مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

دراسة وتطبيق ايزوثيرم لانجماير وايزوثيرم فرندليش في امتزاز أيونات الكادميوم Cd^{+2} على سطح مسحوق أوراق النبق

*موسى محمد خودة، صفاء خليفة بوبكر، مروة خليفة بوبكر [1]
[1]قسم الكيمياء، كلية التربية غات، جامعة سبها .

الملخص:

يتضمن هذا البحث دراسة امتزاز أيونات الكادميوم Cd^{+2} من محلولها المائي على سطح مسحوق أوراق النبق، وأجريت هذه الدراسة؛ لإيجاد الظروف المناسبة التي يجب توافرها لإزالة أيونات العناصر الملوثة للمياه على هذا السطح. حيث تم دراسة العوامل المؤثرة على الامتزاز و المتمثلة في (زمن الرج، وزن المادة المازة، التركيز الإبتدائي للمحلول، الأس الهيدروجيني، ودرجة الحرارة).

وأظهرت النتائج أن أفضل نسبة لإزالة أيونات الكادميوم (100%) تم الحصول عليهاعند $6pH$. وزمن الرج 50 دقيقة، ووزن المادة المازة 0.05g، وتركيز 40ml، ودرجة حرارة (25°C)، درجة حرارة الغرفة.وبينت النتائج أن سعة الامتزاز تقل بزيادة وزن المادة المازة، بينما تزداد سعة الامتزاز بزيادة التركيز. أما تأثير درجة الحرارة على امتزاز الأيونات، أظهرت النتائج أن سعة الامتزاز لأيونات الكادميوم Cd^{+2} تقل مع زيادة درجة الحرارة مما يدل على أن العملية طاردة للحرارة (Exothermic process). كما تم في هذه الدراسة استخدام ايزوثيرمات الامتزاز (لانجماير وفرندليش)، وأظهرت النتائج أن نموذج فرندليش أكثر ملائمة لوصف امتزاز أيونات الكادميومCd^{+2} على سطح مسحوق أوراق النبق. وتم في البحث دراسة الدوال الثيرموديناميكية، إذ لوحظ أن القيمة السالبة لطاقة الجبس (ΔG) تدل على أن العملية تلقائية، والقيمة السالبة للانثالبي (ΔH) تدل على أن عملية الامتزاز طاردة للحرارة، والقيمة السالبة للتغير في الانتروبي (ΔS) تدل على أن عملية الامتزاز منتظمة وغير عشوائية.

الكلمات المفتاحية: الامتزاز، الكادميوم Cd^{+2} ، ايزوثيرم، النبق (السدر).

Study and application of Langmuir isotherm and Freundlich isotherm in the adsorption of cadmium ions Cd^{+2} on the surface of buckthorn leaf powder.

*Mussa.M.Khouda and Safa.K.Boubker and Marwa.K.Boubker[1]
[1]Chemistry Department,Faculty of Education-Ghat,Sebha University,Libya

A B S T R A C T

This research includes a study of the adsorption of Cd^{2+} ions from their aqueous solution on the surface of powdered buckthorn leaves. This study was conducted to find the appropriate conditions that must be available to remove the ions of water-polluting elements on this surface. The factors affecting adsorption were studied, namely (shaking time, weight of the adsorbent, initial concentration of the solution, pH, and temperature). The results showed that the best percentage of cadmium ion removal (100%) was obtained at pH6. The shaking time is 50 minutes, the weight of the adsorbent is 0.05 g, the

* مؤلف البحث: عناوين البريد الإلكتروني mus.mohamed@sebhau.edu.ly
تاريخ استلام البحث 12أي النار2024
استلام رد المحكمين 6 فبراير 2024 - تم قبوله 24 فبراير 2024

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

concentration is 40 ml, and the temperature is (25℃), room temperature. The results showed that the adsorption capacity decreases with an increase in the weight of the adsorbent, while the adsorption capacity increases with an increase in concentration. As for the effect of temperature on the adsorption of ions, the results showed that the adsorption capacity of cadmium ions Cd^{+2} decreases with increasing temperature, which indicates that the process is exothermic. In this study, adsorption isotherms (Langmuir and Freundlich) were also used, and the results showed that the Freundlich model is more suitable for describing the adsorption of cadmium ions (Cd^{+2}) on the surface of buckthorn leaf powder. In the research, thermodynamic functions were studied, as it was noted that the negative value of the gypsum energy (GΔ) indicates that the process is spontaneous, the negative value of the enthalpy (HΔ) indicates that the adsorption process is exothermic, and the negative value of the change in entropy (SΔ) indicates However, the adsorption process is regular and non-random.

