

**إزالة لبعض من الصبغات الطبية من محاليلها المائية
كملوثات بطريقة التليد الكهربائي**

أحمد عبدالله الجبوري
قسم الكيمياء / كلية التربية للبنات
جامعة تكريت

أ. د. أحمد سعيد الدباغ
قسم الهندسة الكيميائية / كلية الهندسة
جامعة تكريت

خلاصة :

اشتملت البحث على دراسة لعدد من العوامل المؤثرة على عملية التليد الكهربائي (Electrocoagulation) لإزالة الصبغات (Blue.2) ((Suppra green)) من محاليلها المائية كملوثات مثل تركيز الصبغة، تركيز الألكتروليت ونوع القطب المستخدم في العملية . تم تطبيق البيانات باستخدام خلية زجاجية مصنوعة بالأبعاد (10 × 8 × 5) سم بسعة 400 مليلتر باستخدام أقطاب من الألمنيوم النقي والستانليس ستيل (SS 318) كل قطب منها بأبعاد (الطول 9 سم العرض 3.2 سم السمك 0.1 سم) ربطت بمسافة بين الأقطاب 2 سم وتوصيلها إلى مصدر طاقة رقمي (PS 303 DC-2V,3A) وبجهد خارجي (30 فولت) و بمدى من التراكيز (50-100-150-200ppm)) للصبغات المذكورة آنفاً وباستخدام الملح (Na₂SO₄) كالكتروليت وبتراكيز (50-100-150ppm)) عند درجة حرارة المختبر. تشير النسبة المئوية للإزالة (%R) على أنها تزداد مع الزمن وبزيادة تركيز الألكتروليت كما تزداد بزيادة تركيز الصبغة عند استخدام قطب الألمنيوم (Al) وتقل بزيادة تركيز الصبغة عند استخدام قطب الستانليس ستيل (SS.18) . اتضح من الدراسة ان افضل نسبة إزالة تحققت عند تركيز (200ppm) عند قطب الألمنيوم وبنسب (Blue.2) %86.60 و (suppra green) %57.98 (أو تركيز (50ppm) عند قطب الستانليس ستيل وبنسب (Blue.2) %98.49 و (green) %77.22 للصبغات و بتركيز الكتروليت (150ppm) . اشارت النتائج ان النسبة المئوية للإزالة للصبغات المدروسة تزداد وحسب الترتيب التالي: < Suppra green Blue.2 . تمت دراسة حركية الإزالة للصبغات و بتركيز (50ppm) مع وبدون الألكتروليت ومن خلال تطبيق معادلة المرتبة الأولى حيث اعطت قوة علاقة جيدة جداً دليل على سلوك العملية المرتبة الأولى الوهمية الكاذبة وتم حساب قيم ثابت السرعة k .

Removing of some medical pigments from their aqueous solutions as contaminants by electrocoagulation method

Ahmed abdullah al jobouri
Dept of chemistry
College of education for women

Prof.Dr.Ahmed saeed al dabbagh
Dept of chemical engineering
College of engineering

Abstract:

This research included a study of a number of factors affecting the process of electrocoagulation (EC) for following pigments (Blue.2), (Suppra green), Such as pigment concentration , electrolyte concentration and electrode type used in the process . The data was applied using a glass cell made of dimensions (5x8x10)cm with capacity 400ml using electrodes of pure aluminum and stainless steel (S.S.318) each of them in dimensions (Length 9 cm Width 3.2 cm c 0.1 cm) connect a distance between electrodes 2 cm and connect them to a digital power source DC (PS 30330 2-V,3A) and external voltage (30 Volt) and with a range of concentrations (50200-150-100-ppm) With the above-mentioned pigments and using salt (Na₂SO₄) as electrolyte and concentrates (50150-100- ppm) at laboratory temperature .

The percentage of removal (R%) indicates that it increases over time and increases electrolyte concentration It is also increased by increasing the concentration of the dye when using the aluminum electrode (Al) and decreasing the concentration of the dye when using the stainless steel electrode (SS.318) It was found that the best removal ratio was achieved at 200 ppm concentration at the aluminum electrode and in percentages Blue.286.60% , Suppra green%57.98 ,and concentration 50 ppm at the stainless steel Blue.298.49% , Suppra green%77.22 ,for pigments at electrolyte concentration (150 ppm) . Results indicated that percentages of removing for pigments studied increasing in the following order Blue.2 > Suppra green. Kinetic studies for removing pigments at concentration (50 ppm) with and without electrolyte through application equation of first order it gave strong correlation indicated process first order and rate constant of reaction calculated(k).

Keyword: electrocoagulation,pigment

المقدمة :

يعد التلوث من أهم مشاكل العصر التي تواجه العالم لذا يتطلب إيجاد طرق لكيفية التخلص منه⁽¹⁾، حيث ان التقدم في الصناعة أدى الى احداث اضرار في البيئة نتيجة ما قامت به المصانع من طرح لمخلفاتها السامة في مياه الانهار، وتعد الاصبغ احدى الاسباب الرئيسية لتلوث المياه، لانها تحد من دخول اشعة الشمس خلال مياه الانهار وتؤثر في خفض عملية البناء الضوئي . يعتبر التخثير الكهربائي تقنية كهروكيميائية حيث تآكل الأنودات (أقطاب الألومنيوم أو الحديد) لإطلاق مواد التخثير النشطة في المحلول. تتعرض الأيونات الفلزية المتولدة، أي $Al^{+3} (aq)$ و $Fe^{+3} (aq)$ ، إلى تفاعلات عفوية إضافية لإنتاج هيدروكسيدات مقابلة أو بولي هيدروكسيدات. هذه الهيدروكسيدات / poly-hydroxides / poly-hydroxyl-metallic compounds لها تقارب قوي مع جزيئات مشتتة مذابة وأي أيونات مذابة للتسبب في تخثر / امتزاز⁽²⁾،⁽³⁾.

في عام 1994 قام الباحثان (Do. J-S and M-L. Chen)⁽⁴⁾ بأجراء عملية التليد الكهربائي على اصباغ وكانت هذه الاصبغ (D05H , R12S) تم اختبار عدة متغيرات هي تأثير الاقطاب الكهربائية، الدالة الهيدروجينية، سرعة التحريك وتركيز الصبغة الاولي . اظهرت النتائج التجريبية ان لون الاصبغ تمت ازالته في الطور المائي بشكل فعال عندما تم استخدام الحديد و الالمنيوم كأنودات تضحية . عندما كان تركيز الصبغات ثابتا لجميع الصبغات اي (ppm300) كان الحديد افضل قطب انود في الصبغة R12S عندما تجاوز التركيز اقل من (ppm 100)، اما بالنسبة للصبغة D05H كان

الالمنيوم افضل قطب انود ، تم الحصول على نسبة ازالة للون 99% على التوالي .

● (Zaroual.2010)⁽⁵⁾ وجماعته قاموا بتطبيق عملية التليد الكهربائي على محلول حاوي على صبغة (Orangell)، حيث تم استخدام قطب من الحديد كأنود، الجهد المسلط (30) فولت، زمن التحليل (30) دقيقة أتم تطبيقه على تراكيز مختلفة من الصبغة تتراوح بين (10 - 60 ppm) اختلفت كفاءة ازالة اللون من (65% - 92%) على التوالي ● (Hadi.2013)⁽⁶⁾ قام الباحث باختبار طريقة التليد الكهربائي كطريقة بديلة مرضية لإزالة الصبغة الزرقاء المباشرة من وسط مائي، حيث تم إجراء الدراسة باستخدام أقطاب حديد لتقييم تأثير المتغيرات التجريبية المختلفة الدالة الهيدروجينية 2 - 10 ، كثافة التيار 2 250 A/m -25 ، التركيز الابتدائي 200-25 mg/l ، وقت التحليل 2-10 min، أظهرت النتائج أن 91.17% من اللون الأزرق المباشر قد تم إزالة لونه و7.1 kw /hour من الطاقة المستهلكة لتركيز الصبغة . ● (L.N.Ukiwe. 2014)⁽⁷⁾ وجماعته طبقوا

طريقة التليد الكهربائي ثنائي القطب مع قطب الحديد لإزالة اللون من مياه الصرف الصحي التي تحتوي على الصبغة (Reactive Red 195)، تم التحليل عند بعض المتغيرات مثل الدالة الهيدروجينية عند البداية اي pH الاولي، تركيز كبريتات الصوديوم، تركيز الصبغة الأولي، وقت التحليل الكهربائي والتيار الكهربائي الذي تم التحليل عنده . تم العثور على المتغيرات التشغيلية المثلى لتكون الرقم الهيدروجيني مساوي 11 ، وتركيز الصبغة كان 50 mg/l ، تركيز كبريتات الصوديوم = 1200 mg/l ، وقت التحليل الكهربائي = 5 دقائق والتيار الكهربائي = 4 Am،

الالكتروليت الداعم ، مدة التحليل الكهربائي ، ومواد الأنود للأنظمة التي تم تحليلها . كانت كفاءة إزالة اللون 22 ، 91.5 و 99.8٪ في 15 min باستخدام Fe ، Al و SS الأنود ، على التوالي .

● (Nandi.2017)⁽¹⁰⁾ وجماعته في دراسة تجريبية على إزالة الصبغة brilliantgreen من المحاليل المائية بشكل دفعات في مفاعل التليد الكهربائي باستخدام اقطاب الحديد، متغيرات التشغيل التي تمت دراستها كثافة التيار، المسافة بين الاقطاب، تركيز الصبغة الأولى، الدالة الهيدروجينية للمحلول ، زمن التليد الكهربائي وتركيز الملح (NaCl) على كفاءة إزالة الصبغة brilliant green من مياه الصرف الصحي الصناعية. أظهرت النتائج التجريبية أن 99.59٪ من الصبغة تم ازالته عند تركيز اولي للصبغة 100 mg / l مع كثافة تيار 41.7 A / m² ، والدالة الحامضية الأولى 4.0 في نهاية 30 min من العملية. لوحظ أن الزيادة في كثافة التيار ، ووقت التشغيل وانخفاض في المسافة بين الاقطاب تؤدي الى تحسين كفاءة إزالة الصبغة. كان الرقم الهيدروجيني الأمثل لأعلى ازالة للصبغة 4.0-10.0. لوحظ أيضا أن الزيادة في تركيز الملح (NaCl) في المحلول يقلل من استهلاك الطاقة الكهربائية المحددة .

● (Belayachi.2017)⁽¹¹⁾ وجماعته في دراسة قاموا بأجرائها لتقييم فعالية عملية التليد الكهربائي المستخدمة لإزالة صبغة (نيلوسان الأحمر N-2RBL) من مياه الصرف الصحي المتغيرات التي تم تطبيقها في هذه الدراسة تأثير الدالة الحامضية الأولية ، كثافة التيار ، تركيز الصبغة الأولى ، تركيز الالكتروليت ، المسافة بين الأقطاب الكهربائية ، وسرعة التحريك ، ودرجة الحرارة على كفاءة المعالجة أتم الحصول على إزالة اللون

في مثل هذه الحالة ، حققت كفاءة إزالة اللون أكثر من 99٪ . تشير هذه النتيجة إلى أنه يمكن استخدام التليد الكهربائي كطريقة فعالة و «خضراء» لإزالة اللون من محلول الصبغة التفاعلية .

