برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي مهندس صيانة كهرباء – الدرجة ستة أشهر

مكونات محطات المعالجة (مياه شرب–صرف صحى)

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية ـ الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي V1 1-7-2015

المحتويات

أنواع المحطات (مياه - صرف) ٣
المكونات الرئيسية للمحطة (ميكانيكا - كهرباء) ٣
الالمام بأساسيات التشغيل ومكونات محطة مياه الشرب ٣
الباب الأول أنواع محطات مياه الشرب وعمليات التنقية ٣
معالجة المياه الجوفية ٣
المياه الجوفية الهوائية ٤
المياه الجوفية اللاهوائية نسبياً ٥
المياه جوفية اللاهوائية ٧
معالجة المياه السطحية ٧
أنظمة معالجة المياه السطحية ٨
المعالجة التقليدية (المزايا والعيوب) ٨
الترشيح السريع ١٠
محطات الترشيح السريع ١١
الترشيح المباشر direct filtration ١٢
الترشيح ذو المرحلتين two stage filtration ١٤
المعالجة باستخدام نظام تعويم الروبة ١٤
الباب الثاني المكونات الرئيسية لمحطة مياه الشرب ١٧
أولا فصل الاجسام الطافية والعالقة بالمأخذ: ١٧
أنواع المآخذ: ١٧
المصافي الميكانيكية: ١٩
أنواع المصافي ٢٠
أ. المصافي ذات القضبان (Barscreens): ٢٠
ب. المصافي ذات الشبك (Meshscreens): ٢١
ج. المصافي الدقيقة (Microstrainers): ٢٢
عنبر الطلمبات العكرة ٢٣
نظام تحضير الطلمبات ٢٤
عملية الترويب ٢٥
عملية التنديف Flocculation ٢٦
أنواع طرق التنديف ٢٦
الترويق (clarification) ٢٩
نظرية الترسيب الطبيعي ٢٩
أنواع أحواض الترسيب ٣٠
الأحواض المستديرة: ٣٠
الأحواض المستطيلة ٣١
منطقة دخول المياه: ٣١
منطقة الترسيب: ٣٢
منطقة تجميع الروبة: ٣٢
منطقة خروج الماء ٣٣

الترويق باستخدام بطانية الروبة ٣٤
فكرة العمل: ٣٤
نظرية عمل المروق النابض ٣٥
مروقات الترايدنت ٣٦
أنظمة جمع الروبة ٣٨
الترشيح (Filtration) ٤١
منظومة حقن الكلور ٤٨
منظومة الشبة ٤٩
التخزين الأرضي ٥٠
احواض المياه المرشحة (الخزان الارضي) ٥١
التخزين العالي: ٥٢
عنبر الطلمبات المرشحة ٥٢
مكونات وحدات المعالجة والرفع لمياه الصرف الصحي ٥٢
أولا محطة المعالجة ٥٢
المصافي ٥٥
العوامل التي تؤثر في كفاءة التشغيل ٨١
طريقة حساب زمن البقاء في أحواض الترسيب ٨١
3. المعالجة الثانوية ٨٣
مكونات المعالجة الثانوية: ٨٣
١. المعالجة البيولوجية وأكثر الطرق إستخداماً هي: ٨٣
١. المرشحات الخشنة (مرشحات التنقيط ذات الحمولة العالية) ٨٤
٢. حوض التهوية ٨٤
ثانيا مكونات محطة الرفع ٩٢
المواسير بالمحطات: ٩٤
اختيار نوع الطلمبات ٩٤
أنواع الطلمبات ٩٦
المحابس ١٠٢
مقدمة المحابس ١٠٢
أنواع المحابس واستخداماتها في محطات الضخ: ١٠٣

أنواع المحطات (مياه – صرف)

المكونات الرئيسية للمحطة (ميكانيكا – كهرباء)

الالمام بأساسيات التشغيل ومكونات محطة مياه الشرب

مقدمة:

نتناول في هذا الجزء أنظمة معالجة المياه المستخدمة على مستوى العالم وسوف يتم التركيز بشكل أكبر على الأنظمة المتواجدة بمصر والارق بين كل نظام والآخر. ثم سنتناول بشيء من الاختصار مكونات محطات المياه السطحية حيث كونها الأكثر استخداما في مصر.

الباب الأول أنواع محطات مياه الشرب وعمليات التنقية

نحصل على إمدادات الماء من الأنهار من الآبار أو من خلف السدود وتختلف نوعية الماء تبعاً لاختلاف المصدر الذي جاءت منه، وبالتالي يحتاج كل نوع إلى معالجة خاصة حتى تكون المياه صالحة للشرب ففي مياه الأنهار وجد أنها تحتوي على شوائب صلبة عالقة علاوة على ما بها من تلوث ميكروبي، أما مياه الآبار فتحتوي على مواد كيماوية ذائبة ويقل فيها التلوث الميكروبي أو ينعدم.

معالجة المياه الجوفية

تختلف أنظمة معالجة المياه الجوفية والمياه السطحية تبغاً لاختلاف الملوثات المراد إزالتها، يتم معالجة المياه الجوفية إذا كانت تحتوي على مكونات تحول دون استخدامها مباشرة مثل أملاح الحديد والمنجنيز أو أملاح تسبب العسر مثل أملاح الكربونات والبيكربونات أو أملاح الكبريتات

ولا تخالف مكونات المياه الجوفية كثيرا من حيث الجودة ويكون اختلاف مكونات المياه الجوفية تبعا لاختلاف مصدر استخراج المياه الجوفية ويمكن تقسيم المياه الجوفية من حيث الجودة الي ثلاث مجموعات تبعا لطريقة معالجتها لإنتاج مياه الشرب.

أ. مياه جوفية هوائية

ب. مياه جوفية لا هوائية نسبيا

ج. مياه جوفية لا هوائية

وهو ما يعني أن طريقة المعالجة تختلف تبعا لنسبة الأكسجين. وكذلك يمكن تصنيف نوع المياه الجوفية تبعا لتركيز الأكسجين أو الحديد أو المنجنيز.

مياه جوفية هوائية وهي المياه ذات المصدر المتصل بالهواء الجوي وعندما يكون المكونات العضوية للمياه محدودة لا تفقد المياه الأكسجين وبالتالي لا تحدث تفاعلات لا هوائية وفي بعض الأحوال تكون المياه الجوفية الهوائية صالحة للشرب وبالتالي يمكن ضخها لشبكات مياه الشرب مباشرة، وعلي الرغم من كون المياه الجوفية تحتوي علي الأكسجين فان اولي خطوات المعالجة هي التهوية والغرض من هذه العملية زيادة تركيز الأكسجين وتقليل تركيز ثاني أكسيد الكربون وإذا كانت المياه المعالجة تلبي المواصفات القياسية المحلية يتم ضخها الي الشبكة فوراً.

العناصر التي يجب أن تؤخذ في الحسبان هي الأس الهيدروجيني PH والكالسيوم وSI والبيكربونات وهذه العناصر قد تخضع للمعالجة لجعلها تتناسب مع المواصفات القياسية.

المياه الجوفية الهوائية

عندما يكون مصدر المياه نربه رملية لا تحتوي علي الكالسيوم يكون المياه الجوفية المستخرجة عدوانية ويكون تركيز ثاني أكسيد الكربون اكبر من المطلوب وعليه يكون SI اصغر من الصفر يتم معالجة هذا بتهوية المياه وتقليل تركيز ثاني أكسيد الكربون ولكن يجب ان يتم بعد ذلك ضبط الأس الهيدروجيني ونسبة البيكربونات بترشيح المياه علي فلتر من الحجر الجيري وحبيبات الرخام (لتفي المياه بمتطلبات المواصفات القياسية).

Figure 4 - Aeration above limestone filter

الماء العسر هو الماء المستخرج من منطقة غنية بالكالسيوم تسمى معالجة المياه العسر (softening) وهي عملية إمرار الماء العسر علي حبيبات من الرمل الناعم وحقن هيدروكسيد الكالسيوم أو هيدروكسيد الصوديوم ليحدث الترسيب كربونات الكالسيوم.

المياه الجوفية اللاهوائية نسبياً

وهي المياه الجوفية المستخرجة من منطقة أسفل طبقة عازلة وبذلك تكون تحت ظروف نقص الأكسجين ووجود أمونيا الحديد والمنجنيز، ويتم معالجة هذه المياه بالتهوية والترشيح من خلال وسط مسامي، والتهوية تعمل على إضافة الأكسجين وإزالة ثاني أكسيد الكربون وكذلك لأكسدة الحديد والمنجنيز وتحويل الامونيا الي نترات.

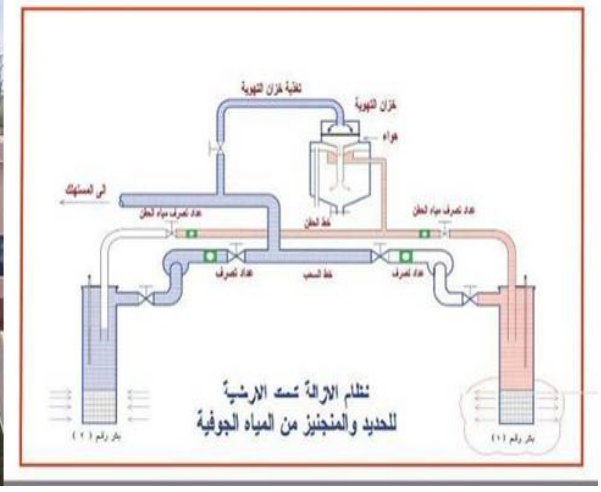
Figure 7 - Treatment of slightly anaerobic groundwa-ter

وخلال المرشح يتم حجز ندف الحديد المتكونة وعلي سطحه تنمو بكتريا النيترة ويتم إزالة الامونيا بيولوجيا.

وفي مصر تستخدم هذه الطريقة في المعالجة التقليدية كما في شركة مياه بني سويف حيث يلي هدارات التهوية مرشح رملي مغمور.

معالجة الحديد والمنجنيز – بني سويف ١

وتوجد أيضا طرق أخري للمعالجة مثل التهوية خلال التربة وقبل استخراج المياه (BERMAN) وهي المطبقة في شركة مياه البحيرة وهي من الطرق المتقدمة والتي يلزم لها المتابعة الدقيقة والدراسة المتأنية قبل التطبيق.

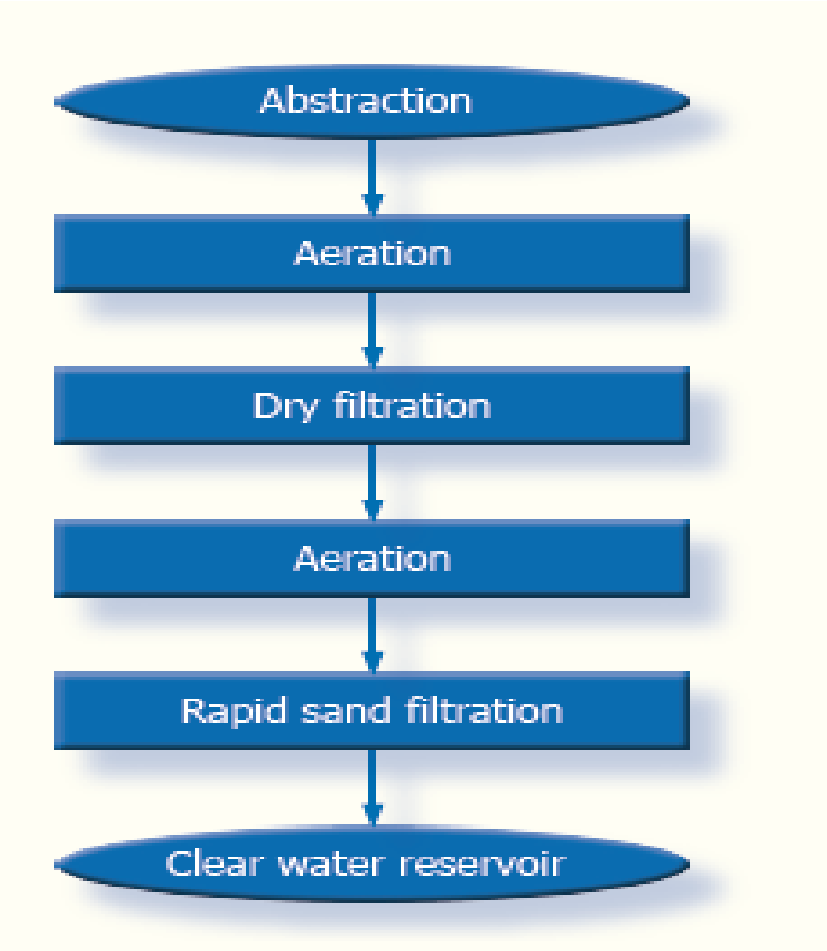


معالجة الحديد والمنجنيز – البحيرة ١

المياه جوفية اللاهوائية

هي المياه المستخرجة من الأرض من خلال طبقة عازلة ولا يوجد أكسجين بها بل أيضا لا يوجد نترات والمواد العضوية متحللة، وتركيزات الحديد والمنجنيز والامونيا عالية بها.

يتم معالجتها من خلال مرحلتي تهوية ومرحلتي ترشيح أولي مراحل الترشيح تتم من خلال مرشح جاف ثم يتبعه مرشح مغمور.



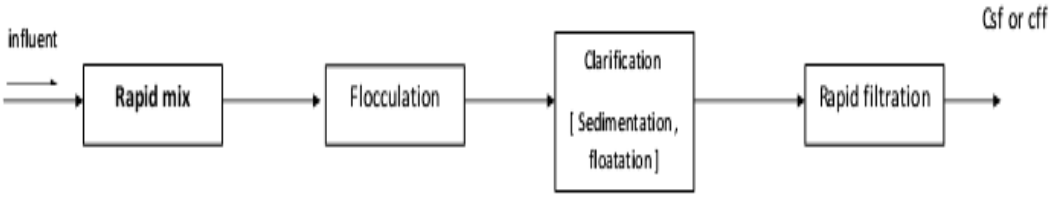
مخطط معالجة المياه اللاهوائية ١

معالجة المياه السطحية

يتم معالجة المياه السطحية لتخليصها من الشوائب والمواد العالقة ومسببات البون والرائحة وتطهيرها من مسببات الأمراض ويعتبر نهر النيل والترع المصادر الأولي لإنتاج مياه الشرب في مصر نظراً لامتداد نهر النيل من الجنوب الي الشمال بفرعية رشيد ودمياط.

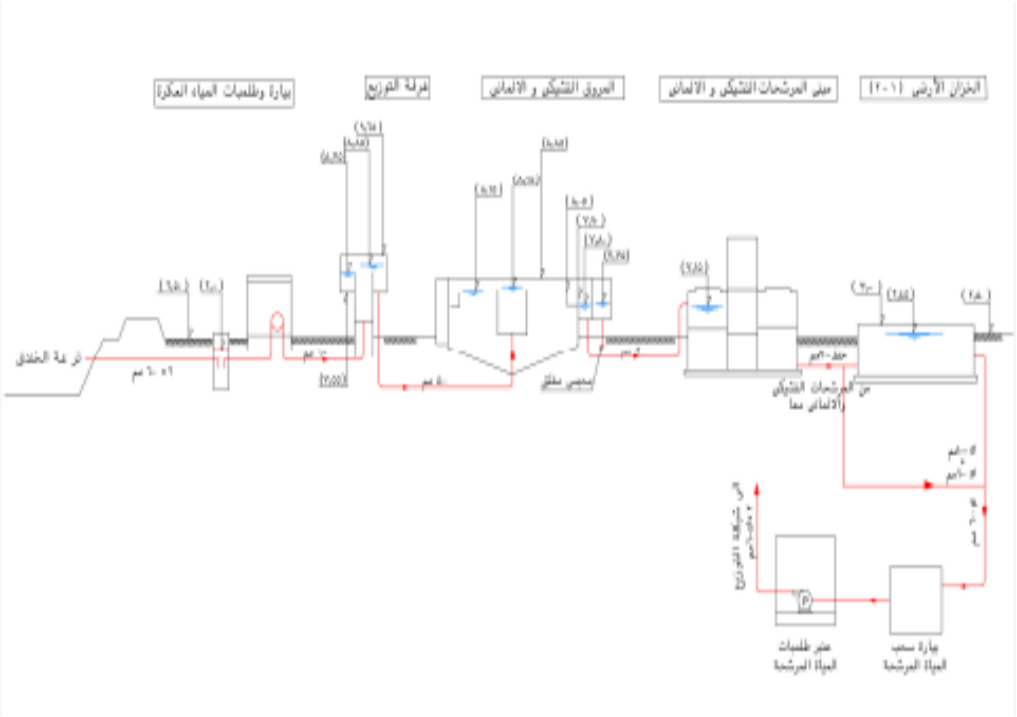
أنظمة معالجة المياه السطحية

المعالجة التقليدية (المزايا والعيوب)



مخطط المعالجة التقليدية للمياه السطحية

وهي المحطات التي تضم داخلها مجموعة من عمليات المعالجة الأساسية ابتداء من المصافي بالمدخل الي عملية حقن الكيماويات من الكلور والشبة والترويب ثم التنديف والترسيب والترشيح ثم التطهير والتخزين وهو ما سياتي تفصيله لاحقاً ، وتلك المحطات هي الأكثر انتشارا والأكبر إنتاجا لمياه الشرب وذلك لما تتميز به من قدرة عالية علي مواجهة التغيرات الكبيرة في جودة المياه الخام وذلك نظرا لكبر المساحة وكمية الإنتاج وطول مدة مكث المياه داخل وحدات المعالجة المختلفة حيث قد تصل مدة مكث المياه بالمحطة لفترات قد تتجاوز ٦ ساعات وهو ما يعطي فرصة اكبر للحد من التغير السريع وتأثر عملية المعالجة أو جودة المياه المنتجة.



المروق – أهم مكونات محطة المعالجة

ومن المميزات أيضا لمحطات المعالجة التقليدية قدرة المشغل علي المناورة وتغيير أو إضافة مراحل معالجة جديدة كنقطة حقن جديدة للشبة أو الكلور أو تغيير معدل التحميل علي احد المرشحات أو المروقات والغرض هو المرونة العالية في التشغيل. وكذلك كميات الإنتاج الهائلة والقدرة علي تطوير المحطة وزيادة تحميلها للحصول علي كميات اكبر من المياه المعالجة في فترات الذروة وهو ما يحتاج الي طاقم تشغيل واعي ونشيط حي قان التحميل علي وحدات المعالجة قد يعطي انتاج اكبر ولكن يحتاج الي مراقبة مستمرة للحفاظ علي الجودة.

ومن الأنظمة المختلفة للمعالجة المطبقة بمحطات المعالجة التقليدية ما لا يحتاج الي مساحات كبيرة أنظمة الترويق باستخدام بطانية الروبة ذات معدل التحميل العالي وان اجتمع المصممين علي وضع قانون لتحديد المساحة التقريبية المطلوبة للمعالجة.

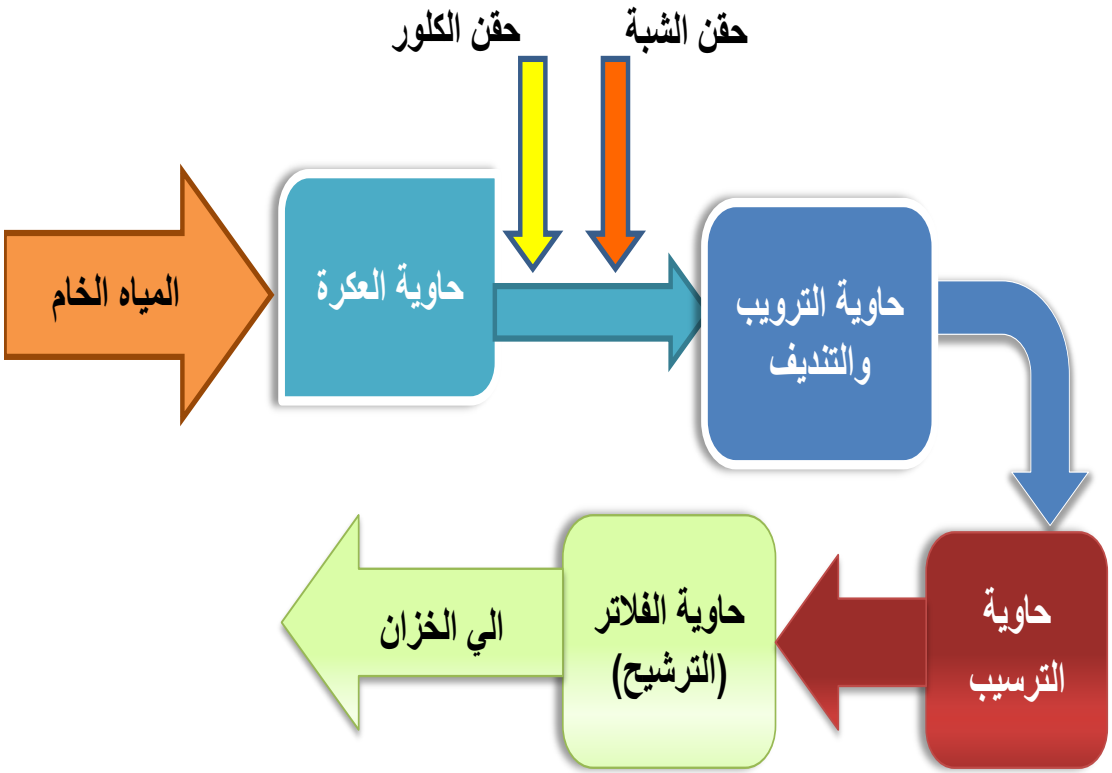
A= Q^0.7

where A in acers & Q in million gallon per day

from {integrated design & operation of water treatment facilities} by KAWAMORA

والمساحة الكبيرة المطلوبة لإنشاء محطة معالجة تقليدية هي احد عيوب محطات المعالجة التقليدية. وكذلك الاعتمادات المالية الكبيرة والتي قد تقف مانعا لإنشاء المحطة وإمداد المواطنين بخدمة مياه الشرب هي ثاني عيوب هذه المحطات. أما الحاجة الي العمالة المدربة الواعية لتشغيل المحطة والحفاظ علي المنشئات فهي ضرورة منطقية للحفاظ علي الاستثمارات المبذولة في إنشاء محطة معالجة مياه الشرب. وتكلفة التشغيل مثل تكاليف الكيماويات والكهرباء ومرتبات العاملين وتكاليف الصيانة وغيرها. يضع محطة المعالجة كأحد اكبر مشاريع الإنتاج.

الترشيح السريع

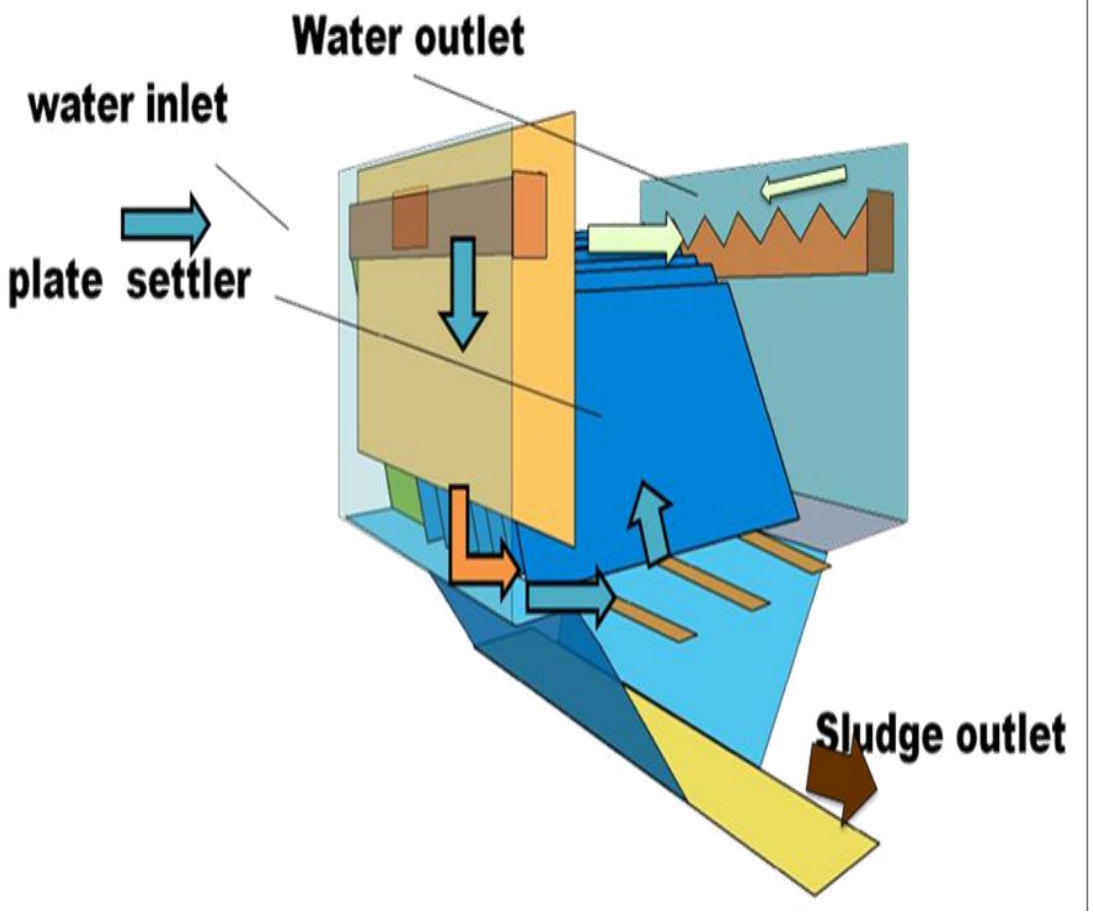


محطات الترشيح السريع هي وحدات متنقلة تستخدم لسد العجز في إنتاج المياه في المناطق التي لا تتوافر فيها المساحة المطلوبة لإنشاء محطة معالجة تقليدية وهذه المحطات هي وحدات ذات قدرات إنتاجية صغيرة (٣٠ لتر / ث) وهي تخصص لخدمة قرية أو تجمع سكني صغير.

محطات الترشيح السريع

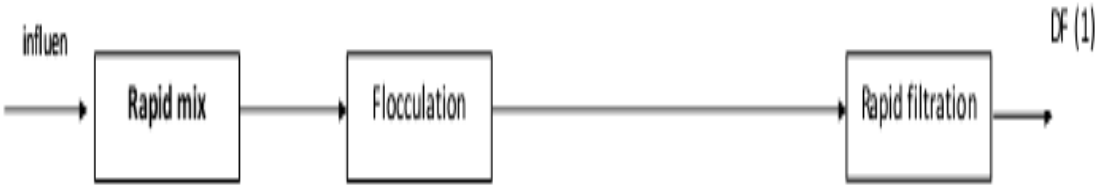
هذه المحطات تحتوي علي نفس مراحل المعالجة الموجودة بالمحطات التقليدية وان كانت مراحل المعالجة اصغر ومدة المياه بالمحطة اصغر وقد تصل مدة مكث المياه منذ دخولها المحطة الي خروجها الي الخزان حوالي ٢٠ دقيقة.

فبدلا من الترويب والتنديف بواسطة المندف الهيدروليكي (الحواجز المتعاقبة) يتم الترويب والتنديف بواسطة خلاط سريع وخلاط بطئ وقد يحل الحقن في ماسورة طرد طلمبات العكرة محل الخلط السريع وتحل مرشحات الضغط (pressure filters) محل المرشحات الرملية السريعة ويكون حوض الترسيب ذو الواح اللاميلا محل المروق التقليدي.



وتعتبر محطات الترشيح السريع هي احد المسكنات لشكوى نقص المياه والحالات الطارئة ونظرا لقصر مدة المعالجة فان المتابعة المستمرة لجودة المياه المنتجة ولكفاءة مراحل المعالجة من اهم شروط نجاح المعالجة بمحطات الترشيح السريع وقد يكون ضبط جرعة الشبة من أصعب العمليات وأكثرها أهمية ودقة.

الترشيح المباشر direct filtration



مخطط المعالجة بالترشيح المباشر

وهي عملية الترشيح التي يسبقها عملية تنديف في حوض منفصل، وتتكون فيها ندف كبيرة (≤ ١ مم) ويتم إزالتها خلال مرشح ثنائي (ثلاثي) الوسط الترشيحي تكون الطبقة العليا فيه خشنة ويطلق أيضا علي هذه العملية ترشيح الندف floc filtration.

الترشيح المباشر – دمياط

الترشيح المباشر ينحصر استخدامه في معالجة المياه الخام ذات العكارة وتركيز الطحالب المتوسطين ولا يوجد العديد من المياه الخام التي تناسب هذه المواصفات.

الترشيح المباشر مناسب فقط لمعالجة للمياه ذات العكارة (١٠ وحدات عكارة) ولا تزيد عن {٢٥ وحدة عكارة و ٤٠ هازن (وحدة قياس اللون) في أسوا الظروف}

إن المياه ذات العكارة واللون الأعلى قد يمكن معالجتها أيضا باستخدام الترشيح المباشر ولكن يحتاج الأمر إلي عمل محطة تجريبية لكل حالة علي حدة.

وبالنسبة للكائنات الحية العالقة فهي أيضا احد العوامل المحددة لاستخدام الترشيح المباشر فمما لاشك فيه إن الهجوم الطحلبي في المياه المفتوحة يؤثر عكسيا علي جودة المياه الخام وبالتالي علي أداء المرشحات من حيث مدة تشغيل المرشح وجودة المياه المنتجة، وانه لمن الصعب وضع قيم محددة للعدد الطحلبي الذي يمكن معه استخدام الترشيح بالتلامس او الترشيح المباشر

حيث يعتمد أداء المرشح بصورة أساسية علي الوسط الترشيحي المستخدم، ولكن توجد تقارير تفيد أن العدد الطحلبي حتى ٢٠٠٠ / مل تم تحديده كقيمة قصوى.

الترشيح ذو المرحلتين two stage filtration

عملية المعالجة تحتوي علي مرشحين احدهما خشن في البداية ويليه مرشح آخر ذو وسط ترشيحي ناعم، المرشح الأول يعمل تحت سريان من أسفل الي اعلي والآخر يعمل تحت سريان من اعلي الي أسفل.

المرشح الأول يحقق هدفين الأول يعمل كحوض تنديف وكذلك يحجز جزء أساسي من المواد العالقة ويطلق علية(المرشح التحضيري أو المروق بالتلامس contact clarifier)، وهو يحل محل العمليات التقليدية من خلط سريع، تنديف وترسيب وبعده يتولى المرشح الآخر مسؤولية التخلص مما تبقى من المواد العالقة.

هذه المعالجة يتم تطبيقها إذا كانت عكارة المياه الخام اكبر مما يستطيع الترشيح المباشر معالجته، وللحصول علي مياه معالجة ذات جودة عالية يجب إلا تزيد عكارة المياه الخام عن ٥٠ وحدة عكارة، ويجب الا يزيد اللون عن ٨٠ هازن (تشير الخبرات العملية ان الترشيح ذو المرحلتين يعمل بكفاءة في هذه الحدود. وتشير أيضا أن عكارة المياه الخام يمكن أن تزيد حتي ٤٠٠ وحدة عكارة ولكن لفترات قصيرة وهو ما سيؤثر بالفعل علي فترة تشغيل المرشح.)

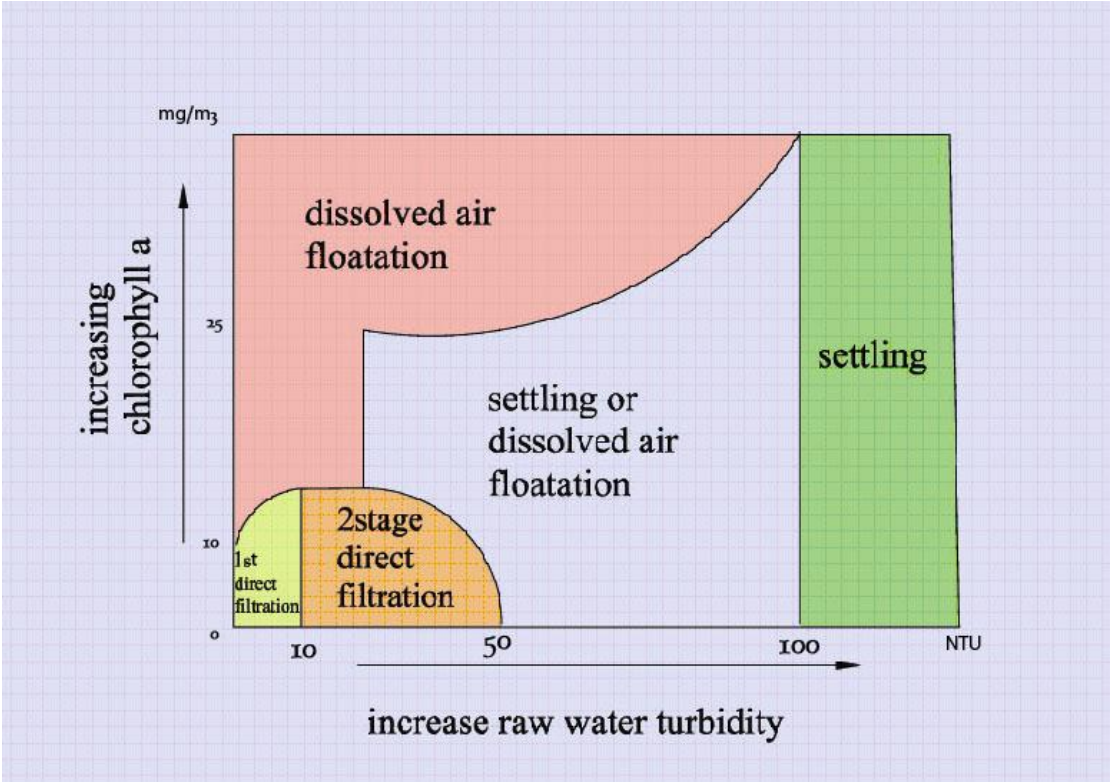
وتشير التجارب العملية أيضا انه يمكن للترشيح ذو المرحلتين ان يعمل بكفاءة في حالة ارتفاع عكارة المياه الخام إلى (٥٠-١٠٠) وحدة عكارة لفترات طويلة بشرط أن يكون المرشح الأول الخشن عميقا بصورة كافية (٢ م) وان تكون إجراءات الغسيل المتبعة صحيحة.

المعالجة باستخدام نظام تعويم الروبة

وختاما يتبقى نظام المعالجة بتعويم الروبة (air floatation) وهو الذي لم يتسع الوقت لذكرة تفصيليا، و هو نوع يعتمد علي ضخ فقاعات هوائية دقيقة جدا من خلال ضاغط هواء تلك الفقاعات تعمل علي تعويم الروبة الى السطح بينما يبقى الماء الرائق في الاسفل وهذه الطريقة

تستخدم في حالة وجود اعداد كبيرة من الطحالب في المياه الخام مما يصعب معها ترسيبها فنلجأ الي تعويم الروبة وتجميع المياه الرائقة من الاسفل كما في الصورة.

