

تصميم محطات معالجة

مياه الصرف الصحي

وإعادة استخدامها

إعداد الأستاذ الدكتور / أحمد حسام الدين حسن

تصميم محطات الصرف الصحي وإعادة إستخدامها

الصرف الصحي:

تعرف مياه الصرف الصحي بأنها التدفقات المائية بعد استخدامها من قبل الأفراد .
يتم تجميع مياه الصرف الصحي من عدة مصادر ،
وتعتمد الكميات التي يتم جمعها من تلك المصادر على نوعية نظام الجميع. ومن مصادر تلك المياه :

١. مياه استعمالات الاغراض المنزلية والتجارية وغيرها كالمدارس والفنادق والمطاعم .
٢. مياه الاستعمالات الصناعية .
٣. مياه الأمطار في حالة دمج شبكة المجاري بشبكة تصريف السيول .
٤. المياه المتسربة من عدة مصادر مائية وخاصة المياه الجوفية .

مصادر مياه الصرف الصحي:

تختلف مواصفات مياه الصرف الواصلة إلى محطة المعالجة من موقع لآخر وفقاً ل:

- أ - طبيعة السكان
 - ب - النشاط الصناعي في المنطقة المخدومة
 - ج - استخدام الأرض
 - د - مستويات المياه الجوفية في المنطقة
 - هـ - درجة الفصل بين مياه الجريانات المطرية و مياه الصرف الصحي
- فمياه الصرف المنزلية تتضمن مياه من استخدامات المطابخ و الحمامات و مياه غسيل الملابس بالاضافى إلى أية نفايات يرميها الانسان عمداً أو من حوادث الإنسكاب في نظام شبكة الصرف الصحي
تتألف مياه الصرف البلدية من مياه الصرف المنزلية بالاضافة إلى التصريفات من المناطق التجارية و الصناعية و المنشآت العامة .

معالجة مياه الصرف الصحي وتحويلها إلى مياه قابلة للرمي في المسطحات المائية.

آلية عمل هذه المحطة:

هي تحويل الملوثات بكافة أنواعها إلى كتلة خلوية وماء معالج وغازات متطايرة
(N₂ - CO₂) .

وبما أن الكتلة الخلوية الناتجة أثقل من الماء فتتم إزالتها بفصلها عن الماء في أحواض الترسيب وما تبقى من الملوثات تتم إزالتها بأحواض التهوية وبأحواض الترسيب الثانوي.

1 مواصفات مياه الصرف الصحي :

تتركب مياه الفضلات عامة من حوالي (99 %) ماء وحوالي (1 %) من الشوائب (Sewage) والملوثات الضارة التي سيأتي تعريفها لاحقاً , ويطلق عادة تعبيري مياه المجاري (Sewer Net work) على مياه الفضلات للإشارة إلى أنها تنقل عادة بشبكة المجاري العامة في المدينة إلى محطة المعالجة أو إلى أي مصب طبيعي بعيداً عن المدينة

1-1-1 العوامل المؤثرة على مواصفات مياه الصرف الصحي :

- طبيعة السكان .
- النشاط الصناعي في المنطقة المخدمة .
- استخدام الأرض .
- مستويات المياه الجوفية في المنطقة .
- درجة الفصل بين مياه الجريانات المطرية ومياه الصرف الصحي

1-1-2 الصفات الفيزيائية لمياه الصرف الصحي :

توصف مياه الصرف الصحي من الناحية الفيزيائية بأنها ذات لون رمادي ورائحة نتنة وتمثل حوالي (0.1 %) مواد صلبة (99.9 %) ماء. وتقسم المواد الصلبة إلى (30 %) مواد صلبة معلقة. و (70 %) مواد صلبة منحلة. حيث يتم التخلص من المواد الصلبة المعلقة والغروية والمنحلة بعمليات معالجة فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية حسب طبيعتها لأن عدم التخلص منها يؤدي إلى ترسب هذه المواد المعلقة على قاع المجرى المستقبل وتعرضها للتحلل اللاهوائي وتنتقل المواد المنحلة إلى المجرى المستقبل لتسهم بتهور نوعيته وفساده.

1-1-3 الصفات الكيميائية لمياه الصرف الصحي :

تحتوي مياه الصرف من الناحية الكيميائية على مركبات عضوية ومركبات لا عضوية وأشكال مختلفة من الغازات المنحلة.

1-المكونات العضوية:

وهي الناجمة عن فضلات الطعام والصناعات المختلفة وتشكل (70 %) وأهم هذه المواد:

- الهيدروكربونات (Hydrocarbons) -
- الدسم والزيوت والشحوم (Fat,oil,and crease) .
- المواد السطحية الفعالة (المنظفات) .
- البروتينات – (Protein).

• 2-المكونات اللاعضوية:

وهي الناجمة عن بعض المركبات الكيميائية اللاعضوية , وتشكل (30 %) وأهم هذه المواد:

- القلوية (Alkalinity) .
- الكلوريدات (Chlorides) -
- المعادن الثقيلة (Heavy Metals) -
- النتروجين بمركباته المختلفة (Nitrogen) .
- - الفوسفور (Phosphorus)
- -الكبريت (Sulphor)

3-الغازات

وهي الناجمة عن بعض التفاعلات البيوكيميائية ومن أهم هذه المواد:

- كبريتيد الهيدروجين (H2S) (Hydrogen sulfide).
- الأمونيا (NH3) (Ammonia).
- الميثان (CH4) (Methane).
- الأوكسجين (O2) (Oxygen).
- ثنائي أكسيد الكربون (CO2).
- النتروجين (N2) (Nitrogen).

وتنتج الغازات (CH4- NH4- H2S) من تحلل المواد العضوية الموجودة في مياه الصرف بمساعدة الأحياء المجهرية المساعدة على التحلل...

-ويتم التحلل بالأكسدة البيولوجية للمادة العضوية حيث يلزم لأكسدة المادة العضوية لتحويل جزء منها إلى طاقة (قدرة) لازمة لنمو الكائنات الدقيقة وتمكينها من استهلاك

الغذاء) المصدر الكربوني (وذلك في حالات الاصطناع الكيميائي للكائنات الدقيقة.

وبالتالي نكون قد حولنا المادة العضوية إلى الكتلة الخلوية التي تتألف من أنواع عديدة تحتاج إلى عناصر غذائية عديدة (Micro organisms) من الكائنات العضوية الدقيقة أهمها الكربون بالإضافة إلى القدرة على تكاثرها , لذلك تهدف معالجة مياه المجاري إلى تشجيع هذه الكائنات الدقيقة الموجودة أصلا في مياه المجاري بكميات قليلة على استخدام المادة العضوية كمصدر للكربون والطاقة.

4-1-1 تصنيف الكائنات العضوية الدقيقة:

نسيج (Multi cellular) وهي كائنات متعددة الخلايا

أ - حيوانية (Animals)

متمايز , من أهم أنواعها خلوي
-الدولابيات
- القشريات
(Cell tissue) :
(Rotifers) .
(Crustaceans)

وهي كائنات دقيقة متعددة الخلايا ذات نسيج متمايز , ومن أهم:

ب-نباتية (Plants)

أنواعها:
الاشنيات - (Mosses) .
السرخسيات - (Ferns) .
البذريات (Seed plants) .
وهذه الكائنات الدقيقة لا تدخل في عمليات المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي

ج -المختلطة

وهي كائنات متعددة الخلايا وذات نسيج غير متمايز من أهمها:

: (Eucaryotes)

ج- (1) الكائنات معرفة النواة:

-الطحالب (Algae) .
-الفطريات (Fungi) .
-الأوليات (Protozoa) .

ج (2) (Procaryotes) :

: الكائنات غير معرفة النواة

وهي كائنات وحيدة الخلية وذات نسيج غير متميز من أهمها:

1-البكتريا : (Bacteria) .

الطحالب الزرقاء الخضراء (Blue- green- Algae) – أهم الكائنات العضوية الدقيقة في معالجة مياه المجاري هي البكتريا لذلك سنغطي في الفقرة التالية فكرة بسيطة عن نمو وتكاثر هذه العضويات وعلاقة ذلك بالغذاء (المواد العضوية المتوفرة في مياه المجاري).

حجم مياه الصرف الصحي الواصلة إلى محطة المعالجة

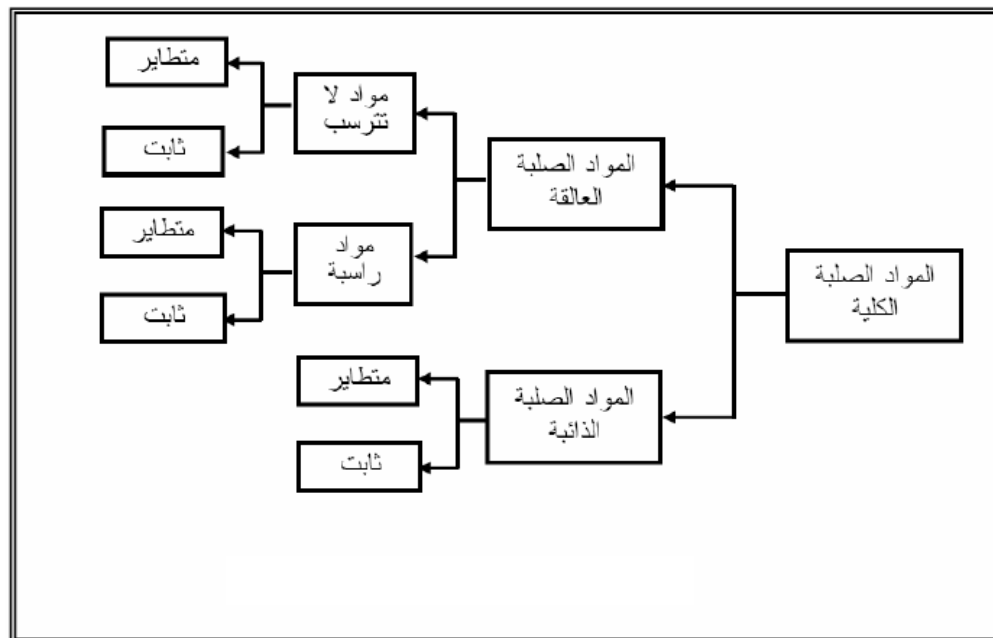
إن حجم مياه الصرف الصحي بشكل عام هي حوالي 200 لتر للشخص و لكن يختلف مجال التدفق من قيم أصغرية تعادل 20% إلى قيمة أعظمية تعادل 400% من القيمة الوسطية لتدفق الطقس الجاف في المجمعات السكنية الصغيرة و حوالي 200% من أجل المجمعات الكبيرة

الصفات الفيزيائية لمياه الصرف

من الناحية الكيميائية تحوي مياه الصرف مركبات عضوية و لاعضوية وأشكال مختلفة من الغازات المنحلة ، كما أن المكونات العضوية فيها قد تتألف من:

- هيدروكربونات - بروتينات
- دهون - مواد دسمة - مواد ذات سطح فعال - زيوت
- مبيدات حشرات - فينولات - .. إلخ
- و المواد غير العضوية في مياه الصرف قد تتألف من:
- نيتروجين - فوسفور
- PH - قلوية
- كبريت - كلوريدات
- معادن ثقيلة - مركبات سامة - .. إلخ

في مياه الصرف المنزلية تكون المواد العضوية 50% و المواد غير العضوية 50% من مكونات مياه الصرف و لكن بما أن مياه الصرف تحتوي مواد صلبة منحلة بنسبة أعلى من محتواها من المواد الصلبة المعلقة فإن حوالي 85 – 90% من المكونات غير العضوية منحلة و أن 55 – 60 من إجمالي المكونات العضوية هي مواد منحلة.



الشكل (5-1) أقسام المواد الصلبة الكلية

❖ (3-4-1) الإحتياج البيوكيميائي للأكسجين (BOD) :

وهو كمية الأكسجين التي تحتاجها البكتيريا في أثناء القيام بالتفكيك البيولوجي

(النشاط الحيوي) لهضم الملوثات العضوية الموجودة في ليترواحد من مياه الصرف

الخاضعة للتجربة وهو مؤشر على التلوث الشديد لمياه الصرف الصحي بالمواد العضوية

القابلة للهضم البيولوجي .

إن قيمة هذا الإحتياج تتعلق بعوامل عديدة منها وجود البكتيريا نفسها في مياه الصرف الصحي وتوفر المادة الغذائية المناسبة لحياة هذه البكتيريا ووجود وسط ملائم من حيث درجة الحرارة ودرجة الحموضة للمياه وعدم وجود مواد سامة ضارة للبكتيريا , وأخيراً لابد من توفر وقت كاف لتتمكن البكتيريا من التأقلم مع الظروف الجديدة التي وجدت فيها , يشكل التلوث العضوي جزءاً هاماً من الملوثات الكيميائية التي تم بيانها سابقاً ويسهم في وجود التلوث العضوي ما يلي :

الهيدروكربونات - البروتينات - الزيوت - الشحوم - الدسم - المذيبات - الملوثات العضوية الخطرة - المركبات العضوية الطيارة - المبيدات الزراعية .

