



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الكيمياء

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء

تخصص: كيمياء تحليلية

من اعداد الطالبتين: بطاش ايمان، شاهد فاطمة

دراسة الفعالية المضادة لتآكل الفولاذ الكربوني XC52 في وسطين حمضيين لمستخلص

النبات الصحراوي *Launaea Resedifolia*

نُوقِشت علناً يوم: 2022/06/13

أمام اللجنة المكونة من السادة الكرام:

رئيسا	جامعة ورقلة	أستاذ محاضر أ	هادف الدراجي
مناقشا	جامعة ورقلة	أستاذ محاضر ب	شاوش خولة
مشرفا	جامعة ورقلة	أستاذ محاضر أ	علاوي مسعودة
مساعد مشرف	جامعة ورقلة	دكتوراه	بوقرة آمنة

السنة الجامعية: 2022/2021

الإهداء

أولاً وقبل كل شيء أحمد الله عز وجل على أن وفقني في هذا العمل أما بعد يشرفني أن أهدي هذا العمل:

إلى نفسي التي عانت من أجل الوصول إلى هذه المرحلة.

إلى التي جعل الله الجنة تحت أقدامها، التي غمرتني بفيض حنانها، قرة عيني وفؤادي أُمي الغالية أطال الله في عمرها، وإلى الذي بذل جهد السنين من أجل أن أعتلي سلالم النجاح والذي أحمل اسمه بكل افتخار والدي (بطاش قويدر) العزيز، لكما مني خالص الحب والاحترام والإجلال.

إلى من قضيت معهم أجمل أيام حياتي وعشت معهم أحلى الذكريات فكانوا أسعد الناس بنجاحي

إخوتي (مصطفى، إسماعيل، عبد المجيد، عبد العزيز) وأخواتي (غانية، عائشة، أسماء) وزوجة أخي الأعزاء

إلى أرواح أجدادي لعزومي خضرة و بطاش محمد رحمهم الله وأسكنهم فسيح جنانه.

إلى أختي التي لم تلدها أُمي ابنة عمتي (مريم بوفنيك)

إلى من عملت معي بكد بغية إتمام هذا العمل (شاهد فاطمة)

إلى صديقات الإقامة (فضيلة، حنان، إبتسام، بديعة، نبيلة)

إلى رمز الصداقة، في جامعة الأغواط "عمار ثليجي" (عائشة دينا، شيماء، عفاف، زينب)

إلى كل من دعمني وشجعني في حياتي وأعطاني دفعة نحو الأمام.

إلى الدكتورة "علاوي مسعودة" المشرفة ومساعدتها الدكتورة "بوقرة آمنة"، على دعمهما المتواصل،

والمساندة لإتمام هذا العمل.

إلى أساتذتي الكرام ممن لم يتوانوا فيمد يد العون لي، والذين غمروني بالحب والتقدير والنصيحة والتوجيه

والإرشاد، وأخص بالذكر أستاذة "حامية شهرزاد" حفظها الله ورعاها، إلى دفعة ثانية ماستر كيمياء تحليلية

بورقلة لسنة 2022.

إيمان



الإهداء

اهدي هذا العمل المتواضع الذي أسأل الله تعالى أن يباركلي فيه وينفعني به في الدنيا والآخرة، إلى من علمتني أن العطاء ليس له حدود، وأن الحب ليس له عمر، إلى جنتي وشهادة نصري الأولى، إلى بطلنة حياتي ونجمتي المنيرة، إلى شمس أيامي، أمي الغالية رزقها الله الصحة والعافية.

إلى سندي الأول، صاحب الوجه الطيب، إلى من كلله الله بالهيبة والوقار، إلى من علمني العطاء بدون انتظار، إلى من أحمل اسمه بكل افتخار، والذي العزيز ألبسه الله ثوب الصحة والعافية.

إلى من بهم أشد عضدي وتعلو همتي، هم سندي وركائز نجاحي، إلى القريبين إلى القلب،

والحاضرين في السراء والضراء، اخوتي واختي العزيزة.

إلى عائلتي الثانية وسندي الدائم، من كانوا دائماً ورأئي منتظرين هذا اليوم، عائلة بوزيان من كبيرهم إلى صغيرهم.

إلى روح أخي الطاهرة تغمده الله بالرحمة والمغفرة، وأرواح أجدادي وكل من توفاهم الله، عليه الرحمة والغفران.

إلى كل عائلة شاهد ورواني، وكل صديقاتي وجيراني الذين دعموني وتذكروني بدعواتهم في الغيب. إلى رفيقة دربي، ومؤنستي، مساعدتي بكل كد وجد، صديقتي بطاش ايمان.

إلى الدكتورة "أمينة بوفرة" مساعدة المشرفة، على كل الدعم والمساندة من أول يوم من العمل، حفظها الله ورعاها.

إلى الدكتورة "علاوي مسعودة" المشرفة، والداعمة لنا في كل خطوة من هذا العمل المتواضع ببارك الله في عمرها.

إلى صديقات الجامعة، أميمة، أكرام، فردوس، وبتول، وزميلاتي في المختبر، الهام، مسعودة، ونأم وشيماء، وإلى كل جنود الخفاء في المختبر والجامعة.

فاطمة



شكر وامتنان

الحمد لله والمنة على ما وصلنا اليه من بداية مشوارنا الى هذا اليوم، الحمد لله الذي وفقنا وبلغنا التوفيق والسداد، الحمد لله حمدا كثيرا طيبا مباركا فيه، حتى يبلغ الحمد منتهاه، كما ينبغي لجلال وجهه وعظيم سلطانه.

نتقدم بالشكر والعرفان الى الدكتورة "علاوي مسعودة" على اشرافها لنا، ومرافقتها لنا في هذا العمل المتواضع.

كما نتقدم بأحر الشكر وأسمى التقدير الى الدكتورة "أمينة بوقرة" على اشرافها لنا، ومواصلة العمل معنا، ومراقبتنا في المختبر طيلة هذا العمل.

كل الشكر والامتنان الى طاقم مختبر التحاليل الفيزيائية والكيميائية (CRAPC).

والشكر للجنة الموقرة على قبولها مناقشة هذه المذكرة، ونخص بالذكر الأستاذ الرئيس هادف الدراجي والأستاذة المناقشة شاوش خولة، نسأل المولى أن يجازيهم أحسن وأتم الجزاء.

والشكر الموصول الى كل اساتذة الجامعة المركزية كل باسمه ومقامه.

الشكر الجزيل الى كل من ساعدنا من قريب أو بعيد، بكلمة أو نصيحة، أو دعوة صالحة.



قائمة الأشكال

الفصل الأول: عموميات حول التآكل	
5	الشكل (1.I): مخطط يوضح عوامل التآكل
8	الشكل (1.I): مخطط يوضح أنواع التآكل
الفصل الثاني: الدراسة النظرية للنبات	
17	الشكل (1.II): صورة فوتوغرافية للنبات.
الفصل الثالث: الدراسة التجريبية	
26	الشكل (1.III): صورة فوتوغرافية للصقل اليدوي.
27	الشكل (2.III): صورة فوتوغرافية للصقل الميكانيكي.
27	الشكل (3.III): صورة فوتوغرافية للقنوية.
27	الشكل (4.III): صورة فوتوغرافية للعينة بعد الغمس.
27	الشكل (5.III): صورة فوتوغرافية لحمام مائي في درجة حرارة ساخنة.
27	الشكل (6.III): صورة فوتوغرافية لحمام مائي في درجة حرارة باردة.
29	الشكل (7.III): منحني سرعة التآكل بدلالة الزمن في غياب المثبط.
31	الشكل (8.III): مردود التثبيط لتآكل الفولاذ الكربوني XC52 في الوسط الأتال (HCl, 1M) و (H ₂ SO ₄ , 0,5M).
31	الشكل (9.III): سرعة تآكل الفولاذ الكربوني XC52 في الوسط الأتال (HCl, 1M) و (H ₂ SO ₄ , 0,5M).
32	الشكل (10.III): ايزوتارم الامتزاز للفولاذ الكربوني XC52 في الوسط الحمضي H ₂ SO ₄ للمستخلص المائي.
32	الشكل (11.III): ايزوتارم الامتزاز للفولاذ الكربوني XC52 في الوسط الحمضي HCl للمستخلص المائي.
35	الشكل (12.III): تغيرات سرعة التآكل بدلالة درجة الحرارة للمثبط في الوسطين الحمضيين (HCl, 1M) و (H ₂ SO ₄ , 0,5M).
36	الشكل (13.III): منحنيات (Arrhenius) لسرعة تآكل الفولاذ الكربوني XC52 في الوسطين الحمضيين (HCl, 1M) و (H ₂ SO ₄ , 0,5M) في غياب ووجود المثبط.
37	الشكل (14.III): تغيرات Ln(V _{corr}) بدلالة 1000/T في غياب ووجود المثبط.
37	الشكل (15.III): تغيرات Ln(V _{corr}) بدلالة 1000/T في غياب ووجود المثبط.

قائمة الجداول

الفصل الأول: عموميات حول التآكل	
6	الجدول (1.I): يوضح أشكال التآكل
الفصل الثاني: الدراسة النظرية لنبته	
16	الجدول (1.II): التصنيف النظامي للنبته
19	الجدول (2.II): المحتوى الكيميائي للزيوت الأساسية من <i>L. Resedifolia</i>
الفصل الثالث: الدراسة التجريبية	
21	الجدول (1.III): المواد والأجهزة المستعملة في الدراسة.
22	الجدول (2.III): التركيبة الكيميائية للفولاذ الكربوني.
28	الجدول (3.III): قيم سرعة التآكل في أزمنة مختلفة في الوسطين الحمضيين (HCL,1M) و (H ₂ SO ₄ ,0,5M).
30	الجدول (4.III): سرعة التآكل ومردود التثبيت لتآكل الفولاذ الكربوني XC52 لمختلف تراكيز المستخلص المائي في الوسط الحمضي (HCL,1M) و (H ₂ SO ₄ ,0.5M).
33	الجدول (5.III): معامل الارتباط R ² لكل نوع من انواع الامتزاز للمثبط.
34	الجدول (6.III): تأثير درجة الحرارة على سرعة التآكل ومردود تثبيط التآكل في الوسطين الحمضيين.
36	الجدول (7.III): تأثير درجة الحرارة على سرعة التآكل ومردود تثبيط التآكل في الوسط الحمضي (HCL,1M)

قائمة الإختصارات والرموز:

مختبر التحاليل الفيزيوكيميائية	CRAPC
مستخلص مائي	WF
فرق الكتلة قبل وبعد الغمس	Δm
مساحة قطعة الفولاذ المغموسة cm^2	S
طول قطعة الفولاذ cm	L
عرض قطعة الفولاذ cm	D
ارتفاع قطعة cm	H
سرعة التآكل في غياب المثبط $\text{g/cm}^2 \cdot \text{min}$	v
قدرة تثبيط المستخلص	R
سرعة التآكل في وجود المثبط $\text{g/cm}^2 \cdot \text{min}$	v_0
سرعة التآكل وحدتها mm/a	v'
نسبة تغطية السطح	θ
سرعة التآكل	$\text{corr } v$
زمن الغمس بوحدة min	T
الكتلة الحجمية للحديد تساوي 7.86g/cm^3	ρ
طاقة التنشيط	E_a
الانتروبي	ΔS
الانتالبية	ΔH

المحتويات:

