



جمهورية مصر العربية
وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية
المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء

الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع

محطات معالجة الصرف الصحى

الصفحة	المحتويات
١	الفصل الأول: الدراسات الأولية والبيانات التصميمية
١	مقدمة :
٢	١-دراسة المخطط العمراني وإستعلامات الأراضي فى منطقة الدراسة:
٣	٢- تحديد الفترة التصميمية :
٣	٣- الدراسات السكانية:
٣	٤- معدلات استهلاك المياه
٣	٥- مصادر المخلفات السائلة :
٣	٥-٢ الإستخدامات الصناعية:
٤	٥-٣ المصادر الأخرى :
٤	٥-٤ الأحمال التصميمية لمحطات المعالجة :
٦	٥-٤ التصرفات المستخدمة فى تصميم وحدات المعالجة (جدول ١-٢) :
٧	٦- خصائص مياه الصرف الخام
٨	٧- دراسات إعادة الإستخدم والتخلص النهائي (المعايير اللازمة للمياه المعالجة)
٨	٧-١ معايير المخلفات السائلة المسموح بصرفها على أعمال الصرف الصحى :
٩	٨- إختيار الموقع:
٩	٨-١ شروط إختيار الموقع:
١٠	٨- إختيار الموقع:
١٠	٨-١ شروط إختيار الموقع:
١٠	٨-١-١ المساحة المطلوبة:
١٠	٨-١-٢ المجاري المائية المحيطة (المصارف)
١٠	٨-١-٣ العناصر المساحية:
١٠	٨-١-٤ إختيار أرض الموقع
١١	٨-١-٥ التسهيلات المتاحة بمحيط الموقع
١١	٨-١-٦ الجسات المبدئية او الاسترشادية
١٢	٨-٢ المخطط العام للمحطة
١٣	٨-٢-١ العناصر الهيدروليكية:

١٤	٢-٢-٨ العناصر المعمارية:
١٥	٣-٢-٨ العناصر الإنشائية :
١٥	٤-٢-٨ العناصر الميكانيكية:
١٥	٥-٢-٨ العناصر الكهربائية :
١٦	٩- الأعمال المساحية:
١٦	١٠- الدراسات الجيوتقنيه
١٧	١١- دراسات التحكم والحماية
١٧	١-١١ وسائل التحكم
١٩	٢-١١ تمييز لون المواسير حسب نوعية التصرف Color Coding
١٩	٣-١١ وسائل الحماية
٢٢	الفصل الثانى طرق معالجة المخلفات السائلة والحمأ
٢٢	١- طرق معالجة المخلفات السائلة
٢٢	١-١ مقدمة
٢٢	٢-١ المعالجة الفيزيكية <i>Physical Treatment</i>
٢٤	٣-١ المعالجة الكيماوية:
٢٤	٤-١ المعالجة البيولوجية :
٢٨	٢- عمليات المعالجة اللازمة لازالة الملوثات المختلفة
٣١	٣- مراحل ومستويات المعالجة الأولية للمخلفات السائلة لمياه الصرف الصحى الأدمية:
٣٤	٤- إختيار طريقة المعالجة :
٣٥	٥- طرق التخلص والإستفادة من نواتج أعمال المعالجة
٣٥	١-٥ المخلفات السائلة الأدمية المعالجة:
٣٦	٢-٥ الحمأ Sludge
٣٦	١-٢-٥ مصادر الحمأ وخواصها:
٣٦	١-١-٢-٥ الحمأ الناتجة من أحواض الترسيب الابتدائي
٣٦	٢-١-٢-٥ الحمأ الناتجة من أحواض الترسيب النهائي
٣٧	٢-٢-٥ طرق معالجة الحمأ Sludge Treatment

٣٧	Thickening	٥-٢-٢-١ خفض حجم الحمأة (التركيز)
٣٧	Stabilization	٥-٢-٢-٢ تثبيت الحمأة
٣٨	Sludge Dewatering	٥-٢-٢-٣ فصل المياه من الحمأة
٤٠	Sludge Disposal	٥-٢-٢-٤ طرق التخلص من الحمأة
٤٠		١- فى الأرض
٤٠		٢- فى بحيرات الحمأة
٤٠		٣- المدافن الصحية المعتمدة
٤١		الفصل الثالث التصميم الهيدروليكي
٤١		أسس تصميم المعالجة التمهيدية والابتدائية
٤١		غرفة التهذئة Deceleration Chamber
٤٢		٢-قناة المدخل (قناة التوصيل) Approach Channel
٤٢		١-٢ الغرض منها
٤٢		٢-٢ التصميم الهيدروليكي
٤٣		٣-المصافي (Screens)
٤٣		١-٣ الغرض منها
٤٣		٢-٣ أنواع المصافي
٤٤		٣-٣ التصميم الهيدروليكي
٥٠		٤-طواحن المواد الصلبة
٥٠		٥-أحواض الموازنة
٥١		٦- أحواض فصل الرمال
٥١		١-٦ الغرض منها
٥٢		٢-٦ أنواع احواض فصل الرمال
٥٧		٧- أحواض الترسيب الابتدائية
٥٧		١-٧ الغرض منها
٦٠		٧-٢ التصميم الهيدروليكي
٦٠		٧-٣ كفاءة الازالة لخزانات الترسيب الابتدائية
٦٢	Biological Aeration Tanks	٨- أحواض التهوية البيولوجية

٦٢	أولاً: النمو المعلق (Suspended Growth)
٦٢	١- أحواض التهوية (الحماة المنشطة)
٦٧	١- قيم الثوابت:
٦٨	٢- أسس التصميم:
٧٤	ثانياً: النمو الملتصق (Attached Growth)
٨٧	٩-أسس التصميم لخزانات الترسيب النهائية
٨٨	١٠-إضافة الكلور
٨٩	١٠-١ أجهزة الكلور
٨٩	١٠-٢ طلمبات تشغيل حاقن الكلور
٨٩	١٠-٣ أجهزة معادلة الكلور المتسرب
٨٩	١٠-٤ أحواض التلامس (الكلور)
٩٠	رابعاً : بحيرات الأكسدة Stabilization Ponds
٩٠	١- الغرض من الوحدة
٩١	٢- البحيرات اللاهوائية Anaerobic Ponds
٩١	٣- بحيرات أكسدة هوائية /لاهوائية (إختيارية) Facultative Ponds
٩٢	٤- بحيرات النضج (إتمام الأكسدة) Maturation or Polishing Ponds
٩٢	٥- مكونات وأسس تصمم بحيرات الأكسدة
٩٢	٥-١ بحيرات الأكسدة اللاهوائية Anaerobic Ponds
٩٣	٥-٢ بحيرات الأكسدة الإختيارية Facultative Ponds
٩٤	٥-٣ بحيرات إتمام الأكسدة Maturation ponds
٩٧	خامساً : الأراضي الرطبة المنشأة Constructed Wetlands
٩٧	١- الغرض من الوحدة
٩٧	٢-الأراضي المبتلة ذات التدفق السطحي
٩٨	٣-الأراضي المبتلة ذات التدفق تحت السطحي
٩٩	٤- أسس التصميم
١٠٠	١- المرشحات الرملية البطيئة والسريعة Slow and Rapid sand filters
١٠٢	٢- مرشحات الأغشية Membrane filters
١٠٣	٢-١ مكونات منظومة الأغشية

١٠٥	٣- الكربون المنشط (Activated carbon)
١٠٧	٤- التبادل الأيوني Ion exchange
١٠٨	١-تركيز الحمأة (Thickening)
١٠٨	١-١ أحواض تركيز الحمأة بالجاذبية الأرضية (Thickeners)
١١٠	١-٢ خزانات التعويم بإستخدام الهواء (Air Flotation thickeners)
١١١	١-٢-١ أسس التصميم:
١١١	١-٣ خزانات خلط الحمأة قبل أحواض التركيز (Blending tanks)
١١٣	١-٤ تصميم مواسير الحمأة
١١٥	٢-التثبيت اللا هوائي (التخمير اللا هوائي):
١١٦	٢-١ مخمر الحمأة التقليدي (ذو المرحلة الواحدة):
١١٦	٢-١-١ أسس التصميم:
١١٧	٢-٢ مخمر الحمأة ذو المعدل السريع
١١٩	٢-٢-١ أسس التصميم:-
١٢٠	٢-٣ مخمر الحمأة الهوائي:
١٢١	٢-٣-١ أسس التصميم:
١٢٢	٣-فصل المياه من الحمأة (Sludge Dewatering)
١٢٢	٣-١ أحواض تجفيف الحمأة:
١٢٣	٣-١-١ مكونات الوحدة:-
١٢٤	٣-١-٢ أسس التصميم:
١٢٥	٣-٢ فصل المياه بإستخدام المعدات الميكانيكية (Mechanical Dewatering)
١٢٥	٣-٢-١ مرشحات الحمأة التى تعمل بالتفريغ: (Vacuum filters)
١٢٦	٣-٢-١-١ أسس التصميم:
١٢٧	٣-٢-٢ مرشحات الحمأة التى تعمل بالضغط (Filter Press)
١٢٧	٣-٢-٢-١ مكونات الوحدة:
١٢٧	٣-٢-٢-٢ أسس التصميم:
١٢٨	٣-٢-٣ جهاز الطرد المركزي (Centrifuge)
١٢٩	الفصل الرابع التصميم الميكانيكي
١٢٩	٢-١ المصافي الميكانيكية

١٢٩	١-١-٢ أسس التصميم
١٢٩	٢-١-٢ أنواع المصافي الميكانيكية
١٢٩	٣-١ التصميم الميكانيكي والكهربائي للمصافي
١٢٩	١-٣-١ يجب توافر الشروط الآتية عند تصميم المصافي الميكانيكية:
١٣٠	٢-٣-١ يجب تحقيق المتطلبات التالية عند تصنيع المهمات الخاصة بالمصافي الميكانيكية
١٣١	٣-٣-١ الخامات التي تصنع منها مكونات المصافي الميكانيكية:
١٣٢	٢- مهمات أحواض التخلص من الرمال
١٣٢	١-٢ الغرض من مهمات أحواض التخلص من الرمال:-
١٣٢	٢-٢ أسس التصميم:
١٣٢	٣-٢ شروط التصميم :-
١٣٤	٤-٢-٢ متطلبات التصنيع
١٣٤	٥-٢ الخامات التي تصنع منها مهمات أحواض فصل الرمال.
١٣٥	٣ مهمات أحواض الترسيب
١٣٥	١-٣ أسس التصميم
١٣٥	١-١-٣ العوامل التي يجب مراعاتها عند التصميم هي:
١٣٦	٢-٣ أنواع أحواض الترسيب
١٣٦	٣-٣ شروط التصميم
١٣٧	٤-٣ متطلبات التصنيع
١٣٨	٥-٣ الخامات التي تصنع منها مهمات أحواض الترسيب :
١٣٩	٢-١-٤-٢ العوامل التي يجب مراعاتها عند التصميم هي:-
١٣٩	٤ مهمات أحواض التهوية السطحية (وحدات التهوية السطحية)
١٣٩	١-٤ المكونات
١٣٩	٢-١-٤-٢ شروط التصميم
١٤٠	٢-١-٤-٢ متطلبات التصنيع
١٤١	٢-١-٤-٢ خامات التصنيع لمهمات التهوية السطحية على النحو التالي:
١٤٢	٢-٤ مهمات التهوية باستخدام وحدات حقن الهواء (Air Ejection high Speed Jet Aerators)
١٤٢	٣-٤ مهمات التهوية باستخدام الهواء المضغوط
١٤٣	٥ - مهمات أحواض تركيز الحمأة Sludge Thickener Equipment

١٤٣	١-٥-٢ الغرض من مهمات تركيز الحمأة:-
١٤٣	٢-٥ المكونات
١٤٣	٣-٥ العوامل الواجب مراعاتها عند تصميم المهمات الميكانيكية لأحواض التركيز
١٤٤	٤-٥ شروط التصميم
١٤٤	٥-٥ متطلبات التصنيع
١٤٥	٦-٥ خامات التصنيع
١٤٦	١-٦ الغرض من إستخدام طلبات الأعادة
١٤٦	٢-٦ ويجب توافر الشروط الآتية فى تصنيع هذه الطلبات
١٤٨	٧ مهمات قنوات الأكسدة Oxidation Ditches Equipment
١٤٨	١-٧-٢ الغرض من وحدات التهوية
١٤٨	٢-٧ شروط التصميم
١٤٩	٣-٧ متطلبات التصنيع
١٥٠	٤-٧-٢ خامات التصنيع
١٥١	الفصل الخامس ٣- تصميم الأعمال الكهربائية
١٥١	١ - المحركات الكهربائية المستخدمة فى محطات المعالجة
١٥٣	٢- معدات التشغيل الكهربائية Switchgear
١٥٤	١-٢ معدات تشغيل الضغط العالي High Voltage Switchgear
١٥٥	١-١-٢ الرباط والغلق Interlocking & Padlocking
١٥٦	٢-١-٢ أنواع قواطع الدائرة Types of circuit breakers
١٥٨	٢-٢ بناء اللوحات فى الضغط العالي (H.V) Switchboard Construction
١٥٨	٢-٢ معدات تشغيل الضغط المنخفض Low Voltage Switchgear
١٦٤	١-٢-٢ طريقة إختبارات قصر الدائرة Method of short circuit tests
١٦٥	٤-٢-٣ المقنن الحراري والمقنن داخل المحتوي لقواطع التيار Thermal rating & enclosed rating
١٦٥	٢-٢-٢ بناء لوحات التوزيع الكهربائية جهد ٣٨٠ فولت :
١٦٦	٣-٢ التأريض Earthling
١٦٦	٣- بئر الأرضي
١٦٧	٤- حساب تيار القصر وتيار الوقاية للدوائر الكهربائية:

١٦٨	٥- المحولات الكهربائية
١٦٩	١-٥ أنواع المحولات المستخدمة
١٦٩	٢-٥ القدرات الشائعة للمحولات
١٦٩	٣-٥ التقسيمات
١٦٩	٤-٥ ملفات المحولات
١٧٠	٥-٥ أداء المحولات
١٧٠	٦-٥ الفواقد فى المحولات
١٧١	٧-٥ الإرتفاع فى درجة الحرارة
١٧٢	٨-٥ دليل التحميل للمحولات
١٧٣	٩-٥ مقاومة الحريق
١٧٣	١٠-٥ التوصيلات
١٧٤	١١-٥ نهايات التوصيل
١٧٤	١٢-٥ تبريد المحولات
١٧٦	١٣-٥ تهوية مأوى المحولات
١٧٧	١٤-٥ قوة (شدة) العزل للمحولات
١٧٧	١٥-٥ تشغيل المحولات على التوازي
١٧٨	١٦-٥ حماية المحولات
١٧٨	٣-١٦-٣ الحماية ضد التفاوت
١٧٨	٢-١٦-٥ الحماية ضد عطل الأرضي المقيد
١٧٩	٣-١٦-٥ الحماية ضد عطل الأرضي غير المقيد
١٧٩	٥-١٦-٥ مرهل الغاز والزيت (بوخلز)
١٧٩	٤-١٦-٥ الحماية ضد زيادة الحمل (التيار)
١٧٩	٦-١٦-٥ أجهزة تنفيث الضغط
١٨٠	٧-١٦-٥ مبيانات درجة حرارة الملفات
١٨١	٦- الكابلات الكهربائية
١٨١	١-٦ التيار المقنن المسموح بمروره
١٨٤	٢-٦ معاملات الخفض
١٨٤	٣-٦ التنزيل فى الجهد

١٨٦	٤-٦ تيار القصر للكابلات
١٨٦	١-٤-٦ تيار القصر الحراري المقنن للكابلات المعزولة بالـ PVC
	Thermal short circuit rating of Pvc
١٨٦	٢-٤-٦ تيار القصر الحراري المقنن للكابلات المعزولة بالـ XPLE Thermal short circuit rating of XPLE
١٨٧	٥-٦ الاعتبارات التصميمية لتركيب الكابلات والمواسير والمجاري الخاصة بها.
١٨٨	٧- محطة التوليد الكهربائي
١٨٨	١-٧ مقدمة
١٨٨	٢-٧ قدرة محطة التوليد الاحتياطية
١٨٨	٣-٧ عدد وحدات محطة التوليد الكهربائية
١٨٨	٤-٧ المواصفات المطلوبة لمحركات وحدة التوليد
١٨٩	٥-٧ ملحقات محرك الديزل
١٩٠	٦-٧ نظام الوقود
١٩٢	٧-٧ نظم بدء الإدارة
١٩٣	الفصل السادس شروط الطرح و العطاءات و مراحل المشروع التصميميه و التنفيذيه - اعمال التصميمات المعماري و الانشائي
١٩٣	١-٦ - مراحل المشروع التصميمية والتنفيذية
١٩٣	١-١-٦ - مقدمة
١٩٥	٢-١-٦ - مرحلة إعداد مستندات الطرح
١٩٥	١-٢-١-٦ - مكونات مستندات الطرح
١٩٥	١-١-٢-١-٦ - دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات الفنية للمشروع
١٩٦	٢-١-٢-١-٦ - البوم الأعمال
٢٠١	١ - المؤقت (الإبتدائي)
٢٠٢	٢ - الاستلام النهائي
٢٠٤	٣-١-٦ - مرحلة طرح الاعمال
٢٠٤	٣-١-٦ - مرحلة التنفيذ
٢٠٨	٢-٢-٦ - وحدات المشروع

٢٠٨	٦-٢-١ عنبر المضخات
٢٠٩	٦-٢-٢ مبنى المحولات والتوليد
٢٠٩	٦-٢-٣ الورش والمخازن
٢٠٩	٦-٢-٤ مبنى الكيماويات والكلور
٢١١	٦-٢-٥ مبنى الإدارة والمعمل
٢١١	٦-٣ الأعمال الإنشائية

الفصل الأول: الدراسات الأولية والبيانات التصميمية

مقدمة :

عند البدء فى تصميم أعمال محطات معالجة المخلفات السائلة الواردة من مدينة أو قرية أو تجمع سكاني فإن ذلك يقتضي القيام بالدراسات الأولية اللازمة وكذلك تحديد البيانات التصميمية الآتية:

١. دراسات المخطط العمراني وإستعمالات الأراضي فى منطقة الدراسة.
٢. تحديد الفترة التصميمية.
٣. الدراسات السكانية.
٤. دراسات إستهلاكات المياه وتصرفات مياه الصرف الصحى شاملة التصرفات الصناعية- إن وجدت.
٥. التصرفات التصميمية لمحطات الرفع وخطوط الأنحدار الرئيسية التى تصب تصرفاتها مباشرة الى محطة المعالجة.
٦. خصائص مياه الصرف الصحى الخام والمواصفات المطلوبة لمياه المعالجة.
٧. دراسات إعادة الإستخدام والتخلص النهائي
٨. دراسات معالجة الحمأة والتخلص الآمن لها.
٩. اختيار الموقع الملائم لأعمال المعالجة لا طبقا للمتطلبات البيئية.
١٠. الأعمال المساحية
١١. الدراسات الجيوتقنيه وتوصيات التأسيس والنزح الجوفى وسند جوانب الحفر
١٢. دراسات التحكم والحماية

١ - دراسة المخطط العمراني وإستعلامات الأراضي فى منطقة الدراسة:

- يتم الحصول على الحيز العمرانى المعتمد لمنطقة الدراسة بالتنسيق مع هيئة التخطيط العمرانى وهى الجهة المنوط بها اعداد الأحوزة العمرانية للتجمعات المختلفة.
- يراعى عند اختيار مواقع محطات معالجة الصرف الصحى تحقيق مايلى:
- ١- الأماكن المخصصة لذلك ضمن المخطط العمرانى المعتمد.
 - ٢- تحقيق المتطلبات البيئية ووزارة الصحة.
 - ٣- تحقيق متطلبات الجهات ذات الصلة (التنمية المحلية - الكهرباء - الأسكان - الري - الصحة - الخ.....)

٢- تحديد الفترة التصميمية :

- يجب أن يتم تصميم محطة معالجة مياه الصرف الصحى بحيث تكفى لتوفير احتياجات المنطقة المخدومة لفترة تصل إلى ٥٠ سنة (أو طبقا لما تحدده جهة الطرح للمشروع) ويلزم مراعاة اختيار أسس التصميم المناسبة التى تسمح بالمحافظة على كفاءة المحطة حتى بعد خروج ٢٥% من الوحدات للصيانة.
- يجب أن تكفى أعمال كل مرحلة من مراحل المحطة فترة تصميمية تصل إلى حوالى ١٥-٢٠ سنة وألا تقل خطوط الإنتاج عن خطى انتاج فى المرحلة الأولى مع مراعاة توافق العمر الافتراضى للمهمات الكهروميكانيكية المختلفة لكل مرحلة وللجهة ذات المسؤولية تحديد الفترة الزمنية المناسبة اذا دعت الحاجة.

٣- الدراسات السكانية:

يتم الاسترشاد بالكود المصرى لشبكات مياه الشرب والصرف الصحى (أحدث إصدار) فيما هو متعلق بمراحل النمو، وكذلك الطرق المختلفة لتقدير عدد السكان المستقبلى لمنطقة الدراسة.

٤- معدلات استهلاك المياه

يتم الاسترشاد فى تعريف المعدلات المختلفة للاستهلاك وكذلك تقدير الزيادة المستقبلية لتلك المعدلات بما ورد بالكود المصرى لشبكات مياه الشرب والصرف الصحى (أحدث إصدار).

٥- مصادر المخلفات السائلة :

عند حساب التصرفات التصميمية للمخلفات السائلة يلزم تحديد مصادرها وكمياتها كما يلي:

١-٥ الاستخدامات السكانية:

وهى المخلفات السائلة المجمعة من المناطق السكنية والتجارية والخدمية والترفيهية.

٢-٥ الاستخدامات الصناعية:

وهي المخلفات السائلة المسموح بصرفها على أعمال الصرف الصحى والوارد من عمليات الصناعة المختلفة. حسب ماتحدده القوانين واللوائح المنظمة لذلك.

٥-٣ المصادر الأخرى :

وهى المياه المجمعة من مياه الأمطار ومياه الرش.

هذا ويجب الاسترشاد بالجدول رقم (١-٥) فيما يتعلق بمعدلات إستهلاك المياه للاغراض المختلفة من الكود المصرى لأسس التصميم وشروط التنفيذ لخطوط المواسير المستخدمه فى شبكات مياه الشرب والصرف الصحى كود رقم (١/١٠٢).

٥-٤ الأحمال التصميميه لمحطات المعالجة :

يتم تصميم محطة المعالجة بالأخذ فى الاعتبار مايلى:

-الأحمال الهيدروليكية

- أحمال هيدروليكية سنوية متوسطة (التصرف السنوى المتوسط).
- أحمال هيدروليكية خلال الذروة (تصرف الذروة).

-الأحمال العضوية

- أحمال عضوية سنوية متوسطة

لذلك:

يراعى عند تصميم وحدات محطات الرفع الرئيسية (واحدة او أكثر) ومحطة المعالجة الأخذ فى الاعتبار مايلى:

- التصرفات خلال ساعات الذروة (التصرف الذروة) لتصميم جميع وحدات محطات الرفع الرئيسية أو وحدات محطة المعالجة هيدروليكيًا بما فيها القطاع الهيدروليكي و الهدارات وفترات المكث للوحدات جميعها.

- الأحمال الأستيعابية العضوية لمحطة المعالجة (وحدات المعالجة البيولوجية ومنظومة الحمأة الأبتدائية والنهائية) فيكتفى بأخذ التصرف السنوى المتوسط مضروب فى الأحتياج الأكسجينى الحيوى/الكيميائى السنوى المتوسط خلال العام.

معامل الذروة:

وهو النسبة بين التصرف القصى (التصرف الذروة) والتصرف السنوى المتوسط والذى يعتمد على عدد السكان المخدوم لكل محطة رفع وطبقا للمعادلات الواردة بكود الشبكات - أحدث إصدار.
وطبقا للمعدلات التصميمية التالية:

التصرف السنوى المتوسط = عدد السكان المخدوم لكل محطة رفع رئيسية $\times$ متوسط استهلاك المياه $(\% 80-90)$

التصرف الذروة = معامل الذروة $\times$ التصرف السنوى المتوسط

تصرف محطة الرفع الرئيسية = تصرف الذروة + 10% لتنظيم تشغيل المضخات وهو التصرف الهيدروليكى التصميمى لجميع وحدات محطة المعالجة هيدروليكيًا.

الأحتياج الأكسجينى الحيوى = وهو كمية الأكسجين اللازم لأكسدة المواد العضوية بفعل البكتريا فى ظروف قياسية ويتم تقديره من خلال أخذ عينات خلال العام على فترات متباعدة وتحديد القيمة المتوسطة وإذا تعذر يتم أخذ عينات من منطقة مجاورة مماثلة بها مشروع صرف صحى ويتم مراجعة التحاليل المتوفرة وإلا يتم فرضه طبقا لما يلى:

الأحتياج الأكسجينى الحيوى = $\frac{٧٠-٤٠ \text{ جم /فرد/يوم وهى كميات المياه العضوية للفرد باليوم}}{\text{التصرفات المتوسطة السنوية للصرف الصحى ل/ف/يوم}}$

ويلاحظ أن التصرف المتوسط السنوى للصرف الصحى ل/ف/ي تختلف من المدن للقرى ويرجع فى ذلك لكود الشبكات - أحدث إصدار

يراعى (١) عند وجود عدة محطات ضخ رئيسية او (٢) في حالة وجود فروق كبيرة بين قيمه التصرفات المصمم عليها محطة المعالجة و المتوقعه فعليا حاليا او (٣) عند حدوث تغيرات كبيرة خلال ساعات اليوم للتصرفات الواردة او (٤) في حالة وحدات المعالجة الابتدائية التي تعتمد علي كفاءة تكوين طبقة معلقة مثل UASB ان يتم استقبال تصرفات هذه المحطات في حوض موازنة بحيث يتم الضخ منه الي مدخل المحطة بمعدلات تصرف منتظمة (تؤخذ مساوية ١,٥ التصرف المتوسط) اي ان يتم تصميم جميع وحدات المعالجة هيدروليكا علي هذه القيمة و عضويا علي التصرف المتوسط

٥-٤ التصرفات المستخدمة فى تصميم وحدات المعالجة (جدول ١-٢) :

وحدات المعالجة	التصرف التصميمى
× مهمات الرفع والمواسير × وحدات المعالجة الآتية :- ▪ المدخل والمصافي. ▪ أحواض حجز الرمال	هيدروليكا : تصرف الذروة عضويا : لا يستخدم
▪ أحواض الترسيب الابتدائي والنهائي	هيدروليكا : تصرف الذروة عضويا : لا يستخدم
▪ المعالجة البيولوجية.	هيدروليكا : تصرف الذروة عضويا : التصرف المتوسط
أحواض المزج بالكور.	هيدروليكا : تصرف الذروة عضويا : لا يستخدم
تقدير كميهِ المواد المحجوزة على المصافي والرمال المترسبه فى أحواض حجز الرمال.	هيدروليكا : تصرف الذروة عضويا : لا يستخدم
× أجهزة القياس والتحكم.	هيدروليكا : تصرف الذروة مع مراعاة التصرف الأدنى عضويا : لا يستخدم

وحدات المعالجة	التصرف التصميمى
× أجهزة تسجيل بيانات المحطة.	هيدروليكا : تصرف الذروة مع مراعاة التصرف الأدنى (٠,٧) (التصرف المتوسط) عضويا : لا يستخدم
× مخازن الكيماويات والمهمات الملحقة بها.	هيدروليكا : التصرف المتوسط عضويا : لا يستخدم
× تصميم مهمات وحدات الرفع فى حالة أقل التصرفات (الإيقاف والتشغيل) وتصميم أجهزة قياس التصرفات ذات المدي القليل.	التصرف الأدنى
× تصميم قنوات المدخل للتحكم فى ترسيب المواد العالقة.	التصرف الأدنى
× إختيار أقل عدد من الوحدات تعمل خلال فترات أقل للتصرفات.	التصرف الأدنى
وحدات استقبال نواتج الكسح داخل محطة المعالجة من التجمعات الصغيرة غير المخدومة المحيطة فى نطاق المحطة لمسافة تحددها الجهة المالكة والاستشارى المسئول عن اعداد المخطط العام والدراسات التصميمية. علما بانه يمنع استقبال هذه الخلفات على محطات الرفع نهائيا.	تتراوح ما بين ٥-١٠ % من الطاقة الاجمالية للمحطة- مع شرط توافر الوحدات المستقبلية والمصممة (خزان أستقبال مهوى) بشكل لا يؤثر على كفاءة عمل محطة المعالجة على ان يتم تهويتها قبل دخولها الى محطه المعالجه

بالنسبة لوحدات المعالجة البيولوجية التى تزيد مدة المكث لها عن يوم (مثل بحيرات الأكسدة الطبيعية) يكون التصميم لوحدات المعالجة البيولوجية هيرولوجيا وعضويا على أساس التصرف المتوسط.

٦- خصائص مياه الصرف الخام

يراعى عند تحديد تركيز الملوثات الرئيسية فى مياه الصرف الخام للتجمعات العمرانية المختلفة ما يلى:

١- مدن أو تجمعات أو قري مخدمة بشبكات صرف صحي وفى هذه الحالة تؤخذ عينة ممثله على مدار فترة كافية لاتقل عن ٣-٧ ايام للمخلفات السائلة من نهاية الشبكات على ان يكون أخذ العينة وإجراء التحاليل المعملية المطلوبة طبقاً للطرق القياسية الأمريكية :
(Waste Environmental Federation) (WEF)

٢- مدن أو تجمعات أو قري جاري تخطيطها أو غير مخدمة بمشروع صرف صحي ويتم فى هاتين الحالتين الإسترشاد بمدينة أو قرية مماثله ومشابهه فى الأنشطة الإجتماعية والإقتصادية والسكانية والصناعية ولها نفس الظروف المناخية وفى حالة عدم توافر مدينة أو قرية مماثلة بغرض الإسترشاد يتم تقدير كمية الأكسجين الحيوى الممتص (B.O.D₅) عن طريق متوسط الاستهلاك السنوي للمياه للفرد فى اليوم والإحتياج الأكسوجينى الحيوى المتوسط للفرد والذي يتراوح بين ٤٠ - ٧٠ جم / الفرد / اليوم . وذلك لتحديد الأحمال العضوية.

مع مراعاة العوامل التى قد تزيد من تلك الأحمال فى المناطق الريفية المخدمة حيث يجب تقدير تلك العوامل فى الاعتبار عند حساب الاحمال العضوية.

ويجب ان تتضمن تحاليل مياه الصرف الصحى كحد أدنى العناصر التالية:
الأس الهيدروجينى، الأكسجين الحيوى الممتص BOD، الأكسجين الكيمائى الممتص COD،
المواد العالقة الكلية TSS، النتروجين الكلى TKN، الفسفور الكلى TP. المعادن الثقيلة الكلية.

٧- دراسات إعادة الإستخدام والتخلص النهائى (المعايير اللازمة للمياه المعالجة)

٧-١ معايير المخلفات السائلة المسموح بصرفها على أعمال الصرف الصحي :

للحفاظ على نوعية المياه التى تصل الى محطة المعالجة من العناصر الضارة التى قد تؤثر بشكل مباشر على كفاءة المعالجة البيولوجية فقد تم تحديد معايير المخلفات الصناعية السائلة المسموح بصرفها على شبكات الصرف الصحي أو محطات المعالجة طبقاً للقانون رقم ٩٣ لسنة ٦٢ والقرار الوزاري رقم (٩) ١٩٨٨ وكذلك القرار الوزارى رقم ٤٤ لسنة ٢٠٠٠ .

٨- إختيار الموقع:

٨-١ شروط إختيار الموقع:

يلزم أن يتوافر فى موقع محطة المعالجة الشروط الآتية:

- أن يكون الموقع بعيداً عن الحيز العمراني للمدينة أو القرية بمسافة لا تقل عن ٢٠٠ الى ٥٠٠ متر. وفى حالة تعذر توافر تلك المسافة نتيجة لزحف العمران او نتيجة للتكتل السكانى بمنطقة الدراسة يجب استخدام أنظمة التحكم فى الروائح للوحدات التى تسبق الوحدات البيولوجية، وكذلك الوحدات التى تتعامل مع الحمأة الناتجة بجميع انواعها. مع مراعاة انه فى مثل هذه الحالات يجب عدم استخدام اية معدات تهوية يمكنها ان تحدث رزا فى الهواء كوحداث التهوية السطحية أو المرشحات الزلطية أو يمكن تغطيه وحدات المعالجة حتى لا تنتشر اية مواد غير مرغوبة بشكل سلبي بالمنطقة المحيطة.
- أن يكون هناك طريق للمحطة بعرض لا يقل عن ٦-٨ متر على ان يسمح هذا العرض بمرور خطوط الطرد القادمة لمحطة المعالجة حالياً ومستقبلاً مع تحمل حمولة مناسبة من سيارات النقل الثقيل.
- أن يكون الموقع قريباً ما أمكن من مكان التخلص النهائي للمياه المعالجة (مصرف - أراضي للاستزراع). ويراعى ذلك عند تصميم نظام التخلص او إعادة الاستخدام
- أن يكون الموقع تحت الرياح السائدة على المنطقة العمرانية المجاورة. وإذا تعذر ذلك لابد من اعتبار وضع تصور لكيفية التحكم فى الروائح خاصة لاعمال المعالجة الأولية ووحدات تناول الحمأة.
- دراسة التربة لإختيار الموقع المناسب للتأسيس الإقتصادي.
- الأخذ فى الاعتبار التوسع المستقبلي للمحطة. يجب ان يراعى عند تحديد مساحة الموقع ان تكون كافية للتوسعات لمنطقة الخدمة حتى مرحلة التشبع السكانى لتلك المناطق.
- عدم وجود عوائق بالموقع (انابيب غاز - صرف مغطي - خطوط كهرباء ضغط عالي الخ).
- تفادي الاراضى الزراعية قدر الإمكان (ويفضل الاراضى البور أو الصحراوية) وبما لا يخل بالدراسة الإقتصادية للمشروع. مع مراعاة انه عندما تفرض الضرورة استخدام الأراضى الزراعية يتم الاعتماد على النظم التى تحتاج الى مساحات اقل نسبياً سواء كان ذلك لمعالجة المياه او نظم تناول الحمأة.

٨-١-١ المساحة المطلوبة:

تقدر المساحة المطلوبة لأي محطة تبعاً للتصرف ونوعية المياه ومتطلبات الوحدات المطلوب انشائها ونوعية وطريقة المعالجة المقترحة لخدمة منطقة الدراسة حتى سنة الهدف أو مرحلة التشبع. كما يجب عمل دراسة تفصيلية لكيفية امداد الخدمة لجميع التجمعات الواقعة داخل منطقة الخدمة لمحطة المعالجة، وإذا كان سيتم الربط مركزياً أم يتم اعتبار نظم أخرى للتجمعات خاصة الصغيرة داخل منطقة خدمة محطة المعالجة المقترحة. ويحظر تماماً البدء فى محطة معالجة جديدة أو توسعات لمحطات قائمة دون وجود دراسة تفصيلية لكيفية خدمة جميع التجمعات داخل منطقة الدراسة بحيث يكون هناك مخطط عام متكامل نهائى معتمد لمنطقة الدراسة. مع ضرورة مراعاة إعتبار البعد الاجتماعى والبيئى والاقتصادى لمنطقة الدراسة.

٨-١-٢ المجاري المائية المحيطة (المصارف)

يعتمد إختيار موقع المحطة على نوعية المجاري المائية المحيطة (المصارف) وتشتترط ان تكون المجاري المائية المحيطة قابلة لإستيعاب كميات ونوعية جودة المياه المعالجة للصرف عليها طبقاً لإشتراطات الجهات المعنية المختصة بهذه المجاري. وان لم يتوافر ذلك يتم إدراج دراسات تمهيد تلك المصارف لاستيعاب التصرفات لمحطة المعالجة بالتنسيق مع الجهات المختصة بذلك، كما يجب دائماً اعطاء أهمية خاصة لبدائل إعادة الاستخدام بمنطقة الدراسة حسب ظروفها الخاصة بما يتوافق مع الاكواد والقوانين المنظمة لذلك وتطبيق جميع المحاذير المطلوبة للتخفيف من الآثار السلبية إن وجدت، مع ضرورة اعداد الدراسات البيئية والاجتماعية الخاصة بذلك.

٨-١-٣ العناصر المساحية:

- طبوغرافية الموقع وأبعاده. بحيث يتم تحديد الاحداثيات لأركان الموقع وعمل ميزانية شبكية على مسافات مناسبة حسب تغير مناسيب الموقع.
- ربط الموقع بالطرق العموميه. وعلاقته المساحية بمنطقة الخدمة
- إتجاه دخول خطوط مواسير المخلفات السائله المراد معالجتها. وتحديد عددها واقطارها والمسافة المناسبة لها
- رفع وربط الموقع بأماكن التخلص من المياه المعالجه أو أماكن إعادة الاستخدام

٨-١-٤ إختيار أرض الموقع

يلزم دراسة مجموعة من المواقع المتاحة بالاستعانة بالخرائط المساحية الكنتورية والصور الجوية ثم بالمعاينة على الطبيعة لكل موقع متاح وتقييمه فنياً واقتصادياً، وإذا كان الموقع المختار من أملاك الدولة فإنه يلزم البدء فى إجراءات التخصيص، وإذا كان من أملاك القطاع الخاص فتنفذ إجراءات الشراء بالتراضى مع مالكى الأرض واي من المستفيدين (طبقاً للقوانين المنظمة لذلك) .

٨-١-٥ التسهيلات المتاحة بمحيط الموقع

يفضل عند اختيار موقع محطة المعالجة توافر الآتى :

- ١ - سهولة نقل المياه المعالجة من مصدرها الى موقع التخلص أو إعادة الاستخدام.
- ٢ - سهولة التخلص من الحمأة الناتجة عن المعالجة.
- ٣ - قرب الموقع من مصدر الطاقة.
- ٤ - سهولة ربط الموقع بالطرق والاتصالات السلكية واللاسلكية.
- ٥ - سهولة نقل مياه الصرف الصحى من مواقع محطات الطلبات الرئيسية الى الموقع

٨-١-٦ الجسات المبدئية او الاسترشادية

تؤثر نتائج الجسات المبدئية فى المفاضلة بين المواقع المتاحة فيما يتعلق بما يلى:

■ المياه الجوفية

تؤدى غزارتها وارتفاع منسوبها الى زيادة تكاليف الإنشاء.

■ التربة الصخرية

يراعى عمل الدراسات الفنية والاقتصادية لتكاليف الحفر والإنشاءات فى التربة الصخرية عند المفاضلة بين المواقع المتاحة والتكنولوجيا المقترحة.

■ التربة غير الصخرية

يجب دراسة خواص التربة غير الصخرية لتحديد نوعية التأسيس عليها أو مدى الحاجة لإستبدالها لإحلال تربة بديلة ومدى تأثير ذلك على تكاليف المنشآت.

ويجب ان يتضمن تقرير استشارى التربة والجسات التوصيات الاساسية للتأسيس وكذلك مدى الاحتياج الى نزع جوفى من عدمه بالاضافة الى ما اذا كان هناك حاجة لأعمال إحلال للتربة من عدمه، وذلك لما لذلك من تأثير مباشر على اسلوب التنفيذ ومدته وكذلك التكلفة الاستثمارية للمشروع.

كما يجب اجراء عدد من الجسات النهائية التأكيدية بواسطة الشركات المنفذة للتحقق من نوعية التربة قبل البدء فى عملية التنفيذ.

٨-٢ المخطط العام للمحطة

بعد تحديد طريقة المعالجة واختيار الموقع يحدد المخطط العام للمحطة طبقاً لما تقتضيه عناصر المعالجة المطلوبة والتي تحددها نتائج الاختبارات المعملية والخبرة السابقة ويراعى ان يشتمل المخطط العام للمحطة على المسطحات اللازمة للتشغيل والتحكم والصيانة والخدمات على اساس ما تحدده الجهة المختصة من احتياجات ، ويجب الأخذ فى الاعتبار عند إعداد المخطط العام للمحطة ما يأتى :

- ١ - طوبوغرافية الموقع وطبيعة التربة ومنسوب المياه الجوفية والطرق الموصلة للموقع.
- ٢ - ربط المخطط العام بالطرق العامة.
- ٣ - حماية الموقع من المؤثرات الخارجية.
- ٤ - مراعاة الموقع المناسب لغرفة التحكم بالنسبة لوحدات عملية المعالجة.
- ٥ - مواجهة صعوبات الانشاء بأقل التكاليف.
- ٦ - مراعاة تحديد الوحدات الاحتياطية اللازمة لبعض مراحل أعمال المعالجة.
- ٧ - الاتزان الهيدروليكي بين وحدات المعالجة لتحقيق أقل فواقد ممكنة، ويساعد ذلك التخطيط الملائم لوحدات المعالجة بالمحطة.
- ٨ - يجب ترك مسافات مناسبة بين وحدات المعالجة وبين المنشآت الاخرى وذلك لتسهيل أعمال التركيب والتشغيل والصيانة.
- ٩ - فصل شبكة الصرف الصحى بالموقع عن شبكة صرف المياه المعالجة.
- ١٠ - سهولة تصريف والتخلص من الفوائض الطارئة للمحطة.
- ١١ - يجب إتخاذ الاحتياطات المناسبة لتقليل الخطورة الناجمة عن استخدام المواد الكيميائية داخل المحطة.

- ١٢- يجب توفير المخازن المناسبة فى المحطة لتخزين المواد والمواسير والمهمات الأخرى.
 - ١٣- يجب ان يؤخذ فى الاعتبار احتمالات التوسع المستقبلى وما يترتب على ذلك من احتياجات.
 - ١٤- يجب تقليل طول خطوط الكيماويات لأقل ما يمكن لتجنب مشاكل التشغيل وذلك بوضع أماكن التغذية بالكيماويات أقرب ما يمكن لأماكن استخدامها .
 - ١٥- تخطيط شبكة الطرق الداخلية المناسبة لسهولة التوريد والمناولة للكيماويات مع تجنب المناولة البشرية لها قدر الإمكان.
 - ١٦- مراعاة وجود مسافة فاصلة بين المباني الإدارية والخدمات عن عنابر الوحدات المسببة للضوضاء ومبنى إضافه مواد التعقيم و اماكن توالد الروائح .
 - ١٧- مراعاة قرب وحدات التغذية بالطاقة الكهربائية من وحدات الاعمال الرئيسية الموجودة بالمحطة.
 - ١٨- مراعاة تخطيط شبكات المرافق اللازمة للمحطة مثل شبكات التغذية بالمياه ومكافحة الحريق والغسيل للوحدات ورى المسطحات الخضراء والصرف وإنارة الموقع والاتصالات.
 - ١٩- يجب إقامة سور خارجى حول الموقع شاملاً أبراج المراقبة والمداخل وغرف الأمن.
 - ٢٠- يجب أن يؤخذ فى الاعتبار أعمال تجميل الموقع.
- مع ادخال عناصر وملامح العمارة الخضراء لجميع مكونات المحطة بشكل يسمح بتوفير اقصى ما يمكن من الطاقة المستهلكة.

٨-٢-١ العناصر الهيدروليكية:

- التخطيط الملائم لوحدات المعالجة بما يحقق أقل فواقد ممكنه بحيث يمكن صرف المياه المعالجه إلى أماكن التخلص النهائي بالإنحدار الطبيعى قدر الإمكان.
- إستغلال الميول الطبيعى إن وجدت للتوفير فى الأعمال الإنشائية .
- الأخذ فى الاعتبار متطلبات التوسع المستقبلي.
- تقليل التقاطعات بين خطوط المواسير داخل المحطة لتسهيل أعمال التنفيذ والصيانه والإصلاح.
- تقليل أطوال خطوط نقل الحمأ ومراعاة عدم وجود تغييرات كبيرة فى إتجاهاتها لتقليل الفواقد ولتفادي احتمالات الإنسداد والترسيب.
- توزيع الوحدات وإرتباطها ببعضها بما يمكن من سهولة التشغيل وتحقيق المرونه فى حالات الطوارئ .

- تزويد الموقع بالمرافق اللازمه مثل شبكات التغذية بالمياه للمباني ومكافحة الحريق وري المسطحات الخضراء وغسيل وحدات المعالجة والصرف الصحى للمباني وإنارة الموقع والاتصالات.
- التركيز على ضرورة وجود وسائل اتصال مناسبة بين موقع محطة المعالجة ومحطات الرفع التى تصخ تصرفاتها اليها بشكل مباشر، ويمكن اذا ترائى للمالك والشركات القائمة على التشغيل بضرورة توافر اساليب متطورة للاتصال والتحكم مثل نظم SCADA ان يتم ذلك بالشكل الذى يلائم ظروف المحطة ومنطقة الخدمة.

٨-٢-٢ العناصر المعمارية:

- حماية الموقع من المؤثرات الخارجية. واهمها السيول او ماشابه.
- سهوله التنقل بين وحدات المعالجة ، وبينها وبين المباني الإداريه ومباني الخدمات ووجود طرق مباشرة بينهم. كما يجب عدم المبالغة فى استخدام المباني الخدمية الا فى حالات الضرورة حسب ظروف كل مشروع.
- وجود مجال رؤيه كامل لجميع الوحدات عبر صالة التشغيل والمراقبة الرئيسية. ويمكن استخدام كاميرات مراقبة اذا لزم الامر. ويمكن للمالك والمصمم استثناء ذلك حسب ظروف كل مشروع.
- مراعاة ان تكون المباني الإداريه ومباني الخدمات مناسبة للمحطة وبعيده عن مصادر الضوضاء مع الأخذ فى الاعتبار إتجاهات الرياح السائده لتجنب تعرض المباني الإداريه للروائح الكريهة التى تهب من مداخل عملية المعالجة أو أحواض المعالجة أو تجفيف الحمأة. والا وجب الاعتماد على نظم التحكم فى الرائحة لتجنب تلك المشاكل.
- إقامة سور خارجي حول الموقع شاملاً المداخل وغرف الأمن و يتكون من هيكل خرساني ومباني من الطوب بارتفاع ٢ م عدا بحيرات الكسدة ومايمثلها فينشأمن أسوار سلك مقوي يضمن خصوصية المحطة ويكون مقاوم للغازات المنبعثة من خلال حماية بدهانات واقية أو البلاستيك.
- وجود التنسيق المعماري بين وحدات ومباني المحطة من حيث الارتفاعات والأبعاد والمسافات اللازمه للتهويه والإضاءة الطبيعية.
- تجميل الموقع وتزويده بالمسطحات الخضراء والتشجير. مع ادخال عناصر العمارة الخضراء كلما امكن ذلك فى التصميمات المعمارية للمشروع.

- تزويد الموقع بمصدر للتغذية بالمياه والرى و شبكة لغسيل الوحدات و صيانتها وشبكة للصرف الصحى للمباني الخدمية ووسائل الاتصال المناسبة.

٨-٢-٣ العناصر الإنشائية :

- مراعاة توزيع وحدات المعالجة ومباني الخدمات بما يتناسب مع دراسات التربة لتحقيق إقتصاديات الإنشاء.
- ترك المسافات المناسبة بين وحدات المعالجة وبين المنشآت والمباني الاخرى بما يضمن سهولة الأعمال الإنشائية وتقليل التكلفة.
- وكذلك مراعاة ان يؤخذ فى الاعتبار كيفية تنفيذ الوحدات المستقبلية دون الاخلال بسلامة المنشآت المنفذة بالمراحل الاولى للمشروع.

٨-٢-٤ العناصر الميكانيكية:

- مراعاة وجود المساحات الكافية بين وحدات المحطة وذلك لتسهيل أعمال التركيب والتشغيل والصيانة.
- وجود المسطحات الملائمة للخرانات والمعدات التى تتركب خارج المباني.
- مراعاة أن يكون مبني المخزن والورش بالمسطح المناسب. ويجب ان تتناسب مساحة المخزن والورشة مع طاقة المحطة وأهميتها بالنسبة للجهة الادارية المسؤولة عن تشغيلها.

٨-٢-٥ العناصر الكهربائية :

- مراعاة قرب مباني التغذية بالطاقة الكهربائية من الأحمال الرئيسيه للمحطة.
- تقليل أطوال ومسارات الكابلات الكهربائية ومراعاة عدم تعارضها مع مسارات المواسير والقنوات ما أمكن.
- توفير مصدر بديل للطاقة الكهربائية فى حالة إنقطاع التيار العمومي لتشغيل العناصر الاساسية التى قد تؤثر على كفاءة عمل المحطة فى حالة انقطاع التيار الكهربى لافترات طويلة.
- مراعاة الموقع المتوسط لغرفة التشغيل والتحكم بالنسبة لوحدات المعالجة وملحقاتها من محطة رفع ومحطات ضغط الهواء وخلافه.

- أن تكون الطرق التى تمر بها الكابلات ذات إتساع مناسب لإستيعاب مجاري وخنادق الكابلات بالأبعاد المطلوبة لها طبقاً للتصميمات.

٩- الأعمال المساحية:

تعتبر الاعمال المساحية من أهم العناصر التى يبني عليها تصميم وتوزيع وحدات المشروع والتى على أساسها يتم توزيع وتحديد الأماكن المناسبة لهذه الوحدات مع الإستغلال الأمثل لميول سطح الارض لتحقيق الإقتصاد فى الطاقة المستخدمه ، سواء كان ذلك من ناحية المخلفات السائلة المطلوب معالجتها أو التخلص من نواتجها أو الإنتقال المرحلي بين وحدات المعالجة المختلفة وتتلخص الأعمال المساحية المطلوبة فى المحددات الآتية:

- تحديد الجهات الأصلية للموقع.
- أعمال الميزانية الشبكية للموقع على مسافات تتحدد طبقاً لطبيعة الأرض - ولا تزيد عن ٥٠ متر على الأكثر فى الإتجاهين مع تنسيبها الى أقرب روبير أو نقطة ثابتة سواء كان هويس أو كوبري يقع على الممر المائي أو أى نقطه ثابتة معلومة المنسوب ومعتمدة من الجهة الادارية المسؤولة.
- رفع المعالم الرئيسية المحيطه بالموقع من طرق ، مصارف ، ترع وخلافه.
- تحديد نقاط ثابتة معلومة المنسوب داخل الموقع فى أماكن مناسبة مع توصيفها للرجوع إليها. (روبيرات مساعدة)

١٠- الدراسات الجيوتقنيه

- دراسة الموقع العام لأعمال المعالجة بهدف تحديد أماكن وعمق الجسات.
- مراجعة القطاع الهيدروليكي لوحدات المعالجة لتحديد عمق الجسات المطلوبة بناء على عمق المنشآت وأحمالها.
- تحديد أسلوب نزح المياه الجوفية أثناء الإنشاء.
- تحديد أسلوب سند جوانب الحفر للمنشآت العميقة اذا لزم الامر.
- يراعى عند أخذ الجسات لوحدات المحطة تحديد العدد المناسب والعمق، كما يراعى ما جاء بالكود المصري الخاص بالأساسات وإختبارات التربه.
- * أن يكون الأسمنت المستخدم فقط هو الأسمنت المقاوم للكبريتات فى جميع وحدات المعالجة. أما الأسمنت المستخدم فى إنشاء المباني الادارية والخدمات

فيكون من النوع الملائم من نوعية المياه الجوفية والترية. وفى كلتا الحالتين
تحتسب الكمية تبعا للتصميم.

١١ - دراسات التحكم والحماية

يقصد بدراسات التحكم والحماية النظام الذي يتم وضعه للسيطرة على أداء وكفاءة محطة
المعالجة من حيث سلامة التشغيل وضمان درجة المعالجة وتحقيق المعايير المطلوبة للمياه
المعالجة وضمان الادارة المستدامة طول فترة العمر الافتراضى لوحداتها المختلفة.

١-١١ وسائل التحكم

الغرض الرئيسى من استخدام نظام تحكم فى محطات المعالجة هو ضبط بعض العناصر
الرئيسية بالمحطة لاماكان السيطرة على تشغيل الوحدات المختلفة لضمان الحصول على أدائها
الامثل فى مختلف الظروف بأقل تكاليف ممكنة . ويكون نظام التحكم حساساً لأى إعاقة أو توقف
أو إختلاف لمسار أى عملية من عمليات التشغيل الأساسية . كما أنه يساعد مسئول التشغيل على
تحليل ودراسة البيانات المنتجة وتمكنه بالتالى من العمل على تحسين طرق التشغيل والأداء وتوفير
التكاليف.

كما يمكن لنظام التحكم فى محطات المعالجة أن يكون يدوياً أو نصف أوتوماتيكياً أو
أوتوماتيكياً طبقاً لسهولة تشغيله والاعتماد عليه وطبقاً لمستوى تعقيد التقنيه المستخدمة فى المعالجة
وكذلك توفر العمالة المؤهلة لتشغيل النظام فى موقع المشروع.

وتعتمد عناصر التحكم فى تشغيل وحدات المحطة على استعمال أجهزة ومعدات تكون إما
ميكانيكية كالمبينات indicators أو المنظمات controllers أو المشغلات actuators والتي
تعتمد فى تشغيلها على عوامات وبكرات وأذرع توصيل وهى قليلاً ما تستعمل حالياً. وإما
هيدروليكية كمنظمات معدل تصرف المرشحات التى تعمل على فارق الضغط وفارق السرعات -
وإما هوائية pneumatic التى تستعمل فى تصرفات كبيرة خلال مسافات محدودة والنوع الغالب
فى الاستعمال حالياً هو الإلكترونى والذى يستخدم فى غالبية الأجهزة ولمسافات كبيرة تساعد على
سهولة الاتصال والتشغيل.

ويتم التحكم فى كفاءة وحدات المعالجة وأداء المحطة على النحو التالى:

- التحكم فى مناسيب التشغيل لوحدات المعالجة وذلك بهدف ضمان سريان السيب للمخلفات السائلة المطلوب معالجتها والتغلب على الفواقد الهيدروليكية ويتم ذلك عن طريق هدارات يتم ضبطها فى نطاق سبق تحديده.
 - التحكم فى سرعة السيب داخل وحدات المعالجة وقنوات التوصيل بهدف ضمان أداء الوظيفة سواء كان ترسيب أو منع ترسيب. ويتم ذلك عن طريق ضبط مساحات المقطع للوحدات والقنوات .
 - التحكم فى تحويل مسارات السيب أو عزل وحدة من وحدات المعالجة أو خط معالجة كامل بهدف إجراء أعمال الصيانة والأصلاح ، ويتم ذلك عن طريق المحابس والبوابات التى يتم فتحها أو قفلها حسب الحاجة.
 - التحكم فى كميات المياه والحماء المعادة أو الحماء الزائدة أو المياه المعالجة وذلك عن طريق أجهزة قياس التصرف بأنواعها المختلفة.
 - التحكم فى كفاءة المعالجة وذلك عن طريق الضبط والقياس للمعايير فى كل مرحلة من المعالجة ويتم ذلك بواسطة أجهزة قياس متعددة مثل قياس الأكسجين المذاب وقياس الأس الهيدروجيني وقياس العكارة وقياس درجة الحرارة وقياسات الطقس وقياسات أخرى.
 - التحكم فى كميات الكلور التى يتم حقنها لتعقيم السيب الخارج من المحطة عن طريق معدل تصرف المياه (Flow Control) أو عن طريق القياس والتحكم فى كمية الكلور المتبقية Residual Chlorine .
- ويشترط قياس معدل تصرفات المياه الداخلة والخارجة بالإضافة إلى أجهزة قياس (On line) لنوعية المياه الخام والمعالجة بحيث يضمن وجود سجلات دقيقة لنوعية المياه، بالإضافة إلى الاجهزة اللازمة لضبط وتقييم اداء محطة المعالجة والتي تقع تحت مسمى Process (Performance control Indicators) كما يجب تزويد المحطات التى تزيد طاقتها عن ٢٠٠٠٠ م٣/يوم بنظام مراقبة (Data Acquisition & Supervisory Control) SCADA على عدة مستويات تشمل منطقة الخدمة والجهة الادارية المسئولة عن التشغيل او كما تحدده كراسة الشروط المرجعية للاعمال. وفى جميع الاحوال يقوم المالك وجهة التشغيل بتحديد مستوى التحكم المطلوب حسب أهمية المحطة وظروف ومستوى القائمين على التشغيل بالإضافة الى مدى احتياج عملية المعالجة الى مستوى محدد للتحكم فى كفاءة التشغيل.

١١-٢ تمييز لون المواسير حسب نوعية التصريف Color Coding

لمساعدة القائمين على عملية التشغيل والصيانة يجب تمييز المواسير داخل المحطات حسب نوعية التصريفات التى تمر بها خاصة بالمحطات التى تزيد سعتها عن ٥٠٠٠ م^٣/يوم او حسب ماتحدده كراسة الشروط والمواصفات للجهة القائمة بالطرح. ويقترح النظام التالى لمحاولة توحيد قياسى فى هذا الصدد:

بنى بشرائط سوداء	- خطوط حمأة خام
بنى بشرائط صفراء	- خطوط حمأة معادة
بنى	- خطوط حمأة زائدة
برتقالى	- خطوط تجميع غاز
برتقالى او احمر بشرائط	- خطوط غاز طبيعى
أزرق بشرائط سوداء	- مياه غير صالحة للشرب
أزرق	- مياه صالحة للشرب
أصفر	- خطوط الكلور
رمادى	- خطوط مياه صرف صحى خام
أخضر	- هواء مضغوط
أزرق مع شرائط حمراء	- خطوط مياه تسخين المخمرات
أحمر	- خطوط وقود
أسود	- خطوط صرف مباني
أرجوان	- خطوط بوليمر

مع بيان اتجاه حركة التصريفات بالخطوط جميعها باسهم مميزة.

١١-٣ وسائل الحماية

الغرض الرئيسى من استخدام نظم ووسائل الحماية بمحطات المعالجة هو لحماية وسلامة جميع منشآت ومكونات ووحدات الانتاج والأفراد معاً ضد جميع المؤثرات والعوامل الخارجية وظروف التشغيل المختلفة واستمرارها فى الإداء للعمل والانتاج بأحسن كفاءة ممكنة. وتتم حماية محطات المعالجة طبقاً للأتي:

- حماية المحطة ضد حدوث الغرق أو فى حالات الطوارئ مثل حدوث أنهييار أو كسر فى أحد وحدات المعالجة أو القنوات والمواسير الموصلة بينها . ويتم ذلك عن طريق توفير

خطوط طوارئ bypass ومعدات النزع النقالى . والتي لا يسمح باستخدامها إلا فى حالة الضرورة القصوى وبتصريح من الجهة الادارية المسئولة عن التشغيل. وابلاغ الجهات المعنية الاخرى بذلك.

- حماية معدات المحطة ضد التوقف عن العمل عند إنقطاع التيار الكهربائى العمومي وذلك بتوفير وحدات توليد كهرباء إحتياطية.
- الحماية اللازمة للأجهزة والمعدات الكهربائية ضد زيادة أو إنخفاض الجهد أو الحمل الزائد.
- الحماية ضد تسرب الكلور من أجهزة التعقيم باستخدام حساسات للكلور المتسرب ونظام التعادل .
- الحماية ضد إرتفاع المنسوب فى بيارات الطلبات فوق الحد الأقصى أو انخفاضها عن المنسوب الأدنى بإستخدام حساسات قياس المنسوب او الموجات فوق الصوتيه .
- الكيماويات والكلور:
- توفير إستخدام وسائل التداول الميكانيكية.
- توفير وسائل التهوية والإضاءة والتعادل (الاعدام) للغازات السامة.
- توفير وسائل التنبيه والانذار والأمان.
- توفير وسائل الخروج الآمن (الهروب) للأفراد عند الطوارئ.
- الطلبات ومواسير التوزيع:
- تستخدم محابس عدم الرجوع لحماية الطلبات وضمان عدم رجوع المياه فى حالة التوقف الفجائى لمحرك التشغيل (انقطاع التيار الكهربائى للمحركات الكهربائية).
- تستخدم أجهزة الحماية ضد الطرق المائى لحماية المحطة عند التوقف الفجائى للطلبات. وحسب الدراسات والحسابات الهيدروليكية المتعلقة بتحليل الدفق المائى (Surge Analysis)
- تستخدم محابس التخلص من الهواء عند المستويات العالية لمواسير الطرد لحمايتها من الانفجار عند تكوين فقاعات هوائية كبيرة وسرعة تحركها.
- المحركات والمعدات الكهربائية:
- استخدام أجهزة الحماية ضد القصر الكهربى أو زيادة التيار أو انخفاض الجهد.
- استخدام وسائل الانذار والتنبيه عن حاله سخونة المحركات أو المعدات أو نقص الزيوت بها لحمايتها من التلف.

- مراعاة اضافة وحدات تحسين معامل القدره بجميع اللوحات.
- الأفراد:
- توفير معدات وأجهزة ووسائل الحماية الشخصية للعاملين فى المجالات المختلفة واتباع تعليمات الصحة والسلامة المهنية فى جميع مجالات ومراحل العمل لمحطة التنقية. وتوفير وسائل الانقاذ والعلاج فى حالات الطوارئ.
- عمل درابزينات حماية عند الاحتياج لذلك مع توافر المشايات اللازمة والسلام للوصول الى الاماكن المختلفة للوحدات لاجل الصيانة والتشغيل
- مراعاة القوانين المنظمة لبيئة العمل من حيث الهواء والضوضاء، مع مراعاة توريد جميع المولدات ونوافخ الهواء وما يماثل ذلك بكابينة لتخفيض الضوضاء (Sound prove Enclosure) فى حالة الضرورة كقربها من المناطق السكنيه للعاملين
- توفير مهمات الإسعافات الأولية
- يجب توافر وسائل الحماية ضد خطر الحريق بالاماكن المختلفة حسب مانص عليه الكود المصرى لأسس التصميم وإشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق " بأحدث وجميع إصداراته "
- توفير الوسائل المناسبة لتناول المواد الخطرة - إن وجد وطبقا للقوانين البيئية المعمول بها.

الفصل الثانى

طرق معالجة المخلفات السائلة والحماء

١- طرق معالجة المخلفات السائلة

١-١ مقدمة

تعتمد طريقة المعالجة على مستوى المعالجة المطلوب وفقا لما تملية القوانين والاجراءات المنظمة لذلك والمعمول بها، ويتم ذلك بواسطة مقارنه خواص المخلفات السائلة الخام المراد معالجتها مع درجة جودة المياه المعالجة المراد الوصول اليها بهدف التخلص من الملوثات الموجودة بالمخلفات السائلة بهدف التخلص منها أو إعادة إستخدامها، ويكون ذلك بعد دراسة مرادفات المعالجة المتاحة وتقييمها لإختيار أنسبها وذلك خلال مراجعة وتصنيف الطرق المختلفة التى يمكن تطبيقها فنيا. ويمكن تقسيم طرق إزالة الملوثات من المخلفات السائلة الى: طرق طبيعية وكيمياوية وبيولوجية عن طريق وحدات تعمل فى مجموعات متنوعة عند اختيار نظم المعالجة. مع ضرورة مراعاة دراسة الأسس التصميمية لكل مجموعه على حدة.