● (Ghanbari.2014)⁽⁸⁾ وجماعته في دراسة عينات من المياه العادمة التي يتم تفرغها من صناعة النسيج الحاوية على انواع مختلفة من المواد الملوثة بما فيها الاصبغ، حيث تم تطبيق عملية التليد الكهربائي مع الأنودات المشتركة من الحديد والالمنيوم والخلية المصنوعة من النحاس تمثل الكاثود المتغيرات التشغيلية المثلى للعملية كانت الرقم الهيدروجيني = 7 ، كثافة التيار = 300 Am ، المسافة بين الانودات 3 سم، وقت التحليل 40 min باستخدام الحديد والالمنيوم كمادة للأنود في وقت واحد . تحت هذه الحالة ، تم تحقيق إزالة اللون 98٪ . علاوة على ذلك ، تم الحصول على إزالة في حالة مثالية ماثلة عند 400 mA .

● (Benazzi.2016)⁽⁹⁾ وجماعته من خلال الدراسة ان صناعة صباغة النسيج تستهلك كميات كبيرة من المياه وتنتج كميات كبيرة من مياه الصرف الصحي من خطوات مختلفة في عمليات الصباغة والتشطيب، حيث ان مياه الصرف الصحي الناتجة من وحدات الطباعة والصباغة غالبا ما تكون غنية باللون ، تحتوي على بقايا الأصباغ والمواد الكيميائية التفاعلية ، مثل المكونات المعقدة . حيث ان هذه الدراسة تبحث في إزالة اللون للصبغة الصناعية المحتوية على صبغة النسيج (ReactiveViolet5) عن طريق عملية التليد الكهربائي . تم استخدام مفاعل مخزني للتحقيق في تأثير متغيرات التشغيل المختلفة باستخدام اقطاب الالمنيوم (Al) والحديد (Fe) والفولاذ المقاوم للصدأ (SS) كأود، تركيز الصبغة ، كثافة التيار ، الإلكتروليت الداعم ، تركيز

المسلط 3.1 volt ، كثافة التيار $347 \text{ cm}^{-2} \text{ mA}$ ، فترة الانعكاس الكهربائي من 2.5 sec والمسافة بين الاقطاب 2 cm. تحت هذه الشروط تمت إزالة اللون بنسبة $97 \pm 2\%$. هذه النتائج تشير إلى أن عملية التليد الكهربائي العكسي للصبغة يمكن استخدامها في معالجة مياه الصرف الصحي على نطاق أوسع بسبب زيادة إزالة اللون وتخفيضه لتحميل الانود واستقطاب الكاثود ، على الرغم من أن هناك استهلاك أكبر للقطب وإنتاج الحمأة .

2- المواد وطرائق العمل :

تم استخدام الاصبغ التالية في البحث :

1. اسم الصبغة : 2. BLUE

• التسمية العلمية :

dioxo-2,2-bisindolyden-5,5-

disulfonic acid disodium salt-3,3

• الطول الموجي : 611 nm

• درجة الانصهار : 312°C

• اللون : ازرق

• الدالة الهيدروجينية الطبيعية للإذابة :

2. في الماء المقطر مع بضع قطرات من NaOH بتركيز 1 N .

2. اسم الصبغة : SUPPRA GREEN

• التسمية العلمية : Sodium

4-dimethylaminophenyl)-]4-

(4-dimethylazaniumylidene-1-

cyclohexa-2,5-dienylidene)methyl]-3-

hydroxynaphthalene-2,7-disulfonate

• الطول الموجي : 630 nm

• درجة الانصهار : 210°C

• اللون : اخضر

• الدالة الهيدروجينية الطبيعية للإذابة : 7 في

من محلول الصبغة بنسبة أكثر من 98% عند درجة حرارة 303 K و 2.5 pH مع كثافة التيار 13.76 mA/cm² ، تركيز الالكتروليت 4 gm/L ، وقت التحليل الكهربائي 8 min ، المسافة بين الاقطاب 2.5 cm ، وسرعة التحريك 275 rpm .

• (Getaye.2017) ⁽¹²⁾ وجماعته قاموا

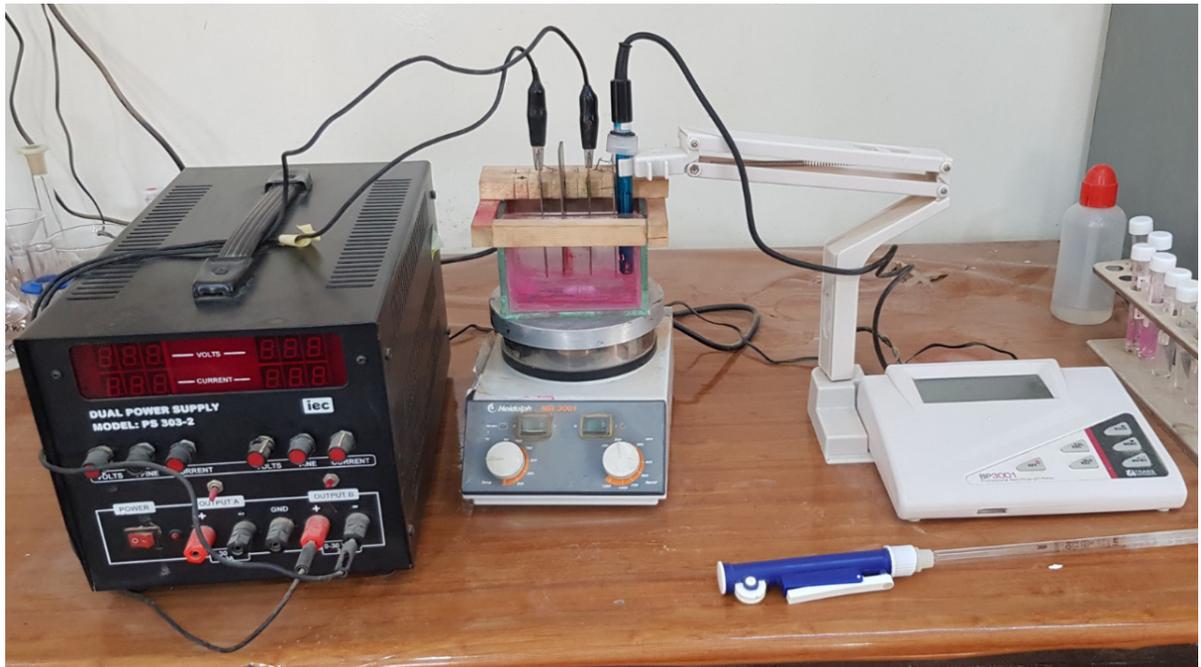
باستخدام تقنية التليد الكهربائي لإزالة لون صبغة الملكت الأخضر - Malachite Green صبغة تستخدم كمضاد للميكروبات في تربية الأحياء المائية، المتغيرات التي تم تطبيقها كثافة التيار، الدالة الهيدروجينية ، التركيز الأولي للصبغة ، المسافة بين الاقطاب، تركيز الالكتروليت المؤثر على إزالة اللون للصبغة . تم التحقيق فيها باستخدام اقطاب من الحديد و الالمنيوم، وقد لوحظ ذلك عند الزيادة في التركيز الأولي للصبغة أو المسافة بين الاقطاب ، ومع ذلك ، فإن معدل إزالة اللون يتناقص باستمرار عند زيادة تركيز الالكتروليت، من أجل تحقيق أقصى قدر من إزالة اللون من الملكت الأخضر في المحلول المائي كانت كثافة التيار (76.5 A/m^2) والدالة الهيدروجينية 8 في المحلول ، وهو مطلوب. إزالة لون 100 mg/l من الملاكت الأخضر يمكن تحقيقه في المحلول مائي في 30 دقيقة باستخدام الكتروليت (كلوريد الصوديوم) 0.4 gm/L ، المسافة بين الاقطاب 1 cm. أداء اقطاب الالمنيوم والحديد الكهربائية، من حيث كفاءة إزالة لونها ، متشابهة تقريبا في استجابتها للفصل بين الاقطاب الكهربائية كمتغير .

• (Duan.2018) ⁽¹³⁾ وجماعته باستخدام

طريقة التليد الكهربائي لمعالجة مياه الصرف الصناعي المحتوية على الميثيلين الأزرق (MB) باستخدام اقطاب بصورة عكسية (التليد الكهربائي العكسي) ، الظروف التي تم تطبيقها هي الجهد

الماء المقطر .
2-1 خلية القياسات :
أجريت تجارب عملية التليد الكهربائي (EC) باستخدام خلية زجاجية مصنوعة بالأبعاد (5 × 8 × 10) سم بسعة 400 مليلتر باستخدام أقطاب من الألمنيوم النقي والستانليس ستيل (S.S 318) كل واحد منها بأبعاد (الطول 9 سم العرض 3.2 سم السمك 0.1 سم) .
تم ربط هذه الأقطاب بأبعاد 2 cm عن بعضهم في الخلية وتوصيلها إلى مصدر طاقة رقمي (DC (PS 303 - 2 30V, 3A) . يتكون الكاثود والأنود من صفائح منفصلة لنفس المعدن ، كانت المساحة السطحية المغمورة لكل قطب 2.56 سم² . تم ضبط الجهد المستخدم وفقاً لقيمة مرغوبة (30 فولت). تم قياس الدالة الحامضية من المحاليل قبل وبعد عملية EC بواسطة جهاز مقياس الدالة الحامضية (BP-3001). في كل تجربة وضعت 300 مل من عينات مياه محضرة مختبرياً حاوية على الصبغات المدروسة بأربعة تراكيز (50، 100، 150، 200 ppm) في خلية EC بدرجة حرارة المختبر . تم أخذ عينات بحجم 5 مل بشكل دوري بأزمنة مختلفة من الخلية ورشحت لإزالة المواد العالقة وتحليلها بجهاز طيف الأشعة المرئية وفوق البنفسجية (KD-700) لتحديد التراكيز المتبقية من الصبغات في نهاية كل تجربة يتم غسل الأقطاب الكهربائية تماماً باستخدام الماء وحامض الهيدروكلوريك المخفف ثم تجفيفها وإعادة استخدامها. كما تم استخدام جهاز المحرك المغناطيسي (Heidolph MR 3001) في الخلية للحفاظ على الخلط الكافي للمحلول أثناء عملية EC بسرعة (200 rpm) والشكل (2-3) يمثل الخلية المستخدمة في هذه الدراسة .

