



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministry of Higher Education and Scientific Research  
جامعة قاصدي مرباح ورقلة  
University of Kusdi Merbah Ouargla  
كلية الرياضيات وعلوم المادة  
Faculty of Mathematics and Sciences of matter

قسم الكيمياء

Département of Chemistry

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي

في الكيمياء

التخصص: كيمياء المحيط

من إعداد الطالبة: مولاي أميرة

بعنوان:

تثمين المواد الصيدلانية منتهية الصلاحية و استغلالها  
كمثبطات لتآكل الفولاذ في وسط حامضي

نوقشت علنا يوم: 2022/05/31  
امام لجنة المناقشة المكونة من:

رئيسا	أستاذ محاضر أ. جامعة قاصدي مرباح- ورقلة	هادف الدراجي
مناقشا	أستاذ محاضر أ. جامعة قاصدي مرباح- ورقلة	زنخري لويزة
مشرفا	أستاذ محاضر أ. جامعة قاصدي مرباح- ورقلة	بالفار محمد الأخضر
مساعد مشرف	أستاذ محاضر أ. جامعة قاصدي مرباح- ورقلة	زروقي حياة

الموسم الجامعي: 2022/2021م

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ  
"وَقُلْ اَعْمَلُوا فِی سَبِیْلِ اللّٰهِ

عَمَلِكُمْ

وَرَسُوْلِهِ وَالْمُؤْمِنُوْنَ  
وَسْتَرْدُوْنَ اِلَىٰ عَالَمِ الْغَیْبِ  
وَالشَّهَادَةِ فِی نَبِیِّكُمْ بِمَا كُنْتُمْ  
تَعْلَمُوْنَ "الآیة 105 من

سورة التوبة

صدق الله العظيم

# الأهداء



بسم الله والحمد له

بكل انحاء وتواضع أهدي ثمرة عملي وعصارة فكري الى التي كرم الله مكانتها،  
ووضع الجنة تحت قدميها الى التي أغرقت على من فيض حبها، فأنارت حياتي  
في صبايا ورشدي إليك يا أغلى من لنا في الوجود.

إليك أمه رعاك الله

الى واضع حجرة الاساس في حياتي والى الامر الناهي في دنياي الى الذي دفعني  
الى مواصلة تعليمي إليك أبي العزيز رعاك الله

إليكم يا أخوتي الأعزاء

إليكم يا أصدقائي وزملائي

إليكم يا من نحبكم



الى كل الأساتذة الكرام الحاضرين والغائبين وكل الطاقم

الإداري

# تَشْكُرَات



الحمد والشكر لله عز وجل القائل:

"ولئن شكرتم لأزيدنكم"

اللهم نحمدك حمدا يليق بجلال وجهك وعظيم سلطانك ان وفقتني للقيام بهذا العمل  
ويسرت لي سبيل انجازه بمنة وبفضل منك.

ويقول ﷺ: "من لم يشكر الناس لم يشكر الله".

نتقدم بالشكر العميق إلى الشعلة التي أنارت

مسلك عملنا المتواضع للأستاذة المشرفة الدكتورة " زروقي حياة "

وكذا الأستاذ مساعد المشرف الدكتور " بالفار محمد الأخضر ".

الذين عرفناهم بالمساعدة والتشجيع الذي قدموه

كما نتوجه بالشكر الجزيل الى أعضاء اللجنة المناقشة الدكتور " هادف الدراجي "

والدكتورة " زنجري لويزة " والى كل من ساعدني في إثراء هذا العمل

من قريب او من بعيد

ولم يبخل علينا بأية معلومة واقتراح.



## الملخص :

تناولنا في هذه الدراسة موضوع الأدوية منتهية الصلاحية و هذا بسبب تراكمها في الصيدليات و المستشفيات و الأكثر من ذلك الصيدليات المنزلية ، و في دراسة حديثة تم تثمين الأدوية منتهية الصلاحية حيث وضعت ثلاث نماذج ( Amp ) و ( Flx ) و ( MID ) و تم تطبيق تقنية الضائع في الكتلة و الممانعة الكهربائية لتأكد من فعاليتها كمنشطات للتآكل باستعمال وسط أكال تمثل في (  $H_2SO_4$  ) (  $HNO_3$  ) 0.1 M وفي درجات حرارة مختلفة و كانت نسب التثبيط ....

## الكلمات الدالة :

أدوية منتهية الصلاحية ، الأمبيسيلين ، الفلوكلوكساسيلين ، فقدان الوزن ، ممانعة كهربائية ، الميدازولام ، التآكل ، نترريك اسيد

## Summary

In this study, we addressed the topic of expired medicines because of their accumulation in pharmacies, hospitals, and more, home pharmacies, and in a recent study valued expired medicines where three models (Amp), (Flx) and (MID) were developed. Wasted technology has been applied in mass and electrical inhibition to ensure its effectiveness as corrosion inhibitors using corrosive medium represented in ( $HNO_3$ ) and ( $H_2SO_4$ ) 0.1 M and at different ...temperatures and

## Keywords:

Expired medicines, ampicillin, fluoxacillin, weight loss, electric inhibitor  
expired drug , nitric acid, Corrosion , midazolam

فهرس المحتويات

الصفحة	العنوان
I	الآية القرآنية
II	الإهداء
III	التشكرات
IV	فهرس المحتويات
VIII	فهرس الجداول
IX	فهرس الاشكال
X	فهرس الرموز والاختصارات
1	مقدمة عامة
<b>الفصل الأول: عموميات حول الأدوية</b>	
05	1.I. نبذة تاريخية
05	2.I. تعريف الدواء
06	3.I. الأدوية عبر العصور
07	4.I. الدواء عند المسلمين
09	5.I. مصادر الأدوية
09	1.5.I. المصادر العضوية
09	2.5.I. المصادر غير العضوية
09	3.5.I. المصادر الصناعية
09	6.I. تصنيف الأدوية
10	7.I. شروط حفظ الأدوية
10	1.7.I. درجة الحرارة
10	2.7.I. الهواء والرطوبة
11	3.7.I. الضوء
11	8.I. تسمم الدوائي
12	1.8.I. أسباب التسمم الدوائي
12	2.8.I. أعراض التسمم الدوائي
12	9.I. صلاحية الأدوية
<b>الفصل الثاني: الأدوية المنتهية الصلاحية</b>	
16	مقدمة
16	1.II. التخلص من الأدوية المنتهية الصلاحية
17	1.1.II. طرق التخلص
17	2.1.II. يعود إلى الجهات المانحة أو الشركات المصنعة

17	تشكيل مجموعات العمل
17	صحة وسلامة مجموعة العمل
17	الفرز
18	3.1.II. تجميد النفايات: تغليف
18	4.1.II. تجميد النفايات: التسميد
19	5.1.II. الحرق في أوعية مكشوفة
19	6.1.II. ترميد درجة حرارة متوسطة
19	7.1.II. ترميد درجة حرارة عالية بواسطة منشأة صناعية
20	8.1.II. التحلل الكيميائي
20	2.II. إعادة تدوير الأدوية منتهية الصلاحية
20	3.II. أضرار الادوية منتهية الصلاحية على الإنسان
21	4.II. تأثير التخلص غير السليم أو عدم التخلص
<b>الفصل الثالث: عموميات حول التآكل</b>	
25	تمهيد
25	1.III. تعريف التآكل
25	2.III. آلية حدوث التآكل
26	3.III. العوامل المؤثرة على التآكل الكهروكيميائي
26	4.III. أنواع التآكل
26	1.4.III. التآكل الكيميائي (الجاف )
26	2.4.III. التآكل الكهروكيميائي ( الرطب )
26	3.4.III. التآكل البكتيري
27	5. III. أشكال التآكل
27	1.5.III. التآكل العام أو المنتظم
27	2.5.III. التآكل الغلفاني
27	3.5.III. تآكل ما بين الحبيبات
28	4.5.III. التآكل بالتعرية
28	5.5.III. التآكل الإجهادي
29	6.5.III. التآكل النقري
29	7. 5.III. التآكل التجويفي أو الشقي
30	6.III. تآكل الفولاذ العادي في الأوساط الحامضية
30	7.III. آلية التآكل الكهروكيميائي للمعادن
30	7.1.III. المرحلة الأولى
30	2.7.III. المرحلة الثانية
31	8.III. . شروط حدوث التآكل الكهروكيميائي للمعادن

32	III.9. الحماية من التآكل
32	III.9.1. الحماية بالتصميم المناسب
32	III.9.1.1. الحماية بالتصميم المناسب من ناحية البيئة
32	III.9.1.2. الحماية بالتصميم المناسب من ناحية الإجهادات
32	III.9.1.3. الحماية بالتصميم المناسب من ناحية الشكل والمظهر
33	III.9.2. الحماية بإستخدام الطلاء
33	III.9.2.1. تعريف الحماية بإستخدام الطلاء
33	III.9.2.2. خصائص الطلاء: من بين هذه الخصائص نذكر
33	III.9.2.3. أنواع الطلاء
34	III.9.3. الحماية المهبطية
34	III.9.3.1. تعريف الحماية المهبطية
34	III.9.4. الحماية المصعدية
34	III.9.4.1. تعريف الحماية المصعدية
34	III.9.5. الحماية بإستخدام مثبطات التآكل
34	III.9.5.1. تعريف المثبطات
34	III.9.5.2. تصنيف المثبطات
34	III.9.5.3. أنواع المثبطات
35	III.9.5.4. ميكانيكية عمل مانعات التآكل
36	III.10. الدراسة الحركية والتيرمو ديناميكية
36	III.10.1. الدراسة التيرمو ديناميكية
37	III.10.1.1. العلاقة بين فرق الجهد والأس الهيدروجيني
38	III.10.1.2. اتجاه التفاعل الكيميائي
38	III.10.1.3. منحى بوربييه للحديد في الوسط المائي عند درجة حرارة $25^{\circ}C$
39	III.10.2.1. الدراسة الحركية
<b>الفصل الرابع دراسات سابقة</b>	
44	دراسة تطبيقية إحصائية
44	المقالة (1)
45	3 النتائج والمناقشة
47	3.2.1. اعتبارات الامتزاز
47	3.1.3. معدلات الديناميكا الحرارية
50	4.1.3. المعلمات الحركية
53	3.3 قياسات PDP
53	3.3.1. تأثير تركيزات الأدوية منتهية الصلاحية
54	4.3. قياسات التحليل الطيفي للمقاومة الكهروكيميائية
56	4-النتائج
57	المقالة (2)



## فهرس المحتويات

57	2.1 الأدوات
58	2.2 قياسات فقدان الوزن
59	2.3 الطرق الكهروكيميائية
60	2.4 بنية وشكل (مورفولوجيا) السطح
60	2.5 النمذجة الجزيئية والحساب الكيميائي الكم
60	4. آلية تثبيط التآكل
62	5. الاستنتاجات
64	خلاصة

# قائمة الجداول

ص	العنوان	الرقم
26	العوامل المؤثرة على التآكل الكهروكيميائي	(1. III)
44	وزن عينات من الفولاذ اللين	(1.IV)
47	قيم $MS - CR$ و $IE$ % و التراكيز مختلفة من (Amp) و (Flx) في وسط $M 0.1$ $(H_2SO_4)$ في درجات حرارة مختلفة.	(2. IV)
49	المعلمت الديناميكية الحرارية وثابت الامتزاز ( $K_{ads}$ ) لتآكل $MS$ في $(H_2SO_4)$ $0.1M$	(3-IV)
52	معاملات تنشيط لتآكل $MS$ في وسط $M 0.1$ من $(H_2SO_4)$ يحتوى على تراكيز من (Amp) (Flx)	(4-IV)
54	بيانات الاستقطاب لتآكل $MS$ في وسط $(H_2SO_4) 0.1M$ عند درجة مئوية وتحتوي على بعض تراكيز (Amp) (Flucloxacillin)	(5-IV)
55	قيم $Rct$ و $IE$ % والتراكيز مختلفة من (Amp) و (Flx) لتآكل $MS$ في وسط $(H_2SO_4) 0.1M$ عند درجة مئوية.	(6-IV)
61	بيانات مقارنة حول معاملات التآكل، وكفاءة التثبيط، والطاقة الحرة للامتزاز، وفجوة الطاقة للجزيئات المختلفة المستخدمة كمثبطات لتآكل النحاس.	(7-IV)

# قائمة الصور والأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
( 1-I )	صورة اول علبة دواء الأسبيرين	06
( 2-I )	صورة للوحة صلصال من عهد الحضارة السومرية تركت عليها وصفات طبية	07
( 3-I )	صورة لأبرز العلماء الطبابة عند العرب ابن سينا	08
( 4-I )	صور توضح أحد طرق سليمة لحفظ الدواء	11
( 5-I )	صورة توضح دواء براسيتمول منتهي الصلاحية	13
( 6-I )	صورة تخلص العشوائى للدواء في نفايات المنزلية	16
(1-II )	صورة فرز الادوية	18
(1-III)	للتآكل المنتظم	27
(2-III)	صورة للتآكل الغلفاني	27
(3-III)	صورة للتآكل ما بين الحبيبات	28
(4-III)	صورة للتآكل بالتعرية.	28
(5-III)	صورة للتآكل الإجهادي.	29
(6-III)	صورة للتآكل النقري	29
(7-III)	صورة للتآكل التجويف	30
(8-III)	بعض التصاميم الهندسية لتلافي التآكل	33
(9-III)	السلوك الكهروكيميائي للمعدن بوجود المثبط الانودية ودون وجوده a و b على التوالي.	35
(11-III)	السلوك الكهروكيميائي للمعدن بوجود المثبط العضوي ودون وجوده a و b على التوالي.	36
(12-III)	طبقات حاجزة كاثودية وأنودية من التفاعلات الكهروكيميائية في حالة دراسة وسط حمضي	36
(13-III)	منحنى بوريه للحديد في الوسط المائي عند درجة حرارة 25°C.	39
(14-III)	يمثل منحنى تافل	40
(1-IV)	الشكل WL قابل المخططات الزمنية لتآكل MS في 0.1 M ( H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) عند 20° درجة مئوية خالية وتحتوي على بعض تركيزات ( Amp ) و ( Flx )	46
(2-IV)	الشكل متساوي الحرارة ( Amp ) Langumir و ( Flx ) ممتازان على سطح MS في M ( H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) 0.1 متوسط في درجات حرارة مختلفة.	48
(3-IV)	van't Hoff : AMP) و ال ( FLX ) ممتازان على سطح MS في وسط 0.1 M ( H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	49
(4-IV)	مخططات Arrhenius لتآكل MS في وسط ( H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.1 M ) وتحتوى على بعض تراكيز ( Amp ) و ( Flx )	51

52	مخططات الحالة الإنتقالية لتآكل MS في وسط خالى من $M 0.1(H_2SO_4)$ و يحتوي على بعض تراكيز من (Flx) : (Amp)	(5-IV)
54	منحنيات PDP لتآكل MS في وسط $M 0.1(H_2SO_4)$ عند درجة مئوية 20 وتحتوي على بعض تركيزات (Amp) و (Flx)	(6-IV)
56	مخططات Nyquist للتآكل MS في وسط $M 0.1(H_2SO_4)$ عند درجة مئوية 20 تحتوي على بعض تركيز (Amp) و (Flx)	(7-IV)
58	التركيب الكيميائي للميدازولام.	(8-IV)

فهرس الرموز و الاختصارات

ادارة الغذاء و الدواء	<i>Food and Drug Administration</i>	<b>WHO</b>
فقدان الوزن	Weight loss	<b>WL</b>
فلوكسيسيلين	Fluoxacillin	<b>FLX</b>
الامبيسلين	Ampicilin	<b>AMP</b>
الفولاذ اللين	Victoria Paediatric Rehabilitation Service	<b>MS</b>
ممانعة الكهربائية	electric inhibitor	<b>IE</b>
فتح الدائرة	Open circuit potential	<b>OCP</b>
الميدازولام	Midazolam	<b>MID</b>
كمود الانودي		<b>E<sub>C</sub></b>
كمون الكاتودي		<b>E<sub>a</sub></b>
الكمون القياسي		<b>E°</b>
ثابت الغازات المثالية		<b>R</b>
درجة الحرارة		<b>T</b>
ثابت فرادي		<b>F</b>
عدد الالكترونات المتبادلة.		<b>N</b>
تركيز المؤكسد		<b> ox </b>
تركيز المرجع		<b> Red </b>
النسبة التنشيط الحقيقية.		<b>IE%</b>
نسبة التنشيط المحسوبة.		<b>IE Cal</b>
كثافة التيار الكاتودي		<b>I<sub>a</sub></b>
كثافة التيار الكاثودي		<b>I<sub>c</sub></b>
طاقة التنشيط الحرة		<b>ΔG</b>
عدد ثابت.		<b>A</b>
تمثل درجة الحرارة بالوحدة المئوية		<b>T</b>

mol/l.يمثل التركيز بوحدفة	C
---------------------------	---

المقدمة

# مقدمة عامة

إن وجود المستحضرات الصيدلانية منتهية الصلاحية في البيئة هو مصدر قلق عالمي متزايد، حيث أن الأدوية المتاحة للاستخدام البشري أو الأدوية البيطرية هي احد المصادر الرئيسية للتلوث، ويتم تصريفها باستمرار في مياه الصرف المنزلية [1]

قد يكون للأدوية أنصاف أعمار طويل في البيئة لذلك يمكن أن تتراكم وتصل إلى مستويات قابلة للاكتشاف ونشطة بيولوجياً، بالنسبة لمجموعة من المستحضرات الصيدلانية يمكن أن تكون المخاطر البيئية ضئيلة إلى حد ما لأنها لا تبقى لفترة طويلة في البيئة وليست شديدة السمية، ومع ذلك أصبح من الواضح بشكل متزايد أن بعض المنتجات الطبية ولا سيما مضادات الطفيليات ومضادات الفطريات والمضادات الحيوية (oxen) والتي يمكن ان يكون لها تأثيرات سامة بيئية، حيث تشكل مخاطر بيئية في حالات محددة كالمنتهية الصلاحية. [2]

إن التعامل السليم مع كميات الأدوية المنتهية الصلاحية *Expired Medicines* يتطلب إدراك عدد من الجوانب المهمة لضمان سلامة المرضى وسلامة البيئة، وثمة عدد من العناصر التي يتم بموجب اتباعها تحقيق هذين الأمرين. [4]

ووفق إصدارات إدارة الغذاء والدواء (*Food and Drug Administration*) في عام 1979 فإن استخدام الأدوية المنتهية الصلاحية تصرف خطر وقد يؤدي إلى أضرار صحية، ولا توجد ضمانات بأمان استخدام الدواء بعد تجاوز تاريخ الصلاحية. [3]

وعند وجود دواء منتهي الصلاحية يجب أن تتم عملية التخلص منه بطريقة سليمة، وحينما لا تتوفر على العبوة إرشادات التخلص من الدواء، فإن ثمة برامج لاسترجاع الأدوية بطريقة سليمة للتخلص منها، وحينما لا تتوفر بقرب المرء تلك الخدمة، فإن بعض أنواع الأدوية يُمكن التخلص منها بوضعها في أكياس بلاستيكية محكمة الإغلاق ورميها ضمن النفايات المنزلية، وبعضها يُنصح بالتخلص منها في المرحاض [3].

وتفيد الإدارة المذكورة بأنها بدأت في سبعينات القرن الماضي مطالبة شركات إنتاج الأدوية بوضع تاريخ انتهاء الصلاحية على الأدوية التي تُصرف بوصفة طبية والأدوية التي تباع دونما الحاجة إلى وصفة طبية. وتشدد على أن تاريخ انتهاء الصلاحية المكتوب على عبوة الدواء جزء مهم في تحديد ما إذا كان المنتج الدوائي آمناً للاستخدام وسيعمل كما يُفترض، ومن الضروري للمريض قراءة هذه المعلومة



والالتزام بها، ذلك لأن الأدوية المنتهية الصلاحية قد تكون أقل فاعلية أو خطرة نتيجة حصول تغيرات في تراكيبها الكيميائي أو انخفاض فاعليتها الدوائية. [5]

كما أن التخزين غير السليم وغير المطابق لمتطلبات حفظ نوع الدواء، مثل رطوبة حمامات أو الحرارة في الغرفة.. وغيرها، كلها عوامل تُسهم في خفض فاعلية الدواء قبل بلوغ تاريخ انتهاء صلاحيته، ولذا ولضمان صحة الاعتماد على تاريخ انتهاء الصلاحية، ينصح بحفظ الدواء في الظروف الملائمة لذلك.

