Journal of Global Scientific Research 9 (4) 2024/ 3431-3446

Contents lists available at www.gsjpublications.com

Journal of Global Scientific Research in Chemistry

journal homepage: www.gsjpublications.com/jgsr

Treating Crude Oil Pipelines from Corrosion by Using Heterocyclic and Nano-Carbon Polymers

Mutlaq Saud Khalaf, Abdul Rahman Khudair Abdul Hussein

Chemistry Department, College of Education for Pure Sciences, Tikrit University, Tikrit, Salahddin, Iraq.

ARTICLE INFO

Received: 22 Mar 2024,
Revised: 25 Mar 2024,
Accepted: 27 Mar 2024,
Online: 5 Apr 2024

Keywords:
Crude Oil, corrosion, nano-carbon, polymers

ABSTRACT

A study of steel corrosion rates was carried out and it was taken from Qayara fields - south of Mosul province in (0.1M) of sulfuric acid and potassium chloride with different temperatures (293,303,313,323,333) Kelvin in the absence and presence of polymeric inhibitors, inhibitory coatings were prepared at different proportions (1: 1). , (1: 2) and (2: 1) from nano-carbon and poly-pyrrole respectively. The highest inhibition efficiency in the acid medium was (91%) for inhibitor (A) and for inhibitor (B) was (78%) and inhibitor (C) was (65%) and inhibitor (D) was (100%) and inhibitor (E) were (89) %) And inhibitor (F) were (75%) and inhibitor (G) were (75%). The highest inhibition efficiency is (100) for inhibitor (D). In the saline medium of (G, F, E, D, C, B, A) inhibitors, the efficiency was (69,71,81,87,61,74,80), respectively, that the highest inhibition efficiency was (87) for one inhibitor (D). Thermodynamic functions (ΔG^*), (ΔS^*) and (H) were found in the absence and presence of inhibitors. The reaction is endothermic and the positive values of compression energy (G^*) indicate that the reaction is not spontaneous. It was found through this study that the highest activation energy (Ea) in the acidic medium is (71.566 KJ / mol) for (D) inhibitor, and the lowest activation energy is (38.244 KJ / mol) for (C) inhibitor. The highest activation energy in the salt medium is (32.424 KJ / mol) for (D) inhibitor, and the lowest activation energy is (24.110 KJ / mol) for (C) inhibitor. The optical electron microscopy (SEM) technique was used to study the surface of the metal after corrosion in the presence of inhibitors, and the images proved that the damper (A) is the best of the three inhibitors in terms of coating and hardness. A> B> C

Corresponding author:
E-mail addresses: mtlkswdalljy@gmail.com (Mutlaq), abdalrahmantaiee@gmail.com (Abdul Rahman)
doi: 10.5281/jgsr.2024.10916642

معالجة انابيب النفط الخام من التآكل باستخدام بوليمرات مركبات حلقية غير متجانسة ونانو كاربون

مطلك سعود خلف، عبدالرحمن خضير عبدالحسين

قسم الكيمياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة تكريت، تكريت، صلاح الدين، العراق

الملخص

تم اجراء دراسة معدلات التآكل الفولاذ وقد اخذ من موقع حقول قيارة – جنوبي محافظة الموصل في (M0.1) من حامض الكبريتيك وكلوريد البوتاسيوم بدرجات حرارة مختلفة (293,303,313,323,333) كلفن بغياب و وجود المثبطات البوليمرية , تم تحضير طلاءات مثبطة بنسب مختلفة (1:1),(1:2),(2:1) من نانو كاربون وبولي بيرول على التوالي . ان اعلى كفاءة تثبيط في الوسط الحامضي كانت (91%) لمثبط (A) ولمثبط (B) كانت (78%) ومثبط (C) كانت (65%) ومثبط (D) كانت (100%) ومثبط (E) كانت (89%) ومثبط (F) كانت (75%) ومثبط (G) كانت (75%) ان اعلى كفاءة تثبيط هي (100) لمثبط (D). اما في الوسط الملحي لمثبطات (G,F,E,D,C,B,A) فكانت الكفاءة تساوي (69,71,81,87,61,74,80) على التوالي ان اعلى كفاءة تثبيط هي (87) لمثبط (D) . وتم إيجاد الدوال الثرموداينميكية (ΔG^*) و (ΔS^*) و (ΔH^*) بغياب و وجود المثبطات , ان القيم السالبة للانتروبي (ΔS^*) زيادة حالة انتظام النظام والقيم الموجبة للانثالبي (ΔH^*) يدل على انه التفاعل ماص للحرارة والقيم الموجبة لطاقة كبس (ΔG^*) يدل على انه التفاعل غير تلقائي . وقد وجد من خلال هذه الدراسة ان اعلى طاقة تنشيط (Ea) في الوسط الحامضي هي (71.566 KJ/mol) لمثبط (D) , واقل طاقة تنشيط هي (38.244 KJ/mol) لمثبط (C) . واعلى طاقة تنشيط في الوسط الملحي هي (32.424 KJ/mol) لمثبط (D) , واقل طاقة تنشيط هي (24.110 KJ/mol) لمثبط (C) . تم استعمال تقنية المجهر الالكتروني الضوئي (SEM) لدراسة سطح المعدن بعد التآكل بوجود المثبطات وقد اثبتت الصور ان المثبط (A) افضل المثبطات الثلاثة من ناحية الطلاء والصلابة A > B > C

كلمات مفتاحية: تآكل , نانو كاربون , بولي بيرول , وسط حامضي

1- المقدمة :

التآكل: ظاهرة طبيعية يتعرض لها اي معدن للرجوع الى حالته الاصلية وهو ظاهرة معقدة في جميع المجالات سواء الفيزيائية او الكيميائية او الثرموديناميكية (1) . والتآكل هو انحلال المعدن بسبب تفاعله مع الوسط المعرض له (2) . يحدث التآكل في المنشآت النفطية ببطىء شديد ولكن هنالك خسائر مادية واقتصادية لها تأثير مباشر على البيئة ومحيطها (3) .تنتقل الايونات مباشرة الى المحلول عندما يتم وضع المعدن في الماء النقي حيث تتولد بعض الالكترونات التي يتم استهلاكها بواسطة تفاعل ثانوي

$$M \longrightarrow M^{+z} + ze^- \qquad (1\text{-}1)$$

حيث ان :-

Z = شحنة الفلز المركزي

e = عدد الالكترونات المفقودة

ان التفاعل خلفي وذلك بسبب تراكم الشحنة السالبة على المعدن و وجود ايونات المعدن في المحلول

$$M^{+z} + ze^- \longrightarrow M \qquad (1\text{-}2)$$

حيث يحدث الاتزان في النهاية

$$M \longrightarrow M^{+z} + ze^- \qquad (1\text{-}3)$$

مقدار التغير بالجهد (E∘) يعتمد على نوع المعدن وتكوين المحلول [4] .