الماء المقطر .
2-1 خلية القياسات :
أجريت تجارب عملية التليد الكهربائي (EC) باستخدام خلية زجاجية مصنوعة بالأبعاد (5 × 8 × 10) سم بسعة 400 مليلتر باستخدام أقطاب من الألمنيوم النقي والستانليس ستيل (S.S 318) كل واحد منها بأبعاد (الطول 9 سم العرض 3.2 سم السمك 0.1 سم) .
تم ربط هذه الأقطاب بأبعاد 2 cm عن بعضهم في الخلية وتوصيلها إلى مصدر طاقة رقمي (DC (PS 303 - 2 30V, 3A) . يتكون الكاثود والأنود من صفائح منفصلة لنفس المعدن ، كانت المساحة السطحية المغمورة لكل قطب 2.56 سم² . تم ضبط الجهد المستخدم وفقاً لقيمة مرغوبة (30 فولت). تم قياس الدالة الحامضية من المحاليل قبل وبعد عملية EC بواسطة جهاز



الشكل (2-3) يمثل الخلية المستخدمة في هذه الدراسة

3.2 سم السمك 0.1 سم) في خلية الكهروكيميائية
دات الابعاد (الطول 10 سم العرض 5 سم
الارتفاع 8 سم)

3-1-1-1 تركيز الصبغة :

لمعرفة التركيز المتبقي للصبغة في الازمنة المختلفة
رسم منحني المعايرة بتحضير تراكيز مختلفة من
الصبغة وقياس الامتصاص الاعظم عند الطول
الموجي (611 nm) بعدها استخدمت تراكيز
مختلفة من الصبغة ((50-100-150-200)
ppm) وتم قياس الامتصاص للتركيز المتبقي مع
الزمن وحسبت منه النسبة المئوية للإزالة مع الزمن
جدول (3-1) .

3 - النتائج والمناقشة

Result and Discussion

تم دراسة العوامل المؤثرة على كفاءة ازالة
الاصباغ قيد الدراسة بطريقة التلييد الكهربائي
من خلال دراسة بعض من المتغيرات التي لها
تأثير على هذه الطريقة منها : تركيز الصبغة، تركيز
الالكتروليت أنواع القطب .

3-1-3 الصبغة Blue.2

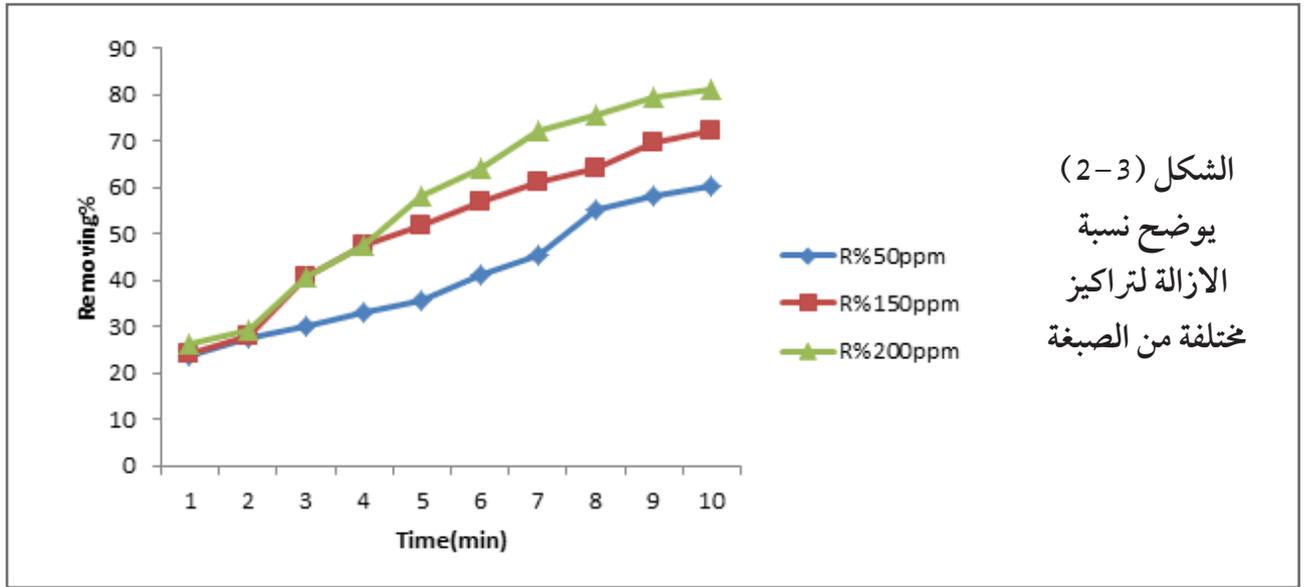
3-1-1-3 قطب الالمنيوم :

درست عملية التلييد الكهربائي باستخدام
قطبين من الالمنيوم بالابعاد (الطول 9 سم العرض

جدول (3-1) قيم الامتصاص والنسبة المئوية للإزالة للصبغة Blue.2

بتركيز (200 - 150 - 50 ppm) باستخدام قطبين من الالمنيوم بدرجة حرارة المختبر

Time(min)	ppm50		150ppm		ppm200	
	Abs	%R	Abs	%R	Abs	%R
10	0.340	23.93	0.625	24.05	1.121	26.10
20	0.324	27.51	0.594	27.82	1.070	29.46
30	0.312	30.20	0.489	40.58	0.901	40.60
40	0.299	33.10	0.432	47.50	0.793	47.72
50	0.288	35.57	0.398	51.64	0.636	58.07
60	0.263	41.16	0.354	56.98	0.542	64.27
70	0.244	45.41	0.319	61.23	0.420	72.31
80	0.200	55.25	0.295	64.15	0.370	75.60
90	0.186	58.38	0.251	69.50	0.310	79.56
100	0.178	60.17	0.228	72.29	0.285	81.21



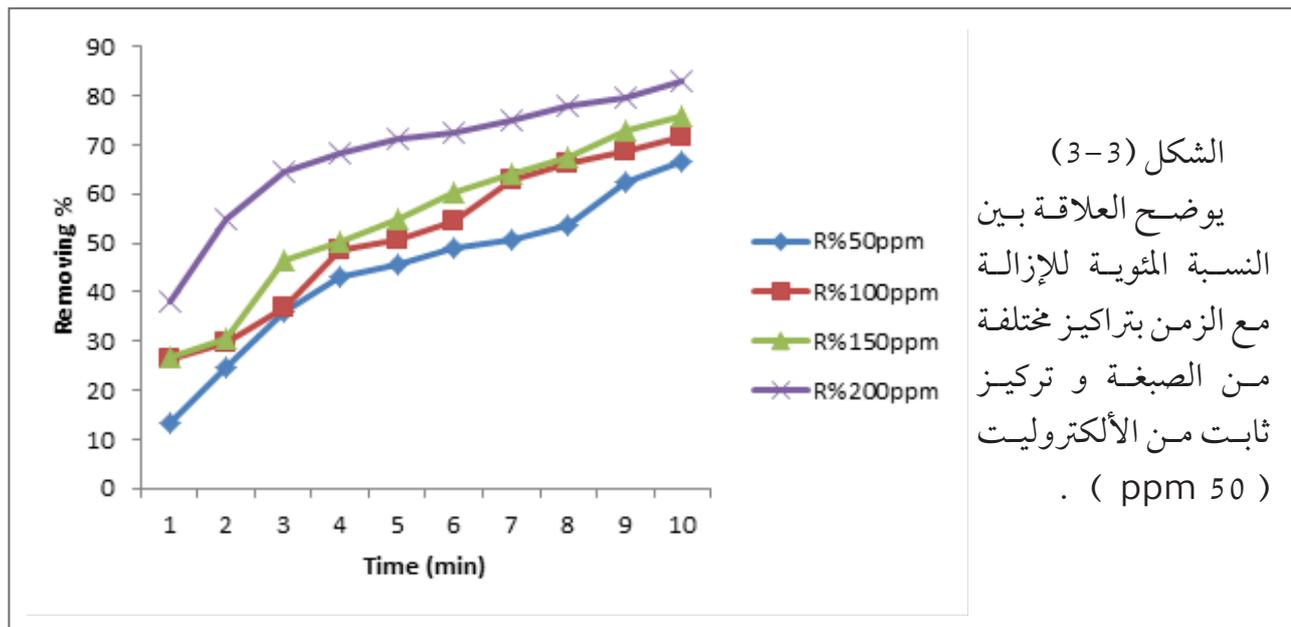
يلاحظ من الجدول (1-3) والشكل (2-3) ان زيادة تركيز الصبغة يسبب زيادة في نسبة الإزالة. على عملية الازالة .

2-1-1-3 تأثير الالكتروليت: لمعرفة تأثير الالكتروليت على عملية التليد الكهربائي تم استخدام محاليل الكتروليتيه من Na_2SO_4 بتراكيز مختلفة (50-100-150 ppm) مع تراكيز مختلفة من الصبغة لمعرفة تأثير الالكتروليت

1-2-1-1-3 ثبوت تركيز الالكتروليت وتغير تركيز الصبغة: تمت دراسة تأثير اضافة 50 ppm من الالكتروليت Na_2SO_4 بتراكيز مختلفة من الصبغة كما في الجدول (2-3) والشكل (3-3).

جدول (2-3) قيم امتصاص و كفاءة الازالة للصبغة Blue2. عند الكتروليت تركيزه 50 ppm باستخدام قطبين من الالمنيوم بدرجة حرارة المختبر وعند الدالة الحامضية (9.2)

Time (min)	ppm50		Ppm100		Ppm150		Ppm200	
	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R
10	0.358	13.31	0.462	26.31	0.602	26.85	0.880	38.07
20	0.311	24.69	0.440	29.82	0.571	30.61	0.641	54.89
30	0.265	35.83	0.397	36.68	0.441	46.41	0.504	64.53
40	0.235	43.09	0.322	48.64	0.409	50.30	0.453	68.12
50	0.225	45.52	0.309	50.71	0.371	54.92	0.407	71.35
60	0.211	48.91	0.285	54.54	0.327	60.26	0.388	72.69
70	0.203	50.84	0.232	62.99	0.297	63.91	0.353	75.15
80	0.192	53.51	0.211	66.34	0.268	67.43	0.313	77.97
90	0.155	62.46	0.195	68.89	0.223	72.90	0.287	79.80
100	0.138	66.58	0.178	71.61	0.197	76.06	0.244	82.82



جدول (3-3) يوضح قيم امتصاص و كفاءة الازالة للصبغة Blue 2 .
عند الكتروليت تركيزه 100 ppm باستخدام قطبين من الالمنيوم بدرجة حرارة المختبر:

Time(min)	ppm50		Ppm100		Ppm150		Ppm200	
	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R
10	0.348	15.73	0.455	27.43	0.595	27.70	0.870	38.77
20	0.305	26.15	0.433	30.94	0.568	30.98	0.635	55.31
30	0.260	37.04	0.391	37.63	0.432	47.50	0.496	65.09
40	0.230	44.30	0.316	49.60	0.399	51.51	0.444	68.75
50	0.221	46.48	0.302	51.83	0.363	55.89	0.400	71.85
60	0.201	51.33	0.280	55.34	0.320	61.11	0.381	73.18
70	0.179	56.65	0.227	63.79	0.291	64.64	0.347	75.58
80	0.155	62.46	0.206	67.14	0.262	68.16	0.307	78.39
90	0.138	66.58	0.188	70.01	0.217	73.63	0.277	80.50
100	0.130	68.52	0.171	72.72	0.188	77.15	0.238	83.25

جدول (3-4) يوضح قيم امتصاص وكفاءة الازالة للصبغة Blue2 .
عند الكتروليت تركيزه 150 ppm باستخدام قطبين من الالمنيوم بدرجة حرارة المختبر:

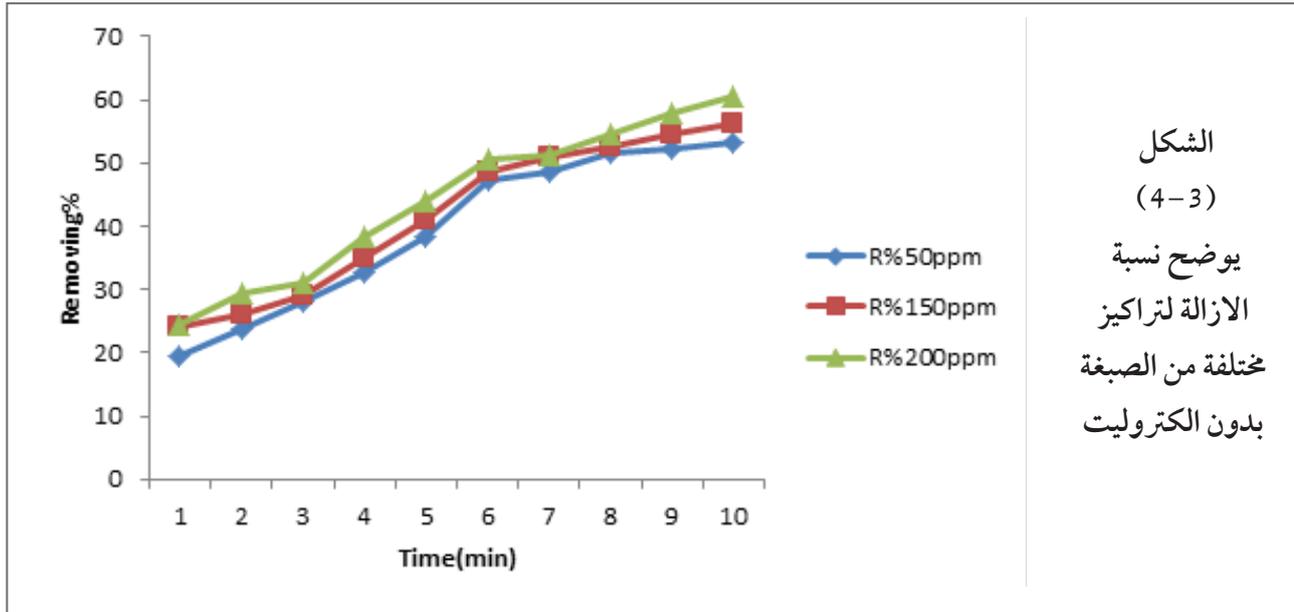
Time (min)	ppm50		Ppm100		Ppm150		Ppm200	
	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R
10	0.350	17.45	0.446	31.69	0.585	31.81	0.855	40.33
20	0.300	29.24	0.425	34.91	0.554	35.43	0.621	56.66
30	0.250	41.03	0.382	41.50	0.425	50.46	0.477	66.71
40	0.221	47.87	0.309	52.67	0.391	54.42	0.423	70.48
50	0.215	49.29	0.295	54.82	0.354	58.74	0.374	73.90
60	0.195	54.00	0.271	58.49	0.310	63.86	0.357	75.08
70	0.170	59.90	0.220	66.30	0.282	67.71	0.326	77.25
80	0.147	65.33	0.194	70.29	0.241	71.91	0.284	80.18
90	0.131	69.10	0.181	72.28	0.210	75.52	0.255	82.20
100	0.124	70.75	0.150	77.02	0.175	79.6	0.192	86.6

العرض 3.2 سم السمك 0.1 سم).
3-1-2-1 تركيز الصبغة: استخدمت تراكيز
مختلفة من الصبغة (50-100-150-200 ppm)
وتم قياس الامتصاص للتركيز المتبقي مع الزمن
وحسبت منه النسبة المئوية للإزالة مع الزمن وكما
في الجدول (3-5).

يلاحظ من الجداول ان نسبة الازالة تزداد
باضافة الالكتروليت وتكون اكبر عند زيادة تركيز
الالكتروليت مقارنة مع الجداول بدون الكتروليت
وهذا ما تؤكده الدراسات السابقة⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾.
3-1-2 قطب الستانليس ستيل:
درست عملية التليد الكهربائي باستخدام
قطبين من الستانليس ستيل بالابعاد (الطول 9 سم

جدول (5-3) قيم الامتصاص والنسبة المئوية للازالة للصبغة Blue.2
بتركيز (200-150-50 ppm) باستخدام قطبين من الستانليس ستيل

(Time(min)	ppm50		150ppm		ppm200	
	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R
10	0.395	19.55	0.680	24.02	1.145	24.57
20	0.375	23.63	0.660	26.25	1.074	29.25
30	0.354	27.91	0.635	29.05	1.047	31.03
40	0.330	32.80	0.581	35.08	0.937	38.28
50	0.303	38.29	0.529	40.89	0.853	43.81
60	0.259	47.26	0.460	48.60	0.749	50.66
70	0.252	48.67	0.440	50.83	0.741	51.19
80	0.238	51.53	0.425	52.51	0.692	54.42
90	0.235	52.14	0.408	54.41	0.638	57.98
100	0.230	53.16	0.393	56.08	0.599	60.55



1-3-2-2-1 ثبوت تركيز الالكتروليت وتغير تأثير الالكتروليت: 1-3-2-2-2

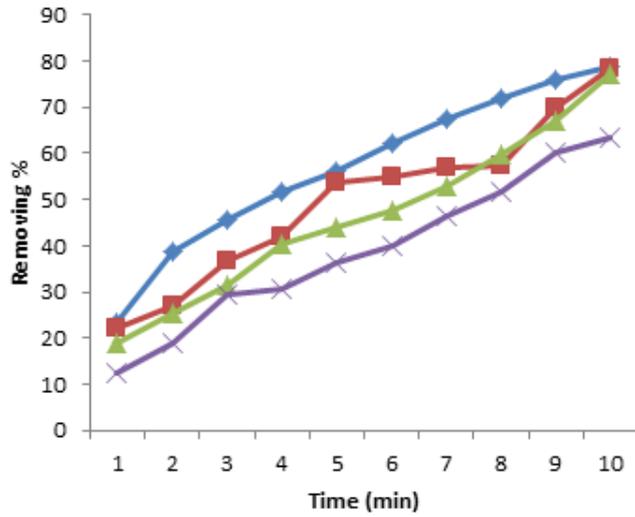
لمعرفة تأثير الالكتروليت على عملية التلييد الكهربائي تم استخدام محاليل الكتروليتيه من Na_2SO_4 بتراكيز مختلفة (50-100-150 ppm) مع تراكيز مختلفة من الصبغة كما في الجدول (3-6) .

تتم دراسة تأثير (50 ppm) من الالكتروليت من Na_2SO_4 مع تراكيز مختلفة من الصبغة كما في الجدول (3-6) .

جدول (3-6) قيم امتصاص و كفاءة الازالة للصبغة Blue2 عند الكتروليت تركيزه 50 ppm

باستخدام قطبين من الستانليس ستيل بدرجة حرارة المختبر عند الدالة الحامضية 9.2

Time (min)	ppm50		ppm100		ppm150		ppm200	
	Abs	%R	Abs	%R	Abs	%R	Abs	%R
10	0.351	23.20	0.521	22.23	0.726	18.89	1.300	12.52
20	0.280	38.74	0.488	27.16	0.668	25.37	1.206	18.96
30	0.249	45.52	0.423	36.87	0.613	31.51	1.048	29.57
40	0.220	51.86	0.388	42.09	0.534	40.34	1.033	30.58
50	0.201	56.02	0.311	53.59	0.502	43.92	0.948	36.30
60	0.172	62.37	0.302	54.92	0.470	47.49	0.892	40.06
70	0.149	67.40	0.288	57.01	0.422	52.85	0.795	46.58
80	0.129	71.78	0.268	57.32	0.360	59.78	0.716	51.89
90	0.109	76.15	0.203	69.71	0.294	67.16	0.591	60.29
100	0.097	78.78	0.146	78.21	0.205	77.10	0.545	63.38



الشكل (3-5)
يوضح العلاقة
بين النسبة المئوية للإزالة
مع الزمن بتراكيز مختلفة
من الصبغة و تركيز ثابت
من الألكتروليت
(ppm 50)

جدول (3-7) قيم امتصاص و كفاءة الازالة للصبغة Blue2 .
عند الكتروليت تركيزه 100 ppm باستخدام قطبين من الستانليس ستيل بدرجة حرارة المختبر

Time (min)	ppm 50		ppm 100		ppm 150		ppm 200	
	Abs	%R	Abs	%R	Abs	%R	Abs	%R
10	0.170	30.00	0.378	28.41	0.591	22.55	1.291	9.47
20	0.146	40.41	0.318	39.78	0.522	31.58	1.150	20.36
30	0.127	48.17	0.275	47.91	0.430	43.65	1.078	24.41
40	0.110	55.11	0.238	54.93	0.346	54.66	0.965	32.33
50	0.090	63.27	0.203	61.56	0.326	57.28	0.824	42.22
60	0.069	71.84	0.165	68.75	0.246	67.76	0.778	45.45
70	0.059	75.92	0.156	70.46	0.231	69.73	0.644	54.84
80	0.049	80.00	0.128	75.76	0.193	74.71	0.534	62.56
90	0.040	83.68	0.108	79.55	0.160	79.04	0.432	69.71
100	0.028	88.58	0.082	84.47	0.128	83.23	0.314	77.99

جدول (3-8) قيم امتصاص و كفاءة الازالة للصبغة Blue2 .
عند الكتروليت تركيزه 150 ppm باستخدام قطبين من الستانليس ستيل بدرجة حرارة المختبر

Time (min)	ppm50		ppm100		ppm150		ppm200	
	Abs	%R	Abs	%R	Abs	%R	Abs	%R
10	0.176	46.51	0.241	44.72	0.312	36.33	1.024	27.07
20	0.162	50.76	0.230	47.24	0.269	45.11	1.013	27.85
30	0.136	58.67	0.193	55.74	0.231	52.85	0.918	34.62
40	0.108	67.18	0.161	63.08	0.202	58.77	0.768	45.30
50	0.076	76.90	0.103	76.37	0.119	75.72	0.732	47.87
60	0.050	84.81	0.068	84.41	0.097	80.21	0.605	56.91
70	0.032	90.28	0.045	89.68	0.068	86.13	0.501	64.32
80	0.020	93.93	0.030	93.12	0.047	90.41	0.413	70.59
90	0.011	96.66	0.023	94.73	0.031	93.68	0.355	74.72
100	0.005	98.49	0.015	97.34	0.018	96.33	0.261	81.42

الكهربائي باستخدام قطبين من الالمنيوم بالابعاد
(الطول 9 سم العرض 3.2 سم السمك 0.1 سم)
وبنفس الخلية الكهربائية السابقة .
3-2-1 تركيز الصبغة: استخدمت تراكيز مختلفة
من الصبغة (50-100-150-200 ppm) وتم قياس
الامتصاص للتركيز المتبقي مع الزمن وحسبت منه النسبة
المئوية للازالة مع الزمن وكما في الجدول (3-9) .

