الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحي

برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

البرنامج التدريبي مهندس تشغيل مياه

التكنولوجيات الحديثة في معالجة مياه الشرب

المحتوى

- مقدمـــة
- إزالة عسر الماء
- أسباب العسر
- الأملاح المسببة للعسر
- طرق إزالة عسر الماء
- إزالة أملاح الحديد والمنجنيز
- أساليب إزالة الحديد والمنجنيز

مقدمـــة

يتناول العرض ثلاث عمليات أساسية يتم إجراؤها لمعالجة المياه الجوفية في الظروف المصرية وهي كما يلى:

- إزالة عسر الماء
- إزالة أملاح الحديد والمنجنيز.
- تحلية مياه الآبار المالحة.

إزالة عسر الماء

يعرف عسر الماء (Hardness of Water) بأنه عدم القدرة علي تكوين رغوة عند استخدام الصابون، وتقسم درجة عسر الماء طبقا لتركيز أملاح كربونات الكالسيوم كما هو موضح بالجدول التالي رقم (٨-١).

جدول رقم (٨-١) علاقة تركيز كربونات الكالسيوم بدرجة العسر للماء

م	وصف عسر الماء	درجة تركيز كربونات الكالسيوم
١	الماء غير العسر (يسر)	صفر – ٧٥ ملجم /لتر
٢	الماء متوسط العسر	٧٥-١٥٠ ملجم /لتر
٣	الماء العسر	١٥٠-٣٠٠ ملجم /لتر
٤	الماء شديد العسر	أكبر من ٣٠٠ ملجم /لتر

أسباب العسر

عند اختراق المياه السطحية ومياه الأمطار لطبقات الأرض تتخلص المياه من الشوائب العالقة بها مثل السلت والطمي والبكتريا بنظرية الترشيح وعند ذوبان الأملاح الموجودة في باطن الأرض (مثل أملاح الحديد والمنجنيز والكالسيوم والماغنسيوم) في الماء يحدث العسر.

الأملاح المسببة للعسر

أولا أملاح موجبة الشحنة (Cations)

- أملاح الكالسيوم: تسبب العسر.
- أملاح الماغنسيوم: تسبب العسر.
- أملاح الحديد: تسبب العسر بالإضافة إلي تلوين الملابس – انسداد مواسير التغذية بالمياه – الطعم الرديء.
- أملاح المنجنيز: تسبب العسر بالإضافة إلي تلوين الملابس – انسداد مواسير التغذية بالمياه.

ثانيا أملاح سالبة الشحنة (Anions)

- الكربونات: تسبب قلوية المساء.
- البيكربونات: تسبب قلوية الماء.
- الكبريتات: تسبب الإسهال – تآكل بدن المواسير – صدأ المواسير.
- الكلوريدات: تعطي طعماً غير مستساغ للماء.
- الفوريدات: تسبب تسوس الأسنان(إذ كانت نسبة الفلورين ٠.٥ ملجم/لتر) كما تسبب تكسر الأسنان (إذا كانت نسبة الفلورين ١.٥ملجم/لتر).

طرق إزالة عسر الماء

هناك ثلاث طرق لإزالة عسر الماء يمكن تلخيصها فيما يلى:

- استعمال كربونات الصوديوم والجير.
- استعمال الزيوليت.
- استعمل الزيوليت والجير.

إزالة أملاح الحديد والمنجنيز

- يتسبب وجود أملاح الحديد والمنجنيز (Iron & Manganese) في الماء في كثير من المتاعب أهمها:
- تواجد طعم غير مستساغ للمياه.
- تلوين الملابس والأدوات المنزلية والأجهزة الصحية للحمامات.
- تكوين قشور من الصدأ داخل المواسير الحديدية مما يتسبب في تقليل مساحة مقطعها.

- توالد بكتريا الحديد في المياه المحتوية علي تركيزات عالية من مركبات الحديد مما يتسبب في سرعة تكون القشور داخل المواسير ويقلل من مساحة مقطعها.
- تأكسد المنجنيز الذائب في الماء مكونا رواسب في المواسير مما يقلل من مساحة مقطعها وبالتالي من كفاءتها في نقل الماء.

