**الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية**

**وزارة التعليم العالي والبحث العلمي**

**جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي**

**كلية التكنولوجيا**


مذكرة تخرج لنيل ماستر أكاديمي

**مـــاســـــتـر أكـــاديـمـــــي**

ميدان: علوم وتكنولوجيا

شعبة: هندسة طرائق

التخصص: هندسة كيمائية


**من اعداد:**

**نوبلي سهيلة، بله باسي سليمة، مباركي تيسير، ببوخة فاطمة، تجاني هاجر**


**بعنوان**

# دراسة تفكيك الملوثات العضوية عن طريق التحفيز الضوئي

**أمام اللجنة المكونة من الأساتذة:**

| | | | |
|---|---|---|---|
| د. خالد بلال | أستاذ | رئيسا | جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي |
| د. شعبية ناصر | أستاذ | مؤطرا | جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي |
| د. منصر سهيلة | أستاذ | مناقشا | جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي |

**السنة الجامعية 2023/2022**

.

## الشكر والتقدير

بسم الله الرحمان الرحيم :(قالوا سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا إنك أنت العليم الحكيم) سورة البقرة 32 (صدق الله العظيم)

نحمد الله ونشكره أن هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن، هدانا الله ونسأله أن يثبت قلوبنا وأقدامنا ويقوي حجتنا ويعيننا على طاعته ، و أشكر الله عز وجل الذي أنار طريقنا بمصباح العلم نتقدم بتشكراتنا إلى والدينا الأعزاء. نتقدم بالشكر والعرفان إلى كل من أشعل شمعة في دروب علمنا ، إلى من وقف على المنابر و أعطى من حصيلة فكره لينير دربنا إلى أساتذتنا الكرام الذين ساهموا في تعليمنا طيلة سنوات الدراسة بجامعة الوادي كما نتقدم بالشكر والتقدير إلى الأستاذ المشرف شعبية ناصر وطليبة علي على تقديم يد المساعدة والتسهيل والى كل من وقف وساهم في مساعدتنا على إتمام هذه المذكرة شكرا جزيلا

والحمد لله رب العالمين.

## اهداء

الحمد لله فالق الأنوار وجاعل الليل والنهار ثم الصلاة والسلام على سيدنا محمد المختار، الحمد لله الذي وفقنا لهذا العمل و لم نكن لنصل إليه لولا فضل الله علينا أما بعد: من دواعي السرور والاعتزاز أن نهدي ثمرة جهد هذا العمل المتواضع إلى من أوصانا الله بهما وقال وبالوالدين إحسانا، إلى من كانوا سندا لنا في كل خطوة من حياتي. إلى إخوتي وأخواتي وإلى أساتذتي الأفاضل و زملائي و أصدقائي وكل من ساعد على انجاز هذا العمل. ولكل من أنار لنا الطريق في سبيل تحصيل ولو قدر بسيط من المعرفة إلى كل من يقدر العلم ويسعى من اجله.

**سهيلة، تيسير، فاطمة، هاجر، سليمة**

**الملخص:**

حماية البيئة والمحيط من أولى الأولويات بالنسبة لكل حضارة، وفي هذا العمل تم اختيار تقنية التحفيز الضوئي للملوثيين عضويين ( أزرق المثيل وأسود الايروكروم ) بوجود قطب معدل ITO/TIO2 وفي وجود القطب ITO و وتحت تأثير الأشعة الفوق البنفسجية لمصباح(VL-215.L)والأشعة الفوق البنفسجية للشمس مما أدى اختلاف في مردود التفكيك.

حيث أن نسبة المردود في محلول المعرض لأشعة الشمس في وجود القطب ITO بأكبر نسبة 38 % .

أما بالنسبة لمردود في المحلول المعرض لأشعة مصباح UV في وجود القطب المعدل ITO/TIO2بأكبر نسبة 63.02% .

**الكلمات المفتاحية:**

أزرق المثيل أسود الايروكروم , ITO/TIO2 , ITO, UV-visible, التحفيز الضوئي .

**Abstract**

Environmental protection and conservation are among the top priorities for every civilization. In this regard, the photocatalytic decomposition technique has been chosen to mitigate organic pollutants, utilizing a modified electrode under the influence of ultraviolet (UV) radiation from the (VL-215.L) lamp and UV radiation from the sun, resulting in variations in the decomposition efficiency.

**Keywords**: Methylene Blue, Eriochrome Black T, ITO, ITO/TiO2, UV-visible, Photocatalysis.

## Résumé

La protection de l'environnement et de l'écosystème est l'une des priorités majeures pour chaque civilisation. Dans cette étude, la technique de décomposition photocatalytique a été choisie pour traiter les polluants organiques, en utilisant une électrode modifiée sous l'influence des rayons ultraviolets (UV) émis par la lampe (VL-215.L) et les rayons UV du soleil, ce qui a entraîné des variations dans l'efficacité de décomposition.


**Mots-clés** : Bleu de méthylène, Ériochrome noir T, ITO, ITO/TiO2, UV-visible, Photocatalyse.

## الفـــــــهرس

**الشكر والتقدير**.....

**اهداء** .....

الفـــــــهرس .....

قائمة الرموز والاختصارات: .....

**المقدمـــة العامة: ..... 1**

**الجزء النظري**

**الفصل الأول: التلوث البيئي وملوثات العضوية**

1-عموميات حول التلوث البيئي: ..... 3

1-1 تعريف البيئة: ..... 3

1-2 مفهوم التلوث البيئي:..... 3

1-3 أنواع التلوث البيئي:..... 4

1-4 مصادر التلوث:..... 4

1-5 تأثيرات التلوث:..... 4

1-6 إدارة التلوث:..... 4

1-7 أسباب التلوث: ..... 5

1-8 الملوثات العضوية الثابتة:..... 5

**الفصل الثاني: الملونات وطرق تفكيكها**

2-الملونات: ..... 10

2-1 تعريف الملونات:..... 10

2-2 تصنيف الملونات: ..... 10

2-3 تطبيق واستخدام الاصباغ:..... 11

2-4 تقنيات ازالة الملونات:..... 12

2-5 طرق تفكيك الملوثات:..... 13

2-6 الامتزاز:L'adsorption ..... 16

**الجزء التطبيقي**

**الفصل الثالث: دراسة تفكيك الملون أزرق المثيل وأسود الايروكروم T**


تمهيد: ..... 21
3-1 التعريف بالعينات: ..... 21
3-1-1 أسود الايروكروم T: ..... 21
3-1-2 أزرق المثيل: ..... 21
3-2 المواد والادوات المستعملة: ..... 22
3-3 مطيافية فوق البنفسجية والمرئية UV and Visible Spectroscopy: ..... 22
3-4 مكونات جهاز UV- Visible الأساسية: ..... 23
3-5 التجربة الأولى: مسحوق الايروكروم T ..... 24
3-5-1 خطة العمل: ..... 24
3-5-2 منحنى المعايرة لأسود الايروكروم T: ..... 25
3-6 التحفيز الضوئي لأسود الايروكروم T ..... 27
3-6-1 خطوات العمل: ..... 27
3-6-2 التحفيز الضوئي في وجود القطب المعدل $ITO/TIO_2$: ..... 28
3-6-3 التراكيز عند التفكيك في وجود القطب المعدل $ITO/TIO_2$: ..... 29
ملاحظة: قطع زجاج ITO والقطب المعدل $TIO_2/ITO$ المستخدمة في العمل التجريبي لم
نتطرق لانشائها ، بل وجدناها جاهزة في المخبر الجامعي. ..... 29
3-6-4 حساب المردود: ..... 29
3-7 التجربة الثانية: أزرق المثيل ..... 30
3-7-1 تحضير محلول الام (أزرق المثيل): ..... 30
3-7-2 منحنى المعايرة أزرق المثيل: ..... 31
3-8- التحفيز الضوئي لأزرق المثيل تحت مصباح UV: ..... 34
3-8-1 طريقة العمل: ..... 34
3-8-2 التحفيز الضوئي بوجود القطب ITO: ..... 34
3-8-3 التحفيز الضوئي بوجود القطب معدل $ITO /TIO_2$: ..... 35
3-9 التحفيز الضوئي لأزرق مثيل تحت أشعة الشمس ..... 36
3-9-1 التحفيز الضوئي لمحلول أزرق مثيل: ..... 36
3-9-2 التحفيز الضوئي لأزرق المثيل في وجود القطب ITO : ..... 36

3-9-3 التحفيز الضوئي لأزرق المثيل في وجود القطب المعدل ITO/TIO2: ..... 37
3-9-4 التحفيز الضوئي لأزرق المثيل في وجود الطاقة..... 37
3-9-5 منحنيات التراكيز بدلالة الزمن: ..... 42
خلاصة:..... 43
الخاتمة: ..... 45
قائمة المراجع: ..... 47
الملاحق:..... 51

## قائمة الأشكال:

### الفصل الثاني: الملونات وطرق تفكيكها

**الشكل (2-1):** الية التحفيز الضوئي الكيميائي باستخدام (TIO2) ..... 15
**الشكل (2-2) :** مجالات وجود المذاب أثناء الامتزاز على مادة صغيرة يسهل اختراقها..... 17

### الفصل الثالث: دراسة تفكيك الملون أزرق المثيل وأسود الايروكروم T

**الشكل (3-1):** يوضح تغيرات الامتصاصية لتراكيز المختلفة لأسود الايروكروم T بدلالة طول الموجة..... 26
**الشكل (3-2):** منحنى المعايرة لاسود الايروكروم T بدلالة التركيز..... 27
**الشكل (3-3):** منحنى يوضح امتصاصية اسود الايروكروم T بدلالة طول الموجة في ازمنة مختلفة ..... 28
**الشكل (3-4):** منحنى يوضح الامتصاصية لاسود الايروكروم T بالقطب المعدل ($ITO/TIO_2$) بدلالة طول الموجة خلال أزمنة مختلفة ..... 28
**الشكل (3-5):** يوضح تركيز أسود الايروكروم T بوجود قطب $ITO/TIO_2$ بدلالة الزمن ..... 30
**الشكل (3-6):** منحنى يوضح تغيرات الامتصاصية لتراكيز المختلفة لازرق المثيل بدلالة طول الموجة..... 32
**الشكل (3-7):** منحنى المعايرة لأزرق المثيل بدلالة التركيز ..... 33
**الشكل (3-8):** منحنى امتصاصية ازرق المثيل بدلالة طول الموجة تحت مصباح UV خلال أزمنة مختلفة . ..... 34
**الشكل (3-9):** منحنى امتصاصية ازرق مثيل بوجود قطب (ITO) بدلالة طول الموجة تحت مصباح UV خلال أزمنة مختلفة. ..... 35
**الشكل (3-10):** منحنى يوضح امتصاصية ازرق المثيل بوجود قطب معدل ($ITO/ TIO_2$) بدلالة طول الموجة تحت مصباح UV في أزمنة مختلفة. ..... 35
**الشكل (3-11):** يوضح منحنى امتصاصية ازرق مثيل بدلالة طول الموجة تحت أشعة الشمس في أزمنة مختلفة. ..... 36
**الشكل (3-12):** منحنى يوضح امتصاصية ازرق مثيل بوجود قطب ITO بدلالة طول الموجة خلال أزمنة مختلفة ..... 36

**الشكل (3-13):** منحنى يوضح امتصاصية أزرق المثيل بوجود القطب المعدل $ITO/TIO_2$ بدلالة طول الموجة تحت أشعة الشمس في أزمنة مختلفة..... 37

**الشكل (3-14):** رسم تخطيطي يوضح ألية استخدام البطارية في أزرق المثيل في وجود الأقطاب (ITO) و ($ITO/TIO_2$)..... 37

**الشكل (3-15):** منحنى يوضح الامتصاصية أزرق المثيل بالطاقة بدلالة طول الموجة في وجود الطاقة في أزمنة مختلفة . ..... 38

**الشكل (3-16):** منحنى تركيز أزرق المثيل بدلالة الزمن تحت مصباح UV..... 42

**الشكل (3-17):** منحنى التركيز أزرق المثيل بوجود قطب ITO بدلالة الزمن تحت مصباح UV . 42

**الشكل (3-18):** منحنى يوضح التركيز لأزرق المثيل بقطب ITOبدلالة الزمن تحت الشمس..... 42

## قائمة الجداول:

### الفصل الثاني: الملونات وطرق تفكيكها

**الجدول 2-1:** خصائص ثاني أكسيد التيتانيوم (TiO2): ..... 14

### الفصل الثالث: دراسة تفكيك الملون أزرق المثيل وأسود الايروكروم T

**الجدول (3-1):** يوضح الخصائص الفيزيائية والكيميائية لأزرق المثيل وأسود الايروكروم T..... 22
**الجدول (3-2):** يمثل المجال الطيفي ما بين 100و 800 نانومتر ..... 23
**الجدول (3-3):** يوضح قيم التراكيز المختلفة لمحاليل اسود الايروكروم T..... 25
**جدول (3-4):** يوضح قيم التراكيز والامتصاصية لتفكيك ملون أسود الايروكروم T ..... 26
**جدول (3-5):** يوضح احداثيات خط المعايرة لاسود الايروكروم T ..... 27
**الجدول (3-6):** يمثل التراكيز عند التفكيك في وجود القطب المعدلITO/TIO2 ..... 29
**الجدول (3-7):** مردود أسود الايروكروم T ..... 30
**الجدول (3-8):** جدول يوضح قيم التراكيز المختلفة لمحاليل أزرق المثيل..... 31
**الجدول (3-9):** يوضح قيم التراكيز والامتصاصية لتفكيك أزرق المثيل..... 32
**الجدول (3-10):** يوضح إحداثيات خط المعايرة لأزرق المثيل. ..... 33
**الجدول (3-11):** يوضح قيم الامتصاصية والتراكيز والثوابت a وb لأزوق المثيل تحت مصباح UV خلال أزمنة مختلفة..... 38
**الجدول (3-12):** يوضح قيم الامتصاصية والتراكيز والثوابت a وb لأزوق المثيل تحت مصباح UV بوجود القطب ITO خلال أزمنة مختلفة. ..... 39
**الجدول (3-13):** يوضح قيم الامتصاصية والتراكيز والثوابت a وb لأزوق المثيل تحت مصباح UV بوجود القطب المعدل ($ITO/TIO_2$) خلال أزمنة مختلفة. ..... 39
**الجدول (3-14):** يوضح قيم الامتصاصية والتراكيز والثوابت a وb لأزوق المثيل تحت أشعة الشمس خلال الأزمنة مختلفة ..... 39
**الجدول (3-15):** يوضح قيم الامتصاصية والتراكيز والثوابت a وb لأزوق المثيل تحت أشعة الشمس بوجود القطب ITO خلال أزمنة مختلفة . ..... 40
**الجدول (3-16):** يوضح قيم الامتصاصية والتراكيز والثوابت a وb لأزوق المثيل تحت أشعة الشمس بوجود القطب المعدل $ITO/TIO_2$ خلال أزمنة مختلفة..... 40