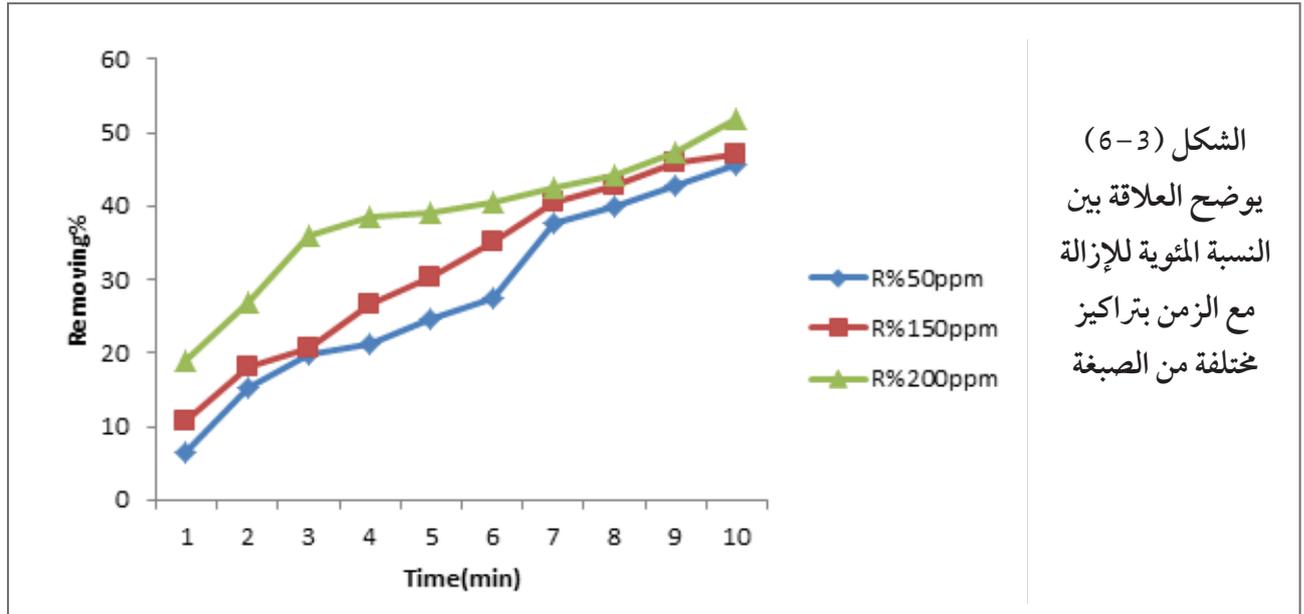
يلاحظ من الجداول ان اضافة الالكتروليت تزيد
من نسبة الازالة و تزداد بزيادة تركيز الالكتروليت كما
ان نسبة الازالة تقل بزيادة تركيز الصبغة بعد اضافة
الالكتروليت مقارنة مع نسبة الازالة بدون الكتر
وليت وهذا ما تؤكده الدراسات السابقة⁽¹⁷⁾⁽¹⁰⁾⁽¹⁸⁾ .

3-2-2 الصبغة Suppra green

3-2-1 قطب الالمنيوم: درست عملية التلييد

جدول (3-9) قيم الامتصاص والنسبة المئوية للازالة للصبغة Suppra green
بتركيز (200-150-50 ppm) باستخدام قطبين من الالمنيوم بدرجة حرارة المختبر

Time (min)	ppm50		150ppm		ppm200	
	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R
10	0.378	6.43	0.995	10.60	1.213	19.07
20	0.342	15.34	0.911	18.14	1.095	26.95
30	0.324	19.80	0.883	20.66	0.960	35.95
40	0.316	21.17	0.817	26.59	0.923	38.42
50	0.305	24.50	0.776	30.27	0.911	39.22
60	0.293	27.44	0.722	35.13	0.891	40.56
70	0.252	37.62	0.661	40.61	0.860	42.62
80	0.243	39.85	0.627	42.89	0.835	44.29
90	0.231	42.82	0.603	45.82	0.788	47.43
100	0.220	45.54	0.588	47.16	0.722	51.83

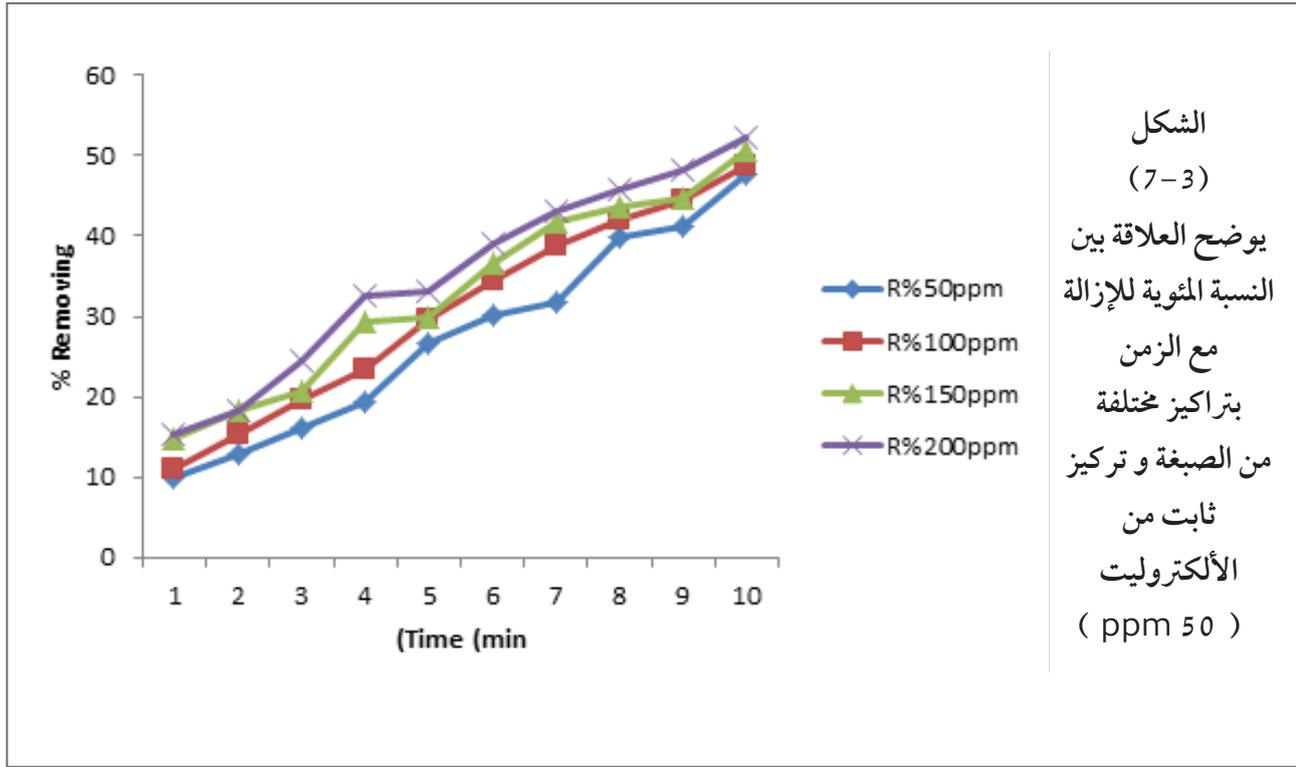


يلاحظ من الجدول (3-9) والشكل (3-6) ان نسبة الإزالة تزداد بزيادة تركيز الصبغة
2-1-2-3 تأثير الالكتروليت:
لمعرفة تأثير الالكتروليت على عملية التليد الكهربائي تم استخدام محاليل الكتروليتيه من Na_2SO_4 بتراكيز مختلفة (50-100-150 ppm) الجدول (3-10) والشكل (3-7) .

مع تراكيز مختلفة من الصبغة
1-2-1-2-3 ثبوت تركيز الالكتروليت وتغير تركيز الصبغة:
تمت دراسة تأثير 50 ppm من الالكتروليت Na_2SO_4 بتراكيز مختلفة من الصبغة كما في الجدول (3-10) والشكل (3-7) .

جدول (3-10) قيم امتصاص و كفاءة الازالة للصبغة Suppra green عند الكتروليت تركيزه 50 ppm باستخدام قطبين من الالمنيوم بدرجة حرارة المختبر

Time (min)	ppm50		ppm100		ppm150		ppm200	
	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R
10	0.370	9.97	0.720	11.00	0.948	14.82	1.105	15.39
20	0.358	12.89	0.685	15.32	0.909	18.32	1.069	18.24
30	0.345	16.05	0.651	19.53	0.881	20.84	0.980	24.57
40	0.331	19.46	0.619	23.48	0.785	29.46	0.867	32.69
50	0.301	26.76	0.570	29.54	0.781	29.82	0.873	33.15
60	0.287	30.17	0.531	34.36	0.705	36.65	0.795	39.12
70	0.280	31.87	0.495	38.81	0.649	41.68	0.742	43.18
80	0.247	39.90	0.469	42.02	0.626	43.75	0.707	45.86
90	0.242	41.11	0.449	44.49	0.615	44.74	0.675	48.31
100	0.215	47.68	0.415	48.70	0.548	50.76	0.623	52.29



جدول (3-11) قيم امتصاص و كفاءة الازالة للصبغة Suppra green
عند الكتروليت تركيزه ppm 100 باستخدام قطبين من الالمنيوم بدرجة حرارة المختبر

Time (min)	ppm50		ppm100		ppm150		ppm200	
	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R
10	0.332	14.43	0.675	14.66	0.918	15.39	1.171	16.41
20	0.311	19.84	0.613	22.50	0.840	22.58	1.113	20.55
30	0.293	24.48	0.588	25.66	0.802	26.08	1.016	27.48
40	0.287	26.03	0.579	26.80	0.785	27.64	0.935	33.26
50	0.283	27.06	0.554	29.96	0.758	30.13	0.904	35.47
60	0.257	33.76	0.511	35.39	0.681	37.23	0.820	41.47
70	0.250	35.56	0.470	40.58	0.623	42.58	0.750	46.46
80	0.224	42.26	0.450	43.10	0.597	44.97	0.711	49.25
90	0.219	43.55	0.433	45.25	0.588	45.80	0.644	54.03
100	0.197	49.22	0.395	50.06	0.522	51.88	0.611	56.38

جدول (3-12) قيم امتصاص وكفاءة الازالة للصبغة Suppra green عند الكتروليت تركيزه 150 ppm باستخدام قطبين من الالمنيوم بدرجة حرارة المختبر

Time (min)	ppm50		ppm100		ppm150		ppm200	
	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R
10	0.325	20.53	0.637	20.67	0.855	22.83	1.077	22.90
20	0.301	26.40	0.588	26.77	0.778	29.78	0.958	31.42
30	0.287	29.82	0.549	31.63	0.730	34.11	0.827	40.80
40	0.263	35.69	0.513	36.11	0.689	37.81	0.807	42.23
50	0.255	37.65	0.497	38.10	0.663	40.16	0.789	43.52
60	0.249	39.36	0.486	39.47	0.619	44.58	0.763	45.38
70	0.242	40.83	0.473	41.09	0.594	46.38	0.713	48.96
80	0.235	42.54	0.441	45.08	0.566	48.91	0.685	50.96
90	0.221	45.96	0.386	51.93	0.537	51.53	0.640	54.18
100	0.202	50.61	0.379	52.80	0.509	54.06	0.587	57.98

المتبقي للصبغة في الازمنة المختلفة رسم منحني المعايرة بتحضير تراكيز مختلفة من الصبغة وقياس الامتصاص الاعظم عند الطول الموجي (630 nm) ورسمت العلاقة بين الامتصاص والتركييز كما في الشكل (3-18) بعدها استخدمت تراكيز مختلفة من الصبغة (50-100-150-200 ppm) وتم قياس الامتصاص للتركييز المتبقي مع الزمن وحسبت منه النسبة المئوية للازالة مع الزمن وكما في الجدول (3-13) والشكل (3-8).

