

## تحضير مبادل شاردي من نفاية العجلات المطاطية

د. أحمد سليمان\*

(تاريخ الإيداع 2019/ 7/3. قُبِلَ للنشر في 2019/ 10 / 8)

### □ ملخص □

حُضِرَ مبادل مختلط للكاتيونات والأنيونات، حاوي على زمر حمضية كربوكسيلية، وزمر أساسية أمينية، وذلك بتطعيم نفاية العجلات المطاطية محلية الصنع- أفاميا- بيلاماء حمض المالميتيك، والمرور بمراحل متعددة ومتتالية كطحن العينة وتنعيمها، بعد إزالة الأسلاك المعدنية، والخيوط منها.

بعد عملية المعالجة بيلاماء حمض المالميتيك، جرت حملة الناتج بالماء ثم بهيدروكسيد الصوديوم، لإجراء عملية التكاثر المتعدد للأنيون والفورمالين لنواتج المعالجة السابقة، عند درجات حرارة مختلفة. وقد دُرِسَ العديد من الخواص الفيزيوكيميائية لهذا المبادل؛ كماء الانتفاخ مثلاً، والسعات الكلية، والحمضية، والأساسية، إضافةً إلى السعات التبادلية بالنسبة إلى كاتيونات  $Fe^{3+}$ ، و  $Cd^{2+}$ ، وأنيونات  $SO_4^{2-}$ ،  $S^{2-}$  لكن بعد تحويله للشكل المطلوب، كما دُرِسَت معاملات التوزع، ومعامل فصل كاتيون الحديد الثلاثي عن كاتيون الكاديوم، بالإضافة إلى اختبار المبادل في قدرته على إزالة عسرة مياه الشرب.

وقد تراوح ماء الانتفاخ للمبادل المحضر بين  $(0.80-1.40)gH_2O/g$  وبلغت السعة الكلية العظمى  $(X_{tot-max})$  والسعة الأساسية العظمى  $(X_{b-max})$ ، والحمضية العظمى  $(X_{a-max})$  القيم  $X_{a-max}=2.20meq/g$ ،  $X_{b-max}=2.20meq/g$ ،  $X_{tot-max}=4.40meq/g$ ، ووصلت معاملات

التوزع لقيم جيدة، كما بلغ معامل فصل كاتيون الحديد عن الكاديوم القيمة  $1.1ml/g$ .  
**الكلمات المفتاحية:** نفاية مطاطية، مبادل شاردي مختلط، سعة كلية، سعة حمضية، سعة أساسية، سعة تبادلية، معامل التوزع، معامل فصل، مردود إزالة.

\*مدرس في قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة طرطوس.

## Preparing Ion Exchanger From Waste of Rubber wheels

Dr. AHMAD SULAIMAN\*

(Received 3 /7 /2019 Accepted 8/ 10 /2019)

### □ ABSTRACT □

A mixed ion exchanger of cations and anions, was prepared, containing carboxylic acid groups and amine basic groups, was present by modified the waste of homemade rubber tire - AFAMIA - with maleic anhydride acid, through several steps and successive stages of grinding and softening the sample after removal of the metal wire.

After the process of treatment with malic anhydride acid, the product was dissolved with water and then with sodium hydroxide, to obtain polycondensation of aniline and formalin process of the previous treatment product at different temperatures.

In addition, there were many different physiochemical properties of the ion exchanger, such as the swelling water, total capacity, acidic capacity, and basic capacity in addition to the adsorption capacity for  $Fe^{3+}$ ,  $Cd^{2+}$ , and  $SO_4^{2-}$  and  $S^{2-}$ , but after transference to the ordered frame, in addition to testing the ion exchanger in its ability to remove the hardness of drinking water.

The swelling water of the prepared ion exchanger ranged from (0.80 to 1.40)  $gH_2O/g$ , and the maximum  $X_{tot-max}$ ,  $X_{b-max}$ ,  $X_{a-max}$  values, and  $X_{tot-max} = 4.40meq/g$ ,  $X_{b-max} = 2.20meq/g$ ,  $X_{a-max} = 2.20meq/g$ , respectively, the distribution coefficients reached good values, and the cation iron separation coefficient for cadmium was 1.1ml /g.

**Keywords:** rubber waste, mixed exchange exchanger, total capacity, acid capacity, basic capacity, adsorption capacity, distribution coefficient, separation coefficient,

---

\*Assistant Professor in Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Tartous .

## المقدمة

نظراً للتراكم الهائل للنفايات المطاطية التي تُسبب في وضعها الراهن تلوثاً بيئياً كبيراً وإضراراً بالكائنات الحية، نشطت مراكز البحث العلمي للتخلص من عبئها، أو تدويرها لإزالة الضرر منها وجعلها صالحةً لإعادة الاستخدام من جديد، وللمحافظة على الدورة الطبيعية للمواد الصلبة والمساعدة في إعادة التوازن البيئي للطبيعة الذي أُختل بسبب تأثير النفايات، وقد كان هذا التأثير في جوانب عدة فيزيائية (تأثيرات جمالية)، وكيميائية (تأثيرات سمية ومسرطنة)، وحيوية (تأثيرات مرضية). والإسهام في تحسين الوسط والمحيط الحيوي، وحل مشكلات الدول الصناعية الكبرى، وكرافد لمصادر الطاقة الطبيعية الآيلة للنفاز [1،2]. كما يستهلك معظم العجلات المطاطية في الولايات المتحدة الأمريكية وكندا والاتحاد الأوروبي واليابان وتتراكم بلايين العجلات في أماكن تجميع النفايات [3].

وقد ظهرت طرائق عديدة للتخلص من الإطارات المطاطية المفلكنة المستهلكة، أو استخدامها استخداماً مفيداً، منها الاستخدام المباشر للإطارات المطاطية المستهلكة كفرش بأرضية الملاعب والمنشآت الرياضية والتعليمية وخصوصاً ملاعب الأطفال [4]، كما وتستخدم الإطارات المطاطية المستهلكة بعد إجراء معالجة ميكانيكية، كمواد عازلة، وحماية أنابيب النفط والمياه [5]. وتقوم العديد من الدول ولاسيما الصناعية الكبرى بحرق الإطارات المطاطية المستهلكة في أماكن تجمعها، وفي مكبات النفايات، وأحياناً ضمن حراقات خاصة كمصدر للطاقة في تدوير بعض المصانع. أيضاً هناك طرق نزع الفلكنة واسترداد المطاط حيث يتم تحطيم الروابط الاعتراضية، وتحطيم جزئي لسلاسل البوليميرات المكونة للمطاط، من أجل الحصول على مطاط قريب في خواصه من المطاط اللدن (غير المُفلكن)، الذي يمكن استخدامه من جديد في صناعة الإطارات المطاطية والمزائج المطاطية الأخرى، وإعادة فلكنته من جديد [6]، بالإضافة إلى بعض المعالجات الكيميائية التي تؤدي إلى تغيير كبير في خواصها الفيزيائية والكيميائية، وذلك للحصول على مواد ذات خواص جديدة مهمة اقتصادياً وعملياً، لتحضير مبادلات شاردية للكاتيونية [7،8،9،10،11] وللأنيونات [12،13،14،15]، لاستخدامها في تنقية المياه الصناعية، أو تحلية مياه البحار، أو تحسين خصائص التربة.

## الأبحاث السابقة

حُضِر مبادل للكاتيونات ذو صفة حمضية قوية، من معالجة النفايات المطاطية المُفلكنة المنعمّة، بكلور حمض السلفونيك، وكان ذا سعة جيدة مساوية لـ  $4.20 meq/g$ ، مما يدل على حصول سلفنة شبه كاملة للسلاسل البوليميرية في الإطارات المطاطية المستهلكة [13]، كما حُضِر مبادل للكاتيونات [16،17]، بإجراء تفاعل بلمرة في هيكل النفاية المطاطية المُفلكنة لمتيل أكريلات بوجود الماء الأوكسجيني كحفز، عند أزمنة يوم وثلاثة أيام وأسبوع، وعند درجات حرارة مختلفة بين  $50^{\circ}C$  و  $100^{\circ}C$ ، وحجوم متزايدة من محلول الماء الأوكسجيني، كما تم تطعيم الكربون الفعال الناتج من نفاية العجلات المطاطية بأوكسيد الزنك لاستخدامه كمادة مازة في إزالة بعض الملوثات الحمضية [18]، وقد قام الباحثون بإعادة تدوير النفاية المطاطية باستخدام المواد النفطية لأغراض صناعية وخاصة كإضافات للإسفلت [19].

