



جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة كربلاء

كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم الكيمياء

دراسة حركية ترموديناميكية لامتراز ايونات النترات والكبريتات على سطوح (Zn/Al) النانوية ثنائية الهيدروكسيد

رسالة مقدمة إلى

مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة – جامعة كربلاء

وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في الكيمياء

تقدمت بها

نهله جابر حسين

بكالوريوس كيمياء – جامعة كربلاء 2015

بإشراف

أ.د. حميدة عيدان سلمان

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

﴿وَجَعَلْنَا مِنْ الْمَآءِ كُلِّ شَيْءٍ حَيٍّ﴾

صدق الله العلي العظيم

سورة الأنبياء الآية (٣٠)

الإهداء

- إلى من رزقني الوجود وامرني بالسجود
إلى الأحد المعبود.....إلى العدل الودود
إلى الذي لا يملك غيره الخلود... (علي بن أبي طالب).
- إلى الذي جعل الأرض تنحني للسماء... إلى نبي الرحمة محمد (صلى الله عليه وآله وسلم).
إلى الذي سقى نبتة الصبر بدموع الشموخ..... سيد البلغاء علي (عليه السلام).
إلى الذي كفتته الحرية بردائها وطرزت حروف عشقها بكبريائه.
إلى الذي سيقى حبه خالصاً فينا..... سيد الشهداء (عليه السلام).
إلى حملة الرسالة وغرس النبوة والإمامة..... إلى الذين أقبلنا إليهم شوقاً
نقبل ثراهم البهي ونمسح جروحنا بعطر آبائهم..... إلى الذين تسامت فوق حدود
الخيال محبتهم..... أنمتي الأطهار (عليهم السلام).
- إلى من أضاء بعرق جبينه شموعاً تنير لي دروب الأيام.....
إلى الذي زرع فيّ بذور العفة وتوجني بتاج نسجه من خيوط أحلامه.... (أبي الغالي).
إلى التي لولاها ماكنت هذا الإنسان.....
إلى التي أضاءت عمرها لتنير لي كل الزمان.....
إلى التي فرشت لي أيام عمرها طريقاً لإيصالي... واحتى الخضراء (أمي الحنونة).
إلى من ساهم في صعودي الى سلم المعرفة..... أساتذتي .
إلى ملامح طفولتي وعنوان شبابي
إلى من أحيا لأجلهمأخوتي وأخواتي.
إلى من هم خيمة الإخلاص في ببداء حياتي..... زميلاتي وزملائي.

الشكر والتقدير

الحمد لله رب العالمين حمداً يبقى ولا يفنى ، والصلاة وأزكى السلام على اشرف الخلق نبينا محمد وعلى آل بيته الطيبين الطاهرين .

يطيب لي وأنا أضع اللمسات الاخيرة لرسالتي هذه أن احمد الله (عز وجل) على كرمه وفضله في اتمام هذا العمل ، وأتقدم بالشكر والتقدير الى **أستاذتي الفاضلة الدكتورة حميدة عيدان سلمان** لإشرافها على الرسالة وما بذلته من جهد وما قدمته من ملاحظات علمية قيمة أسأل الله أن تبقى لنا سراجاً للعلم والمعرفة. والى الأستاذ الدكتور عباس مطرود باشي لمساندته لي أسأل الله أن يجزيه عني خير الجزاء .

وأتقدم بفائق الشكر والامتنان الى عمادة كلية التربية ورئاسة قسم الكيمياء والملاك التدريسي في القسم لما أبدوه لي من المساعدة وأخص منهم بالذكر الست منال عبد محمد و الأستاذ محمد علاء و الاستاذ عبد المطلب بدر منهي أسأل الله لهم دوام التوفيق والعطاء المستمر.

كما أتقدم بشكري الى منتسبي قسم الكيمياء ولاسيما أستاذ زهير علي مهدي وأستاذ سمير هويدي جنح لمساهمتهما في اعطائي المواد اللازمة للدراسة أسأل الله لهما دوام التوفيق.

واتقدم بالشكر الجزيل الى الدكتور الفاضل علي عبد الكاظم جاسم في كلية العلوم واستاذ زياد طارق لمساعدتهما لي في اجراء قياسات X-ray diffraction و AFM.

واتقدم بالشكر الى جميع من قدم لي عون المساعدة من زملاء ولاسيما سرى ستار ومها جاسم وغيرهم واسأل الله أن يوفقهم ويسدد خطاهم .

وأخيراً الشكر والامتنان الى أسرتي ولاسيما والدتي ووالدي الذين لهم الفضل الكبير في تقديم المساعدة لي وبفضلهم ارتقيت سلم المعرفة والعلم .

وآخرُ دعوانا أن الحمدُ لله رب العالمين.

يعد تلوث المياه من الأسباب المهمة التي تؤثر على صحة الإنسان، وللحد من هذه الظاهرة تم تحضير مركبات نانوية (طبقات ثنائية الهيدروكسيد) لها القدرة على احتجاز الأيونات السالبة مثل (NO_3^- , SO_4^{2-}) بين طبقاتها⁽⁸⁰⁾. حيث تناولت هذه الدراسة امتزاز بعض الايونات اللاعضوية الملوثة للمياه على سطح المركبات النانوية ثنائية الهيدروكسيد. و تم تشخيص هذه المركبات النانوية من خلال تقنية طيف الأشعة تحت الحمراء لطبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد (Zn/Al-LDH). كما أستخدم أيضا مجهر القوة الذرية (AFM) لمعرفة التجمعات الذرية للطبقات.

عُينت أيزوثيرمات الامتزاز باستعمال مطيافية الأشعة المرئية / فوق البنفسجية، وأوضحت النتائج أن ايزوثيرمات الامتزاز على سطوح المركبات النانوية ثنائية الهيدروكسيد تتبع معادلة فرندلش.

تم دراسة تأثير درجة الحرارة على الامتزاز ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318K)، وأوضحت النتائج إن كمية الامتزاز تزداد بزيادة درجة الحرارة لانيونات NO_3^- و SO_4^{2-} . و من خلال احتساب قيم الدوال الترموديناميكية (ΔG_{ad} , ΔS_{ad} , ΔH_{ad}) بينت النتائج أن قيم ΔH_{ad} تكون موجبة عند ارتفاع درجة الحرارة مما يدل على ان التفاعل ماص للحرارة (Endothermic)، وكانت قيم ΔG_{ad} موجبة (1197.4 J/mol)، $MR=2$ عند امتزاز ايونات النترات وهذا يشير الى ان عملية الامتزاز تكون غير تلقائية، وكانت ΔG_{ad} سالبة (-1766.0 J/mol)، (-695.2 J/mol)، وهذا يدل على أن التفاعل تلقائي. أما قيم ΔS_{ad} كانت موجبة (14.61 J/mol.K)، (12.953 J/mol.K)، (17.638 J/mol. K) وهذا يدل على أن امتزاز ايونات النترات يكون اقل انتظاماً. أما بالنسبة لقيم ΔG_{ad} كانت سالبة (-3523.6 J/mol)، $MR=2$ عند امتزاز ايونات الكبريتات أي أن عملية امتزاز كانت تلقائية، وكانت ΔG_{ad} غير تلقائية (3312.5 J/mol)، (2815.2 J/mol)، أما قيم ΔS_{ad} عند امتزاز ايونات الكبريتات كانت موجبة (27.372 J/mol.K)، (30.366 J/mol.K)، (7.130 J/mol.K) أي أن الامتزاز كان أقل انتظاماً.

تم دراسة تأثير حامضية المحلول على انيونات NO_3^- و SO_4^{2-} وأوضحت النتائج أن كمية المادة الممتزة تزداد مع زيادة حامضية المحلول حسب الترتيب الآتي:

$$\text{pH}=2>4>7>9>12$$

وكانت النتائج عند امتزاز ايونات النترات كما يأتي:

$$\text{MR}=2 \quad 4.492 > 4.389 > 4.318 > 3.905 > 3.754$$

$$\text{MR}=3 \quad 12.280 > 11.796 > 10.306 > 9.638 > 9.276$$

$$\text{MR}=4 \quad 7.817 > 7.673 > 6.903 > 6.734 > 6.544$$

والنتائج عند امتزاز ايونات الكبريتات ايضا كما يأتي:

$$\text{MR}=2 \quad 15.420 > 13.775 > 12.530 > 12.017 > 11.458$$

$$\text{MR}=3 \quad 12.408 > 11.936 > 8.482 > 8.144 > 7.861$$

$$\text{MR}=4 \quad 7.366 > 6.931 > 5.143 > 4.936 > 4.806$$

تم دراسة حركية امتزاز ايونات النترات (NO_3^-) والكبريتات (SO_4^{2-}) على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد عند استعمال تراكيز مختلفة وأوزان ثابتة من السطح الماز وعند $\text{pH}=7$ و درجة حرارة (298K) ووجد أن قيم ثابت معدل الامتزاز (K_{ad}) تزداد كلما كان تركيز المحلول قليلاً حسب الترتيب الاتي:

$$C_o(\text{ppm}) = 5 > 10 > 15 > 20 > 25$$

حيث كانت قيم K_{ad} بتراكيز مختلفة لمحلول النترات كما يأتي :

$$\text{MR}=2 \quad 9.672 > 9.212 > 8.981 > 8.751 > 8.060$$

$$\text{MR}=3 \quad 2.625 > 2.349 > 1.934 > 1.381 > 1.289$$

$$\text{MR}=4 \quad 4.513 > 4.168 > 2.072 > 2.026 > 1.589$$

وايضا قيم K_{ad} بتراكيز مختلفة لمحلول الكبريتات كما يأتي :

$$\text{MR}=2 \quad 1.621 > 1.566 > 1.128 > 1.105 > 1.059$$

$$\text{MR}=3 \quad 1.635 > 1.566 > 1.473 > 1.450 > 1.427$$

$$\text{MR}=4 \quad 1.773 > 1.750 > 1.681 > 1.635 > 1.612$$

ويزداد K_{ad} ايضاً عند زيادة درجة الحرارة وبثبوت التراكيز للمادة الممتزة حسب الترتيب الاتي:

$$T(\text{K}) = 318 > 308 > 298$$

قيم ثابت معدل سرعة الامتزاز عند امتزاز ايونات النترات بدرجات حرارة مختلفة كما يأتي:

$$\text{MR}=2 \quad 4.882 > 4.744 > 3.178$$

$$\text{MR}=3 \quad 3.178 > 3.132 > 2.533$$

$$\text{MR}=4 \quad 3.546 > 3.062 > 2.210$$

وقيم ثابت معدل سرعة الامتزاز عند امتزاز ايونات الكبريتات بدرجة حرارة مختلفة:

$$\text{MR}=2 \quad 1.473 > 1.450 > 1.427$$

$$\text{MR}=3 \quad 1.013 > 0.990 > 0.690$$

$$\text{MR}=4 \quad 1.473 > 1.427 > 1.381$$

وتباينت قيم طاقة التنشيط (E_a) للنسب المولية عند امتزاز ايونات النترات والكبريتات ، حيث كانت $\text{MR}=3$ عند امتزاز ايونات النترات أفضل نسبة للامتزاز حيث كانت قيمة طاقة التنشيط لها (7.572 J/mol) ، بينما كانت أفضل نسبة لامتزاز ايونات الكبريتات هي $\text{MR}=2$ حيث كانت طاقة التنشيط لها (1.093 J/mol) .

تم متابعة حيود الاشعة السينية (XRD) للمركبات النانوية ثنائية الهيدروكسيد ووجد إن هذه المركبات النانوية بلورية التركيب.

المحتويات

الصفحة	العنوان	ت
VIII	الجداول	
XII	الأشكال	
XVI	الرموز العلمية	

الفصل الأول / الجزء النظري

الصفحة	العنوان	التسلسل
1	المقدمة	1-1
2	الامتزاز	2-1
3	أنواع الامتزاز	3-1
4	الامتزاز من المحلول	4-1
5	أيزوثيرمات الامتزاز	5-1
6	معادلة لانكماير للامتزاز	1-51
8	معادلة فرنديش للامتزاز	2-5-1
9	حركيات الامتزاز	6-1
9	تقنية النانو	7-1
10	مركبات النانو	8-1
11	النترات	9-1
11	الكبريتات	10-1
12	الطبقات ثنائية الهيدروكسيد (LDH)	11-1
14	المسح في الادبيات	12-1
17	الهدف من البحث	13-1

المحتويات

الفصل الثاني / الجزء العملي

الصفحة	العنوان	التسلسل
18	الأجهزة المستعملة	1-2
19	المواد الكيميائية المستعملة	2-2
19	تحضير المركبات النانوية	3-2
19	طريقة تحضير المركبات النانوية	1-3-2
20	تحضير مزيج النسب المولية من الملح $ZnCl_2/AlCl_3.6H_2O$ في وسط مائي	2-3-2
22	تحضير المحاليل القياسية	4-2
22	تعين منحنى المعايرة	5-2
25	تحديد وزن المادة المازة والزمن اللازم لحدوث الاتزان	6-2
25	تعين ايزوثيرمات الامتزاز	7-2
26	تأثير درجة الحرارة في الامتزاز	8-2
26	تأثير الدالة الحامضية في الامتزاز	9-2
26	دراسة حركية التفاعلات	10-2
27	تشخيص المركبات	11-2
27	طيف الأشعة تحت الحمراء FT-IR	1-11-2
27	طيف حيود الأشعة السينية (XRD) X-Ray diffraction	2-11-2
27	مجهر القوة الذرية (AFM)	3-11-2

المحتويات

الفصل الثالث / النتائج والمناقشة

الصفحة	العنوان	التسلسل
28	تشخيص المركبات	1-3
28	طيف الأشعة تحت الحمراء لطبقات الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد (Zn/Al-LDH)	1-1-3
28	طيف الأشعة تحت الحمراء عند امتزاز ايونات النترات والكبريتات على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد (Zn/Al-LDH)	2-1-3
30	طيف حيود الأشعة السينية (XRD) X-Ray diffraction	3-1-3
32	مجهر القوة الذرية (AFM)	4-1-3
34	الامتزاز على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد (Zn/Al-LDH)	2-3
34	ايزوثيرم الامتزاز على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد	1-2-3
43	تأثير درجة الحرارة في الامتزاز على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد (Zn/Al-LDH)	2-2-3
47	تأثير الدالة الحامضية في ايزوثيرم الامتزاز على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد (Zn/Al-LDH)	3-2-3
52	حركية الامتزاز على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد (Zn/Al-LDH)	4-2-3
65	تأثير درجة الحرارة في سرعة الامتزاز على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد (Zn/Al-LDH)	5-2-3
77	حساب طاقة التنشيط	6-2-3
81	حساب قيم الدينامية الحرارية $\Delta H, \Delta G, \Delta S$	7-2-3

المحتويات

الفصل الرابع / الاستنتاجات والتوصيات

الصفحة	العنوان	التسلسل
86	الاستنتاجات	1-4
87	التوصيات	2-4
88	المصادر	
	الخلاصة باللغة الانكليزية	

قائمة الجداول

الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
18	يبين الاجهزة المستعملة في الدراسة	1-2
19	المركبات الكيميائية المستعملة وبعض خصائصها الفيزيائية	2-2
25	يبين وزن المادة المازة والزمن اللازم لحدوث الاتزان لأيونات النترات والكبريتات	3-2
30	يوضح بيانات قياس طيف حيود الاشعة السينية XRD للطبقات النانوية ثنائية الهيدروكسيد	1-3
34	امتزاز النترات على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد (Zn/Al-LDH) بدرجة حرارة 298K و pH=7	2-3
35	امتزاز الكبريتات على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد (Zn/Al-LDH) بدرجة حرارة 298K و pH=7	3-3
36	قيم لوغاريتم كل من Qe,Ce لنترات الصوديوم بدرجة حرارة 298K	4-3
38	قيم ثوابت فرندلش لنترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد	5-3
38	قيم لوغاريتم كل من Qe,Ce لكبريتات الصوديوم بدرجة حرارة 298K	6-3
40	قيم ثوابت فرندلش لكبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد	7-3
40	امتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و pH=7	8-3
41	امتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و pH=7	9-3
43	تأثير درجة الحرارة في امتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318K)	10-3
45	تأثير درجة الحرارة في امتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318K)	11-3
48	تأثير حامضية المحلول في امتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد	12-3
50	تأثير حامضية المحلول في امتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد	13-3

قائمة الجداول

الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
53	تأثير تغير التركيز الابتدائي لمحلول النترات في حركية امتزازه على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و $\text{pH}=7$ ، $\text{MR}=2$	14-3
54	قيم K_{ad} بتراكيز مختلفة لمحلول النترات على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و $\text{pH}=7$ ، $\text{MR}=2$	15-3
55	تأثير تغير التركيز الابتدائي لمحلول النترات في حركية امتزازه على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و $\text{pH}=7$ ، $\text{MR}=3$	16-3
56	قيم K_{ad} بتراكيز مختلفة لمحلول النترات على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و $\text{pH}=7$ ، $\text{MR}=3$	17-3
57	تأثير تغير التركيز الابتدائي لمحلول النترات في حركية امتزازه على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و $\text{pH}=7$ ، $\text{MR}=4$	18-3
58	قيم K_{ad} بتراكيز مختلفة لمحلول النترات على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و $\text{pH}=7$ ، $\text{MR}=4$	19-3
59	تأثير تغير التركيز الابتدائي لمحلول الكبريتات في حركية امتزازه على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و $\text{pH}=7$ ، $\text{MR}=2$	20-3
60	قيم K_{ad} بتراكيز مختلفة لمحلول الكبريتات على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و $\text{pH}=7$ ، $\text{MR}=2$	21-3
61	تأثير تغير التركيز الابتدائي لمحلول الكبريتات في حركية امتزازه على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و $\text{pH}=7$ ، $\text{MR}=3$	22-3
62	قيم K_{ad} بتراكيز مختلفة لمحلول الكبريتات على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و $\text{pH}=7$ ، $\text{MR}=3$	23-3
63	تأثير تغير التركيز الابتدائي لمحلول الكبريتات في حركية امتزازه على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و $\text{pH}=7$ ، $\text{MR}=4$	24-3
64	قيم K_{ad} بتراكيز مختلفة لمحلول الكبريتات على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و $\text{pH}=7$ ، $\text{MR}=4$	25-3

قائمة الجداول

الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
65	تأثير درجة الحرارة في سرعة امتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي MR=2 ، 298-318K	26-3
66	تأثير درجة الحرارة في قيم K_{ad} لنترات الصوديوم، MR=2	27-3
67	تأثير درجة الحرارة في سرعة امتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي MR=3 ، 298-318K	28-3
68	تأثير درجة الحرارة في قيم K_{ad} لنترات الصوديوم، MR=2	29-3
69	تأثير درجة الحرارة في سرعة امتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي MR=2 ، 298-318K	30-3
70	تأثير درجة الحرارة في قيم K_{ad} لنترات الصوديوم، MR=2	31-3
71	تأثير درجة الحرارة في سرعة امتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي MR=2 ، 298-318K	32-3
72	تأثير درجة الحرارة في قيم K_{ad} لكبريتات الصوديوم، MR=2	33-3
73	تأثير درجة الحرارة في سرعة امتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي MR=3 ، (298-318)K	34-3
74	تأثير درجة الحرارة في قيم K_{ad} لكبريتات الصوديوم، MR=3	35-3
75	تأثير درجة الحرارة في سرعة امتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي MR=4 ، (298-318)K	36-3
76	تأثير درجة الحرارة في قيم K_{ad} لكبريتات الصوديوم، MR=4	37-3

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
38-3	قيم ثابت معدل سرعة الامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخاصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318K)	77
39-3	قيم طاقة التنشيط لمركب نترات الصوديوم ضمن المدى الحراري (298-318K)	79
40-3	قيم ثابت معدل سرعة الامتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخاصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318K)	79
41-3	قيم طاقة التنشيط لمركب كبريتات الصوديوم ضمن المدى الحراري (298-318K)	81
42-3	قيم $\text{LogX}_m, 1/T$ لمركب نترات الصوديوم على سطح طبقات الخاصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318K)	82
43-3	قيم $(\Delta H_{ad}, \Delta G_{ad}, \Delta S_{ad})$ لمركب نترات الصوديوم على سطح طبقات الخاصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد عند درجة حرارة 298K	83
44-3	قيم $\text{LogX}_m, 1/T$ لمركب كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخاصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318K)	83
45-3	قيم $(\Delta H_{ad}, \Delta G_{ad}, \Delta S_{ad})$ لمركب كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخاصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد عند درجة حرارة 298K	84

قائمة الاشكال

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
5	تصنيف جليز لأشكال ايزوثيرمات الامتزاز	1-1
6	تصنيف (Brunauer) للامتزاز	2-1
8	يبين (a) ايزوثيرم لانكماير (b) العلاقة الخطية لايزوثيرم لانكماير	3-1
13	شكل توضيحي لطبقات ثنائية الهيدروكسيد (LDH)	4-1
23	طيف الأشعة فوق البنفسجية لمركب نترات الصوديوم	1-2
23	طيف الأشعة فوق البنفسجية لمركب كبريتات الصوديوم	2-2
24	منحني المعايرة لمركب نترات الصوديوم	3-2
24	منحني المعايرة لمركب كبريتات الصوديوم	4-2
28	طيف الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) لطبقات الخارصين/ألنيوم ثنائية الهيدروكسيد	1-3
29	طيف الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) لطبقات الخارصين /ألنيوم ثنائية الهيدروكسيد عند امتزاز كل من ايونات (a) النترات (b)الكبريتات	2-3
31	طيف حيود الأشعة السينية (XRD) لطبقات الخارصين/ألنيوم ثنائية الهيدروكسيد	3-3
31	طيف حيود الأشعة السينية (XRD) عند امتزاز ايونات النترات والكبريتات على سطح طبقات الخارصين/ألنيوم ثنائية الهيدروكسيد	4-3
32	(a) صورة ثنائية الابعاد (b) صورة ثلاثية الابعاد لطبقات الخارصين /ألنيوم ثنائية الهيدروكسيد بواسطة مجهر القوة الذرية (AFM)، MR=2	5-3
33	(a) صورة ثنائية الابعاد (b) صورة ثلاثية الابعاد لطبقات الخارصين /ألنيوم ثنائية الهيدروكسيد بواسطة مجهر القوة الذرية (AFM)، MR=3	6-3
33	(a) صورة ثنائية الابعاد (b) صورة ثلاثية الابعاد لطبقات الخارصين /ألنيوم ثنائية الهيدروكسيد بواسطة مجهر القوة الذرية (AFM)، MR=4	7-3
35	ايزوثيرمات امتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ألنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و pH =7	8-3
36	ايزوثيرمات امتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ألنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و pH =7	9-3

قائمة الأشكال

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
37	مستقيمتات فرندلش لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/أللمنيوم ثنائية الهيدروكسيد للنسب المولية MR=2,3,4	10-3
39	مستقيمتات فرندلش لامتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/أللمنيوم ثنائية الهيدروكسيد للنسب المولية MR=2,3,4	11-3
41	مستقيمتات لانكماير لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/أللمنيوم ثنائية الهيدروكسيد	12-3
42	مستقيمتات لانكماير لامتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/أللمنيوم ثنائية الهيدروكسيد	13-3
44	ايزوثيرم امتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/أللمنيوم ثنائية الهيدروكسيد، MR=2,3,4 عند درجات حرارة مختلفة	14-3
46	ايزوثيرم امتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/أللمنيوم ثنائية الهيدروكسيد، MR=2,3,4 عند درجات حرارة مختلفة	15-3
49	تأثير حامضية المحلول في امتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/أللمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K	16-3
51	تأثير حامضية المحلول في امتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/أللمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K	17-3
54	رسم مستقيمتات Lagergren لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /أللمنيوم ثنائية الهيدروكسيد باختلاف التركيز الابتدائي بدرجة حرارة MR=2،pH =7 298K	18-3
56	رسم مستقيمتات Lagergren لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /أللمنيوم ثنائية الهيدروكسيد باختلاف التركيز الابتدائي بدرجة حرارة MR=3،pH =7 و 298K	19-3
58	رسم مستقيمتات Lagergren لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /أللمنيوم ثنائية الهيدروكسيد باختلاف التركيز الابتدائي بدرجة حرارة MR=4،pH =7 و 298K	20-3

قائمة الأشكال

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
60	رسم مستقيمت Lagergren لامتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد باختلاف التركيز الابتدائي بدرجة حرارة 298K و $pH = 7$ ، $MR=2$	21-3
62	رسم مستقيمت Lagergren لامتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد باختلاف التركيز الابتدائي بدرجة حرارة 298K و $pH = 7$ ، $MR=3$	22-3
64	رسم مستقيمت Lagergren لامتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد باختلاف التركيز الابتدائي بدرجة حرارة 298K و $pH = 7$ ، $MR=4$	23-3
66	رسم مستقيمت Lagergren لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجات حرارة مختلفة، $MR=2$	24-3
68	رسم مستقيمت Lagergren لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجات حرارة مختلفة، $MR=3$	25-3
70	رسم مستقيمت Lagergren لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجات حرارة مختلفة، $MR=4$	26-3
72	رسم مستقيمت Lagergren لامتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجات حرارة مختلفة، $MR=2$	27-3
74	رسم مستقيمت Lagergren لامتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجات حرارة مختلفة، $MR=3$	28-3
76	رسم مستقيمت Lagergren لامتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجات حرارة مختلفة، $MR=4$	29-3
78	تأثير درجة الحرارة في قيم K_{ad} لنترات الصوديوم على سطح الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد	30-3
80	تأثير درجة الحرارة في قيم K_{ad} لكبريتات الصوديوم على سطح الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد	31-3

قائمة الأشكال

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
82	العلاقة بين $\text{Log } X_m$ ومقلوب درجة الحرارة لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد	32-3
84	العلاقة بين $\text{Log } X_m$ ومقلوب درجة الحرارة لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد	33-3
الصفحة	عنوان المخطط	رقم المخطط
21	يبين مراحل تحضير المركبات النانوية	1-1

قائمة الرموز

الرمز	التعريف
X_m	أعظم كمية امتزاز
C_e	التركيز عند الأتزان
C_o	التركيز الابتدائي للمادة الممتزة
C_t	التركيز الممتز عند كل زمن
Q_e	كمية المادة الممتزة
q_t	الكمية المفقودة من التركيز الاصلي للمادة الممتزة عند الزمن
q_e	الكمية المفقودة من التركيز الاصلي للمادة الممتزة عند الاتزان
M^{+2}	الأيون الموجب ثنائي التكافؤ
M^{+3}	الأيون الموجب ثلاثي التكافؤ
λ_{max}	الطول الموجي الأعظم للامتصاص
X	الكسر المولي
MR	النسبة المولية للطبقات ثنائية الهيدروكسيد
A^{n-}	الأيونات الحاملة للشحنة السالبة داخل الطبقات
pH	الدالة الحامضية
A°	الأنكستروم
$Cons.$	ثابت معادلة فانن هوف
$K_{f,n}$	ثوابت فرندلش
a,b	ثوابت لانكماير
K_{ad}	ثابت معدل سرعة الامتزاز
K	ثابت الاتزان

قائمة الرموز

الرمز	التعريف
A	ثابت الاسي السالب
Ppm	جزء من المليون
n^-	رقم الشحنة للأيونات داخل الطبقة
2θ	زاوية الحيود
T	درجة الحرارة المطلقة
M	وزن المادة الممتزة
R^2	معامل الارتباط
E_a	طاقة التنشيط
Qe	كمية المادة الممتزة

الفصل الأول

البجز النظري

General introduction**1-1. المقدمة**

يعد الماء احد عناصر البيئة وعنصراً اساسياً في أدامة الحياة، وإن أي تغيّر في تركيبه الطبيعي يعد ملوثاً ويشكل خطراً على الكائنات الحية بصورة مباشرة او غير مباشرة ويهدد سلامتها(1)(2).

المياه الملوثة تعرف على انها المياه الملوثة كيميائياً، او فيزيائياً، والتي تسبب اضراراً على الحياة المائية وعلى مستهلكي المياه من إنسان وحيوان ونبات، فالتلوث الفيزيائي يكون ناتجاً من العوامل المادية من حرارة واشعاعات وعوامل بيولوجية والتي تكون بسبب وجود كائنات دقيقة (الجراثيم) موجودة في المياه وتكون عالية الخطورة على الحياة ولاسيما تلك المسببة للأمراض، أما الملوثات الكيميائية فتكون اما مذابة او معلقة في الماء (3)، ويحدث الأخير نتيجة طرح المواد الكيميائية الى مياه البحار و الأنهار وتكون عادة مياه الصرف المنزلي والمياه الصناعية هما السبب الرئيسي للتلوث الكيميائي وتوجد انواع عديدة من المواد الكيميائية في مياه الأنهار الملوثة وهذا التلوث هو حدوث تغيير في الخصائص الكيميائية والفيزيائية للماء (4). والتلوث الكيميائي في البيئة المائية يعود سببه الى وجود مركبات عضوية كالأحماض والقلويات، وتعد النفايات الصناعية في بعض الصناعات مثل البطاريات الحاوية على الأحماض هي من أشهر مسببات التلوث الكيميائي، والشكل الأكثر شيوعاً لتلوث المياه بالمركبات العضوية يعود سببه الى وجود البروتينات والدهون وغيرها من المركبات و هذه الملوثات تصل الى المياه عن طريق مياه الصرف الصحي او من خلال النفايات الصناعية وتوجد ايضاً بعض المركبات الغير عضوية بشكل حر مثل الزئبق، والرصاص وغيرها من المركبات(5)(6).

والسبب الأخر للتلوث الكيميائي هو وجود العديد من الملوثات الغير عضوية المسببة للتلوث التي قد تكون موجودة في انظمة المياه وتشمل الأيونات الموجبة التي تمثل الفلزات الثقيلة (Heavy metal) و التي تكون ذات خطورة و سميّة على الحياة، والأيونات السالبة تشكل ايضاً خطورة مثل الفوسفات والنترات والكبريتات و السيانيدات وغيرها (7)(8).

وقد استعملت عدة طرق لمعالجة هذه الملوثات الموجودة في المياه وأزالتها ومن هذه الطرق:

1. التبادل الأيوني (9).
2. الأكسدة الضوئية (10).
3. الأكسدة الكيميائية (11).
4. التناضح العكسي (Reverse Osmosis) (12).
5. وطريقة الامتزاز على سطوح بعض المواد ذات المسامية مثل الكربون المنشط (Activated-Carbon)، وهلام السيليكا (Silica-Gel)، واوكسيد الألمنيوم (Aluminum Oxide)، والزيوليت (Zeolite)، والاطيان المسامية (13-16).

الامتزاز يعد أحد الطرق المستعملة في معالجة ملوثات المياه الصناعية ولاسيما المركبات السامة، والمركبات الغير عضوية الموجودة ضمن أنظمة المياه التي تسبب العديد من المشكلات الخطرة على الصحة مثل الزئبق والرصاص والزرنيخ وغيرها، والاصباغ التي لا يمكن فصلها بطرق التصفية كالترشيح والتعقيم وغيرها⁽¹⁷⁾⁽⁸⁾.

Adsorption

2-1. الامتزاز

يُعرف الامتزاز على أنه عملية تجمع الدقائق الذائبة في المحلول والتي تدعى بالمادة الممتزة (Adsorbate) على سطح مادة صلبة أو سائلة والذي يدعى بالسطح الماز (Adsorbent)⁽¹⁸⁾. ومن الطبيعي ان تكون حالات المادة التي تمتلك سطوح محددة في الفضاء هي الحالتين السائلة والصلبة لذلك فإن مجالات التماس السطحي التي تؤدي الى حصول الامتزاز هي صلب-سائل، سائل-سائل، صلب-غاز، صلب-صلب، سائل-غاز⁽¹⁹⁾.

وإن حصول ظاهرة الامتزاز يعود سببها الى وجود بقايا مجالات قوى غير مشبعة الكترونياً بسبب عدم اكتمال تناسق او اتصال العدد الكافي من الجسيمات مع جسيمات السطح و يكون الحال كما في داخل الطور الصلب او السائل حيث يؤدي الامتزاز الى اشباع مجالات هذه القوى الموجودة على السطح وبذلك يسبب هذا في نقصان الطاقة الحرة للسطح (ΔG)، أي ان عملية الامتزاز تكون تلقائية مع التناقص في درجات الحرية للمادة الممتزة الذي يعبر عنه ثرموديناميكياً بتناقص الانتروبي (ΔS) لها فإذا اجريت تلك العملية عند ظروف ايزوثيرمية وبحسب علاقة الدينامية الحرارية الاتية⁽²⁰⁾⁽²¹⁾:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \dots\dots\dots(1-1)$$

و الانثالبي (ΔH) المصاحب لهذه العملية يكون سالباً للحرارة ولحساب المحتوى الحراري يتم حساب اعظم كمية امتزاز وفق المعادلة الأتية⁽²²⁾.

$$\text{Log } X_m = (-\Delta H/2.303RT) + \text{Cons.} \dots\dots\dots(1-2)$$

حيث تمثل:-

X_m : أعظم كمية امتزاز.

R : الثابت العام للغازات.

Cons. : ثابت معادلة فانن هوف.

T : درجة الحرارة المطلقة.

و يمكن أيضاً الحصول على قيمة الطاقة الحرة ΔG من العلاقة (23)(24):

$$\Delta G = - RT \ln K \dots\dots\dots(1-3)$$

(K): تمثل ثابت الاتزان، إذ تصبح المعادلة (1-3) بالشكل الآتي للامتزاز في المحلول (25).

$$\Delta G = - RT \ln (Q_e / C_e) \dots\dots\dots(1-4)$$

حيث تمثل:

Qe: كمية المادة الممتزة (mg/g).

Ce: التركيز عند الاتزان (mg/L).

Types of Adsorption

3-1. أنواع الامتزاز:-

أظهرت دراسات الامتزاز وجود نوعين من الامتزاز هما، الامتزاز الفيزيائي Physical adsorption و يسمى احياناً بامتزاز فاندرفالز (Vander Vaal's Adsorption)، والامتزاز الكيميائي (Chemical Adsorption)، والارتباط يحدث فيه بشكل او اصر اشبه ما تكون بالأواصر الكيميائية. ويمتاز هذا الامتزاز بالخصوصية (Specificity) أي يشترط لحدوث هذا الامتزاز وجود سطح معين، وظروف معينة، ويحتاج الى طاقة تنشيط ويحصل في درجات حرارة تزيد على درجة غليان المادة الممتزة (26-28)، ويحدث بطبقة واحدة على السطح أي يكون احادي الجزيئة Unimolecular (Adsorption).

وفيما يخص الامتزاز الفيزيائي (Physical Adsorption) فإن الجزيئة الممتزة ترتبط مع السطح بواسطة قوى ضعيفة تكون اشبه بقوى فاندرفالز، ويدعى هذا الامتزاز احياناً بالامتزاز الطبيعي، ولا يمتاز بالخصوصية (non-Specific) وفي حدوثه يميل لدرجات حرارية تقل او تقترب من درجة غليان المادة الممتزة، وكما انه لا يحتاج الى طاقة تنشيط (Activation Energy) والامتزاز يكون فيه بسمك عدة طبقات (Multi molecular Adsorption) (26-30).

وأما فيما يخص قوى الامتزاز التي تتحكم بطبيعة التداخل بين المادة الممتزة والسطح الماز وبنوع الامتزاز هي (31):-

قوى التشتت (Dispersion)، قوى فاندرفالز (Vander Vaal's Force)، التداخلات ثنائية القطب (Dipolar interaction)، الأصرة الهيدروجينية (Hydrogen Bond)، قوى التنافر او التجاذب (The Overlap or Repulsive)، التداخلات الكارة للماء.

وإذا كانت القوى التي تعمل على ربط جزيئات المادة الممتزة على السطح الماز ذات طبيعة فيزيائية كقوى فاندرفالز فإن الامتزاز يكون من النوع الفيزيائي، وعندما تكون القوى التي تربط بين الجزيئات والسطح او اصر كيميائية مثل او اصر ايونية او تساهمية وغيرها فإن هذا الامتزاز هو امتزاز كيميائي (32).

وتكمن أهمية درجة الحرارة في حدوث الامتزاز فقد يحدث امتزاز فيزيائي في درجة حرارة واطئة ويتحول الى كيميائي عند درجات الحرارة العالية، مثال على ذلك امتزاز غاز الهيدروجين على سطح فلز النيكل⁽³³⁾.

والعملية المعاكسة لعملية الامتزاز (Adsorption) تدعى بالابتزاز (Desorption) وتعرف على انها عملية انفصال الدقائق الممتزة على السطح الماز وعودتها الى المحلول ويحدث عادة عندما تكون درجة الحرارة كافية لكسر قوى الترابط بين الماز و الممتز⁽³⁴⁾. وتدعى عملية تغلغل الدقائق الممتزة لطور السطح الماز وانتشارها فيه بالامتصاص (Absorption) وعند اتحاد عمليتي الامتزاز والامتصاص كثيراً مع بعضها البعض يطلق عليهما معاً بالادمصاص (Sorption)⁽³⁵⁾. وهذه العملية غالباً ما تحدث على سطوح الممتزات المسامية ويكون أنثالي (ΔH) هذه العملية موجبة على الأكثر وذلك لحاجة عملية الانتشار في داخل طور السطح الماز الى طاقة لذلك تكون العملية ماصة للحرارة (Endothermic)⁽³⁶⁾.

Adsorption from Solution

4-1. الامتزاز من المحلول :-

عملية الامتزاز من المحلول تشمل تكوين طبقة جزيئية واحدة، وتكون في تماس مع سطح المادة المازة، و الطبقات الأخرى التي تليها أما ان تكون موجودة في داخل المحلول وتكون ضعيفة الارتباط بالطبقة الجزيئية، او تكون بسبك عدة جزيئات حيث إن الفعل المتبادل بين المذاب والمادة المازة يقل فقط عند تجاوز سمك الطبقة الواحدة⁽²¹⁾، لقد عرف الامتزاز في القرن الثامن عشر ان بعض المواد الصلبة يسهل الالتصاق بها وهذا يجعلها قادرة على امتزاز كميات كبيرة من البخار⁽³⁷⁾ (38)، ولكن تنقية المياه ومجاري العمليات الصناعية باستعمال الامتزاز عرف مؤخراً، ويعد استعمال السليكا جل (Silica-Gel) والكاربون النشط كسطوح مازة في اول عمليات الامتزاز، ولكن عند تطور الجزيئات المازة تم تصنيع الزيولات واستعملت في المجال التجاري⁽³⁹⁾.

والقاعدة العامة المعروفة التي تتحكم في الكثير من انظمة الامتزاز وهي (أن المادة القطبية المازة تمتز المكون الاكثر قطبية). علماً أنه كلما كانت المادة الممتزة قليلة الذوبان في المذيب زادت قوة الامتزاز للمادة المازة⁽²¹⁾.

هناك عدة عوامل لها تأثير مباشر في عملية الامتزاز من المحلول هي :-

طبيعة المادة الممتزة (Nature of Adsorbate)، درجة الحرارة (Temperature)، طبيعة السطح الماز (Nature of Adsorbent)، تأثير الدالة الحامضية (pH) تأثير المذيب (Solvent effect)⁽⁴⁰⁾(41).

