

شركة المقاولون العرب لتشغيل
وصيانة المرافق والخدمات

شركة الصرف الصحى
للقاهرة الكبرى

مشروع التدريب على أعمال التشغيل والصيانة بمحطتى معالجة مياه الصرف الصحى والرى بطوان - عقد ٥

الدورة التدريبية عن

تشغيل وتتبع أعطال أحواض التركيز وظلمبات الحمأة
وأعمال تداول الحمأة والتخزين والنقل



إعداد

كيمونكس مصر للاستشارات

مقدمة

يهدف مشروع لتدريب العاملين بمحطة المعالجة إلى رفع مستوى الأداء عن طريق تعظيم قدرات الأفراد من خلال تعلم مهارات أو التعرف على معلومات تؤدي إلى تحسين الأداء. ويتم اختيار وسيلة التدريب التي تُيسر حصول الفرد على المعلومات والمهارات بأكبر كفاءة ممكنة، وفي نفس الوقت تساعد المتدرب على نقل ما تعلمه إلى مجال الممارسة الفعلية للعمل.

وبناءً على طلب إدارة مشروع محطة المعالجة والرى بأبو ساعد - حلوان، قامت شركة كيمونكس مصر للاستشارات الهندسية بإعداد وتقديم دورات تدريبية للعاملين بتشغيل وصيانة المشروع. تهدف هذه الدورات التدريبية إلى تحقيق غاية المشروع من خلال توفير التدريب في المجال الهندسي والفني.

ويتضمن هذا الكتيب محتويات الدورة التدريبية التي تقدمها شركة كيمونكس مصر للاستشارات الهندسية وموضوعها "أعمال تداول الحمأة والتخزين والنقل"، وهي إحدى الدورات التي يشملها المجال الفني.

ويشمل الكتيب ستة فصول، يتناول الفصل الأول منها مصادر الحمأة، ويتعرض الفصل الثاني للحديث عن نقل وتداول الحمأة، بينما يتحدث الفصل الثالث عن تركيز، والفصل الرابع يتناول عملية تجفيف الحمأة، وينتقل الفصل الخامس إلى الكلام عن التخلص النهائي من الحمأة، وفي النهاية يركز معنا الفصل السادس والأخير في بعض احتياطات الأمن والسلامة في تداول الحمأة وحتمية استخدام المهمات الشخصية وإتباع الإجراءات اللازمة.

كما يضم كتيب التدريب هذا في نهايته أيضاً ثلاثة ملاحق، يتناول الأول منها عرض وتلخيص دراسة حالة، ويسرد لنا الملحق الثاني قرار وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية رقم ٢١٤ لسنة ١٩٩٧ في شأن إصدار اللائحة التطبيقية الخاصة بتداول والاستخدام الآمن للحمأة، والملحق الثالث يعرض لنا مسودة طرق التحاليل القياسية للحمأة.

ونأمل أن يحقق هذا الكتيب الغرض الذي أعد من أجله، وأن تحقق الدورة أهدافها، والله الموفق.

المحتويات

١ - ١	الفصل الأول: مصادر الحمأة
١ - ١	مقدمة
٥ - ١	الحمأة الابتدائية
٧ - ١	الحمأة الثانوية
١١ - ١	تصنيف الحمأة واستخداماتها
١٣ - ١	الخلاصة
١ - ٢	الفصل الثاني: نقل وتداول الحمأة
١ - ٢	مقدمة
١ - ٢	ضخ الحمأة
١ - ٢	طلوبات التكهف المستمر
١٠ - ٢	طلوبات الطرد المركزى
١٧ - ٢	نقل الحمأة فى المواسير
١٧ - ٢	اعتبارات تصميم مواسير نقل الحمأة
١٩ - ٢	الخلاصة
١٩ - ٢	طلوبات الحمأة المعادة (الحرزونية)
١٩ - ٢	خصائص المضخات الحرزونية
٢٢ - ٢	مكونات مضخات الرفع الحرزونية
٢٨ - ٢	الحماية الكهربائية على الطلمبات الحرزونية
٣٠ - ٢	العوامل المؤثرة على الطلمبات الحرزونية
٣٦ - ٢	التشغيل وتتبع الأعطال
٣٨ - ٢	احتياطات التشغيل بعد الصيانة
٤١ - ٢	ترتيب إدارة المضخة
٤٢ - ٢	تسجيل بيانات التشغيل
٤٢ - ٢	مشاكل التشغيل والتغلب عليها
٥٢ - ٢	طلوبات نقل الحمأة الزائدة (الغاطسة)

٥٢-٢	الأعطال الشائعة بالطلّيمات الغاطسة
٥٢-٢	أولاً: أعطال الكابلات
٥٥-٢	ثانياً: أعطال ملفات العضو الثابت
٥٧-٢	ثالثاً: أعطال كراسى التحميل
٥٧-٢	رابعاً: أعطال مانع التسرب الميكانيكى
٥٨-٢	خامساً: أعطال طلّمة التبريد
٥٩-٢	جدول أعطال الطلّيمات وأسبابها وإصلاحها

الفصل الثالث: تركيز الحمأة

١-٣	مقدمة
١-٣	الغرض من تركيز الحمأة
١-٣	طرق تركيز الحمأة
٣-٣	طرق ضخ الهواء
٨-٣	وحدات التركيز بالترسيب
٩-٣	كفاءة عملية التركيز

الفصل الرابع: تجفيف الحمأة

١-٤	الغرض من عملية التجفيف
١-٤	أحواض التجفيف الرملية
٢-٤	خطوات عملية أحواض التجفيف
٤-٤	بحيرات الحمأة
٤-٤	أحواض التجفيف المرصوفة
٤-٤	أنواع أحواض التجفيف المرصوفة
٦-٤	الخلاصة
٧-٤	كمر الحمأة
٧-٤	أنواع الكمر
٨-٤	مراحل عملية الكمر
٨-٤	مدة الكمر

١-٥	الفصل الخامس: عملية التخلص النهائي من الحمأة
١-٥	مقدمة
١-٥	طرق التخلص النهائي من الحمأة
١-٥	استعمال الحمأة المجففة كسماد
٢-٥	استعمال الحمأة المجففة في الردم واستصلاح الأراضي
٣-٥	حرق الحمأة
٧-٥	اقتصاديات استخدام الحمأة في استصلاح الأراضي

١-٦	الفصل السادس: الأمن والسلامة في تداول الحمأة
١-٦	مقدمة
١-٦	إجراءات الوقاية والأمن
٢-٦	تعليمات الأمان في تداول ونقل الحمأة
٤-٦	أحواض التجفيف
٤-٦	معامل التحليل الكيمائية للحمأة
٤-٦	إجراءات الصيانة الوقائية
٦-٦	تقارير التفتيش على وسائل الأمن

الملاحق

- الملحق الأول: عرض وتلخيص دراسة الحالة (إعادة استخدام حمأة القاهرة الكبرى)
- الملحق الثاني: قرار وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية رقم (٢١٤) لسنة ١٩٩٧
- الملحق الثالث: مسودة طرق التحاليل القياسية للحمأة

الفصل الأول

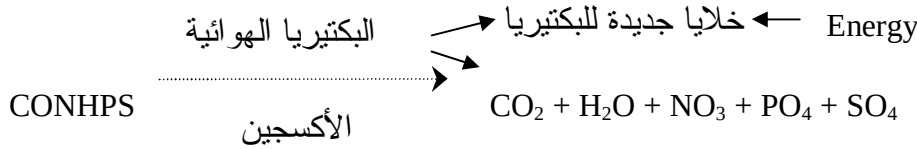
مصادر الحماية

الفصل الأول

مصادر الحمأة

مقدمة

تحتوى مياه الصرف الصحى على مواد صلبة عالقة وذائبة، والمواد العالقة قد تكون مواد عضوية أو غير عضوية بعضها قابل للترسيب يجرى التخلص منها فى أحواض الترسيب الرملية والترسيب الابتدائى أما المواد الغير قابلة للترسيب والمواد العضوية الذائبة يجرى التخلص منها فى مرحلة العلاج البيولوجى حيث يتم توفير بيئة هوائية تنمو فيها البكتيريا الهوائية التى تقوم بالتغذية على بعضها لبناء خلايا جديدة كما تقوم بتحليل وتكسير وأكسدة الجزء الآخر من المواد العالقة الغير قابلة للترسيب والمواد الذائبة إلى مواد ثابتة غير عضوية للحصول على الطاقة اللازمة لهذه البكتيريا.



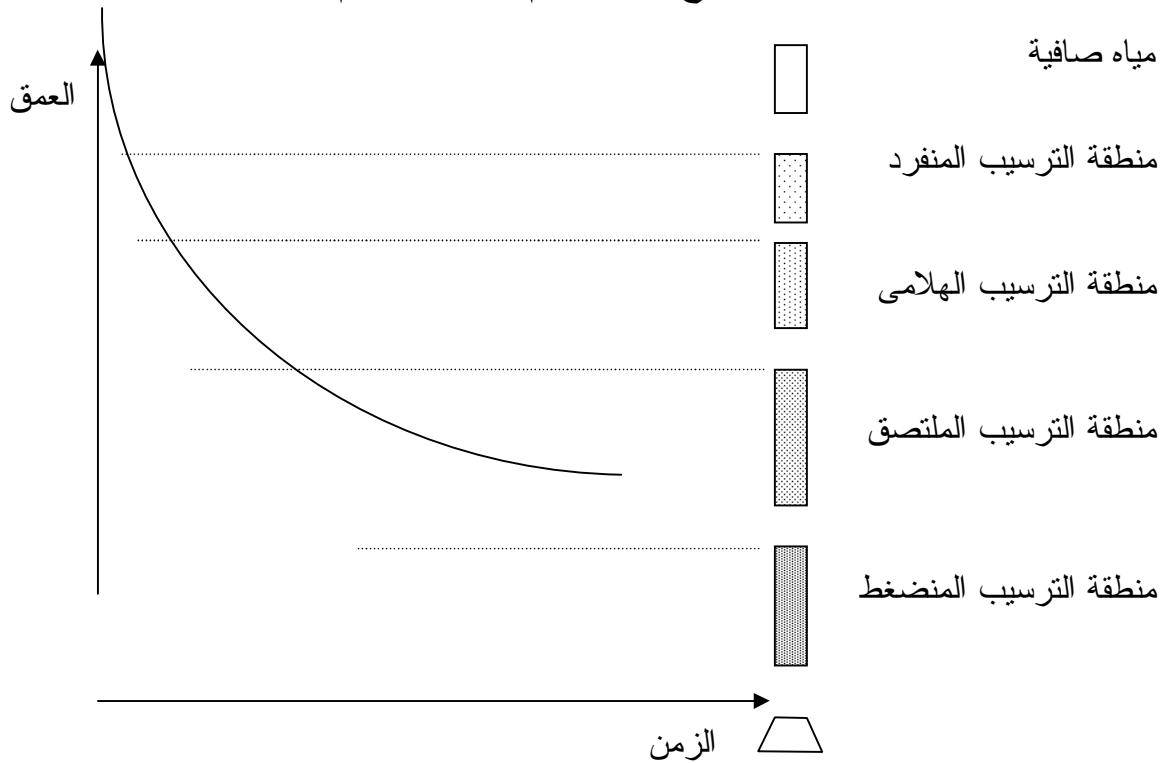
ثم يجرى ترسيب خلايا البكتيريا المتزايدة العدد لوفرة الغذاء والمواد العالقة التى لم يتم تمثيلها فى أحواض الترسيب الثانوى، يتم إعادة جزء من هذه البكتيريا النشطة والمترسبة فى أحواض الترسيب الثانوية إلى عملية العلاج البيولوجى للمساهمة فى مزيد من تمثيل المواد الغذائية العالقة والذائبة بمياه الصرف الصحى.

أما الجزء الثانى فيجرى التخلص منه مع المواد الراسبة فى أحواض الترسيب الابتدائى وتسمى المواد العالقة التى يتم ترسيبها فى أحواض الترسيب الابتدائى بالحمأة الابتدائية، أما المواد العالقة التى يتم ترسيبها فى أحواض

الترسيب الثانوي فتسمى بالحمأة الثانوية ويتم توجيه الحمأة الابتدائية وجزء من الحمأة الثانوية التي لا يتم إعادتها لأحواض تجفيف هوائية حيث يجرى نشر الحمأة لتجفيفها بواسطة الهواء الجوى وبعد تمام الجفاف يتم تشوين هذه الحمأة والتخلص منها بالبيع.

عمليات فصل المواد الصلبة

يتوقف حجم الحمأة المنتجة من أعمال معالجة مياه الصرف الصحي على كفاءة الترسيب ويمكن تعريف تلك العملية "عملية الترسيب" بأنها عملية فصل المواد المعلقة والتي لها وزن نوعي أكبر من المياه. وعلى هذا الأساس فيمكن تقسيم عملية الترسيب إلى الترسيب المنفرد، الترسيب الهلامي، الترسيب الملتصق والترسيب المنضغط، ويوضح الشكل رقم (١ - ١) تقسيم عمليات الترسيب.



شكل رقم (١ - ١)
تقسيم عمليات الترسيب

خواص عمليات الترسيب المنفرد:

الترسيب

وفى هذه الحالة ترسب كل حبيبة من المواد الصلبة وحدها تحت تأثير قوة الجاذبية دون أن يكون هناك قوى أخرى مؤثرة و مثال هذه الحالة الترسيب فى أحواض الرمال.

الترسيب الهلامى:

وفى هذه الحالة تتجمع الحبيبات أثناء الترسيب كما يحدث فى أحواض الترسيب الابتدائى.

الترسيب الملتصق:

وفى هذه الحالة تكون هناك قوى تنافر بين الحبيبات تجعلها تنتشت ويحول ذلك دون الترسيب ويحدث ذلك فى أحواض الترسيب النهائية ويلاحظ من ذلك أن مدة المكث بها أكبر من مثيلتها الابتدائية.

الترسيب المنضغط:

فى هذه الحالة يكون كثافة المواد المترسبة كبير مما يجعل الحبيبات تلتصق وتشكل طبقات ويحدث ذلك فى أعمال تركيز الحمأة.

سرعة هبوط الحمأة

المترسبة

فى حالة الترسيب المنفرد تتوقف سرعة هبوط أو ترسيب الحبيبات على القطر، الشكل النوعى، الوزن النوعى لمياه الصرف الصحى. ويمكن حساب تلك لسرعة عن طريق المعادلة التالية:

$$V = 4/3 \times d \cdot g (P_s - P_w) / C_d \cdot P_w$$

حيث:

$$V = \text{سرعة الهبوط الرئيسية م/ث}$$

$$d = \text{قطر الحبيبة}$$

$$g = \text{عجلة الجاذبية الأرضية ٩٨١ كم /ث}^2$$

$$P_s = \text{الوزن النوعى للحبيبة}$$

$$P_w = \text{الوزن النوعى لمياه الصرف الصحى}$$

$$C_d = \text{معامل المقاومة}$$

ويمكن حساب معامل المقاومة (Cd) كما يلى:

$$cd = \frac{24}{\sqrt{N_r}} + N_r + 0.34$$

حيث N_r = رقم رينولد

فى حالة $N_r > 0.3$ يمكن حساب السرعة كما يلى:

$$V_c = gd^2 P_s - P_w / 18 u$$

حيث U = معامل اللزوجة للسائل

إن تفهم خواص الحمأة المترسبة من أعمال معالجة المخلفات السائلة ضرورى قبل إجراء أعمال المعالجة، وتختلف خواص الحمأة باختلاف العوامل الآتية:

**العوامل التى تؤثر
على خواص
الحمأة**

- كمية المواد العضوية فى الحمأة.
- درجة التحلل التى وصلت إليها الحمأة.
- الخواص الكيميائية للحمأة.
- نوع وكفاءة المعالجة التى تعرضت لها مياه الصرف الصحى.

والحمأة الخام الغير معالجة تحتوى على المكونات الكيميائية المذكورة فى الجدول رقم (١ - ١) الذى يوضح بعض النسب المئوية لمكونات الحمأة.

جدول رقم (١ - ١)
النسب المئوية لمكونات الحمأة الخام الغير معالجة

النسبة المئوية من المواد الصلبة الكلية لمياه الصرف الصحي	البيان
٨-٢	المواد الصلبة الكلية
٨٠-٦٠	مواد صلبة متطايرة
٣٠-٦	دهون وشحوم
٣٠-٢٠	بروتين
٦,٠-١,٥	نتروجين
١٥,٠-٠,٨	فوسفات
٢٠-١٥	سيلكا
٨-٥	الرقم الهيدروجيني
٢٠٠٠-٢٠٠	الأحماض العضوية ملجم / لتر
٢٣-١٤	المحتوى الحرارى (ميلي جول / كيلو جرام)

أنواع الحمأة

الحمأة الابتدائية

سنتعرض فيما يلى للحمأة الناتجة من معظم تقنيات المعالجة من حيث خواصها وكمياتها وطريقة تكوينها الخ.

تسمى المواد التى ترسب فى قاع أحواض الترسيب الابتدائية بالحمأة الابتدائية، ويتم إزالتها دوريا بواسطة كاسحات الحمأة خارج أحواض الترسيب ثم ضخها بواسطة طلمبات إلى أحواض التركيز.

ولما كانت كفاءة المرحلة الابتدائية هى إزالة حوالى ٦٠-٧٠ % من المواد الغير عضوية بالإضافة إلى ٣٠-٣٥ % من المواد العضوية، لذلك تتميز الحمأة الابتدائية باحتوائها على مركبات خشنة غير عضوية أكثر من العضوية ويسهل نزع المياه منها عند تجفيفها.

وتختلف كمية حجم الحمأة الابتدائية طبقا لاختلاف:

- حجم المياه المعالجة.
- تركيز المواد العالقة فى المياه الداخلة إلى أحواض الترسيب.
- كفاءة تشغيل أحواض الترسيب.

ولعملية الترسيب الابتدائي أهمية كبرى حيث أن كفاءة مرحلة الترسيب الابتدائي في إزالة نسبة كبيرة من المواد العالقة القابلة للترسيب تؤدي إلى نجاح المراحل التي تليها وهي عملية العلاج البيولوجي والترسيب الثانوي وذلك لتخفيف الحمل العضوي الذي تتلقاه هذه العملية.

ونظرا لطبيعة مياه الصرف الصحي والتي تتكون من مجموعة من المواد متفاوتة الصفات، فإن عملية الترسيب الابتدائي تصبح هي الأخرى عملية معقدة وتتفاوت كفاءة الترسيب باختلاف عوامل كثيرة متعددة مثل:

١. تصميم حوض الترسيب.
٢. مدة بقاء أو حجز المياه داخل هذا الحوض.
٣. الفرق في الكثافة بين المواد العالقة الصلبة والسائل الحامل لهذه المعلقات.
٤. زيادة حجم المادة العالقة أثناء عملية الترسيب.
٥. التيارات الدوامية التي تخالف المسار الطبيعي لتيار المياه داخل الحوض.
٦. اتخاذ المسار قصير (Short Circuiting) لبعض المواد العالقة غير المسار الطبيعي لحوض الترسيب.
٧. الاضطراب (Turbulence) للمياه وتأثير الرياح السائدة.

وبالرغم من هذه العوامل المختلفة فإنه يمكن تطبيق قانون ستوكس (Stocks Law) لعملية الترسيب الابتدائي، والمثال التالي يعطى طريقة حساب كمية الحمأة في محطة معالجة:

مثال رقم (١):

أحسب كمية الحمأة الابتدائية مقدرة بالطن في اليوم من المعلومات التالية:

- أ. كمية مياه الصرف الصحي ٣٠٠,٠٠٠ متر مكعب في اليوم.
- ب. المواد العالقة الداخلة للمروقات الابتدائية ٣٥٠ ميللجرام في اللتر.
- ج. المواد العالقة الخارجة من أحواض الترسيب الابتدائية ١٥٠ ميللجرام في اللتر.

طريقة الحساب:

أولاً: أحسب كمية المواد العالقة الداخلة:

$$= \frac{300,000 \text{ م}^3 / \text{اليوم} \times 350 \text{ ملجم/ل}}{100,000} = 10.5 \text{ طن/اليوم}$$

ثانياً: أحسب كمية المواد العالقة الخارجة:

$$= \frac{300,000 \text{ م}^3 / \text{اليوم} \times 150 \text{ ملجم/ل}}{100,000} = 4.5 \text{ طن/اليوم}$$

ثالثاً: الوزن الجاف للحمأة الابتدائية الناتجة في اليوم:

$$10.5 - 4.5 = 6.0 \text{ طن/اليوم}$$

مثال رقم (٢):

لما كانت الحمأة الخارجة من أحواض الترسيب في صورة سائل، فأحسب حجم الحمأة الابتدائية المسحوبة في المثال السابق بالمتري مكعب في اليوم، إذا علم أن تركيز المواد الصلبة في الحمأة المسحوبة هو ٣ %.

طريقة الحساب:

$$= \frac{6.0 \text{ طن/اليوم} \times 100}{3} = 200.0 \text{ متر مكعب/اليوم}$$

الحمأة الثانوية تسمى المواد التي ترسب في قاع أحواض الترسيب الثانوية بالحمأة (حمأة أحواض التهوية) الثانوية، ويتم إزالة الكمية الزائدة عن احتياج الحمأة المعادة إلى خارج أحواض الترسيب الثانوية.

وتتكون الحمأة الثانوية من الكائنات الحية الدقيقة التي استخدمت في علمية المعالجة البيولوجية، ومعنى هذا أن أغلب مكوناتها هي مواد عضوية قابلة للتحلل وهي مواد أخف في الوزن وأقل في الخشونة عن الحمأة الابتدائية وتحتوي على كمية عالية من الرطوبة وليس من السهل تجفيفها بدون تركيزها ومعالجتها بيولوجياً.

وتختلف كمية الحمأة الثانوية الناتجة طبقا لاختلاف:

- أ. كمية المياه الداخلة إلى المرحلة الثانوية.
- ب. تركيز المواد العضوية في المياه الداخلة لأحواض التهوية.
- ج. كفاءة عملية المعالجة في المرحلة الثانوية.
- د. درجة التركيز وأنواع الكائنات الحية الدقيقة التي تنمو في أحواض التهوية.

وتختلف طريقة حساب حجم الحمأة الثانوية الناتجة عن طريقة حساب حجم الحمأة الابتدائية حيث يتوقف حجم الحمأة الثانوية على معدل نمو الكائنات الحية الذي يعتمد على عوامل كثيرة مختلفة مثل:

- درجة الحرارة.
- أنواع المواد التي تتغذى عليها الكائنات الحية.
- كمية الأكسجين الذائبة ومدة المكوث في أحواض التهوية.

ولكن يمكن تقدير هذه الكمية بطريقة سهلة إذا علمنا بأن الخبرة العلمية قد أظهرت أن كل كيلو جرام يزال من المواد العضوية الذائبة (الحيوية) ينتج ما بين ٠,٣ - ٠,٧ كيلو جرام من الحمأة الثانوية.

والمثال التالي يعطى طريقة الحساب:

مثال رقم (٣)

إحسب كمية الحمأة الثانوية من المعلومات التالية:

- أ. تركيز الحمأة في المياه الداخلة ٢٠٠ مجم/ لتر.
- ب. تركيز الحمأة في المياه الخارجة ٣٠ مجم/ لتر.
- ج. درجة نمو الحمأة المنشطة نصف طن مخلفات لكل طن أكسجين حيوى مستهلك مزال.
- د. كمية التصريف للمحطة ٣٠٠,٠٠٠ متر مكعب/ اليوم.
- هـ. تركيز المواد الصلبة في الحمأة المسحوبة ٣ %.

طريقة الحساب:

أ. وزن الحمأة الداخل في اليوم:

$$= \frac{200 \text{ مجم/لتر} \times 300,000 \text{ متر مكعب/يوم}}{1,000,000} = 60 \text{ طن/اليوم}$$

$$= \frac{200 \text{ مجم/لتر} \times 300,000 \text{ متر مكعب/يوم}}{1,000,000} = 60 \text{ طن/اليوم}$$

ب. وزن الحمأة الخارج في اليوم:

$$= \frac{30 \text{ مجم/لتر} \times 300,000 \text{ متر مكعب/يوم}}{1,000,000} = 9 \text{ طن/اليوم}$$

ج. وزن الحمأة المزال = 60 - 9 = 51 طن/اليوم.

د. الوزن الجاف للحمأة الثانوية المزالة = 51 × 0,5 = 25,5 طن/اليوم.

هـ. حجم الحمأة الثانوية المسحوبة =

$$= \frac{100 \times 25,5}{3} = 850 \text{ متر مكعب/اليوم}$$

جدول رقم (١ - ٢)

حجم الحمأة المترسبة في كل نوع من عمليات المعالجة

نوع المعالجة	الحجم الطبيعي للحمأة في مياه الصرف الصحي			المواد الصلبة في مياه الصرف الصحي		الرطوبة %	الوزن النوعى للمواد	الوزن النوعى للحمأة
	لتر/ م ^٣	طن/ م ^٣	لتر/ م ^٣ لكل فرد	كجم/ م ^٣	كجم/ ١٠٠٠ شخص			
١ - الترسيب الابتدائي								
- غير مهضومة	٣,٠٠	٢,٨	١,١	١١٢	٥٧	٩٥	١,٠٢	١,٢٥٠
- مهضومة في خزان منفصل	١,٥٠	١,٤	٠,٦	٧٥	٣٤	٩٤	—	١,٠٣
- مهضومة ثم مجففة في أحواض تجفيف الحمأة	—	٠,٢	٠,٢	٧٥	٣٤	٦٠	—	—
- مهضومة ثم مجففة بتفريغ الهواء	—	٠,٣	٠,٢	٧٥	٣٤	٧٢,٥	—	١,٠٠
٢ - المرشحات الزلطية	٠,٨	٠,٧	٠,٣	٤٨	٢٢	٩٢,٥	١,٣٣	١,٠٢٥
٣ - الترسيب الكيميائي	٥,٢	٤,٩	٢,٠	٣٣٠	١٥٠	٩٢,٥	١,٩٣	١,٠٣
وبعد التجفيف بتفريغ الهواء	—	١,٤	٠,٦	٣٣٠	١٥٠	٧٢,٥	—	—
٤ الترسيب الابتدائي والحمأة المنشطة								
- غير مهضومة	٦,٩	٦,٦	٢,٦	٢٣٤	١٠٦	٩٦	—	١,٠٢
- غير مهضومة ثم مجففة بتفريغ الهواء	١,٥	١,٣	٠,٦	٢٣٤	١٠٦	٨٠	—	٠,٩٥
- مهضومة في خزان منفصل	٢,٧	٢,٦	١,٠٠	١٤٠	٦٤	٩٤	—	١,٠٣
- مهضومة ثم مجففة في أحواض تجفيف الحمأة	—	٠,٤	٠,٥	١٤٠	٦٤	٦٠	—	—
- مهضومة ثم مجففة بتفريغ الهواء	—	٠,٨	٠,٤	١٤٠	٦٤	٨٠	—	٠,٩٥

تصنيف الحمأة

يمكن تصنيف الحمأة طبقاً لما يلي:

واستخداماتها

- أ - طبقاً للمحتوى العضوى.
- ب - طبقاً لخطورتها فى الاستخدام.

أ - طبقاً للمحتوى العضوى: ويتم فيها قياس العناصر التالية:

- المحتوى العضوى
- المخصبات
- البكتيريا الممرضة
- العناصر الثقيلة
- الكيماويات العضوية الضارة

وبناء على تركيز هذه العناصر يتم استخدام الحمأة أو التخلص الآمن منها، وطرق التخلص منها يكون إما بإضافتها للتربة لتحسين خواصها أو الدفن أو الحرق أو إلقتها بالمسطحات المائية البعيدة عن الاستخدام. ويعرض الجدول رقم (١ - ٥) العلاقة بين محتوى الحمأة واستخداماتها الموصى بها.

جدول رقم (١ - ٥)

محتوى الحمأة واستخداماتها

استخدامات الحمأة	تحسين خواص التربة	الدفن	الحرق	المسطحات المائية
محتويات الحمأة				
المواد العضوية الطيارة (Volatile Solids)	◆	◆	●	○
المخصبات (Nutrients)	●	◆	○	◆
البكتيريا الممرضة (Pathogens)	●	○	○	○
العناصر الثقيلة (Heavy metal)	●	◆	◆	◆
الكيماويات العضوية الضارة (Toxic Organic Chemical)	◆	◆	◆	◆

● هام جداً ◆ هام نسبياً ○ غير مهم

مشروع تدريب العاملين بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي بأبو ساعد بخلوان - عقد (٥) كيمونكس مصر للاستشارات
الدورة التدريبية عن: تشغيل وتتبع أعطال أحواض التركيز وطمبات الحمأة وأعمال تداول الحمأة والتخزين والنقل

ملاحظات على الجدول رقم (١ - ٥):

- يعتبر الصرف الصناعي هو المصدر الأساسي للكيماويات العضوية الضارة، لذا يوصى بمعالجتها من المنبع.
- تعتبر المواد العضوية الطيارة (V.S.) هي أساس تقييم نوعية الحمأة، ويمكن قياسها عن طريق حرق عينة عند درجة ٥٥٠ درجة مئوية، وتتراوح النسبة من ٧٥ - ٨٥ % وزنا من إجمالي المواد الصلبة العضوية.
- تحتوى الحمأة الجافة على العناصر الغذائية للنبات (نيتروجين - فوسفور - بوتاسيوم) بنسب ١٠ : ٨ : ١ على التوالي تقريبا.

ب - طبقا لخطورتها

فقد تم في الجدول السابق استعراض شروط استخدام الحمأة بطريقة آمنة، وتعرف الحمأة بأنها غير آمنة إذا زاد تركيز العناصر الثقيلة فيها عن حدود معينة، وإذا زاد أيضا تركيز البكتيريا الممرضة عند حدود معينة، عندئذ لا يوصى باستخدامها حيث تشكل خطورة على من يتناولها أو يستخدمها.

والجدير بالذكر أن البكتيريا والفيروسات والبروتوزوا وبيض وديدان الإسكارس تتواجد في الحمأة، وتعتبر نسبة بسيطة منها كائنات ممرضة تسبب أمراضا للإنسان يمكن قياسها من خلال بعض التحاليل البكتريولوجية لتحديد العد الاحتمالي للبكتيريا القولونية (MPN) والذي يجب ألا يزيد عن ١٠٠٠٠ وحدة لكل ١٠٠ مللي، إلا أنه يمكن تقليلها إلى أدنى مستوى عند معالجة الحمأة بالهضم اللاهوائي.

تنبيه:

على الرغم من نجاح الهضم اللاهوائي في التخلص من معظم البكتيريا الممرضة إلا أنه لا يمكن التخلص نهائيا من بيض الإسكارس الذي له القدرة على المعيشة لفترة لا تقل عن سنتين في التربة.

الخلاصة

أنه يجب توخى الحذر عند استخدام الحمأة فى الزراعة حيث أنه لا يمكن التخلص نهائيا من بيض الإسكارس مع احتمال تواجد العناصر الثقيلة وأخطرها الرصاص وما لها من تأثيرات خطيرة على صحة الإنسان على المدى البعيد.

الفصل الثاني

نقل وتداول الحمأة

الفصل الثاني

نقل وتداول الحمأة

مقدمة

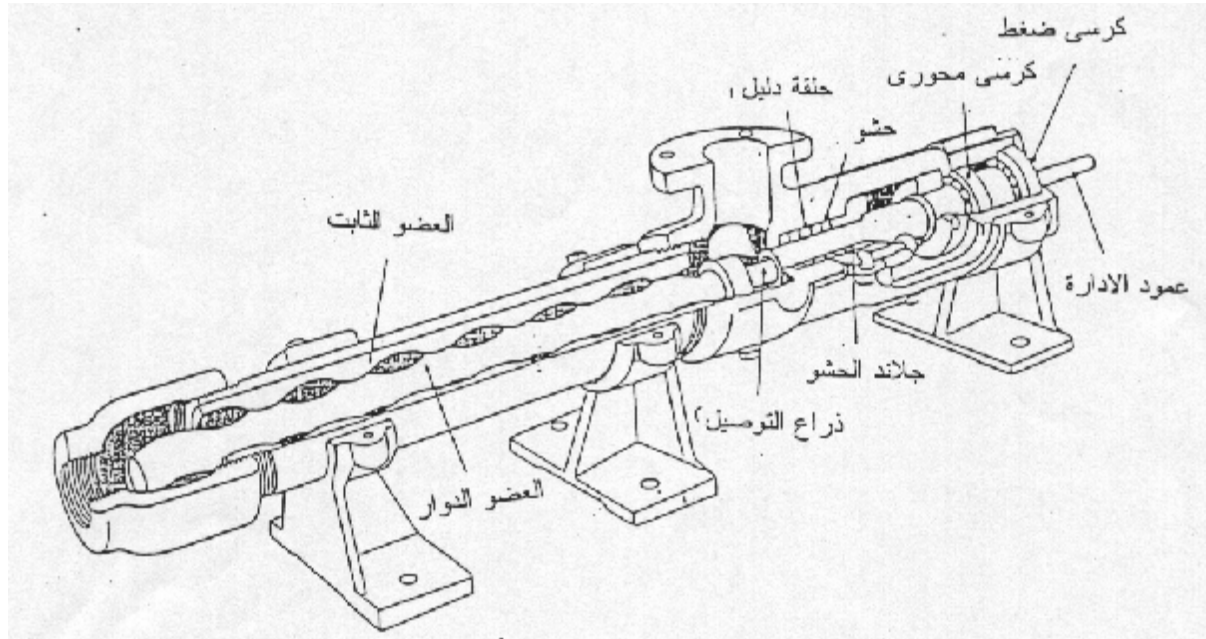
من الضروري دراسة طرق نقل الحمأة من نقطة إلى أخرى داخل محطة معالجة مياه الصرف الصحي، وتتوقف كفاءة كثير من محطات المعالجة على كفاءة تداول ونقل الحمأة حيث أن أى تعطل أو تأخير فى نقل الحمأة قد يؤدي إلى توقف عمليات المعالجة أو تولد مشكلات كثيرة فى خطوط النقل.

ضخ الحمأة

يمكن نقل الحمأة من خلال مجرى مفتوح أو ضخها فى المواسير تحت ضغط باستخدام الطلمبات. وسنتناول نوعى الطلمبات الأكثر إستخداماً فى عمليات ضخ الحمأة ونقل الحمأة وهي طلمبات التكهف المستمر وطلمبات الطرد المركزي والطلمبات الحلزونية والطلمبات الغاطسة.

طلمبات التكهف المستمر

وهى تستخدم بنجاح خاصة فى حالة ضخ الحمأة المركزة، وتتكون الطلمبة كما هو موضح بالشكل رقم (١-٢) من قلب من المطاط ذو شكل خاص موضوع فى غلاف مطابق للشكل مع وجود مسافة بينهما، ويتم سحب ودفع القلب المطاطى ليتم عمليات شفط وضخ الحمأة بين القلب والغلاف. والطلمبة ذاتية التحضير غير أنها لا يجب تشغيلها جافة حتى لا يحترق القلب المطاطى، وتصل قدرة الرفع للطلمبة إلى ٨,٥ متر للتصرف ٤٠ لتر/ ثانية.



شكل رقم (٢-١)

طللمات التكهف المستمر

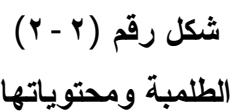
كما يعرض الشكل رقم (٢-٢) الطلمبة ومحتوياتها وكذلك صندوق الحشو (Stuffing box) والذي يستخدم مياه بضغط أعلى إلى حد ما من ضغط الحمأة بالطلمبة ويعمل هذا الصندوق على منع خروج وتسرب الحمأة من حول العمود والجلب الخاصة به لعدم تآكله ويتم ضبط معدل تنقيط المياه والقطرات الخارجة من صندوق الحشو من (١-١٠) قطرة/ دقيقة، وأشهر شركة في صناعة هذا النوع من الطلمبات هي شركة سيبكس (sepeex) الألمانية.

ويوضح الشكل رقم (٢-٣) منحنى الأداء لأحد موديلات طلمبة تجويف مستمر ماركة seepex، type 100-6L

تغيير السرعة:

طللمبة التجويف المتقدم عادة تكون متغيرة السرعة لتغيير معدل التدفق للحمأة حسب الحاجة، ويعرض الشكل (٢-٤) طريقة وفكرة تغيير السرعة بهذا النوع من الطلمبات حيث يدور السير بين طنبرتين متغيرتين فى القطر لوجود الميول الداخلى بين جانبى الطنبورة الواحدة حيث تتكون كل طنبورة من فلانشتين عكس بعضهما فى الميول ويكون أحدهما ثابت والآخر متحرك وطنبورة علوية على عمود المحرك الكهربى (الموتور) وأخرى على عمود صندوق التروس المحرك للطللمبة.

وعند تحريك الفلانشة المتحركة للطنبور العلوية ناحية الفلانشة الثابتة للطنبورة العلوية فتضيق المسافة بينهما ويقتربا من بعضهما مما يجبر السير على التحرك لأعلى مما يزيد من قطر الطنبورة العلوية والعكس يحدث للسير عند الطنبورة السفلية مما يؤدى إلى زيادة السرعة والعكس يحدث لتقليل السرعة.



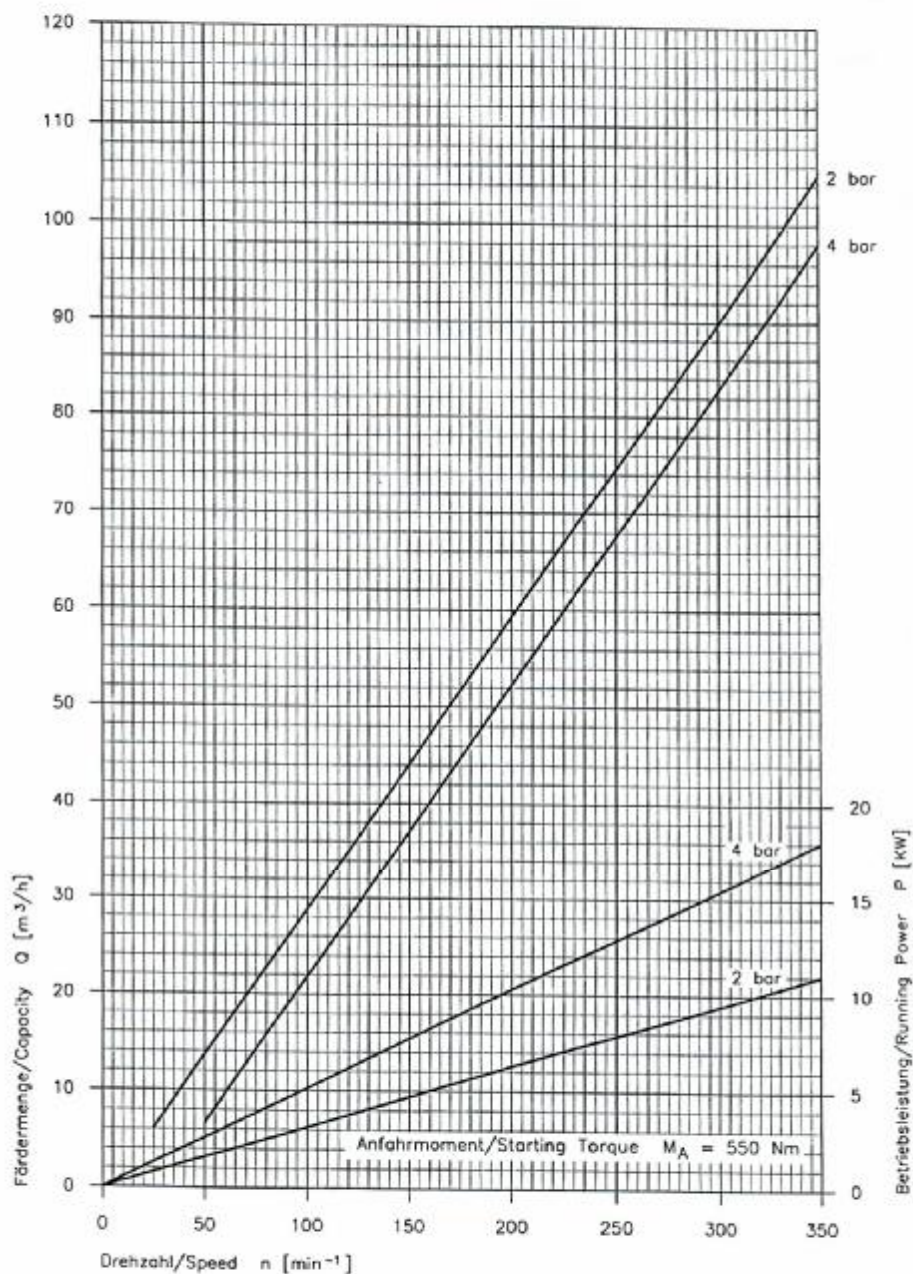
مشروع تدريب العاملين بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي بأبو ساعد بحلوان - عقد (٥) كيمونكس مصر للاستشارات
الدورة التدريبية عن: تشغيل وتتبع أعطال أحواض التركيز وطلبات الحماة وأعمال تداول الحماة والتخزين والنقل

seepex.