وبين الأنظمة المهتلفة للمعالجة يكون اختيار طريقة المعالجة وفقاً لطبيعة المياه الخام ويمكن القول ان المخطط التالي يمكن ان يحدد طريقة المعالجة تبعاً لعكارة المياه الخام والكلوروفيل A. يسمح باختيار عملية معالجة تهدف إلي إزالة المواد العلقة من المياه السطحية المخطط مبني علي المواد العالقة والطحالب ليحدد مختلف أشكال المعالجة الممكنة تم التعبير عن المواد العالقة بالعكارة NTU وتم التعبير عن الحالة الغذائية للمياه أو كميات الطحالب بتركيز الكلوروفيل A، إن احتمال حدوث تأثير حيوي طبيعي أخر غير الطحالب لم يوضع في الحسبان.


mg/m3
increasing chlorophyll a
25
10
0
dissolved air floatation
settling
settling or dissolved air floatation
2stage direct filtration
1st direct filtration
10
50
100
NTU
increase raw water turbidity

الباب الثاني المكونات الرئيسية لمحطة مياه الشرب

أولا فصل الاجسام الطافية والعالقة بالمأخذ:

هي أولى عمليات المعالجة وتسمى بالمعالجة الابتدائية ونعني بها فصل المواد الصلبة والأعشاب الطافية بالماء ويتم ذلك بواسطة المصافي بمأخذ المحطة، وتكون المصافي إما ميكانيكية أو يدوية ويتم الاهتمام بتنظيفها يوميا لضمان عدم انسداد المأخذ وتوقف تدفق المياه الخام الي المحطة.

وفيما يلى سوف نستعرض بنوع من الاختصار المآخذ وأنواعها المشهورة وكذا المصافي الميكانيكية والمسئولة عن عملية التنقية الأولية (الابتدائية).

أنواع المآخذ:

أ. (Pipe intake) مأخذ ماسورة.

ب. (Shore intake) مأخذ الشاطئ.

ج. (Submerged intake)مأخذ مغمور.

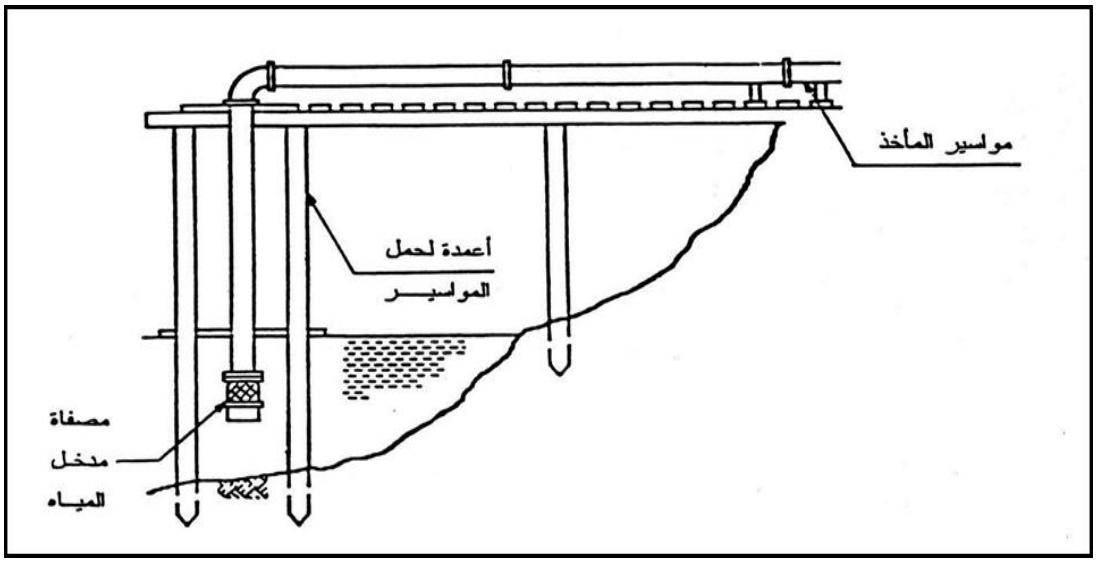
د. (Tower intake) مأخذ برج.

هـ. (Emergency intake) مأخذ مؤقت.

ومن أشهر أنواع المآخذ المستخدمة في مصر هي: المأخذ الماسورة ومأخذ الشاطئ وفيما يلى فكرة مبسطة عن هذان النوعان من المآخذ:

١. مأخذ الماسورة:

وهذا النوع من المآخذ عادة يستعمل في الأنهار الكبيرة وهو عبارة عن ماسورة أو أكثر تمتد داخل مصدر الماء مسافة كافيه بعيدا عن الشاطئ لتفادي التلوث المحتمل على ألا يكون في هذا الامتداد أعاقه للملاحة وعلى أن تحمل الماسورة داخل مصدر الماء على كوبري وتزود بالمحابس اللازمة للتحكم في سير الماء.



٢. مأخذ الشاطئ:

ويتكون من حائط ساند وجناحين تبنى على شاطئ المصدر المائي مباشرة لوقاية الماسورة التي تسحب المياه، وتمتد المواسير تحت جسر وتنتهي إلي بيارة طلمبات المياه الخام ويستعمل هذا النوع من المآخذ في الترع الملاحية وغير الملاحية على السواء كما يستعمل في الأنهار الصغيرة إذ أنه لا يعوق الملاحة.

شكل توضيحي لمأخذ شاطئ

المصافي الميكانيكية:

هي المعدات المسئولة عن حجز الشوائب والمواد الغريبة لحماية معدات المحطة (الطلمبات). المصافي تكون علي صفين احدهما تلو الأخر الأولى ذات مسافات بينية بين القضبان اكبر من الصف الثاني ليتم توزيع الأجسام العالقة بين كلا الصفين.

أنواع المصافي

أ. المصافي ذات القضبان (Barscreens):

تصنع من قضبان الصلب الملحومة على مسافات بين بعضها بمقاسات مختلفة على النحو التالي:

- مصافي ذات عيون صغيرة: (٣ – ١٠ مم).
- مصافي ذات عيون متوسطة: (١٠– ٢٥ مم).
- مصافي ذات عيون كبيرة: (٥٠ – ١٠٠ مم).

وأكثرها استخداماً المصافي ذات العيون المتوسطة أو الكبيرة. وتركب في مسار المياه الداخلة إلى المأخذ المياه بزاوية ميل ٦٠ – ٨٠ درجة مع الأفقي لتسهيل عملية النظافة ولمنع الانسداد وتنظف أما يدوياً أو أوتوماتيكياً (آلياً) للمحطات الكبيرة.

شكل توضيحي للمصافي ذات القضبان

ب. المصافي ذات الشبك (Meshscreens):

تسمى أيضاً المصافي الضيقة أو مانعات الأعشاب، وتصنع من نسيج السلك الصلب الذي لا يصدأ. وتصمم علي هيئة ألواح ثابتة (Platetypescreen) أو أسطوانات دوارة (Rotatingdrumscreen)، وأتساع فتحاتها (Meshsize) من ١– ٥ مم وقد يصل إلى ١٠ مم. ويستخدم هذا النوع من المصافي لحجز الأعشاب والعوالق الصغيرة نسبيا في حالات المياه التي لا تحتوى علي أجسام كبيرة. وتركب رأسيا في الماء أما منفردة على مصدر المياه مباشرة (المأخذ) أو أحياناً تلي المصافي ذات القضبان وتركب على المأخذ أو داخل المحطة. وهي في أغلب الأحوال تنظف آلياً.

(شكل توضيحي للمصافي ذات الشبك)

ج. المصافي الدقيقة (Microstrainers):

هي مصافي ضيقة جداً (٢٠ – ٤٠ ميكرومتر) وأحيانا أقل من ذلك.وتصنع من نسيج معدني لا يصدأ أو من لدائن البلاستيك. وهي تستخدم في عمليات المياه التي لا تشمل مراحل تنقيتها: مرحلة الترويق، حيث تعمل على حجز الكائنات النباتية والحيوانية الصغيرة جداً (Plankton) العالقة بالمياه وعادة تنظف آلياً.

FIG(9)STRAINER

عنبر الطلمبات العكرة

يتكون عنبر الطلمبات العكرة عادة من المعدات الآتية:

أ. الطلمبات: وهي إما أفقية أو رأسية وتقوم الطلمبات العكرة بسحب المياه من بيارة العكرة ثم تضخ على مراحل التنقية التالية

طلمبة رأسية

طلمبة أفقية

نظام تحضير الطلمبات

وهي المنظومة المسئولة عن إعداد الطلمبة وملئ حيز الطلمبة بالمياه لبدء التشغيل والشكل التالي يوضح نوع من أنواع عملية تحضير الطلمبات وهي استخدام الخزان

ب. محابس السحب والطرد وعدم الرجوع على السحب والطرد.

ج. خطوط السحب والطرد.

د. لوحة التشغيل الكهربية للوحدات.

هـ. بوادىء الحركة للوحدات.

و. محولات القدرة (خفض الجهد).

عملية الترويب

هي عملية الخلط السريع للمياه الخام مع المادة المروبة وتستغرق هذه العملية من ١ الى ٧ ثواني والهدف منها توزيع المادة المروبة على كل كمية المياه الخام ويستلزم لذلك بذل طاقة للخلط ويتم ذلك من خلال خلاط ميكانيكي أو بواسطة الخلط الهيدروليكي كما يمكن ان يحدث الخلط السريع بحقن المروب في خط طرد طلمبات المياه العكرة.

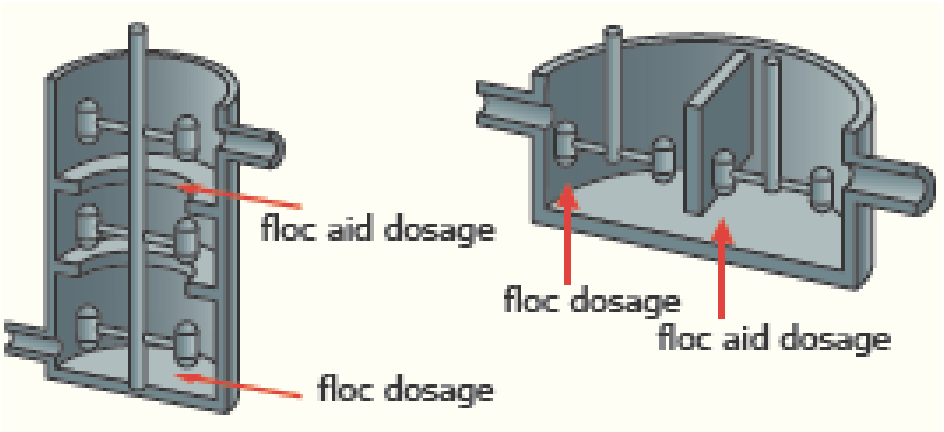


Figure 16 - Mechanical mixers

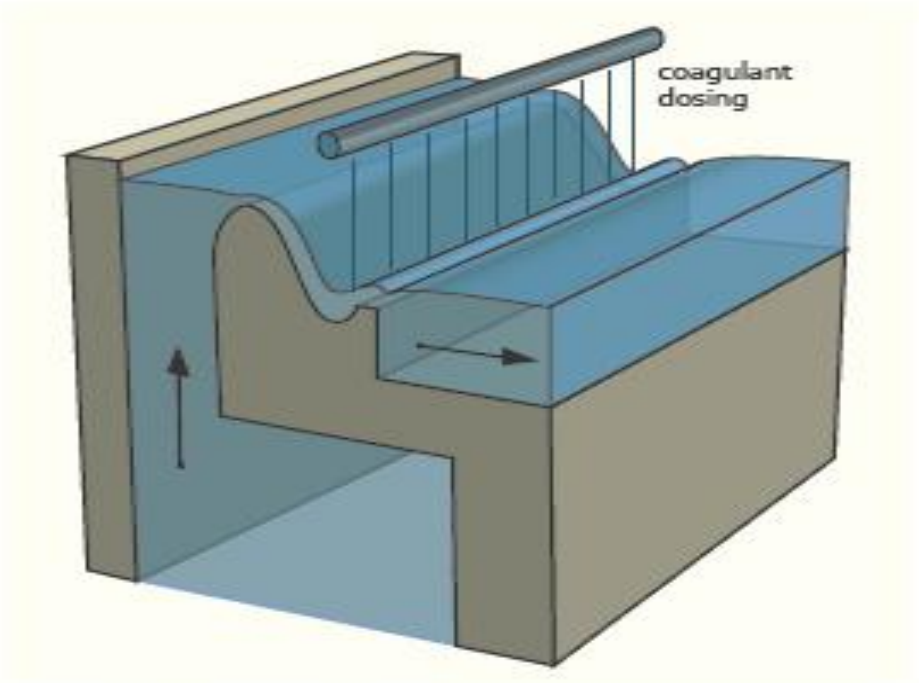


Figure 17 - Cascade mixer

ولكمية الطاقة المبذولة في الخلط تأثير علي جودة عملية الخلط ولها حدود يجب التأكد منها لضمان جودة عملية الترويب.

عملية التنديف Flocculation

أنواع طرق التنديف

عملية التنديف هي عملية مزج بطيء للمياه المروبة والهدف منها تجميع الجزيئات المروبة لتكوين الندف – والشكل لأمثل للندف في حجم رأس الدبوس من ١: ٣ مم – استعدادا لعملية الترويق.

تتم عملية التنديف بواسطة خلاط ميكانيكي بطيء داخل حوض التنديف كما بالشكل

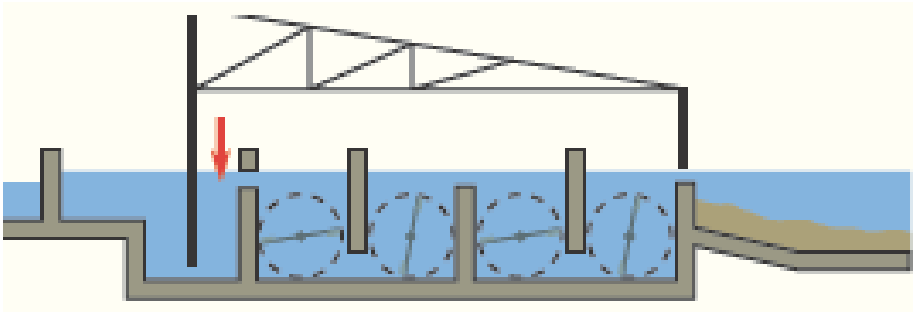


Figure 22 - Floc formation installation WRK I/II

أو من خلال خلط هيدروليكي للمياه يتم الخلط فيه من خلال سريان الماء بين حواجز كما بالشكل وفي هذا النوع من أحواض التنديف تكون السرعة في حدود ٠,٣ م/س ومدة المكث في حدود ٢٠ الي ٣٠ دقيقة.

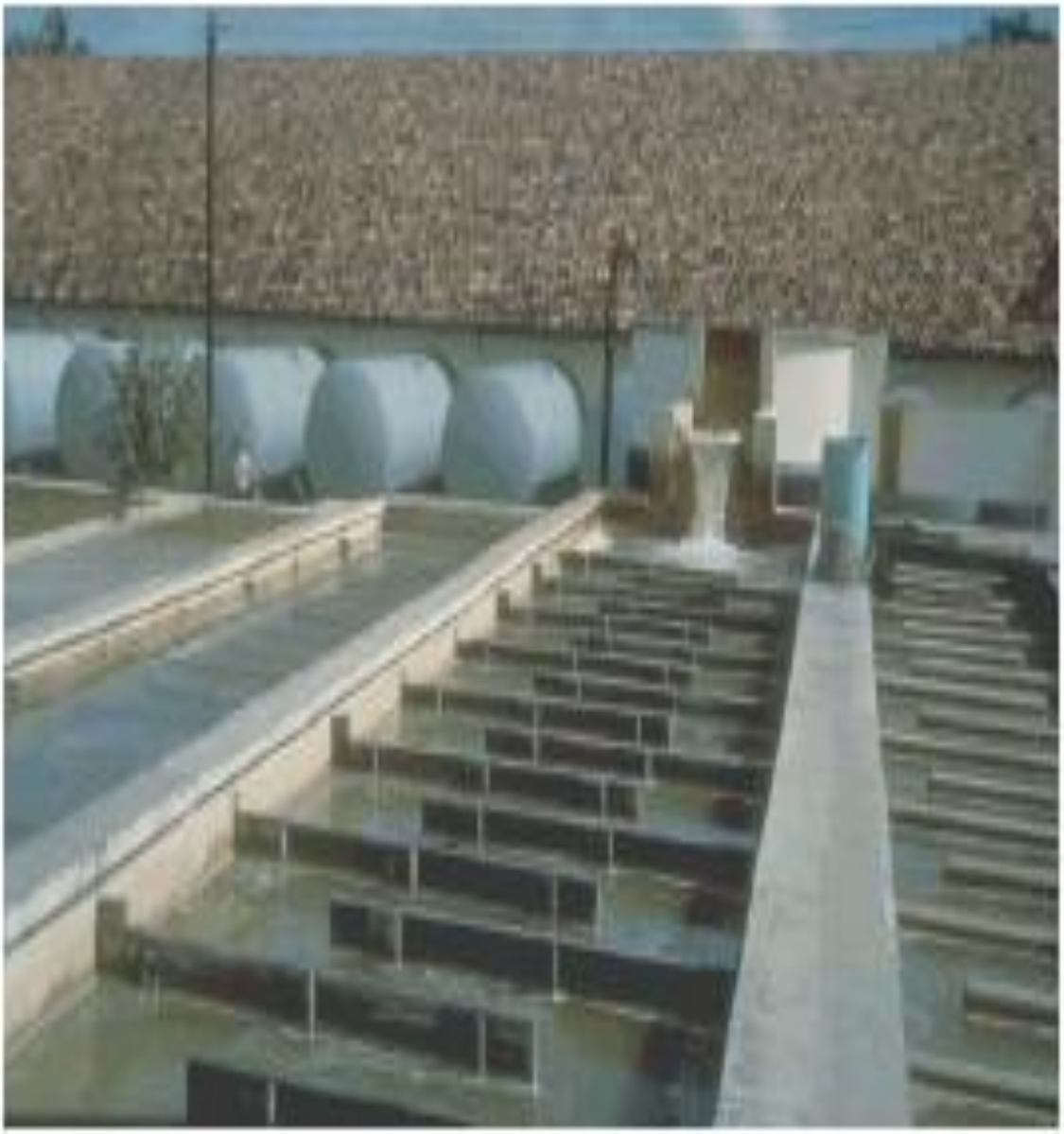


Figure 25 - Hydraulic floc formation

ومن التصميمات المستخدمة للتنديف هي حوض التنديف داخل المروق الدائري ويحدث الخلط بواسطة قلاب كبير يدور بسرعة بطيئة داخل حوض التنديف في وسط المروق الدائري ويطلق علي هذا التصميم (clari flocculator)كما هو موضح بالشكل.

للبدء في أعمال الترويب والتنديف يجب أولاً العناية بتداول وتخزين المواد المروبة ثم بعد ذلك البدء في تحضير المحاليل الخاصة منها ليتم إضافتها للمياه حتى تتم عملية الترويب والتنديف بكفاءة.

الترويق (clarification)

الغرض من عمليات الترويق هو العمل على ترسيب أكبر نسبة ممكنة من المواد العالقة، والتي لها ثقل أكبر من دفع الماء، وذلك عن طريق تركها ترسب تحت تأثير وزنها، وعملية الترسيب إما أن تكون طبيعية، أي تحت تأثير وزن المواد العالقة بدون إضافة أي مواد وتسمى "الترسيب الطبيعي" أو " الترسيب الذاتي" أو تكون بإضافة مواد مساعدة كيماوية للماء لتساعد على تجميع المواد الرفيعة والتي لا تهبط بمفردها في الحالة الطبيعية وتسمى "الترسيب باستعمال المروبات"، وهو النوع الشائع في عمليات تنقية المياه وخاصة بعد زيادة المتطلبات على المياه.

نظرية الترسيب الطبيعي

يحدث الترسيب الطبيعي نتيجة هبوط الحبيبة المنفردة، والحبيبة المنفردة (Discrete) هي التي لا تتغير في الحجم ولا الشكل ولا الوزن، ولا تتحد مع حبيبة أخرى أثناء عملية الهبوط في الماء، فإذا تركنا حبيبة من الرمل مثلا، تهبط في حوض به ماء، نجد أنها تهبط تحت تأثير وزنها إلى أسفل ومقاومة الماء إلى أعلى، وحيث أن قانون نيوتن يوضح أنه إذا توازنت قوى مؤثرة على حبيبة عالقة في الماء، فلا توجد عندئذ عجلة تسارع، وإنما سرعة هبوط ثابتة منتظمة تسمى "سرعة هبوط الحبيبة".

وتعتمد نظرية تصميم أحواض الترسيب على أن الحبيبة الداخلة، والتي لها سرعة دخول الماء الأفقية، ولها سرعة رأسية هي سرعة الهبوط، يجب أن تهبط إلى القاع قبل أن تبدأ المياه في الخروج من الحوض من الجهة الأخرى، وعلى هذا الأساس تتحدد أبعاد الحوض.

أنواع أحواض الترسيب

تختلف أنواع وأشكال الترسيب (Sedimentation Basins) باختلاف التصميمات فمنها:

الأحواض المستديرة:

ذات التغذية الرأسية ويكون سريان الماء في اتجاه رأسي ويسمى ذلك بالتصريف الرأسي، ويوضح حوض ترسيب دائري ذو تصرف رأسي.

الأحواض المستطيلة

وفيها يكون سريان الماء في اتجاه واحد موازي لطول الحوض ويسمى ذلك بالتصريف في خطوط مستقيمة. وفي كلا النوعين يلزم الحفاظ على سرعة المياه وتوزيع تصرف المياه منتظمين قدر الإمكان لمنع تكون الدوامات والتيارات الدوامية بها والتي تعوق ترسيب المواد العالقة، مع تفادي حدوث قصر الدورة (Short Circuit) بين المدخل والمخرج حيث ينقسم حوض الترسيب عادة إلى عدة مناطق أساسية هي:

منطقة دخول المياه:

ويشترط أن يكون دخول الماء الوارد من حوض التنديف منتظما وينتشر في أرجاء حوض الترسيب. ولذلك يكون دخول المياه من خلال جدار ذو فتحات متماثلة لتوزيع المياه على كل إرجاء الحوض

منطقة الترسيب:

وهي أكبر مناطق الحوض حيث يتم ترسيب العوالق بمكوثها مدة كافية من الزمن، ولكون المياه تسير بسرعة أكبر نسبياً في هذه المنطقة، فيلزم عمل الاحتياطات لتفادي التيارات الاعصارية.

منطقة تجميع الروبة:

وهي تقع عادة في قاع الحوض، وتعتبر مكانا للتجميع المؤقت للأجسام المترسبة، ويراعي في تصميم مدخل الماء ألا يسبب في تيارات دوامية قرب منطقة تجميع الروبة، تتسبب في تهيج الجسيمات المترسبة فتصعد للماء الرائق مرة ثانية.

منطقة خروج الماء

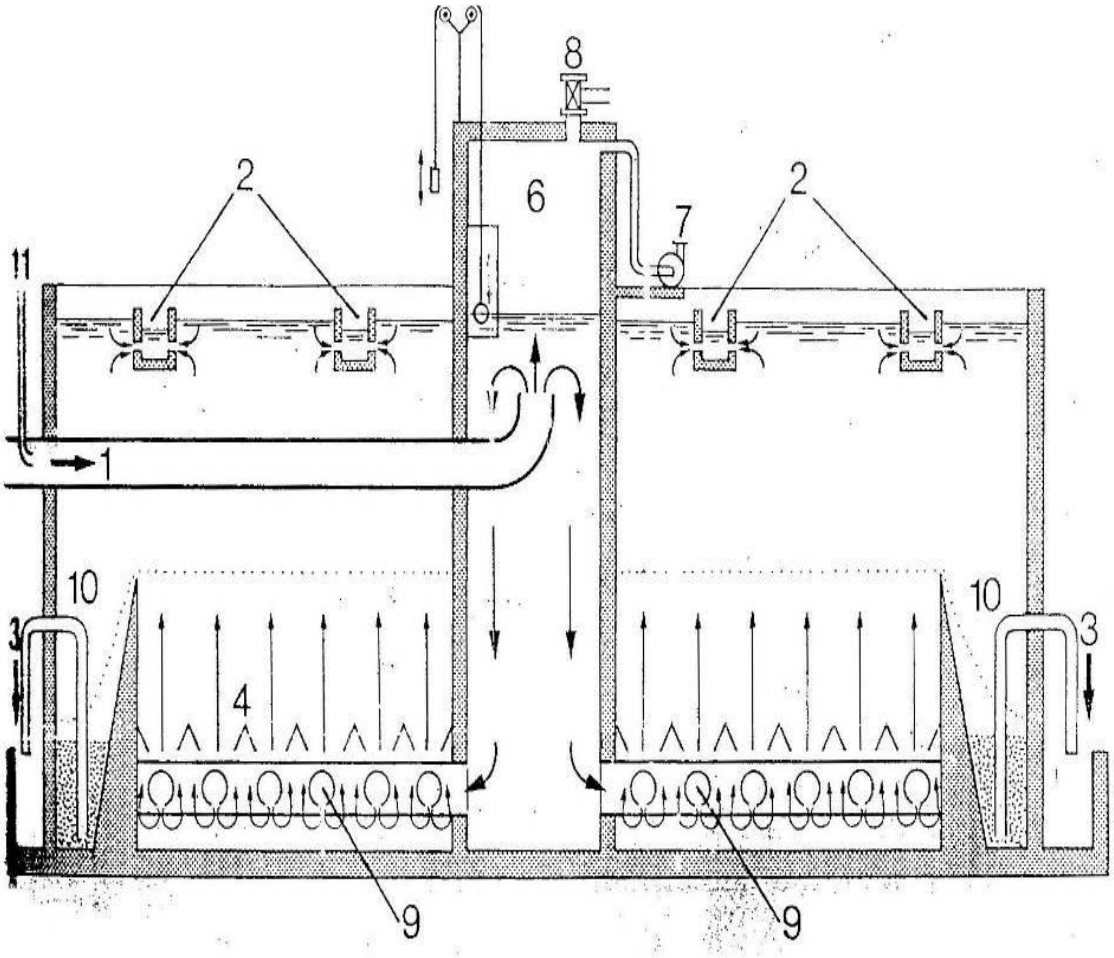
ويجب أن يوفر مخرج الماء انتقالا سلسا من حوض الترسيب إلى مجرى خروج الماء الرائق، كما أنه يساعد في التحكم في منسوب الماء بالحوض، وقد تستخدم حواجز بها فتحات (هدارات) على شكل حرف (V) لتوفر الخروج الهادئ للمياه الرائقة بحيث لا تحمل معها ندفا تنتقل إلى المرشحات، ولكمية المياه المارة علي الهدار معدل يجب الا يتجاوزه لأن سرعة خروج المياه سوف تدفع الندف لتتجاوز الهدار وتخرج الي المرشحات والمعدل التحميل علي الهدار يجب ألا يتجاوز ٣٠٠ م^{٣} / م / يوم. وفي حالة زيادة التحميل علي المروق يمكن اضافة هدارات اخري وتغيير شكل خروج المياه من المروق للحصول علي معدل التحميل المطلوب.

الترويق باستخدام بطانية الروبة

تختلف هذه المروقات عن مروقات الترسيب الطبيعي من حيث الحجم حيث تسمي هذه المروقات ذات الحمال العالية حيث تصل معدل التحميل السطحي بها الي ٣م/س.

فكرة العمل:

والفكرة الأساسية لهذا النوع من المروقات هي تكوين بطانية من الروبة تطفو قريبا من السطح يمر الماء المندف من خلالها ليتم حجز الندف خلال هذه الطبقة ويخرج الماء المروق نقيا الي المرشحات. وطريقة تكوين هذه الطبقة العائمة من الندف المتجمعة تختلف من مروق إلى الآخر ولكن تشترك جميعها في أن المياه المروبة المحماة بالندف تصطدم بقاع المروق وترتد لتطفو الى العلى ولكن نظرا لثقل وكثافة الندف لا تخرج مع المياه المروقة بل تبقى معلقة على ارتفاع ٠,٩ م من القاع لتكون بطانية الروبة.



ومن هذه المروقات (المروق النابض) pulsator وهو من انتاج شركة ديجرمون الفرنسية وهو المنتشر في محطات القاهرة الكبرى وسائر الجمهورية.

نظرية عمل المروق النابض

يتم تكوين بطانية الروبة من خلال دخول المياه الي غرفة تفريغ تتوسط المروق ويتصل بها مجموعة من المواسير التي تمتد بطول المروق، ومن خلال هذه الغرفة يتم تفريغ الهواء لتمتلئ بالمياه العكر المختلط بالشبة وعند ارتفاع المياه إلى منسوب معين يتم تفريغ المياه عن طريق إسقاط عمود المياه خلال زمن صغير فتتكون النبضة ويخرج الماء مندفعا إلى المروق من خلال المواسير المثقبة لأسفل فيصطدم الماء بقاع المروق وتتجه الندف إلى أعلى وتبقى معلقة بفعل وزنها وتكون بطانية الروبة وتسمى هذه العملية بالنبضة.

يتحكم في تفريغ الهواء والماء من المروق طلمبة تفريغ ومحبس دخول الهواء الذي يتم ضبطه وفقا للتصرف الوارد وكمية الشبة المضافة وعكارة المياه الخام.

تتميز هذه المروقات النابضة بجودة المياه المروقة عند ضبط التشغيل، وكذلك صغر المساحة وإمكان التطوير.

من عيوب هذا النوع من المروقات

صعوبة الضبط والحاجة للمراقبة الدائمة والصيانة بالمعدات الميكانيكية. وأيضا من أنواع مروقات بطانية الروبة.

مروقات الترايدنت

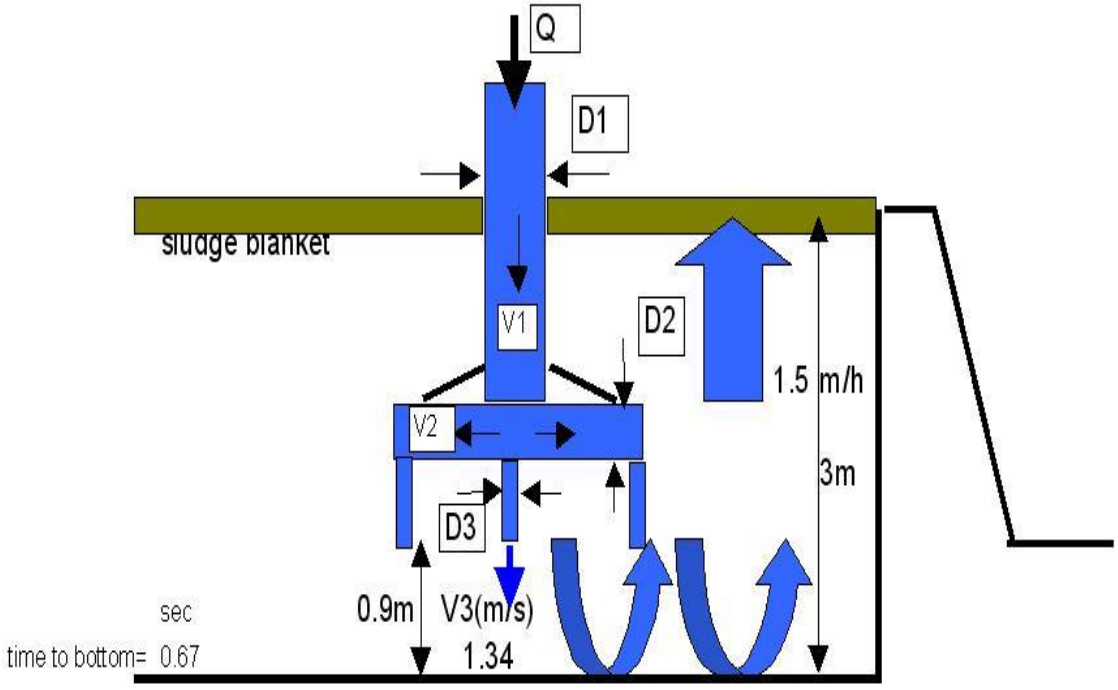
وهي من إنتاج شركة PWT الانجليزية

الفكرة الأساسية لعمل المروق:

تعتمد فكرة تشغيل المروق علي تكوين بطانية الروبة المعلقة نتيجة اصطدام الماء المروب بقاع المروق وصعود الندف لأعلى لتكون بطانية الروبة.

يختلف هذا النوع من المروقات عن المروق النابض أن دخول الماء لا يعتمد على طريقة ميكانيكية بل يدخل الماء بسرعة إلى المروق نتيجة فرق مناسيب هيدروليكيا وهو ما يعني عدم الحاجة إلى الصيانة والضبط المستمر لضمان تكون بطانية الروبة.

تدخل المياه إلى المروق عن طريق أنابيب ذات ثلاثة فروع بها ثقوب صغيرة وهذه الأنابيب تمتد من أعلى المروق إلى أسفل حيث تخرج المياه بسرعة لتصطدم بالأرض ودون أن تتكسر الندف وتكون بطانية الندف.



التخلص من الروبة

تتكون الروبة من مخلفات المادة المروبة (الشبه) مع رواسب صلبة، وتشغل الروبة ٣ – ١٠% من حيز الحوض، وفي أحواض الترسيب ذات التدفق الأفقي يتم ترسيب ٥٠% من الندف في الثلث الأول من طول الحوض، ويراعي ذلك في تصميم نظام استخراج الروبة من الحوض.

ويجب استخراج الروبة من الحوض دورياً للأسباب الآتية:

أ. منع تداخلها مع المياه المروقة وإعادة تعكيرها.

ب. منع تكاثر البكتريا التي تسبب طعما ورائحة غير مقبولين للماء

ج. تفادي شغل حيز كبير من الحوض، يخفض من كفاءة تشغيله مع انخفاض نوعية المياه المنتجة لإنخفاض مدة المكث.

ويتم استخراج الروبة من الأحواض إما يدويا أو ميكانيا عن طريق

١. الكاسحات الميكانيكية للأحواض المستديرة.

٢. الكراكات الأفقية والكباري الكاسحة للأحواض المستطيلة.

٣. حجرة تركيز الرواسب.

أنظمة جمع الروبة

وللتخلص من الروبة من الأحواض الصغيرة يتم ذلك يدويا أما في المروقات الكبيرة التقليدية فيكون هناك منظومة للتخلص من الروبة ففي الأحواض الدائرية تكون هناك كساحة لجمع الروبة المترسبة من كل المروق الي مكان معين حيث يتم سحبها الي بيارة ترسيب قبل التخلص منها نهائياً.

