الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحى

برنامج المسار الوظيفي
للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل
المتدرب

برنامج
انتاج وإنضاج الحمأة

حقوق الطبع محفوظة
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى
الإدارة العامة للمسار الوظيفى - إدارة المشاريع

اخصائى زراعي
درجة ثالثة

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي2019-4-1 V2

الفهرس

مقدمة :-.....3
ويمكن تلخيص مميزات أحواض تجفيف الحمأة الرملية فيما يلى :-.....3
تعريف الحمأة:.....5
خصائص الحمأة :.....5
(أنواع الحمأة الناتجة من الصرف الصحي) 5
نظم معالجة الحمأة Systems of sludge treatment.....6
(عملية تركيز الحمأة)أي تقليل حجم المياه في الحمأة.....7
تثبيت الحمأة.....8
التخمر اللاهوائي للحمأة.....9
التخمر الهوائى للحمأة.....10
تحسين الحمأة 11
التحسين بالمواد الكيميائية 11
التجفيف الطبيعي للحمأة 11
أحواض التجفيف الرملية العادية.....12
إرشادات تشغيل أحواض التجفيف الرملية العادية.....12
الأحواض الإسفلتية لتجفيف الحمأة 14
إرشادات تشغيل أحواض الإسفلتية لتجفيف الحمأة.....14
فصل المياه من الحمأة باستخدام المعدات الميكانيكية)Mechanical Dewatering(.....15
أسس التصميم 18
معدلات الترشيح: 18
سرعة الأسطوانة: 18
ضغط التفريغ 18
عدد ساعات التشغيل.....18
6. نسبة الرطوبة في الحمأة المرشحة.....19
مرشحات الحمأة التي تعمل بالضغط (Filter Pressing).....19
الترشيح بالخلخلة لتجفيف الحمأة 19
التجفيف بكبس الحمأة في قوالب 21
تجفيف الحمأة بالطرد المركزي 21

طرق التخلص من الحمأة 29
استعمال الحمأة المجففة كسماد 29
حرق الحمأة بعد تجفيفها 30
السجلات اليومية..... 30
السجلات الشهرية..... 30
برك تجفيف الحمأة 31
الخلاصـــة 32
طريقة تشغيل أحواض تجفيف الحمأة 32

انتاج وانضاج الحمأه

للاستخدامات الزراعيه

مقدمة :-

أثبتت أحواض تجفيف الحمأة فى مشروعات تنقية مياه الصرف الصحي كفاءة وأداء عالى أفضل من استخدام وسائل التجفيف الميكانيكية المختلفة وذلك لقلة تأثرها من تذبذب تركيز المواد الصلبة الموجودة بالحمأة الخام بالزيادة او النقص بالإضافة الى تفادى المشاكل الميكانيكية المتكررة وصعوبة توفر قطع الغيار والمواد الكيماوية المساعدة وذلك على مدى السبعين عاما الماضية .

ويمكن تلخيص مميزات أحواض تجفيف الحمأة الرملية فيما يلى :-

- استثمار ابتدائي منخفض شرط توافر المساحة والشروط الصحية للأرض المطلوبة .
- سهولة التشغيل وعدم الاحتياج الى عماله فنية مدربة ، اكتفاء بالعمالة العادية الغير مؤهلة تأهيلا عاليا .
- انعدام الاستهلاك للطاقة الكهربائية .
- انخفاض تأثير التغيرات فى مكونات الحمأة على كفاءة الجفاف .
- المكونات الصلبة للحمأة الجافة تعتبر عالية جدا .
- إمكانية الاستفادة من الحمأة الجافة كسماد عضوى غنى بالازوت او فى استصلاح الاراضى الصحراوية .

وبمقارنة وسائل التجفيف الميكانيكى بنظام التجفيف بالأحواض الرملية يمكن اعتبار ان أحواض التجفيف الرملية ذات احتياج عالى لكل من العماله الغير ماهرة والمساحة اللازمة للارض .

ومع ارتفاع تكاليف إنشاء النظم الميكانيكية المختلفة مؤخرا والاستهلاك العالي للطاقة والمواد الكيميائية المساعدة بالإضافة الى كثرة الأعطال اثناء التشغيل والحاجة الى الصيانة المستمرة للمعدات ، فقد اتجه المصممون والجهات المسئولة عن التمويل والتشغيل لمحطات المعالجة خاصة فى حالة توافر المساحات والشروط الصحية اللازمة لذلك .

هذا ويجدر بالذكر بالإضافة الى ما سبق سرده ان الزيادة فى أسعار الطاقة الكهربائية المستهلكة وكذلك أسعار الكيماويات المساعدة المستوردة من الخارج وعدم صلاحية الحمأة الناتجة لإعادة استخدامها كسماد عضوى ساعد فى انتشار استعمال احواض التجفيف .

تعريف الحمأة:

هي المواد الصلبة)الجوامد(العالقة سواء كانت مواد عضوية أو غير عضوية في مياه الصرف الصحي، والتيترسبت في أحواض الترسيب بمحطات المعالجة .

وعندما تترسب الحمأة نجدها ممزوجة بكمية كبيرة من المياه، وتختلف نسبة الماء باختلاف نوعية الصرف الصحى الخام وخصائصه وكذلك نظم المعالجة، ومثالاً لذلك نجد أن نسبة المياه بالحمأة المنشطة حوالى 89.5% بينما نسبتها بالحمأة العادية ال ارسبة بأحواض الترسيب الابتدائية حوالى 59%.

خصائص الحمأة :

تتميز الحمأة الناتجة من أحواض الترسيب الإبتدائية ب ارئحتها الكريهة بسبب الأمونيا، كما تتراوحنسبة الماء الذى تحتويه بين 59 – 55%، ويتأثر حجم الحمأة إلى حد كبير بنسبة إحتوائها علي الماء مع بقاء كمية المواد الصلبة كما هي، فإن الحجم الكلى للحمأة سوف يزداد تبعاً لذلك، كما هو موضح.

(أنواع الحمأة الناتجة من الصرف الصحى)

تصنيف مصادر الحمأة

الحمأة الابتدائية Primary sludge

تعرف الحمأة الابتدائية أو الخام بأنها الحمأة الناتجة عن ترسيب المواد العالقة في أحواض الترسيب الإبتدائية ،وتتميز ب ارئحتها الكريهة وتتراوحنسبة الرطوبة بها بين 59 – 59%.

الحمأة المنشطة Activated sludge

تعرف بالحمأة الناتجة من أحواض الترسيب النهائية التي تلى أحواض التهوية في مرحلة المعالجة البيولوجية، ونظ اًر لتعرض هذا النوع من الحمأة)أكثر من غيره(إلى عمليات تهوية قوية ومستمرة فلذلك لا تظهر له ارئحة، كما أنها يحتوى على نسبة كبيرة من الماء تصل إلى 55% أو أكثر. وليس من السهل فصل الماء عن المواد الصلبة في الحمأة المنشطة، كما أنه من التبديد بمكان تجفيف الحمأة المنشطة مباشرة في أحواض التجفيف، لذلك تستخدم عمليات هضم الحمأة)تخمير الحمأة(أو بعض العمليات الكيميائية المختلفة لخفض المحتوى المائي لها وبالتالى تقليل حجمها بدرجة مقبولة.

الحمأة المترسبة كيميائي

يمكن استخدام بعض العمليات الكيميائية المساعدة لإنجاز عمليات الترسيب بسرعة وكفاءة مقبولة في بعض محطات معالجة مياه الصرف الصحى، وخصوصاً في محطات معالجة مياه الصرف الصناعية، ورغم سهولة الترسيب باستخدام العمليات الكيميائية إلا أن الحمأة الناتجة تتميز بمحتواها المائي المرتفع والذى يجعل من الصعب استخدام أحواض التجفيف مباشرة، وعاد ةً ما يتم تخميرها قبل التخلص منها.

الحمأة المهضومة أو المُخمرة

تنتج الحمأة المهضومة أو المُخمرة من العمليات الخاصة بتخمر الحمأة بمعزل عن الهواء)أي في عدم وجودالأكسجين Anaerobic condition(، وهي عمليات بيولوجية تهدف إلى تحلل أكبر قدر ممكن من المواد العضوية الموجودة بطريقة غير هوائية وذلك بفعل البكتريا اللاهوائية، فهي لا تحتاج الأكسجين بل تحصل علي الطاقة من مركبات أخري، ويمكن أن تؤدى إلى:

- أكسدة المواد القابلة للتحلل لاهوائية.
- الفصل الكامل للمواد الصلبة عن السائل تمهيداً لتجفيفها.
- خفض كتلة الحمأة بنسب تتراوحبين 59 – 94%.

وتتميز الحمأة المهضومة بلونها القاتم وبتجانسها، كما أن لها ارئحة محتملة عندما تكون رطبة، ويتم تجفيفها بعد ذلك في أحواض التجفيف نظ اًر لإنخفاض محتواها المائي نتيجة لعمليات الهضم.

