

جامعة تكريت

كلية العلوم

قسم الكيمياء

مقالة بعنوان

(دراسة ائزان وثرموداينميكية لامتزاز اصباغ الأزو على طين البنتونايت المحلي)

تقدم بها طالب الماجستير

جاسم حمد عبد

2020\_ 2019

## الخلاصة

تضمن هذا البحث تحضير صبغتين ازو من مفاعلة مركبي بارا ميثوكسي انلين و 2-امينو بنزو ثايزول مع مركب البيتا نفثول عن طريق املاح الدايزونيوم .بعد ذلك تم اختيار مجموعة من الاطيان لازالة هذه الاصباغ من محاليلها المائية باستعمال تقنية الامتزاز واختيار افضلها لأكمال هذه الدراسة . وقد تم التميز بين الصبغات المحضرة بواسطة بعض الطرق الفيزيائية والطيفية مثل الوانها ودرجة الانصهار وقيمة اعلى امتصاص ( $\lambda_{max}$ ) ومعامل الامتصاص المولاري ( $\epsilon_{max}$ ) وطيف (IR) لتشخيص حزمة الازو ( $N=N$ ). كما اشتمل البحث على تحديد الظروف المثلى لنظام الامتزاز قيد الدراسة مثل تأثير كمية المادة المازة والتركيز الابتدائي وتأثير درجة الحرارة . وطبق نموذجي من معادلات الايزوثيرمات (لانكماير وفرندلخ) على البيانات العملية للامتزاز. حسبت الدوال الثيرموداينمكية لنظام الامتزاز , وظهرت نتائج الدراسة ان القوى المسيطرة لامتزاز النظام قيد الدراسة هو ذا طابع فيزيائي وان عملية الامتزاز تحدث بارتباط الصبغة بالسطح الماز بصورة تلقائية لتكوين نظام اقل عشوائية.

## المقدمة

يعد التلوث من المشاكل الرئيسية التي تواجه البيئة والمجتمع والتي تؤثر على النظام المائي ويكون سببا اساسيا في تدمير البيئة من خلال تأثيرها على النباتات والحيوانات وبالتالي سوف تؤثر على الانسان<sup>(1)</sup>. وتعد اصباغ الازو مركبات عضوية اروماتية معقدة تتميز باحتوائها على واحدة او اكثر من مجاميع الازو ( $N=N$ ). وهذه التراكيب تكون مسؤولة على اكسابها اللون وجعلها اكثر استقرارا ومقاومة تجاه الضوء والتفكك الحراري وتعد اصباغ الازو اكثر انواع الاصباغ استعمالاً في الصناعات النسيجية وغيرها .وقد توسع استعمالها بشكل كبير لاسيما الصناعية منها بسبب سهولة تحضيرها وثبات الوانها واستقرارها<sup>(2)</sup>. لقد طبقت العديد من التقنيات لمعالجة التلوث الحاصل في مياه المخلفات الصناعية منها ما يمثل عمليات كيميائية واخرى فيزيائية ان اغلب هذه التقنيات تمتلك محددات سلبية تحول دون استعمالها حيث ان تطبيق قسم منها مكلف اقتصاديا او ماينتج منها مخلفات سامة<sup>(3)</sup> يعد الامتزاز من التقنيات المعروفة والذي يمثل أهمية في العديد من الصناعات في الوقت الحاضر والتي لا تستغني عنه في تطبيقاتها واستعمالاتها. فنلاحظ انه يستعمل في صناعات البترول والاصباغ والصناعات الغذائية المتنوعة مثل (الألبان والزيت) وغيرها من الصناعات التي لا مجال لحصرها هنا<sup>(3,4)</sup>. ان

مفهوم التوازن في الامتزاز يمكن ان يفهم بعمق وذلك من دراسة العلاقة بين الجزئيات الممتزة والسطح الماز وذلك من خلال حسابات سعة الامتزاز , والانتقائية وامكانية الاستعادة للمادة المازة وبصورة عامة فان الاتزان في الامتزاز يمثل القيود التي تحد كل من العوامل الحيوية المؤثرة في تطبيقات الامتزاز. ان الموصافات الملاحظة والتدخلات التي تحدث في نظام الامتزاز يمكن ان تترجم طبقا للامس الرياضية والعلمية . وتتأثر سعة وكفاءة عملية الامتزاز بدرجة الحرارة والتركيز الابتدائي في المادة الممتزة والدالة الحامضية لوسط الامتزاز فضلا عن زمن التماس . ان تباین مدى سعة الامتزاز مع تركيز المادة الممتزة يمكن ان يوصف بدلالة ايزوثيرمات عملية , وإن حرارة الامتزاز سواء كان نظام الامتزاز باعاً او ماصاً للحرارة يعد مقياسا لطاقة ونوع القوى التي تسيطر على حدوث الامتزاز وارتباط السطح الماز بالجزئيات الممتزة. واخيرا فإن الدراسات الثيرموداينمكية لأنظمة الامتزاز تساعد الباحثين في فهم الانظمة وتسهيل عملية تصميم الوحدات الريادية اللازمة لانجاز هذه المعالجات.

### الجزء العملي

يعد الجزء العملي الحجر الأساس في البحث العلمي اذ لا يمكن الوثوق بالنتائج التي يتم الحصول عليها ما لم تتوفر الطرائق العملية الصحيحة مثل نقاوة المواد الأولية وتوفر وسائل القياسات وطرائق تشخيص معتمدة وتقنية مناسبة لإجراء التجارب العلمية. وقد تضمن الجزء العملي من هذه الدراسة الخطوات التالية:

#### 1. تحضير الأصباغ قيد الدراسة

حضرت الأصباغ المستعملة في هذه الدراسة من تفاعل بارا ميثوكسي انلين و2-امينو بنزو ثايزول عن طريق تفاعلات الأزوتة والاقتران ومن خلال تكوين املاح الديازونيوم وبخطوتين رئيسيتين هما:

**الخطوة الأولى:** تحضير أملاح الديازونيوم<sup>(5)</sup> حضرت أملاح الديازونيوم باتباع الخطوات الآتية:

أ-أذيب (3.24g) من (بارا ميثوكسي انلين) في (30ml) HCl المركز في بيكر وباستعمال التحريك المغناطيسي المستمر مع الحفاظ على درجة حرارة المحلول في مدى يتراوح بين (0-5 °م) .

ب-أذيب (1.0g) من نترت الصوديوم في بيكر آخر يحتوي على (5 ml) ماء مقطر عند درجة حرارة بين (0-5 °م) وأضيف هذا المحلول بشكل دفعات الى المحلول (أ) مع التحريك ومع الحفاظ على درجة حرارة المزيج بين (0-5 °م) .

#### الخطوة الثانية: تحضير محلول $\beta$ -naphthol

حضر (10ml) من محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز (10%) بعد ذلك أذيب (2.2g) من البيتا نفثول في محلول هيدروكسيد الصوديوم المحضر ووضع في الثلج للحفاظ على درجة حرارة المحلول بين (0-5 °م) .أضيف المحلول المحضر في الخطوة الأولى إلى محلول الخطوة الثانية ببطء مع التحريك المستمر مع المحافظة على درجة الحرارة (0-5 °م) الى أن تكونت بلورات المادة المطلوبة، ثم وضع المزيج لمدة نصف ساعة في حمام ثلجي ثم رشح وغسل بالماء المقطر وجفف،

## 2. اختبار المادة المازة قيد الدراسة

- تم اختيار اطيان ( 1-بنتونايت الصحراء الغربية 2-بنتونايت قرّة تبة 3-السلانيت 4-الكاوولين 5- ايبوكسايد 6- انتبالكايد) بوصفها المادة المازة للأصباغ قيد الدراسة والتي تمتاز بكونها متوفرة بالطبيعة ورخيصة الثمن وقد استعملت هذه الاطيان جميعها على شكل باوذر بعد معالجتها واعدادها كما يلي :
- 1- تم سحق الطين ووضعة في بيكر كبير بالماء المقطر بشكل عالق لفصل الاجزاء الرملية وغير الطينية لعملية العزل (decantation) .ثم رشح العالق واهمل الجزء المرسب .
  - 2-تم غسل هذه الاطيان مرات عدة بالماء المقطر ثم ترشيحها.
  - 3-تركبت النماذج لتجف بتعرضها لحرارة الشمس ثم حفظ الانموذج في عبوات محكمة الغلق لغرض حفظها من الرطوبة.
  - 4-استعملت هذه النماذج المحضرة من الاطيان في دراسة عملية امتزاز الصبغات قيد الدراسة وهي بشكل محلول عالق في محلول الامتزاز .
- نشطت الأنواع الستة من الاطيان المعالجة قيد الدراسة حرارياً وذلك من خلال الخطوات التالية:
- أ- وضعت هذه الاطيان في فرن كهربائي خاص وبدرجات حرارية مختلفة (100-500°م) وبزيادة (100°م) ولمدة (24) ساعة.
- ب-حفظت هذه النماذج في عبوات مغلقة كي تبقى جافة لحين استعمالها في دراسة عملية امتزاز الأصباغ قيد الدراسة.

