جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية
كلية العلوم

دراسة حركية لامتزاز وابتزاز دواء سبروفلوكسين على سطح هلامي مائي محضر مختبرياً

بحث مقدم الى مجلس كلية العلوم / قسم الكيمياء / جامعة القادسية وهو جزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في علوم الكيمياء

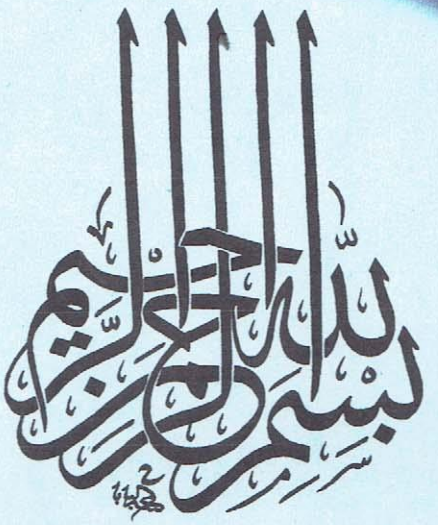
مقدم من قبل الطالبة

(لمى سعيد ناجي الزبيدي)

بأشراف

أ.م.د. ليث سمير جاسم الحيدري

١٤٤٠هـ ٢٠١٩م



أَلَمْ نَشْرَحْ لَكَ صَدْرَكَ (1) وَوَضَعْنَا عَنكَ وِزْرَكَ (2) الَّذِي أَنقَضَ ظَهْرَكَ (3) وَرَفَعْنَا لَكَ ذِكْرَكَ (4) فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْراً (5) إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْراً (6) فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ (7) وَإِلَى رَبِّكَ فَارْغَبْ (8)

صدق الله العلي العظيم

سورة الانشراح-(1-8)

الاهـــداء

الى عنوان العزة . . والاباء . . . الى زين الارض والسماء . . .

الى وريث الانبياء . . . . الى حكمتي وعلمي . . .

الى ادبي وحلمي . . . الى طريقي المستقيم . . .

الى طريق الهداية . . . الى ينبوع الصبر ومنهل العزيمة والعزة والحرية . .

الى من احمل اسمك في نبضي بكل فخر . . . يا من افتقدك للنظر منذ الصغر . . .

الى من يرتعش قلبي حين يمر ذكرك . . . يا من اودعني الله بأنك شافعي . . .

الى من تمزقت رايته ولم تنتكس وتمزقت اشلائه ولم يركع . . الى من نفسي لنفسه

الفداء واهلي لأهله الوقاء . .

الى سيد شباب الجنة ومصباح النجاة وسفينة الهدى . . .

سيدي يا حسين اهديك عصارة جهدي المتواضع . .

وجهد من اوصلني لهذه المرحلة اوليائك واحبابك من لو كانوا معك يوم الطفوف لوقوك

بأنفسهم حد السيوف . . .

ابي وامي واساتذتي الافاضل واخواني واخواتي . . وزملائي الطلبة والطالبات وجميع

من ساندني وأمل ان تتقبله منهم وانت صاحب الفضل . .

شكر والعرفان

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على محمد واله الطيبين الطاهرين . .

اتقدم بالعرفان والشكر الجزيل والثناء الجميل الى من اخصهم بالذكر . .

الى الله رب العزة والجلالة لحسن كرمه وتوفيقه لي . .

الى نبي الرحمة واهل بيته الطيبين الطاهرين . .

الى وجه الله الباقي الامام الحسين الشهيد لعظيم فضله . .

الى الحاضر الغائب الذي بيمنه رزق الورى الحجة بن الحسن (عج) . .

الى استاذي الدكتور الفاضل (أ .م.د . ليث سمير جاسم الحيدري) لافتراضه موضوع البحث ولما احاطنا به من توجيهات ونصائح وتشجيع طول مدة البحث . .

الى سندي بالحياة بعد الله والذين احاطوني بعطفهم وعنايتهم طول حياتهم ابي وامي الاعزاء . .

الى من علمونا وبذلوا قصارى جهدهم معنا خلال مدة الدراسة اساتذتي الافاضل جميع الكادر التدريسي في كلية العلوم الكيمياء . .

الى اخواني واخواتي والى زملائي الطلبة والطالبات لما وجدت منهم من مساعدة وعون .

الى من قدموا ارواحهم في سبيل ان نبقى نواصل تعليمنا ونحيا بكرامة وعلم جميع شهداء العراق الابرار . .

الى جميع الأكف الطاهرة التي كانت تساعدنا بالدعاء . .

ايها الكرام لكم مني فائق التقدير والاحترام . .

المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الآية القرآنية	أ
الاهداء	ب
الشكر والتقدير	ج
الخلاصة	د
الفصل الاول: المقدمة	١-٤
الفصل الثاني: الجزء العملي	٥-٨
الفصل الثالث: النتائج والمناقشة	٩-١٢
الاستنتاج والتوصيات	١٣
المصادر	١٤

الخلاصة

يعنى هذا البحث بدراسة امتزاز صبغة البلورات البنفسجية من محلولها المائي على سطح هلام مائي، وكان الغرض من الدراسة هو البحث عن أفضل الظروف الواجب توفرها لامتزاز هذه الدواء على هذا السطح. وقد تم استعمال تقنية مطيافية الأشعة المرئية لمعرفة كميات الامتزاز عند ظروف متباينة من دالة حامضية ودرجة الحرارة وقوة الأيونية لمحلول الامتزاز.

أظهرت النتائج أن ايزوثيرم الامتزاز من نوع (*S*) طبقا لتصنيف ***Giles*** الذي يتفق مع معادلة فرندلش للامتزاز، كما بينت النتائج بان امتزاز سبروفلوكسين يزداد بزيادة تركيز المادة الممتزة.

كما اظهر نتائج الدراسة الحركية انطباق معادلة المرتبة الثانية على عملية الامتزاز حيث اعطت معامل ارتباط عالي جدا مقارب للواحد الصحيح.

إن امتزاز دواء سبروفلوكسين يتأثر بالقوة الأيونية للمحلول. فقد زادت كمية الصبغة الممتزة في المحلول بوجود كلوريد الصوديوم.

درست كمية المادة المزالة من قبل السطح المستعمل كمقياس لتغير الزمن حيث وجد ان ازالة المادة من قبل الحلول يزداد بزيادة الزمن.

الفصل الأول

المقدمة

Introduction

المقدمة
Introduction

تمهيد *Preface*

إن الاستفادة من تطبيقات الأمتزاز لا تقتصر على جانب واحد وإنما تتعدى إلى جوانب أخرى من أهمها المجالات الطبية والتلوث البيئي و صباغة الأنسجة وكذلك في عملية فصل بعض المكونات عن بعضها كما وتجرى دراسات حديثة حول قدرة بعض الاسطح على امتزاز البروتينات والفيتامينات وكذلك أمتزاز DNA و RNA وغيرها من المجالات الطبية والصناعية.

1-1. الأمتزاز *Adsorption*

وهو ظاهرة تجمع مادة بشكل جزيئات أو ذرات أو أيونات على سطح مادة أخرى. والأمثلة على الأمتزاز كثيرة نذكر منها امتزاز حامض الخليك على الفحم الحيواني وفيه تتجمع جزئيات الحامض على سطح دقائق الفحم، وأمتـــزاز الهيدروجين على أسطح بعض الفلزات كالنيكل والحديد.

2-1. أنواع الأمتزاز *Types of Adsorption*

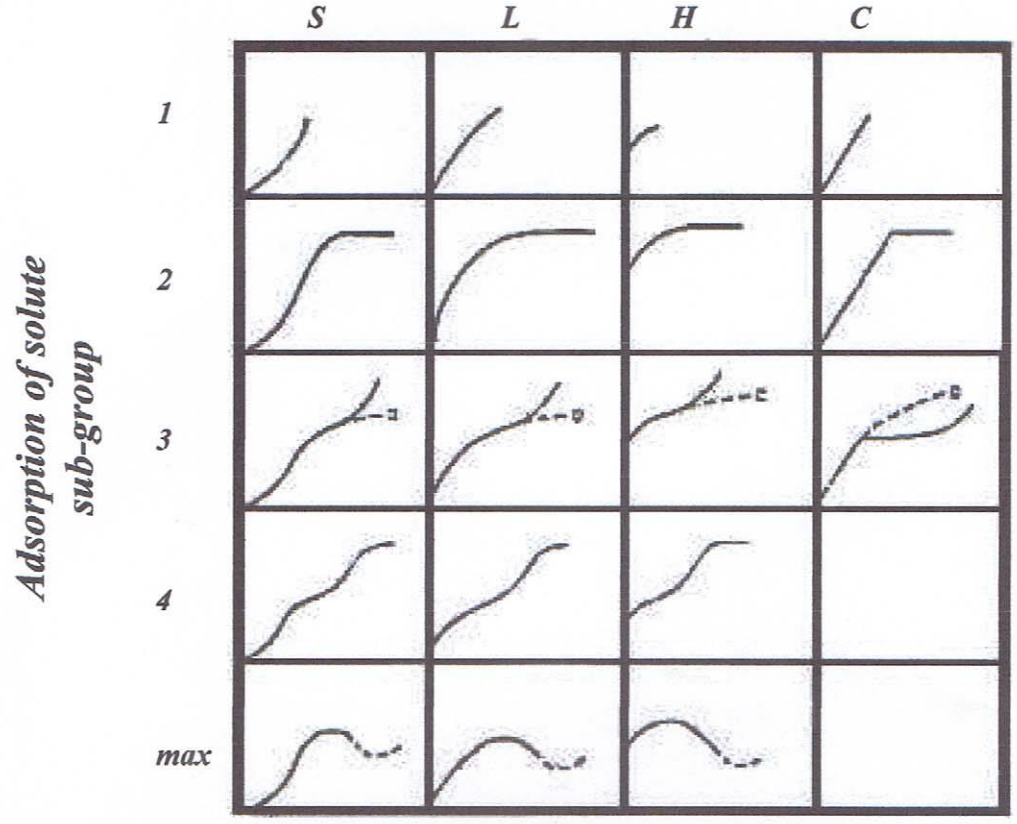
تعد سطوح بعض المواد خاملة في عملية الأمتزاز بسبب التشبع الالكتروني لذراتها ، وذلك نتيجة للأواصر التي ترتبط بها تلك الذرات مع الذرات المجاورة للمادة نفسها ، إذ يتم الأمتزاز على هذه السطوح من خلال قوى التجاذب الطبيعي، ويدعى هذا النوع من الأمتزاز بالأمتزاز الطبيعي أو الفيزيائي (***Physical Adsorption***) وفي بعض الأحيان يسمى بامتزاز فاندرفالز (***Vander Waals Adsorption***) ويكون الأمتزاز الفيزيائي شبيهاً في طبيعته وميكانيكيته بظاهرة تكثف بخار مادة على سطح سائل المادة نفسها. ترتبط جزيئات المادة الممتزة على سطح المادة المازة بوساطة قوى فاندرفالز التداخلية الضعيفة نسبياً ، إذ يحدث على كل السطوح ولا توجد سطوح مختصة بهذا الأمتزاز فعلى سبيل المثال يمكن لغاز النتروجين أن يعاني امتزازاً فيزيائياً على سطح أية مادة صلبة شرط أن تكون درجة الحرارة اقل من نقطة غليان المادة الممتزة[1].