نظم معالجة الحمأة Systems of sludge treatment

هناك مراح متتالية لمعالجة الحمأة، ويمكن اختيار المناسب منها لنظام المعالجة، ويتوقف هذا الإختيار على مجموعة عوامل مختلفة أهمها ما يلى:

- الظروف البيئية للمنطقة المنتج بها الحمأة.
- النواحي الاقتصادية)أي تكاليف معالجة الحمأة(.
- الموقع الجغ ارفي والمناخي لمنطقة موقع محطة المعالجة.
- درجة جودة المعالجة المطلوبة للحمأة ومدي إمكانية إعادة استخدامها في الزارعة فيما بعد.

صورة رقم 1 توضح حوض التكثيف الدائرى الشكل

(عملية تركيز الحمأة)أي تقليل حجم المياه في الحمأة

وفي هذه الأحواض المعروضة تستخدم أذرع لتقليب الحمأة ببطئ ينتج عنه فصل للمياه وزيادة تركيز الحمأة في الجزء الأسفل من الحوض نتيجة أن الكثافة للحمأه أكبر من كثافة الماء، ويتم نزح المياه الموجودة في الجزء العلوي من حوض التركيز واعادتها إلى غرفة المدخل بمحطة المعالجة.

وهناك عوامل تؤثر علي سرعة التركيز في الحوض منها

(مدة المكث هي المدة الزمنية التي تقضيها الحمأة في الحوض) منذ لحظة دخولها وحتي لحظة خروجها

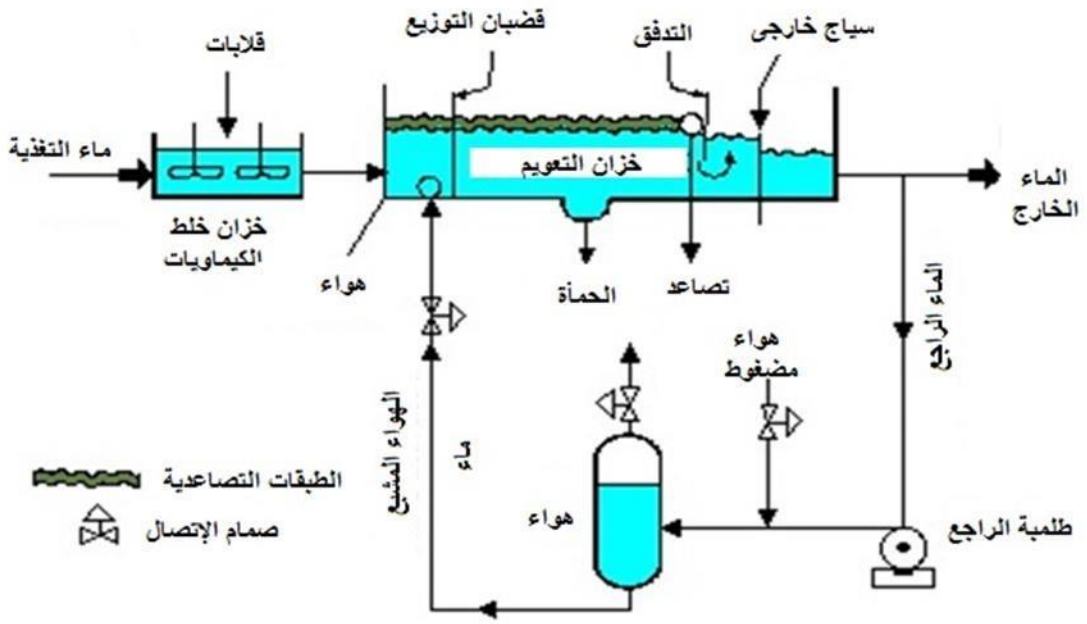
وتتراوحبين 1 – 5 يوم وتؤخذ المتوسط 189 يوم كمثال.

سرعة دوارن الأذرع في الحوض، ويلزم التحكم فيها

1. التحكم في السرعة بحيث لا تزيد السرعة الخطية عند محيط الحوض عن م5 / الدقيقة.

5. عمق المياه في الحوض: يتراوحالعمق من 589 – 589م.

(التركيز للحمأة بطريقة التعويم)Air Flotation thickeners



صورة رقم 2 توضح تركيز الحمأة بالتعويم باستخدام الهواء

تستخدم هذه النوعية من الأحواض في محطات المعالجة كبيرة وينتج منها كمية من الحمأة كبيرة، ويتم في هذه الخزانات استخدام فقاقيع من الهواء بحجم معين والشكل السابق يوضح خطوات تشغيل نظام التعويم الهوائي.

يستخدم الهواء المضغوط بتعريض جزء من الحمأة إلى ضغط يتراوحبين 5-9 كجم/ سم5. ويجب مراعاة ما يلى:

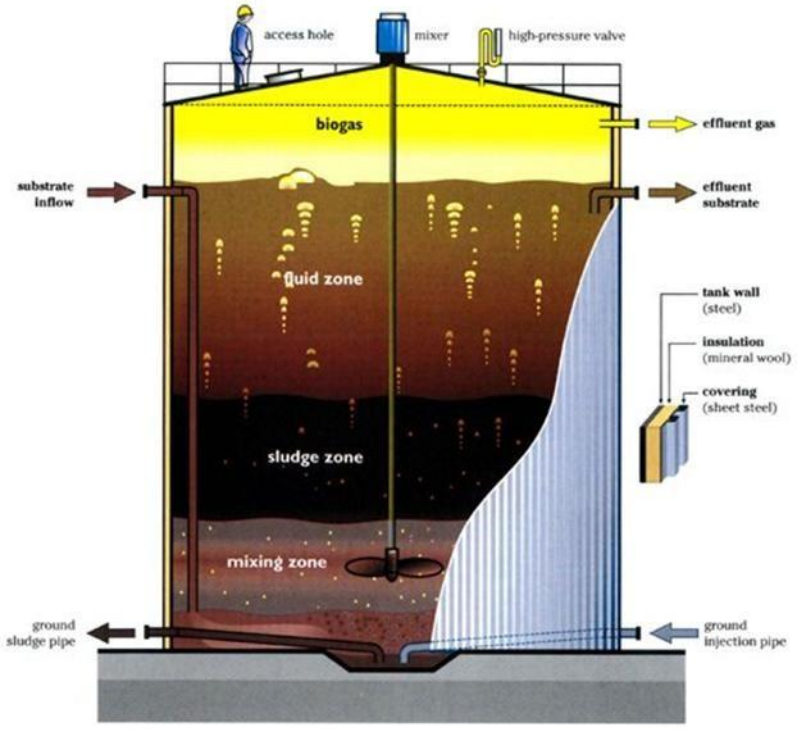
- خلط مياه من غرفة الضغط مع الحمأة الخام قبل إدخالها لأحواض التعويم الهوائي.
- بعد إدخال الحمأة لأحواض التعويم ونتيجة لتخفيف الضغط عليها تطفو المواد الصلبة العالقة نتيجة تشعبها بالهواء وقلة وزنها الحجمي، وتكون الحمأة الطافية التي يتم تجميعها باستخدام نظام لتجميع الخبث كما هو موضح بالرسم السابق.
- يمكن تحسين كفاءة التشغيل لنظام التعويم الهوائي بإضافة المواد الكيميائية مثل كبريتات الألومونيوم والبوليم ارت التي تساعد على زيادة كفاءة فصل المواد الصلبة والتي قد تصل نسبتها إلى 54-5.5%.

تثبيت الحمأة

توجد عدة طرق لتثبيت الحمأة، وسوف نكتفي بشرح نوعين منها هما التخمر اللاهوائي والتخمر الهوائي.

التخمر اللاهوائي للحمأة

الهدف من عملية التخمر اللاهوائي هو الحصول على حمأة خالية من الميكروبات والج ارثيم الممرضة، والحصول على غاز الميثان القابل للاشتعال لاستخدامه كوقود والحصول على حمأة مخمرة لاهوائيا تستخدم كسماد عضوي لأن نسبة تركيز الأزوت بها عالية، وذلك عن طريق تخمير الحمأة لاهوائيا بتخزينها في أحواض خاصة مغلقة ،أي لا تتصل بالهواء الجوي فتنشط البكتريا المتغيرة واللاهوائية وتتحلل المواد العضوية فيتحول جزء كبير منها إلى غا ازت تحتوى على 04%-94% غاز الميثان (4(CH)البيوجاز – الغاز الحيوي(وهو غاز قابل للاشتعال و59%-54% ثاني أكسيد الكربون (2(CO وأيض اً وجود حوالي 1،9% - 5% نيتروجين (2(N.