وللحفاظ على المعدن من التآكل يجب اضافة مثبطات وهي افضل الطرق المستخدمة لحماية السطح من التآكل وخاصة في الاوساط الحامضية , فعالية التثبيط تعتمد على تركيز المثبط و نوع المعدن المدروس (5) . يتآكل الحديد مكون الصدأ , فالصدأ ظاهرة كهروكيميائية تحدث عندما يتفاعل الحديد مع الاوكسجين لتشكيل الحديد الثلاثي في الوسط المائي , ان ايونات الحديد يمكنها الانتشار عن طريق الاوكسجين الى العمق من سطح المعدن .

2- الجزء العملي Practical part

1- التحليل الكيميائي Chemical Analysis

1- معدن الفولاذ Metal Steel

العينة مأخوذة من موقع حقول القياره – جنوبي محافظة الموصل وتم تحليله بواسطة جهاز (PMI-MASTER pro) الموجود في مصفى قيارة – موصل .

جدول (1-2) نسب العناصر الموجودة في نموذج الانبوب النفطي

العنصر	Fe	S	P	Si	Mo	Ni	Al	C_o
Wt %	98.2	0.0030	0.0050	0.295	0.0411	0.0482	0.0349	0.0119
العنصر	**Ti**	**C**	**Mn**	**Cr**	**Cu**	**Nb**	**V**	**W**
Wt %	0.0214	0.380	0.412	0.0647	0.111	0.0217	0.0108	0.0569

2- تحضير عينة التآكل Preparation of Corrosion Sample

1. عملية القطع : ان الحالة السطحية لها دور كبير مقاومة التآكل , لذلك يجب اعداد سطح موحد , تم قطع العينات باستخدام اداة قطع حادة على شكل مكعبات منتظمة وبأبعاد((cm2 طول و (cm2.4) عرض و (cm0.4) سمك .
2. التنعيم و الحفظ : تم تنعيم العينات باستخدام ورق تنعيم من نوع كاربيد السليكون (SiC) بعدة تدرجات (700,500,280) على التوالي لغرض تجهيز العينات للطلاء , وحفظها في مذيب الايثانول داخل عبوات مغلقة بأحكام لمنع تأكسدها .

3. تحضير مثبطات (G A , B , C,) لحماية المعدن من التآكل :-

1 – مثبط (A) حضر بأضافة (50) مل من الايبوكسي الى (25) مل من مصلب ثم اضافة (0.5) غم من نانو كاربون واضافة (0.5) غم من بولي بيرول الى بيكر سعته (500) مل مع تحريك مستمر لمدة (10) دقائق لمجانسة المحلول وهذا يسمى نسبة 1:1 من بولي بيرول ونانو كاربون .

2 – مثبط (B) حضر بأضافة (50) مل من الايبوكسي الى (25) مل من مصلب ثم اضافة (0.5) غم من نانو كاربون واضافة (0.25) غم من بولي بيرول الى بيكر سعته (500) مل مع تحريك لمدة (10) دقائق لمجانسة المحلول وهذا نسبة 1:2 من بولي بيرول ونانو كاربون .

3 – مثبط (C) حضر بأضافة (50) مل من الايبوكسي الى (25) مل من مصلب ثم اضافة (0.25) غم من نانو كاربون واضافة (0.5) غم من بولي بيرول الى بيكر سعته (500) مل مع تحريك لمدة (10) دقائق لمجانسة المحلول وهذا نسبة 2:1 من بولي بيرول مع نانو كاربون المستعمل في عملية الطلاء .

4 - مثبط (G) حضر بأضافة (50) مل من الايبوكسي الى (25) مل من مصلب ثم اضافة (0.5) غم من ثنائي اوكسيد التيتانيوم النانوي في بيكر سعته (500) مل مع التحريك لمجانسة المحلول .

4- طلاء عينات الفولاذ Coating Steel Samples

تم طلاء السطح الخارجي للنماذج المستخدمة في البحث , حيث استخدمنا طريقة غمر العينة مرتين في المحاليل المثبطة وكان الفارق الزمني بين الغمرة الاولى والثانية (10) ثواني , تترك النماذج المطلية (3) ايام داخل حوض زجاجي مغلق للتجفيف والتخلص من الفقاعات الهوائية الموجودة في الغشاء .

الشكل (1-2) طلاء العينات بالمثبطات

3- النتائج والمناقشة Results and discussion

1-3 الطريقة الكهروكيميائية Electrochemical Method

3-1-1 قياس سرعة التآكل Measurement Of Corrosion Rate

تم تحديد سرعة التآكل (CR) وكثافة التيار (Icorr) بوجود وعدم وجود المثبطات بأستعمال جهاز التآكل من نوع (DY2321 (Bipotentiostat المتوفر في مختبر قسم الكيمياء – كلية التربية للعلوم الصرفة .

تم حساب كفاءة التثبيط (Inhibition Efficiency) (IE%) عن طريق كثافة تيار التآكل بأستخدام المعادلة التالية(6) :-

$$\%IE = \frac{(icorr)u-(icorr)i}{(icorr)u} \times 100 \text{ ..... } (1\text{-}3)$$

حيث ان :-

(icorr)u : كثافة تيار التآكل بغياب المثبطات و وحدته (mA/m^2)

(icorr)i : كثافة تيار التآكل بوجود المثبطات و وحدته (mA/m^2)