كما حُضِرَت مبادلات للكاتيونات بإجراء عملية تكاثف مُتعدد للفنول والفورم ألدهيد لتحضير نوفولاك في هيكل النفاية المطاطية إنتاج معمل أفاميا، ومسحوق إطارات أمريكية، وقد تم تحديد السعة الحمضية للمبادل الناتج عن تحضير النوفولاك في نفاية أفاميا المؤلفة بالأساس، والمتبوعة بالسلفنة، فكانت  $4.40 meq/g$ ، في حين بلغت السعة الحمضية للمبادل الناتج عن النفاية الأمريكية في الشروط السابقة نفسها القيمة  $5.0 meq/g$  [20]. وقد قام باحثون بتحضير كربون فعال من نفاية العجلات المطاطية واستخدامه في امتزاز النفط من المسطحات المائية وحددت فيه

المساحة السطحية النوعية وبلغت  $41.27 \text{m}^2/\text{g}$  ، كما بلغت السعة الامتزازية للكربون الفعال في امتزاز النفط المقدار  $2.30 \text{g oil/g absorbent}$  [21].

كما حضر الباحثون [13،22] ، مبادلاً للأنيونات بإدخال زمرة كلور الميثيل  $\text{CH}_2\text{Cl}$  - ، إلى حلقات الستايرين في النفاية المطاطية، باستخدام أحادي كلور الايتر ثنائي الميثيل  $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{Cl}$  ، وبوجود وسيط من حفازات فريدل - كرافتس، ثم أجريت عملية أمينة للنتائج بواسطة الأمينين، ثلاثي إيثيل أمين، وثلاثي ميثيل أمين. بالإضافة إلى قيام الباحثين [14] بتحضير مبادلات للأنيونات بهلجنة النفاية المطاطية المفلكنة، وأمنة الناتج، كما حضرت مبادلات مختلطة بسلفنة النفاية المطاطية المفلكنة، ثم أمننتها [23]. كما قام الباحثون باستخدام الكربون الفعال الناتج من نفاية العجلات المطاطية في إزالة المعادن الثقيلة من المياه [24]، كما درست البنية النسيجية والمسامية السطحية للكربون الفعال الناتج من نفاية العجلات المطاطية لاستخدامه لأغراض حفزية وامتزازية [25].

### أهمية البحث وأهدافه

ازدادت في العقود الأخيرة المخلفات الكيميائية المسببة لتلوث البيئة، وازدادت المشكلات الناتجة عن هذه المواد ازدياداً كبيراً، لذلك كان لا بد من التحرك نحو الحد من خطورة هذه المشكلة، إن لم يكن بالإمكان التخلص منها نهائياً. إن طرح كميات كبيرة من إطارات العجلات المطاطية المستهلكة يومياً حول العالم يعد أحد المشكلات المهمة التي تؤدي إلى تراكم نوع من المخلفات لا يتأثر بالعوامل الجوية، والمؤثرات الحيوية الطبيعية، مما يجعلها من المخلفات ذات الحياة الطويلة، لذا نشط الباحثون في مختلف أنحاء العالم في الآونة الأخيرة في محاولة التخلص من هذه النفاية، أو الاستفادة منها، فإلى جانب الطرائق التقليدية في الاستفادة المباشرة من النفاية كحواجز اصطدام للسفن، أو تحطيم الأمواج على الشواطئ، ظهرت اتجاهات جديدة لاستخدام النفاية بعد معالجة ميكانيكية بسيطة لصنع الأحذية، ولحماية خطوط الأنابيب (البترو، المياه)، وكمواد عازلة.

كما استخدمت مصدراً للطاقة الحرارية، وذلك في صناعة الاسمنت وتوليد البخار والكهرباء. وظهرت طرق نزع الفلكنة لاسترداد المطاط، واستخدام المُسترد في المزائج المطاطية، ولقد نجح بعض الباحثين في تحضير مبادلات كاتيونية، أما تحضير مبادلات أنيونية فكانت الأبحاث حولها قليلة، فقد نجح بعضهم في تحضيرها نجاحاً محدوداً، إلا أن الاستفادة الاقتصادية من الإطارات المستهلكة ما زالت محدودة، وأعدادها والمشاكل البيئية الناتجة عنها في ازدياد كبير.

يهدف البحث إلى تحويل نفاية العجلات المطاطية إلى مبادل مختلط للشوارد الموجبة والسالبة بكلفة صغيرة نسبياً، وثبات كيميائي وميكانيكي جيدين، بالإضافة إلى استخدامه في تنقية مياه الصرف الصحي، ومياه المصانع، والمياه الناتجة عن عمليات التلييس بالمعادن.

4. القسم العملي:

1.4. الأجهزة المستخدمة:

- جهاز pH إنتاج شركة Metrohm نموذج 744 يعمل بدقة رقمين بعد الفاصلة.
- مجفف حراري MLW يعمل حتى الدرجة  $300^\circ\text{C}$ ، مجفف حراري JANAT يعمل حتى الدرجة

$200^\circ\text{C}$ .

- جهاز الناقلية إنتاج شركة WPA نموذج CMD500 يعمل في المجال (9.0-199) ms/cm .
- ميزان حساس إنتاج شركة PRECISA نموذج 160A، بدقة أربعة أرقام بعد الفاصلة.

#### 4. 2. المواد الكيميائية المستخدمة:

النفاية المطاطية المستخدمة في هذا البحث من إنتاج معمل أفاميا، ونعرض في الجدول الآتي بعض المواد الداخلة في تركيبها، وذلك وفقاً لما هو وارد من قبل الشركة المصنعة.

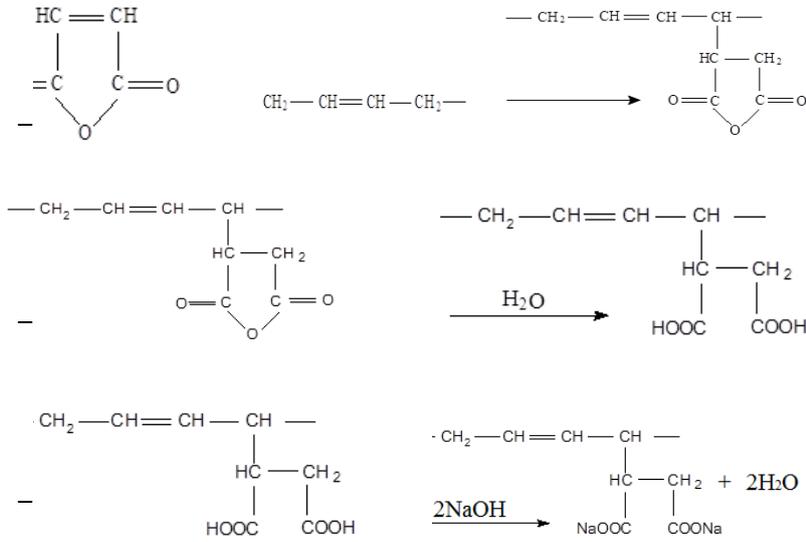
|                                    |                    |               |
|------------------------------------|--------------------|---------------|
| مطاط طبيعي ماليزي نظامي            | خيوط بولي أميدية   | غضار صيني     |
| مطاط طبيعي ذو درجة لزوجة 50        | أسلاك معدنية       | كوريزين       |
| مطاط طبيعي ممزوج بزيت عطرية ثقيلة  | مسرع من نوع تيازول | شمع بارافين   |
| 4,1 سيس بولي بوتاديين              | مبطئ فلكنة         | زيت عطري      |
| بوتاديين - ستايرن مبلمر على البارد | مسرع غوانيديني     | مضاد أكسدة    |
| بوتاديين - ستايرن ممزوج بزيت ثقيلة | مطاط مسترد         | كبريت أرضي    |
| فحم                                | مضاد أكسدة         | كبريت كريستكس |

استخدمت في البحث المواد الكيميائية الآتية:

- بلا ماء حمض المالنثيك النقي ( $C_4H_2O_3$ ) 98% من إنتاج شركة "FLUKA".
- محلول الأمونيا المركز والنقي كيميائياً ( $NH_3$ ) 32% من إنتاج شركة "MERCK".
- حمض كلور الماء النقي كيميائياً (HCl) بتركيز 37% من إنتاج شركة "MERCK"، فورمالين 37% من إنتاج شركة "SCP".
- فينول نقي ( $C_6H_5OH$ ) 99% من إنتاج شركة "LABORATORY RASAYAN"، أنيلين نقي ( $C_6H_5NH_2$ ) 99% من إنتاج شركة "MERCK". حمض الخل الثلجي ( $CH_3COOH$ ) 99% من إنتاج شركة "MERCK"، هيدروكسيد الصوديوم النقي كيميائياً (NaOH) من إنتاج شركة "MERCK"، إيتانول تجاري 98%، EDTA نقية من إنتاج شركة "Scharlau".
- ماء ثنائي التقطير ( $1.5-3\mu s$ )، محضر بجهاز من نوع JANAT محلي الصنع.
- الأملاح الآتية: ( $NaCl$  و  $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$  و  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$  و  $NH_4Cl$  و  $Na_2S \cdot XH_2O$ ) وجميع هذه الأملاح من إنتاج شركة "MERCK"، إضافة إلى ملح  $NaCl$  التجاري.
- المشعرات الآتية:
- *Eriochrome Black T* المحمل على كلوريد الصوديوم، *Sulfosalicylic Acid* كمشعر، في وسط حمضي، إنتاج شركة "MERCK".