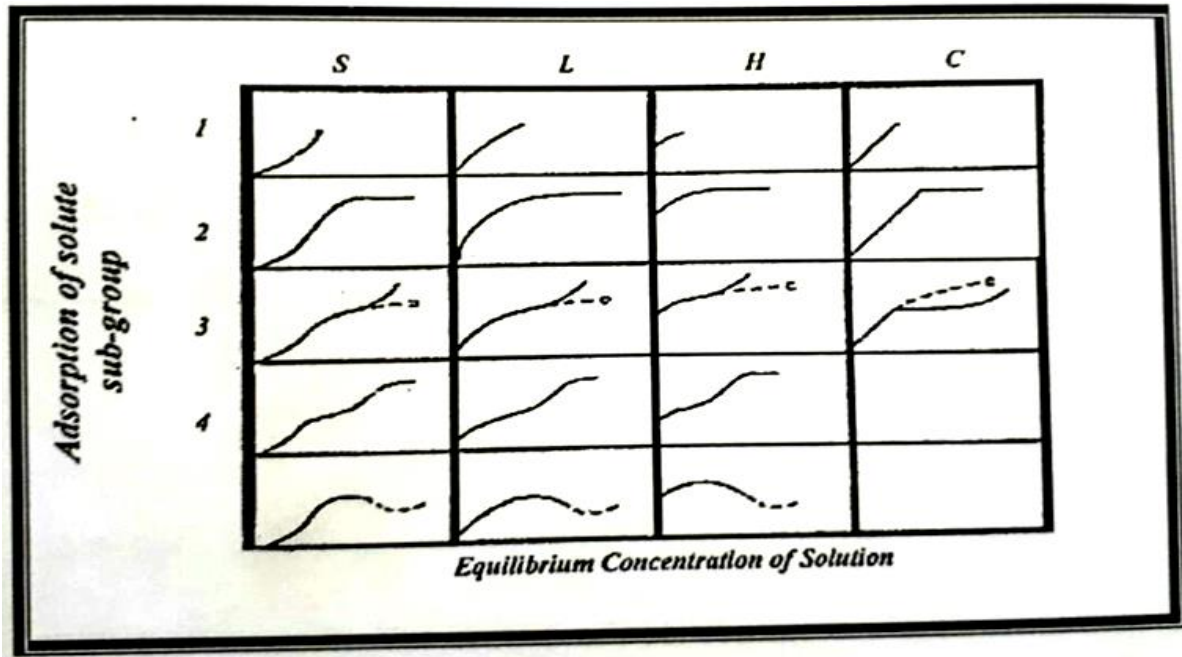
Adsorption Isotherms

5-1. ايزوثيرمات الامتزاز:-

هي عبارة عن منحنيات تبين العلاقة بين كمية المادة الممتزة على سطح معين وبين تركيز المادة عند الاتزان بثبوت درجة الحرارة .

العالم (Giles) درس تصنيفاً لمنحنيات الامتزاز وقسم ايزوثيرمات الامتزاز من المحاليل على سطوح المادة المازة الى اربعة اصناف رئيسة كما في الشكل (1-1) يوضح هذا التصنيف ، وهي الصنف L (مخصص بايزوثيرم لانكماير (Langumir) ، ويكون توجيه الجزيئات الممتزة افقياً على السطح والامتزاز فيه يكون احادي الطبقة) ، و الصنف S (يكون الايزوثيرم على شكل حرف S عندما يكون توجيه الجزيئات الممتزة على السطح عمودياً او مائلاً مثل امتزاز الهيدروكربونات الحلقية والسلاسل الكاربونية) ، والصنف H (مخصص بايزوثيرم المحاليل المخففة جداً) ، والصنف C (يدل هذا الصنف ان هناك احتمالية عالية لحدوث امتزاز كيميائي) ويستفاد من هذه المنحنيات في معرفة وضعية ارتباط الجزيئات بالسطح ونوع التفاعل (42) .

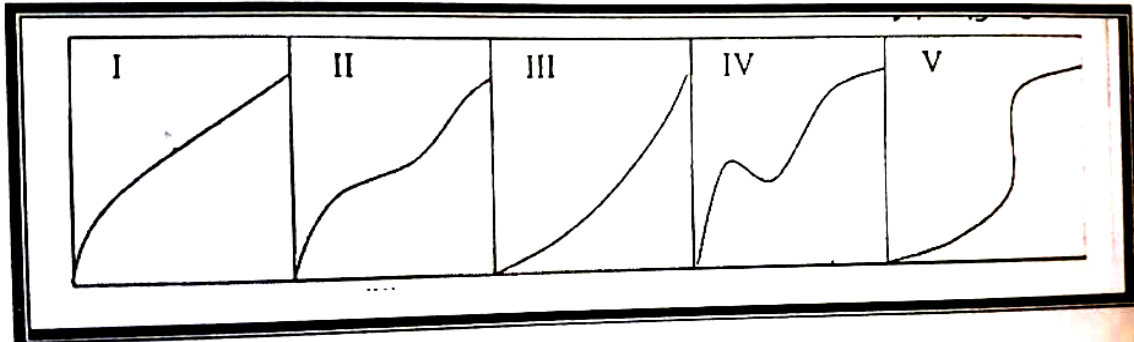
وهناك مجموعات ثانوية (1,2,3,4,5) تكون ضمن التصنيفات الرئيسية لاييزوثيرمات الامتزاز والتي تتعلق بشكل الايزوثيرمات في التراكيز العالية.



شكل (1-1) تصنيف جليز لأشكال ايزوثيرمات الامتزاز.

قام (Brunauer) وجماعته⁽⁴³⁾ بتصنيف ايزوثيرمات الامتزاز الى خمسة اصناف كما في الشكل (1-2) ، فإن الصنف I هو الامتزاز من نوع L بحسب تصنيف Giles ، و الصنف II فهو بحسب ما متوقع من تقريب B.E.T (تيلر، ايمت، برونر) عند حدوث امتزاز متعدد الطبقات وغالباً ما يحدث عند امتزاز الغازات حيث يشير فيه ان الامتزاز يقرب الى ما لا نهاية عندما يبدأ تكاثف الغاز. وايضاً الصنف III يلاحظ عندما يكون هناك تداخل بين الطبقة الثانية والطبقة الاولى، والصنف IV يكون مشابه الى الصنف I الا ان هناك حدين لكمية المادة الممتزة بدلاً من الحد الواحد والصنف V يكون مشتركاً بين الصنفين II, I .

حيث يحدث ضمن الصنف (I) الامتزاز الكيميائي فقط بينما الامتزاز الفيزيائي يحدث في أي صنف من التصنيفات الاربع الباقية.



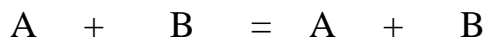
شكل (1-2) تصنيف (Brunauer) للامتزاز⁽⁴⁴⁾.

Langmuir Equation For Adsorption

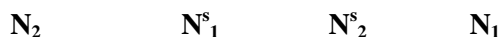
1-5-1. معادلة لانكماير للامتزاز:-

العالم لانكماير أقترح معادلة لتفسير ايزوثيرم الامتزاز من النوع (L) حسب تصنيف Giles، حيث افترض حدوث امتزاز لطبقة جزيئية واحدة على سطح المادة المازة المتجانسة (Homogeneous)، في بداية الامتزاز تزداد كمية المادة الممتزة سريعاً ثم تبدأ بالثبات تدريجياً بسبب انفصال بعض الجزيئات عن السطح مسببة ما يعرف بالابتزاز (Desorption)⁽⁴⁵⁾. وتحصل عملية التوازن عندما تتساوى سرعة الامتزاز مع سرعة الابتزاز. علاقة لانكماير يعتمد عليها في حالة امتزاز المواد الصلبة من محاليلها المخففة ولكن غالباً ما يعتمد عليها لوصف امتزاز الغازات على سطوح المواد الصلبة .

ويمكن التعبير رياضياً عن معادلة لانكماير بالشكل الاتي⁽⁴⁶⁾:-



مذاب في المحلول مذيب مذيب ممتز مذيب



N_2, N_1 يعبران عن الكسر المولي للمذيب والمذاب على التوالي و N_2^S, N_1^S يعبران عن الفعالية في طبقة الامتزاج بدلالة الكسر المولي للمذيب والمذاب على التوالي ويشير الحرف (S) للامتزاز على السطح .

ويمكن التعبير عن ثابت التوازن بالمعادلة الاتية:

$$K = N_2^S N_1 / N_1^S N_2 = N_2^S a_1 / N_1^S a_2 = k/a_1 = N_2^S / N_1^S a_2 \dots \dots (1-5)$$

حيث إن:-

a_2, a_1 : فعالية المذيب والمذاب على التوالي .

ولما كان الامتزاج يحدث عادة في المحاليل المخففة لذا من الملائم التعبير عن التركيز (Ce) بدلالة a_2 واعتبار فعالية المذيب (a_1) ثابتة فإذا فرضت $b = k/a_1$.

$N_1^S + N_2^S = 1$ وعند إدخال هذه العلاقات على المعادلة يكون:

$$N_2^S = b Ce / 1 + b Ce \dots \dots (1-6)$$

ولما كان $N_2^S = n_2^s / n^s$ باعتبار n^s عدد مولات مواقع الامتزاج للغرام الواحد وبذلك تتم كتابة المعادلة على النحو التالي:-

$$n_2^s = n^s b Ce / 1 + b Ce \dots \dots (1-7)$$

أن النسبة $\theta = n_2^s / n^s$ وهي جزء السطح المشغول بواسطة الجزيئات الممتزة لذلك نحصل على :

$$\theta = b Ce / 1 + b Ce \dots \dots (1-8)$$

وان كمية المادة الممتزة Qe يعبر عنها بوحدات (mg/g) التي تناسب مع حجم السطح المشغول أي أن

$$Qe \propto \theta = a \theta$$

a: ثابت التناسب بالتعويض نحصل على :

$$Qe = a b Ce / 1 + b Ce \dots \dots (1-9)$$

حيث إن:-

Qe: كمية المادة الممتزة بوحدات mg/g .

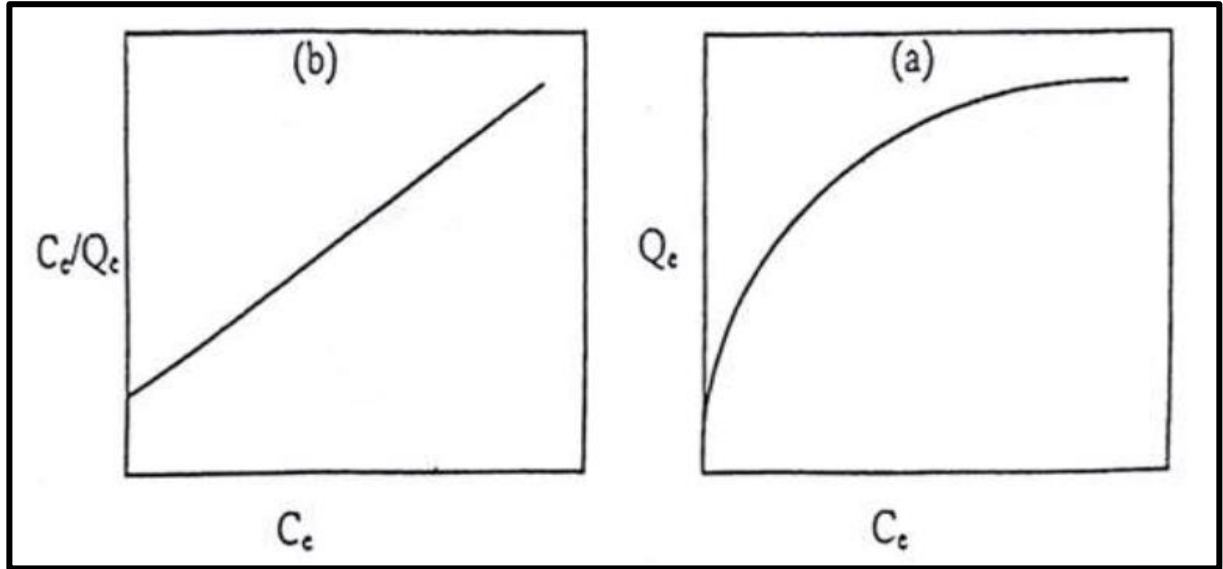
Ce: تركيز المذاب عند الاتزان mg/L .

a, b: ثوابت لانكماير .

$$Ce / Qe = 1/ab + Ce/a \dots \dots (1-10)$$

ومن رسم العلاقة بين Ce/Qe مقابل Ce نحصل على خط مستقيم له ميل (1/a) وتقاطع (1/ab).

نموذج لانكماير يفترض أن السطح الماز يحتوي على عدد من المواقع الفعالة و امتزاز جزيئة واحدة فقط من المادة الممتزة على كل موقع من تلك المواقع الفعالة و الامتزاز يكون فيه موقعي (Localized)⁽²¹⁾، و الدقيقة الممتزة لا تمتلك فيه القابلية على التنقل .



الشكل (3-1) (a) ايزوثيرم لانكماير (b) العلاقة الخطية لايزوثيرم لانكماير

2-5-1. معادلة فرند لش للامتزاز : - *Freundlich Equation For Adsorption*

العالم الالماني فرند لش وضع معادلة لتفسير الامتزاز من المحاليل على سطوح المواد غير المتجانسة (Heterogeneous) والتي تعد من اهم المعادلات الايزوثيرمية⁽⁴⁷⁾⁽⁴⁸⁾. والصيغة الرياضية لمعادلة فرند لش هي:

$$Q_e = K_f \cdot C_e^{1/n} \dots \dots \dots (1-11)$$

حيث إن:-

Ce: تركيز المادة الممتزة في المحلول عند التوازن (mg/L) .

Qe: كمية المادة الممتزة عند التوازن (mg/L) .

K_f, n : ثوابت فرند لش تمثل شدة الامتزاز وسعة الامتزاز على التوالي وتعتمد على نوع المذيب ونوع المادة المازة .

وبأخذ اللوغارتم للمعادلة (1-11) تصبح بالشكل الاتي:

$$\text{Log } Q_e = \text{Log } K_f + (1/n) \text{ Log } C_e \dots \dots \dots (1-12)$$

وعند رسم العلاقة بين $\text{Log } Q_e$ مقابل $\text{Log } C_e$ نحصل على خط مستقيم .

Adsorption Kinetics**6-1. حركيات الامتزاز:-**

حركيات الامتزاز يستفاد منها في معرفة حالة الارتباط المتعلقة بالدقائق الممتزة على السطح⁽²⁰⁾. وتعتمد حركية الامتزاز على عدة عوامل منها مواقع السطح المشاركة في الامتزاز، درجة الحرارة وتركيز المادة الممتزة ووجود العامل المساعد. لذا يمكن التعامل مع حركية الامتزاز على اساس علاقات التفاعلات ذوات المرتبة الاولى⁽⁴⁹⁾.

ومعادلة (Lagergren)⁽⁵⁰⁾⁽⁵¹⁾ من المعادلات المكافئة لمعادلة المرتبة الاولى. الذي من خلالها يمكن الوصول الى ثابت معدل سرعة الامتزاز.

$$dq_t/dt = K_{ad} (q_e - q_t) \dots\dots\dots(1-13)$$

وعند تكامل هذه المعادلة نحصل على:

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - K_{ad} \times t \dots\dots\dots(1-14)$$

حيث إن :-

K_{ad} : تمثل ثابت معدل سرعة الامتزاز (min^{-1}).

T: تمثل الزمن (min).

q_t : تمثل الكمية المفقودة من التركيز الاصلي للمادة الممتزة عند الزمن (mg/L).

q_e : تمثل الكمية المفقودة من التركيز الاصلي للمادة الممتزة عند التوازن (mg/L).

Nano Technology**7-1. تقنية النانو:-**

نظرا للتطورات السريعة التي احدثتها هذه التقنية لذلك اصبحت حقيقة واقعية ولم تعد مجرد خيال علمي الذي يتفوق فيه الجانب النظري على الواقع العملي ودخلت هذه التقنية في العديد من الدراسات البيولوجية والكيميائية والفيزيائية وحظيت باهتمام من قبل العديد من الدول المتقدمة، تعتمد هذه التقنية على حجم الذرات حيث كلما اقترب حجم الذرة الى مقياس النانو فإن ذلك يغير من خصائصها الكيميائية والفيزيائية مثال عن ذلك الذهب الذي يكون عنصراً خاملاً عندما تكون ذراته غير نانوية ولكن يكون عنصراً فعالاً عندما تكون ذراته بالمقياس النانوي ويمكن تعريف تقنية النانو على هذا الاساس بأنها: التطبيق العملي الذي يعمل على انتاج اشياء من خلال تجميعها من مكوناتها الاساسية مثل: الجزيء او الذرة من خلال التحكم في الجزيئات الداخلة في التفاعل تحكماً تاماً ودقيقاً وتوجيهها لإنتاج مادة معينة لان كل المواد مكونه من ذرات متراسة وفق ترتيب معين حيث يمكن ان نأخذ أي ذرة ونرصفها الى جانب الاخرى بطريقة تختلف عما كانت عليه في الاصل⁽⁵²⁾.

وأصل كلمة النانو يونانية مشتقة من كلمة (نانوس) وتعني القزم ويقصد بها: كل ما هو صغير، وتسمى تقنية النانو بالنانو متر لأنها تعدّ أدق وحدة قياس مترية طولها يبلغ 10^{-9} متر وان كل (1nm) يعادل عشرة ذرات هيدروجين التي قطرها يساوي (0.1nm) ويكون حجم النانو اصغر من قطر شعرة رأس الانسان بحوالي 80,000 مرة⁽⁵³⁾.

Nano Compounds

8-1. مركبات النانو:-

مفهوم تقنية النانو يعتمد على حجم الجسيمات التي يقل حجمها عن (100nm) والتي من خلالها تبدي المواد سلوكاً وخصائص جديدة لأن الجسيمات بالمقياس النانوي تتفاعل بطريقة تختلف عما هي عليه في حجمها الطبيعي، ويمكن تعريف المركبات النانوية : عبارة عن اتحاد مادتين أو أكثر تكون ضمن المقياس الميكروسكوبي التي تكون فيه اطواله الجزيئية ضمن حدود (1-100nm)⁽⁵²⁾.

إن التركيز الكيميائي والفيزيائي للمواد الخام المستعملة في التصنيع بحجم النانو يلعب دوراً مهماً في خصائص المواد النانوية الناتجة. ومواد مركبات النانو تمتاز بأنها تبدي تحسناً كبيراً في خصائصها الحرارية والبصرية والضوئية والكهربائية والميكانيكية والتوصيلية. المواد النانوية تتركب عادة من مجموعة من الحبيبات تحتوي على عدد من الذرات التي يمكن ملاحظتها من خلال الميكروسكوب و يتراوح حجمها (1-100nm) ولا يمكن ان ترى بالعين المجردة (53-59).

وبسبب خصائصها الفريدة التي تمتلكها هذه المركبات فإنها تدخل في العديد من التطبيقات من اهمها الطبية بسبب قدرتها على الدخول الى جسم الانسان ورصد مواقع المرض كاستخدام جسيمات الذهب النانوية كمادة لتدمير الخلايا السرطانية من خلال التصاق هذه الجسيمات بالخلايا المصابة من دون الخلايا الطبيعية، كما تدخل ايضاً هذه المركبات في حل مشكلات تلوث المياه والتربة من خلال عدة تقنيات⁽⁶⁰⁾.

1. المحسسات النانوية وهي عبارة عن مواد نانوية تقوم بالكشف على الكميات الضئيلة جداً من المواد الملوثة العضوية واللاعضوية.

2. اغشية مرشحات النانو ومنها الزيولايت المصنع بمقياس النانو وهذه التقنية يعتمد عليها في ازالة المواد الملوثة العضوية الدقيقة والتي يصعب ازلتها من المياه المالحة بالطرق التقليدية.

3. المحفزات النانوية وهي مواد تعمل على خفض مستوى الملوثات وازالة المعادن الثقيلة من المياه مثل الزرنيخ وايضا يمكنها ازالة الاملاح والتي هي عبارة عن جسيمات نانوية مغناطيسية.

9-1. النترات :-**Nitrate**

تعد النترات من اعظم ملوثات البيئة المائية المعروفة والتي يتراوح تركيزها في المياه (0.5mg/L) وسرعان ما تختزل الى النترت، و هي عديمة اللون والرائحة وذو قابلية عالية على الذوبان في الماء⁽⁶¹⁾. وتُعد المياه الصناعية وفضلات الحيوانات والاسمدة النباتية من المصادر الرئيسية لتلوث الماء بالنترات وتوجد بنسبة كبيرة في شبكات المياه⁽⁶²⁾. التلوث بالنترات او النترت كثيرا ما يكون نتيجة طرح المواد الكيميائية كالأسمدة الحيوانية في مجاري الأنهار، تعد الزراعة من المصادر الرئيسية لتلوث البيئة المائية بالنترات، كما أن النترات لا تتبخر و تبقى في المياه الى ان تُستهلك من قبل النبات او أحياء اخرى، توجد النترات بصورة طبيعية في البيئة ولكن وجودها يكون بمستويات مرتفعة ولاسيما في المياه يكون بسبب المصادر البشرية وانشطة الانسان التي تتركز في استعمال الأسمدة الكيماوية النيتروجينية وتصريف مياه الصرف الصحي المنزلية، والصناعية ومقابل القمامة والتخلص الغير ملائم لبقايا النبات والحيوان وغيرها⁽⁶³⁾.

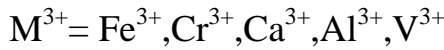
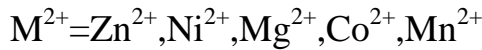
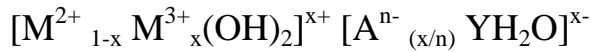
ان التراكيز العالية للنترات او النترت لها تأثير كبير على صحة الانسان وعلى البيئة⁽⁶⁴⁾، وتشكل مشكلة تلوث مياه الشرب بالنترات ولاسيما المياه الجوفية ومياه الابار أثاراً ضارة، حيث عند وجود النترات بتركيز عالية يمكن ان يسبب امراضاً خطيرة فالنترات عامل مسبب لسرطان المعدة⁽⁶⁵⁾. وعلى الرغم من ان تركيز النترات في الماء قليل وخطورته تكون محدودة الا ان خطورته تكمن عندما تقوم بكتريا دقيقة او بواسطة عمليات حيوية تتحول النترات الى نترت⁽⁶⁶⁾، يعمل الاخير على تحويل هيموكلوبين الدم من خلال اكسدة الحديدوز (Fe^{+2}) الى الحديدك (Fe^{+3}) ومن خلاله تختزل قدرة الدم على نقل الاوكسجين مسبباً هذا النوع من المرض (metheoglobinemia) الخطير جداً ولاسيما على الأطفال الرضع⁽⁶⁷⁾⁽⁶⁸⁾ وكذلك استهلاك المياه التي تكون فيها النترات بتركيز اعلى من (46mg/L) حيث يسبب الاختناق نتيجة تحول النترات الى نترت داخل الجهاز الهضمي⁽⁶⁹⁾. أما بالنسبة للأشخاص البالغين فعند تناولهم النترات بكميات زائدة يؤدي ذلك الى الاكتئاب والالام في البطن ودم مع البول والبراز⁽⁷⁰⁾.

10-1. الكبريتات :-**Sulfate**

الكبريتات (SO_4^{-2}) هي مزيج من الكبريت والاكسجين وهي جزء من المعادن التي توجد بشكل طبيعي في التربة والتكوينات الصخرية التي تحتوي المياه الجوفية والتي تذوب فيه وتتطلق في المياه الجوفية وتعدّ من مصادر الكبريتات. ويعد مصدر الكبريتات في التربة هو نتيجة اكسدة الكبريتيد الذي يشتق من صخور البايروسييت وهي صخور طبيعية ومن تكسر المواد العضوية الكبريتيدية تقوم البكتريا التي تستخدم الكبريت كمصدر للطاقة على تغيير الكبريتات الطبيعية في المياه الى كبريتيد الهيدروجين وتوجد هذه البكتريا في البيئات التي تعاني نقص في الاوكسجين كالآبار وسخانات المياه وغيرها، وان معادن الكبريتات التي تتراكم في انابيب المياه تسبب في جعل الماء مر المذاق، وتكون الكبريتات ذات تأثير سمي اذا تزامن وجودها مع الكلور⁽⁷¹⁾⁽⁷²⁾. وإن اغلب مركبات الكبريتات ذائبة في الماء، وعند زيادة مياه السقي فأنها تعمل على غسل التراب وزيادة المذابات في هذه المياه او المياه التي يعاد ضخها مما يعمل على زيادة المواد المذابة وبمرور الزمن فأن تأثير هذه العملية يزداد ويؤثر على المياه الجوفية والتي تزداد فيها المواد الذائبة ومنها الكبريتات⁽⁷³⁾، وعند ارتباط الكبريتات الذائبة في المياه مع الكالسيوم او المغنسيوم فأنها تسبب عسرة دائمة للماء وتكون بشكل املاح⁽⁶⁹⁾، و ان املاح المغنسيوم تسبب العديد من الآثار السلبية ومنها اضطرابات في المعدة⁽⁷⁴⁾.

Layer Double Hydroxide (LDH)**11-1. الطبقات ثنائية الهيدروكسيد**

الطبقات ثنائية الهيدروكسيد تُعرف بأطيان الايونات السالبة (anionic clays) واكتشفت هذه الطبقات في عام 1842 لأول مرة في السويد ، توجد في الطبيعة بالصيغة $(Mg_6Al_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O)$ ، توجد هذه الأطيان مقارنة مع اطيان الايونات الموجبة cationic clays بندرة في الطبيعة، وفيها يحصل استبدال الايون الموجب ثنائي التكافؤ بالأيون الموجب ثلاثي التكافؤ في طبقة الأيون ثنائي التكافؤ من خلال انتشار الشحنة الموجبة على سطح الطبقات ثنائية الهيدروكسيد بسبب الخاصية التي تمتلكها هذه الطبقات وهي خاصية Isomorphous Substituted ، واما الطبقات الداخلية فإنها توازن عن طريق ايونات حاملة للشحنة السالبة ، وصيغتها هي :-



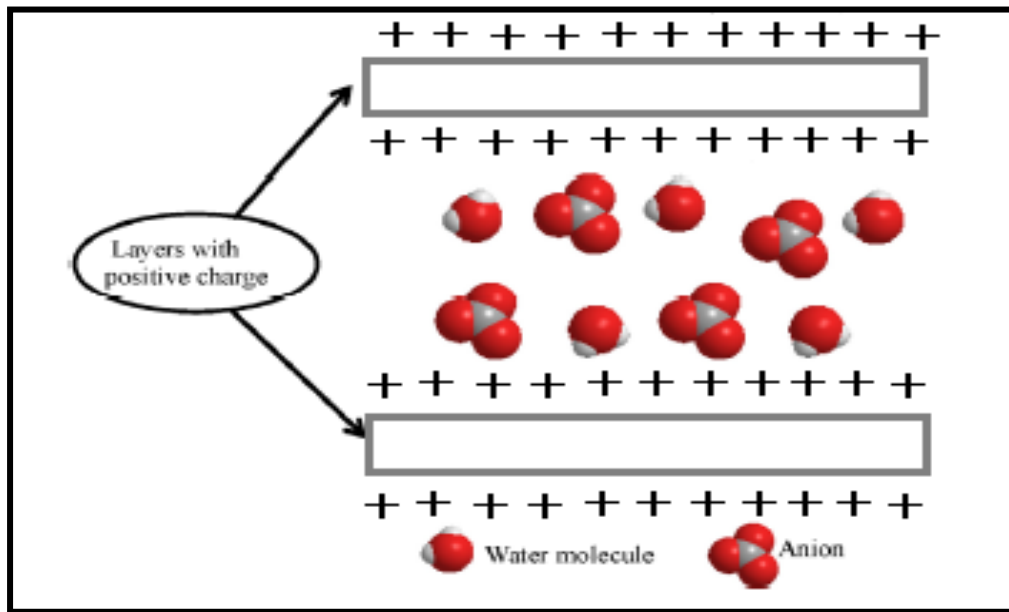
حيث إن :-

M^{2+} يمثل الايون الموجب ثنائي التكافؤ ، وتمثل M^{3+} الأيون الموجب ثلاثي التكافؤ . وتمثل A^{n-} الايونات الحاملة للشحنة السالبة التي تكون (عضوية او لاعضوية) وهي موجودة داخل الطبقات (75-77) ، فالأيونات العضوية تكون أما احماض امينية او مبيدات (حشرية او عشبية) او ادوية ، أما الايونات اللاعضوية تكون مثل $(OH^-, F^-, Cl^-, Br^-, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}, NO_3^-, CO_3^{2-})$ ، n^- فإنها تمثل رقم الشحنة للأيونات السالبة داخل الطبقات ، و x فهو يمثل قيمة الكسر المولي للأيون الموجب ثنائي التكافؤ



وتكون بحدود $(0.15 \leq x \leq 0.33)$ قيمة الكسر المولي لهذه الطبقات ، وتلعب هذه القيمة دوراً مهماً وكبير في تغير الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه الطبقات (78) (79) . وتصنع هذه الطبقات بعدة طرق من أهمها وأكثرها شيوعاً هي عملية الترسيب المشترك (Co-Precipitation) ومن خلال هذه الطريقة يتم اقحام الايونات السالبة داخل الطبقات وفي الوقت نفسه يتم ترسيب هيدروكسيد الأيون الموجب ثنائي التكافؤ والأيون الموجب ثلاثي التكافؤ عند pH معين ، او يتم تصنيع هذه الطبقات عن طريق التبادل الايوني (Ion-exchange) . وتعتمد عملية تصنيع هذه الطبقات على عدة عوامل منها نسبة الايونات الموجبة والسالبة وطبيعتها، تأثير درجة الحرارة والزمن والدالة الحامضية على التفاعل ، والطريقة التي تصنع بهل هذه الطبقات ، والخصائص الكيميائية والفيزيائية لهذه الطبقات تعتمد على الايون الموجب الثنائي والأيون الموجب الثلاثي وعلى نوع وطبيعة الايونات السالبة داخل الطبقات (79) .

تعمل هذه الطبقات على جذب واحتجاز الأيونات السالبة سواء أكانت عضوية أم لا عضوية بشكل مستقر بداخلها ويرجع السبب في ذلك الشحنة الموجبة المهيمنة على سطح الطبقات والتي لا يمكن أن تتحرر هذه الأيونات منها إلا في أوساط معينة، وأن القوى الكولومبية والأواصر الهيدروجينية التي تنشأ بين الأيونات السالبة وجزيئات الماء الموجودة داخل الطبقات ومجاميع الهيدروكسيد في الطبقة تتحكم في استقرارية هذه الطبقات⁽⁸⁰⁾. والشكل (4-1) يوضح شكل الطبقات ثنائية الهيدروكسيد.



الشكل (4-1) شكل توضيحي لطبقات ثنائية الهيدروكسيد (LDH) (81).

وهناك العديد من التطبيقات لهذه الطبقات منها استعمالها كمانعات للتآكل ولها أيضاً استعمالات واسعة في الطب وكمحفزات لزيادة سرعة التفاعل ويمكن استعمالها أيضاً كمادة مازة لإزالة الملوثات العضوية واللاعضوية ومبادلات أيونية⁽⁸⁰⁾.

12-1 . المسح في الادبيات :-

The Literature survey

الكثير من العلماء أهتموا بتقنية النانو المتمثلة بالطبقات ثنائية الهيدروكسيد النانوية-Inorganic Organic –LDH Nano Composition ويرجع ذلك لقابلية هذه الطبقات على احتجاز المواد الملوثة (العضوية – اللاعضوية) على شكل ايونات ولها القابلية ايضا في السيطرة على تحرير الايونات المحشورة بينها اوساط معينة للحفاظ على البيئة من التلوث .

حضرت طبقات المغنسيوم/ألمنيوم –نترات ثنائية الهيدروكسيد Mg/Al-NO₃-LDH بعملية الترسيب المشترك عن طريق تفاعل الملح Mg(NO₃)₂.6H₂O مع Al(NO₃)₃.9H₂O وبأخذ نسب مولية مختلفة من (Mg/Al) تساوي 1:2.5:1,3:1 وتم التحضير بدرجات حرارية مختلفة 25C° و 60C° و 100C° ، من قبل الباحث (Olonremaju) وجماعته⁽⁸²⁾.

استطاع الباحث (Chang) وجماعته⁽⁷⁷⁾ من تحضير طبقات الخارصين /ألمنيوم –كربونات ثنائية الهيدروكسيد Zn/Al-CO₃-LDH بعملية الترسيب المشترك Co-Precipitation عن طريق تفاعل ZnCl₂.9H₂O و AlCl₃.9H₂O كمزيج مع Na₂CO₃ بوجود NaOH عند النسبة المولية 2:1 من (Zn/Al)

وتمكن الباحث (Ishikawa) وجماعته⁽⁸³⁾ من تحضير طبقات الخارصين/ألمنيوم –كلوريد ثنائية الهيدروكسيد Zn/Al –Cl-LDH بعملية الترسيب المشترك Co-Precipitation عن طريق تفاعل ZnCl₂ و AlCl₃ وعند النسب المولية من صفر الى واحد وعند pH=9.

وقام الباحث (Youwen) وجماعته⁽⁸⁴⁾ بدراسة قابلية طبقات الخارصين /ألمنيوم و المغنسيوم /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد على امتزاز ايون Selesnite (SeO₃⁻²) حيث لاحظ أن ايون SeO₃⁻² لا يفضل الامتزاز على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد مقارنة مع سطح طبقات المغنسيوم /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد، وان ايزوثيرمات الامتزاز تتبع معادلة لانكماير.

وتمت دراسة امتزاز النحاس (Copper) من المياه الملوثة من قبل الباحث (Ayawei) وجماعته⁽⁸⁵⁾ عن طريق تحضير طبقات النيكل/ألمنيوم – كربونات ثنائية الهيدروكسيد Ni/Al-CO₃-LDH بعملية الترسيب المشترك عن طريق تفاعل Ni(NO₃)₂.6H₂O و Al(NO₃)₃.9H₂O كمزيج مع Na₂CO₃ بوجود NaOH عند النسبة المولية 4:1 من (Ni/Al) وعند pH=10 و عند درجة حرارة الغرفة واوضحت النتائج أن عملية الامتزاز هي باعثة للحرارة (Exothermic) و تلقائية (Spontaneous) وان ايزوثيرمات الامتزاز تتبع معادلة فرنديش ولانكماير.

وتمكن الباحث (Inacio) وجماعته⁽⁸⁶⁾ من تحضير طبقات المغنسيوم /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد لامتزاز 2-methyl-4chloro phenoxy acetate (MCPA) مبيد الادغال من محلوله المائي واوضحت النتائج ان ايزوثيرمات الامتزاز تتبع معادلة فرنديش من نوع S ولكن في التراكيز العالية من مبيد الادغال يصبح من نوع L .

استطاع الباحث (Morandia) وجماعته⁽⁸⁷⁾ تحضير طبقات البلاتين/ الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد Pt-Zn-Al-LDH عن طريق عملية الترسيب المشترك (Co-Precipitation) من خلال تفاعل اوكسيد الألمنيوم الخارصين Zn(Al)O مع اوكسيد الألمنيوم الخارصين البلاتين Pt-Zn(Al)O .

وفي دراسة اخرى قامت بها الباحثة (Maria) وجماعتها⁽⁸⁸⁾ من امتزاز الصبغة الفعالة الزرقاء 19 (RB19) Reactive Blue 19 من المحاليل المائية باستعمال طبقات المغنيسيوم/المنيوم-نترات ثنائية الهيدروكسيد Mg/Al-NO₃-LDH ، وبينت النتائج ان سعة الامتزاز تقل عند وجود ايونات سالبة في المحاليل وان ايزوثيرمات الامتزاز تتبع معادلة لانكماير وان عملية الامتزاز هي عملية تلقائية Spontaneous وماصة للحرارة Endothermic .

وفي دراسة قام بها الباحث (Paulo) وجماعته⁽⁸⁹⁾ تمكن فيها من تحضير طبقات المغنيسيوم /المنيوم-كربونات ثنائية الهيدروكسيد Mg/Al-CO₃-LDH لامتزاز SDS Sodium dodecyl sulfate (SDS) من المحاليل المائية ، وفيها درس الباحثون تأثير كل من درجة الحرارة والشدة الايونية والذالة الحامضية في عملية الامتزاز ولاحظ ان امتزاز (SDS) يزداد بنقصان درجة الحرارة والذالة الحامضية ولكن بزيادة الشدة الايونية تزداد كمية الامتزاز على سطح طبقات المغنيسيوم /المنيوم- كربونات ثنائية الهيدروكسيد .

كذلك استطاع الباحث (Lv) وجماعته⁽⁹⁰⁾ من تبادل ايون الكلوريد Cl⁻ من محلولة المائي مع ايون الكربونات CO₃⁻² الموجودة داخل طبقات المغنيسيوم /المنيوم-ثنائية الهيدروكسيد Mg/Al-LDH بعملية التبادل الايوني السالب ووجد ان حركية التبادل الايوني خاضعة لموديل الرتبة الثانية الكاذبة طبقاً لمعادلات Lagergren وتمكن الباحث ايضاً من حساب طاقة التنشيط Ea التي تساوي 56.8 kJ.mol⁻¹ .

وفي دراسة حضرها الباحث (Badreddine) وجماعته⁽⁹¹⁾ طبقات الخارصين /المنيوم-كلوريد ثنائية الهيدروكسيد Zn/Al-Cl-LDH ثم تم استبدال ايون الكلوريد Cl⁻ الموجود داخل الطبقات بعملية التبادل الايوني مع ايون فوسفات الهيدروجين Hydrogenophosphate (HPO₄⁻²) عند pH=8 ، حيث لوحظ ان هذه العملية تستغرق 5 ساعات .

وحضر الباحث (Tian) وجماعته⁽⁹²⁾ المركب النانوي الهجين بواسطة الطريقة الغير مباشرة لعملية التبادل الايوني السالب من اقحام Phenylazo 2-(4-Dimethyl amino) benzoic acid داخل طبقات النيكل /الحديد ثنائية الهيدروكسيد Ni/Fe-LDH .

وقام الباحث (Zhongliang) وجماعته⁽⁹³⁾ بتحضير طبقات المغنيسيوم/المنيوم-كربونات ثنائية الهيدروكسيد Mg/Al-CO₃-LDH بعملية الترسيب المشترك عن طريق تفاعل MgCl₂ مع AlCl₃ كمزيج مع Na₂CO₃ بوجود NaOH ومن ثم تمت عملية التبادل الايوني لأيون الكربونات CO₃⁻² الموجود داخل الطبقات بالمركب الدوائي (5-Fluorouracil(5-FU) ، وتحريره الى محلوله المائي عند pH=4,7 وبينت النتائج ان نسبة التحرير 87% ، 74% عند pH=4 و pH=7 على التوالي .

وفي دراسة قام بها الباحثان (Somedra و Rashad)⁽⁹⁴⁾ تمكننا فيها من تحضير طبقات الخارصين/المنيوم-كربونات ثنائية الهيدروكسيد Zn/Al-CO₃-LDH بعملية الترسيب المشترك عن طريق تفاعل ZnCl₂ مع AlCl₃ كمزيج مع Na₂CO₃ بوجود NaOH عند النسب المولية 2:1,3:1 من Zn/Al واستخدامها لأزالة الايون السالب Pertechnetate anion (TcO₄⁻) من محلوله المائي، ووضحت النتائج ان عملية الامتزاز هي عملية ماصة للحرارة Endothermic وان اعلى امتزاز كانت عند pH=3

كما استطاع الباحثان (Malhrebe و Pierre) ⁽⁹⁵⁾ من تحضير الطبقات المغنيسيوم/ألنيوم - كلوريد ثنائية الهيدروكسيد Mg/Al-Cl-LDH بعملية الترسيب المشترك عن طريق تفاعل $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ مع $AlCl_3 \cdot 9H_2O$ ثم بعد ذلك قاما بإقحام الأيونات السالبة $[Fe(CN)_6]^{3-}$ و $(P_2O_7)^{4-}$ و $(Cr_2O_7)^{2-}$ و $(V_2O_7)^{4-}$ و $(CrO_4)^{4-}$ بواسطة عملية التبادل الأيوني السالب داخل الطبقات وكل على انفراد.

