مجلة الدراسات التربوية والعلمية - كلية التربية - الجامعة العراقية
العدد العشرون - المجلد الثاني - الكيمياء - تشرين ثاني 2022 م
doi.org/10.52866/esj.2022.02.20.02

دراسة العوامل المؤثرة على كفاءة التلبيد الكهربائي لصبغة Orange 1

رؤى خالد خليفة الحمداني ، أ.د. أحمد سعيد عثمان الدباغ1 ، أ.م. د عطا الله برجس دخيل2
1 - قسم الهندسة الكيمياوي - كلية الهندسة - جامعة تكريت، تكريت العراق
2 - قسم الكيمياء - كلية التربية للعلوم الصرفة - جامعة تكريت، تكريت العراق

الخلاصة:

تم في هذا البحث دراسة كفاءة إزالة صبغة Orange 1 من محاليلها المائية بطريقة التلبيد الكهربائي وتغيير لعدد من العوامل للحصول على أعلى كفاءة، وكذلك استعمل نوعين من الأقطاب وهي أقطاب الألمنيوم وأقطاب الستانلس – ستيل واستعمل قطبين لكل نوع بأبعاد (5.5 – 6.5–0.1) سم في خلية تحليل كهربائي ابعادها (طول 8.5 سم، وعرض 8.5 سم، وارتفاع 7 سم) ودراسة تأثير كل منهما، كما تم دراسة تأثير تركيز الصبغة واستعمل ثلاث تراكيز (50، 100، 150) جزء من المليون وتأثير المحلول بدون إلكتروليت ومع إضافة الإلكتروليت (NaCl) وتغير مقدار الفولتية إلى أربع فولتيات مختلفة (5، 10، 20، 25) فولت، وكذلك دراسة تأثير تغير المسافة بين الأقطاب من 2 سم إلى 3 سم للنوعين من الأقطاب. ولقد ظهرت عدد من البينات المتباينة في هذه الدراسة، وكانت هذه النتائج مقارب للأدبيات وللدراسة السابقة المشابهة.

الكلمات المفتاحية: قطب الألمنيوم النقي، قطب الستانلس – ستيل، تأثير تغيير التركيز، تأثير الفولتية، تأثير الإلكتروليت، تأثير المسافة.

Study Effective Factors on the Electrocoagulation Efficiency of Orange-1 Dye

Ruaa Khaled Khalifa Al-Hamdani
Prof. Doctor Ahmed Saeed Othman Al-Dabbagh1
Ass. Prof. doctor Atallah Barjes Dakheel2
1-Tikrit University / College of Engineering - Deptartment of Chemical Engineering
2- Tikrit University / College of Education for Pure Sciences - Department of Chemistry
E-mail: roaa@st.tu.edu.iq

Abstract:

In this research, the efficiency of removing Orange 1 pigment from its aqueous solutions by electrocoagulation method was studied. Many factors were altered to get the highest efficiency by use two types of electrode aluminum and stainless-steel electrode with dimensions (5.5-6.5-0.1) cm in an electrolysis cell with dimensions (length 8.5 cm, width 8.5 cm, height 7 cm). Then the effect of them were studied. After that, effect of dye concentrations was examined. The effect of the solution with and without electrolyte were studied. In addition, the quantity of voltage was adjusted to four different voltages (5, 10, 20, 25), and the impact of altering the distance between the electrodes from 2 cm to 3 cm for the two kinds of electrodes was investigated. In this study, a significant variance in results were found. Also, these findings are clearly consistent with a lot of previous studies.

Key words: Pure aluminum electrode, Stainless-steel electrode, Effect of concentration change, Effect of voltage, Effect of electrolyte, Effect of distance.

1. المقدمة Introduction

يعد تلوث المياه السطحية والجوفية بالأصباغ مشكلة بيئية خطيرة وتهديدًا للحياة المائية والبشرية على حد سواء. أفادت العديد من الدراسات أن أكثر من 100000 صبغة متوفرة تجارياً. الصناعات التي تنتج المنسوجات، ومستحضرات التجميل، والورق، والجلود، والمنتجات الزراعية، والخلايا الكهروضوئية [1]. بالإضافة إلى ذلك فإن المستحضرات الصيدلانية، ومعالجة الأغذية تنتج أيضًا كميات كبيرة من مياه الصرف الملوثة بتركيز عالٍ من الأصباغ والمكونات الأخرى[2]. لذا فانه من المهم جداً تنقية مياه الصرف الصحي من هذه الاصباغ قبل تصريفها في المسطحات المائية [3]. وهنالك العديد من الطرق التقليدية لإزالة الصبغات من مياه الصرف الصحي، بما في ذلك الطرق البيولوجية والفيزيائية والكيميائية. التخثير الكهربائي وهي تقنية بسيطة وموثوقة وفعالة من حيث التكلفة وواعدة لمعالجة مياه الصرف الصحي المختلفة ومنها بدون مواد كيميائية إضافية وبالتالي تقليل حجم الحمأة الناتجة؛ لا تتطلب هذه التقنية سوى تيار كهربائي منخفض الكثافة. يعد التخثير الكهربائي من بين طرائق المعالجة الأخرى هو طريقة آمنة وفعالة لإزالة الصبغة. لقد ثبت أن التخثير الكهربائي يزيل مجموعة واسعة من الملوثات. فقد تم تطبيقه بكفاءة لمعالجة مياه الصرف الصحي المختلفة التي تحتوي على معادن ثقيلة [4]، مواد غذائية [5]، نفايات زيت [6]، أصباغ نسيج [7]، فلوريد [8]، نفايات بوليمرية [9]، مواد عضوية من رشح مدافن النفايات [10]، جسيمات معلقة، نفايات تلميع كيميائية وميكانيكية، معلقات مائية للجسيمات متناهية الصغر، مغذيات، نفايات الفينول والزرنيخ والملوثات العضوية المقاومة للصهر ومنها اللجنين وEDTA [11]. وفي عام 2017 قام Belayachi وجماعته [12] في دراسة لإزالة صبغة (نيلوسان الأحمر N-2RBL) من مياه الصرف الصحي، المتغيرات التي تم تطبيقها في هذه الدراسة تأثر الدالة الحامضية الأولية ، كثافة التيار، تركيز الصبغة الأولي، تركيز الالكتروليت، المسافة بين الأقطاب الكهربائية، وسرعة التحريك، ودرجة الحرارة على كفاءة المعالجة، تم الحصول على إزالة اللون من محلول الصبغة بنسبة أكثر من ٪ 98 عند درجة حرارة 303 K و pH 2.5 مع كثافة التيار 13.76 mA/cm^2 ، تركيز الالكتروليت 4 gm/L، وبزمن 8 min ، المسافة بين الاقطاب cm 2.5 ، وسرعة التحريك .275 rpm. كذلك في نفس العام Getaye 2017 وجماعته [13] قاموا باستخدام تقنية التلبيد الكهربائي لإزالة لون صبغة الملكيت الأخر – 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. باستخدام اقطاب من الحديد والالمنيوم، زيادة تركيز الالكتروليت، من أجل تحقيق أقصى قدر من إزالة اللون من الملكيت الأخر في المحلول المائي كانت كثافة التيار (76.5 mA/cm^2) والدالة الهيدروجينية 8 في المحلول، وبتركيز للصبغة 100 mg/l وبزمن 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. وفي سنة 2020 Ahmed وجماعته [14] قاموا بدراسة العوامل المؤثرة على عملية التلبيد الكهربائي لإزالة صبغة (Supra green) و(blue.2) من محاليها المائية كملوث