Kennlinien/Characteristic Curves

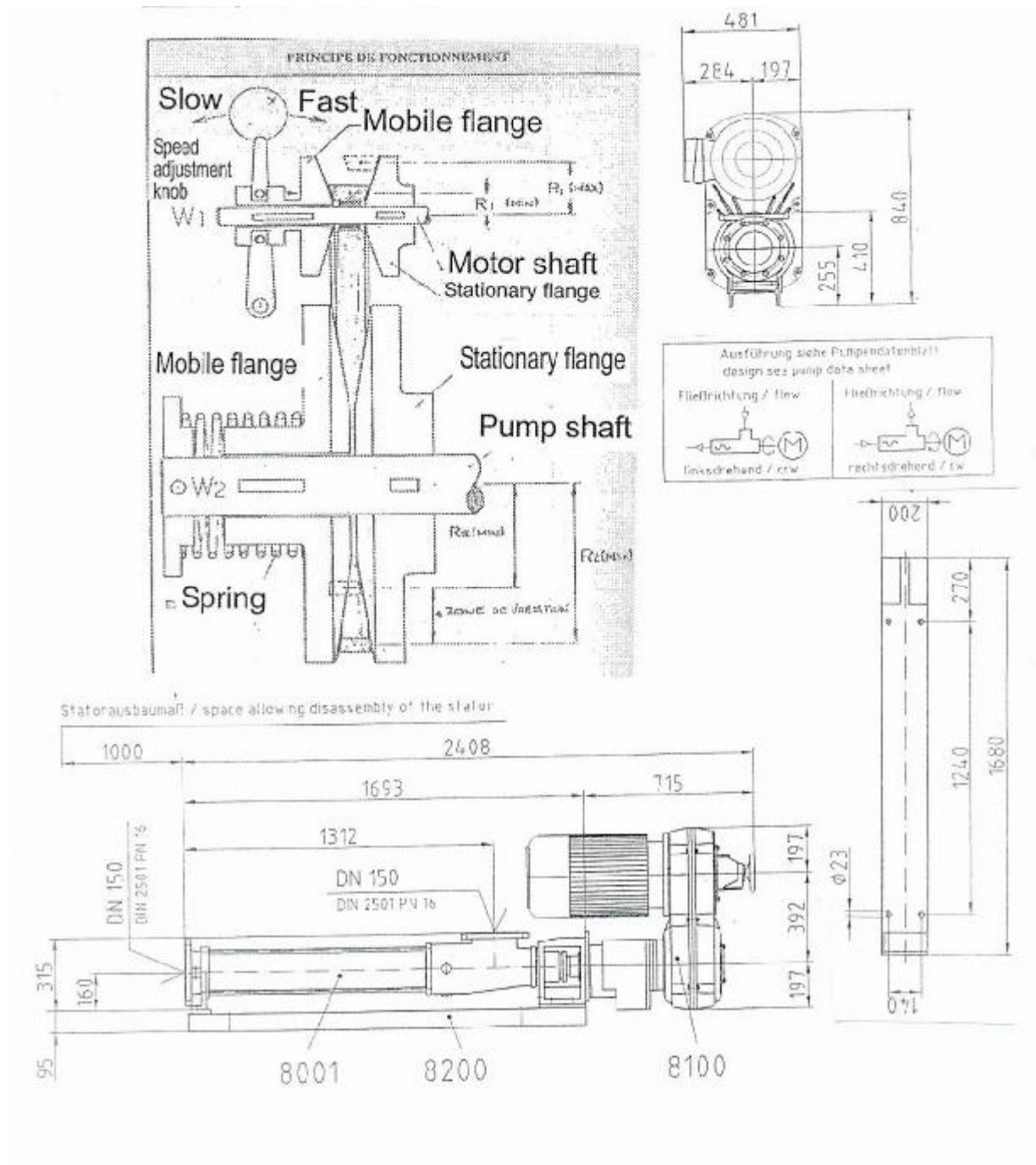
Baugröße/Size

100-6L



شكل رقم (٢-٣)

منحنى الأداء لأحد موديلات ظلمبة تجويف مستمر



شكل رقم (٢ - ٤)

طريقة وفكرة تغيير السرعة بالظلمة

ويعرض الجدول رقم (٢-١) أعطال طلبات التجويف المتقدم وطرق علاجها وأسبابها.

جدول رقم (٢-١)

الأعطال	يوجد تسريب من العمود	تآكل الجزء الثابت stator للظلمية سريعا	درجة حرارة الموتور عالية	الظلمية بها صوت	الظلمية تتوقف عن العمل فجأة وكفاءتها محدودة	الظلمية لا تبدأ العمل	الضغط المفروض لا يتحقق	التدفق المفروض للظلمية لا يتحقق	الظلمية لا تغطي قراءات قياسية	لا يوجد سحب حمأة
الأسباب والعلاج										
التصاق العمود الدوار بالجزء الثابت عند التشغيل الأولى للظلمية (من المصنع) لذلك قم بوضع صابون سائل بين العمود الدوار الثابت ثم قم بتدوير الظلمية يدويا أولا			✓			✓				
تأكد من اتجاه دوران الظلمية حسب تعليمات المصنع وقم بتغيير توصيلات الموتور إذا لزم الأمر									✓	
تأكد من عدم التسريب حول العمود الدوار أو أنه لا يوجد تسريب عند ماسورة السحب وقم بمنع التسرب إذا لزم الأمر				✓	✓			✓	✓	✓
ضغط السحب عالي جدا، إذا كان كذلك بالتأكد من عداد ضغط السحب فقم بتركيب فلتر كبير على ماسورة السحب وزيادة قطر ماسورة السحب				✓				✓	✓	✓
لزوجة السائل أو الحمأة وتركيزها عالي جدا فقم بالتجفيف بالماء إذا لزم الأمر وتأكد من بيانات المصنع للظلمية								✓	✓	✓
سرعة الظلمية غير صحيحة، قم بضبط سرعة الظلمية على الوضع الصحيح حسب تعليمات المصنع			✓			✓		✓		
تجنب وجود هواء في السائل أو الحمأة، تأكد من ذلك								✓	✓	
ضغط طرد الظلمية عالي، تأكد من ذلك بعدد الضغط على خط الطرد، وإذا كان ذلك فقم بتقليل ضغط الطرد عن طريق زيادة قطر ماسورة الطرد أو تقليل طول ماسورة الطرد، وقم أيضا بالتأكد من أن ماسورة الطرد غير مسدودة وتخلص من السدد إذا لزم الأمر		✓	✓		✓	✓		✓		
الظلمية تعمل جافة كلياً أو جزئياً، قم بالتأكد من وجود تدفق عند السحب أو ان الخزان التي تسحب منه الظلمية ممتلئة، وقم بتركيب حساس للحماية من التشغيل الجاف للظلمية TSE		✓			✓			✓	✓	✓
وصلة الحركة (الكوبلنج) للعمود الدوار غير مضبوطة أو مثبته جيدا أو بها تآكل أو أن صندوق التروس به مشكلة بالتروس أو المحامل، قم بتغيير أو ضبط الكوبلنج أو صندوق التروس إذا لزم الأمر			✓	✓						

تابع جدول رقم (٢ - ١)

الأعطال	يوجد تسريب من العمود	تآكل الجزء الثابت stator للظلمية سريعاً	درجة حرارة الموتور عالية	الظلمية بها صوت	الظلمية تتوقف عن العمل فجأة وكفاءتها محدودة	الظلمية لا تبدأ العمل	الضغط المفروض لا يتحقق	التدفق المفروض للظلمية لا يتحقق	الظلمية لا تعطى قراءات قياسية	لا يوجد سحب حمأة
أسباب والعلاج										
سرعة الظلمية بطيئة جداً، قم بزيادة سرعة الظلمية عندما يكون السائل أو الحمأة غليظة وإذا تطلبت العملية سرعة سحب الحمأة								✓		✓
سرعة الظلمية عالية جداً، قم بتقليل السرعة عندما يكون السائل أو الحمأة ذات لزوجة عالية، وقد يحدث تكهف (نقر وتآكل للظلمية)				✓					✓	✓
تأكد من أن وصلة الحركة (الكوبلنج) للعمود الدوار مركبة ومثبتة جيداً من الناحيتين ناحية العمود الدوار وناحية صندوق التروس وأن البنوز المثبتة لها محكمة				✓						
تأكد من عدم وجود أي مواد غريبة بالظلمية، قم بفك الظلمية وإزالة أي أجسام غريبة منها وقم بتغيير أي جزء تالف في الظلمية		✓			✓	✓		✓		✓
قد يكون الجزء الثابت أو الدوار للظلمية بهما تلف من تآكل أو كسر، قم بفك الظلمية وغير التالف منها أو غير محكمين					✓		✓	✓		✓
الوصلات عند رؤوس وصلة الكوبلنج تالفة وغير محكمة، قم بتغيير التالف من البنوز وتشحيم رؤوس وصلة الحركة بالشحم الخاص بها				✓	✓			✓		✓
خط السحب للظلمية مسدود جزئياً أو كلياً، قم بتنظيف خط السحب وإزالة السدد		✓			✓			✓		✓
درجة حرارة السائل أو الحمأة الخارجة من الظلمية أو المضخوخة عالية لتمدد الجزء الثابت أو عدم توافق الجزء الدوار مع الجزء الثابت للظلمية من حيث القطر، قم بتغيير الجزء الدوار للظلمية بقطر أقل أو المناسب للجزء الثابت، وتأكد من حساس درجة الحرارة انه يعمل جيداً		✓		✓	✓					✓

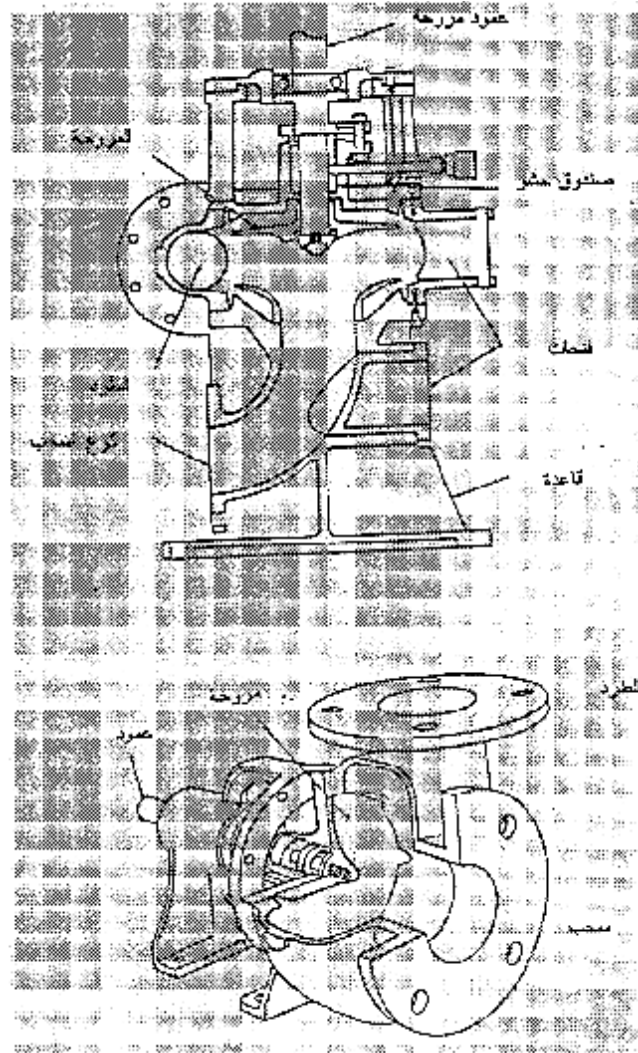
تابع جدول رقم (٢ - ١)

الأعطال	يوجد تسريب من العمود	تآكل الجزء الثابت stator للطلمية سريعاً	درجة حرارة الموتور عالية	الطلمية بها صوت	الطلمية تتوقف عن العمل فجأة وكفاءتها محدودة	الطلمية لا تبدأ العمل	الضغط المفروض لا يتحقق	التدفق المفروض للطلمية لا يتحقق	الطلمية لا تعطي قراءات قياسية	لا يوجد سحب حمأة	العلاج
											الحشو المانع للتسريب مربوط أكثر من اللازم أو تالف، قم بتقليل إحكام أو ربط الحشو المانع للتسريب حول العمود من خلال الجالند وغير التالف من حلقات الحشو إذا لزم الأمر
											السائل أو الحمأة المسحوبة بالطلمية تحتوى على كمية من المواد الصلبة أو ذات أحجام كبيرة، قم بتركيب مصفاة على خط السحب وقلل من سرعة الطلمية أو خفف الحمأة
											نتيجة لتوقف الطلمية فترة من الوقت دون تشغيل قد تتصلب الرواسب والمواد الصلبة الموجود بالسائل أو الحمأة داخل الطلمية وفى خطوط السحب والطرء، قم بعمل تطهير وتنظيف للطلمية والخطوط بمياه الخدمة النظيفة
											قد يتصلب أو يصبح السائل أو الحمأة غليظة نتيجة لانخفاض درجة الحرارة إلى الحد المسموح لكى يكون السائل خفيف بالقدر الكافى للضخ بالطلمية، قم بتدفئة الطلمية أو السائل المسحوب بالطلمية
											الجزء الثابت للطلمية قد يكون منتفخاً أو غير مناسب للسائل أو الحمأة المضخوخة، قم باختيار الجزء الثابت للطلمية بحيث يكون مناسباً لطبيعة وتكوين السائل المضخوخ أو قم باستخدام جزء دوار أقل قطراً
											كراس المحامل لصندوق التروس أو للمحرك الكهربى تالفة، قم بتغيير التالف من كراسى المحامل
											مانع الترسيب الميكانيكى (ان وجد) تالف ، تأكد من صلاحية أوجه مانع التسريب وانها غير تالفة وكذلك الحلقة المطاطية (الأورينج) وقم بتغيير التالف إذا لزم الأمر

ظلمبات الطرد المركزي

وتستخدم تلك الظلمبات فى محطات معالجة مياه الصرف الصحى ذات
التصرفات الكبيرة.

وتستخدم هذه الظلمبات فى ضخ الحمأة الابتدائية، والجدير بالذكر أن تصرف
الظلمبات الطاردة المركزية يتغير بتغير الضغط أو الرفع الفعلي، لذا يمكن
استخدام الظلمبات ذات السرعات الصغيرة فى إعادة الحمأة المنشطة إلى
أحواض التهوية.

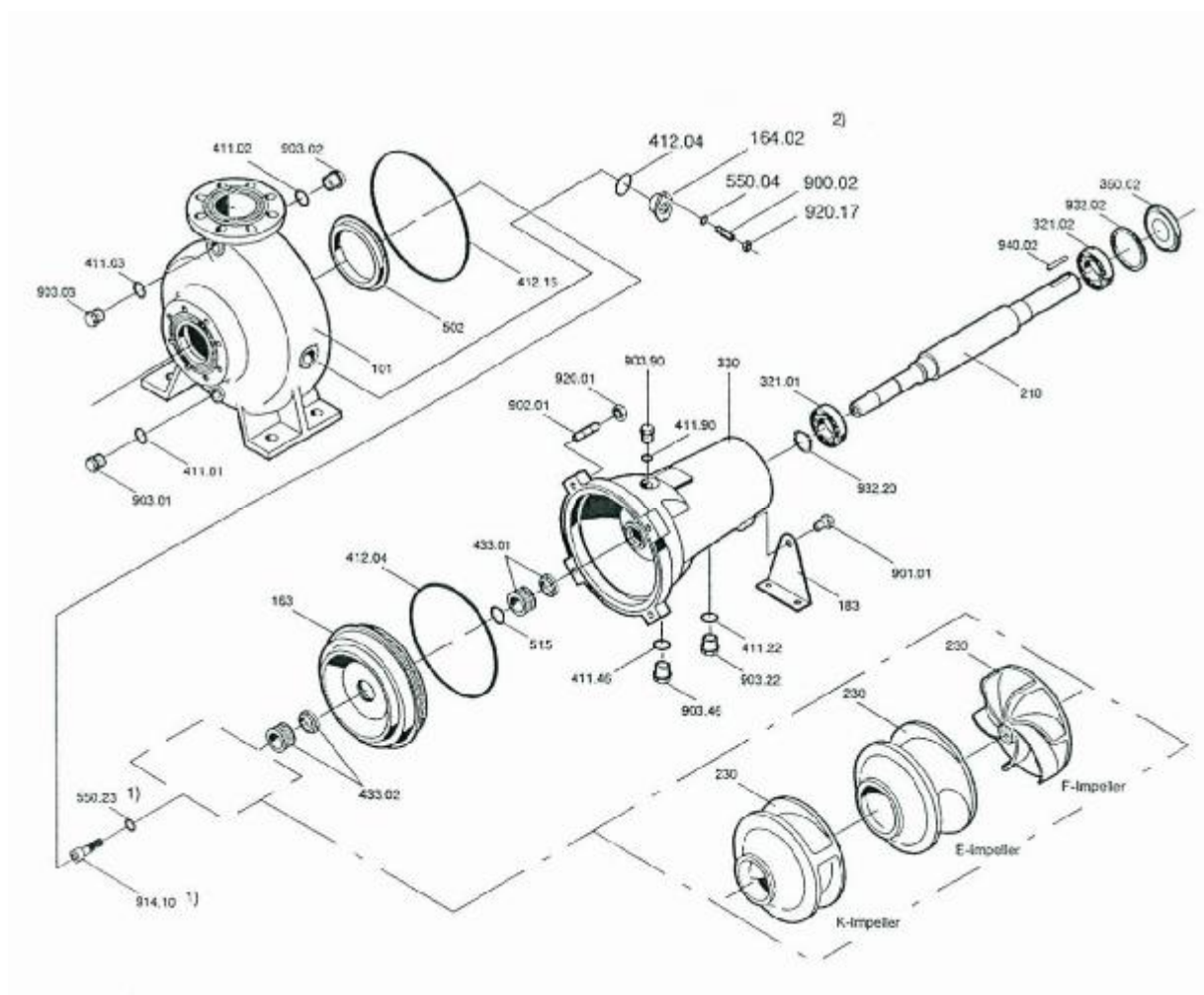


شكل رقم (٢ - ٥)

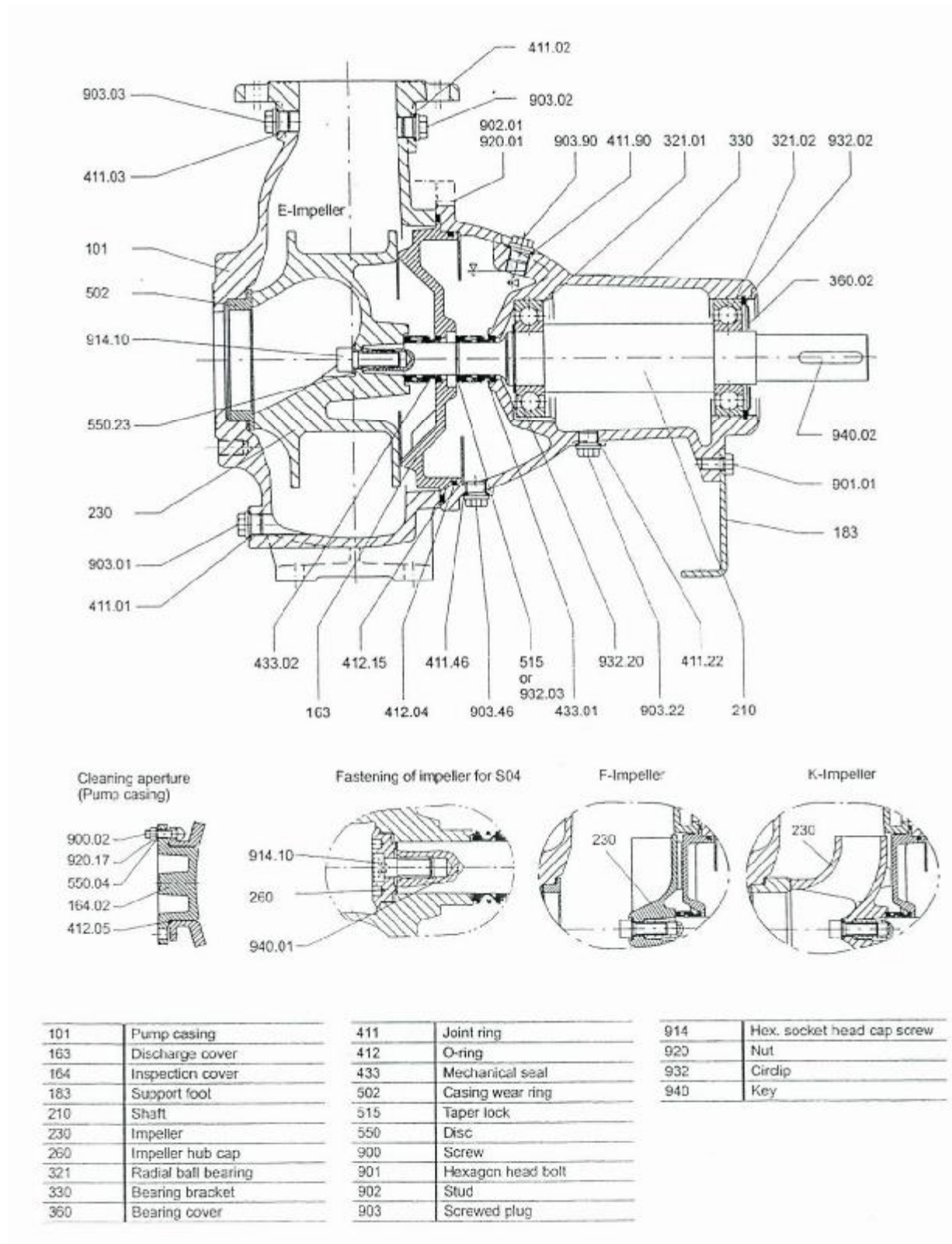
ظلمبات الطرد المركزية المستخدمة فى رفع الحمأة

ويعرض الشكل رقم (٢-٦)، (٢-٧) طلمبة طاردة مركزية أفقية من الداخل وتركيبها.

ويعرض الشكل رقم (٢-٨) طلمبة طاردة مركزية رأسية متعددة المراحل، كما يعرض الشكل رقم (٢-٩) عدد من أشكال مراوح الطلمبات الطاردة المركزية.



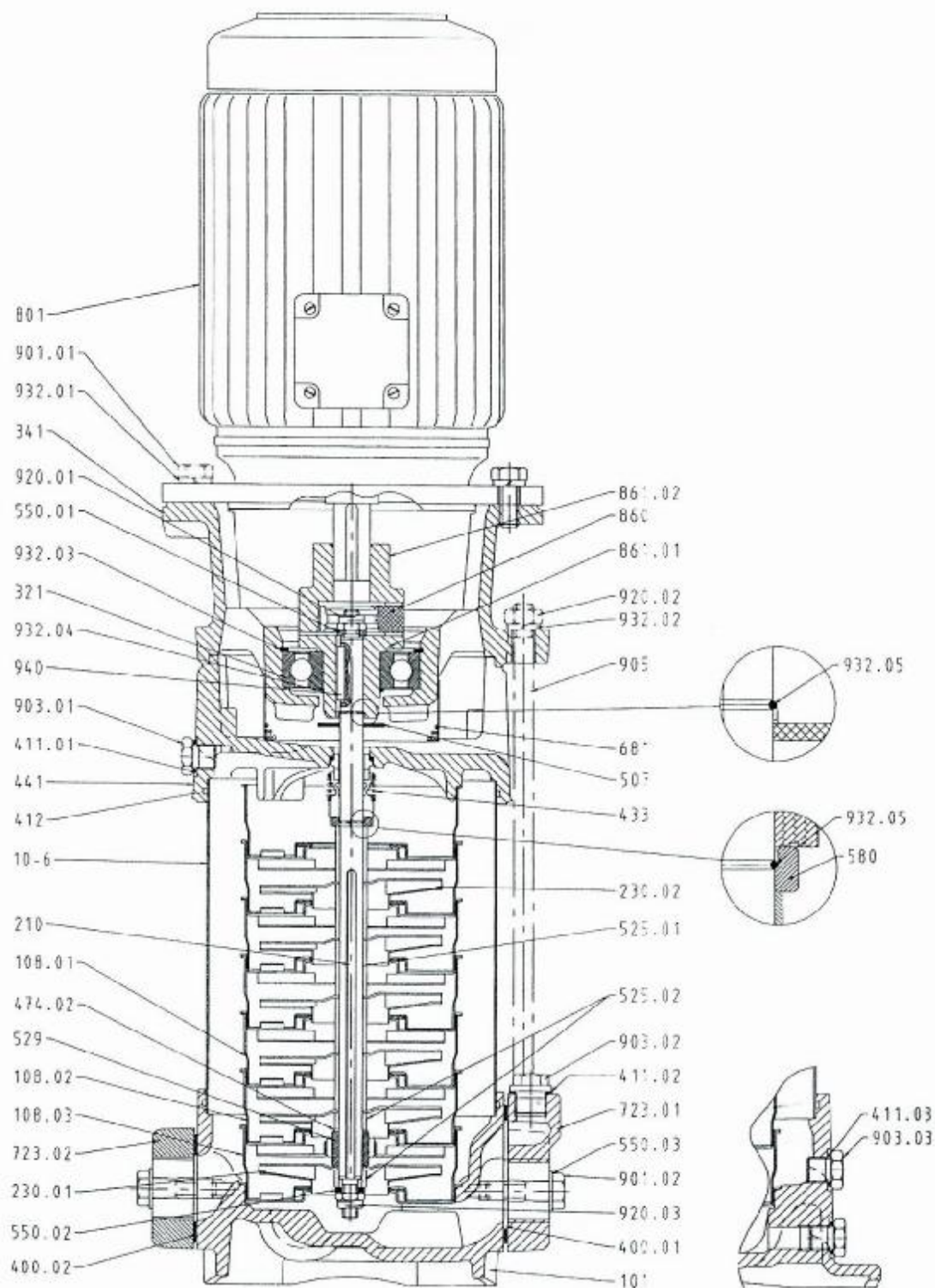
شكل ٢ - ٦
تركيب الطلمبة الأفقية من الداخل



شكل ٢ - ٧

تركيب الطلمبة الأفقية من الداخل

مشروع تدريب العاملين بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي بأبو ساعد بحلوان - عقد (٥) كيمونكس مصر للاستشارات
الدورة التدريبية عن: تشغيل وتتبع أعطال أحواض التركيز وطمبات الحمأة وأعمال تداول الحمأة والتخزين والنقل



شكل ٢ - ٨

طلمبة طاردة مركزية رأسية متعددة المراحل

مشروع تدريب العاملين بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي بأبو ساعد بحلوان - عقد (٥) كيمونكس مصر للاستشارات
الدورة التدريبية عن: تشغيل وتتبع أعطال أحواض التركيز وطلمبات الحمأة وأعمال تداول الحمأة والتخزين والنقل

Hydraulic section

(first letter) -- pump impeller and volute



B: Shrouded single or multi-channel impellers with large throughlets and single volute pump casing for liquids containing solids and fibres.

➤ **Impeller type and capacity range**



C: Shrouded single or multi-channel impellers with large throughlets and single volute pump casing for liquids containing solids and fibres.

➤ **Impeller type and capacity range** (*Radial Flow type*)



D: Vortex type impeller and single volute pump casing with large throughlets for sludge containing solids and fibres.

➤ **Impeller type and capacity range** (*Mixed Flow type*)



F: Open screw type cutting impellers and single volute casing for liquids containing fibres.

➤ **Impeller type and capacity range**



H: Open or semi-shrouded single or multi-channel hardened steel impellers in single volute casing with abrasion-resistant diffuser parts.

Impeller type and capacity range:
➤ **with replaceable liners**
➤ **with hardened steel impeller**



L: Shrouded-channel impeller with guide vanes for low heads and intermediate capacities.

➤ **Impeller type and capacity range** (*Radial Flow type*)



M: Semi-open multi-channel impellers with integral grinder cutter in single volute casing for liquids containing solids and fibres.

➤ **Impeller type and capacity range**



N: Semi-open self-cleaning impeller with high efficiency and for multipurpose use.

➤ **Impeller type and capacity range**



P: Axial flow propellers with fixed or adjustable pitch blades for high capacity low head pumping of clean or slightly contaminated liquids.

Impeller type and capacity range:
➤ **for water**
➤ **for water and sludge**



S: Propeller, medium to large throughlet, for clean to heavily contaminated liquids.

➤ **Impeller type and capacity range** (*Axial flow type*)

شكل ٢ - ٩

عدد من أشكال مراوح الطلمبات الطاردة المركزية

أعطال الطلمبات الطاردة المركزية الشائعة وأسبابها وعلاجها:

الأعطال	الأسباب والعلاج
ضغط السحب عالى	• نظف خط السحب باستخدام مياه الخدمة تحت ضغط وتأكد من أن المحبس مفتوح بالكامل
ضغط الطرد عالى	• قد يكون هناك سد في الخط أو ان المحبس غير مفتوح بالكامل أو أن الطلمبة قد علق بالمروحة جسم غريب، قم بعمل اللازم من النظافة للطلمبة وخط الطرد. • أو أن محبس عدم الرجوع عالف وغير نظيف، قم بعمل اللازم.
الطلمبة بها صوت غريب أو أن شدة التيار لها أعلى من القيمة المعتادة لها، أو أن الطلمبة بها اهتزاز Vibration غير طبيعى	• قد يكون هناك جسم غريب قد سحب بالطلمبة وعلق بالمروحة فقم بفتح الطلمبة ونظافتها. • تأكد من ان كراسى المحمل الخاصة بالموتور الكهربى سليمة، وكذلك كراسى الطلمبة • تأكد من وصلة الحركة (الكوبلنج) مربوط جيدا وسليم وغير مكسور وأن محاذاته سليمة alignment • تأكد من مروحة الطلمبة سليمة ومربوطة جيدا على عمود إدارة الطلمبة وان ليس بها تآكل وعدم اتزان، قم بتغيير المروحة إذا لزم الأمر.
تدفق الطلمبة أقل من قيمته المعتادة	• تأكد من محبس الطرد ومحبس السحب مفتوحين بالكامل. • تأكد من أن مروحة الطلمبة سليمة وغير متآكلة ونظيفة • حلقة التآكل wear ring قد تكون متآكلة قم بتغييرها إذا لزم الأمر وكذلك مروحة الطلمبة • محبس عدم الرجوع غير نظيف أو عالق وغير مفتوح بالكامل، قم بنظافته إذا لزم الأمر • خط الطرد أو السحب أو الطلمبة مسدودة، تأكد منة ذلك ونظف إذا لزم الأمر • محبس عدم الرجوع على الطلمبة الاحتياطية المجاورة على نفس خط الطلمبة العاملة لا يعمل ومفتوح، قم بالتأكد وعمل اللازم.

نقل الحمأة فى

المواسير

يجب مراعاة عند ضخ الحمأة فى محطات معالجة مياه الصرف الصحي ألا يقل قطر المواسير عن ٦ بوصة ولا تزيد عن ٨ بوصة إلا فى حالة زيادة السرعة داخل المواسير عن ١,٥ م/ث، أما مواسير الانحدار والمستخدمه فى الغالب فى خط نقل الحمأة إلى مرحلة التخلص منها فيجب ألا يقل القطر عن ٨ بوصة.

ومن الضروري تزويد خط مواسير ضخ الحمأة بالعديد من فتحات تنظيف المواسير فى حالة انسدادها عند الضرورة لضمان انتظام التصريف من وإلى الطلمبات، فلا يجب أن تقل فتحات تغذية الطلمبات عن ٤ بوصة.

اعتبارات تصميم

مواسير نقل الحمأة

يراعى عند تصميم المواسير نقل الحمأة الطولية إنشاء خط احتياطي إضافي للأسباب التالية:

- عند غلق الخط الأساسى لأعمال إصلاح أو صيانة وإعادة تشغيله يتعرض لآثار سلبية مباشرة.
- تتعرض خطوط الحمأة دائما لسرعة تآكل بدنها الداخلى.
- تعرض خطوط الحمأة لأحمال إضافية غير منتظمة من مصادر خارجية مثل طلمبات غسيل الخطوط بالمياه المضغوطة وكور ملمس الخطوط.
- تحويل مسار الحمأة عند الخط الأساسى عند استخدام طرق الملمس والتنظيف من حين لآخر.
- تجنب ظاهرة المطرقة المائية وتأثيراتها السيئة على عمر المواسير.

الخلاصة

أنه يوصى عند تصميم محطات المعالجة بإنشاء خط احتياطي لضخ الحمأة حيث أن توقف هذا الخط عن العمل ولو لأيام معدودة قد يخل بكفاءة المعالجة علاوة على أهمية إجراء أعمال صيانة منتظمة لهذه الخطوط بالطرق المشار إليها عاليه.

وتتشكل الشحوم والدهون تهديد حقيقي لخط مواسير ضخ الحمأة حيث تلتصق بجدار المواسير مما يقلل مساحة مقطع الماسورة وخاصة في حالة ضخ الحمأة الابتدائية غير المهضومة، وتلاحظ تلك المشكلات في المحطات الكبيرة أكثر منها في المحطات الصغيرة، ونتيجة لانخفاض مساحة مقطع المواسير يزداد الضغط المطلوب لضخ الحمأة، ولذلك يفضل اختيار طلبات ذات قدرة رفع أكبر من الرفع النظري.

وفي بعض الأحيان قد يلجأ بعض المصممين إلى تصميم طريقة إزالة الترسبات والترسبات من داخل هذه المواسير بعمل فتحات عليها طبة يتم من خلالها إدخال كورة أسفنجية تدفع تحت ضغط لمس الخطوط وإخراجها من فتحة أخرى على مسار الخط، ويتم بهذه الطريقة لمس الخط والتخلص من الترسب بداخله. وهذا النظام تم بالفعل تطبيقه في خط ضخ الحمأة بمحطة معالجة مياه صرف صحي زنين بالجيزة.

تعليمات الحمأة المعادة (الكلزونية)

مقدمة

مضخات الرفع الكلزونية من أقدم الطرق المعروفة لنقل المياه، والتي تعمل بنظرية كلزون أرشميدس، وهي فكرة قديمة وكثيراً ما نراها مستعملة في ريف مصر وتسمى الطنبور.

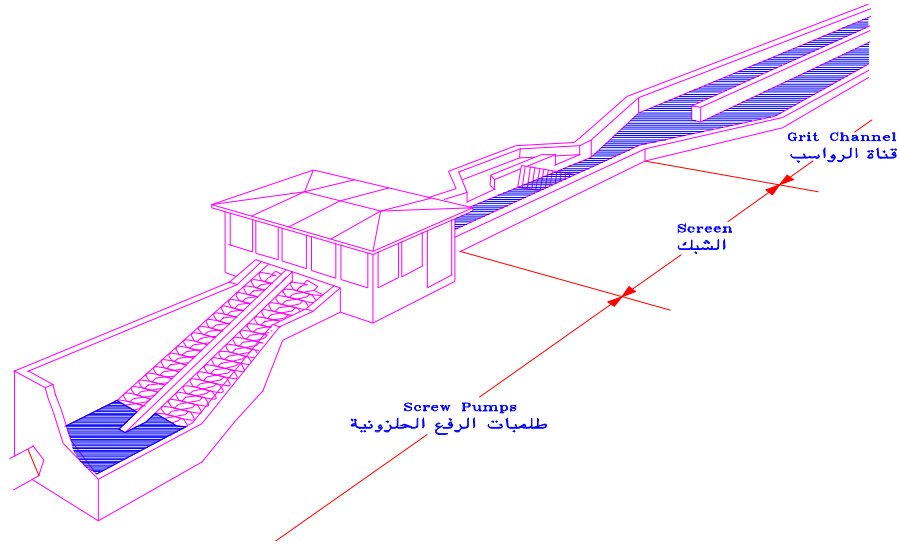
وقد أدخلت عليها التكنولوجيا الحديثة التطوير والتحديث حتى وصلت إلى الصورة التي تعمل عليها الآن بدقة وبكفاءة عالية كما أنها تعتبر إحدى التكنولوجيات الجديدة التي خدمت على الأخص مجال الصرف الصحي وذلك في استخدامها لرفع ونقل مياه الصرف الصحي الخام أو الحمأة بكميات كبيرة بين مستويين مختلفين دون الحاجة إلى إنشاء خطوط طرد كالمتبع في أنواع مضخات الرفع الأخرى، وتعتبر مضخات الرفع الكلزونية من أفضل المضخات التي تستعمل لهذا الغرض. وقد أنشئت مضخات الرفع الكلزونية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي وذلك لرفع الحمأة المعادة إلى أحواض التهوية. ويوضح الشكل رقم (٢-١٠) منظراً عاماً لموقع محطة الرفع الكلزونية ومكوناتها.

خصائص المضخات الكلزونية

تتميز المضخات الكلزونية عن مثيلاتها من المضخات الطاردة المركزية بما يلي:

١ - ضخ الأجسام الصلبة والرمال:

من عيوب المضخات الطاردة المركزية تآكل حلقات حماية المروحة والمروحة أيضاً نتيجة احتكاك الرمال والأجسام الصلبة بهذه الأجزاء، ولكن بفضل مضخة أرشميدس الكلزونية أمكن التغلب على هذا العيب، حيث يمكن للمضخة الكلزونية سحب الرمال والأجسام الصلبة وذلك لمسافات كبيرة بين ريش هذه المضخة وكذلك أمكن الاستغناء عن الشبك والسرندات التي كانت تستخدم لحجز الرواسب.



شكل رقم (٢ - ١٠)

منظر عام لموقع محطة الرفع الحلزونية ومكوناتها

٢ - لا تحتاج إلى مواسير مص وطررد وبلوف:

تحتاج المضخة الطاردة المركزية إلى مواسير سحب وطررد ومحابس بوابة وعدم رجوع، وهذا يزيد من عملية فقد الطاقة نتيجة الاحتكاك، ويؤدي بدوره إلى فقد في الطاقة الكهربائية، أما المضخة الحلزونية فإنها لا تحتاج إلى أي نوع من المواسير مما يقلل من استهلاك الطاقة الكهربائية.

٣ - ضخ كميات كبيرة جداً من المياه:

بالمقارنة بالمضخات الطاردة المركزية فإن المضخات الحلزونية يمكنها رفع كميات كبيرة من المياه وذلك لكبر قطر الريشة الحلزونية.

٤ - قلة أعمال الصيانة:

لا تحتاج المضخة الحلزونية إلى كثير من أعمال الصيانة حيث أن سرعتها بطيئة تصل إلى ٣٠ لفة / دقيقة.

٥ - كفاءة تشغيل عالية:

يمكن استخدام مضخة رفع حلزونية ذات رفع مقداره ٣٥ قدم (١٠,٥ متر) لتحل محل أى مضخة طاردة مركزية ذات رفع مقداره ٦٠ قدم (١٨ متر) وذلك باستبعاد بيارة السحب وتقليل فاقد الاحتكاك، كما يمكن حل مشكلة الرفع الكبير باستخدام أكثر من مضخة مركبة على مراحل متتالية، وتعمل المضخة الحلزونية بكفاءة عالية تصل إلى ٧٥ % مما يقلل من استهلاك الكهرباء واستخدام محركات ذات قدرات أقل.

٦ - سهولة التشغيل:

لا تحتاج إلى فتح وغلق محابس السحب والطرء، ولكن كل ما يلزمها هو موتور الإدارة الذى يدور بسرعة دوران ثابتة.

٧ - لا تحدث تيارات دوامية بالمياه عند ضخها:

وهذا يفيد فى حالة استخدامها فى محطات تنقية مياه الصرف الصحى والحمأة المنشطة حيث لا يؤثر ذلك كثيراً على الحمأة.

عيوب المضخات الحلزونية:

١- لا يمكنها رفع المياه لارتفاعات كبيرة أكثر من ١٠ أمتار لذلك يلزم أحياناً عمل مرحلتين.

٢- تتبع المضخة عادة نظام الطرد المفتوح أى أنه لا يمكنها ضخ المياه تحت ضغط.

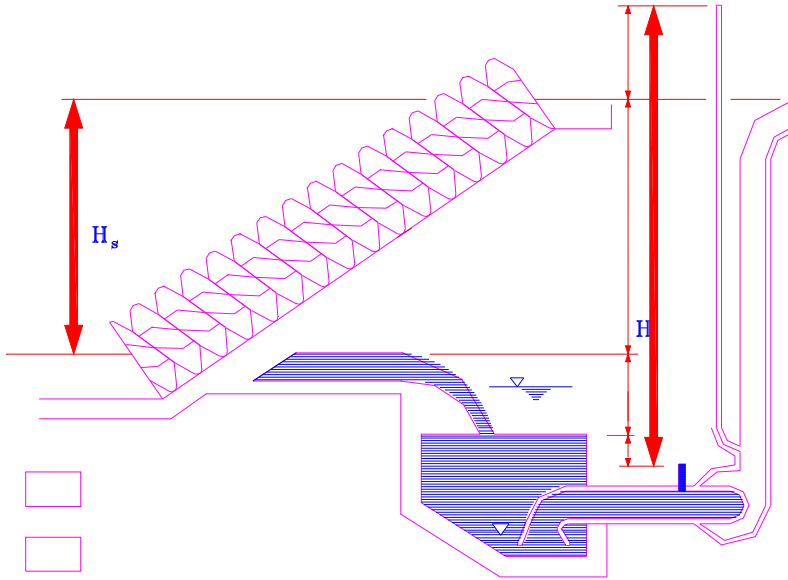
٣- صعوبة تغيير الكرسى العلوى والسفلى فى حالة تلفهما.

٤- إنشاء مثل هذه المحطات تحتاج إلى مساحات كبيرة من الأرض.

٥- تكلفة إنشاء محطة الرفع الحلزونية باهظة وضخمة.

وبوضح الشكل رقم (٢- ١١) اختلاف الرفع الاستاتيكي والمانومتري لمستوى الماء بمضخات الرفع الحلزونية ومضخات الطرد المركزية. والذى يتضح منه أن قيمة H (الرفع الاستاتيكي للمضخات الطاردة المركزية) أكبر من

قيمة H_s (الرفع الاستاتيكي للمضخات الحلزونية) وذلك نظراً لأن المضخات الطاردة المركزية تحتاج إلى عمق تخزين وأيضاً هناك العديد من المفايد في الطاقة بين المواسير والوصلات والمحابس.



شكل رقم (٢ - ١١)

اختلاف الرفع الاستاتيكي والمانومتري لمستوى الماء (H_s)
بمضخات الرفع الحلزونية والمضخات الطاردة المركزية (H)

مكونات مضخات

الرفع الحلزونية

عامود المضخة

عبارة عن ماسورة صلب تسمى (Support tube) سمكها لا يقل عن ١٠ مم وهو الذي يحدد مقدار الترخيم وهي مجوفة وملحومة طولياً على عدة أجزاء حتى تحصل على الطول المطلوب وهو أطول من الحوض قليلاً، وقطرها الخارجى قد يصل إلى ١,٥٦ متر (أو حسب مواصفات كل مضخة) وتكون الريشة ملحومة طولياً عليها وقطر هذه الماسورة (d) هو أحد العوامل التي

تدخل فى تحديد الحجم الكلى للمياه التى يمكن للمضخة أن تحملها بين ريشتين متجاورتين وتكون هذه الماسورة مثبتة عن طريق كراسى تحميل سفلية وعلوية.

الريش أو الحلزونات تركب هذه الريش (Flights) على شكل شرائح معدنية سمكها ٦ مم أو أكثر متصلة ببعضها البعض عن طريق اللحام، ويتم تجليخ هذه اللحامات، ويمكن أن تكون المضخة ذات ريشة واحدة أو اثنتين أو ثلاثة ولها خطوة ثابتة، والخطوة عبارة عن طول المسافة بين الوجهين المتوازيين لريشتين متجاورتين مقاس على طول الجزء الاسطوانى، كل ريشة من ريش المضخة تمتد بطول المضخة من بداية الحوض الخرسانى حتى نهايته، والثلاث ريش ملحومة على ثلاث زوايا متساوية مقدار كل منها ١٢٠ درجة.

أقراص النهايات يمكن تسميتها أيضاً ألواح النهايات، وفائدة هذه الأقراص هى أنها تركب على نهاية عامود المضخة المجوف أو ماسورة المضخة فتسد هذه الفتحات وبالتالي تمنع دخول المياه داخل هذا التجويف.

أعمدة المحاور وتتصل أعمدة المحاور أو الأطراف بأقراص النهايات فى جسم المضخة الحلزونية وهذه الأعمدة تركب فى كراسى التحميل وبالتالي تدور عليها المضخة.

كراسى التحميل العلوية كراسى التحميل العلوية (Upper bearings or Thrust bearings) صممت بنظام التشحيم اليدوى حسب الجداول الموضوعة لذلك أو كل ٥٠٠ ساعة، ويراعى عدم خلط نوعين من الشحم وهذه أنسب الأنظمة للاستخدام مع السرعة البطيئة لهذه المضخة الحلزونية، وفى حالة التشغيل يجب أن يكون الشحم المستعمل مطابقاً للمواصفات الفنية للمعدة.