١-٢ المعالجة الفيزيكية *Physical Treatment*

وهي التى تعتمد على قوي الفصل الطبيعية بين المواد العالقة والمياه وتشمل أعمال التصفية والترسيب والتعويم والترشيح وبالتالي فإنها فى معظم الأحيان تسبق أى وحدات معالجة أخرى. وتشمل الوحدات التى تقوم بالمعالجة الطبيعية مايلى:

- المصافى بأنواعها *Screens*

- واسعة *Coarse Screens* ويتراوح مقاس فتحاتها من ٢٥ الى ٥٠ مم
- ضيقه *Fine Screens* ويتراوح مقاس فتحاتها من ٦ الى أقل من ٢٥ مم
- دقيقة *Micro screen* وتكون مقاس فتحاتها اقل من ٥٠ ميكرون

- وحدات تقليل مقاس العوالق ذات الأحجام الكبيرة *Coarse Solids Particle Size*

Reduction مثل الطواحن بأنواعها :

- *Comminutor* وتستخدم فى قنوات المدخل للمحطات الصغيرة لتقطيع المواد العالقة الكبيرة الى قطع صغيرة بمقاسات تتراوح ما بين ٦ الى ٢٠ مم

- *Macerators* وهى طواحن ذات سرعات بطيئة تعتمد على قواطع معدنية ذات مرحلتين ويمكن تركيبها داخل القنوات على مواسير الدخول للمحطة.
- الطواحن السريعة *High-speed Grinders* وتستخدم فى أغلب الاحيان بعد المصافى وتعتمد على طحن المواد العالقة ذات الحجم الكبير وتفتيتها.

- خزانات الموازنة *Flow Equalization Units*

- وتستخدم لموازنة التغير الحادث للتصرفات الواردة للمحطة وطبقا لما سبق الإشارة اليه فى الباب الاول وذلك لمنع تعرض المحطة للأحمال المفاجئة خاصة فى المحطات التى قد تتعرض لتغيرات كبيرة تؤثر على كفاءة الوحدات أو التى يتطلب تصميم وحدات المعالجة التالية انتظام التصرفات الداخلة للوحده ويتم وضع وحدة الموازنة بعد وحدات المصافى والراسب الرملى لموازنة التصرفات على الوحدات التالية للراسب الرملى وخاصة الترسيب الابتدائى أو ما يماثله والمعالجة البيولوجية. ويمكن وضعه فى المسار الرئيسى للمعالجة On-Line أو وضعه فى مسار جانبي Off-line ويحدد ذلك بواسطة المصمم بناء على مدى التغير المتوقع فى التصرفات.

- وحدات الفصل بالترسيب

- وتعتمد على فصل المواد العالقة بالتناقل *Gravity Separation* سواء كان طبيعياً أو باستخدام الترويب

- أحواض الراسب الرملى العادية والمهواه
- أحواض الترسيب الابتدائى والنهائى
- أحواض الترسيب ذات المعدل السريع باستخدام ألواح الترسيب

- الفصل بالتعويم *Floatation*

- تستخدم وحدات التعويم فى فصل العوالق الصلبة او السائلة (مثل الزيوت والشحوم) من السوائل، ويتم الفصل عن طريق تعويم المواد العالقة بواسطة فقاعات هوائية تعمل على تحسين عملية التعويم وازالتها من اعلى وحدة التعويم، هناك نوعين أساسيين من وحدات التعويم هى: تعويم باستخدام

الهواء المذاب *Dissolved Air Floatation DAF* أو باستخدام الهواء الموزع *Dispersed Air Floatation*

- الفصل بالترشيح *Filtration*

وتشمل المرشحات الرملية بأنواعها حيث تعتمد على نظرية الترشيح فى فصل المواد العالقة بالإضافة الى إمكانية فصل المواد الجيلاتينية بالإضافة الى بقايا الرواسب البيولوجية، وتقسّم المرشحات الرملية الى الأنواع التالية:

- المرشحات الرملية السريعة *Gravity Rapid Sand Filter*
- المرشحات الرملية البطيئة *Gravity Slow Sand Filters*
- المرشحات الرملية المضغوطة *Pressurized Sand Filters*

١-٣ المعالجة الكيماوية:

- تعتمد على إضافة مواد كيماوية لرفع كفاءة بعض وحدات التنقية او لمعالجة المياه كيميائيا. فمثلا لرفع كفاءة الترسيب يتم إضافة مادة كيماوية مروية تعمل على تجميع وترسيب المواد العالقة بها أو إضافة مادة كيماوية لضبط تركيز ايون الهيدروجين (pH) لمعادلة المياه أو إضافة مادة مطهرة تقوم بالقضاء على البكتيريا وذلك بتفتت الجدار المحيط بها. ومن الواضح انه فى مثل هذه العمليات يتم الاعتماد على تغيير خصائص مياه الصرف الصحى عن طريق التفاعلات الكيميائية.

١-٤ المعالجة البيولوجية :

تعتمد أساساً على تثبيت المواد العضوية باستخدام البكتيريا والكائنات الحية الدقيقة وأكسدها والتخلص منها وبهذا يتم إزالة المواد العضوية القابلة للأكسدة بيولوجيا سواء كانت عالقة أو مذابة. نتيجة هذه العملية تتحول هذه المواد إلى غازات وتطلق طاقة لبناء أنسجة خلايا حيه جديدة (*Bio-mass*) والتي يمكن إزالتها بالترسيب . أى أن المعالجة البيولوجية تستخدم فى إزالة الكربون والنيتروجين والفوسفور من المخلفات السائلة وذلك من خلال نشاط انواع مختلفه من البكتيريا التى يمكنها أكسدة هذه المواد والجدير بالذكر ان ازالة الفوسفور بيولوجيا يتم من خلال بكتيريا لها القدرة على إمتصاص وتخزين نسب كبيرة من الفوسفور غير العضوى.

النشاط البكتيرى المستخدم للمعالجة البيولوجية

يمكن تقسيم عمليات المعالجة وفقا لأنواع النشاط البكتيرى المستخدم للمعالجة البيولوجية كما يلى:

عمليات معالجة لاتتم الا فى وجود الأكسجين الحر المذاب	<i>Aerobic</i> هوائي/حر
عمليات معالجة تتم فى غياب الأكسجين	<i>Anaerobic</i> لاهوائي
وهى عملية تتم فى غياب الأكسجين الحر المذاب بينما يوجد الأكسجين متحدا بعنصر آخر مثل فى حالة تحويل النيترات NO_3 بيولوجيا الى غاز النيتروجين يطلق عليها (اللانيترة) <i>De-</i> <i>nitrification</i> وأنطلاق غاز الأكسجين.	<i>Anoxic</i> هوائي متحد
وهى عمليات يمكنها توظيف بكتيريا هوائية فى وجود الأكسجين ولاهوائية فى غيابه	<i>Facultative</i> أختيارية
مجموعة (هوائي/حر - هوائي/متحد - لاهوائي) الظروف المختلفة لتحقيق مستوى محدد من المعالجة	<i>Combined</i> <i>aerobic/anoxic/anaerobic</i>

تقسيم عمليات المعالجة البيولوجية وفقا لوسط النمو البكتيرى

يمكن تقسيم عمليات المعالجة البيولوجية وفقا للوسط التى تنمو فيه البكتيريا كما يلى:

عمليات يتم فيها النمو البكتيريولوجى وتكون فيه البكتيريا عالقہ بمياه الصرف مثل <i>Activated Sludge Processes</i>	نمو الوسط العالق <i>Suspended Growth</i>
عمليات يتم فيها النمو البكتيرى على وسط ثابت تلتصق به الخلايا البكتيرية وفيها يستخدم وسط ثابت أو عائِم مثل الزلط أو الحجر أو البلاستيك ومثال لذلك عملية المعالجة التى يطلق عليها المرشحات والأبراج البيولوجية <i>Trickling Filters and Bio-towers</i>	نمو الوسط الملتصق <i>Attached Growth</i>
وهى عمليات يتم فيها توظيف النمو العالق واللاصق معا ويطلق عليها <i>Hybrid Processes</i>	نمو مختلط <i>Combined Growth</i>

Lagoon Process
عمليات البحيرات
وهى عمليات تتم فى بحيرات بأبعاد وأعماق محددة مثل
بحيرات الأكسدة الطبيعية والبحيرات المهواة
Stabilization Pond and Aerated Lagoons

أهداف عمليات المعالجة البيولوجية

يمكن تقسيم عمليات المعالجة البيولوجية من وجهة نظر الهدف المرجو منها وفقا لما يلى:

إزالة المواد الكربونية
Carbonaceous BOD Removal
وهى عملية تحويل المواد العضوية الكربونية BOD بيولوجيا إلى
مواد خاملة وخلايا جديدة

إزالة المغذيات
Biological Nutrient Removal
عمليات معالجة يتم فيها إزالة مركبات النيتروجين والفوسفور
ضمن المعالجة البيولوجية

إزالة الفوسفور
Biological Phosphorus Removal
وهى عملية إزالة الفوسفور بيولوجيا ضمن المعالجة البيولوجية
تحت ظروف معينة تؤدي إلى إمتصاصه بواسطة البكتريا (Bio-
(mass

النترجة
Nitrification
وهى عملية تحويل الأمونيا الى نترات NO_3 بيولوجيا على
خطوتين الأولى الى نترت NO_2 والثانية الى نترات - ويكتفى
بعملية ما قبل النترجة اذا كان الهدف النهائى إعادة الاستخدام فى
الزراعة

اللانترجة
De-Nitrification
وهى عملية التخلص من النيتروجين الداخلى فى تكوين النترات
 NO_3 بيولوجيا فى غياب الاكسجين .

اللجنة الدائمة لتحديث الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع - محطات معالجة الصرف الصحى

أهم عمليات المعالجة البيولوجية للمخلفات السائلة

يمكن تلخيص أهم العمليات التى يتم تطبيقها فى المعالجة البيولوجية للمخلفات السائلة والهدف منها فى الجدول التالى:

نوع المعالجة	اسم عملية المعالجة	الاستخدام / الهدف
١ - عمليات المعالجة الهوائية		
عمليات الوسط العالق <i>Suspended Growth</i>	- الحماة النشطة <i>Activated Sludge</i> - البرك المهواه <i>Aerated Lagoon</i>	<i>Carbonaceous BOD Removal - Nitrification</i> ازالة المواد العضوية الكربونية - النيترة
عمليات الوسط الملتصق <i>Attached Growth</i>	- المرشحات البيولوجية <i>Trickling Filters</i> - الأقراص البيولوجية الدوارة <i>Rotating Biological Contactors</i> - المرشحات البيولوجية العميقة <i>Bio-Towers</i>	<i>Carbonaceous BOD Removal - Nitrification</i> ازالة المواد العضوية الكربونية - النيترة
معالجة على مرحلتين <i>Combined Processes-Two Stages Biological Treatment</i>	مرشحات بيولوجية يليها حماة منشطة	<i>Carbonaceous BOD Removal - Nitrification</i> ازالة المواد العضوية الكربونية - النيترة
٢ - المعالجة اللاهوائية		
عمليات الوسط العالق <i>Suspended Growth</i>	- عملية التلامس اللاهوائى <i>Anaerobic Contact Process</i>	<i>Carbonaceous BOD Removal</i> ازالة المواد العضوية الكربونية
عمليات الوسط الملتصق <i>Attached Growth</i>	- المرشحات البيولوجية اللاهوائية <i>Anaerobic Packed and Fluidized Bed</i>	<i>Carbonaceous BOD Removal - Waste Stabilization- De-Nitrification</i> ازالة المواد العضوية الكربونية - تثبيت الرواسب - ازالة مركبات النيتروجين
Sludge Blanket	<i>Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket - UASB</i>	<i>Carbonaceous BOD Removal- High Strength Wastes</i> ازالة المواد العضوية الكربونية - لمياه الصرف عالية التركيز بالمواد العضوية

نوع المعالجة	اسم عملية المعالجة	الاستخدام / الهدف
عمليات مدمجة Hybrid	<i>UASB + Attached Growth (Packed UASB)</i>	<i>Carbonaceous BOD Removal</i> ازالة المواد العضوية الكربونية
٣ - عمليات فى عدم وجود أكسجين حرمذاب Anoxic (هوائي متحد)		
عمليات الوسط العالق <i>Suspended Growth</i>	ازالة مركبات النيتروجين	<i>De-Nitrification</i>
عمليات الوسط الملتصق <i>Attached Growth</i>	ازالة مركبات النيتروجين	<i>De-Nitrification</i>
٤ - عمليات مجمعة Aerobic-Anoxic-Anaerobic		
<i>Suspended Growth</i>	<i>Single Or Multistage for Suspended processes</i>	<i>Carbonaceous BOD Removal – Nitrification- De- Nitrification and Phosphorus Removal</i> ازالة المواد العضوية الكربونية - النيترة - ازالة مركبات النيتروجين - ازالة الفسفور
<i>Attached Growth</i>	<i>Single Or Multistage for attached Growth processes</i>	<i>Carbonaceous BOD Removal – Nitrification- De- Nitrification and Phosphorus Removal</i> ازالة المواد العضوية الكربونية - النيترة - ازالة مركبات النيتروجين - ازالة الفسفور
٥ - عمليات تتم فى بحيرات Lagoon Process		
<i>Aerobic Lagoons</i>	<i>Aerobic Lagoons</i>	<i>Carbonaceous BOD Removal</i> ازالة المواد العضوية الكربونية
<i>Maturation Lagoons</i>	<i>Maturation Lagoons</i>	<i>Carbonaceous BOD Removal – Nitrification</i> ازالة المواد العضوية الكربونية - النيترة
<i>Facultative Lagoons</i>	<i>Facultative Lagoons</i>	<i>Carbonaceous BOD Removal</i> ازالة المواد العضوية الكربونية
<i>Anaerobic Lagoons</i>	<i>Anaerobic Lagoons</i>	<i>Carbonaceous BOD Removal- Waste Stabilization</i> ازالة المواد العضوية الكربونية تثبيت الرواسب

٢ - عمليات المعالجة اللازمة لازالة الملوثات المختلفة

يمكن تصنيف الملوثات الأكثر شيوعاً بالمخلفات السائلة ومرحلة المعالجة اللازمة لإزالتها كما هو
مبين بالجدول الآتى :

مرحلة المعالجة	الملوث
- التصفية والفرم - إزالة الرمال - الترسيب - الترشيح - التعويم - الترويب والترسيب بإستخدام أو بدون إستخدام كيماويات - طرق طبيعية ومنها المعالجة بالرى المباشر	المواد الصلبة العالقة (Suspended Solids)
- الحمأة المنشطة - أحواض التلامس البيولوجية (المرشحات البيولوجية بانواعها ، الأقراص البيولوجية الدوارة) - بحيرات الأكسدة - المرشحات الرملية المتقطعة - النظم الكيماوية والطبيعية - الترسيب	المواد العضوية القابلة للتحلل
- التهوية - التخلص من الغازات - الإمتصاص بالكربون المنشط	المواد العضوية المتطايرة
- التطهير بالكلور ومركباته - الأوزون - الأشعة فوق البنفسجية	البكتيريا الناقلة للأمراض
- النظم الطبيعية - الحمأة المنشطة - المرشحات البيولوجية بانواعها - بحيرات الأكسدة	النتروجين العضوي

اللجنة الدائمة لتحديث الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات
الرفع - محطات معالجة الصرف الصحى

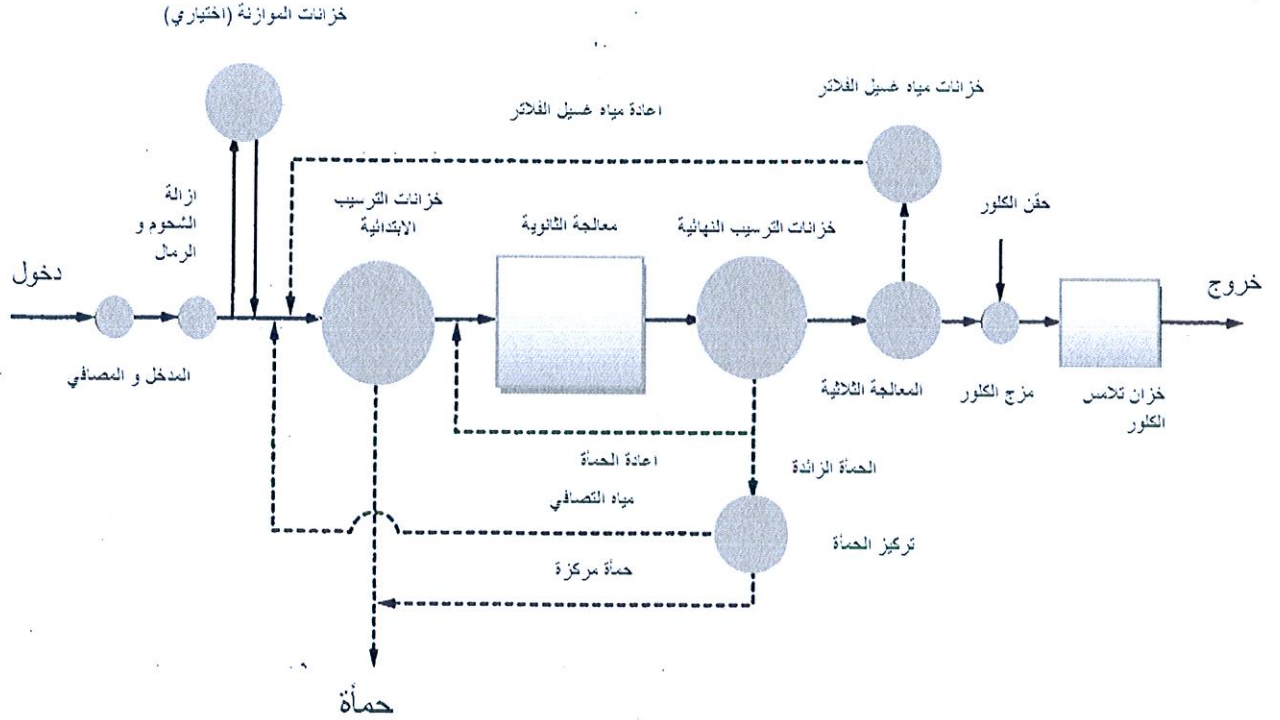
مرحلة المعالجة	الملوث
- تبادل الأيونات	
- إضافة الكلور بجرعه مساويه لنقطة الإنكسار فى منحنى الكلور	الفوسفور العضوي
- النظم الطبيعية	
- إضافة أملاح المعادن	
- الترويب بإستعمال الجير ثم الترسيب	
- إزالة الفوسفور بالمعالجة البيولوجية	
- المعالجة البيولوجية والكيمياوية لإزالة الفوسفور	
- النظم الطبيعية	
- الإمتصاص بالكربون	المواد العضوية الغير قابلة للتحلل
- المعالجة الثلاثية بالأوزون	Non degradable Organic Matter
- النظم الطبيعية	
- الترسيب بإستعمال الكيماويات	المعادن الثقيله
- التبادل الأيواني	
- النظم الطبيعية	

٣- مراحل ومستويات المعالجة

المعالجة الأولية للمخلفات السائلة لمياه الصرف الصحى الأدمية:

Preliminary domestic wastewater treatment

المعالجة الأولية هي عبارة عن إزالة المواد التى تؤثر على أداء وكفاءة المهمات الميكانيكية وذلك بواسطة المصافي وفرم المواد المحجوزة عليها وإزالة الرمال وما شابه التى قد تسبب تآكل أو إنسداد المهمات وكذلك التعويم لإزالة الزيوت والدهون. والشكل التالى يوضح شكل تخطيطى لنتابع مراحل المعالجة المختلفة.



شكل (١) مخطط يوضح مراحل معالجة مياه الصرف الصحى

المعالجة الإبتدائية للمخلفات السائلة لمياه الصرف الصحى الأدمية:

Primary domestic wastewater treatment

وفيها يتم إزالة جزء من المواد الصلبة العالقة العضوية وغير العضوية ويتم ذلك عن طريق الوحدات التى تعتمد على المعالجة الطبيعية وهي الترسيب الإبتدائي والذي فيه يتم إزالة حوالى (٤٠ - ٦٠ %) من المواد العالقة الكلية، (٣٠ - ٤٠ %) من المواد العضوية (BOD_5) وطبقاً لمدة المكث يتم إستنتاج نسبة الإزالة.

وحدات المعالجة الأولية والإبتدائية

١. غرفة التهدئة (Deceleration Chamber).
٢. قناة المدخل (Approach Channel).
٣. المصافي (Screens).
- أ. مصافي خشنة (Coarse Screens).
- ب. مصافي دقيقة (Fine Screens).
٤. طواحن المواد الصلبة (Screening grinders and Comminators).
٥. أحواض فصل الرمال (Grit Removal Chamber) - أحواض فصل الرمال والزيوت والشحوم (Aerated grit Chamber).
٦. فصل وغسيل الرمال الناتجة من أحواض فصل الرمال (Grit washing and Classifiers).
٧. أحواض الموازنة (Equalization Tanks).
٨. أحواض الترسيب الإبتدائية (Primary Sedimentation Tanks).

المعالجة الثانوية للمخلفات السائلة لمياه الصرف الصحى الأدمية:

Secondary domestic wastewater treatment

وهى المعالجة الثانوية والتى تقوم أساساً بأكسدة المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجياً والتخلص من المواد العالقة الناتجة عن ذلك بالترسيب كما يدخل التعقيم كجزء من المعالجة الثانوية وتعرف المعالجة الثانوية التقليدية على أنها مجموعة من المراحل تستخدم عادة فى إزالة المواد العضوية حيث تشمل المعالجة البيولوجية اما باستعمال الحماء المنشطه أو أحواض التلامس البيولوجيه أو بحيرات الأكسده بالإضافة إلى الترسيب النهائي.

كما يمكن إزالة النيتروجين والفوسفور بيولوجيا من خلال التحكم فى نظام التهويه فى حوض الحمأ المنشطه فى الحصول على النترا ت ثم اختزالها للتخلص من النيتروجين فى المياه المعالجه - كما يمكن ازالة الفوسفور بإضافة بعض الاملاح (المروبات الكيميائية) إلى خليط المواد الصلبه العالقه بحوض التهويه حيث يؤدي ذلك إلى إزالة الفوسفور بحوض الترسيب النهائي.

وتبلغ نسبة الإزالة بعد المعالجة الثانوية لمياه الصرف الصحى الأدمى حوالى ٧٥-٩٠% من الاحتياج الاكسجينى الحيوى الممتص، ٨٠-٩٠% من المواد العالقه - وذلك حسب طريقة المعالجة الثانوية المستعملة.

أنواع المعالجة البيولوجية

تنقسم التقنيات المعالجة البيولوجية إلى عدة تقنيات أما أن تتبع النمو العالق أو الملتصق أو الخليط فيما بينهما.

المعالجة الثلاثية المتقدمة Tertiary advanced Treatment

ويتم فيها إزالة نسب أعلي من العناصر الملوثة سواء الذائبة أو العالقه والتي لا يمكن أزلتها فى المعالجة الثانوية مثل خفض المحتوى العضوى والمواد العالقه بشكل كبير بحيث يكون من الممكن اعادة الاستخدام فى اغراض تحتاج الى مياه معالجة بكفاءة اكبر من مثيلها للمعالجة الثانوية.

٤- إختيار طريقة المعالجة :

يوضح الجدول التالى أهم العوامل التى يجب مراعاتها لتأثيرها على ملائمة إحدى التقنيات من عدمة

العوامل المؤثرة على اختيار طريقة المعالجة	
العوامل المؤثرة	الاجراء المطلوب
١- مدي ملائمة الطريقة	يمكن تقييم هذا البند على أساس الخبرة السابقة والنتائج المنشورة والنتائج المحققة بمحطات عاملة ، وفى حالة وجود طرق جديدة فلا بد من التحقق من وجود مرجعية مماثلة منفذة فى دول أخرى.
٢- تصرفات المخلفات السائلة	يجب أن تكون الطريقة المختاره مناسبة للتصرفات الواردة للمحطة.
٣- مدي إستيعاب التغير فى التصرفات	يجب أن يتم تصميم وحدات وطرق المعالجة لمواجهة المدي فى التغير فى التصرفات حيث أن أغلب الطرق تعمل بكفاءة عند ثبات التصرف أما إذا كان التغير فى التصرفات كبيراً فإنه يلزم دراسة مدى الحاجة الى أضافة خزانات موازنة.
٤- خواص المخلفات السائلة الواردة لمحطة المعالجة من مصادر مختلفة	جميع طرق المعالجة يمكنها التعامل مع مياه الصرف الصحى الأدمية والتى تتميز بخواص شبة ثابتة إلا أن وصول بعض المخلفات السائلة من مصادر صناعية أو زراعية أو مخلفات حيوانية أو غيرها قد يؤثر على كفاءة وحدات المعالجة ومراحلها مما قد يتطلب ضرورة منع وصول هذه المخلفات السائلة المحملة بأحمال كيميائية أو بيولوجية عالية طبقاً لحدود القوانين واللوائح المعمول بها لضمان الحصول على خصائص المعالجة المطلوبة.
٥- كمية الحمأة الناتجة ومعالجتها	تؤثر كمية الحمأة الناتجة وأسلوب المعالجة والتخلص

العوامل المؤثرة على اختيار طريقة المعالجة	
العوامل المؤثرة	الاجراء المطلوب
والتخلص الآمن لها	منها طبقا للأماكنيات المادية و التقنية المتاحة على طريقة المعالجة المقترحة.
٦- الالتزام البيئى	العوامل البيئيه مثل الرياح السائده وإتجاهها والقرب من التجمعات السكانيه قد تؤثر على إختيار طرق معينة وخاصة التى ينبعث منها الروائح.
٧- متطلبات الطاقة	إحتياجات الطاقة والتكاليف المستقبلية للتشغيل.
٨- العمالة الفنية المطلوبة للتشغيل والصيانة	عدد وكفاءة العاملين لتشغيل عمليه المعالجة وما إذا كانت المهارات متوافره ومستوي التدريب مناسب.
٩- إحتياجات التشغيل والصيانه	تحديد الإحتياجات الخاصة للتشغيل والصيانة وقطع الغيار المطلوبة ومدي توافرها وتكاليفها.
١٠- قدرة طريقة المعالجة على تحمل الأحمال الفجائية عضوية أو هيدروليكية	تدرس الأحمال الفجائية المتوقع ورودها وتحديد مدى قدرة الطريقة على تحملها وبحيث لا تقل عن ٢٥% من الاحمال التصميمية.
١١- توافر المساحة - الارض	مدي توفر المساحة اللازمة لإنشاء محطة المعالجة حالياً وتوسعاتها مستقبلياً.
١٢- تكاليف الأنشاء والتشغيل	يتم دراسة تكاليف الأنشاء والتشغيل والصيانة لمدة ٢٠ عاما وحساب قيمة NPV بأعتبار معامل التضخم الرسمي والتوصية بأفضل الطرق.

٥- طرق التخلص والإستفادة من نواتج أعمال المعالجة

١-٥ المخلفات السائلة الأدمية المعالجة:

يتم التخلص من مياه المخلفات السائلة الأدمية المعالجة بصبيها فى المصارف الزراعيه أو فى مسطحات المياه المالحة كالبحيرات التى تتصل بالبحار او فى البحار على أن تكون خواص

ومعايير العناصر بالمياه المعالجة كما ورد بالقانون ٤٨ لسنة ١٩٨٢. كما ير اعى معايير استقبال
مياه الصرف الصناعى بالشبكات العمومية كما وردت بالقانون ٩٣ لسنة ٦٢ والقرار الوزاري رقم ٩
لسنة ١٩٨٨، والمعدل بالقرار الوزارى رقم ٤٤ لسنة ٢٠٠٠ أو أحدث أصدرتها.

كما يمكن أن تستخدم مياه المخلفات السائلة الأدمية المعالجة فى ري الاراض الزراعية على أن
تكون خواص ومعايير العناصر للمياه المعالجة وفقا لما ورد بالكود المصرى لاعادة استخدام مياه
الصرف الصحى المعالجة فى الزراعة.

٢-٥ الحمأه Sludge

تمثل الحمأه الناتجة من معالجة المخلفات السائلة الأدمية مشكلة فى التخلص منها وذلك لكبر
حجمها واحتوائها على نسبة عاليه من المياه علاوه على أنها تحتوي على الكائنات الحيه الدقيقة
المسببه للأمراض ولذا يجب معالجة الحمأه قبل التخلص منها دون أن تسبب أى تلوث للبيئة.
والحمأه الناتجة من معالجة المخلفات السائلة الأدمية تكون فى صورة سائلة أو شبه سائلة حسب
تركيز المواد الصلبة الجافة منها وتختلف خواص الحمأه الناتجة تبعاً لنظام المعالجة المستخدم.

١-٢-٥ مصادر الحمأه وخواصها:

١-١-٢-٥ الحمأه الناتجة من أحواض الترسيب الابتدائي

يتراوح تركيز المواد الصلبة الجافة بها من ١% - ٤% ولونها عادة رمادي ولها رائحة غير مقبولة.

٢-١-٢-٥ الحمأه الناتجة من أحواض الترسيب النهائي

وتختلف خواص هذه الحمأه تبعاً لأسلوب المعالجة البيولوجيه التى تسبق أحواض الترسيب النهائي.

المرشحات البيولوجيه:

يتراوح تركيز المواد الصلبة الجافة بها من ١-٣% وهي عبارة عن ندف يميل لونها الى البني وليس
لها رائحة نفاذه نسبياً.

الحمأه المنشطه :

يتراوح تركيز المواد الصلبة الجافة بها من ٠,٥ - ١,٥% وهي عبارة عن ندف لونها بني مسود
وليس لها رائحة اما عند تحولها الى الحالة اللاهوائية تكون لونها قاتم.

Sludge Treatment

٥-٢-٢ طرق معالجة الحمأة

والغرض من معالجة الحمأة هو التخلص من نسبة كبيرة من مياهها مع تثبيت المواد العضوية وهناك
طريقتين شائعتين لمعالجة الحمأة قبل التخلص منها.

Thickening

٥-٢-٢-١ خفض حجم الحمأة (التركيز)

ويعرف تركيز الحمأة بأنه فصل نسبة من المياه وبالتالي تجميع وتركيز المواد الصلبة فى الكمية
الباقية من المياه وبالتالي الاقلال من حجم الحمأة ولا يتضمن ذلك معالجة للحمأة.

Gravity Thickening

التركيز بالتثاقل

وتغذى أحواض دائرية بالحمأة الناتجة من أحواض الترسيب الابتدائي والنهائي فى مركز الحوض من
أعلى ، وتخرج الحمأة المركزة من منتصف قاع الحوض الى حوض التجفيف أو المخمرات وتخرج
المياه المفصولة (Supernatant) على هدارات حيث يتم تجميعها واعادتها الى مدخل عملية
المعالجة.

Flotation

التركيز بالتعويم

يتم تعويم جزئيات الحمأة باستخدام الهواء المضغوط ولنجاح هذه الطريقة والحصول على أحسن
النتائج يجب إضافة الكيماويات المروية والتي تعمل على تجميع حبيبات الحمأة وتعويمها الى سطح
الحوض نتيجة تشبعها بالهواء وتكشط الحمأة الطافية وتنتقل الى احواض تجفيف الحمأة أو
المخمرات أو أى نظام آخر أما المياه المنفصلة عن الحمأة فتضخ الى مدخل عملية المعالجة.

Stabilization

٥-٢-٢-٢ تثبيت الحمأة

فى هذه الطريقة يتم تثبيت المواد العضوية الموجودة بالحماء عن طريق الأكسدة هوائياً أو لاهوائياً وبالتالي يمكن القضاء على نسبة كبيرة من الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض. وهناك طرق عديدة لتثبيت مكونات الحماء.

Anaerobic Digestion

التثبيت بواسطة التخمر اللاهوائى

وتعرف عملية التخمر اللاهوائى بتثبيت المواد العضوية الموجودة بالحماء فى غياب الأكسجين وتعتمد هذه الطريقة على البكتيريا المكونة للأحماض ، والبكتيريا المكونة لغاز الميثان حيث تتغذى بكتيريا الميثان على الاحماض العضوية مكونة غاز الميثان وغاز ثاني أكسيد الكربون وللتحكم فى عملية التخمر اللاهوائى يجب الموازنة بين شطري التفاعل والحفاظ على تركيز الأحماض العضوية وعدم تراكمها.

وتتم عملية التخمر اللاهوائى فى أحواض مغلقة تتم تغذيتها بالحماء الناتجة عن أحواض الترسيب الابتدائي والنهائي او مركز الحمأة وتسحب الحماء المثبتة الى أحواض تجفيف الحماء أو أى نظام آخر أما المياه الطافية فتضخ الى مدخل أعمال المعالجة.

Aerobic Stabilization

التثبيت الهوائى

وتعرف عملية التثبيت الهوائى بتثبيت المواد العضوية الموجودة بالحماء فى وجود الأكسجين والتثبيت الهوائى مشابه لعملية معالجة المخلفات السائلة بطريقة الحماء المنشطة حيث يتم أكسدة المواد العضوية بواسطة البكتيريا الهوائية التى تعتمد فى نشاطها على الأكسجين وينتج من هذا التفاعل (الأكسدة) ثاني أكسيد الكربون، وبخار الماء.

Sludge Dewatering

٥-٢-٣ فصل المياه من الحماء

تحتوي الحماء المعالجة سواء بالتركيز أو التثبيت على حوالي ٩٠% مياه ، ١٠% مواد صلبة جافة ولذلك يجب استخدام طرق أخرى لفصل كميته أكبر من المياه مع زيادة تركيز المواد الصلبة بالحماء وهناك الكثير من الطرق المستخدمة منها:

Drying Beds

فصل المياه باستخدام أحواض تجفيف الحمأة

وفى هذه الطريقة يتم توزيع الحمأة الخام أو السابق معالجتها على طبقات فى أحواض مكشوفة بها طبقة من الرمل أسفلها طبقة من الزلط وبقاع الحوض يوجد نظام لتصريف المياه المتسربة من الحمأة ويتم تجفيف الحمأة بهذه الطريقة عن طريق التبخر وتسرب المياه وتضخ هذه المياه الى مدخل العمليه وبعد تجفيف الحمأة وخاصة الخام يتم تشوينها فى أكوام لتحليل المواد العضوية والتخلص من جزء من الجراثيم ويشير كود الصحة العامة الصادر من وزارة الصحة أن الحمأة الجافة الناتجة من معالجة المخلفات السائلة يمكن استخدامها كسماد بعد مدة تجفيف لا تقل عن ٤٥ يوماً فى مسطحات خاصة لتشوين الحمأة.

Centrifuge

فصل المياه باستخدام الطرد المركزي

يتم فصل المياه من الحمأة السابق معالجتها بالتركيز أو التثبيت مع اضافة مواد كيمياوية مروية تعمل على زيادة كمية المياه المنزوعة من الحمأة مع تجميع حبيبات الحمأة على شكل ندف عن طريق أجهزة الطرد المركزي وهي إسطوانات ذات جدران بها ثقبوب وباستخدام هذه الطريقة يمكن الحصول على حمأة تركيز المواد الصلبة بها حوالي ٢٠ - ٣٠ % أما المياه المفصوله والتي لا تحتوي على مواد صلبة تضخ الى مدخل أعمال المعالجة أما الحمأة المركزة فلا يفضل استعمالها لتسميد الأراضي التي تزرع بالمحاصيل التي تستخدم فى الطعام حيث يتواجد بها مواد كيمياوية وملوثات بيولوجية.

فصل المياه باستخدام المرشحات :

Vacuum Filters

أ- المرشحات بخلخله الهواء

هذا المرشح عبارة عن إسطوانه معدنيه مثقبة الجدار ومغلقة بوسط الترشيح (اللباد أو التيل أو الالياف الصناعية) وتدور الأسطوانة حول محورها الافقي بحيث يكون جزؤها السفلي مغمور فى حوض الحمأة وبواسطة خلخه الهواء فى الجزء السفلي من الاسطوانه تلتصق المواد الصلبة بجدار وسط الترشيح بينما تخرق المياه وسط الترشيح والتي يجب رفعها الى مدخل أعمال المعالجة وتحتوي الحمأة بعد ازالتها من سطح الترشيح على حوالي ١٥ - ٢٥ % مواد صلبة جافه. ويلزم فى هذه الطريقة معالجة الحمأة بإضافة مواد كيمياويه مروه قبل عملية الترشيح.

Filter Press

ب- مرشحات كبس الحمأه

ويتم فصل المياه بهذه الطريقة بترشيح المياه من الحمأه بضغطها بين طبقتين من القماش المسامي .
تنفذ منه المياه وتبقى المواد الصلبه على شكل قوالب فيما بين طبقتي القماش . وتحتوي الحمأه بعد
الترشيح على حوالي ٢٠-٣٠% مواد صلبه ويلزم لزيادة نجاح تشغيل هذه الطريقة أن يسبقها معالجة
الحمأه بإضافة مواد كيميائية مروبية أو بوليمرات.

Sludge Disposal

٥-٢-٤ طرق التخلص من الحمأه

١- فى الأرض

- يمنع استخدام الحمأه الخام وهى التى لم تمر بمراحل تثبيت أو تخزين لمدة لا تقل عن شهر كسماد
سطحي.

- تستخدم الحمأه بعد تثبيتها أو تخزينها لمدة شهر (معالجتها) كسماد عضوي لتوزيعها تحت سطح
التربة. Sub surface application

- تستخدم الحمأه بعد تثبيتها أو تخزينها لمدة شهر (معالجتها) كسماد سطحي لزراعة المسطحات
الخضراء مع مراعاة المتطلبات البيئية والصحية وتقليل تعرض العاملين لها.
- يتم خلط الحمأه سواء قبل أو بعد المعالجة مع التربة (بالمكامر) وتترك فترة أسبوع لتحلل المواد
العضوية حيث تعمل على زيادة قدرة التربة على امتصاص المياه.

٢- فى بحيرات الحمأه

تتشأ بحيرات للحمأه لأغراض تجزئة وتحليل وتجفيف الحمأه وذلك فى المناطق ذات التربة المسامية
والبعيدة عن مصادر المياه الجوفية حيث تكون المساحة المطلوبة حوالي ضعف المساحة المناظرة
لأحواض تجفيف الحمأه وتكون بعمق ٠.٥ - ١.٥ متر.

٣- المدافن الصحية المعتمدة

يتبع التوصيات و المتطلبات البيئية الخاصة بالمدافن الصحية للمخلفات الصلبة .

الفصل الثالث

التصميم الهيدروليكي

أسس تصميم المعالجة التمهيدية والابتدائية

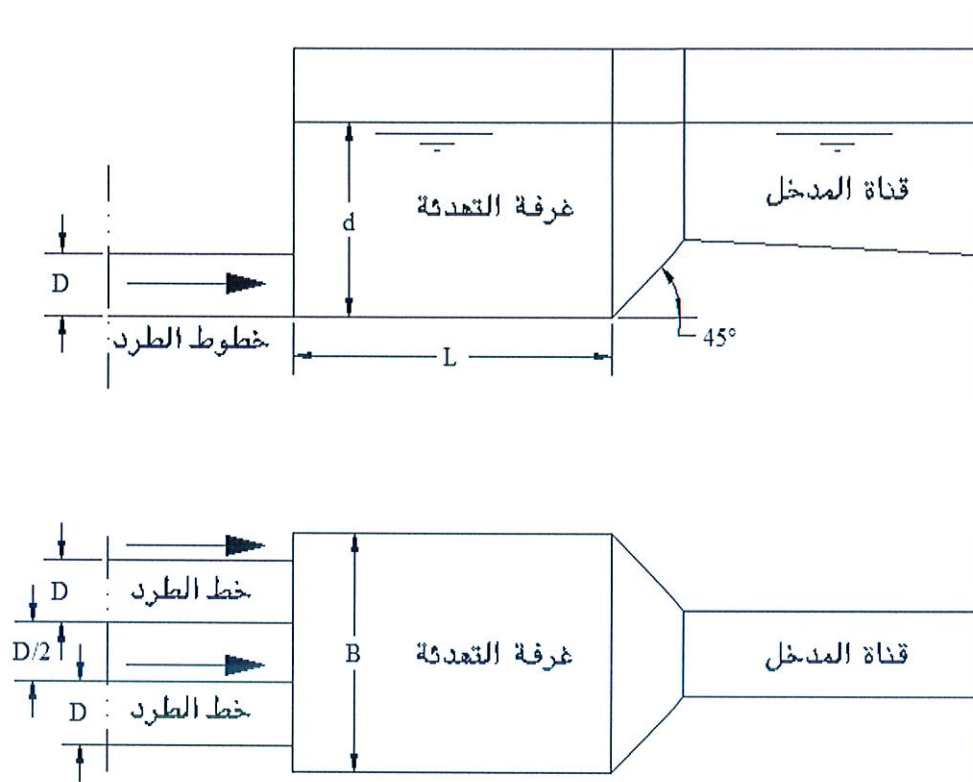
١- غرفة التهدئة Deceleration Chamber

١-١ الغرض منها

غرفة توضع فى بداية اعمال المعالجة بغرض تهدئة التصريف القادم من خطوط الطرد (تحت ضغط)، وذلك لمنع هروب الاجسام العالقة من بين فتحات المصافى التى تلي حوض التهدئة. ويتم ذلك عن طريق تهدئة سرعة وضغط المياه بحيث يتم تغيير نظام السريان من المواسير المغلقة (سريان مضطرب) إلى المجرى المفتوح (سريان منتظم) ليتعرض سطح المياه بعد ذلك إلى الضغط الجوي ويتحرك بالجاذبية.

٢-١ التصميم الهيدروليكي

- غرفة ذات أبعاد تحقق الأسس التصميمية الهيدروليكية تأخذ أشكالاً متعددة ومزودة بماسورة لخروج الرواسب والتفريغ، ويتصل بها ماسورة الفائض.
- العدد $1 \leq$ غرفة
- زمن المكث = $0,5 - 2$ دقيقة
- العرض $\leq (2 \times \text{عدد خطوط الطرد الواردة الى الغرفة} + 1) \times \text{قطر خط الطرد بمعنى ان تترك مسافة بينية بين الخطوط لا تقل عن قطر الخط} - \text{بما لا يتعارض مع الخصائص الهيدروليكية للسريان}$
- عمق المياه $\leq (\text{قطر خط الطرد الداخل للغرفة} + \text{العمق الاقصى لقناة التوصيل بين غرفة التهدئة والمصافى})$ وفى حالة وجود اختلاف فى اقطار خطوط الطرد، يأخذ القطر الاكبر
- سرعة المياه الأفقية = $(0,6 - 1,2) \text{ م/ث} - \text{لعدم السماح بحدوث ترسيب بالغرفة}$



شكل (١-٣) غرفة التهدة

٢- قناة المدخل (قناة التوصيل) Approach Channel

١-٢ الغرض منها

قناة خرسانية تستخدم لنقل تصريفات مياه الصرف الصحى معرضة للهواء (لمنع حدوث التفاعلات البيولوجية اللاهوائية) وبسرعة مناسبة (غير مسموح بحدوث ترسيب بها) بين وحدات المعالجة الابتدائية.

٢-٢ التصميم الهيدرولى

- سرعة المياه الأفقية ≤ 0.4 الى 0.6 م/ث
- تستخدم السرعة ومعادلة ماننج التالية لحساب أقل ميل لازم لقاع القناة (لتفادى حدوث ترسيب بالقناة)

$$V_{min.} = (1/n) R_{min}^{(2/3)} S^{(1/2)}$$

- قيمة معامل ماننج (n) = $0.012 - 0.015$ للمجارى المائية المبطنه بالخرسانة

$$R = \text{نصف القطر الهيدرولى (بالمتر)} = (\text{المساحة المبتلة} / \text{المحيط المبتل})$$

$$\text{المساحة المبتلة} = (\text{العرض} \times \text{العمق الأدنى}) \text{ م}^2$$

$$\text{المحيط المبتل} = \text{العرض} + (2 \times \text{العمق الأدنى}) \text{ م}$$

$$S = \text{الميل الأدنى للتنفيذى لقاع القناة}$$

٣- المصافي (Screens)

١-٣ الغرض منها

تستخدم المصافي لحجز الاجسام الطافية والاجسام الكبيرة والغريبة عن مياه الصرف الصحى مثل (الورق - البلاستيك - الزجاج - الاقمشة - الاخشاب.....إلخ)، حتى لا تصل هذه الاجسام الى الاجزاء الميكانيكية بوحداث المعالجة المختلفة مما قد يتسبب فى تلفها.

٢-٣ انواع المصافي

ويمكن تصنيف المصافي طبقا للمسافة بين القضبان الى:

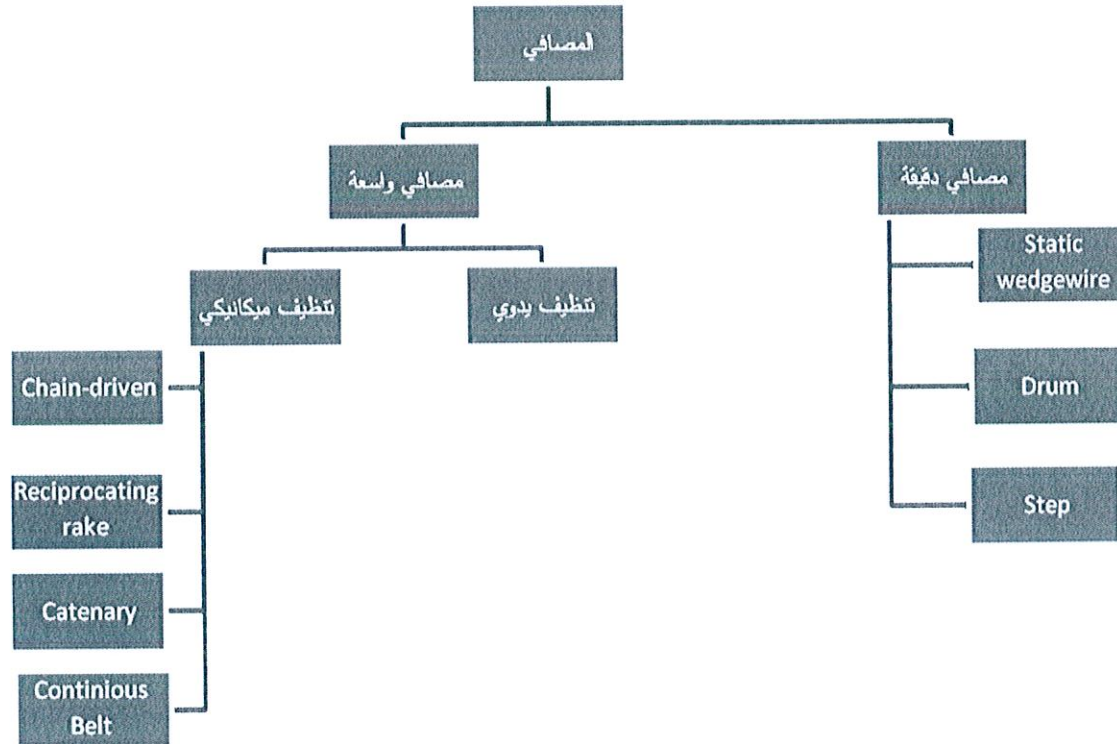
١. المصافي الواسعة (القضبانية) (Coarse or Bar Screen)

٢. المصافي الدقيقة وتشتمل على الانواع التالية (Bar Screen - Disk Screen - Band Screen - Strainers - Micro strainer - Drum Screen -)، حيث انه كلما زادت المسافة بين القضبان كلما كانت المصفاة أوسع

كما يمكن تصنيف المصافي طبقا لطريقة التنظيف الى:

١. تنظيف يدوى

٢. تنظيف ميكانيكى



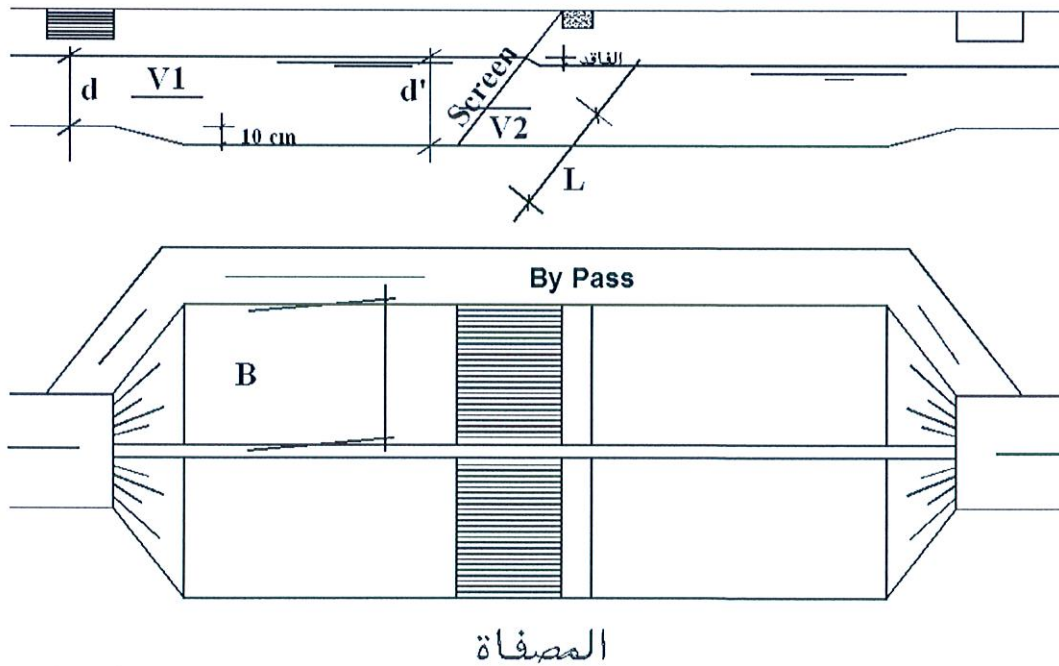
شكل (٢) تصنيف المصافي

٣-٣ التصميم الهيدروليكي

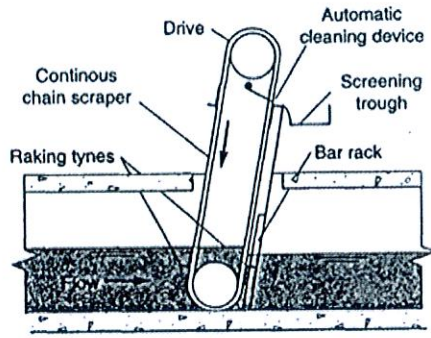
أ. المصافي الواسعة (Coarse or Bar Screen)

حيث يتم تقسيم التصريف الوارد على أكثر من مصفاة (أكثر من قناة). ويثبت بالمصفاة مجموعة من القضبان دائرية أو مستطيلة المقطع، ويلزم تركيب بوابات أمام وخلف المصافي لأعمال الصيانة والتحكم فى التصريف المار ويمكن تركيب SHOP logs قبل بوابات الدخول على المصافي بغرض غلقها عندما يتطلب الأمر صيانته البوابه عند مدخل المصافي .

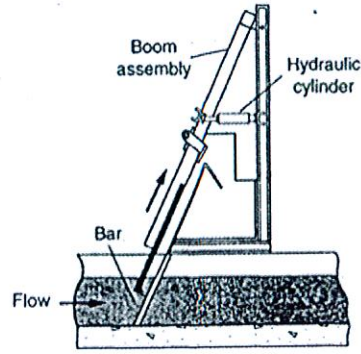
يفضل استخدام المصافي الميكانيكية في جميع أنواع المحطات ويمكن استخدام المصافي اليدوية قبل الدخول على المضخات وفى محطات المعالجة ذات التصريفات الصغيرة (أقل من ٥٠٠٠ م^٣/يوم)، وإذا زاد التصريف تستخدم المصافي الميكانيكية على أن تزود المصافي الميكانيكية بمصفاة واحدة على الأقل يدوية تستعمل فى الطوارئ. الشكل (٣-٢) يوضح المصفاة اليدوية الواسعة . ويتم عمل صفاية لفصل المياه عن المحجوزات قبل تجميعها فى الصناديق التى تستخدم لنقلها للتخلص منها، كما يلزم عمل مشايات حول المصافي لسهولة عمليات الصيانة و المراقبة.



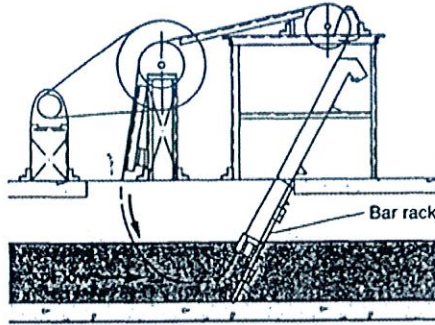
شكل (٣) المصفاة الخشنة اليدوية



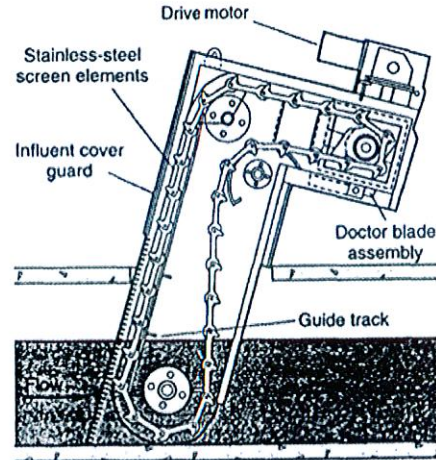
Front cleaned, front return chain-driven.



Reciprocating rake



Catenary.



Continuous Belt

شكل (٣-٣) الانواع المختلفة للمصفاة الواسعة الميكانيكية

➤ المسافة بين القضبان $S =$

في حالة التنظيف اليدوى $20 - 50$ مم

في حالة التنظيف الميكانيكى $10 - 20$ مم

➤ ابعاد مقطع القضيب

القضبان المستطيلة المقطع

الطول $20 - 50$ مم

العرض $10 - 20$ مم

➤ عدد المصافى (n)

$2 =$ عاملة + مجرى احتياطى (Bypass) "في حالة التنظيف اليدوى"

$2 =$ عاملة + مصفاة يدوية احتياطى "في حالة التنظيف الميكانيكى"

(يمكن خفض العدد الى واحدة عاملة في حالة التصرفات الصغيرة تحدد بواسطة

الاستشارى)

➤ عدد المسافات البينية بين القضبان في المصفاة الواحدة $N =$

➤ عرض المصفاة = B = (عدد القضبان × عرض القضيب) + (عدد المسافات البينية × المسافة بين

$$[(N+1) \times W] + [N \times S] = \text{القضبان}$$

➤ زاوية ميل المصافى (θ) على الأفقى

$$= 0^\circ 40' - 0^\circ 60'$$

فى حالة التنظيف اليدوى

فى حالة التنظيف الميكانيكى

$$= 0^\circ 60' - 0^\circ 90'$$

➤ الطول المائل المغمور من المصفاة = L

➤ عمق المياه أمام المصفاة = d'

$$L = d' / \cos \theta$$

$$d' = d_{(app. Ch.)} \text{ or } d_{(app. Ch.)} + 0.1 \text{ m (drop)}$$

➤ السرعة الأفقية قبل المصافى $V_1 \leq 0.6 \text{ م/ث}$

ويمكن حسابها من المعادلة التالية

$$V_1 = Q / (nBd')$$

➤ السرعة الأفقية بين المصافى $V_2 \geq 1.0 \text{ م/ث}$ (هذه القيمة قد تختلف طبقا لموقع المصفاة)

ويمكن حسابها من المعادلة التالية

$$V_2 = Q / (nNSd')$$

➤ تقدير كميات المواد المحجوزة على المصافى الواسعة

المسافة بين قضبان المصافى (مم)	المحتوى المائى للمواد المحجوزة (%)	الوزن النوعي للمواد المحجوزة (كجم/م ³)	حجم المواد المحجوزة (L/1000m ³)	
			القيم التصميمية	القيمة المثلى
12,0	60-90	700-1100	37-74	50
25	50-80	600-1000	15-37	22
37,0	50-80	600-1000	7-15	11
50	50-80	600-1000	4-11	6

➤ معادلة حساب فواقد الطاقة- والتي يجب مراعاتها فى حسابات الميل الهيدروليكى

$$\frac{V_2^2 - [(V_1)^2]}{2gC}$$

Where:

$$h_L =$$

فواقد الطاقة (م)

$$C =$$

0,7 للمصافى النظيفة.

0,6 للمصافى المسدودة.

$$V_2 =$$

سرعة السريان خلال فتحات المصافى (م/ث)

$$V_1 =$$

سرعة السريان قبل المصافى (م/ث)

$$g =$$

عجلة الجاذبية الأرضية = 9,81 م/ث²

➤ الفواقد المسموح بها = ٥٠ مم للمصافي اليدوية التنظيف.

= ١٥٠ - ٦٠٠ مم للمصافي الميكانيكية التنظيف.

يمكن افتراض المعادلات التقريبية التالية عند بداية التصميم:

Inclined Area of Screen = nNSL = 2 * (Area of App. ch.)..... for Mech. Screen

Inclined Area of Screen = nNSL = 3 * (Area of App. ch.)for Manual Screen

ب. المصافي الدقيقة (Fine Screen)

للمصافي الدقيقة انواع عديدة، تتفق جميعا فى ان مقاس فتحات المصفاة او المسافة بين القضبان (فى حالة المصفاة الناعمة القضبانية) لا تتعدى بأى حال من الاحوال ٦ مم وإلا وصفت المصفاة بالمصفاة الواسعة. شكل (٣-٤) يوضح المصفاة الدائرية الدقيقة.

➤ المسافات بين القضبان تتراوح ما بين ٠,٢ الى ٦ مم

➤ نسبة الازالة للمصافي الثابتة (%)

➤ 5 - 20 % of BOD

➤ 5 - 30 % of TSS

➤ نسبة الازالة للمصافي الدوارة (%)

➤ 25 - 50 % of BOD

➤ 25 - 45 % of TSS

➤ فواقد الطاقة تتراوح ما بين ٠,٨ الى ١,٤ مم

وتستخدم المعادلة التالية لحساب الفاقد خلال المصافي الدقيقة

$$H_L = \frac{\left(\frac{Q}{cA}\right)^2}{2g} \quad (m)$$

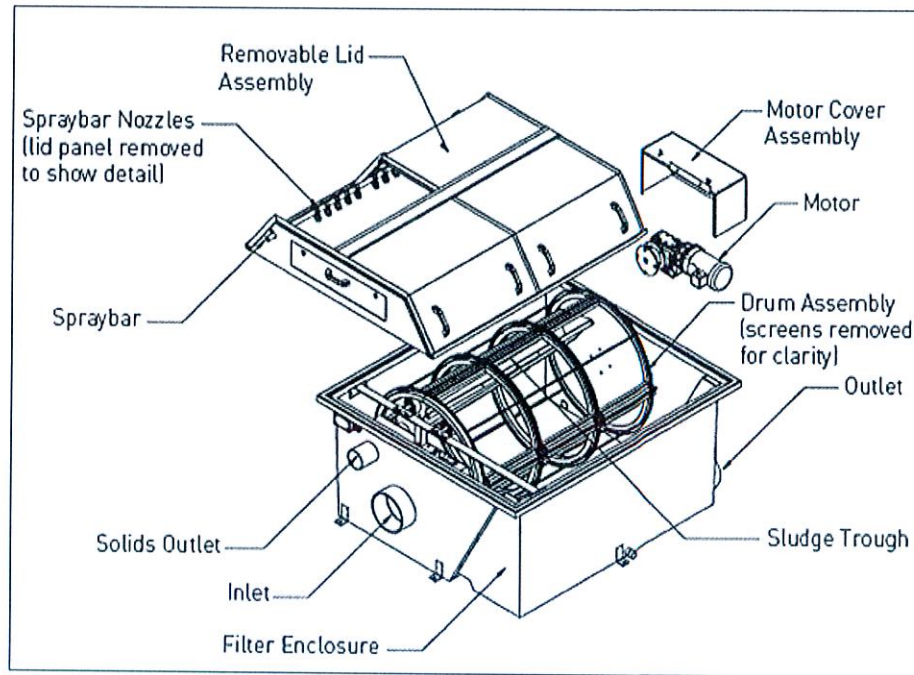
حيث:

➤ التصريف التصميمى (Q)

➤ معامل التصريف (c) = ٠,٣ - ٠,٦

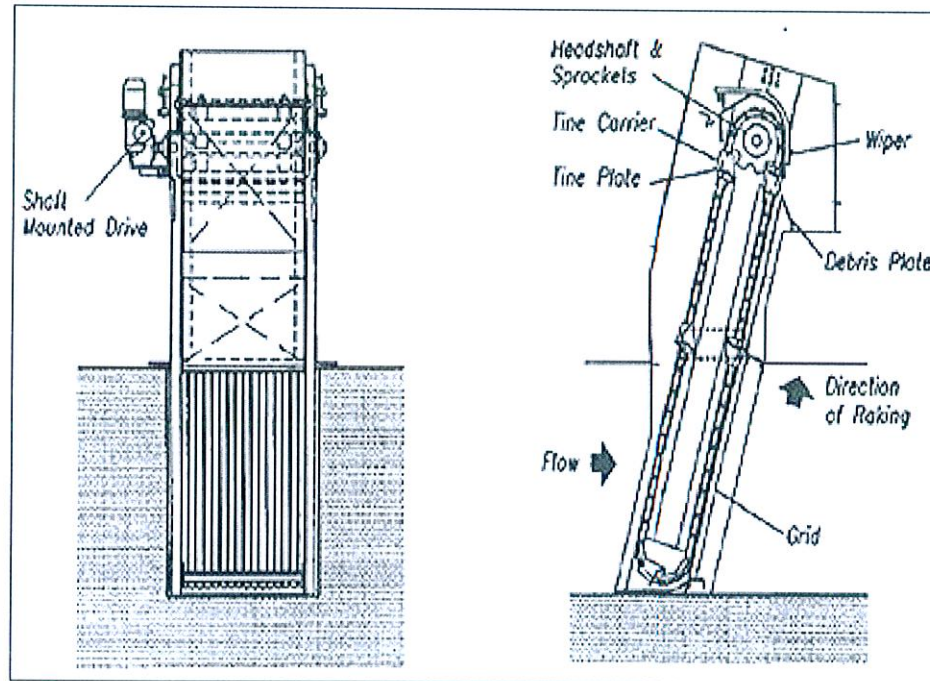
➤ عجلة الجاذبية الارضية g = ٩.٨١ م/ث^٢

➤ مساحة فتحات المصفاة المغمورة A م^٢

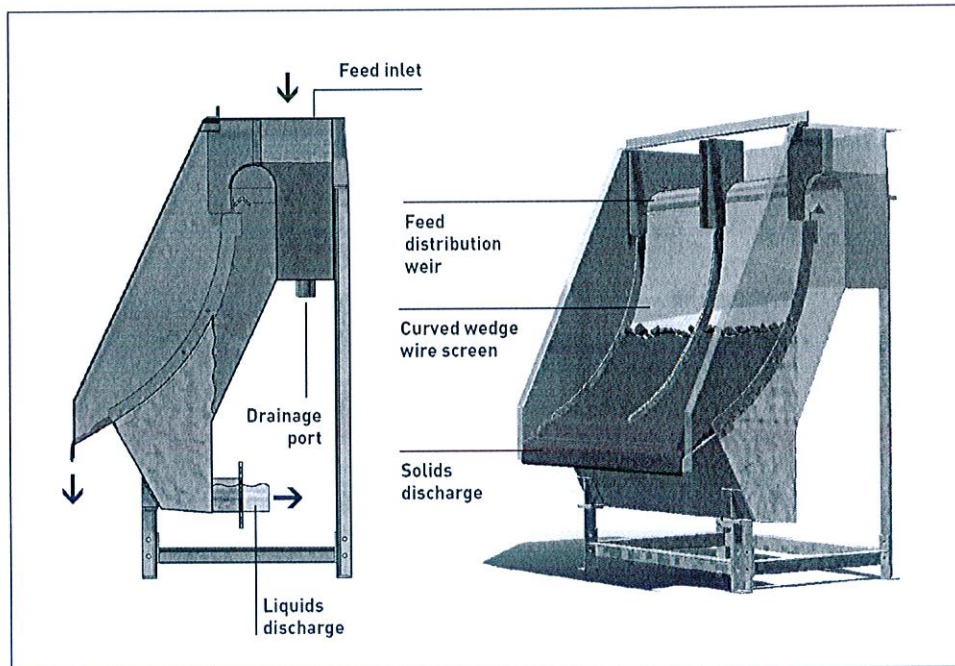


شكل (٣-٤) Drum Screen

أما بالنسبة للمصفاة القضبانية الدقيقة فيتفق التصميم الهيدروليكي لها مع التصميم الهيدروليكي للمصفاة الواسعة فيما عدا ان المسافة بين القضبان فى المصافى القضبانية الدقيقة اقل من ٦ مم (شكل ٣-٥).