صورة رقم 3 توضح عمليات التخمر الاهوائي للحمأة

وفي الصورة نجد دخول الحمأة من جهة اليمين لأسفل، ويُقابلها خروج الحمأة بعد التخمر من جهة اليسار لأسفل ثم نجد دخول المواد المساعدة للتخمر من جهة اليسار لأعلي ويُقابلها خروج الغاز من جهة اليمين لأعلي وفي اعلي الخزان نجد مُحرك التقليب الكهربائي، ثم فتحة المتابعة وفتحة تنفيث الضغط العالي داخل

الخزان ومن واقع النتائج المتاحة من تشغيل الكثير من محطات المعالجة في العالم تبين أن عملية التخمر اللاهوائي يمكن إج ارئها بطريقتين هما:

الأولى: التخمر اللاهوائي سريع المعدل ذو المرحلة الواحدة.

الثانية: التخمر اللاهوائي سريع المعدل ذو المرحلتين.

التخمر اللاهوائي سريع المعدل ذو المرحلة الواحدة

لتحسين كفاءة التخمر اللاهوائي بطئ المعدل ليصبح سريع المعدل نتيجة تأثير مجموعة عوامل تؤثر في التخمر اللاهوائي وتضم:

- تأثير درجة حرارة الحمأة (من 54 – 94 م°) على فترة مكثها داخل أحواض التخمر اللاهوائي، وقد أمكن رفع درجة حرارةالحمأة بسهولة عن طريق استخدام السخانات الطاقة الشمسية نظ اًر لتوفر هذه الطاقة في مصر، أما درجات الحرارةبين 99 - 99 م فتعتبر غير إقتصادية.
- تأثير عملية خلط الحمأة داخل أحواض التخمر اللاهوائي.
- تأثير تركيز الجوامد بالحمأة)بتكثيف الحمأة(على التخمر اللاهوائي.
- تأثير التغذية المستمرة للحمأة الخام على أحواض التخمر اللاهوائي.

ونتيجة للد ارسة، أتضح أن تكثيف الحمأة حتى 9% قبل عملية التخمر اللاهوائي يساعد على تقليل حجم الحمأة الداخلة له، كذلك تقليل حجم الحمأة بعد التخمر اللاهوائي إلى 95% من حجمها بعد التكثيف.

التخمر الهوائى للحمأة

التخمر الهوائى للحمأة يعتبر كنظام التهوية الممتدة للحمأة المنشطة في المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحى ،وتتراوحفترة المكث للتهوية 15 يوما للحمأة الناتجة من المعالجة الأبتدائية و14 أيام للحمأة الناتجة من كل من محطة المعالجة (البيولوجية) كما أن إرتفاع درجة حرارة الحمأة يساعد على سرعة التخمر الهوائي في التشغيل وتقليل فترة المكث، ومن ممي ازت التخمر الهوائي للحمأة المرونة في التشغيل وتحمله للأحمال العضوية المفاجئة وخاصة في المخلفات العضوية الصناعية، كذلك انخفاض تكاليف الإنشاء المبدئية بالمقارنة بالتخمر اللاهوائي للحمأة، ولكن من عيوبه الزيادة الكبيرة في تكاليف التشغيل والصيانة.

تحسين الحمأة

نظرا لأن المحتوى المائي للحمأة المكثفة يعتبر كبيرا ويصل إلى 59%-5.%، وبمعرفة درجة حرارةالحمأة يمكن تحديد مراحل تبخر المياه بهذا المحتوى المائي، وفي معظم الحالات نجد أن الماء الحر(بالحمأة سهل ترشيحه بمجرد نشر الحمأة على أحواض الترشيح الرملية بمساعدة أشعة الشمس فقط، أما المحتوى المائي المتحد بحبيبات الحمأة فيجب العمل على تبخيره بالحرارة)التسخين(وبغرض المساعدة على تسهيل عملية سحبه، وهو الهدف الرئيسى من عمليات تسخين الحمأة، إذ أن المقصود بلفظ تحسين)تكييف(الحمأة هو العمل على سرعة قابليتها لفصل المياه منها، ويتم ذلك عن طريق إضافة مواد كيميائية مجلطة أو بغسيل الحمأة أو بالتسخين.

التحسين بالمواد الكيميائية

تم استخدام المواد الكيميائية لتحسين خصائص الحمأة نظ اًر لنتائجها الممتازة، وهذه المواد الكيميائية تعمل على تخثُر المواد الصلبة وفصلها عن المياه، ومن ثم يتم استخدام الطرق الميكانيكية في سحب المياه من الحمأة مثل الترشيح بالخلخلة أو بالقوة الطاردة المركزية بعد تحسين خصائص الحمأة باستخدام هذه المواد المُخثرة مثل كلوريد الحديديك 3Fecl والجير)أكسيد كالسيوم CO(وكبريتات الألومنيوم 4Also والمواد العضوية المساعدة)البوليمر(، ويفضل إضافة مثل هذه المواد على هيئة محلول)الطريقة الرطبة(لسهولة أعمال المناولة والتحضير والتحكم، ويجب أن تخلط هذه المواد الكيميائية المُخث رة جيداً مع الحمأة.

كما يمكن تحديد جرعتها معملياً علماً بأنه كلما ازدت جرعة المواد الكيميائية ازدت التكاليف الإقتصادية، كما أن بعض المواد الكيميائية المُخث رة مثل الجير قد تزيد من صعوبة سحب المياه من الحمأة، وذلك لأن الجير ش ره جداً للماء ونتيجة لعمليات التحسين يتم خفض المحتوى المائي بنسبة كبيرة في الحمأة

التجفيف الطبيعي للحمأة

وطريقة التجفيف الطبيعي هي المستخدمة في جمهورية مصر العربية في جميع عمليات المعالجة، وتعتبر من أفضل العمليات من الناحية الاقتصادية سواء في التكلفة الإنشائية أو تكلفة التشغيل والصيانة، وتعتمد طريقة التجفيف)الترشيح(هذه على تسرب جزء من المياه خلال الطبقاًت المسامية)الرمل والزلط (إلى أسفل أحواض الترشيح، بينما يتبخر جزء آخر من الماء من سطح الأحواض المعرضة للهواء وأشعة الشمس ودرجة الحرارةالمرتفعة والمتوفرة في مناخ جمهورية مصر العربية كما هو موضح بالشكل.

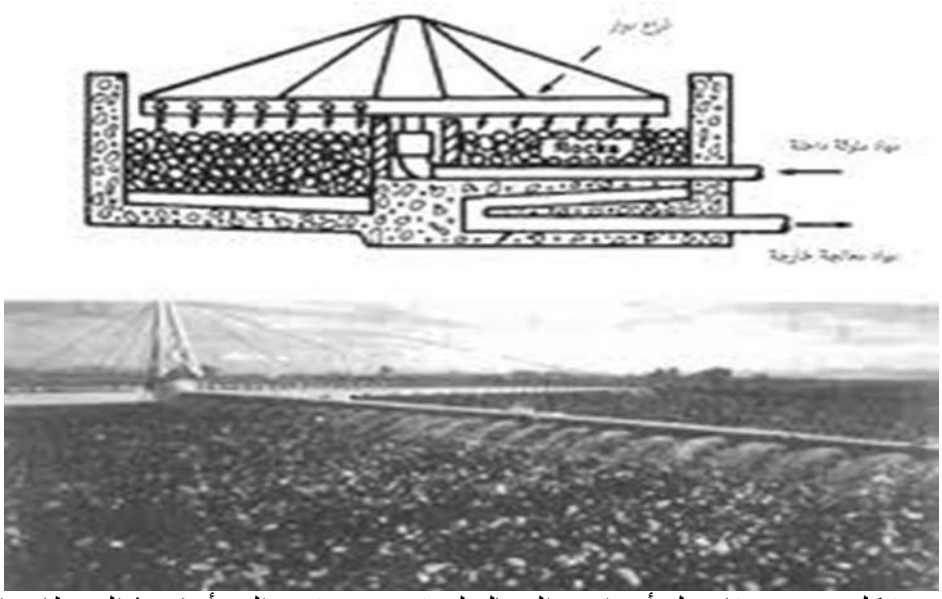
صورة رقم 4 توضح أحواض التجفيف الطبيعي

أحواض التجفيف الرملية العادية

تتم عملية التجفيف بالاعتماد على التبخير الطبيعي للمياه وذلك بنشر الحمأة في الأحواض، وتزود الأحواض بنظام صرف سفلي مغطى بطبقة من الصخور المجروشة تعلوها طبقة من الزلط، والأخيرة تعلوها طبقة من الرمال بسمك يتراوحبين 19 – 54 سم.

