتل مضروباً بالسرعة المماسية كما يلي:

$$P = T_w = \frac{Q w_p V_w w}{g} \\ = \frac{Q w V_i}{g}$$

#### منحنيات المميزات :

منحنيات المميزات أو أكثر تعميماً مميزات المضخة النابذة هي العلاقات بين مختلف الشروط المؤثرة على التأدية. وعادة يعبر عنهم تخطيطياً بقيم التصريف  $Q$  على محور السنيات وقيم  $H$  على محور العينات لنحصل على منحنى المردود  $E$ . المميزات عند سرعة ما هو منحنى يظهر العلاقة بين  $H$  و  $Q$  إضافة لذلك استعملت طرق أخرى لتخطيط المميزات أيضاً .

منحنيات المميزات لمضخة واحدة مع سرعات مختلفة بينت بالشكل:



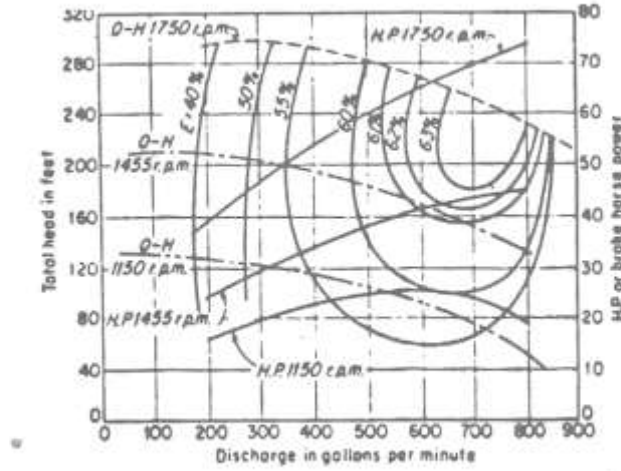


FIG. 10-3. Characteristic curves of a centrifugal pump at different speeds. (Based on Eng. News-Record, vol. 91, p. 564.)

إن دراسة مميزات المضخة النابذة ضرورية لتقرير أفضل الشروط للتشغيل وكمثال فإن الشكل السابق لمنحنيات المميزات أعطى عند سرعة دوران ( 1400 ) دورة بالدقيقة تصريف للمضخة مساوي 875 لتر بالدقيقة لرفع لا يزيد عن 66 متر

إن إنقاص التصريف وذلك بإغلاق سكر التصريف سيغير الضاغط والاستطاعة والمردود وكما يبين الشكل السابق أن أعلى مردود سيحدث لتصريف حوالي 1800 لتر بالدقيقة عند سرعة ( 1750 ) دورة بالدقيقة وكذلك يبين أنه يمكننا تغيير سرعة المضخة للحصول على مردود رفع وتصريف آخر وبذلك يمكننا معرفة مدى  $N$  و  $Q$  و  $H$  للمردود الأعظمي .

إن الشكل يظهر أن المضخة يجب أن تشغل عند سرعة 1750 دورة بالدقيقة ولتصريف حوالي 1800 لتر بالدقيقة ولرفع ٨٠.٥ متر

وكذلك يبين أن رفع التصريف يتناقص عند تزايد التصريف مع زيادة الطاقة المطلوبة وهذا غير مرغوب فيه كميزة لبعض المضخات النابذة والتي قد ينتج عنها خطر على المحرك وعموماً فالمضخة ذات المميزات المنبسطة لكل السرعات وبمرحلة عريضة لمردود عالي هي أكثر المضخات قبولا .

والمضخات النابذة يجب إن نختارها على أساس المميزات والتشغيل عند انبساط منحنى المردود .

ومقاييس الميزات تحفظ وتفحص حتى تعطي أشكال من المنحنيات تظهر كافة التغيرات الطارئة على المضخة .

### رفع السحب للمضخات النابذة :

من الأفضل عموماً حفظ رفع السحب الديناميكي الكلي بحدود ٥ متر للمياه الباردة عند منسوب سطح البحر .