في حالة انتهاء صلاحية هذه المواد الصيدلانية يجب التخلص منها أو إعادة تدويرها لأنها تشكل خطراً على الأفراد لذلك يكون التوزيع الصيدلاني مسؤولاً عن جمع هذه المخلفات ونقلها إلى منشآت، حيث يتم إيداعها في حاويات مختومة وتخزينها في مناطق محددة بشكل خاص هذا من جهة و من جهة أخرى هناك دراسات حديثة تقوم باستغلال هذه المواد الصيدلانية المنتهية الصلاحية في تقنية أخرى. [2]

لحسن الحظ، الأدوية الصيدلانية هي مركبات عضوية ذات وزن جزيئي مرتفع ولها ذرات غير المتجانسة في هيكلها والتي تسرع من امتصاصها على سطح الفولاذ. وبالتالي يمكن استخدام هذه الأدوية كمثبطات جيدة لتآكل المعادن. [2]

وبسبب التآكل تنجم خسائر مادية تقدر بملايين الدولارات سنوياً، كما يحدث في المنشآت الصناعية كتدهور خطوط البترول والغاز والخزانات كذلك اهتراء في قطاعات النقل والمعدات العسكرية والأجهزة المنزلية... الخ، كلها تحول من صناعة جديدة متطورة إلى هياكل بالية محطة وأكوام غير صالحة للاستعمال ، إضافة إلى تكاليف التصليح والحماية وتراجع مردود الإنتاج، فنسبة 20 % من الحديد الذي ينتجه الأمريكيون وفق إحصائياتهم يستعمل فقط للتعويض عن الفولاذ الذي انتجوه سابقاً وأُتلف [17][8].

لكن فهم سبب هذه المشكلة وطريقة حدوثها كفيل بالمساعدة على إيجاد حلول لها ومنعها، ومن الحلول العلمية للحماية من التآكل نجد:

مثبطات (المعوقات) وهي إحدى طرق التي تساهم في الحماية من خطر التآكل و أضراره و تختلف بأنواعها وطريقة عملها وتصنيفها ودرجة خطورتها، فمنها ما يضر بالبيئة منع مرور الزمن لسميته وعدم تحلله ومنها ما هو صدي لها كمثبطات المواد الصيدلانية المنتهية الصلاحية التي أثبتت كفاءتها في التثبيط في الكثير من الحالات وامتيازها بالوفرة في الطبيعة [ 19 ]

**الفصل الأول :**  
**عموميات حول الأدوية**

## 1.I. نبذة تاريخية

إذا ما أصيب أحد منا بصداع فإنه يقوم ببساطة بتناول قرص من الأقراص المسكنة ليكتشف زوال الصداع خلال أقل من نصف الساعة. إذا ما أصيب الإنسان بجرح ما فإنه يلجأ سريعاً إلى تناول المضادات الحيوية لمدة بضعة أيام دون أن يخشى حدوث أية مشاكل كبيرة جراء هذا الجرح.... هذه الأمور أصبحت بسيطة جداً في حياتنا اليومية لكن كيف وصلنا إلى هذه الأمور البسيطة والأهم أيضاً إلى أين ستأخذنا صناعة الدواء في المستقبل القريب. تشير الترجيحات إلى أن شعوب ما قبل التاريخ من المحتمل أنها استعملت الأدوية قبل ظهور أول حضارة على سطح الأرض. فقد يكونوا قد اكتشفوا قدرة بعض النباتات على تسكين الآلام وشفائهم من بعض الأمراض. ومن الممكن أنهم لاحظوا التهام بعض الحيوانات المريضة لأنواع من الأعشاب وشفائها ومن ثم قاموا هم بتناول هذه الأعشاب أيضاً....

## 2.I. تعريف الدواء

دواء هو أية مادة تستعمل في تشخيص أو معالجة الأمراض التي تصيب الإنسان أو الحيوان، أو التي تفيد في تخفيف وطأتها أو الوقاية منها [11][12][13]. يعمل الدواء غالباً على زيادة أو إنقاص وظيفة ما في الجسم، ولا ينشئ وظيفة جديدة. ورسمياً هو كل عقار مرخص الاستخدام قانونياً بعد التأكد من خلوه (نسبياً) من أي أضرار جسدية أو نفسية على الشخص المتعاطي له. فنستخدم معظم الأدوية بغرض الشفاء من بعض الأمراض، مثل استخدام المضادات الحيوية للشفاء من عدوى [14]، ولعلاج بعض الحالات المرضية مثل علاج الاكتئاب بمضادات الاكتئاب، أو للتخفيف من الأعراض مثل استخدام المسكنات للتخفيف من حدة الألم. كما يستخدم الدواء في الوقاية من الأمراض مثل الأمصال كمصل الإنفلونزا.

تمتاز الأدوية بالتنوع الهائل في مفعولها وتأثيراتها على الجسم. فهناك أدوية تزيد من تخثر الدم وأخرى تنقصه، كما توجد أدوية توسع بؤبؤ العين وأخرى تقلصه وأحياناً يكون الدواء مادة ضرورية للجسم تنقص من غذائه أو بسبب المرض، وبعضها يكون بكميات زهيدة كالسيلينيوم وفيتامين ب 12 إذ يحتاج الجسم إلى ميكرو غرامات فقط وقد حققت الأدوية نجاحات كبيرة ومنها استئصال الجدري باستخدام لقاح الجدري

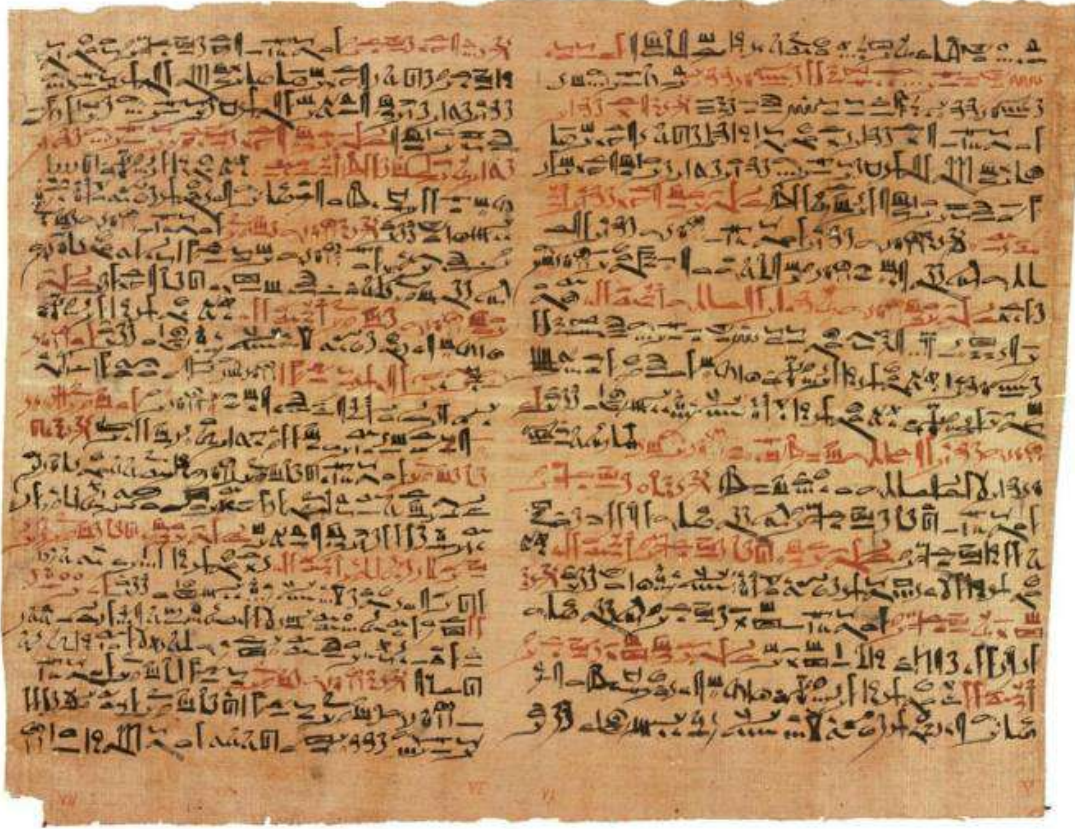


الشكل (1.I): صورة اول علبه دواء الاسبيرين

### I.3. الأدوية عبر العصور:

تُعدّ لوحة الصلصال التي يرجع تاريخها إلى عهد الحضارة السومرية في الشرق الأوسط - عام (2000ق.م) - أول سجل مكتوب لاستعمال الأدوية، وبهذه اللوحة اثنتا عشرة وصفة طبية. وكذلك يحتوي قرطاس مصري يرجع تاريخه لعام (1550ق.م) . على أكثر من سبعمئة دواء. واستعمل قدماء الصينيين والرومان الكثير من الأدوية، ويُعدّ الرومان أول من قاموا بافتتاح صيدلية وكتابة أول وصفات طبية تحدد كمية كل مادة يحتوي عليها الدواء...

ولكن على الرغم من استعمال القدماء للعديد من الأدوية، إلا أن معظم علاجاتهم لم تكن ناجحة، وقد يرجع الشفاء الناتج عن تعاطي بعض هذه العلاجات الطبيعية إلى بعض الأمراض التي يشفى منها تلقائياً بعد مضي عدة أيام من حدوثها، مما يدفع بعض الناس للظن بأن الشفاء قد يرجع لتلك العلاجات. ومن الجانب الآخر علينا أن نعتزف بأن هناك عدداً من الأدوية النافعة التي اكتشفها القدماء. فقد استعمل قدماء الإغريق والرومان الأفيون لتسكين الآلام، واكتشف قدماء المصريين زيت الخروع لعلاج الإمساك، كما اكتشف الصينيون أكل الكبد لعلاج فقر الدم....



الشكل (2-I): صورة للوحة صلصال من عهد الحضارة السومرية تركت عليها وصفات طبية

#### 4.I. الدواء عند المسلمين:

عندما تطور الطب والدواء في العالم الإسلامي أيام الخلافة العباسية، رأى الأطباء المسلمون أنه لا بد من فصل مهنة الصيدلة عن مهنة الطب، بحيث يكون لعلم الأدوية تخصص منفصل. وتم تطبيق ذلك في بغداد ثم في مصر والأندلس. وساعد ذلك على ازدهار مهنة الصيدلة في العالم الإسلامي، واستطاع علماء مسلمون كثيرون التفرغ الكامل للوصفات الطبية وتركيب الدواء، مما أحدث ثورة كبيرة في علم الصيدلة. من أبرز وأشهر العلماء العرب المسلمين في علم الصيدلة.

##### 1 - يعقوب بن اسحاق الكندي (800-871 م)

من أهم مؤلفاته كتاب الطب الإبراطي، الغذاء و الدواء المهلك، الادوية الشافية من الروائح المؤذية، كيفية إسهال الادوية و انجذاب الأخلط، الأدوية المركبة، رسالة في كيمياء العطور، إلى جانب عدة مقالات في الغذاء و الأدوية

2 - سابور بن سهل الكوسج (ت 869 م)

“هو صاحب الأقرباذين الكبير الذي كان يعمل بموجبه الصيدلة و العطارون ، يشتمل هذا المؤلف على عشرين بابا فيها الأدوية مرتبة حسب أشكالها الصيدلانية : الأقراص ، الحبوب ، السفوفات ، المعاجين ، الجوارشونات ، اللبخات ، الأشربة ، المرببات ، المطبوخات ، الاكحال ، الادهان ، المراهم ، الضمادات ، الحقن ، الذرورات ، السعوطات ، أدوية الرعاف و القيء ، و ما يدر العرق و ما يحبسه.[21]

3 - ابن سينا (970-1037 م)

هو أبو علي الحسين بن عبد الله بن سينا، أشهر ما كتبه هو كتاب القانون الذي خصص فيه الجزئين الثاني و الخامس لتحضير الأدوية المفردة و المركبة و دراسة الأعشاب الطبية.[21]



الشكل (3-I) : صورة لأبرز العلماء الطبابة عند العرب ابن سينا

4- داود الأنطاكي (1599 م)

مؤلف كتاب تذكرة أولي الألباب و الجامع للعجب و العجاب و الأكثر شيوعا في مؤلفاته “تذكرة داود” الذي مازال يدرس في جامعات و كليات الطب و الصيدلة [21]

5- ابن البيطار (1196-1248 م)

اشهر العلماء المسلمين في الصيدلة و صاحب المؤلفات القيمة في النباتات ، عالمنا الكبير ابن البيطار ، و هو أبو محمد عبد الله بن أحمد بن البيطار ، ضياء الدين المالقي ، و هو تلميذ أبو العباس أحمد بن محمد بن مفرج بن أبي الخليل صاحب أروع كتاب في علم الصيدلة الجامع لمفردات الادوية و الأغذية. [21] كانت الصيدلة عند المسلمين الأوائل مهنة مستقلة، لها قواعدها وتقاليدها وأسسها. ولا يُسمح للصيدلي آنذاك بممارسة صناعة الصيدلة إلا بعد أن ينجح في الاختبار التأهيلي الذي يعقد له بعد دراسته لعلم الأدوية، ثم يمنح شهادة ترخص له بممارسة المهنة، ويسجل اسمه في كشف الصيدلة الممارسين. وعندما أبدع المسلمون الأوائل في الكيمياء، طبّقوا علومها على الصيدلة، ونتج عن ذلك عدد كبير من الأدوية

المركبة. ويقول الأستاذ ميبرهوف : إن علم الصيدلة العربي استمر في أوروبا حتى منتصف القرن التاسع عشر الميلادي.

### 5.I. مصادر الأدوية :

تتعدد المصادر التي نحصل منها على الدواء، ويمكن تقسيم تلك المصادر إلى ما يأتي :

#### 1.5.I. المصادر العضوية:

وتقسم إلى:

**نباتية:** ويستعمل النبات كاملاً ، أو جزءاً منه في الحصول على الدواء بطرق مختلفة ، منها السحق أو العصر، أو التقطير ، وذلك للحصول على المادة الفعالة التي قد تكون قلويات، أو زيوتاً طيارة ، أو مواد عضوية أخرى.

**حيوانية :** تستخلص من بعض الأعضاء أو الأنسجة الحيوانية، وفي الأغلب تحضر من السوائل الجسم كالدّم ، و اللّمْف ، والغدد، ومن أمثلة هذه المصادر، زيت السمك ، الأنسولين، والهرمونات. **كائنات حية دقيقة:** ومن الأمثلة عليها ، بعض المضادات الحيوية ، و اللقاحات و الأمصال .

#### 2.5.I. المصادر غير العضوية:

مثل أملاح اليود التي تعطى في حالات نقص إفراز الغدة الدرقية، وأملاح الحديد التي تعطى في حالة فقر الدم، وأملاح الكالسيوم التي تُعطى للمساعدة في بناء العظام والأسنان.

#### 3.5.I. المصادر الصناعية :

حضر في مختبرات مصانع الأدوية، وقد تحتوي مواد عضوية، أو غير عضوية، أو كليهما معا مثل الأسبيرين، والبراسيتامول.

### 6.I. تصنيف الأدوية :

يمكن تصنيف الأدوية بطرق متعددة :

- فمثلاً اعتماداً على أشكالها، يمكن أن تصنف الأدوية إلى كبسولات أو حقن أو مراهم أو سوائل...
  - كما يمكن تقسيمها تبعاً لطريقة تعاطيها بالبلع أو الاستنشاق أو الحقن ... أو تبعاً لتكوينها الكيميائي.
- ولكن علماء علم الأدوية يقسمونها حسب تأثيرها الرئيسي في الجسم، وفي هذا التقسيم نلاحظ دخول معظم الأدوية ضمن مجموعة واحدة، تضم نحو اثنتي عشرة مجموعة.
- ومن أهم هذه المجموعات:
- الأدوية القاتلة للجراثيم.
  - الأدوية الواقية من الأمراض المعدية.

▪ الأدوية المؤثرة على القلب والأوعية الدموية.

▪ الأدوية المؤثرة على الجهاز العصبي.

ولكن يجب ملاحظة تأثير الأدوية على الجسم بأكثر من طريقة، وعلى أكثر من عضو. فبعض الأدوية تؤخذ للتأثير على الجهاز العصبي، ولكنها تؤثر أيضًا على القلب.

### 7.I شروط حفظ الأدوية :

تؤثر درجة الحرارة والهواء والرطوبة والضوء على حفظ الدواء. تختلف ظروف استقرار الدواء تبعاً للمادة الدوائية، والتي تكون غير مستقرة بشكل ما، وتبعاً للشكل الصيدلاني للدواء (أقراص، محلول، الخ.) أو وفقاً لطريقة التصنيع. لذلك يجب احترام معايير حفظ الدواء الموضحة بصفحات هذا الدليل أو تلك المدونة على الإشعارات/ الملصقات من قبل الجهة المصنعة في حال عدم مطابقتها للتوصيات. [15]

### 1.7.I درجة الحرارة :

يجب ألا تتجاوز درجة الحرارة في المخزن 25° مئوية.

يتم تعريف درجات حرارة الحفظ وفقاً لدستور الأدوية الأوروبي كالتالي:

التجميد - 15 - 0° مئوية

الثلاجة 2-8° مئوية

في مكان بارد 8-15° مئوية

درجة حرارة الغرفة 15-25° مئوية

لكن يمكن أثناء النقل أن تصل درجة الحرارة إلى 50-60° مئوية داخل المركبات أو الحاويات أو أرصفة الموانئ، في هذه الحالة يمكن ضمان تاريخ انتهاء الصلاحية.

قد يكون التجميد ضاراً، خاصة للمحاليل، حيث يؤدي إلى تدهور أو ترسب المواد الفعالة وتكسير الحبابات (الأمبولات) والعبوات. [15]

تعد اللقاحات والغلوبولينات المناعية والأمصال مواد حساسة للحرارة والضوء. على الرغم من التقنيات الحديثة لإنتاج لقاحات أقل حساسية للحرارة (والتي تدعى «صامد للحرارة»)، إلا أنه يجب حفظها دائماً في الثلاجة في درجة حرارة 2-8° مئوية واحترام سلسلة التبريد بشكل صارم أثناء النقل. [15]

قد تحوي عبوات اللقاح على مراقب قارورة اللقاح (VVM)، الذي يتغير لون المربع الحساس للحرارة في مركزه بتأثير الحرارة والوقت: في حال كان لون المربع أفتح من الدائرة المحيطة به يمكن استخدام اللقاح، أما في حال كان لون المربع بنفس لون الدائرة المحيطة به أو أغمق يجب إتلاف اللقاح. يقوم مراقب قارورة اللقاح بقياس التعرض التراكمي للحرارة. [15]

### 2.7.I الهواء والرطوبة



يجب ألا تتجاوز الرطوبة النسبية في المخزن 65 % (هناك العديد من الأجهزة التي يمكنها قياس الرطوبة) . يعتبر الهواء عاملاً لتدهور الدواء لما يحويه من أوكسجين ورطوبة، لذلك يجب أن تبقى كل الأوعية مغلقة . تكون الأدوية محمية من الهواء والرطوبة بداخل عبوات محكمة الغلق ومعتمدة من النوعية المستخدمة بالمستشفيات. يجب تجنب إخراجها قبل التوزيع بفترة طويلة .

يجب إعلام المريض الذي تلقى حزم مغلقة بإخراج الأقراص منها عند الاستخدام فقط.[15]

### 3.7.1. الضوء

يجب عدم تعريض الأدوية للضوء المباشر خاصة المحاليل. يجب حفظ الأدوية عن طريق الحقن داخل الوعاء الأصلي بعيداً عن الضوء. يمكن لبعض الزجاج الملون أن يعطي انطباعاً مخادعاً بتوفير حماية من الضوء.[15]



الشكل (4-I): صور توضح احد طرق سليمة لحفظ الدواء

### 8.1.تسمم الدوائي :

التسمم الدوائي هو المضاعفات التي تحدث للمريض الذي يتناول جرعة زائدة من الدواء أو كمية زائدة أو تداخل بين الأدوية غير متجانسة مما يؤدي إلى مضاعفات مؤقتة أو دائمة. يعتمد التسمم الدوائي على نوع الدواء لأنه يختلف من نوع دواء إلى آخر ، و الجرعة ، و التاريخ المرضي للمريض وكمية الدواء و الشكل الدوائي الذي يأخذ من خلاله المريض الدواء (أقراص ، كبسولات ، بخاخ ، و غيرها) و وزن المريض وخاصة الأطفال . [16]

### 1.8.I. أسباب التسمم الدوائي :

- تناول جرعات من الأدوية أكثر من الحد المطلوب من الجرعات المنتظمة التي يجب أن تناسب المريض . [16]
- تناول دواء بجرعات لم يعد يستجيب لها الجسم بالجرعات العادية دون استشارة طبيب.
- تناول جرعات كثيرة من دواء لم يتعود عليه الجسم فستكون قوية على الجسم .
- تناول أكثر من دواء بشكل خاطئ .
- عدم الالتزام بالجرعات المطلوبة .
- عدم معرفة الآثار الجانبية للدواء
- حساسية من أحد مكونات الدواء

### 2.8.I. أعراض التسمم الدوائي:

- انخفاض ضغط الدم.
- التعرق الشديد والشعور بالقيء والغثيان والمغص.
- انخفاض درجة حرارة الجسم.
- تسارع نبضات القلب واختلال الرؤية والتشنجات العضلية. [16]

### 9.I. صلاحية الأدوية:

للدواء تاريخ انتهاء كالمنتوجات الغذائية ، فلو نظرنا إلى أي علبه دواء لقرأنا عليها تاريخ انتهاء، أنظر الشكل (I-4) فهذا يعني أنه لا يوجد دواء يبقى صالحا طويلا، فالدواء مادة كيميائية لها فعالية محددة بزمان، وعادة ما تقوم مصانع الأدوية بإجراء تجارب وأبحاث لتحديد الزمن الذي ينتهي عنده مفعول الدواء، فبعض الأدوية تنقص فعاليتها بعد انتهاء تاريخ الصلاحية ، وبعضها الآخر يتحول إلى مواد سامة، وفي جميع الأحوال لا يجوز تناول الدواء بعد انتهاء صلاحيته.

