

## دراسة ثرموداينميكية وحركية لامتماز الفينول وبعض معوضاته باستخدام الفحم المنشط المحضر مختبرياً

شيماء هاشم عبد الرحمن

قسم الكيمياء ، كلية العلوم ، جامعة الموصل ، الموصل ، العراق

( تاريخ الاستلام: ٢ / ١ / ٢٠١١ ---- تاريخ القبول: ٢٨ / ٦ / ٢٠١١ )

### المخلص

تضمن هذا البحث دراسة عملية إمتزاز بعض المركبات العضوية المعروفة بخطرها البيئي مثل الفينول والاورثو والميتا والبارا-كريسول من محاليلها المائية باستخدام الفحم المنشط المحضر في أحد مختبراتنا كمادة مازة. واشتمل البحث على دراسة العوامل المؤثرة على كفاءة الإمتزاز مثل زمن التماس والتركيز الابتدائي ودرجة الحرارة وأظهرت النتائج أن كفاءة الإمتزاز تكون عالية جداً في الدقائق الخمس الأولى ثم تتناقص تدريجياً إلى أن تصل إلى حالة الإمتزان وذلك في حدود (٤٠-٦٠) دقيقة ولكافة المركبات، من ناحية ثانية أظهرت الدراسة أن كفاءة الإمتزاز وسعته تزداد مع زيادة التركيز الأولي للفينولات أشارت دراسة تأثير درجة الحرارة على زيادة كفاءة الإمتزاز مع زيادة درجة الحرارة وبالإعتماد على تغير كفاءة الإمتزاز مع درجة الحرارة ثم دراسة الدوال الثرموداينميكية ( $\Delta S^\circ$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta G^\circ$ ) للإمتزاز. وتضمنت هذه الدراسة أيضاً إجراء دراسة حركية على البيانات العملية للإمتزاز وذلك بتطبيق نموذجين حركيين هما معادلة المرتبة الأولى الكاذبة والمرتبة الثانية الكاذبة وأشارت نتائج الدراسة إلى أن البيانات العملية للإمتزاز في الأنظمة المدروسة تخضع لنموذج المرتبة الثانية الكاذبة.

### المقدمة:

الصناعية، فقد أوضح Hamza أن مياه الفضلات الصناعية حاوية على مواد مسببة للسرطان وذات سمية عالية ومن الضروري إزالة هذه الملوثات وقد استخدمت مواد مازة في هذا المجال (١١). ويستخدم الفحم المنشط بصورة واسعة كمادة مازة وقد اثبتت Robert كفاءة الفحم المنشط لإزالة المواد الذائبة في الماء ويعود ذلك إلى وجود عدد كبير من مسامات السطح التي تجعل المساحة السطحية واسعة (١٢). وفي دراسة أخرى تم تطوير خصائص الفحم المنشط عن طريق تحميل مواد أخرى على سطحه واستخدامه في إمتزاز مواد عضوية ذائبة في الماء. (١٣). ودرس Nouri وجماعته إمتزاز المركبات الأروماتية المعوضة بمجاميع وظيفية مختلفة ووجدوا بأن الإمتزاز يتباين إعتقاداً على نوع المجموعة الوظيفية وتبين أن الإمتزاز على سطح الفحم غير متجانس (١٤). وقام Al-Hyali وجماعته بدراسة ثرموداينميكية وحركية للإمتزاز لصبغتين من مشتقات البنزوثيازول المحضرة مختبرياً على سطح الفحم المنشط وقد لاحظوا بأن هذا النوع من الإمتزاز يفضل معادلة المرتبة الثانية من الناحية الحركية (٨).

### الجزء العلمي:

#### تحضير المحاليل القياسية:

تم تحضير المحاليل القياسية للمواد قيد الدراسة (الاورثو والميتا و البارا- كريسول والفينول) والتركيز كانت (٠،٠٠٤، ٠،٠٠٨، ٠،٠١٢، ٠،٠١٦، ٠،٢٠، عياري) بأذابة كل من المواد أعلاه في الماء المقطر كمنظف.

