دراسة امتزاز أزرق المثيلين على سطح الفحم المنشط المحضر من مخلفات نبات العصفر

أحمد طكو، د. هاني زيدان

كلية العلوم، قسم الكيمياء، جامعة إدلب

الملخص:

تناول البحث دراسة امتزاز أزرق الميثيلين على سطح الفحم المنشط المحضرة في مخابر كلية العلوم من مخلفات نبات العصفر والمنشط بنسب مختلفة من هيدروكسيد البوتاسيوم (1:1–1:2–1:3–1:4) (KOH:فحم). جرت عملية التنشيط عند درجة حرارة °C (700)، إذ بلغت سعة الامتزاز قيمة عظمى عندما تكون نسبة التنشيط (1:4) (KOH:فحم). دُرس منحني الامتزاز متساوي درجة الحرارة وتبين أن امتزاز أزرق الميثيلين على الفحم المنشط يتم وفق نموذج لانغمویر. درست الشروط التجريبية المُثلى المؤثرة على امتزاز أزرق الميثيلين على الفحم المنشط من زمن التلامس وpH المحلول ودرجة حرارة الوسط وكمية الفحم المستعمل وتركيز أزرق الميثيلين وتبين أن الامتزاز يكون أفضل ما يمكن في الأوساط القلوية والمعتدلة وتزداد سعة الامتزاز بزيادة درجة الحرارة كما تبين أن كمية الفحم 0.05g أعطت أفضل قيمة للامتزاز وكلما زاد تركيز صبغة أزرق الميثيلين زادت سعة الامتزاز.

الكلمات المفتاحية: أزرق المثلين، الفحم المنشط.

Adsorption Study of Methylene Blue on the Surface of Activated Carbon Prepared from Safflower Plant Waste

Ahmed Tukko, Hani Zidan
Faculty of Science, Department of Chemistry, Idlib University

Abstract:

In this research, the adsorption of methylene blue on the surface of activated carbon prepared in the laboratories of the Faculty of Science from safflower plant waste and activated with different ratios of potassium hydroxide (KOH:Carbon) (1:1-1:2-1:3-1:4) was studied. The activation process was conducted at a temperature of 700°C, where the adsorption capacity reached its maximum value when the activation ratio was (1:4) (KOH:Carbon). The isotherm adsorption curve was studied and it was found that the adsorption of methylene blue on activated carbon follows the Langmuir model. The optimal experimental conditions affecting the adsorption of methylene blue on activated carbon, such as contact time, solution pH, medium temperature, amount of carbon used, and methylene blue concentration, were studied. It was found that the adsorption is most effective in alkaline and neutral media, and the adsorption capacity increases with the rise in temperature. Moreover, it was shown that the amount of 0.05g of carbon gave the best adsorption value, and the adsorption capacity increases as the concentration of methylene blue dye increases.

Keywords: Methylene Blue, Activated Carbon.

–المقدمة:

يعد الماء عنصرا من العناصر الأساسية في إدامة الحياة. وتلوث المياه أحد أخطر المخاوف البيئية نظرًا لأهمية المياه في حياتنا(Ali et al., 2021). إضافة للاستعمالات المنزلية مثل الشرب، الطبخ، الاستحمام... إلخ فإنه يستعمل بكميات كبيرة في الصناعات المختلفة والزراعة على مر السنين، تدهورت نوعية المياه العذبة بسبب أنواع مختلفة من الملوثات، هذه الملوثات شديدة الخطورة وتسبب مشاكل صحية للبشر والحيوانات والنباتات، لذلك حظيت مشكلة تلوث المياه باهتمام كبير من قبل الباحثين، إذ بدأت هذه المشكلة مع بداية التقدم الصناعي والتقني وأصبحت تتفاقم يوما بعد يوم (Corral–Bobadilla et al., 2021). من الأمثلة على هذه الصناعات صناعة النسيج والورق ومواد البناء والجلود والبلاستيك ومستحضرات التجميل والطباعة وغيرها (Zeidan et al., 2023). تصنع ما يقرب من مليون طن من الأصباغ الاصطناعية سنويًا وأكثر من 100000 نوع من الأصباغ للاستعمال التجاري. بعد استعمالها، ما يقرب من 10 – 15% منها تتراكم في مياه الصرف الصحي التي تطلق في البيئة والموارد الطبيعية (Ali et al., 2021)، والتلوث الناتج عن الأصباغ يعد مشكلة بيئية خطيرة، خاصة في الصناعات التي تستعمل الأصباغ الصناعية، ويمكن أن تتسبب هذه الأصباغ في تلوث المياه والتربة(Ali et al., 2021)، ما يؤثر سلبًا على الحياة البرية وصحة الإنسان، الأصباغ الملوثة للماء تحتوي على مجموعة متنوعة من المركبات الكيميائية التي يمكن أن تكون ضارة بالبيئة، وهذه الأصباغ غالبًا ما تحتوي على مركبات عضوية معقدة مثل الأزو (azo) والأنثراكينون (anthraquinone) والفثالوسيانين (phthalocyanine).وهذه المركبات يمكن أن تكون مستقرة جدًا وصعبة التحلل، ما يجعلها ملوثات مستمرة في البيئة المائية، الأصباغ الأزو، على سبيل المثال، تحتوي على روابط نيتروجينية مزدوجة (N=N) التي تعطيها ألوانها الزاهية، وهذه الأصباغ يمكن أن تتحلل إلى مركبات أمينية ضارة تحت ظروف معينة، والأصباغ الأنتراكينونية تحتوي على هيكل كربوني معقد يمكن أن يكون سامًا للكائنات الحية المائية(Hock & Zaini, 2018). تلوث الماء بصبغة أزرق المثلين هو نوع من

التلوث الكيميائي الذي يحدث عندما تتسرب هذه الصبغة إلى مصادر المياه، وأزرق المثلين هو صبغة صناعية تستعمل في العديد من التطبيقات مثل الأصباغ النسيجية، والأحبار، وبعض العمليات الصناعية الأخرى(Hock & Zaini, 2018).

صبغة أزرق المثلين:

تلوث الماء بصبغة أزرق المثلين هو نوع من التلوث الكيميائي الذي يحدث عندما تتسرب هذه الصبغة إلى مصادر المياه، وأزرق المثلين هو صبغة صناعية تستعمل في العديد من التطبيقات مثل الأصباغ النسيجية، والأحبار، وبعض العمليات الصناعية الأخرى(Hock & Zaini, 2018).

مصادر تلوث الماء بأزرق المثلين:

المصانع :التي تستعمل الصبغة في عمليات التصنيع.

