

## دراسة نماذج لانجمير - فريندليش و ديوبينن رادوشيكيفش لامتزاز ايونات الرصاص والنحاس من المحاليل المائية باستخدام مسحوق بدور المورنجا

ابوبكر ابراهيم الحاجي<sup>1</sup>، وفاء صالح الكريكشي<sup>2</sup>، نعيمة احمد طيبة<sup>3</sup>  
قسم الكيمياء - كلية التربية جنزور - جامعة طرابلس<sup>(1)</sup>  
قسم الهندسة الكيميائية - كلية التقنية الهندسية جنزور<sup>(2,3)</sup>

### المخلص:- (Abstract)

تعتبر تقنية الامتزاز من أهم التقنيات التي استخدمت في معالجة مشكلة تلوث المياه، وذلك لكفاءته العالية وبساطة التكنولوجيا المستخدمة بتكلفة محدودة، تناولت هذه الدراسة امتزاز عنصري الرصاص والنحاس في المحاليل باستخدام مسحوق بدور المورنجا كمادة مازة . اجريت التجربة في مختبرات مركز بحوث النفط ، اذ اختبر امتزاز بعض العناصر الثقيلة (الرصاص و النحاس) من محاليلها المائية . اخضعت عملية الامتزاز الى معادلات الامتزاز لانجمير (Langmuir) - فريندليش (Freundlich) و ديوبينن رادوشيكيفش (D-R) (Dubinin-Radushkevich) واعطت كل المعادلات وصف جيد لتفاعل العناصر المدروسة على اسطح بدور المورنجا ، من أجل دراسة عملية الاتزان لهذه العناصر حيث وجد أن نموذج لانجمير و فريندليش أكثر ملاءمة في تفسير امتزاز هذه العناصر وذلك من خلال قيم معامل الارتباط  $R^2$  والتي كانت (0.991 و 0.9971) و (0.9844 و 0.8675) لنموذجي لانجمير و فريندليش لايوني الرصاص والنحاس على التوالي بينما كانت في نموذج ديوبينن رادوشيكيفش (0.7807 و 0.674) ، كما تبين عنصري قيد الدراسة في تفضيلها لأسطح الامتزاز فبينما تفوق ايون الرصاص في الامتزاز على اسطح بدور المورنجا على ايون النحاس الذي اعطى نسبة امتزاز اقل.

الكلمات الاستدلالية: المورنجا، التحاليل، التلوث، الرصاص، العناصر الثقيلة

### 1. المقدمة:- (Introduction)

تعتبر النشاطات الصناعية المصدر الرئيسي لتلوث المياه بسبب المخلفات الكيميائية التي تحتوي على العناصر الثقيلة وبعض المواد السامة التي تؤثر على الصحة والبيئة وتمثل العناصر الثقيلة التي لا تتحلل حيويًا وهي تتجه للتجمع في اجسام الكائنات الحية وبعضها سام مثل الزنك والنحاس والرصاص والنيكل والكاديوم<sup>(1)</sup>. لقد اصبح من الضروري استخدام بعض التقنيات لتفادي هذه الملوثات او التقليل منها في المياه ويعد الامتزاز من اهم هذه الطرق لكفاءتها وهناك طرق اخرى لإزالة العناصر الثقيلة مثل طريقة اغشية الفصل والترسيب الالكتروكيميائي والتبادل الايوني وغيرها والتي تختلف فيما بينها للكلفة والتعقيد والكفاءة<sup>(2)</sup>.

### الوصف النباتي للمورنجا

المورنجا شجره سريعة النمو وهي احدى الأنواع من عائلة (Moringaceae Iiyasu et al. 2020) وهي من النباتات مغطاة البذور angiosperm وهي شجرة صغيرة إلى متوسطة الحجم يبلغ ارتفاعها 3 - 12 متر ، تقريبا وقطرها 20 - 40 سننمتر ولها ساق قائم وهش وقلق أبيض ناعم يميل إلى الرمادي وتحتوي على أفرع متدلية و اسمها العلمي Moringa oleifera Lam. والاسم المرادف له Moringa pterygosperma Gaertn ، اصل شجرة المورنجا اوليفيرا من الهند حيث تنمو في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية وتزرع في جميع أنحاء العالم وانتشرت زراعتها في وقتنا الحاضر في الشرق الاوسط وفي الدول الآسيوية وفي افريقيا ولا تزال تنتشر في مناطق اخرى من العالم<sup>(3)</sup>.

فضلاً عن استعمال مسحوق بذورها في تنقية المياه من الشوائب، إذ ترتبط جزيئات البروتين الذائبة في الماء ذات الشحنة الموجبة، والتي تكون ذات او زان جزئية منخفضة وتعمل على الاتحاد مع جزيئات الطين والبكتيريا والغبار التي تكون مشحونة بشحنة سالبة، فتتكون جزيئات كبيرة تنسحب إلى الاسفل مما يسهل فصلها عن الماء، وتعمل على تقليل البكتيريا والطفيليات بنسب عالية إذ تكون أقل كلفة وبدون آثار جانبية مقارنة بالمواد الكيميائية التقليدية.

## 2. الدراسات السابقة:- (Literature Review)

1\_ قام الدبيكل وأخرون<sup>(4)</sup> بإزالة بعض المعادن الثقيلة من مياه الصرف الصحي باستعمال الكيتوسان المستخلص من مخلفات القشريات . وتم دراسة الدور الحيوي لمركب الكيتوسان , و المحضر بالطريقة الكيميائية من قشور الروبيان نوع *penaeus semisulcatus* و الهيكل الخارجي للسرطان البحري *portunus pelagicus* في بعض التطبيقات الزراعية و الصناعية , حيث استخدم بتركيز 1% (وزن:حجم) و علي اس هيدروجيني (4 و 8) لمدة 12 ساعة في تقليل نسبة العناصر الثقيلة (الرصاص , الزنك , الحديد , النحاس , الكاديوم) , لمخلفات مياه الصرف الصحي . و تم تقدير تركيز المعادن بواسطة جهاز مطياف الامتصاص الذري *Flame atomic absorption spectrophotometer* . أظهرت نتائج الدراسة بأن اعلى تركيز للعناصر المعدنية للمياه كانت قبل المعاملة بمركب الكيتوسان , حيث أظهرت حصول انخفاض واضح في تركيز المعادن كنسبة مئوية بعد معاملتها بالكيتوسان , اذ امتلك كيتوسان السرطان البحري امكانية عالية في امتزاز العناصر المعدنية مقارنة بكيتوسان قشور الروبيان و قد بينت النتائج ان اعلى نسب مئوية لامتزاز العناصر المعدنية كانت عند الاس الهيدروجيني 4 مقارنة مع 8 و قد اثبتت النتائج الدراسة امكانية الكيتوسان العالية في امتزاز و ترسيب الايونات المعدنية من المياه الملوثة.

