



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بابل / كلية العلوم  
قسم الكيمياء

## ازالة صبغة Bismarck Brown G من المحلول المائي بالامتزاز على سطح أكسيد الكوبلت (CoO)

بحث وصفي تقدم به الطالب ( نزار ثامر إبراهيم عبيد ) وهو جزء من متطلبات مشروع بحث  
التخرج لنيل شهادة البكالوريوس

أشرف  
م. حسين ادريس

## الاهداء

قال تعالى «وَقُلْ اَعْمَلُوا فَسَيَرَى اللّٰهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ»

«صدق الله العلي العظيم»

الهي لا يطيب الليل الا بشرك ولا يطيب النهار الا بطاعتك ولا تطيب اللحظات الا بذكرك

ولا تطيب الاخره الا بعفوك ولا تطيب الجنة الا برويتك «الله جل جلاله».

الى من بلغ الرسالة وادى الامانة ونصح الامة الى نبي الرحمة والنور سيدنا رسول الله

محمد (صلى الله عليه وآله وسلم).

الى من كلله الله بالهبة والوقار الى من علمني العطاء دون انتظار الى من احمل اسمه بكل

افتخار الى (والدي العزيز).

الى ملاكي في الحياة الى معنى الحب ومعنى الحنان الى سمة الحياة وسر الوجود الى من كان

دعائها سرنجاعي وحنانها بلسم جراحي الى اغلى الحبايب (أمي الحنونة).

الى منار العلم والعلماء والى الصرح الشامخ في (جامعة بابل) للذين حملوا اقدس رسالة في الحياة

الى الذين وصلونا الى طريق العلم والمعرفة اساتذتنا الافاضل

## الشكر والتقدير

الحمد لله رب العالمين أقصى مبلغ الحمد والشكر والصلاة والسلام على نبينا نبي الرحمة وعلى ال

بيته الاطهار

اتقدم بالشكر والتقدير والامتنان الى الاستاذ الفاضل ومشرفي الاستاذ (حسين إدريس)

لثقتة بي اولاً واقتراحه

موضوع البحث ومتابعته المستمره ولما قدمه لي من توجيهات وارشاد وللجهود التي بذلها طول  
مدة البحث واتقدم بجزيل الشكر و التقدير الى استاذي الدكتور (عباس جاسم عطية) لما قدمه

لي من توجيهات ومعلومات قيمه عن موضوع البحث

واقدم جزيل الشكر والتقدير الى الدكتور البروف (احمد فوزي) لوقوفه معي ولما قدمه لي من

توجيهات

## الخلاصة:

تم في هذه الدراسة اجراء معالجة للمحاليل المائية الملوثة بصبغة البسمارك براون جي وذلك بالامتزاز. سطح اوكسيد الكوبلت تم استخدام تراكيز مختلفه من الصبغه مع استخدام اوزان مختلفة من لسطح الماز وتم اجراء جميع عمليات الامتزاز بدرجة حرار  $CO_2$  ثم متابعة عملية الامتزاز من خلال قياس الامتصاصية للمحلول الرائق للصبغة عند الطول الموجي الاعظم للامتصاص والذي هو  $468nm$  من خلال النتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة نجد ان عملية الامتزاز تتأثر بكمية السطح الماز المستخدم (COO) وتركيز الصبغة مع الزمن الذي يستغرقه عملية الامتزاز.

### الكلمات المفتاحية

- ازالة الاصباغ الملوثة بالامتزاز
- صبغة البسمارك براون جي
- الامتزاز على سطح اوكسيد الكوبلت

## قائمة المحتويات

ت	الموضوع	الصفحة
1	المقدمة	1
1-1	الامتزاز	2
1-1-1	تعريف الامتزاز	2
2-1-1	انواع الامتزاز	3
1-2-1-1	الامتزاز الفيزيائي	3
2-2-1-1	الامتزاز الكيميائي	4
3-1-1	تأثير درجة الحرارة على نوعي الامتزاز	6
4-1-1	الامتزاز في المحلول	7
2-1	العوامل المؤثرة في عملية الامتزاز	7
1-2-1	درجة الحرارة	7
2-2-1	تأثير الشدة الايونيه	8
3-2-1	تأثير الدالة الحامضيه	8
4-2-1	طبيعة المادة الممتزه	8
5-2-1	طبيعة المادة المازة	9
6--1	تأثير زمن الاتزاز	9
7--1	المساحة السطحيه للمادة المازة	9
8-2-1	تركيز المادة الممتزه	9
3-1	ايزوثيرمات الامتزاز	9
4-1	معادلة الامتزاز	10

10	معادلة لانگماير	1-4-1
11	معادلة فرنديلش	2-4-1
11	معادلة تمکن	3-4-1
12	صبغة البسمارك براون جي	5-1
12	اوكسيد الكوبلت(النانو)	6-1
13	الهدف من البحث	7-1

الصفحة	الجزء العملي	الرقم
14	الاجهزة والادوات المستخدمة	1-2
15	تحضير صبغة(BBG)	2-2
15	دراسة تأثير الوزن على عملية الامتزاز	3-2
19	دراسة تأثير التركيز على عملية الامتزاز	4-2
20	دراسة تأثير الزمن على عملية الامتزاز	5-2

## 1-المقدمة Introduction

يعد التلوث من المشكلات الكبيرة التي تواجه الانسان والبيئة ولاسيما بعد التطور التكنولوجي الذي رافق الحياة المعاصرة. يحدث التلوث بعدة اشكال سواء كان الماء ام الهواء ام التربة نتيجة وجود بعض المواد العضويه او اللاعضويه المضره اوسبب الازدياد اوالتناقص في نسبة بعض المكونات الاساسيه متواجده في البيئه عن النسب الطبيعيه لها وذلك يحصل من تدخلات الانسان اوبعض الظواهر الطبيعيه<sup>(١)</sup>. ويعد تلوث المياه من اكبر مشكلات التلوث بسبب الدور الكبير للماء في حياتنا اليومية،ويأخذ تلوث المياه صوراً عديدة كالتسمم بالمنظفات او المبيدات اوالتلوث بالمواد النفطية اوالفضلات اللاعضويه وغيرها من المخلفات الصناعية بمختلف أنواعها<sup>(٢)</sup>،وتعد الاصبغ من بين المواد العضوية الملوثة للمصادر المائية وذلك بسبب استعمالها الواسع بشتى الصناعات فهي تستعمل في الصباغة وفي الصناعات النسيجيةوكمضافات في الصناعات النفطية وفي الوان التصوير الفوتوغرافي كذلك في استعمالها في العديد من مختلف المجالات الواسعة<sup>(٣)</sup>.وكانت كمية الاصبغ التي انتجت عام ١٩٩٦م بلغت حوالي ٤.٥ مليون طن<sup>(٤)</sup> يستخدم في تحضيرها عدد من المركبات المختلفه التي عددسلوكها البيئي غير معروف بصورة كبيرة ويبدد مايقارب (١٥%-١٠)من تلك الاصبغ كمخلفات في المياه التي تنتج من مختلف الصناعات والتي تطرح الى التربة اومصادر المياه وتسبب مشكلات كثيره للانسان والنبات والحيوان<sup>(٥)</sup>.

تم الاهتمام بصورة فعلية بدراسة السلوك البيئي لتلك الاصبغ بعد توارد اشعار في مايتعلق بظهور هذه المواد وسميتها.في الاصل الاصبغ هي احد العوامل المسببه للأمراض السرطانية بسبب تحلل هذه الاصبغ،وان وجودها في المياه الصرف الصحي هوشئ غير مرغوب فيه لذلك من الافضل محو هذه الاصبغ قبل طرحها الى البيئة.

اتجه العديد من الباحثين بعد تفاقم مشاكل التلوث من السنوات السابقة الى التفكير في ايجاد طرق ملائمه ومناسبة لإزالة هذه الملوثات التي اصبحت مشكله حقيقية ولاسيما عندمستويات وتراكيز واطئة،اهم التقنيات التي استخدمت لمعالجة التلوث هي الامتزاز (**Adsorption**) على سطح صخري اوطيني وايضا بعض الطرائق الكيمائية مثل السيليكا جل،والكاربون المنشط،والتشبع بالاوزون (**Ozonation**)،والتنافذ العكسي (**Osmsi**)

**(Reverse)** <sup>(6)</sup> إحدى أهم التقنيات المستخدمة هو الامتزاز بسبب الكفاءة العالية في تقنية المياه واستخدامه السهل لهذا الغرض وكلفته الواطئة اقتصادياً بمقارنته مع الطرق الأخرى. في الأونة الأخيرة توجه العديد من الباحثين إلى تطوير مادة مازة جديدة باستخدام بعض المواد الطبيعية المنشأ وأي صناعة في وقتنا الحالي لاتكاد تخلو من وحدات ومعالجة ملوثات المياه من قبل طرحها إلى البيئة

## ١-١ الامتزاز (Adsorption)

### ١-١-١ تعريفه وتصنيفه **Definitio and classification**:

وانواع من الأطياف وتسمى أيضاً العملية المعاكسة للامتزاز بالابتزاز (**Desorption**) وتتضمن هذه العملية انفصال المادة الممتزة عن السطح الماز بعدد من التفاعلات عائدة إلى الطور التي كانت فيه سابقاً قبل الامتزاز وذلك يتطلب إعادة الطاقة المتحرره لنظام. الامتزاز وهو عملية تلقائية تحدث عند ظروف مناسبة من ضغط ودرجة حرارة. الامتزاز عادة يكون مصاحباً بتغير الطاقة الحرة ( $\Delta G$ ) الذي الامتزاز يحدث عليه كما يصاحبه نقصان في الإنتروبي ( $\Delta S$ ) ، لان الجزيئات التي عانت امتزازاً تكون مقيدة بسبب ارتباطها بالسطح الماز، وبالتالي تفقد بعض من حريرتها مقارنة بالحالة التي كانت عليها المادة الممتزة قبل الامتزاز بسبب تناقص الطاقة هو عملية التصاق وتجمع المادة الممتزة سائلة أو غازية (**Adsorbate**) على سطح مادة صلبة المادة المازة (**Adsorbate**) وهي عملية ارتباط فيزيائي أو كيميائي لعدد من الجزيئات مع المواقع الفعالة على سطح مادة صلبة، وهذه العملية تؤدي إلى تكوين طبقة أو عدة طبقات من الجزيئات أو الذرات المتراكمة والمتمركزة بكثافة على سطح المادة الصلبة. تعتمد درجة الامتزاز على العلاقة بين طبيعة وحجم المادة الممتزة والمساحة السطحية للمادة المازة، ويعرف الامتزاز أيضاً على أنه انتقال الملوثات الذائبة (المادة الممتزة) من المحاليل المائية إلى سطح مادة صلبة (السطح الماز) <sup>(٧)</sup>. وأنواع السطوح المازة هو الفحم، والفحم يكون بنوعين ذو أصل نباتي والذي يتكون من بقايا النباتات، وذو أصل حيواني والذي يتكون من مخلفات البقايا الحيوانية كالعظم والسيلكا



جل (*Silica gel*) الحره وحالة اللانتظام)الانتروبي) عند الوقت نفسه يؤدي الى نقصان المحتوى الحراري ( $\Delta H$ ) حسب لعلاقة الآتية:-

$$G\Delta = H\Delta - T\Delta S \dots\dots\dots (1)$$

وبالاستناد الى هذه العلاقة فإن قيمة الانتالبي تكون قيمة سالبة وبصورة عامة ستكون عملية الامتزاز عملية باعثة للحراره (*Exothermic process*) ، وهذا ايضاً لا يمنع من كون بعض عمليات الامتزاز ماصه للحرارة (*Endothermic process*) (٩-٨).