## 3. الطريقة التحليلية

بما ان المواد المختارة لانجاز هذه الدراسة هي مواد ملونة لذلك تم اختيار جهاز الطيف UV-VIS من نوع Spectrophotometer (T92+) المتوفر في مختبراتنا لتقدير تراكيز الصبغات في المحاليل قيد الدراسة, وكخطوة اولى لإتمام العمل المزمع إنجازه في تحديد قيمة أقصى طول موجي للامتصاص ( $\lambda_{max}$ ) لكل صبغة والتي عندها يتم تتبع تغير كمية المادة الممتزة مع الزمن وحسب طبيعة كل دراسة. ولإنجاز هذا العمل استعمل



قانون بير لامبرت Beer's law لعمل منحنى معايرة عند قيمة  $\lambda_{max}$  لكل صبغة وذلك من رسم العلاقة بين الامتصاص والتركيز وحسب المعادلة:

$$A = \epsilon CL \text{ -----(1)}$$

إذ أن (A) تمثل الامتصاص و ( $\epsilon$ ) هو معامل الامتصاص المولاري

( $\text{Liter.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$ ) و (C) هو تركيز الصبغة المولاري و (L) هو عرض الخلية ( $L=1\text{cm}$ ). واستعمل مصطلح سعة الامتزاز وكفاءة الامتزاز أو (النسبة المئوية للامتزاز) للتعبير عن كمية المادة الممتزة من خلال تقدير كمية المادة المتبقية من الصبغة في محلول الامتزاز تم حساب كمية المادة الممتزة من الفرق بين التركيز الابتدائي للصبغة والمادة المتبقية. وقد اعتمد منحنى المعايرة لكل صبغة لحساب هذه التراكيز. ويمكن التعبير عن سعة امتزاز ( $q_e$ ) المادة المازة للصبغة بالمعادلة الآتية

$$q_e \text{ (Adsorption capacity) (mg/g)} = \frac{C_i - C_e}{M} \times V \text{ -----(2)}$$

. إذ أن  $C_i, C_e$  يمثلان التركيز عند الاتزان والتركيز الابتدائي للصبغة على الترتيب و

M وزن المادة المازة (g) و V (l) حجم محلول الصبغة المستعمل عند دراسة الامتزاز

كما يمكن حساب النسبة المئوية للصبغة المزالة (الممتزة) أو ما يسمى بكفاءة الامتزاز باستخدام المعادلة الآتية:

$$\% \text{ Adsorption} = \frac{C_i - C_e}{C_i} \times 100 \text{ ----- (3)}$$

#### 4. دراسة عملية الامتزاز بطريقة الدفعة الواحدة

انجزت هذه الدراسة من خلال استعمال طريقة الدفعة الواحدة والتي يمكن انجازها عن طريق رج كميات محددة من محاليل الصبغة بتركيزات مختلفة وعلى شكل دفعات وباستعمال الكمية نفسها من المادة المازة (الطين) وعند الظروف نفسها من (pH) ودرجة الحرارة وغيرها. إذ حضرت عدة محاليل مختلفة من كل صبغة في دوارق مخروطية ذات سداد محكم الغلق وذلك لضمان عدم تطاير المذيب بالظروف نفسها. أضيفت إليها الكمية نفسها وبشكل متساو من المادة المازة (الطين) بعد ذلك رجت المحاليل رجاً مستمراً ولفترة زمنية تقدر بحدود (90 دورة/ثانية) باستعمال رجاج ذي حمام مائي مبرمج من نوع (Julabo SW23) والسيطرة على درجة الحرارة من خلال استخدام محرار زئبقي وتركها تستقر عند درجة الحرارة المطلوبة لمدة لا تقل عن (10) دقائق عند كل درجة حرارية مطلوبة. تم إجراء جميع الدراسات من التأثير على كمية المادة المازة والتركيز وزمن التماس والدالة الحامضية وكذلك تأثير درجة الحرارة والدراسة الحركية على طريقة الدفعة الواحدة.

#### 5. حساب الدوال الثيرموداينميكية

حسبت قيم ثابت توازن الامتزاز (K) عند درجات حرارية مختلفة عند حالة الاتزان من النسبة بين تركيز المادة الممتزة والتركيز المتبقي لمحلول الصبغة، وحسبت قيمة (K) و قيم الدوال الثيرموداينميكية للتوازن ( $\Delta S^\circ, \Delta H, \Delta G^\circ$ ) باستعمال المعادلات التالية.

$$K = \frac{C_{ad}(mg/l)}{C_e(mg/l)} \text{ -----(4)}$$

$$\ln K = \ln K^\circ - \frac{\Delta H}{RT} \text{ ----- (5)}$$

$$\Delta G^\circ = - RT \ln K \text{ ----- (6)}$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H - T\Delta S^\circ \text{ ----- (7)}$$

$$\Delta S^\circ = (\Delta H - \Delta G^\circ) / T \text{ ---- (8)}$$

ثم أعيدت الحسابات للقيم المذكورة بالاعتماد على قيم ثوابت فرنديلخ ( $K_f$ ) ولاتكمير ( $K_L$ ) التي تم ايجادها من تطبيق هذه الايزوثيرمات على البيانات العملية للامتزاز وكما سيتم توضيحها لاحقاً.

## 6. ايزوثيرمات الامتزاز

تم تطبيق ايزوثيرمات فرنديلخ ولانكماير على البيانات العملية المحصل عليها من دراسة نظام الامتزاز قيد الدراسة إذ حسبت قيم ثوابت فرنديلخ ( $K, n$ ) من رسم العلاقة بين قيمة ( $\log q_e$  و  $\log C_e$ ) وحسب المعادلة التالية

$$\log q_e = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e \quad (9)$$

كما تم حساب ثابت لانكماير ( $b$ ) والسعة القصوى النظري للامتزاز ( $Q_{max}$ ) من رسم العلاقة بين ( $C_e/q_e$ ) مقابل ( $C_e$ ) وحسب المعادلة التالية

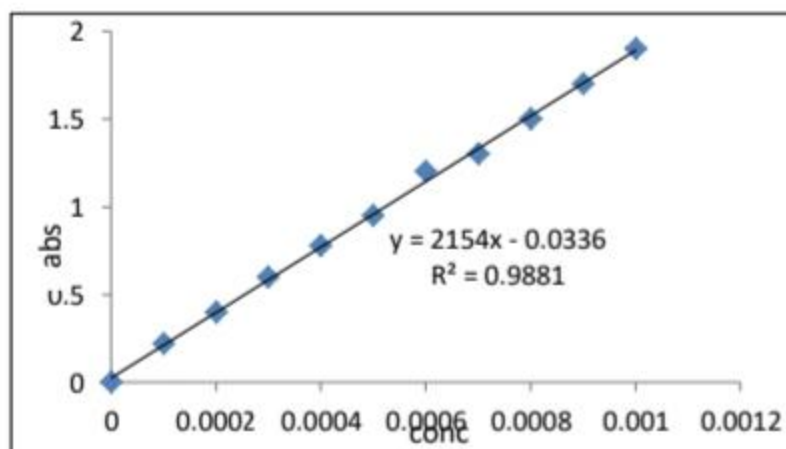
$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{b Q_{max}} + \frac{C_e}{Q_{max}} \quad (10)$$

وقد استعمل برنامج (Excel) لإنجاز الرسوم البيانية واللازمة لحساب القيم المذكورة في هذه الفقرة.