I	الاهداء
III	شكر وامتنان
IV	قائمة الأشكال
V	قائمة الجداول
VI	قائمة المختصرات والرموز
VII	الفهرس
1	مقدمة عامة
3	المراجع
الجانب النظري	
الفصل الأول: عموميات حول التآكل	
4	1.1. تمهيد
4	2.1. مفهوم التآكل
5	3.1. العوامل المؤثرة على التآكل
5	4.1. أشكال التآكل
8	5.1. أنواع التآكل
9	1.5.1. التآكل الكيميائي
9	1.1.5.1. التآكل الكيميائي الرطب
9	2.1.5.1. التآكل الكيميائي الجاف
9	2.5.1. التآكل الكهروكيميائي
9	3.5.1. التآكل البيولوجي
10	1.3.5.1. البكتيريا الهوائية
10	2.3.5.1. البكتيريا اللاهوائية
10	6.1. طرق الحماية من التآكل
10	1.6.1. الحماية الكهروكيميائية
10	1.1.6.1. الحماية الكاثودية
11	2.1.6.1. الحماية الأنودية
11	2.6.1. الحماية بواسطة المثبطات

11	1.2.6.I تعريف المثبطات
12	2.2.6.I طريقة تثبيط التآكل
12	3.2.6.I تصنيف المثبطات
13	7.I طريقة فقدان الوزن
13	1.7.I تعريفها
13	2.7.I مبادئها
14	المراجع
الفصل الثاني: الدراسة النظرية لنبات <i>Launaea Resedifolia</i>	
15	1.II تمهيد
15	2.II تعريف نبات <i>Launaea Resedifolia</i>
15	3.II وصف النبتة
16	4.II التوزيع الجغرافي لنبات (<i>Launaea Resedifolia</i>)
16	5.II التصنيف النظامي للنبتة
18	6.II استعمالات نبات <i>Launaea Resedifolia</i>
18	7.II الدراسات السابقة لنبات العصيد
18	1.7.II التركيب الكيميائي للنبتة
20	المراجع
الجانب العملي	
الفصل الثالث: الدراسة التجريبية	
21	1.III المواد والأجهزة المستعملة
21	2.III المستخلص النباتي المدروس
22	3.III المعدن المدروس
22	4.III الوسط الأكال
22	5.III دراسة الفعالية التثبيطية للمستخلص المائي لنبات <i>Launaea Resedifolia</i> في الوسطين الحمضيين (HCl, 1M/H ₂ SO ₄ , 0.5M):
22	1.5.III تحضير المحاليل
23	2.5.III تحضير عينة الدراسة
23	3.5.III تحديد زمن الاتزان

24	6.III. ايزوتارم الامتزاز
25	7.III. دراسة تأثير درجة الحرارة على تثبيط سرعة تآكل الفولاذ الكربوني XC52 في الوسطين الحمضيين ((HCL,1M),(H ₂ SO ₄))
28	8.III. النتائج ومناقشتها
28	1.8.III. مرحلة تحديد زمن الاتزان لحمض كلور الماء وحمض الكبريت (H ₂ SO ₄ , 0,5M /HCL,1M)
29	2.8.III. دراسة الأثر التثبيطي للمستخلص المائي في الوسط الحمضيين
32	3.8.III. ايزوتارم الامتزاز
34	4.8.III. دراسة تأثير درجة الحرارة على تثبيط سرعة تآكل الفولاذ الكربوني XC52 في الوسطين الحمضيين ((HCL,1M),(H ₂ SO ₄))
35	5.8.III. العوامل الحركية والترموديناميكية لعملية التثبيط
39	المراجع
40	خلاصة عامة
41	الملخص

المقدمة العامة

مقدمة عامة:

يعد التآكل من أهم المشكلات التي تعاني منها المنشآت الهندسية والصناعية، ويعرف بأنه تلف في المعدن نتيجة تفاعله كيميائياً أو كهروكيميائياً مع الجو أو الوسط المحيط به إذ يسبب التآكل خسائر جسيمة في الاقتصاد العالمي تقدر بالمليارات سنوياً، ويعد الفولاذ الكربوني أكثر عرضة للتآكل وذلك لكثرة تطبيقاته واستخداماته الهندسية والصناعية [1].

ونظراً لتعدد واختلاف أنواع التآكل والظروف المساعدة في حدوثه استوجب إيجاد أساليب حماية فعالة للحد منه، منها استعمال المثبطات الصناعية ولأنها لا تستعمل في جميع الأنظمة التي لها علاقة بصحة الإنسان لأنها سامة وملوثة، في الآونة الأخيرة ظهرت فكرة استعمال المستخلصات النباتية كمثبطات للتآكل نظراً لغناها بالمواد العضوية [2].

ولحل هذا المشكلة أجريت العديد من البحوث العلمية على مثبطات مختلفة من أجل خفض سرعة التآكل أو كبحها، ومن المثبطات الأكثر دراسة حديثاً المثبطات الطبيعية باعتبارها مواد غير سامة، غير مكلفة، موجودة بوفرة، وغنية بالمركبات الكيميائية التي لها خواص التثبيط.

وفي هذا الصدد تطرقنا إلى دراسة مدى فاعلية وقدرة المستخلص المائي لنبته *Launaea Resedifolia* وكفاءتها التثبيطية على تآكل الفولاذ (XC52) في وسطين حمضين (H_2SO_4 , 0.5M, HCl, 1M).

وبما أن أكثر المواد استعمالاً هو الفولاذ لآبد من دراسته وحمايته بعدة طرق منها المثبطات الطبيعية أي باستعمال مستخلصنا المائي لنبته *Launaea Resedifolia* وذلك بإتباع طريقة فقدان الوزن.

في هذا العمل تطرقنا إلى قسمين رئيسيين: القسم الرئيسي الأول هو الدراسة النظرية ويتكون من فصلين: الفصل الأول يتحدث عن عموميات التآكل والفصل الثاني هو الدراسة النظرية لنبات

Launaea Resedifolia

والقسم الرئيسي الثاني هو الدراسة التجريبية لتطبيق المستخلص المائي للنبتة كمثبط للتآكل.

المراجع:

[1] د خالف عثمان شرف، "دراسة سلوك تآكل الفولاذ الكربوني في الأوساط المائية"، مجلة جامعة دمشق

للعلوم الهندسية، 2012.

[2] س شيحي "دراسة الفعالية التثبيطية للمستخلص الفلافونيات Euphorbiaguyoniana على تآكل

الفولاذ في الوسط الحمضي" مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة، 2009.

الجانب النظري

الفصل الأول:

عموميات حول التآكل

1.1. تمهيد:

يعتبر الكثير منا أن مصطلح التآكل يتوقف فقط في المفهوم الضيق للصدأ، الذي يصيب المعادن الحديدية، لكنه في واقع الحال يعرف التآكل على أنه السبب الرئيسي في التحطيم الجزئي أو الكلي لمعظم المواد المتواجدة [1].

كما درست ظاهرة التآكل عملياً سنة 1830 في شتى المجالات الفيزيائية والكيميائية والالكتروكيميائية، وأثبتت التجارب أن التآكل يعتمد أساساً على الخصائص الميكانيكية للمعدن، وأن أول ما يبادر في الذهن لدى بعض الناس، أن التآكل هو الصدأ الذي يصيب معدن الحديد، إلا كل المعادن يصيبها التآكل فتتلف بسبب هاته الظاهرة [1].

2.1. مفهوم التآكل:

التآكل هو هجوماً مدمراً للمعدن، نتيجة تفاعل كيميائي وكهروكيميائي مع الوسط المحيط بها، ويطلق عليها الصدا في حالة تآكل الحديد أو حديد وخلائط وبالتالي المعادن غير الحديدية تتآكل ولكن لا تتصدأ [2].

وكما عرف الباحثون التآكل بعدة تعاريف أخرى تصب في مجرى واحد من بينها نذكر:

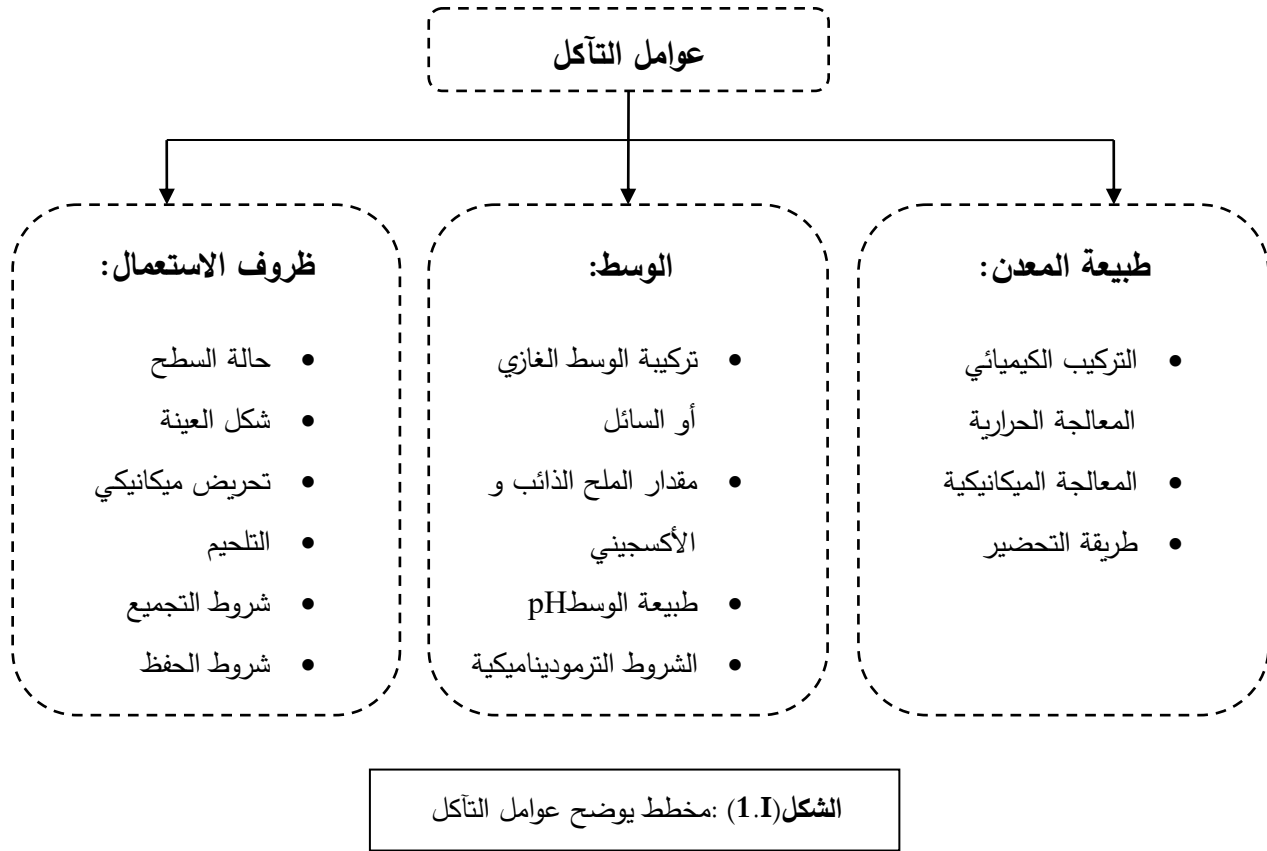
- التآكل هو مرض جلدي (A.Porrevin) [1].
- التآكل هو العملية العكسية للتعدين، فالفولاذ يحضر من الحديد الخام "أكاسد" ثم يعود إلى وضعه الأصلي بفعل التآكل [1].
- التآكل هو تدهم المعدن بواسطة تفاعل كيميائي أو الكهروكيميائي حاصل بين المعدن ومحيطه [1].

إذاً فالتآكل هو تفاعل غير عكوس، يحدث لسطح المعدن مع الوسط المحيط به [1].