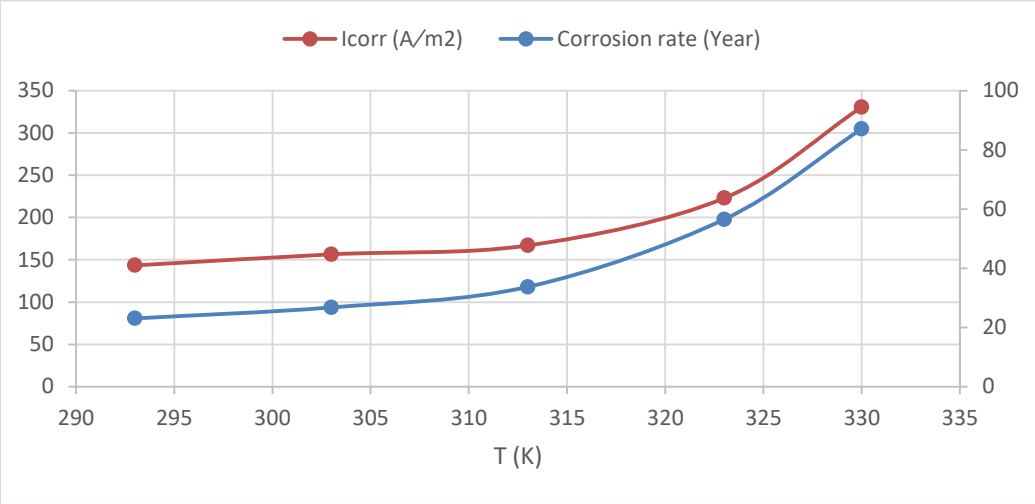
ويمكن حساب كفاءة التثبيط ايضاً عن طريق سرعة التآكل بأستخدام المعادلة التالية(7) :-

$$\%IE = \frac{CRu-CRi}{CRu} \times 100 \text{ .....} (2\text{-}3)$$

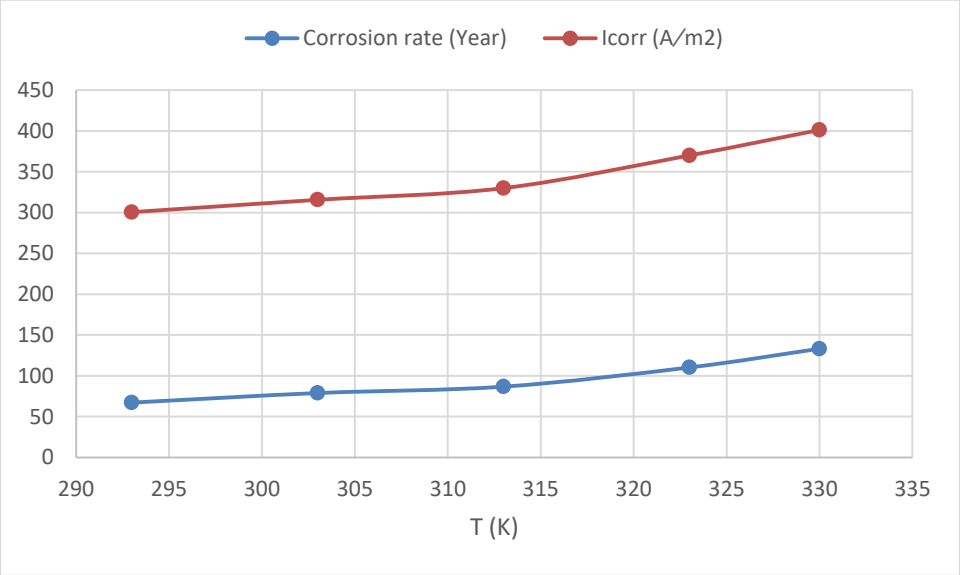
2-1-3 تأثير معدل التآكل وكثافة التيار ودرجة الحرارة على المعدن بغياب المثبطات

عند النظر الى الجداول وجد ان معدلات سرعة التآكل في المحاليل الحامضية والملحية بغياب المثبطات في درجات حرارة مختلفة (293,303,313,323,333) مع زمن كل تجربة (150) دقيقة , وجد ان معدلات التآكل في الفولاذ من (M0.1) من الوسط الحامضي والملحي يزداد بزيادة درجة الحرارة , حيث ازدادت قيمة معدل التآكل (11.78 – 139.2 mm/ Day) في الوسط الحامضي , اما في الوسط الملحي فازدادت قيم معدل التآكل (25.63 – 167.5 mm/ Day) . ان كثافة تيار التآكل يزداد بزيادة درجة الحرارة مع زيادة الزمن , حيث ازدادت كثافة التيار في

الوسط الحامضي (96.09 – 420.6 mA/ m2) , اما في الوسط الملحي فقد ازدادت كثافة التيار (150.2 – 470.9 8) (mA/ m2) كما في الشكل(1-3).



الشكل (1-3) تاثير درجة الحرارة بغياب المثبطات على معدل سرعة التآكل وكثافة تيار التآكل في (M01) من حامض الكبريتيك .



الشكل (2-3) تاثير درجة الحرارة بغياب المثبطات على معدل سرعة التآكل وكثافة تيار التآكل في (M0.1) من كلوريد البوتاسيوم .

3-1-3 تأثير معدل التآكل وكثافة التيار ودرجة الحرارة على المعدن بوجود المثبطات

1-عند التغيير في درجات الحرارة وجد ان معدل التآكل يزداد بزيادة درجة الحرارة في جميع المثبطات ففي الوسط الحامضي (M0.1) من حامض الكبريتيك نجد اوطىء و اعلى قيمة لمعدل التآكل في الدرجات الحرارية (333,293) :-

مثبط (A) من (1.000 mm/ Day) الى (110.3 mm/ Day)

مثبط (B) من (2.514 mm/ Day) الى (115.7 mm/ Day)

مثبط (C) من (4.110 mm/ Day) الى (127.5 mm/ Day)

مثبط (D) من (0 mm/ Day) الى (60.00 mm/ Day)

مثبط (E) من (1.289 mm/ Day) الى (93.99 mm/ Day)

مثبط (F) من (3.092 mm/ Day) الى (120.9 mm/ Day)

مثبط (G) من (2.900 mm/ Day) الى (88.22 mm/ Day)

ان معدل التآكل يقل بزيادة النانو كاربون كما في مثبط (A) شكل (3-2)

كما ان معدل التآكل يقل بزيادة ثنائي أوكسيد التيتانيوم النانوي كما في مثبط (D) شكل (3-9)

اما في الوسط الملحي (M0.1) من كلوريد البوتاسيوم نجد اوطىء و اعلى قيمة لمعدل التآكل في الدرجات الحرارية (333,293) :-

مثبط (A) من (5.152 mm/ Day) الى (.133 mm/ Day)

مثبط (B) من (6.595 mm/ Day) الى (148.0 mm/ Day)

مثبط (C) من (9.933 mm/ Day) الى (158.9 mm/ Day)

مثبط (D) من (3.420 mm/ Day) الى (99.10 mm/ Day)

مثبط (E) من (4.895 mm/ Day) الى (132.6 mm/ Day)

مثبط (F) من (7.350 mm/ Day) الى (149.0 mm/ Day)

مثبط (G) من (7.999 mm/ Day) الى (130.7 mm/ Day)

ان معدل التآكل يقل بزيادة النانو كاربون كما في مثبط (A) شكل (3-6)

كما ان معدل التآكل يقل بزيادة ثنائي أوكسيد التيتانيوم النانوي كما في مثبط (D) شكل (3-12)