#### تحضير الفحم المنشط قيد الدراسة

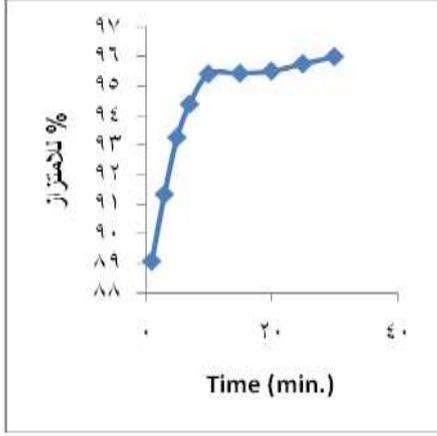
تم تحضير الفحم المنشط (١٥) من المخلفات القيرية في مصافي بيجي إذ تمت أكسدتها هوائياً بدرجة حرارة (٣٥٠ م) ثم أكسدتها بحامض النتريك ذو تركيز (١٥%) ثم كرينة المادة باستخدام

يعد الإمتزاز من الصفات المميزه لكثير من المواد الطبيعية كالألومينا والسيليكا والمصنعة مثل الزيوليتات والفحم المنشط ومن أهم المشاكل التي تعالج بواسطه عملية الإمتزاز هي مشكلة التلوث (١، ٢)، إذا أن الكفاءة العالية للإمتزاز في هذا المجال وسهولة التقنية المستخدمة لهذا الغرض مقارنة مع الطرائق الأخرى وكذلك فإن الكلفة الإقتصادية قليلة مقارنة مع غيرها من التقنيات (٣، ٤). إن الإمتزاز هو ظاهرة ناتجة عن قوى الترابط الناشئة بين جزيئات او ذرات او أيونات مادة معينة يطلق عليها المادة الممتزة و سطح صلب مسامي يطلق عليه المادة المازة وتعتمد درجته على العلاقة بين المساحة السطحية للمادة المازة وطبيعة وحجم دقائق المادة الممتزة. وتسمى العملية المعاكسة للإمتزاز بالإبتزاز أو الإنفلات desorption وتتضمن انفصال المادة الممتزة عن السطح الماز ويتطلب ذلك إرجاع الطاقة المتحررة إلى النظام (٥). ويكون الإمتزاز عادة مصحوباً بتغير في الطاقة الحرة للسطح ( $\Delta G$ ) الذي يحدث عليه عملية الإمتزاز، كما يحدث نقصان في الإنتروبي ( $\Delta S$ ) إذ أن الجزيئات تصبح محتبسة على سطح المادة المازة. وعلاقة المحتوى الحراري ( $\Delta H$ ) يكون مرتبط بقيم ( $\Delta G$ ) و ( $\Delta S$ ) (٦، ٧). وهناك عدة عوامل مختلفة تؤثر في إمتزاز المواد على سطوح المواد المازة ومنها تركيز المادة الممتزة ودرجة الحرارة ونوع المادة الممتزة وخصائصها وإستقطابية وطبيعية السطح الماز (٨)، وكذلك للمذيب المستخدم والدالة الهيدروجينية تأثير في عملية الإمتزاز (١٠). أما بالنسبة لأنواع الإمتزاز فهناك نوعين، أولهما الإمتزاز الفيزيائي الذي يحدث على سطوح المواد الخاملة بسبب تشعب ذراتها الكرونيائياً ويحدث في الأنظمة غير القطبية. ثانيهما الإمتزاز الكيميائي ويحدث على السطوح النشطة غير المشبعة الكرونيائياً ويحدث نوع من التآصر بين المادة الممتزة والسطح الماز (١٠). وهناك دراسات عدة في هذا المجال عالجت أكثرها مشاكل التلوث من مياه العمليات

## النتائج والمناقشة

### ١- تأثير زمن التماس:

أختيرت مادة الباراكريبول كنموذج لتأثير زمن التماس مع الفحم المنشط وكانت نتيجة الدراسة والموضحة نتائجها بالشكل (١).



الشكل (١) تأثير زمن التماس على امتزاز الباراكريبول على سطح الفحم المنشط

تم دراسة تأثير زمن التماس عند تركيز (٠,١٢ عياري) ودرجة حرارة ٤٠ م مع تثبيت الظروف الأولى وقد لوحظ أن كفاءة الإمتزاز المعبر عنها بالنسبة المئوية تزداد بشكل كبير ومفاجئ في الدقيقة الأولى ثم يبدأ معدل سرعة الإمتزاز بالنقصان تدريجياً إلى أن تصل إلى حالة الإتزان عند زمن (٣٠ دقيقة) وأعطت المواد الأخرى عند دراسة تأثير الزمن إتجاهاً مشابهاً في التغيير وعلى نفس النمط الملاحظ هنا. ويمكن أن يعزى هذا إلى انه في بداية عملية الإمتزاز يكون عدد المواقع الفعالة كبير جداً ثم يتناقص تدريجياً مع حدوث الإرتباط مع المواد الممتزة ويستمر النقصان إلى أن يصل إلى التشبع وهي حالة الإتزان التي تكون فيها سرعة الإرتباط بالسطح مساوية إلى عدد الجزيئات إلى المحلول.

