



الجمهورية الديمقراطية الشعبية الجزائرية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح-ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الكيمياء

تخصص: كيمياء تحليلية

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر اكايمي في الكيمياء

من إعداد الطالبتين:

• إيمان دميبي • إكرام خنفر

## **Study of the anti-corrosion activity of metallic nanoparticles prepared from Orange Peels**

نوقشت يوم : 15/06/2023

أمام لجنة المناقشة :

رئيسا	جامعة قاصدي مرباح-ورقلة	استاذ التعليم العالي	رحيم أم الخير
مناقشا	جامعة قاصدي مرباح-ورقلة	استاذ محاضر(ب)	شاوش خولة
مؤطرا	جامعة قاصدي مرباح-ورقلة	استاذ محاضر (أ)	علاوي مسعودة
مساعد مؤطر	جامعة قاصدي مرباح-ورقلة	دكتوراه	آمنة بوقرة

السنة الجامعية : 2023/2022



**Algerian People's Democratic Republic**  
**Ministry of Higher Education and**  
**Scientific Research**



**Kasdi Merbah University – Ouargla**  
**College of Mathematics and Material Sciences**  
**chemistry department**  
**Specialization: Analytical Chemistry**

**A memorandum submitted for obtaining an academic master's degree in**  
**chemistry**

**Prepared by**

**Preparation of Nanocomposites from food waste**  
**(orange peels) and study their anti-corrosion efficacy**

**Discussed on: 15/06/2023**

the jury composed of:

Pr. Rahim om elkhir	Kasdi Merbah University - Ouargla	President
Dr. Chaouche khaoula	Kasdi Merbah University – Ouargla	Examiner
Dr. Allaoui Messaouda	Kasdi Merbah University – Ouargla	framed
Dr. Amina bouguerra	Kasdi Merbah University – Ouargla	framed assistant

**Academic year: 2023/2022**



# الشكر والعرفان

الى صديقاتنا واساتذتنا وكل طاقم المخبر جزيل الشكر والتقدير

أشكر الله تعالى على أن وفقنا لإتمام هذا العمل وكما روى الترمذي عن أبي هريرة رضي الله عنه قال: قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: " من لا يشكر الناس لا يشكر الله ". وتطبيقا لهذا الحديث الشريف وهذا الأدب الرفيع نتوجه بخالص شكرنا وتقديرنا وثنائنا إلى أستاذتنا الدكتورة: علاوي مسعودة والأستاذة آمنة بوقرة والأستاذة جوهر عبد الستار أساتذات بكلية الرياضيات وعلوم المادة جامعة قاصدي مرباح -

ورقلة

المسؤولات على إشرافهن علينا الى اللواتي لم يبخلن في مساعدتهن لنا بالنصائح والتوجيهات القيمة، والذين سعدنا وتشرفنا بمعرفتهن لقاء هذا العمل.



# الأفداء

إلى من كللهم الله بالهيبة والوقار وعلمانا العطاء بدون انتظار إلى من تحملا مشقة السهر والتعب من اجل رؤيتنا في قمة النجاح إلى من نحمل اسمهما بكل افتخار نرجو من الله أن يطيل في عمرهما ليرو ثمارا قد حان وقت قطافها بعد طول انتظار نقول لهما ستبقى كلماتكما نجوما نهتدي بها اليوم وغدا آباءنا حفظهما الله لنا .

إلى ملاكنا في الحياة والى معنى الحب والى بسمه الحياة وسر الوجود إلى من كان دعائها سر نجاحنا وحنانها بلسم جراحنا أمهاتنا حفظهما الله لنا

إلى من تطلعوا إلى نجاحنا بنظرات الأمل وكانوا رفقاء دربنا نقول لهم هذه الحياة بدونكم لا شيء ومعكم نكون نحن وبدونكم نصبح لا شيء إخوتنا وأخواتنا الكرام

إلى كل من يؤمن بأن بذور نجاح التغيير هي في ذواتنا و في أنفسنا قبل أن تكون في أشياء أخرى .

إلى كل من أبدوا استعدادا لمساعدتنا ولم يقصروا و لو بالكلمة الطيبة إلى كل هؤلاء نهدي ثمرة جهدنا المتواضع الى اهالينا وجميع صديقاتنا .



# الفهرس

<b>الباب الاول : الدراسة النظرية</b>	
<b>الفصل الأول : عموميات حول تقنية النانو</b>	
15	الجدول (1. I) : الأدوات التحليلية الأساسية المستخدمة في تشخيص الجسيمات النانوية
<b>الفصل الثاني: الدراسة البيولوجرافية لشجرة البرتقال</b>	
22	الجدول (1.II) : التصنيف النظامي لنبات البرتقال
<b>الفصل الثالث : عموميات حول التآكل وطرق الحماية منه</b>	
31	الجدول (1.III): أشكال التآكل
37	الجدول (2. III): تصنيف المثبطات
<b>الباب الثاني: الدراسة التطبيقية</b>	
<b>الفصل الرابع: دراسة الفعالية التثبيطية</b>	
42	الجدول(1. IV): المواد الكيميائية المستعملة وخصائصها الفيزيائية والكيميائية.
43	الجدول(2. IV): الأجهزة والأدوات المستخدمة في الدراسة.
43	الجدول(1. IV): التركيب الكيميائي لقطعة الفولاذ الكربوني.
<b>الفصل الخامس: المناقشة وتفسير النتائج</b>	
55	الجدول (1. V) : تغيرات معدل التآكل للفولاذ XC70 في HCl (1M) بدلالة زمن الغمر.
56	جدول (2. V) : تغيرات معدل التآكل والكفاءة التثبيطية للفولاذ XC70 في HCl (1M) بدلالة تركيز المثبط أ (المستخلص المائي)
58	جدول (3. V) : تغيرات معدل التآكل والكفاءة التثبيطية للفولاذ XC70 في HCl (1M) بدلالة تركيز المثبط (جسيمات الفضة النانوية )
60	جدول (4. V) : تغيرات معدل التآكل وكفاءة التثبيط (%) R بدلالة درجة الحرارة في غياب ووجود المثبط أ

	(المستخلص المائي)
61	جدول (5. V): تغيرات معدل التاكل و كفاءة التثبيط R(%) بدلالة درجة الحرارة في غياب ووجود مثبط ب (جسيمات الفضة النانوية).
65	جدول (6. V): العناصر الموجودة في المسحوق النانوي بنسبها الذرية والوزنية.

<b>الفصل الأول: عموميات حول تقنية النانو</b>	
7	الشكل (1. I): المخطط أشكال المواد النانوية.
8	الشكل (2. I): يوضح تقنيات تصنيع جسيمات النانوية.
9	الشكل (3. I): مخطط لمختلف طرق تصنيع الجسيمات النانوية.
11	الشكل (4. I): آلية التصنيع النباتي للـ NPS .
11	الشكل (5. I): تصنيف المواد النانوية من حيث الأبعاد
11	الشكل (6. I): أنواع وتصنيف المواد من حيث الشكل والأبعاد: A طبقات نانوية أحادية البعد (1D) B، أنابيب نانوية ثنائية البعد C، (2D) جسيمات نانوية ثلاثية البعد (3D).
14	الشكل (7. I): تميز مستويات الطاقة عند الحجم النانوية.
<b>الفصل الثاني: الدراسة التطبيقية</b>	
21	الشكل (1. II): صورة توضح الخصائص المورفولوجية للحمضيات.
21	الشكل (2. II): صورة فوتوغرافية لثمار البرتقال.
23	الشكل II-3 خريطة الانتاج البرتقال في العالم.
<b>الفصل الثالث: عموميات حول التآكل وطرق الحماية منه</b>	
30	الشكل (1. III) : مخطط لأهم أنواع التآكل.
35	الشكل (2. III) : منحنيات الاستقطاب بغياب وبوجود المثبط.
<b>الباب الثاني: الدراسة التطبيقية</b>	
<b>الفصل الرابع: دراسة الفعالية التثبيطية</b>	
45	الشكل (1. IV): الخطوات المتبعة لتحضير المستخلص المائي لقشور البرتقال.
46	الشكل (2. IV): محلول جسيمات الفضة النانوية.
46	الشكل (3. IV): عملية الطرد المركزي.
46	الشكل (4. IV): انابيب الطرد المركزي لمحلول جسيمات الفضة النانوية.



47	الشكل (5.IV): مسحوق لجسيمات الفضة النانوية.
49	الشكل (6.IV): صورة فوتوغرافية للقدم القنوية.
50	الشكل (7.IV): ابعاد العينة.
50	الشكل (8.IV) : عينة من الفولاذ XC70 .
51	الشكل (9.IV): التركيب التجريبي لطريقة فقدان الوزن.
52	الشكل (10.IV) : التركيب التجريبي لدراسة تأثير درجة الحرارة (مرتفعة، منخفضة) في غياب المثبط .
<b>الفصل الخامس: مناقشة وتحليل النتائج</b>	
55	الشكل (1.V): تغيرات سرعة التآكل بدلالة زمن الغمر .
57	الشكل (2.V): منحنى تغير سرعة التآكل بدلالة المثبط أ ( مستخلص المائي ) .
58	الشكل (3.V): منحنى تغير سرعة التآكل بدلالة المثبط ب (جسيمات الفضة النانوية).
59	الشكل (4.V): تغيرات الفعالية التثبيطية للتآكل بدلالة التركيز .
60	الشكل (5.V): تغيرات سرعة تآكل الفولاذ بدلالة درجة الحرارة في غياب ووجود المثبط أ.
62	الشكل (6.V): تغيرات سرعة التآكل بدلالة درجة الحرارة في غياب ووجود المثبط ب.
63	الشكل (7.V): طيف امتصاص UV-VIS لجسيمات الفضة النانوية.
64	الشكل (8.V): حيود الاشعة السينية للطاقة (EDX).
64	الشكل (9.V): العناصر الموجود في المسحوق النانوي بنسبها الذرية والوزنية.
66	الشكل (10.V): مخطط الانعراج الاشعة السينية للمسحوق النانوي.

## جداول الرموز والاختصارات

### جداول الرموز والاختصارات

الرمز	المعنى
$I_{corr}$	تيار التآكل
$E_{corr}$	كمون التآكل
$V_{corr}$	سرعة التآكل
$V_0$	سرعة التآكل في غياب المثبط
$V_{inh}$	سرعة التآكل في وجود المثبط
C	التركيز
M	الكتلة المولية
S	مساحة سطح العينة
T	الزمن
R%	مردود التنشيط
$\Delta m$	التغير في الكتلة
Inh	المثبط
D	الكثافة
P	النقاوة
H	الساعة
T	درجة الحرارة

الاختصارات	التسمية الكاملة	المعنى
EDX	Energy Dispersive X-ray spectroscopy	التحليل الطيفي للأشعة السينية المشتتة للطاقة
UV-VIS	Ultraviolet-Visible Spectroscopy	التحليل الطيفي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية
NPs	Nano particles	الجسيمات النانوية
XRD	X-ray Diffraction	حيود الأشعة السينية

## جداول الرموز والاختصارات

التصوير بالرنين المغناطيسي	Imagerie par Résonance Magnétique	MRI
المجهر الالكتروني الماسح	Scanning Electron Microscopy	SEM
المجهر الالكتروني النافذ	Transmission Electron Microscopy	TEM
الفحص المجهري للقوة الذرية	Atomic Force Microscopy	AFM
تشتت الضوء الديناميكي	Dynamic Light Scattering	DLS
التحليل الطيفي للالكترونات الضوئية بالأشعة السينية	X-ray Photoelectron Spectroscopy	XPS
التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء لتحويل فورييه	Fourier Transform Infrared Spectroscopy	FTIR

## جدول المصطلحات

اسم باللغة الانجليزية	اسم باللغة العربية
Nanomaterials	مواد نانوية
Synthesis	التخليق
Plant extracts	المستخلصات النباتية
Inhibitors	مثبطات
Corrosion	التآكل
Chemical corrosion	التآكل الكيميائي
General corroion	التآكل العام
Galvanic corrosion	التآكل الغلفاني
Click corrosion	التآكل بالنقر
Intergranular corrosion	التآكل بين حبيبات
Slit corrosion	التآكل الشقي
Rudiments	سذائيات
Orange peels	قشور البرتقال
Immersion time	زمن الغمر
Inhibition efficiency	كفاءة التثبيط



## جدول المحتويات

I	الشكر والعرفان
II	الاهداء
III	الفهرس
IV	قائمة الجداول
VI	قائمة الأشكال
V III	جدول الاختصارات ورموز
X	جدول المصطلحات
XI	جدول المحتويات
1	مقدمة عامة
3	مراجع المقدمة العامة
<b>الباب الأول: الدراسة النظرية</b>	
<b>الفصل الأول: عموميات حول تقنية النانو</b>	
6	تمهيد
6	I. 2. تعريف مركبات النانو
7	I. 3. أشكال المواد النانوية
7	I. 4. تقنيات وطرق تصنيع الجسيمات النانوية
7	I. 4. 1. طريقة الهبوط من الأعلى الى الأسفل top-down
8	I. 4. 2. طريقة الصعود من الأسفل الى الأعلى bottom-up
11	I. 5. تصنيف المواد النانوية
12	I. 6. أهمية مركبات النانو
13	I. 7. الخصائص الفيزيوكيميائية للجسيمات النانوية

## جدول المحتويات

13	7.1. I الخواص الفيزيائية
14	7.2. I الخواص الكيميائية
14	8. I التشخيص الفيزيوكيميائي للجسيمات النانوية
16	مراجع الفصل الاول
<b>الفصل الثاني: الدراسة البليووغرافية لشجرة البرتقال</b>	
19	1. II تمهيد
19	2. II دراسة العائلة الحمضية
19	1. 2. II تعريف الحمضيات
19	2. 2. II اصل الحمضيات
20	3. II تعريف العائلة المركبة Rutaceae
20	4. II الوصف المورفولوجي
21	5. II تعريف النبات البرتقال
22	6. II التصنيف النظامي النبات البرتقال
23	7. II التوزيع الجغرافي لنبات البرتقال
23	8. II الاستعمالات
24	9. II الدراسات العلمية السابقة
26	مراجع الفصل الثاني
<b>الفصل الثالث: عموميات حول التآكل وطرق الحماية منه</b>	
28	1. III نظرة عامة حول التآكل
28	2. III مفاهيم التآكل
29	3. III آلية حدوث التآكل

## جدول المحتويات

30	III. 4. تآكل المعدن في الوسط الحمضي
30	III. 5. أنواع التآكل
31	III. 6. أشكال التآكل
33	III. 7. طرق الحماية من التآكل
33	III.7.1 الحماية بالتغطية
34	III.7.2 إختيار المعدن أو السبيكة المناسبة
34	III.7.3 الحماية بتغيير الوسط
34	III.7.4 الحماية الكهروكيميائية
34	III.7.5 الحماية باستعمال المثبطات او مانعات التآكل
35	III. 8. أنواع المثبطات
35	III 1.8 مثبطات لا عضوية
36	III 2.8 مثبطات عضوية
36	III. 9 تصنيف المثبطات
38	مراجع الفصل الثالث
الباب الثاني: الدراسة التطبيقية	
الفصل الرابع: دراسة الفعالية التثبيطية	
42	IV.1 مقدمة
42	IV.1.2 المادة النباتية
42	IV.2.2 المواد الكيميائية
43	IV.3 الأجهزة والأدوات المستعملة



## جدول المحتويات

43	4.IV العينة الفولاذية المدروسة
44	5.IV تحضير المثبط
44	1.5.IV تحضير المستخلص (المثبط أ)
45	2.5.IV تخليق جسيمات نانوية (المثبط ب)
47	6.IV تحضير الوسط الأكال
47	7.IV دراسة الفعالية التثبيطية
47	7.1.IV تحضير محلول الام
48	7.2.IV تحضير المحاليل المخففة
48	7.3.IV طريقة فقدان في الوزن
50	7.4.IV الخطوات العملية المتبعة لتطبيق طريقة فقدان في الوزن
53	مراجع الفصل الرابع
الفصل الخامس: مناقشة وتحليل النتائج	
55	1.XIII المقدمة
55	2.XIII تحديد زمن الغمر
56	3.XIII دراسة الفعالية التثبيطية
56	3.1.XIII تأثير التركيز
59	3.2.XIII تأثير درجة الحرارة
63	4.XIII مناقشة نتائج التحاليل
63	4.1.XIII نتائج تحليل مطيافية المرئي وال فوق البنفسجية UV-VIS
63	4.2.XIII نتائج تحليل جهاز حيود الاشعة السينية للطاقة (EDX)

## جدول المحتويات

65	4.3.XIV نتائج تحليل جهاز DRX
68	الخلاصة
69	الملخص

# مقدمة عامة

### مقدمة عامة

في الفترة الأخيرة حظي اكتشاف نهج كيميائي حيوي مستدام وصديق للبيئة اهتماما كبيرا وتعتبر الهياكل النانوية ميزة جديدة نسبياً للعلوم والتكنولوجيا المعنية بتصنيع وتعديل الترتيب الجزيئي على البعد النانوي علم الأدوية - الإدارة العلاجية، وأجهزة الاستشعار الكهروميكانيكية والبيولوجية، ومستحضرات التجميل، والطاقة البصرية، والمناطق الزراعية، والمسح الضوئي، وغيرها الكثير كلها مرتبطة تدريجياً بالجسيمات النانوية، كما انه لم تكن نفايات الطعام الناتجة عن المطبخ تلقى اهتمام مما ادت هذه الاخيرة الى عدة مخاوف وعواقب وخيمة تهدد البيئة نتيجة الى ذلك تم تعزيز البحث حول ايجاد بدائل واستراتيجيات لتقليل كمية القمامة التي ينتهي بها المطاف في مدافن النفايات [1] ومن أهم هذه الاستراتيجيات استغلال وتثمين هذه النفايات للتخلص من مشاكل عالمية وأبرزها التآكل وبصفة خاصة تآكل المعادن. كما ان تآكل المعادن يعرف بأنه مشكلة طبيعية كبيرة ووصفت بأنها سبب تدهور المعدن أو خصائصه بسبب التفاعل الكيميائي أو الكهروكيميائي بين المعدن وبيئته ويعتبر الفولاذ من بين المعادن الأكثر شيوعاً في التطبيقات الصناعية ويتم استخدامه على نطاق واسع في أنابيب البترول والنفط، معدات البناء، المصانع والجسور، السفن ووسائل النقل البري وغيرها، نظراً لما يمتلك من خصائص ميكانيكية جيدة منها المتانة القوية ومقاومة الصدأ كما أنه متوفر بكثرة وبتكلفة منخفضة، إلا أنه أكثر عرضة للتآكل بسهولة [2-3] فتأثير هذه الظاهرة مكلف للغاية من خسائر مادية وبشرية [4] كما صرحت الدراسات عام 2016 التي قامت بها **NACE International** بان الخسائر الاقتصادية الناجمة عن التآكل على المستوى العالمي تقدر ب 2.5 تريليون دولار أمريكي أي ما يقارب 3.4% من الناتج المحلي الإجمالي العالمي لكن فهم سبب هذه المشكلة وطريقة حدوثها كفيل بالمساعدة على إيجاد حلول لها ومنعها ومن الحلول العلمية للحماية من التآكل نجد [5] .