شكل (٣-٥) Bar Screen



شكل (٦-٣) Static Wedge wire Screen



شكل (٧-٣) Step Screen

➤ تقدير كميات المواد المحجوزة على المصافي الدقيقة

المسافة بين قضبان المصافي (مم)	المحتوى المائى للمواد المحجوزة (%)	الوزن النوعي للمواد المحجوزة (كجم/م ³)	حجم المواد المحجوزة (L/1000m ³)	القيمة المثلى
١٢,٥	٩٠-٨٠	١١٠٠-٩٠٠	١١٠-٤٤	٧٥
٦,٢٥	٩٠-٨٠	١١٠٠-٩٠٠	٦٠-٣٠	٤٥

٤- طواحن المواد الصلبة

تعمل طواحن المواد الصلبة على تفتيت المواد المحجوزة على المصافي بهدف تفتيت المواد الصلبة وتقطيعها إلى مقاسات أصغر ومتساوية في الحجم، تساعد طواحن المواد الصلبة على حماية مهمات محطات معالجة مياه الصرف الصحى خاصة الطلبات.

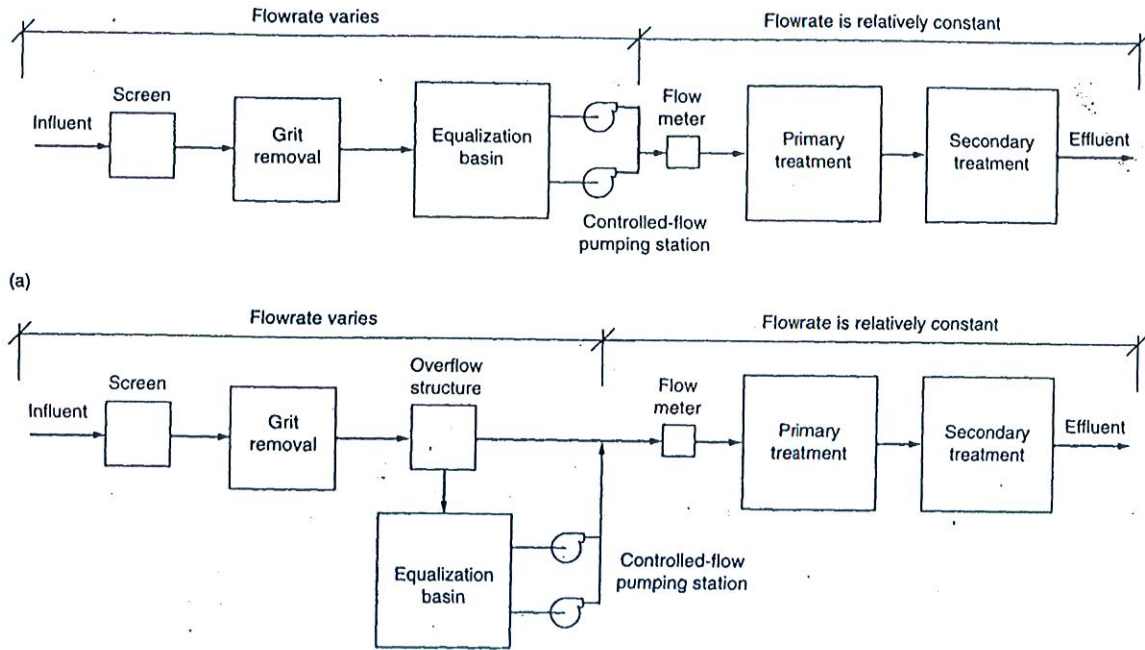
ويلزم أن يتم توريد طواحن المواد الصلبة المحجوزة على المصافي بسعات تتناسب مع كميات المواد المحجوزة المتوقعة. وتنقسم طواحن المواد الصلبة إلى نوعين طبقاً للسرعة:

- أ. ذات سرعة عالية (Grinders).
- ب. ذات سرعة منخفضة (Macerators).

٥- أحواض الموازنة

تستخدم خزانات الموازنة لمعادلة التصرفات الشديدة التغير الواردة لمحطات معالجة مياه الصرف الصحى والتي بدورها قد تؤثر على كفاءة عملية المعالجة وتؤدي إلى حدوث العديد من المشاكل التشغيلية للمحطة. كما يؤدي انشاء خزانات الموازنة في محطات معالجة مياه الصرف الصحى إلى تقليل أحجام ومقاسات وحدات المحطة بشكل عام.

وتعمل أيضاً خزانات الموازنة على خفض التفاوت فى تركيز الملوثات بصورة عامة الواردة للمحطة على مدار اليوم. بحيث يكون تركيز الملوثات ثابت بقدر الامكان.



شكل (٣-٨) مواقع أحواض الموازنة بالنسبة لمراحل المعالجة

٦- أحواض فصل الرمال

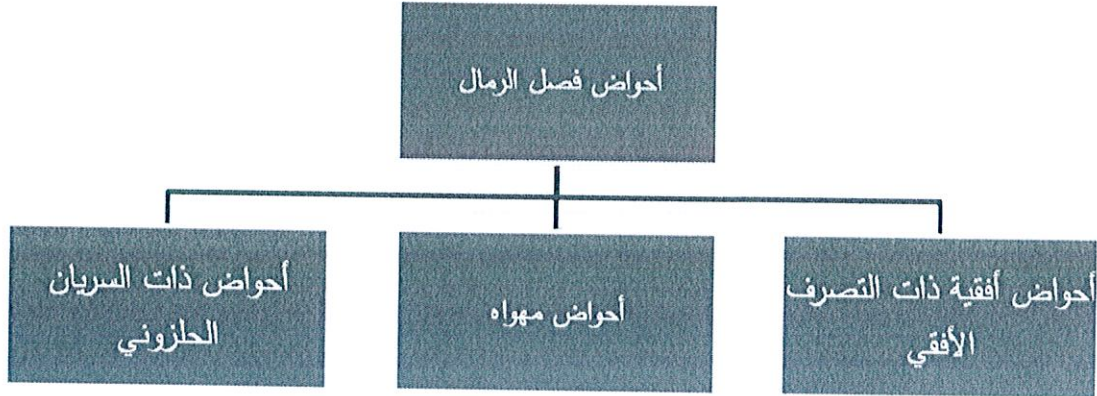
١-٦ الغرض منها

تستخدم أحواض فصل الأتربة والرمال لإزالة الاجسام الصلبة العالقة الموجودة بمياه الصرف والتي حجمها ٠,٢ مم أو أكثر (كثافتها النوعية ٢,٦٥ أو أكثر) كالرمل والطين والتراب الخ وكذلك إزالة الزيوت والشحوم فى حالة استخدام أحواض إزالة الرمال المهباه. وتزود الأحواض بجيز لتجميع الرمال والأتربة وفصلها. الشكل التالى يوضح تفاصيل أحواض فصل الرمال التقليدية.

ويتوقف وجود الأتربة والرمال بمياه الصرف الخام بشكل كبير على نوعية نظام التجميع (شبكات منفصلة ام شبكات مشتركة) حيث يوجد بالشبكات المشتركة كميات أكبر من الأتربة والرمال يجب فصلها خلال مرحلة المعالجة الابتدائية عن طريق أحواض فصل الأتربة والرمال، وأكثر مصادر الأتربة والرمال شيوعاً:

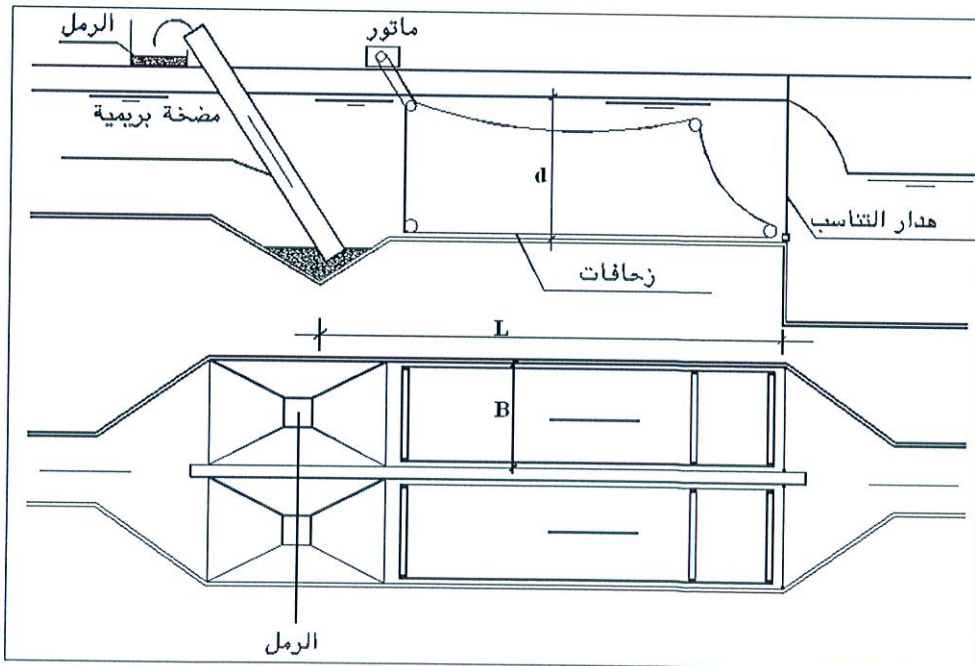
- مياه صرف غسيل ارضيات الوحدات السكنية والمحلات التجارية
- الصرف الصناعى
- صرف مياه الامطار
- مواقع الانشاء
- رشح المياه الجوفية

٢-٦ أنواع أحواض فصل الرمال



١. أحواض فصل الرمال ذات التصريف الأفقي

عبارة عن مجموعة من الاحواض المستطيلة والتي يتم تقسيم التصريف خلالها (شكل ٣-٩) وفيها يتم التحكم فى السرعة الافقية للتصريف (٠,٢٥ - ٠,٣٥ م/ث) بأحد طريقتين: (١) يكون مقطع القناة على هيئة قطع مكافئ، (٢) يكون مقطع القناة مستطيل مع استخدام هدار التناسب فى نهاية الاحواض.



شكل (٣-٩) أحواض فصل الرمال ذات التصريف الأفقى مستطيلة المقطع

التصميم الهيدروليكي

المحدد التصميمي	المدى	القيمة النموذجية
➤ العدد (حوض)		$2 \leq$
➤ سرعة المياه الأفقية (م/ث)	٠,٢٥ - ٠,٤	٠,٣
➤ زمن المكث (ثانية)	٤٥ - ٩٠	٦٠
معدل التحميل السطحى (م ^٣ /م ^٢ /يوم)		
للاجسام حجم ٠,٢١ مم	١٤٥٠ - ١٨٧٥	١٦٥٠
للاجسام حجم ٠,١٥ مم	٨٧٠ - ١٣٠٠	١١٠٠
➤ الطول	(٢٠ - ٣٠) × عمق المياه	٢٠ × عمق المياه
➤ العرض (م)	(١ - ٢) × عمق المياه	
➤ عمق المياه (م)	لا يقل عن ٠,٦٠ م	

كما يمكن تحديد طول احواض فصل الرمال من المعادلة التالية

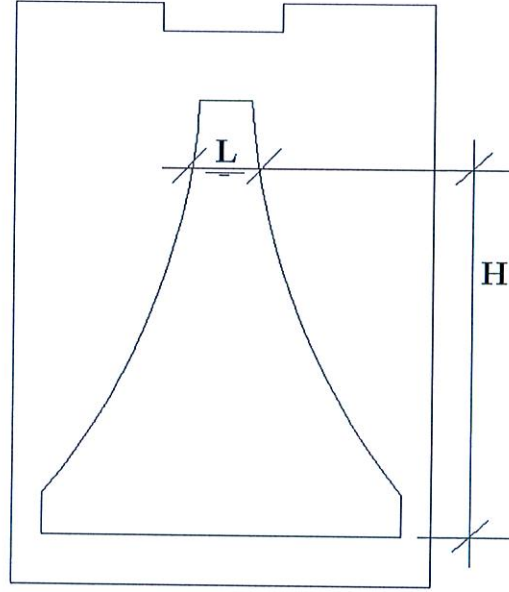
$$L = (V_h * d) / \text{معدل التحميل السطحى} \quad (m)$$

حيث:

- طول الحوض (L) بالمتري
- سرعة الأفقية للمياه (V_h) بالمتري/ثانية
- عمق الحوض (d) بالمتري
- كمية الرمال المترسبة = ١٠٠ - ٢٥٠ لتر / ١٠٠٠ م^٢ مياه صرف

تصميم هدار التناسب لاحواض فصل الرمال ذات التصريف الأفقى مستطيلة المقطع

يستخدم هدار التناسب للتحكم فى سرعة التصريف خلال أحواض فصل الرمال ذات التصريف الأفقى عندما يكون مقطع الحوض مستطيل، ويوضح شكل (٣-١٠) تفاصيل هدار التناسب.



شكل (٣-١٠) هدار التناسب

معادلة تشكيل هدار التناسب (Proportional or Sutro Weir Equation)

$$Q_{\text{per unit}} = 4 L H^{(3/2)}$$

حيث:

L : المسافة الأفقية للهدار.

H : المسافة الرأسية للهدار مقاسة من القاع.

ب. أحواض فصل الرمال المهواة (Aerated Grit Removal Chamber)

عبارة عن مجموعة من الاحواض المستطيلة (شكل ٣-١١) والتي يتم تقسيم التصريف خلالها، حيث يتم فيها دفع الهواء من أسفل بواسطة ناشرات هواء تركيب على جانب واحد من الحوض بهدف فصل الزيوت والشحوم سواء كانت منفصلة او ملتصقة بالأتربة والرمال.

ولما كان حدوث تحللات لاهوائية بمياه الصرف الصحى قبل وصولها إلى عملية المعالجة يؤثر على كفاءة وحدات المعالجة البيولوجية لذلك فان استخدام أحواض فصل الرمال المهواة يساعد على:

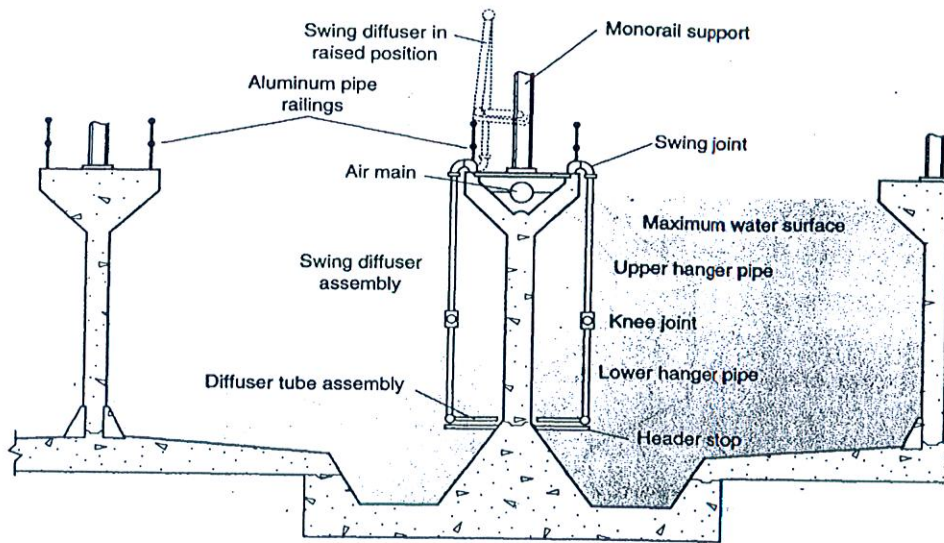
- طرد الغازات المتكونة نتيجة التحللات اللاهوائية.
- تجديد نشاط البكتريا الهوائية بمياه الصرف الصحى.
- فصل الرمال والمواد غير العضوية دون السماح للمواد العضوية بالترسيب.

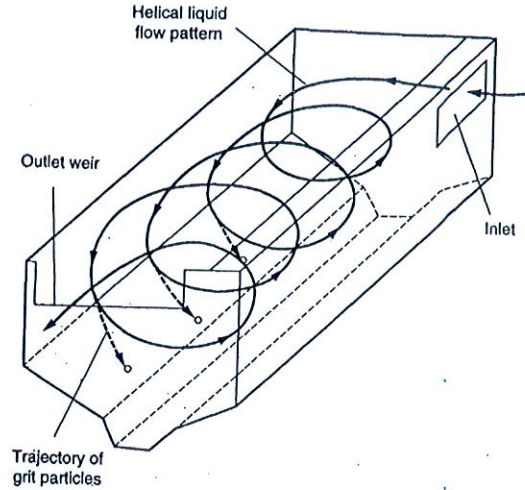
ويتم كسح الرمال المترسبة فى قاع أحواض فصل الاتربة والرمل إما عن طريق استخدام زحافات ميكانيكية، أو عمل ميول فى قاع الاحواض عكس اتجاه السريان، ويتم سحب الاتربة والرمل المتجمعة فى حيز التجميع باستخدام الطلمبات الغاطسة أو الطلمبات الحلزونية أو عن طريق محبس بوابة مركب فى قاع حيز تجميع الرواسب، أو طلمبات هواء Air Lift Pump حيث يتم بعد ذلك تجميع الرواسب ونقلها للتخلص منها.

التصميم الهيدروليكي

القيمة النموذجية	المدى	المحدد التصميمي
$2 \leq$		➤ العدد (حوض)
3	0 - 2	➤ زمن المكث (دقيقة)
	0-2	➤ العمق (م)
	2,0 - 7	➤ العرض (م)
	20-7,0	➤ الطول (م)
	0,2 - 0,5	➤ معدل امداد الهواء (م ³ /دقيقة لكل متر طولى من الحوض)
0,010	0,2-0,004	➤ كمية الرمال المترسبة (م ³ /1000 م ² من مياه الصرف)

يفضل استخدام احواض فصل الرمال المهواة عند وجود كميات عالية من الزيوت والشحوم وعندما تكون قطر الحبيبات اكبر من 0,2 مم.





شكل (١١-٣) أحواض فصل الرمال المهواه

ت. أحواض فصل الرمال ذات التصريف الحلزوني (Vortex)

التصميم الهيدروليكي

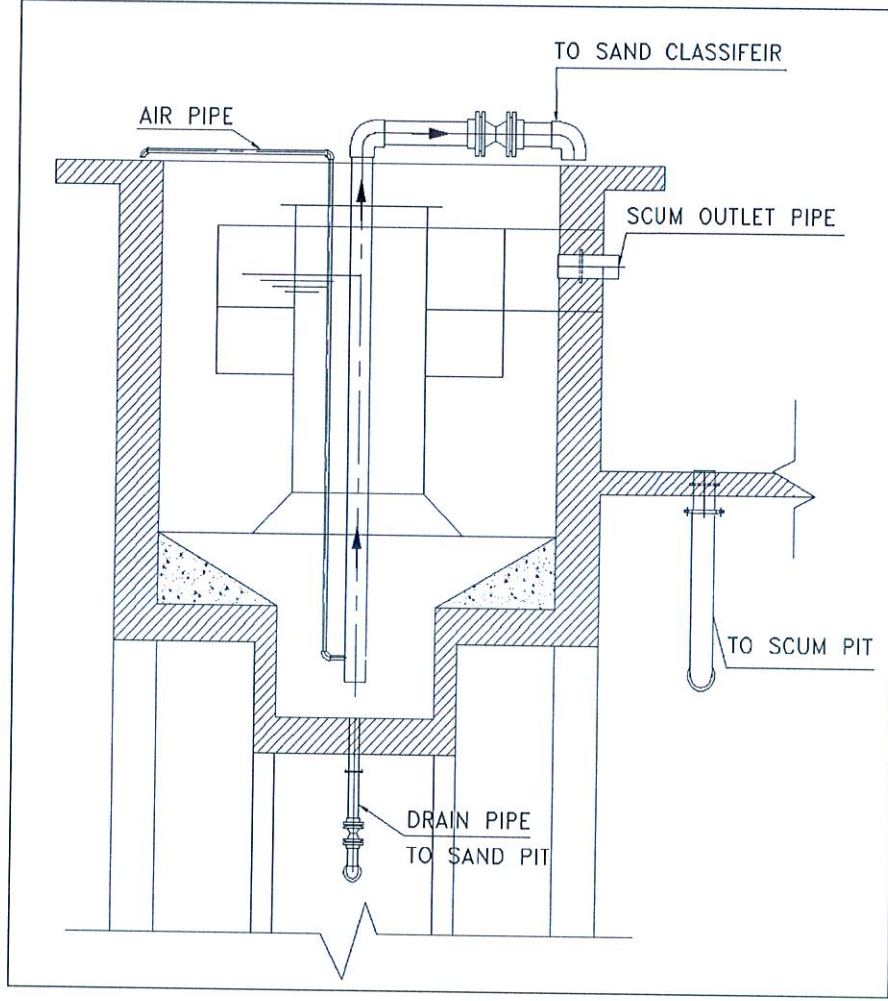
القيمة المثلى	القيم التصميمية	المعامل
٣٠	٣٠-٢٠	➤ مدة المكث (دقيقة) - في حالة التصريف المتوسط
---	٧,٢-١,٢	➤ قطر الخزان:
---	١,٨-٠,٩	➤ الغرفة العلوية (م)
---	٤,٨-٢,٧	➤ الغرفة السفلية (م)
---	---	➤ عمق الخزان
---	---	➤ نسبة الازالة
٩٥	٩٨-٩٢	➤ حبيبات بحجم ٠,٣ مم*
٨٥	٩٠-٨٠	➤ حبيبات بحجم ٠,٢٤ مم*
٦٥	٧٠-٦٠	➤ حبيبات بحجم ٠,١٥ مم*
٠,٠١٥	٠,٢-٠,٠٠٤	➤ كمية الرمال المترسبة (م ^٣ /١٠٠٠ م ^٣)
		* الوزن النوعي لحبيبات الرمال ٢,٦٥

تقدير كميات الرواسب الرملية

القيمة التصميمية	المعامل
٦٥-١٣	➤ المحتوى المائي للرمال المترسبة (% حجم)
٥٦-١	➤ نسبة المواد العضوية (% حجم)
٢,٧	➤ الوزن النوعي للرمال النظيفة المترسبة (كجم / م ^٣)
١,٣	➤ الوزن النوعي للرمال المترسبة (شامله المواد العضوية المترسبة) كجم/م ^٣

١٦٠٠

➤ كثافة المواد المترسبة (كجم/م^٣)



شكل (٣-١٢) أحواض فصل الرمال الحلزونية

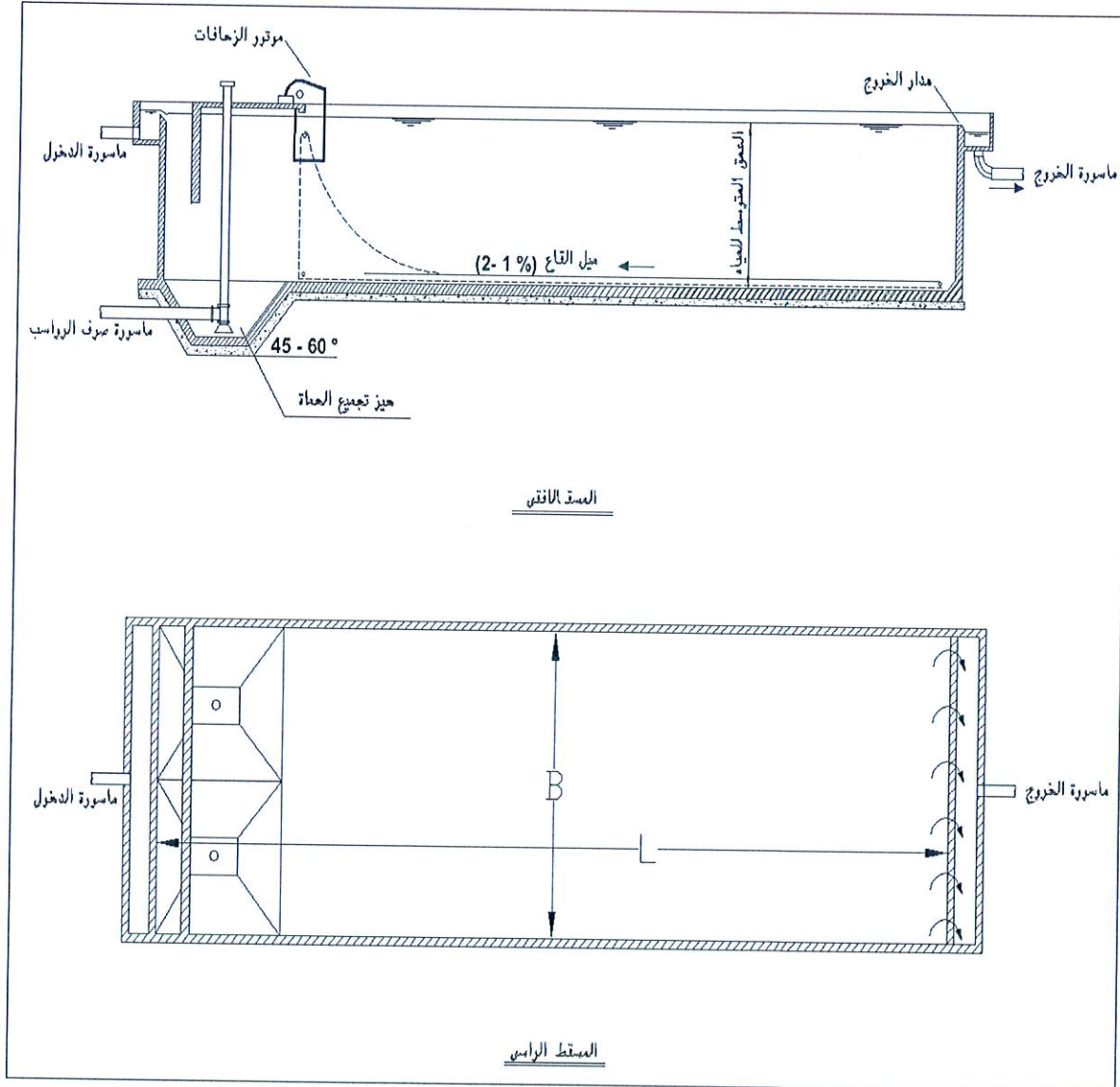
٧- أحواض الترسيب الابتدائية

١-٧ الغرض منها

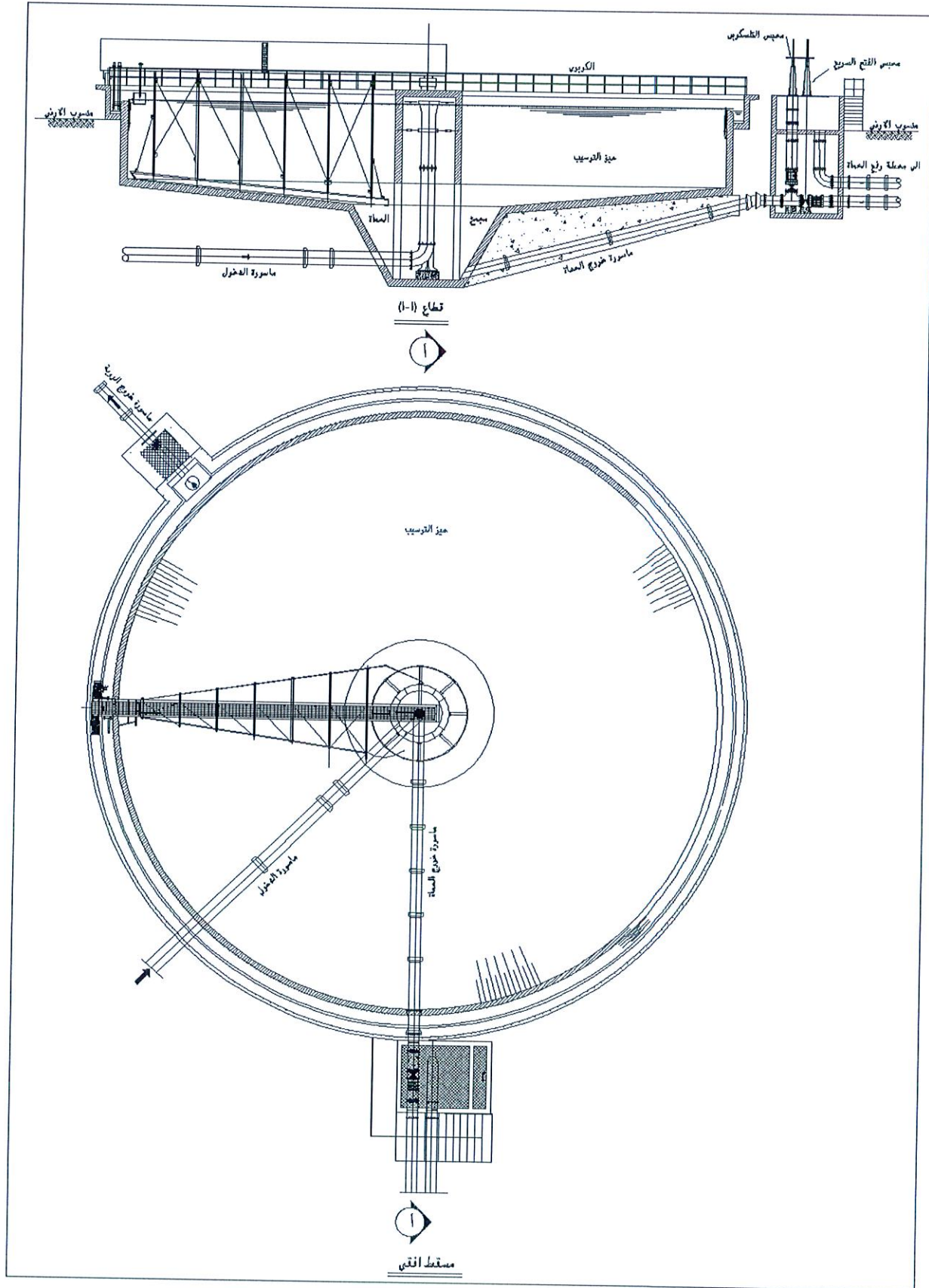
تستخدم أحواض الترسيب الابتدائية لازالة المواد العالقة القابلة للترسيب بمياه الصرف الصحى، فهى تستعمل لترسيب بعض المواد العضوية وغير العضوية العالقة فى مياه الصرف الصحى لتخفيض الحمل العضوى على وحدات المعالجة البيولوجية وكذلك فصل الزيوت والشحوم فى حالة استخدام أحواض فصل الرمال العادية. وتبلغ نسبة الإزالة بعد أحواض الترسيب الابتدائية لمياه الصرف الصحى حوالى ٢٥-٤٠% من المواد العضوية أو الاحتياج الأكسجينى الحيوى الممتص لمياه الصرف الصحى (BOD_5) وإزالة حوالى ٤٠-٦٠% من كمية المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS). ويمكن تنفيذ أحواض الترسيب الابتدائى اما مستطيلة (شكل ٣-١٣) أو دائرية (شكل ٣-١٤) حسب المساحة المتاحة.

و بالنسبة لأحواض الترسيب الدائرية يكون دخول المياه بها من منتصفها، وتخرج منها المياه عن طريق هدار على امتداد كامل محيطها. ويتم تجميع الحمأة المترسبة فى الأحواض بطريقة ميكانيكية عن طريق زحافة تتصل بكوبرى دوار مثبت بمنتصف الحوض كما يتم تزويد الحوض بكاسح للخبث لإزالة المواد الطافية من سطح مياه الحوض، ويزود الحوض بمحبس لسحب الحمأة يشغل يدويا أو ميكانيكياً.

و بالنسبة لأحواض الترسيب المستطيلة فيكون دخول المياه موزعا بعرض الحوض فى الاتجاه الطولى.



شكل (٣-١٣) أحواض الترسيب الابتدائى المستطيلة



شكل (٣-١٤) أحواض الترسيب الدائرية

٢-٧ التصميم الهيدروليكي

القيمة النموذجية	المدى	المحدد التصميمي
$2 \leq$		➤ العدد (حوض)
٤,٥	٥ - ٣	➤ العمق (م)
٢,٥	٣-٢	➤ زمن المكث (ساعة)
٢٥٠	٥٠٠ - ١٢٥	➤ معدل التحميل على هدار الخروج (م ^٣ /م/يوم)
أحواض الترسيب المستطيلة		
٤٠	٥٠ - ٣٠	➤ الطول (م)
١٥	٢٠ - ١٠	➤ العرض (م)
٤,٥	٥ - ٣	➤ سرعة الكسح (م/الدقيقة)
٤٠:١	٥٠:١ - ٣٠:١	➤ ميل القاع
أحواض الترسيب الدائرية		
٤٠	٥٠ - ٣٠	➤ القطر (م)
١٢:١	١٦:١ - ٦:١	➤ ميل القاع
٠,٠٣	٠,٠٥-٠,٠٢	➤ سرعة الكسح (دورة/دقيقة)
--	٢٠-١٥	➤ قطر بئر الدخول الدائري (%) من قطر الخزان الاجمالي
--	٢,٥-١	➤ عمق بئر الدخول الدائري (م)
--	٠,٧ - ٠,٣	➤ سرعة السريان عبر فتحات بئر الدخول (م/ث)
أحواض الترسيب الابتدائي المتبوعة بمعالجة ثانوية		
٤٠	٥٠ - ٣٠	➤ معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /يوم)

٣-٧ كفاءة الازالة لخزانات الترسيب الابتدائية

$$R = \frac{t}{a + bt}$$

Where:

R =

t =

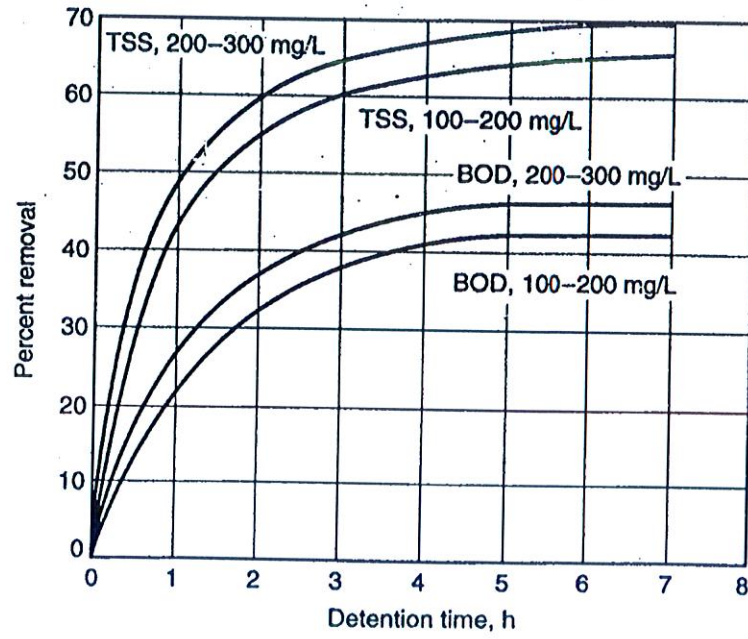
a,b=

كفاءة الازالة المتوقعة

مدة المكث

ثوابت تعتمد على نوع التلوث

b	a	
٠,٠٢	٠,٠١٨	BOD
٠,٠١٤	٠,٠٠٧٥	TSS



شكل (٣-١٥) العلاقة بين كفاءة الازالة وزمن المكث بأحواض الترسيب الابتدائية

٨- أحواض التهوية البيولوجية Biological Aeration Tanks

أولاً: النمو المعلق (Suspended Growth)

١- أحواض التهوية (الحماة المنشطة)

المصطلحات الهامة

الرمز	الوحدات	الوصف
Q	(m ³ /d)	Influent wastewater flow rate,
التصرف التصميمى		
F/M	(d ⁻¹)	Food-to-Microorganism ratio in the aeration tank,
نسبة الغذاء الى الكائنات الحية الدقيقة داخل احواض التهوية		
S ₀	(g/m ³)	Influent BOD or COD concentration,
الأحتياج الاكسجينى الحيوى (او الكيمائى) للسبب الداخلى		
S _e	(g/m ³)	Effluent BOD or COD concentration,
الأحتياج الاكسجينى الحيوى (او الكيمائى) للسبب النهائى المعالج		
HR T	(d)	Hydraulic detention time of the aeration tank,
زمن المكث الهيدرولى		
V	(m ³)	Aeration tank volume,
حجم احواض التهوية اللازم		
X	(g/m ³)	Concentration of mixed liquor suspended (volatile suspended) solids in the aeration tank,
تركيز المادة العالقة العضوية داخل احواض التهوية		
θ _c	(d)	Mean cell-residence time based on the aeration tank volume,
زمن بقاء الحماة (عمر الحماة)		
Q _w	(m ³ /d)	Waste sludge flow rate,
معدل تصرف الحماة الزائدة		
X _w	(g/m ³)	Concentration of mixed liquor suspended (volatile suspended) solids in the waste sludge,

الرمز	الوحدات	الوصف
		تركيز المادة العالقة الكلية فى الحمأة الزائدة (او الحمأة المعادة)
Q_e	(m ³ /d)	Treated effluent flow rate, التصرف المعالج
X_e	(g/m ³)	Concentration of total suspended (volatile suspended) solids in the treated effluent, mg/L
		تركيز المادة العالقة فى السيب النهائى المعالج
Y	(gm cell produced per gm organic matter removed)	Cell yield coefficient, معامل انتاج الخلية
k_d	(d ⁻¹)	Endogenous (biomass) decay coefficient, معدل موت الخلايا البكتيرية
P_x	(g/d)	Production of excess sludge per day, معدل انتاج الحمأة الزائدة اليومى
Y_{obs}	(g/g)	Observed yield, المعامل الكلى الملاحظ لانتاج الخلية

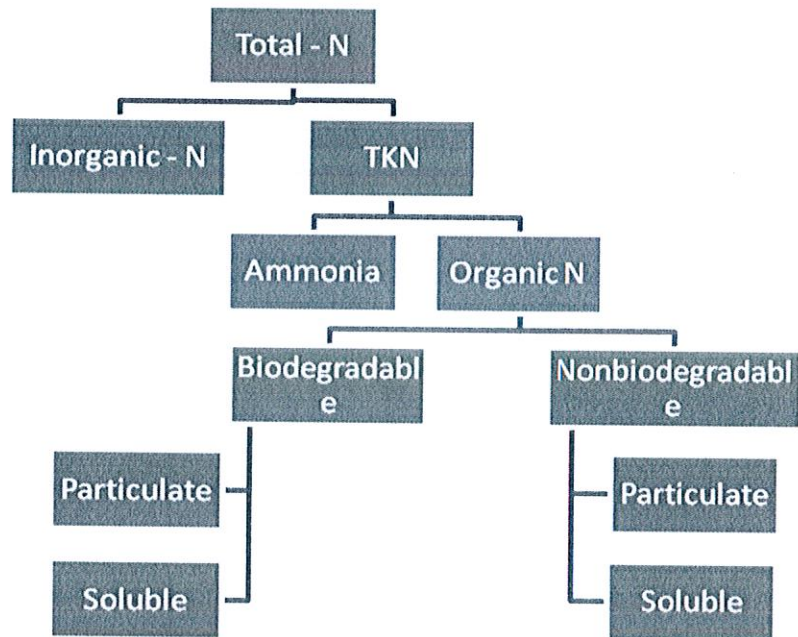
معادلات التصميم للمعالجة بطريقة الحمأة المنشطة:

-	$\frac{F}{M} = \frac{QS^0}{VX}$	(1)
-	$[P_{XVSS}]_{BOD} = \frac{QY(S_0 - S_e)}{1 + [(k_d)]\theta_c} + \frac{(f_d)(k_d)YQ(S_0 - S)SRT}{1 + (k_d)SRT} + QX_{o,i}$	(2)
-	$[P_{XTSS}]_{BOD} = \frac{QY(S_0 - S)}{0.85 \times [1 + [(k_d)]SRT]} + \frac{(f_d)(k_d)YQ(S_0 - S)SRT}{0.85 \times [1 + (k_d)SRT]} + QX_{o,i} + Q(TSS_0 - VSS_0)$	(3)
-	$\frac{MLVSS}{MLSS} = 0.85$	(4)
-	$S = \frac{K_s[1 + (k_d)SRT]}{SRT(Yk - k_d) - 1}$	(5)
-	$X = (SRT / (Q[(Y(S_0 - S)) / (1 + (k_d)SRT)]))$	(6)
-	$R_o = Q(S_0 - S) - 1.42 \times \left[\frac{QY(S_0 - S)}{1 + [(k_d)]SRT} \right]$	(7)
-	$X_1T = (SRT / Q[(Y(S_0 - S)) / (1 + [(k_d)]SRT)] + (f_d)(k_d)(X)SRT + ((SRT)E_{1(o,i)}) / ($	(8)
-	$R = \frac{X}{(X_w - X)}$	(9)
-	$Q_w = \frac{VX}{SRT \times X_r}$	(10)
-	$L_{org} = \frac{(Q)(S_o)}{(V)\left(10^3 \frac{g}{kg}\right)}$	(11)
-	$\text{Oxygen transfer rate} = \frac{0.7 \text{ Kg } O_2}{\text{kw.h}}$	(12)
-	$k_T = k_{20}\theta^{(T-20)}$	(13)
-	DO in aeration tanks= 1.5-2 mg/L	(14)

١. لإزالة المواد العضوية الكربونية

ب. إزالة المواد العضوية الكربونية و النيتروجين معا

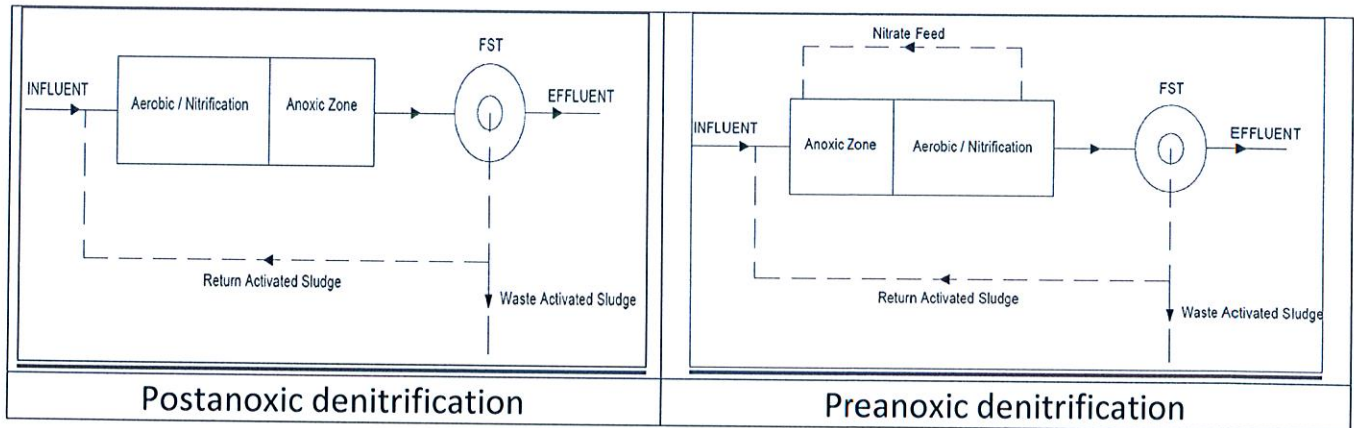
تركيب المواد النيتروجينية في مياه الصرف الصحي



Ammonia = 60-70% (TKN)

A. BOD and NH₄-N removal

-	$[P_{XVSS}]_{BOD, NH_4-N} = \frac{QY(S_0 - S)}{1 + [(k_d)SRT]} + \frac{(f_d)(k_d)YQ(S_0 - S)SRT}{1 + (k_d)SRT} + \frac{QY_n NO_x \left(\frac{1kg}{10^3g}\right)}{1 + [(k_d)SRT]} + Q_{X_{oi}}$	(15)
-	$R_o = Q(S_0 - S) - 1.42 \times \left[\frac{QY(S_0 - S)}{1 + [(k_d)SRT]} \right] + 4.33Q(NO_x)$	(16)
-	DO in aeration tanks= 2-4 mg/L	(17)



المعامل	الوحدة	التعريف
$\frac{F}{M} =$	g BOD/ g VSS.d	نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية.
$V =$	m ³	حجم خزانات المعالجة البيولوجية.
$X =$	mg/L	تركيز الكائنات الحية داخل خزانات المعالجة البيولوجية.
$[P_{X,VSS}]_{BOD}$	kg VSS/day	وزن المواد الصلبة المتطايرة المطلوب التخلص منه لمعالجة المواد العضوية الكربونية فقط
$[P_{X,TSS}]_{BOD}$	kg TSS/day	وزن المواد الصلبة الكلية المطلوب التخلص منه لمعالجة المواد العضوية الكربونية فقط
$TSS_0 =$	mg /L	تركيز المواد الصلبة الكلية قبل المعالجة البيولوجية.
$VSS_0 =$	mg /L	تركيز المواد الصلبة المتطايرة قبل المعالجة البيولوجية.
$Q =$	m ³ /day	التصرف الداخلى لخزانات المعالجة البيولوجية.
$S_0 =$	g BOD/m ³	تركيز المواد العضوية الداخلة لخزانات المعالجة البيولوجية.
$S =$	g BOD/m ³	تركيز المواد العضوية الخارجة من خزانات المعالجة البيولوجية.
$Y =$	mg VSS/mg BOD	معامل الانتاج (Biomass Yield) للبكتريا المؤكسدة للمواد العضوية الكربونية.
$k_d =$	g VSS/g VSS x d	معدل تناقص البكتريا المؤكسدة للمواد العضوية الكربونية لليوم.
$SR_T =$	day	زمن بقاء الحمأة.
$f_d =$	g VSS/g VSS	نسبة بقايا خلايا البكتريا الميتة.
$X_{0,i} =$	mg /L	تركيز المواد الصلبة العالقة الغير قابلة للأكسدة.
MLVSS=	mg /L	تركيز المواد الصلبة الطيارة داخل خزانات المعالجة البيولوجية.
MLSS=	mg /L	تركيز المواد الصلبة الكلية داخل خزانات المعالجة البيولوجية.
$K_s =$	g BOD/g VSS x d	أقصى معدل لأكسدة المواد العضوية.

HRT	day	زمن البقاء الهيدروليكي داخل خزانات المعالجة البيولوجية.
$R_o =$	kg/day	الأكسجين المطلوب للتخلص من المواد العضوية.
$X_T =$	mg /L	تركيز المواد الصلبة الطيارة داخل خزانات المعالجة البيولوجية.
$R =$	Ratio	نسبة إعادة الحمأة المنشطة إلى التصريف المتوسط.
$L_{org} =$	kg BOD/m3.d	معدل التحميل الحجمي لخزانات المعالجة البيولوجية.
$[P_{X,VSS}]_{BOD,NH_4-N} =$	VSS/day	وزن المواد الصلبة الكلية المطلوب التخلص منه لمعالجة المواد العضوية الكربونية و إزالة النيتروجين (NH_4-N)
$NO_{\bar{e}} =$	mg /L	تركيز الأمونيا (NH_4-N) في مياه الصرف الصحي الداخلة.
k_{dn}	g VSS/g VSS x d	معدل تناقص البكتيريا المستهلكة للمواد النيتروجينية اليوم.
$Y_n =$	mg VSS/mg BOD	معامل إنتاج (Biomass Yield) للبكتيريا المستهلكة للمواد النيتروجينية.
$Q_w =$	m3/day	تصريف الحمأة الزائدة.
$X_r =$	mg/L	تركيز الحمأة المترسبة في خزانات الترسيب النهائية و التي يتم اعادتها لخزانات المعالجة البيولوجية.

١ - قيم الثوابت:

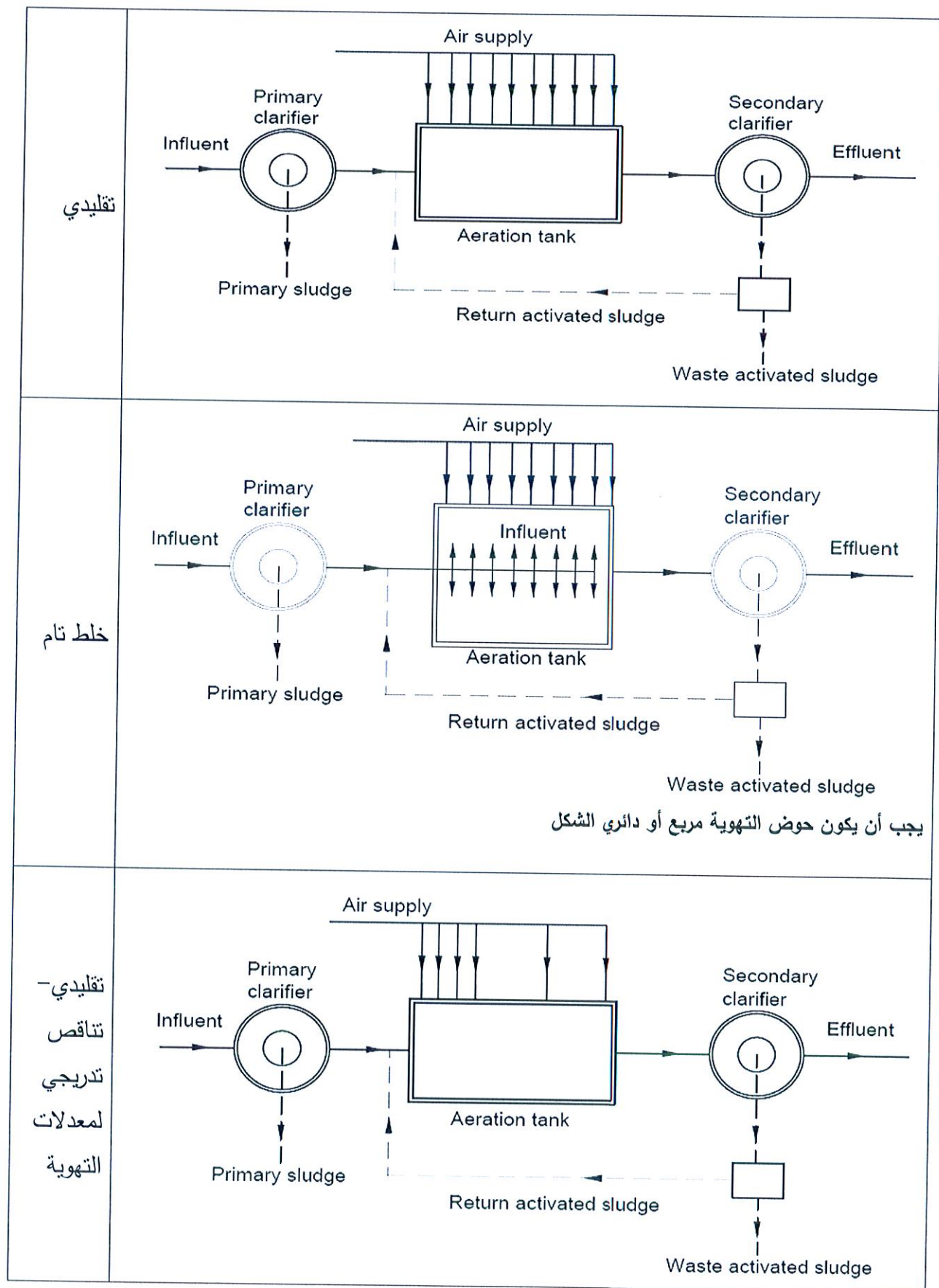
م	المعامل	الوحدة	القيم التصميمية	القيمة المثلى
أ- لإزالة المواد العضوية (BOD)				
١-	k	g BOD/g VSS.d	١٠-٢	٥
٢-	K_s	mg/L BOD	١٠٠-٢٥	٦٠
٣-	Y	mg VSS/mg BOD	٠.٨-٠.٤	٠.٦
٤-	k_d	g VSS/g VSS.d	٠.١٥-٠.٠٦	٠.١
٥-	f_d	--	٠.٢-٠.٠٨	٠.١٥
٦-	θ for K_d		١.٠٨-١.٠٣	١.٠٤
٧-	θ for K_s		١	١
ب- لإزالة المواد النيتروجينية (NH_4-N)				
١-	Y_n	g VSS/g NH_4-N	٠.١٥-٠.١	٠.١٢
٢-	k_{dn}	g VSS/g VSS.d	٠.١٥-٠.٠٥	٠.٠٨
٣-	θ for k_{dn}		١.٠٨-١.٠٣	١.٠٤
٤-	θ for K_s		١.٠٣	١.١٢٣

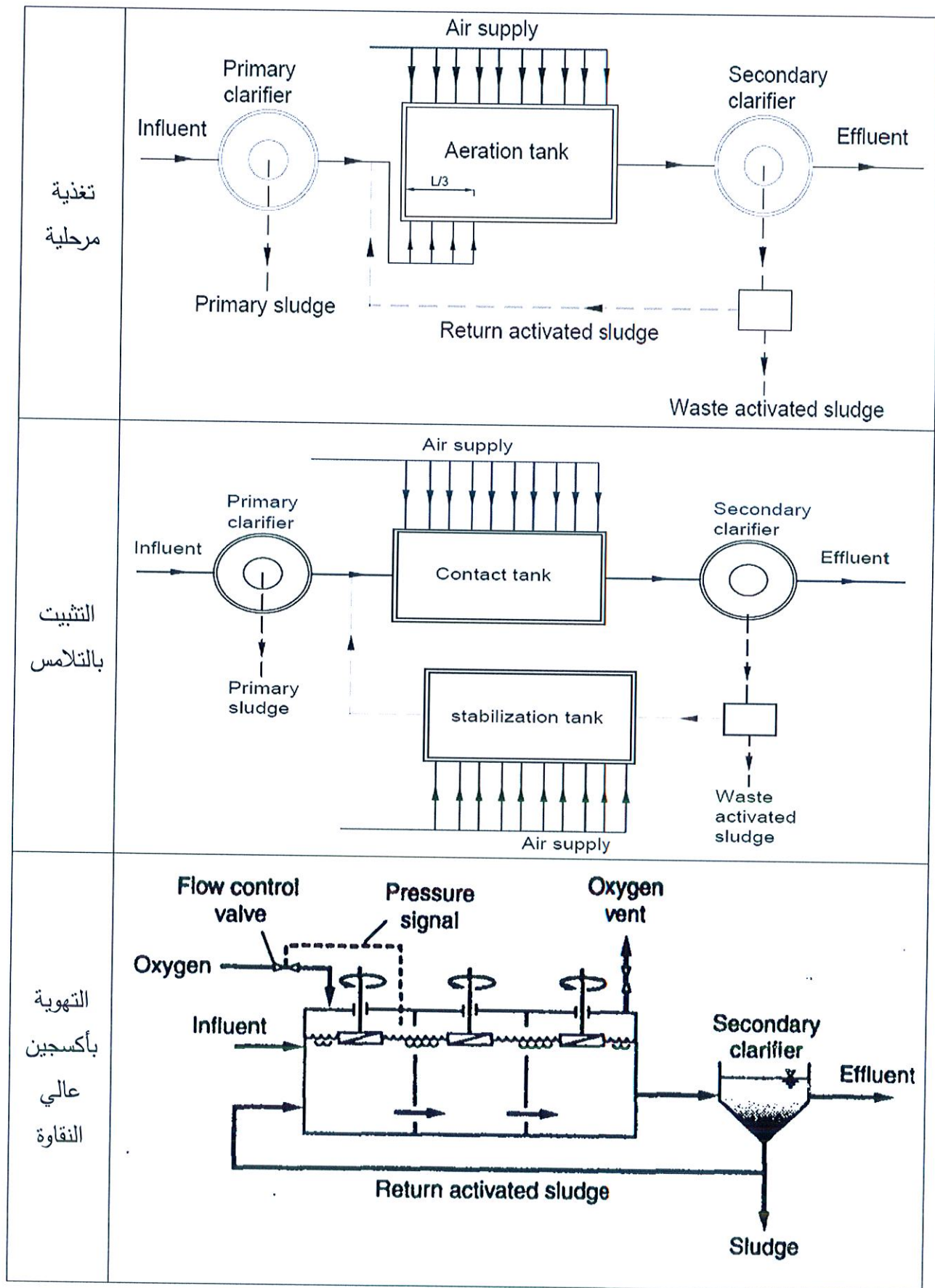
٢- أسس التصميم:

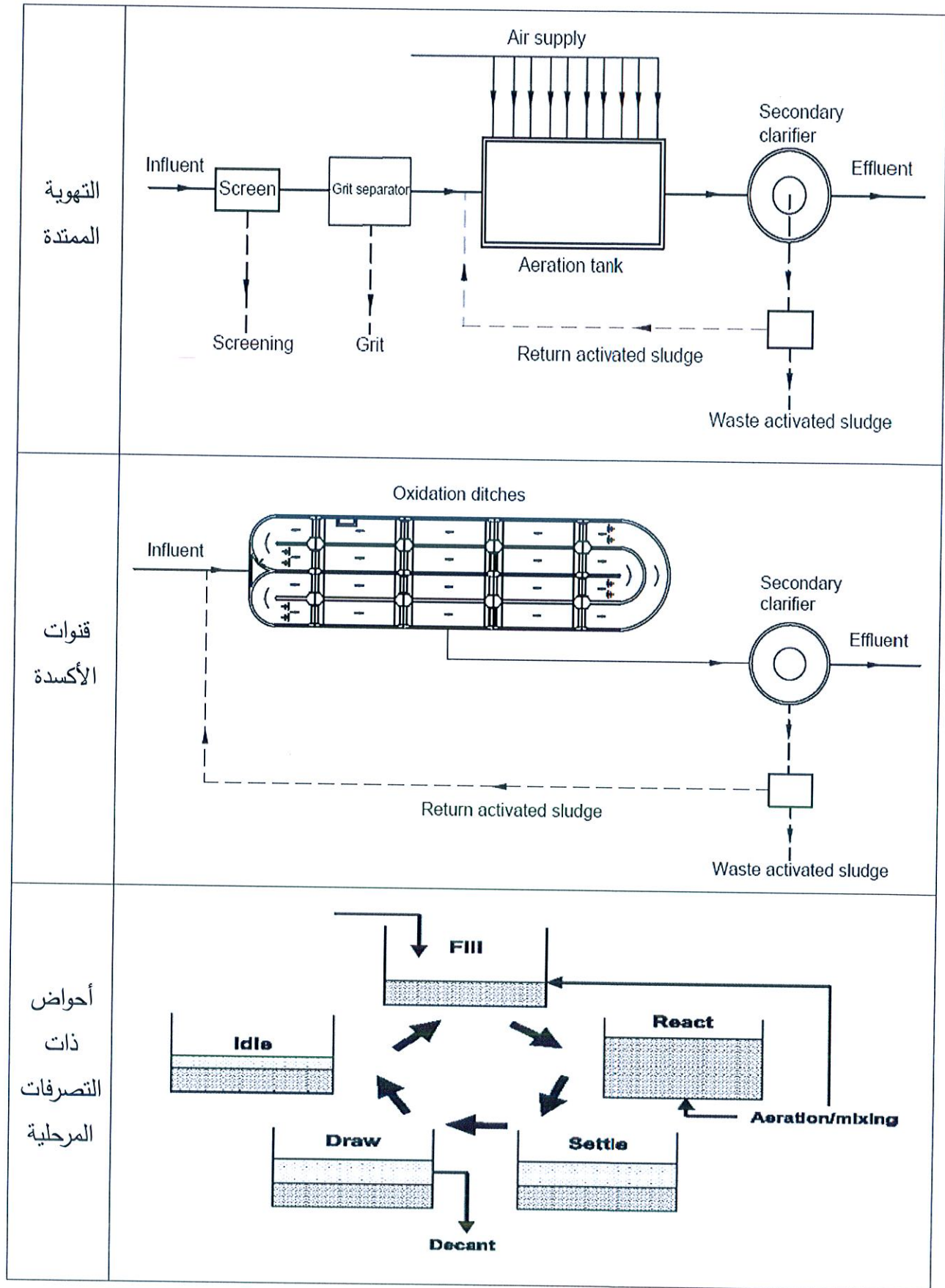
نظام المعالجة	الخصائص الهيدروليكية لسريان المياه	زمن بقاء الحمأة (SRT)	كمية الغذاء / كمية الكائنات الحية (F/M)	معدل التحميل الحجمي (L_{org})	تركيز المواد العالقة الكلية (MLSS)	زمن البقاء الهيدروليكي	نسبة الحمأة المعادة إلى تصرف مياه الصرف الصحي (RAS)
		day	g BOD/ g VSS.d	kg BOD/m ³ .d	mg/l	h	%
تقليدي - تناقص تدريجي لمعدلات التهوية Conventional plug flow-Tapered Aeration	تتابعى منتظم	١٥-٣	٠.٤-٠.٢	٠.٧-٠.٣	٣٠٠٠-١٠٠٠	٨-٤	٧٥-٢٥
خلط تام Complete Mix	خلط تام	١٥-٣	٠.٦-٠.٢	١.٦-٠.٣	٤٠٠٠-١٥٠٠	٥-٣	١٠٠-٢٥
التهوية الممتدة Extended Aeration	تتابعى منتظم	٤٠-٢٠	٠.١-٠.٠٤	٠.٣-٠.١	٥٠٠٠-٢٠٠٠	٣٠-٢٠	١٥٠-٥٠
قنوات الأكسدة Oxidation Ditches	تتابعى منتظم	٣٠-١٥	٠.١-٠.٠٤	٠.٣-٠.١	٥٠٠٠-٣٠٠٠	٣٠-١٥	١٥٠-٧٥
خزانات ذات التصريفات المرحلية Sequencing Batch Reactor	مرحلى	٣٠-١٠	٠.١-٠.٠٤	٠.٣-٠.١	٥٠٠٠-٢٠٠٠	٤٠-١٥	--
التهوية ذات المعدل السريع High rate aeration	تتابعى منتظم	٢-٠.٥	٢-١.٥	٢.٤-١.٢	١٠٠٠-٢٠٠	٣-١.٥	١٥٠-١٠٠
تغذية مرحلية Step feed	تتابعى منتظم	١٥-٣	٠.٤-٠.٢	١.٠-٠.٧	٤٠٠٠-١٥٠٠	٥-٣	٧٥-٢٥
التثبيت بالتلامس Contact stabilization.	تتابعى منتظم	١٠-٥	٠.٦-٠.٢	١.٣-١	*٣٠٠٠-١٠٠٠ **١٠٠٠٠-٦٠٠٠	*١-٠.٥ **٤-٢	١٥٠-٥٠
التهوية بأكسجين عالي النقاوة High Purity Oxygen	تتابعى منتظم	٤-١	١.٠-٠.٥	٣.٢-١.٣	٥٠٠٠-٢٠٠٠	٣-١	٥٠-٢٥

** لخزان التثبيت

* لخزان التلامس







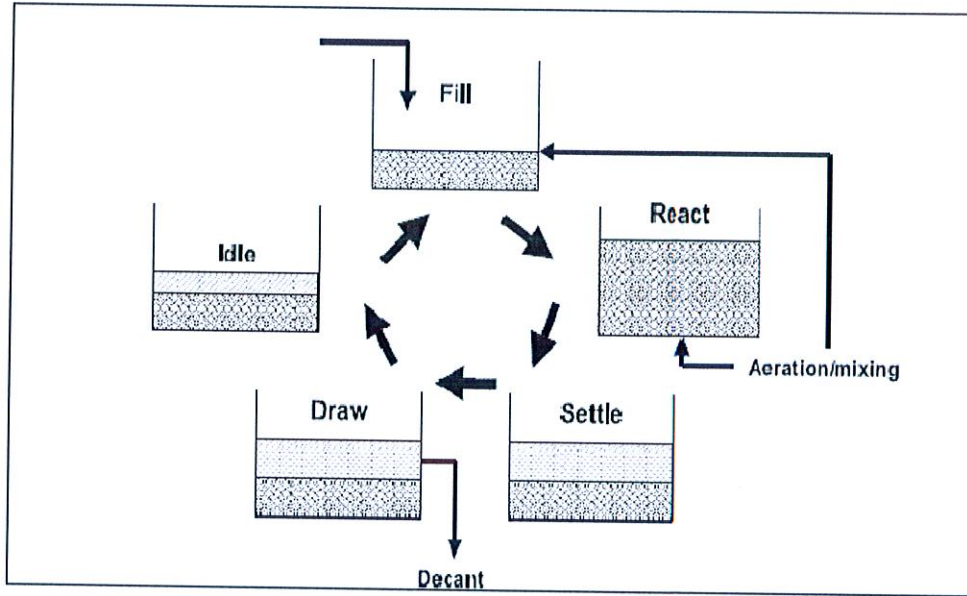
ج. تصميم الخزانات ذات الملء والتفريغ المتتابع (Sequencing Batch Reactor)

وهي عبارة عن وحدة مدمجة تنقسم عملية المعالجة بها إلى خمسة مراحل متتالية بنفس الحوض طبقا لما يلي:

١. الملء (Fill): يستغرق ٥٠ % من زمن الدورة الكلى، حيث يتم إضافة مياه الصرف الصحى للحوض والمتمثلة فى مياه الصرف المعالجة معالجة تمهيدية فقط (لا يوجد احواض ترسيب ابتدائية).
 ٢. التفاعل أو التهوية (React/Aeration): يستغرق من ٢٥ الى ٥٠ % من زمن الدورة الكلى، حيث يتم استكمال عملية التفاعل/التهوية (تحلل المادة العضوية والنيترة) والتي من الممكن ان تتم خلال مرحلة الملء (طبقا لمتطلبات التصميم).
 ٣. الترسيب (Settle): يستغرق من ١٥ الى ٢٥ % من زمن الدورة الكلى، حيث يتم ترسيب المواد العالقة فى الجزء السفلى من الحوض وصعود مياه الصرف المعالجة الى الجزء العلوى من الحوض.
 ٤. السحب (Decant): يستغرق من ١٥ الى ٣٥ % من زمن الدورة الكلى، حيث يتم سحب المياه المعالجة من أعلى.
 ٥. الخمول (Idle): وتعتبر هذه المرحلة غير أساسية فى المعالجة ولكن تتيح الفرصة للخزانات الأخرى لتتم الدورة فى باقى الاحواض كما يتم خلالها سحب الحمأة الزائدة من أسفل الحوض.
- ويتميز نظام المعالجة SBR بعدم الحاجة لاعادة الحمأة النشطة الى الخزان لأن عمليتي التهوية والترسيب فى نفس الحوض الا فى حاله وجود حوض لاهوائى Selector قبل وحدة SBR وهو شائع الاستخدام، وفى هذه الحالة تكون الحمأة المعادة بمعدلات صغيرة فى حدود ٢٥ % من معدل التصريف .