### ٢- تأثير التركيز الابتدائي

درس تأثير التركيز الإبتدائي للمركبات قيد الدراسة باستخدام (٠,١ gm) من الفحم المنشط مع رج المحاليل لمدة ٣٠ دقيقة وبسرعة ثابتة عند درجة حرارة (٢٠ م)، وقد تم حساب كفاءة وسعة الإمتزاز في مدى من التراكيز تتراوح بين (٠,٢-٠,٠٤) عياري والنتائج التي تم الحصول عليها مدرجة في الجدول رقم (٢).

هيدروكسيد الصوديوم بنسبة (١ : ٢) (فحم: هيدروكسيد) بعدها غسل الفحم بالماء المقطر ليكون جاهزاً للدراسة.

### تنشيط الفحم:

تم تنشيط الفحم قيد الدراسة باستخدام حامض الهيدروكلوريك (١٠%) ثم ينشط حرارياً بدرجة حرارة ١٢٠ م في فرن كهربائي ولمدة ساعتين.

### دراسة الإمتزاز على الفحمالمنشط

درس إمتزاز محاليل المواد المذكورة في الفقرة السابقة على سطح الفحم المنشط باستخدام (٢٥ مل) منها و (٠,١ غم) من الفحمالمنشط.

جدول (١): الخصائص الفيزيائية والامتزازية للفحم المنشط قيد

#### الدراسة

الخاصية	القيمة
امتزاز اليود mg/gm	٨٩٢
امتزاز صبغة الميثيلين الزرقاء mg/gm	٢٢١
الرماد (%)	٠,٣
الكثافة gm/cm <sup>3</sup>	٠,٢٣٩
الحصيلة %	١٥

### دراسة تأثير التركيز

١- تم إستخدام خمسة تراكيز مختلفة من كل مادة قيد الدراسة بمدى من (٠,٠٤-٠,٢ عياري).

٢- تم رج المحاليل لمدة ٣٠ دقيقة على المهزاز الكهربائي وبدرجة حرارة المختبر.

٣- قدرت النسبة المئوية للإمتزاز من خلال المعايرة مع محلول قياسي من كاربونات الصوديوم لكون المواد المدروسة ذات طبيعة حامضية.

### دراسة تأثير درجة الحرارة:

بعد دراسة تأثير التركيز على الإمتزاز تم إختيار التركيز الذي حصل عنده أعلى إمتزاز ثم درس تأثير تغير درجة الحرارة على الإمتزاز وباستخدام درجات الحرارة (٥، ١٠، ١٥، ٢٠، ٣٠، ٤٠). إذ تم تحضير ستة محاليل تحتوي على نفس التركيز لمحاليل المواد ونفس الكمية من الفحم المنشط. ثم رجت المحاليل لمدة ٣٠ دقيقة عند الدرجات الحرارية المذكورة وكل على جدى في الحمام المائي المسيطر على درجة حرارته رقمياً (digital)، ثم رشحت المحاليل وقيست كمية الإمتزاز من خلال التسحيح مع محلول ٠,١ عياري من كاربونات الصوديوم.

### الدراسة الحركية للإمتزاز:

دُرست حركية إمتزاز الباراكريبول عند درجة حرارة (٤٠ م) وبتكرير (٠,١٢ عياري) وتم إختيارها لحصول أعلى إمتزاز لهذه المادة من بين المواد قيد الدراسة وعند درجة الحرارة والتركيز المذكورين، إذ تم تحضير ستة محاليل بنفس التركيز ووضعت في ستة دوارق تحتوي على بداخلها على (٠,١) غم من الكربون المنشط، ثم رجت المحاليل في الحمام المائي بدرجة الحرارة (٤٠ م) وبعدها رشحت المحاليل في أزمان مختلفة (٥، ١٠، ١٥، ٢٠، ٣٠ و ٤٠) دقيقة.

درس تأثير تغيير درجة الحرارة على إمتزاز المركبات قيد الدراسة على الفحم المنشط باستخدام كمية محدودة (٠,١) غم من الفحم المنشط وبسرعة رج ثابتة وبتركيز (٠,١٢) عياري وفي مدى من الدرجات الحرارية تراوح بين (٤٠-٥) م وقد تم حساب النسبة المئوية للإمتزاز عند هذه الدرجات. وقد إستخدمت النتائج المحصل عليها في حساب الدوال الترموداينميكية من خلال المعادلات المذكورة أدناه

$$\ln k = \frac{-\Delta H}{RT} + C \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Slope} = -\Delta H/R \dots\dots\dots(2)$$

$$\Delta G = -RT \ln k \dots\dots\dots(3)$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \dots\dots\dots(4)$$

والنتائج التي تم الحصول عليها مدرجة في الجداول (٢-٦):

جدول (٣) النسب المئوية لإمتزاز المركبات قيد الدراسة عند درجات حرارية مختلفة (٤٠-٥) وبتركيز ثابت (٠,١٢) عياري.

