P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703
2014 ,(8), (3) :63-69

مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة (JUAPS)

Open Access

امتزاز البارا–كلوروفينول على الكاربون المنشط لمرشحات تنقية مياه الشرب

أياد عبدالرزاق مطر ماجد هادي ظاهر

كلية العلوم – جامعة الانبار

معلومات البحث:

تاريخ التسليم: 2013/00/00
تاريخ القبول: 2014/5/6
تاريخ النشر: / / 2022
DOI: 10.37652/juaps.2014.124113

الكلمات المفتاحية:

الكاربون المنشط،
بارا–كلوروفينول،
الامتزاز،
مرشحات الماء.

الخلاصة:

تم في هذا البحث دراسة امتزاز البارا–كلوروفينول (PCP) على الكاربون المنشط لمرشحات تنقية مياه الشرب المحضر من قشور جوز الهند عند تراكيز مختلفة وبدرجات حرارة مختلفة وقد تم حساب الكمية الممتزة (Q_e) المقابلة لكل قيمة من قيم التراكيز عند الاتزان طيفياً (C_e) وحسبت أيضا النسبة المئوية للكمية الممتزة (Q_e%)، واظهرت النتائج ان النسبة المئوية للكمية الممتزة تزداد مع زيادة تركيز المادة الممتزة لحين الوصول إلى حالة الاتزان وكذلك تزداد مع زيادة درجة الحرارة تقريباً. وقد تم تطبيق معادلات لانكماير وفريندلش وتمكن وتبين ان معادلة فريندلش هي اكثر انطباق من معادلة لانكماير أما معادلة تمكن فنلاحظ أنها أعلى ارتباط وانطباق عند درجة حرارة (333K) مقارنة مع معادلتي فريندلش و لانكماير. كما تم حساب الدوال الثرموداينميكية (ΔG°، ΔH°، ΔS°) وتبين ان عملية الامتزاز ماصة للحرارة حيث يزداد الامتزاز بزيادة درجة الحرارة وان عملية الامتزاز تلقائية ويصاحبها زيادة في العشوائية اي ان ترتيبها على السطح يكون اقل انتظاما من ترتيبها في المحلول.

المقدمة:

تعتبر مشكلة التلوث الهاجس الذي يقلق المجتمعات منذ بداية التقدم الصناعي والتكنولوجي في العالم وذلك لما لها من تأثيرات سلبية وخطيرة على الكائنات الحية وتعتبر مشكلة تلوث المياه والهواء من أهم المشاكل التي لاقت اهتمام العلماء والمتخصصين في العالم. ويعتبر تلوث المياه بالمركبات العضوية مشكلة بيئية مهمة، حيث تستخدم مرشحات الكاربون المنشط بشكل واسع لإزالة هذه الملوثات[1]. وتعد الفينولات من المركبات ذات السمية العالية، وهي من المواد المحفزة للأورام الخطرة [2] . ويستخدم الفينول وبعض مشتقاته بشكل واسع في الصناعة مثل صناعة راتنجات الفينول فورمالديهايد والأصباغ والمطهرات المختلفة. ويعد الفينول ومشتقاته مواد أولية مهمة في تحضير أنواع مختلفة من المواد العضوية والمواد المانعة للأكسدة[3]. لذلك فإن الفينولات تشكل نسبة كبيرة من الملوثات لأنها توجد في العديد من الصناعات وهي بالتالي تطرح مع العديد من المخلفات الصناعية[4]. ولا يمكن تجاهل ضرر الفينول ومشتقاته حتى في تراكيزه القليلة لأنه يؤدي إلى ضرر كبير في انسجه خياشم الأسماك إن لم يكن قاتلاً لها[5].

إنّ التراكيز القليلة التي تصل إلى أجزاء البليون (ppb) من مركبات الفينول ومشتقاته تنتج عنها رائحة كريهة وطعم غير مقبول لمياه الشرب ولاسيما مشتقات الكلوروفينول [6]. والكلوروفينولات مدرجة كملوثات ذات اولوية من قبل وكالة الحمايةِ البيئيةِ الأمريكيةِ (USEPA) وهي ضارة للكائنات الحية عند تراكيز واطئة، والعديد منها صنفت كملوثات خطرة [7]. وهي تطلق في الماء من مصادر متنوعة مثل التنقيب عن النفط وصناعة الخشب والنسيج والتسرب العرضي للكلور في المياه مع مياه الصرف الصحي المحتوية على الفينول وتفكك مبيدات الاعشاب والمبيدات الحشرية [8].