Keywords: *Adsorption, cadmium Cd^{+2}, isotherm, buckthorn (sidr).*

المقدمة:

يُعد التلوث من المشاكل الكبيرة التي تواجه الانسان والبيئة خاصةً بعد التطور التقني المرافق للحياة المعاصرة. ويحدث التلوث بأشكاله المختلفة، سواء كان تلوث الهواء، أو الماء، أو التربة؛ لوجود بعض المواد العضوية، واللاعضوية الضارة، أو بسبب ازدياد نسب بعض المكونات الأساسية في البيئة عن النسب الطبيعية أو نقصها. ويحصل ذلك من جــراء تدخـل الإنسان، أو بفعل بعض الظواهر الطبيعية. التلوث هو أيّ تغير أو حالة ضارة في البيئة، تنتج من المواد الكيميائية [4.5]

والفيزيائية، أو الآثار الجانبية الحياتية للأنشطة الصناعية، والتلوث يمكن أن يؤثر على الغلاف الجوي والأنهار، والبحار، والتربة. وملوثات المياه الشائعة تشمل تلك الغير قابلة للتحلل مثل: المبيدات الهيدروكربونية المكلورة، والأصباغ الصناعية، والمعادن الثقيلة، وهي نوع من الملوثات وجدت طريقها إلى البيئة. و تراكم أيونات هذه المعادن الثقيلة السامة في المياه العادمة الصناعية، تشكل قلق كبير في السنوات الأخيرة. تسبب العناصر الثقيلة [8.9]، مثل الزرنيخ، والزنك، والحديد، والمنجنيز والألومنيوم، والكادميوم، والرصاص وغيرها، العديد من المشكلات الصحية بوجودها في مياه الشرب بتركيزات أعلى من المسموح بها، بالإضافة إلى أن هذه العناصر تُسبب مشاكل صناعية [6.7] مثل تآكل الغلايات، وخطوط مياه التبريد؛ بسبب وجود تركيزات عالية من الحديد، وأيضاً تلف أغشية محطات التناضح العكسي، إذا لم يتم التخلص من الحديد في مياه التغذية، تسبب المعادن الثقيلة بشكل عام تأثيراً ضاراً كبيرًا للبشر، والأحياء المائية ؛ فالرصاص سام للكائنات الحية لأنه يتراكم في العظام، والدماغ، والكلى، والعضلات. وقد تكون المعادن الثقيلة السبب وراء العديد من الاضطرابات الخطيرة مثل أمراض الكلى والاضطرابات العصبية وحتى الموت. تتوافر العديد من التقنيات الفيزيائية والكيميائية لمعالجة التلوث بالعناصر الفلزية، وتعد تقنية الامتزاز إحدى الطرائق المهمة في المعالجة؛ لأنها ذات تكلفة قليلة ولتوافر العديد من المصادر الطبيعية التي يمكن استخدامها كسطوح مازة.

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

تمَّ استخدام مسحوق أوراق النبق (السدر) في هذا البحث كمادة مازة طبيعية من أجل امتزاز أيونات الكادميوم cd^{+2} ، وتم دراسة العوامل المؤثرة في عملية الامتزاز وهي: الرقم الهيدروجيني، زمن الرج، تركيز أيون المعدن، كمية المادة المازة، و درجة الحرارة حيث تم حساب نسبة الامتزاز (%R)

وكذلك سعة المادة المازة (Qe) mg/g

الهدف من البحث دراسة الظروف المناسبة لامتزاز أيونات الكادميوم والمتضمنة (زمن الرج، وزن المادة المازة، الدالة الحامضية، التركيز الإبتدائي للمادة الممتزة، ودرجة الحرارة).

ودراسة الدوال الثيرموديناميكية والمتمثلة في طاقة الجبس الحرة (ΔG)، والانثالبي (ΔH)، والانتروبي (ΔS). وكذلك معرفة كفاءة، وقابلية مسحوق ورق نبات النبق على امتزاز أيونات الكادميوم.

المواد وطرق العمل

الأجهــزة و المواد المستخدمة:

استعملت العديد من الأجهزة في دراسة الامتزاز و هي: فرن تجفيف(Desiccator)، ميـزان حساس (Balance Electric)، جهاز قياس الأس الهيدروجيني (pH meter)، جهاز رجاج (Shaking)، حمام مائي (Water Bath)، جهاز ضبط الحرارة (Thermometer). كما استعملت مواد عالية النقاوة وهي: هيدروكسيد الصوديوم، حمض الهيدروكلوريك، كلوريد الصوديوم، نترات الكادميوم المائية، إديتا، صبغة الايروكروم بلاك T، بالإضافة إلى أوراق نبات النبق بعد عملية الغسل والتجفيف والطحن.

تجهيز المادة الممتزة:

فُصلت الأوراق عن الأغصان وغسلت جيداً بماء الصنبور عدة مرات، ثم بالماء المقطر للتخلص من الشوائب، ثم جففت في فرن تجفيف عند درجة حرارة 65°C لمدة 24 ساعة، و سحقت سحقاً ناعماً بواسطة هاون، ثم نخلت بمنخل. وتم تخزين المسحوق لحين استخدامه في التجارب اللاحقة.

تحضير المحلول القياسي:

حضر المحلول القياسي لأيون الكادميوم Cd^{+2} بإذابة 2.7g من ملح نترات الكادميوم المائية في كمية قليلة من الماء المقطر، ثم نقل بعناية إلى الدورق القياسي سعة 1000 ml و أكمل الحجم بواسطة الماء المقطر إلى حد العلامة ليصبح التركيز $40mg/l$ كمحلول عمل ثم خفف المحلول للحصول على التراكيز المطلوبة باستخدام قانون التخفيف:

$$C_1.V_1 = C_2.V_2 \quad (1)$$

حيث أن:

C_1 تركيز المحلول قبل التخفيف، C_2 تركيز المحلول بعد التخفيف، V_1 حجم المحلول قبل التخفيف، V_2 حجم المحلول بعد التخفيف.