أساليب إزالة الحديد والمنجنيز

- يتوقف اختيار أسلوب إزالة أملاح الحديد والمنجنيز علي طبيعة تواجدهم في الماء- لذلك فمن المفضل عمل تجارب معملية علي عينة من المياه لتقرير الأسلوب المناسب ومن الأساليب المستخدمة لهذا الغرض:
- تهوية الماء.
- المعالجة الكيميائية برمنجنات البوتاسيوم

- استعمال مرشحات الزيوليت.
- إضافة الجير.
- التهوية تحت السطحية BERMAN
- ويعتبر أسلوب تهوية الماء من أشهر هذه الأساليب وأكثرها فعالية حيث يمكن باستخدامه التخلص من الغازات الذائبة في الماء مثل كبريتور الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون بالإضافة إلي إزالة الروائح من الماء وفيما يلي شرح تفصيلي لهذا الأسلوب.

تهوية الماء

- باستخدام أسلوب تهوية الماء تتم أكسدة أملاح الحديد والمنجنيز وتحويلها إلي أكاسيد الحديد والمنجنيز التي تتسرب وتسهل إزالتها.
- والأكسجين اللازم لإزالة مركبات الحدي من الماء ٠.١٤ جزء في المليون لكل جزء في المليون من الحديد المطلوب إزالة. وتتوقف كفاءة عملية التهوية علي مساحة المسطح المائي ومدة بقاء هذا السطح معرضا للهواء وتستخدم الطرق الآتية في تهوية الماء

- التهوية باستخدام النافورات.
- التهوية باستخدام الشلالات المتتالية.
- استخدام الهوايات ذات الصواني المتعددة.
- التهوية بالهواء المضغوط.