المثبطات (المعوقات) وهي إحدى الطرق التي تساهم في الحماية من خطر التآكل و أضراره وتختلف بأنواعها وطريقة عملها وتصنيفها ودرجة خطورتها، فمنها من يضر بالبيئة مع مرور الزمن لسميته وعدم تحلله ومنها ما هو صديق لها كمثبطات المستخلصات النباتية او المثبطات الخضراء بسبب وفرتها في الطبيعة كما أنها غير سامة وغير مكلفة و لها قابلية التحلل البيولوجي وكانت لها نتائج جيدة على تثبيط تآكل الفولاذ لاحتوائها على مركبات تتمثل في جزيئات غير متجانسة وتتكون من روابط  $\pi$  وذرات الاوكسجين O والنيتروجين N والكبريت S ويعتقد أن هذه الجزيئات تزيد من امتزاز المثبطات على سطح المعادن عن طريق تشكيل فيلم واقى مكثف على سطح المعدن وبالتالي تخفض معدل

التآكل [6-7-8]

وفي هذا الصدد ارتأينا لتحضير مركبات نانوية من مخلفات غذائية ( قشور البرتقال) ودراسة فعاليتها المضادة للتآكل ( مثبطات التآكل) تم تقسيم هذا البحث الى أبواب:

**الباب الأول: يشمل الدراسة النظرية وينقسم الى 3 فصول تتمثل في**

✓ الفصل الأول: عموميات حول تقنية النانو

✓ الفصل الثاني: الدراسة البيولوجرافية لشجرة البرتقال

✓ الفصل الثالث: عموميات حول التآكل وطرق الحماية منه

**الباب الثاني يشمل الدراسة التطبيقية ويتمثل فصلين في**

✓ الفصل الرابع: دراسة فعالية التثبيطية

✓ الفصل الخامس: مناقشة وتحليل النتائج

### المراجع باللغة العربية

- 3-د.خالد عثمان شرف، دراسة سلوك تآكل الفولاذ الكربوني في الاوساط المائية، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية المجلد الثامن والعشرون، العدد الاول، (2012) 38
- 5- د.عمر بن عبد الله الهزالي الكيمياء الكهربائية ، (ص812- 818 )

### المراجع باللغة الاجنبية

- 1-Green synthesis of silver nanoparticles from vegetable waste of pea *Pisum sativum* and bottle gourd *Lagenaria siceraria*: Characterization and antibacterial Front. Environ. Sci., 26 August 2022 Sec. Water and Wastewater Management Volume 10 – 2022
- 2- H. Wei et al, Green inhibitors for steel corrosion in acidic environment: state of art,Materials Today Sustainability, 10, (2020), 100044.
- 4 - H. M. Abd El-Lateef et al, Synthesis, experimental, and computational studies of water soluble anthranilic organoselenium compounds as safe corrosion inhibitors for J55 pipeline steel in acidic oilfield formation water, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects,625,(2021)126894.
- 6-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
- 7- G.vasyliiev et al ,pape grist extract (brassica napus) as a green corrosion inhibitor for water systems, material today: proceedings,6,(2019),178-186.
- 8- H. Lee Yun Sin et al, Aquilaria subintergra leaves extracts as sustainable mild steel Corrosion inhibitors in HCl, Measurement, 109 (2017), 334–345.

**الباب الأول:**  
**الدراسة النظرية**

**الفصل الأول:**  
**عموميات حول تقنية النانو**



### 1. I تمهيد

نعيش في هذا العصر ثورة مستديمة في العلوم والتقنية تمخضت عنها تقنية النانو التي قدر لها أن تسود أسس الصناعة في القرن الواحد والعشرون وفي العصر الحديث ظهرت بحوث ودراسات عديدة حول مفهوم النانو وتصنيع موادها وتوظيفها في تطبيقات متفرقة في شتى المجالات وإن الحكومات حول العالم تتسابق بالدعم والتشجيع بسخاء للبحث والتطوير في هذه التقنية كي يكون لها نصيب في قيادتها وسنعرض في هذا الفصل بعض المفاهيم مواد النانو وخصائصها المميزة [1].

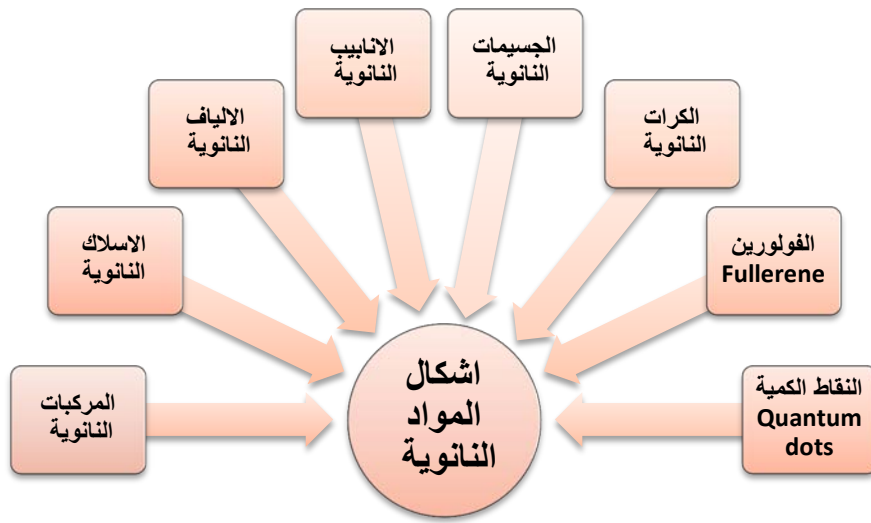
كما تعد تكنولوجيا النانو أهم تطور وابتكار حدث في النصف الأخير من القرن العشرين [2]. حيث أصبحت في طليعة العلوم الأكثر أهمية وإثارة [3]. وما يميز تكنولوجيا النانو أنها الحد الفاصل بين الذرات والجزيئات والعالم الكبير. وتعود فكرتها للعالم ريتشارد فاينمان عندما أشار لأول مرة إلى "وجود غرف كثيرة في الأسفل"، حيث أشار إلى أن تصميم المواد ذرة تلو الأخرى هو احتمال حقيقي لأنه لن ينتهك أي قوانين فيزيائية. فما تقدمها التكنولوجيا النانوية هي القدرة على صنع كل ما يتخيله الإنسان بتكلفة اقل وجودة أعلى بحجم النانو في جميع مجالات العلوم [4][5][6].

### 2. I تعريف مركبات النانو:

هي تلك الفئة من المواد الصغيرة جدا التي يتم تحضيرها معمليا أو تلك الموجودة بالفعل في الطبيعة والتي تتراوح مقاييس أطوالها أو أقطار حبيباتها ما بين 0.1 الى 100 نانومتر [2] وقد أدى صغر أحجام هذه المواد أن تختلف صفاتها عن المواد الأكبر حجما (أكبر من 100 نانومتر)، وتتنوع المواد النانوية من حيث طبيعة مصدرها: طبيعية أو مصنعة وقد تكون مواد عضوية أو غير عضوية [4][17].

### I. 3 أشكال المواد النانوية:

تحضر المواد النانوية على أشكال مختلفة منها واهمها موضوع دراستنا "الجسيمات النانوية" كما يعرف الجسيم عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي يتراوح عددها من بضع ذرات (جزيء) إلى مليون ذرة، وتكون مرتبطة مع بعضها البعض بشكل كروي تقريباً ونصف قطره أقل من 100 نانومتر ويوضح المخطط الموالي باقي اشكال المواد النانوية.



الشكل (I. 1): مخطط أشكال المواد النانوية.

### I. 4 تقنيات وطرق تصنيع الجسيمات النانوية:

في تكنولوجيا النانو أو تقنية النانو هناك طريقتين لتصنيع حجم نانوي من المادة هما :

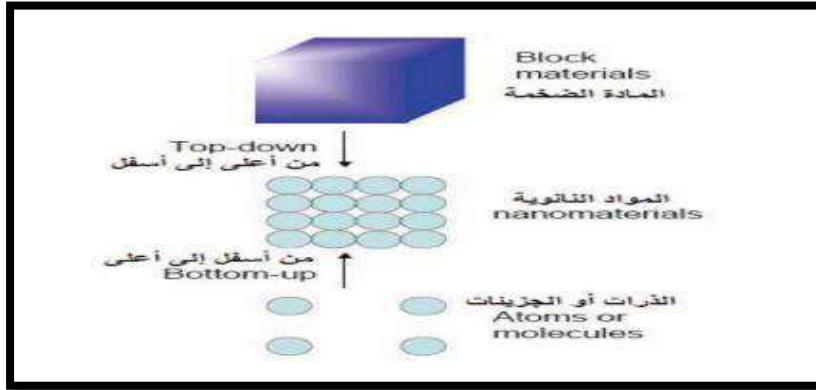
#### I. 4. 1 طريقة الهبوط من الأعلى الى الأسفل top-down :

حيث تبدأ بحجم محسوس من المادة محل الدراسة وتصغر شيئاً فشيئاً حتى الوصول الى مقياس

النانو.

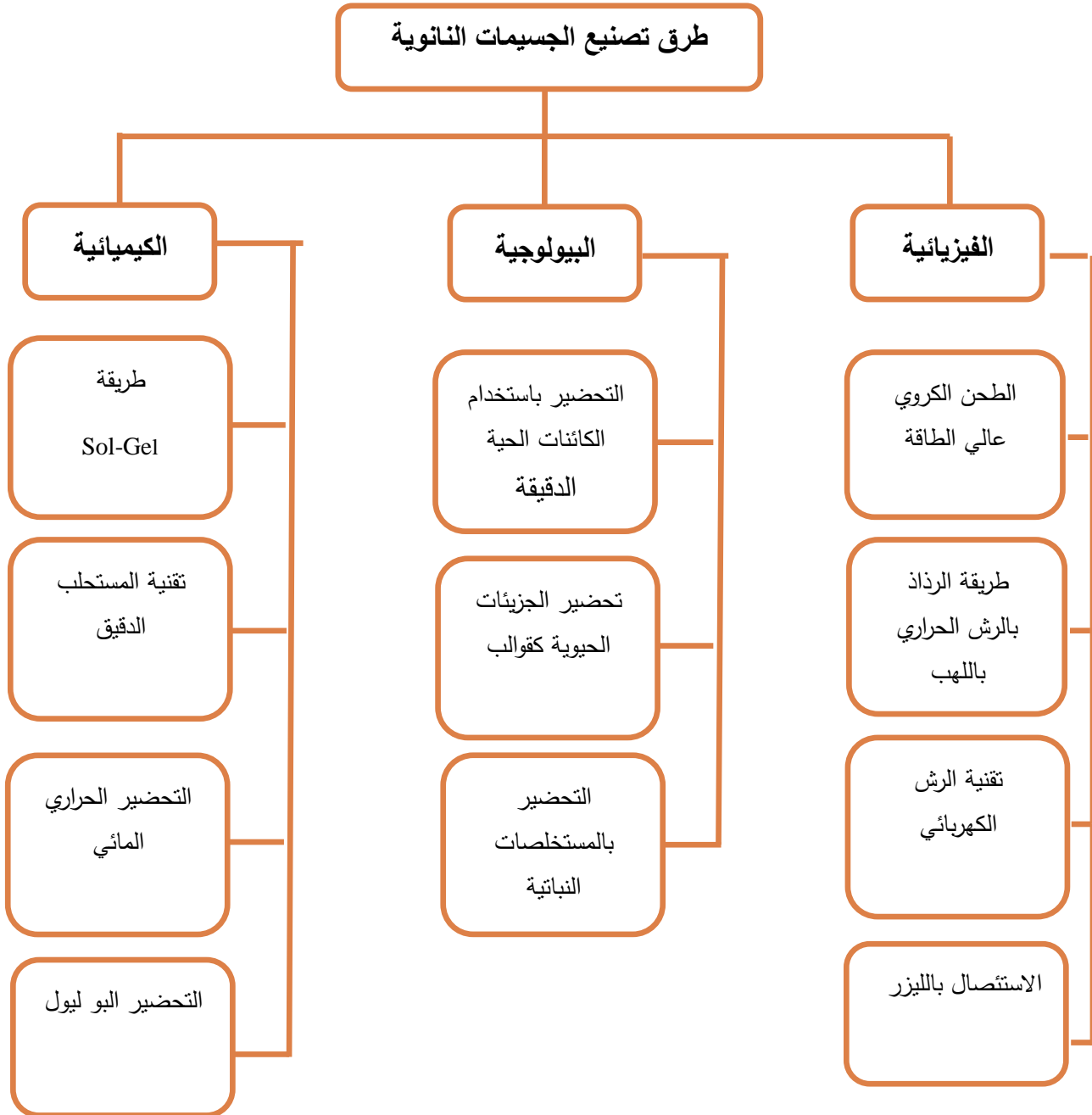
### I. 2. 4. طريقة الصعود من الأسفل الى الأعلى bottom-up:

وتبدأ بجزيئات منفردة كأصغر وحدة وتجمع في تركيب أكبر وغالبا ما تكون هذه التقنية كيميائية، وتتميز بصغر حجم النواتج (نانو متر واحد) ، قلة هدر للمادة الأصلية والحصول على قوة ترابط بين الجسيمات النانوية الناتجة [1].



الشكل (I. 2): تقنيات تصنيع جسيمات النانوية.

كما لعبت التطورات المستمرة في البحث العلمي وخاصة في مجال تكنولوجيا النانو دورا مهما في ظهور طرق مختلفة لتركيب "الجسيمات النانوية" انطلاقا من مجموعة من المواد بالاعتماد على مصدرها وطريقة صنعها ويمكن تطبيق هذه المبادئ والتقنيات بثلاث طرق كما هو موضح فالمخطط الموالي:



الشكل (3. I): مخطط لمختلف طرق تصنيع الجسيمات النانوية [8]

### 1 - الطريقة الفيزيائية - Physical synthesis method

وبهذه الطريقة يتم إنتاج الجسيمات النانوية بالطريقة المعروفة تبخر تكثيف في ظروف الضغط

الجوي ويستعمل فرن أنبوبي. [11]

### 2- الطريقة الكيميائية - Chemical method:

تعتمد هذه الطريقة على المواد املاح المعادن كعوامل اختزال بالإضافة إلى استعمال المثبطات والمغلفات، والتي تستعمل عادة لتحضير محلول فضي غروي مستقر، على سبيل المثال borohydride ،

[12] Elemental hydrogen and.citrate

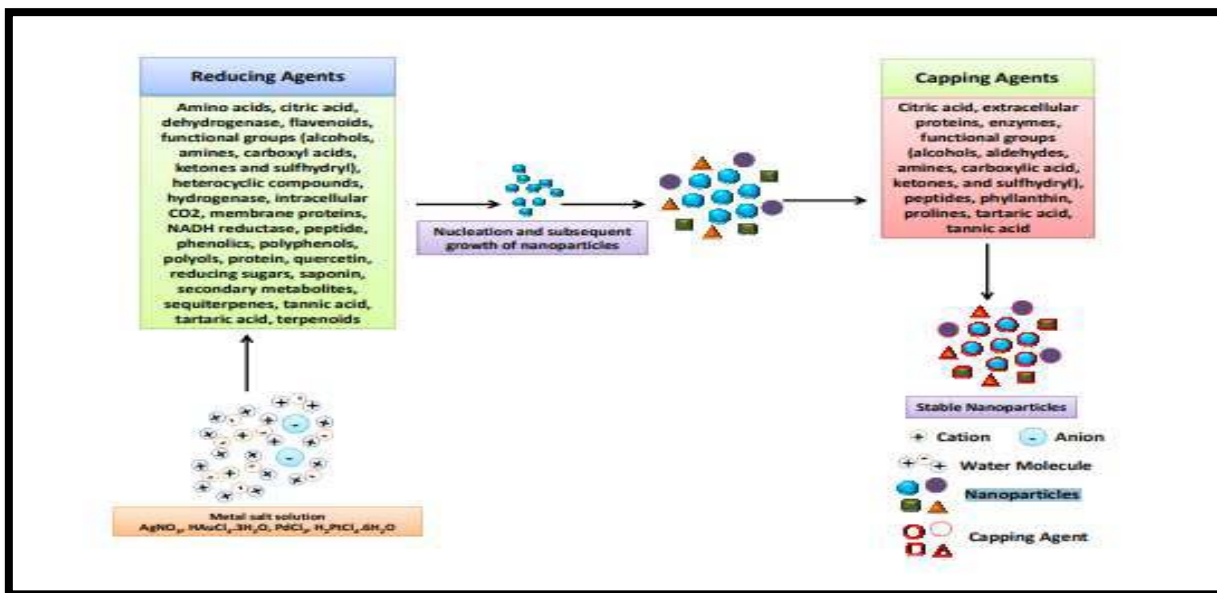
### 3- الطريقة التوليف البيولوجي - Biological synthesis method:

تعتمد هذه الطريقة على مكونات من الكائنات الحية اذ تستعمل كعوامل مختزلة ومغلف للجسيمات النانوية اذ يستعمل على سبيل المثال الإنزيمات، الأحماض الامينية، سكريات متعدد، فيتامينات. اذ تكون هذه الطريقة صديقة للبيئة.[12]

### المستخلصات النباتية Biogenic synthesis using plant extracts :

التخليق الحيوي لجسيمات النانو باستخدام المستخلصات النباتية أو الكتلة الحيوية النباتية هي واحدة من الطرق الفعالة جدا وسريعة، فتعتبر طرق نظيفة وغير سامة وصديقة للبيئة .وقد استخدمت هذه من المعادن النبيلة، أكاسيد المعادن، السبائك ثنائية الفلزات .حيث NPs الطريقة في الغالب لتصنيع استنادا NPS تعطي حدود مختلفة للبوليمرات الحيوية النباتية بشكل كاف والتي يمكن أن تساعد في إعداد إلى دورها القيم كعوامل تقليل وعوامل الحد الأقصى إن حركية التحضير النباتي لـ NPs أعلى بكثير نسبيا من طرق التخليق الحيوي الآخر وفي بعض الأحيان ما يعادل معدل الطرق الكيميائية .حيث تحضير تشابكات الذهب النانوية عن طريق معالجة مستخلص أوراق الليمون بالمائية ايونات AuCl كما تم تخليق العديد من المواد النانوية بواسطة مستخلصات النباتات وأوراقها ونذكر منها ZnNPS، CuNPS،

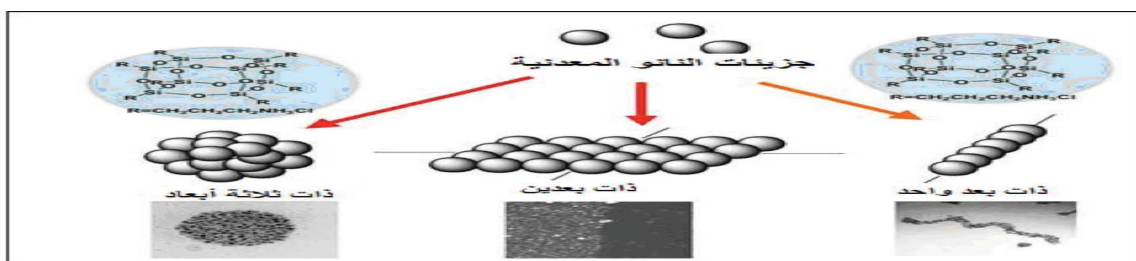
[10][13]·AgNPS



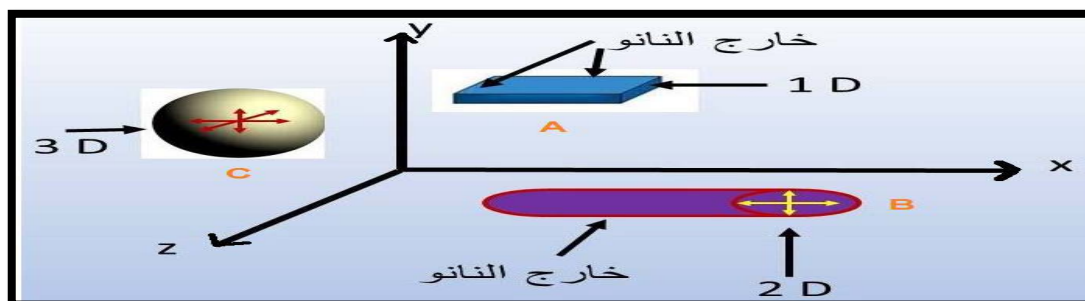
الشكل (4.I): آلية التصنيع النباتي للنباتي NPS .