### ٢-١-١ انواع الامتزاز Type of Adsorption

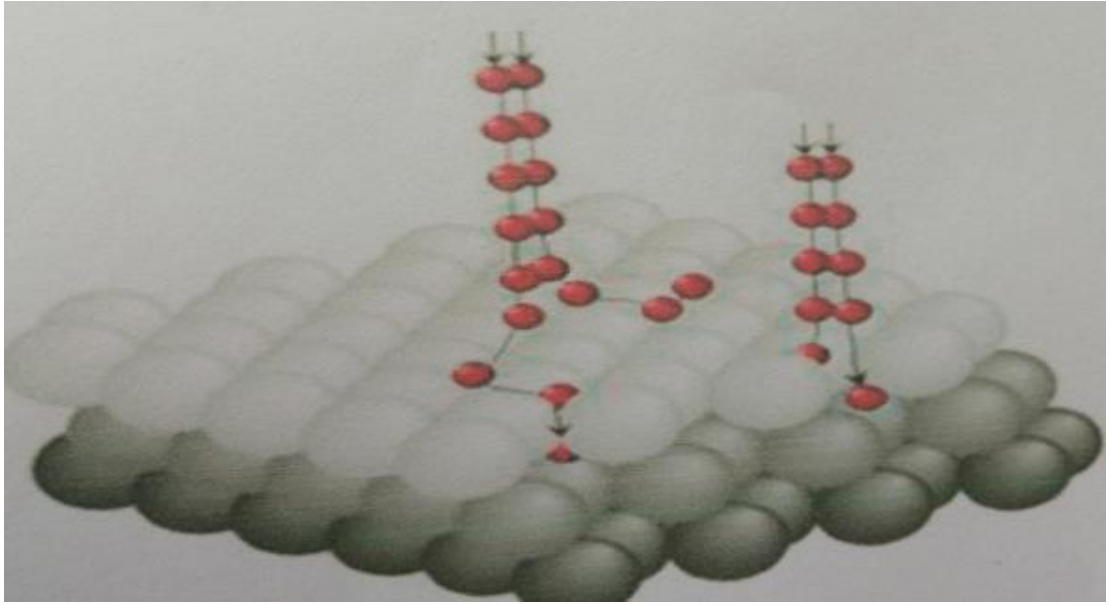
العديد من الدراسات اشارت الى ان عملية الامتزاز يمكن تقسيمها الى نوعين فعند اقتراب المادة الممتزة من السطح الماز تحدث عملية الامتزاز بالاعتماد على طبيعة المادة الممتزه والسطح الماز وحرارة عملية الامتزاز (١٠) فاذا تم الارتباط بين الجزيئات باواصر ضعيفة متمثلة بقوى فاندرفال (*Van der Waals Forces*) يدعى بالامتزاز الفيزيائي (*Physical Adsorption*) ومختصره (*Physisorption*) واذا كان الارتباط بي الجزيئات بقوى كيميائية يدعى بقوى لامتزاز الكيميائي (*Chemisorption*) ومختصره (*Chemisorption*).

### ١-٢-١-١ الامتزاز الفيزيائي Physisorption:

الامتزاز الفيزيائي او الطبيعي (*Physical adsorption*) (١١) ومختصره (*Physisorption*) (١٢)، ويدعى هذا النوع ايضاً امتزاز فاندر فال (*Van der Waals forces*) (١٣) وهو عبارة عن قوى فيزيائية ضعيفهطة اوقى تجاذب طبيعية تحدث بين السطح الماز وبين الذرات والايونان التي تمتز على السطح. الجزيئة او الذرة التي يتم امتزازها على السطح الماز الا ترتبط بالسطح الماز ارتباطاً كيميائياً لكن تشغل مساحة محددة من السطح. وهذه المساحة تعتمد على حجم الجزيئات او الذرات او لايونات الممتزه، لذلك الامتزاز الفيزيائي لا يتميز باي خصوصية اي غير انتقائي (*Non\_Specific*)، (١٤)، وذلك

يفيد في ايجاد المساحة الفعلية للسطح الماز الذي حدث عليه الامتزاز. كما ان الامتزاز الفيزيائي له طاقة لا تتجاوز ( $40 \text{ KJ/mol}$ )، وطاقة التنشيط له تكون قليلة.

ويحدث الامتزاز الفيزيائي بكفاءة عنده درجة حرارة اعتيادية، والسطح قد يكون احادي الطبقة او متعدد الطبقات على السطح الماز<sup>(١٥)</sup>، اي يكون احادي الجزيئة او احادي الطبقة (**Layer -Mono**) او يكون متعدد الطبقات او الجزيئات (**Layer-Multi**) كما في الشكل (١-١).

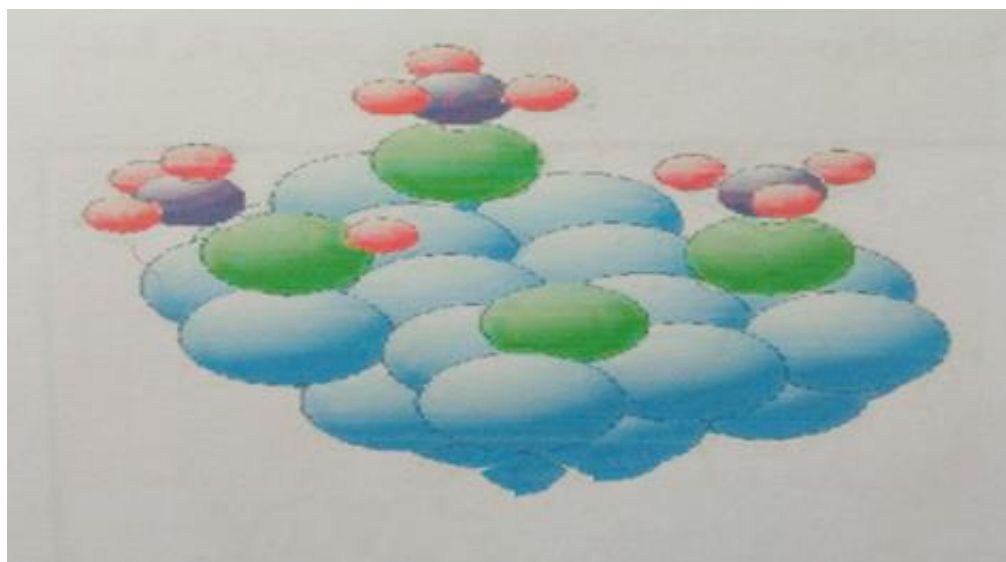


شكل (١-١): الامتزاز الفيزيائي

## 1-1-2-2 الامتزاز الكيميائي Chemisorption:

يدعى بالامتزاز الكيميائي (**Chemisorption**) وذلك لان السطوح فيه تميل الى تكوين اواصر تساهمية او كيميائية او ايونية او تناسقية او خليط منها مع الحزيئات والذرات والايونات للمادة التي يتم امتزازها<sup>(١٧)</sup>، وتحدث هذه العملية بشكل كبير على سطح المادة الصلبة وهذا النوع من الامتزاز يعد الخطوة الاولى للتفاعل الكيميائي لذلك فانه يحتاج الى طاقة تنشيط عالية يحدث الامتزاز الكيميائي على سطح معين عند ظروف معينة او مناسبة من درجة حرارة وضغط، لذلك يمتاز عذا النوع من الامتزاز بالانتقائية (**Selectivity**). المحتوى الحراري للامتزاز الكيميائي عالية وتكون اعلى بكثير من الامتزاز الفيزيائي. اذ تكون

حوالي ( $10 \text{ KJ/mol}$ ) <sup>(١٨)</sup>. وعندة تكوين طبقة احادية على السطح الماز ينتهي الامتزاز الكيميائي كما في الشكل (٢-١).



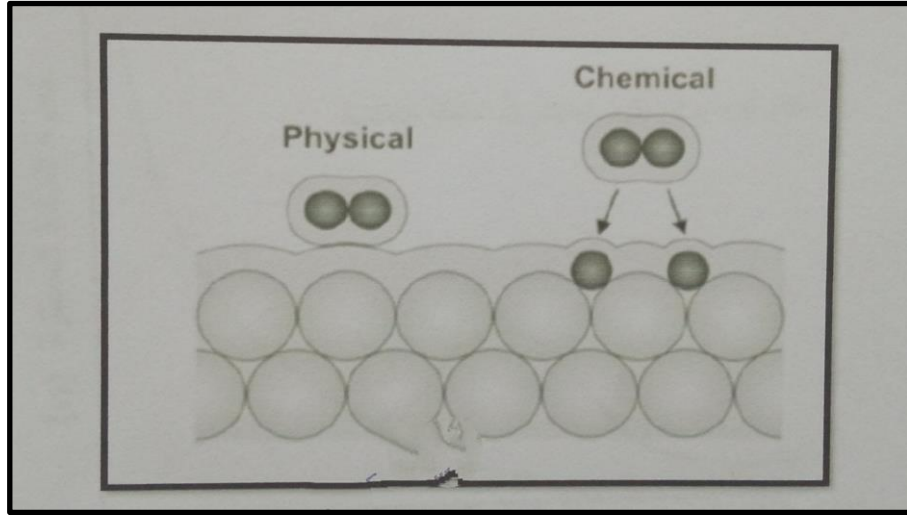
شكل (٢-١) الامتزاز الكيميائي <sup>(١٩)</sup>

(١٤)/(١٥)/(١٦)

### الفرق بين الامتزاز الكيميائي والامتزاز الفيزيائي

الامتزاز الفيزيائي	الامتزاز الكيميائي
يكون الارتباط بين المادة الممتزة والمادة المازة بواسطه قوى فيزيائيه ضعيفه مثل قوى فاندر فالز	يكون الارتباط بين المادة الممتزة والمادة المازة بواسطه قوى كيميائيه قويه
تكون حرارة الامتزاز واطنه اقل من $40 \text{ kJ/mol}$	تكون حرارة الامتزاز عاليه $(400-40) \text{ kJ/mol}$
الامتزاز الفيزيائي هو امتزاز عكسي	الامتزاز الكيميائي غير عكسي
تحدث حالة التوازن للامتزاز بسرعه	تكون حالة التوازن للامتزاز بطئيه
يحدث عند درجات حرارة اقل من نقطه غليان المادة الممتزه	يحدث عند درجات حرارة عاليه حتى اعلى من نقطه غليان الماء الممتزه
لايحتاج الى طاقة تنشيط	يحتاج الى طاقة تنشيط
متعدد الطبقات ( <i>multi layers</i> )	احادي الطبقة ( <i>monolayer</i> )
غير انتقائي ( <i>non specific</i> ) واقل خصوصيه ( <i>High specificity</i> )	انتقائي ( <i>specific</i> ) ويمتاز بخصوصيه ( <i>High specificity</i> )

والشكل (٣-١) يوضح كيف يحدث الامتزاز الكيميائي والفيزيائي على سطح الامتزاز.

