دراسة الترسيب الكهركيميائي لأيونات الرصاص من ملح خلات الرصاص ومعقد سيترات الرصاص كل على حدة وتحديد الشروط المثلى للترسيب لكل من المركبين

محمد أحمد إسماعيل*_ د.ديب باكير _ د.محمد علي الشيخ*****

الملخص

في هذا البحث تم دراسة الترسيب الكهركيميائي لأيونات الرصاص على ركازات من الحديد وذلك من ملح خلات الرصاص وتم تغيير الشروط المطبقة من: التركيز– زمن الترسيب – كثافة التيار – درجة الحرارة – البعد بين المسريين – قيمة PH الوسط وذلك للحصول على أفضل نتيجة.

ثم تم ترسيب أيونات الرصاص من معقد سيترات الرصاص المحضر مخبرياً ودراسة الشروط المثلى للحصول على أفضل طلاء.

تم المقارنة بين النتيجتين وتسجيل الملاحظات، وبالخلاصة تبين أنه عند استخدام معقد سيترات الرصاص كمصدر لأيونات الرصاص في الخلية الكهركيميائية حصلنا على سطح طلاء ذو مواصفات أفضل من طبقة الطلاء التي تم الحصول عليها من ملح خلات الرصاص في الحالة الأولى إذ تشكل لدينا باستخدام سيترات الرصاص سطح طلاء أملس ومتماسك وكتيم من معدن الرصاص ذو التصاق جيد باستخدام تركيز قليل وكثافة تيار منخفضة.

الكلمات المفتاحية: الرصاص – سيترات الرصاص – الترسيب الكهركيميائي – الركازة.

*) طالب ماجستير كيمياء فيزيائية – قسم الكيمياء – كلية العلوم – جامعة البعث – حمص سوريا

**) استاذ دكتور في الكيمياء الفيزيائية: قسم الكيمياء – كلية العلوم – جامعة البعث – حمص – سوريا

***) استاذ دكتور في الكيمياء الفيزيائية: قسم الكيمياء – كلية العلوم – جامعة البعث – حمص – سوريا

Studying The Electrochemical Deposition of Lead ions from lead acetate salt and lead citrate complex separately and determining the optimal conditions for deposition for each of the two compounds.

Mohammad* PhD Deeb Bakeer PhD Mohammad Ali Alshikh*****

Abstract

In this research, the electrochemical deposition of lead ions on iron substrates from the lead acetate salt was studied and the applicable conditions were changed from: concentration - deposition time – current density – temperature – distance between the two probes – pH value of the medium in order to obtain the best result.

Then lead ions were precipitated from the laboratory-prepared lead citrate complex and the optimal conditions for obtaining the best coating were studied.

In conclusion, it turned out that when using the lead citrate complex as a source of lead ions in the electrochemical cell, we obtained a coating surface with better specifications than the coating layer obtained from the lead acetate salt in the first test. By using lead citrate, we formed a smooth, cohesive and opaque coating surface of lead metal with good adhesion .using low concentration and low current density

Key words: Lead - lead citrate - electrochemical deposition- Substrate.

***) Master of Physical Chemistry- Department of Chemistry- of Chemistry - Faculty of Science - Al-Baath University - Homs - Syria**

****) Professor in Physical Chemistry: Department of Chemistry - Faculty of Science - Al-Baath University - Homs - Syria**

*****) Professor in Physical Chemistry: Department of Chemistry - Faculty of Science - Al-Baath University - Homs – Syria**

1- المقدمة:

يقصد بالطلاء الكهركيميائي (الغلفاني) بأنه عملية ترسيب طبقة رقيقة من فلز معدني يملك شحنة كهربائية معينة على سطح جسم ناقل للتيار الكهربائي ويملك شحنه كهربائية معاكسة وذلك باستخدام التيار الكهربائي حيث يحدث ترسيب للأيون المعدني عندما يمر في محلوله الكهرليتي تيار كهربائي كمونه يساوي كمون إرجاع الأيون المطلوب ترسيبه.

تقسم عملية الترسيب الكهركيميائي للمعادن

من حيث عدد المعادن المترسبة إلى:

1 – الترسيب الكهركيميائي للمعادن المفردة: وفيها يتم ترسيب معدن واحد فقط.

2 – الترسيب الكهركيميائي للسبائك: وفيها يتم ترسيب معدنين أو أكثر بشكل متزامن.