وبسبب التطبيقات الواسعة التي تحتاج إلى مركبات الفينول ولامتلاك فضلاتها استقرارية عالية تجعلها ملوثات منتشرة في البيئة وبالأخص في البيئة المائية، كل هذه الأمور تدعو لإجراء الدراسات للتخلص أو الحد من هذه الملوثات[9].

تعد طريقة ازالة الملوثات بالامتزاز من الطرق المعروفة التي لها تطبيقات صناعية حيث يستخدم الكاربون المنشط بكثرة في التخلص من بعض الملوثات العضوية ذات التراكيز الواطئة، وتعد هذه الطريقة من اكثر الطرق التقنية والاقتصادية المستخدمة في ازالة اللون والرائحة

* Corresponding author at: College of Science, University of Anbar
E-mail address:

والمواد الكيميائية السامة من المياه الملوثة [11,10]. ويستخدم الكاربون المنشط بصورة واسعة كمادة مازة لامتزاز الملوثات العضوية بسبب امتلاكه مساحة سطحية عالية وسعة امتزاز عالية وتركيب مسامي دقيق وفعالية سطحية خاصة[12]. كذلك فان الكاربون المنشط بطبيعته يحتوي ايونات موجبة تجذب الايونات السالبة في الملوثات العضوية التي تعطي طعم ورائحة ولون للماء الملوث[13-15].

مؤخراً هناك كمية كبيرة من الادبيات تبحث امتزاز الفينولات ومشتقاتها على الكاربون المنشط[12] والهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو دراسة امتزاز البارا-كلوروفينول من محلوله المائي على كاربون مرشحات الماء المحضر من قشور جوز الهند من قبل شركة (Hi-Tech) ودراسة ايزوثيرمات الامتزاز عند تراكيز ودرجات حرارة مختلفة.

الجزء العملي

1- تحضير المحاليل

حضرت سلسلة من المحاليل القياسية المستخدمة في هذه الدراسة بتراكيز تتراوح من (100 –500 mg/l) وكذلك حضرت تراكيز تتراوح من (1 –5 mg/l) لتعيين منحني المعايرة القياسي.ويبين الجدول (1) خصائص البارا-كلوروفينول.

جدول (1) خصائص البارا-كلوروفينول

Formula	ClC_6H_4OH
Molecular weight	128.56 g/mol
Density	1.26 g/cm^3
Solubility in water	27 g/L
pka	9.41

2- تهيئة الكاربون المنشط

استخدم في هذه الدراسة الكاربون المنشط الموجود في مرشحات تصفية مياه الشرب والمحضر من قشور جوز الهند من قبل شركة (Hi-Tech) وقد استخدم في هذه الدراسة حجم معين من الكاربون المنشط يتراوح بين (1.18 -2.36) ملم ويبين الجدول (2) مواصفات الكاربون المنشط.

جدول (2) مواصفات الكاربون المنشط

Property	Value
Surface area (m^2/g)	209.0047
Pore Volume (cm^3/g)	0.12
Density (g/cm^3)	0.66
pH	5.53
Humidity Content (%)	3.7
Ash Content (%)	16.5
Iodine Number (mg/g)	256.81

3- تعيين منحني المعايرة للبارا-كلوروفينول

تم تعيين منحني المعايرة للمحاليل القياسية للبارا-كلوروفينول أخذت قيمة (λ_{max}) عند الطول الموجي (280 nm).

4- امتزاز البارا-كلوروفينول

لغرض الحصول على ايزوثيرمات الامتزاز للمحاليل المحضرة من البارا-كلوروفينول(PCP) والمستخدمة بشكل محاليل تمتز على سطح الكاربون المنشط، أُخذت خمس قنانٍ حجمية سعة (25) مل، ووضع في كل قنينة (0.5) غم من الكاربون المنشط الجاف وأضيف إليها (10) مل من المحاليل القياسية المحضّرة للبارا-كلوروفينول بتراكيز (100,200,300,400,500 mg/l)، بعد ذلك وضعت القناني الحجمية بعد غلقها بصورة جيدة في الحمام المائي الهزاز (Shaking Incubator) بدرجة حرارة(T1=288 K) وبسرعة (100 rpm) لمدة ساعتين، بعد ذلك رشحت النماذج باستخدام ورق ترشيح ثم جرى قياس الامتصاصية للمحاليل الرائقة للبارا-كلوروفينول بمطيافية الأشعة المرئية – فوق البنفسجية عند الطول الموجي (280 nm) ومن خلال قيم الامتصاص تم تعيين تركيز الاتزان من منحني المعايرة القياسي.