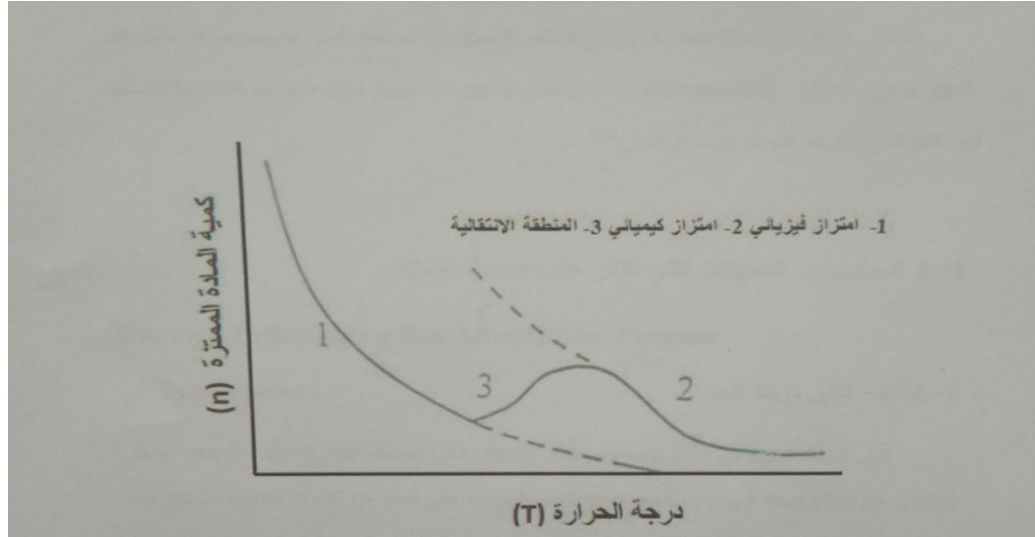


شكل (٣-١): حدوث التفاعل الكيميائي والفيزيائي على السطح. (٢٠)

### ١-١-٣ تأثير درجة الحرارة على نوعي الامتزاز (الفيزيائي والكيميائي)

#### **Effect of Temperature on Types of Adsorption**

تلعب درجة الحرارة دوراً مهماً في عملية الامتزاز ،فإن الامتزاز الفيزيائي يمكن ان يحدث عند درجات حرارة واطئة ولكن مع استمرار زيادة درجة الحرارة فان الجزيئات الممتزة تدخل في حالة انتقائية بفعل زيادة درجة الحرارة. هذه الحالة الانتقائية رقم (٣) في الشكل(١-٤) تؤدي الى زيادة امتزاز الجزيئات الممتزة مع زيادة درجة الحرارة فيتحول الامتزاز من امتزاز فيزيائي الى امتزاز كيميائي. مثل الهروجين على سطح النيكل (١٥,٢١)



شكل (١-٤): تحول الامتزاز الفيزيائي الى كيميائي بفعل زيادة درجة الحرارة

#### ٤-١-١ الامتزاز في المحلول Adsorption from Solution

تعد عملية الامتزاز بين المادة المازة والمحلول ذات اهمية بالغة، لكن مازال فهمها محدوداً، على الرغم من توافر بحوث عديدة منشورة عليها الا ان معظم الدراسات التي تناولت هذا الموضوع كانت مهتمة بسطح الكربون الغير قطبي والتي تم دراستها من العديد من الباحثين<sup>(٢٢)</sup>. يختلف الامتزاز في المحلول عن الامتزاز في الصلب بأن المادة الممتزة تحتوي على الاقل مادتي (مذيب او مذاب) تتنافسان على الموقع الفعال للسطح الماز، وهذا يؤدي الى التداخل من نوع ممتز مذيب او مذيب ماز فان التغير في تركيز المحلول يؤثر على عملية امتزاز المحلول<sup>(٢٣)</sup>. والجدير بالذكر ان عملية انفصال او قلع الدقائق الممتزة على السطح الماز ثم رجوعها الى طور قبل الامتزاز يدعى بالابتزاز (**Desorption**) ، عادة يحدث الابتزاز عند درجة حرارة عالية بدرجة كافية لكسر قوى الترابط بين المادة الممتزة والسطح الماز<sup>(٢٤)</sup>.

## ١-٢ العوامل او المميزات التي تؤثر على عملية الامتزاز

### Factors Influencing the Adsorption Process

#### ١-٢-١ تأثير درجة الحرارة Temperature

تؤثر درجة الحرارة في كل مدى ومعدل الامتزاز الذي يحدث عند الامتزاز. إذ يزيد معدل الامتزاز مع ارتفاع درجة الحرارة <sup>٧</sup> نس مع انخفاض درجة الحرارة، على الرغم من ذلك فإن عملية الامتزاز باعثة للحرارة (Exothermic)، ومدى الامتزاز في درجات الحرارة المنخفضة سوف يزداد وينخفض مع ارتفاع درجة الحرارة (٢٥، ٢٦).

#### ١-٢-٢ تأثير الشدة الايونية Effect of ionic strength

تتأثر عملية الامتزاز بالشدة الايونية، فقد يقل الامتزاز او يزداد بزيادة الشدة الايونية للألكتروليت المضاف الى المحلول وذلك بسبب ان الالكتروليتات اكثر ذوباناً في المذيب من جزيئات المادة الممتزة، وبالتالي سيؤدي ذلك الى زيادة الامتزاز (٢٧). كما قد تؤثر الالكتروليتات القوية على عملية الامتزاز عن طريق تنافسها مع المادة الممتزة بالامتزاز على السطح الماز.

#### ١-٢-٣ تأثير الدالة الحامضية Effect of pH

تؤدي تغيير حموضة المحلول (فعالية ايون الهيدروجين) دوراً رئيساً في عملية الامتزاز وذلك يحدث بسبب تأثير الدالة الحامضية على المادة الممتزة والسطح الماز والمذيب. هذا التأثير يظهر من خلال تنافس المادة الممتزة والسطح الماز والمذيب على ايونات ( $OH^-$ ) و ( $H^+$ ) ونتيجة لذلك فإنها تؤثر ايجاباً او سلباً على عملية الامتزاز وتؤثر ايضاً على سلوك ايزوثيرمات الامتزاز وفي كمية اوسع المادة الممتزة على السطح الماز من مركب الى اخر (٢٨).

#### ١-٢-٤ طبيعة المادة الممتزة Nature of adsorbate

تتأثر عملية الامتزاز بطبيعة المادة الممتزة من إذ الخصائص الفيزيائية إذ يزداد الامتزاز بزيادة الكتلة الجزيئية للمادة الممتزة، كما عملية الامتزاز تتأثر بالخصائص الكيميائية

للمادة الممتزة من إذ وجود المجاميع الفعالة والمستقطبة في تركيب المادة الممتزة وعدم وجودها، فضلاً عن قابلية ذوبانها في المذيبات المختلفة، إذ كلما كانت ذوبانية المادة الممتزة في المحلول اقل كلما زادت سعة الامتزاز. هذه العوامل جميعها لها دور فعال في تحديد التداخل مع سطح المادة الممتزة وكفاءة الامتزاز، وهذا الاختلاف في الصفات يؤدي الى حدوث الامتزاز لاجد المكونين عوضاً عن الاخر اي حدوث امتزاز انتقائي (Selective adsorption) ولاسيما في الانظمة ذات المكونات المتعددة<sup>(٢٩)</sup>.

### **١-٢-٥ طبيعة المادة المازة Nature of adsorbent**

تعتمد كفاءة الامتزاز على الخصائص الكيميائية والفيزيائية وبصورة اساسية على التركيب الكيميائي والمساحة السطحية للسطح الماز في مايتعلق بوجود المجاميع القطبية والمجاميه غير القطبية ووجود مجاميع القاعدية او الحامضية وتوزيع وحجم المسامات على السطح تاثير ظاهرة في عملية الامتزاز،اذ ان المساحة السطحية لهاتاثير كبير في عملية الامتزاز ،فكلما المساحة السطحية زادت بنقصان حجم الدقائق المادة المازة كلما زداد عدد المواقع الفعالة على السطح الماز،ويؤدي الى زيادة سعة الامتزاز<sup>(٣٠،٣١)</sup>

### **١-٢-٦ تأثير زمن الاتزان Effect of equilibrium time**

هو الزمن الذي يحصل خلاله التوازن المادة الممتزة والمادة المازة وبمعنى اخر هي الفترة الزمنية التي الوجود بعدها انخفاض في تركيز المحلول،وهذا الوقت قديكون ساعات او ياماً او حتى اسابيع<sup>(٣٢)</sup>

### **١-٢-٧ المساحة السطحية للسطح الماز Surface area of adsorbent**

يزداد الامتزاز بزيادة المساحة السطحية للسطح الماز وهذا يؤدي الى زيادة في سعة الامتزاز بسبب زيادة عدد المواقع الفعالة على السطح الماز،كذلك يعد من العوامل المهمة في الامتزاز<sup>(٣٣،٣٤)</sup>

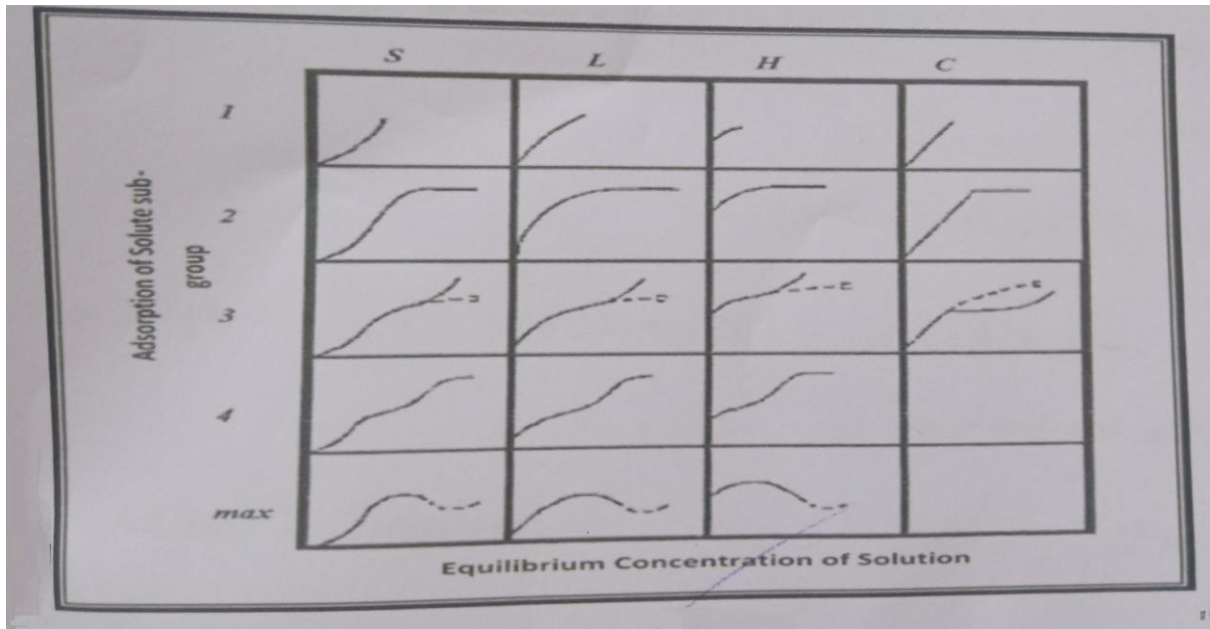
### **١-٢-٨ تركيز المادة الممتزة Concentration of adsorbate**

مع زيادة التركيز تزداد كمية المادة الممتزة،وذلك يؤدي الى زيادة في سعة الامتزاز بسبب زيادة معدل انتشار الجزيئات وانتقال الكتلة على السطح المتز<sup>(٣٥)</sup>

### ١-٣ ايزوثيرمات الامتزاز Adsorption Isotherms

هو وصف العملية الامتزاز في حالة توازن بين المحلول والطور الصلب للسطح الماز، وتعرف ايضاً العلاقة بين كمية المادة الممتزة على السطح والضغط (في حالة الغاز) وتركيز الاتزان (في حالة المحلول) للمادة الممتزة عند درجات حرارة ثابتة ب( ايزوثيرم الامتزاز). هنالك اشكال عديدة من الايزوثيرمات الامتزاز تعددها يفيد في الحصول على معلومات تخص توجه الجزيئات الممتزة على سطح الماز وتعيين نوع الامتزاز وتعيين سمك طبقة الامتزاز فضلاً عن دراسة الترموديناميكية الخاصة بعملية الامتزاز.