وتقسم من حيث تركيب وعاء التحليل إلى:

1 – الترسيب الكهركيميائي المائي: وهي العملية الأكثر شيوعا على المستوى التجاري

2 – الترسيب الكهركيميائي اللامائي: نادرة الاستخدام وتكمن أهميتها في تفادي التحليل الكهربائي للماء وانطلاق الاكسجين الذي يرافق عملية التحلل الكهربائي الماء[1]

كان الترسيب الكهركيميائي محط اهتمام الباحثين لكونه طريقة سهلة ومنخفضة التكلفة قادرة على طلاء الأشكال المعقدة هندسياً بكفاءة عالية وبشكل متجانس خلال زمن قصير وهي صفات مميزة اقتصاديا وعمليا لا يمكن أن توفرها طرق الطلاء الأخرى.

يخدم الطلاء الكهركيميائي في:

- حماية المعادن من التآكل والتي تعد مشكلة ملحة محلياً وعالمياً ولا يمكن التغافل عنها لما تسببه من خسائر اقتصادية كبيرة وخطورة على الأرواح.
- تمكن من صناعة الالكترودات المختلفة لأغراض بحثية بمعدات مخبرية بسيطة أو حتى لأغراض صناعية كهندسة المدخرات الكهربائية.
- يقدم الطلاء الكهركيميائي خدمة جمالية حيث يمكن طلاء المعادن الرخيصة بمعادن ثمينة مما يرفع قيمتها الاقتصادية والفنية.[2]

معدن الرصاص:

معدن الرصاص من المعادن الثقيلة ذو لون أبيض مزرق يقع في الجدول الدوري في المجموعة الرابعة والدور السادس بلوراته ذات شكل مكعب متمركزة الوجوه تبلغ طول الرابطة (رصاص – رصاص) فيه (3.49 A°)، وله نظائر مستقرة عدة منها:

(^{204}Pb ^{206}Pb ^{207}Pb ^{208}Pb)

وتمثل النظائر: (^{206}Pb ^{207}Pb ^{208}Pb) المنتجات النهائية لسلسة الاضمحلال الإشعاعي وتختلف نسبتها في البيئة بحسب مصادرها.

يملك الرصاص عدد ذري (Z=82) ووزناً ذرياً قدره (M=207.2 g/mol) بتوزيع الكتروني على الشكل التالي:

$$[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6P^2$$

وله خواص بارا مغناطيسية اذ يحدث تهجين من النمط SP^3 معطياً أربع حجرات متساوية طاقياً تحوي كل منها الكتروناً عازباً.

الرصاص يملك كثافة عالية تبلغ ($11.34\ g/cm^3$) وينصهر عند الدرجة ($327.5\ C^\circ$) ويغلي عند ($1750\ C^\circ$) وتُعزى هذه الكثافة العالية للرصاص بسبب عدده الذري المرتفع.

المعدن المقطوع حديثا من الرصاص له بريق لامع يفقد هذا البريق في الهواء الرطب بسبب تشكل طبقة أكسيد الرصاص الثنائي على السطح وهذا الأكسيد يتفاعل مع غاز ثنائي أوكسيد الكربون الجوي ويشكل كربونات الصوديوم التي تحمي المعدن من استمرار التفاعل.[3]

استخدامات الرصاص متنوعة ويدخل في صناعات عديدة فهو معدن مطاوع سهل التشكيل مقاوم للتآكل من أهم تطبيقاته هي بطاريات (حمض – رصاص) والتي تعد رغم وزنها الثقيل وحاجتها للصيانة الدورية طريقة اقتصادية لتخزين الطاقة وتستخدم في الآليات والمنشآت التي تحتاج للتزود بالطاقة في حالات الطوارئ [3] [4] [5]

ويستخدم الرصاص في تغليف كابلات الكهرباء ذات الجهد العالي والتي تكون ممتدة تحت الأرض وعرضة للرطوبة وفي عمق البحار وذلك كونه يتصف بمقاومته العالية للتآكل في الماء [3]

ويدخل أيضا في الصّناعات الالكترونية بشكل واسع كصناعة أقطاب جهاز التّخطيط الكهربائي للقلب وصناعة معالجات الحواسيب [6]

الوزن الذري المرتفع للرصاص والكثافة العالية التي يتميز بها هذا المعدن تجعله مفيداً في الحماية من الإشعاع كأشعة غاما في منشآت الطّاقة النووية والاشعة السينية في

المنشآت الطبية إضافة لاستخدامه في تبطين جدران الغرف الخاصة بتسجيل الصوت حيث لديه القدرة على امتصاص الأمواج الصوتية والاهتزازات [3]

يدخل في تركيب سبائك البيوتر والقصدير بنسبة تصل إلى 20% إذ يحسن من مواصفاتها من حيث الطرق والتصفيح حيث تستخدم هذه السبائك في صناعة بعض أنواع الحلي والأدوات المنزلية.[3]

إضافة لكونه يدخل مع القصدير في تركيب أسياخ اللحام والتي تعرف باسم لحام القصدير المستعملة في الأدوات الكهربائية حيث تملك درجة انصهار منخفضة وموصلية كهربائية جيدة.[3]