درجة الحرارة م°	النسبة المئوية للإمتزاز			
	phenol	o-cresol	m-cresol	P-cresol
٥	٨٩,١٥	٩١,٢٥	٩١,٠٣	٩٠,٤٧
١٠	٩٠,٧٤	٩٢,٩١	٩١,٧٢	٩١,٥٠
١٥	٩٢,٤٣	٩٤,٥٨	٩٢,١٥	٩٢,١٩
٢٠	٩٣,٢٩	٩٤,٦٥	٩٢,٨٣	٩٣,٦٨
٣٠	٩٤,٥٣	٩٤,٥٨	٩٣,٥٣	٩٤,٥٨
٤٠	٩٤,٩٠	٩٥,٨٣	٩٤,٦٥	٩٦,٠٢

جدول (٤) القيم الترموداينميكية لإمتزاز الفينول وفي درجات حرارة مختلفة

T	K	$\Delta H$ J.mol <sup>-1</sup>	$\Delta G^\circ$ J.mol <sup>-1</sup>	$\Delta S^\circ$ J.mol <sup>-1</sup> .Kel <sup>-1</sup>
٢٧٨	٨,٢	١٦٦٢٨	-4862	42.32
٢٨٣	٩,٧٩		-5366	٣٩,٧٩
٢٨٨	١٢,٢١		-5990	٣٦,٩٣
٢٩٣	١٣,٩٠		-6409	٣٤,٨٧
٣٠٣	١٧,٢٨		-7177	٣١,١٩
٣١٣	١٨,٦٠		-7606	٢٨,٨٢

وقد وجدت قيمة  $\Delta H$  من خلال رسم  $\ln k$  مقابل  $1/T$

جدول (٥) القيم الترموداينميكية لإمتزاز الأورثو-كريسول ودرجات حرارية مختلفة تركيز (٠,١٢) عياري

T	K	$\Delta H$ J.mol <sup>-1</sup>	$\Delta G^\circ$ J.mol <sup>-1</sup>	$\Delta S^\circ$ J.mol <sup>-1</sup> .Kel <sup>-1</sup>
٢٧٨	١٠,٤٢	١٥١١٦,٣	-5417	٣٤,٨٨
٢٨٣	١٣,١		-6051	٣٢,٠٣
٢٨٨	١٧,٤٥		-6845	٢٨,٧١
٢٩٣	١٧,٦٩		-6998	٢٧,٧٠
٣٠٣	١٧,٤٤		-7199	٢٦,١٢
٣١٣	٢٢,٩٨		-8155	٢٢,٢٣

جدول (٦) القيم الترموداينميكية لامتزاز الميتا-كريسول ودرجات حرارية مختلفة وعند التركيز (٠,١٢) عياري

جدول (٢) النسب المئوية للإمتزاز وقيم سعة الإمتزاز للمركبات المدروسة

التركيز (N)	النسبة المئوية للإمتزاز	*qe (mg/gm)
٠,٠٤	٨٦,٢٤٩	١٨٦٣
٠,٠٨	٩٣,١٢٤	٤٠٢٣
٠,١٢	٩٤,٥٨١	٦١٢٩
٠,١٦	٩٤,٤٣٨	٨١٥٩,٤
٠,٢٠	٩٤,٥١٢	١٠٢٠٧
<b>m-cresol</b>		
٠,٠٤	٨٧,٤٩٧	١٨٩٠
٠,٠٨	٩١,٢٥٠٥	٣٩٤٢
٠,١٢	٩٣,٥٣٣٣	٦٠٤٨
٠,١٦	٩٣,٥١٧٠	٨٠٨٠
٠,٢٠	٩٣,٥٠٨١	١٠٠٩٩
<b>p-cresol</b>		
٠,٠٤	٩٠,٠٤	١٩٤٤
٠,٠٨	٩٣,٧٤	٤٠٥٠
٠,١٢	٩٤,٥٨	٦١٢٩
٠,١٦	٩٤,٥٤	٨١٧٠
٠,٢٠	٩٤,٥٥	١٠٢١١
<b>phenol</b>		
٠,٠٤	٨٨,٧٥	١٦٦٨
٠,٠٨	٩٢,٥٠	٣٤٧٨
٠,١٢	٩٤,٥٣	٥٣٣٤
٠,١٦	٩٤,٥١	٧١٠٧
٠,٢٠	٩٤,٥٢	٨٨٨٥