استند العالم جيل (*Giles*)<sup>(٣٦)</sup> في تصنيف ايزوثيرمات الامتزاز في المحلول على السطح الصلب الى المقاطع الابتدائية اذا صنف الى اربعة اصناف اعتماداً على المقاطع الابتدائية، وعتد على الميل الاولي للامتزاز (*Initial slope*) وهو (*S, L, H, C*)، وضمن هذه الاصناف الرئيسية توجد اصناف ثانوية وتعرف ب (*1, 2, 3, 4, and Max*) كما في الشكل (٥-١)



شكل (٥-١) : صناف ايزوثيرمات الامتزاز حسب تصنيف Giles<sup>(٣٦,٣٧)</sup>

### ١-٤ معادلات الامتزاز

#### ١-٤-١ ايزوثيرم لانگمار Langmuir Isotherm

وضع العالم لانگمار (*Langmuir*) في عام ١٩١٦ معادلة خاصة لعملية الامتزاز<sup>(٣٨)</sup>. إذ اعتبر لانگمار ان السطوح الصلبة ستكون مواقع ابتدائية من الممكن ان تمتز جزيئة غاز واحد



ويفترض ان المواقع الابتدائية على السطح جميعها في تقارب مع جزيئة الغاز ومتشابهة وان وجود هذه الجزيئة في مواقع ما سيعمل على التأثير في خصائص المواقع المجاورة. فاذا كان ( $\theta$ ) هو الجزء المغطى من السطح بجزيئات غاز عند درجات حرارة معينة، فأن معدل الامتزاز الجزيئات على السطح الماز سيتناسب مع الجزء غير المغطى ( $1-\theta$ ) وضغط الغاز، إذ ان سرعة الامتزاز تعتمد على التركيز في المحاليل، وعلى الضغط في حالة الامتزاز الغازات، وعلى عدد المواقع الفعالة غير المغطاة ( $1-\theta$ ) و  $N$  ايضا،  $N$  تمثل العدد الكلي للمواقع الفعالة

## ١-٤-٢ ايزوثيرم فرندلش Freundlich Isotherm

قام العالم الالمانى فرندلش عام ١٩٢٦ بوضع معادلة عدت من اهم المعادلات التي استخدمت بنجاح في عملية الامتزاز في المحلول، واستند الى القياسات التجريبية في اقتراحاته<sup>(٤١)</sup>. معادلة فرندلش وضعت لتمثيل التغير في الكتلة المادة المازة او وحدة المساحة مع التركيز عند التوازن، اذ افترض فرندلش اغلب السطوح الصلبة غير متجانسة، اي التغير في الطاقة الكامنة يكون غير منتظم وذلك بسبب تباين مواقع الامتزاز في مستويات طاقة<sup>(٤٠)</sup>.  
يمثل افتراض فدندلش لمعادلة الايزوثيرم بالمعادلة التالي

$$n/Q_e = K_f \times C_e \dots\dots\dots (1-2)$$

**Q<sub>e</sub>**:- تمثل كمية المادة الممتزة عند لاتزان بوحده (mg/g)

**C<sub>e</sub>**:- تمثل كمية التركيز عند الاتزان بوحده (mg/L)

**K<sub>f</sub>, n**:- تمثل ثوابت فدندلش التي تعتمد على درجة الحرارة وطبيعة السطح الماز

## ١-٤-٣ ايزوثيرم تمكين Temkin Isotherm

يعد هذا النموذج من ايزوثيرمات الامتزاز إذ يحتوي على عامل من خلاله يحسب التفاعل بين المادة الممتزة والمادة المازة<sup>(٤٤)</sup>. وصف هذا النموذج ايزوثيرمات الامتزاز الهيدروجين على قطاب البلاتين في المحاليل الحامضية. معادلة تمكين تعد معادلة ممتازة للتنبؤ بالتوازن في الطور الغازي، إذ افترض هذا النموذج ان حرارة الامتزاز من جميع الجزيئات في طبقة يقلل خطياً

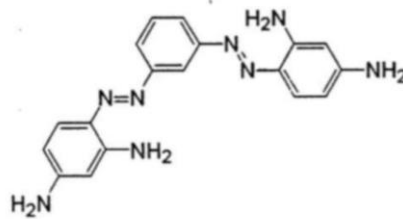
من تغطية المادة الممتزة للسطح بدلاً من الوغارتيمياً، هذه المعادلة غير مناسبة في انظمة الامتزاز المعقدة، ويشمل ذلك ايزوثيرم الامتزاز بالطور السائل<sup>(٤٥)</sup> ويمكن تمثيل ايزوثيرم تمكن بالنحو الاتي:-

$$.....(1-4) qe=b_T \ln(k_T-Ce).....$$

١١

## ١-٥- صبغة BBG

صبغة بسمارك البني هي صبغة ديازو بتركيبية مثالية  $HCl \cdot 18H_2O \cdot 18N \cdot 18C$



الصبغة عبارة عن خليط من مركبات وثيقة الصلة. كانت

واحدة من أقدم صبغات الأزو ، وقد وصفها الكيميائي الألماني كارل ألكسندر فون مارتوس عام ١٨٦٣. يتم استخدامه في الأنسجة لتلوين الأنسجة. الصيغة الكيميائية  $HCl \cdot 18H_2O \cdot 18N \cdot 18C$  الكتلة المولية: ٤١٩.٣١ جم / مول الصبغة سهلة التحضير لأن الديامين يعمل كمصدر لكاتيون الديازونيوم وكشريك اقتران في تفاعل اقتران الأزو يُعتقد أن التوليف يبدأ مع ديازوتيزيشن مزدوج ل-١،٣-فينيلين ديامين: من المفترض أن أيون ثنائي (الديازونيوم) هذا يهاجم لاحقاً اثنين من مكافئ ١،٣-فينيلين ديامين. في بعض الحالات ، يتم استخدام التولوينديامين بالإضافة إلى فينيلين ديامين. علاوة على ذلك ، يُعتقد أن الصبغة الناتجة تتكون من أوليغومرات مع ثلاث مجموعات ديازو أو أكثر البسمارك البني **G** البقع الحمضية إلى اللون الأصفر. كما تلتخ حبيبات الخلايا البدينة باللون البني. يمكن استخدامه مع الخلايا الحية. كما أنها تستخدم لتلطخ الغضاريف في عينات العظام ، كأحد الكواشف من نوع **Kasten's Schiff** في صبغة حمض شيفف الدورية لتلطخ السليلوز ، وفي صبغة **Feulgen** لتلطخ الحمض النووي. كان أكثر شيوعاً في الماضي ؛ اليوم يتم استبداله جزئياً ببقع أخرى. كما تم استخدامه لإعطاء الصابون لوناً كهربائياً في الماضي. صبغة بسمارك البني هي أحد مكونات صبغة بابانيكولا

## ٦-١- اوكسيد الكوبلت (النانو)

أكسيد الكوبالت الثنائي مركب كيميائي له الصيغة  $CoO$  ، ويكون على شكل مسحوق بلوري ذي لون أخضر زيتوني في الحالة النقية، لكنه يوجد غالباً في حالة شائبة ويكون لون المركب عندئذ رمادي غامق، وفي حال وجود الرطوبة فإنه يتأكسد بسهولة إلى هيدروكسيد الكوبالت الثلاثي.

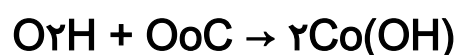
١٢

### الخواص

يعد مركب أكسيد الكوبالت الثنائي غير منحل عملياً في الماء، لكنه ينحل في الأحماض والقلويات. البنية البلورية لمركب أكسيد الكوبالت الثنائي مماثلة لكلوريد الصوديوم.

### التحضير

يحضر أكسيد الكوبالت الثنائي من التفكك الحراري لمركب هيدروكسيد الكوبالت الثنائي



أو من أكسدة فلز الكوبالت نفسه عند درجات حرارة مرتفعة



### الاستخدامات

يستخدم أكسيد الكوبالت بشكل أساسي كخضاب في صناعة السيراميك والزجاج، حيث أن لديه خاصية تلوين مصهور كل من السيليكات، والألومينات والبورات والفوسفات باللون الأزرق. لذلك فإن الزجاج الأزرق دائماً يحوي على الكوبالت

### 7-1-الهدف من البحث

يهدف البحث الحالي الى ايجاد طريقة مناسبة وهي طريقة الامتزاز لمعالجة تلوث المياه باصباغ الازو المسرطنة حيث يتم استخدام اوكسيد الكوبلت  $CoO$  كمثال للسطح الماز مع محاكاة محلول الماء الملوث من خلال استخدام محلول مائي بتراكيز مختلفة لصبغة البسمارك براون جي (BBG)

## ٢-١ الاجهزه والادوات المستخدمه ١٣

١\_ جهاز الطرد المركزي (centrifug)



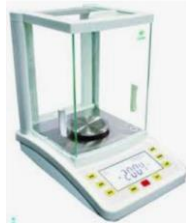
٢\_ جهاز السبكتروفوتوميتر لقياس الامتصاصيه (spectrophotometer).