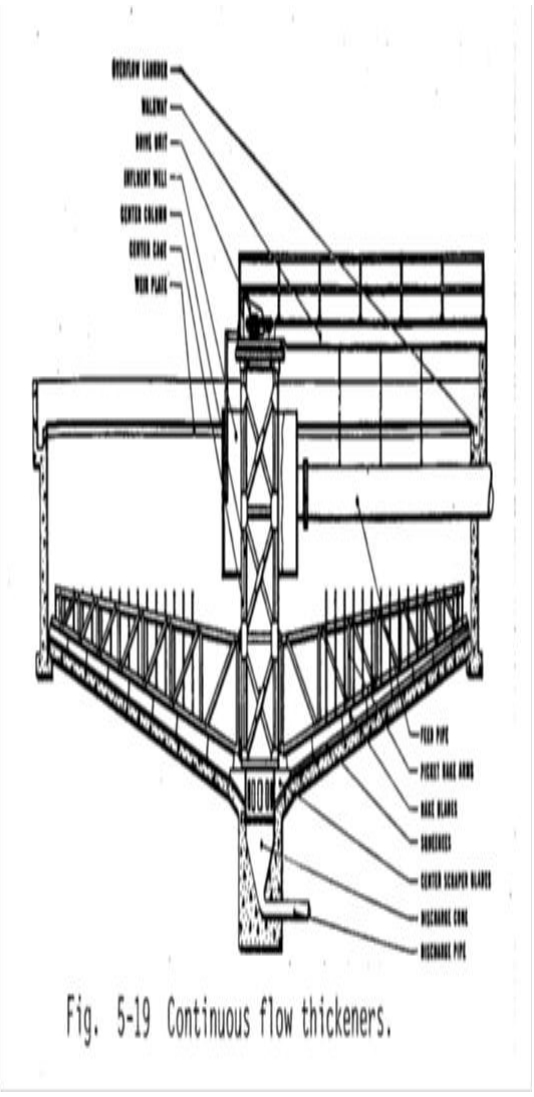
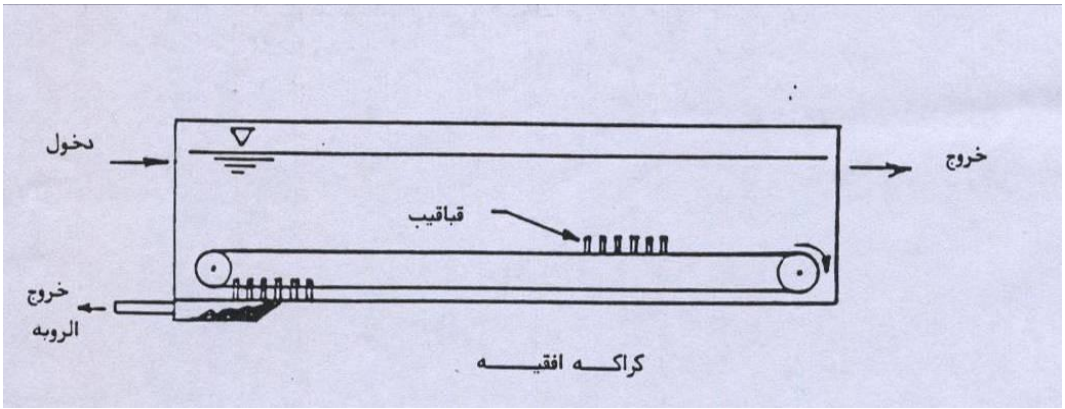
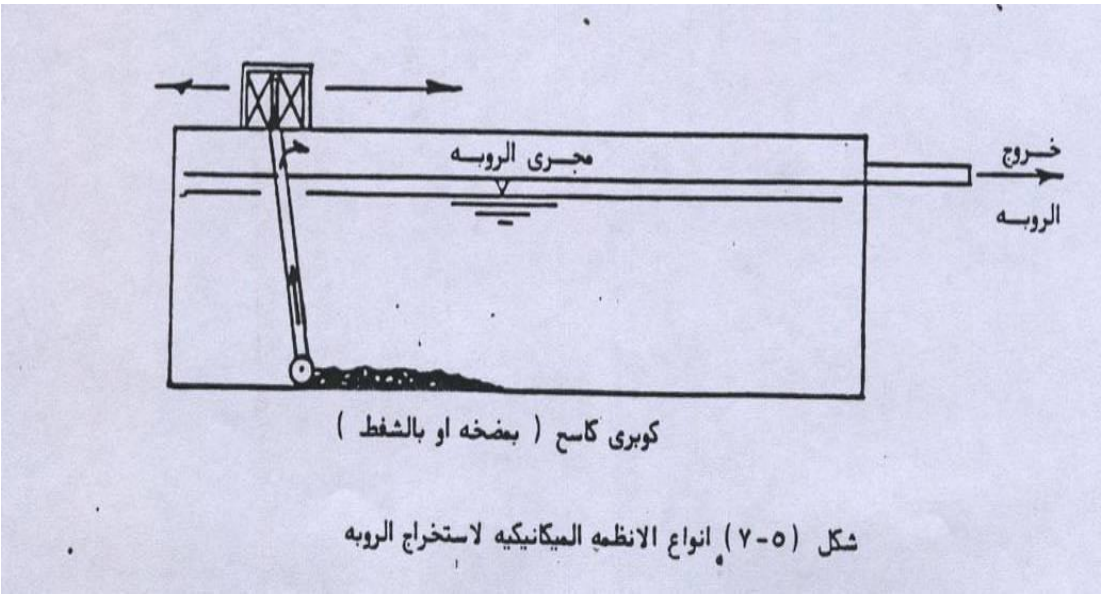


Fig. 5-19 Continuous flow thickeners.

وفي الأحواض المستطيلة يكون هناك كساحة أفقية لجمع الروبة أو كباري علوية كما بالشكل

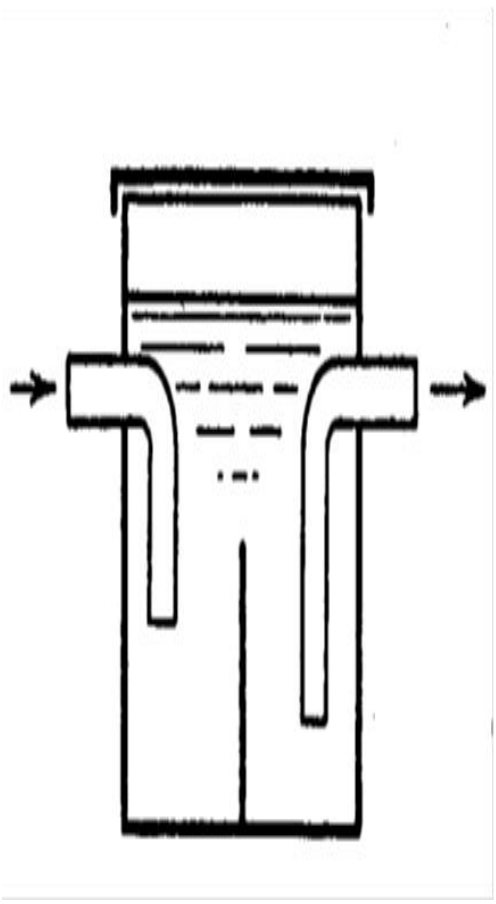




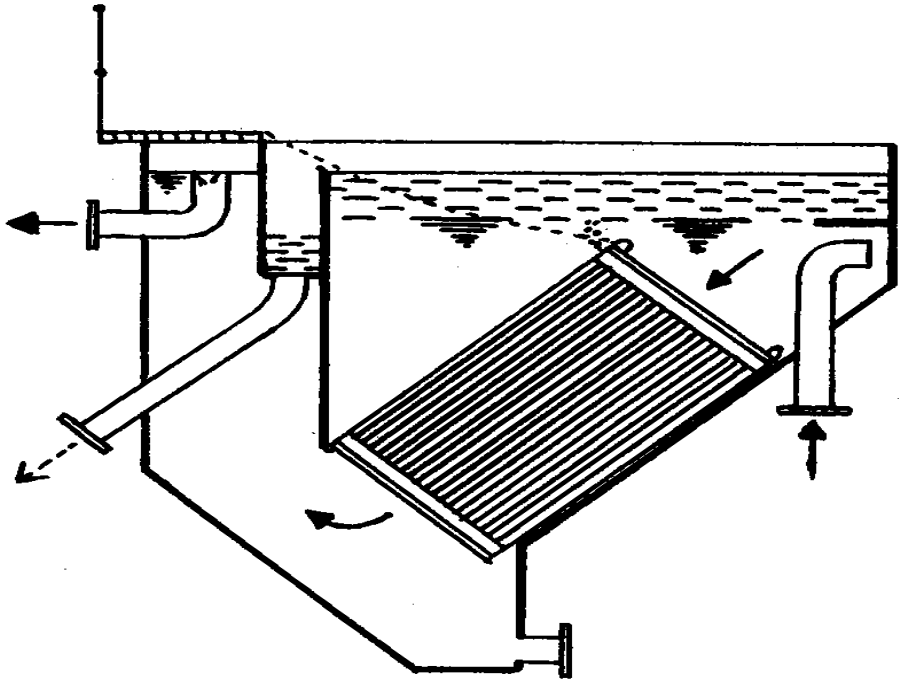
شكل (٥-٧) انواع الانظمه الميكانيكيه لاستخراج الروبه

يتم بعد ذلك تجميع الروبة في بيارات معالجة الروبة والتي تعمل علي ترسيب اكبر قدر من المواد العالقة ثم التخلص من المياه الناتجة في المصارف علي ان تكون مطابقة للقوانين البيئية

هذه البيارات لها العديد من الأشكال



ومن تلك الأنواع أحواض الترسيب باستخدام ألواح اللاميلا.



وقد تستخدم بحيرات الترسيب الطبيعي لمعالجة مياه صرف المروقات وغسيل المرشحات كما في محطة كدوان بالمنيا.

الترشيح (Filtration)

مرشحات رملية سريعة

عملية الترشيح هي عملية سريان الماء خلال طبقة منفذة سواء كانت هذه الطبقة ورقة ترشيح او وسط مسامي، وفي محطات تنقية المياه الترشيح هو عملية سريان المياه من خلال وسط حبيبي (عادة رمل) حيث يتم حجز الشوائب من المواد العالقة وازالة الكائنات الدقيقة الممرضة.

آلية الترشيح

عند مرور المياه خلال الوسط الترشيحي يتم حجز الشوائب ذات الحجم الاكبر من المسام الموجودة بسطح الوسط الترشيحي كما بالشكل ١ وهذا لا يحدث بالمرشحات الرملية السريعة لان هذه الشوائب عادة يكون قد تم إزالتها خلال مرحلة الترويق.

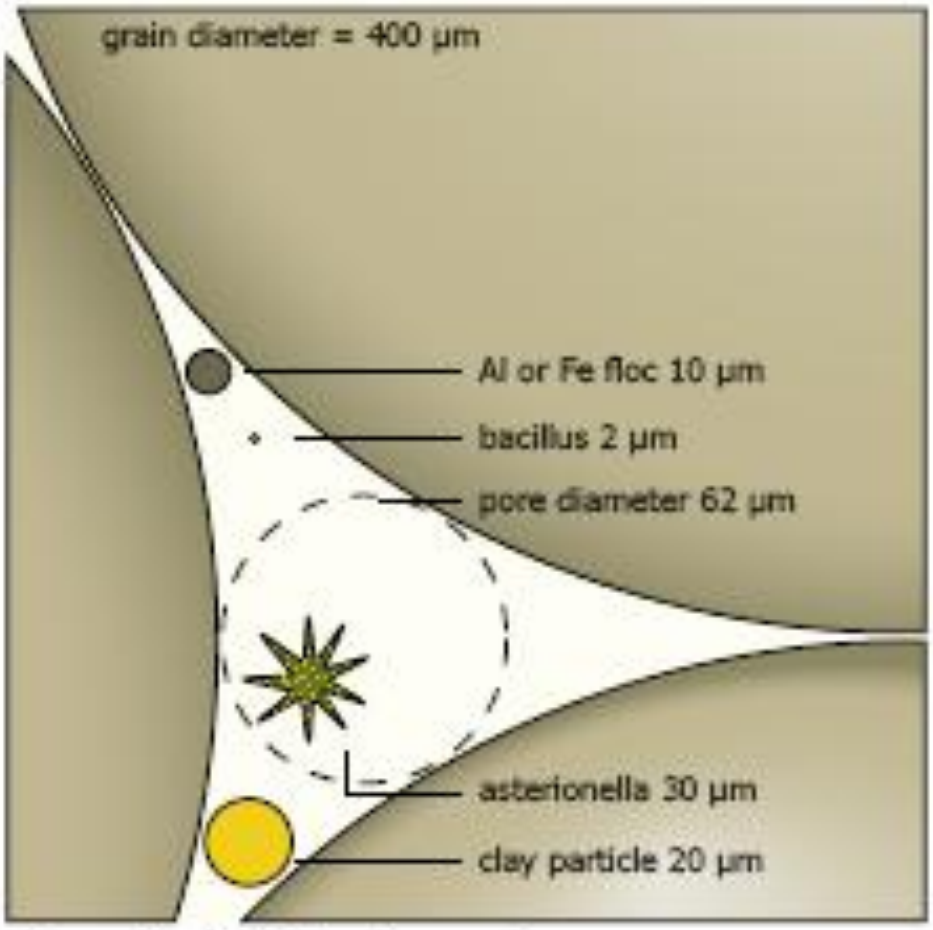


Figure 2 - Principle of screening

التطبيقات المختلفة للترشيح

المرشح متعدد الطبقات

هو المرشح الذي يتكون من عديد من طبقات الوسط الترشيحي المختلفة من حيث حجم الحبيبات فتكون الحبيبات ذات الحجم الأكبر في الأعلى، وفي حالة الترشيح من أسفل الي اعلي تكون الحبيبات ذات الحجم الأكبر بالأسفل بحيث يمر الماء علي الوسط الخشن اولا ثم الناعم.

الترشيح بالضغط

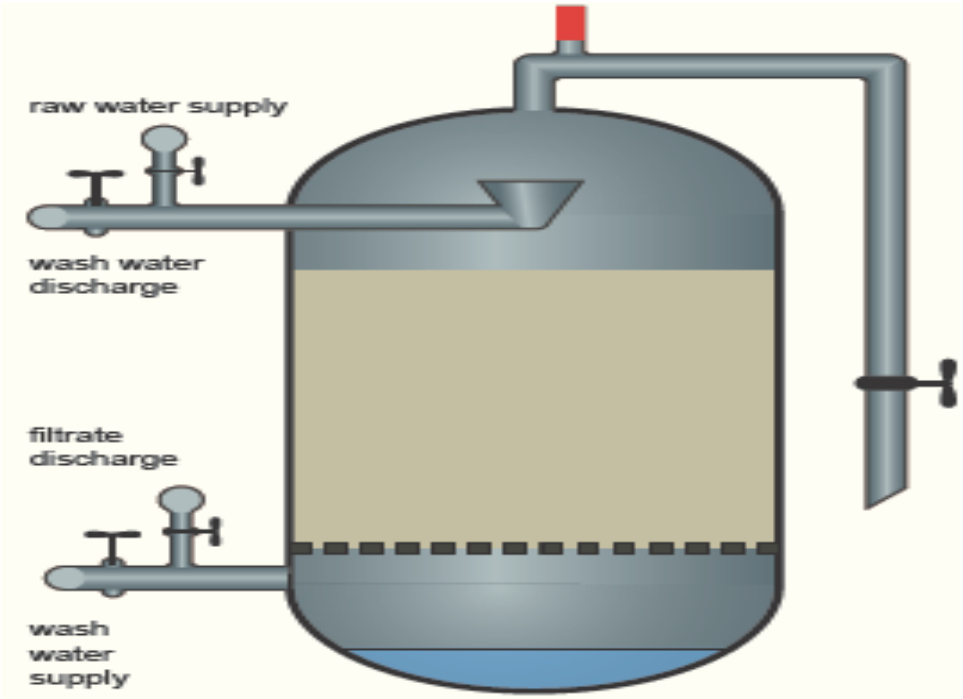


Figure 24 - Principle of pressure filtration

مرشحات الضغط تعمل بنفس الأسس التي تعمل بها المرشحات الرملية الشريعة غير انه في هذه الحالة يكون الوسط الترشيحي وقاع المرشح والمياه الخام الموجودة اعلي المرشح محاطة بغلاف لا ينفذ الماء وهذا ما يعني نظام مغلق يتم إجبار الماء على المرور خلال الوسط الترشيحي وهو ما يعني انه لا خوف من حدوث ضغط سالب وليس هناك أهمية للفقد في الضغط.

وهذا النوع من المرشحات يسمح باستخدام معدلات الترشيح السريعة فتكون من ٧ الي ٢٠ م/س. وبالتالي يمكن أن تكون مساحة المرشح صغيرة جدا وكذلك فترة تلامس المياه مع الوسط الترشيحي.

الترشيح من أسفل الي اعلي

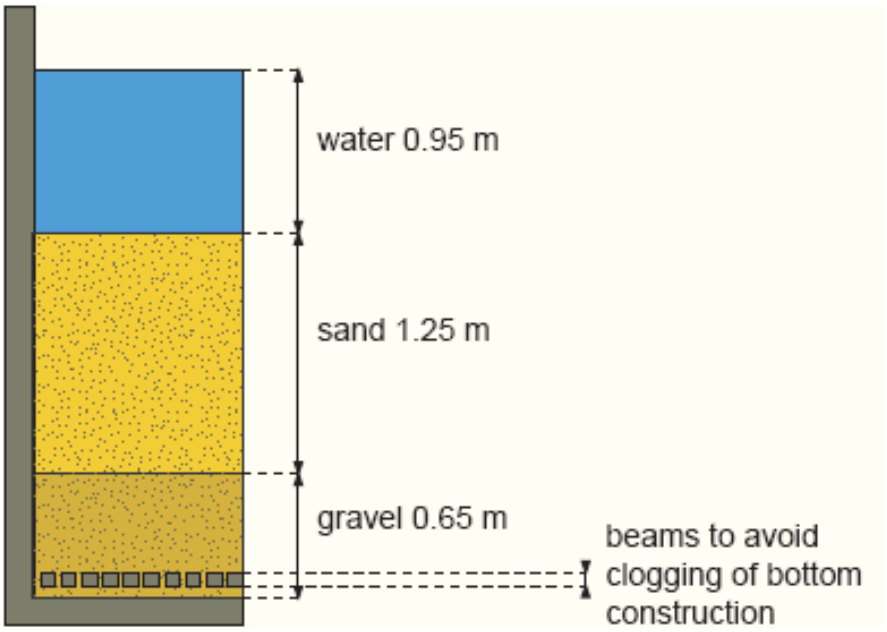


Figure 28 - Principle of uplow filtration

هو الترشيح ذو فتره التشغيل الأطول والجودة الأفضل بين المرشحات عندما يمر الماء من الوسط الخشن الي الوسط الترشيحي الناعم. في هذا النوع من المرشحات يكون الوسط الترشيحي الخشن أسفل الوسط الترشيحي الناعم ويسري الماء من أسفل الي اعلي، تتراكم معظم المواد العالقة بالطبقة السفلى ويكون معدل زيادة مقاومة الوسط بطيئاً وبزيادة المقاومة يزداد الضغط تدريجيا ويقل تدريجيا الى اعلى.

و للترشيح من اسفل الي اعلي مزايا كثيرة منها عدم حدوث الضغط السالب والجودة العالية للمياه المنتجة وزمن الترشيح الطويل.

ولكن له عيوب منها:

- ان المياه العكرة تدخل من نفس مكان دخول مياه الغسيل مما قد يتسبب في انسداد الفواني في قاع المرشح وبالتالي عدم انتظام غسيل الوسط الترشيحي وبالتالي تسوء جودة المياه المرشحة.
- قد يفقد بعض من الوسط الترشيحي أثناء عملية الترشيح عندما يزداد الضغط نتيجة انسداد الوسط الترشيحي مما قد يسبب تعويم الوسط الترشيحي وهذا الفقد قد يؤدي الي نقص ارتفاع الوسط الترشيحي وبالتالي تسوء جودة المياه المرشحة.

الترشيح المتواصل

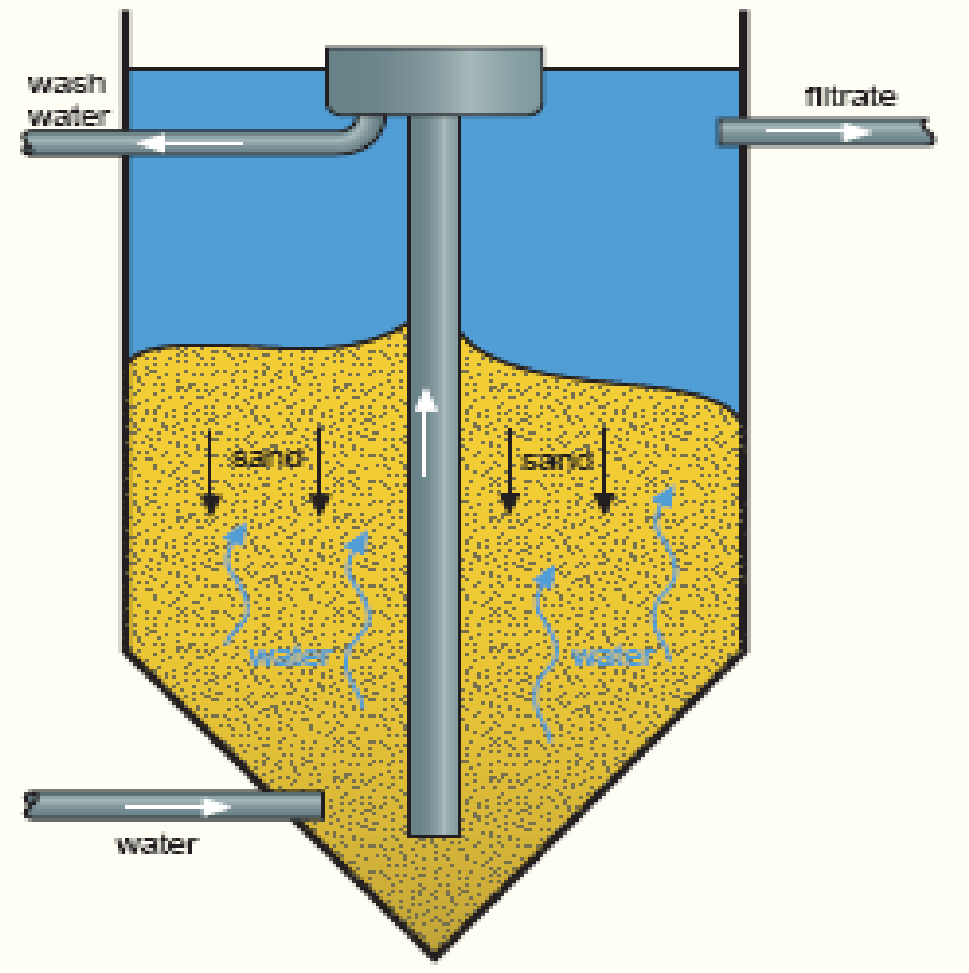


Figure 30 - Schematic representation of a continuous filter

في هذا النوع من المرشحات يتم إعادة تدوير الرمال وغسلها داخل المرشح وهو ما يعني ان عملية الغسيل مستمرة يدخل الماء الخام للمرشح من اسفل ويخرج الماء المعالج من اعلي من خلال هدار، الرمال المختلطة بالشوائب تنتقل الى اعلى وتحل محلها رمال نظيفة من المنطقة العليا وتتم هذه الحركة بواسطة طلمبة أو بواسطة ضغط الهواء، بناء على معدل غسيل الوسط تكون جودة المياه المعالجة وايضا كمية المياه المفقودة في الغسيل. معدل الترشيح في هذا النوع من المرشحات يتراوح من ١٤ الي ١٧ م / س.

المرشحات الرملية البطيئة

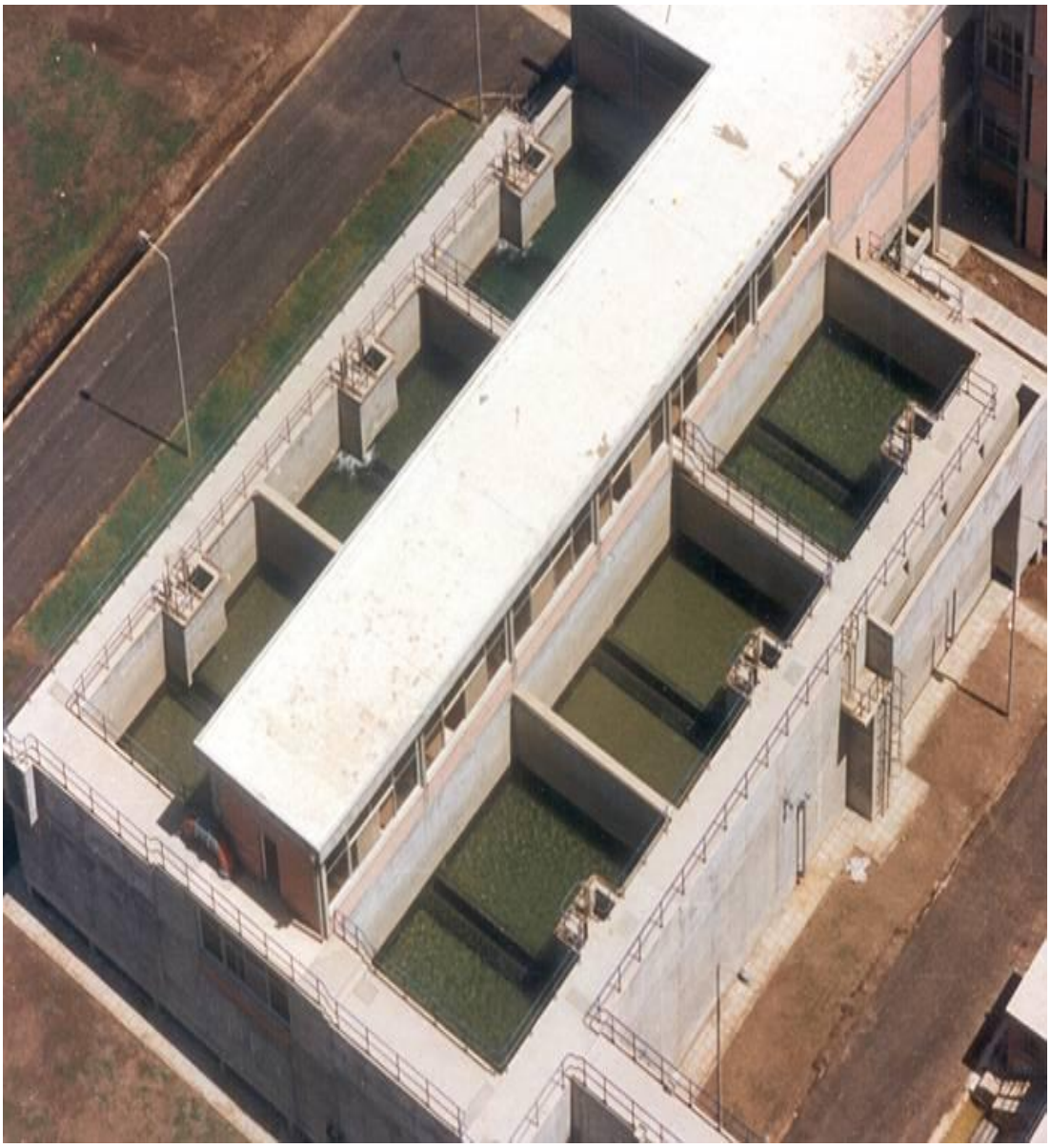
يستخدم هذا النوع من المرشحات عندما يكون الغرض من المرشح ازالة البكتريا والفيروسات كبديل لاستخدام وسائل التعقيم

المرشح الرملي البطيء يتميز بوسط ترشيحي ذو حجم فعال صغير (٠,٢ الي ٠,٦) ومعدل الترشيح اقل من ١ م/س وبالتالي تحتاج نفس كمية المياه الي مساحات اكبر من الوسط الترشيحي مقارنة بالمرشحات الرملية السريعة. كما يتضح بالصورة

Figure 33 - Difference in surface area between rapid filtration and slow sand filtration

يحدث الترشيح في الطبقة العليا حيث تتكون الطبقة البيولوجية التي تعمل علي المعالجة. لتنظيف المرشح لا يتم غسله بل يتم كشط الطبقة العليا (١ سم). لان المرشحات الرملية البطيئة تقع بعد المرشحات الرملية السريعة فان المرشح البطيء لا يتمك تحميله بالشوائب ولذا قد تمتد فترة تشغيله إلى سنوات.

أنواع المرشحات الرملية السريعة



يمكن تصنيف المرشحات تبعا لما يلى:

١. عمق المنشأ الخرساني للمرشح حيث تنقسم المرشحات الي مرشحات عميقة (deep filters) ومرشحات ضحلة (shallow filters) وهو ما يدل علي كيفية التحكم في المرشح ودخوله أو إخراجه من الخدمة.

٢. يمكن تصنيف المرشح تبع لارتفاع المياه الخام فوق الوسط الترشيحي أثناء الترشيح فنقول ان المرشح ذو منسوب ثابت أو منسوب متغير.

٣. كما ينم تصنيف المرشح من حيث ثبات أو تغير معدل الترشيح فنقول مرشح ذو معدل ترشيح متناقص.

منظومة حقن الكلور

عملية تطهير المياه:

هي أهم خطوة من خطوات معالجة المياه فهي التي تضفي علية صفة الصلاحية وتؤمنه ضد الأمراض المعدية المنقولة عن طريقة water borne diseases وتتم معالجة المياه بطرق متعددة منها:

١. **المعالجة الحرارية:** تعتمد على غليان الماء باستخدام الغلايات ولا تنتج كميات كبيرة من الماء وإن كانت تستخدم في تحلية مياه البحر المالحة.
٢. **المعالجة الإشعاعية:** تتم عن طريق مرور المياه على لمبة تنتج أشعة فوق بنفسجية ultravilot ويجب أن تكون المياه خالية من العكارة والشوائب وقريبة جدا من سطح اللمبة المشعة ولا تستخدم هذه الطريقة إلا في إنتاج كميات صغيرة من المياه.
٣. **المعالجة الكيميائية:** وتعتمد على استخدام المواد الكيميائية في التطهير والتعقيم ومنها الكلور وثاني أكسيد الكربون وبرمنجانات البوتاسيوم والأوزون والجير والبروم واليود.

استخدام الكلور في محطات المياه:

يستخدم الكلور في محطات مياه الشرب بغرض:

١. التطهير: قتل البكتيريا الضارة والمسببة للأمراض.
٢. القضاء على مشاكل الطعم والرائحة.
٣. الأكسدة: أكسدة عدد من الشوائب الكيميائية الموجودة في الماء كالحديد والمنجنيز والأمونيا وكبريتيد الهيدروجين.

نظرية عمل الكلور:

لفهم تفاعلات الكلور في المياه الطبيعية نفرض مبدئيا ان التفاعل سيحدث في مياه مقطرة ولذلك فإن كمية الكلور الحر المتبقية تتعلق مباشرة بكمية الكلور المضافة (الجرعة) وعلى سبيل المثال: إذا أضيف جرعة كلور بمقدار ٢ مجم / لتر لتلك المياه ستعطى نفس القيمة (٢ محم / لتر) ككلور متبقى حر بعد انتهاء فترة المكث.

منظومة الكلور بالمحطات:

تتكون منظومة الكلور بالمحطات ما يلى:

١. أجهزة إضافة الكلور (chlorinators).
٢. أسطوانات تخزين الكلور.
٣. طلمبات البوستر بملحقاتها.
٤. خطوط ونقط الحقن.

أجهزة حقن الكلور:

وتتكون من:

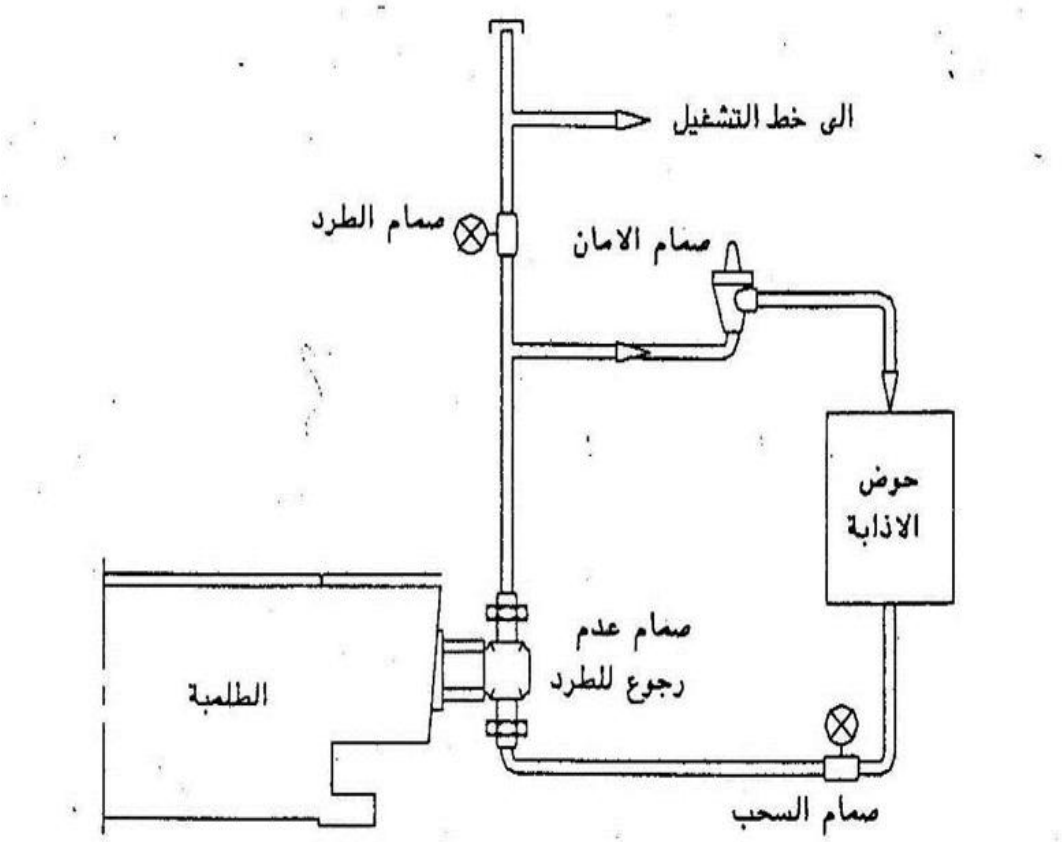
١. صمام تنظيم الضغط (منظم الكلور) (pressure regulating valve PRV).
٢. مقياس التدفق (مقياس التصرف أو جرعة الكلور) (flow meter).
٣. صمام ضبط معدل التدفق (flow rate valve).
٤. صمام تحرير الضغط (pressure relief valve).
٥. صمام تنظيم التفريغ (vacuum regulating valve).
٦. صمام تحرير التفريغ (vacuum relief valve).