وفي دراسة اخرى قام بها الباحث (Das) وجماعته ⁽⁹⁶⁾ بامتزاز الفوسفات من محاليله المائية عن طريق استخدام الطبقات ثنائية الهيدروكسيد حيث قام بتحضير عدد من الطبقات ثنائية الهيدروكسيد مثل Mg-Al, Zn-Al, Ni-Al, Co-Al, Mg-Fe, Zn-Fe, Co-Fe-LDH ولاحظ من خلال النتائج إن أعلى كمية امتزاز لأيون الفوسفات كانت على طبقات المغنيسيوم/ألنيوم- ثنائية الهيدروكسيد (Mg-Al-LDH) وايزوثيرمات الامتزاز تتبع معادلة لانكماير وعملية الامتزاز كانت تلقائية Spontaneous وباعثة للحرارة Exothermic.

وتمكن الباحث (Marcio) وجماعته ⁽⁹⁷⁾ من تحضير طبقات المغنيسيوم/ألنيوم - كربونات ثنائية الهيدروكسيد Mg/Al-CO₃-LDH لامتزاز الأيون السالب Sodium-Dodecylbenzen-Sulfate(SDBS) من المياه الملوثة ، وقام الباحثون بدراسة تأثير كل من الدالة الحامضية pH ، وتأثير درجة الحرارة والشدة الأيونية ، ووضحت النتائج ان بزيادة درجة الحرارة والدالة الحامضية pH تقل كمية الامتزاز ولكن بزيادة الشدة الأيونية تزداد كمية الامتزاز (SDBS) على سطح هذه الطبقات.

The Aim of the Study

13-1. الهدف من البحث:-

1. تحضير المادة النانوية (طبقات ثنائية الهيدروكسيد Zn/Al-LDH) .
2. استعمال طبقات ثنائية الهيدروكسيد Zn/Al-LDH النانوية لامتماز الايونات السالبة (النترات NO_3^- وايونات الكبريتات SO_4^{2-}) من الماء.
3. دراسة مدى تأثير التغير في درجة الحرارة والذالة الحامضية لامتماز الايونات السالبة قيد الدراسة .
4. حساب قيم الدوال الترموديناميكية ، الانثالبي ΔH ، الأنتروبي ΔS وطاقة كبس الحرة ΔG لامتماز الايونات المستعملة في الدراسة .
5. حساب طاقة التنشيط E_a وعلاقتها بأرتفاع درجة الحرارة .

الفصل الثاني

الجزء الثاني

1-2. الأجهزة المستعملة:-

الجدول (1-2) يبين الاجهزة المستعملة في الدراسة.

مكان العمل	نوع الجهاز والشركة المصنعة	أسم الجهاز	ت
جامعة كربلاء/ كلية التربية للعلوم الصرفة/قسم الكيمياء	Uv-Visible 1800 Shimadzu-Japan.	جهاز الاشعة المرئية/فوق البنفسجية (Uv-Visible) Spectrophotometer Uv –Visible	1
جامعة بغداد/كلية العلوم	XRD-6000 Shimadzu- Japan.	جهاز قياس حيود الاشعة السينية X-Ray diffraction	2
جامعة كربلاء/كلية العلوم	Fourier transform - 1725X Perkin-Elmer – Japan.	جهاز الاشعة تحت الحمراء Fourier transform infrared(FT-IR)	3
جامعة كربلاء/ كلية التربية للعلوم الصرفة/قسم الكيمياء	pH-Meter WTW-720 ionlab-Germany.	جهاز قياس الدالة الحامضية pH-Meter	4
جامعة كربلاء/ كلية التربية للعلوم الصرفة/قسم الكيمياء	GFL (D-3006)- Germany.	جهاز الحمام المائي مزود بهزاز ومحكم بدرجة الحرارة Themostated Shaker	5
جامعة كربلاء/ كلية التربية للعلوم الصرفة/قسم الكيمياء	Megafuge1.0,Herouse Spartech-Germany.	جهاز الطرد المركزي Centrifuge	6
جامعة كربلاء/ كلية التربية للعلوم الصرفة/قسم الكيمياء	Lab.BL210, Sartorius median-Germany	ميزان كهربائي حساس ذو أربع مراتب عشرية Electric Sensitive, Balance	7
جامعة بغداد/كلية العلوم	AA3000 Scanning probe Microscope(SPM) –USA.	جهاز مجهر القدرة الذرية Atomic Force Microscope(AFM)	8
جامعة كربلاء/ كلية التربية للعلوم الصرفة/قسم الكيمياء	LOD-080+N-Labtech,Korraa	فرن تجفيف كهربائي Oven Memort	9

2-2. المواد الكيميائية المستعملة :-

استعملت المواد الكيميائية المذكورة في الجدول (2-2) الذي يتضمن بعض خصائصها الفيزيائية.

الجدول (2-2) المركبات الكيميائية المستعملة وبعض خصائصها الفيزيائية

ت	اسم المادة	الصيغة الكيميائية	الوزن الجزيئي (gm/mol)	درجة النقاوة	درجة الانصهار (C°)	درجة الغليان (C°)	الشركة المصنعة
1	نترات الصوديوم Sodium Nitrate	Na NO ₃	84.99	99%	308	380	BDH chemicals Ltd, Poole England
2	كبريتات الصوديوم Sodium Sulfate	Na ₂ SO ₄	142.04	99%	884	1429	BDH chemicals Ltd, Poole England
3	هيدروكسيد الصوديوم Sodium Hydroxide	NaOH	40.00	99%	318	1388	BDH chemicals Ltd, Poole England
4	كلوريد الخارصين (II) Zinc(II)Chloride	ZnCl ₂	136.29	97%	275	732	MEKCK
5	كلوريد الألمنيوم (III) Aluminum(III) Chloride	AlCl ₃ .6H ₂ O	241.43	99%	192	180	BDH chemicals Ltd, Poole England

3-2. تحضير المركبات النانوية:-

1-3-2. طريقة تحضير المركبات النانوية⁽⁹⁸⁾:-

تم تحضير طبقات الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بواسطة الترسيب المشترك، عن طريق تفاعل كلوريد الخارصين (ZnCl₂) مع كلوريد الألمنيوم (AlCl₃.6H₂O) و ملح كلوريد الخارصين ثابتاً وبتراكيز (0.5M) باختلاف النسب المولية للملحين MR= 2,3,4 وتم الترسيب عند pH=7.5 وذلك بإضافة قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH بتركيز (2M) مع التحريك المستمر ولمدة ساعتين، ومن ثم وضعها في حمام مائي مزود بهزاز و التسخين لمدة 18 ساعة وعند درجة حرارة (70C°) وبعد ذلك تم فصل الراسب بواسطة جهاز الطرد المركزي ومن ثم غسل بالماء المقطر عدة مرات وبعدها جفف الراسب عند (70C°) وطحن وخرن.

2-3-2. تحضير مزيج النسب المولية من الملحين ($ZnCl_2/AlCl_3.6H_2O$) في وسط مائي⁽⁹⁸⁾.

1- تحضير محلول كلوريد الخارصين $ZnCl_2$.

تم تحضير محلول كلوريد الخارصين من إذابة 6.814 غم من الملح في 100 مل من الماء المقطر. وذلك لتحضير محلول بتركيز 0.5M مع ملاحظة ان تركيز ملح كلوريد الخارصين يبقى ثابتا باختلاف النسب المولية.

2- تحضير محلول كلوريد الألمنيوم عندما يكون مزيج النسبة المولية للملحين=2

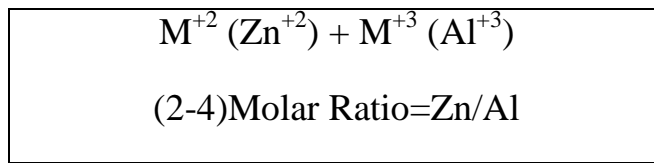
تم تحضير محلول كلوريد الألمنيوم المائية ($AlCl_3.6H_2O$) من إذابة 6.035 غم من الملح في 100 مل من الماء المقطر. وذلك لتحضير محلول بتركيز 0.25M.

3- تحضير محلول كلوريد الألمنيوم عندما يكون مزيج النسبة المولية للملحين=3

تم تحضير محلول كلوريد الألمنيوم المائية ($AlCl_3.6H_2O$) من إذابة 3.862 غم من الملح في 100 مل من الماء المقطر. وذلك لتحضير محلول بتركيز 0.166M.

4- تحضير محلول كلوريد الألمنيوم عندما يكون مزيج النسبة المولية للملحين=4

تم تحضير محلول كلوريد الألمنيوم المائية ($AlCl_3.6H_2O$) من إذابة 2.897 غم من الملح في 100 مل من الماء المقطر. وذلك لتحضير محلول بتركيز 0.12M.



إضافة قطرة قطرة من محلول (NaOH)

↓

(2M)

pH=7.5

↓

حمام مائي هزاز $18,70C^{\circ}$ ساعة

↓

جهاز الطرد المركزي ومن ثم غسل بالماء المقطر

↓

مركب نانوي

↓

جفف عند $70C^{\circ}$

↓

طحن وخرن

↓

تشخيص المركبات بواسطة (X-Ray), (FT –IR), و (AFM)

المخطط (1-1) يبين مراحل تحضير المركبات النانوية

Preparation of Standard Solution

4-2. تحضير المحاليل القياسية:-

1- تحضير محلول نترات الصوديوم NaNO_3 :-

حُضِرَ المحلول القياسي لنترات الصوديوم بإذابة (1 gm) من ملح NaNO_3 في كمية قليلة من الماء المقطر ثم إكماله الى (1000 ml) وذلك لتحضير محلول بتركيز (1000 ppm) ومن هذا المحلول المركز تم تحضير المحاليل المخففة بتركيز (5-25 ppm) بأخذ الحجم المناسب من المحلول المركز ثم خفف الى (100 ml) بالماء المقطر.

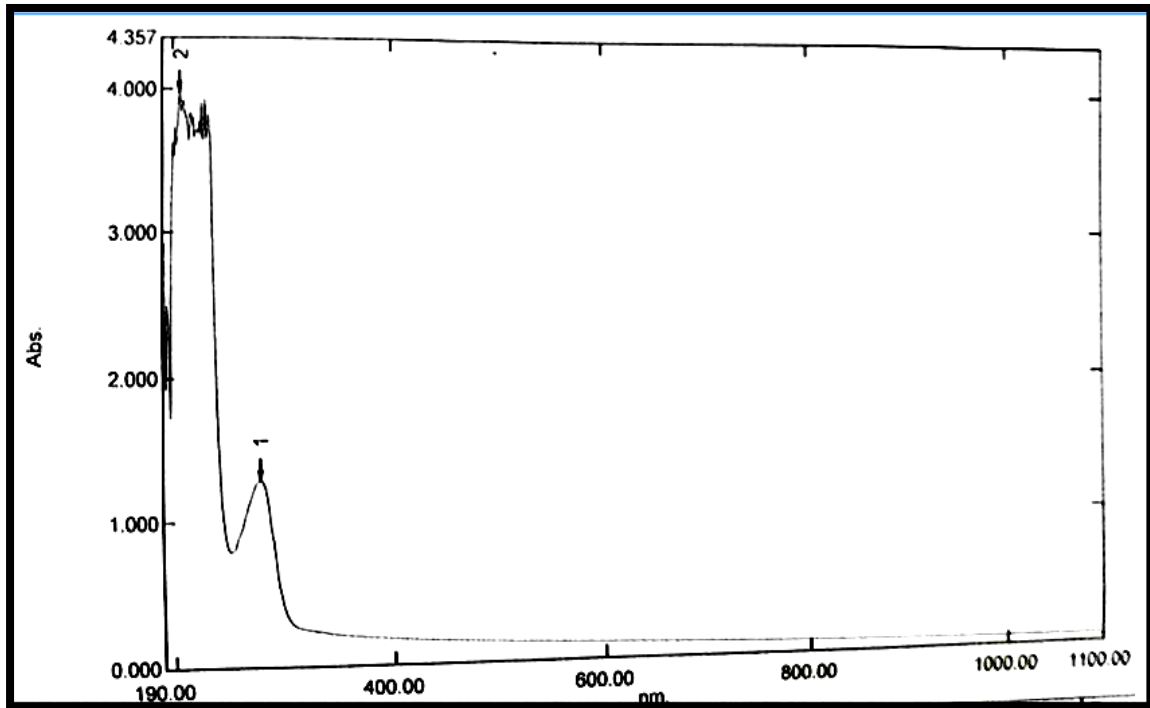
2- تحضير محلول كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 :-

حُضِرَ المحلول القياسي لكبريتات الصوديوم بإذابة (1 gm) من ملح Na_2SO_4 في كمية قليلة من الماء المقطر ثم إكماله الى (1000 ml) وذلك لتحضير محلول بتركيز (1000 ppm) ومن هذا المحلول المركز تم تحضير المحاليل المخففة بتركيز (5-25 ppm) بأخذ الحجم المناسب من المحلول المركز ثم خفف الى (100 ml) بالماء المقطر.

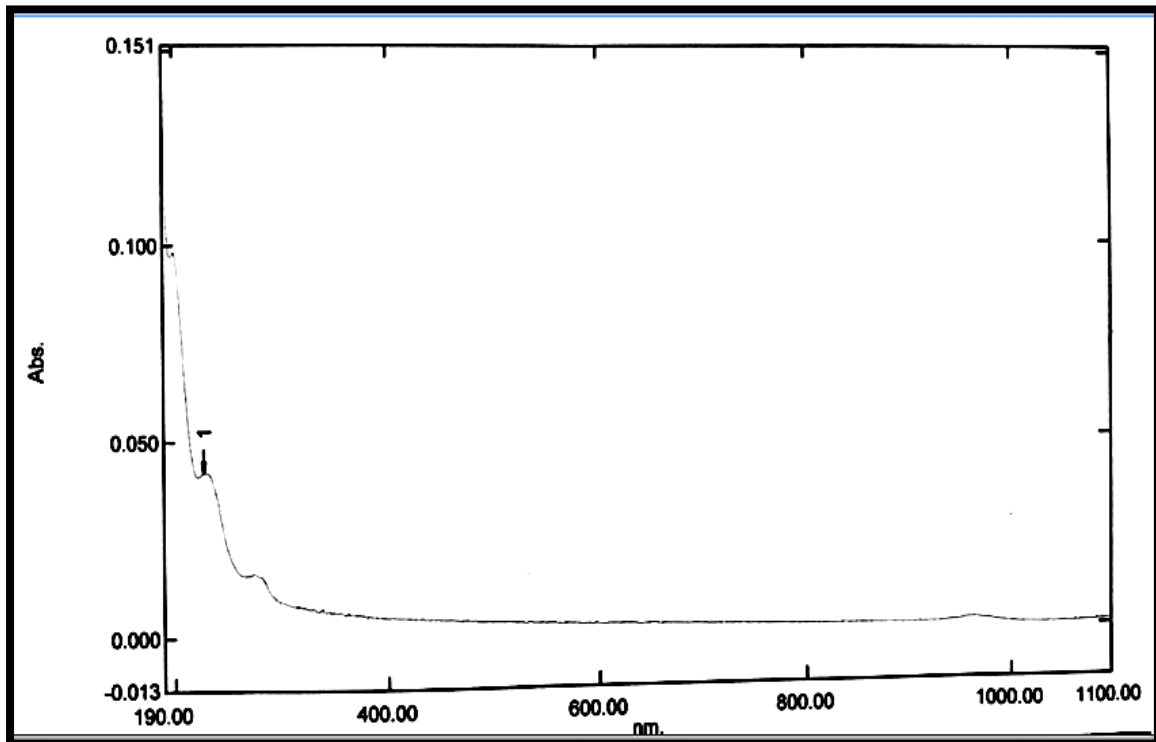
Determination of Calibration Curve

5-2. تعيين منحي المعايرة:-

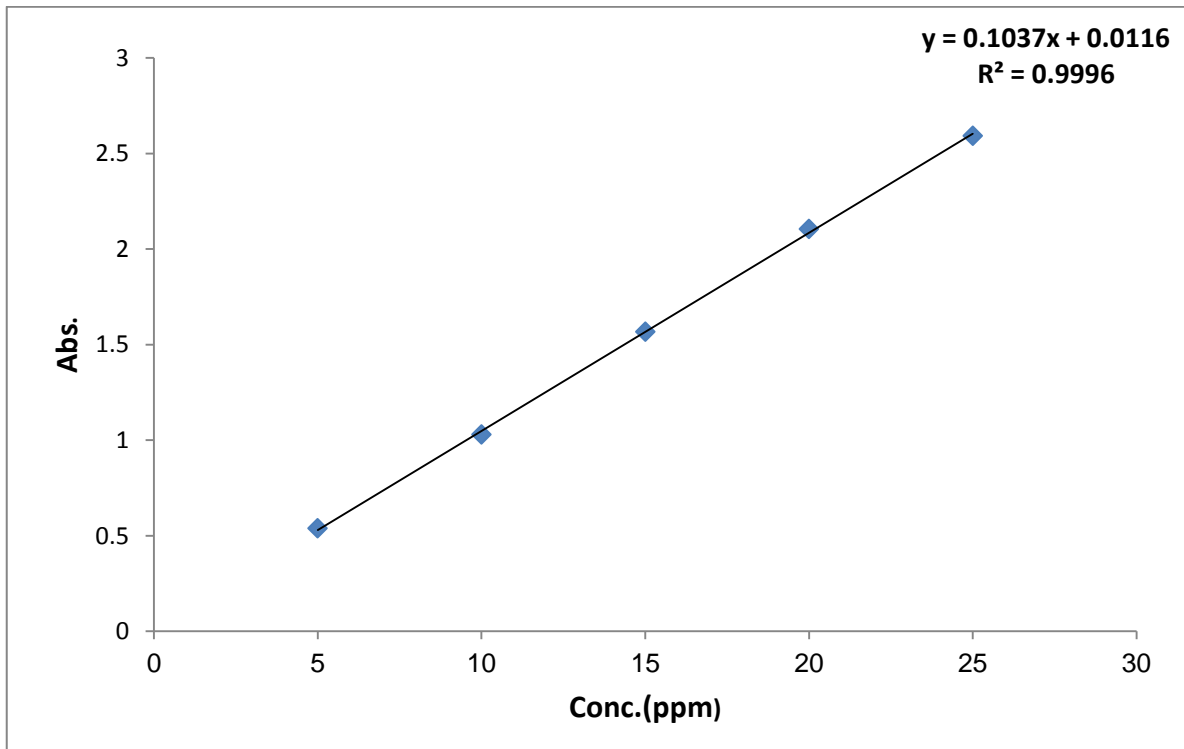
عُيِّنَ منحنى المعايرة الذي يمثل العلاقة بين الامتصاصية والتركيز عن طريق تحضير خمسة تراكيز معلومة التركيز ضمن المدى (5-25 ppm) من محاليل كلا الايونين (NO_3^- , SO_4^{2-}) المستعملة في الدراسة وتم قياس الامتصاصية لهذه التراكيز عند الطول الموجي الأعظم (λ_{max})، 207.5 nm لأيون NO_3^- ، و 229 nm لأيون SO_4^{2-} كما هو موضح في الشكل (1-2) و (2-2)، وبعدها تم رسم المنحنى القياسي بين الامتصاص والتركيز كما في الشكل (2-3) و (4-2).



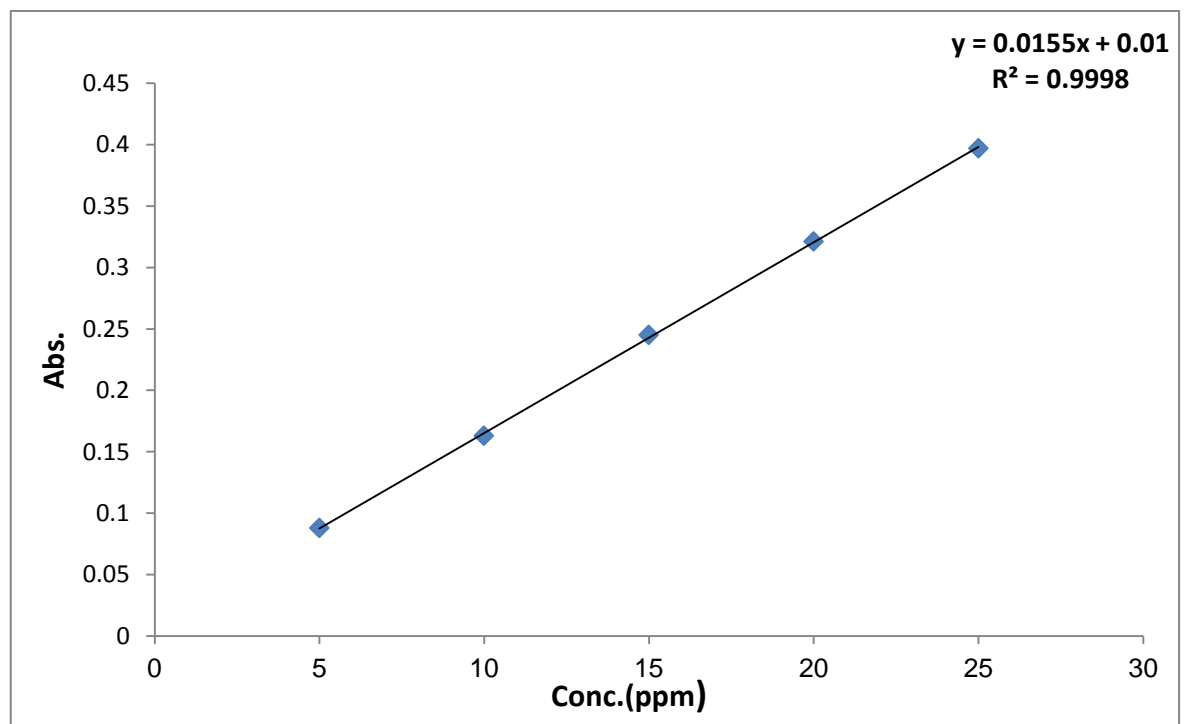
الشكل (1-2) طيف الاشعة فوق البنفسجية لمركب نترات الصوديوم



الشكل (2-2) طيف الاشعة فوق البنفسجية لمركب كبريتات الصوديوم.



الشكل (3-2) منحنى المعايرة لمركب نترات الصوديوم.



الشكل (4-2) منحنى المعايرة لمركب كبريتات الصوديوم.

2-6. تحديد وزن المادة المازة والزمن اللازم لحدوث الاتزان:-

لتحديد وزن المادة المازة الذي يعطي اعلى كمية امتزاز تم أخذ أوزان مختلفة للسطح الماز ضمن المدى (0.1-0.5g) ووضعت في تماس مع (30ml) من محلول المادة الممتزة وبتراكيز (25ppm) في قنينة حجمية، وقيست الامتصاصية لها بعد مرور ساعة من وضعها في جهاز الهزاز بدرجة (25°C) وتم اختيار وزن السطح الذي أعطى أقل امتصاصية كما في الجدول (3-2).

أما فيما يتعلق بتحديد الزمن اللازم لحدوث الاتزان بين السطح الماز (طبقات ثنائية الهيدروكسيد)، والمادة الممتزة (نترات، وكبريتات الصوديوم) تم أخذ عدة قناني حجمية ووضع فيها (30ml) من تركيز (25ppm) لكل مركب في تماس مع الوزن المحدد مسبقاً لكل نسبة مولية من سطح الطبقات ثنائية الهيدروكسيد ووضعت في جهاز الهزاز عند درجة حرارة 25°C ثم سحبت عينات منها في أوقات متتالية وتم قياس امتصاصيتها لمعرفة التغير في التركيز مع مرور الزمن، فوجد أن أفضل زمن لحصول الاتزان لكل من نترات وكبريتات الصوديوم كما موضح في الجدول (3-2).

الجدول (3-2) يبين وزن المادة المازة والزمن اللازم لحدوث الاتزان لأيونات النترات والكبريتات

NO ₃ ⁻			SO ₄ ⁻²		
MR	Wt(g)	Time(min)	MR	Wt(g)	Time(min)
2	0.4	240	2	0.1	270
3	0.15	180	3	0.15	210
4	0.2	150	4	0.25	120

2-7. تعيين ايزوثيرمات الامتزاز:-

لغرض ايجاد ايزوثيرمات الامتزاز تم تحضير خمس محاليل من كل مركب وبتراكيز (5,10,15,20,25ppm) ثم أخذ (30 ml) من كل تركيز، ووضعت في قناني حجمية في تماس مع الوزن المحدد المذكور في الخطوة السابقة من السطح الماز باختلاف النسب المولية، وبعد ذلك وضعت هذه القناني في جهاز الهزاز بدرجة حرارة (298K) وبعد الوصول الى زمن الاتزان المحدد مسبقاً لكل نسبة مولية، ثم تم ترشيح المحاليل وحللت العينات باستعمال جهاز الاشعة المرئية/فوق البنفسجية، بعدها تم تحديد تركيز كل محلول عند الاتزان Ce(mg/L) من منحنيات المعايرة ثم حسبت كمية المادة الممتزة Qe(mg/g) في جميع الحالات وبموجب العلاقة الآتية⁽⁹⁹⁾:-

$$Q_e = (C_o - C_e) \cdot V_{sol} / M$$

حيث إن:-

Q_e : كمية المادة الممتزة (mg/g).

C_0 : التركيز الابتدائي للمادة الممتزة (mg/L).

C_e : التركيز المتبقي للمادة الممتزة عند الاتزان (mg/L).

V_{sol} : الحجم الكلي لمحلول المادة الممتزة (L).

M : وزن المادة المازة (g).

8-2. تأثير درجة الحرارة في الامتزاز:-

لغرض دراسة تأثير درجة الحرارة في الامتزاز تم دراسة أيزوثيرم الامتزاز لكل من نترات وكبريتات الصوديوم بدرجات حرارية مختلفة هي $(298,308,318)K$.

9-2 . تأثير الدالة الحامضية في الامتزاز:-

لغرض دراسة تغيير الدالة الحامضية للمحلول في الامتزاز تم دراسة امتزاز نترات وكبريتات الصوديوم على سطح الطبقات ثنائية الهيدروكسيد باختلاف النسب المولية بنفس الطريقة المذكورة في الفقرة (7-2) وعند قيم $pH = (2,4,7,9,12)$ ، وتم تعديل حامضية المحلول باستعمال محاليل قياسية باستعمال جهاز قياس الاس الهيدروجيني (pH-meter).

10-2 . دراسة حركية التفاعلات:-

جميع الدراسات الحركية تم تتبعها بواسطة جهاز الاشعة المرئية /فوق البنفسجية وذلك بأخذ عدد من القناني الحجمية ووضع فيها (30ml) من تركيز المحاليل الممتزة (نترات ، كبريتات الصوديوم) ، ووضع هذا التركيز في تماس مع الاوزان المحددة مسبقاً من كل نسبة مولية ، وبعد ذلك وضعت هذه القناني في جهاز الهزاز بدرجة حرارة $298K$ وعند $pH=7$ ثم سحبت في اوقات متتالية ، وتم قياس الامتصاصية ، وبهذه الطريقة تم متابعة النقصان في شدة الامتصاص في اوقات متتالية عند الطول الموجي الاعظم (λ_{max}) لكلا المركبين ولكل التراكيز (5,10,15,20,25ppm) ، وبالاعتماد على معادلة Lagergren المكافئة للرتبة الاولى تم حساب ثابت معدل سرعة الامتزاز (K_{ad}) واعتمدت هذه الطريقة على الفرق بين كمية المادة الممتزة عند حالة الاتزان (q_e) وكميتها عند الزمن t (q_t) .

واجري ايضاً معرفة تأثير درجة الحرارة في حركيات الامتزاز لكلا المركبين قيد الدراسة من خلال اتباع الطريقة السابقة نفسها ولتركيز واحد للمادة الممتزة (25ppm) مع الاوزان المثبتة لكل نسبة مولية وعند درجات حرارة مختلفة $(298,308,318)K$ وتم ايضاً حساب ثابت معدل سرعة الامتزاز K_{ad} وعلاقته بدرجة الحرارة .

Identification Composition

11-2. تشخيص المركبات :-

تم تشخيص المركبات النانوية بالطرائق الطيفية وفحص القوة الذرية (Atomic Force Microscope) وكما يأتي :-

1-11-2 . طيف الاشعة تحت الحمراء (FT-IR)

تم استعمال هذه التقنية لتشخيص المركبات النانوية المحضرة ،حيث تم تشخيص طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد Zn/Al-LDH وكذلك شخصت الطبقات ثنائية الهيدروكسيد عند امتزاز ايونات النترات والكبريتات Zn/Al-NO₃-LDH و Zn/Al-SO₄-LDH، حيث تم عمل قرص من طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد مع بروميد البوتاسيوم KBr بعد طحنها بصورة جيدة ومن ثم قياس طيف الاشعة تحت الحمراء في مدى من الاعداد الموجية $^{-1} \text{cm}^{-1}$ (4000-400) .

X-Ray diffraction (XRD)

2-11-2. طيف حيود الاشعة السينية

تم تشخيص طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد Zn/Al-LDH، وتشخيص الطبقات ثنائية الهيدروكسيد عند امتزاز ايونات النترات والكبريتات باستخدام طيف حيود الاشعة السينية .

Atomic Force Microscope (AFM)

3-11-2. مجهر القوة الذرية

تم استعمال مجهر القوة الذرية في فحص طبقات الخارصين /المنيوم-ثنائية الهيدروكسيد Zn/Al-LDH وقياس اقطار وحجوم وتجمعات الجزيئات النانوية.

الفصل الثالث

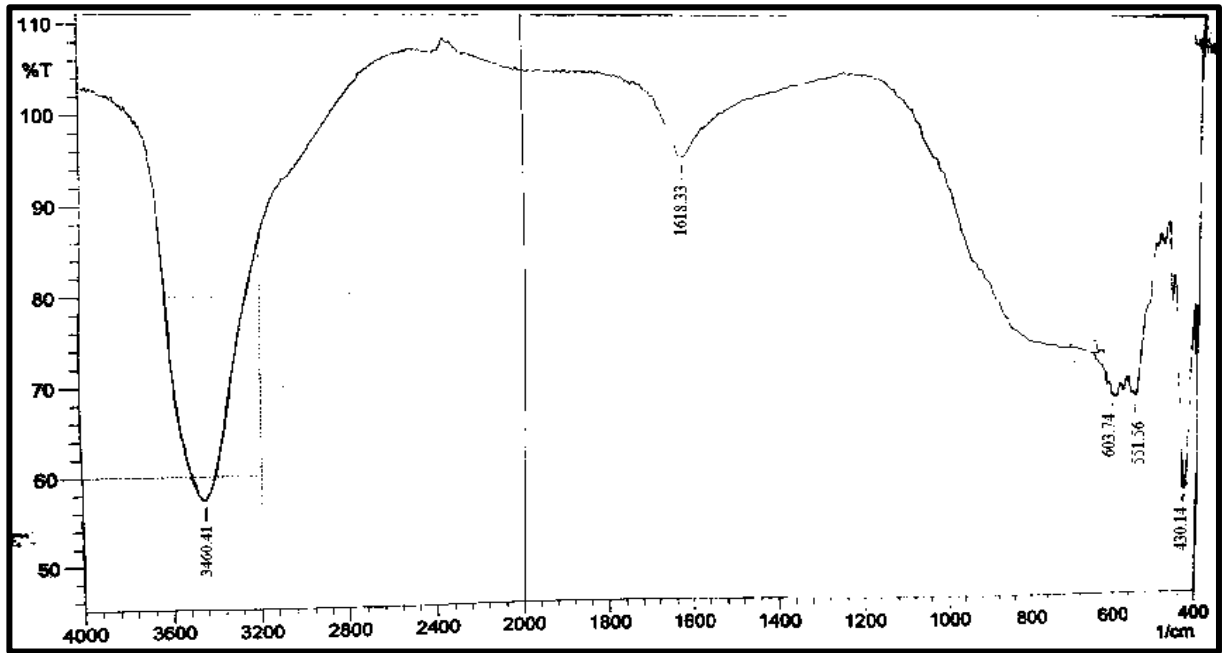
النتائج والمناقشة

Identification Composition**1-3. تشخيص المركبات:-****1-1-3. طيف الاشعة تحت الحمراء لطبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد (Zn/Al-LDH).**

أظهرت طبقات الخارصين /المنيوم- ثنائية الهيدروكسيد العديد من الحزم المميزة عند ترددات معينة فالحزمة (3460cm^{-1}) تعود الى اهتزاز المط لمجموعة [O-H]⁽¹⁰⁰⁾. بينما تعود الحزمتان (603cm^{-1}) و(430cm^{-1}) الى اهتزاز الاصرة (Al-O) و (Zn-O) على التوالي⁽¹⁰¹⁾ في طبقات (Zn/Al-LDH) كما هو موضح في الشكل (1-3).

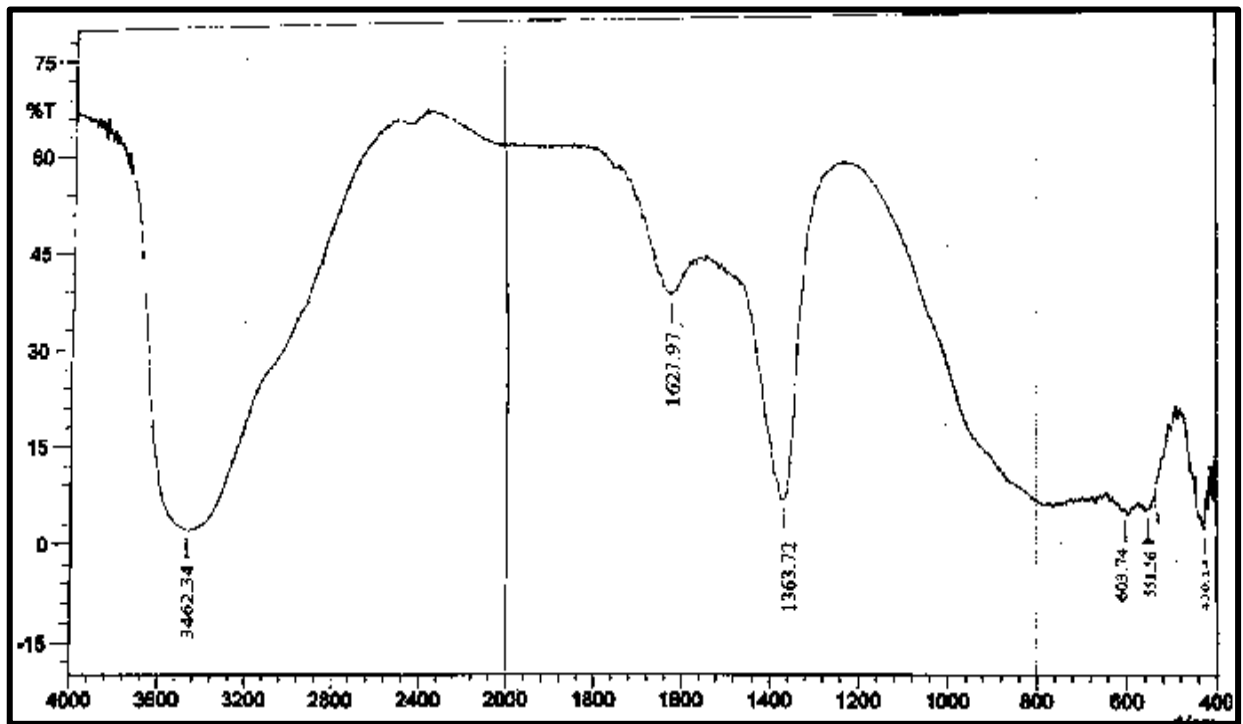
2-1-3. طيف الاشعة تحت الحمراء عند امتزاز ايونات النتترات و الكبريتات على سطح طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد (Zn/Al-LDH).

أظهرت طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد عند امتزاز النتترات والكبريتات العديد من الحزم المميزة الجديدة وهذا دليل على نجاح عملية امتزاز كلا الايونين (NO_3^- , SO_4^{2-}) على سطح طبقات الخارصين/ المنيوم ثنائية الهيدروكسيد ،حيث تشير القمة العريضة عند ($3473\text{-}3462\text{cm}^{-1}$) الى اهتزاز المط لمجموعة [O-H]⁽¹⁰⁰⁾ باختلاف النسب المولية وعند امتزاز النتترات والكبريتات على التوالي ، أما الحزمة عند (1363cm^{-1}) فإنها تشير الى وجود مجموعة (NO_3^-) بين طبقات المركبات النانوية⁽¹⁰²⁾. أما اهتزاز المط لمجموعة (SO_4^{2-}) فإنها تظهر عند تردد (1111cm^{-1})⁽¹⁰³⁾، كما تشير الحزمتان (430cm^{-1}) و (603cm^{-1}) الى اهتزاز الاصرة (Al-O) و (Zn-O) على التوالي⁽¹⁰¹⁾ كما هو موضح في الشكل (2-3) .

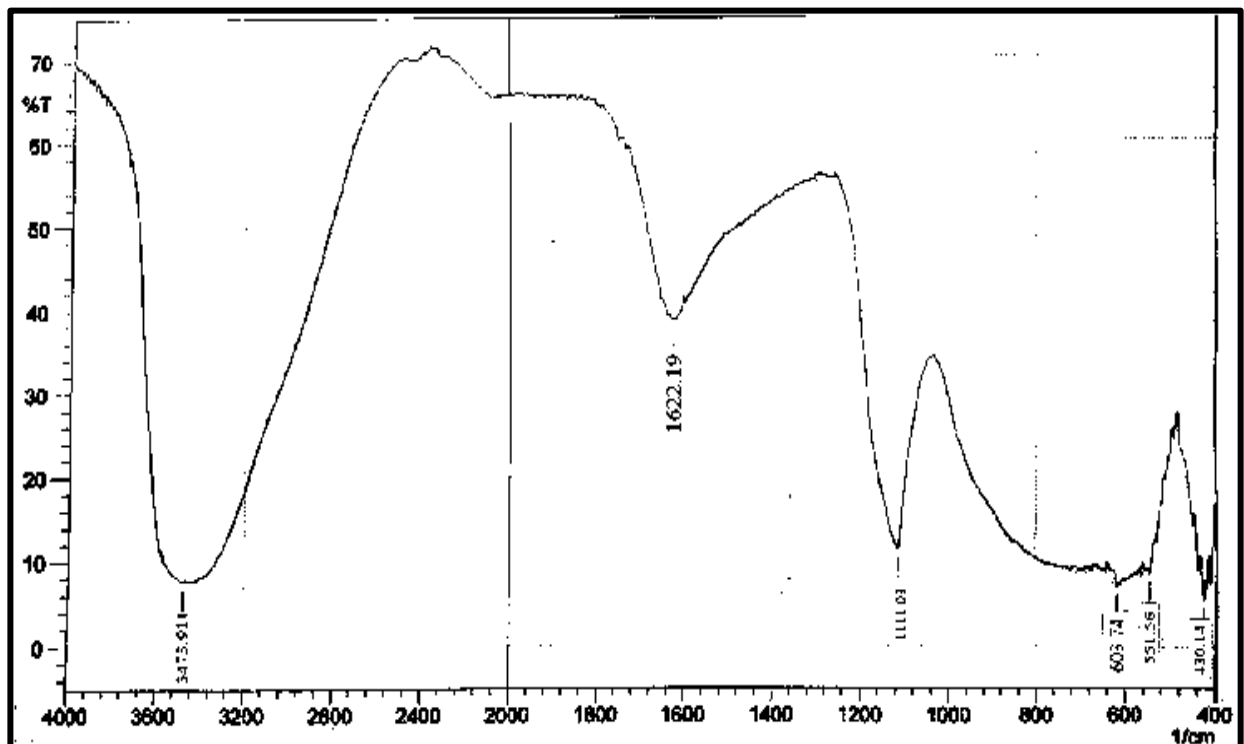


الشكل (1-3) طيف الاشعة تحت الحمراء (FT-IR) لطبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد.

a



b



الشكل (2-3) طيف الاشعة تحت الحمراء (FT-IR) لطبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد عند امتزاز كل من ايونات (a) النترات (b) الكبريتات.