2\_ في هذه الدراسة استخدم مسحوقي القهوة والشاي كمادة مازة طبيعية لأيونات الحديد، النحاس، والكوبلت. تبين أن عملية الامتزاز تعتمد بشكل كبير على مجموعة من المتغيرات وهي الرقم الهيدروجيني، كمية المادة المازة، والتركيز الأولي لأيون المعدن. استخدم نموذجي لانجماير وفرويندليش من أجل دراسة عملية الاتزان لهذه الأنظمة، حيث وجد أن نموذج لانجماير أكثر ملائمة لتفسير هذه الأنظمة وذلك من خلال قيمة معاملات الارتباط ( $R^2$ ) والتي كانت أكبر من 0.99 وقيم سعة الامتزاز المحسوبة من خلال نموذج لانجماير كانت لمسحوق القهوة 28.5 و 26 و 244 ملجم/جم، وبالنسبة لمسحوق الشاي 286 و 417 و 244 ملجم/جم، وذلك لأيونات الحديد، النحاس، والكوبلت، على التوالي. وبهذه النتائج المتحصل عليها فإن مسحوقي القهوة والشاي يعتبر من المواد المازة الفعالة، غير المكلفة، والصديقة للبيئة في ازالة العناصر الثقيلة من المحاليل المائية<sup>(5)</sup>

3\_ إلهام منير بدور<sup>(6)</sup> قامت بدراسة تقنية بسيطة لتنقية المياه في التجمعات الصغيرة و المناطق المعزولة باستخدام مواد طبيعية، تبقى عملية تنقية المياه في التجمعات الصغيرة المعزولة باستخدام مواد طبيعية مفضلة بسبب بساطتها النسبية، و كلفتها المناسبة و كفاءتها الجيدة . فقد تطرق البحث لدراسة تنقية المياه المستخدمة للشرب في تلك المناطق ؛ حيث اخذت عينات من مياه طبيعية من مصادر مختلفة من مناطق و سدود و ينابيع و انهار مختلفة و تمت معالجتها باستخدام مسحوق بذور المورينجا , اضافة الي تطوير عملية التنقية باضافة الرمل بهدف الحصول علي مياه صالحة للشرب و ذلك عند لزوم استخدام الكلور و الذي يتفاعل مع المواد العضوية الموجودة في المياه و المسببة للسرطانات للإنسان.

## 3. مواد البحث وطريقة التحليل:- (Materials and analysis methods)

1.3- جمع العينات: تم جمع بذور نبات المورنجا والمتوفرة في الحقول الزراعية لمنطقة الكريمة. غسلت هذه البذور عدة مرات بالماء المقطر ورشحت تم جففت عند درجة حرارة 105م°. بعد ذلك تم طحنها يدويا في هاون خزفي ثم طحنت آليا للحصول على مسحوق بذور المورنجا ثم تمت الغريلة باستخدام منخل حجم حبيباته (500 mm<sup>3</sup>)

2.3 المواد الكيميائية : استخدم ماء منزوع الأيونات H<sub>2</sub>O, حمض النيتريك المركز HNO<sub>3</sub> من شركة (Aldrich), نترات الرصاص Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ونترات النحاس Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> من شركة (BDH) وهيدروكسيد الصوديوم NaOH من شركة (Aldrich).



شكل (1) طرق تحضير العينة

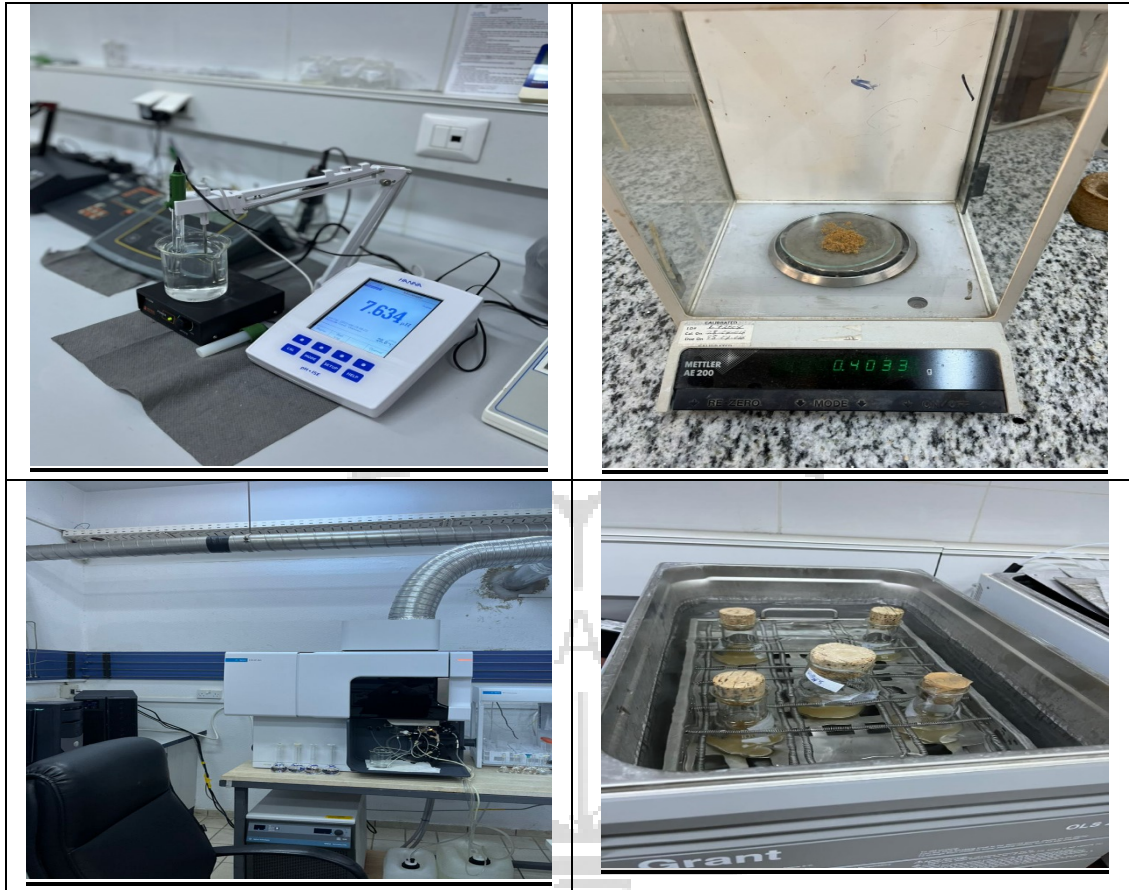
**3.3 الأجهزة:** الحمام المائي (Water Bath)، جهاز الرج (large Capacity Reciprocating Shaker) جهاز التجفيف (Drying Oven)، جهاز قياس درجة الحموضة (pH Meter)، ميزان حساس (Sartorius Median) وجهاز المطياف الذري نوع (Agilent 5110ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy) مالميزي الصنع التابع لمركز بحوث النفط.