وبطريقة العمل أعلاه تم اختبار الامتزاز بثلاث درجات حرارية أخرى وهي :

(T2= 303، 318 K ،T3= T4=333 K)، وتم حساب الكمية الممتزة في الحالات جميعها بموجب العلاقة الرياضية الآتية[17]:

$$Q_e = V_{sol} (C_o – C_e) / M \quad \text{------ (1)}$$

حيث إنّ :

V_{sol} = الحجم الكلي لمحلول المادة الممتزة (l) M = وزن المادة المازة (g)

C_o = التركيز الابتدائي لمحلول المادة الممتزة (mg /l)

C_e = التركيز عند الاتزان لمحلول المادة الممتزة (mg / l).

Q_e = الكمية الممتزة (mg / g)

بعد ذلك حسبت النسبة المئوية للكمية الممتزة بموجب العلاقة الرياضية الآتية :

$$Q\% = (C_o – C_e) / C_O * 100 \quad \text{-------- (2)}$$

حيث إنّ : Q% = النسبة المئوية للكمية الممتزة تم تطبيق معادلات الامتزاز على النماذج المحضرة، حيث إن معادلة فريندلش مبينة

بالمعادلة رقم (3)، ومعادلة لانكماير بالرقم (4)،ومعادلة تمكن بالرقم(5).

$$\log Q_e = \log K_f + 1/n \log C_e \quad \ldots\ldots (3)$$
$$Ce / Qe = 1 / K + a / K. Ce \quad \ldots\ldots (4)$$
$$Q_e = B \ln A + B \ln C_e \quad \ldots\ldots (5)$$

حيث إنّ : Q_e = كمية المادة الممتزة (mg/g)

C_e = تركيز الاتزان (mg/L)

K_f، n ثوابت فريندلش التجريبية وتعتمد قيم هذه الثوابت على طبيعة كل من المادة الممتزة والسطح الماز ودرجة الحرارة

a و K هي ثوابت لانكماير التجريبية [18].

A، B هي ثوابت تمكن التجريبية

النتائج والمناقشة :

دُرست ايزوثيرمات الامتزاز عند أربع درجات حرارية هي (288، 303، 318، 333K) للمحاليل القياسية المحضرة من البارا–كلوروفينول وبتراكيز تتراوح من (100-500 mg/l)على سطح الكاربون المنشط. حسبت الكمية الممتزة (Q_e) المقابلة لكل قيمة من قيم التراكيز عند الاتزان (C_e) وحسبت أيضا النسبة المئوية للكمية الممتزة (Q_e%)، وأظهرت النتائج الموضحة في الجدول (3) ان النسبة المئوية للكمية الممتزة تزداد بزيادة تراكيز المادة الممتزة لحين الوصول إلى حالة الاتزان والتي تتساوى عندها سرعة الامتزاز مع سرعة الابتزاز (الانفصال عن السطح) وتكون عندئذ النسبة المئوية للكمية الممتزة ثابتة تقريباً، وقد لوحظ ان النسبة المئوية للامتزاز تزداد مع زيادة درجة الحرارة الى حد معين، حيث ترتبط المادة الممتزة مع المواقع الفعالة للسطح الماز عن طريق التداخلات الالكتروستاتيكية نتيجة لاحتواء المادة الممتزة على شحنات سالبة فتسهل عملية الارتباط مع الشحنات الموجبة للسطح الماز [15].

جدول(3) النسبة المئوية لامتزاز البارا–كلوروفينول على الكاربون المنشط

Conc. (mg/l)	Q% (T1)	Q% (T2)	Q% (T3)	Q% (T4)
100	89.16	90.33	91.16	89.83
200	93.33	94.83	92.66	95.00
300	92.83	94.44	94.72	95.72
400	96.12	96.66	96.54	96.29
500	95.80	96.90	96.96	97.20

وعند تطبيق معادلة لانكماير وذلك بتعويض قيم (C_e) وقيم (Q_e) في المعادلة التالية :

$$Ce / Qe = 1 / K + a / K . Ce \quad \ldots\ldots (6)$$

وبرسم قيم (Ce / Q_e) مقابل قيم (C_e) وجد أنها تمثل علاقة خطية وكما موضح في الشكل (1). بعد ذلك تم حساب ثوابت لانكماير التجريبية من الصورة الخطية للمعادلة، حيث إنّ الميل يساوي (a/K) والتقاطع يساوي (1/K) ومن قيم الميل والتقاطع تم حساب ثوابت لانكماير (K)،a كما مبين في الجدول(4) الذي يبين القيم العددية لثوابت لانكماير التجريبية وقيم معاملات الارتباط.