2- درجة الحرارة تزيد من كثافة تيار التآكل في الوسط الحامضي(9):-

مثبط (A) من (8.521 m A/ m2) الى (330.0 mA/ m2)

مثبط (B) من (20.11 m A/ m2) الى (350.0 mA/ m2)

مثبط (C) من (31.84 mA/ m2) الى (390.0 mA/ m2)

مثبط (D) من (0.0 mA/ m2) الى (180.0 mA/ m2)

مثبط (E) من (10.00 mA/ m2) الى (287.7 mA/ m2)

مثبط (F) من (24.00 mA/ m2) الى (360.4 mA/ m2)

مثبط (G) من (26.30 mA/ m2) الى (276.0 mA/ m2)

تقل كثافة تيار التآكل بوجود النانو كاربون وكذلك بوجود ثنائي أوكسيد التيتانيوم

وكذلك درجة الحرارة تزيد من كثافة تيار التآكل في الوسط الملحي :-

مثبط (A) من (30.00 mA/ m2) الى (360.2 mA/ m2)

مثبط (B) من (35.99 mA/ m2) الى (414.1 mA/ m2)

مثبط (C) من (60.00 mA/ m2) الى (450.0 mA/ m2)

مثبط (D) من (20.00 mA/ m2) الى (280.9 mA/ m2)

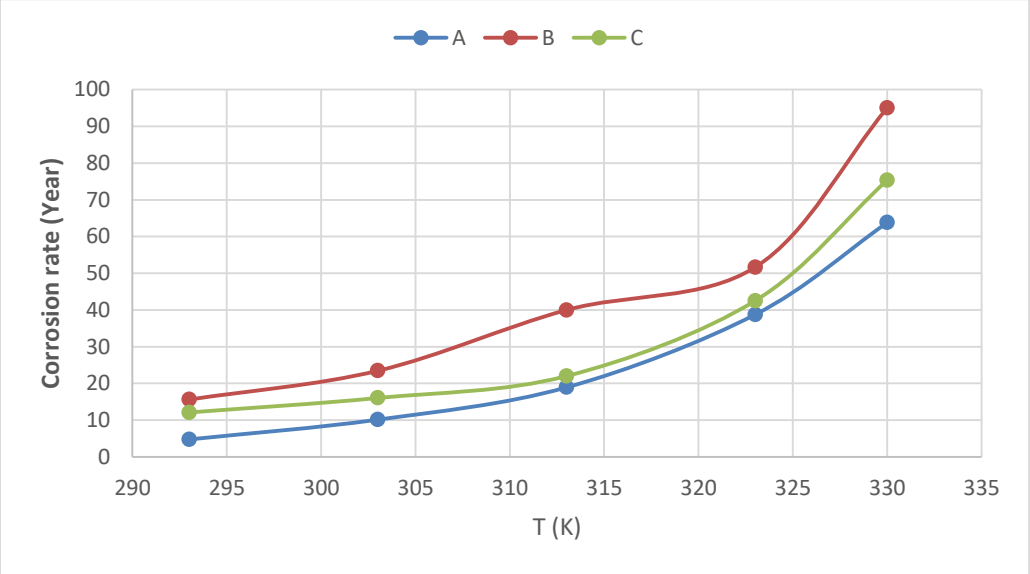
مثبط (E) من (28.90 mA/ m2) الى (369.0 mA/ m2)

مثبط (F) من (38.00 mA/ m2) الى (411.9 mA/ m2)

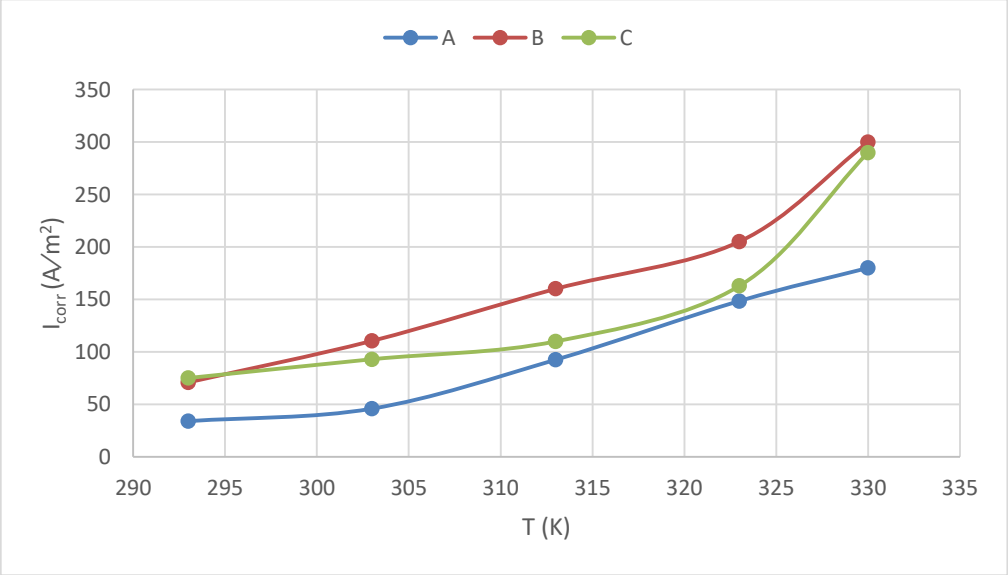
مثبط (G) من (44.80 mA/ m2) الى (390.1 mA/ m2)

تقل كثافة تيار التآكل بوجود النانو كاربون وكذلك بوجود ثنائي أوكسيد التيتانيوم كما في مثبط (A,D) .