3.I العوامل المؤثرة على التآكل:

العوامل التي تؤدي إلى التآكل كثيرة، ومرتبطة بطبيعة المعدن والوسط المحيط وكذلك بشروط

استعمال هذه المادة ونلخص أهم عوامل التآكل في المخطط التالي [3]:


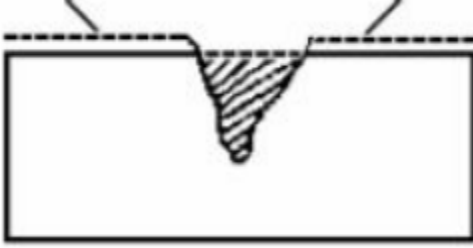



4.I أشكال التآكل:

إن تأثير التآكل على المعدن يتخذ أشكالا مختلفة يعتمد على طبيعة هذا التآكل وحالة الوسط

والظروف التي تؤدي إلى حدوثه وعلى هذا يمكن تمييز أشكال من التآكل أبرزها ما يلي:

الجدول (1.1): يوضح أشكال التآكل

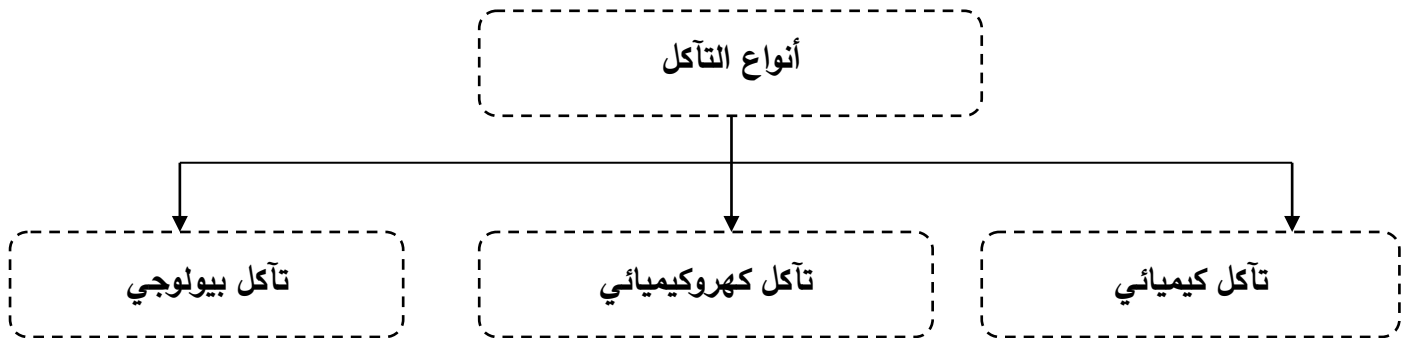
شكل التآكل	تعريفه	صورة موضحة
التآكل المنتظم (العام)	من أكثر أنواع التآكل شيوعاً وأقلها خطورة، لأنه يمكن التنبؤ به بانخفاض سمك السبيكة، وهو يحدث على كامل السطح بنفس المعدل، طرق الحماية منه متاحة وتكون فعالة وتتمثل في الطلاء، وتغيير الوسط أو المادة [2].	
التآكل الموضعي (بالنقر)	يعتبر من أخطر أشكال التآكل، وتكمن خطورته في حدوث ثقب ضيقة ومغطاة يصعب التنبؤ بها، وهو هجوم موضعي في أماكن معينة من المعدن مما يؤدي إلى حفر صغيرة تخترق المعدن وربما إلى ثقوب، يحدث في أوساط تحتوي على كلوريد، بروميد، يوديد، وأيونات فوق الكلورات [2].	
التآكل تحت الجهد	ينتج في غالب الأحيان بفعل التلحيم أي يكون نتيجة فعل مترافق للجهد الميكانيكي الستاتيكي [2].	

	<p>وهو ينتج من خلال تشكيل بيبة (بطارية) الكتروكيميائية بين معدنين مختلفين، ومتصلين كهربائياً في محلول ناقل فيؤدي ذلك إلى إتلاف المعدن الأقل مقاومة.</p> <p>إذا كان المعدنين غيرمتماسين يسمى هذا النوع بالتآكل بين معدنين، ويطلق على المعدن الأقل مقاومة بالقطب الموجب (anode) ويطلق على الآخر بالقطب السالب (cathode) [2].</p>	<p>التآكل الغلفاني</p>
	<p>يحدث بالقرب من حدود حبيبة المعدن، ويكون مصحوباً بتآكل نسبياً في الحبيبات نفسها [1].</p>	<p>التآكل بين الحبيبات</p>
	<p>ينتج هذا التآكل بتواجد شقوق تسمح بدخول السوائل، ووصول الأكسجين بين جزيئين للبنية، الذي يؤدي إلى تكوين خلية غلفانية (بطارية)، كما يحدث في هذه الشقوق تآكل موضعي عنيف وغالباً ما توجد هذه الشقوق تحت رؤوس البراغي [2].</p>	<p>التآكل الشقي</p>

	<p>ينتج عن تفاعل الكتروكيميائي مع حدوث فعل ميكانيكي، معتمدا أساسا على السرعة النسبية للسائل الأكل على سطح المعدن، مما يزيد سرعة التآكل حيث تزال الأيونات المذابة كما يزال أيضا على شكل صلب يجرف ميكانيكيا كل السطح [2].</p>	<p>التآكل بالتعرية</p>
---	---	----------------------------

5.1 أنواع التآكل:

يمكن تلخيص مجمل أنواع التآكل في الملخص الموالي:



الشكل (2.1): مخطط يوضح أنواع التآكل

1.5.I. التآكل الكيميائي:

عبارة عن أكسدة مباشرة بواسطة معادن سائلة، انصهار الهاليدات ومحلول غير مائي [1].

وهو نوعان تآكل كيميائي رطب، وتآكل كيميائي جاف.

1.1.5.I. التآكل الكيميائي الرطب:

يحدث بين الطور السائل والمعدن، حيث يكون الوسط إما متعادلا أو حمضيا أو قاعديا، مما يؤدي

هجوم الوسط على المعدن مسببا تآكل على سطح المعدن [2].

2.1.5.I. التآكل الكيميائي الجاف:

يحدث بين الطور الغازي والمعدن بوقوع تفاعل غير متجانس ويكون الوسط خالي من الرطوبة

تماما [2].

2.5.I. التآكل الكهروكيميائي:

يكون تآكل بالغمر، تآكل تحت الأرض، تآكل بالهواء، وهو عبارة عن تفاعل كاتودي وأنودي يحدث

في وجود محلول الكتروليتي [1].

3.5.I. التآكل البيولوجي:

يحدث هذا التآكل نتيجة النشاط الحيوي لمختلف الكائنات الدقيقة (البكتيريا، فطريات، محار) حيث

تتخذ المعدن كوسط مغذي أو وسط لإفراز نواتج تتلف ذلك المعدن [4][5].

وهو نوعان تسببه الكائنات الحية المجهرية (البكتيريا).

1.3.5.I. البكتيريا الهوائية:

تنشط في وسط به أكسجين وتتكون من بكتيريا الكبريت، بكتيريا الحديد [2].

2.3.5.I. البكتيريا اللاهوائية:

وهي تنشط في وسط خالي من الأكسجين وتتضمن بكتيريا تقلل من السلفات والنترات، كما أنها

تلغي استقطابية التفاعل الكاثودي وترجع أيونات السلفات إلى أيونات السلفير [2].

6.I طرق الحماية من التآكل:

نظرا لاختلاف طبيعة أشكال التآكل واختلاف الظروف التي تساعد على حدوث هذه الأشكال

المختلفة، فهناك أنواع متعددة من أساليب الحماية منه، ونذكر منها:

1.6.I. الحماية الكهروكيميائية:**1.1.6.I. الحماية الكاثودية:**

تستخدم هذه الحماية لمنع التآكل داخل الوسط الإلكتروليتي حيث تعمل هذه الطريقة على تحويل

الأقطاب المهبطية إلى أقطاب مصعدية، إذا يعاد المعدن إلى منطقة المناعة ضد التآكل، ويكون التآكل

مستحيل، وتجري حماية أي معدن كاثوديا بإيصاله كهربائيا إلى القطب السالب لمولد كهربائي، في حين

القطب الموجب لهذا المولد الكهربائي يوصل إلى معدن آخر يعمل كقطب موجب، عند سريان التيار

يتحول المعدن المراد حمايته قطبا سالبا [2].

2.1.6.I. الحماية الأنودية:

تطبق هذه الطريقة على المعادن المقاومة للصدأ (لا تتأكسد) حيث يتم تحويلها الى أقطاب موجبة وهذا بإزاحة فرق جهدها إلى منطقة الخمولية، والحماية الأنودية مناسبة فقط للمعادن التي لديها استعداد للسلبية عندما تستقطب أنودياً [2].

2.6.I. الحماية بواسطة المثبطات:

تستعمل المثبطات فقط كأداة أو وسيلة للحماية:

- أ. إما كطريقة حماية دائمة للمنشأ في شروط معينة.
- ب. إما كحماية مؤقتة للمنشأ خلال فترة زمنية محددة.
- ج. إما أن يكون المثبط مرتبطاً بحماية أخرى، كأن يضاف إلى الطلاء والدهون [3].

1.2.6.I. تعريف المثبطات:

مثبطات التآكل هي مركبات كيميائية تضاف بمقادير ضئيلة إلى الوسط الأكال من أجل إبطاء أو إيقاف عملية التآكل، دون التأثير على تركيز العنصر الأكال في الوسط [3].

ومن خصائصها، إبطاء سرعة تآكل المعدن دون التأثير على خصائصه الفيزيائية والكيميائية مثل ضعف المعادن ميكانيكياً بسبب الهيدروجين في الأوساط الحامضية [3].

- أ. أن يكون مستقراً وثابتاً أمام مكونات الوسط الأكال، خاصة المؤكسدات منها.
- ب. أن يكون غير سام ويضاف بكميات قليلة.

ج. ألا يكون مكلفا إقتصاديا [3].

2.2.6.I طريقة تثبيط التآكل:

تتم عملية تثبيط التآكل كما يلي:

1. وضع حاجز بين المعادن والوسط الأكال، ويحدث عادة في الأوساط الحامضية حيث تتم عملية الامتزاز على سطح المعدن.
2. وضع شبه حاجز على سطح المعدن، وذلك من خلال تشكل الأكسيد والهيدروكسيدات، خاصة في الأوساط المعتدلة والقاعدية، ومنه تتشكل الأملاح التي تساعد على تثبيط التآكل.
3. وضع حاجز عن طريق التفاعل مع أحد مكونات الوسط، وخاصة في الأوساط المعتدلة والقاعدية، وهذا ما يوضح أن آلية تثبيط كل مركب تعتمد على عدة جوانب ومعاملات مورفولوجية وآلية وخصائص فيزيائية وكيميائية للوسط مثل pH.
4. حجز المراكز غير الفعالة للسطح، وفي هذه الحالة المثبط لا يكون سوى وسيلة لتقليل التفاعلات الجزئية الكاثودية والأنودية على السطح بدون أي تأثير على طاقة التنشيط، هذه الأخيرة تؤدي إلى نقصان سطح التفاعل المتوافق [3].

3.2.6.I تصنيف المثبطات:

● **المثبطات الأنودية:** هي مثبطات تعمل خفض كثافة التيار الأنودي، وتزيح كمون التآكل في

الاتجاه الموجب [1].

● **المثبطات الكاثودية:** هي مثبطات تعمل خفض كثافة التيار الكاثودي، وتزيح كمون التآكل في

الاتجاه السالب [1].

• **المنثبات المختلطة:** تعمل على خفض كثافة التيار للتفاعلين معاً، مع تغيير طفيف في كمون

التآكل [1].