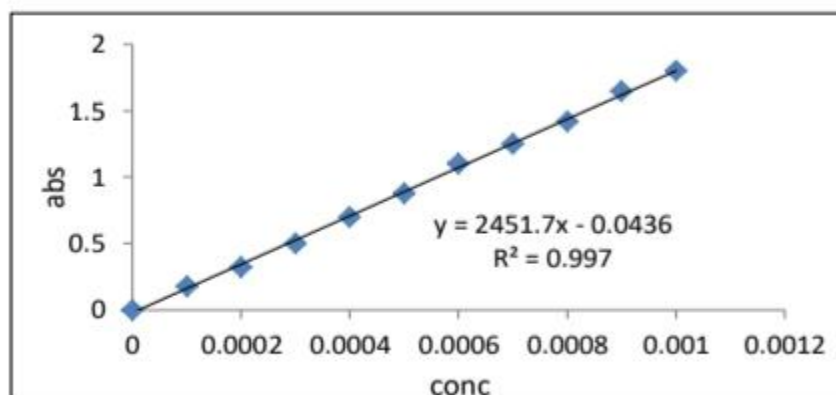
## النتائج والمناقشة

### الطريقة التحليلية:

إن الأصباغ قيد الدراسة هي مواد ملونة فالطريقة الطيفية تعد الخيار الأمثل لإنجاز هذه الدراسة وكخطوة أولية من هذه الدراسة عمل منحنى معايرة لكل صبغة عند قيمة ( $\lambda_{max}$ ) لها وذلك بتحضير محاليل بتركيزات مختلفة بمديات تتفق مع حساسية الصبغة وانطباقها على معادلة بير-لامبرت ان العلاقة الخطية التي تم الحصول عليها من تطبيق معادلة بير-لامبرت والمشار إليها بقيم معاملات الارتباط ( $R^2$ ) الجيدة تدل على إمكانية تطبيق هذه المعادلة على مديات التراكيز المعتمدة في تكوين المنحنيات القياسية للأصباغ قيد الدراسة، والشكل (2,1) يمثل تطبيق معادلة بير لامبرت لإنجاز منحنى المعايرة للصبغات قيد للدراسة.



الشكل (1) منحنى المعايرة للصبغة MOPBN



الشكل (2) منحنى المعايرة للصبغة BTABN

### إختبار المادة المازة

وفي بحثنا هذا تم اختيار عدد من الأطيان منها السلايت والكاؤولين والايوكسايت وبنتونايت قرّة تبه والأتابلكايد فضلاً عن بنتونايت الصحراء الغربية. الجدول من (2) تمثل اختيار نماذج من هذه الأطيان (غير المعالج) والتي تم سحقها وغسلها بالماء المقطر لإزالة الشوائب وجففت بحرارة الشمس ، والأطيان المعالجة بدرجات حرارية مختلفة (°م 100,200,300,400,500) ، وعزلها بحجم مناسب للدقائق المكونة لها باستعمال المناخل الجزيئية وبعملية الامتزاز بطريقة الدفعة الواحدة (Batch Method) للصبغات المحضرة في هذه الدراسة.

الجدول (2) دراسة امتزاز عدد من الأطيان الغير معالجة والمعالجة حرارياً مع مركب (MOPABN) وبدرجة حرارة (20 °م) وتركيز (M 5×10<sup>-4</sup>) ووزن (0.075g)

اسم الطين	غير معالج	معالجة بدرجات حرارية (°م)				
		100	200	300	400	500
%Bentonite(w)	54.6	58.3	56.2	63.4	71.4	33.4
%Attapulgit	40.5	42.1	35.6	58.2	63.9	28.2
%Bentonite(k.t)	31.6	42.6	45	51.4	52.3	20
%Bauxite	18.2	34	38.6	46.2	26.5	10.2
%Celite	11.8	12.7	14.1	14.6	14.7	6.2
%kaolin	11.8	11.9	12.3	12.8	19.4	10.7

عند النظر إلى النتائج المحصل عليها في الجدول نلاحظ أن طين بينتونايت الصحراء الغربية أعطى أعلى نسبة مئوية للامتزاز مع أعلى سعة للامتزاز . ولهذا فقد تم اختيار هذا النموذج من الطين كمادة مازة لإنجاز هذه البحث.

### تأثير كمية المادة المازة:

إن الغرض من إجراء هذه الدراسة هو إيجاد كمية مناسبة من المادة المازة والتي تحقق حالة الاتزان للنظام مع نسبة مقبولة من دون حصول الإزالة الكاملة للون كي نتمكن من انجاز الدراسة اللاحقة. وقد استعمال تركيز (5×10<sup>-4</sup>) مولاري للصبغات المحضرة وكميات متباينة من المادة المازة المتمثل بطين بنتونايت الصحراء الغربية غير المعالج وبجرع تتراوح بين (1-7.5) ملغم/لتر وعند درجة حرارة 293 درجة مطلقة مع تثبيت الظروف الأخرى كافة. وقد أجري الاختبار للمادة المازة. ادرجت النتائج التي تم الحصول عليها في الجدول (3).



**الجدول (3) تأثير كمية الطين المستعمل (بنتونايت الصحراء الغربية) غير المعالج على سعة الامتزاز والنسبة المئوية وعند درجة حرارة (20 °م) وعند تركيز ( $5 \times 10^{-4} M$ )**

اسم المركب	$C_i$ (mg/l)	$C_e$ (mg/l)	Dose (mg/l) of Adsor	$q_e$ (mg/g)	النسبة المئوية للامتزاز %
<b>MOPABN</b>	<b>139</b>	<b>90</b>	<b>1</b>	<b>245</b>	<b>35.2</b>
		<b>85</b>	<b>2.5</b>	<b>108</b>	<b>38.8</b>
		<b>73</b>	<b>5</b>	<b>66</b>	<b>47.4</b>
		<b>63</b>	<b>7.5</b>	<b>50.6</b>	<b>54.6</b>
<b>BTABN</b>	<b>154</b>	<b>116</b>	<b>1</b>	<b>190</b>	<b>24.6</b>
		<b>95</b>	<b>2.5</b>	<b>118</b>	<b>38.3</b>
		<b>83</b>	<b>5</b>	<b>71</b>	<b>46.1</b>
		<b>73</b>	<b>7.5</b>	<b>54</b>	<b>52.5</b>

من ملاحظة الجدول (3) نجد أن سعة الامتزاز وعند تركيز ( $5 \times 10^{-4}$ ) مولاري من الصبغات تقل قيمتها فيما تزداد النسبة المئوية الامتزاز مع زيادة كمية الجرعة للمادة المازة والمتمثلة ببنتونات الصحراء الغربية غير المعالج ويمكن تفسير هذا التباين من خلال منظورين.

**الأول** هو أنه بزيادة كمية المادة المازة فإن عدد المواقع المؤهلة للامتزاز سوف تزداد ويرافق ذلك زيادة في كفاءة الامتزاز في إزالة الصبغة من المحلول المائي وهذا يمكن ان يعزى إلى أن زيادة كمية المادة المازة يتسبب في إدخال مواقع جديدة وإضافية مؤهلة للارتباط مع الصبغة فتزيد بذلك من كفاءته. إن هذه النتائج التي تم الحصول عليها تتفق مع نتائج أخرى قد شوهدت في دراسات أخرى مماثلة في الأدبيات (7,6).