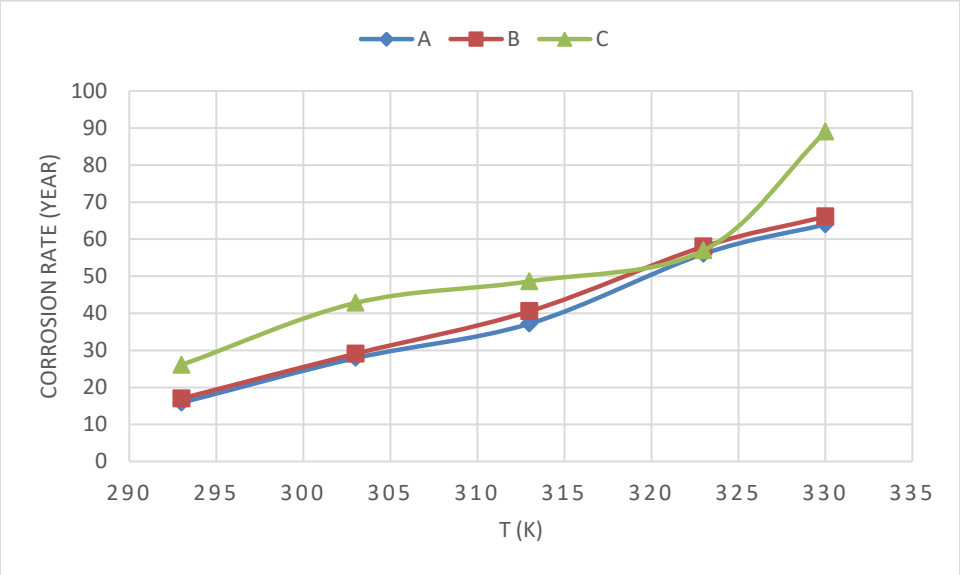
تزداد كثافة تيار التآكل بسبب ارتفاع درجات الحرارة وبالتالي تزيد من عشوائية النظام وحركية الجزيئات .



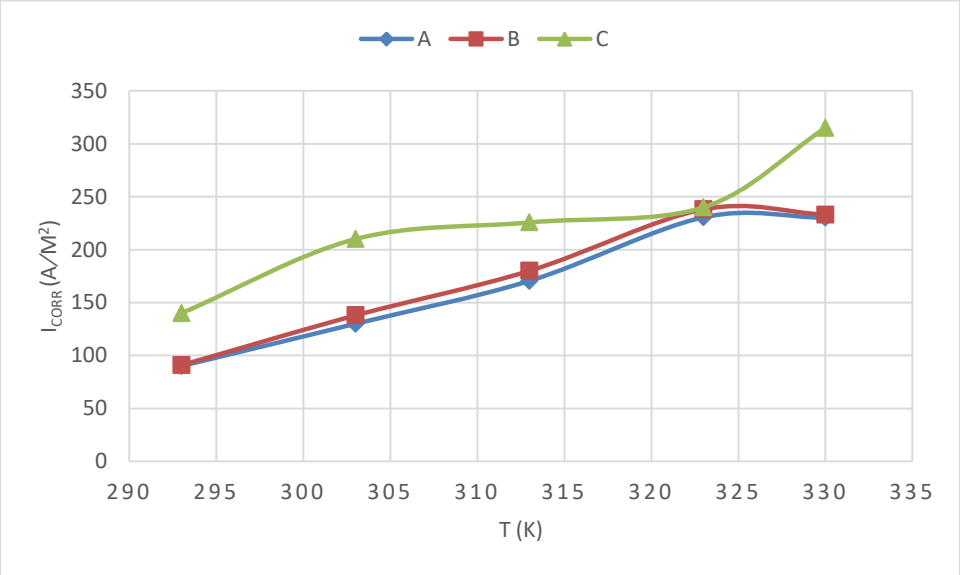
الشكل (3-3) تاثير درجة الحرارة بوجود مثبطات (A,B,C) على معدل سرعة التآكل في (0.1M) من حامض الكبريتيك .



الشكل (4-3) تاثير درجة الحرارة بوجود مثبطات (A,B,C) على كثافة تيار التآكل في (01M) من حامض الكبريتيك .



الشكل (3-5) تاثير درجة الحرارة بوجود مثبطات (A,B,C) على معدل سرعة التآكل في (01M) من كلوريد البوتاسيوم .



الشكل (3-6) تاثير درجة الحرارة بوجود مثبطات (A,B,C) على كثافة تيار التآكل في (0.1M) من كلوريد البوتاسيوم .

جدول (3-1) قيم معدل التآكل وكثافة التيار وكفاءة التثبيط بغياب و وجود المثبطات بنسب ودرجات حرارية مختلفة في (0.1M) من حامض الكبريتيك .

EX	T (K)	T(K)	Corrosion rate (mm/ Day)	I_{corr} (mA/m^2)	IE%
1	0	293	23.05	143.4	0
2		303	26.77	156.5	0
3		313	33.71	167.0	0
4		323	56.54	.0223	0
5		333	87.11	330.0	0
6	A	293	4.754	33.99	80
7		303	10.14	45.91	62
8		313	18.92	92.55	44
9		323	38.74	148.5	32
10		333	63.78	180.0	30
11	B	293	6.953	45.04	69
12		303	14.07	78.00	47
13		313	21.11	103.0	37
14		323	38.00	150.8	32
15		333	66.44	250.4	23
16	C	293	12.10	75.11	47
17		303	16.04	93.00	40
18		313	22.00	110.0	34
19		323	42.50	162.9	25
20		333	75.34	290.0	13
21	G	293	10.85	69.00	53
22		303	15.00	88.00	44
23		313	23.94	113.0	31
24		323	44.00	170.9	22

3-2- حساب الدوال الثرموديناميكية Calculation of thermodynamic function

ويمكن استخدام المعادلات التالية لحساب التغير بالأنتروبي التنشيط ΔS_{act} والتغير بانثالبي التنشيط ΔH_{act} [9] .

$$\ln\left(\frac{CR}{T}\right) = \ln\left[\frac{R}{Nh}\right] + \left[\frac{\Delta S}{R}\right] - \left[\frac{\Delta H}{RT}\right] \quad .....(3\text{-}1)$$

من المعادلة (3-1) يمكن رسم ($\frac{CR}{T}$) ln مقابل ($\frac{1}{T}$) اذ يظهر الميل خط مستقيم قيمته ($-\frac{\Delta H}{R}$) ويظهر التقاطع قيمته ($\ln \frac{R}{Nh} + \frac{\Delta S}{R}$) التي يمكن من خلالها حساب الانتروبي والانثالبي وكذلك يمكن حساب قيمة الطاقة الحرة (ΔG) من خلال المعادلة التالية :

$$\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S \quad .....(3\text{-}2)$$

حيث أظهرت النتائج ان الإشارات الموجبة ل (ΔH^*) للمثبطات تدل على ان التفاعل ماص للحرارة , كما ان القيم السالبة ل (ΔS^*) في حالة وجود المثبطات تدل على الزيادة في عشوائية النظام [11] .

جدول (3-2) قيم الدوال الثرموديناميكية في (0.1M) من حامض الكبريتيك في حالة وجود وعدم وجود المثبطات .