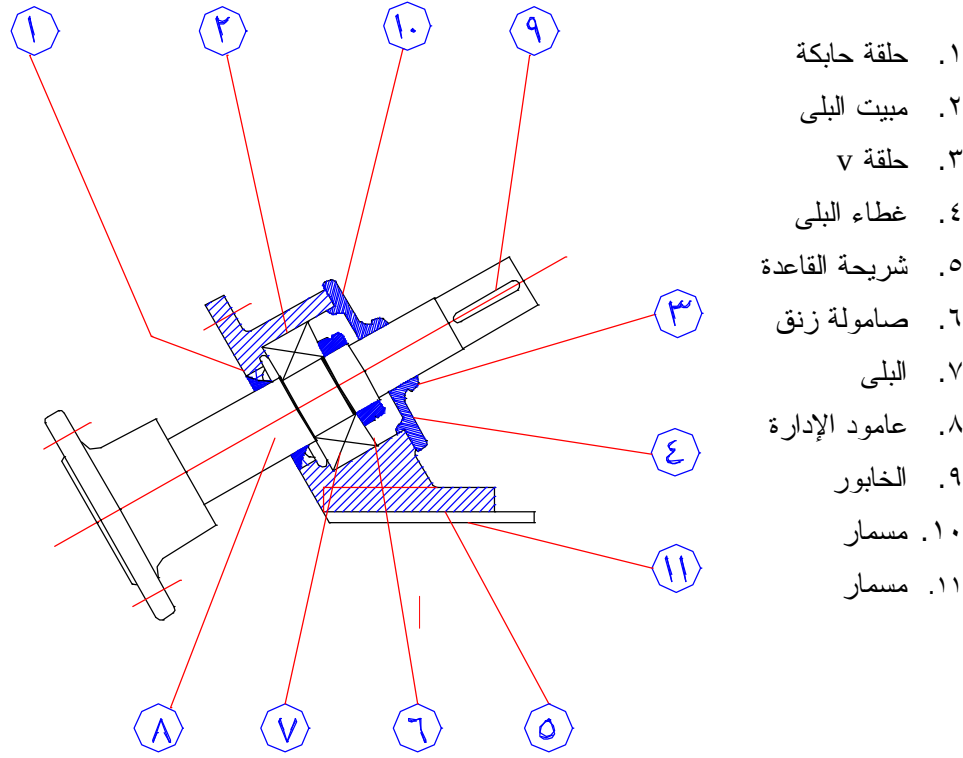
ويتم تزويد الشحم حتى يخرج الشحم القديم بالكامل ويظهر الشحم الجديد فيكون بذلك قد تم تشحيم الكراسى العلوى بالكمية المطلوبة، ويستخدم لذلك

الشحم الليثيومى المتصبن. ويعرض الشكل رقم (٢-١٢) كرسى التحميل العلوى لمضخة الرفع الحلزونية.

الكرسى السفلى

مجموعة معزولة تماماً بعامود مرتكز على كرسى ذو جلبة من البرونز ويم تشحيم الوحدة المحكمة الغلق بصفة مستمرة عن طريق مضخة التشحيم الأتوماتيكية المركبة فى غرفة الموتور، ويجب ضبط تزويد الشحم إلى الكرسى السفلى بحيث تصل القيمة إلى ٠,٠٨ سم مكعب من الشحم فى كل مشوار وتحت ضغط من ١٥ - ٦٠ بار ونوع الشحم (UNEDO) ومعدل التشغيل العادى ١٠٠,٠٠٠ ساعة للكرسى [ما يقرب من عشرين عاماً فى حالة التشغيل لمدة ١٦ ساعة يومياً].

ويجب ملء خزان جهاز التشحيم قبل أن يفرغ تماماً من الشحم كما يراعى تسجيل كمية الشحم المستهلكة يومياً لفحص الكمية المستخدمة أثناء فترة التشغيل، وأيضاً التأكد من وصول الشحم إلى الكرسى السفلى، والكرسى يتركب من جلبة برونز داخل بيت الكرسى ويستخدم الحشو لمنع خروج الشحم مع الجالاند وهناك غطاء حاكم لمنع دخول مياه المجارى بالإضافة للحشو، وضغط الشحم الذى يصل إلى ١٥ - ٦٠ بار يعمل على وجود طبقة رقيقة (Film) بين العمود والجلبة البرونز مما يجعل العمود عائماً، ويجب مراقبة ضغط الشحم وكمية الشحم من وقت لآخر لضمان وصول الشحم إلى الكرسى السفلى والتأكد من خروج الشحم من ماسورة التصريف، ولا يعتمد على أجهزة الحماية الكهربائية. ويعرض الشكل رقم (٢-١٣) كرسى التحميل السفلى، ومعظم الأنظمة الحديثة للتحكم توقف تشغيل المضخة تماماً إذا قل ضغط التشحيم عن المعدل المقنن أو انعدمت عملية التشحيم.



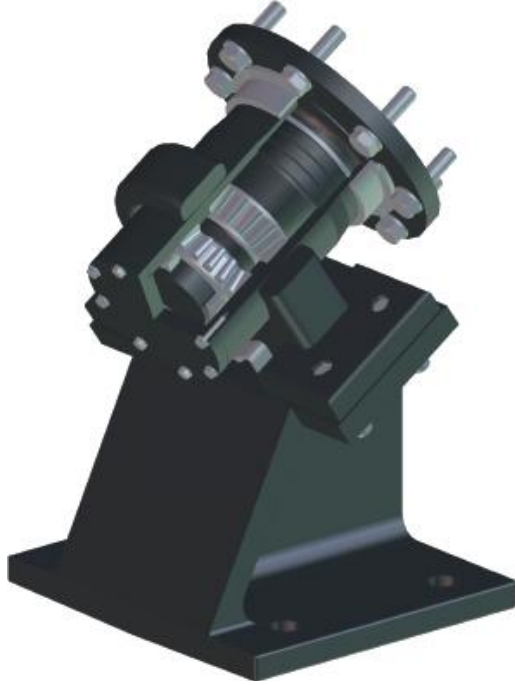
Wall-mounted bearing



Foot-mounted bearing

شكل رقم (٢-١٢)

كرسي التحميل العلوي لمضخة الرفع الحلزونية
والطرق المختلفة لتركيبه



شكل رقم (٢-١٣)
كرسى التحميل السفلى لمضخة الرفع
الحلزونية

بيت المضخة

هو جزء أساسي من مكونات المضخة الحلزونية وبدون هذا البيت لا يمكن للمضخة أن تجمع المياه أو ترفعها، وهو جزء من الإنشاءات المدنية، وينشأ على زاوية الميل المطلوبة، وهذا يمثل جسم المضخة الخارجى والذى تدور داخله المضخة وهذا البيت يماثل تماماً للفليوت فى المضخات الطاردة المركزية ولكنه فى حالتنا هذه لا يكون مغلقاً ولكنه مفتوح على شكل نصف اسطوانة وأحياناً يبطن بيت المضخة ببطانة من الصلب وتركب على جانب بيت المضخة تعرف بالبروفيل والغرض منها هو إعادة المياه فى الجانب العلوي من المضخة وبهذا تقل الطرطشة وانحدار المياه من هذا الجانب.

ويعرض الجدول رقم (٢-٣ أ)، (٢-٣ ب) المواصفات الفنية لأحد المضخات الحلزونية.

جدول رقم (٢ - ٣ أ)
المواصفات الفنية لمضخة حلزونية
بإحدى محطات معالجة مياه الصرف الصحي

بيانات الموقع والمضخة	المواصفات
الحلزون	٦ س
معدل التصريف لتر / ث	٦٥٠
قطر المضخة مم	١٥٦٠
السرعة لفة / د	٣٤٠٥
ماركة المحرك	AEG
الطراز	AM 250 MV-4
قدرة الموتور ك. وات	٥٥
السرعة لفة / د	١٤٧٥
تصنيع صندوق التروس	Flender
الطراز	SDN-250
سعة التخفيض	42.731 : 1
وصلة الكوبلنج	Eupex
الطراز	A-180
تصنيع القابض	Eupex
الطراز	A-440
تصنيع مضخة التشحيم	Woerner GMF-M
الطراز	384 : 1
مانع الدوران العكسي	Stieber
الطراز	CLV-40
طراز البلى السفلى	LGO ø 125
طراز البلى العلوى	LGB-19

جدول (٢-٣) ب

Screw Pumps Specifications

Site	IPS	IWPS	RASPS
Model (Flygt)	3.15	3.15	2.30
Flow rate (m ³ /s)	2.55	2.55	1.583
Touch Point from the sea level (m)	8.77	16.11	16.66
Filling Point (m)	10.61	17.25	18.19
Discharge height (m)	19.7	25.25	23.38
Theo. Static lift (m)	9.09	7.3	5.19
External diameter (m)	3.15	3.15	2.3
Internal diameter (m)	1.52	1.52	1.22
Overall length (m)	21.21	17.21	15.32
Effective length (m)	17.75	14.845	13.43
Inclination angle	38°	38°	38°
Pitch (m)	3.15	3.15	2.3
Number of flight	3	3	3
Tichness of flight (mm)	10	10	7
Tichness of flight (mm)	14	14	10
Speed of rotation (R.P.M.)	23.4	23.4	27.9
Efficiency ay nominal (%)	82	82	80
Power absorbed on screw (kW)	294	240	117
Rotation sensor	1	1	1

الحماية الكهربائية

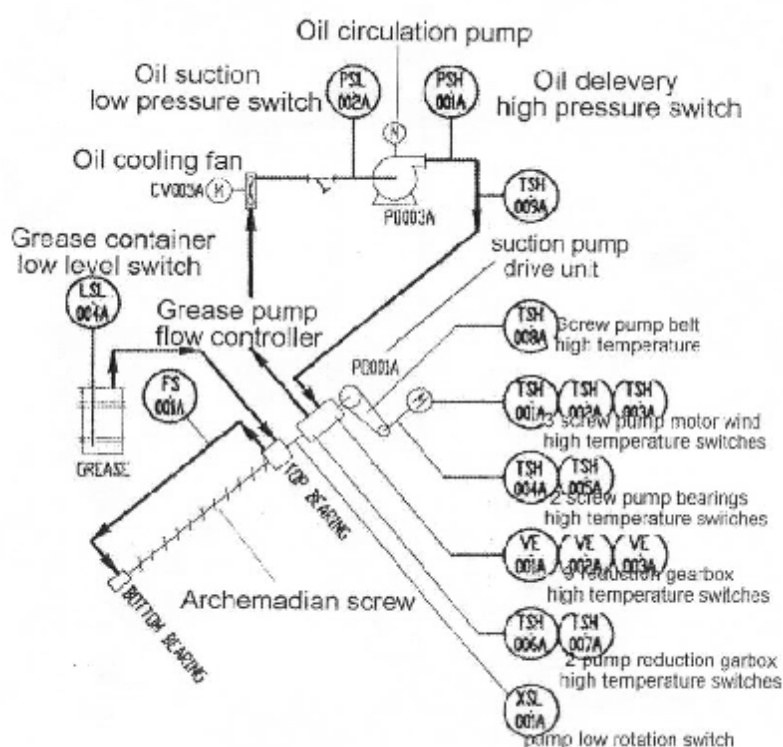
على الطلبات

الحلزونية

نظرًا لأهمية الطلبات الحلزونية ونظرًا لأن صيانتها مكلفة جدًا فيجب حمايتها من الأعطال وإيقافها أوتوماتيكيًا حتى لا تتفاقم هذه الأعطال. ويعرض الشكل رقم (٢-١٣) جميع الحماية الموجودة على الطلبية الحلزونية وتشمل:

١. حساس لانخفاض مستوى الشحم في خزان الشحم لطلبية الشحم المغذية للكرسي السفلي.
٢. حساس تدفق للشحن الواصل إلى الكرسي السفلي.
٣. حساس للضغط المنخفض للزيت الخاص بصندوق التروس.
٤. حساس للضغط العالي للزيت الخاص بصندوق التروس.

٥. حساس لدرجة الحرارة العالية للزيت الخاص بصندوق التروس عند خروجه من طلمبة الزيت.
٦. حساس لدرجة الحرارة العالية للسيور.
٧. عدد ثلاث حساسات لدرجة الحرارة العالية للثلاث ملفات الخاصة بالموتور الكهربائي.
٨. حساس لدرجة الحرارة العالية لكروسي المحمل الخاص بالموتور الكهربائي ناحية الطنبورة والسيور.
٩. حساس لدرجة الحرارة العالية لكروسي المحمل الخاص بالموتور الكهربائي ناحية مروحة الموتور.
١٠. حساسات لاهتزاز صندوق التروس وعددها ثلاثة.
١١. عدد "٢" حساس لدرجة الحرارة العالية لصندوق التروس.
١٢. حساس لدوران الحزون (الطلمبة).



شكل رقم (٢-١٣)

الحمايات الموجودة على الطلمبة الحلزونية

العوامل المؤثرة على تصرف مضخة الرفع الحلزونية

كمية التصريف

تعتمد كمية التصريف على العوامل الآتية:

١ - قطر المضخة:

يبدأ من ١٢ - ١٩٢ بوصة أو أكثر وتزداد سعة المضخة بزيادة القطر مع تثبيت العوامل الأخرى.

٢ - سرعة المضخة:

أقصى سرعة للطلبة يمكن استنتاجها من العلاقة التالية:

$$\text{أقصى سرعة (N)} = ٥٧٦,٧ / D^{0.666}$$

وتكون السرعة باللفة في الدقيقة والقطر بالبوصة.

فمثلاً لو كان القطر ٢٢ بوصة فبالتعويض في المعادلة السابقة فتكون السرعة $٥٧٦,٧ / (٢٢)^{0.666} = ٢٣$ لفة / دقيقة. وعندما تزداد سرعة المضخة عن أقصى سرعة كما في المعادلة السابقة يحدث فقد في الطاقة المائية وبالتالي الجودة نتيجة أن المياه تفقد من على عامود المضخة إلى الشنبر السفلى، وهناك سرعة موصى بها لكل قطر مضخة حتى نضمن عدم فقد الطاقة الموجودة.

٣ - عدد الريش:

تزداد السعة ٢٠ % لكل زيادة في عدد الريش وفي نفس الوقت تقليل الفراغات، والمضخة ذات الريشة الواحدة تعطي ٦٤% من السعة الكلية لو كانت ذات ثلاث ريش. وسمك الريشة يتغير مع القطر كما يلي:

من قطر ١٢ - ٢٤ بوصة يكون السمك ٠,٢ بوصة (٥,١ مم).

من قطر ٣٠ - ٩٦ بوصة يكون السمك ٠,٢٥ بوصة (٦,٣٧٥ مم).

أعلى من قطر ٩٦ بوصة يكون السمك ٠,٣ بوصة (٧,٦٥ مم).

عدد الريش الموجودة على جسم المضخة ٣ ريشة أو ريشتين أو ريشة واحدة حسب تصميم المضخة.

٤ - زاوية الميل ٣٣ درجة:

تقل السعة بمقدار ٣ % من السعة الكلية بزيادة درجة واحدة في الميل كما هو معروض بالشكل رقم (٢-١٤)، وقد أعطيت السعة ١٠٠ % عند زاوية ٣٠ درجة ميل وتقل السعة بزيادة الزاوية عن ٣٠ درجة وتزداد بنقصان الزاوية عن ٣٠ درجة.

٥ - النسبة بين قطر المضخة للريشة وقطر العمود:

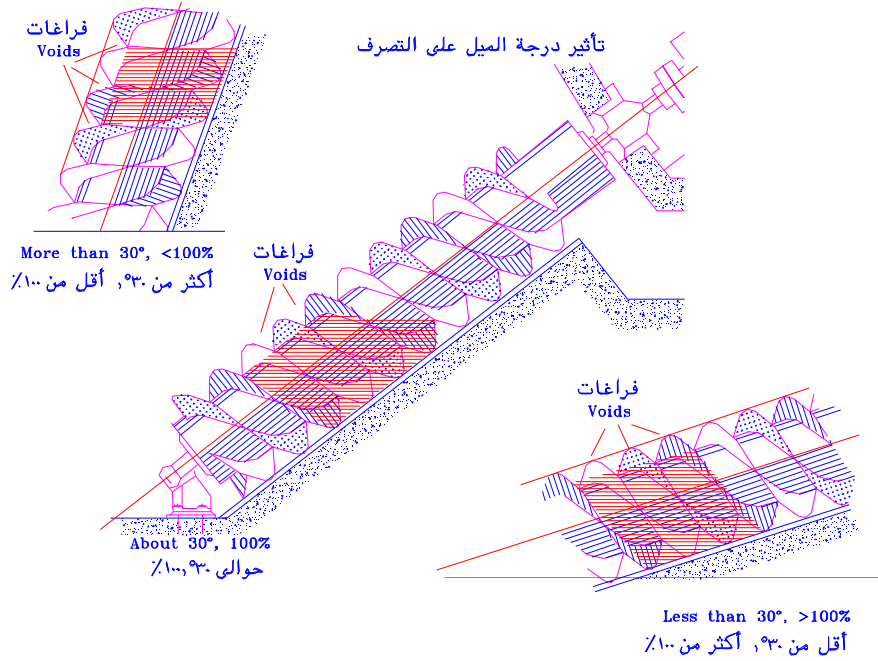
توجد علاقة بين قطر المضخة D وقطر العمود d حيث $K = d / D$ وتتراوح قيمة K بين ٠,٤ ، ٠,٦ ، وقد لوحظ أنه عندما تكون K بين ٠,٤٥ ، ٠,٥٥ نحصل على أقصى تصرف، كما هو معروض في الشكل رقم (٢-١٥)

٦ - الفراغ بين الريش وحوض المضخة:

ومن الأشياء المهمة التي يجب مراعاتها في المضخة الحلزونية هي الخلوص بين ريش المضخة والحوض حيث يؤثر ذلك على سعة المضخة وتسرب المياه من هذا الخلوص يقلل من تصرف المضخة وبالتالي يقلل من كفاءة المضخة، ولذلك يجب تعيين هذا الخلوص بدقة. ويعتمد هذا الخلوص على قطر المضخة الخارجي ويجب ألا يزيد عن النسبة التالية: $x = 0,0282$ ق حيث x الخلوص، q قطر المضخة (بال بوصة)

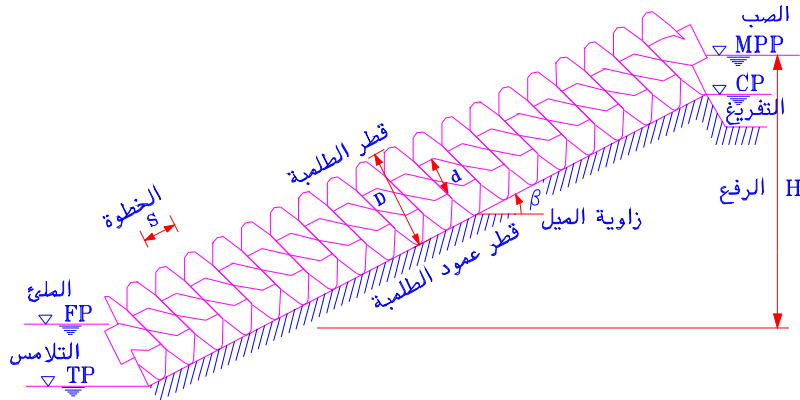
٧ - منسوب المياه في بئارة الدخول:

تعتمد السعة للمضخة على نقطة الامتلاء (F.P.) وتكون أقصى قيمة لها عند هذه النقطة وعند ارتفاع ٦٠ % من منسوب نقطة الامتلاء نجد أن السعة تصبح ٣٤ % من السعة القصوى.



شكل رقم (٢-١٤)

تأثير درجة الميل على التصريف

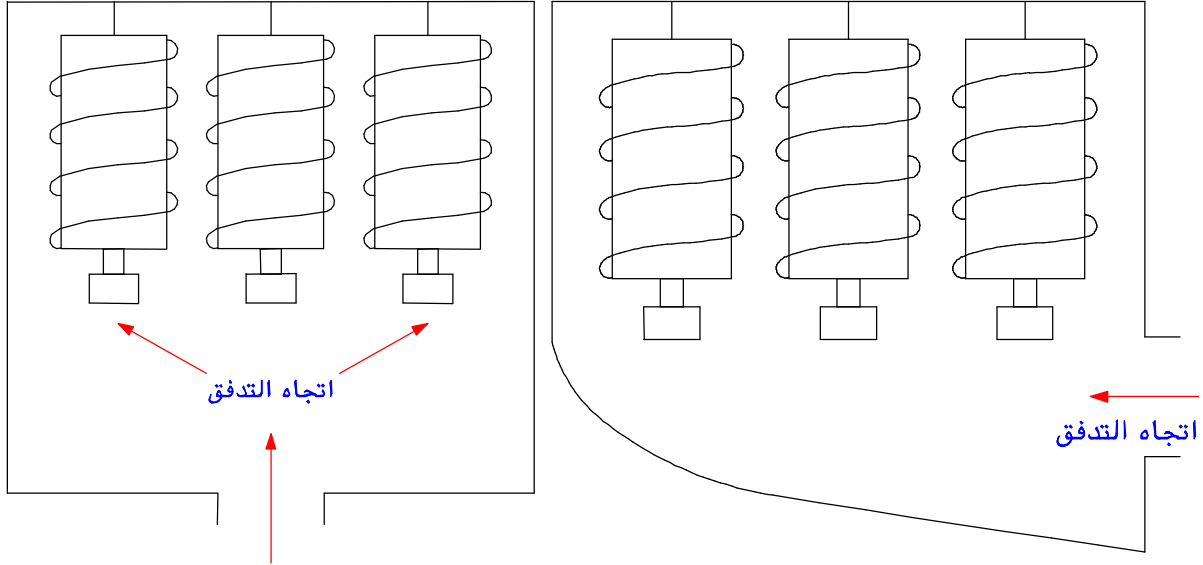


شكل رقم (٢-١٥)

العلاقة بين قطر العمود وقطر الريشة

التوزيع المتساوي لابد أن يكون التدفق الداخل إلى المضخات من الاتجاه الصحيح الذي يضمن

للتدفق على المضخات التوزيع المتساوى للتدفق على المراوح ويكون فى مواجهة المضخات أو بزاوية ميل لتدفق المياه حتى نضمن التوزيع المتساوى للمياه على مراوح المضخات كما هو معروض بالشكل رقم (٢-١٦).



شكل رقم (٢-١٦)

التدفق المتساوى على مضخات الرفع الحلزونية

١ - العلاقة بين معدل التصريف لتر / ثانية ومنسوب نقطة الامتلاء:
 فيكون التصريف عند أقصى قيمة له عند منسوب نقطة الامتلاء، وكلما قل منسوب المياه عن نقطة الامتلاء قل معدل التصريف.

منحنيات أداء
المضخة

٢ - القدرة المستهلكة:
 تكون القدرة المستهلكة عند أقصى قيمة لها عندما يكون منسوب المياه عند منسوب نقطة الامتلاء، وتقل بانخفاض منسوب نقطة الامتلاء.

٣ - الكفاءة:
 تكون أقصى قيمة للكفاءة عندما يكون منسوب المياه عند منسوب نقطة الامتلاء، وتقل الكفاءة بانخفاض منسوب المياه عن نقطة الامتلاء.

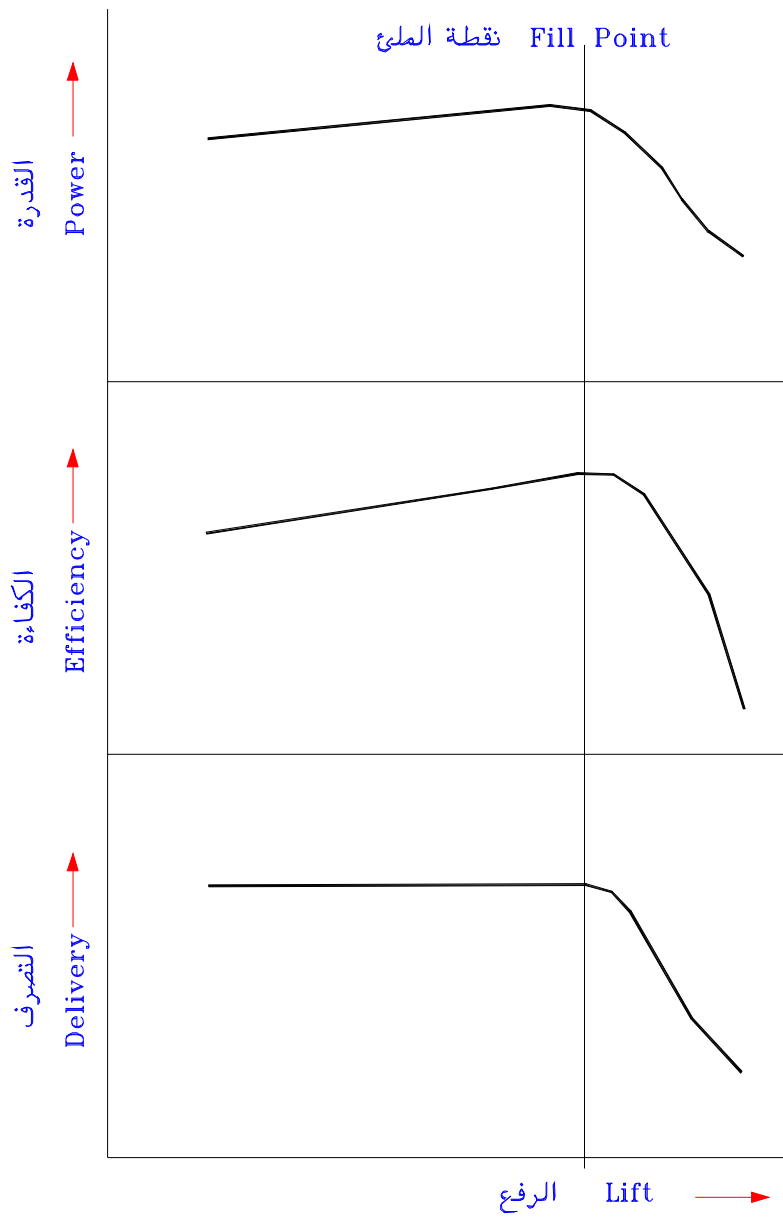
ويبين الجدول رقم (٢-٤) العلاقة بين قطر المضخة والسرعة (لفة/ دقيقة)، مع التصرف بالجالون.

جدول رقم (٢-٤)

العلاقة بين قطر المضخة والسرعة مع التصرف

السرعة (ل/د)			السرعة (ل/د)
38° ل/د	35° ل/د	30° ل/د	
٦٧٠	٧٧٠	٩٩٠	٢٤
٢١٠٠	٢٥٠٠	٣٢٠٠	٣٦
٤١٠٠	٤٩٠٠	٦١٠٠	٤٨
٧١٠٠	٨٤٠٠	١٠٥٠٠	٦٠
١٠٦٠٠	١٢٦٠٠	١٥٩٠٠	٧٢
١٥٥٠٠	١٨١٠٠	٢٢٩٠٠	٨٤
٢١٢٠٠	٢٤٧٠٠	٣١٧٠٠	٩٦
٢٧٨٠٠	٢٣٨٠٠	٤١٩٠٠	١٠٨
٣٥٣٠٠	٤١٥٠٠	٥٣١٠٠	١٢٠
٤٤٠٠٠	٥١٥٠٠	٦٦٢٠٠	١٣٢
٥٣٩٠٠	٦٢٩٠٠	٨١٠٠٠	١٤٤
٦٥٤٠٠	٧٦١٠٠	٩٧٩٠٠	١٥٦
٧٩٢٠٠	٩١٩٠٠	١١٧٣٠٠	١٦٨
٩١٨٠٠	١٠٧٣٠٠	١٣٧١٢٠	١٨٠
١٠٥٦٠٠	١٢٥٠٠٠	١٥٩٣٠٠	١٩٢

ويوضح الشكل رقم (٢-١٧) منحنيات الأداء للمضخة الحلزونية.



شكل رقم (٢- ١٧)
منحنيات الأداء للمضخة الحلزونية

التشغيل وتتبع الأعطال عند تشغيل المضخات الحلزونية لرفع المياه من مستوى منخفض إلى مستوى أعلى، يجب على فنى التشغيل أن يعرف بعض المصطلحات الفنية التى تدخل فى عملية التشغيل، وهذا يساعده على وصف أداء المضخة. وهناك ٤ نقاط أساسية يجب معرفتها كما هو معروض بالشكل رقم (٢-١٨).

نقطة التلامس (T.P.) Touch Point:

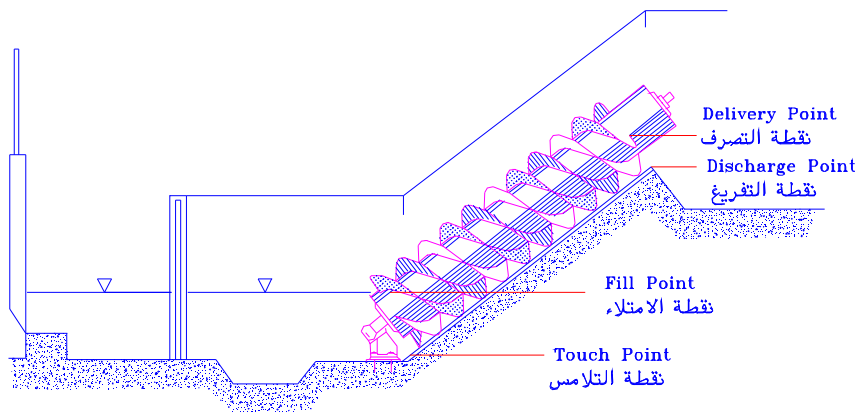
وعند هذه النقطة يكون الماء فى أقل منسوب يمكن للمضخة بدء الرفع منه وتعتبر هذه النقطة هى بداية التلامس بين الماء والمضخة (الريش). ويكون التصرف = صفر.

نقطة الملء (F.P.) Filling Point:

عندما يبدأ الماء فى الارتفاع حتى يصل إلى منسوب نقطة التلامس بين الريش والسطح العلوي لعامود المضخة وذلك عند محورها. فعندما يصل الماء إلى هذه النقطة تكون كفاءة المضخة فى أعلى قيمة لها ويكون الرفع أكبر ما يمكن وعندها التصرف = ١٠٠ %.

نقطة التفريغ أو العتبة Discharge point:

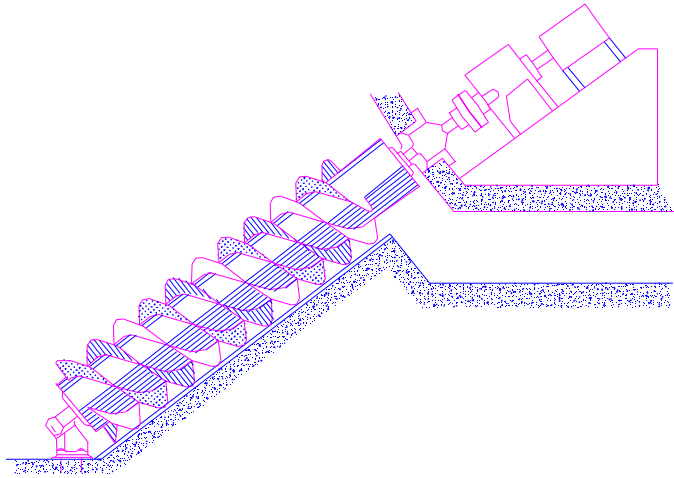
عندما تدور المضخة فيرتفع الماء خلال الريش حتى يبدأ فى التفريغ عندما يصل الماء إلى أعلى نقطة ملفوفة (الريشة) فى السطح السفلى للمضخة وهذا معناه أن هناك حافة تغلق خط الطرد عند مصب المضخة وهذه النقطة هى نقطة التفريغ أو العتبة.



شكل رقم (٢-١٨)
نقطة التلامس والملء
والتفريغ

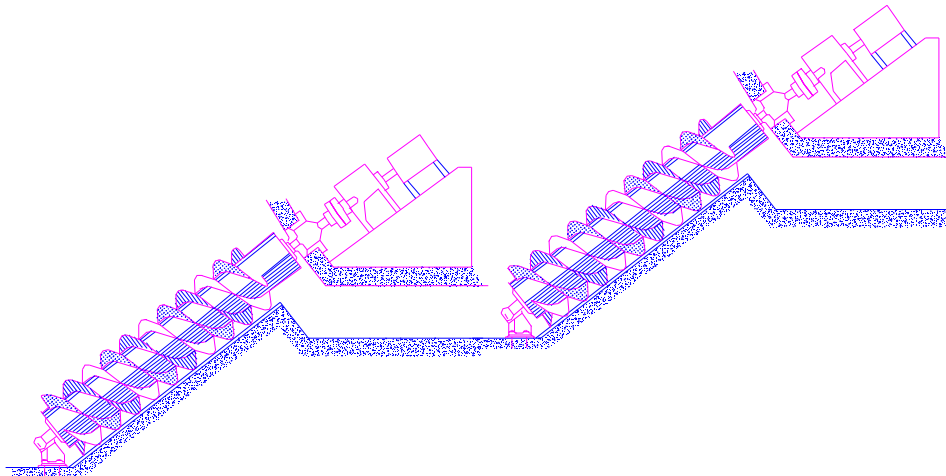
نقطة الصب Delivery point:

وعند هذه النقطة يكون التفريغ من المضخة أكبر ما يمكن وإذا حدث لأى سبب أن ارتفع الماء فى خط الطرد لأعلى من هذه النقطة فإنه يرتد إلى داخل المضخة مرة ثانية. وأقصى ارتفاع (Lift) للمضخة الحلزونية لا يتعدى ١٠ متر وإذا زاد عن ذلك لزم عمل مرحلتين كما هو موضح بالشكل رقم (٢-١٩)، (٢-٢٠).



شكل رقم (٢-١٩)

مضخة حلزونية مرحلة واحدة



شكل رقم (٢-٢٠)

مرحلتان من الرفع للمضخة الحلزونية

احتياطات التشغيل بعد الصيانة

لتشغيل أي مضخة حلزونية أو عدد من المضخات الحلزونية يجب على القائمين بالتشغيل إتباع عدد من الخطوات قبل بدء التشغيل الفعلي وهذه الخطوات ضرورية لضمان الإدارة السليمة للمضخة. ويجب أن تتم بواسطة شخصين على الأقل ويكون مهامهم التأكد من الآتي:

١. أن البوابات- إن وجدت - مقفولة حتى يتم إدارة المضخة بدون حمل.
٢. فحص عيني لمجرى الدخول وبيارة المضخة للتأكد من عدم وجود أى أجسام غريبة من الممكن أن تضر المضخة عند بدء الإدارة.
٣. فحص عيني لريش المضخة للتأكد من عدم وجود أجسام غريبة أو تغيير أو انثناءات في أجزاء الريشة.
٤. خلو مجرى الطرد من أي عائق وأن بوابات الطرد مفتوحة تماماً.
٥. مراجعة منسوب الزيت في صندوق التروس عن طريق زجاجة البيان.
٦. تشحيم الكرسي العلوي عن طريق المشحمة.
٧. التأكد من وجود شحم في خزان مضخة الشحم.
٨. إجراء فحص عيني للمنطقة المحيطة بصندوق التروس والموتور.
٩. تنظيف أي آثار للشحم أو بقع الزيت ويجب تحديد مصدر هذه الشحوم
١٠. عدم ترك أي مهملات في الممرات الموجودة بجانب كل المضخة.
١١. تركيب واقي الحماية على وصلات الازدواج والتأكد من ربطه بإحكام
١٢. ومن ضمن الأشياء التي يجب الكشف عليها قبل بدء التشغيل هي كمية الزيت والشحم، فيجب التأكد من أنهما عند المستوى المناسب، فإذا وجد أي نقص في خزان الزيت أو الشحم فيجب إعادة ملء هذه الخزانات مرة ثانية.

كذلك يجب فحص الشحم الخاص بالكرسي السفلى وبوجه خاص لأنه لو حدث نقص في هذا الشحم ولم يتواجد المقدار الكافي منه لتشحيم الكرسي فإن أجهزة حماية المضخة ستقوم بإيقاف المضخة تلقائياً - إذا كانت المضخة مجهزة بهذا النظام، ويجب أيضاً الكشف على الكرسي السفلى من وقت لآخر بنزول المشغل إلى أسفل والكشف الظاهري على الكرسي.

تنبيه:

لا تحاول إدارة أي مضخة حلزونية بدون وجود الشحم المناسب.

عند الكشف على الشحم يجب مراعاة ما يلي:

- الشحم بالنسبة للكرسى السفلى والعلوى.
- الزيت بالنسبة لصندوق التروس

وعندما ننتهى من إجراء هذا الكشف بالنسبة للزيت والشحم وباقى الخطوات السابقة يمكن البدء فى تشغيل المضخة.

ترتيب إدارة المضخة

من غير المجدي ترك مضخة من المضخات بدون عمل لعدة أيام متصلة، ولذلك يجب تبديل المضخات حيث يدخل بعضها العمل وبعضها الآخر احتياطي. ويجب أن نضع في الاعتبار أن تقوم جميع المضخات بعدد متساوٍ من الساعات لأن هذا يؤدي إلى التآكل المتساوي والاستهلاك المتساوي للمضخات، كذلك يساعد على تواجد جميع المضخات جاهزة لأنه طالما أن المضخة تعمل فستجرى لها الصيانات بصفة مستمرة، كما أن أى أعطال سوف تظهر يتم إصلاحها فوراً.

ويعرض الجدول رقم (٢-٥) الجدول التشغيل الشهري للمضخة، ولو اتبعنا جدولاً بهذا الشكل فسنضمن أن كل مضخة ستعمل نفس المقدار من الساعات وسنضمن بالتالي أنه لن توجد أي مضخة بدون عمل عدة أيام متتالية.

جدول رقم (٢ - ٥)
جدول التشغيل الشهري لطلميات الرفع الحلزونية

التاريخ																															الشهر	
٣١	٣٠	٢٩	٢٨	٢٧	٢٦	٢٥	٢٤	٢٣	٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧	١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١	١٠	٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	اليوم رقم	
					*	*					*	*					*	*					*	*					*	*	الطلمية	
*																															الطلمية الأولى	
			*	*					*	*					*	*					*	*					*	*				الطلمية الثانية
	*	*					*	*					*	*						*	*				*	*						الطلمية الثالثة

مشروع تدريب العاملين بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي بأبو ساعد بحلوان - عقد (٥) كيمونكس مصر للاستشارات
الدورة التدريبية عن: تشغيل وتتبع أعطال أحواض التركيز وطلميات الحمأة وأعمال تداول الحمأة والتخزين والنقل

تسجيل بيانات التشغيل

هناك بيانات يجب تسجيلها لكل مضخة حلزونية وكل موتور وكل صندوق تروس.

المضخة الحلزونية:

- ساعات التشغيل.
- تصرف كل مضخة متر مكعب / يوم.
- استهلاك الشحم في مضخة الشحم.
- استهلاك الزيت وتغيير الزيت مع ملاحظة كمية الزيت المستبدلة وكمية الزيت الجديدة ونوع ودرجة الزيت.
- المواد المستخرجة من مجرى الدخول وبيارة المضخة.
- أي منافذ هامة أخرى (الإدارة - الإيقاف - انقطاع الكهرباء).
- اسم الشخص الذي قام بالتسجيل.

صندوق التروس:

- درجة حرارة الزيت.
- عدد مرات تغيير الزيت.
- اسم القائم بالتسجيل.

الموتور:

- درجة حرارة الموتور ودرجة حرارة الجو المحيط به.
- قياس شدة التيار بالأمبير (قياس الحمل).
- قراءة العدادات الموجودة على كرسي التحميل والخاصة بالحرارة.
- اسم القائم بالتشخيص.
- درجات حرارة كراسي المحرك.
- درجات حرارة الملفات.
- شدة التيار في الثلاث أوجه.

مشاكل التشغيل والتغلب عليها نستعرض فيما يلي أهم مشاكل التشغيل والتغلب عليها عند تشغيل الطلمبات الحلزونية ويعرض الجدول (٢-٦) أهم هذه المشاكل:

جدول رقم (٢-٦)
مشاكل التشغيل والتغلب عليها

اسم المعدة	الأعراض	الأسباب المحتملة	العلاج
الحلزونة	ضوضاء شديدة في مكان الحلزونة أثناء بدء التشغيل	جسم الحلزونة ملاصق لمكان الدوران	رش جسم الحلزونة بالماء - غطي جسم الحلزونة حتى تصل لدرجة الحرارة المحددة للتشغيل
الموتور	توقف دوران الموتور	- حمل زائد - توقف الطلمبة نتيجة لانحشار جسم صلب - ارتفاع درجة حرارة الكرسي العلوي أو السفلي	- غير الفيويز - نظف أى عائق من حول الطلمبة الحلزونية - تأكد من حفظ الشحم - تأكد من درجة حرارة الزيت في دورة الكرسي العلوي - تأكد من درجة حرارة الكرسي العلوي
انخفاض ضغط الشحم	توقف الطلمبة الحلزونية	- تسريب في خط التشحيم - خزان الشحم فارغ - تعطل طلمبة الشحم	- يتم إصلاح خط الشحم - املأ خزان الشحم - قم بفحص وإصلاح طلمبة الشحم
ارتفاع ضغط الشحم		انسداد مواسير الشحم	يتم إصلاح خط الشحم
الكرسي العلوي		ارتفاع في درجة حرارة الزيت	انخفاض مستوى الزيت
صندوق التروس		- ضغط الزيت منخفض أو مرتفع - حرارة مرتفعة	- تلف طلمبة الزيت - أختبر مستوى الزيت - عاير العدادات إذا لزم الأمر

اسم المعدة	الأعراض	الأسباب المحتملة	العلاج
	في حالة انقطاع التيار الكهربائي أو عدم إمكانية تشغيل المعدة	عدم وصول كهرباء إلى الـ MCC	الضغط على زر الـ Reset في حجرة الجهد المنخفض.
	عدم إمكانية تشغيل أي معدة إضافية	فقد التيار المستمر DC القادم من الشواحن الكهربائية في حجرة الضغط العالي	الضغط على زر الـ Reset في حجرة الجهد المنخفض. تأكد أن اللبنة الحمراء الموجودة على لوحة الشواحن تعمل وإبلاغ الصيانة ولا يتم إيقاف أي معدة حتى تُحل هذه المشكلة.
	عدم إمكانية تشغيل الطلبية أوتوماتيكياً	توقف الـ PLC	تشغيل الطلبات يدوياً حسب الخطوات وإبلاغ رئيسي الوردية والصيانة.
	توقف الطلبية بسبب إنذار	اهتزاز مفاجئ	الضغط على زر Reset للإنذار وإعادة تشغيل الطلبية وتسجيل المشكلة في التقرير.
		اهتزاز مستمر	تشغيل طلبية أخرى حسب تعليمات رئيس الوردية ووضع علامة عدم التشغيل على الطلبية
		اهتزاز شديد و/ أو درجة حرارة مرتفعة من السير	تشغيل طلبية أخرى وفحص الأسباب التي أدت إلى رفع درجة الحرارة. وكتابة تقرير عن ذلك، ووضع علامة "عدم التشغيل على المعدة".
		حمل زائد على محرك الطلبية	فحص القناة الرئيسية للدخول لملاحظة أي أجسام غريبة أو أي شيء عالق على جسم الطلبية.