١. qe : تمثل سعة الامتزاز عند حالة الاتزان. من ملاحظة النتائج المدرجة في الجدول (٢) نجد أن كفاءة الامتزاز تزداد مع زيادة التركيز ومن الملاحظ أن التغيير في كفاءة الامتزاز يكون أكثر وضوحاً عند التركيزات المنخفضة إذ يخفتي تقريباً تأثير التركيز بعد التركيز (٠,١٢) عياري. وإذا ما قارنا كفاءة الامتزاز للمركبات المدروسة الأربعة عند (٠,٠٤) عياري نجد أن إمتزاز الباربا-كريسول يكون أعلى من نتائج بقية المركبات في حين يكون مركب الأورثو-كريسول أقلهم كفاءة، ويمكن أن يعزى سبب ذلك إلى الإعاقاة الفراغية في مركب الأورثو إذ أن الإرتباط بين هذه المركبات مع سطح الفحم من خلال مجموعة الهيدروكسيل كما أن الدفعا لالكتروني في مركب الباربا-كريسول له تأثير أكبر على مجموعة الهيدروكسيل إذا ما قورن مع بقية المركبات والذي يعمل على زيادة الكثافة الإلكترونية والمسؤولة عن حدوث عملية الامتزاز ومن الملاحظ أن تسلسل كفاءة إمتزاز هذه المركبات يكون بالشكل التالي وهو ما يتفق ما ماذكر أعلاه:-

أورثو-كريسول > ميتا-كريسول > فينول > باربا-كريسول

تأثير درجة الحرارة

في حين عندما تكون قيمتها مساوية للواحد تشير الى حالة التشبع للسطح الماز في حين عندما تكون قيمتها اقل من الواحد فان الامتزاز قد يكون كيميائياً (١٦)، وهذا ربما يدعم كون النظام المدروس ماصاً للحرارة كما أشارت الى ذلك قيم  $\Delta H$  في الدراسات الترموداينميكية. وقد تم استخدام الدالة الحامضية الطبيعية لكل مركب في المحيط المائي لانها اسهل اعدادا واكثر اقتصادية من الناحية العملية.

#### الدراسة الحركية

تم إختيار مركب الباراكريسول كنموذج لدراسة حركية الامتزاز على الفحمالنشط. وقد أنجزت الدراسة الحركية من خلال تطبيق نموذجي معادلة المرتبة الأولى الكاذبة (معادلة لآكر كرين) والتي يعبر كما يلي:

$$\log q_e - q_t = \log q_e - \frac{k}{2} \cdot t \quad (6)$$

$q_t$  سعة الامتزاز عند زمن معين  $k$  ثابت سرعة الامتزاز  $t$  الزمن إذ عند رسم العلاقة بين  $(\log q_e - q_t)$  مقابل الزمن ولكي ينطبق النظام المدروس على هذا النموذج يجب أن نحصل على معادلة خطية بمعامل ارتباط جيد ويجب أن تتطابق قيم  $q_e$  المحسوبة عملياً وتلك المحسوبة من الرسم البياني. النموذج الثاني الذي تم تطبيقه هو معادلة المرتبة الثانية الكاذبة الذي يمكن أن يعبر عنها بالمعادلة الآتية:

$$t/q_t = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{k_e} t \quad (7)$$

وعند رسم العلاقة بين  $t/q_t$  مع الزمن  $t$  ولكي ينطبق النظام المدروس على هذه المعادلة يجب أن نحصل على معادلة خطية وبمعامل ارتباط جيد وأن تتطابق قيم  $q_e$  المحسوبة عملياً وتلك المحسوبة من الرسم البياني. النتائج التي تم الحصول عليها من تطبيق النموذجين مدرجة في الجدول (٩) وموضحة في الأشكال (٢-٥).