5.I تصنيف المواد النانوية:

تصنف المواد النانوية بحسب عدد الأبعاد تحتوي على بعد واحد على الأقل طول ارتفاع عمق في مقياس النانو إلى:



الشكل (5. I): تصنيف المواد النانوية من حيث الأبعاد [5]



الشكل (6.I): أنواع وتصنيف المواد من حيث الشكل والأبعاد: A طبقات نانوية أحادية البعد (1D)،

أنابيب نانوية ثنائية البعد (2D), جسيمات نانوية ثلاثية البعد (3D) [4]

### 6.I أهمية مركبات النانو:

يرجع الاهتمام الكبير بالجسيمات النانوية في السنوات الاخيرة الى خصائصها الفريدة والمثيرة للإعجاب عندما تصبح مادة ما صغيرة أي يكون حجمها على مقياس نانو فإنها تظهر خواصا فيزيائية وكيميائية جديدة تختلف تماما على ما هو معروف في الطبيعة عندما تكون كبيرة الحجم وهذه الخصائص تجعل الجسيمات النانوية " **الاعجوبة العلمية الجديدة** " لان كل ما نعرفه عن مادة ما سيكون مختلفا تماما عندما تكون جسيمات نانوية فمثلا المواد العازلة تصبح موصلة عندما تكون جسيمات نانوية وكذلك الموصلات تصبح عوازل عندما تصبح جسيمات نانوية لذا يجب على الباحثين في أي مجال ان يتواصلوا مع باحثين آخرين في مجالات أخرى للحصول على خلفية عريضة عن تقنية النانو لإحداث مشاركة فعالة في هذا المجال المثير ويرى كثير من المتفائلين في مجال تقنية النانو ومعهم بعض الحكومات أن لتقنية النانو فوائد عديدة منها:

- وفرة المواد الحميدة بيئيا المستخدمة في توفير الموارد النظيفة للمياه.
- المحاصيل والأغذية المعدلة وراثيا تساهم في وفرة وزيادة المحصول الزراعي بأقل متطلبات من العمل.
- تعزيز ودعم نواحي التغذية التفاعلية الذاتية للأغذية الرخيصة والقوية.
- زيادة القدرة التصنيعية النظيفة، ذات الكفاءة العالية.
- تصنيع الأجهزة التفاعلية الذكية وذلك بزيادة الأداء البشري عبر تقنيات متقاربة.
- وتضم فوائد تقنية النانو أيضا تحسين أساليب التصنيع، وأنظمة تنقية المياه، وشبكات الطاقة وتعزيز الصحة البيئية والطب النانوي، وكذلك تحسين طرق إنتاج صناعة الغذاء على نطاق واسع، والبنية التحتية لصناعة السيارات وغير ذلك من الصناعات، والمنتجات المصنوعة بتقنية النانو والتي تكون ذات إنتاج عالي، وانخفاض في التكلفة، ولها متطلبات متواضعة من حيث مواد الطاقة. [14] [15]

### 7.I الخصائص الفيزيوكيميائية للجسيمات النانوية:

#### 7.1. I الخواص الفيزيائية:

ومن أهمها

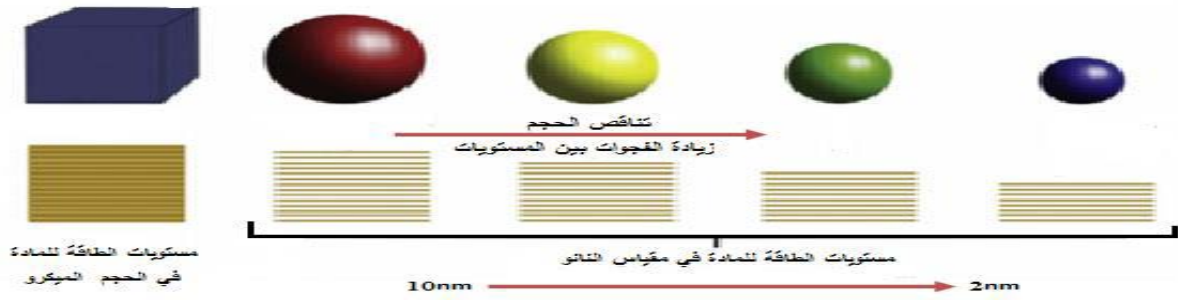
##### 7.1.1. I الخواص المغناطيسية :

يمكن التحكم في الخصائص المغناطيسية للجسيمات النانوية من خلال التحكم في حجم وشكل الجسيمات النانوية وبالتحديد تتصرف الجسيمات النانوية كجسيم مغناطيسي فائق (القوة والشدة) كلما ازداد صغر حجم الجسيمات نتيجة لذلك يمكن استخدام الجسيمات النانوية المغناطيسية في مجموعة متنوعة من التطبيقات مثل تخزين البيانات المغناطيسية، التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI) التكنولوجيا الحيوية وفي مجال الطب [17] [16] .

##### 7.2.1. I الخواص البصرية (الضوئية) :

اكتسبت الخصائص البصرية على وجه التحديد مكانة لا غنى عنها في دراسة الهياكل النانوية. حيث عندما يتم تصغير حجم المادة إلى حجم النانو تتغير الخاصية البصرية للمادة بطريقتين مختلفتين : الأولى هي الحبس الكمي والثانية هي رنين بلازمون السطح بحيث عند تصغير حجم المادة يحدث الحبس الكمي للشحنات وتبدو مستويات الطاقة منفصلة. يعطي حصر مستويات الطاقة مظهراً مختلفاً للمادة لأنه يؤدي إلى التغيير في لون المادة في حجم أقل من 10 نانو متر، يصبح التباعد بين مستويات الطاقة بارزاً جداً بحيث يمكن رؤية التغيير الحاد في لون المادة من 2-10 نانو متر.





الشكل (7.I): تميز مستويات الطاقة عند الحجم النانوي.

### 7.2. I الخواص الكيميائية:

يؤثر تقليل حجم المواد على تفاعل المادة في التفاعلات الكيميائية، لقد لوحظ أنو إذا تم تقليل حجم المادة فإن سرعة التفاعل تزداد أضعافا مضاعفة، الفائدة الإضافية التي يتم الحصول عليها من حجم النانو للجسيم هي تقليل درجة حرارة تدفق التفاعل أيضاً من الممكن حدوث القليل من التفاعلات التي لا تحدث في الحجم الكبير. [17]

### 8. I. التشخيص الفيزيوكيميائي للجسيمات النانوية :

هناك مجموعة واسعة من الأجهزة لقياس هذه الخصائص لمعرفة ما إذا كان يمكن استخدام جسيم نانوي معين في تطبيق معين أو لتحسين طريقة تركيبها أو وظيفتها الكيميائية، يشمل توصيف الجسيمات النانوية تفاصيلها الطبوغرافية والهيكلية والفيزيائية والكيميائية والسطحية للجسيمات النانوية، يمكن وصف الجسيمات النانوية بأدوات تحليلية متنوعة تعتمد على استخدام الفوتون والإلكترون، المجسات النيترونية، التي تتوافق مع حساسيتها على مقاييس أطوال نانوية مختلفة [8].

حيث ينقسم تشخيص جسيمات النانو على نطاق واسع إلى ثلاث فئات أو تقنيات وهي ملخصة في

الجدول (1.I)

## مراجع الفصل الاول

الجدول(1.1): الأدوات التحليلية الأساسية المستخدمة في تشخيص الجسيمات النانوية.

الميزات التي يحللها الجهاز	الاجهزة المستخدمة	تقنيات التشخيص
حجم الجسيمات وتشكلها وتوزيعها	SEMالمجهر الالكتروني الماسح	التشخيص المجهري
حجم الجسيمات وتشكلها وتوزيعها	TEMالمجهر الالكتروني النافذ	
الهيكل الطبوغرافي أو السطحي	الفحص المجهري للقوة الذرية AFM	
التبلور، متوسط حجم الجسيمات	XRDحيود الاشعة السينية	تشخيص التشتت
النقاء والتكوين	DLSتشتت الضوء الديناميكي	
توزيع الحجم في المحلول	التحليل الطيفي للأشعة السينية EDXالمشتتة للطاقة	
الرنين السطحي للجسيمات النانوية	التحليل الطيفي المرئي بالأشعة UV-visفوق البنفسجية	التشخيص الطيفي
تحديد المجموعات الوظيفية على سطح الجسيمات النانوية	التحليل الطيفي بالأشعة تحت FTIRالحمراء لتحويل فورييه	
تحليل ذرات السطح	التحليل الطيفي للإلكترونات XPSالضوئية بالأشعة السينية	

### مراجع باللغة العربية

- [1] د. محمد بن صالح الصالحي -د. عبد الله بن صالح الضويان (2007) كتاب " مقدمة في تقنية النانو " قسم الفيزياء والفلك - كلية العلوم - جامعة الملك سعود.
- [2] د. احمد توفيق حجازي كتاب " تكنولوجيا النانو الثورة التكنولوجية الجديدة".
- [3] م.م. سالم (2011)، كتاب "طب النانو الأفاق والمخاطر"، مجلة عجمان للدراسات والبحوث، العدد الأول، جائزة راشد بن حميد للثقافة والعلوم، الإمارات العربية المتحدة، ص1-25.
- [4] م.ش. الاسكندراني (2010)، "تكنولوجيا النانو من اجل غدا أفضل"، عالم المعرفة العدد374، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ص1-323.
- [9] كتاب ما هي تقنية النانو (مقدمة مختصرة بشكل دروس مبسطة) لنهاي علوي الحبشي 1432 هـ 2011م وزارة الثقافة والإعلام في المملكة العربية السعودية.
- [14] ا.د.محمود محمد سليم صالح (2015) كتاب "تقنية النانو وعصر علمي جديد" مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية KACST.
- [15] ف. الرفاعي (2015)، "مفاهيم أساسية في تقنية النانو"، مجلة المعرفة، كلية العلوم، جامعة ذي قار، العراق، ص 1 .

### مراجع باللغة اللاتينية

- [6] A.Halahakoon (2019), "APPLICATIONS OF NANOTECHNOLOGY IN PHARMACEUTICS", General Sir John Kotelawala Defence University. Faculty of Allied Health Sciences MSc (Pharmaceutical chemistry), PhD (Candiadate of Science 8.52.), p1-7.

- [8] **Merina paul das**, green synthesis and characterization of metal and metal oxide nanoparticles for biomedical and environmental applications, a thesis, faculty of engineering and technology department of industrial biotechnology bharath institute of higher education and research, chennai – 600 073, [Reg.No. D14BT001], DECEMBER 20.
- [10] **Dhand, Chetna**, et al. "Methods and strategies for the synthesis of diverse nanoparticles and their applications: a comprehensive overview." *Rsc Advances* 5.127 (2015): 105003-105037.
- [11] **Kholoud, M. M., El-Nour, A., Eftaiha, A., Al-Warthan, A. and, Ammar, R. A. A.** (2010). Synthesis and applications of silver nanoparticles. *Arabian Journal of Chemistry*, Vol. 3, P 135-140.
- [12] **Landage, S. M. and Wasif, A. I.** (2012). Nanosilver – an effective antimicrobial agent for finishing of textiles. *International Journal of Engineering Science & Emerging Technology*.4 (1): 66-78.
- [13] **S. Iravani**, *Green Chem.*, 2011, 13, 2638-2650
- [14] **B. D. eddine(2012)**, "Elaboration et Etude de Nanoparticules Au/TiO<sub>2</sub> et Ag/TiO<sub>2</sub>", présenté pour obtenir le Diplôme de Magister en physique, université Mentori, Constantine, p1-73.
- [16] **G. M. Nazeruddin et al(2015)**, " A Brief Review: Science at Nanoscale", *International Journal of Nanomaterials and Nanostructures*, Vol. 1: Issue 1,p 16-32.
- [17] **S. Patil et al(2020)**, "Physical and chemical properties of nanomaterials", In *Nanomedicines for Breast Cancer Theranostics*, p 17-32.
- [18] **M. S. Akhtar, J. Panwar and Y. Yun**, *ACS Sustainable Chem. Eng.*, 2013, 1, 591–602.

## الفصل الثاني:

### الدراسة البيئية لشفرة البرتقال

## II. 1 تمهيد:

يمثل الغطاء النباتي قسما كبيرا من الطبيعة المحيطة بنا و ذو أهمية كبيرة من حيث أسباب وضروريات الحياة البشرية، وقد امتدت يد الإنسان منذ القديم بالبحث والتنقيب عما في النبات من أسرار غذائية، دوائية وحازت شجرة البرتقال مكانة متميزة من بين انواع الحمضيات في العالم لما لها من فوائد غذائية وطبية بسبب احتواءها على عناصر غذائية هامة تساعد على الوقاية من مختلف الاضطرابات والامراض وكذلك الاقتصادية فقد حققت قفزة كمية ونوعية في الانتاج وتسويق على المستوى العالم حيث يتم زراعة اشجار البرتقال في حوالى 140 دولة حول العالم ويبلغ الانتاج العالمي من البرتقال سنويا حوالى 839, 289, 17 طن [1]

## II. 2 دراسة العائلة الحمضية:

### II. 2. 1 تعريف الحمضيات:

الموالح او الحمضيات عبارة عن مجموعة من الاشجار تحتوي اوراقها على مادة زيتية لها رائحة عطرية مميزة وفاكهة الحمضيات لها قيمة غذائية عالية لاحتوائها على نسبة عالية من فيتامين سي والأملاح المعدنية وبعض العناصر مثل الكالسيوم والبوتاسيوم والفوسفور والحديد وغيرها. تعتبر من أهم الفواكه التي يجب تناولها في الشتاء لأنها تدعم مناعة الجسم. تستخدم بعض ثمار الحمضيات طازجة، وبعضها معصور، وأحياناً مع الماء والسكر، وأحياناً يتم استخدام قشرته لما فيها من فوائد عديدة [2] [3].

### II. 2. 2 اصل الحمضيات:

يُعتقد أن المهد الأصلي للحمضيات هو المناطق الاستوائية في جنوب آسيا، من جنوب الهند إلى الفلبين وأستراليا، ثمار الحمضيات هي ثمار قديمة نسبياً لأن بذورها توجد في الحفريات وديان دجلة والفرات، مما يوحي بأن هذه الثمار موجودة منذ ما لا يقل عن أربعة آلاف سنة، والبرتقال كان معروفاً

لدى الصينيين القدماء قبل بقية العالم، وقد استخدمه الأوروبيون للأغراض الطبية حوالي 3000 قبل الميلاد، واكتشفوها عام 1400 م.

يرجع انتشار الحمضيات في جميع أنحاء العالم إلى حروب الإمبراطوريات المختلفة حيث قام الفرس والرومان والعرب بنقل هذه الزراعة إلى العديد من البلدان الواقعة تحت سيطرتهم حول العالم أما البرتقال فكان سبب انتشاره البحارة البرتغاليين، بناءً على قرب اسمها من اسم البرتغال. [4]

### II. 3. تعريف العائلة المركبة: Rutaceae

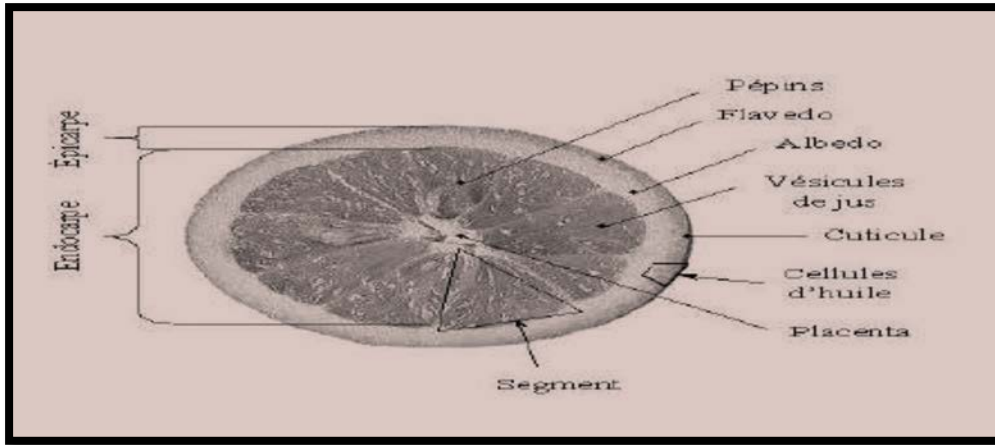
هي عبارة عن شجيرات أو أشجار بشكل عام تتميز بوجود الغدد الزيتية التي تحوي على زيت أساسي وتشمل الفصيلة السذابية 33 جنسا فيها 203 أنواع نباتية أما الجنس Citrus فيشمل لوحده 16 نوعا يسهل تمييزه بالأوراق والأزهار ومواصفات الثمار أما جنس ortuneIIaf فيشمل أربعة أنواع بينما لا يوجد سوى نوع واحد في البرتقال الثلاثي الأوراق وهو poncirus. [1]

### II. 4. الوصف المورفولوجي:

المظهر العام: شجرة مستقيمة وتنمو سريع.