#### 4.3 تحضير العينات وطرق العمل:

تم تحضير محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.1 M ومحلول حمض النيتريك تركيزه 0.1 M. حضرت المحاليل للعناصر المدروسة: الرصاص  $Pb^{+2}$  والنحاس  $Cu^{+2}$  من خلال المواد  $Pb(NO_3)_2$  و  $Cu(NO_3)_2$  باخذ 7.99g و 14.76g على التوالي لتحضير 5000 mg/L (ppm) لكل عنصر.

و حضر أيضا محاليل مخففة من العناصر المذكورة بتركيز مختلفة 100 ppm و 500 ppm و 1000 ppm و 5000 وذلك باستخدام قانون التخفيف وأخذت الأحجام المطلوبة من المحلول القياسية لكل عنصر و حضرت في حجم 250ml من الماء المقطر.





شكل (2) توضيح الاجهزة المستخدمة

### • التجربة الاولى:- تثبيت جميع العوامل وتغير pH يوم التطبيق والتقنية

يتم ضبط pH وذلك باخذ 20 مل من تركيز 100 ppm عند (pH2, pH3, pH4, pH5, pH6, pH7) بواسطة محلول حمض النيتريك تركيزه 0.1 M ومحلول من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.1 M و لدراسة مدي امتزاز بدور المورنجا لكل عنصر على حدا وذلك بتثبيت pH لكل عنصر على اعلى امتزاز تم بتثبيت زمن الرج وتثبيت كمية المادة الممتزة (بدور المورنجا) يرشح المحلول تم يقاس المتبقي من العناصر.

### • التجربة الثانية:- تثبيت جميع العوامل وتغيير تراكيز العناصر

نحضر تراكيز مختلفة من العناصر 100 ppm و 500 ppm و 1000 ppm و 5000 ppm وتثبيت pH على اعلى امتزاز لكل عنصر وتم تثبيت زمن الرج وتثبيت كمية المادة الممتزة (بدور المورنجا) يرشح المحلول تم يقاس المتبقي من العناصر.

### • التجربة الثالثة:- تثبيت جميع العوامل وتغيير كمية المادة الممتزة.

نحضر اوزان مختلفة من المادة الممتزة في عدة دوارق تم تثبيت pH لكل عنصر على اعلى امتزاز و يثبت زمن الرج والتركيز.

### • التجربة الرابعة:- تثبيت جميع العوامل مع تغيير زمن الرج.

نجعل زمن الرج مختلف مع تثبيت pH لكل عنصر على اعلى امتزاز ويثبت التركيز ووزن المادة الممتزة تم يرشح المحلول تم يقاس المتبقي لكل عنصر. ( لكل التجارب كان pH لاعلى كمية امتزاز وكان التركيز عند 100 ppm وكان زمن الرج 90 دقيقة وكمية المادة المازة 0.5 g للارباع التجارب السابقة)

**3-5- طريقة التحليل:** (تعيين ايوني الرصاص والنحاس): استعمل جهاز الامتصاص الذري نوع Agilent 5110ICP-OES ((Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy)) مالىزي الصنع بمعمل مركز بحوث النفط , مما يسمح بتقدير تراكيز ميكروجرامات من العناصر في الجرام من المادة، ليمثل تركيز العنصر المتبقي حسب النسبة المئوية للامتزاز من القانون التالي<sup>(7)</sup>:

$$\% = \frac{C_i - C_f}{C_i} \quad (1)$$

$C_i$  - تساوي التركيز الابتدائي للعنصر mg/L و  $C_f$  - تساوي التركيز النهائي للعنصر mg/L وحسبت الكمية الممتزة من العنصر من القانون التالي:

$$q = \frac{(C_o - C_e) \cdot V}{M} \quad (2)$$

حيث إن:

$V$  = حجم المحلول باللتر.

$M$  = كتلة المادة المازة بالمجم.

$C_o$  = التركيز الابتدائي لأيون العنصر بالمجم/لتر.

$C_e$  = التركيز النهائي المتبقي لأيون العنصر بالمجم/لتر في المحلول المائي

#### ❖ نموذج لانجمير: Langmuir

يستخدم هذا النموذج لافتراض حدوث امتزاز سطح أحادي الطبقة ذو عدد محدد من المواقع المتطابقة، والسمة الأساسية لنموذج لانجمير هي قيمة معامل الارتباط ( $R$ ) الذي يتوقع نوع النظام<sup>(8,9)</sup>

$$q_s = \frac{Q_o K_L C_e}{1 + K_L C_e} \quad (3)$$

التحويل الخطي للمعادلة (3) لهذا النموذج له المعادلة الآتية:

$$\frac{1}{q_s} = \frac{1}{Q_o} + \frac{1}{Q_o K_L C_e} \quad (4)$$

كما تم حساب ثابت لانجمير ( $K_L$ ) والسعة القصوى للامتزاز ( $Q_o$ ) من رسم العلاقة بين ( $1/C_e$ ) مقابل ( $1/q_e$ )<sup>(10)</sup> حسب المعادلة (4) وحساب معامل الفصل ( $R_L$ ) الذي يحدد نوع نظام الامتزاز حسب معادلة<sup>(5,11)</sup>

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

حيث إن:

$K_L$  = ثابت لانجمير الذي يعبر عن طاقة الامتزاز.