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

تجارب الامتزاز:

أُجريت تجارب الإمتزاز بمزج المادة المازة مع محلول أيون العنصر بالتركيز المطلوب، ويتم تعديل الرقم الهيدروجيني للقيمة المطلوبة. حيث تم إضافة وزن معلوم من المادة المازة إلى حجم (100ml) من محلول أيونات الكادميوم في دوارق مخروطية سعتها (250ml)، ثم اغلقت الدوارق الزجاجية و وضعت في جهاز الرجاج عند سرعة 3.2 دورة في الدقيقة. بعد ذلك تمَّ ترشيح العينات باستخدام ورق ترشيح، وتم ضبط الـ pHللمحلول الراشح عند 6 (الـ pH المناسب للكادميوم)، وتمت معايرة المحاليل بواسطة (EDTA–Na2).

حيث تمَّ دراسة تأثير عدة عوامل على امتزاز أيون العنصر Cd^{+2}، و هي: الرقم الهيدروجيني، زمن الرج، تركيز أيون المعدن، كمية المادة المازة، ودرجة الحرارة. تمَّ استخدام سعة الامتزاز Q_e من أجل تحديد تأثير هذه العوامل.

ويتم حساب سعة الامتزاز باستخدام المعادلة التالية:

$Q_e = \frac{C_o - C_e}{M} \times V$ (2) وتم حساب النسبة المئوية للإزالة باستخدام القانون التالي:

$\%R = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100$ (3)

حيث Q_e سعة المعدن الممتز (mg/l)، %R النسبة المئوية للإزالة، C_o التركيز الإبتدائي للمادة الممتزة (mg/l)، C_e التركيز عند الاتزان للمادة الممتزة (mg/l)، M وزن المادة المازة (g)، V حجم محلول المعدن (L).اكتب المعادلة هنا

دراسة العوامل المؤثرة على الامتزاز:

تمَّ دراسة العوامل المؤثرة على امتزاز أيون الكادميوم Cd^{+2} على مسحوق ورق نبات النبق وهي:

أولاً: تأثير زمن التلامس:

لدراسة تأثير زمن الرج تم وزن 0.05g من مسحوق ورق نبات النبق و وضعت في دوارق مخروطية وأضيف اليها 100ml من محلول نترات الكادميوم تركيز $40mg/l$ و قيمة الـpH لها تساوي 6. بعد ذلك وضعت الدوارق على الرجاج عند درجة حرارة الغرفة، ثم أخذت العينات في فترات زمنية متتالية (10–70 min)؛ لمعرفة التغير في التركيز مع مرور الزمن.

ثانياً: تأثير وزن المادة المازة:

دُرس تغير كمية المادة المازة (مسحوق ورق نبات النبق) في عملية الامتزاز، إذ أُضيف 100ml من محلول نترات الكادميوم بتركيز $40mg/l$ إلى أوزان مختلفة (0.05–0.11 g) من المادة المازة وضعت في دوارق مخروطية وقيمة الـ pHتساوي 6. بعد ذلك تركت الدوارق لترج لمدة 50 دقيقة تحت درجة حرارة الغرفة ثم رشحت.

ثالثاً: تأثير الدالة الحامضية:

تَمَّ دراسة تأثير الدالة الحامضية عند قيم مختلفة من الـ pH في المدى (3–10) وذلك عند ثبوت وزن المادة المازة 0.05g وتركيز أيونات الكادميوم $40mg/l$، وتمَّ ضبط الرقم الهيدروجيني باستخدام 0.1 N من محلول حمض الهيدروكلوريك (HCl) أو 0.1 N من محلول هيدروكسيد الصوديوم . (NaOH)وقيست قيمة الدالة الحامضية باستخدام مقياس الأس الهيدروجيني. (pH meter) حيث تم وضع 0.05g من مسحوق ورق نبات النبق في عدة دوارق مخروطية ثم أضيف اليها 100ml من محلول نترات الكادميوم بتركيز $40mg/l$ والتي تم ضبط قيم الـ

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

pHلها مسبقا. بعد ذلك تمّ وضع الدوارق المخروطية على الرجاج وتركت لترج لمدة 50minعند درجة حرارة الغرفة (25°C).

رابعاً: تأثير تركيز أيون المعدن:

تم دراسة تأثير تركيز المادة الممتزة بأخذ تراكيز مختلفة [11.12] من محلول نترات الكادميوم $(20-60mg/l)$ و تمَّ ضبط قيم الـ pH عند 6 بعدها تم أخذ 100ml من كل محلول ثم وضعت في دوارق مخروطية واضيف اليها 0.05g من مسحوق ورق نبات النبق ووضعت على الرجاج وتركت لترج لمدة 50min ثم رشحت هذه المحاليل و جمع الراشح من المحلول.