وبالتالي فمقدار التلوث العضوي هو عبارة عن الإحتياج الأكسيجيني الكيميائي

(Biochemical Oxygen Demand) ويعبر عنه ب (BOD) وللتمكن من مقارنة مياه الصرف

الصحي من حيث تلوثها العضوي وبالأخص من حيث قيمة (BOD) يجب إجراء تجربة

(BOD) في ظروف قياسية ولذلك يراعى عند إجراء التجربة أن تكون درجة حرارة الوسط

هي (20 °) مع مراعاة تأمين الشروط التي ذكرناها سابقاً .

إن الهضم البيولوجي للمواد العضوية يستغرق زمناً قد يصل حتى 25 يوم ، ولتوفير الوقت
في إجراء التجربة يكتفي بتحديد قيمة BOD بعد خمسة أيام ، وهذه القيمة تدعى بـ)
BOD5 (وهناك علاقة بين (BODtotal) و (BOD5)

$$BOD5 = (68.4\%) BOD_{total}$$

ويلاحظ أن قيمة BOD تنخفض في كل يوم بنسبة (20.6 %) من قيمة BOD
المتبقية عندما تكون درجة الحرارة (20 °) .

وتتكون قيمة BOD5 التي نحصل عليها نتيجة لمجموع أربعة تفاعلات حيوية جزئية وهي
:

1 - التنفس الأساسي للبكتيريا أثناء الإستفادة الوظيفية من المواد العضوية المنحلة في
الماء .

2 - التنفس الداخلي للبكتيريا بعد توقف التنفس الأساسي للبكتيريا ونفاذ المادة الغذائية
الموجودة خارج الخلية وعندها تقوم البكتيريا باستهلاك المادة الغذائية الموجودة داخلها.

3 - تنفس الأجسام المجهرية المفترسة للبكتيريا .

4 - تنفس البكتيريا التي تقوم بנטرة المواد الأزوتية .

ولتحديد قيمة BOD5 يمكن اعتماد عدة طرق أكثرها شيوعاً الطريقة التي تعتمد وضع مياه الصرف في زجاجة مغلقة تتصل بمانومتر زئبقي يتحرك عندما يستهلك الأكسجين في العينة نتيجة للضغط السالب الذي يتولد عن ذلك, ومن مزايا هذه الطريقة أنها تمكن من متابعة تطور استهلاك الأكسجين الحيوي بدلالة الزمن ورسم منحنى بياني يعبر عن ذلك

❖ الاحتياج الكيميائي للأكسجين (COD)

وهي كمية الأكسجين اللازمة للأكسدة الكيميائية المباشرة للمواد العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي والتي تتم بواسطة مواد مؤكسدة قوية مثل (دي كرومات البوتاسيوم) أو (برمنغنات البوتاسيوم) وهو مؤشر على كمية الملوثات العضوية الكلية الموجودة في مياه الصرف (القابلة للهضم البيولوجي بالإضافة إلى تلك التي لا يمكن هضمها بيولوجياً) إلا بصعوبة كبيرة .

إن قيمة COD لعينة ما من مياه الصرف هي أعلى عند استخدام (دي كرومات البوتاسيوم) في إجراء التجربة منه عند استخدام (برمنغنات البوتاسيوم) .
ولذلك لابد من الإشارة إلى نوع المادة المستخدمة المؤكسدة عند إعطاء نتيجة التجربة ,
وتبلغ قيمة COD وسطياً لمياه الصرف المدينة عند استخدام (دي كرومات البوتاسيوم)
حوالي (600 mg/l) أما بالنسبة لمياه الصرف الصناعية فقد تصل حتى عدة آلاف .
فيما لو استخدمنا (برمنغنات البوتاسيوم) لتحديد قيمة COD لمياه الصرف المدينة
كانت هذه القيمة تتراوح بين (300-400 mg/l) .

إن مؤشر COD يفيد في تقييم مياه الصرف من حيث درجة تلوثها بالمواد العضوية
(القابلة للهضم العضوي - وغير القابلة للهضم العضوي) وهو مؤشر تلوث في كثير من
المواصفات يجب أخذه بالإعتبار عند إلقاء مياه الصرف الصحي في المصادر المائية أو
عند صرفها إلى شبكة الصرف العامة .

❖ (5-4-1) التلوث البيولوجي :

ينجم عن وجود الكائنات العضوية الدقيقة على اختلاف أنواعها في مياه الفضلات .

ويمكن تقسيم هذه الكائنات العضوية الدقيقة إلى قسمين :

A - الكائنات العضوية الدقيقة ذات العلاقة بمعالجة مياه الفضلات ويعتبر وجودها

ضرورياً لإتمام المعالجة البيولوجية في محطات المعالجة كالبكتيريا والبروتوزوا والفطريات

والطحالب والدولابيات ... كما تم شرحهم سابقاً .

30

B- الكائنات العضوية الدقيقة المسببة للأمراض (Pathogenic Microorganisms)

والديدان , والتي يعتبر وجودها خطراً على الصحة العامة ويجب التخلص منها بشتى

الوسائل المتاحة .

المعايير الدولية لتفريغ مياه الصرف إلى الكتل المائية

إن تزايد الحاجة إلى الماء النظيف يستدعي نظافة أكبر لمياه الأنهار و المصادر المائية للإستعمالات المختلفة (بشرية- صناعية- زراعية- استجمام الخ)
و هذا يجعل من الضروري تأمين معالجة كافية لمياه الصرف الصحي ، و تزداد الحاجة للمعالجة بتفاهم مشكلة ندرة الماء النظيف في العالم و خاصة حول التجمعات السكانية الكبيرة.

إن معايير نقاء أوصلاحية مياه الصرف للرمي في المستودعات المائية تهتم أساساً بتركيز المواد الصلبة المعلقة (SS) والإحتياج الأكسجيني البيوكيميائي (BOD_5^{20}) و ذلك تبعاً لنسبة تمديد مياه الصرف بمياه المستودع المائي المستقبل (حسب الجدول ())

معالجة مياه الصرف

تتضمن معالجة مياه الصرف عمليتين أساسيتين هما:

- ١ - إزالة المواد الصلبة الطافية و المعلقة بوسائل ميكانيكية أو كيميائية
- ٢ - تخفيض الإحتياج الأكسجيني لمياه الصرف بطرق بيولوجية واستخدام النشاط الطبيعي امتعضيات و بكتريا حية.

و قد نحتاج أحياناً اللجوء إلى عملية معالجة ثالثة لإزالة بعضاً من الشوارد المنحلة غير العضوية الموجودة في مياه الصرف و التي يمكن أن تسبب مشاكل لو تم تفريغها في الكتلة المائية المستقبلية.

حساب BOD لمزيج (نهر - مياه صرف)

$$BOD = (X + YZ) / (Z + 1)$$

حيث

X : قيمة BOD لمياه الصرف المفرغة إلى النهر

Y : قيمة BOD لمياه النهر قبل نقطة تفريغ مياه الصرف

Z : عامل تمديد (مياه النهر / مياه الصرف)

مثال : إذا كانت قيمة $BOD_{5^{20}}$ لمياه الصرف المعالجة العادية هي (20 ppm) و كانت نسبة التمديد (1/8)

(و كانت قيمة $BOD_{5^{20}}$ للنهر قبل نقطة التصريف هي (2 ppm)

BOD = للنهر بعد تفريغ مياه الصرف

$$(20 + 2 \times 8) / (8 + 1)$$

$$BOD = 4PPm$$

اختيار موقع محطة معالجة الصرف الصحي

١ الموقع الجغرافي Location

الموقع العام لمنشأة المعالجة

يشير تحديد الموقع العام لمنشأة المعالجة إلى ترتيب خاص للتجهيزات الفيزيائية اللازم للتوصل إلى أهداف

المعالجة المعطية، وإن تحديد الموقع العام لمنشأة يتضمن تحديد مواقع الأبنية الإدارية و ابنية التحكم و أية

منشأة ضرورية أخرى .

يتم عادة وضع عدة خيارات للموقع العام و يتم تقييم كل واحد منها قبل أن يتم الاختيار النهائي .

عوامل تحديد الموقع العام لمحطة المعالجة

من العوامل التي يجب اعتبارها عند تحديد الموقع العام لمنشأة معالجة هي التالية :

- ١ - الوضع الهندسي لمواقع محطة المعالجة المتوفرة
- ٢ - الوضع الطبوغرافي
- ٣ - ظروف التربة و التأسيس
- ٤ - موقع المجرور الداخل إلى المنشأة
- ٥ - موقع نقطة التفريغ النهائي بعد المعالجة
- ٦ - الوضع الهيدروليكي للمنشأة ، يفضل وجود مسار جريان مستقيم بين الوحدات من أجل التقليل من ضياع الحمولة و لتأمين تناسق (متساوي) لفصل التدفق

2 - المساحة اللازمة لموقع المحطة

يجب تخصيص مساحة كافية من أجل الترتيب المناسب لوحدات المعالجة وأنابيب و أفنية التوصيل بين وحدات المعالجة و كذلك يجب تخصيص حيز يكفي من أجل الوحدات اللازمة للتوسع المستقبلي. يتضمن التوسع المستقبلي تأمين مساحة احتياطية من أجل زيادة استيعاب وحدات المعالجة الحالية و من أجل وحدات معالجة من نوع جديد تلزم لرفع الكفاءة بعد عملية إعادة التصميم إستيعاب الإحتياجات المستقبلية وعند وضع معايير أكثر صرامة للتدفق الخارج من محطة المعالجة.

3- إمكانية الوصول إلى موقع المحطة

يجب اختيار موقع المحطة بحيث يمكن استخدام الطرق المؤدية إلى المحطة في كافة ظروف الأحوال الجوية ويمكن استخدام خط سكة حديد جانبي إذا كان الأمر ممكناً من الناحية العملية.

عند تصميم فرش الأبنية و الطرقات و السياج و الممرات بين وحدات المعالجة يجب الأخذ بالحسبان ظروف فصل الشتاء عندما يحتاج الوضع إلى إزالة الثلوج ، فكل شجيرة shrubs تم زرعها يمكن أن تساعد في التخفيف من حدة الريح الباردة إذا وضعت في المكان الصحيح و يمكن أن تسبب انجرافات و تتعارض من عملية إزالة الثلوج إذا تم زرعها في مكان خاطئ

الاعتبارات الأساسية لتصميم محطات المعالجة

١ - معلومات أولية للدراسة

يتم تحديد المعالجة اللازمة من معرفة :

- مواصفات التدفق الداخل إلى المحطة
 - المواصفات المطلوب تأمينها في التدفق الخارج من المحطة بعد المعالجة
 - عمليات المعالجة التي تنتج مياه معالج بمواصفات مقبولة
- يتم تحديد مواصفات التدفق الداخل إلى محطة المعالجة بتحليل مخبرية لعينات تم جمعها من مجاري مياه الصرف ، و في حال التصميم لبدة لا توجد فيها شبكة للصرف بعد يمكن الاستعانة بتحليل لمجاري بلدة مشابهة للبلدة المدروسة من حيث الكثافة السكانية و طريقة المعيشة ، وإذا تعذر ذلك أيضاً يمكن اعتماد قيم معيارية معتمدة لمياه الصرف في المنطقة.
- يتم اختيار عمليات المعالجة وفقاً لاعتبارات مواصفات التدفق الداخل و الخارج ولإعتبارات فنية و اقتصادية.

٢ - عدد السكان التصميمي Design population

تعتمد سعة المعالجة على عدد السكان التصميمي الذي يتم التنبؤ به من التحاليل السكانية. يتم تحديد عدد السكان التصميمي بإضافة العدد الإجمالي للسكان و ثلث الأعداد للأفراد غير المقيمين ، يحسب عدد الأفراد من فرض عدد معين يسكنون المنزل الواحد. و في المستشفيات نجمع عدد أسرة المستشفى بالإضافة إلى عدد الأفراد الذين يأكلون ثلاث وجبات في المستشفى و يعد الفرد مرة واحدة في بيته أو في عمله يعد معرفة العدد الإجمالي للأفراد المستفيدين من المشروع يجب ضرب الناتج بعامل السعة المذكور في الجدول (1) للحصول على العدد التصميمي للسكان.

الجدول (1) عامل السعة

عدد السكان الفعال	عامل السعة
5000	1.5
5000	1.5
10000	1.25
20000	1.15
30000	1.10
40000	1.05
50000	1.00

تقدير احتياجات الخدمة المستقبلية

طبيعة النشاطات السكانية المنتجة لمياه الصرف.