حيث إنه عندما تكون ( $R_L=0$ ) فإن الامتزاز غير عكسي، و ( $R_L=1$ ) فإن النظام خطي، و ( $R_L<1$ ) فإن نظام الامتزاز غير مفضل، و ( $R_L>1$ ) فإن النظام مفضل

#### ❖ نموذج فريندليش: Freundlich

يستخدم هذا النموذج لامتنزاز التماثل الحراري علي بيانات العناصر المدروسة بعد اخذ المعادلة الخطية له (13):

$$\text{Log} \frac{X}{m} = \text{Log} K_f + \frac{1}{n} \text{Log} C_e \quad (6)$$

حيث إن:

$C_e$  = التركيز النهائي للأيون عند الاتزان.

$Q_e$  او  $X/m$  = سعة الامتنزاز عند الاتزان.

$K_f$  و  $1/n$  = ثوابت فريندليش.

#### ❖ نموذج ديوبينن رادوشكيفش: (Dubinin–Radushkevich) (D-R)

طبقت بيانات الامتنزاز ايضا على معادلة التماثل الحراري (R-D) (Dubinin- Radushkevich isotherm) لتقدير نوع الامتنزاز (فيزيائي أو كيميائي) من خلال المعادلة الخطية لها (14-18):

$$\text{Ln}q = \text{Ln}q_m - K_{ad} \varepsilon^2 \quad (7)$$

حيث ان  $\varepsilon^2$  يمثل جهد بولاني Polanyi potential حيث يساوي:

$q$  = كمية الايون الممتز لكل وحدة وزن من مادة الامتنزاز ( $q_m$  و  $\text{mol/g}$ ) = السعة الامتنزالية ( $\text{mol/g}$ ) و  $K_{ad}$  = ثابت يرتبط بطاقة الامتنزاز ( $\text{mol}^2/\text{KJ}^2$ ) و  $R$  = الثابت العام للغازات ( $8.31410^{-3} \text{KJ/K mol}$ ) و  $T$  = درجة الحرارة المطلقة ( $\text{K}^0$ ) يمكن حساب معدل الطاقة الحرة للامتنزاز ( $E$ ) من قيم  $K_{ad}$  المحسوبة والتي تفيد في تقدير نوع عملية الامتنزاز من المعادلة التالية(19):

$$E = \frac{1}{\sqrt{-2K_{ad}}} \quad (9)$$

#### 4- مناقشة النتائج: (Results discussion)

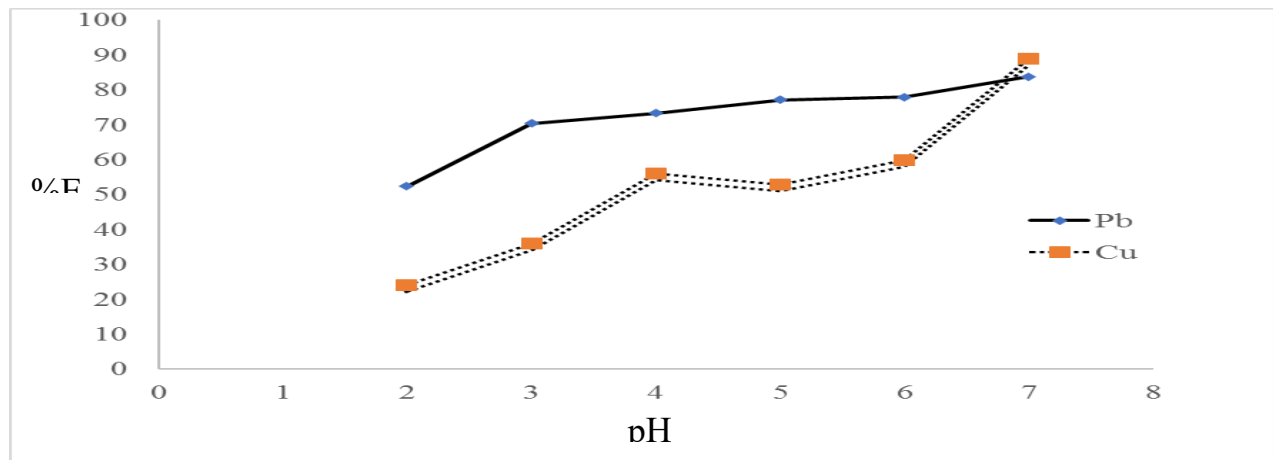
##### 1-تأثير درجة الحموضة PH :

تم دراسة تأثير درجة الحموضة على امتنزاز أيوني الرصاص  $\text{Pb}^{+2}$  وايون النحاس  $\text{Cu}^{+2}$  في نطاق درجة حموضة من (2-7). حيث لوحظ انخفاض نسبة الامتنزاز عند درجة الحموضة المنخفضة في الشكل بسبب منافسة أيونات الهيدروجين لأيونات الرصاص والنحاس على مواقع الامتنزاز والذي يزداد مع نقص درجة الحموضة أما عند درجة الحموضة العالية فقد يقل تركيز أيون المعدن ولكن ليس بسبب الامتنزاز بل بسبب الترسب على صورة هيدروكسيد (7) ، وقد تحقق أعلى نسبة امتنزاز عند  $\text{pH} = 7$ ، كما في الجدول (1) دراسة تأثير درجة الحموضة على نسبة الامتنزاز

جدول 1 نتائج دراسة تأثير pH والتراكيز وكمية المادة المازة وزمن الرج وتحديد النسب المئوية لامتزاز بدور المورنجا على عنصري الرصاص والنحاس (21 و20)

