

إعادة تنشيط المبادلات الأيونية الموجبة

شيماء علي حميد

د. مزهر مهدي إبراهيم

قسم الهندسة الكيماوية - جامعة تكريت

الخلاصة

تم دراسة عملية إعادة تنشيط المبادلات الأيونية الموجبة (الراتجات الموجبة) ، إذ أُستخدم حامض الهيدروكلوريك (HCl) بتركيز وأنماط مختلفة لإعادة تنشيط المبادلات الأيونية الموجبة ، وبينت النتائج المختبرية تحسناً كبيراً في كفاءة هذه المبادلات لإزالة الأيونات غير المرغوبة ، وكذلك تم استخدام حامض الكبريتيك (H_2SO_4) بأنماط مختلفة لتقليل تكون الرواسب البيضاء وهي بالأساس أملاح كبريتات الكالسيوم والمغنيسيوم التي تتكون عند استخدام حامض الكبريتيك لوحده ، مما يؤدي إلى قلة كفاءة المبادلات الأيونية الموجبة .

ومن المعلوم جيداً أن استخدام الحوامض في إعادة التنشيط وما يعقبه من عمليات إزاحة وشطف سيؤدي إلى إنتاج مياه حامضية ستجد طريقها إما إلى وحدات المعالجة البايولوجية أو إلى النهر مما سيؤدي إلى قلة كفاءة هذه الوحدة أو توقفها عن العمل.

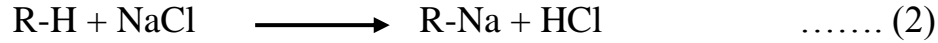
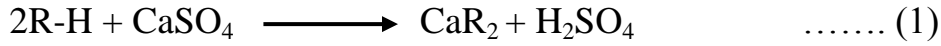
بينت الحسابات المنجزة بأنه قد تم تقليل كمية الحوامض والمياه الحامضية بنسبة تزيد عن 60% في حالة تطبيق نتائج البحث حقلياً .

الكلمات الدالة

لتبادل الأيوني ، المبادلات الأيونية ، المبادلات الأيونية الموجبة

المقدمة

من أجل الحصول على مياه خالية من أيونات العسرة لتغذية المراجل البخارية ذات الضغوط العالية ، تستخدم المبادلات الأيونية الموجبة والتي هي عبارة عن مواد حبيبية غير قابلة للذوبان تحتوي على جذر حامضي واحد أو أكثر ويعبر عنها بالصيغة الكيميائية (R-H) ، إذ إن الجذر الحامضي له القابلية على التبادل مع أيونات العسرة مثل أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم والزنك وغيرها من الأيونات الموجبة ، إذ يحدث التبادل وفق المعادلات الآتية [1,2] :

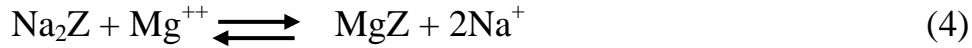
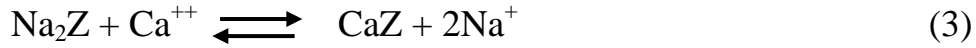


إن للمبادلات الأيونية الموجبة المذكورة سابقاً قابلية معينة للتبادل الأيوني وتدعى (Total exchange capacity) مع تيار الماء الداخل ، إذ بعد فترة معينة من ضخ المياه ستصل هذه المواد الكيميائية إلى حالة التشبع و يكون الماء الخارج حاوياً على الأيونات الموجبة ، وعندها تصبح هذه المواد بحاجة إلى إعادة تنشيط ، أي إزالة الأيونات الموجبة التي سبق وإن تم إزالتها من الماء ، وإعادتها إلى حالتها الأصلية بشكل (R-H) .

إن إعادة تنشيط المبادل الأيوني الموجب (R-H) تتضمن إجراء غسل عكسي للمبادلات الأيونية لتهيئتها والتخلص من المواد العالقة ثم استخدام الحوامض مثل (HCl) أو (H₂SO₄) وبعد ذلك الغسل والذي يتضمن ضخ ماء خالٍ من الأيونات لغسل المبادلات الأيونية من حوامض إعادة التنشيط ، بصورة بطيئة أولاً وتدعى العملية (بالإزاحة) ثم بصورة سريعة وتدعى عندها العملية (بالشطف) [3,4] .

أنواع المبادلات الأيونية الموجبة

تشمل المبادلات الأيونية الموجبة نوعين من المواد ، غير العضوية و العضوية ، إذ إن من أكثر المبادلات الأيونية الموجبة غير العضوية شيوعاً هي الزيولايت (zeolite) وهي عبارة عن مواد غير قابلة للذوبان ، حاوية على مركبات الألمنيوم والسليكا والصوديوم، والقاعدة في الزيولايت هي الصوديوم التي تستبدل مع أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم الموجودة في الماء ومادة الزيولايت متوافرة بنوعين : الطبيعية و الاصطناعية التي هي عبارة عن دقائق غير قابلة للذوبان ، تتركب من الصوديوم أو البوتاسيوم مع الألمنيوم أو الحديد وماء التميع وصيغتها الكيميائية هي $[Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot (SiO_2)_x \cdot (H_2O)_n]$ حيث الصوديوم أو البوتاسيوم له القابلية على التبادل بصورة عكسية مع مجموعة الأيونات $[Ca, Mg, Br, Sr]$ وبعض المعادن الثنائية التكافؤ كالحديد والمغنيز كما في المعادلات (3)، (4)