بطاريات حمض – رصاص:

يمثل انتاج هذا النوع من المدخرات أكثر من 85% من الاستخدام العالمي للرصاص كونها ذات نظام كيميائي مفهوم بشكل جيد وتوفر الطاقة لتشغيل محركات الاحتراق الداخلي إذ لازالت بطاريات حمض رصاص مستخدمة في أحدث السيارات نظرا لمكانتها الراسخة في السوق. [7]

هذه الصناعة الضخمة المعتمدة على استخدام الرصاص يترتب عنها تلوث كبير بسبب اتلاف هذه المدخرات بشكل غير مدروس لذلك كان من الضروري البحث في عملية إعادة تدوير بطاريات حمض رصاص التالفة لسببين:

- الأول بيئي: إذ أن الرصاص من المعادن السامة ويكون التسمم بالرصاص تراكمي من خلال التماس معه بشكل مقصود في المخابر أو في الصّناعات المعتمدة عليه دون أخذ شروط السّلامة بعين الاعتبار أو غير مقصود من خلال التعامل مع مواد حاوية على الرصاص بشكل مباشر أو التّلوث البيئي

النّاتج من عوادم السيارات والمعامل لفترة طويلة يسبب عندها تسمماً على مستوى الجملة العصبية والفشل الكلوي فضلاً عن التّغيير النفسي والسلوكي للكائنات الحية وكل هذا يتعلق بمدة التّعرض للرصاص وكمية المادة السّامة الممتصة. [3][8][9]

- الثاني اقتصادي: فالحاجة الكبيرة للرصاص والطلب المتزايد عليه يحمّل أعباء إضافية على عمليات البحث عن مصادر له ومن ثم استخراجه وتنقيته ليصبح جاهزا للدخول في الصّناعة في حين يمكن اعتماد البطاريات التّالفة كمصدر وافر للرصاص.

وهنا يجدر بالذّكر أن عملية إعادة تدوير بطاريات حمض – رصاص رهينة أساليب التعدين الحراري في غالبية البلدان الأمر الذي يستهلك طاقة مرتفعة وتقنيات مكلفة فضلا عن تلوث الهواء والماء. [10]

لذلك هناك حاجة ملحة للبحث وتطوير عمليات إعادة تدوير جديدة ومستحسنة تتسم بالكفاءة في استخدام الطاقة وبالتالي تحقق الاستدامة إضافة ولكونها تحمي البيئة من خطر التلوث بالرصاص الأمر الذي تأخذه البلدان المتقدمة عل محمل الجد حيث يخضع لرقابة مشددة.

الجدير بالذكر هنا أن عمليات الطلاء الغلفاني يمكن أن تعطي مؤشرات من خلال نتائج الاختبارات لعمليات استحصال للرصاص قد تكون مجدية اقتصادياً تستحق البحث فيها كونها تعتمد منظومات كهربائية غير معقدة وفي غالبيتها صديقة للبيئة وتستخدم تيارات منخفضة كما سيتبين من خلال البحث. [7]

2- الهدف من البحث:

الحصول على سطوح طلاء ملساء متماسكة من الرصاص النقي ذو التصاق جيد باستخدام تراكيز صغيرة وكثافة تيار منخفضة للحصول على طريقة طلاء اقتصادية وذات جودة عالية.

3- القسم التجريبي:

3-1- الأجهزة والأدوات المستخدمة:

- مغذية كهربائية من الطراز FAC-6628 من انتاج شركة Pro max.
- ميزان تحليلي من شركة precise السويسرية النموذج A xp220 بدقة أربعة ارقام بعد الفاصلة العشرية.
- جهاز الماء المقطر من انتاج شركة millipone الفرنسية يقوم بإنتاج ماء أحادي التقطير منزوع الشوارد بناقلية منخفضة جدا لاتزيد عن (0.066µc) وبطاقة إنتاجية (4 l/h).
- سخان كهربائي مزود بمحرك من الطراز 900.DG.01 من شركة Glassco الهندية .
- مقياس PH للناقلية الكهربائية ودرجة الحرارة طراز PL-700PC انتاج شركة Khang Kine الصينية.

3-2- المواد الكيميائية المستخدمة:

- نترات الرصاص بنقاوة 99.0% إنتاج شركة Himedia
- خلات الرصاص بنقاوة 99.9% إنتاج شركة Himedia
- كلوريد البوتاسيوم بنقاوة 99.5% إنتاج شركة Srichem
- هيدروكسيد الصوديوم بنقاوة 99% انتاج شركة Atomscientific
- حمض الأزوت 37% إنتاج شركة Merck
- حمض الكبريت % 97-95 إنتاج شركة Merck
- حمض الليمون بنقاوة %+99 إنتاج شركة Himedia
- ماء أحادي التقطير
- أقطاب من الفحم.