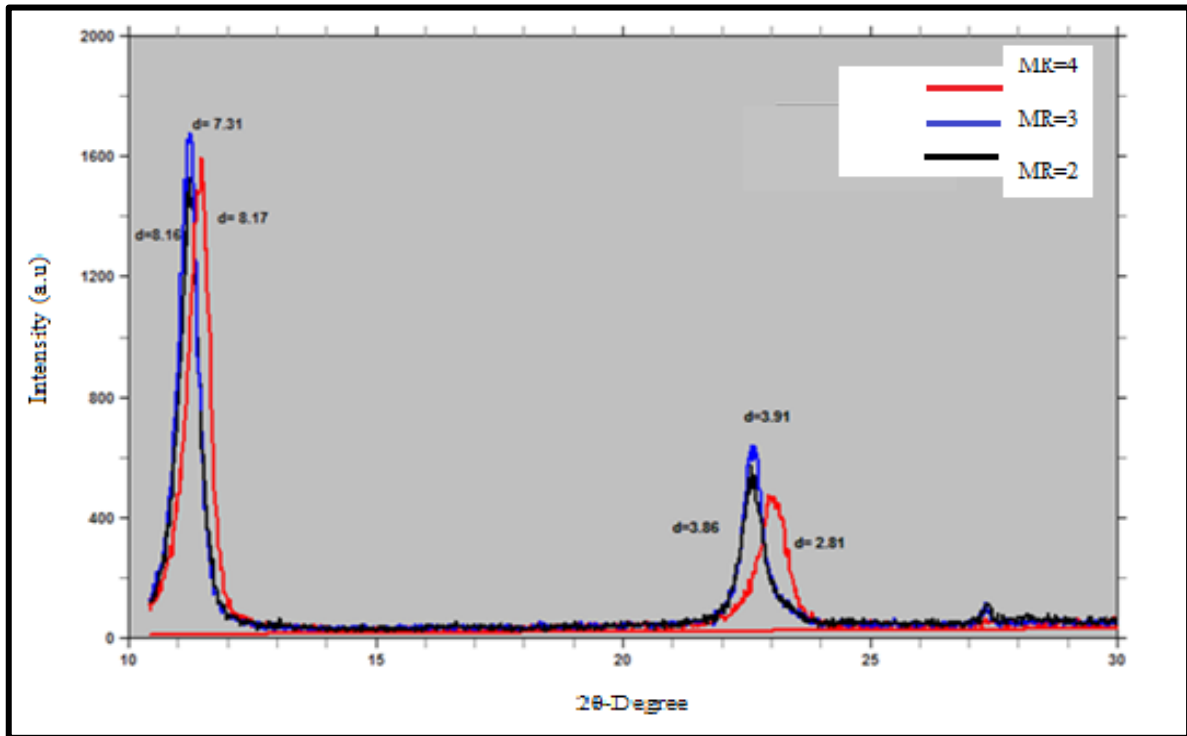
X-Ray diffraction

3-1-3. طيف حيود الاشعة السينية :-

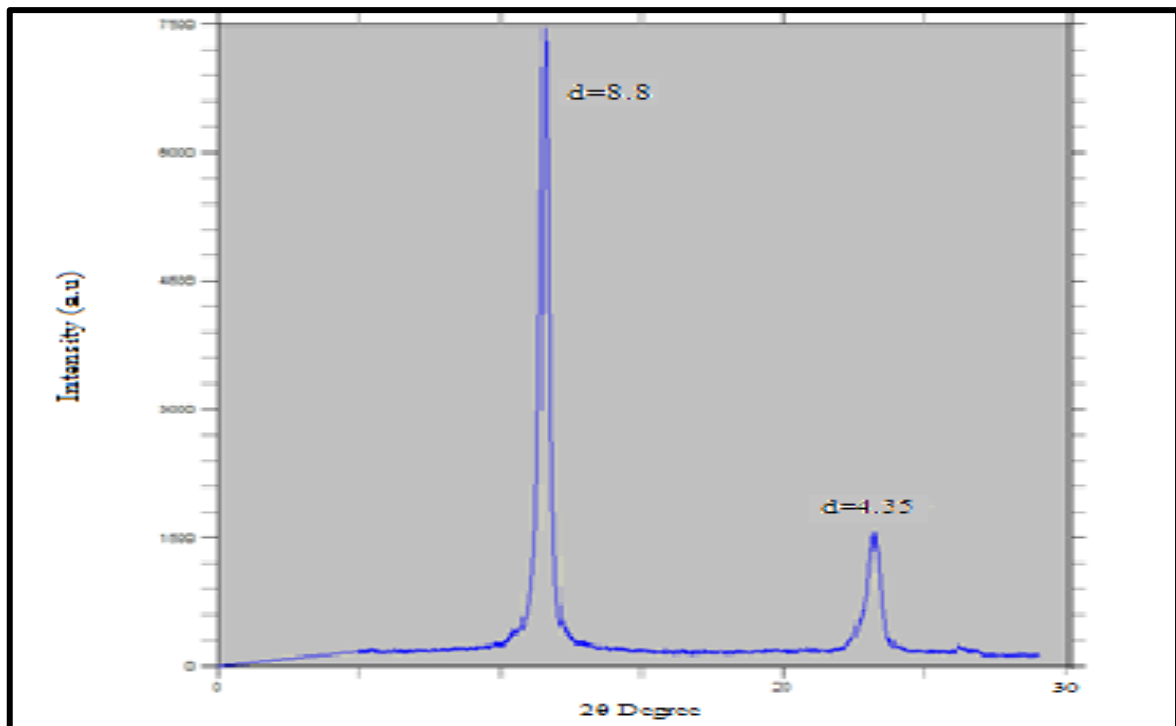
تم دراسة حيود الاشعة السينية لطبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد Zn/Al-LDH والشكل (3-3) يوضح طيف حيود الاشعة السينية X-ray diffraction لهذه الطبقات، حيث نلاحظ المستويات البلورية قبل عملية امتزاز كل من النترات والكبريتات على انفراد (003)،(006)،(009) التي اظهرتها النسبة المولية (MR=2) حيث يظهر المستوي (003) عند الزاوية 11.501° وبمسافة بلورية (d) 7.687\AA ، والمستوي (006) يظهر عند الزاوية 23.079° وبمسافة بلورية (d) 3.850\AA ، أما المستوي (009) يظهر عند الزاوية 34.543° ، وبمسافة بلورية (d) 2.594\AA ، وبعد امتزاز الايونات السالبة على سطح الطبقات ثنائية الهيدروكسيد اصبحت قيمة $d=8.8\text{\AA}$ عند الزاوية 12.201° للمستوي (003) ، حيث نلاحظ عند امتزاز ايونات النترات والكبريتات على سطح طبقات Zn/Al-LDH فان قيمة سمك الطبقة تختلف ويعزى ذلك الى التوجيه الفراغي وتأثير الحجم للجزيء العضوي في الطبقات (100) ، والشكل (3-4) يوضح امتزاز للأيونات السالبة (NO_3^- , SO_4^{2-}) على سطح الطبقات ثنائية الهيدروكسيد ولوحظ ان قيم المستويات البلورية (d) لأيونات النترات والكبريتات متشابهة بعد عملية امتزاز الايونات على سطح الطبقات ثنائية الهيدروكسيد ويعود ذلك الى إن الشكل الهندسي للنترات والكبريتات يكون متشابه .

الجدول (1-3) يوضح بيانات قياس طيف حيود الاشعة السينية (XRD) للطبقات النانوية ثنائية الهيدروكسيد.

n	Peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
MR=2							
1	2	11.501	7.687	100	0.524	983	26887
2	7	23.079	3.850	37	0.395	363	7685
3	4	34.543	2.594	29	0.644	282	9372
MR=3							
1	2	11.286	7.833	100	0.475	1047	29061
2	3	22.668	3.919	37	0.470	385	11575
3	4	31.679	2.822	33	0.294	341	5295
MR=4							
1	1	11.309	7.817	100	0.481	935	27726
2	4	22.654	3.921	37	0.271	344	5009
3	2	31.728	2.921	34	0.511	317	10402



الشكل (3-3) طيف حيود الاشعة السينية (XRD) لطبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد.



الشكل (4-3) طيف حيود الاشعة السينية (XRD) عند امتزاز ايونات النترات والكبريتات على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد.

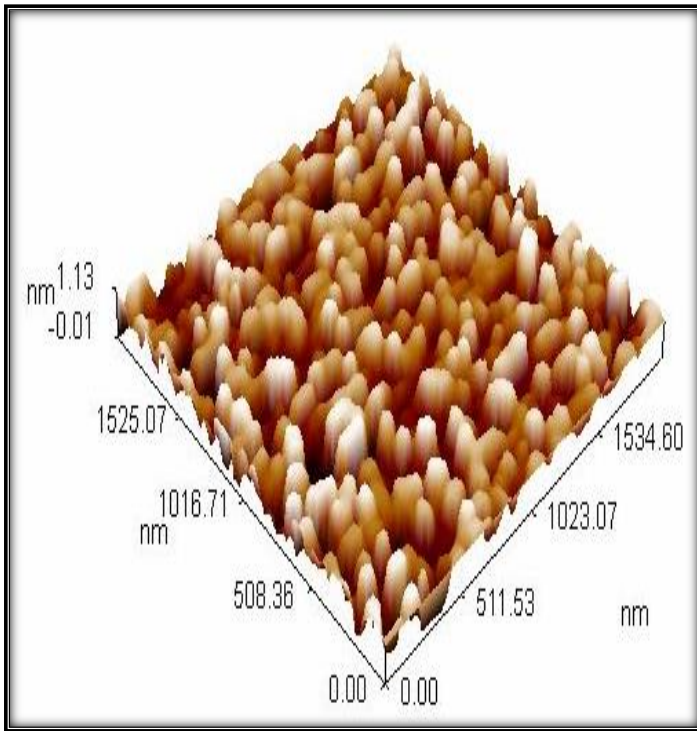
Atomic Force Microscope (AFM)

4-1-3. مجهر القوة الذرية :-

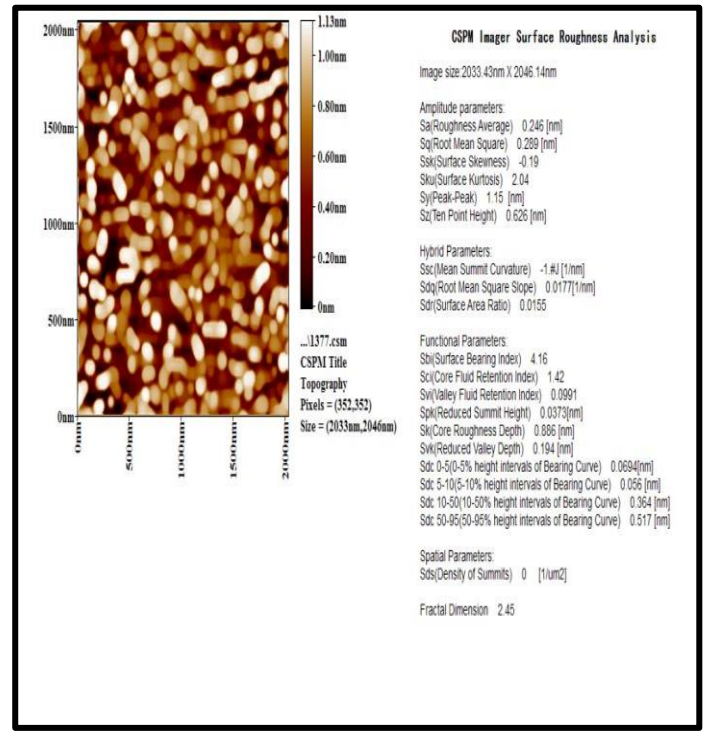
تم دراسة السطح الخارجي لطبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد باستخدام مجهر القوة الذرية حيث يبين الشكل (5-3a)،(6-3a)،(7-3a) صورة ثنائية الأبعاد للطبقات النانوية ثنائية الهيدروكسيد، والذي تظهر فيه التجمعات الجزيئية ذات تجمعات كروية.

أما الشكل (5-3b)،(6-3b)،(7-3b) يظهر صورة ثلاثية الأبعاد لمقطع من السطح للطبقات النانوية ثنائية الهيدروكسيد يظهر فيها ارتفاع التجمعات الجزيئية للنسب المولية MR=(2,3,4) والتي تكون بحدود (1.13nm) (1.99nm) (19.26nm) للنسب المولية الثلاثة على التوالي مما يشير الى ان تصنيع طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد متناهية في الصغر وان معدل احجام الجزيئات (average of particles sizes) للطبقات بحدود (92.49nm) للنسبة MR=2، (85.91nm) للنسبة MR=3، و(75.91nm) للنسبة MR=4.

MR=2



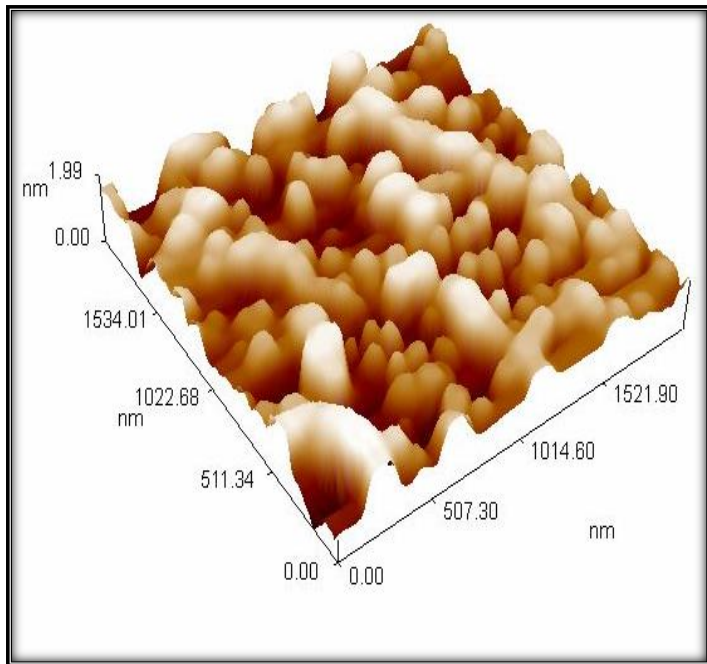
(b)



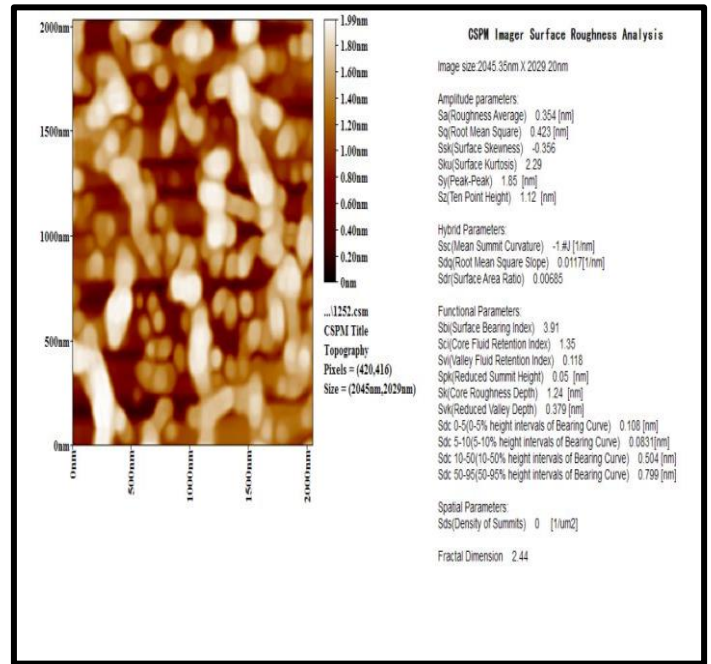
(a)

الشكل (5-3): (a) صورة ثنائية الأبعاد (b) صورة ثلاثية الأبعاد لطبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بواسطة مجهر القوة الذرية (AFM) ، MR=2.

MR=3



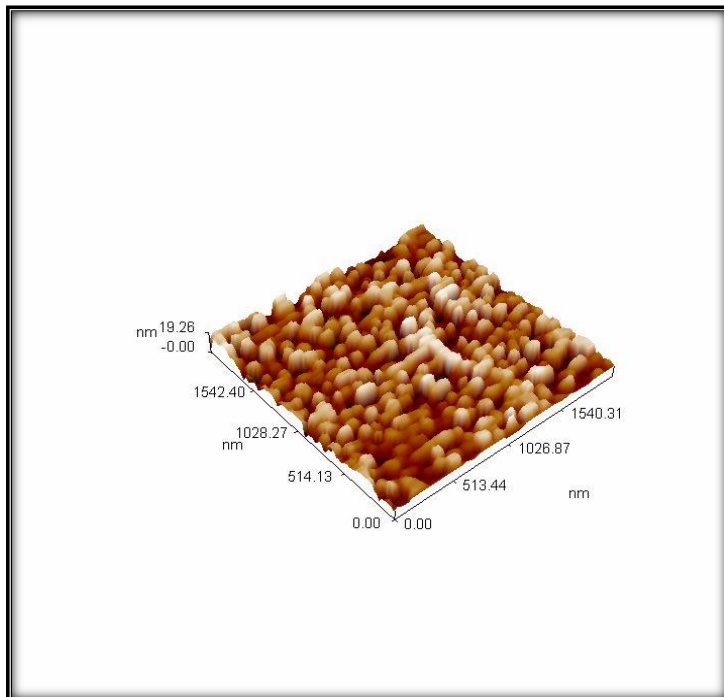
(b)



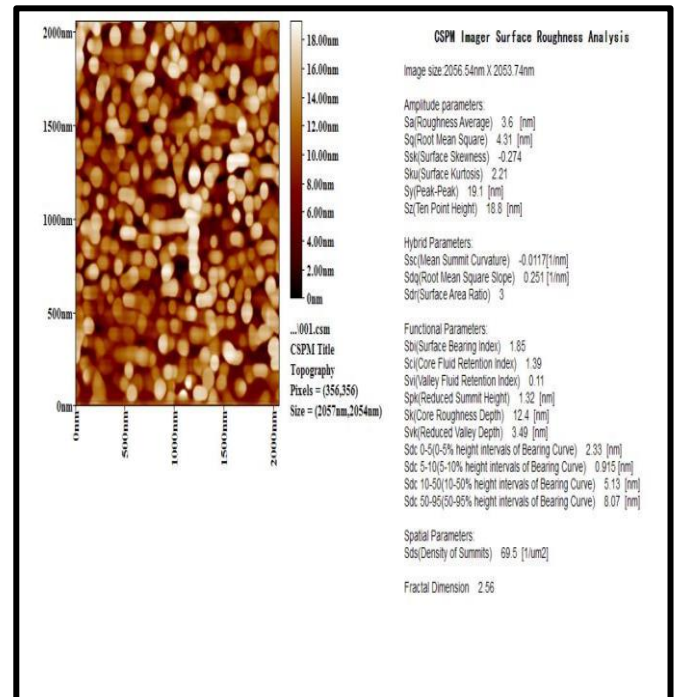
(a)

الشكل (3-6) : (a) صورة ثنائية الأبعاد (b) صورة ثلاثية الأبعاد لطبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بواسطة مجهر القوة الذرية (AFM) ، MR=3.

MR=4



(b)



(a)

الشكل (3-7) : (a) صورة ثنائية الأبعاد (b) صورة ثلاثية الأبعاد لطبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بواسطة مجهر القوة الذرية (AFM) ، MR=4.

2-3. الامتزاز على سطح طبقات الخارصين/ألنيوم ثنائية الهيدروكسيد (Zn/Al-LDH).

1-2-3 . ايزوثيرم الامتزاز على سطح طبقات الخارصين /ألنيوم ثنائية الهيدروكسيد.

تم دراسة امتزاز نترات وكبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ألنيوم ثنائية الهيدروكسيد حيث تم الحصول على ايزوثيرمات الامتزاز عند درجة حرارة 298K ودالة حامضية pH=7 كما موضح في الشكل (3-8) و(3-9) لكل من النترات والكبريتات على التوالي والجدول (2-3) و(3-3) لكل من النترات والكبريتات على التوالي.

اتضح من الرسم أن الشكل العام لايزوثيرمات الامتزاز هي من النوع (S₃,S₂) حسب تصنيف (Giles)، الذي يعود الى اساسيات فرنديش للامتزاز . وهذا يشير الى ان سطح المادة المازة هو سطح غير متجانس. وايضاً عند زيادة الجزء المغطى من السطح الماز فان حرارة الامتزاز سوف تقل. ويؤكد شكل الايزوثيرم المتزايد بزيادة تركيز الاتزان ان ترتيب الجزيئات على السطح بشكل صفوف عمودية (104-106)، ان تداخل المادة الممتازة مع السطح الماز يجري عبر قوى تتضمن التآصر الهيدروجيني (Hydrogen bonding) (107).

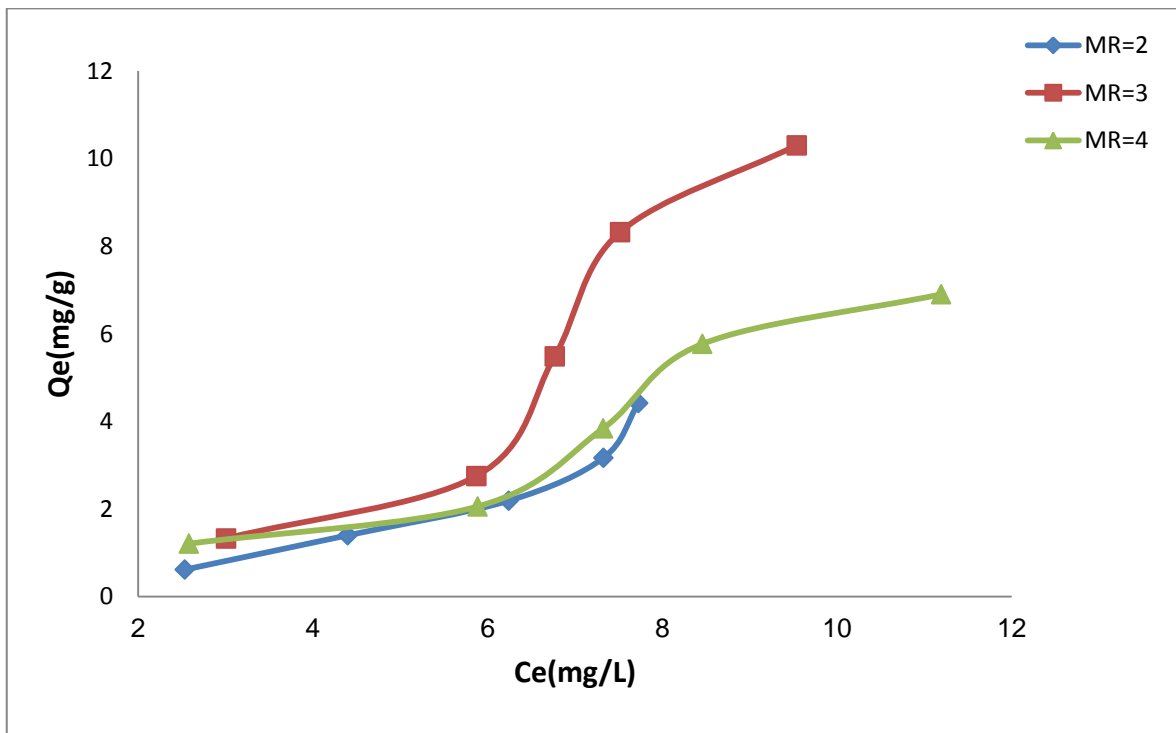
حيث جرت معاملة بيانات امتزاز نترات وكبريتات الصوديوم وفقاً للصيغة الخطية لمعادلة فرنديش اللوغارتمية الأتية (48):

$$\text{Log } Q_e = \text{Log } K_f + 1/n \text{ Log } C_e \dots\dots\dots(1-3)$$

والشكل (3-8) و (3-9) والجدول (2-3) و(3-3) تبين مدى تطابق امتزاز النترات والكبريتات على التوالي لمعادلة فرنديش ، وعند رسم العلاقة بين LogQe مقابل LogCe نحصل على مستقيم كما موضح بالشكل (3-10) و (3-11) والجدول (3-3) و(3-4) لكل من النترات والكبريتات على التوالي .

الجدول (2-3) امتزاز النترات على سطح طبقات الخارصين /ألنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و pH=7.

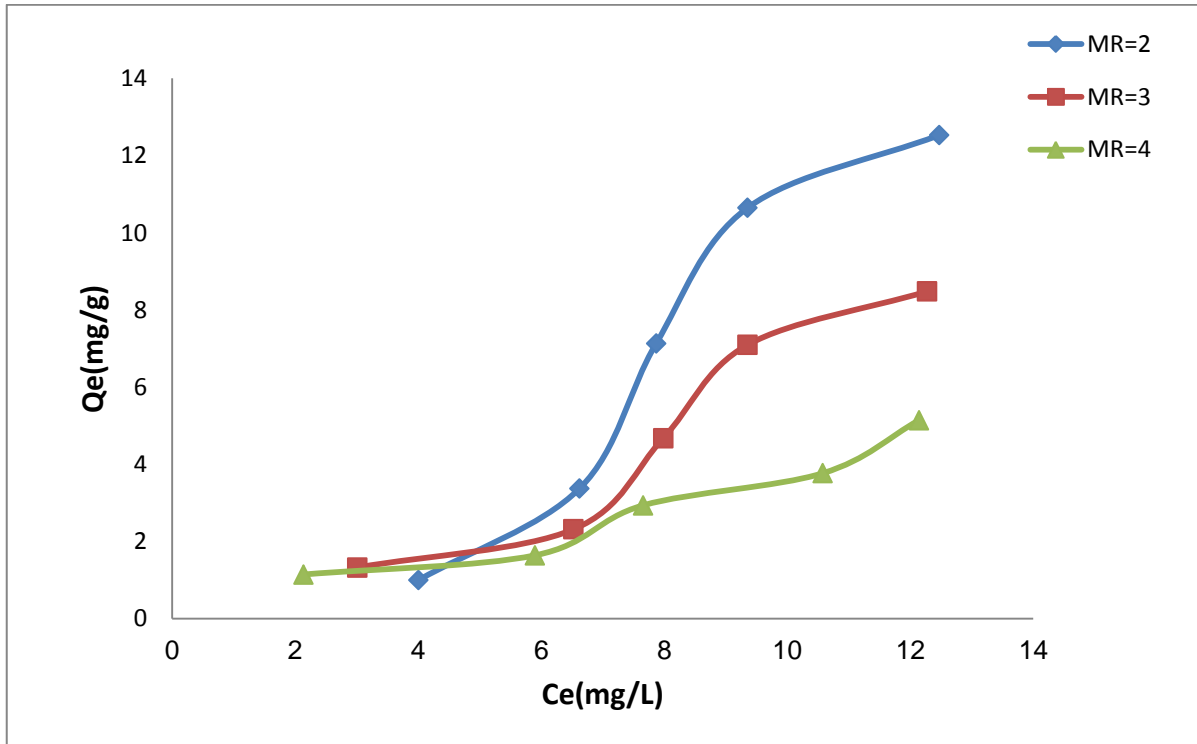
MR=2			MR=3			MR=4		
C _o ppm	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	C _o ppm	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	C _o ppm	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)
5	2.533	0.616	5	3.007	1.328	5	2.582	1.209
10	4.398	1.400	10	5.872	2.752	10	5.886	2.057
15	6.242	2.189	15	6.769	5.487	15	7.322	3.839
20	7.327	3.168	20	7.517	8.322	20	8.460	5.770
25	7.728	4.318	25	9.540	10.306	25	11.193	6.903



الشكل (8-3) ايزوثيرمات امتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و pH=7.

الجدول (3-3) امتزاز الكبريتات على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و pH=7 .

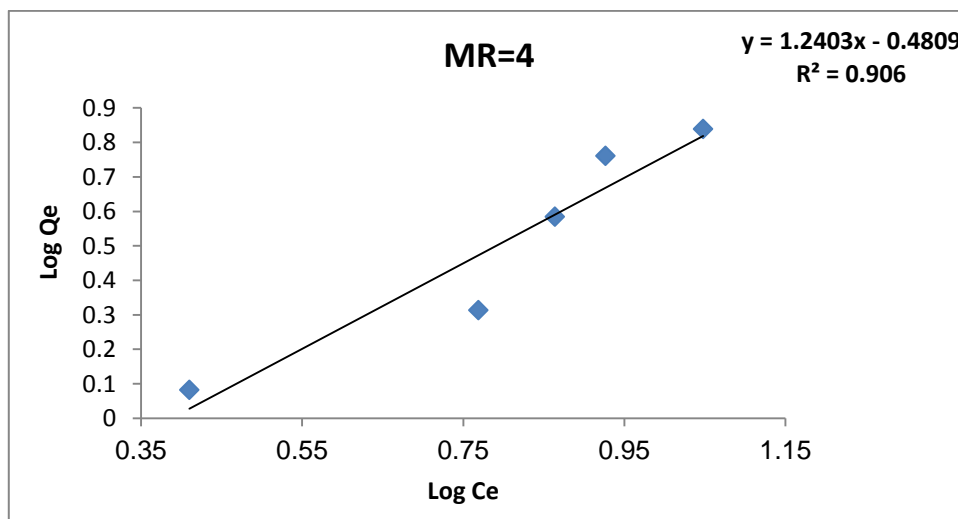
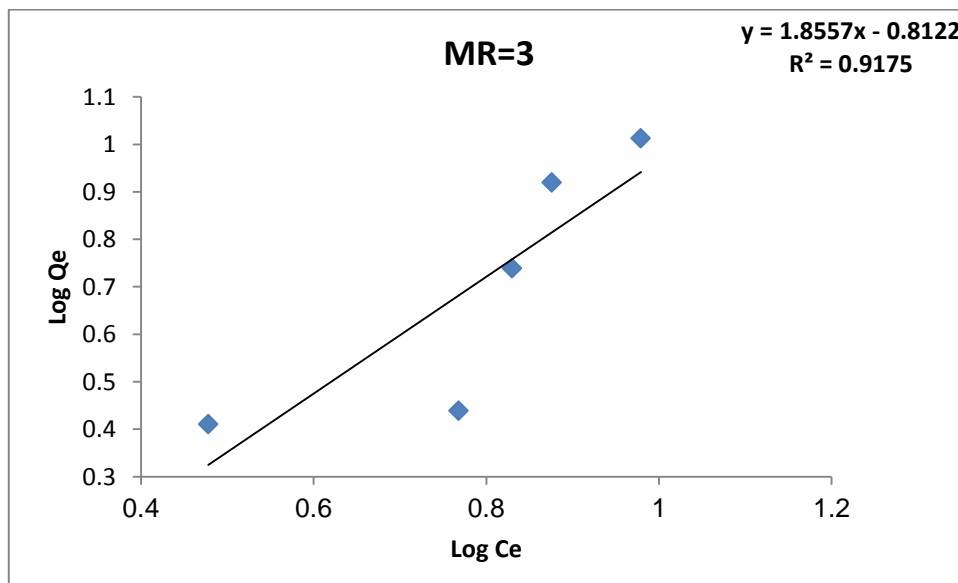
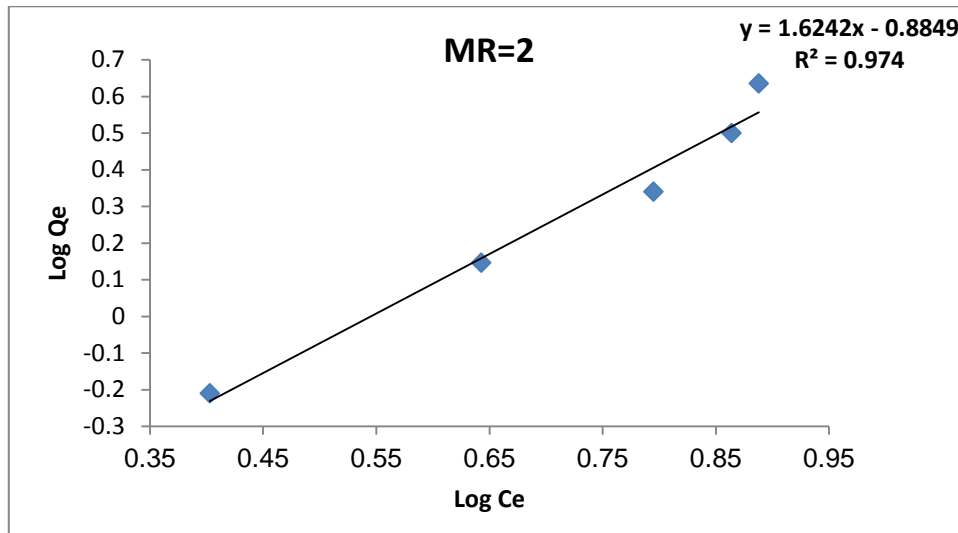
MR=2			MR=3			MR=4		
C _o ppm	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	C _o ppm	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	C _o ppm	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)
5	4.003	0.997	5	3.011	1.326	5	2.136	1.145
10	6.625	3.375	10	6.525	2.316	10	5.897	1.641
15	7.869	7.131	15	7.984	4.677	15	7.657	2.937
20	9.354	10.646	20	9.356	7.096	20	10.576	3.769
25	12.470	12.530	25	12.276	8.482	25	12.142	5.143



الشكل (9-3) ايزوثيرمات امتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و pH=7.

الجدول (4-3) قيم لوغاريتم كل من C_e, Q_e لنترات الصوديوم بدرجة حرارة 298K .

C_0 ppm	MR=2		MR=3		MR=4	
	Log C_e	Log Q_e	Log C_e	Log Q_e	Log C_e	Log Q_e
5	0.403	-0.210	0.478	0.411	0.410	0.082
10	0.643	0.146	0.768	0.439	0.769	0.313
15	0.795	0.340	0.830	0.739	0.864	0.584
20	0.864	0.500	0.876	0.920	0.927	0.761
25	0.888	0.635	0.979	1.013	1.048	0.839



الشكل (10-3) مستقيمات فرندلش لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد للنسب المولية MR=2,3,4 .

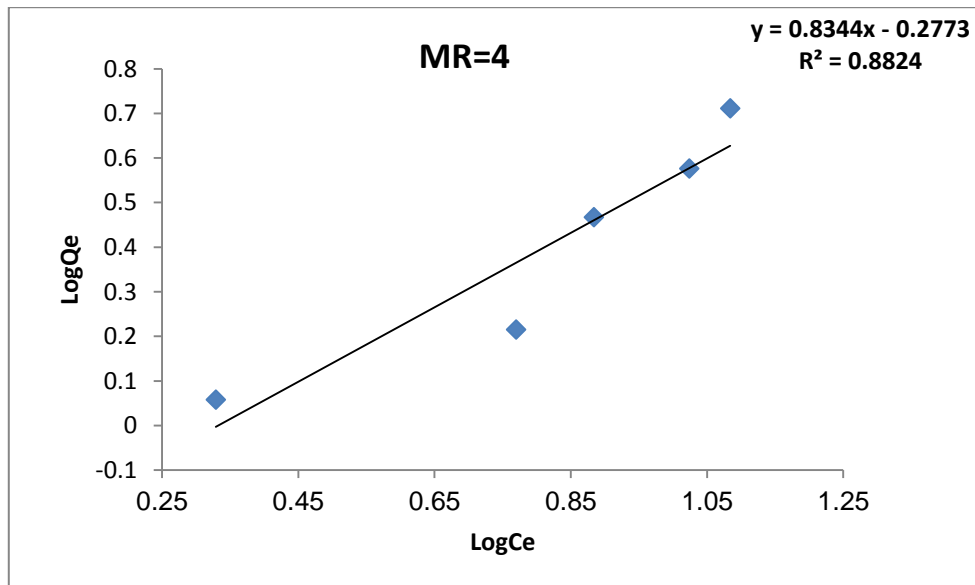
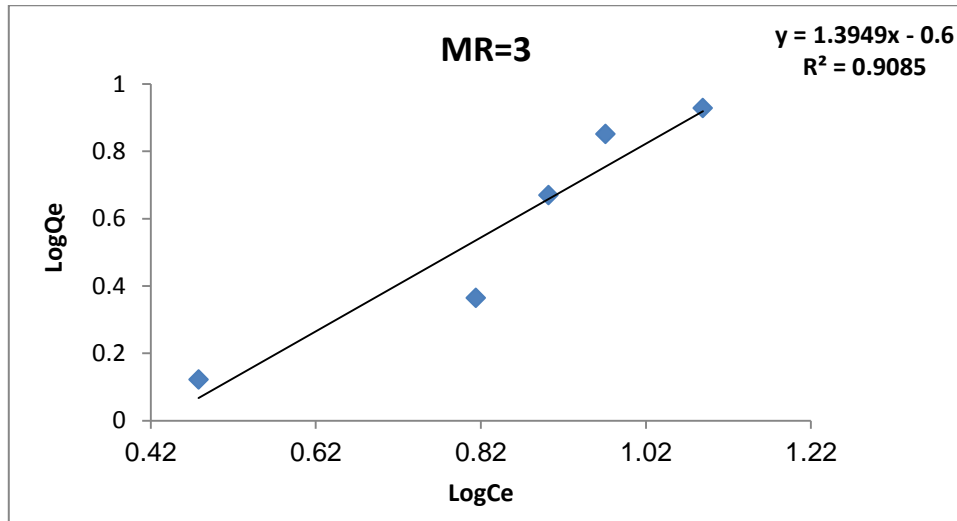
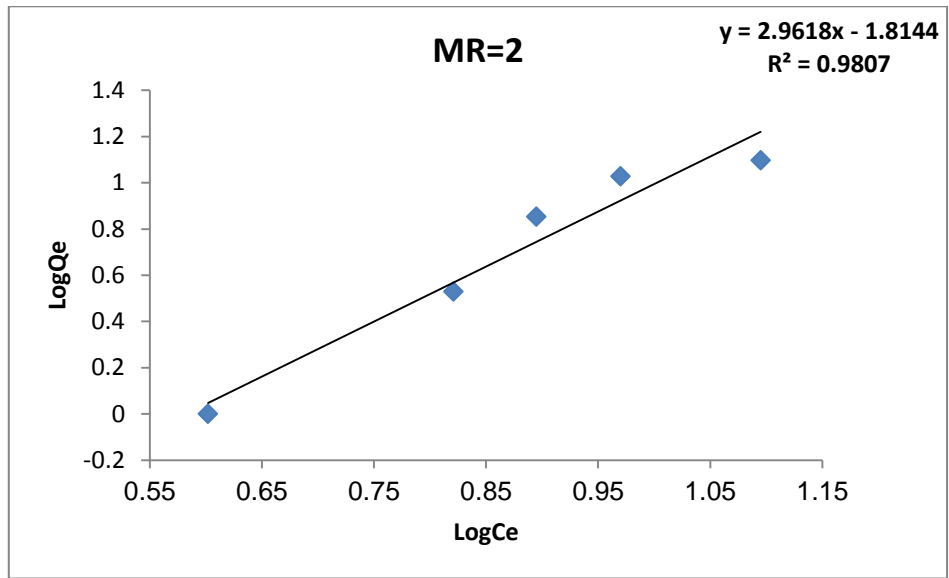
وتم حساب ثوابت فرندلش التجريبية ومعامل الارتباط من معطيات هذه المستقيمات لمركب النترات كما في الجدول (5-3).