جدول (٩): قيم سعة الامتزاز العملية والنظرية وثابت سرعة الامتزاز ومعامل الارتباط عند تطبيق معادلتى المرتبة الأولى والمرتبة الثانية

#### لمركب الباراكريسول

تطبيق معادلة المرتبة الأولى		تطبيق معادلة المرتبة الثانية				
قيم $q_e$ المحسوبة عملياً	$q_e$	$k_1$	$R^2$	$q_e$	$k_2$	$R^2$
٦٢٢٢,١٩	٣٣٢,١	0.002303	٠,٨٧٥٣	٥٠٠٠	١,٦٦٢٣٢٤×	١

من ملاحظة قيم  $R^2$  للخطوط المحصل عليها ومطابقة قيم  $q_e$  العملية والمحسوبة يمكن الخروج بخلاصة مفادها بأن النظام المدروس هو من المرتبة الثانية.

T	K	$\Delta H$ J.mol <sup>-1</sup>	$\Delta G^\circ$ J.mol <sup>-1</sup>	$\Delta S^\circ$ J.mol <sup>-1</sup> .Kel <sup>-1</sup>
٢٧٨	١٠,١١	١١٦٣٩,٦	-5346.0	٢٢,٦٣
٢٨٣	١١,٠٧		-5656.2	٢١,١٤
٢٨٨	١١,٧٣		-5895.0	١٩,٩٤
٢٩٣	١٢,٩٤		-6243.4	١٨,٤١
٣٠٣	١٤,٤٥		-6726.1	١٦,٢١
٣١٣	١٧,٦٩		-7476.3	١٣,٣٠

جدول (٧) القيم الترموداينميكية لامتزاز الباراكريسول وبدرجات حرارية مختلفة وبتركيز ثابت (٠,١٢) عياري

T	K	$\Delta H$ J.mol <sup>-1</sup>	$\Delta G^\circ$ J.mol <sup>-1</sup>	$\Delta S^\circ$ J.mol <sup>-1</sup> .Kel <sup>-1</sup>
٢٧٨	٩,٤٩	١٧٢٢١,٨	-5200	٤٣,٢٤
٢٨٣	١٠,٧٦		-5588	٤١,١٠
٢٨٨	١١,٨		-5909	٣٩,٣٧
٢٩٣	١٤,٨٢		-6565	٣٦,٣٧
٣٠٣	١٧,٤٥		-7202	٣٣,٠٦
٣١٣	٢٤,١٢		-8283	٢٨,٥٥

تشير النتائج المذكورة في الجداول السابقة إلى ان كفاءة الامتزاز تزداد مع زيادة درجة الحرارة من خلال قيم النسب المئوية للامتزاز وثابت الاتزان  $K$  وهذا يدعم ما تم الحصول عليه من دوال ثرموداينميكية إذ تشير قيم الانتالبي إلى ان الامتزاز للنظام المدروس هو عملية ماصة للحرارة كما ان الإشارة السالبة لـ  $\Delta G$  تشير إلى ان عملية الامتزاز تلقائية ومن الغريب ملاحظة ان النظام يكون اكثر عشوائية بعد عملية الامتزاز وعكس ما هو مألوف وربما يعود السبب إلى ان الارتباط حدث مع الشكل الايوني للمركبات المدروسة بعد تآينها (ايون الفينوكسيد) إذ ان تحرر ايونات الهيدروجين إلى المحلول تعمل على زيادة عشوائية النظام المدروس.

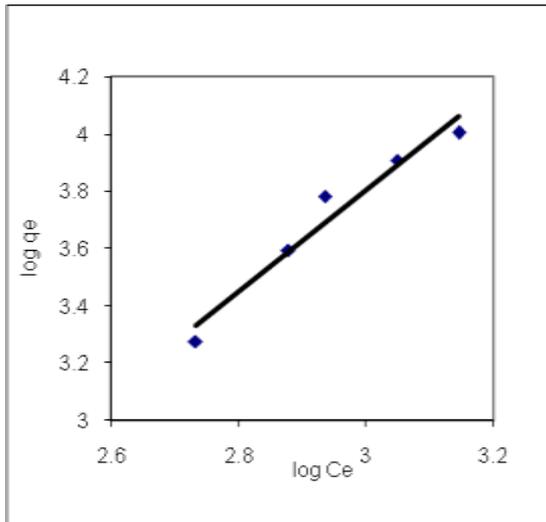
#### دراسة ايزوثيرمات الامتزاز

لقد تم تطبيق نموذج معادلة ايزوثيرم فرنر لـخ على البيانات العملية للإمتزاز للإنظمة مع المركبات المدروسة وفي مدى من التراكيز (٠,٠٤-٠,١٢) عياري ومع تثبيت الظروف الأخرى وعند درجة حرارية ثابتة (٢٠م). النتائج التي تم الحصول عليها مدرجة في الجدول رقم (٨) وقد اعطى تطبيق نموذج هذا الايزوثيرم إنطباقاً جيداً على البيانات العملية للإمتزاز مشار إليها بـقيم معامل الارتباط (r).

