

## دراسة إزالة العناصر الثقيلة (النحاس والمنغنيز والزنك ) من المياه الصناعية لمصفي بيجي باستخدام الكربون المنشط

المهندس عباس علي كنوش  
كلية الهندسة /قسم هندسة البيئة  
جامعة تكريت، العراق

E-mail:- abbas\_aljbori@yahoo.com

الأستاذ الدكتور مزهر مهدي إبراهيم  
عميد كلية هندسة النفط والمعادن  
جامعة تكريت، العراق

E-mail :- sar31205@yahoo.com

### الخلاصة

إزالة هذه المواد من مياه الفضلات باستخدام أعمدة من الكربون المنشط. كذلك بينت النتائج أن زمن الاختراق وزمن الاستنزاف يتناسبان عكسياً مع تركيز الملوثات الداخلة وسرعة السائل الفراغية وطريداً مع سمك طبقة الكربون المنشط الحبيبي. كذلك فقد تبين بأن سعة الامتزاز تتناسب طردياً مع تركيز الملوثات الداخلة وسرعة السائل الفراغية. وقد تم إيجاد معادلات تصف العلاقة بين زمن الاختراق والاستنزاف والعوامل التشغيلية المختلفة مثل سمك طبقة الكربون المنشط الحبيبي (H) وسرعة السائل الفراغية (LHSV) و تراكيز المواد الملوثة الداخلة ( $C_0$ ). وقد وجد أن منحنيات الامتزاز تتطابق بصورة مقبولة مما يدل على إن المعادلات المستحصل عليها مقبولة بما يكفي . وكذلك تم حساب سعة امتزاز الكربون المنشط للمواد الملوثة الثلاثة (النحاس و المنغنيز والخاصين ) عند سرع فراغية مختلفة وقيم مختلفة من التراكيز.

تهدف الدراسة إلى إزالة العناصر الثقيلة (النحاس والمنغنيز والزنك ) من مياه الصرف الصناعية في مصفى بيجي بعملية الامتزاز بواسطة الكربون المنشط الحبيبي وإمكانية تمثيل العملية بنموذج رياضي. تم دراسة أهم العوامل المؤثرة على المرشح أحادي الوسط اخذين بنظر الاعتبار إمكانية التحكم والسيطرة على أهم العوامل التي تؤثر على عملية الامتزاز بثبوت درجة الحرارة عند 25 درجة مئوية والدالة الحامضية عند (pH=7). إن المياه الملوثة التي أنجزت عليها الدراسة تم تحضيرها مختبرياً لتمثيل المياه الصناعية في مصفى بيجي. تم اختيار خمسة قيم لكل متغير ولغرض تغطية مدى المتغيرات فإن ذلك تطلب إجراء 125 تجربة لكل عنصر وبغية توفير الجهد والوقت اللازمين لتنفيذ هذا العدد من التجارب فقد تم استخدام نموذج ( Box-Wilson ) الإحصائي اذ يضمن هذا النموذج تقليل التجارب إلى 15 تجربة لكل عنصر. وقد تم تصميم وتصنيع جهاز مختبري لغرض انجاز الدراسة وقد بينت النتائج المستحصلة إمكانية

**الكلمات الدالة :-** العناصر الثقيلة ، الكربون المنشط الحبيبي ، مياه المصافي الملوثة ، امتزاز العناصر الثقيلة

## Removal of Heavy Metals (copper, manganese and zinc) from Industrial Wastewater of Baiji Refinery By Granular Activated Carbon

**Prof. Dr Muzher M. Ibrahim AIDoury**  
Dean of Petroleum And Minerals Engineering collage  
Tikrit University, Iraq  
E.mail :- ( sar31205@yahoo.com )

**Engineer Abbas Ali Kanoosh**  
Higher Diploma Civil Engineering  
Tikrit University, Iraq  
E:-(abbas\_aljobori@yahoo.com)

### **Abstract**

The aim of the present work is to remove heavy metals (copper, manganese and zinc) from industrial wastewater of Baiji refinery using Granular Activated Carbon(GAC). The most important factors affecting adsorption process have been studied ,they are bed height ,pollutant concentrations and Liquid Hourly Space Velocity (LHSV).All experiments were performed under constant temperature(25 ° C) and pH=7. The experiment apparatus is designed and constructed to enable controlling of operation condition. Employ five levels for each parameters are used at the present work. Therefore 125 runs are required for each metal. Box –Wilson method is used to reduce the number of experiments and to relate break through time ( $t_B$ ) and Exhaustion time ( $t_E$ ) with the studied parameters. The results indicated that cooper ,manganese and Zinc can be completely removed from wastewater using Activated Carbon. It is also show that breakthrough time( $t_B$ )and Exhaustion time ( $t_E$ ) are inversely proportional with pollutant concentration and Liquid Hour Space Velocity (LHSV) and it is directly proportional with the thickness of activated carbon column.

**Key words:** Granular Activated Carbon (GAC),Heavy metals, Oil refinery wastewater .

---

معالجة للعناصر الثقيلة للمياه المستخدمة مما دفعني الى اجراء الدراسة الحالية حيث ومن المعروف ان المخلفات الصناعية الناتجة عن مصافي النفط والصناعات البتروكيماوية تحتوي على مدى واسع من الملوثات ومنها العناصر الثقيلة التي تمتاز بعدم تحللها البيولوجي فضلا عن مضارها الصحية .

#### أهداف البحث

- 1- إزالة العناصر الثقيلة (النحاس والمنغنيز والخرصين ) من المياه الصناعية لمصفي بيجي باستعمال المرشح احادي الوسط (الكربون المنشط الحبيبي ) .
- 2- تحديد العوامل التصميمية الداخلة في تصميم المرشحات احادية الوسط مختبريا بحيث تمكننا هذه البيانات من التصميم الحقل للتحصول على افضل النتائج المتوخاة من معالجة المياه الصناعية .
- 3- ايجاد نماذج رياضية لحساب زمن الاختراق وزمن الاستنزاف للعناصر الثقيلة (النحاس والمنغنيز والخرصين ) .
- 4- مقارنة اداء النظام مع احد نماذج الامتزاز الرياضية الشائعة .

#### الدراسات السابقة

قام الباحث (Faur-Brasquet,et al.,2002) بايجاد نماذج امتزاز لعناصر (النحاس والنيكل والرصاص ) على الكربون المنشط ، تم من خلاله تقسيم العمل الى جزئين الجزء الاول تضمن دراسة ازالة العناصر الثلاثة بواسطة نمط الدفعات ( Batch Reactor ) لايجاد موديلات الامتزاز بواسطة معادلة فندرلج واستخلص من هذه الدراسة ان سعة امتزاز الكربون المنشط للعناصر كان وفق التسلسل (الرصاص>النيكل>النحاس ) واجريت هذه التجارب عند قيمة pH تتراوح ما بين (2-10) . اما الجزء الثاني فأنصب على ايجاد نماذج امتزاز في حالة تغير في قيم الدالة الحامضية pH ووجد ان سعة امتزاز العناصر الثلاثة على الكربون المنشط كان وقت التسلسل (النيكل>النحاس>الرصاص ) .

قام الباحث ( Carlos Moreno et al ., 2010 ) بتصنيع كربون منشط باستخدام عظام الابقار واستخدامه في ازالة العناصر الثقيلة (النحاس والمنغنيز والحديد والنيكل ) من المحلول المائي . تم استخدام نموذجين للامتزاز في تحليل النتائج المستحصلة حيث وجد ان الكربون المنشط المصنوع من عظام الابقار له قابلية كبيرة على امتزاز عنصر النحاس ووجد ان سعة الامتزاز تتغير بتغير الدالة الحامضية pH وكانت النتائج المستحصلة عليها من هذا البحث تتوافق مع معادلة لانكماير .

درس (Yavu et al ., 2003) ازالة بعض العناصر الثقيلة وهي النحاس والمنغنيز والنيكل بعملية الامتزاز باستخدام طين الكولايت وكانت النتائج مطابقة لمعادلة لانكماير واستحصلت قيمة ثابت لانكماير التي تمثل سعة الامتزاز لهذه العناصر في درجة حرارة (25 °C) التي ( 0.919 mg/g ) لايون الكوبالت و (1.669 mg/g) لايون النيكل و ( 10.787 mg/g) لايون النحاس ويوصف كذلك ان الامتزاز يزداد بزيادة درجة الحرارة .

درس (Tangiunk et al ., 2009) امتزاز عنصر الرصاص والكادميوم على الكربون المنشط المحضر من القشور اللوز ولقد وجد ان اقصى امتزاز يكون عند الدالة الحامضية (pH=3) وكانت كفاءة الامتزاز (99.61% , 98.87% ) وسعة الامتزاز (28.90, 14, 29) مليغرام لكل غرام على التوالي .

درس الباحث (Qingge et al., 2004) امتزاز ايون الرصاص الزئبق على رماد قشور الرز وتضمنت الدراسة الدالة الحامضية pH وحجم الدقائق للمادة المازة وتأثير الشدة الأيونية على كفاءة الامتزاز وقد طابقت النتائج التجريبية نموذج لانكماير وفرندلج وبينت الدراسة كفاءة امتزاز ايون الرصاص على رماد قشور الرز مقارنة مع ايون الزئبق .