باستخدام خلية الكتروليتية واقطاب من الالمنيوم النقي والستالنس ستيل (SS18) وبجهد مسلط 30 فولت وبمدى من التراكيز(200-150-100-50) ppm وباستخدام كبريتات الصوديوم كالكتروليت وبتركيز(150-100-50) ppm اتضح من الدراسة افضل نسبة إزالة تحققت عند تركيز 200 ppm عند قطب الالمنيوم وبنسبة ازالة ٪ 86.6 للصبغة Blue 2 بنسبة 58٪للصبغة Suppra green وبتركيز 150 ppm للالكتروليت وتم حساب حركية الازالة للصبغات وكانت من المرتبة الأولى الوهمية الكاذبة. ويهدف البحث إلى دراسة عدد من العوامل المؤثرة على كفاءة التلبيد (التخثير) الكهربائي لعدد من الصبغات في محاليلها المائية.

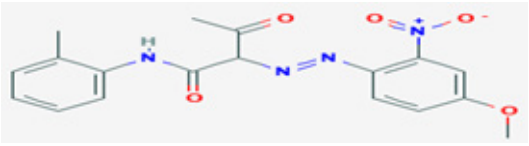
2. الجزء العملي

1.2. الأجهزة والمواد: جميع المواد الكيميائية المستعملة مجهزة من شركة (Alfa Aesar)، واستعملت الأجهزة spectrophotometer PD303 ،Hot stirrer ms300hr ،DC power supplyYh305D وجميعها ذات منشأ صيني.

2.2. الأصباغ المستخدمة: تم استخدام الصبغة التالية في البحث:

- اسم الصبغة: Orange 1
- الصيغة التركيبية:
- التسمية العلمية:

2-[(4-methoxy-2-nitrophenyl)diazenyl]-N-(2-methylphenyl) -3-oxobutanamide



- الصيغة الجزيئية : $C_{18}H_{18}N_4O_5$
- الكتلة المولية : 370 g/mole
- الطول الموجي : 480 nm
- اللون : برتقالي

3.2. تحضير المحلول القياسي:

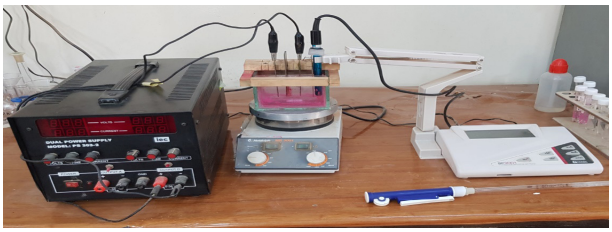
تم تحضير المحلول القياسي للصبغة بتراكيز متساوية حيث تمت اذابة 1غم من الصبغة في 1000 مل من الماء المقطر كمذيب، التركيز الناتج 1000 ppm وباستخدام قانون التخفيف تم تحضير التراكيز (50,100,150 ppm) على التوالي.

4.2. تحضير صبغة Orange 1

تم تحضير (500) جزء من المليون من الصبغة وذلك بأخذ (0.5) غم من الصبغة واكمال الحجم إلى (1000) مل من الماء المقطر، وكانت دالة الحامضية للصبغة 5.43 والطول الموجي 480 نانومتر.

5.2. تحضير الخلية الكهربائية

لقد تم اجراء تجارب التلبيد الكهربائي EC باستعمال خلية كهربائية مصنوعة ذات أبعاد (طول 8.5 سم، وعرض 8.5 سم، وارتفاع 7سم) بسعة (400) ملم باستعمال قطبين من الألمنيوم النقي كل واحد منها بأبعاد (طول 6.5 سم، وعرض 5.5 سم، والسمك 1 ملم). وبسرعة رج 200 rpm كما في الشكل (1).