و يتم فى هذا النظام إزالة المواد الكربونية و نيترة المواد النتروجينية وقد يمكن إزالة النتروجين والفسفور فى حالة مرحلة تهوية (هوائية/متحد Anoxic).

ويوضح الشكل رقم (٣-١٦) مراحل المعالجة لنظام الخزانات ذات الملء والتفريغ المتتابع.



الشكل رقم (٣-١٦) مراحل المعالجة لنظام الخزانات ذات الملء والتفريغ المتتابع

• أسس التصميم

- زمن الدورة الكلى = ٦ - ١٢ ساعة
- تركيز المواد العالقة عند الخلط التام = ٢٠٠٠ - ٥٠٠٠ ملجم/لتر
- نسبة المواد العضوية الى الكائنات المجهرية الدقيقة = ٠,٠٤ - ٠,١٥ كجم اكسجين حيوى ممتص/كجم مادة عضوية/يوم
- معامل الحمأة الحجمى = ١٥٠ - ١٨٠ ملجم/مل
- عمق الحوض = ٣ - ٦ م
- نسبة ازالة الاكسجين الحيوى الممتص = ٩٠ - ٩٨ %
- عمر الحمأة = ١٥ - ٣٠ يوم
- المنطقة بين حيز السحب والحمأة = ١٠ - ٢٠ % حجم حيز الترسيب

ثانياً: النمو الملتصق (Attached Growth)

١- المرشحات البيولوجية الزلطية

• الغرض منه

المرشح البيولوجى (شكل ٣-١٦) عبارة عن حوض يحتوى على زلط بمقياس ثابت وغير متدرج تمر المياه من خلال مسامه حيث تلتصق البكتريا على الزلط (الوسط الترشيحى) .

تقوم الأغشية الحيوية (طبقة البكتريا الملتصقة بالأجزاء الخارجية من الزلط) بامتصاص المواد العضوية الموجودة فى مياه الصرف وتحليلها، ومع نمو وتكاثر البكتريا الهوائية فإن سمك الغشاء يزداد وبالتالي فإن الأكسجين يتم استهلاكه قبل وصوله إلى داخل الغشاء وعندئذ تكون هناك بيئة لا هوائية قريبة من سطح الزلط، ويزيادة سمك الغشاء الحيوى فإن المواد العضوية التى تم امتصاصها يتم أستهلاكها قبل وصولها الى البكتريا القريبة من سطح الزلط، ونتيجة لذلك فإن تلك البكتريا تكون فى مرحلة الموت وتفقد مقدرتها على الالتصاق، ومن ثم تسقط مع السائل ويبدأ بعدها فى تكوين طبقة أخرى من الاغشية الحيوية وهكذا.

أ. المرشحات الزلطية (Trickling filters)

أسس التصميم للمرشحات البيولوجية

م	المعامل	القيم التصميمية
أولاً: مرشحات المعدل البطئ (Low Rate)		
١-	الوسط الترشيحي	زلط
٢-	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /يوم)	١-٤
٣-	معدل التحميل العضوي (كجم BOD/م ^٣ /يوم)	٠.٢٢-٠.٠٧
٤-	نسبة الاعادة (%)	صفر
٥-	عمق مادة الترشيح (م)	١.٨-٢.٤
٦-	نسبة الازالة للمواد العضوية (BOD) (%)	٨٠-٩٠
٧-	درجة معالجة المياه الخارجة من المرشح	ازالة للمواد العضوية الكربونية فقط
٨-	الطاقة المطلوبة لتشغيل المرشحات (ك وات/١٠٠٠م ^٣)	٢-٤

ثانياً: مرشحات المعدل المتوسط (Intermediate Rate)		
١-	الوسط الترشيحي	زلط
٢-	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /يوم)	١٠-٤
٣-	معدل التحميل العضوي (كجم BOD/م ^٣ /يوم)	٠.٤٨-٠.٢٤
٤-	نسبة الاعداد (%)	١٠٠-٠
٥-	عمق مادة الترشيح (م)	٢.٤-١.٨
٦-	نسبة الازالة للمواد العضوية (BOD) (%)	٨٠-٥٠
٧-	درجة معالجة المياه الخارجة من المرشح	ازالة للمواد العضوية الكربونية فقط
٨-	الطاقة المطلوبة لتشغيل المرشحات (ك وات/١٠٠٠م ^٣)	٨-٢
ثالثاً: مرشحات المعدل السريع (High Rate) (وسط ترشيحي زلط او كسر الحجارة)		
١-	الوسط الترشيحي	زلط
٢-	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /يوم)	٤٠-١٠
٣-	معدل التحميل العضوي (كجم BOD/م ^٣ /يوم)	٢.٤-٠.٤
٤-	نسبة الاعداد %	١٠٠ - ٥٠
٥-	عمق مادة الترشيح (م)	٢.٤-١.٨
٦-	نسبة الازالة للمواد العضوية (BOD) (%)	٩٠-٥٠
٧-	درجة معالجة المياه الخارجة من المرشح	ازالة للمواد العضوية الكربونية فقط
٨-	الطاقة المطلوبة لتشغيل المرشحات (ك وات/١٠٠٠م ^٣)	١٠-٦
رابعاً: مرشحات المعدل السريع (High Rate) (المواد البلاستيكية) (الابرار البيولوجيه)		
١-	الوسط الترشيحي	بلاستيك
٢-	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /يوم)	٧٥-١٠
٣-	معدل التحميل العضوي (كجم BOD/م ^٣ /يوم)	٣.٢-٠.٦
٤-	نسبة الاعداد (%)	٢٠٠-١٠٠
٥-	عمق مادة الترشيح (م)	١٢.٢-٣
٦-	نسبة الازالة للمواد العضوية (BOD) (%)	٩٠-٦٠
٧-	درجة معالجة المياه الخارجة من المرشح	ازالة للمواد العضوية الكربونية فقط
٨-	الطاقة المطلوبة لتشغيل المرشحات (ك وات/١٠٠٠م ^٣)	١٠-٦

خامساً: مرشحات التقشير المستمر (Roughing)		
١-	الوسط الترشيحي	زلط أو بلاستيك
٢-	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /يوم)	٢٠٠-٤٠
٣-	معدل التحميل العضوي (كجم BOD/م ^٣ /يوم)	١.٥<
٤-	نسبة الاعادة (%)	٢٠٠-٠
٥-	عمق مادة الترشيح (م)	٦-٠.٩
٦-	نسبة الازالة للمواد العضوية (BOD) (%)	٧٠-٤٠
٧-	درجة معالجة المياه الخارجة من المرشح	ازالة للمواد العضوية الكربونية فقط
٨-	الطاقة المطلوبة لتشغيل المرشحات (ك وات/١٠٠٠م ^٣)	٢٠-١٠

نسب الاعادة للمرشحات ذات المعدل السريع

تركيز الملوثات العضوية في المياه الداخلة للمرشح		نسبة الاعادة (%)
مرحلة واحدة	مرحلتين	
حتى ١٥٠ (مج/ل)	١٠٠-٥٠	٥٠
حتى ٣٠٠-١٥٠ (مج/ل)	٢٠٠-١٠٠	١٠٠
حتى ٤٥٠-٣٠٠ (مج/ل)	٣٠٠	١٥٠
حتى ٦٠٠-٤٥٠ (مج/ل)	٤٠٠	٢٠٠

كفاءة المعالجة بالمرشحات الزلطية

$$E_T = E_{20} \theta^{(T-20)}$$

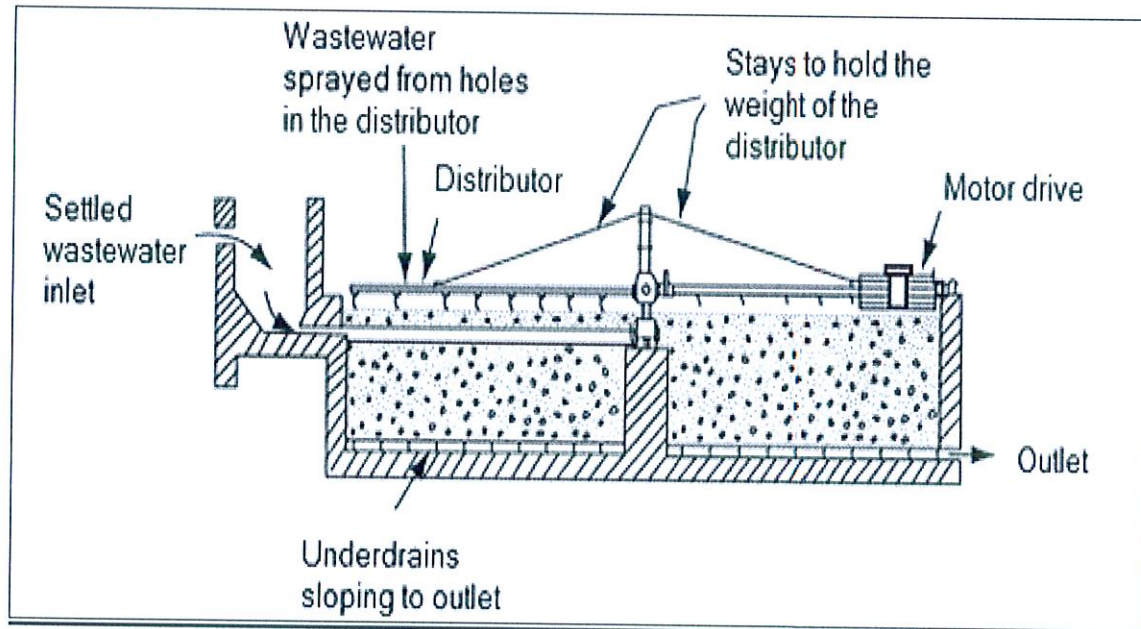
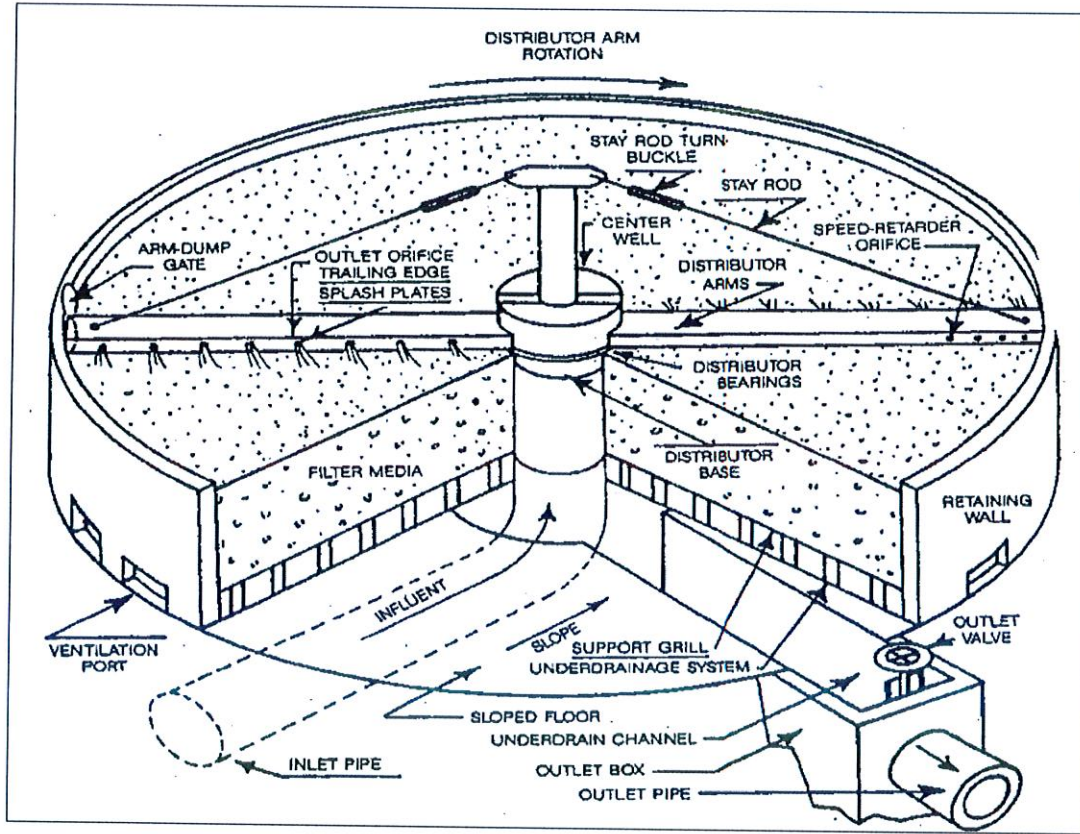
$E_T =$	كفاءة المعالجة عند أي درجة حرارة
$E_{20} =$	كفاءة المعالجة عند درجة حرارة ٢٠
$\theta =$	ثابت درجة الحرارة = ١,٠٣٥
T	درجة الحرارة

$$E_1 = \frac{100}{1 + 0.0085(W/VF)^{0.5}}$$

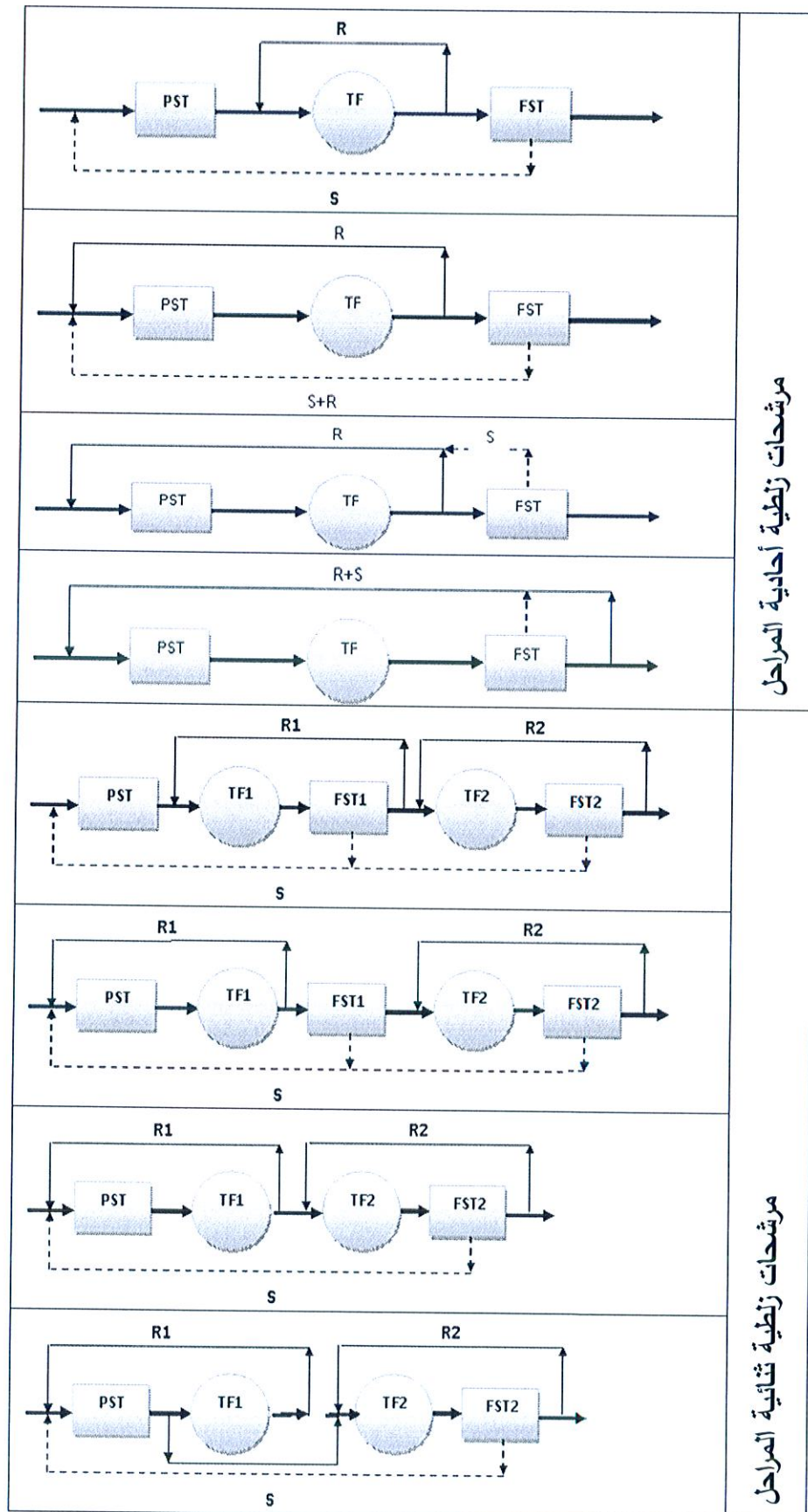
$$E_2 = \frac{100}{1 + \frac{0.0085}{1 - E_1 (W'/VF)^{0.5}}}$$

$$F = \frac{1 + R}{(1 + 0.1R)^2}$$

المعامل	الوحدة	التعريف
E_1	%	نسبة الازالة للمواد العضوية للمرحلة الأولى (عند درجة حرارة ٢٠م)
W	كجم/يوم	معدل التحميل العضوي على المرشح للمرحلة الأولى
V	م ^٣	حجم الوسط الترشيحي
F		معامل تدوير المياه
R		نسبة اعادة مياه الصرف الصحي للتصرف الكلي الداخل للمرشح
E_2	%	نسبة الازالة للمواد العضوية للمرحلة الثانية (عند درجة حرارة ٢٠م)
W'	كجم/يوم	معدل التحميل العضوي على المرشح للمرحلة الثانية



شكل رقم (٣-١٧) تفاصيل المرشح الزلظى



ب. الابراج البيولوجية

هى مرشحات بيولوجية رأسية، تمتاز بصغر المساحة السطحية لها وأعماقها الكبيرة ، مما يساعد على زيادة المساحة السطحية للوسط الترشىحي والذى بدوره يؤدي الى زيادة الفترة الزمنية لتلامس مياه الصرف مع الوسط الترشىحي، مما يزيد من كفاءة أكسدة المواد العضويه وبالتالي إزالتها .

وغالبا ما يكون الوسط الترشىحي من البلاستيك، حيث يوضع البلاستيك فى المرشح على صورة "الواح او شرائح"، ويتراوح عمق الابراج البيولوجية ما بين ٣ - ١٢ مترا. ويتم رش المخلف "مياه الصرف" من أعلى البرج عن طريق أذرع دوارة تتحرك ميكانيكيا، وتجميعه من اسفل "كالمرشحات البيولوجية الزلطية". مع العلم ان أداء الابراج البيولوجية يتأثر بشكل كبير بدرجة الحرارة.

والمعالجة البيولوجية باستخدام الابراج البيولوجية يجب أن تسبق بأحواض ترسيب ابتدائية "معالجة ابتدائية"، على انه يجب وضع غرفة طلمبات قبل الأبراج البيولوجية بغرض رفع مياه الصرف الى أعلى البرج مع وجود ضاغط متبقى فى حدود (٢-٣ متر) لخروج المياه وتوزيعها على الوسط الترشىحي.

وهناك اسلوبان لتشغيل الابراج البيولوجية، إما بدون إعادة من أحواض الترسيب النهائية، أو باعادة جزء من السيب النهائى الخارج من أحواض الترسيب النهائى الى الأبراج البيولوجية "مثل المرشحات البيولوجية الزلطية".

• التصميم الهيدرولى

تستخدم معادلات إكنفلدر (Eckenfelder) لتصميم الابراج البيولوجية.

١. بدون اعادة

$$\frac{S_e}{S_o} = e^{\left(\frac{-K_T D}{Q_l^n}\right)}$$

٢. بإعادة

$$\frac{S_e}{S_a} = \frac{e^{\left(\frac{-K_T D}{Q_l^n}\right)}}{(1 + R) - R * e^{\left(\frac{-K_T D}{Q_l^n}\right)}}$$

حيث:

S_e	الأحتياج الاكسجين الحيوى الممتص لمياه الصرف الخارجة من احواض الترسيب النهائى (mg/l)
S_o	الأحتياج الاكسجين الحيوى الممتص لمياه الصرف الداخلة على المرشح (mg/l)
S_a	$= (S_o + R * S_e) / (1 + R)$ (mg/l)
K_T	$K_L (20) * (1.035)^{(T-20)} \text{ min.}^{(-1)}$ $K_L(20) = 0.06 \text{ min.}^{(-1)}$
D	عمق طبقة الترشيح (m)
Q_l	$= (Q_{in} + Q_R) / A_s$ (m ³ /m ² /min) الحمل الهيدروليكي على المرشح
n	معامل يتوقف على نوع مادة طبقة الترشيح = ٠,٥ للبلاستيك
R	$= Q_R / Q_{in}$ نسبة الاعادة
Q_{in}	$= Q_d = m^3/\text{min}$ التصريف التصميمى للمحطة
Q_R	m^3/min التصريف المعاد للمرشح
A_s	$= N(\pi/4) * \Phi^2 \text{ m}^2$ المساحة السطحية للمرشح
N	$\geq 2 \text{ filters}$ عدد الأبراج

ج. الأقراص البيولوجية الدوارة (RBC)

تتكون من أقراص دائرية خفيفة الوزن تدور بسرعة بطيئة مغمورة لمنتصفها تقريباً فى حوض به مياه الصرف الصحى، وتصنع هذه الأقراص عادة من أنواع معينة من البلاستيك (PVC، Polythene، Polystyrene) ويتم تشكيل قاع الحوض بحيث يمنع وجود مناطق ميتة أو ساكنة

إثناء التشغيل تكون الأقراص مغمورة غمر جزئى ($\leq 40\%$ من قطر الأقراص) الى اسفل عامود الدوران المثبت فى مركز الأقراص بحيث ينغمر حوالى 40% من مساحة سطحها فى مياه الصرف الصحى إثناء الدوران إلا انه نتيجة لهذا الدوران فإن جميع أسطح الأقراص الدوارة تتكون عليها طبقة بيولوجية تقوم بعملية المعالجة مع غمر الأقراص فى مياه الصرف الصحى ثم تعرضها للجو مبتلة بقطرات من المياه للحصول على الأكسجين المطلوب للمعالجة الهوائية.

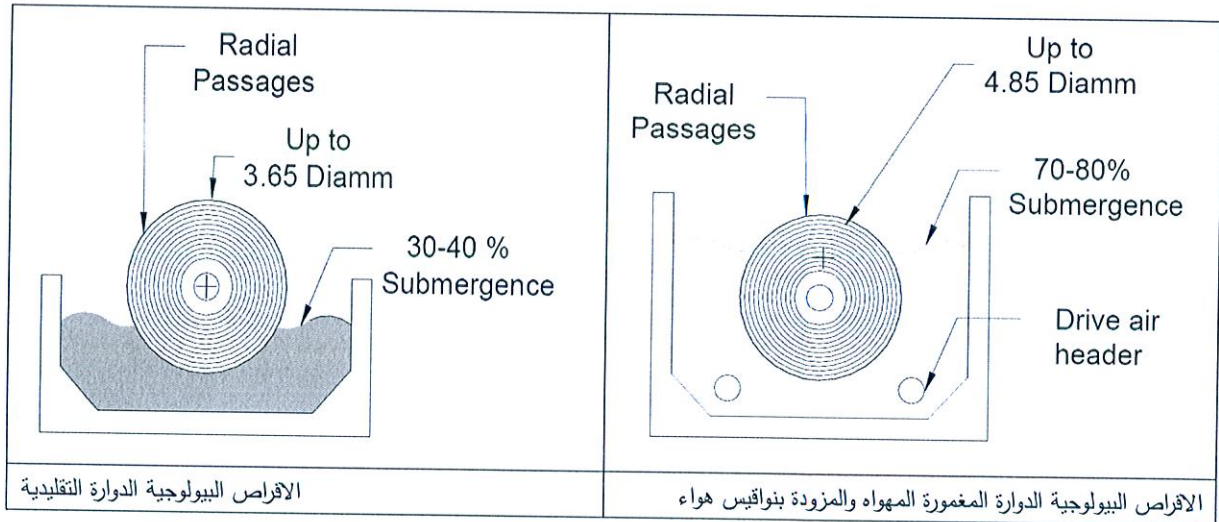
ويوضح الشكل رقم (٣-١٩) الأقراص البيولوجية الدوارة

أسس تصميم الأقراص البيولوجية الدوارة:

م	المعامل	القيم التصميمية
أولاً: لإزالة المواد العضوية الكربونية		
١-	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ .يوم)	٠.١٦-٠.٠٨
٢-	معدل التحميل العضوي (جم BOD/م ^٢ .يوم)	٢٠-٨
٣-	زمن البقاء (ساعة)	١,٥-٠,٧
ثانياً: لإزالة المواد العضوية الكربونية والنيتروجينية		
١-	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ .يوم)	٠.٠٨-٠.٠٣
٢-	معدل التحميل العضوي (جم BOD/م ^٢ .يوم)	١٦-٥
٣-	زمن البقاء (ساعة)	٤-١,٥

أبعاد الوحدات:

م	المعامل	القيم التصميمية
أولاً: المرشحات الدوارة التقليدية		
١-	قطر الأقراص (م)	حتى ٣,٥٠
٢-	طول الأقراص الدوارة (م)	حتى ٧,٥٠
٣-	نسبة الغمر في مياه الصرف الصحي (%)	٤٠-٣٥
٤-	معدل دوران الأقراص (لفة/دقيقة)	١.٦-١
٥-	معدل استهلاك الطاقة الكهربائية (ك وات / لكل عامود ادارة)	٥,٦-٣,٧
ثانياً: الاقراص الدوارة المغمورة		
١-	قطر الأقراص (م)	حتى ٤,٨٥
٢-	طول الأقراص الدوارة (م)	حتى ٧,٥٠
٣-	نسبة الغمر في مياه الصرف الصحي (%)	٩٠-٧٠
٤-	معدل دوران الأقراص (لفة/دقيقة)	١,٦-١
٥-	معدل استهلاك الطاقة الكهربائية (ك وات / لكل عامود ادارة)	٥,٦-٣,٧



شكل رقم (٣-١٩) الأقراص البيولوجية - الدوارة

كفاءة عملية المعالجة:

$$S_n = \frac{-1 + \sqrt{1 + (4)(0.00974) \left(\frac{A_s}{Q} \right) S_{n-1}}}{(2)(0.00974) \left(\frac{A_s}{Q} \right)}$$

المعامل	الوحدة
S_n	مج/ل
A_s	م ^٢
Q	م ^٣ /يوم

ثالثاً عمليات مختلطة Hybrid

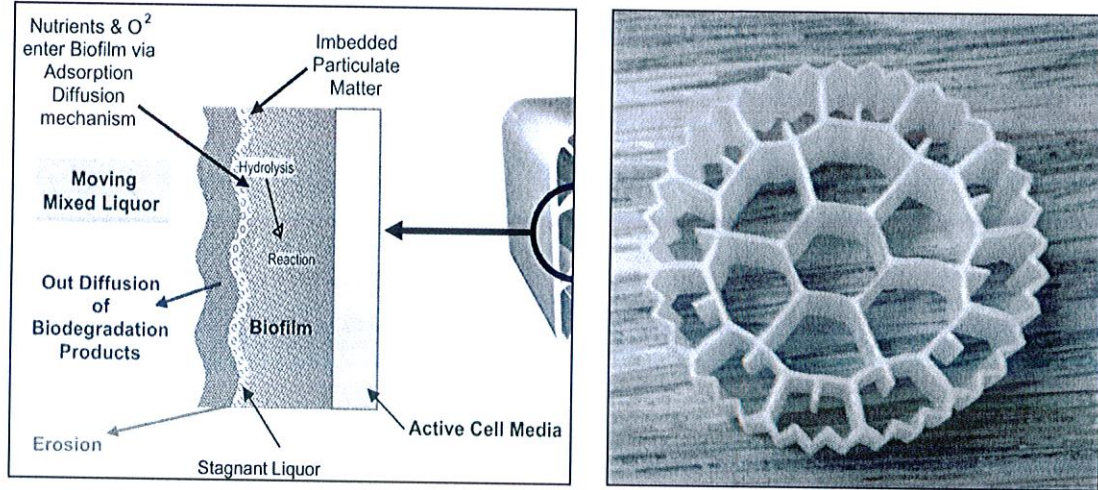
المعالجة باستخدام الوسط العائم – MBBR (Moving bed bioreactor system)

تعتمد فكرة نظام المعالجة البيولوجية المدمج (MBBR) على الجمع ما بين النمو العالق والنمو الملتصق للبكتيريا فى نفس حوض التهوية مما يؤدي الى زيادة تركيز البكتيريا الموجودة بالحوض بشكل كبير (الضعف تقريبا) والذي بدوره يساعد على رفع الحمل العضوى المسموح به والذي يمكن ان يتحملة الحوض بنفس الابعاد.

ويتم ذلك من خلال اضافة مواد من البلاستيك او البولى ايثيلين أو اى نوعية مواد اخرى تسمى (Mobile Biofilm Carriers) أو (Active Cell Media) تعمل كطبقة خاملة تلتصق عليها البكتيريا (فكرة المرشحات البيولوجية) بالاضافة الى البكتيريا العالقة بالمياه بالحوض والموجودة على هيئة MLSS مما يساعد على زيادة تركيز الوسط البكتيرى فى الحوض بشكل كبير.

وتكون المواد التى تضاف الى حوض التهوية مصنعة بشكل هندسى معين وبكثافة معينة ومصممة لتطفو الى سطح احواض التهوية حاملة طبقة البكتريا الملتصقة عليها (Bacterial Film) حتى فى حالة انقطاع الهواء عن الحوض.

ويوضح الشكل رقم (٣-٢٠) أح الاشكال التى تضاف الى أحواض التهوية



شكل رقم (٣-٢٠) أحد اشكال المواد التى تضاف الى أحواض التهوية

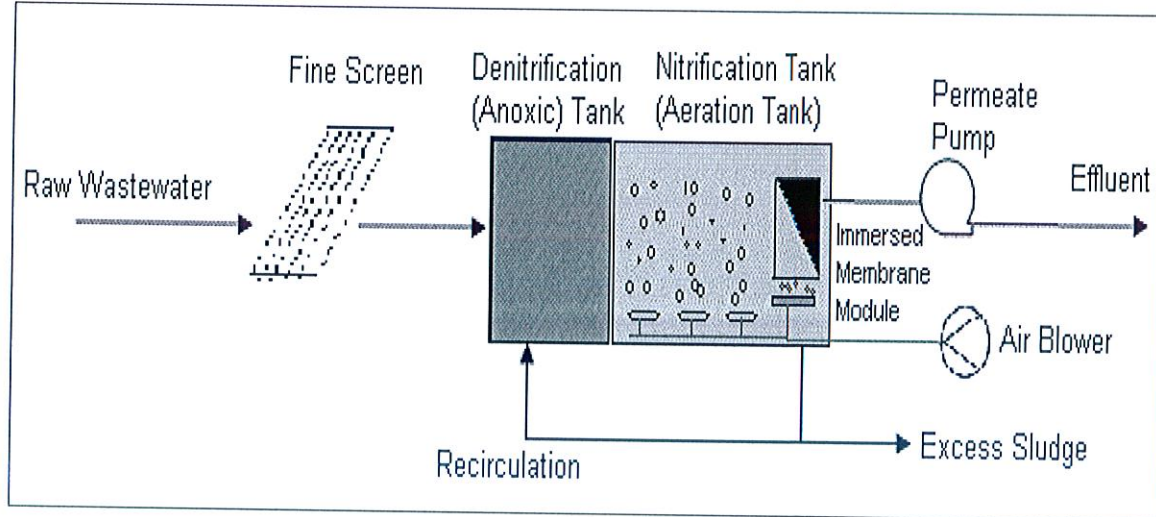
• أسس التصميم

م	المعامل	القيم التصميمية
1-	معدل التحميل العضوي (كجم BOD/م ^٣ .يوم)	١.٥-٤.٥
2-	زمن البقاء (ساعة)	٢-٨
3-	MLSS (جم/م ^٣)	٢٥٠٠-٦٠٠٠
4-	حجم الهواء المطلوب (م ^٣ هواء/كجم BOD)	٥٠-٦٠
5-	المساحة السطحية للوسط العائم (Biofilm carrier elements) (م ^٢ /م ^٣)	٢٠٠-٦٨٠

المعالجة باستخدام نظام الأغشية MBR – (Membrane Bioreactor System)

نظام MBR هو عبارة عن نظام معالجة الحمأة التقليدى مع عمليه فصل المياه عن المواد الصلبه العالقة (physical separation) باستخدام أغشية شبه منفذه. و هو مناسب للتطبيق في حالة التصرفات المنزلية و الصناعيه. ويتميز هذا النظام بأنه لا يوجد أحواض ترسيب

نهائى وبالتالي تكون مساحة المحطة أقل مايمكن والسيب النهائى يكون على الجودة (الأكسجين الحيوى الممتص > ٥ مجم/ل، نسبة إزالة عالية جدا للفيروسات) بحيث يكون ملائم لإعادة إستخدام المياه.
ويوضح الشكل رقم (٣-٢١) المعالجة باستخدام نظام الأغشية



شكل رقم (٣-٢١) نظام MBR

٩-أسس التصميم لخزانات الترسيب النهائية

المعامل الحجمي للحمأة (SVI)=

حجم الحمأة المترسبة في ٣٠ دقيقة (مل/ل) $\times 1000$ (مجم/جم)

تركيز المواد الصلبة الكلية للعيينة (MLSS) (مجم/ل)

خصائص الترسيب للحمأة	قيمة المعامل الحجمي للحمأة (SVI)
حمأة ذات خصائص ترسيبية ممتازة	SVI<100
حمأة ذات خصائص ترسيبية مقبولة	SVI=100-150
حمأة ذات خصائص ترسيبية سيئة و مؤشر على نمو البكتيريا الشريطية الغير مرغوب فيها	SVI>150

أسس التصميم لأحواض الترسيب النهائية

م	المعامل	القيم التصميمية
	أولاً: خزانات ترسيب نهائية تعقب أحواض معالجة بيولوجية بالتهوية بالهواء (ماعدات التهوية الممتدة)	

م	المعامل	القيم التصميمية
١-	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /ي)	
-	في حالة التصريف المتوسط	٢٨-١٦
-	في حالة تصريف الذروة	٦٤-٤٠
٢-	معدل تحميل المواد الصلبة (كجم/م ^٢ .ساعة)	
-	في حالة التصريف المتوسط	٦-٤
-	في حالة تصريف الذروة	٨
٣-	عمق الخزان	٦-٣.٥
ثانياً: خزانات ترسيب نهائية في حالة وجود أحواض (Selector) وإزالة بيولوجية للفسفور والنيتروجين		
١-	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /س)	
-	في حالة التصريف المتوسط	٢٨-١٦
-	في حالة تصريف الذروة	٦٤-٤٠
٢-	معدل تحميل المواد الصلبة (كجم/م ^٢ .ساعة)	
-	في حالة التصريف المتوسط	٨-٥
-	في حالة تصريف الذروة	٩
٣-	عمق الخزان	٦-٣.٥
ثالثاً: خزانات ترسيب نهائية تعقب أحواض معالجة بيولوجية بالتهوية الممتدة		
١-	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /ي)	
-	في حالة التصريف المتوسط	١٦-٨
-	في حالة تصريف الذروة	٣٢-٢٤
٢-	معدل تحميل المواد الصلبة (كجم/م ^٢ .ساعة)	
-	في حالة التصريف المتوسط	٥-١
-	في حالة تصريف الذروة	٧
٣-	عمق الخزان	٦-٣.٥

١٠- إضافة الكلور

للقضاء علي البكتيريا الناقلة للأمراض في مياه الصرف الصحي المعالجة، تضاف جرعات من الكلور (٥-٢٠ مجم/ لتر) الي هذه المياه قبل صرفها حيث تبقى هذه المياه مدة مكث من ١٠-٣٠ دقيقة بأحواض للتلامس لضمان تفاعل الكلور مع البكتيريا والقضاء عليها.

• ويلزم لذلك توريد وتركيب المهام التالية :

١-١٠ أجهزة الكلور

تكون أجهزة الكلور من النوع الذى يركب علي الأرض او على الحائط والذي يعمل بالتفريغ وتكون جميع التوصيلات والمواسير دائما تحت التفريغ (ضغط جوي سالب)، ويزود الجهاز بمحبس أمان لإزالة الضغط الزائد إذا تكون داخل الجهاز، وتكون جرعة الكلور حوالي ٥ جرام للمتر المكعب ويمكن زيادتها حتى ٢٠ جرام للمتر المكعب عند الضرورة .

٢-١٠ طلبات تشغيل حاقن الكلور

هذه الطلبات تعمل علي رفع ضغط المياه داخل الحاقن وبالتالي سحب الكلور من إسطوانات الكلور وحقتها داخل خزان التلامس.

٣-١٠ أجهزة معادلة الكلور المتسرب

التهوية العادية : يتم إنشاء مخزن لاسطوانات الكلور بحيث يكون كافى لتخزين العدد المطلوب من إسطوانات الكلور وتزويد المخازن بمراوح شفط لتهويتها خلال ساعات العمل العادية .

في حالة تسرب الكلور : تتوقف التهوية العادية وتبدأ شفاطات الهواء في العمل بمعدلات كبيرة لسحب الهواء الملوث بالكلور ودفعه إلي برج المعادلة . يزود مخزن الكلور وحجرة الأجهزة بمراوح لشفط الهواء الملوث بالكلور ودفعه الي برج معادلة الكلور المتسرب .

كما يزود المخزن والحجرة المركب بها أجهزة حقن الكلور بأجهزة إنذار مرئي وصوتي للتنبيه في حالة حدوث تسرب للكلور ، وفي هذه الحالة يتم تشغيل أجهزة التعادل أوتوماتيكيا عند ارتفاع نسبة الكلور بالهواء عن الحدود المقررة

٤-١٠ أحواض التلامس (الكلور)

تختلف كمية الكلور المحقونة من وقت لآخر باختلاف مدة المزج وخواص مياه الصرف الصحي المعالجة ومقدار الأس الهيدروجيني ودرجة الحرارة . وتكون احواض التلامس عبارة عن خزانات من الخرسانة المسلحة المقاومة للكبريتات ومن الممكن ان تكون مغطاة او مكشوفة وتحدد أبعادها بحيث تسمح بمدة تلامس مقدارها ١٠-٣٠ دقيقة .

وبصفة عامة يفضل التصميم على أساس CT (التركيز × الزمن)

رابعاً : بحيرات الأكسدة Stabilization Ponds

١- الغرض من الوحدة

تتم معالجة المخلفات السائلة فى هذه البحيرات بطريقة طبيعية تعتمد على نشاط مشترك تقوم به الطحالب والبكتريا بالإستعانة بأشعة الشمس وبعض العناصر الموجودة أصلاً فى المخلفات السائلة حيث تستخدم البكتريا الهوائية الأكسجين الذائب فى المياه لأكسده المواد العضوية وينتج من هذه الأكسدة مواد عضوية مثبته وثاني أكسيد الكربون ، والطحالب بدورها تستخدم ثاني أكسيد الكربون مع بعض الأملاح فى عملية التمثيل الضوئي بمساعدة أشعة الشمس وتعطي أكسجين وهو من إحتياجات البكتريا.

ومعنى ذلك ان كل من الطحالب والبكتريا تعطي للآخر ما تحتاجه ، ويكون النشاط البكتيري أكبر ما يمكن فى الطبقات السطحية من المياه والتي تصل اليها أشعة الشمس وتكون هذه الطبقات بها تركيزات عالية من الأكسجين الذائب أثناء النهار ، أما فى خلال ساعات الليل فينعكس نشاط الطحالب وتبدأ فى إستهلاك الأكسجين الذائب فى المياه وإعطاء ثاني أكسيد الكربون الأمر الذي يتسبب فى نقص الأكسجين الذائب فى المياه او إختفاؤه.

ويتم تثبيت المواد العضوية بواسطة التفاعلات الهوائية واللاهوائية معا ، فالطبقات العليا التى يمكن ان تنفذ خلالها أشعة الشمس تنشط فيها الطحالب وتعطي المياه أكسجين ذائب تستخدمه البكتريا الهوائية فى تثبيت المواد العضوية اما الطبقات السفلي من البحيرات والتي لا تصل اليها أشعة الشمس فهي أيضا منطقة ترسب فيها المواد العالقة وينشط فيها التفاعلات اللاهوائية لتثبيت المواد العضوية بهذه الرواسب .

وعلى ذلك فلا يتم تثبيت المواد العضوية فى الطبقات السطحية فقط ولكن نسبة من هذه المواد يتم تثبيتها بواسطة البكتريا اللاهوائية . وتلعب الطبقة السطحية الغنية بالاكسجين دورا هاما إضافيا علاوة على الأكسدة الهوائية للمواد العضوية بها وهو التحكم فى نواتج التفاعلات اللاهوائية التى تحدث فى القاع ومنها الروائح الكريهة والأحماض العضوية.

Anaerobic Ponds

٢- البحيرات اللاهوائية

تستقبل مياه الصرف الخام الخارجة من المصافى بمدخل المحطة وتصل كفاءتها فى ازاله
الاحتياج الاكسوجينى الحيوى من المياه الداخلة بنسبة تتراوح بين ٥٠ - ٧٠٪ نتيجة لترسيب
المواد العالقة العضويه وتحللها لاهوائيا. يتراوح عمق المياه الكلي شامل حيز ترسيب الرواسب
بين ٤-٦ متر ويؤخذ ٥ متر والعامل المؤثر فى تصميم هذه البحيرات هو درجة الحرارة ، مدة
المكث بالبحيرات يتراوح من ٣-٥ أيام حتي لا تتحول البحيرات الى (هوائية/لاهوائية) ، وفي هذه
البحيرات يزيد نشاط البكتريا اللاهوائية وينتج من تحليل المواد العضوية بالقاع غاز الميثان وثاني
اكسيد الكربون التى تساعد على تحريك ومزج الرواسب الا أن هذه الغازات تحمل معها لسطح
البحيرات المواد المترسبة والتى يجب منع هروبها مع المياه الخارجة من البحيرات من خلال
الحوائل قبل هدارات الخروج وكذلك تتكون طبقة من المواد الطافية على سطح البحيرة قد تكون
مصدر للذباب الا انها تمنع الروائح الكريهة من الانتشار.

٣- بحيرات أكسدة هوائية /لاهوائية (اختيارية) Facultative Ponds

تنشأ هذه البحيرات بعمق يتراوح بين ١,٥ الى ٢,٥ متر ويؤخذ عادة ١,٥ - ٢ متر وبمساحة
كبيرة تسمح ببقاء المياه فيها لعدة أيام يتم خلالها أكسدة للمواد العضوية تقوم بها الكائنات الحية
الدقيقة وتساعد فيها الخلايا الطحلبية التى تمد الطبقات العليا للمياه بالأكسجين بالإستعانة
بأشعة الشمس فى عمله تسمى بالتمثيل الكلوروفيلي.

ويتم تثبيت المواد العضوية بواسطة البكتريا الى مواد غير عضوية مثبته وخلايا طحلبية تخرج
فى مياه المجاري المعالجة وسميت هذه الوحدات بحيرات هوائية /لاهوائية لان الطبقات السفلي
ترسب فيها المواد الصلبة الرسوبية التى تقع تحت تأثير النشاط اللاهوائي فى حين أن الطبقات
العلوية تقع تحت تأثير النشاط الهوائى حيث تصل أشعة الشمس لهذه الطبقات فتتمو الطحالب
التي تعطي أكسجيناً ذائباً فى هذه المنطقة.

Maturation or Polishing Ponds

٤- بحيرات النضج (إتمام الأكسدة)

وتستخدم هذه البحيرات لتحسين خواص المخلفات من الناحية البكتريولوجية والكيميائية وخاصة البكتريا الضارة والفيروسات الموجودة بالمخلفات السائلة ويتراوح عمق المياه بها من ١-١,٥ متر حيث أن معدل القضاء على البكتريا الضارة يكون أكبر فى العمق الأصغر نظرا لفاعلية الشمس ومدة المكث بها لا تقل عن ٦ أيام وتكون عبارة عن ثلاثة وحدات مدة المكث فى كل وحدة يومين.

ولضمان القضاء على بويضات الأسكارس والنيما تودا يفضل الا تقل مدة المكث الكلية فى البحيرات اللاهوائية والأختيارية والأنضاج عن ٢٢ يوم.

٥- مكونات وأسس تصمم بحيرات الأكسدة

Anaerobic Ponds

١-٥ بحيرات الأكسدة اللاهوائية

- مدة المكث فى بحيرة الأكسدة اللاهوائية تتراوح من ٣,٠٠ يوما الى ٥,٠٠ يوما.

- معدل إزالة المواد العضوية طبقا لمدة المكث : (BOD_5) استرشاديا

١,٠٠ يوما نسبة ٥٠٪

٢,٥٠ يوما نسبة ٦٠٪

٥,٠٠ يوما نسبة ٧٠٪

وتؤخذ هذه النسب من الإزالة عند درجات حرارة متوسطة للمياه فى البحيرة.

- عمق المياه فى بحيرة الأكسدة اللاهوائية يتراوح من ٢,٥٠ متر الى ٥,٠٠ متر عند درجة حرارة أعلي من ٢٠°م. ويتوقف ذلك على مساحة الأرض المتاحة كما يلزم إضافة عمق آخر للراوسب.

- الحمل العضوي (BOD_5) يتراوح من ٠,١٢٥ كيلو جرام للمتر المكعب فى اليوم الى ٠,٣ كيلو جرام للمتر المكعب فى اليوم.

- فى حالة زيادة الحمل العضوي عن ٠,٤٠ كيلو جرام (BOD5) للمتر المكعب فى اليوم تظهر الروائح الكريهة.
- معدل تجميع الرواسب يتراوح من ٠,٠٣ متر مكعب للشخص فى السنة الى ٠,٠٤ متر مكعب للشخص فى السنة.
- كما يلزم تفريغ بحيرة الأكسدة اللاهوائية من الرواسب عندما يبلغ عمق هذه الرواسب حوالي نصف عمق البحيرة.
- يفضل أن يكون نسبة طول البحيرة الى عرضها يتراوح من ١:٢ الى ١:٣ .
- تكون جوانب بحيرة الأكسدة اللاهوائية أو جسورها بميل ١,٥ أو ٢,٠٠ أو ٣,٠٠
- ٤,٠٠ الى ١,٠٠ كما تثبت الجوانب ببلاطات خرسانية عند سطح المياه لمقاومة حركة المياه بواسطة الرياح ، ولعدم نمو الأعشاب والحشائش.
- يتم عزل الجوانب بإستخدام ألواح البولي إيثيلين سمك ١٠٠٠-٢٠٠٠ ميكرون.
- تكون الجسور أعلى من سطح المياه بمقدار حوالي ١,٠٠ مترا لمقاومة حركة المياه بواسطة الرياح.

٢-٥ بحيرات الأكسدة الإختيارية Facultative Ponds

- يلزم أن يكون نسبة طول البحيرة الى عرضها يتراوح من ١:٢ الى ١:٣ .
 - عمق المياه فى بحيرة الأكسدة الإختيارية يتراوح من ١,٥٠ مترا الى ٢,٥٠ مترا.
 - الحمل العضوي (BOD₅) يتراوح من ٢٠٠ كيلو جرام للهكتار فى اليوم الى ٣٠٠ كيلوجرام للهكتار فى اليوم.
- وتستخدم المعادلات التالية فى التصميم:

$$A = (Q/Dk_1)(L_i/L_e - 1)$$

$$t = (L_i/L_e - 1)(1/k_1)$$

A: مساحة البحيرات المترددة.

Q: التصريف (م^٣/يوم)

D: عمق البحيرات المترددة.

t: مده المكث باليوم.

Li: الحمل العضوي في المياه الخام.

Le: الحمل العضوي في المياه المعالجة

K1: ثابت تلاشي أو فناء الكائنات فى اليوم

تؤخذ ٠.٣ في درجة حرارة ٢٠ مئوية

$$k_T = k_{20} \theta^{(T-20)}$$

θ: ثابت (١.٠٩ - ١.٠٥)

٣-٥ بحيرات إتمام الأكسدة Maturation ponds

- تستعمل برك الإنضاج لإزالة العوامل الممرضة كبعض أنواع الجراثيم والفطريات (العفن) fungi والحيوانات وحيدة الخلية protozoa والفيروسات . وكذلك لابد من استخدامها عند السيب الخارج من البحيرات فى الري.

وعندما تكون كل البرك متساوية فى الحجم ومدد المكث وهذا يحدث فى أغلب الحالات فإنه يتم تصميم برك الإنضاج بإستخدام المعادلة الآتية:

$$\frac{\text{العدد الجرثومى بعد مدة المكث باليوم}}{\text{العدد الجرثومى فى التصريفات الداخلة}} = \frac{1}{(\text{ثابت التلاشى } K \times \text{مدة المكث} + 1)}$$

$$\frac{1}{(KR + 1)^n} = \frac{N_E}{N_i}$$

حيث:

Ni: العدد الجرثومي فى التصريفات الداخلة.

NE: العدد الجرثومي فى التصريفات الخارجة بعد مدة المكث باليوم.

K: ثابت تلاشي أو فناء الكائنات فى اليوم.

R: مده المكث باليوم.

n: عدد البحيرات على التوالي.

كيفية إختيار قيم العوامل التصميمية لبرك الإنضاج:

Ni: يقدر العدد الأكثر إحتمالاً لمجموعة القولونيات البرازية التى يعتمد أساساً عليها فى تصميم
برك الإنضاج فى التصريفات الداخلة بمقدار 4.2×10^6 بكتريا قولونية (E - coli) لكل ١٠٠
ملليمتر وبينما تكون إزالة القولونيات فى البرك اللاهوائية لا تذكر ، وتكون الإزالة فى البرك
الإختبارية ٩٩٪ ، ويكون البخر ١٠٪ من حجم المياه فى البركة الإختيارية فيبقى ٩٠٪ ، وبهذا
تكون القولونيات الداخلة للبركة الأولى من برك الإنضاج طبقاً للآتي:

$$\text{بكتريا قولونية / ١٠٠ ملليمتر} = \frac{(0.99 - 1)}{0.9} \times 4.2 \times 10^6 = 4.7 \times 10^6$$

يؤخذ:

Ni يساوي 4.7×10^6 بكتريا قولونية / ١٠٠ ملليمتر.

NE: تؤخذ أقل من 2×10^6 بكتريا قولونية / ١٠٠ ملليمتر.

وتتوقف على دراسة إعادة استخدام السيب الخارج من البرك.

K : عندما تكون مجموعة القولونيات البرازية هي أساس التصميم فيؤخذ ثابت التلاشي

= 2.6 وهذا المعامل يعتمد على درجة الحرارة وهذه القيمة تؤخذ عند تصميم البرك عند

درجة حرارة 20° وعند تغيير درجة الحرارة تطبق المعادلة الآتية :

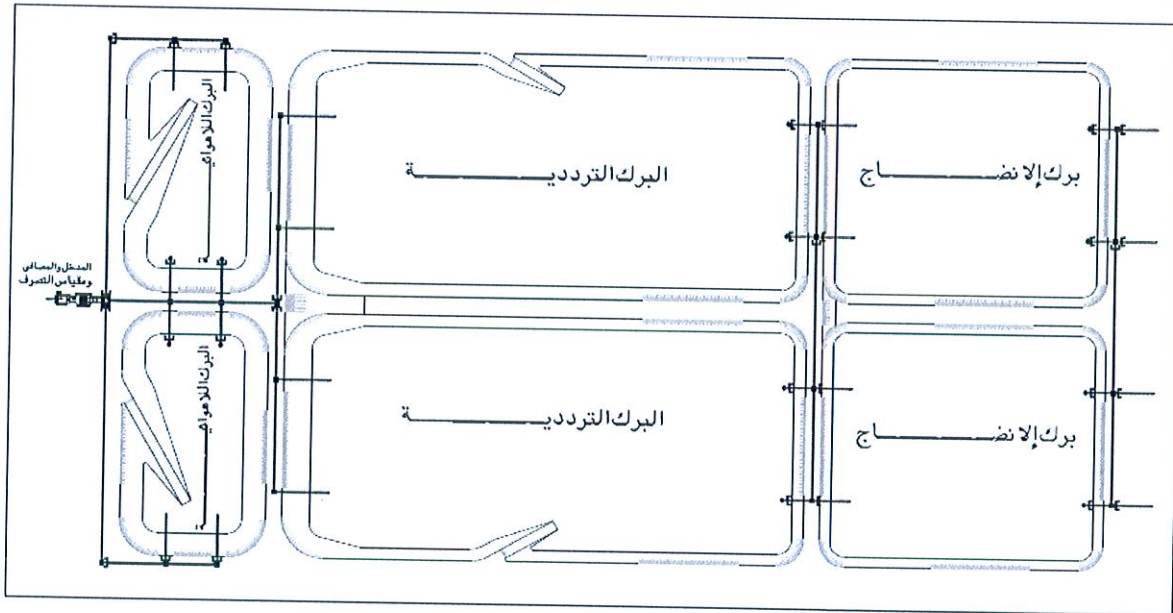
$$k_T = 2.6 (1.19)^{T-20}$$

R: مدة المكث باليوم وتتؤخذ ما بين ثلاثة وعشرة أيام وبحد أدنى ثلاث برك على التوالى بمدة
مكث لا تقل عن ٢ يوم لكل بركة.

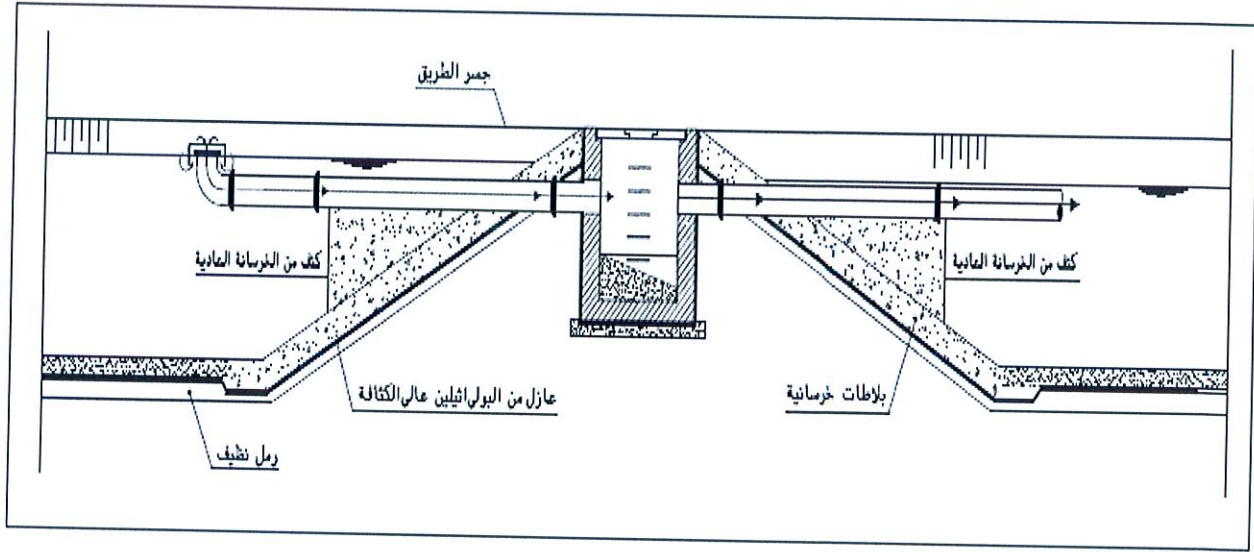
وبعد إختيار قيم العوامل التصميمية السابقة يتم فرض قيم لعدد البرك على التوالى ويتم
إختيار عدد البرك التى تحقق العدد الجرثومي فى التصريفات الخارجة بعد مدة المكث بأقل
من 2×10^3 بكتريا قولونية / ١٠٠ ملليمتر.

وبحسب حجم البركة بضرب مدة المكث فى التصريف ويتم تكرار عدد البرك على التوالى
حسب عدد البرك المختار.

والشكل رقم (٣-٢١) يبين برك الأكسدة الطبيعية والشكل رقم (٣-٢٢) يبين الاتصال بين
الوحدات.



الشكل رقم (٣-٢١) برك الأكسدة الطبيعية



الشكل رقم (٣-٢٢) الاتصال بين الوحدات

خامساً : الأراضي الرطبة المنشأة Constructed Wetlands

١- الغرض من الوحدة

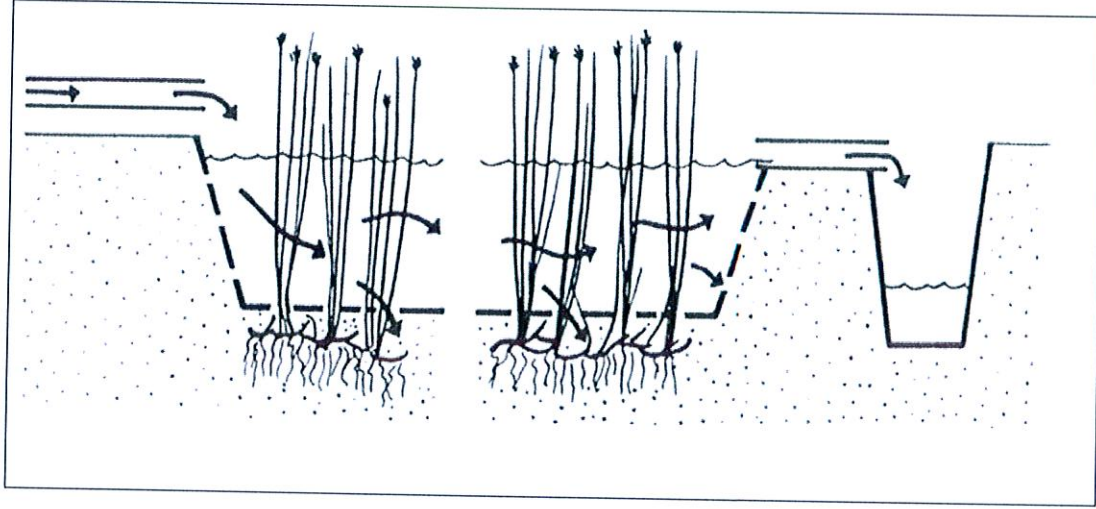
تتم معالجة المخلفات السائلة فى الأراضي الرطبة المنشأة بطريقة طبيعية تعتمد على وجود بعض النباتات المزروعة والتي تساهم في عملية المعالجة عن طريق امتصاص وامتزاز الملوثات الموجودة في مياه الصرف الصحي بالإضافة الى الازالة عن طريق الترسيب والترشيح. وبذلك تعتبر الأراضي الرطبة طريقة طبيعية لازالة الملوثات من مياه الصرف الصحي بطريقة قليلة التكاليف ولا تحتاج الي مصدر طاقة أو مهمات ميكانيكية، ويمكن ازالة المواد العضوية والمواد العالقة والذائبة والمغذيات والبكتريا في نظام الأراضي المبتلة.