**الجدول (3-17):** يوضح قيم الامتصاصية والتراكيز والثوابت a وb لأزوق المثيل تحت أشعة الشمس بوجود طاقة البطارية خلال أزمنة مختلفة..... 40
**الجدول (3-18):** يلخص أهم نتائج العملية للمردود من بداية العمل..... 41

## قائمة الصور:

**الصورة (3-1):** جهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية UV-VIS ..... 23
**الصورة (3-2):** محلول أسود الايروكروم T ..... 24
**الصورة (3-3):** صورة لعينات مسحوق الايروكروم T في أنابيب اختبار بتراكيز مختلفة من (1الى 9). ..... 25
**الصورة (3-4):** محلول أزرق المثيل..... 30
**الصورة (3-5):** صورة لعينات أزرق المثيل في أنابيب اختبار بتراكيز مختلفة..... 31

## قائمة الرموز والاختصارات:

Uv-visible: المطيافية أشعة فوق البنفسجية

ITo: قطب

$ITo/Tio_2$: أكسيد التيتانيوم قطب المعدل

د :الدقيقة

V:الحجم

M: الكتلة المولية

m: الكتلة

C-x: التركيز المولي

$C_0$: التركيز الإبتدائي

A-y: الإمتصاصية

BM: أزرق المثيل

T: الزمن

Slope: ميل

Plot: الإمتصاصية

Equetion: المعادلة

Pops: الملوثات العضوية الثابتة

$PCB_S$: ثنائي الفنيل متعدد الكلور

HCB: سداسي كلور البنزين

# المقدمة العامة

**المقدمــة العامة:**

تعتبر الملوثات العضوية مركبات كيميائية تحتوي على الكربون وتشكل جزءًا من التلوث البيئي. يمكن أن تكون هذه المركبات سامة وتسبب آثارًا سلبية على البيئة والكائنات الحية. يتم إطلاق الملوثات العضوية من مصادر مختلفة مثل: الصناعات الثقيلة، والزراعة، وحرق الوقود، والتخلص من النفايات الصلبة والسوائل.

تُعتبر الملونات مركبات كيميائية تستخدم لإعطاء الأشياء ألوانًا محددة، سواء في الصناعات أو في المنتجات الاستهلاكية. وتشمل الأمثلة الشائعة على الملونات المستخدمة في الصناعات الغذائية، والصناعات النسيجية، والصناعات الكيميائية والبلاستيكية، ومع ذلك فإن بعض الملونات الكيميائية يمكن أن تكون ضارة للبيئة والصحة. عندما يتم إطلاق الملونات في المياه أو الصرف الصناعي، قد تسبب تلوثًا للبيئة المائية وتؤثر على الكائنات الحية. حيث تم تطوير وتحسين تقنيات إزالة الملوثات والملونات حيث يتم التركيز في هذه الدراسة على تفكيك ملون أزرق المثيل وأسود الايروكروم Tعن طريق التفكيك التحفيز الضوئي.

وبعد مقدمة العامة، تتضمن المذكرة ثلاث فصول:

الفصل الأول: التلوث البيئي والملوثات العضوية.

الفصل الثاني: الملونات وطرق تفكيكها.

الفصل الثالث: دراسة تفكيك الملون أزرق المثيل وأسود الايروكروم T في وجود القطب ITO وقطب المعدل $ITO/TIO_2$، وغيابهما [1-2].

# الجزء النظري

# الفصل الأول:

# التلوث البيئي وملوثات العضوية

## 1-عموميات حول التلوث البيئي:

### 1-1 تعريف البيئة:

البيئة هي المحيط الذي يحيط بنا وبجميع الكائنات الحية مثل الهواء والماء وتربة وغير الحية التي تتواجد فيه. وتشمل البيئة عناصر مختلفة مثل الهواء والماء والتربة والحيوانات والنباتات والصخور والتضاريس والعوامل المناخية والجيولوجية وغيرها.

تعتبر البيئة متكاملة ومترابطة، حيث تؤثر عناصرها المختلفة على بعضها البعض وتتفاعل معًا لتشكل نظامًا بيئيًا. على سبيل المثال، يعتمد النبات على الهواء والماء والتربة للنمو والبقاء على قيد الحياة، بينما يعتمد الحيوان على النباتات أو غيرها من الكائنات الحية للحصول على الغذاء والمأوى..

تتأثر البيئة بتداخل العوامل الطبيعية والبشرية. فعلى سبيل المثال، يمكن أن تتأثر البيئة الطبيعية بتغيرات المناخ والطقس والبراكين والزلازل، بينما يمكن أن تتأثر البيئة البشرية بالتلوث البيئي والتخريب والتغيرات في استخدام الأراضي والتكنولوجيا.

من المهم الحفاظ على البيئة والحفاظ على توازنها الطبيعي، حيث أن تلوث البيئة واستنزاف الموارد الطبيعية قد يؤدي إلى تدهور النظم البيئية وتأثيرات سلبية على الكائنات الحية، بما في ذلك الإنسان. لذلك، يتطلب الأمر اتخاذ إجراءات للحفاظ على البيئة، مثل التنمية المستدامة والمحافظة على التنوع البيولوجي وتقليل التلوث وإدارة النفايات بشكل صحيح [3].

### 1-2 مفهوم التلوث البيئي:

يعني دمج الملوثات المختلفة في البيئة الطبيعية مما يلحق الضرر بها والتسبب في اضطراب النظام البيئي وقد تكون الملوثات عناصر "دخيلة" على البيئة أو "طبيعية" بشرط تخطيها الحدود المسموح بها في المواصفات والقوانين [4].

فهناك من عرف التلوث بأنه [تغير غير مرغوب في الخصائص الفيزيائية أو الكيميائية أو الاحيائية للبيئة الطبيعية، ينشأ أساسا من النشاط البشري متضمناً تلوث المياه السطحية والمياه الجوفية والتربة والهواء [5].

ويعرف بأنه "التغيير الكمي والنوعي، العرضي والمقصود، الذي يحدث في واحد أو أكثر من عناصر البيئة التي من شأنها الإضرار بحياة الكائن الحي وإضعاف قدرته على النظم الإيكولوجية لمواصلة إنتاجها [6].

### 1-3 أنواع التلوث البيئي:

هناك أنواع مختلفة من التلوث البيئي، بما في ذلك:

**1.** تلوث الهواء : يحدث نتيجة انبعاثات الملوثات إلى الهواء، مثل الغازات السامة والعوادم الصناعية والعوادم الناتجة عن حرق الوقود. قد يتسبب في تلوث الهواء ومشاكل التنفس وتأثيرات سلبية على النظم البيئية.

2. تلوث الماء : يحدث بوجود ملوثات في المياه السطحية والمياه الجوفية، سواء كانت ملوثات كيميائية أو عضوية، يمكن أن يتسبب في تلوث المصادر المائية وتأثيرات سلبية على النظم البيئية المائية وصحة الحيوانات والنباتات والبشر.

3. تلوث التربة: يحدث بوجود ملوثات في التربة، مثل المبيدات الزراعية والمعادن الثقيلة والنفايات الصناعية، يمكن أن يتسبب في تلوث التربة وتأثيرات سلبية على النظم البيئية وإنتاجية الأراضي الزراعية.

4. تلوث الضوضاء: يحدث بفعل الضوضاء الناتجة عن الأنشطة البشرية، مثل حركة المركبات والآلات والصناعات. يمكن أن يؤثر على الحياة الحيوانية والنباتية وصحة البشر، وقد يسبب مشاكل في النوم وزيادة التوتر وفقدان السمع [7].

### 1-4 مصادر التلوث:

تشمل المصادر الصناعية مثل المصانع ومحطات الطاقة، ومصادر النقل مثل المركبات المحركة، والزراعة واستخدام المبيدات الزراعية، والنفايات الصلبة والسوائل، وحرائق الغابات والتخلص غير السليم من المنتجات الكيميائية والنفايات [8].

### 1-5 تأثيرات التلوث:

يمكن أن يؤدي التلوث إلى تدهور البيئة وتأثيرات سلبية على النظم البيئية والتنوع البيولوجي.

يمكن أن يؤثر التلوث أيضا على الصحة البشرية، مثل زيادة مخاطر الأمراض التنفسية والسرطان والمشاكل الصحية الاخر.

### 1-6 إدارة التلوث:

تشمل إدارة التلوث جهودًا للحد من إصدارات الملوثات وتنظيف وتنقية الموارد البيئية المتلوثة.

تشمل استراتيجيات إدارة التلوث أيًضا تشجيع الممارسات الصديقة للبيئة والتوعية البيئية وتنفيذ قوانين وتش.

**1-7 أسباب التلوث:**

هناك العديد من الأسباب المختلفة للتلوث، وتشمل بعضها:

أ-الأنشطة الصناعية: تنتج العديد من الصناعات ملوثات مثل الغازات السامة والمواد الكيميائية الضارة والنفايات الصلبة والسوائل. تشمل هذه الصناعات المصانع والمصافي والمحطات الطاقة ومعامل الكيمياء والمناجم.

ب-حرق الوقود: يشكل حرق الوقود في وسائل النقل والمرافق الصناعية والمنازل مصدًرا رئيسيًا لتلوث الهواء بالغازات السامة والجسيمات الصلبة.

التلوث المائي: ينشأ التلوث المائي من التصريفات الصناعية والزراعية غير السليمة والصرف الصحي غير المعالج والتسربات النفطية والمواد الكيميائية الضارة التي تدخل المياه السطحية والجوفية.

التلوث الزراعي: تشمل الممارسات الزراعية استخدام المبيدات الكيميائية والأسمدة النيتروجينية الثقيلة التي يمكن أن تؤدي إلى تلوث التربة والمياه الجوفية.

إدارة النفايات غير السليمة: التخلص السيء من النفايات الصلبة والسوائل يمكن ان تؤدي الى تلوث التربة والمياه الجوفية.

التغير المناخي: يعزز الانبعاث الزائد لغازات الاحتباس الحراري مثل ثاني أكسيد الكربون والميثان، التغير المناخي ويؤدي الى تأثيرات بيئية وصحية سلبية.

تلوث الضوضاء: ينتج عن ضوضاء الصناعية وحركة المركبات وانشطة البناء والحفر زيادة في مستويات الضوضاء والتلوث الضوضائي [9].

**1-8 الملوثات العضوية الثابتة:**

**1-8-1 تعريفها:**

هي مجموعة من المركبات العضوية الصناعية التي تتميز بخصائص خطيرة ومثبطة (POPs) الملوثات العضوية الثابتة للتحلل البيولوجي وقابلية عالية للتراكم في البيئة وتراكمها في أنسجة الكائنات

الحية. تشمل الملوثات العضوية الثابتة (PCDDs) و( PCBs) مجموعة متنوعة من المركبات مثل البيفينيلات العضوية الثنائية(PBDEs) (Aldrin) (Dieldrin) (HCB) (Acrylamide) وغيرها.

تعتبر الملوثات العضوية الثابتة موادًا سامة وعالمية الانتشار، حيث يتم نقلها عبر الهواء والماء والتربة عبر الحدود الجغرافية بعيدًا عن مواقع إصدارها الأصلية. تراكم هذه الملوثات في البيئة يمكن أن يؤدي إلى تأثيرات سلبية على الحياة البرية والنظم البيئية والصحة البشرية. تشمل التأثيرات السلبية المحتملة تلوث المياه والهواء، وتلوث التربة، وتأثيرات سلبية على الحياة البرية والحياة البحرية، وتأثيرات صحية مثل تأثيرات الهرمونات والتأثيرات السرطانية والتأثيرات على الجهاز العصبي [10].

### 1-8-2 أنواع الملوثات العضوية الثابتة ($pop_s$):

وفقا لاتفاقية ستوكهولم (مايو 2001)، يوجد في البداية اثنا عشر (12) نوعا من الملوثات العضوية الثابتة:

**Aldrine :** مبيد حشري يستخدم في التربة للقضاء على النمل الأبيض والجنادب والديدان جذور الذرة وغيرها من الآفات.

- ***Chlordane :*** يشيع استخدامه لمكافحة النمل الأبيض وكمبيد حشري لجميع أنواع المحاصيل.
- ***Trichoro-2.2-bis (4chlorophényl) éthane (DDT) :***

من المحتمل انها أشهر الملوثات العضوية الثابتة المعروفة، تم استخدام ال دي. دي. تي على نطاق واسع خلال الحرب العالمية الثانية لحماية الجنود والمدنيين من الملاريا والتيفوس والامراض الأخرى التي تنقلها الحشرات.

لايزال يستخدم لمكافحة البعوض في العديد من البلدان لمكافحة الملاريا.

- **Dieldrine :** يستخدم dieldrine لمكافحة النمل الأبيض وآفات النسيج، كما يستخدم لمكافحة الامراض التي تنقلها الحشرات في التربة الزراعية.
- **Dioxines :** هذه هي المواد الكيميائية التي يتم انتاجها بشكل للإرادي في حالة الاحتراق غير الكامل وأيضا اثناء تصنيع بعض مبيدات الآفات والمنتجات الكيميائية الأخرى.

علاوة على ذلك، يمكن ان تؤدي إعادة تدوير معادن معينة ومعالجة عجينة الورق الى إطلاق الديوكسينات، كما تم العثور على الديوكسينات في عوارم السيارات ودخان التبغ والخشب والفحم.

- **Endrine :** يتم رش هذا المبيد الحشري على أوراق القطن والحبوب ويعمل أيضا كمبيد للقوارض خاصة ضد الفئران.