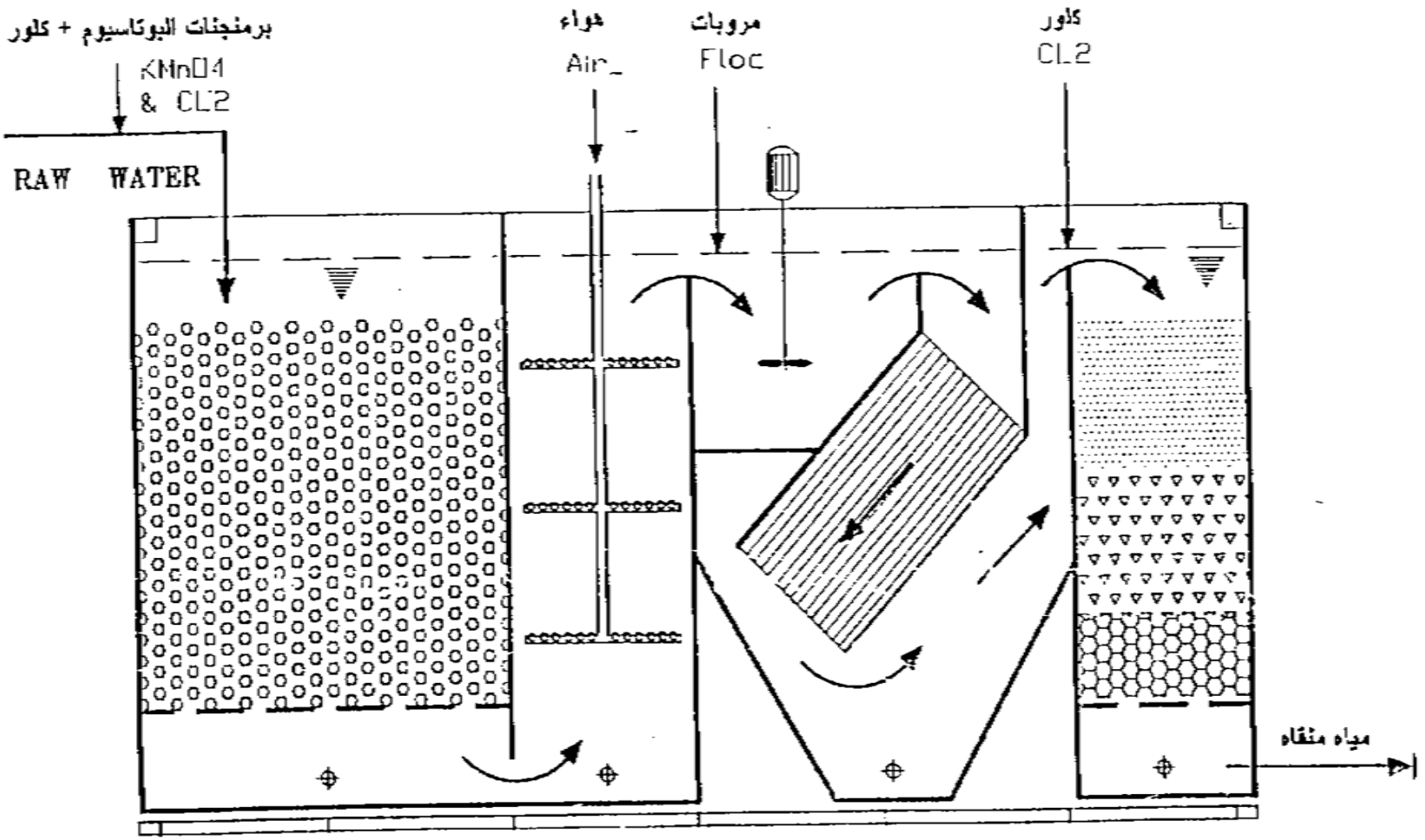
وحدات إزالة أملاح الحديد والمنجنيز

هي وحدات سابقة التجهيز على هيئة حاويات يمكن فكها وتركيبها. وهي تصنع محليا ولا تحتاج الى أعمال إنشائية عدا بلاطة من الخرسانة المسلحة لتركيب المحطة عليها، كما هو موضح بالشكل رقم (٨-١١).

تتضمن وحدات إزالة الحديد والمنجنيز المراحل التالية:

- حقن محلول برمنجنات البوتاسيوم في المياه الخام.
- تعديل درجة الحموضة الى القلوية المناسبة.
- تهوية الماء باستخدام الهواء المضغوط.
- حقن محلول مساعدات الترسيب والخلط السريع.
- الترسيب داخل مرسب أنبوبي (Tube Settler) الذى يتميز بسطح هائل للترسيب ويناسب الرواسب الجيلاتينية.

- حقن محلول أو غاز الكلور للتعقيم والتطهير.
- الترشيح النهائي على مرشح رملي بطئ للتخلص من جميع العوالق.
- كما أن الشكل رقم (٨-١٢) يوضح طريقة الترسيب الكيميائي لأزاله أملاح الحديد من المياه الجوفية.


برمنجنات البوتاسيوم + كلور
KMnO4
& CL2
RAW WATER
هواء
Air
مروبات
Floc
كلور
CL2
مياه منقاه

المعالجة الكيميائية للمياه الجوفية (إزالة الحديد و المنجنيز)

الاكسدة باستخدام برمنجنات البوتاسيوم

إزالة الحديد والمنجنيز:

تؤكسد برمنجنات البوتاسيوم الحديد الثنائي إلى ثلاثي والمنجنيز الثنائي إلى رباعي ويترسب الجزء المؤكسد على هيئة هيدروكسيد حديديك وهيروكسيد منجنيز، حيث تعتمد ظروف التفاعل على طبيعة المياه ودرجة حرارتها وأسها الهيدروجيني، ومن خطوات التفاعل يتضح القلوية الناتجة من تفاعل حمضي وتقدر نسب المواد المرسبة بناء على القلوية الناتجة، ويكون غالبا التفاعل كالتالي:

ويتضح من التفاعلات أن قلوية المياه تستهلك كالتالي:

كل ١,٤٩ مجم/ لتر من القلوية (كربونات كالسيوم) تستهلك لكل ١ - مجم/ لتر من الحديد.

كل ١,٢١ مجم/ لتر من القلوية (كربونات كالسيوم) تستهلك لكل ١ - مجم/ لتر من المنجنيز.

ويجب أن تؤخذ تلك الاستهلاكات من القلوية في الاعتبار خاصة إذا كانت الشبة تستخدم مع البرمنجنات كمروب حيث يلزم وجود قلوية لإتمام عملية الترويب.

وتبلغ جرعة برمنجنات البوتاسيوم اللازمة لأكسدة ١ مجم من الحديد = ٠,٩٤ مجم/ مجم من الحديد، جرعة برمنجنات البوتاسيوم اللازمة لأكسدة ١ مجم من المنجنيز = ١,٩٢ مجم/ مجم من المنجنيز وتتم في وقت يتراوح ما بين ٥ - ١٠ دقائق وعند أس هيدروجينى = ٧ –

المعالجة تحت السطحية (بيرمان)

فكرة المعالجة:

حقن مياه محملة بالأكسجين داخل البئر لتقوم بأكسدة أيونات الحديد و المنجنيز الموجودة بالمياه المسحوبة من الخزان الجوفي حيث يحدث لها إدمصاص على حبيبات التربة و بالتالي يتم سحب مياه خالية من الحديد و المنجنيز طالما أنه يوجد بالمياه الموجودة حول مصافي البئر أكسجين ذائب يكفي لعملية الأكسدة.