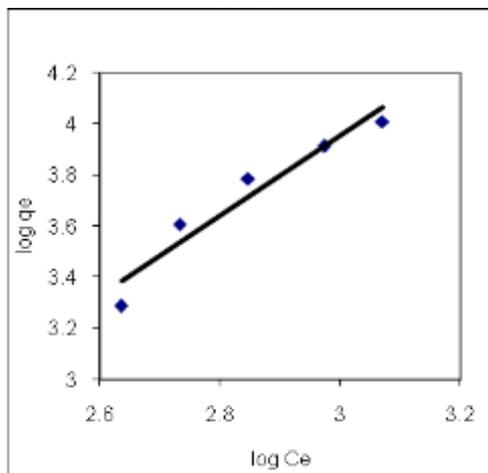
جدول (٨) قيم معاملات ايزوثيرم فرنر للمركبات قيد الدراسة

Compounds	n	K	R
Phenol	٠,٥٤٤٨	٣٢,٩٦٨٥	٠,٩٥٦٨
o-cresol	٠,٧٧٠	١,١٩٣١	٠,٩٧١٨
m-cresol	٠,٥٦٠	٣٢,٠٠٣٦	٠,٩٧٧٣
p-cresol	٠,١٩٣٣٧	٥,٣٧٠٣	٠,٩٦٤٣

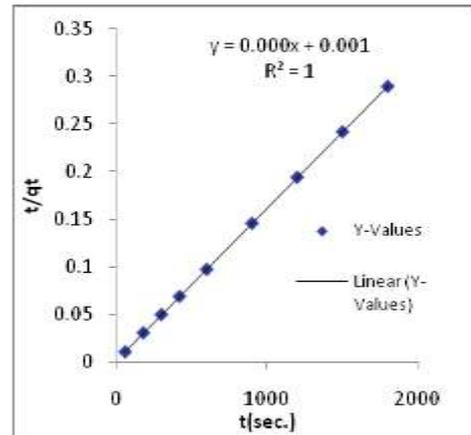
إن قيم  $n$  التي تمثل إحدى معاملات فرنر والتي تشير إلى شدة الإمتزاز وعندما تكون قيمتها محصورة بين (١-) تمثل إمتزاز فيزيائي



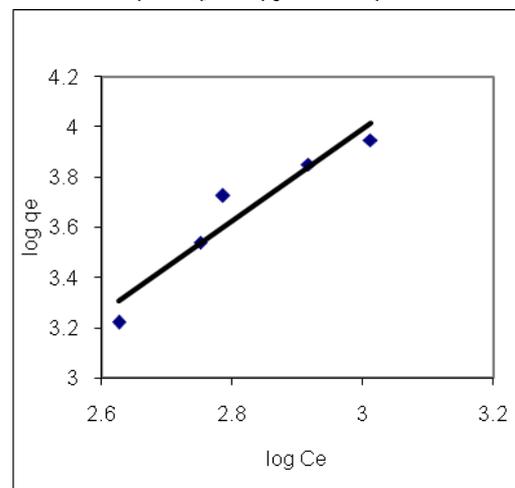
الشكل (٥) تطبيق نموذج معادلة ايزوثيرمفردنلخ على الميتا-كريسول



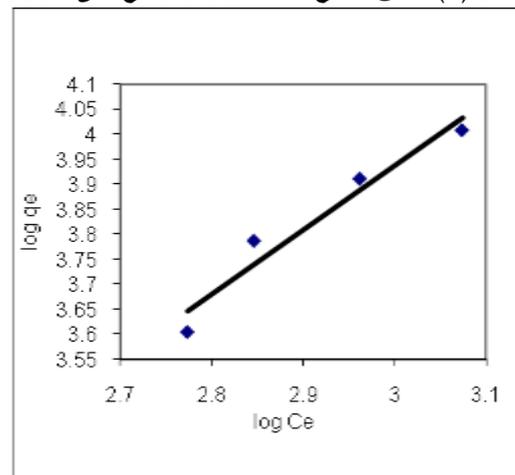
الشكل (٦) تطبيق نموذج معادلة ايزوثيرمفردنلخ على الباراكريسول