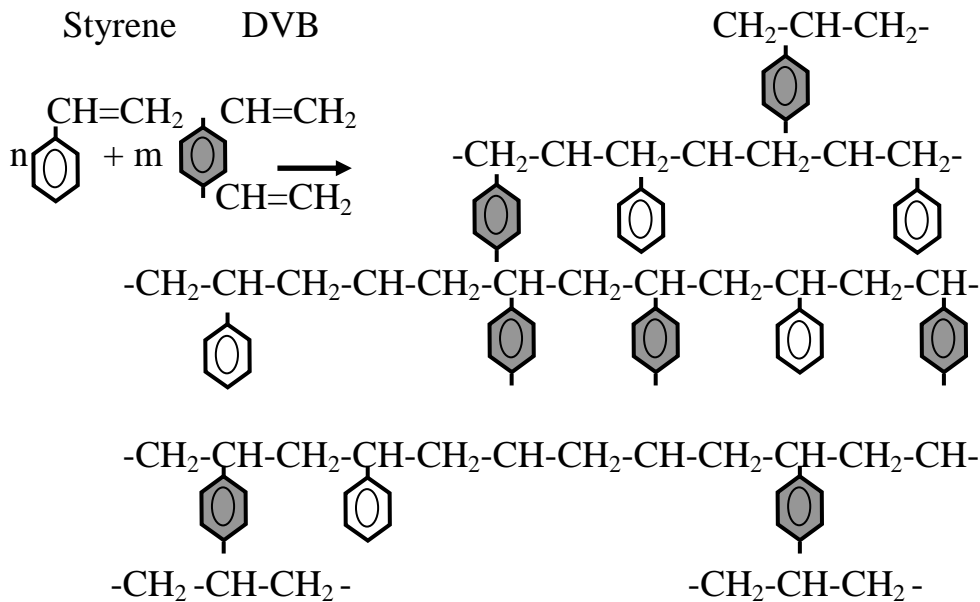


يستخدم الزيولايت لإزالة عسرة المياه ، وتتضمن العملية إمرار الماء من خلال طبقة الزيولايت إلى أن يتشبع الزيولايت بأيونات العسرة ثم بعدها يتم إجراء عملية إعادة التنشيط التي تبدأ بالغسل العكسي للزيولايت يتبعها ضخ المحلول الملحي بتركيز (5-10%) ويبقى المحلول في الزيولايت لمدة تقارب (30 دقيقة) ، ثم بعدها يشطف الزيولايت بماء خالٍ من أيونات العسرة لإزالة المحلول الملحي^[5] . درس علماء كثيرون استخدام الزيولايت في ظاهرة التبادل الأيوني ، ففي عام 1700 اكتشف خبير المعادن (Grstedt)^[6] معدن حاوي على الماء في تركيبه ، ظهر عند درجة الغليان بعد التسخين ، إذ قام الباحث بتسمية ذلك المعدن بالزيولايت [zeolite] وبذلك كان أول من استعمل الزيولايت ، وقد اشتق الباحث اسم الزيولايت من الكلمات الأغريقية [zeo] التي تعني الغليان و[lithos] التي تعني الحجر ، وبقيت

كلمة الزيولايت [zeolite] تستخدم إلى يومنا هذا على الرغم من أن استخدام هذه المواد في التبادل الأيوني أصبح نادراً في الوقت الحاضر .

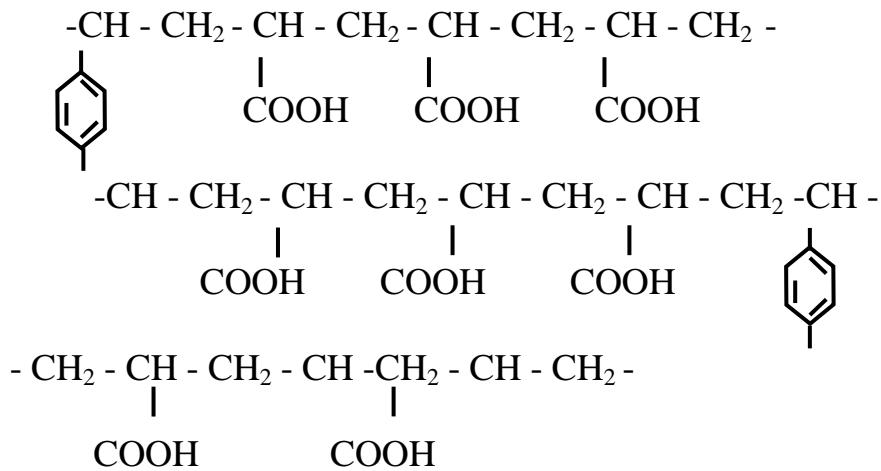
أما الباحث (Fuchs) ^[7] فقد اكتشف عام 1833 عند استخدام طين معين ومعاملته بهيدروكسيد الكالسيوم $[Ca(OH)_2]$ فستحترق البوتاسيوم والصوديوم . أما الباحثان (Bell and Follin) ^[8] عام 1917 فقد استخدموا الزيولايت الصناعي في تجميع وفصل الأمونيا من اليوريا. ثم تلاه تطور في مواد إزالة عسرة المياه إذ تم إدخال نسيج جديد محكم يدعى الرمل الخضراوي [Green sand] الذي أظهر نسبة تبادل سريعة جداً في إزالة العسرة وفترات إعادة تنشيط قصيرة ، مما جعله مستخدماً بصورة فعالة في الصناعة وخلال تلك الفترة أيضاً تم إدخال نوع آخر من المبادلات الأيونية غير العضوية حضر كراسب جيلاتيني في ظل ظروف متحكم بها ^[7] . أما المبادلات الأيونية العضوية الموجبة فهي مواد حبيبية غير قابلة للذوبان تستخدم الآن منحصرة تحت اسم (الراتنجات) تركيبها الكيميائي مبني على أساس جزيئة بوليمرية ثلاثية الأبعاد ومعظم هذه القواعد البوليمرية المستخدمة كراتنجات تبادل الأيون هي بوليمرات مطعمة من ال [Styrene] الذي له مجموعة [vinyl] واحدة مع [Divinyl benzene] الذي يرمز له (DVB) ويمتلك مجموعتين من ال [vinyl] وأحياناً القاعدة البوليمرية تتكون من البلمرة المطعمة لـ [Acrylic] و [Divinyl benzene] ^[9,10,11] ، والتركيب الكيميائي الشائع لهذه الراتنجات كما هي موضحة في الشكل (1). ثم بعدها يصنع الراتنج بإدخال مجاميع وظيفية إلى هذا القالب من البوليمر المطعم بوساطة التفاعلات الكيميائية فيصنف الراتنج طبقاً لوظيفته كراتنج تبادل أيوني موجب الذي يستبدل الأيونات الموجبة وذلك بإدخال مجموعة حامضية فعالة إلى قالب البوليمر المشترك (المطعم) إذ تتميز هذه المبادلات الأيونية (الراتنجات) باحتوائها على مجاميع حامضية فعالة موجبة الشحنة لمبادلة الأيونات الموجبة الموجودة في الماء (كالسيوم ، مغنيسيوم ، زنك ، نحاس ،.....الخ.) ^[11,12,13] ، وظهرت عدة دراسات لعدة باحثين حول صناعة الراتنجات فقد قدم الباحث (Calletti) ^[14] دراسة حول كيمياء راتنجات التبادل الأيوني وأسلوب