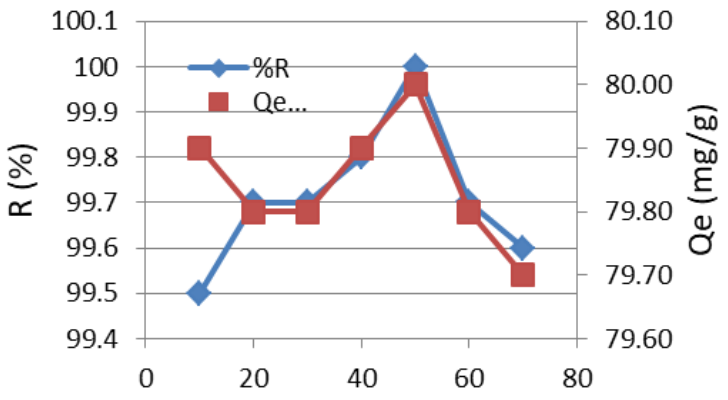
خامساً: تأثير درجة الحرارة

أُجريت دراسة تأثير درجة الحرارة على ايزوثيرمات الامتزاز عند درجات حرارة مختلفة (25 °C–50) حيث تم وزن 0.05g من مسحوق ورق نبات النبق و وضعت في عدة دوارق مخروطية ثم اضيف اليها 100ml من محلول نترات الكادميوم تركيزه $40mg/l$ وقيمة الـ pHلها تساوي 6. ووضعت في جهاز الرجاج لمدة 50min، حيث تمَّ ضبط درجة الحرارة بواسطة الترمومتر (Thermostat) ثم رُشحت المحاليل.

النتائج والمناقشة:

تأثير زمن الرج

تَمتْ دراسة تأثير زمن الرج على النسبة المئوية؛ لإزالة أيونات الكادميوم وكذلك على سعة الامتزاز. ودرس الزمن اللازم للوصول الى حالة الاتزان لأيونات Cd^{+2} على سطح ورق نبات النبق في فترات زمنية مختلفة، الأزمنة المدروسة بين (10–70min) عند ثبوت pH ودرجة الحرارة 25°C وزن المادة المازة (0.05g) وتركيز محلول أيونات الكادميوم $(40mg/l)$. ويُوضح الشكل (1) إلى أن كلِّ من النسبة المئوية للإزالة وسعة الامتزاز، تزداد بزيادة زمن الرج، بالإضافة إلى ذلك فإن أعلى نسبة للإزالة (100%) تم الحصول عليها عند وصول الزمن إلى 50 min حيث كانت سعة الامتزاز تساوي $(80mg/g)$؛ لذا تم اختيار الزمن 50min كأفضل زمن للرج . لكن عندما تم زيادة زمن الرج لأكثر من 50min ، نلاحظ أن النسبة المئوية للإزالة انخفضت، ويرجع السبب في ذلك إلى تشبع المواقع الفعَّالة المتاحة للترابط .

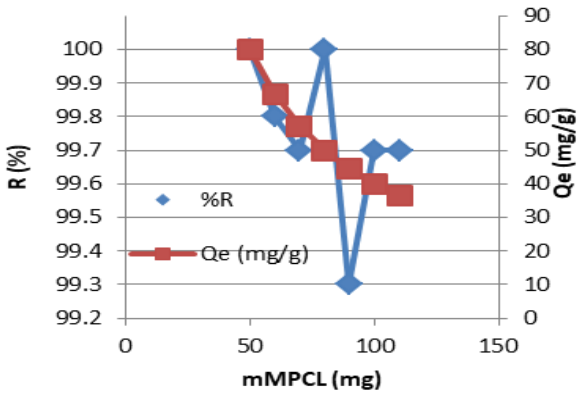


شكل 1: تأثير زمن الرج على النسبة المئوية لإزالة Cd^{+2} وعلى سعة الامتزاز

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

تأثير وزن المادة المازة:

تَمَّ دراسة تأثير وزن المادة المازة على النسبة المئوية لإزالة Cd^{+2} و على سعــة الامتزاز باستخدام الأوزان التالية: (0.05–0.11 g) عند تركيز ثابت محلول أيونات الكادميوم $(40mg/l)$ وزمن الرج 50min ودرجة حرارة 25℃ . تشير النتائج الموضحة في الشكل (2) إلى أن أعلى نسبة مئوية للإزالة (100%)، تم الحصول عليها عندما كان وزن المادة المازة يساوي $50mg$ و $80mg$ بينما أعلى سعة للامتزاز $(80mg/g)$، تم الحصول عليها عندما كان وزن المادة يساوي $50mg$ ؛ لهذا اختير الوزن $50mg$ كأفضل وزن للمادة المازة. ومن خلال الشكل (2) أيضا يمكن ملاحظة أن سعة الامتزاز تناقصت بشكل ملحوظ، وذلك بزيادة وزن المادة المازة. ويرجع السبب في ذلك إلى أن المواقع النشطة على سطح المادة المازة والمتاحة للارتباط تبقى غير مشبعة أثناء عملية الامتزاز.