المزارع :التي تستعمل المياه الملوثة في الري.

المنازل :التي تستعمل منتجات تحتوي على الصبغة ويتم تصريفها في المجاري.

تلوث الماء بأزرق المثلين يمكن أن يكون له تأثيرات سلبية على البيئة والصحة العامة، إذ يمكن أن يؤثر على الحياة المائية ويجعل المياه غير صالحة للاستعمال البشري(Hock & Zaini, 2018).

هناك العديد من العمليات التي يمكن أن تكون فعالة لإزالة هذه الملوثات السامة من البيئات المائية، أُقترح الامتزاز بشكل عام ليكون واحدًا من أكثر طرق الفصل الفعالة لإزالة المواد الخطرة مثل الأصباغ الاصطناعية والمعادن الثقيلة ومبيدات الآفات بسبب كفاءتها العالية، بساطتها، واستهلاكها المنخفض للطاقة، والامتزاز أو الادمصاص (صلب–سائل): هو تراكم ذرات أو جزيئات مادة سائلة

(المُمتَز) على سطح مادة صلبة (الماز)، ومن أهم الخطوات في العملية اختيار مادة مازة مناسبة ويعد الكربون المنشط مادة صلبة مسامية تمتلك مساحة سطحية داخلية كبيرة وتركيباً مسامياً متطوراً(K. HAMMOUD et al., 2022) ، ونتيجة لامتلاك هذا الصفات جعل منه مادة ذات سعة امتزاز عالية للعديد من المواد الكيميائية الغازية منها والسائلة، وتبلغ المساحة السطحية النوعية للكربون المنشط عادتاً 2000−300 m^2/g وأحيانا قد تصل حتى 5000 M^2/G (Hussein et al., 2023) ، يستخدم الفحم المنشط على نطاق واسع لفوائده الصحية وتطبيقاته المختلفة، إذ يستعمل لإزالة المواد الخطرة مثل الأصباغ الاصطناعية من الأوساط المائية لذا يتواجد في فلاتر الماء، قارنّا سعة الامتزاز الأفضل بين أربع عينات من الفحم المنشط المحضر في مخابر كلية العلوم من مخلفات نبات العصفر والمنشط بهيدروكسيد البوتاسيوم بنسب مختلفة (1:1، 1:2، 1:3، 1:4) (KOH:فحم) ورمزات على الترتيب (KC−4, KC−3, KC−2, KC−1). عند درجة حرارة (700 °C). ودراسة الشروط الأمثل لعملية الامتزاز وذلك لصبغة أزرق المثيلين.

تنبع أهمية المقالة من دراسة جميع المؤثرات على عملية امتزاز صبغة أزرق المثيلين من المحاليل المائية التي لها تأثيرات سلبية على البيئة والصحة العامة، إذ يمكن أن يؤثر على الحياة المائية ويجعل المياه غير صالحة للاستعمال البشري(Hock & Zaini, 2018)، وذلك لمعرفة الشروط الأمثل لعملية الامتزاز من تركيز وزمن ملامسة ودرجة حرارة وPH الوسط لإجراء هذه العملية باقل تكلفة ممكنة وأكثر جودة.

من أهداف هذا البحث مقارنة سعة الامتزاز الأفضل بين أربع عينات من الكربون المنشط لامتزاز صبغة أزرق المثيلين، ودراسة الشروط الأمثل لامتزاز صبغة أزرق المثلين من المحلول المائي، توفير الوقت والجهد والمال والوصول إلى الامتزاز الأمثل لصبغة أزرق المثلين.

حُضِّر الكربون المنشط من عدت مخلفات واستعماله لامتزاز الملوثات من المحاليل المائية إذ حضر الفحم من نوى الماكو ونشط بهيدروكسيد الصوديوم بنسب مختلفة وكانت أفضل نسبة (2:1) وزناً. وقورنت سعة امتزازه مع فحم منشط تجاري

بالنسبة لصبغة أزرق المثيلين كانت نسبة امتزاز الفحم المحضر (232.4 mg/g) أما بالنسبة للفحم المنشط التجاري (90 mg/g)(Hussein et al., 2023).

حضرت فرح وزملائها الفحم من قشور الحبة الخضراء، وتم نشِّطت بهيدروكسيد البوتاسيوم و وكانت أفضل نسبة (2g) من الأساس القلوي الى (1g) من القشور الحبة وبمقارنة سعة امتزاز هذا الفحم المحضر مع فحم منشط تجاري بالنسبة لصبغة أزرق المثيلين كانت نسبة امتزز الفحم المحضر (219.1 mg/g) أما بالنسبة للفحم المنشط التجاري (90 mg/g) (K. HAMMOUD et al., 2022).

حضر خالد وزملائه الفحم من مخلفات نبات القريص (Urticarious) ونشطه باستعمال هيدروكسيد الصوديوم (1:2)(NaOH:كتلة حيوية) عند درجة حرارة 300) °C) مدة ساعتين كانت سعة الامتزاز من أزرق المثلين (Taha et al., 2019)65mg/g.

حضر فاضل وزملائه الفحم من ساق الذرة ونشطه بهيدروكسيد البوتاسيوم بنسبة(1:4)(KOH:كتلة حيوية) إذ كانت سعة الامتزاز من أزرق المثلين 602mg/g وذلك عند درجة حرارة 700) °C) (Yuliusman et al., 2020).

2-المواد وطرائق البحث:

2-1- الأجهزة والادوات:

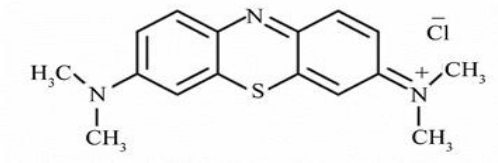
مقياس درجة الحموضة PH رقمي من شركة (WinCo, Taiwan) دقته 0.01، خلاط مغناطيسي مع سخان من شركة (Thermomac USA)، ميزان حساس بدقة ±0.001g من شركة (DENSI, Turkey)، جهاز سبيكتروفوتمتر من شركة (OPTIMUM)، أدوات مخبرية زجاجية مختلفة، قمع بوخنر، مرشحات ميكروية دقتها 0.45µm .