**والثاني** والذي يمثل وجهة نظر أخرى يبين فيها الباحثون ان سبب هذا التغير يمكن ان يكون من خلال تداخل الجزيئات البينية من جهة و بين جزيئات المادة المازة من جهة أخرى. وبسبب هذه التداخل فإن الزيادة في كمية المادة المازة يؤدي إلى تكتلها ونتيجة لذلك فإن المساحة السطحية الكلية للمادة المازة سوف تقل مما يؤدي إلى زيادة طول مسالك انتشار الجزيئات الممتزة خلالها<sup>(8)</sup>. ولقد تم اختيار كمية من المادة المازة تقدر بـ (7.5) ملغم /لتر لإنجاز الدراسة اللاحقة.

### تأثير المذيب على الامتزاز:

بما ان الصبغات المختارة لهذه الدراسة قليلة الذوبان في الماء ولأجل إنجاز هذه الدراسة كان لابد من اختيار مذيب عضوي مناسب يذيب هذه الانواع من الصبغات فضلاً عن ذلك يستعمل بوفرة في الصناعات المختلفة وكذلك رخيص الثمن والهدف من استعمال المذيب العضوي هو لايجاد خليط منه مع الماء وباقل كمية ممكنة بحيث يعطي محلولاً دائماً للصبغة دلالة على الاذابة الكاملة من اجل دقة القياس. وقد وجدنا ان مادة الإيثانول هو الاختيار الأمثل لهذا الغرض إذ لا تكاد تخلو صناعة من استعماله مذيباً. وعليه فقد تمت دراسة كفاءة وسعة الامتزاز لهذه الأصباغ على الطين باستعمال مخاليط معينة من مذيب (الماء: الأيثانول) وبمنسب حجمية تتراوح فيها كمية الأيثانول من (10-80%).



**الجدول (4)** تأثير المذيب على النسبة المئوية للامتزاز وعند وزن (0.075g) من طين (بنتونايت الصحراء الغربية) غير المعالج وعند درجة حرارة (20 °م) وعند تركيز ( $5 \times 10^{-4}$  M)

أسم المركب	النسبة المئوية الايثانول	النسبة المئوية الماء	C <sub>e</sub> (mg/l)	q <sub>e</sub> (mg/g)	النسبة المئوية الامتزاز %
MOPABN	10	90	95	29.3	31.6
	20	80	68.4	47.3	50.7
	30	70	63	50.6	54.6
	50	50	65.2	49.2	53.0
	80	20	83.9	36.7	40.7
BTABN	10	90	102	34.6	33.7
	20	80	75.4	52.4	51.0
	30	70	73	54.0	52.5
	50	50	78.2	50.5	49.2
	80	20	86.1	45.2	44.0

واستنادا الى النتائج المدرجة في الجدول (4) نجد ان افضل نسبة من المذيب ايثانول : ماء والتي تحققت لنا الهدف الذي تم ذكره اعلاه هو (30:70) % ( ٧ ماء / ٧ ايثانول) والتي تمثل مزيجاً لمذيب باعلى قيمة لثابت العزل . رغم ان زيادة الايثانول تعطي اذابة افضل للصبغة.

#### تأثير التركيز الابتدائي:

درس تأثير التركيز للصبغات قيد الدراسة في مدى يتراوح بين ( $1 \times 10^{-3}$  M -  $1 \times 10^{-4}$  M) وعند درجة حرارة (20 °م) بعد تثبيت كل من المتغيرات الأخرى المؤثرة على كفاءة الامتزاز إذ رج حجم (50) مل من محلول الصبغة وعند سرعة ثابتة (90) دورة/ دقيقة وباستعمال كمية ثابتة (0.075gm) من المادة المازة (طين بنتونايت الصحراء الغربية) غير المعالج ثم رُشحت المحاليل وقدرة كمية المادة المتبقية في محلول بعد الامتزاز طيفيا وعند قيم ( $\lambda_{max}$ ) لكل صبغة. والنتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة تم إدراجها في الجدول (5)

**الجدول (5) تأثير التركيز الابتدائي على النسبة المئوية للامتزاز ووزن (0.075g) من بنتونايت الصحراء الغربية غير المعالج وعند درجة حرارة (20 °م).**

أسم المركب	$C_i(\text{mg/l})$	$C_e(\text{mg/l})$	$q_e(\text{mg/g})$	النسبة المئوية الامتزاز %
<b>MOPABN</b>	$1 \times 10^{-3}$	243	23.3	12.5
	$9 \times 10^{-4}$	216	22.8	13.6
	$8 \times 10^{-4}$	167.2	36.8	24.8
	$7 \times 10^{-4}$	113.6	54.0	41.6
	$6 \times 10^{-4}$	90.3	50.7	45.7
	$5 \times 10^{-4}$	63	50.6	54.6
	$4 \times 10^{-4}$	57.2	36.0	48.5
	$3 \times 10^{-4}$	44.6	25.8	46.5
	$2 \times 10^{-4}$	32.1	15.6	42.2
	$1 \times 10^{-4}$	16.7	7.4	39.9
<b>BTABN</b>	$1 \times 10^{-3}$	219	59.3	28.8
	$9 \times 10^{-4}$	166.2	74.0	40.0
	$8 \times 10^{-4}$	145	67.6	41.1
	$7 \times 10^{-4}$	140	50.4	35.0
	$6 \times 10^{-4}$	95.7	59.4	48.2
	$5 \times 10^{-4}$	73.0	54	52.5
	$4 \times 10^{-4}$	63.5	39.8	48.4
	$3 \times 10^{-4}$	48.1	29.5	47.4
	$2 \times 10^{-4}$	40.5	14.0	34.2
	$1 \times 10^{-4}$	20.3	7.0	34.0

ان مدى التراكيز المستعمل في هذه الدراسة تراوح بين ( $1 \times 10^{-3} \text{ M}$  إلى  $1 \times 10^{-4} \text{ M}$ ) وقد بينت النتائج المحصل عليها أن زيادة تركيز الصبغات قيد الدراسة يرافقه زيادة في كفاءة الامتزاز (%) (الامتزاز) إلى أن يصل تركيز ( $5 \times 10^{-4} \text{ M}$ ) يبدأ بعدها كفاءة الامتزاز بالتناقص يرافقها نقصان في سعة الامتزاز. وقد أظهرت هذه الدراسة أن أفضل تركيز لإكمال الدراسة اللاحقة هو ( $5 \times 10^{-4} \text{ M}$ ), ومن خلال النتائج التي تم الحصول عليها نلاحظ ان النسبة المئوية للامتزاز للصبغتين تقل مع زيادة التركيز وعند المدى ( $1 \times 10^{-3} \text{ M}$  إلى  $5 \times 10^{-4} \text{ M}$ ) وعند استعمال كمية ثابتة من المادة المازة. ثم تبدأ كفاءة الامتزاز بالتناقص ضمن المدى ( $1 \times 10^{-3} \text{ M}$  إلى  $5 \times 10^{-4} \text{ M}$ ) وربما يعود سبب ذلك إلى التنافس بين جزيئات الصبغة للتنافس على عدد ثابت من المواقع الفعالة الموجودة على سطح كمية معينة من المادة المازة والناتج عن الزيادة في التركيز والذي يؤدي بالنتيجة إلى زيادة التنافر بين جزيئات الصبغة فيما بينها وعلى المواقع الفعالة الموجودة على السطح نتيجة زيادة طاقتها، هذا السلوك في هذا المدى الأخيرة يتفق مع ما تم الحصول عليه في دراسات سابقة (10,9)