درس (Reed et al., 1994) تأثير الدالة الحامضية pH على كفاءة الازالة للمادة المازة حيث استخدم اعمدة كربون منشط حبيبي لازالة الرصاص من مياه الفضلات وقد وجد ان كفاءة الازالة تقل بنقصان الداله الحامضية (pH) .

أجرى (Goel et at 2005) دراسة لامتزاز عنصر الرصاص باستعمال كربون منشط تجاري واخر معامل كيميائيا لتحسين الفه سطح الكربون

يعد التلوث البيئي والمشاكل الناتجة عنه من أهم القضايا التي شغلت العالم منذ بداية القرن العشرين إلى يومنا هذا. ان النمو الصناعي والزراعي والسكاني أدى إلى جعل المياه المتوفرة للأغراض النفعية والخالية من انواع الملوثات المختلفة في تناقص مستمر. ومن المعروف ان مياه الفضلات الصناعية المختلفة سواء اكانت صناعات بتروكيماوية او صناعات الاسمدة او صناعة المواد البلاستيكية او التعدين تحتوي على مركبات عضوية متعددة بطينة التحلل ولا يمكن ازلتها بالطرق البيولوجية التقليدية ( Crauford and Cline 1990 ). ان العناصر الثقيلة هي احدى الملوثات الموجودة في المياه الطبيعية وفي مياه الفضلات الصناعية والمنزلية والتي تمتلك مخاطر تدعو الى القلق بسبب الخاصية السمية التي تمتلكها بعض هذه العناصر . وكنتيجة لتعامل الانسان مع العديد من هذه العناصر ومركباتها التي لاتحصى خلال الحياة اليومية يجعل من السهل تسربها الى البيئة وخاصة الى المياه ( عباوي وحسن ، 1990 ) . يعرف تلوث المياه بأنه تدني نوعية المياه الطبيعية بسبب اضافة المواد الضارة فيها بتركيز متزايدة. ومن انواع تلوث المياه التلوث بالمواد اللاعضوية ومركبات العناصر الثقيلة ، ويقصد بالعناصر الثقيلة العناصر التي تزيد كثافتها عن (5غم/سم<sup>3</sup>) .

ان للعناصر الثقيلة التي توجد في مياه الصرف الصناعي (الكادميوم والنحاس والرصاص والكلوروم والخرصين... الخ) مخاطر صحية لا يستهان بها بالنسبة للانسان والحيوان ، كما انها تؤثر على المحاصيل التي تروى بهذه المياه ففي معظم الحالات تتراكم هذه العناصر في المحصول ويمكن ان تحدث تأثيرات ضارة للانسان او الحيوان الذي يتناولها تتصف العناصر الثقيلة بانها ملوثات مقاومة للتغيرات كونها صعبة التحلل ولا تتعطل أليتها ، لذلك يزداد تركيزها عن الحد المسموح به في التربة والمياه مؤديا ذلك الى تراكمها في البيئة مما يهدد العمليات البيولوجية والحياة البشرية. تعتبر العناصر الثقيلة من اخطر الملوثات الصناعية على الإطلاق في الوقت الحاضر وذلك لعدة أسباب منها: ضخامة كمياتها وصعوبة تحللها عن طريق البكتريا. ومعظم هذه المواد والتي تطلق إلى البيئة تأتي عن طريق الصناعات البتروكيماوية أثناء عمليات نقل وتداول النفط ومشتقاته. تتوفر في جميع المصافي ومنشآت الصناعة البتروكيماوية العديد من الوحدات لمعالجة المياه الصناعية الملوثة ومعظمها تحتوي على وحدة معالجة بايولوجية ولكن في اغلب الأحيان تكون هذه الوحدات غير قادرة على جعل المياه الصناعية ضمن المواصفات المطلوبة لذلك استلزم الأمر التفتير بإضافة وحدات أخرى يمكنها التعامل مع العناصر الثقيلة ، ومن هذه الوحدات وحدات الامتزاز باستخدام الكربون المنشط. ومصفى بيجي يعاني من ارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة في المياه الخارجة من وحدات معالجة المياه الصناعية بحيث تتخطى الحدود المسموح بها وفق المواصفات العراقية حيث لا توجد وحدة لمعالجة العناصر الثقيلة لذا استوجب دراسة إمكانية معالجة هذه المياه لإزالة العناصر الثقيلة باستخدام الكربون المنشط الحبيبي.

#### واقع حال مصفى بيجي

يحتوي مصفى بيجي على الكثير من الوحدات المستخدمة لتكرير النفط الخام إلى مشتقاته لذلك فان المخلفات السائلة تشمل العناصر الثقيلة بمختلف أنواعها ويتم طرحها من وحدات الإنتاج المختلفة ومن المختبرات. تجد معظم هذه المخلفات طريقها إلى وحدات المعالجة البيولوجية والتي للأسف لا تستطيع إزالة مثل هذه المواد بسبب قدم هذه الوحدات وإنها لا تعمل حسب التصميم ووجود التسربات الكثيرة مما يؤدي إلى انخفاض اداء وحدة المعالجة البيولوجية وموت البكتريا وتحول الوحدة إلى وحدة ترسيب فقط بالإضافة إلى الأعطال الميكانيكية الكثيرة حيث إن المرشحات الرملية متوقفة عن العمل حالياً، كل ذلك يؤثر على عمل الوحدات بصورة سلبية والنتيجة النهائية هي إن الماء الخارج لا يزال يحتوي على كمية من العناصر الثقيلة أكثر من التركيز المسموح به لذلك فإن إنشاء وحدات معالجة إضافية للتعامل مع مثل هذه المواد يعد أمراً ضرورياً.

#### أسباب إجراء الدراسة الحالية

بسبب النقص الحاصل في مياه نهر دجلة وانخفاض منسوب مياهه والتدهور الحاصل فيه بسبب رمي المخلفات المنزلية والمخلفات الصناعية من مصفى بيجي والشركة العامة لصناعة الاسمدة الكيماوية ومحطة كهرباء بيجي الحرارية ومن ملاحظة هذه الصناعات وعدم وجود وحدات

وجهدا كبيرا فقد تم استخدام نموذج (Box-Wilson) الاحصائي وهي طريقة احصائية تستخدم لتقليل عدد التجارب ولمعرفة تأثير المتغيرات المهمة على المتغير المعتمد وتكون على شكل نموذج رياضي وضعي يصف العلاقة ما بين عوامل التجربة المسيطر عليها والنتائج التي سيتم الحصول عليها من خلال تنفيذ التجارب (Kamoun et al., 1999) و (Catalkaya and Sengül, 2006) و (Živorad R., 2004).

### النتائج والمناقشة

ان النتائج التي تم الحصول عليها من المرشح احادي الوسط دلت على ان العوامل التشغيلية المؤثرة على عملية الامتزاز في المرشح احادي الوسط هي :

#### أ- تأثير سرعة السائل الفراغية

ان زمن التماس عامل مهم في تصميم عمود الامتزاز ذي الطبقة الثابتة ولذلك فإن سمك الطبقة وسرعة السائل الفراغية (LHSV) هما العاملان الرئيسيان في التصميم. تم رسم البيانات الخاصة بسرعة السائل الفراغية في الأشكال من (2) إلى (5) وهي تمثل منحنيات الامتزاز للنحاس والمنغنيز والخاصين على التوالي عند سمك كاربون منشط مقداره 30 سم. نلاحظ من هذه الأشكال انه عند زيادة سرعة السائل الفراغية (LHSV) بثبوت سمك الطبقة فإن نقطة الاختراق ستظهر مبكرة أي يحدث الاختراق بسرعة وذلك لعدة أسباب منها عدم وجود الوقت الكافي لحدوث الامتزاز ووجود مساحات معينة وحجم معين من الكاربون غير مغطاة ولذلك لا يحدث الامتزاز عليه وبذلك تتكون مناطق نقية من الكاربون المنشط أي مواقع امتزاز فارغة. ولكن عندما تكون LHSV قليلة أي وقت التماس كبيراً فإن ذلك سيؤدي إلى إتاحة الوقت الكافي لامتزاز كمية أكبر من الملوثات وهذا يؤدي إلى شبه تشبع الكاربون المنشط بالمواد الملوثة قبل الانتقال إلى الجزء الأخر من الطبقة مما يعني إن كمية المادة الممتزة تكون أكبر في هذه الحالة. ومن الملاحظ أيضاً أن زيادة سرعة السائل الفراغية تقلل حجم الماء المعالج إلى أن يتم حدوث الاختراق وتقلل زمن التماس بين المادة المذابة والمادة المازة وهذا متوافق مع ما توصل إليه كل من (Walker and Weatherley 1998) و (Gupta et. al 2001) و (Babu and Gupta 2006). وتبين الأشكال علاقة زمن الاختراق وزمن الاستنزاف بسرعة السائل الفراغية على التوالي حيث تبين انه كلما زادت سرعة السائل الفراغية كلما انخفض زمن الاختراق وبصورة حادة وسريعة لغاية .