اسم المعدة	الأعراض	الأسباب المحتملة	العلاج
		درجة حرارة الزيت مرتفعة	تشغيل طلمبة أخرى وترك طلمبة الزيت والمروحة تعمل يدويًا لمدة ساعة. وفحص خط الزيت والمبادل الحراري لاحتمال وجود تسريب للزيت. ترك الطلمبة في الاحتياط إذا لم يلاحظ أي شيء غريب. إيقاف الطلمبة ووضع علامة عليها في حالة وجود مشكلة أو عدم التعرف على نوع المشكلة.
	البوابة الكهربائية لا تعمل	المحرك خارج الخدمة	يمكن فتح البوابة يدويًا عن طريق الطارة الملحقة به
		البوابة مغلقة بعنف أو محشور بحيث لا يمكن فتحها	إيقاف الطلمبة التي تعمل على هذه البوابة وتشغيل أخرى والاتصال بالصيانة
		البوابة الموجودة في بيارة سحب الطلمبة مفتوحة ولا تقبل الغلق لوجود زنق أو حشر بها	مثل الخطوة السابقة
	البوابة لا تعمل على الوضع الـ Remote ولكن تعمل على الوضع الـ Local	أثناء التغيير من الوضع Local إلى الوضع الـ Remote يظهر إنذار على لوحة الـ P01B	يتم عمل Acknowledge (قبول للإنذار) وإعادة التشغيل على الوضع الـ Remote
	مراوح التهوية لا تعمل (متوقفة)	المحرك لا يعمل أو معطل	فحص مفتاح التيار الكهربائي في الـ MCC وفحص وجود أي جسم غريب في المراوح وإبلاغ الصيانة.

دراسة حالة

نستعرض فيما يلي بعض الأعطال الحقيقية وكيفية إصلاحها، وكذا بعض مشاكل التشغيل وكيفية التغلب عليها.

الظواهر والأعراض

هناك بعض الظواهر والأعراض التي ظهرت وهي:

- صوت احتكاك شديد ناحية الكرسي السفلى
- بالكشف تبين تآكل شديد في جلبة الكرسي السفلى مما يدل عن عدم وجود الشحم.

الأعمال التي تمت

تم إجراء بعض أعمال الصيانة، وفيما يلي بيان بها:

الكشف على مواسير الشحم:

- معظمها تالف منها المكسور ومنها المسدود نتيجة لانبعاجها.
- تم تغيير كل مواسير الشحم بأخرى جديدة وتم اختبار صلاحيتها وذلك بدفع كمية من الشحم بها من بداية الدورة حتى نهايتها.

الكشف عن مواتير ظلمبات التشحيم:

- وجدت أن كلها تعمل بحالة جيدة عدا واحد تم إصلاحه.

الكشف عن ظلمبات التشحيم:

- تبين أن كل ظلمبات التشحيم لا تعمل، ووجدت العيوب الآتية.

الكباس:

بفحص الكباس وجد ما يلي:

- أحدهم مكسور
- اثنين محشورين في الجراب
- الأخير مشروخ عند الرأس (نقطة اتصاله بالكامة)

ولطبيعة عمل هذا الكباس لابد أن يكون من الصلب المقسى أو الصلب السبائك ذو صلابة عالية وذلك ليتحمل الاحتكاك المستمر أثناء دخوله وخروجه من الجراب.

لابد أن يكون فى كامل استقامته وأى اعوجاج حتى لو جزء من الألف من المليمتر يتسبب فى انحشاره وعدم حركته داخل الجراب.

كذلك وجود أى مواد صلبة مثل ذرات الرمل أو غيرها من الرواسب فى الشحم سوف يعوق حركة الكباس ويتسبب فى وجود خدوش فى جسم الكباس أو الجراب ويقلل الضغط المطلوب للتشغيل.

لابد أن يكون سطح الكباس فى أعلى درجة نعومة (تجليخ) ولا يكون هناك فرق بين الكباس وبين الجراب إلا ما يسمح لمروور الكباس داخل الجراب فقط وذلك للحصول على أعلى تشغيل أثناء عمل الكباس، وأى خشونة فى الكباس تسبب إعاقة للحركة أو تسريب للضغط.

الجراب:

مصنوع من الصلب السبائكى عالى الصلابة ويتم تجليخه من الداخل ليكون سطحه ناعم جدا ليضمن عدم تهريب الضغط مع الكباس.

والجراب هو الجزء الذى يدخل فيه الشحم من الخزان ويخرج منه إلى مواسير الشحم، ومن الممكن ضبط حجم غرفة الشحم وذلك لضبط كمية الشحم الخارجة فى كل مشوار.

طريقة عمل الجراب:

- عند استخدام الكباس بعيدا عن الجراب عن طريق الكامه يحدث خلخلة فى الضغط تتسبب فى دخول كمية من الشحم من الخزان إلى غرفة الشحم من خلال فتحة رقم (١)
- عند رجوع الكباس ثانيا يضغط الشحم الموجود بغرفة الشحم جزء منه يخرج من الفتحة رقم (١) والآخر من الفتحة رقم (٢) إلى الفتحة رقم (٣) حتى يصل الكباس إلى الفتحة رقم (١) ليغلقها ويخرج كل الشحم من الفتحة رقم (٢) ليصل إلى الفتحة رقم (٣) ثم إلى مواسير الشحم.

- عن طريق جلبه نحاس في نهاية جسم الكباس تحرك بعده خاصة في اتجاه عقارب الساعة أو عكس عقارب الساعة يتم تحريك عمود ضبط الشحم إلى الأرقام أو الخلف وبالتالي التحكم في غرفة الشحم وكمية الشحم الخارجة.

الأعطال وعلاجها:

١. خشونة في السطح الداخلى للجراب نتيجة لدخول رواسب أو مواد صلبة من خلال شحم غير نظيف، وهذا يسبب إما هروب الضغط أو وانحشار عمود الكباس وعدم حركته.

العلاج: إعادة تجليخ السطح الداخلى

٢. انسداد مجرى الشحم:

العلاج: تسليك مجرى الشحم بالهواء أو سلك رفيع مرن

محبس عدم الرجوع:

عمل محبس عدم الرجوع:

عن طريق إدارة الغطاء المتحرك، يتم تغيير الضغط على السوستة التى بالتالى تضغطه على البلية أو العكس ليقول الضغط، وعند خروج الشحم يضغط على البلية من أسفل ويخرج من حول البلية إلى أعلى من خلال الفتحة الموجودة فى الغطاء المتحرك، وهذا النظام لا يسمح برجوع الشحم من أعلى البلية حيث أن السوستة تضغط على البلية لأسفل لإحكام الغلق.

عدم عمل محبس عدم الرجوع بكفاءة:

رجوع الشحم ثانية من المواسير إلى داخل الطلمبة.

السبب:

وجود رواسب تعوق إحكام قفل البلية وبالتالي يسمح برجوع الشحم الموجود فى المواسير حيث أنه تحت ضغط عالى.

العلاج:

فك محبس عدم الرجوع وغسله جيدا والتأكد من سلامة سطح البلية وانتظامه.

- التأكد من سلامة السوستة
- التأكد من نظافة الشحم
- تركيبه ثانيا واختبار عمله

ملحوظة:

يتم ضبط ظلمبة الشحم لتخرج ٠,١٥ سم^٣ كل مشوار على الأكثر وبالتالي الكمية الكلية في الساعة تحسب كالتالى:

$$\text{الكمية في الساعة} = \text{عدد مرات الكبس في الدقيقة} \times ٠,١٥ \times ٦٠$$

$$= ٩,٨٦ \text{ سم}^٣ / \text{ساعة}$$

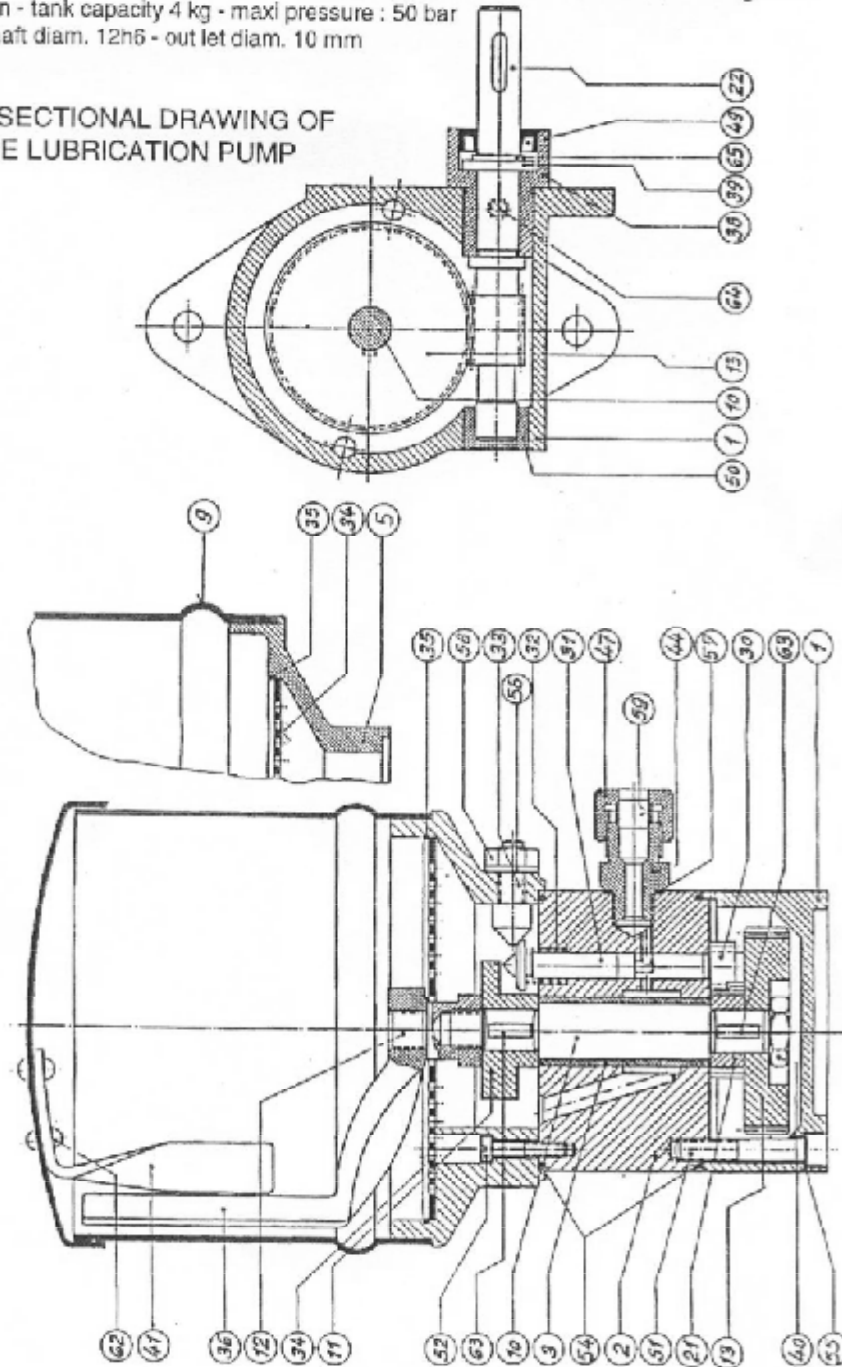
الخزان الذى يسع لتر يكفى لمدة ١٠١٤,٢ ساعة تشغيل.

ويبين الشكل رقم (٢-٢١) ظلمبة الشحم من الداخل ومكوناتها بالجدول رقم (٢-٧) في إحدى محطات معالجة الصرف الصحي.

V - SECTIONNAL DRAWING

Grease lubrication pump "FKR" - 1 out put grease - ratio reduction 57/1 - flow 0,1 cm³ right
direct rotation - tank capacity 4 kg - maxi pressure : 50 bar
horizontal shaft diam. 12h6 - out let diam. 10 mm

FIG 1 : SECTIONAL DRAWING OF
GREASE LUBRICATION PUMP



These operating instructions must not be wholly or partly reproduced for competitive purposes,
used in any unauthorised way, or made available to third parties without our agreement

شكل رقم (٢ - ٢١)

طلبية الشحم من الداخل ومكوناتها

جدول (٢ - ٧)

Grease lubrication pump " FKR" capacity 4 kg		
sectionnal drawing Fig.1 Item N°	Designation	Supplier reference N°
1	case (lower part)	20/001.1
2	pump body	20/002.1
3	bush	20/003
5	container ring	20/004.2
9	container 4 kg	20/005
10	shaft of pump body	20/006
11	cam plate	20/007
12	nut	20/008
13	worm wheel, right	20/009.1
21	worm wheel, left	20/037
22	lubric. pump shaft, right	20/004
30	steering piston	20/012
31	pump piston	20/013
32	piston spring	61/004.1
33	regulating screw	20/016.1
34	sieve	20/017
35	spring ring	20/018
37	stirrer 1 and 1,5kg	20/019.1
38	bearing bush	26/001
39	distance ring	26/003
40	nut	20/029
41	counter scraper	20/032
44	cap screw 10 diam.	20/033.3
47	screw connection 6 diam.	20/034.3
49	simmerring	12/22 x 6
50	roll bearing	BK 1212
51	fastening screw	HM6 x 35
52	fastening screw	MH x 20
54	o' ring	diam.74 x1
55	gasket	diam.6 x 10
56	gasket M8 x 1	
57	gasket 12/16 x 6	950080
58	hexagon nut	
59	hold ring 6 diam.	Ø 10
62	steel bolt	3,5 x 8
63	disk spring	4 x 5
64	worm bolt	M6 x 10
65	snap ring	12 x 1

وحدات الطلمبات الحلزونية: العلامات التحذيرات:

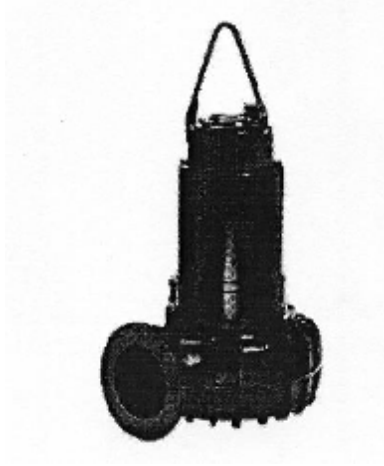
العلامة	الخطر
	مخاطر كهربائية في منطقة الضغط المتوسط والضغط المنخفض
	مخاطر من غاز الـ H ₂ S (كبريتيد الهيدروجين) في منطقة الدخول للطلمبات وطرء الطلمبات وحجرة المحركات.
	مخاطر الغرق في منطقة الدخول وطرء الطلمبات الحلزونية
	مخاطر الانزلاق في منطقة الدخول والطرء للطلمبات.
	مخاطر بيولوجية في دخول مياه الصرف الخام وإعادة الحمأة النشطة، يمكن أن تحتوي على كائنات ممرضة في منطقة الطلمبات الحلزونية ومنطقة الدخول والطرء للطلمبات وحجرة المحركات.
منطقة سحب الطلمبات وطرء الطلمبات تعتبر مناطق مغلقة (Confined space) ويجب إتباع أساليب وخطوات الحماية والأمن الخاصة بالمناطق المغلقة قبل التصريح بالدخول لأي منها.	

طلـمبات نقل الحمأة الزائدة (الطلـمبات الغاطسة)

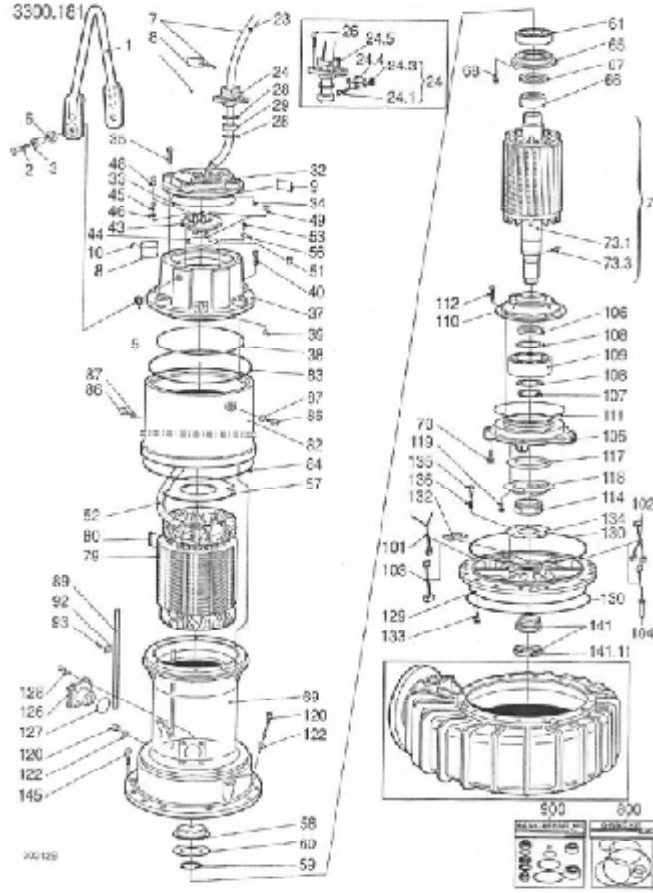
مقدمة

عملية تحديد سبب العطل ثم تصحيح أو إصلاح العطل يُعرف بـ"تحديد الأعطال وإصلاحها"، والذي قد يجعل تحديد الأعطال عملية غير سهلة أحياناً هو أنه قد تكون هناك أسباب كثيرة مختلفة، وكل منها قد تنشأ عنه نفس المشكلة، وعلينا أن نحدد السبب الذي نتج عنه هذا العطل لتحديد نوع الإصلاح المناسب.

يبين الشكل (٢-٢٢) أحد أنواع الطلمبات الغاطسة وترتيبها من الداخل بشكل رقم (٢-٢٣)، وكذلك الشكل رقم (٢-٢٤) يعرض الطلمبة الغاطسة وإمكانية تبريدها بالمياه من خلال قميص التبريد حولها.

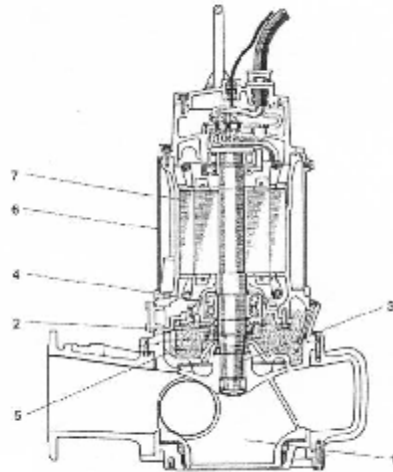


شكل رقم (٢-٢٢)
أحد أنواع الطلمبات الغاطسة



شكل رقم (٢ - ٢٣)

تركيب أحد أنواع الطلمبات الغاطسة من الداخل



شكل رقم (٢ - ٢٤)

الطلمبة الغاطسة وإمكانية تبريدها بالمياه من خلال قميص التبريد حولها

الأعطال الشائعة بالطلمبات الغاطسة

أولاً: أعطال الكابلات

كثيراً ما يكون سبب عطل الطلمبة ناتج عن عيب في كابلات التوصيل للقوى الكهربائية وفيما يلي نوضح هذه العيوب وكيفية الكشف عليها.

أ - العيوب

حدوث كسر ظاهر بالكابل:

ويحدث ذلك أحياناً أثناء تحميل ونقل الطلمبة من مكان إلى آخر للتركيب، أو أثناء نقلها إلى الورشة للإصلاح من عطل آخر، أو أثناء وجودها بالورشة فقد يحدث أن توضع الطلمبة على جزء من الكابل، وحيث أن وزن الطلمبة يصل أحياناً إلى طن أو أكثر فإنها تحدث تلفاً بالكابل.

تلف غير ظاهر بالكابل:

ويحدث هذا نتيجة الأسباب السابق ذكرها وعادة ما يكون في الجزء عند مدخل الكابل إلى الطلمبة بسبب سوء التعليق للكابل أو تعرض الكابل لأشعة الشمس فترات طويلة.

تلف العزل الخاص بالفازات:

ويحدث ذلك للأسباب السابق ذكرها إلى جانب تعرض الكابل لمرور تيار زائد عن السعة المقننة له.

ب - الكشف على العيوب

اختبار الكسر الظاهر والداخلي للكابل:

يتم توصيل فازتين من الفازات الثلاثة الموجودة بأحد طرفي الكابل ووضع لمبة بين نفس الفازتين بالطرف الآخر للكابل، في حالة عدم الإضاءة يكون السبب وجود كسر، وفي حالة الإضاءة يجرى نفس الاختبار بين باقى الفازات لتحديد مدى سلامتها.

اختبار سلامة العزل:

يتم إجراء اختبار سلامة العزل في حالة عدم وجود كسر ظاهر أو داخلي بعد إجراء الاختبار السابق، وذلك بإطلاق فولت عالي على أحد طرفي الكابل باستخدام جهاز الميجر.

ثانياً: أعطال ملفات العضو الثابت

قد تتلف أو تحترق ملفات العضو الثابت (Stator Winding) للأسباب الآتية:

أ - تسرب المياه إلى داخل الملفات:

يحدث التسرب إلى داخل الملفات أو الروزته لوجود خلل (عيب) في الأماكن الآتية:

١ - عدم إحكام ربط مداخل الكابلات:

يحدث تسرب للمياه إلى صندوق نهايات الأطراف (الروزتة) مما يحدث قصر للدائرة فيحدث الاحتراق نتيجة لتدفق تيار خلال ملفات العضو الثابت.

٢ - تلف الجوانات الكاوتش المبروم:

توجد الجوانات في أماكن كثيرة وبين أسطح مختلفة بالطلمبة وتلفها أو عدم إحكام ربط المسامير في أي جزء منها يؤدي إلى تسرب المياه.

٣ - تلف الجالاند الميكانيكي (مانع التسرب الميكانيكي):

يحدث تسرب المياه من خلال غرفة الزيت ماراً بكرسي التحميل السفلى إلى غرفة ملفات العضو الثابت.

ملحوظة:

يحدث هذا في حالة تلف وسائل الإنذار مثل السنسور أو عدم إيقاف الطلمبة فور سماع الإنذار.

٤ - تلف كرسى التحميل:

ينتج عنه ميل بالعضو الدوار فيحدث احتكاك بملفات العضو الثابت فترتفع درجة الحرارة وتحترق الملفات.

٥ - حدوث صدأ وتآكل بمسامير تثبيت العضو الثابت بالغلاف الخارجى:

نتيجة عدم إضافة مانع صدأ بجراب التبريد الملاصق لملفات العضو الثابت، يحدث تسرب من مياه التبريد إلى ملفات العضو الثابت.

ب - وجود تلف بنظام التبريد:

تؤدى زيادة كمية المياه بجراب التبريد عن المستوى الصحيح إلى تسرب هذه المياه من خلال اللاكور العلوى أو السفلى لظلمبة التبريد فى حالة عدم إحكام الربط، وبالتالي يؤدى إلى تلف بطلمبة التبريد ذاتها فلا يتم التبريد على الإطلاق فتحترق ملفات العضو الثابت بسبب ارتفاع درجة الحرارة. كما أنه قد يحدث نفس الشيء فى حالة نقص كمية المياه عن المستوى الصحيح فلا يحدث التبريد اللازم فينتج عن ذلك ارتفاع درجة حرارة الملفات الذى يؤدى إلى انصهار مادة العزل (الورنيش) فتحترق الملفات.

ج - عدم إحكام ربط أطراف أسلاك الكابل أو ملفات العضو الثابت بالروزّة:

يتولد عنه حرارة شديدة قد تحدث احتراق للملفات.

د - مرور تيار أعلى من التيار المقتن للملفات:

نتيجة لحدوث حمل زائد بسبب وجود ما يعوق حركة العضو الدوار (تلف رولمان البلى - الجالند - رواسب بالمروحة) يؤثر على عزل الملفات فيحدث الاحتراق.

ثالثاً: أعطال كراسي التحميل نادراً ما يحدث تلف بكرسي التحميل العلوي منفرداً ولكن عادة يبدأ التلف بكرسي التحميل السفلى وينتج عنه تلف الكرسي العلوي.

وعادة ما يحدث التلف للأسباب الآتية:

أ - نتيجة ارتفاع درجة حرارة الكرسي:

ويحدث ذلك للأسباب الآتية: (سوء أو عدم التبريد - حمل زائد على ملفات العضو الثابت) فيفقد الشحم لزوجته فتحترق الكريات ويتحول لونها إلى الأزرق.

ب - نتيجة لعدم انتظام دوران العمود:

ويحدث ذلك بسبب عدم اتزان المروحة وذلك لوجود كسر أو تآكل شديد بها أو زرجنة بعض الرواسب بين المروحة والفليوت (غلاف المروحة) فيحدث تلف برولمان البلى السفلى أولاً.

ج - تسرب المياه عند تلف الجالند الميكانيكي:

يؤدي إلى تلف الشحم وبالتالي إلى تلف كرسي التحميل.

رابعاً: أعطال مانع التسرب الميكانيكي

يعتبر الجالند الميكانيكي من أهم وأعلى أجزاء الطلمبة وهو أحد وسائل حماية الطلمبة وخصوصاً الموتور. كما أنه جزء يحتاج إلى عناية عالية أثناء عملية تناوله وتركيبه وظروف تشغيله حيث أن أسطح التلامس به عالية التشطيب.

وفيما يلي نوضح العوامل المختلفة والمؤثرة على سلامة وكفاءة الجالند الميكانيكي وبالتالي تؤدي إلى تلفه وبالتالي تعريض الموتور للاحتراق:

- ١ - **عدم التخزين الجيد للجلاند**
عدم حفظ أو تخزين الجلاند جيداً بعيداً عن الأتربة، وعند تجهيزه للتركيب يجعله معرضاً للتلف السريع حيث أن هذه الأتربة تؤثر على سلامة أسطح التلامس وبالتالي على عدم التسرب.
- ٢ - **عدم التركيب الجيد لأجزاء الجلاند**
عدم التركيب الجيد والصحيح لأجزاء الجلاند المختلفة مثل الورد، الجوانات، حلقات الحبك يؤدي إلى كسره أو تلفه.
- ٣ - **عدم ملء غرفة الزيت بالكمية المقننة لكل طراز عن طريق الشركة المصنعة، أو تسرب كمية من هذا الزيت بسبب عدم إحكام ربط الطبات بغرفة الزيت يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الجلاند وإلى احتراقه أو على الأقل التقليل من كفاءة منع التسرب.**
- ٤ - **عدم انتظام دوران عمود الطلمبة**
الاهتزاز الدائم الناتج عن عدم انتظام دوران عمود الطلمبة الحامل للجلاند بسبب تلف كريات (بلى) كرسى التحميل يؤدي إلى تلف الجلاند.
- ٥ - **زيادة الخلوص بين شنابر التآكل للمروحة وغلاف المروحة (الفليوت) ودخول الرواسب الصلدة يحدث اهتزازاً شديداً لعمود الطلمبة. وبالتالي يؤثر على جودة الأحكام والتلامس لأسطح الجلاند مما يؤدي إلى تلفه. كما أن حدوث الاهتزاز الناتج من التآكل الشديد أو الكسر بالمروحة يحدث تلفاً للجلاند.**
- خامساً: أعطال طلمبة التبريد**
يوجد بالطلمبات الغاطسة ABS الكبيرة نظام تبريد يعتمد على وجود طلمبة تقليب مياه التبريد بجراب يحيط بجسم الطلمبة وقد لا يحدث هذا التقليب للأسباب التالية فترتفع درجة حرارة الموتور فيحترق وتتلف الكراسي والجلاند:

- ١ - عدم قيام طلمبة التبريد بالتقليب نتيجة عدم إعادة توصيلها كهربيا بعد إجراء الإصلاحات.
- ٢ - وجود صدأ بمروحة طلمبة التبريد بسبب عدم إضافة مانع الصدأ لمياه التبريد أو عدم وجود مياه تبريد فى فترة التخزين فيحدث زرجنة للمروحة فلا يتم التقليب.

جدول أعطال والجدول المرفقة تبين لنا عددا من المشاكل التى تتعرض لها الطلمبات،
الطلمبات وأسبابها وكذلك أسباب حدوث هذه المشاكل، وطرق العلاج المناسب لها. ويبين
وإصلاحها الجدول رقم (٢-٨) أعطال الطلمبات الغاطسة وأسبابها وطرق إصلاحها.

جدول رقم (٢-٨)

أعطال الطلمبات الغاطسة وأسبابها وطرق إصلاحها

العطل	أسباب العطل	طرق الفحص والإصلاح
الطلمبة لا تبدأ فى العمل	المفتاح موضوع فى وضع الإيقاف	افحص وضع المفاتيح فى لوحة قاطع دائرة الطلمبة وطمبة التحكم وغير وضع المفتاح على وضع "التشغيل" (التشغيل الأوتوماتيكي).
	الكهرباء غير موصلة إلى المحطة	افحص الأجهزة الكهربائية الأخرى الموجودة بالمحطة مثل أجهزة الإضاءة وخلافه لترى ما إذا كانت تعمل أم لا، ثم أخطر المهندس بأن الكهرباء مقطوعة عن المحطة.
	تلف المصهر الموجود فى لوحة تحكم الطلمبة	افحص ما إذا كانت الطلمبات الأخرى الموجودة بالمحطة شغالة أم لا. غير وضع مفتاح اختيار الطلمبات بحيث تستبعد تلك الطلمبة ثم أخطر المهندس بأن مصهر الطلمبة تالف.
	وجود عطل فى العوامة	افحص العوامة للتأكد من عدم تعلق خرق بها ثم نظف العوامة من الخرق.
		اختبر ما إذا كانت الطلمبة تعمل إذا ضبط المفتاح على وضع التشغيل اليدوي، وغير وضع مفتاح اختيار الطلمبات بحيث تستبعد تلك الطلمبة ثم أخطر المهندس بأن الطلمبة لا تعمل والمفتاح فى وضع التشغيل الأتوماتيكي.
	اكتشاف الأجهزة الحساسة لوجود عطل	افحص لوحة التحكم ولاحظ اللمبات التحذيرية المضيئة ثم غير وضع مفتاح اختيار الطلمبات بحيث تستبعد تلك الطلمبة ثم أخطر

جدول رقم (٢ - ٨)

أعطال الطلمبات الغاطسة وأسبابها وطرق إصلاحها

العتل	أسباب العطل	طرق الفحص والإصلاح
		المهندس بأن اللمبة التحذيرية مضبوطة.
	المروحة عاجزة عن الدوران	استخدم باب فحص الطلمبة وإذا كانت هناك أية مواد تعوق الحركة ارفعها وحاول تدوير الطلمبة بيدك (في حالة إمكانية رفع الطلمبة من مكانها)
	كرسى التحميل مزرجن	تأكد من إمكانية تدوير الطلمبة باليد (في حالة إمكانية رفع الطلمبة من مكانها) أخطر المهندس بأنه لا يمكن تدوير الطلمبة باليد.
يجب رفع المصهرات المركبة على لوحة التحكم الرئيسية قبل العمل (عزل الطلمبة)		
تبدأ الطلمبة فى العمل ثم تتوقف فوراً قبل أن ينخفض منسوب الحمأة فى البيرة	العوامات لا تعمل بطريقة سليمة	افحص ما إذا كانت هناك خرق عالقة بالعوامات أو تعرقل حركتها ونظف العوامات من تلك الخرق.
		تأكد مما إذا كان مفتاح تشغيل الطلمبة فى وضع التشغيل اليدوى، غير وضع مفتاح اختيار الطلمبات بحيث تستبعد تلك الطلمبة وأخطر المهندس بأن مفتاح تشغيل الطلمبة فى وضع التشغيل اليدوى.
	انفصال المتابع الخاص بالوقاية من تجاوز الحرارة بسبب انسداد المروحة	استخدم باب فحص الطلمبة ثم نظف المروحة ونظف الجزء الحزوني (في حالة إمكانية رفع الطلمبة من مكانها).
	تلف كرسى التحميل	تأكد مما إذا كان من الصعب تدوير الطلمبة باليد، غير وضع مفتاح اختيار الطلمبات بحيث تستبعد تلك الطلمبة، ثم أخطر المهندس بأن هناك صعوبة فى إدارة الطلمبة باليد (في حالة إمكانية رفع الطلمبة من مكانها).
يجب رفع المصهرات المركبة على لوحة التحكم الرئيسية قبل العمل (عزل الطلمبة)		
الطلمبة لا تتوقف عن الدوران	العوامات لا تعمل بطريقة سليمة	افحص العوامات للتأكد من عدم وجود خرق تعرقلها ونظف العوامات من هذه الخرق.
	عطل بلوحة التحكم	عابن منسوب الحمأة فى البيرة، غير وضع مفتاح اختيار الطلمبات بحيث تستبعد تلك الطلمبة، ثم أخطر المهندس إذا كان منسوب الحمأة فى البيرة منخفضاً والعوامات نظيفة ولكن الطلمبة مازالت

جدول رقم (٢ - ٨)

أعطال الطلمبات الغاطسة وأسبابها وطرق إصلاحها

العطل	أسباب العطل	طرق الفحص والإصلاح
	الطلمبة الثانية لا تبدأ فى العمل	تعمل. افحص مفتاح التشغيل الأتوماتيكي والتشغيل اليدوى للطلمبة الثانية استخدم الطلمبة الاحتياطية بدلا من الطلمبة الثانية ثم أخطر المهندس بذلك.
	انسداد محبس عدم الرجوع	اختبر ما إذا كان ممكنا تشغيل ذراع محبس عدم الرجوع يدويا (في حالة وجود ذراع للمحبس) ونظف محبس عدم الرجوع.
	انسداد مروحة الطلمبة	استخدم باب فحص الطلمبة لتنظيف المروحة والجزء الحلزوني (في حالة رفع الطلمبة من مكانها).
	يجب رفع المصهرات المركبة على لوحة التحكم الرئيسية قبل العمل (عزل الطلمبة)	
الطلمبة تعمل ولكن كمية المنصرف قليلة أو لا يوجد تصريف على الإطلاق	الطلمبة تدور فى الإتجاه العكسى	تأكد من اتجاه الدوران وغير موضع مفتاح اختيار الطلمبات بحيث تستبعد تلك الطلمبة وأخطر المهندس بأن الطلمبة تدور فى الاتجاه العكسى.
	منسوب الحمأة فى البيارة منخفض جدا	تأكد من عدم وجود خرق تعرقل العوامة ونظف العوامات من الخرق إن وجدت.
	المحبس البوابى مقفل	اختبر وضع المحابس البوابية المركبة على خطى السحب والتصريف. افتح المحبس البوابى المركب على خط السحب والمحبس البوابى المركب على خط التصريف فتحا كاملا.
	انسداد المروحة	استخدم باب فحص الطلمبة لتنظيف المروحة والجزء الحلزوني (في حالة رفع الطلمبة من مكانها).
	انسداد محبس عدم الرجوع	حاول تشغيل ذراع المحبس يدويا (في حالة وجود ذراع) ثم نظف المحبس.
	حدوث تلف بالمروحة	استخدم باب الفحص للطلمبة (في حالة رفع الطلمبة من مكانها) غير وضع مفتاح اختيار الطلمبات بحيث تستبعد تلك الطلمبة ثم أخطر المهندس بأن مروحة تلك الطلمبة مكسورة.
	المروحة غير مركبة على عمود الطلمبة	استخدم باب فحص الطلمبة (في حالة رفع الطلمبة من مكانها) غير وضع مفتاح اختيار الطلمبات بحيث تستبعد تلك الطلمبة ثم أخطر المهندس بأن المروحة غير مركبة على العمود.

جدول رقم (٢ - ٨)

أعطال الطلبات الغاطسة وأسبابها وطرق إصلاحها

العتل	أسباب العطل	طرق الفحص والإصلاح
	كسر عمود إدارة الطلبية	استخدم باب فحص الطلبية (في حالة رفع الطلبية من مكانها) غير وضع مفتاح اختيار الطلبات ثم أخطر المهندس بأن عمود إدارة الطلبية مكسور.
	تلف حلقات التآكل المركبة على المروحة	اختبر خلوص حلقات التآكل، غير وضع مفتاح اختيار الطلبات بحيث تستبعد تلك الطلبية ثم أخطر المهندس بضرورة استبدال حلقات تآكل الطلبية.
يجب رفع المصهرات المركبة على لوحة التحكم الرئيسية قبل العمل (عزل الطلبية)		
الطلبية تهتز	مسامير ربط الطلبية غير محكمة	افحص واحكم ربط المسامير التي تربط كل من: (أ) قاعدة الطلبية بأرضية البيرة (ب) الطلبية بقاعدة الطلبية (ج) فلانشات الطلبية
	انسداد المروحة	استخدم باب فحص الطلبية (في حالة رفع الطلبية من مكانها) نظف المروحة.
	تلف كراسي التحميل	تأكد مما إذا كان من الصعب تدوير المروحة باليد ثم أخطر المهندس بأنه لا يمكن تحريك المروحة يدوياً بسهولة (في حالة رفع الطلبية من مكانها).
	حدوث تكهف (يسمع صوت تنقير في الطلبية)	اختبر ما إذا هناك عوائق في البيرة عند ماسورة سحب الطلبية. ارفع العوائق الموجودة في البيرة عند ماسورة سحب الطلبية ثم أخطر المهندس إذا لم يتوقف الصوت.
يجب رفع المصهرات المركبة على لوحة التحكم الرئيسية قبل العمل (عزل الطلبية)		
الطلبية تحدث ضوضاء	حدوث تكهف (يسمع صوت تنقير في الطلبية)	اختبر ما إذا كانت هناك عوائق في البيرة عند ماسورة سحب الطلبية. ارفع العوائق الموجودة في البيرة، ولكن إذا استمر الصوت يجب تغيير وضع مفتاح اختيار الطلبات بحيث تستبعد تلك الطلبية، وأخطر المهندس بالموقف.
	انحباس هواء في ماسورة السحب أو في الطلبية	اختبر قيمة التيار عندما تكون الطلبية شغالة ومحبس عدم الرجوع مفتوح قليلاً أو غير مفتوح على الإطلاق افتح محبس تصريف

جدول رقم (٢ - ٨)

أعطال الطلمبات الغاطسة وأسبابها وطرق إصلاحها

العطل	أسباب العطل	طرق الفحص والإصلاح
	الهواء المركب على الماسورة بالقرب من الطلمبة إلى أن يخرج كل الهواء المحبوس.	
	وجود مخلفات محشورة في الجزء الحلزوني	استخدم باب فحص الطلمبة لتنظيف المروحة والجزء الحلزوني.
	تلف كراسي التحميل أو مانع التسرب	اختبر ما إذا كان من الصعب تدوير الطلمبة باليد، غير وضع مفتاح اختيار الطلمبات بحيث تستبعد تلك الطلمبة وأخطر المهندس بأنه من الصعب تحريك الطلمبة يدوياً.
	تآكل حلقات التآكل	افحص خلوص حلقات التآكل وأخطر المهندس بذلك.
	تلف المروحة	استخدم باب فحص الطلمبة، غير مفتاح اختيار الطلمبات بحيث تستبعد تلك الطلمبة، وأخطر المهندس بتلف المروحة.
يجب رفع المصهرات المركبة على لوحة التحكم الرئيسية قبل العمل (عزل الطلمبة)		
قيمة التيار الذي تسحبه الطلمبة وهى شغالة منخفض	انحباس الهواء في خط السحب أو في الطلمبة	اختبر ما إذا كان محبس عدم الرجوع يفتح قليلاً أو لا يفتح على الإطلاق افتح محبس تصريف الهواء المركب على الماسورة بالقرب من الطلمبة إلى أن يتم تفريغ الهواء كله.
	المحبس البوابى المركب	اختبر وضع المحابس البوابية، افتح المحبس البوابى المركب على خط السحب، والمحبس البوابى المركب على خط التصريف إلى آخرهم فتحاً كاملاً.
	محبس عدم الرجوع مسدود	حاول تحريك ذراع محبس الرجوع يدوياً (في حالة وجود ذراع لمحبس عدم الرجوع)، نظف محبس عدم الرجوع.
	المروحة غير مركبة على عمود إدارة الطلمبة	استخدم باب فحص الطلمبة (في حالة وجود ذراع لمحبس عدم الرجوع) غير وضع مفتاح اختيار الطلمبات بحيث تستبعد تلك الطلمبة وأخطر المهندس بأن المروحة غير مركبة على عمود إدارة الطلمبة.
يجب رفع المصهرات المركبة على لوحة التحكم الرئيسية قبل العمل (عزل الطلمبة)		
قيمة التيار الذي تسحبه الطلمبة	وجود ما يعوق حركة المروحة	استخدم باب فحص الطلمبة، نظف المروحة والجزء الحلزوني (في حالة وجود ذراع لمحبس عدم الرجوع).

جدول رقم (٢ - ٨)

أعطال الطلبات الغاطسة وأسبابها وطرق إصلاحها

العتل	أسباب العطل	طرق الفحص والإصلاح
وهى شغالة عالٍ	تلف كراس التحميل	حاول تدوير الطلبية بيدك إذا وجدت هذا صعبا (في حالة وجود ذراع لمحبس عدم الرجوع) غير وضع مفتاح اختيار الطلبات بحيث تستبعد تلك الطلبية، وأخطر المهندس بذلك.
	تلف حلقات التآكل	عابن خلوص حلقات التآكل أخطر المهندس بأن حلقات التآكل تالفة (في حالة وجود ذراع لمحبس عدم الرجوع).
يجب رفع المصهرات المركبة على لوحة التحكم الرئيسية قبل العمل (عزل الطلبية)		
تتكرر دورة قفل وفتح الطلبية عددا كبيرا من المرات	العوامات غير مضبوطة فى وضع سليم	افحص وضع العوامة، أخطر المهندس بأن العوامات غير مضبوطة.
	المحبس المركب على ماسورة التصريف الرئيسية مفتوح	اختبر وضع المحبس المركب على ماسورة التصريف الرئيسية (ماسورة الغسيل)، أقفل هذا المحبس لآخره.
	وضع محبس عدم الرجوع غير مضبوط (يسمح بسرطان السائل فى الاتجاه العكسى فى الطلبية)	جرب تشغيل ذراع محبس عدم الرجوع يدويا نظف محبس عدم الرجوع أو تول إصلاحه حسبما يقتضى الحال.
	يوجد عطل بملامسات التحكم	لا حظ ما إذا كان هناك صوت ارتجاج فى لوحة التحكم، غير وضع مفتاح اختيار الطلبات بحيث تستبعد تلك الطلبية، وأخطر المهندس بأن هناك ضوضاء منبعثة من لوحة التحكم.
يجب رفع المصهرات المركبة على لوحة التحكم الرئيسية قبل العمل (عزل الطلبية)		

نقل الحمأة فى

المواسير

يجب مراعاة عند ضخ الحمأة فى محطات معالجة مياه الصرف الصحى ألا يقل قطر المواسير عن ٦ بوصة ولا تزيد عن ٨ بوصة إلا فى حالة زيادة السرعة داخل المواسير عن ١,٥ م/ث، أما مواسير الانحدار والمستخدمه فى الغالب فى خط نقل الحمأة إلى مرحلة التخلص منها فيجب ألا يقل القطر عن ٨ بوصة.