الشكل (٢): العلاقة بين t/sec. مقابل t حسب معادلةالمرتبة الثانية الكاذبة



الشكل (٣) تطبيق نموذج معادلة ايزوثيرمفردنلخ على الفينول



الشكل (٤) تطبيق نموذج معادلة ايزوثيرمفردنلخ على الاورثو-كريسول

## المصادر

- 1- M.M. Mortland, S. Shaobai and S.A. Boyd, (1986) "Clay-organic complexes as adsorbents for phenol and chlorophenols", clays and clay minerals, 34, 581-585.
- 2- P. Mavros, A.C. Daniilidou, N.K. Lazaridis, and L.Stergiou, (1994), "Color removal from Aqueous solutions", part 1, flotation Environ, Technol., 15, 601-616.
- 3- T.A. Al-Banis, D.G. Hela, T.M. Sakellaridis and T.G. Danis, (2000), "Removal of dyes from aqueous solutions by adsorption on mixtures of fly ash and soil in batch and column techniques", Global Nest., the Int. J., 2, 3, 237-241,
- 4- F. Banat, S. Alasheh and L. Abu Aitah, (2003), "Examination of the effectiveness of physical and chemical activation of natural Bentonite for the removal of heavy metal ions form aqueous solution" Abstracts from adsorption science and Technology, Vol.20, No. 1.
- 5- D.M. Navskia, A.S. Escribano and A.G. Ruiz, (2001), surface properties of activated carbons in relation of their ability to adsorb nonyl phenol aqueous contaminant, phys. Chem., 3. 463-468.
- 6- ج.م. صالح، (١٩٨٠)، كيمياء السطح والعوامل المساعدة الطبعة الأولى، جامعة بغداد، ص ١٣-١٤.
- 7- M.M. Aslam, I. Hassan, M. Malik and Asif Matin, (2003), "Removal of copper from industrial effluent by adsorption with economical viable material", Institute of Environmental Science and Engineering (IESE), pp. 1-8.
- 8- E.A. Al-Hyali, S.A. Al-Dubuni and O.M. Ramadhan, (2004), "The effect of temperature, pH and concentration on the adsorptive properties of aromatic amines and their substituents", National Journal of chemistry, Vol. 16.
- 9- S. Kumar, S.N. Upadhyay and Y.D. Upadhyay, (1987), "Removal of phenols on adsorption in fly ash". J. Chem. Tech. Biotechnol., 37, 281-290.
- 10- P.W. Atkins, (1996), physical chemistry, 4<sup>th</sup> Ed., Oxford University press.
- 11- A. Hamza. An M.F. Hamoda, (1980), Industrial waste conference, Purdue University, Indiana, p. 151.
- 12- C.H. Robert, (1996), class Notes, CE 4104 water and wastewater Design, Virginia, Tech., 37-48.
- 13- Ivo Safari K, K. Nymburska and M. Safari, (1997) "Adsorption of water soluble organic dyes on magnetic charcoal, J. Chem. Tech. Biotechnol., 96, 1-4.
- 14- S. Nouri, F. Haghshersht and L. max., (2003) "Adsorption of aromatic compounds by activated carbon: effect of functional groups and molecular size", Abstract from Adsorption science and Technology, Vol. 20, No. 1.
- 15- F.E. Al-Jawaly, (2006). "Modification of Activated Carbon for Adsorption of Heavy Metal", M.Sc. Thesis, University of Mosul.
- 16- A. Khaled, A. El Nemr, A. El-Sikaily and O. Abdel-Wahab, (2009), "Treatment of Artificial textile dye effluent containing Direct yellow 12 by orange peel carbon". Desalination, 210-232.

## Thermodynamic and Kinetic study of adsorption of phenol and some derivatives using prepared activated carbon

Shayma'a H. Abulrahman

*College of Science , Chemistry department , University of Mosul ,Mosul,iraq*

(Received: 2 / 1 / 2011 ---- Accepted: 28 / 6 / 2011)

### Abstract

The study included the adsorption of phenol and o, m, p-cresol on activated carbon from their aqueous solution. The effect of parameters such as contact time, initial concentration and temperature have been investigated. The results showed that the adsorption efficiency increased sharply with the time in the first five minutes then gradually decreased and reached to equilibrium within 40-60 minutes for all the considered compounds. The adsorption efficiency was found to increase with the increase of initial concentration, accompanied by increase in the adsorption capacity. The elevation of temperature showed increase in the adsorption efficiency. Depending on the variation of adsorption efficiency with the temperature, thermodynamic parameters ( $\Delta G^\circ$ ,  $\Delta H$  and  $\Delta S^\circ$ ), were estimated. Two kinetic models were applied on the adsorption data namely; pseudo first and pseudo second order equations. The results of the kinetic study denoted that, the adsorption data of the studied systems are better fit the second order kinetic model.