#### ب- تأثير سمك طبقة الكاربون المنشط

ان لسمك طبقة الكاربون أهمية كبيرة في عملية الامتزاز ، ويتضح من الأشكال من (6) إلى (9) أن قلة سمك الطبقة تؤدي إلى ظهور نقطة الاختراق بسرعة. أما زيادة سمك طبقة الكاربون فأنها تعني زيادة كمية الكاربون أي زيادة المواقع المتاحة للامتزاز وهذا ما يزيد كلاً من زمن الاختراق وزمن الاستنزاف كذلك زيادة السمك تؤدي إلى تقليل ظاهرة ترك مساحات فارغة لكونه يتيح وقت أكثر للماء الملوث للتماس مع الكاربون. وان زيادة سمك طبقة الكاربون تؤدي إلى امتزاز كمية العناصر الثقيلة أكثر وبالتالي يتم استهلاك الكاربون بصورة كاملة والذي يؤدي إلى استنزاف الكاربون وبذلك يفقد عمود الامتزاز فائدته بحيث يخرج الماء الملوث بدون معالجة وتتساوى تراكيز الملوثات الداخلة والخارجة وعندما يحتاج الكاربون إلى إعادة تنشيطه أو استبداله. فنلاحظ أنه في حالة سمك الكاربون 20.29 سم يكون زمن الاختراق بالنسبة للنحاس والمنغنيز والخاصين 52 و 2 و 0.3 ساعة على التوالي بينما في حالة سمك الطبقة 30 سم يكون زمن الاختراق للعناصر الثلاثة 47 و 0.5 و 0.25 ساعة على التوالي وعند سمك 39.709 سم يكون زمن الاختراق للعناصر الثلاثة 97 و 4.7 و 0.33 ساعة على التوالي عند سرعة السائل الفراغية مساوية إلى 13 ساعة<sup>-1</sup>. حيث يكون التناسب بين سمك طبقة الكاربون وزمن الاختراق تناسباً طردياً وكذلك الحال بالنسبة لزمن الاستنزاف بحيث أن زمن استنزاف طبقة الكاربون 20.29 سم يساوي 235 و 140 و 30 ساعة للعناصر الثلاثة على التوالي بينما يساوي 165 و 81 ساعة على التوالي في حالة سمك الكاربون 30 سم بينما يساوي 362 و 218 و 33 ساعة على التوالي في حالة سمك الكاربون 39.709 سم وهذا يتوافق مع النتائج التي توصل إليها كل من و (Gupta et. al 2001) و (Malkoc and Nuhoglu 2006).

المنشط تجاه الرصاص وقد تمت الدراسة بواسطة نظام الدفعات (batch reactor) لمعرفة سعة امتزاز الصنفين المستعملين للرصاص واختيار الصنف الأفضل لدراسة منحنيات الاختراق وسعة الامتزاز للعمود باستعمال عمود الامتزاز مع الأخذ بنظر الاعتبار تأثير معدل التحميل الهيدروليكي والتركيز الابتدائي وسمك طبقة الكاربون المنشط وظهرت النتائج ان إزالة الرصاص ازدادت بالنسبة للنموذج المعامل كيميائياً وكانت النتائج مطابقة لنموذجي لانكماير وفندرج

قامت (القيسي، 2010) بدراسة ازالة الزئبق والفيول والباراكلورفينول من مياه الصرف الصناعية في مصافي بيجي بعملية الامتزاز بواسطة الكاربون المنشط وامكانية تمثيل العملية بنموذج رياضي وقد بينت النتائج المستحصلة امكانية ازالة هذه المواد بالكامل من مياه الفضلات باستخدام اعمدة من الكاربون المنشط وان زمن الاختراق وزمن الاستنزاف يتناسبان عكسياً مع تركيز الملوثات الداخليه وسرعة السائل الفراغية وطردياً مع سمك طبقة الكاربون كما وجدت الباحثة ان النتائج المستحصلة تتطابق مع نموذج لانكماير بشكل جيد .

#### المواد وطرائق العمل

تضمنت الدراسة تشغيل منظومة الجريان المستمر أحادية الوسط، إذ كان الغرض من تنفيذ التجارب الخاصة بالنمط المستمر ( Continuous reactor) هو تحديد السمك الأمثل في إزالة العناصر الثقيلة وطول فترة التشغيل قبل حصول الاختراق والاستنزاف وكذلك الحصول على منحنيات الامتزاز لكل عنصر من العناصر الثقيلة المشمولة بالدراسة. تم في هذه الدراسة الأخذ بنظر الاعتبار عند بناء منظومة المعالجة ذات الجريان النازل لغرض معالجة المياه المصنعة إمكانية التحكم بأهم العوامل التي تؤثر على عملية الامتزاز وهي كل من سرعة السائل الفراغية المرتبطة بمعدل الجريان وسمك طبقة الكاربون وتركيز الملوثات الداخلة للمنظومة. أما درجة الحرارة فقد أنجزت جميع التجارب ضمن درجة حرارة المختبر لكون ذلك هو واقع الحال في المؤسسات الصناعية، حيث يشكل رفع أو خفض درجات الحرارة للمياه الملوثة قبل معالجتها كلفة اقتصادية عالية لا يمكن تحملها (القيسي، 2010).

#### الماء الخام

تم اخذ عينات الماء من ماء نهر دجلة وبشكل مباشر وبغية الحصول على مياه مصنعة مختبرياً تحتوي على العناصر الثقيلة المذكورة آنفاً تطلب إضافة تراكيز مختلفة من هذه العناصر إلى عينات الماء المستخدم. ويذكر ان قيم الرقم الهيدروجيني pH كانت مسيطر عليها (7±0.1) وقد أنجزت جميع التجارب بدرجة حرارة المختبر.

#### المواد الممتزة

تم تحضير محاليل العناصر الثقيلة (النحاس، المنغنيز، والخاصين) مختبرياً .

#### أعمدة الترشيح

تم استخدام عمود بمقطع دائري ذي قطر 2.5 سم مصنوع من البلاستيك وبطول 150 سم ومزود بصمامين من نوع 0.625 سم ( ball valve) احدهما في الأعلى لدخول الماء إليه والآخر في الأسفل لخروج الماء منه وتنظيم الجريان وكذلك في حالة غسل مادة وسط الترشيح عند الحاجة. تم تنظيم معدل الجريان عن طريق التحكم بصمام الخروج ويتم تزويد العمود بالماء ذو المواصفات المطلوبة من ناحية تركيز العناصر الثقيلة لكل تجربة عن طريق خزان بلاستيكي بحجم 20 لتر بارتفاع 220 سم عن سطح الأرض ويرتبط بدوره بخزان بحجم 9 لتر بارتفاع 185 سم عن سطح الأرض إذ زود هذا الخزان بطاولة لغرض الحفاظ على مستوى معين من الماء داخله وذلك للمحافظة على الجريان الثابت كما يحتوي على فتحة لتصريف الماء ويتصل بهذه الفتحة أنبوب مطاطي شفاف بقطر داخلي 0.8 سم يبين الشكل (1) مخططاً للمرشح أحادي الوسط .

#### نمط إجراء التجارب

تم اختيار مدى للمتغيرات التي سندرسها في هذا العمل من اجل تغطية المتغيرات الاهم التي تؤثر على كفاءة المرشح احادي الوسط لغرض تغطية قيم كل متغير من المتغيرات الخاصة للمرشح الاحادي الوسط ينبغي اجراء 125 تجربة لكل عنصر أي ان مجموع التجارب اللازم اجراؤها 375 تجربة. نظراً لكون هذا العدد من التجارب يستغرق انجازه وقتاً طويلاً