ويمكن تقسيم أنواع الأراضي المبتلة الي الأنواع التالية:

٢- الأراضي المبتلة ذات التدفق السطحي

تعتمد فكرة الأراضي المبتلة ذات التدفق السطحي علي سريان مياه الصرف الصحي فوق سطح الأرض، وتكون جذور النباتات المزروعة في طبقات التربة أسفل مياه الصرف الصحي.

ويوضح الشكل رقم (٣-٢٣) الأراضي المبتلة ذات التدفق السطحي

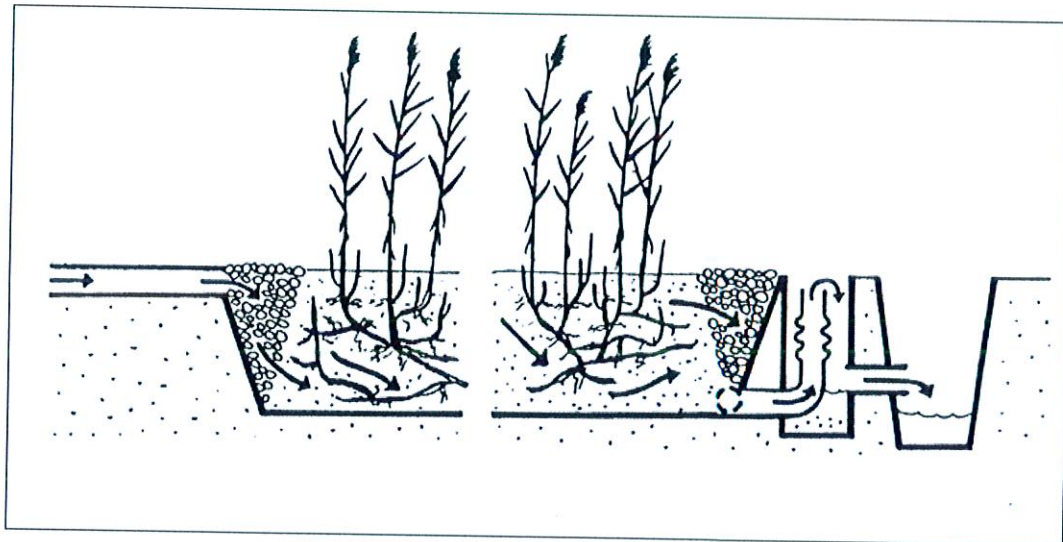


شكل رقم (٣-٢٣) الأراضي المبتلة ذات التدفق السطحي

٣- الأراضي المبتلة ذات التدفق تحت السطحي

تعتمد فكرة الأراضي المبتلة ذات التدفق تحت السطحي علي سريان مياه الصرف الصحي من خلال طبقة مسامية مثل الزلط وتكون جذور النباتات المزروعة في هذه الطبقة.

ويوضح الشكل رقم (٣-٢٤) الأراضي المبتلة ذات التدفق تحت السطحي



شكل رقم (٣-٢٤) الأراضي المبتلة ذات التدفق تحت السطحي

٤- أسس التصميم

تستخدم المعادلة التالية في التصميم

$$t \text{ (days)} = \frac{LWnd}{Q}$$

t: زمن المكث

L: طول البحيرة بالمتري

W: عرض البحيرة بالمتري

n: مسامية التربة

d: عمق المياه في البحيرة

Q: التصريف المتوسط (م^٣/يوم)

- زمن المكث $t \leq 10$ أيام
- المسامية $n = 0.86 - 0.98$ حسب نوع التربة
- نسبة الطول الى العرض $(L/W) = 1:3 - 1:5$
- العمق (في حالة الأراضي ذات التدفق السطحي) $= 10 - 60$ سم

Tertiary (advanced) treatment

المعالجة الثلاثية (المتقدمة)

تهدف عملية المعالجة الثلاثية أو المتقدمة الي ازالة الملوثات العالقة أو الذائبة العضوية او الغير عضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي والتي لم تتم ازالتها من خلال عمليات المعالجة التمهيدية والابتدائية والثانوية وذلك لتحسين خواص مياه السيّب النهائي المعالج لمياه الصرف الصحي.

وتنقسم المعالجة الثلاثية الى العمليات التالية :

١- المرشحات الرملية البطيئة والسريعة Slow and Rapid sand filters

٢- مرشحات الأغشية Membrane filters

٣- الكربون المنشط Activated carbon

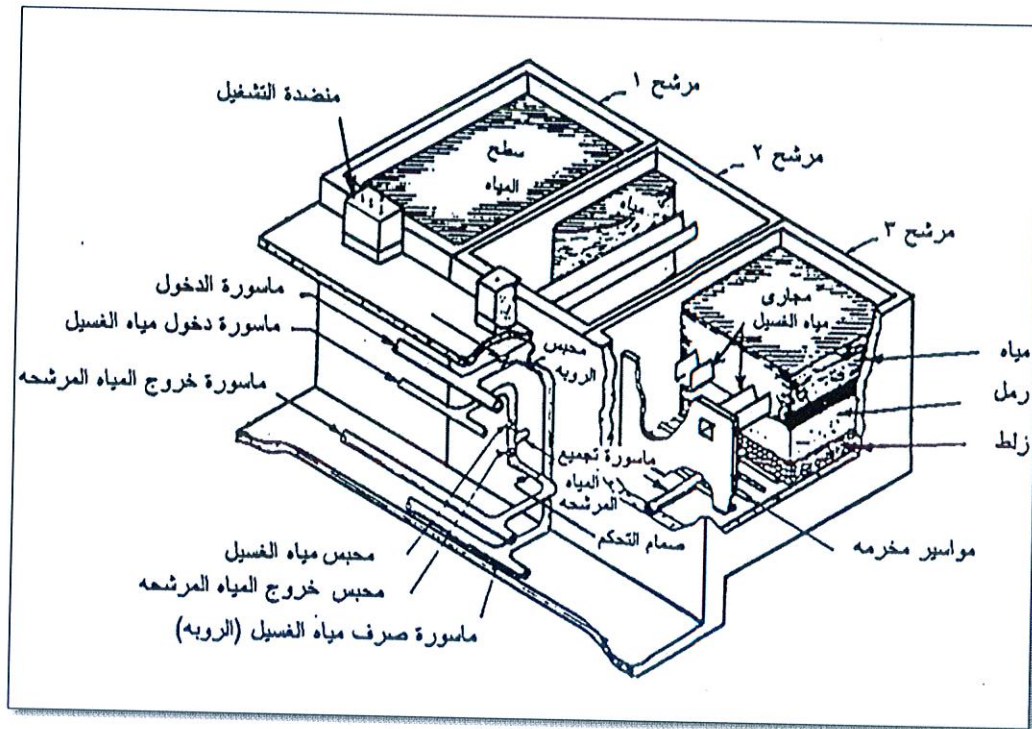
٤- التبادل الأيوني Ion exchange

١- المرشحات الرملية البطيئة والسريعة Slow and Rapid sand filters

عملية الترشيح (Filtration) هى مرور مياه الصرف الصحى المعالج معالجة ابتدائية وثانوية خلال مادة مسامية (الرمال) لإزالة ما بقي بها من مواد عالقة وغروية.

عند مرور مياه الصرف الصحى المعالج من المرشحات الرملية السريعة بالسرعة المناسبة، فإنه يمكن إزالة المواد العالقة سواء كانت عضوية أو غير عضوية، وكذلك البكتريا والكائنات الرقيقة جداً التى تسبب عادة تلوث الماء. كما أن بعض المواد التى يتم حجزها وإن كان حجمها أصغر بكثير من الفراغ الموجود بين حبات الرمل، إلا أنه يتم حجزها من المرور بواسطة الطبقة الجيلاتينية التى تتكون على سطح الرمل من المواد العضوية والعالقة.

ويوضح الشكل رقم (٣-٢٥) المرشحات الرملية السريعة.



الشكل رقم (٣-٢٥) المرشحات الرملية السريعة

أسس تصميم المرشحات الرملية السريعة:

- مساحة المرشح تتراوح من ٤٠ - ٦٠ م^٢.
- معدل الترشيح يتراوح بين ١٢٠-١٨٠ م^٣/م^٢/يوم.
- نسبة العرض: الطول من ١ : ١.٢٥ - ٢:١.
- سمك طبقة الرمل تتراوح من ٥٠-٧٠ سم ويقطر حبيبات الرمل ٠.٦ - ١.٥ مم
- ومعامل انتظام ١.٣٥ - ١.٥٠.
- سمك طبقة الزلط المتدرج من ٣٠-٦٠ سم.

أسس تصميم المرشحات الرملية البطيئة:

- معدل الترشيح يتراوح بين ٣-٥ م^٣/م^٢/يوم.
- نسبة العرض: الطول من ١ : ١.٢٥ - ١ : ٢.

- سمك طبقة الرمل تتراوح من ٦٠-١٢٠ سم وبقطر حبيبات الرمل ٠.٢٥ - ٠.٣٥ مم ومعامل انتظام ١.٧٠ - ٢.٠٠.
- سمك طبقة الزلط المتدرج من ٣٠-٦٠ سم.
- سرعة المياه داخل قنوات التصريف للمياه المرشحة لا تزيد ٠.٦٠ م/ث.

٢- مرشحات الأغشية Membrane filters

تعتبر الأغشية هي أحد أنواع عمليات الترشيح والتي تزيل المواد الذائبة بالإضافة الي المواد العالقة التي يزيلها المرشح الرملي، تعتبر الأغشية أجسام مسامية لها فراغات بأقطار صغيرة تعتمد على نوع الغشاء ويتم إزالة الملوثات عن طريق مرور المياه من الفراغات ويتم حجز الملوثات علي جسم الغشاء، وتتوقف نسبة الازالة علي قطر الفراغات الموجودة في الغشاء. ويمكن تقسيم أنواع عمليات الترشيح بالأغشية الي الأنواع التالية طبقاً لقطر الفراغات للأغشية المستخدمة في كل نوع:

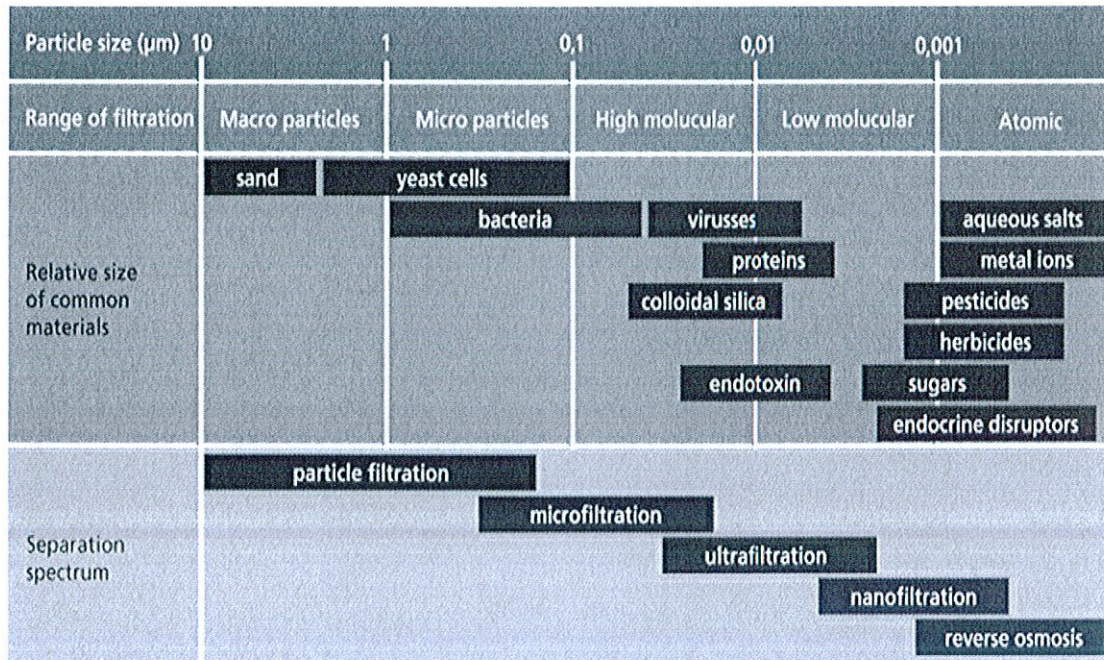
١- Micro filtration (MF)

٢- Ultra filtration (UF)

٣- Nano Filtration (NF)

٤- Reverse osmosis (RO)

ويوضح الشكل رقم (٣-٢٦) الملوثات التي تزيلها أنواع الأغشية المختلفة



شكل رقم (٣-٢٦) الملوثات التي تزيلها أنواع الأغشية المختلفة

Recovery ratio %	استهلاك الكهرباء (كيلووات/ساعة/م ^٣)	ضغط التشغيل (بار)	نوع الأغشية
94-98	0.4	1	Micro filtration
70-80	3	5.25	Ultra filtration
80-85	5.3	8.75	Nano filtration
70-85	18.2	28	Reverse osmosis

١-٢ مكونات منظومة الأغشية

تتكون منظومة الترشيح بالأغشية من :

- طلمبة لضخ المياه الي الأغشية

- أغشية الترشيح

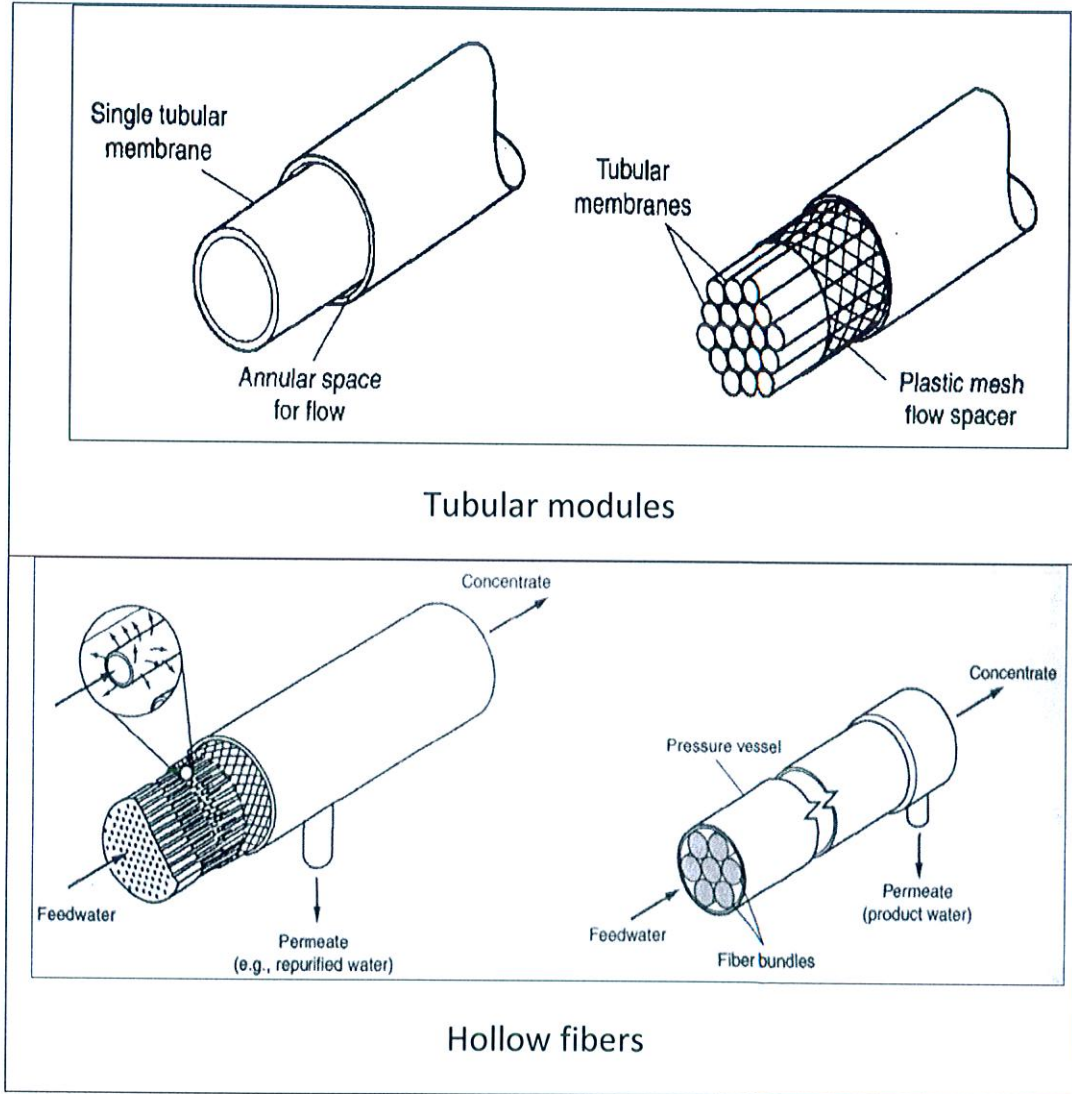
ويوجد عدة طرق لتركيب وتثبيت الأغشية بأنواعها المختلفة وهي كالتالي:

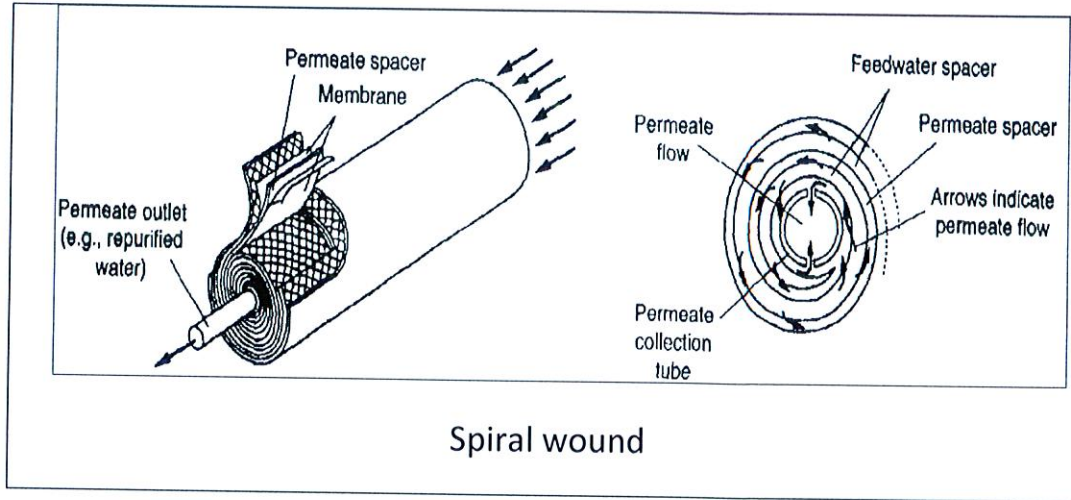
- Tubular modules

- Hollow fibers

- Spiral wound

ويوضح الشكل رقم (٣-٢٧) الأشكال المختلفة لتركيب وتثبيت الأغشية





الشكل رقم (٣-٢٧) الأشكال المختلفة لتركيب وتثبيت الأغشية

يحدث مع مرور الوقت وزيادة في الرواسب الموجودة في فراغات الأغشية مما يؤدي الي حدوث انسداد للفراغات (Fouling) وتحتاج الي عملية تنظيف أو القضاء علي الملوثات المؤدية الي عملية الانسداد بأحد الطرق الآتية:

- المعالجة الابتدائية أو الثانوية لمياه الصرف قبل مرحلة الأغشية لتقليل نسبة المواد العالقة (TSS) .
- ضخ مياه أو/ و هواء في الاتجاه العكسي لسريان المياه في الأغشية (Membrane backflushing) .
- التنظيف الكيميائي للأغشية.

٣- الكربون المنشط (Activated carbon)

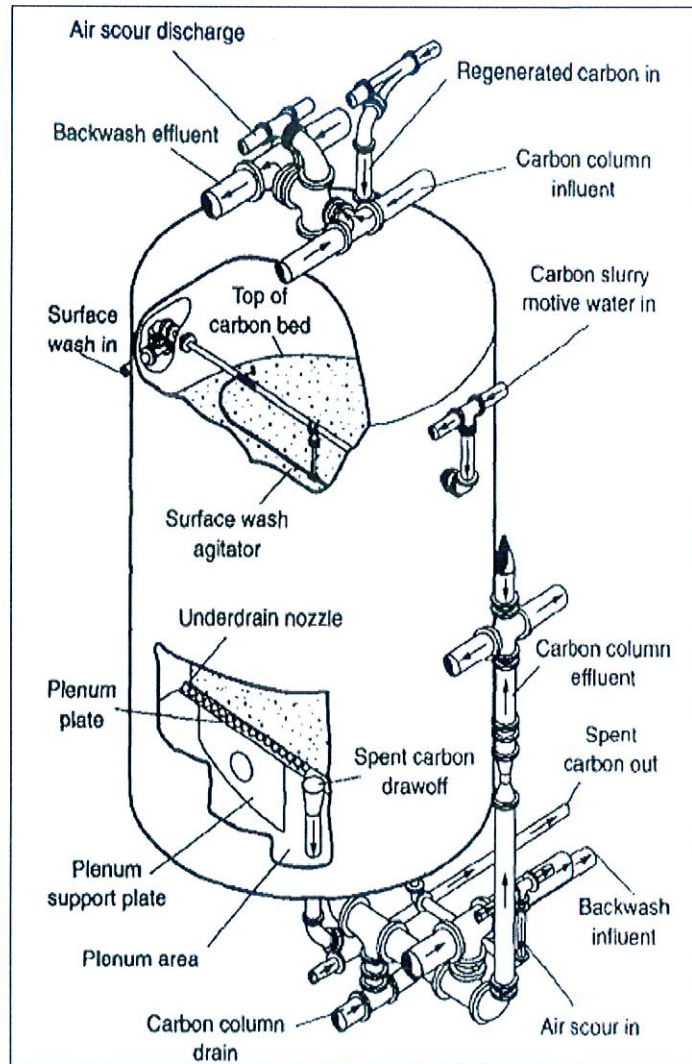
تعتبر عملية الكربون المنشط أحد تطبيقات الامتزاز، وتعتمد فكرة الامتزاز علي ازالة المواد الذائبة في المياه عن طريق الالتصاق علي سطح مادة صلبة، ويكون الكربون المنشط هو أحد أشهر المواد الصلبة المستخدمة بسبب المساحة السطحية الكبيرة والتي تتراوح بين (٧٠٠- ١٨٠٠ م^٢/جرام) والتي تزيد من كفاءة عملية الامتزاز بشكل كبير.

ويتوفر الكربون المنشط في صورة حبيبات (GAC) او مسحوق (PAC).

وتزيل عملية الامتزاز بالكربون المنشط بعض الملوثات مثل:

- بعض المواد العضوية الذائبة
- الرائحة
- الطعم
- المواد الغير قطبية (التي لا تذوب في الماء).

ويوضح الشكل رقم (٢٨-٣) الكربون المنشط



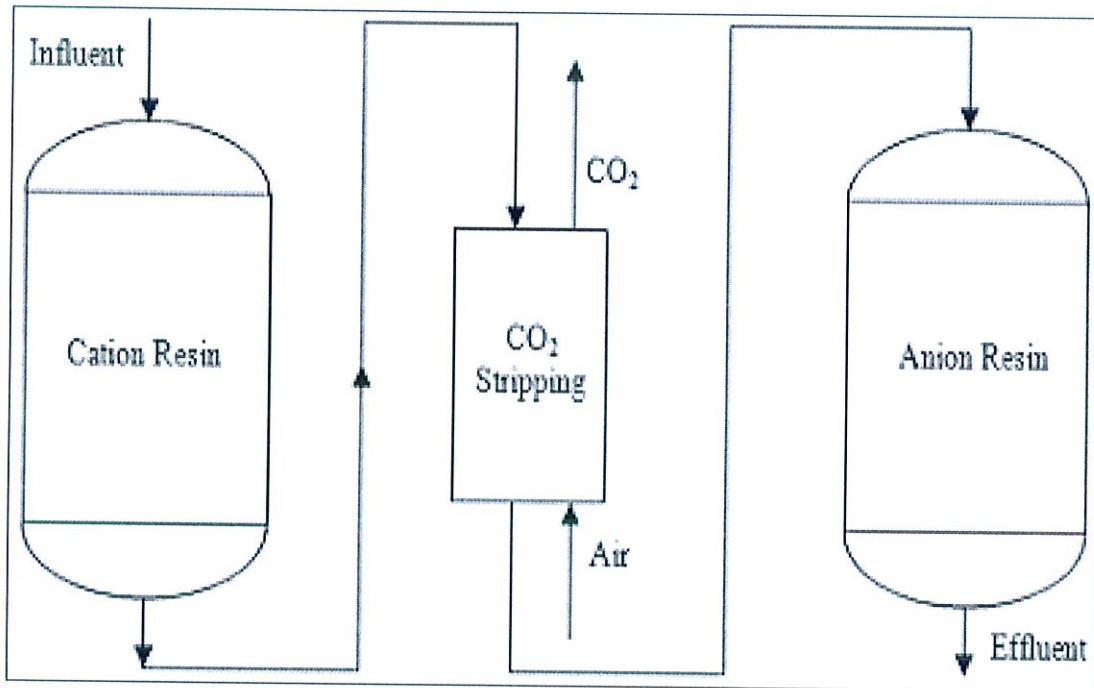
الشكل رقم (٢٨-٣) الكربون المنشط

٤- التبادل الأيوني Ion exchange

تستخدم عملية التبادل الأيوني عادة في إزالة بعض المواد الذائبة من مياه الشرب أو الصرف الصحي، عن طريق وضع راتنجات تحتوي علي مركبات قابلة لتبادل الأيونات الموجبة أو السالبة أو كلاهما وذلك للتخلص من بعض المواد الذائبة الغير مرغوب فيها واستبدالها بمواد أخرى لا يوجد ضرر من وجودها.

وتستخدم عملية التبادل الأيوني في المعالجة المتقدمة لمياه الصرف الصحي لازالة بعض المواد مثل النيتروجين، المعادن الثقيلة وتقليل نسبة المواد الكلية الذائبة.

وبوضح الشكل رقم (٣-٢٩) عملية التبادل الأيوني في معالجة مياه الصرف الصحي



الشكل رقم (٣-٢٩) عملية التبادل الأيوني في معالجة مياه الصرف الصحي

(Sludge Treatment)

معالجة الحمأة

تمر عملية معالجة الحمأة بمراحل ثلاثة هي:

١- التركيز (Thickening)

٢- التثبيت (Stabilization)

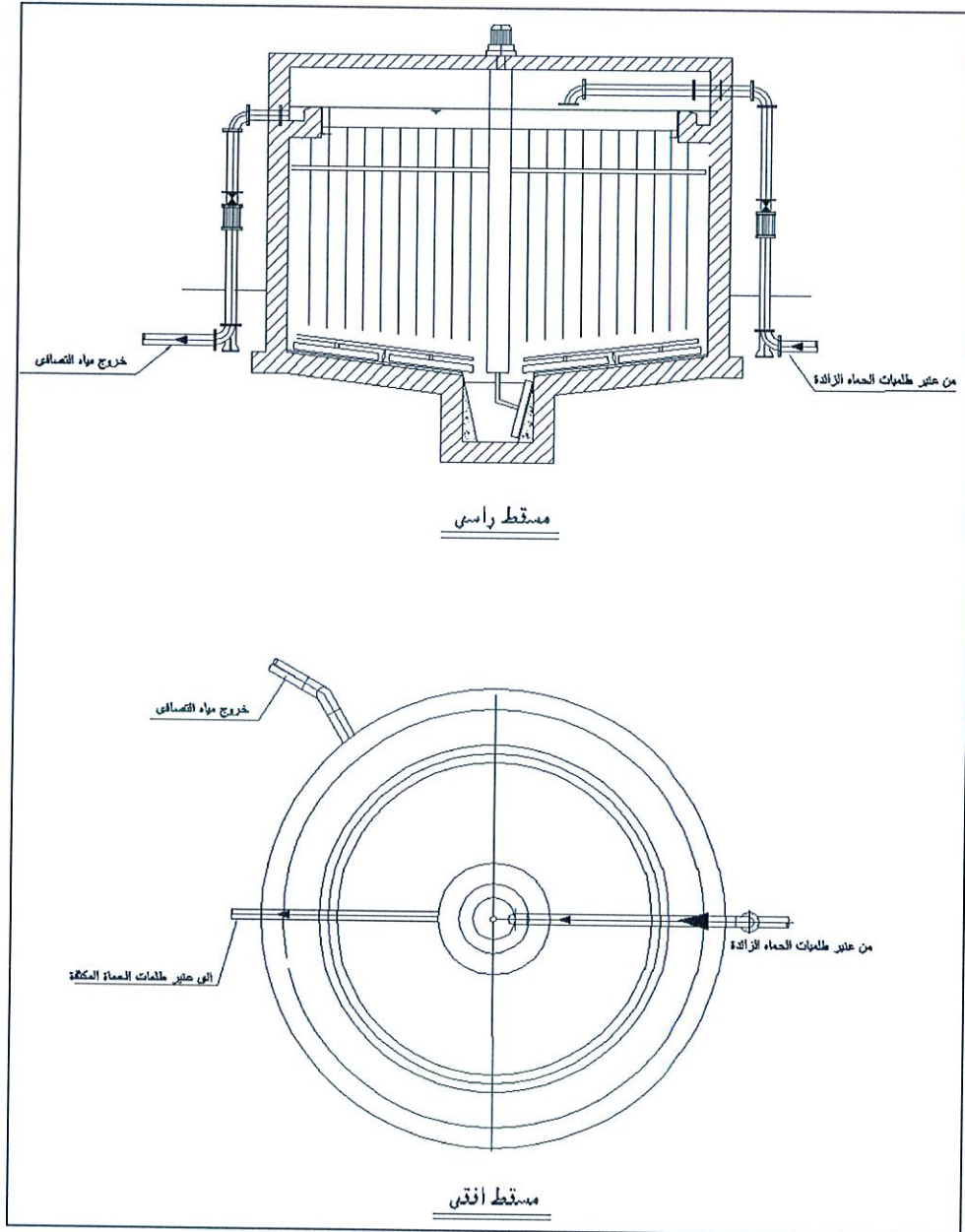
٣- فصل المياه (Dewatering)

١- تركيز الحمأة (Thickening)

وهي عملية تهدف إلى إنقاص المحتوي المائي الموجود بالحمأة وزيادة تركيز المواد الصلبة بها مما يؤدي إلى إنقاص الحجم الكلي للحمأة قبل عملية التثبيت ونزح المياه منها وينتج عن ذلك نقص فى تكلفة عمليات التثبيت إن وجدت وفيما يلي إستعراض للطرق المستخدمة:-

١-١ أحواض تركيز الحمأة بالجاذبية الأرضية (Thickeners)

وفى هذه الأحواض تستخدم أذرع لتقليب الحمأة ببطء ينتج عنه فصل للمياه وزيادة تركيز المواد الصلبة العالقه فى الجزء الأسفل من الحوض نتيجة أن كثافة المواد الصلبة أكبر من كثافة الماء ويتم نزح المياه الموجودة فى الجزء العلوي من الحوض وإعادتها الى مدخل المحطة والشكل رقم (٣-٣٠) يوضح حوض تركيز الحمأة الميكانيكي.



الشكل (٣-٣٠) أسس التصميم لأحواض تركيز الحمأة بالجاذبية الأرضية (Thickeners)

- مدة المكث :

تتراوح بين ١٢-٤٨ ساعة وعادة فى الأجواء الحارة تؤخذ ١٢ ساعه.

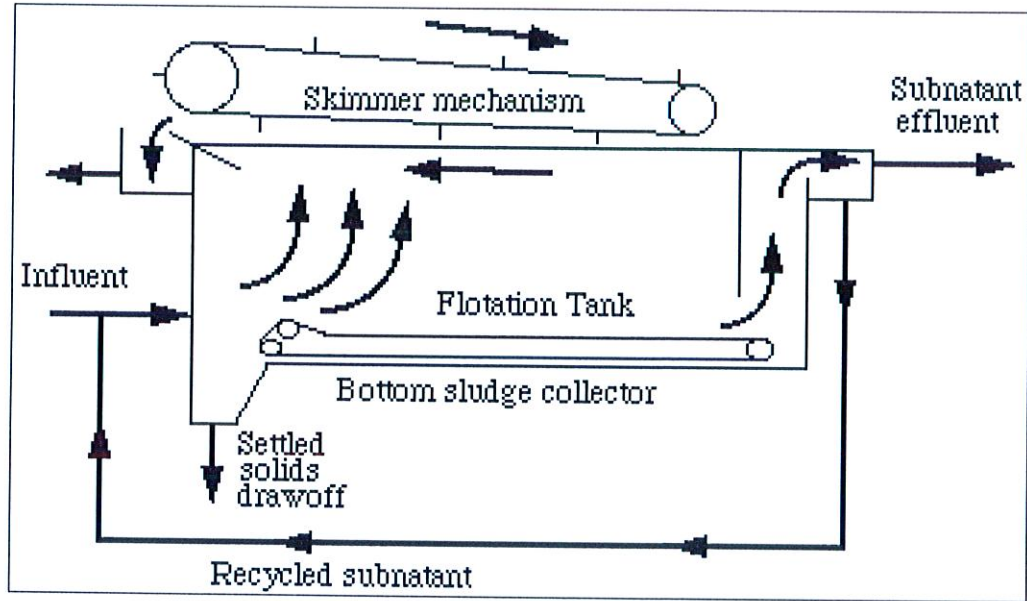
معدل التحميل السطحي :

- حمأة مجمعة من أحواض ترسيب ابتدائي (١٠٠ - ١٥٠) كجم مواد صلبة / م^٢ / يوم.

- حمأة مجمعة من أحواض ترسيب نهائية تعقب مرشحات تلامس بيولوجية (٤٠-٥٠) كجم مواد صلبة / م^٢ / يوم.
- حمأة مجمعة من أحواض ترسيب نهائية تعقب أحواض حمأة منشطة (٢٠-٣٠) كجم مواد صلبة / م^٢ / يوم.
- حمأة مجمعة من أحواض ترسيب إبتدائية + حمأة مجمعة من أحواض ترسيب نهائية تعقب أحواض حمأة منشطة (٢٥-٧٠) كجم مواد صلبة / م^٢ / يوم.
- حمأة مجمعة من أحواض ترسيب إبتدائية + حمأة مجمعة من أحواض ترسيب نهائية تعقب مرشحات زلطية (٦٠-١٠٠) كجم مواد صلبة / م^٢ / يوم.
- سرعة دوران الأذرع: تؤخذ بحيث لا تزيد السرعة الخطية عند محيط الحوض عن ٣ م / الدقيقة.
- عمق المياه / يتراوح من ٢,٥ - ٣,٥ م.
- ميل أرضية الحوض : ٦/١ أو ٤/١ .
- ماسورة سحب الحمأة : لا يقل قطرها عن ٢٠٠ مم.

٢-١ خزانات التعويم بإستخدام الهواء (Air Flotation thickeners)

تستخدم هذه النوعية من الخزانات فى محطات المعالجة الكبيرة وينتج منها كمية من الحمأة كبيرة ويتم فى هذه الخزانات إستخدام فقائيع من الهواء بحجم معين والشكل رقم (٣-٣١) يوضح نظام التعويم الهوائى.



الشكل رقم (٣-٣١) نظام التعويم الهوائى.

١-٢-١ أسس التصميم:

- استخدام الهواء المضغوط يعرض جزء من الحمأة إلى ضغط يتراوح بين ٣-٥ كجم /سم^٢.

ويراعى الآتى :

- خلط مياه من غرفة الضغط مع الحمأة الخام قبل إدخالها لأحواض التعويم الهوائى .
- بعد إدخال الحمأة لأحواض التعويم ونتيجة لتخفيف الضغط عليها تطفو المواد الصلبة العالقة نتيجة تشبعها بالهواء وقلة وزنها الحجمي وتكون الحمأة الطافية التي يتم تجميعها باستخدام نظام لتجميع الخبث كما هو موضح بالرسم المرفق.
- يمكن تحسين كفاءة التشغيل لنظام التعويم الهوائى بإضافة المواد الكيميائية مثل كبريتات الألومنيوم والبولىمرات التى تساعد على زيادة كفاءه فصل المواد الصلبة والتي قد تصل نسبتها من ٩٠ - ٩٨ %.

٣-١ خزانات خلط الحمأة قبل أحواض التركيز (Blending tanks)

يتم استخدام خزان الخلط (Blending tank) في حالة خلط الحمأة الناتجة من الترسيب الابتدائي والحمأة الناتجة من المعالجة الثانوية بأنواعها للحصول علي حمأة متجانسة، ويعتبر

خزان الخلط مكان ملائم لاضافة مواد لتعديل الأس الهيدروجيني للحمأة أ/و إضافة مواد الترويب
في حالة الحاجة الي ذلك.

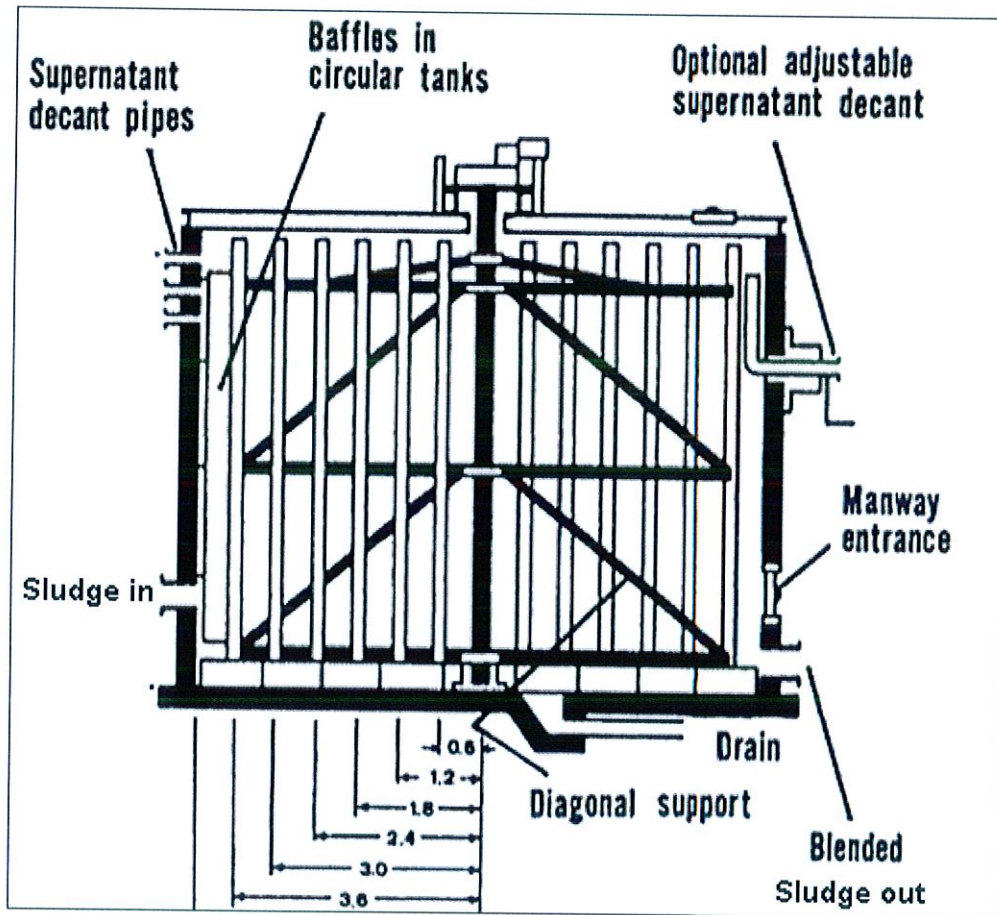
ويتم استخدام قلاب لتقليب الحمأة للحصول على التجانس المطلوب ومنع حدوث ترسيب في
الخزان.

أسس التصميم

- زمن البقاء: ١.٥ - ٢ ساعة.

- عمق الخزان: ٢.٥ - ٣.٥ متر.

ويوضح الشكل رقم (٣-٣٢) خزان خلط الحمأة



الشكل رقم (٣-٣٢) خزان خلط الحمأة

١-٤ تصميم مواسير الحمأة

يجب مراعاة الاعتبارات الآتية أثناء تصميم مواسير الحمأة، نظراً لاختلافها عن المواسير التي
تتقل مياه في إمكانية حدوث ترسيب في المواسير.

- يجب ألا يقل قطر المواسير تحت ضغط عن ١٥٠ مم.
- يجب ألا يقل قطر المواسير بالانحدار عن ٢٠٠ مم.
- يفضل تطبيق معادلة (Bingham) لحساب الفواقد في مواسير الحمأة وهي كما يلي:

$$\frac{h}{L} = \frac{16s_y}{3D\rho g} + \frac{32\eta V}{\rho g D^2}$$

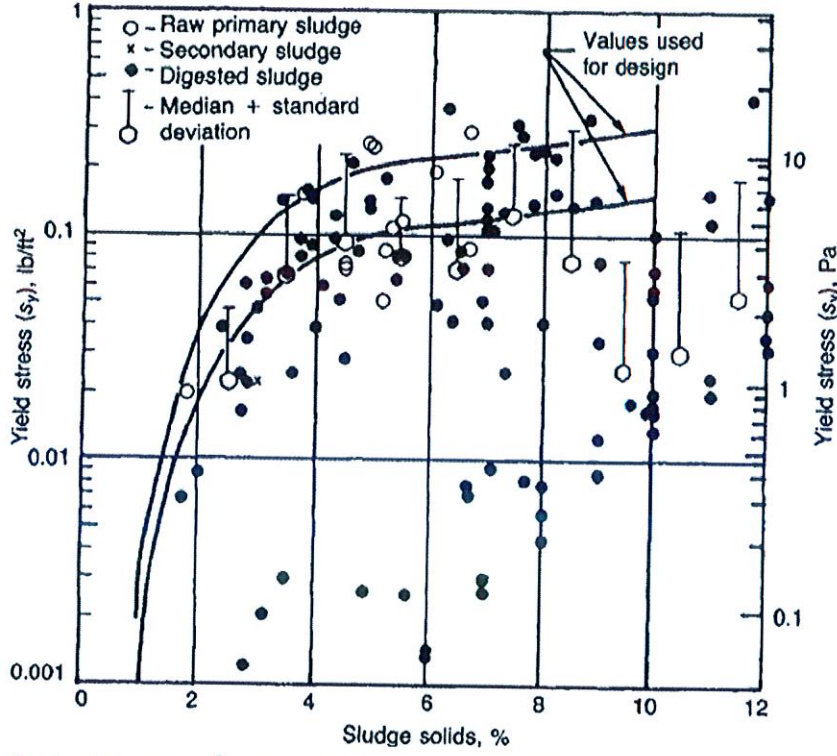
ويتم تطبيق المعادلة في حالة (Laminar flow) ويتحقق ذلك في حالة أن سرعة سريان
الحمأة أقل من أو تساوي السرعة المحسوبة من المعادلة التالية:

$$V_{lc} = \frac{1000\eta + 1000\sqrt{\eta^2 + s_y \rho D^2 / 3000}}{D\rho}$$

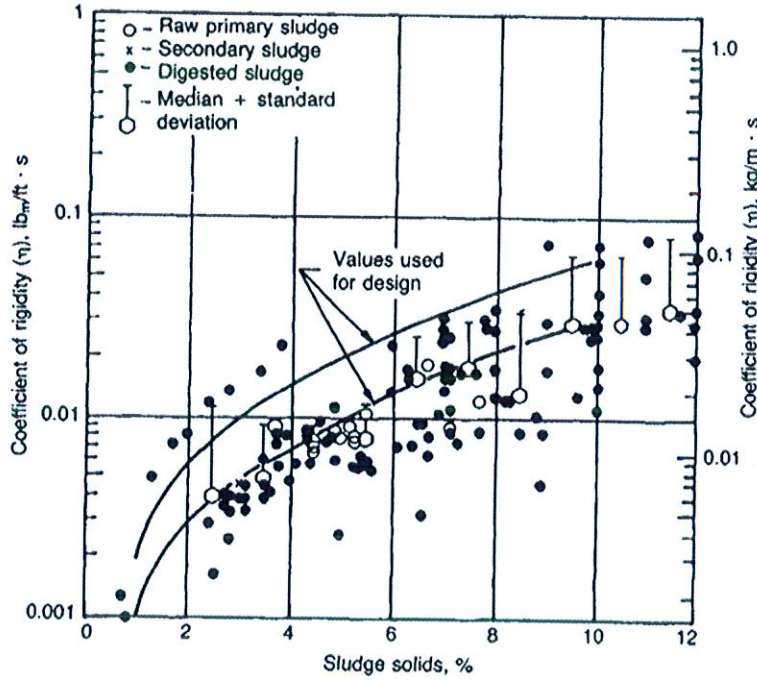
حيث:

- h = headless in the pipe, m
- L = pipe length, m
- s_y = yield stress of the sludge, N/m²
- ρ = sludge density, kg /m³
- D = pipe diameter, m
- g= gravitational acceleration, 9.81 m/s²
- η= coefficient of rigidity, kg/(m.s)
- V = flow velocity, m/s

ويتم تحديد قيم (S_y) و (η) من المنحنيات الآتية



شكل (٣-٣٣) منحنى العلاقة بين نسبة تركيز الحمأة و المعامل (S_y)



شكل (٣-٣٤) منحنى العلاقة بين نسبة تركيز الحمأة و المعامل (η)

- في حالة تطبيق معادلة هازن ويليامز (Hazen- Williams) يتم تغيير قيم
معامل الخشونة (C) حسب تركيز الحمأة طبقاً للجدول التالي

تركيز الحمأة (%)	قيمة معامل الخشونة الأصلي (C=100)	قيمة معامل الخشونة الأصلي (C=120)	قيمة معامل الخشونة الأصلي (C=130)	قيمة معامل الخشونة الأصلي (C=140)
٠	١٠٠	١٢٠	١٣٠	١٤٠
١	٨٣	٩٩.٦	١٠٧.٩	١٢٩.٥
٢	٧١	٨٥.٢	٩٢.٣	١١٠.٨
٣	٦٠	٧٢	٧٨	٩٣.٦
٤	٥٣	٦٣.٦	٦٨.٩	٨٢.٦٨
٥	٤٧	٥٦.٤	٦١.١	٧٣.٣٢
٦	٤٢	٥٠.٤	٥٤.٦	٦٥.٥٢
٧	٣٧	٤٤.٤	٤٨.١	٥٧.٧٢
٨	٣٣	٣٩.٦	٤٢.٩	٥١.٤٨
٩	٢٩	٣٤.٨	٣٧.٧	٤٥.٢٤
١٠	٢٥	٣٠	٣٢.٥	٣٩

٢- التثبيت اللا هوائي (التخمير اللا هوائي):

تعرف عملية التخمير اللا هوائي بأنها عملية تثبيت وأكسدة للمواد العضوية فى الحمأة بمعزل
عن الأكسجين. وخلال عملية التخمير يتم تحليل المواد العضوية الصلبة والمركبات العضوية
الذائبة وتحولها إلى غازات وينتج عن هذه المجموعة من التفاعلات حمأة مثبته ذات تركيز عالي
فى المواد غير العضوية، ولا يتم تثبيت كل المواد العضوية فى خلال عمليات التفاعل وذلك نظراً
لوجود بعض المواد العضوية المعقدة والتي يصعب تحليلها .

وتنقسم أنواع المخمرات الى نوعين:

١-٢ مخمر الحمأة التقليدي (ذو المرحلة الواحدة):

فى هذا النوع من المخمرات لا يتم خلط الحمأة فى المخمر أو تسخينها وينتج عن ذلك تكون الطبقات التالية:

- طبقة المياه الرائقة السطحية.
- طبقة حمأة فى حالة تخمير نشطه.
- طبقة حمأة تم تخميرها.

١-١-٢ أسس التصميم:

يتم حساب حجم المخمر الذي يعمل فى درجات حرارة تتراوح بين ٣٠-٣٨°م (Mesophilic) باستخدام المعادلة التالية:

$$V = V_f - \frac{2}{3} (V_f - V_{C1}) T_1$$

حيث:

$$V = \text{حجم المخمر (م}^3\text{)}$$

$$V_f = \text{حجم الحمأة المضافة يومياً (م}^3\text{ / اليوم)}$$

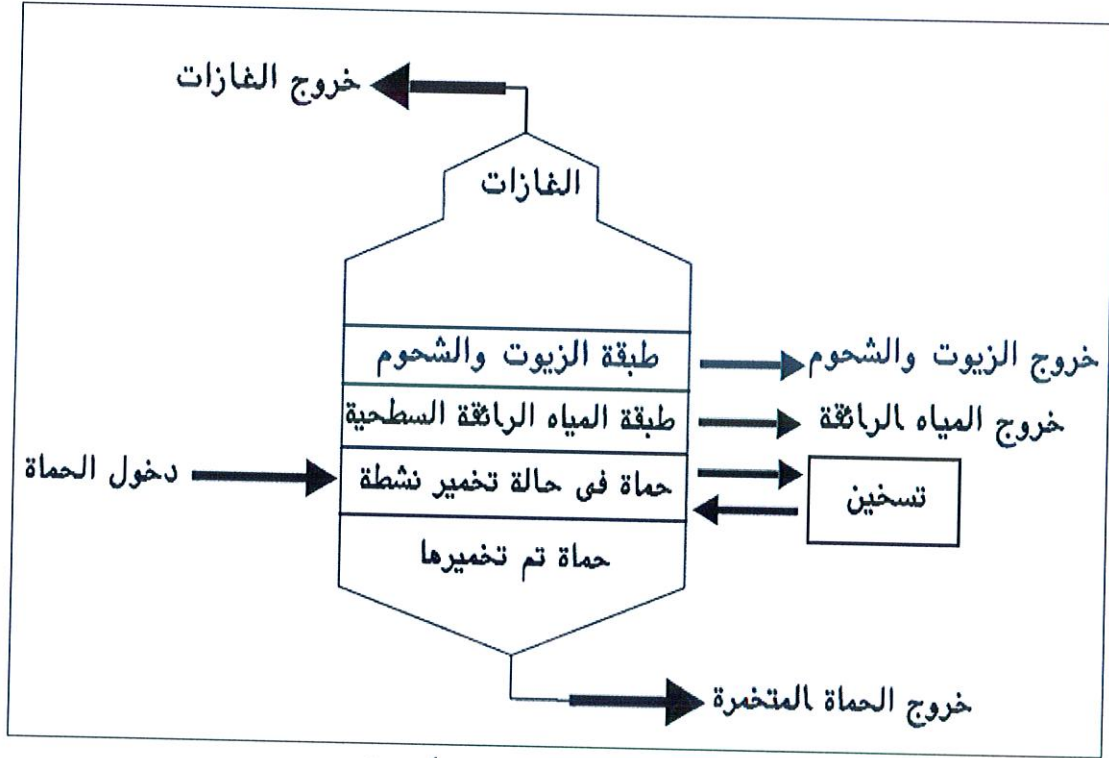
$$V_{C1} = \text{حجم الحمأة المسحوبه يومياً (م}^3\text{ / اليوم)}$$

$$T_1 = \text{زمن الهضم من ٢٠-٣٠ (يوم)}$$

ويمكن تخمير الحمأة فى النظام ذو المرحلة الواحدة وتستخدم القيم الموضحة فيما يلي للتأكد من صحة حسابات حجم المخمر:

- الحجم المفروض لكل نسمة:
- الحمأة من أحواض الترسيب الابتدائية ٠,٠٥ - ٠,٠٧٥ م^٣.

- خليط الحمأة الابتدائية والبيولوجية ١، ١٥ - م٣.
- معامل التحميل:
- الحمأة من أحواض الترسيب الابتدائية أو الحمأة المجمعة من أحواض الترسيب الابتدائية والنهائية ٣، ٧٥ - كجم / م^٣ / يوم.
- والشكل رقم (٣-٣٥) يوضح مخمر الحمأة التقليدي.

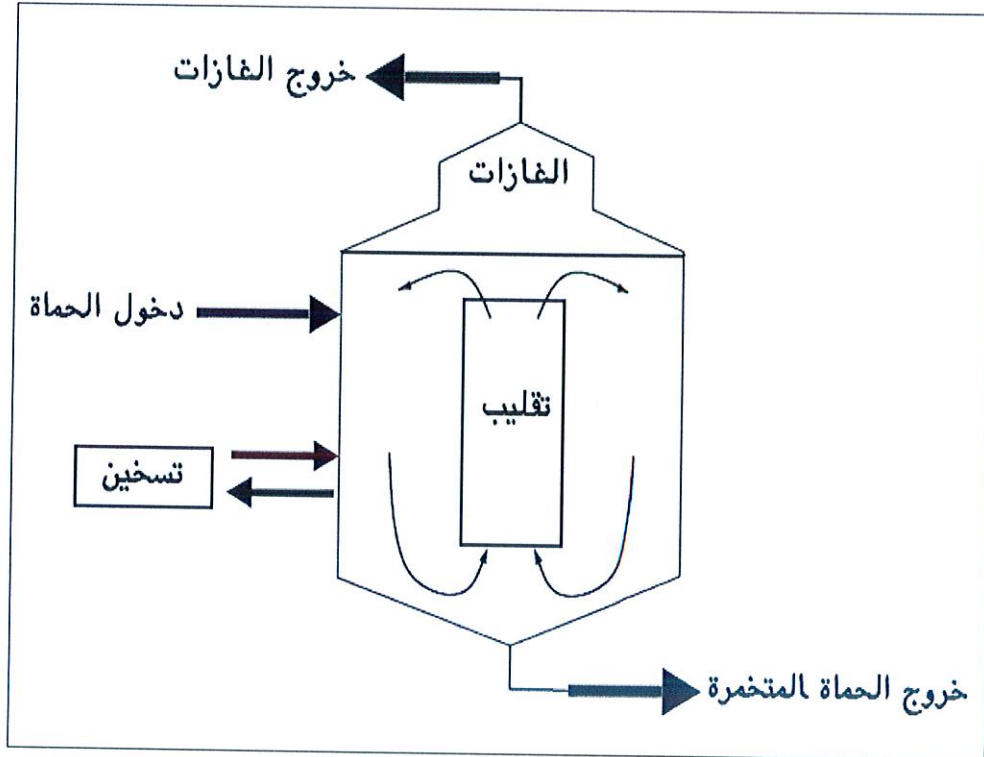


الشكل رقم (٣-٣٥) مخمر الحمأة التقليدي

٢-٢ مخمر الحمأة ذو المعدل السريع

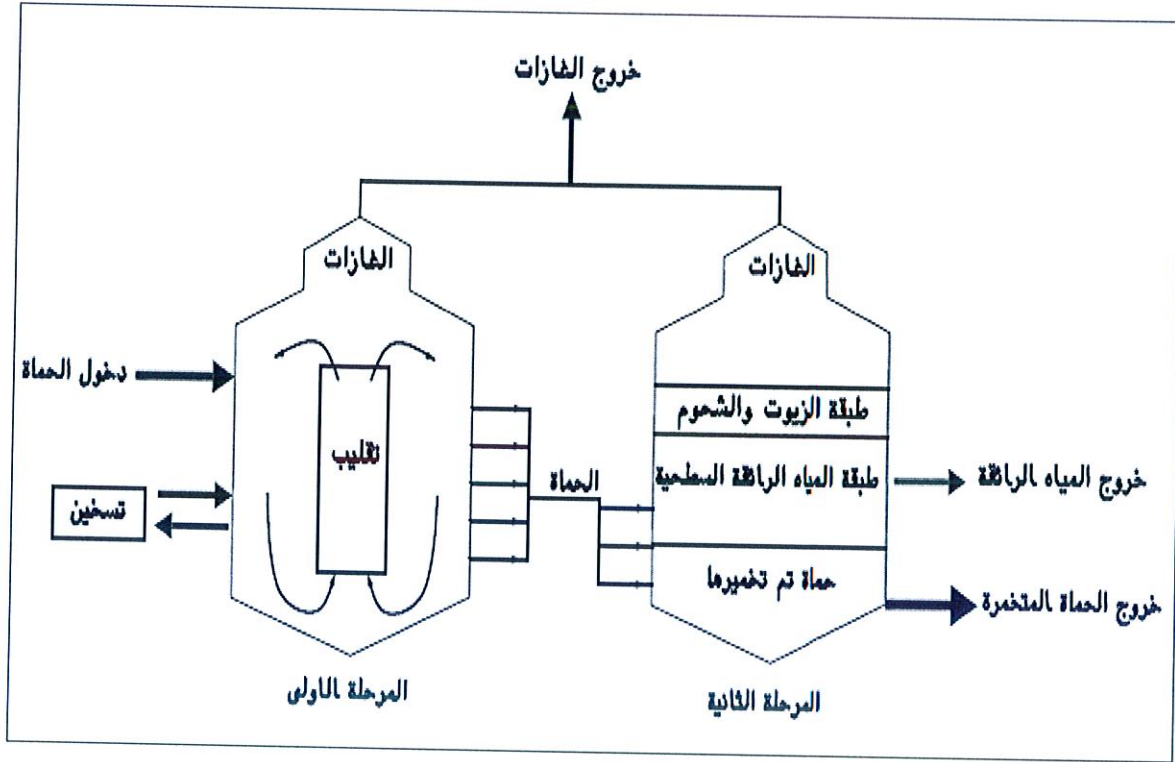
فى هذا النوع من المخمرات يتم خلط الحمأة فى المخمر خلطا جيدا بطرق ميكانيكية او عن طريق اعادة جزء من الغاز الناتج عن عملية التخمير بعد ضغطه. ويتم تسخين الحمأة بالمخمر لجعله يعمل بأقصى كفاءه فى ظروف البكتريا متوسطة الحرارة (البكتريا mesophilic) (٣٠ - ٣٨°م).

والشكل رقم (٣-٣٦) توضح مخمر الحمأة ذو المعدل العالي.



الشكل رقم (٣-٣٦) توضيح مخمر الحمأة ذو المعدل العالي

- ويفضل لخفض زمن البقاء بدرجة كبيرة تكثيف الحمأة فى أحواض تركيز قبل دخولها للمخمر وزيادة نسبة المواد الصلبة بها إلى ٤-٦% وفى هذه الحالة يقل زمن البقاء إلى ١٠-٢٠ يوم.
- ونتيجة لمزج وخلط محتويات المخمر بصورة مستمرة تتلاشي الطبقات المختلفة فى المخمر مثل:
- طبقة المياه السطحية .
 - طبقات الحمأة غير النشطة .
- مما يتطلب فصل كميته من المياه عن الحمأة من وقت لآخر لزيادة تركيز المواد الصلبة بالحمأة التى يتم سحبها بمعدل معين لتخرج من المخمر ذو المعدل السريع الى احواض تكثيف او مخمرات من النوع التقليدى كمرحلة ثانيه (المخمر السريع ذو المرحلتين شكل (٣-٣٧)).



شكل (٣-٣٧) المخمر السريع ذو المرحلتين

٢-٢-١ أسس التصميم:-

$$V1 = V_f - T_h .$$

حجم المخمر:

$$V11 = V_f + 2/3 (V_f - V_d) T.$$

حيث

$$V1 = \text{حجم مخمر المرحلة الأولى (م}^3\text{)}$$

$$V11 = \text{حجم مخمر المرحلة الثانية (م}^3\text{)}$$

$$V_f = \text{حجم الحمأة المضافة يومياً (م}^3\text{ / اليوم)}$$

$$V_d = \text{حجم الحمأة المسحوبة يومياً (م}^3\text{ / اليوم)}$$

$$T = \text{مدة المكث فى المرحلة الثانية (عادة حوالي ١٠ يوم)}$$

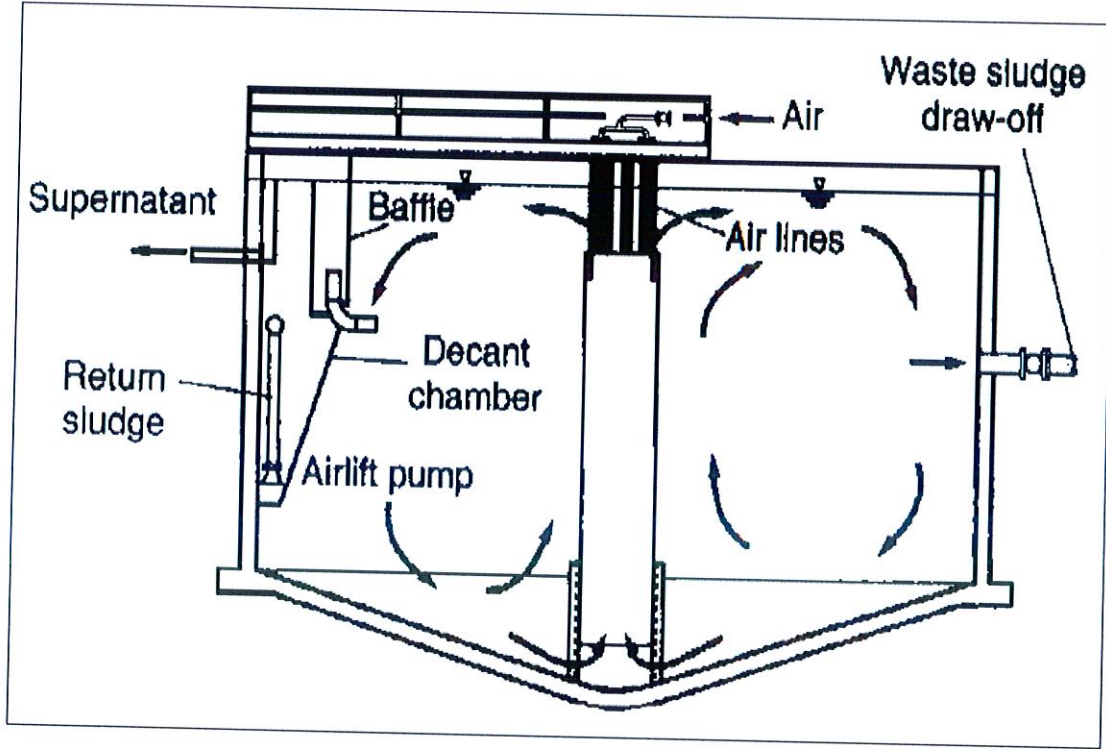
T_h = مدة المكث فى مخمر المرحلة الأولي من ١٠-٢٠ يوم)

- يستخدم الشكل التقليدي للمخمر الدائري بأقطار تتراوح بين (٦-٥٥م) .
- عمق المياه فى حدود من ٤,٥ - ٦ م ويجب الا يزيد هذا العمق عن ٩ م .
- لا يقل الارتفاع فوق سطح المياه وحتى سطح الغطاء عن ٠,٨م .
- يقدر معدل الانتاج اليومي للغاز بمتوسط قدره ٠,٩ م^٣ / كجم من المواد العضوية الطيارة المتحللة .
- يصمم قاع المخمر بشكل مائل بحيث لا تقل نسبة الميل عن ١:١٢ وذلك لتسهيل سحب الحمأه .
- يصمم غطاء المخمر فى شكل ثابت من الخرسانة المسلحة على شكل قبة أو مخروط أو سطح أفقي ، أما الغطاء المتحرك فيكون من الصلب ويجب أن يسمح للغطاء بالتحرك على طول مسافة تقدر بـ ١,٢ - ٢ م ويتم سحب الغاز المنتج من فتحات خروج مركبه على مسافة ١ م من سطح المياه ويزود غطاء المخمر بعدد من فتحات الصيانة والتي لا تقل عن فتحتين ويجب الا يقل قطر الفتحة عن ٠,٧٥ م وذلك لتسهيل أعمال الصيانة .
- بالنسبة لأحواض التخمر الكبيره والتي يزيد قطرها عن ٢٥م تزود بعدد أربع فتحات للصيانة على الأقل وتستخدم هذه الفتحات لفصل الخبث الطافي .
- قطر مواسير نقل الحمأه لا تقل عن ٢٠٠ مم وتتراوح سرعة الحمأه فى المواسير بين ١,٥ - ٢,٥ متر / ثانية .
- مواسير الغاز تكون من الحديد الزهر أو الحديد المجلفن أو الصلب المجلفن ويتم ربط المواسير بإستعمال الفلانشات اذا كان قطر الماسورة أكبر من ١٠٠ مم وفي حالة استخدام مواسير أقل من ١٠٠ مم يتم لحام المواسير، وتربط المواسير المدفونة تحت سطح الأرض بإستعمال وصلات ميكانيكية .