3-3- طريقة العمل:

تحضير صفائح الحديد لعملية الترسيب

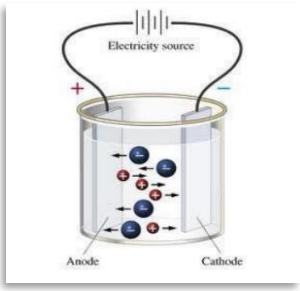
أولا بصنفرتها بورق زجاج قياس (2000) وتنظيفها من الصدأ والحصول على سطح ناعم وصقيل ثم نغسل الركائز الحديدية بالماء المقطر.

ثانيا إزالة الزيوت وبقايا لشحوم عن سطح الصفيحة الحديدية وذلك بغسلها باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم (0.05 mol/l) بدرجة حرارة مرتفعة نسبيا ($40\ C^{\circ}$) لمدة (5 min) وبهذا نضمن تصبن أي زيوت أو شحوم عالقة على سطح الصفيحة بعدها نغسل الركيزة بالماء المقطر الساخن لمدة دقيقتين لجرف أي مواد متشكلة على الركازة.

ثالثا يتم تنشيط سطح المسرى باستخدام حمض الكبريت (0.3 mol/l) لمدة دقيقة واحدة وأخيراً نغسل المسرى باستخدام الماء المقطر عدة مرات من أجل إزالة آثار أي مواد كيميائية عالقة على السطح حيث يمكن لها أن تؤثر على جودة التصاق الراسب على سطح الصفيحة وتنقل من بعدها الصفيحة إلى خلية الطلاء مباشرة.

يتم تحضر خلية العمل وفق التالي:

- مصعد (Anode): وهنا يمثله قلم الفحم.
- مهبط (Cathode): وهنا تلعب الركازة المعدنية الحديدية دور المهبط.
- المحلول الناقل للتيار الكهربائي: والذي يتم التعديل على تركيزه وتركيبه للحصول على النتيجة المثلى للطلاء.
- وعاء زجاجي معزول عن التفاعلات الكهربائية والكيميائية يتضمن المهبط والمصعد والمحلول. الشكل (1)



الشكل (1)

يتم تشغيل المؤقت الزمني لقياس زمن عملية الترسيب وتغذية الخلية بتيار كهربائي محدد وملاحظة التغيرات الحاصلة وتسجيل الملاحظات ونتائج التجربة في ظروف عدة للحصول على أفضل طلاء وتحديد شروطه.

التفاعل الرئيسي هو تفاعل الارجاع الكهركيميائي الحاصل على سطح الركازة المعدنية:

$$Pb^{2+}_{(aq)} + 2\,e^{-}\ (Cathode) \rightarrow Pb_{(S)}\ (Cathode)$$

وفيه يتم ارجاع أيونات الرصاص في محلول الخلية إلى الرصاص المعدني الذي يترسب على سطح الركازة المعدنية مشكلا طبقة رقيقة من الطلاء.

4- النتائج ومناقشتها:

4-1- الحالة الأولى:

ويتم فيها دراسة ترسيب الرصاص بحيث لا يوجد مواد محسنة أو مضافة إذ استخدم ملح خلات الرصاص فقط كمصدر لأيونات الرصاص وتم استخدام حمض الازوت لتحميض الوسط ولم يتم استخدام كهرليت داعم.

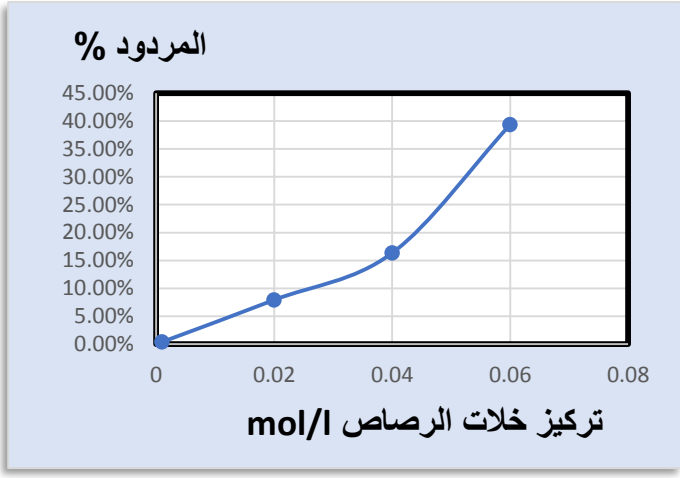
تم دراسة تأثير المتغيرات التالية على مواصفات طبقة الطلاء المتشكلة:

تركيز أيونات المعدن – كثافة التيار الكهربائي – زمن الترسيب – درجة الحرارة – درجة الحموضة – البعد بين المساريين – ودراسة تأثير تحريك المحلول.