الأوراق: أبيض، وردي، مزهرة، مع بعض التباين المتنوع، في بعض الأحيان عالية جدا.

الفواكه: بيضاوي، متوسط إلى خشن، معطر. الجلد متغير السماكة، اللب حمض، عصير، مع بعض البذور



الشكل(1.II) : صورة توضح الخصائص المورفولوجية للحمضيات.

## II 5. تعريف النبات البرتقال:

شجرة البرتقال متوسطة الطول 2-5 متر دائمة الخضرة مستديرة القمة تحمل أشواك رقيقة قابلة للانتشاء أزهارها بيضاء عطرة والثمرة كروية أو مستطيلة واللحلو وأصناف البرتقال كثيرة ومتنوعة.

تعد فاكهة البرتقال *Citrus Sinensis* الذي ينتمي إلى عائلة Rutaceae واحد من أكثر أنواع الفاكهة انتشارا في العالم وهناك أكثر من 200 نوع من البرتقال والثمار الحمضية المتشابهة له كما يحتوي على 23 عنصرا جوهريا من العناصر الغذائية مثل: السكر والحديد والكلس وغيرها يستهلك البرتقال بشكل طازج أو على شكل عصير طبيعي أو مركز وعالميا يحول 85% من البرتقال المنتج في العالم إلى عصائر ويحتوي على 60 مركب من الفلافونويد وأكثر من 170 مركب نباتي [5].[6].



الشكل(2-II) صورة فوتوغرافية لثمار البرتقال



II 6. التصنيف النظامي لنبات البرتقال:

يمكن تمثيل الوضعية التصنيفية لنبات (*Citrus Sinensis*) في الجدول التالي

La reine : plantae	المملكة: النباتية
Division : vases plantes	الشعبة: النباتات الزهرية
	طائفة: ثنائيات الفلقة
Class : Magnoliopsida	الصف: مانجليوبسيديا
Subclass :shifts	تحت الصف: ورديات
Species : C.Sinensis	الصف: سي سينينسيس
Order : Saponids	الرتبة: صابونيات
Family :Rutaceae	العائلة: الجذور
Platoon : Rudiments	فصيلة: السذابيات

الجدول II 1. التصنيف النظامي لنبات البرتقال

تختلف الأسماء المتداولة للنوع النباتي من منطقة إلى أخرى حيث يأخذ النوع النباتي

(*Citrus Sinensis*) عدة أسماء تتمثل في:

الاسم العلمي: *Citrus Sinensis*

الاسم الفرنسي: *Sanguine ، Orange Douce ، Navel ، Oranger ، Oranger doux*

الاسم الإنجليزي: *Valancia Orange ، Sweet Orange ، Orange ، Navel Orange ، Blood Orange*

الاسم الإسباني: *Naranja* ، *Nar anjo Duce*

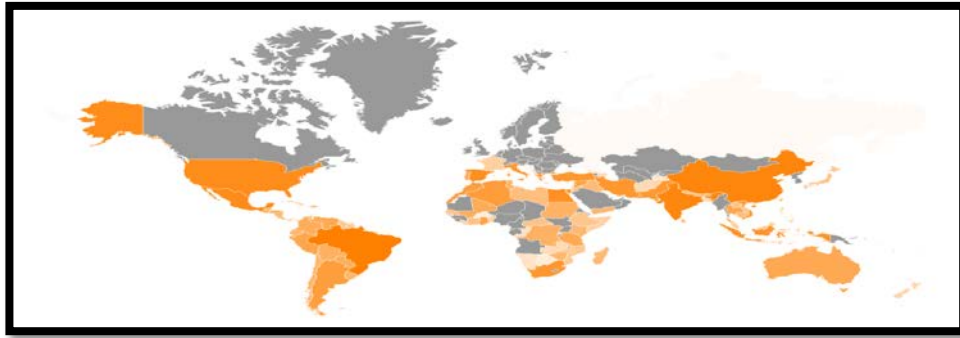
الاسم الإيطالي: *Arancio Dolce*

الاسم العربي: البرتقال [7]

## 7.II التوزيع الجغرافي لنبات البرتقال:

تتوزع الحمضيات في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية في آسيا ومالوي وثم انتشرت في جميع أنحاء العالم وتعتبر دولة البرازيل أكبر منتج للبرتقال في العالم بإنتاج سنوي يبلغ 16 مليون طن وتليه الصين 9.2 مليون طن والهند ب 8.3 مليون طن والولايات المتحدة ب 4.8 مليون طن

تزرع زراعة البرتقال في الجزائر لاسيما في سهول المتيجة ومنطقتي الشلف والمحمدية (معسكر) بأنواع كثيرة وكذلك ولاية وهران ولاية واد سوف ويبلغ الإنتاج سنوي في الجزائر 892,764 طن



الشكل (3.II) خريطة تمثل لإنتاج البرتقال في العالم.

## 8. II الاستعمالات:

أن القيمة الغذائية لثمار الحمضيات عالية جدا إذا يمكن استعمال البرتقال كفاتح للشهية قبل الطعام ومهضما إن تناوله الإنسان بعد الطعام وتعتبر من العوامل الضرورية للحفاظ على الحالة الصحية

الطبيعية للإنسان وقيمتها ملازمة لمكوناتها فهي غنية في محتواها بفيتامين سي وكذلك الكالسيوم والعناصر المعدنية أحادية وثنائية التكافؤ كما تعمل على تنشيط الهضم إذا أن عصير البرتقال الطازج يحوي على مرافق إنزيمي له تأثير منشط لعمل الإنزيمات. [11]

إن لقشرة البرتقال العديد من الفوائد على مختلف الأصعدة حيث تحتوي القشور على الزيوت الطيارة ومن فوائده تنشيط الكبد وتليين الأمعاء وتبييض الأسنان من خلال فرك الأسنان باللب الداخلي من البرتقال وينصح بمداومة على ذلك للحصول على نتائج فعالة.

يعد دفن قشور البرتقال أحد الاساليب المستخدمة لتسميد التربة إذا تضاف إليها فتستفيد النباتات الموجودة فيها من عنصر النيتروجين المهم لنموها وقوتها [9].

تستعمل قشور البرتقال في تحضير عقاقير دوائية ومرامح موضعية لعلاج عديد من الأمراض منها سرطان الجلد والرئة والقولون والمعدة كما يقلل من خطر الإصابة بسرطان الكبد والسبب قد يعود الى احتواءها على مركبات الكاروتينات المضادة للأكسدة ويخفض من مستوى الكولسترول في الدم بسبب محتواه العالي من الألياف القابلة للذوبان ويعود ذلك لاحتوائه على مركبات الفلافينويدز التي تقلل نسبة الكولسترول منخفض الكثافة في الدم. [10]

يستعمل زيت البرتقال في عملية التطهير والتعقيم من الجراثيم والفطريات وفي تحضير مشروبات دوائية ضد نزلات البرد والسعال.

### II. 9 الدراسات العلمية السابقة:

وأكدت د. سهام نجم رئيسة قسم الفارماكولوجي بالمركز القومي للبحوث بالقاهرة في دراستها التي أجريت على حيوانات التجارب أثبتت أن عصير البرتقال يخفض ضغط الدم ويقلل من حركة عضلات

الأمعاء والرحم ويمكن استعماله في حالات ارتفاع ضغط الدم والمغص والإسهال كما انه يعطي تأثيرا يشابه هرمون البروجسترون على الأغشية المخاطية للرحم كما أن لها تأثيرا قويا ضد البكتريا والميكروبات التي تهاجم الإنسان. [11]

قام كل من د. رامز محمد وفؤاد سلمان نو جمل (2016) بدراسة أثر اضافة مطحون قشور البرتقال الناتجة عن تصنيع عصير البرتقال على اهم خصائص البسكوييت فضلا عن تحسين المنتج بإضافة انزيم الإكزيمينيز وتهدف هذه الدراسة الى استبدال جزئي لدقيق القمح الطري المستخدم في صناعة البسكوييت بمطحون قشور البرتقال صنف فالنسيا بمستويات مختلفة. [12]

قام كل من هاله يحيى خالد ويسام احمد العقلة وعقبة محمد (2013) بدراسة حول المركبات الفعالة بيولوجيا والنشاط المضاد للأكسدة في اصناف البرتقال الرئيسية المزروعة في سورية بهدف البحث الى دراسة بعض الخصائص الفيزيوكيميائي وبعض مضادات الاكسدة في اصناف البرتقال المزروعة في سورية [13].

### مراجع اللغة العربية

- [1] د.نزال الديري ، كتاب أشجار الفاكهة مستديمة الخضرة ، منشورات جامعة حلب كلية زراعة، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية ، 2002، الحمضيات ، صفحة 54 .
- [2] دانة حمزة امام خليفة "انتاج نباتات مقاومة للملوحة باستخدام تقنيات زراعة الانسجة " الدوحة قطر (2009) صفحة 13.
- [3] الياس شماس "الحمضيات "الطبعة 6 دمشق -سوريا (1981).
- [4] طه الشيخ حسن-الحمضيات. منشورات دار علاء الدين دمشق سوريا (1996).
- [5] محمد نور الدين الموسوي الواعظ، البرتقال وفوائده. -10-2015.
- [8] مختار محمد حسن ومحمد راني الزناتي، زراعة وإنتاج الفاكهة في الأراضي الجديدة، ط<sup>1</sup> 1990م. الدار العربية للنشر.
- [9] إعداد الطالبتان غولي إيمان ومكي عائشة (2019) مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي " دراسة الفعالية البيولوجية لمستخلصات قشور البرتقال والليمون " جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي.
- [10] محمد السيد هيكل وعبد الله عبد الرزاق عمر، النباتات الطبية والعطرية كيميائها وإنتاجها وفوائدها، منشأة المعارف بالإسكندرية، ط<sup>2</sup> 1993م.
- [11] كتاب التصنيف النباتي.
- [12] هاله واخرون،(2013) " المركبات الفعالة بيولوجيا والنشاط المضاد للأكسدة في اصناف البرتقال الرئيسية المزروعة في سورية ". جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد (29) العدد-1-الصفحات: 153-164.
- [13] د. رامز محمد وفؤاد سلمان، نورا جمل. (2016)- دراسة أثر اضافة مطحون قشور البرتقال الناتجة عن تصنيع عصير البرتقال على اهم خصائص البسكويت فضلا عن تحسين المنتج بإضافة انزيم الاكزيمينيز، جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية، (38)، (4).

### مراجع باللغة اللاتينية

- [6] Oranges: Safe Methods to Store, Preserve, and Enjoy. University of California .Division of Agriculture and Nature Resources .
- [7] origine et classification des agrumes .

## الفصل الثالث:

عموميات حول التآكل وطرق الحماية منه

### 1.III نظرة عامة حول التآكل:

يعتبر التآكل مشكلة العصر، فهو يسبب خسائر سنوية تقدر بملايين بل ببلايين الدولارات، فالتآكل يحول المنشآت الجديدة إلى هياكل محطمة والماكينات إلى أشياء عتيقة وبالية والمحركات إلى أكوام غير صالحة للإستعمال.

بالرغم من التطور الكبير الذي وصل إليه العالم في هذا اليوم إلا أن هناك مشكلة كانت ومازالت تتسبب في خسائر كبيرة جدا إلا وهي مشكلة التآكل، وبالرغم من تنوع الأضرار الناتجة عنها إلا أنها تتفق بأن تأثيرها الإقتصادي سيئ جدا، وتمثل الخسائر الناتجة عن التآكل جزءا لا يستهان به من الناتج القومي للدول الصناعية إذ يسبب خسائر جسيمة في الإقتصاد العالمي تقدر بالمليارات سنويا لأنه يدمر كمية ضخمة من المنشآت والمعدات الصناعية، ومع أن القضاء على هذا المشكل شبه مستحيل إلا أن العلماء تمكنوا من إستخدام طرق حديثة في مقاومته [1].

ومع أن القضاء على هذا المشكل مستحيل إلا أن العلماء توصلوا إلى إمكانية الحد من مخاطره وأضراره بإستعمال مثبتات التآكل ولقد شهد إستخدام المثبتات تطورا سريعا في السنوات الأخيرة و في مختلف المجالات [2].

يتضمن هذا الفصل عموميات حول التآكل وطرق الحماية منه.

### 2.III مفاهيم التآكل:

✓ التآكل هو عبارة عن تلف المادة بواسطة التفاعل الكيميائي أو الكهروكيميائي مع الوسط المحيط بها والذي يكون في حالة تلامس مباشر معها سواء كان هذا الوسط المحيط الهواء الجوي العادي أو محيط كيميائي آخر في أية درجة حرارة كانت. [3]

✓ كما يعرف على أنه تفاعل سطح غير عكوس في الشروط العادية يحدث عند السطح الفاصل له مع الوسط المحيط به مؤدياً بذلك إلى تلفه وانحلاله، أما كيميائياً فيعتبر هذا التفاعل عبارة عن تفاعل أكسدة إرجاعية حيث تحدث عملية للأكسدة على مستوى المعدن أما عملية الإرجاع فتحدث لأحد مكونات الوسط الملامس له [4].

❖ التآكل هو ظاهرة طبيعية وعفوية تنتج إلى تحويل المعادن النقية وسبائكها إلى عدة مستقرة مثل الكبريتيد والأكاسيد والهيدروكسيدات وما إلى ذلك بواسطة المادة الكيميائية أو التفاعلات الكهروكيميائية مع البيئات المحيطة [5].

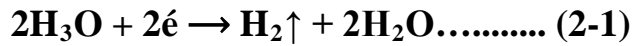
### III. 3 آلية حدوث التآكل:

سبب حدوث التآكل هو عدم استقرار المعدن وينشأ التآكل نتيجة حدوث تفاعلات الأكسدة والإرجاع حيث يعرف هذا النوع من التآكل بالكهروكيميائي [6].



#### ⚡ تفاعل تحرير الهيدروجين

في الوسط الحمضي فإن تفاعل الكاتودي هو:



في الوسط القاعدي فإن التفاعل الكاتودي هو:



#### ⚡ تفاعل إرجاع الاكسجين

يحدث التفاعل الكاتودي في الوسط القاعدي ويتم فيه إرجاع الأكسجين حسب التفاعلات [6].



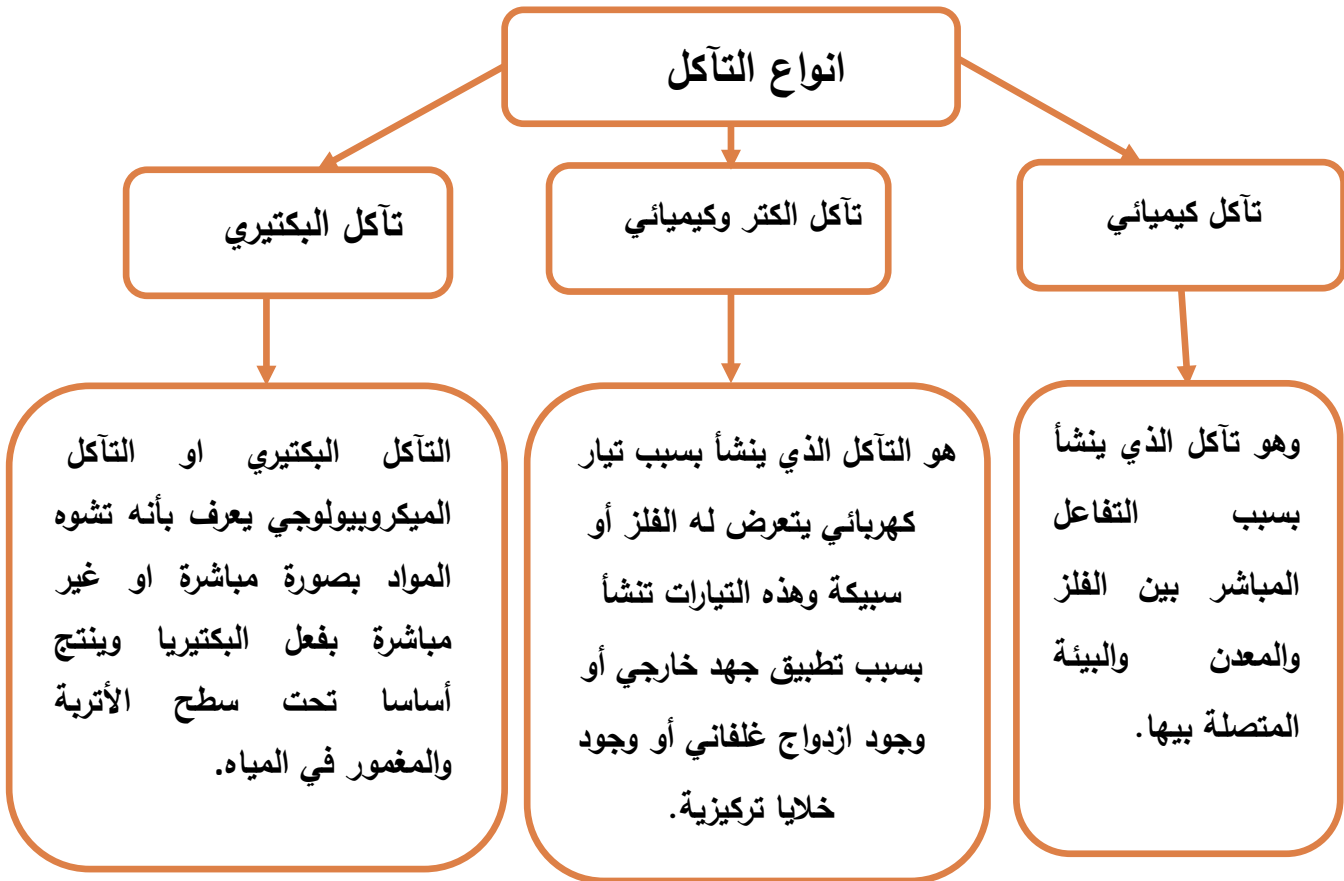


### III. 4. تآكل المعدن في الوسط الحمضي:

تعد الوسائط الحمضية بيئات عدوانية للمعادن والسبائك، حيث يذوب المعدن في مناطق الأنود عن طريق تفاعل أكسدة ذرات المعدن لتفقد أيونات معدنية في المحلول، ويتم تفاعل الإرجاع عند الكاتود وفيه تتحرر أيونات الهيدروجين في الحمض مع تطور الهيدروجين، تستعمل المحاليل الحمضية القائمة على حمض الهيدروكلوريك لتنظيف الكيميائي والتحليل بشكل عام في درجات الحرارة المنخفضة [10] [8] [9] [7].