٢-٣ مخمر الحمأه الهوائي:

ويطبق عادة عند إستخدام نظام الحمأه المنشطة فى المعالجة البيولوجية فى محطات المعالجة الصغيرة (استخدام الحمأه المخلوطه من أحواض الترسيب الابتدائية والنهائية أو الحمأه الناتجة من احواض الترسيب النهائية فقط) ولكن يصعب استخدام هذا النظام لتخمير الحمأه الناتجة من

أحواض الترسيب الابتدائية فقط ويستخدم فى عملية التخمير نظام تهوية مضغوط والشكل رقم (٣-٣٨) يوضح مخمر الحمأة الهوائي.



الشكل رقم (٣-٣٨) مخمر الحمأة الهوائي

٢-٣-١ أسس التصميم:

- معدل التحميل السطحي : ٤-٦ م^٣ / م^٢ / يوم.

- عمق الحمأة بالخران : ٣-٦ متر.

- مدة المكث :

٢٥-٤٠ يوم عند درجة حرارة ٢٠°م.

- كفاءة تثبيت المواد العضوية = ٣٥-٤٥ %.

- كمية الأكسجين المستهلك = ١,٧ - ١,٩ جم أكسجين/جم مواد عضوية.

- معدل الطاقة المستخدم = ٢١ - ٣٢ كيلو وات / ألف م^٣ (حمأة معالجة)

- تركيز الأكسجين بمكونات المخمر = (١-٢) مجم / لتر .

٣- فصل المياه من الحمأة (Sludge Dewatering)

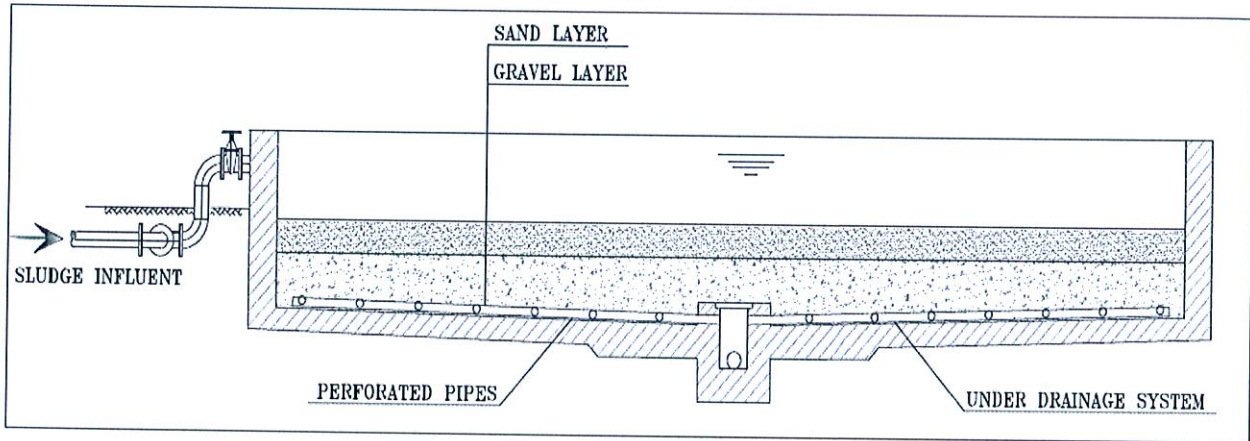
تحتوي الحمأة المخمرة على نسبة مياه تصل إلى حوالي ٩٠٪ لذلك تستخدم طرق أخرى لفصل كمية أكبر من المياه وزيادة تركيز الحمأة.

وتستخدم أحواض الرمال كطريقة لتجفيف الحمأة ويؤثر تواجد الشحوم والمواد الزيتية على كفاءة هذه العملية ، وفى حالة عدم توفر المساحة اللازمة لإنشاء أحواض التجفيف يجب تجهيز الحمأة كيميائياً وحرارياً ثم فصل المياه منها باستخدام الطرق الميكانيكية مثل مرشحات التفريغ الهوائى ونظام الطرد المركزي.

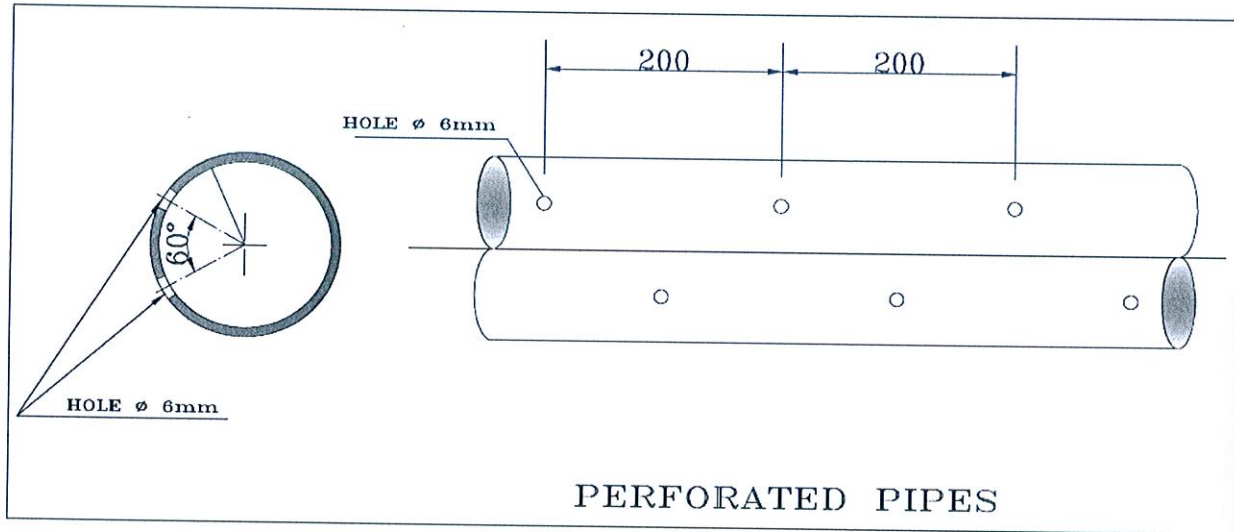
هذا مع العلم أن الظروف المناخية فى أنحاء البلاد تلائم نظام أحواض التجفيف والتي يمكن تشغيلها بصورة اقتصادية عند توافر الأرض اللازمة لإنشائها.

٣-١ أحواض تجفيف الحمأة:

يتم تجفيف الحمأة فى هذه الطريقة بطريقة الغمر بتوزيعها على أحواض بها طبقة من الرمل تعلو طبقة من الزلط وينشأ عن ذلك تسرب المياه الموجوده فى الحمأة خلال الطبقة الرملية بالإضافة إلى البخار و يوضح الشكل رقم (٣-٣٩) و (٣-٤٠) أحواض تجفيف الحمأة والمواسير المثقبة على الترتيب.



الشكل رقم (٣-٣٩) أحواض تجفيف الحمأ



الشكل رقم (٣-٤٠) المواسير المثقبة في أحواض التجفيف

٣-١-١ مكونات الوحدة:-

- طبقة الزلط : يبلغ عمق طبقة الزلط من ١٥ - ٣٠ سم ويكون الزلط متساوي الحجم من ٣-٦ مم ويوزع الزلط فوق شبكة تصريف المياه بارتفاع لا يزيد عن ١٥ سم للطبقة الواحدة.

- طبقة الرمل : يجب أن تكون طبقة الرمل نظيفه ويكون متوسط حجم حبيباته من (٠,٥ - ٠,٧٥ مم) ويتراوح عمق الطبقة الرملية بين ١٥ - ٣٠ سم ويجب تسوية السطح العلوي للطبقة الرملية.
 - شبكة الصرف : تنشأ شبكة الصرف من مواسير الفخار المزجج أو البلاستيك مع ترك الوصلات غير ملحومه وتكون ذات قطر يتراوح من ١٠٠ مم - ١٥٠ مم وتوضع هذه المواسير على مسافات متباعدة لا تزيد عن ٦ م.
 - حوائط الأحواض: تنشأ حوائط الحوض من الطوب أو الخرسانة بإرتفاع ٤٠ سم على الأقل فوق سطح الرمل.
 - قاع الأحواض : ينفذ قاع الأحواض من طبقة من الخرسانة العادية فى حالة وجود مياه الرش قريبة من منسوب سطح الأحواض وفى حالة كون مياه الرش بعيدة عن سطح الأحواض يكتفى بوضع طبقة من التربة غير المنفذة فى قاع الأحواض.
- ٣-١-٢ أسس التصميم:
- سمك طبقة الحمأ الواحدة يتراوح من ١٠ - ١٥ سم.
 - مدة المكث (الفترة الزمنية لطبقة الحمأ قبل غمرها بطبقة أخرى ٤-٧ أيام) حسب درجات الحرارة.
 - مساحة أحواض التجفيف تؤخذ ضعف المساحة التصميمية بغرض التجفيف وتفريغ الأحواض.
 - يتم إنشاء طرق بين الأحواض لزوم أعمال تفريغ وتحميل الحمأ.
 - مياه التصريف:
 - يجب اعاده مياه التصريف إلى أحواض الترسيب الإبتدائية.

٢-٣ فصل المياه بإستخدام المعدات الميكانيكية

(Mechanical Dewatering)

عند إستخدام المعدات الميكانيكية لفصل المياه من الحمأة لابد من إستخدام المواد المروية
(Coagulants) سواء كانت بوليمرية أو كيمياوية.

ويستخدم لذلك عدة طرق منها:-

- ١- مرشحات الحمأة التى تعمل بالتفريغ Vacuum filters.
- ٢- مرشحات الحمأة التى تعمل بالضغط (Filter press).
- ٣- جهاز الطرد المركزي (Centrifuge).

١-٢-٣ مرشحات الحمأة التى تعمل بالتفريغ: (Vacuum filters)

تتكون من اسطوانة دوارة مركب عليها نسيج ترشيحي (Filter media) يتم تصنيعه من
إحدى المواد الآتية:

- الصوف - التيل - اللباد - الألياف الصناعية - البلاستيك.
- شبكة من الصلب الغير قابل للصدأ.
- لفائف من اليايات الصلب الغير قابل للصدأ.

بالإضافة إلى الأجزاء الآتية:-

- مضخات التفريغ الهوائي .
- مضخات المياه المرشحة.
- مصائد الرطوبة.
- خزان المياه المرشحة.
- سير دوار (Belt conveyor) لنقل الحمأة بعد فصل المياه منها.
- شبكة مواسير وصمامات لنقل الحمأة والمياه المرشحة.

٢-٢-٣ مرشحات الحمأة التى تعمل بالضغط (Filter Press)

٢-٢-٣-١ مكونات الوحدة:

يحتوي المرشح الضاغط على مجموعة من الألواح المعدنية المربعة والمفرغة من الداخل ويتم تثبيت قطع من قماش الترشيح بين الألواح، ويتم وضع الحمأة فى الفراغات الموجودة بين الألواح وقماش الترشيح.

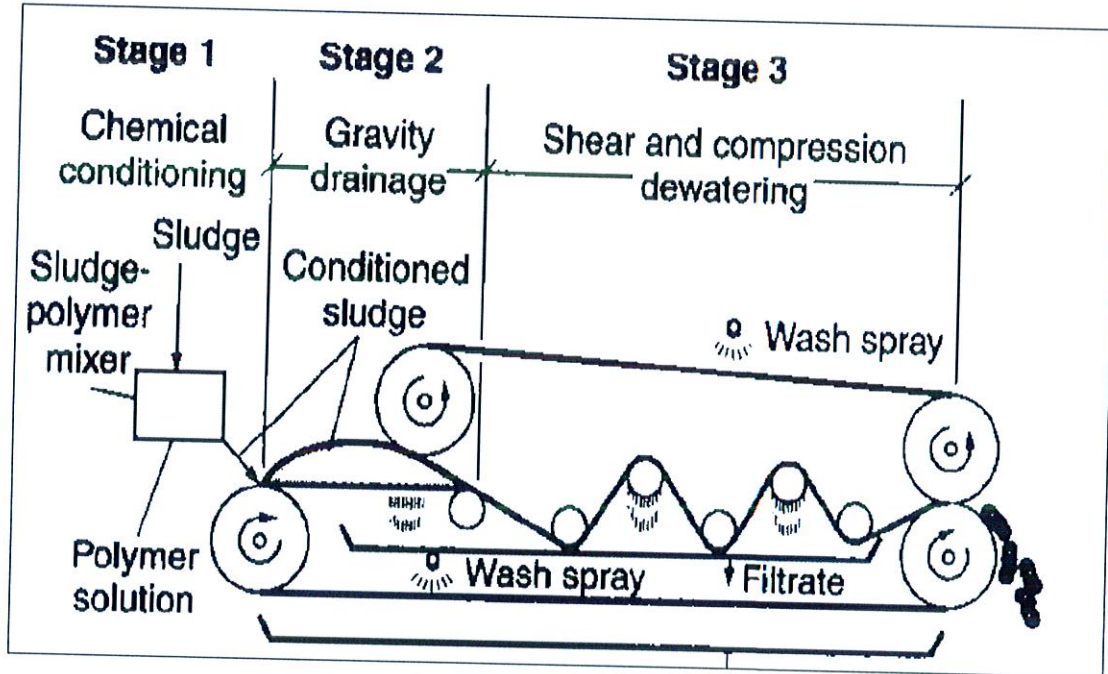
٢-٢-٣-٢ أسس التصميم:

- يعمل المرشح تحت ضغط يساوي ٤-١٢ كجم/سم^٢.

- زمن دورة التشغيل ١-٣ ساعة.

- نسبة الرطوبة بعد الترشيح حوالى ٧٠٪.

والشكل رقم (٣-٤٢) يبين مرشح الحمأة الذى يعمل بالضغط.



الشكل رقم (٣-٤٢) مرشح الحمأة الذى يعمل بالضغط.

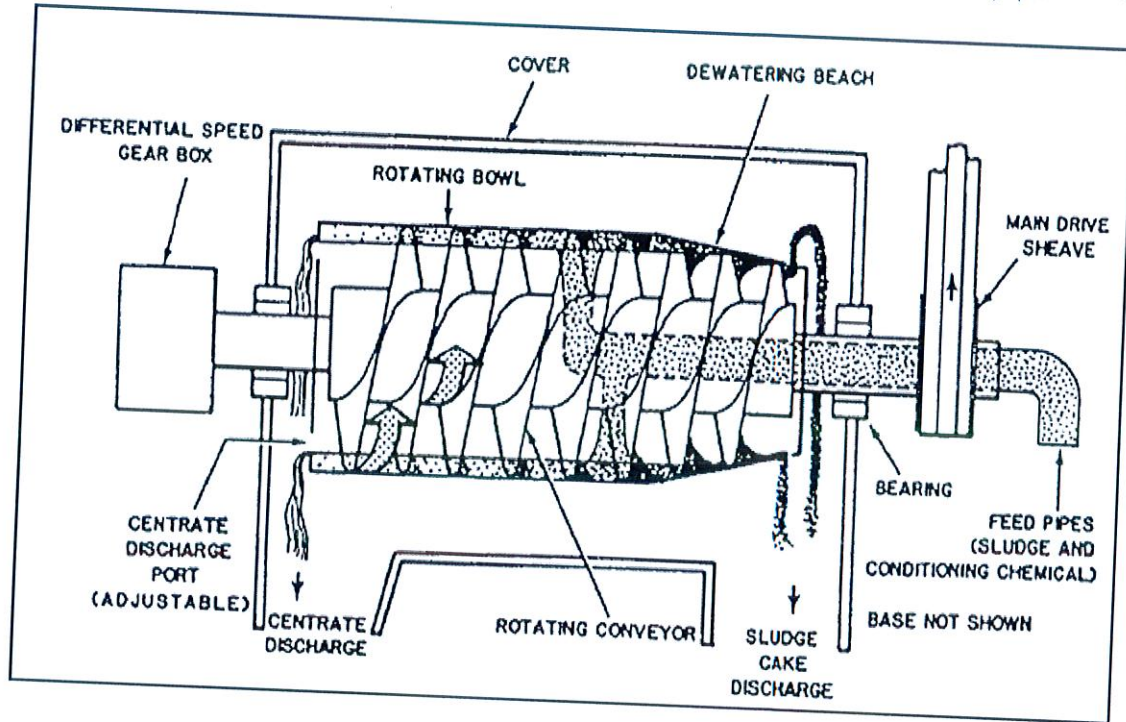
(Centrifuge)

٣-٢-٣ جهاز الطرد المركزي

يستخدم جهاز الطرد المركزي بكفاءة لتخفيض نسبة الرطوبة للحماة الناتجة الي حوالى ٧٠ %،
وتحتوي المياه المرشحة من أجهزة الطرد المركزي علي نسبة عالية من المواد الصلبة تزيد علي
نسبة المواد الصلبة في مياه الترشيح من أحواض التجفيف.

وينجم عن إعادة مياه الترشيح من نظام الطرد المركزي الي وحدات المعالجة الابتدائية زيادة في
تركيز المواد الصلبة العالقة في أحواض الترسيب الابتدائي وبالتالي يتسبب في زيادة تركيزها
أيضاً في المياه المعالجة.

والشكل رقم (٤٣-٣) يبين نظام نزح المياه ميكانيكياً بإستخدام قوي الطرد المركزي.



الشكل رقم (٤٣-٣) يبين نظام نزح المياه ميكانيكياً بإستخدام قوي الطرد المركزي.

الفصل الرابع التصميم الميكانيكي

١-٢ المصافي الميكانيكية

الغرض من المصافي الميكانيكية هو تخلص المخلفات السائلة من الشوائب العالقة أو الموجودة بها والتي يتم تنظيفها بصفة مستمرة عن طريق إمرار المخلفات السائلة خلال قضبان ذات مسافات بينية محددة طبقاً للتصميم الهيدروليكي لقنوات المصافي حيث تقوم هذه القضبان (الشبك) بحجز هذه الشوائب أمامها ويتم رفعها إلى خارج مجري المصافي بواسطة منظومة ميكانيكية.

وتتكون المصافي الميكانيكية من إطار يتم تثبيته داخل قناة التصفية يحتوي على قضبان حاجزة ويركب أعلى القضبان نظام ميكانيكي لتشغيل مشط تنظيف يقوم برفع الشوائب التي يتم حجزها أمام القضبان الحاجزة بصفة دورية طبقاً لطريقة عمل المصافي سواء كانت على فترات زمنية باستخدام مؤقت زمني أو عن طريق التحكم فى المناسيب أمام وخلف المصافي.

١-١-٢ أسس التصميم

هناك عوامل أساسية يجب مراعاتها قبل إختيار نوع (مصافى واسعة أو دقيقة) وتصميم المصافي الميكانيكية وهي:

- تحديد عمق مجري التصفية وعرضها وأقصى منسوب للمياه داخل المجري.
 - تحديد كميات التصرف الواردة للمصافي (تصرفات الذروة)
 - تحديد مناسيب التشغيل والايفاف للمصافي
 - تحديد مستوى التطبيق للمواد العالقة طبقاً للتصميم الهيدروليكي
- ويحدد نوع المصافي المستخدمة (تبعاً لزاوية ميل القضبان) وطبقاً لعمق مجري التصفية.

٢-١-٢ أنواع المصافي الميكانيكية

تنقسم المصافي الميكانيكية المستخدمة فى محطات المعالجة إلى نوعين رئيسيين وهما :

١- المصافي الواسعة Corse Screens

٢- المصافي الدقيقة Fine Screens

ويتفرع كلا من النوعين السابقين إلى عدة أنواع تبعاً لنظام حركة مجموعة التنظيف ووضع القضبان ويرجع الى ملاحق هذا المجلد - أعمال المعالجة للصرف الصحى - ملحق رقم (١) لمزيد من التفاصيل حول أنواع ومواصفات المصافي الميكانيكية

٣-١ التصميم الميكانيكي والكهربائي للمصافي

١-٣-١ يجب توافر الشروط الاتية عند تصميم المصافي الميكانيكية:

٢- مهمات أحواض التخلص من الرمال

١-٢ الغرض من مهمات أحواض التخلص من الرمال:-

هو كسح وتجميع ورفع الرمال المترسبة فى قاع قنوات الراسب الرملي حيث يتم التخلص من هذه الرمال بعد القيام بغسلها وتصفيتها من المياه المسحوبة معها.
ويتم تجميع الرمال عن طريق نظام ميكانيكي يختلف باختلاف تصميم الأحواض حيث يوجد نوعين رئيسيين:-

- أ- الأحواض الدائرية ويتكون النظام الميكانيكي فيها من قلاب لاحتداث حركة دوامية بهذه الأحواض تعمل على دفع الرمال إلى قاع الحوض حيث يتم سحبها والتخلص منها.
 - ب- الأحواض الطولية ويتكون النظام الميكانيكي فيها من كوبري متحرك يحمل زحافة سفلية لكسح الرمال المترسبة بالقاع فى إتجاه بئر التجمع ومنه يتم سحب الرمال بواسطة طلمبات رمال أو عن طريق نظام محابس تمهيداً للتخلص منها.
- وفى كلا النظامين قد يستخدم الهواء المضغوط المتولد عن طريق ضواغط هواء وذلك للتحكم فى سرعة المياه داخل الأحواض بأحداث الحركة اللولبية لتخليص الرمال من المواد العضوية العالقة بها (الشحوم والزيوت).

٢-٢ أسس التصميم:

- العوامل التى يجب مراعاتها عند تصميم مهمات أحواض التخلص من الرمال هي :
- تحديد عمق قنوات الرمال وعرضها وأقصى منسوب للمياه بداخلها.
 - تحديد التصريفات الواردة لقنوات فصل الرمال (تصريفات الذروة).
 - تحديد كميات الرمال المتوقعة وذلك لامكانية حساب سعة وأبعاد ووسيلة سحب الرمال من القاع سواء كانت عن طريق نظام مواسير ومحابس أو بواسطة طلمبات رفع.
 - تحديد نوع أحواض فصل الرمال (دائرية أو مستطيلة).

٣-٢ شروط التصميم :-

يتم مراعاة الشروط الآتية عند تصميم مهمات أحواض فصل الرمال.

- يصمم كوبري الزحافة على حمل فى حدود ٥٠٠ كجم/م^٢ بالإضافة إلى متطلبات التشغيل (الأحمال الناتجة عن المعدات المركبة على الكوبري).
- تدار عربتي الجر للكوبري (فى حالة الأحواض المستطيلة) بواسطة محركات كهربية مستقلة لكل عربة بينها إتصال كهربى للعمل والوقوف معاً أو بمحرك واحد يتصل بكل من العربتين عن طريق قضيب التواء torsion bar لنقل الحركة لكلا العربتين
- الكاسحات السفلية يمكن ضبطها ذاتياً طبقاً لميل قاع القنوات وتعمل هذه الكاسحات بحيث يمكن تجميع الرمال بكفاءة من كل مساحة أرضية الحوض ودفعها إلى بئر التجمع فى نهاية الحوض فى حالة الأحواض المستطيلة وإلى مركز الحوض فى حالة الأحواض الدائرية.
- الحركة الفعالة للزحافة تكون خلال مشوار التحرك الأمامي للعربة فى إتجاه بئر التجميع (فى حالة الأحواض المستطيلة) وترفع الزحافة أتوماتيكياً عن قاع القنوات فى مشوار الرجوع.
- تزود قنوات فصل الرمال بهدارات قابلة للضبط وحاجز للخبث والزيوت الطافية .
- تزود كوبرى الزحافة بلوحة تحكم من النوع المقاوم للعوامل الجوية الذي يركب خارج المباني out door مزودة بالحمايات اللازمة ضد زيادة الحمل وقصر الدائرة .
- يكون تشغيل الزحافات أتوماتيكياً عن طريق مؤقت زمني يحدد وقت ومدة التشغيل (١٠-١٥ دقيقة) على مدى اليوم وعلى أن يزود الكوبري فى حالة الأحواض المستطيلة بعاكس لاتجاه السير عند وصوله إلى نهاية مشوار الكسح.
- وبالإضافة إلى ذلك فإن التشغيل يمكن أن يتم يدوياً وبحيث تقف الزحافة ذاتياً بعد إنتهاء دورة تشغيل كاملة (ذهاب وعودة).
- تزويد كوبرى الزحافة بالتيار الكهربى عن طريق كابل معلق مرن محمول على ركائز على طول جانب الكوبري أو عن طريق بكرة كابل تدار كهربياً ترتبط حركتها مع حركة الكوبري (لا يسمح بإستخدام الزنبرك).
- يجب أن يرتبط تشغيل طلمبات رفع الرمال (فى حالة إستخدامها) بحركة كوبري الزحافة حيث تعمل الطلمبات أتوماتيكياً عند وصول الزحافة إلى ثلثي مشوار الكسح.
- يجب أن تشمل مهمات فصل الرمال على وسيلة فعالة لغسيل الرمال المجمعة (washing) بعد رفعها من الأحواض وكذلك وسيلة للتخلص من المياه الموجوده معها (أنظر الملحق).
- فى حالة إستخدام الهواء المضغوط فى قنوات فصل الرمال المهواة aerated grit chambers فإن كمية وضغط الهواء المطلوب من ضواغط الهواء يجب تحديده بمعرفة المصمم الهيدروليكي ،

ويفضل أن تكون مواسير دخول الهواء للأحواض ذات إتصال مفصلي بالخط الرئيسي القادم من
الضواغط لامكان رفعها من القنوات لإجراء الصيانة وإعادتها للعمل دون الإخلال بعمل هذه القنوات.

٢-٤ متطلبات التصنيع

تراعى المتطلبات الآتية عند تصنيع مهمات قنوات فصل الرمال

- يزود كوبري الزحافة فى الأحواض الطولية بعدد ٢ عربة جر transition trolleys لكل منها أربعة
عجلات إثنين منها متصلة بحركة وحدة الإدارة والإثنين الآخرين تابعة لها ، وتغلف هذه العجلات
بمادة مقاومة للإحتكاك.

- يجب ألا يقل عرض ممشي كوبري الزحافة عن ٧٥٠مم.

- يزود الكوبري بدرابزين على الجانبين من قطاعات الصلب المجلفن أو الألومنيوم بإرتفاع لا يقل عن
١ متر ويتم الربط بين القطاعات بنهايات جميع stanchions ولا يسمح باللحام ويتم تثبيت
الدرابزين بجسم الكوبري عن طريق مسامير الربط

- يزود كوبري الزحافة بعجلات دليل Guide Wheels على جانبي القنوات لمنع الإنزلاق فى أي من
الاتجاهين فى المستوي الأفقي.

- تزويد أسلحة الزحافة السفلية بشرائح تأكل من الكاوتش القابل للأستبدال عند البري أو التآكل بسمك
لا يقل عن ٨مم وتثبت على حافة سلاح الزحافة بواسطة خوصة صلب قابلة لل فك ويجب الأخذ فى
الاعتبار إمكانية إعادة ضبط الشرائح لمقاومة التآكل.

- يزود كوبري الزحافة بكاسحة علوية لكشط الشحوم الطافية مركبة على جانب الحوض تكون مزودة
أيضاً بشرائح كاوتش.

- تزويد الكباري بمانع إنزلاق للقدم على جانبي الممش بإرتفاع لا يقل عن ١٠٠مم.

٢-٥ الخامات التى تصنع منها مهمات أحواض فصل الرمال.

- الهيكل المعدني لكوبري الزحافة وأذرع التعليق من الصلب الكربوني ومعالج ضد العوامل الجوية أو بإستخدام
الجلفنة على الساخن او من الصلب الغير قابل للصدأ ٣١٦ ل.

- الكاسحات السفلية والعلوية تصنع من ألواح الصلب المجلفن بسمك لا يقل عن ٤مم وطبقة الجلفنة لا تقل عن
٢٥٠ ميكرون او من الصلب الغير قابل للصدأ تحدد درجته حسب التحليل الكيماوى للمخلفات السائلة.

- هدارات الخروج وحاجز الخبث من ألواح الصلب الغير قابل للصدأ تحدد درجته حسب التحليل الكيماوى للمخلفات
السائلة.

- جميع المسامير والصواميل والبنوز وشرائح الضبط والتثبيت تكون مصنعة من الصلب الغير قابل للصدأ يحدد درجته ونوعه طبقاً لظروف التشغيل.

٣ مهمات أحواض الترسيب

الغرض من مهمات أحواض الترسيب هو كسح وتجميع وسحب المواد الصلبة التى يتم ترسيبها وتجميعها فى قاع الأحواض ويتم تجميع هذه الرواسب بواسطة كاسحات سفلية معلقة تقوم بكسح مسطح قاع حوض الترسيب سواء عن طريق الحركة الدائرية فى أحواض الترسيب المستديرة الشكل أو عن طريق الحركة الطولية فى أحواض الترسيب المستطيلة الشكل ويتم سحب الرواسب المتجمعة (الحماء) بواسطة مواسير مثبتة فى قاع الحوض تنتهي الى محابس للتحكم فى كمية الحماء المستخرجة.

كما أن أحواض الترسيب قد ينتج عنها تعويم المواد الزيتية والشحوم الموجودة فى المخلفات السائلة (كما هو فى أحواض الترسيب الابتدائى) حيث يتم كسحها بواسطة الكاشطات العلوية التى تقوم بتجميع هذه المواد العائمة (الخبث الطافي) فى قمع تجميع ينتهي الى ماسورة تصب فى بئر الرواسب. وتتكون مهمات أحواض الترسيب أساساً من كوبري ثابت أو متحرك يحمل زحافات مثبت بها كاسحات سفلية وعلوية حيث تتم إدارة الزحافات مركزياً Central drive فى حالة الكوبري الثابت أو بإدارة طرفية Peripheral drive للكوبري المتحرك بالنسبة للأحواض المستديرة أو تتم حركة الكوبري طولياً بالنسبة للأحواض المستطيلة .

كما تستخدم الزحافات الدائمة الحركة Flight type والتى تثبت على جنزير متحرك عن طريق وحدة إدارة مثبتة بنهاية وبداية حوض الترسيب بالنسبة للأحواض المستطيلة. كما تشتمل مهمات أحواض الترسيب على هدارات لضبط منسوب خروج المياه من الأحواض بالإضافة الى محابس الدخول ومحابس سحب الحماء ووسائل التحكم والحماية لتشغيل الزحافات والمحابس.

٣-١ أسس التصميم

٣-١-١ العوامل التى يجب مراعاتها عند التصميم هي:

- تحديد قطر الأحواض (فى حالة الأحواض المستديرة) أو أبعادها (فى حالة الأحواض المستطيلة) وكذلك عمق الأحواض والارتفاع الاقصى للمياه داخل الأحواض وميول الارضية لها.
- تحديد كميات التصريف الواردة للأحواض.
- تحديد مناسيب خروج المياه من الأحواض.

- تحديد كميات الحماء الناتجة وأسلوب سحبها. (متقطع أو مستمر)
- تحديد كميات الخبث من الشحوم والزيوت (فى حالة أحواض الترسيب الابتدائى)

٢-٣ أنواع أحواض الترسيب

تنقسم أحواض الترسيب الى نوعين :

- أحواض مستديرة : وهذه بدورها تنقسم الى أحواض ذات كوبري ثابت أو كوبري متحرك.
- أحواض مستطيلة : وتكون ذات زحافات معلقة على كوبري متحرك أو زحافات طائرة (Flight) مثبتة على جنزير يتم إدارته عن طريق مجموعة حركة مثبتة على الأحواض.

٣-٣ شروط التصميم

- يجب ألا يقل تقدير الحمل الحي Live Load التصميمي لكوبري الزحافة عن ٣٥٠ كجم/م^٢.
- يجب أن يكون تصميم الكاسحات السفلية بحيث يمكن كسح الحماء المترسبة فى كامل قاع الحوض فى كل دورة من دورات الزحافة فى إتجاه حيز التجميع.
- يجب أن يكون تثبيت أذرع تعليق الزحافة عن طريق مفصلات تسمح بأرجحة حرة لهذه الأذرع لموائمة حركتها مع الكاسحات السفلية على قاع الحوض وذلك لتعويض عدم الانتظام الذي قد يوجد فى أرضية الحوض.
- يجب أن يكون صندوق (قمع) تجميع الخبث الطافي ذو حركة أوتوماتيكية مع الكاسحة العلوية بحيث تسمح بخروج كمية مناسبة من المياه مع الخبث لعمل غسيل للقمع وماسورة الخروج Down Flushing
- يجب أن تكون مجموعة الحركة للزحافة من النوع المقاوم للعوامل الجوية ذات درجة تقفيل IP65
- تكون السرعة الخطية لعربة جر كوبري الزحافة (فى حالة الكباري المتحركة) فى حدود من ٠,٠٣ إلى ٠,٠٥ متر / ثانية.
- يجب ألا يقل عرض مشي كوبري الزحافة عن ٦٠٠ مم.
- يجب ألا يقل إرتفاع سلاح الكاسحة السفلية أو العلوية عن ٣٠٠ مم.
- تكون هدارات الخروج قابلة للضبط فى الاتجاه الرأسى فى حدود ± ٥٠ مم وتصنع على شكل حرف V (أسنان المنشار)
- يجب تزويد الكباري والزحافات بلوحة تحكم تحتوي على وسائل الحماية اللازمة ضد زيادة الحمل وذات درجة تقفيل IP65 مقاوم للعوامل الجوية.

٣-٤ متطلبات التصنيع

تتبع المتطلبات الآتية عند تصنيع مهمات أحواض الترسيب :

- تحمل الكاسحات السفلية على مجموعة عجلات دوارة مصنعة من النيوبرين أو البولي إيثيلين تعمل على محور من الصلب الغير قابل للصدأ وبحيث تكون الكاسحة محملة أمام العجلات.
- ويتم تثبيت هذه العجلات بأذرع الزحافة عن طريق مسامير الرباط . وفى بعض الحالات يمكن تثبيت الكاسحات بأذرع التعليق مباشرة (عن طريق مسامير الرباط أيضا) وبحيث تعمل الكاسحات تحت وزنها.
- تزود الكاسحات السفلية بماسحة من المطاط الطبيعي أو الصناعي على المقاومة للاحماض بسمك لا يقل عن ٨ مم تثبت على حافة سلاح الكاسحة بمسامير الرباط مع وجود شريحة صلب للتثبيت.
- تزود الاحواض بمجموعات فرش دوارة تعلق من كوبري الزحافة - لتنظيف هدارات الخروج وقناه المخرج وتدار هذه الفرش كهريا وتصنع من مادة ذات مقاومة عالية للتآكل .
- تزود كبري الزحافات بدرابزينات على طول الكوبري بارتفاع لا يقل عن ١ متر فوق منسوب الممشي.
- يزود كوبري الزحافات بمانع إنزلاق للقدم على جانبي الممشي بارتفاع لا يقل عن ١٠٠ مم.
- يستخدم فى تثبيت الدرابزين بالهيكل الرئيسي لكوبري الزحافة مسامير الرباط ولا يسمح باللحام.
- تكون هدارات الخروج حاكمة تماما ضد تسرب المياه بينها وبين جدران الحوض عن طريق استخدام شرائح مطاطية تثبت بينها وبين الجدران بسمك لا يقل عن ٤ مم.
- تزود أحواض الترسيب الابتدائي بحائل خبث Scum Board يثبت على بعد حوالي ٥٠٠ مم من حافة الحوض ولا يقل إرتفاع الحائل عن ٣٠٠ مم ويكون قابلا لضبط منسوبه فى الاتجاه الرأسى فى حدود ± ٧٥ مم.
- فى حالة احواض الترسيب المستديرة يتم تثبيت كوبري الزحافة (من النوع المتحرك) محوريا عند مركز الحوض بواسطة كرسي إرتكاز محوري له القدرة على إمتصاص الصدمات الناتجة عن عدم إنتظام المنسوب الافقى لمسار عربة الحركة للكوبري على حافة الحوض وكذلك الإنحناء الذى يحدث فى هيكل الكوبري نفسه فى حدود ١,٥ درجة.
- يجب أن يكون كرسي الارتكاز المحوري لكوبري الزحافة (فى حالة الكوبري المتحرك) مغلق تماما ومضاد لنفاذ الأتربة والشوائب ودخول المياه.

- يتم تغذية مجموعة الحركة لكوبري الزحافة بالتيار الكهربى عن طريق حلقات إنزلاق من النوع المغلق تماماً تحمل على المحور المركزى للكوبرى فى حالة الأحواض المستديرة وعن طريق بكرة كابل محملة على الكوبري ومزودة بمحرك ادارة مرتبط بحركة الكوبري لفرد ولم الكابل الكهربى مع حركة الكوبري ذهاباً وعودة فى حالة الاحواض المستطيلة .
- تكون مجموعة محابس سحب الحماء من الأحواض مكونة من محبس سكينى ومحبس تلسكوبى هيدروستاتيكي ومحبس دفع على التوالي.

٣-٥ الخامات التى تصنع منها مهمات احواض الترسيب :

- الهيكل المعدني لكوبري الزحافة وأذرع التعليق والدرابزينات والمشايات تصنع من الصلب العالى الجودة والمعالج ضد العوامل الجوية باستخدام الدهانات المناسبة طبقاً لما سيرد ذكره أو باستخدام الجلفنة على الساخن.
- الكاسحات السفلية والعلوية تصنع من الصاج المجلفن بسمك لا يقل عن ٤ مم وطبقة الجلفنة لا تقل عن ٢٥٠ ميكرون.
- هدارات الخروج وحواجز الخبث تصنع من الصلب الغير قابل للصدأ بسمك لا يقل عن ٤ مم أو الألومنيوم عالى الجودة بسمك لا يقل عن ٦ مم طبقاً لما يقرره المصمم وحسب التحليل الكيميائى للمخلفات السائلة المعالجة.
- جميع المسامير والصواميل والبنوز وشرائح الضبط والتنبيت تكون مصنعة من الصلب الغير قابل للصدأ ويحدد طبقته ونوعه طبقاً للظروف المعرض لها أثناء التشغيل.

٤ مهمات أحواض التهوية السطحية (وحدات التهوية السطحية)

الغرض من وحدات التهوية السطحية Surface aerators هو مد المخلفات السائلة الموجودة بأحواض التهوية بالأكسجين المطلوب طبقاً للكميات المحددة بالحسابات التصميمية لهذه الأحواض ، وذلك عن طريق خلط الهواء الجوي الملامس للسطح بهذه السوائل بواسطة إحداث حركة دورانية على سطح السائل تقوم بسحب الهواء الجوي إلى داخل السائل وفي نفس الوقت تعمل مروحة وحدات التهوية (التريينية) كمضخة لنشر السائل فى منسوب أعلى من مستوي السطح العلوي حيث يحدث تلامس بين جزئيات السائل والهواء الجوي المحيط به مما يؤدي إلى إمتصاص الأكسجين ويتم التحكم فى كمية الأكسجين المضاف عن طريق تغيير منسوب الغمر لهذه التريينات.

٤-١ المكونات

وتتكون أساساً من وحدات تهوية سطحية ذات مروحة impeller مفتوحة (تريينة) تقوم بأحداث التقليل والضخ للمخلفات السائلة عن طريق الحركة الدورانية التى تأخذها عن محركات كهربية متصلة بها بواسطة مخفضات سرعة للوصول إلى السرعة المقننة لها ، وتشمل هذه المهمات كذلك هدارات التحكم فى منسوب السائل داخل الأحواض والتى يتم تشغيلها يدوياً أو أوتوماتيكياً وذلك لخفض أو رفع مستوي سطح السائل وبالتالي منسوب الغمر لتريينات وحدات التهوية أو استخدام محركات متغيره لسرعه باستخدام Variable Frequence drive vfd المذاب فى نهايه الخروج للأحواض طبقاً للتصرفات الوارده ونسبه الأكسجين المذاب المطلوب.

٢-٤-١-٢ العوامل التى يجب مراعاتها عند التصميم هي:-

- تصرف المخلفات السائلة .
- الحمل العضوي .
- كمية الهواء (الأكسجين) المطلوب إضافتها طبقاً لنوع المعالجة المطلوب.
- عدد وحدات التهوية السطحية بكل حوض.
- أبعاد أحواض التهوية.
- توزيع وحدات التهوية السطحية داخل الحوض

٢-٤-١-٣ شروط التصميم

يجب مراعاة الشروط الآتية عند تصميم مهمات أحواض التهوية السطحية.

- يجب أن تعطي التهوية خلط جيد وتقليب تام لمحتويات الحوض وتوزيع كامل للهواء المحمل بالأكسجين خلال محتويات الحوض من المخلفات السائلة وذلك عن طريق الآتي:
- العلاقة بين قطر ترينة (مروحة) وحدة التهوية وعرض حوض التهوية وتكون النسبة بينها فى حدود من ٥-٧ .
- لا تقل القدرة النوعية Specific power عن ٤٠ وات لكل متر مكعب من حجم المخلفات السائلة الموجودة بالحوض.
- أن تكون التربينات من النوع منخفض السرعة (لا تزيد عن ٦٠ لفة / الدقيقة).
- السرعة الدوامية للمياه عند أى نقطة فى الحوض يجب ألا تقل عن ٠,٣ متر / ثانية.
- تتكون التريينة من مروحة على شكل مخروط مقلوب له أسلحة Blades موجهه قطرياً من حذبه Bass مركزية وتمتد خارجياً عبر المخروط حتي الحافة ويمكن أن تشكل المروحة على هيئة أنابيب تعمل على ضخ المياه من داخل إلى خارج التريينة .
- يجب أن تكون التريينة (مجموعة العضو الدوار بالكامل) متزنة إستاتيكيّاً وديناميكياً لضمان التشغيل المستقر وعدم إهلاك كراس الارتكاز لوحدة التهوية.

٢-٤-١-٤ متطلبات التصنيع

- يجب مراعاة الشروط الآتية عند تصنيع وحدات التهوية.
- تزويد وحدات التهوية بوسائل ضبط المستوي لإمكانية عمل ضبط منسوب Leveling الوحدة.
- يربط العضو الدوار (المروحة) بعامود الإدارة عن طريق وصله إتصال (كوبلنج) بالفلنشات ويثبت بعدد كاف من المسامير طبقاً لحسابات العزم للمجموعة.
- يكون عامود الإدارة ذو قطاع مناسب لنقل القدرة المطلوبة بدون إحتمال حدوث الموجات او إهتزازات أثناء التشغيل.
- وحدات تخفيض السرعة (صناديق التروس) تكون من النوع ذات التروس اللولبية Helical gears المصممة للتحميل الرأسي.
- تعمل تروس وحدة تخفيض السرعة داخل حمام زيتي وتستند على محاور مصمته Stub shafts مرتكزة على نقاط إرتكاز (كراس محور) رولمانات بلي وبلح .

- كراسى الدفع تكون ذات سعة كبيرة لتحمل وزن التربة بالإضافة إلى أى حمل هيدروليكي ناتج عن التشغيل ويستعمل فى ذلك الكراسى ذات النوع المركب (journal / thrust) أو رولمانات بلي البلح المسلوب Taper roller
- تكون وحدة صندوق التروس مقاومة للعوامل الجوية ويكون لها محبس لمنسوب الزيت وطبة لسحبها (تفريغ) وأنبوب تنفيث ومبين منسوب زجاجي.
- جميع التروس والكراسى البلي تصمم لعمر افتراضي لا يقل عن ١٠٠٠٠٠ ساعة وصالحة للتشغيل المستمر ٢٤ ساعة تحت الظروف الجوية القارية Tropical conditions ويؤخذ معامل الخدمة Service Factor لصندوق التروس بما لا يقل عن ضعف قدرة المحرك.
- تدار وحدات التهوية بمحرك كهربى عالى العزم مغلق تماماً يبرد بال مروحة TEFC ومقاوم للعوامل الجوية IP65.
- يجب أن تزيد قدرة المحرك بمقدار ٣٠٪ على الأقل عن أقصى قدرة ممتصة على عامود التربة عند الغمر الكامل لها.
- تصمم أبعاد هدارات الخروج بحيث تسمح بمرور أقصى تصرف وبحيث يمكن عن طريقها التحكم فى مناسيب سطح المياه داخل الحوض.
- تدار الهدارات كهربياً (مع إمكانية التشغيل اليدوي) وتزود بمبين وضع position indicator وقد يعمل الهدار أتماتيكياً عن طريق التحكم فى المنسوب طبقاً للإشارة الواردة من أقطاب قياس الأكسجين المذاب فى نهاية الخروج من الاحواض.
- وحدات التحكم الخاصة بتشغيل وحدات التهوية تكون من النوع المقاوم للعوامل الجوية ومزودة بوسائل الحماية ضد زيادة الحمل وقصر الدائرة.
- تزود وحدات التهوية بازرار وقف طوارئ Emergency stop من النوع ذو المزلاج Latch - off تركيب على الأحواض.

٢-٤-١-٥ خامات التصنيع لمهمات التهوية السطحية على النحو التالي:

- جميع الأجزاء الصلب المستخدمة فى مهمات التهوية السطحية تكون معالجة خصيصاً ومدهونة بمادة مقاومة للتآكل ومضادة لتأثير المخلفات السائلة الخام المخمرة جزئياً Partially Septic .
- عامود الإدارة للتربة يصنع من الصلب غير القابل للصدأ ذو درجة ونوعية مناسبة للتعامل مع السوائل الخام طبقاً للتحليل الكيميائي لها.

- تصنع التروس والمحاور الخاصة بصندوق التروس من صلب عالى الشد

Case hardened High tensile steel المقسي

- يكون جسم صندوق التروس من الحديد الزهر.
- تصنع هدارات الخروج للأحواض من الصلب غير القابل للصدأ وتحدد درجته طبقاً للتحاليل الكيميائية.
- جميع المسامير والصواميل المستخدمة تكون من الصلب غير القابل للصدأ أو يسمح باستخدام المسامير المجلفنة فى الأجزاء غير المغمورة بالمياه.

٤-٢ مهمات التهوية باستخدام وحدات حقن الهواء

(Air Ejection high Speed Jet Aerators)

٤-٣ مهمات التهوية باستخدام الهواء المضغوط

ويرجع الى ملاحق هذا المجلد - اعمال معالجة الصرف الصحى - ملحق رقم (٤) لمزيد من التفاصيل حول أنواع ومواصفات مهمات احواض التهوية

٥ - مهمات أحواض تركيز الحمأة Sludge Thickener Equipment

٢-٥-١ الغرض من مهمات تركيز الحمأة:-

فصل المياه المحيطة بالمواد الصلبة (الحمأة) وذلك لمساعدتها على الترسيب رأسياً مع كسح وتجميع الحمأة المركزة المترسبة بقاع الأحواض حيث يتم سحبها عن طريق نظام مواسير ومحابس إلى غرفة تجميع ومنها إلى مكان معالجة الحمأة . ونظراً لطبيعة ونوعية الحمأة المركزة الناتجة من هذه الأحواض والتي تميل إلى سرعة التجلط والالتصاق وإحداث الانسداد فى المواسير الحاملة لها ، فإنه يجب تقصير مسارتها ما أمكن فى حالة إستخدام خطوط مواسير بالإنحدار الطبيعي ويفضل اللجوء إلى إستعمال المضخات الموجبة الإزاحة Positive Displacement فى رفعها إلى أماكن معالجة الحمأة ويتم التحكم فى المياه ودرجة تركيز الحمأة المترسبة عن طريق تحديد فترات وتوقيتات السحب للحمأة المركزه.

٢-٥-٢ المكونات

كوبري ثابت يصنع من الخرسانة كجزء من المنشأ الخرساني للحوض أو من قطاعات الصلب التى يتم إرتكازها على أطراف الحوض ويحمل الكوبري مجموعة من الأذرع الرأسية الثابتة ومجموعة أخرى متحركة متصلة بمركز الإدارة بالحوض للتقليب والكسح حيث يتم تحريكها عن طريق إدارة مركزية من وحدة إدارة مكونه من محرك كهربى ومخفض سرعة (صندوق تروس) ومحور دوران مركزي . وتشتمل مهمات تركيز الحمأة على هدارات لضبط منسوب الخروج للمياه المنفصله عن الرواسب (Supernatant) بالإضافة إلى محابس الدخول والخروج ووسائل التحكم والحماية فى التشغيل.

٣-٥ العوامل الواجب مراعاتها عند تصميم المهمات الميكانيكية لأحواض التركيز

- أبعاد الأحواض.
- مدة المكث.
- الحجم الفعال للحوض.
- كميات التصريفات الواردة.
- معدل المواد الصلبة على سطح الحوض.
- تركيز الحمأة المتوقع فى أسفل الحوض (طبقاً لنوع الحمأة)

٥-٤ شروط التصميم

- تنشأ كباري أحواض تركيز الحمأة (فى حالة الكباري الصلب) من قطاعات مناسبة من الصلب الكربوني بحيث تغطي كامل قطر الحوض (كوبري كامل) ومصمم لحمل منتظم ٢٥٠ كجم/م^٢ بالإضافة إلى متطلبات التشغيل لهذه الكباري .
- مجموعة التقلاب والكسح Raking & Scraping mechanism تحمل أسفل الكوبري بواسطة مفصلات كروية دورة rotary ball joints .
- تزود مجموعة الإدارة بحماية ضد التحميل الزائد.
- يثبت العمود المركزي عن طريق الفلانشات بوحدة الإدارة المركزية إلى جهاز الدوران الكروي rotary ball device للكوبري وقد يكون على هيئة إسطوانة داخلية دوارة.
- محرك وحدة الإدارة يكون ذو قدرة تزيد ٥٠٪ عن القدرة المطلوبة لتحريك مجموعة الزحافة ويكون من النوع المغلق المضاد للعوامل الجوية.
- وحدة الإدارة للكوبري تحمل عند مركز الكوبري وتكون ذات صندوق تروس محكم الغلق ذو غلاف من الحديد الزهر ويدار الكوبري بوحدة إدارة واحدة أو إثنين حسب التصميم الميكانيكي لمحور الارتكاز.
- يتم تغذية وحدة الإدارة بالتيار الكهربى عن طريق كابلات أرضية.

٥-٥ متطلبات التصنيع

- عرض ممش الكوبري لا يقل عن ٧٥٠ مم ويغطي بأغطية شبكية.
- يزود الكوبري بدرابزين مزدوج على جانبيه يتم تجميع أجزائه عن طريق وصلات إرتباط (لا يسمح باللحام) وبقطاعات مناسبة.
- لا يقل إرتفاع الدرابزين عن ١٠٠ مم فوق مستوي الممشي.
- تتصل نهايات التوصيل للدرازين بهيكل الكوبري نفسه وتثبيت عن طريق مسامير الرباط ولا يسمح باللحام.
- أسلحة الزحافة السفلية (الأرضية) تزود بشرائح تأكل مطاطية قابلة للتغيير والضبط وذات سمك لا يقل عن ٨ مم وتثبت الشرائح فى حدود ٤٠ مم من حافة سلاح الزحافة عن طريق خوصة صلب تربط بالمسامير ولا يقبل اللحام أو الكبس .

- يركب على الكوبري وحدة تشغيل وإيقاف (لفصل تيار التغذية) لإستخدامها فى الطوارئ وتكون من النوع المقاوم للعوامل الجوية.
- يصنع هدار الخروج على شكل مسنن V - notched ويزود بشرائح حاكمة للتسرب من المطاط بسمك لا يقل عن ٤ مم بحيث تكون المجموعة حاكمة ضد تسرب المياه بينها وبين السطح الخرساني.
- يسمح بضبط هدار الخروج رأسياً فى حدود ± 35 مم من مستوي الأصل.
- تزود الأحواض بنظام لتنظيف الهدرات وقناة المخرج تتكون من أكمام (فرش) Breeches تدار كهربياً او مضغطة Spring Loaded.

٥-٦ خامات التصنيع

- الهيكل المعدني للكوبري والأذرع الدوارة والعامود المركزي تصنع من الصلب الكربوني المعالج لمقاومة العوامل الجوية طبقاً للمواصفات القياسية المعتمدة.
- الكاسحات الأرضية وأذرع التقليل تصنع من الصلب المجلفن ولا يقل سمك الجلفنة عن ٢٥٠ ميكرون.
- هدارات الخروج تكون من ألواح الصلب غير القابل للصدأ بسمك لا يقل عن ٤ مم وتحدد درجة ونوع الخامة حسب التحليل الكيميائي للمخلفات الموجودة بالأحواض ونوع مناسب لظروف التشغيل.

٦ ظلمبات الأعادة الحلزونية Screw Pumps

٦-١ الغرض من إستخدام ظلمبات الأعادة

الإستفادة من الحماء المنشطة الناتجة من أحواض الترسيب النهائي بإعادة رفعها إلى أحواض التهوية أو إلى أحواض الترسيب الإبتدائي.

ويأتي إستخدام الظلمبات الحلزونية للصفات التى تمتاز بها عن الأنواع الأخرى من الظلمبات نتيجة قدراتها على تكييف التصريفات الخارجة منها مع إختلاف منسوب المياه الموجودة ببيارة السحب. وتتكون الظلمبات الحلزونية من :-

ملف بريمي Helical Winding ملفوف على سطح إسطوانة القلب المفرغة وتسمى هذه التركيبة ما يعرف بالحلزون Screw . يتم تثبيت الحلزون من أعلى وأسفل عن طريق كراسي إرتكاز ويدار الحلزون بواسطة محرك كهربى ووحدة تخفيض للسرعة.

٦-٢ ويجب توافر الشروط الآتية فى تصنيع هذه الظلمبات

- تكون الأسلحة المكونة للحلزون من ألواح صلب تلحم على أسطوانة مركزية مفرغة ويتم تشكيل الحافة الخارجية لهذه الألواح لملائمة حجم وشكل القلب الأسطواني .
- تزود نهايات الاسطوانة المركزية بألواح نهاية مانعة لتسرب الماء وبها نتوءات تثبيت كراسي الإرتكاز.
- تستند النهاية العلوية للإسطوانة المركزية على كراسي إرتكاز من رولمانات البلي من Thrust and Radial ball ويكون ذو غلاف من الحديد الزهر ويجهز الكرسي للتثبيت على قاعدة خرسانية متينة.
- تستند النهاية السفلية للإسطوانة المركزية على كراسي إرتكاز من النوع ذو الجلب Journal bearing داخل غلاف من الحديد الزهر محمل على وصلة دورانية Swivelling Trunion مجهزة على لوح تثبيت يركب بالخرسانة المسلحة وبحيث يمكن تغييره دون إحداث إرتباك فى تركيب الحلزون نفسه.
- يكون الكرسي السفلي محكم ضد تسرب الماء وذو ضبط ذاتي Self-aligning ويتم تزييته أتوماتيكاً عن طريق وحدة تزييت مستقلة تربط بجوار وحدة الإدارة للظلمبة.
- تدار الظلمبة الحلزونية بواسطة محرك كهربى من النوع المقفل المبرد عن طريق مروحة TEFC ذو عزل مناسب للمناطق القارية Tropical

- يتصل المحرك بوحدة تخفيض السرعة عن طريق وصلة مرنة (كوبلنج) أو بواسطة سيور حرف (V) طبقاً لنوع المحرك المستخدم .
- وحده تخفيض السرعة تتكون من صندوق تروس ذو غلاف من الحديد الزهر وتصنع التروس من الصلب المقسى عالى الجودة وتكون ذات تروس متوازية التجميع وذات معامل خدمة لا يقل عن ضعف قدرة المحرك.
- يجب أن تزيد قدرة المحرك الكهربى بمقدار ٢٥٪ عن أعلى قدرة مستهلكة للطلبة.
- ويرجع الى ملاحق هذا المجلد - اعمال معالجة الصرف الصحى - ملحق رقم (٦) لمزيد من التفاصيل حول أنواع ومواصفات الطلبات الحلزونية

٧ مهمات قنوات الأكسدة Oxidation Ditches Equipment وحدات التهوية السطحية أفقية المحور Horizontal Rotor

٢-٧-١ الغرض من وحدات التهوية

إمداد المخلفات السائلة الموجودة بهذه القنوات بالأكسجين اللازم لعملية أكسدة المواد العضوية بالإضافة إلى إكسابها طاقة الحركة اللازمة لاستمرار تحركها فى الإتجاهات المحددة طبقاً لتصميم هذه الأحواض وذلك لضمان إحداث سرعة كافية لا تقل عن ٠,٣ متر / الثانية تمنع ترسيب المواد الصلبة داخل هذه القنوات. وتتكون من مجموعة فرش معدنية مثبتة على إسطوانة إدارة Shaft Stub ترتكز على كراسى محور ومجموعة الإدارة مكونة من محرك كهربى ومخفض سرعة مناسب (عدد اللفات ٤٠-٦٠ لفة / الدقيقة) وتركب مجموعة الإدارة وكراسى المحور خلف حائط حاجز فى وضع رأسى لحمايتها من الرزاز المتناثر بفعل حركة الفرش الدوارة.

٢-٧-٢ شروط التصميم

- تشمل وحدة التهوية الدوارة على أنبوب صلب ذو قوة عزم عالية ينتهي بفلانشات نهاية وتعمل به بنوز لإدخال خوابير لتثبيت مجموعات أسلحة فرش التقلاب والتأكد من عدم وجود إزاحة أو ترحلق لهذه الأسلحة عند حركتها داخل السائل.
- تشكل فرش التقلاب على شكل مجموعات نجمية من الأسلحة Blade Assembly Stars تثبت بخابور وبنز واحد أو مسمار قلاووظ ولا يسمح باللحام لعدم إضعاف الأنبوب المجمع.
- تكون عرض أسلحة الفرش بما لا يقل عن ٣ بوصة وتركب على مسافات فى حدود ٦ بوصة بين مراكزها وذلك لعدم إضعاف أنبوب المجمع.
- تثبت أسلحة كل مجموعة فرش بالأسلحة المقابلة فى المجموعات الأخرى عن طريق مسامير تربط حيث يراعى وجود ثقبين بكل سلاح أحدهما للتثبيت ضمن مجموعه الفرش والآخر للربط مع أسلحة الفرش المجاورة.
- تراعى الإجهادات الناشئة عن دوران مجموعات فرش التقلاب وتصمم أسلحة الفرش لمقاومة هذه الإجهادات.

- يصمم الأنبوب الرئيسي لوحدة التهوية بحيث يركب فى نهايته عامود مصمت مزود بالفلائشات كقطعة واحدة وذو دليل حركة للسماح بتغييره بسهولة فى الموقع ويتم إدخاله عن طريق الشحط دون إستخدام المسامير أو اللحام بين الفلائشات والعامود.
- تستند نهايته الأنبوب على كراسي محور من النوع المنشطر ذو الوساده Spilt Type pillow Block بالنسبة لطرفي وحدة الإدارة وذيل الأنبوب .
- يثبت كرسي المحور بإحكام إلى قاعدة صلب يتم تركيبها على قاعدة خرسانية متينة وتزود بمسامير ضبط منسوب.
- كراسي المحور المستخدم يجب أن تتحمل أى عدم إستقامة فى ضبط محاور وحدة التهوية فى حدود ٣-٥ درجات وتكون مزودة بماسورة على الجانبين للتأكد من إزدواجية الغلق للمسمار الداخلي للمحور المثبت بعامود إدارة الوحدة وتزود كذلك بمانع المياه فى حالة إنعدام الإستقامة.
- أجهزة تزييت كراسي المحاور تتركب فى مكان ملائم يسهل الوصول إليه لإجراء أعمال التفتيش والتزييت لها.
- تكون كراسي المحور ذات عمر تشغيل ١٠٠٠٠٠ ساعة على الأقل.
- تتكون مجموعة الإدارة لوحدة التهوية من مخفض سرعة مزدوج المحاور ذو غلاف من الحديد الزهر مزود بتروس بريمية Helical Gears مصنعة من سبيكة صلب عالية التقسيه بنظام تزييت موجب ويزود صندوق التروس بحاكم تسرب للزيت وتدار الوحدة بمحرك كهربى من النوع المقفل يبرد بالمروحة TEFC أفقي المحاور ثابت السرعة لخدمة مستمرة.
- يكون إنتقال طاقة الحركة من المحرك الكهربى إلى مخفض السرعة عن طريق مجموعة طارات وسيور حرف (V) مع وجود شبك حماية لعدم التلامس أثناء الدوران وبراعي أن يكون من الممكن عند الحاجة تقليل سرعة الدوران لوحدة التهوية عن طريق تغيير مقاسات الطارات المستخدمة دون الحاجة إلى إستعمال زرجينة للفك وذلك بإستخدام طارات منقسمة.
- يجب أن تزيد قدرة المحرك الكهربى بمقدار ٢٠٪ عن أقصى قدرة ممتصة بواسطة وحدة التهوية عند أقصى غمر ممكن للفرش.

٣-٧ متطلبات التصنيع

- تثبيت على الحوائط الخرسانية الحاجزة الرأسية ألواح لمنع الطرطشة التى تمنع وصول أى رذاذ ماء إلى منطقة الخدمة ومسار الدخول إلى مجموعة الإدارة وكراسي المحور.