Inhibitors	T (K)	ΔS* J.mol^{-1} K^{-1}	ΔH* KJ.mol^{-1} K^{-1}	ΔG* (KJ.mol^{-1})
بغياب المثبطات	293	-131.90	25.773	64.419
	303			65.738
	313			67.057
	323			68.376
	333			69.695
A	293	-84.096	50.715	75.355
	303			76.196
	313			77.037
	323			77.878
	333			78.718
B	293	-107.042	39.075	71.015
	303			72.306
	313			73.598
	323			74.889
	333			76.181
C	293	-129.157	33.172	71.015
	303			72.306
	313			73.598
	323			74.889
	333			76.181
G	293	-104.049	35.750	66.236
	303			67.277
	313			68.317
	323			69.358

3-3-حساب طاقة التنشيط The activation energy account

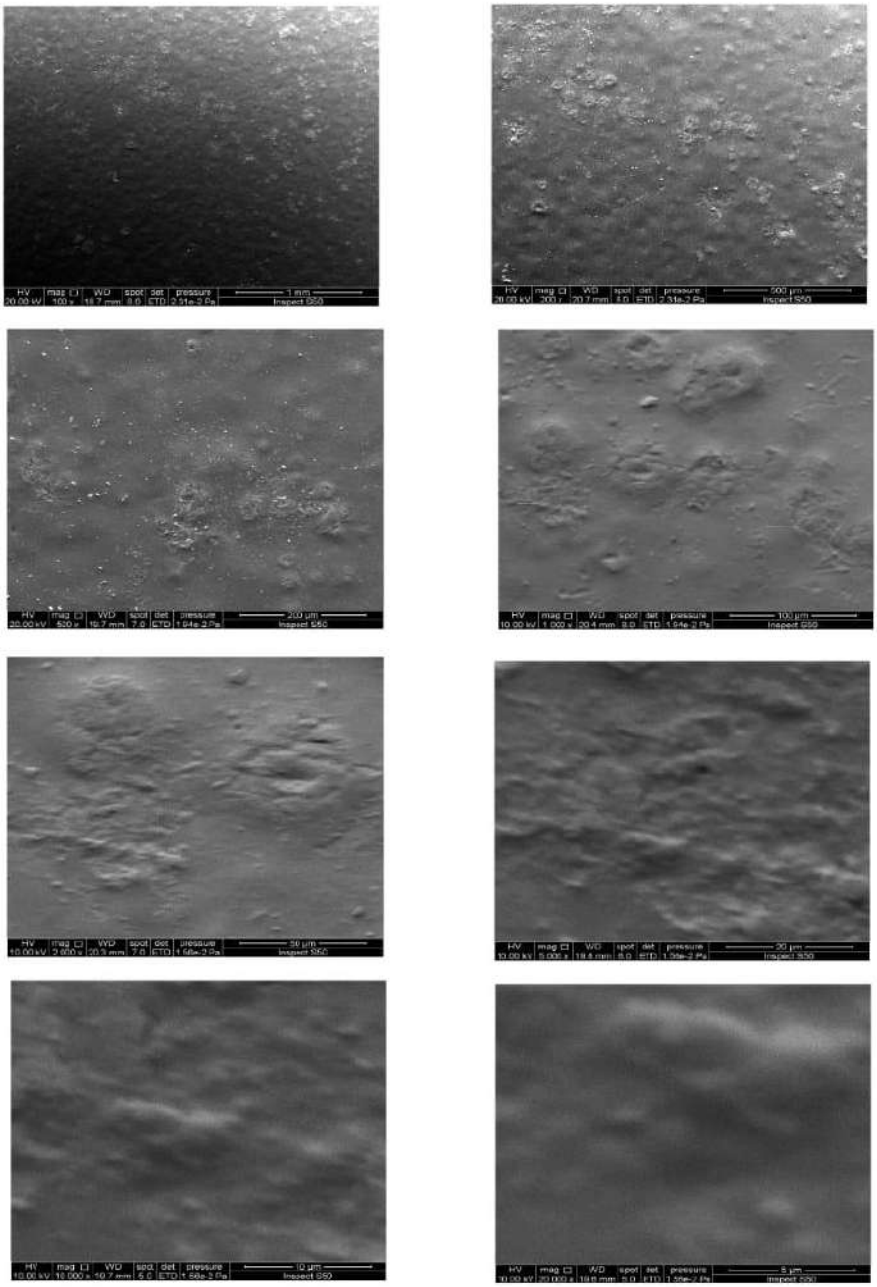
تم حساب طاقة التنشيط (Ea) من معادلة ارهينوس لتآكل الفولاذ في الوسط الحامضي بغياب و وجود مثبطات (G,C,B,A) على التوالي .

جدول (3-3) قيم طاقة التنشيط في الوسط الحامضي

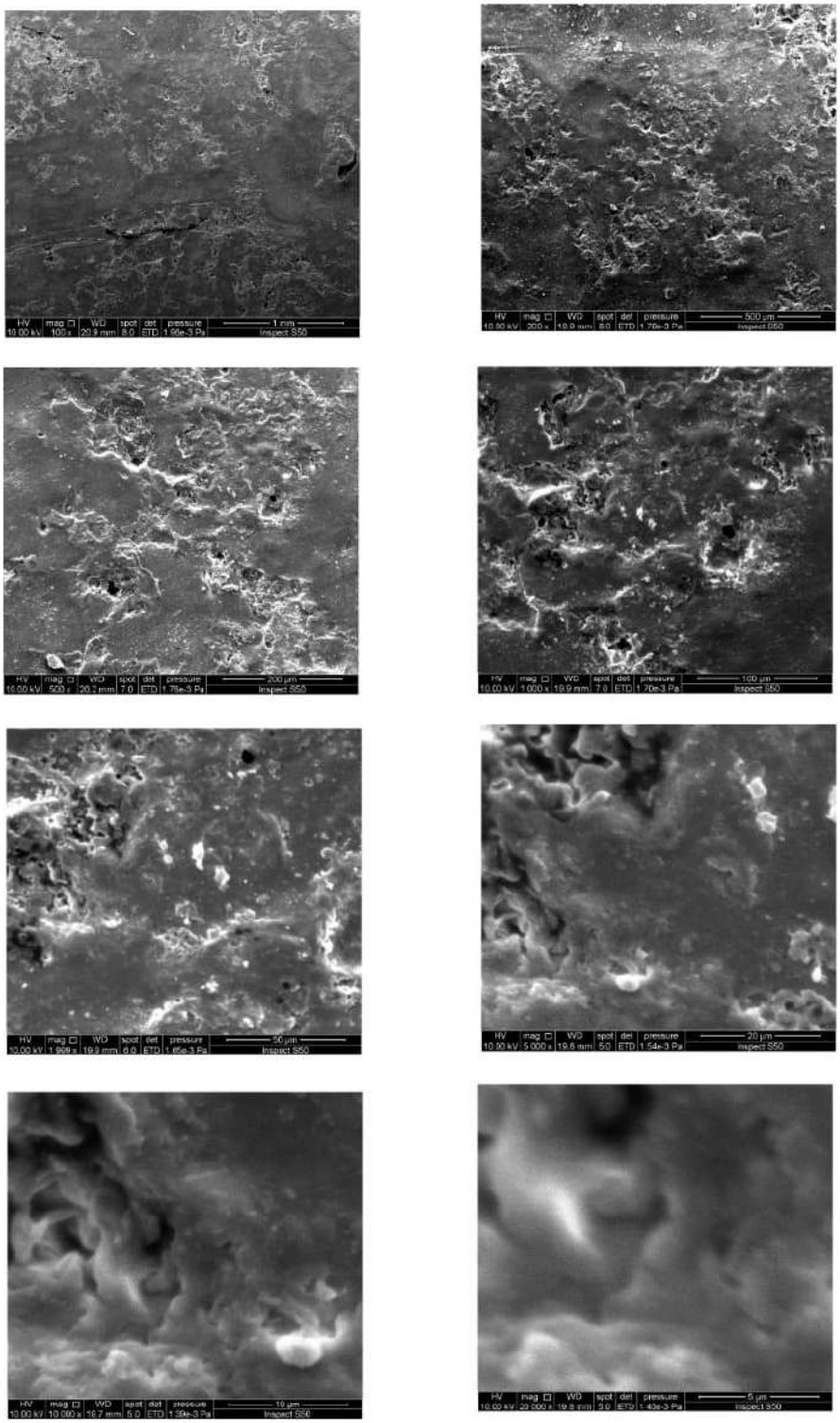
Inhibitor	Ea ( ) KJ.mol^{-1}
غياب المثبط	28.766
A	54.041
B	44.895
C	38.244
G	41.570