صناعتها من ال Styrene و Divinyl benzene وكيفية إدخال المجاميع الوظيفية .



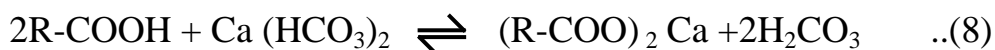
شكل (1) التركيب الكيميائي الأساسي للمبادلات الأيونية العضوية^[11]

تقسم المبادلات الأيونية الموجبة الى نوعين ضعيفة وقوية وذلك حسب قوة الأيون الموجود في المجموعة الفعالة ، إذ إن النوع الضعيف يحتوي على مجموعة الحوامض الكربوكسيلية وهي حوامض ضعيفة (-COOH) ويمكن توضيح التركيب الأساسي لهذا الراتنج في الشكل (2).

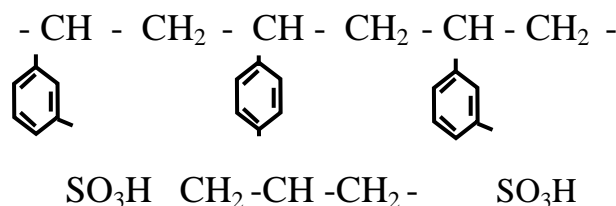


شكل (2) التركيب الكيميائي الأساسي لراتنج التبادل الأيوني الموجب الحامضي الضعيف^[11]

وهنا المجموعة الفعالة $[-\text{COO}^- \text{H}^+]$ وأحياناً قليلة $[-\text{COO}^- \text{Na}^+]$ ، فتقوم هذه المجموعة الفعالة بإزالة العسرة المؤقتة وهي بيكاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم وكما موضح في المعادلات الآتية^[11] :

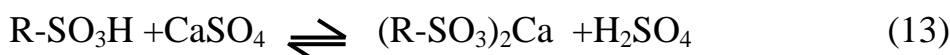
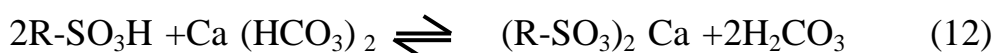
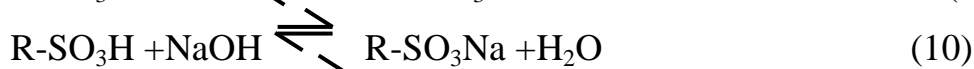
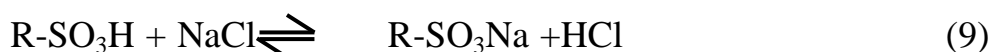


أما النوع القوي فيحتوي على مجموعة حامض السلفونيك $[-\text{SO}_3\text{H}]$ أو أحياناً $[-\text{SO}_3\text{Na}]$ الفعالة^[11,12,15] ، ويمكن توضيح التركيب الأساسي الكيميائي لهذا النوع بالشكل (3) .



شكل (3) التركيب الأساسي الكيميائي لراتنج التبادل الأيوني الحامضي القوي^[11]

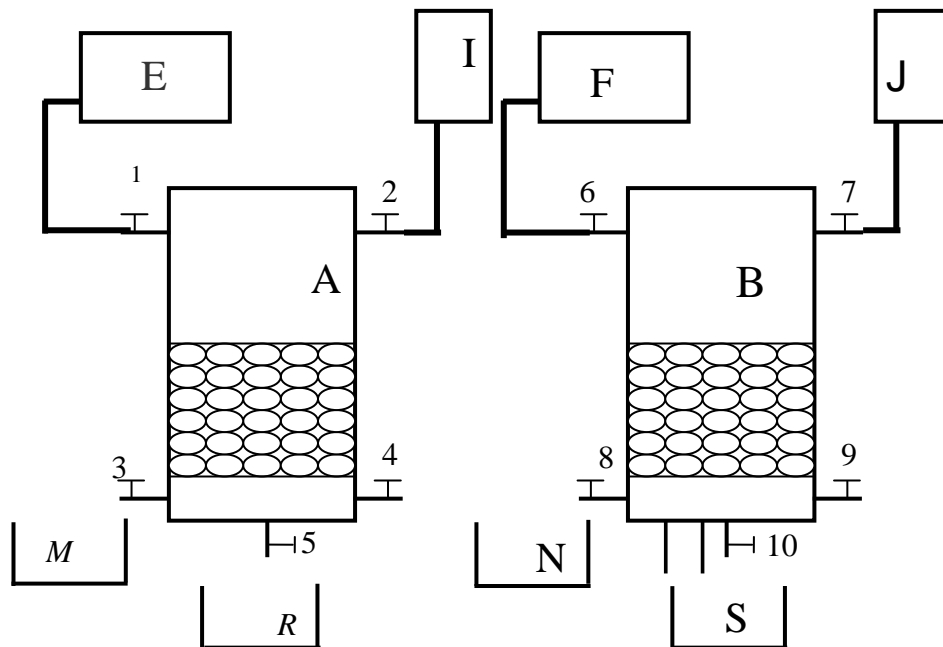
إذ يقوم هذا الراتنج بإزالة أيونات العسرة الدائمة وهي كلوريدات وكبريتات الكالسيوم والمغنيسيوم بالإضافة إلى أنه يقوم بإزالة العسرة المؤقتة التي قد تتسرب من راتنج التبادل الأيوني الموجب الضعيف وكما موضح بالمعادلات الآتية^[11]:



الجزء العملي

تم ضخ الماء الخالي من الشوائب عبر أعمدة المبادلات الأيونية الموجبة المبين بالشكل (4)، بمعدل جريان (178 سم³/دقيقة)، إذ يمر الماء من خلال الصمام رقم (1) إلى المبادل الأيوني الموجب الضعيف ومن ثم يخرج من الصمام رقم (5) ليدخل بعدها إلى المبادل الأيوني الموجب القوي عبر الصمام رقم (6) ويخرج الماء الخالي من الأيونات الموجبة من الصمام رقم (10) تستمر العملية بهذا الأسلوب إلى حين تشبع المبادلات الأيونية الموجبة (الراتنجات الموجبة) بالأيونات غير المرغوب فيها، وتتم معرفة حالة التشبع بارتفاع قيمة دليل الحامضية وارتفاع قيمة العسرة الكلية عندها يتم إجراء عملية إعادة تنشيط التي تتلخص بأربعة خطوات وكما يأتي: الخطوة

الأولى (الغسل العكسي BackWash) إذ تم في الوحدة المختبرية ضخ الماء الخالي من الأيونات بمعدل جريان (88.872 سم³ / دقيقة) ولمدة (1 دقيقة) عبر الصمامين (3) و (8) ويستلم بعدها من الصمامين (2) و (7) وذلك للتخلص من الشوائب والأتربة وتهيج الراتنجات للتخلص أيضاً من القنوات والفجوات، ثم الخطوة الثانية (ضخ الحامض pumping acid) فتم في الوحدة المختبرية استخدام حامض الهيدروكلوريك (HCl) بالإضافة إلى حامض الكبريتيك (H₂SO₄)، واستخدمت أنماط مختلفة عند تنشيط المبادلات الأيونية الموجبة.



شكل (4) مخطط الجهاز

أنماط إعادة تنشيط المبادلات الأيونية الموجبة

التجربة الأولى : وهي تجربة الحشوة الجديدة التي تم تنشيطها بحامض الهيدروكلوريك (HCl) بتركيز (2.5%) (0.691 ع). .

التجربة الثانية : في هذه التجربة تم تطبيق تجربة مشابهة لما يتم إجراؤه في وحدة تعاملات المياه في شركة مصافي الشمال ، أي استخدام حامض الكبريتيك (H_2SO_4) بتركيز (1.5%) (0.309 ع) أولاً ثم بتركيز (3%) (0.625 ع) .

النمط الأول : تم في هذا النمط استخدام مزيج من حامضي الهيدروكلوريك (HCl) والكبريتيك (H_2SO_4) وبنسب حجمية تراوحت ما بين (0-100%) لحامض (HCl) ذي تركيز (4%) (1.12 ع) ، أما تركيز حامض [H_2SO_4] فكان (1.5%) (0.309 ع) للدفعة الأولى و(3%) (0.625 ع) للدفعة الثانية .

النمط الثاني: في هذا النمط تم ضخ حامض (HCl) بتركيز (4%) (1.12 ع) كدفعة سابقة لحامض الكبريتيك (H_2SO_4) بتركيز (1.5%) (0.309 ع) للدفعة الأولى و(3%) (0.625 ع) للدفعة الثانية ، وكانت النسب الحجمية لحامض الهيدروكلوريك (HCl) المستخدم ما بين (0-100%).

النمط الثالث: في هذا النمط تم التغيير بحجم حامض الهيدروكلوريك (HCl) المستخدم بتركيز (4%) (1.12 ع) وبنسبة حجمية (100%) وتراوحت حجوم الحامض التي تم إستخدامها نسبة إلى حجم الراتنج ما بين (1-4.5) .

النمط الرابع: في هذا النمط تم تغيير تراكيز حامض الهيدروكلوريك (HCl) المستخدم بنسبة حجمية (100%) وتراوحت التراكيز ما بين (2%-8%) (0.553 - 2.28 ع) .

تم ضخ الحامض خلال المبادل الأيوني الموجب القوي عبر الصمام رقم (7) واستلم من الصمام رقم (8) خلال فترة تقدر (2 دقيقة) للدفعة الأولى و(4 دقائق) للدفعة الثانية ، ثم مرر عبر الصمام رقم (2) ليمر عبر المبادل الأيوني الموجب الضعيف ويستلم خلال فترة (2 دقيقة) للدفعة الأولى و(4 دقائق) للدفعة الثانية من الصمام رقم (3) ، علماً بأن كمية الحامض المستخدمة في الدفعة الأولى هي (171.6 سم³)

وللدفعة الثانية هي (175.112 سم³) . والخطوة الثالثة لعملية إعادة تنشيط المبادلات الأيونية الموجبة هي (عملية الإزاحة Displacement process) التي تتضمن ضخ الماء الخالي من الأيونات عبر الصمام رقم (1) ليمر خلال المبادل الأيوني الموجب الضعيف وخلال (5 دقائق) تم استلامه من الصمام رقم (4) ثم بعدها تم ضخه إلى المبادل الأيوني الموجب القوي عبر الصمام رقم(6) وخلال (5 دقائق) تم استلامه من الصمام رقم (9) ، علماً بأن حجم الماء المستعمل مختبرياً في هذه الخطوة كانت (300 سم³) . ومن ثم الخطوة الرابعة (عملية الشطف Rinse process) وفي هذه العملية تم أيضاً ضخ ماء خال من الأيونات عبر المبادلات الأيونية الموجبة لغسلها تماماً من بقايا الحوامض وبالأسلوب المتبع نفسه في عملية الإزاحة ، إلا أن وقت مرور الماء عبر المبادلات هو (2.5 دقيقة) ، أما حجم ماء الشطف المستعمل فكان (250 سم³) .