الجدول (5-3) قيم ثوابت فرندلش لنترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ ألنسيوم ثنائية الهيدروكسيد.

MR	NO ₃ ⁻		
	K _f	n	R ²
2	0.884	1.624	0.974
3	0.812	1.855	0.917
4	0.483	1.242	0.906

الجدول (6-3) قيم لوغاريتم كل من Ce, Qe لكبريتات الصوديوم بدرجة حرارة 298K .

C _o ppm	MR=2		MR=3		MR=4	
	Log Ce	Log Qe	Log Ce	Log Qe	Log Ce	Log Qe
5	0.602	-0.001	0.478	0.122	0.329	0.058
10	0.821	0.528	0.814	0.364	0.768	0.215
15	0.895	0.853	0.902	0.669	0.884	0.467
20	0.970	1.027	0.971	0.851	1.024	0.576
25	1.095	1.097	1.089	0.928	1.084	0.711



الشكل (11-3) مستقيمات فرندلش لامتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألنيوم ثنائية الهيدروكسيد للنسب المولية MR=2,3,4 .

وتم حساب ثوابت فرندلش التجريبية ومعامل الارتباط من معطيات هذه المستقيمات لمركب الكبريتات كما في الجدول (7-3).

الجدول (7-3) قيم ثوابت فرندلش لكبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد.

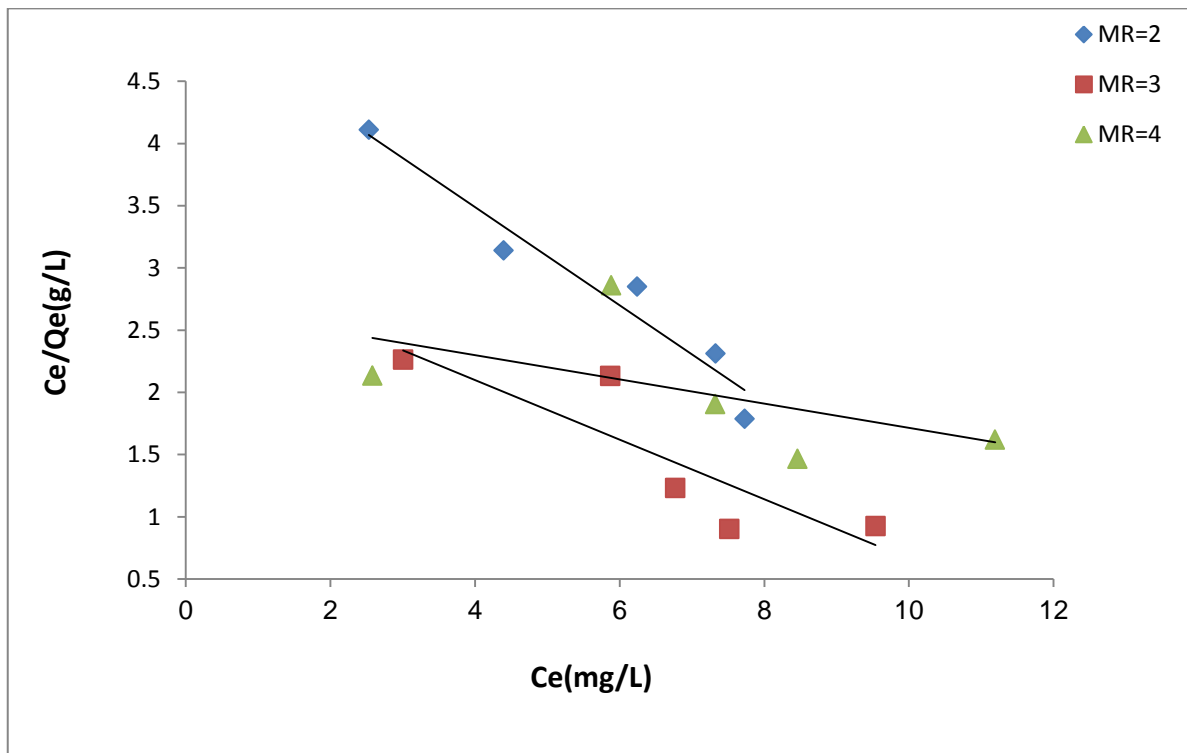
MR	SO ₄ ⁻²		
	K _f	n	R ²
2	1.814	2.961	0.980
3	0.600	1.394	0.908
4	0.276	0.834	0.882

وجرت معالجة بيانات امتزاز نترات وكبريتات الصوديوم تبعاً للعلاقة الخطية لمعادلة لانكماير كما موضح في الجدول (8-3) و(9-3) لكل من النترات والكبريتات على التوالي وعند رسم العلاقة بين قيم (Ce/Qe) مقابل (Ce) نحصل على علاقة خطية كما موضح في الشكل (12-3) و (13-3) وفقاً للمعادلة الآتية⁽⁴⁷⁾:

$$Ce/Qe = 1/a + (b/a) Ce \dots \dots \dots (2-3)$$

الجدول (8-3) امتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و pH=7.

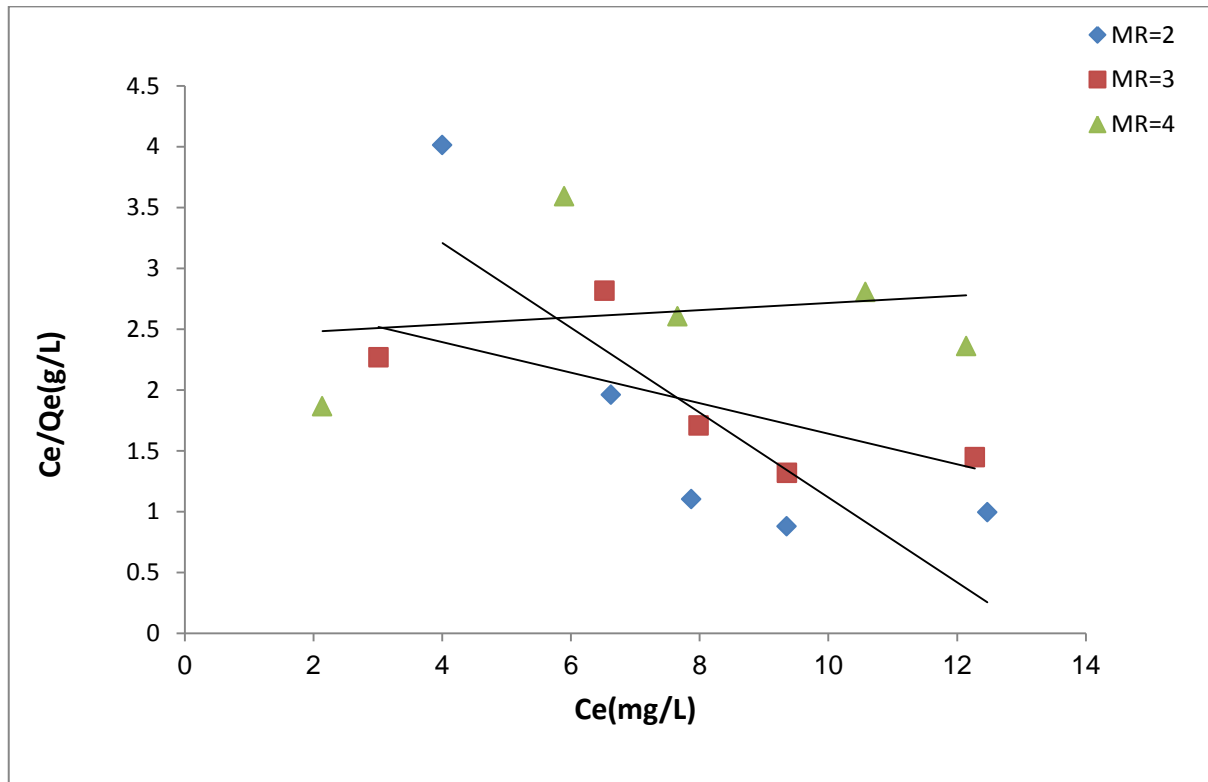
C _o ppm	MR=2		MR=3		MR=4	
	Ce (mg/L)	Ce/Qe (g/L)	Ce (mg/L)	Ce/Qe (g/L)	Ce (mg/L)	Ce/Qe (g/L)
5	2.533	4.112	3.007	2.264	2.582	2.135
10	4.398	3.141	5.872	2.133	5.886	2.861
15	6.242	2.851	6.769	1.233	7.322	1.907
20	7.327	2.312	7.517	0.903	8.460	1.466
25	7.728	1.789	9.540	0.925	11.193	1.621



الشكل (3-12) مستقيمات لانكماير لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ ألنسيوم ثنائية الهيدروكسيد.

الجدول (3-9) امتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ألنسيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة 298K و pH=7.

C _o ppm	MR=2		MR=3		MR=4	
	Ce (mg/L)	Ce/Qe (g/L)	Ce (mg/L)	Ce/Qe (g/L)	Ce (mg/L)	Ce/Qe (g/L)
5	4.003	4.015	3.011	2.270	2.136	1.865
10	6.625	1.962	6.525	2.817	5.897	3.593
15	7.869	1.103	7.984	1.707	7.657	2.607
20	9.354	0.878	9.356	1.318	10.576	2.806
25	12.470	0.995	12.276	1.447	12.142	2.360



الشكل (3-13) مستقيمات لانكماير لامتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ ألنسيوم ثنائية الهيدروكسيد.

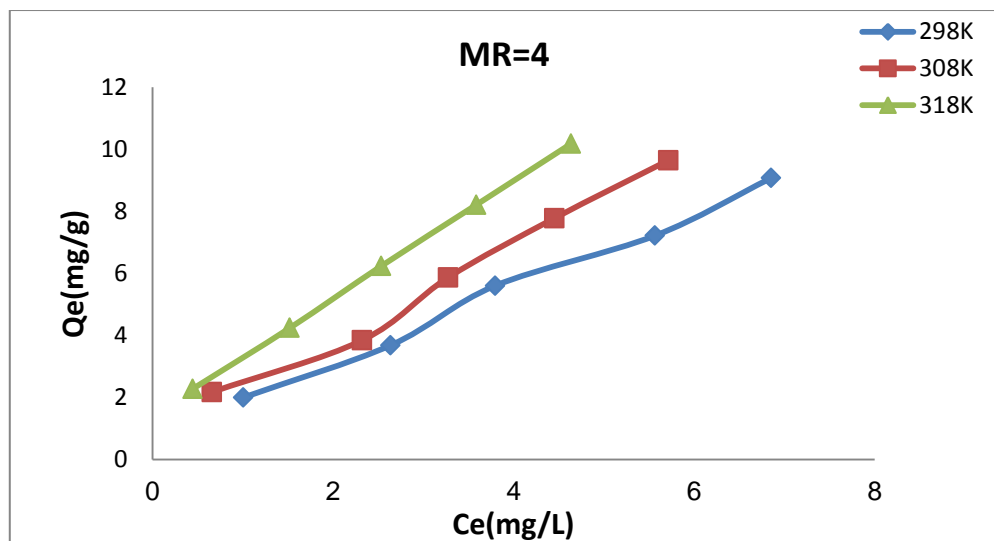
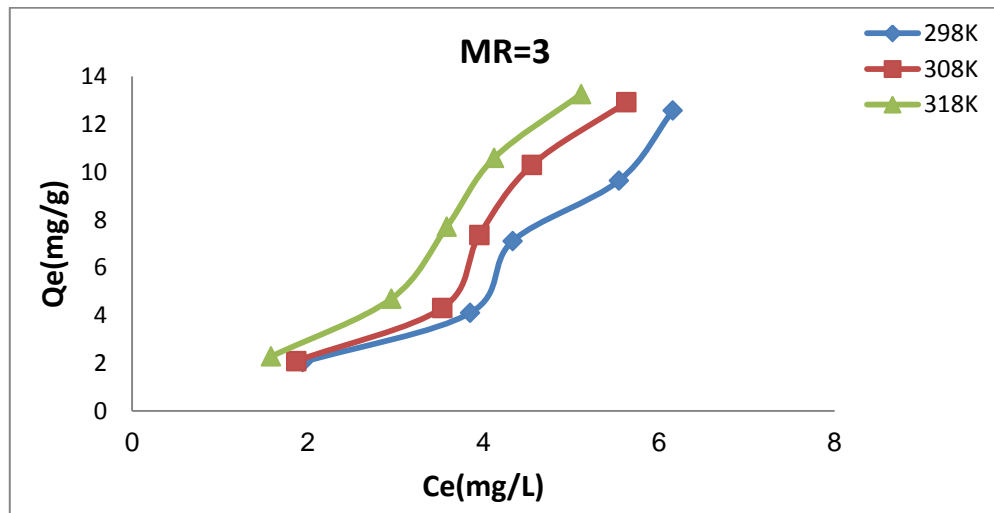
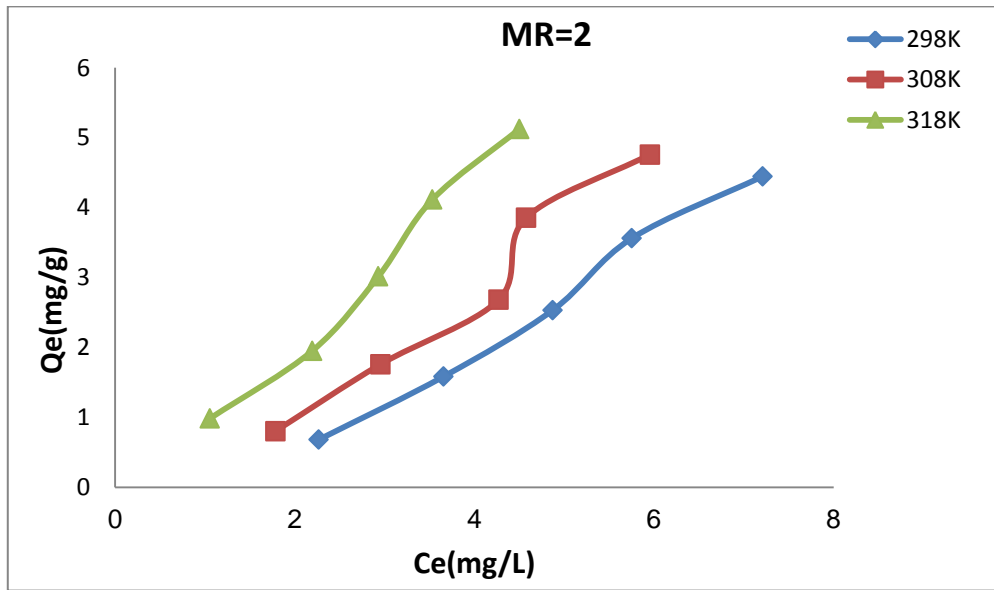
2-2-3. تأثير درجة الحرارة في الامتزاز على سطح طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد (Zn/Al-LDH).

تم دراسة تأثير درجة الحرارة في امتزاز نترات وكبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد، وضمن المدى الحراري التجريبي (298-318K)، كما موضحة في الجدول (10-3) و(11-3) والشكل (14-3) و (15-3) لكل من النترات والكبريتات على التوالي والتي تبين ايزوثيرمات الامتزاز المخصصة بتلك الدرجات الحرارية .

وأوضحت النتائج التجريبية إن امتزاز ايونات النترات و الكبريتات على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد يزداد بزيادة درجة الحرارة أي العملية من النوع الماص للحرارة (Endothermic Process) كما جاء في بعض الدراسات⁽⁹⁴⁾، وبدل هذا على وجود عملية امتصاص (Absorption) وعملية امتزاز (Adsorption) أي بمعنى حدوث عملية ادمصاص (Sorption) أي إن الجزيئات الممتزة تنتشر في داخل مسامات السطح وتزداد سرعة انتشارها عند زيادة درجة الحرارة⁽¹⁰⁸⁾ .

الجدول (10-3) تأثير درجة الحرارة في امتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318 K).

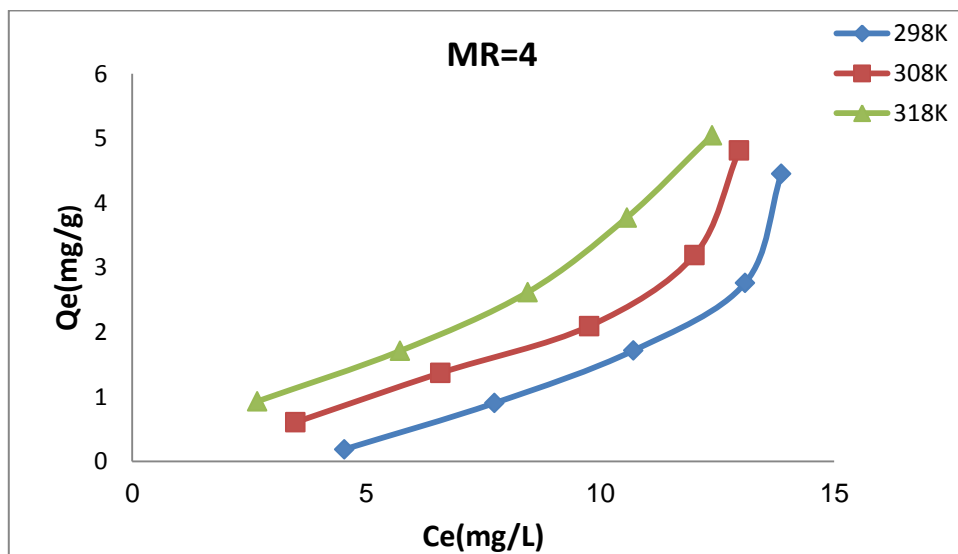
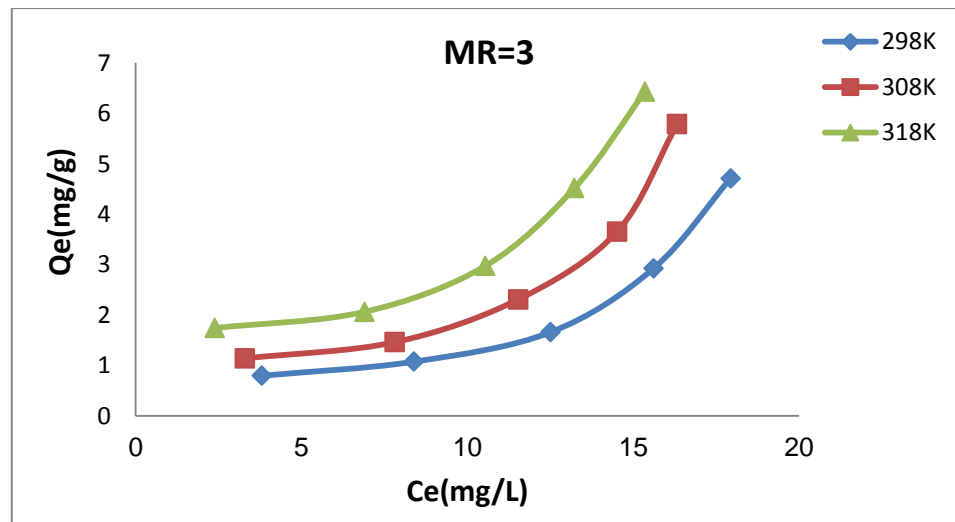
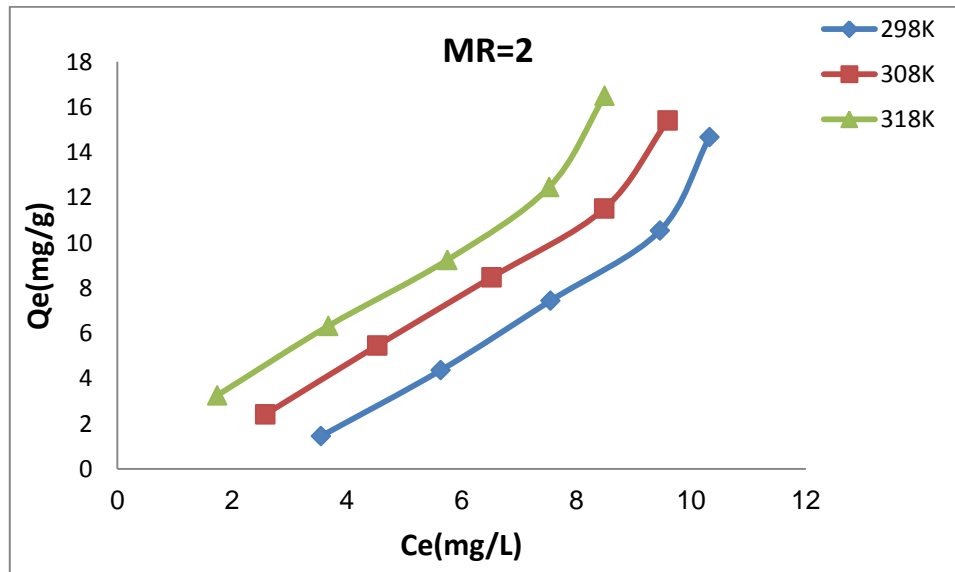
MR	C _o ppm	298K		308K		318K	
		Ce(mg/L)	Qe(mg/g)	Ce(mg/L)	Qe(mg/g)	Ce(mg/L)	Qe(mg/g)
2	5	2.269	0.682	1.785	0.803	1.057	0.985
	10	3.659	1.585	2.957	1.760	2.195	1.951
	15	4.872	2.532	4.271	2.682	2.932	3.017
	20	5.753	3.561	4.577	3.855	3.533	4.116
	25	7.211	4.447	5.957	4.760	4.501	5.124
3	5	1.943	2.038	1.869	2.087	1.584	2.277
	10	3.850	4.100	3.534	4.310	2.954	4.697
	15	4.335	7.110	3.955	7.363	3.586	7.709
	20	5.546	9.636	4.556	10.296	4.124	10.584
	25	6.158	12.561	5.631	12.912	5.114	13.257
4	5	1.005	1.997	0.657	2.171	0.446	2.277
	10	2.638	3.681	2.321	3.839	1.521	4.239
	15	3.797	5.601	3.273	5.863	2.533	6.233
	20	5.567	7.216	4.451	7.774	3.586	8.207
	25	6.853	9.073	5.714	9.643	4.638	10.181



الشكل (3-14) أيزوثيرم امتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد ، عند درجات حرارة مختلفة (MR= 2,3,4)

الجدول (11-3) تأثير درجة الحرارة في امتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318 K).

MR	C _o ppm	298K		308K		318K	
		Ce(mg/L)	Qe(mg/g)	Ce(mg/L)	Qe(mg/g)	Ce(mg/L)	Qe(mg/g)
2	5	3.548	1.452	2.580	2.420	1.741	3.259
	10	5.635	4.365	4.534	5.466	3.676	6.324
	15	7.553	7.447	6.523	8.477	5.754	9.246
	20	9.459	10.541	8.489	11.511	7.529	12.471
	25	10.321	14.679	9.594	15.406	8.495	16.505
3	5	3.806	0.796	3.290	1.140	2.387	1.742
	10	8.387	1.075	7.806	1.462	6.903	2.064
	15	12.509	1.660	10.129	3.247	8.838	4.108
	20	15.612	2.925	14.516	3.656	13.225	4.516
	25	17.935	4.710	16.322	5.785	15.354	6.430
4	5	4.532	0.187	3.487	0.605	2.674	0.930
	10	7.741	0.903	6.580	1.368	5.724	1.710
	15	10.709	1.716	9.765	2.094	8.452	2.619
	20	13.096	2.761	12.013	3.194	10.567	3.773
	25	13.870	4.452	12.967	4.813	12.387	5.045



الشكل (3-15) أيزوثيرم امتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ألمنيوم الهيدروكسيد، عند درجات حرارة مختلفة. (MR= 2,3,4)

3-2-3. تأثير الدالة الحامضية في ايزوثيرم الامتزاز على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد (Zn/Al-LDH).

تمت دراسة تأثير الدالة الحامضية في امتزاز نترات وكبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين / المنيوم ثنائية الهيدروكسيد وعند قيم مختلفة للحامضية (pH=2,4,7,9,12) وبينت النتائج في الجدول (12-3) و(13-3) والشكل (16-3) و(17-3) لكل من النترات والكبريتات على التوالي، أن امتزاز ايونات النترات والكبريتات على سطح طبقات الخارصين / المنيوم ثنائية الهيدروكسيد يزداد عندما يكون المحلول حامضياً (pH=2,4) ، وتقل كمية الامتزاز عندما يكون المحلول متعادلاً (pH=7) ، وتقل أكثر عندما يكون المحلول قاعدياً (pH=9,12) كما في الترتيب الآتي:

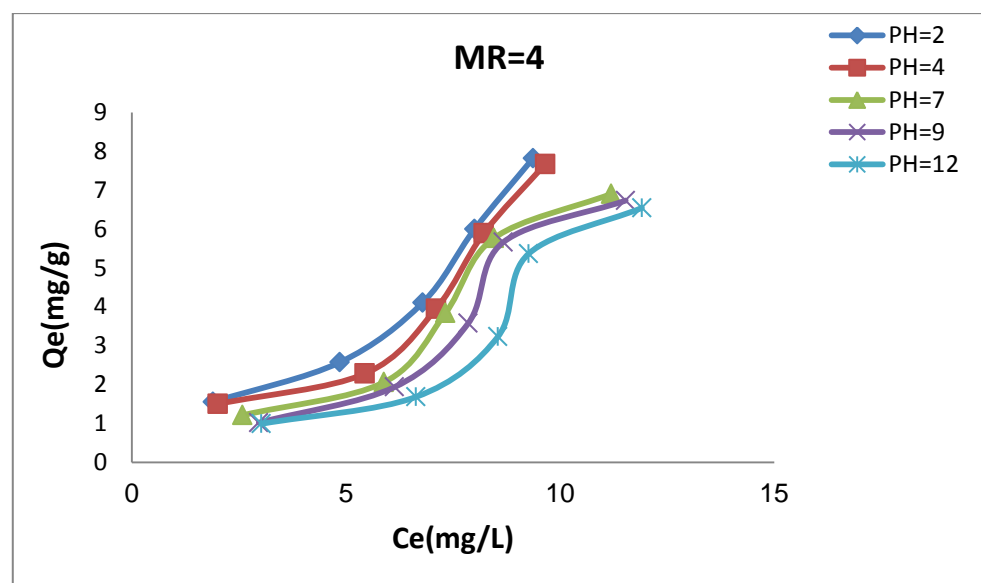
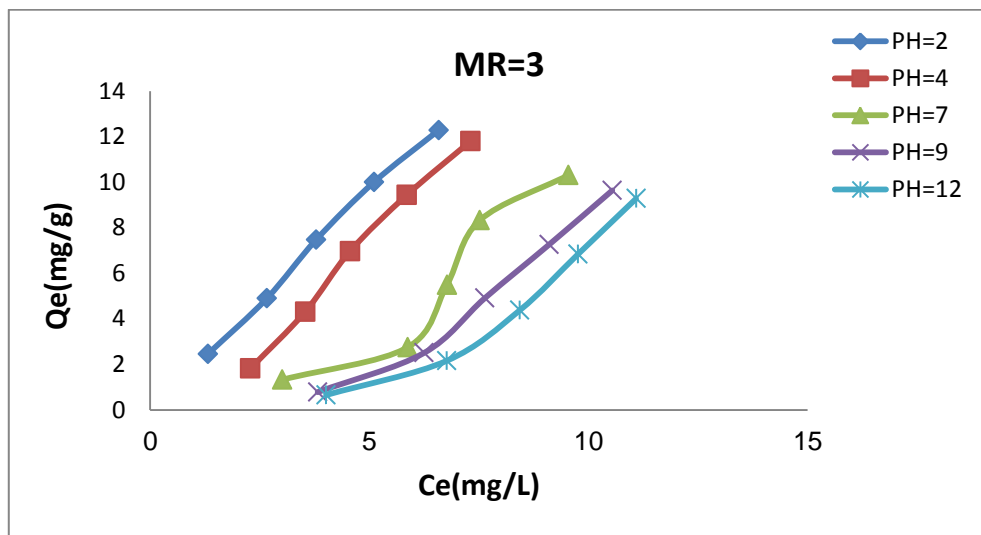
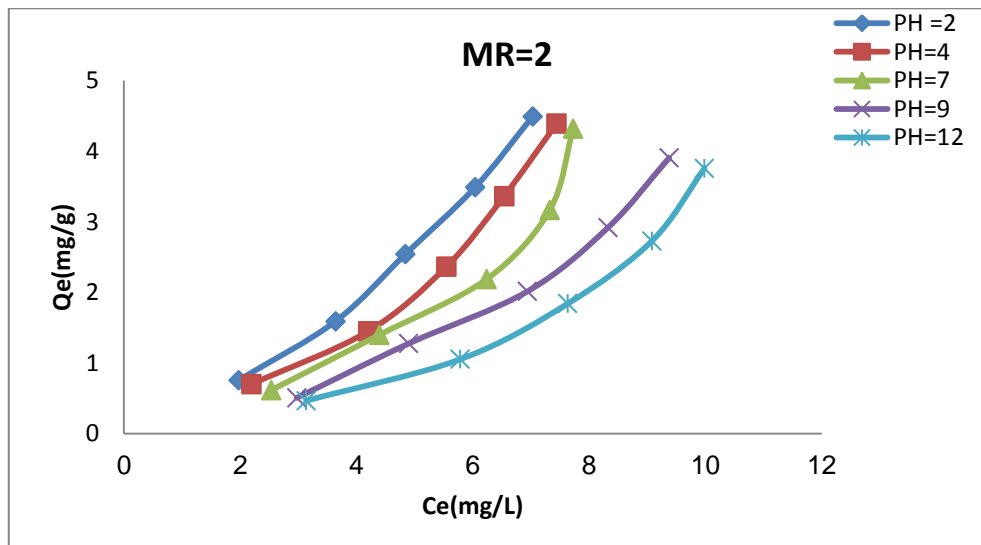
$$\text{pH}=2 > 4 > 7 > 9 > 12$$

ويفسر ذلك أن زيادة كمية الامتزاز في الوسط الحامضي هو نتيجة حدوث برتنة عالية للسطح وارتفاع في تركيز الشحنة الموجبة للسطح وهذا يعمل على زيادة كمية الامتزاز (109).

أما في الوسط القاعدي تحصل زيادة في الشحنة السالبة على السطح وانخفاض في كمية الايونات السالبة الممتزة بسبب انخفاض في عملية برتنة السطح (110)(111)، وكذلك تتركز الشحنة السالبة على الايون الحامل للشحنة السالبة ومن ثمّ سوف تقل كمية الامتزاز بسبب حدوث تنافر بين ايونات الهيدروكسيد (HO⁻) المتواجدة على السطح و ايونات الهيدروكسي القادمة من المركب الضابط للدالة الحامضية وهو (NaOH) والشحنة السالبة للأيون السالب على الارتباط مع Zn او Al الحاملين للشحنة الموجبة، كما وإن وجود ايونات الهيدروكسيد (HO⁻) في الوسط القاعدي فإنه يعمل على نشوء قوة تنافر بين السطح الموجب وايون النترات او الكبريتات لذلك تقل كمية المادة الممتزة (112)(113).

الجدول (12-3) تأثير حامضية المحلول في امتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد.

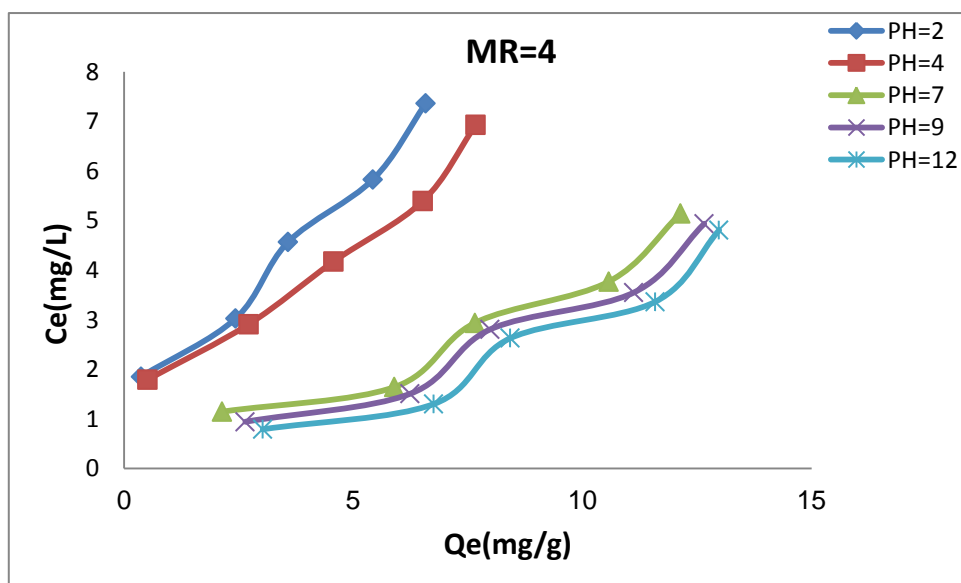
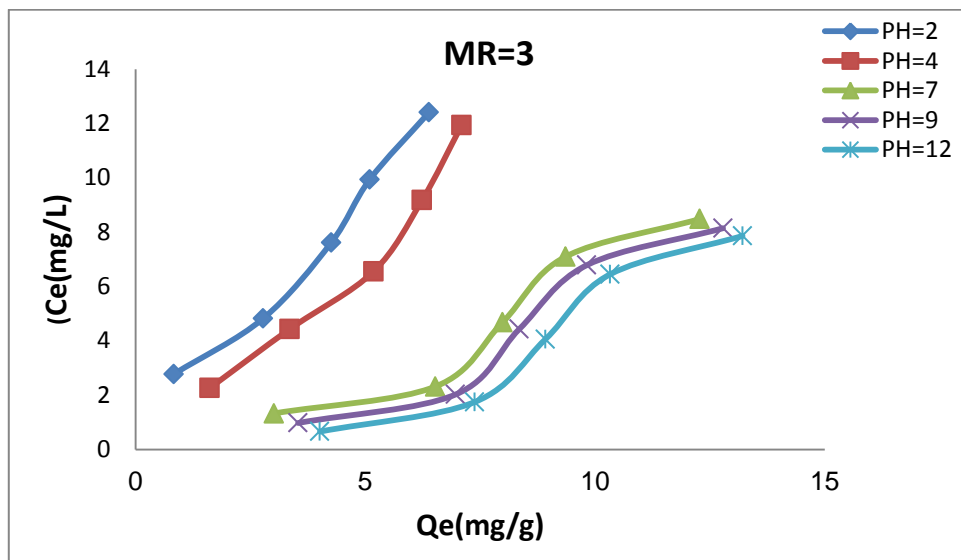
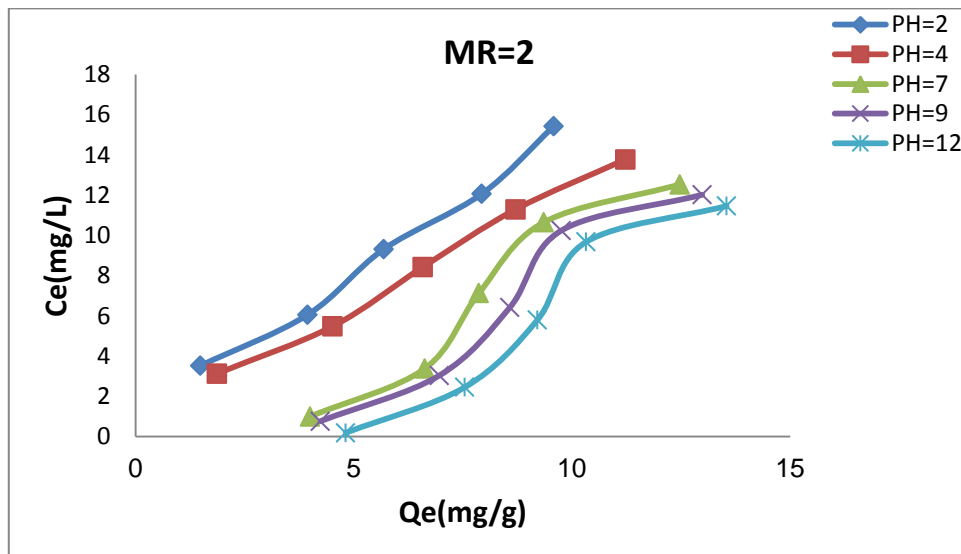
MR	C _o ppm	pH=2		pH=4		pH=7		pH=9		pH=12	
		Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)
2	5	1.974	0.756	2.195	0.701	2.533	0.616	2.973	0.506	3.134	0.466
	10	3.639	1.590	4.201	1.449	4.398	1.400	4.897	1.275	5.786	1.053
	15	4.840	2.540	5.546	2.363	6.242	2.189	6.942	2.014	7.635	1.841
	20	6.042	3.489	6.542	3.364	7.327	3.168	8.327	2.918	9.083	2.729
	25	7.032	4.492	7.443	4.389	7.728	4.318	9.378	3.905	9.984	3.754
3	5	1.314	2.457	2.280	1.813	3.007	1.328	3.821	0.786	4.013	0.658
	10	2.659	4.894	3.534	4.310	5.872	2.752	6.245	2.503	6.762	2.158
	15	3.787	7.475	4.556	6.962	6.769	5.487	7.634	4.910	8.432	4.378
	20	5.104	9.930	5.852	9.432	7.517	8.322	9.104	7.264	9.756	6.829
	25	6.579	12.280	7.306	11.796	9.540	10.306	10.543	9.638	11.086	9.276
4	5	1.896	1.552	2.003	1.498	2.582	1.209	2.963	1.018	3.021	0.989
	10	4.856	2.572	5.440	2.280	5.886	2.057	6.132	1.934	6.635	1.682
	15	6.790	4.105	7.102	3.949	7.322	3.839	7.853	3.573	8.546	3.227
	20	8.004	5.998	8.217	5.891	8.460	5.770	8.674	5.663	9.267	5.366
	25	9.366	7.817	9.654	7.673	11.193	6.903	11.532	6.734	11.912	6.544



الشكل (16-3) تأثير حامضية المحلول في امتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة (298K)، MR=2,3,4.

الجدول (13-3) تأثير حامضية المحلول في امتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ألومنيوم ثنائية الهيدروكسيد.

MR	C _o ppm	pH=2		pH=4		pH=7		pH=9		pH=12	
		Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)
2	5	1.483	3.517	1.870	3.130	4.003	0.997	4.237	0.763	4.816	0.184
	10	3.945	6.055	4.519	5.481	6.625	3.375	6.963	3.037	7.546	2.454
	15	5.687	9.313	6.580	8.420	7.869	7.131	8.578	6.422	9.207	5.793
	20	7.935	12.065	8.709	11.291	9.354	10.646	9.758	10.242	10.326	9.674
	25	9.580	15.420	11.225	13.775	12.470	12.530	12.983	12.017	13.542	11.458
3	5	0.835	2.776	1.612	2.258	3.011	1.326	3.538	0.974	4.013	0.658
	10	2.774	4.817	3.354	4.430	6.525	2.316	6.964	2.024	7.380	1.746
	15	4.258	7.613	5.177	6.548	7.984	4.677	8.351	4.432	8.917	4.055
	20	5.096	9.936	6.235	9.176	9.356	7.096	9.821	6.786	10.327	6.448
	25	6.387	12.408	7.096	11.936	12.276	8.482	12.783	8.144	13.208	7.861
4	5	0.368	1.852	0.513	1.794	2.136	1.145	2.645	0.942	3.023	0.790
	10	2.433	3.026	2.721	2.911	5.897	1.641	6.236	1.505	6.753	1.298
	15	3.578	4.568	4.567	4.173	7.657	2.937	7.987	2.805	8.428	2.628
	20	5.428	5.828	6.516	5.393	10.576	3.769	11.125	3.550	11.592	3.363
	25	6.584	7.366	7.672	6.931	12.142	5.143	12.658	4.936	12.983	4.806



الشكل (3-17) تأثير حامضية المحلول في امتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ألنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة (298K)، MR=2,3,4.