إن طبيعة السكان و مستوى المعيشة هو عامل هام جداً في تحديد صرف الفرد الواحد من مياه الصرف لأن اختلاف النشاط و نوع الحياة يؤدي إلى اختلاف كبير في استعمالات المياه يبين الجدول (2) هذه العوامل بوحدة لتر في اليوم للفرد الواحد و يبين الجدول (3) كيف تختلف حمولة النفايات بين الأفراد المقيمين و غير المقيمين. في حال تخديم أفراد يمتلكون طاحن نفايات في المطبخ يجب زيادة القيم في الجدول (3) كما يلي:

قيمة BOD 30%

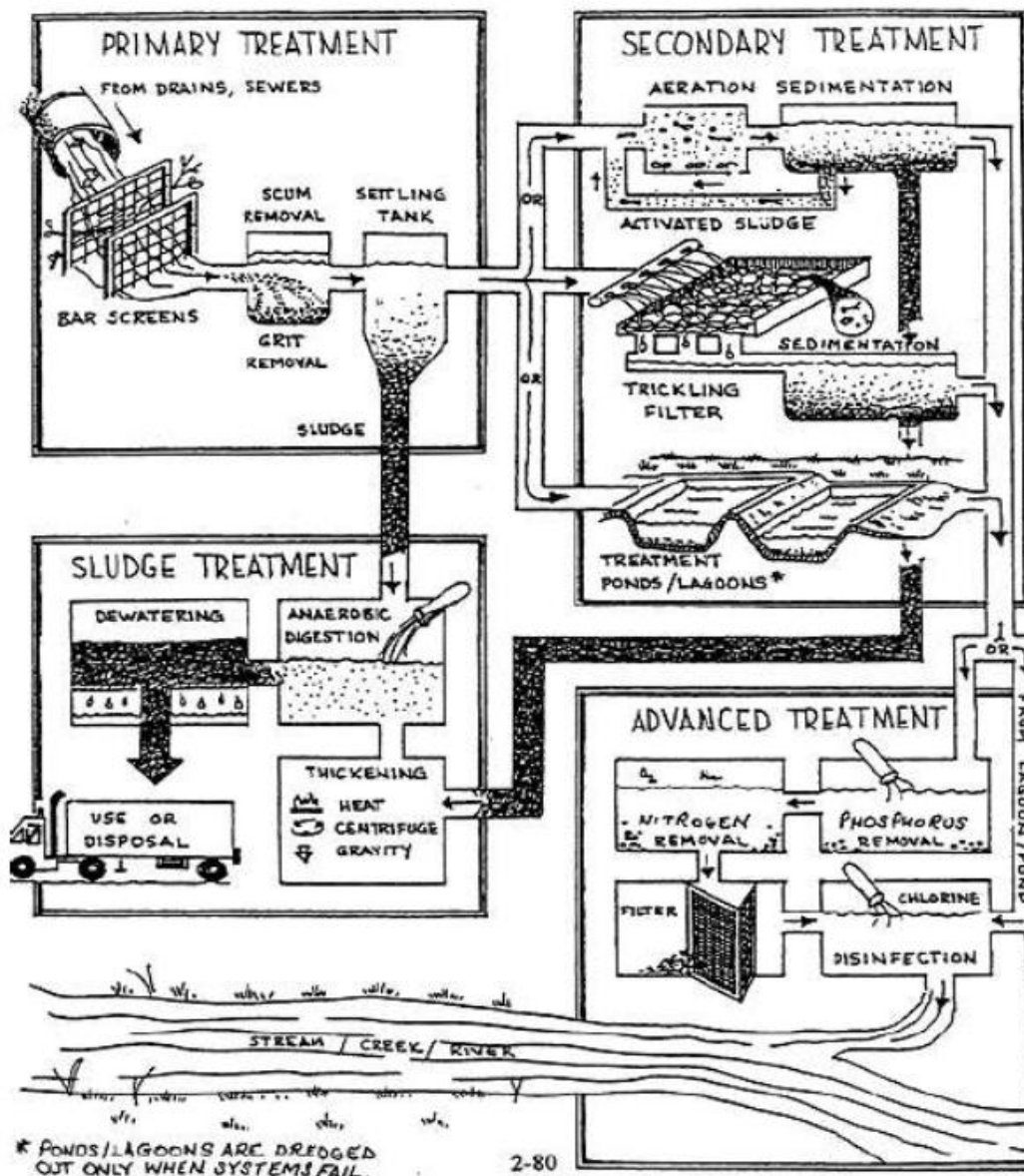
قيمة SS 100%

محتوى الزيوت والشحوم 40%

أما إسهام التدفقات من المناطق الصناعية و التجارية فيجب تقييم التدفق و التحميل فيها من أجل كل حالة على حدة.

المعالجة التمهيدية

TYPICAL WASTEWATER TREATMENT FACILITY



قبل بدء عملية المعالجة لمياه الصرف يجب أن تتم معالجة تمهيدية تتضمن عدداً من عمليات المعالجة الفيزيائية و الميكانيكية تهدف إلى حماية معدات تشغيل محطة معالجة مياه الصرف ، يتم ذلك بإزالة أية مواد كبيرة الحجم يمكنها أن تسد أو تعطل المضخات أو تتعارض مع عمليات المعالجة اللاحقة ، لذلك تصمم وسائل المعالجة التمهيدية لتحقيق مايلي:

١. إزالة المواد الصلبة المعلقة الكبيرة الحجم أو العمل على تصغير حجمها بالتفتيت، قد تتكون هذه المواد الصلبة من قطع خشبية، قماش، ورق، بلاستيك، إلخ ، مع بعض المواد البرازية.
٢. إزالة المواد الصلبة الثقيلة غير العضوية مثل الرمل و الحصى بالإضافة إلى المعادن و الزجاج ، هذه المواد تدعى grit (رمال أو أية مواد خشنة).
٣. إزالة الكميات الزائدة من الشحوم أو الزيوت.
٤. التصفية (الدقيقة) Straining

يمكن استعمال عدد من المعدات للتوصل إلى أغراض المعالجة التمهيدية.

التصفية Screening

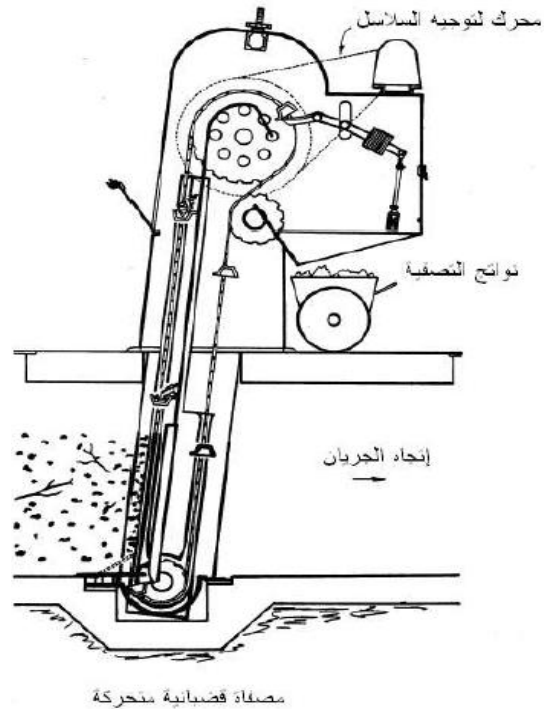
توجد المصافي أحياناً عند مدخل محطة الضخ حيث يمكن لقطع القماش / rags و الورق و المواد الخشنة الأخرى أن تسبب أعطالاً و تلتف على شفرات المضخات و تقلل كفاءتها .

قد توضع المصافي أيضاً عند منشأة الفضال لمياه الصرف لمنع المواد الخشنة من إفساد المياه المستقبلية.

تصنيف المصافي Classification of Screen

يختلف تصنيف المصافي وفقاً ل:

- ١ - حجم الفتحات (خشنة - متوسطة - ناعمة)
 - ٢ - طريقة التركيب (على شكل رفش بمسننات rakes - مصفاة قضبانية bar - مصافي شبكية mesh)
 - ٣ - طريقة تنظيف المواد المحبوزة خلف المصفاة (تنظيف بالمشط بطريقة يدوية manually-raked - تنظيف بالمشط بطريقة آلية mechanically-raked - تنظيف بالنافورة المائية water-jet)
 - ٤ - تصنف أيضاً وفقاً لإمكانية حركة سطح المصفاة (ثابتاً أو متحركاً)
- تستخدم عادة وسيلة للتصفية و التفتيت بأن واحد screening and maceration





المصافي الخشنة الشكل (5-2)



المصافي الناعمة الشكل (6-2)

أحواض حجز الرمال Grit chambers

إن أحواض حجز الرمال هي جزء هام في عملية معالجة مياه الصرف فالمواد غير العضوية يمكن أن تسبب تخريباً كبيراً للأنايبب و المعدات الميكانيكية في محطة المعالجة
إن المواد غير العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي تتألف من مواد صغيرة غير عضوية مثل حبات القهوة و الرمل و قشور البيض و الحصى، لا يمكن معالجة هذه المواد في عمليات المعالجة البيولوجية و يمكن أن تسبب تآكلاً للمضخات ومعدات جمع الرواسب في أحواض الترسيب التقليدية.
يتم إزالة الرمال (Grit) في قناتين طويلتين ضيقتين تحوي أدوات لكشط الرمال من القاع "scraper" و ترميها في حوض خاص ، عند امتلاء هذا الحوض تسحب منه الرمال بواسطة لولب خاص (يشبه أبرة الحفر auger) هذه الأداة تسمح بعودة المياه الموجودة في الحماة ثانية إلى حوض الرججز الرمال لتنتقل إلى مراحل المعالجة اللاحقة (حوض الترسيب الابتدائي)

تصمم عادة أحواض حجز الرمال لترسب الجزيئات الكبيرة الحجم نسبياً (بقطر أكبر أو تساوي 0.2 mm) أما الجزيئات الأنعم (بقطر أقل من 0.2 mm) فيجب التأكيد على عدم ترسبها في هذه الأحواض لأنها في الغالب مواد عضوية يجب أن تتقلل لتعالج في المراحل اللاحقة.

أنواع أحواض حجز الرمال:

١. الأحواض ذوات السرعة الثابتة
٢. الأحواض المتهوأة
٣. الأحواض ذوات التحريك الميكانيكي

طول قناة حجز الرمال

من علاقات الترسيب في حوض بسيط مستطيل

$$H_{\max} / V_s = L / V_f \quad (5)$$

بفرض $V_f = 0.3 \text{ m/s}$

V_s للجزيئات ذوات القطر 0.2 mm وكثافة $p = 2.55 \text{ gr/cm}^3$

نكون السرعة $V_s = 0.02 \text{ m/s}$

بالتعويض في العلاقة (5)

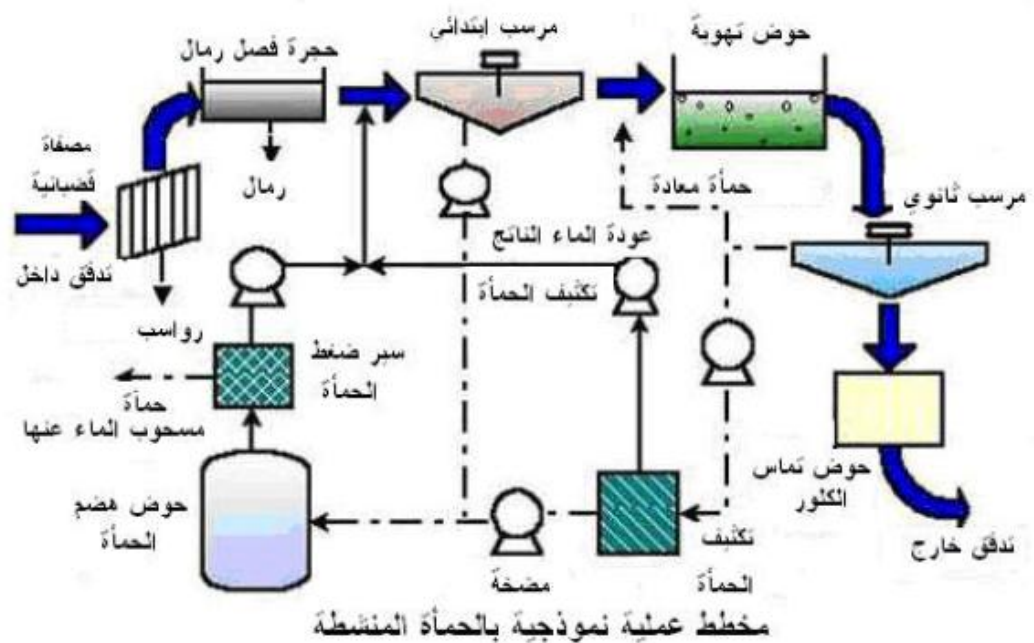
$$L = 15 h_{\max}$$

يؤخذ عامل أمان $1.2 - 1.5$ فيكون $L > 18 h_{\max}$

و مهما كان عدد الأحواض في العمل يجب أن يبقى حوض واحد على الأقل فارغاً بحيث يعمل في حالة التنظيف أو صيانة أحد أحواض العاملة .