#### 3.4. طريقة تحضير المبادل:

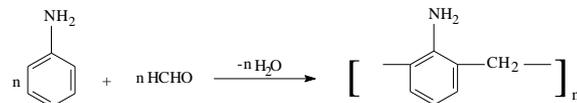
لقد حُضِر المبادل بمراحل متتالية؛ بدايةً جرت عملية طحن النفاية المطاطية المفلكنة وأخذ الجزء الناعم (1-3mm) ميلي متر، ثم جرت معالجتها ببلا ماء حمض المالنثيك، بنسبة النفاية إلى بلا ماء الحمض 1 إلى 1.5 عند الدرجة  $180C^0$  لمدة 6hours، ثم حلمهة الناتج، وذلك بتسخينه في الماء لمدة ثلاث ساعات، نكون قد حصلنا على الشكل الحمضي للنفاية، أما الشكل الملحي فقد تم الحصول عليه بحلمهة الناتج في محلول هيدروكسيد الصوديوم، وفق الآلية المقترحة:



أخذ الناتج الأخير بالشكل الملحي لزمر المائيك، وأجري التكاثف المتعدد للأنيلين والفورم ألدهيد في هيكله، وذلك بأخذ كمية من النفاية المطاطية المعالجة ببلا ماء حمض المائيك ومحملة بهيدروكسيد الصوديوم، ونقعت في الأنيلين لمدة نصف ساعة، ثم أضيف إليها الفينول مع التحريك الجيد في وعاء التفاعل حتى الذوبان، وبعد ذلك أضيف الفورمالين 37% مع متابعة التحريك الجيد، وفق الكميات الآتية ( 15gr نفاية مطاطية، 10gr أنيلين، 4gr فينول، 14gr فورمالين)، طبعاً اختيرت هذه الكميات وفق عدة اختبارات فكانت هي الأنسب للتفاعل، ثم إضافة قليل من حمض الخل الثلجي لتحميض الوسط، وتسخين التفاعل في المجفف الحراري عند درجة حرارة (140C<sup>0</sup>) لمدة ساعتين، ثم عند (170C<sup>0</sup>) لمدة ساعتين أيضاً، بعد ذلك بردت العينة ونقعت في هيدروكسيد الصوديوم (2N) لليوم التالي، ثم عُسلت حتى الأساسية الضعيفة للرشاحة، وجففت هوائياً للحصول على الشكل الحامل للزمر (-COONa,-NH<sub>2</sub>) ونرمزه بالرمز RN. وهو الشكل الذي ندرس عليه عملية تبادل كاتيون Cd<sup>2+</sup>. أما عند المعالجة بحمض كلور الماء (2N) فنحصل على الشكل الحامل للزمر (-COOH,-NH<sub>3</sub>Cl) ونرمزه بالرمز RA وهو الشكل الذي ندرس عليه عملية تبادل أنيون السولفيد S<sup>2-</sup>. وعند المعالجة بمحلول مركز من كلوريد الصوديوم نحصل على الشكل الحامل للزمر (-COONa,-NH<sub>3</sub>Cl) ونرمزه بالرمز RS ، وهو الشكل الذي ندرس عليه عملية تبادل الكاتيونات والأنيونات معاً، تبادل مزدوج، وهو كاتيون الحديد الثلاثي Fe<sup>3+</sup> وأنيون السلفات SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

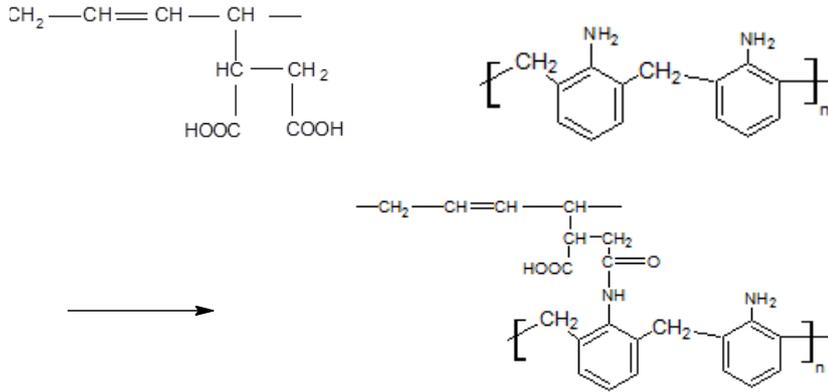
الآلية المقترحة لتفاعل التكاثف السابق:

يتم إجراء التكاثف المتعدد للأنيلين والفورم ألدهيد في هيكل النفاية المعالجة أصلاً ببلا ماء حمض المائيك، وفق الآتي:



بعد ذلك ممكن أن يتم التفاعل على إحدى الزمر الكربوكسيلية والأخرى تبقى بالشكل الحمضي الكربوكسيلي، ليعطي الناتج السابق، ولا ننس أيضاً أن للفينول دوراً كبيراً في عملية التشابك التقسية مع البوليمر ضمن هيكل النفاية المطاطية، بالإضافة إلى ذلك هناك احتمالية تفاعل جزء من الفينول مع الفورم ألدهيد، والناتج منه يمكن أن يتفاعل مع الأثيلين أو البوليمر الناتج كونه يمتلك أيضاً زمراً وظيفية قابلة للتفاعل من أطرافها؛ فكل هذه الاحتمالات واردة وذلك لتوفر العديد من الزمر الوظيفية في المواد التي جرت إضافتها.

كما في التفاعل الآتي على سبيل المثال:



نلاحظ من الشكل السابق للمبادل أنه يحمل مجموعتين وظيفيتين أمينية  $-NH_2$  وكربوكسيلية  $-COOH$ .

وقد درست السعات الكلية والحمضية، والأساسية للمبادل المحضر؛ وذلك بنقع كمية محددة من المبادل في 100ml من محلول حمض كلور الماء معلوم التركيز لمدة 72hours، كما ودرست السعات التبادلية بالنسبة إلى أملاح المائية لكاتيونات الحديد الثلاثي  $Fe^{3+}$ ، وأنيون الكبريتات  $SO_4^{2-}$  على المبادل ذي الشكل RS، أي أن السعة التبادلية لتبادل كاتيون الحديد الثلاثي، وأنيون الكبريتات حدثت معاً بأن واحد - تبادل مزدوج - على المبادل ذي الشكل المعالج بكلوريد الصوديوم وهو RS، باستخدام ملح  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$  كبريتات الحديد المائية، كما قيست السعة التبادلية لكاتيون الكاديوم  $Cd^{2+}$  على المبادل ذي الشكل RN من المحلول المائي لملح  $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ، بالإضافة إلى السعة التبادلية لأنيون الكبريتيد  $S^{2-}$  باستخدام ملح كبريتيد الصوديوم  $Na_2S \cdot XH_2O$  على الشكل RA، أما السعات التبادلية فقد تمت بنقع كمية من المبادل في 100ml أيضاً من محلول الشاردة المدروسة ولمدة 72hours.

### دراسة خواص المبادلات المحضرة:

#### 1.5. ماء الانتفاخ

ماء الانتفاخ بالتعريف هو: كمية الماء مقدرة بالغرام، والتي يمتصها واحد غرام من المبادل الجاف، وقد حسبت كمية ماء الانتفاخ من العلاقة الآتية:

$$W = \frac{m^* - m}{m} gH_2O / g \quad (1)$$

حيث  $m^*$  كتلة عينة المبادل مع ماء الانتفاخ مقدرة بالغرام،  $m$  كتلة العينة المجففة عند الدرجة  $105^\circ C$  حتى ثبات الوزن مقدرة بالغرام.

#### 2.5. السعة

حددنا السعة الكلية والأساسية والحمضية للمبادل على النحو الآتي:

يحضر بداية المبادل الحامل للزمر (-COONa, -NH<sub>2</sub>)، وينقع m غرام منه في محلول حمض كلور الماء، تركيزه N<sup>0</sup>(eq/l) وحجمه VmL لمدة 72 hours مع التحريك بين الفينة والأخرى .  
1.2.5. لتحديد السعة الكلية:

(الزمر الأمينية والكربوكسيلية في غرام من المبادل) يعاير 5mL من محلول HCl الابتدائي ذي التركيز N<sup>0</sup>(eq/l)، والرشاحة ذات التركيز التوازني N(eq/l) بواسطة محلول عياري من NaOH. ويحدد التركيزان N و N<sup>0</sup> وفقاً لقانون مور .  
ت حسب السعة الكلية X<sub>tot</sub> وفقاً للعلاقة:

$$X_{tot} = \frac{(N^0 - N)V}{m} \text{ meq / gr} \quad (2)$$

2.2.5. تحديد السعة الأساسية (الزمر الأمينية في غرام من المبادل):  
عند نقع المبادل الحامل للزمر (-COONa, -NH<sub>2</sub>) في محلول HCl يرتبط الأخير بالأمين لتشكيل - NH<sub>3</sub>Cl، مما يؤدي إلى تناقص تركيز شوارد Cl<sup>-</sup> في المحلول، أما تفاعل -COONa مع HCl فيتم بالشكل الآتي:  
$$-\text{COONa} + \text{HCl} \rightarrow -\text{COOH} + \text{NaCl}$$
  