٣\_ جهاز الشيكرا (الهزاز) (Shaker)



٤\_ الميزان الكهربائي



دورق (flask) ذو حجم (500ml) العده مخروطي الشكل

كاس (Beaker) ذو حجم (500ml) العده

بوليمترك (دورق حمي) ذو حجم (1000ml)

سلندر (cylinder) ذو حجم (100ml)

بايبيتير (pipette)

□ تيوب اختبار (*tast tup*)

## ٢-٢- تحضير محلول صبغة البس ١٤ ون جي صبغة (Bismarck brown G)

تم تحضير المحلول المائي للصبغة بتركيز **20ppm** وذلك عن طريق اذابة وزن **٠.٠٢** من الصبغة في الماء المقطر في اناء زجاجي ثم تم نقل المحلول الى دورق حجمي ذو سعته **100ml** ومن ثم اكمال الحجم الى حد العلامة الموشره في دوره بالماء المقطر ثم تم نقل الدورق الى مكان معتم. وحسب القانون التالي:

$$\text{ppm} = \frac{W(\text{mg})}{V(\text{L})}$$



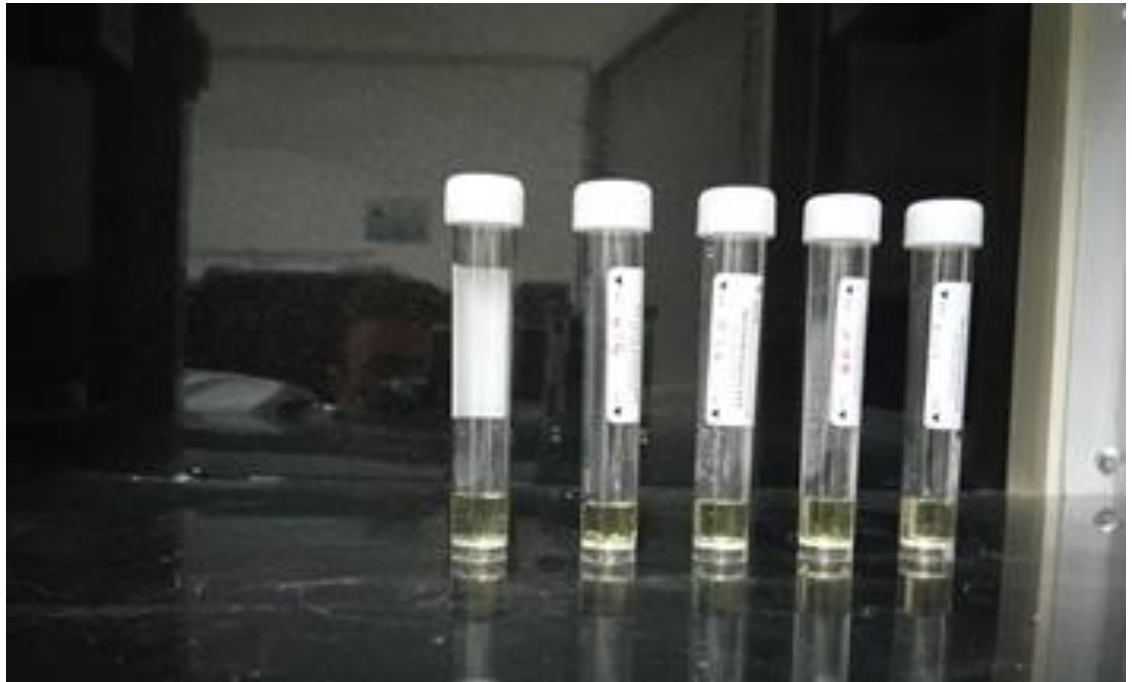
## ٢-٣- دراسة تأثير الوزن على عملية الامتزاز

لغرض دراسة تأثير كمية المادة المازة

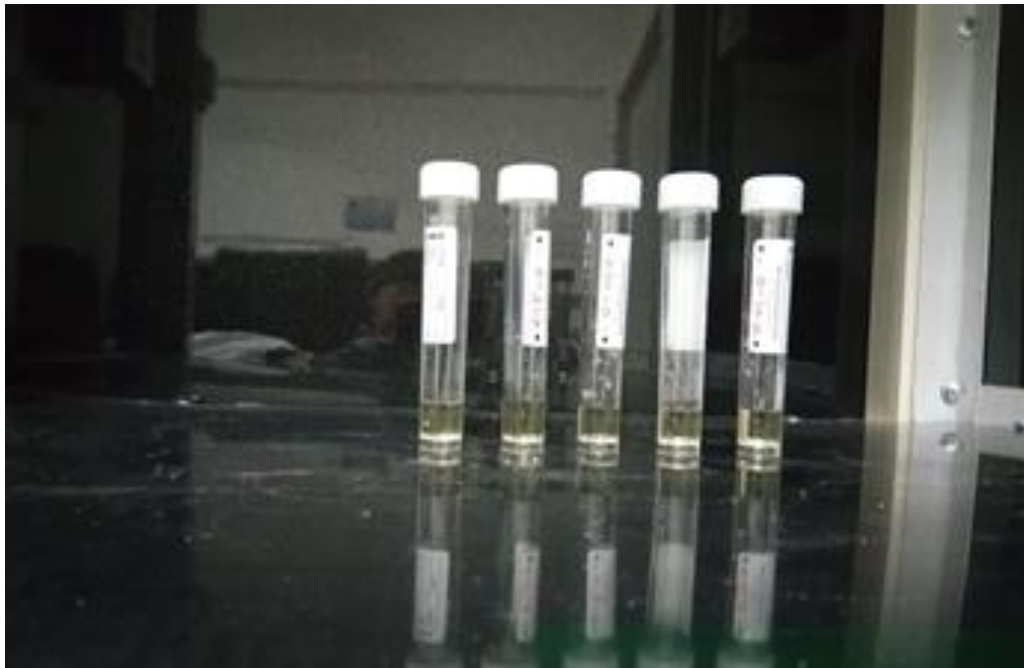
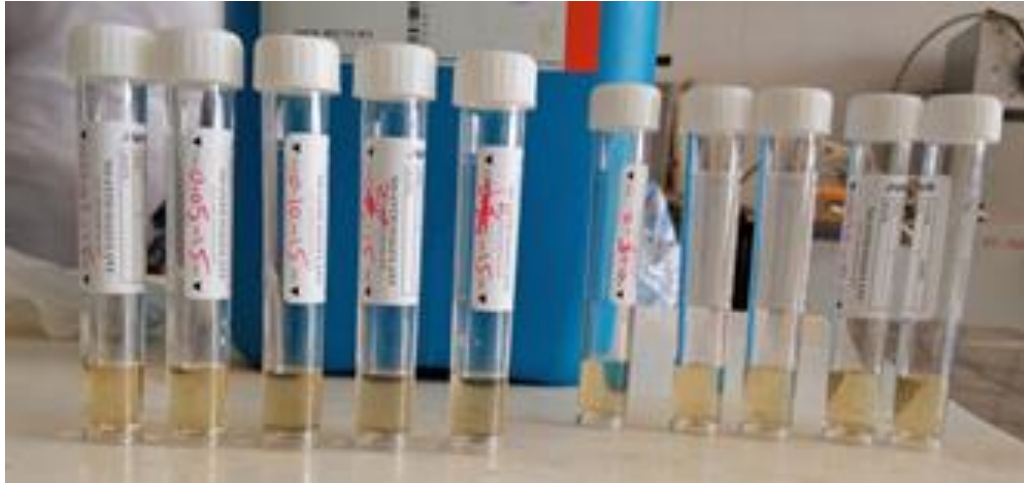
- تم اخذ (٥ حجوم) متساويه من الصبغه (**100ml**) ووضعها في (٥) دورق مخروطية الشكل
- تم اخذ (٥ اوزان) مختلفه من اوكسيد الكوبلت (**COO**) هي {٠.١، ٠.٥، ١.٠، ١.٥، ٢.٠}
- تم مزج الاوزان المختلفه مع تركيز الصبغه المحضرة وبحجم **١٠٠ ml** الكل حالة في دورق مخروطية كما موضح في الشكل



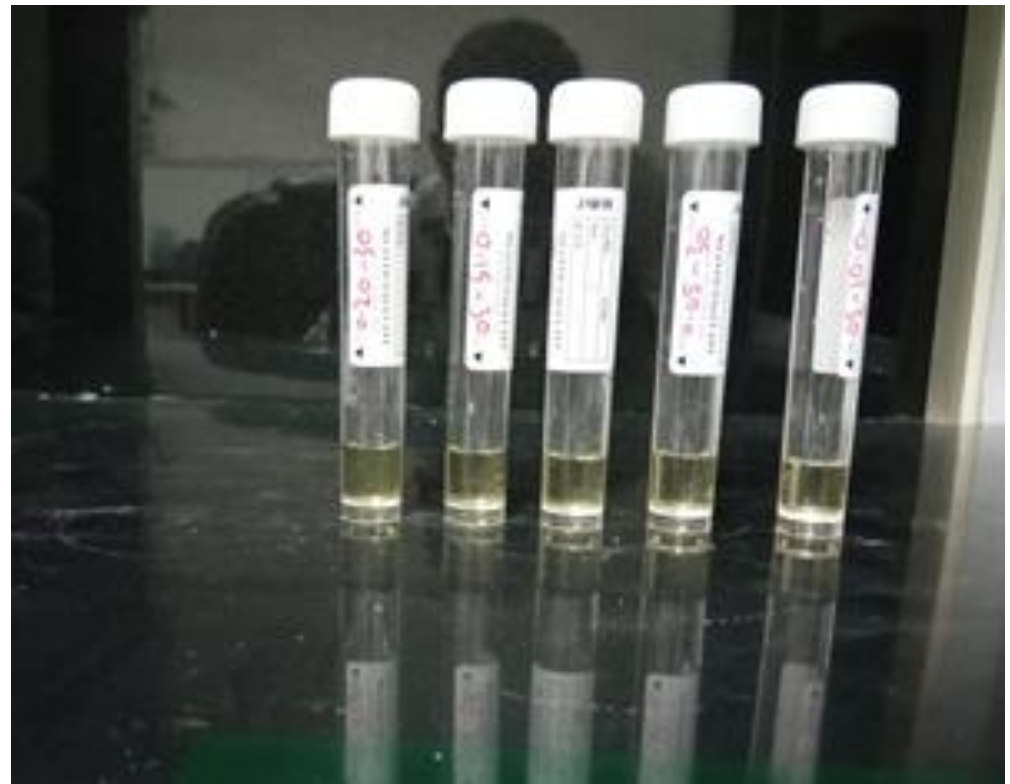
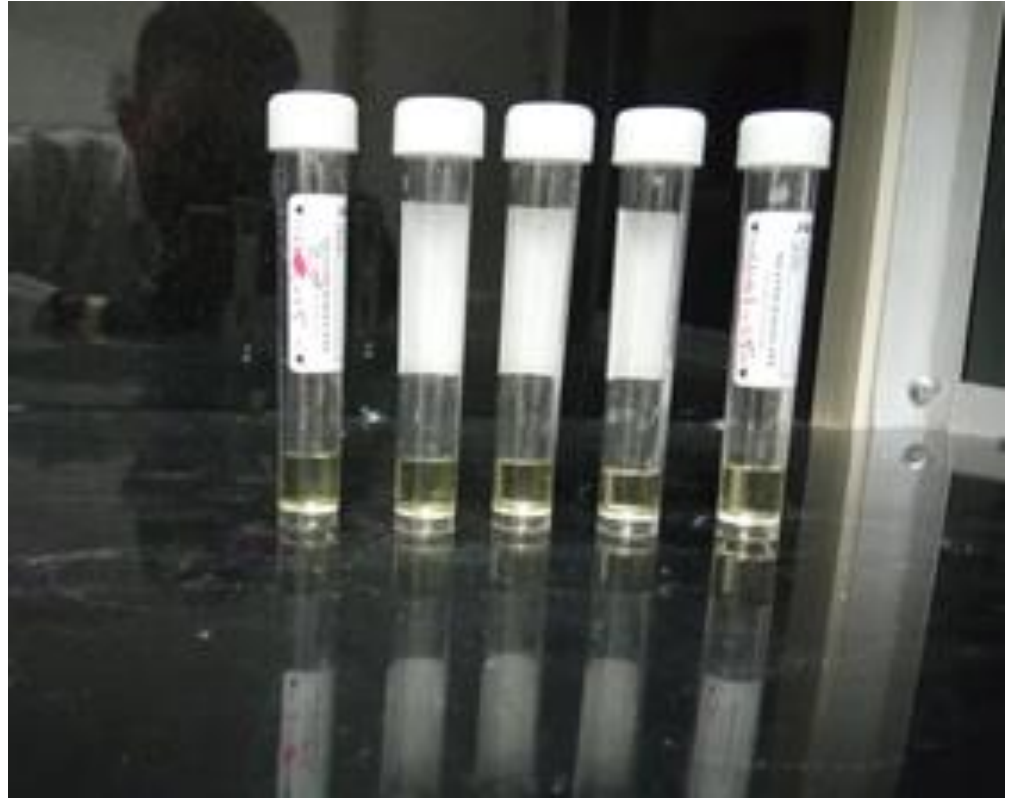
تم اجراء عملية الامتزاز في اعلاه لنماذج في هزاز ميكانيكي وبدرجة حرارة (٢٠°C) ومن ثم سحب من كل دورق ٤ ml من كل دورق بزمان الصفر ووضعها في (tast tub) كما موضح في الشكل