منظومة الشبة

يتم استخدام الشبه في محطات مياه الشرب بغرض ترسيب المواد الطينية والشوائب العالقة بالمياه وتتكون منظومة حقن الشبة عادة بالمحطات من العناصر الآتية:

١. خزان الشبة المركزة (أو خزان التذويب في حالة استخدام الشبة الصلبة).
٢. منظومة طلمبات النقل والتدوير.
٣. خزانات التخفيف.
٤. طلمبات حقن الشبة (والمعدات المساعدة وتشمل محابس الأمان وخامدات النبضات).
٥. خطوط الحقن.

والشكل التالي يوضح عملية حقن الشبة



التخزين الأرضي

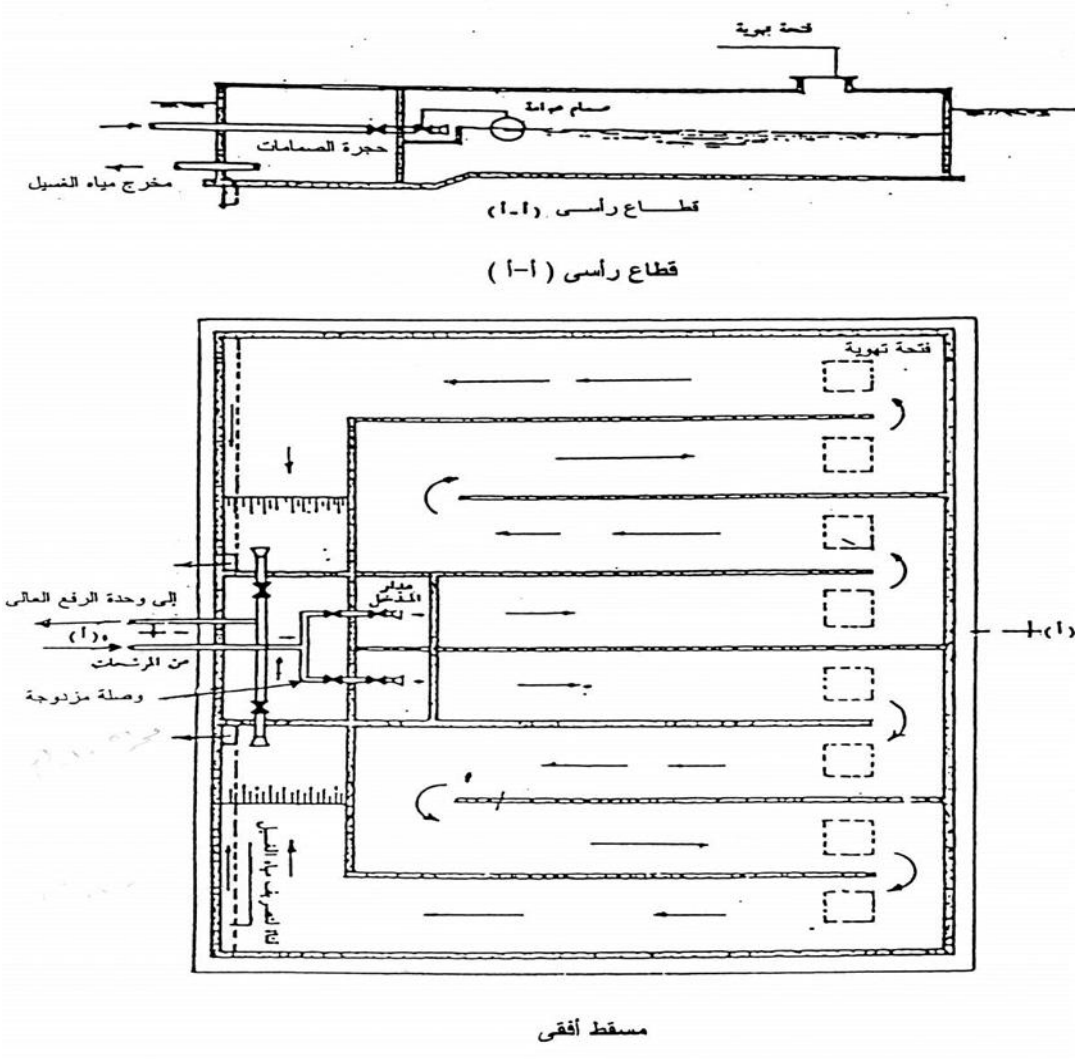
الغرض منه استقبال المياه بعد خروجها من المرشحات، وتحقيق فترة تلامس بين المياه المرشحة وجرعة الكلور النهائي (post-chlorination) المضافة لتحقيق التطهير. وحيث تسحب طلمبات التوزيع (طلمبات الضغط العالي) المياه من تلك الخزانات الأرضية عن طريق بيارة المياه المرشحة، لدفعها في شبكات التوزيع للاستهلاك.

وتبنى الخزانات الأرضية عادة تحت منسوب سطح الأرض، لتتلقى المياه الخارجة من المرشحات بالانحدار الطبيعي، وفي بعض العمليات تبنى تحت المرشحات مباشرة، إلا أن ذلك يشكل بعض الصعوبات في التنفيذ.

ويتم حساب كمية التخزين الأرضي لتفي بالاحتياجات التالية:

- الفرق بين أقصى استهلاك يومي والتصرف التصميمي.
- حجم تخزين للطوارئ من ٤ – ١٠ ساعات من الإنتاج اليومي.
- زمن التلامس اللازم بين الكلور والماء لتحقيق التطهير (٣٠ دقيقة).
- حالات الأعطال التي يمكن أن تتعرض لها وحدات التنقية بمراحلها المختلفة.
- سد الاحتياجات الضرورية والغير متوقعة مثل مقاومة الحرائق.
- تقليل التكاليف الإجمالية لعملية التنقية، إذ بدونها يجب أن تكون طاقة العملية قادرة على مواجهة أقصى تصرف مطلوب (عادة ما يصل إلى ٢,٥ مرة من التصرف المتوسط).
- ثم يضاف كمية التخزين اللازمة لمواجهة الحرائق إلى أكبر كمية من الكميات الثلاث السابقة.

احواض المياه المرشحة (الخزان الارضي)



التخزين العالي:

وهو تخزين المياه في خزانات عالية يتم إنشاؤها من الخرسانة المسلحة أو من الصلب.

عنبر الطلمبات المرشحة

تتم عملية ضخ المياه لشبكة المستهلكين عن طريق عنبر الطلمبات المرشحة ويتكون من:

أ. الطلمبات المرشحة وأنواعها أيضا الأفقية والرأسية كما جاء ببند الطلمبات العكرة.

ب. نظام التحضير.

ج. خطوط السحب والطرد.

د. محابس السحب والطرد وعدم الرجوع على طرد الطلمبات.

هـ. لوحة التشغيل الكهربية.

و. بوادىء الحركة.

ز. محولات القدرة.

مكونات وحدات المعالجة والرفع لمياه الصرف الصحي

أولا محطة المعالجة

مقدمة

توجد طرق عديدة لمعالجة مياه الصرف الصحي بغرض إزالة المواد المسببة للتلوث سواء كانت عضوية أو غير عضوية، وذلك حتى يمكن التخلص من مياه الصرف الصحي التي تمت معالجتها بطريقة آمنة وذلك عند إلقائها في مصرف زراعي أو مسطح مائي أو استخدامها في أعمال ري المزروعات، أو التخلص منها علي سطح الأرض أو باطنها دون أن تسبب أي آثار سلبية على البيئة (الماء – الهواء – التربة).

والمراحل المتبعة حالياً في معظم محطات معالجة مياه الصرف الصحي تتلخص كما يلى:

١. معالجة تمهيدية.

٢. معالجة ابتدائية.

٣. معالجة ثانوية (بيولوجية) بمختلف أنواعها الثلاث.

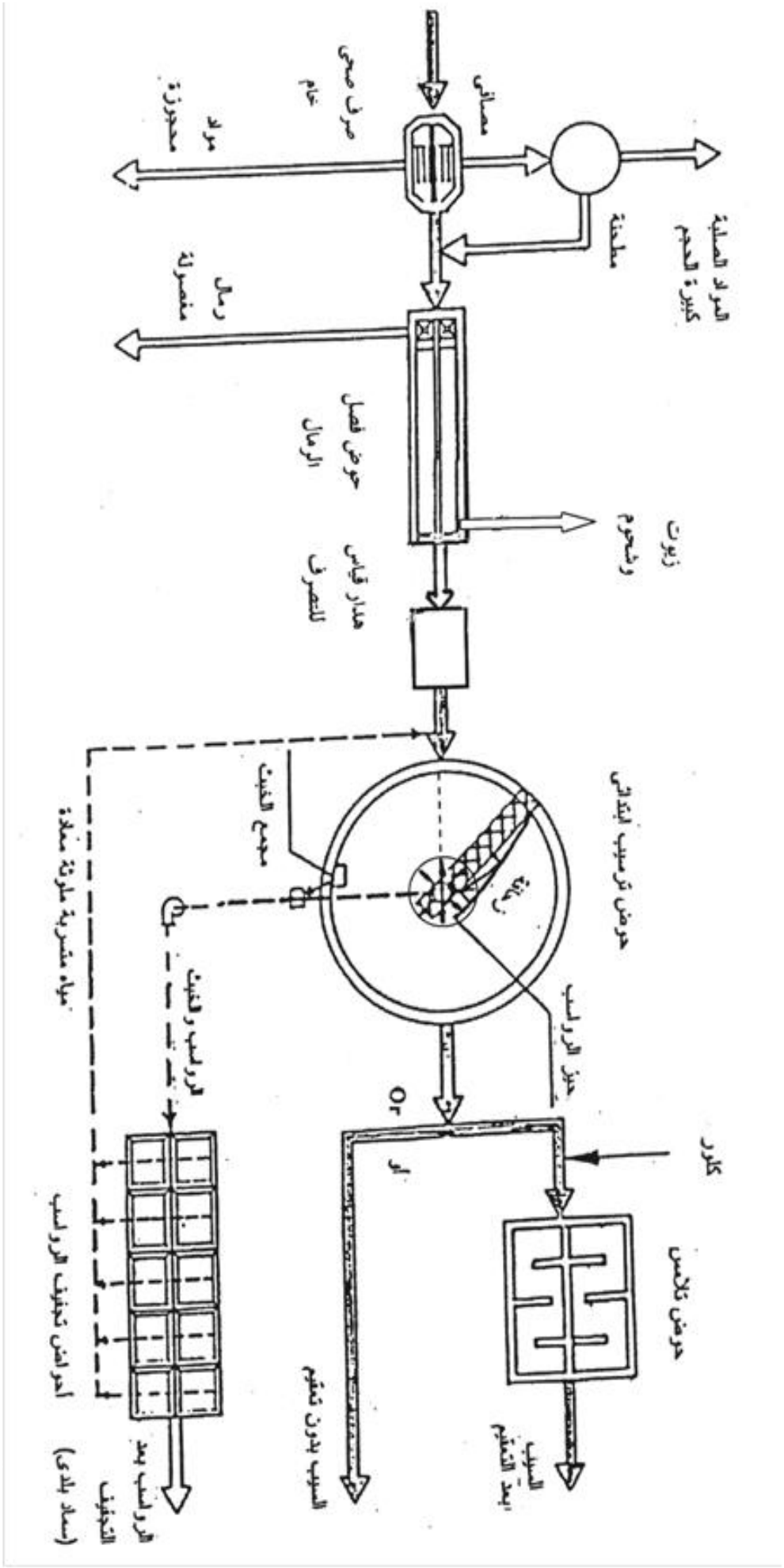
٤. معالجة ثلاثية متقدمة (إضافية) بمختلف أنواعها.

٥. أعمال التخلص من السيب الناتج (مياه الصرف الصحي المعالجة).
٦. معالجة الرواسب (الحمأة) الناتجة من وحدات المعالجة لمياه الصرف الصحي.

وعملياً فإنه يمكن الاستغناء عن بعض من هذه الوحدات لأسباب اقتصادية والاكتفاء بمعالجة جزئية مثل المعالجة الابتدائية فقط أو إنشاء وحدات معالجة ثانوية (بيولوجية) بعد المعالجة الابتدائية وهكذا، إلا أنه وبغرض الحصول على مياه صرف صحى معالجة لا تؤثر سلبا على البيئة، كما يمكن إعادة استخدامها في أعمال الري، فيفضل إتباع جميع الخطوات المذكورة لأعمال المعالجة. ويوضح الشكل رقم (١) لمجموعة أعمال معالجة مياه الصرف التمهيدية والابتدائية والتي يمكن تسميتها بالمعالجة الميكانيكية حيث أنها تعتمد على نظريات الحجز والترسيب الطبيعي الميكانيكي.

ويمكن تلخيص مكونات وحدات معالجة مياه الصرف الصحي التمهيدية والابتدائية والشائع استخدامها كما يلى:

١. المصافي.
٢. وحدات فصل الرمال والزيوت والشحوم.
٣. أحواض فصل الرمال.
٤. احواض الترسيب الابتدائي.



شكل رقم (1) ديجرام لمسار مياه الصرف الصحي في وحدات المعالجة التمهيدية والابتدائية

١. المصافي

بعد دخول مياه الصرف الصحي الخام محطة المعالجة من خلال غرفة التهدئة يتم توزيعها خلال مجاري مكشوفة مزودة بالمصافي، وتقوم هذه المصافي بحجز المواد الطافية كبيرة الحجم أثناء مرور مياه الصرف الصحي الخام خلالها وذلك لحماية طلمبات الضخ ومواسير الاتصال بين وحدات المعالجة من الانسداد، وكذلك حجز المواد الطافية على سطح مياه الصرف الصحي ذات المنظر الغير مرغوب فيه، والشكل رقم (٢) يوضح تفاصيل المصافي الميكانيكية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي.

٢. أنواع المصافي

١,٢. المصافي المتوسطة والكبيرة الفتحات

المصافي هي قضبان من الحديد المتوازي توضع بحيث تكون في مستوي واحد يعترض سير المخلفات السائلة، فتحجز أمامها المواد الطافية الأكبر من سعة فتحاتها، وتتراوح سعة فتحات المصافي المتوسطة من ٠,٢٥ إلى ١,٥٠ بوصة، والمصافي الكبيرة من ١,٥ إلى ٦,٠ بوصة، ويفضل دائماً استخدام المصافي ذات السعة الصغيرة في وحدات المعالجة الابتدائية، أما المصافي ذات السعة الكبيرة فيفضل استخدامها أمام محطات رفع- ضخ مياه الصرف الصحي الخام.

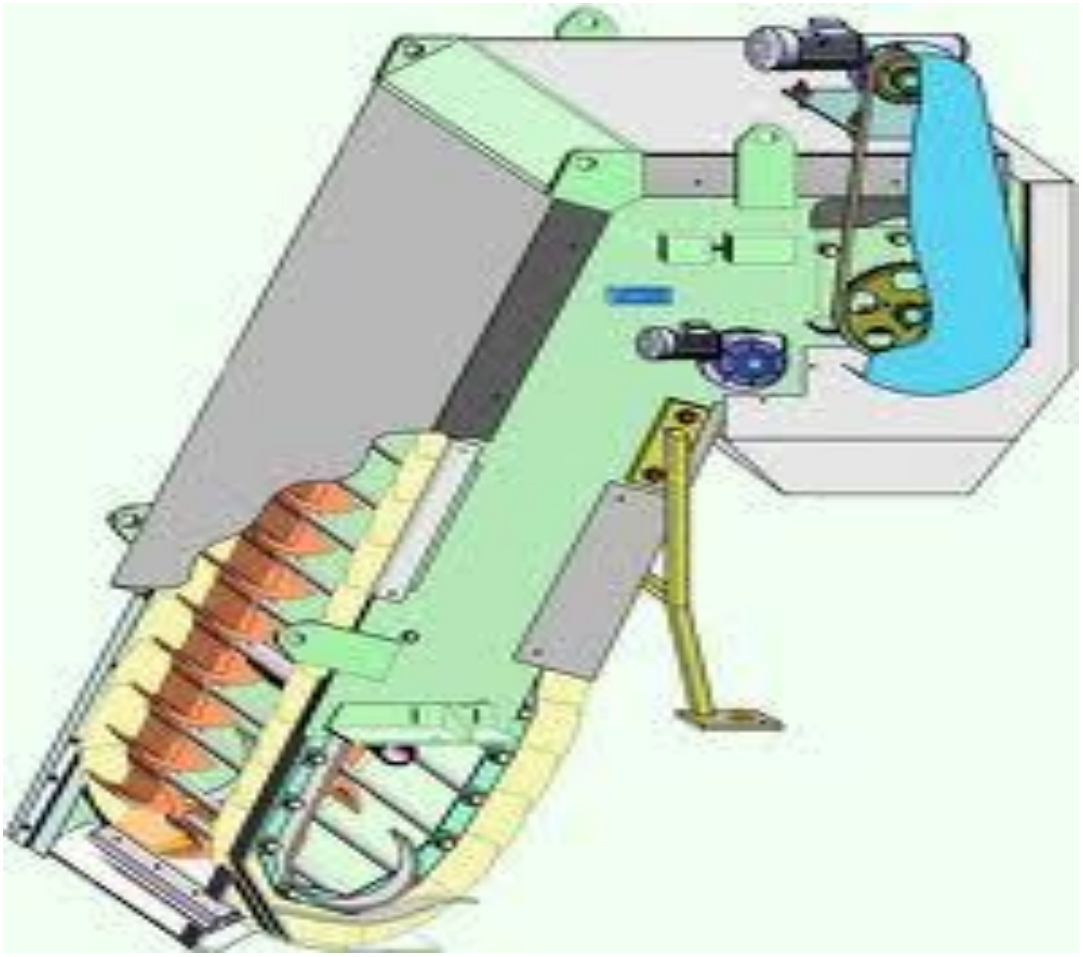
٢,٢. المصافي الدقيقة

هي ألواح معدنية بها فتحات (شقوق) تنفذ من خلالها مياه الصرف الخام ويتراوح عرض هذه الشقوق من ١٦ / ١ بوصة الي ٤ / ١ بوصة وطولها من ٢ / ١ بوصة إلى ٢ بوصة، ولا يفضل استخدامها في المناطق الريفية، وتستعمل في الحالات الآتية:

١. تصفية المخلفات السائلة قبل التخلص منها في البحار والمحيطات بدون معالجة.
٢. وجود مخلفات صناعية تحوى مواد عالقة يصعب ترسيبها.
٣. عندما يتطلب الأمر الاستغناء كلياً عن أحواض الترسيب الابتدائي في بعض عمليات المعالجة البيولوجية مثل التهوية الممتدة.

٣,٢. المصافي المتحركة

هي مصافي علي شكل شريط دائري يلف علي أسطوانتين أفقيتين وتسمى أيضاً بالمصافي اللفافة، كما توجد أنواع ترفع من مكانها لتنظيفها وتحل محلها مصافي أخرى ثم تعاد إلي مكانها. وجميع هذه الأنواع لا يفضل استخدامها في المناطق الريفية لاحتياجها لأعمال صيانة وتشغيل وقطع غيار بصفة مستمرة.



شكل رقم (٢) تفاصيل المصافي الميكانيكية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي

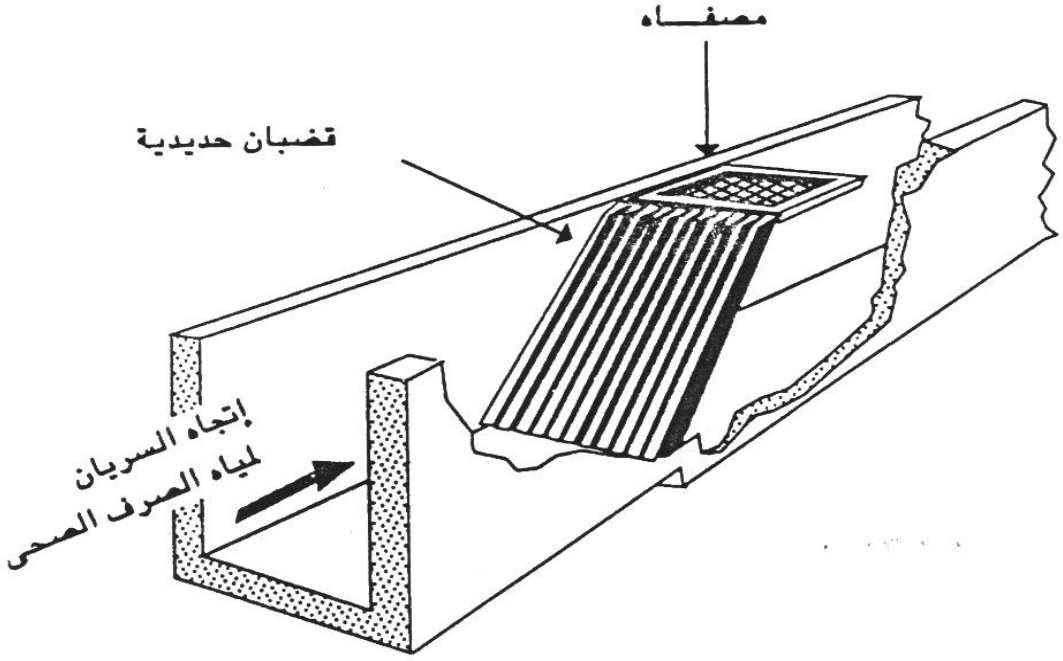
الشروط الفنية الواجب توافرها بالمصافي

الشكل رقم (٣) يوضح المصافي ذات القضبان، ويجب الالتزام بتنفيذ الشروط الفنية التالية:

١. يجب أن تكون القضبان الحديدية دائرية أو مستطيلة المقطع وتتراوح ما بين ١/٢ إلى ٣/٤ بوصة.
٢. يجب أن تكون زاوية ميل القضبان علي المستوى الأفقي ما بين ٣٠ إلى ٧٥ درجة وذلك ليسهل تنظيفها، كما أن الميل يساعد على تحميل الفضلات أمامها على منسوب سطح الماء.
٣. يجب أن تساوى المساحة الصافية ما بين القضبان ضعف مساحة المقطع المائي للمجرى المؤدى إلى غرفة المصافي (وذلك في حالة استعمال شبكة صرف منفصلة).
٤. في حالة استخدام شبكة صرف صحي مشتركة يكون صافي المساحة ما بين القضبان مساوياً لثلاثة أمثال مساحة المقطع المائي للمجرى المؤدى إلى غرفة المصافي.
٥. يجب ألا تزيد سرعة الماء العمودية على مستوى المصفاة عن ١٥ سم / ثانية حتى لا تسبب ضغطاً على الفضلات فتمر بين القضبان.

طرق تنظيف المصافي

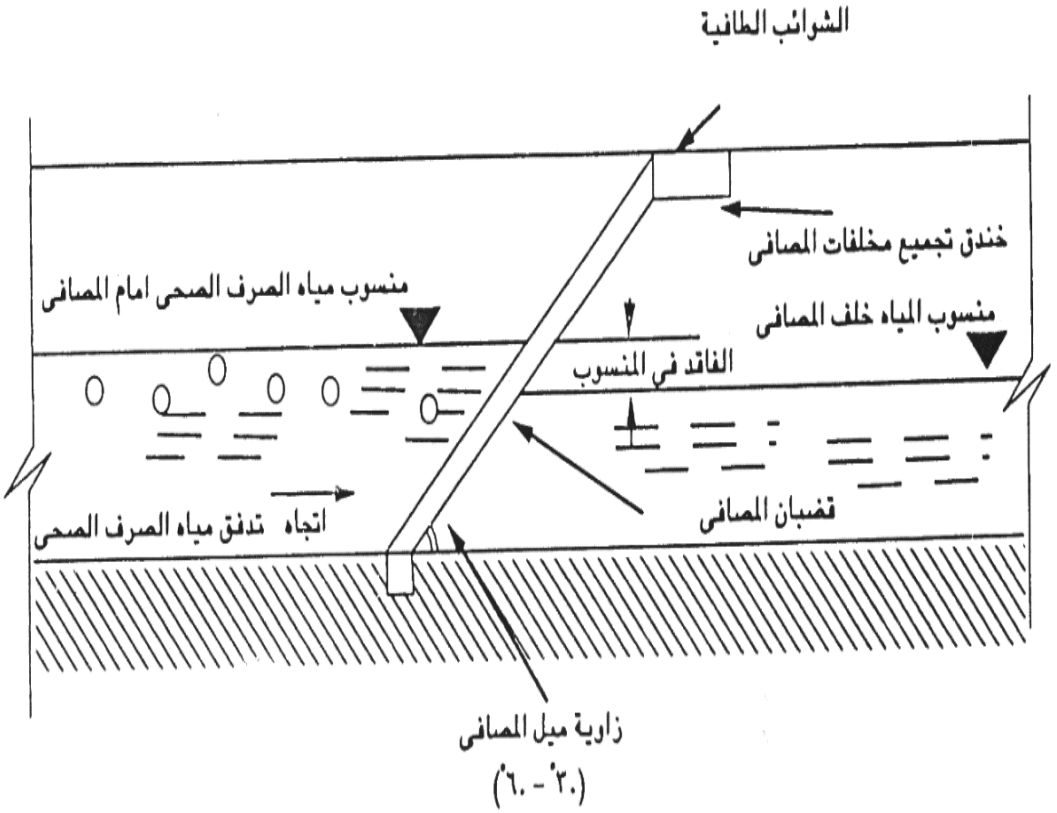
هناك طريقتان رئيسيتان لتنظيف المصافي هما:



شكل رقم (٣) المصافي ذات القضبان

١,٣,٢. تنظيف المصافي يدوياً

ويتم ذلك بالنسبة للمصافي العادية بأن يقف العامل على الرصيف الذى ترتكز عليه المصفاة، وبواسطة شوكة ذات يد طويلة يرفع المواد الطافية التي حجزت أمام المصافي لتجميعها على الرصيف والتخلص منها، ويستخدم هذا النظام في محطات المعالجة صغيرة الحجم أي محطات المعالجة في القرى والتجمعات السكنية الصغيرة، وتفاصيل المصافي اليدوية موضحه بالشكل رقم (٤).

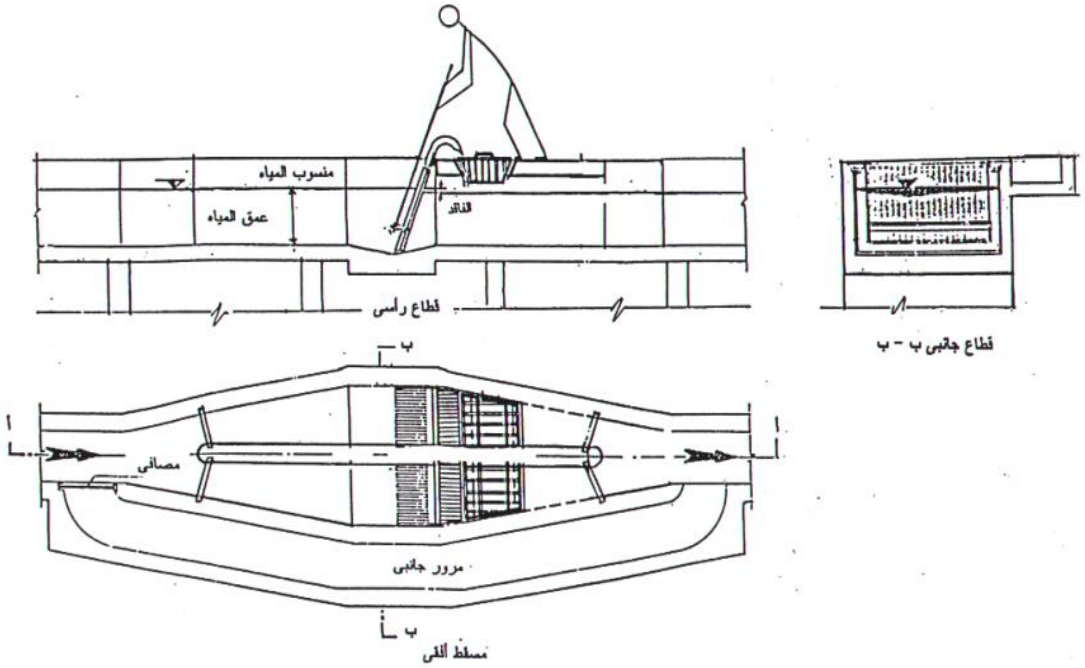


شكل رقم (٤) قطاع جانبي في المصافي اليدوية

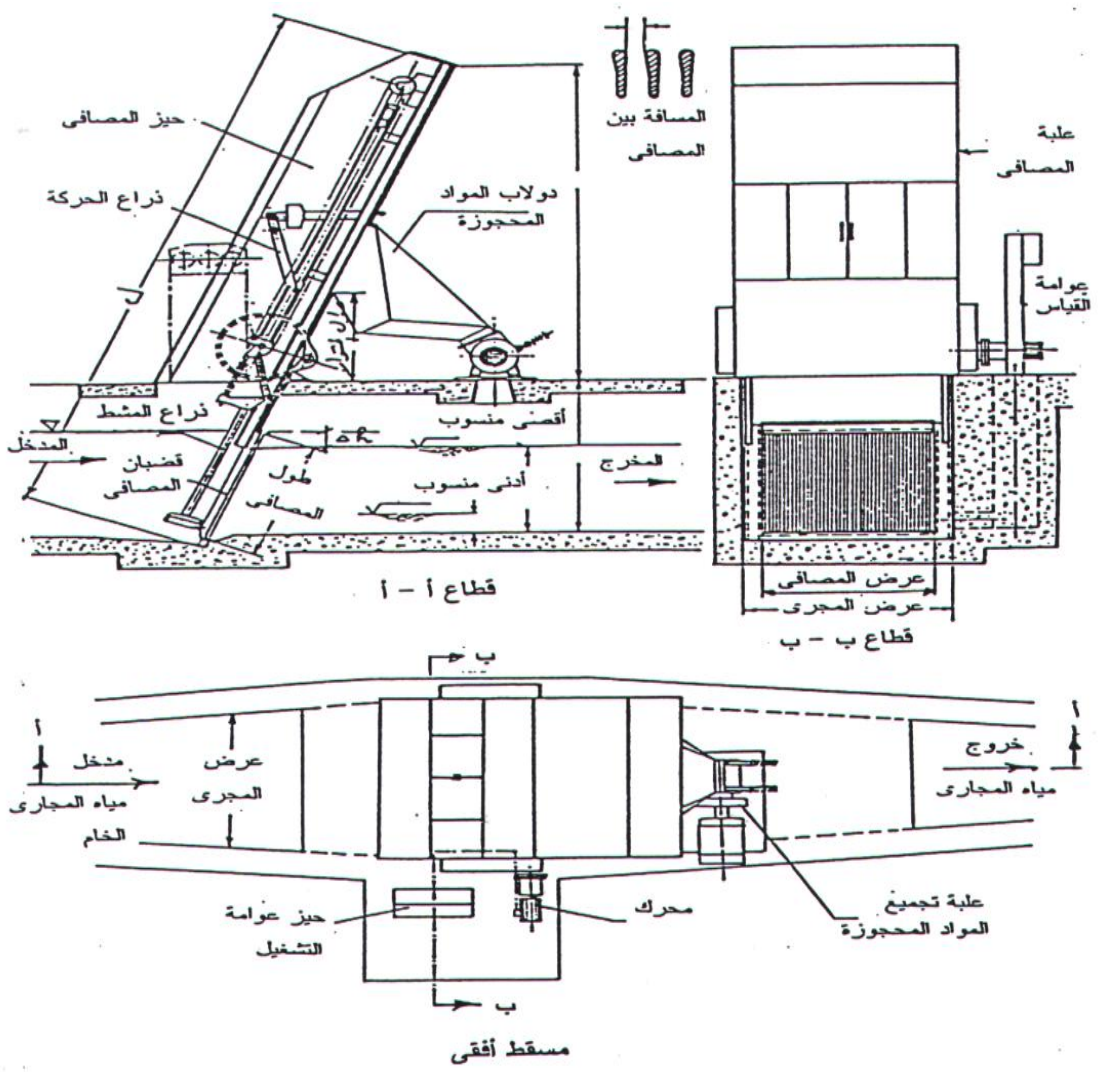
٢,٣,٢. تنظيف المصافي آلياً (ميكانيكياً)

وتستخدم هذه الطريقة في التصرفات الكبيرة وذلك بواسطة أمشاط متحركة لها أسنان تتخلل الفتحات بين القضبان، وعند وصول المشط إلى مستوى خروج المواد المحجوزة يتم استخراجها

ميكانيكياً، وفي حالة وجود مواد عالقة بالمشط يقوم العامل بتنظيفه بواسطة فرشاة خاصة، وجميع هذه التفاصيل موضحه بالشكل رقم (٥)، (٦).



شكل رقم (٥) طريقة تنظيف المصافي يدوياً



شكل رقم (٦) طريقة تنظيف المصافي ميكانيكياً

٣,٣,٢. تنظيف المصافي الدقيقة

ينظف هذا النوع بواسطة فرش دوارة خاصة ويحتاج إلى صيانة كبيرة وتشغيل دقيق، ولذلك لا يفضل استخدامه في المناطق الريفية كما سبق ذكره.

طرق التخلص من المواد المحجوزة أمام المصافي

بعد أن يتم تجميع المواد المحجوزة أمام المصافي سواء في مجرى التجميع لهذه المواد المرفوضة أو السيور المتحركة، والتي يتم تجميع في حاويات إما ثابتة أو متحركة إلى أن يتم التخلص منها بالوسائل التالية:

١. تجفيفها بالضغط لإزالة أكبر كمية من مائها ثم حرقها.

٢. حملها وإلقائها بعيداً في مناطق نائية.

٣. تقطيعها وفرمها بمفارم خاصة ثم نقلها إلى أحواض تخمير الرواسب حيث تعالج ويتم التخلص منها مع بقية الرواسب.

٤. الدفن في خنادق محفورة بالأرض وتغطيتها بطبقة ردم من الرمال لا تزيد عن ٦٠ سم تفادياً لرائحتها وتوالد الذباب على سطحها، وهو الأسلوب الممكن استخدامه في القرى. ويراعى رشها بالجير الحى في المناطق الحارة، كما يمكن تجميعها والتخلص منها في أقرب موقع للمدافن الصحية ويفضل استخدام هذا المرادف.

أسس التصميم الهيدروليكي للمصافي

يجب مراعاة النقاط التالية عند التصميم الهيدروليكي للمصافي:

١. ميل المصافي مع الأفقي يتراوح بين ٤٥ و٧٥ درجة.

٢. الفراغات (المسافات) بين القضبان تكون من ١ – ٢ سم.

٣. السرعة الأفقية خلال قناة المصافي يجب ألا تقل عن ٤٠ سم / ثانية.

٤. السرعة الأفقية خلال فتحات المصافي لا تزيد عن ١٠٠ سم / ثانية.