## ج- تأثير تركيز الملوثات

عند ملاحظة الأشكال (10) و(11) و(12) و(13) نستنتج أن زيادة التركيز الابتدائي للمادة الملوثة تؤدي إلى زيادة إمتزاز هذه المادة سبب ذلك هو زيادة القوة الدافعة للانتقال المادة مع زيادة تركيز المادة المذابة في المحلول حسب المعادلة العامة للإمتزاز

$$\frac{dc}{dt} = K_{L.a} (C_0 - C)$$

و هذا توصل إليه أيضاً كل من (Waleed,2004) و (Babu, 2004) و (Wa'adalla,2006) وبذلك يكون التناسب عكسياً بين زمن الإختراق والتركيز الابتدائي للمادة الممتزة. وكذلك هو التناسب بين زمن الإستنزاف والتركيز الابتدائي للمادة الممتزة وسبب ذلك هو عندما يكون تركيز الملوثة قليلاً فإن ذلك يعني أن مواقع الإمتزاز على سطح الكربون تكون كافية لإمتزاز الملوثة وفق الميكانيكية الأولى للإمتزاز وربما يكون هنالك مساحة سطحية فارغة جاهزة لاستقبال ملوثات أخرى مما يتيح الوقت الكافي للملوثات إلى الانتقال إلى داخل مسامات الكربون ضمن الميكانيكية الثانية والانتقال إلى داخل التركيب الجزيئي ضمن الميكانيكية الثالثة مما يؤدي إلى إتاحة الفرصة لملوثات جديدة للإمتزاز على نفس السطح الذي إمتزت منه الملوثات السابقة وهذا ما يؤدي بالتالي إلى زيادة زمن الإختراق وزمن الإستنزاف. وأيضاً عندما يكون تركيز المادة الملوثة قليلاً فإن ذلك يعني أن هنالك وقت طويل جداً إلى أن تنتشعب طبقة الكربون بالمواد الملوثة وهذا يعني معالجة حجم كبير من المياه الملوثة وبالتالي يكون الوصول إلى زمن الإختراق طويلاً وهذا يتفق مع ما توصل إليه كل من (Malkoc and Nuhoglu 2006) و (Ivars 1976) و (Wang 2002) فمثلاً يكون حجم الماء المعالج مساوياً إلى 290.928 لتر في حالة تركيز النحاس 2.058 ملغم/لتر ويساوي 405.768 لتر في حالة تركيز النحاس 5.914 ملغم/لتر ويساوي 378.972 لتر في حالة تركيز النحاس 4 ملغم /لتر. أن سلوك عنصرى المنغنيز و الخارصين لهذا العامل مشابه لسلوك عنصر النحاس. الاتجاه العام للعناصر الثلاثة انه كلما يزداد التركيز الداخل كلما قل زمن الإختراق وكذلك زمن الإستنزاف وهذا نتيجة لزيادة التركيز بحيث أن كل الدقائق ستنتافس على مواقع إمتزاز الكربون المنشط وبذلك سوف تنتشعب مواقع الإمتزاز بوقت أسرع.

## تركيز الإختراق والإستنزاف

تحدث نقطة الإختراق عندما يصل تركيز المادة الممتزة الخارج إلى 5% من تركيزها في الماء الداخل وتحدث نقطة الإستنزاف عندما يصل تركيز المادة الممتزة الخارج إلى 95% من تركيزها في الماء الداخل. وقد تم تدوين قيم تركيز الإختراق والإستنزاف للعناصر الثلاثة (النحاس، المنغنيز، الخارصين) في الجداول رقم (1).

## زمن الإختراق والإستنزاف

تم رسم البيانات الخاصة بزمن الإختراق وزمن الإستنزاف وسمك الكربون المنشط للعناصر الثلاثة في الأشكال (13) إلى (21) نلاحظ من هذه الأشكال أن كلاً من زمن الإختراق وزمن الإستنزاف يزداد بزيادة سمك الكربون المنشط. سبب ذلك انه كلما زاد السمك كلما كانت هناك مواقع أكثر للإمتزاز مما سيؤدي إلى تأخير زمن الإختراق وكذلك زمن الإستنزاف و السبب الآخر لذلك انه كلما زاد السمك كلما زاد زمن التماس بين المواد الممتزة والكربون المنشط مما يتيح الوقت الكافي للمواد الممتزة للوصول إلى مواقع الإمتزاز النهائية مقللاً بذلك المواقع الفارغة على الكربون وموالياً إلى زيادة وقت الإختراق ووقت الإستنزاف.

## انطباقية نماذج الإمتزاز

تم ادخال البيانات المختبرية في عدة نماذج رياضية والتي تمثل عملية الإمتزاز وقد تبين ان نموذج (Freundlich) هو الأكثر انطباقاً على النتائج المختبرية حيث تراوحت قيم R2 للبيانات المختبرية بين (0.72 و 1) وتركزت معظمها بين (0.9-1) والشكل (26) يمثل نموذجاً لرسم البيانات وفق نموذج (Freundlich).

## الإستنتاجات

- 1- تتطابق منحنيات الإمتزاز للعناصر الثلاثة لنموذجي فندرلخ و لانكماير .
- 2- امكانية ازالة العناصر الثلاثة من مياه الفضلات باستخدام اعمدة الكربون المنشط .
- 3- زمن الإختراق وزمن الإستنزاف يتناسبان عكسياً مع تركيز الملوثات الداخلة وسرعة السائل الفراغية وطردياً مع سمك طبقة الكربون المنشط الحبيبي .
- 4- تتناسب سعة الإمتزاز طردياً مع تركيز الملوثات الداخلة وسرعة السائل الفراغية .

## المصادر

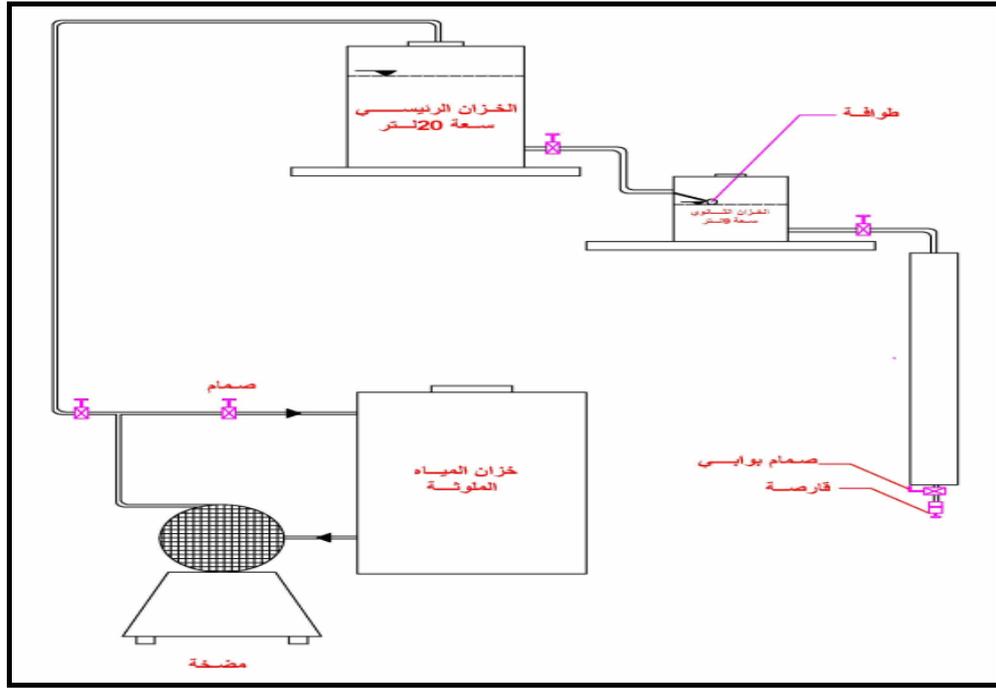
- 1-الربيعي ، نادية نزهت صبيح ، (2011) . "استخدام مرشحات ثنائية الوسط في ازالة مركبات الفينول والباراكلوروفينول باستخدام كاربون منشط تجاري ومصنع محلياً من نوى التمر" ، اطروحة ماجستير ، جامعة تكريت ، العراق .
- 2- القيسي، ابتسام احمد جدوع. (2010) . " دراسة استخدام الكربون المنشط الحبيبي لازالة الفينول والباراكلوروفينول والبنزين من المياه المطروحة من مصفى بيجي " ، اطروحة ماجستير ، جامعة تكريت ، العراق .
- 3- عباوي و حسن، سعاد عبد ومحمد سليمان. (1990) . "الهندسة العملية للبيئة، فحوصات الماء"، دار الحكمة للطباعة والنشر، الموصل .
- 4-Babu, B. V. and Gupta, S., "Modellig and Simulation for Dynamics of Packed Bed Adsorption", Chemical Conference, Mumbai, 2004.
- 5-Çatalkaya E., Şengül F., "Application of Box-Wilson Experimental Design Method for the Photodegradation of Bakery yeast Industry with UV/H2O2 and UV/ H2O2 / Fe (II) Process", Journal of Hazardous Materials, Vol. 128, PP.( 201-207), 2006.
- 6-Crauford H. B. and Cline G., "Water Treatment Plant Design", American Society of Civil Engineers, Amrrican water Works Association, McGraw-Hill, Inc., New York, PP.(457), 1990.
- 7-Faur-Brasquet, C. , Reddad, Z., Kadirvelu, K. ,and Cloirec, P.L., " Modeling the Adsorption of Metal Ions (Cu 2+ , Ni 2+ , Pb 2+) onto ACCs Using Surface Complexation Models", Applied Surface Science, 196, PP.(356-365), 2002.
- 8- Gupta, S. and Babu ,B.V., "Modelling and Simulation of Fixed Adsorption Column: Effect of Operating Variables", Department of Chemical Engineering Birla Institute of Technology and science pilani (Rajasthan), India, 2006.
- 9-Gupta, A., Nanoti ,O., and Goswami, A.N., "The Removal of Furfural From Water by Adsorption with Polymeric Resin", Separation Science and Technology, Vol.(36), No. 13, PP.(2835-2844), 2001.
- 10-Ivars, N., "Analysis of Some Adsorption Experiments with Activated Carbon", chem. Eng. Sci. , 31, PP. (1029-1035), 1976.
- 11-Kamoun, A., Samet B., Bouaziz J. and Châabouni M., "Application of A Rotatable Orthogonal Central Composit Design to the Optimization of the Formulation and Utilization of An Useful Plasticizer for Cement" Analusis, Vol.27, PP.(91-96), 1999.
- 12-Malkoc, E., and Nuhoglu, Y., "Fixed Bed Studies for The Adsorption of Chromium (VI) onto Tea Factory Waste", Chemical Engineering Science, Vol.(61) , PP.(4363-4372), 2006.