النسبة المئوية لامتزاز	زمن الرج بالدقائق	النسبة المئوية لامتزاز	وزن المادة المازة	النسبة المئوية لامتزاز	التراكيز	النسبة المئوية لامتزاز	pH	العنصر
25.8	30	20.2	0.4	65	100	52.4	2	Pb <sup>+2</sup>
34.2	60	40.8	0.8	87	500	70.4	3	
44.2	90	65.0	1.4	62	1000	73.4	4	
52.2	120	81.4	2.0	56.5	5000	77.2	5	
						78	6	
						83.8	7	
27.7	30	26.1	0.4	24.6	100	24.0	2	Cu <sup>+2</sup>
26.6	60	33.8	0.8	21	500	36.0	3	
25.3	90	42.5	1.4	19	1000	56.1	4	
23.1	120	55.7	2.0	17.1	5000	53.6	5	
						60.1	6	
						89.9	7	

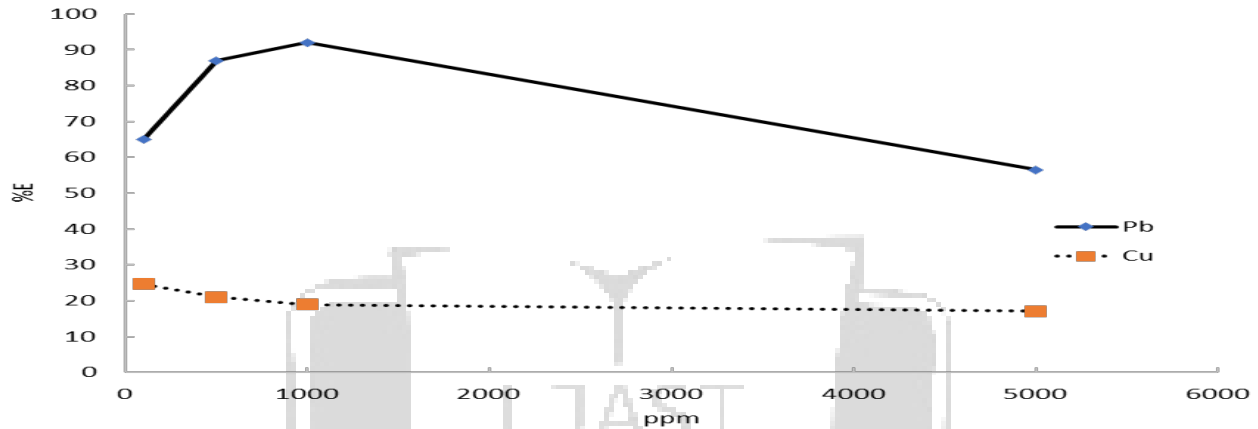
مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية



شكل (3) العلاقة بين قيمة الاس الهيدروجيني والنسبة المئوية لامتزاز لعنصري الرصاص والنحاس

## 2-تأثير تركيز ايوني الرصاص والنحاس

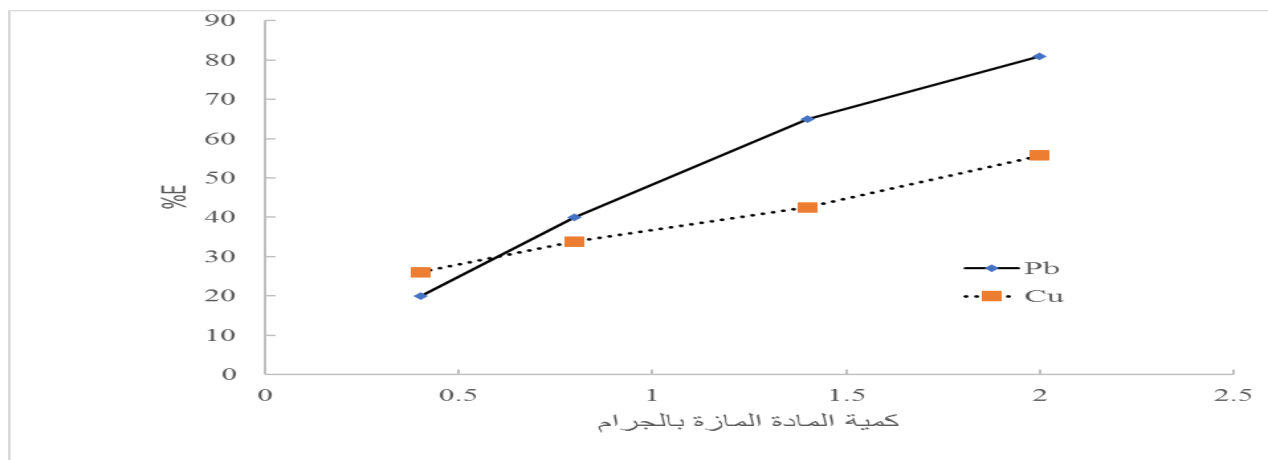
كما تبين في الشكل ( 4 ) تزداد نسبة الامتزاز بزيادة التركيز بالنسبة للرصاص حتى الوصول إلى نسبة الامتزاز القصوى تم تخفيض في التركيز العالي اما بالنسبة لتركيز ايون النحاس فانه يكون اعلى في التركيز المنخفض تم يستقر في زيادة التركيز ، هذا يؤكد وجود عدد كبير من المواقع الفعالة على سطح المادة المازة بالنسبة لايون الرصاص ولكن بالنسبة للنحاس اقل من حيث عدد المواقع وبالتالي فإن امتزاز أيونات الرصاص من المحلول يستمر مع الزيادة في التركيز حتى تعبا كل هذه المواقع ، ويوضح جدول (1) تأثير التركيز الابتدائي على نسبة الامتزاز:



شكل (5) العلاقة بين التراكيز والنسبة المئوية للامتزاز لعنصري الرصاص والنحاس

## 3\_ تأثير كتلة المادة المازة :

أجريت التجارب تحت نطاق كتلة المادة المازة من 0.4 g إلى 2.0 g وكان أفضل امتزاز عند 2.0 g ونسبة إزالة أيوني  $Pb^{+2}$  و  $Cu^{+2}$  تزداد بزيادة كمية المادة المازة كما يوضحه الشكل ( 6 ) ، فإن عدد المواقع المؤهلة للامتزاز سوف تزداد ويرافق ذلك كفاءة في الامتزاز ويعزى إلى أن زيادة كمية المادة المازة يتسبب في زيادة المواقع الجديدة و المهينة للارتباط مع أيونات العنصري (الرصاص والنحاس) ويوضح الجدول (1) تأثير كمية المادة الممتازة على نسبة الامتزاز.