ومن الضرورى تزويد خط مواسير ضخ الحمأة بالعديد من فتحات تنظيف المواسير فى حالة انسدادها عند الضرورة لضمان انتظام التصريف من وإلى الطلمبات، فلا يجب أن تقل فتحات تغذية الطلمبات عن ٤ بوصة.

اعتبارات تصميم

مواسير نقل الحمأة

يراعى عند تصميم المواسير نقل الحمأة الطولية إنشاء خط احتياطى إضافى للأسباب التالية:

- عند غلق الخط الأساسى لأعمال إصلاح أو صيانة وإعادة تشغيله يتعرض لآثار سلبية مباشرة.
- تتعرض خطوط الحمأة دائما لسرعة تآكل بدنها الداخلى.
- تعرض خطوط الحمأة لأحمال إضافية غير منتظمة من مصادر خارجية مثل طلمبات غسيل الخطوط بالمياه المضغوطة وكور ملس الخطوط.
- تحويل مسار الحمأة عند الخط الأساسى عند استخدام طرق الملس والتنظيف من حين لآخر.
- تجنب ظاهرة المطرقة المائية وتأثيراتها السيئة على عمر المواسير.

الخلاصة

أنه يوصى عند تصميم محطات المعالجة بإنشاء خط احتياطى لضخ الحمأة حيث أن توقف هذا الخط عن العمل ولو لأيام معدودة قد يخل بكفاءة المعالجة علاوة على أهمية إجراء أعمال صيانة منتظمة لهذه الخطوط بالطرق المشار إليها عليه.

وتتشكل الشحوم والدهون تهديد حقيقى لخط مواسير ضخ الحمأة حيث تلتصق بجدار المواسير مما يقلل مساحة مقطع الماسورة وخاصة فى حالة ضخ

الحمأة الابتدائية غير المهضومة، وتلاحظ تلك المشكلات فى المحطات الكبيرة أكثر منها فى المحطات الصغيرة، ونتيجة لانخفاض مساحة مقطع المواسير يزداد الضغط المطلوب لضخ الحمأة، ولذلك يفضل اختيار طلمبات ذات قدرة رفع أكبر من الرفع النظرى.

وفى بعض الأحيان قد يلجأ بعض المصممين إلى تصميم طريقة إزالة التكلسات والترسبات من داخل هذه المواسير بعمل فتحات عليها طبة يتم من خلالها إدخال كورة اسفنجية تدفع تحت ضغط لمس الخطوط وإخراجها من فتحة أخرى على مسار الخط، ويتم بهذه الطريقة لمس الخط والتخلص من الترسيب بداخله. وهذا النظام تم بالفعل تطبيقه فى خط ضخ الحمأة بمحطة معالجة مياه صرف صحى زنين بالجيزة.

الفصل الثالث

تركيز الحماية

الفصل الثالث

تركيز الحمأة

مقدمة

تحتوى الحمأة المسحوبة من أحواض الترسيب على أكثر من ٩٧% ماء، وإذا لم يتم التخلص من جزء كبير من هذا الماء فسوف ترتفع تكاليف ضخ الحمأة لذلك يجب العمل على تقليل حجم الحمأة بواسطة التخلص من الماء الزائد كلما أمكن ذلك.

الغرض من تركيز الحمأة

تعنى عملية تركيز الحمأة زيادة تركيز المواد الصلبة في الحمأة إلى حوالي ٤ % - ٦ % (تقريباً) في الماء أو أكثر قليلاً، وذلك بالتخلص من الماء الزائد. وأكثر الطرق شيوعاً وأقلها تكلفة هي استعمال طريقة الترسيب والترسيب في وحدات تشبه أحواض الترسيب ولكن تختلف عنها في الحجم والتصميم وتسمى بأحواض التركيز، والماء الرائق يخرج منها ويعاد إلى المرحلة الابتدائية أو الثانوية لمعالجته من المواد العضوية الذائبة.

طرق تركيز الحمأة

تختلف طرق تركيز الحمأة طبقاً لنوع معالجة مياه الصرف الصحي ومصدرها، فكما ذكرنا من قبل هناك حمأة خام وحمأة نشطة مبعدة، وحمأة المرشحات الزلطية، أو قد تكون مخلوطة ويعرض الجدول رقم (٣-١) كافة الطرق العالمية المستخدمة في تركيز أنواع الحمأة المختلفة، وجميعها تعتمد على إزالة جزء من المياه المخلوطة بالمحتوى العضوى لها ولكن بنسب مختلفة، فعلى سبيل المثال يتم زيادة تركيز الحمأة النشطة المبعدة من ٠,٨% إلى ٤% ومن ثم يقل حجمها إلى الخمس.

جدول رقم (٣ - ١)
الطرق العالمية المستخدمة في تركيز أنواع الحمأة المختلفة

م	طرق التركيز	نوع الحمأة	حدود الاستخدام والتركيزات الناتجة
١	بالترسيب	الحمأة الخام	أحد الطرق الشائعة وتعطى نتائج جيدة
	بالترسيب	حمأة خام ومبعدة	تستخدم في المحطات الصغرى وتعطى نتائج مقبولة تركيز من ٤ - ٦ % وتعطى نتائج محدودة في المحطات الكبرى
	بالترسيب	حمأة مبعدة	تعطى نتائج محدودة (من ٢ - ٣ %)
٢	التعويم باستخدام الهواء	حمأة خام ومبعدة	استخدامات محدودة ونتائج تشابه التركيز بالترسيب
	التعويم باستخدام الهواء	حمأة مبعدة	شائعة الاستخدام وتعطى تركيز ٣,٥ - ٥ %
٣	سيور التركيز بالترسيب (Gravity belt thickener)	حمأة مبعدة	تعطى نتائج طيبة تتراوح من ٣ - ٦ %
٤	بالطرد المركزى (Rotary drum thickener)	حمأة مبعدة	استخدام محدود ونتائج طيبة حيث يتراوح التركيز من ٥ - ٩ %

ملحوظة:

يتم استخدام التركيز بالطرد المركزى في محطة الجبل الأصفر الجديدة ولكن يتم تركيز حمأة خام مع حمأة مبعدة ثم ضخها إلى مرحلة تركيز أخرى (التركيز بالترسيب) ويتراوح التركيز الناتج منها من ٤ - ٦ % ، إلا أنها كثيرة الأعطال ولا يوصى به حيث استخدمت أيضا في محطة معالجة كفر الزيات ولا زالت عاطلة منذ بدء تشغيلها.

وسنلقى الضوء فيما يلى على طرق التركيز بشيء من التفصيل:

١ - التركيز بالترسيب: أنظر ما تم من قبل.

٢ - التركيز بالتعويم (Dissolved Air Flootation):

هى أحد الطرق المستخدمة فى فصل السوائل أو المواد الصلبة باستخدام غاز ؛ عادة ما يستخدم الهواء؛ حيث تقوم الفقاعات بالآتى:

- تلتصق فقاعات الهواء بجزيئات المواد الصلبة.

- تكتسب المادة الصلبة المتحدة مع فقاعات الهواء قوة داخلية تمكنها من الطفو على السطح، حيث أن كثافتها أكبر من كثافة السائل.

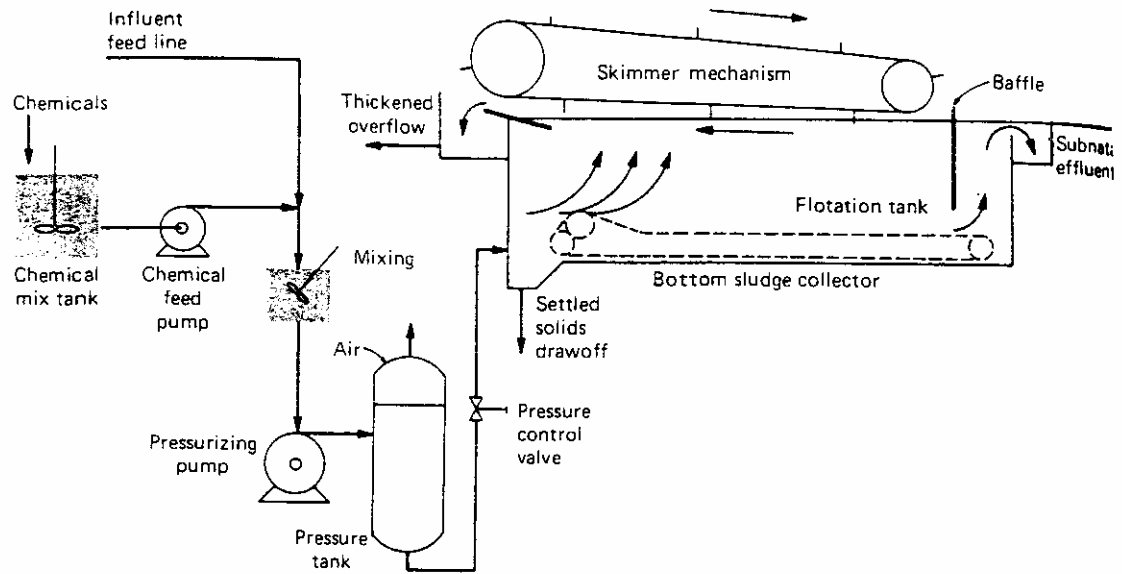
وتستخدم هذه الفكرة في إزالة المواد العالقة وتركيز الحمأة، ويتميز التركيز بالتعويم عن التركيز بالترسيب بقدرته الفائقة على ترسيب الجزيئات الصغيرة كتلك الموجودة في الحمأة النشطة الزائدة في زمن قصير حيث يتم كسحها فور تعويمها على السطح بكاسحات علوية أو ما يعرف بـ (Stemming Process).

طرق ضخ الهواء

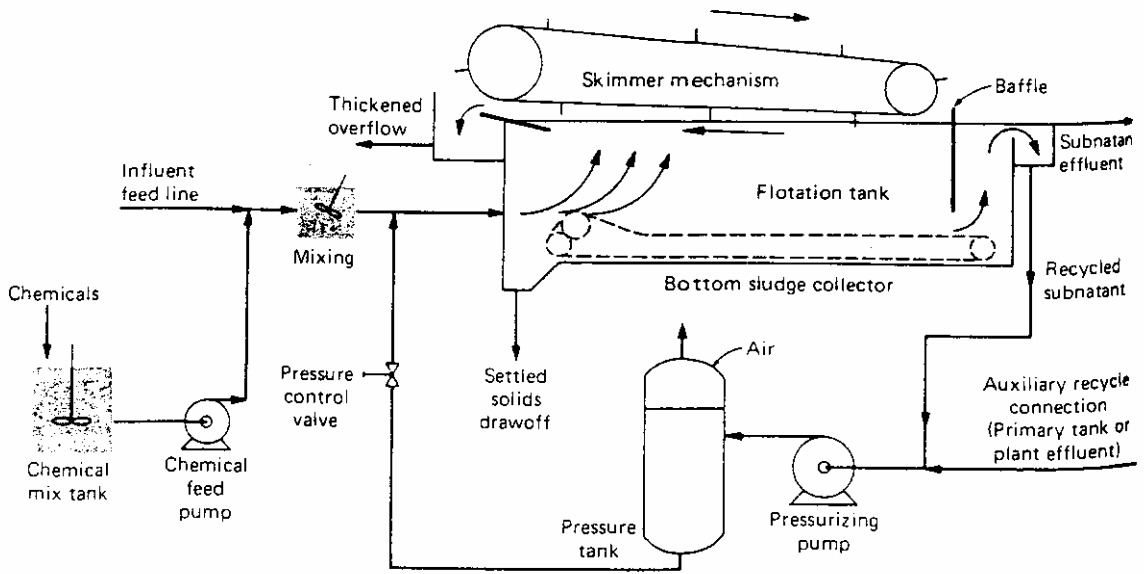
- حقن الهواء أثناء وجود السائل تحت ضغط ويتبع ذلك التخلص من هذا الضغط وهو ما يعرف بـ (Dissolved Air Floatation) أو (DAF) ويعرض الشكل رقم (٤ - ١) مكونات النظام الذي يعتمد على حقن هواء مضغوط في خط سحب طلمبة التغذية لوحدة التركيز ثم يتم استقبال الخليط في خزان مضغوط لمدة دقائق معدودة للسماح بإذابة جميع الهواء ثم ينقل بعد ذلك إلى حوض التعويم من خلال صمامات تحكم عندئذ تتدفع فقاعات الهواء لأعلى حاملة معها جزيئات المواد العالقة ليتم كسحها كما ذكرنا وأحيانا يمكن إعادة جزء من الحمأة المركزة قد تتراوح بين (١٥ - ١٢٠ %) حيث أنها ما زالت مشبعة بالهواء كما هو موضح بالشكل رقم (٣ - ١).

- التهوية عند ضغط الهواء الجوى العادى وهو ما يعرف بـ (Air Floatation).
- التشبع بالهواء عند ضغط الهواء الجوى العادى ويتبع ذلك تعريض السائل لعملية فاكيوم وهو ما يعرف بـ (Vacuum Floatation).

ولتحسين كفاءة هذه الطريقة تستخدم أحيانا بعض الكيماويات.



(a)



(b)

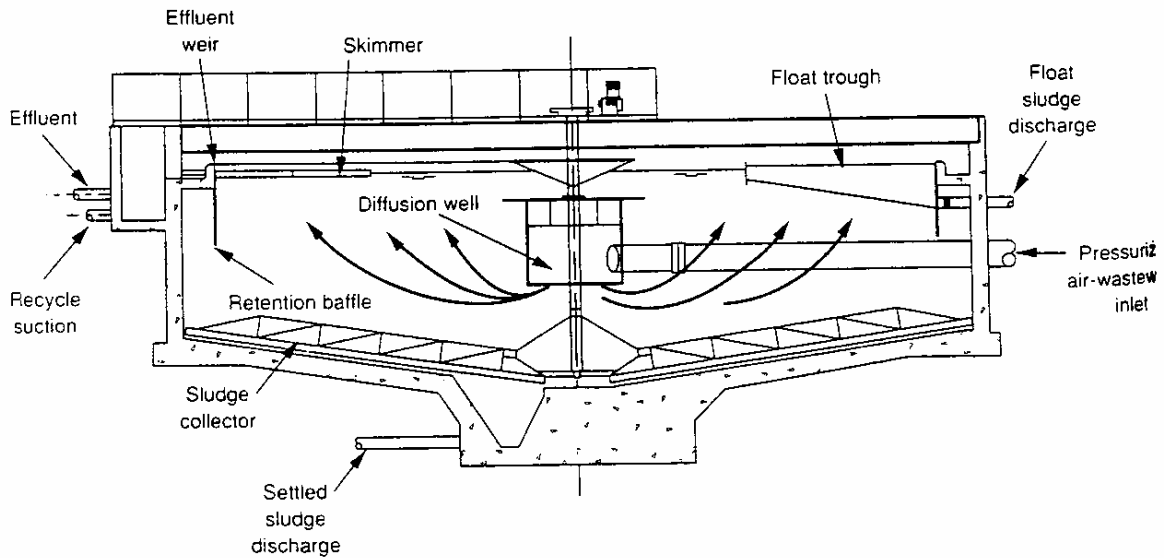
شكل رقم (٣ - ١)

التركيز بالتعويم

وباستخدام طريقة التركيز بالهواء (Air Floatation) تتكون فقاعات الهواء إما بالتقليب باستخدام مراوح تعمل داخل الحوض مباشرة أو ضخ هواء مضغوط باستخدام شبكة هواء مضغوط (Compressed Air System).

أما التركيز بالفاكيوم (Vacuum Floatation) فيتم فيها إما ضخ الهواء مباشرة في حوض التركيز، أو حقنه في خط سحب طلمبة التغذية، ويتم استخدام ضغط الفاكيوم جزئياً الذي يسمح بتصاعد فقاعات الهواء لسطح الحوض حاملة معها جزيئات المواد العالقة.

ويعرض الشكل رقم (٣-٢) مكونات هذه الطريقة.

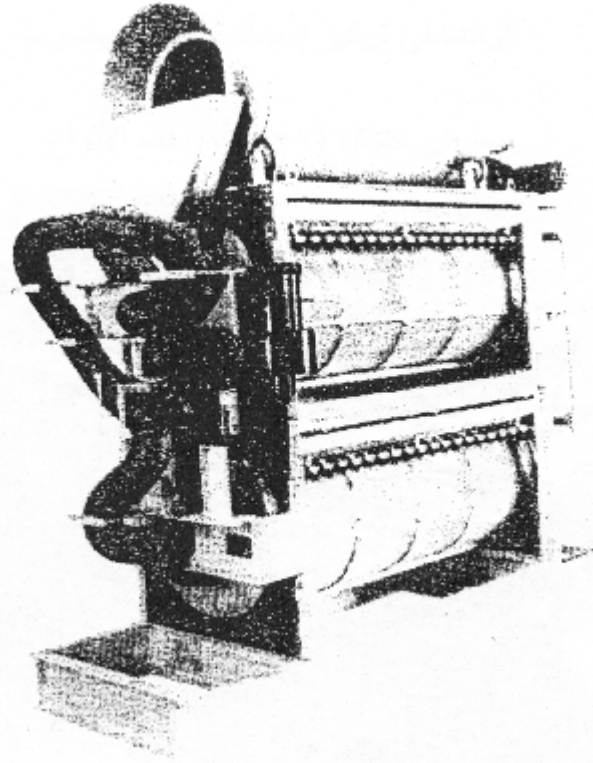


شكل رقم (٣-٢)
التركيز باستخدام الهواء

٣ - التركيز بالطرد المركزي: (Rotarydrum Thickener):

يتكون هذا النظام من وحدة معالجة كيميائية (Sludge Conditioning) باستخدام البوليمر واسطوانة دوارة مثقبة حيث يتم ضخ الحمأة بالبوليمر داخلها ليتم فصل المياه بنظرية الطرد المركزي خارج الاسطوانة.

ويتراوح تركيز الحمأة الناتجة من هذه الطريقة من ٣ - ٤ % (للحمأة المنشطة الزائدة)، وتتميز هذه الطريقة بانخفاض تكلفة الصيانة واستهلاك الطاقة وتحتاج لمساحة محدودة وتعتمد الأنظمة الحديثة من الطرد المركزي على الجمع بين نظريتي الطرد المركزي وسيور التركيز بالترسيب التي سنتعرض لها الآن. ويعرض الشكل رقم (٣-٣) أحد أنواع أنظمة الطرد المركزي.



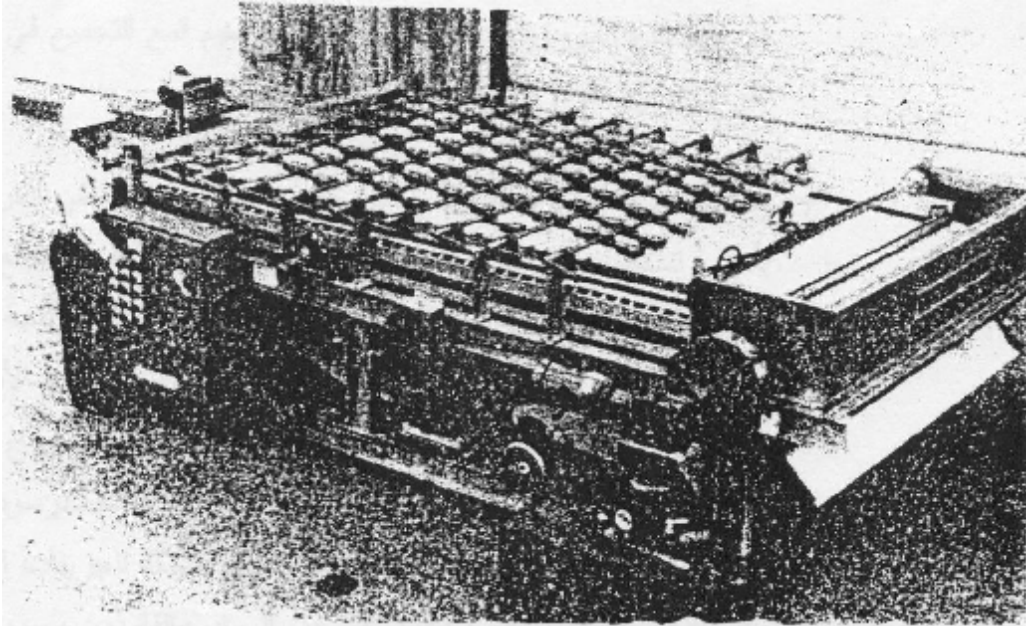
شكل رقم (٣-٣)
التركيز بالطرد المركزي

٤ - سيور التركيز بالترسيب:

تستخدم حديثا سيور التركيز بالترسيب وهى تتشابه كثيرا مع وحدة سيور كبس الحمأة (Belt Press) ويبلغ تركيز الحمأة الداخلة لها أقل من ٢ % ويتكون هذا النظام من الوحدات التالية:

- سير ذات أغشية تسمح بمرور السوائل بالانحدار ويتحرك فوق بكرات دوارة ويتم تحريكه عن طريق محرك ذو سرعات متغيرة.
- وحدة إضافة البوليمر للحمأة الواردة للوحدة حيث يتم تغذيتها من خلال خزان توزيع الحمأة بعرض السير المتحرك.
- مجموعة من الأمشاط والمكاشط بطول السير تقوم بتقطيع الحمأة طوليا لسهولة خروج المياه منها.
- وحدة غسيل السير ويتم غسيله بعد كل عملية تركيز، وتستخدم هذه الوحدة فى تركيز الحمأة الخام والمهضومة.

ويعرض الشكل (٤-٣) أحد هذه الأنواع.



شكل رقم (٣ - ٤)

سيور التركيز بالترسيب

وحدات التركيز بالترسيب (المغلظ)

عندما نترك الحمأة المخففة الخارجة من أحواض الترسيب في أحواض أخرى في حالة سكون فترة من الزمن حوالي تتراوح من ٤ إلى ٦ ساعات، يمكن للمواد القابلة للترسيب من التجميع في القاع والمواد الخفيفة من الطفو على السطح تاركة كمية من المياه رائقة نسبيا ولكن هذا الماء الرائق يحتوى على مواد عضوية تحتاج للمعالجة ولذاك يعاد إضافتها إلى تيار الصرف الصحي الداخلة لوحدات التنقية سواء في المرحلة الابتدائية أو الثانوية.

وتشبه أحواض التركيز في شكلها وتركيبها أحواض الترسيب إلى حد كبير ولكنها تختلف عنها في التصميم وعدة نواحي أخرى منها:

- أ - حجم وحده التركيز اقل بكثير من حجم أحواض الترسيب لأنها تستوعب فقط كمية الحمأة المسحوبة، ونظرا لأن مده المكوث في وحده التركيز طويلة فلذلك تكون مصحوبة بروائح كريهة نظرا لغياب الأكسجين ونشاط الكائنات الحية اللاهوائية.
- ب - قاع وحدة التركيز يميل نحو قمع التجميع في وسط القاع بدرجة أكثر من ميل قاع حوض الترسيب، هذا بالإضافة إلى أن حجم قمع التجميع في وحدة التركيز يكون عادة اكبر حجما منه في أحواض الترسيب.
- ج - تختلف وحدات كسح الحمأة في أحواض التركيز عنها في أحواض الترسيب بأنها تدار بمحركات ذات قدرة أقوى نظرا لأن الكاسحة تدفع مواد مترسبة أثقل، كذلك نرى أن الكاسحة مثبت عليها عوارض رأسية يصل ارتفاعها إلى منتصف عمق وحده التركيز تقريبا، والوظيفة الأساسية لهذه العوارض هي تحريك محتويات الوحدة ببطء لتسهيل خروج فقائيع الغازات التي تجمعت، وهذا يسمح أو يساعد المواد الثقيلة بالترسيب إلى القاع، فإذا لم تطرد هذه الفقائيع وتركت ملاصقة للجزيئات الصلبة بالحمأة فسوف تعمل كعوامات وتبقى هذه المواد عالقة دون ترسيب.

كفاءة عملية

التركيز

تتكون المخلفات المتدفقة إلى أحواض التركيز من مخلوط الحمأة الابتدائية والثانوية والمواد الطافية التي تم كشطها من سطح أحواض الترسيب (في بعض المحطات)، لذلك تعتمد كفاءة أحواض التركيز على طبيعة ومكونات هذا المخلوط، فمثلا الحمأة الابتدائية تحتوى على نسبة عالية من المواد الخشنة مثل الرمل والطين وهى قابله للترسيب بسهولة، وأما الحمأة الثانوية فتتكون من أجسام الكائنات الحية من الحمأة المنشطة الزائدة وهى خفيفة فى الوزن وتحتوى على نسبة رطوبة عالية، وبازدياد مدة مكوث المخلفات فى وحده التركيز يزداد النشاط البيولوجي اللاهوائى وتعرض المواد العضوية الخفيفة للتحلل إلى غازات، ويتضح من ذلك أن كفاءة عملية التركيز تعتمد على عوامل كثيرة متداخلة منها:

- أ - نوع المخلفات ودرجة تركيز المواد الصلبة والطافية التي تحتوى عليها.
- ب - عمر الحمأة، ونوع الكائنات الحية التي تحتوى عليها.
- ج - مدة المكوث في وحده التركيز.
- د - درجة الحرارة.

فالحمأة الابتدائية الطازجة اسهل فى تركيزها، ولكن عندما تبدأ فى التعفن بسبب طول مده مكوثها تخرج فقائيع الغازات نتيجة النشاط البيولوجي وتلتصق بالجزئيات الصلبة وتعمل كعوامات تقلل كفاءة الترسيب، ويزداد النشاط البيولوجي مع ارتفاع درجة الحرارة وتحلل المواد العضوية الخفيفة التي تحتوى عليها الحمأة الثانوية وتكثر فقائيع الغازات، وربما بالتصاق هذه الفقائيع بالأجسام الصلبة التي تم رسوبها في القاع تبدأ في الطفو والبقاء عالقة بالمياه، ولذلك يجب العناية أثناء فتره الصيف بسحب الرواسب من قاع أحواض التركيز اكثر من سحبها أثناء فتره الشتاء، ولكن من مميزات النشاط البيولوجي أن البكتريا تهاجم جدار خلايا الكائنات الحية في الحمأة المنشطة وبذلك تحرر كمية المياه المحبوسة داخل الخلايا وهذا يساعد فى عملية التركيز.

وتواصل أحواض التركيز كفاءتها إذا أمكن الاحتفاظ بطبقة من الحمأة ذات عمق مناسب (Sludge Blanket) قرب القاع يتم السحب منها ببطء مع الاحتفاظ بسطح المياه في الوحدة رائقاً خالياً من المواد الطافية، ولكن تبدأ متاعب التشغيل في الظهور عندما تبدأ الروائح الكريهة في الانتشار مع طفو الرواسب، فمن المستحسن في هذه الحالة أن تبدأ في سحب الحمأة بمعدلات أكبر.

ويرجع أحد أسباب ظهور هذه الرواسب الطافية إلى الزيوت والشحوم التي يؤدي تواجدها إلى طفوها وبدء مرحلة تحلل لاهوائى، لذا يوصى بأنه من الأفضل فصل هذه الزيوت والشحوم من المنيع أو فى أحواض الراسب الرملى وأحواض الترسيب الابتدائى وعدم إعادتها إلى بيارة الحمأة كما هو الحال فى بعض محطات المعالجة.

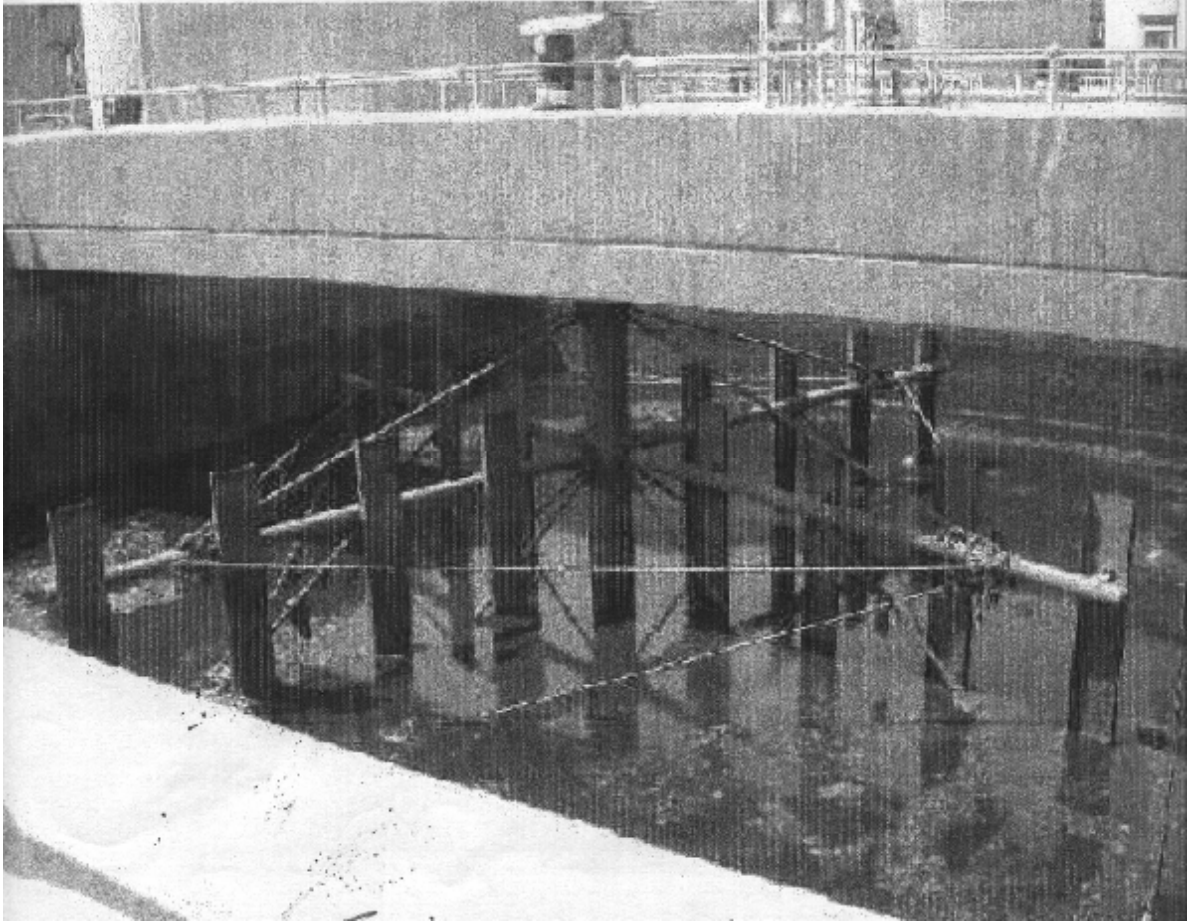
ويوضح الجدول رقم (٣ - ١) نسبة تركيز الحمأة ومعدل التحميل على أحواض التركيز.

جدول رقم (٣ - ١)

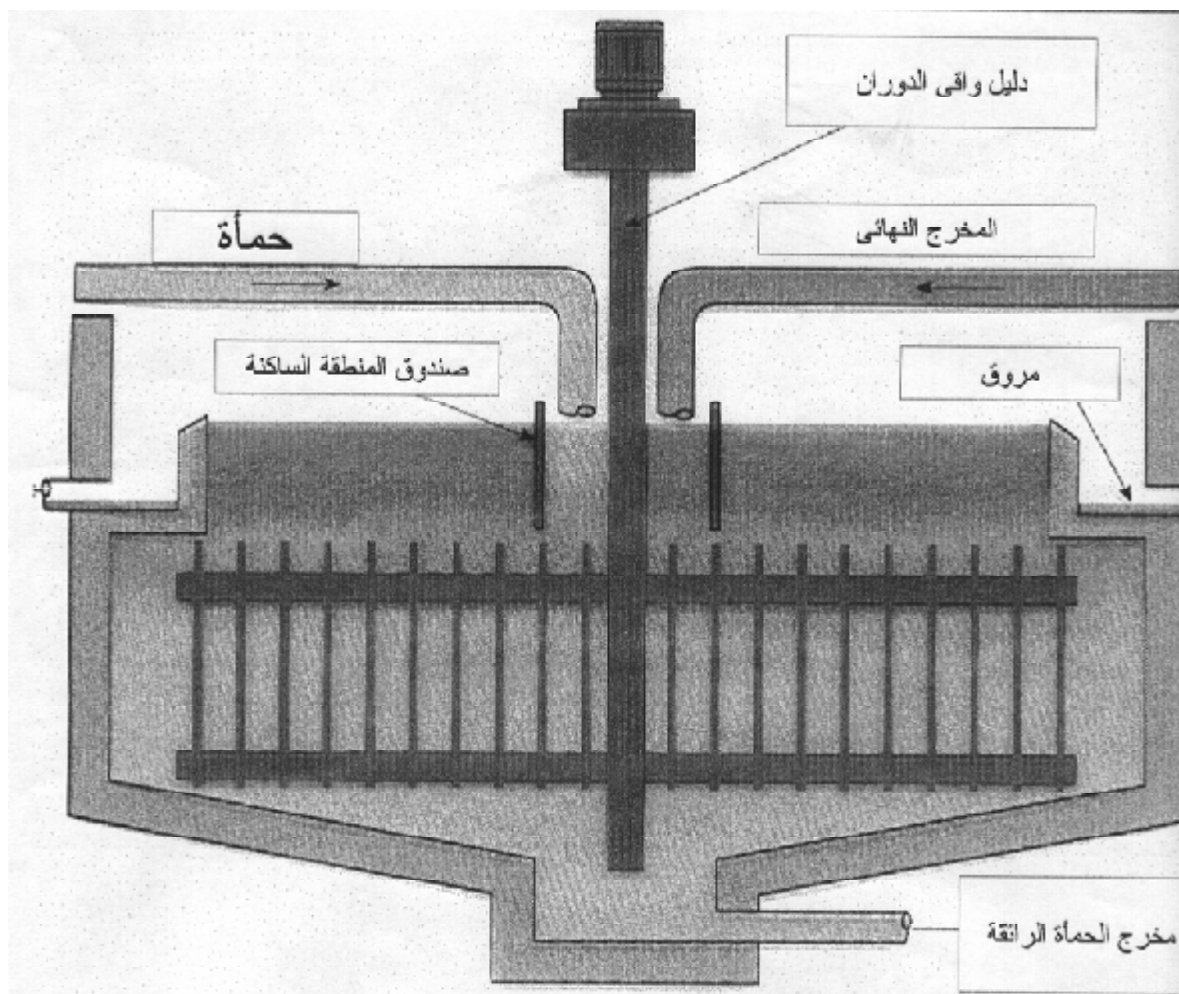
نسبة تركيز الحمأة والحمل على سطح حوض تركيز الحمأة

نوع الحمأة	نسبة تركيز الحمأة %		الحمل على سطح الحوض
	قبل التركيز	بعد التركيز	كجم/ م ^٢ يوم
١ - حمأة منفصلة ناتجة عن ترسيب ابتدائي	٥,٥ - ٢,٥	١٠ - ٨	١٥٠ - ١٠٠
٢ - المعالجة بالحمأة المنشطة	١,٢ - ٠,٥	٣,٣ - ٢,٥	٤٠ - ٢٠
٣ - حمأة مجمعة من الترسيب الابتدائي بالإضافة إلى حمأة من المعالجة بالحمأة المنشطة	٤,٨ - ٢,٦	٩ - ٤,٦	٨٠ - ٤٠
٤ - المعالجة بالمرشحات الزلطية	٦ - ٣	٩ - ٧	١٠٠ - ٦٠

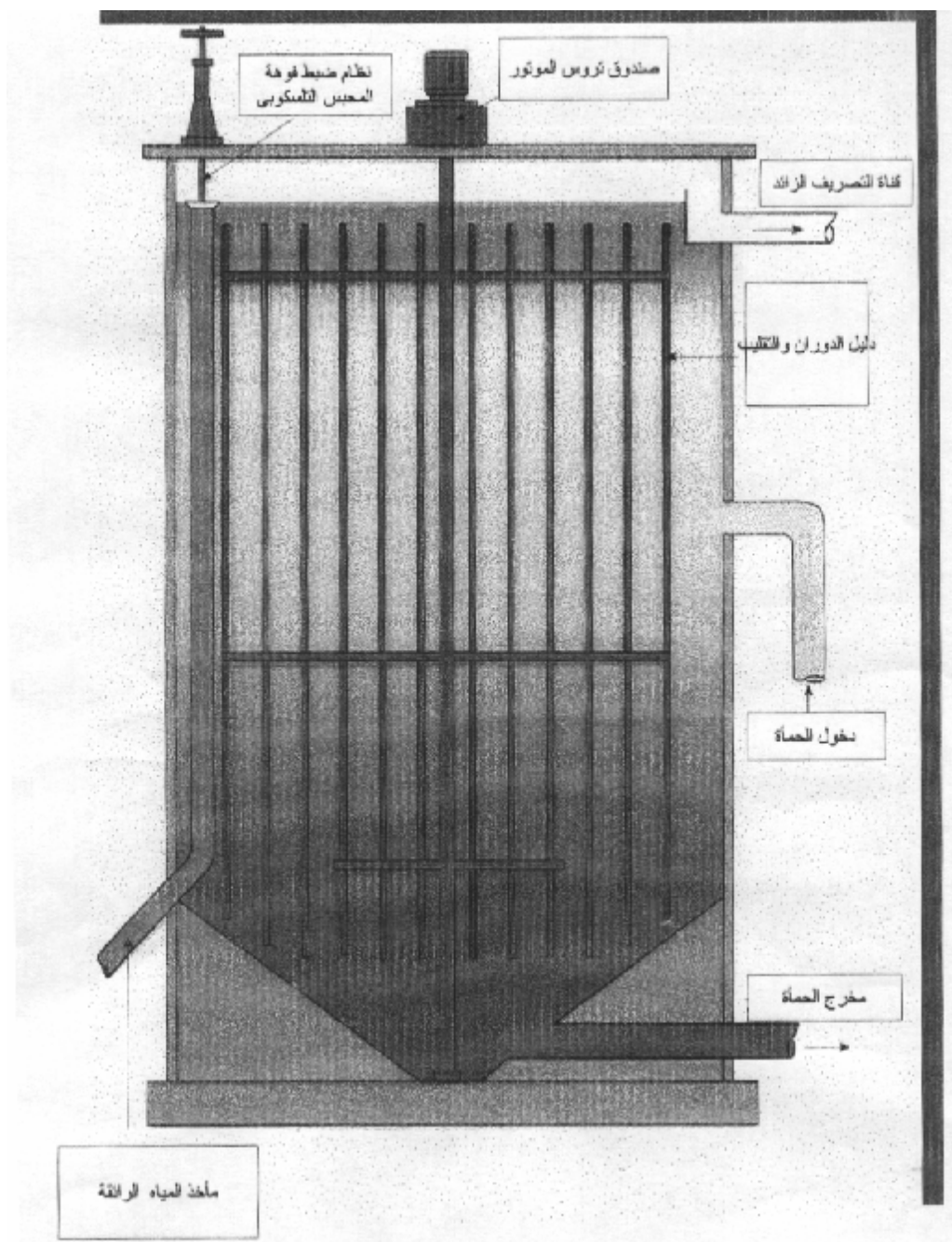
ويوضح الشكل رقم (٣-٥) كاسحة تكسير الحمأة بحوض التركيز، في حين يعرض الشكل رقم (٣-٦) مكونات حوض التركيز، ويعرض الشكل رقم (٣-٧) حوض تركيز التدفق المستمر.



شكل رقم (٣-٥)
كاسحة الحمأة بحوض التركيز



شكل رقم (٣ - ٦)
مكونات حوض التركيز



شكل رقم (٣ - ٧)
حوض تركيز التدفق المستمر

الفصل الرابع

تجفيف الحمأة

الفصل الرابع

تجفيف الحمأة

الغرض من عملية التجفيف

تتم عملية التجفيف للحمأة المركزة، سواء كانت مهضومة أو غير مهضومة، لكي يمكن فصل الكمية الباقية من السوائل عن المواد الصلبة وبذلك تقل حجم وكتلة الحمأة ليسهل التخلص منها سواء باستعمالها كسماد أو للردم أو الحرق. وتتم عملية التجفيف إما عن طريق استخدام أحواض التجفيف أو بالطرق الميكانيكية. وتعتمد كفاءة عملية التجفيف على نوع الحمأة ومصدرها، فالحمأة الابتدائية تتكون من رمل وطين ومواد خشنة بنسبة أعلى من المواد العضوية ويتم تجفيفها بسهولة وكفاءة عالية، ولكن الحمأة الثانوية وخاصة الغير مهضومة فهي تحتفظ بنسبة رطوبة أعلى وفي صورة متماسكة داخل خلايا الكائنات الحية، وهذا يجعل تجفيفها يحتاج إلى مدة أطول على أحواض التجفيف أو طاقة أكبر في التجفيف الميكانيكي.

أحواض التجفيف الرملية

تستعمل عدة طرق لفصل المياه عن المواد الصلبة في الحمأة، ومن أكثر الطرق شيوعاً استخدام أحواض التجفيف حيث تنساب الحمأة على أحواض مكونة من طبقة رمال خشنة مفروشة على شبكة مواسير تصريف مثبتة في قاع الحوض، وبهذه الطريقة يتم فصل المياه عن المواد الصلبة بطريقة الترشيح والتبخير، وعند تمام جفاف الحمأة تجمع إما يدوياً أو ميكانيكياً ثم تعريضها للشمس مدة كافية، ثم التخلص منها نهائياً.

وتكون عملية التجفيف باستخدام أحواض التجفيف اقتصادية في المناطق التي تتوفر فيها مساحات رخيصة الثمن من الأراضي الصحراوية البعيدة عن

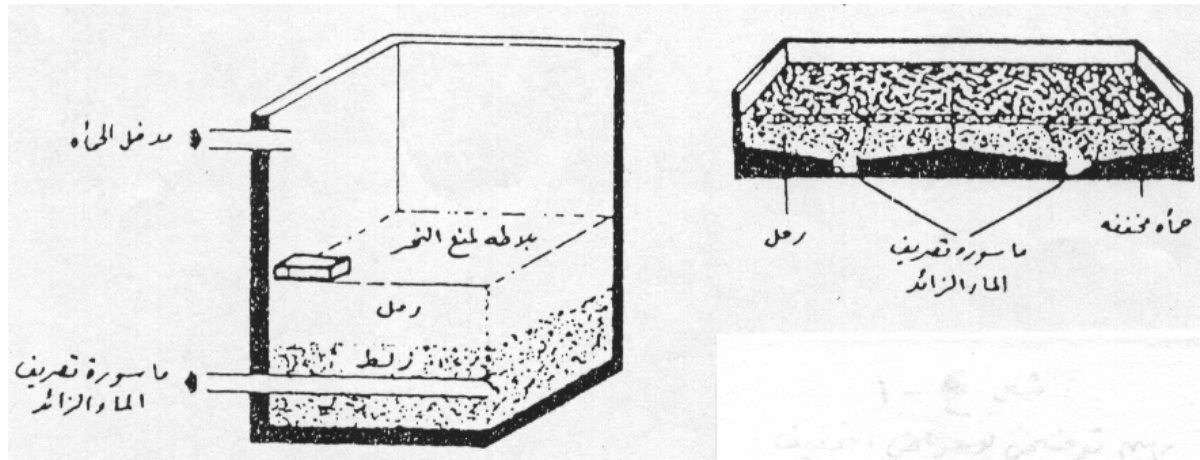
المناطق السكنية والتجارية ويكون مناخها حار وجاف معظم شهور السنة وكمية الأمطار قليلة، ومصر من المناطق الملائمة لاستعمال أحواض التجفيف كمرحلة نهائية للتخلص من الحمأة، وتعتبر هذه الطريقة أقل تكلفة من استعمال طرق التجفيف الميكانيكى.