ولا يؤدي إلى ارتباط شوارد Cl<sup>-</sup> بالمبادل، لذلك يحدد عدد الزمر الأمينية في المبادل بقياس التركيز الابتدائي والتوازني لشوارد الكلور :

$$X_B = \frac{(N_1^0 - N_1) \times V}{m} \text{ meq/g} \quad (3)$$

حيث X<sub>B</sub> السعة الأساسية للمبادل مقدرة بـ N<sub>1</sub><sup>0</sup>, meq/gr، التركيز الابتدائي لشوارد Cl<sup>-</sup> في المحلول HCl الأصلي N<sub>1</sub>, eq/L، التركيز التوازني لشوارد Cl<sup>-</sup> في الرشاحة eq/L، V حجم محلول النقع HCl (100mL)، m كتلة المبادل الجاف gr . وقد جرى تحديد التركيز الابتدائي، والتركيز التوازني لشوارد الكلور، بمعيارته بمحلول عياري من نترات الفضة AgNO<sub>3</sub> بطريقة الناقلية ويجري تحديد التركيزين وفقاً لقانون مور:

$$N_1^0 \cdot V'(HCl) = N' \cdot V''(AgNO_3) \quad (4)$$

N<sub>1</sub><sup>0</sup> : تركيز شوارد Cl<sup>-</sup> في محلول HCl مقدراً بـ eq/L .  
V' : حجم محلول HCl المأخوذ للمعايرة بنترات الفضة وهو 5mL .  
N' : عيارية محلول نترات الفضة eq/L .  
V'' : الحجم المستهلك من محلول نترات الفضة اللازم لمعايرة 5mL من محلول حمض كلور الماء .  
3.2.5. تحديد السعة الحمضية (الزمر الكربوكسيلية)

$$X_A = X_{tot} - X_B \quad (5)$$

للإساسة  $X_B$  السعة الأساسية للمبادال مقدره بـ  $meq/g$ ،  $X_{tot}$  السعة الكلية للمبادال مقدره بـ  $meq/g$ ،  $X_A$  السعة الحمضية للمبادال مقدره بـ  $meq/g$ .

3.5. دراسة السعة التبادلية للمبادال الشاردي على محاليل الشوارد السابقة:

حضرت من أجل هذه الدراسة، محاليل الأملاح الآتية للشوارد المدروسة:

( $Na_2S \cdot XH_2O$ ،  $Cd(NO_3) \cdot 4H_2O$ ،  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$ )، باستخدام الماء ثنائي التقطير، وتم التأكد من صحة التراكيز لمحاليل الأملاح، بإجراء المعايرة الكومبلكسومترية باستخدام محلول عياري من EDTA من إنتاج شركة MERCK، باستخدام مشعرات وأوساط مناسبة [26].

بعد تحديد تركيز الشوارد المدروسة بالطرائق المحددة سابقاً، استُخدمت العلاقة الآتية لحساب قيمة  $X_E$  السعة التبادلية:

$$X_E = \frac{(N_0 - N_e)V}{m} \text{ meq/g} \quad (6)$$

$N_0$ : تركيز محلول الشاردة المدروسة، قبل غمر المبادال في المحلول  $eq/L$ .

$N_e$ : تركيز محلول الشاردة المدروسة، بعد غمر المبادال في المحلول  $eq/L$ .

$V$ : حجم محلول الشاردة المدروسة مقدرًا بالـ  $mL$ .

$m$ : كتلة المبادال لو أنه جفف عند الدرجة  $105^\circ C$  مقدره بـ  $g$ .

4.5. دراسة معامل التوزع للشوارد بين المبادال الشاردي والمحلول:

أجري حساب معامل التوزع للشوارد المدروسة بين المبادال والمحلول في عملية التبادل الشاردي، وفقاً للعلاقة الآتية:

$$\alpha_{Me^{2+}} = \frac{X_E}{N_{Me}} \text{ mL/g} \quad (7)$$

حيث:

$X_E$ : السعة التبادلية للمبادال عند التركيز المنتقى للشاردة المدروسة مقدرًا بـ  $(meq/g)$ ،  $N_{Me}$ : النظامية التوازنية

لمحلول الشاردة المدروسة مقدره بـ  $(eq/ml)$ ،  $\alpha_{Me^{2+}}$ : معامل التوزع مقدرًا بالـ  $mL/g$ .

5.5. حساب معامل فصل كاتيون الحديد  $Fe^{3+}$  عن كاتيون الكاديوم ( $\beta_{Fe^{3+}/Cd^{2+}}$ )

حدد معامل فصل كاتيون الحديد  $Fe^{3+}$   $\beta_{Fe^{3+}/Cd^{2+}}$  عن كاتيون الكاديوم  $Cd^{2+}$

وفقاً للمعادلة:

$$\beta_{Fe^{3+}/Cd^{2+}} = \frac{\alpha_{Fe^{3+}}}{\alpha_{Cd^{2+}}} \quad (8)$$

معامل فصل كاتيون الحديد  $Fe^{3+}$  عن الكاتيون المدروس،  $\alpha_{Fe^{3+}}$  معامل توزع كاتيون الحديد  $Fe^{3+}$  مقدراً بوحدة  $mL/g$ ،  $\alpha_{Cd^{2+}}$  معامل توزع الكاتيون المدروس مقدراً بوحدة  $mL/g$ .  
6.5. دراسة قدرة المبادل ذي الشكل (RN)، على إنقاص عسرة المياه (بالدرجة الفرنسية):  
تُقع كمية محددة من المبادل ذي الشكل (RN)، بشكله الملحي الصوديومي، ضمن حجم محدد من المياه العسرة، وتحدد العسرة بعد عملية التبادل على النحو الآتي:  
يؤخذ 100 mL من الماء المراد تحديد عسرته، ويُضاف إليه 10 mL من المحلول الموقى النشاردي pH=10، ثم يُضاف إلى المزيج 50 mg من مشعر *Eriochrom Black*، ثم يُعاير باستخدام محلول EDTA 0.01M، ويُحدد الحجم اللازم لانقلاب لون المشعر من الوردي إلى الأزرق، عندها يكون كل 1 mL من EDTA المستخدم، مكافئاً لدرجة عسرة فرنسية واحدة، بما يكافئ 1.001 mg من كربونات الكالسيوم في كل 100 mL.

### النتائج

1.6. كمية ماء الانتفاخ:

بلغت كمية ماء الانتفاخ للمبادل المحضر من العينة ذات الشكل الملحي لمانتيك، والمعالج بهيدروكسيد الصوديوم القيمة  $1.4gH_2O/g$  ذو الشكل RN، والمعالج بحمض كلور الماء القيمة  $0.80gH_2O/g$  وهو ذو الشكل RA، والشكل المعالج بكلوريد الصوديوم RS القيمة  $0.80gH_2O/g$ .  
2.6. دراسة السعة الكلية والأساسية والحمضية للمبادل المحضر.

حُضر المبادل المختلط وفقاً للمراحل السابقة كما جاء في القسم العملي، ودُرست السعات الكلية والأساسية والحمضية للمبادل المذكور، المأخوذ بشكله الملحي الصوديومي، بنقع كمية من كل منهما مدة 72hours في 100 ml من محلول HCl ذي تركيز ابتدائي محدد، مع التحريك بين الحين والآخر وحساب التركيز التوازني بعد النقع وفقاً لما ورد في القسم العملي.

تبين الجداول والأشكال (1) و(2) و(3)، قيم السعات الكلية والأساسية والحمضية للمبادل المحضر RN، وذلك كتابع لكتلة المبادل المُضاف والتركيز الإبتدائي لمحلول حمض كلور الماء عند حجم ثابت منه.

| $m (g)$<br>$N (eq/L)$ | 2.00 | 1.50 | 1.00 | 0.50 | 0.25 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|
| 0.200                 | 3.8  | 3.9  | 4.0  | 4.3  | 4.4  |
| 0.150                 | 3.7  | 3.7  | 3.9  | 4.0  | 4.1  |
| 0.100                 | 3.2  | 3.3  | 3.5  | 3.8  | 3.9  |
| 0.050                 | 2.5  | 2.7  | 2.7  | 2.8  | 3.5  |

الجدول (1): دراسة تغير السعة الكلية للمبادل ذي الشكل (RN) المحضر من الشكل الملحي لمانتيك مقدرة بـ  $meq_{tot}/g$  كتابع لكتلة المبادل المضافة إلى 100 mL من محلول HCl ذي تركيز ابتدائي ثابت.

| $m (g)$<br>$N^{\circ} (eq/L)$ | 2.00 | 1.50 | 1.00 | 0.50 | 0.25 |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|
| 0.200                         | 1.8  | 1.9  | 2.0  | 2.1  | 2.2  |
| 0.150                         | 1.7  | 1.7  | 1.8  | 1.9  | 2    |
| 0.100                         | 1.4  | 1.4  | 1.6  | 1.8  | 1.9  |
| 0.050                         | 1.0  | 1.1  | 1.1  | 1.2  | 1.6  |

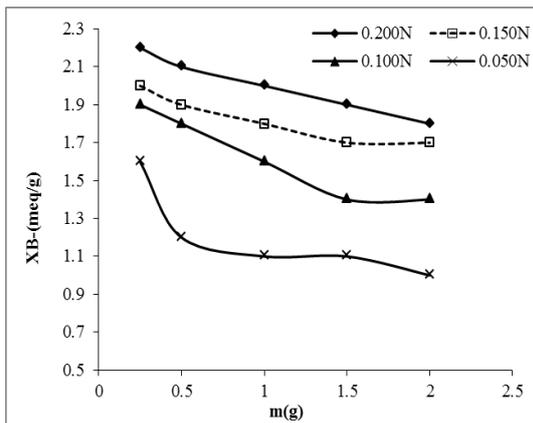
الجدول (2): دراسة تغير السعة الأساسية للمبادل ذي الشكل (RN) المحضر من الشكل الملحي لمالنك مقدر

بـ  $meq_B/g$  كتابع لكتلة المبادل المضافة إلى  $100mL$  من محلول HCl ذي تركيز ابتدائي ثابت.