4-3 نتائج المجهرالالكتروني الضوئي Results scanning electron microscope

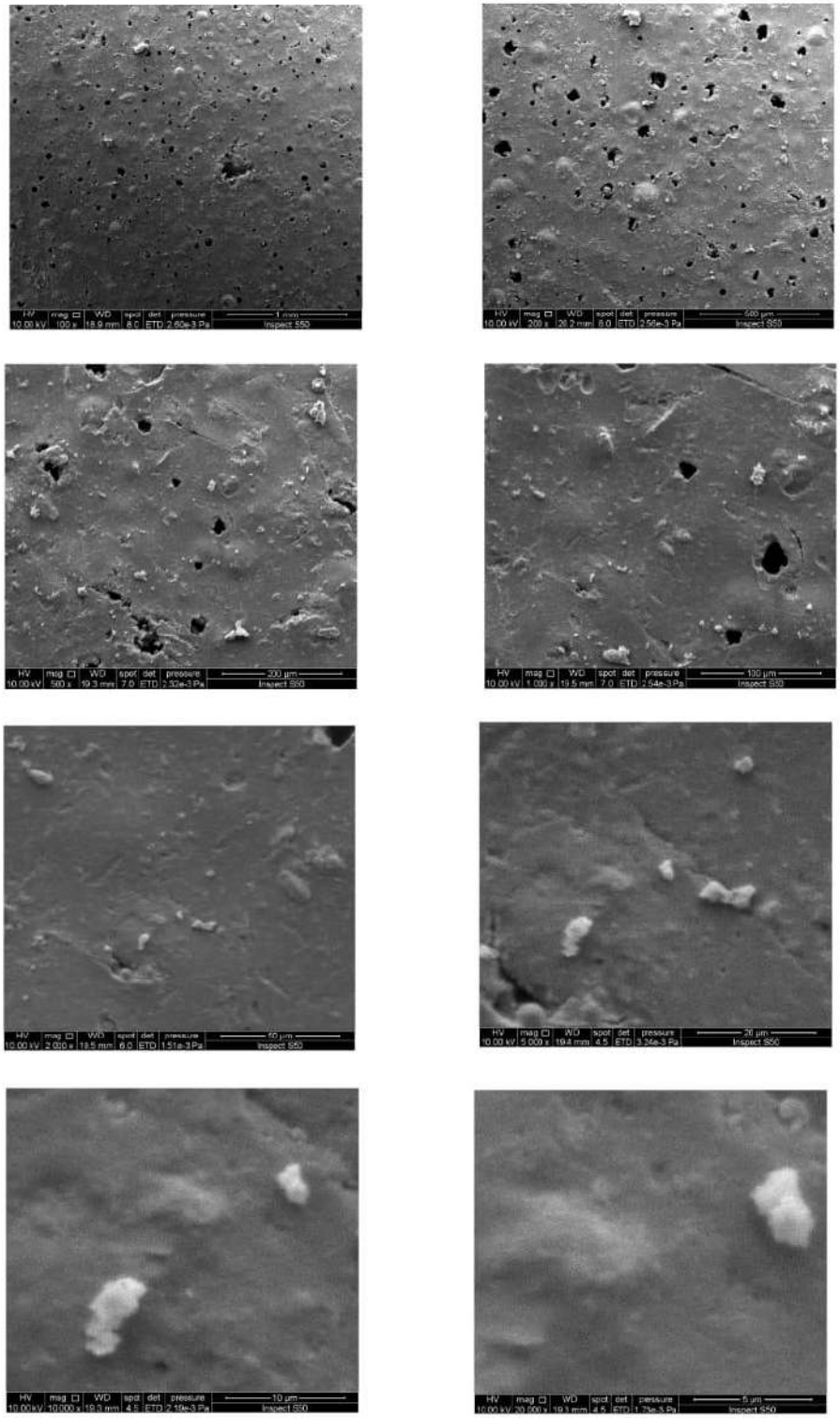
تم التقاط الصور في المجهر الالكتروني الموجود في جامعة النهرين/قسم علوم الفيزياء وبدرجات مختلفة (100 X , 200 X , 500 X , 1000 X , 2000 X , 5000 X , 10000 X 20000 X) لمثبطات (A,B,C,G) حيث يوضح التآكل الحاصل بعد إضافة (0.1M)من حامض الكبريتيك .