خطوات عملية أحواض التجفيف

- يتم فصل المواد الصلبة عن السوائل فى أحواض التجفيف عن طريق البخر والترشيح.
- يسمح بانسياب الحمأة إلى أحواض التجفيف ببطء وعادة يكون عمق طبقة الحمأة حوالى ٣٠ - ٤٥ سنتيمتر، وإذا زاد سمك الطبقة عن هذا المقدار تقل سرعة جفافها لعدم تعرض جميع الجزيئات للشمس والهواء، ولزيادة كفاءة التجفيف فمن الأفضل تقليب الحمأة.
- تعمل الأسطح المتساوية، وتوزيع فتحات الدخول إلى الأحواض على توزيع طبقة الحمأة بطريقة متساوية وهذا يساعد فى عمليات البخر والترشيح.
- تساعد الرمال الخشنة الجيدة على تجفيف الحمأة فى مدة وجيزة، حيث تسمح بمرور المياه خلال حبيبات الرمل، ويتم تصريفها بسرعة من خلال شبكة التصريف.
- تزداد كفاءة التجفيف فى الجو الحار والجاف وتقل فى الجو البارد أو الممطر.
- تعتمد كفاءة التجفيف على نوع الحمأة، فتجفيف الحمأة الابتدائية أسهل وأسرع من تجفيف الحمأة الثانوية نظرا لأن الحمأة الابتدائية تتكون من جزيئات المواد الصلبة منفصلة عن الماء ولكن جزيئات الحمأة الثانوية تكون متماسكة بما تحتويه من ماء، وفى مثل هذه الحالة يعتمد التجفيف على البخر، فلذلك تجف الحمأة الثانوية فى فترة أطول.
- ليكن من المعلوم أن الحمأة التى تم تجفيفها تكثر بها الجراثيم الناقلة للأمراض والطفيليات، وتعرض العاملين بها والمستخدمين لها لكثير من الأخطار، وتكون الحمأة الخام عند جمعها متجانسة فى اللون والملمس ويلزم كمرها قبل السماح باستعمالها، وينص القانون على ضرورة جمع

الحمأة فى أكوام وتترك لفترة حوالى ٤٥ يوم يتم خلالها هضم المواد العضوية القابلة للتحلل بواسطة البكتيريا، ونظرا لأن هذا التفاعل يولد حرارة عالية قد تؤدى إلى حرائق، فلذلك تكون أماكن تشوين الحمأة بعيدا عن المنازل والحقول والمخازن. والحمأة المهضومة يكون لونها وملمسها متجانس ورائحتها غريبة (زنخة) تشبه رائحة التراب، وبالرغم من أن كمية الجراثيم قد انخفضت إلا أنها لا تزال ملوثة ويلزم التعامل معها باحتراس شديد، ويكون استخدامها كسماد تحت رقابة صحية وزراعية طبقا للقوانين واللوائح المعمول بها للحماية من التلوث، ويجب أن لا تكون الأراضي التى تسمد بهذه الطريقة معرضة للفيضان حيث تغسل المياه الأملاح وتلوث المياه الجوفية.

ويعرض الشكل رقم (٤ - ١) رسم توضيحي لأحواض التجفيف



شكل رقم (٤ - ١)

رسم توضيحي لأحواض التجفيف

بحيرات الحمأة

تعتبر بحيرات التجفيف للحمأة بديلاً لأحواض تجفيف الحمأة الرملية حيث تترك الحمأة في بحيرات لا يزيد عمق المياه فيها عن ٤٠ سم وتترك لتتبخر المياه من الحمأة، ولكن لا ينصح باستخدام تلك البحيرات لتعدد الاحتياطات المطلوبة لتأمين عدم وصول مياه رشح إلى المياه الجوفية وعدم انبعاث رائحة كريهة منها وابعاد الحيوانات والطيور عن البحيرة. وتستخدم هذه الطريقة في الأرض الصخرية لتجفيف الحمأة الخام غير المعالجة أو المثبتة بالجير أو الحمأة ذات معدلات عضوية عالية ذائبة، ومدة المكث في البحيرة تتراوح ما بين ستة شهور إلى سنتين ويجب في هذه الحالة إزالة المياه من السطح باستمرار وإعادتها لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي.

والجدير بالذكر أنه قد تم بالفعل استخدامها لاستقبال حمأة محطتي زنين وأبو رواش (معالجة ابتدائية ومعالجة ثانوية)، وهي مسطحات كبيرة ولا تحتاج إلى أعمال صيانة ولا إلى تطهير حيث تعتمد على تجفيفها باستخدام الشمس والهواء، ثم بيعها للأغراض المختلفة.

أحواض التجفيف المرصوفة

يوجد نوعان من أحواض التجفيف المرصوفة هما:

١. أحواض تجفيف بشبكات صرف سفلية.
٢. أحواض التجفيف المعزولة الأرضية.

أنواع أحواض التجفيف المرصوفة

أحواض تجفيف بشبكات صرف سفلية:

- وهي مثل أحواض التجفيف الرملية التقليدية، وتتميز عنها في الآتي:
- غالباً ما يتم رفع السماد الجاف باستخدام لودر يدخل إلى الحوض.
- يتم تقليب الحمأة أثناء فترة جفافها لسرعة التجفيف وذلك باستخدام قلابات متحركة.

وتصميم هذه الأحواض بأبعاد تتراوح بين (٦-١٥) متر عرضاً، (٢١-٤٦) متراً طولاً وذات حائط رأسى خرسانى ومعزول بالبيتومين. ويتكون الوسط الترشيحي من طبقة من الرمال أو الحصى بسمك يتراوح بين (٢٠-٣٠) سم، ويعيب هذا النوع الحاجة إلى مسطحات أكبر من أحواض التجفيف الرملية.

أحواض التجفيف المعزولة الأرضية:

وتستخدم غالباً في الأجواء الحارة، ويعتمد تصميم أرضية هذه الأحواض على استخدام طبقات خرسانية رخيصة، ويتم سحب مياه التصافى من الطبقات العلوية إما عن طريق فتحات جانبية على مناسيب مختلفة ويتم التحكم فى السحب باستخدام بوابات، أو عن طريق مواسير رأسية داخل الحوض ويتم التحكم أيضاً فى ارتفاعاتها عن طريق مجموعة من المواسير المتداخلة.

ويعتمد هذا النوع من الأحواض على نظرية التبخر للطبقات السطحية من الحمأة مع التقليب المستمر لمحتويات الحوض، ويتم تغذية الحوض بالحمأة من ماسورة فى منتصف الحوض.

أى أن هذا النوع لا يعتمد على الترشيح لعدم وجود طبقات الرمال أو الزلط فى حين يعتمد على سحب مياه التصافى من سطح الحوض وليس من اسفل الحوض.

وتصل كفاءة إزالة مياه التصافى من هذه الأحواض إلى ٢٠-٣٠ % ويتراوح تركيز الحمأة الناتجة من ٤٠-٥٠ % بعد زمن بقاء يتراوح من ٣٠-٤٠ % يوم وتصل طبقة الحمأة المضافة إلى ٣٠ سم.

كما توجد فى قاع هذه الأحواض ميول يتم تصميمها بدقة.

ويوضح الشكل رقم (٤-٢) منظراً عاماً لأحواض التجفيف المرصوفة والمعزولة.

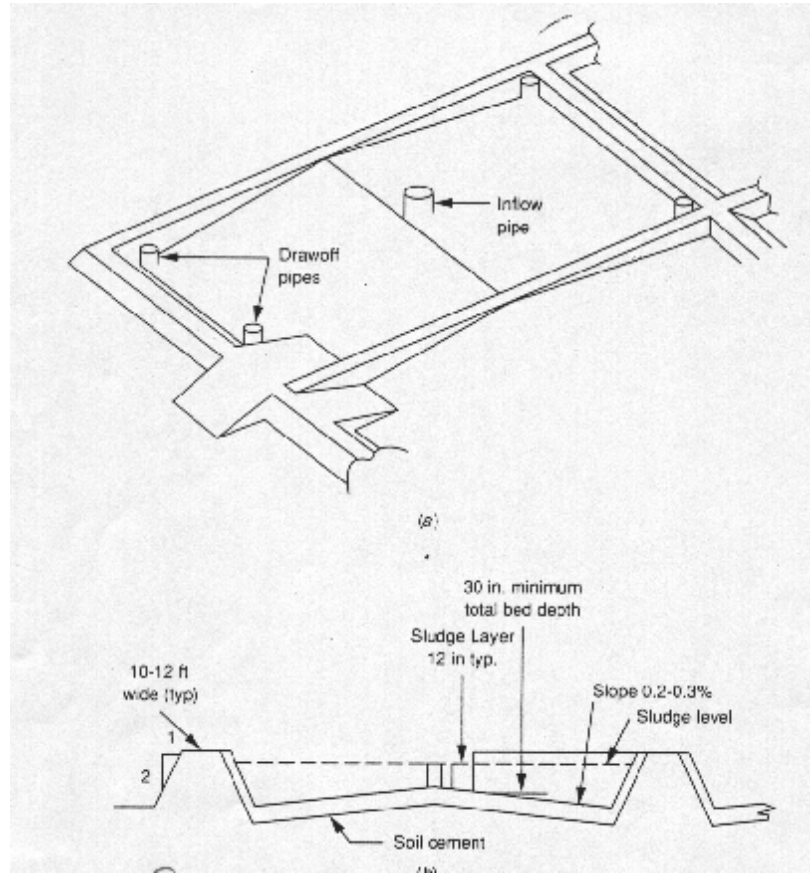
عيوب أحواض التجفيف المعزولة:

تم استخدام هذا النوع من الأحواض فى محطة التبين وتسبب فى مشاكل جمة لازالت قائمة مما أدى إلى امتلائها تماما ولا تجف، وهناك أسباب كثيرة لذلك، إلا أن نوعية الحمأة الناتجة من المحطة أو كمياتها قد تكون أحد الأسباب لفشلها، كما لا توجد بها وسيلة تقلب لسرعة البخر.

وتتركز المشكلة الحالية فى هذه الأحواض على طفو طبقة من الحمأة التى تحتوى على نسبة عالية من الزيوت والشحومات وكذا مخلفات أحواض الراسب الرملى التى يتم كسحها من سطح هذه الأحواض مع الحمأة الناتجة من كسح سطح أحواض الترسيب الابتدائى، وتتسبب هذه الحمأة الطافية فى تقليل نسبة البخر تماما ومن ثم لا تجف الحمأة. كما تلاحظ أيضا فى أحد المحطات الصغرى تعرض مواسير سحب مياه التصافى للإسداد ومن ثم لا تجف الحمأة أيضا فى الأزمنة التصميمية وتتفاقم المشكلة.

الخلاصة

إن هذا النوع من الأحواض لا يوصى بإنشائه سواء فى المحطات الصغرى أو الكبرى، ويوضح الشكل رقم (٤-٢) منظر عام لأحواض التجفيف المرصوفة.



شكل رقم (٤ - ٢)
منظر عام لأحواض التجفيف المرصوفة

كمر الحمأة

هي عملية تحلل بيولوجي للمواد العضوية، وقد استخدمت عملية الكمر لسنوات عديدة للحصول على سماد جاف منخفض الرائحة ومهضوم نسبياً، فعند كمر السماد الجاف ترتفع درجة حرارته إلى (٥٠ - ٧٠) درجة مئوية فتتعرض البكتيريا الممرضة للقفل، كما تهدف عملية الكمر أيضاً إلى تقليل الرطوبة حيث ينخفض تركيز المواد العضوية الطيارة.

أنواع الكمر

يوجد نوعان من الكمر هما: هوائي - لاهوائي، ويتميز النظام الهوائي بانخفاض تركيز الروائح الناتجة منه مقارنة بالكمر اللاهوائي، وتتم عملية الكمر الهوائي بتقليب محتويات الحمأة أو تهويتها بمصدر هواء خارجي أو بنظام مشترك.

مراحل عملية الكمر

تمر الحمأة المكورة على ثلاث مراحل:

- مرحلة الكمر عند درجة حرارة منخفضة (٤٠ درجة مئوية) وتسمى ميزوفيلك.
- مرحلة الكمر عند درجة حرارة مرتفعة (٤٠ - ٧٠ درجة مئوية) وتسمى ثرموفيلك.
- 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 حل بكتيريا المرحلة الأولى، مع انخفاض مستوى الرطوبة وكذا استقرار الرقم الهيدروجيني، وتستخدم بعض الأصناف للمساعدة في عملية الكمر مثل قش الأرز ونشارة الخشب.

مدة الكمر

عند استخدام مصدر هواء خارجي:

يتم التقلب لمدة ٢٥ يوم ثم يترك ساكنا لمدة ٣٠ يوما أخرى على هيئة كومة بارتفاع ٢,٥ متر ثم تغطى بطبقة من التراب أو الرمل لعزله تماما.

عند الكمر في خنادق مكشوفة:

يتم التقلب لمدة ٢٥ يوما بمعدل خمس مرات ثم يترك ٣٠ يوما أخرى مع تغطيته أيضا بالأتربة وتشون على هيئة هرم قاعدته ٣ متر وإرتفاعه ١,٥ متر وتصل درجة الحرارة عندئذ إلى ٥٥ درجة مئوية.

التجفيف الميكانيكي

يمكن فصل الماء الزائد في الحمأة عن المواد الصلبة وتجفيفها بكفاءة عالية بواسطة أجهزة ميكانيكية مختلفة، ومن مميزات التجفيف الميكانيكي أنه لا يحتاج إلى مساحة واسعة من الأرض.

عملية نزع المياه وتجفيف الحمأة

تتقسم إلى عمليتين رئيسيتين، الأولى هي عملية إضافة الكيماويات والثانية هي نزع المياه من الحمأة بواسطة النظام الميكانيكي.

والغرض من إضافة الكيماويات هي زيادة حجم جزيئات المواد الصلبة بالحمأة إلى جزيئات أكبر حجماً (ندف) يسهل حجزها أثناء عملية التجفيف، ويتم ذلك بواسطة إضافة مادة البوليمر السائلة للحمأة بعد تحضير محلولها من بودرة البوليمر، وبعد تكون الندف يتم ضخ الحمأة إلى جهاز التجفيف الميكانيكي والذي يحتوى على ثلاث مراحل كما يلي:

المرحلة الأولى:

مرحل التصفية بالجاذبية وفيها يتم فصل المياه الحرة عن الحمأة عبر مسامية سير الفلتر بغرض تلييد الحمأة باستخدام مادة البوليمر وخلطها مع الحمأة قبل دخولها على السير.

المرحلة الثانية:

مرحلة الضغط المنخفض ثم التخلص فيها من المياه المصاحبة للحمأة المركزة، من خلال سيرين، عن المواد الصلبة المكونة للحمأة.

المرحلة الثالثة:

مرحلة الضغط المرتفع وتدخل الحمأة التي تم فصل المياه منها أولياً إلى سلسلة من العصارات الدوارة، المتناقصه حجماً، لتخرج الحمأة فى النهاية فى شكل كيك ذو تركيز ٢٠ % والتي يتم نقلها بعد ذلك خلال السيور النقاله إلى سيارات كبيرة تمهيداً لنقلها خارج الموقع.

الفصل الخامس

عملية التخلص النهائي من الحمأة

الفصل الخامس

عملية التخلص النهائي من المخلفات

مقدمة

تتميز المخلفات المجففة بارتفاع أحمالها العضوية والميكروبية والطفيلية والتي لكثير منها القدرة على البقاء حية في البيئة لفترات طويلة وقادرة على إصابة كل من يتعرض لها، كذلك يجب الأخذ في الاعتبار أن المخلفات قد زادت محتوياتها من الزيوت والشحوم والمنظفات الصناعية والمبيدات الحشرية ونفايات المصانع السامة والضارة والتي تتباين طبقاً لنوعية الصناعة التي تولدت عنها.

طرق التخلص النهائي من المخلفات

وهناك العديد من الطرق للتخلص النهائي من الحمأة، وأكثر الطرق شيوعاً في التخلص النهائي من الحمأة المخففة هي استعمالها إما كسماد أو في الردم واستصلاح الأراضي أو يتم حرقها.

استعمال الحمأة المجففة كسماد

تعتبر الزراعة المجال الأوسع والمستفيد الأول من إعادة استخدام الحمأة المجففة كسماد بشرط معالجتها لتصل إلى المعايير المناسبة وأن تستخدم في إطار يكفل حماية البيئة والناس وتحت رقابة صارمة للرصد البيئي والصحي. فالعوامل البيئية تحتل مكانة هامة عن غيرها بين العوامل التي تؤثر على نجاح استخدام الحمأة المجففة كسماد، وتتضمن هذه العوامل عدة عناصر أهمها:

أ - انتشار الميكروبات والفيروسات المرضية وقدرتها على البقاء حية ونشطة وإصابة الإنسان والحيوان، وتتوقف درجة العدوى على قدرة

هذه الممرضات على الحياة لفترة ما بين أيام حتى شهور وأعوام حسب طبيعة العامل المرضى وصفات التربة فلقد أظهرت التحاليل أن بويضات الإسكارس يمكنها أن تعيش نشطه في التربة لمدة ٧ سنوات، وبكتريا الدرن لمدة ٦ شهور، والتيفود لمدة ٧٤ يوم، وورقة التتيا ٦ أسابيع وأميبيا الدوسنتاريا ٨ أيام.

ب - وجوب توخي غاية الحيلة والحذر في المحاصيل المزمع تسميدها حيث أن الحمأة المجففة تحتوى على مركبات وعناصر كيميائية سامة تستطيع النباتات امتصاصها وتصبح ضارة لصحة الإنسان والحيوان عند استهلاكهم لهذه المحاصيل.

ج - يجب مراعاة ألا تكون الأرض المسمدة بالحمأة المجففة معرضة للفيضان، وألا تستعمل كميات زائدة في الري وذلك لاحتواء الحمأة المجففة لبعض العناصر الكيميائية السامة المحتمل ذوبانها وتسربها إلى موارد المياه الجوفية وتلويثها.

يمكن الاستفادة بالحمأة المجففة في استصلاح الأراضي نظرا لما تحتوى عليه من مواد عضوية ومركبات آزوتية وفسفورية وعناصر أخرى لازمة لتغذية النباتات وجميع هذه المواد هي الأساس في خلق تربة صالحة للاستعمال ولكن يجب ألا يخفى علينا احتواء الحمأة الجافة على كمية عالية من الأملاح وأن الاستمرار في استعمال الحمأة يؤدي إلى تراكم الأملاح في المجموع الجذري للنبات حتى لو كانت مياه الري عذبة، والأثر العكسي لاستخدام الحمأة المجففة في الردم أو استصلاح الأراضي أثر تدريجي لا يظهر إلا بعد عدة سنوات تطول أو تقصر تبعا لما يتخذ من إجراءات سليمة للتحكم في خفض تراكم الأملاح وتركيز المعادن الثقيلة الضارة نتيجة لتلوثها بنفايات المصانع السامة مما يسبب تدهور التربة وعدم صلاحيتها على المدى الطويل، فنجاح هذا الاستخدام وجدواه أمر يعتمد على عدة معايير ننجزها فيما يلي:

أ - كمية ونسبة الأملاح ومكوناتها.

**استعمال الحمأة
المجففة في الردم
واستصلاح الأراضي**

- ب - نسبة امتصاص الصوديوم.
- ج - درجة تركيز العناصر السامة والضارة.
- د - رقم الأس الايدروجيني للتربة.
- هـ - مدى انتشار الميكروبات المرضية والحشرات.
- و - مدى تلوث المياه الجوفية بما قد تحتويه الحمأة المجففة من سموم.
- ز - نوع المحاصيل المزروعة.

حرق الحمأة

يمكن التخلص من ٩٠ % أو أكثر من كمية الحمأة عند حرقها في أفران خاصة مصممة لهذا الغرض. ومن مميزات عملية الحرق أنها مضمونة في التخلص من البكتيريا والفيروسات والطفيليات الناشئة للأمراض بالإضافة إلى الحصول على بعض الطاقة الحرارية، فمن المعروف أن المواد العضوية يمكن حرقها في درجة حرارة أكثر من ٤٠٠ درجة مئوية، فلذلك تصمم أفران تبدأ تسخينها بواسطة المازوت أو الغاز إلى هذه الدرجة ويبدأ بعد ذلك حرق الحمأة التي تنتج طاقة من الحرارة الكافية لاستمرار الفرن في الاشتعال بدون استعمال الغاز أو المازوت وربما تعطى طاقة حرارية أكثر طبقاً لمكونات الحمأة، وهذه الطاقة يمكن استخدامها اقتصادياً، ونظراً لأن الحمأة تحمل مواد ضارة وسامة تخرج مع الغازات المتصاعدة من الأفران مثل أبخرة الرصاص والزنك وهي شديدة الخطورة بالإضافة إلى الغازات السامة التي تتصاعد عند حرق كثير من النفايات الصناعية العضوية والبلاستيك فلذلك يجب أن نمرر الغازات الصاعدة من الأفران على أبراج تنقية بها مواد كيميائية قادرة على امتصاص هذه السموم قبل السماح للغازات في الانطلاق إلى الجو.

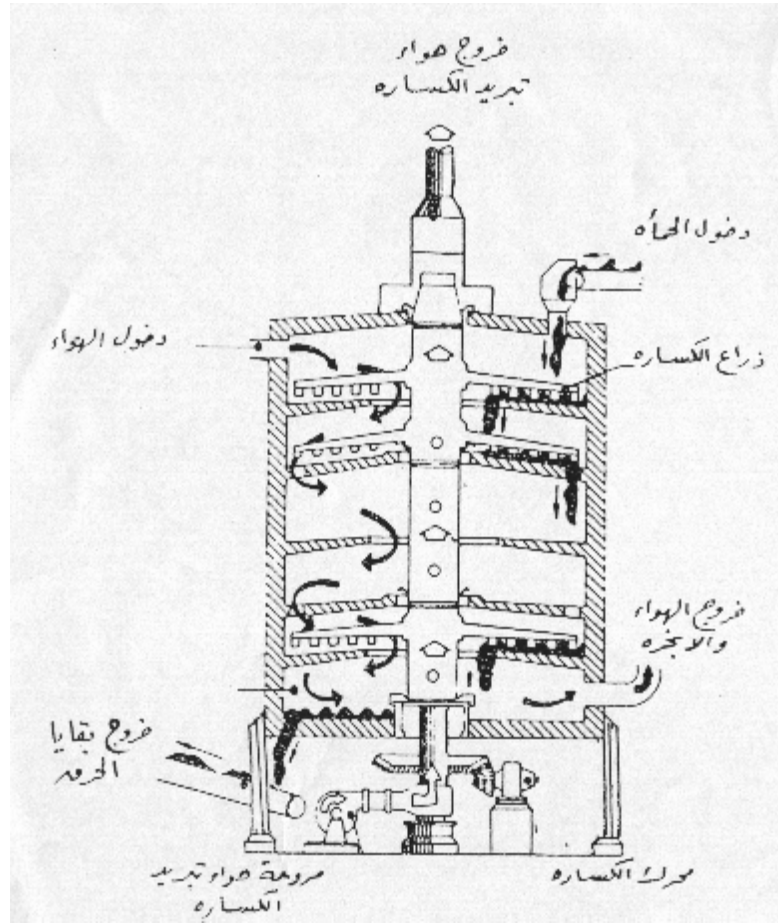
ومن مميزات هذه الأفران أيضاً أنها قادرة على حرق مخلفات الحواجز والشباك وكمية القمامة المجمعة من المدينة، وتعتبر عملية الحرق أكثر العمليات المضمونة في الحفاظ على الصحة العامة بشرط وضع برنامج لرصد تلوث الهواء، فتشغيل مثل هذه الأفران تحتاج إلى مهارة ومن أكثر الأفران شيوعاً:

١ - الفرن متعدد الطبقات (Multiple Hearth Incinerator).

٢ - فرن حرق السوائل (Fluidized bed Incinerator).

الفرن متعدد الطبقات (Multiple Hearth Incinerator):

وهو مكون من عدة أفران فوق بعضها، وتوضع المخلفات الصلبة في فتحة موجودة في السطح وعندما يتم دخولها في الفرن الأعلى يبدأ في حرق المكونات التي لا تحتاج لدرجة حرارة عالية ثم يتوالى سقوط الباقي من المواد في الفرن تلو الآخر حيث تزداد درجة الحرارة كلما انتقلت هذه المواد إلى أسفل، ويتم جمع مخلفات الحرق من فتحة في قاع الفرن، وأما الغازات فيتم تجميعها من مدخنة الفرن الأسفل لتنقيتها في أبراج تنقية الغازات قبل السماح بإطلاقها للهواء، ولمساعدة المخلفات في الاحتراق تزود هذه الأفران بكسارة تعمل بمحرك كهربائي وقادرة على تقطيع المخلفات لأجزاء صغيرة يسهل حرقها. ويعرض الشكل رقم (٥ - ١) فرن متعدد الطبقات.



شكل رقم (٥ - ١)

فرن متعدد الطبقات

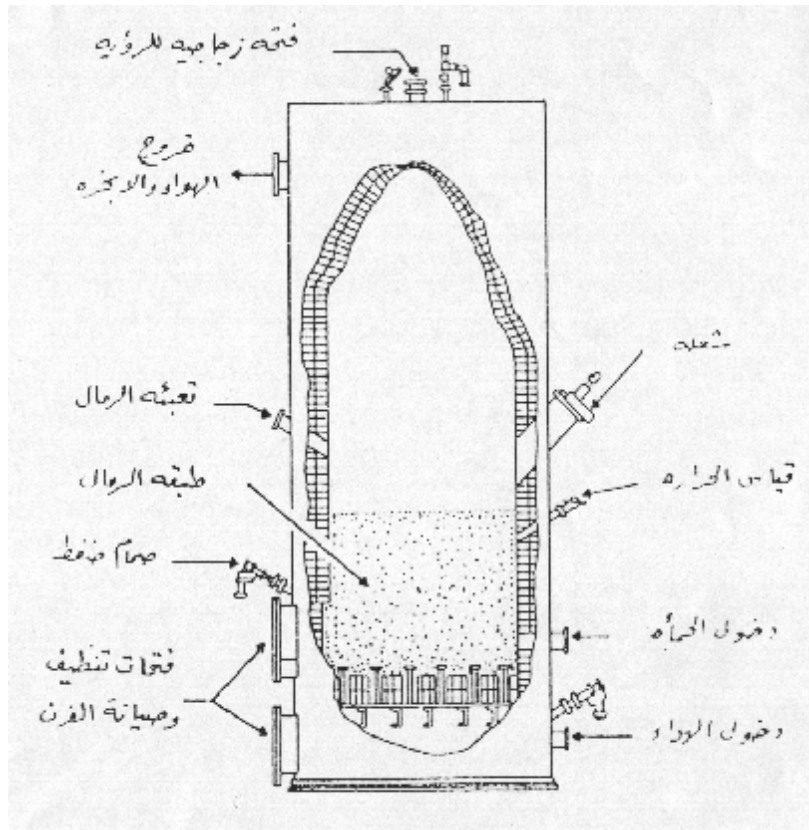
فرن حرق السوائل (Fluidized bed Incinerator):

من المعروف أن المياه تتحول إلى بخار عند درجة حرارة ١٠٠ مئوية وكذلك حرق المواد العضوية يتم عند درجة حوالي ٤٠٠ مئوية، فإذا أمكن توليد كمية من الحرارة في فرن وتكون كافية لتبخير المياه وحرق المواد العضوية التي تحتويها الحمأة المركزة، ففي هذه الحالة يمكن حرق الحمأة وهي في صورة سائلة. وتتوقف درجة حرارة تشغيل مثل هذه الأفران على درجة تركيز المواد الصلبة في الحمأة المركزة فكلما زاد تركيز المواد الصلبة في الحمأة تقل كمية الحرارة اللازمة لحرقها ولكن هناك حد أدنى لتركيز المواد الصلبة التي يمكن استعمالها نظراً لأن زيادة نسبة المياه في الحمأة عن هذا الحد الأدنى سوف يحتاج إلى تكاليف عالية في استخدام الوقود بالإضافة إلى

إمكانية تقليل كفاءة الحرق، وعادة تفشل الأفران في حرق الحمأة ذات التركيز الخفيف.

وفرن حرق السوائل يتكون بكل بساطة من طبقة سميكة من الرمل فوق شعلات النار. ويتم تسخين الفرن بواسطة الغاز أو المازوت وترتفع درجة حرارة الرمل إلى الدرجة المطلوبة وقد تصل إلى حوالي ١٠٠٠ درجة مئوية أو أكثر، وفائدة طبقة الرمل هي قدرتها على تخزين كمية حرارة كافية لتبخير المياه وحرق المواد العضوية، وتتصاعد الأبخرة والغازات الناتجة من الاحتراق إلى أعلى وتخرج من فتحة حيث يتم تجميعها وتنقيتها من الغازات الضارة والسامة قبل إطلاقها للهواء.

ويعرض الشكل رقم (٥-٢) فرن حرق السوائل.



شكل رقم (٥-٢)

فرن حرق السوائل

اقتصاديات استخدام الحمأة في استصلاح الأراضي

القيمة السمادية لهذه الرواسب مرتفعة نظرا لاحتوائها على نسبة عالية من المواد العضوية تبلغ ٥٠ % على أساس الوزن الجاف وتقوم بتحسين قوام التربة الرملية كما أنها تحتوى على أكثر من ٣ % من الأزوت مقدرا أيضا على أساس الوزن الجاف فضلا على احتوائها على الفوسفات التي تبلغ قيمته حوالي ١,٥ %.

ألا انه ينبغي التحذير إلى أنه يتركز بالحمأة السائلة التي يتم سحبها من أحواض الترسيب الابتدائي كثير من العناصر النادرة والثقيلة التي قد تؤدي إلى تسمم النبات الذي يجرى استزراعها أو انتقال هذه العناصر في بعض أنسجة النبات وانتقالها بالتالي إلى الإنسان.

ومصدر هذه العناصر هو بعض المخلفات السائلة الصناعية التي تصب مخلفاتها في شبكات الصرف الصحي، ويوضح الجدول رقم (٥ - ١) بعض المخلفات السائلة الصناعية التي تحتوى على كل أو بعض هذه العناصر. كما يوضح الجدول رقم (٥ - ٢) نسبة العناصر الثقيلة في مياه الصرف الصحي الخام التي ترد إلى عملية الترسيب الابتدائي بأبجورواش قبل وبعد مرحلة الترسيب الابتدائي. ومنها يتبين أن نسبة عالية تزيد عن ٥٠ % لبعض هذه العناصر يجرى ترسيبها مع الحمأة السائلة مما يؤدي إلى زيادة نسبة وتركيز هذه العناصر بالسماد الجاف الذي تنتجه هذه المزرعة، ويوضح الجدول رقم (٥ - ٣) نسبة العناصر الثقيلة في السماد المنتج بالجبل الأصفر القديمة وبأبجورواش ومنه يتبين زيادة بعض العناصر الثقيلة وخاصة الكروم في السماد المنتج بأبجورواش وتقدر كمية الكروم بالسماد الذي كان ينتج بأبجورواش سنويا بحوالي ١٠٠ طن وهى نسبة عالية جدا تزيد عن نسبة هذا العنصر في السماد الجاف المنتج في كثير من الدول التي سبقتنا في مضمار الصناعة.

ومما يساعد على امتصاص هذه العناصر بواسطة جذور النباتات التي يجرى تسميدها بهذه الأسمدة هو انخفاض الرقم الايدروجيني للتربة. ويوضح الجدول رقم (٥ - ٤) نسبة بعض هذه العناصر الثقيلة والنادرة في بعض المخلفات

السائلة الصناعية التي تضخ إلي محطة معالجة مياه صرف صحي أبو رواش على سبيل المثال.

جدول رقم (٥ - ١)

بعض المخلفات السائلة الصناعية التي تحتوى على كل أو بعض هذه العناصر

المخلفات الصناعية	الكاديوم	الكروم	الزئبق	النحاس	الرصاص	الزنك
Metallurgical wastes	×	×	×	×	×	×
مخلفات الأصباغ والدهانات	×	×	×	×	×	×
مخلفات الطلاء الكهربى	×	×		×		×
مخلفات البلاستيك والمطاط	×		×			
مخلفات البطاريات	×		×		×	×
مخلفات النسيج		×		×		
مخلفات صناعة الورق			×			
مخلفات الدباغة		×			×	
مخلفات الأدوية			×			

جدول رقم (٥ - ٢)

الحد الأقصى والحد الأدنى والمتوسط للعناصر الثقيلة في مياه الصرف الصحي بمحطة أبورواش

العنصر	الحد الأقصى		الحد الأدنى		المتوسط		
	خام	المواد المترسبة	خام	المواد المترسبة	خام	المواد المترسبة	
						عظمى	صغرى
كاديوم	٠,٠٦	٠,٠٢	٠,٠١١	٠,٠٠٨	٠,٠٣	٠,٠١	٠,٠٣
كروم	٥,٩	١,٩٥	١,٩	٠,٣٣	٣,٦٢	٠,٨٩	١,٥
كوبالت	٠,٥١	٠,٢٠	١,١٣	٠,١٢	٠,٣٠	٠,١٦	٠,٣
الرصاص	٢,٣٧	١,٤٨	٠,٢٦	٠,١٨	١,٠٨	٠,٦٧	٠,٣
منجنيز	١	١	٠,٤٠	٠,٣٣	٠,٧٠	٠,٦٧	١,٥٢
نيكل	٠,٣٥	٠,٢٦	٠,١٧	٠,١٧	٠,٢٥	٠,٢٢	٠,٢٧
زنك	٢,٣٠	٠,٦٧	٠,٣٥	٠,٢٨	١,٢٠	٠,٤٣	٠,٣٥
نحاس	٠,٦١	٠,٣٥	٠,١١	٠,٠٧	٠,٤	٠,٢٢	٠,١٢٥

مشروع تدريب العاملين بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي بأبو ساعد بحلوان - عقد (٥) كيمونكس مصر للاستشارات
الدورة التدريبية عن: تشغيل وتتبع أعطال أحواض التركيز وطمبات الحمأة وأعمال تداول الحمأة والتخزين والنقل

جدول رقم (٥ - ٣)
العناصر الثقيلة النادرة بالحمأة المجففة (جزء/ المليون)

المعادن الثقيلة	الجبل الأصفر			أبو رواش		
	١	٢	٣	٤	٥	٦
الكاديوم	١,٦	٣,٢	٢,٦	٢,٥	٤,٧	٣,١
الكروم	٣٨,٧	٢٥٢	٢٨٥	٢٧١٤	٤٣٧٥	٣٨٢٦
النحاس	١٦٨	٤٩١	٦٦٤	٣٢٧	٤٦٣	٤٣١
الرصاص	١٩٧	٣٢٣	٣٣٧	٤٠٧	٣٤٦	٣٨٧
الزئبق	١,٧٣	١,٤	٢,٤	١,٦	٢,٤	٣,١
النيكل	١٦	٤٣	١٤,٤	٦١	١٠٤	٦٣
الزنك	١٤٧٥	١٥٢٢	١٥٩٠	١١٦٣	١٧٧٥	١٢٥٣

١ - من أحواض التجفيف

٢ - من التشوين بعد فترة وجيزة

٣ - من التشوين لعدة شهور

٤ - من التشوين

٥ - من التشوين حديثاً

٦ - من التشوين لمدة سنة

جدول رقم (٥ - ٤)

نسب بعض العناصر الثقيلة والنادرة في بعض
المخلفات السائلة الصناعية التي تضخ إلي أبو رواش

النكل	النحاس	الزنك	مكافئ الزنك	
٧٠ كجم /هكتار / ٣٠ سنة	٢٨٠ كجم /هكتار / ٣٠ سنة	٥٦٠ كجم /هكتار / ٣٠ سنة	٧,٧ كيلو/فدان	النسبة المسموح بها
٨٠-٤٠ جزء في المليون	٧٠٠ جزء في المليون	١٥٠٠ جزء في المليون		النسبة في الدول الصناعية
١٠٤-١٦ جزء في المليون	٣٥٠ جزء في المليون	١٥٠٠ جزء في المليون	١٦ كيلو/فدان	النسبة في القاهرة
			تجاوزنا النسبة للضعف	ملاحظات

الفصل السادس

الأمن والسلامة في تداول الحمأة

الفصل السادس

الأمن والسلامة فى تداول الحمأة

مقدمة

الوقاية من الحوادث هى الوسيلة الفعالة للقضاء على المعوقات الأساسية التى تواجه العاملين بمحطات معالجة مياه الشرب والصرف الصحى بصفة يومية، وتعتبر وسائل الأمن ضرورية لحماية العاملين بالمحطة من الحوادث التى يمكن أن تحدث.

إجراءات الوقاية والأمن

وتتنوع إجراءات الوقاية والأمن لتشمل الأمن الشخصى وهى، الإجراءات الواجب اتخاذها على المستوى الفردى لجميع العاملين بالمحطة حسب طبيعة عمل كل منهم، كذلك الأمن الخارجى ويشمل إجراءات الأمن لحماية المباني والأجهزة والمعدات، ويشمل الأمن الخارجى أيضاً الممرات والطرق داخل محطة المعالجة. ونذكر فيما يلى بعض من المعدات والأدوات الخاصة بالأمان:

- ١ - جهاز أكسجين محمول ومزود بعدد لقياس الأكسجين وقناع واسطوانة أكسجين (يفضل استخدام جهاز كشف الغازات المتعدد الغازات المحمول، ويكشف عن غاز الأكسجين، غاز كبريتيد الهيدروجين، غاز الميثان وغاز أول أكسيد الكربون).
- ٢ - أوفارول من قماش متين مزود بحزام أمان.
- ٣ - أقنعة إضافية فى غرفة الكلور وأقنعة إضافية أخرى لزوم نقل اسطوانات الكلور.
- ٤ - خوذة بلاستيكية صلبة.
- ٥ - رداء ضد البلل.

- ٦ - حذاء مطاطي.
- ٧ - قفازات من المطاط أو البلاستيك.
- ٨ - أجهزة لمقاومة الحريق.
- ٩ - علامات "ممنوع التدخين" وتوضع في أماكن مناسبة.
- ١٠ - علامات تحذر من آلية تشغيل المعدات.
- ١١ - علامات تدل على أماكن تخزين الكلور.
- ١٢ - وسائل للحماية من الضوضاء.
- ١٢ - كشافات إضاءة وعلامات مضيئة.

تعليمات الأمان في تداول ونقل الحمأة
هناك احتياطات أمان يجب مراعاتها عند تداول الحمأة في شتى صورها ومصادر إنتاجها ونفرض فيما يلي اعتبارات الأمان في كل منشأة من منشآت معالجة الحمأة.

أحواض الترسيب والتركيز وعناصر وبيارات الحمأة:
يتعرض العاملون في هذه الوحدات للمخاطر التالية:

- مخاطر التعرض لغازات الميثان وكبريتيد الهيدروجين ونقص الأكسجين ويحدث ذلك في البئر المبتل لعنبر الحمأة - خطوط انحدار سحب الحمأة ويتم تجنب هذه الغازات بارتداء قناع واق من الغازات أثناء نزول البئر الجاف. أما عند تطهير البئر المبتل فيحذر النزول بدون قناع متصل بخرطوم وضغط هواء لإمداد العامل بهواء نقي مستمر وعند إزالة السدود من خطوط الانحدار يتم تهوية المطابق أولاً بهوايات المطابق ثم قياس تركيز الغازات عالية ثم النزول إذا كانت في حدود المسموح.
- مخاطر السقوط: يراعى تثبيت أطواق نجاة وحبال على مشاية الأحواض لاستخدامها عند سقوط العاملين في هذه الأحواض حتى لا يتعرضوا للاختناق أو الغرق.

عناصر مهمات تركيز الحمأة بالطرق المختلفة:

- تم الإشارة سابقاً إلى أن هناك طرق مختلفة لتركيز الحمأة ميكانيكياً ونظراً لتساعد الغازات الضارة أثناء عملية التركيز فيراعى أيضاً ارتداء الأقنعة الواقية.

أما إذا كانت تركيز الغازات مرتفعة فيجب توفير أجهزة تنفس كاملة محمولة على الظهر.

ويتم التعرف على مثل هذه التركيزات باستخدام أجهزة قياس تركيز الغازات المختلفة.

- مخاطر الضوضاء: وتنتج من هذه الأجهزة أحياناً ضوضاء مستمرة مثل أجهزة الطرد المركزي أو عناصر الهواء المضغوط فإذا زادت سعة الضوضاء عن ٨٥ ديسيبل يجب ارتداء سدادات أذن لتجنب ذلك.

تنبيه:

يجب تركيب شفاطات في أسقف عناصر الحمأة لسحب الغازات المتولدة أولاً بأول حتى لا يتعرض العاملون فيها للإصابة بها.

مواقع كمر وتشوين الحمأة واستصلاح الأراضي:

يجب إلزام العاملين بارتداء قفاز كاوتش وحذاء كاوتش لتجنب الإصابة بالملوثات الموجودة بالحمأة الجافة، وفي حالة إصابة العامل بأي جرح سطحي يحذر عليه العمل في هذه المنطقة لحين شفائه تماماً، كما يحذر على العاملين تناول وجبات أثناء أدائهم العمل في هذه المناطق الخطرة.

تحذير:

تتعرض الحمأة أثناء عملية الكمر والتشوين إلى ارتفاع درجات الحرارة ويحدث أحياناً في فصل الصيف اشتعال ذاتي للحمأة قد لا ينتبه إليه العاملون إذا حدث في ليلاً أو في أماكن التشوين النائية.

لذا يراعى تدبير مصدر مياه للتعامل مع هذه الحرائق فوراً مثل حنفية حريق وخرطوم طويلة.

وبصفة عامة يراعى الكشف الطبي الدوري على العاملين في هذه المنشآت وتطعيمهم ضد أمراض الصيف لخطورتها على الصحة العامة.

أحواض التجفيف

تعتبر بؤرة لتوالد الذباب والناموس وباقي الملوثات الممرضة، لذا يراعى تغطية سطح هذه الأحواض بطبقة رقيقة من الرمل في اليوم الخامس وهو موعد فقس بيض الذباب والناموس لقتله وتقليل الأعداد المتواجدة فيها، كما يراعى أيضاً الرش يوميا (قبل الشروق وبعد الغروب) لهذه الأحواض بالمبيدات أو بجهاز توليد الضباب.