### III. 5. أنواع التآكل:

نلخص أهم أنواع التآكل في المخطط الاتي [11]، [12]:




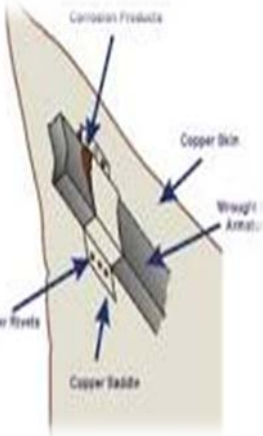
الشكل (III. 1): مخطط لأهم أنواع التآكل.

III. 6 أشكال التآكل :

تم تحديد عدة أشكال من التآكل بناء على الصورة المرئية التي تظهر على السطح المعدني

موضحة في الجدول (1. III) [2].

الجدول (1.III): أشكال التآكل

أشكال التآكل	تعريف	صورة موضحة لها
1- التآكل العام (General corrosion)	يطلق عليه التآكل المنتظم يكون فيه معدل التآكل يعتبر ثابت على الأسطح والخارجية للمعدات بأنواعها سواء كانت خطوط أو أوعية ضغط... يقيس معدل التآكل بنقصان سمك المعدن عن سمكه الأصلي.	 التآكل العام
2- التآكل الغلفاني (Galvanic corrosion)	يحدث هذا النوع من التآكل عند اتصال كهربائي لمعدنين مختلفين في الجهد الكهربائي بواسطة محلول الكتر وليتي. يشكل أحد المعدنين منطقة الانود والأخر منطقة كاثود ويمكن معرفة ذلك بدراسة السلسلة الكهربية.	

 <p>التآكل بالنقر</p>	<p>هو عبارة عن هجوم موضعي سريع ينشأ عند تكون تجويف داخل المعدن الغير المعرض للتآكل مما يؤدي الى وصول السمك في بعض المناطق الى الصفر مما يؤدي الى حدوث ثقوب عديدة نتيجة تعرض المعدن لأوساط شديدة التآكل.</p>	<p>3-التآكل بالنقر (Click corrosion)</p>
 <p>التآكل بين حدود الحبيبات</p>	<p>يحدث نتيجة عيوب فالتركيب الدقيق للفلز في مناطق معينة خاصة عند حدود الحبيبات حيث تكون هذه المناطق نشطة مقارنة ببقية المناطق</p>	<p>4-التآكل بين حبيبات (Intergranular corrosion)</p>
 <p>التآكل بين الفجوات</p>	<p>يطلق عليه تآكل تصدعي ويحدث هذا النوع من التآكل بي الفجوات الصغيرة الموجودة بين معدنين مثل فجوات المسامير حيث يكون تركيز الأوكسجين في تلك الفجوات محدود(أنود) بينما السطح الخارجي يكون (كاثود) به تركيز عال من الأوكسجين مما يؤدي الى حدوث تآكل لتلك الفجوات (الانود).</p>	<p>5- التآكل الشقي (Slit corrosion)</p>

	<p>6-التآكل بالتعرية (Erosion corrosion ) وهو التآكل المصاحب بعامل ميكانيكي يحدث نتيجة قوى القص والاحتكاك بين السائل والمعدن ويرجع هذا النوع من التآكل الى تأثير الفعل الميكانيكي للسائل على المعدن</p>	<p>6-التآكل بالتعرية (Erosion corrosion )</p>
	<p>7-التآكل الاختياري (facultative corrosion) يحدث هذا النوع من التآكل فقط بالنسبة للسبائك التي تتكون من معدنين أو أكثر.</p>	<p>7-التآكل الاختياري (facultative corrosion)</p>

### 7.III طرق الحماية من التآكل :

التآكل يؤثر على الحالة الإقتصادية للبلد حيث يؤثر بشكل واسع على المنشآت البترولية والصناعات الكيماوية اللذان يشكلان المحور الأساسي لإقتصاد البلد، أن التآكل يلعب دوراً مهماً سلبياً للصناعة بصوره مباشرة أو غير مباشرة لذا لابد من السيطرة على عمليات التآكل والحد منها، بشكل عام لا يمكن منع التآكل بشكل نهائي لكن بالإمكان الحد منه عن طريق حماية المعادن من التآكل، هنالك عدة تقنيات مستخدمة في الحد من عملية التآكل في المنشآت البترولية والمنشآت الصناعية الأخرى منها:

#### 1.7.III الحماية بالتغطية:

تعتمد هذه الطريقة بتغطية المعادن والسبائك بطبقة حامية من التآكل بمعدن او مادة أخرى مقاومة للتآكل وتعد الحماية بالتغطية من أكثر الأنواع شيوعاً [2] ومن الأساليب المتبعة في التغطية

نجد:

- التغطية بالغمر في المحاليل المعدنية

- التغطية بالمعادن المنصهرة
- التغطية بترسيب معدن في الصور الغازي
- التغطية بطبقة من الطور المعدني الجامد
- التغطية بترسيب معدن من الطور الغازي
- التغطية بطبقة من الطور المعدني الجامد

### III.7.2 إختيار المعدن أو السبيكة المناسبة:

تمتاز المعادن النقية بصورة عامة بمقاومة أفضل ضد التآكل من المعادن غير النقية أما بالنسبة للسبائك المعدنية فإن السبائك المتجانسة التي تتكون من طور واحد تكون أكثر مقاومة من السبائك التي تتكون من أكثر من طور واحد [2][14][15].

### III.7.3 الحماية بتغيير الوسط:

عند تغيير خصائص الوسط المساعد على التآكل يصبح بالإمكان السيطرة بشكل أفضل على عملية التآكل ومن أهم الخواص التي يمكن التحكم فيها هي درجة الحرارة التركيز وإزالة الأكسجين [2][14][15].

### III.7.4 الحماية الكهروكيميائية:

يمكن أن تكون كاثودية أو أنودية وتعتمد على إزاحة جهد القطب في الإتجاه السالب أو الموجب وتستخدم بشكل واسع في الصناعة [2].

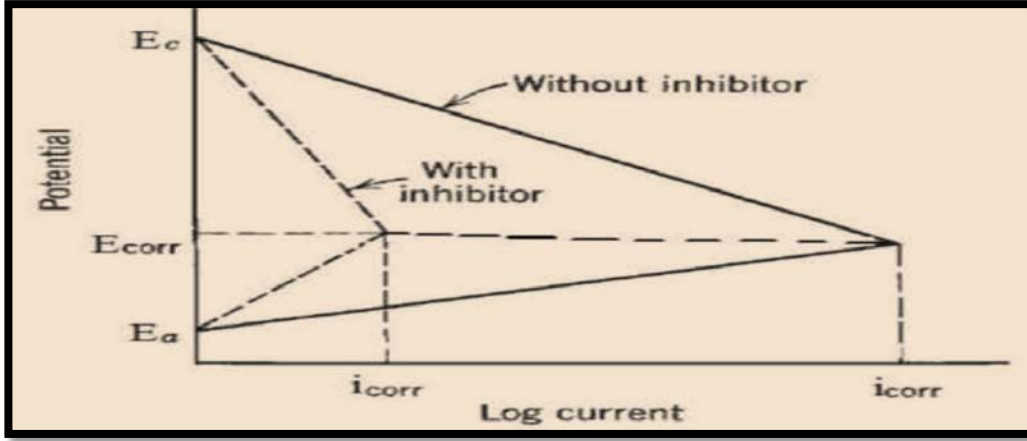
### III.7.5 الحماية بإستعمال المثبطات أو مانعات التآكل:

- هي مواد كيميائية تضاف بتراكيز قليلة إلى الوسط الآكال مما تقلل أو تُعيق عملية

التآكل وتعمل على خفض سرعة التآكل على سطح المعادن. [2][16]

- هي مواد تعترض تدفق الشحنات (إلكترونات أو أيون) المسببة للتآكل وعملها يكون من

خلال الامتزاز (adsorption) على السطح المتآكل [17].



الشكل (2. III) : منحنيات الاستقطاب بغياب و بوجود المثبط

من خلال الشكل (2. III) حيث نلاحظ بعدم وجود المثبط فإن تيار التآكل  $i_{corr}$  يكون عالي مما يساعد على زيادة عملية التآكل، في حين وجود المثبط سوف يقل  $i_{corr}$  تيار التآكل مما يخفض أو يُعيق سرعة التآكل.

### 8.III أنواع المثبطات:

تصنف مثبطات التآكل عادة على أنها عضوية وغير العضوية [18].

#### III 1.8 مثبطات غير عضوية:

تعرف بالمركبات التقليدية السامة مثل الكرومات، الفوسفات والنترات ينتج عنها أطلاق غازات سامة [26] مما يعتبر مثبط الكرومات من المثبطات غير عضوية يؤثر سلبا على البيئة غالبا ما تستخدم هذه الأخيرة في وسط محايد العضوية المستخدمة على نطاق واسع ويشكل طبقة رقيقة من أكسيد أحادي أو متعدد الذرات الكرومات على سطح المعدن لحماية المعدن وعزله عن وسط التآكل [19] ، أصبحت

المثبطات الغير عضوية محدودة ومهجورة بشكل متزايد بسبب بيئتها السمية، وخطورة إصابة الإنسان بالسرطان، والتكلفة العالية [20] .

تم تطوير الكثير من المواد كمثبطات للتآكل ومع ذلك، فإن بعض المركبات الإصطناعية قد تؤدي إلى تلوث البيئية، مما يزيد من المخاطر على صحة الإنسان في الآونة الأخيرة تحول الاهتمام إلى استكشاف مواد منخفضة التكلفة وقابلة للتحلل البيولوجي تعرف بمثبطات التآكل الصديقة للبيئة [21].

### III 2.8. مثبطات عضوية:

تعرف بالمثبطات الخضراء الصديقة للبيئة التي يتم إنتاجها من مصادر متجددة ومنخفضة التكلفة وغير سامة، تقدم نسبة عالية من كفاءة التثبيط [22] ، تتمثل في نباتات " المستخلصات والزيوت "، أدوية السوائل .. الخ [23] ، يمكن إستخلاص المكونات بسهولة بطرق بسيطة للغاية ، لذلك هذه المنتجات متوافقة مع الإنسان والبيئة [24] ، يحتوي مستخلص المنتجات الطبيعية على العديد من الجزيئات العضوية التي تحتوي على حلقات عطرية أو مجموعات وظيفية مثل الهيدروكسيل والكاربونيل والكاربوكسيل مسؤولة عن خصائص منع التآكل تمتص هذه المركبات على السطح المعدني لتشكيل طبقة واقية ، يستخدم هذا النوع من المثبطات في بيئات الحمضية [25] [26] [27] .

### III . 9 تصنيف المثبطات:

تم تصنيف المثبطات إلى فئات مختلفة على أساس طبيعتها الكيميائية، وسط تآكل وآلية العمل في الواقع، اعتمادا على الطبيعة الكيميائية. ملخصة في الجدول (III - 3) .

الجدول (III-2): تصنيف المثبطات

تصنيف المثبطات		
حسب مجال التطبيق	حسب الميكانيكية	حسب التركيب
مثبطات للبيئات الحمضية	المثبطات الانودية	المثبطات العضوية
مثبطات الاطوار الغازية	المثبطات الكاتودية	المثبطات الغير العضوية
مثبطات الطلاء	المثبطات المختلطة	
مثبطات للأوساط المحايدة		



- [1] علي فاضل، كيمياء التآكل، جزء من متطلبات شهادة البكالوريوس في دراسات علوم الكيمياء، جامعة القادسية، 2018، ص 6، 9.
- [2] قحطان خلف الخزرجي، عبد الجواد محمد الشريف، 2010، " التآكل. اسبابه. انواعه. طرق الحماية منه «، الطبعة الاولى، مديرية دار الكتاب للطباعة والنشر، 500 صفحة.
- [4] بوقرة أمينة، مساهمة الفيتو كيميائية وتقدير الفعالية المضادة للتآكل وللبكتيريا لمستخلص نبات *tragnum nodatum* مذكرة ماستر، جامعة ورقلة، 2013.
- [11] د. إبراهيم بن سعد الدريس كتاب " كيم 437 التآكل".
- [12] د.حاسم حلو نعمة، محمد سعيد وحيد، براق طالب شلش الموسوي، تآكل الفولاذ الواطيء الكربون بفعل البكتيريا.
- [14] شيحي سمية، (2009)«دراسة الفعالية التثبيطية للمستخلص الفلافوني لنبات *Euphorbia guyoniana* على تآكل الفولاذ في وسط حمضي «، مذكرة ماجستير في الكيمياء، جامعة ورقلة.
- [15] زينب عيابة (2004)، " المساهمة في تحضير بعض مشتقات 4-اريل -1-2-ثنائي ثيول - 3-ثيون و 4 اريل-2، 1. ثنائي ثيول-3-ون، ودراسة فعالية تثبيط لتآكل الفولاذ الكربوني  $52 \times$  في وسط حامضي وماء صناعي "، مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة.
- [16] بن منين عبد القادر، (2007)«دراسة الفعالية التثبيطين للتآكل لبعض مستخلصات الأعشاب الصحراوية «، مذكرة ماجستير، جامعة قاصدي مرياح ورقلة.

[17] د. عمر بن عبد الله الهزالي " الكيمياء الكهربية Electrochemistry " ص 545 الفصل الثامن عشر التآكل والسيطرة عليه.

[21] مسعودة دقموش، " تحضير وتحديد الخصائص الفيزيوكيميائية لبعض المركبات ثنائي ثيول ثيون وأملاحها المرافقة لتطبيق فعاليتها التثبيطية في دراسة تآكل المعادن " اطروحة دكتورة، جامعة قاصدي مرياح - ورقلة 2014.

### مراجع باللغة اللاتينية

- [3] D.Londolt *Traité des matériaux corrosion et chimie des surfaces des*, 1993, Vol 12, Press polytechniques et Universitaires Romandes "métaux", p38, 116-125, 179-204, 496.
- [5] Akhil Saxena et al, Investigation of corrosion inhibition effect and adsorption activities of *Cuscuta reflexa* extract for mild steel in 0.5 M  $H_2SO_4$ , *Bioelectrochemistry*, 124, (2018), 156-164.
- [6] Sh. Pa et al, Experimental and theoretical investigation of aqueous and methanolic extracts of *Prunus dulcis* peels as green corrosion inhibitors of mild steel in aggressive chloride media, *Journal of Molecular Liquids*, 276, (2019), 347–361.
- [7] M. Boudalia et al, Green approach to corrosion inhibition of stainless steel in phosphoric acid of *Artemisia herba albamedium* using plant extract, *J mater Res*.
- [8] M. Mobin et al, Pineapple stem extract (Bromelain) as an environmental friendly novel corrosion inhibitor for low carbon steel in 1 M HCl, *Measurement*, 134, (2019) 595–605.
- [9] O. A. Akinbulumo et al, Thermodynamics and adsorption study of the corrosion inhibition of mild steel by *Euphorbia heterophylla* L. extract in 1.5 M HCl, *Results in Materials* 5 (2020) 100074.
- [10] A. Thoume et al, Chalcone oxime derivatives as new inhibitors corrosion of carbon steel in 1 M HCl solution, *Journal of Molecular Liquids*, 337, (2021), 116398.
- [13] A. Berrissoul et al, Evaluation of *Lavandula mairei* extract as green inhibitor for mild steel corrosion in 1 M HCl solution. Experimental and theoretical approach, *Journal of Molecular Liquids*, 313, (2020), 113493.
- [18] A. Dehghani et al, A detailed electrochemical/theoretical exploration of the aqueous Chinese gooseberry fruit shell extract as a green and cheap corrosion inhibitor for

- mild steel in acidic solution, *Journal of Molecular Liquids*, 282, (2019), 366–384.
- [19] L. Ma et al, Designing novel organic inhibitor loaded MgAl-LDHs nano container for enhanced corrosion resistance, *Chemical Engineering Journal*, 08, (2021), 127367.
- [20] [20]S.Devikala et al, Green Corrosion inhibition of mild steel by Asafoetida extract extract in 3.5% NaCl, *Materials Today*, 14 (2019), 590–601.
- [22] H.Wei et al , Green inhibitors for steel corrosion in acidic environment: state of art, *Materials Today Sustainability*, 10, ( 2020), 100044.
- [23] M.A. Quraishi et al, Development of environmentally benign corrosion inhibitors for organic acid environments for oil-gas industry, *Journal of Molecular Liquids*, 329, (2021) ,115514.
- [24] A. Sedik et al, Dardagan Fruit extract as eco-friendly corrosion inhibitor for mild steel in 1 M HCl: Electrochemical and surface morphological studies, *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 107 (2020) 189–200.
- [25] H. Bensabra, *Cours de Corrosion et Protection des Métaux*, Université de Jijel (2016).
- [26] M.toorami et al, Superior corrosion protection and adhesion strength of epoxy coating applied on AZ31 magnesium alloy pre-treated by PEO/Silane with inorganic and organic corrosion inhibitors, *Corrosion Science*, 178, (2021), 109065.
- [27] A.Saxena, Investigation of corrosion inhibition effect and adsorption activities of *Cuscuta reflexa* extract for mild steel in 0.5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, *Bioelectrochemistry*, 124, (2018) 156–164.

الفصل الرابع:

دراسة الفعالية التثيبيية

### 1.IV مقدمة:

تتطلب دراسة ظاهرة التآكل وتثبيطها طرق تجريبية مختلفة لتقدير معدل التآكل ومراقبته لذلك تم تطوير عدة طرق في المعامل البحوث والمنشآت الصناعية منها ما هو كلاسيكي ومنها ما هو حديث يختلف إستعمال هذا الطرق مع إختلاف نوع التآكل والوسط المعرض له المعدن، ومن أهم هذه الطرق طريقة فقدان في الوزن [1][2]

تم العمل على مستوى المخبر البيداغوجي لقسم الكيمياء خلال الفترة الزمنية من 22 فيفري الى 2 جوان 2023 بجامعة قاصدي مرباح ولاية ورقلة.

### 2.IV المواد المستخدمة:

#### 1.2.IV المادة النباتية:

تم الدراسة على قشور البرتقال الذي تم اقتناؤها من سوق ولاية ورقلة.

#### 2.2.IV المواد الكيميائية:

في دراستنا استخدمنا المواد الكيميائية التالية، حيث تم تلخيص خصائصها الكيميائية، الفيزيائية في

الجدول (1 . IV).