4-2-3. حركية الامتزاز على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد (Zn/Al-LDH) .

تم استخراج ثابت معدل سرعة الامتزاز من استخدم معادلة Lagergren⁽⁵⁰⁾ ⁽⁵¹⁾، واعتمدت هذه الطريقة على الفرق بين كمية المادة الممتزة عند حالة الاتزان (q_e) وكميتها عند الزمن t (q_t)، وهذه المعادلة هي معادلة مكافئة لمعادلات الرتبة الأولى:

$$\text{Log } (q_e - q_t) = \text{Log } q_e - (K_{ad} / 2.303) \times t \dots \dots \dots (2-3)$$

حيث يمثل:-

$$(C_o - C_e) = q_e \text{ ووحده (mg/L).}$$

$$(C_o - C_t) = q_t \text{ ووحده (mg/g).}$$

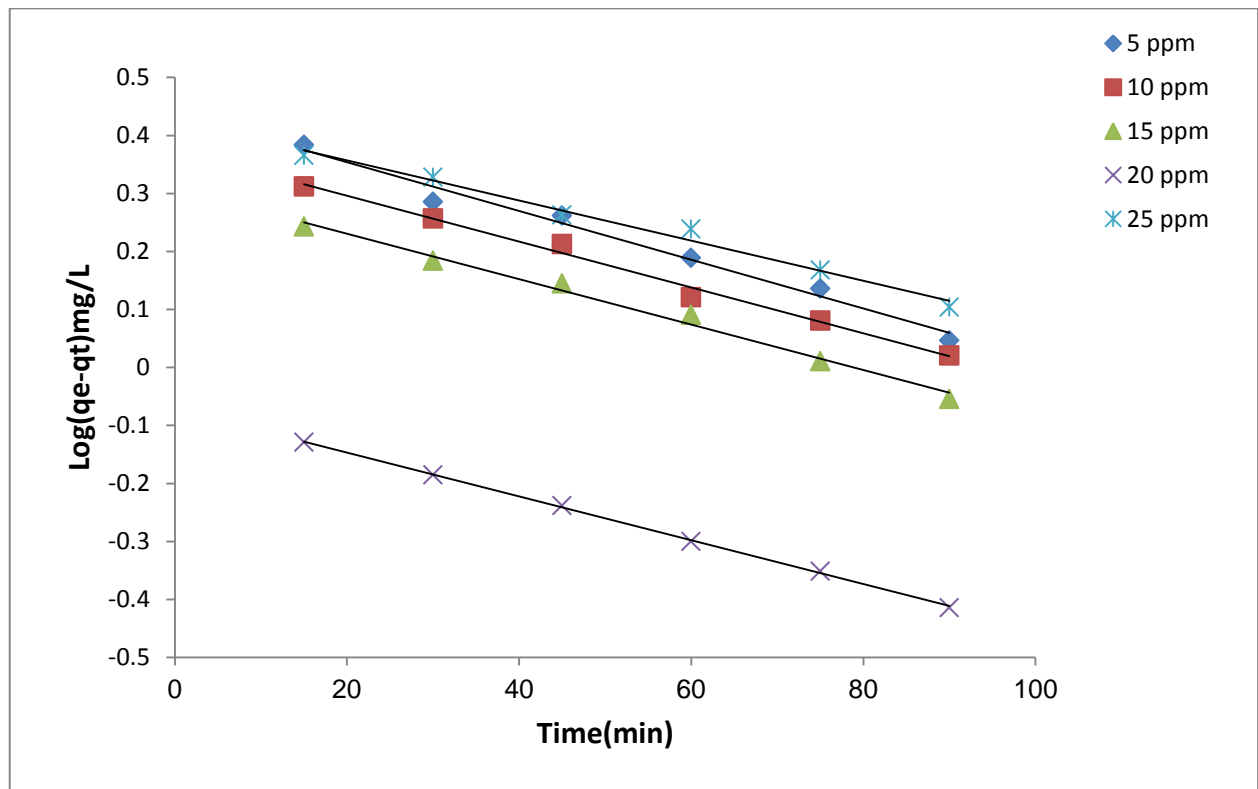
$$K_{ad} = \text{ثابت معدل الامتزاز ووحده (min}^{-1}\text{).}$$

وتم معاملة النتائج التي تم الحصول عليها وفقاً لمعادلة Lagergren، من ميل العلاقة الخطية المرسومة بين قيم $\text{Log } (q_e - q_t)$ مقابل الزمن (t) تم حساب قيمة K_{ad} ، كما موضح في الجداول (3-15)، (3-17)، (3-19)، (3-21)، (3-23)، (3-25)، والأشكال (3-18)، (3-19)، (3-20)، (3-21)، (3-22)، (3-23) لكل من النترات والكبريتات وبالظروف التجريبية الآتية: تراكيز المادة الممتزة هي (5,10,15,20,25ppm) والاوزان المحددة مسبقاً لكل نسبة مولية من السطح الماز (طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد) وعند درجة حرارة (298K) ودالة حامضية (pH=7).

ومن الأشكال (3-18)، (3-19)، (3-20)، (3-21)، (3-22)، (3-23) لكل من النترات و كبريتات الصوديوم على التوالي يتضح مدى تأثير تغيير التركيز الابتدائي في حركية الامتزاز حيث تزداد قيمة (K_{ad}) عندما تكون التراكيز قليلة⁽¹¹⁴⁾.

الجدول (14-3) تأثير تغير التركيز الابتدائي لمحلول النترات في حركية امتزازه على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة (298K) و (pH=7)، MR=2 .

Time (min)	C _o =5 ppm			C _o =10 ppm		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	0.045	2.422	0.384	3.548	2.054	0.312
30	0.531	1.936	0.286	3.792	1.810	0.257
45	0.635	1.832	0.262	3.967	1.635	0.213
60	0.921	1.546	0.189	4.278	1.324	0.121
75	1.097	1.370	0.136	4.396	1.206	0.081
90	1.352	1.115	0.047	4.551	1.051	0.021
qe=2.467 (mg/L)			qe=5.602 (mg/L)			
Time (min)	C _o =15 ppm			C _o =20 ppm		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	7.006	1.752	0.243	11.931	0.742	-0.129
30	7.228	1.530	0.184	12.021	0.652	-0.185
45	7.359	1.399	0.145	12.096	0.577	-0.238
60	7.523	1.235	0.091	12.172	0.501	-0.300
75	7.732	1.026	0.011	12.228	0.445	-0.351
90	7.876	0.882	-0.054	12.288	0.385	-0.414
qe= 8.758 (mg/L)			qe= 12.673 (mg/L)			
Time (min)	C _o =25 ppm					
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)			
15	14.947	2.325	0.366			
30	15.142	2.130	0.328			
45	15.436	1.836	0.263			
60	15.537	1.735	0.239			
75	15.797	1.475	0.168			
90	16.00	1.272	0.104			
qe=17.272 (mg/L)						



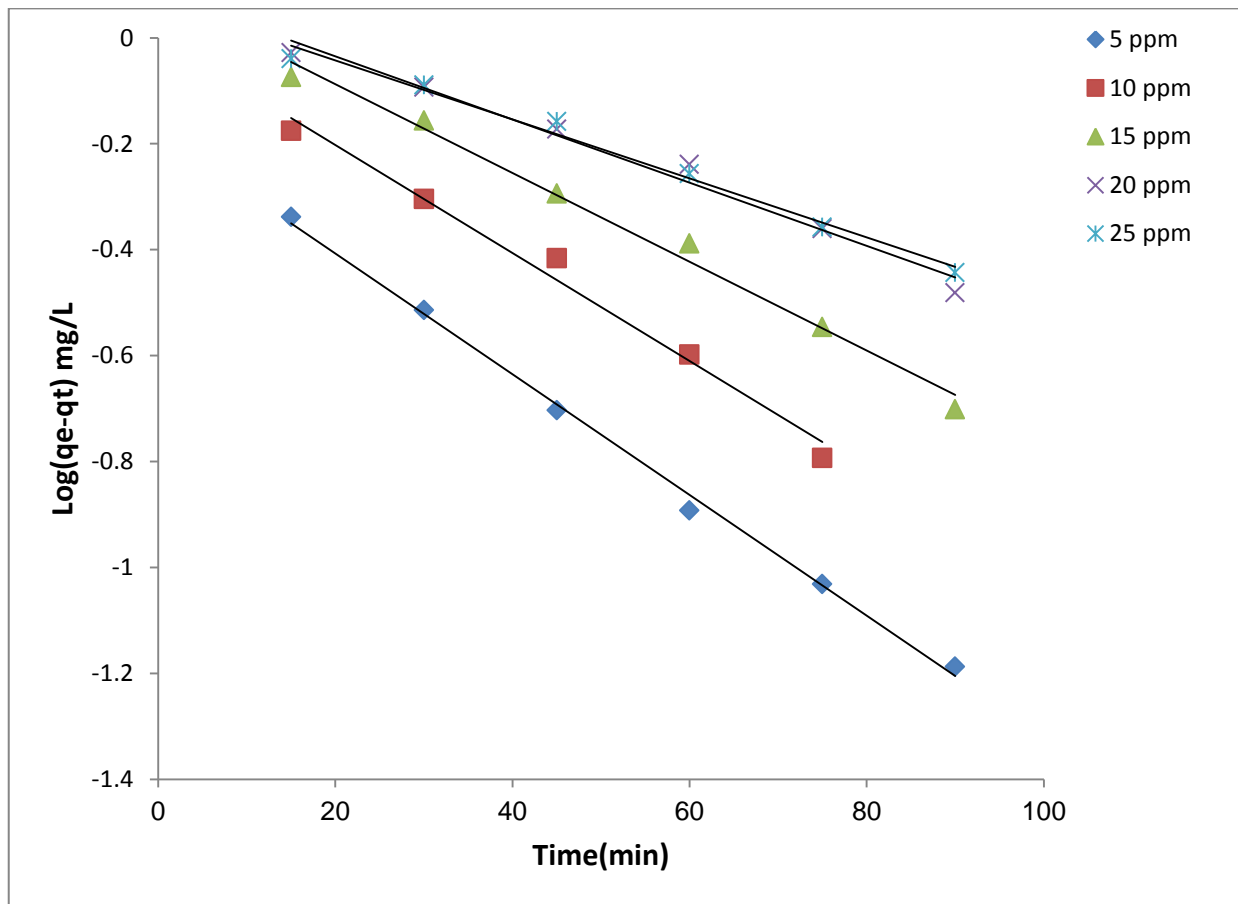
الشكل (3-18) رسم مستقيمات Lagergren لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد باختلاف التركيز الابتدائي بدرجة حرارة (298K) و (pH=7، MR=2).

الجدول (3-15) قيم K_{ad} بتراكيز مختلفة لمحلول النترات على سطح طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة (298K) و (pH=7، MR=2).

C_0 ppm	$K_{ad} \text{ min}^{-1} \times 10^{-3}$
5	9.672
10	9.212
15	8.981
20	8.751
25	8.060

الجدول (16-3) تأثير تغير التركيز الابتدائي لمحلول النترات في حركية امتزازه على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة (298K) و (pH=7) ، MR=3 .

Time (min)	C _o =5 ppm			C _o =10 ppm		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	1.534	0.459	-0.338	3.461	0.667	-0.175
30	1.687	0.306	-0.514	3.632	0.496	-0.304
45	1.795	0.198	-0.703	3.745	0.383	-0.416
60	1.865	0.128	-0.892	3.876	0.252	-0.598
75	1.900	0.093	-1.031	3.967	0.161	-0.793
90	1.928	0.065	-1.187	.....	.....	.....
qe= 1.993 (mg/L)				qe= 4.128 (mg/L)		
Time (min)	C _o =15 ppm			C _o =20 ppm		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	7.388	0.843	-0.074	11.546	0.937	-0.028
30	7.533	0.698	-0.156	11.676	0.807	-0.093
45	7.723	0.508	-0.294	11.811	0.672	-0.172
60	7.822	0.409	-0.388	11.907	0.576	-0.239
75	7.947	0.284	-0.546	12.047	0.436	-0.360
90	8.032	0.199	-0.701	12.135	0.330	-0.481
qe=8.231 (mg/L)				qe=12.483 (mg/L)		
Time (min)	C _o =25 ppm					
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)			
15	14.547	0.913	-0.039			
30	14.646	0.814	-0.089			
45	14.765	0.695	-0.158			
60	14.906	0.554	-0.256			
75	15.021	0.439	-0.357			
90	15.100	0.360	-0.443			
qe=15.460 (mg/L)						



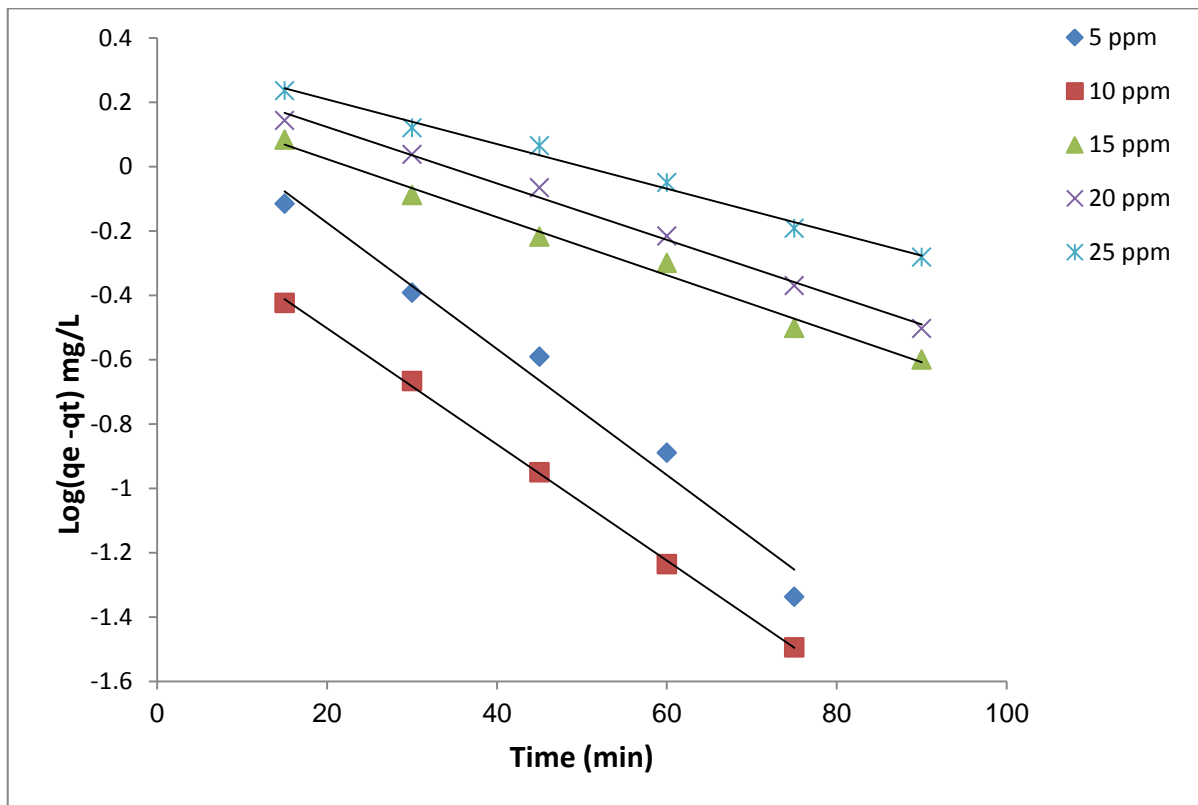
الشكل (3-19) رسم مستقيمات Lagergren لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد باختلاف التركيز الابتدائي بدرجة حرارة (298K) و (pH=7 ، MR=3).

الجدول (3-17) قيم K_{ad} بتراكيز مختلفة لمحلول النترات على سطح طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة (298K) و (pH=7) ، MR=3.

C_o ppm	$K_{ad} \text{ min}^{-1} \times 10^{-2}$
5	2.625
10	2.349
15	1.934
20	1.381
25	1.289

الجدول (18-3) تأثير تغير التركيز الابتدائي لمحلول النترات في حركية امتزازه على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة (298K) و (pH=7)، MR=4.

Time (min)	C _o =5 ppm			C _o =10 ppm		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	1.652	0.766	-0.115	3.738	0.376	-0.424
30	2.013	0.405	-0.392	3.899	0.215	-0.667
45	2.162	0.256	-0.591	4.002	0.112	-0.950
60	2.289	0.129	-0.889	4.056	0.058	-1.236
75	2.372	0.046	-1.337	4.082	0.032	-1.494
90	.....	.....	.....	.....	.....	.....
qe=2.418 (mg/L)			qe=4.114 (mg/L)			
Time (min)	C _o =15 ppm			C _o =20 ppm		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	6.462	1.216	0.084	10.147	1.393	0.143
30	6.865	0.813	-0.089	10.448	1.092	0.038
45	7.073	0.605	-0.218	10.681	0.859	-0.066
60	7.176	0.502	-0.299	10.932	0.608	-0.216
75	7.362	0.315	-0.501	11.114	0.426	-0.370
90	7.427	0.251	-0.600	11.226	0.314	-0.503
qe=7.678 (mg/L)			qe=11.540 (mg/L)			
Time (min)	C _o =25 ppm					
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)			
15	12.083	1.724	0.236			
30	12.488	1.319	0.120			
45	12.643	1.164	0.065			
60	12.916	0.891	-0.050			
75	13.165	0.642	-0.192			
90	13.285	0.522	-0.282			
qe=13.807 (mg/L)						



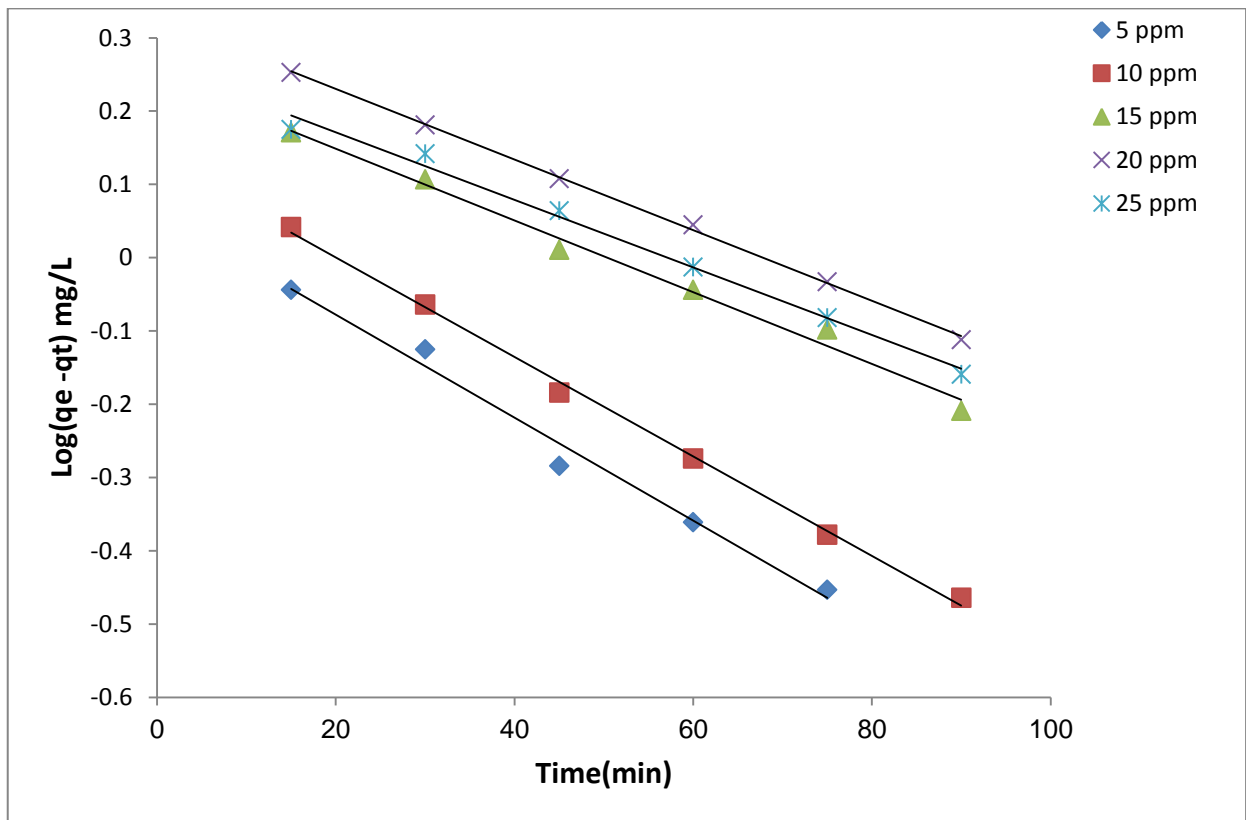
الشكل (3-20) رسم مستقيمات Lagergren لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/المنيموم ثنائية الهيدروكسيد باختلاف التركيز الابتدائي بدرجة حرارة (298K) و (pH=7 ، MR=4).

الجدول (3-19) قيم K_{ad} بتراكيز مختلفة لمطول النترات على سطح طبقات الخارصين /المنيموم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة (298K) و (pH=7) ، MR=4.

C_o ppm	$K_{ad} \text{ min}^{-1} \times 10^{-2}$
5	4.513
10	4.168
15	2.072
20	2.026
25	1.589

الجدول (20-3) تأثير تغير التركيز الابتدائي لمحلول الكبريتات في حركة امتزازه على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة (298K) و (pH=7)، MR=2.

Time (min)	C _o =5 ppm			C _o =10 ppm		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	0.095	0.902	-0.044	2.273	1.102	0.042
30	0.238	0.749	-0.125	2.513	0.862	-0.064
45	0.478	0.519	-0.284	2.721	0.654	-0.184
60	0.562	0.435	-0.361	2.843	0.532	-0.274
75	0.645	0.352	-0.453	2.957	0.418	-0.378
90	.....	.....	.....	3.032	0.343	-0.464
qe=0.997 (mg/L)			qe=3.375 (mg/L)			
Time (min)	C _o =15 ppm			C _o =20 ppm		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	5.646	1.485	0.171	8.854	1.792	0.253
30	5.849	1.282	0.107	9.127	1.519	0.181
45	6.104	1.027	0.011	9.362	1.284	0.108
60	6.228	0.903	-0.044	9.535	1.111	0.045
75	6.334	0.797	-0.098	9.721	0.925	-0.033
90	6.513	0.618	-0.209	9.875	0.771	-0.112
qe=7.131 (mg/L)			qe= 10.646 (mg/L)			
Time (min)	C _o =25 ppm					
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)			
15	11.032	1.498	0.175			
30	11.143	1.387	0.142			
45	11.371	1.159	0.064			
60	11.560	0.970	-0.013			
75	11.703	0.827	-0.082			
90	11.838	0.292	-0.159			
qe=12.530 (mg/L)						



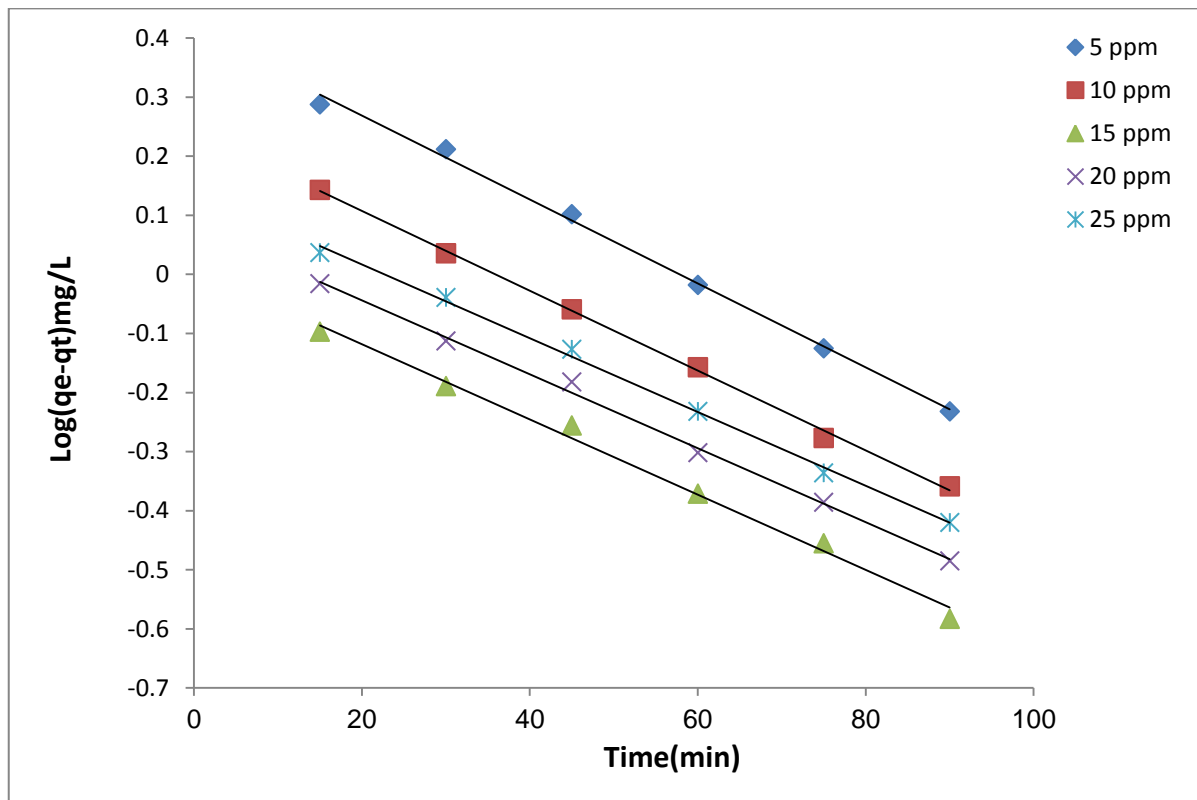
الشكل (21-3) رسم مستقيمات Lagergren لامتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد باختلاف التركيز الابتدائي بدرجة حرارة (298K) و pH=7، MR=2.

الجدول (21-3) قيم K_{ad} بتراكيز مختلفة لمحلول الكبريتات على سطح طبقات الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة (298K) و pH=7، MR=2.

C_o ppm	$K_{ad} \text{ min}^{-1} \times 10^{-2}$
5	1.621
10	1.566
15	1.128
20	1.105
25	1.059

الجدول (22-3) تأثير تغير التركيز الابتدائي لمحلول الكبريتات في حركية امتزازه على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة (298K) و (pH=7) و MR=3.

Time (min)	C _o =5 ppm			C _o =10 ppm		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	0.044	1.945	0.288	2.082	1.393	0.143
30	0.356	1.633	0.212	2.387	1.088	0.036
45	0.722	1.967	0.102	2.604	0.871	-0.059
60	1.031	0.958	-0.018	2.779	0.696	-0.157
75	1.240	0.749	-0.125	2.947	0.528	-0.277
90	1.403	0.586	-0.232	3.038	0.437	-0.359
qe=1.989 (mg/L)			qe=3.475 (mg/L)			
Time (min)	C _o =15 ppm			C _o =20 ppm		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	6.218	0.798	-0.097	9.682	0.962	-0.016
30	6.369	0.647	-0.189	9.874	0.770	-0.113
45	6.462	0.554	-0.256	9.987	0.657	-0.182
60	6.591	0.425	-0.371	10.146	0.498	-0.302
75	6.666	0.350	-0.455	10.233	0.411	-0.386
90	6.755	0.261	-0.583	10.302	0.342	-0.460
qe=7.016 (mg/L)			qe=10.644 (mg/L)			
Time (min)	C _o =25 ppm					
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)			
15	11.633	1.091	0.037			
30	11.810	0.914	-0.039			
45	11.978	0.746	-0.127			
60	12.138	0.586	-0.232			
75	12.263	0.461	-0.336			
90	12.344	0.380	-0.420			
qe=12.724 (mg/L)						



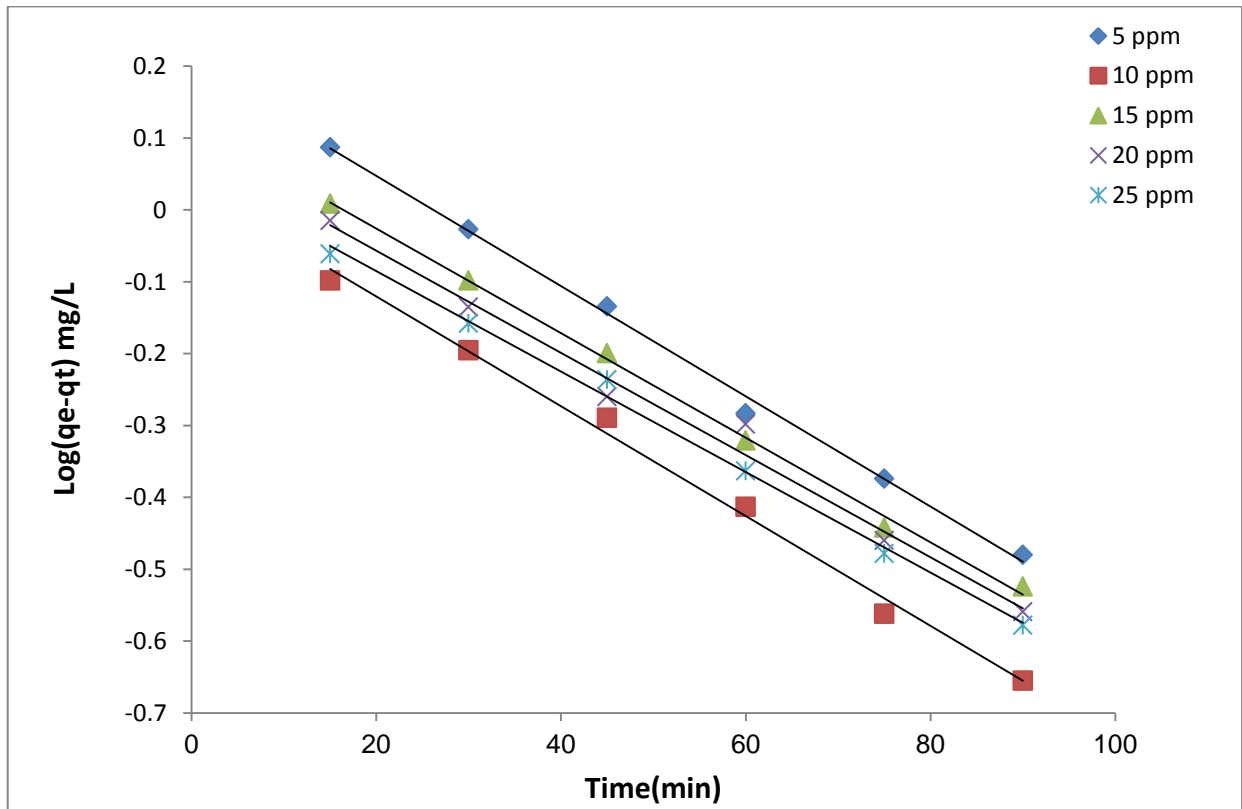
الشكل (22-3) رسم مستقيمات Lagergren لامتراز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد باختلاف التركيز الابتدائي بدرجة حرارة (298K) و pH=7، MR=3

الجدول (23-3) قيم K_{ad} بتراكيز مختلفة لمحلول الكبريتات على سطح طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة (298K) و (pH=7)، MR=3.

C_o ppm	$K_{ad} \text{ min}^{-1} \times 10^{-2}$
5	1.635
10	1.566
15	1.473
20	1.450
25	1.427

الجدول (24-3) تأثير تغير التركيز الابتدائي لمحلول الكبريتات في حركية امتزازه على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة (298K) و (pH=7) ، MR=4 .

Time (min)	C _o =5 ppm			C _o =10 ppm		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	1.642	1.222	0.087	3.306	0.797	-0.098
30	1.925	0.939	-0.027	3.466	0.638	-0.195
45	2.131	0.733	-0.134	3.589	0.514	-0.289
60	2.343	0.521	-0.283	3.717	0.386	-0.413
75	2.442	0.422	-0.374	3.829	0.274	-0.562
90	2.533	0.331	-0.480	3.882	0.221	-0.655
qe= 2.864 (mg/L)			qe=4.103 (mg/L)			
Time (min)	C _o =15 ppm			C _o =20 ppm		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	6.320	1.023	0.009	8.460	0.964	-0.015
30	6.546	0.797	-0.098	8.692	0.732	-0.135
45	6.712	0.531	-0.199	8.875	0.549	-0.260
60	6.866	0.477	-0.321	8.921	0.503	-0.298
75	6.982	0.361	-0.442	9.078	0.346	-0.460
90	7.044	0.299	-0.524	9.148	0.276	-0.559
qe= 7.343 (mg/L)			qe= 9.424 (mg/L)			
Time (min)	C _o =25 ppm					
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)			
15	11.991	0.867	-0.061			
30	12.163	0.695	-0.158			
45	12.278	0.580	-0.236			
60	12.425	0.433	-0.363			
75	12.526	0.332	-0.478			
90	12.594	0.264	-0.578			
qe=12.858 (mg/L)						



الشكل (3-23) رسم مستقيمات Lagergren لامتماز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ألنيوم ثنائية الهيدروكسيد باختلاف التركيز الابتدائي بدرجة حرارة (298K) و pH=7، MR=4.

الجدول (3-25) قيم K_{ad} بتراكيز مختلفة لمحلول الكبريتات على سطح طبقات الخارصين /ألنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجة حرارة (298K) و (pH=7)، MR=4.

C_0 ppm	$K_{ad} \text{ min}^{-1} \times 10^{-2}$
5	1.773
10	1.750
15	1.681
20	1.635
25	1.612

5-2-3. تأثير درجة الحرارة في سرعة الامتزاز على سطح طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد (Zn/Al-LDH).

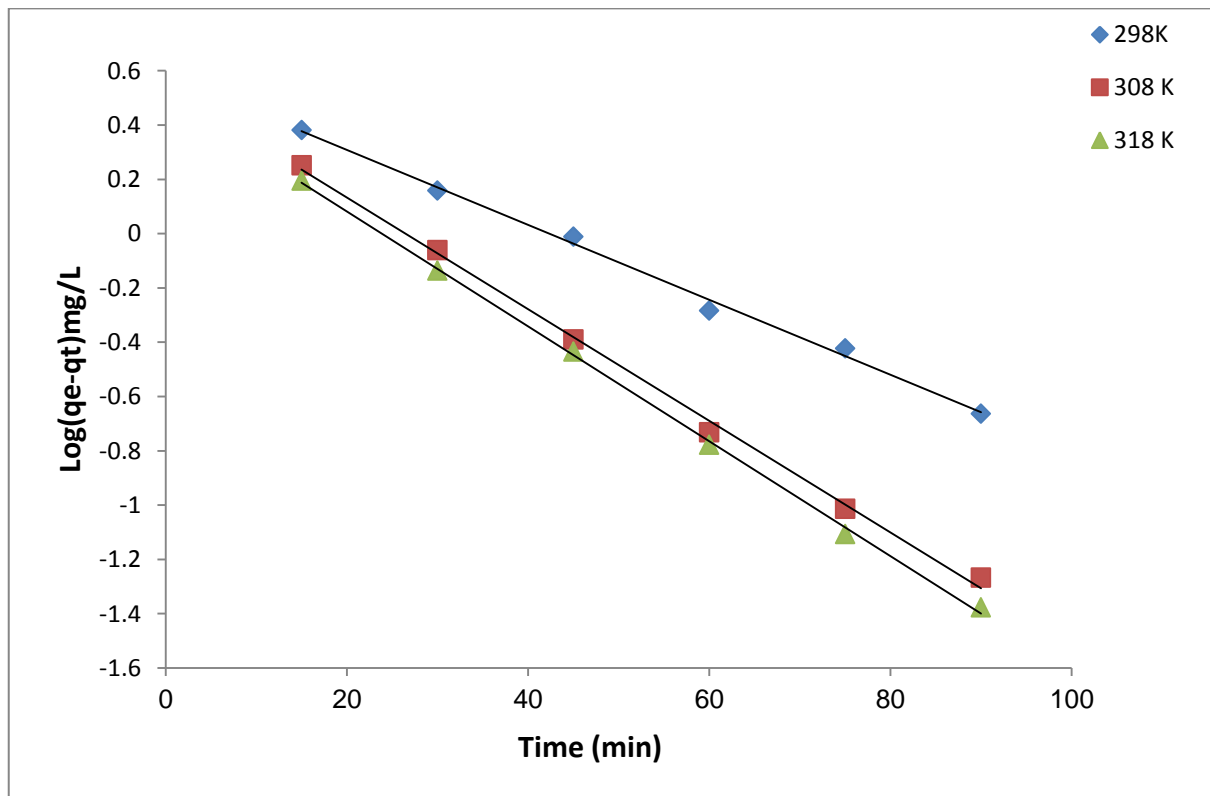
تم دراسة تأثير درجة الحرارة في حركية امتزاز نترات وكبريتات الصوديوم على سطح Zn/Al-LDH بدرجات حرارية مختلفة هي K(298,308,318) وعند الاوزان المحددة مسبقاً للسطح الماز (طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد) وعند تركيز محلول النترات والكبريتات (25ppm).

وبينت الجداول (26-3)، (28-3)، (30-3)، (32-3)، (34-3)، (36-3) تأثير درجة الحرارة في سرعة امتزاز نترات وكبريتات الصوديوم على سطح (Zn/Al-LDH)، وتوضح الجداول (27-3)، (29-3)، (31-3)، (33-3)، (35-3)، (37-3)، قيم K_{ad} من ميل المستقيمات باستعمال معادلة Lagergren التي تستند الى معادلة الرتبة الاولى الكاذبة لكل من النترات والكبريتات على التوالي ومن بيانات هذه الجداول تبين ان قيمة K_{ad} تزداد بزيادة درجات الحرارة لان بزيادة درجة الحرارة يؤدي الى زيادة معدل سرعة التفاعل وايضا عند زيادة انتشار المادة الممتزة في داخل المادة المازة⁽¹¹⁵⁾. وكما موضح في الاشكال (24-3)، (25-3)، (26-3)، (27-3)، (28-3)، (29-3) لكل من النترات و لكبريتات الصوديوم على التوالي

الجدول(26-3) تأثير درجة الحرارة في سرعة امتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318K)، MR =2.

Time (min)	298K			308K		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	15.378	2.411	0.382	17.256	1.787	0.252
30	16.445	1.444	0.159	18.176	0.867	-0.061
45	16.816	0.973	-0.011	18.636	0.407	-0.390
60	17.268	0.521	-0.283	18.858	0.185	-0.732
75	17.412	0.377	-0.423	18.946	0.097	-1.013
90	17.572	0.217	-0.663	18.989	0.054	-1.267
qe=17.789 (mg/L)				qe=19.043 (mg/L)		

Time (min)	318K		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	18.928	1.571	0.196
30	19.768	0.731	-0.136
45	20.131	0.368	-0.434
60	20.332	0.167	-0.777
75	20.421	0.078	-1.107
90	20.457	0.042	-1.376
qe=20.499 (mg/L)			



الشكل (24-3) مستقيمات Lagergren لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجات حرارة مختلفة، $MR=2$.