فحص العينات

من أجل معرفة ما إذا كان المبادل الأيوني الموجب(الراتنج) في حالة تشبع أم لا كان لابد من أخذ عينات من المياه الخارجة من المبادلات الأيونية الموجبة وإجراء بعض الفحوصات عليها ، فتم اخذ عينات من المبادل الأيوني الموجب القوي أي من الصمام رقم (10) بحجم (100 سم³) من كل لتر ماء منتج وتم فحص كل عينة بجهاز قياس دليل الحامضية ، ثم أضيف لكل عينة (2 مل) من منظم الدالة الحامضية ومن ثم أضيف كاشف الايروكروم بلاك تي، ومراقبة اللون إذا كان لون أزرق دل على عدم وجود العسرة ،أما إذا كان اللون بنفسجياً مائلاً للون الوردي دل على وجود العسرة ويجب في هذه الحالة إجراء التسحيح بمحلول [E.D.T.A] لمعرفة تركيز العسرة الكلية في العينة وفقاً للمعادلة(14) [10] .

خلاصة نتائج تجارب النمط الأول تم إدراجها في الشكل (5) والذي يبين أن وقت العمل الحقلي للمبادل قد ازداد من (21 ساعة) لغاية (39 ساعة) على أساس العسرة الكلية تساوي صفراً عندما ازدادت نسبة حامض الهيدروكلوريك (HCl) من (0-100%) . وبينت التجارب أن الراسب الأبيض الذي يمثل كبريتات الكالسيوم والمغنيسيوم قد اختفى عندما تجاوزت نسبة حامض الهيدروكلوريك (HCl) (40%) . أما نتائج تجارب النمط الثاني فسجلت خلاصته في الشكل (6) الذي يبين أن وقت العمل الحقلي للمبادل قد ازداد من (21 ساعة) لغاية (39 ساعة) على أساس العسرة الكلية صفراً عندما ازدادت نسبة حامض الهيدروكلوريك (HCl) من (0-100%) وبينت التجارب أيضاً أن الراسب الأبيض يختفي عندما تجاوزت نسبة حامض الهيدروكلوريك (HCl) (40%) ، و خلاصة نتائج النمط الثالث تم إدراجها في الشكل (7) ، وبينت نتائج هذا النمط عدم تكون راسب أبيض في جميع التجارب ، كذلك يتضح أن لحجم الحامض تأثيراً مهماً على وقت العمل الحقلي إذ أن وقت العمل الحقلي قد ازداد من (22 ساعة) لغاية (45 ساعة) وذلك لزيادة وقت التلامس بين المبادلات الأيونية الموجبة (الراتنجات) والحامض عند زيادة حجم الحامض . و خلاصة نتائج النمط الرابع رسمت في الشكل (8) ، وبينت نتائج هذا النمط عدم تكون راسب أبيض في جميع التجارب ، كذلك بينت التجارب زيادة في وقت العمل الحقلي بزيادة تركيز حامض الهيدروكلوريك (HCl) فقد تراوحت الزيادة في وقت العمل الحقلي من (18 ساعة) لغاية (35 ساعة) .

المناقشة

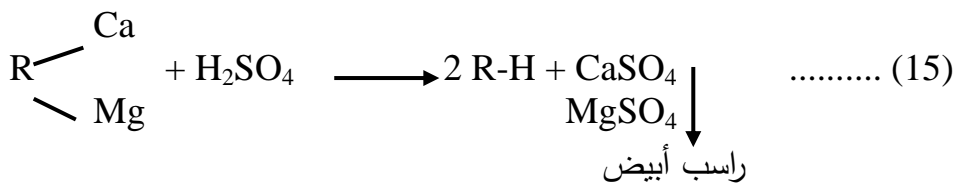
1- كانت قيم دليل الحامضية (pH) واطئة، أي أن الماء حامضي في بداية التجارب ومستقر إلى حد فترة معينة ثم يبدأ دليل الحامضية بالزيادة التدريجية إلى أن يصل إلى قيم مرتفعة نسبياً وذلك لأن إزالة الأيونات الموجبة تجعل الماء حامضياً، لكون الأيونات السالبة تعطي انحرافاً باتجاه الحامضية ، هذا ولصعوبة تحديد النقطة التي

بدأت عندها الأيونات الموجبة بالتسرب من خلال فحص الدالة الحامضية فقد تم الاستعانة بفحص العسرة الكلية لنماذج الماء الخارج .

2- كانت قيم العسرة الكلية صفرًا في بداية العمل لحين وقت معين ثم بدأت العسرة الكلية بالظهور ثم الزيادة التدريجية وذلك نتيجة لتسرب أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم ، وقد استمر العمل في قياس العسرة الكلية لحدود (12 ppm as CaCO₃) لكي يتمكن من رسم منحني بين وقت العمل الحقلي والعسرة الكلية ومدته لتحديد النقطة التي بدأت عندها الأيونات الموجبة بالتسرب إلى تيار الماء الخارج .

3- لوحظ تكون راسب أبيض في بعض التجارب وهذا الراسب هو بالأساس أملاح كبريتات الكالسيوم والمغنيسيوم وهذه الأملاح قد اختلفت في تجارب أخرى أو لم تتكون أساسا ، وبما أن وجود هذه الأملاح في عملية التبادل الأيوني غير المرغوب بها لتسببها بقلة كفاءة المبادلات الأيونية (الراتنج) وذلك لأنها تسبب قلة المساحة السطحية بين الحامض والراتنج أو بين الماء والراتنج لذا يتوجب عدم تشغيل الوحدة ضمن النمط الذي أدى إلى تكون هذه الرواسب .

إن تكون هذه الرواسب للأنماط المختلفة قد ازداد بزيادة نسبة حامض الكبريتيك وقد اختفى الراسب عند زيادة نسبة حامض الهيدروكلوريك ، وهذا أمر طبيعي فإن أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم المنتقلة إلى المبادل الأيوني (الراتنج) عند تفاعلها مع حامض الكبريتيك (H₂SO₄) (المستخدم في عملية إعادة التنشيط) تكون أملاح غير ذائبة وفق المعادلة (15) .