إرشادات تشغيل أحواض التجفيف الرملية العادية

1. في بداية تشغيل الأحواض من الواجب تفكيك تجمعات الرمال المتماسكة في طبقة الرمال باستخدام شوكة الحمأة (يتراوح طول أظافرها بين 54 – 54 سم) حيث توضع الشوكة في رمال الحوض ويتم تحريكها للأمام وللخلف عدة م ارت من أجل تفتيت التجمعات المتماسكة من الرمال، مع ملاحظة عدم خلط طبقة الرمال بالزلط. وعقب إستكمال عمليات التفتيت يتم تسوية سطح طبقة الرمال باستخدام شوكة التسوية، ثم باستخدام الزحافات المشدودة إلى الحبال لتأمين إستواء ونعومة سطح طبقة الرمال.



شكل يوضح تفاصيل أحواض الرمال لتجفيف وترشيح الحمأة في (المحطات الكبيرة)

1. يتم سحب الحمأة من أسفل أحواض الهضم إلى أحواض التجفيف ببطء، وذلك لتجنب إحداث ضغط سالب في أحواض الهضم وأيضاً لتجنب سحب الحمأة ذات التركيز المنخفض، حيث أن الحمأة ذات التركيز المرتفع تتميز ببطء حركتها.

2. يجب أخذ عينات من الحمأة المسحوبة إلى أحواض التجفيف عند بداية السحب وعند إمتلاء نصف الحوض وقبل إستكمال ملئ الحوض مباشرة، وتجرى عليها إختبا ارت لتحديد كمية المواد الصلبة الكلية والمتطايرة الموجودة بها.

3. عادة ما يكون عمق طبقة الحمأة حوالى 54 سم، ويمكن أن يصل إلى 99 سم في المناطق الجافة، وعند زيادة العمق عن هذا فمن المتوقع زيادة الزمن اللازم لعملية التجفيف.

4. إذا إنخفضت كفاءة الحوض فيجب القيام بعملية غسيل وتنظيف لخط سحب الحمأة بالماء لمنع إلتصاق المواد الصلبة به، مع ترك أحد نهايتى الخط مفتوحة لضمان تسرب الغا ازت التي قد تتكون.

5. في الأجواء الحارة يمكن أن تتم عملية التجفيف في أربعة أسابيع عند استخدام رمال جيدة، وتساعد معدلات التبخير الكبيرة على تجفيف الحمأة وتشققها بالأحواض.

6. من العيوب الرئيسية لأحواض التجفيف عدم إمكانية استخدام المعدات الثقيلة كلوادر الكسح وغيرها لتفريغها خوفاً من تدمير شبكة الصرف السفلية، كما قد يؤدى استخدام المعدات الثقيلة إلى إختلاط طبقات الرمال والزلط والصخور، أو كسح كمية من الرمل مع الحمأة الجافة الأمر الذى يحتم تعويضها.

7. ويمكن وضع بعض الألواح الخشبية مقاس 9 سم × 54 سم عبر أحواض الرمال لتسمح لسيارة نقل صغيرة، أو ارفعة خفيفة بالتحرك عليها ورفع كتل الحمأة الجافة ونقلها إلى المواقع المخصصة لها.

8. تتراوح طبقة الحمأة الجافة بين 9 – 19 سم ويزيد وزنها في حالة إحتوائها على بعض الرمال، ويمكن للقائم على التشغيل تقدير حجم الحمأة الجافة بالمتر المكعب بمعلومية سُمك طبقة الحمأة بعد جفافها والمساحة السطحية لأحواض التجفيف، أما وزن الحمأة الجافة فيمكن حسابه بالإستعانة بنتائج تحليل العينات المأخوذة عندد سحب الحمأة.

الأحواض الإسفلتية لتجفيف الحمأة

تم استخدام هذا النوع من الأحواض حديثاً لما له من ممي ازت عديدة، يمكن تحقيقها إذا تم تصميمه وتشغيله بدقة.

ويُنشأ هذا النوع من الأحواض من الأسفلت وله جانبين مائلين إلى مجرى تصريف جهة الوسط بعرض 54 سم ،ويمتد مجرى التصريف بطول الحوض ويزود بمواسير تصريف 989 أو 14 سم عند القاع مغطاة بالصخور والزلط والرمل مثل أحواض التجفيف العادية، وعند نهاية الخط توضع عادة طبة تنظيف وصمام تحكم في الانسياب الخارج من الحوض.

إرشادات تشغيل أحواض الإسفلتية لتجفيف الحمأة

- عند بدء استخدام الحوض يدفع تيار من الماء النقي في خط التصريف عقب إ ازلة الطبة التي يعاد تركيبها بعد إجراء عملية تنظيف الخط.
- يوصى بإغلاق صمام التحكم في الصرف حتى يمتلئ الخط وترتفع المياه وتتخلل طبقات الصخور والزلط لتغطى سطح الرمل بهدف منع تسرب الرمال مع الحمأة، ثم يسمح بعد ذلك بدخول الحمأة إلى الحوض.
- ويمكن أن يستقبل هذا النوع من الأحواض حمأة يتراوحعمقها بين 99 – 04 سم.
- ويتم أخذ عينات من الحمأة المسحوبة في أحواض التجفيف الإسفلتية كما في أحواض التجفيف العادية، بالإضافة إلى عينة أخرى يستهدف إختبارها معرفة الزمن الذى تحتاجه الحمأة للطفو على سطح العينة خلال الـ 50 ساعة الأولى من العملية، ويتم ذلك باستخدام إناء زجاجي معد خصيصاً لهذا الغرض، وبملاحظة عينة الحمأة داخل الإناء الزجاجى يمكن مشاهدة إرتفاع الحمأة إلى القمة في البداية وذلك بفعل الغا ازت المصاحبة لها، ثم تعود فترسب وتهبط إلى القاع من جديد بعد فقدها لتلك الغا ازت. وعندما تنفصل الحمأة وترتفع إلى أعلى الوعاء تكون الحمأة الأصلية طافية في نفس الوقت على سطح حوض التجفيف، وعندئذ لابد من فتح صمام التحكم لتصريف السائل المتجمع في مصافي الحوض قبل هبوط الحمأة مرة أخرى، وغالباً ما يعاد هذا السائل إلى أحواض الترسيب الإبتدائية.

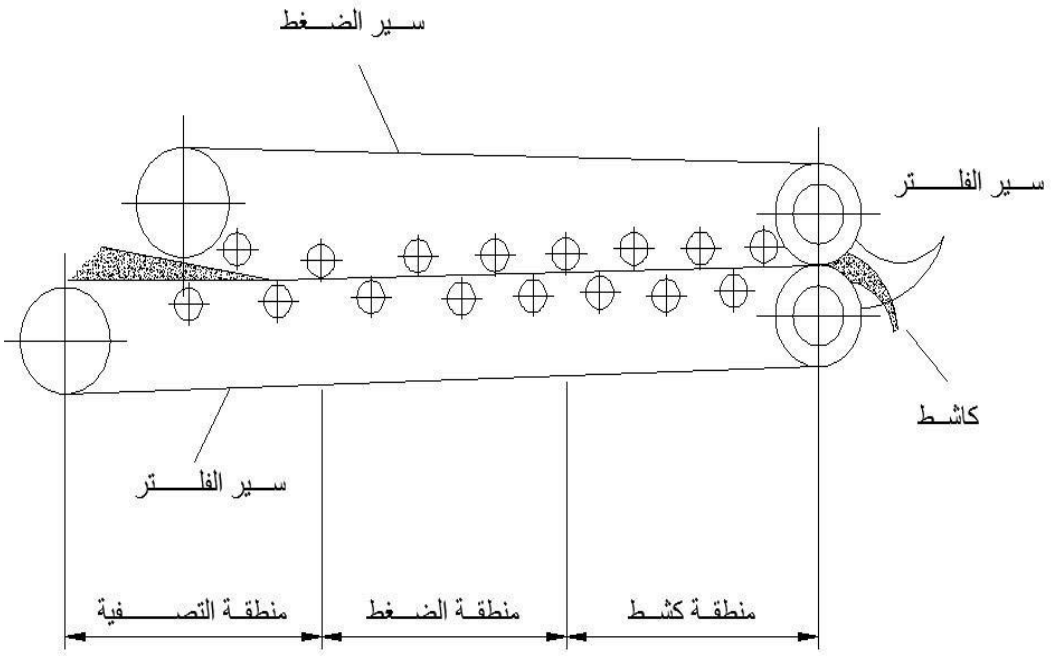
- وعند بدء ظهور التشققات في طينة الحمأة يمكن تقليل الوقت اللازم للتجفيف بتسيير سيارة خلال الحوض لخلط الحمأة، وعند جفاف الحمأة تماماً يستعمل لودر لكسحها وتنظيف الحوض.
- وتتميز الأحواض الأسفلتية بفاعليتها المرتفعة بالمقارنة بالأحواض العادية، حيث يمكنها أن تعالج ضعف أو ثلاثة أضعاف الكمية المعالجة في الأحواض العادية في نفس الفترة الزمنية.
- إلا أنه بجانب طريقة التجفيف الطبيعي للحمأة هناك عدة طرق أخرى تعتمد على نظرية الترشيح مستخدمة في مصر على نطاق محدود يطلق عليها طرق الترشيح الميكانيكي، وذلك باستخدام بعض المعدات الميكانيكية لسحب المياه من الحمأة أو عصر الحمأة)الرواسب(كما هو موضح بالشكل رقم (19).
- وبمقارنة التجفيف الطبيعي والتجفيف الميكانيكي نجد أن التجفيف الطبيعي يتميز بعدم تغير نوعية المخلفات الصلبة)الحمأة(المطلوب ترشيحها، إلى جانب انخفاض التكاليف الإنشائية وتكاليف الصيانة والتشغيل والطاقة اللازمة للتشغيل، بالإضافة إلى عدم الحاجة إلى استخدام المواد الكيميائية المجلطة للمساعدة في عملية الترشيح وذلك
- يناسب الظروف المصرية نظ اًر لتوفر المساحات المطلوبة للترشيح الطبيعي، وأيضا توفر الطاقة الشمسية وقلة تكلفة الأيدي العاملة.