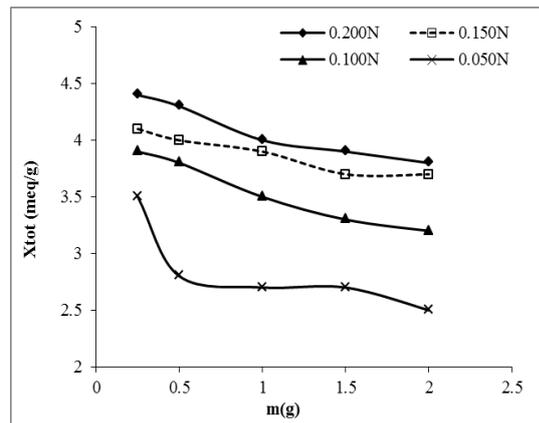
| $m (g)$<br>$N^{\circ} (eq/L)$ | 2.00 | 1.50 | 1.00 | 0.50 | 0.25 |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|
| 0.200                         | 2.0  | 2.0  | 2.0  | 2.2  | 2.2  |
| 0.150                         | 2.0  | 2.0  | 2.1  | 2.1  | 2.1  |
| 0.100                         | 1.9  | 1.9  | 1.9  | 2    | 2    |
| 0.050                         | 1.5  | 1.6  | 1.6  | 1.6  | 1.9  |

الجدول (3): دراسة تغير السعة الحمضية للمبادل (RN) المحضر من الشكل الملحي لمالنك مقدر

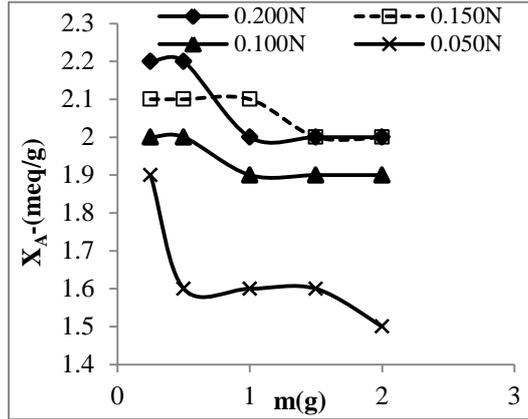
بـ  $meq_A/g$  كتابع لكتلة المبادل المضافة إلى  $100mL$  من محلول HCl ذي تركيز ابتدائي ثابت.



الشكل (2): دراسة تغير السعة الأساسية للمبادل ذي الشكل (RN) المحضر من الشكل الملحي لمالنك مقدر بـ  $meq_B/g$  كتابع لكتلة المبادل المضافة إلى  $100mL$  من محلول HCl ذي تركيز ابتدائي ثابت.



الشكل (1): دراسة تغير السعة الكلية للمبادل ذي الشكل (RN) المحضر من الشكل الملحي لمالنك مقدر بـ  $meq_{tot}/g$  كتابع لكتلة المبادل المضافة إلى  $100mL$  من محلول HCl ذي تركيز ابتدائي ثابت.



الشكل (3): دراسة تغير السعة الحمضية للمبادل (RN) المحضر من الشكل الملحي لمالنك مقدرة بـ  $meq/g$  كتابع لكتلة المبادل المضافة إلى  $100mL$  من محلول HCl ذي تركيز ابتدائي ثابت.

### 3.6. دراسة السعة التبادلية للمبادل المحضر .

أجريت دراسة تبادل كاتيون الكاديوم في محلوله  $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$  على المبادل ذي الشكل RN، وهو الحامل للزمر  $(-COONa, NH_2^-)$ ، كما أُجريت دراسة السعة التبادلية لأنيون السولفيد في محلول  $Na_2S \cdot XH_2O$ ، بالنسبة إلى المبادل ذي الشكل RA وهو الحامل للزمر  $(-COOH, -NH_3^+Cl^-)$ . أما التبادل المزوج فقد استخدم محلول كبريتات الحديد  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$  - لدراسة تبادل أنيون الحديد و السلفات معاً (مع بعضهما بأن واحد) على المبادل ذي الشكل RS، وهو الحامل للزمر  $(-COONa, -NH_3^+Cl^-)$ ، وذلك في محاليل ذات تراكيز ابتدائية محددة لمدة 72hours مع التحريك بين الحين والآخر لجميع الشوارد، كما تم تحديد التركيز التوازني بعد النقع وفقاً لما ورد في القسم العملي. كما هو مبين في الجداول (4-7)، والأشكال (4-7) وذلك كتابع لكتلة المبادل المضاف والتركيز الابتدائي لمحلول الشاردة عند حجم ثابت منه.

| $m (g)$<br>$N^p (eq/L)$ | 2.00 | 1.50 | 1.00 | 0.50 | 0.25 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|
| 0.200                   | 2.2  | 2.3  | 2.4  | 2.4  | 2.6  |
| 0.150                   | 2.2  | 2.2  | 2.3  | 2.3  | 2.3  |
| 0.100                   | 2.0  | 2.0  | 2.1  | 2.1  | 2.1  |
| 0.050                   | 1.8  | 1.8  | 2.0  | 2.0  | 2.1  |
| 0.025                   | 1.3  | 1.7  | 1.7  | 1.8  | 1.8  |

الجدول (4): دراسة تغير السعة التبادلية للمبادل ذي الشكل (RN) بالنسبة إلى كاتيون  $Cd^{2+}$  مقدرة بـ  $meq_{cd}/g$  كتابع لكتلة المبادل المضافة إلى  $100mL$  من محلول  $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$  ذي تركيز ابتدائي ثابت.

| $m (g)$<br>$N^o (eq/L)$ | 2.00 | 1.50 | 1.00 | 0.50 | 0.25 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|
| 0.200                   | 2.5  | 2.7  | 2.8  | -    | -    |
| 0.150                   | 2.4  | 2.5  | 2.7  | -    | -    |
| 0.100                   | 2.1  | 2.3  | 2.4  | -    | -    |
| 0.050                   | 2.0  | 2.2  | 2.2  | -    | -    |
| 0.025                   | 1.3  | 1.7  | 2.0  | -    | -    |

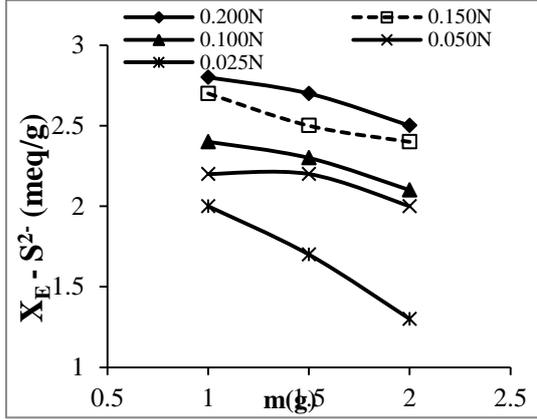
الجدول (5): دراسة تغير السعة التبادلية للمبادل ذي الشكل (RA) بالنسبة إلى أنيون  $S^{2-}$  مقطرة بـ  $meq_s/g$  كتابع لكتلة المبادل المضافة إلى  $100mL$  من محلول  $Na_2S$  ذي تركيز ابتدائي ثابت.

| $m (g)$<br>$N^o (eq/L)$ | 2.00 | 1.50 | 1.00 | 0.50 | 0.25 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|
| 0.20                    | 2.3  | 2.4  | 2.6  | 2.8  | 3.0  |
| 0.150                   | 2.2  | 2.3  | 2.4  | 2.6  | 2.8  |
| 0.100                   | 2.0  | 2.1  | 2.2  | 2.5  | 2.6  |
| 0.050                   | 1.8  | 1.9  | 2.1  | 2.2  | 2.5  |
| 0.025                   | 1.3  | 1.7  | 1.8  | 1.9  | 2.1  |

الجدول (6): دراسة تغير السعة التبادلية للمبادل ذي الشكل (RS) بالنسبة إلى كاتيون  $Fe^{3+}$  مقطرة بـ  $meq_{Fe}/g$  كتابع لكتلة المبادل المضافة إلى  $100mL$  من محلول  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$  ذي تركيز ابتدائي ثابت.