- تم وضع الدوارق في جهاز الشيكرا (الهزاز **Shaker**) وتم بعدها سحب **4 ml** من كل دورق خلال الازمان التاليه (١٥، ٣٠، ٤٥، ٦٠) كما موضح في الاشكال



- اي يتم السحب بعد كل **15 min**
- من بعد اكمال عمليه الهزاز ونتهاء الفتره المحدده تم اخذ النماذج ووضعها في جهاز الطرد المركزي (**centrifug**) لمدته (**10 min**) لكل الازمان (١٥، ٣٠، ٤٥، ٦٠) بعد اكمال عمليه الفصل ناخذ الراشح ونهمل الراسب. وحسب الاشكال ١٧ . عملية الترشيح



• بعدها تم قياس امتصاصية لكل الازمان بواسطة  
جهاز السبكتروفوتوميتر (*spectrophotometer*) عند الطول الموجي

$680\text{nm}$



## ٤-٢-دراسة تأثير التركيز على عملية الامتزاز

لغرض دراسة تأثير تركيز الصبغة المستخدمة على كفاءة عملية الامتزاز بثبتت كمية السطح الماز ودرجة الحرارة

- تم اخذ الوزن المثالي من اوكسيد الكوبلت والذي هو(٠.٠٥) ونفس الحجم من الصبغه لكن بعد تخفيف الصبغه الى(٥ ppm، ١٠ ppm، ١٥ ppm)بقانون التخفيف التالي

$$272N = 171N$$

$$100 \times 5 = 17 \times 20 \text{ ppm: } 5 \text{ At}$$

$$ml 25 = 17$$

$$100 \times 10 = 17 \times 20 \text{ ppm: } 10 \text{ At}$$

$$ml 50 = 17$$

$$100 \times 15 = 17 \times 20 \text{ ppm: } 15 \text{ At}$$

$$75 = 17$$

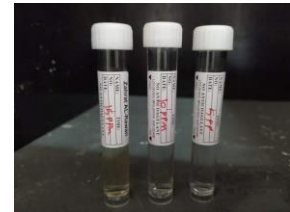
- تم اخذ هذه الحجم الناتجه(٢٥، ٥٠، ٧٥) في دوارق حجميه وكمنا حجم الدورق بالماء المقطر الى حد العلامه

عندها اصبح لدينا اربع تراكيز مختلفه التركيز هي(٥ ppm، ١٠ ppm، ١٥ ppm) والتركيز ٢٠ ppm عنده افضل وزن الحدوث عمليه الامتزاز والذي هو عند ٠.٠٥ قمنا بوضع الاوزان



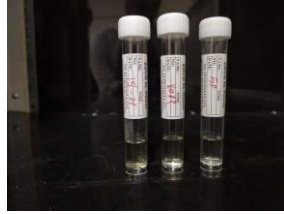
الثلاثة على التراكيز(٥ ppm، ١٠ ppm، ١٥ ppm) كما في الاشكال

- قمنا بسحب من كل كونكل عند بداية المزج(٤ ml) والذي يعتبر زمن الصفر



- بعدها تم وضع التراكيز الثلاثة على جهاز الشيكرا(الهزاز Shaker)

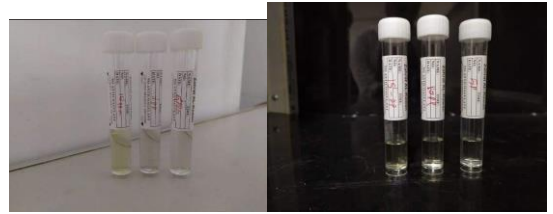
- بعدها تم سحب (4ml) من كل كونكل بعد كل 15 min اي في الازمان



التاليه (15, 30, 45, 60) كما في الاشكال التاليه



- من بعد اكمال عمليه الهزاز و انتهاء الفتره المحدده تم اخذ النماذج ووضعها في جهاز الطرد المركزي (centrifug) لمدته (10 min) لكل الازمان (60, 45, 30, 15, 0) بعد اكمال عمليه الفصل ناخذ الراشح ونهمل الراسب. وحسب الاشكال التاليه بعد عمليه الترشيح

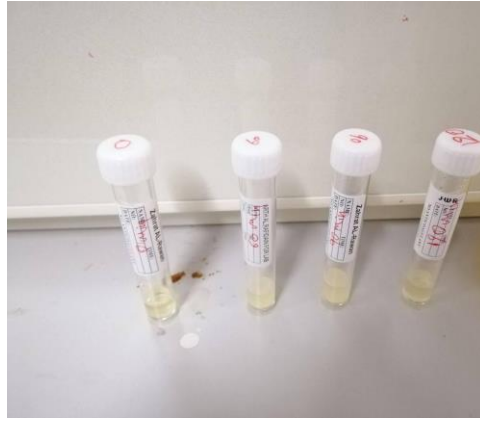


- بعدها نقيس الامتصاصيه لكل الازمان المذكوره عند طول موجي 468 nm

## ٢-٥-دراسة تأثير الزمن على عملية الامتزاز

بعد استخراج افضل وزن العمليه الامتزاز ولذي هو (0.05 mg) تم اخذ الوزن المثالي 0.05 mg ووضع في دورق مخروطي الشكل واطافه (100 ml) من الصبغه على الاوزان المحضرة بتركيز 20 ppm

- وبعد اضافة الاوكسيد على الصبغة تم سحب 4ml بعد اضافة الصبغة مباشرة اي في زمن الصفر ووضعها في (tast tup)
- بعدها تم وضع الدورق المخروطي في جهاز الشيكرا (الهزاز) وتم سحب 4 ml بعد مرور كل نصف ساعه اي في الازمان التاليه (120, 90, 60, 0)



- بعدها تم اخذ العينات التي تم سحبها و وضعها في جهاز السنتر فيوج (جهاز الطرد المركزي) المدة  $10 \text{ min}$  من اجل فصل الراشح عن الراسب بعدها تم اخذ الراشح (الرائق)
- وتم قياس الامتصاصيه لكل الازمان المذكوره اعلاه عند الطول الموجي  $468 \text{ nm}$

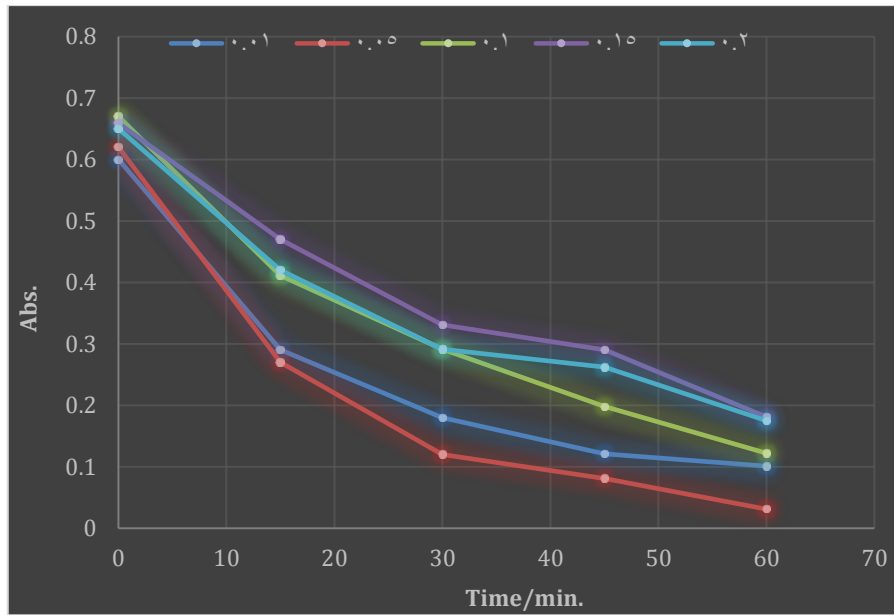
### الفصل الثالث- النتائج والمناقشه

#### ٣-١ اختيار الوزن الامثل الاوكسيد الكوبلت

من خلال النتائج المدرجة في الجدول (٣-١) والمرسومه في الشكل (٣-١) نجد ان هنالك زيادة في كفاءة الامتزاز عندة زيادة كتلة السطح الماز من (٠.٠١-٠.٠٥) بثبوت العوامل الاخرى (درجة الحرارة) لسبب في ذلك يعزى الى زيادة عدد المواقع الفعالة المتاحة للامتزاز جزيئات الصبغة من محلول المائي مع زيادة كتلة السطح الماز عند استخدام كتل اعلى من ٠.٠٥ نجد ان هنالك انخفاض في كفاءة عملية الامتزاز وسبب في ذلك يعزى الى تكتل او تجمع دقائق السطح الماز وهذه العملية تؤدي الى اختزال عدد المواقع الفعالة التي يمكن ان تمتز جزيئات الصبغة ولغرض تحديد الوزن الامثل للمادة المازة (اوكسيد الكوبلت) في ازالة صبغة (البسمارك براون جي) تم اختيار سلسله من الاوزان المتدرجه من (اوكسيد الكوبلت) تم متابعة ازالة الصبغه حركياً من خلال قياس الامتصاصيه عند الطول الموجي الاعظم للصبغه والذي هو  $468 \text{ nm}$  تم رسم النتائج بيانياً التي تم الحصول عليها من خلال رسم الامتصاصيه كداله للزمن ومن خلال هذه النتائج نجد ان الوزن الامثل هو (٠.٠٥)

جدول (٣-١) بدلالة (Abs\time)