شكل (1):
يمثل الاجهزة المستخدمة في القياسات

2.6. تحضير الإلكتروليت (محلول NaCl)

يحضر (1) غم من كلوريد الصوديوم ويتم إضافة ماء مقطر في قنينة حجمية سعة (1000) مل واكمال الحجم إلى الحد المطلوب، ثم باستعمال قانون التخفيف ($M_1V_1=M_2V_2$) تم تحضير التراكيز المستعملة في خلية التلبيد الكهربائي (150، 100، 50) جزء من المليون، بعدها تم امرار تيار ذو فولتيات مختلفة (25، 20، 20، 5) فولت، ولكن بثبوت التركيز، ثم ربط الأقطاب بأبعاد 2 سم في التجربة الأولى و3 سم في التجربة الثانية وذلك لمعرفة تأثير تغيير الأبعاد على درجة الامتصاص في الخلية وتوصليها إلى مصدر طاقة ذو مقياس رقمي لقياس التيار والفولتية، ويتكون من الكاثود والأنود في صفائح منفصلة لنفس القطب، إذ كانت المساحة السطحية المغمورة لكل قطب 4.5 سم، وتم ضبط الجهد المستعمل ب 4 فولتيات، وفي كل تجربة وضعت (300 مل) من الصبغة المخففة بثلاث تراكيز في الخلية بدرجة حرارة المختبر وتم اخذ العينات بحجم (1) مل بشكل دوري بأزمنة مختلفة من خلية التلبيد الكهربائي، ثم الترشيح لها لإزالة المواد العالقة في الصبغة من خلال التحليل الكهربائي باستعمال ورق الترشيح

$$R\% = [A^o - At / A^o] \times 100 \quad \ldots(1)$$

إذ ان الـ R٪ هي النسبة المئوية للإزالة، وA^o, At هي الامتصاصية قبل وبعد المعالجة بطول موجي معلوم، وعند نهاية كل تجربة يغسل الأقطاب باستعمال الماء المقطر وحامض الهيدروكلوريك المخفف ومن ثم تجفيفها وإعادة استعمالها في التجارب مرة أخرى.

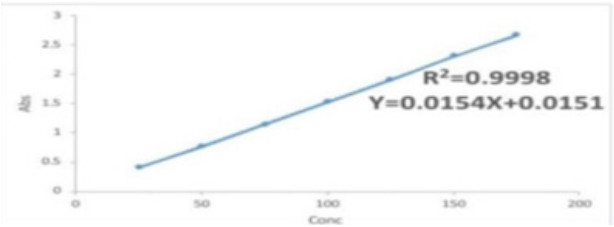
3. النتائج والمناقشة

1.3. صبغة Orange 1

لقد تم دراسة قيم الامتصاص وكفاءة الازالة لصبغة Orange 1 مع ثلاث تراكيز (150، 100، 50) ppm لقطبين من الالمنيوم وقطبين من الستانلس ستيل بأبعاد 5.5. سم عرض و6.5. سم طول والسمك 0.1 سم، في خلية تحليل كهربائي ذات ابعاد (طول 8.5 سم، وعرض 8.5 سم، وارتفاع 7سم) وبالتحريك المستمر باستعمال magnate bar بحجم 1 سم، وأربع فولتيات، ودراسة العوامل المؤثرة على كفاءة الإزالة بطريقة التخثر الكهربائي، إذ درست بعض المتغيرات التي لها تأثير على هذه العملية.

2.3. تركيز الصبغة

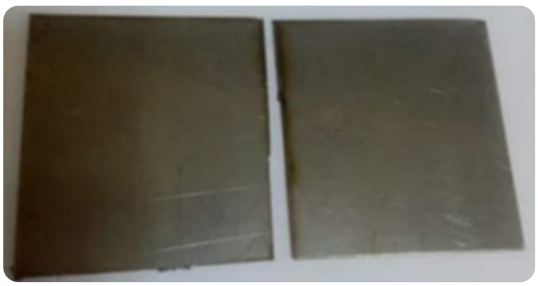
لمعرفة التركيز المتبقي للصبغة Methyl Orange Color في الازمنة المختلفة في تراكيز مختلفة من الصبغة (175، 150، 125، 100، 75، 50، 25)، اذ تم قياس الامتصاص الأعظم عند الطول الموجي (840) نانومتر، ثم رسمت العلاقة (منحني المعايرة) بين الامتصاص والتركيز وكما في الشكل (2).



شكل (2): منحني المعايرة لصبغة Orange 1

3.3. قطب الالمنيوم

لقد تم دراسة عملية التلبيد الكهربائي باستعمال قطبين من الالمنيوم بأبعاد (الطول 6.5 سم، والعرض 5.5 سم، والسمك 0.1 سم) في خلية تحليل كهربائية بأبعاد (الطول 8.5 سم، والعرض 8.5 سم، والارتفاع 7 سم).



شكل (3): قطب الألمنيوم النقي وقطب الستانلس – ستيل

4.3. تأثير تغيير التركيز

درست عملية الازالة للصبغة من محاليلها المائية بتراكيز مختلفة (150–100–50) ppm وتبين من الجداول (4–1) ان النسبة المئوية للازالة تزداد بزيادة التركيز عند زمن 100 دقيقة.

5.3. تأثير الفولتية

تمت دراسة عملية الازالة باستعمال أربع أنواع من الفولتيات هي (25، 20، 10، 5)، كما في الجداول (1 – 4) ان نسبة الازالة عند زمن 100 دقيقة تزداد بزيادة الجهد المسلط.