جدول (4) قيم معاملات الارتباط و ثوابت لانكماير التجريبية (a, K, R^2) للمحاليل القياسية للبارا–كلوروفينول الممتز عند درجات حرارة مختلفة على سطح الكاربون المنشط

Temperature (K)	a	K	R^2
288	-0.0289	0.1475	0.321
303	-0.0437	0.1487	0.361
318	-0.0447	0.1300	0.470
333	-0.0571	0.1053	0.513

بعد ذلك تم تطبيق معادلة فريندلش لوصف امتزاز المحاليل القياسية للبارا–كلوروفينول على سطح الكاربون المنشط حيث تعتبر معظم السطوح غير متجانسة (heterogeneous) بسبب عدم انتظام تغيرات الطاقة الكامنة عليها وذلك لامتلاك مواقع الامتزاز مستويات متباينة من الطاقة [19] وكما مبين من خلال المعادلة التالية :

$$\log Q_e = \log K_f + 1 / n. \log C_e \quad \ldots\ldots (7)$$

وبرسم العلاقة بين قيم($\log Q_e$)مقابل قيم ($\log C_e$) نحصل على علاقة خطية وكما موضح في الشكل(2) بعد ذلك حسبت ثوابت فريندلش التجريبية من ميل وتقاطع الخط المستقيم، حيث إنّ الميل يساوي(1/n) ويكون مقياسا لشدة الامتزاز، والتقاطع يساوي ($\log K_f$) والذي يكون مقياسا لسعة الامتزاز، ومن قيم الميل والتقاطع يمكن الحصول على قيم(K_f،n)، والجدول (5) يوضح قيم ثوابت فريندلش التجريبية وقيم معاملات الارتباط.

جدول (5) قيم معاملات الارتباط و ثوابت فريندلش التجريبية (K_f ،n ،R^2) للمحاليل القياسية للبارا–كلوروفينول الممتز عند درجات حرارة مختلفة على سطح الكاربون المنشط.

Temperature (K)	K_f	n	R^2
288	**0.0276**	**0.5350**	**0.688**
303	**0.0160**	**0.4452**	**0.668**

318	0.0140	0.4428	0.659
333	0.0016	0.3124	0.767

بعد ذلك تم تطبيق معادلة تمكن وكما هو واضح خلال المعادلة التالية :

$$Q_e = B \ln A + B \ln C_e \quad \ldots\ldots (8)$$

وبرسم قيم (Q_e) مقابل قيم ($\ln C_e$) وجد أنها تمثل علاقة خطية وكما موضح في الشكل (3) بعد ذلك تم حساب ثوابت تمكن التجريبية من الصورة الخطية للمعادلة، حيث إنّ الميل يساوي (B) وهو يمثل احد الثوابت والتقاطع يساوي ($B \ln A$) ومن قيمة التقاطع تم حساب الثابت (A) كما مبين في الجدول (6) الذي يبين القيم العددية لثوابت تمكن التجريبية وقيم معاملات الارتباط.

جدول (6) قيم معاملات الارتباط و ثوابت تمكن التجريبية (A،B ، R^2) للمحاليل القياسية للبارا–كلوروفينول الممتز عند درجات حرارة مختلفة على سطح الكاربون المنشط

Temperature (K)	A	B	R^2
288	0.1261	8.172	0.606
303	0.1382	10.055	0.605
318	0.1430	8.814	0.449
333	0.1191	15.37	0.802

من ملاحظة العلاقات الثلاث يتبين انطباق معادلة فريندلش أكثر من معادلة لانكماير وهذا متوقع بالنسبة لامتزاز المواد العضوية على السطوح الصلبة وهذا يتوافق مع ما جاء به كل من(Khan) (20) و(Varghese) (21)، أما معادلة تمكن فنلاحظ أنها أعلى ارتباط وانطباق عند درجة حرارة (333K) مقارنة مع معادلتي فريندلش و لانكماير.