- **Furannes :** هذه المركبات هي منتجات ثانوية غير مقصودة لنفس عمليات التصنيع من تلك التي تطلق الديوكسينات والتي توجد أيضا في مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور المنتجة لتجارة.
- **Heptachlore :** انه منتج يستخدم بشكل أساسي لقتل الحشرات والنمل الأبيض في التربة، ولكنه يستخدم أيضا بشكل شائع لمكافحة الحشرات التي تصيب القطن والجنادب وآفات المحاصيل الأخرى وكذالك البعوض الناقل للملاريا.
- **Hexa chlorobenzène (HCB) :** يستخدم hexa chlorobenzène كمبيد فطريات للمحاصيل الغذائية، كما انه منتج ثانوي لتصنيع مواد كيميائية معينة ونفس العمليات التي تطلق الديوكسينات والفيورانات.
- **Mirex :** يستخدم هذا المبيد الحشري بشكل أساسي لمكافحة النمل الناري وأنواع أخرى من النمل الأبيض، كما تم استخدامه كمثبط للهب في انتاج البلاستيك والمطاط والمعدات الكهربائية.
- **Diphényles poly chlorés (PCB) :** تستخدم هذه المركبات كسوائل ناقل حراري في الصناعة وتستخدم في المحولات الكهربائية والمكثفات، فضلا عن المواد المساعدة للدهانات والأوراق الخالية من الكربون والطلاء والبلاستيك.
- **Toxaphène :** يستخدم هذا المبيد الحشري ن المسمى أيضا camophechlore على القطن والحبوب والفواكه والمكسرات والخضروات، كما انها تستخدم لمحاربة القراد والعث في الماشية .[10]

### 3-8-1 خصائص الملوثات العضوية الثابتة:

تتميز ببعض الخصائص الرئيسية التي تجعلها محور اهتمام الباحثين والمختصين في الملوثات العضوية الثابتة (pops) في مجال البيئة، وفيما يلي بعض الخصائص الرئيسية للملوثات العضوية الثابتة:

**ثبات كيميائي**: تعتبر الملوثات العضوية الثابتة مركبات كيميائية ثابتة ومقاومة للتحلل

البيولوجي والكيميائي هذا يعني انها تستغرق وقتا طويلا لتحلل في البيئة وتظل قائمة لفترات طويلة.

**قابلية التراكم:** تتراكم الملوثات العضوية الثابتة في الكائنات الحية بما في ذلك النباتات والحيوانات والبشر، تتجمع هذه الملوثات في الانسجة الدهنية للكائنات الحية بنسب عالية نسبيا.

**انتشار عالمي**: تنتشر الملوثات العضوية الثابتة عبر الحدود الجغرافية وتعبر القارات والمحيطات بواسطة الرياح والتيارات المائية، وبالتالي يمكن العثور على هذه الملوثات في المناطق النائية والبعيدة عن مصادر الإصدار الاصلية.

**سمية وتأثيرات صحية**: تعتبر الملوثات العضوية الثابتة مواد سامة ولها تأثيرات سلبية على البيئة والصحة البشرية، يمكن ان تسبب مشاكل صحية مثل: الامراض السرطانية وتأثيرات على جهاز العصبي والمناعة والتناسلية.

**انتقال طويل المدى:** تنتقل الملوثات العضوية الثابتة عبر سلاسل الغذاء، حيث تتراكم في مختلف المستويات الغذائية [12].

# الفصل الثاني:

# الملونات وطرق تفكيكها

**2-الملونات:**

تشير كلمة "الملونات" في السياق العام إلى المركبات الكيميائية التي تعطي الأشياء أو المواد ألوانًا مميزة. يتم استخدام الملونات في مجموعة واسعة من التطبيقات، بما في ذلك الصناعات الغذائية والملابس والطباعة والدهانات وصناعة الأصباغ وغيرها تختلف الملونات في تركيبها الكيميائي وخواصها الفيزيائية والكيميائية. يمكن أن تكون الملونات عضوية أو لا عضوية، وتتوفر في مجموعة متنوعة من الأشكال بما في ذلك الصلبة والسائلة والمسحوق وتتوفر في مجموعة متنوعة من الأشكال بما في ذلك الصلبة والسائلة والمسحوق [13].

تم الحصول على اول صبغة اصطناعية الموفين (تستخدم للحرير والقطن) من قبل بركين في عام 1856، تأتي معظم الاصباغ من خمس مواد أولية أساسية وهي البنزين والتولوين والنفتالين والزيلين والانتراسين، وجميعها مستخلصة في البداية من النفط، يمكن تجميعها في التقدم التكنولوجي الحالي، ومعظمها يقدر الإنتاج العالمي من الاصباغ الاصطناعية بحوالي 700000طن /سنة في عام 1991، هناك حوالي 8000صبغة اصطناعية مختلفة كيميائيا، المدرجة في مؤشر اللون تحت 40,000اسم تجاري.

يتم تصنيف كل صبغة هناك تحت اسم رمزي يشير الى فئتها ودرجة لونها بالإضافة الى الرقم التسلسلي (على سبيل المثال: *CI* ACID ORANGE 7) [14].

**2-1 تعريف الملونات:**

الملونات هي مركبات كيميائية تتمتع بالقدرة على امتصاص الضوء وإعطاء الأشياء أو المواد ألوانًا مميزة. تتكون الملونات من جزيئات تسمى الصبغات (أو الأصباغ) التي تتفاعل مع الضوء عندما يصطدم بها تعتمد اللون الذي يعطيه الملون على طول موجة الضوء التي يمتصها أو ينعكس عنها، على سبيل المثال إذا كان الملون يمتص معظم أطوال الموجة في الطيف المرئي ما عدا اللون الأزرق فإنه سيظهر كمادة زرقاء بالمثل إذا كان ينعكس معظم أطوال الموجة الحمراء فإنه سيظهر كمادة حمراء [15].

**2-2 تصنيف الملونات:**

الملونات يمكن تصنيفها بناءً على عدة عوامل، بما في ذلك المصدر الطبيعي أو الصناعي للملونات، والبنية الكيميائية للملونات، وطرق تطبيقها واستخدامها هنا بعض أمثلة على تصنيفات الملونات:

### 2-2-1 تصنيف بناءا على المصدر:

- ملونات طبيعية: تشمل الملونات التي يتم استخراجها من مصادر طبيعية مثل النباتات والحيوانات والميكروبات.
- ملونات صناعية: تشمل الملونات التي يتم تصنيعها في المختبرات أو المصانع باستخدام عمليات كيميائية.

### 2-2-2 تصنيف بناء على البنية الكيميائية:

- ملونات عضوية: تشمل الملونات التي تحتوي على مركبات عضوية تحتوي على الكربون. على سبيل المثال، الأزو-الأصباغ والفيثالوسيانينات.

- ملونات لا عضوية: تشمل الملونات التي لا تحتوي على الكربون، مثل الملونات المعدنية مثل أكسيد الحديد وكرومات البوتاسيوم.

### 2-2-3 تصنيف بناء على الاستخدام:

- ✓ **ملونات صناعية :** تستخدم في صناعة الألياف والملابس والدهانات والأحبار والأصباغ الصناعية الأخرى.
- ✓ **ملونات غذائية:** تستخدم لإضافة اللون للأطعمة والمشروبات.
- ✓ **ملونات تجميلية:** تستخدم في منتجات التجميل ومستحضرات التجميل مثل أحمر الشفاه وظلال العيون.

هذه مجرد بعض الأمثلة لتصنيف الملونات وهناك المزيد من العوامل التي يمكن استخدامها لتصنيف الملونات بناءً على احتياجات الدراسة أو التطبيق المحدد [16].

### 2-3 تطبيق واستخدام الاصباغ:

الأصباغ (الملونات) تستخدم في مجموعة واسعة من التطبيقات في العديد من الصناعات. إليك بعض الاستخدامات الشائعة للأصباغ:

- ❖ **صناعة الألوان والأصباغ:** تستخدم الأصباغ في صناعة الألوان للأغراض المنزلية والصناعية. تُستخدم في صناعة الدهانات والطلاءات والأصباغ الملونة للألياف والورق والبلاستيك والمعادن.

❖ **الطباعة:** تُستخدم الأصباغ في صناعة الحبر الملون للطباعة على الورق والقماش والأفلام البلاستيكية والمواد الأخرى، تساهم الأصباغ في تحقيق مجموعة واسعة من الألوان والظلال في الطباعة.

❖ **صناعة الألياف والملابس:** تستخدم الأصباغ في صبغ الألياف النسيجية مثل القطن والصوف والحرير لإضفاء الألوان المختلفة والزخارف على الملابس والأقمشة.

❖ **صناعة الأغذية والمشروبات:** تُستخدم الأصباغ في صناعة الأغذية والمشروبات لإضفاء الألوان الجذابة على المنتجات الغذائية مثل الحلويات والمشروبات الملونة والمنتجات الغذائية الأخرى مثل الحلويات والمشروبات الملونة والمنتجات الغذائية الأخرى.

❖ **صناعة الأدوية والمستحضرات التجميلية:** تستخدم الأصباغ في صناعة الأدوية والمستحضرات التجميلية لإعطاء الألوان المميزة للمنتجات مثل المستحضرات التجميل [17].

### 4-2 تقنيات ازالة الملونات:

توجد العديد من التقنيات المستخدمة في إزالة الملونات من المياه والمواد الأخرى. هنا بعض التقنيات الشائعة لإزالة الملونات:

- **الترسيب الكيميائي:** تعتمد هذه التقنية على إضافة مواد كيميائية مثل الأملاح أو الأكسدة للماء الملون، مما يؤدي إلى تكوين ترسبات غير قابلة للذوبان تحتوي على الملونات. يمكن بعدها إزالة الترسبات بواسطة الترشيح أو الترسيب.
- **التبادل الأيوني:** يعتمد هذا النوع من التقنية على تبادل الأيونات الملونة بأيونات أخرى غير ملونة، يتم استخدام مواد مبادلة للأيونات مثل الراتنجات الأيونية لامتصاص وازالة الملونات من المحلول.
- **الأكسدة:** تستخدم هذه التقنية مؤكسدات قوية لتحطيم الملونات وتحويلها إلى مركبات لا ملونة. يمكن استخدام الأكسدة الكيميائية أو الأكسدة البيولوجية باستخدام الكائنات الحية المؤكسدة.
- **الفعالية البيولوجية:** تعتمد على استخدام الكائنات الحية مثل البكتيريا والفطريات والنباتات لتحطيم وتحويل الملونات إلى مركبات غير ملونة، يمكن استخدام هذه الكائنات في عمليات معالجة مياه الصرف الصحي أو في أنظمة الحدائق المائية [18].

## 2-5 طرق تفكيك الملوثات:

### 2-5-1 التفكك الضوئي:

وفقًا للدراسات، تتم إزالة بعض الملوثات في الماء عن طريق المعالجات التقليدية مثل الترشيح الغشائي والتخثر الكيميائي والمعالجة البيولوجية وما إلى ذلك، أو كانت النتائج غير مرضية، وفي هذه الحالة تم استخدام طريقة التفكك الضوئي (تقنية الأكسدة).

تقنية بصرية متطورة تتكون من تمزيق روابط المادة الكيميائية وتحويلها إلى جزيئات أخف من أجل التخلص من هذه الملوثات.

وعادة ما يكون هذا الضوء مرئي أو فوق بنفسجي وهما نوعان:

### 2-5-2 تفكك ضوئي كيميائي مباشر:

يمكن أن تتسبب أشعة الضوء المباشرة في تحلل الملوثات، ولكن من أجل حدوث ذلك، يجب أن تكون الملوثات شديدة الامتصاص للضوء من أجل إثارة والتفاعل مع الأكسجين المذاب في الماء قبل أن يتحول إلى منتجات ثانوية.

جزيء في طيف الامتصاص للتحولات الإلكترونية المختلفة بين مدارات الجزيئات المرتبطة وغير المربوطة، أو المضادة للترابط، وهي من نوع:

### 2-5-3 التفكك الكيميائي الضوئي المحفز:

في أوائل السبعينيات، بدأ العمل على التحفيز الضوئي عندما تم اقتراح طريقة تتضمن ضوء الأشعة فوق البنفسجية وثاني أكسيد التيتانيوم.

أثبتت العديد من الدراسات فعالية هذه التقنية في القضاء على الملوثات في مجال معالجة المياه، بما في ذلك مجموعة متنوعة من المواد العضوية.

يمكن استخدام مواد مختلفة جدًا، بما في ذلك الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة ومركبات الأكسجين ومبيدات الآفات والأصباغ والأحماض الدهنية ومشتقات المركبات العطرية، في هذه الطريقة. هناك نوعان من تفاعلات الضوء، متجانسة (Photocatalyse homogène) إذا كان المحفز قابل للذوبان في الماء، مثل تنغستات الصوديوم $NAW_{10}O_{32}$ .

وإذا كان المحفز مثل ثاني أكسيد التيتانيوم $TiO_2$، لا يذوب في الماء، فهوغير متجانس (التحفيز الضوئي hétérogène).

**أ- التفكك الكيميائي الضوئي المحفز المتجانس:**

تتضمن الطريقة التحفيزية المتجانسة تكوين نواتج ثانوية غير مستقرة بين المحفز والمواد المتفاعلة التي عندها التفكك والمحفز يتم استعادته ثانيًا، وبشكل عام هذه التفاعلات في فئتين (اختزال / أكسدة) و (حمض / قاعدي).

يتم استخدام التجانس التحفيزي الضوئي، وتعتمد سرعة تفاعلات العملية المتجانسة للمحفز على العديد من العوامل مثل تركيز المواد المتفاعلة، وتركيز المحفز، ودرجة الحرارة والضغط.