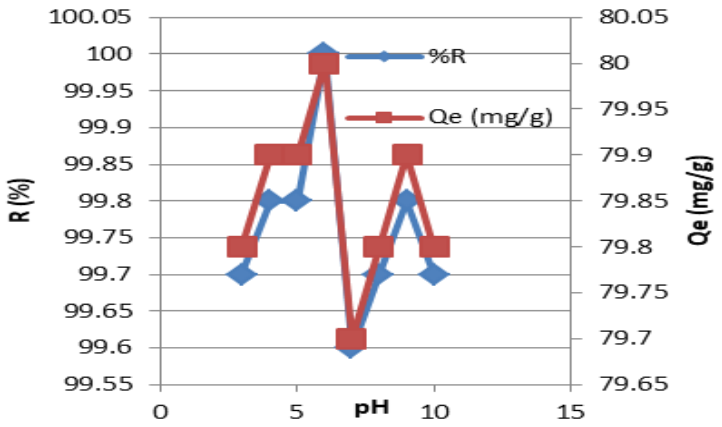


شكل 2: تأثير وزن المادة المازة على النسبة المئوية لإزالة Cd^{+2} وعلى سعة الامتزاز

تأثير الرقم الهيدروجيني:

تَمّتْ دراسة تأثير الدالة الحامضية عند pH في المدى (3–10) وعند ثبوت جميع الظروف وزن المادة المازة (0.05g)، وتركيز محلول أيونات الكادميوم $(40mg/l)$ و درجة الحرارة 25℃ و زمن الرج 50min. و تشير النتائج الموضحة الشكل (3) تأثير الدالة الحامضية على كلٍّ من نسبة الإزالة (R%) و سعة الامتزاز (Qe)، حيث نلاحظ من الشكل ان قيمة كلٍّ من النسبة للإزالة وسعة الامتزاز، ازدادت بارتفاع درجة الحموضة من 3 إلى 6، بينما انخفضت قيمة كلٍّ من النسبة المئوية للإزالة وسعة الامتزاز، بزيادة درجة الحموضة من 7 إلى 10. أي أن أعلى قيم تمّ الحصول عليها عندما كانت درجة حموضة المحلول (pH) تساوي 6 حيث بلغت النسبة المئوية للإزالة (100%)، وأعلى سعة للامتزاز $(80mg/g)$.

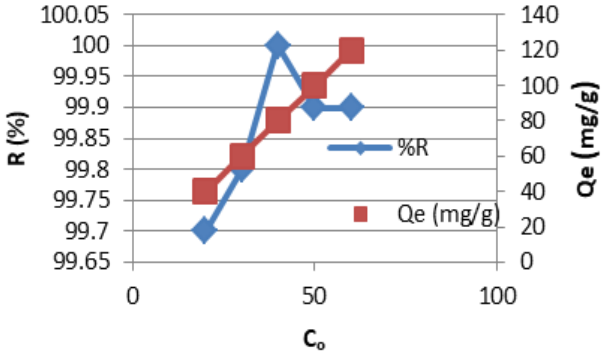
مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/



شكل 3: تأثير الدالة الحامضية على النسبة المئوية لإزالة Cd^{+2} وعلى سعة الامتزاز

تأثير التركيز:

تَمَّ دراسة تأثير تركيز المادة الممتزة على النسبة المئوية لإزالة Cd^{+2} وعلى سعة الامتزاز، باستخدام تراكيز مختلفة من محلول أيونات الكادميوم ($20-60mg/l$) عند ثبوت وزن المادة المازة ($0.05g$) ودرجة الحرارة $25°C$ وزمن الرج $50min$ تشير النتائج الموضحة في الشكل (4) إلى أنه بزيادة التركيز الإبتدائي للمادة الممتزة من($20-40mg/l$)، فإن النسبة المئوية للإزالة ارتفعت من ($99.7-100\%$). ولكن بزيادة التركيز الإبتدائي للمادة الممتزة من ($40-60mg/l$)، فإن النسبة المئوية للإزالة انخفضت بشكل ملحوظ. ويرجع السبب في ذلك إلى تشبع مراكز الارتباط النشطة المتاحة للامتزاز، وبما أن أعلى نسبة مئوية للإزالة، تمَّ الحصول عليها عندما كان التركيز الإبتدائي للمادة الممتزة ($40mg/l$)، فقد تمَّ اختياره كأفضل تركيز إبتدائي في هذه الدراسة. أما سعة الامتزاز ازدادت بشكل ملحوظ بزيادة التركيز الابتدائي للمادة الممتزة.

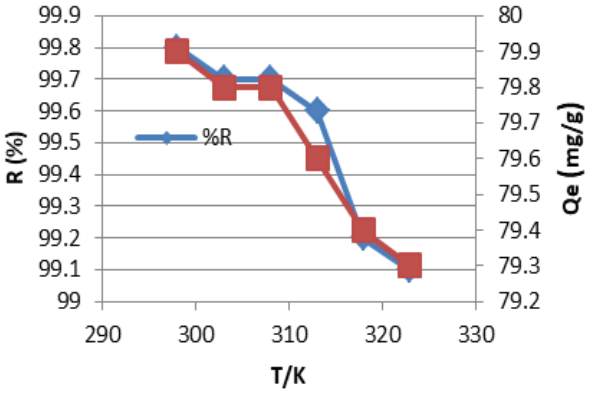


شكل 4: تأثير تركيز المادة الممتزة على النسبة المئوية لإزالة Cd^{+2} وعلى سعة الامتزاز

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

تأثير درجة الحرارة:

تَمّتْ دراسة تأثير درجة الحرارة على النسبة المئوية لإزالة Cd^{+2} وعلى سعة الامتزاز، وذلك بتغير درجة حرارة المحلول (25−50°C)، وثبوت العوامل الأخرى pH يساوي 6، وزن المادة المازة (0,05g)، تركيز محلول أيونات الكادميوم ($40mg/l$)، وزمن الرج 50min. تُشير النتائج الموضحة في الشكل (5)، إلى أن كلٍّ من النسبة المئوية للإزالة وسعة الامتزاز انخفضت بزيادة درجة حرارة المحلول من (323−298K)، مما يدل على أن عملية الامتزاز طاردة للحرارة (Exothermic).