يبين ايزوثرم الامتزاز من نوع لانكماير أنّ الامتزاز يزداد بازدياد التركيز للمادتين، وعند التراكيز العالية للمادة الممتزة يصل الامتزاز إلى قيمة محددة وعندها نجد أن المادة الصلبة قد غطيت بطبقة أحادية من المادة الممتزة أي يحصل تشبع لسطح المادة المازة، لذلك تحتاج المادة المازة إلى مدة أخرى لتثبيت طبقة أخرى من المادة الممتزة على سطحها، أو قد تحتاج إلى إضافة كمية أخرى من الكاربون المنشط [22]. وعلى العموم فان عملية الامتزاز من المحاليل المائية هي أساسا عملية ارتباط الجزيئات الممتزة بالسطح، وبالتالي فانّ الجزيئات تمتز ليس فقط لأنها ترتبط إلى السطح الصلب بل لأن المحلول ينبذها، والتفسير النموذجي لعملية الامتزاز هو أنّ ارتباط جزيئات كارهة للماء على سطوح مازة كارهة للماء من المحلول المائي يتم بصورة رئيسة بعدم حبها للماء وليس فقط لجذبها من قبل السطح الصلب[23]. وتعتمد كيميائية السطح أساساً على الذرات غير المتجانسة الموجودة على سطح الفحم التي تشكل المعقدات الاوكسجينية السطحية، وهذه تحدد شحنة السطح وعدم الفته للماء والكثافة الالكترونية لطبقات الكرافيت، فعندما يغمس الفحم في محلول مائي فانه يطوّر شحنة السطح التي تأتي من تشتت المجموعات السطحية أو من امتزاز الايونات من المحلول والتي تعتمد على المحلول وعلى مميزات سطح الكاربون' وأنّ الامتزاز الفيزيائي للفينولات يعتمد بشدة على مسامية الكاربون المنشط بينما الامتزاز الكيميائي يعتمد على توفر مواقع الامتزاز الرئيسية الموجودة على السطح[24].

الدراسة الثرموداينميكية

تمت دراسة تأثير درجة الحرارة على امتزاز البارا–كلوروفينول اذ اجريت الدراسة عند اربع درجات حرارية هي (288،303 ، 318،333K) حيث يمكن حساب قيم الدوال الثرموداينميكية وهي التغير بالطاقة الحرة (ΔG) والتغير بالمحتوى الحراري (ΔH) والتغير بالأنتروبي (ΔS) من خلال المعادلات الآتية :

$$K_c = \frac{C_{Ae}}{C_e} \quad \ldots\ldots (9)$$

$$\Delta G = -RT \ln K_c \quad \ldots\ldots (10)$$

$$\text{Log } K_c = \frac{\Delta S}{2.303\ R} - \frac{\Delta H}{2.303\ RT} \quad \ldots\ldots (11)$$

حيث إن (K_c) هو ثابت التوازن و(C_e mg/l) تركيز الاتزان في المحلول، و(C_{Ae} mg/l) تركيز الاتزان في الطور الصلب. (ΔG) و(ΔH) و(ΔS) هي التغيرات بالطاقة الحرة ($kJmol^{-1}$) و المحتوى الحراري ($kJ\ mol^{-1}$) والأنتروبي ($J\ mol^{-1}K^{-1}$) على التوالي.أما الرمز (R) فهو ثابت الغاز وقيمته ($8.314\ Jmol^{-1}K^{-1}$) و (T) هي درجة الحرارة بالكلفن (K).

وبرسم العلاقة بين قيم ($\log K_c$) مقابل قيم (1/T) نحصل على علاقة خطية، وكما موضح في الشكل (4)، ومن قيم الميل والتقاطع يمكن حساب قيم (ΔH) و (ΔS)، أما قيمة (ΔG) فيمكن حسابها من المعادلة رقم (10). ويبين الجدول (7) قيم الدوال الثرموداينميكية لامتزاز البارا–كلوروفينول على الكاربون المنشط.