**ب- التفكك الكيميائي الضوئي المحفز غير المتجانس:**

تحدث هذه التقنية عندما يكون المحفز من أشباه الموصلات مثل ثاني أكسيد الأنسب للاستخدام كمحفز ضوئي للعديد من المزايا، على سبيل المثال، فهو مستقر حرارياً وغير سام ومقاوم للتآكل ويتطلب معالجة وتحضير أقل من أشباه الموصلات الأخرى مما يجعلها أقل تكلفة أيضًا، لها خواص فيزيائية وكيميائية موضحة في الجدول (2-1):

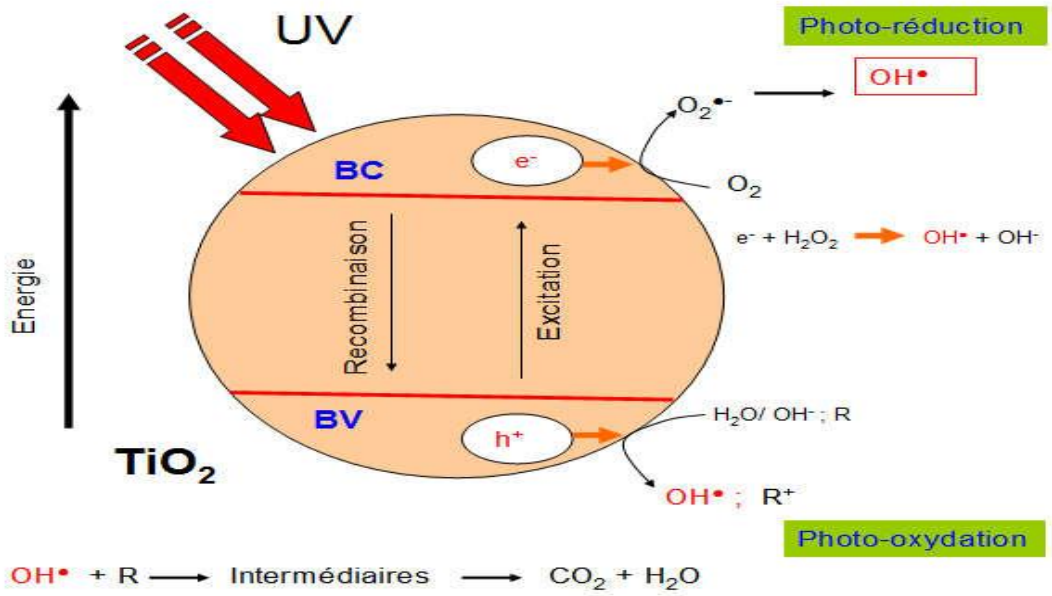
**الجدول 2-1:** خصائص ثاني أكسيد التيتانيوم (TiO2):

| | |
|---|---|
| ثاني أكسيد التيتانيوم | الاسم النظامي |
| $TIO_2$ | الصيغة الكيميائية |
| 79.87g/mol | الكتلة الجزيئية |
| ابيض | المظهر |
| $g/cm^3$4.23 | الكثافة |
| 1870C° | نقطة الانصهار |
| 2972C° | نقطة الغليان |
| 298.13 J/mol C° | الحرارة النوعية |
| لا يذوب في الماء | الانحلالية |

نظرًا لأن أشباه الموصلات عبارة عن محفزات ضوئية ولا تحتوي على فجوة طاقة، تحدث تفاعلات التحفيز الضوئي في وجودها. على سبيل المثال، يحتوي $TIO_2$ على فجوة طاقة بين نطاق التكافؤ ونطاق التوصيل يساوي Eg = 3.2 eV، وهو ما يساوي طاقة الفوتون.

يقع الفوتون الذي يبلغ طوله الموجي 388 نانومتر في طيف الأشعة فوق البنفسجية.

تم توضيح آلية التفاعل:




**الشكل (2-1):** الية التحفيز الضوئي الكيميائي باستخدام (TIO2)

من خلال الشكل الواضح أن مادة أشباه الموصلات تمتص الطاقة من مصادر الأشعة فوق البنفسجية، مثل تلك الآتية من الشمس، والتي تساوي على الأقل فجوة الطاقة. نتيجة لذلك، تنتقل الإلكترونات من نطاق التكافؤ (BV) إلى نطاق التوصيل (BC)، تاركة إلكترونًا سالبًا (e-) في نطاق التوصيل وثقبًا موجبًا (h +) في نطاق التكافؤ. وفقًا للمعادلة التالية، فإن الثقب الموجب عبارة عن مادة مؤكسدة قوية يمكنها أكسدة الجسيمات حسب المعادلة التالية [19]:

$$TiO_2 + hv\ (UV) \rightarrow TiO_2(e^-, h^+)$$

**▪عند حزمة التكافؤ BV:**

الفجوة الموجبة h + في ثاني أكسيد التيتانيوم تعمل على تحويل جزيء الماء إلى هيدروجين وهيدروكسيل وفقا للتفاعل التالي:

$$TiO_2\,(h^+) + H_2O_{ads} \rightarrow TiO_2 + H^+ + OH$$

**▪عند حزمة التوصيلBC :**

يتفاعل الإلكترون $e^-$ مع جزيء الأكسجين ويعطي أيون مؤكسد قوي جدا وهذا ما توضحه المعادلة التالية:

$$TiO_2(e^-) + O_2 \rightarrow O_2^- + TiO2$$

## 6-2 الامتزاز:L'adsorption

تعد تقنيات فصل الامتزاز من أهم تقنيات الفصل. تستخدم على نطاق واسع لفصل وتنقية الغازات والسوائل في مختلف المجالات، بدءًا من الصناعات البترولية والبتروكيماوية والكيميائية إلى التطبيقات البيئية والصيدلانية.

### 1-6-2 تعريف الامتزاز:

يمكن تعريف الامتزاز على أنه العملية الأساسية للهندسة الكيميائية، والتي تستغل قدرة بعض المواد الصلبة على تركيز مكونات المحلول بشكل خاص على سطحها، مما يسمح بفصلها، المادة الصلبة تسمى الممتزة والمادة التي يمتصها هي الممتزات أو المذابة بشكل شائع. هناك عدة أنواع من الامتزاز تختلف في طبيعتها والطاقات المتضمنة فيها [20].

### 2-6-2 أنواع الامتزاز:

#### أ-الامتزاز الفيزيائي:

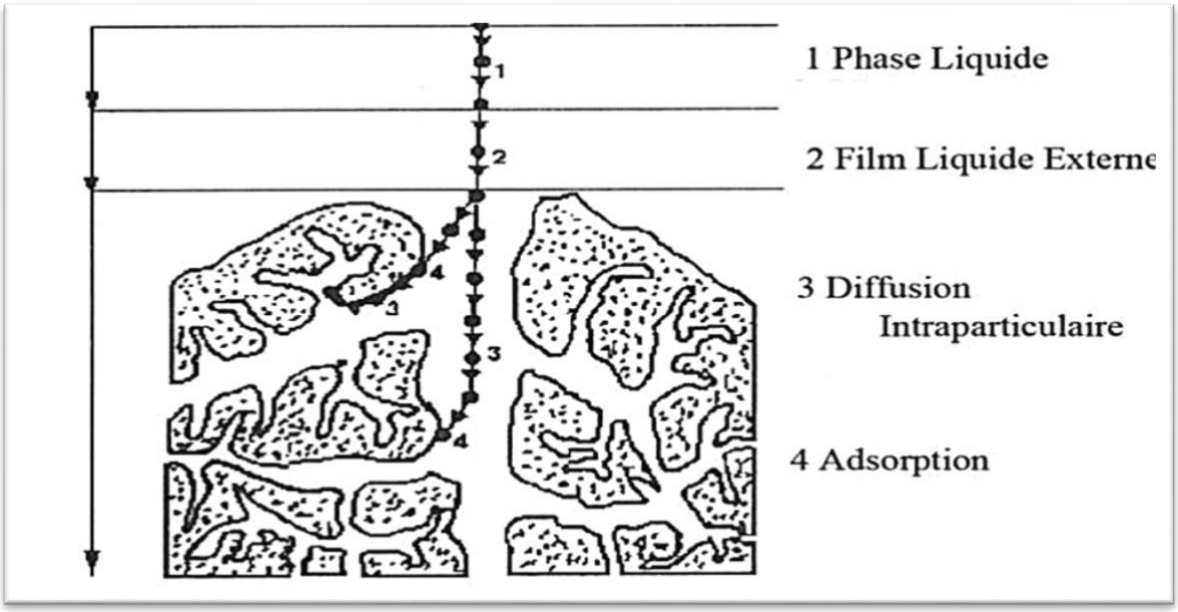
هو عملية امتصاص جسيمات او مركبات من مادة واحدة داخل مادة أخرى دون تغيير في التركيب الجزيئي للمواد يمكن أن يكون هذا النوع من الامتزاز مؤقتا وقابلا لانفصال بسهولة.

#### ب-الامتزاز الكيميائي:

عكس التفاعل الفيزيائي وهو عملية تفاعل كيميائي حيث تتفاعل جزيئات أو ذرات المادة الممتزة لتشكيل مركبات جديدة تختلف عن المواد الأصلية من حيث التركيب الجزيئي [22].

### 3-6-2 وصف الية الامتزاز:

يحدث الامتزاز [21] بشكل رئيسي في أربع خطوات. يمثل الشكل مادة صلبة (ممتزات) مع مناطق مختلفة حيث يمكن العثور على الجزيئات العضوية أو غير العضوية التي من المحتمل أن تتفاعل مع المادة الصلبة.




**الشكل (2-2) :** مجالات وجود المذاب أثناء الامتزاز على مادة صغيرة يسهل اختراقها.

قبل امتصاصه، يمر المذاب بعدة مراحل:

1) انتشار المادة الممتزة من المرحلة السائلة الخارجية إلى تلك الموجودة بالقرب من سطح المادة الماصة.

2) الانتشار الحبيبي الاضافي للمادة (نقل المذاب من خلال الفيلم السائل باتجاه سطح الحبوب).

3) نقل المادة داخل الحبيبات (نقل المادة في البنية المسامية للسطح الخارجي للحبوب نحو المواقع النشطة).

4) تفاعل الامتزاز عند التلامس مع المواقع النشطة، بمجرد امتزاز الجزيء يعتبر غير متحرك.

### 2-6-4 العوامل المؤثرة على الامتزاز:

تتعدد العوامل التي تؤثر على الامتزاز، وهي القابلية للذوبان (الملوثات القابلة للذوبان تمتاز بسهولة أكبر)، والبنية الجزيئية (السلاسل المتفرعة تمتاز بسهولة أكبر)، والشحنة الجزيئية (الجزيئات الكبيرة يتم امتصاصها بسهولة أكبر من الجزيئات الصغيرة)، والقطبية (الجزيئات غير القطبية أكثر سهولة الاحتفاظ بها)، ودرجة الحموضة (مهم لمعرفة قيمة الأس الهيدروجيني(pH) ودرجة الحرارة.

### 2-6-5 مجال تطبيق الامتزاز:

يوجد العديد من التطبيقات لتقنية الامتصاص، تنتج ثلاث خصائص تميزه عن عمليات الفصل الأخرى:

- الاحتفاظ بالجسيمات الصغيرة جدًا، مثل الغرويات

- الاحتفاظ بالمكونات بتركيز منخفض جدًا، على سبيل المثال الشوائب أو جزيئات المعادن والأيونات التي تعطي المنتج ألوانًا أو روائح أو نكهات كريهة.
- انتقائية المادة الماصة فيما يتعلق ببعض مكونات الخليط، من بين التطبيقات:

- التجفيف.
- تنقية الغازات وإزالة الروائح الكريهة.
- تكرير المنتجات البترولية.
- الحفز التلامسي.
- إزالة الرطوبة من الهواء.
- استعادة المذيبات المتطايرة والكحول في عملية التخمير.
- تغير لون السوائل [20] .

# الجزء التطبيقي

# الفصل الثالث:

# دراسة تفكيك الملون أزرق المثيل وأسود الايريوكروم T

**تمهيد:**

في هذا الفصل نقوم بتفكيك الملون أسود الايروكروم T بتعريصه لمصباح UV، في وجود قطب المعدل ITO/TIO2 وازرق المثيل بتعريضه لمصباحUV، وأشعة الشمس في وجود القطب (ITO) و( $ITO/TIO_2$) .

يعود اختيار هذه الاصباغ الى وجود الخصائص التالية: [23]

- الذوبانية المرتفعة في الماء
- كثرة استعمالها في مخابر والمصانع
- إمكانية التحليل بواسطة مطيافية الاشعة فوق البنفسجية (UV visible)

**1-3 التعريف بالعينات:**

**1-1-3 أسود الايروكروم T:**

هي مادة صلبة بلورية تعتبر صبغ ازو، وتوجد على شكل مسحوق اسود اللون، ومادة اسود الايروكروم T قابلة لذوبان في الماء وغير قابلة لذوبان في الإيثانول والاسيتون والبيو تا نول، تستعمل كدليل في معايرات المعقدات وهذه المادة مسرطنة لذلك يجب التعامل معها بكل حذر [24].

**2-1-3 أزرق المثيل:**

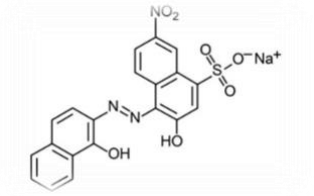
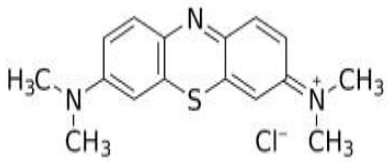
وهو مادة صلبة بلورية عديمة الرائحة قابلة للذوبان في الماء وبدرجة أقل، في الإيثانول. في حالته النقية، يأتي على شكل مسحوق أخضر غامق؛ نجده تجاريا أيضا على شكل ملح مزدوج مع كلوريد الزنك.

يمكننا إعداد هذا المركب عن طريق معالجة ثنائي ميثيل-4-فينيليندياامين مع كبريتيد [25].

وتدعى أيضا تترا مثيل كلوريد وهي عبارة عن صيغة كاتيونية (قاعدية)، فهو مركب كيميائي حلقي غير متجانس [23].