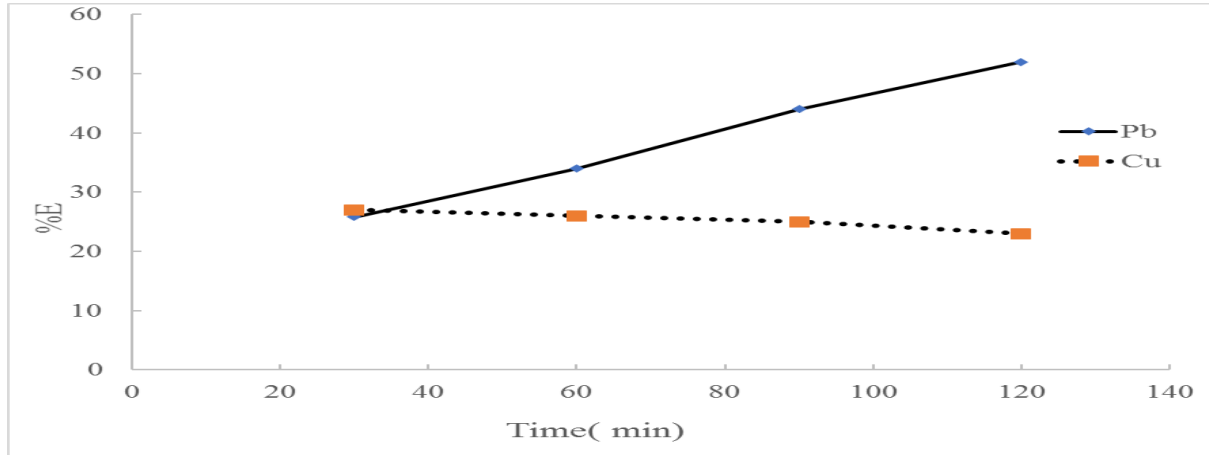


شكل (6) العلاقة بين كمية المادة الممتازة والنسبة المئوية للامتزاز لعنصري الرصاص والنحاس



#### 4-تأثير زمن الرج :

في الفترة الزمنية للرج كانت بين 30دقيقة و120 دقيقة ويلاحظ أن نسبة الامتزاز تزداد بزيادة زمن الرج في ايون الرصاص و يرجع ذلك الي وجود مواقع نشطة على سطح المادة المازة اما بالنسبة لايون النحاس على العكس فكلما زاد زمن الرج قلت نسبة امتزازه ، وكان الزمن اللازم لوصول النظام إلى حالة الاتزان عند 120دقيقة في عنصر الرصاص حيث وصلت إلى 52% ويوضح الجدول (1) تأثير زمن الاتصال على نسبة الامتزاز شكل (7).



شكل ( 7 ) العلاقة بين زمن الرج والنسبة المئوية للامتزاز لعنصري الرصاص والنحاس

لتقييم دراسة وامتزاز عنصري الرصاص والنحاس في الماء الملوث بهاذين العنصرين فقد اختبرت المعادلات الاكثر استخداماً وشمولاً لدراسة تفاعلات الامتزاز (D-R, Freundlich, Langmuir), وقد حصلت هذه المعادلات على قيم تحديد معامل الارتباط ( $R^2$ ) مرتفعة في وصف طبيعة امتزاز الرصاص والنحاس في الماء قيد الدراسة من خلال حساب ثوابت تلك المعادلات جدول (2)

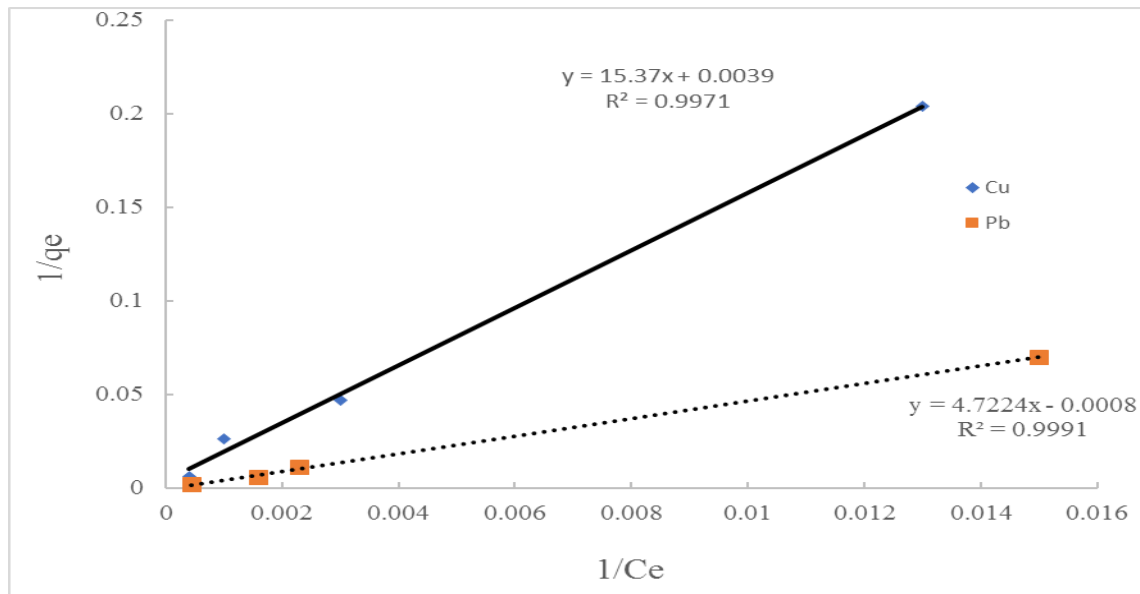
#### 1- لانجمير

إذ تم حساب قيمة ثابت لانجمير ( $K_L$ ) والسعة العظمى للامتزاز ( $Q_{max}$ ) من خلال رسم العلاقة بيانيا بين ( $1/q_e$ ) مقابل ( $1/C_e$ ) للقيم المذكورة في الجدول (2) وكانت كالتالي شكل (8):