الجدول (1. IV): المواد الكيميائية المستعملة وخصائصها الفيزيائية والكيميائية.

المواد	الصيغة الكيميائية	درجة النقاوة %	الكثافة	الكتلة المولية g/mol
حمض الهيدروكلوريك	HCl	1.19	37	36.5
الاسيتون	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	نقي	/	46
الماء المقطر	H <sub>2</sub> O	بدون املاح	1	18
نترات الفضة	AgNO <sub>3</sub>	99.8		169.87

3.IV الأجهزة والأدوات المستخدمة:

الأجهزة والأدوات المستخدمة في هذه الدراسة موضحة في الجدول (2..IV).

الجدول(2. IV): الأجهزة والأدوات المستخدمة في الدراسة

الأدوات	الأجهزة
ورق الترشيح	جهاز الطرد المركزي
أنبوب مدرج	جهاز التسخين المغناطيسي
ورق الألمنيوم	فرن تجفيف
قمع الترشيح	الميزان الحساس balance de précision
كوؤس بيشر	جهاز الأشعة UV-VIS
حوجة	جهاز الأشعة DRX
ماصة	جهاز EDX
أنابيب الطرد المركزي	جهاز الاهتزاز
القدم القنوية	جهاز الرج المغناطيسي
الأوراق الكاشطة	جهاز الترشيح تحت الفراغ
قضيب مغناطيسي	
ملعقة	
أرلينة	

4.IV العينة الفولاذية المدروسة:

العينة عبارة عن الفولاذ X70 حيث قطعت العينة على شكل مستطيل على البارد في ظروف مناسبة

والعناصر الداخلة في تركيبه موضحة في الجدول(3. IV).

الجدول(3. IV):التركيب الكيميائي لقطعة الفولاذ الكربوني.

العناصر	Fe	W	V	Nb	Co	Al	Cr	Mn	C
%	97.6	0.0594	0.0259	0.0725	0.0819	0.0377	0.0588	1.665	0.0425

## 5.IV تحضير المثبط :

يتم تحضير المثبط وفق الخطوات التالية:

## 1.5.IV تحضير المستخلص (المثبط أ):

1. غسل ثمار البرتقال جيدا تحت الماء الجاري ثم تقشيرها وتجفيفها في الظل لعدة أسابيع (لتسهيل عملية السحق وعدم تعفن القشور).
2. بعد التجفيف تطحن القشور لنتحصل على مسحوق ناعم جدا.
3. نزن 10g من مسحوق قشور البرتقال.
4. نضع العينة في بيشر سعته 250 ml ونضيف 220 ml الماء المقطر نحركه جيدا حتى يمتزج الخليط ونقوم بتغطيته ونتركه لمدة 24 h.
5. وبعد ذلك نقوم بترشيح بورق الترشيح لإزالة أي جزيئات قشور الموجودة في المستخلص.



الشكل (1.IV): الخطوات المتبعة لتحضير المستخلص المائي لقشور البرتقال.

### 2.5.IV تخليق جسيمات نانوية (المثبط ب ) :

انطلاقاً من نفس المثبط أ (المستخلص المائي) يتم تحضير محلول المثبط ب (جسيمات الفضة

النانوية) على النحو التالي:

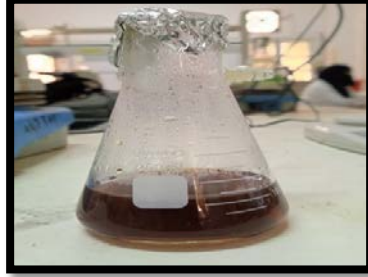
1. تم تحضير محلول لملح نترات الفضة بتركيز 0.1M وذلك عن طريق وزن 1.6957 g ثم نضع الكتلة

الموزونة في حوالة ذات السعة 100ml ونضيف الماء المقطر تدريجياً مع الرج حتى الوصول إلى

خط العيار.



2. نضع 10ml من مستخلص قشور البرتقال في إريينة سعتها 250ml ونضيف 90ml من محلول نترات الفضة ونضع المزيج تحت درجة الحرارة  $40C^{\circ}$  مع الرج المستمر مدة 6h، حيث نستدل على تشكل جسيمات النانو بتغير اللون من الأصفر الباهت إلى البني نترك المحلول يرتاح ليلة كاملة.



الشكل (2.IV): محلول جسيمات الفضة النانوية.

3. تم اخضاع المحلول السابق لعملية الطرد المركزي بسرعة 2700 دورة /ثانية لمدة 30min.



الشكل (3.IV): جهاز الطرد المركزي.

4. بعدها يخضع المحلول لعملية التركيز لفصل السائل عن الصلب.



الشكل (4.IV): انابيب طرد المركزي لمحلول جسيمات الفضة النانوية.

5. يجفف الناتج الصلب في الفرن تحت درجة حرارة  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  لمدة 5h لتتحصل على مسحوق لونه

أسود .



الشكل (5.IV): مسحوق لجسيمات الفضة النانوية.

#### 6.IV تحضير الوسط الأكال:

يحدث التآكل على أساس التفاعلات التي تحدث بين المعدن والوسط المحيط به، ولهذا قمنا بدراسة تأثير الوسط الحمضي على الفولاذ X70، حيث تم استخدام حمض الهيدروكلوريك (HCl) 37% لتحضير محلول مخفف منه بتركيز 1M باستخدام العلاقات الحسابية التالية:

$$C=10*P*d/M \dots\dots\dots(1)$$

$$C_1*V_1=C_2*V_2\dots\dots\dots(2)$$

$$p= 37\%, d=1.19\text{g/cm}^3, M=36.46 \text{ g/mol}$$

$$C_1=10 \times 37 \times 1.19 / 36.46$$

$$C_1=12.07\text{M}$$

لتحضير 1L من حمض الـ HCl (1M) نأخذ الحجم اللازم من الحمض المركز حسب التمديد:

$$C_1V_1=C_2V_2$$

$$V_1=C_2V_2/C_1$$

$$V_1=(1*1000)/12.07=82.85\text{ml}$$

#### 7.IV دراسة الفعالية التثيبيية:

##### 7.1.IV تحضير المحلول الأم :

➤ تحضير المحلول الأم (المثبط أ) :

محلول المثبط أ محضر سابقا ويكون عبارة عن المستخلص المائي لقشور البرتقال.

➤ تحضير المحلول الأم (المثبط ب):

نأخذ 0.1842g من المثبط (جسيمات الفضة النانوية) ونضعها في حوجلة سعتها 250ml ونضع حجم 200ml من محلول حمض HCl (1M) ونقوم برج المحلول بواسطة جهاز الرج الإهتزازي حتى الحصول على محلول متجانس.

يتم حساب التركيز الكتلي للمثبط بالعلاقة التالية:

$$C (g/l)=m(g)/v(l)$$

**2.7.IV تحضير المحاليل المخففة :**

➤ انطلاقا من المحلول الأم للمثبط أ (مثبط المستخلص المائي) تم تحضير محاليل مخففة منه بالتركيز الحجمية التالية :

$$(0.125، 0.25، 0.375، 0.5، 0.625، 0.75، 0.875، 1)$$

انطلاقا من المحلول الأم لمثبط ب (مثبط الجسيمات النانوية) تم تحضير محاليل مخففة منه بالتركيز الكتلية التالية:

$$(0.1151g/l، 0.2302g/l، 0.3454g/l، 0.4605g/l، 0.57565g/l، 0.6907g/l، 0.8059g/l، 0.921g/l)$$

**3.7.IV طريقة فقدان في الوزن:**

لتوضيح ظاهرة التآكل وإبرازها توجد عدة طرق من بينها الطريقة الكلاسيكية والتي هي طريقة الضياع في الكتلة، الطريقة الإلكتروليتية، المعايرة الحجمية والممانعة الكهربائية ومن هذه الطرق قمنا بإختيار طريقة الضياع في الكتلة وتهدف إلى تحديد سرعة التآكل بطريقة مباشرة.

تعتبر طريقة فقدان الوزن من الطرق القديمة المستخدمة في اختبارات قياس أو تحديد معدل التآكل

كما أنها من أكثر الطرق شيوعا وتتميز هذه الطريقة بكونها سهلة التنفيذ ولا تتطلب معدات كبيرة [4].

هي طريقة كلاسيكية تحدد سرعة التآكل مباشرة وتتركز على الضياع في وزن العينة حيث نقوم

بوزن العينة قبل الغمر  $m_1$  وبعد الغمر  $m_2$  في المحلول الالكتروليتي [5] .

يتم تحديد سرعة التآكل  $V_{corr}$  حسب العلاقة التالية:

$$V_{corr} = \frac{\Delta m}{s.t} \dots\dots\dots (1)$$

$$\Delta m = m_1 - m_2$$

وتعطي علاقة حساب المردود كالتالي:

$$R\% = \frac{V_0 - V_{inh}}{V_0} * 100 \dots\dots\dots (2)$$

$V_0$  هي قيم معدل التآكل في غياب المثبط (المستخلص المائي، جسيمات الفضة النانوية).

$V_{inh}$  هي قيم معدل التآكل في وجود المثبط (المستخلص المائي، جسيمات الفضة النانوية).

$V_{corr}$ : سرعة التآكل تعطى بـ  $g / cm^2 . h$  .

s: مساحة سطح العينة بـ  $cm^2$  .

t: زمن التجربة (الغمر) بـ h .

$\Delta m$ : الفرق في الكتلة بـ g .

$m_1$  : كتلة العينة قبل الغمر .

$m_2$  : كتلة العينة بعد الغمر .

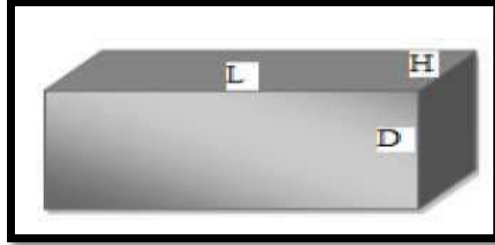
تقاس أبعاد القطعة بواسطة القدم القنوية:



الشكل (6.IV): صورة فوتوغرافية للقدم القنوية

وهذه الأبعاد هي الطول (L) السمك (D) العرض (H) ليتم بواسطتها حساب مساحة سطح القطعة (S) وتحسب بالطريقة التالية:

$$S = 2. ((L.D) + (L.H) + (D.H))$$



الشكل (7.IV): أبعاد العينة.

#### 4.7.IV الخطوات العملية المتبعة لتطبيق طريقة فقدان في الوزن:

##### (1) الصقل اليدوي:

تتمثل هذه العملية في تسوية السطح وذلك بإزالة الشوائب الخارجية بحيث لا يتبقى أي عيوب أو خدوش مرئية من خلال صقل العينة باستخدام الورق الكاشط والماء بداية من الرقم 320 ثم 600، 800، 1000، 1200 بإتجاه واحد حتى نتحصل على سطح كالمرآة وبعد الإنتهاء يتم غسل العينة بالماء المقطر تجفف بعد ذلك ويتم حفظها في مكان بعيد عن الرطوبة لتفادي حدوث الصدأ.

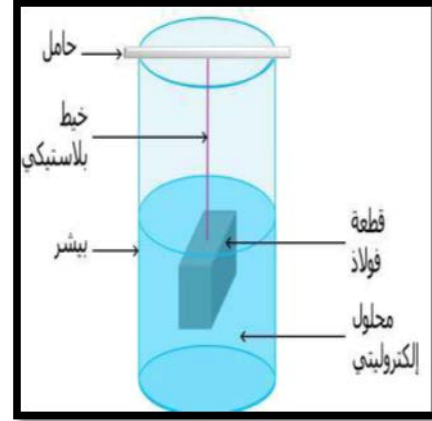


الشكل (8.IV): عينة من الفولاذ X70.

##### (2) تحديد زمن الغمر :

يتم غمر عينة الفولاذ المستخدمة خلال فترات زمنية مختلفة بدءاً من 10 إلى 60min في بيشر سعته 50ml من محلول (1M) HCl، في درجة حرارة الغرفة، حيث نقوم بوزن العينة قبل كل غمر

باستعمال ميزان تحليلي وفي نهاية التجربة نشطف العينة بالماء ثم نجففها ونعيد وزنها من جديد ليتم تحديد مقدار الخسارة في الكتلة.



الشكل (9.IV): التركيب التجريبي لطريقة فقدان الوزن.

### (3) تأثير تركيز المثبط على سرعة التآكل:

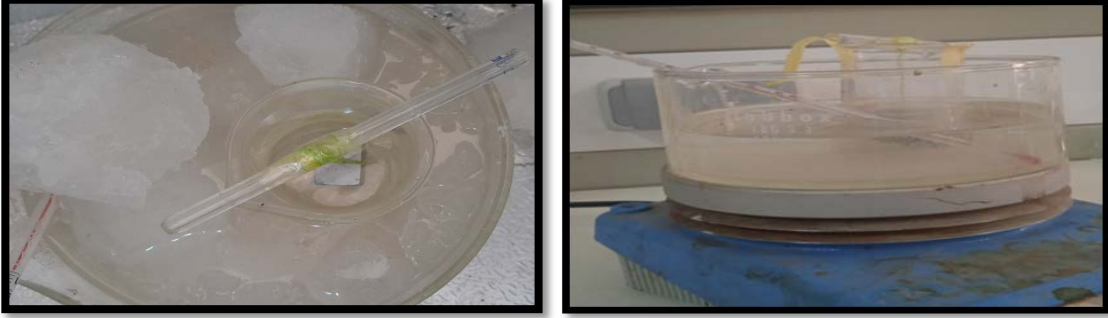
أجريت عدة تجارب لدراسة تأثير التركيز على معدل التآكل، حيث نقوم بوزن العينة قبل كل غمر باستعمال ميزان تحليلي وتغمر عينة الفولاذ المستخدمة في 40ml من محلول المثبط بتركيز مختلفة في بيشر سعته 50ml لمدة 30min في درجة حرارة الغرفة وفي نهاية التجربة نشطف العينة بالماء ثم نجففها ونعيد وزنها من جديد ليتم تحديد مقدار الخسارة في الكتلة.

### (4) تأثير درجة الحرارة على سرعة التآكل:

#### ➤ في غياب المثبط

اجريت عدة تجارب لدراسة تأثير درجة الحرارة على معدل سرعة التآكل بضبط درجات الحرارة الساخنة والباردة التالية: ( $60C^0$ ،  $50C^0$ ،  $40C^0$ ،  $30C^0$ ،  $3C^0$ ،  $-7C^0$ ،  $-10C^0$ )، حيث نقوم بوزن العينة قبل

كل غمر باستعمال ميزان تحليلي وتغمر عينة الفولاذ المستخدمة في 40ml من المحلول الحمضي في بيشر سعتة 50ml لمدة 30min .



الشكل (10.IV) : التركيب التجريبي لدراسة تأثير درجة الحرارة (مرتفعة، منخفضة) في غياب المثبط .

➤ في وجود المثبط

أجريت عدة تجارب لدراسة تأثير درجة حرارة على معدل سرعة التآكل بضبط درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة التالية: ( $60C^0$ ،  $50C^0$ ،  $40C^0$ ،  $30C^0$ ،  $-3C^0$ ،  $-7C^0$ ،  $-10C^0$ )، حيث نقوم بوزن العينة قبل كل غمر باستعمال ميزان تحليلي وتغمر عينة الفولاذ المستخدمة في 40ml من محلول المثبط بتركيز مختلفة في بيشر سعتة 50ml لمدة 30min وفي نهاية التجربة نشطف العينة بالماء ثم نجففها ونعيد وزنها من جديد ليتم تحديد مقدار الخسارة في الكتلة.

## المراجع باللغة العربية

- [1] د . عيسى مسعود بغني أساسيات هندسة التآكل 2006/7029 دار الكتب الوطنية ليبيا 2006.
- [2] دقموش مسعودة، تحضير وتحديد الخصائص الفيزيوكيميائية لبعض المركبات ثنائي ثيول ثيون وأملاحها المرافقة لتطبيق فعاليتها التثبيطية في دراسة تآكل المعادن، أطروحة، دكتوراه، جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2014.
- [3] سالم منصور. احمد، (2000) «هندسة التآكل والطرق الفنية في التصدي له " دار الرتب الجامعي ، بيروت.
- [4] سمية شيحي، « دراسة الفعالية التثبيطية للمستخلص الفلافوني لنبات EuphorbiaGuyoniana على تآكل الفولاذ في وسط حامضي »، مذكرة ماجستير، جامعة ورقلة 2009 م.



**الفصل الخامس:**

**مناقشة وتحليل النتائج**

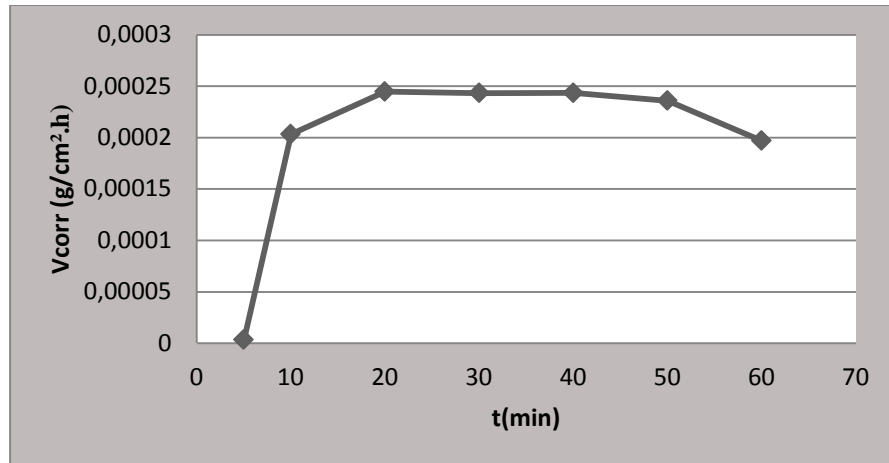
1.V المقدمة :

يهدف هذا الجزء إلى دراسة مختلف العوامل التي تؤثر على تنشيط التآكل في وجود وغياب المثبط والتي تتمثل في التركيز ودرجة الحرارة على معدل تآكل الفولاذ XC70 بإستعمال تقنية الكتلة الضائعة، وتفسير النتائج.

2.V تحديد زمن الغمر:

الجدول (1.V): تغيرات معدل التآكل للفولاذ X70 في HCl (1M) بدلالة زمن الغمر .

t(min)	m1 (g)	m2(g)	S(cm <sup>2</sup> )	V(g/cm <sup>2</sup> .h)
10	30,0382	30,0377	14,754228	0,0002033
20	30,0034	30,0022	14,716952	0,0002446
30	30,0631	30,0613	14,793894	0,0002433
40	30,0602	30,0578	14,787486	0,0002434
50	30,051	30,0481	14,754228	0,0002359
60	30,0147	30,0118	14,735102	0,0001968



الشكل (1.V):تغيرات سرعة التآكل بدلالة زمن الغمر.