تتميز كل منهما بخصائص فيزيائية وكيميائية التي نلخصها في الجدول التالي (3-1) : [23,24]

**الجدول (3-1)**: يوضح الخصائص الفيزيائية والكيميائية لأزرق المثيل وأسود الايروكروم T

| | أزرق المثيل | اسم العينة |
|---|---|---|
|  |  | البنية الكيميائية |
| 461.38 غرام /مول | 319.85غرام /مول | الكتلة المولية |
| $C_{20}H_{12}N_3O_7SNa$ | $C_{16}H_{18}ClN_3S$ | الصيغة الكيميائية |
| / | 190درجة مئوية | درجة الانصهار |
| / | 50غرام /ل في الماء<br>10غرام /ل في الايثانول | الذوبانية<br>C°20 |
| | Bis (diméthylamino) - phenothiazin-5-ium-3.7-chloride | الاسم النظامي |

المواد والأدوات الأجهزة المستخدمة خلال جميع مراحل العمل ذات مواصفات وخواص تحليلية مبينة فيما يلي:

### 2-3 المواد والادوات المستعملة:

- ✓ أسود الايروكروم T
- ✓ أزرق المثيل
- ✓ ماء مقطر
- ✓ بيشر +حوجلة
- ✓ ملعقة +أنبوب مدرج
- ✓ ميزان إلكتروني+ بطارية 0.1V

### 3-3 مطيافية فوق البنفسجية والمرئية UV and Visible Spectroscopy:

يعد التحليل الطيفي الإلكتروني أحد الأساليب الطيفية التي تعتمد على امتصاص الضوء فوق البنفسجي.

نظرًا لأن امتصاص الإشعاع في هاتين المنطقتين يتسبب في إثارة الإلكترونات في الجزيء، فقد تم تسمية هذين الطولين الموجيين باسم الأشعة فوق البنفسجية والمرئية. في حين أنه يعتمد على مدى امتصاص هذا الأخير.

تنقل جزيئات المادة الموجودة في المحلول الإشعاع، وهذا الامتصاص يتناسب تمامًا مع التركيز [26].

حسب قانون بيرلامبرت $A = \varepsilon L C$

ان المجال الطيفي لهذا النوع من الطيف، ينحصر ما بين 100و 800 نانومتر [27].

**الجدول (3-2):** يمثل المجال الطيفي ما بين 100و 800 نانومتر

| | الاشعة فوق البنفسجية البعيدة | الاشعة فوق البنفسجية القريبة | الاشعة المرئية |
|---|---|---|---|
| $\lambda$(nm) | 100-200 | 200-350 | 350-800 |

ان مجال الاشعاع الكهرومغناطيسي في الإشعاعات فوق البنفسجية أو المرئية، يتطلب طاقة كافية لإعادة التنظيم الالكتروني الجزيئي، فالجزيئات تنتقل من بنية الكترونية الى أخرى. ان التغيير في التنظيم الالكتروني يترافق مع التغيير في هندسة الجزيء وحالته الاهتزازية.

**الصورة (3-1):** جهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية UV-VIS .

### 4-3 مكونات جهاز UV- Visible الأساسية:

يتكون من عدة مكونات أساسية، الشائعة لجهاز قياس الطيف المرئي والفوق البنفسجي [28] (UV-visible) وهي:

**مصدرًا الضوء:** الذي يتم إرساله من خلال العينة.

- **شبكة التشتت:** تستخدم لتشتيت الضوء الوارد من المصدر في طيف الألوان المختلفة يتم استخدام شبكة التشتت للفصل بين الألوان المختلفة في الضوء وتوجيهها إلى الأجزاء اللازمة من الجهاز.

- **العينة:** تعتبر العينة المراد قياسها جزءًا أساسيًا من الجهاز، يتم تعريض العينة للضوء واستيعابها أو انعكاسها أو انتقالها للضوء يعكس معلومات حول خواصها البصرية.

- **نظام الكشف:** يتم استخدام جهاز كشف لقياس كمية الضوء المستقبلة بعد مرورها عبر العينة. يمكن أن يكون الكشف عبارة عن مجموعة من الخلايا الضوئية المتخصصة أو مجموعة من الأجهزة الإلكترونية الحساسة للضوء.

- **نظام التحكم والقياس:** يتضمن الجهاز نظامًا للتحكم والقياس يسمح بتعيين شروط القياس وضبط المعلومات المختلفة مثل الطول الموجي والتركيز ومعامل الامتصاص وغيرها.

- **الحاسوب والبرمجيات:** يتم استخدامها لإدخال المعلومات وعرض النتائج.

### 5-3 التجربة الأولى: مسحوق الايروكروم T

**الصورة (3-2):** محلول أسود الايروكروم T

### 1-5-3 خطة العمل:

- من اجل تحضير محلول تركيزه $4.9\times10^{-4}$ مول /ل نتبع خطوات التالية:
- تم وزن 0.23غ من الملون اسود الايروكروم T.
- تمت اذابته في الكمية الموزونة في100مل من الماء المقطر، ثم تعديله الى خط العيار في الحوجلة، ثم نرج قليلا الى أن يمتزج المحلول.
- ثم نقوم بتغليف الحوجلة بورق الألمنيوم من أجل عدم تعرض المحلول للضوء.

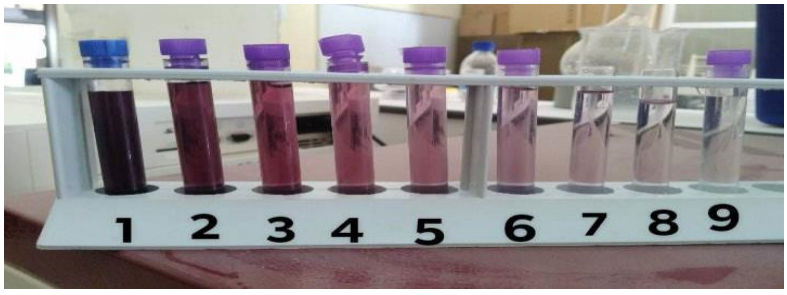
### 2-5-3 منحنى المعايرة لأسود الايروكروم T:

تم تحضير محاليل مخففة ذات تراكيز من 1الى 9مول / ل وذلك انطلاقا من محلول أسود الايروكروم T (تركيزه 0.000049 حسب قانون التمديد ($C_1 V_1=C_2 V_2$)، كما موضحة في الجدول **(3-3)**، ثم يتم تحليلها بواسطة جهاز الطيف الضوئي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية. وهكذا ننشئ منحنى الامتصاصية لتراكيز المختلفة الشكل (3-1):

**الجدول (3-3):** يوضح قيم التراكيز المختلفة لمحاليل اسود الايروكروم T

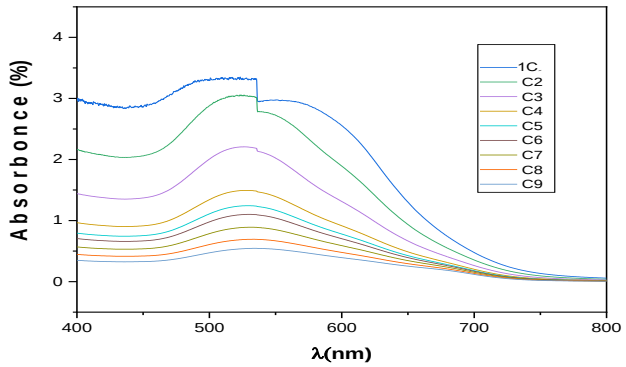
| نوع | حجم المحلول الابتدائي (ل) | حجم المنزوع (ل) | حجم الماء المضاف (ل) | حجم الإجمالي (ل) | تركيز (مول /ل) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0.1 | 0.9 | 1 | 0.000049 |
| 2 | 1 | 1 | 0.5 | 1.5 | 0.000032 |
| 3 | 1 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 0.000021 |
| 4 | 1 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 0.000014 |
| 5 | 1.3 | 0.2 | 0.2 | 1.5 | 0.000012 |
| 6 | 1.3 | 0.2 | 0.2 | 1.5 | 0.000010 |
| 7 | 1.2 | 0.3 | 0.3 | 1.5 | 0.0000087 |
| 8 | 1.2 | 0.3 | 0.3 | 1.5 | 0.0000097 |
| 9 | 1.2 | 0.3 | 0.3 | 1.5 | 0.000055 |

**ملاحظة:** علما ان كل تركيز نهائي من محلول الأول هو تركيز ابتدائي في المحلول الثاني الخ .....




**الصورة (3-3):** صورة لعينات مسحوق الايروكروم T في أنابيب اختبار بتراكيز مختلفة من (1الى 9).

ثم سجلت قيم الامتصاصية لتراكيز المختلفة لمسحوق الايروكروم T بجهاز UV-visible حسب الشكل التالي :



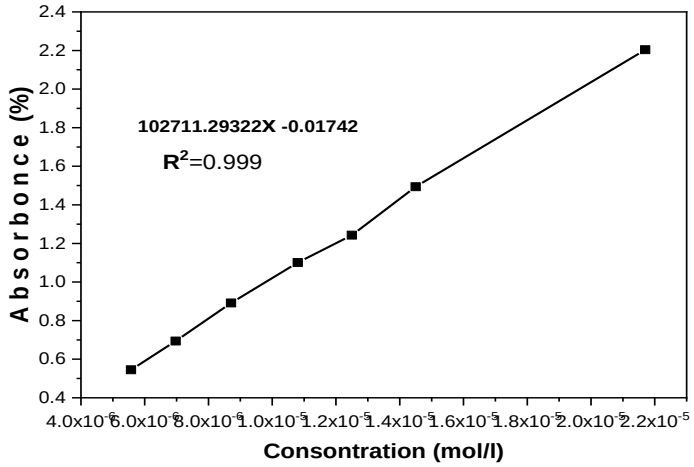

**الشكل (3-1):** يوضح تغيرات الامتصاصية لتراكيز المختلفة لأسود الايروكروم T بدلالة طول الموجة.

انطلاقا من النتائج المتحصل عليها من الشكل (3-1) نأخذ قمم الامتصاصية المطابقة لكل محلول ونرسم منحنى المعايرة الامتصاصية المختلفة بدلالة التركيز لنحصل على الجدول (3-4) ادناه:

**جدول (3-4):** يوضح قيم التراكيز والامتصاصية لتفكيك ملون أسود الايروكروم T

| تركيز | الامتصاصية (%) |
|---|---|
| 0.000055 | 0.545 |
| 0.0000097 | 0.694 |
| 0.0000087 | 0.891 |
| 0.000010 | 1.101 |
| 0.000012 | 1.243 |
| 0.000014 | 1.494 |
| 0.000021 | 2.204 |
| 0.000032 | / |
| 0.000049 | / |
| | |

انطلاقا من الجدول (3-4) رسمنا منحنى المعايرة التالي:




**الشكل (3-2):** منحنى المعايرة لاسود الايروكروم T بدلالة التركيز

**جدول (3-5):** يوضح احداثيات خط المعايرة لاسود الايروكروم T

| | |
|---|---|
| Equation | Y = a + b*x |
| Plot | A |
| Weight | No Weitling |
| Intercept | -0.01742 ± 0.01625 |
| Slope | 102711.29322 ± 1290.63218 |
| Residual Sum of Squares | 0.00148 |
| Pearson's R | 0.99961 |
| R-Square (COD) | 0.99921 |
| Adj. R-Square | 0.99905 |

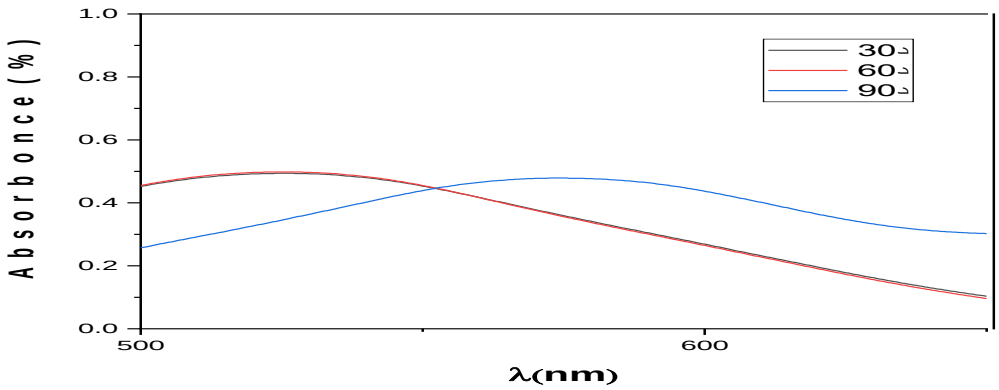
## 3-6 التحفيز الضوئي لأسود الايروكروم T

### 3-6-1 خطوات العمل:

من أجل تحضير محلول الأم أسود الايروكروم T نتبع الخطوات التالية:

- نزن 2 مغ من الملون أسود الايروكروم T.
- تمت اذابة الكمية الموزونة في 500مل من الماء المقطر في حوجلة ونرجها جيدا الى أن تمتزج.
- ثم نقوم بتغليف الحوجلة بورق الألمنيوم من أجل عدم تعرض المحلول للضوء.

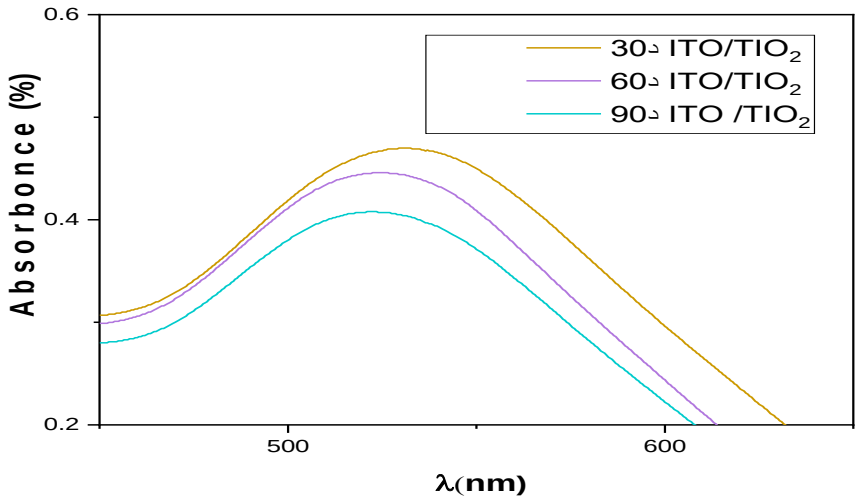
1. تم أخذ ثلاث بيشرات، ووضع في كل بيشر حجم معين من محلول اسود الايروكروم T، ويتم تعريضها على مصباح UV في أزمنة مختلفة 30د، 60د90د، ثم نسجل الامتصاصية على جهاز UV-visible فتحصلنا على **الشكل** (3-3):




**الشكل (3-3):** منحنى يوضح امتصاصية اسود الايروكروم T بدلالة طول الموجة في ازمنة مختلفة

### 3-6-2 التحفيز الضوئي في وجود القطب المعدل $ITO/TIO_2$:

- تم أخذ ثلاث بيشرات، ووضع في كل بيشر حجم معين من محلول أسود الايروكروم T، وتم غمسها بقطب $ITO/TIO_2$، ثم تم تعريضها على مصباح UV في أزمنة مختلفة 30د,60د,90د، حيث تم تسجيل الامتصاصية على جهاز UV-visible فتحصلنا على الشكل (3-4):




**الشكل (3-4):** منحنى يوضح الامتصاصية لاسود الايروكروم T بالقطب المعدل $(ITO/TIO_2)$ بدلالة طول الموجة خلال أزمنة مختلفة

- انطلاقا من النتائج المتحصل عليها الشكل (3-3) والشكل (3-4) للامتصاصية بدلالة طول الموجة، نأخذ قيم الامتصاصية ونسقطها على منحنى المعايرة لاسود الايروكروم T نجد التراكيز، عن طريق معادلة المستقيم $ax + b$ حيث a وb ثوابت في معادلة :
- بالنسبة لتحفيز الضوئي لمسحوق الايروكروم T بدون محفز تكون التراكيز متقاربة تقريبا.