جدول (1): قيم الامتصاص والكفاءة الازالة بتراكيز لقطبي الألمنيومv ولفولتية 5ppm(50،100،150)

Time min	50ppm		100ppm		150ppm	
	Abs 0.608	R%	Abs 1.346	R%	Abs 1.960	R%
10	0.576	5.26	1.251	7.05	1.797	8.31
20	0.469	22.86	1.034	23.17	1.473	24.84
30	0.431	29.11	0.921	31.57	1.331	32.09
40	0.425	30.09	0.902	32.98	1.246	36.42
50	0.412	32.23	0.871	35.28	1.188	39.38
60	0.392	35.52	0.770	42.79	1.112	43.26
70	0.377	37.99	0.714	46.95	0.983	49.84
80	0.364	40.13	0.656	51.26	0.879	55.51
90	0.358	41.11	0.603	55.20	0.781	60.15
100	0.325	46.54	0.524	61.06	0.664	66.12

جدول (2): قيم الامتصاص والكفاءة الازالة بتراكيز لقطبي الألمنيومv ولفولتية 10ppm(50،100،150)

Time min.	50ppm		100ppm		150ppm	
	Abs 0.615	R%	Abs 1.340	R%	Abs 1.963	R%
10	0.581	8.78	1.154	13.88	1.681	14.36
20	0.466	24.22	0.985	26.49	1.410	28.17
30	0.441	28.29	0.941	29.77	1.369	30.25
40	0.422	31.38	0.902	32.68	1.303	33.62
50	0.403	34.47	0.868	35.22	1.216	38.05
60	0.352	42.7	0.718	46.41	0.963	50.49
70	0.305	50.4	0.618	53.88	0.815	58.48
80	0.291	52.68	0.551	58.88	0.793	59.6
90	0.231	62.43	0.487	63.65	0.611	68.87
100	0.219	64.39	0.413	69.17	0.573	70.8

جدول (3): قيم الامتصاص والكفاءة للإزالة بتراكيز لقطبين من الألمنيوم v ولفولتية 20 ppm (50، 100، 150)

Time min	50ppm		100ppm		150ppm	
	Abs 0.606	R%	Abs 1.344	R%	Abs 1.960	R%
10	0.461	23.92	1.006	25.14	1.403	28.41
20	0.392	35.31	0.793	40.99	1.117	43.01
30	0.287	52.64	0.617	54.09	0.844	56.93
40	0.256	56.27	0.573	57.36	0.801	59.13
50	0.242	60.06	0.518	61.45	0.640	67.34
60	0.226	62.70	0.433	67.78	0.557	71.58
70	0.198	67.39	0.382	71.57	0.501	74.43
80	0.180	70.29	0.311	76.86	0.422	78.46
90	0.164	72.93	0.281	79.09	0.392	80.00
100	0.139	77.06	0.264	80.35	0.301	84.64

جدول (4): قيم الامتصاص والكفاءة للإزالة بتراكيز (150، 100، 50) لقطبين من الألمنيوم v ولفولتية 25 ppm

Time min	50ppm		100ppm		150ppm	
	Abs 0.610	R%	Abs 1.343	R%	Abs 1.962	R%
10	0.443	27.55	0.862	35.81	1.255	36.03
20	0.355	41.80	0.740	44.89	1.045	46.73
30	0.270	55.73	0.590	56.06	0.801	59.17
40	0.241	60.49	0.443	67.02	0.642	67.27
50	0.232	61.96	0.409	69.54	0.560	71.45
60	0.218	64.26	0.381	71.63	0.433	77.93
70	0.195	68.03	0.322	76.02	0.375	80.88
80	0.179	71.12	0.308	77.06	0.261	86.69
90	0.152	75.08	0.267	80.11	0.212	89.19
100	0.120	80.32	0.177	86.82	0.183	91.69

جدول (5): قيم الامتصاص لكفاءة الإزالة بتركيز ثابت للإلكتروليت ومتغير للصبغة و 5V لقطبي الالمنيوم

		50ppm		100ppm	150ppm	
Time min	Abs 0.660	R%	Abs 1.370	R%	Abs 1.902	R%
10	0.631	4.39	1.302	4.96	1.801	5.31
20	0.605	8.33	1.243	9.27	1.712	9.98
30	0.564	14.54	1.131	17.44	1.541	18.98
40	0.522	20.90	1.082	21.02	1.440	24.29
50	0.503	23.78	0.964	29.63	1.327	30.12
60	0.441	33.18	0.847	38.24	1.108	41.74
70	0.416	39.96	0.809	40.94	1.024	46.16
80	0.388	41.21	0.781	42.99	0.877	53.89
90	0.315	46.81	0.699	48.97	0.815	57.15
100	0.320	51.51	0.622	54.59	0.742	60.98

6.3. تأثير الإلكتروليت

لمعرفة تأثير الإلكتروليت على عملية الازالة تم استعمال محلول إلكتروليتي من NaCl بتركيز ثابت (50 ppm) مع تراكيز مختلفة من الصبغة، (150، 100، 50 ppm) وبجهد 25 فولت كما في الجدول (6-5)، ويتضح ان للالكتروليت المضاف دور في عملية الازالة وتزداد قيمة الازالة للتراكيز المختلفة من الصبغة بوجود الالكتروليت مقارنة مع الازالة بعدم وجود التراكيز. وهذا ما تؤكده الدراسات السابقة [15-18].

جدول (6): قيم الامتصاص وكفاءة الازالة لتركيز ثابت للإلكتروليت 50ppm وتراكيزمتغير للصبغة لقطبي الالمنيوم و25v

Time min	50ppm		100ppm		150ppm	
	Abs0.630	R%	Abs1.381	R%	Abs1.960	R%
10	0.461	26.82	0.923	33.16	1.284	34.48
20	0.370	41.26	0.725	47.50	1.022	47.85
30	0.284	54.92	0.611	55.75	0.833	57.50
40	0.251	60.15	0.544	60.60	0.707	63.92
50	0.217	65.55	0.419	69.65	0.552	71.83
60	0.202	67.93	0.388	71.90	0.509	74.03
70	0.183	70.95	0.342	75.23	0.411	79.03
80	0.156	75.23	0.321	76.75	0.332	83.06
90	0.128	79.68	0.241	82.54	0.284	85.51
100	0.105	83.33	0.203	85.30	0.122	93.77

جدول (7): قيم الامتصاص وكفاءة الازالة بمسافة cm3 لقطبي الالمنيوم وتركيز (50،100،150 ppm) و5v