وهناك علامات تدل على فساد الدواء حتى قبل انتهاء صلاحيته، لسوء تخزينه، أو نقله ، أو تعرضه للتلوث ، أو لأسباب أخرى، في تغير في لون وقوام الأدوية السائلة ، ورائحتها، وطعمها، أو وجود أجزاء معلقة ، أو تعكير، أو تكون بلورات على سطح القارورة ، أو حدوث ترسيب في أسفل القارورة ، فهذا يدل على فساد هذه الأدوية ، أما في الأقراص والكبسولات فأى تغير في اللون ، أو الملمس ، أو الشكل الخارجي أو الرائحة، أو الطعم ، أو الحجم فهذا يعني فسادها، وعند ظهور طبقة زيتية على الكريم فهذا يعني فساده.



الشكل (5-I): صورة توضح دواء براسيتامول منتهي الصلاحية

## المراجع

[2][1]	كتاب النظام البيئي والتلوث د. محمد العودات
[3]	اية العوران صيدلانية وكاتبة محتوى طبي 10 فبراير 2021 ( موقع TRT بالعربي )
[5]	- دكتور عبير مبارك - استشارية في الأمراض الباطنية جريدة العرب الدولية (الشرق الاوسط
[4]	( 09 أكتوبر 2015 م
[6]	
[8]	د. عمر بن عبد الله الهزازي الكيمياء الكهربائية ، (ص 812- 818)
[10]	Definition and classification of Drug or Pharmaceutical Regulatory
[11]	aspects of drug approval Accessed 30 December 2013 . نسخة محفوظة 22 يوليو 2017 على موقع واي باك مشين.
[12]	"House Findings، Medication Safety " مؤرشف من الأصل في 23 أغسطس 2017، اطلع عليه بتاريخ 21 يوليو 2016.
[13]	"Schedule 7 – International Therapeutic Class Comparison Test" مؤرشف من الأصل في 17 أبريل 2018
[14]	"Antibiotics، nhs.uk (باللغة الإنجليزية)، 20 أكتوبر 2017، مؤرشف من الأصل في 24 فبراير 2021، اطلع عليه بتاريخ 27 فبراير 2021.
[15]	الأدوية الأساسية دليل عملي موجه لأطباء والصيادلة والمرضى والمساعدين الطبيين اصدار 2019 (ص 322- 323)
[16]	كتاب عمون دكتورة حنين عبيدات 2021-07-26 AM 01:02 am02:17 21-05-2022 <a href="https://www.ammonnews.net/article/624396">https://www.ammonnews.net/article/624396</a>
<u>المراجع باللاتينية :</u>	
[19]	Li, D. Zhang; P. Guo,X. Zhao,X. and Xu,Y. 2019. The inhibition of mild steel corrosion in 0.5 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> solution by radish leaf extract. The Royal Society of Chemistry Journal. Vol. 9, 40997.210*275mm.pp (40997)
[ 20]	د. عيسى مسعود بغني أساسيات هندسة التآكل 2006/7029 دار الكتب الوطنية - ليبيا -199 (145ص)و(57-27ص) 2006

الفصل الثاني :  
الأدوية المنتهية الصلاحية

مقدمة :

في الحقيقة، تنخفض فعالية الدواء تدريجيًا بشكل طفيف، بدءًا من لحظة تصنيعه، غير أن الأدوية المنتهية الصلاحية لم تفقد بالضرورة فعاليتها؛ فتاريخ انتهاء الصلاحية هو فقط تأكيد على أن الفاعلية المحددة سوف تستمر على الأقل حتى ذلك التاريخ، وتُظهر الأبحاث الجارية أنَّ الأدوية التي يتم تخزينها في الظروف المثالية، تحتفظ بنسبة 90 في المائة من فعاليتها، لمدة خمس سنوات على الأقل بعد تاريخ انتهاء الصلاحية المحدد، وقام الباحثون مؤخرًا بفحص عينات من 8 أدوية انتهت صلاحيتها قبل 28 إلى 40 عامًا وتضمنت 15 مكونًا نشطًا مختلفًا، كانت المكونات النشطة التي اختبرت هي: الأسبرين، الأمفيتامين، الفيناسيتين، الميثاكوالون، الكودايين، البوتالبيتال، الكافيين، الفينوباربيتال، الميبوبرومات، البنثوباربيتال، السيكلوباربيتال، الهيدروكودون، الكلورفينيرامين، والأسيتامينوفين. وأظهرت النتائج أن 11 (79%) من المركبات الدوائية (14) كانت موجودة دائمًا في تراكيزات لا تقل عن 90 في المائة من فعاليتها. [20]

## 1.II. التخلص من الأدوية المنتهية الصلاحية :

تختلف خيارات التخلص بشكل كبير بين المواقف، وقد لا يكون الحل الأفضل ممكنًا. الهدف من هذا الدليل هو تقديم أبسط البدائل وأكثرها أمانًا وعملية.



shutterstock.com • 1991838038

الشكل (1-II) صورة التخلص العشوائي للدواء في نفايات المنزلية

**1.1.II. طرق التخلص :**

تحت القيود المفروضة على تمويل التخلص من نفايات الإمدادات الصيدلانية على إنشاء طرق وإدارة فعالة من حيث التكلفة. الطريقة الرئيسية لتحقيق ذلك هي من خلال فصل المواد لتقليل الحاجة إلى طرق التخلص المعقدة أو باهظة الثمن. يتم وصف فئات فرز المستلزمات الصيدلانية في القسم 3 بينما يتم وصف التوصيات الخاصة بطريقة التخلص من المستلزمات الصيدلانية لكل فئة من فئات فرز المستلزمات الصيدلانية

**2.1.II. يعود إلى الجهات المانحة أو الشركات المصنعة**

يجب تقييم إمكانية إعادة الأدوية غير المستخدمة للتخلص الآمن منها إلى الشركة المصنعة، كلما أمكن ذلك، خاصة الأدوية التي تسبب مشاكل في التخلص منها، مثل مضادات الأورام. بالنسبة للتبرعات غير المرغوب فيها وغير الضرورية، خاصة تلك التي وصلت بعد أو قرب تاريخ انتهاء صلاحيتها، يمكننا إعادتها إلى المتبرع.

**1.2.1.II تشكيل مجموعات العمل**

تشمل الأنشطة التي يتعين القيام بها مع المجموعة الإشراف على الصيادلة والعاملين في المجال الطبي، ويفضل أن يكون ذلك من قبل فنيي الصيدلة أو خبراء المستودعات الصيدلانية. وسيتم تحديد حجم كل مجموعة، ونسبة الخبراء إلى العمال، بناءً على حجم وتكوين، فضلاً عن ظروف العمل في الموقع.

**2.2.1.II صحة وسلامة مجموعة العمل**

يجب على جميع العمال ارتداء معدات واقية مناسبة بما في ذلك الملابس والأحذية في جميع الأوقات، والقفازات والأقنعة والقبعات / أغطية الرأس عند الحاجة. يجب ارتداء القناع في حالة سحق الأقراص أو الكبسولات كجزء من تقنية التخلص على سبيل المثال، الخمول، وإذا كان هناك خطر انجراف المسحوق. مطلوب عناية خاصة عند التعامل مع مضادات الأورام.

**3. 2.1.II الفرز:**

الغرض المحدد من الفرز هو فصل الإمدادات الصيدلانية إلى فئات منفصلة، قد تتطلب كل منها طريقة تخلص مختلفة. يجب فرز المستلزمات الصيدلانية التي يمكن استخدامها بأمان وإعادتها إلى نظام الجرد[1]



الشكل (II-2) : صورة فرز الادوية

### 3.1.II. تجميد النفايات:

#### 3.1.II.1. تغليف

التغليف يعني تحويل النفايات الصيدلانية إلى شكل صلب في براميل بلاستيكية أو فولاذية. يجب تنظيف البراميل قبل الاستخدام وألا تحتوي على أي مواد خطرة أو متفجرة. تحتوي حوالي 75٪ من سعة البرميل على نفايات دوائية صلبة أو شبه صلبة، ويتم ملء المساحة المتبقية بالإسمنت أو خليط الأسمنت / الحجر الجيري، أو الرغوة البلاستيكية، أو الرمل الإسفلتي. لجعل عملية الملء أسهل وأسرع، يجب قطع غطاء الأسطوانة ونهيا للخلف. يجب أن يتم وضع المخلفات الصيدلانية في الأسطوانة بحذر شديد حتى لا تؤذي اليدين. إذا تم ملء 75٪ من سعة الأسطوانة، تتم إضافة خليط من الحجر الجيري والأسمنت والماء بنسبة 15:15:5 (بالوزن) حتى تمتلئ الأسطوانة بالكامل وفقاً لسعتها. في بعض الأحيان تكون هناك حاجة إلى كمية كبيرة من الماء للحصول على القوام الصحيح للسائل. ثم يتم إعادة غطاء الأسطوانة إلى موضعه الأصلي ويتم إحكام غلقه، عادة عن طريق اللحام. يجب وضع الأسطوانة محكمة الغلق في الطبقة السفلية من مكب النفايات وتغطيتها بالنفايات الصلبة الحضرية الجديدة. لتسهيل الحركة، يمكن وضع البراميل على منصات نقالة يتم رفعها بعد ذلك بواسطة حاملات البليت. [22]

#### 3.1.II.2. التسميد

التحميل هو شكل آخر من أشكال التغليف وتتطلب هذه الطريقة إزالة المواد والورق والكرتون والتعبئة البلاستيكية من النفايات الصيدلانية. يجب إزالة الحبوب من العبوة البلاستيكية. ثم يتم سحق النفايات أو طحنها ويضاف خليط من الماء والأسمنت والحجر الجيري في النفايات المطحونة لتشكيل عجينة متجانسة. حماية العمال في شكل ملابس واقية وأقنعة مطلوبة بسبب خطر الغبار الخطير. يتم بعد ذلك نقل المعجون في صورة سائلة بواسطة شاحنة خلط الخرسانة إلى موقع المكب ثم يتم سكه ببطء في النفايات



البلدية العادية حتى يتبقى بقايا صلبة. ثم يتم خلط بقايا المعجون على شكل كتلة صلبة في النفايات الصلبة البلدية. هذه العملية غير مكلفة نسبيًا ويمكن إجراؤها باستخدام معدات بسيطة. المطلب الرئيسي هو وجود آلة طحن أو آلة درفلة لسحق النفايات الصيدلانية وخلطها للخرسانة والإسمنت والحجر الجيري والماء.

#### II.1.4. الحرق في أوعية مكشوفة

لا ينبغي تدمير النفايات الصيدلانية عن طريق الاحتراق بدرجة حرارة منخفضة في حاوية مفتوحة حيث يمكن إطلاق الملوثات السامة في الهواء. يمكن حرق عبوات الورق والكرتون، إذا لم يتم إعادة تدويرها. ومع ذلك، لا ينبغي حرق البلاستيك البولي فينيل كلوريد (PVC). على الرغم من أن حرق النفايات الصيدلانية ليس طريقة موصى بها، إلا أنه من المعروف أن هذه الطريقة تستخدم غالبًا. وبالتالي، يتم التأكيد بشدة على أنه يجب تدمير كميات صغيرة فقط من النفايات الصيدلانية بهذه الطريقة.

#### II.1.5. ترميد درجة حرارة متوسطة

في العديد من البلدان، لا توجد محارق ذات غرفتين عالية الحرارة مصممة للتعامل مع أكثر من 1٪ من المركبات المهلجنة. يجب أن تفي هذه المحارق بمعايير صارمة للتحكم في الانبعاثات، مثل تلك التي وضعها الاتحاد الأوروبي ". ومع ذلك، قد لا تتوفر إلا الأفران والمحارق ذات درجة الحرارة المعتدلة. وفي حالات الطوارئ، قد ترى السلطة المسؤولة أنه من المناسب معالجة النفايات الصيدلانية الصلبة المنتهية الصلاحية باستخدام [24][25]

#### II.1.6. ترميد درجة حرارة عالية بواسطة منشأة صناعية

الصناعات التي تستخدم تكنولوجيا درجات الحرارة العالية، على سبيل المثال مصانع الأسمنت، ومحطات الطاقة التي تعمل بالفحم، أو مصانع صهر المعادن عادة ما تحتوي على أفران تعمل في درجات حرارة أعلى من 850 درجة مئوية، ولها فترات انتظار طويلة للاحتراق، الوقود المطلوب. "القاعدة" المطبقة هي أن نفايات المستحضرات الصيدلانية يجب ألا تتجاوز 5٪ من الوقود في كل مرة للتزود بالوقود. عادة ما تنتج مصانع الإسمنت 1500 إلى 8000 طن متري من الإسمنت يوميًا بحيث يمكن تدمير كمية كبيرة من النفايات الصيدلانية في وقت قصير. قد يلزم فتح عبوات الإمدادات الصيدلانية و / أو قد تحتاج إلى الأرض لتجنب الانسداد أثناء تشغيل آلية التزود بالوقود.

يقدم المرفق الأول معلومات أخرى تتعلق بلوائح الجماعة الأوروبية بشأن ترميد درجة حرارة عالية للنفايات الخطرة. يمكن استخدام المحارق وفقًا لهذه اللائحة لتدمير المركبات المهلجنة، ووسط تباين الأشعة السينية، وبوفيدون البيود؛ يجب عدم استخدام المحارق ذات درجة الحرارة المنخفضة.

### 7.1.II. التحلل الكيميائي

في حالة عدم توفر مرمد مناسب، يمكن استخدام تقنية التحلل الكيميائي وفقاً لتوصيات الشركة المصنعة، متبوعة بالتخلص منها في مدافن النفايات. لا ينصح بهذه الطريقة ما لم يتوفر كيميائي. الجهود المبذولة لتعطيل المواد الكيميائية بطيئة وتستغرق وقتاً طويلاً، ويجب أن يتوفر مخزون من المواد الكيميائية المستخدمة لهذا العلاج في جميع الأوقات. قد تكون هذه الطريقة عملية لتدمير كميات صغيرة من الأدوية المضادة للورم. ومع ذلك، بالنسبة للمقاييس الكبيرة، على سبيل المثال، أكثر من 50kg من مضادات الأورام ، فإن طريقة التحلل الكيميائي هذه غير عملية لأنه في هذه الطريقة ، حتى الكميات الصغيرة تتطلب تطبيقاً متكرراً لهذه الطريقة.

### 2.II . إعادة تدوير الأدوية المنتهية الصلاحية :

بعد التحقيق الذي توصلنا إليه الخاص بالأدوية المنتهية الصلاحية التي تحتوي على المادة الفعالة لوحدها أو المادة الفعالة و السواغات المحددة بتاريخ انتهاء صلاحيتها لأسباب منها تعرض الدواء للحرارة فائقة والضوء ،تفاعل المادة الفعالة مع السواغات ، نوعية التعليب ، ومن هنا يمكن التأكد من بقاء الصيغة الكيميائية كما هي ، لاحظنا وجود كميات معتبرة من هذه الأدوية معرضة للرمي أو الحرق الذي بدوره يسبب تلوث التربة والهواء ولهذا السبب لابد من وجود حل لهذه المشكلة من بين هذه الحلول إعادة تدويرها

### 3.II. أضرار الادوية المنتهية الصلاحية على الإنسان :

توصي إدارة الغذاء والدواء ( WHO ) بعدم تناول الأدوية بعد تاريخ انتهاء صلاحيتها، وذلك بسبب المخاطر التي تحيط باستخدامها، حيث تؤثر كيفية تخزين الدواء قبل استلامه والتركيب الكيميائي وتاريخ التصنيع الأصلي على فاعلية الدواء.

أما في ما يخص أشكال الدواء المختلفة فتعد أشكال الدواء ذات الجرعات الصلبة مثل: الكبسولات والأقراص أكثر استقراراً بعد تاريخ انتهاء صلاحيتها من الأدوية السائلة، حيث تخضع الأدوية السائلة مثل: محاليل العين أو الأذن، أو السوائل الفموية، أو المحاليل الموضعية لتبخر المذيبات مع مرور الوقت. بذلك تكون الأدوية المنتهية الصلاحية المحتوية على مواد حافظة، مثل: قطرات العين غير آمنة وذلك؛

لأن المواد الحافظة القديمة تسمح بنمو البكتيريا في المحلول.[22]

## 4.II. تأثير التخلص غير السليم أو عدم التخلص:

عادة، لا تشكل الإمدادات الصيدلانية المنتهية الصلاحية تهديدًا خطيرًا للصحة العامة أو البيئة. يمكن أن تكون طرق التخلص غير الصحيحة خطيرة إذا أدت إلى تلوث إمدادات المياه أو الينابيع المحلية التي يستخدمها المجتمع أو الحياة البرية المحلية. يمكن أن تصل الأدوية المنتهية الصلاحية إلى أيدي الزبالين والأطفال إذا لم يتم إغلاق المكب بإحكام. قد تؤدي السرقة من أكوام النفايات الصيدلانية أو أثناء الفرز إلى إعادة إدخال الأدوية المنتهية الصلاحية إلى السوق للبيع وإعادة الاستهلاك. معظم المستلزمات الصيدلانية التي تجاوزت تاريخ انتهاء صلاحيتها تكون أقل فاعلية ويمكن أن يسبب بعضها آثارًا سلبية أخرى. هناك عدة فئات من الأدوية المنتهية الصلاحية أو الممارسات الخاطئة التي تشكل خطرًا على الصحة العامة. تشمل المخاطر الرئيسية على الصحة ما يلي:

- يجب تجنب تلوث مياه الشرب. يجب تخصيص وبناء مدافن النفايات بطريقة تقلل من إمكانية دخول العصارة إلى طبقة المياه الجوفية أو المياه السطحية أو شبكة مياه الشرب.
- يجب عدم إلقاء المضادات الحيوية ومضادات الأورام والمطهرات غير القابلة للتحلل الحيوي في نظام الصرف الصحي لأنها يمكن أن تقتل البكتيريا المهمة في معالجة مياه الصرف الصحي. لا ينبغي إلقاء المواد البلاستيكية المضادة للأورام في الخنادق أو المجاري لأنها يمكن أن تلحق الضرر بالحياة المائية أو تلوث مصادر مياه الشرب. [22]

المراجع

[20]	د. بيسان شامية - الأربعاء 11 تشرين الثاني 2020 <a href="https://www.webteb.com/articles">https://www.webteb.com/articles</a>
[21]	علم الصيدنة (فاطمة الزهراء بولفضاوي) من كتاب الرياضيات و البيولوجيا من منظور تاريخهما، تنسيق بن عودة بن ناصر، مركز البحث في الانثروبولوجيا الاجتماعية و الثقافية ، 2018 ، الجزائر.
[22]	Berckmans P. et al. Inappropriate drug donation practices in Bosnia and Herzegovina, 1992 to 1996, New England Journal of Medicine 1997; 337:1842-1845.
[23]	WHO/DAP. Guidelines for drug donations (in teragency document). Geneva: World Health Organization; 1996. WHO/DAP/96.
[24]	WHO: Prüss, A., Giroult E, Rushbrook P, editors. Safe management of wastes from health-care activities. Geneva: World Health Organization; 1999.
[25]	A. Prüss, W.K. Townsend. Teacher's guide management of wastes from health-care activities. Geneva: World Health Organization; 1998. WHO/EOS/98.6
[26]	
[27]	WHO. Regional guidelines for health care waste management in developing countries (draft). Kuala Lumpur: World Health Organization, Western Pacific Regional Environmental Centre; 1994.
[29]	Management Sciences for Health/WHO/DAP. Managing drug supply, 2nd ed. Hartford (CT): Kumarian Press; 1997.
[28]	
[30]	
[31]	Secretariat of the Basel Convention No. 97/012. Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal, 1998 and Decisions Adopted by the First (1992), Second (1994) and Third (1995) Meetings of the Conferences of the Parties (September 1997).
[32]	Full text of the Basel Convention No 97/012 available from URL: <a href="http://www.unep.ch/sbc/manual.html">http://www.unep.ch/sbc/manual.html</a>
[33]	Manual on implementaion. Basel Convention No97/012 available from URL: <a href="http://www.unep.ch/sbc/manual.html">http://www.unep.ch/sbc/manual.html</a>
[34]	WHO. Landfill. WHO Environmental Health Planning Pamphlet Series No. 9. Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe; 1995.
[36]	Rushbrook PE, Pugh MP. Solid waste landfills in middle and low income countries: a technical guide to planning, design and operation. (Jointly produced by the WHO Regional Office for Europe, World Bank, Swiss Development Corporation (SDC), and Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management(SKAT). Washington DC: World Bank; 1999.
[35]	
[37]	European Council Directive 94/67/EC, Article 6, paragraph 2 (Dec. 16, 1994).