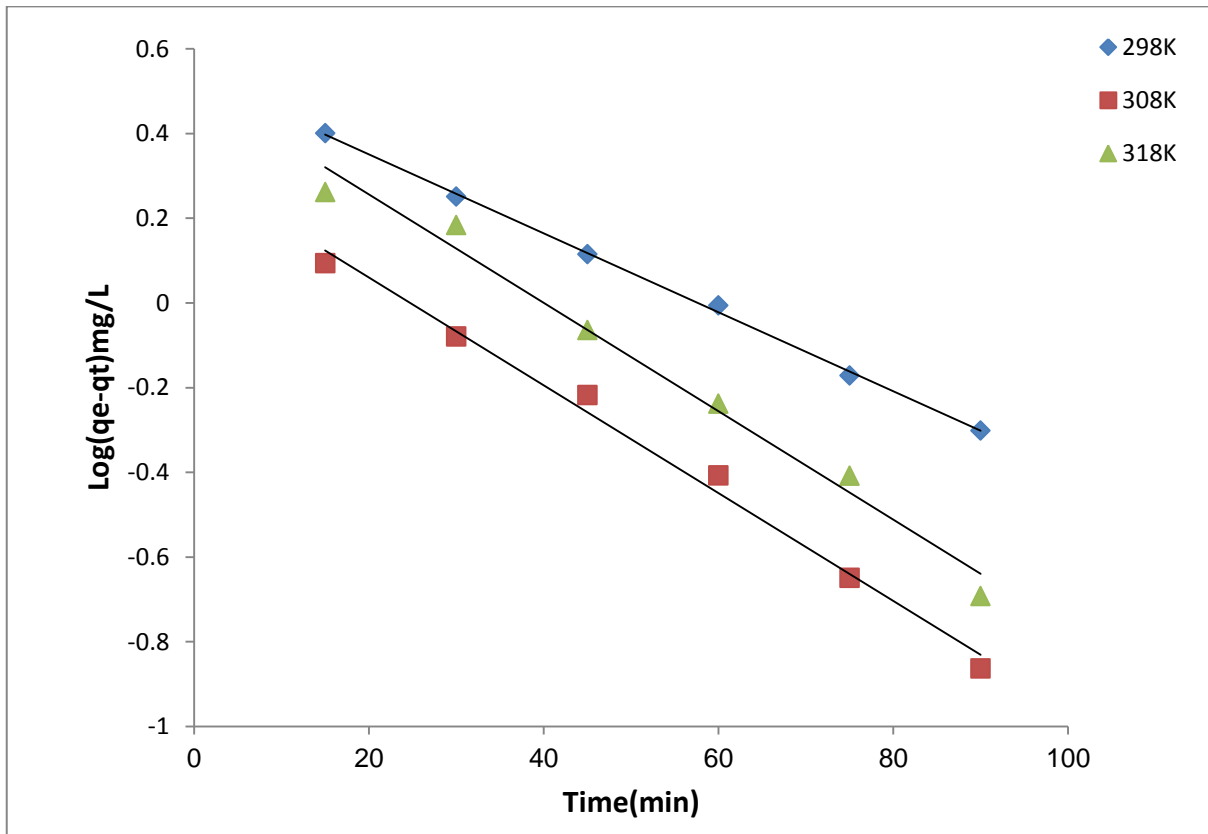
الجدول (27-3) يبين تأثير درجة الحرارة في قيم K_{ad} لنترات الصوديوم، $MR=2$.

Temperature(K)	$K_{ad} \text{ min}^{-1} \times 10^{-2}$
298	3.178
308	4.744
318	4.882

الجدول (28-3) تأثير درجة الحرارة في سرعة امتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318K) ، MR =3،

Time (min)	298K			308K		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	15.670	3.172	0.501	17.839	1.530	0.184
30	16.596	2.246	0.351	18.536	0.833	-0.079
45	17.198	1.644	0.215	18.763	0.606	-0.217
60	17.857	0.985	-0.006	18.978	0.391	-0.407
75	18.168	0.674	-0.171	19.145	0.224	-0.649
90	18.342	0.500	-0.301	19.232	0.137	-0.863
qe=18.842 (mg/L)				qe=19.369 (mg/L)		

Time (min)	318K		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	17.526	2.360	0.372
30	18.358	1.528	0.184
45	19.024	0.862	-0.064
60	19.309	0.577	-0.238
75	19.496	0.390	-0.408
90	19.683	0.203	-0.692
qe=19.886 (mg/L)			



الشكل (25-3) مستقيمات Lagergren لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجات حرارة مختلفة، MR=3.

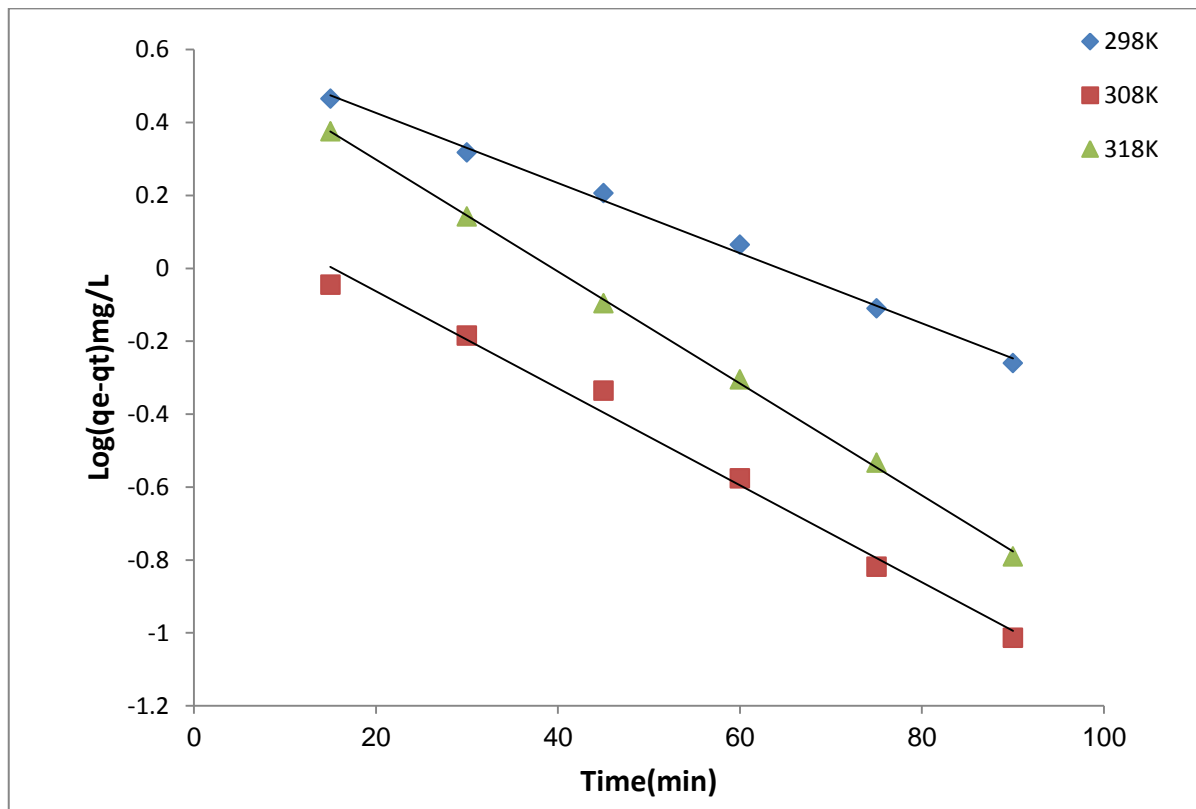
الجدول (29-3) يبين تأثير درجة الحرارة في قيم K_{ad} لنترات الصوديوم، MR=3.

Temperature(K)	$K_{ad} \text{ min}^{-1} \times 10^{-2}$
298	2.533
308	3.132
318	3.178

الجدول (30-3) تأثير درجة الحرارة في سرعة امتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318K) ، MR =4.

Time (min)	298K			308K		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	15.224	2.923	0.465	18.386	0.900	-0.045
30	16.067	2.080	0.318	18.632	0.654	-0.184
45	16.538	1.609	0.206	18.864	0.462	-0.335
60	16.983	1.164	0.065	19.021	0.265	-0.576
75	17.372	0.775	-0.110	19.134	0.152	-0.818
90	17.598	0.549	-0.260	19.189	0.097	-1.013
qe=18.147 (mg/L)				qe=19.286 (mg/L)		

Time (min)	318K		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	17.980	2.382	0.376
30	18.973	1.389	0.142
45	19.561	0.801	-0.096
60	19.867	0.495	-0.305
75	20.069	0.293	-0.533
90	20.200	0.162	-0.790
qe=20.362 (mg/L)			



الشكل (26-3) مستقيمات Lagergren لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجات حرارة مختلفة، MR=4.

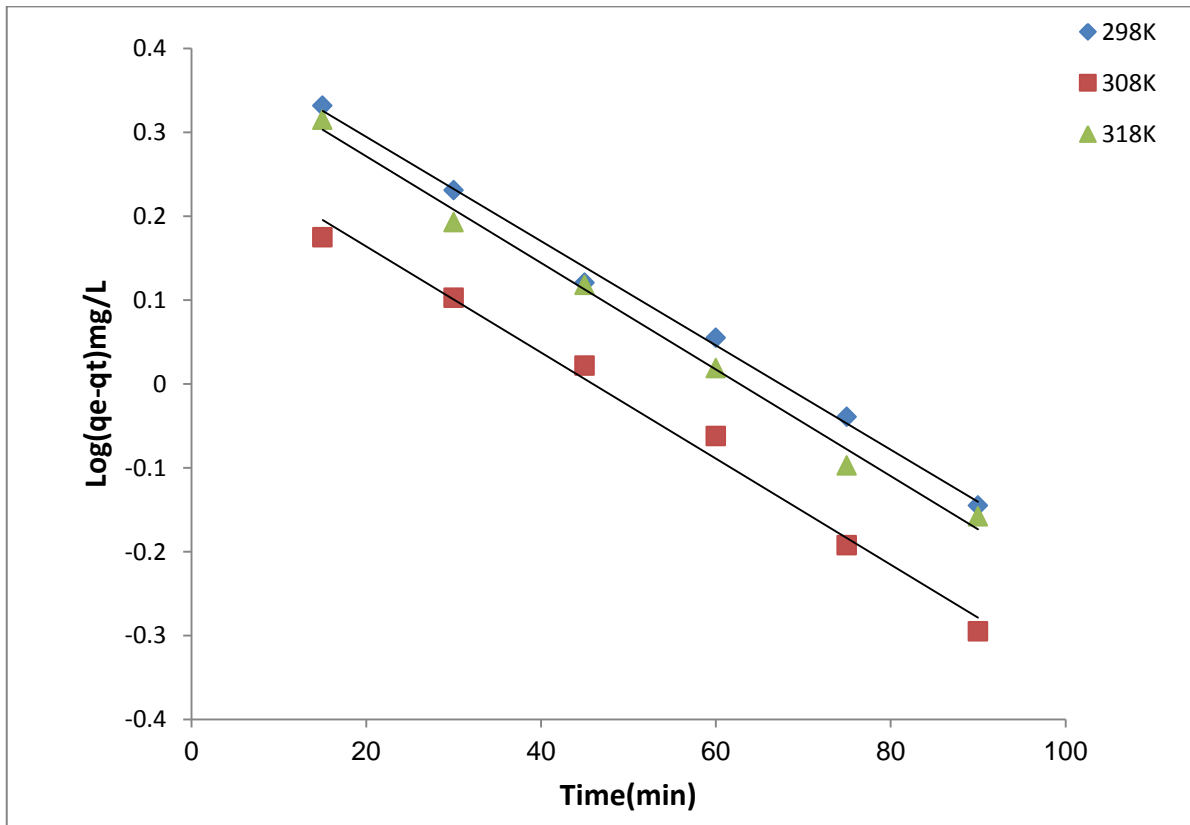
الجدول (31-3) يبين تأثير درجة الحرارة في قيم K_{ad} لنترات الصوديوم، MR=4.

Temperature(K)	$K_{ad} \text{ min}^{-1} \times 10^{-2}$
298	2.210
308	3.062
318	3.546

الجدول (32-3) تأثير درجة الحرارة في سرعة امتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318K) ، MR =2،

Time (min)	298K			308K		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	12.528	2.151	0.332	13.908	1.498	0.175
30	12.975	1.704	0.231	14.137	1.269	0.103
45	13.356	1.323	0.121	14.354	1.052	0.022
60	13.543	1.136	0.055	14.540	0.866	-0.062
75	13.766	0.913	-0.039	14.764	0.642	-0.192
90	13.964	0.715	-0.145	14.900	0.506	-0.295
qe=14.679 (mg/L)				qe=15.406 (mg/L)		

Time (min)	318K		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	14.438	2.067	0.315
30	14.945	1.560	0.193
45	15.192	1.313	0.118
60	15.458	1.047	0.019
75	15.707	0.798	-0.097
90	15.810	0.695	-0.158
qe=16.505 (mg/L)			



الشكل (27-3) مستقيمات Lagergren لامتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجات حرارة مختلفة، MR=2.

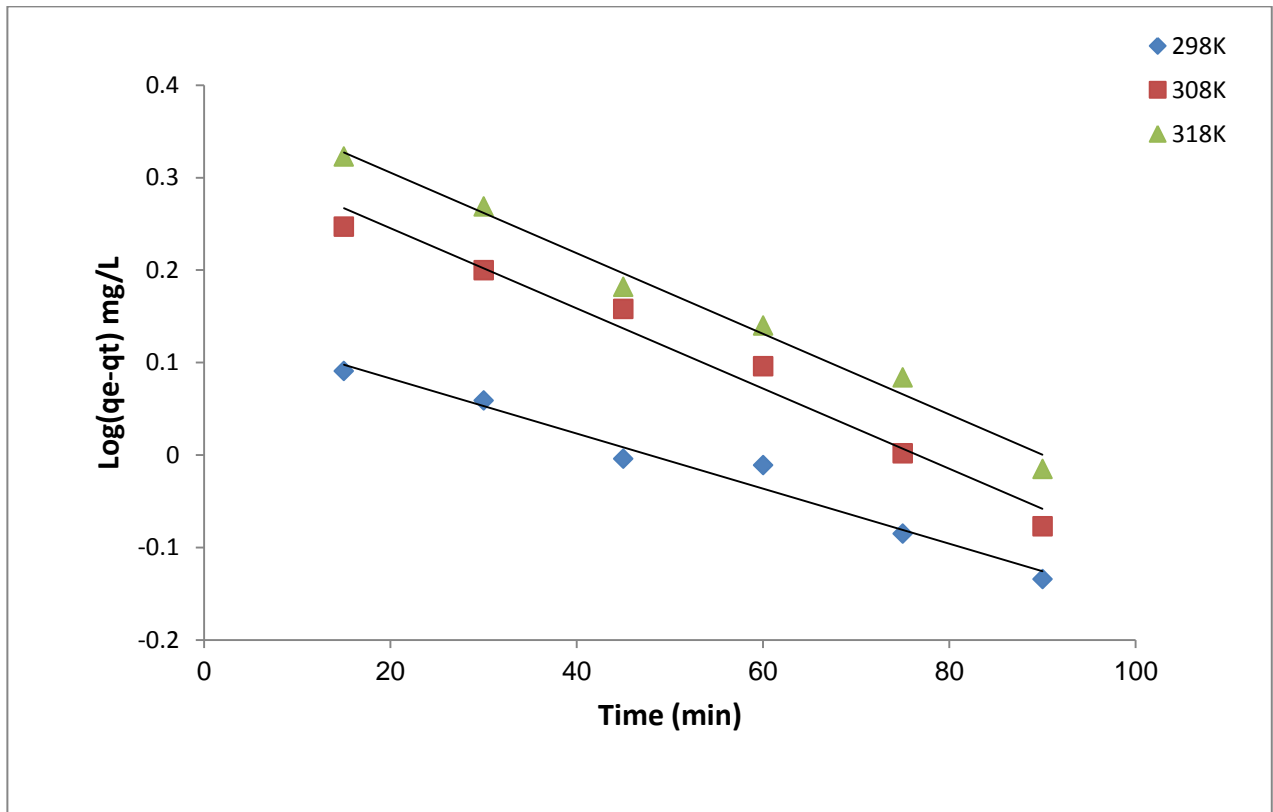
الجدول (33-3) يبين تأثير درجة الحرارة في قيم K_{ad} لكبريتات الصوديوم، MR=2.

Temperature(K)	$K_{ad} \text{ min}^{-1} \times 10^{-2}$
298	1.427
308	1.450
318	1.473

الجدول (34-3) تأثير درجة الحرارة في سرعة امتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318K)، $MR = 3$.

Time (min)	298K			308K		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	5.831	1.234	0.091	6.911	1.767	0.247
30	5.918	1.147	0.059	7.093	1.585	0.200
45	6.076	0.989	-0.004	6.236	1.442	0.158
60	6.091	0.974	-0.011	7.428	1.250	0.096
75	6.243	0.822	-0.085	7.672	1.006	0.002
90	6.332	0.733	-0.134	7.842	0.836	-0.077
qe=7.065 (mg/L)				qe=8.678 (mg/L)		

Time (min)	318K		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	7.539	2.107	0.323
30	7.786	1.860	0.269
45	8.125	1.521	0.182
60	8.264	1.382	0.140
75	8.431	1.215	0.084
90	8.682	0.964	-0.015
qe=9.646 (mg/L)			



الشكل (28-3) مستقيمات Lagergren لامتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجات حرارة مختلفة، MR=3.

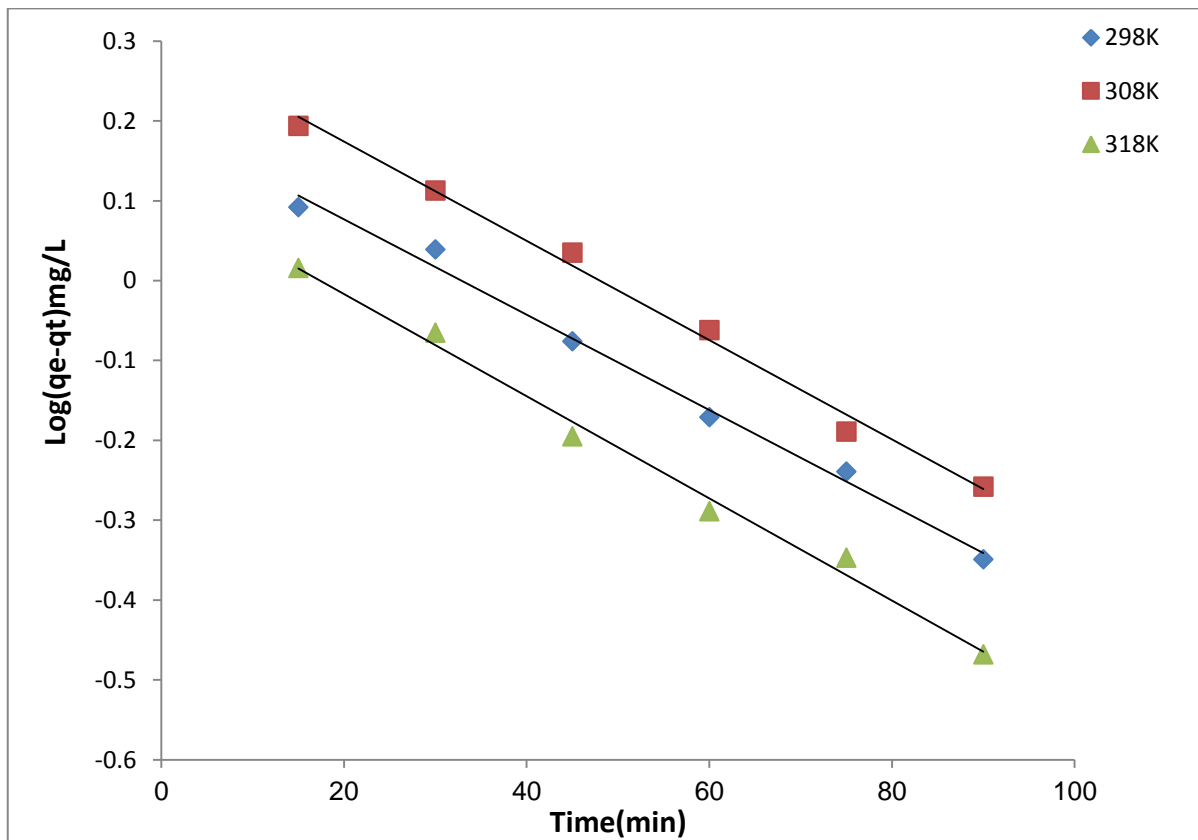
الجدول (35-3) يبين تأثير درجة الحرارة في قيم K_{ad} لكبريتات الصوديوم، MR=3.

Temperature(K)	$K_{ad} \text{ min}^{-1} \times 10^{-2}$
298	0.690
308	0.990
318	1.013

الجدول (36-3) تأثير درجة الحرارة في سرعة امتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /المنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318K) ، $MR = 4$.

Time (min)	298K			308K		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	9.893	1.237	0.092	10.468	1.565	0.194
30	10.035	1.095	0.039	10.735	1.298	0.113
45	10.292	0.838	-0.076	10.948	1.085	0.035
60	10.456	0.674	-0.171	11.168	0.865	-0.062
75	10.554	0.576	-0.239	11.387	0.646	-0.189
90	10.683	0.447	-0.349	11.482	0.551	-0.258
qe=11.130 (mg/L)				qe=12.033 (mg/L)		

Time (min)	318K		
	qt(mg/L)	(qe-qt)	Log(qe-qt)
15	11.575	1.038	0.016
30	11.753	0.860	-0.065
45	11.975	0.638	-0.195
60	12.100	0.513	-0.289
75	12.164	0.449	-0.347
90	12.273	0.340	-0.468
qe=12.613 (mg/L)			



الشكل (29-3) مستقيمات Lagergren لامتزاز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد بدرجات حرارة مختلفة، MR=4.

الجدول (37-3) يبين تأثير درجة الحرارة في قيم K_{ad} لكبريتات الصوديوم، MR=4.

Temperature(K)	$K_{ad} \text{ min}^{-1} \times 10^{-2}$
298	1.381
308	1.427
318	1.473

6-2-3 . حساب طاقة التنشيط :-

تم تعيين طاقة التنشيط لامتماز نترات وكبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد بالاعتماد على معادلة أرينيوس (Arrheniu Equation) وعينت قيم K_{ad} في ثلاث درجات حرارية مختلفة ومعادلة أرينيوس⁽¹¹⁶⁾ هي:

$$K_{ad} = A \exp^{(-E_a/RT)} \dots\dots\dots(3-3)$$

ويمثل:

K_{ad} : ثابت معدل الامتماز ووحداته (min^{-1}).

A : ثابت السالب الاسي Pre-exponential Factor .

E_a : طاقة التنشيط.

R : ثابت الغازات وقيمته ($8.314 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$).

T : درجة الحرارة (K).

وعند أخذ اللوغاريتم للمعادلة اعلاه نحصل على:

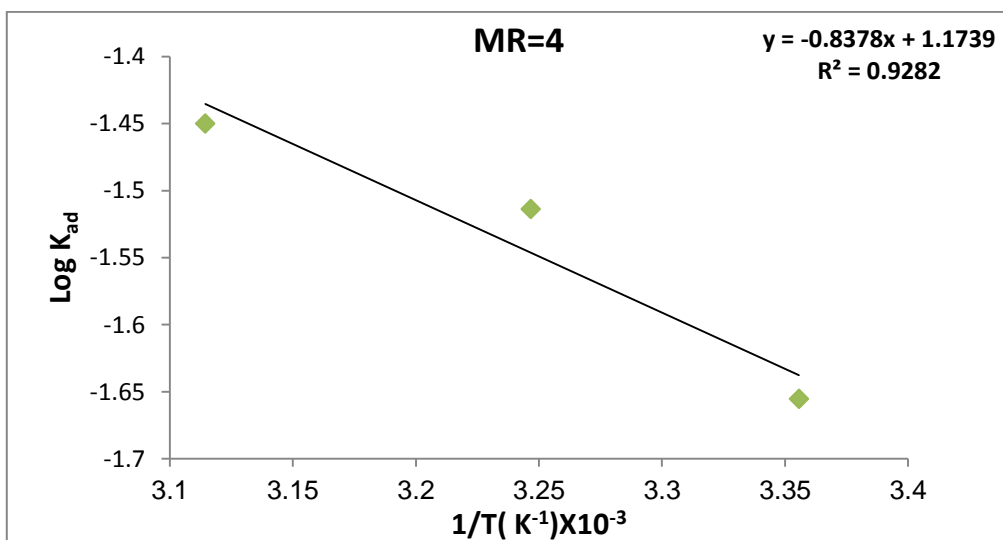
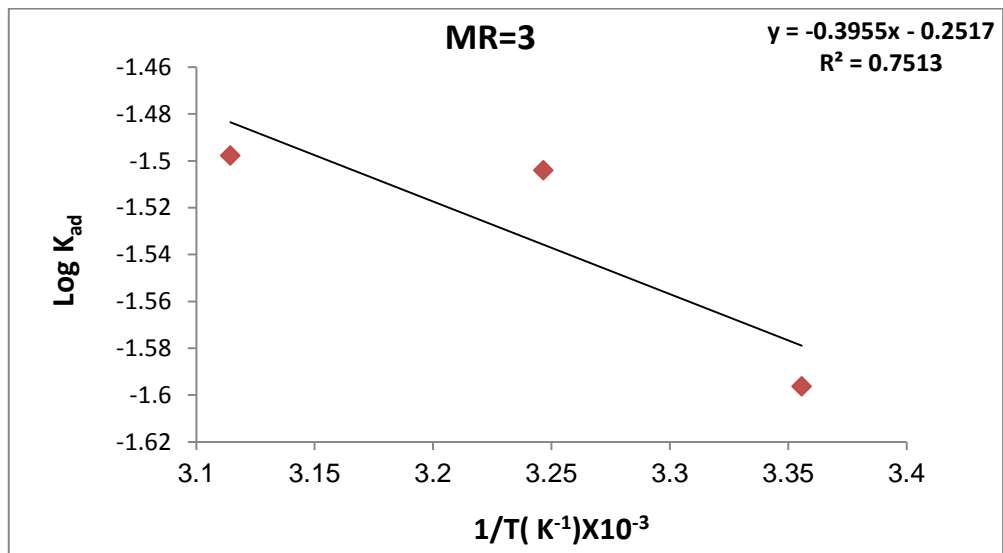
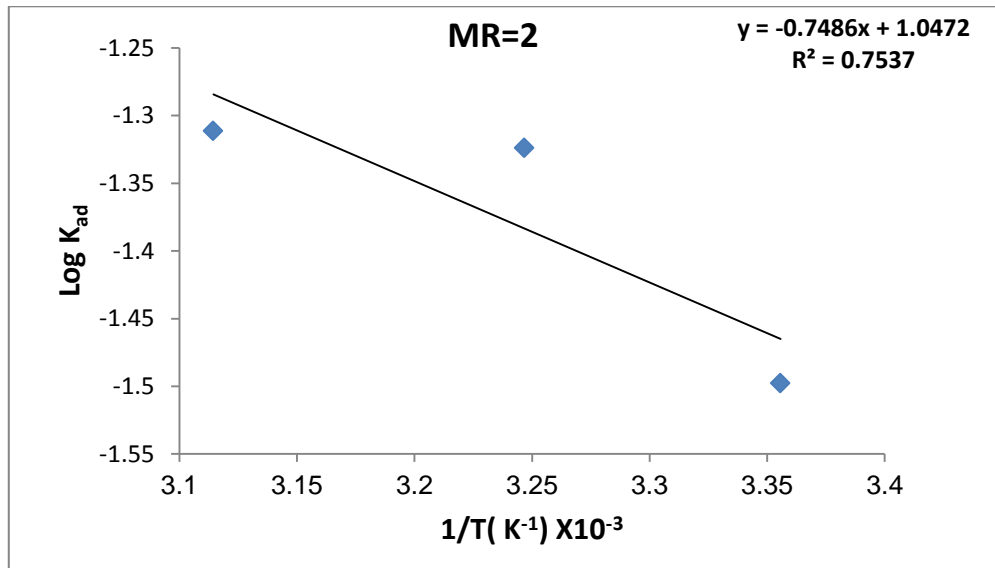
$$\text{Log } K_{ad} = \text{Log } A - (E_a/2.303RT) \dots\dots\dots(4-3)$$

ومن المعادلة (4-3) عينت طاقة التنشيط بالاعتماد على معادلة أرينيوس ومن خلال رسم قيم لوغاريتم K_{ad} مقابل مقلوب درجة الحرارة المطلقة ($1/T$) حيث نحصل على خط مستقيم قيمة الميل فيه تساوي ($-E_a/2.303R$). ومن قيمة هذا الميل نحصل على طاقة التنشيط كما موضح في الشكل (30-3)، (31-3) ، لكل من النترات والكبريتات على التوالي.

Slope = $-E_a/2.303R$ و الميل يساوي:

الجدول (38-3) قيم ثابت معدل سرعة الامتماز لنترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318K) .

MR	Temperature(K)	$1/T(\text{K}^{-1}) \times 10^{-3}$	$K_{ad} (\text{min}^{-1}) \times 10^{-2}$	Log K_{ad}
2	298	3.355	3.178	-1.497
	308	3.246	4.744	-1.323
	318	3.144	4.882	-1.311
3	298	3.355	2.533	-1.596
	308	3.246	3.132	-1.504
	318	3.144	3.178	-1.497
4	298	3.355	2.210	-1.655
	308	3.246	3.062	-1.513
	318	3.144	3.546	-1.450



الشكل (30-3) تأثير درجة الحرارة في قيم K_{ad} لنترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد للنسب المولية 2,3,4 . MR=2,3,4

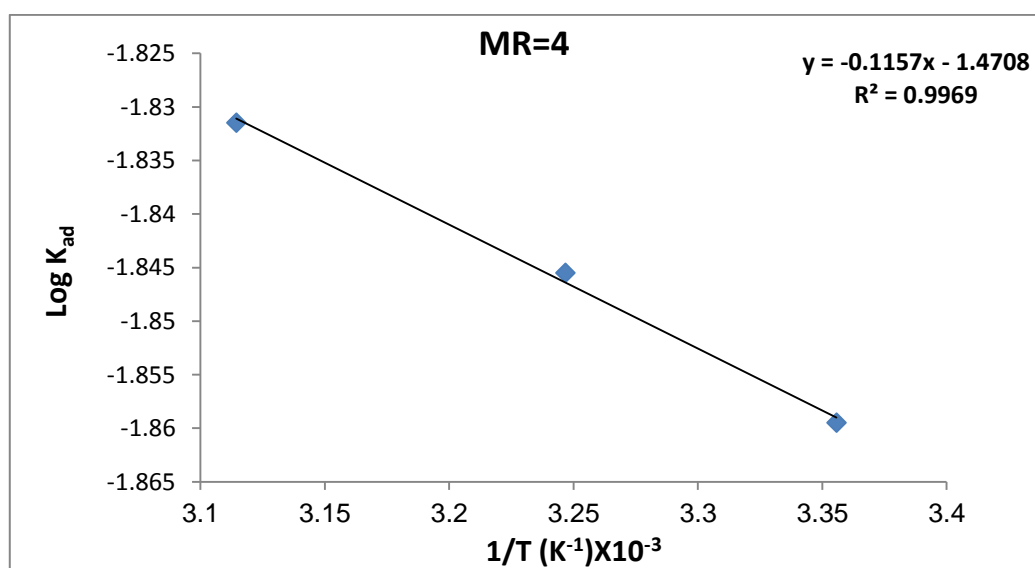
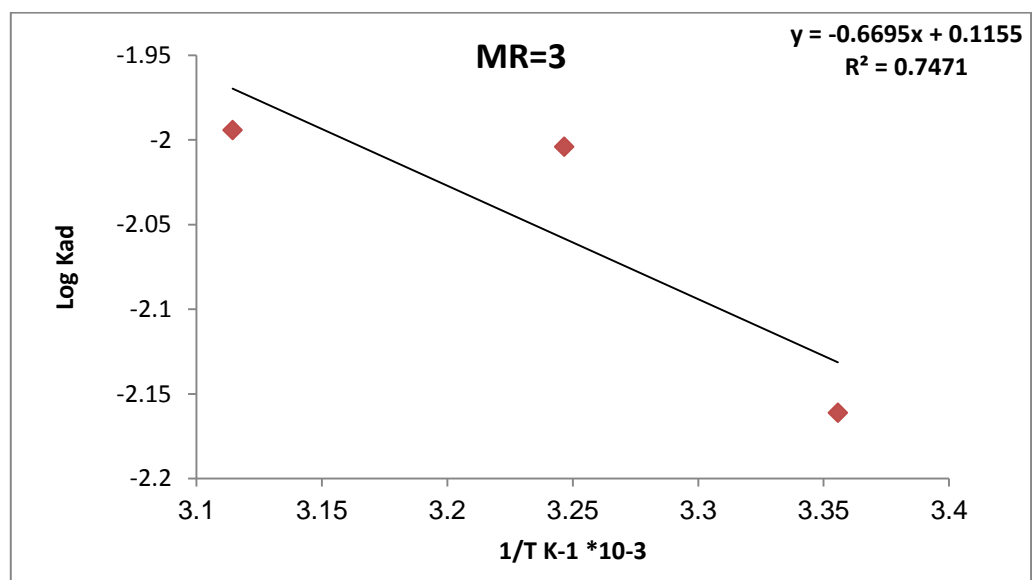
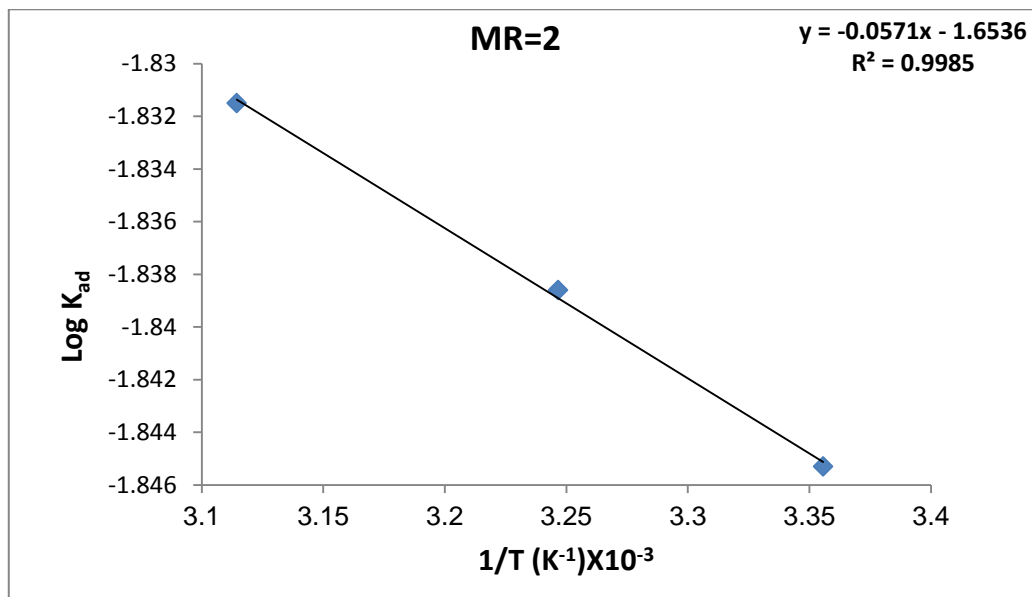
وكانت قيم طاقة التنشيط لمركب لنترات الصوديوم.

الجدول (39-3) يبين قيم طاقة التنشيط لمركب نترات الصوديوم ضمن المدى الحراري (298-319K) .

MR	Ea (J.mol ⁻¹)
2	14.333
3	7.572
4	16.041

الجدول (40-3) قيم ثابت معدل سرعة الامتزاز لكبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318K) .

MR	Temperature(K)	1/T(K ⁻¹)× 10 ⁻³	K _{ad} (min ⁻¹)× 10 ⁻²	Log K _{ad}
2	298	3.355	1.427	-1.845
	308	3.246	1.450	-1.838
	318	3.144	1.473	-1.831
3	298	3.355	0.690	-2.161
	308	3.246	0.990	-2.004
	318	3.144	1.013	-1.994
4	298	3.355	1.381	-1.859
	308	3.246	1.427	-1.845
	318	3.144	1.473	-1.831



الشكل (31-3) تأثير درجة الحرارة في قيم K_{ad} لكبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/المنيوم ثنائية الهيدروكسيد للنسب المولية 2,3,4. MR=2,3,4.

وكانت طاقة التنشيط لمركب كبريتات الصوديوم .

الجدول (41-3) يبين قيم طاقة التنشيط لمركب كبريتات الصوديوم ضمن المدى الحراري (298-318K) .

MR	Ea (J.mol ⁻¹)
2	1.093
3	12.819
4	2.215

7-2-3 . حساب قيم الدينامية الحرارية $\Delta S, \Delta G, \Delta H$.

تم حساب قيم الدينامية الحرارية المتمثلة بقيم $\Delta S, \Delta G, \Delta H$ حيث تم حساب قيمة ΔH من خلال رسم العلاقة بين (Log Xm) مقابل مقلوب درجة الحرارة (1/T) والموضحة قيمتها في الجداول (42-3)، (44-3) لكل من النترات والكبريتات على التوالي ،بالاعتماد على معادلة Vant-Hoff-Arrhenius Equation⁽¹¹⁵⁾ :

$$\text{Log Xm} = (- \Delta H / 2.303RT) + \text{Cons.} \dots\dots\dots(5-3)$$

يمثل:-

Log Xm : لوغاريتم أعظم كمية ممتزة (mg/g).

R: الثابت العام للغازات.

T : درجة الحرارة (K).

Cons. : ثابت معادلة فانن هوف.

وتم الحصول على علاقة خطية ومن ميل هذه العلاقة كما في الاشكال (30-3)،(31-3) تم حساب قيمة ΔH ،و الميل يساوي :

$$\text{Slope} = -\Delta H / 2.303R$$

وحسبت قيمة التغير بالطاقة الحرة (ΔG) من المعادلة الاتية⁽²⁵⁾:

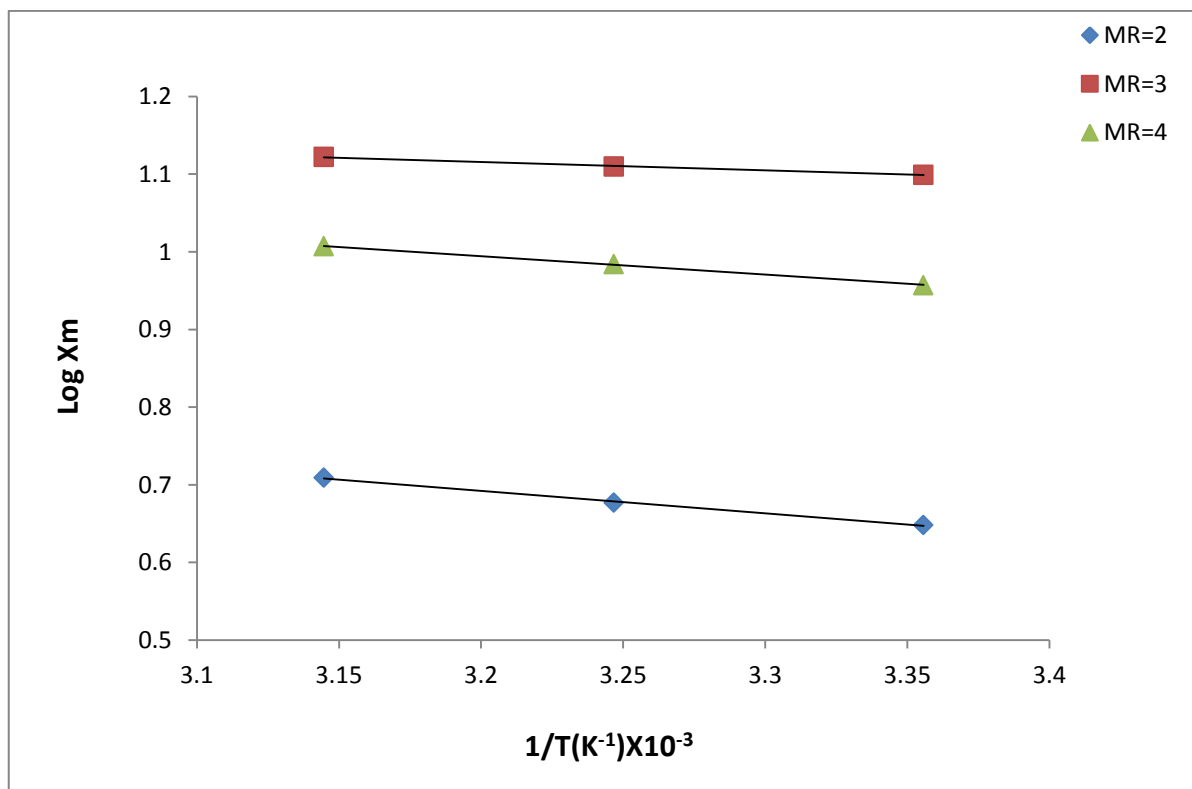
$$\Delta G = - R T \text{Ln} (Q_e/C_e) \dots\dots\dots(6-3)$$

وعند تطبيق معادلة جيبس⁽²⁰⁾⁽²¹⁾ يتم الحصول على قيم التغير بالانتروبي (ΔS) المدونة قيمتها بالجدول (43-3) و(45-3) لمركب النترات والكبريتات على التوالي والمعادلة هي:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \dots\dots\dots(7-3)$$

الجدول (3-42) يبين قيم $\text{Log } X_m, 1/T$ لمركب نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318 K).