**13-Wa'adalla, K.,"Removal of Multi-pollutant from Waste water by Adsorption Method", Ph. D. Thesis, university of Baghdad PP.(3-122), Iraq,2006.**

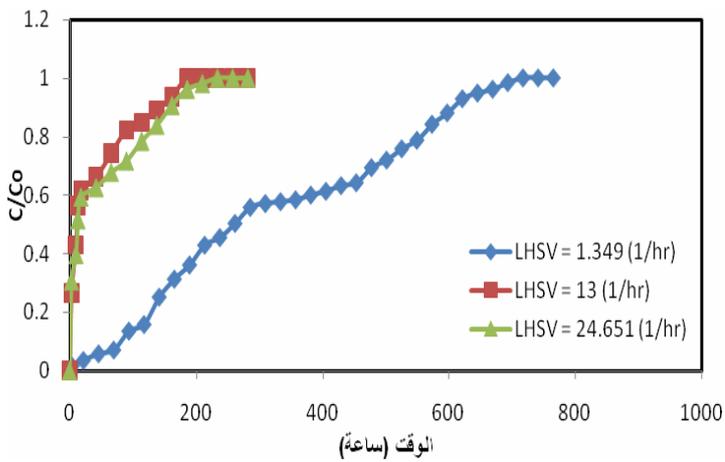
**14-Waleed, M. A., "Designing of Pilot for Treatment of Waste Water Contaminated by Furfural", M.sc. Thesis, University of Baghdad, 2004.**

**15-Walker, G.M, Weatherley, L.R., "Fixed Bed Adsorption of Acid Dyes onto Activated Carbon", Enviromental Pollution,Vol.(99), PP. (133-136),1998.**

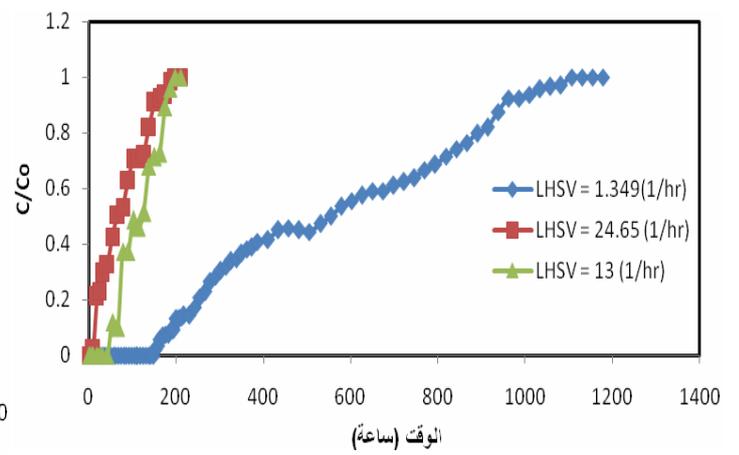
**16-Živorad R.,"Design of Experiments in Chemical Engineering", WILY. VCH. VerlagGmbH & Co. KGaA, Weinheim. PP. (323),2004.**



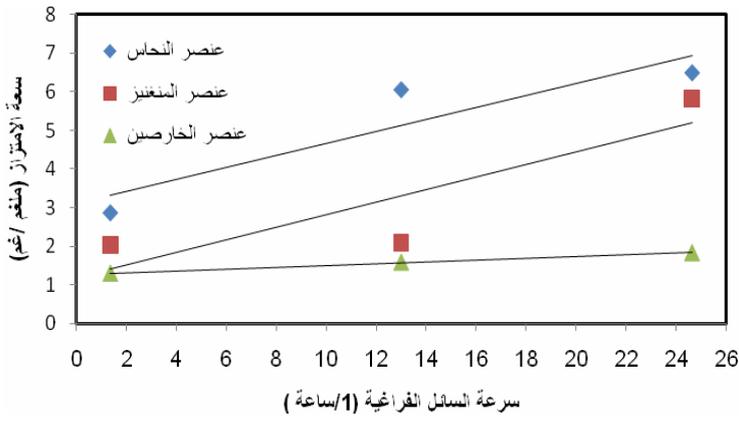
شكل (1) مخطط يبين منظومة المرشح أحادي الوسط



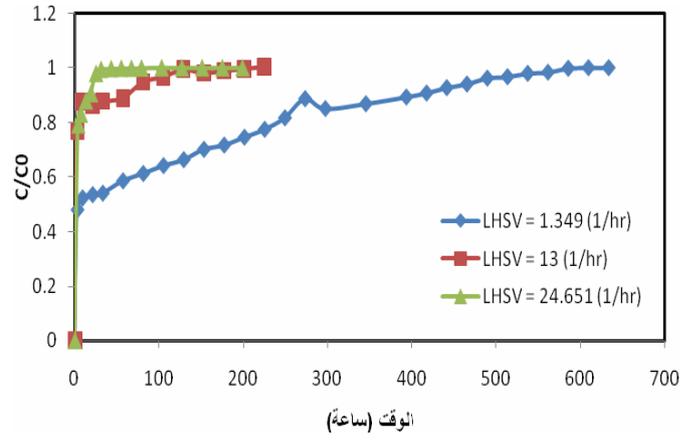
شكل (3) منحنيات الإمتزاز لعنصر المنغنيز على الكربون المنشط (سمك=30سم) وتركيز داخل ثابت شكل



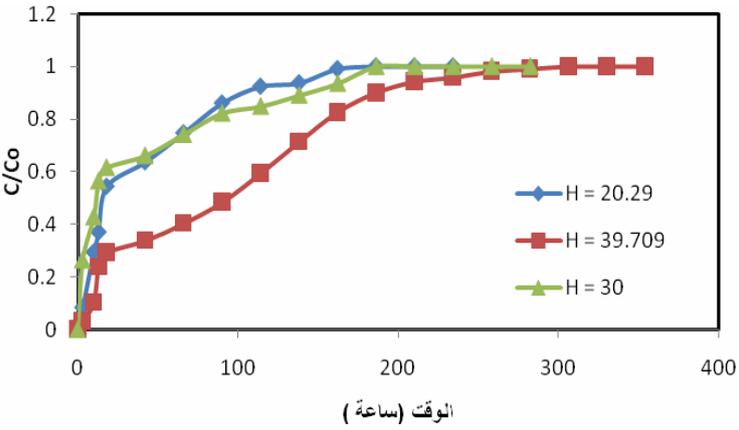
شكل (2) منحنيات الإمتزاز لعنصر النحاس على الكربون المنشط (سمك=30سم) وتركيز داخل ثابت شكل



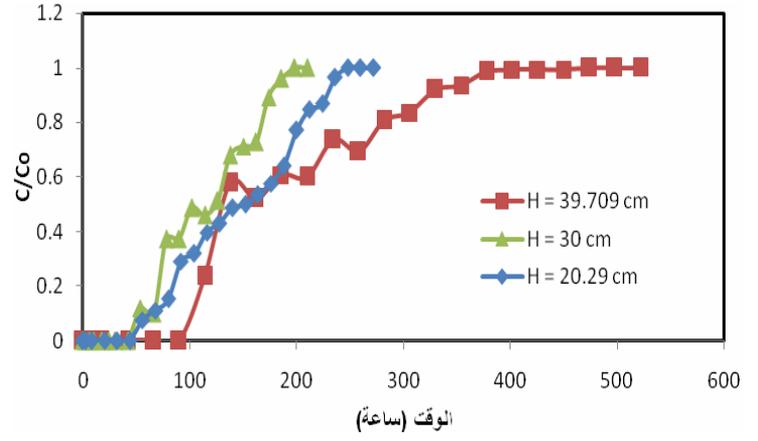
شكل (5) مقارنة بين سعة الإمتزاز للعناصر الثلاثة مع تغير سرعة السائل الفراغية



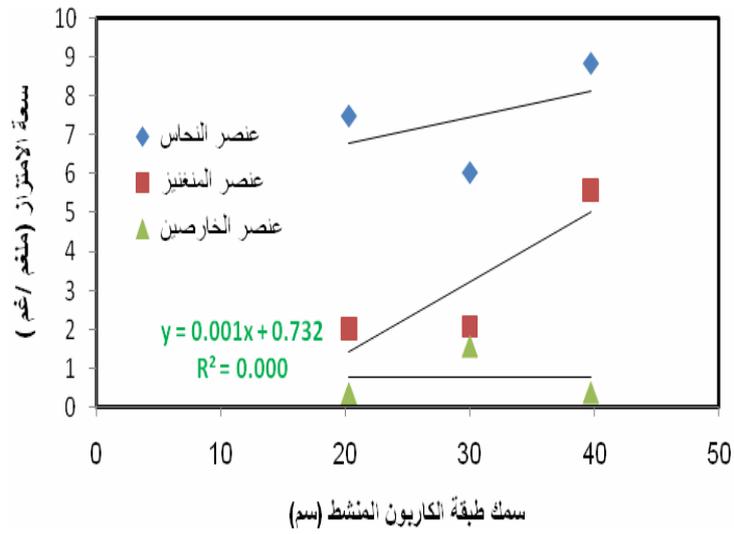
شكل (4) منحنيات الإمتزاز لعنصر الخارصين على الكربون المنشط (سمك=30سم) وتركيز داخل ثابت