جدول (7) الدوال الثرموداينميكية لامتزاز البارا–كلوروفينول على الكاربون المنشط

Initial Conc. Of PCP (mg/l)	ΔH ($kJmol^{-1}$)	ΔS ($Jmol^{-1}K^{-1}$)	ΔG ($kJmol^{-1}$)			
			288K	303K	318K	333K

500	3.17	23.22	-7.69	-8.48	-8.80	-9.02

من ملاحظة قيم الدوال الثرموداينميكية في الجدول (7) يتبين أن قيم التغير في الطاقة الحرة (ΔG) سالبة وهذا دليل على أنّ التفاعل يسير بصور تلقائية باتجاه تكوين النواتج وأنّ هذه القيمة تقل بزيادة درجة الحرارة من (288-333K)، وتشير الأدبيات أن قيم (ΔG) الأعلى من (-20kJ/mol) تكون متوافقة مع التداخلات الالكتروستاتيكية بين مواقع الابتزاز وايونات الفلز (امتزاز فيزيائي)، بينما قيم (ΔG) الأعلى بكثير من (-40 kJ/mol) فتتضمن انتقال شحنة من سطح الكتلة الى ايونات الفلز لتشكيل الآصرة التناسقية (امتزاز كيميائي) [25]. أما قيمة التغير في المحتوى الحراري (ΔH) تكون موجبة وهذا دليل على أنّ التفاعل ماص للحرارة حيث إن امتزاز البارا-كلوروفينول تقريبا يزداد بزيادة درجة الحرارة وهذا يتطابق مع ما جاء به(Xin-hui)[26] وهذا كله يعتمد على طبيعة المادة الأولية المستخدمة في تحضير الكاربون المنشط وعلى طبيعة المادة الممتزة، اما قيمة التغير في الانتروبي تكون موجبة اي ان الجزئيات الممتزة على سطح الكاربون تكون مصحوبة بزيادة في العشوائية اي ان ترتيبها على السطح يكون اقل انتظاما من ترتيبها في المحلول[9].

المصادر:

1- Sabio, E., Gonz_alez, E., Gonz_alez, J.F., Gonz_alez-Garc_ıa, C.M., Ramiro, A.and Ga~nan, J., (2004)."Thermal regeneration of activated carbon saturated with p-nitrophenol". *Carbon*, 42, 2285–2293.

2- Wynder, E.L. and Hoffmann،D., (1961)."A study of tobacco carcinogenesis.VIII.The role of acidic fraction as promoters". Cancer Research, 14، 1306.

3- Foster, D. S. and Leslie, S. E., (1971). "Encyclopedia of Industrial chemical Analysis", 11, P. 539.

4- Mancy, K.H., and Weber, W.J., (1972). "Analysis of Industrial Waste Water",Wiley Inter. Science, New York.

5- Alan, G. H., (1987). "Water Pollution and Fish physiology", CRC Press, Florida, P. 118.

6- Bemelmans, J.W. and Nover de Brauw, M. (1974)." Chloroanisoles as off-flavor components in eggs and broilers" J. Agric. Food Chem., 22,1137.

7- Suna, Z., Weia, X., Hana, Y., Tonga, S.and Hub, X., (2013)." Complete dechlorination of 2,4-dichlorophenol in aqueous solution on palladium/polymeric pyrrole-cetyl trimethyl ammonium bromide/foam-nickel composite electrode". Journal of Hazardous Materials, 244–245, 287– 294.

8- Monsalvo، V. M., Mohedano, A. F., Rodriguez, J. J., (2011)." Activated carbons from sewage sludge Application to aqueous-phase adsorption of 4-chlorophenol". Desalination, 277, 377–382.

9- الجبوري، ر.ح.، (2003). " دراسة حركية امتزاز بعض مركبات النايتروفينول على سطح من مسحوق الصخور السيليسية"، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة بغداد.

10- Ruthven, D.M., (1984). "principales of Adsorption processes ". John wily and sons،New York.

11- Slejko, F.L., (1985). "Adsorption Technology " ; Marcel Dekker، New York.

12- Bilgili, M. S., Varank, G., Sekman, E., Top, S., Özçimen, D.and Yazıcı, R., (2012)." Modeling 4-Chlorophenol Removal f8irom Aqueous Solutions by Granular Activated Carbon". Environ Model Assess, 17,289–300.

13- Slejki, M., (1990)."Adsorption Engineering ". Elsevier، Amsterdam.

14- Valen Zuěla, D.P. and Myers، A.L., (1989)."Adsorption Equilibrium Date handbook". prentice Hall، Englewood Cliffs.