٥. الفاقد في مرور المياه خلال فتحات المصافي يمكن حسابه على أساس سريان المياه خلال الفتحات المستطيلة ويتراوح قيمته بين ١٠ سم إلى ٣٠ سم، وينتج هذا الفاقد من حجز المواد الطافية كبيرة الحجم وكسر جزء من الفتحات بين القضبان.

وهذا الفاقد في منسوب المياه أمام وخلف المصفاة (أي الفرق بين منسوب المياه أمام وخلف المصفاة) يمكن تقديره من المعادلة الهيدروليكية التالية:

$$h = 1.4\left[\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}\right]$$

حيث أن:

- h= الفرق بين منسوب المياه أمام وخلف المصفاة (م).
- V2= سرعة الماء في فتحات المصافي (بين القضبان) (م / ث).
- V1= سرعة الماء أمام المصافي (م / ث).
- g= عجلة الجاذبية الأرضية (م / ث٢)

خصائص مخلفات المصافي

خصائص المواد المرفوضة والمحجوزة أمام المصافي يمكن تلخيصها كما يلى:

١. نسبة الرطوبة تتراوح بين ٦٥ – ٩٥%.
٢. نسبة المواد المتطايرة (المواد العضوية) تتراوح بين ٦٥ – ٩٥%.
٣. القيمة السمادية في المواد المرفوضة من أمام المصافي قيمتها الاقتصادية ضعيفة جداً:
   أ. الأزوت ٠,٠٢ – ٢,٢٥ %.
   ب. بوتاس ٠,٠٧ – ٠,٤٠ %.
   ج. فسفور ٠,١١ – ١,٦٠ %.
   د. قيمة حرارية ٢,٥٠ – ٤,٠٠ سعر / كيلو جرام.

ويفضل تجميعها والتخلص منها في الأماكن المخصصة (المدافن الصحية) لذلك دون الاستفادة منها.

التخلص من نواتج المصافي (المواد الصلبة المحجوزة)

تتميز المخلفات الصلبة التي يتم إزالتها بواسطة المصافي برائحتها الكريهة وجاذبيتها الشديدة للفئران والذباب والعديد من الحشرات الضارة، لذلك فهي مصدر خطورة حقيقي وينبغي التخلص منها، وعادة ما يتم هذا بدفنها أي التخلص منها في المدافن الصحية أو حرقها أو تقطيعها أو بفرمها في مفارم خاصة.

إن تقطيع الفضلات وإعادتها إلى الانسياب الداخل إلى أحواض الترسيب يمكن أن يؤدى إلى زيادة الحمل العضوي، وبالطبع فإن هناك عدداً من الاعتبارات تسهم في اختيار طريقة التخلص من الفضلات مثل موقع المحطة والمساحات المتاحة للدفن (إن وجدت) وغيرها.

وعند استخدام طريقة الدفن يجب أن يراعى وضع طبقة من التراب لا يقل سمكها عن ١٥ سم كغطاء أولى للحفرة، ثم يوضع الغطاء الثاني أو النهائي بعمق كافي لمنع وصول الحشرات من خلال الشقوق الناتجة عن ترييح التربة.

ولا تتم طريقة الدفن بشكل عشوائي أو حسب الظروف وإنما تخضع لقواعد وحسابات أساسية، أهمها حساب مدة استخدام حفرة ذات أبعاد معينة في دفن تلك النفايات. ويمكن استنتاج الزمن

الذى تمتلئ فيه الحفرة بالفضلات بقسمة حجمها المتاح على كمية الفضلات اليومية التي يتم دفنها فيها.

مثال تطبيقي (٢ / ١):

إذا كان تصرف محطة معالجة مياه الصرف الصحي هو ٧٦٠٠ م^{٣}/يوم، وتقوم المصافي بحجز ٠،١١٥ م^{٣}/ يوم من الفضلات يتم دفنها في حفرة بالمدفن الصحي حجمها ١٠ م^{٣}. فكم يوماً تمضى قبل أن تمتلئ الحفرة بالفضلات؟.

البيانات المتاحة:

- معدل الانسياب = ٧٦٠٠ م^{٣}/يوم
- المواد المحجوزة = ٠،١١٥ م^{٣}/يوم
- حجم الحفرة = ١٠ م^{٣}
- زمن ملئ الحفرة = حجم الحفرة

  حجم المواد المحجوزة/يوم
- = ١٠

  ٠،١١٥ = ٩٠ يوم (أي ثلاثة أشهر)

وهذا معناه أن لدى القائم على التشغيل ٩٠ يوم اعتبارا من بدء عملية الدفن حتى يجهز حفرة أخرى، لذلك فمن الواجب الاحتفاظ بسجلات يومية لحجم النقلات المدفونة للتأكد من أن الحفرة بالمدفن الصحي ستستمر صالحة طوال المدة المحسوبة.

السجلات الفنية للمصافي

من الواجب حفظ سجلات يومية وشهرية للبيانات الفنية للمصافي كما يلى:

١. **السجلات اليومية للمصافي:**

سجلات يومية لكمية الفضلات المزالة بواسطة المصافي بالأمتار المكعبة، أو بأي وحدات مناسبة (حجم وعاء محدد – صفيحة – برميل – .... إلخ).

٢. **السجلات الشهرية للمصافي:**

أ. تقارير الحجم الكلى للفضلات بالمتر مكعب في الشهر.

ب. تقارير حجم الفضلات بالمتر مكعب لكل متر مكعب من الانسياب.

ج. طريقة التخلص من الفضلات.

١. **أجهزة التقطيع**

تقوم أجهزة التقطيع بوظيفتين أساسيتين:

الأولى: تصفية مياه الصرف الصحي الخام.

الثانية: تقطيع الفضلات العضوية الصلبة التي تتسلل من عملية التصفية (المصافي) مع عدم فصلها عن مياه الصرف الصحي.

وبهذا فإن أجهزة التقطيع يمكنها أن تحل مشكلة التخلص من الفضلات الصلبة العضوية الكبيرة، وإن كانت تسهم بدرجة أو بأخرى في زيادة الحمل العضوي.

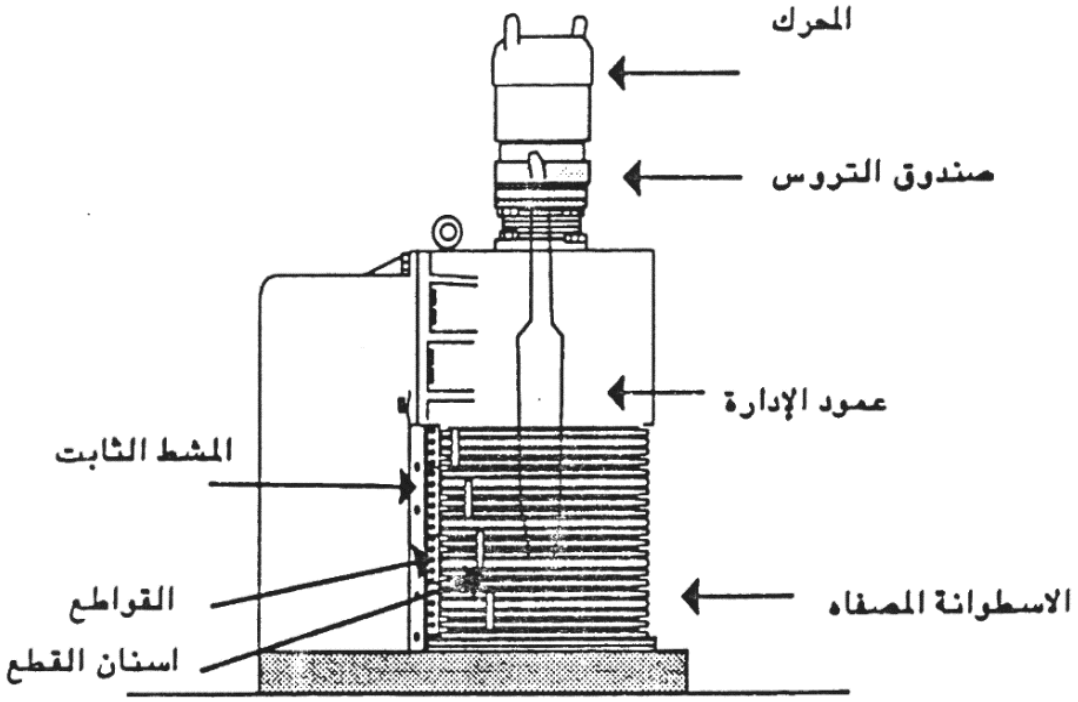
وتوضع أجهزة التقطيع في مجرى سريان مياه الصرف الصحي فتنساب مياه الصرف الصحي خلالها، وبينما تحجز المصافي (الموجودة بأجهزة التقطيع) الصخور والقطع المعدنية وما شابهها وتدعها تتجمع في حفرة أمام الجهاز، فإن القطع الكبيرة من القماش والأوراق وغيرها التي تتسرب مع المياه تتحول إلى أشلاء دقيقة بفعل أسنة الجهاز.

ومن الضروري إزالة قطع الخشب أو البلاستيك التي لا يتمكن الجهاز من تقطيعها يدوياً، ويتم إزالة الصخور والمعادن المتجمعة أمام الجهاز دورياً وذلك بإيقاف السريان وتطهير الحفرة كلما لزم الأمر، وتحدد خبرات التشغيل المدة اللازمة لإجراء تلك العملية الضرورية.

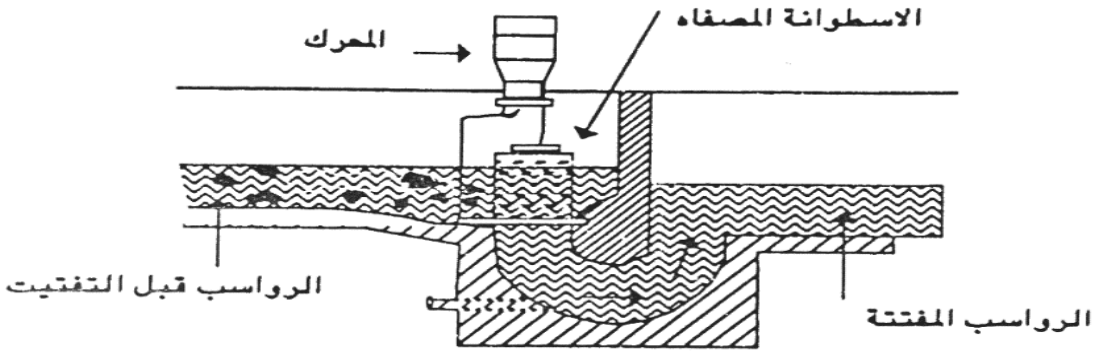
يتكون جهاز التقطيع اللفاف من أسطوانة دوارة ذات ثقوب مناسبة موزعة على سطحها الجانبي تسمح لمياه الصرف الصحي بالمرور خلالها، وكما هو موضح بالشكل رقم (٧) والشكل رقم (٨). ويثبت على الأسطوانة أسنان قاطعة على هيئة صفوف تقوم بعملية التقطيع عند مرورها خلال قضبان حادة أو مشط ذو أسلحة حادة، ويراعى أن يكون بينهما خلوص مناسب حتى تنجح عملية القص أو التقطيع، وتمر مياه الصرف الصحي خلال فتحات الأسطوانة وتنساب إلى قاع الأسطوانة ثم إلى الخارج، وينبغي وجود مانع تسرب للمواد الصلبة أسفل الأسطوانة، كما يراعى مراجعته على فترات مناسبة.

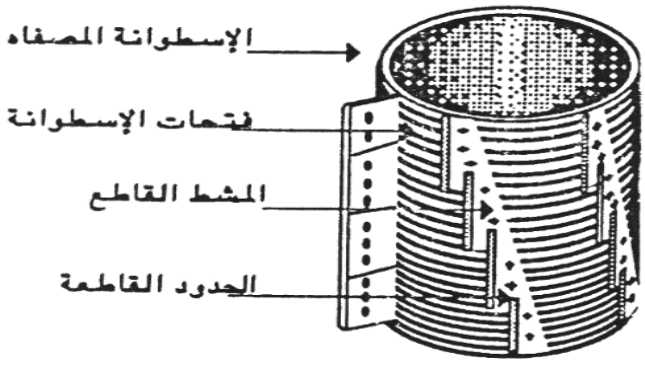
وهناك أنواع عديدة من أجهزة التقطيع أشهرها تجارياً يعرف باسم البارمينوتور، ويتكون من شبكة من القضبان على شكل حرف (U) وطنبورة دوارة مثبت عليها الأسنان والحدود القاطعة، وتتحرك الطنبورة صعوداً وهبوطاً على شبكة القضبان.

ونظراً لاحتواء مثل تلك المعدات على العديد من كراسي التحميل، لذلك يجب على القائمين على التشغيل ملاحظة مستوى الزيت حتى لا تتسرب المياه إليها. وعلى أية حال ومهما كان نوع الجهاز الذى يعمل في المحطة، فإن الطريقة الصحيحة لرعايته وتشغيله الأمثل تعتمد على المعلومات المتاحة من الشركات المصنعة.



شكل رقم (٧) جهاز القطع اللفاف – (١)





شكل رقم (٨) جهاز القطع اللفاف – (٢)

2. وحدات فصل الرمال وإزالة الزيوت والشحوم

هذه الوحدات هي المرحلة الثانية من المعالجة التمهيدية وهي تتكون من أحواض فصل الرمال وإزالة الزيوت والشحوم كما في المدن، أو من وحدات فصل الرمال فقط كما هو الحال في القرى حيث تكون كمية الزيوت قليلة، وفيما يلى شرح لكلاً منها بالتفصيل.

1.2. أحواض فصل الرمال

هي أحواض مستطيلة الشكل أو دائرية، الغرض منها هو فصل الرمال المتواجدة في مياه الصرف الصحي من الشوارع والأرصفة الغير مرصوفة، أو من مياه الأمطار عند تساقطها ووصولها للشبكة أو من التربة نتيجة وجود شروخ في المواسير أو في المطابق. ولا تتعدى مدة مكث المياه في هذه الأحواض دقيقة واحدة وبسرعة لا تزيد عن ٠,٣ م / ث، وذلك نظراً لأن الرمال سهلة الترسيب كما أنها مادة خاملة لا تتحلل وبالتالي تضعف القيمة الغذائية للرواسب كمادة تسميديه، لذلك يفضل فصلها أولاً وقبل دخولها أحواض الترسيب الابتدائي.

2.2. أحواض إزالة الزيوت والشحوم

في حالة الرغبة في إزالة الزيوت والشحوم من مياه الصرف الخام يتم إنشاء حوض إزالة الزيوت والشحوم الذى تصل فيه فترة المكث من ٥ إلى ١٠ دقائق مع إمداده بالهواء المضغوط لتسهيل عملية تعويم الزيوت والشحوم، وتظهر أهمية استخدام أحواض فصل الزيوت والشحوم عندما تكون المرحلة التالية من المعالجة البيولوجية (الثانوية) هي المعالجة باستخدام أحواض الحمأة المنشطة نظراً لما تسببه هذه المواد الدهنية من ضرر بليغ بهذه الأحواض. ومدة البقاء بأحواض فصل الزيوت والشحوم بين خمس وثماني دقائق، والهواء الحر اللازم لذلك هو حوالى ١٤ م٣ لكل حوالى ٤٠٠٠ م٣ من مياه الصرف. وقد وجد أن إضافة حوالى ١,٥ جزء / المليون من الكلور يساعد أيضا على سرعة إزالة هذه المواد العضوية. وغالباً ما يتم إنشاء حوض واحد لكل من فصل الرمال وفصل الزيوت والشحوم. ويمكن دمج حوض فصل الرمال مع هذا الحوض وتكون فترة المكث بين ٥ – ١٠ دقائق.

3.2. تنظيف أحواض فصل الرمال

الغرض من هذه الأحواض كما سبق ذكره هو ترسيب الرمال والمواد الغير عضوية، وذلك دون السماح للمواد العضوية بالترسيب.

وتتكون أحواض فصل الرمال من قنوات مكشوفة متسعة نسبياً تمر فيها المخلفات السائلة، مع التحكم الكافي لحفظ سرعتها عند السرعة التي تسمح بترسيب المواد الغير عضوية التي يبلغ قطرها ٠,٢ مم (وهي ٣٠ سم / ث).

ويتم إزالة الرمال بتسليط خرطوم مياه على الرواسب فتكسحها إلى خارج الحوض لتسير في مواسير إلى موضع التخلص منها، ويعيب هذه الطريقة عدم استمرار العمل في هذه الأحواض ويتطلب الأمر تفريغ الحوض المطلوب إزالة الرمال منه.

وهناك طريقة أخرى لتنظيف هذا النوع من أحواض فصل الرمال وذلك باستعمال كاسحات تتحرك بقوة موتور كهربي فتدفع أمامها الرمال إلى منخفض في مدخل الحوض، ومن هذا المنخفض ترفع الرمال بواسطة كباشات أو طنبور إلى أعلى الحوض حيث يمكن جمعها في أوعية خاصة. وتمتاز هذه الطريقة باستمرار العمل دون الحاجة إلى تفريغ الحوض من وقت لآخر كما هو موضح بالشكل رقم (٩)، والشكل رقم (١٠) يوضح تفاصيل أحواض فصل الرمال من النوع فورتكس، كما يمكن تنظيف هذه الأحواض يدوياً بواسطة مغرفة بيد طويلة في حالة التصرفات الصغيرة وخاصة في المناطق الريفية.

4.2. التخلص من الرمال المترسبة

ويمكن تلخيص طرق التخلص من الرمال المترسبة من هذه الأحواض كما يلى:

١. تفرد على سطح الأرض الطينية شديدة التماسك كسماد كما أنها تحتوى على كمية من المواد العضوية (تتراوح من ٣ – ٥ % من المواد العضوية في مياه الصرف).
٢. تنقل بعيداً إلى مكان يراد ردمة على أن يفرش على سطحها أتربة جافة.
٣. تدفن في خنادق إذ تحتوى على كميات عالية من المواد العضوية (من ٣ – ٥ %).

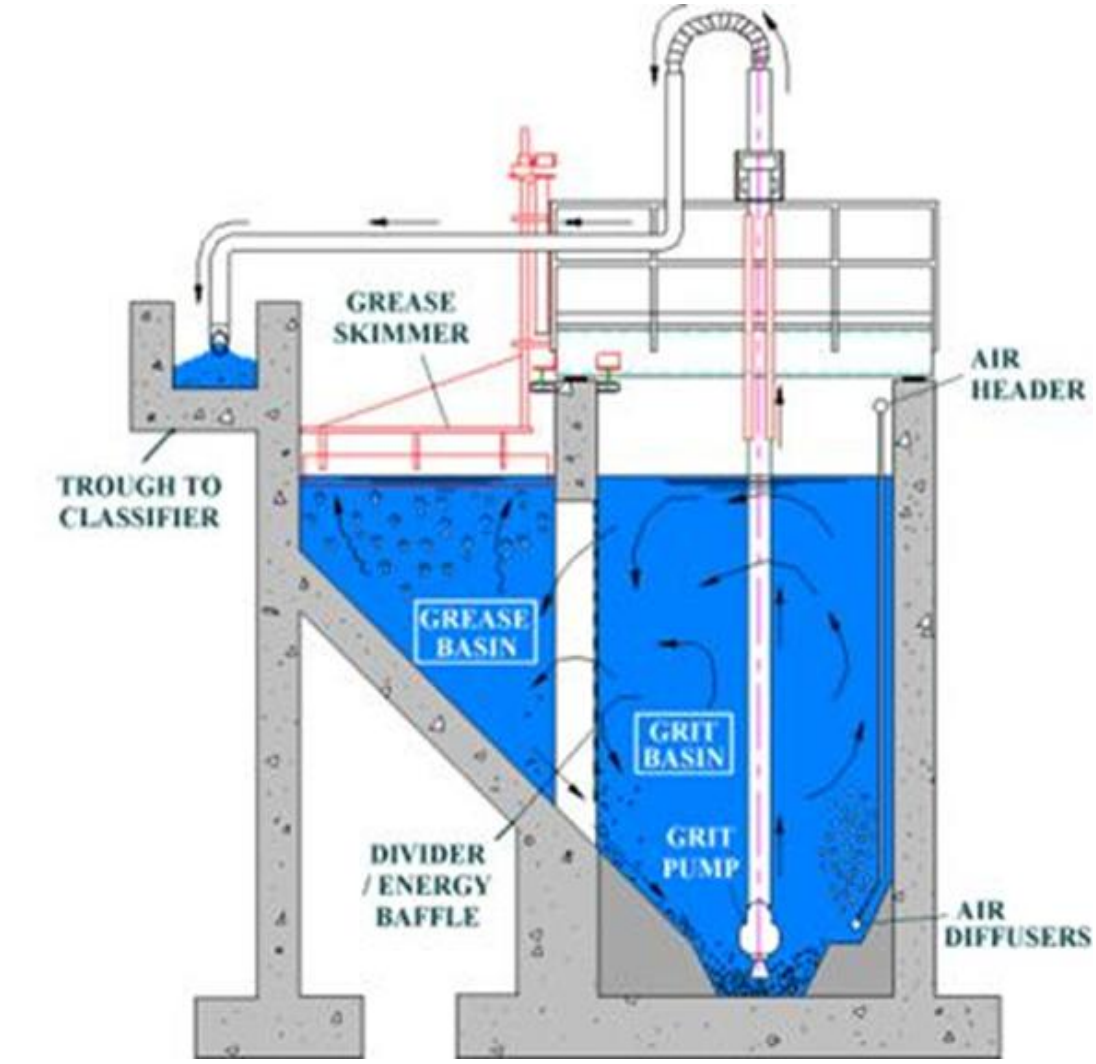
5.2. تصميم أحواض فصل الرمال

غالباً ما تصمم أحواض فصل الرمال ضمن المصافي، لذا يجب أن يكون عرض المصافي مساوياً لعرض غرفة الراسب الرملي وطول المصافي مناسباً لطول غرفة الراسب الرملي.

ولما كان الغرض من أحواض فصل الرمال هو ترسيب المواد الغير عضوية فقط، لذا يجب أن تكون سرعة المياه بها في حدود تسمح لهذه المواد (وهي سريعة الرسوب) بالرسوب ولا تسمح برسوب المواد العضوية، وبذلك يسهل التخلص منها دون خشية انبعاث أي رائحة كريهة منها أو خطر صحى نتيجة تحلل المواد العضوية.

وللوصول إلى هذا الغرض تصمم أحواض فصل الرمال على الأسس الآتية:

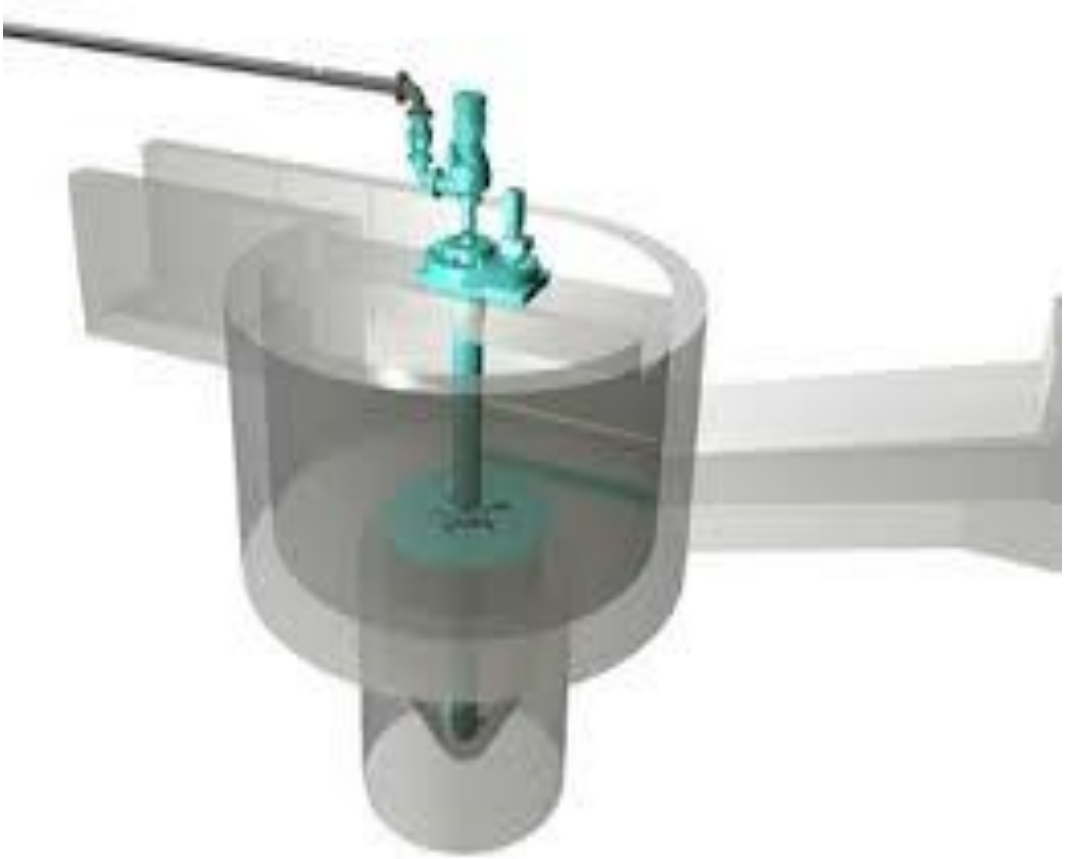
١. السرعة داخل أحواض فصل الرمال حوالى ٣٠ سم/ثانية.
٢. مدة البقاء تكون حوالى ٣ دقائق لأقصى تصرف الطقس الجاف.
٣. لا يزيد فاقد الضغط لمياه الصرف الصحي بعد مرورها من أحواض فصل الرمال والمصافي عن ٥ سم، ولذا لا تستخدم المصافي الدقيقة لتجنب زيادة الفاقد.

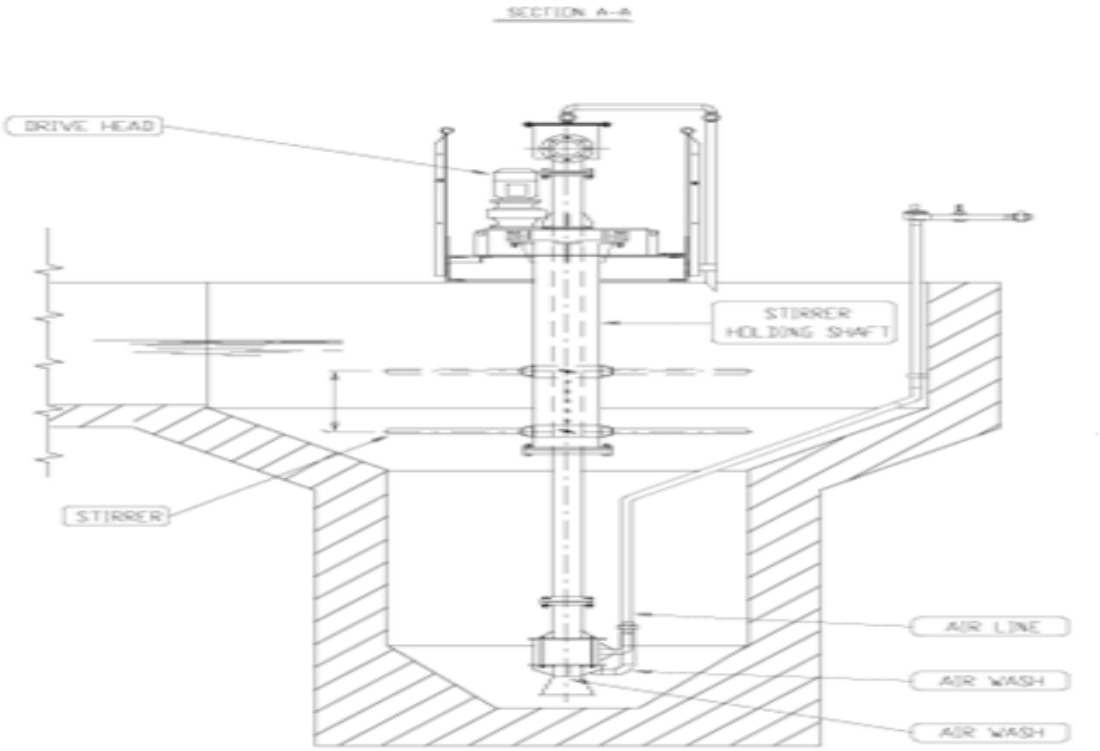

GREASE SKIMMER
AIR HEADER
TROUGH TO CLASSIFIER
GREASE BASIN
GRIT BASIN
GRIT PUMP
DIVIDER / ENERGY BAFFLE
AIR DIFFUSERS

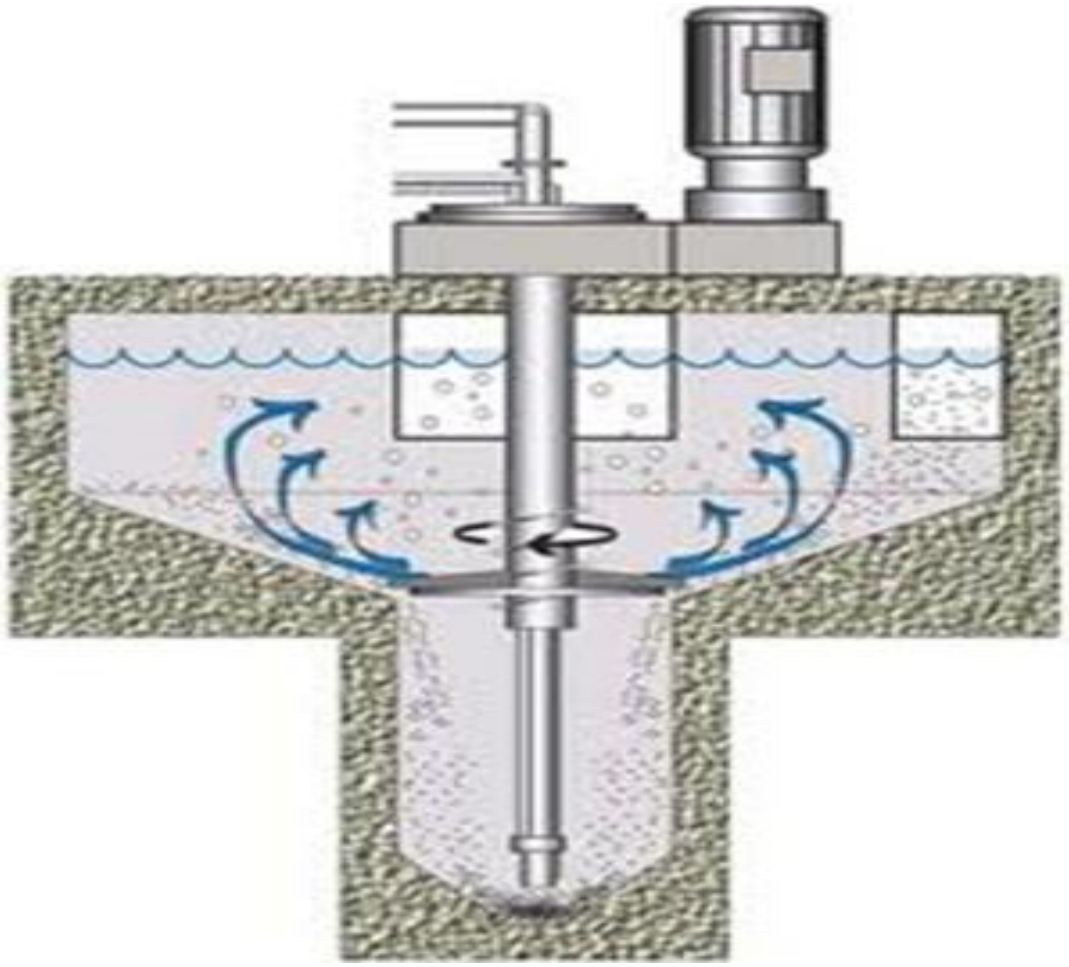
شكل رقم (٩) تفاصيل أحواض فصل الرمال

ولما كان التصرف الوارد لأعمال المعالجة متذبذب غير ثابت ولضمان الإحتفاظ بالسرعة حوالى ٣٠ سم/ثانية بهذه الأحواض، لذا تستخدم أحد الطرق الآتية:

١. ينشأ هدار متحرك عند مخرج الحوض يرفع ويخفض تبعاً لزيادة أو نقص التصرف، وبذا يمكن التحكم في السرعة.
٢. تنشأ أحواض فصل الرمال بسعة تجعل سرعة المياه بها ٣٠ سم/ث في حالة متوسط تصرف الطقس الجاف، وينشأ بحائطها الجانبي هدار تفيض منة المياه لغرفة تصفية أخرى مجاورة عند زيادة التصرف وإرتفاع منسوب المياه بها، ويراعي أن يكون تصريف المياه من كل منها منفصلا
٣. إنشاء قطاع الحوض دائرياً أو بيضاوياً ليقل القطاع الذى تسير به مياه الصرف الصحي عندما يقل التصرف، وبذلك يمكن الإحتفاظ بسرعة ثابتة تقريباً رغم إختلاف كمية التصرف الوارد.