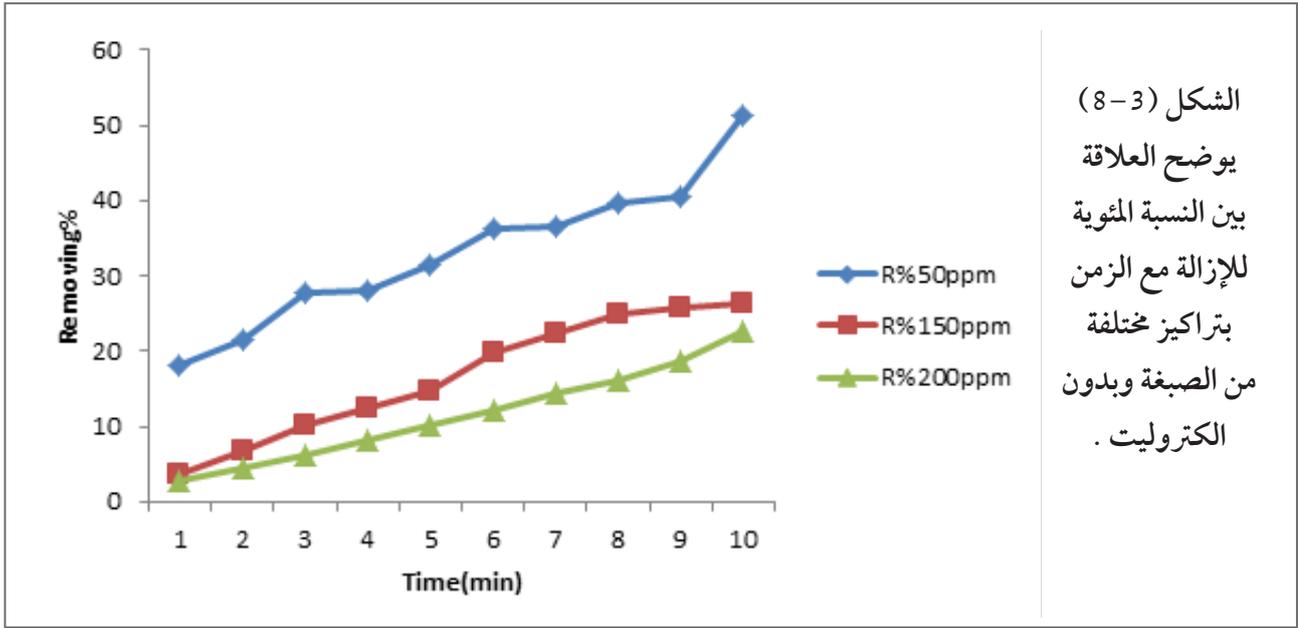
يلاحظ من الجداول والاشكال السابقة ان نسبة الإزالة تزداد عند اضافة الالكتروليت وتكون اكبر عند زيادة تركيز الالكتروليت وهذا ما تؤكدته الدراسات السابقة (14)(15)(16).

3-2-2 قطب الستانليس ستيل : درست عملية التليد الكهربائي باستخدام قطبين من الستانليس ستيل بالابعاد (الطول 9 سم العرض 3.2 سم السمك 0.1 سم).

3-2-2-1 تركيز الصبغة : لمعرفة التركيز

Time (min)	ppm 50		ppm 150		ppm 200	
	Abs	% R	Abs	%R	Abs	%R
10	0.337	18.20	1.109	3.64	1.311	2.74
20	0.323	21.60	1.095	6.74	1.289	4.37
30	0.298	27.66	1.033	10.25	1.265	6.15
40	0.297	27.91	1.008	12.42	1.238	8.16
50	0.282	31.55	0.981	14.76	1.211	10.16
60	0.263	36.16	0.923	19.80	1.185	12.09
70	0.261	36.65	0.892	22.50	1.153	14.46
80	0.249	39.56	0.865	24.84	1.130	16.17
90	0.245	40.53	0.854	25.80	1.095	18.76
100	0.201	51.21	0.849	26.23	1.042	22.70

جدول (3-13) قيم الامتصاص والنسبة المئوية للازالة للصبغة Suppra green بتركيز (50-150-200 ppm) باستخدام قطبين من الستانليس ستيل بدرجة حرارة المختبر



يلاحظ من الجدول (3-12) والشكل (3-8) من الصبغة لمعرفة تأثير الالكتروليت على عملية الازالة . ان نسبة الازالة تقل بزيادة تركيز الصبغة وبدون الكتروليت .

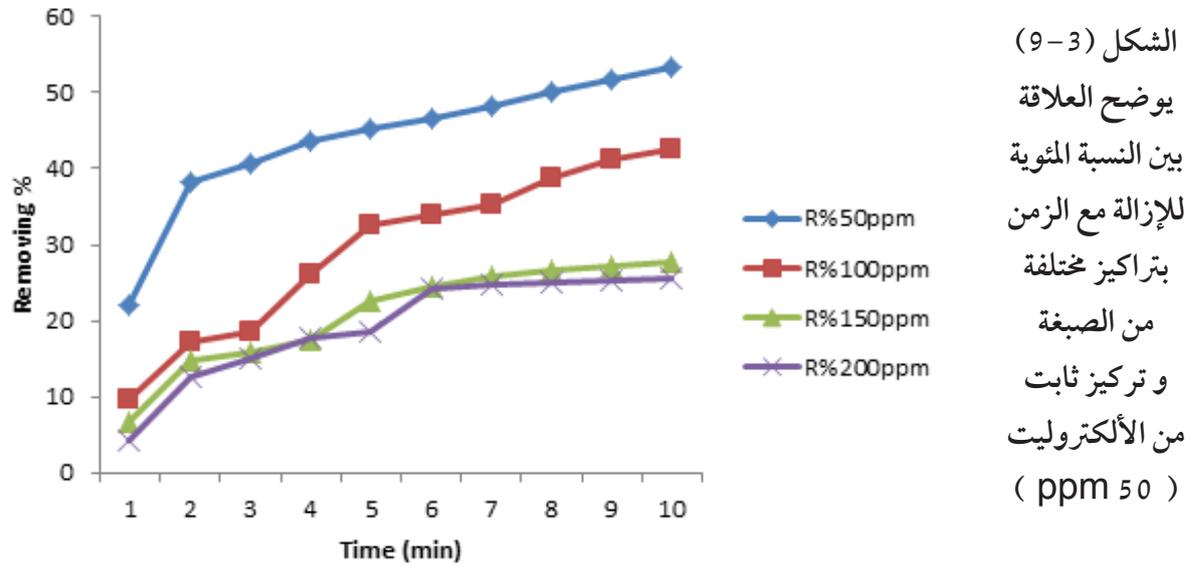
1-2-2-2-3 ثبوت تركيز الالكتروليت وتغير

تركيز الصبغة : تمت دراسة تأثير 50 ppm من الالكتروليت Na_2SO_4 بتراكيز مختلفة من الصبغة كما في الجدول (3-14) والشكل (3-9) .

2-2-2-3 تأثير الالكتروليت: لمعرفة تأثير الالكتروليت على عملية التليد الكهربائي تم استخدام محاليل الكتروليتيه من Na_2SO_4 بتراكيز مختلفة (ppm 150-100-50) مع تراكيز مختلفة

جدول (3-14) قيم امتصاص و كفاءة الازالة للصبغة Supra green عند الكتروليت تركيزه 50 ppm باستخدام قطبين من الستانليس ستيل بدرجة حرارة المختبر

Time (min)	ppm50		ppm100		ppm150		ppm200	
	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R
10	0.351	22.17	0.749	9.75	1.095	6.74	1.424	4.30
20	0.279	38.13	0.688	17.10	0.988	14.81	1.301	12.56
30	0.268	40.57	0.675	18.67	0.969	15.81	1.265	14.98
40	0.254	43.68	0.613	26.14	0.950	17.46	1.224	17.74
50	0.247	45.23	0.560	32.53	0.891	22.58	1.211	18.61
60	0.241	46.56	0.548	33.97	0.870	24.41	1.126	24.32
70	0.233	48.33	0.537	35.30	0.855	25.71	1.120	24.73
80	0.225	50.11	0.509	38.67	0.843	26.75	1.114	25.13
90	0.218	51.66	0.489	41.08	0.837	27.28	1.110	25.40
100	0.211	53.21	0.477	42.54	0.832	27.71	1.102	25.49



جدول (3-15) قيم امتصاص وكفاءة الازالة للصبغة Supra green عند الكتروليت تركيزه ppm 100 باستخدام قطبين من الستانليس ستيل بدرجة حرارة المختبر

Time (min)	ppm50		ppm100		ppm150		ppm200	
	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R
10	0.309	25.00	0.622	23.49	0.999	10.00	1.344	3.30
20	0.292	29.12	0.578	28.90	0.825	25.67	1.148	17.41
30	0.258	37.37	0.530	34.80	0.763	31.26	0.974	29.92
40	0.248	39.80	0.504	38.00	0.715	35.58	0.958	31.07
50	0.220	46.60	0.458	43.66	0.634	42.88	0.848	38.99
60	0.212	48.54	0.423	47.97	0.609	45.13	0.829	40.35
70	0.185	55.09	0.371	54.36	0.530	52.25	0.739	46.83
80	0.175	57.52	0.351	56.82	0.524	52.79	0.692	50.21
90	0.167	59.46	0.337	58.54	0.495	55.40	0.669	51.87
100	0.142	65.53	0.292	64.08	0.444	60.00	0.611	56.04

جدول (3-16) قيم امتصاص و كفاءة الازالة للصبغة Supra green
عند الكتروليت تركيزه 150 ppm باستخدام قطبين من الستانليس ستيل بدرجة حرارة المختبر

Time (min)	ppm 50		ppm 100		ppm 150		ppm 200	
	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R	.Abs	%R
10	0.286	29.20	0.576	27.54	0.800	27.52	1.134	22.11
20	0.257	36.38	0.553	30.44	0.788	28.68	1.112	23.62
30	0.246	39.10	0.485	38.99	0.675	38.91	0.898	38.32
40	0.198	50.99	0.432	45.66	0.603	45.42	0.880	39.56
50	0.192	52.47	0.421	47.04	0.542	50.95	0.774	46.89
60	0.169	58.16	0.349	56.10	0.493	55.38	0.670	53.98
70	0.133	67.07	0.308	61.25	0.431	60.99	0.593	59.27
80	0.126	68.81	0.273	65.66	0.393	64.43	0.529	63.66
90	0.107	73.51	0.233	70.69	0.343	68.95	0.503	65.45
100	0.092	77.22	0.211	73.45	0.328	70.31	0.488	66.48

باستخدام قطب الالمنيوم يتبع الميكانيكية الآتية:

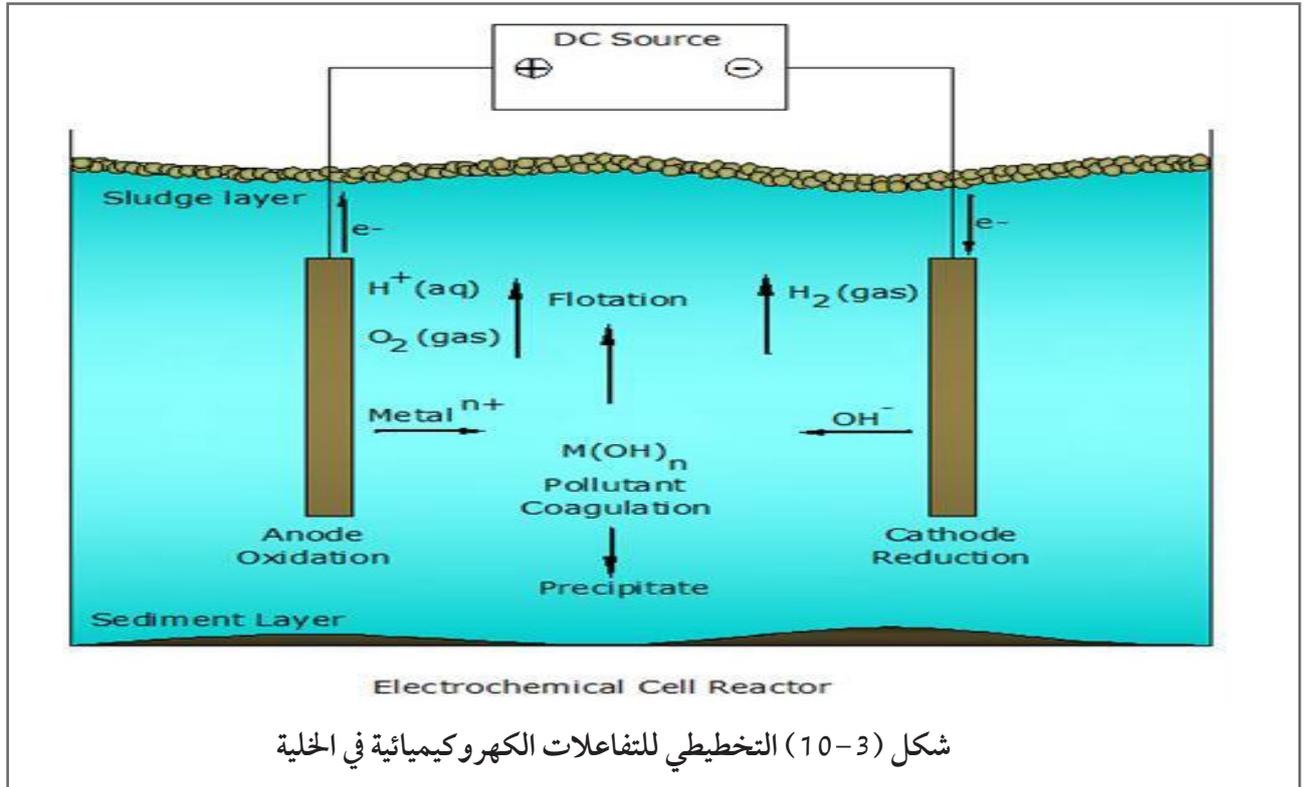


الايونات الموجبة المتكونة تزعزع أي جسيمات في المذيب بتكوين معقدات متعددة الهيدروكسيد متعددة التكافؤ. تتميز هذه المجموعات بخصائص عالية للامتصاص، مما يؤدي إلى تكوين كتل من الملوثات⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾⁽²¹⁾ وان غاز الهيدروجين المتحرر يساعد في الخلط وعملية التلييد. ويسبب في تعويم طبقة من المادة المذابة (الصبغة) على سطح السائل⁽⁸⁴⁾.

يلاحظ من الجداول والاشكال السابقة ان نسبة الازالة تزداد باضافة الالكتروليت وتزداد بزيادة تركيز الالكتروليت كما ان نسبة الازالة تقل بزيادة تركيز الصبغة حيث يتناسب تركيز الصبغة عكسيا مع نسبة الازالة وبالعكس يتناسب تركيز الالكتروليت طرديا مع نسبة الازالة⁽¹⁷⁾⁽¹⁰⁾⁽¹⁸⁾.
3-4 ميكانيكيات التلييد الكهربائي :

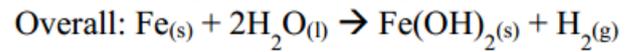
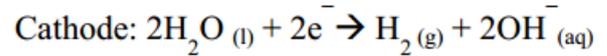
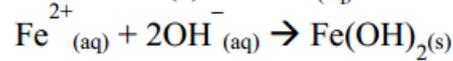
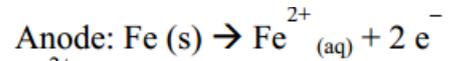
من خلال النتائج والدراسات السابقة فإن الميكانيكة المقترحة لعملية الازالة كالآتي :





شكل (3-10) التخطيطي للتفاعلات الكهروكيميائية في الخلية

المنطقة القريبة من الأنود. تتفاعل الجسيمات مع الحديد ويمكن إزالة الهيدروكسيدات إما عن طريق التعقيد السطحي أو الجذب الكهربائي. المجال الكهربائي يزيد من احتمال وجود شحنات في المحيط تتلامس مع بعضها البعض مقارنة مع التحريك الكيميائي⁽⁶⁴⁾. عند ثبوت فرق الجهد وزيادة تركيز الألكتروليت توصيلية المحلول تزداد والمقاومة تقل لذلك التيار المار يزداد وتنتج كمية من هيدروكسيد المعدن وإزالة اللون تزداد⁽²²⁾. واحد من أهم طرق إزالة الصبغات بعملية (EC) هو امتزاز جزيئات الأصباغ على هيدروكسيدات المعدن. سعة الامتزاز للمعادن محدودة وكمية محددة من المعادن قادرة على امتزاز كميات محددة من جزيئات الأصباغ، لذا مع زيادة تركيز الصبغة فإن كمية الكتل الناتجة (هيدروكسيدات المعدن) غير كافية لإمتزاز جزيئات الأصباغ⁽²³⁾.



Anode:



Cathode:

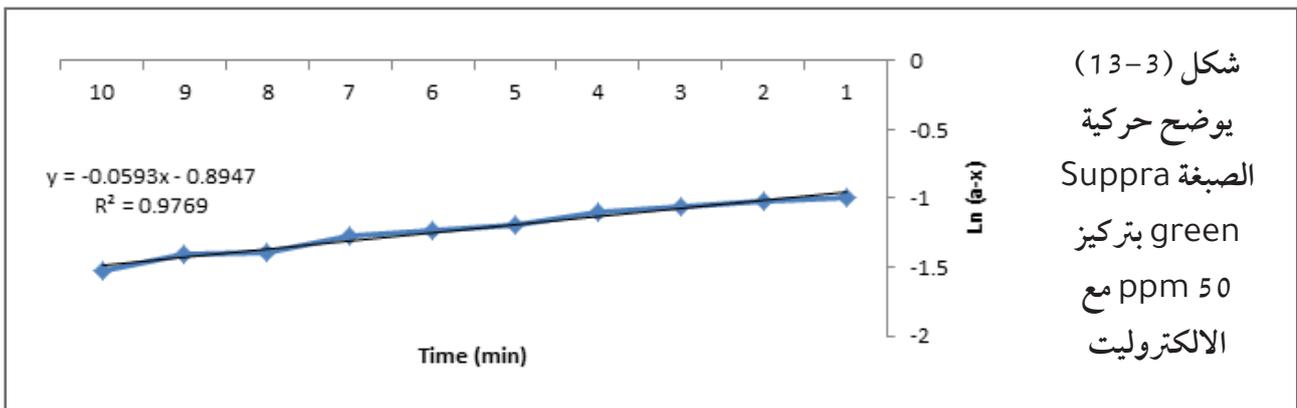
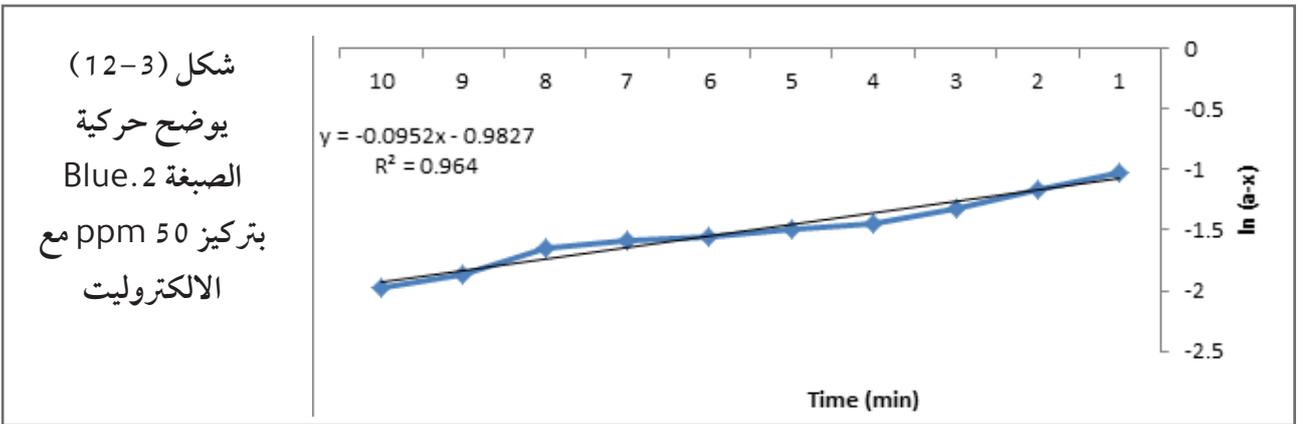
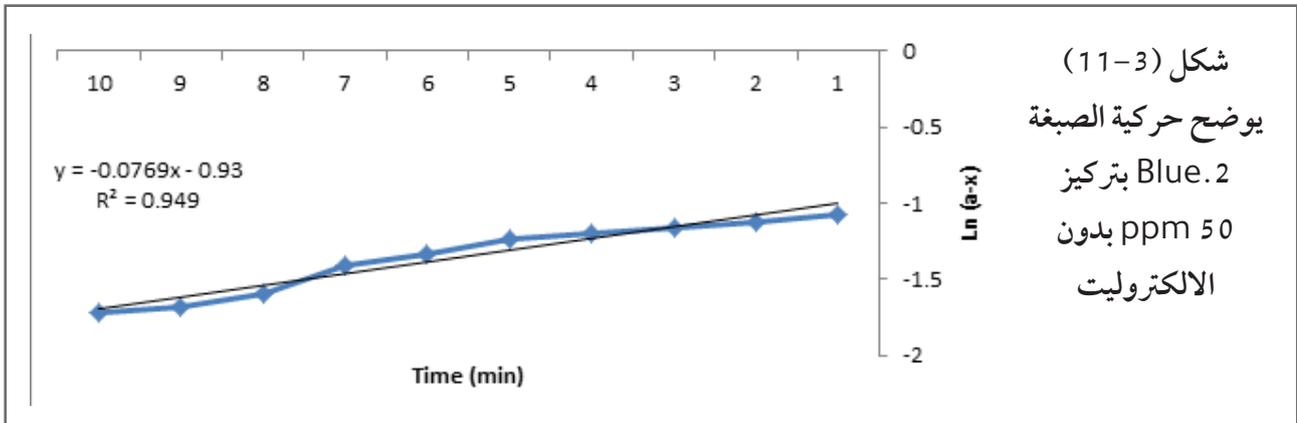