DANCED. The use of hazardous waste as an alternative fuel in cement kilns—a working document. Copenhagen: Danish Cooperation for Environment and Development, Ministry of Environment and Energy; 1997.	[38]
WHO/FAO. Data sheets on pesticides. Geneva: World Health Organization. Available free of charge from: World Health Organization, Programme for the Promotion of Chemical Safety 1211, Geneva 27, Switzerland	[40] [39]

**الفصل الثالث :**  
**عموميات حول التآكل**

**تمهيد :**

باعتبار التآكل أحد العوامل الإيتلافية العامة التي لاتزال مستمرة ، فيجب علينا معرفته و معرفة العوامل المتسببة فيه و طرق الوقاية منه ، و ذلك لتجنب الخطر و الخسائر الناجمة عنه .

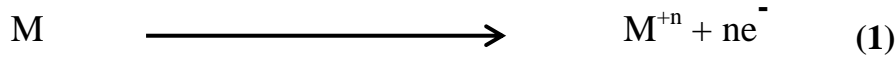
**1.III. تعريف التآكل:**

يعرف التآكل corrosion بأنه تلف المادة (معدن لا معدن بلاستيك. خشب ...الخ) نتيجة لتفاعل كيميائي أو كهروكيميائي مع الوسط المحيط به ، أو يعرف بأنه عملية تلقائية طبيعية يتم فيها اعادة المعدن الى حالته الطبيعية الثابتة (الحالة الخام ) التي كان عليها في الطبيعة قبل استخلاصه و هو تفاعل غير عكوس .

هذا ويخطئ البعض عند استخدام التعبير صداً بدلاً من التآكل ، فالصداً هو المادة الناتجة عن تآكل الحديد ( أكاسيد الحديد ) فقط [1][5][7]

**2.III. آلية حدوث التآكل:**

لماذا يحدث التآكل السبب الذي يدعو الى عملية التآكل هو عدم وجود ثبات أو استقرار للمعدن، وبسبب تأثير الطاقة الحرة (Free Energy) فان المعادن تميل للعودة الى حالتها الاصلية الخام التي كانت عليها قبل استخلاصها. وينشأ التآكل نتيجة التفاعل الذي يحدث بين المعدن والأجواء المحيطة به سواء كانت سائلة أو غازية، فتحدث أكسدة للمعدن كما يلي: [6]



=M تمثل أي معدن

بينما يتم إرجاع المؤكسد حسب نوعه ووسطه.

### 3.III. العوامل المؤثرة على التآكل الكهروكيميائي :

يتسبب في هذه الظاهرة عدة عوامل مساعدة داخلية وخارجية نذكر منها:

#### الجدول (1-III) العوامل المؤثرة على التآكل الكهروكيميائي

العوامل الداخلية:	العوامل الخارجية:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• طبيعة المعدن: المعدن الذي يكون غير متجانس أو يتكون من معدنين مختلفين يكون أكثر عرضة للتآكل.</li> <li>• المعالجة الحرارية: تؤدي المعالجات الحرارية الى إحداث تغيرات غير مرغوبة في بنية لمعدن مما يساهم في سرعة تآكله . [6]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• الأس الهيدروجيني PH : بزيادة الأس الهيدروجيني في الوسط تزداد تراكيز الأيونات الهيدروجين وبالتالي تزداد حامضية الوسط و هذا يؤثر على سرعة التآكل .</li> <li>• درجة الحرارة: الزيادة في درجة الحرارة بمقدار <math>30^{\circ}C</math> يسبب الزيادة في سرعة التآكل بأضعاف</li> <li>• الاملاح الذائبة : زيادة الأملاح الذائبة في الوسط تزيد من سرعة انتقال التيار الكهربائي و بالتالي سرعة التآكل . [6]</li> </ul>

### 4.III. أنواع التآكل

#### 1.4.III. التآكل الكيميائي (الجاف) :

هو تفاعل كيميائي يحدث بين سطح معدن وغاز أو سائل غير كهروليتي . على سبيل المثال : أكسدة الفولاذ العادي عند درجات الحرارة عالية بواسطة أكسجين الهواء هو عبارة عن تآكل كيميائي . [3][5]

#### 2.4.III. التآكل الكهروكيميائي ( الرطب ) :

هو تفاعل كهروكيميائي بين سطح المعدن ومحلول كهروليتي، ويرافق هذا التفاعل تشكيل خلية غلفاني، ويشكل هذا النوع 90 ٪ من حالات التآكل. [10]

#### 3.4.III. التآكل البكتيري

هو هجوم بكتيري لمواد معدنية، خاصة في الأنابيب والخزانات المدفونة. وذلك لأن التمثيل الغذائي لبعض البكتيريا ينتج حمض الكبريتيك و بالتالي تشكل وسط كهوليتي مؤكسد للمعدن مما يؤدي إلى تآكل كهروكيميائي. لذا يمكن إدراج التآكل البكتيري من التآكل الكهروكيميائي . [5][10]

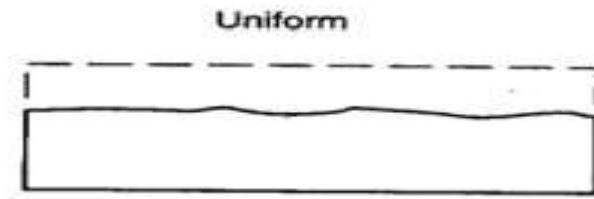


### III.5. أشكال التآكل :

اعتمادا على مظهر المعدن المتآكل، يمكن تصنيف أشكال مختلفة للتآكل كما يلي:

#### III.5.1. التآكل العام أو المنتظم:

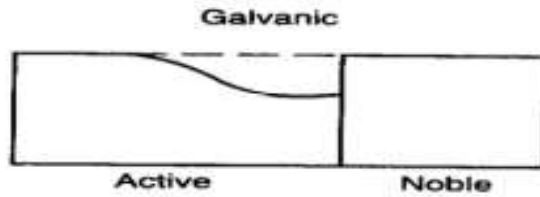
هو ضياع للمادة بطريقة منتظمة إلى حد ما على جميع سطح المعدن وبنفس المعدل مما يجعل سماكة التآكل منتظمة. ويحدث هذا النوع من التآكل خاصة على المعادن المعرة لبنيات حمضية، وهو أكثر الأنواع انتشارا وأقلها خطرا. [2] [6] [11] [14]



الشكل (III-1): للتآكل المنتظم

#### III.5.2. التآكل الغلفاني :

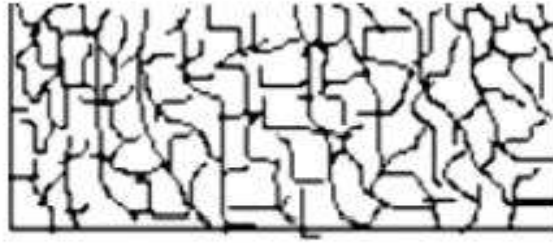
يحدث هذا النوع من التآكل عند اتصال معدنين مختلفين ببعضهما في وسط تآكل كهوليتي، و كلما كان فرق الجهد بينهما متباعدة حسب السلسلة الكهربية كان التآكل اشد على المعدن أقل جهدا [3][6][14].



الشكل (III. 2) : صورة للتآكل الغلفاني

#### III.5.3. تآكل ما بين الحبيبات:

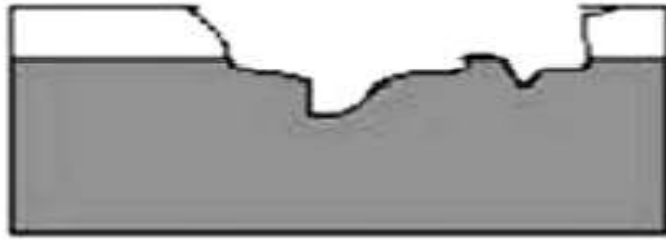
ينشأ بين المعادن والسبائك التي تكون فيها الحدود الحبيبية نشطة جدا بالنسبة إلى باقي مساحة الحبيبات، بسبب تركيز الشوائب بها أو بسبب زيادة أو نقص تركيز احد إضافات السبك، فتتكون خاليا غلفانية بين هذه الأجزاء النشيطة ( الأنودات) وباقي السطح و تؤدي إلى معدل تآكل بين حبيبي عال. [3][11]



الشكل (3.III) صورة للتآكل ما بين الحبيبات

### III.4.5. التآكل بالتعرية :

يحدث هذا النوع نتيجة للحركة السريعة لوسط التآكل على المعدن، مما يؤدي الى ازالة بعض الأجزاء من السطح أو من طبقة الأكسيد الواقية، و يتميز هذا النوع بظهور التموجات و الأخاديد، و تشيع هذه الصورة في المعدات المستخدمة في الأوساط المالحة ذات السريان العالي. [1] [3]



الشكل (4.III) صورة للتآكل بالتعرية

### III.5.5. التآكل الإجهادي :

يحدث هذا النوع بسبب وجود إجهاد على الجزء المتآكل في وسط معين على التآكل، فتتكون شقوق على سطح المعدن تكبر مع الوقت بسبب استمرار الإجهاد على سطح المعدن [3] [5] [6]



الشكل (5.III) صورة للتآكل الإجهادي

### 6.5.III. التآكل النقري :

يعتبر التآكل النقري تآكل غير منتظما، ينشأ عنه نقر صغير (حفرة) على سطح المعدن، وهو شائع الحدوث في كثير من المعادن في أوساط المياه المالحة وغالبا في [6]



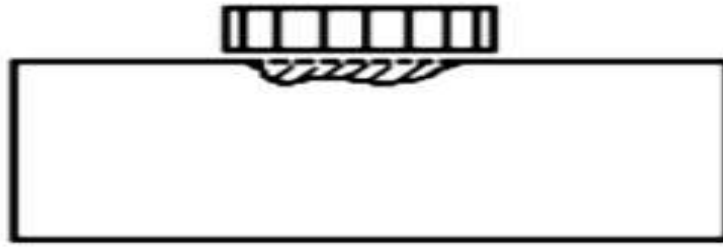
التآكل بالنقر

الشكل (6.III) صورة للتآكل النقري

### 7. 5.III. التآكل التجويفي أو الشقي :

يحدث هذا التآكل على سطح المعادن في المناطق الضيقة التي يتعذر وصول الأكسجين إليها أو يصل بكميات ضئيلة، ويصبح بذلك أنودات، في حين تكون الكاثودات هي باقي سطح المعدن المحيط بها والتي يتوافر بها الأكسجين. و يحدث ذلك في الشقوق و الفجوات و الصدوع الصغيرة و تحت قشور الأكاسيد

الصلبة [13][14]



التآكل بين الفجوات

الشكل (7.III) صورة للتآكل التجويف

### 6.III. تآكل الفولاذ العادي في الأوساط الحامضية:

يتم استخدام الأوساط الحمضية على نطاق واسع في الصناعة البترولية. معظم مشاكل التآكل الحادة التي تواجهها الصناعات التحويلية بسبب حمضية الأوساط، هذه الأوساط أكالة بشكل طبيعي وتشكل أوساط عدوانية للمعادن والسبائك. حيث يتأكسد المعدن مشكلا أنودا بينما ترجع ايونات الهيدروجين مشكلة كاثودا، وهذا ما يمثل التآكل الكهروكيميائي.

### 7.III. آلية التآكل الكهروكيميائي للمعادن:

يمكن تفسير الآلية الكهروكيميائية المؤدية إلى عملية تآكل و تخريب المعدن، على أنها تفاعل أكسدة – إرجاع، يتم إنجازه على مرحلتين: [3]

#### 7.1.III. المرحلة الأولى :

و تتمثل بعملية التآكل المصعدي، التي تتم بطريقة تلقائية، وتفقد خلالها ذرات المعدن المكونة للمصعد الكثرونات التكافؤ، متحولة إلى شوارد موجبة [ 3 ]  
تفاعل التآكل المصعدي: قطب الأنود

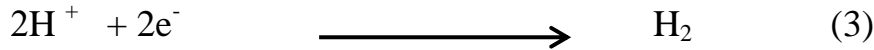


#### 2.7.III. المرحلة الثانية:

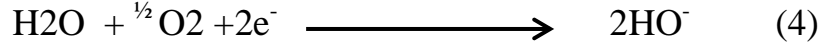
وتتمثل بعملية الإرجاع المهبطي K التي تتم بصورة تلقائية، ويتم خلالها التقاط الإلكترونات المتحررة على سطح المعدن من قبل شوارد الهيدروجين إذا كان الوسط حمضي، ومن قبل الأكسجين المنحل في الماء إذا كان الوسط معتدلا.

تفاعل الإرجاع المهبطي: قطب الكاثود:

إذا كان الوسط حمضياً:

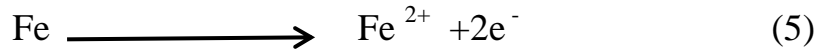


إذا كان الوسط قلويًا و معتدلاً:



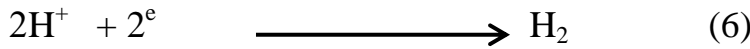
وكمثال تطبيقي على ما سبق؛ عملية صدأ الصلب المشهورة ما هي إل تفاعل أكسدة واختزال لعنصر الحديد عند تعرضه لوسط رطب حامضي، وتحول الحديد **Fe** إلى صدأ، وذلك كما يلي:

تفاعل الأكسدة عند الأنود:



ومن خلال هذا التفاعل، تنتقل الإلكترونات إلى الكاثود من خلال سطح الحديد حتى تتفاعل مع البروتونات في وجود محلول الكتروليتي كالتالي:

تفاعل الاختزال عند الكاثود:



ويمكن اختصار المعادلات الأنودية و الكاثودية في معادلة واحدة تُعبّر عن التفاعل:



### 8.III . شروط حدوث التآكل الكهروكيميائي للمعادن :

لكي يحدث تآكل لمعدن ما، يجب توفر الشروط

- لا بد من وجود مؤكسد ومرجع.
- أن يكون جهد المؤكسد أكبر من جهد المرجع  $E_c > E_a$
- لا بد من وجود اتصال معدني أو مادي بين الأنود و الكاثود يساعد على مرور التيار الكهربائي من خلاله.
- لا بد من وجود وسط ينغمس فيه كلا من الأنود والكاثود ويجب أن يكون هذا الوسط ناقلاً للكهرباء. [3]

### III.9. الحماية من التآكل:

لا يمكن من الناحية العلمية منع التآكل منعاً تاماً، إلا أنه يمكن تحسين مقاومة الفلزات والسبائك وإطالة عمرها بوسائل وطرق عديدة، من بينها:

#### III.9.1. الحماية بالتصميم المناسب:

بما أن التصميم هو الخطوة الأولى لتحقيق المشروع، فإنه ذو أهمية كبرى لي لتفادي حدوث معظم أنواع التآكل، وهو يشمل عدة نواحي نذكر منها : [1]

#### III.9.1.1. الحماية بالتصميم المناسب من ناحية البيئة:

- **الطبيعية الجغرافية للبيئة :** التهوية والمياه والترربة يختلف تأثيرها باختلاف نوعها ومناطق تواجدتها [1]

- **الأوساط الكيميائية :** تختلف الأنواع الكيميائية المستخدمة باختلاف الأوساط الكيميائية فالمعادن المستعملة لتفادي التآكل في مياه البحر تختلف عن المستعملة لتفادي التآكل في الوسط الجوي [1]

- **الأوساط الأخرى :** مثل التحام المواد المعدنية مع المواد الغير معدنية مثل الخشب، البلاستيك [1]

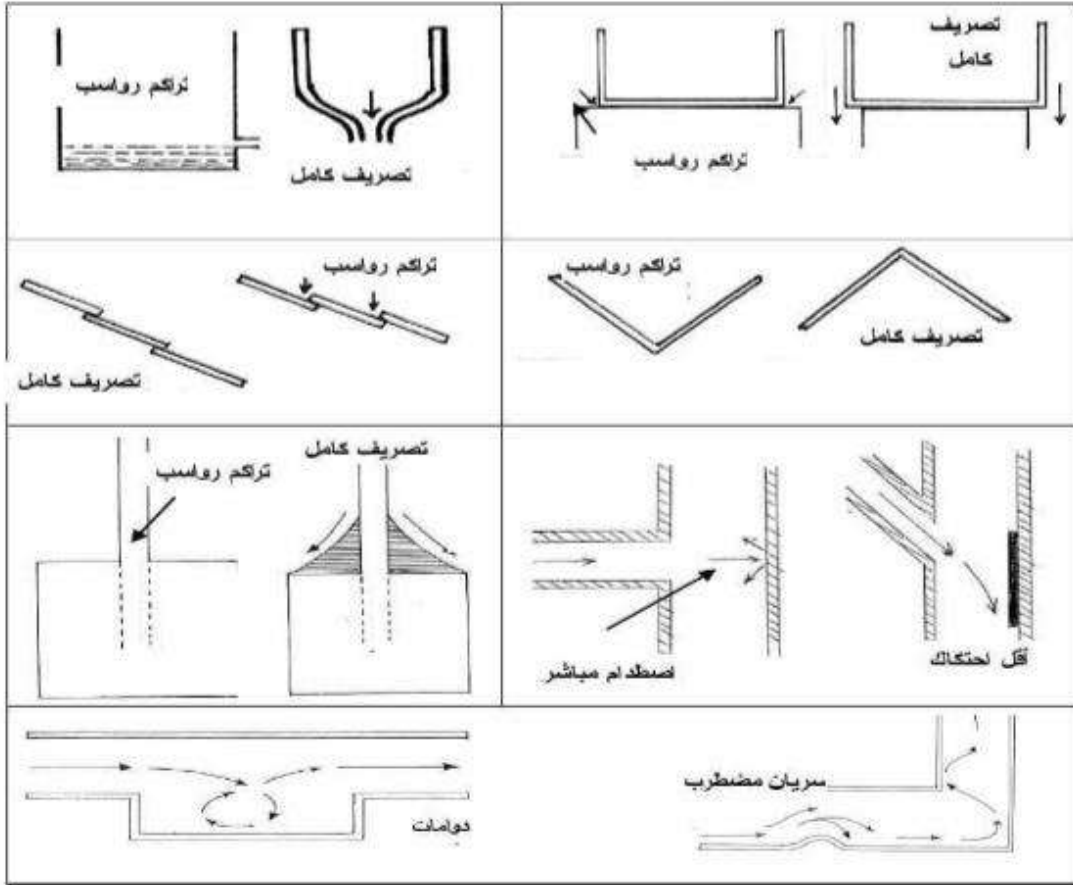
- **درجة الحرارة :** كقاعدة عامة بزيادة درجة الحرارة عن  $30^{\circ}C$  يزداد معدل التآكل لمعدن الحديد أضعاف عند الرطوبة النسبية العالية 32 [1]

#### III.9.1.2. الحماية بالتصميم المناسب من ناحية الإجهادات:

التصميم المناسب يجب أن يأخذ في عين الاعتبار جميع الإجهادات التي تحدث خلال عمر الآلة، وتتضمن إجهادات التشكيل والإجهادات الحرارية عند التصنيع والاهتزاز وكذلك إجهادات الاختبار والتشغيل [1]

#### III.9.1.3. الحماية بالتصميم المناسب من ناحية الشكل والمظهر:

- **اللحام:** يعتبر اللحام من أفضل الطرق لربط قطع المعدن الواحد ويجب أن يكون حالياً من التنوعات والفجوات.
- **الرواسب:** في الأسطح الأفقية (مثل: أسقف المباني والأنابيب وقيعان الخزانات ...) كثيراً ما تترسب المياه والأتربة، وهنا يجب تصميم أماكن لتصريفها وعدم تراكمها. [1] والشكل التالي يمثل الشكل الصحيح لبعض التصاميم



الشكل (8.III) بعض التصاميم الهندسية لتلافي التآكل

### 2.9.III. الحماية باستخدام الطلاء :

يعد الطلاء أحد أنواع الحماية من التآكل ويختلف باختلاف أنواعه.