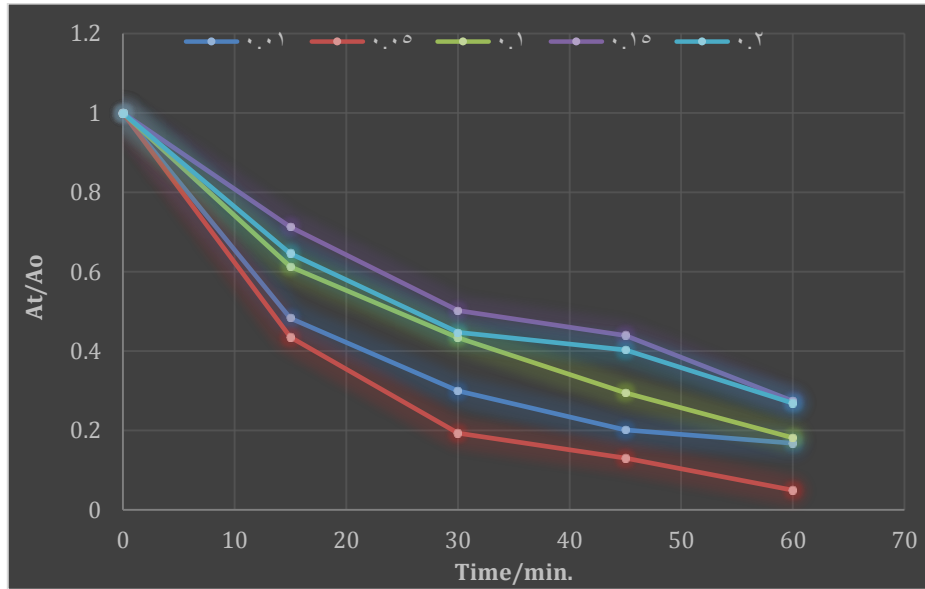
Abs./ Time	٠.٠١	٠.٠٥	٠.١٠	٠.١٥	٠.٢٠
٠	١	١	١	١	١
١٥	٠.٤٨٣	٠.٤٣٥	٠.٦١٣	٠.٧١٣	٠.٦٤٦
٣٠	٠.٣	٠.١٩٣	٠.٤٣٤	٠.٥٠٢	٠.٤٤٧
٤٥	٠.٢٠١	٠.١٣٠	٠.٢٩٥	٠.٤٤٠	٠.٤٠٣
٦٠	٠.١٦٨	٠.٠٥	٠.١٨٢	٠.٢٧٤	٠.٢٦٩



شكل (١-٣): بدلالة (Abs\time)

جدول (٣-١): بدلالة (At/Ao)

Abs/time	٠.٠١	٠.٠٥	٠.١٠	٠.١٥	٠.٢
min(٠at(	٠.٦٠	٠.٦٢	٠.٦٧	٠.٦٥٩	٠.٦٥٠
(min)١٠at(	٠.٢٩	٠.٢٩	٠.٤١١	٠.٤٧٠	٠.٤٢
(min)٣٠at(	٠.١٨	٠.١٢	٠.٢٩١	٠.٣٣١	٠.٢٩١
(min)٤٥at(	٠.١٢١	٠.٠٨١	٠.١٩٨	٠.٢٩٠	٠.٢٦٢
(min)٦٠at(	٠.١٠١	٠.٠٣١	٠.١٢٢	٠.١٨١	٠.١٧٥



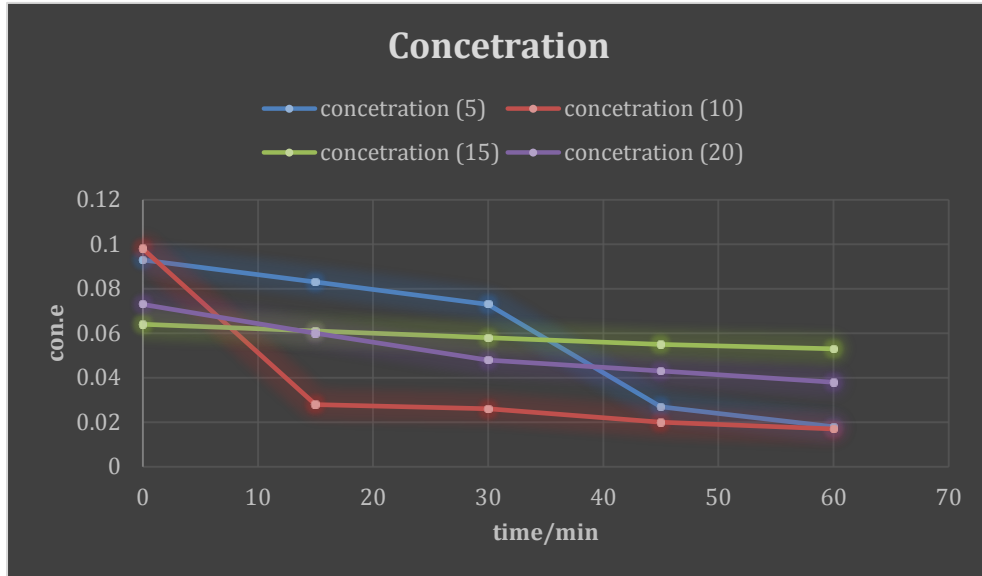
شكل (٣-١): بدلالة (At/Ao)

### ٣-٢ اختيار التركيز الامثل للصبغة

لغرض تحديد التركيز الامثل للصبغة (بسمارك براون جي) تم اختيار سلسله من التراكيز المتدرجه من الصبغه من خلال التجربه التي اجريناها لاحظنا ان افضل تركيز الحدوث عمليه الامتزاز كان هو (١٠ ppm) حيث يكون هذا التركيز اكثر امتزازاً وانتشاراً على سطح الاوكسيد كما في الشكل (٢-٣) حيث من النتائج المدرجه في الجدول (٢-٣) نجد ان كفاءة عملية الامتزاز للصبغة تزداد عند زيادة التركيز لصبغة من (١٠-٥ ppm) ولسبب يعود الى زيادة عدد جزيئات الصبغة مع وجود مواقع فعالة فارغه لأمتزاز الجزيئات عند التركيز الاعلى من ذلك نجد ان هنالك نقص في كفاءة عملية الامتزاز ولسبب يعود الى زيادة عدد جزيئات الصبغة مقارنة بعدد مواقع الامتزاز المتاحة

جدول (٣-٢): بدلالة (Abs/time)

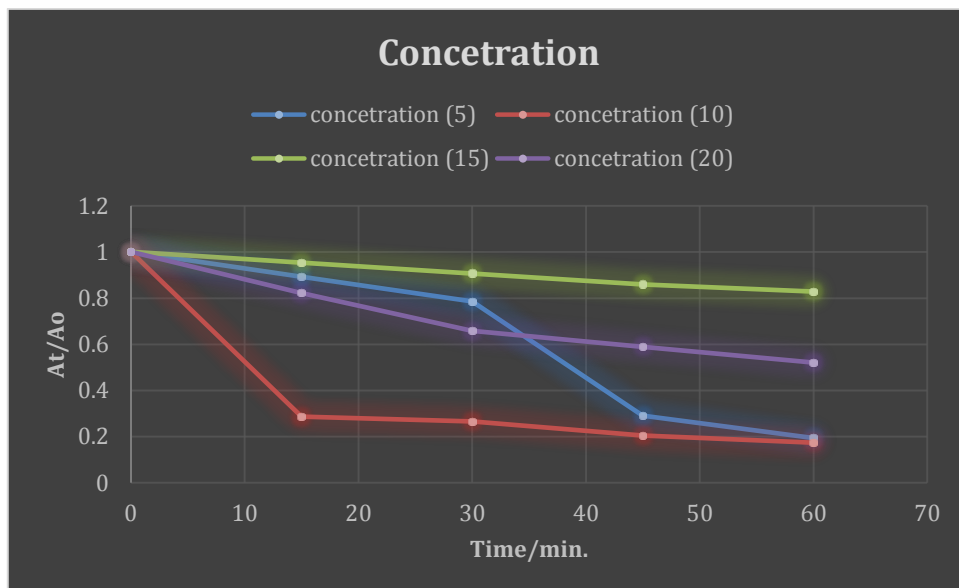
Conc/time	ppm <sup>٥</sup>	ppm <sup>١٠</sup>	ppm <sup>١٥</sup>	ppm <sup>٢٠</sup>
min(٠ at(	٠.٠٩٣	٠.٠٩٨	٠.٠٦٤	٠.٠٧٣
min(١٥ at(	٠.٠٧٣	٠.٠٢٨	٠.٠٦١	٠.٠٦٠
min(٣٠ at(	٠.٠٣٨	٠.٠٢٦	٠.٠٥٨	٠.٠٤٨
min(٤٥ at(	٠.٠٢٧	٠.٠٢٠	٠.٠٥٥	٠.٠٤٣
min(٦٠ at(	٠.٠١٨	٠.٠١٧	٠.٠٥٣	٠.٠٣٨



شكل (٢-٣): بدلالة (Abs\time)

جدول (٢-٣): بدلالة (At\Ao)

time/min	concentration (5)	concentration (10)	concentration (15)	concentration (20)
0	1	1	1	1
15	0.892473	0.285714	0.953125	0.821918
30	0.784946	0.265306	0.90625	0.657534
45	0.290323	0.204082	0.859375	0.589041
60	0.193548	0.173469	0.828125	0.520548



شكل (٢-٣): بدلالة (At\Ao)

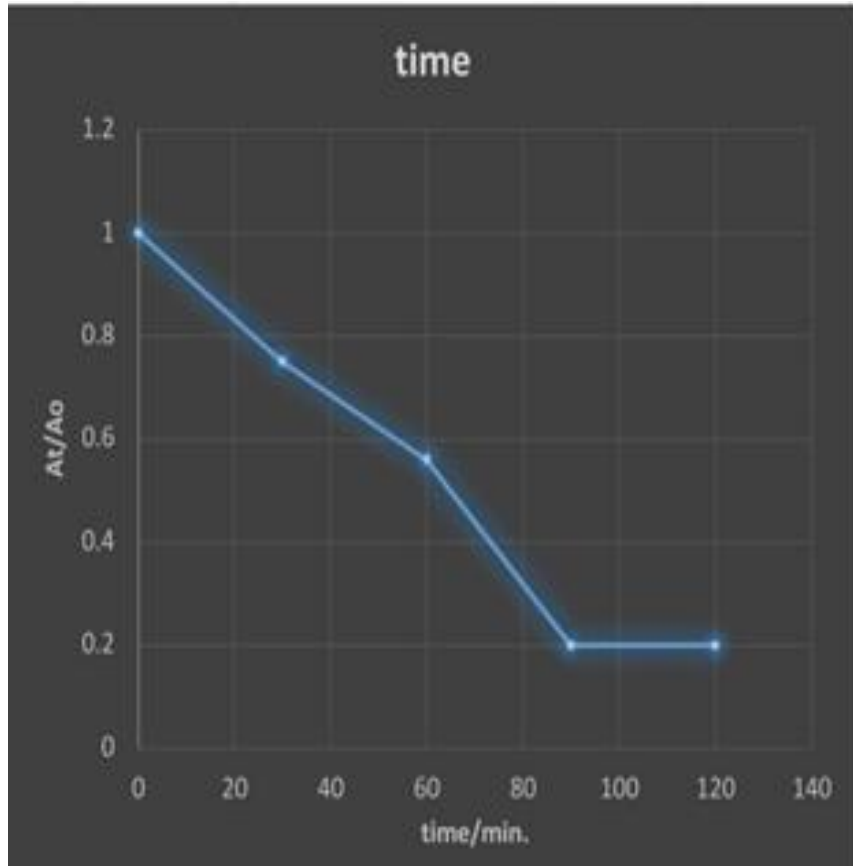
### ٣-٣ اختبار الزمن الامثل للامتزاز

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها في هذا الجزء والمدرجة في الجدول (٣-٣) والمرسومه في الشكل (٣-٣) نجد ان هنالك زيادة في كفاءة عملية الامتزاز والغاية (٩٠ min) بعد ذلك نجد ان هنالك ثبوت في عملية الامتزاز ولسبب يعود الى انه في بداية زمن الامتزاز تكون غالبية المواقع الفعالة فارغة ومهيئة لأمتزاز جزيئات الصبغه ومع تقدم الزمن تمتلأ هذه المواقع حتى يصل الى حالة الثبات وعندها تكون جميع المواقع على السطح قد شغلت

لاحظنا من خلال التجربه التي اجريناها كلما زاد الزمن كلما ازداد انتشار جزيئات الصبغه وامتزازها على سطح الاوكسيد(اوأكسيدالكوبلت)حيث تكون العلاقه طرديه بزيادة الزمن يزداد امتزاز الصبغه على سطح الاوكسيد الى ان يصل حد معين.