المعالجة الابتدائية

إن المعالجة الابتدائية هي الخطوة الثانية في معالجة مياه الصرف حيث يتم فصل المواد الصلبة والزيوت عن مياه الصرف .



يتم في هذه المرحلة حجز مياه الصرف في حوض ضمن ظروف هادئة لمدة ساعات مما يسمح بترسيب المواد الناعمة إلى القاع وتطفو الزيوت على السطح .

تسحب المواد الصلبة المترسبة من قاع الحوض وتغسل المواد الطافية ليتم نقلها حيث تجري عليها معالجة إضافية في مرحلة معالجة الحمأة بينما تنتقل المياه المعالجة في أحواض الترسيب الابتدائية إلى مراحل المعالجة التالية :

قد تتم المعالجة الابتدائية في أحواض الترسيب الابتدائي أو أحواض التعفن **septic tanks** وأحياناً قد يستغنى عن مرحلة الترسيب الابتدائي باستخدام مصافي ناعمة وقد استخدمت أحواض الترسيب الابتدائي أحياناً كحوض هضم أولي لزيادة إنتاج الحموض الدسمة الطيارة من أجل تحسين عملية إزالة النتروجين بطريقة بيولوجية في مرحلة المعالجة الثانوية .

عملية الترسيب

تعريف تتعلق بعملية الترسيب

توجد بعض التعاريف التي تساعد في تحديد المفهوم الأساسي للترسيب، هذه التعاريف هي:

الترسيب Sedimentation - هو إزالة الجزيئات الصلبة من معلق ما بواسطة الترسيب تحت الجاذبة الأرضية

الترويق Clarification - تعبير مشابه يستعمل لتحديد عمل حوض الترسيب الذي ينتج ماءً رائقاً (قد يتضمن

هذا التعبير بشكل عام عملية التطويق و الترشيح ، حيث تنتج عن هذه العمليات ماء رائق)

التكثيف Thickenng - هو عملية تتم في حوض ترسيب يزيد من خلالها تركيز المواد المترسبة للنتراص في

القاع على أرضية حوض الترسيب و في مخروط تجميع الحمأة

المواد المركزة التي تسحب من قاع حوض الترسيب تدعى حمأة **sludge** أما المواد الخفيفة التي تطفو على

سطح الماء في الحوض فتدعى خبثاً **scum**

تطبيقات عملية الترسيب في مياه الصرف الصحي

- أ - في مرحلة المعالجة التمهيدية و الأولية يستخدم الترسيب لإزالة الرمال و الحصى والجزيئات الناعمة من مياه الصرف حيث يزال في أحواض الترسيب الابتدائية 70% - 50 من المواد الصلبة المعلقة) و هي تحتوي 40 - 25 % من قيمة BOD لمياه الصرف الصحي (
- ب - في مرحلة المعالجة الثانوية يستخدم الترسيب لإزالة الندف البيولوجية (الحمأة الحيوية) بعد عملية المعالجة بالحمأة المنشطة أو المرشحات الحجرية أو الأقراص البيولوجية الدوارة .
- ت - في مرحلة المعالجة الثالثة لإزالة الندف الكيميائية عند استخدام عمليات الترويب الكيميائي (مثل إزالة الفوسفات على شكل راسب صلبة).
- ث - في أحواض الهضم حيث يلزم فصل الحمأة المهضومة عن المائع من الضروري فهم المبادئ الأساسية التي تحكم سلوك المواد المترسبة من أجل عمل تصميم و تشغيل جيدين لأحواض الترسيب.

تصميم حوض ترسيب بسيط

نفترض (لأغراض تصميمية) أن الجزيئة الحرجة توجد في أعلى منطقة الترسيب على وجه الدخول عند النقطة A (انظر الشكل) ، تنسب بسرعة تكفي لأن تصل منطقة الحمأة عند وجه الخروج من منطقة الترسيب (النقطة B) ، مركبة سرعة الانتقال الأفقي هي V_h و سرعة الترسيب لمثل هذه الجزيئة V_s و هي السرعة الحدية بالإتجاه الشاقولي .

يبدو من الشكل الهندسي لحوض الترسيب المستطيل أن الجزيئة تحتاج زمن t_0 لتنتقل من أعلى منطقة الترسيب إلى أسفلها و كذلك تحتاج نفس الزمن t_0 لتنتقل على كامل طول الحوض (من المدخل إلى المخرج) يعطى الزمن t_0 بالعلاقة :

$$t_0 = \frac{H}{V_p} = L/V_s$$

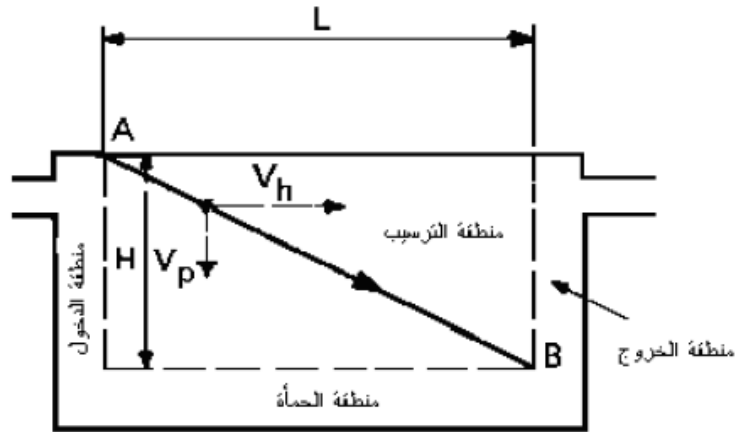
و لكن بما أن $V_s = Q/WH$ فإن $V_s = Q/WL$ حيث Q هو معدل الجريان و L و W و H هي أبعاد الحوض المستطيل ، و بما أن مساحة الحوض هي WL عندها يكون

$$V_s = Q/A$$

من العلاقة السابقة نرى أن أبداً جزيئة مترسبة يتوقع أن يتم إزالتها في حوض الترسيب المثالي هي الجزيئة التي سرعة ترسيبها تساوي معدل التحميل السطحي Q/A و هو عامل أساسي يحكم أداء أي حوض ترسيب .
المعادلة أعلاه تعني أيضاً أن كفاءة الترسيب مستقلة عن عمق الحوض ، يؤثر عمق الحوض على كفاءة الترسيب في حالة واحدة - عندما تكون سرعة الانتقال الأفقي كبيرة لدرجة تساعد في عودة تعليق الجزيئات المترسبة .
من التحاليل المشابهة للجريان في حوض الترسيب الدائري و الحوض ذو الجريان الصاعد يتبين أن العلاقة $V_s = Q/A$ صحيحة أيضاً (انظر الشكل) .

في الحوض ذو الجريان الصاعد يبدو أن الجزيئات تزال من الماء لتبقى في الحوض إذا كانت سرعة ترسيب الجزيئة تزيد عن سرعة صعود الماء، في هذه الحالة تعطى سرعة الصعود الأصغرية بقسمة التدفق مقسوماً على مساحة مقطع الحوض و هي تعبر عن العلاقة

$$V_s = Q/A$$



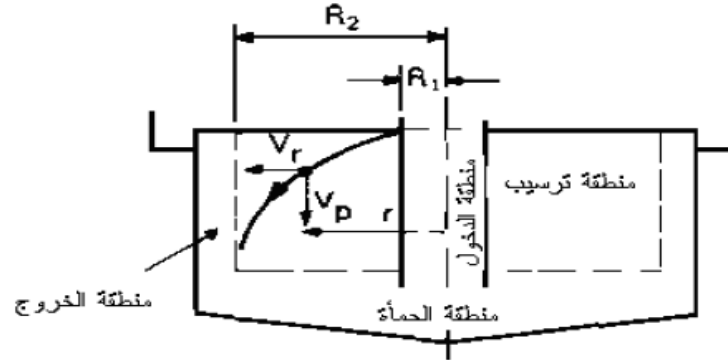
$$t_o = \frac{H}{V_p} = \frac{L}{V_h} \quad \text{زمن المكوث يعطى بالعلاقة}$$

$$\approx \frac{L}{Q/WH}$$

بترتيب المعادلة و أخذ مساحة سطح الحوض تساوي $A = WL$

$$V_p = \frac{Q}{A}$$

الشكل () تعريف الترسيب المثالي في أحواض ترسيب المستطيلة



$$t_0 = \frac{H}{V_p} \text{ and } t_0 = \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{V_r} \quad \text{يعطى زمن المكوث بالعلاقة}$$

$$V_r = \frac{Q}{2\pi r H} \quad \text{لكن}$$

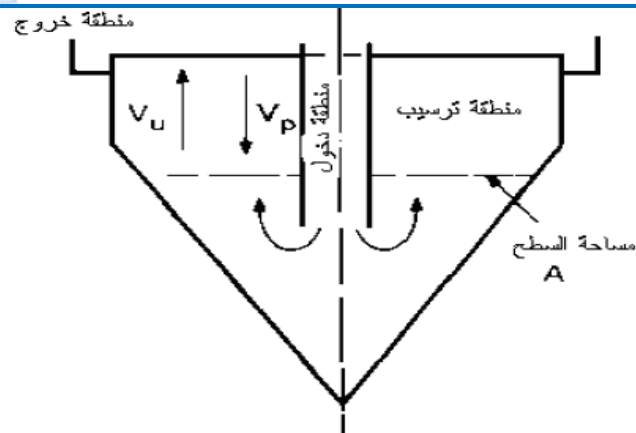
$$t_0 = \frac{2\pi H}{Q} \int_{R_1}^{R_2} r \, dr \quad \text{عندها يكون}$$

$$= \frac{\pi(R_2^2 - R_1^2)H}{Q}$$

$$\pi(R_2^2 - R_1^2) = A, \text{ so } \frac{H}{V_p} = \frac{AH}{Q} \quad \text{لكن}$$

$$V_p = \frac{Q}{A} \quad \text{لذلك}$$

الشكل () تعريف الترسيب المثالي في أحواض ترسيب الدائرية قطرية الحركة



$$V_u = Q/A \quad \text{السرعة الأصغر لعودة الماء}$$

$$V_p = V_u \quad \begin{array}{l} \text{الوضع الحرج لإزالة الجزيئات} \\ \text{الصلابة يتم عندما يكون} \end{array}$$

$$V_p = \frac{Q}{A} \quad \text{أي عندما يكون}$$

الشكل () تعريف الترسيب المثالي في أحواض ترسيب الدائرية ذو الحركة الصاعدة

شكل () تعريف الترسيب المثالي في أحواض

ترسيب الدائرية قطرية ذو الحركة الصاعدة الحركة

العوامل التي تؤثر في كفاءة أحواض الترسيب الابتدائية

إن كفاءة أحواض الترسيب الابتدائية تتأثر بعوامل عدة منها:

- 1- نوع المواد الصلبة في مياه الصرف، إذا وجدت كميات كبيرة من مياه الصرف الصناعي
- 2- عمر مياه الصرف (الزمن الذي تقضيه مياه الصرف في نظام الجمع) عندما تصل إلى محطة المعالجة، فالمياه القديمة تصبح متعفنة ؛ في هذه الحالة لا تترسب المواد الصلبة بشكل فعال ، لأن فقاعات الغاز تلتصق بجزيئات المواد الصلبة و تبقىها بحالة معلقة.
- 3- معدل جريان مياه الصرف مقارنة مع التدفق التصميمي. " التحميل الهيدروليكي "
- 4- الشروط الميكانيكية و نظافة المرووق
- 5- السحب الملائم للحمأة، فإذا سمح للحمأة لتبقى في الحوض . تطلق الغازات و قد ترتفع طبقة الحمأة بالكامل إلى سطح المرووق.
- 6- المواد الصلبة المعلقة، التي تعاد إلى حوض الترسيب الابتدائي من مراحل معالجة أخرى، هذه المواد قد لا تترسب بالكامل. فمصادر المواد الصلبة هذه تتضمن نفايات حمأة منشطة ومياه ناتجة عن

- أحواض الهضم
- معدات إزالة الماء عن الحمأة
- معدات فصل الماء عن الحمأة بالطرد المركزي
- مياه منفصلة عن غسيل المرشحات

Design Example...

Given :

- (1) two rectangular primary clarifiers ;
- (2) dimensions : 40 ft x 12 ft x 7 ft deep ;
- (3) effluent weir length = 45 ft ;
- (4) Q = 387,000 gpd.

Required :

- (1) overflow rate ;
- (2) weir loading ;
- (3) detention time ;
- (4) estimated BOD removal.