#### 1.2.9.III. تعريف الحماية باستخدام الطلاء:

الحماية باستخدام الطلاء: هي تكوين طبقة حماية على سطح المعدن مما يمنع اتصال سطح المعدن بالوسط

الأكال. [2][4]

#### 2.2.9.III. خصائص الطلاء: من بين هذه الخصائص نذكر

جيدة الالتصاق، لها مقاومة ضد رطوبة التربة، ولها مقاومة ضد الماء، ومقاومة كهربائية عالية [4]

#### 3.2.9.III. أنواع الطلاء

الطلاء الفلزي: هو عبارة عن طبقة ممتزة رقيقة من فلز أقل ميلا للتآكل يغطي بها فلز آخر أكثر ميلا

للتآكل. [2]6

الطلاء العضوي: وهو مجموعة مواد الصباغة والمواد اللاصقة والملدن والمذيبات. [1]

الطلاء غير العضوي : الطلاء بالغمس الساخن والطلاء بالترسيب الكهربائي والطلاء الفاصل للحرارة.[2][1]

### III.3.9. الحماية المهبطية:

#### III.1.3.9. تعريف الحماية المهبطية :

هي عملية حقن مستمر للمعدن المراد حمايته، بالإلكترونات السالبة، ليكون مهبطاً ويصبح القطب المقابل له في نفس الوقت مصعداً. [2]

#### III.1.2.3.9 طرق استعمال الحماية المهبطية:

##### III.1.1.2.3.9 الحماية باستخدام تيار كهربائي مسلط:

هذه الطريقة تعتمد على تمرير تيار كاثودي معاكس لتيار التآكل. [2]

##### III.2.1.2.3.9 الحماية باستخدام مبدأ التضحية:

تتم باستعمال معادن نشطة مثل الألمنيوم والماغنيسيوم بحيث تمثل هذه المعادن مصعداً إذ تم وصلت بالمعادن الأخرى مثل الحديد والنيكل في بيئة واحدة، أي انها تتضحي بنفسها وتتآكل بدلاً من المعدن المراد حمايتها. [2][13]

### III.4.9. الحماية المصعدية:

#### III.1.4.9. تعريف الحماية المصعدية:

وتتمثل في تسليط تيار خارجي مصعدي على سطح المعدن المغمور في المحلول الموصل، لتحويل تيار التآكل إلى منطقة السالبة. [2][13]

### III.5.9. الحماية باستخدام مثبتات التآكل :

تعتبر المثبتات نوع آخر للحماية من التآكل وتختلف باختلاف تصنيفها وآلية عملها

#### III.1.5.9. تعريف المثبتات:

فالمثبتات هي: المواد التي تضاف لوسط التآكل، بتراكيز ضئيلة فتعيق أو تقلل من سرعة التآكل للمعدن. [1][2][15]

#### III.2.5.9. تصنيف المثبتات:

يمكن للمثبتات أن تكون كيميائية أو إصطناعية أو طبيعية. [7]

#### III.3.5.9. أنواع المثبتات :

• المانع الممتزة: وهي المركبات التي عندما نضيفها للوسط تتراكم على سطح المعدن لتمنع ذوبانه كمصعد أو إختزاله كمهبط معاً. [1][7]



• **معوقات إنطلاق الهيدروجين:** هي المركبات التي عندما نضيفها للوسط تؤخر من عملية إزالة الإستقطاب للهيدروجين مثل أيونات الزرنيخ والأنتيمون. [1][7]

• **الكاسحات:** وهي المركبات التي عندما نضيفها للوسط تعمل على إزالة العناصر والمركبات التي تزيد من تآكل المعدن في وسط معين مثل كاسحات الأكسجين. [1][7]

• **المركبات المؤكسدة :** وهي المركبات التي عندما نضيفها للوسط تعمل على تكوين غشاء سالب على سطح المعدن لحمايته من التآكل. [1][7]

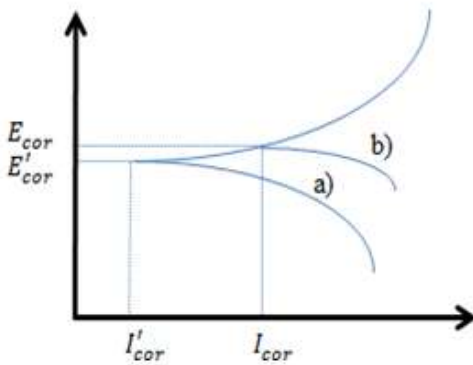
### III.4.5.9. ميكانيكية عمل مانعات التآكل:

#### III.1.4.5.9. المثبطات المصعدية:

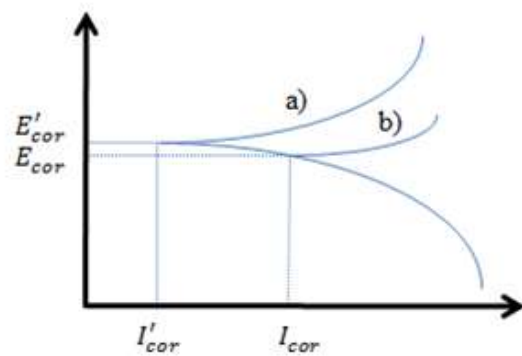
هي مثبطات عضوية تقوم بإبطاء التفاعل الأنودي وذلك بتخفيض كثافة التيار الجزئي المصعدي فيتناقص، وتزيج كمون التآكل في الإتجاه الموجب، وتتكون من نوعين: المانعات المصعدية المؤكسدة ( مثل: أيونات الكروميت و انترتيت )، والمانعات المصعدية غير المؤكسدة ( مثل: هيدروكسيد الصوديوم وفوسفات الصوديوم ). [1]

III.2.4.5.9. المثبطات المهبطية: هي مثبطات عضوية تقوم بإبطاء التفاعل الكاثودي وذلك بتخفيض كثافة التيار الجزئي المهبطي فيتناقص، وتزيج كمون التآكل في الإتجاه السالب، و من بين هذه المركبات فوسفات الكالسيوم، وبيكربونات الكالسيوم... [1]

ويمكن وصف ميكانيكية العمل للمثبطات المصعدية والمهبطية في تمثيل المنحنيين التاليين:



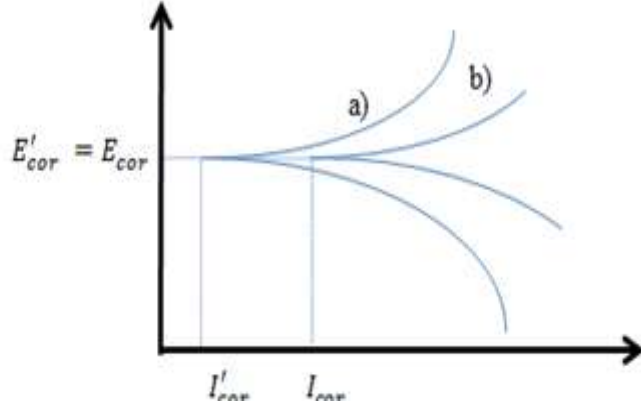
الشكل (10): السلوك الكهروكيميائي للمعدن بوجود المثبط الكاثودي ودون وجوده a و b على التوالي.



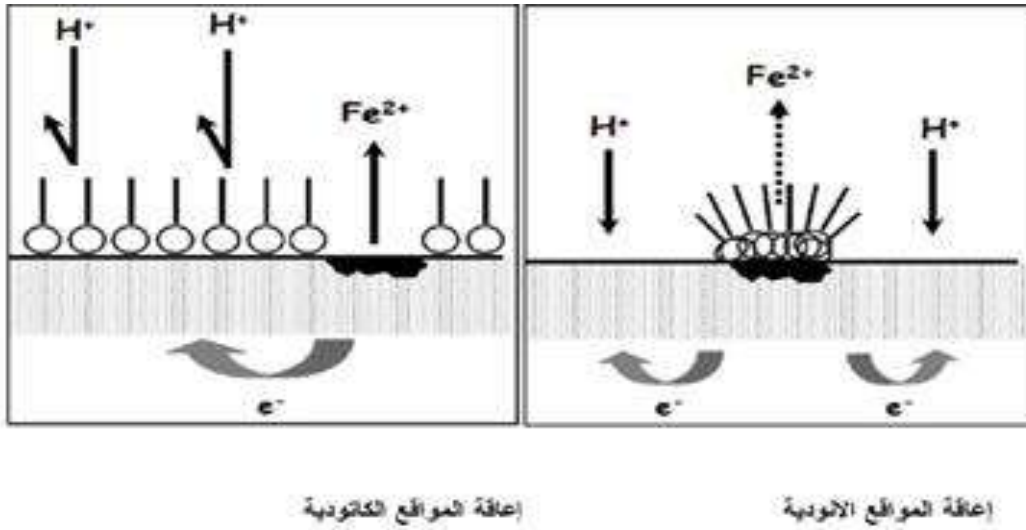
الشكل (9): السلوك الكهروكيميائي للمعدن بوجود المثبط الانودي ودون وجوده a و b على التوالي.

III.3.4.5.9. المثبطات المختلطة:

هي مثبطات عضوية مصعدية ومهبطية في نفس الوقت تقوم بالامتزاز على سطحي المصعد والمهبط لعزلهما عن الوسط وذلك لمنع انبعاث أيون الهيدرجين من المهبط وأيون المعدن من المصعد. [1]



الشكل (11) السلوك الكهروكيميائي للمعدن بوجود المثبط العضوي ودون وجوده a و b على التوالي.



الشكل (12): طبقات حاجزة كاثودية وأنودية من التفاعلات الكهروكيميائية في حالة دراسة وسط حمضي

III.10. الدراسة الحركية والتيرموديناميكية:

III.1.10. الدراسة التيرموديناميكية:

يعد تآكل المعادن في الأوساط المائية ظاهرة كهروكيميائية بطبيعتها (أي  $M$  يعطي  $M^{n+}$ )، و حتى يتم هذا التفاعل من الناحية التيرموديناميكية يجب أن يكون  $\Delta G$  أقل من الصفر. [10]

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln K \quad (8) \quad \text{لدينا :}$$

حيث:

لطاقة الحرة بالجول  $\Delta G$  .

$\Delta G^\circ$ : الطاقة الحرة في الحالة القياسية .

R : ثابت الغازات المثالية = 8.314 ( فولط .كولوم مول<sup>-1</sup> .كلفن<sup>-1</sup> )

T : درجة الحرارة المطلقة بالكلفن (K) °

Z : عدد الإلكترونات.

F : عدد فارداي 96500 ( كولوم ) .

عندما يكون التفاعل في حالة اتزان كيميائي تكون الطاقة الحرة تساوي الصفر أي أن الطاقة الحرة القياسية تساوي:

$$\Delta G^\circ = - RT \ln K \quad (9)$$

ومنه الطاقة الحرة الكهربية لخلية التآكل تساوي:

$$\Delta G = -EzF \quad (10)$$

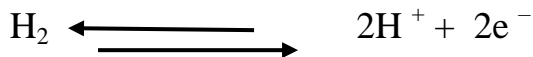
و الطاقة الحرة الكهربية في الحالة القياسية لخلية التآكل تساوي:

$$\Delta G^\circ = - E^\circ zF \quad (11)$$

حيث E: القوة الدافعة الكهربية :  $E^\circ$  : القوة الدافعة الكهربية القياسية.

### III.1.1.10. العلاقة بين فرق الجهد والأس الهيدروجيني:

لدينا معادلة تآين الهيدروجيني:



و بتطبيق علاقة نيرنست (13) على المعادلة الكيميائية السابقة (11) نجد:

$$E = E^\circ + \frac{RT}{zF} \ln \frac{[H^+]^2 [e^-]^2}{[H_2]} \quad (13) \quad 5$$

ومنه:

$$E = 2 \frac{RT}{zF} \ln[H^+] \quad (14) \quad (15)$$

تعريف الأس الهيدروجيني :

$$PH = -\log[H^+]$$

$$( \ln x = 2.3 \log x ) \text{ ولدينا:} \quad (16)$$

$$E = -0.059pH \quad (17)$$

ومنه :

### 2.1.10.III اتجاه التفاعل الكيميائي :

$$\Delta G_a = zFE_a \quad (18)$$

الطاقة الحرة للمصعد  $\Delta G_a$

$$\Delta G_c = Zfe_c \quad (19)$$

الطاقة الحرة للمهبط  $\Delta G_c$

$$G = \Delta G_a + \Delta G_c$$

ومنه عندما يكون التفاعل في وضع الاستمرار أي ازدياد تآكل المعدن تكون  $\Delta G_a$  سالبة، وفرق الجهد للمهبط أكبر من فرق الجهد للمصعد. [1]

$$\implies \Delta G = -ve \quad E_c > E_a \quad (20)$$

$$\Delta G = 0 \implies E_c = E_a \quad (21) \quad \text{وعند الاتزان}$$

أما عندما يكون هناك استمرار للتفاعل في الاتجاه المعاكس تكون هناك حماية من التآكل وتكون الطاقة الحرة تساوي:

$$\Delta G = -ve \implies E_c < E_a \quad (22)$$

### 1.3.1.10.III منحنى بوربييه للحديد في الوسط المائي عند درجة حرارة $25^\circ C$

بتطبيق علاقة نيرنست على معدن الحديد في الوسط المائي نجد :

$$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \log \frac{[Red]}{[Ox]} \quad (23)$$



الشكل (13.III): منحى بوريه للحديد في الوسط المائي عند درجة حرارة 25°C.

**المجال (A):** يدعى مجال خمولية المعدن حيث تتكون طبقة من الاكاسيد تحمي الحديد من التآكل. [1]  
**المجال (B):** يدعى مجال مناعة المعدن حيث لا يحدث أي تفاعل بين المعدن والوسط المحيط. [1]  
**المجال (C):** تمثل مجال تآكل المعدن حيث يتأكسد الحديد في الوسط الأكال إلى شوارد  $Fe^{+2}$  و  $Fe^{+3}$  [1]

### 1.2.10.III. الدراسة الحركية :

عند الاتزان تكون كثافة التيار متساوية في الاتجاهين (أي انتقال الشحنة من المصعد إلى المهبط متساوية وبالعكس متساوية) وهذه تساوي كثافة انطلاق الهيدروجين ( $i_0$ ). [1]

$$\vec{i}_a = i_0 \exp \frac{\alpha zF\eta}{RT} \quad (24) \quad \text{كثافة تيار المصعد :}$$

$$\vec{i}_c = i_0 \exp - \frac{[(1 - \alpha) zF\eta]}{RT} \quad (25) \quad \text{كثافة تيار المهبط :}$$

حيث أن تيار التفاعل المستمر أو التآكل يساوي الفرق بين التيار في الإتجاهين.

$$i = \vec{i}_a - \vec{i}_c \quad (26)$$

ومنه التيار الكلي يمكن التعبير عنه بمعادلة بوتلر فولمر.

$$i = i_0 \left\{ \exp \left[ \frac{\alpha zF\eta}{RT} \right] - \exp - \left[ \frac{(1 - \alpha) zF\eta}{RT} \right] \right\} \quad (27)$$

وبإدخال اللوغاريتم على الطرفين نجد:

$$\log i_a = \log i_0 + \frac{\alpha zF\eta}{2.303RT} \quad (\eta > 50mV) \quad (28)$$

$$\log i_c = \log i_0 - \frac{(1 - \alpha)zF\eta}{2.303RT} \quad (\eta > -50mV) \quad (29)$$

وعندما يكون فرط الجهد صغير فإن معامل قيمة إنتقال الشحنة في الاتجاهين تكون متساوية تقريبا أي أن  $(\alpha = 1 - \alpha = 0.5)$  ومنه نجد أن تيار التآكل عند تحكم النشاط كما في المعادلتين (24) و(25) يساوي:

$$i = i_0 \frac{zF\eta}{RT} \quad (28)$$

وبذلك يمكن الحصول على مقاومة إنتقال الشحنة  $(R_{ct})$  كما يلي:

$$R_{ct} = \frac{\eta}{i} = \frac{RT}{zFi_0} \quad (29)$$

وباستعمال ثوابت تافل المصعدية والمهبطية فإن تيار التآكل الذي يعبر عن معدل التآكل يمكن تقديره من المعادلة (29) التي تعرف بمعادلة جيرى وستيرن.[1]

$$i = \frac{b_a b_c}{2.303R_{ct} (b_a + b_c)} \quad (30)$$

$$b_a \frac{2.3 RT}{\alpha zF} \quad (31)$$

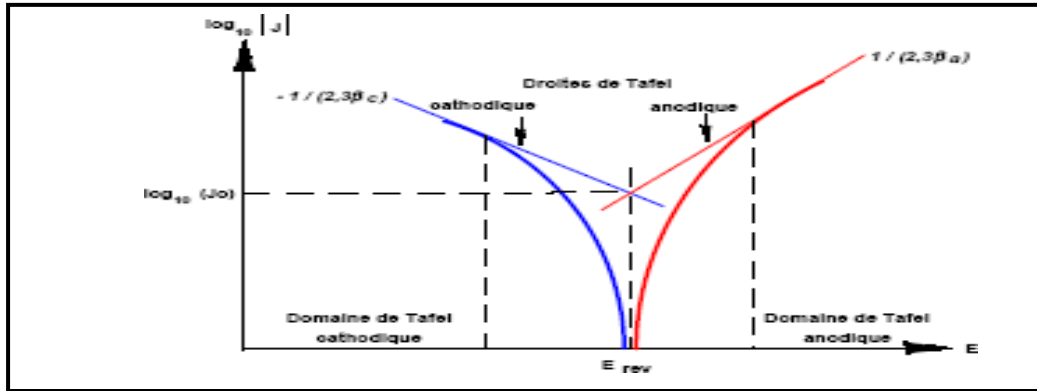
$$b_c \frac{2.3 RT}{(1 - \alpha) zF} \quad (32)$$

$i$ : كثافة تيار التآكل.

$R_{ct}$ : مقاومة إنتقال الشحنة.

$b_a$ : مقدار الميل لمنحنى المصعد ثابت تافل للمصعد

$b_c$ : مقدار الميل لمنحنى المصعد ثابت تافل للمهبط



الشكل (14.III): يمثل منحنى تافل

[1]	د. عيسى مسعود بغني أساسيات هندسة التآكل 2006/7029 دار الكتب الوطنية - ليبيا 2006 (ص 27-57) و(ص145-199)
[2]	د. عمر بن عبد الله الهزازي الكيمياء الكهربائية، (ص800-807)
[3]	عبد القادر بن منين، étude de L'effect inhibitrice des extrais de plantes sur la corrosion de l'acier Cx52، أطروحة دكتوراه جامعة ورقلة، 2018 (ص20-29)
[4]	مهند محمد بابكر محمد أحمد، تقييم وتحكم نام الحماية الكاثودي لأنابيب النفط الخام، ذكرة ماجستير ، جامعة البحر الأحمر، 2019، (ص18-19)
[5]	د. دغموش مسعودة تحضير وتحديد الخصائص الفيزيوكيميائية لبعض مركبات ثنائي ثيول ثيون وأملاحها المرافقة لتطبيق فعاليتها التثبيطية في دراسة تآكل المعدن أطروحة دكتوراه ورقلة جامعة قاصدي مرباح، 2014، ص 92)
[6]	عادل عبده الزهراء رشق السعدي جامعة القادسية . دراسة منحنيات الإستقطاب للصلب الكربوني ( X65-Steel (في الوسط الحمضي العراق مذكرة ماجستير 2016 (ص 2-25)
[7]	أحلام الجوجة دراسة تآكل الحديد وكيفية الحماية منه باستخدام طرائق كيميائية وكهربائية مذكرة ماجستير سوريا جامعة البعث . (ص 19-27)
[8]	غيلاني مريم دراسة فعالية نبات الشريك Fagoni Cretical ضد التآكل بطريقة انخفاض الكتلة والطريقة الكهروكيميائية، مذكرة ماستر، الوادي ، جامعة الشهيد حمه الخضر، 2018 (ص 6-27) (ص 43-46)
[9]	بلوم أسامة، دراسة فعالية التثبيط لمستخلص نبات Pistacia atlantica Desf على تآكل الفولاذ XC52 في وسط ماء الألبان عند 40°C، مذكرة ماستر، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح، 2014 (ص 14-24)
[11]	كودية سمية، لحل دراسة الفعالية التثبيطية لبعض المركبات الحلقية، الكبريتية في وسط حمضي مذكرة ماستر، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح ، 2012 (ص2-8)
[14]	علم المواد التطبيقي و التآكل اشكال التآكل (ص 37-45)
[15]	قمو شهرة، مساهمة في دراسة الخصائص الفيزيو كيميائية للمثبط، مذكرة ماستر ، ورقلة ، جامعة قاصدي مرباح، 2001، ص 25).
[16]	د. خالد عثمان شرف، دراسة سلوك الفولاذ الكربوني في الأوساط المائية، مجلة جامعة دمشق العلوم الهندسية المجلد الثامن والعشرون، 2012 ، العدد الأول (ص.382-384)

## المراجع باللاتينية

Sunil Gowda; MULTI-SCALE EFFECTS OF CORROSION ON STEEL STARUCTURES; PhD thesis The Graduate Faculty Of The University Of Akron, pp( 13-23) 2016;	[10]
Abdeali Fiala; Syntheses et Caracter Isation de Nouvelles Molecules Contenant du Soufre et De L'azote ,Etudes de Leur Effet Inhibiteur sur la corrosion des Metaux de Transition Application a la Protection du du Cuivre en Milieux Acides S; PhD thesis ; University MENTOURI Constantine, pp(6-8), 2007	[12]
Florina Constantin. Etude de l'efficacité d'inhibiteurs de Corrosion Utilisés dans les Liquides de refroidissement. Autre. INSA de LYON; Universitatea din Pitesti. Facultatea de Litere (România). pp (26-31). 2011. Francais.	[13]



الفصل الرابع  
دراسات سابقة

دراسة تطبيقية إحصائية

المقالة (1) :

The Effect of Expired Acyclovir and Omeprazole Drugs on the  
Inhibition of Sabcic Iron Corrosion in HCl Solution

المؤلفين:

- *M. Abdallah*
- *A. Fawzy*
- *A. Al Bahir*

المجلة:

International Journal of ELECTROCHEMICAL SCIENCE

سنة النشر: 10 March 2020

Received	Accepted
11 December 2019	27 Janury2020

التجربة:

الادوات :

- الأميسيلين (  $C_{16}H_{19}N_3O_4S$  ) / Masse molaire : 349,406 g/mol

- فلوكوكساسيلين (  $C_{19}H_{17}FCIN_3O_5S$  ) / Masse molaire : 453,87 g/mol

تم تحضير محاليلهما في ماء مقطر، تم تحضير وسط للتآكل ( $H_2SO_4$ ) وتم الحصول على التراكيز المطلوبة عن طريق التخفيف. أجريت تجارب التآكل على عينات من الفولاذ اللين ذات التركيبة (بالوزن %):

جدول (1.IV): وزن عينات من الفولاذ اللين

عنصر	Mn	P	S	Si	C	Fe
%	0.270	0.021	0.012	0.070	0.070	

الطريقة :

تم إجراء قياسات فقدان الوزن في نظام يتم التحكم في درجة حرارته . كانت عينات فولاذ اللين المستخدمة في تجارب فقدان الوزن عبارة عن قضبان بمساحات تتساوي 14سم<sup>2</sup> وتم تحضيرها لهذه القياسات .