7.I. طريقة فقدان الوزن:

1.7.I. تعريفها:

هي طريقة كيميائية تعتبر من الطرق القديمة الفعالة والأكثر شيوعاً رغم طول المدة التي تستغرقها لإيجاد معدل التآكل لمعدن في وسط ما، لأنها سهلة ونتائجها واقعية ويمكن الاعتماد عليها، وعدم احتياجها إلى أجهزة معقدة الصعب صيانتها وتشغيلها.

ويمكن بهذه الطريقة تعيين كمية الوزن المفقود وذلك تبعاً لمكونات الوسط المائع [6].

2.7.I. مبدؤها:

يعتمد مبدؤها أساساً على قياس الفرق في الوزن (m) المفقود من العينة ذات المساحة (S) خلال زمن معين (t) لغمس العينة في محلول التآكل ومن خلال هذه يمكن تحديد سرعة التآكل وفاعلية المنثبات [6].

المراجع:

- [1] بلغار آسيا، (2018)، "دراسة القدرة المضادة للأكسدة واللبكتيريا وللتآكل للمستخلصات الفينولية لنبات "
- "، رسالة دكتوراه، جامعة ورقلة. *Limoniastrumguyonianum (Dur)*.
- [2] نموسة التجاني يحيى، (2007)، "دراسة فعالية بعض النباتات الصحراوية كمتبذات للتآكل في أوساط مائية"، مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة.
- [3] آمنة بوقرة، (2019)، "دراسة الفعالية المضادة للأكسدة والبيولوجية وتنشيط التآكل لمستخلصات نبات (عائلة مركبات)"، رسالة دكتوراه، جامعة ورقلة. *Launaea Resedefolia*.
- [4] شحي سمية، (2009)، "دراسة الفعالية التثبيطية للمستخلص الفلافوني لنبات على تآكل الفولاذ في وسط حمضي"، مذكرة ماجستير في الكيمياء، جامعة ورقلة. *Euphorbiaguyoniana*.
- [5] زينب غياية، (2004)، "المساهمة في تحضير بعض مشتقات 4. أريل -1-2- ثنائي ثيول-3- ثيون و4. أريل -1-2. ثنائي ثيول-3- ون. ودراسة فعالية تثبيط لتآكل الفولاذ الكربوني X52 في وسط حامضي وماء صناعي"، مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة.
- [6] بالأعور ابتسام، (2021)، "مساهمة في الدراسة الفيتوكيميائية وتقييم الفعالية البيولوجية والفعالية المضادة للتآكل لمستخلصات نبات *Seneciohoggariensis Batt. & Trab*"، رسالة دكتوراه، جامعة ورقلة.

الفصل الثاني:

الدراسة النظرية للنبات

1.II. تمهيد:

تعتبر العائلة المركبة من أكبر العائلات وأكثرها تطورا بشكل كبير حيث تضم خمس عائلات فرعية و1600 جنس و23000 نوع، أما في الجزائر هناك 109 جنس، 480 نوع. وهي من أهم عائلات ثنائية الفلقة، معظمها نباتات عشبية حولية، أو معمرة وتظهر في المناطق المعتدلة من الكرة الأرضية [1].

2.II. تعريف النبات *Launaea*:

الجنس *Launaea* هو نبات معمر ذو أزهار صفراء فاقعة وهو من عائلة المركبة يصل ارتفاعه عن الأرض 60 cm الساق الرئيسية قائمة متفرعة وتنفرش أوراقه الرمحية و المسننة الشكل على الأرض وتكون بحجم كبير ويقل حجم الأوراق عند الارتفاع قليلا بعد لا تكاد ترى إلا الأزهار والأغصان ويتميز الجنس بكثافة ازهاره الجميلة وقد تخرج صفراء حتى بعد اشتداد الحر كما يعتبر نبات رعوي جيد للإبل والاعنام وينمو بعد سقوط الامطار وتظهر ازهاره في شهر فبراير إلى نهاية شهر أبريل.

تنتشر نباتات الجنس *Launaea* بصورة خاصة في منطقة البحر الأبيض المتوسط اذ يوجد حوالي 40 نوعا اما في الجزائر فتوجد بها 9 أنواع وهم [4][5]:

Launaeaacanthoclada, *Launaeaangustifolia* (Desf.) Kuntze, *Launaea anomala* (Batt.), *Launaeaarborescens* (BUTT.), *Launaeacassiniana*, *Launaea nudicaulis* Hook.F, *Launaeaquercifolia* (Desf.) Pamp., *Launaearesedifolia* (O.K.) and *Launaeaglomerata* (Cass. Hook. F)

3.II. وصف النبتة:

هذا النبات يعرف شعبيا بالعصيد وهو نبات صحراوي، ثنائي الفلقة ذو أزهار صفراء فاقعة اللون ينمو عقب سقوط الأمطار بشكل منبسط على الأرض ويميل للإرتفاع تصاعديا يتراوح طول فروعه بين

20 إلى 40 cm ذو سيقان متشعبة مورقة تنتهي بعنق [1] أوراقها ملساء متفرعة محاطة بأشواك بيضاء وعند عصر سيقان العصيد تخرج منها مادة لبنية بيضاء [3].

4.II التوزيع الجغرافي لنبات (*Launaea Resedifolia*):

تظهر بشكل خاص في المناطق المعتدلة من الكرة الأرضية، أي ينمو في المناطق شبه الإستوائية، حيث تتوزع جغرافيا وتتركز في أوروبا وآسيا وإفريقيا وأمريكا الشمالية أستراليا [1]. ويتواجد في منطقة البحر الأبيض المتوسط وشمال الصحراء والصحراء الوسطى. [3]

5.II التصنيف النظامي للنبات:

الجدول (1.II): التصنيف النظامي للنبات.

المملكة	النباتات
الفرع	<i>Spermatophyta</i>
تحت الفرع	<i>Magnoliophyta</i>
الصف	<i>Magnoliopsides – Dicotylédones</i>
تحت الصف	<i>Asteride</i>
الرتبة	<i>Asterales</i>
الفصيلة	<i>Asteraceae</i>
الجنس	<i>Launaea</i>
النوع	<i>Launaearesedifolia</i>

الاسم الشائع:

- بالعربية: وتسمى العصيد أو اليعصيد أو الحوى وتسمى حرشة في الجزائر وشمال إفريقيا [1].
- الإسم العلمي: *Launaea Resedifolia* [1].

• بالفرنسية: *Scorsonère à feuilles laciniées*[1]

• بالانجليزية: *Dividedleaved sowthistle*[1].



الشكل(1.II): صورة فوتوغرافية للنبات.

6.II. استعمالات نبات *Launaea Resedifolia*:

نباتات العائلة المركبة تستعمل بكثرة في المجال الطبي لأنها تشفي العديد من الأمراض [6]. وتستعمل نباتات هذه العائلة في التداوي، من خصائصها انها مضادة للالتهاب والحساسية وتعتبر أيضا مضاد بكتيري [7].

تستخدم نبتة *L. Resedifolia* لعلاج الأمراض ك: أمراض الكبد وكذلك تسكين الآلام.

تؤكل أوراقه الطازجة من طرف النساء المرضعات لزيادة در الحليب [1].

7.II. الدراسات السابقة لنبات العصيد:

اختبار العائلات لنبات العصيد أثبت أنه غني بالمركبات الطبيعية خاصة منها التربينات، الفلافونيدات والكومارينات [1].

1.7.II. التركيب الكيميائي للنبتة:

أثبتت الدراسات السابقة بأن *Launaea Resedifolia* تحتوي على فلافونيدات ومواد عفصية وسيترولاتوتربينات ثلاثية وكومارينات وزيوت طيارة.

تم تحديد خمسين مركب من الزيوت العطرية من نبات *L. resedifolia* تمثل 86.68% من إجمالي الزيت. المكونات الرئيسية هي ثنائي أو كتيلفثاللات (39.84%)، وحمض ديكانويك، وديسيل استر (12.09%)، و11_أوكتاديسينال (11.24%)، والأوكالبيتول (07.31%)، بينما كانت المكونات الأخرى موجودة بكميات صغيرة نسبياً. بقدر ما يتعلق الأمر بالمقالات المضادة للبكتيريا، فقد وجد أن الزيوت نشطة ضد معظم السلالات البكتيرية المختبرة [2].

الجدول (2.11): المحتوى الكيميائي للزيوت الأساسية من *L. Resedifolia*

المركبات	النسبة
<i>Pentanedioicacid, dimetyl ester</i>	0.13
<i>Linalool</i>	1.45
<i>Eucalyptol</i>	7.31
<i>Hexadecanol</i>	2.82
<i>Octanol</i>	0.87
<i>α-Limonenediepoide</i>	0.19
<i>(Z)-6-Octen-2-one</i>	0.64
<i>Heptanal</i>	0.21
<i>3,4-Dimethylcyclohexanol</i>	0.13
<i>Bornylacetate</i>	0.19
<i>caryophylleneoxide</i>	1.04
<i>1,2-Benzenedicarboxylic acid, butyl octyl ester</i>	0.22
<i>Dibutylphthalate</i>	2.93
<i>(Z)-3-Dodecene,</i>	0.17
<i>(E)-2-Heptenoic acid, ethyl ester,</i>	5.21
<i>Dioctylphthalate</i>	39.84
<i>11-Octadecenal</i>	11.24
<i>Decanoicacid, decyl ester</i>	12.09

المراجع:

المراجع بالعربية:

[1] آمنة بوقرة، (2019)، "دراسة الفعالية المضادة للأكسدة والبيولوجية وتشبيط التآكل لمستخلصات نبات *Launaea Resedifolia* (عائلة مركبات)"، مذكرة دكتوراه، جامعة ورقلة.

[3] مساوي فيروز، (2014)، "فصل وتحديد منتوجات الأيض الثانوي للنباتين نو الفعالية ضد المكروبين" (*Cass. Hook. F (Launae aglomerata و Launae aresedifolia (O.K.)*)، مذكرة دكتوراه، جامعة قسنطينة.

المراجع بالانجليزية والفرنسية :

- [2] Chemical composition and antibacterial activity of the essential oils from *Launae aresedifolia* L,2012.
- [4] Ozenda, P., Flore du Sahara,1983.
- [5] Quezel, P., Santa, S., Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertique méridionales,1963.
- [6] Vaisakh M. N. and Pandey A. The invasive weed with healing properties: areview on *Chromolaena odorata*,2012.
- [7] Bellakhdar .J, la pharmacopée marocaine traditionnelle,1997.

الجانب العملي

الفصل الثالث:

الدراسة التجريبية

تم تقدير الأثر التثبيطي لمستخلص نبات *L.Resedifolia* على تأكل الفولاذ الكربوني XC52 في وسطين حمضيين (HCL,1M) و(H₂SO₄,0,5M) وهذا بالاعتماد على الطريقة الكلاسيكية والمتمثلة في فقدان الوزن.

1.III.المواد والأجهزة المستعملة:

انجز هذا العمل على مستوى مركز البحث التحاليل الفيزيوكيميائية (CRAPC) بجامعة ورقلة، والمواد والأجهزة ملخصة في الجدول (1.III).

الجدول(1.III): المواد المستعملة في الدراسة.

الشركة المنتجة	الكثافة d	الكتلة المولية M	التركيز المئوي الكلي P	المواد والأجهزة
FLUKA	1,190	36,46g/mol	37,25%	HCl
FLUKA	1,83	98,08g/mol	96%	H ₂ SO ₄
GRENOBLE (MECAPOL P 255 U)	/	/	/	جهاز الصقل الميكانيكي

2.III.المستخلص النباتي المدروس:

تم في دراسة سابقة [1] تحضير مستخلصات لنبات *L.Resedifolia* حيث تم تجفيف النبات وطحنه ثم أجريت عليه عملية استخلاص صلب-سائل تتبعها عمليات استخلاص سائل-سائل باستعمال مذيبات عضوية، لاستخراج المواد الفعالة المتواجدة في النبتة، في مجموعة من المستخلصات وتبقى في الأخير الطور المائي وهو الذي تم اعتماده في هذه الدراسة كمثبط للتآكل.