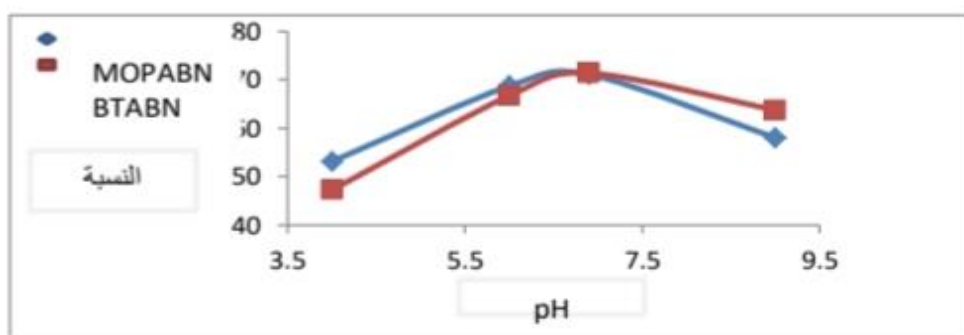
#### تأثير الدالة الحامضية لوسط الامتزاز:

أنجز اختبار تأثير الدالة الحامضية لوسط الامتزاز للصبغات عند تركيز ( $5 \times 10^{-4} \text{ M}$ ) ودرجة حرارة ( $20^\circ \text{C}$ ) وكمية (0.075gm/l) من طين البنتونايت الصحراء الغربية المعالج عند ( $400^\circ \text{C}$ ) وبسرعة رج ثابتة ولمدة (90 دورة/ دقيقة) وقد أدرجت النتائج التي تم الحصول عليها في الشكل (3) والجدول (6)

**الجدول (6)** يوضح تأثير الدالة الحامضية على النسبة المئوية للامتزاز للصبغات قيد الدراسة

أسم المركب	pH	C <sub>e</sub> (mg/l)	q <sub>e</sub> (mg/g)	النسبة المئوية للامتزاز %
MOPABN	4	85.1	49.2	53.1
	6	43.4	63.7	68.7
	*6.5	40.1	65.9	71.1
	9	58.3	53.8	58.0
BTABN	4	80.4	49.0	47.7
	6	50.7	68.8	67.0
	*6.9	43.6	73.6	71.6
	9	55.3	65.8	64.0

(\*) تمثل الدالة الحامضية الطبيعية للصبغات.



**الشكل (3)** يوضح العلاقة بين النسبة المئوية للامتزاز والدالة الحامضية للصبغات

عند ملاحظة الجدول (6) والشكل (3) نجد أن كفاءة وسعة الامتزاز تكون أعلى مايمكن عند الدالة الحامضية (pH) الطبيعية للصبغات في محلولها المائي وهذا يعطي تفضيلا عند دراسة هذه الانظمة من ناحية الكلفة الاقتصادية.

### 3 تأثير درجة الحرارة:

درس تأثير درجة الحرارة على الصبغات قيد البحث وعند تركيز ابتدائي  $(5 \times 10^{-4} \text{ M})$  وكمية ثابتة من المادة المازة الطين (بنتونايت الصحراء الغربية المعالج) وبمقدار (0.075gm) وحجم ثابت من محلول الصبغة (50 مللتر) وفي درجات حرارة بين (15-55 °م) إذ رجنت هذه المحاليل لمدة (90) دقيقة وبسرعة ثابتة (90 دورة/ دقيقة). وقد أدرجت هذه النتائج التي حصلنا عليها بالجدول الآتية:

الجدول (7) تأثير درجة الحرارة على النسبة المئوية للامتزاز للصبغة (MOABN) ووزن (0.075g) من بنتونايت الصحراء الغربية المعالج عند (400 °م) وعند (pH) الطبيعية

$C_i$ (mg/l)	Tem(K°)	$C_e$ (mg)	$q_e$ (mg/g)	النسبة المئوية للامتزاز %
$6 \times 10^{-4}$	288	50.0	77.8	70.0
	293	50.8	77.3	69.5
	303	51.3	77.0	69.2
	313	51.6	76.8	69.0
	323	52.3	76.3	68.6
$5 \times 10^{-4}$	288	39.5	66.3	71.5
	293	40.1	65.9	71.1
	303	40.3	65.8	71.0
	313	40.9	65.4	70.5
	323	41.3	64.7	69.8
$4 \times 10^{-4}$	288	35.0	50.8	68.5
	293	36.2	50.0	67.4
	303	36.5	49.8	67.1
	313	37.6	49.7	67.0
	323	39.1	48.0	64.8
$3 \times 10^{-4}$	288	30.0	35.6	64.0
	293	31.5	34.6	62.2
	303	32.8	33.7	60.6
	313	33.1	33.5	60.2
	323	34.6	32.5	58.5



**الجدول (8) تأثير درجة الحرارة على النسبة المئوية للصبغة (BTABN) ووزن (0.075g) من بنتونايت الصحراء الغربية المعالج عند (400 م°) وعند (pH) الطبيعية.**

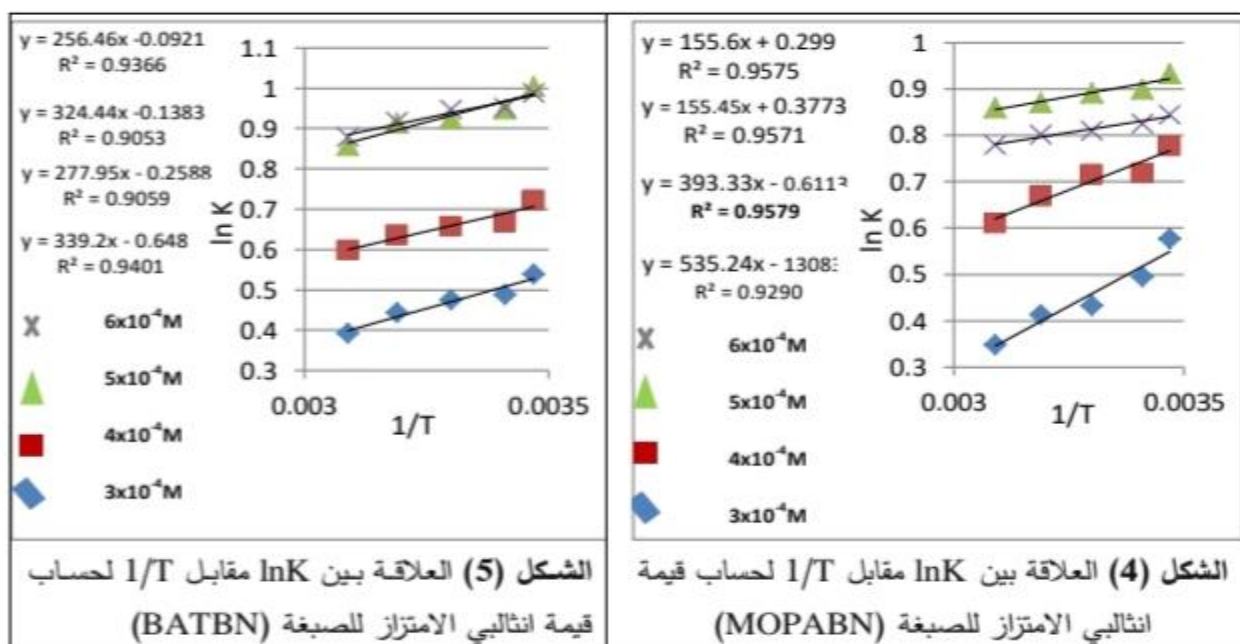
$C_i$ (mg/l)	Tem(K°)	$C_e$ (mg)	$q_e$ (mg/g)	النسبة المئوية للامتزاز %
$6 \times 10^{-4}$	288	50.0	89.6	72.9
	293	51.3	89.0	72.2
	303	51.6	88.8	72.0
	313	52.8	88.0	71.4
	323	54.1	87.1	70.7
$5 \times 10^{-4}$	288	41.0	75.3	73.3
	293	43.6	73.6	71.6
	303	43.8	73.4	71.5
	313	44.3	73.1	71.2
	323	45.8	72.1	70.2
$4 \times 10^{-4}$	288	40.2	55.3	67.3
	293	41.8	54.2	66.0
	303	42.0	54.1	65.9
	313	42.5	53.8	65.5
	323	43.6	53.0	64.6
$3 \times 10^{-4}$	288	34.0	38.9	63.2
	293	35.1	38.2	62.0
	303	35.4	38.0	61.6
	313	36.0	37.6	61.0
	323	37.2	36.8	59.7