تم تحقيق كل من تقنيات PDP و EIS باستخدام galvanostat / potentiostat PGSTAT30 المتحكم في درجة الحرارة . الكترود العمل عبارة عن قضيب من الفولاذ اللين ذو مساحة سطح تقدر بـ 0.6سم<sup>2</sup> ، في كل تجربة تمت معالجة الكترود العمل كما هو الحال في تقنية فقدان الوزن ثم تم غمره في وسط التآكل ( $H_2SO_4$ ) 0.1M أو التركيز المطلوب للدواء في OCP حتى تحقيق الحالة المستقرة.

في تقنية ، PDP تم تغيير جهد القطب في نطاق محتمل من ( 200Mv - إلى +Mv200 ) مقابل OCP بمعدل اكتساح ( 0.2 Mv /s ). مطيافية الممانعة الكهروكيميائية أجريت القياسات في نطاق تردد من 100kHz إلى 1.0kHz بسعة 0.4 Mv من الذروة إلى الذروة باستغلال إشارات التيار المتردد في OCP

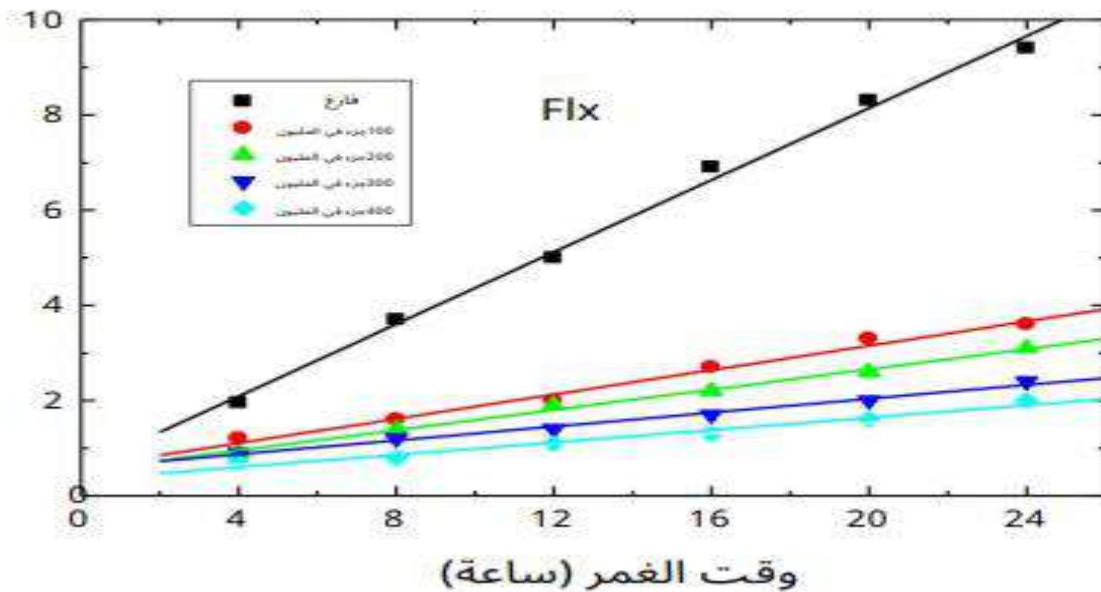
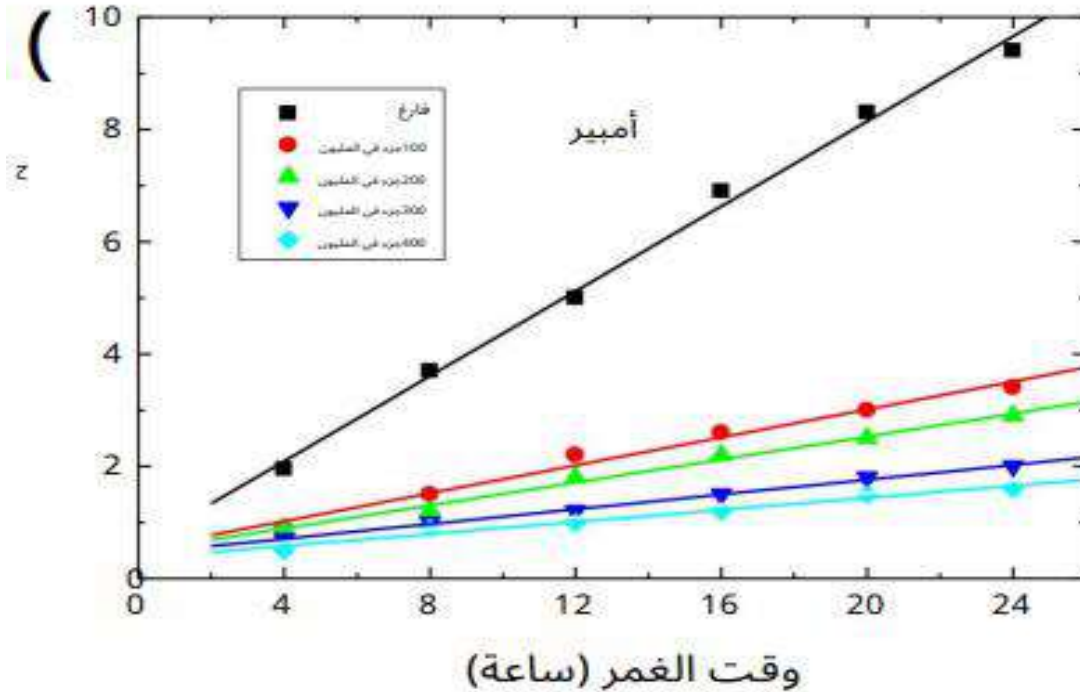
### 3 النتائج والمناقشة :

#### قياسات WL :

تم نقل قياسات فقدان الوزن لتآكل الفولاذ اللين في المحلول الفارغ  $H_2SO_4$  (0.1M) في الوسائط التي تحتوي على عدة تركيزات من مثبطات الأدوية التي تم فحصها في نطاق 100-400 Ppm في اربع درجات حرارة ( 293 K, K303 ,323K , 313K ) تهدف دراسة تأثير تركيزات المثبط في درجات الحرارة مختلفة إلى تقييم كفاءة المثبطات والتحقق من ثبات الأغشية الواقية التي يمكن بناؤها على سطح MS وكذلك تقييم الديناميكا الحرارية ومعلمات التنشيط لعملية التآكل. تم الحصول على منحنيات مماثلة لفقدان الوزن موضحة في الشكل 2 (عند 293K) في درجات حرارة أخرى ولكن لم يتم عرضها هنا. تم أيضا إدراج القيم المقدرة لمعدلات التآكل MS و كفاءة التنشيط (IE%) ودرجات التغطية السطحية للمثبطات في الجدول (2) ثم نقيم (IE%) باستخدام المعادلة التالية :

$$\%IE = \theta \times 100 = \left[ 1 - \frac{CR}{CR_{inh}} \right] \times 100 \quad (1)$$

و  $CR_{inh}$  و  $CR$  معدلات تآكل خالية من المانع وتحتوي على المثبط على التوالي



الشكل (2-IV) WL قابل المخططات الزمنية لتآكل MS في 0.1 M (H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>) عند 20 ° درجة مئوية خالية وتحتوي على بعض تركيزات (Amp) و (Flx) .

أظهرت النتائج المكتسبة أن قيم CR تتخفض مع زيادة [مثبط]. يرجع هذا السلوك إلى زيادة امتصاص الأدوية فوق المواقع الشاغرة على سطح MS مع زيادة تركيز المثبط. لذلك، يمكن اعتبار الأدوية منتهية الصلاحية التي يتم فحصها كمثبطات جيدة لتآكل MS في 0.1 من وسط H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> من ناحية أخرى، مع ارتفاع درجة الحرارة، فإن معدلات التآكل في كل من المحلول

الفارغ والمثبط. وبالتالي، تم العثور على قيم %IE لتقل مع درجة حرارة كما هو مذكور في الجدول 2. يشير هذا الانخفاض في %IE إلى الامتزاز المادي للعقار منتهي الصلاحية على سطح M. [27]

جدول (2. IV) : قيم CR-MS و %IE و لتراكيز مختلفة من (Amp) و (Flx) في وسط M 0. 1 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) في درجات حرارة مختلفة.

Inh.	Inh. Concn. (ppm)	Temperature (K)											
		293			303			313			323		
		CR	% IE	θ	CR	% IE	θ	CR	% IE	θ	CR	% IE	θ
	0	161	--	--	180	--	--	196	--	--	213	--	--
Amp	100	50	68.94	0.69	63	65.00	0.65	80	59.18	0.59	94	55.87	0.56
	200	31	80.74	0.81	41	77.22	0.77	55	71.94	0.72	70	67.14	0.67
	300	18	88.81	0.89	25	86.11	0.86	33	83.16	0.83	47	77.93	0.78
	400	11	93.17	0.93	22	87.78	0.88	27	86.22	0.86	43	79.81	0.80
Flx	100	56	65.21	0.65	74	58.89	0.59	94	52.04	0.52	111	47.89	0.48
	200	34	78.88	0.79	49	72.78	0.73	65	66.84	0.67	79	62.91	0.63
	300	23	85.71	0.86	32	82.22	0.82	43	78.06	0.78	58	72.77	0.73
	400	19	88.20	0.88	27	27.00	0.85	37	81.12	0.81	51	76.07	0.76

ألقى الجدول (1-IV) الضوء على تغيير كفاءات التثبيط للأدوية منتهية الصلاحية المدروسة مع الدواء تراكيز في درجات حرارة مختلفة. أشارت البيانات المدرجة في الجدول إلى أنه عند نفس تركيز المثبطات، تزداد قيم IE في التسلسل: Flx < Amp الذي يشير إلى أن التأثيرات الفراغية ومدى الكثافة الإلكترونية للذرات المانحة المشاركة في جزيء المانع يتم أخذها في الاعتبار كدور رئيسي في الامتزاز

3.2.1. اعتبارات الامتزاز:

تم الإبلاغ في [28] أن المركبات العضوية تقدم خاصية تثبيطها عن طريق الامتصاص على سطح MS والعديد من متساويات الحرارة مثل : Frumkin و Langumir و Tamkin و Freundlich و غيرها . تم استخدامها للتحقيق من تفسير منع التآكل حددت النتائج في الدراسة الحالية أن امتزاز الأدوية منتهية الصلاحية المختبرة على سطح مرض التصلب العصبي المعد في محلول حامض الكبريتات يتوافق مع متساوي الامتصاص Langumir ، الوارد في الشكل 3 و الذي تم تقديمه بواسطة : [29]

$$\frac{C_{inh}}{\theta} = \frac{1}{K_{ads}} + C_{inh}$$

حيث ( K<sub>ads</sub> ) هي قيم ثابت توازن الامتزاز (الجدول 2)

### 3.1.3. معدلات الديناميكا الحرارية:

تعتبر الطاقة القياسية المجانية للامتصاص (ΔG<sup>o</sup><sub>ads</sub>) لK<sub>ads</sub> فيما يتعلق بالمعادلة G [30]

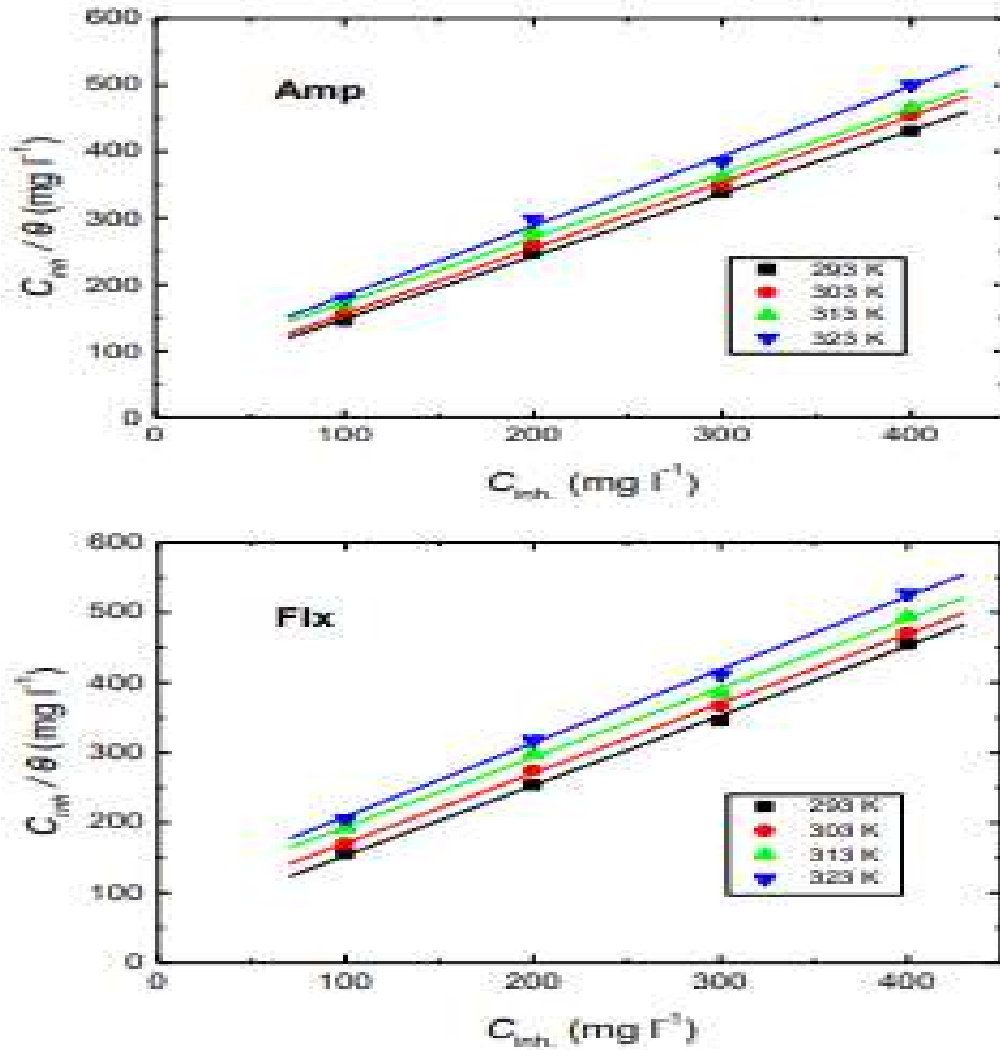
$$\Delta G^{\circ}_{ads} = -RT \ln(55.5 K_{ads})$$

تم إدراج إعلانات الأدوية التي يتم فحصها بدرجات حرارة مختلفة في جدول إعلانات تحدد عفوية عملية الامتزاز والإستقرار .

القيم المقدره لـ  $\Delta G^{\circ}_{ads}$

لقيم السالبة الأعلى لـ  $\Delta G^{\circ}_{ads}$

طبقة ممتصة على سطح MS [31]

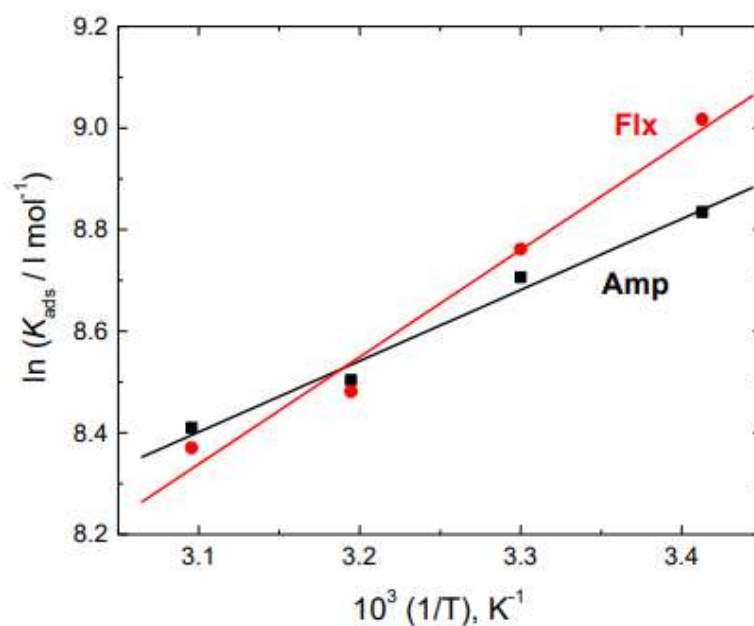


الشكل (3-IV) متساوي الحرارة Langmir (Amp) و (Flx) ممتزان على سطح MS في  $(H_2SO_4)$  0.1 M متوسط في درجات حرارة مختلفة.

الجدول (3-IV) المعلمات الديناميكية الحرارية وثابت الامتزاز ( $K_{ads}$ ) لتآكل MS في  $(H_2SO_4)$

0.1M

Inhibitor	Temp. (K)	$10^{-3} K_{ads}$ l mol <sup>-1</sup>	$\Delta G^{\circ}_{ads}$ kJ mol <sup>-1</sup>	$\Delta H^{\circ}_{ads}$ kJ mol <sup>-1</sup>	$\Delta S^{\circ}_{ads}$ J mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
Amp	293	6.86	-31.31	-11.64	67.12
	303	6.03	-32.05		69.66
	313	4.93	-32.58		71.48
	323	4.49	-33.37		74.18
Flx	293	8.24	-31.75	-17.46	48.78
	303	6.38	-32.19		50.28
	313	4.82	-32.53		51.42
	323	4.31	-33.26		53.94



الشكل (4-IV): van't Hoff لـ (AMP) و ال (FLX) ممتزان على سطح MS في وسط 0.1M (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

حددت القيم المكتسبة لـ  $\Delta G_{ads}$  ان عملية الإمتزاز مختلطة بين الإمتزاز الفيزيائي و الكيميائي يمكن تقييم حرارة الإمتزاز القياسية  $\Delta H^{\circ}_{ads}$

$$\ln K_{ads} = \frac{-\Delta H^{\circ}_{ads}}{RT} + \text{Constant} \quad (4)$$

أسفرت العلاقة بين  $\ln K_{ads}$  مقابل  $1/T$  عن خطوط مستقيمة واضحة كما هو موضح في الشكل (4). تم تقييم قيم  $\Delta H^{\circ}_{ads}$  وتم إدراجها أيضاً في الجدول 3. القيم السالبة لـ  $\Delta H^{\circ}_{ads}$  وافقت على أن امتزاز الأدوية التي تم فحصها عملية طاردة للحرارة [34].