شكل 5: تأثير درجة الحرارة على النسبة المئوية لإزالة Cd+2 و على سعة الامتزاز

ايزوثيرم الامتزاز:

تَمَّتْ دراسة ايزوثيرمات الامتزاز من النتائج المتحصل عليها من تأثير التركيز الإبتدائي للمادة الممتزة (نترات الكادميوم)، على عملية الامتزاز. وتَمَّ تطبيق ايزوثيرم كلٍّ من لانجماير وفرندليش لوصف عملية الامتزاز.

نموذج لانجماير:

يفترض حدوث الامتزاز على سطح أحادي الطبقة ذو عدد محدد من المواقع المتطابقة، كما يفترض أنه لا يوجد أي تفاعل بين الجزيئات الممتزة. المعادلة الخطية لنموذج لانجماير يمكن تمثيلها رياضياً بالمعادلة التالية:

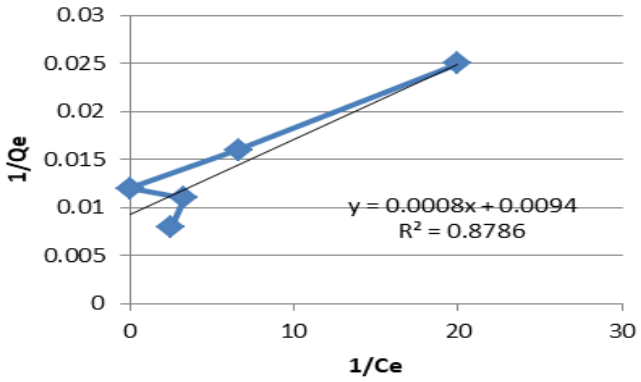
$$\frac{1}{q_e} = \frac{1}{K_L qm}\left(\frac{1}{C_e}\right) + \frac{1}{qm} \quad (4)$$

حيث أن:

K_L تمثل ثابت لانجماير(L/mg)، q_{max} تمثل اقصى كمية من المادة الممتزة (mg/g)، C_e تمثل تركيز المادة الممتزة عند الاتزان (mg/l).

وبرسم العلاقة البيانية بين $\frac{1}{qe}$ ضد $\frac{1}{Ce}$ يمكن تقدير قيم الثوابت من خلال ميل الخط المستقيم ونقطة التقاطع.

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/



شكل 6: ايزوثيرم لانجمايرلامتزاز ايونات الكادميوم Cd+2 على سطح مسحوق اوراق النبق

السمة الأساسية لنموذج لانجماير هي حساب معامل الفصل (R_L) والذي يتوقع نوع نظام الامتزاز هل هو مفضل أم لا.

والذي يحسب من العلاقة التالية:

$$R_L = \frac{1}{1+K_L C_o} \quad (5)$$

حيث ان C_o تمثل التركيز الابتدائي (mg/l) .

وتُشير قيمة R_L إلى مدى قبول شكل الأيزوثيرم المتحصل عليه، حيث أنه يُعد غير مفضل عندما تكون قيمة (R_L>1)، في حين يكون مفضـلاً ومقبولاً عندما تكـون قيمـــة (R_L< 1> 0)، بينما خطي عندما تكون (R_L = 1) و يكون غير عكسي عندما تكون قيمة (R_L = 0).

نموذج فرندليش [16.14]

يستخدم هذا النموذج لوصف نظام امتزاز ذو توزيع طاقة غير متجانس. و يمكن التعبير عنه رياضيا باستخدام المعادلة التالية:

$$\log Q_e = \log KF + \frac{1}{n}\log C_e \quad (6)$$

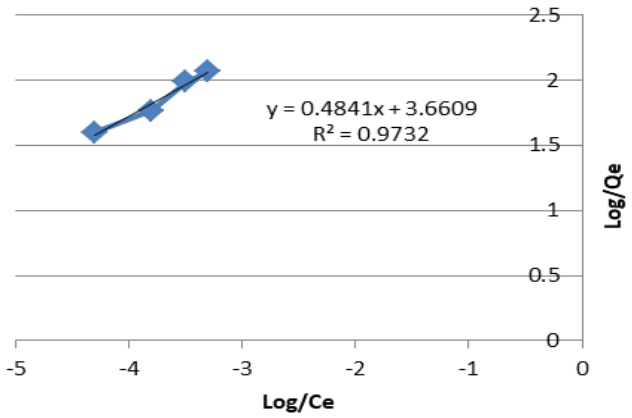
حيث أن:

KF ثابت فرندليش ويرتبط بطاقة الارتباط، n/1 معامل عدم التجانس.

حيث أن n تُمثل شدة الامتزاز وهي مقياس للانحراف عن الخطية، وهي تحدد نوع عملية الامتزاز . فإذا كانت قيمة (n=1) فهذا يدل على أن عملية الامتزاز خطية، أما إذا كانت (n > 1) فهو دليل على أن الامتزاز مفضل ومن النوع الفيزيائي، وعندما تكون قيمة (n < 1) فيشير ذلك إلى أن الامتزاز من النوع الكيميائي .