### 3-6-3 التراكيز عند التفكيك في وجود القطب المعدل $ITO/TIO_2$:

**الجدول (3-6):** يمثل التراكيز عند التفكيك في وجود القطب المعدل ITO/TIO2

| الزمن | الامتصاصية | A | B | تركيز $10^{-6}$( مول / ل) |
|---|---|---|---|---|
| 0 د | 0.494 | 102711.2932 | -0.01742 | 4.97 |
| 30د | 0.47 | 102711.2932 | -0.01742 | 4.74 |
| 60د | 0.446 | 102711.2932 | -0.01742 | 4.51 |
| 90د | 0.408 | 102711.2932 | -0.01742 | 4.14 |

ملاحظة: قطع زجاج ITO والقطب المعدل TIO2/ITO المستخدمة في العمل التجريبي لم نتطرق لانشائها ، بل وجدناها جاهزة في المخبر الجامعي.

### 3-6-4 حساب المردود:

**عند الزمن 90 د:**

$$A = a.C_e + b \quad \text{.....} \quad (1)$$

$$A = 102711.2932\ X + 0.01742 \quad \text{.....} (2)$$

بالمطابقة 1مع 2 نجد:

$$Ce = \frac{A - 0.01742}{102711.2932}$$

$$Ce = \frac{0.408 - 0.01742}{102711.2932}$$

$$Ce = 3.802 \times 10^{-6} mol/l$$

$$(\%) = \frac{C0 - Ce}{C0} \times 100 = \frac{\mathbf{4.1419\times10^{-6} - 3.802\times10^{-6}}}{\mathbf{4.1419\times10^{-6}}} \times 100 = 8$$

نلخص قيم المردود لاسود الايروكروم T في جدول التالي:

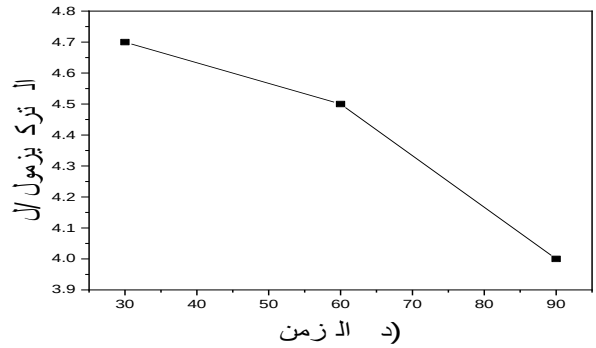
**الجدول (3-7):** مردود أسود الايروكروم T

| في وجود قطب المعدل $ITO/TIO_2$ | محلول اسود الايروكروم T | |
|---|---|---|
| 7 | 8 | المردود (%) |

### 3-6-5 الاستنتاج:

نستنتج ان في تحفيز الضوئي لأسود الايروكروم T يوجد تفكيك للملون حيث التركيز والامتصاصية في تناقص، و نسبة المردود تصل 8%.

- **علاقة التركيز بزمن:**




**الشكل (3-5)**: يوضح تركيز أسود الايروكروم T بوجود قطب $ITO/TIO_2$ بدلالة الزمن

### 3-7 التجربة الثانية: أزرق المثيل

**الصورة (3-4):** محلول أزرق المثيل

### 3-7-1 تحضير محلول الام (أزرق المثيل):

من اجل تحضير محلول تركيزه $10^{-4}$ مول/ل نتبع الخطوات التالية:

- تم وزن $4.1\times10^{-3}$ غ من ازرق المثيل.

- ثم نضيف الكمية في حوجلة، ونكمل كمية الماء 125.6مل المتبقية، وصولا الى خط العيار ونرج قليلا الى ان تمتزج.

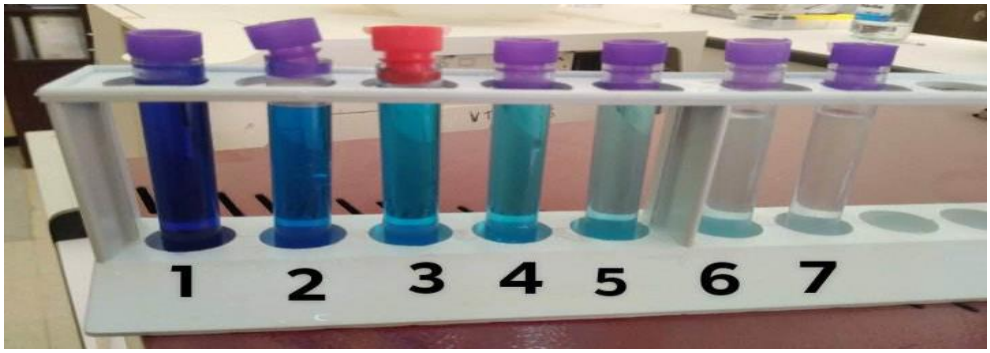
### 2-7-3 منحنى المعايرة أزرق المثيل:

تم تحضير محاليل مخففة ذات تراكيز من $10^{-4}$ الى $10^{-8}$، وذلك انطلاقا من محلول الام تركيزه $C_0 = 10^{-4}$ مول/ل حسب قانون التمديد ($C_1 V_1 = C_2 V_2$) الموضح في الجدول (3-8)، ثم يتم تحليلها بواسطة جهاز الطيف الضوئي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية وهكذا ننشئ منحنى الامتصاصية لتراكيز المختلفة الشكل (3-6) :

**ملاحظة:** علما أن كل تركيز نهائي من محلول الأول هو تركيز ابتدائي في المحلول الثاني .... الخ

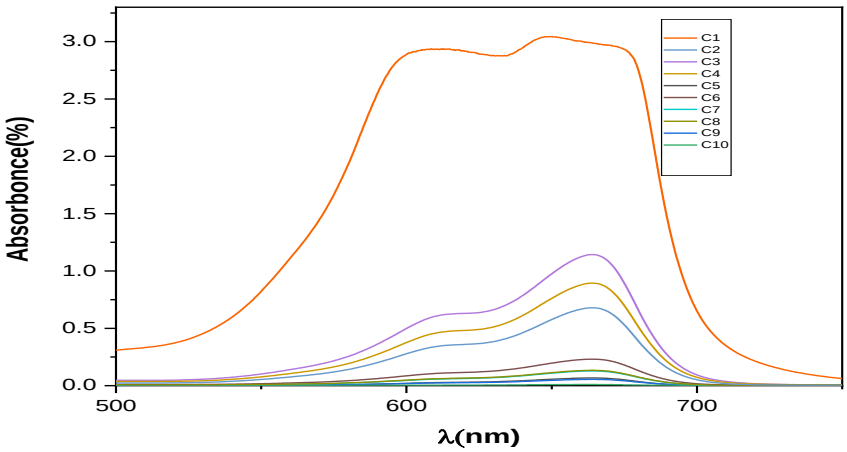
**الجدول (3-8):** جدول يوضح قيم التراكيز المختلفة لمحاليل أزرق المثيل

| نوع | حجم محلول الام (l) | حجم الماء المضاف (l) | التركيز (مول/ل) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 10 | 0.00001 |
| 2 | 1 | 5 | 0.00002 |
| 3 | 1 | 7 | 0.0000142 |
| 4 | 1 | 10 | 0.000001 |
| 5 | 1 | 5 | 0.000002 |
| 6 | 1 | 4 | 0.0000025 |
| 7 | 1 | 2 | 0.000005 |




**الصورة (3-5):** صورة لعينات أزرق المثيل في أنابيب اختبار بتراكيز مختلفة

ثم سجلنا قيم الامتصاصية لتراكيز المختلفة لأزرق المثيل بجهاز UV-visible الموضحة حسب الشكل (6-3):




**الشكل (3-6):** منحنى يوضح تغيرات الامتصاصية لتراكيز المختلفة لازرق المثيل بدلالة طول الموجة

انطلاقا من النتائج المتحصل عليها من الشكل (3-6) نأخذ قمم الامتصاصية المطابقة لكل محلول ونرسم منحنى معايرة الامتصاصية المختلفة بدلالة التركيز لنحصل على الجدول (3-9) ادناه:

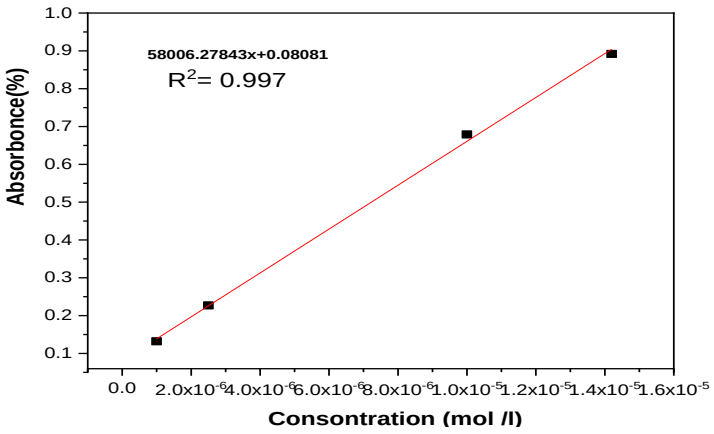
**الجدول (3-9):** يوضح قيم التراكيز والامتصاصية لتفكيك أزرق المثيل

| الامتصاصية (%) | التركيز (مول /ل) |
|---|---|
| 1.143 | $10^{-5}$ |
| 0.894 | 0.00002 |
| 0.679 | 0.000014 |
| 0.231 | $10^{-6}$ |
| 0.134 | 0.000002 |
| 0.128 | 0.0000025 |
| 0.055 | 0.000005 |

**الجدول (3-10):** يوضح إحدثيات خط المعايرة لأزرق المثيل.

| | |
|---|---|
| Equation | Y = a + b*x |
| Plot | Abs |
| Weight | No Weighting |
| Intercept | 0.08081 ± 0.01325 |
| Slope | 58006.27843 ± 1508.32201 |
| Residual Sum of Squares | 5.32665E-4 |
| Pearson's r | 0.99932 |
| R-Square (COD) | 0.99865 |
| Adj. R-Square | 0.99797 |

انطلاقا من الجدول (3-10): رسمنا منحنى المعايرة الشكل(3-7) :




**الشكل (3-7)**: منحنى المعايرة لأزرق المثيل بدلالة التركيز

تمر دراستنا لأزرق المثيل عبر طريقتين:

طريقة التحفيز الضوئي تحت مصباح UV.

طريقة التحفيز الضوئي تحت أشعة الشمس.

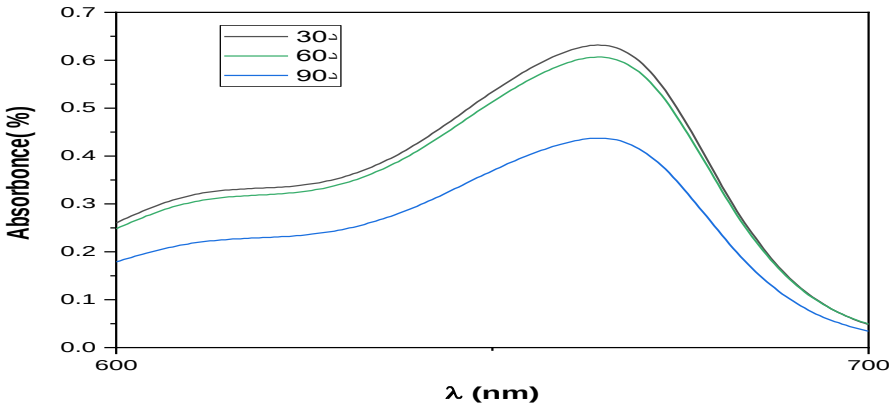
### 3-8- التحفيز الضوئي لأزرق المثيل تحت مصباح UV:

#### 3-8-1 طريقة العمل:

- تم اخذ 1مل من محلول الام ونضعها في بيشر تركيزه 0.0001 مول /ل

ونضيف 10مل،5مل،7مل بالترتيب من الماء المقطر كل على حدى ونسجل الامتصاصية على جهاز UV-visible.