ينطوي مبدأ عمل EC على تحلل الأنودات المعدنية بشكل مستمر لإنتاج أيونات معدنية قريبة من السطح الأنودي. توليد هيدروكسيدات الحديد (Fe(OH)_n) و هيدروكسيدات الألمنيوم (Al(OH)₃) وتركيز الجسيمات (عادة مشحونة بشحنة سالبة)، والتي يتم ازاحتها من قبل المجال الكهربائي في

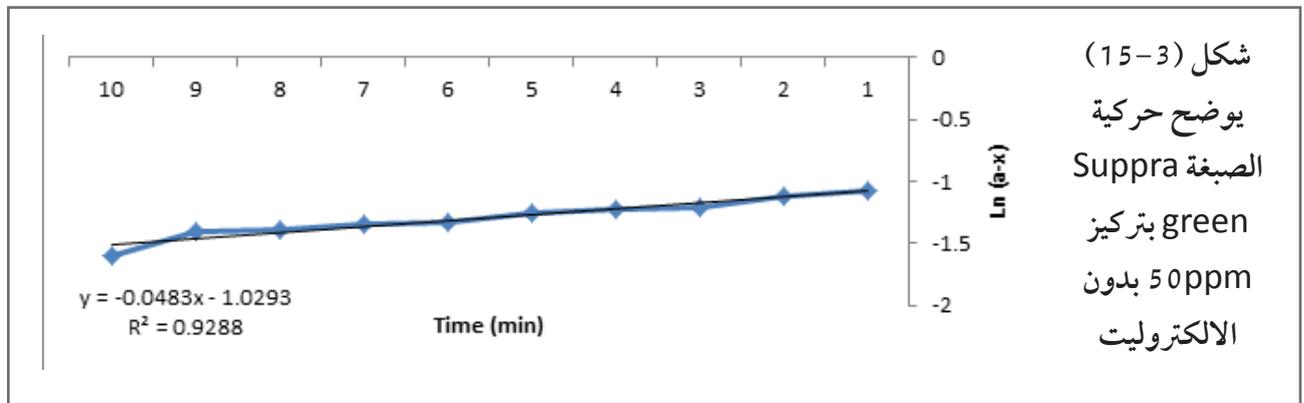
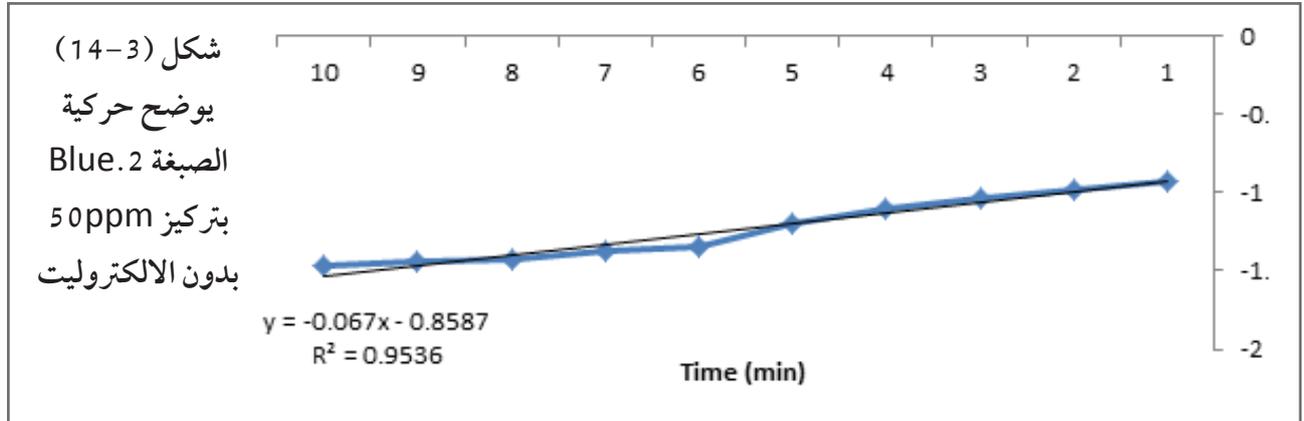
3-5 الدراسة الحركية للصبغات:

(ppm) للأقطاب الالمنيوم والستانليس ستيل. حيث اعطت قوة علاقة جيدة دلالة على سلوك العملية بالرتبة الاولى الوهمية الكاذبة وحسب من العلاقات البيانية ثابت معدل سرعة التفاعل K والاشكال من (3-58) الى (3-68) والجدول (3-48) تبين قيم ثابت معدل سرعة التفاعل K للصبغات بدون ألكتروليت ومع الألكتروليت .
1 - قطب Al :

تمت دراسة حركية إزالة الصبغات بعملية (EC) من خلال معادلة الرتبة الاولى وذلك برسم علاقة بين الامتصاص او التركيز المتبقي مع الزمن للصبغات قيد الدراسة بتركيز 50 ppm لكافة الصبغات بدون الكتروليت وكذلك تطبيق معادلة الرتبة الأولى على نفس الصبغات ولكن بإضافة تراكيز ثابت من الالكتروليت (50) (Na_2SO_4)



2 - قطب SS :



جدول (3-17) يمثل قيم ثابت السرعة K للصبغات قيد الدراسة
باستخدام قطب SS.18 وقطب Al بدون الكتروليت ومع الالكتروليت

قطب SS.18

التسلسل	اسم الصبغة	K بدون الكتروليت min^{-1}	K مع الالكتروليت min^{-1}
1	Blue.2	0.067	0.138
2	Suppra green	0.048	0.049
قطب Al			
1	Blue.2	0.076	0.095
2	Suppra green	0.0590	0.0593

يتضح من الجداول ان ثابت معدل سرعة التفاعل K يزداد بوجود الألكتروليت مقارنة مع قيم ثابت معدل سرعة التفاعل K بعدم وجود الألكتروليت وللأقطاب كافة .

- 7- Perng, Yuan-Shing, and Ha Manh Bui. "Decolorization of Reactive Red 195 solution by electrocoagulation process." *Journal of Vietnamese Environment* 5.1 (2014): 22 - 26.
- 8- Ghanbari, Farshid, et al. "Electrocoagulation/flotation of textile wastewater with simultaneous application of aluminum and iron as anode." *Environmental Processes* 1.4 (2014): 447 - 457.
- 9- N Malinovic, Borislav, and Miomir G Pavlovic. "Decolorization of reactive violet 5 dye in textile wastewater by electrocoagulation." *Journal of Electrochemical Science and Engineering* 6.1 (2016): 67 - 75.
- 10- Nandi, Barun Kumar, and Sunil Patel. "Effects of operational parameters on the removal of brilliant green dye from aqueous solutions by electrocoagulation." *Arabian Journal of Chemistry* 10 (2017): S2961 - S2968
- 11- Belayachi-Haddad Amel , Benderdouche Nouredine, Bestani Benaouda and Duclaux Laurent . " Synthetic textile wastewater treatment: removal of Nylosan (N-2RBL) dye by electrocoagulation ", *Desalination and Water Treatment* , No.63 , Vol.7886-2017 ,.
- 12- Getaye, M., et al. "Removal of Malachite Green from Contaminated Water using Electro-Coagulation Technique." *J Anal Pharm Res* 6.4 (2017): 00184.

المصادر

- 1-Nassaar, N.N, Marei, N,N, Vitale, G. and Arar, L. A (2015), "Adsorptiva removal of dyes from synthetic and real textile wastewatr using magnetic iron oxide nanoparticles: Thermodynamic and mechanistic insights" *Canadian Journal of chemical Engineering* ,93(11),pp: 1965 - 1974 .
- 2- Can~ izares P, Carmona M., Lobato J, Martinez F. & Rodrigo M.A. "Electro dissolution of aluminum electrodes in electrocoagulation processes" , *Industrial Engineering Chemical Reserch* , Vol.44 , (2005) 4178 - 4185 .
- 3- Daneshvar N., Oladegaragoze A. & Djafarzadeh N." Decolorization of basic dye solutions by electrocoagulation: an investigation of the effect of operational parameters." *Journal of Hazardous Materials* , Vol. 129,(2006)116 - 122.
- 4- Do, J-S., and M-L. Chen. "Decolourization of dye-containing solutions by electrocoagulation." *Journal of Applied Electrochemistry* 24.8 (1994): 785 -790 .
- 5-Islam, SM Nazrul, et al. "Electrocoagulation (EC) technique for color removal from orange II dye." *Bangladesh Journal of Environmental Research* 9 (2011): 45 - 52.
- 6- ghali Attia, Hadi. "Decolorization of direct blue dye by electrocoagulation process." *Journal of Engineering and Sustainable Development* 17.1 (2013): 171 - 181.

- 19- Andrade M. "Heavy metal removal from bilge water by electrocoagulation treatment" M.Sc. Thesis, University of New Orleans. (2009).
- 20- Behbahani M., Moghaddam A. & Arami M. , "Comparison Between Aluminum and Iron Electrodes on Removal of Phosphate from Aqueous Solutions by Electrocoagulation Process" , International Journal of Environmental Research, Vol.5, No.2, (2011) 403 - 412.
- 21 -Parsa J.B., Vahidian H.R., Soleymani A.R & Abbasi M., "Removal of Acid Brown 14 in aqueous media by electrocoagulation: Optimization parameters and minimizing of energy consumption" , Desalination ,(2011) 295-302.
- 22- Dash, Barada Prasanna, and Sanjeev Chaudhari. "Electrochemical denitrification of simulated ground water." Water Research 39.17 (2005): 4065 - 4072.
- 23- Ghalwa, Nasser M. Abu, Alaa M. Saqer, and Nader B. Farhat. "Removal of Reactive Red 24 dye by clean electrocoagulation process using iron and aluminum electrodes." Journal of Chemical Engineering & Process Technology 7 (2016): 2157 - 7048..
- 13- Duan, Xiaoxue, et al. "Application of Modified Electrocoagulation for Efficient Color Removal from Synthetic Methylene Blue Wastewater." Int. J. Electrochem. Sci 13 (2018): 5575 - 5588.
- 14- Chen, Xueming, Guohua Chen, and Po Lock Yue. "Separation of pollutants from restaurant wastewater by electrocoagulation." Separation and purification technology 19.1:(2000) 2-76-65.
- 15- Charoenlarp, Khanittha, and Wichan Choyphan. "Reuse of dye wastewater through colour removal with electrocoagulation process." Asian Journal on Energy and Environment 10.4 (2009): 250 - 60
- 16- L. Benazzi Toni , Di Luccio Marco , M. Dallago Rogério , Steffens Juliana , Mores Rúbia , Do Nascimento Mariele S. , Krebs Jociane and Ceni Gustavo . " Continuousflow electrocoagulation in the treatment of wastewater from dairy industries " , Water Science & Technology , No.6 , Vol.73 , 2016 68. Kumar
- 17- Krishna , Sahu Omprakash . " Removal of Dye by Electrocoagulation Method " , Journal of Babylon University/ Engineering Sciences , No.2 , Vol.22 , 2014
- 18- Nwabanne Joseph T , Obi Christopher C " Abattoir Wastewater Treatment by Electrocoagulation Using Iron Electrodes " Der Chemica Sinica, 2017, 8(2): 254 - 260.