Time min	50ppm		100ppm		150ppm	
	Abs0.612	R%	Abs1.340	R%	Abs1.921	R%
10	0.581	5.06	1.257	6.19	1.792	6.35
20	0.554	9.47	1.194	10.89	1.701	11.45
30	0.521	14.86	1.103	17.68	1.572	18.16
40	0.519	15.19	1.057	21.11	1.466	23.68
50	0.473	22.71	0.981	26.79	1.371	28.63
60	0.436	28.75	0.862	35.67	1.220	36.49
70	0.409	33.16	0.805	39.92	1.116	41.90
80	0.392	35.94	0.787	41.26	1.047	45.40
90	0.371	39.37	0.706	47.31	0.932	51.48
100	0.355	41.99	0.682	49.10	0.877	54.34

7.3. تأثير المسافة

لقد تم دراسة تأثير تغيير المسافة لقطبين من الالمنيوم في خلية التخثير الكهربائي بتراكيز مختلفة (150، 100، 50 ppm) من صبغة Orange 1 بجهود مختلفة (25، 20، 10، 5 v)، وبمسافة (3–2) cm بين القطبين كما في الجداول (10–7) .

جدول (8): قيم الامتصاص وكفاءة الازالة بمسافة cm3 لقطبي الالمنيوم وتراكيز (50،100،150 ppm) و 10v

Time min	50ppm		100ppm		150ppm	
	Abs0.610	R%	Abs1.345	R%	Abs1.920	R%
10	0.580	4.91	1.274	5.27	1.781	7.23
20	0.559	8.36	1.170	13.01	1.633	14.94
30	0.499	18.19	1.086	19.25	1.524	20.62
40	0.451	26.06	0.955	28.99	1.341	30.15
50	0.416	31.80	0.920	31.59	1.227	36.09
60	0.381	37.54	0.831	38.21	1.173	38.90
70	0.342	43.93	0.747	44.46	1.062	44.68
80	0.309	49.34	0.672	50.03	0.939	51.09
90	0.287	52.95	0.631	53.08	0.823	57.13
100	0.235	61.47	0.516	62.37	0.612	68.12

جدول (9): قيم الامتصاص وكفاءة الازالة بمسافة cm3 لقطبي الالمنيوم وتراكيز (50،100،150 ppm) و 20v

Time min	50ppm		100ppm		150ppm	
	Abs0.612	R%	Abs1.341	R%	Abs1.922	R%
10	0.518	15.35	1.113	17.00	1.531	20.34
20	0.486	20.58	1.052	21.55	1.482	22.89
30	0.433	29.24	0.931	30.57	1.316	31.52
40	0.405	33.82	0.824	38.55	1.104	42.50
50	0.371	39.37	0.782	41.68	1.077	43.96
60	0.342	44.11	0.701	47.72	0.983	48.85
70	0.324	47.05	0.672	49.88	0.912	52.54
80	0.246	59.80	0.530	60.47	0.733	61.86
90	0.225	63.23	0.447	66.66	0.547	71.54
100	0.212	65.35	0.321	76.06	0.351	81.73

جدول (10):

قيم الامتصاص وكفاءة الازالة بمسافة cm3 لقطبي الالمنيوم وتراكيز (50،100،150 ppm) و 25v

Time min	50ppm		100ppm		150ppm	
	Abs 0.607	R%	Abs 1.350	R%	Abs 1.920	R%
10	0.509	16.14	1.112	17.62	1.535	20.05
20	0.471	22.40	1.030	23.70	1.402	26.97
30	0.422	30.47	0.925	31.48	1.286	33.02
40	0.385	36.57	0.813	39.77	1.091	43.17
50	0.347	42.83	0.766	43.25	0.973	49.32
60	0.316	47.94	0.623	53.85	0.845	55.98
70	0.282	53.54	0.582	56.88	0.772	59.79
80	0.233	61.61	0.461	65.85	0.611	68.17
90	0.218	64.08	0.377	72.07	0.507	73.59
100	0.197	67.54	0.286	78.81	0.381	80.15

8.3. قطب الستانلس استيل

لقد تم دراسة عملية التلبيد الكهربائي باستعمال قطبين من الالمنيوم بأبعاد (الطول 6.5 سم، والعرض 5.5 سم، والسمك 0.1 سم).

9.3. تأثير تغيير التركيز

درست عملية الازالة للصبغة من محاليلها المائية بتراكيز مختلفة (150–100–50) ppm وتبين من الجداول (1 – 4) ان النسبة المئوية للازالة تزداد بزيادة التركيز عند زمن 100 دقيقة كما في الجداول (10 – 13).

10.3. تأثير الفولتية

لقد تم دراسة تأثير الفولتية على كفاءة الازالة لصبغة Orange 1 حيث درست عملية الازالة باستخدام أربع فولتيات مختلفة (25، 20، 10، 5 v) لقطبين من الستانلس– ستيل ولوحظ من الجداول (14–11) ان نسبة الازالة تزداد بزيادة الجهد المسلط وبكافة التراكيز وعند زمن 100 دقيقة.