ثوابت فرندليش يمكن حسابها من ميل و نقطة تقاطع الخط المستقيم للعلاقة بين $\log q_e$ ضد $\log C_e$

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/



شكل 7: ايزوثيرم فرندليش لامتزاز ايونات الكادميوم Cd^{+2} على سطح مسحوق اوراق النبق

جدول1: قيم ثوابت لانجماير وفرندليش

Langmuir			Freundlich		
$Q_{max}(mg\ g^{-1})$	$K_L(L\ mg^{-1})$	R^2	$K_F(L\ g^{-1})$	n	R^2
106.3	11.75	0.8786	4.580	2.06	0.973

ومن خلال الجدول يمكن ملاحظة أن معامل الأرتباط (R^2) لأيزوثيرم لانجماير (0.8786)، أقل من معامل الارتباط (R^2) لأيزوثيرم فرندليش (0.9732) وهذا يشير إلى أن ايزوثيرم فرندليش أكثر ملائمة لوصف امتزاز أيونات الكادميوم Cd^{+2} على سطح مسحوق أوراق النبق (السدر)، كما نلاحظ أن قيمة n اكبر من 1 مما يدل على أن الامتزاز مفضل ومن النوع الفيزيائي.

جدول 2: قيم معامل الفصل (R_L) عن تراكيز مختلفة

C_0	R_L
20	1.5
30	2.3
40	3.1
50	3.9
60	4.7

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

الدراسة الثيرموديناميكية:

تُعد دراسة الدوال الثيرموديناميكية للامتزاز في غاية الأهمية؛ لأنها تعطينا معلومات يمكننا من خلالها معرفة اتجاه عملية الامتزاز، وطبيعة القوى التي تسيطر عليها ونظام الامتزاز من الناحية الثيرموديناميكية. وتَمَّ حساب قيم الدوال الثيرموينامكية المتضمنة لطاقة الجبس الحرة (ΔG)، الانثالبي وكمية الحرارة المصاحبة لعملية الامتزاز (ΔH) والانتروبي (ΔS) [17] ، باستخدام المعادلات التالية:

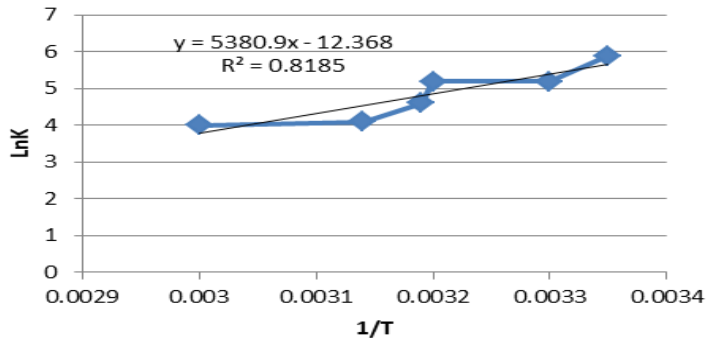
$$\Delta G^\circ = -RTLnK \qquad (7)$$

$$LnK = \frac{\Delta S^\circ}{R} - \frac{\Delta H^\circ}{RT} \qquad (8)$$

$$K_C = \frac{C_s}{C_e} \qquad (9)$$

حيث R الثابت العام للغازات، T درجة الحرارة المطلقة (K)، Kc معامل التوزيع، Cs تركيز المادة الممتزة على سطح المادة المازة، Ce تركيز المادة الممتزة عند الاتزان.

وبرسم العلاقة بين LnK مقابل T/1 نحصل على خط مستقيم و من ميل هذا الرسم نحصل على حرارة الامتزاز (ΔH) [17].



شكل 8: العلاقة بين LnK مقابل T/1 لحساب الثوابت الثيرموينامكية لامتزاز ايونات الكادميوم على سطح مسحوق أوراق النبق

جدول 3: قيم الثوابت الثيرموديناميكية

Temperature (K)	ΔG° (KJ mol^{-1})	ΔH° (KJ mol^{-1})	ΔS° (J K^{-1} mol^{-1})
298	−9.2	*−38.8*	−101.5
303	−8.08		
308	−7.37		
313	−7.26		
318	−6.68		
323	−6.18		

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

ويلاحظ من الجدول أن قيمة الانثالبي ΔH قيمة سالبة وهذا يدل على أن عملية الامتزاز طاردة للحرارة (Exothermic Process). أي أن سعة الامتزاز تقل بزيادة درجة الحرارة، و أن قيمة طاقة الجبس الحرة ΔG سالبة وهذا يشير إلى أن عملية الامتزاز تلقائية وتزداد التلقائية بازدياد درجة حرارة. وتشير قيمة الانتروبي ΔS السالبة إلى أن عملية الامتزاز منتظمة.