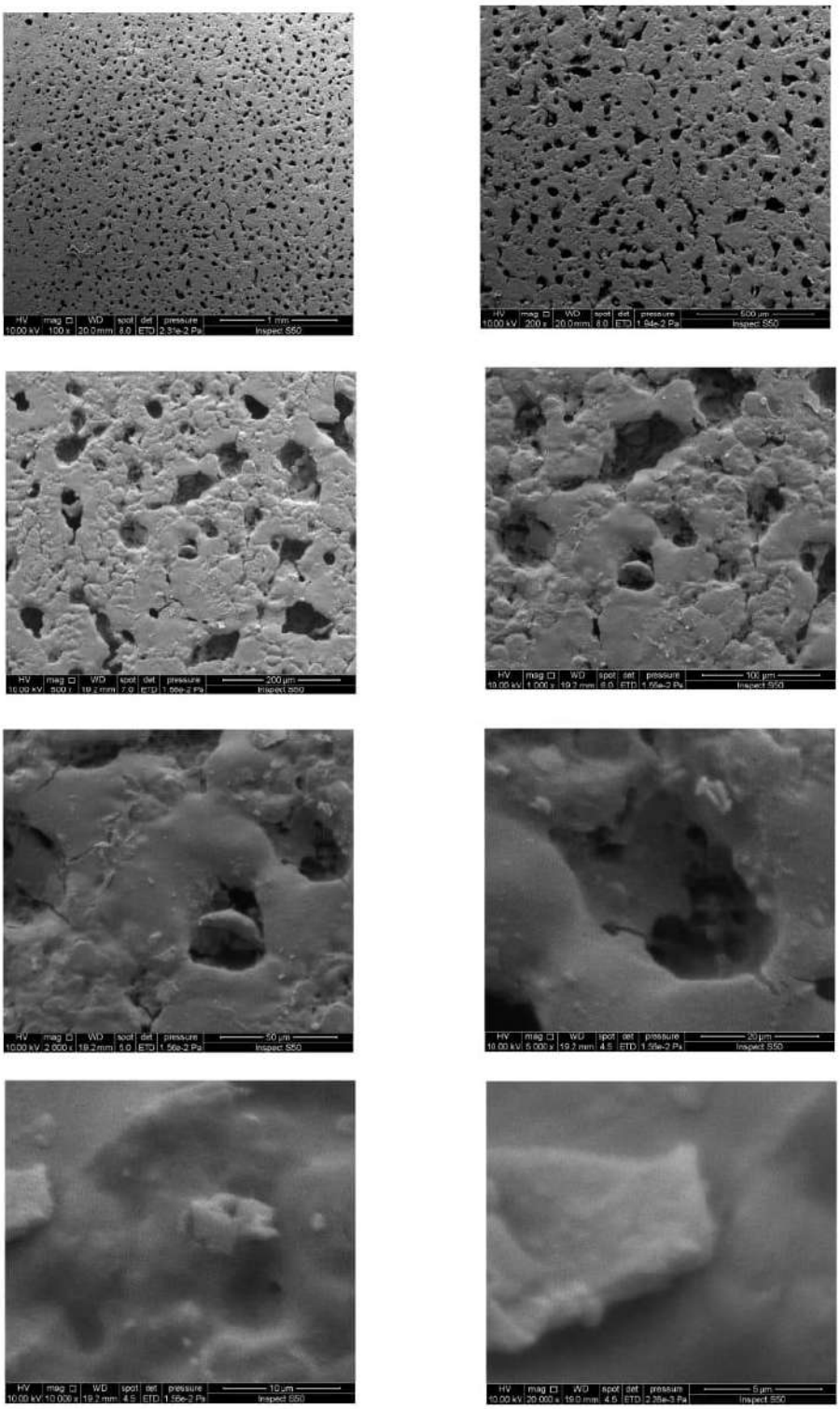
شكل (3-7) صورة مجهرية ضوئية لمثبط (A) بعد التآكل في الوسط الحامضي



شكل (3-8) صورة مجهرية ضوئية لمثبط (G) بعد التآكل في الوسط الحامضي



شكل (3-9) صورة مجهرية ضوئية لمثبط (B) بعد التآكل في الوسط الحامضي



شكل (3-10) صورة مجهرية ضوئية لمثبط (C) بعد التآكل في الوسط

References **المصادر**

[1]. Ahmed , A.B,(2014),. ''Corrosion inhibition Of low carbon steel in sulfuric acid by PVA and Piper Longum extracts '' . University Of Baghdad, Chemical Engineering Department (PhD. (

[2]. Abeer Muhammad Al-Amir Muhammad. (2014) “Protection of reinforcing steel submerged in electrolytic solution from corrosion by using inhibitors” , Journal of the University of Babylon. 625-617, (3) 22.

[3]. L., Matȅjovskẏ, J., Macȧk, O, Pleyer æ M. staṡ, (2018). " Metal Corrosion and the Efficiency of Corrosion Inhibitors in less conductive media ", Journal of visualized experiments, (141) e57757.

[4]. Sathishkumar ,P., Kumaravelan, V. and Priya, D.D. (2015), '' Comparative Study Of mild Steel Corrosion using hydrochloric acid and Phosphoric acid medium with ocimum tenuiflorum (1) plant extract''. International Journal Of Advanced Research. 3(4): 643-651.

[5]. Khadom , A.A. (2015).'' Kinetics and synergistic effect of iodide ion and naphthylamine for the inhibition of corrosion reaction of mild steel in hydrochloric acid '',Reaction Kinetics , Mechanisms and Catalysis , 115:463-481.

[6]. GABE, D.R., (2005). " The centenary of Tafels equation " Transactions of the institute of metal finishing, 83(3), pp. 121-124.

[7]. B. M. Praveen. (2019). "Metol as corrosion inhibitor for steel" , International Journal of Applied Engineering and Management, Letters (IJAEML), ISSN : 2581-7000, Vol. 3, No. 1.

[8]. Vennila P., Kavitha S., Venkatesh, G. and Medhu P. (2015) "Experimental and theoretical investigation of Rosmarinus officinalis leaves extracts as the Corrosion Inhibitor for mild steel in H3PO4 Solution Synergistic effect", Der Pharma Chemical, 7(5):275-283.

[9]. Leelavathi, S. and Rajalakshmi , R. Dodonaea Viscosa (L). (2013) " Leaves extract as acid Corrosion Inhibitor for mild Steel-A green approach", J. mater, environ. SCi, 4(5):625-638.

[10]. T. Peme, L. Olasunkanmi, I. Bahadur, A. Adekunle, M. Kabanda æ E. Ebenso. (2015). " Adsorption and corrosion inhibition studies of some selected dyes as corrosion inhibitiors for mild steel in acidic medium: gravimetric , electro chemical, quantum chemical studies and synergistic effect with iodide ions ", Molecules , 20(9), 16004-16029.

[11]. Yaro. A. S. and Khadom, A. A. (2008). "Evaluation of the performance of some chemical Inhibitors on corrosion Inhibition of copper in acid media", journal of Engineering, 14(2):2350-2362.