إنطلاقاً من النتائج المتحصل عليها من التجارب التي قمنا بها تم رسم المنحنى تغيرات سرعة التآكل بدلالة الزمن حيث نلاحظ تزايد سرعة التآكل بزيادة زمن الغمر إلى غاية الثبوت حيث تم اختيار 30min مدة غمر العينة لأنه الزمن اللازم لاستقرار سرعة التآكل.

### 3.V دراسة الفعالية التثبيطية:

#### 1.3.V تأثير التركيز :

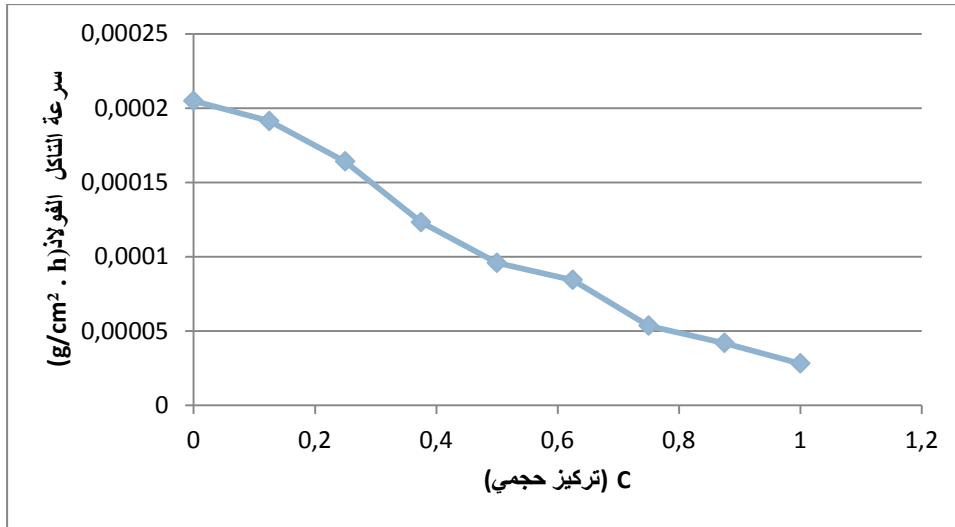
#### 1- تأثير تركيز المثبط أ (مستخلص المائي):

في هذا الجزء من الدراسة قمنا بحساب سرعة التآكل  $V_{corr}$  وكفاءة التثبيط  $R(\%)$  وكذلك معدل سرعة تآكل الفولاذ بعد وقت الغمر في حالة وجود وغياب المثبط بتركيز مختلفة في درجة حرارة الغرفة النتائج موضحة في الجدول (2.V).

الجدول (2.V): تغيرات معدل التآكل والكفاءة التثبيطية للفولاذ في X70 في HCl (1M) بدلالة

تركيز المثبط أ (المستخلص المائي) .

C(g/l)	m1 (g)	m2(g)	S(cm <sup>2</sup> )	V(g/cm <sup>2</sup> .h)	R%
0	29,7660	29,7645	14,64444	0,00020486	/
0,125	29,7594	29,7580	14,63807	0,00019128	6,626051112
0,25	29,7512	29,7500	14,632728	0,00016402	19,93596819
0,375	29,7443	29,7434	14,619012	0,00012313	39,87368269
0,5	29,7411	29,7404	14,606328	9,5849E-05	53,21156693
0,625	29,7363	29,7357	14,224884	8,4359E-05	58,82021955
0,75	29,7344	29,7340	14,956054	5,349E-05	73,88894156
0,875	29,7321	29,7318	14,334264	4,1858E-05	79,56722438
1	29,7274	29,7272	14,22628	2,8117E-05	86,27475348



الشكل (2.V): منحنى تغير سرعة التآكل بدلالة المثبط أ (المستخلص المائي).

من خلال النتائج المتحصل عليها لاحظنا في غياب المثبط زيادة في معدل التآكل الذي بلغ

$0,00020486(g/cm^2.h)$  بسبب الهجوم العدوانى الحادث بين حمض الهيدروكلوريك و سطح المعدن .

عند اضافة مثبط المستخلص المائي لقشور البرنقال بتراكيز مختلفة لاحظنا انخفاض في معدل

التآكل حيث سجلنا أقل قيمة لمعدل التآكل بمقدار  $2,7419E-05$  عند التركيز 1، وبلغت الكفاءة التثبيطية

ذروتها القصوى بـ 86,27 عند التركيز 1.

من خلال قياسات الكتلة الضائعة للمستخلص المائي لقشور البرنقال التي تم دراستها في تراكيز

مختلفة نجد بشكل عام أن الزيادة في تركيز المثبط المستعمل تسبب الزيادة في الكفاءة والنقصان في

معدل التآكل.

## 2- تأثير تركيز المثبط ب (جسيمات الفضة النانوية).

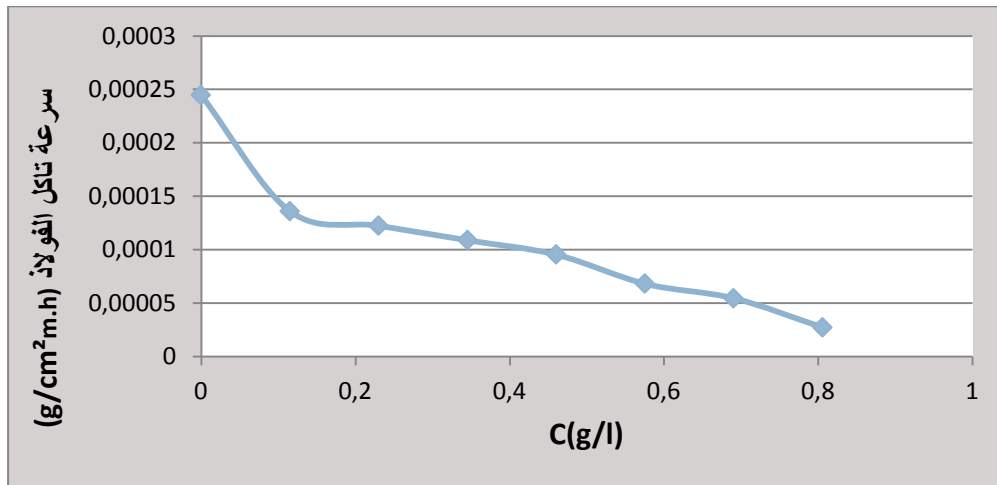
في هذا الجزء من الدراسة قمنا بحساب سرعة التآكل  $V_{cor}$  وكفاءة التثبيط  $R(\%)$  وكذلك معدل

سرعة تآكل الفولاذ بعد وقت الغمر في حالة وجود وغياب المثبط بتراكيز مختلفة في درجة حرارة

الغرفة، والنتائج المتحصل عليها موضحة في الجدول (3.V).

الجدول (3.V): تغيرات معدل التآكل والكفاءة التثبيطية للفولاذ في X70 في HCl (1M) بدلالة تركيز المثبط (جسيمات الفضة النانوية) .

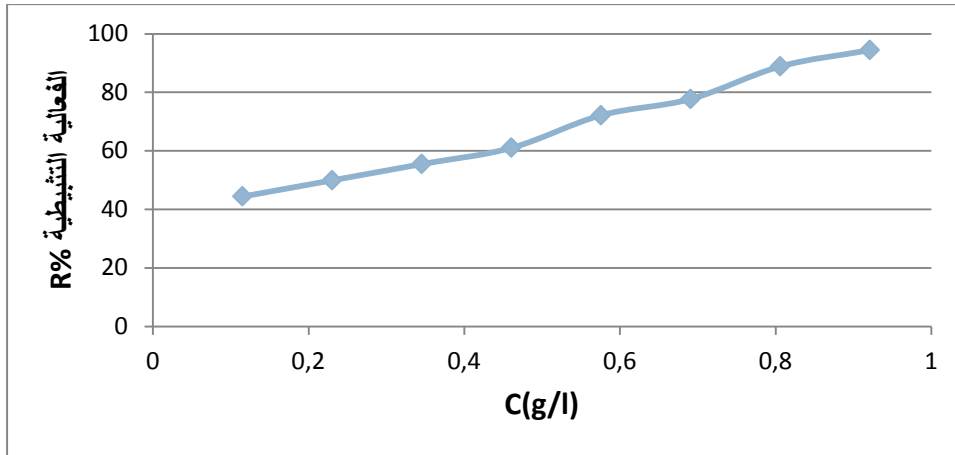
C(g/l)	m1 (g)	m2(g)	S(cm <sup>2</sup> )	V(g/cm <sup>2</sup> .h)	R%
0	29,8553	29,8535	14,726168	0,00024446	/
0,1151	29,8387	29,8377	14,713392	0,00013593	44,39620419
0,2302	29,8355	29,8346	14,70268	0,00012243	49,92012341
0,3454	29,83 02	29,8294	14,70268	0,00010882	55,48455414
0,4605	29,8242	29,8235	14,687952	9,5316E-05	61,00992765
0,5756	29,8204	29,8199	14,687952	6,8083E-05	72,14994832
0,6907	29,8154	29,8150	14,681572	5,449E-05	77,71027668
0,8059	29,8098	29,8096	14,676222	2,7255E-05	88,85107565
0,921	29,8068	29,8067	14,668862	1,3634E-05	94,42274087



الشكل (3.V): منحنى تغير سرعة التآكل بدلالة المثبط ب (جسيمات الفضة النانوية).

من النتائج المعروضة في الجدول والمنحنى نلاحظ أن زيادة تركيز المثبط المستعمل يتناقص

معدل تآكل الفولاذ حيث تم تسجيل أقل سرعة تآكل ب  $1,3634E-05$  عند التركيز  $0,921g/l$  .



الشكل (4.V): تغيرات الفعالية التثبيطية للتآكل بدلالة التركيز.

نلاحظ أن الفعالية التثبيطية تزداد بزيادة تركيز ميثب جسيمات الفضة النانوية حيث تم تسجيل

أكبر قيمة للفعالية التثبيطية بمقدار 94,42% عند التركيز 0.921g/l.

### 3-المقارنة بين الفعالية التثبيطية بين المثبط أ وب .

تبين من خلال النتائج أن كلا من المثبط أ (المستخلص المائي) والمثبط ب (جسيمات الفضة

النانوية) لهما القدرة على تقليل معدل تآكل الفولاذ أي أنهما مثبطات جيدة لمنع التآكل ولكن الكفاءة

التثبيطية لمثبط جسيمات الفضة النانوية أعلى حيث بلغت أعلى قيمة للتثبيط 94,42% في حين أن أكبر

قيمة للتثبيط لمثبط المستخلص المائي بلغت 86,27% .

### 2. 3.V تأثير درجة الحرارة :

#### 1- تأثير درجة الحرارة على الفعالية التثبيطية للمثبط أ (المستخلص المائي) :

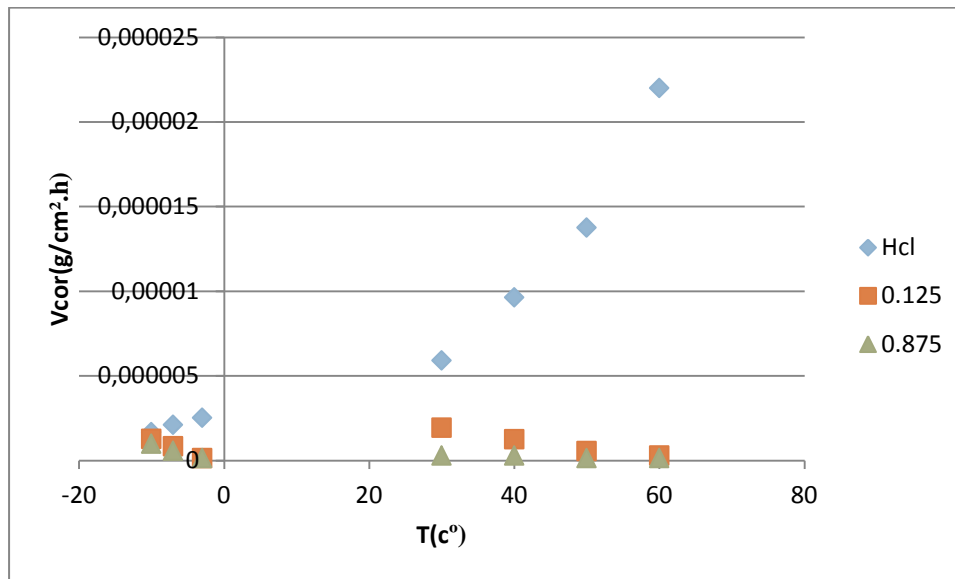
لغرض معرفة تأثير تغيرات درجة الحرارة على القدرة التثبيطية تم دراسة تأثير إرتفاع درجة

الحرارة وإنخفاضها على معدل التآكل وكفاءة تثبيط التآكل للفولاذ X70 في غياب ووجود المثبط بتراكيز

مختلفة، وعليه كانت النتائج كما هو موضح في الجدول (4.V) والشكل (5.V).

الجدول (4.V): تغيرات معدل التآكل وكفاءة التثبيط (R%) في غياب وجود المثبط أ المستخلص المائي .

	C(g/l)	T(C°)	S(cm <sup>2</sup> )	Δm(g)	V <sub>corr</sub> (g/cm <sup>2</sup> .h)	R(%)
HCl (1M)	0	-10	14,350222	0,0012	1,67E-06	
		-7	14,314488	0,0015	2,1E-06	/
		-3	14,281086	0,0018	2,52E-06	/
		30	14,557508	0,0043	5,91E-06	/
		40	14,552184	0,007	9,62E-06	/
		50	14,54686	0,01	1,37E-05	/
		60	14,54686	0,018	2,47E-05	/
HCl+inh	0.125	-10	14,281086	0,0009	1,26E-06	24,63691837
		-7	14,26854	0,0006	8,41E-07	59,87119075
		-3	14,262256	1E-04	1,4E-07	94,43710962
		30	14,459296	0,0014	1,94E-06	67,22071554
		40	14,45199	0,0009	1,25E-06	87,05372004
		50	14,508876	0,0004	5,51E-07	95,98952807
		60	14,497216	0,0002	2,76E-07	98,88508402
	0.875	-10	14,302174	0,0007	9,79E-07	41,47069646
		-7	14,267524	0,0004	5,61E-07	73,24555543
		-3	14,267524	1E-04	1,4E-07	94,43916361
		30	14,497216	0,0002	2,76E-07	95,32949364
		40	14,497216	0,0002	2,76E-07	97,13202393
		50	14,48356	1E-04	1,38E-07	98,99562953
		60	14,47825	1E-04	1,38E-07	99,44181176



الشكل (5.V): تغيرات سرعة تآكل الفولاذ بدلالة درجة الحرارة في غياب وجود المثبط أ

لاحظنا في غياب المثبط زيادة في معدل التآكل بزيادة درجة الحرارة أين بلغت  $2,47E-05$  عند درجة الحرارة  $60C^{\circ}$ . عند اضافة المثبط سجلنا انخفاض في معدل التآكل بزيادة درجة الحرارة وزيادة في الكفاءة التثبيطية حيث سجلنا أعلى قيمة بمقدار  $99,44\%$  عند درجة الحرارة  $60C^{\circ}$  بالنسبة للتركيز الحجمي  $0.875$  في حين سجلنا أعلى قيمة بمقدار  $88.98\%$  عند درجة الحرارة  $60C^{\circ}$  بالنسبة للتركيز  $0.125$ .

نستنتج أن درجة الحرارة تحفز عملية التآكل في غياب المثبط وتتناسب تناسباً طردياً مع معدل التآكل بينما في وجود المثبط تتناسب تناسباً عكسياً مع معدل التآكل وتتناسب تناسباً طردياً مع الكفاءة التثبيطية للمثبط أ.

## 2- تأثير درجة الحرارة على الفعالية التثبيطية للمثبط .

لغرض معرفة تأثير تغيرات درجة الحرارة على القدرة التثبيطية تم دراسة تأثير إرتفاع درجة الحرارة وإنخفاضها على معدل التآكل وكفاءة تثبيط التآكل للفولاذ X70 في غياب ووجود المثبط بتركيز مختلفة، وعليه كانت النتائج كما هو موضح في الجدول (5.V).

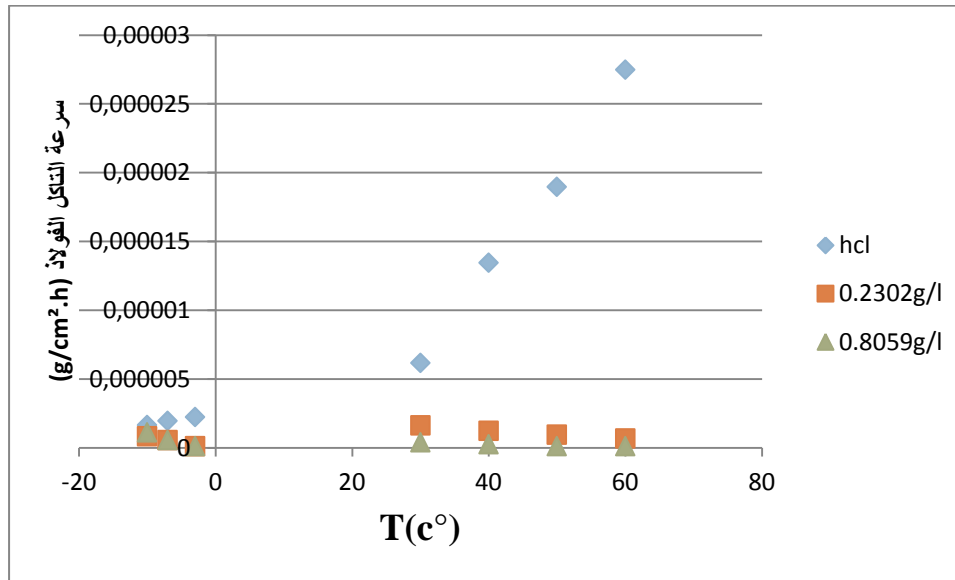
الجدول (5.V): تغيرات معدل التآكل وكفاءة التثبيط ( $R(\%)$ ) في غياب ووجود مثبط جسيمات الفضة النانوية بدلالة درجة الحرارة .