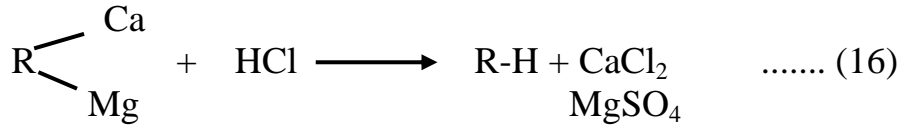
13

20-13

إذ أن :

R: المبادل الأيوني (الراتنج)

في حين لا تتكون هذه الرواسب عند استخدام حامض الهيدروكلوريك (HCl) ، لان استخدام هذا الحامض يؤدي إلى تكون أملاح الكلوريدات، وهي أملاح ذائبة لا تترسب ولا تشكل أي معضلة وكما مبين في المعادلة (16) .



وقد لاحظ هذه الظاهرة المهندسين في كل الوحدات التي تستخدم حامض الكبريتيك (H_2SO_4) لإعادة التنشيط يعانون من مشاكل انسداد الصمامات وقلة وقت العمل لهذا السبب.

4- نلاحظ أن لحجم حامض الهيدروكلوريك (HCl) المستخدم تأثيراً مهماً على الوقت الحقلي ، فقد ازداد وقت العمل الحقلي بزيادة حجم الحامض وذلك لأنه كلما زاد حجم الحامض فإن هذا يعني زيادة وقت التلامس بين الحامض والمبادل الأيوني (الراتنج) المراد تنشيطه هذا من ناحية ومن ناحية أخرى فإنه كلما زاد الحجم كلما كانت هناك كمية أكبر من أيونات الهيدروجين (H^+) المتوافرة للتبادل مع الأيونات غير المرغوب فيها التي سبق وان تفاعلت مع الراتنج مما يوفر مواقع فعالة إضافية على الراتنج جاهزة لاستقبال الأيونات غير المرغوب فيها .

5- نلاحظ أن كفاءة التبادل تزداد بزيادة تركيز حامض الهيدروكلوريك (HCl) وهذا ناتج من زيادة في أيونات الهيدروجين (H^+) المتوفرة للتبادل مع الأيونات غير المرغوب فيها التي سبق للمبادل أن سحبها من الماء.

6- نلاحظ أن بزيادة النسبة الحجمية لحامض الهيدروكلوريك (HCl) سواء كان ضمن المزيج أو على شكل دفعات تزداد كفاءة التبادل وذلك للأسباب التي ذكرت في الفقرة أعلاه.

7- نلاحظ عند مفاضلة نمط العمل المستخدم فيه الحامض كمزيج مع النمط الذي استخدم فيه الحامض على شكل دفعات أفضلية بسيطة للنمط الأول ، وقد يعزى هذا إلى قضايا تقنية، وعلى العموم فإننا نوصي باستخدام المزيج لكون تطبيقه في الوحدة الحقلية أسهل .

الحمل البيئي

إن عملية إعادة تنشيط المبادل الأيوني الموجب وما يرافقه من عمليات غسل عكسي وإزاحة وشطف يولد مياهها حامضية ستجد طريقها إلى محطات المعالجة

البايولوجية أو الأنهار مما يؤدي إلى أضرار منها مشاكل التآكل وقلّة كفاءة الوحدة أو توقفها . إن وحدات المعالجة البيولوجية مصممة للعمل ضمن مديات محددة من الأحمال فإذا تجاوزت هذه الأحمال المدى التصميمي فإن الوحدة ستتوقف عن العمل. إن وحدة إعادة التنشيط الحقلية لها وقت عمل مقداره 12 ساعة ووقت إعادة تنشيط 2.5 ساعتان ونصف مما يعني أن وقت الدورة الواحدة هو 14.5 ساعة تستهلك الوحدة خلالها 25.9 متر مكعب من الحوامض و 40.3 متر مكعب من المياه للإزاحة والشطف و6.7 متر مكعب من المياه للغسل العكسي. من هذه البيانات نستطيع أن نحسب كميات هذه المواد المستهلكة والناجثة سنويا ومقارنتها بمثيلاتها في حالة استخدام النمط الأول وبنسبة 60% حامض الهيدروكلوريك الذي أعطى وقت حقلي مقداره 35 ساعة أي إن وقت الدورة الواحدة هو 37.5 ساعة. الجدول رقم (1) يحتوي نتائج هذه الحسابات. يوضح هذا الجدول بان الاقتصاد بكمية الحوامض وتقليص المياه الحامضية ومياه الغسل العكسي قد بلغ 61%. هذا يعني انخفاضا كبيرا في الحمل البيئي إضافة إلى مزايا أخرى منها تقليل المشاكل الفنية الناتجة عن كثرة التوقيفات اللازمة لإجراء إعادة التنشيط ووفرة المياه الخالية من الايونات المنتجة.

الاستنتاجات

- من مجموعة التجارب التي أجريت ، يمكن استنتاج ما يأتي :
- 1- كلما زاد حجم الحامض المستخدم كلما زادت كفاءة المبادلات الأيونية الموجبة.
 - 2- كلما زاد وقت التلامس بين الحامض والمبادلات الأيونية (الراتنجات) كانت عملية التبادل الأيوني أكفأ ووقت العمل الحقلي يزداد .
 - 3- نوعية الحوامض وتراكيزها هي أيضاً من العوامل المهمة المؤثرة على عملية التبادل الأيوني.
 - 4- كلما زاد حجم حامض الكبريتيك (H_2SO_4) ، كلما زاد احتمال تكون الرواسب البيضاء .
 - 5- إن استخدام حامض الهيدروكلوريك (HCl) لإعادة تنشيط المبادلات الأيونية الموجبة (الراتنجات الموجبة) في النمط الأول يمكننا من الاقتصاد في حجم حامض

المستخدم وتقليل كميات المياه الحامضية ، في الوقت نفسه الحصول على نتائج جيدة وكفاءة أفضل .