3.III.المعدن المدروس:

في هذه الدراسة استعملنا قطعة معدنية من الفولاذ الكربوني XC52 المأخوذة من أنبوب لنقل البترول، وتم في مصنع الأنابيب بغرداية الكشف عن تركيبته الكيميائية المقدره بالنسبة المئوية الكتلية، وتلخص التركيبة الكيميائية في الجدول(2.III) [1].

الجدول(2.III): التركيبة الكيميائية للفولاذ الكربوني.

النسبة المئوية الكتلية(W%)	العنصر الكيميائي	النسبة المئوية الكتلية(W%)	العنصر الكيميائي
<0.032	Al	0.1038	C
<0.05	Co	0.1261	Si
<0.01	Cu	0.971	Mn
0.0419	Nb	0.0021	P.S
<0.0025	Ti	<0.0100	Cr
<0.98	Fe	<0.005	Mo.Ni.V.Sn

4.III.الوسط الأكال:

في هذه الدراسة تم اعتماد محلول حمض كلور الماء(HCl,1M) ومحلول حمض الكبريت (H₂SO₄,0,5M) كوسطين أكالين والمحضرين من أحماض مركزة.

5.III.دراسة الفعالية التثبيطية للمستخلص المائي لنبات *L. Resedifolia* في الوسطين

الحمضيين (HCl, 1M/H₂SO₄, 0.5M):

1.5.III.تحضير المحاليل:

تم تحضير المحلول الأم للمستخلص المائي ذو التركيز 40ppm في HCl، والذي تم تحضيره بإذابة 0.04g من المستخلص في 1L من (HCl,1M)، كما تم تحضير المحلول الأم للمستخلص المائي ذو

التركيز 100ppm في H_2SO_4 وذلك بإذابة 0.1g من المستخلص في 1L من $(H_2SO_4, 0.5M)$ ، بعد ذلك تم تحضير سلسلة من التراكيز من كل محلول أم كالتالي:

✓ المستخلص المائي لحمض الهيدروكلوريك HCl: من 5ppm إلى 40ppm.

✓ المستخلص المائي لحمض الكبريت H_2SO_4 : من 20ppm إلى 60ppm.

2.5.III. تحضير عينة الدراسة:

قمنا بتسوية جميع سطوح العينة بواسطة جهاز الصقل الميكانيكي تحت تدفق الماء، ومن ثم غسل العينة بالماء المقطر وتجفيفها. وبعدها قمنا بصقل العينة على أوراق الزجاج ذات الأرقام: 220، 400، 600، 800، 1000، إلى غاية الحصول على سطح لامع ثم تغسل بالماء المقطر وتجفف جيدا.

3.5.III. تحديد زمن الاتزان:

- من أجل تحديد زمن الاتزان للفولاذ الكربوني XC52 تم وزن العينة (m_1) وغمسها في المحلول الحمضي في أزمنة مختلفة من 10 دقائق إلى 60 دقيقة.
- بعد انتهاء المدة الزمنية نستخرج العينة ونجففها، ثم نقوم بوزنها (m_2)، ونحسب مقدار الوزن المفقود بواسطة العلاقة التالية:

$$\Delta m = m_1 - m_2 \dots \dots \dots (1.III)[1]$$

- نقوم بقياس أبعادها (الطول والعرض والارتفاع) بواسطة القدم القنوية، لحساب مساحة العينة وفق العلاقة التالية:

$$S = 2 \times [(L \times D) + (L \times H) + (D \times H)] \dots \dots \dots (2.III)[1]$$

- ومن أجل حساب سرعة التآكل نطبق العلاقة التالية:

$$v = \Delta m / (S \times t) \dots \dots \dots (3. III)[1]$$

- بعد حساب سرعة التآكل في غياب وجود المثبط عند زمن الاتزان، نقوم بتحديد قدرة تثبيط المستخلص عند درجة حرارة الجو بواسطة العلاقة التالية:

$$R(\%) = ((v_0 - v) / v_0) \times 100\% \dots \dots \dots (4. III)[1]$$

- ولتحويل سرعة التآكل من (g/cm².min) إلى (mm/am) بالعلاقة التالية:

$$v' = ((87,6 \times \Delta m) / \rho St) \dots \dots \dots (5. III)[1]$$

- وتحدد نسبة تغطية السطح بالعلاقة الآتية:

$$\theta = (v_0 - v) / v_0 \dots \dots \dots (6. III)[1]$$

v_0 : سرعة التآكل في وجود المثبط g/cm².min.

v : سرعة التآكل في غياب المثبط g/cm².min.

v' : سرعة التآكل وحدتها mm/an.

S: مساحة قطعة الفولاذ المغموسة cm².

t: زمن الغمس بوحدة min.

Δm : فرق الكتلة قبل وبعد الغمس.

ρ : الكتلة الحجمية للحديد تساوي 7,86 g/cm³.

6.III. إيزوتارم الإمتزاز:

امتزاز المثبط على سطح المعدن يعتبر من أهم المواضيع في دراسة التآكل لأنه يعطي معلومات حول الطبقة المزدوجة الكهربائية، والمثبطات العضوية التي بها ذرة متغايرة تمتاز على سطح القطب في وسط حمضي، وهذا الامتزاز على سطح المعدن يكون بسبب الفعل المتبادل للمنح والأخذ أو إلى فعل

التجاذب بين إلكترون الحلقة المغايرة والمحت d الفارغ لذرات الحديد السطحية، وقوانين تغير كمية الممتز بدلالة تركيز المثبط يمكن أن توصف بما يلي:

✓ نموذج امتزاز Langmuir:

$$C/\theta = 1/K_{ads} + C \dots \dots \dots (7. III)[1]$$

✓ نموذج امتزاز Temkin:

$$\exp(-2a\theta) = KC \dots \dots \dots (8. III)[1]$$

✓ نموذج امتزاز Frumkin:

$$(\theta/(1 - \theta))\exp((-2a\theta)) = KC \dots \dots \dots (9. III)[1]$$

7.III.دراسة تأثير درجة الحرارة على تثبيط سرعة تآكل الفولاذ الكربوني XC52 في الوسطين

الحمضيين ((HCL,1M),(H₂SO₄)):

من أجل دراسة تأثير درجة الحرارة على سرعة التآكل ومردود تثبيط المستخلص المائي للنبات على تآكل قطعة الفولاذ الكربوني XC52، أجرينا قياس الضياع في الكتلة في درجات حرارة تتراوح بين 273K و 333K في غياب ووجود المثبط عند التركيز الذي أعطى أحسن مردود تثبيطي، التركيز 35ppm للمستخلص في حمض (HCL,1M) والتركيز 60ppm بالنسبة للمستخلص في حمض (H₂SO₄,0,5M).

حيث تم حساب طاقة التنشيط لعملية التآكل في غياب ووجود المستخلص المائي للنبات اعتمادا على معادلة (Arrhenius):

$$v = A \exp^{-Ea/RT} \dots \dots \dots (10. III)[2]$$

حيث أن:

Ea: طاقة التنشيط (kj/mol).

A: معامل Arrhenius.

R: ثابت الغازات المثالية (j/mol.K).

T: درجة الحرارة (K).

ومن أجل تعيين أنتالبي (ΔH^*) وأنتروبي (ΔS^*) التنشيط في غياب وجود المستخلص المائي،

نرسم المنحنى البياني $\ln(Cr/T)=f(1000/T)$ بالاعتماد على العلاقة التالية:

$$\ln(v_{corr}) = \ln\left(\frac{R}{N \cdot h}\right) + \frac{\Delta S^*}{R} - \frac{\Delta H^*}{RT} \dots \dots \dots (11. III)[2]$$

حيث أن:

h: ثابت بلانك (m².kg/s).

N: عدد أفوقادرو (mol⁻¹).



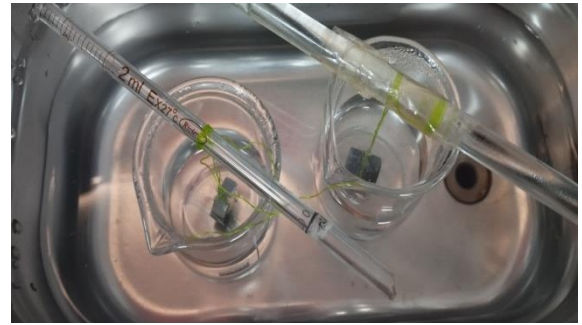
الشكل (2.III): صورة فوتوغرافية للصقل الميكانيكي.

الشكل (1.III): صورة فوتوغرافية للصقل اليدوي.



الشكل (4.III): صورة فوتوغرافية للعينة بعد الغمس.

الشكل (3.III): صورة فوتوغرافية للقدم القنوية.



الشكل (6.III): صورة فوتوغرافية لحمام مائي في درجة حرارة باردة.

الشكل (5.III): صورة فوتوغرافية لحمام مائي في درجة حرارة ساخنة.

النتائج ومناقشتها

8.III. النتائج ومناقشتها:

1.8.III. مرحلة تحديد زمن الاتزان لحمض كلور الماء وحمض الكبريت ($H_2SO_4, 0,5M / HCl, 1M$):

قمنا بغمس الفولاذ الكربوني في المحلولين الحمضيين ($H_2SO_4, 0,5M / HCl, 1M$) في أزمنة مختلفة

من 10 دقيقة إلى 60 دقيقة، ونقيس أبعاد القطعة حيث كانت ابعادها كالاتي:

$$L=15.14cm; D=10,7cm; H=5,89cm.$$

تم حساب مساحة السطح S من العلاقة (2.III)، ومقدار الوزن المفقود Δm من العلاقة (1.III) وسرعة

التآكل v_{corr} ($g/cm^2.min$) من العلاقة (3.III) و v_{corr} (mm/an) من العلاقة (5.III)، تحصلنا على النتائج

الموضحة في الجدول (3.III) الموالي:

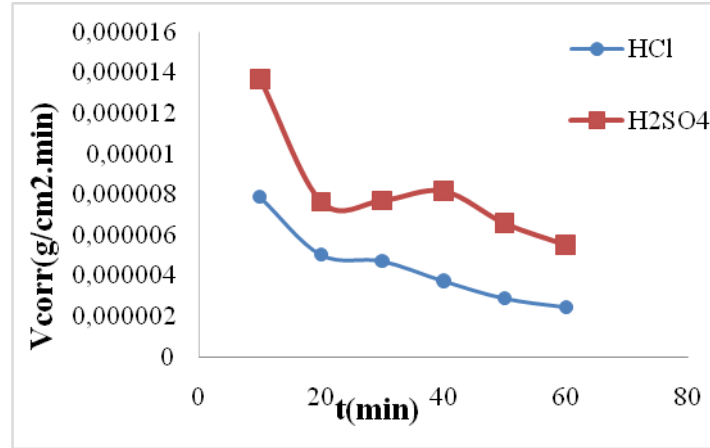
الجدول (3.III): قيم سرعة التآكل في أزمنة مختلفة في الوسطين الحمضيين ($HCl, 1M$)

و ($H_2SO_4, 0,5M$).