كما ينبه على العاملين ارتداء الملابس الواقية من مخاطر التلوث مثل القفازات والأحذية وعدم تناول الأطعمة بالقرب منها.

معامل التحليل الكيميائية للحمأة

يتعرض العاملون في معامل التحاليل عند تسخين أو حرق الحمأة إلى غازات ضارة بالجهاز التنفسي كما يتعرضوا أيضاً لمخاطر التلوث المباشر.

لذا يراعى ارتداء الأقنعة الواقية وارتداء القفازات والأحذية الكاوتش مع مراعاة شروط الصحة العامة.

إجراءات السلامة والأمن الصناعي الوقائية

يجب دراسة إمكانيات وقوع حوادث لجميع المعدات والأجهزة الخاصة بمحطات معالجة الصرف الصحي، حيث يجب إجراء الكشف الدوري والاهتمام ببعض الأماكن الأكثر تعرضاً للحوادث ومنها:

الظلمبات : يجب مراجعة الأسوار حول الظلمبات وحول البيارات.

- مضخات الهواء : يجب مراجعة الأسوار حول المضخات والمواسير والفتحات المختلفة.
- أجهزة مقاومة الحريق : الكشف على حالة وصلاحية الأجهزة وأماكن تواجدها وتاريخ آخر اختبار صلاحية لاسطوانات الحريق.
- السلام : يجب مراجعة سلامة جميع السلالم بالمحطة والتأكد من سلامة الدرج نفسه وأسوار الحماية الجانبية للدرج كذلك عدم وجود سوئل أو عوائق على الدرج.
- لوحات التحكم الكهربى : يجب التأكد من سلامة لوحات التحكم الكهربى ووسائل العزل ضد الكهرباء.
- صندوق الإسعافات الأولية : يجب التأكد من وجود صناديق الإسعافات الأولية فى الأماكن المناسبة لتكون فى متناول العاملين عند الضرورة ويجب التأكد من سلامة محتوياتها.
- الطرق والممرات : التأكد من سلامة الطرق والممرات وخلوها من العوائق والتشوينات التي تعوق الحركة، كذلك التأكد من وجود الإضاءة الكافية.
- البوابات والأسوار : يجب التأكد من إمكانيات إحكام غلق أبواب الورش والمعامل وغرف التحكم ووجود أقفال على البوابات الخارجية ووجود إضاءة على الأسوار.
- الأدوات اليدوية : يجب مراجعة حالة وصلاحية الأدوات المستخدمة وتوافر جميع المقاسات.
- الأجهزة الكهربائية : يجب الكشف على حالتها وصلاحياتها للعمل ومراجعة أطراف الأسلاك ووجود فواصل التيار للتحميل العالي.
- اللوحات والعلامات : يجب التأكد من وجودها فى الأماكن المناسبة

التحذيرية
منطقة الكلورة : يجب التأكد من وجود العلامات الإرشادية والظاهرة.
فى المكان الصحيح ووجود إضاءة كافية وكذلك فتحات للتهوية مناسبة والتأكد من وجود أقنعة التنفس للحماية عند الطوارئ، ووجود أجهزة للكشف على غازات الكلور.

تنبيه:

- يجب أن تحتوى غرفة التحكم فى تشغيل الهاضمات على المهمات الآتية:
- ١ - مانومتر.
 - ٢ - فتحات تهوية إلى الخارج.
 - ٣ - صمامات خلط وغلق.
 - ٤ - أجهزة التحكم فى الغاز.
 - ٥ - أجهزة الأمن.
 - ٦ - معدات تدوير الغاز.
 - ٧ - إضاءة كافية وتهوية فى الغرفة.
 - ٨ - يجب الكشف على مواعيد إجراء الاختبار الهيدروستاتيكي لمواسير الغاز المدفونة.

تقارير التفتيش على وسائل الأمن
يجب تسجيل نتائج الكشف على احتياطات الأمن فى سجل خاص يدون فيه جميع الملاحظات ومتابعة الإصلاح لجميع العيوب يستفاد منها فى معالجة مشكلات مشابهة يمكن أن تحدث فى المستقبل ويجب أن يكون التقرير مفصل ويصف التقرير الخاص بإجراءات الأمن لكل وحدة من وحدات المحطة على حدة وتوضع البيانات فى الشكل المناسب ويمكن استخدام بعض الجداول التى تساهم فى القيام بهذه العملية مثال ذلك.

١ - جدول رقم (٦-١) بيان التفتيش على سلامة إجراءات الوقاية والأمن لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي (مبنى التحكم الرئيسى).

- ٢ - جدول رقم (٦-٢) بيان التفتيش على سلامة إجراءات الوقاية والأمن لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي (محطة الطلمبات).
- ٣ - جدول رقم (٦-٣) بيان التفتيش على سلامة إجراءات الوقاية والأمن لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي (عام).
- ٤ - جدول رقم (٦-٤) الغازات الخطرة المتوقع وجودها فى محطات المعالجة.

جدول رقم (٦ - ١)

بيان التفتيش على سلامة إجراءات الوقاية والأمن لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي مبنى التحكم الرئيسي

اسم المفتش :
التاريخ :
المحطة :

البيان	مقبول / غير مقبول	الأسباب
المعامل		
لوحات التحكم والعدادات		
الإضاءة		
السلام		
التهوية		
أجهزة مراقبة الحريق		
الطلمبات		
المبنى عموماً		
ملاحظات		

جدول رقم (٦ - ٢)

بيان التفتيش على سلامة إجراءات الوقاية والأمن لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي محطة الطلمبات

اسم المفتش :

التاريخ :

المحطة :

البيان	مقبول/ غير مقبول	الأسباب
لوحات التحكم والعدادات		
الطلمبة والمحركات		
الإضاءة		
التهوية		
السلالم		
الممرات		
البيارات		
أجهزة مقاومة الحريق		
العلامات الإرشادات		
المبنى عموماً		
ملاحظات		

جدول رقم (٦ - ٣)

بيان التفيتش على سلامة إجراءات الوقاية والأمن لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي
عام

اسم المفتش :

التاريخ :

المحطة :

البيان	مقبول / غير مقبول	الأسباب
التدريب على أعمال الأمن		
معدات الأمن		
العلامات الإرشادية		
إمكانات مقاومة الحريق		
الملابس الواقية		
الأحذية الواقية		
الأدوات اليدوية		
الممرات		
وسائل الانتقال		
معدات ميكانيكية أخرى		
ملاحظات		

جدول رقم (٦ - ٤)

الغازات الخطرة المتوقع وجودها في محطات المعالجة

أسم الغاز	المعادلة الكيميائية	الثقل النوعي أو كثافة البخار (٢) (الهواء = ١)	معدل الانفجار		الخصائص العادية النسبة المئوية أدناه هي نسب مئوية في الهواء بالحجم	التأثيرات الفيزيولوجية (النسب المئوية أدناه هي نسب مئوية في الهواء بالحجم)	المصادر الأكثر شيوعاً في الصرف الصحي	أسهل وأرخص الطرق المأمونة للاختبار (٣)	أقل تعرض مأمون لفترة ٦ دقيقة نسبة مئوية بالحجم (٤)	أقصى تعرض مأمون ٨ ساعات نسبة مئوية بالحجم (٤)
أوكسجين في الهواء	O ₂	١,١١	غير قابل للاشتعال		غاز عديم اللون والرائحة والطعم وغير سام يساعد على الاحتراق	الهواء العادي الطبيعي يحتوي على ٢٠,٩٣ % من الأوكسجين وقدرة الإنسان على التحمل وجود أوكسجين بالهواء لغاية ٢٠ % النسب التي تقل عنه ٥ إلى ٧ % تعتبر مميتة	نقص الأوكسجين من جراء عدم كفاية التهوية وامتصاص المواد الكيميائية أو استهلاك الكيميائي للأوكسجين المتوفر	جهاز كشف نقص الأوكسجين	-	-
بخار المحروقات	C ₅ H ₁₂ To C ₉ H ₂₀	٣ إلى ٤	١,٣	٧	عديم اللون والرائحة يمكن ملاحظتها في تركيزات ٠,٠٣ % قابل للاشتعال ومتفجر	تأثيرات جانبية عند استنشاقه وإذا كان بتركيز ٢,٤٣ % يعتبر مهلكا بسرعة وإذا كان تركيزه ١,١ % إلى ٢,٢ % فهو خطير حتى لو كان التعرض له لفترة قصيرة	الخزانات التي فيها تسربات التصريفات فمن الكاراجات ومن عمليات التنظيف على المناشف التجارية أو المنزلية	١ - مؤشر الغاز القابل للاحتراق ٢ - جهاز كشف نقص الأوكسجين لتركيزات تزيد عن ٢ %	٠,٤ على ٠,٧ %	٠,١
أول أكسيد الكربون	CO	٠,٩٧	١٢,٥	٧٤,٢	عديم اللون والرائحة والطعم وغير مسبب للانزعاج للضيق (غير مثير)، قابل للهب ومتفجر	إن الهيموجلوبين الموجود في دم الإنسان عنده الفة قوية للغاز، وينتج عن ذلك نقص الأوكسجين بالدم التركيزات من ٠,٢ إلى ٠,٢٥ تسبب الإغماء وفقدان الوعي في ٣٠ دقيقة	غازات الوقود المصنعة	قوارير مغيرة لأول أكسيد الكربون	٠,٠٤	٠,٠١
الهيدروجين	H ₂	٠,٠٧	٤	٧٤,٢	عديم اللون والرائحة وغير سام قابل للهب ومتفجر وينتشر للهب بسرعة كبيرة وهو خطر جدا	يعمل ميكانيكيا على حرمان الأشعة من الأوكسجين ولا يساعد على ...	غازات الوقود المصنعة	مؤشر الغازات القابلة للاحتراق	-	-
الميثان	CH ₄	٠,٥٥	٥	١٥	عديم اللون والطعم والرائحة - غير سام قابل للهب ومتفجر	انظر الهيدروجين	الغاز الطبيعي غاز المجارى	مؤشرات الغازات للاحتراق مبين نقص الأكسجين	-	-

مشروع تدريب العاملين بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي بأبو ساعد بجلوان - عقد (٥)

كيمونكس مصر للاستشارات

الدورة التدريبية عن: تشغيل وتتبع أعطال أحواض التركيز وطلربات الحمأة وأعمال تداول الحمأة والتخزين والنقل

"تابع" جدول رقم (٦ - ٤)

الغازات الخطرة المتوقعة وجودها في محطات المعالجة

أسم الغاز	المعادلة الكيميائية	الثقل النوعي أو كثافة البخار (٢) (الهواء = ١)	معدل الانفجار		الخصائص العادية النسبة المئوية أدناه هي نسب مئوية في الهواء بالحجم	التأثيرات الفيزيولوجية (النسب المئوية أدناه هي نسب مئوية في الهواء بالحجم)	المصادر الأكثر شيوعا في الصرف الصحي	أسهل وأرخص الطرق المأمونة للاختبار (٣)	أقل تعرض مأمون لفترة ٦ دقيقة نسبة مئوية بالحجم (٤)	أقصى تعرض مأمون ٨ ساعات نسبة مئوية بالحجم (٤)
كبريتيد الهيدروجين	H ₂ S	١,١٩	٤,٣	٤٦	رائحة البيض العفن بتركيزات صغيرة ولكن حساسة الشم تقصد بسرعة والرائحة لا تكون واضحة وعندما تكون بتركيزات عالية وهو غاز عديم اللون وقابل للهب ومتفجر وسام.	يسبب الموت في بضع دقائق بتركيزات ٠,٢ % ويشل جهاز التنفس	- أبخرة البترول - من الانفجارات - غاز المجارى	١ - قوارير مغيرة (أمبولات) ٢ - محلول اسيتات الرصاص بتركيز ٥% بالوزن	٠,٠٢ إلى ٠,٠٣	٠,٠٠٢
ثاني اوكسيد الكربون	CO ₂	١,٥٣	غير قابل للهب	غير قابل للهب	عديم اللون والرائحة غير قابل للهب لا يوجد بتركيزات خطيرة إلا في حالة وجود نقص في الأوكسجين	١٠ % لا يمكن تحملها لمدة تزيد عن بضع دقائق فهو يؤثر على أعصاب التنفس	- يصدر من الطبقات الكربونية - غاز المجارى	جهاز كشف نقص الأوكسجين	٤ إلى ٦	٠,٥
النيتروجين	N ₂	٠,٩٧	غير قابل للهب	غير قابل للهب	عديم اللون والطعم والرائحة وغير قابل للاشتعال وغير سام وهو عنصر أساسي في تشكيل الهواء (٧٩ % تقريبا)	أنظر الهيدروجين	غاز طبيعي	جهاز كشف نقص الأوكسجين	-	-
الايثين	C ₂ H ₆	١,٠٥	٣,١	١٥	عديم اللون والطعم والرائحة وغير سام، قابل للهب ومتفجر	أنظر الهيدروجين	- توصيلات أنابيب فيها تسربات - زيادة جرعات الكلورين	جهاز كشف الغاز القابل للاشتعال	-	-
الكلورين	Cl ₂	٢,٥	غير قابل للهب وغير متفجر	غير قابل للهب وغير متفجر	غاز اصفر مائل للخضار أو سائل بلون كهرماني تحت الضغط وله رائحة مثيرة ونفاذة ويسبب التآكل بوجود عامل الرطوبة	مثير للجهاز التنفسي ومهيج لأغشية العين والغشاء المخاطي وجود ٣٠ جزء بالمليون منه يسبب السعال ووجود ٤٠-٦٠ جزء بالمليون خطير في غضون ٣٠ دقيقة أما بالنسبة المئوية التي تصل إلى ١٠٠٠ جزء بالمليون فهي مميتة في قليل من الاستنشاق	- توصيلات أنابيب فيها تسربات - زيادة جرعات الكلورين	الرائحة نشار قوية على ممسحة يصدر منها أبخرة بيضاء اللون.	٠,٠٠٠٤	٠,٠٠٠١

الملاحق

الملحق الأول

عرض وتلخيص دراسة الحالة (إعادة استخدام حمأة القاهرة الكبرى)

الملحق الأول

عرض وتلخيص دراسة حالة (إعادة استخدام حمأة القاهرة الكبرى) تاريخ الدراسة ١٩٩٩

مقدمة

شملت الدراسة ثلاث مراحل:

المرحلة الأولى:

مسح ومراجعة البحوث المحلية والعالمية ومعايير الاستخدام.

المرحلة الثانية:

تطبيق تجارب حقلية إرشادية وبرامج مراقبة نوعية الحمأة.

المرحلة الثالثة:

ملخص تجميعي شامل للدراسات وكتيبات إرشادية للمزارعين إضافة إلى وضع استراتيجية للإدارة الحمأة والتحكم فيها.

أهداف البرنامج

البحثي للدراسة

- إيجاد الضوابط العلمية لاستخدام الحمأة فى الزراعة بمصر.
- تعظيم الاستفادة من استخدام الحمأة كمصدر للمادة العضوية والعناصر الغذائية كمدخلات للإنتاج الزراعي مع تقليل احتمالات حدوث تأثيرات ضارة على صحة الإنسان ونوعية التربة والمزروعات والبيئة بصفة عامة.

- إجراء تقييم شامل لنوعيات الحمأة المنتجة بمصر مقدار التباين بها بالنسبة لمحتواها من العناصر الثقيلة ومسببات الأمراض، لوضع حدود ثقة لها والتأكد من ملائمتها وسلامتها للاستخدام فى الزراعة.
- تحديد القيمة الزراعية للحمأة المنتجة كمصدر للعناصر الغذائية، أو كمحسنات للتربة وكبدائل للأسمدة البلدية والمعدنية الشائعة الاستخدام فى المحاصيل الحقلية وأشجار الفاكهة.
- تقدير تأثيرات الحمأة على نوعية المحاصيل والأراضي على المدى القريب والبعيد.
- المساهمة فى وضع الأسس العلمية وإصدار التوصيات التطبيقية والإرشادات للمزارعين ومنتجي الحمأة وهيئات إدارة البيئة المسؤولة عن إدارة الحمأة للاستخدام الآمن فى الزراعة.

خلفية الدراسة

تقدم كميات الحمأة المنتجة من محطات التنقية الضخمة الستة بالقاهرة الكبرى فى الوقت الحالى بحوالى ١٥٥ ألف طن من المواد الجافة الصلبة سنوياً، ومن المتوقع أن تزداد هذه الكمية عند استكمال تجهيزات وتوسيعات هذه المحطات بحلول عام ٢٠٢٠ إلى حوالى ٣٦٠ ألف طن من المواد الجافة الصلبة [انظر جدول رقم (١-١)] ومثل هذه الكمية الكبيرة تتطلب إدارة سليمة، بمعنى أن يتم التصرف بطريقة آمنة، إضافة إلى أن طرق التخلص من هذه الحمأة يجب أن تكون مقبولة بيئياً واجتماعياً وبتكلفة منخفضة.

وعادة ما تكون الزراعة هى الحل الملائم والمفيد للتصرف فى الحمأة إلا أنه يجب مراعاة بعض الاعتبارات المتعلقة بحماية البيئة وصحة الإنسان، ومدى إمكانية استخدامها بطريقة عملية تحت الظروف المصرية. ويعتبر تداول الحمأة فى الزراعة من الخيارات ذات الفوائد المحققة لما لها من فائدة فى إعادة تدوير العناصر الغذائية والمواد العضوية التى تحتويها الحمأة وبالتالي يمكن اعتبار الحمأة كأحد المصادر الطبيعية التى يجب المحافظة عليها وإعادة استخدامها بدلاً من التخلص منها، كما أن إعادة استخدامها فى الزراعة يعتبر أفضل حلول التصرف فيها بطريقة ملائمة وبتكلفة منخفضة.

علاوة على أن بيع الحمأة المعالجة المنتجة يحقق دخل، كذلك يعتبر المحتوى السامد للحمأة والمواد العضوية الموجودة بها مصدر لحفظ الطاقة والحفاظ على خصوبة التربة.

وتعتبر المحددات البيئية الأساسية لإعادة استخدام الحمأة هي وجود العناصر الثقيلة ومسببات الأمراض للإنسان بها، وترجع أهمية العناصر الثقيلة كأحد محددات إعادة استخدام الحمأة في الزراعة إلى التراكم البطيء للعناصر الثقيلة والذي بدوره يؤدي إلى إمكانية حدوث تأثيرات تؤثر على خصوبة التربة ونمو المحاصيل وصحة الإنسان إذا ما سمح لها بالتراكم بتركيزات أكبر من الحدود الآمنة المسموح بها، لذا يعتبر التحكم في نوعية مخلفات الصرف الصناعي التي يتم ضخها إلى مجمعات شبكة الصرف الصحي أحد وسائل التقليل من هذه المشكلة ومخاطرها على البيئة. ومن ناحية أخرى فإن الطبيعة الجيرية للأرض المصرية تحد من نشاط هذه العناصر عندما تضاف للتربة. وبالنسبة للميكروبات والطفيليات الموجودة بالحمأة تأتي كنتيجة لانتشار العدوى بين السكان وترجع خطورة الميكروبات البرازية على صحة الإنسان إلى إمكانية حدوث مخاطر بالعدوى لفئات عمال محطات الصرف، والعمال الزراعيين ومستهلكي المحاصيل إذا لم يتم تطبيق طريقة المعالجة السليمة لها ودواعي الأمن خلال استخدامها. كما توجد بعض الاعتبارات الأخرى التي تنجم عن استخدام الحمأة من حيث تأثيرها على نوعية المياه، والرائحة التي تسببها، وانتشار الذباب والتي يمكن التحكم فيها من خلال الإدارة السليمة.

ويدرس هذا الملحق التصرف في الحمأة في القاهرة الكبرى وإعادة استخدامها في الزراعة وهي عبارة عن دراسة تطبيقية، وكان الهدف الأساسي من الدراسة هو إرساء نظام تطبيقي على أسس علمية لكيفية الاستخدام الآمن للحمأة في الزراعة المصرية. وتوعية منتجي الحمأة وهيئات حماية البيئة والصحة والمزارعين بكيفية الاستخدام الآمن للحمأة على نطاق واسع بمصر حيث يمكن اعتبار تلك الدراسة كنموذج تطبيقي ومصدر للمعلومات للمدن المختلفة والدول المجاورة.

وقد بدأت هذه الدراسة في يوليو ١٩٩٥ وتكونت من ثلاث مراحل استغرقت ٤٥ شهر واشتملت على:

١ - المرحلة الأولى:

استغرقت ٣ شهور للتخطيط وإجراء مسح للدراسات السابقة ووضع برامج الدراسة.

٢ - المرحلة الثانية:

استغرقت ٣ سنوات وتم فيها تطبيق برامج تحليل عينات محطات التنقية وتنفيذ التجارب الحقلية في ستة مواقع.

٣ - المرحلة الثالثة: وتشمل إعداد:

- التقرير العلمي للنتائج المتحصل عليها من المرحلة الثانية.
- إصدار الكتيبات الإرشادية للمرشدين الزراعيين والمزارعين لكيفية الاستخدام الآمن للحمأة.
- الخطة الاستراتيجية لإدارة الحمأة وإعادة استخدامها في الزراعة (انظر قائمة التقارير الصادرة عن الدراسة الملحق أ).

جدول رقم (م ١ - ١)

الحمأة المنتجة في القاهرة الكبرى تقديريا لعام ٢٠٠٠ وعام ٢٠٢٠

عام ٢٠٢٠			عام ٢٠٠٠			المحطة
المواد الجافة (ألف طن / سنة)	المواد الجافة (طن / يوم)	الكمية (م ^٣ / يوم)	المواد الجافة (ألف طن / سنة)	المواد الجافة (طن / يوم)	الكمية (م ^٣ / يوم)	
٢٠٦,٩٥٥	٥٦٧	٩٥٤	٦٨,٩٨٥	١٨٩	٣١٨	الجبيل الأصفر
٣٢,٤٨٥	٨٩	١٥٠	٢١,٩٠٠	٦٠	١٠٠	البركة
٢٧,٠١٠	٧٤	١٢٥	٢١,٩٠٠	٦٠	١٠٠	شبرا الخيمة
٥٨,٧٦٥	١٦١	٢٧٠	٢٣,٧٢٥	٦٥	١١٠	أبو رواش / زنين
٣٦,٨٦٥	١٠١	١٧٠	١٨,٦١٦	٥١	٨٥	حلوان
٣٦٢,٠٨٠	١٦٦٩	٩٩٢	١٥٥,١٢٦	٤٢٥	٧١٣	الإجمالي

مراجعة البحث والخبرات العالمية والمصرية

تم إجراء مسح للبحوث المحلية والدولية والخبرات العالمية ومعايير الاستخدام في المرحلة الأولى من الدراسة مما ساهم في وضع أسس البرنامج التطبيقي ودراسات المراقبة والتي جرى تنفيذها في المرحلة الثانية من الدراسة، وقد أكد هذا المسح كثرة البحوث العلمية والخبرة التطبيقية والتشريعية على المستوى الدولي، وأظهرت إمكانية استخدام الحمأة على نطاق واسع في الزراعة بمصر، كذلك ساهم هذا المسح في وضع الأهداف الرئيسية لبرنامج مراقبة نوعية الحمأة والتجارب الحقلية الإرشادية، وأهم الاستنتاجات التي أسفر عنها هذا المسح هي:

العناصر الثقيلة

- لم يثبت بالدليل حدوث سمية للمحاصيل نتيجة معاملة التربة سواء بالحمأة السائلة أو الحمأة الجافة على المدى الطويل ومثال ذلك مزرعة الجبل الأصفر القديمة والتي استمرت تروى بالحمأة الخام السائلة.
- عدم وجود خطورة على سلسلة الغذاء الآدمي حيث تقترب حدود تركيزات عنصر الكاديوم في أراضي مزرعة الجبل الأصفر من الحد الأقصى المسموح به في دول الاتحاد الأوروبي (٣ مجم/ كجم) (القانون ٨٦ / ٢٧٨ لدول الاتحاد الأوروبي) وقد قررت وكالة حماية البيئة الأمريكية أن يكون تركيز عنصر الكاديوم في التربة حوالي ٦٠ مجم/ كجم وذلك لحماية الأفراد الأكثر تعرضاً بما يحقق التركيز الذي قرره منظمة الصحة العالمية في الوجبات الغذائية بالنسبة لهؤلاء الأفراد وهو ٧٠ ميكور جرام من عناصر الكاديوم/ يوم في الوجبات الغذائية.

- ظهور نقص في العناصر المعدنية خاصة الزنك في مجموعات معينة من الأراضي التي تحتاج إلى التسميد المعدني، وقد لوحظ نقص عنصر الزنك في الحيوان والإنسان (دراسة ثل الحصة أسوان) وبالتالي فإن إضافة الحمأة المحتوية على العناصر الصغرى من الممكن أن يكون لها فائدة لنمو المحاصيل وصحة الإنسان.

مسببات المرض**البرازية**

- من المتوقع وجود تركيزات عالية من أعداد البكتريا البرازية والطفيليات في الحمأة نتيجة زيادة انتشارها بين الأفراد، ويعتبر الإسكارس الطفيل الرئيسي ذو الأهمية الخاصة حيث يؤثر بصورة معنوية على صحة الإنسان إضافة إلى سهولة انتقاله نسبيا تحت الظروف المناسبة للعدوى ولمقاومته الشديدة لعوامل البيئة.

- يعتبر تخزين الحمأة في برك، والتجفيف الهوائي لها والكمز الطبيعي والتخزين لمدد مناسبة من العوائق الفعالة لانتقال مسببات الأمراض ويتميز المناخ في مصر (الجفاف وأشعة الشمس المباشرة) بإمكانية المساهمة في القضاء على المسببات المرضية في الحمأة.

- تعمل اليقظة وطرق الإدارة السليمة على التقليل من مخاطر التعرض لمسببات المرض مثل التأكد من ملاءمة عملية المعالجة، وتجنب إضافة الحمأة إلى المحاصيل التي يمكن أن تنتقل العدوى عن طريقها مثل المحاصيل التي تؤكل طازجة أو التي تتلامس ثمارها مباشرة مع التربة.

- تعتبر العمالة الزراعية خاصة في البلاد التي يشيع فيها إضافة الحمأة يدوى مثل مصر هم أكثر الفئات تعرضا لمخاطر انتقال الأمراض، ونظرا لأنه من الصعوبة إجبارهم على اتباع إرشادات دواعي الأمن في منطقة استخدام الحمأة، لذا فإنه من الضروري التأكد من أن الحمأة معالجة بطريقة تقلل المخاطر إلى المستويات المقبولة.

القيمة الزراعية**للحمأة**

- توجد بعض المعلومات القليلة عن القيمة الزراعية للحمأة كمصدر للعناصر السماذية بمصر.

- وجود حاجة الى بيانات عن قيمة محتوى الحمأة من عنصري النيتروجين والفوسفور ومدى مساهمتها في المادة العضوية بالتربة وتأثيراتها على الخواص الطبيعية للتربة.

- ضرورة إجراء التجارب الحقلية كأساس للتتبع السليم للقيمة الزراعية للحمأة تحت الظروف المحلية.
- على الجهات البحثية إعداد كتيبات إرشادية للمزارعين عن كيفية استخدام الحمأة.

الاستنتاج العام من مراجعة البحوث

- توجد خلفيات علمية هامة تؤيد استخدام الحمأة في مصر، ويمكن تحديد معنوية الأخطار على المحاصيل والحيوانات والإنسان من المعلومات الفنية والعلمية والخبرة القائمة بما يؤيد استخدام الحمأة بأمان، كما أن إجراء الاختبارات الملاءمة تساهم في الوقاية من انتقال الأمراض وتزايد تراكم العناصر الثقيلة في التربة.
- ويوجد نقص في التشريعات والنواحي الإرشادية لاستخدام الحمأة بمصر عند وضع معايير لإعادة استخدام الحمأة بأمان بالرغم من أن اللائحة المؤقتة والمشتقة من القانون رقم ٥٠٣ لوكالة حماية البيئة بالولايات المتحدة جرى تطبيقه عام ٩٧ من خلال القرار الوزاري رقم ٢١٧.
- الحاجة إلى إرشاد المزارعين إلى القيمة السمادية للحمأة عند تطبيق أي برنامج لإعادة استخدام الحمأة حيث يعتمد ذلك على الظروف المحلية العمليات الزراعية.
- أظهرت المراجعة الفنية غياب البيانات الدالة على التأثيرات المفيدة للحمأة على المحاصيل وكذلك القيمة السمادية للحمأة مما شكل أساساً لإجراء برنامج التجارب الحقلية في المرحلة الثانية.
- عدم توفر بيانات كافية عن نوعية الخواص الكيميائية والميكروبية للحمأة المنتجة بمحطات الصرف الصحي بالقاهرة.

برنامج العمل الذي جرى تنفيذه في المرحلة الثانية

برنامج مراقبة نوعية الحمأة:

- كانت البيانات المتوافرة عن نوعية الحمأة المنتجة بالقاهرة متباينة وقليلة لذا فقد أجرى برنامج مكثف لمدة ٣ سنوات لتحديد الخواص الكيميائية والميكروبية للمصادر المتاحة للحمأة.

وقد تم التركيز أولاً على الحمأة السائلة قبل إجراء عملية التجفيف الهوائي حتى يتيح تحليل السلاسل الزمنية لهذه العينات إمكانية تقييمها إحصائياً وكذلك لبيان مدى تباين مكونات العينات، وقد كان الهدف من هذا البرنامج خلق قاعدة بيانات لنوعية الحمأة بالقاهرة وتقييم مدى ملاءمتها للاستخدام الزراعي لاستخلاص التوصيات اللازمة لوضع استراتيجية لاستمرارية مراقبة الجودة عن طريق اخذ العينات في المستقبل بما يحقق فائدة مزدوجة وهى إعطاء مؤشرات عن مدى تأثير الصرف الصناعي وضرورة التحكم فيه كذلك التأكيد على مراقبة جودة الحمأة بحيث تبقى مقبولة للاستخدام الزراعي.

كما تم تحليل عينات الحمأة الجافة هوائياً بصورتها المتداولة لدى المزارعين بالإضافة إلى الحمأة المهضومة المخففة ميكانيكياً من وحدة التخمير اللاهوائي بمحطة زنين، وقد تم التركيز في هذا المسح على تقدير النشاط الميكروبي في الحمأة تحت ظروف الإدارة الحالية للوصول إلى توصية بكيفية تعديل ذلك عند الضرورة لإنتاج حمأة آمنة للعمال حيث أنهم أكثر الفئات الأمراض إليهم عند نثر الحمأة بالأيدي، وقد كانت لنتائج هذه البحوث أهمية خاصة عند وضع توصيات استراتيجية إدارة الحمأة في هذه الدراسة.

برنامج التجارب الحقلية:

بالنسبة للبيانات الأساسية التي تم وضعها في الاعتبار لبرنامج التجارب الحقلية فقد تم عرضها في الجزء الثاني من التقرير النهائي للمرحلة الأولى، والأسس العلمية التي تم وضع البرامج على أساسها كونت هذه البيانات أساس البرنامج التطبيقي الحقلية والتي نوردها هنا للتركيز وإعطاء خلفية عن نوعية تصميم التجارب الحقلية، وقد تم إجراء بعض التعديلات والإضافات لهذه الخطة بعضها لأسباب عملية لتغطية بعض النقص في المعلومات المطلوبة أو لتغطية أجزاء إضافية من الدراسة عند توفر فرص التوسع في البرنامج أو استجابة لاقتراحات اللجنة القيادية العليا للدراسة.

والتجارب الحقلية عبارة عن توليفة من أسلوبين لتقييم الاستخدام الزراعي للحمأة ويشتمل الأسلوب الأول على التجارب المصممة بالطرق الإحصائية المتعارف عليها في مكررات بهدف الحصول على الأساس العلمي للتوصية للمزارع بالتأثير المفيد والأمن لاستخدام الحمأة مع التركيز بصفة خاصة على القيمة السمادية للحمأة مقارنة بالمعاملات الزراعية العادية وتأثيرها على نوعية المحاصيل الناتجة، بينما اشتمل الأسلوب الثاني على إجراء تجارب حقلية مكبرة بدون تكرارات بهدف توعية المزارع بالطريقة العلمية لاستخدام الحمأة تحت الظروف العادية.

وفي مصر تتم إضافة الأسمدة العضوية بالطريقة الحجمية وليس على أسس الوزن لذا فإن الحاجة لربط النتائج مباشرة بالمعلومات الإرشادية استدعت إضافة الحمأة في التجارب التي تمت على أساس حجمي، ولتقدير إضافات العناصر الغذائية والعناصر الثقيلة والقيمة السمادية للأسمدة العضوية فقد تم حسابها طبقاً لكثافة هذه المواد، كما تم معادلة نتائج التجارب الحقلية باستخدام وحدات الطن/ فدان لعرض وتفسير النتائج بالرغم من أنه عملياً يتم حساب إنتاجية المحاصيل بمقاييس حجمية (إردب أو قنطار).

البيانات الأساسية للتجارب المصممة هي:

- نوعية التربة: تم تمثيل نوعيات التربة للأراضي المتاخمة لمنطقة تسويق الحمأة لمحطات التنقية بالقاهرة مثل (أراضي طميمة - أراضي رملية - أراضي جيرية).
- نوعية المحاصيل: شملت المحاصيل ذات الأهمية في تلك المناطق:
 - محاصيل حقلية: (حبوب - بقول - ذرة - برسيم - سمسم مع استبعاد الخضر و الأرز).
 - محاصيل فاكهة: (حبوب - تفاح - خوخ - زيتون -).
 - محاصيل تصنيعية: مثل القطن.

• نوعية الحمأة: وشملت كل أنواع المنتجة حالياً والتي ستنتج في المستقبل.

- الحمأة السائلة المجففة ميكانيكياً والجافة هوائياً.
- الحمأة الخام الجافة هوائياً.
- الحمأة الخام المخزنة (المكمورة طبيعياً).
- الحمأة المهضومة المجففة.
- الحمأة المهضومة المخزنة.
- الحمأة المكمورة.

• نوعية المزارع: نوعيات من المزارع المختلفة بالنسبة لحجم المزرعة، وطريقة تطبيق العمليات الزراعية:

- المزارع الصغيرة بالدلتا.
- المزارع الصغيرة والكبيرة بالأراضي الجديدة.
- المزارع المستصلحة والمستصلحة حديثاً.
- طرق الري المختلفة.
- مستويات الميكنة المطبقة.

• نوعية الأسمدة: الأسمدة المعدنية التجارية - الأسمدة العضوية - الطمي.

وإجمالاً فقد تم إجراء ٢٧ تجربة حقلية معظمها استمر لمدة ٣ سنوات استغرقت مدة المرحلة الثانية، واشتملت على ٦ مواسم للزراعة، وقد زادت المساحة الإجمالية إلى ٢٠٠ فدان (٨٣ هكتار) بالإضافة إلى أنه تم إجراء مسحين لمزرعة الجبل الأصفر القديم، وقد تم تلخيص وتفسير النتائج المتحصل عليها من كل هذه التجارب، واستخدمت الاستنتاجات في عمل كتيب إرشادي للمهندسين الزراعيين والمزارعين كذلك وضع الأسس العلمية لخطة إدارة الحمأة.

الأسس العلمية لاستخدام الحمأة في الزراعة بمصر العناصر الثقيلة

لم يعرف إلا القليل عن محتوى العناصر الثقيلة في الحمأة المنتجة بمحطات الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى في بداية الدراسة، لذلك تم تطبيق برنامج لمراقبة نوعية الحمأة بمحطات التنقية بالقاهرة الكبرى من خلال الدراسة، حيث أن تركيزات العناصر الثقيلة بالحمأة من الموضوعات المثيرة للجدل لكونه أحد المحددات الرئيسية لإعادة استخدام الحمأة في الزراعة خاصة تلك الناتجة من محطات الصرف التي تخدم مناطق صناعية مثل حلوان وأظهرت الدراسة التفصيلية لمحتوى الحمأة من العناصر الثقيلة الأتي:

- نوعية الحمأة المنتجة بمحطات الصرف الصحي بالقاهرة كانت مماثلة لتلك التي بالدول الصناعية [جدول رقم (م ١-٢)].
- كانت تركيزات العناصر بالحمأة في نطاق معايير الاستخدام المسموح بها للاستخدام الزراعي [جدول رقم (م ١-٢)].
- لم يشكل محتوى الحمأة من العناصر الثقيلة عائقا لإعادة استخدام الحمأة في الزراعة، كذلك لم يكن محددا لمعدلات الإضافية في الأراضي الزراعية.
- إمكانية تقدير نوعية الحمأة بمحطات الصرف الصحي من خلال تحليل عينات الحمأة الشهرية المجمعة من كل محطة للصرف.

جدول رقم (م ١-٢)

محتوى العناصر الثقيلة في الحمأة في البلاد المختلفة بالنسبة لحدود الاستخدام

العنصر	المحتوى (مجم/ كجم)					الحدود (مجم/ كجم)
	القاهرة	الاتحاد الأوربي	المملكة المتحدة	الولايات المتحدة	الاتحاد الأوربي	
زنك	١٠٧٠	١٠٠٠	٨٨٩	٧٢٥	٢٥٠٠	٢٨٠٠
نحاس	٢٦٣	٣٨٠	٤٧٣	٤٦٣	١٠٠٠	١٥٠٠
نيكل	٤٦	٤٤	٣٧	٢٩	٣٠٠	٤٢٠
كادميوم	٢,٩	٤	٣,٢	٧	٢٠	٣٩
رصاص	٦٧	١٥٣	٢١٧	١٠٦	٧٥٠	٣٠٠
كروميوم	٢٦٤	٤٥	٨٦	٤٠	-	١٢٠٠

اعتبارات الأمان

من المعروف أن إنتاج المحاصيل الحقلية بمصر يتم فى حيازات صغيرة كما أن أساليب إضافة الحمأة يدويا إلى أشجار الفاكهة تمنع إمكانية إضافة الحمأة، ولا تتم إضافة الحمأة ميكانيكيا إلا فى المزارع الكبيرة، ومن الشائع إضافة الأسمدة البلدية يدويا بمصر وحتى حينما تستخدم بدارات السماد مما يترتب عليه حدوث تلامس مباشر للمزارعين مع الحمأة خلال عملية الإضافة اليدوية للحمأة مما تزيد فرصة تعرض المزارعين لمسببات المرض المعدية التي يحتمل وجودها فى الحمأة، لذا يجب إمداد المزارع بالحمأة بحيث تكون خالية من مسببات الأمراض وأمنة، وذلك لحماية أكثر الفئات تعرضا للحمأة (المزارعين) وكذلك حماية مستهلكي المحاصيل النامية فى أراضى معاملة بالحمأة من انتقال الأمراض إليهم.

ولتحقيق مستوى ملائم من الحمأة الآمنة تحت الظروف المصرية يجب إجراء عملية التجفيف الشمسي والتخزين لمدة ٦ شهور على الأقل بعد رفعها من أحواض التجفيف، ومن الوسائل الفعالة الكمر المطبق فى الإسكندرية.

وتتيح عملية التخمير خفض لأعداد الكائنات الممرضة إلى المستويات المنخفضة المطلوبة (جزء كبير من حمأة القاهرة سوف يعامل بالتخمير مستقبلا)، إلا أن المعالجة الإضافية للحمأة ضرورية قبل الاستخدام الزراعي.

وتقلل عملية التجفيف الشمسي أعداد بكتريا القولون البرازية إلى أقل من أو تساوى العدد الاحتمالي (١٠٠٠ / جم) فى المواد الصلبة الجافة، ويعتبر هذا دليلا على كفاءة التخلص من مسببات الأمراض المعدية، كذلك للحفاظ على مستوى ملائم ودرجة عالية من الوقاية للاستخدام الآمن للحمأة فإنه لا يسمح بإضافة الحمأة إلى محاصيل الخضر والفاكهة التي تتلامس مباشرة مع التربة، ويجب أيضا أن يكون العمال الزراعيين مدربين على اتباع أساليب الوقاية الشخصية أثناء تداول الحمأة عن طريق:

- الاغتسال قبل الأكل أو الشرب وعدم التدخين بعد وأثناء تناول الحمأة.
- ارتداء قفازات وأحذية واقية.
- غسل وتغطية الجروح.

محتوى الحمأة من العناصر الغذائية

تحتوى الحمأة على كميات ذات قيمة من عناصر النيتروجين والفسفور بالإضافة إلى العناصر الكبرى و الصغرى اللازمة لنمو النبات وتشمل الحديد والمنجنيز والزنك والنحاس والتي تفقر إليها الأراضي المصرية، فى أحوال كثير خاصة الأراضي المستصلحة حديثا، وتحتوى حمأة القاهرة الجافة هوائيا على ١,٧ % نيتروجين، ٠,٨٠ % فسفور إلا أن محتوى الحمأة من البوتاسيوم (بو) قليل وتبلغ نسبته ٠,٣ % [جدول رقم (م ١-٣)].

ويحتوى المتر المكعب من حمأة القاهرة الجافة هوائيا على ١١,٥ كجم نيتروجين (ن)، ٠,٦ كجم فوسفور (فو)، وهى تعادل ١٦ كجم نيتروجين للطن، ١٠ كجم فوسفور للطن من المواد الصلبة الجافة وبحساب الأسعار الجارية للأسمدة بمصر فإن قيمة العناصر السمادية (ن - فو - بو) فى الحمأة المتوسطة النوع يعادل ٥٨ جنيه مصري للطن أو ٤٠ جنيه مصري للمتر المكعب.

جدول رقم (م ١-٣)

التركيز الكلى وكمية العناصر التى يمكن إضافتها من حمأة القاهرة

العنصر	التركيز (%) مادة جافة	كمية العناصر المضافة	
		كجم/م ^٣	كجم/طن
ن	١,٧	١١,٥	١٩
فو	٠,٨	٦	١٠
بو	٠,٣	٢	٣

استخدام الحمأة في إنتاج المحاصيل الحقلية

أثبت برنامج التجارب الحقلية بالدراسة فعالية الحمأة الخام والحمأة المخمرة مقارنة بالأسمدة المعدنية كمحسنات للتربة بالنسبة للمحاصيل الحقلية في أنواع الأراضي المختلفة الطميية والرمليّة حديثة الاستصلاح وقد اتضح أن العوامل المؤثرة على استجابة المحاصيل للحمأة المضافة هي:

- خصائص سرعة أو بطء انسياب عنصر النيتروجين من الحمأة.
- مدى خصوبة التربة نتيجة الإضافات المتكررة من الحمأة.
- الاحتياجات السمادية للمحصول ومدى حساسيته لعنصر النيتروجين.
- طبيعة التربة وطبيعة الري.

وقد أوضحت الدراسة أن المعدلات المثلى لإضافة الحمأة الخام المخمرة والسماد البلدي في الأراضي الطينية كالتالي:

الحمأة الجافة: ٢٠ م^٣/ فدان لكل المحاصيل ما عدا فول الصويا ١٠ م^٣/ فدان.