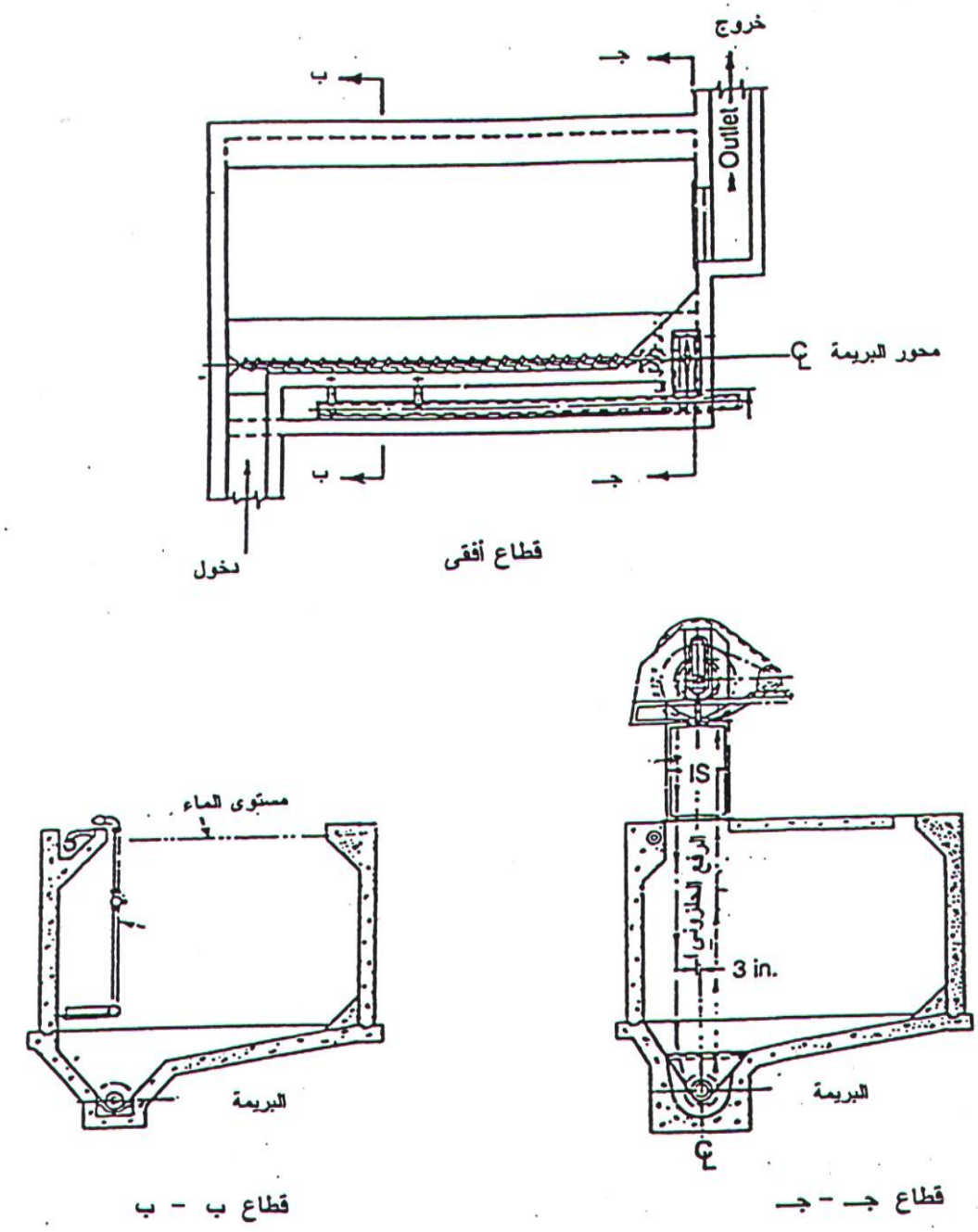



SECTION A-A
DRIVE HEAD
STIRRER HOLDING SHAFT
STIRRER
AIR LINE
AIR WASH
AIR WASH



شكل رقم (١٠) تفاصيل أحواض فصل الرمال من النوع فورتكس

في بعض العمليات يستخدم الهواء المضغوط بأحواض فصل الرمال الموضحة بالشكل رقم (١١) على أن يكون ضغطة مناسبا بحيث لا يؤثر على ترسيب المواد الغير عضوية ويثير ويمنع ترسيب المواد العضوية، وهو في نفس الوقت بما بة من أكسجين ينشط مياه الصرف الخام الداخلة لأعمال التنقية والتي أصبحت في حاجة ماسة إلى إنعاشها بالأكسجين بعد أن ظلت مدة في شبكة الصرف الصحي بعيدة عن الشمس والهواء، كما أنه يساعد على فصل الزيوت والشحوم وتقليل الرمال والمواد العضوية فيتم ترسيبها بسهولة.



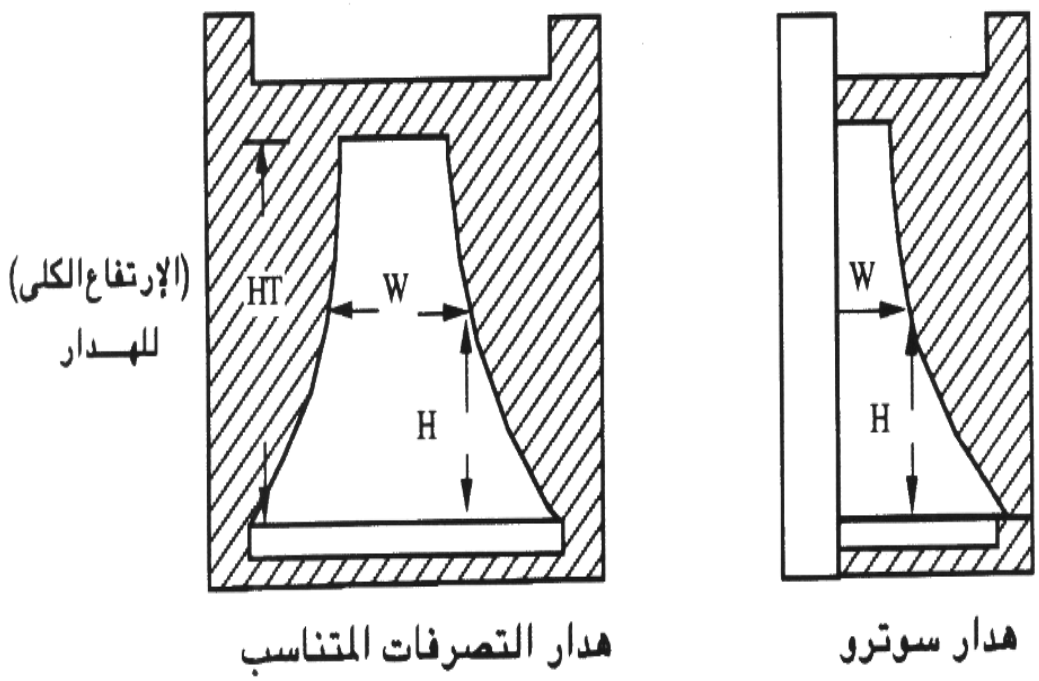
شكل رقم (١١) تفاصيل أحواض فصل الرمال المهواة

6.2. إزالة الرمال والمواد المصاحبة

يقصد بالمواد المصاحبة وأجزائها قشر البيض ونفايات المعادن وهي أثقل المواد الصلبة التي تحتويها مياه الصرف الصحي، وهذه المواد لا تتحلل أو تتأثر بعمليات المعالجة المختلفة بالإضافة إلى أنها تسبب أضراراً بالغة للمعدات والمضخات، وإذا اختلطت مع الشحم والقطران والمواد الإسمنتية يمكن أن تكون كتلاً صلبة شديدة الالتصاق بالمواسير والأحواض، ولا يمكن إزالتها بالوسائل التقليدية لذلك فإن من الضروري إزالة هذه المواد في البداية تجنباً لمخاطرها وأضرارها.

وتعتمد عملية فصل الرمال والمواد المصاحبة على ترسيبها في أحواض مناسبة، وذلك بتخفيض سرعة مياه الصرف الصحي في تلك الأحواض إلى ما يقرب من ٠،٣ م/ثانية، وهذه السرعة ملائمة للسماح للرمال والمواد المصاحبة بالرسوب في القاع، بينما تظل المواد الصلبة الأخرى عالقة في مياه الصرف الصحي.

ويمكن التحكم في سرعة مياه الصرف الصحي بوسائل عديدة، ومنها استخدام حواجز أو قواطع خشبية يمكن تحريكها تساعد على توسيع أو تضييق قنوات السريان في الأحواض وذلك لتأمين السرعة المطلوبة للسريان. ويمكن أيضاً استخدام الهدارات المتناسبة عند مخرج الحوض لتنظيم السرعة أوتوماتيكياً، كما هو موضح بالشكل رقم (١٢).



شكل رقم (١٢) هدارات التصرفات المتناسبة في حوض فصل الرمال

والهدارات المتناسبة تؤدى إلى خفض السرعة في أحواض حجز الرمال عند زيادة التصرفات، وذلك لنقصان المساحة المتعامدة مع حركة المياه في اتجاه السريان كلما زادت التصرفات مما يؤدى إلى ارتفاع منسوب المياه في الحوض. ويمكن أيضاً تنظيم سرعات السريان من خلال تغير شكل الحوض بدلاً من وضع أجهزة عند مخرجه، وهناك أشكالاً مألوفة لأحواض فصل الرمال يأخذ مساحة مقطعها شكل الهدار المتناسب.

والطريقة الأكثر دقة لحساب السرعة تعتمد على معرفة مساحة المقطع الذى تنساب مياه الصرف الصحي متعامدة عليه، وأيضاً معرفة معدل التصرف. ويمكن حساب السرعة كما هو مبين بالمثال التالي.

مثال تطبيقي رقم (٢/٢):

إذا كان عرض حوض إزالة الرمال يبلغ ٦٠ سم، وأن مياه الصرف الصحي يصل ارتفاع منسوبها في الحوض إلى ٣٠ سم، كما أن عداد قياس التصرف يسجل ٣٨٠٠ م^{٣} / يوم. احسب السرعة المتوسطة.

الحل:

في البداية لابد من تحويل الوحدات المعبرة عن معدل التصرف من وحدات م^{٣}/يوم إلى وحدات م^{٣}/ثانية، وذلك كالتالي:

$$\text{معدل التصرف} = \frac{\text{٣٨٠٠ م}^{٣}\text{/ يوم}}{\text{٢٤ ساعة / يوم} \times \text{٦٠ دقيقة / ساعة} \times \text{٦٠ ثانية / دقيقة}}$$

$$= \text{٠،٠٤٤ م}^{٣}\text{/ث}$$

مساحة المقطع = العمق × عرض الحوض

$$= \text{٠،٦} \times \text{٠،٣}$$

$$= \text{٠،١٨ م}^{٢}$$

$$\therefore \text{السرعة المتوسطة} = \frac{\text{معدل التصرف}}{\text{مساحة المقطع}}$$

$$= \frac{\text{٠،٠٤٤ م}^{٣}\text{/ث}}{\text{٠،١٨ م}^{٢}}$$

$$= \text{٠،٢٤ م/ث}$$

والآن كيف يتم تحديد طول قناة حجز الرمال؟

إن اختيار طول القناة يتم تحديده على أساس نوع المواد التي يراد فصلها، بمعنى طبيعتها في الترسيب إلى القاع.

ومعروف أن مياه الصرف الصحي تحتوى على أحجام مختلفة من الرمال والمواد المشابهة، ومن الطبيعي أن تختلف كل منها في زمن ترسيبها إلى قاع الحوض، ومعظم أحواض فصل الرمال تصمم على أساس فصل حبيبات الرمال التي قطرها ٠،٢ مم (أو أكبر).

وقد دلت التجارب على أن مثل هذا الحجم من المواد يرسب بسرعة ترسيب ٠،٠٢٥ م/ث، وهذا يعنى أن زمن ترسيب مثل هذا الحجم في حوض الرمال عندما يبلغ الارتفاع الذى تهبطه إلى قاع الحوض حوالى ٣٠ سم، وهو كما يلى:

$$\text{زمن الترسيب (ثانية)} = \frac{\text{عمق الحوض (م)}}{\text{سرعة الترسيب (م/ث)}}$$

$$= \frac{٠،٣ \text{ (م)}}{٠،٠٢٥ \text{ (م/ث)}}$$

$$= ١٢ \text{ ثانية}$$

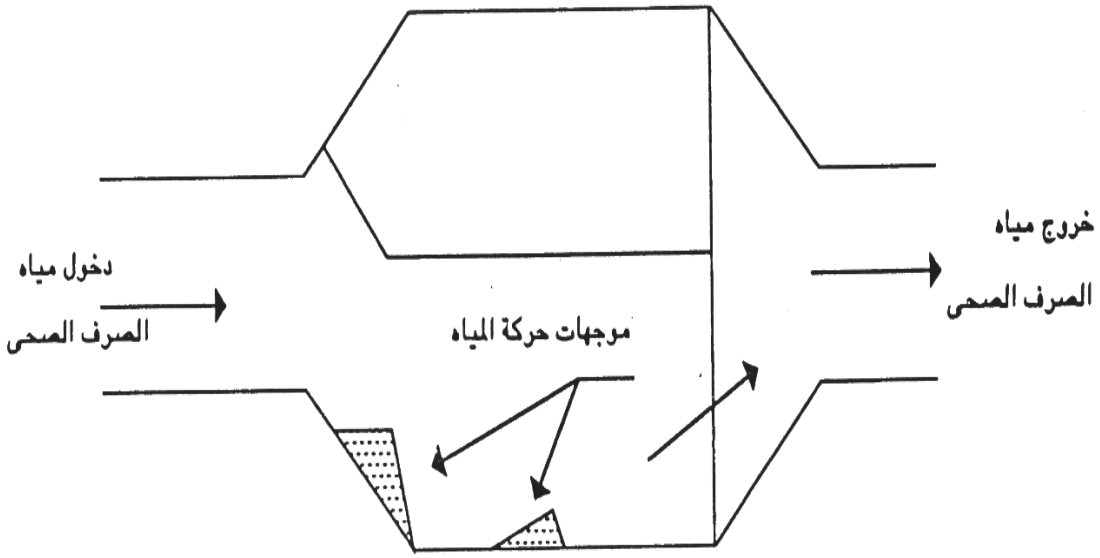
ويمكن حساب طول الحوض المطلوب كما يلى:

الطول (متر) = زمن الترسيب × سرعة الانسياب

فإذا كانت سرعة الانسياب ٠،٣ م / ث، فيتم حساب طول الحوض كالآتي:

طول الحوض = ١٢ × ٠،٣ = ٣،٦ متر

وفي حالة وجود أماكن ميتة (حيث ترسب المواد العضوية وتتحلل وتتعفن)، ويمكن حل المشكلة بتركيب موجهات حركة المياه كما هو موضح بالشكل رقم (١٣) عند أحد الجانبين، ومن المفيد التأكد عند القيام بهذا العمل عدم خلق مناطق ميتة جديدة، ويمكن أيضاً حل المشكلة بمليء تلك المناطق بالخرسانة.



شكل رقم (١٣) مواضع موجهات حركة المياه في أحواض فصل الرمال

7.2. تنظيف أحواض إزالة الرمال

يتم تنظيف أحواض الرمال يدوياً أو بطريقة ميكانيكية، وتجرى أعمال التنظيف اليدوي باستخدام أدوات عديدة مثل المجرفة والنقالة وغيرها، ومن الضروري تحديد عدد مرات التنظيف وذلك بإجراء عمليات التسجيل اليومية.

ومما لاشك فيه أن نجاحاً محققاً في تنظيف حوض الرمال من المواد الصلبة، يمكن الوصول إليه بإيقاف سريان المياه أو تحويلها إلى حوض احتياطي لحين الانتهاء من تنظيف الحوض.

ونظراً لاحتواء الرمال والمواد الثقيلة على مواد عضوية قابلة للتحلل، فإن الدفن يعتبر من الوسائل الفعالة في التخلص من تلك المخلفات، مع مراعاة تغطيتها بسرعة حتى يحال بينها وبين الحشرات والفئران والذباب. إن التنظيف اليدوي للأحواض قد يكون خطيراً لذا يجب توخى الحذر من الانزلاق أو إجهاد الظهر، ويجب الحرص من أخطار الغازات الضارة خصوصاً في أحواض إزالة الرمال المغلقة.

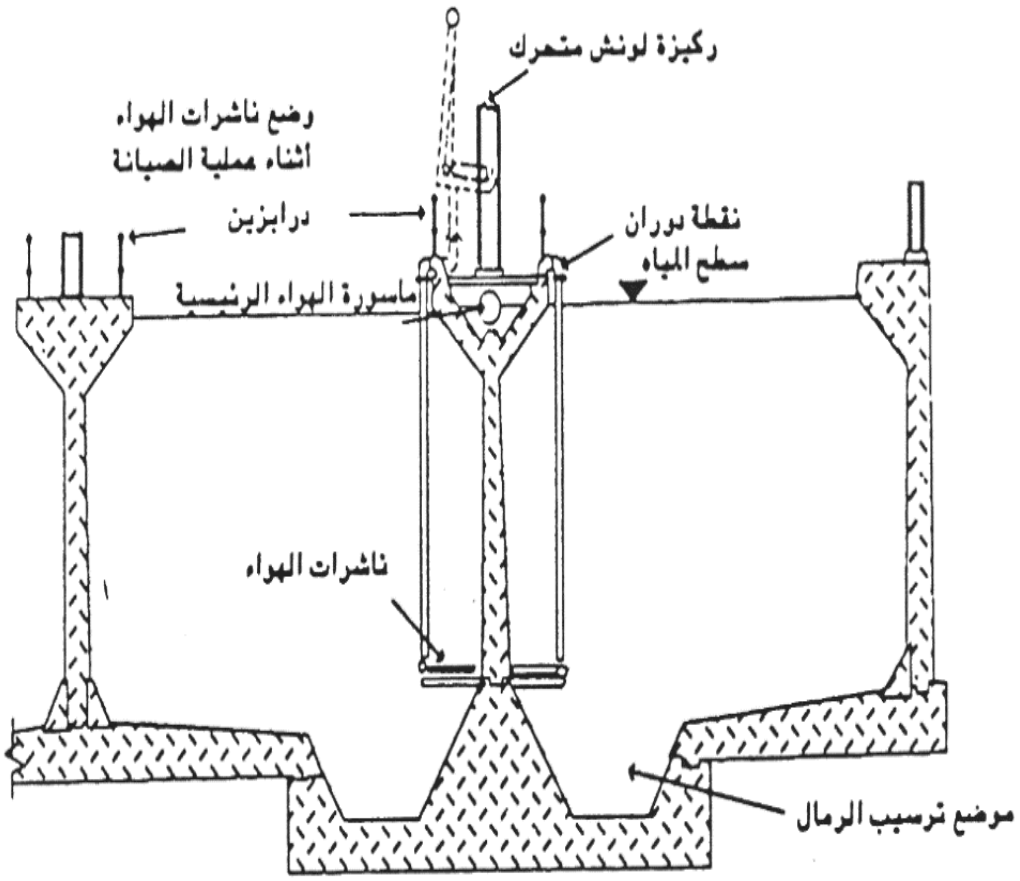
أما التنظيف الميكانيكي فيتم استخدام آليات التجميع الميكانيكي للرمال وأجزاء المواد المصاحبة لها، وهذه الآليات كثيرة ومتنوعة ولكن أكثرها انتشارا المكاشط التي تدار بالسلسلة، ويمكن أن تتحرك على طول القاع ببطء حتى القمع ويتم نقل المواد الصلبة بواسطة عربات أو جرادل مثبته على سيور ناقلة.

والجدير بالذكر أن السرعة المنخفضة للسريان في أحواض حجز الرمال تؤدى إلى زيادة كمية المواد الصلبة العضوية المترسبة مع الرمال وأشباهها، ويعرف هذا الخليط باسم الحطام وأحياناً تسمى أحواض حجز الرمال بأحواض الحطام.

ويمكن فصل المواد العضوية عن هذا الخليط بنفخ الهواء أو غسل الحطام لإعادة تعويم المادة العضوية، وقد تستخدم أحياناً طرق الطرد المركزي لفصل الرمال عن المواد العضوية الراسبة معها.

إن حوض حجز الرمال المزود بنظام تهوية هو عبارة عن خزان ذو قاع مائل ويأخذ القاع شكل القمع عند النهاية المنخفضة له، كما في الشكل رقم (١٤). ويتم حقن الهواء بطول حائط الخزان فوق المجرى القمعي حيث يعمل الهواء على تقليب الماء بطريقة تسمح للرمال المترسبة في القاع بالانزلاق إلى المجرى القمعي، حيث يتم نقلها باستخدام نظام نقل خاص، وغالباً ما يستخدم هذا النوع من الأحواض في محطات الحمأة المنشطة حيث يتوفر مصدر للهواء المضغوط،

وبالإضافة إلى فاعلية الحوض في فصل الرمال فإن نظام التهوية يساعد على إنعاش مياه الصرف الصحي في المراحل التمهيدية للمعالجة، وبالتالي يزيد من فاعلية العمليات التي تليها.



شكل رقم (١٤) أحواض فصل الرمال بالتهوية

وتبعاً لنوع مياه الصرف الصحي تختلف كميات الرمال والمواد المصاحبة لها، فعندما لا تضاف إلى مياه الصرف الصحي مخلفات تنظيف الشوارع والأمطار في المدن الكبرى، فإن كميات الرمال تتراوح بين ٨ – ٣٢ سم^{٣} في كل متر مكعب من مياه الصرف الصحي.

أحواض الترسيب الابتدائي

مكونات حوض ترسيب ابتدائي

الغرض من أحواض الترسيب الابتدائي

تستقبل أحواض الترسيب الابتدائي مياه المجاري الخارجة من فاصل الرمال.

والغرض منها هو التخلص من المواد القابلة للترسيب والمواد القابلة للطفو وذلك بحفظ مياه المجاري في حالة سكون لفترة من ١ إلى ٤ ساعات حيث تتمكن الجزيئات القابلة للترسيب من النزول إلى القاع والمواد الخفيفة الوزن من الطفو للسطح. وبذلك يمكن التحكم في جمعها وإزالتها تاركة مياه المجاري رائقة نسبياً من غالبية المواد غير العضوية والقليل من المواد العضوية التي تحتويها. ويتم التخلص من حوالى ٣٠ – ٥٠ % من المواد العضوية (BOD) وكذا ٥٠ – ٧٠ % من المواد العالقة (SS) في هذه الأحواض.

ويستغرق دوران الكوبرى حوالى ٣٥ دقيقة وتكون سرعة المياه فيه حوالى ٠,٢ م/ث. وزمن البقاء الفعلي في هذه الأحواض حوالى ساعتين.

مكونات حوض الترسيب الابتدائي

ويوضح الشكل رقم السابق مكونات حوض الترسيب الابتدائي والتي تشمل:

١. المدخل.
٢. مخرج الماء المروق.
٣. كاسح الحمأة.
٤. مخرج الحمأة المترسبة.

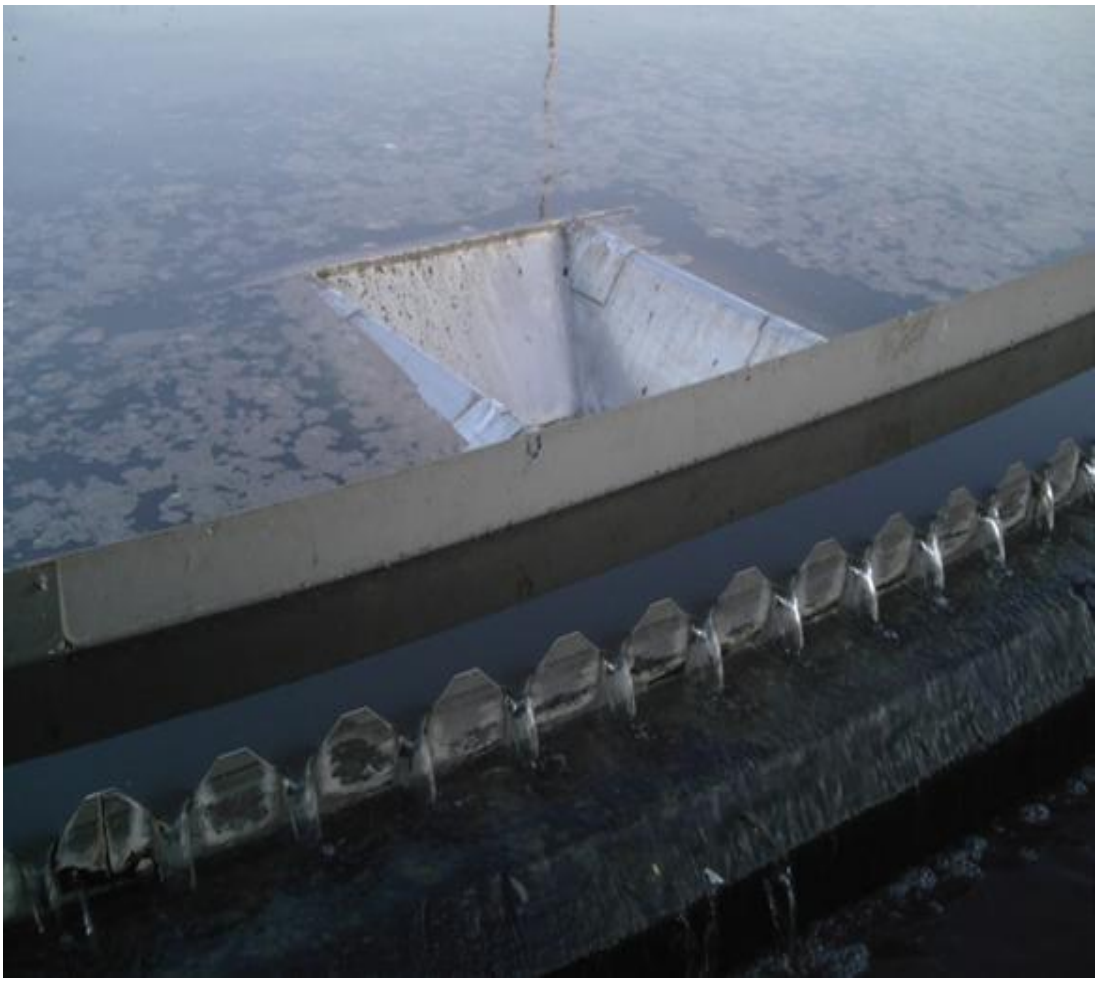
العوامل التي تؤثر في كفاءة التشغيل

١. نظافة فتحات دخول وخروج المياه والهدار.
٢. نظافة سطح المروق من المواد الطافية.
٣. درجة الحرارة.
٤. زيادة الحمل.
٥. فترة حجز المياه في المروق.
٦. دوائر القصر.
٧. معدل سحب الحمأة.

طريقة حساب زمن البقاء في أحواض الترسيب

يتم حساب زمن البقاء في أحواض الترسيب من المعادلة الآتية:

$$\text{زمن البقاء} = \frac{\text{حجم الحوض (م 3)}}{\text{معدل التصرف (م 3 / ساعة)}}$$



أشكال أحواض الترسيب الابتدائي في الخدمة

3. المعالجة الثانوية

وهي عملية بيولوجية، ينتج عنها أكسدة وتثبيت المواد العضوية وتحويلها إلى مواد عضوية ثابتة أو مواد غير عضوية، تكون عادة على شكل ندف قابلة للترسيب وذلك بإضافة الهواء إما بطريقة مباشرة بواسطة كباسات وناشرات للهواء أو بطريقة غير مباشرة باستخدام هوايات ميكانيكية أو بالاثنين معاً وتعاد الحمأة المترسبة في أحواض الترسيب النهائي إلى أحواض التهوية مرة أخرى لتكون الوسط الذى يتم بواسطته عملية الأكسدة للمواد العضوية ويراعى وجود تقليب مستمر لمنع حدوث أي ترسيب داخل الحوض خوفاً من تراكم الرواسب مما يقلل من كفاءة عملية الأكسدة وتنشيط البكتريا اللاهوائية في منطقة الرواسب، ويلى وحدات المعالجة البيولوجية أحواض الترسيب النهائي لإزالة المواد العالقة المؤكسدة لتخرج المياه بعد ذلك وهي لا تحتوى إلا على كمية قليلة من المواد العالقة واحتياج أوكسجيني حيوي محدود.

وتبلغ نسبة الإزالة بعد المعالجة الثانوية لمياه الصرف الصحي حوالى ٧٥-٩٠% من الاحتياج الاوكسوجينى الحيوي، ٨٠-٩٠% من المواد العالقة – وذلك حسب طريقة المعالجة الثانوية المستعملة.

مكونات المعالجة الثانوية:

١. المعالجة البيولوجية
٢. أحواض الترسيب النهائي.

١. المعالجة البيولوجية وأكثر الطرق إستخداماً هي:

١. مرشحات التنقيط والمرشحات الخشنة.
٢. أحواض التهوية.
٣. برك الأكسدة.

١. المرشحات الخشنة (مرشحات التنقيط ذات الحمولة العالية)

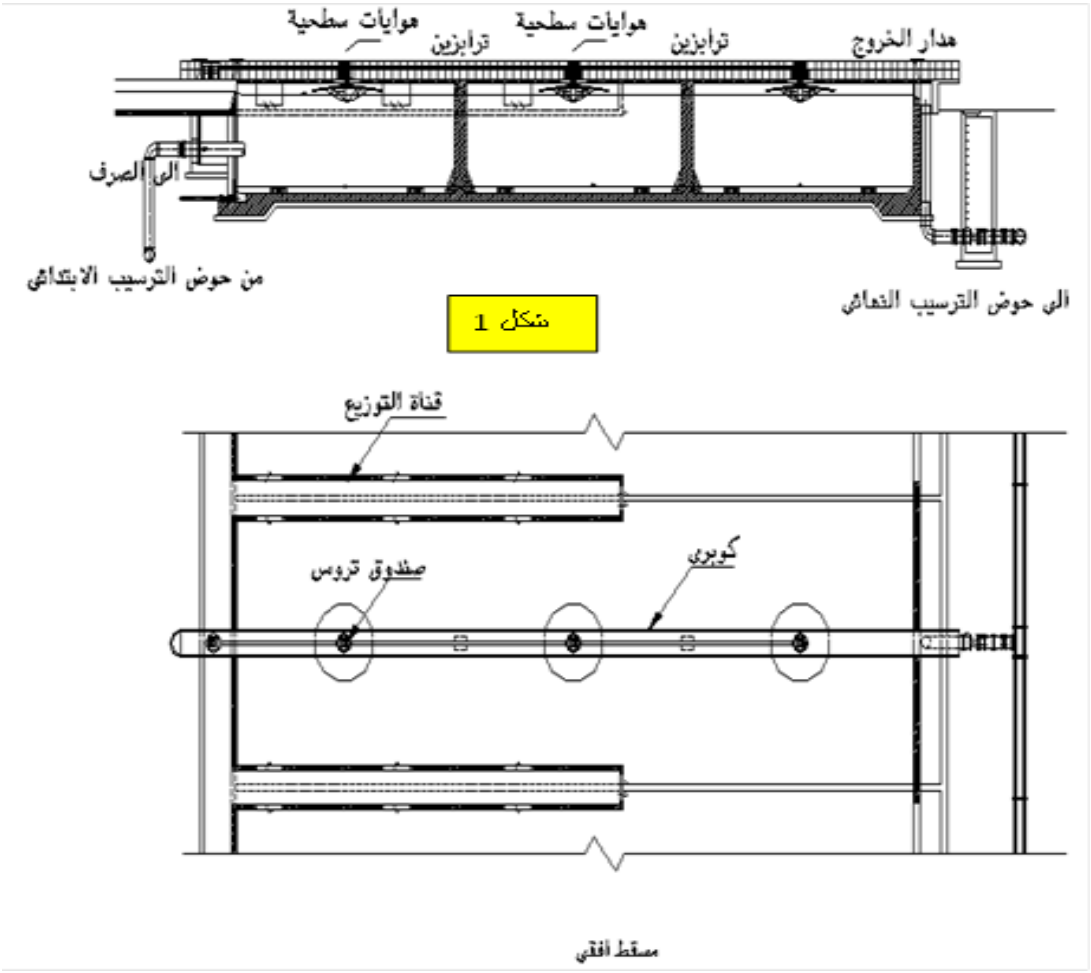
وصف الوحدة والغرض منها:

تستخدم وحدات مرشحات التنقيط ذات الحمولة العالية في محطة التنقية لمعالجة نسبة كبيرة من المواد العضوية التي تحتويها مياه المجاري الخارجة من المروقات الابتدائية وقبل تدفقها في أحواض التهوية، وبذلك يقل الحمل على أحواض التهوية.

فالغرض الأساسي من استخدام هذه الوحدات هو تقليل الحمولة على أحواض التهوية، وبطريقة سهلة وبسيطة يمكن رفع كفاءة إزالة المواد العضوية في المياه الخارجة من هذه الوحدات إلى حوالى ٥٠ – ٧٠ في المائة.

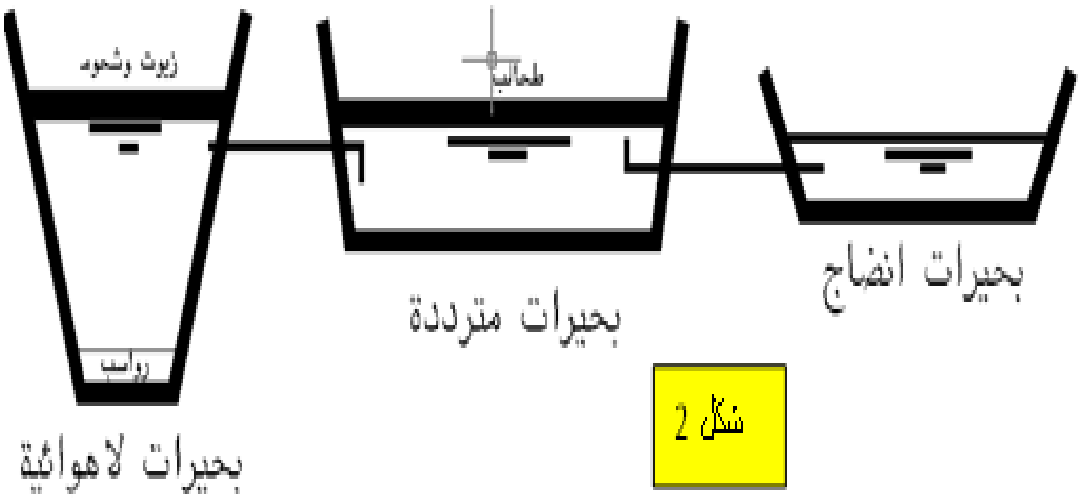
٢. حوض التهوية

تستعمل أحواض التهوية لإذابة الأكسيجين في ماء المجاري لكى نتمكن من تربية الكائنات الحية والسماح بالتغذية على المواد العضوية الموجودة بها ويختلف حجم وشكل أحواض التهوية فمنها المربع أو المستطيل وكلها ذات عمق يصل إلى ٥ أمتار. تستغل أحواض التهوية المياه الخارجة من المروقات الابتدائية ومصدر الهواء قد يكون بواسطة كباسات تضخ الهواء بعد تنقيته من الأتربة والزيوت وخلطة في الماء بواسطة ناشرات هواء مثبتة في القاع على طول الجدران أو بواسطة محركات ميكانيكية لتشغيل رفاصات مثبتة على السطح وحركة دوران الرفاص تسمح بخلط الهواء بالماء وإذابة الأكسيجين اللازم. وحركة المياه تعمل على خلط الحمأة المنشطة مع المواد العضوية، وتثبيت الناشرات على طول حائط الحوض تعمل على تقليب المياه في حركة لولبية.



أحواض التهوية باستخدام تهوية سطحية

برك الأكسدة الطبيعية



البرك اللاهوائية

- مدة المكث= ٣ أيام
- عمق البركة= ٣ – ٥ م
- نسبة إزالة الأكسجين الحيوي الممتص (BOD) = ٥٠% – ٧٠%.
- نسبة إزالة المواد العالقة (SS = ٣٠% – ٨٠%.
- معدل التحميل العضوي الحجمي= ١٠٠–٣٠٠جم (BOD)/م٣/يوم.
- معدل التحميل العضوي السطحي= ١٠٠–٦٠٠جم (BOD) هكتار/يوم.
- الميول الجانبية ٢: ١ (٢ أفقي: ١ رأسي).

برك الأكسدة الترددية

– مدة المكث لا تقل عن ١٠ أيام.

– عمق البركة يتراوح من ١,٥ – ٢,٠ متر.

– معدل التحميل العضوي السطحي من ٢٠٠ – ٤٠٠ كجم BOD / هكتار / يوم.

– متوسط درجة حرارة الماء بالبرك = ٢٠ درجة مئوية.