المصادر

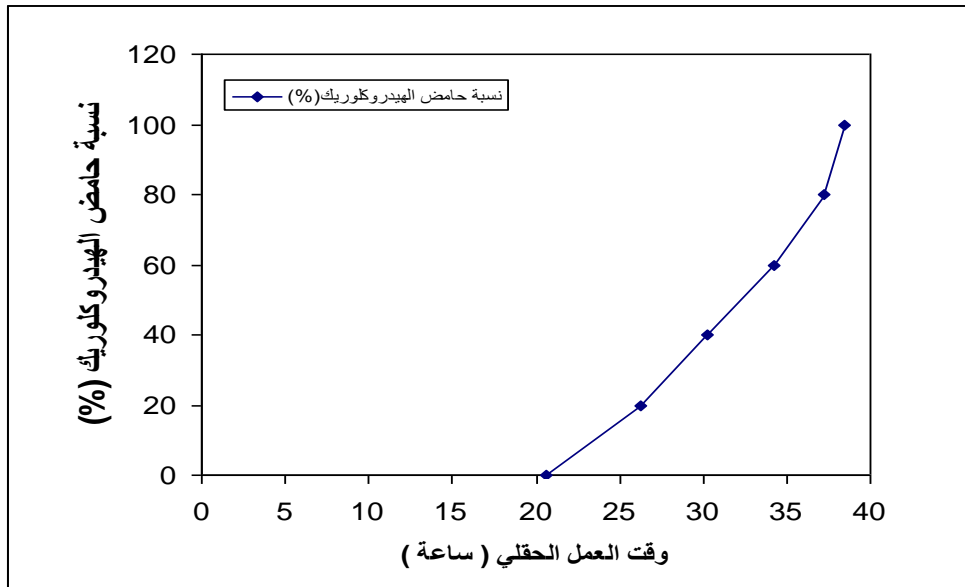
- 1- Angkasindo "Deionization", Water Technology_ English Version,2003. [www.niagara.co.id / WT eng4.htm](http://www.niagara.co.id/WTeng4.htm)
- 2- Warren Viessman J.R. and M.J.Hammer " Water Supply and Pollution Control",4th Edition, Harper &Row, Inc., New York, 1985.
- 3- Remco Engineering "Power Purge® Deionization Systems High Efficiency DI: Ion Exchange". www.remco.com/di.htm.
- 4- L&T Technologies, Inc." Ion Exchange Treatment",2004. [www .lttechnologies .com/study -1. html](http://www.lttechnologies.com/study-1.html)
- 5- Al-Layla, M.Anis; Shamim Ahmad and E.J.Middlebrook " Water Supply Engineering Design ", Ann Arbor Science Publishers, pp (252-254), 1997.
- 6- Lansce " Researchers Use Molecular Vibrational Spectroscopy to Understand Catalysis in Titanium_Containing Zeolite Samples" pp1, 2001. www.lansce.lanl.gov/news/features/ets_10_exp.html
- 7- American Water Works Association, Inc. " Water Quality and Treatment", Third edition, 1971.
- 8- Varshney, K.G. "Synthetic Ion Exchange Materials and their Analytical Application" , Aligarh Muslim University, 2002. [www.ssc2002.sav.sk /Abstracts /SECT5/L5.Varshney.html](http://www.ssc2002.sav.sk/Abstracts/SECT5/L5.Varshney.html)

الأول	الحقلي	النمط المستخدم
-------	--------	----------------

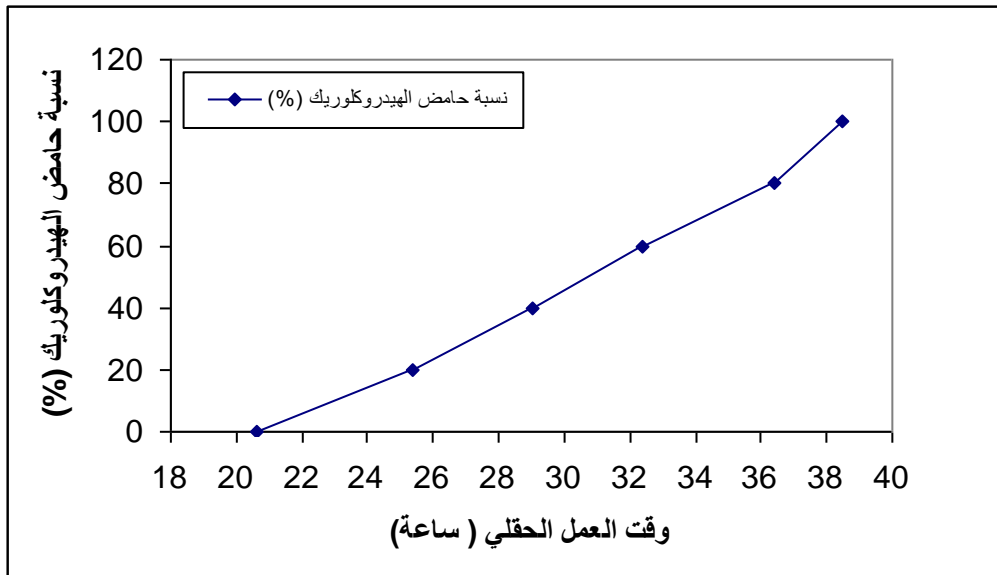
- 9- Boyer R.F. "Modern Experimental Biochemistry" 2nd Edition, Chapter 3, 1993.
- 10- الغبشة، ثابت سعيد؛ العباجي، مؤيد قاسم " أسس الكيمياء التحليلية"، 1986.
- 11- Diaion, "Manual of Ion Exchange Resins and Synthetic Adsorbent", part I & II, June 1995.
- 12- IUPAC Compendium of Chemical Terminology" Cation Exchanger ",2nd edition, 1997.
www.iupac.org/goldbook/c00909.pdf
- 13- KB Technologies Inc. "Ion exchange", 2000.
[www.hoh.com/02-processor / ionbytning.htm](http://www.hoh.com/02-processor/ionbytning.htm).
- 14- Galletti, Carly "Water Quality Products", June 2000.
- 15- Degremont "Water Treatment Handbook", 6th English Edition, France, pp (229), 1991.