Solution :

Flow per clarifier : $387,000 \text{ gpd} / 2 = 193,500 \text{ gpd}$

Overflow rate : $193,500 \text{ gpd} / [(40 \text{ ft}) (12 \text{ ft})] = 403 \text{ gpd} / \text{ft}^2$

Weir loading : $193,500 \text{ gpd} / 45 \text{ ft} = 4,300 \text{ gpd} / \text{ft}$

Detention time : $[(40 \text{ ft}) (12 \text{ ft}) (7 \text{ ft})] / 193,500 \text{ gpd} = 3.1 \text{ hr}$

Estimated BOD removal : 35 % (typical range is 30 % - 40 %)

5- معدل الترسيب السطحي أو معدل التحميل السطحي

يعبر عن هذا العامل ب حجم مياه الصرف المارة على واحدة المساحة من حوض الترسيب في واحدة الزمن إن معدل التحميل السطحي متعلق مباشرة بكفاءة إزالة المواد الصلبة القابلة للترسيب في حوض الترسيب. يختلف معدل التحميل السطحي المقترح عملياً من 12 إلى 40 متر مكعب للمتر المربع في اليوم و ذلك حسب طبيعة المواد الصلبة و المعالجة اللازمة، غالباً ما يستخدم معدل تحميل منخفض في المحطات الصغيرة في المناطق ذات الطقس البارد. أما في المناطق اتلداقئة فإن معدل التحميل المنخفض قد يسبب وجود زمن مكوث زائد عن الحد مما يسبب بوجود حالة اعفن في الحوض .

إن حساب معدل التحميل السطحي لحوض الترسيب يستلزم معرفة عاملين هما:

١ - معدل التآدافق الداخل للحوض ($m^3/m^2.d$)

٢ - مساحة منطقة الترسيب في الحوض (m^2)

المعالجة الثانوية

SECONDARY TREATMENT

مكونات عمليات المعالجة الثانوية

- لحدوث معالجة ثانوية يلزم توفر عدة عوامل هي:
- (1) الأحياء الدقيقة المسؤولة عن المعالجة
 - (2) مصدر لإمداد الأكسجين اللازم لتنفس البكتريا
 - (3) مياه الصرف الحاوية على المادة العضوية و التي تعتبر غذاء للبكتريا
 - (4) مزج يؤمن فرص أكبر ل تماس البكتريا و المادة العضوية و الأكسجين.

تكاثر و نمو البكتريا

- يمكن تعريف الحمأة الحية على أنها (مزيج من الأحياء الدقيقة تتفاعل تلامس و تهضم المواد القابلة للتحلل)
غذاء (الموجودة في مياه الصرف.
- الحمأة الحية هي أحياء دقيقة.
 - العمليات التي تنجز في الحمأة الحية هي عمليات بيولوجية
 - التحكم الجيد بعمليات المعالجة العضوية يتم من خلال الضبط الجيد لنمو الأحياء الدقيقة

دور الأنزيمات The Role of Enzymes

الأنزيمات هي مركبات تنتجها الأحياء . عملها هو المساعدة في حدوث التفاعل البيوكيميائي . إن كافة التفاعلات الكيميائية تقريباً تتطلب وجود أنزيمات تسبب حدوثها.

إن الأنزيمات تساعد البكتريا في عملية تفكيك المواد المغذية و في إعادة بناءها إلى مكونات جديدة تحتاجها في عملية النمو و التكاثر و تؤدي الأنزيمات عملها بكفاءة عندما تكون الظروف البيئية ملائمة فقط ، و إذا لم تكن الظروف ملائمة لا تعمل الأنزيمات بشكل جيد و بذلك فإن البكتريا لا تقوم بعملها جيداً و قد لا تتمكن من الحياة و إذا كانت الظروف جيدة فإن البكتريا تعيش و تزدهر .

استخدام الأكسجين The Use of Oxygen

البكتريا تحتاج الأكسجين لتعيش. يستخدم استهلاك الأكسجين لتحديد نشاط الكائنات الحية فالأحياء النشيطة تستهلك الغذاء بسرعة لذلك فهي تستهلك الأكسجين بمعدل عال . نقيس معدل استخدام الأكسجين بتجربة تدعى معدل استهلاك الأكسجين (OUR) ، أو معدل التنفس . يقاس بغرام O_2/h لكل غرام من MLSS –
يترافق المعدل المرتفع عادة مع قيمة عالية للنسبة (F/M) و الحمأة الأحدث عمراً و يترافق المعدل المنخفض مع قيمة منخفضة للنسبة (F/M) و الحمأة الأطول عمراً (القديمة) ، لذلك إذا أردت معدل أعلى لاستهلاك الأكسجين ، يجب تصريف كمية أكبر من الحمأة . و تصريف كمية أقل إذا أردنا نسبة أقل من F/M

تأثير المزج The Effects of Mixing

يلزم المزج لتبقي الأحياء و المواد المغذية و الأكسجين مع بعضها و لتزيل نفايات أو منتجات التمثيل الخليوي . إذا لم يوجد مزج كاف لن تحدث المعالجة الملائمة بسبب نقص التماس بين الكائنات الحية و بين الغذاء و الأكسجين ، و إذا كان المزج شديداً تنكسر الندف أو تشكل جزيئات متدفة غير مستقرة

تأثير ال PH The Effects of pH

إن الأنزيمات التي تنظم العديد من التفاعلات البيوكيميائية تعتمد كثيراً على قيمة ال PH ، القيمة المثلى ل PH هي بين 7 و 7.5 من أجل الإبقاء على الكائنات حية في وسط الحمأة المنشطة .

تأثير درجة الحرارة The Effects of Temperature

إن التفاعلات البيوكيميائية تعتمد كثيراً على درجة الحرارة . فالحرارة المنخفضة تسبب بطء التفاعلات . وأثناء فصل الشتاء نحتاج إلى كائنات حية أكثر عدداً للقيام بنفس العمل الذي تقوم به الكائنات الحية في فصل الصيف.

تأثير المواد المغذية The Effects of Nutrients

تحتاج الأحياء الدقيقة إلى مواد مغذية معينة من أجل نموها . المواد المغذية الأساسية المتوفرة في مياه الصرف البلدية هي : الكربون (C) يعبر عنه ب BOD ، النتروجين (N) ، الفوسفور (P) ضمن النسبة BOD:N:P 100: 5 : 1 .

بالإضافة للكربون و النتروجين و الفوسفور ، نحتاج كميات ضئيلة من الصوديوم و البوتاسيوم و المغنيزيوم و الحديد و مواد أخرى عديدة ، و تتوفر معظم هذه المواد المغذية في مياه الصرف البلدية العادية.

إن معظم مشاكل نقص المواد المغذية تحدث عند وجود كمية كبيرة من مياه الصرف الصناعية . ففي حال عدم توفر المواد المغذية تفشل عملية التمثيل الخليوي و يبدأ تراكم نوع معين من الشحم البكتيري (slime) حول الخلية . يتباطأ نشاط الخلية لأنها لا تستطيع انتاج الأنزيمات الكافية ولأن المواد المغذية اللازمة لا تستطيع اختراق طبقة الشحم لتصل إلى الخلية . لن تترسب الحمأة و ستتباطأ عملية إزالة ال BOD

2- وتشمل عادة المعالجة البيولوجية على مرحلتين :

- 1- أحواض التهوية أو المفاعلات (Aeration tanks) .
- 2- أحواض الترسيب (الترويق) (Seacondary (Final) sedimentation tanks) .





تصنيف عمليات المعالجة الثانوية

إن تصنيف عمليات المعالجة الثانوية تعتمد غالباً على طبيعة النمو البكتيري ، فالأحياء يمكن أن تكون معلقة في مياه الصرف أو تكون مرتبطة إلى سطح غير فعال عضوياً.

عمليات النمو على طبقة ثابتة Fixed Film Processes

عمليات النمو على طبقة ثابتة تتضمن ما يلي:

- (١) المعالجة بالأراضي
- (٢) المرشح الحجري , Trickling filter, أو المرشحات البيولوجية Biofilters
- (٣) الأقراص الدوارة

أما عمليات النمو المعلق (طريقة المعالجة الأكثر شيوعا) فتتضمن :

١. البحيرات Lagoons منها

a. بحيرات التوازن Waste stabilization ponds

b. البرك المهواة Aerated Lagoons -

٢. الطرق التقليدية للتهوية بالحماة المنشطة (Conventional (tapered aeration)

٣. الطرق المطورة للتهوية بالحماة المنشطة مثل

a. التهوية على مراحل , Step aeration

b. التثبيت ببرك التماس

c. التهوية المطولة

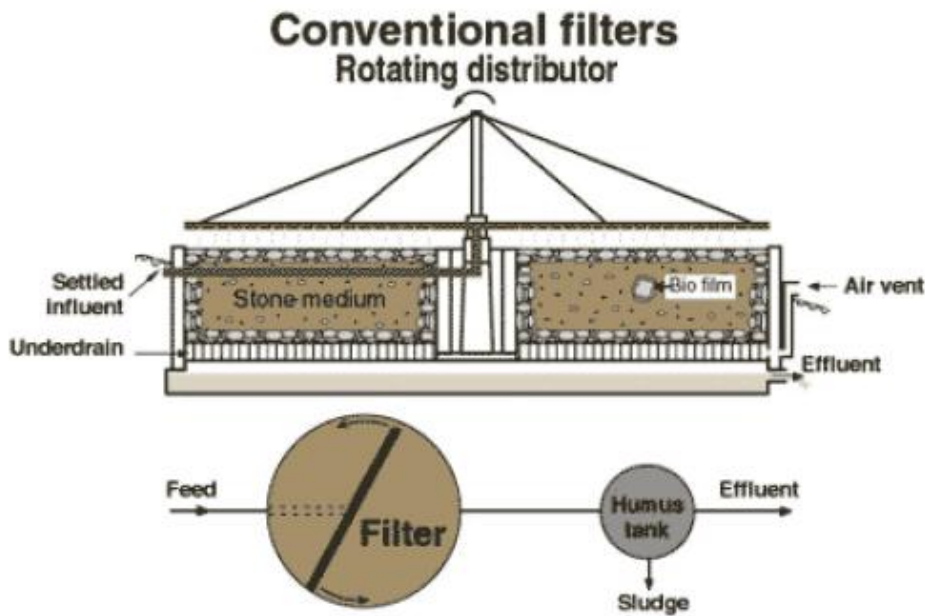
d. خنادق الأكسدة

e. التهوية بالأكسجين النقي

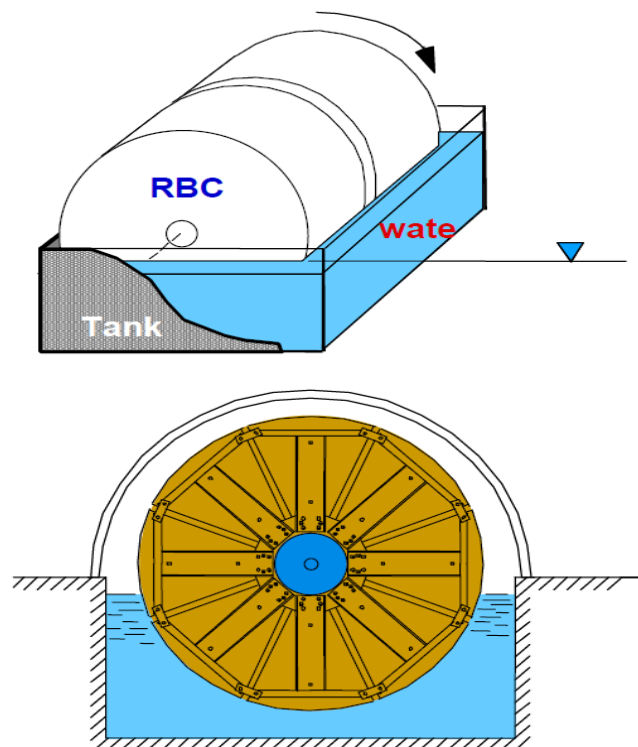
الترشيح الحجري Tricking filtration

يتم تحريض نمو البكتريا اللازمة للمعالجة على طبقة من الحجارة حيث ترش مياه الصرف على سطح الحجارة وتستخدم البكتريا الأكسجين المتوفر في الفراغات بين الحجارة من أجل التنفس و تتغذى على المواد العضوية. يمكن أحيانا زيادة كفاءة المعالجة بضخ هواء ضمن طبقة الحجارة و إعادة تدوير الماء المعالج الحاوي على البكتريا النشيطة ، و قد يستعاض عن الحجارة بقطع من البلاستيك أو الخشب لنمو البكتريا على سطحها . مع مرور الزمن تنمو طبقة بيولوجية من البكتريا تساهم في زيادة معدل المعالجة و بزيادة سماكة هذه الطبقة البيولوجية تتفشر عن سطح الحجارة و تخرج مع الماء المعالج .