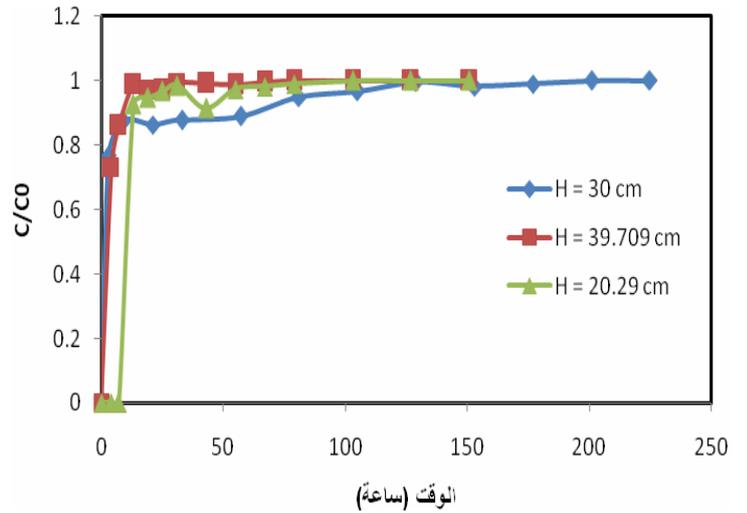
شكل (7) منحنيات الإمتزاز لعنصر المنغنيز على لكاربون المنشط الحبيبي بسرعة سائل فراغية = 13 (1/ساعة)



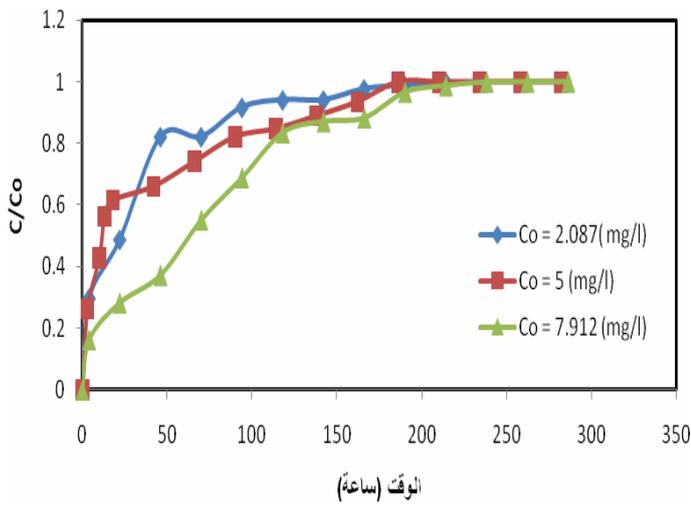
شكل (6) منحنيات الإمتزاز لعنصر النحاس على الكربون المنشط الحبيبي بسرعة سائل فراغية = 13 (1/ساعة)



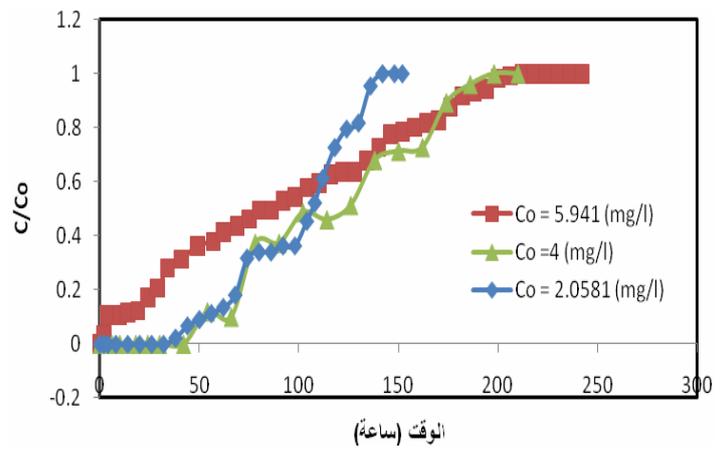
شكل (9) مقارنة بين سعة الإمتزاز للعناصر الثلاثة مع سمك كاربون منشط متغير



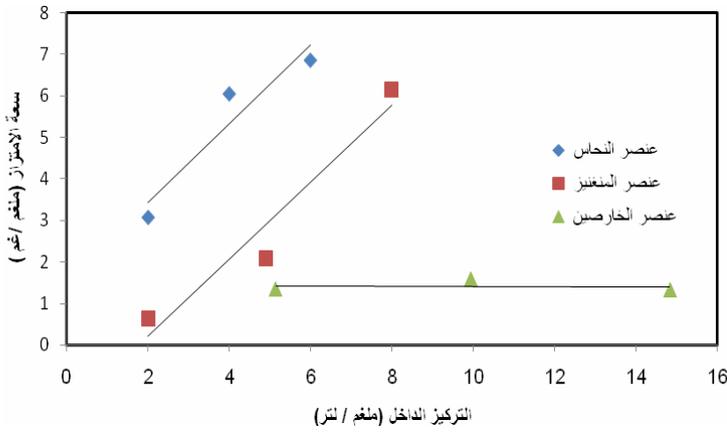
شكل (8) منحنيات الإمتزاز لعنصر الخارصين على الكربون المنشط الحبيبي بسرعة سائل فراغية = 13 (1/ساعة)



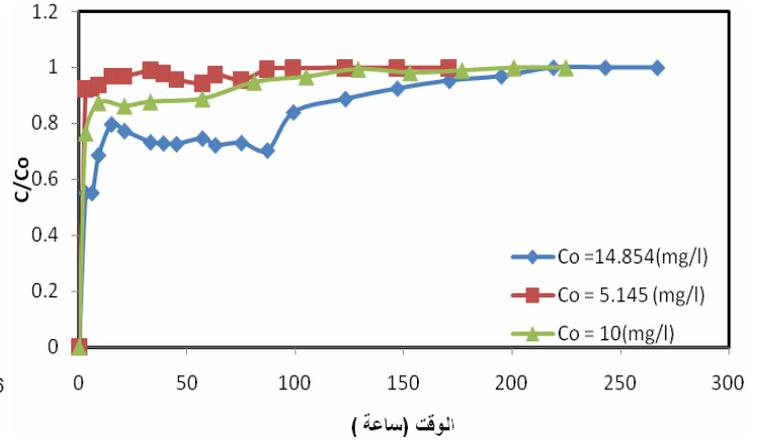
شكل (11) منحنيات الإمتزاز لعنصر المنغنيز على الكربون المنشط الحبيبي بتركيز داخل متغير وسرعة سائل فراغية = 13 (1/ساعة)



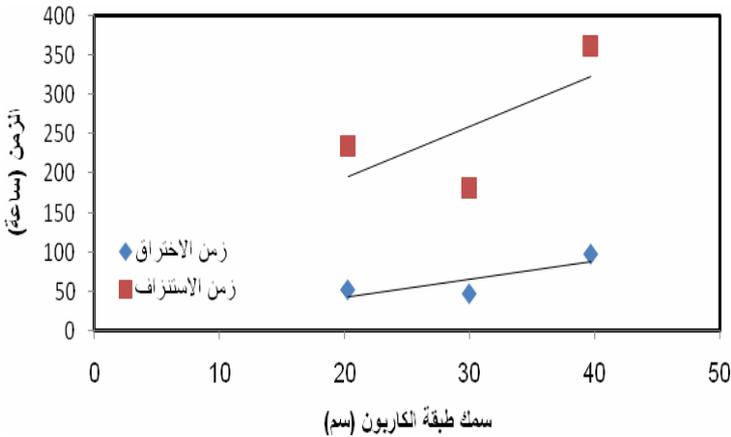
شكل (10) منحنيات الإمتزاز لعنصر النحاس على الكربون المنشط الحبيبي بتركيز داخل متغير وسرعة سائل فراغية = 13 (1/ساعة)



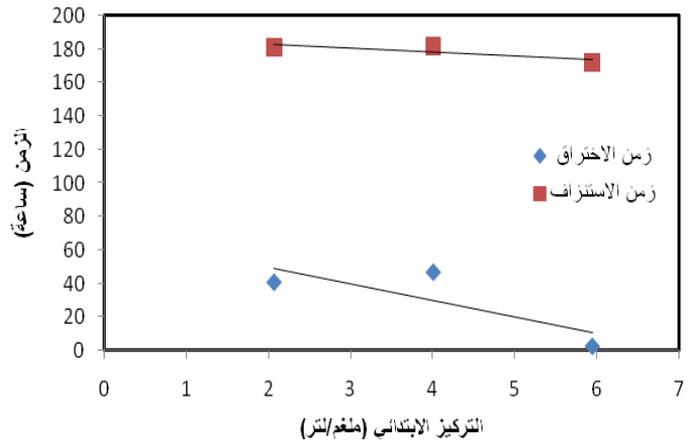
شكل (13) مقارنة بين سعة الإمتزاز للعناصر الثلاثة مع تركيز داخل متغير