HCl				
T (min)	Δm (g)	S (cm^2)	v_{corr} ($g/cm^2.min$)	v_{corr} (mm/an)
10	0,0009	12,2388	7,8984E-06	5,2816
20	0,0012	12,2207	5,0461E-06	3,3743
30	0,0017	12,2086	4,7325E-06	3,1646
40	0,0018	12,1910	3,7596E-06	2,5140
50	0,0018	12,4139	2,9E-06	1,9392
60	0,0018	12,1484	2,4695E-06	1,6513
H ₂ SO ₄				
T (min)	Δm (g)	S (cm^2)	v_{corr} ($g/cm^2.min$)	v_{corr} (mm/an)
10	0,0009	6,583486	1,367E-05	9,1415408
20	0,001	6,53539	7,651E-06	5,1160091
30	0,0015	6,483206	7,712E-06	5,1571884
40	0,0021	6,422398	8,175E-06	5,4663181
50	0,0021	6,373576	6,59E-06	4,4065523
60	0,0021	6,3301	5,529E-06	3,6973476

ومن أجل توضيح ثبوت السرعة بدلالة الزمن قمنا برسم منحنى السرعة الموضح في الشكل (7.III)

التالي:



الشكل (7.III): منحنى سرعة التآكل بدلالة الزمن في غياب المثبط.

من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول (3.III) نلاحظ ثبوت تغير الكتلة ابتداء من 30 دقيقة بسرعة تساوي (2,8603mm/an) بالنسبة لحمض (HCL, 1M) ونلاحظ ثبوت التغير في الكتلة بدءاً من الزمن 40 دقيقة بسرعة مساوية لـ (5,4663181mm /an) بالنسبة لحمض (H₂SO₄, 0,5M) ومنه فإن زمن اتزان الفولاذ الكربوني بالنسبة لحمض كلور الماء هو 30 دقيقة وبالنسبة لحمض الكبريت هو 40 دقيقة.

2.8.III دراسة الأثر التثبيطي للمستخلص المائي في الوسط الحمضي:

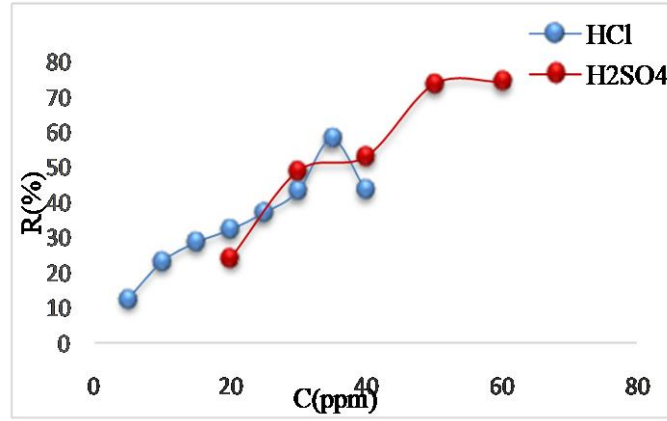
بعد تحضير التراكيز المختلفة للمستخلص المائي في (HCL, 1M) من 5ppm إلى 40ppm و (H₂SO₄, 0,5M) من 20ppm إلى 60ppm، وتم أخذ النتائج بعد غمس قطعة الفولاذ في المحلول لمدة 30 دقيقة بالنسبة لحمض كلور الماء ولمدة 40 دقيقة بالنسبة لحمض الكبريت، وحددت كفاءة تثبيط المستخلص المائي من العلاقة (4.III) فتحصلنا على النتائج المسجلة في الجدول (4.III) الموالي:

الجدول(4.III): سرعة التآكل ومردود التشييط لتآكل الفولاذ الكربوني XC52 لمختلف تراكيز المستخلص المائي في الوسط الحمضي (HCl,1M) و(H₂SO₄,0.5M).

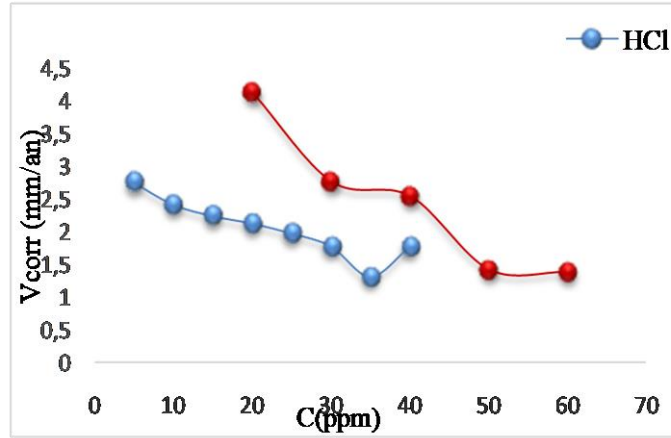
HCl							
C ppm	T (min)	Δm (g)	S (cm ²)	v_{corr} (g/cm ² .h)	v_{corr} (mm/an)	θ	R (%)
0	30	0,0017	12,2086	0,0002839	3,1646	/	/
5	30	0,0014	11,3062	0,0002476	2,7600	0,1278	12,7848
10	30	0,0013	11,9582	0,0002174	2,4231	0,2342	23,4295
15	30	0,0012	11,8864	0,0002019	2,2503	0,2889	28,8927
20	30	0,0012	12,5250	0,0001916	2,1355	0,3251	32,5180
25	30	0,001	11,2371	0,0001779	1,9836	0,3731	37,3199
30	30	0,001	12,4697	0,0001603	1,7875	0,4351	43,5160
35	30	0,0007	11,8184	0,0001184	1,3202	0,5828	58,2821
40	30	0,0009	11,2889	0,0001594	1,7770	0,4384	43,84710
H ₂ SO ₄							
C ppm	t (min)	Δm (g)	S (cm ²)	v_{corr} (g/cm ² .h)	v_{corr} (mm/an)	θ	R (%)
0	40	0,0021	6,422398	0,00049047	5,4663181	/	/
20	40	0,00145	5,865288	0,00037083	4,1328675	0,243939444	24,39394443
30	40	0,0007	6,02821	0,00024883	2,7732208	0,492671164	49,26711641
35	40	0,0009	5,958514	0,00017622	1,9639612	0,640715901	64,07159011
40	40	0,0005	5,902648	0,00022871	2,5489918	0,533691271	53,36912712
50	40	0,0005	5,87	0,00012777	1,4239827	0,739498743	73,94987426
60	40	0,0005	6,019424	0,0001246	1,3886343	0,745965331	74,59653314

تم رسم منحنى $V=f(C)$ وكذلك منحنى $R=f(C)$ من أجل توضيح النتائج ومقارنتها، والمنحنيات

موضحة في الشكلين (8.III) و(9.III).



الشكل (8.III): مردود التثبيط لتآكل الفولاذ الكربوني XC52 في الوسط الألكال (HCl, 1M) و (H₂SO₄, 0,5M).



الشكل (9.III): سرعة تآكل الفولاذ الكربوني XC52 في الوسط الألكال (HCl, 1M) و (H₂SO₄, 0,5M).

❖ مناقشة النتائج:

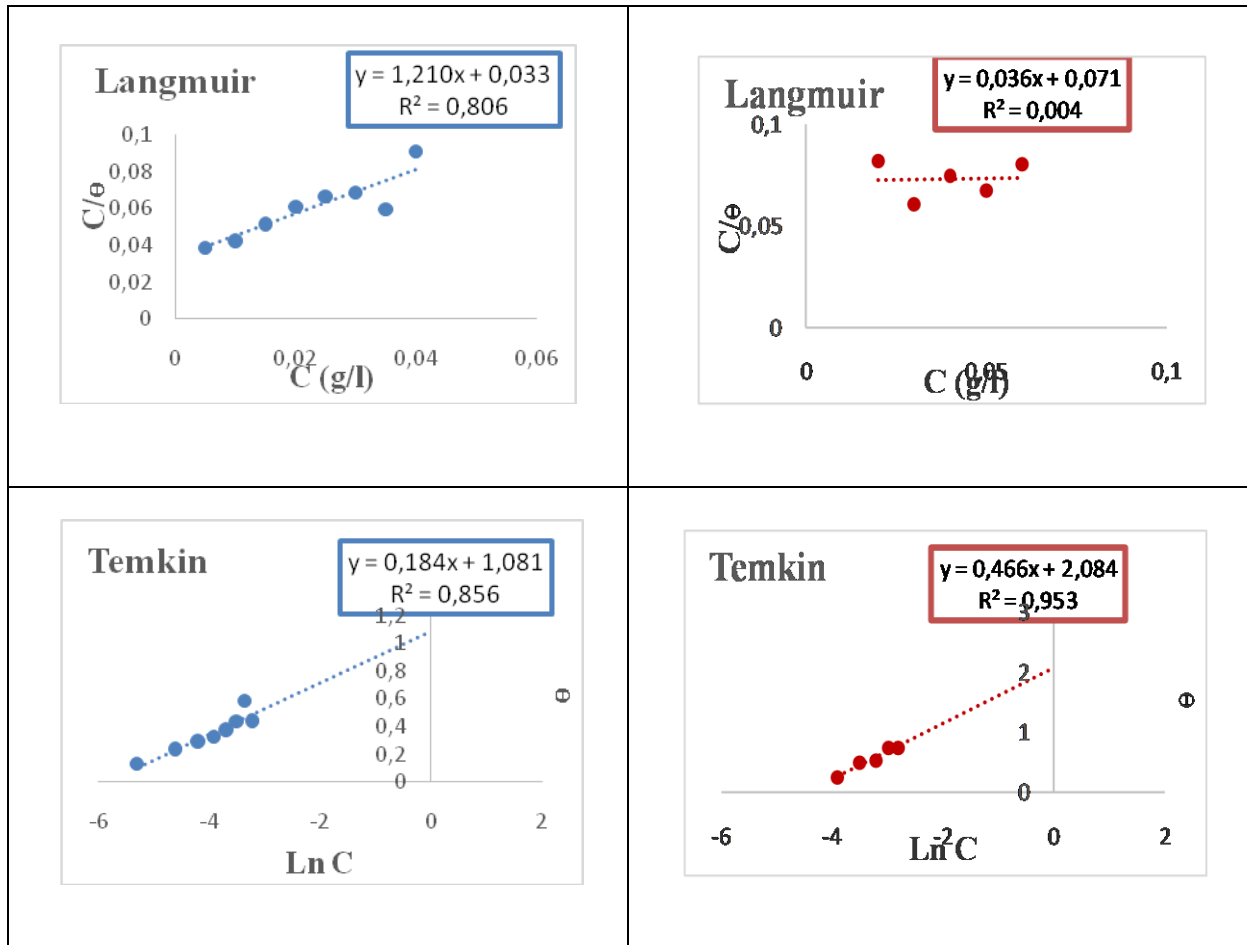
من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول (4.III) والموضحة في الشكلين (8.III) و (9.III)، نلاحظ بالنسبة لوسط حمض الهيدروكلوريك أن سرعة التآكل كانت متزايدة مع زيادة تركيز المستخلص المائي وسجلت أقل قيمة عند تركيز 35ppm والمقدرة بـ 1,3202mm/an بنسبة تثبيط 58,2821%.