2-2-المواد الكيميائية:

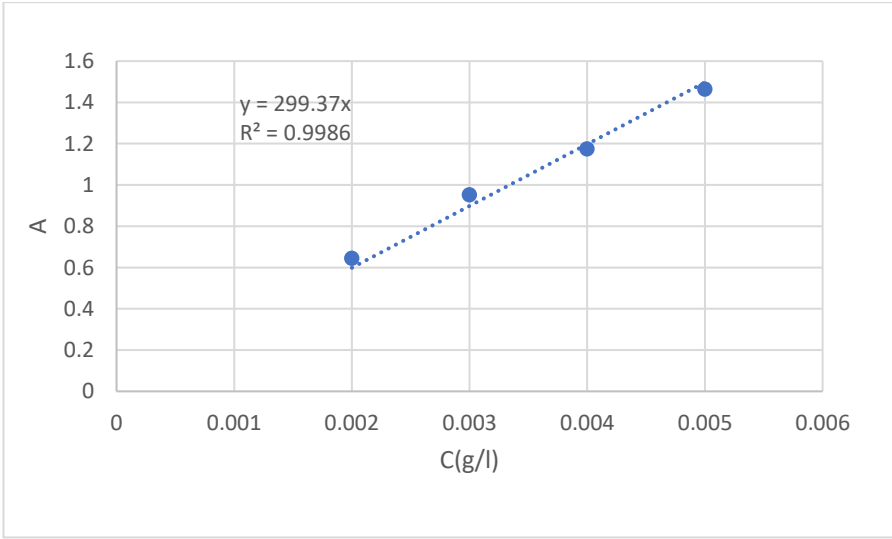
صبغة أزرق المثيلين($C_{12}H_8ClN_3S.2H_2O$) نقاوته 100% من شركة (MERCK). هيدروكسيد البوتاسيوم(KOH) نقاوته(99%wt) CAS:1310-58-3 من شركة (KiMYALAB). حمض كلور الماء(HCl) نقاوته(36%wt) كثافته(1.18g/ml) من شركة(Laboratory Reagent). أربع عينات فحم منشط محضر في مخابر كلية العلوم من مخلفات نبات العصفر ومنشط بهيدروكسيد البوتاسيوم بنسب مختلفة (1:1، 1:2، 1:3، 1:4) (KOH:فحم) ورمزات على الترتيب (KC-1, KC-2, KC-3, KC-4).

2-3-دراسة امتزاز أزرق المثيلين من المحاليل المائية:

أزرق المثلين هي صبغة كاتيونية أحادية التكافؤ كتلتها المولية(319.85g/mol) صيغتها:



حضر المحلول الأم بإذابة (1g) من الصبغة في 1L من الماء المقطر واستعمل لتحضير السلسلة العيارية بالتراكيز التالية g/L(0.003- 0.002- 0.005 -0.004) ثم قيست الامتصاصية للمحاليل السابقة عند الطول الموجة 664nm ومن ثم رُسمت العلاقة بين الامتصاصية بدلالة تركيز صبغة أزرق الميثيلين كما هو موضح بالشكل (1) (Yuliusman et al., 2020).



الشكل (1) يمثل سلسلة عيارية لأزرق المثيلين

2-3-1-حساب كمية الامتزاز من أزرق المثيلين:

أُخذ 0.1g من كل عينة من عينات الفحم الأربعة المحضر تبعاً لكمية KOH المستعمل في التنشيط ووضعة كل عينة في دورق مخروطي سعة 100ml يحوي على 50ml من محلول أزرق الميثيلين بتركيز ثابت 1g/L ودرجة حموضة pH=5.2 ودرجة حرارة ثابته 8 $\mathbf{c}^{\circ}$ ثم وضعت المحاليل الأربعة على رجاج لمدة 24h، بعد ذلك رُشِّحت المحاليل ومن ثم قيست الامتصاصية لكل محلول من المحاليل الأربعة عند الطول الموجي 664nm وذلك بعد التمديد لتصبح الامتصاصية ضمن امتصاصية السلسلة العيارية فكان التركيز حسب الجدول (1) حُسِبت سعة الامتزاز حسب القانون التالي:

$$Q = \frac{V(C_0 - C)}{m} \qquad (1)$$

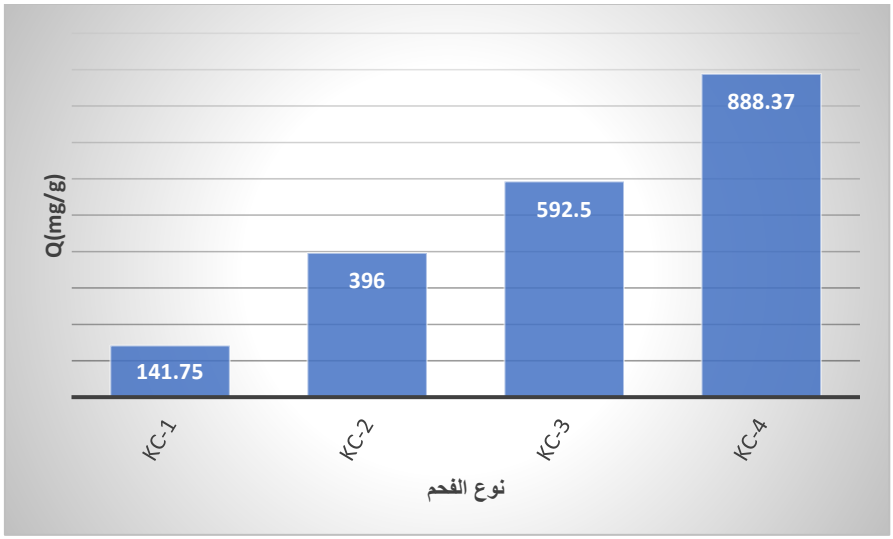
إذ Q الكمية الممتزة من صبغة أزرق المثيلين على سطح الفحم المنشط(mg/g)، V حجم المحلول المائي للصبغة ب(L)، C تركيز المحلول المائي للصبغة بعد عملية

الامتزاز (mg/L)، C_0 تركيز المحلول المائي للصبغة قبل عملية الامتزاز (mg/L)، m كتلة الفحم المنشط المستعمل (g).

الجدول(1) :يمثل تغير كمية الامتزاز بتغير نوع الفحم.

العينة	V(L)	C(g/L)	C_0 (g/L)	Q(mg/g)
KC-1	0.075	0.011	0.2	141.75
KC-2	0.200	0.002129	0.2	396
KC-3	0.300	0.002496	0.2	592.5
KC-4	0.450	0.002584	0.2	888.37

رُسمت العلاقة بين تغير سعة الامتزاز بدلالة نوع عينة الفحم المنشط كما هو موضح بالشكل (2)، إذ تبين النتائج أن عينة الفحم المنشط (4:1) (فحم: KOH) أعطت أفضل قيمة لسعة الامتزاز.