❖ **دراسة تأثير تغير تركيز ايونات المعدن على مواصفات طبقة الطلاء**

تم تحضير عدة محاليل مختلفة التركيز من ملح خلات الرصاص وتم تحميضها بحمض الازوت حيث بلغ تركيز حمض الازوت في كل عينة (0.05 mol/l)

وقد لوحظ أنه بزيادة التركيز فإن وزن الراسب المتشكل على الصفيحة يزداد. الشكل (2)



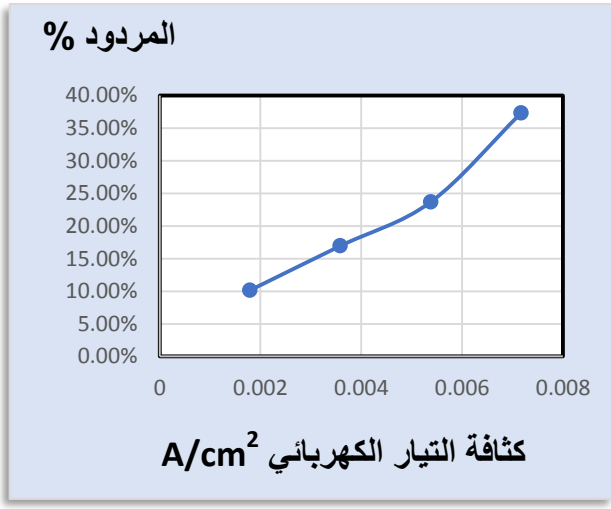
الشكل (2)

ولكن مواصفات طبقة الطلاء المتشكلة على سطح الركازة تختلف حيث تبين انه عند التراكيز المنخفضة تكون طبقة الطلاء هشة ومتقشرة أما عند التراكيز المرتفعة جدا يفقد الطلاء تجانسه، وكانت أفضل نتيجة طلاء عند تركيز (0.02 mol/l)

حيث كانت طبقة الطلاء متجانسة وملتصقة بشكل جيد مع سطح الركازة الحديدية.

❖ **دراسة تأثير تغير كثافة التيار الكهربائي على مواصفات طبقة الطلاء:**

حضرت أربعة محاليل بالتركيز الأمثل من الملح بالاعتماد على النتيجة السابقة حيث كان تركيز الملح في كل من المحاليل المحضرة (0.02 mol/l)، وتم تغيير شدة التيار المطبق من المغذية على الخلية وتبين أنه مع ازدياد كثافة التيار على المهبط فإن مردود عملية الترسيب يزداد. الشكل (3)



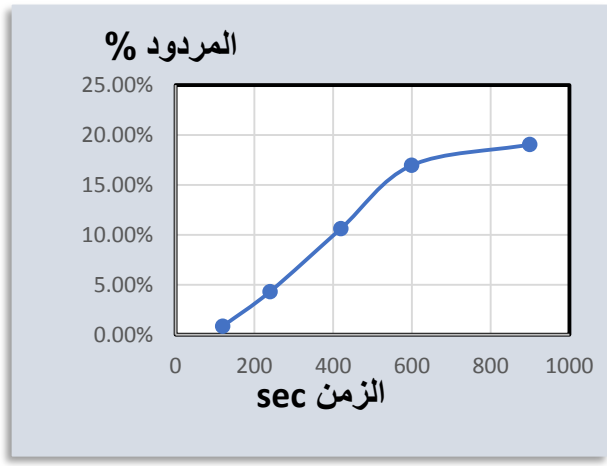
الشكل (3)

ولكن طبقة الطلاء المتشكلة تصبح خشنة وغير متجانسة يعود ذلك لتكتل الراسب على سطح الركازة.

إن أفضل مواصفات لطبقة الطلاء كانت عند تيار (0.01 A) وكانت كثافة التيار عندها ($0.00179\ A/cm^2$) إذ أن الطلاء كان متجانس وكتيم ومتماسك.