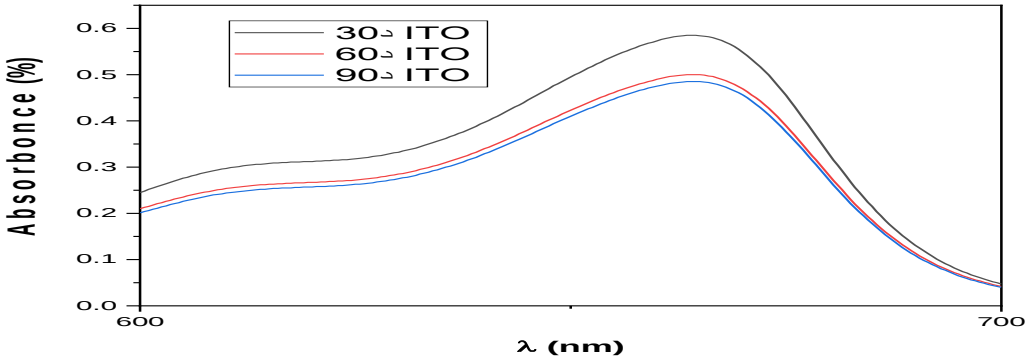
- تم اخذ 1مل من محلول (1) في بيشر تركيزه 0.00001 مول/ل ونضيف ،10مل،5مل، 4مل، 2مل، من الماء المقطر كل على حدى، ونسجل الامتصاصية على جهازUV visible، الشكل (3-8):




**الشكل (3-8)**: منحنى امتصاصية ازرق المثيل بدلالة طول الموجة تحت مصباح UV خلال أزمنة مختلفة .

#### 3-8-2 التحفيز الضوئي بوجود القطب ITO:

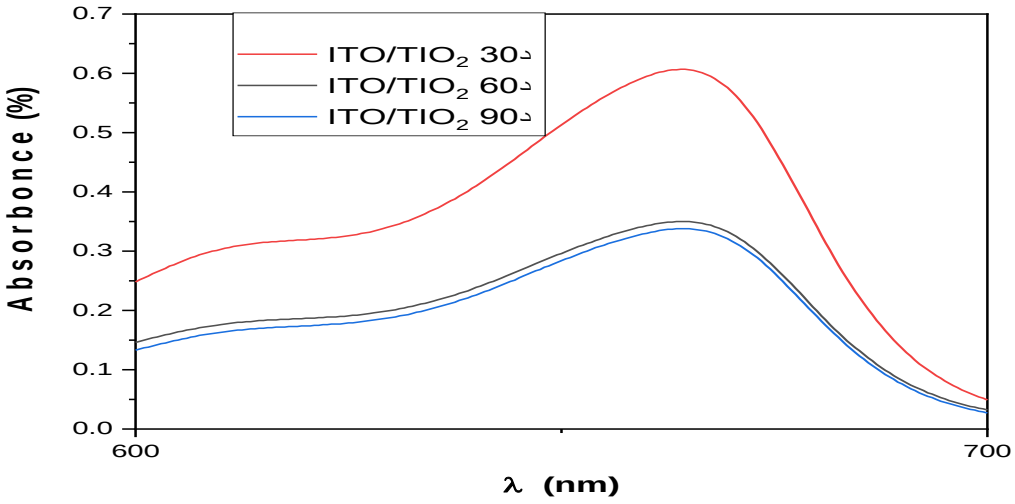
- تم أخذ ثلاث بيشر ووضع في كل بيشر كمية من محلول أزرق المثيل، وتم غمسها بقطب (ITO)، ونعرضها على مصباح UV في أزمنة مختلفة 90د،60 د، 30 د، ثم نسجل الامتصاصية على جهاز UV-visible فتحصلنا على الشكل (3-9):




**الشكل (3-9):** منحنى امتصاصية ازرق مثيل بوجود قطب (ITO) بدلالة طول الموجة تحت مصباح UV خلال أزمنة مختلفة.

### 3-8-3 التحفيز الضوئي بوجود القطب معدل $ITO /TIO_2$:

- تم أخذ ثلاث بيشر، ووضع في كل بيشر كمية من محلول ازرق المثيل، وتم غمسها بقطب معدل ($ITO/TIO_2$)، ونعرضها على مصباح UV في أزمنة مختلفة 30د، 60 د،90د، ثم نمررها على جهاز UV-visible من أجل قياس الامتصاصية فنتحصل على الشكل (3-10)

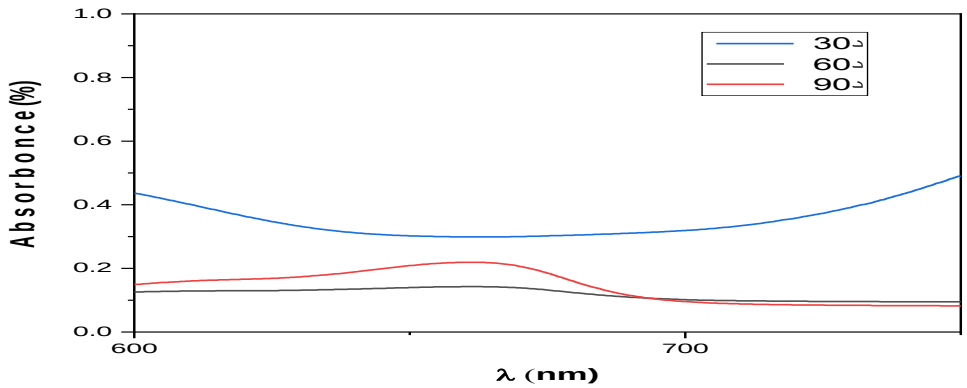



**الشكل (3-10):** منحنى يوضح امتصاصية ازرق المثيل بوجود قطب معدل ($ITO/ TIO_2$) بدلالة طول الموجة تحت مصباح UV في أزمنة مختلفة.

## 9-3 التحفيز الضوئي لأزرق مثيل تحت أشعة الشمس

### 1-9-3 التحفيز الضوئي لمحلول أزرق مثيل:

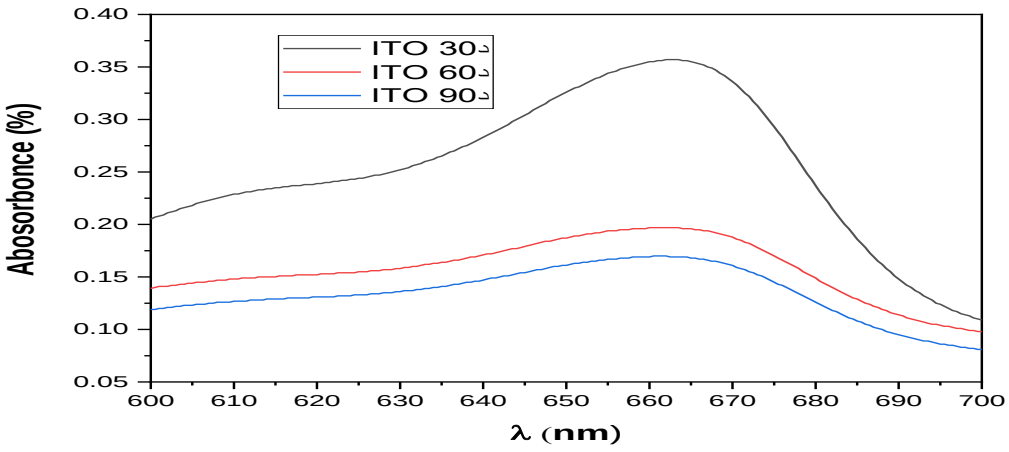
نفس بروتوكول الطريقة الأولى ونفس الشروط نتحصل على أشكال المنحنيات حيث يتم تعريض العينات لأشعة الشمس في أزمنة مختلفة 30د، 60د، 90د ، ثم تم تسجيل الامتصاصية على جهاز UV-visible ، فنتحصل على الشكل (3-11):




**الشكل (3-11):** يوضح منحنى امتصاصية ازرق مثيل بدلالة طول الموجة تحت أشعة الشمس في أزمنة مختلفة.

### 2-9-3 التحفيز الضوئي لأزرق المثيل في وجود القطب ITO :

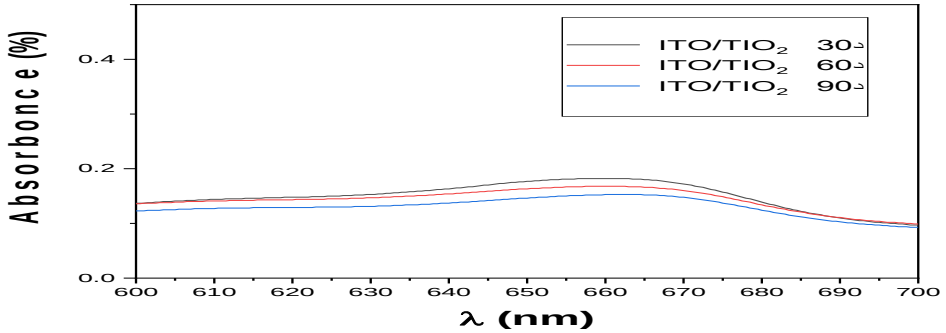
نعرض العينات لأشعة الشمس في أزمنة مختلفة 30د، 60د، 90د ،في وجود القطب ITO ثم تم تسجيل الامتصاصية على جهاز UV-visible فنتحصل على الشكل (3-12):




**الشكل (3-12):** منحنى يوضح امتصاصية ازرق مثيل بوجود قطب ITO بدلالة طول الموجة خلال أزمنة مختلفة

### 3-9-3 التحفيز الضوئي لأزرق المثيل في وجود القطب المعدل ITO/TIO2:

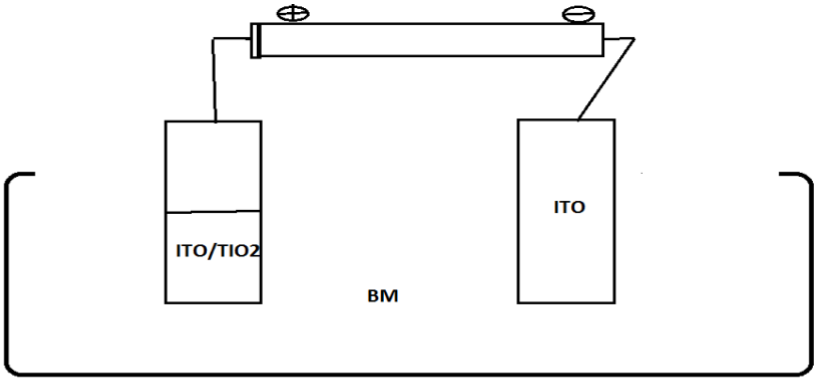
نعرض العينات لأشعة الشمس في أزمنة مختلفة 30د، 60د، 90د،في وجود القطب المعدل/$TIO_2$ ITOثم تسجيل الامتصاصية على جهاز UV-visible فنتحصل على الشكل (3-13):




**الشكل (3-13):** منحنى يوضح امتصاصية أزرق المثيل بوجود القطب المعدل $ITO/TIO_2$ بدلالة طول الموجة تحت أشعة الشمس في أزمنة مختلفة.

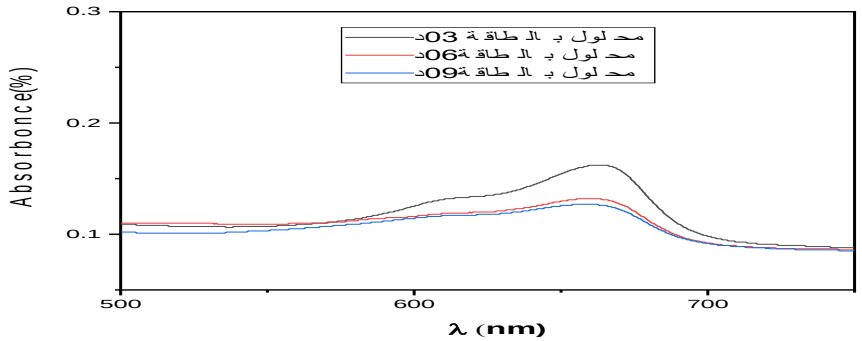
### 4-9-3 التحفيز الضوئي لأزرق المثيل في وجود الطاقة

إضافة الى التجربة حضرنا نفس محلول بشروط السابقة، في بيشر اخذنا بطارية ذات استطاعة 0.1V، حيث من جهة ربطنا قطبا البطارية بسلك من نحاس من الجهة الموجبة بقطب معدل ( ITO /$TIO_2$) ،ومن جهة السالبة بقطب ( ITO ) وغمسناه في محلول BM مدة 5 دقائق ، وبعدها قمنا بتعريضه لأشعة الشمس، لفترات زمنية مختلفة 30د، 60د، 90د وسجلت الامتصاصية على جهاز UV-visible حسب البروتوكول التالي (3-14) :




**الشكل (3-14):** رسم تخطيطي يوضح ألية استخدام البطارية في أزرق المثيل في وجود الأقطاب (ITO) و ( $ITO/TIO_2$).

حيث سجلت الامتصاصية عبر جهاز (UV-visible الشكل (3-15):




**الشكل (3-15):** منحنى يوضح الامتصاصية أزرق المثيل بالطاقة بدلالة طول الموجة في وجود الطاقة في أزمنة مختلفة .

- انطلاقا من النتائج المتحصل عليها في الأشكال من (3-11-الى 3-15) للامتصاصية بدلالة طول الموجة، نأخذ قيم الامتصاصية ونسقطها على منحنى المعايرة لأزرق المثيل نجد التراكيز، عن طريق معادلة المستقيم $ax + b$ حيث aوb ثوابت في معادلة نجد:

أ- **ازرق المثيل تحت مصباحUV:**

**الجدول (3-11):** يوضح قيم الامتصاصية والتراكيز والثوابت a وb لأزوق المثيل تحت مصباح UV خلال أزمنة مختلفة

| الزمن(د) | الامتصاصية (%) | A | B | التركيز ($10^{-6}$) (مول /ل) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.43 | 5.8006.2784 | 0.08081 | 6.14 |
| 30 | 0.34 | 5.8006.2784 | 0.08081 | 6.14 |
| 60 | 0.60 | 5.8006.2784 | 0.08081 | 9.07 |
| 90 | 0.63 | 5.8006.2784 | 0.08081 | 9.50 |

**الجدول (3-12):** يوضح قيم الامتصاصية والتراكيز والثوابت a وb لأزوق المثيل تحت مصباح UV بوجود القطب ITO خلال أزمنة مختلفة.

| الزمن(د) | الامتصاصية (%) | A | B | التركيز ($10^{-6}$) (مول /ل) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.43 | 5.8006.2784 | 0.08081 | 6.14 |
| 30 | 0.58 | 5.8006.2784 | 0.08081 | 8.67 |
| 60 | 0.50 | 5.8006.2784 | 0.08081 | 7.22 |
| 90 | 0.48 | 5.8006.2784 | 0.08081 | 6.96 |

**الجدول (3-13):** يوضح قيم الامتصاصية والتراكيز والثوابت a وb لأزوق المثيل تحت مصباح UV بوجود القطب المعدل ($ITO/TIO_2$) خلال أزمنة مختلفة.

| الزمن(د) | الامتصاصية(%) | A | B | التركيز ($10^{-6}$) (مول /ل) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.43 | 5.8006.2784 | 0.08081 | 6.14 |
| 30 | 0.60 | 5.8006.2784 | 0.08081 | 9.07 |
| 60 | 0.34 | 5.8006.2784 | 0.08081 | 4.62 |
| 90 | 0.33 | 5.8006.2784 | 0.08081 | 4.41 |