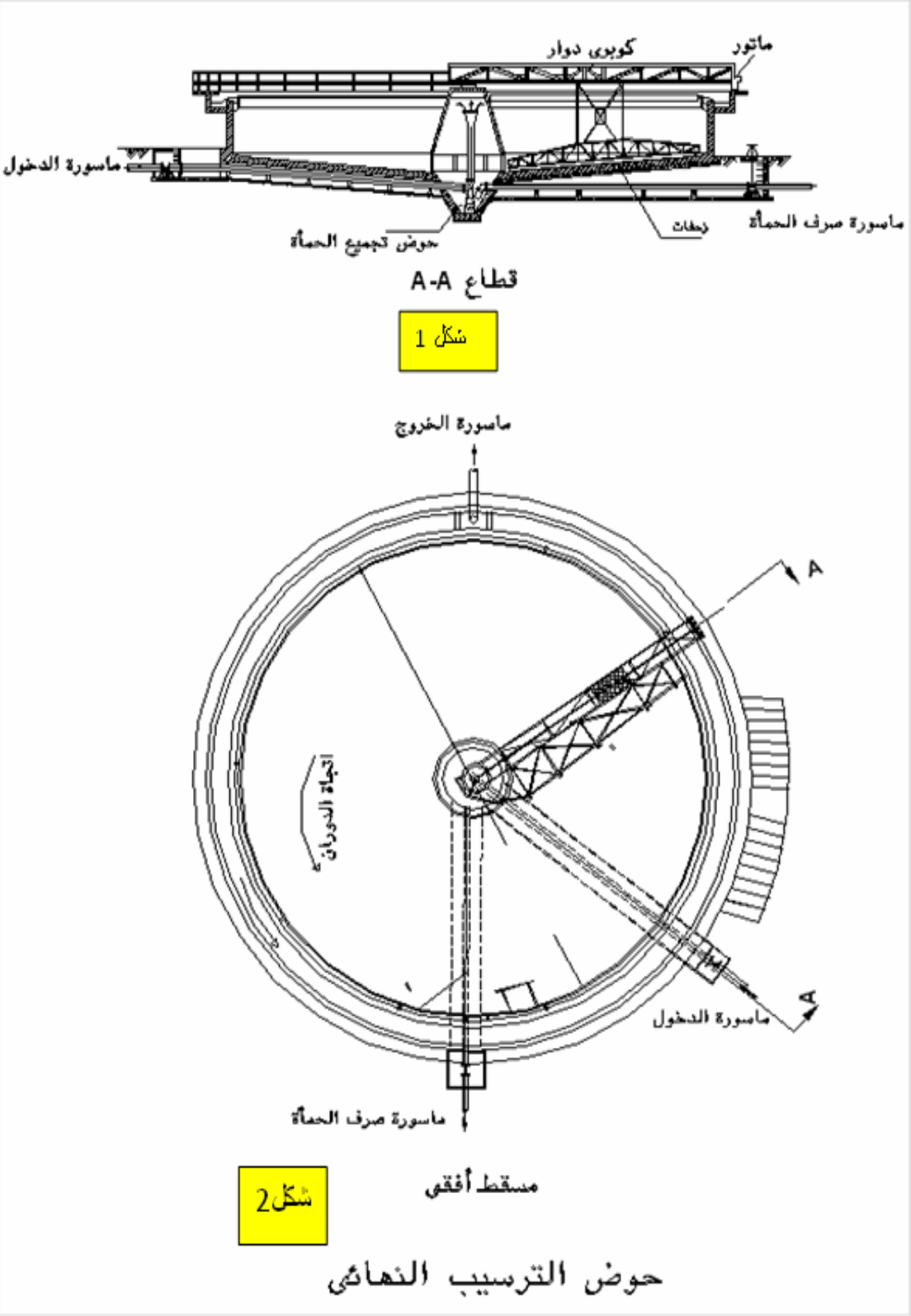
– الميول الجانبية ٢: ١ (٢ أفقي: ١ رأسي).

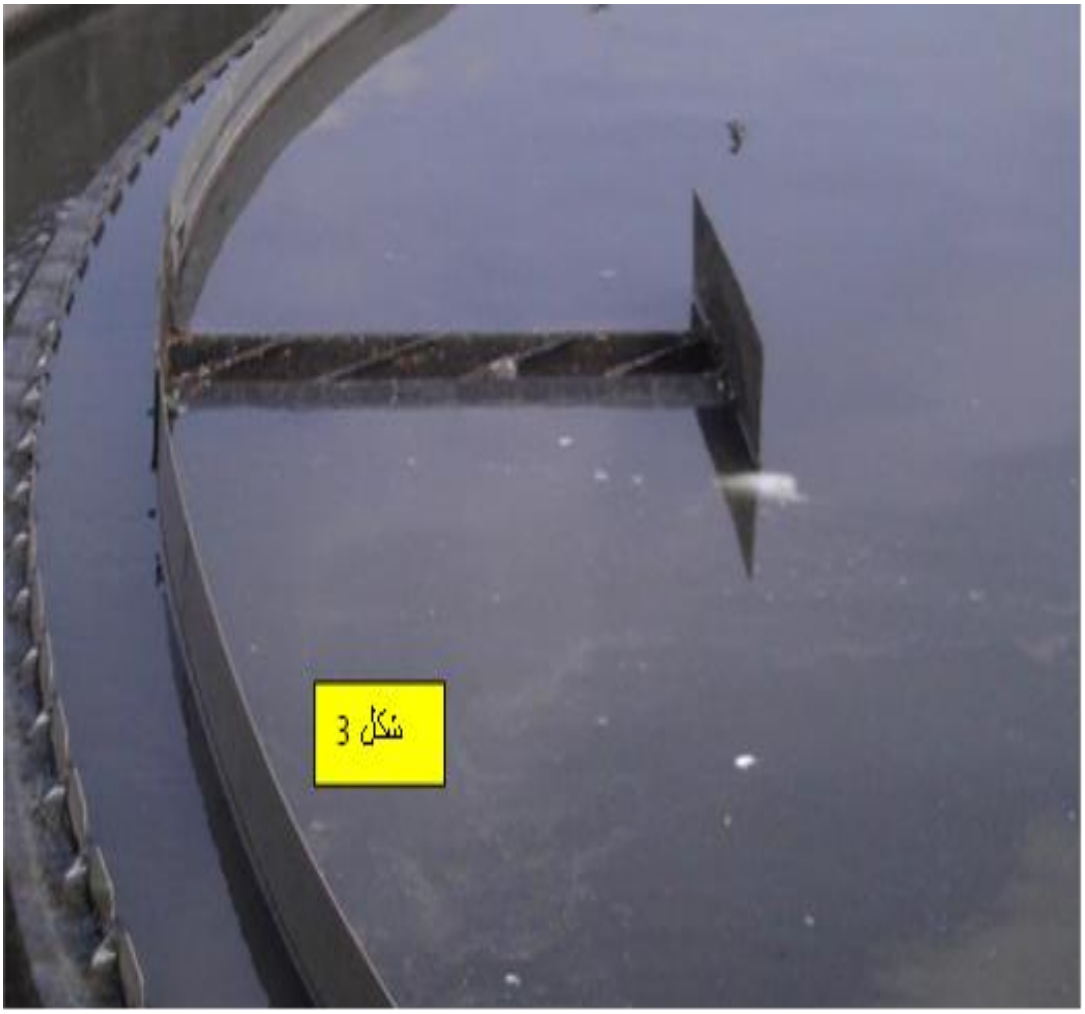
برك الإنضاج

- مدة المكث = لا تقل عن ٣ أيام.
- عمق البرك = ١ – ١,٥ متر.
- الميول الجانبية = ٢: ١ (٢ أفقي: ١ راسي).

أحواض الترسيب النهائي

وهي الأحواض التي تستقبل مياه الصرف الصحي الخارجة من أحواض المعالجة البيولوجية بغرض ترسيب المواد العالقة التي تمت أكسدتها وتثبيتها في أحواض كما هو مبين بأشكال ١ & ٢ & ٣





شكل (٣) حوض ترسيب نهائي بالخدمة

معالجة الرواسب

يتم معالجة المواد العضوية المترسبة في أحواض الترسيب الابتدائي وجزء من رواسب أحواض الترسيب النهائي (الحمأة) في أحواض منفصلة للتثبيت (أحواض الهضم الهوائي) ثم تجفف في أحواض التجفيف لتقليل نسبة المياه بها.

يتم فصل نسبة كبيرة من المواد الصلبة العالقة بمياه الصرف الصحي في أحواض الترسيب الابتدائي والنهائي، ومن ثم يجب التخلص من هذه المواد والتي تخرج من قاع أحواض الترسيب وتحتوى عادة على نسبة كبيرة من المياه تصل لأكثر من ٩٠% من وزنها الكلى، ويلزم التخلص من هذه الرواسب بعد معالجتها.

طرق معالجة الرواسب

١. تركيز الحمأة.
٢. هضم الحمأة هوائيا/لا هوائياً.
٣. التجفيف الميكانيكي للحمأة.
٤. أحواض تجفيف الحمأة طبيعياً.

أحواض تركيز الحمأة

وصف أحواض تركيز الحمأة

أحواض تركيز الحمأة عبارة عن أحواض خرسانية عميقة ذات قاع مائل تترك فيها الحمأة لمدة طويلة نسبياً لزيادة تركيز الحمأة بها وفصل نسبة إضافية من المياه المختلفة بها، قم تؤخذ الحمأة من قاعها بينما تؤخذ السوائل من أعلاها.

أحواض هضم الحمأة

يتم هضم الحمأة هوائياً في أحواض عن طريق البكتريا الهوائية التي تستخدم الأكسجين في أكسدة وتثبيت الحمأة.

ويهدف هضم الحمأة إلى:

- تركيز المواد الصلبة بالحمأة وبالتالي يقل الحجم الكلى للحمأة الخارجة نتيجة فصل جزء من المحتوى المائي لها.
- الحمأة بعد الهضم لا يتصاعد منها روائح كريهة.
- الحمأة بعد الهضم يسهل تجفيفها.
- زيادة القيمة الغذائية بالحمأة لاستخدامها كسماد عضوي.
- التخلص من نسبة كبيرة من البكتريا الضارة

التجفيف الميكانيكي للحمأة

تضاف بعض المروبات الكيميائية إلى الحمأة بهدف تحسين خواصها وقابليتها للتجفيف الميكانيكي، والمروبات التي تستعمل لهذا الغرض هي كبريتات الألومنيوم أو كلوريد الحديديك مع الجير.

ويتم إضافة المروبات إلى الحمأة في أحواض خاصة حيث يتم خلطها وتقليبها جيداً حسب متطلبات عملية التجفيف ثم توجه بعدها إلى وحدات التجفيف الميكانيكية التي تعمل بخلخلة الهواء أو الضغط أو الطرد المركزي أو خلافه.

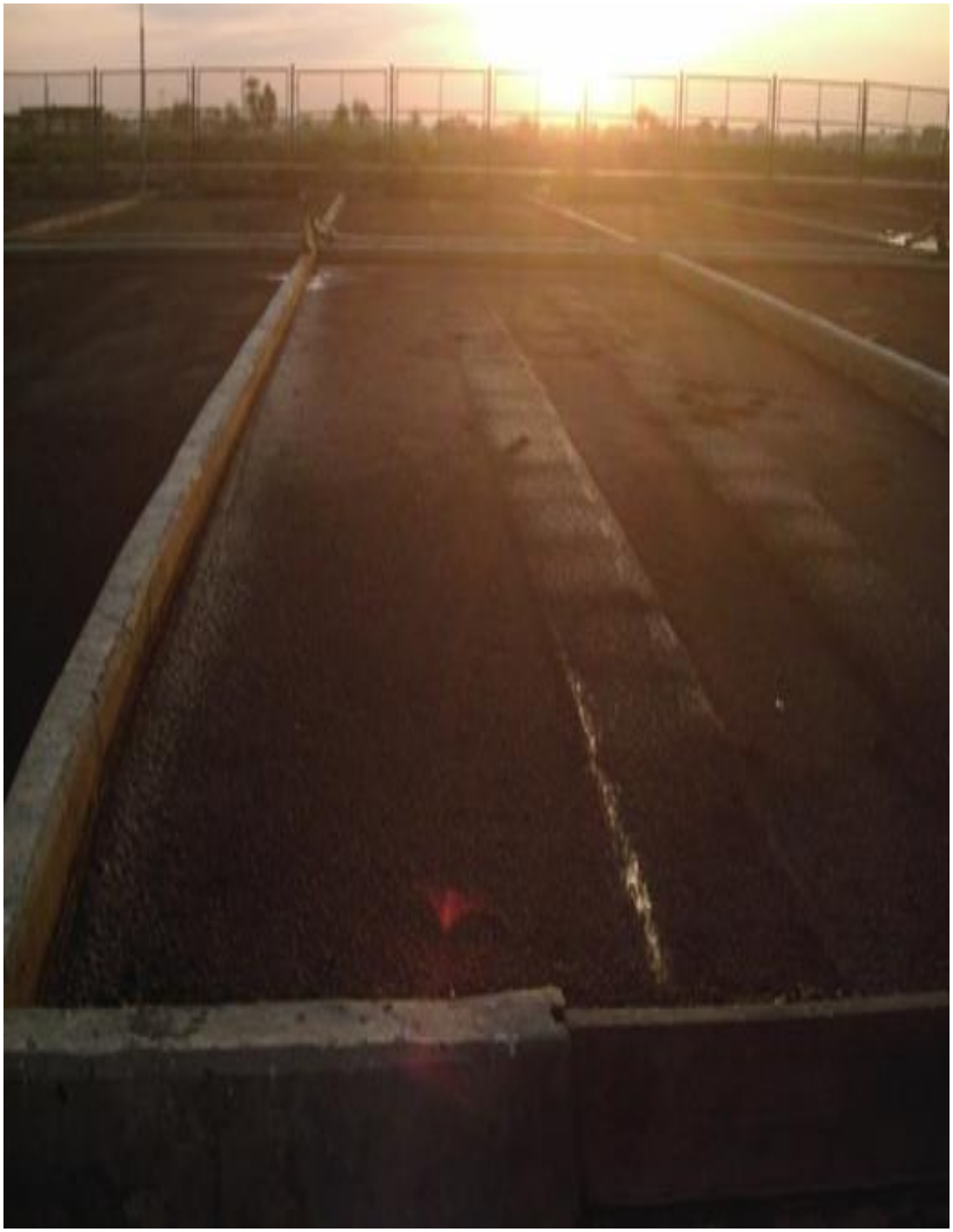
وتستعمل طريقة التجفيف الميكانيكية للحمأة في حالة عدم توافر مسطحات الأرض اللازمة لإنشاء أحواض التجفيف الطبيعي، إلا أنه من عيوب هذه الطريقة أن تكاليف التشغيل عالية كما أنها تحتاج لمهارة فنية لضبط جرعة الكيمياويات وتشغيل وحدات التجفيف الميكانيكية.

أحواض تجفيف الحمأة طبيعياً

وصف أحواض تجفيف الحمأة:

أحواض تجفيف الحمأة عبارة عن أحواض ضحلة العمق، تتراوح مساحة كل منها من ١٠٠ إلى ٢٠٠ متر مربع (وقد تصل إلى ٢٠٠٠ متر مربع في حالة إزالة الحمأة الجافة ميكانيكيا)، وتنشأ من الخرسانة المقاومة للكبريتات ويزود قاع هذه الأحواض بشبكة مواسير الصرف المفتوحة الوصلات وتغطى هذه المواسير بطبقة من الزلط بارتفاع حوالى ٣٠سم تليها طبقة من الرمال بنفس السمك تقريبا، تفرش الرواسب فوق هذه الطبقات ويفضل نشر الرواسب بسمك لا يزيد عن ١٠ سم ثم تترك لتجف فترة لا تزيد عن ٧ أيام ثم يعاد نشر الرواسب مرة أخرى فوقها بسمك لا يزيد عن ١٠ سم، وهكذا إلى أن يصل سمك الرواسب ٣٠ سم على أنه يجب تغطية الطبقة الأخيرة بطبقة من الرمل بعد مرور ٥ أيام، وبهذه الطريقة نضمن موت يرقات الذباب وتخمر المواد العضوية تدريجيا وبالتالي زيادة فاعلية الرواسب عند استخدامها كسماد.

ويقترح أن يتم رفع الحمأة الجافة من أحواض التجفيف ميكانيكياً مما يؤدى إلى الاستغناء عن العمالة اللازمة لمثل هذا العمل والتي يجد القائمون على تشغيل عمليات معالجة مياه الصرف الصحي صعوبة في توفيرها.



ثانيا مكونات محطة الرفع

مقدمة

تقوم محطات الرفع عن طريق الطلمبات بنقل المياه من مكان لآخر من خلال مواسير وذلك بإضافة كمية من الطاقة اليها للقيام بهذا العمل ومن المهم جداً لتصميم عنبر الطلمبات أن نتعرف على أنواع الطلمبات المختلفة وتصميمها وتطبيقاتها ومراحل التشغيل والصيانة لها.

ولكي تقوم الطلمبة بعملها لابد من توفر الملحقات الخاصة بذلك من مواسير ومحابس وغيرها.

الغرض من إنشاء محطات الرفع الصرف الصحي:

حيث أن مواسير شبكة الصرف الصحي تقوم بتجميع المخلفات من المنشآت والمصانع والوحدات المختلفة ونقلها بعيدا عن التجمعات السكانية بالانحدار الطبيعي بسعة وميول تسمح بسرعة كافية لمنع المواد العالقة وتنتهي الشبكة بمحطة رفع خاصة بالمنطقة وهذه المحطة ترفع المخلفات من منسوب منخفض إلى منسوب عالي سواء في خط انحدار أو تضغطه في مواسير طرد حتى تصل المخلفات إلى محطة التنقية.

مكونات محطة الرفع:

١. البئر المستقبل للمخلفات wet well بيارة المحطة:

الغرض من البيارة هو التخزين المؤقت للمياه التي ترد إلى المحطة وتقدر سعة البيارة بما يتراوح بين ضعف وثلاثة أمثال متوسط تصرف المضخات الموجودة في المحطة ويتم تزويد البيارة بغطاء ذو فتحة لعمل الإصلاحات اللازمة وأيضا تزود بفتحة للتهوية أو تكون مكشوفة ويجب أن يكون ميل قاع البيارة شديدا ١:١ ومنحدرا نحو مواسير المص وذلك لمنع أي ترسيب بقاع البيارة.

وتغذى البيارة بماسورة الداخل أو الانحدار مركب عليها محبس سكينة للتحكم في كميات المياه الداخلة للمحطة ويجب مراعاة إضاءة البيارة وتهويتها، ويجب مراعاة أن تكون مواسير المص لكافة المضخات في منسوب واحد ومنخفض عن منسوب ماسورة الداخل بما لا يقل عن متر حتى لا تنقطع المياه عن بعض المضخات عند انخفاض المنسوب والمسافة المسموح بها من قاع البيارة وكوع المص حوالى ٣٠ سم – ٤٠ سم حتى لا تدخل الرواسب إلى المضخات وتسبب مشاكل فيها ويستحسن في المحطات الصغرى أن يسبق البيارة غرفة ترسيب أو تصفية.

السرند الميكانيكي:

ويستعمل هذا النوع في المحطات الرئيسية وهو عبارة عن جهاز يعمل بواسطة مجموعة من التروس أو مجموعة تخفيض السرعة تدار بموتور كهربي يركب عليه جنزير (كاتينة) يحمل ذراعين بنهايته كمساحة تسحب الرواسب من اسفل إلى أعلى وفي نهاية المشوار تقذف بها في مجرى تجميع أو على سير ناقل للرواسب ومنها لعربات للتخلص منها.

السرند اليدوي:

وهو عبارة عن شبكتين متجاورتين تعمل كلا منهما احتياطي للأخرى وترفع بواسطة ونش كهربي أو يدوى وتتصدر إحدى الشبكتين تدفق المياه الداخل إلى المضخات وتحجز الرواسب العالقة بالمياه من الدخول. يتم إنزال الشبكة الاحتياطي ثم ترفع الشبكة التي امتلأت بالرواسب وتطهر يدوياً من المخلفات التي يتم تصفيتها وتعبئتها في العربات للتخلص منها بعيداً عن المحطة.

الشبك الثابت:

ويستعمل هذا النوع في المحطات الصغرى وهو عبارة عن شبك يوضع في مدخل المحطة وتحت ماسورة الدخل بها وفوق كيعان المص وعند سقوط المياه عليها تحجز الرواسب ويسمح بمرور الرمال والمخلفات الصغيرة الحجم وعند تطهير هذا النوع من الشبك يجب تخفيض منسوب المياه ببئر الدخل وذلك بقفل محبس الدخل بالمحطة ثم يقوم فريق التطهير بالمحطة برفع هذه الرواسب.

البئر الجاف (Dry Well):

ويوضع في البئر الجاف المضخات والمحركات ومعدات التحكم في التشغيل وفي المحطات الصغيرة توضع المحركات مع المضخات في البئر الجاف تحت سطح الأرض ملاصقاً للبئر المستقبل للمخلفات (البيارة) وفي هذه الحالة يزود سقف البئر الجاف بفتحة تشبه فتحة المطابق

للدخول منها للبئر الجاف إلا أنه في معظم محطات المضخات الكبيرة يقام مبنى المحركات فوق البئر الجاف ومنه يمكن النزول إلى مكان المضخات.

وجميع المحطات تعمل بالكهرباء اللازمة لتشغيل المواتير لإدارة المضخات وعلى هذا فيجب أن تزود جميع المحطات بخطوط الطاقة الكهربية عالي الجهد ومحولات ويجب أن يكون بكل محطة خطين على الأقل ويفضل توافر مصدر ثالث خارجي كمولدات الديزل والتي يمكن استخدامها في حالة انقطاع التيار الكهربي وذلك لضمان استمرار وجود الطاقة بالمحطة وعدم نعطلها في أي وقت.

المواسير بالمحطات:

تستخدم بالمحطات المواسير المصنعة من الصلب وذلك للأقطار الصغيرة وان يكون من السهل التفتيش عليها وان يتخذ اللازم لحمايتها من عوامل الجو وكذا من التآكل أما مواسير الزهر فعمرها أطول من مواسير الصلب وهي تستخدم للأقطار الكبيرة وبالأخص المنشأة منها تحت سطح الأرض أو المعرضة لعوامل الجو وهي أصلح أنواع المواسير لمقاومة الغازات بينما لا تصلح مواسير النحاس لهذه العملية، ويفضل استخدام المواسير ذات الرأس والذيل كما يفضل اللحام بالرصاص.

٣. اختيار نوع الطلمبات

مبدئياً يؤخذ في الاعتبار اختيار نوع الطلمبة تبعاً للرفع الكلي المطلوب للغرض الذي اختيرت من أجله. إن الاختيار السليم لنوع الطلمبة يؤثر تأثيراً كبيراً على النواحي الاقتصادية، لذا فمن الضروري اختيار الطلمبة المناسبة من حيث ظروف العمل الذي اختيرت من أجله ويجب مراعاة التالي:

أ. نوعية المياه.

ب. تصميم الموقع.

ج. عدد ساعات التشغيل والصيانة.

وبناء عليه يتم اختيار الطلمبة من النوع المحوري أو المختلطة في حالة وجود تغير كبير في التصرف عند التشغيل مثل حالات طلمبات الروبة وطلمبات الصرف الصحي حيث أن منحني الأداء لهما يسمحان بتغير كبير في التصرف وتغير قليل في الرفع.

ويتم اختيار الطلمبات الطاردة المركزية مع دفيوزر في حالة وجود تغير كبير في الرفع مثل الطلمبات التي تعطي الشبكة مباشرة حيث تعتمد على معدل الاستهلاك وحيث منحني الأداء لها يسمح بتغير كبير في الرفع وتغير قليل في التصرف.

وفي حالة التشغيل التي يكون معظمها زيادة في معدل الرفع ولكن التصرف جزئي حيث يكون التصرف أقل من التصرف التصميمي لها.

في هذه الحالة يتم اختيار الطلمبات المختلطة حتى لا يحدث اهتزاز ومشاكل فهي تسمح بتشغيل الطلمبة على تصرف جزئي يصل إلى ٤٠ % و٥٠ % بدون مشاكل.

ملحوظة هامة:

اختيار الطلمبة سواء أفقية أو رأسية يعتمد على وضعها عند التركيب ودراسة النواحي الاقتصادية للتشغيل والصيانة.

تقسيم محطات الرفع

تقسم محطات الضخ طبقاً للتصميم، السعة، المكان، الغرض من المحطة، ونظام السيطرة المستخدم لتشغيل الطلمبات.

أنواع محطات الرفع

المحطات ذات البئر الرطبة

هي نوع من المحطات تستخدم الطلمبات الغاطسة فقط وتكون الطلمبة مغمورة في البيارة وتقسم محطات البئر الرطبة إلى صغيرة جداً (٨٠ جالون/ دقيقة) & صغيرة (٨٠ إلى ٣٠٠ إلى ٣٠٠٠

جالون في الدقيقة) وكبيرة (أكثر من ٣٠٠٠ جالون في الدقيقة). الكل مجهز بعدد اثنين مضخة أو أكثر عدا المحطات الصغيرة جداً.

البئر الرطبة يمكن إنشاءها من غرف تفتيش من الخرسانة سابقة التجهيز ذات مقطع مستطيل من الخرسانة، أو منشأ خرساني معد في الموقع من الصوف الزجاجي سابق التجهيز أو الصلب.

محطة البئر الرطبة / البئر الجافة

هي نوع من المحطات تستخدم نوعين من الابار بئر رطبة لاستقبال المياه وتوصيلها للطلمبات واخري جافة تكون بها الطلمبات والمحركات والمعدات المساعدة ومن مميزاتها:

أ. تعزل المضخات، المحركات، وسائل التحكم الكهربية، المعدات التكميلية من البئر الرطبة في بئر جاف معزول.

ب. يوفر مجال بيئي أكثر نظافة وأمان بالنسبة للأشخاص العاملين في التشغيل والصيانة.

ج. تتراوح السعة ما بين المحطات الصغيرة سابقة التجهيز إلى المحطات ذات السعة الكبيرة المصنوعة من الخرسانة المسلحة المنشأة في الموقع.

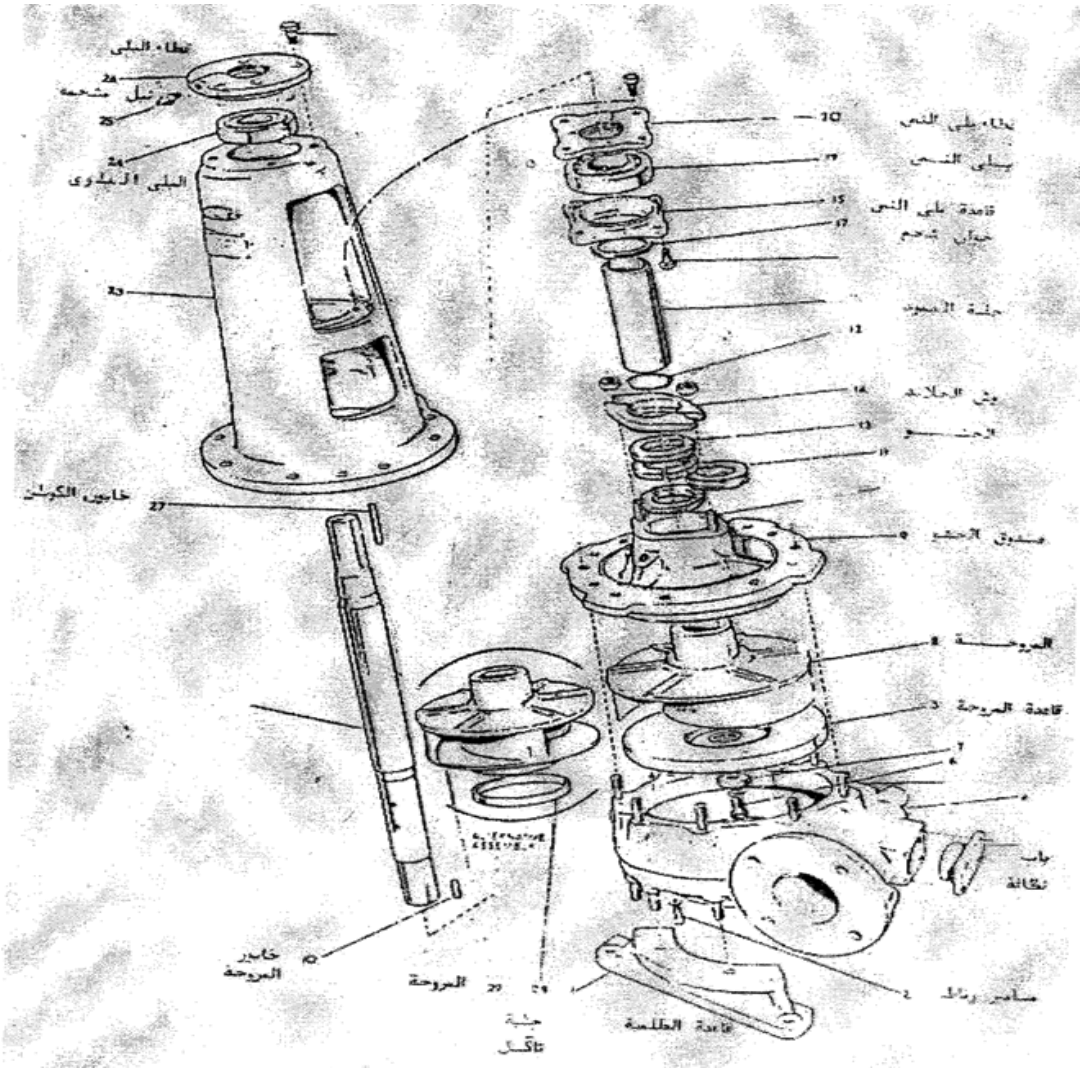
أنواع الطلمبات

الطلمبات الطاردة المركزية

١. الطلمبة الطاردة المركزية أساساً من الأجهزة البسيطة جداً حيث أن المروحة تدور داخل غلاف يسمي الفوليوت والمروحة مثبتة على عامود الإدارة والذي يرتكز بالتالي في دورانه على الرولمان بلي (كراسي المحاور) السائل الداخل إلى مركز المروحة كما في الشكل (٢ – ٢) يتم دفعه بواسطة الريش الدائرة ثم يتم طرد الماء إلى فتحة الخروج (فتحة الطرد) بواسطة القوة الطاردة المركزية.

٢. ولكي تساعد على إدراك نظرية عمل الطلمبات الطاردة المركزية والوظائف المختلفة لأجزائها سوف نتكلم عن الطلمبة بالكامل وطريقة عمل كل جزء وكيفية العناية به.

مكونات الطلمبة الطاردة المركزية:



شكل (٢-٢) يوضح مكونات الطلمبة الطاردة المركزية

الطلمبات الطاردة المركزية الأفقية

أ. الطلمبات الطاردة المركزية الأفقية تشبه إلى حد بعيد واحدة من الطلمبات التي تم وصفها سابقاً وملائمتها لمجموعة الخواص والأشكال السابق شرحها ويمكن أن تكون طلمبة أفقية مرحلة واحدة، أو ثنائية السحب أو طلمبة ذات غلاف منفصل.

ب. الطلمبة الأفقية لها مروحتان تعملان على التوالي مع بعضهما وذلك لتخليق ضغط عالي (رفع مانومتري أعلى من المنتج من مرحلة واحدة).

ج. في الطلمبة الأفقية الثنائية سحب الماء يدخل من كلا الجانبين للمروحة وفي هذه الحالة يكون الدفع القطري الناتج من دخول الماء يعطي المروحة اتزان وينتج عنه تقليل قوي الدفع على محاور الطلمبة.

د. الطلمبة ذات الغلاف المنفصل تشير إلى أن غلاف الطلمبة مكون من نصفين.

هـ. بعض الطلمبات الطاردة المركزية لها خط سحب واحد مع العمود وهذه يمكن توصيفها على أنها طاردة مركزية ذات نهاية سحب مرحلة واحدة.

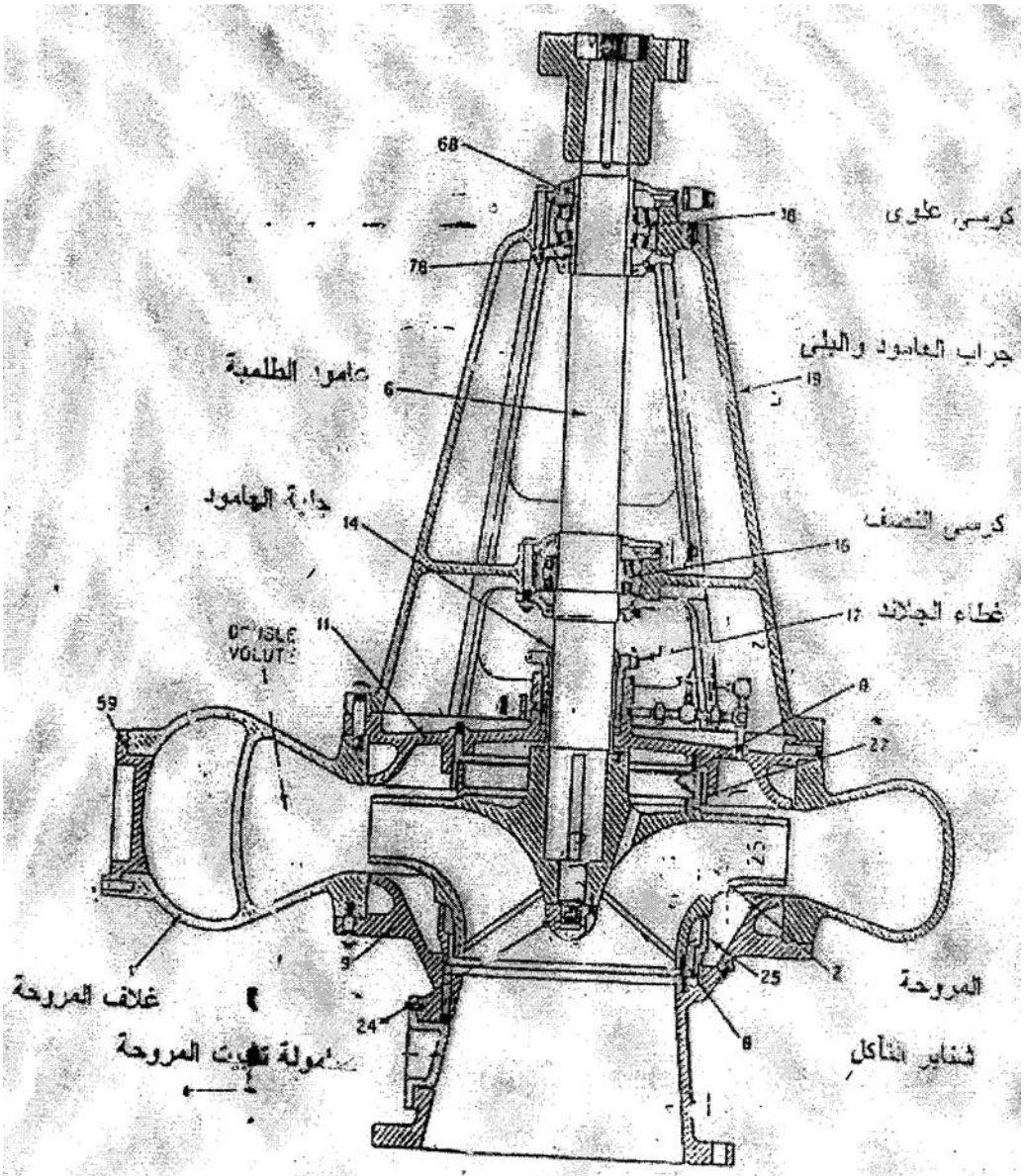
الطلمبة الطاردة المركزية الرأسية

كما بالشكلين (٤ – ٢) و(٥ – ٢):

أ. هناك نوع آخر شائع للطلمبات الطاردة المركزية وهي الطلمبة الطاردة المركزية ذات السحب الرأسي وهذه الطلمبات تكون مهيأة للآبار العميقة كالطلمبة التربينية. وكل هذه الطلمبات توصل بالمحرك بواسطة عمود إدارة طويل جداً وبهذا الترتيب سوف تعمل الطلمبة باستمرار طالما أن البئر ممتلئ بالمياه.