- تزود ألواح منع الطرشة بمانع تسرب كاوتش لإحكام تثبيتها على عامود الإدارة.
- يركب على قنوات الأكسدة ميبين لمنسوب غمر وحدة التهوية.
- تزود القنوات بعوارض Baffles للتحكم فى التجانس داخل القنوات.
- تزود القنوات بهدارات خروج مفصليه ذات طارة إدارة (ويمكن إدارتها بمحرك) للتحكم فى منسوب المياه
- ويصنع الهدار من ألواح مقواة بأعصاب تقوية عند الضرورة ومثبت به مفصلات على اللوح السفلي للهدار
- كمركز للدوران Pivoting ويجب أن يكون ضبط المنسوب فى حدود ± 10 بوصة (25 سم).
- يصنع إطار حول هدار الخروج لتبطين فتحة الخروج من ألواح من الصلب الغير قابل للصدأ بسمك 0,50 بوصة (12,5 مم) من أسفل وبسمك 0,25 بوصة (6,3 مم) من الجوانب وتثبت فى الخرسانة مع وجود شرائح حاكمة للتسرب من مادة مطاطية.
- لوحة التشغيل لوحدة التهوية تزود بحماية ضد التحميل الزائد وقصر الدائرة.

٢-٧-٤ خامات التصنيع

- تصنع أسلحة فرش التقليب من صلب ذو قوة تحمل عالية للإجهادات ومعالج ضد التآكل بفعل سوائل المجاري.
- يصنع الهدار من ألواح الصلب الغير القابل للصدأ وبسمك ٤ مم على الأقل.
- تغطي وحدة التهوية بطبقتين من الايبوكسي بعد عمل المراشمة والتغطية الأولية بالبرايمر.
- وحدة الإدارة تعالج ضد العوامل الجوية باستخدام دهان الانامل.
- عامود الإدارة وطارة التشغيل لهدار الخروج تصنع من الصلب على الشد.
- مسامير الربط ولنيات التركيب وشرائح التثبيت تصنع من الصلب المجلفن.
- أعمدة محاور الأنبوب والفلنشات تصنع من الحديد الزهر المرن.

الفصل الخامس

تصميم الأعمال الكهربائية

١ - المحركات الكهربائية المستخدمة فى محطات المعالجة

تستخدم فى محطات المعالجة محركات كهربائية من أحد النوعين الآتيين:

- أ- محركات كهربائية إستنتاجية ذات قفص سنجابي وذلك للمحركات ذات القدرات حتى ٢٠٠ كيلووات ويجوز تجاوز هذه القيمة فى حالة إستخدام نظم التحكم الذكية فى بدء التشغيل. (Smart Motor Control Systems)
 - ب- محركات كهربائية إستنتاجية ذات حلقات إنزلاق وذلك للمحركات ذات القدرات التى تزيد عن ٢٠٠ كيلووات.
- ويجب مراعاة الشروط والمواصفات الآتية بالنسبة للمحركات الكهربائية المستخدمة:
- أ- تكون ملفات المحركات ذات درجة عزل (Class F) على أن يكون الإرتفاع فى درجة الحرارة لهذه الملفات بما لا يزيد عن المسموح به لدرجة العزل (class B) كما يمكن إستخدام محركات بملفات ذات درجة عزل (class H) على أن يكون الإرتفاع فى درجة الحرارة لا يزيد عن المسموح به لدرجة العزل (class F)
 - ب- درجة تقفيل المحركات (Enclosure Protection)
 - بالنسبة للمحركات التى تتركب فى عنابر فوق مستوي سطح الأرض بالمحطة فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع المقفل T.E.F.C ذات درجة تقفيل IP54 أو IP44
 - بالنسبة للمحركات التى تتركب مباشرة فوق الطلمبة أى بإتصال مباشر (Close coupled) وتتركب بعنبر الطلمبات تحت مستوي سطح الأرض فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع المحكم ضد الغرق (Flood proof) ذات درجة تقفيل IP56.
 - بالنسبة للمحركات التى تتركب خارج المباني (out door) ومعرضة للعوامل الجوية فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع المقاوم للعوامل الجوية weather proof ذات درجة تقفيل IP55.

- بالنسبة للمحركات التى تعمل تحت منسوب سطح الماء فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع الغاطس ذات درجة تقفيل IP68.
ويجب فى هذه الحالة تحديد المنسوب الذي يعمل به المحرك تحت منسوب سطح الماء.

ج- يجب تزويد المحركات بشمعات تسخين داخل الملفات لمنع تكثيف بخار الماء على ملفات المحرك فى فصل الشتاء (Anti Condensation Heaters) وتعمل هذه الشمعات على ضغط تشغيل ٢٢٠ فولت.

د- عند إستخدام المحركات التى تتركب رأسيا فإنها يجب أن تزود بكراسي ذات رولمان بلي أو بلح من النوع (thrust).

هـ- جميع رولمانات البلي المستخدمة تكون ذات عمر إفتراضي ١٠٠٠٠٠ ساعة تشغيل.

و- فى حالة إستخدام المحركات الكهربائية ذات حلقات الإنزلاق فإنه يجب أن تكون مزودة بنظام لرفع الفرش الكربونية (Brush lifting device) مع وجود حلقات قصر .

ز- فى حالة إستخدام المحركات ذات القفص السنجابي فإن قضبان التوصيل للجزء الدوار والمكونة للقفص يجب أن تكون من النحاس عالي الجودة.

ح- يتم حساب قدرة المحرك اللازمة لإدارة الطلمبة عند نقطة التشغيل من العلاقة.

$$P = \frac{QH}{\eta_p \times 102}$$

حيث

P = القدرة المستهلكة على عامود إدارة الطلمبة (كيلو وات).

Q = معدل التصرف للطلمبة (لتر/ثانية).

H = الرفع المانومتري الكلي للطلمبة (متر).

η_p = الكفاءة الكلية الطلمبة عند نقطة التشغيل.

ولحساب قدرة المحرك المقننة (Rated power) فإنه يجب الأخذ فى الاعتبار وجود معامل خدمة

(service factor) قيمة من ١٥ - ٣٠٪ من أقصى قدرة مستهلكة (Max. power) على مدى

التشغيل للطلمبة.

Switchgear

٢- معدات التشغيل الكهربائية

وتشمل أجهزة الفتح والغلق (المفاتيح) وملحقاتها ومهمات التحكم والقياس والحماية والضبط وكذلك تجميع هذه الأجهزة والمهمات مع توصيلاتها والمستلزمات والمنشآت الحاوية والمنبثة لها.

وفيما يلي تعريف لهذه المعدات

(Metal enclosed)

أ- أجهزة التشغيل ذات السياج المعدني

وهي أجهزة التشغيل المجهزة داخل غلاف معدني خارجي موصل بالأرض .

وتكون كاملة التوصيلات عدا التوصيلات الخارجية لها.

(Metal clad)

ب- أجهزة التشغيل داخل المحتوي المعدني

وهي أجهزة التشغيل التي يتم فيها تركيب المكونات داخل مقصورات Cubicles منفصلة يحويها سياج معدني موصل بالأرض ، ويراعي وجود مقصورات منفصلة لكل من المكونات التالية باللوحة:

- كل مفتاح رئيسي

- المكونات الموصلة على أحد جوانب المفتاح الرئيسي كدائرة التغذية .

- المكونات الموصلة على الجانب الآخر الخارج من المفتاح الرئيسي .

(Circuit breakers)

ج - قواطع التيار للدائرة

وهي أجهزة تشغيل ميكانيكية قادرة على توصيل وحمل وقطع التيار الكهربى المار بها تحت الظروف المعتادة للدائرة الكهربائية كما أنها قادرة أيضاً على توصيل وحمل قطع التيار الكهربى لفترة محدودة تحت ظروف غير عادية للدائرة الكهربائية (قصر الدائرة).

Indoor circuit breakers

د- قواطع التيار المركبة داخلياً

وهي القواطع التي تصمم للتركيب داخل المباني أو داخل حيز مغلق حيث تكون محمية ضد الرياح والأمطار والأتربة وتكاثف البخار وغيرها من العوامل الجوية المختلفة.

Outdoor circuit breakers

هـ - قواطع التيار المركبة خارجياً

وهي القواطع التي تصمم للتركيب فى الأجواء المفتوحة وتكون قادرة على تحمل العوامل الجوية المختلفة.

Switchs

و- المفاتيح

وهي أجهزة تشغيل ميكانيكية قادرة على توصيل وتحمل وفصل التيار الكهربى تحت الظروف المعتادة للدائرة الكهربائية وقادرة أيضاً على تحمل تيارات القصر لفترة زمنية محددة.

Disconnecter أو Isolators

ز- فواصل الدائرة

وهي أجهزة تشغيل تعمل ميكانيكياً تعطى فى وضع الفتح Open Position مسافة فاصلة تمنع مرور التيار الكهربى عند الجهد المقنن ويكون فاصل الدائرة قادر على فتح وغلق الدائرة الكهربائية فى حالة اللاحمل No load أو عندما يكون التيار المار بها مهماً (أقل من ½ أمبير) حيث يكون فرق الجهد عبر طرفي كل قطب غير ذي قيمة.

Circuit breaking

ح - قطع الدائرة

تعرف قواطع التيار (cbs) طبقاً لتصميمها وطريقة تشغيلها لفصل تيارات القصر للدائرة الكهربائية وتصنف القواطع عادة حسب الوسط المستخدم فى إطفاء الشرارة المتولدة عند الفصل ، ويعتبر القوس الكهربى (الشرارة) المتولدة عند فصل الدائرة وطريقة إخمادها هو العنصر الرئيسى فى عمل قاطع الدائرة حيث يسمح للتيار فى الدائرة الكهربائية بإستمرار المرور بعد فصل التلامسات وحتى الوصول بهذا التيار إلى الصفر .

وقاطع التيار المثالى هو الذى يعمل كموصل تام حتى الوصول إلى التيار صفر وعند هذه النقطة يتحول إلى عازل تام ، وحيث إنه لا يمكن عملياً الوصول إلى القاطع الذى يحقق هذا الشرط فإنه يراعى أن يكون القاطع أقرب ما يمكن لهذه الحالة مع ضرورة إيجاد الظروف اللازمة للتخلص من نواتج التأين فى فجوة التلامس وإستخدام وسط يتحمل جهد الإسترجاع العارض Transient recovery voltage

High Voltage Switchgear

١-٢ معدات تشغيل الضغط العالى

يراعى فى تصنيع لوحات أجهزة التشغيل للضغط العالى أن تحوى على مجموعة من المقصورات أو الحجرات Cubicles تسمح بإحتواء قواطع التيار ومحولات الجهد (الموجودة فى جانب التوصيل) بالإضافة إلى تزويدها بالتجهيزات اللازمة لتحميل أجهزة القياس والمرحلات مع عمل الاستعدادات اللازمة لتوصيل أطراف الكابلات المغذية والخارجية من اللوحة.

تكون اللوحات ذات سياج معدني metal enclosed أو محتوي معدني metal clad وعمليا فأن الفرق المعتاد أن محولات التيار وأطراف توصيل الكابلات تثبيت فى مقصورة (أو حجرة) واحدة فى حالة اللوحات ذات المحتوي المعدني . وفى جميع أنواع قواطع الدائرة يجب توافر إمكانية فصل هذا القاطع عن قضبان التوصيل بأحد الأشكال الآتية :

- سحب رأسي
- سحب أفقي
- إستخدام فاصل دائرة أو مفتاح بين قاطع الدائرة من النوع الثابت وقضبان التوصيل.
- فى حالة قواطع الدائرة ذات المحتوي الزيتي Bulk oil c.b. تستخدم طريقة السحب الرأسى.
- فى حالة القواطع المغناطيسية الهوائية Magnetic air cb وقليلة الزيت Min. or low oil c.b. تستخدم طريقة السحب الأفقى.
- فى حالة القواطع الغازية فإنه يمكن إستخدام إما السحب الرأسى أو السحب الأفقى.
- وفى حالة إستعمال قواطع الدوائر من النوع المفرغ Vacuum cb تستخدم عادة القواطع من النوع الثابت مع وجود فاصل دائرة بين القاطع وقضبان التوصيل للاستفادة من ميزة قلة إحتياج هذا النوع إلى الصيانة.
- يراعى توافر تجهيزات أمنة للوصول إلى قضبان التوصيل الرئيسية للوحات التوزيع وذلك لأجراء القياسات والأختبارات المطلوبة وفى حالة قواطع الدائرة القابلة للسحب فأن الوصول إلى هذه القضبان يكون من خلال الثغرات التى يتم من خلالها تعشيق القاطع.

Interlocking & Padlocking

١-١-٢ الرباط والغلق

للتأكد من التشغيل الأمان للوحات الكهربائية وخاصة عندما يراد الوصول إلى قضبان التوصيل لتحديد الأعطال أو لتوصيل وجه من أوجه الدائرة أو إختيار الكابلات فإنه يلزم تزويد اللوحات برباط ميكانيكي أو قفل للتحكم فى دخول التغذية العمومية لهذه اللوحات.

المطلب الأول للرباط فى جميع أنواع اللوحات ذات القواطع القابلة للسحب هو التأكد من أن القواطع لا يمكن سحبها أو تعشيقها بينما تكون موصلة للتيار (مغلقة) ويجب تزويد اللوحات بحوائل حماية Shutters معدنية يتم عن طريقها تغطية ثغرات التوصيل إلى البارات تلقائياً عندما يتم سحب قواطع التيار من حجرة التشغيل الخاصة بها وبالمثل فإنه يتم عمل التجهيزات اللازمة بحيث تغلق هذه الحوائل فى وضع عدم التوصيل لضمان الأمان التام للمهمات المحتواه بالحجرة.

Types of circuit breakers

٢-١-٢ أنواع قواطع الدائرة

الأنواع الشائعة الإستخدام فى الوقت الحالى هي :

Oil circuit breaker

أ- قاطع التيار الزيتي

وينقسم إلى :-

Bulk oil c.b.

• قاطع تيار مغمور كلياً فى الزيت

Minimum oil c.b.

• قاطع تيار قليل الزيت

ويستخدم فى هذه القواطع زيت هيدروكربوني له لزوجة منخفضة نسبياً وخواص عزل جيدة. ويعيب هذا النوع أنه عند إرتفاع درجة حرارة الملامسات فإنه يترتب على ذلك تبخر الزيت وتحلله إلى مكونات من الأيدروجين والكربون حيث يتأين الأيدروجين حرارياً لينتج الإلكترونات والأيونات الموجبة التى لها القدرة على حمل التيار الكهربى خلال المسافة بين الملامسات محدثة قوساً كهربياً وللتحكم فى إنسياب الغازات فى منطقة الشرارة فإنه يجب أن تغلف الملامسات داخل نطاق للتحكم فى القوس الكهربى arc control device لزيادة كفاءة التشغيل لقاطع التيار.

Magnetic air circuit breaker

ب- قاطع التيار الهوائى المغناطيس

ويعتمد فى نظرية عمله على خلق جهد عالى جداً للقوس الكهربى يصعب الحفاظ عليه بجهد التشغيل المستخدم ومن ثم لا يمكن للقوس الكهربى الاستمرار ويمكن الوصول إلى ذلك إما بإجبار القوس الكهربى بالامتداد للإقتراب من مواد صلبة تستخلص الحرارة من القوس أو بتكسير القوس الكهربى إلى سلسلة من الأقواس ويمكن الجمع بين الطريقتين فى بعض التصميمات وتعمل الدوائر المغناطيسية على خلق مجال داخل مدي القوس لتوجيه القوس الكهربى داخل نطاق هذا المدي وفى حالة التيارات الكهربائية المنخفضة (فى حدود ١٠٠ أمبير) فإنه يلزم إضافة نفاخ هوائى متصل بفوانى أسفل الملامسات لتوجيه القوس الكهربى.

Cacuum circuit breaker

ج- قاطع التيار التفريغى

وتكون الملامسات فى هذا النوع داخل وعاء محكم ذو جدران عازلة مفرغ منها الهواء وتكون إحدى الملامسات مثبتة بنهاية التوصيل للقاطع والأخرى حرة الحركة فى إتجاه محوري ، ويتم الحفاظ على التفريغ عن طريق حاشيات معدنية موصلة بين الملامس المتحرك والنهاية الأخرى للتوصيل ، ويعتمد أداء القاطع التفريغى على ثلاث عوامل :-

- وجود تفريغ كافى داخل الجهاز .
 - إختيار خامة الملامس المناسبة.
 - توفير تحكم مغناطيس فى القوس الكهربى .
- وتكون فجوة التلامس فى حدود ١٠ مم للجهود حتى ١١ ك .ف وعلى ذلك تقل القدرة اللازمة للتشغيل على مثيلتها فى الأنواع الأخرى من القواطع ويحقق هذا النوع أعلي كفاءة تشغيل كجهاز فصل للتيار حيث يتم إستعادة القوة العازلة للفجوة التلامسية فى خلال (١) ميكروثانية عندما يعمل فى حدود تيار القطع المقنن والقدرة العالية على الأحتمال لهذا القواطع أنها لا تحتاج إلى أي صيانة خلال عمر التشغيل لها ولا يوجد إحتمال لحدوث حريق بسبب عدم وجود مواد قابلة للإشتعال.

Sulphur hexa fluoride . SF6 – cb

د- قاطع التيار الغازي

ويحتوي على غاز سادس فلوريد الكبريت الخامل والغير قابل للأشتعال عديم اللون والرائحة ويستخدم الغاز تحت ضغط حوالي ٣ بار للوصول إلى نفس قوة العزل للزيت المعدني ولهذا الغاز خاصية إمتصاص الإلكترونات الحرة المتولدة فى مسار القوس الكهربى مكونا أيونات سالبة الشحنة وهذا يؤدي إلى سرعة إستعادة قوة العزل بعد حدوث القوس الكهربى وتستعمل الأمونيا المنشطة لإمتصاص الغازات الفلوريدية الأقل درجة (SF_2 & SF_4) التى قد تحدث نتيجة تحلل الغاز الأصلي SF_6 وعلى ذلك فيمكن لهذا النوع من القواطع أن يتحمل عدد لا بأس به من مرات القطع فى حالات قصر الدائرة دون الحاجة إلي تغيير الأجزاء الفعالة به.

يبين الجدول (٢-٢) مقارنة بين خواص الأنواع السابق ذكرها لقواطع التيار.

٢-٢ بناء اللوحات فى الضغط العالي (H.V) Switchboard Construction

تتكون كل لوحة من عدد من الخلايا تشكل كل منها من هيكل معدني مبطن بالواح من الصلب المسحوب على البارد ذات سمك لا يقل عن ٢مم وتزود اللوحة بابواب من الأمام والخلف لتسهيل الصيانة كما أنها تكون مزودة بالأحتياطات اللازمة لسلامة التشغيل والصيانة وتركب مهمات كل خلية بحيث تكون منفصله ومعزوله تماماً عن الخلية المجاوره ويراعى أن تظل الاجزاء الحامله للجهد بعيده عن متناول الأيدي بعد سحب المفتاح من داخل الخلية. وتشكل قضبان التوزيع من النحاس جيد التوصيل للكهرباء وتكون مغلفة بكامل طولها بمادة عازلة مناسبة ويجب أن تكون نقط التماس من النوع ذاتي الضبط (Self Aligning) محملة بسوستة ضاغطة قوية ومطلي بطبقة سميكة من الفضة المرسبة وتزود اللوحات بوسائل الربط الميكانيكية والكهربائية لضمان الأمن عند التشغيل.

٢-٢ معدات تشغيل الضغط المنخفض Low Voltage Switchgear

تخضع مواصفات معدات تشغيل الضغط المنخفض لمتطلبات الهيئة الدولية للكهرباء IEC ويتم تصميم قواطع التيار للضغط المنخفض وتصنيعها وإختبارها طبقاً للمواصفات القياسية IEC 157-1 لسنة ١٩٧٣ وتعديلاتها وهناك بعض الإعتبارات للمواصفات السارية والتي يجب الأخذ بها وهي:

(أ) فئات (طبقات) قصر الدائرة Short circuit categories

اللجنة الدائمة لتحديث الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع - محطات معالجة الصرف الصحى

فصل وتوصيل فى المعتاد.	تكون الزيادة فى كثافة البخار الفزري المنتج خلال حدوث القوس الكهربى فى منطقة التلامس متزامنه مع التيار ولا يوجد إرتفاع عام فى الضغط داخل القاطع.	تفكك الزيت إلى هيدروجين وهيدروكربونات عن طريق تيار القوس الكهربى ينتج ضغط عالى جداً داخل جهاز التحكم فى الشرارة وهذا يؤثر على قدرة الإطفاء وينتقل جزء من هذا الضغط إلى الخزان المعدني ولكن وجود وسادة مناسبة من الهواء قرب غطاء الخزان تساعد على الحفاظ على الضغط داخل الخزان . وإستخدام خزان إسطواني تجعل إحتواء هذه الزيادة فى الضغط امر بسيط.	التواجد السريع لقوس كهربي ذو تيار كبير فى منطقة الشرارة chute - arc ينتج عنه ضغط عالى وموجات تصادميه يجب أخذها فى الاعتبار فى البناء الميكانيكي للقاطع مما يزيد فى التكلفة.	الاختلاف فى القاطع خلال العطل (Fault) قيمة الضغط المنتج (أ)
القاطع مغلق كلياً ومن ثم لا يوجد إنبعاث للغاز وقد يتفكك بعضه إلى مكونات الكبريت والكبريت الحر وهذه يتم إمتصاصها بواسطة مرشحات خاصة داخل القاطع.	القاطع تام الاحكام وجميع الأبخرة الفلزية المنتجة خلال القوس الكهربى (الشرارة) تتكثف فوراً ولا يوجد إنبعاث من أي نوع لهذه الأبخرة.	تندفع كميات متوسطة من غازات العالم حيث يتم مرورها على حجرة حاجزة بالسطح العلوي للقاطع وهذا يعمل على تبريد الغازات وفصلها عن الزيت.	الكمية الكبيرة من الهواء المتأين المتدفقة من منطقة الشرارة تخالف ضرورة الحاجة إلى تبريد للعزل ووجود خنادق تسمح بالاندفاع الأمن لهذا الهواء	(ب) إنبعاث غازات العادم.
خفيف	مهم	وبيل	وبيل جداً	(ج) التأثير على قواعد تثبيت القواطع.
خفيف	مهم	معتدل	وبيل	(د) توليد الضوضاء

اللجنة الدائمة لتحديث الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع - محطات معالجة الصرف الصحى

كاسابق فى القواطع التفريغية	مخاطر حدوث الحريق مهمة حيث لا توجد مواد قابلة للاشتعال أو غازات من أي مصدر يحتمل وجودها	إستعمال الزيت كوسط قطع وبالتالي إنبعاث غازات قابلة للاشتعال هيدروجين - أستلين - ميثان الخ) خلال هذه العملية تحوي مخاطرة حدوث الحريق. والتصميمات الجيدة للقواطع نادراً ما تعطي زيادة في الغازات تسمح بالحريق إلا إذا حدثت أخطاء جسيمة . ويجب مراعاة وجود ضوابط وإحتياطات ضد الحريق إذا إستخدمت هذه القواطع فى بيئات يكون تأثير الحريق فيها رخيماً.	حيث لا يستعمل زيت ولا يوجد غازات قابلة للاشتعال فإن غازات الاحتراق الساخنة المنتجة خلال العطل تحتوي على درجة قليلة من إحتمال الحريق.	٥ إحتمال الحريق
متكررة وفى الغالب فإن دوره صيانه كل عشر سنوات تكون مناسبة لهذا النوع إلا إنه يلزم إجراء فحص بصري بصورة منتظمة . ويجب مراعاة ضوابط أمنية فى حالة وجود مدخل لتزويد الغاز ويستخدم لذلك مهمات تخصصية.	والعازل الكهربى وربما ملامسات القاطع لملاحظة حدوث البري. ويمكن حفظ تسجيل لعدد عمليات التشغيل لتحديد فترات إجراء الفحص وفى حالة اللوحات العمومية للتغذية فإنه لا يتم إجراء إحلال خلال العمر الافتراضي للقاطع بينما فى حالة الخدمة الشاقة (تحميل متكرر يومياً) فإنه قد يلزم إجراء الإحلال كل عدة سنوات.	تستعمل الصيانة الروتينية فى القواطع التقليدية على النظافة والتزيت للأجزاء الميكانيكية مع فحص الملامسات وجهاز التحكم فى الشرارة والوسط العازل والإحلال إذا لزم الأمر . ويعتمد معدل هذا الإجراء على الأداء المطلوب ويتراوح بين خدمة شهرية فى حالة الخدمة الشاقة (عمليات تحميل وفصل عديده كل يوم) إلى فترات ما بين ٣-٥ سنوات فى التغذية العمومية . ويلزم تغيير الزيت دورياً فى حالة قواطع التيار الزيتية فى الإستخدام المتكرر أكثر من أي إعتبار أخر والانواع قليلة الزيت تحتاج إلى العناية أكثر منها فى الأنواع المغمورة كلياً.	متطلبيا الصيانة (أ) الصيانة الروتينية	٦
مماثلة للقواطع التفريغية.	ليس من الضروري اجراء هذه الصيانة ومن المستحسن ان يجري التفتيش على القواطع	يقترح عادة ان تجري الصيانة بعد عملية الفصل للعطل فى أقرب فرصة لذلك لإمكان استعادة حالة القاطع للمستوي المعتاد والأمن.	(ب) صيانة بعد العطل Post - Rault	

	التي جري تشغيلها على العطل حين تكون الفرصة مواتية فى فترة التشغيل العادية.	مميزات القاطع أكثر وضوحاً فى هذه الظروف وكثافة التشغيل السنوية بالتالى أقل منها فى الأنواع الأخرى.	لا يحتاج إلى صيانة متكررة إلا أنه يجب إعطاء عناية للأجزاء الميكانيكية فى حالة التشغيل المتكرر خاصة إذا كانت طاقة الغلق عالية.	٧	المناسبة لظروف البيئة الخطرة والتشغيل المتكرر
	تتطلب مراعاة إجراء صيانة متكررة وخاصة بالنسبة لأسطح العوازل بالقاطع.	مناسب جداً إلا أنه يحتاج إلى تزويد الزيت ضبط منسوبه دائماً وتغيير الملامسات خاصة فى ظروف الخدمة الشاقة وتكون الصيانة أكثر تكرارية فى حالة القواطع قليلة الزيت.	تتطلب مراعاة إجراء صيانة متكررة وخاصة بالنسبة لأسطح العوازل بالقاطع.	٨	إمكانات التشغيل (أ) التوصيله الأرضية المتكاملة - Integral Fault making earthing Facilities
	يسهل إمداد القاطع بترخيص تكاملي فى حالة القواطع ذات السحب الرأسى.	تتطلب مراعاة إجراء صيانة متكررة وخاصة بالنسبة لأسطح العوازل بالقاطع.	تتطلب مراعاة إجراء صيانة متكررة وخاصة بالنسبة لأسطح العوازل بالقاطع.	٩	تصميم مبني للوحات
	تحتاج الي نوع قاطع التيار عن اللوحة ثم ادخال عصا الاختبار الى مقبس الفصل.	تتطلب مراعاة إجراء صيانة متكررة وخاصة بالنسبة لأسطح العوازل بالقاطع.	تتطلب مراعاة إجراء صيانة متكررة وخاصة بالنسبة لأسطح العوازل بالقاطع.	٩	تصميم مبني للوحات
	يتوقف عرض المبني على حسب عمق مجموعة التشغي - Switch gear مع وجود مسار دخول لنهايات الكابلات فى خلفية اللوحة وممر عريض امام اللوحة لإعطاء فسخة لماكن سحب قاطع التيار وصيانتة . ويتربط على الاحمال الديناميكية لمجموعة التشغيل على الارضية خلال التشغيل انشاء قواعد مكافئة وقوية . كما يتم تركيب مهمات مكافئة حريق مثل طفايات ثاني أكسيد	تتطلب مراعاة إجراء صيانة متكررة وخاصة بالنسبة لأسطح العوازل بالقاطع.	تتطلب مراعاة إجراء صيانة متكررة وخاصة بالنسبة لأسطح العوازل بالقاطع.	٩	تصميم مبني للوحات

يكون هناك حاجة إلى حوائط الحريق أو مهمات مكافحة الحريق وتكون المباني بالتالي أكثر إنماداً وبساطة.	يتطلب الأمر وجود حوائط للحريق أو مهمات لمكافحة الحريق وحيث أن عرض الخلايا صغير فإن طول المبنى أصغر وأخف إنشائياً عنها فى حالة مجموعات التشغيل التقليدية وتقل بدرجة ملموسة تكلفة المبنى. فى حالة القواطع القابلة للسحب فإن المباني تكون أكثر عرضاً ولكن التوفير فى حوائط الحريق ومهمات مكافحة الحريق تنزل قائمة وبالتالي مباني أكثر إقتصاداً.	الكربون أو استخدام نظم اخري كالرشاشات او الغاز فى حالة وجود احتمال للحريق وإذا لم يكن خطر حدوث الحريق كبير فإنه يتم تقسيم لوحات التشغيل الكبيرة بواسطة جدران مانعة للحريق تبني عبر المبنى لتخفيض مخاطر تدمير اللوحة فى حالة حدوث الحريق . يعتمد طول المبنى على عرض كل وحدة (خلية) فى مجموعه التشغيل بالإضافة الى الفراغ اللازم لحوائط الحريق (ان وجدت) ومسارات قضبان التوصيل ويلاحظ أن عرض الخلال يكون أقل في حالة القواطع المغمورة فى الزيت عنها فى القواطع الهوائية أو قليلة محتوى الزيت.
--	--	--

٢-٢-١ طريقة إختبارات قصر الدائرة Method of short circuit tests

(ج) محددات الإرتفاع فى درجة الحرارة والمقننات الحرارية

Temperature – rise limitations / Thermal ratings

- يوضح الجدول (٢-٣) نوعان من فئات أداء قصر الدائرة ويتبين منه أن قاطع التيار فئة الأداء P1 له القدرة على إختبار نوعي O – CO عند أقصى مقنن لقصر الدائرة له بينما أن قاطع التيار فئة الأداء P2 له القدرة على إختبار نوعي O – Co – Co والفارق الجوهرى بين الفئتين P1 , P2 أنه فى حالة قاطع الدائرة فئة P1 يكون له القدرة على العمل بعد الإختبار النوعي مع تقليل ظروف الخدمة بينما فى الفئة P2 فإنه يكون قادر على استمرار الخدمة فى الظروف المعتادة وعلى ذلك يجب الأخذ فى الاعتبار هذا الفارق وتحديد الفئة المطلوبة بوضوح عند وضع المواصفات الخاصة بهذه القواطع.
- يجب الأخذ فى الاعتبار عند إجراء إختبارات قصر الدائرة لقواطع التيار أن تجري هذه الإختبارات فى نفس ظروف العمل التى سوف يكون عليها عند التركيب للخدمة.
- يحدد الجدول (٢-٤) حدود الإرتفاع فى درجة الحرارة طبقاً لمواصفات IEC ويراعى دائماً أن الإرتفاع فى درجة الحرارة للملامسات لا تؤدي إلى إعطاب العزل أو الإجزاء المجاورة للملامس.

٣-٢-٤ المقنن الحراري والمقنن داخل المحتوي لقواطع التيار

Thermal rating & enclosed rating

وهو سعة القاطع بالإمبير التى يتم تدوينها على لوحة البيانات الخاصة بالقاطع وهي التيار الحراري المقنن للأجهزة الغير مغلقة والمزودة بفواصل زيادة تيار مناسب إذا لزم الأمر وهو أقصى تيار يمكن مروره بالقاطع لمدة ٨ ساعات عندما يختبر فى الهواء الطلق دون أن تتجاوز الزيادة فى درجة الحرارة لجميع الأجزاء الحدود المقرره فى الجدول السابق (٢-٤) . وعلى ذلك يجب مراعاة أن هذا المقنن لا يعبر عن سعة القاطع عند تركيبه داخل لوحات التشغيل. ويعرف المقنن داخل المحتوي enclosed rating لقاطع التيار على أنه التيار الحراري المقنن داخل القواطع المغلقة ، وهو أقصى تيار يمكن للقاطع إمراره لمدة ٨ ساعات تشغيل عندما يتم تركيبه داخل محتوي ذو مواصفات محددة دون أن ترتفع درجة الحرارة لأجزائه المختلفة عن الحدود المقررة المبينة بالجدول (٢-٤) . وعلى ذلك فيجب ألا يزيد تيار الحمل الكامل المعتاد لقاطع التيار عن المقنن داخل المحتوي والذي يقل بدرجة كبيرة عن المقنن الحراري للقاطع وللحصول على تشغيل مرضي تماماً لقواطع التيار فإن سعة القاطع بالإمبير يجب أن تؤخذ داخل لوحة التشغيل حيث أن المقنن الخاص به يتأثر بدرجة التهوية وحجم التوصيلات لهذا القاطع ومقاس الكابل المستخدم فى التوصيل يعتمد على عدد القواطع المركبه فى نفس الصف وللوصول إلى أداء جيد ومرضي لمعدات التشغيل الكهربائية فإنه يجب ضمان قاطع التيار فى جميع ظروف التشغيل المحيطة به وإجراء الإختبارات عليه داخل نفس اللوحة التى يتم تركيبه بها.

وعلى ذلك يجب أن يعطي صانع لوحات التشغيل سواء كان هو المصنع لقاطع التيار أو يقوم بالتجميع فى لوحات من تصميمه - شهادة إختبار مرتبطة مباشرة بالمتغيرات الخاصة بالبيئة (الظروف) المحيطة بقاطع التيار عند تشغيله فعلياً وأن يضمن الأداء المرضي فى ظروف العمل الفعلية.

٢-٢-٢ بناء لوحات التوزيع الكهربائية جهد ٣٨٠ فولت :

تكون جدران وسقف لوحات التوزيع من الصاج الصلب بسمك لا يقل عن ١.٥ م ومدهون من الخارج والداخل بطبقتين من مادة طلاء معتمدة ويكون هيكلها من زوايا صلب قوية تلحم أو تربط مع الجدران على أن تكون كل خلية قائمة بذاتها مع تثبيتها مع الخلايا الأخرى المجاورة بطريقة مناسبة وتحتوي جميع الأجهزة اللازمة لها بحيث تسمح بسهولة تشغيل وصيانة أجهزة اللوحة جميعها بمعرفة القائم بمراقبتها وتشغيلها ويراعي تزويد كل خلية بباب خلفي من الصاج ذو فاتح

وعلى أن تتركب وتثبت فى اللوحة المفاتيح والاجهزة المطلوبة وما يلزمها من توصيلات ومحولات وعوازل وقواطع ومصهرات وصناديق نهاية الكابلات لخلية الدخول وما يلزم لتشغيلها وجميع الاجهزة تثبت داخل كل خلية خلف السطح الامامي للوحة ولا يظهر منها على السطح الا أجهزة القياس ذات الطراز الغاطس واكر مفاتيح التشغيل ولمبات البيان وتكون قضبان التوزيع وتوصيلاتها من النحاس الجيد التوصيل ومثبتة على عوازل من الصينى أو البكاليت المناسب لجهد التشغيل ولا يسمح بارتفاع درجة الحرارة لقضبان التوزيع عن ٤٠ درجة مئوية زيادة عن حرارة الجو المحيط المأخوذه ٤٥ درجة مئوية كما أنه غير مسموح بعمل لحامات فى قضبان التوزيع ويكون مقطع النحاس حسب التصميم على الا يتجاوز كثافة التيار ٢ أمبير لكل ١ مم² من المقطع وعلى الا تقل هذه المساحة عن ٢٥٠ مم² كما يجب أن يكون نظام التوصيلات يسمح بتتبعها بسهولة ويكون لون كل وجه على حده هو الأحمر والأزرق والأصفر بالتوالي وقضيب التعادل باللون الأسود على ألا يتغير مقطع النحاس الأساسى فى جميع أجزاء اللوحة.

Earthling

٢-٣ التأسيس

يجب توصيل جميع أجزاء اللوحات الكهربائية غير الحاملة للتيار وكذا أحد أطراف الملفات الثانوية للتيار والجهد وأجهزة القياس إلى الأرض ويجب تنفيذ هذه التوصيلات بحيث تكون متصله بطريقة مضمونه.

يتم عمل سلك أرضى نحاس عادى أو صغيرة بقطاع مناسب يوصل لجميع أبواب لوحة التوزيع والأجهزة المعرضة للمس وجانب واحد من الملف الثانوى لمحولات الجهد والتيار وأجهزة التسجيل والقياس الخ.

٣- بئر الأرضى

توصل أسلاك الأرض إلى بئر خاص ينشأ بجوار المحطة بالمواصفات التالية:-
يتكون بئر الأرض من ماسورة حديد مجلفن بقطر لا يقل عن ٢ بوصة تدفن داخل الأرض بطول ٤ م أو حتى تصل الى أسفل منسوب المياه الجوفية بما لا يقل عن ٨٠ سم ويكون الطول المغمور بالمياه الجوفية مثقباً بما لا يقل عن خمس ثقب على المحيط بكل ٢ سم من الطول المحوري للماسورة.
تحاط الماسورة من الخارج بمخلوط من ملح الطعام والفحم المجروش الناعم فى حالة التربة الجافة شحيحة الرطوبة.

ويمتد بداخل ماسورة الأرض قضيب نحاس عادي ويربط بأعلى الماسورة حيث تتركب جلبة من الحديد المجلفن وغير مسموح باستخدام اللحام.
الجزء الأعلى من الماسورة بطول ٢٠ سم يبرز بداخل صندوق من الزهر ذو غطاء مفصلي وأبعاد الصندوق لا تقل عن ٣٥ سم × ٢٢ سم ويركب هذا الصندوق بحيث يكون الغطاء بمستوي سطح الأرض.
يتم توصيل سلك الأرض الخاص بالمحطة إلى ماسورة الأرض المذكورة ويكون الرباط بواسطة اللحام بالكهرباء أو بمسامير الرباط ولا يسمح باستخدام لحام القصدير.

٤- حساب تيار القصر وتيار الوقاية للدوائر الكهربائية:
حتى يمكن تحديد مقننات أجهزة الوقاية ضد زيادة الحمل وقصر الدائرة فإنه يلزم حساب قيمة تيار الوقاية وتيار القصر للدوائر الكهربائية المستخدمة ولحساب هذه القيم يرجع فى ذلك إلى كود التركيبات الكهربائية بند (٦-٤) ، (٦-٨).

٥ - المحولات الكهربائية

Distribution Transformers

محولات التوزيع

تستعمل محولات التوزيع للإستخدامات العامة والصناعية وعادة ما يكون قدرتها ١٦٠٠ ك.ف.أ أو أقل . ويمكن أيضا لأسباب إقتصادية أن تستخدم المحولات ذات القدرات حتى ٢٥٠٠ ك.ف.أ.

تعريف المحولات

تعرف المحولات بأنها الجزء الإستاتيكي من الأجهزة التى يمكنها بواسطة الحث الكهرومغناطيسي تحويل الجهد المتغير والتيار بين إثنين أو أكثر من الملفات عند نفس التردد وعادة عند قيم مختلفة من الجهد والتيار.

٥-١ أنواع المحولات المستخدمة

هناك نوعان أساسيان من محولات التوزيع وهي:

- النوع الأول Liquid Filled وفيه يكون القلب والملفات مغمورة داخل محتوى مملوء بالسائل والذي يمنحها التبريد والعزل فى نفس الوقت.
 - النوع الثانى Dry Type وفيه يكون القلب والملفات تبرد مباشرة بالهواء (محولات جافة).
- وينقسم النوع الأول إلى وحدات تستخدم زيوت معدنية قابلة للإشتعال وأخري تستخدم أنواع مختلفة من السوائل المقاومة للحريق مثل السوائل السيليكونية أو المركبات الهيدروكربونية.
- كما ينقسم النوع الثانى إلى قسمين الأول تكون فيه الملفات المعزولة معرضة مباشرة للتلامس مع هواء التبريد والثاني يكون فيه الملفات الكاملة مغلفة داخل كابسولة من مادة مقاومة للرطوبة مصنوعة من راتنج الأيبوكسي Cast -resin.

٥-٢ القدرات الشائعة للمحولات

بين الجدول التالي القدرات المقننه شائعة الإستخدام للمحولات الكهربائية المنتجة تجاريا جدول رقم (٥-٢).

Tappings

٥-٣ التقسيمة

تشتمل ملفات الضغط العالي للمحولات على تقسيمة لتغيير نسبة اللفات بين ملفات الضغط العالي والضغط المنخفض ومن ثم لمعادلة التغيرات فى الجهد الأولي للمنبع للحفاظ على الجهد الثانوي للمستهلك فى الحدود المقننة . ويتم إختيار الأقسام عن طريق جهاز دائرة خارجية ويجب مراعاة فصل المحول عن المنبع قبل تغيير الأقسام.

Windings

٥-٤ ملفات المحولات

يتكون المحول من قلب ذو ثلاثة شعب مصنوعة من رقائق الصلب المعزولة كهربيا ويحمل كل شعب ملفين ملفوفين محوريا ، ويكون الملف الثانوي (الضغط المنخفض) من الداخل قريبا من القلب الحديدي ويكون الملف الابتدائي (الضغط العالي) من الخارج وتوضع هذه التركيبية داخل غلاف من الصلب.

فى حالة المحولات من النوع المغمور يتكون هذا الغلاف من خزان مانع للتسرب مملوء بالسائل وفى حالة المحولات الجافة فان الغلاف يتكون من غطاء مهوي لإحتواء الأجزاء الحية.

جدول (٢-٥) القدرات المقننة شائعة الإستخدام لمحولات التوزيع - هل يحتاج الى تحديث

KVA	KVA	KVA
5.0	31.5	200
6.8	40	250
8	50	315
10	63	400
12.5	80	500
16	100	630
20	125	800
25	160	1000 etc.

تصنع موصلات الملفات من النحاس إلا فى حالات خاصة فانه يمكن إستخدام شرائط الألومنيوم الرقيقة.

Performance

٥-٥ أداء المحولات

عند إختيار المحول فيجب ألا تكون التكلفة الأولية هي الإعتبار الوحيد وفي كثير من الحالات فانها تكلف جزء صغير من التكلفة الكلية.
العوامل التى تحكم إختيار محول معين يجب أن تتضمن معامل الحمل وتكلفة الفوائد والكفاءة وتكلفة الصيانة وجودة مقاومة الحريق وما يتطلبه من تكلفة مباني والمساحة المتاحة للإنشاء ودرجة الحرارة الجو وذلك بالإضافة الى التكلفة الأولية.

Losses

٦-٥ الفوائد فى المحولات

- تمثل فوائد اللاحمل وفوائد الحمل فى المحول فقد فى الكفاءة وهي السبب فى الجزء الأكبر من تكلفة التشغيل للمحول. وتتحوّل هذه الفوائد الى حرارة يتم التخلص منها عادة عن طريق الإشعاع فى الجو المحيط بالمحول.
- تتم المقارنة بين المنتجين المختلفين للمحولات المغمورة عن طريق تقييم إستهلاك الكهرباء والنواتج عن فوائد اللاحمل فى حالة التنشيط المستمر لهذه المحولات.

- تعتمد تكلفة فواقد الحمل على معامل الحمل (L.F.) وهي لا تختلف بصورة كبيرة بين منتج وآخر لنفس القدرة فى حالة المحولات المغمورة فى الزيت أما فى حالة المحولات المغمورة فى مواد مقاومة للحريق فان هذه الفواقد تتفاوت بدرجة كبيرة نسبيا.
- تقل الفواقد فى المحولات الجافة عنها فى حالة المحولات المغمورة.
- ويبين الجدول التالي رقم (٢-٦) مقارنة بين الأنواع المختلفة للمحولات ذات القدرة ١٠٠٠ ك.ف.أ. ويراعى إجراء نفس المقارنة بين أنواع المحولات لجميع القدرات الأخرى قبل إتخاذ قرار تفضيل نوع على آخر كأحد العوامل المرجحة.

Temperature Rise

٧-٥ الإرتفاع فى درجة الحرارة

- فى الأجواء المعتدلة يكون الفرق فى الإرتفاع فى درجة الحرارة المسموح لها بين المحولات المغمورة والمحولات الجافة غير ذو أهمية فى التركيبات.
- تؤدي الزيادة فى درجة الحرارة فى الجو المحيط بالمحولات إلى الحد من القدرات المقننة لها حيث تقل عن القيمة الموضحة على لوحة البيانات للمحولات كما تؤثر الحرارة المنبعثة نتيجة الفواقد على الأجهزة الكهربائية لهذه المحولات.
- فى حالة المحولات التى تتركب داخل المباني وعندما تكون درجة حرارة الجو المحيط عالية جدا فانه يفضل إستخدام المحولات الجافة مع الأخذ فى الإعتبار النزول بقدراتها إلى القيمة المكافئة لهذه الحرارة مع مراعاة الصيانة أماكن صغيرة جدا فانه من الأنسب إستخدام محولات مصنعة خصيصا لدرجات الحرارة العالية والمغمورة فى السوائل السيليكونية.

Loading Guide

٥-٨ دليل التحميل للمحولات

- يجب تحديد الظروف المختلفة لدرجة حرارة الجو المحيط وظروف الخدمة التى يمكن للمحولات المغمورة فى الزيت أن تعمل فيها دون حدوث إتلاف لعزل الملفات الخاصة بها بسبب التأثيرات الحرارية فى حالة تعدي الحدود المسموح بها . ويمكن تطبيق نفس الوحدات فى حالة إستخدام أنواع أخرى من سوائل التبريد.
- الهدف من دليل التحميل هو إعطاء التحميل المسموح به تحت ظروف معينه من درجة حرارة وسط التبريد ونسبة التحميل الأولية من القدرة المقننة للمحول (التى يعمل عليها فى الوضع العادي للتشغيل) بحيث يمكن للمصمم أن يختار القدرة المقننة لأي إنشاءات جديدة.
- تحدد درجة حرارة وسط التبريد المعتادة (وهي ٢٠° مثلاً) والحيود عن هذه القيمة يتم بحيث يحدث توازن بين إطالة العمر الافتراضي فى حالة العمل تحت درجة حرارة أقل وتقصير هذا العمر فى حالة العمل فى درجة حرارة أعلى.
- لا يتم فى التطبيقات العملية تشغيل المحولات بصفة مستمرة تحت ظروف الحمل الكامل . ويعطي الدليل مقترحات الدورة والتحميل اليومية أخذاً فى الإعتبار التغير فى درجة حرارة الجو المحيط خلال فصول السنة.
- يبين الجدول رقم (٢-٩) دليل التحميل للمحولات المغمورة فى الزيت عند درجة حرارة لوسط التبريد مقدارها ٢٠°م.
- عن طريق الجدول السابق يمكن تحديد إما نسبة التحميل الزائد لمحول ذو قدرة مقننة محددة خلال فترة زمنية معينة أو تحديد القدرة المقننة المطلوبة لمحول يعمل وفق دورة تحميل يومية معينة وذلك عن طريق رسم منحنى للعلاقة بين K_1, K_2 عند القيم المختلفة لفترات التحميل t (شكل رقم ٢-٢٥).

Fire Resistance

٩-٥ مقاومة الحريق

المحولات الجافة والمغمورة (عدا الزيوت المعدنية) تعتبر مقاومة للحريق ولكن ذلك لا يعني أن تلك المواد غير قابلة للإحتراق رغما عن أن لهذه المواد نقطة إشتعال (وهي درجة الحرارة التى يتم عندها الإحتراق المستمر للمادة عندما تتعرض للهب عند سطحها) ويعتبر العامل المهم عند الأخذ فى الإعتبار مقاومة المادة للحريق وأن تكون نقطة الأشتعال للمادة أعلى بكثير من أقصى درجة حرارة يمكن الوصول إليها لمحول يعمل عند أقصى تحميل له فى أقصى ظروف جوية محيطة.

- يبين الجدول رقم (١٠-٢) نقطة الإشتعال لبعض المواد المقاومة للحريق (بعد إستبعاد المركبات الكربونية لخطورتها على البيئة) ويتضح منه عدم وجود فرق كبير بينها عدا العزل H الذي يمكن إعتباره عمليا مضاد للحريق. وعلى ذلك فيجب الأخذ فى الإعتبار التأثير السام للأدخنة المنبعثة نتيجة لإحتراق هذه المواد والخطر الناجم عن ذلك بالإضافة للمميزات الأخرى عند مقارنة الأفضلية.

يعتبر معدل التخلص من الحرارة للمادة المحترقة عاملا هاما حيث أنه يتوقف عليه حجم وطبيعة مأوى المحولات ويتكون هذا المعدل من مكونين أحدهما توصيلي والآخر إشعاعي والمكون الأول أكبر فى القيمة ويعتبر مقياسا لمدي التدمير الذي يلحق بأسقف مباني الأيواء ولهذه المحولات بينما يبين المكون الثاني التأثير التدميري للحريق على الحوائط والمهمات المحيطة بالمحول.

- ويوضح الجدول رقم (١١-٢) قيم هذه المكونات لبعض المواد المقاومة للحريق.

Connections

١٠-٥ التوصيلات

- يتم توصيل الملفات الثانوية لمحولات التوزيع وهي جانب الضغط المنخفض بتوصيلة ستار (Y) ومن ثم يتم تأريض النظام عن طريق نقطة التعادل وذلك حتي يمكن الحصول على الجهد الأحادي.

- ويتم توصيل الملفات الابتدائية وهي جانب الضغط العالي بتوصيلة دلتا (Δ) حتي يمكن تلاش التوافقيات الثلاثية.

- التوصيلات الشائعة الإستخدام هي كالأتي طبقا للإزاحة بين نفس الوجه فى الملفات الابتدائية والثانوية Dy11, Dy 5 Or Dy 7 وتعتبر التوصيلة Dy11 أو ما يماثلها هي الأكثر شيوعا فى العالم.

- ويبين الشكل رقم (٢٦-٢) هذه التوصيلات بالإضافة إلى التوصيلات الأخرى الممكن الحصول عليها.

فى هذا الشكل يؤخذ المتجه الخاص بملفات الضغط العالى كمتجه الأصل وينسب الوجه المماثل فى ملفات الضغط المنخفض إليه طبقا لوضع عقارب الساعة.

- إختيار الإزاحة بين الوجه للملفات الابتدائية (الضغط العالى) والثانوية (الضغط المنخفض) غير ذي أهمية فى حالة إستخدام محول واحد لشبكة المنطقة . ولكن إذا أشتملت الشبكة على أكثر من محول واحد فانه يجب أن تكون جميع المحولات لها نفس علاقة الوجه والا فانه لا يمكن أن تعمل هذه المحولات على التوازي أو تحويل التغذية للشبكة من محول إلى آخر.

Terminals

١١-٥ نهايات التوصيل

- تكون نهايات التوصيل للضغط المنخفض فى المحولات على هيئة جراب من رانتج الإيبوكسي يحوي مجموعة لقم توصيل تربط بها أطراف موصلات الكابلات بالمسامير.

- بالنسبة لنهايات التوصيل للضغط العالى فانه إما أن تكون عن طريق صندوق كابلات مملوء بالكومباوند فى حالة كابلات الضغط العالى المعزولة بالورق.

أو صندوق كابلات هوائي فى حالة كابلات XLPE أو P.V.C تكون ذات جلب أو أكمام قابلة للإنكماش بالحرارة.

Cooling

١٢-٥ تبريد المحولات

تعرف المحولات طبقا لطريقة التبريد المستخدمة وببين الجدول رقم (١٢-٢) الأحرف الهجائية المستخدمة كرموز للدلالة على طريقة التبريد.

- أبسط طرق التبريد تكون عن طريق تبريد الملفات بالهواء الطبيعى الذى يمر فوق الأسطح الساخنة لملفات وقلب المحول حيث تنتقل الحرارة الى الهواء المحيط بالمحول عن طريق التوصيلة والإشعاع وتوصف هذه الطريقة بأنها طبيعية بالهواء (A.N.).

- للتغلب على العوائق التى تؤدي إلى تقليل إنتقال الحرارة من الملفات الى الهواء فانه يتم إستخدام هواء مدفوع فوق هذه الملفات وذلك لتحسين إنسياب الحرارة وزيادة معدلات التبريد بدرجة محسوسة وتعرف هذه الطريقة بالهواء المدفوع (A.F.).

- يمكن الخلط بين هاتين الطريقتين فى حالة المحولات الجافة وذلك باستخدام التبريد الطبيعي بالهواء مع تشغيل مروحة أوتوماتيكية فى حالة إرتفاع درجة حرارة المحولات عن حدودها المعتادة وتسمى هذه الطريقة (AN/AF).
- فى حالة المحولات المغمورة فى السائل فانه يجب إستخدام مجموعتين من الأحرف الأولى تصف طريقة تبريد الملفات والثانية لوصف طريقة تبريد سطح السائل . وعلى ذلك فانه فى حالة الملفات المغمورة فى الزيت لتبريدها طبيعيا وفى نفس الوقت فان هذا الزيت يبرد طبيعيا أيضا عن طريق الهواء فان الأحرف الدالة على ذلك هي ONAN وإذا كان الزيت يبرد عن طريق الهواء المدفوع فان طريقة التبريد تكون ONAF ويمكن الخلط بين الطريقتين عن طريق تشغيل مروحة أوتوماتيكية لدفع الهواء فوق سطح السائل فى حالة زيادة درجة حرارة السائل عن حد معين وتعرف الطريقة بأنها ONAN/ ONAF وبذلك يمكن زيادة قدرة نفس المحول بقيمة محسوسة.
- عند إستخدام طلمبة للمساعدة على سريان الزيت داخل المحول بالإضافة إلى مروحة لدفع الهواء فان الطريقة تصبح OFAF.
- فى حالة المحولات ذات القدرات ٥٠ ك.ف.أ. وأكثر فان الطريقة الطبيعية فى التبريد ONAN تحتاج الى سطح تبريد أكبر بالنسبة لخزان الزيت من السطح العادي لهذا الخزان ، ويمكن الحصول على هذا السطح الإضافي إما بإستخدام أنابيب ملحومة بجدران الخزان تحمل الزيت الساخن من أعلي الخزان إلى أسفله كما كان يستخدم فى الماضي أو بإستخدام ألواح التبريد المماثلة لتلك المستخدمة للمياه الساخنة التى توضع على هيئة مجموعات (Banks) على جانبي الخزان لرفع كفاءة التبريد وتقليل التكلفة عنها فى حالة إستخدام الأنابيب . وتستخدم فى الوقت الحالي خزانات زيت مصنوعة من ألواح الصاج الرفيعة (١.٢مم) عميقة التعرّيج للحصول على أعلي كفاءة تبريد طبيعية لزيت التبريد الخاص بالمحولات .

١٣-٥ تهوية مأوى المحولات Ventilation of Transformer enclosure

- المحولات التى تعمل داخل مكان مغلق من المحتمل أن تصل إلى درجة حرارة أعلى عند نفس الحمل من تلك التى تعمل فى الهواء الطلق. وعلى ذلك فمن الضروري لإطالة عمر المحولات أن تؤخذ هذه الحقيقة فى الاعتبار ويتم عمل الترتيبات اللازمة عند تصميم غرف المحولات لأن تكون هذه الزيادة فى درجة الحرارة محدودة.
- يجب عمل الموازنة بين مميزات استخدام مراوح تهوية لهذه الغرف فى الحد من مشكلة إرتفاع درجة الحرارة وبين مميزات التهوية الطبيعية التى لا تعتمد على كفاءة أداء وصيانة هذه المراوح وما ينتج عن توقفها المفاجئ من أخطار.
- الزيادة فى درجة الحرارة لغرف المحولات تتوقف على الآتى:
 - أ- الفواقد الكلية للمحول.
 - ب- المساحة الصافية لفتحات التهوية (دخول وخروج).
 - ج- المسافة الرأسية الفعالة بين فتحات الدخول والخروج للتهوية.
- الوضع المثالى لفتحة دخول التهوية يكون منخفضاً وأسفل خط التماثل C.L لردياتير المحول مع وضع المحول أقرب ما يمكن منها.
- فتحة خروج التهوية تكون عالية يراعى ألا تكون فوق المحول مباشرة بل توضع فى الحائط البعيد عن فتحة الدخول بحيث يمر الهواء البارد فوق المحول أثناء مروره من فتحة الدخول إلى فتحة الخروج.
- أقل إرتفاع لفتحة الخروج عن فتحة الدخول يكون فى الحالة المثالية مساوياً مرة ونصف إرتفاع المحول.
- تحسب المساحة الصافية لفتحة الدخول أو فتحة الخروج من العلاقة التجريبية الآتية:
 $A = 0.06P$

حيث

P = الفقد الكلى المنبعث من المحولات مقدراً بالكيلو وات

A = المساحة مقدرة بالمتراً المربع.

كما يمكن استخدام العلاقة

$$AL = 0.188 \frac{P}{\sqrt{H}}$$

حيث

AL = مساحة مقطع كل من فتحتي التهوية (دخول - خروج) بالمتري المربع.

P = الفقد الكلي للمحول (بالكيلو وات).

H = المسافة بين منتصف المحول إلى منتصف فتحة الخروج (بالمتر).

- بتحقيق الشروط السابقة فإن درجة الحرارة لهواء غرفة المحول لا تزيد عن درجة حرارة الجو الخارجية بأكثر من ٧-٨ درجات مئوية.

والشكل رقم (٢-٢٧) يوضح نوموجرام تحديد مساحتي دخول وخروج الهواء.

والشكل رقم (٢-٢٨) يوضح تركيب المحولات فى مأوى مغلق.

ماذا عن المحولات فى الاكشاك وكذلك على الاعمدة للطاقت الصغيرة

Insulation Strength

٥-١٤ قوة (شدة) العزل للمحولات

يتم إختبار مستوي قوة العزل للمحولات والتي يجب أن يجب أن تؤخذ فى الإعتبار عند التصميم عند مستوي ٧٥ كيلو فولت للمحولات التى تركيب داخل الغرف ويتم توصيل التيار الكهربى لها عن طريق كابلات . وعند مستوي ٩٥ كيلو فولت للمحولات التى تركيب على الأعمدة أو خارج المباني ويتم توصيل التيار الكهربى لها عن طريق الخطوط الهوائية.

Parallel Operation

٥-١٥ تشغيل المحولات على التوازي

- يعنى التشغيل المرضي للمحولات على التوازي أن يحمل كل محول نصيبه من الحمل حسب القدرة المقننة له ولتحقيق هذا الشرط فانه يلزم أن تكون المحولات الموصلة على التوازي متساوية فى الأتي:

نفس النسبة التحويلية للجهد.

نفس إزاحة الوجه.

نفس قيمة الممانعة.

وعلى ذلك فان أي محولين من المحولات ثلاثية الأوجه والتي لها خواص متماثلة ولها أيضا نفس رموز التوصيل يمكن أن تعمل معا على التوازي (مثال ذلك فان التوصيلتين Dy11 و Yd11 يمكن تشغيلهما على التوازي بأمان).

تحكم قيمة الممانعة نسبة المشاركة فى الحمل الكلي التى يتحملها كل محول ويجب فى هذه الحالة أن تكون مقاومة كل وحدة متماثلة.

- هناك نقاط أخرى يجب أخذها فى الاعتبار عند التشغيل على التوازي وهي:

أ- يمكن أن تتغير الممانعة للمحولات بين $\pm 10\%$ من القيمة المضمنة طبقاً لإختبار الممانعة. وعلى ذلك فإنه يمكن وجود محولين بهما نفس قيمة الممانعة طبقاً للأختبار رغم إختلافهما فى الممانعة بما يقرب من 20% .

ب- طول ونوع الكابل المستخدم فى توصيل المحول يجب أخذه فى الاعتبار عند حساب الممانعة فى حالة إدخال محول جديد على التوازي إذا ما كان هذا المحول فى موقع بعيد عن المحولات العاملة.

ج- بالنسبة للمحولات التى لها نظام تقسيم لمدي يزيد عن 10% فإنها تحتاج إلى أخذ التغيير فى الممانعة خلال هذا المدي.

وعلاوة على ما سبق فإنه يوجد تفاوت كبير بين منتجي المحولات من حيث ترتيب الملفات الخاصة بها مما يترتب عليه تغيير ملحوظ فى خواص المحول.

Transformers Protection

١٦-٥ حماية المحولات

تزود المحولات بالحمايات الآتية:

Differential Protection

١-١٦-٣-٣ الحماية ضد التفاوت

الحماية ضد التفاوت تستند على قاعدة المقارنة بين التيارات الابتدائية والثانوية للمحول وفى حالة حدوث خلل فى التوازن فإن ذلك يعنى حدوث عطل خارجي عن المحول. وحيث أن توصيل ملفات المحول الابتدائية والثانوية تختلف عادة فيجب أن يتم معادلتها عن طريق توصيل محولات تيار (CTS) مناسبة.

Restricted Earth Fault Protection المقيد

٢-١٦-٥ الحماية ضد عطل الأرضي المقيد
يتم تجميع الملفات الثانوية لمحولات التيار (CTS) الثلاثية على كل جانب من ملفات المحول مع مرحل (Relay) يوصل عبرها ويوصل محول تيار (CT) رابع على نقطة التعادل neutral للملفات الموصلة على هيئة T وتعمل المرحلات فقط فى حالة وجود عطل أرضي داخلي حيث أنه فى هذه الظروف فقط فإن خرج محولات التيار لا تعطي مجموع صفر مما يتسبب فى سريان تيار فى دائرة المرحل.

٣-١٦-٥ الحماية ضد عطل الأرضي غير المقيد

Unrestricted Earth Fault Protection

يعطي محول تيار (CT) واحد مركب على نقطة التعادل للملفات الموصلة على هيئة γ مقياسا للحماية ضد عطل الأرضي ولكن المرحل فى هذه الحالة يعمل أيضا فى حالة حدوث اعطال خارج المحول.

Over Current Protection

٤-١٦-٥ الحماية ضد زيادة الحمل (التيار)

يجب ضبط أوضاع مرحل زيادة الحمل بحيث يمكن تمييز الحماية فى جانب الحمل للمحول (وليس لحماية الشبكة وراء المحول).

Gas and Oil Relay

٥-١٦-٥ مرحل الغاز والزيت (بوخلز)

يتم تركيب مرحل بوخلز فى الأنبوبه الموصلة بين خزان الزيت الرئيسي للمحول وخزان الإستعواض ويوجد عادة فى المحولات المغمورة فى الزيت ذات القدرة من ١٥٠٠ ك.ف.أ. فأكثر ويزود المرحل بعوامتين تحملان مفاتيح Switches إما أن تكون مفتوحة فى الوضع العادي أو مغلقة فى الوضع العادي تعمل إحدي العوامتين عندما يصل منسوب الزيت فى خزان الإستعواض وبالتالي المرحل الى منسوب منخفض غير مرغوب ويتم توصيل المفتاح عند المنسوب المنخفض عادة بدائرة إنذار تعطي تحذيرا عند إنخفاض منسوب الزيت فى المحول وتعمل العوامة الأخرى عندما يكون هناك إنبعث مفاجئ للغاز داخل المحول وذلك فى حالة وجود عطل خطير أو إحترق فى ملفات المحول وتوصل ملامسات المفتاح فى هذه العوامة عادة الى دائرة لقط Trip Circuit فى لوحة التشغيل الخاصة بالمحول والتي تقوم بفصل المحول عن منبع التيار ويجب الأخذ فى الاعتبار أنه بدء تشغيل المحول فإنه ينبعث عادة بعض الغاز الناتج عن فقايق الهواء الموجودة بالزيت والتي قد تعمل على تشغيل مرحل بوخلز وإعطاء إنذار زائف.