	C(g/l)	T(C°)	S(cm <sup>2</sup> )	Δm(g)	V <sub>corr</sub> (g/cm <sup>2</sup> .h)	R(%)
HCl (1M)	0	-10	14,350222	0,0012	1,67E-06	
		-7	14,314488	0,0014	1,96E-06	/
		-3	14,281086	0,0016	2,24E-06	/
		30	14,557508	0,0045	6,18E-06	/
		40	14,557508	0,0098	1,35E-05	/
		50	14,54686	0,0138	1,9E-05	/
		60	14,54686	0,02	2,75E-05	/
HCl+inh	0.2302(g/l)	-10	14,281086	0,0006	8,4E-07	49,75794558
		-7	14,26854	0,0004	5,61E-07	71,33656482
		-3	14,262256	1E-04	1,4E-07	93,74174833
		30	14,522542	0,0012	1,65E-06	73,26912786
		40	14,522542	0,0009	1,24E-06	90,79421495
		50	14,508876	0,0007	9,65E-07	94,9142566
		60	14,497216	0,0005	6,9E-07	97,49143905



0.8059(g/l)	-10	14,302174	0,0008	1,12E-06	33,10936738
	-7	14,267524	0,0004	5,61E-07	71,33452368
	-3	14,267524	1E-04	1,4E-07	93,74405906
	30	14,497216	0,0003	4,14E-07	93,30560755
	40	14,497216	0,0002	2,76E-07	97,95069619
	50	14,48356	1E-04	1,38E-07	99,27219531
	60	14,47825	1E-04	1,38E-07	99,49763058

تمت دراسة تأثير درجة الحرارة بطريقة فقدان الوزن في وسط حمضي بغياب المثبط وبوجود تراكيز مختلفة من المثبط بعد نصف ساعة من العمر في درجات حرارة مرتفعة ومنخفضة فتحصلنا على النتائج المعروضة في الجدول (5.V) والتي سمحت برسم المنحنى في الشكل (6-V).

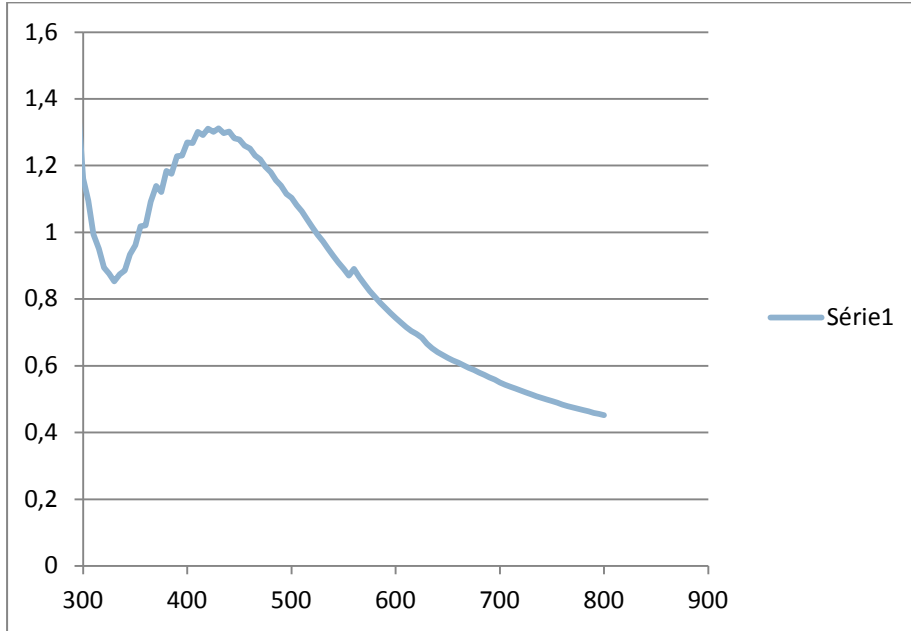


الشكل (6.V): تغيرات سرعة التآكل الفولاذ بدلالة درجة الحرارة في غياب وجود المثبط

لاحظنا في غياب المثبط ومع زيادة درجة الحرارة زيادة في معدل التآكل اين بلغت  $2,75E-05$  عند درجة الحرارة  $60C^{\circ}$ . عند اضافة المثبط سجلنا انخفاض في معدل التآكل بزيادة درجة الحرارة وزيادة في الكفاءة التثبيطية حيث سجلنا اعلى قيمة بمقدار  $99,49\%$  عند درجة الحرارة  $60 C^{\circ}$  بالنسبة للتركيز  $0.8059g/l$  في حين سجلنا اعلى قيمة بمقدار  $97,49\%$  عند درجة الحرارة  $60C^{\circ}$  بالنسبة للتركيز  $0.2302g/l$ .

مناقشة نتائج التحاليل :

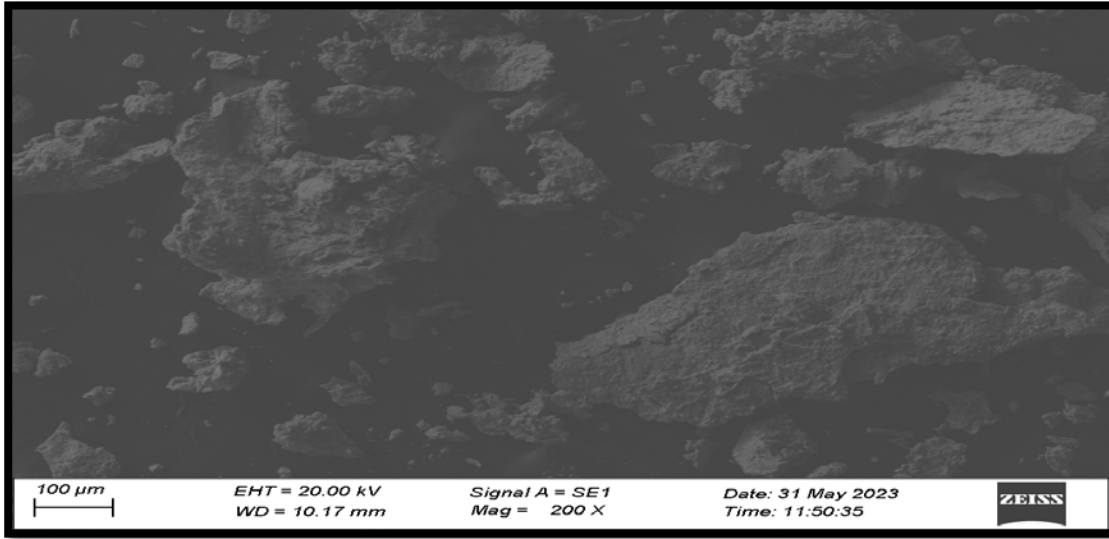
✓ نتائج تحليل مطيافية uv-vis:



الشكل (7.V): طيف امتصاص UV-VIS لجسيمات الفضة النانوية.

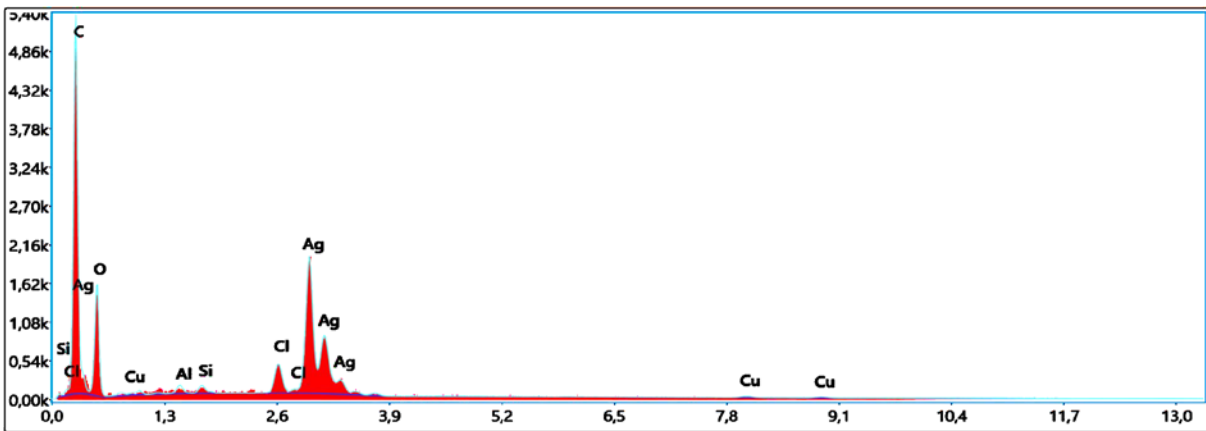
بينت دراسة الخواص الضوئية في النطاق (300-800nm) لمحلول جسيمات الفضة النانوية المحضرة تشكل جسيمات الفضة حيويًا. حيث حدد طيف UV-VIS ذروة امتصاص عند 430nm.

✓ نتائج تحليل جهاز EDX :



الشكل (8.V): حيود الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX)

يلاحظ من الأشكال وجود رقائق كثيفة من الجسيمات تبدو بشكل غير منتظم وتجمع لجسيمات غير منتظمة الشكل بحيث يوجد قسما منها كبير وهناك أخرى أصغر بكثير مع عدم انتظام في الأحجام يتضح من الصور أن هناك تكتل ونظر لمحدودية الجهاز الذي كان ضمن النطاق المايكرون لا يوضح شكل الحبيبات النانوية فيما إذا كانت كروية أو شبه كروية أو تمتلك أشكالا أخرى كما هو موضح في الشكل (8.V) وقد تم إختيار الصور بالقياس (100um) لأن الصور بالقياسات الأصغر كانت مشوهة وغير واضحة.



الشكل (9.V): العناصر الموجودة في المسحوق النانوي بنسبها الذرية والوزنية.

فحصت العينات بجهاز (EDX) الملحق بالمجهر الإلكتروني الماسح والذي عن طريقه جرى معرفة نوعية وكمية العناصر الموجودة في كل عينة كما هو مبين في الجدول (6.V).

الجدول (6.V):العناصر الموجودة في المسحوق النانوي بنسبها الذرية والوزنية.

Elément	% de masse	% atomique	Intensité totale	Erreur %	Kratio	Z	A	F
C K	54.88	68.82	153.68	5.95	0,3257	1.0564	0.5617	1.0000
O K	30.33	28.55	49.18	11.39	0,0381	1.0119	0.1240	1.0000
AlK	0.32	0.18	4.63	15.02	0,0017	0.9017	0.5945	1.0058
SiK	0.26	0.14	4.76	15.34	0,0018	0.9218	0.7289	1.0096
ClK	1.00	0.42	17.65	7.50	0,0085	0.8594	0.9603	1.0377
AgL	12.77	1.78	105.01	4.75	0,1081	0.6917	1.2238	1.0000
CuK	0.45	0.11	1.81	35.01	0,0038	0.7451	1.0122	1.1180

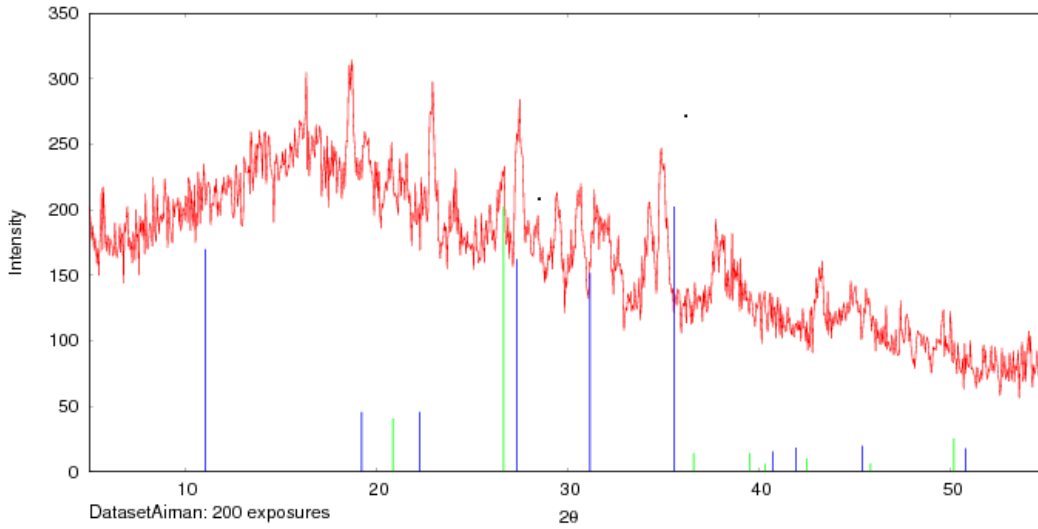
من خلال الجدول الذي يمثل التركيب الكمي والنوعي للعينة قد تبين أن العينة تتكون من العناصر

الكيميائية التالية :

الكربون 54.88% ، الأكسجين 30.33% والفضة 12.77% وتمثل نسبة 2.02 شوائب

(النحاس ، السيليكون ، الألمنيوم ، الكلور).

## ✓ نتائج تحليل DRX:



الشكل (10.V): مخطط الانعراج للأشعة السينية DRX للمركب Ag Nps

من خلال الشكل نلاحظ ان العينة المدروسة أظهرت اربع ذروات أساسية لأوكسيد الفضة واضحة ضمن المدى الزواي لحيود الشعاع السيني ( $10^{\circ}$ - $40^{\circ}$ ) تعود للسطوح البلورية (170) (165) (160) (210) على التوالي .

## الاستنتاجات :

حضرت جسيمات الفضة النانوية باستخدام طريقة التوليف الأخضر synthesis green باستخدام مستخلص نباتي وهو البرتقال. تعد طريقة التحضير صديقة للبيئة أي أنها طريقة ضمن الكيمياء الخضراء بالاعتماد على مواد نباتية مع مواد كيميائية غير سامة وغير مكلفة وتكون بخطوة واحدة وعند درجة حرارة منخفضة كما أنها تعطي ناتج وفير من جسيمات الفضة بالأبعاد النانوية المتجانسة ومن ثم يمكن استخدامها لأغراض تجارية منها كمثبطات للتآكل مثلاً.

خلاصة عامة

### خلاصة عامة :

تهدف هذه الدراسة الى دراسة الفعالية التثبيطية للجسيمات النانوية والمستخلص المائي المحضرين من المخلفات الغذائية (قشور البرتقال) بغرض استغلال وتثمينها واعتبارها كبديل للمثبطات القديمة الضارة بيئيا .

كما أظهرت نتائج هذه الدراسة نسبة تثبيط عالية بالنسبة لكلا المثبتين (الجسيمات النانوية والمستخلص المائي) حيث اظهر مثبت الجسيمات اعلى نسبة تثبيط قدرت بـ 99,44% مما يمكننا تصنيفها كمثبطات عضوية صديقة للبيئة وذات كفاءة عالية .

كما استعنا بجهاز مطيافية UV-VIS الذي اظهر وأكد لنا تشكل الجسيمات النانوية للفضة من خلال دراسة امتصاصيتها كذلك قمنا بتحليل العينة في الجهازين EDX و DRX للحصول على معلومات إضافية حول العينة المحضرة (مسحوق جسيمات الفضة النانوية) فيما اذا كان هناك شوائب داخل العينة.

إنطلاقا من هذه النتائج استنتجنا ان المستخلص و جسيمات الفضة النانوية كانت لهما فعالية جيدة وعالية ضد التآكل إضافة لذلك أنها صديقة للبيئة وغير مكلفة لذلك نتمنى ان تستكمل هذه الدراسة بابحاث مستقبلية افضل وان تلقى اهتمام من طرف الباحثين .

## ملخص:

حضرت جسيمات الفضة النانوية من محلول مائي من نترات الفضة بتركيز 0.1 M باستخدام قشور نبات البرتقال *Citrus sinensis* تمت دراسة الفعالية التثبيطية للجسيمات الفضة النانوية والمستخلص المائي على تآكل الفولاذ الكربوني XC70 في الوسط الحمضي الأكال (1M, HCl) بتطبيق طريقة فقدان الكتلة حيث تبين ان اكبر مردود تثبيط كان باستخدام مثبط جسيمات الفضة النانوية المحضرة بمقدار عند تركيز جسيمات الفضة النانوية زادت من الحماية والكفاءة التثبيطية على المعدن ضد التآكل في حين أن مثبط المستخلص المائي كان اقل كفاءة تثبيطية منه .

تم الحصول على الجسيمات النانوية والمستخلص المائي من خلال نقع قشور البرتقال في الماء المقطر واستعمالهما بتراكيز مختلفة ودراسة فعاليتها التثبيطية على التآكل.

جميع النتائج المتحصل عليها سواء الخاصة بالجسيمات او المستخلص كانت الكفاءة التثبيطية فيها عالية وجيدة وكانت اعلى نسبة تثبيط قدرت بـ 94.42% عند التركيز 0.921g/l وعلى العموم أعطت الجسيمات والمستخلص المحضرين من مخلفات غذائية حماية جيدة ويمكن تصنيفها كمثبطات عضوية ذات كفاءة عالية في الوسط الحمضي HCl.

**الكلمات المفتاحية :** التآكل , الفولاذ الكربوني XC70 , التثبيط , *Citrus sinensis* , الجسيمات النانوية.



## **Résumé:**

**Des nanoparticules d'argent ont été préparées à partir d'une solution aqueuse de nitrate d'argent à une concentration de 0,1 M à l'aide d'écorces d'orange (*citrus sinensis*). L'inhibition par l'utilisation d'un inhibiteur de nanoparticules d'argent préparé par la concentration de nanoparticules d'argent a augmenté la protection et l'efficacité inhibitrice du métal contre la corrosion, tandis que l'inhibiteur de l'extrait aqueux avait moins d'efficacité d'inhibition.**

**Des nanoparticules et un extrait aqueux ont été obtenus en trempant des écorces d'orange dans de l'eau distillée et en les utilisant à différentes concentrations, et en étudiant leur activité inhibitrice de corrosion**

**Tous les résultats obtenus, que ce soit pour les particules ou l'extrait, avaient une efficacité inhibitrice élevée et bonne, et le taux d'inhibition le plus élevé était 94.41% à la concentration 0.921g/l. En général, les particules et l'extrait préparé à partir de déchets alimentaires offraient une bonne protection et pouvaient être classés comme inhibiteurs organiques à haute efficacité en milieu acide HCl**

**Mots-clés : corrosion, acier au carbone XC70, inhibition, citrus sinensis, nanoparticules.**

## **Abstract :**

**Silver nanoparticles were prepared from an aqueous solution of silver nitrate at a concentration of 0.1 M using orange peels (citrus sinesis). Inhibition by using silver nanoparticles inhibitor prepared by the concentration of silver nanoparticles increased the protection and inhibitory efficiency on the metal against corrosion, while the aqueous extract inhibitor had less inhibition efficiency.**

**Nanoparticles and aqueous extract were obtained by soaking orange peels in distilled water and using them at different concentrations, and studying their corrosion inhibitory activity.**

**All the obtained results, whether for the particles or the extract, had a high and good inhibitory efficiency, and the highest inhibition rate 94.42% was at concentration 0.921g/l . In general, the particles and the extract prepared from food waste gave good protection and could be classified as organic inhibitors with high efficiency in the acidic HCl medium.**

**Keywords: corrosion, XC70 carbon steel, inhibition, citrus sinesis, nanoparticles...**