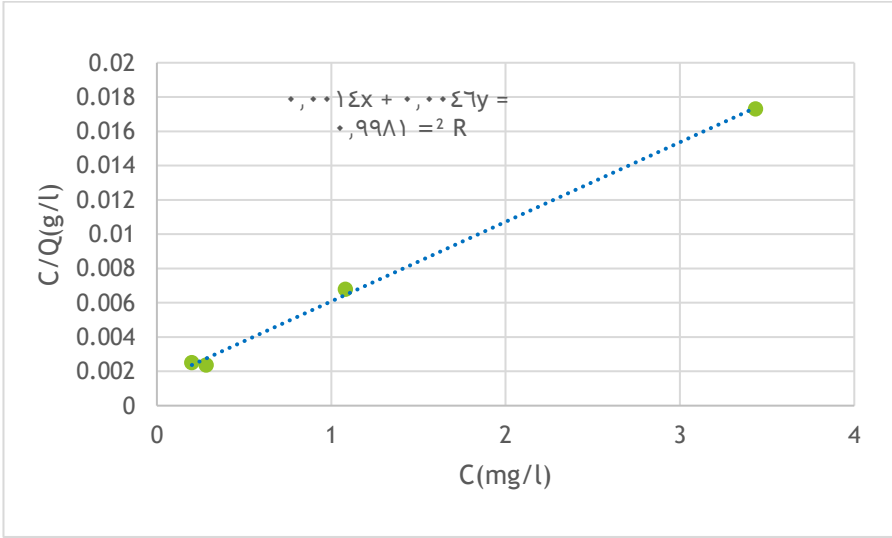
الشكل (2) العلاقة بين سعة الامتزاز بدلالة تغيير نوع الفحم المنشط

2-3-2-تطبيق علاقة لانغمور وفرندلش لتحليل بيانات الامتزاز:

يعبر عن علاقة لانغمور الامتزازية بشكلها الخطي بالعلاقة التالية:

$$\frac{C}{Q} = \frac{C}{Q_M} + \frac{1}{Q_M * B} \qquad (2)$$

إذ تمثل Q_M سعة الطبقة الأحادية و b ثابت لانغمر، رُسمت العلاقة بين $\frac{C}{Q}$ بدلالة C كما هو موضح بالشكل (3):



الشكل (3) يمثل تطبيق علاقة لانغمور لأزرق المثيلين

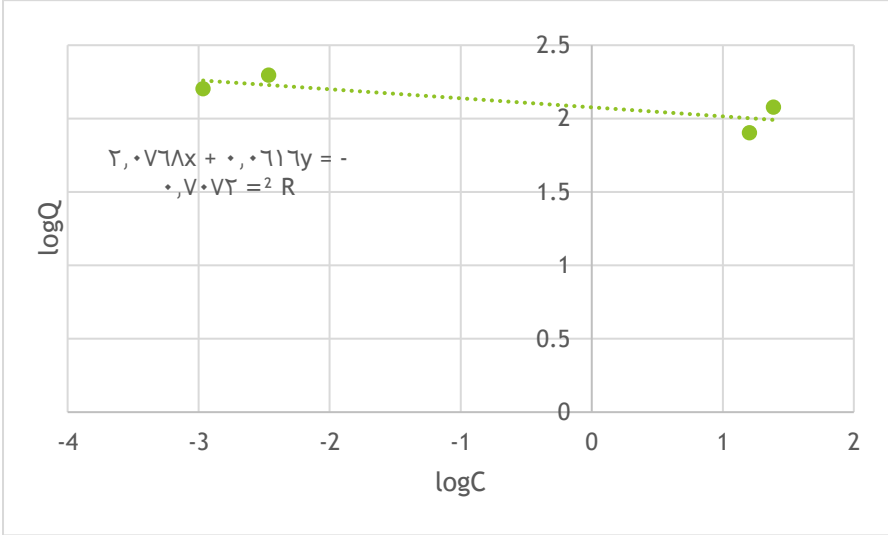
$Q_M = \frac{1}{S} = 217.39 \frac{MG}{G}$; s هي ميل الخط المستقيم

b=3.286 L/mg

يعبر عن علاقة فرندلش الامتزازية بشكلها الخطي بالعلاقة التالية:

$$\log Q = \log K + \frac{1}{N} \log C \qquad (3)$$

n و K يمثلان ثابتا فرندلش اللذان يعبران عن سعة الامتزاز وشدته، رُسمت العلاقة بين logQ بدلالة logC كما هو موضح بالشكل (4):



الشكل (4) يمثل تطبيق علاقة فرندلش لأزرق المثيلين

بالمقارنة بين معامل الارتباط عند تطبيق علاقة للانغمویر إذ قيمته $R^2 = 0.9981$ ومعامل الارتباط عند تطبيق علاقة فرندلش $R^2 = 0.7072$ نستنتج أن امتزاز صبغة أزرق الميثيلين على سطح الفحم المنشط من النوع الانغمويري أي الامتزاز يكون على شكل طبقة واحدة.

نحسب مساحة الفحم المنشط من العلاقة رقم (4) كل التالي:

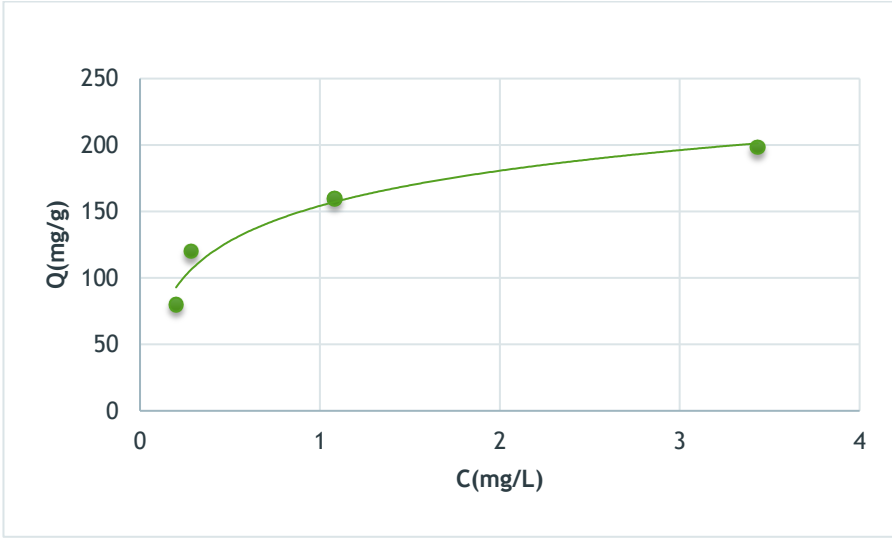
$$S(M^2/G) = Q_M * A * L \qquad (4)$$

$$S = 217.39 * 1.2*10^{-20} * 6.02*10^{23} = 1570.43\ m^2/g$$

وهي المساحة الفحم المنشط المتقبلة لصبغة أزرق الميثيلين حسب لانغمویر.