فصل المياه من الحمأة باستخدام المعدات الميكانيكية)Mechanical Dewatering(

عند استخدام المعدات الميكانيكية لفصل المياه من الحمأة لا بد من استخدام المواد المروبة)Coagulants(سواء كانت بوليميرية أو كيماوية.

ويستخدم لذلك عدة طرق منها :-

1. مرشحات الحمأة التي تعمل بالتفريغ.
2. مرشحات الحمأة التي تعمل بالضغط)Filter pressing(
3. جهاز الطرد المركزي)Centrifugal(.



(شكل يوضح تفاصيل المرشح بسيور الضغط)

الترشيح الميكانيكي لتقليل المحتوى المائي لتجفيف الحمأة مرشحات الحمأة التي تعمل بالتفريغ: Belt Pressing

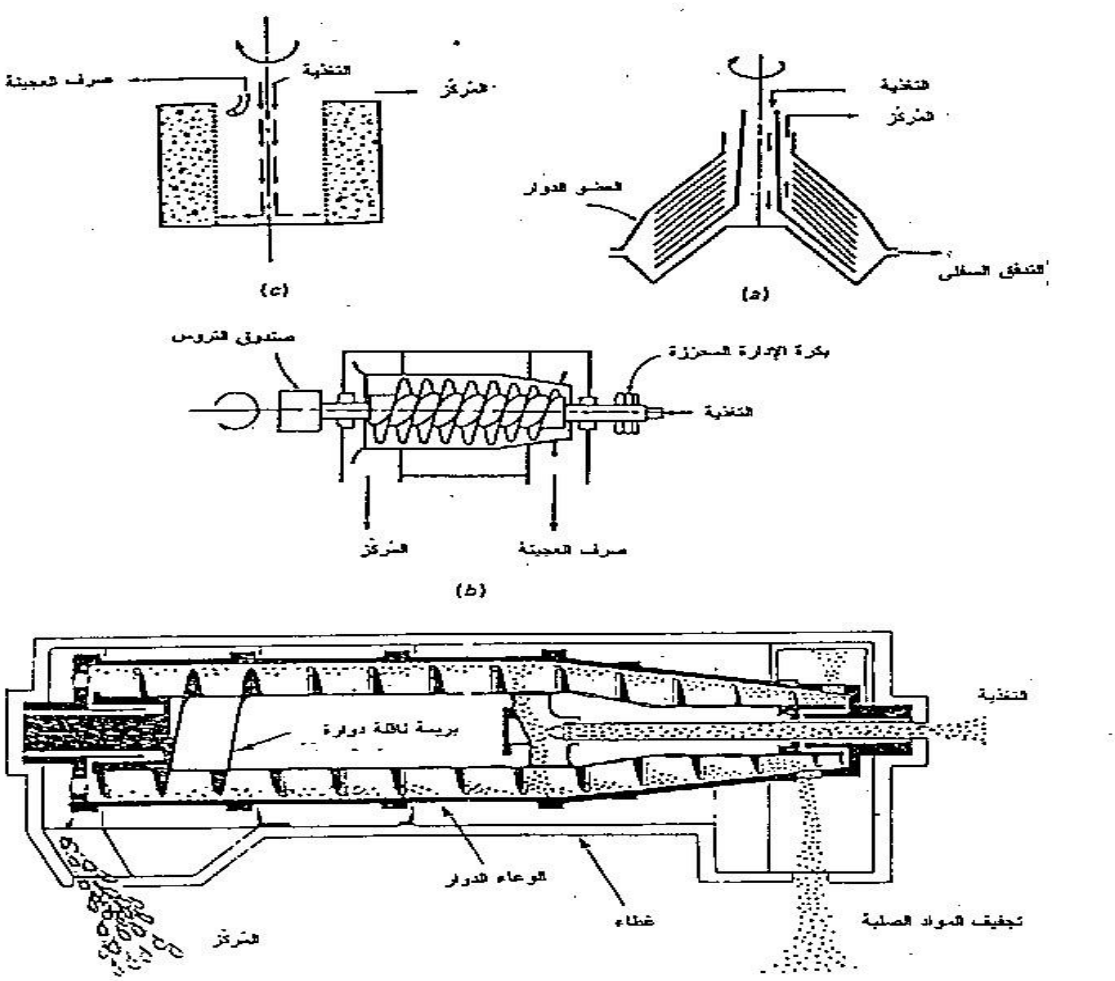
تتكون من اسطوانة دواره مركب عليها وسط ترشيحي)Belt(يتم تصنيعه من إحدى المواد الآتية:

1. الصوف – التيل – اللباد – الألياف الصناعية – البلاستيك
2. شبكة من الصلب الغير قابل للصدأ.
3. لفائف من الياياات الصلب الغير قابل للصدأ.

بالإضافة إلى الأجازء الآتية:

1. مضخات التفريغ الهوائي.
2. مضخات المياه المرشحة.
3. مصائد الرطوبة.
4. خ ازن المياه المرشحة.
5. شبكة مواسير وصمامات لنقل الحمأة والمياه المرشحة.

صور رقم 9 توضح ماكينة تجفيف الحمأة باستخدام سيور الترشيح الضاغطة



أسس التصميم

معدلات الترشيح:

14 كجم / م5/ ساعة لفصل الحمأة المخمرة.

94 كجم / م5 / ساعة لفصل حمأه أحواض الترسيب الابتدائي.

وعادة يستخدم معدل ترشيح يساوي 19 كجم / م5 / ساعة.

سرعة الأسطوانة:

(9 – 94) لفه / ساعة.

ضغط التفريغ

944 – 094 مم زئبق.

عدد ساعات التشغيل.

54 ساعة / أسبوع في محطات المعالجة الصغيرة < 9444م5 / يوم.

54 ساعة / يوم في المحطات الكبيرة.

6. نسبة الرطوبة في الحمأة المرشحة

أ. 4.% في الحمأة الخام.

ب. 94% في الحمأة المخمرة من أحواض الترسيب الابتدائية.

مرشحات الحمأة التى تعمل بالضغط (Filter Pressing)

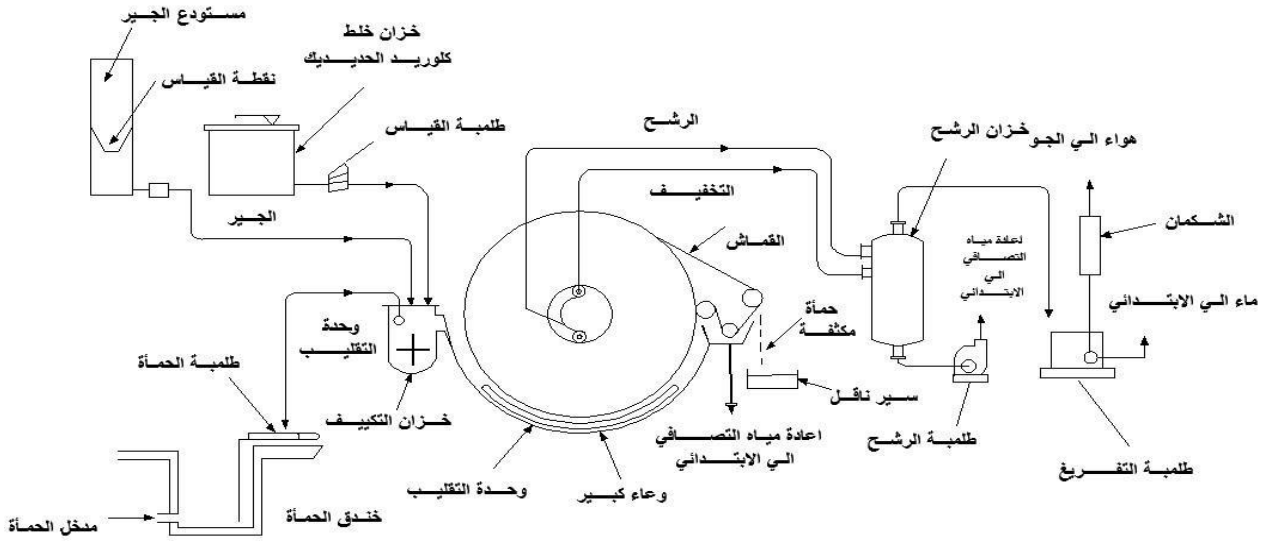
يحتوى المرشح الضاغط على مجموعه من الألواح المعدنية المربعة والمفرغة من الداخل ويتم تثبيت قطع من قماش الترشيح ين الألواح، ويتم وضع الحمأة في الف ارغات الموجودة بين الألواح وقماش الترشيح وأسس تصميم مرشحات الحمأة هي كما يلى:

1. يصل المرشح تحت ضغط يساوي 9-15 كجم / سم5.
2. زمن التشغيل 1-5 ساعة.
3. نسبة الرطوبة بعد الترشيح 99 – 94%.