شكل (12) منحنيات الإمتزاز لعنصر الزنك على الكربون المنشط الحبيبي بتركيز داخل متغير وسرعة سائل فراغية = 13 (1/ساعة)



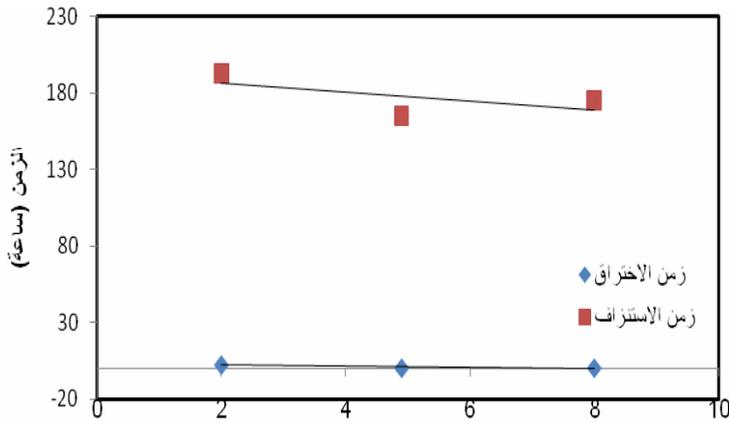
شكل (15) زمن الإختراق وزمن الإستنزاف لعنصر النحاس باستخدام سمك متغير للكربون المنشط



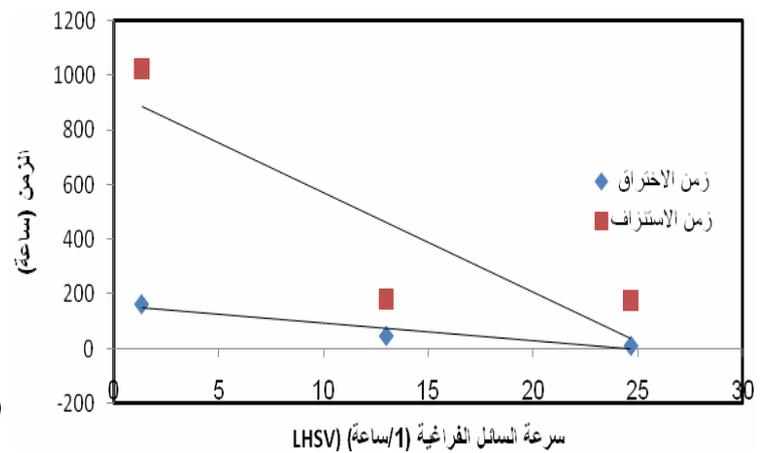
شكل (14) زمن الإختراق وزمن الإستنزاف لعنصر النحاس باستخدام تركيز ابتدائي داخل متغير

جدول (1) ظروف التجارب والقيم الحقيقية لزمن اختراق واستنزاف كلا من عنصر النحاس والمنغنيز والخاصين في المرشح احادي الوسط

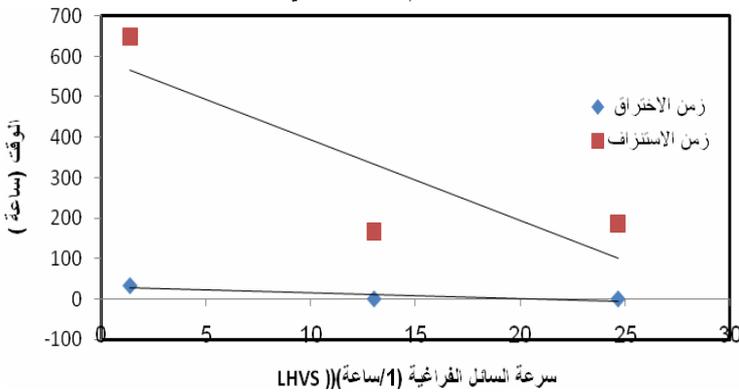
تركيز عنصر الخارصين (ملغم/لتر)			تركيز عنصر المنغنيز (ملغم/لتر)			تركيز عنصر النحاس (ملغم/لتر)			سرعة السائل الفراغية /1 ساعة	السماك للكربون المنشط سم	رقم التجربة
زمن الاستنزاف (ساعة)	زمن الاختراق (ساعة)	تركيز داخل (ملغم/لتر)	زمن الاستنزاف (ساعة)	زمن الاختراق (ساعة)	تركيز داخل (ملغم/لتر)	زمن الاستنزاف (ساعة)	زمن الاختراق (ساعة)	تركيز داخل (ملغم/لتر)			
4	0.25	12.73	140	0.75	6.75	80	11.75	5	19.92	35.77	1
275	0.5	12.73	234	2	6.75	301	8.75	5	6.07	35.77	2
4.5	0.35	12.73	208	1	6.75	85	3	5	19.92	24.22	3
175	0.5	12.73	153	0.9	6.75	310	20	5	6.07	24.22	4
39	0.25	7.105	150	0.6	3.2	225	7.8	2.5	19.92	35.77	5
54	0.25	7.105	230	0.25	3.2	218	0.83	2.5	6.07	35.77	6
12	0.15	7.105	210	0.33	3.2	190	9	2.5	19.92	24.22	7
66	0.5	7.105	325	0.42	3.2	235	21	2.5	6.07	24.22	8
166	0.35	5.125	193	2.5	2	181	41	2	13	30	9
10	0.25	14.833	175	0.5	8	172	2.5	6	13	30	10
30	0.3	9.94	140	2	4.9	235	52	4	13	20.29	11
33	0.33	9.94	218	4.7	4.9	362	97	4	13	39.71	12
580	0.2	9.94	650	34	4.9	1025	163	4	1.34	30	13
25	0.5	9.94	185	0.5	4.9	177	11	4	24.65	30	14
81	0.25	9.94	165	0.5	4.9	182	47	4	13	30	15



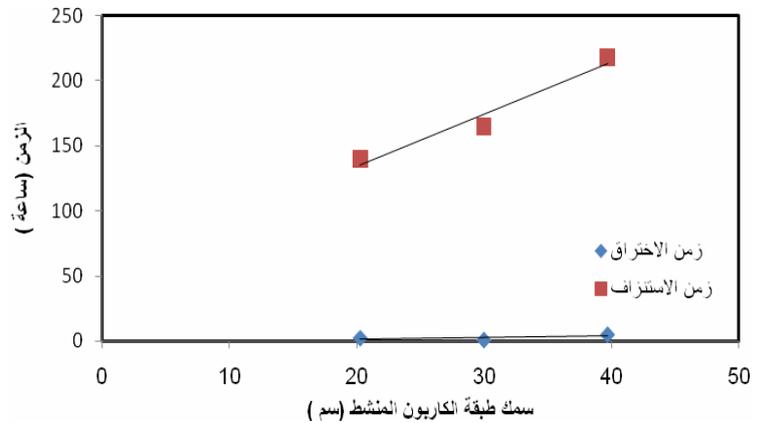
شكل (17) زمن الاختراق وزمن الاستنزاف لعنصر المنغنيز باستخدام تركيز ابتدائي داخل متغير



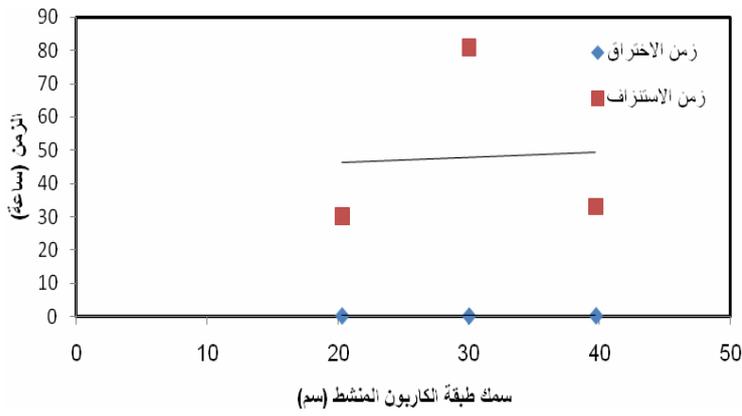
شكل (16) زمن الاختراق وزمن الاستنزاف لعنصر النحاس باستخدام سرعة سائل فراغية متغير