جدول ( 2 ) يوضح بيانات الامتزاز لتخطيط لانجمير, فرنديش ديوبينن رادوشيكيفش لايوني الرصاص والنحاس على مسحوق بدور المورنجا

	$C_o$		$Q_e$			$C_e/Q_e$					
	(mg/L)	$C_e$ (mg/L)	$1/C_e$	Log $C_e$	Ln $C_e$	(mg/g)	$1/Q_e$	Log $Q_e$	Ln $Q_e$	g/L	$m^2$
Pb <sup>+2</sup>	100	65	0.015	1.81	4.17	13	0.077	1.114	2.565	5.0	$1.3 \times 10^3$
	500	438.5	0.0023	2.64	6.08	87	0.011	1.940	4.466	5.04	32.39
	1000	621.9	0.0016	2.79	6.43	184	0.0054	2.265	5.215	3.38	38.3
	5000	2825	0.0004	3.45	7.94	565	0.0017	2.752	6.337	5.0	15.68

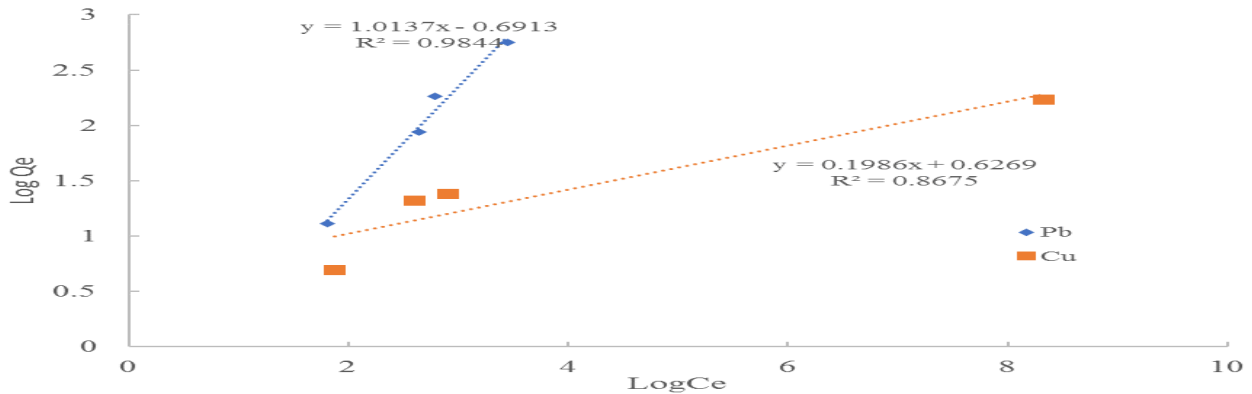
Cu <sup>2+</sup>	100	75.4	0.013	1.88	4.32	4.92	0.203	0.694	1.593	15.33	1024
	500	395	0.003	2.60	5.98	21	0.047	1.322	3.045	18.81	55.08
	1000	810	0.001	2.91	6.70	38	0.026	1.580	3.637	21.32	6.123
	5000	4145	0.0004	3.62	8.33	171	0.006	2.233	5.142	24.24	0.245



شكل (8) يوضح مستقيم لانجماير لامتزاز لا يوني عنصري الرصاص والنحاس على مسحوق بدور المورنجا

## 2- فريندليش مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

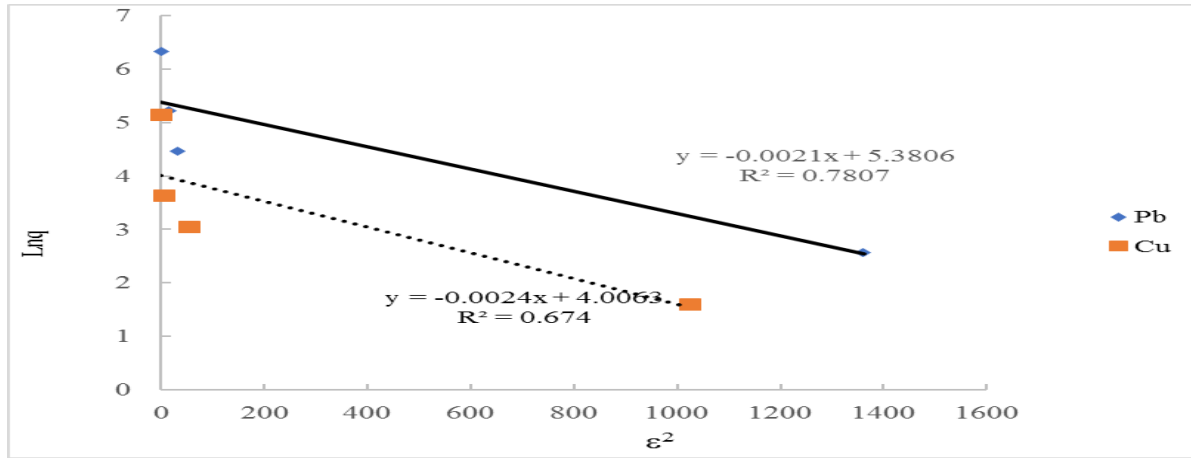
حسبت ثوابت فريندليش ( $n, K$ ) من خلال رسم العلاقة بين ( $\log q_e, \log C_e$ ) شكل (9) المذكورة في الجدول (2) وكانت كالتالي:



شكل (9) يوضح مستقيم فريندليش لامتزاز لا يوني عنصري الرصاص والنحاس على مسحوق بدور المورنجا