الترشيح بالخلخلة لتجفيف الحمأة

وفي السنوات الأخيرة استخدمت أساليب جديدة لتطوير طريقة الترشيح بالخلخلة، ويتم ذلك بمساعدة سحب الهواء من أسفل قاع أحواض الترشيح وينشأ قاع هذه الأحواض من ألواح مصنعة من حبيبات الزلط أو مادة السيليكون مع الإحتفاظ بالف ارغات وخلطها بمادة الأبوكسى لتتماسك بينها حبيبات الزلط، ثم توضع هذه الألواح (بالقاع) على طبقة زلطية متوسطة الحجم في أحواض ترشيح خرسانية غير منفذة للهواء إلا من خلال مسامية هذا القاع)الألواح(، ويتم وضع الحمأة المكثفة على أحواض الترشيح بمعدل ثابت محدد طبقاً للتجارب المعملية، والذى يتوقف على مسامية الألواح لقاع المرشح بالخلخلة لتجفيف الحمأة.

ثم تترك لفترة زمنية على الألواح التي تعمل كمصفاة أو مرشح وتتسرب كمية المياه من خلال مسامية الألواح لتتجمع في بيارة طلمبات سحب أيضاً، لتضخ مرة أخرى إلى مدخل وحدات معالجة الصرف الصحى نظ ارً لشدة تلوثها، والشكل رقم (10) يوضح تفاصيل المرشح بالخلخلة الأسطواني وذلك باستخدام سيور قماشية.



شكل رقم (10) تفاصيل المرشح بالخلخلة الإسطوانى

كما أن سحب الهواء من أسفل الأحواض يقلل من زمن الترشيح وبمجرد أن يتشقق سطح المواد المتخلفة على الألواح ويتسرب الهواء من مسامية الألواح تنتهي عملية سحب الهواء، وبالتالى يصبح تركيز المواد الصلبة بالحمأة المتبقية على سطح الألواح في حدود 54% مما يسهل من تجميعها ونقلها إلى مكان التهوية والتخزين)التحلل(لحين التخلص النهائى أو الإستفادة منها. ولما كان من أهم عيوب طرق الترشيح الطبيعية استخدام مساحات كبيرة من الأرض، وبالتالى فإن عدم توافر الأ ارضى بالمساحة المطلوبة، والبعد المناسب عن المدن تصبح مشكلة كبيرة كما هو الحال بالنسبة لمحطات المعالجة بمنطقة وسط الدلتا ومدينة الإسكندرية حيث لا تتوافر مساحة الأرض التي تفي بالغرض المطلوب إلا على مسافات أكبر من 94كيلومتر من المدينة مما يتطلب ضخ الرواسب إلى مسافات كبيرة فتصبح طريقة الترشيح الطبيعي غير اقتصادية، مما يؤدى إلى التفكير في استخدام طرق أخرى مثل طريقة الترشيح الطبيعي بمساعدة سحب الهواء (الخلخلة) والتي تقوم على نفس أسس طرق الترشيح الطبيعي الأخرى من تس رب وتبخر.

التجفيف بكبس الحمأة في قوالب

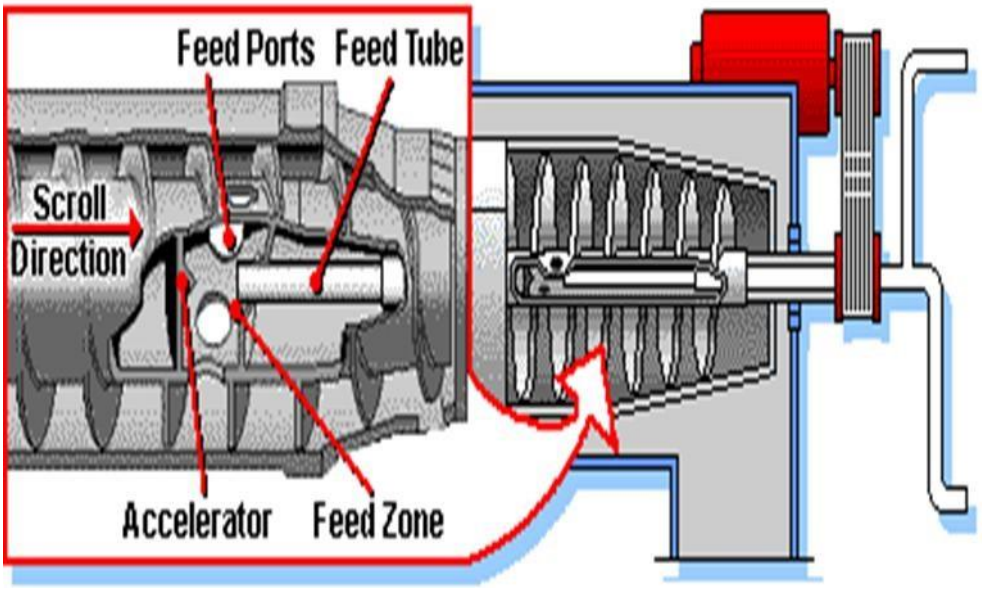
في هذه الطريقة يتم ترشيح المياه من الحمأة بضغطها بين طبقتين من القماش المسامى تنفذ منه المياه وتبقى الرواسب على شكل قوالب فيما بين طبقتى القماش، على أنه يجب رفع المياه المتسربة من القماش إلى أحواض الترسيب الابتدائية لتعالج مع المخلفات السائلة وذلك نظ ار لشدة تلوثها.

والمرشح المستعمل يحتوى على مجموعة من الأق ارص المربعة المعدنية المجوفة على أن يوضع القماش فيما بينها ،وبأحد أركان كل قرص ثقب دائرى متصل بالف ارغ – داخل القرص بفتحة صغيرة – فإذا ما ضمت هذه الأق ارص على بعضها، تكون مجموعة الثقوب ماسورة تضغط فيها الحمأة لتدخل منها خلال الفتحات إلى التجويف داخل الأق ارص، وتحت الضغط تنفذ المياه خلال القماش فتخرج من فتحة أخرى في القرص إلى ماسورة المخرج التي تتكون من مجموعة من الثقوب في ركن آخر من أ ركان الأق ارص المضمونة على بعضها.

ويلزم لزيادة نجاح تشغيل هذه الطريقة أن يسبقها معالجة للحمأة بأن يضاف إليها من 5% إلى 9% من وزنها جير ،كما يلزم أن يصل الضغط إلى حوالى 989 كيلوج ارم/ السنتيمتر المربع.

تجفيف الحمأة بالطرد المركزي

ويتم ذلك بوضع الحمأة في أسطوانات ذات جد ارن مسامية، وتدور هذه الأسطوانة بسرعة 994 لفة في الدقيقة – مما ينتج عنه إندفاع الحمأة إلى الجد ارن بفعل القوى الطاردة المركزية – فينفذ جزء من السائل خلال مسام الجدار بينما تبقى الرواسب مع بعضها السائل داخل الأسطوانة حيث ي ازل، ولا تستعمل هذه الطريقة بكثرة، كما أن الرواسب الم ازلة من داخل الأسطوانة تحتوى على حوالى 99% من وزنها ماء، وطرق الترشيح بالطرد المركزى موضحة بالشكل.



صورة رقم 0 – أ توضح مُعدة التجفيف باستخدام الطرد المرك زى

صورة رقم 0 - ب لمُعدة التجفيف باستخدام الطرد المركزي

كمر الحمأة .

هي عملية تحلل بيولوجي للمواد العضوية، وقد استخدمت عملية الكمر لسنوات عديدة للحصول على سماد جاف منخفض ال ارئحة ومهضوم نسبيا، فعند كمر السماد الجاف ترتفع درجة ح اررته إلى)94 - 94(درجة مئوية فتتعرض البكتيريا الممرضة للقتل، كما تهدف عملية الكمر أيضا إلى تقليل الرطوبة حيث ينخفض تركيز المواد العضوية الطيارة.