جدول (1) الكميات السنوية للحوامض والمياه الحامضية وعدد دورات التنشيط

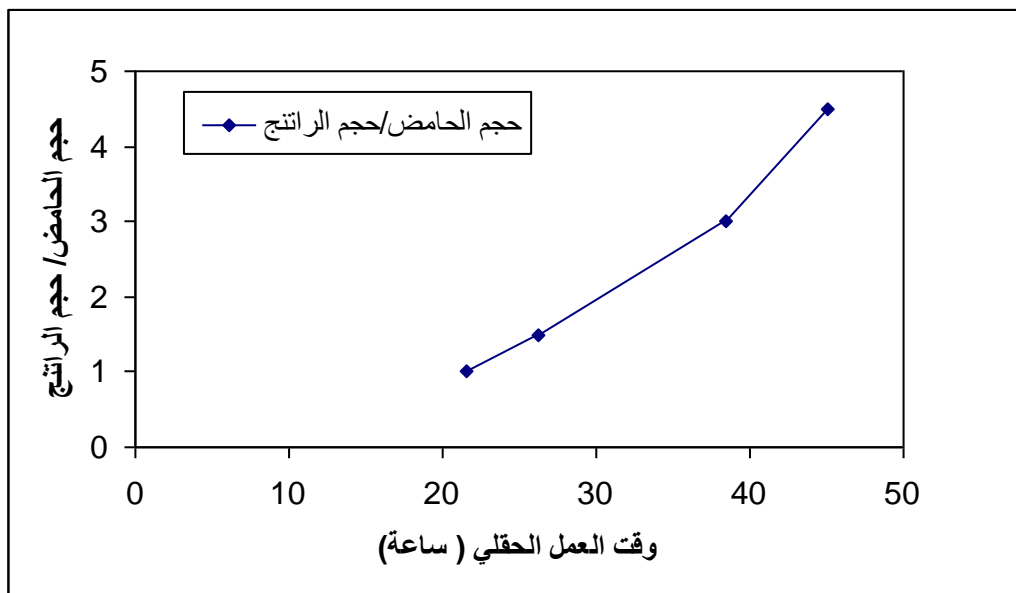
للمنظفين الحقلي والأول		
٢٠٠٦ /	١٥٤٥٥	حجم الحامض (متر مكعب)
9289	24013	حجم مياه الإزاحة والشطف (متر مكعب)
1544	3873	حجم مياه الغسل العكسي (متر مكعب)
230	595	عدد الدورات



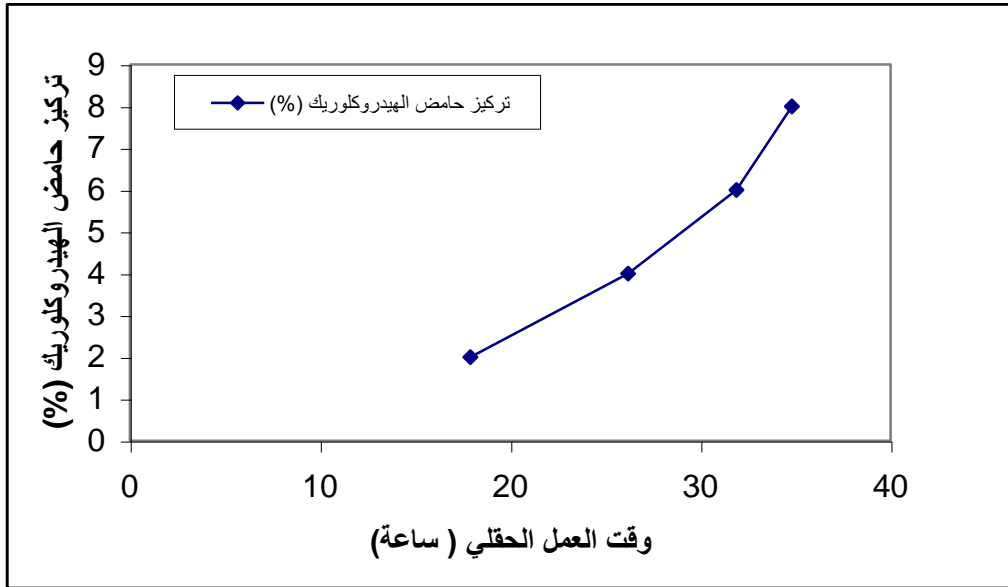
شكل (5) العلاقة بين نسبة حامض الهيدروكلوريك المستعملة في النمط الأول لإعادة تنشيط المبادلات الأيونية الموجبة مع وقت العمل الحقلي



شكل (6) العلاقة بين نسبة حامض الهيدروكلوريك المستعملة في النمط الثاني لإعادة تنشيط المبادلات الأيونية الموجبة مع وقت العمل الحقلي



شكل (7) العلاقة بين (حجم حامض الهيدروكلوريك / حجم الراتنج) المستخدم في النمط الثالث لإعادة تنشيط المبادلات الأيونية الموجبة مع وقت العمل الحقلي



شكل (8) العلاقة بين تراكيز حامض الهيدروكلوريك المستعملة في النمط الرابع لإعادة تنشيط المبادلات الأيونية الموجبة مع وقت العمل الحقلي

REGENERATION OF POSITIVE IONIC EXCHANGERES

Dr.Muzher M. Abraham
Assistant Prof.

Chem. Eng. Dept. -Tikrit University

Shymaa A. Hameed
Assistant Lecturer

ABSTRACT

In this research ,the regeneration process of the positive ionic exchangers (positive resins) was carried out by the use of (HCl) at various concentrations and forms . Laboratory results showed a large improvement in the efficiency (i.e the operating time is increased from 12 to 39 hours) .

However various mixtures of HCl and H₂SO₄ are used in order to eliminate the formation of calcium and magnesium sulfate which are formed when H₂SO₄ is used alone .

KEYWORDS

Ion Exchange , Ion Exchanger , positive ionic exchanger