عند النظر إلى الجدولين السابقين بدقة نلاحظ الآتي:

- 1- ضمن الصبغة الواحدة وباستعمال تركيز ثابت نجد أن زيادة درجة الحرارة في المدى المذكور يقلل من سعة الامتزاز ( $q_e$ ) وكفاءته (النسبة المئوية) وهذا يمكن أن يعزى إلى أن القوة المسيطرة على عملية الامتزاز قوة ضعيفة وأن زيادة درجة الحرارة في المدى المذكور تعمل على تكسير القوى التي تربط بين الصبغة والسطح الماز مما يحفز عودة جزيئات الصبغة إلى المحلول وبذلك تقل كفاءة الامتزاز وتقل عدد الجزيئات المرتبطة بالسطح الماز فتقل سعة الامتزاز نسبة إلى الكتلة الثابتة من المادة المازة المستعملة ( $mg/g$ ). ان هذا النمط من التغير يمكن أن يعطي إشارة إلى أن القوى الرابطة بين جزيئات الصبغة وسطح الطين المعالج (400 م°) المستعمل هي من نوع القوى الضعيفة مثل قوى فاندرفالز وان عملية الامتزاز في النظام المدروس هي ذات طابع فيزيائي.
- 2- عند تركيز ودرجة حرارة ثابتين تتفاوت كفاءة وسعة الامتزاز للصبغات المختلفة قيد الدراسة بالاعتماد على متغيرات كثيرة ذات علاقة بنوع المجاميع الفعالة المرتبطة بالحلقات الاروماتية في الجزيئة من حيث قابلية الدفع وكذلك طبيعة الهيئة الفراغية التي تتخذها جزيئات الصبغات وحركة الالكترونات فيها بعملية الرنين والتي قد تسير على طول الجزيئة أو على جزء منها بالاعتماد على استوائية الجزيئة وطبيعة تعاقب الأواصر المزدوجة فيها فضلاً عن الإعاقة الفراغية فيها.

### الدراسة الثرموداينميكية:

تعد الدراسة الثرموداينميكية لنظام الامتزاز ملحّة للتعرف على طبيعة النظام المدروس ومقياساً لطبيعة القوى التي تتحكم فيه والمسيرة لعملية الامتزاز فضلاً عن أنها تمكننا من إعطاء فكرة عن نوع التداخلات الجزيئية التي يمكن أن تحدث خلال عملية الامتزاز والتي لها دور كبير في تحديد كفاءته. وقد حسبت قيم الدوال الثرموداينميكية ومن خلال المعادلات (4,5,6,7,8). تم إدراج النتائج المحسوبة في هذه الدراسة ( $\Delta H$ ,  $\Delta G^\circ$ ,  $\Delta S^\circ$ ) في الجداول (9,10) بين الشكل (4,5) العلاقات الخطية الناتجة من رسم  $\ln K$  مقابل  $1/T$  عند تطبيق من معادلة فانت هوف المستعملة لحساب قيم التغير في الانتالبي.



**الجدول (9)** قيم ثوابت الاتزان والدوال الترموداينميكية عند الاتزان لامتماز المركب (MOPABN) ووزن (0.075g) من بنتونايت الصحراء الغربية المعالج (400 °م) وعند pH الطبيعية

Ci(mg/l)	Temp(K°)	K	$\Delta H$ (kj.mol <sup>-1</sup> )	$\Delta G^\circ$ (kj.mol <sup>-1</sup> )	$\Delta S^\circ$ (j.mol <sup>-1</sup> .k <sup>-1</sup> )	$\Delta S$ (j.mol <sup>-1</sup> k <sup>-1</sup> )
6x10 <sup>-4</sup>	288	2.33	-1.293	-2.023	2.534	-4.489
	293	2.283		-2.009	2.443	-4.412
	303	2.25		2.040	2.465	-4.267
	313	2.23		-2.087	2.536	-4.130
	323	2.18		-2.091	2.470	-4.003
5x10 <sup>-4</sup>	288	2.518	-1.291	-2.210	3.190	-4.482
	293	2.460		-2.192	3.075	-4.406
	303	2.44		-2.244	3.145	-4.260
	313	2.390		-2.26	3.095	-4.124
	323	2.364		-2.309	3.151	-3.996
4x10 <sup>-4</sup>	288	2.175	-3.311	-1.865	-5.020	-11.49
	293	2.072		-1.775	-5.242	-11.30
	303	2.046		-1.801	-4.983	-10.92
	313	1.954		-1.746	-4.807	-10.57
	323	1.842		-1.638	-5.195	-10.25
3x10 <sup>-4</sup>	288	1.782	-4.449	-1.381	-10.65	-15.44
	293	1.642		-1.205	-11.07	-15.18
	303	1.542		-1.090	-11.08	-14.68
	313	1.514		-1.077	-10.77	-14.21
	323	1.419		-0.937	-10.87	-13.77

الجدول (10) قيم ثوابت الاتزان والدوال الثرموداينميكية عند الاتزان لامتماز المركب (BTABN) ووزن (0.075g) من بنتونايت الصحراء الغربية المعالج (400 °م) وعند pH الطبيعية

Ci(mg/l)	Temp(K°)	K	$\Delta H$ (kj.mol <sup>-1</sup> )	$\Delta G^\circ$ (kj.mol <sup>-1</sup> )	$\Delta S^\circ$ (j.mol <sup>-1</sup> .k <sup>-1</sup> )	$\Delta S$ (j.mol <sup>-1</sup> .k <sup>-1</sup> )
6x10 <sup>-4</sup>	288	2.69	-2.131	-2.368	0.822	-7.399
	293	2.59		-2.316	0.630	-7.273
	303	2.58		-2.385	0.838	-7.033
	313	2.50		-2.383	0.805	-7.808
	323	2.41		-2.360	0.708	-6.597
5x10 <sup>-4</sup>	288	2.73	-2.697	-2.420	-0.961	-9.364
	293	2.58		-2.260	-1.491	-9.204
	303	2.51		-2.317	-1.254	-8.900
	313	2.50		-2.383	-1.003	-8.616
	323	2.36		-2.304	-1.216	-8.349
4x10 <sup>-4</sup>	288	2.06	-2.310	-1.728	-2.020	-8.020
	293	1.94		-1.612	-2.382	-7.883
	303	1.93		-1.655	-2.161	-7.623
	313	1.89		-1.655	-2.092	-7.380
	323	1.82		-1.605	-2.182	-7.151
3x10 <sup>-4</sup>	288	1.71	-2.820	-1.290	-5.312	-9.791
	293	1.63		-1.188	-5.569	-9.624
	303	1.61		-1.199	-5.349	-9.306
	313	1.56		-1.155	-5.319	-9.006
	323	1.48		-1.052	-5.473	-8.730

عند النظر إلى الأشكال نجدها علاقات خطية جيدة ويستدل على ذلك من قيم معامل الارتباط (R<sup>2</sup>) وعند معظم الدرجات الحرارية والتراكيز الابتدائية المختلفة والمختارة لهذه الدراسة .ومن خلال متابعة وتدقيق قيم



الدوال الترموداينميكية ( $\Delta S, \Delta S^\circ, \Delta G^\circ, \Delta H$ ) وقيم ثابت الاتزان والموضحة بالجدولين (10,9) نجدها تتغير بالشكل التالي:

1- نلاحظ ان قيم ثابت الاتزان ( $K$ ) تقل مع زيادة درجة الحرارة للصبغة الواحدة وعند تركيز ثابت وهذا يتفق مع ما وجد سابقا بأن كفاءة الامتزاز تقل بزيادة درجة الحرارة وهي دلالة على أن القوى المسؤولة عن عملية الامتزاز ذات طبيعة فيزيائية.