لأن التكيف يمكن أن يحدث للمضخات النابذة كنتيجة للسرعات العالية جداً أو لرفع السحب العالي جداً وعامل التكيف عادة يعبر عنه حسب المعادلات التالية:

$$\varepsilon = \frac{H_d + H_{vp} + H_s}{H_t}$$

حيث :  $H_a$  الضغط الجوي  $H_{vp}$  ضغط بخار الماء

$H_s$  رفع السحب  $H_t$  الرفع الكلي للمضخة

$\varepsilon$  الحدية تحدث عندما يبدأ التكيف .

$\varepsilon$  عند التشغيل يجب أن تكون فوق هامش الأمان كما تقرر تجريبياً الارتفاع المسموح لرفع

السحب لتجنب التكيف والمتعلق بالسرعة النوعية .

## تصميم آبار جريان ارتشاحية:

نتيجة التحاليل الفيزيائية والكيميائية والجرثومية لمياه الآبار الارتشاحية التجريبية في موقع الحويجة وجد أن هناك نسبة للعكارة وكذلك نسبة الأملاح المنحلة مرتفعة وتبعاً لذلك نحتاج إلى القيام بعملية فلتر ( سريعة أو مضغوطة ) ويتم اختيار نوعية الفلتر تبعاً لسرعة جريان الرش وبناءً عليه يتم تحديد أقطار حبيبات حشوة المرشح .

في حالة عكارة تصل حتى 25NTU يكون معدل التحميل  $5-8 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$  وبذلك يكون ارتفاع طبقة الرمل في المرشح 0.8-1.2 m

– أما في حالة عكارة تصل حتى 10 NTU يكون معدل التحميل  $10-16 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$  والسرعة التصميمية عالية

ارتفاع طبقة الرمل في المرشح 1.6 - 2 m

– إذا كانت عكارة المياه 0-5 NTU المياه ليست بحاجة لمرشح أو معالجة

5-15 NTU نحتاج لمرشح سريع جداً

NTU → 20 ترشح المياه ترشيح دائم

– بما أن العكارة الوسطية لدينا في المشروع تقع ضمن المجال NTU (5-15) نحتاج وفقاً للجدول السابق إلى ترشيح سريع جداً ولكن بما أنه لدينا كمية أملاح منحلة مرتفعة بحاجة لمعالجة لاحقة بعد الترشيح السريع وذلك سنختار الترشيح تحت الضغط لمعالجة العكارة وإزالة الأملاح في نفس الوقت .

– العكارة في العينات المأخوذة ( 2.8، 2.9، 2.9، 7 ) NTU وبأخذ الوسطى (3.9) NTU نلاحظ أن المياه لا تحتاج لمعالجة لأن ( 3.9 < 5 ) ولكن هناك قيمة شاذة وهي NTU (7) . وتحتاج لمعالجة ويجب أخذها بعين الاعتبار لذلك نختار مرشح سريع مضغوط بتشغيل دائم للأمان وبمعدل تحميل سطحي

$10-16 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$  وبسرعة عالية نظراً لأن المياه التي يتم ترشيحها مرت على فلتر

طبيعي أي ارتفاع طبقة الرمل في المرشح (1.6 - 2)m

– التدفق  $Q = 130000 \text{ m}^3/\text{d}$

– معدل التجميل السطحي  $\frac{Q}{A} = 14 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$   
= 336  $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{h}$

– المساحة  $A = \frac{130000}{336} = 386.9 \text{ m}^2$

- المساحة الاحتياطية للترشيح :

$$= 0.044\sqrt{130000} = 15.864 \text{ m}^2$$

$$386.9 + 15.864 = 402.7 \text{ m}^2$$

نختار (6) مرشحات مفتوحة تعمل تحت الضغط بأبعاد للمرشح الواحد (4x 17.3) m والمرشحات الستة تعمل بشكل دائم ومستمر ولكن ليس على معدل تحميل سطحي  $14 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$

بما أن التدفق المطلوب ( 130000 ) متر مكعب سنختار سحب هذا التدفق من خمسة آبار بحيث يكون التباعد بين البئر والآخر لا يقل عن ( 50 ) متر وكذلك بعد هذه الآبار عن النهر بحدود ( 50 ) متر ويتدفق للبئر الواحد ( 300 ) لتر/ ثانية