يمكن الحصول على إنتروبيا الامتزاز القياسية ( $\Delta S^{\circ}_{ads}$ ) من معادلة Gibbs – Helmholtz:

$$\Delta G^{\circ}_{ads} = \Delta H^{\circ}_{ads} - T\Delta S^{\circ}_{ads} \quad (5)$$

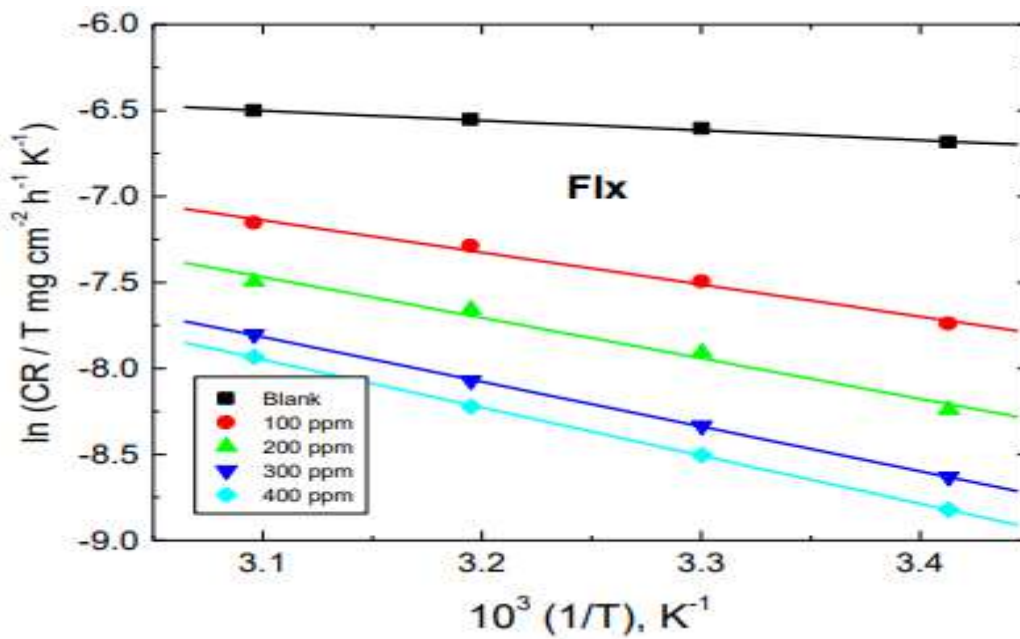
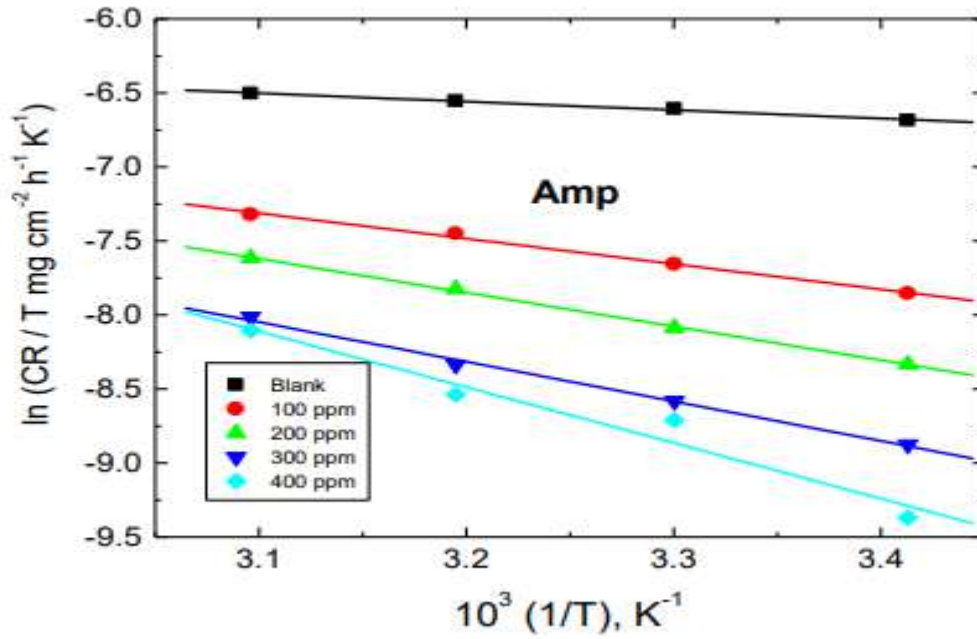
تم إدراج القيم التي تم الحصول عليها في الجدول (3)، أظهرت قيم إيجابية التي تم الحصول عليها من

زيادة  $\Delta S^{\circ}_{ads}$  اضطراب الإدوية منتهية الصلاحية أثناء امتصاصها على سطح MS

### 4.1.3. المعلمات الحركية :

تم توضيح اعتماد على  $CR(mg\ cm^{-2}\ h^{-1})$  على درجة الحرارة بواسطة معادلة Arrhenius [36]

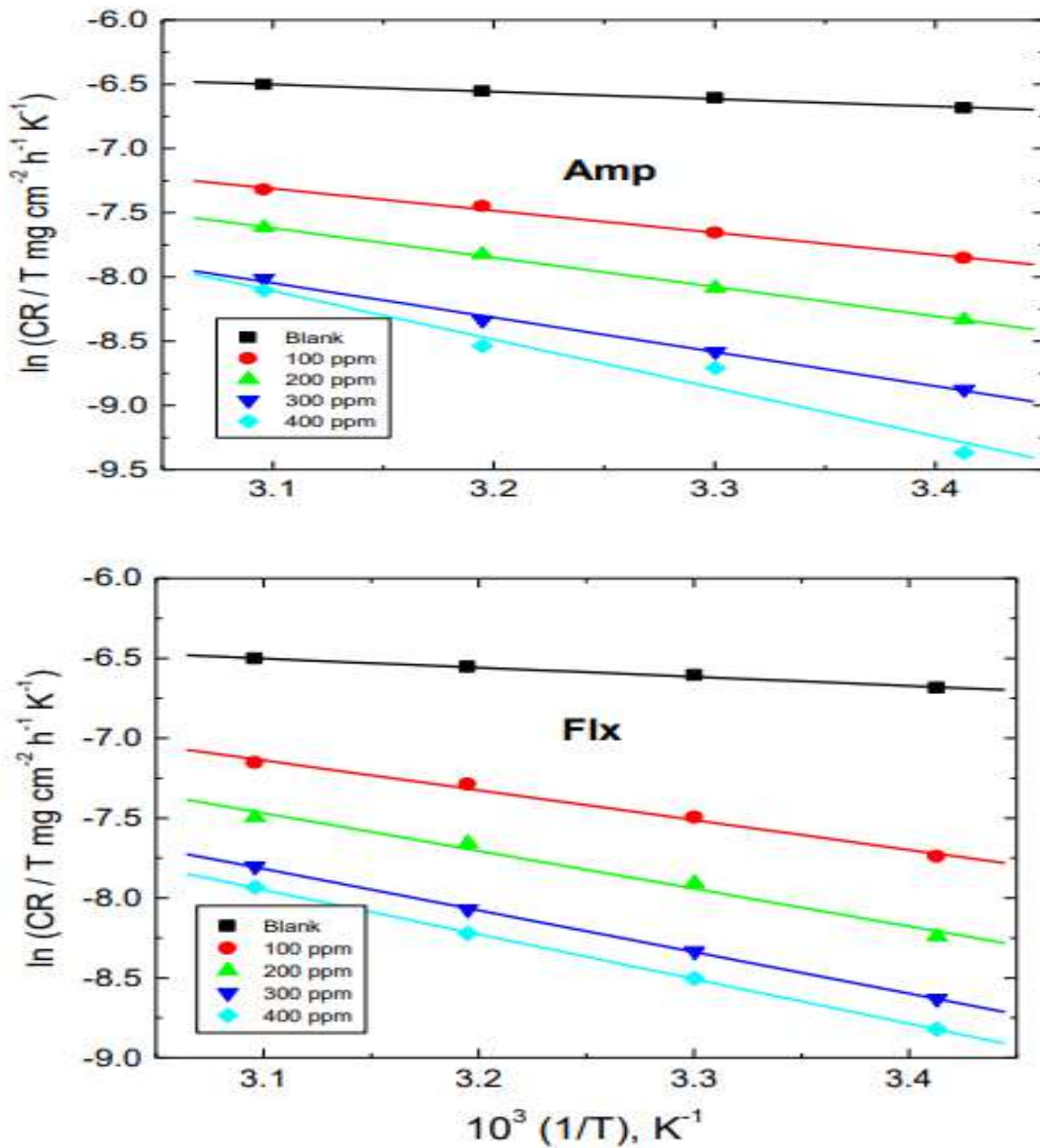
$$\ln CR = \ln A - E_a^* / RT$$





الشكل (5) مخططات Arrhenius لتآكل MS في وسط  $0.1M$  ( $H_2SO_4$ ) و تحتوى على بعض تراكيز (Amp) و(Flx).

يمثل الشكل 5 الرسوم البيانية Arrhenius لمرض التصلب العصبي المتعدد في محلول  $H_2$   $1.0 M$   $SO_4$  في خالية وبتراكيزات عديدة من الأدوية التي تم فحصها. كانت القيم المقدره لـ  $E_a^*$  في وجود الأدوية أعلى من تلك الموجودة في المحلول الفارغ الجدول (4) مما يؤكد الامتزاز القوي لجزيئات الدواء ، وبالتالي تقليل معدلات التآكل. بالإضافة إلى ذلك ، يشير نطاق قيم  $E_a^*$  إلى الامتزاز المادي للعقاقير [37]. تتوافق هذه الملاحظات مع تلك التي تستند إلى قيم كل من  $G_{ads}^o$  و  $\Delta H_{ads}^o$  التي توافق على صحة النتائج المكتسبة.



الشكل (6-IV) مخططات الحالة الإنتقالية لتآكل MS في وسط خالى من  $0.1M$   $(H_2SO_4)$  و يحتوي على بعض تراكيز من (Flx) : (Amp)

الجدول (4-IV): معاملات تنشيط لتآكل Ms في وسط  $0.1 M$  من  $(H_2SO_4)$  يحتوى على تراكيز من (Amp) (Flx)

Inhibitor	Inhibitors Concn. (mg l <sup>-1</sup> )	$E_a^*$ kJ mol <sup>-1</sup>	$\Delta H^*$ kJ mol <sup>-1</sup>	$\Delta S^*$ J mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
	0	7.23	4.74	-39.08
Amp	100	16.79	14.22	-16.63
	200	21.62	18.96	-4.57
	300	24.94	22.00	-2.08
	400	33.84	31.26	-29.93
Flx	100	18.04	15.55	-11.22
	200	22.12	19.62	-1.16
	300	24.11	21.62	-1.99
	400	25.77	23.28	-5.82

التنشيط الحرارى ( $\Delta H^*$ ) و انتروبيا التنشيط ( $\Delta S^*$ ) يتم تقييم التآكل MS باستعمال المعادلة (7)

$$\ln\left(\frac{CR}{T}\right) = \left(\ln\frac{R}{Nh} + \frac{\Delta S^*}{R}\right) - \frac{\Delta H^*}{R} \frac{1}{T}$$

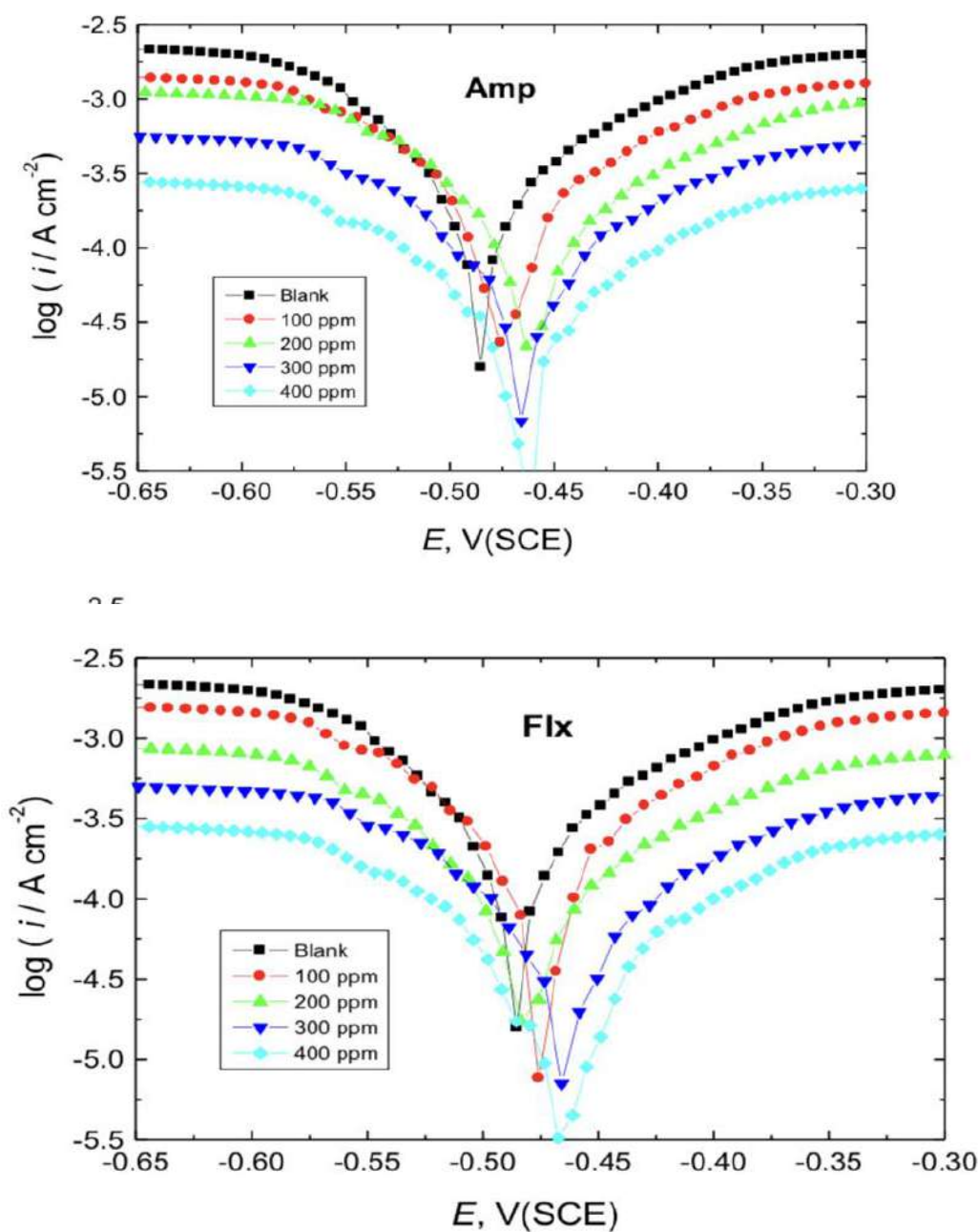
حيث ، N هو رقم أفوجادرو و h ثابت بلانك.

تم الحصول على قيم  $\Delta H^*$  و  $\Delta S^*$  من الرسوم البيانية لـ  $\ln(CR/T)$  مقابل  $1/T$  (الشكل 6) في الجدول 4. القيم الإيجابية لـ  $\Delta H^*$  تعكس الطبيعة الماصة للحرارة لعملية التآكل. القيمة السلبية لـ  $\Delta S^*$  الرابطة المضيئة لجزيئات الدواء بدلاً من التفكك مما يؤدي إلى خصم في الاضطراب [39]

### 3.3 قياسات PDP

#### 3.3.1 تأثير تركيزات الأدوية منتهية الصلاحية

يتم عرض منحنيات PDP المكتسبة لتآكل MS في محلول  $0.1M$   $H_2SO_4$  ، خالية و تحتوي على العديد من تركيزات الأدوية المختبرة في الشكل (7) ، وترد في الجدول (4). معاملات التآكل. وأظهرت النتائج أن كميات الأدوية إلى المحلول الفارغ ، تحول الفروع الأنودية والكاثودية لمنحنيات الاستقطاب إلى كثافة تيار أقل ثم تم منع تآكل MS. لذلك ، يمكن القول أن مثل هذه الأدوية التي تم فحصها تعمل كمثبطات من النوع المختلط مع غلبة أنوديك [40].



الشكل (7-IV). منحنيات PDP لتآكل MS في وسط  $(H_2SO_4)$  0.1 M عند درجة مئوية 20 وتحتوي على بعض تركيزات (Amp) و(Flx)

الجدول (5-IV). بيانات الاستقطاب لتآكل MS في وسط  $(H_2SO_4)$  0.1M عند درجة مئوية 20 وتحتوي على بعض تراكيز (Flucloxacillin) (Amp)

Inh.	Inh. Concn. (ppm)	$-E_{corr}$ (mV(SCE))	$\beta_a$ (mV/decade)	$-\beta_c$ (mV/decade)	$i_{corr}$ ( $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ )	% IE	$\theta$
	0	489	85	76	397	--	--
Amp	100	481	102	86	115	71.03	0.71
	200	472	99	93	71	82.11	0.82
	300	467	96	105	36	90.93	0.91
	400	464	103	109	24	93.95	0.94
Flx	100	479	104	83	147	62.97	0.63
	200	478	109	86	87	78.09	0.78
	300	469	98	107	52	86.90	0.87
	400	468	107	113	36	90.93	0.91

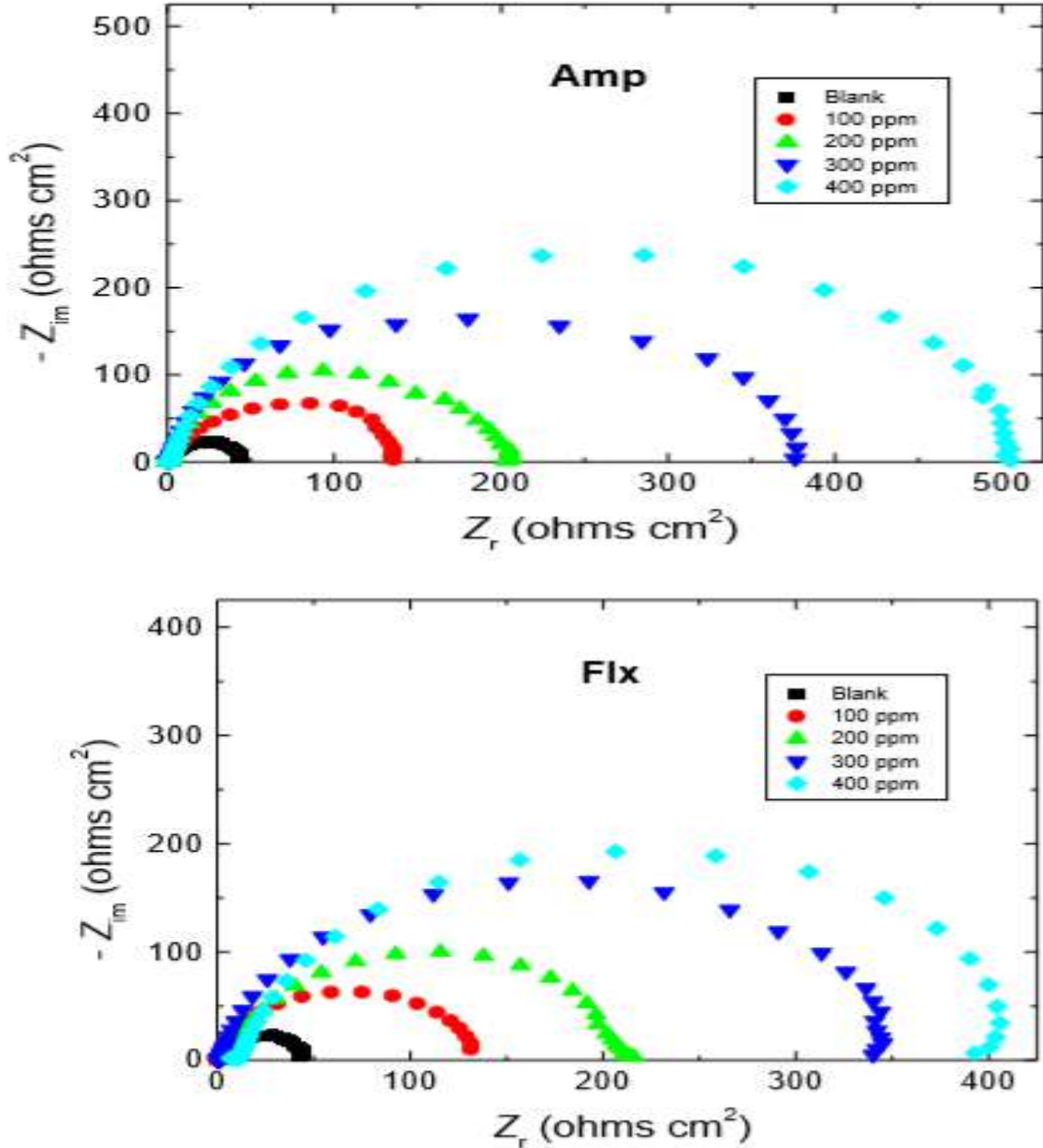
### 4.3. قياسات التحليل الطيفي للمقاومة الكهروكيميائية

يعرض الشكل 8 الرسوم البيانية Nyquist لتآكل MS في 0.1M (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) بدون ومع العديد تراكيز الأدوية المفحوصة عند 298K . أطياف المقاومة في المحلول.

أظهر وجود العقاقير المختبرة حلقات سعوية مفردة مكتئبًا تتوقع حدوث تآكل في مرض التصلب العصبي المتعدد الجدير بالذكر التي تحكمها عملية تحويل تهمة. تم إعطاء قيم Rct و % IE في الجدول (5) لقد لوحظ أن Rct تضاعف بشكل كبير مع زيادة تراكيز الدواء مما أدى إلى خصم في معدلات التآكل.

**الجدول (6-IV) :** قيم Rct و % IE و لتركيزات مختلفة من (Amp) و (Flx) لتآكل MS في وسط (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)0.1M عند 20 درجة مئوية.

Inhibitor	Inhibitor Concn. (ppm)	Rct	% IE	$\theta$
	0	45	--	--
Amp	100	136	66.91	0.67
	200	205	78.05	0.78
	300	375	88.01	0.88
	400	503	91.02	0.91
Flx	100	132	65.91	0.66
	200	215	79.07	0.79
	300	346	86.99	0.87
	400	409	88.99	0.89



الشكل (8-IV): مخططات Nyquist للتآكل MS في وسط  $0.1M$  ( $H_2SO_4$ ) عند درجة مئوية 20 تحتوي على بعض تركيز (Amp) و (Flx)

#### 4-النتائج :

- تم تعيين الأدوية منتهية الصلاحية (الأمبيسيلين والفلوكلوكساسيلين) لتكون مثبطات فعالة لتآكل MS في محلول ( $0.1M$  ( $H_2SO_4$ ))
- امتزاز الأدوية منتهية الصلاحية على سطح مرض التصلب العصبي المتعدد تخضع لانجموير متساوي الحرارة

- تعمل الأدوية منتهية الصلاحية التي تم فحصها كمتبطات من النوع المختلط مع متبطات من النوع الأنوديك بشكل كبير.
- تم تحديد نوع عملية امتصاص الأدوية لتكون فيزيائية.
- كانت النتائج المكتسبة من جميع التقنيات المستخدمة في توافق جيد.