الاستنتاجات:

من خلال هذه الدراسة والنتائج المتحصل عليها يمكن الخروج بالاستنتاجات الآتية:

إن أفضل إزالة لأيونات الكادميوم Cd^{+2} تمَّ الحصول عليها عند $6pH$، ووزن المادة المازة (مسحوق أوراق النبق) 0.05g، و زمن رج 50، و تركيز إبتدائي $40mg/l$ ، ودرجة حرارة 25°C. وتزداد سعة الامتزاز بزيادة تركيز المادة الممتزة، وتقل بزيادة وزن المادة المازة ودرجة الحرارة. وبتطبيق ايزوثيرمات لانجماير وفرندليش، أوضحت النتائج أن نموذج فرندليش أكثر ملائمة لوصف امتزاز أيونات الكادميوم على سطح مسحوق أوراق النبق. وبحساب قيم الدوال الثيرموديناميكية ، أظهرت النتائج أن عملية الامتزاز تلقائية من القيم السالبة لـ ΔG، وطاردة للحرارة من القيم السالبة ΔH، بينما دلت القيم السالبة لـ سΔ إلى أن عملية الامتزاز أكثر انتظاماً وأن الجزيئات الممتزة تفضل الإمتزاز على سطح المادة المازة من البقاء في المحلول.

التوصيات:

بناءً على النتائج المتحصل عليها من هذا البحث نقترح التوصيات التالية :

تنقية المياه الملوثة بالمخلفات الكيميائية كالعناصر الثقيلة و الأصباغ قبل طرحها في الأنهار و البحار و المحيطات، مما قد يساعد في الحصول على بيئة نظيفة. و كذلك الكشف الدوري و التحليل الحيوي و الكيميائي للمياه للتأكد إن كانت المعادن الثقيلة تتواجد بنسب تسبب مشكلة للمياه المتواجدة فيها.

دراسة امكانية استخدام ورق نبات السدر(النبق) في إزالة الملوثات البيولوجية، والطبية. وأيضاً دراسة امتزاز مجموعة مواد مذابة في محلول واحد على السطح الماز سيكون أمراً مفيداً في مجالات تنقية المياه.

قائمة المراجع:

[1] أ. د. عبد العليم سليمان أبو مجد، أ. د. فاطمة حافظ كمال محمد. أساسيات الكيمياء الفيزيائية، دار النشر للجامعات، مصر، 2005.

[2] د. احمد محمد عزام. الكيمياء الفيزيائية. الدار الدولية للنشر والتوزيع، القاهرة، الطبعة الأولى 1995 . 1462.

[3] د. حسن أحمد شحاتة. كيمياء السطوح والحفز، دار الفجر للنشر والتوزيع.

[4] جمال عويس السيد. الملوثات الكيميائية للبيئة، دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة، 2002.

[5] أسامة احميد شعبان، الكوارث البيئية والأخطار، الطبعة الاولى 2009.

[6] Reed,B. F ., Arunnachalam, S.Thomas, B.1994. "Removal of lead and cadmium from aqueous waste streams using Granular activated carbon" (GAC) columns ,Environ Prog 13, 60 .

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

[7] Neal , B. G .Lawrence, E.B.,Wendt, J.L .,1990 , "Alkali metal partitioning in ash from pulverized coal combustion" , Combust. Sci .Trch . 74 , 211.

[8] Dakiky , M.. Khamis, M ., Manassra , A ., Mer`ed , M ., 2002 "Selective adsorption of chromium (VI) in industrial wastewater using low-cost abundantly available adsorbents" Advances in Environmental Research ,6 , 120

[9] Ali , M ., Mohammed Najar , P . A ., 1997 , " Treatment methods for the removal of heavy metal pollutants from water and wastewater " J . Ind Oollut . Control , 13 , 85

[10] McKay , G. , 1982 m "Adsorption of dyestuffs from aqueous solutions with activated carbon , Part I:Equilibrium and batch contact-time studies" , J Chem . Technol Biotechnol . , 32 , 759 .

[11] Sa,Y Kutsal, T 1995 , "Copper (II)
and nickel (II) adsorption by Rhizopus Arrhizus
in batch stirred reactors in series " ,
Chem . Eng journal , 58 , 265 .

[12] Ozer , A ., Ekiz , H . I., Ozer , D ., 1997 , "A comparative study of the biosorption of cadmium (II) ions " , S Leibleinii and R . Arrhizus , Chimica Acta Turcica , 25 , 63 .

[13] Langmuir I .,1976 "The constitution and fundamental properties of solids and liquids " , J Am . Chem .Soc ., 38 , 2221.

[14] Freundlish , H ., 1906 , "Uber die adsorption in lusungen " , J Phys . Chem ., 57 , 385 .

[15] Golamali H ,Hossein A , Majid M ," investigation of Langmuir and frendlich Adsorption Isotherm of Pb^{+2} Ions by Micro powder of Cedar Leaf " J. phys , theor . chem . IAU Iran .2016

[16] Pawan K , Rani D," Adsorption Isotherm study of Cadmium on Dairy sludge based Adsorbent" IJIRST, Issue 11, April 2015.

[16]A.O.Dada,J.Ojediran,F.E.Dada,A.I.Lawai,A.P.Olalekan,O.Dada, Modeling of Biosorption of PB (II) and ZN (II) ions onto pamirh : Langmuir , freundlich , temkin ,

مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
Journal homepage: wwwhttps://fezzanu.edu.ly/

dubinin- raduskevich , jovanovic , flory –huggins , fowler- guggenheim and kiselev comparative isotherm studies.IJMET,10,2,2019,1048-1058

[17] J .J Gongden * J . Nnebedum R . A . Lawal S . Y . Goji Biosorption of pd(ii)I ions from aqueous solution using Tomato (lycopersicum) Roots;Equilibrium,Kinetic,And Thermodynamicstudy J.m.east and N.africa sciences,2019,5(12),1-8 .