جدول (11): قيم الامتصاص وكفاءة الازالة بمسافة 2 سم لقطبي ستانلس–ستيل وبتركيز (50،100،105) ppm و 5v

Time min	50ppm		100ppm		150ppm	
	Abs 0.630	R%	Abs 1.362	R%	Abs 1.910	R%
10	0.611	3.01	1.292	5.13	1.801	5.70
20	0.587	6.82	1.266	7.04	1.726	9.63
30	0.574	8.88	1.221	10.35	1.693	11.36
40	0.552	12.38	1.184	13.06	1.502	21.36
50	0.536	14.92	1.133	16.81	1.429	25.18
60	0.511	18.88	1.087	20.19	1.335	30.10
70	0.493	21.74	1.040	23.64	1.284	32.77
80	0.477	24.28	0.971	28.70	1.171	38.69
90	0.442	29.84	0.882	35.24	1.109	41.93
100	0.423	32.85	0.815	40.16	1.072	43.87

جدول (12): قيم الامتصاص وكفاءة الازالة بمسافة 2 سم لقطبي ستانلس–ستيل وبتركيز (50،100،105 ppm) و 10v

Time min	50ppm		100ppm		150ppm	
	Abs 0.625	R%	Abs 1.350	R%	Abs 1.910	R%
10	0.602	3.68	1.259	7.49	1.770	7.42
20	0.570	8.80	1.220	10.39	1.670	12.65
30	0.557	10.88	1.198	11.91	1.618	15.37
40	0.540	13.60	1.150	15.44	1.501	21.49
50	0.529	15.36	1.129	16.98	1.410	26.25
60	0.485	22.40	1.025	24.63	1.334	30.23
70	0.470	24.80	1.015	25.36	1.260	33.37
80	0.450	28.00	0.815	32.72	1.169	38.85
90	0.425	32.00	0.810	40.44	1.100	42.46
100	0.410	34.40	0.715	47.30	0.955	50.00

جدول (13): قيم الامتصاص وكفاءة الازالة بمسافة 2 سم لقطبي ستانلس –ستيل وتركيز (50ppm،100،105) و20v

150ppm		Time min	50ppm		100ppm		150ppm	
R%			Abs 0.620	R%	Abs 1.370	R%	Abs 1.920	R%
19.27	10		0.571	7.90	1.221	10.87	1.650	14.06
26.82	20		0.502	19.08	1.101	19.63	1.508	21.45
35.29	30		0.480	22.58	1.055	22.99	1.321	31.19
42.63	40		0.462	25.48	0.944	31.09	1.117	41.82
46.51	50		0.441	30.00	0.822	40.00	1.046	45.52
52.76	60		0.395	36.29	0.773	43.57	0.929	51.61
58.60	70		0.381	38.54	0.701	48.83	0.855	55.21
63.87	80		0.366	40.96	0.660	52.06	0.821	57.23
65.68	90		0.343	44.67	0.572	58.24	0.700	63.54
68.47	100		0.329	46.93	0.481	64.89	0.672	65.00

جدول (14): قيم الامتصاص وكفاءة الازالة بمسافة 2 سم لقطبي ستانلس–ستيل وتركيز (50،100،105 ppm) و 25v

Time min	50ppm		100ppm			
	Abs 0.622	R%	Abs 1.341	R%	Abs 1.935	
10	0.562	9.64	1.189	11.33	1.562	
20	0.503	19.13	1.032	23.04	1.416	
30	0.480	22.82	0.991	26.09	1.252	
40	0.455	26.84	0.930	30.64	1.110	
50	0.427	31.35	0.817	39.07	1.035	
60	0.391	37.13	0.762	43.17	0.914	
70	0.380	38.90	0.650	51.52	0.801	
80	0.354	43.08	0.565	57.86	0.699	
90	0.336	45.98	0.485	63.83	0.664	
100	0.314	49.51	0.443	66.96	0.610	

11.3. تأثير الإلكتروليت

تمت دراسة تأثير NaCl (المحلول الإلكتروليتي) مع تراكيز المختلفة من Orange 1 (150، 100، 50 ppm) لقطبين من الستانلس ستيل وبجهد 25 فولت وكما موضح في الجداول (16–15) حيث يتضح ان نسبة الازالة تقل بوجود الإلكتروليت مقارنة مع الصبغة بعدم وجود الإلكتروليت وللتراكيز كافة عند زمن 100 دقيقة.

جدول (15): قيم الامتصاص وكفاءة الازالة لإلكتروليت ثابت وتراكيز (150، 100، 50) ppm لقطبي ستانلس- ستيل و 5v

Time min	50ppm		100ppm		150ppm	
	Abs 0.646	R%	Abs 1.374	R%	Abs 1.962	R%
10	0.621	3.86	1.344	2.18	1.941	1.07
20	0.607	6.03	1.301	5.31	1.922	2.03
30	0.582	9.90	1.288	6.25	1.864	4.99
40	0.551	14.70	1.193	13.17	1.856	5.40
50	0.533	17.49	1.172	14.70	1.798	8.35
60	0.506	21.67	1.166	15.13	1.750	10.80
70	0.453	29.87	1.151	16.22	1.721	12.28
80	0.442	31.57	1.092	20.52	1.661	15.34
90	0.433	32.97	1.077	21.61	1.610	17.94
100	0.401	37.92	1.046	23.87	1.539	21.55

جدول (16): قيم الامتصاص وكفاءة الازالة لإلكتروليت ثابت وتراكيز (150، 100، 50) ppm لقطبي ستانلس- ستيل و 25v

Time Min.	50ppm		100ppm		150ppm	
	Abs 0.651	R%	Abs 1.343	R%	Abs 1.950	R%
10	0.602	7.52	1.282	4.54	1.881	3.53
20	0.580	10.90	1.212	9.75	1.822	6.56
30	0.551	15.36	1.167	13.10	1.793	8.05
40	0.522	19.81	1.128	16.00	1.727	11.43
50	0.498	23.50	1.061	20.99	1.643	15.74
60	0.433	33.48	0.933	30.52	1.551	20.46
70	0.401	38.40	0.872	35.07	1.505	22.82
80	0.383	41.16	0.855	36.33	1.466	24.82
90	0.367	43.62	0.808	39.83	1.363	30.10
100	0.346	46.85	0.774	42.36	1.317	32.46

12.3. تأثير المسافة

لقد تم دراسة تأثير المسافة لقطبين من الالمنيوم في خلية التخثير الكهربائي بتراكيز مختلفة (150, 100، 50 ppm) من صبغة Orange 1 وبأربع فولتيات مختلفة (25، 20، 10، 5 v)، وبمسافة 3 سم. حيث اتضح ان نسبة الازالة تقل بزيادة المسافة بين القطبين كما في الجداول (20-17).