الماء الخارج من المرشح الحجري يحوي ندف حية يجب إزالتها عن طيق حوض ترسيب ثانوي

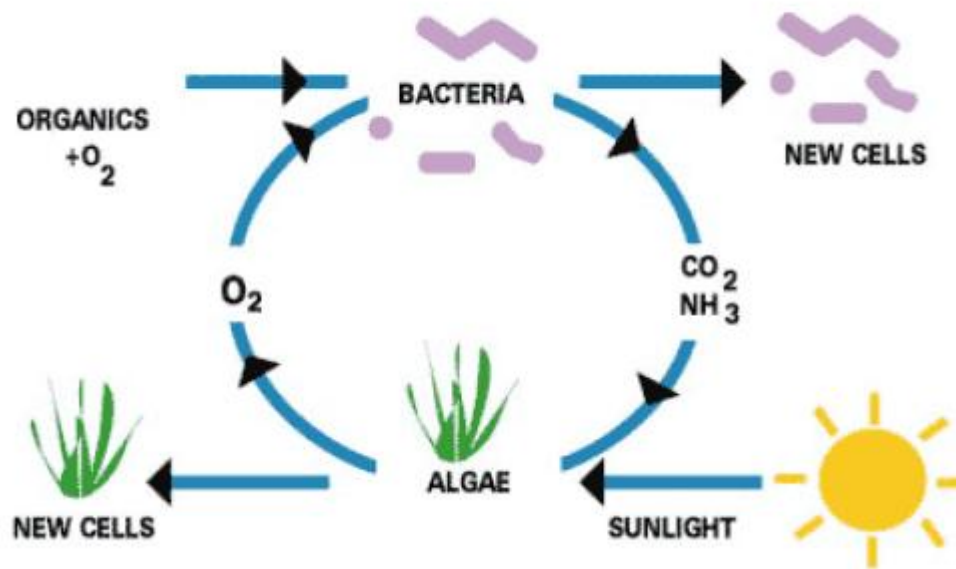


الترشيح بالأقراص البيولوجية الدوارة

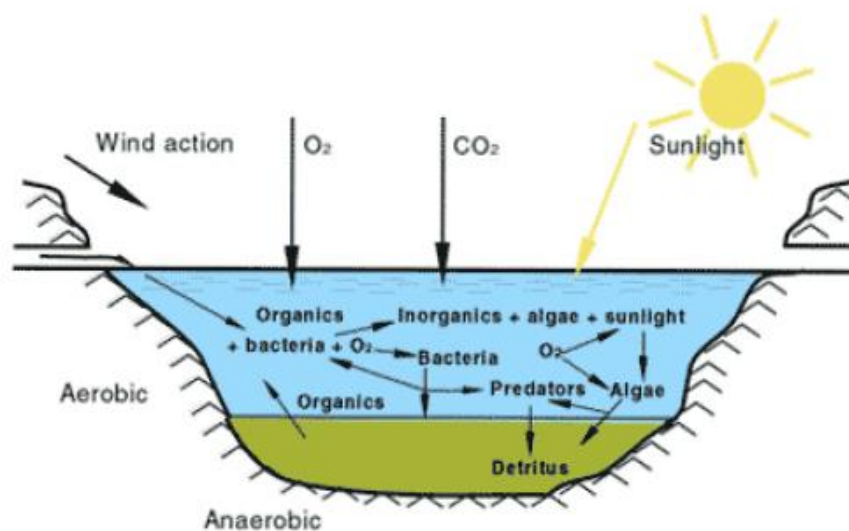


عمليات النمو المعلق

برك التوازن



البرك المهواه



المعالجة بالحمأة المنشطة

تعريف عملية الحمأة المنشطة:

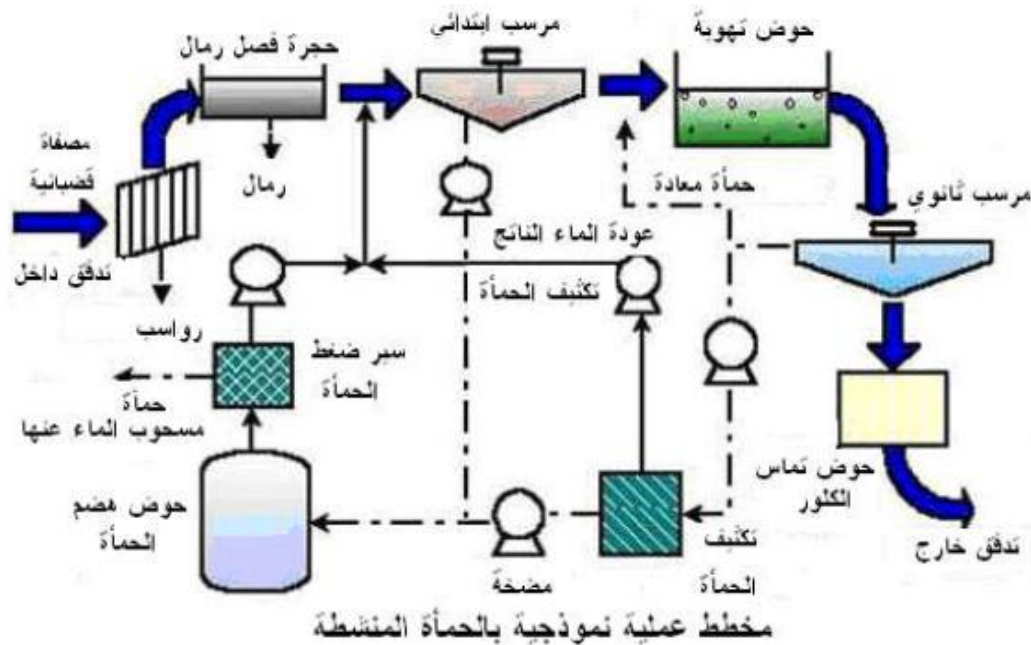
إن عملية الحمأة المنشطة هي نظام معالجة يعتمد النمو المعلق ما زال يعمل بكفاءة عالية منذ بداية القرن العشرين ، شتق اسم عملية المعالجة من حقيقة أن الحمأة المترسبة في حوض الترسيب النهائي يحوي أحياء مجهرية حية أو نشيطة يتم إعادتها إلى هوض التهوية بهدف زيادة الكتلة الحية المتوفرة في الحوض ولتسريع عملية التفاعل. قد يكون نظام الجريان في حوض التهوية يعمل بنظام المزج الكامل **completely mixed** أو بنظام تدفق متقطع **plug - flow process** .

عملية المعالجة هوائية يتم إمداد الحوض بالأكسجين بحله من الهواء الحاوي عليه.

مكونات نظام المعالجة بالحمأة المنشطة:

يتألف نظام المعالجة بالحمأة المنشطة من:

1. حوض التهوية يتم فيه التفاعل البيولوجي و تمزج فيه الحمأة المنشطة مع مياه الصرف الداخلة إلى الحوض، يعرف المزيج الناتج بالسائل المزوج **Mixed Liquor**
 2. حوض ترسيب لترسيب الندف المتشكلة
 3. نظام ضخ الحمأة يعيد جزءاً من الحمأة المترسبة في حوض الترسيب النهائي إلى مدخل حوض التهوية
 4. نظام تهوية يؤمن تغذية دائمة من الأكسجين إما عن طريق بث الهواء الحاوي على الأكسجين أو بضخ الأكسجين مباشرة
 5. وسيلة لسحب باقي الحمأة المترسبة من حوض الترسيب النهائي يومياً.
- إن الصفة المميزة لنظام الحمأة المنشطة هو إمكانية التحكم بزمان المكوث لكل من المواد الصلبة للحمأة المنشطة و للتدفق السائل الخارج أي توجد إمكانية للتحكم و ضبط عملية المعالجة.
- يعطى معدل التحميل العضوي في نظام الحمأة المنشطة بالعامل **F/M** أي **kg BOD / kg MLVSS . d**



الإمداد بالأكسجين النقي High Purity Oxygen...

يوجد تعديل لعملية المعالجة بالحمأة المنشطة هي استعمال الأكسجين النقي بدلاً من الهواء من أجل التهوية. يمكن نقل الأكسجين النقي إلى عملية المعالجة بمعدل أسرع بكثير من أجل إرجاع المواد العضوية بسرعة أكبر (حوالي ضعف معدل الإرجاع للمعالجة التقليدية).

بذلك يمكن تخفيض حجم حوض التهوية على زمن مكوث يعادل نصف زمن المكوث في النظام التقليدي. إن توليد الأكسجين النقي مكلف لذلك يتم تغطية حوض التهوية للحفاظ عليه .

إن التوفير في كلفة إنشاء مثل هذا النظام قد يعادل بزيادة كلفة التشغيل نتيجة لكلفة إنتاج الأكسجين، لذلك يستخدم في حال الأراضي عالية السعر.

التهوية المطولة Extended Aeration

في هذا التغيير لعملية المعالجة بالحمأة المنشطة يزداد زمن التهوية إلى حوالي 24 ساعة . إن الفائدة الأساسية من هذا الترتيب هي أن معدل صرف الحمأة المنشطة من العملية تقترب من الصفر . تزداد كفاءة المعالجة و تزداد كلفة الطاقة اللازمة ، يتم استبعاد حوض الترسيب الابتدائي . يتم تصميم هذا النظام عادة من أجل التدفقات الصغيرة (أقل من $3500 \text{ m}^3 / \text{d}$) و يمكن أن تكون المنشأة مسبقة الصنع .

تستخدم هذه الطريقة لمعالجة مياه صرف صناعية تحتاج زمن مكوث طويل ه نفس مواصفات التهوية ذات المزج الكامل .

إن ميزة زمن المكوث الطويل في حوض التهوية هي أنه يؤمن عملية موازنة لإمتصاص حمولات الصدمة و غنتاجه لكمية أقل من الحمأة لأن بعض البكتيريا يتم هضمها في حوض التهوية و هو من أبسط أشكال التعديل للمعالجة التقليدية بالحمأة المنشطة .

طرق أخرى مطورة عن عملية الحمأة المنشطة

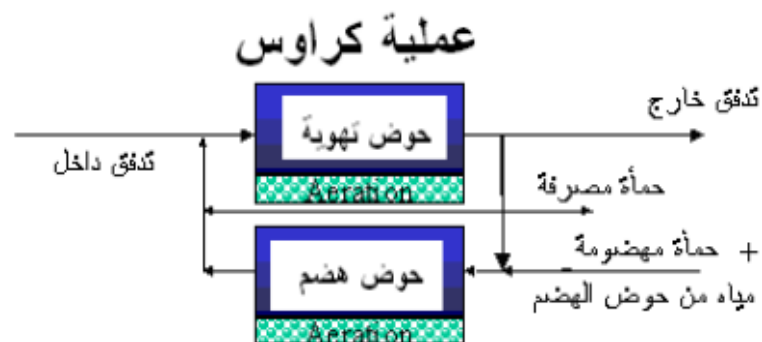
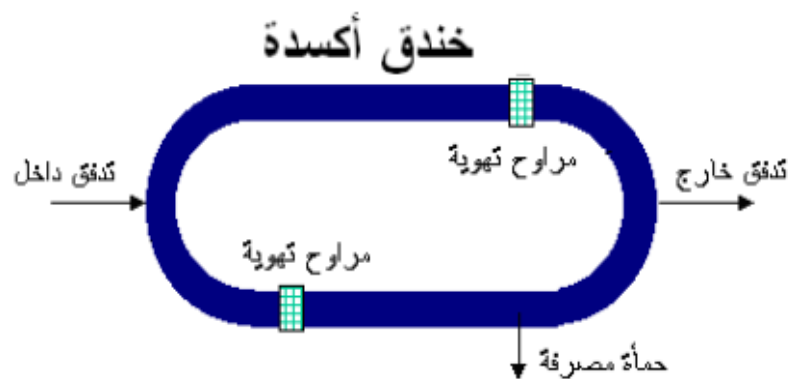
خنادق الأكسدة: Oxidation ditch

هو نظام مشابه لنظام الجريان الدفعي و لكنه يستخدم أحواض تهوية دائري .

التغذية التدريجية Step feed : يتم تقديم مياه الصرف من نقاط مختلفة على طول الحوض .

التهوية المتناقصة تدريجياً: يمكن إنقاص معدل التهوية على طول الحوض

عملية التهوية بنظام كراوس: يتم إضافة حمأة معرضة للهضم اللاهوائي و مياه ناتجة عن حوض الهضم إلى الحمأة المنشطة الراجعة ليسهم في تحسين صفات الترسيب للندفة الحية، فالندفة التي تعرضت لعملية هضم لا هوائي تكون أكثر كثافة و تترسب بسرعة ، و عند إضافتها إلى الحمأة الثانوية الأخف وزناً تضيف لها وزناً و تساعد على الترسيب ..