2-3-1-منحني امتزاز أزرق المثيلين متساوي درجة الحرارة:

رُسمت العلاقة بين تغيرات سعة الامتزاز بدلالة التركيز التوازني لأزرق الميثيلين كما هو موضح بالشكل(5):



الشكل (5) يمثل منحني الامتزاز متساوي الدرجة لأزرق المثيلين

تبين النتائج أن منحني الامتزاز متساوي الدرجة من النوع L حسب جيليز ورفاقه أي أن امتزاز صبغة أزرق الميثيلين على سطح الفحم المنشط المحضر لانغمويري وهذا يوافق النتيجة عند تطبيق علاقة لانغمير في الشكل (3).

2-3-4-العوامل المؤثرة على امتزاز صبغة أزرق المثيلين على الفحم:

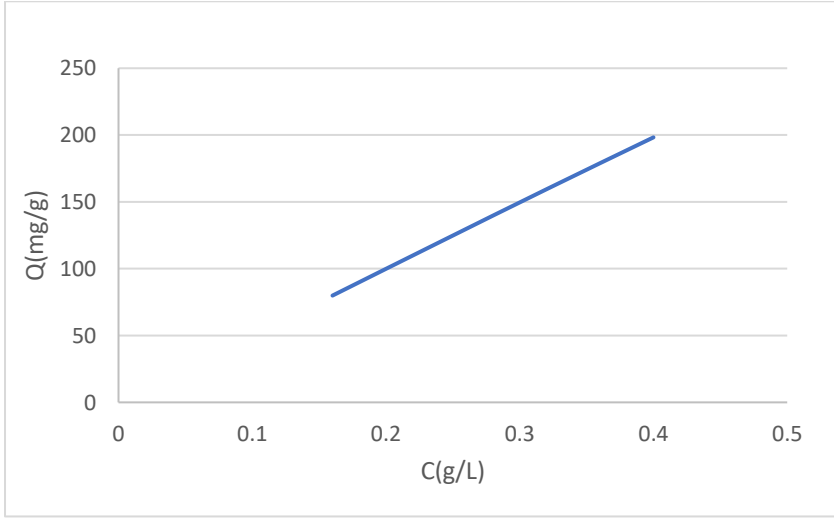
2-3-4-1-تأثير تغيير تركيز الصبغة على الكمية الامتزاز:

أُخذت أربع كميات من الفحم المنشط المحضر وزن كل منها 0.1g ووضعت كل منها في دورق مخروطي سعة 100ml تحوي 50ml من محلول صبغة أزرق الميثيلين بتراكيز متغيرة g/L(0.16-0.24-0.32) ووضعت على رجاج ميكانيكي مدة 15min مع التحريك، ثم رشحت المحاليل السابقة وقيست الامتصاصية عند الطول الموجي 664nm، يوضح الجدول (2) النتائج التي وصلت إليها.

الجدول (2): يمثل تغير سعة الامتزاز بتغير تركيز المحلول.

العينة	m(g)	C_0(g/l)	C(g/l)	V(mL)	Q(mg/g)
1	0.1	0.16	0.0002	50	79.898
2	0.1	0.24	0.00028	50	119.858
3	0.1	0.32	0.001082	50	159.46
4	0.1	0.4	0.003434	50	198.283

رُسمت العلاقة بين كمية الامتزاز بدلالة التركيز الابتدائي كما هو في الشكل(5) الذي يدل على أن كمية الامتزاز الأفضل عند التراكيز العالية أي أن امتزاز أزرق الميثيلين تزداد بزيادة التركيز كما هو موضح في الشكل(12):



الشكل (6) تأثير تغير التركيز على سعة الامتزاز

نلاحظ حسب الشكل(6) أن بزيادة تركيز الصبغة تزداد كمية الامتزاز على سطح الفحم المنشط أي أن التناسب طردي خطي.

2-3-4-2-تأثير تغيير كتلة الفحم المنشط على سعة الامتزاز:

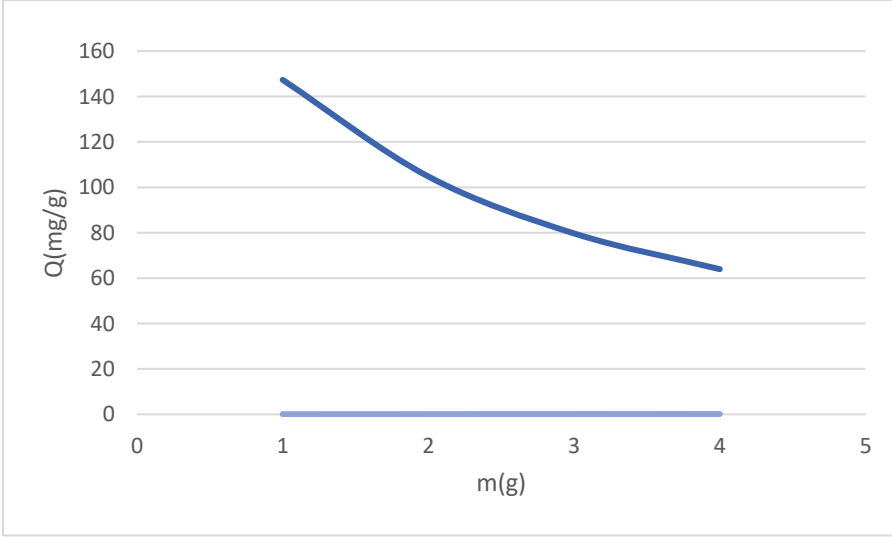
أُخذت أربع كميات من الفحم المنشط المحضر حسب الوزن التالي (0.05-0.075-0.1-0.125)g ووضعت كل منها في دورق مخروطي سعة 100ml تحوي 40ml من محلول أزرق الميثيلين بتركيز ثابت 0.2g/L ووضعت على رجاج ميكانيكي مدة 15min.

ثم رشحت المحاليل السابقة وقيست الامتصاصية عند الطول الموجي 664nm، يوضح الجدول (3) النتائج التي تم التوصل اليها.