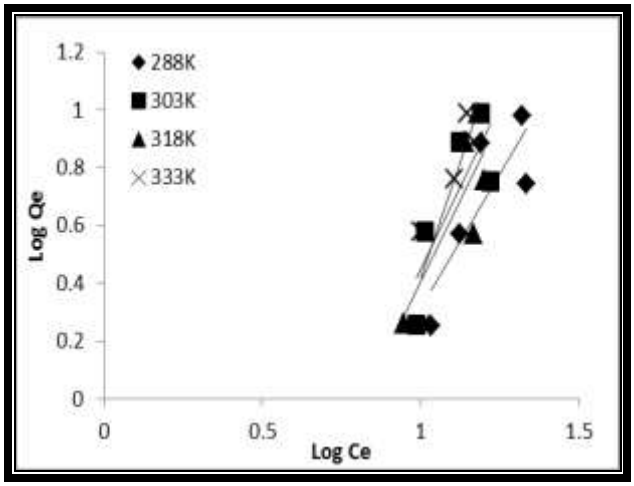
15- الخفاجي، ع.ح.، كاظم، ل.ح. (2010) "دراسة ثرموديناميكية لامتزاز الفينول واورثو هيدروكسي فينول وبارا امينو فينول و6,2,4-ثلاثي نايتروفينول على سطح الفحم المشتق من قشور جوز الهند". مجلة جامعة كربلاء العلمية –المجلد الثامن-العدد الاول/علمي،307-315.

16- Orlov، A., Watson، D. J., Williams، F. J., Tikhov، M. and Lambert، R. M., (2007)." Interactions of 4-Chlorophenol with TiO2 Polycrystalline Surfaces: A Study of Environmental Interfaces by NEXAFS, XPS, and UPS", *Langmuir*, *23* (19), pp 9551–9554.

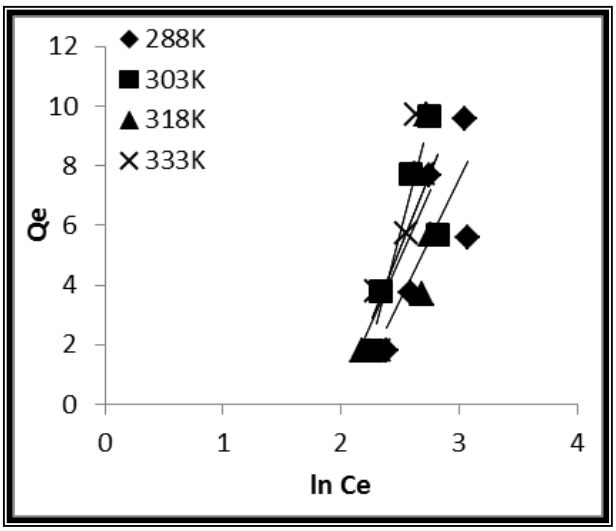
17- Hamdaoui, O., Naffrechoux, E.,(2009)." Adsorption kinetics of 4-chlorophenol onto granular activated carbon in the presence of high frequency ultrasound". Ultrasonics Sonochemistry،16، 15–22

18- Lucas. S. and Cocero, M. J., (2004)." fluid phase equilibrium", 219, 176.

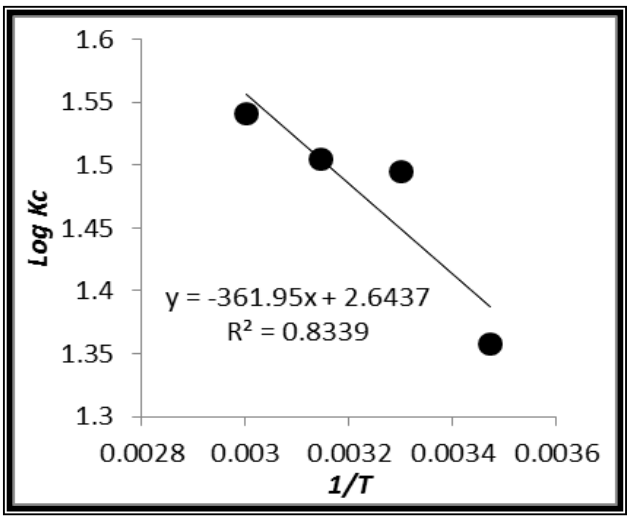
19- Danis, T. G., Albanis, T. A. and Kourgia, M. G., (1998)." Adsorption-desorption studies of selected chlorophenols, herbicides and metal release in soil mixtures with fly ash". Environ. Technol., 19, 25.