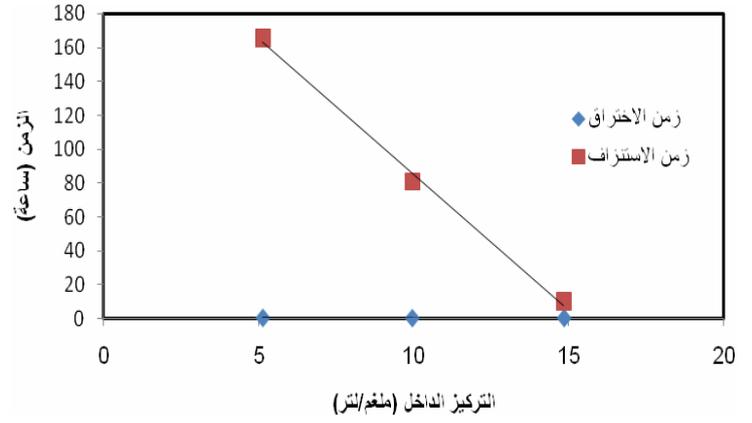
شكل (19) زمن الاختراق وزمن الاستنزاف لعنصر المنغنيز باستخدام سرعة سائل فراغية متغير



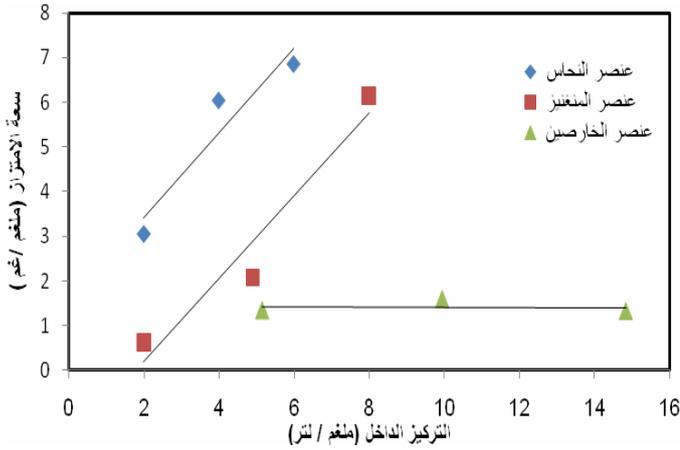
شكل (18) زمن الاختراق وزمن الاستنزاف لعنصر المنغنيز باستخدام سمك متغير للكربون المنشط



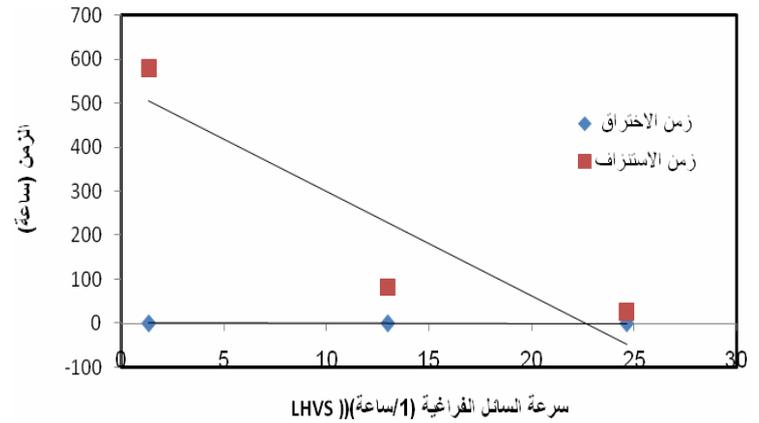
شكل (21) زمن الإختراق وزمن الاستنزاف لعنصر الخارصين باستخدام سمك متغير للكاربون المنشط



شكل (20) زمن الإختراق وزمن الاستنزاف لعنصر الخارصين باستخدام تركيز ابتدائي داخل متغير



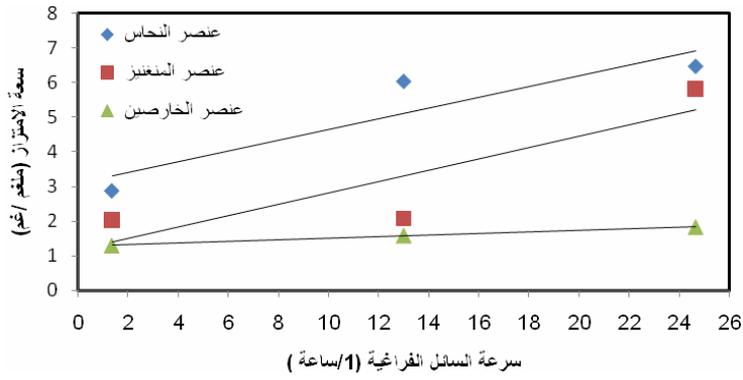
شكل (23) مقارنة بين سعة الإمتزاز للعناصر الثلاثة مع تراكيز داخله متغيره



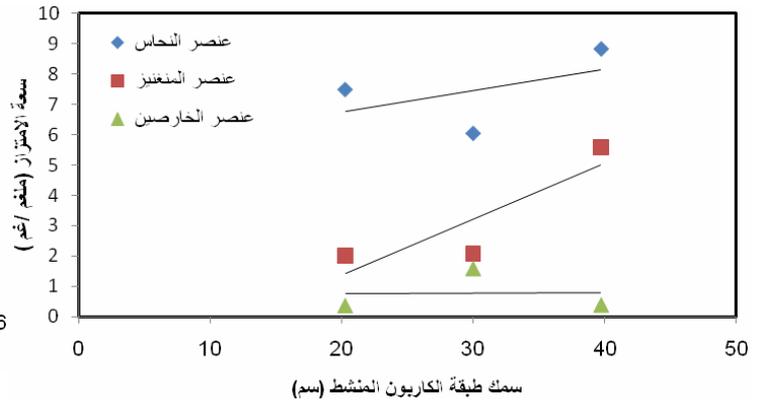
شكل (22) زمن الإختراق وزمن الاستنزاف لعنصر الخارصين باستخدام سرعة سائل فراغية متغير

جدول (2) ظروف التجارب وسعة الإمتزاز لكلا من عنصر النحاس والمنغنيز و الخارصين في المرشح أحادي الوسط

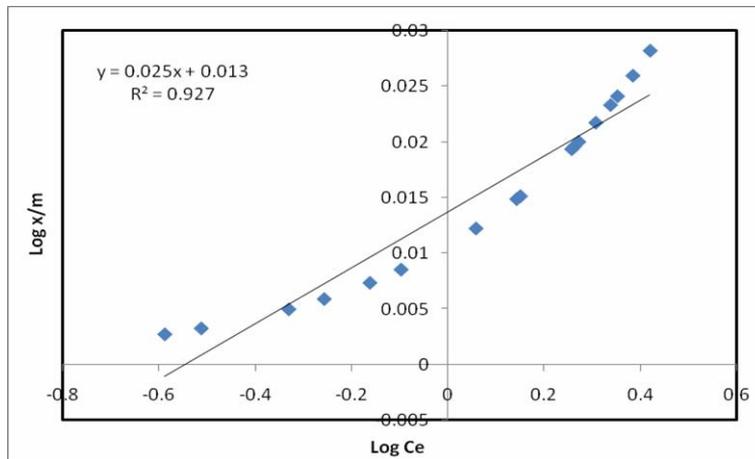
رقم التجربة	السمك للكاربون المنشط سم	سرعة السائل الفراغية (1/ساعة)	عنصر النحاس		عنصر المنغنيز		عنصر الخارصين	
			سعة الإمتزاز (ملغم/غم)	تركيز داخل (ملغم/لتر)	سعة الإمتزاز (ملغم/غم)	تركيز داخل (ملغم/لتر)	سعة الإمتزاز (ملغم/غم)	تركيز داخل (ملغم/لتر)
1	35.77	19.92	2.2975	5	4.0542	6.75	0.421	12.73
2	35.77	6.07	2.3322	5	2.6094	6.75	3.53	12.73
3	24.22	19.92	3.158	5	6.8607	6.75	0.1192	12.73
4	24.22	6.07	8.90192	5	0.6949	6.75	1.6460	12.73
5	35.77	19.92	6.6912	2.5	1.0284	3.2	1.1162	7.105
6	35.77	6.07	1.1568	2.5	1.5877	3.2	1.2015	7.105
7	24.22	19.92	5.3606	2.5	2.0981	3.2	2.280	7.105
8	24.22	6.07	6.2037	2.5	4.752	3.2	4.8001	7.105
9	30	13	3.0604	2	0.6134	2	1.339	5.125
10	30	13	6.8525	6	6.1526	8	1.32	14.833
11	20.29	13	7.4909	4	2.01009	4.9	0.348	9.94
12	39.71	13	8.8339	4	5.5853	4.9	0.3706	9.94
13	30	1.34	2.8628	4	2.0219	4.9	1.295	9.94
14	30	24.65	6.4807	4	5.8257	4.9	1.8328	9.94
15	30	13	6.042	4	2.078	4.9	1.5845	9.94



شكل (25) مقارنة بين سعة الإمتزاز للعناصر الثلاثة مع تغير سرعة السائل الفراغية



شكل (24) مقارنة بين سعة الامتزاز للعناصر الثلاثة مع سمك طبقة كاربون منشط متغير



شكل (26) يبين انطباقية النماذج لمعادلة فندلج (Feundlich)