### 3- ديوبينن رادوشكيفش

في وصف بيانات تجارب الاتزان الحراري ، بينت نتائج التحليل لامتماز ايونات عنصري الرصاص والنحاس انها لاتخضع لوصف معادلة الاتزان الحراري D-R شكل (10) وذلك من خلال انخفاض معامل الارتباط  $R^2$  بالنسبة لايوني الرصاص والنحاس ، جدول (3) بينما خضعت معادلتها لانجماير وفرندلش لوصف معادلتها الاتزان الحراري من خلال ارتفاع قيم معامل التحديد او الارتباط  $R^2$  وتشير ثوابت معادلة فريندليش ( $n$  و  $K_f$ ) الى كثافة الامتماز والسعة الامتمازية على التعاقب وهذا ما يمثله  $n$  قياس كثافة التبادل او تغاير السطح. وعندما تكون  $n > 1$  فان ظروف الامتماز مفضلة وهذا يدعم النتائج المتحصل عليها المبينة في الجدول (3) بالنسبة لامتماز ايوني عنصري الرصاص والنحاس. وفيما تظهر القدرة العالية الامتمازية لمسحوق بدور المورنجا على ازالة هذه العناصر من المحاليل المائية الملوثة بها وقد اختلفت قابلية سطح الامتماز على مسك ايونات العناصر باختلاف هذه العناصر وذلك ان خصائص سطح الامتماز الفيزيائية وتكوينه الكيميائي قد يكون لها دور في التأثير على طبيعة العلاقة بين سطح الامتماز والمادة المازة.



شكل (10) يوضح التحليل لامتماز ايونات عنصري الرصاص والنحاس انها لاتخضع لوصف معادلة الاتزان الحراري D-R

جدول (3) يوضح نتائج التحليل لامتماز ايونات عنصري الرصاص والنحاس لوصف معادلة الاتزان الحراري لديوبينن رادوشكيفش و لانجماير وفرندلش

METAL IONS	LANGMUIR ISOTHERM				FREUNDLICH ISOTHERM			
	$Q_{max}(mg/g)$	$K_L(mg/L)$	$R_L$	$R^2$	$1/n$	$n$	$K_f(mg/g)$	$R^2$
$Pb^{+2}$	1250	0.2117	0.043	0.9991	1.0137	0.986	0.2036	0.9844
$Cu^{+2}$	256	0.065	0.117	0.9971	0.1986	5.035	4.235	0.8675
DUBININ – RADUSHKEVICH ISOTHERM								
	$q_s(mg/g)$	$K_{ad}$ ( $mol^2/kJ^2$ )	$E(KJ/mol)$	$R^2$				
$Pb^{+2}$	217.15	$2.2 \times 10^{-3}$	0015	0.7807				
$Cu^{+2}$	54.94	$2.4 \times 10^{-3}$	0.014	0.674				

5-المصادر والمراجع:- (Sources and References)

- 1- Fu, F. and Q. Wang. (2011). Removal of heavy ions from wastewaters A 5 Review. J. Envi. Manag. 92: 407-418.
- 2- KCMPT, Kigali Conceptual Master Plan Draft. (2007). Enlisting Condition Analysis, Ministry of Infrastructure, Kigali, Rwanda
- 3-T. Okuda and E. N. Ali, "Application of Moringa oleifera Plant in Water Treatment," in Water and Wastewater Treatment Technologies, Springer, 2019, pp. 63–79
- 4- الدبيكل وآخرون - المجلة السورية للبحوث الزراعية 5(2): 189 - 200. أيلول/سبتمبر 2018
- 5- خالد مفتاح الشريف، إبراهيم حيدر. "دراسة امتزاز أيونات الحديد والنحاس والكوبلت باستخدام مسحوق القهوة والشاي، مجلة العلوم - جامعة مصراته المؤتمر السنوي الثانوي حول نظريات وتطبيقات العلوم الأساسية والحيوية(2008).
- 6- Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (41) No. (3) 2019.
- 7- Gholamali H, Hossein A, Majid M, "Investigation Of Langmuir and Freundlich Adsorption Isotherm Of Pb+2 Ions by Micro Powder Of Cedar Leaf " j. phys,theor.chem.IAU Iran(2016).
- 8- IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC) ISSN: 2278-5736. Volume 3, Issue 1(Nov. – Dec. 2012), PP 38-45
- 9- T.H. Vermeulan, K.R. Vermeulan and L.C. Hall. \_\_Fundamental\_\_ " Ind. Eng. Chem. 5 (1966), p212–223

- 10- I. Langmuir \_\_The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum“. – *J. Am. Chem. Soc.* **40**, 1918, 1362-1403.
- 11- T.N Webber and R.K. Chakravarti : Pore and Solid Diffusion Models for fixed bed adsorbers. *J.Am.Inst.Chem.Eng.*1974 **20**:228-238
- 12- Haghdstet *al.*, *Orient. J. Chem.*, Vol. **33**(3), 1569-1574 (2017)
- 13- N.D. Hutson and R.T. Yang . \_\_Adsorption. *J. Colloid Interf Sci.* (2000), pp 189
- 14- A. Gunay, E. Arslankaya, I. Tosun, Lead removal from aqueous solution by natural and pretreated clinoptilolite: adsorption equilibrium and kinetics, *J.Hazard. Mater.* 146 (2007) 362–371.
- 15- A. Dabrowski, Adsorption—from theory to practice, *Adv. Colloid Interface Sci.*93 (2001) 135–224.
- 16- M.M. Dubinin, The potential theory of adsorption of gases and vapors for adsorbents with energetically non-uniform surface, *Chem. Rev.* 60 (1960) 235–266.
- 17- J.P. Hobson, Physical adsorption isotherms extending from ultra-high vacuum to vapor pressure, *J. Phys. Chem.* 73 (1969) 2720–2727.
- 18- K.Y. Foo and B.H. Hameed, Insights into the modeling of adsorption isotherm systems, *Review Chemical Engineering Journal* 156 (2010)2–10
- 19- ياسين واخرون مجلة الفرات للعلوم الزراعية-9(4) (1448-1461)2007
- 20- فرح حسين الرماحي، م. د. أحمد كاظم الحسنواوي. "استخدام تقنية الامتزاز لإزالة الملوثات المائية". كلية العلوم- قسم الكيمياء جامعة القادسية، العراق(2017).
- 21- نور انور الجبار، م. د. آلاء ناصر حسين. " المعالجة النباتية باستخدام النباتات للسيطرة على التلوث "جامعة ذي قار- العراق2019