جدول (17): قيم الامتصاص وكفاءة الازالة لقطبي ستانلس - ستيل بمسافة 3cm بتراكيز (150،100،50) ppm و 5v

Time min	50ppm		100ppm		150ppm	
	Abs 0.630	R%	Abs 1.360	R%	Abs 1.905	R%
10	0.616	2.22	1.322	2.79	1.812	4.88
20	0.597	5.23	1.282	5.73	1.741	8.60
30	0.583	7.46	1.251	8.01	1.715	9.97
40	0.562	10.79	1.210	11.02	1.682	11.70
50	0.540	14.46	1.157	14.92	1.514	20.52
60	0.523	16.98	1.122	17.50	1.477	22.46
70	0.500	20.63	1.054	22.50	1.385	27.29
80	0.487	22.69	0.980	27.94	1.331	30.13
90	0.456	27.61	0.892	34.41	1.209	36.53
100	0.431	31.58	0.871	35.95	1.118	41.31

جدول (18): قيم الامتصاص وكفاءة الازالة لقطبي ستانلس - ستيل بمسافة 3cm بتراكيز (150،100،50) ppm و 10v

Time min	50ppm		100ppm		150ppm	
	Abs 0.632	R%	Abs 1.355	R%	Abs 1.912	R%
10	0.617	2.37	1.306	3.61	1.790	6.38
20	0.590	6.64	1.251	7.67	1.654	13.49
30	0.561	11.23	1.176	13.21	1.623	15.11
40	0.552	12.65	1.124	17.04	1.510	21.02
50	0.545	13.76	1.091	19.48	1.481	22.54
60	0.471	25.47	1.009	25.47	1.385	27.56
70	0.453	28.32	0.961	29.07	1.272	33.47
80	0.432	31.64	0.830	38.74	1.166	39.01
90	0.401	36.55	0.786	41.99	1.083	43.35
100	0.350	44.62	0.662	51.14	0.822	57.00

جدول (19): قيم الامتصاص وكفاءة الازالة لقطبي ستانلس – ستيل بمسافة 3cm بتراكيز (50،100،150) ppm و 20v

Time min	50ppm		100ppm		150ppm	
	Abs 0.626	R%	Abs 1.377	R%	Abs 1.909	R%
10	0.601	3.99	1.321	4.06	1.772	7.17
20	0.583	6.86	1.274	7.48	1.741	8.80
30	0.562	10.22	1.223	11.18	1.660	13.04
40	0.547	12.61	1.142	17.06	1.506	21.11
50	0.525	16.13	1.085	21.20	1.421	25.56
60	0.491	21.56	0.971	29.48	1.332	30.22
70	0.436	30.35	0.832	39.57	1.121	41.27
80	0.421	32.74	0.781	43.28	0.924	51.59
90	0.401	35.94	0.705	48.80	0.855	55.21
100	0.363	42.01	0.660	52.06	0.705	63.06

جدول (20): قيم الامتصاص وكفاءة الازالة لقطبي ستانلس – ستيل بمسافة 3cm بتراكيز (50،100،150) ppm و 25v

Time min	50ppm		100ppm		150ppm	
	Abs 0.630	R%	Abs 1.370	R%	Abs 1.910	R%
10	0.601	4.60	1.241	9.41	1.703	10.83
20	0.569	9.68	1.133	17.29	1.562	18.21
30	0.524	16.82	1.101	19.63	1.517	20.57
40	0.507	19.52	0.925	32.48	1.281	32.93
50	0.482	23.49	0.901	34.23	1.142	40.20
60	0.466	26.03	0.872	36.35	1.093	42.77
70	0.441	30.00	0.803	41.38	0.913	52.19
80	0.420	33.33	0.774	43.50	0.824	56.85
90	0.391	37.93	0.632	53.86	0.641	66.43
100	0.342	45.71	0.501	63.43	0.622	67.43

لقد اثرت عدة عوامل على صبغة Orange 1 (تأثير الفولتية ، تأثير الالكتروليت ، تأثير المسافة) في قطبي الالمنيوم والستانلس ستيل إذ كلما زادت الفولتية مع زيادة التركيز زادت نسبة الازالة في كلا القطبين و بالنسبة لتأثير الالكتروليت NaCl في قطب الالمنيوم كانت نسبة الازالة افضل من قطب الستانلس ستيل ، اما بالنسبة لتأثير المسافة كانت 2 cm افضل نسبة ازالة من 3 cm لكلا القطبين مما يدل على ان على ان تناسب المسافة عكسي مع نسبة الازالة .

3.13. ميكانيكيات التلبيد الكهربائي

ان الميكانيكية المقترحة والتي افترضت لعملية للتلبيد الكهربائي:

1. تأين الكاتايون واتحاده في المحيط المائي في الماء ليكون الهيدروكسيد.

$$M \longrightarrow M^{+n} + ne^-$$

$$2H_2O + 2e^- \longrightarrow 2OH^- + H_2$$

2. عند استخدام اقطاب مثل قطب الحديد المقاوم للصدأ الستانلس استيل يحصل التأين او التأكسد الآتي:

$$Fe^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Fe_{(s)}$$

$$Fe^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Fe_{(s)}$$

3. اما عند استخدام قطب الالمنيوم فيتأكسد حسب الميكانيكية الآتية:

$$Al_{(s)} \longrightarrow Al^{+3}_{(aq)} + 3e^-$$

الايونات الموجبة المتكونة في المذيب تقوم بتكوين معقدات متعددة الهيدروكسيد ومتعددة التكافؤ. تتميز هذه المجموعات بخصائص عالية للامتصاص، مما يؤدي إلى تكوين كتل من الصبغات ووجود غاز الهيدروجين المتحرريسبب طفو هذه التكتلات فوق سطح المحلول.