❖ **دراسة تأثير الزمن على مواصفات طبقة الطلاء:**

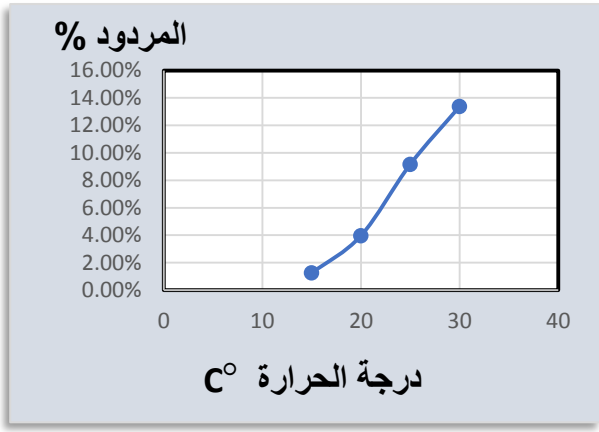
حضرت مجموعة عينات متماثلة تم فيها اعتماد التركيز الأمثل وكثافة التيار المثلى وفقا للنتائج السابقة وتم تغيير الزمن في كل منها من أجل فهم تأثير الزمن على مواصفات طبقة الطلاء وقد بينت النتائج بأن زيادة زمن الترسيب يعطي مردودا أعلى. الشكل (4) ولكن بنفس الوقت فإنه يؤدي لتشوه طبقة الطلاء حيث تصبح خشنة وهشة ولوحظ بأن أفضل نتيجة للطلاء كانت عند زمن (420 sec) أي ما يعادل (7 min).



الشكل (4)

❖ دراسة تأثير درجة الحرارة على مواصفات طبقة الطلاء:

حضرت هنا مجموعة عينات متماثلة تم فيها تثبيت التركيز وكثافة التيار والزمن بالقيم المثلى بالاعتماد على النتائج السابقة التي تعطي أفضل مواصفات لطبقة الطلاء وتم تغيير درجة الحرارة في كل عينة منها ولوحظ أن المردود يزداد مع ارتفاع درجات الحرارة. الشكل (5)



الشكل (5)

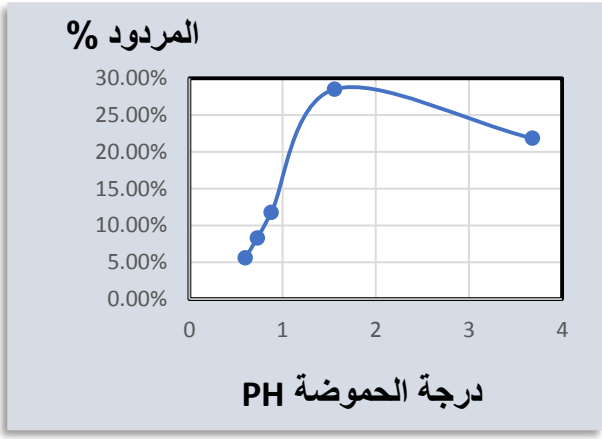
ولكن الطلاء يصبح مسامي هش وضعيف الالتصاق بالركازة الحديدية وقد كانت أفضل نتيجة للطلاء عند درجة حرارة ($30\ C^{\circ}$) حيث أعطى الترسيب ضمن هذه الشروط طلاء كتيم ومتجانس وملتصق وبشكل متين بالصفيحة الحديدية

❖ دراسة تأثير درجة الحموضة PH على مواصفات طبقة الطلاء:

حضرت مجموعة عينات متماثلة تم فيها تثبيت التركيز وكثافة التيار والزمن ودرجة الحرارة بالقيم المثلى بالاعتماد على النتائج السابقة وتم إضافة حجوم مختلفة من محلول حمض الآزوت لكل منها (أي أنه تم تغيير تركيز حمض الازوت) ودراسة الترسيب الكهركيميائي لها ولوحظ أنه مع ازدياد حموضة الوسط فإن مردود

عملية الترسيب يزداد حتى قيمة محددة بعدها فإن المردود ينخفض. الشكل (6)

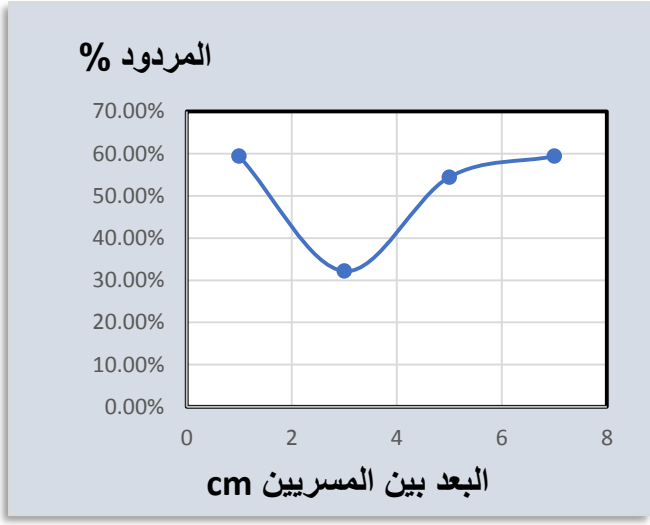
وكانت أفضل قيمة (PH=1.56) بتركيز (0.05 mol/l) لحمض الازوت.