أنواع الكمر

يوجد نوعان من الكمر هما: هوائى – لاهوائى، ويتميز النظام الهوائى بانخفاض تركيز الروائح الناتجة منه مقارنة بالكمر اللاهوائي، وتتم عملية الكمر الهوائى بتقليب محتويات الحمأة أو تهويتها بمصدر هواء خارجى أو بنظام مشترك.

مارحل عملية الكمر

تمر الحمأة المكمورة على ثلاث مارحل:

1. مرحلة الكمر عند درجة حرارة منخفضة)94 درجة مئوية (وتسمى ميزوفيلك.)
2. مرحلة الكمر عند درجة حرارة مرتفعة)94 درجة مئوية (وتسمى ثرموفيلك).

3. مرحلة التبريد

وتصاحب المرحلة الأولى ظهور بكتيريا حمضية وبعض الفطريات، وتصاحب المرحلة الثانية ظهور بكتيريا أخرى تسمى بكتيريا وفطريات ثرموفيلك، وفي هذه المرحلة يتم تكسير وهضم الحمأة الجافة تماما، أما مرحلة التبريد فينخفض فيها نشاط البكتيريا الممرضة وتحل بكتيريا المرحلة الثانية محل بكتيريا المرحلة الأولى، مع إنخفاض مستوى الرطوبة وكذا استق ارر الرقم الهيدروجينى، وتستخدم بعض الأصناف للمساعدة في عملية الكمر مثل قش الأرز ونشارة الخشب.

مدة الكمر

عند استخدام مصدر هواء خارجي:

يتم التقليب لمدة 59 يوم ثم يترك ساكنا لمدة 54 يوما أخرى على هيئة كومة بارتفاع 589 متر ثم تغطى بطبقة من الت ارب أو الرمل لعزله تماما.

عند الكمر في خنادق مكشوفة

يتم التقليب لمدة 59 يوما بمعدل خمس م ارت ثم يترك 54 يوما أخرى مع تغطيته أيضا بالأتربه وتشون على هيئة هرم قاعدته 5 متر وارتفاعه 189 متر وتصل درجة الحرارةعندئذ إلى 99 درجة.

صور رقم . توضح شكل مصفوفة الحمأة وعمليات التقليب الميكانيكي

طرق التخلص من الحمأة

يتم التخلص من الحمأة المجففة بالطريق الآتية:

1. استعمال الحمأة المجففة كسماد.
5. حرق الحمأة المجففة.
5. صناعة الاسمنت)تستخدم كمصدر للطاقة الح اررية(
9. دفن الحمأة

استعمال الحمأة المجففة كسماد

بعد إ ازلة الرواسب المجففة من أحواض التجفيف الرملية تخزن على شكل أكوام مربعة – مستوية السطح بإرتفاع حوالى متر – ثم تغطى بطبقة من الرمل بسمك حوالى ثلاثة سنتيمت ارت لمنع أحتمال توالد الذباب على سطحها ،على أن تترك هذه الأكوام لمدة تتراوحمن 54 إلى 94 يوم، وتتعرض أثناءها للتخمير الجزئى الذى يرفع درجة ح اررتها إلى حوالى سبعين درجة مئوية، وذلك بفعل البكتريا والرطوبة الباقية في الرواسب، وتساعد هذه الحرارةعلى قتل ديدان الذباب قبل إكتمال نموها كما تساعد على الحد من بويضات الديدان الطفيلية، وبعد هذه الفترة الزمنية يباع للزارع كسماد بلدى يحتوى على المواد التالية:

1. مواد عضوية بنسبة	%99 - 99
2. مواد غير عضوية	%99 - 59
3. زيوت ودهون	%59 - 9
4. بروتين	%54 - 9
5. أمونيا (أزوت)	%5 - 1
6. فسفور	%1،9 - 4،9

أما الحمأة المجففة بالطرق الميكانيكية أي بالترشيح التفريغى أو بالترشيح بالضغط أو بالآلات ذات القوة الطاردة المركزية والتي سبق شرحها، فإنها لا ت ازل تحتوى مياه بنسبة حوالى 99% من وزنها، ولذلك يجب إستكمال ترشيحها قبل التصرف فيها كسماد بلدى، ويتم إستكمال الترشيح بإدخال الرواسب في أف ارن يمر بها الهواء الساخن في درجة 1944-5444 درجة مئوية، وهذا يكفي لخفض نسبة الماء إلى حوالى54% من الوزن الكلى، وهو ما يعتبر رواسب جافة، على أن يتم طحن الرواسب ثم تعبئتها في أكياس وتباع كسماد بلدى.

حرق الحمأة بعد تجفيفها

بعد أن يتم تجميع الرواسب المجففة بإحدى الطرق السابقة، وعند تعذر استخدامها كسماد عضوي في المناطق الزارعية المجاورة من الممكن أن يتم حرقها في أف ارن خاصة، وتستعمل الحرارةالناتجة من الحريق لتسخين المياه في الغلايات أو استخدامها للتدفئة، ويفضل تقليل المحتوى المائي من الحمأة مرة أخرى قبل حرقها، وهناك أكثر من نوع للأف ارن الخاصة بعملية الحرق.

السجلات الفنية اليومية والشهرية لأحواض تجفيف الحمأة

يجب تسجيل جميع البيانات الخاصة بتداول الحمأة سواء كانت يومية أو شهرية.

السجلات اليومية

يجب حفظ سجلات إضافية بنظام الدفاتر اليومية لضبط التحكم في أحواض التجفيف الرملية، وتشتمل السجلات على الآتي:

التاريخ / الحجم بالمتر المكعب / عمق الحمأة الواردة بالسنتيمتر لكل حوض تجفيف وعدد الأحواض المستخدمة.

الرقم الهيدروجيني / نسبة المواد الصلبة / نسبة المواد القابلة للتطاير للحمأة المسحوبة.

التاريخ والحجم بالمتر المكعب، وترتيب رفع الحمأة من كل حوض.

السجلات الشهرية

يجب تسجيل البيانات التاليه شهرياً لأحواض التجفيف الرملية، وهذه البيانات كالتالي:

- الحجم الإجمالى بالمتر المكعب للحمأة الواردة إلى أحواض التجفيف الرملية.
- متوسط الرقم الهيدروجينى (pH).
- نسبة المواد الصلبة والمواد القابلة للتطاير.
- الحجم الكلى للحمأة الجافة المسحوبة بالمتر المكعب.
- متوسط زمن التجفيف بالأيام.

برك تجفيف الحمأة

يمكن أيضاً معالجة)تثبيت وتجفيف (الحمأة في برك عميقة كبيرة الحجم يستغرق ملؤها بالحمأة ق اربة العامين، وتنقل إليها الحمأة المهضومة) أو غير المهضومة أحيان وتحتاج البركة إلى عام أو عامين لتجف قبل إ زلة الحمأة منها ،وقد إستخدمت مدن عديدة هذه الطريقة تفادياً لإنشاء أعمال لمعالجة وتجفيف الحمأة ومنها خ ازنات هضم الحمأة الإضافية المغطاة وخلافه.

استخدام الأ ارضي الزارعية للتخلص من الحمأة

يمكن نشر الحمأة الرطبة على الأ ارضى الزارعية المستهدف إستصلاحها أو على الأ ارضى المزروعة أحياناً، لتساعد على تجديد حيوية التربة ومدها بإحتياجاتها من الأزوت والفوسفور وغيرها من العناصر الضرورية.

ويحقق استخدام هذا الأسلوب مع إسلوب برك الحمأة مجموعة مرنة تشكل أداة فعالة في التخلص من الحمأة والاستفادة منها في آن واحد، وغالباً ما يتم نقل الحمأة باستخدام السيا ارت المعدة لذلك أو باستخدام خطوط مواسير خاصة تصل إلى مواقع التخلص منها، وأفضل الطرق لاستخدام الحمأة الرطبة في تجديد حيوية التربة وربما أكثرها تكلفة هي تسوية الأرض، وشق قنوات ذات هدا ارت عالية وضخ الحمأة إلى هذه القنوات بنفس إسلوب رى الأ ارضى الجدبة. وهذه الطريقة تفيد في استصلاح الأ ارضي غير القابلة لزارعة النباتات والأشجار، كما تؤدى أيضاً إلى إنتاج محاصيل تساوى أو تكون أكبر من المحاصيل المنتجة باستخدام الأسمدة التجارية.