الحمأة المخمرة: ١٠ م^٣/ فدان.

السماد البلدي: ١٠ م^٣/ فدان.

وتم الحصول على أفضل استجابة في الأراضي الطينية عندما أضيفت الحمأة المخمرة لأول مرة مقارنة بالحمأة الخام إلا أن الأخيرة كان لها تأثير متبقي أكبر. وبلغت نسبة تيسر عنصر النيتروجين في الحمأة الخام حوالي ٢٠ % من محتوى النيتروجين الكلي، وحوالي ٥٠ % للحمأة المخمرة عند أول إضافة للحمأة لأول محصول، وهذا المقدار يكافئ ٤٠ كجم من السماد المعدني عند إضافة ٢٠ م^٣/ فدان من الحمأة الخام، ٥٠ كجم/ فدان عند إضافة ١٠ م^٣/ فدان من الحمأة المخمرة في التربة الطينية.

ولتقليل الفقد أو الإضافات الزائدة من عنصر الفسفور في الأراضي الطميية فإن الحمأة الخام يمكن إضافتها كل أربعة مواسم زراعة (كل سنتين) بمعدل ٢٠ م^٣/ فدان ويمكن ضبط كميات الأسمدة المعدنية المضافة لكل محصول بفرض مساهمة الحمأة بـ ٤٠ كجم/ فدان كما يمكن إضافة الحمأة المخمرة مرة واحدة كل موسمين زراعيين (مرة كل سنة) بالمعدل الموصى

به ١٠ م^٣/ فدان (يكافئ ١٠٠ كجم ن/ فدان). ويجب تقليل كمية النيتروجين المضاف إلى المحصول التالي بفرض أن الحمأة تساهم بحوالي ١٥ كجم ن/ فدان.

وعموماً فإن كميات الحمأة المقرر إضافتها للمحاصيل في الأراضي المستصلحة حديثاً أعلى من تلك المضافة في الأراضي الطينية ويعزى ذلك إلى تفاعل مجموعة معقدة من العوامل منها:

- انسياب ومعدنة النيتروجين من الحمأة أكبر من بالأراضي الرملية عن الأراضي الطينية.
- تتميز الأراضي الصحراوية بقلة محتواها من المادة العضوية وضعف خواصها الطبيعية مقارنة بالأراضي الطينية لذا فإن التأثيرات المفيدة للمواد العضوية المضافة من الحمأة تنعكس مباشرة على خواص التربة وبالتالي تعطى تأثيرات موجبة على إنتاجية المحاصيل في هذه الأراضي.
- يتميز السماد البلدي والحمأة بالتركيب الكيماوى المعقد المسئول عن إمداد النبات بالعناصر الغذائية الرئيسية والعناصر النادرة الشائع نقصها في الأراضي المستصلحة حديثاً.
- يتميز سلوك الأسمدة العضوية في الأراضي الصحراوية وتأثيرها على إنتاجية المحاصيل بها بالتعقد الشديد ويعتبر دالة لعدد من العوامل المباشرة والغير مباشرة والتي تتفاعل مع بعضها لتؤثر في النهاية على خصوبة التربة وقدرتها على تدعيم وحسين نمو النبات مثلما يحدث في الأراضي الطينية.
- تعتمد استجابة المحاصيل نتيجة لإضافة الحمأة على نوعية خدمة المحصول وكل العوامل التي تجعله بحالة جيدة تكفى لإنتاج محصول جيد مثل مقاومة الآفات الحشرية والمرضية والحشائش وفترات الري.

وكتوصية عامة فإن معدل الإضافة الأمثل من الحمأة الخام والمخمرة فى الأراضي المستصلحة ٢٠، ١٠ م^٣/ فدان على التوالي مع مراعاة أن تتخفف هذه المعدلات عند زراعة محاصيل معينة تتميز بحساسيتها لعنصر النيتروجين اعتمادا على خصوبة التربة بعد تكرار الإضافات من السماد البلدي أو الحمأة، وعلى سبيل المثال فإن محصول السمسم يتطلب كميات أقل من الحمأة للحصول على أفضل محصول عقب الإضافات المتكررة من الحمأة مقارنة بتلك التي لم يضاف إليها.

وللحماية تأثير تراكمي ومتبقي هام على إنتاجية المحاصيل فى الأراضي المستصلحة وتزداد إنتاجية المحاصيل فى الأراضي السابق إضافة الحمأة لها بمقدار ١٠ - ٢٠ % مقارنة بمعاملة المزارع العادية، وتؤدي الإضافات المتكررة من الحمأة فى الأراضي المستصلحة لزيادة خصوبتها وتستطيع تقليل الاحتياج إلى الأسمدة المعدنية خاصة عنصر النيتروجين. وحينما تضاف الحمأة لأربعة أو ٦ مواسم متعاقبة بالمعدلات الموصى بها فإنها تقلل الحاجة إلى الأسمدة النيتروجينية بمقدار ٥٠ %، ولتحسين الخواص الطبيعية والكيمائية للتربة فإنه يلزم تكرار إضافة المادة العضوية والعناصر الغذائية عن طريق إضافة الحمأة بانتظام. ويمكن أن تنظم كل المحاصيل فى دورة زراعية مع مراعاة إضافة البوتاسيوم ذلك لحدوث اتزان فى العناصر الغذائية ومراعاة حساسية بعض المحاصيل لعنصر النيتروجين مثل محصول السمسم، كذلك يمكن استخدام السماد البلدي كمصدر فعال لعنصر البوتاسيوم إذا لم تتوفر الصورة المعدنية منه، وتحقق الإضافات المتبادلة من الحمأة والأسمدة البلدية حدوث اتزان فى مدخلات العناصر الكبرى (النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم).

وتعتبر الحمأة سمادا فعالا تحت ظروف الري بالرش أو الري بالغمر ويمكنها زيادة إنتاجية المحاصيل الحقلية عند استخدامها مقارنة بالسماد البلدي أو السماد المعدني.

ولتحقيق الاستخدام الفعال للعناصر الغذائية بالحمأة تحت ظروف الري بالرش يتطلب ذلك إضافات قليلة من الحمأة والأسمدة المعدنية لتعزيز إنتاجية المحاصيل مقارنة بالري بالغمر الذى يشجع فقد النيتروجين من التربة بالغسيل وخاصة عكس التأزت، كذلك يمكن عن طريق الري بالغمر تجنب التأثيرات الضارة الناشئة عن زيادة التسميد النيتروجينى لبعض المحاصيل الحساسة والتي تستجيب للنيتروجين عن طريق زيادة النمو الخضري على حساب المجموع الثمرى مثل القطن لكنه يعتبر فى هذه الحالة سببا لفقد العناصر الغذائية.

كذلك تعتبر الحمأة مصدرا جيدا لعناصر النيتروجين والفوسفور لإنتاج المحاصيل إلا أنه يلزم تعويضها بعنصر البوتاسيوم من خلال التسميد البوتاسى أو السماد البلدى فى الدورة الزراعية وذلك لتحسين كفاءة استخدام مصادر العناصر الغذائية فى الزراعة. وهذا الاستنتاج يلقى الضوء على أهمية الوعي القومي للاستمرار إضافة عنصر البوتاسوم لتحسين الإنتاج الزراعى.

أظهرت التجارب الحقلية لمحاصيل الفاكهة إمكانية استخدام الحمأة كسماد متكامل لمحاصيل الفاكهة وكبديل للسماد البلدى والأسمدة المدنية المستخدمة فى مراحل النمو والأثمار، وأظهرت الحمأة مساواتها فى التأثير أو تفوقها على السماد البلدى كمخصب عضوى لشتلات الموالح فى أراضي الدلتا ويمكن استخدامها كبديل فعال للسماد البلدى، ومن الصعب تقنين فوائد السماد العضوى خلال المراحل الأولى لشتلات الموالح تجريبيا أو إحصائيا إلا أنه على المدى الطويل يمكن تقييم آثار الحمأة حيث تنتقل تأثيراتها من المراحل الصغيرة إلى المراحل المتأخرة لنمو المحصول فى السنوات التالية.

كذلك تعتبر الحمأة سمادا عضوى بديلا فعالا للسماد البلدى والأسمدة الأخرى الشائع استخدامها فى إنتاج الأشجار المثمرة والمعدل المقترح للإضافة ٢٠ كجم/ شجرة فى الأراضي المستصلحة حديثا ويمكن أن ينخفض هذا

استخدام الحمأة فى محاصيل الفاكهة

التركيب الكيماوي للمحاصيل النامية في الأراضي المعالجة بالحمأة

المعدل إلى ١٠ - ١٥ كجم/ شجرة في الأراضي الأكثر خصوبة، كما تعتبر الحمأة المكورة فعالة في زيادة إنتاج الفاكهة وتساوت الحمأة الخام والمخمرة مع السماد البلدى في تأثيرها على الإنتاج، والتوصية المقترحة للأشجار المثمرة ١٥ - ٢٠ كجم/ شجرة.

أظهر التحليل الكيماوي المستمر للمحاصيل الحقلية ومحاصيل الفاكهة أنه لم تتضح أي علاقة معنوية بين إضافة العناصر للتربة من خلال الحمأة وتركيزاتها الموجودة بأنسجة النباتات، حيث كانت في الحدود العادية لها حتى حينما أضيف في بعض الأحيان معدلات بلغت أربعة أضعاف المعدل العادي للإضافة مما يؤكد أنه لحدوث تغيير في التركيب المعدني للمحصول فإنه يلزم إضافة الحمأة على المدى الطويل علاوة على أن زيادة وجود عنصري الزنك والنحاس سوف يكون ذا أثر مفيد على إنتاج المحاصيل بمصر لأن هذه العناصر تفتقر إليها التربة المصرية خاصة المستصلحة حديثاً. كذلك بالرغم من أن عنصري الكاديوم والنيكل من الممكن أن يتسببا في إحداث سمية نباتية إلا أن التركيزات الحالية لهذه العناصر في حمأة القاهرة صغيرة ولا تمثل ضرر على البيئة نتيجة استخدام الحمأة على المدى الطويل في الأراضي الزراعية.

وعلى العكس من العناصر الثقيلة أظهرت النتائج وجود تأثيرات معنوية ثابتة للحمأة والسماد البلدى على محتوى النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم في أنسجة النباتات فقد زادت تركيزات عنصري النيتروجين والفسفور بالمقارنة (غير المعامل) أو تلك المعاملة بالسماد البلدى أو المعدني، كذلك أثرت نوعية الحمأة على محتوى عنصر النيتروجين فعند استخدام كميات متساوية من الحمأة المخمرة والحمأة الخام في تسميد المحصول اتضح أن المحتوى النيتروجيني أكبر في الحمأة المخمرة عنه في الحمأة الخام.

كما كانت كفاءة تيسر عنصر النيتروجين في حالة الحمأة المخمرة أكبر منها في الحمأة الخام ويمكن ترتيب الأسمدة طبقاً لتركيزات عنصر النيتروجين في المحاصيل كالتالي:

الحمأة المخمرة < السماد البلدي < السماد المعدني < الحمأة الخام

وتشير المحتويات المرتفعة من عنصر النيتروجين داخل أنسجة المحاصيل في الموسم التالي عقب إضافة الحمأة مقارنة بمعاملة المزارع العادية إلى وجود تأثير متبقي لعنصر النيتروجين الموجود بالحمأة في الموسم التالي وذلك لأن الانسياب البطيء لعنصر النيتروجين من الحمأة له فوائد ممكنة وهي:

- الحفاظ على النيتروجين اللازم لامتصاص النبات بالتربة.
- تقليل الفقد عن طريق الغسيل مقارنة بالأسمدة المعدنية خلال فترات الري.

كما أظهرت النتائج أن إضافة السماد البلدي بصفة مستمرة أدت إلى زيادة تركيز عنصر البوتاسيوم في المحاصيل مقارنة بالأسمدة الأخرى ومعاملة المقارنة عندما كانت نوعية هذا السماد جيدة. ويعتبر السماد البلدي مصدراً هاماً للعناصر الغذائية اللازمة للنباتات في الزراعة المصرية، وعلى الرغم من أن الحمأة تعتبر مصدر فعال لعنصر النيتروجين والفسفور وأنها تقتصر إلى عنصر البوتاسيوم إلا أن ذلك لا يعتبر محددًا للإنتاج على المدى القصير، ومع أن كفاءة عنصر النيتروجين والفسفور بالحمأة من الممكن أن تتحسن عند إضافة السماد البلدي كمصدر لتعويض عنصر البوتاسيوم في الدورة الزراعية إلا أن الحمأة تعتبر ثابتة في خواصها ويمكن تتبعها كمادة سمادية بدرجة أكبر مقارنة بالسماد البلدي الذي يتباين نوعيته وعدم توفره بصورة مستمرة.

تأثيرات الحمأة على نوعية التربة والمحاصيل على المدى الطويل

تعتبر مزرعة الجبل الأصفر من المزارع الحكومية بمصر وهي منزرعة بمحاصيل الفاكهة (غالبا موالح) وتقع فى الجزء الشمالي الشرقي من القاهرة على أرض صحراوية في الأصل وتروى بمياه الصرف الصحى لأكثر من ٨٠ سنة، وقد أثارت اهتمام الباحثين فى مجالات البيئة والصحة والتربة والمياه وتلوث المحاصيل خاصة بالعناصر الثقيلة، واستمرار التلوث بهذا الموقع يقدم نموذجا للتأثيرات الممكن حدوثها على التربة والمحاصيل المعالجة بالحمأة فى مصر على المدى الطويل، وقد تم تقدير العناصر الثقيلة فى التربة وأشجار الموالح بالمزرعة لتقديم أثر استخدام الحمأة على نوعية التربة والمحاصيل تحت الظروف المصرية على المدى الطويل أوضحت الدراسة ما يلي:

- لم يلاحظ وجود مخاطر على نوعية المحاصيل وإنتاجيتها أو على الصحة من خلال التراكم البطيء العناصر فى الأراضي المعالجة بالحمأة.
- ظلت تركيزات العناصر الثقيلة فى أنسجة النباتات منخفضة وفى نطاق المعدلات العادية بالرغم من الزيادة فى محتويات التربة من العناصر نتيجة الري على المدى الطويل بمياه الصرف الصحى.
- لم ترتبط تركيزات العناصر الثقيلة فى أنسجة النباتات بالمحتوى الكلى أو الميسر فى التربة الملوثة.

هذه الدراسة التي أجريت على تلوث الأرض الصحراوية على المدى الطويل بالعناصر الثقيلة تؤكد على قلة تأثيراتها على نوعية المحاصيل الفاكهة وإنتاجيتها وصحة الإنسان بالرغم من ذلك فإنه يجب عمل دراسة مفصلة عن عنصر الكاديوم ووجوده فى الوجبات الغذائية تحت الظروف المصرية بحيث يكون مشابها للطرق المطبقة فى إنجلترا والولايات المتحدة لتقرير حدود ومعدلات تحميل هذا العنصر فى الأراضي المصرية.

كما تمت دراسة النشاط الميكروبي والبكتيري وأوضحت النتائج غياب مسببات الأمراض والبكتريا أو وجودها بأعداد قليلة بالرغم من الري بمياه

الصرف الصحي. وهذا يوضح أنه في حالة استخدام الحمأة تحت ظروف الحقل فإن أعداد مسببات الأمراض الحية في التربة سيكون محدوداً، كما يوصى بعمل دراسة على التأثيرات الصحية نتيجة الري بمياه الصرف الصحي على العمال الزراعيين وعائلاتهم، وهذه المعلومات ستكون قيمة عند وضع استراتيجية لإدارة هذا الموقع على المدى الطويل وكذلك للحمأة والمياه المعالجة بصفة عامة في مصر.

الأسس العلمية للاستخدام الزراعي للحمأة في مصر

تحتوى الدراسة على تحليل علمي شامل وإمكانيات استخدام حمأة القاهرة بأمان في الأراضي الزراعية بمصر كسماد ومخصب عضوي. وتؤكد الدراسة على أنه باستخدام طرق المراقبة والتحكم الملائمة فإن استخدام الحمأة في الزراعة يعتبر خياراً ملائماً ومقبولاً على المدى الطويل لإدارة الحمأة بمصر، وكثير من العوامل المناخية والتربة، والزراعية والاقتصادية وظروف التشغيل مناسبة لاستخدام الحمأة تحت الظروف المصرية، وتشجع عوامل التربة والمناخ خيار إعادة استخدام الحمأة في الزراعة للعوامل الآتية:

- إعاقة التربة الجيرية والطميية لنشاط العناصر الثقيلة.
- نقص عناصر الزنك والنحاس في الأراضي الطينية والمستصلحة بالإضافة إلى العناصر الأخرى التي يمكن أن تساهم بها الحمأة واللازمة لنمو النبات.
- تعرض الحمأة الدائم لأشعة الشمس ودرجات الحرارة العالية وظروف الجفاف تخلق ظروفاً غير ملائمة لحياة مسببات الأمراض الميكروبية.

كما يتيح النظام الشائع بمعاملة الحمأة في أحواض التجفيف عدة مزايا منها:

- تخليق ظروف لا هوائية في البرك والتي تكون مثبطة لكثير من نشاط مسببات الأمراض وليس كلها.
- تقليل التغيرات في التركيب الكيماوي للحمأة مما يساعد على إنتاج حمأة ثابتة في خواصها للاستخدام الزراعي.

بالإضافة الى العوامل المفيدة مثل التربة والمناخ وظروف الإنتاج توجد ميزة رئيسية أخرى تحبذ إعادة استخدام الحمأة فى مصر وهى الطلب المستمر والثابت على الأسمدة العضوية بمصر كمخصبات ومحسنات للتربة، إلا أن نوعية الحمأة وبيعها للمزارعين تحتاج للمراقبة والتأكد من عدم وجود أضرار للبيئة والصحة، وهذا يتطلب من السلطات التحكم فى الصرف الصناعى والتأكد من أن عمليات معاملة الحمأة ينتج عنها منتج غير مسبب للأمراض. ويوصى بناء على نتائج هذه الدراسة أن يتم مراجعة اللائحة التنفيذية المؤقتة لاستخدام الحمأة فى الزراعة (قرار وزاري ١٩٩٧/٢١٤).

وعموماً فإنه تحت الظروف المصرية ومن الوجة العلمية فإن استخدام الحمأة فى الزراعة له ما يبرره من الأسس العلمية وسيظهر انه حل منطقي وملائم لإدارة الحمأة المنتجة فى محطات التنقية بالقاهرة.

الملحق الثاني

قرار وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات
العمرانية رقم (٢١٤) لسنة ١٩٩٧

الملحق الثاني

قرار وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية رقم (٢١٤) لسنة ١٩٩٧ فى شأن إصدار اللائحة التطبيقية الخاصة بتداول والاستخدام الآمن للحمأة

السيد الدكتور وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية.

أنه بعد الاطلاع على القانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ فى شأن صرف المخلفات السائلة ولائحته التنفيذية.
والقانون رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ ولائحته التنفيذية.
وعلى قرار وزير الإسكان والمرافق رقم "٣٣٩" لسنة ١٩٩٥ والقرار المعدل له رقم "٦٥" لسنة ١٩٩٧
بشأن تشكيل لجنة قيادية عليا لدراسة إعادة استخدام الحمأة المنتجة من محطات الصرف الصحى.
وموافقة وزير الصحة على إصدار اللائحة التطبيقية الخاصة بتداول والاستخدام الآمن للحمأة.

قرر

مادة أولى:

الموافقة على إصدار اللائحة التطبيقية الخاصة بتداول والاستخدام الآمن للحمأة.

مادة ثانية:

تنشر هذه اللائحة على الجهات المختصة بإنتاج الحمأة والجهات المستخدمة لها فى الزراعة والجهات
الرقابية المسؤولة عن الصحة والبيئة ويتم العمل بها من تاريخ إصدارها.

قرار وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية
رقم (٢١٤) لسنة ١٩٩٧
فى شأن إصدار اللائحة التطبيقية الخاصة بتداول والاستخدام الآمن للحمأة

السيد الدكتور وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية.

أنه بعد الاطلاع على القانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ فى شأن صرف المخلفات السائلة ولائحته التنفيذية. والقانون رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ ولائحته التنفيذية. وعلى قرار وزير الإسكان والمرافق رقم "٣٣٩" لسنة ١٩٩٥ والقرار المعدل له رقم "٦٥" لسنة ١٩٩٧ بشأن تشكيل لجنة قيادية عليا لدراسة إعادة استخدام الحمأة المنتجة من محطات الصرف الصحى. وموافقة وزير الصحة على إصدار اللائحة التطبيقية الخاصة بتداول والاستخدام الآمن للحمأة.

قرر

الفصل الأول

عام

اللائحة التطبيقية

لاستخدام الحمأة كمخصب زراعي

عام:

١- تصدر هذه اللائحة بناء على توصيات اللجنة القيادية العليا المشرفة على دراسة استخدام الحمأة فى الزراعة والمشكلة بقرار السيد المهندس/ وزير الإسكان والمرافق رقم "٣٣٩" لعام ١٩٩٥.

٢- يتم العمل بهذه اللائحة مرحليا بغرض وضع الاشتراطات والمعايير لاستخدام الحمأة فى الزراعة لحين نهو الدراسة التى تجرى بمنحة من بنك الاستثمار الأوربي، والتى تشمل تقييم إعادة استخدام الحمأة من خلال تجارب حقليّة تمتد لمدة ثلاث سنوات، وينتهي العمل بهذه اللائحة بصور اللائحة الدائمة بقرار من اللجنة القيادية العليا وباعتماد السيد الدكتور/ وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية.

٣- استرشد فى إعداد هذه اللائحة بالمعايير الموضوعه من منظمة حماية البيئة فى الولايات المتحدة الأمريكية.

- ٤- على الجهات المعنية بإنتاج الحمأة والزراعة والبيئة والصحة مراعاة الآتي كل فيما يخصه:
- المتابعة الدورية وإجراء التحاليل السنوية اللازمة للتأكد من أن مدى تراكم المعادن الثقيلة فى الحمأة والتربة والنباتات فى الحدود البيئية والصحية المسموح بها.
 - إجراء تحاليل دورية للتأكد من محتوى الكائنات الممرضة بكل من الحمأة والتربة والنباتات واتخاذ كافة الإجراءات اللازمة طبقا لما تسفر عنه نتائج هذه التحاليل.
 - الرصد الدورى لمصادر المياه السطحية والجوفية ومنتجات المزارع للتأكد من عدم تأثرها باستخدام الحمأة.

٥- تؤخذ العينات ويتم التحليل طبقا للطرق القياسية مع تحديد المكلف بأخذ العينة من كل جهة والمعامل المصرح فيها بالتحليل.

تعريفات عامة:

الحمأة:

المقصود بالحمأة هو المخلف المترسب الناتج من محطات معالجة الصرف الصحى. ويمكن استخدام هذه الحمأة كمخصب للتربة الزراعية بشرط مطابقتها للمعايير الموضحة بالفصل الثانى من هذه اللائحة.

خصائص الحمأة:

الحمأة الابتدائية:

هى المخلفات المترسبة بأحواض الترسيب الابتدائى ذات لون رمادي غامق يميل للأسود وهى خفيفة القوام كريهة الرائحة وتحتوى على مواد عضوية ذائبة وعالقة وعلى العديد من الكائنات الممرضة (Pathogens) مثل البكتيريا والفيروسات والطفيليات.

الحمأة الثانوية:

هى المخلفات المترسبة بأحواض الترسيب الثانوى وهى ذات لون بني خفيفة القوام تحتوى على كتل بيولوجية والعديد من الكائنات الممرضة مثل البكتيريا والفيروسات والطفيليات وغيرها.

الحمأة الآمنة:

هى الحمأة التى يمكن تداولها واستخدامها بحيث لا تضر بالصحة العامة ولا بالبيئة، وحتى تكون الحمأة آمنة يجب أن يكون تركيز المعادن الثقيلة بها فى الحدود المسموح بها، كما هو موضح بالفصل الثانى من اللائحة وأن يتم خفض محتوى الكائنات الممرضة بها للحدود الآمنة وذلك بتنبيتها بالطرق المتعارف عليها قبل تداولها.

الفصل الثاني

معايير الحمأة التي يسمح بإعادة استخدامها في الزراعة

يصرح باستخدام الحمأة المطابقة للمعايير الآتية في الزراعة:

أ - محتوى المعادن الثقيلة في الحمأة الجافة لا يزيد عن الحدود الآتية:

المكونات	الرمز	حدود الحمأة الآمنة مجم/ كجم
زنك	Zn	٢٨٠٠
نحاس	Cu	١٥٠٠
نيكل	Ni	٤٢٠
كاديوم	Cd	٣٩
رصاص	Pb	٣٠٠
زئبق	Hg	١٧
كروم	Cr	١٢٠٠
موليبدينم	Mo	١٨
سelenium	Se	٣٦
زرنيخ	As	٤١

مع الالتزام بتطبيق نظام أخذ العينات وتحليلها حسب الطرق القياسية ويكفى تعدى محتوى عنصر واحد بالحمأة للحدود الآمنة الموضحة بالجدول عاليه لحظر بيع كمية الحمأة المأخوذ منها العينة بالكامل.

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

١. أن يكون العد الاحتمالي لخلايا الكوليفورم البرازي (Fecal Coliform) أقل من ١٠٠٠ خلية لكل جرام مواد صلبة على أساس الوزن الجاف، ويكون العدد الاحتمالي للسلامونيلا أقل من ٣ خلية لكل ١٠٠ مللي عند تركيز ٤ % مواد صلبة على أساس الوزن الجاف.

٢. الفيروسات:

- (المعوية الكلية): ١ وحدة لكل ١٠٠ مللي عند تركيز ٥ % مواد صلبة على أساس الوزن الجاف.

٣. بويضات الديدان:

- (الاسكارس): ١ بويضة لكل ١٠٠ مللي عند تركيز ٥ % مواد صلبة على أساس الوزن الجاف. (ولا يسمح بتواجد أكثر من ثلاثة أجناس من بويضات الديدان).

الفصل الثالث

إرشادات لإنتاج وتداول الحمأة داخل محطات معالجة مياه الصرف الصحي

على الجهات المنتجة للحمأة مراعاة الآتي:

أولاً: المعايير:

على الجهات المنتجة للحمأة مراعاة تطابق معايير الحمأة التي يتم بيعها ليعاد استخدامها في الزراعة للمعايير الواردة بالفصل الثاني من هذه اللائحة وذلك بالقيام بالآتي:

٢ - تثبيت الحمأة بإحدى الطرق الآمنة مثل:

- التخمير الهوائي.
- التخمير اللاهوائي.
- المعالجة الحرارية.
- إضافة الجير.
- الكمر.

ويمكن استخدام تكنولوجيا بسيطة غير مكلفة بكمز هذه الحمأة بإضافة وخط واحد من هذه المواد:

- أ - الجير الحي.
- ب - تراب الأسمنت (Cement Dust).
- ج - قمامة المدن المعالجة أولياً.
- د - المخلفات العضوية النباتية مثل حطب القطن وقشر الأرز وحطب الذرة وقشر الفول السوداني أو نشارة الخشب أو التبن أو مخلفات مصانع العنب أو خلافة.

ثانياً: تداول الحمأة:

يراعى الآتي:

١. أن تملأ أحواض التجفيف بحيث لا يتوالد الذباب والبعوض والروائح بقدر الإمكان، وذلك بأن يتم ملئها على فترات كل ٤ أيام بعمق ١٥ سم فى المرة الواحدة وأن لا يزيد العمق الكلى عن ٤٥ سم.
٢. أن تكون الأحواض معزولة عن المياه الجوفية أو مصادر المياه وأبسط طرق العزل طبقتين من الطين والرمل بنسبة دمك أكبر من ٩٥ % وسمك الطبقة ٢٠ سم قبل الدمك وأنه يمكن استخدام تراب الأسمنت أو الجير أو خام البانتونيت فى أعمال الدمك.
٣. عدم نقل الحمأة إلى مواقع التخزين إلا بعد الوصول لنسبة جفاف فى حدود ٣٠ % بالوزن، مع مراعاة الشروط الآتية:
 - أن يكون قاع هذه المواقع معزولاً عن المياه الجوفية.
 - أن يكون ارتفاع التخزين (التكويم) فى حدود من ٦٠ - ٨٠ سم.
 - أن تغطى أكوام الحمأة بحمأة أخرى جافة أو مواد تغطية أخرى لمنع تكاثر الذباب.
٤. أن يتم نقل الحمأة بواسطة عربات خاصة مغطاة، على أن يتم تطهيرها وغسلها دورياً.
٥. توعية عمال الصرف الصحى المتعاملين مع الحمأة بأخطارها، ويلتزم الجميع بالآتي:
 - لبس الأحذية والقفازات الواقية وأن يتم تطهيرها فى كل مرة تستخدم فيها.
 - إجراء فحوص طبية دورية على العاملين مع إجراء التطعيمات ضد أية أمراض محتملة.
 - تقديم التسهيلات الطبية السريعة لمعالجة أمراض الإسهال والمعالجة المنتظمة لمنع العدوى.
 - إصدار نشرات توعية عن استخدامات الحمأة ونوعيتها وأخطار كل منها وتوزيع صورة منها على المستخدمين.
 - إعداد نموذج بيع حمأة كالمرفق بهذه اللائحة مع إعلام وزارة الصحة وجهاز شئون البيئة ومكاتب الإرشاد الزراعي كل ٣ أشهر بصورة من هذه النماذج، نموذج رقم (م ٢ - ١).

نموذج رقم (م ٢ - ١)
بيع حمأة صالحة للاستخدام الزراعي

نموذج
بيع حمأة صالحة للاستخدام الزراعي

أسم الجهة المختصة: ت:

أسم المشتري : ت:

عنوان المشتري بالتفصيل: قرية مركز محافظة

نوع المحاصيل بالحيازة:

عدد الأفدنة:

كمية الحمأة: متر مكعب

تحليل الحمأة: ١. المعادن الثقيلة:

.....

.....

٢. كائنات ممرضة:

.....

.....

٣. نسبة الكربون إلى الآزوت فى الحمأة C/N ratio

.....

.....

نوع التربة التى تصلح لها الحمأة:

تم تحليل العينة بمعمل: بتاريخ ... / / ٢٠٠٠

المسئول عن العمل:

الاسم:

الفصل الرابع

إرشادات استخدام الحمأة فى الزراعة

يراعى عند استخدام الحمأة كمخصب عضوي فى الزراعة ما يلى:

- ١ - أن لا تزيد كمية النيتروجين المضافة مع الحمأة عن حاجة المحصول المزروع وأن تكون نسبة الكربون إلى الأزوت فى الحمأة فى حدود من ١٨ : ١ ، ٢٢ : ١.
- ٢ - أن تكون معدلات الإضافة السنوية من الحمأة المعالجة الجافة كالأتي:
 - أراضى ثقيلة القوام (طينية - جيرية) فى حدود من ٨ - ١٤ م^٣ / للفدان.
 - أراضى متوسطة القوام (رملية طينية - جيرية) فى حدود من ١٠ - ١٦ م^٣ / للفدان.
 - أراضى خفيفة القوام (رملية) فى حدود ١٢ - ٢٠ م^٣ / فدان.
- ٣ - عدم استخدام الحمأة فى الأراضى المنزرعة بالخضراوات التى تؤكل نيئة أو زراعة الدرنات.
- ٤ - عدم استخدام الأراضى المنزرعة بالحمأة كمراعى للماشية والأغنام إلا بعد مرور شهرين على إضافة الحمأة.
- ٥ - تتولى إدارات الشؤون الوقائية بوزارة الصحة متابعة الحالة الصحية للعاملين بالمزارع.
- ٦ - عدم استخدام الحمأة أثناء هبوب الرياح وحظر استخدام الحمأة الناتجة من الصرف الصحى فى الحدائق العامة أو الملاعب التى ترتادها الجماهير.

الفصل الخامس

أساليب التخلص من الحمأة الغير مطابقة

فى حال احتواء الحمأة على معادن ثقيلة أو سموم أو كائنات ممرضة تزيد عن المعايير القياسية الموضحة بالفصل الثانى من هذه اللائحة فإنه يجب ردم هذه الحمأة ردمًا صحيا فى حفرة ردم طبقا للمواصفات الفنية المعروفة للردم الصحى.

أو يمكن ترميدها بمحارق آمنة على أن يكون الغاز الناتج نظيفا.

وعلى أن يراعى اتخاذ كافة الاحتياطات والشروط البيئية المتعلقة فى هذا المجال.

الملحق الثالث

مسودة طرق التحاليل القياسية للحمأة

الملحق الثالث

مسودة طرق التحاليل القياسية للحمأة

طبقا لقرار وزير الإسكان والمرافق رقم ٣٣٩ لسنة ١٩٩٥ والقرار المعدل له رقم ٦٥ لسنة ٩٧ بشأن تشكيل لجنة قيادية عليا لدراسة إعادة استخدام الحمأة المنتجة من محطات الصرف الصحي والقرار الأخير رقم ٢١٤ لسنة ١٩٩٧ في شأن إصدار اللائحة التطبيقية الخاصة بتداول والاستخدام الآمن للحمأة، فقد قامت اللجنة بإصدار مسودة الطرق القياسية لتحاليل الحمأة والجاري مراجعتها واعتمادها، لذا فقد تم الإشارة إليها في هذا الملحق على النحو التالي.

الطرق القياسية لتحاليل الحمأة:

البيان	الحدود الآمنة	الطريقة المعملية المستخدم	الجهاز المستخدم
أ - الأس الهيدروجيني PH	٦ - ٩ وحدة	قياس الحمضية / القلوية للحمأة	PH Meter
ب - محتوى المعادن الثقيلة	مجم / كجم	طريقة التحليل الطيفي للمعادن	-Color meter -Spectrophotometer -Atomic Absorption
زنك (Zn)	٢٨٠٠		
نحاس (Cu)	١٥٠٠		
نيكل (Ni)	٤٢٠		
كادميوم (Cd)	٣٩		
رصاص (Pb)	٣٠٠		
زئبق (Hg)	١٧		
كروم (Cr)	١٢٠٠		
موليبدينم (Mo)	١٨		
سelenium (Se)	٣٦		
الزرنيخ (As)	٤١		
ج - محتوى الكائنات الممرضة (خلية /جم) • (السلامونيلا) • بويضات الديدان (الإسكارس)	٣ خلية / ١٠٠ مم عند تركيز ٤% ١ وبويضة حية / ١٠٠ مم عند تركيز ٥%	الفحص المجهرى بطريقة العد الاحتمالي	* Automatic colony counter * Stero Zoom microscope * Binocular microscope

الطريقة القياسية

لتحليل الحمأة

١ - اختبار الأس الهيدروجيني (pH):

يتم الاختبار باستخدام جهاز قياس جهاز الأس الهيدروجيني (pH Meter)

- تحضير محلول الحمأة المستخدم في قياس الأس الهيدروجيني:
- بالنسبة للحمأة السائلة المهضومة والمركزة الخارجة من مركبات الحمأة عند تركيز من ٢ % & ٣ % يقاس لها الأس الهيدروجيني بأخذ ٦٠ مللي منها مباشرة.
- أما بالنسبة للحمأة الجافة (المجففة بأحواض التجفيف يتم عمل محلول لها باستخدام الماء المقطر لتصبح في صورة سائلة.

خطوات التجربة:

- ١ - يتم أخذ ٦٠ ملي لتر من المحلول السابق تحضيره في كأس اختبار سعته ١٠٠ مللي.
- ٢ - يوضع على جهاز التقلب المغناطيسي مع تقلب يدويا.
- ٣ - يشطف قضيب جهاز قياس الأس الهيدروجيني (pH) بالماء المقطر ثم يوضع داخل العينة.
- ٤ - ينتظر حتى نحصل على قراءة ثابتة محددة.
- ٥ - يتم تسجيل النتيجة على ورقة العمل لجهاز قياس الأس الهيدروجيني (pH).
- ٦ - تكرر الخطوات السابقة لعدد من العينات حتى يتم الحصول على نتائج دقيقة متقاربة.

٢ - اختبار المعادن الثقيلة باستخدام جهاز الامتصاص الذري:

المواد المستخدمة:

- ١ - حامض نيتريك عالي النقاوة.
- ٢ - حامض كبريتيك مركز ٩٦ - ٩٨ % عالي النقاوة.
- ٣ - حامض هيدروكلوريك مركز.
- ٤ - محلول كلوريد بوتاسيوم.

خطوات التجربة:**هضم الحمأة:**

- ١ - يتم معرفة تركيز الحمأة المراد تحليلها بتحديد المواد الصلبة الكلية (TS%) للعينة.
- ٢ - يضاف لكل جرام من العينة ٧,٥ ملي من حمض الهيدروكلوريك (قوة ٦ عياري) ويضاف ٢٠٥ ملي من حمض النيتريك.
- ٣ - تقلب العينة جيدا في قارورة الغليان مع وضع مكثف أعلى القارورة وتوصيله بالمياه لعمل تبريد مع ترك القارورة في درجة حرارة الغرفة لمدة ١٦ ساعة.
- ٤ - توضع القارورة بعد ذلك على السخان وتسخن لمدة ساعتين.
- ٥ - تبرد العينة مع الغسل المكثف بماء مقطر.
- ٦ - يرشح المحتوى الموجود بالقارورة.
- ٧ - تبرد العينة ثم أضف ١ ملي من محلول البوتاسيوم (١٠ %) تركيز) ثم خفف بحمض نيتريك (١٢,٥ % تركيز).
- ٨ - تقاس العينة بعد ذلك على جهاز الامتصاص الذرى وتبعا لتعليمات التشغيل بالجهاز يتم الحصول على النتيجة.

٣ - طريقة اختبار الكائنات الممرضة (باستخدام الفحص المجهرى):**أ - اختبار السالمونيلا:****الطريقة الأولى:**

- ١ - يتم عمل وسط غذائي لنمو البكتريا (Tetra Thionate broth).
- ٢ - نأخذ وزنة معلومة من الوسط الغذائي (السابق) حسب تعليمات الشركة المنتجة (حسب وزن العبوة).
- ٣ - يتم وضع ٥٠ ملي من الوسط الغذائي السابق في عدة أنابيب معقمة.

- ٤ - يتم عمل نمو البكتريا بطريقة التزويد (Enrichment) ويتم ذلك بأخذ عدة تخفيفات (تخفف البكتريا بالماء المقطر) ونأخذ ٥ مللى ويتم حقنها على أنابيب الوسط الغذائي.
- ٥ - توضع العينة في الحضانة عند ٣٧ درجة مئوية لمدة ٥ أيام ويتم عمل تخصيص لنمو ميكروب السلامونيلا فقط دون الميكروبات الأخرى Sudculture وتكون كالاتي :-

- كل ٢٤ ساعة تخرج العينة من الحضانة وتأخذ منها (١مللى) ويوضع في ٥٠ مللى وسط غذائي جديد ثم توضع في الحضانة مرة ثانية ونتخلص من الباقي.
- تكرر العملية السابقة لمدة ٥ أيام وذلك لإعطاء فرصة أكبر للميكروبات بالنمو والبعد عن الميكروبات الأخرى التي قد تظهر معه في الوسط الغذائي السابق (لتقليل فرصة نمو ميكروب موجب جرام).

- ٦ - بعد ٥ أيام يتم عمل صبغة جرام وتفحص تحت الميكروسكوب.
- ٧ - تظهر السلامونيلا سالب عصوي الشكل.

الطريقة الثانية باستخدام الوسط الغذائي (Bismoth solfite agar) أو (Salmonella shigella agar):

- ١ - يتم تحضير وزنة ١ لتر من الوسط الغذائي حسب تعليمات الشركة المنتجة وتوضع في إناء بترى (Petri bish).
- ٢ - يتم حقن العينة في الإناء حسب تخفيفات وليكن ١ مللى.
- ٣ - توضع العينة في الحضانة عند ٣٧ درجة مئوية لمدة ٤٨ ساعة.
- ٤ - يلاحظ ظهور السلامونيلا على هيئة مستعمرة سوداء.

٥ - يتم عمل صبغة جرام ثم تفحص تحت الميكروسكوب تظهر السلامونيلا (سالب جرام) عصوي الشكل.

ب - طريقة التعيين والتعرف على الاسكارس:

- ١ - نأخذ ١ لتر من العينة وتترك لمدة ١-٢ ساعة لتستقر حتى ينفصل السائل عن الراسب.
- ٢ - نتخلص من ٩٠ % من السائل ثم نأخذ الباقي (الراسب + قليل من السائل).
- ٣ - ينقل بعناية إلى أنبوبة جهاز الطرد المركزي وتترك في الجهاز لمدة ١٥ دقيقة حتى نحصل على كتلة متماسكة من العينة.
- ٤ - تعلق الأنبوبة بعد إضافة ٥ أضعاف حجمها من محلول (Aceto aceffer) (اسيتو اسيتات) (pH45) بحيث يكون حجم بفر (puffer) أعلى بمقدار عن العينة.
- ٥ - يتم فصل العينة إلى طبقات (Extraction) بواسطة استخدام (اثيل اسيتات) (Ethyl Acetate) أو (Ether).
- ٦ - يضاف ضعف حجم العينة اثيل اسيتات (Ethyl Acetate) ثم تخلط جيدا بجهاز الخلط ثم ترج باليد.
- ٧ - توضع العينة في جهاز الطرد المركزي لمدة ١٥ دقيقة بعد ذلك تنفصل العينة الى ثلاث طبقات:

- طبقة علوية راتقة (سائل) هي محلول بفر (puffer) نقي.
- طبقة دهنية هي المواد التي اختلطت مع الاثيل اسيتات وكونت كتلة سوداء أعلى العينة.
- الطبقة الثالثة (غير دهنية) تحتوى على كائنات وحيدة الخلية (البروتوزوا) وهى الطبقة السفلية.

- ٨- نسجل حجم الكتلة التي تكونت أعلى العينة التي تحتوى على البويضات ونتخلص من السائل الموجود في الأنبوبة.
- ٩- نعلق العينة مرة أخرى بعد إضافة خمسة أضعاف حجمها كبريتات الزنك ثم نسجل حجم العينة النهائي.
- ١٠- تخلط العينة جيدا ثم يسحب منها بالماصة المخلوط المتكون بعد الخلط ثم ينقل إلى الشريحة الخاصة بالميكروسكوب (MC Master) حوالي (٣, ٠ مللي).
- ١١- تترك الشريحة حتى تستقر قبل الفحص لمدة ٥ دقائق حتى تسمح للبويضات أن تطفو على السطح.
- ١٢- نضع الشريحة على الميكروسكوب ثم تفحص بقدر تكبير $10 \times$ & $40 \times$.
- ١٣- تعد البويضات التي ترى تحت الميكروسكوب.
- ١٤- نحسب عدد البويضات في حجم لتر (هو حجم العينة) من القانون:

$$N=A+PV$$

حيث أن:-

- (N) عدد البويضات في ١ لتر.
- (A) عدد البويضات التي ترى تحت الميكروسكوب.
- (X) حجم العينة النهائي بعد إضافة كبريتات الزنك (خطوة ٩).
- (P) حجم العينة على الشريحة (٣, ٠).
- (V) حجم العينة الأصلي ١ لتر.