جدول (٣-٣): بدلالة (Abs\time)

time/min	Abs.
٠	٠.١٦
٣٠	٠.١٢
٦٠	٠.٠٩
٩٠	٠.٠٣٢
١٢٠	٠.٠٣٢

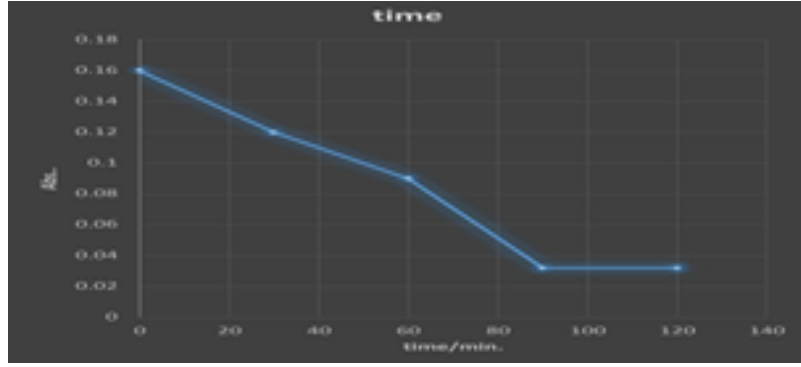


شكل (٣-٣)

جدول ٣-٥  
نسبة (At/Ao)

time/min	Abs.
٠	١
٣٠	٠.٧٥
٦٠	٠.٥٦
٩٠	٠.٢
١٢٠	٠.٢





الشكل (٣-٣): يمثل الوزن بدلالة (At/Ao)

### الاستنتاجات

من النتائج التي تم الحصول عا ٢٦ دراسة الحاليه نستنتج

١- عند اجراء عملية الامتزاز للصبغة بتركيز ثابت لفترة زمنية محددة وبدرجة حرارة المختبر (٢٠ C) مع استخدام اوزان متدرجة من السطح الماز كان الوزن الافضل الذي حقق افضل امتزاز هو (0.05g)

٢- عند استخدام سلسلة من التراكيز المتدرجة للصبغة واستخدام وزن ثابت من السطح الماز وبثبوت درجة الحرارة كان التركيز الافضل لتحقيق افضل كفاءة امتزاز هو (١٠ PPM)

٣- عند استخدام تركيز ثابت من الصبغة مع وزن ثابت من السطح الماز وبدرجة حرارة المختبر كانت كفاءة الامتزاز تزداد طرديا مع زيادة الزمن ضمن حدود التجربة وكان زمن بداية الثبوت هو (٩٠ min)

## References

- 1-S.N. Irving, (1974). "Industrial pollution", Van Nostrand, Reinhold Company,203-204.
- 2-P.C. Vandervier, R. Bianchi , & W. J.Overstate, (2001). "Flutes du monde chem, Tech. Biotechnal, 17(4) , 289-302 .
- 3-P.A. Meginn , (2002). "State of the Word" , ed1 , New York .
- 4-T.A. Albanis , D.G. Hela , T.M. Sakellarides , & T.G. Danis , (2000) . "Removal of Dyes from Aqueous Solution by Adsorption on Mixtures of Fly Ash and Soil in Batch and Column Techniques " , Journal Global Nest Int J ,3 (2)P: 237-244.
- 5-B. Zhang, X. Zeng, P. Xu, J.Chen, Y. Xu, G. Luo, M. Xu, & H.Yao, (2016)."Using the Novel Method of Nonthermal Plasma To Add Cl Active Sites on Activated Carbon for Removal of Mercury from Flue Gas", Environ Sci Technol 37(24) .
- 6-I. A. Al-Jarjary, (2005). "Study of the F Azo Dyes Complexes and Calculations M.Sc.Thesis, Mosul University. affecting the Adsorption of same hermodynamic Functions".
- 7-V. Ponec, Z. Knor , (1947). "Adsorption of Solids " ,1<sup>st</sup>., Butterworth, London.
- 8-P. W. Atkins, (2006). "Physical chemistry", 8<sup>th</sup> edition, Oxford University Press, Oxford.
- 9-K. K. Sharma, L. K. Sharma, (1986). "A Text Book of Physical Chemistry", 8<sup>th</sup> edition, Vani educational books, India, 551-553.
- 10-K. K. Sharma, L. K. Sharma, (1986). "A Text Book of Physical Chemistry", 8<sup>th</sup> edition, Van educational books, India, 551-553
- 11-W. Norde , J., Lyklema , (1979). "Adsorption of Human Albumin andFibrinogen onto Heparin-like Materials I. Adsorption Isotherms". colloid Interface Sci.,71,350.
- 12-W. J. Moore, (1972)." Physical Chemistry"4<sup>th</sup> Ed., Prentice – Hall, INC., P:495.
- 13-P.W. Atkins, (2001). "Physical Chemistry " , 6<sup>th</sup> edition, Oxford university Press,Oxford, pp:857 – 864.

14-14-A. Scharm, F. Ricca, (1972). " Adsorption- Desorption Phenomena " ,Academic Press, Inc, New York, p:57.

15-D. Basmadjian, (1996). "The little Ad <sup>٢٨</sup> Book " , London, University, London, pp.366 -372.

16-G. Z. Kadhim, (2010). " A Studyof Adsorption of some Heavy Metal on Selected Iraqi Surfaces", M.Sc. thesis, College of Science for Women-University of Baghdad,Iraq.

17-J.Osick, I.L. Cooper, (1982). "Adsorption". Johnwily and Sons, New York, p: 120.

18-G.M. Barrow, (1973). " Physical Chemistry " , 3<sup>th</sup> Ed., Mcgraw – Hill, Japan, p:738 – 747.

19-C. N. Sawyer, (1979). "Chemistry for Environmental Engineering", 3rd ed., McGraw-Hill, New York, 1161-1165.

20-م. عبدالله، (٢٠٠٤) كيمياء الحفز والسطوح" ، جامعة الأزهر- كلية العلوم ص : ١٢٤-١  
21-J.M. Barrow, (1988). "Physical Chemistry", 5th edition, Me Graw-Hill, New York.

22-G. Job, R. Rüffle., (2016). " PhysicalChemistry from a Different Angle", Springer Vieweg, p.390-400.

23-A. W. Adamson, A. P. Gast, (2001). "Physical Chemistry of Surfaces" 6<sup>th</sup> edition, John Wiley and Sons, Inc, New York, 370-430, 599-632.

24-U. Abdo, S. Nosier, and Y. Eltawil, (1997). "Removal of Phenol from Water using Ozone", J.Envirn.Sci,health 32,1159

25-L. D. Benefield, J. F. Jr. Judkins, & B. L. Weand , (1982). "Prentice-Hall",Englewood, 191.

26-A. S. Janet, Sheila, F. M., Wiliam, J. D., & Wendell, (1999). "D. H.,Prediction of Aqueous Diffusion Coefficients for Organic Compounds at 25 C. Chemosphere" , Vol:38(10)pp:,2381-2406.

27-A. W. Adamson, (1982). "Physical Chemistry of Surface " ,4<sup>th</sup> edition John Wiley and Sons, New York.

28-A. V. Kiselev, & V. V, Khopina, (1969). "Influence of properties of Adsorbent, and of the Surface and Bulk Solutions on Adsorption from Solution", Transactions of the Faraday Society, 65, 1936-1942.

29-V. Warren, & M. J. Hammer, (2005). "Supply and Pollution control", 7th edition. Prentice – hall, ISBN 0-13-140135-3, pp.42.

30-J.A. Scharmke, S. F. Murphy, W. J. Doucette , & W. D. Hintze, (1999). "Chemosphere", 38 (10), 2381.

31-D. G. Crosby, (1998). "Environmental Toxicology and Chemistry", New York, p33.

32-M. Robert Clark, (1991). "Evaluation of BAT for VOCs in Drinking Water", Journal of Environment Engineering.

33-D.G. Crosby, (1998). "Environmental Toxicology and Chemistry ", New York, p. 33.

34-P.W. Atkins, (2002). "Physical Chemistry ", 7th edition. Oxford University Press, Oxford.

35-H. R. Kruey, & J.T.G Over Book, (1964). "Introduction to Physical Chemistry". Hott, Rinehart and Winston, Inc, 91.

36-T. A. Al-Banis, D. G. Hela, T. M.Sakellaridis, & T. G. Danis, (2000). "Removal of Dyes from Aqueous Solution by Adsorption on Mixtures of Fly and Soil in Batch and Column Techniques", Global Nest., The Int. j., 2 ,3, 237-241.

37-C. H. Giles, T. H., D Smith J. MacEwan, & N.Nakhwa , (1960). "Studies in Adsorption, Part XI: A System of Classification of Solution Adsorption Isotherm Mechanisms and In Measurement of Specific surface Area of Solids", J. Chem. Soc., 786: 3973-3993

38-J. Robinson, S. Lipschutz., (2009). "Holistic Health care for people and Animals", 1st ed, McGraw-Hill, New York.

39-R.A. Alberty, (1987). "Physical Chemistry ", 7th edition, John Wily and Sons, New York.

40-V.P. Vinod, & T.S. Anirudham, (2001). " Sorption of Tannic Acid On Zirconium Pillared Clay", J. Chem Technol. Biotechnol., 77:92-101.

41-J.H. Meiser, & K.L. Ladler , (1982). " Physical Chemistry", Benjamin Cummings

**Publishing company, P.775.**

**42-A. Bahl, B.S. Bahl, & G. D.Tuli ,(2012). “Essentials of Physical Chemistry”, Multicolour Ed., S. Chand, p. 847.**

**43-S. Jodeh, R. Ahmad, M. Suleiman Al-Jarrah, (2015). “Kinetics, Thermodynamics and Adsorption of Cr(VI) Removal from Aqueous Solution via Date-Palm Pits Carbonization Using SPME/GC-MS”, J. Mater. Environ. Sci. V. 6, (10), P. 2853-2870.**

**44-M.I. Tempkin, V. Pyzher, (1940). “Kinetics of Ammonia Synthesis on Promoted Iron Catalyst”, Actaphys .Chem. USSR 12,327-356.**

**45-Y. Kim,C. Kim,I. Choi, S. Rengraj ,J. Yi ., (2004). “Arsenic Removal using Mesoporous Alumina Prepared Via a Templating Method”, Environ.Sci. Technol.38, 924-931.**