الجدول(3): يمثل تغير سعة الامتزاز بتغير كتلة الفحم.

العينة	m(g)	C_0(g/l)	C(g/l)	V(mL)	Q(mg/g)
1	0.05	0.2	0.015833	40	147.3334
2	0.075	0.2	0.003598	40	104.7477
3	0.1	0.2	0.000785	40	79.686
4	0.125	0.2	0.000174	40	63.94442

رُسمت العلاقة بين سعة الامتزاز بدلالة كتلة الفحم mg كما هو موضح في الشكل(11). إذ تبين النتائج أن سعة الامتزاز تكون أكبر ما يمكن عند m=0.05g وبالتالي فإن امتزاز أزرق الميثيلين عند كميات الفحم المنخفضة تكون أفضل ما يمكن.



الشكل (7) تأثير تغيير كتلة الفحم

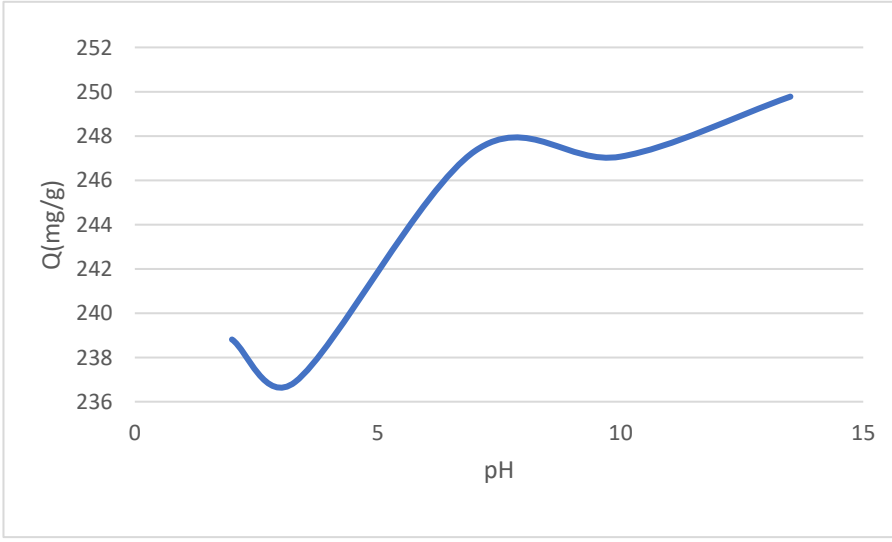
2-3-4-3-تأثير قيمة PH الوسط:

أُخذت خمس كميات من الفحم المنشط المحضر وزن كل منها 0.04g ووضعت كل منها في دورق مخروطي سعة 100ml تحوي 20ml من محلول شوارد الكروم السداسي ثم ضبط قيم pH محاليل العينات الخمس عند القيم (2- 3.3- 7- 10- 13.5) لكل منها على الترتيب، وضيعت العينات على رجاج ميكانيكي لمدة 10min، ثم رشحت المحاليل السابقة وقيست الامتصاصية عند الطول الموجي 664nm، يوضح الجدول (4) النتائج التي تم التوصل اليها.

الجدول(4): يمثل تغير سعة الامتزاز بتغير PH.

العينة	pH	m(g)	C_0(g/l)	C(g/l)	V(mL)	Q(mg/g)
1	2	0.04	0.2	0.008952	50	238.81
2	3.3	0.04	0.2	0.010489	50	236.889
3	7	0.04	0.2	0.002148	50	247.315
4	10	0.04	0.2	0.002345	50	247.069
5	13.5	0.04	0.2	0.000177	50	249.777

رُسمت العلاقة بين سعة الامتزاز بدلالة pH الوسط كما هو موضح في الشكل(8). إذ تبين النتائج أن سعة الامتزاز تكون أكبر نستنتج أن أفضل وسط للامتزاز أزرق الميثيلين يكون في الوسط المعتدل أو الوسط القلوي.



الشكل(8) تأثير PHالوسط

2-3-4-4-دراسة تأثير زمن التلامس على كمية الامتزاز:

أُخِذت أربع كميات متساوية من الفحم المنشط المحضر كل منها 0.15g ووضعت كل كمية في دورق مخروطي سعته 100ml يحوي 30ml من أزرق

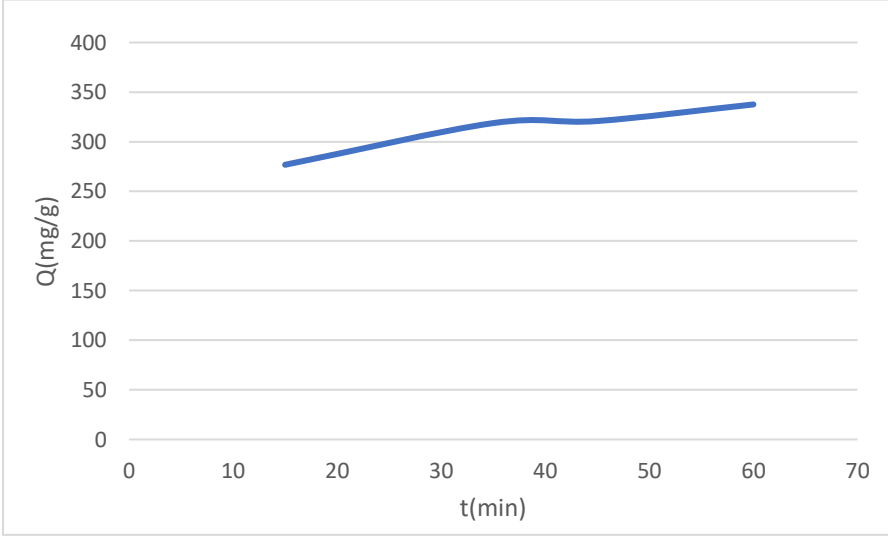
الميثيلين تركيزه 0.8g/L، وحركت العينات الأربعة بواسطة رجاج ميكانيكي بأزمنة مختلفة كل منها min(15–30–45–60) على الترتيب.

رُشِّحت العينات ومن ثم قياس الامتصاصية للرشاحة لكل محلول عند طول موجة 664nm، والجدول(5) يوضح النتائج التي وُصِل إليها.

الجدول(5): يمثل تغير سعة الامتزاز بتغير زمن التلامس.