الشكل (6)

❖ **دراسة تأثير البعد بين المسريين على مواصفات طبقة الطلاء:**

حضرت مجموعة عينات متماثلة تم فيها تثبيت التركيز وكثافة التيار والزمن ودرجة الحرارة ودرجة الحموضة وتم تغيير البعد بين الركازة الحديدية ومسرى الفحم ومراقبة تغير مواصفات طبقة الطلاء الناتج حيث لوحظ تناقص المردود مع زيادة البعد بين المسريين إلى حد معين عند القيمة (3 cm) ليزداد بعدها المردود مع زيادة المسافة الفاصلة بين المسريين. الشكل (7)



الشكل (7)

حيث كانت أفضل مواصفات لطبقة الطلاء هي عند بعد (3 cm) بين المسريين إذ أن الطلاء كان كتيما ومتجانسا وملتصق بشكل جيد بالركازة المعدنية.

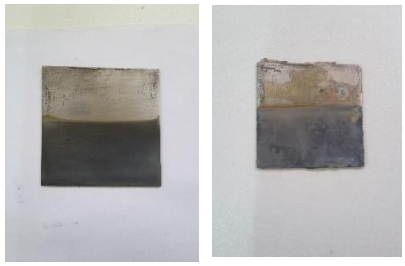
❖ **دراسة تأثير تحريك المحلول على مواصفات طبقة الطلاء:**

أما بالنسبة للتحريك فقد كان ذو أثر سيء على عملية الطلاء حيث أعطى طبقة غير متجانسة من الطلاء.

الشكل (8)–b يوضح مظهر طبقة الطلاء المتشكلة عند تحريك المحلول وتظهر طبقة غير متجانسة وخشنة النتائج النهائية أعطت طبقة طلاء بلون فضي داكن متماسك بشكل جيد ومتجانسة بمردود

(% 33.18) الشكل (8)–a

وبقيت الطبقة محافظة على خواصها وتماسكها وهذا يعود للالتصاق الجيد لمعدن الرصاص على سطح الركازة الحديدية ومقاومة الرصاص للعوامل الجوية العادية ضمن درجة حرارة الغرفة.



a b

الشكل (8)

وقد كانت الشروط المثلى للطلاء موافقة للجدول التالي:

التحريك r/min	البعد بين المسريين Cm	درجة الحموضة PH	درجة الحرارة c	الزمن sec	كثافة التيار A/cm2	التركيز M
0	3	1.56	30	420	0.00179	0.02

الجدول (1)

4-2- الحالة الثانية:

تم فيها دراسة ترسيب الرصاص من معقد سيترات الرصاص بعد أن تم تحضيره وفق المقال [11]

يُذاب (0.46 g) من حمض الليمون النقي في (20 ml) من الماء المقطر ويُضاف له ملح نترات الرصاص (1.2g) ثم يحرك المزيج جيداً عند درجة حرارة (50 C°) طوال فترة الليل.

في اليوم التالي يتم تبخير المحل (هنا المحل هو الماء) تحت الفراغ ليؤخذ الراسب بعدها ويحل بالماء المقطر ويُترك في براد تحت درجة حرارة (4 C°) ليومين ليلاحظ بعها تشكل بلورات عديمة اللون ،ومن ثم تفصل البلورات بالترشيح وتجفف جيداً بهذا يتم الحصول على (0.26 g) من معقد سيترات الرصاص $[Pb(C_6H_6O_7)].nH_2O$.

بعد تحضير المعقد وتجفيفه تم تحضير عدة محاليل منه ودراسة تأثير المتغيرات التجريبية السابقة نفسها عليه مع العلم أنه تم هنا إضافة ملح كلوريد البوتاسيوم بتركيز (M = 0.005 mol/l) لمحلول الخلية في كل تجربة لتخفيف أثر المقاومة الأومية لمحلول الخلية ورفع ناقليته والتقليل من تصاعد فقاعات غاز الهيدروجين على سطح

الركازة الحديدية بسبب إرجاع الهيدروجين الناتج عن التحلل الذاتي للماء إلى غاز الهيدروجين.

حيث ووجدنا أن أفضل النتائج كانت عند الشروط:

التحريك r/min	البعد بين المسريين Cm	درجة الحموضة PH	درجة الحرارة c	الزمن sec	كثافة التيار A/cm2	التركيز M
0	3	3.68	30	1800	0.00179	0.01

الجدول (2)

الشكل (9) يوضح تشكل طبقة طلاء متجانسة وكتيمة وثابتة الالتصاق على سطح الركازة الحديدية بمردود (57.75 %) حيث بقيت طبقة الطلاء محافظة على لونها دون تغيير.