**ب- ازرق المثيل تحت أشعة الشمس:**

**الجدول (3-14):** يوضح قيم الامتصاصية والتراكيز والثوابت a وb لأزوق المثيل تحت أشعة الشمس خلال الأزمنة مختلفة .

| الزمن(د) | الامتصاصية (%) | A | B | التركيز ($10^{-6}$) (مول /ل) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.46 | 5.8006.2784 | 0.08081 | 6.58 |
| 30 | 0.47 | 5.8006.2784 | 0.08081 | 6.84 |
| 60 | 0.14 | 5.8006.2784 | 0.08081 | 1.05 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2.38 | 0.08081 | 5.8006.2784 | 0.21 | 90 |

**الجدول (3-15):** يوضح قيم الامتصاصية والتراكيز والثوابت a وb لأزوق المثيل تحت أشعة الشمس بوجود القطب ITO خلال أزمنة مختلفة .

| التركيز ($10^{-6}$) (مول /ل) | B | A | الامتصاصية(%) | الزمن(د) |
|---|---|---|---|---|
| 6.58 | 0.08081 | 5.8006.2784 | 0.46 | 0 |
| 5.07 | 0.08081 | 5.8006.2784 | 0.37 | 30 |
| 2 | 0.08081 | 5.8006.2784 | 0.19 | 60 |
| 1.52 | 0.08081 | 5.8006.2784 | 0.16 | 90 |

**الجدول (3-16):** يوضح قيم الامتصاصية والتراكيز والثوابت a وb لأزوق المثيل تحت أشعة الشمس بوجود القطب المعدل $ITO/TIO_2$ خلال أزمنة مختلفة.

| التركيز ($10^{-6}$) (مول /ل) | B | A | الامتصاصية (%) | الزمن(د) |
|---|---|---|---|---|
| 6.59 | 0.08081 | 5.8006.2784 | 0.46 | 0 |
| 1.24 | 0.08081 | 5.8006.2784 | 0.18 | 30 |
| 1.5 | 0.08081 | 5.8006.2784 | 0.16 | 60 |
| 1.74 | 0.08081 | 5.8006.2784 | 0.15 | 90 |

**الجدول (3-17):** يوضح قيم الامتصاصية والتراكيز والثوابت a وb لأزوق المثيل تحت أشعة الشمس بوجود طاقة البطارية خلال أزمنة مختلفة.

| التركيز(x) ($10^{-6}$)(مول /ل) | B | A | الامتصاصية(A) (%) | الزمن(د) |
|---|---|---|---|---|
| 6.59 | 0.08081 | 5.8006.2784 | 0.46 | 0 |
| 1.4 | 0.08081 | 5.8006.2784 | 0.16 | 30 |
| 0.88 | 0.08081 | 5.8006.2784 | 0.13 | 60 |
| 0.79 | 0.08081 | 5.8006.2784 | 0.12 | 90 |

**3-9- حساب المردود:**

عند الزمن 90 د: $A = ax + b$

$$A = 58006{,}27843\ X + 0{,}08081$$

$$c_e = A - \frac{0{,}08081}{58006.27843}$$

$$c_e = 0{,}33 - \frac{0{,}08081}{58006.27843}$$

$c_e = 0.32 \times 10^{-6}$mol /l

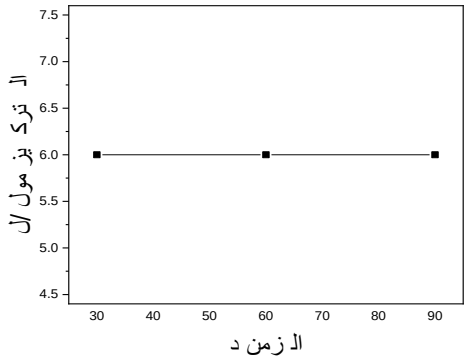
$$(\%) = \frac{0.41 - 0.32}{0.32} \times 100 = 63.02\%$$

من خلال المعادلة نجد المردود:

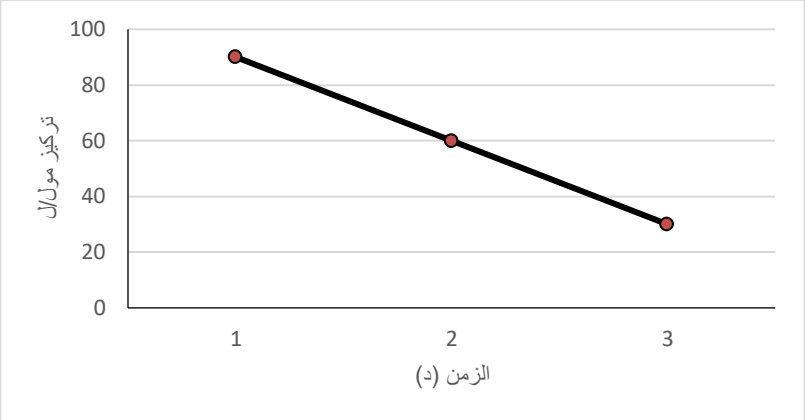
**الجدول (3-18):** يلخص أهم نتائج العملية للمردود من بداية العمل

| محلول معرض لأشعة الشمس | | | | محلول معرض لمصباح *UV* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| في وجود طاقة | في وجود قطب معدل $ITO/TIO_2$ | في وجود قطب ITO | محلول *BM* | في وجود قطب معدل $ITO/TIO_2$ | في وجود قطب ITO | محلول *BM* | |
| 11.69 | 35.7 | 38.7 | 19.3 | 63.02 | 39.33 | 29.23 | المردود (%) |

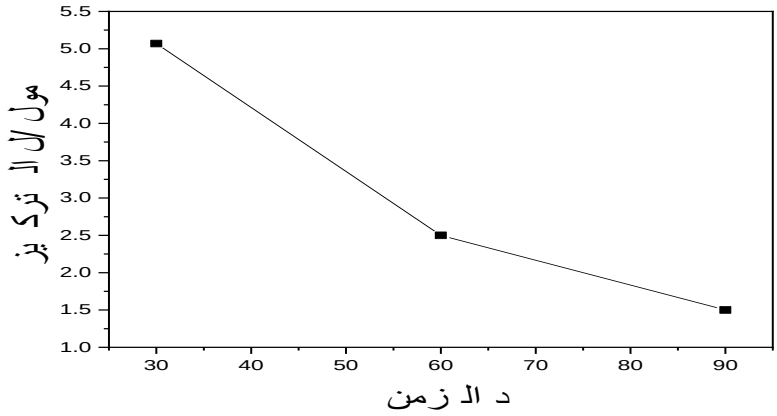
### 5-9-3 منحنيات التراكيز بدلالة الزمن:




**الشكل (3-16):** منحنى تركيز أزرق المثيل بدلالة الزمن تحت مصباح UV




**الشكل (3-17):** منحنى التركيز أزرق المثيل بوجود قطب ITO بدلالة الزمن تحت مصباح UV




**الشكل (3-18):** منحنى يوضح التركيز لأزرق المثيل بقطب ITOبدلالة الزمن تحت الشمس

**خلاصة:**

من خلال نتائج أزرق الميثيل نجد أن قيمة الامتصاصية والتراكيز تتناقص مع مرور الزمن حيث عند اللحظة 90د، كانت النتيجة أعظمية في وجود القطب المعدل ($ITO/TIO_2$)

من خلال نتائج لأزرق المثيل تحت أشعة الشمس، نجد أن قيمة الامتصاصية والتركيز تتناقص مع مرور الزمن، حيث كانت نتيجة المحلول المزود بالطاقة (البطارية) أكثر فعالية مقارنة بالمحلول القطب (ITO) ومحلول القطب المعدل ($ITO/TIO_2$)

# الخاتمة

**الخاتمة:**

دراسة التحفيز الضوئي للملونين أزرق الميثيلين ومسحوق اسود ايروكروم T بوجود القطب المعدل ITO/TIO2 و ITO في مختلف المراحل بدلالة الزمن وبتغيير في شروط العمل أظهرت أعلى معدل تفكيك بقطب المعدل.ITO/TIO2 التحفيز الضوئي يهتم بالشروط التجريبية لإعطاء نتائج مرضية.

هذه الدراسة تعتبر نبذة أو اطلالة من أجل انجاز دراسة مستقبلية واعدة لأجل بيئتنا.

# قائمة المراجع

## قائمة المراجع:

### المراجع بالعربية

[3] س ح عبد ملحم، " الاليات القانونية لإصلاح ضرر التلوث البيئي"، جامعة الفلوجة ,2021 ص20-21.

[4] أ, س ,محمود ," نبذة عن التلوث البيئي ",جامعة العريش 2022 ص2.

[5] ب بوزغاية, " البيئة والتنمية بمدينة بسكرة -مذكرة لنيل شهادة ماجستير في علم الاجتماع الحضري" ,جامعة متنوري قسنطينة ,2008ص51.

[6] م م -ج-محي الاعرجي "تأثير عناصر المناخ في عملية التلوث البيئي (تلوث الهواء) ",الجامعة المستنصرية,2016.

[19] ف ز بن طبة، ن حفوظة , ز خويلدي ,"إزالة بعض الملوثات العضوية بتقنية التفكك الضوئي الكيميائي المحفز"، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح, 2017 ص 14-15.

### مراجع بالفرنسية

[1] Nowack, Bernd,"Environmental chemistry of phosphonates, journal:Water research, vol 37-2003.

[2]Zhang, Mohammad R, Maria E… and all, Raf, "UV/TiO2/periodate system for the degradation of organic pollutants Kinetics", mechanisms and toxicity study- Chemical Engineering Journal-449-2022.

[7] Patra, Reena,"Vaastu Shastra: towards sustainable development", journal:Sustainable Development,vol17-2009.

[8]zkara, Arzu, Dilek …and all- Pesticides, environmental pollution, -Environmental health risk-hazardous factors to living species-2016.

[9] Vertinsky, Alexey-" Problems of environmental pollution with heavy metals in the Russian Federation- E3S Web of Confer Ashraf, Muhammad Aqeel- Persistent organic pollutants (POPs): a global issue, a global challenge-Environmental Science and Pollution Research-24-2017.

[10]Ashraf, Muhammad A,"Persistent organic pollutants (POPs): a global issue, a global challenge- Environmental Science and Pollution Research" vol 24-2017.

[11]F.G. Harbl, W. Kara "Dégradation des polluants Organique persistants" ;diplôme Master-Université Boudiaf M'sila -2020, P4.

[12] Krithiga, A Annam, S Karthick…and all -"Persistent organic pollutants in water resources: Fate, occurrence, characterization and risk analysis" Science of The Total Environment,2022.

[13] Pereira, Luciana A, Madalena"Dyes environmental impact and remediation- Environmental protection strategies for sustainable development".2012,p111-162.

[14]k .Bellir E "Caracterisation Et Etude De La Retention Des Polluants Organiques Etinorgqniques Par Des Argiles Locales: Application Dansl'Impermeapilisation Des C.E.T"- de doctorate, University de Constantine 3, 2013 p9.

[15]Chowdhury, Muksit A, Mangala B…and all, Bs, "Photochromic and thermochromic colorants in textile applications "، Journal of Engineered Fibers and Fabrics vol 9-2014.

[17]Duran, Nelson D, Marcela, "Enzyme applications in the textile industry", Review of Progress in Coloration and Related Topics ,vol 30-2000,P 41-44.

[16]Benkhaya, Souad E, Ahmed;"A review on classifications, recent synthesis andapplications of textile dyes", Inorganic Chemistry Communications, vol 115-2020.

[18]Forgacs, Esther; Cserhàtl, Tibor; Oros, Gyula. "Removal of synthetic dyes from wastewaters: a review", Environment international , vol 30,2004.

[20]Meguellatl I,"Elimination du colorant bleu de méthylène par adsorption";diplôme de licence; université Akli mohaned oulhadj-bouira;2020 p7.

[21]Dahoui F-Etude de l’adsorption de bleu de methylene sur charbon brute préparé à partir des écorces de chene-universté de beskra;Mémoire de Master ;2020 p6-20-29.

[22] Kossoff, Eric H and Dorward, Jennifer L, "The modified Atkins diet", vol= {49} ,2008.

**المراجع**

[23]م بن قدور-م بن درويش "دراسة انتقائية امتزاز الملوثات العضوية من المحاليل المائية باستعمال استجابة السطوح (RSM)"مذكرة شهادة ماستر، جامعة الوادي، 2020ص28,29.

[26] س. بن الشحم، ل. رقاقدة" تطبيقات مطيافية الأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-vis) في تقدير المركبات الفعالة وفعاليتها"، جامعة قاصدي مرباح، مذكرة شهادة ماستر. 2022 ص20.

[27] و. قصار، ع ح. زغداوي، "التحليل الطيفي باستعمال أطياف الأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء " ديوان المطبوعات الجامعية 2010، ص31.

**مراجع بالفرنسية**

[24] http ://chemistrysources.com .

[25] F. dahoui "Etude de l’adsorption de bleu de méthylène sur charbon brute préparé à partir des écorces de chêne"; mémoire de master ;université Biskra; 2020p17.

[28] Douglas A ; F James, Stanley R, "Principles of instrumental analysis";2017

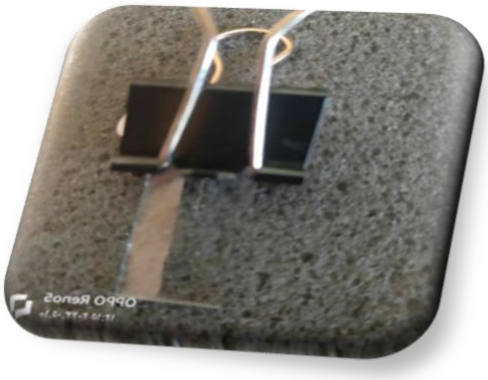
# الملاحق

# الملاحق:

## الأجهزة المستخدمة:

جهاز UV-visible

ورق pH



قطب ITO

**قطب المعدل $ITO / TIO_2$**

| | |
|---|---|
| | |
| **جهاز قياس الناقلية** | **سحاحة** |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| ملعقة | ماء مقطر | ميزان الكتروني |