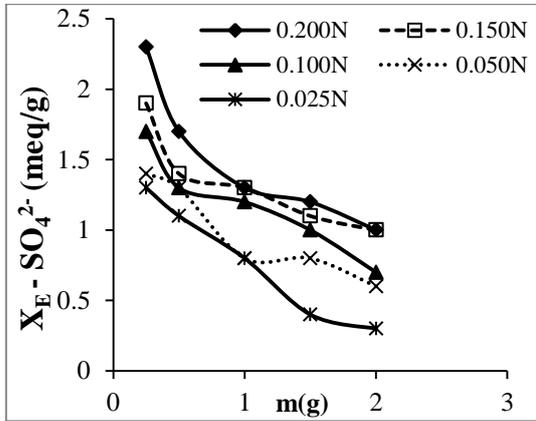
| $m (g)$<br>$N^o (eq/L)$ | 2.00 | 1.50 | 1.00 | 0.50 | 0.25 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|
| 0.200                   | 1    | 1.2  | 1.3  | 1.7  | 2.3  |
| 0.150                   | 1    | 1.1  | 1.3  | 1.4  | 1.9  |
| 0.100                   | 0.7  | 1    | 1.2  | 1.3  | 1.7  |
| 0.050                   | 0.6  | 0.8  | 0.8  | 1.3  | 1.4  |
| 0.025                   | 0.3  | 0.4  | 0.8  | 1.1  | 1.3  |

الجدول (7): دراسة تغير السعة التبادلية للمبادل ذي الشكل (RS) بالنسبة إلى أنيون  $SO_4^{2-}$  مقطرة بـ  $meq_{SO_4}/g$  كتابع لكتلة المبادل المضافة إلى  $100mL$  من محلول  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$  ذي تركيز ابتدائي ثابت.

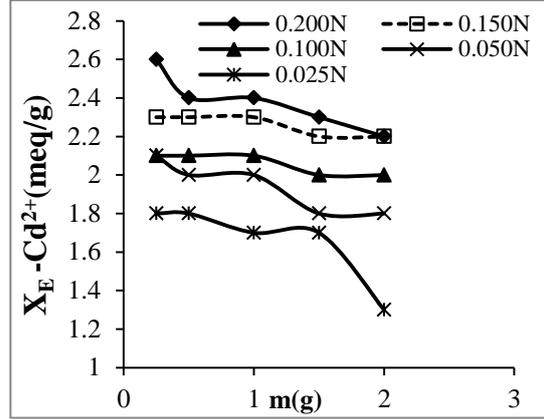


الشكل (5): دراسة تغير السعة التبادلية للمبادل ذي الشكل (RA) بالنسبة إلى أنيون  $S^{2-}$  مقدره بـ  $meq/g$  كتابع لكتلة المبادل المضافة

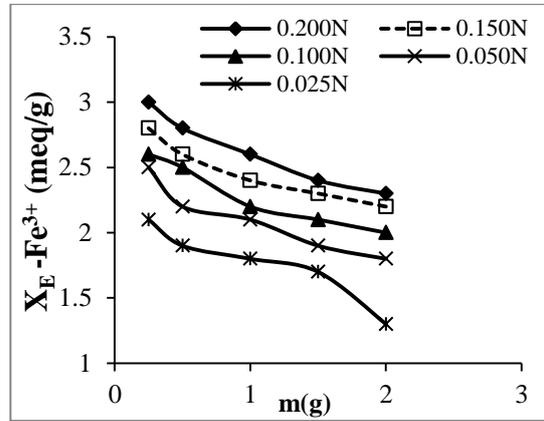
إلى  $100mL$  من محلول  $Na_2S$  ذي تركيز ابتدائي ثابت.



الشكل (7): دراسة تغير السعة التبادلية للمبادل ذي الشكل (RS) بالنسبة إلى أنيون  $SO_4^{2-}$  مقدره بـ  $meq_{SO_4}/g$  كتابع لكتلة المبادل المضافة إلى  $100mL$  من محلول  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$  ذي تركيز ابتدائي ثابت.



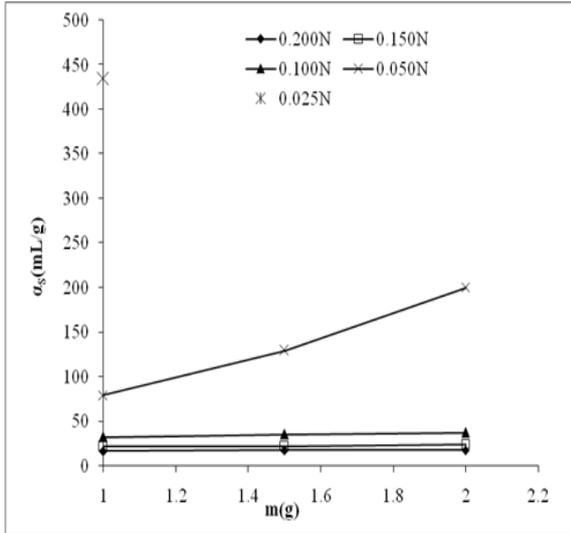
الشكل (4): دراسة تغير السعة التبادلية للمبادل ذي الشكل (RN) بالنسبة إلى كاتيون  $Cd^{2+}$  مقدره بـ  $meq_{Cd}/g$  كتابع لكتلة المبادل المضافة إلى  $100mL$  من محلول  $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$  ذي تركيز ابتدائي ثابت.



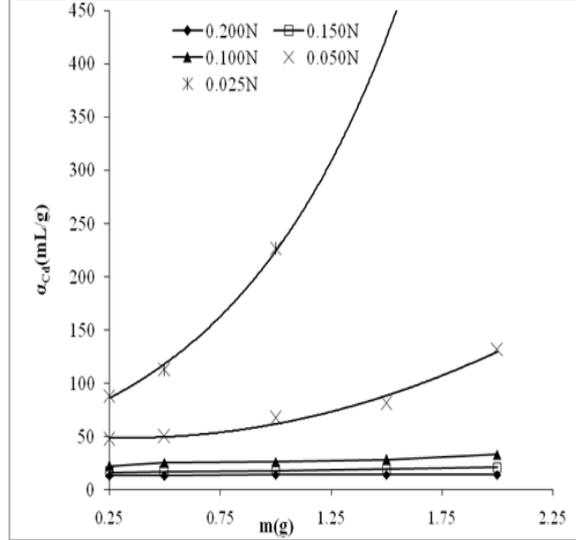
الشكل (6): دراسة تغير السعة التبادلية للمبادل ذي الشكل (RS) بالنسبة إلى كاتيون  $Fe^{3+}$  مقدره بـ  $meq_{Fe}/g$  كتابع لكتلة المبادل المضافة إلى  $100mL$  من محلول  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$  ذي تركيز ابتدائي ثابت.

#### 4.6. دراسة معاملات التوزع:

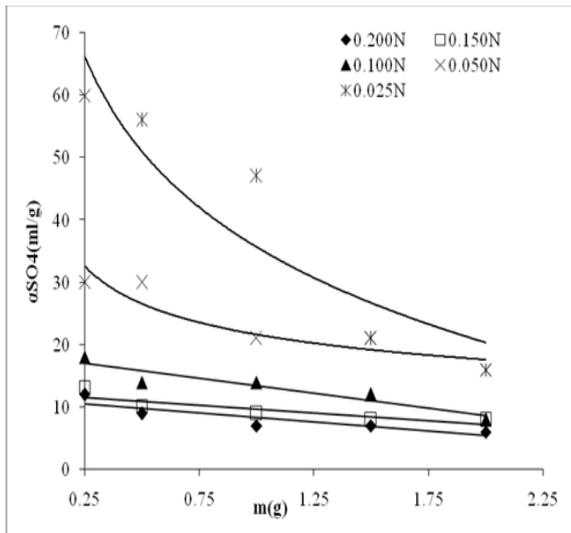
أجريت دراسة معاملات التوزع للشوارد المدروسة ( $Fe^{3+}, SO_4^{2-}, S^{2-}, Cd^{2+}$ ) وفقاً لما ورد سابقاً، حيث نعرض في الأشكال (8-11) تغير معاملات التوزع للمبادل بالنسبة إلى الكاتيونات والأنيونات المدروسة، على الأشكال السابقة من المبادل.