4.الهدف من البحث :

دراسة تأثير الفولتية والالكتروليت والمسافة على صبغة Orange 1 .

5. الاستنتاجات:

من خلال الدراسة بالظروف التجريبية المستخدمة تبين:

1. افضل نسبة ازاله للصبغة كان باستخدام اقطاب من الالمنيوم بتركيز (150 ppm) وبجهد 25 فولت وبسرعة رج 200) rpm) وبمسافة بين الأقطاب 2 سم وباستخدام محلول الكتروليتي كلوريد الصوديوم بتركيز (50 ppm) حيث بلغت نسبة الازالة 93.77.
2. نسبة الازالة تقل بزيادة المسافة بين الأقطاب من 2 سم إلى 3 سم حيث أصبحت النسبة80.15 بدلا من 91.69.
3. نسبة الإزالة تتأثر بتركيز الألكتروليت وتزداد بزيادة التركيزبصورة نسبية بغض النظر عن طبيعة القطب المستخدم.
4. نسبة الازالة تحت نفس الظروف اعلاه باستخدام قطب الستانلس ستيل كانت اقل حيث بلغت 68.47 بدون الكتروليت وقلت النسبة بوجود الإلكتروليت حيث بلغت32.46 ويمكن ان يعزى الى وجود أكثر من حالة تأكسد لعنصر الحديد .
5. وجود الإلكتروليت مع قطب ستانلس ستيل يقلل من نسبة الازالة بينما وجود الالكتروليت مع قطب الالمنيوم تزيد من نسبة الازالة.

المصادر

1. N Malinovic, B., & G Pavlovic, M. (2016). Decolorization of reactive violet 5 dye in textile wastewater by electrocoagulation. Journal of Electrochemical Science and Engineering, 6(1), 67-75.
2. Brillas, E., & Martínez-Huitle, C. A. (2015). Decontamination of wastewaters containing synthetic organic dyes by electrochemical methods. An updated review. Applied Catalysis B: Environmental, 166, 603-643.
3. Castañeda-Díaz, J., Pavón-Silva, T., Gutiérrez-Segura, E., & Colín-Cruz, A. (2017). Electrocoagulation-adsorption to remove anionic and cationic dyes from aqueous solution by PV-Energy. Journal of Chemistry, 2017.
4. Huang, C. H., Shen, S. Y., Dong, C. D., Kumar, M., & Chang, J. H. (2020). Removal Mechanism and Effective Current of Electrocoagulation for Treating Wastewater Containing Ni (II), Cu (II), and Cr (VI). Water, 12(9), 2614.
5. Chen, G., Chen, X., & Yue, P. L. (2000). Electrocoagulation and electroflotation of restaurant wastewater. Journal of environmental engineering, 126(9), 858-863.
6. Khemis, M., Tanguy, G., Leclerc, J. P., Valentin, G., & Lapicque, F. (2005). Electrocoagulation for the treatment of oil suspensions: relation between the rates of electrode reactions and the efficiency of waste removal. Process Safety and Environmental Protection, 83(1), 50-57.
7. Gürses, A., Yalçin, M., & Doğar, C. (2002). Electrocoagulation of some reactive dyes: a statistical investigation of some electrochemical variables. Waste management, 22(5), 491-499.

lation. Separation and purification technology, 19(1-2), 65-76.
16. Charoenlarp, K., & Choyphan, W. (2009). Reuse of dye wastewater through colour removal with electrocoagulation process. Asian Journal on Energy and Environment, 10(4), 250-260.
17. Benazzi, T. L., Di Luccio, M., Dallago, R. M., Steffens, J., Mores, R., Do Nascimento, M. S., ... & Ceni, G. (2016). Continuous flow electrocoagulation in the treatment of wastewater from dairy industries. Water Science and Technology, 73(6), 1418-1425.
18. Behbahani, M., ALAVI, M. M., & Arami, M. (2011). A comparison between aluminum and iron electrodes on removal of phosphate from aqueous solutions by electrocoagulation process.
8. Ghosh, D., Medhi, C. R., & Purkait, M. K. (2008). Treatment of fluoride containing drinking water by electrocoagulation using monopolar and bipolar electrode connections. Chemosphere, 73(9), 1393-1400.
9. Panizza, M., Bocca, C., & Cerisola, G. (2000). Electrochemical treatment of wastewater containing polyaromatic organic pollutants. Water research, 34(9), 2601-2605.
10. Dia, O., Drogui, P., Buelna, G., Dubé, R., & Ihsen, B. S. (2017). Electrocoagulation of bio-filtrated landfill leachate: fractionation of organic matter and influence of anode materials. Chemosphere, 168, 1136-1141.
11. Abuzaid, N. S., Bukhari, A. A., & Al-Hamouz, Z. M. (2002). Ground water coagulation using soluble stainless steel electrodes. Advances in Environmental Research, 6(3), 325-333.
12. Belayachi-Haddad, A., Benderdouche, N., Bestani, B., & Duclaux, L. (2017). Synthetic textile wastewater treatment: removal of Nylosan (N-2RBL) dye by electrocoagulation. Desalin. Water Treat., 63, 78-86.
13. Getaye, M., Hagos, S., Alemu, Y., Tamene, Z., & Yadav, O. P. (2017). Removal of malachite green from contaminated water using electro-coagulation technique. J Anal Pharm Res, 6(4), 00184.
14. Ahmed, A. & Othman, A. S. (2020). Removing of some medical pigments from their aqueous solution as contaminants by electrocoagulation method. journal of education and scientific studies chemistry science jescs, 1.
15. Chen, X., Chen, G., & Yue, P. L. (2000). Separation of pollutants from restaurant wastewater by electrocoagu-