### المقالة (2):

#### Recycling Unused Midazolam Drug as Efficient Corrosion Inhibitor for Copper in Nitric Acid Solution

المؤلفين:

- *Andrea Kellenberger*
- *Delia Andrada Duca*
- *Mircea Laurentiu Dan*
- *Mihai Medeleanu*

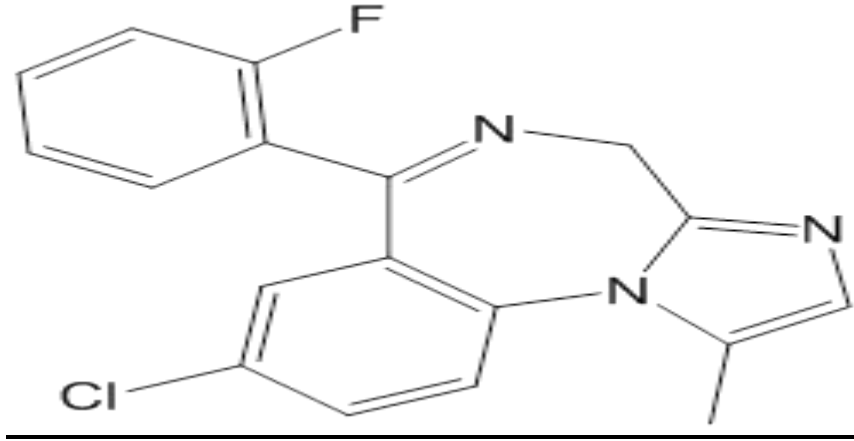
المجلة: Materials

سنة النشر: 16 april 2022

الأدوات والتقنيات المستعملة:

#### 2.1 الأدوات:

يعتبر الميدازولام (MID) من مشتقات بنزوديازيبين, و الذي ينتمي الى مجموعة الادوية المنومة و المسكنة, ويستعمل كمنوم لمدة قصيرة, (MID (C 18H<sub>13</sub>ClFN<sub>3</sub>) او 8-chloro-6-(2)-fluorophenyl)-1-methyl-4H-imidazo[1,5-a][1,4]benzodiazepine هو مركب بلوري, بنيته الكيميائية ممثلة في الشكل الآتي:



الشكل (9-IV). التركيب الكيميائي للميدازولام.

يحتوي ميدازولام 5 mg / ml على 5.56mg ميدازولام هيدروكلوريد (ما يعادل 5mg ميدازولام) وسواغات كلوريد الصوديوم وحمض الهيدروكلوريك 1N والماء، وهذا عندما يستعمل كمحلول للحقن. تعتمد قابلية ذوبان MID على الرقم الهيدروجيني، يذوب بقيم أقل من 0.1 mg / ml عند درجة الحموضة المعتدلة، والتي تزيد بشكل ملحوظ عند pH حامضي. يتم تفسير ذلك من خلال التحلل المائي القابل للانعكاس لـ MID عند  $pH < 4$  عندها يتم فتح حلقة البنزوديازيبين لتشكل البنزوفينون [30]. وبالتالي، يتم تكوين مجموعة أمينية أولية، والتي تمنح MID القدرة على تكوين أملاح عالية الذوبان في الماء مع الأحماض [31]. تم تحضير محلول اختبار التآكل بتخفيف الدرجة التحليلية 65 %HNO<sub>3</sub> (Analyticals Carlo Erba, Val de Reuil, Normandie, France) في الماء المقطر. تم تحضير خمسة تراكيز مختلفة من MID، تتراوح من  $10^{-4}$  إلى  $10^{-6}$  M، في محلول 0.1 M من HNO<sub>3</sub> باستخدام كميات مكافئة من محلول ميدازولام منتهي الصلاحية للحقن. أجريت قياسات فقدان الوزن على عينات من النحاس المعدني (99%) على شكل قرص، بأبعاد 15mm × 5. قبل إجراء جميع الاختبارات، تم تنظيف عينات النحاس بالطحن الميكانيكي بورق SiC (حجم الحبيبات 800 إلى 2400)، متبوعاً بالتلميع باستخدام معلق الماس (DiaDuo Struers, Cleveland, OH, USA)، بحجم حبة 6 و 3 مايكرو-متر، على التوالي. أخيراً، تم غسل العينات جيداً بالماء المقطر، وتنظيفها في الأستون بالموجات فوق الصوتية، وتجفيفها.

## 2.2 قياسات فقدان الوزن:

بالنسبة لقياسات فقدان الوزن، تم غمر عينات النحاس التي تم تنظيفها ووزنها في 150 ml من محاليل الاختبار: 0.1 M HNO<sub>3</sub> بدون مثبت (فارغ) وبتراكيز مختلفة للمثبط، والتي تتراوح من  $10^{-4}$  إلى  $10^{-6}$  M، في درجة حرارة الغرفة.

بعد وقت غمس قدره 48 H، تم إخراج العينات وتنظيفها لإزالة منتجات التآكل وتم وزنها مرة أخرى. تم التعبير عن فقدان الوزن بالجرام على مربع المساحة مضروبة في الساعة وذلك بالقسمة على المساحة الكلية للعينات ووقت الغمس. تم الحصول على كفاءة التثبيط (E) والتغطية السطحية ( $\theta$ ) لـ MID باستخدام المعادلتين (1) و (2):

$$E (\%) = (1 - W_{\text{corr}} / W_{\text{corr}}^0) \times 100 \quad (1)$$

$$\theta = 1 - W_{\text{corr}} / W_{\text{corr}}^0 \quad (2)$$

حيث يمثل  $W_{\text{corr}}$  و  $W_{\text{corr}}^0$  فقدان الوزن للعينات في وجود وغياب المثبط، على التوالي.

### 2.3 الطرق الكهروكيميائية:

تم إجراء جميع القياسات الكهروكيميائية في خلية كهروكيميائية قياسية مكونة من ثلاثة أقطاب متصلة بـ (Metrohm Autolab, Utrecht, Autolab PGSTAT 302N potentiostat/galvanostat The Netherlands). يتكون القطب العامل من قضيب نحاسي بقطر 8 mm ، معزول في أنبوب يتقلص حرارياً ، تاركًا مساحة سطح هندسية مكشوفة تبلغ  $0.5\text{cm}^2$ . تم استخدام قضيبين من الجرافيت كأقطاب كهربائية مضادة وكان المرجع عبارة عن قطب كهربي من الفضة / كلوريد الفضة Ag / AgCl (3MKCl, Metrohm Autolab, Utrecht, The Netherlands).

قبل القياسات ، تم تثبيت العينات في محاليل الاختبار لمدة 30min ، وتم قياس قيم إمكانات الدائرة المفتوحة (OCP). بعد ذلك ، تم إجراء قياسات التحليل الطيفي للمقاومة الكهروكيميائية (EIS) بقيمة OCP ، في نطاق التردد من  $10^{-2}$  إلى  $10^{-5}$  khz وسعة جهد التيار المتردد 10mV. تم استخدام توزيع لوغاريتمي قدره 10 نقاط لكل عقد لجمع 60 نقطة لكل طيف. باستخدام برنامج ZView 3.0 (Scribner Associates, Inc., Southern Pines, NC, USA) ، تم تركيب بيانات EIS التجريبية على الدائرة الكهروكيميائية المكافئة (EEC) باستخدام إجراء المربعات الصغرى غير الخطية المعقدة Levenberg-Marquardt. أخيرًا ، تم الحصول على منحنيات الاستقطاب الديناميكي الفعال بمعدل مسح قدره 1 mv / s في النطاق المحتمل من -500 mv إلى +250 mV بالنسبة إلى قيمة OCP. تم التحقق من قابلية التكاثر بتكرار منحنيات الاستقطاب ثلاث مرات. تم تحديد معاملات التآكل ، مثل جهد التآكل  $E_{\text{corr}}$  ، و تيار التآكل  $i_{\text{corr}}$  ، ومعدل التآكل  $v_{\text{corr}}$  لعينات النحاس في المحلول الشاهد وفي وجود تركيزات مختلفة من MID.



## 2.4 بنية و شكل (مورفولوجيا) السطح:

بعد كل من قياسات فقدان الوزن والاستقطاب ، تم فحص بنية وتشكل عينات النحاس باستخدام المجهر الإلكتروني لمسح الانبعاث الميداني (FE-SEM) باستخدام مجهر (FEI, QUANTA FEG 250 Hillsboro, OR, USA). تم التقاط صور FE-SEM باستخدام كاشف الإلكترونات الثانوي، بجهد تسريع 30 kV ومسافة عمل 10 mm .

## 2.5 النمذجة الجزيئية والحساب الكيميائي الكم:

تم إجراء الحسابات الكيميائية الكمية باستخدام برنامج (GAUSSIAN 09, GAUSSIAN 09 Revision B.01, Gaussian, Inc., Wallingford CT, USA, 2010)

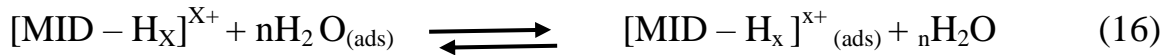
تم تحسين هندسة جزيء MID بالكامل في الفراغ وفي وجود الماء، بتطبيق طريقة نظرية الكثافة الوظيفية مع وظيفة B3LYP الهجينة المقيدة ، مع مجموعة أساس G(d) 31-6 تم حساب بعض الصفات الجزيئية، مثل طاقات المدار الجزيئي الأعلى المشغول (HOMO) ، وأدنى مدار جزيئي غير مشغول (LUMO) ، والفرق بين HOMO-LUMO ، والعزم ثنائي القطب ، والصلابة ، والليونة ، و ذلك لوصف التفاعل بين الميذازولام والنحاس.[32]

## 4. آلية تثبيط التآكل:

تمتص جزيئات MID على سطح النحاس عن طريق نقل الإلكترون من MID إلى مدارات d النحاس الفارغة منخفضة الطاقة. إن تكون هذه المعقدات المانح - المستقبل بين الإلكترونات الحرة للمثبط والمدارات d الشاغرة للمعدن هي المسؤولة عن منع عملية التآكل [34].

نظرًا لأن منحنيات الاستقطاب أظهرت أن MID يعمل كمثبط من النوع المختلط ، مما يؤدي في الغالب إلى إعاقة العملية الكاثودية ، فمن المتوقع أن MID يمتز بشكل تفضيلي على المواقع الكاثودية. في المحاليل الحمضية فإنه يتم فتح حلقة البنزوديازيبين عن طريق التحلل المائي القابل للانعكاس ، مما ينتج عنه مجموعة كربونيل ومجموعة أمينية أولية. ومن ثم ، فإن ذرات N من المجموعة الأمينية وحلقة الإيميدازول ، التي تحتوي على أزواج إلكترونات وحيدة أو إلكترونات من نوع  $\pi$  على حلقة الإيميدازول ، يمكن أن تكون مسؤولة عن الامتزاز على سطح النحاس. في المحلول الحمضي يمكن برتنة MID في المجموعة الأمينية الحرة، وفقًا للمعادلة (15).

عملية البرتنة تغير من كثافة الإلكترون في MID وتجعل المجموعة الأمينية غير متاحة للإمتزاز الكيميائي، لذلك سيتم توجيه جزيئات MID مع المناطق الغنية بالإلكترون نحو سطح النحاس. الشكل المعتدل والمبرتن من MID كلاهما عبارة عن جزيئات عالية القطبية، لذلك عندما تكون موجودة على سطح المعدن فإنها تتنافس على مواقع الامتزاز المتاحة مع جزيئات الماء أو النترات. يحدث امتزاز MID من خلال المعادلة (16) ، عن طريق استبدال جزيئات الماء الممتازة.



تؤكد جميع القياسات التجريبية والحسابات النظرية أن MID هو مثبت فعال لتآكل النحاس في محلول  $\text{HNO}_3$ .

للحصول على نظرة عامة أوضح لتأثير تثبيط MID على تآكل النحاس، يوضح الجدول (6) مقارنة بين المعلمات المختلفة المتعلقة بكفاءة التثبيط للجزيئات العضوية المختارة، بما في ذلك بعض الأدوية، لتآكل النحاس في وسائط تآكل مختلفة.

**الجدول (7-IV):** بيانات مقارنة حول معاملات التآكل، وكفاءة التثبيط، والطاقة الحرة للإمتزاز، وفجوة الطاقة للجزيئات المختلفة المستخدمة كمثبطات لتآكل النحاس.

Corrosive Media	Inhibitor/Concentration	$i_{\text{corr}}$ ( $\mu\text{A cm}^{-2}$ )	$R_p$ ( $\Omega \text{cm}^2$ )	E (%)	$\Delta G_{\text{ads}}^0$ ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )	$\Delta E$ (eV)	Ref.
$\text{HNO}_3$ 0.1 M	Midazolam drug/(imidazo-benzodiazepine)	8.7	2540	92.9	-45.89	4.207	This work
$\text{HNO}_3$ 0.5 M	Levetiracetam drug/300 ppm (pyrrole)	154.7	167.3	91.7	-19.24	4.1435	[34]
$\text{HCl}$ 1.0 M	Metronidazole drug/1 mM (imidazole)	10.3	3012.6	91.8	n/a	4.583	[46]
Acid rain sol.	Ibuprofen drug/10 mM	0.287	29,300	97.2	-31	9.31	[47]
$\text{HNO}_3$ 0.1 M	1-Methylimidazole/1 mM	2.0	8772	76.0	-34.818	6.4889	[48]
$\text{HNO}_3$ 1.0 M	L-methionine sulfone/5.0 mM	1.11	10,384	90.7	n/a	3.776	[10]
$\text{HNO}_3$ 1.0 M	Triazine derivative/0.1 mM	13.95	415.6	91.0	-44.7	1.39	[49]
$\text{HNO}_3$ 2.0 M	3-amino-1,2,4-triazole/10 mM	95.3	2269	73.9	-29.95	5.7528	[50]
$\text{HNO}_3$ 2.0 M	Quinoxaline derivative/1 mM	62.2	n/a	82.9	n/a	3.259	[5]
$\text{HNO}_3$ 2.0 M	2-(2-benzimidazolyl)-4(phenylazo) phenol/1 $\mu\text{M}$	235	45.08	96.8	-48.75	3.189	[41]
$\text{HNO}_3$ 2.0 M	Spiropyrazole derivative/100 mg/L	17.12	14.98	89.9	-11.28	7.837	[51]
$\text{NaCl}$ 3.5%	5-phenyl-1,3,4-thiadiazole-2-thiol/100 mg/L	0.14	122,000	97.5	-37.5	4.835	[33]
$\text{NaCl}$ 3.5%	Benzodiazepine derivative/1 mM	110	8183	96.0	-47	n/a	[3]

النتائج التي تم الحصول عليها في هذا العمل فيما يتعلق بكفاءة تثبيط MID على تآكل النحاس تقع ضمن النطاق المذكور في المقالات. يجب أن تأخذ المقارنة بعين الاعتبار تركيز المثبط والوسط الأكال. ومع ذلك، من حيث تيار التآكل، ومقاومة الاستقطاب، وكفاءة التثبيط، فإن MID المحتوي على حلقة إيميدازول-بنزوديازيبين هو أفضل من عقار ليفيتيراسينام الذي يحتوي على حلقة بيرول، ومشابه لعقار ميترونيدازول، وهو أحد مشتقات الإيميدازول. توضح هذه الدراسة كفاءة MID في تثبيط تآكل النحاس وتفتح إمكانية إعادة تدوير هذه الأدوية غير المستخدمة أو منتهية الصلاحية، كبديل غير سام للمثبطات التقليدية.

### 5. الاستنتاجات:

وجد أن عقار الميذازولام مثبت فعال لتآكل النحاس في محلول حمض النيتريك ، حيث وصل إلى كفاءة تثبيط 92.9% لتركيز  $M \cdot 10^{-4}$ . اثبتت نتائج قياسات ديناميكية الإستقطاب ان MID مثبت من النوع المختلط مع افضيلة تثبيط كاثودية. انطلاقا من قيم الديناميكية الحرارية فإن آلية التثبيط تكون على شكل إمتصاص كيميائي تتبع امتزاز لانغموير. أظهرت قياسات EIS أن وجود MID في الوسائط المسببة للتآكل أدى إلى تحسين مقاومة التآكل للنحاس ، كما يتضح من زيادة مقاومة نقل الشحنة والانتشار. هناك تأثير آخر يتضح من قياسات EIS ، وهو انخفاض سعة الطبقة المزدوجة ، بسبب امتزاز جزيئات MID على سطح النحاس واستبدال جزيئات الماء الممتزة سابقاً. تعكس نتائج تصوير FESEM أن الخصائص المثبطة تعتمد على تركيز المثبط ، مما يشير إلى درجة عالية من الحماية بتركيز  $M \cdot 10^{-4}$ . تشير جميع المعاملات الكيميائية الكمية التي تم تقييمها بوضوح إلى ان MID يمتاز بنزعة عالية لنقل الإلكترونات إلى مدارات d الفارغة للنحاس ، وتشكيل روابط كيميائية ، وهو ما يفسر زيادة عالية في طبقة المثبط المانعة للتآكل.

## خلاصة

### خلاصة

بعد دراسة المقالتين (1) و(2) تأثير تثبيط التآكل لأدوية الأمبيسلين والفلوكساسيلين منتهية الصلاحية للصلب الطري في الوسط الحمضي المائي و تجربة إعادة تدوير (إستعمال) دواء الميدازولام الغير مستعمل كمثبط فعال لتآكل النحاس في محلول حمض النتريك في تجربة استعمال الأدوية منتهية الصلاحية تم إثبات أن لهذه الأدوية فاعلية في ميدان اخر غير جسم الكائن البشري .

فالتجربة الأولى تمت بالتقنيتين Potentio-Dynamic Polarization (PDP) و Electrochemical impedance spectroscopy (EIS) تم دراستهما تحت درجة حرارة ثابتة (متحكم فيها) , عن طريق جهاز PGSTAT30 potentiostat/ galvanostat . إلكترود العمل هو عبارة عن قضيب أسطواناني من المعدن المدروس مساحته  $0.6 \text{ cm}^2$ . غمر القضيب المعدني في وسط اكال يتواجد به تراكيز معينة من الدواء، استعملت تقنية OCP لتحديد التركيز اللازم لبلوغ الحالة المستقرة. في تقنية PDP تم تطبيق جهد متغير من  $-200 \text{ mV}$  الى  $200 \text{ mV}$  عند معدل مسح  $2.0 \text{ mV/s}$ . اما في تقنية EIS استعمل تردد محصور ما بين  $100 \text{ kHz}$  و  $1 \text{ Hz}$  مع  $4.0 \text{ mV}$  كأعلى ارتفاع للننؤ مستعملا إشارة تيار متردد في تقنية OCP.

Open Circuit Potential (OCP) هي تقنية يستعمل فيها الكترود الكالوميل القياسي كالكترود شاهد. وكانت نتائجها كالتالي :

- تم تعيين الأدوية المنتهية الصلاحية ( Amp و Flx ) لتكون مثبتبات فعالة لتآكل MS في محلول  $0.1\text{M (H}_2\text{SO}_4)$
  - تعمل الأدوية المنتهية الصلاحية التي تم فحصها كمثببات من النوع المختلط مع مثبتبات من النوع الأنوديك بشكل كبير.
  - تم تحديد نوع عملية امتصاص الأدوية لتكون فيزيائية.
  - كانت النتائج المكتسبة من جميع التقنيات المستخدمة في توافق جيد.
- و التجربة الثانية استعملت نفس تقنية فقدان الوزن باستعمال عقار MID وكانت نتائجها كالتالي:

اظهر دواء MID فعالية تثبيط عالية جدا كفاءتها  $92.9\%$  في تآكل النحاس في محلول حمض النتريك تركيز  $10^{-4}\text{M MID}$  مثبت من النوع المختلط مع افضلية تثبيط كاثودية. كما أظهرت قياسات EIS أن وجود MID في الوسائط المسببة للتآكل أدى إلى تحسين مقاومة التآكل للنحاس.

إن عملية إتلاف للأدوية المنتهية الصلاحية ليست في كل الأحوال تلتزم بنصوص و القوانين المسطرة وحتى اذا التزمت المؤسسات الدوائية (المستشفيات ، صيدليات ..) فان أفراد المجتمع الآخرين ( المرضى مهما اختلفت أنواع المرض ) يطرحون هذه الادوية إما في حاويات القمامة أو في مياه الصرف المنزلي ، مما يترتب على هذه السلوكيات آثار خطيرة سواء أثناء تصفية المياه المستعملة و توجيهها إلى استعمالات أخرى أو عدم التحكم في تسيير النفايات المنزلية .لذا نوصي الهيئات و الجهات المختصة وضع برامج توعية كبدائية حول جمع أدوية منتهية الصلاحية و من ثم توجيهها إلى مؤسسات بحثية (

مخابر البحث العلمي) للمحاولة تثمين هذه الادوية كما ورد في الدراساتين السابقتين و كذلك للحفاظ على البيئة التي هي جزء من سلامة الافراد