2- إن قيم التغير في الانثالبي ( $\Delta H$ ) والتي حسبت في مدى من الدرجات الحرارية بين (288-323 مطلقاً) وعند تراكيز ابتدائية متباينة كانت جميعها سالبة مما يدل على أن عملية الامتزاز هي باعثة للحرارة. وكون قيمتها أقل من (40 كيلو جول/مول) يدل على أن القوى المسؤولة عن عملية ارتباط الصباغ على سطح الطين ذات طبيعة فيزيائية.

3- لغرض متابعة التغير في قيمة الانتروبي فقد تم حساب قيمتين لها:  
الأولى: هي قيمة ( $\Delta S$ ) المحسوبة عند حالة الاتزان أي عندما تكون ( $0=\Delta G$ ) وتكون قيمتها جميعاً سالبة عند جميع الدرجات الحرارية المختارة والتراكيز المختلفة وفي كافة الصبغات قيد الدراسة. وهذا يشير إلى زيادة حالة الانتظام في الأنظمة المدروسة عند الاتزان. من ناحية أخرى نجد أن قيم ( $\Delta S$ ) وعند تركيز ثابت تزداد العشوائية مع زيادة درجة الحرارة مما يدل على أن زيادة الحرارة تزيد من عشوائية النظام قيد الدراسة بسبب زيادة عودة الجزيئات الممتزة إلى المحلول وهذا يتفق مع ما تم استنتاجه سابقاً من أن النظام المدروس هو ذو طبيعة فيزيائية.

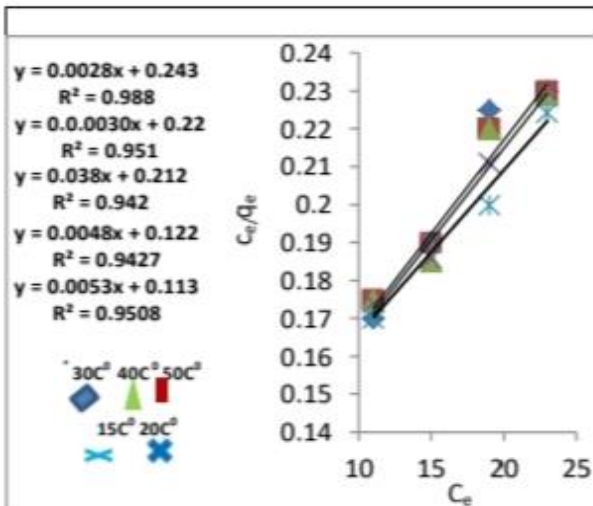
الثانية: ان تتبع قيم ( $\Delta S^\circ$ ) المحسوبة عند ظروف مختلفة لعملية الامتزاز نجد ما يأتي:  
إن قيم ( $\Delta S^\circ$ ) وفي الصبغتين وعند تراكيز مختلفة تبقى تقريباً ثابتة وضمن المدى من درجات الحرارة بين (288-323 مطلقاً) والذي اختير في إنجاز هذه الدراسة.

#### أيزوثيرمات الإمتزاز:

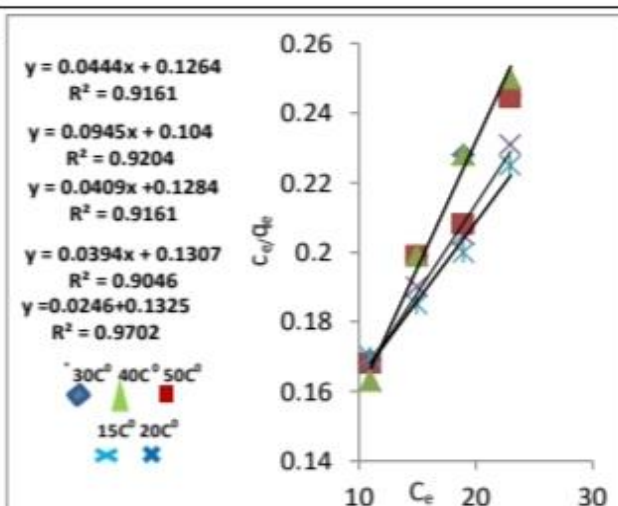
تعد الأيزوثيرمات علاقات رياضية يتم اشتقاقها وتطويعها لوصف نظام امتزاز معين من خلال افتراضات محددة والتي تعد مصدراً جيداً للحصول على بيانات لها علاقة بطبيعة الأنظمة المختلفة من خلال حساب بعض الثوابت الخاصة بكل أيزوثيرم<sup>(11)</sup> وفي هذه الدراسة اختيرت نموذجين من الأيزوثيرمات لغرض تطبيقها على البيانات التجريبية لعملية الامتزاز هما أيزوثيرم فرنلخ ولانكماير. وقد أنجزت هذه الدراسة باستعمال المادة المازة الطين (بنتونايت الصحراء الغربية) المعالج عند (400 °م).

#### أيزوثيرم لانكماير:

وقد طبق هذا الأيزوثيرم على البيانات العملية لامتزاز الصبغات قيد الدراسة على المادة المازة وعند الاتزان وذلك برسم العلاقة بين ( $C_e/q_e$ ) مقابل ( $C_e$ ) وعند درجات حرارية مختلفة وفي المدى المذكور سابقاً.



الشكل (7) يوضح أيزوثيرم لانكماير لامتنزاز الصبغة (BTABN) على البننتونايت المعالج



الشكل (6) يوضح أيزوثيرم لانكماير لامتنزاز الصبغة (MOPABN) على البننتونايت المعالج

الجدول (11) يوضح ثوابت لانكماير ( $Q_{max}$  و  $b$ ) ومعاملات الارتباط التي حصلت على البيانات العملية للامتزاز

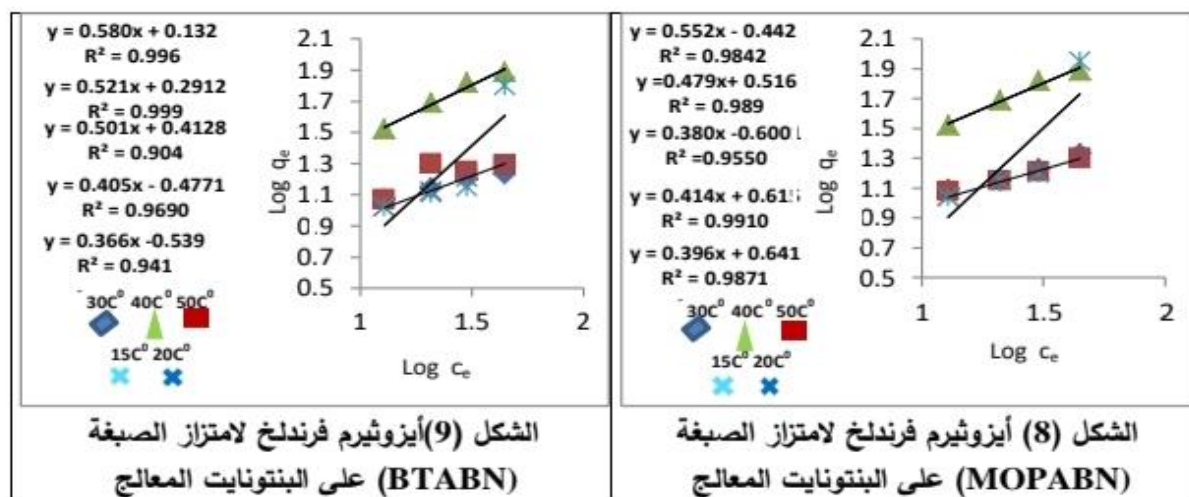
اسم المركب	Temp(K°)	b (L/mg)	$Q_{max}$ (mg/g)	R
MOPABN	288	0.064	156.25	0.9818
	293	0.064	166.6	0.9772
	303	0.061	181.8	0.9919
	313	0.045	200.0	0.9984
	323	0.038	222.2	0.9486
BTABN	288	0.044	200.0	0.9746
	293	0.032	250.0	0.9705
	303	0.017	263.0	0.9726
	313	0.014	333.3	0.9751
	323	0.012	357.1	0.9939