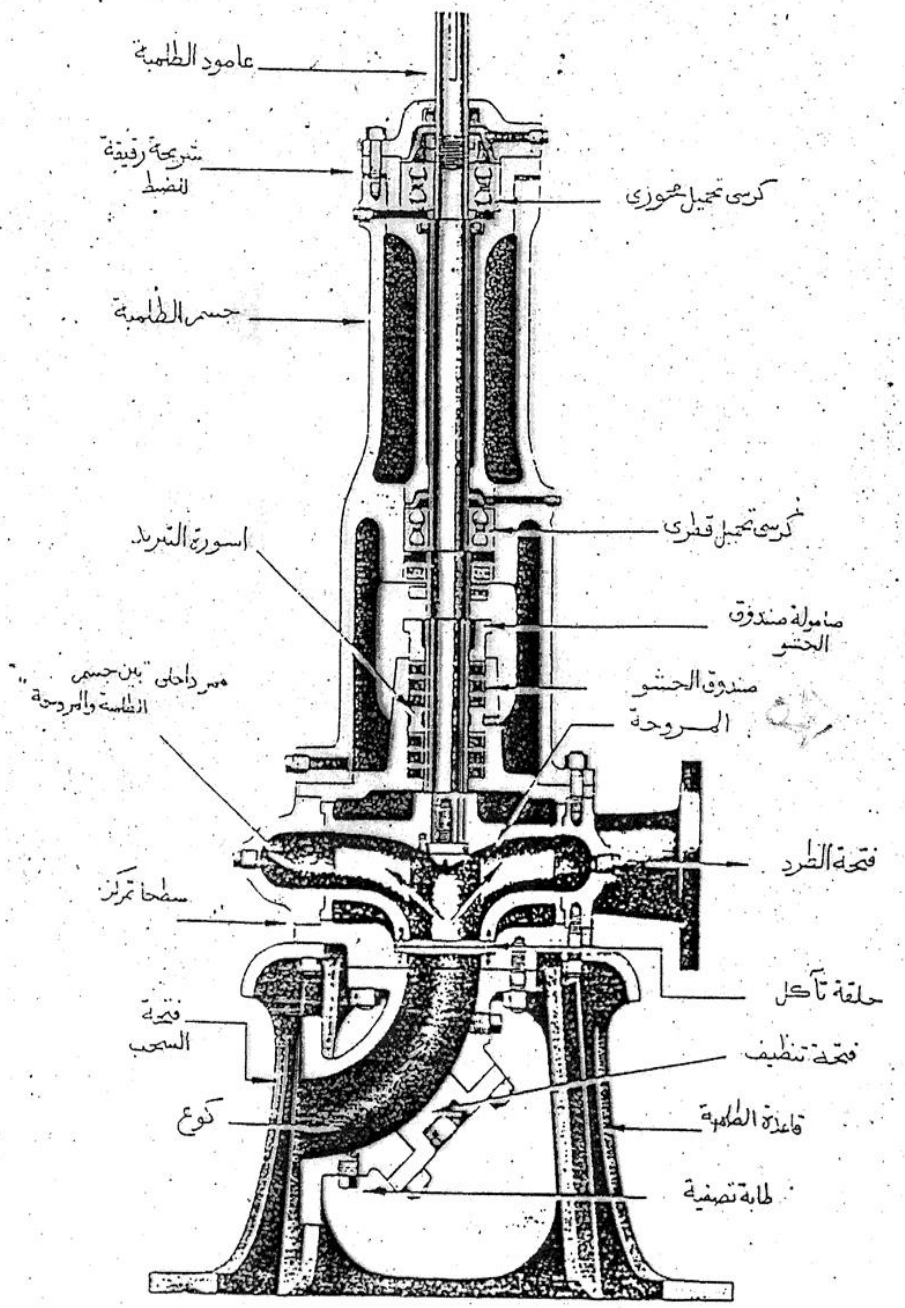
ب. بالإضافة إلى التشحيم العادي للمحرك الكهربي هناك الصيانة الدورية التي تتطلب الضبط لحشو الجلاند عند الحاجة.

شكل (٤ – ٢)



يوضح مكونات الطلمبة الداخلية موضح عليها
غلاف المروحة وصندوق الحشو

شكل (٥ – ٢)



طلمبة كسح المجارى - النوع الرأسى

الطلمبات الغاطسة Submersible pump

هذه النوعية من الطلمبات متصلة مباشرة مع المحركات حيث أنها تعمل في مكان تركيبها داخل المياه في الآبار العميقة ومنها الأحجام الكبيرة التي يتم تركيبها على بيارات المص وفي حالة استخدام هذه الطلمبات يجب التعامل بدقة مع اختلاف الوسائل لمانع التسرب.

ج. الطلمات الحلزونية

مكونات الطلمبة الحلزونية ووظيفة كل منها شكل (٨ – ٢):

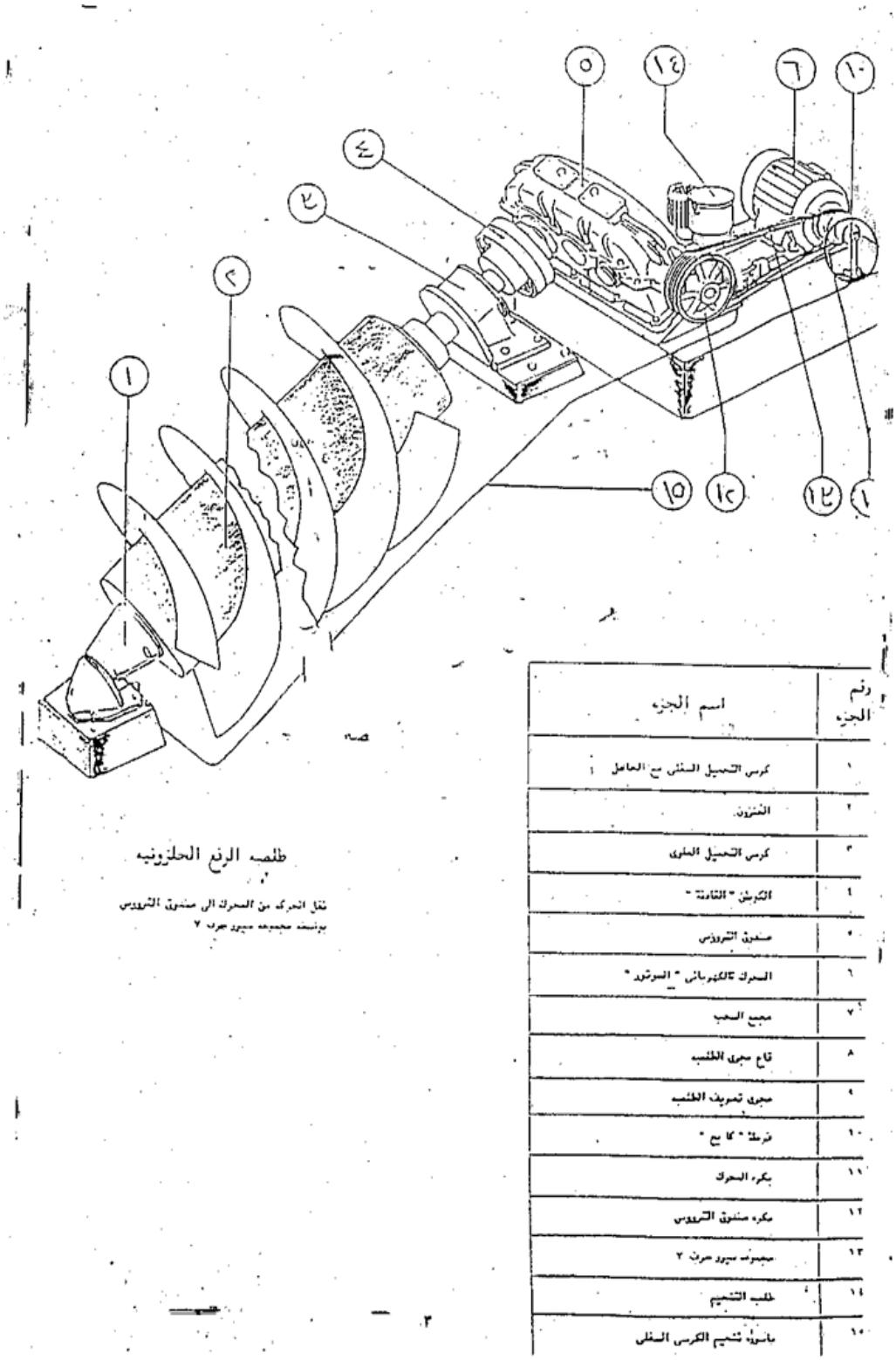
الأجزاء الميكانيكية:

١. الكرسي السفلي: يستخدم كمحور ارتكاز للريشة من أسفل.
٢. الريشة: ووظيفتها رفع المياه من أسفل إلى أعلي.
٣. موانع الطرطشة: يستخدم في تقليل الفاقد من المياه المرفوعة.
٤. الكرسي العلوي: هو محور ارتكاز الريشة من أعلي.
٥. صندوق التروس: يستخدم في تقليل السرعة إلى السرعة المطلوبة لإدارة الريشة الحلزونية.
٦. مبرد زيت صندوق التروس: يستخدم في تقليل درجة الحرارة لزيت صندوق التروس.
٧. الوصلة الهيدروليكية: تستخدم في نقل الحركة من المحرك إلى صندوق التروس.
٨. مروحة التبريد للوصلة الهيدروليكية: تستخدم في تقليل درجة الحرارة للوصلة الهيدروليكية.
٩. طلمبة الزيت للكرسي السفلي: تستخدم في تزييت أو تشحيم عمود الكرسي السفلي.

الأجزاء الكهربية:

١. المحرك: يستخدم في إدارة الطلمبة الحلزونية.
٢. محرك طلمبة الكرسي السفلي: يستخدم في إدارة طلمبة الزيت لتوصيل الزيت إلى الكرسي السفلي.
٣. قاطع الكهرباء: وهو مفتاح التشغيل للطلمبة الحلزونية.

شكل(٨– ٢) مكونات الطلمبة الحلزونية



طلمبه الرفع الحلزونيه

نقل الحركه من المحرك الى صندوق التروس
بواسطه مجموعه سيور حرف V

رقم الجزء	اسم الجزء
١	كرسي التحميل السفلي مع العامل
٢	الحلزون
٣	كرسي التحميل العلوي
٤	الكوشن " القاعدة "
٥	صندوق التروس
٦	المحرك الكهربائي " الموتور "
٧	مجمع السحب
٨	قاع مجرى الطلمبه
٩	مجرى تصريف الطلمبه
١٠	فرملة " كابح "
١١	بكره المحرك
١٢	بكره صندوق التروس
١٣	مجموعه سيور حرف V
١٤	طلمبه التشحيم
١٥	ماسورة تشحيم الكرسي السفلي

المحابس

مقدمة المحابس

المحابس هي تجهيزات للتحكم والسيطرة في محطات الطلمبات بما يمكن من المتحكم في إيقاف ومنع أو تنظيم أو مراجعة أو تغيير الاتجاه لمسارات السائل أو تنظيم تدفق السائل. توجد محابس

معينة أكثر مناسبة لاستخدامات معينة عن الأخرى. سيتم تناول التركيب، التشغيل والصيانة لخمسة أنواع من المحابس. شائعة الاستعمال في محطات الضخ.

أنواع المحابس واستخداماتها في محطات الضخ:

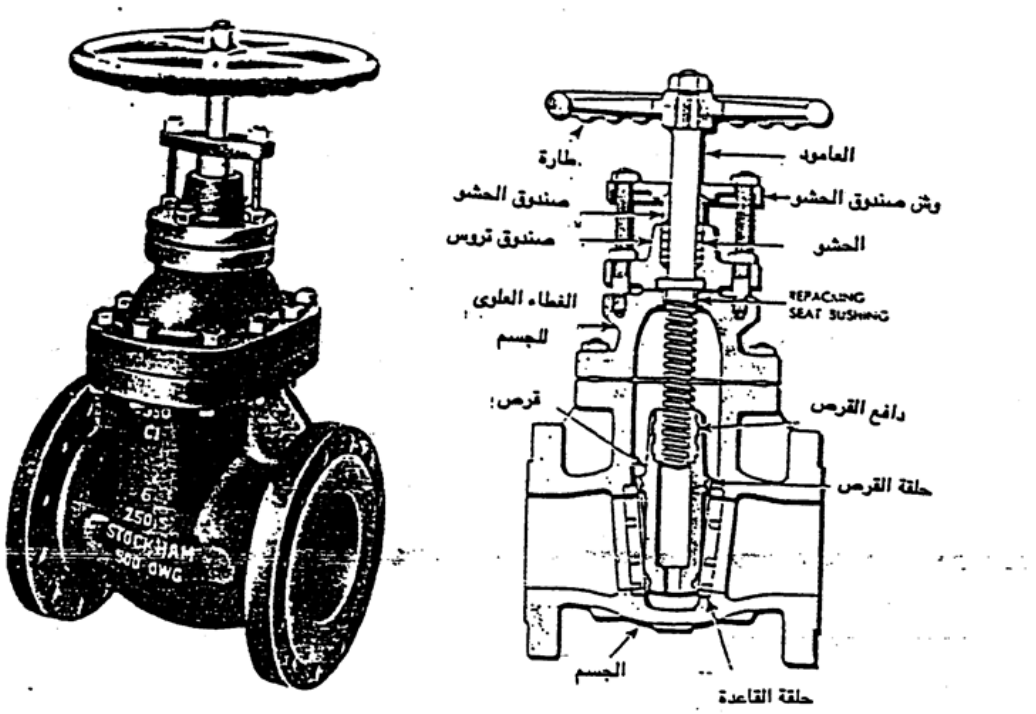
محابس السكينة

شكلي (١ – ٦) و(٢– ٦)

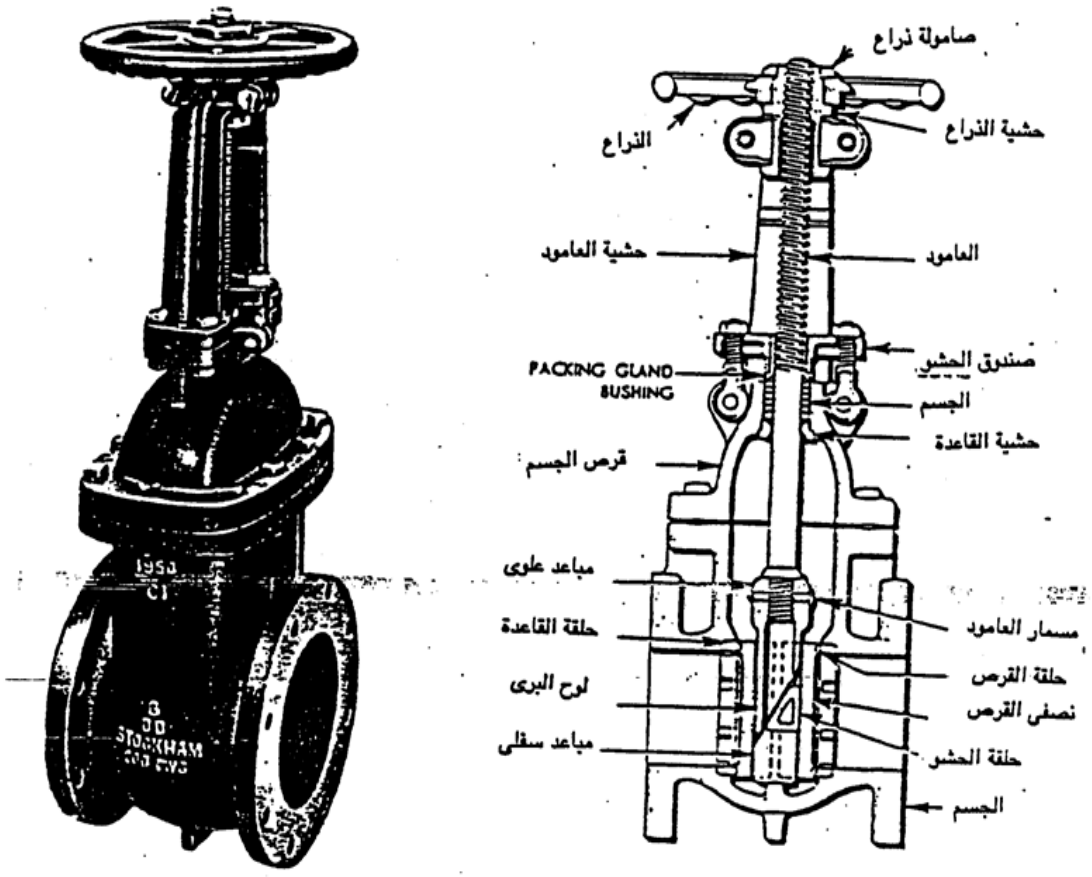
١. الأجزاء الرئيسية لمحابس السكينة هي:

١. يد التشغيل.
٢. تجهيزه الحشو للعامود.
٣. الغطاء.
٤. جسم المحبس بالقاعدة.
٥. العامود.
٦. قرص البوابة.

تصنع محابس السكينة بسعات مختلفة، ولكن نظرية التشغيل للجميع واحدة. ومحابس السكينة أما ذات عامود صاعد أو ثابت. وذات العامود الصاعد لها قلاووظ مقابل في غطاء المحبس. مع فتح المحبس فإن القلاووظ للعامود يظهر، رفع قرص الخلوص محبس السكينة ذو العامود الصاعد) في المحبس السكينة بالعامود الثابت، فإن العامود يكون ثابت في مكانه في الغطاء بجلبة بارزة من نفس العمود.



(شكل (١ – ٦) محبس السكينة بالعامود الثابت)



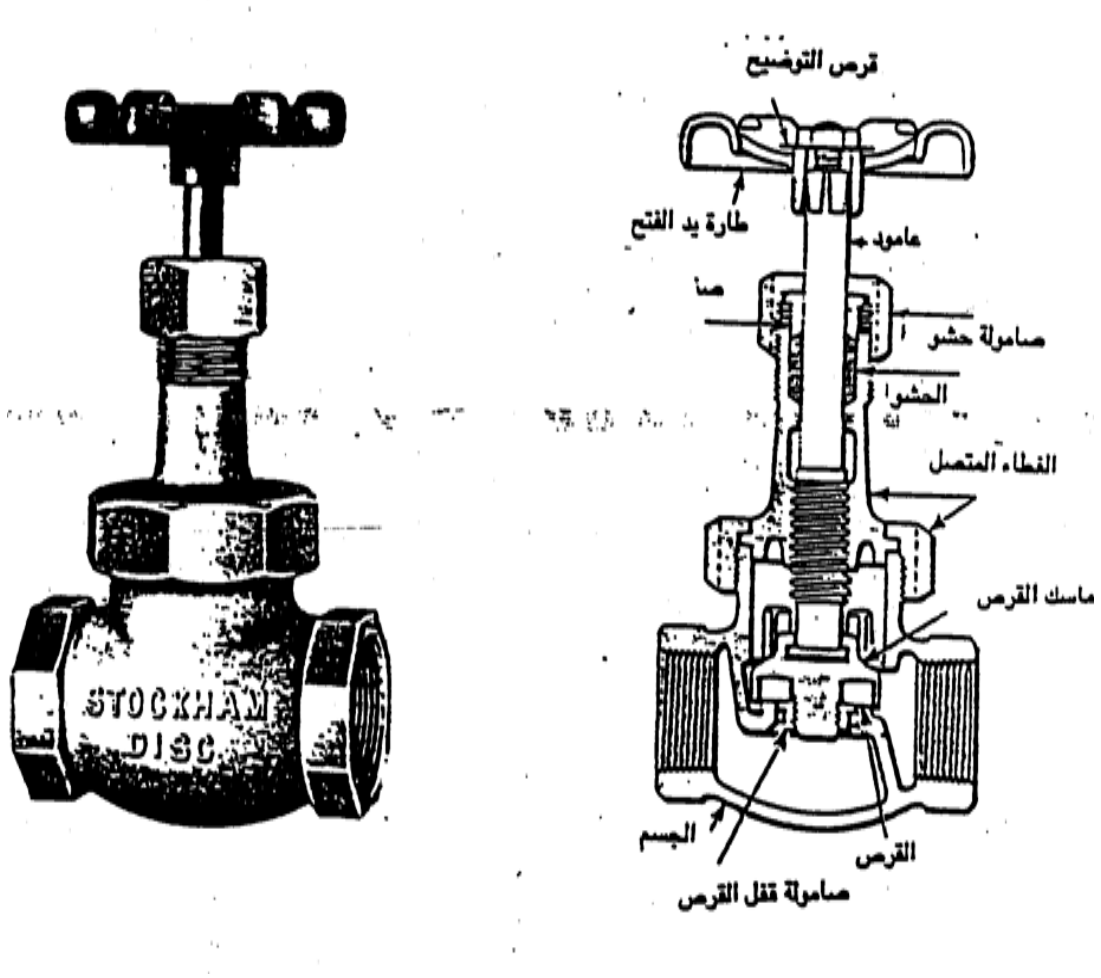
شكل (٢ – ٦) محبس سكينة بالعامود المرتفع

محبس الكرة

شكل (٣-٦)

١. جسم محبس الكرة يختلف عن تصميم محبس السكينة. محابس الكورة تستخدم قرص دائري لعمل سطح مستوي ملتصق ومثبت بقاعدة المحبس. وذلك يشبه وضع الأصبع في نهاية الماسورة لإيقاف أو منع التدفق.

٢. أجزاء المحبس مشابهة في التسمية والأداء لمحبس السكينة خطوات التشغيل والصيانة لمحابس الكورة مشابهة للخطوات المشار إليها في محابس السكينة.



شكل (٣-٦) المحبس الكروي

ج. المحابس ذات القرص اللامركزي

شكل (٤-٦)

١. المحابس ذات القرص اللامركزي لها خصائص مفضلة وهذه هي:

أ. السماح بالسعة العالية.

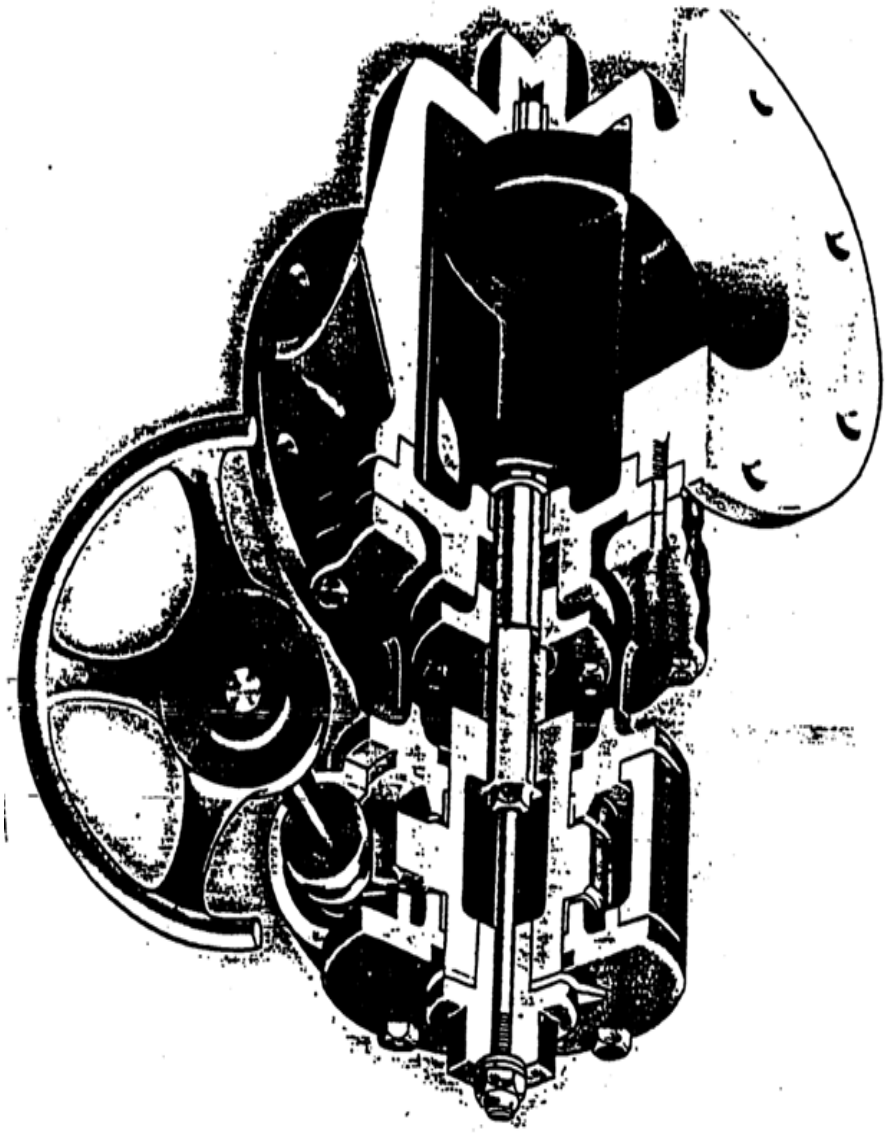
ب. التصريف لربع سعة المحبس.

ج. لا يحتاج إلى تزييت أو تشحيم.

د. مقاومة كبيرة للنحر والتآكل.

هـ. خصائص تدفق جيدة.

٢. المحابس ذات القرص اللامركزي تستخدم كاملة لتعمل مع قاعدة المحبس اللامركزي.

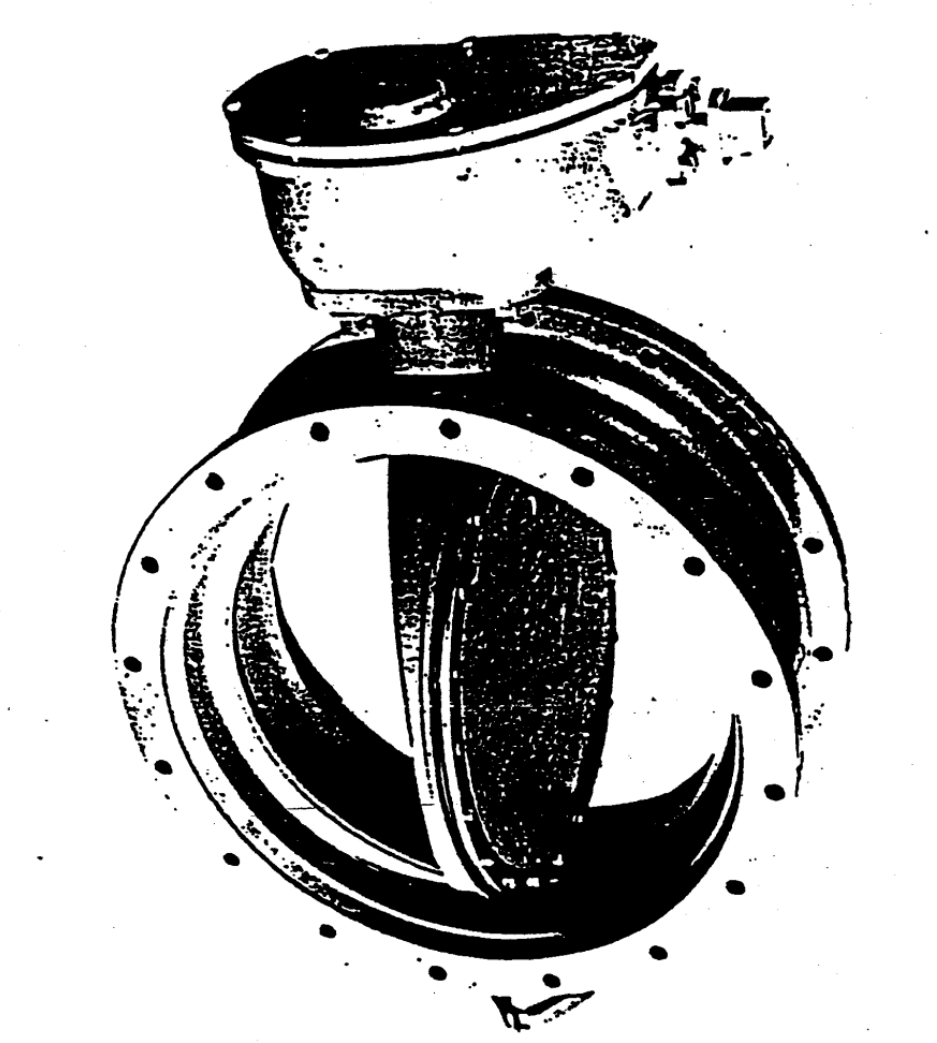


شكل (٤ - ٦) القرص اللامركزي

محابس الفراشة

شكل (٥-٦)

١. تستخدم محابس الفراشة أساساً كمحابس تحكم، خصائص التدفق لمحابس الفراشة يسمح بالتدفق المنتظم عموماً مع وجود عدم انتظام قليل للتدفق في منطقة قرص المحبس.
٢. تستخدم محابس الفراشة قرص مصنع ميكانيكياً يمكن فتحه ٩٠ درجة ليسمح بكامل التدفق خلال المحبس بربع لفة تشغيل فقط.
٣. عند قفل المحبس، يضغط القرص على الجسم المطاطي. حيث يتم إحكام القفل بضغط وش القرص على القاعدة المطاطية للجسم بواسطة رافعة حلزونية. يمكن استبدال القاعدة المطاطية عند الضرورة بدون فك المحبس. المحابس الكبيرة لا تحتاج لرفعها من خط التشغيل عند الحاجة لتجديد القاعدة المطاطية.



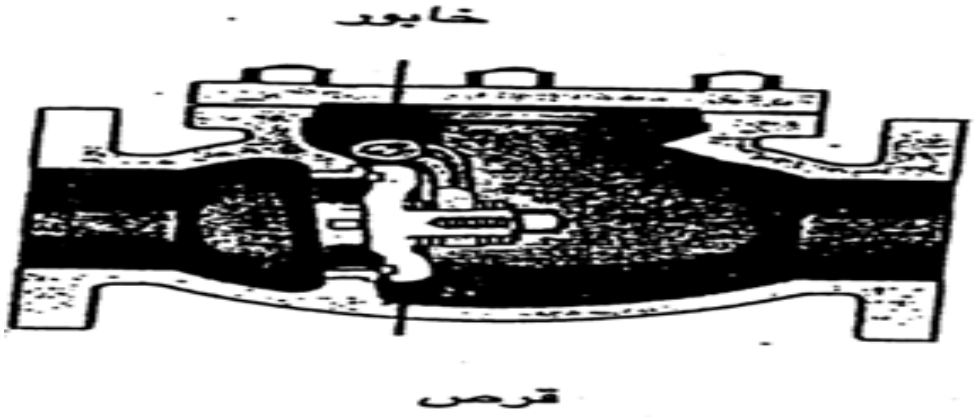
شكل (٥ – ٦) محبس الفراشة

هـ. محبس عدم رجوع

شكل (٦ – ٦)

١. محابس عدم الرجوع تسمح بتدفق المياه في اتجاه واحد فقط. في حالة محاولة المياه المتدفق في الاتجاه العكسي. يتم قفل المحبس بتجهيزه ميكانيكية داخلية وتوقف تدفق المياه.
٢. وتستخدم ثلاثة نماذج لعدم الرجوع وهي: التوقف بالتأرجح، التوقف بالماء، التوقف بالرفع.
٣. في التصميم للتوقف بالتأرجح، حيث القرص الحر الحركة يثبت في الاتجاه العمودي لتدفق المياه ويثبت على قاعدة ثانية. والقرص المتحرك يسمي المصفق. (انظر شكل ٧ – ٧ محبس عدم الرجوع).
٤. المصفق يمكن أن يكون أحد ثلاثة أنواع.
   أ. يعمل بالجاذبية الأرضية.
   ب. يعمل بالرافعة والوزن.
   ج. يعمل بالرافعة والياي.
٥. في إنشاءات كثيرة. فإن المياه التي تضخ يلزم أن تصل طبقاً للتدفق والضغط المطلوب. المصفق مع وسيلة ضبط خارجية للفتحة في محبس عدم الرجوع يمكن استخدامها للحصول على الضغط والتدفق المطلوب. إيقاف التدفق في الاتجاه العكسي بواسطة محابس عدم الرجوع يعتبر أساسي في أي استخدامات للآتي:

- منع الطلمبة من العمل العكسي عند إيقاف مصدر الطاقة.
- منع شبكات المياه من التداخل فيما بينها.
- يساعد في إيقاف التشغيل للطلمبات.
- يؤكد اكتمال الملء للمواسير (الماسورة مملوءة بالماء).



شكل (٦–٦) محبس عدم رجوع

المراجع

- **تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ**
- **و مشاركة السادة :-**

مهندس/ أشرف لمعي توفيق	**شركة صرف صحي القاهرة**
مهندس/ السيد رجب شتيا	**شركة مياه وصرف صحي البحيرة**
مهندس/ أيمن النقيب	**شركة صرف صحي الاسكندرية**
مهندس/ خالد سيد أحمد	**شركة مياه القاهرة**
مهندس/ طارق ابراهيم	**شركة صرف صحي القاهرة**
مهندس/ علي عبد الرحمن	**شركة صرف صحي الاسكندرية**
مهندس/ علي عبد المقصود	**شركة صرف صحي القاهرة**
مهندس/ محمد رزق صالح	**شركة مياه وصرف صحي البحيرة**
مهندس/ مصطفي سبيع	**شركة صرف صحي القاهرة**
مهندس/ وحيد أمين أحمد	**شركة مياه القاهرة**
مهندس/ يحي عبد الجواد	**شركة مياه وصرف صحي الدقهلية**