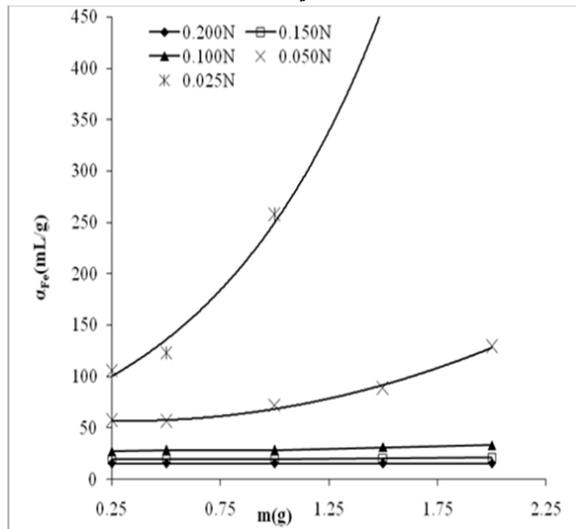
الشكل (9): دراسة معاملات توزيع أنيون السولفيد بين المحاليل والمبادل ذو الشكل (RA). مقدرة بـ  $ml/g$  كتابع لكتلة المبادل المضافة إلى  $100ml$  من محلول  $Na_2S$  ذي تركيز ابتدائي ثابت.



الشكل (8): دراسة معاملات توزيع كاتيون الكاديوم بين المحاليل والمبادل ذو الشكل (RN). مقدرة بـ  $ml/g$  كتابع لكتلة المبادل المضافة إلى  $100ml$  من محلول  $Cd(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$  ذي تركيز ابتدائي ثابت.



الشكل (11): دراسة تغير معاملات توزيع أنيون السلفات بين المحاليل و المبادل ذو الشكل (RS). مقدرة بـ  $ml/g$  كتابع لكتلة المبادل المضافة إلى  $100ml$  من محلول  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$  ذي تركيز ابتدائي ثابت.



الشكل (10): دراسة معاملات توزيع كاتيون الحديد الثلاثي بين المحاليل والمبادل ذو الشكل (RS). مقدرة بـ  $ml/g$  كتابع لكتلة المبادل المضافة إلى  $100ml$  من محلول  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$  ذي تركيز ابتدائي ثابت.

### 5.6. معامل الفصل:

يعبر معامل الفصل عن انتقائية المبادل لأحد الأيونات الموجودة في المحلول، ويعطي فكرة عن مدى التقبل وشدة الارتباط النسبية للأيونات المختلفة بالمراكز الفعالة في هيكل المبادل، ولقد تمت دراسة معامل فصل كاتيون الحديد الثلاثي عن كاتيون الكاديوم كما في الجدول (8).

|                        |      |      |      |      |      |
|------------------------|------|------|------|------|------|
| $m (g)$<br>$N^o (q/L)$ | 2.00 | 1.50 | 1.00 | 0.50 | 0.25 |
| 0.200                  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 1.2  | 1.2  |
| 0.150                  | 1.0  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 1.2  |
| 0.100                  | 1.0  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 1.2  |
| 0.050                  | 1.0  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 1.2  |
| 0.025                  | -    | -    | 1.1  | 1.1  | 1.2  |

الجدول(8): دراسة تغير معاملات فصل كاتيون الحديد  $Fe^{3+}$  عن كاتيون الكاديوم  $Cd^{2+}$  كتابع لكتلة

المبادل المضافة إلى 100mL من محلولي كاتيون الحديد والكاديوم ذوي تراكيز ابتدائية ثابتة.

6.6. دراسة قدرة المبادل ذي الشكل (RN) على إنقاص عسرة المياه.

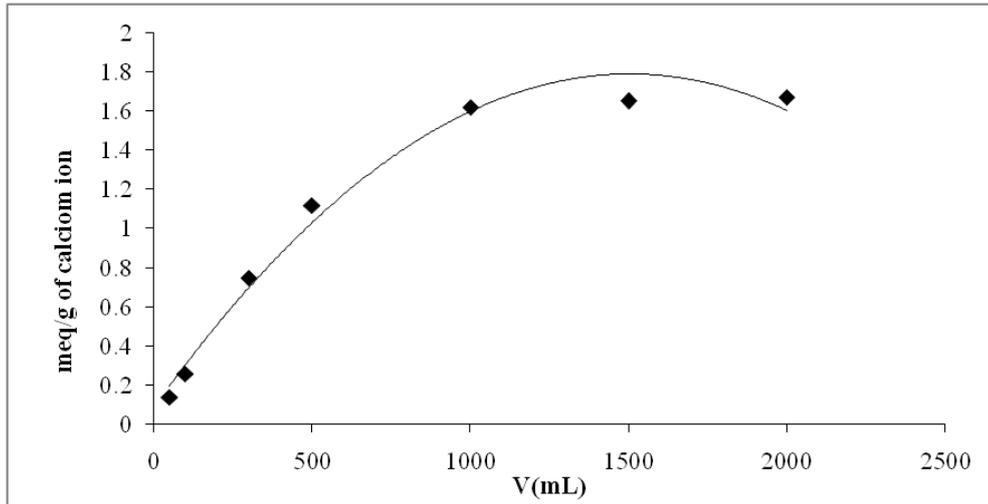
وذلك بنقع كتلة ثابتة من المبادل (1g)، بمياه الشرب ذي العسرة الإبتدائية (17.6) مقدره بالدرجة

الفرنسية، وقد حسبت كمية شوارد الكالسيوم المتبادلة على أن العسرة كلها ناجمة عن هذه الشوارد، كما هو مبين

في الجدول (9)، والشكل (12).

|  |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| حجم ماء الشرب العادي<br>المضاف (mL)                        | 50   | 100  | 200  | 300  | 500  | 1000 | 1500 | 2000 |
| مدة النقع (Hour)   | 72   |      |      |      |      |      |      |      |
| عسرة الماء المستخدم (بالدرجة<br>الفرنسية)، بعد نقع العينة. | 2.4  | 3.2  | 4.2  | 4.45 | 5.5  | 8.8  | 11.7 | 13.1 |
| كمية شوارد الكالسيوم المتبادلة<br>مع العينة مقدره meq/g    | 0.14 | 0.26 | 0.58 | 0.75 | 1.12 | 1.62 | 1.65 | 1.67 |

الجدول (9): دراسة تغير عسرة الماء مع تغير حجم الماء المضاف لـ 1g من المبادل (RN) .



الشكل (12): تغير الكمية المتبادلة من شاردة الكالسيوم، مع تغير حجم محلول الماء العادي المضاف لغرام من العينة.

## المناقشة

لوحظ من الجداول والأشكال (1-3)، إن قيم السعات جميعها تزداد بازدياد التركيز الابتدائي لمحلول HCl الذي غمرت فيه المبادلات، كما تزداد بإنقاص كتلة المبادل المغمور في 100ml من المحلول HCl، ويعزى تزايد السعات بزيادة التركيز الابتدائي لمحلول HCl الذي غمر فيه المبادل، وإنقاص كتلة المبادل إلى زيادة التركيز التوازني لمحلول HCl، وإنقاص تركيز شوارد الصوديوم المنطلقة من المبادل والمنافسة لشوارد الهيدروجين بالارتباط بالزمر (-COO<sup>-</sup>). ويلاحظ من الجداول (4-7) والأشكال (4-7) أيضاً، أن قيم السعة التبادلية للشوارد المعدنية المدروسة جميعها تتناقص بإنقاص تركيز محلول الشاردة وزيادة كمية المبادل. من الطبيعي أن يحصل تناقص لقيم السعة التبادلية عند تمديد محلول الشاردة المعدنية أو زيادة كمية المبادل في حال المحاليل الممددة، وذلك لعدم كفاية الشوارد المعدنية اللازمة للتبادل. إلا أنه يلاحظ تناقص هذه القيم حتى في المحاليل المركزة، عندما تكون كمية الشوارد كافية لمبادلة الشوارد المعاكسة الموجودة في المبادل كلها، وبعلل هذا على النحو الآتي: يتوقف ميل الشاردة للتغلغل داخل المبادل وحصول عملية التبادل، على التركيز التوازني لمحلولها، حيث يؤدي إنقاص التركيز الابتدائي للمحلول أو زيادة كمية المبادل، من حيث النتيجة، إلى إنقاص التركيز التوازني للشاردة المدروسة في المحلول، كما تؤدي عملية التبادل إلى انطلاق كمية أكبر من الشوارد المعاكسة إلى المحلول عند زيادة كمية المبادل، مما يضعف ارتباط الشوارد المدروسة بالمبادل أي يضعف عملية التبادل، وخصوصاً عند تركيز توازني منخفض للشاردة الداخلة.

وقد وجد أن السعة التبادلية بالنسبة إلى السولفيد كبيرة بالمقارنة مع غيرها من الشوارد، وتعلل بقابلية الاستقطاب الكبيرة، كما تعلل بأن المبادل الحامل للرمز (-COOH, -NH<sub>3</sub><sup>+</sup>Cl<sup>-</sup>) يحول شاردة السولفيد S<sup>2-</sup> بشكل كبير إلى SH<sup>-</sup>، ولا يُستبعد هنا حصول امتزاز للجزيئات Na<sub>2</sub>S. وقد جرى حذف العمودين الموافقين لكتلة المبادل (0.25 و 0.50) نظراً للفارق الصغير بين التركيزين الإبتدائي والتوازني، ومن ثم كبر الخطأ النسبي للطريقة المتبعة.