العينة	t(min)	m(g)	C(g/l)	C_0(g/l)	V(mL)	Q(mg/g)
1	15	0.1	0.2464	0.8	50	276.8
2	30	0.1	0.16242	0.8	50	318.79
3	45	0.1	0.15825	0.8	50	320.875
4	60	0.1	0.12485	0.8	50	337.575

رُسمت العلاقة بين سعة الامتزاز بدلالة الزمن كما هو موضح بالشكل(8)، إذ تبين أن سعة الامتزاز تزداد بازدياد زمن التلامس وبعد الزمن 35min تقريباً تثبت قيمة سعة الامتزاز أو يكون التغير طفيف وعليه فان زمن التلامس الأفضل هو 35min.



الشكل (9) تأثير زمن التلامس

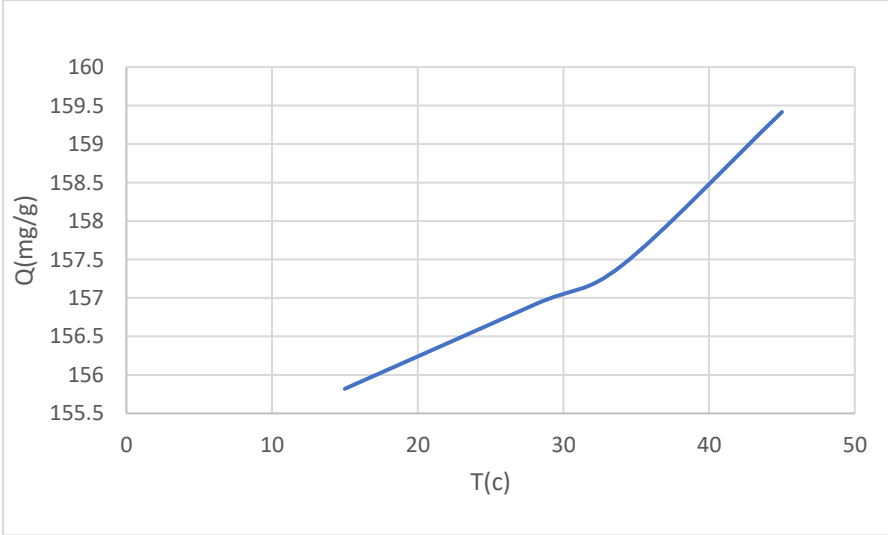
2-3-4-5-دراسة تأثير درجة الحرارة:

أُخذت أربع كميات من الفحم المنشط المحضر وزن كل منها 0.1g ووضعت كل منها في دورق مخروطي سعة 100ml تحوي 40ml من محلول أزرق الميثيلين بتركيز ثابت 0.4g/L ووضعت كل أرلين ماير على سخان كهربائي ضمن حمام مائي وضبطت حرارة المحاليل (15-28-34-45) مدة 30min مع التحريك، ثم رشحت المحاليل السابقة وقيست الامتصاصية عند الطول الموجي 664nm، يوضح الجدول (6) النتائج التي تم وُصِل إليها.

الجدول (6): يمثل تغير سعة الامتزاز بتغير درجة الحرارة.

العينة	T(c)	m(g)	C(g/l)	g/l)C_0(	V(mL)	Q(mg/g)
1	15	0.1	0.01045	0.4	40	155.82
2	28	0.1	0.00772	0.4	40	156.912
3	34	0.1	0.006447	0.4	40	157.42
4	45	0.1	0.00146	0.4	40	159.416

رُسمت العلاقة بين سعة الامتزاز بدلالة TC° الوسط كما هو موضح في الشكل(10). إذ تبين النتائج أن سعة الامتزاز تكون أكبر عند درجة حرارة العالية وبالتالي فإن امتزاز أزرق الميثيلين على سطح الفحم المنشط المحضر يكون كيميائي.



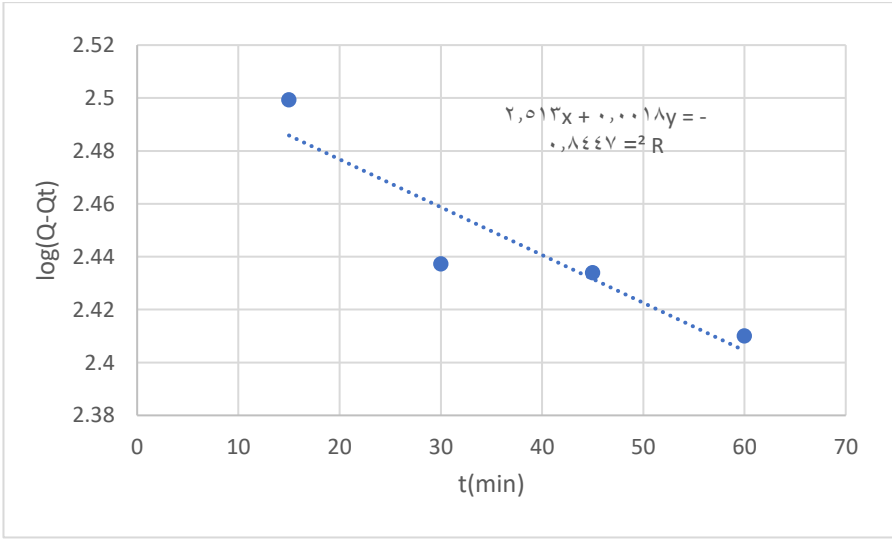
الشكل (1)تأثير درجة الحرارة

2-3-5-دراسة حركية امتزاز صبغة أزرق المثلين على سطح الفحم:

تعطى علاقة سرعة حركية التفاعل من المرتبة الأولى الظاهرية بالعلاقة:

$$\log(Q-Q_t)=\log(Q)-\frac{K_1}{2.303}t \qquad (5)$$

إذ أن K_1 ثابت سرعة التفاعل من المرتبة الأولى الظاهري، و Qسعة الامتزاز العظمى، و Q_t كمية الامتزاز في اللحظة t، برسم $\log(Q-Q_t)$ بدلالة t ينتج الخط المستقيم ميله $s=-0.0018=-\frac{K_1}{2.303}$ ومنه فإن $K_1 = 0.00415min^{-1}$ وذلك حسب المخطط التالي:



الشكل(2)تطبيق علاقة المرتبة 1 الظاهرية

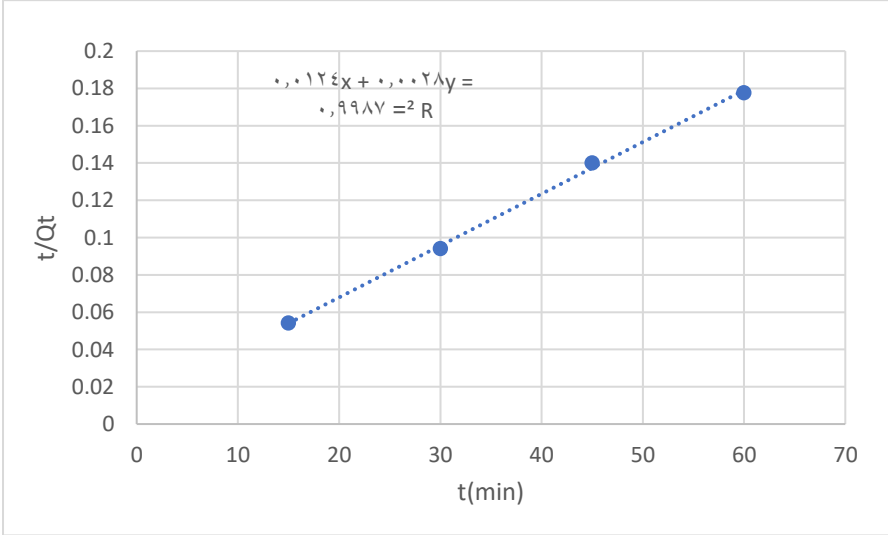
تعطى علاقة سرعة حركية التفاعل من المرتبة الثانية الظاهرية بالعلاقة:

$$\frac{t}{Q_t} = \frac{1}{K_2 * Q_e^2} + \frac{1}{Q_e} t \qquad (6)$$

إذ إن K_2 ثابت سرعة التفاعل من المرتبة الثانية الظاهري، و Qسعة الامتزاز العظمى، و Q_t كمية الامتزاز في اللحظة t، برسم $\frac{t}{Q_t}$ بدلالة t ينتج الخط المستقيم ميله $\frac{1}{Q} = 0.0028 = s$ ومنه

$Q = 357.1432 mg/g$ فإن $K_2 = 0.0006323 (g/mg.min)$

وذلك حسب المخطط التالي:



الشكل (3) تطبيق علاقة المرتبة 2 الظاهرية

نستنتج ما سبق أن التفاعل من المرتبة الثانية الظاهرية حسب معامل الارتباط إذ إنه كان قيمته $R^2 = 0.9987$ وهي أقرب إلى الواحد عند تطبيق علاقة السرعة من المرتبة الثانية الظاهرية.

3-النتائج والمناقشة:

تبين حسب الدراسة أن أفضل سعة امتزاز أزرق المثيلين والتي حضرت باستعمال أربع أضعاف كتلة الفحم من هيدروكسيد البوتاسيوم(1:4)(KOH:فحم). إن منحني الامتزاز متساوي الدرجة من النوع L حسب تصنيف جيلز ورفاقه أي امتزاز لانغموير وكذلك امتزاز صبغة أزرق المثيلين تحقق علاقة للانغموير إذ إن معامل الارتباط قيمته $R^2 = 0.9981$ كان أقرب إلى 1 أي الامتزاز كان على طبقة واحدة، والمساحة المتقبلة للفحم المنشط حسب لانغمر للعينة KC-4 هي $1570.43\ m^2/g$. إن أفضل وسط للامتزاز أزرق المثلين يكون في الوسط المعتدل أو الوسط القلوي. وبزيادة تركيز الصبغة تزداد سعة الامتزاز على سطح الفحم المنشط أي أن التناسب طردي، وكلما زادت كتلة الفحم تتناقص سعة الامتزاز أزرق المثيلين أي أن التناسب عكسي، وسعة الامتزاز تزداد بزيادة زمن التلامس بين الفحم والصبغة

ولكن بكمية قليلة ما يدل على أن ارتباط الصبغة على سطح الفحم يكون سريع، وبزيادة درجة الحرارة تزداد سعة الامتزاز من الصبغة على سطح الفحم المنشط. وأن ارتباط الصبغة على سطح الفحم المنشط من المرتبة الثانية الظاهرية حسب معامل الارتباط إذ إنه كان قيمته $R^2 = 0.9987$ وهي أقرب إلى الواحد عند تطبيق علاقة السرعة من المرتبة الثانية الظاهرية.

4-المراجع:

1. Ali, K., Zeidan, H., & Martı, M. E. (2021). Evaluation of olive pomace for the separation of anionic dyes from aqueous solutions: Kinetic, thermodynamic, and isotherm studies. Desalination and Water Treatment, 227, 412–424. https://doi.org/10.5004/dwt.2021.27285
2. Corral-Bobadilla, M., Lostado-Lorza, R., Somovilla-Gómez, F., & Escribano-García, R. (2021). Effective use of activated carbon from olive stone waste in the biosorption removal of Fe(III) ions from aqueous solutions. Journal of Cleaner Production, 294. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126332
3. Hock, P. E., & Zaini, M. A. A. (2018). Activated carbons by zinc chloride activation for dye removal – a commentary. Acta Chimica Slovaca, 11(2), 99–106. https://doi.org/10.2478/acs-2018-0015
4. Hussein, A., Mohammed, H., . Ali, R., & Sulyman, E. (2023). Preparation of Activated Carbon from Mango Nuclei and Study of Its Physical Properties and Chemical Using Carbonization and Chemical Treatment. College Of Basic Education Research Journal, 19(1), 805–816. https://doi.org/10.33899/berj.2023.178139
5. K. HAMMOUD, F., Ali HUSSEIN, A., & .Z.SULYMAN, E. (2022). Preparation of Activated Carbon From (Pistacia Khinjuk Peels) and Study Its Chemical Properties. MINAR International Journal of Applied Sciences and Technology, 04(03), 240–248. https://doi.org/10.47832/2717-8234.12.25
6. Taha, O., Tawfiq, K., & Jarullah, S. (2019). Preparation of Activated Carbon from seeds residues of (Urtica dioica) plants. Journal of Education and Science, 28(3), 1–5. https://doi.org/10.33899/edusj.2019.162970
7. Yuliusman, Farouq, F. Al, Sipangkar, S. P., Fatkhurrahman, M., & Putri, S. A. (2020). Preparation and characterization of activated carbon from corn stalks by chemical activation with KOH and NaOH. AIP Conference Proceedings, 2255(September). https://doi.org/10.1063/5.0014403
8. Zeidan, H., Can, M., & Marti, M. E. (2023). Synthesis, characterization, and use of an amine-functionalized mesoporous silica SBA-15 for the removal of Congo Red from aqueous media. Research on Chemical Intermediates, 49(1), 221–240. https://doi.org/10.1007/s11164-022-04876-6