T(K)	$1/T(K^{-1}) \times 10^{-3}$	Log X_m		
		MR=2	MR=3	MR=4
298	3.355	0.648	1.099	0.957
308	3.246	0.677	1.110	0.984
318	3.144	0.709	1.122	1.007



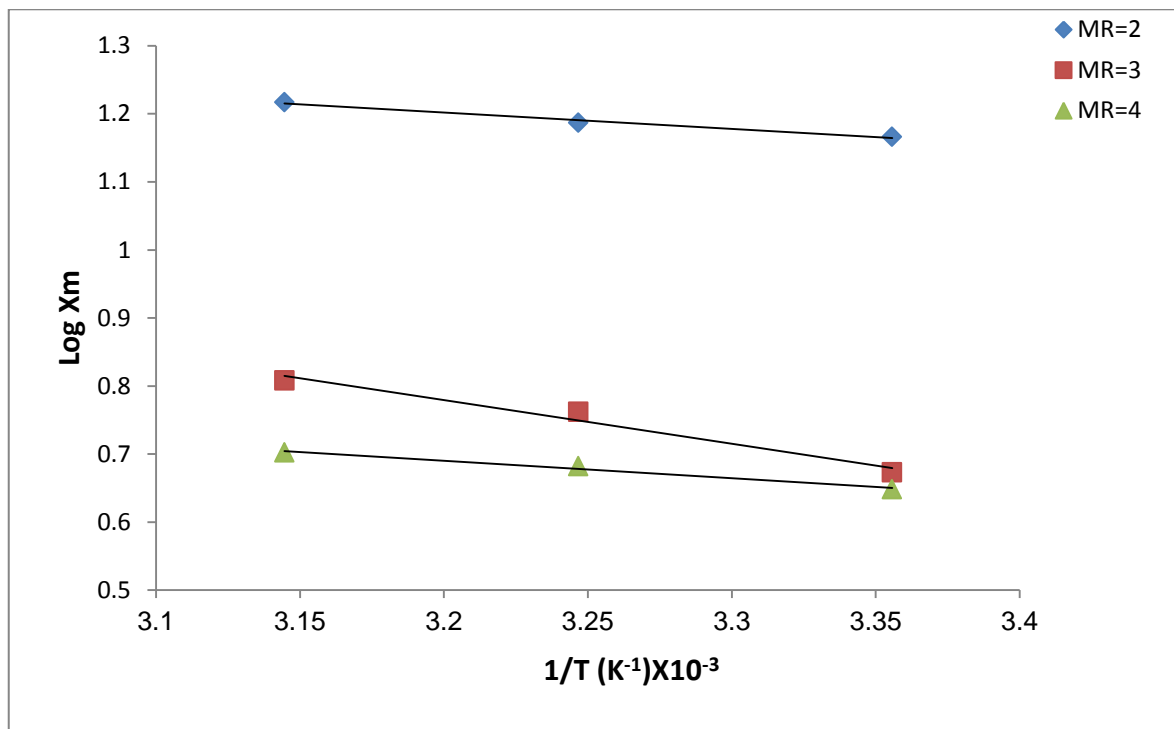
الشكل (3-32) يبين العلاقة بين $\text{Log } X_m$ ومقلوب درجة الحرارة لامتزاز نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد.

الجدول (43-3) يبين قيم (ΔS_{ad} ، ΔG_{ad} ، ΔH_{ad}) لمركب نترات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد عند درجة حرارة 298K .

MR=2			
T(K)	ΔH_{ad} (J/mol)	ΔG_{ad} (J/mol)	ΔS_{ad} (J/mol. K)
298	5553.2	1197.5	14.616
308		574.3	16.165
318		-342.6	18.540
MR=3			
T(K)	ΔH_{ad} (J/mol)	ΔG_{ad} (J/mol)	ΔS_{ad} (J/mol. K)
298	2094.1	-1766.0	12.953
308		-2124.8	13.697
318		-2518.2	14.504
MR=4			
T(K)	ΔH_{ad} (J/mol)	ΔG_{ad} (J/mol)	ΔS_{ad} (J/mol. K)
298	4561.2	-695.2	17.638
308		-1340.0	19.159
318		-2078.5	7.807

الجدول (44-3) يبين قيم $1/T$ ، $\text{Log } X_m$ لمركب كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد ضمن المدى الحراري التجريبي (298-318 K).

T(K)	$1/T(K^{-1}) \times 10^{-3}$	Log X_m		
		MR=2	MR=3	MR=4
298	3.355	1.166	0.673	0.648
308	3.246	1.187	0.762	0.682
318	3.144	1.217	0.808	0.702



الشكل (33-3) يبين العلاقة بين $\text{Log } X_m$ ومقلوب درجة الحرارة لامتماز كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين /أللمنيوم ثنائية الهيدروكسيد.

الجدول (3-45) يبين قيم (ΔS_{ad} ، ΔG_{ad} ، ΔH_{ad}) لمركب كبريتات الصوديوم على سطح طبقات الخارصين/أللمنيوم ثنائية الهيدروكسيد عند درجة حرارة 298K .

MR=2			
T(K)	ΔH_{ad} (J/mol)	ΔG_{ad} (J/mol)	ΔS_{ad} (J/mol. K)
298	4633.4	-3523.6	27.372
308		-1212.7	18.980
318		-1014.9	17.761
MR=3			
T(K)	ΔH_{ad} (J/mol)	ΔG_{ad} (J/mol)	ΔS_{ad} (J/mol. K)
298	12361.7	3312.5	30.366
308		2655.9	31.510
318		2301.2	31.636
MR=4			
T(K)	ΔH_{ad} (J/mol)	ΔG_{ad} (J/mol)	ΔS_{ad} (J/mol. K)
298	4940.1	2815.2	7.130
308		2537.6	7.800
318		2374.7	8.067

إن قيم (ΔH) الموجبة تشير الى أن الامتزاز على سطح طبقات الخارصين /ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد عملية ماصة للحرارة (Endothermic) كما تشير الى ازدياد الفعل المتبادل بين الجزيئات الممتزة والسطح مع ازدياد درجة الحرارة ⁽¹¹⁷⁾.

وتشير قيم (ΔG) السالبة الى ان الامتزاز على سطح طبقات الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد تلقائي (Spontaneous) ضمن الظروف التجريبية كما مبين في الدراسات السابقة⁽⁹⁴⁾، أما قيم (ΔG) الموجبة تشير الى أن عملية الامتزاز غير تلقائي (Non-Spontaneous).

ان قيم (ΔS) الموجبة تشير الى ان الجزيئات الممتزة تكون أقل انتظاماً من هيئتها في المحلول عند حصول عمليتي الامتصاص (Absorption) والامتزاز (Adsorption) معاً ⁽¹¹⁷⁾.

الفصل الرابع

الاستنتاجات والتوصيات

Conclusion

1-4 . الاستنتاجات :

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها امكانية استعمال طبقات ثنائية الهيدروكسيد لإزالة النترات والكبريتات من الماء.

1. في هذه الدراسة تبين إن ايزوثيرمات الامتزاز لمركبات النترات و الكبريتات على سطح طبقات الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد مشابه لنوع (S₃,S₂) وفقاً لتصنيف (Giles) أي بمعنى ان الامتزاز يتبع معادلة فرندلش.

2. أن تفاعل الامتزاز لمركبات النترات و الكبريتات على طبقات الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد هو تفاعل ماص للحرارة (Endothermic).

3. كذلك بينت دراسة تأثير الدالة الحامضية في امتزاز مركبات النترات و الكبريتات على سطح طبقات الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد أن الامتزاز يزداد عندما يكون الوسط حامضي pH=2,4، ويقل عند الوسط المتعادل pH=7، ويقل الامتزاز أكثر في الوسط القاعدي pH=9,12.

4. درست أيضاً حركية امتزاز مركبات النترات و الكبريتات على سطح طبقات الخارصين/ألمنيوم ثنائية الهيدروكسيد حيث وجد أن قيمة ثابت معدل الامتزاز (K_{ad}) لكل من النترات و الكبريتات باختلاف النسب المولية أنه يزداد بانخفاض التركيز الابتدائي ويزداد بارتفاع درجة الحرارة تبعاً لزيادة سرعة التفاعل عند زيادة درجة الحرارة.

5. قيم طاقة التنشيط Ea تزداد بزيادة تركيز المادة الممتزة عند الاتزان (q_e) ، و زيادة التركيز عند الاتزان (q_e) لكل نسبة مولية عند امتزاز نترات الصوديوم حسب الترتيب الاتي:

$$MR=4>2>3$$

لذلك كان ترتيب النسب المولية حسب زيادة طاقة التنشيط حسب الترتيب الاتي:

$$MR=4>2>3$$

أما بالنسبة لامتزاز كبريتات الصوديوم فكان زيادة التركيز عند الاتزان (q_e) لكل نسبة مولية حسب الترتيب الاتي:

$$MR=3>4>2$$

فكان ترتيب النسب المولية حسب الزيادة بطاقة التنشيط حسب الترتيب الاتي:

$$MR=3>4>2$$

6. وعند معاملة بيانات حركية الامتزاز وفق معادلة Lagergren، أن امتزاز مركبات النترات و الكبريتات يتبع تفاعلات الرتبة الاولى الكاذبة.

7. قيم الدوال الترموديناميكية (ΔS_{ad} ، ΔG_{ad} ، ΔH_{ad}) لكل من النترات NO_3^- و الكبريتات SO_4^{2-} ووضحت نتائج (ΔH_{ad}) بأن جميع التفاعلات ماصة للحرارة.

وبينت نتائج قيم ΔG_{ad} السالبة بأن تفاعلات الامتزاز تلقائية أما الموجبة تشير الى أن عملية الامتزاز كانت غير تلقائية ، وأما قيم ΔS_{ad} يمكن الاستدلال منها على مدى عشوائية عملية الامتزاز او انتظامها على السطح فأكثرها قيم موجبة اقل انتظاماً.

Recommendation

2-4. التوصيات

1. من المفيد إجراء دراسات واسعة حول طرق تحضير المركبات النانوية المستخدمة نظراً لزيادة مستوى التلوث بالمواد الكيميائية ، وذلك لقدرتها على احتجاز الملوثات اللاعضوية الأخرى مثل ايونات الفوسفات والكلوريدات التي تكون موجودة في المياه السطحية والمياه الجوفية قبل أن تؤثر على حياة الانسان.

2. بالإمكان استخدام هذه المركبات النانوية في عدة مجالات أخرى منها في مجال الزراعة حيث تعمل على احتجاز المواد الملوثة للتربة بين طبقاتها ومن ثم السيطرة على تحريرها . وكذلك في مجال الطب حيث تعمل ايضاً على احتجاز العقار الطبي وتقوم بتوجيهه نحو الاماكن المتضررة في جسم الانسان وتعمل على السيطرة في تحرير العقار الطبي بصورة تدريجية وبطيئة ومن دون أن تسبب أي خطر على صحة الانسان .

3. يمكن ايضاً استخدام الطبقات ثنائية الهيدروكسيد كمبادلات ايونية سالبة وكمحفزات ومانعات للتآكل.

4. المياه الخارجة من الوحدات الصناعية تحتوي على مواد عضوية وايضا لاعضوية لذلك فإن دراسة حركية امتزاز المواد العضوية على مثل هذه السطوح يكون ذات أهمية واسعة في مجالات تنقية المياه.

المحكمة

1. السعدي ، حسين علي ، ونجم قمر الدهان ، وليث عبد الجليل الحصان ، (علم البيئة المائية) ، جامعة البصرة ، دار الحكمة ،(1988).
2. Dix .H.M., "Environmental Pollution" ,1st Ed, Wiley ,New York (1979).
- 3.Goel.P.K., " Water Pollution : Causes, Effects and Control", New Age International , p.2,(2006).
4. Agarwal. S.K, " Water Pollution ", APH Publishing corporation , New Delhi, p.16,(2005).
- 5.Sharma. B.K., "Environmental Chemistry", Krishna Prakashan Media, Goel Publishing house , Meerut, First edition, p.38,(1994).
6. Gareth .M. E. and Judith .C.F.," Environmental Biotechnology Theory and Application", John Wiley & Sons, Second edition ,p.70 ,(2011).
7. Gary .S.M., "Living with the Earth : Concepts in Environmental Health Science", CRC press ,Third edition , p.376,(2007).
8. Rita .C.," Hand book Elemental Speciation ,II Sepsis in the Environment", Food ,Medicine and Occupational Health, Medical ,John Wiley and Sons,(2005).
- 9.Fujishima. A., and Maeda X.J.," Electro Chemistry", Soc .Vol.128, p.1731,(1982).
10. Christensen .H., and Corfitzen .H.,J.," Physical Chemistry ", Vol.869,p.1588,(1982).
11. Peyton. G.R., and Glnze. W.H.," Environmental Sci.", Technol.,Vol. 22(7),p.761,(1988).
12. Digiano .F.A., and Kong. E.J.,"J. Amr. Waste Water Assoc." , (JAWWA),Vol.38(5), p.312,(1986).
- 13.Frimmel F. H., "Water Chemistry at the EBI", Anuual Report of the Water Chemistry Division , Engler- Bunte –Institute ,p.1-115,(2000).
- 14 . وريف توفيق اليازجي، "دراسة في معالجة المياه باستخدام مبادلات ايونية ومصافي جزئية مصنعة من مواد اولية محلية وعربية ودراسة خواصها السطحية"، اطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة دمشق،(2010).

15. Banat K.M., "principle of Clay Mineralogy ", University of Baghdad Press, Baghdad (1980).
16. Hanny N.B., " Treatise on Solid State Chemistry ", Surface II , Vol.68,p.14,(1976).
17. د. كوركيس ال آدم، "الكيمياء الصناعية " جامعة الموصل , ص145، (1985)
18. Ponec .V., and Knor.Z., Cernys , "Adsorption on Solides", Ist Ed, ButterWorths, London ,(1974).
19. Adamson,A.W., "Phisical Chemistry of Surfaces" ,Wiley ,New York,(2001).
20. Dancan .J. Shaw, BSC," Introduction to colloid and Surface Chemistry " ,3rd Ed,(1980).
21. جلال محمد صالح ، " كيمياء السطح والعوامل المساعدة" ، الطبعة الأولى ، جامعة بغداد ، ص36-25-13-68،(1980).
22. Scott R.P.W., "Mechanism of Solution retention in Chromatography .In High Pefromance Liquid Chromatography", Brown, P.R., Hartwick, R.A., Wily , NewYork ,(1989).
23. Scik .J.O., and Cooper I.L.," Adsorption " , John Wiley and Sons , NewYourk,15,(1982).
24. Erdener .K., etal ,Turk .J., "Chemistry",22,pp.227-236,(1998).
25. Panday .K.K., Gup. Prasad and Singh .V.N.," Water Res.",19(7),pp.869-873,(1985).
26. Adamson A.W.," Physical Chemistry of Surfaces",3rd Ed, Wiley Inter Science, (1976).
27. Hayward D.O., and Trapnell. B.M.,"Chmisorption", 3rd Ed, Butter Worths , (1964).
28. Tompkins F.C., "Chmisorption of gases on metals", Academic press,91978).
29. Yong D.M., and Crowell A.D., "Physical Adsorption of gases", Butter Worths,(1962).
30. Gregg S.J., and Sing K.S.W., "The adsorption of gases on Porous Solids", in refrence 9:9,231,-359,(1976).

31. Pirotti. R.A .,and Thomas .H.E., "Physical Adsorption ,The Introduction Gasses with Solid ", John Wiley and Sons, New Yourk ,(1971).
32. Atiknes P.W., "Physical Chemistry", Fourth Edition ,Oxford university press,(1994).
33. Adamson A.W.," Physical Chemistry of Surfaces",4th Ed ,John Wiley and Sons, New Yourk ,(1982).
34. Abodo.M, Nosier. S.,Eltawily .Y., Fadt .S., and Elkhairy .M.,"J. Environmental Science and Eng., and Toxic and Hazardous Substance Control",32,1159,(1997).
35. Maron .S.H.,J.B. Landon," Fundamentals of Physical Chemistry ", Macmillan Plishing Co., London,(1974).
36. Doming M., Fernandez .I., and Morals .F.G.,"J. Chromatog ,29,14,(1984).
37. Douglas M., Ruthven ," Principles of Adsorption and Adsorption Process", John Wiley and Sons,Inc.,p.7,(1984).
38. Mcbain J.W., "The sorption of gases and Vapours by Solids", Rouledge, London, Chapter 5,(1932).
39. Chatterjee S, Lee DS, Lee MW, Woo SH., "Nitrate Removal from aqueous Solutions by cross-linked Chitosan beads conditioned with Sodium bisulfate", J. Hazard Mater ,166(1),pp.508-13,(2009).
40. الجبوري ، زينب نايف محمد ، " دراسة امتزاز بعض المركبات العضوية على سطوح الصخور السلينية" ،رسالة ماجستير ، كلية التربية للبنات ، جامعة الكوفة ،(2001).
41. الخفاجي ، سنى عدنان حبيب ، " دراسة حركيات امتزاز مركبات الفينول على مسحوق الصخور السلينية" ،رسالة ماجستير ، كلية التربية للبنات ، جامعة الكوفة ، (2000).
42. Laurier L.S., "Surfctants: Fundamentals and application in the petroleum industry ", Cambridge university press, p.5 ,(2000).
43. Brunauer S., Emmett P. H., and Teller J.,Amer.Chem.Sco.,66,309,(1938).
44. Brunauer S.," The Adsorption of gases and Vapours", Vol.1, Princeton university press ,Princeton,(1974).
45. Oscik J., and Cooper I.L., "Adsorption", John Willy and Sons, New York , p.33,(1982).

46. Langmuir I.,J.Amer .The Adsorption of Gases on Plane Surfaces of Glass Mica and Platinum," Chemical Soc.,40,1361,(1918).
47. حسين، د. فلاح حسن ، د. علي عبد الحسين سعيد ،"الدينامية الحرارية للسوائل والمحاليل ، جامعة القادسية ،ص 143 ،(1993).
48. Metcalf and Eddy, "Waste water Engineering " 3rd Ed ,317,(1991).
49. Krenzer H.J., and Gorel Z .W., "Physisorption Kinetics", Springer Verlay , Berlin,p.12,(1986).
50. Lagergren S., (1898) Bilk. Svenska Ventensk apsaked Han 1.24 as cited by G.S. Gnpta ,G. prason and V.N. Singh. "Water Res.", 24,p.45-50,(1990).
- 51.Singh A.K., Singh D.S., Pandey K.K., and Singh V.N.," Wollastonite as Adsorption of Removal Fe (II) from Water"J. Chemistry Technology, Biotechnol., 42,39, (1988).
52. Francois T., Brian G. T., Victor L., and Kan W., "Mesoporous Silica Nano particles Deliver DNA and Chemicals into Plants", Nature Nanotechnology , 2,p.295,(2007).
- 53.Ramsden J.J.," What is Nanotechnology ?" Nanotechnology Perceptions,1,p.3,(2005).
- 54.Feynman R., "There plenty of Room at the Bottom ", Pasadena,29, December,(1959).
- 55.Taniguchi N.," On the basic Concept of Nanotechnology ",Proc., Int.,Conf., Proc., Engng Tokyo, Part II ,Jap. Soc.,Precision Engng,(1974).
56. محمد صبحي المعمار ، " ثقافة تكنولوجيا النانو " ، مؤسسة الوحدة للصحافة والطباعة والنشر (دمشق- سوريا)،27 تموز ،(2010).
57. Eric K.D.," Engines of Creation the coming Era of Nanotechnology", Anchor Book,(1986).
58. محمود سليم صالح ، " تقنية النانو وعصر علمي جديد " ، جامعة الملك سعود ، 13 نيسان ، (2009).
59. Rathjen D., Read L, Binks P., and Cornel B., Nanotechnology ",Australian , 1st Ed,p.8,(2005).

60. Hillie T., Munasinghe M., Hlope M., and Deraniyagala , " Nanotechnology Water and Development " , Journal of Infectious Diseases, 187, p.19,(2003).
61. Grasshoff K.L., Eberhardt M. and Kremling K. E., " Methods of Seawater Analysis" 2nd Ed ,Germany (1983).
62. Wasse B.,Gezahegn F., and Nestor F.," Removal of Nitrate ion from Aqueous Solution by modified Ethiopian bentonite Clay", International Journal of Research in Pharmacy and Chemistry ,Ijrpc,4(1), (2014).
63. Pukett L. J., Environ , "Sci.&Technol", 29:408-414,(1995).
64. Allaby M.," Dictionary of the Environment " 3rd Ed . University Press, New York ,p.423,(1989).
65. Lee H., Patrick M., Terrence O., Joe R., and Thomas Stuhldreher, " Nitrate Pollution of Ground Water" .
- 66.Mikuska P., and Vecera Z.," Simultaneous Determination of Nitrite and Nitrate in Water by Chemiluminescent Flow-Injection analysis " , Analytical Chemical Acta,495, p.225-232,(2003).
67. Ozturk N., and Bektas T.E.," Nitrate Removal from Aqueous Solution by Adsorption on to Various Materials", J. Hazardous Materials ,112,155-162,(2004).
68. Mizuta K., Matsumoto T., Hatate Y., Nishihara K., and Nakanishi T.," Removal of Nitrate –Nitrogen from drinking Water using Bamboo Powder Charcoal " , Bioresource Technology ,95,255-257,(2004).
69. باوية قيس ، " معالجة عسرة مياه طبقة الألبان : حوصلة تجريبية وإمكانية استغلال النتائج في منطقة وادي ريغ" ، رسالة ماجستير ،كلية العلوم والعلوم الهندسية ، جامعة ورقلة ،(2004).
70. Chatterjee S., Lee M.W., Woo SH.," Nitrate Removal from Aqueous Solutions by Cross-Linked Chitosan beads Conditioned with Sodium Bisulfate " J. Hazard Mater,166(1):508-13,(2009).
71. Sharon O.S., Bruce L.D., Wayne W., "Drinking Water: Sulfur(Sulfate and Hydrogen Sulfate)" .
72. عبد الستار جبير الحياني ، "تقييم المياه الجوفية لبعض ابار قرية الخفاجية في محافظة الأنبار " ، جامعة الموصل ، مجلة جامعة الأنبار للعلوم ، المجلد (3)، العدد (2) ،(2009).

73. مهند موسى كريم الحجامي، " دراسة تركيز بعض العناصر النزرة والأيونات الموجبة والسالبة في المياه الجوفية لمناطق مختارة من محافظة بابل"، جامعة بابل، كلية العلوم، مجلة جامعة بابل للعلوم العدد (1)، المجلد (14)، (2007).
74. Morris ME. ,Levy G.," Absorption of Sulfate orally Administered Magnesium Sulfate in Man", J. Toxicol- Clin Toxicol .20(2),107-114,(1983).
75. Ram Reddy M.K., Xu Z.P., (Max)Lu G.Q., and Diniz da Costa J.C.," Layered Double Hydroxide for CO₂ Capture :Structure Evolution and Regeneration", Lnd. Eng. Chem. Res., 45, p.7504,(2006).
76. Chang Z., Evansa D.G., Duana X., Vialc C., Ghanbajad J., Prevotb V., De Royb M., and Foranob C.," Synthesis of [Zn/Al-CO₃] Layered Double Hydroxide by a Co-precipitation method under Steady –State Condition ", Journal of Solid State Chemistry ,178,p.2766,(2005).
77. Nalawade P., Aware B., Kadam V.J., and Hirlekar R.S., " Layered Double Hydroxide: A review" Journal of Scientific and Industrial Research ,Vol. 68,267,(2009).
78. Cavani F., Trifiro F., and Vaccari A.," Basic Properties of Mg/Al Layered Double Hydroxide Chemistry by Carbonate , Hydroxides ,Chloride and Sulfonate anions", Journal of Inorganic Chemistry, 34, p.883,(1991).
79. Aisawa S., Ohnuma Y., Hirose K., Takahashi S., Hirahara H., and Narita E., "Intercalation of Nucleotides into Layered Double Hydroxide by ion- exchange reaction ", Applied Clay Science ,28, p.137,(2005).
80. Kok –Hui G.,Teik –Thye L., Zhili D., " Application of Layered Double Hydroxide for Removal of Oxyanions : A review", Water Research,42, p.1343,(2008).
81. Farahnaz B., Mohd Z. H., Sharida F. and Zul;arnain Z., "Development of Druge Delivery Systems Based on Layered Hydroxide for Nanomedicine", Interational Journal of Molecular Sciences, 15,p. 7750-7786,(2014).
82. Olanrewaju J., Newalkar B. L., Mancino and Komarneni S., " Simplified Synthesis of Nitrate from of Layered Double Hydroxide ", Materials Letters , 45,p.307,(2000).

83. Lshikawa T., Matsumoto K., Kandori K., and Nakayama T., " Synthesis of Layered Zinc Hydroxide Chlorides in the Presence of Al(III)", *Journal of Solid State Chemistry*, 179, p.1110,(2006).
84. Youwen Y., George F.V., Hongting Z.," Selenium Adsorption on Mg/Al and Zn/Al Layered Double Hydroxide " , *Applied Clay Science* , 20 ,p.13 , (2001).
85. Ayawei N., Ekubo A.T, Wankasi D., and Dikio E .D.," Synthesis Application of Layered Double Hydroxide for Removal of Copper in Waste water ",*International Journal of Chemistry*, Vol. 7(1), p.122,(2015).
86. Inacio J., Taviot- Gue ho C., Forano C., and Besse J.P.," Adsorption of MCPA pesticide by Mg/Al- Layered Double Hydroxide", *Applied Clay Scien*, 18, p.255,(2001).
87. Moranadi S., Prinetto F., Di Martino M., Ghitotti G., Lorret O., Tichit D., Malagu C.,Vendemiati B., and Carotta M.C., " Synthesis and Characterization of gas Sensor Materials obtained from Pt/Zn/Al Layered Double Hydroxide", *Sensors and Actuators SNB* ,9449 p.1,(2006).
- 88.Maria C.A., Mihaela S., Doina H., Marceh I.P., " Layered Double Hydroxide as Adsorbents for anionic Dye Removal from Aqueous Solution " , *Environmental Engineering and Management Journal*, Vol. 14(2), p.381, (2015).
89. Paulo C. P., Eduardo L. C., Gilmar de A. G., Joao B.V.," Adsorption of Sodium dodecylsulfate on a hydrotalcite –like Compound. Effect of temperature, pH and ionic Strength", *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 154, p.399,(1999).
90. Lv L., He J., Wei M., Evans D.G., and Duan X., " Uptake of Chloride ion from Aqueous Solution by Calained Layered Double Hydroxide : Equilibrium and Kinetic Studies " , *Water Research* ,40, p.735, (2006).
91. Badreddine M., Khaldi M., Legrouri A., Banoug A., Chaouch M., De Roy A., and Bessd J. P.," Chloride –hydrogeno Phosphate ion- exchange into the Zinc /Aluminum – Chloride Layered Double Hydroxide", *Materials Chemistry and Physics* ,52, p.235,(1998).
92. Tian Y., Wang G., Li F., and Evans D.G.," Synthesis and thermo-optical Stability of O-methyl red –intercalated Ni/Fe Layered Double Hydroxide material", *Materials Letters*, 61, p.1662, (2007).

93. Zhongliang W., Enbo W., Lei G., Lin X., " Synthesis and Properties of Mg_2Al Layered Double Hydroxides Containing 5-fluorouracil ", Journal of Solid State Chemistry,178, p.736,(2005).
94. Rashad Gh. M., Someda H.H., " Synthesis of Zinc –Aluminum - Layered Double Hydroxide and Their Application in Removal of Technetium from Aqueous Solution", Arab Journal of Nuclear Science and Application, 48(2),p.22,(2015).
95. Mahlerbe F., and Pierre J., " Investigating the Effect of Guest –Host Interactions on the Properties of Anion –Exchanged Mg/Al Hydrotalcites", Journal of Solid State Chemistry,155, p.3332,(2000).
96. Das J., Patra B.S.,Bliarsingh N., Parida K. M., " Adsorption of Phosphate by Layered Double Hydroxide in Aqueous Solution", Applied Clay Science , 232,p.252-260,(2006).
97. Marcio J .D. R., Fabiano S., Jairo T., Joao B.V., " Effect of PH , Temperature and ionic Strength on Adsorption of sodium dodecylbenzen Sulfate into Mg-Al- CO_3 Layered Double Hydroxides", Journal of physics and chemistry of solids , 65, P.487,(2004).
98. Hin Hussein M. Z., Sarijo S. H., Yahaya A. Hj., Zainal Z., " Synthesis of 4-Chlorophenoxyacetate –Zinc / Aluminum - Layered Double Hydroxide Nanocomposite :Physico –Chemical and Controlled Release Properties", Journal of Nanoscience and Nanotechnology ,Vol.7, p.1, (2007).
99. Murrel J. N., and Bucher E. A., " Properties of Liquids and Solution", Jhon Wiley and Sons ,New York ,255,(1982).
100. Cardoso L. P., Celis R., Cornejo J., and Valim J., " Layered Double Hydroxide as Supports for the Slow Release of Acid Herbicides", J.Agric .Food Chem. ,54, p.5968,(2006).
101. Cornejo j.,Celis R., Avlovic I.P., Ulibarri M.A., and Hermosin M.C.," Structural Changes in Phenol-intercalated Hydrotalcite caused by heating ", J. Mater. Chem., 35, p.771,(2000).
102. Hin Hussein M. Z., Sarijo S. H., Yahaya A. Hj., Zainal Z., " Synthesis and Characterization of Hippurate - Layered Double Hydroxide Nanohybrid and Investigation of its Release Property ", J. Iran. Chem. Son., Vol. 7,p. 45,(2010).

103. Elkhatabi E. H., Lakraimi M., Badreddine M., Legrouri A., Cherkaoui O., Berraho M., " Removal of Removal Blue from Waste water by Zinc- Aluminum – Chloride - Layered Double Hydroxide " , Applied Water Science , 3,p.431-438,(2013).
104. ماجدة حميد عبيد ورضية عبدالباقي ورجاء عبد الامير، "تحضير ودراسة ثرموديناميكية لصبغة MP_2 على سطح الفحم المنشط"، كلية التربية للبنات، جامعة الكوفة مجلة الكوفة لعلوم الكيمياء ، العدد(8)، (2013).
105. Al-Banis T.A., Hela D.G., Sakellarid T.M., and Danis T.G., J.Chem., Vol .2 (3),p.237-244, (2002).
106. Kipling J.J.," Adsorbents from Solution of Non", Electrolytes , Academic Press, London , New York,(1965).
107. Giles C.I., and Amith D., J. Colld .Interface Sci., 47.,111,(1974).
108. Rovi V. P., Jasra R. V., and Bhat ,T.S. G., J. Chem. Technol . Biotechnol., 71, 173-179,(1998).
109. Grommena R., Hauteghem I.V., Wambeke M.V., and Verstraete W., "An improved nitrifying Enrichment to Remove Ammonium and Nitrate from Freshwater Aquaria Systems " , Aquaculture ,211,p .115-124,(2002).
110. الحسيني ، هيفاء جاسم ، " امتزاز بعض الصبغات على سطوح أكاسيد الحديد والنحاس والزنك والألمنيوم "، رسالة ماجستير ، كلية التربية للبنات ، جامعة الكوفة ،(2006).
111. Aoki T., & Munemori M., "Water Rose", 16, 793,(1982).
112. Namsiveayam C., and Angeetha D ., "Removal and Recovery Nitrate From Water by $ZnCl_2$ Activated Carbon from coconut Core Pith ,an Agriculture Solid Waste " , India Journal Chemical Technology , Vol.12, September, p.513-521,(2005).
113. Ali A., Amir H. M., Simin N., Roshanak R. K., Mohammad S.," Nitrate Removal from Aqueous Solution by Using Modified Clinoptilolite Zeolite", Arch Hyg Sci,3(1), 21-29,(2014).
114. Panday K. K., Prased G., Singh V.N.," Removal of Cr(VI) from Aqueous Solution by Adsorption on Fly ash Wollastonite", J. Chem. Techol. Biotechnol. A-Chemical Technology, 34, p.367-74,(1984).

115. Weber J. Jr., and Morris J. C., " Kinetics of Adsorption on Carbon from Solution", J. Sant . Engng Div. Am. Son. Cir., Vol. 89,p.31,(1963).

116. Atkins P.W., "Physical Chemistry ", 7th , Oxford University Press, Oxford , (2002).

117. الحجي، سعاد عبد المهدي ، " تحضير ودراسة حركية الأمتزاز ل-2-(3-هيدروكسي فنيل) أزو-[4,5-ثنائي فنيل أميدازول"، رسالة ماجستير، كلية التربية للبنات ، جامعة الكوفة،(2006).

Abstract

The pollution of the water is the most important reasons that effects on human health. To eliminate this problem nano compound (Layersdouble hydroxide) was synthesized ,it has the ability to detention the anionic (NO_3^- , SO_4^{2-}) between their layer⁽⁸⁰⁾.

This thesis present the adsorption of NO_3^- and SO_4^{2-} anions from aqueous solution on the LDH nano particles, using Uv-Visible spectroscopie technique at the equilibrium stage to mesue the quantities of the anions .

The shapes and the type of the isotherm obtain from the experimented data were found to be comparable in all cases to the Freundlich equation.

Studying the effect of temperature on the adsorption at the rang (298-318K) found increasing of adsorption with increasing of temperature, and through calculated thermodynamic function values (ΔH_{ad} , ΔG_{ad} , ΔS_{ad}),the result showed that the positive ΔH_{ad} value when high the temperature refer to the was endothermic interaction, it was negative ΔG_{ad} values (1197.4 J/mol) for MR=2 when nitrate ions are adsorbed this indicates that the non- spontaneous adsorption process, and were negative ΔG_{ad} for MR=3,4 ,(-1766.0 J/mol), (-695.2 J/mol) this refer to spontaneous the interaction. Either ΔS_{ad} values they were positive (14.616 J/mol. K), (12.453 J/mol. K),(17.637 J/mol.K) for MR=2,3,4 this indicate that the nitrate ions adsorption on the LDH is less ordered. The ΔG_{ad} negative values (-3523.6 J/mol) for MR=2 is refer the sulfate ions adsorption was spontaneous and was is non- spontaneous for MR=3,4 (3312.5 J/mol),(2815.2 J/mol).Either ΔS_{ad} were positive value when the sulfate ions adsorption on the LDH is(27.372 J/mol.K), (30.366 J/mol .K), (7.130 J/mol.K), for MR=2 ,3,4 this refer to the less order.

Study the effect of the acid function ,the result showed that the acidity of the solution increases withe adsorption as following:-

$$\text{pH}=2>4>7>9>12$$

The result at nitrate ions adsorption :

$$\text{MR}=2 \quad 4.492 > 4.389 > 4.318 > 3.905 > 3.754$$

$$\text{MR}=3 \quad 12.280 > 11.796 > 10.306 > 9.638 > 9.276$$

$$\text{MR}=4 \quad 7.817 > 7.673 > 6.903 > 6.734 > 6.544$$

The result at sulfate ions adsorption:

MR=2 15.420 > 13.775 > 12.530 > 12.017 > 11.458

MR=3 12.408 > 11.936 > 8.482 > 8.144 > 7.861

MR=4 7.366 > 6.931 > 5.143 > 4.936 > 4.806

The kinetic studied of adsorption nitrate (NO_3^-) and sulfate (SO_4^{2-}) on the Zn/Al-LDH surface when using different concentration and fixed weight of the LDH at (298K), pH=7, the result show (K_{ad}) is decrease with the increase of the solution concentration:

$$C_o(\text{ppm}) = 5 > 10 > 15 > 20 > 25$$

The (K_{ad}) value for the differ concentration for the NO_3^- ions.

MR=2 9.672 > 9.212 > 8.981 > 8.751 > 8.060

MR=3 2.625 > 2.349 > 1.934 > 1.381 > 1.289

MR=4 4.513 > 4.168 > 2.072 > 2.026 > 1.589

The (K_{ad}) value for the differ concentration for the SO_4^{2-} ions.

MR=2 1.621 > 1.566 > 1.128 > 1.105 > 1.059

MR=3 1.635 > 1.566 > 1.473 > 1.450 > 1.427

MR=4 1.773 > 1.750 > 1.681 > 1.635 > 1.612

Also (K_{ad}) increases with temperature increase when fixed concentration as the following :

$$T(\text{K}) = 318 > 308 > 298$$

The (K_{ad}) value for the differ temperature for the NO_3^- ions.

MR=2 4.882 > 4.744 > 3.178

MR=3 3.178 > 3.132 > 2.533

MR=4 3.546 > 3.062 > 2.210

The (K_{ad}) value for the differ temperature for the SO_4^{2-} ions

MR=2 1.473 > 1.450 > 1.427

MR=3 1.013 > 0.990 > 0.690

MR=4 1.473 > 1.427 > 1.381

The activation energy(E_a) value is different for the molar ratios when the NO_3^- , SO_4^{2-} ions adsorption. Ratio best for NO_3^- ions adsorption is $\text{MR}=3$ the activation energy (E_a)= 7.572 J/mol , while is ratio best for the SO_4^{2-} ions adsorption were $\text{MR}=2$ the activation energy (E_a)= 1.093 J/mol .

Studying the crystallinity of the LDH by XRD and found the different planes of diffraction.



University of Karbala.

Collage of Education for Science.

Department of Chemistry

*Thermodynamic Kinetic Studies of
Adsorption for Nitrate and Sulfate
Ions on the (Zn/Al) Nano Double
Hydroxide Surfaces.*

A Thesis Submitted

The Council of the College of Education for Science /University of Karbala

In Partial Fulfillment of the Requirements for the Master Degree in Chemistry

by

Nahlah Jaber Hussein

Supervised by

Asst. Dr. Hamieda Edan Salman

1439 A.H.

2017A.D.