بالإضافة إلى قيمة $MLVSS = X$ يوجد عامل جديد يعرف بدليل حجم الحمأة (Sludge Volume Index)
(SVI) هو الحجم الذي يشغله 1gr (جاف) من الحمأة الخارجة من حوض الترسيب النهائي و يمكن إيجاده
تجريبياً بترسيب حجم لتر واحد من السائل الممزوج لمدة 30 min
الحجم المترسب من المزيج السائل بعد ٣٠ دقيقة
$$SVI = \frac{\text{الحجم المترسب من المزيج السائل بعد ٣٠ دقيقة}}{MLVSS (g/l)}$$

و يستعمل أحياناً العامل دليل كثافة الحمأة و هو الوزن الجاف لحجم 100 مل من الحمأة .
Sludge Density Index SDI(g/ 100ml)
و يجب إدخال بعض عوامل التصحيح لإمكانية تمثيل نتائج التجربة المخبرية على حوض ترسيب فعلي (تأثير
الجدران في اسطوانة الترسيب و نظام الترسيب حيث يكون في الاسطوانة نظام ترسيب متقطع بينما قد يكون
في حوض الترسيب الفعلي نظام جريان مستمر)

بعد معرفة SVI و X يمكن حساب الحمأة المعادة كنسبة من التدفق الداخل إلى حوض التهوية (r)

$$r = \frac{100}{10^6 / I(X) (SVI) - 1 I}$$

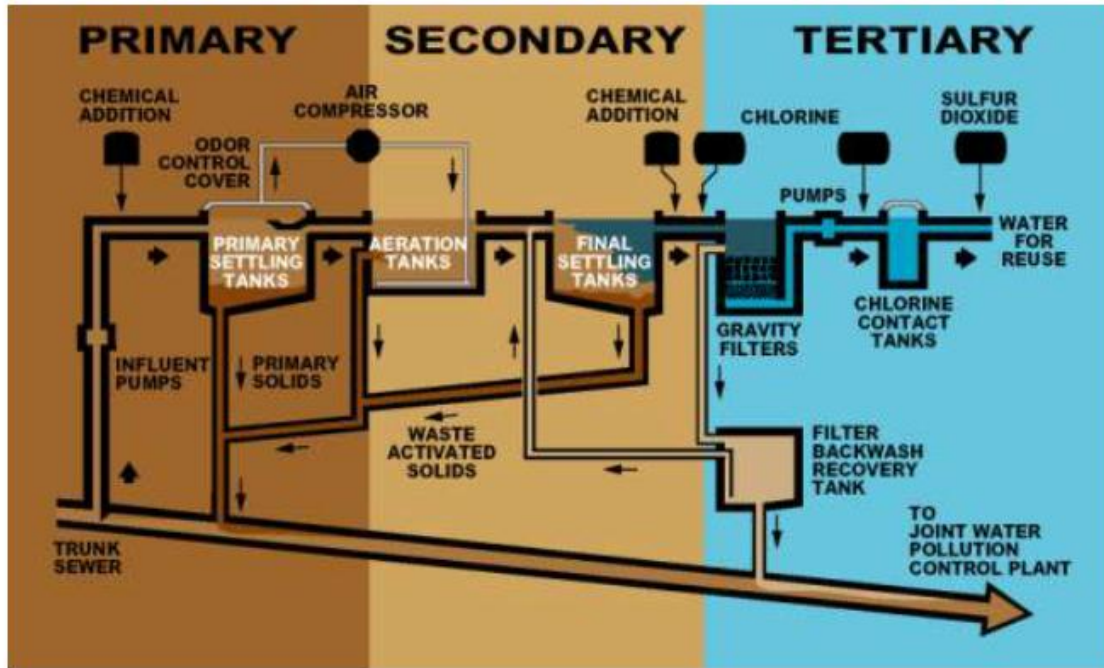
$$R = \frac{r}{100}$$

يجب أن يجهز نظام الضخ بآلية تعديل التدفق بما يتناسب و تغيير قيمة SVI
عملياً يؤخذ عمل المضخة بين ADWF % (20 – 150)

معالجة حمأة مياه الصرف الصحي

وطرق التخلص منها

الحمأة عبارة عن مزيج من المواد الصلبة و الماء (طين).
إن معظم عمليات معالجة مياه الصرف تنتج حمأة يجب التخلص منها، فهي تنشأ عن:
مراحل المعالجة الابتدائية لتسمى حمأة ابتدائية
مراحل المعالجة الثانوية لتسمى حمأة ثانوية
خليط من المرحلتين الابتدائية و الثانوية لتسمى حمأة مختلطة.



طرق معالجة الحمأة تتضمن:

١. التكييف
٢. التحويل إلى كومبوست
٣. الهضم
٤. التركيز
٥. إزالة الماء و التجفيف
٦. الترميد

التخلص النهائي من الحمأة Sludge Disposal

إن المواد الصلبة الناتجة عن معالجة مياه الصرف قد تحتوي مستويات مركزة من الملوثات التي كانت موجودة أصلاً في مياه الصرف. يجب توجيه اهتمام كبير للتخلص الملائم من هذه المواد الصلبة .
إن طرق المعالجة إما أنها تقلل من حجم الحمأة أو تغير صفاتها لتسهيل التخلص منها، و لكنها ما تزال في معظم الأحيان تترك بقايا يجب إزالتها من موقع محطة المعالجة .
توجد طريقتين للتخلص النهائي من الحمأة هي :

التخلص إلى الماء

التخلص إلى الأرض

2- التخلص على الأرض

في حالة التخلص على الأرض يمكن اللجوء إلى إحدى الطرق التالية

- دفن الحمأة
- الردم بالحمأة
- إضافة الحمأة إلى الأرض على شكل محسنات التربة

- دفن الحمأة

يتم اللجوء إلى هذه الطريقة أساساً من أجل الحمأة الخام ، ما لم يتم تغطية الحمأة بالتربة قد تنشأ مشكلة روائح كريهة . تجر الحمأة إلى خنادق بعرض 0.6 إلى 1 متر و بعمق 0.6 م تغطي الحمأة الخام في الخندق بالتربة و بعمق 0.3 م إذا توفرت مساحات كبيرة من الأرض قد يكون دفن الحمأة الخام هو الطريقة الأكثر اقتصادية للتخلص منها كما هي و دون أية معالجة، و لكن هذه الطريقة نادراً ما يتم اللجوء لها و إذا حصلت تكون مرحلة انتقالية للتخلص و ذلك بسبب المساحة الكبيرة من الأرض اللازمة لذلك. قد تبقى الحمأة في الخندق لسنين رطبة و ذات رائحة كريهة بذلك فإن الأرض المستخدمة لمرة لا يمكن إعادة استخدامها ثانية لنفس الغرض أو لأي غرض آخر و لفترة طويلة من الزمن.

- الردم بالحمأة

إن استخدام الحمأة من أجل الردم ينحصر تماماً في الحمأة المهضومة و التي يمكن تعريضها للجو دون انتشار روائح كريهة. يمكن استخدام حمأة رطبة أو مزال عنها الماء جزئياً (كتلك الحمأة الناتجة عن أسرة الحمأة أو الترشيح الإنفراغي) في ردم المناطق المنخفضة. عند استخدام حمأة رطبة تصبح المنطقة بركة حمأة ، عند اللجوء إلى بركة الحمأة فالمنطقة تستخدم حتى امتلائها ثم تهجر دون أي استخدام آخر. و عند استخدام برك الحمأة كطريقة معالجة تزال الحمأة بعد بعض التجفيف ليعاد استخدام البركة من جديد. إن البرك المستخدمة من أجل التخلص النهائي من الحمأة تكون عميقة نوعاً ما ، تضاف الحمأة على طبقات حتى امتلاء البركة تماماً. التخلص النهائي من حمأة مهضومة بالبرك هي طريقة اقتصادية و تلغي كافة طرق إزالة الماء عن الحمأة يتم عادة التخلص من الرماد الناتج حرق الحمأة باستخدامه في الردم ، عند توفر مناطق قريبة من المرمد يمكن تحويل الرماد إلى طين بإضافة الماء إليه بعد خروجه من مخروط الرماد و يضخ إلى نقطة التخلص و إذا كانت منطقة الردم بعيدة يجب أن يكون الرماد بدرجة رطوبة تكفي لمنع مشكلة تطاير الرماد و لتسهيل النقل بالشاحنات أو السيارات أو القطارات.

- إضافة الحمأة إلى الأرض على شكل محسنات التربة

إن حمأة مياه الصرف تحتوي على العديد من العناصر الهامة للنبات ، مثل النتروجين و الفوسفور و البوتاسيوم بالإضافة إلى بعض المعادن الثقيلة الهامة لنمو النبات مثل البورون و الكالسيوم و النحاس و المغنيزيوم و المنغنيز و الكبريت و الزنك.

في الحقيقة قد توجد هذه المواد في الحمأة الناتجة عن معالجة مياه صرف صناعية تراكيز ضارة .
إن دبال الحمأة بالإضافة إلى أنه يحسن النبات فإنه يفيد التربة بزيادة قدرتها على حجز الماء و تحسين بنية التربة بحيث يحول التربة الثقيلة إلى أرضية بذار جيدة . و كذلك تقلل من حث التربة

القواعد المنظمة لتداول وإعادة الاستخدام الآمن للحماة المنتجة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي

القواعد المنظمة لتداول وإعادة الاستخدام الآمن

للمحماة المنتجة من محطات

معالجة مياه الصرف الصحي

أولاً : الهدف: يهدف الكود المصري إلى الاستخدام الآمن للمحماة بما يحقق إنتاج زراعي صالح للاستخدام الآدمي وحماية النظام البيئي و الصحة العامة.

ثانياً: مجالات تطبيق: ينظم الكود المصري الإجراءات و الخطوات اللازمة إتباعها لتأمين عمليات تداول واستخدام المحماة ومراقبتها كما يحتوى علي المعايير و الشروط العامة و الخاصة التي يجب أن تطبق علي المحماة المستخدمة.

ثالثاً : الجهات المسؤولة عن التطبيق:

- المسؤولين عن إنتاج المحماة بمحطات الصرف الصحي.

- جهات إصدار التراخيص.

- المسؤولين عن الرقابة والإرشادات في الجهات المعنية.

- الجهات والأفراد المستخدمة للمحماة

تعريف عامة

أولاً/ المحماة: هي النتائج النهائي المترسب من عمليات معالجة مياه الصرف الصحي.

ثانياً/ المنتج: هو الشخص أو المؤسسة المنتجة للمحماة.

ثالثاً/ الموزع: هو الشخص أو الهيئة أو المؤسسة التي تقوم بنقل وتوزيع الحمأة من المنتج إلى المستخدم

رابعاً/ المستخدم: الأفراد و الجهات التي تستخدم الحمأة في الزراعة أو أي أغراض أخرى.

المتطلبات العامة (التراخيص) لإنتاج واستخدام الحمأة:

أولاً: علي كل من المنتج و الموزع الحصول علي ترخيص من الجهة الإدارية المختصة بوزارة الإسكان و المرافق والمجتمعات العمرانية كما يجب الحصول علي موافقة وزارة الصحة بالنسبة لأماكن معالجة الحمأة التي لاتقع داخل حدود محطات معالجة الصرف الصحي يجدد الترخيص كل ثلاث سنوات.

ثانياً: متطلبات إنتاج الحمأة:

يقوم المنتج (الهيئة) بتقديم خطة إدارة للحمأة علي مستوي المنشآت عند التقديم للحصول علي الترخيص ويجب أن تشمل الخطة علي الآتي:

اسم وعنوان وتليفون المنشأة . النشاط والشكل القانوني للمنشأة.

سنة بدء النشاط. بيانات صاحب المنشأة.

بيانات المدير المسئول عن عملية إنتاج الحمأة.

لوحة بمقياس رسم مناسب لموقع الإنتاج و المكونات المختلفة لعملية إنتاج الحمأة.

بيان بالمعدات المستخدمة في الإنتاج. بيان مصدر (مصادر) الحمأة الخام قبل المعالجة.

معدل إنتاج الحمأة وصف عملية المعالجة وخطة التشغيل.

- بيانات المعمل القائم بالتحاليل. - خطة مراقبة الجودة للحمأة المنتجة.

- نتائج تحاليل الحمأة المنتجة ومدى مطابقتها للمعايير (البند السادس).

- خطة للطوارئ في حالة الحيود عن المعايير المحددة تحديد أماكن دفن الحمأة الغير مطابقة

- دراسة تقييم الأثر البيئي المتعمدة من جهاز شئون البيئة.

- خطة الأمن الصناعي و الصحي وحماية العاملين.