شكل (2) العلاقة الخطية لمعادلة فريندلش



شكل (3) العلاقة الخطية لمعادلة تمكن



شكل (4) معادلة حساب الدوال الثرموداينميكية

20- Khan،A., Albahri،T. and Alhaddad،A., (1997)." Adsorption of Phenol Based Organic Pollutants on Activated Carbon from Multi-Component Dilute Aqueous Solutions". Water Res., 31، 2102.

21- Varghese, S., Vinod, V.P and Anirudhan, T.S., (2004)."Kinetic and equilibrium characterization of adsorption onto a novel activated carbon in water treatment" Ind. J. Chem. Technology,11، 825-833.

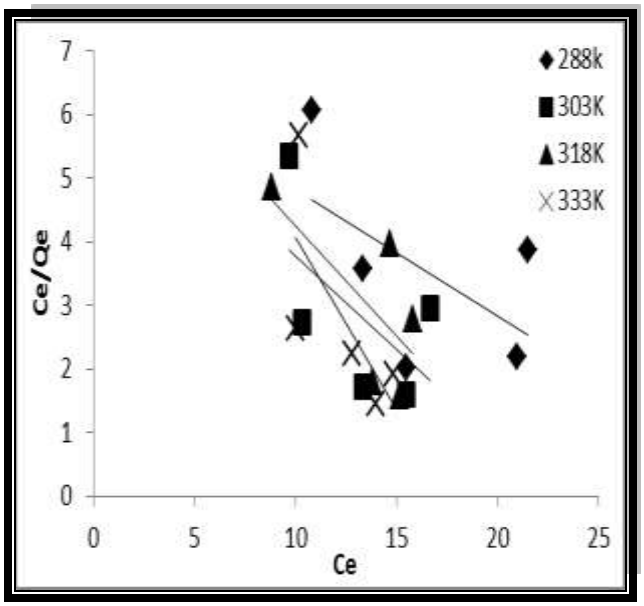
22- Yousif، R.K., (1988)." Activated Carbon Preparation from Heavy Crude Oil Residues and Industrial Wastes from Sulphur Purification "،M.Sc. Thesis، Al Mosul Univ.

23- Velasco،L.F. and Ania،C.O.، (2011). "Adsorption"، 17, 247.

24- الجنابي،هـ.ج.ع.،(2009)." امتزاز الفينول والبارانيتروفينول على الكاربون المنشط والمحضر من الشحم البترولي التالف"، رسالة ماجستير، جامعة الانبار.

25- Horsfall, M., Spiff, A.I. and Abia, A.A., (2004)." Studies on the influence of mercaptoacetic acid (MAA) modification of Cassava (Manihot sculenta cranz) waste biomass on the adsorption of Cu2+ and Cd2+ from aqueous solution". Bulletin of the Korean Chemical Society، 25, 969.

26- Xin-hui, D., Srinivasakannan, C., Qu, W., Xin, W., Jin-hui, P.and Li-bo, Z., (2012)." Regeneration of microwave assisted spent activated carbon: Process optimization, adsorption isotherms and kinetics". Chemical Engineering and Processing,53,53– 62.



شكل (1) العلاقة الخطية لمعادلة لانكماير

P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703 (*JUAPS*) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة Open Access
2014 ,(8), (3) :63-69

Adsorption of para - Chlorophenol on Activated Carbon of Drinking Water Purification Filters

Ayad Abdulrazzaq Mutar **Majid Hadi Dhahir**

Abstract:

This work involves the study of adsorption of p-chlorophenol (PCP) from aqueous solution on the activated carbon of filter used in drinking water purification units،which prepared from coconut shells.The adsorption studied at different PCP concentrations and different temperature spectrophotometrically. The value of adsorbed quantity (Qe) was measured for each concentration at equilibrium (Ce) and the percentage of adsorbed quantity (Qe%) was also calculated. The results show that the percentage of adsorbed quantity increased as the percentage of adsorbed quantity and increased as the concentration of PCP increases until the equilibrium condition obtained and also the value of (Qe%) is directly proportional to temperature. The isotherm of Langmuir، Freundlich and Temkin were tested and found that the results fits Freundlich isotherm better than Langmuir isotherm، while Temkin isotherm fit at 333k compared with other isotherms. The thermodynamic parameters (ΔG، ΔH and ΔS) were also calculated and show that the adsorption is endothermic and spontaneous process and increased as the temperature increases، the entropy of adsorption was also increased with temperature.