الشكل (9)

5- الخلاصة والاستنتاجات والتوصيات:

- تم في هذا البحث دراسة الترسيب الكهركيميائي لأيونات الرصاص من ملح خلات الرصاص ودراسة تأثير المتغيرات من التركيز وكثافة التيار والزمن ودرجة الحرارة ودرجة الحموضة والبعد بين المسريين والتحريك وتأثير كل منها على مواصفات طبقة الطلاء المتشكلة ومقارنة النتائج وحساب المردود

- ثم تم دراسة ترسيب أيونات الرصاص من معقد سيترات الرصاص بعد تحضيره مخبريا ودراسة تأثير المتغيرات السابقة على مواصفات طبقة الطلاء المتشكلة وحساب المردود

- أظهرت النتائج أن الطلاء الكهركيميائي من معقد سيترات الرصاص وفق الشروط السابقة التي تم التوصل إليها مفضل عن الطلاء بالاعتماد على ملح خلات الرصاص.

إذ أن طبقة الطلاء المتشكلة بالاعتماد على معقد سيترات الرصاص كانت أقل مسامية من طبقة الطلاء الناتجة عن استخدام ملح خلات الرصاص حيث أن الطلاء يكون مستحسناً كلما قلت مساميته لكون طبقة الطلاء تصبح متماسكة مع بعضها بشكل أمتن.

- لوحظ بأن مردود عملية الطلاء في الحالة الثانية باستخدام معقد سيترات الرصاص أعلى منه في الحالة الأولى التي اعتُمد فيها ملح خلات الرصاص

(33.18 %) < (57.75 %)

الحالة الأولى الحالة الثانية

خلات الرصاص سيترات الرصاص

حيث يمكن اعتبارها طريقة سهلة لجمع الرصاص من محلوله الكهرليتي عن طريق إرجاع أيونات الرصاص كهركيميائياً إلى شكلها المعدني وبنقاوة مرتفعة وذلك وفقا للنتائج التي تم الوصول إليها في الجدول (2).

6- المراجع:

[1] – Bilal, O. Baker, D. Moalla, H. (2017)- Studying Process of Electrochemical Deposition of (Cu-Zn) in the Presence of Organic Substances. Al Baath university. Homs, P 158.

[2] – Al khoury, M. Baker, D. Al wehby, G. (2020)- Electrochemical deposition of Silver and Nickel with some improved materials. Al Baath university. Homs, P147.

[3] – Sordo, J. Sordo, C. (2006)- Lead chemistry, Analytical Aspects, Environmental impact and Health Effects. Elsevier. Spain, P354.

[4]- Tang, L. Li, A. Chen, H. Li, H. Chen, Q. Zhou, H. Wei, W. Zhang, W. Hu, J. Dou, C. Wang, H. Finlow, D. (2011)- The Electrochemical Performances of a novel lead – sodium binary grid alloy for lead – acid batteries. Electrochimica Acta. China P 4566- 4570.

[5]- Hossain, M. Islam, M. Hossain, M. Yasmin, S. Shingho, S. Ananna, N. Mustafa, C. (2020). Effects of additives on the morphology and stability of PbO2 films electrodeposited

on nickel substrate for light weight lead-acid battery application. Journal of Energy Storage. Bangladesh 27.

[6] – Ivanou, D, K. Ivanova, Yu.A. Lisenkov, A,D. Zheludkevich. Streltsov, E.A. (2012) Electrochemical deposition of lead and tellurium into barrierless nanoporous anodic aluminium oxide. . Electrochimica Acta. Belarus. P 65-70.

[7] – Tan, S. David, J. Jason, P. Geoffrey, H. (2019). Developments in electrochemical processes for recycling lead-acid batteries. Current Opinion in Electrochemistry. UK

[8] - Samuel, M. Venkatraman, S. Vijayakumar, N. Kanimozhi, V. Arbaaz, S. Stacey, R. Anusha, J. Choudhary, R. Lvov, V. Tavor, G. Senatov, F. Koppala, S. Swamiappan, S. (2022) Bioaccumulation of lead (Pb) and its effects on human. journal of hazardous materials advances. Volume 7.

[9] - Kumar, K. Singh, D. (2023) Toxicity and bioremediation of the lead: a critical review. International Journal of Environmental Health. Volume 34.

[10]- He, W. Liu, F. Zhong, X. Yang, S. Shi, Z. (2021). Electrochemical extraction of lead from urea-1-ethyl-3-

methylimidazolium fluoride system containing PbO at 353 K. Science Direct. 1140-1150

[11] – Kourgiantakis, M. Matzapetakis, M. Raptopoulou, C,P. Terzis, A. Salifoglou, A. (2000)- Lead- citrate chemistry. Synthesis, spectroscopic and structural studies of a novel lead(ll)- citrate aqueous complex. Inorganica Chimica Acta. Greece. P 134- 138