ثالثاً : متطلبات ترخيص توزيع الحمأة

تقوم الجهات والأفراد و المسئولين عن نقل وتوزيع الحمأة بتقديم البيانات التالية للحصول علي التراخيص طبقاً للشروط الواردة في قانون البيئة:

مصادر الحمأة الموزعة نسخة من تراخيص الجهات المنتجة

شرح لوسائل التحميل و النقل و التفريغ و التخزين خطة التسويق

الاحتياطات المتخذة لتداول الحمأة

إنتاج الحمأة:

داخل محطات معالجة مياه الصرف الصحي:

حتى تكون الحمأة آمنة يجب أن يكون تركيز المعادن الثقيلة ومحتوى الكائنات الممرضة في الحدود المسموح بها ذلك علي النحو الواردة في الكود المصري.

وعلي الجهات المنتجة للحمأة مراعاة الآتي:

أولاً : معالجة الحمأة::

علي الجهات المنتجة للحمأة مراعاة تطابق معايير الحمأة وقت بيعها لإعادة استخدامها في الزراعة للمعايير وذلك بتثبيت الحمأة بإحدى الطرق الآمنة مثل .

التخمير اللا هوائي.

التخمير الهوائي

المعالجة الحرارية. إضافة الحرارية.

الكمر أو الكمر مع مواد عضوية (Co –Composting)

التخزين بمناطق التشوين مع التعرض لأشعة الشمس المباشر لمدة تمتد الي ستة أشهر

ثانياً: ضوابط إنتاج الحمأة بالمحطات.

1- أن تملأ أحواض التخفيف بالحمأة بحيث لا يتولد الذباب و البعوض أو الرائح بقدر الإمكان وذلك بأن يتم مائها علي فترات كل فترة لا تزيد عن أربعة أيام بعمق لا يزيد عن 15 سم في المرة الواحدة وأن لا يزيد العمق الكلي عن 45سم.3

2- أن تكون الأحواض معزلة عن المياه الجوفية أو مصادر المياه أبسط طرق العزل طبقتين من الطين الرمل بنسبة دمك أكبر من 95. /. وسمك الطبقة 20 سم قبل الدمك ويمكن إستخدام تراب الأسمنت أو الجير أو خام البانتونيت في أعمال الدمك.

3- عدم مقل الحمأة الي مواقع التخزين إلا بعد الوصول لنسبة رطوبة في حدود 7. /. بالوزن، مع مراعاة الشروط الآتية:

أ- أن يكون قاع هذه المواقع معزولاً عن المياه الجوفية.

ب- أن يكون ارتفاع التخزين (التكويم) في حدود من 60-80 سم

ج- أن تغطي أكوام الحمأة بحمأة أخرى دافة أو مواد تغطية أخرى لمنع تكاثر الذباب

4- علي المنتج مراعاة ما يلي:

أ- توعية عمال الصرف الصحي المتعاملين مع الحمأة بضرورة الالتزام بلبس الأحذية و القفازات الواقية وأن يتم تطهيرها في كل مرة تستخدم فيما.

ب -

- ب- إجراء فحوص طبية دورية علي العاملين و إجراء التطعيمات ضد أية أمراض محتملة.
- ج- تقديم التسهيلات الطبيعية السريعة لمعالجة العمال ضد أمراض الإسهال و المعالجة المنتظمة لمنع العدوي.
- د- إصدار نشرات توعية عن استخدامات الحمأة ونوعيتها وأخطار كل منها وتوزيع صورة منها علي المستخدمين.
- هـ- إعداد نموذج بيع حمأة كالمرفاق بهذا الباب مع إعلام وزارة الصحة وجهاز شئون البئة ومكاتب الإرشادات الزراعي كل 36شهر بصورة من هذه النماذج.
- تنظيم تداول الحمأة خارج محطات معالجة مياه الصرف الصحي

أولاً: عدم استخدام الحمأة في الحالات التالية

- 1- أراضي طرح النيل أو أية أراضي أخرى تضع أيا من وزارتي الزراعة و المواد المائية والري قيوداً علي استخدام الحمأة بها.
- 2- الأرض التي تكون المياه الجوفية فيها علي عمق أقل من 1.5متر من سطح الأرض .
- 3- الحدائق العامة أو الملاعب التي يرتادها الجمهور.
- 4- الأراضي المنزرعة بالخضروات التي تؤكل نيئة او المنزرعة بالمحاصيل التي تكون ثمارها ملاسة التربة أو تتكون تحت سطحها أو المنزرعة بالفاكهة التي لا تنزع القشرة منها.
- 5- المخالفة في تركيبها الكيميائي أو محتواها الميكروبي عن الحدود الموضحة في معايير الكود المصري.

ثانياً: يجب مراعاة الشروط الاتية عند تداول الحمأة

- 1- لا يسمح بإلقاء الحمأة في المجارى المائية أو المصارف.
- 2- لا يتعدى معدل استخدام الحمأة المعدلات الواردة في المواصفات.
- 3- لا تستخدم الحمأة الا في المواقع المرخص لها بالإنتاج أو التوزيع أو الاستخدام.
- 4- لا تقل المسافة بين أماكن تشوين وتجميع الحمأة عن:
 - أ- 10 أمتار من حدود الأرض.
 - ب- 150 متراً من أبار الشرب - المستشفيات - المدارس .
 - ج- 15 متراً من أبار ليست للاستخدام الآدمي.
 - د- 15 متراً من حد الطريق.
 - هـ - 30 متر من حد المياه (المجارى المائية - الأنهار و الترع - القنوات - البحيرات - التجمعات المائية - حدد فيضان النهر
- 5- العربات المستخدمة في نقل الحمأة:
 - أ- يراعي غسل العربات المستخدمة في نقل الحمأة وصرف مياه الغسيل الي وحدات المعالجة أو الشبكة في مواقع الاستخدام أو التخزين أو الإنتاج المتاحة.
 - ت- من الضروري كمنع التسرب وتدفق السوائل من السيارة أو تطاير الحمأة من السطح وأن تغطي عند النقل، بحيث لا يكون هناك إي أثر الحمأة علي جوانب العربات عند الدخول الي الطرق العامة.

معايير استخدام الحمأة في الزراعة

للسماح باستخدام الحمأة في الزراعة يجب عدم تجاوز المعايير التالية لأي عنصر من العناصر.

أولاً: محتوى المعادن الثقيلة في الحمأة الجافة

الحد الأقصى لمحتوى المعادن الثقيلة في الحمأة

المكونات	الرمز	الحد الأقصى للحمأة الآمنة مجم / كجم
زنك	Zn	2800
نحاس	Cu	1500
نيكل	Ni	420
كادميوم	Cd	39
رصاص	Pd	300
زئبق	Hg	17
كروم	Cr	1200
موليبدينم	Mo	18
سelenium	Se	36
الزرنيخ	As	41

ثانياً: محتوى الكائنات الممرضة فى الحمأة الجافة

محتوى الكائنات الممرضة (Pathogens) لا يزيد عن الحدود الآتية:

1- أن يكون العد الاحتمالي لخلايا الكوليفورم البرازي (Fecal Coliform) أقل من 1000 خلية لكل جرام مواد صلبة على أساس الوزن الجاف، ويكون العد الاحتمالي للسلمونيلا أقل من 3 خلية لكل 100 مللى عند تركيز 4% مواد صلبة على أساس الوزن الجاف.

2- بويضات الديدان:

الإسكارس: عدد 1 بويضة حية لكل 100 مللى عند تركيز 5% مواد صلبة على أساس الوزن الجاف (لا يسمح بتواجد أكثر من ثلاثة أجناس من بويضات الديدان).

ثالثاً: يراعى أن تتناسب معدلات الإضافة السنوية من الحمأة المعالجة الجافة مع نوعية الأراضي وأن تكون فى الحدود الواردة فيما يلى:

- 1- أراضى ثقيلة القوام (طينيه-جيرية) معدل إضافة الحمأة الجافة فى حدود من 8-14 م²/الفدان.
- 2- أراضى متوسطة القوام (رملية طينية-جيرية) معدل الإضافة من الحمأة الجافة فى الحدود من 10-16 م³/الفدان.
- 3- أراضى خفيفة القوام (رملية) معدل إضافة الحمأة الجافة فى الحدود من 12-20 م³/الفدان.

الحمأة المنتجة من محطات معالجة الصرف الصحى (غير المطابقة)

فى حالة احتواء الحمأة على معادن ثقيلة أو كائنات ممرضة تزيد عن المعايير القياسية الموضحة بالبند السادس من هذا الباب فإنه يجب ردم هذه الحمأة ردماً صحياً فى حفرة ردم طبقاً للمواصفات الفنية المعروفة للردم الصحى أو يمكن ترميدها بمحارق آمنة على أن يكون الغاز الناتج نظيفاً وعلى أن يراعى اتخاذ كافة الاحتياطات والشروط البيئية المتعلقة فى هذا المجال وغير ذلك من الطرق الآمنة بيئياً.

يحظر استخدام الحمأة المنتجة المستخرجة من الترانشات فى الزراعة مباشرة ويجب عمل المعالجة اللازمة لها.

مراقبة استخدام الحمأة

أولاً: جميع عينات تحليل الحمأة

يتم أخذ وتجميع وحفظ وتحليل عينات الحمأة طبقاً لما ورد باللائحة التنفيذية المعدلة لقانون رقم 93 لسنة 1962 مع مراعاة الآتي:

- 1-الأوعية: أوعية ملائمة محكمة الغلق من البلاستيك أو الزجاج النظيفة الجافة.
 - 2-حجم العينة: لا يقل حجم العينة المجمعة عن 500 جرام ممثلة لطبيعة الحمأة ، يراعى عدم أخذ العينة من السطح ولا من القاع ، يتم أخذ عينة مركبة من عدة عينات فردية تؤخذ من الكومة الواحدة على أبعاد لا تزيد عن 10 متر بين كل عينتين ومن عمق لا يقل عن 50سم من سطح الكومة.
 - 3-مواعيد التحليل: يجرى التحليل بعد أخذ العينة مباشرة فى موعد أقصاه 24 ساعة من جمع العينة.
 - 4-حفظ العينة: إذا تعذر إجراء التحليل فى الفترة المحددة فيلزم حفظ العينة داخل صندوق ثلاجة على أن تصل العينة إلى المعمل وبها بقية من الثلج وبعد أقصى 24 ساعة.
- ثانياً: المتابعة الدورية: على الجهات المعنية كل فيما يخصه مراعاة الآتي:**
- 1- المتابعة الدورية وإجراء التحاليل السنوية اللازمة للتأكد من أن مدى تراكم المعادن الثقيلة فى الحمأة والتربة والنباتات فى الحدود البيئية والصحية المسموح بها.
 - 2- إجراء تحاليل دورية للتأكد من محتوى الكائنات الممرضة بكل من الحمأة والتربة والنباتات واتخاذ الإجراءات اللازمة طبقاً لما تسفر عنه نتائج هذه التحاليل.

- 3- الرصد الدوري لمصادر المياه السطحية والجوفية ومنتجات المزارع للتأكد من عدم تأثرها باستخدام الحمأة.
- 4- تؤخذ العينات ويتم التحليل طبقاً للطرق القياسية مع تحديد المكلف بأخذ العينة من كل جهة والمعامل المصرح فيها بالتحاليل.
- 5- إجراء مسح صحي للمتعاملين مع الحمأة بصفة دورية كل سنة ضمن أعمال المتابعة الدورية السنوية.

إرشادات

لضمان سلامتك وللحفاظ على البيئة يجب اتباع الإرشادات التالية:

- 1- لا تستخدم الحمأة في حالة محاصيل الخضر التي تؤكل نية أو أية محاصيل تكون ثمارها ملاسمة للتربة أو تحت سطحها أو في حالة الفاكهة التي تؤكل بدون نزع قشرتها.
- 2- لا تستخدم الحمأة في محاصيل الخضر الورقية التي تستخدم في السلاطة مثل الخس ومحاصيل الفاكهة الملامسة للتربة مثل الفراولة أو المحاصيل الدرنية والجزرية مثل البطاطس والجزر واللفت والفاصوليا السوداني.
- 3- لا يسمح برعى المحاصيل المستخدمة كعلف للماشية إلا بعد مرور شهرين من استخدام الحمأة وآخر رية.
- 4- استخدام الطرق الميكانيكية عند نثر الحمأة بقدر الإمكان ولا تستخدم الطرق اليدوية الشائعة في نثر السماد البلدي.
- 5- لا تخزن الحمأة بالقرب من المصارف وقنوات الري ومصادر المياه.
- 6- تغطية الجروح أو الخدوش في الجلد عند تداول الحمأة واستخدامها وغسل المنطقة المتأثرة فوراً.
- 7- ارتداء الملابس الواقية أثناء استخدام الحمأة مثل الأقنعة والقفازات والأحذية.
- 8- غسل الأيدي بعد استخدام الحمأة وقبل الأكل والشرب أو التدخين.
- 9- عدم الأكل والشرب أو التدخين أثناء إضافة الحمأة.
- 10- تقليل الغبار المتصاعد من الحمأة عن طريق خفض عدد مرات نقلها وتجنب تداولها في الأجواء العاصفة.
- 11- عدم تناول الثمار المتساقطة على الأرض.