Pressure - Relief Devices

٦-١٦-٥ أجهزة تنفيث الضغط

يركب الجهاز على غطاء او جدران الخزان الرئيسي للمحول ويعمل عندما يزيد الضغط داخل الخزان حيث تفتح اللقم الحاكمة Seal Snaps مما يتيح تفريغ الغاز المستجمع من خلال فوهة متسعة بمعدل يصل الى ٢٨٣ م^٣/دقيقة.

٥-١٦-٧ مبيّنات درجة حرارة الملفات Winding Temperature Indicators

حيث أنه يتعذر قياس درجة حرارة الملفات بالتلامس المباشر لموصلات هذه الملفات فإن مبيّن درجة حرارة الملفات يمكن إعتباره مؤشرا أقرب الى الدقة وذلك خلال شريحة ضيقة لتحميل المحول.

هناك نوعان رئيسيان لبيان درجة حرارة الملفات :

أ- الطريقة المباشرة حيث توضع مجسات الجهاز أقرب ما يمكن من ملفات الضغط المنخفض.

ب- الطريقة غير المباشرة حيث يقوم جهاز للصورة الحرارية بتمثيل أو تقليد الفارق فى درجة الحرارة بين الملفات واطلي منسوب الزيت.

وتستخدم الطريقة (أ) فى أغلب الأحيان مع المحولات الجافة حيث تسمح ممرات التبريد الواسعة بوضع مجسات الجهاز الحرارية بحيث لا تتلف عوازل مجموعة ملفات المحول.

- تستخدم الطريقة غير المباشرة تركيبة قياسية مكونة من مبيّن لدرجة الحرارة ذو قرص بمؤشر ومحول تيار (CT) مركب على التوصيلة الحية لأحد ملفات المحول حيث يمر التيار المقابل من ملفه الثانوي الى ملف حراري ملفوف على المخدات الخاصة بجهاز القياس ، وتقوم بمقاومة معايرة بضبط التيار فى الملف الحراري الى قيمة تنتج الفارق الصحيح بين الملفات والزيت.

- هناك طرق أخرى مناسبة للمحولات الكبيرة . حيث يتم إستخدام مقاومة بلاتينية قياسية مقدارها ١٠٠ أوم كمجس تثبت أقرب ما يمكن لملفات المحول حيث يقيس الجهاز مقاومة هذا المجس التى تتغير بتغير درجة حرارة الملفات.

- يتم توصيل مبيّنات درجة الحرارة الى دوائر إنذار او فصل ويمكن أيضا توصيلها الى ثلاثة او أربع مفاتيح لتشغيل مراوح او مضخات للهواء المدفوع أو الزيت المدفوع لدورة تبريد خارجية للمحولات.

٦- الكابلات الكهربائية

٦-١ التيار المقنن المسموح بمروره

- عند مرور تيار كهربى خلال موصل الكابل تتولد حرارة فى هذا الموصل وتتناسب كمية الحرارة المتولدة فى وحدة الزمن مع حاصل ضرب مربع شدة التيار المار فى الموصل مضروباً فى مقاومة الموصل.

وعلى ذلك فان

$$\frac{W}{t} = I^2 R \quad \dots\dots\dots (1)$$

حيث

$$\text{كمية الحرارة المتولدة فى وحدة الزمن (وات/الثانية)} = \frac{W}{t}$$

$$I = \text{التيار المار فى الموصل (أمبير)}$$

$$R = \text{مقاومة الموصل (أوم)}$$

- الحرارة المتولدة ترفع درجة حرارة الموصل وينتج عن ذلك فوق فى درجة الحرارة بالمقارنة مع درجة حرارة الوسط المحيط بالموصل (هواء أو أرض) حيث تتناسب الحرارة المتولدة خلال المواد المغلفة لموصل الكابل.
- تتناسب كمية الحرارة المناسبة فى الثانية مع الفرق فى درجة الحرارة الناتج عن مرور التيار ويتبع ذلك أن الفرق فى درجة الحرارة ΔT عند شدة تيار معينة تتزايد حتى يمكن الوصول الى توازن فى درجة الحرارة عند نقطة تكون فيها الحرارة المناسبة الى الوسط المحيط فى وحدة الزمن مساوية لكمية الحرارة المتولدة فى الموصل

أي أن :

$$\theta = \frac{W}{t} \quad \dots\dots\dots (2)$$

حيث θ = الانسياب الحرارى فى الثانية

- بتطبيق قانون أوم فان الانسياب الحرارى يمكن أخذه كالاتى:

$$\theta = \frac{\Delta T}{R_{th}} \dots\dots\dots (3)$$

حيث R_{th} هي المقاومة الحرارية للموصل (الأوم الحراري) وتحسب بالدرجة المئوية /الوات.
وتتكون المقاومة الحرارية من مقاومة حرارية داخلية (R_{thi}) من الموصل الى السطح الخارجي
للكابل ومقاومة حرارية خارجية (R_{the}) من السطح الخارجي للكابل الى الوسط المحيط.
- عند الوصول الى التوازن فى درجة الحرارة وبتطبيق العلاقات (1),(2),(3) فان :

$$I^2 R = \frac{\Delta T}{(R_{thi} + R_{the})}$$

أو

$$\Delta T = I^2 R (R_{thi} + R_{the}) \dots\dots\dots (4)$$

ملاحظة :

في حالة التيار المتردد فانه يجب حساب الممانعة Impedance الخاصة بالموصل وكذلك
التيارات التأثيرية فى الاغلفة المعدنية للكابل إلا أنه لتسهيل الحسابات فانه يمكن استخدام العلاقة
(4) لاعطاء نتائج مقبولة وكافية من الناحية العملية.

- تحدد خواص مواد العزل المستخدمة فى الكابلات أقصى درجة الحرارة يسمح أن يصل
اليها الموصل ومن ثم فان الفرق فى درجة الحرارة بين الوسط المحيط بالكابل والموصل
تكون مقيدة وهذا يمكن تحقيقه فقط بتقييد توليد الحرارة داخل الموصل وبمراعاة العلاقة (4)
فان القيمة $I^2 R$ يجب أن تخفض وهذا يمكن تحقيقه بواسطة الأتي:

- أ- تقييد قيمة المقاومة R للموصل باختبار موصل ذو مساحة مقطع كبيرة بدرجة كافية.
- ب- تقييد أقصى شدة تيار مسموح بها I_{max} عند مساحة مقطع محددة للموصل.
- المقاومة الحرارية الداخلية R_{thi} تعتمد على بنية الكابل ويمكن حسابها من أبعاد الكابل
والمقاومة النوعية للمواد المستخدمة فى العزل والتغليف ، والمقاومة الحرارية الخارجية
 R_{the} للكابل تعتمد على عدد كبير من العوامل الخارجية ذات التأثير على عملية الانتقال
الحراري.

- تحديد التيار المسموح بمروره فى الكابل يعترضه صعوبات لا ترتبط فقط بالكابل نفسه ولكن
أيضا بمعدل إنسياب الحرارة θ وهي مشاكل تبريد اساسا ويمكن تجنب هذه الصعوبات فى
الكابلات العادية المستخدمة على نطاق إقتصادي بواسطة إيجاد التيار المسموح بمروره

باستخدام قواعد تسري فى الظروف المعتاده وقد تم وضع جداول لمقننات التيار المسموح بمرورها فى المقاطع القياسية للكابلات تم إيجادها بهذه الطريقة.
وتطبق نفس هذه الجداول على كابلات الضغط المنخفض دون اعتبار لمادة العزل المستخدمة.

- يجب التمييز بين نوعين من نظم التركيب للكابلات:-

- كابلات ممددة فى الهواء.

- كابلات ممددة فى الارض.

وقد تم أخذ هذا المبدأ فى جداول التيار المقنن المسموح بمروره فى الكابلات.

- أقصى تيار مسموح بمروره لكل مساحة مقطع للموصلات النحاسية قد تم وضعه بحيث أن

الفرق فى درجة الحرارة بين الموصل والوسط المحيط ΔT فى حالة التشغيل العادي لا

تتجاوز 35°C ومن ثم فانه فى درجة حرارة للجو 25°C بالنسبة للكابلات الممددة فى الهواء

فان درجة حرارة الموصل تكون على الأكثر 60°C وذلك بالنسبة للكابلات المعزولة بالـ

P.V.C.

- يجب ملاحظة أن مادة العزل يمكن أن تؤثر على درجة الحرارة للكابل حيث تزيد درجة

الحرارة بزيادة المقاومة الحرارية لهذه المادة.

وقد تم وضع جداول خاصة للتيار المقنن لكابلات الضغط المنخفض بعزل من نوع XLPE على

أساس أقصى درجة حرارة للموصل النحاسي 85°C .

- يوضح الجدول (٢-١٣) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة P.V.C والممددة

فى الهواء.

- يوضح الجدول (٢-١٤) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة P.V.C والممددة

فى الأرض.

- يوضح الجدول (٢-١٥) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XPLE والممددة

فى الهواء.

- يوجد الجدول (٢-١٦) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XPLE والممددة

فى الأرض.

- يوضح الجدول (٢-١٧) مقننات التيار للكابلات متعددة الأقطاب المعزولة بمادة PVC

أو XPLE فى درجة حرارة للوسط المحيط 25°C .

Derating Factors

٦-٢ معاملات الخفض

عندما يكون تبريد الكابل معاقا بدرجة ما فان التيار المسموح بمروره بهذا الكابل يجب أن يخفض وذلك لمنع الموصل من الوصول الى درجة حرارة عالية أكثر من الحدود المقررة لنوع العزل المستخدم.

والعوامل التى تعوق التبريد بالمعدل المعتاد هي :

- الارتفاع فى درجة حرارة الوسط المحيط
- تأثير الكابلات المجاورة التى يمر بها تيار كهربى سواء كان تمديد الكابلات على حوائط أو سراير أو فى الأرض.
- قلة الرطوبة بالأرض الممد بها الكابلات.
- محيط الكابل موضوع كليا أو جزئيا على بكرة أو أسطوانة.

وفى جميع هذه الحالات فان أقصى حد لمقننات التيار المسموح بها فى الجداول يجب أن تخفض بنسبة معينة.

- يستخدم الجدول (٢-١٨) كدليل عملي لمعاملات الخفض فى حالات إرتفاع درجة حرارة الوسط المحيط أو تأثير مجموعات الكابلات وكذلك الاختلاف فى المقاومة الحرارية للتربة نتيجة تغير نسبة الرطوبة بها وتأثير لف الكابلات على البكرات.
- وفى حالة وجود أكثر من عامل مؤثر فى أن واحد فانه يتم الأخذ فى الاعتبار عوامل الخفض المقابلة لها لجميع هذه المؤثرات فى الحساب.
- يجب الاحتياط فى حالة تركيب أكثر من كابل فى خندق أو فاروغة واحدة حيث يكون من الصعب توقع درجة التهوية ومن ثم تحديد معامل الخفض بدقة.

Voltage drop

٦-٣ التنزيل فى الجهد

يقصد بالتنزيل فى الجهد فى الكابل الفرق فى قيمة الجهد المقاس عند بداية ونهاية الكابل.

وينص على التنزيل المسموح به بنسبة مئوية من جهد الدائرة المقنن وتؤخذ كالتالى:

بحد أقصى ٥٪ لنظم الانارة

وبحد أقصى ٢٪ لنظم القوى.

- ويمكن حساب التنزيل فى الجهد بصورة دقيقة من المخطط المتجهي للدائرة وفى معظم الحالات فان الحساب الدقيق ليس ضروريا ويكتفى بالتحديد التقريبي على الوجه الآتي:

أ- بالنسبة للتيار المستمر

$$\Delta v = 2.I.L. \frac{r}{1000}$$

حيث Δv النزول فى الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالفولت (مقاس بين الأقطاب)

I التيار المقنن بالأمبير

L طول الكابل بالمتر

r مقاومة الكابل بالأوم / الكيلو متر

ب- بالنسبة للتيار المتردد أحادي الوجه

$$\Delta v = 2.I.L. \frac{r \cos \phi}{1000}$$

حيث Δv النزول فى الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالفولت (مقاس بين الوجه ونقطة التعادل)

I التيار المقنن بالأمبير

L طول الكابل بالمتر

r مقاومة الكابل بالأوم / الكيلو متر

$\cos \phi$ معامل القدرة للحمل الموصل على الكابل .

ج- بالنسبة للتيار المتردد ثلاثي الأوجه

$$\Delta v = \sqrt{3} \frac{r \cos \phi}{1000}$$

حيث Δv النزول فى الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالفولت (مقاس بين الوجه ونقطة التعادل)

I التيار المقنن بالأمبير

L طول الكابل بالمتر

r مقاومة الكابل بالأوم / الكيلو متر

$\sin \phi$ معامل القدرة للحمل الموصل على الكابل.

ملاحظة :

القيم المبينة أعلاه دقيقة بدرجة كافية عندما تكون الممانعة (X) للكابل يمكن إهمالها بالنسبة الى مقاومة الكابل (r) وهي الحالة المعتادة مع الكابلات ذات مساحة المقطع التى لا تزيد عن ٧٠ مم² أما بالنسبة للكابلات ذات مساحة المقطع الأكبر فإنه يتم حساب النزول فى الجهد كالآتي:

(١) بالنسبة للتيار المتردد أحادي الوجه

$$\Delta v = 2.1.1. \frac{r \cos \phi + \chi \sin \phi}{1000}$$

(٢) بالنسبة للتيار المتردد ثلاثي الأوجه.

$$\Delta v = \sqrt{3}.1.1. \frac{r \cos \phi + \chi \sin \phi}{1000}$$

حيث X ممانعة الكابل بالاووم / الكيلو متر .

ويمكن أخذها 0.1 أوم / الكيلو متر

- للتطبيق العملي يمكن استخدام النوموجرامات المبينة بالأشكال (٣-٥) ، (٣-٦)

٦-٤ تيار القصر للكابلات

٦-٤-١ تيار القصر الحراري المقنن للكابلات المعزولة بالـ PVC

Thermal short circuit rating of Pvc

يتم حساب تيار القصر الحراري المقنن من العلاقة

$$IK = \frac{109}{\sqrt{t}} \cdot q$$

حيث IK = تيار القصر المقنن بالكيلو أمبير

t = وقت مرور تيار القصر بالثانية.

q = مساحة المقطع الأسمي للموصل النحاسي بالمم المربع.

وتسري هذه العلاقة لزيادة فى درجة الحرارة بين ٧٠ - ١٥٠°م ويبين الشكل (٣-٧) نوموجرام

العلاقة بين تيار القصر والزمن ومساحة مقطع الموصل فى حالة الكابلات المعزولة بالـ PVC

بتطبيق العلاقة السابقة.

٦-٤-٢ تيار القصر الحراري المقنن للكابلات المعزولة بالـ XPLE

Thermal short circuit rating of XPLE

يتم حساب تيار القصر من العلاقة

$$IK = \frac{\sqrt{t}}{144} \cdot q$$

حيث IK تيار القصر المقنن بالكيلو أمبير

t زمن مرور تيار القصر بالثانية

q مساحة مقطع الموصل الاسمي مم مربع

وتسري هذه العلاقة لزيادة فى درجة الحرارة من ٨٥-٢٥٠°م.

وبين الشكل (٣-٨) نوموجرام العلاقة بين تيار القصر وزمن المرور ومساحة مقطع الموصل فى

حالة الكابلات المعزولة بالـ XPLE بتطبيق العلاقة السابقة.

٥-٦ الاعتبارات التصميمية لتركيب الكابلات والمواسير والمجاري الخاصة بها.

يجب مراعاة ما ورد بكود أسس التصميم وشروط التنفيذ للتركيبات الكهربائية فى المباني وذلك عند

تحديد المواصفات الخاصة بتركيب الكابلات ومشتلاتها والمواسير والمجاري الخاصة بها.

٧- محطة التوليد الكهربائي

٧-١ مقدمة

نظراً لأهمية وضرورة إستمرارية معالجة مياه الصرف الصحي عند إنقطاع تيار المدينة المغذي لمحطة المعالجة ، فلا بد من توافر مصدر كهرباء بديل لتشغيل محطة المعالجة وذلك بإنشاء محطة توليد كهرباء إحتياطية وتعتبر جزءاً لا يتجزأ من المحطة لضرورتها الفائقة للتشغيل المستمر .

٧-٢ قدرة محطة التوليد الإحتياطية

- يجب أن تكون محطة التوليد الكهربائية ذات قدرة تناسب تشغيل جميع الطلمبات والأجهزة العاملة بمحطة المعالجة.

٧-٣ عدد وحدات محطة التوليد الكهربائية

طبقاً للقدرة المطلوبة الإحتياطية المذكورة بعالية لتشغيل محطة معالجة مياه الصرف الصحي فإنه يتم تحديد أقل عدد من وحدات التوليد بما يحقق الموازنة بينا الناحية الإقتصادية وتأمين التشغيل ومراعاة المساحة المتاحة.

Consider Enclosures for Noise Control

٧-٤ المواصفات المطلوبة لمحركات وحدة التوليد

القدرة : القدرة المطلوبة الإحتياطية / عدد وحدات التوليد

الدورة : رباعية الأشواط

الوقود : ديزل / سولار بالحقن برشاشات وطمبة وقود مع شاحن هواء جبري (Turbo charger)

التبريد : مياه أو هواء طبقاً لموقع المحطة ومدى توفر مياه التبريد.

بادئ الإدارة : كهربائياً أو بالهواء المضغوط

ترتيب الإسطوانات : طبقاً للقدرة والمساحة المتاحة يتم الإختبار اما صف أو حرف V

سرعة الماكينة N : تحدد سرعة الماكينة باللغة / د حسب ذبذبة التيار (f) (٥٠ ذبذبة / ث)

وعدد ازواج أقطاب المولد الكهربية (P) طبقاً للمعادلة :

$$f = \frac{P.N}{60} \text{ Hz}$$

وتؤخذ السرعات كالآتي:

- للمحركات أقل من ٣٠٠ كيلو وات تؤخذ ١٥٠٠ ل/د
- أكبر من ٣٠٠ كيلو وات حتي ٦٠٠ كيلو وات تؤخذ ١٠٠٠ ل/د
- أكبر من ٦٠٠ كيلو وات حتي ١٥٠٠ كيلو وات تؤخذ ٧٥٠ ل/د
- أكبر من ١٥٠٠ كيلو وات تؤخذ ٦٠٠ ل/د

٥-٧ ملحقات محرك الديزل

مأخذ هواء المحركات

- تقدر متطلبات الهواء بحوالي ٠.٠٧ م^٣ / دقيقة / حصان فرملي من قدرة المحرك
- يزود مأخذ الهواء بمرشح فلتر تنقية الهواء الداخل
- عند إستخدام شاحن هواء جبري (Turbo charger) يراعي توفر طول مستقيم لا يقل عن ٥ سم قبل توصيلة مع مأخذ هواء المحرك.
- يتم تصميم توصيلات مواسير الهواء بطريقة تيسر عملية تغيير المرشح بالإضافة إلى عزل إهتزازات وضوضاء المحرك.

عادم المحرك

- مراعاة العزل الحراري لمواسير العادم ومخفض الصوت الشكمان silencer لحماية العاملين فى عنبر وحدة التوليد ولعدم رفع درجة حرارة العنبر حتي لا يؤثر على درجة حرارة هواء المأخذ أو بطاريات بدء التشغيل.
- يجب أن يكون مسار مواسير العادم بعيداً عن أي مواد قابلة للإشتعال بمسافة لا تقل عن ٢٥ سم.
- يجب أن يكون تمرير مواسير العادم داخل غلاف قطرة مره ونصف قطر مواسير العادم على الأقل عند إختراقها الحوائط أو الجدران أو الأسقف.
- نهاية مواسير العادم يتم شطفها بزاوية من ٣٠° إلى ٤٥° للتقليل من الدوامات الغازية وتخفيض الضوضاء وحمايتها من الأمطار.

تهوية العنبر

- يجب الإهتمام بتهوية عنبر وحدات التوليد حيث أن التهوية الجيدة تؤدي إلى توفير من ٦٪ إلى ١٠٪ من إستهلاك الوقود نظير الحرارة المشعة فى العنبر ، وتحسين إنتاجية وحدة التوليد ولوحات التوزيع وتهيئة جو مناسب لعمال التشغيل والصيانة بالعنبر.
- يجب المحافظة على تهوية العنبر عند درجة حرارة ٣٨° م.

تبريد المحرك

- يجب إحتواء دورة التبريد على ثرموستات يسمح لها بالعمل بعد 80°C للحفاظ على كفاءة المحرك عند بدأ التشغيل.
- يجب أن يتراوح الفرق بين درجات حرارة مياه التبريد الداخلة والخارجة بين 5°C إلى 8°C
- يجب أن يكون ضغط مياه التبريد بين 0.25 إلى 0.45 كجم /سم² وذلك للمحافظة على عدم تكوين بخار فى ردياتير وقيمص تبريد المحرك.
- يجب أن تكون درجة الحرارة فى الجزء العلوي للردايتر أقل من 100°C لمنع التكيف فى مضخة مياه التبريد وزيادة كفاءتها.
- سرعة مياه التبريد بين 0.6 م/ث و 2.5 م /ث بينما تكون من 0.6 م/ث إلى 1.9 م/ث فى حالة إستخدام مياه عكرة غير نقية.
- يراعى نوعية مياه التبريد (نقية أو عكرة) عند تحديد السرعات فى مواسير دورة التبريد.

٦-٧ نظام الوقود

التخزين الرئيسى

- يخزن الوقود فى خزانات كبيرة يكفي حجمها لتشغيل جميع ماكينات التوليد بالحمل الكامل لها لمدة أسبوع إلى أسبوعين بصفة مستمرة متصلة وذلك حسب البعد أو القرب من مصادر التموين.
- يراعى أن تكون خزانات الوقود الرئيسية إما أعلى أو أسفل مستوي السطح الأرض،
- يصنع خزان الوقود من الواح الصلب المعالج ولا يستخدم الحديد المجلفن للبعد عن التفاعلات الكيميائية مع الوقود.
- يراعى أن تكون الخزانات الرئيسية أعلى سطح الأرض فى حالة توافر المساحة اللازمة بعيدة عن الحركة السطحية وتكون أسفل سطح الأرض عند توافر المساحة السطحية اللازمة لها.

ملحقات الخزان

- ماسورة ملء الخزان ، وتوضع بحيث تحقيق عمليات التشغيل الآمن.
- مواسير تهوية الخزان.
- فتحة القياس
- صمام تصافي أسفل الخزان لسحب الرواسب على فترات.

- طلمبات كهربائية لنقل الوقود من الخزانات الرئيسية إلى الخزانات اليومية.
- تصنع ملحقات الخزان من الحديد الصلب المعالج (الغير المجلفن) أو الصلب أو النحاس.

التخزين اليومي

- يوضع الخزان اليومي فى عنبر محركات التوليد.
- أقطار مواسير سحب وارتجاع الوقود لا يقل عن اقطار مواسير وملحقات المحرك وبكامل أطوال المواسير.
- تزداد أقطار المواسير فى حالة تغذية أكثر من محرك بالوقود ، كذلك فى حالة إنخفاض درجة الحرارة.

الفلاتر (المرشحات)

- توضع الفلاتر لمنع رواسب الوقود التى تتسبب فى سد فواني رشاشات حقن الوقود وطمبات الحقن.
- تزود الفلاتر بمصافي سلكية بأبعاد ٠.٣ مم.
- تزود المحركات الكبيرة بعدد ٢ فلتر مع وسيلة لتغيير استخدام أى منهما لتسهيل عملية تنظيف أو إستبدال الفلتر التالف أثناء التشغيل لتجنب تعطل المحرك.

٧-٧ نظم بدء الإدارة

يتم بدء إدارة محرك التوليد بإحدى طريقتين:

- كهربياً (بطارة + بادئ الحركة) للمحركات حتى قدرة ٥٠٠ ك.وات.
- بالهواء المضغوط للمحركات ذات القدرة أكبر من ٥٠٠ ك.وات.

بدء الإدارة كهربائياً

يراعى إتباع النقاط التالية عند إستخدام هذه الطريقة

- تفضل البطاريات ذات ألواح الرصاص الشائعة لقلّة تكلفتها عن البطاريات النيكل كاديوم.
- يجب ألا تتعدى درجة حرارة عنبر محركات التوليد ٣٨°م للمحافظ على قدرة وكفاءة تشغيل البطاريات.

- يجب إستعمال كابلات نحاس فى التوصيل بين البطاريات وبادئ الحركة.
- يلزم تشغيل شاحن للبطاريات بعنبر ماكينات التوليد لشحن البطاريات أثناء عدم تشغيل محركات التوليد ، وذلك بالاضافة إلى مولد التيار المستمر الذي يقوم بشحن البطاريات أثناء تشغيل المحركات.

بدء الإدارة بالهواء المضغوط

يراعى إتباع الآتي عند إستخدام هذه الطريقة:

- توافر ضغط هواء يتراوح بين ٧ كجم/سم^٢ إلى ١٦ كجم/سم^٢ من ضاغط هواء (كومبرسور) وخزانات هواء ومحابس عدم رجوع بينهم.
- يراعى أن يكون حجم خزانات الهواء طبقاً لكمية الهواء اللازمة للإدارة فى المرة الواحدة ، وعدد مرات الإدارة وضغط الخزان والضغط الجوي. ويحدد هذا الحجم بمعرفة الشركة الموردة للماكينات.
- يتم تشغيل ضاغط الهواء الرئيسى (الكومبرسور) بماكينة إحتراق داخلي تعمل إما بالبنزين أو الكيروسين أو السولار.
- يجب توفر ضاغط هواء إحتياطي يعمل بمحرك كهربائي.

الفصل السادس

شروط الطرح و العطاءات و مراحل المشروع التصميميه و التنفيذيه - التصميم المعماري و الانشائي

٦-١- مراحل المشروع التصميمية والتنفيذية

٦-١-١- مقدمة

من المعلوم أن مشروعات المياه والصرف الصحي سواء أعمال الشبكات او الخطوط الناقلة او محطات الروافع و محطات تنقيه مياه الشرب او محطات الروافع و محطات معالجه الصرف الصحي تمر بمراحل انتاج و هي :

• مرحله إعداد مستندات الطرح :

ويقصد بها المستندات التي تقيم بأعدادها الاستشاري المصمم وتتضمن الرسومات قوائم الكميات والمواصفات الفنية لبنود الأعمال و الشروط العامه و الخاصة

• مرحلة طرح الأعمال

ويقصد بها المرحلة التي يتم فيها طرح مستندات الاعمال علي المقاولين المتخصصين لدراسة الأعمال محل المشروع دراسة تامه و التحقق من كل المتطلبات ويسمح خلال هذه الفترة بأن يقوم المقاول بتكليف استشاري (كأستشاري مقاول) يقوم بمساعدته والدعم الفني للمقاول ويقوم بدراسة الأعمال واستيضاح ما يتطلب ايضاحه والاستفسار من الاستشاري المصمم عما قد يكون مبهما وغير واضح ومن ثم تعد الاستفسارات والردود الرسمية عليها من المالك و/او الاستشاري المصمم بمثابة مستند رسمي مكمل لمستندات طرح العطاء بل ويجب أن تكون أولويتها في ترتيب أهمية و أولوية ترتيب مستندات العطاء في درجة متقدمة و أن ما بها من معلومات يجب و يلغي ما قد يكون قد سبق في مستندات الطرح .

ومن المفترض خلال هذه الفترة أن تنتفى إليه شبهه فنية للمقاول في قدرته على استيفاء الأعمال محل الطرح و تنفيذها متكامله بلا اي خلل مهما قد يكون قد شاب مستندات الطرح من نقص او عدم اكتمال او خلل او عدم ملائمه خامات او مهمات او بيانات فنية لأي اعمال للتنفيذ بالنظر لطبيعته و منطقة المشروع و بصورة تضمن تشغيلها فينا وبصورة أمنه تحقق الهدف التشغيلي للمالك منها .

الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع

وبفضل خلال هذه المرحلة أن يتقدم المقاول في عطائه ببعض الرسومات التوضيحية لنطاق الاعمال تظهر قدرته وقدرة استشاريه على فهم و ادراك حدود الاعمال محل الطرح و يعد هذا ضروريا و ملزما في حالة مشروعات التصميم والبناء Design and build

- مرحلة رسو العطاء

يقوم المالك وحده او يعاونه الاستشاري المصمم أو استشارى أعمال الإشراف علي التنفيذ وبفضل أن يكون الاستشاري المصمم هو نفسه استشاري الإشراف على التنفيذ بإعداد التعاقد مع المقاول الذي تم الترسيه عليه موضحا به كافة الالتزامات و ترتيب أولويات بنود مستندات الطرح والمدد الزمنية المستحقات المالية .

• مرحلة التنفيذ

من المعلوم أن المقاول مسئول مسئولية تامه غير منقوصه هو واستشاريوه (استشاري المقاول) عن أعداد الرسومات التنفيذية Construction Drawings و التشغيلية Shop Drawings و التفصيلية Detailed Drawings اثناء و قبل الشروع في التنفيذ و بما يضمن للمالك امكانية تنفيذ كافة الاعمال بلا خلل او نقص او يحد من اداء المشروع لوظيفته و ايضا الرسومات طبقا للمنفذ ببع انتهاء التنفيذ As Built Drawings و هذه الرسومات جميعها تتضمن درجات من الإيضاح والبيان لكل بنود وعناصر و خامات و مهمات المشروع تبعا للحاجة بحيث تضمن هذه الرسومات اكتمال التنفيذ بما يحقق الهدف من المشروع متضمنه كافة الأعمال و الإجراءات و المحاذير مع ضرورة الاخذ في الاعتبار كافة المستجدات التي قد تنشأ نتيجة ظهور انشطه محيطه بنطاق المشروع او تغير طبيعه التربة او الاعمال المساحية او الظروف البيئية جميعها أو تغير ظروف تحيط بالمشروع أو حدوث مستجدات لم تكن منظورة وقت إعداد مستندات الطرح للعطاء او وقت إعداد مستندات العطاء بمعرفه استشاري المقاول (قبل الترسيه)

وفيما يلي بيان بمستندات كل مرحلة من مراحل الاعمال

الكود المصرى لأسس تصميم وشروط
تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع

٦-١-٢ مرحلة إعداد مستندات الطرح

تحتوى مستندات العطاء التى يتم طرحها وإعدادها بمعرفة الأستشارى المصمم على المعلومات الفنية المبدئية (concept design) عن المشروع والشروط العامة والخاصة والتى تعتبر الحكم الذى يحتكم إليه كل من أطراف التعاقد ويستند إليها عند الإقتضاء علاوة على الردود على الاستفسارات و العرض الفني للمقاول تبعا لأولوية و ترتيب المستندات.

٦-١-٢-١ مكونات مستندات الطرح

تتكون مستندات الطرح من المجلدات الآتية

- دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات الفنية
- جداول الكميات التقديرية
- البوم الرسومات التصميمية للمشروع
- أى مستندات أخرى يقوم المصمم بإعدادها مثل تقارير الجسات الأسترشادية المبدئية والتحليل للتربة والمياه الجوفية.

٦-١-٢-١-١ دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات الفنية للمشروع

لا بد وأن يتضمن هذا المجلد الآتى :

- أ- الدعوة الى المناقصة.
- ب- نموذج العطاء.
- ج- تعليمات الى مقدمى العطاءات.

أ- الدعوة الى المناقصة

تكون الدعوة الى المناقصة فى صفحة أو صفحتين بوصف مختصر موجز عن المشروع والإجراءات الخاصة للمناقصة، كما تتضمن طريقة الحصول على نسخة من مستندات العطاء وتسعيها وموعد ومكان تسليم هذه المستندات. كما يتم الإعلان عن هذه المناقصة فى الصحف اليومية (جريدتين واسعتى الانتشار) طبقا لمتطلبات القانون المعمول به لدى المالك.

ب- نموذج العطاء

يحدد نموذج العطاء الصيغة الموجودة التى بموجبها يتقدم المقاولون بأسعارهم وعروضهم الى صاحب العمل والتى تسهل أعمال المقارنه الفنية أو السعرية وذلك لتكافؤ الفرص بينهم.

ت- تعليمات الى مقدمى العطاءات

تعتبر تعليمات مقدمى العطاءات الأساس الثابت للعطاءات والتى تساعد على ترتيب محتويات العطاءات ترتيباً قياسياً طبقاً لنموذج العطاء، حيث تحتوى هذه التعليمات على البنود التى تغطى الأتى:

- تعاريف
- عرض المتقدمين فى العطاءات
- مستندات العطاء
- إجراءات العطاء
- الاعتبارات الواجبة للعطاءات
- تعليمات البريد
- التأمين الإبتدائى والتأمين النهائى
- نموذج التعاقد بين المالك والمقاول
- تعليمات إضافية

٦-١-٢-١-٢- البوم الأعمال

Tender Drawings

أ - رسومات العطاء

تعبر الرسومات عن العلاقة بين المكونات المختلفة للمنشأ، حيث توضح أماكنها وأبعادها.
يجب أن تكون الرسومات كاملة الى حد كبير ودقيقة ومرسومة بمقياس رسم مناسب وموضح عليها الأبعاد الكافية و المناسب المملوبة .

الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع

حيث تعتبر دليل المقاول فى تقديراته وحساب الكميات أثناء تجهيز العطاء ومرشدة له فى أعمال الإنشاء والتنفيذ، كما تحتوى على رسومات توضيحية لكل الاعمال الصحية و المعمارية و المدنية و الكهروميكانيكية تبعا للتخصصات التصميمية بالمشروع .

ب- المواصفات الفنية

تعتبر المواصفات الفنية مكمل للرسومات التصميمية حيث تعبر عن المتطلبات بالكلمات وتوضح جودة الخامات والمهات والمعدات وطرق الإنشاء الفنية للأعمال المطروحة.

وتعتبر المواصفات الفنية أكبر أجزاء العقد وتعد هذه المواصفات طبقاً للتقسيمات الآتية :

المواصفات المدنية، أعمال الموقع، أعمال الخرسانة، الأعمال التكميلية Masonary الأعمال المعدنية، الأعمال الخشبية، العزل والحماية، الأبواب والشبابيك، أعمال خاصة (Special Works)، المعدات، الأثاث، إنشاءات خاصة (Special Construction)، نظم الربط (Conveying Systems)، الأعمال الميكانيكية، الأعمال الكهربائية.

ج- جداول الكميات التقديرية

- تحتوى جداول الكميات التقديرية على بنود الأعمال ووصف موجز لكل بند وطريقة المحاسبة عليه سواء بالوحدة أو بوحدة المساحة أو وحدة الحجم أو بالمقطوعة او بالوزن ، والكمية التقديرية لكل بند من هذه البنود.
- يقوم المقاول بتسعير هذه البنود كل على حده.
- يشترط فى هذه الجداول أن البند الذى لا يقوم بتسعيره المقاول يعتبر محملاً سعره على باقى أسعار بنود العقد عند التنفيذ وذلك بالرغم من وضع أعلى سعر لهذا البند من العطاءات الأخرى عند تقييم هذا العطاء فى لجنة البت والترسيه.
- تعتبر الكميات المدرجة فى جداول الكميات تقديرية، ويتم المحاسبة طبقاً للمنفذ تبعا للقانون.

د - نماذج التأمين

تحتوى مستندات العطاء على نماذج صيغة التأمين الإبتدائى الذى سيقدم مع العطاء والتأمين النهائى الذى سيقدمه المقاول الفائز بالعطاء من بنك معتمد وتشترط الصيغة أن يكون لصاحب العمل حق صرف هذا التأمين لصالحه عند أول إشعار للبنك بذلك ولا يعتد بأى اعتراض من المقاول أو الاستشارى، وكذلك ضرورة إستمرار هذا التأمين ليتزامن مع الغرض منه.

هـ - التعاقد بين المالك والمقاول

يعتبر هذا التعاقد من الأهمية بحيث يعتبر وثيقة مستقلة بذاته. حيث يغطى هذا التعاقد خمسة أسس أساسية هى :

- التماثل والتطابق بين الموقعين على هذا التعاقد من الناحية القانونية ومدى أهلية الموقعين على التعاقد فى تنفيذه، ويتم التوقيع على عدد من الأصول تكفى ليكون مع كل من المالك والمقاول والمهندس المشرف (إن وجد) وإدارة العقود والمشتريات ومجلس الدولة نسخة أصل من كل منه.

- وصف موجز واضح للمشروع.

- زمن التنفيذ المتوقع الإنتهاء خلاله ويعتبر هذا الجزء هام جداً، حيث يترتب عليه توقيع غرامات التأخير أو تمديد العقد أو ما شابه ذلك.

- السعر سواء سعر ثابت شامل للمشروع بالكامل أو سعر لكل بند من بنود الأعمال أو سعر مقطوعية لكل بند أو مجموعة بنود متشابهه من الأعمال حسبما يتم الاتفاق عليه.

- شروط دفع عن طريق المستخلصات الدورية تبعاً لتقدم الأعمال وما يتم الاتفاق عليه من خصم نسبة معينة تتراكم لحين الاستلام الإبتدائى وما يتم خصمه كنسبة من الدفعة المقدمة للمقاول وهكذا.

وكذلك نظام المستخلص الختامى للعملية الذى يعتبر من أهم المستخلصات القانونية فى حياة المشروع.

الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع

كما يتضمن هذا التعاقد مدى العلاقة بين هذه الوثيقة وبين باقى مستندات العطاء وذلك للصفة القانونية حيث أن هذه الوثيقة هى الوحيدة الموقعة من أطراف التعاقد.

و- شروط التعاقد

تنقسم شروط التعاقد الى قسمين : شروط عامة وشروط خاصة أى مكمله.

ز- الشروط العامة

تغطى الشروط العامة حقوق والتزامات كل من المالك والمقاول كما توضح إطار أعمال مسئوليات المهندس الاستشارى المشرف على التنفيذ (إن وجد) وأعمال ومسئوليات مدير المشروع.

وأهم بنود محتويات هذه الشروط العامة مايلى:

تعريف

يتم التعريف بدقة وبوضوح البنود الهامة مثل :

المالك - المقاول - مقاول الباطن - المهندس المشرف - العمل - المشروع - مستندات العطاء -
البوم الرسومات - بدء التنفيذ للمشروع - موعد الانتهاء من المشروع.

الحقوق والمسئوليات

يتم توضيح الحقوق والمسئوليات لكل الأطراف بشئ من التفصيل لكى يفهم كل طرف مدى حقوقه ومسئوليته تجاه العقد وكذلك العلاقات مع مقاولى الباطن الذين تمتد إليهم حقوق ومسئوليات المقاول الأساسى.

العمل بآخرين

بصفة عامة فإن للمالك الحق فى القيام ببعض الأعمال المتعلقة بالمشروع بمعرفته أو بواسطة مقاول آخر منفصل تابع له.

لذلك فإن المشاكل الناجمة عن التداخل أو تعاون الجهود والتي يمكن أن تؤثر على أعمال الآخرين يتم إضافتها وتوضيحها فى الشروط العامة.

فض المنازعات

يتم وضع شروط توضح طريقة فض المنازعات الناجمة عن العمل بشئى من التفصيل سواء سلبياً أو بالتحكيم.

الوقت

يتم توضيح تاريخ البدء فى المشروع وتاريخ الانتهاء ومنها يتم توضيح المدة اللازمة لتنفيذ المشروع والتي بناء عليها يقوم المقاول بعمل جداول البرامج الزمنية اللازمة للانتهاء من المشروع والذي يجب إعتمادها من الاستشارى (إن وجد) والمالك أو من يمثله والتي بموجبها يتحدد أى تأخير فى العمل وأسبابه ومدى استحقاق المقاول لتمديد الزمن طبقاً لهذا التأخير أو مدى خصم غرامات التأخير عليه طبقاً للحالة، ويجب أن يتم توضيح الظروف القهرية التي تكون خارجة عن الإرادة والتي يتعطل فيها العمل.

المستخلصات والدفع

يتم توضيح طريقة إعداد المستخلصات طبقاً لتقدم العمل بطريقة واضحة ومحددة ومتى يتم تقديم هذه المستخلصات الدورية وأقل قيمة لها والمدة اللازمة لمراجعتها من المالك أو من يمثله من الشئون الفنية والمالية وإجراءات إرتجاع هذه المستخلصات عند ظهور أخطاء بها فى مراحل المراجعة المختلفة .

ويجب توضيح أن موافقة المالك على صرف هذه المستخلصات لا تعتبر موافقة منه على قبول العمل.

كما يوضح الأسباب التعاقدية والقانونية التي تتيح للمالك حق تعليق مستحقات المقاول وعدم صرفها ومنها على سبيل المثال عدم إصلاح الأعمال المعيبة، الدعاوى المرفوعة من طرف ثالث، وفشل المقاول المستمر فى الخضوع لشروط وأحكام العقد.

عند إنتهاء الأعمال جميعها يتم عمل المستخلص النهائى بعد قيام المقاول بتسليم شهادة مخالصة الى المالك بأنه قد تسلم جميع حقوقه المالية وليس له الحق فى الرجوع على المالك بأي صورة من الصور، وأحياناً كثيرة يتم عمل إتفاق بين كل من المالك والمقاول بتنازلهما عن جميع الدعاوى المرفوعة من كل منهما على الآخر قبل الموافقة على المستخلص النهائى

إجراءات التسليم المؤقت (الإبتدائى) والنهائى

١ - المؤقت (الإبتدائى)

- يتم التسليم الإبتدائى للمشروع كما يلى:
- بعد إتمام الأعمال وذلك بقيام المقاول أو من يمثله بإخطار المالك كتابة بأن كافة الأعمال وضعت موضع التشغيل وجاهزة لإجراء التجارب التى تتم بمعرفته وفى حضور المالك أو من ينوب عنه والمهندس المشرف على التنفيذ (إن وجد).
- بعد ثبوت نجاح التجارب وقيام المقاول بتوريد قطع الغيار والأجهزة المساعدة والرسومات المنفذه (As Built Drawings) يتم اثبات ذلك فى محضر تجارب للمشروع.
- بعد استقرار التجارب الفترة اللازمة التى يتفق عليها بين المالك والجهة التى سوف تتسلم المشروع لتشغيله والانتفاع به أو إذا ما كان المقاول هو الذى سوف يقوم بالتشغيل لفترة معينة منصوص عليها بالتعاقد.
- فى حالة عدم نجاح التجارب يلتزم المقاول بإعادة التجارب على نفقته الخاصة حتى نجاح التجربة بعد الفترة اللازمة لها.
- يتم التسليم المؤقت (الإبتدائى) للانتفاع بالمشروع وتشغيله وإثبات أى ملاحظات أو أعمال ناقصة لم تتم وذلك بكشف للملاحظات وبحيث لا تكون لهذه الملاحظات أى تأثير على تشغيل المشروع والانتفاع به وفى حالة ما إذا كان المقاول لم يقم بتوريد أى من الأجهزة المساعدة أو قطع الغيار أو إعداد الرسومات أو أى مستندات يتعهد المقاول أو من يمثله بنهوها خلال فترة يتفق عليها وتكون هذه الفترة خلال سنة الضمان.

الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع

- يكون للمالك الحق فى خصم مبالغ أو تعليلتها بالأمانات من مستحقات المقاول نظير نهو وإتمام هذه الأعمال أو استمرار خطاب الضمان وترد هذه المبالغ بعد إنجاز المقاول لكافة هذه الالتزامات.
- فى حالة ظهور أى جزء من أجزاء العمل معيبة أو تالفة خلال سنة الضمان فعلى المقاول استبدال المعيب أو التالف أو القيام بإصلاحها فى حالة ثبوت جدوى هذا الإصلاح على حسابه الخاص وفى حالة رفضه يتم الإصلاح خصماً من مستحقاته أو طبقاً لما ينظمه العقد فى هذا الخصوص ويمتد ضمان الجزء المستبدل لمدة سنة من تاريخ الاستبدال.

٢ - الاستلام النهائى

- قبل الإنتهاء من مدة الضمان وبعد قيام المقاول بنهو كافة التزاماته يقوم المقاول بإخطار المالك كتابة لتحديد موعد للمعاينة وتشكل لجنة الاستلام النهائى بحيث تتضمن الجهة المالكة والجهة المستفيدة من المشروع والتي قامت بالتدريب على التشغيل والصيانة طوال سنة الضمان والمقاول والاستشارى (إن وجد).
- فى حالة ظهور أى أعمال أو التزامات لم تستكمل يؤجل التسليم النهائى حتى يفى المقاول بجميع الالتزامات المقررة طبقاً للتعاقد والشروط الفنية وأصول الصناعة وتمتد فترة الضمان تبعاً لذلك.
- متى اسفرت المعاينة عن مطابقة الأعمال للشروط والمواصفات الفنية الأصلية أو تعديلاتها التى تضاف أثناء التنفيذ للمشروع واتضح للجنة أن المقاول أنهى جميع التزاماته يتم تحرير محضر الاستلام النهائى موقعاً من المقاول والمالك والجهة المستفيدة القائمة على التشغيل مستقبلاً والمهندس المشرف على التنفيذ (إن وجد).
- لا يخل هذا التسليم النهائى بمسئولية المقاول بمقتضى القانون المدنى المصرى.
- بعد إتمام التسليم النهائى يعمل المستخلص الختامى بين المالك أو من ينوب عنه وبين المقاول أو من يمثله وطبقاً للموضح فى البند سابقاً.

التأمين

توضح الشروط العامة المجالات التى يلزم تغطيتها بالتأمين على الأعمال والعمال بما فيهم موظفى المقاول والاستشارى والمالك المعينين بالمشروع والطرف الثالث ضد جميع المخاطر ومنها الحوادث والسرقة والحريق ... الخ لدى شركة تأمين مقبولة من المالك وإصدار شهادات التأمين باسم المالك وتوضح أيضاً التعويض المناسب لكل حالة، كما تغطى جميع إلتزامات المالك والمقاول والطرف الثالث ويتم إرسال شهادات التأمين الى طرفى التعاقد.

التغيرات

توضح الشروط العامة أسلوب عمل أوامر التغيير للأعمال التى تتغير فى العقد ومدى الوقت اللازم لهذا التغيير لإضافته الى أو خصمه من مدة العقد وكذلك التغيير المطلوب لإضافته الى أو خصمه من قيمة العقد وذلك دون التأثير على وثيقة التعاقد نفسها.

كما توضح أسلوب التفاوض بين الأطراف المختلفة للاتفاق على الآثار الناجمة عن التغيير من حيث الوقت والتكلفة.

تصحيح الأعمال

يعطى هذا البند من الشروط العامة الحق للمالك فى رفض الأعمال المعيبة أو الغير مطابقة لشروط العقد والتى يلزم استبدالها أو إصلاحها بمعرفة المقاول وعلى حسابه، وذلك خلال مدة المشروع بما فيها سنة الضمان.

Termination

إلغاء العقد

يجب أن تتضمن الشروط العامة هذا البند الذى يتيح للمالك الحق فى إلغاء العقد نتيجة فشل المقاول، وعلى سبيل المثال فشل المقاول فى إتمام العمل فى موعده المحدد أو عدم إنجاز الأعمال كما يتيح للمقاول الحق فى الإلغاء فى حالة فشل المالك فى الوفاء بالتزاماته.

الشروط الخاصة المكملة

تعتبر الشروط الخاصة مكملة للشروط العاملة لتلائم القوانين المحلية والظروف البيئية والظروف الخاصة بكل مشروع على حدة، وتكون أرقام بنود هذه الشروط مماثلة لما يشابهها من الشروط العامة وذلك عند إضافة أو حذف بعض نصوص الشروط العامة.

٦-١-٣ - مرحلة طرح الاعمال

يلزم على مقدمى العطاء المتناقصين القيام بمعاينة المشروع معاينة نافية للجهالة والاطلاع على مستندات طرح العطاء بإصدار مجموعة من الاستفسارات التي تهدف إلى إيضاح الاعمال سواء عن طبيعة المشروع ومكوناته وعن كافة مستندات طرح العطاء - ويلزم على المالك و استشاري المصمم الرد على كافة هذه الاستفسارات بوضوح وبلا غموض و يحق له ان يعدل و يصوب ما دعت الحاجة شريطة اخطار كافة المتناقصين بهذه التعديلات و هذا يشمل الخامات و البيانات و التصميمات و كافة بنود الاعمال لكافة التخصصات الهندسية كما و انه يحق للمقاول اعادة الاستفسار اكثر من مره وصولا به في النهاية لادراك طبيعه المشروع و يحجب عنه اى لبس قد ينشأ من تعارض أو تضارب معلومات أو بيانات بما يمكنه من وضع اسعار عطائه بصورة سليمة تعكس ادراكه للمشروع ومكوناته.

كما يمكن قيام المتناقص و استشاريه بتضمين عرضه الفني للعطاء بنماذج من تصميماته و رسوماته التنفيذية المقترحه و يعد هذا ملزما في حاله المشروعات المطروحة بنظام التصميم و البناء Design and Build .

٦-١-٤ - مرحلة التنفيذ

بعد رسو العطاء يكون من واجبات المقاول - بنفسه - اعادة دراسة المشروع بكافة مكوناته و بنوده و مقوماته و التأكد من الملائمة الكاملة لتنفيذ جميع الاعمال و تشغيلها بامان محققه الهدف المرجو من المشروع للمالك و بلا ضرر منها او علي ما حولها من ممتلكات و افراد و مرافق و عليه الافصاح للمالك عن ايه مشكلاته تنفيذيه قد يراها أو مستجدات قد تمنع تحقيق المروع لهدفه او تنفيذه او قد تؤثر على سعره (والتي تدرس بمعرفته لجان متخصصة لبيان احييته من عدمه للتعديلات السعرية claims) كما يحق للمقاول التقدم بمقترحات او تعديلات على التصميم بما يحقق مفهوم الهندسة القيميه

value engineering و لا يخل بالتعاقد او القوانين المعمول بها و التي تم الطرح والترسيه بموجبها و بخاصة ما قد يودى هذا التعديل إلى وفر في تكاليف الاعمال المتعاقد عليها أو سهولة في التنفيذ أو تحسين اداء المشروع لوظيفة المطلوبة او نجاحه و يمكن اذا ارتأت الجهة الطارحه - المالك - ذلك و وافقت عليه فيجب ان يتضمن هذا المبدأ في مستندات التعاقد قبل الطرح و ينص عيه صراحه ان هذا المبدأ من مبادئ التعاقدات الدولية و الفيديك و الهندسة القيميه معمول به و بالتالي يحق للمقاول أن يصرف له مقابل الوفر المتحقق ما قيمته ٥٠% من هذا الوفر على أن تكون ال ٥٠% الاخرى من نصيب المالك

ويلزم أن يقوم المقاول با ستكمال مايلى بمعرفته او بمعرفه استشاريوه والتي تصدر بمعرفته و كأنه هو من قام بأعداد التصميمات بنفسه و تصبح مسؤوليته عنها خالصه عليه و علي ان تعتمد من المالك او استشاري الاشراف علي التنفيذ :

١- تقديم البرنامج الزمني التفصيلي للاعمال باحد البرامج و بما في ذلك جميع الاعمال الحقلية و التصميمية التالية.

٢- القيام باعادة جميع الاعمال المساحية والتحقق منها و رصد اي تغيير قد يطرأ لها او عليها أو حولها من منشآت او ممتلكات او مرافق بما قد يوتر علي تحقيق المشروع لمتطلبات التشغيل الامن و التام و المحقق للهدف منه. و الذي في حاله حدوثه يقدم للمالك لتقييمه و البت فيه و توجيه المقاول بالرأي الفني و اثره المالي و التعاقدى .

٣- القيام باعمال الجسات التأكيديه للتحقق من إيه حيود قد يطرأ علي الجسات الاسترشادية الوارده بمستندات الطرح و ما بها من توصيات . و الذي في حاله حدوثه يقدم للمالك لتقييمه و البت فيه و توجيه المقاول بالرأي الفني و اثره المالي و التعاقدى

٤- اعادة تصميم المشروع والتحقق من ملائمة للوظيفة المطلوبه منه بصورة أمنه فنيا و تشغيليا وبما يحافظ على الافراد و الممتلكات والمرافق في نطاق الأعمال

٥- تقديم النوت الحسابية في جميع التخصصات المؤيده لذلك بعد اقتراح التغير أن وجد.

٦- تقديم الرسومات التنفيذية و التشغيلية والتفصيلية تبعا لما يضمن له التنفيذ الجيد للاعمال او ما قد يطلبه منه اضافه المالك .

٧- تقديم الكتالوجات والبياناتو جداول الضمان و كافة المعلومات عن كافة التوريدات و المهماتو خلافه .

٨- انتاج رسومات طبقا للمنفذ بعد انتهاء اعمال التنفيذ و تراجع وتعتمد من المهندس المشرف (المالك أو استشاري الإشراف على التنفيذ)

و يسن لاستشاري الإشراف التنفيذ (سواء كان هو عينه المصمم او لا) دراسة مقترحات المقاول وتقييمها فنيا وماليا و الوصول إلى توصيات بشأنها حتى لو ادت إلى تعديلات أو تغييرات أو تطوير و من ثم عرضها على المالك لاتخاذ الصواب بشأنها الذي يضمن نجاح المشروع وتحقيقه لاهدافه.

وتتضمن نطاق الاعمال المنتجة من المقاول مايلي

Detailed/ Shop Drawings

أ - الرسومات التفصيلية

نظراً لعدم احتواء الرسومات التصميمية للتفاصيل الدقيقة الواضحة لكل جزء من مكونات المنشأ المختلفة، لذلك يجب على المنفذ بعد رسو العطاء (المقاول - مقاول الباطن - المورد - المصنع ...) إعداد رسومات تفصيلية دقيقة واضحة تحتوى على كل المعلومات التفصيلية اللازمة للتنفيذ بما فيها المنحنيات البيانية لطرق الإداء والجداول المتضمنه الخامات للمكونات وطرق التركيب ونظام التشغيل التى سيتم إعتمادها واستعمالها وتسليم هذه الرسومات الى الاستشارى أو المالك للاعتماد. ويظل المقاول مسئولا وحده عن دقة الرسومات و مابها من معلومات فنية او تحديد للخامات او المواد او المهمات المدنية و الكهروميكانيكية وملامتها للتنفيذ من عدمه.

As Built Drawings

ب- الرسومات طبقاً للمنفذ

يجب أن يقوم المقاول بإعداد رسومات كاملة الأبعاد والتفاصيل الدقيقة طبقاً لما تم تنفيذه على الطبيعة وتقديمها الى المالك كمستندات يحتفظ بها ويسترشد بها فى أعمال الصيانة والتشغيل.

٦-٢ الأعمال ال وحدات المشروع معمارية

٦-٢-١ الموقع العام

يجب توزيع الوحدات بالموقع العام لمحطات التنقية بطريقة تسمح بتوافر العناصر التالية:

- (١) - مراعاة عمل مطالع (Ramp) فى الأرصفة . عام مناسب وغير مرتفع حتى لا يعوق
مراعاة أن يكون إرتفاع الأرصفة بوجه عام مناسب وغير مرتفع حتى لا يعوق
إستخدامه من السيارات فى حالات الطوارئ .
- (٢) يضاف غرفة أمن بجوار المداخل الفرعية للمحطة .
- (٣) توفير المسطحات الخضراء بين وحدات المحطة فى الموقع العام.
- (٤) تزويد موقع المحطة بمصدر كهرباء (خط كهرباء عمومى) إضافى ليكون إحتياطياً فى حالة
أى عطل فى الخط الرئيسى وتوصيل هذا الخط بالمبنى والوحدات الهامة وبممرات الهروب،
ليعمل أئوماتكيا عند أى إنقطاع بالخط العمومى وبما يتماشى مع تصميم أعمال الكهرباء .
- (٥) مراعاة الجانب الجمالى فى عمل سور الموقع وتصميم أبراج الحراسة الخاصة بالموقع .
- (٦) يراعى الأعتناء قدر الأمكان على الإضاءة الطبيعية و التهوية الطبيعية فى وحدات المباني .
- (٧) يتم تحديد المواصفات الخاصة بمواد التشطيب والخامات المستخدمة داخليا (داخل المباني)
وخارجياً (واجهات المباني والفراغات الخارجية) كل فراغ حسب وظيفته .
- ❖ يراعى إستخدام مواد نهو (بالذات الخارجية فى الواجهات) التى يسهل صيانتها، أن
تكون غير مكلفة إقتصادياً، ويفضل إستخدام مواد وخامات طبيعية لذلك .
- (٨) الطرق الرئيسية والفرعية تكون بالعرض الذى يسمح بدخول وخروج السيارات والمعدات وعمل
المناورات اللازمة لذلك، مع مراعاة ربط مناسيب الطرق والأرصفة مع مناسيب المنشآت التى سيتم تنفيذها
(ولا يقل عرضها عن ٦متر بخلاف الأرصفة)
- (٩) وجود غرفة الأمن والاستعلامات بجوار المدخل الرئيسى للمحطة.
- (١٠) يتم تنسيق وحدات المحطة بطريقة تسمح بسهولة الحركة داخل المحطة بين وحداتها المختلفة
وللاقتصاد فى خطوط المواسير المختلفة.

الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع

(١١) فى حالة إنشاء مبانى سكنية للعاملين يجب أن تكون وحدات سكن العمال والمشرفين والمهندسين بعيدة عن وحدات التنقية ويفضل أن يكون لها مدخل مستقل محاط بسور خاص مع دراسة اتجاه الرياح لتفادى التعرض للغازات إذا حدث تسرب لغاز الكلور.

(١٢) يلزم تزويد الموقع بشبكات التغذية - الرى - الصرف الصحى - غسيل الوحدات و تجميع مياه الفائض - الكهرباء القوي - الإنارة - الاتصالات - مقاومة الحريق.

(١٣) وجود أماكن لانتظار السيارات.

٢-٢-٦ وحدات المشروع

فيما يلى توضيح بعض الشروط الواجب إتباعها عند تصميم بعض الوحدات والتي يراعى فيها الناحية الجمالية (تنسيق الألوان والارتفاعات)

٢-٢-٦-١ عنبر المضخات

- يراعى سهولة توصيل الكهرباء من مصادرها مع مراعاة النواحي الاقتصادية.
- مراعاة أن تكون المسافة مناسبة بين كمرة الونش وأوى نقطة بكمرة السقف بحيث لا تعوق التشغيل الأمن خاصة فى حالة وجود ونش بعربة متحركة عرضياً.
- مراعاة التهوية والإضاءة الكافية داخل الوحدة.
- مراعاة وجود درابزينات حول السلام وأماكن رفع ونزول المعدات وأى فتحات أخرى.
- يجب أن تكون مجارى الكابلات غاطسة بالأرضيات ومغطاه بأغطية منسوبها مع أرضية العنبر ولها مقابض متحركة.
- يجب أن تكون أرضية عنبر المضخات من النوع السيراميك المقاوم للأحماض والحوائط من السيراميك بالارتفاع المناسب.

الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع

- يلزم أن تكون القواعد الحديدية الحاملة للأسطوانات مزودة بأربعة درافيل دوارة (عجل حديد) لكل أسطوانة وعلى أن تبعد القواعد مسافة لا تقل عن ١,٠٠ متر من الحوائط الجانبية لتسهيل الحركة وضبط وضع الأسطوانة والصمامات على وضع التشغيل السليم.
- يفضل عمل ونش علوى (مونوريل) بمسافة مناسبة بين كمرة الونش وأوطى نقطة فى كمرة المبنى لكل صف اسطوانات وبحيث لا تتعارض الكمرات الساقطة فى مدخل مبنى الكلور مع مسار كمرة الونش وعلى ارتفاع مناسب لسهولة تداول الاسطوانات من سطح السيارات.
- يجب أن تمتد كمرة الونش خارج المبنى لمسافة كافية تسمح بالتحميل والتفريغ الآمن.
- عمل تصميم جيد لشبكة مضخات الصودا الكاوية الخاصة بالتعادل بحيث يسهل الكشف عليها دورياً.
- عمل مجارى خرسانية ذات أغطية سهلة الرفع لمرور مواسير حقن الكلور من النوع الـ PVC أو ما يماثله.
- يلزم أن تكون فتحات التهوية بارتفاع يزيد على ٥٠ سم من أرضية مبنى الكلور وبفتحة لا تقل عن ٣٥×٣٥ سم وعلى أن لا تزيد المسافة بين كل فتحتين على ٢,٠٠ متر.
- فى حالة وجود غرفة معادلة غاز الكلور المتسرب يلزم أن تكون فتحة الباب لها من الخلف خارج العنبر وأن يكون ارتفاع الشفافات الموجودة بهذه الغرفة من ناحية عنبر الاسطوانات وعلى نفس منسوب صمامات تشغيل الاسطوانات العاملة.
- يجب توافر الشروط الآتية فى قاعدة برج التعادل :
 - أن تكون القاعدة الخاصة بتهييت برج التعادل بارتفاع لا يقل عن ٢,٠٠ متر من أرضية مبنى الكلور.
 - أن تكون الحوائط الداخلية معالجة بمواد مقاومة للأحماض.
 - أن تكون الفتحة العلوية الخاصة بتهييت البرج مبطنه بمادة مطاطية (كاوتش) مانعة لتسرب الهواء.

الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع

٦-٢-٥ مبنى الإدارة والمعمل

- مراعاة قربه من المدخل الرئيسى للمحطة لسهولة السيطرة على العمل والعاملين والوصول لباقي المباني المختلفة وتسهيل أخذ العينات سواء يدوياً أو بواسطة مضخات ومعدات خاصة.
- دراسة اتجاه الرياح لتفادى تعرض المبنى لأى غازات متسربة مع ضرورة تزويد المعمل بنظام خاص لتصريف الغازات.
- توفير التهوية والإضاءة الكافية داخل الوحدة.
- يلزم استخدام مواد التشطيبات للأرضيات من السيراميك المقاوم للأحماض والاحتكاك وكذلك الحوائط.
- يلزم وجود فتحات علوية جانبية لتركيب شفاطات لطرد الغازات والأبخرة بحيث يكون منسوب هذه الفتحات أقل من منسوب سقف المعمل بمسافة كافية.
- مراعاة توافر التوصيلات الصحية الخاصة بالأحواض (مياه - صرف صحى) التى تلائم المعمل.
- يجب تكسية أسطح تراكيزات المعمل بالرخام الطبيعى أو السيراميك أو ما يماثلهم.
- يفضل أن يكون المعمل بالدور الأرضى فى حالة إنشائه مع مبنى الإدارة، وأن يكون له مدخل مستقل وأن يقسم إلى عدة معامل فرعية مثل الكيماوى والبكتريولوجى والبيولوجى والطبيعى وحجرة الغسيل وحجرة الموازين ومكاتب الكيماويين والمشرفين.

٦-٣ الأعمال الإنشائية

يرجع للكودات المصرية الخاصة بأعمال البناء.