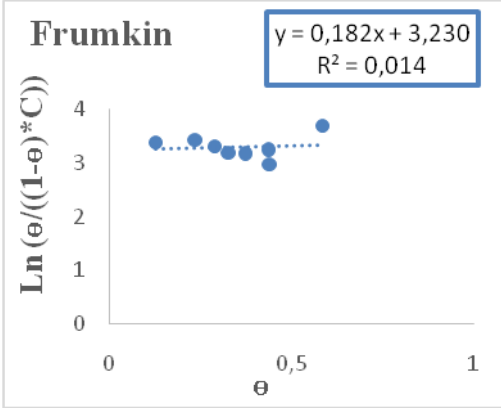
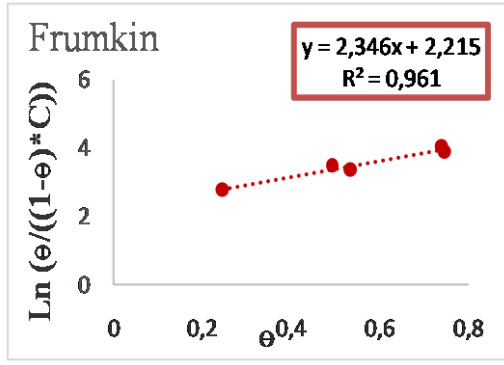
أما بالنسبة لوسط حمض الكبريت نلاحظ أن سرعة التآكل كانت متذبذبة مع زيادة تركيز المستخلص المائي وسجلنا أقل سرعة تآكل عند تركيز 60ppm قدرت بـ 1.3886343mm/an وبنسبة تثبيط 74.59653314%.

نفسر انخفاض سرعة التآكل وارتفاع فاعلية التثبيط بزيادة ادمصاص جزيئات المثبط على سطح الفولاذ مما يؤدي إلى تشكيل طبقة واقية [1].

III.3.8. ايزوتارم الامتزاز :

بهدف معرفة طبيعة امتزاز المستخلص المائي لنبات (*L. Resedifolia*) على سطح الفولاذ الكربوني XC52 إما فيزيائي أم كيميائي، تم اختبار النتائج التجريبية لقياسات ضياع الكتلة باستخدام ايزوتارم Frumkin، Temkin، Langmuir والنتائج المتحصل عليها بعد تطبيق العلاقات (7.III)، (8.III)، (9.III) على الترتيب، موضحة في الشكل (10.III) والشكل (11.III) والجدول (5.III)، وتعتمد هذه الدراسة على معامل الارتباط (R^2) الناتج عن رسم التغطية السطحية مقابل تركيز المثبط لمعرفة طبيعة النموذج المتبع في الامتزاز .



	
<p>الشكل (11.III): ايزوتارم الامتزاز للفولاذ الكربوني XC52 في الوسط الحمضي HCl للمستخلص المائي.</p>	<p>الشكل (10.III): ايزوتارم الامتزاز للفولاذ الكربوني XC52 في الوسط الحمضي H₂SO₄ للمستخلص المائي.</p>

تم حساب معامل الارتباط R^2 لكل امتزاز لمعرفة طبيعة النموذج المتبع في الامتزاز، والنتائج مدونة في الجدول الآتي:

الجدول (5.III): معامل الارتباط R^2 لكل نوع من أنواع الامتزاز للمثبط.

المثبط في وسط H ₂ SO ₄		المثبط في وسط HCl		ايزوتارم الامتزاز
0,036x+0,071	0,004	1,210x+0,033	0,806	LANGMUIR
0,466x+2,084	0,953	0,184x+1,081	0,856	TEMKIN
2,346x+2,215	0,961	0,182x+3,230	0,014	FRUMKIN

❖ مناقشة النتائج:

من خلال النتائج المدونة في الجدول (5.III) والمتحصل عليها في الشكل (10.III) والشكل (11.III) نلاحظ بالنسبة للمثبط في وسط HCl أن معامل الارتباط أخذ أكبر قيمة مقارنة لـ 1 في نموذج TEMKIN ونموذج LANGMUIR مما يعني أن امتزاز المثبط اتبع وحقق نموذج TEMKIN ونموذج LANGMUIR، أما بالنسبة لمثبط H₂SO₄ لاحظنا أن معامل الارتباط أخذ أكبر قيمة مقارنة لـ 1 في نموذج TEMKIN ونموذج FRUMKIN يعني أن المثبط اتبع وحقق نموذج TEMKIN ونموذج FRUMKIN.

4.8.III.دراسة تأثير درجة الحرارة على تشييط سرعة تآكل الفولاذ الكربونيXC52في الوسطين الحمضيين ((HCL,1M),(H₂SO₄)):

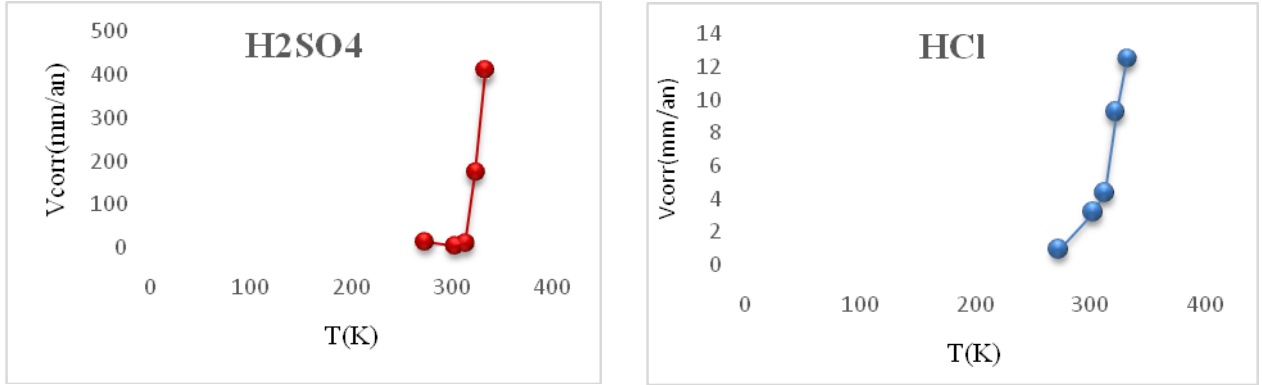
بعد تحديد أحسن تركيز اعطى اعلى مردود تشييط للتآكل، تم غمر المعدن في درجات حرارة مختلفة في وجود وغياب المثبط، والنتائج المتحصل عليها مدونة في الجدول (6.III):

الجدول (6.III): تأثير درجة الحرارة على سرعة التآكل ومردود تشييط التآكل في الوسطين الحمضيين.

HCl							
C (ppm)	T (K)	Temps (min)	Δm(g)	S (cm ²)	v _s (g/cm ² .min)	v _s (mm/an)	R%
0	273	30	0,00025	6,109278	1,364E-06	0,9121404	
35	273	30	0,00014	5,721688	8,156E-07	0,5454004	40,2065
0	303	30	0,001733	12,208662	4,733E-06	3,1646492	
35	303	30	0,0007	11,81844	1,974E-06	1,3202295	58,282
0	313	30	0,00121	6,184854	6,521E-06	4,3608131	
35	313	30	0,00096	5,697328	5,617E-06	3,7558788	13,8721
0	323	30	0,00255	6,1573	1,38E-05	9,2312693	
35	323	30	0,00178	6,273516	9,458E-06	6,3244177	31,4892
0	333	30	0,00337	6,016912	1,867E-05	12,484404	
35	333	30	0,00204	6,204952	1,096E-05	7,328301	41,3004
H ₂ SO ₄							
C (ppm)	T (K)	Temps (min)	Δm (g)	S (cm ²)	v _s (g/cm ² .min)	v _s (mm/an)	R%
0	273	40	0,00516	5,926112	2,177E-05	14,556356	
60	273	40	0,001	6,29786	3,97E-06	2,6544822	81,7641
0	303	40	0,0021	6,422398	8,175E-06	5,4663181	
60	303	40	0,0005	6,019424	2,077E-06	1,3886343	74,5965
0	313	40	0,00387	6,39395	1,513E-05	10,118463	
60	313	40	0,00111	5,9664	4,651E-06	3,110165	69,2625
0	323	40	0,0648	6,21972	0,0002605	174,17146	
60	323	40	0,05008	5,806952	0,0002156	144,17465	17,2226
0	333	40	0,14561	5,966504	0,0006101	407,9849	
60	333	40	0,13602	5,7064	0,0005959	398,48629	2,32818

ومن أجل توضيح نتائج السرعة بدلالة درجة الحرارة قمنا برسم منحنى السرعة الموضح في

الشكل(12.III) الموالي:



الشكل (12.III): تغيرات سرعة التآكل بدلالة درجة الحرارة للمثبط في الوسطين الحمضيين (H₂SO₄, 0,5M) و (HCL, 1M).

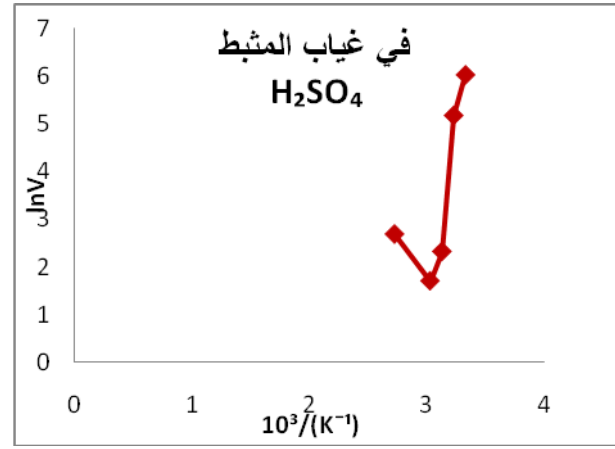
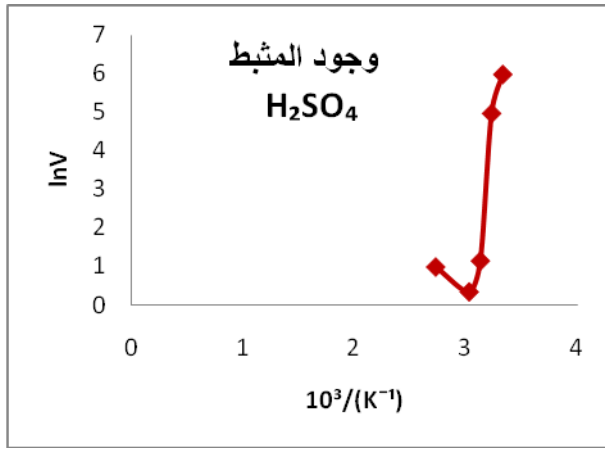
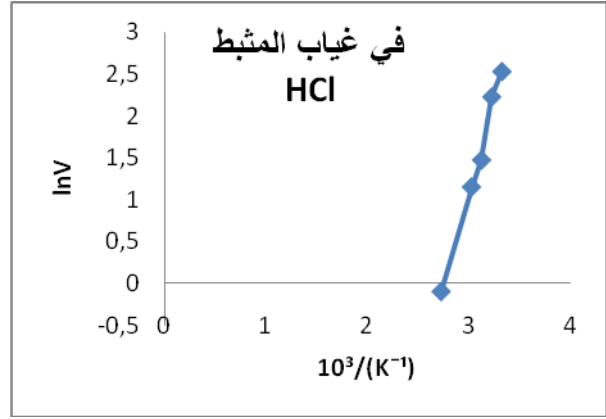
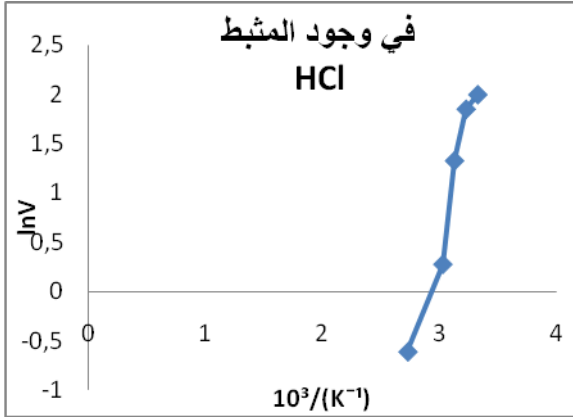
❖ مناقشة النتائج:

من خلال النتائج المدونة في الجدول (6.III) والموضحة في الشكل (12.III) نلاحظ أن سرعة التآكل تزداد بزيادة درجة الحرارة في المقابل مردود التثبيط ينخفض، حيث سجلت أقل قيمة لسرعة التآكل عند درجة حرارة 273K والتي بلغت عندها نسبة تثبيط %40,2065 بالنسبة لحمض الهيدروكلوريك وسُجلت أقل قيمة لسرعة التآكل عند درجة حرارة 273K والتي بلغت عندها نسبة تثبيط %81,7641 بالنسبة لحمض الكبريت، ونفسر هذا الانخفاض في مردود التثبيط مع ارتفاع درجة الحرارة بأنه راجع إلى نقصان امتزاز مكونات المثبط على سطح الفولاذ الكربوني [2].