ومن الواجب مارعاة الاحتياطات التالية عند استخدام الأ ارضى الزارعية للتخلص من الحمأة، وهى كالتالى:

- لا يجوز استخدام الحمأة غير المعالجة تماماً الخضراء أو الخبث(المسحوبة مباشرة من أحواض الترسيب الإبتدائية.
- عدم وجود مناطق سكنية بجوار الأ ارضى المستهدف إستصلاحها بالحمأة.
- أن تكون تلك الأ ارضى بعيدة عن التأثر بمياه الفيضانات، حتى لا تتلوث الأنهار بالحمأة التي تسحبها المياه معها عند إنحسارها.
- لا تستخدم المياه الجوفية في تلك المنطقة لأغ ارض الإستهلاك المنزلى أو الشرب.
- تستبعد زارعة المحاصيل الجذرية أي ذات الجذور مثل)بصل، ثوم، بطاطا، جزر...(من الزارعة في تلك الأ ارضي.

الخلاصـــــــــة

طريقة تشغيل أحواض تجفيف الحمأة

** يراعى عند بدء التشغيل تداول الحمأة لأحواض التجفيف الخرسانية

اولا:-

- معرفة تركيز الحمأة الواردة من محطتى معالجة البركة ومعالجة شبرا الخيمة قبل إضافة الجرعات وذلك لتحديد عدد الإضافات حيث ان نسبة التركيز فى المعالجة الابتدائية تتراوح من 2 % الى 5 % تكون عدد الدورات الإضافة بنسبة 15 سم الى 35 سم لكل دورة كل اربعة ايام بعدد خمس دورات .
- عندما تكون نسبة التركيز بعد عملية المعالجة البيولوجية تتراوح من 1 % حتى 1.5 % تكون عدد الدورات التى تضاف فى الأحواض تتراوح الى الضعف حتى يضاف عشرة دورات كل اربعة ايام بنسبة 20 سم الى 45 سم فى كل دورة لكل حوض على حده لكل اربعة ايام .
- بعد الانتهاء واتمام عملية ملئ الأحواض فى المجموعة الأولى التى تحتوى على عدد اربعة احواض مساحة الحوض 125 م × 64 م2 يبقى المساحة الكلية هى ما يقرب من اثنين فدان للحوض الواحد .
- يتم غلق المجموعة الاولى ثم يبدء فى المجموعة الثانية ايضا بعدج الانتهاء من المجموعة الثانية بنفس نظام التشغيل للمجموعة الاولى يستمر العمل ايضا للمجموعة الثالثة والرابعة حتى تمتلئ جميع المجموعات .
- البدء فى أربعة مجموعات اخرى حيث ان عدد الأحواض 96 حوض تنقسم على مجموعتين الاولى 48 حوض خاصة بحمأة محطة معالجة البركة ، 48 حوض خاصين لتجفيف الحمأة الواردة عن طريق احواض تركيز حمألأة شبرا الخيمة (بلقس) عن طريق محطة رفع حمأة القلج البوستر لأن المسافة من محطة معالجة شبرا الخيمة حتى محطة تركيز حمأة شبرا الخيمة تقريبا 17 كم عن طريق خطين 500 مم .
- بعد ذلك نبدأ من عملية تفريغ الحمأة الجافة فى المجموعة الأولى بعد ما يقرب من 102 يوم الى 108 يوما وتكون نسبة الجفاف تتراوح من 60 % حتى 75 % .

بعد الانتهاء من عملية رفع الحمأة من المجموعة الأولى التى يشتمل أربعة أحواض تبدأ عملية الصيانة للأحواض التى تم رفع الحمأة منها عن طريق غسيلها بالماء المعالج الخفيف عن طريق ضخ هذه المياه بالطلمبات من محطة معالجة البركة ولمدة يوميا لكل حوض ثم يترك لمدة ثلاث ايام للتنسيق المياه بالأحواض عن طريق الفلاتر الزلطية والشمس ثم بعد الخمس ايام يتم البدء فى ملئ الأحواض مرة ثانية بنفس طريقة التشغيل .

- ويطبق هذا النظام على جميع الأحواض للمحافظة على نسبة السماد المرفوع من الاحواض بعد التجفيف حيث لا يقل نسبة سمك الكيكة عن 20 سم وتصل احيانا لحوالى 60 سم سمك .

ويعتبر ذلك يساعد على زيادة الانتاج السماد مع استمرار عملية الانتاج المستمر وينتج سماد عضوى آمن بكميات تعود بالدخل المادى للاستثمارات للشركة الصرف الصحى للقاهرة الكبرى .

ويغطى التكلفة التى من اجلها تم عمل المشروع احواض تجفيف الحمأة والمحافظة على البيئة والتخلص من المواد الثقيلة الواردة فى الحمأة وحسب حدود التركيز المسموح للعناصر فى السماد المستخدمة فى الزراعة وهى كالتالى : -

المعادن الثقيلة	الرمز	حدود التركيز المسموح به (مجم / كجم مواد جافة)
زنك	Zn	2800
نحاس	Cu	1500
نيكل	Ni	420
كادميوم	Cd	39
رصاص	Pb	300
زئبق	Hg	17
كروم	Cr	1200
موليبديوم	Mo	18
سلينيوم	Se	36
الزرنيخ	AS	41

ولا تزيد عن حدود محتوى المعادن الثقيلة فى الحمأة عن الحدود المشار اليها فى الجدول وفى حالة زيادة احد العناصر الثقيلة عن الحدود المذكورة لا تستخدم الحمأة ويتم اعدامها بإحدى الطرق(الدفن الصحى– الحرق)

ويتم معالجة الحمأة بالعمليات التى تخفض محتوياتها من الكائنات الممرضة الى ادنى المستويات بالعمليات التالية (التخمير الهوائى – التخمير اللاهوائى – المعالجة الحرارية – اضافة الجير – الكمر)

برنامج التشغيل للأحواض

المجموعة الأولى

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة الثانية

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة الثالثة

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة الرابعة

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة الخامسة

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة السادسة

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة السابعة

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة الثامنة

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة التاسعة

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة العاشرة

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة الحادية عشر

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة الثانية عشر

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة الثالثة عشر

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32

المجموعة الرابعة عشر

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32

المجموعة الخامسة عشر

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32

المجموعة السادسة عشر

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32

36	35	34	33	9
40	39	38	37	10

36	35	34	33	9
40	39	38	37	10

36	35	34	33	9
40	39	38	37	10

36	35	34	33	9
40	39	38	37	10

برنامج التشغيل للأحواض

المجموعة الأولى

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة الثانية

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة الثالثة

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة الرابعة

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة الخامسة

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة السادسة

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة السابعة

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة الثامنة

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة التاسعة

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة العاشرة

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة الحادية عشر

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة الثانية عشر

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة الثالثة عشر

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة الرابعة عشر

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة الخامسة عشر

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

المجموعة السادسة عشر

عدد الدورات					
1	1	2	3	4	4
2	5	6	7	8	8
3	9	10	11	12	12
4	13	14	15	16	16
5	17	18	19	20	20
6	21	22	23	24	24
7	25	26	27	28	28
8	29	30	31	32	32
9	33	34	35	36	36
10	37	38	39	40	40

نتائج تحاليل عينة حمأة

نوع العينة : حمأة جافة وحمأة كمبوست

مكان أخذ العينة :- مصنع تجفيف وانتاج الكمبوست

م	التجربة	الحمأة الجافة	الكمبوست	الوحدة	حدود قانون (١٩٨٢/٤٨)
١	TS	93.5	72.6	Percent	----------
٢	Density	0.53	0.74	Gm/cm^3	----------
٣	Humidity	6.5	27.4	Percent	----------
	العناصر الثقيلة				
٤	الخارصين Zn	1088	482	mg/kg	2800
٥	النحاس Cu	411	165	mg/kg	1500
٦	النيكل Ni	22.1	11.6	mg/kg	420
٧	الرصاص Pb	281	194	mg/kg	300
٨	الكادميوم Cd	2.2	1.0	mg/kg	39
٩	الكروم Cr	42.2	21.3	mg/kg	1200
	التحاليل البيولوجية				
١٠	*Salmonella spp*	$44*10^4$	No growth	Mpn/kg	3.0 mpn/ kg
١١	*Escherichia coli*	$56*10^4$	No growth	Mpn/kg	3.0 mpn/ kg
١٢	Ascaris	620	0.0	Egg/kg	1.0 egg/ kg

للاقتراحات والشكاوى قم بمسح الصورة (QR)

حقوق الطبع محفوظة
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
الإدارة العامة للمسار الوظيفي - إدارة الصناعة

قام بإعداد الإصدار الثانى من هذا البرنامج:

م/ أحمد محمد طه	شركة مرسى مطروح
م/ أسامة على البربرى	شركة قنا
م/ إسماعيل كامل أحمد	شركة صرف القاهرة
م/ أشرف عطية فراج	شركة سوهاج
م/ مجدى الجيار	شركة الدقهلية