كما تبين من الأشكال (8-11) تغير معاملات التوزع مع تغير كتلة المبادل وتركيز الشاردة، والمعروف أن معامل التوزع يساوي حاصل قسمة السعة التبادلية (X) بالنسبة إلى الشاردة المدروسة، على تركيزها التوازني في المحلول، ويتوقف تغير معامل التوزع على كل من السعة التبادلية والتركيز التوازني للشاردة في المحلول، وبما أن العمل عند حجم ثابت من المحلول هو (100ml)، فعند تراكيز توازنية منخفضة للشاردة Me<sup>2+</sup> ناجمة عن تراكيز ابتدائية منخفضة لها، أو كتل عالية للمبادل، أو عند كليهما معاً، تكون درجة امتلاء المبادل بهذه الشوارد صغيرة. و تكون الفرصة أمام ارتباط الشاردة Me<sup>2+</sup> كبيرة، لذلك تؤدي زيادة التركيز التوازني للشاردة في هذه الشروط، سواء بزيادة تركيزها الإبتدائي، أو إنقاص كتلة المبادل إلى زيادة قيمة (X) بحدّة، أي تكون  $\alpha = X/N$  كبيرة. أما عند تراكيز توازنية عالية للشاردة Me<sup>2+</sup>، فتكون درجة امتلاء المبادل بهذه الشاردة كبيرة، وتعد الفرصة أمام ارتباط الشاردة أصغر خصوصاً عند اقتراب المبادل من الإشباع بهذه الشاردة. وبالتالي فزيادة التركيز الإبتدائي أو إنقاص كتلة المبادل لا يؤديان إلى زيادة كبيرة في (X) ومن ثم يكون X/N صغيراً، لذلك من الطبيعي أن نلاحظ أن معامل التوزع لا يتغير في هذه الشروط كثيراً بزيادة التركيز الإبتدائي للشاردة، أو إنقاص كتلة المبادل.

ويلاحظ من قيم معامل الفصل الواردة في الجداول (8)، أنه يمكن من حيث المبدأ فصل شاردة الكاديوم الثنائي عن شاردة الحديد الثلاثي بانتقائية ليست كبيرة، حيث إن قيم معامل الفصل ليست بعيدة عن الواحد.

نستنتج مما سبق أن المبادل المحضر هو مبادل مختلط يمتاز بسعات كلية و حمضية وأساسية مقبولة، وقادر على مبادلة الشوارد بشكل جيد، وبشكل مزوج أيضاً، ويمتلك معاملات توزع لا بأس بها، ويتميز بكمية ماء انتفاخ مناسبة، وهذا الأمر يسمح باستخدامه في عمليات تنقية المياه من الكاتيونات والأنيونات المختلفة.

## References

- .ANFIMOV, B.N. 2000,"*What People Have To Do With Polymeric Waste* ." [1 SciTeclibrary.Nov.30, Internet-Address :www.sciteclibrary.com.
- .BRESSI,G. 1993.*Recycling of Used Tires*. ISWA .Yearbook. [2
- .BAUMAN, B. D. Fed 1991 "*Scrap Tire Reuse Through Surface-Modification Technology*". International Symposium on Research Developments for Improving Solid Scrap management, Cincinnati, Ohio. [3
- .AHMED, R; VAN, De; KLUNDERT, A.; 1994, "*Rubber Recycling* ",20<sup>th</sup> [4 WEDC Conference .Colombo, Sri Lanka .
- .MAO, Q; IU S; XU Z. 1998, *Waste Rubber-Based Athletic Fields With Good [5 Safety*. Faming Zhuonli Shenqing Gongkai Shuomingshu CN 1,672,426 (C 1.C 08 L 1700), 26 May 1998, *Appl* .91,110,526, 16 Nov 1997, 4pp.
- .BURFORD, R; PITTOLO,M. 1983, *Fracture morphology of rubber [6 compounds containing recycled rubber powder*. *Matter .Sci .Let*.2 (8), 422-424.
- .ABDEL, BARY.E.M; FALAZI, B; YEHIA, A.A. 1995, *Application of sulfated [7 waste rubber powder as ion exchanger*. 3<sup>d</sup> Arab International Conference on Polymer Science and Technology, Vol. (2), 636p.Sept. 4-7, Mansoura Univ., Mansoura, Egypt.
- .FALAZI B., 2007.*Preparation and Study of Ion-Exchangers from Sulphonated [8 Scrap Tires and Products of Poly-Condensation of Phenol Sulphonic Acid and Formaldehyde*. *Res .J .of Aleppo Univ .Basic Science Series*, (57), p19.
- .FALAZI, B; AMINE, M; KEDA, S. 2002, *Reaction of Maleic Anhydride with [9 Waste Rubber*. *Res .J .of Aleppo Univ .Basic Science Series*, (37), 209-224.
- .FALAZI, B; KEDA, S. 2008, *Grafting of Scrap Tires, in the Aqueous Media, by [10 Acrylic Acid, And Physio-Chemical Study on the Finished Product*. *Res .J .of Aleppo Univ., Basic Sciences Series*., 58.
- .FALAZI, B; KEDA, S. 2008, *Physio – Chemical study of Ion -Exchanger [11 prepared by grafting the hydrophilic Scrap Tires by Acrylic Acid*. *Res .J .of Aleppo Univ., Basic Sciences Series*., 58
- .WOLF,F; WEISE, M; LINDAU, S. ECKERT,S. 1981,*Synthesis and [12 Application of Ion-Exchangers Based on Elastomers-Re-Use of Waste Tyre Materials Based on Styrene-Butadiene Co-Polymers*. *Plaste and Kautschuk*, Vol .28 issue(2)69-71.
- .FALAZI, B; SOBAHI, A. 2001, *The Preparation of Anionic and Mixed [13 Exchangers from Rubber Waste*. *Damascus University Journal for Basic Science*, 17 (1), 95-108.
- .FALAZI, B; KUTIESH, N; MALLAH, A. 2003, *Preparation of Ion [14 Exchanger By Reaction Between Brominated Scrap Tire and Ethyl Amine*. *Res .J .of Aleppo Univ .Basic Science Series*, (38), 231-251 .
- .MALLAH, A. 2004, *Chemical Modification of Scrap Tires and Physico- [15 Chemical Study of The Products* .*Univ .of Aleppo, Science Faculty, M.Sc .Thesis*.
- .FALAZI, B; KORO, F. 2005,*Preparing of Cationic Ion-Exchanger by*

- 16] *Polymerization Reaction of Methyl Acrylate within Scrap Rubbers, and Study of Physico-Chemical Properties of the Product. Res. J. of Aleppo Univ. Basic Science Series*, (47), 281-298.  
 .KORO, F. 2006, *Preparation and Physico-chemical Study of Ion Exchangers, Basing on Scrap Tires. Univ. of Aleppo, Science Faculty, M.Sc. Thesis.*
- 17] *JAHANBAKHS, F; EBRAHIMI, B. 2016, Modified Activated Carbon With Zinc Oxide Nanoparticles Produced from Used Tire for Removal of Green 25 from Aqueous Solutions. American journal of Applied chemistry, Vol 4.(1), 8-13.*
- 18] *WU, B; ZHOU, M. H. 2009, "Recycling of Waste Tyre Rubber into Oil Absorbent". Waste Management (29), 355-359*
- 19] *FALAZI, B. 2007, Preparation and study of ion-exchangers by Polycondensation of phenol and formaldehyde to form novolack in the matrix of hydrophilic ground scrap tires and sulphonation. Res. J. of Aleppo Univ. Basic Science Series, (57), p16.*
- 20] *TABBAKH, H; BARHOUM, R. 2019, Preparing of Activated Carbon From Tyre Wastes and Using it in Adsorbing on Water Bodies. World Applied Science Journal. 37(6), 458-464.*
- 21] *WOLF, F; LINDAU, S. 1977, Adsorption of Non-Ionic Ethylene Oxide Adducts on Porous Styrene-Divinylbenzene Copolymers. Vol .14, (3), pp119-122*
- 22] *MALLAH, A. 2010, "Preparation Of Bifunctional Ion Exchangers From Scrap Tires, And determination Its Capacities, Water Swelling Degree, Mechanical And Thermal Stability "Univ of Aleppo Science faculty PhD Thesis.*
- 23] *DIMPE, K. M; NGILA, J. C; NOMNGONGO, P, N. 2017, Application of Waste Tyre –Based Activated Carbon for the Removal of Heavy Metals in Wastewater. Civil & Environmental Engineering-Research Article, pp4.*
- 24] *ACEVEDO, B; BARRIOCANAL, C. 2015, Texture and Surface Chemistry of Activated Carbons Obtained from Tyre Wastes. Fuel processing Technology, 134, pp275-283.*
- 25] *WELCHER, F.J. 1969, The Analytical Uses of Ethylenediamine Tetraacetic Acid.*
- 26]