5.8.III العوامل الحركية والترموديناميكية لعملية التثبيط:

من خلال نتائج دراسة تأثير درجة الحرارة تمكنا من رسم منحنيات آرينوس الموضحة في الشكل

(11.III) التالي:



الشكل (13.III): منحنيات (Arrhenius) لسرعة تآكل الفولاذ الكربوني XC52 في الوسطين الحمضيين

(HCl, 1M) و (H₂SO₄, 0,5M) في غياب ووجود المثبط.

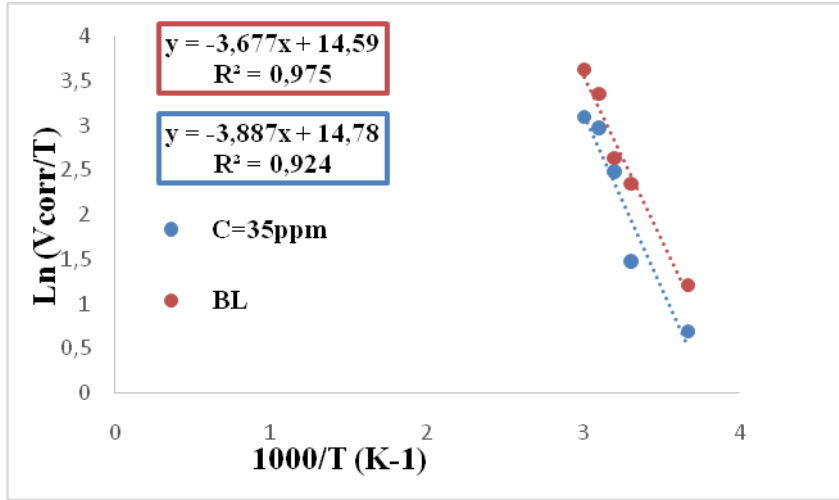
وبإدخال اللوغاريتم النيبيري على المعادلة (10.III) نحسب طاقة التنشيط، كما قمنا برسم منحنى

$\ln(Cr/T) = f(1000/T)$ الذي يمكننا من حساب الأنتالبي والأنتروبي، والنتائج المتحصل عليها موضحة في

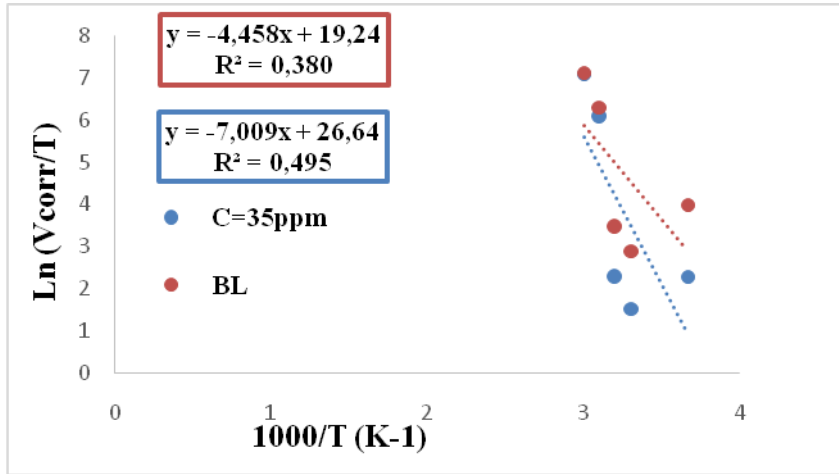
الجدول (10.III) والشكلين (12.III) و(13.III) التاليين:

الجدول (7.III): تأثير درجة الحرارة على سرعة التآكل ومردود تثبيط التآكل في الوسط الحمضي (HCL, 1M)

	C (ppm)	Ea(kj/mol)	$\Delta H^*(kj/mol)$	$\Delta S^*(kj/mol)$
HCL	0	33,0664408	30,5763978	-76,23070126
	35	34,8132122	32,3231692	-74,62609926
H ₂ SO ₄	0	39,5605062	37,0704632	-37,52071726
	60	60,7686888	58,2786458	24,01119674



الشكل(14.III): تغيرات Ln(Vcorr) بدلالة 1000/T في غياب ووجود المثبط.



الشكل(15.III):تغيرات Ln(Vcorr) بدلالة 1000/T في غياب ووجود المثبط.

❖ مناقشة النتائج:

من خلال النتائج الموضحة في الجدول(7.III) والشكلين(14.III) و(15.III)، نلاحظ أن قيمة

الانتالبية في الوسط الحمضي HCl تزداد في وجود 35ppm من المثبط، مما يشير إلى ارتفاع قيمة طاقة

التنشيط، أما بالنسبة للوسط الحمضي H₂SO₄ في وجود 60ppm فإن قيمة انتالبيته تزداد أكثر مع زيادة

طاقة التنشيط.

وهذا راجع إلى أن تآكل الفولاذ الكربوني XC52 صعب، مما يكون صده أكثر عن طريق سد مواقع السطح المعدني، أما بالنسبة إلى القيم الموجبة للانتالبية فإنها ترجع إلى أن عملية انحلال المعادن ذات طبيعة ماصة للحرارة وهي تشير كذلك إلى بطء هذه العملية في وجود المثبطات، والامتزاز الفيزيائي يكون أقل من 80kJ/mol ، في حين الامتزاز الكيميائي تقدر انتالبية بـ 100kJ/mol تقريباً [2].

كما تفسر القيم السالبة للانتروبي في وجود المستخلص المائي للنبات بالارتباط بدلا من التفكك، مما يعني حدوث زيادة في الفوضى بين مرحلة التفاعلات الأولية إلى غاية تشكل المعقد النشط [2].

ومنه فإن امتزاز المثبط على الفولاذ الكربوني في الوسطين الحمضيين HCl و H_2SO_4 امتزاز

فيزيائي.

المراجع:

- [1] آمنة بوقرة، (2019)، "دراسة الفعالية المضادة للأكسدة والبيولوجية وتنشيط التآكل لمستخلصات نبات *Launaea Resedefolia* (عائلة مركبات)"، رسالة دكتوراه، جامعة ورقلة.
- [2] بالأعور ابتسام، (2021)، "مساهمة في الدراسة الفيتوكيميائية وتقييم الفعالية البيولوجية والفعالية المضادة للتآكل لمستخلصات نبات *Seneciohoggariensis Batt. & Trab*"، رسالة دكتوراه، جامعة ورقلة.

خلاصة عامة

خلاصة عامة:

تم في هذا العمل دراسة الفاعلية التثبيطية لتآكل الفولاذ الكربوني XC52 للمستخلص المائي لنبات (*Launaea Resedifolia*) في وسطين حمضيين (HCL, 1M)، ($H_2SO_4, 0,5M$) بطريقة فقدان الوزن بحيث قمنا بدراسة تغيرت سرعة تآكل الفولاذ بدلالة الزمن في غياب المثبط لتحديد زمن إستقرار المعدن وفي وجود المثبط لتحديد نسبة التثبيط الجيدة لكل وسط.

أظهرت النتائج أن سرع التآكل تتناسب عكسيا مع زيادة التركيز، بحيث أعطى التركيز 35ppm أعلى مردود حيث بلغت نسبة التثبيط المقدار (58,2821%) في الوسط الحمضي HCl، كما بلغت نسبة التثبيط (74.59653314%) أقصاها عند التركيز 60ppm في الوسط الحمضي H_2SO_4 ، وبمقارنة نتائج الوسطين نلاحظ أن نقصان سرعة التآكل وزيادة نسبة تثبيط التآكل دليل على إمتزاز مكونات المثبط على سطح المعدن

فدراسة آلية الامتزاز للمستخلص المائي على سطح الفولاذ أثبتت أن الامتزاز الواقع يخضع لايزوتارم لانغموير وتميكن في الوسط الحمضي HCl ويخضع لايزوتارم تمكين وفروميكن في الوسط الحمضي H_2SO_4 أما دراسة تأثير درجة الحرارة على ظاهرة تثبيط التآكل بين وجود علاقة عكسية بين تغير درجة الحرارة ونسبة التثبيط.

الملخص

ملخص:

يهدف هذا العمل الى دراسة الفعالية المضادة لتآكل الفولاذ الكربوني (XC52) في وسطين حمضيين ((HCl, 1M)، (H₂SO₄, 0.5M))، للمستخلص المائي للنبات الصحراوي *Launaea Resedifolia* المتواجد في الجنوب الغربي للجزائر بالضبط في مدينة بشار، بتطبيق طريقة فقدان الوزن ودراسة تأثير درجة الحرارة وتطبيق معادلة Arrhenius لحساب المقادير الترموديناميكية.

أظهرت النتائج أن تواجد المستخلص المائي في الوسط الأكال يؤدي إلى خفض سرعة تآكل الفولاذ، بحيث أن نسبة التثبيط تزداد بزيادة تركيز المستخلص في الوسط ولقد بلغ أكبر مردود نسبة 58,2821% عند تركيز 35ppm في الوسط الحمضي HCl ونسبة 74.59653314% عند تركيز 60ppm في الوسط الحمضي H₂SO₄، أما دراسة آلية الامتزاز للمستخلص على سطح الفولاذ أثبتت أن الامتزاز الواقع يخضع لايزوتارم لانغموير وتمكين في وسط الحمضي HCl ويخضع لايزوتارم تمكين وفرومكين في وسط الحمضي H₂SO₄ وتبين أيضا وجود علاقة عكسية بين تغير درجة الحرارة ونسبة التثبيط.

الكلمات الدالة: التآكل، الفولاذ XC52، التثبيط، *Launaea Resedifolia*، وسط حمضي، درجة الحرارة، طريقة فقدان الوزن، معادلة Arrhenius، ايزوتارم لانغموير، ايزوتارم تمكين و ايزوتارم فرومكين.

Summary :

This work aims to study the anti-corrosion activity of carbon steel (XC52) in two acid media (HCl, 1M), (H₂SO₄, 0.5M), of the aqueous extract of the desert plant *Launaea Resedifolia* located in the south-west of Algeria exactly in the city of Béchar, by applying the weight loss method and by studying the effect of temperature and by applying the Arrhenius equation to calculate the thermodynamic quantities.

The results showed that the presence of the aqueous extract in the corrosive medium leads to a decrease in the rate of corrosion of the steel, since the rate of inhibition increases with the increase in the concentration of the extract in the medium. The highest yield was 58.2821% at a concentration of 35ppm in the acid medium HCl and a percentage of 74.5965314 at a concentration of 60ppm in the acid medium H₂SO₄, and the study of the adsorption mechanism of the extracted from the steel surface proved that the actual adsorption is subjected to the Langmer and Tamkeen isotherm in HCl acid medium and subjected to the Tamkeen and Fromkin isotherm in H₂SO₄ acid medium and it was also shown that there is a relationship inverse between temperature change and percentage inhibition.

Key words: corrosion, XC52 steel, inhibition, *Launaea Resedifolia*, acid medium, temperature, weight loss method, Arrhenius formula.