من خلال الجدول (11) يمكن ادراج النقاط الآتية:

- 1- أن نموذج معادلة أيزوثيرم لانكماير يعد جيداً لانطباقه على البيانات العملية لامتنزاز صبغة-المادة المازة للأنظمة المدروسة ويستدل على ذلك من خلال العلاقات الخطية المقبولة من رسم علاقة ( $C_e/q_e$ ) مقابل ( $C_e$ ) والتي أعطت قيم معاملات ارتباط ( $R$ ) تراوحت بين (0.9046-0.998) وفي جميع درجات الحرارة ضمن المدى المدروس.
- 2- إن قيم أقصى سعة نظرية للامتزاز ( $Q_{max}$ ) (ملغم/غم) تزداد مع زيادة درجة الحرارة. ويمكن أن يعزى سبب ذلك إلى أن زيادة درجة الحرارة يمكن أن يحفز مواقع جديدة على سطح المادة المازة تؤهلها للارتباط بالمادة الممتزة فتزداد بذلك سعة الامتنزاز بغض النظر عن قوى التداخل بين الجزيئات الممتزة إذ إن قيم أقصى سعة الامتنزاز ( $Q_{max}$ )
- 3- بصورة عامة نجد أن قيمة الثابت ( $b$ ) والذي له علاقة بقوة ارتباط الصبغة بالسطح الماز تتناقص مع ارتفاع درجة الحرارة والذي يشير إلى ضعف قوة ارتباط الصبغة بالسطح الماز بسبب زيادة الاهتزازات الجزيئية الناتجة من زيادة طاقاتها الحركية التي قد تسبب في فك ارتباطها وبعودتها إلى المحلول وهذا يدعم ما تمت الإشارة إليه من كون الأنظمة المدروسة هي ذات طبيعة فيزيائية وإن القوى المهيمنة على عملية الامتنزاز هي من نوع قوى فاندر فالز.

## أيزوثيرم فرنديلخ:

طبقت معادلة هذا الأيزوثيرم على الأصباغ قيد الدراسة وعند درجات حرارية مختلفة (288-323 K°) وباستعمال المادة المازة (الطين المعالج) وذلك من خلال رسم العلاقة بين (Log qe) مقابل Log Ce وقد تم حساب قيم ثوابت فرنديلخ (n) و (K<sub>f</sub>) من ميل الخطوط المستقيمة والمقطع على التوالي وأدرجت قيم الثوابت المحسوبة من تطبيق هذا الأيزوثيرم في الجدول رقم (12) وكانت كالاتي.



الجدول (12) قيم ثوابت فرنديلخ (K<sub>f</sub>,n) ومعاملات الارتباط التي حصلت من تطبيقها على البيانات العلمية للامتزاز

اسم المركب	Temp C°	n	K <sub>f</sub>	R
MOPABN	15	2.52	4.381	0.9934
	20	2.41	4.142	0.9954
	30	2.63	3.981	0.9772
	40	2.08	3.296	0.9944
	50	1.81	2.770	0.9920
BTABN	15	2.72	3.459	0.9508
	20	2.47	2.999	0.9844
	30	1.99	2.587	0.9507
	40	1.91	1.954	0.9994
	50	1.72	1.352	0.9979

من خلال ملاحظة قيم النتائج التي تم الحصول عليها في الجدول (12) نجد ما يأتي:

ينطبق نموذج أيزوثيرم فرنديلخ على البيانات العملية للأنظمة المدروسة يشار إلى ذلك من خلال قيم معامل الارتباط (R) التي تم الحصول عليها والتي أعطت علاقات خطية جيدة وعند جميع الدرجات الحرارية وقد تراوحت بين (0.941-0.999) وهذا دليل على إمكانية تطبيق هذا النموذج الرياضي والاستفادة من ثوابته في تفسير طبيعة النظام. تشير اغلب النتائج الى ان قيم (n) والتي لها علاقة بشدة الامتزاز تتناقص مع زيادة درجة الحرارة (مع وجود بعض الشواذ) فضلاً عن ذلك فإن ارتفاع قيم (n) عن الواحد تمثل امتزازاً مفضلاً وجيداً<sup>(12)</sup>, ان كلا الأمرين السابقين يعطيان دليلاً على كون نظام الامتزاز المدروس فيزيائياً. تشير قيم الثابت (K<sub>f</sub>) الذي له علاقة بسعة الامتزاز الى ان زيادة درجة الحرارة تضعف من طاقة ارتباط جزيئات الصبغة ويعود بها من السطح الماز إلى المحلول المائي فيقلل بذلك من سعة الامتزاز.



**الجدول (13)** يوضح حزم بعض الامتصاصات المهمة في طيف الأشعة تحت الحمراء (سم<sup>-1</sup>)  
للصبغات المحضرة

Dye	مط O-H كحول	مط N=N	مط C-O	مط C-H اروماتي	مط C-H اليفاتي	النغمات التوافقية	اهتزازات أخرى
<b>1 (4-methoxy phenyl) azo-2-Naphtho (MOPABN)</b>	<b>3371</b>	<b>1380</b>	<b>1213</b>	<b>3029</b>	<b>2820</b>	<b>1170 1139</b>	—
<b>2- (enzothiazol 1 azo-2-naphthol) (BTABN)</b>	<b>3380</b>	<b>1342</b>	<b>1205</b>	<b>3008</b>	<b>2854</b>	<b>1155 1130</b>	<b>3417 (N-H) 1950 (S-H)</b>

#### المصادر

1. Emad. A. AL-Hyali, O. M. Ramadhan and S. A. AL- Dobone, "Effect of substituents type on the adsorption of aromatic carboxylic acid and their relation to concentration, temperature and pH", Raf. Jour. Sci., vol. 16, No. 3, pp. 68-78(2005).
2. Team. H. Wallace, "Biological treatment of synthetic dye water and an industrial textile wastewater containing azo dya compounds", Blak burg Virginia(2001).
3. Smeth. K, S. N. Upadhyay and Y. D. Upadhya, "Removal of phenols of adsorption on fly ash", J. Chem. Tech. Biotechnol., 37, pp. 281-290,(1987).
4. T. O. Ryabukhova, S. Arzamaa, A. B. Okishevana and S. N. Konovalova, "Adsorption of alcohol's from binary solution on activated carbons", Russian J. of Physical Chemistry, 74, 2, pp.281-283, (2000).
5. I. Vogel, "A Textbook of practical organic chemistry", 3<sup>rd</sup> ed., Longmans, Green and Co. Ltd., London, pp. 622- 623(1964).
6. Y. Bulut, N. Gozubenli, H. Aydm, "Equilibrium and kinetics studies of adsorption of direct blue 71 from aqueous solution by wheat shells", J. Hazard. Mater., 144, pp. 303-305(2007).
7. Beter. S. Inbaraj, J. T. Chien, G. H. HO, J. Yang and B. H. Chen , "Equilibrium and kinetic studies on sorption of basic dyes by a natural biopolymer poly (γ - glutamic acid)", J. Biochemistry and Eng. 31. pp. 209-211(2006)
8. S. S. Reddy, B. Kotaiah, N. S. P. Reddy, M. Velu, "The removal of composite reactive dye from dyeing unit effluent using sewage sludge derived from activated carbon" Turk. J. Eng. Env. Sci., 30, 370(2006).
9. Aiman S. M. T., M.Sc. Shndala.Thesis, College of Education, University of Mosul(2012) .(In Arabic)



10. Raiad.T.Alabade., Ph.D. College of Education, University of Mosul(2010) .(In Arabic)
11. S. Knaebel Kent, "Adsorbent selection", Adsorption Research, Inc., Dublin, Ohio, 43016, pp. 1–23(2003).
12. C. H. Wu, "Adsorption of reactive dyes onto carbon nanotubes: Equilibrium, Kinetics and thermodynamics", J. Hazard. Mater., 144, pp. 96-98, (2007).