التعريفات والاختصارات والمصطلحات

١. التهوية :Aeration

لا تحتوي المياه الجوفية علي أكسجين، مع العلم بأن الأكسجين ضروري وحيوي لضمان التشغيل الجيد للعملية وخزان التهوية Aeration Tank هو الجهاز الذي لديه القدرة علي إضافة الأكسجين الي المياه المحقونة عن طريق نافخ الهواء (Blower)

٢. الخزان الجوفي :Aquifer

هو طبقة من التربة الرملية واسعة المدي ولديه القدرة علي نقل المياه الجوفية بكميات كبيرة.

٣. أكويتارد :Aquitard

الطين أو طبقات متشابهة بتوصيلية قليلة للمياه وهو ما يكون الطبقات التي تقاوم الانسياب الرأسي للمياه الجوفية، وتمنع هذه الطبقة التسرب ذات النفاذية أعلي وأسفل الخزانات الجوفية.

٤. برمـــان Underground BURMAN:Beheira

Removal of MANganese.

الإزالة تحت الأرضية للمنجنيز من المياه الجوفية بمحافظة البحيرة، وهي اختصار لنظام الإزالة تحت الأرضية للحديد و المنجنيز من المياه الجوفية بمحافظة البحيرة.

٥. الغطاء الطيني :Clay Cap

الخزان الجوفي لمنطقة دلتا النيل مغطاة بطبقة طينية تسمي الطبقة الطينية في الدلتا أو الغطاء الطيني.

فالمياه الجوفية في الخزان الجوفي لا يمكنها أن تنساب بسهولة داخله أو خارجه، بل يجب عليها المرور بالطبقة الطينية التي تعطي مقاومة كبيرة للمياه الجوفية، وعملية تبادل المياه الجوفية والمياه السطحية داخل دلتا النيل.

٦. الدورة: Cycle

هي إجمالي الخطوات بدءا من حقن المياه المهواة وسحب المياه من البئر حتي وصول تركيز عنصري الحديد و المنجنيز إلي (٠.٢) مجم/لتر، حينئذ يتم إيقاف الدورة ويتم بدء دورة جديدة بالحقن مرة أخري وتأخذ كل دورة رقم مسلسل.

٧. تسريب (تخلل) :Infiltration

تخلل المياه المحقونة بالهواء داخل البئر.

٨. الحقن :Injection

تساوي في المعني كلمة تسريب (تخلل) ،ولكن يفضل استخدام كلمة حقن.

المتطلبات اللازمة لموقع تنفيذ نظام البيرمان:

عند تنفيذ عملية المعالجة تحت السطحية للحديد و المنجنيز(بيرمان) لابد من توافر ما يلى:

- بئرين على الأقل بالموقع.
- خزان تهوية لإمداد مياه الحقن بالأكسجين اللازم لعملية الأكسدة.
- تنفيذ خطوط حقن وطرد للآبار وربطها مع خزان التهوية.
- تركيب عدادات قياس تصرف على خطوط الطرد والحقن للآبار.

القواعد العامة لتشغيل نظام البيرمان

فيما يلي سوف يتم توضيح القواعد العامة لتشغيل نظام البيرمان والتي يجب أن تحافظ عليها كل المستويات والأطراف المشاركة في تطبيق هذا النظام متضمن مديري الإنتاج بالفروع، وطاقم العمل بالمعامل الكيميائية، والفنيين، وطاقم العمل بإدارة بحوث المياه الجوفية بالمركز الرئيسي.

- تبدأ الدورة بعملية حقن المياه المهواة.

- في الأساس تكون عملية الحقن مستمرة ولكن لا مانع إذا تمت هذه العملية بصورة متقطعة أي علي فترات (أثناء النهار فقط مثلا).
- إجمالي كمية المياه التي يتم حقنها يعتمد علي طول مواسير مصافي البئر، والقطر المطلوب للأسطوانة المائية التخيلية المطلوبة والتي يتم داخل حدودها عملية الإزالة (الأكسدة) للحديد والمنجنيز، ويتم احتساب قيمة مسامية الخزان الجوفي بمنطقة الدلتا بـ٣٣.٠

والمعادلة التالية توضح كيفية حساب كمية مياه الحقن:

كمية المياه المحقونة = ٠.٣٣* ∏ * نق٢ * ل

حيث أن:

نق = نصف قطر الأسطوانة المائية التخيلية (متر)

ل = طول مواسير المصافي (متر)