وهنالك سطوح أخرى تعد نشطة في عملية الأمتزاز وذلك لان ذراتها لم تتشبع الكترونياً، وتبقى ذرات هذه السطوح غير مشبعة الكترونياً برغم الأواصر التي تكونها مع الذرات المجاورة إذ تميل هذه

السطوح إلى تكوين أواصر كيميائية مع الذرات أو الجزيئات التي يتم امتزاز ها على السطح. و يدعى مثل هذا النوع من الأمتزاز بالأمتزاز الكيميائي (***Chemical Adsorption***) ويحدث هذا النوع من الأمتزاز على سطوح معينة في ظروف معينة وقد لا يحدث على سطوح أخرى عند توفير الظروف نفسها أو على السطوح نفسها عند تغير الظروف المناسبة[2].

3-1. ايزوثيرمات الأمتزاز *Adsorption Isotherms*

أن رسم العلاقة بين كمية المادة الممتزة على سطح ما مقابل تركيز أو ضغط هذه المادة عند الاتزان مع ثبات درجة الحرارة يعطي منحنياً هو منحني الأمتزاز، أو ما يطلق عليه أيزوثيرم الأمتزاز[3]. صنفت ايزوثيرمات الأمتزاز بحسب تصنيف **Giles**[4] فلقد صنف ايزوثيرمات الأمتزاز إلى أربعة أصناف رئيسة هي (***S, L, H, C***) وتوجد ضمن هذه الأصناف الرئيسة مجاميع ثانوية هي (**1, 2, 3, 4 and max**) كما موضح في الشكل (1-1).



□□□□ (1-1)□□□□□ □□□□□ من ايزوثيرمات الامتزاز □□□ فق تصنيف (*Giles*)

1-3-1. معادلة لانكماير للامتزاز *Langmuir Adsorption Equation*

وضع العالم ***Langmuir*** معادلة خاصة بالأمتزاز اعتماداً على افتراضات نظرية ، إذ وضعت المعادلة أساساً لتفسير امتزاز الغازات على سطوح المواد الصلبة. افترض ***Langmuir*** أن الغازات الممتزة لا يمكن أن تكون أكثر من طبقة واحدة أحادية الجزئية كما انه صور عملية امتزاز الغازات بأنها عمليتان متعاكستان وهي تكاثف الحالة الغازية على السطح وتبخر الجزيئات من السطح إلى الحالة الغازية[5].

1-3-2. معادلة فريندلش للامتزاز *Freundlich Equation Adsorption*

وضع العالم الألماني ***Freundlich*** معادلة وصفية مهمة في الأمتزاز[6] تعالج الأمتزاز على السطوح الصلبة غير المتجانسة وكذلك الأمتزاز الذي لا يتحدد بطبقة جزيئية واحدة وإنما متعدد الطبقات (***Multilayer***).

1-4. العوامل المؤثره في عملية الأمتزاز

Factors Influencing Adsorption Process

تقسم العوامل التي تؤثر على عملية الأمتزاز إلى عوامل تتعلق بطبيعة الماز والممتز وعوامل تتعلق بظروف التفاعل وكما موضح في أدناه[7]:-

1-4-1. طبيعة الماز والممتز *Nature of Adsorbent and Adsorbate*

1- طبيعة المادة الممتزة *Nature of Adsorbate*

2- طبيعة المادة المازة *Nature of Adsorbent*

1-4-2. ظروف التفاعل ***Conditions of Reaction***

1- درجة الحرارة *Temperature*

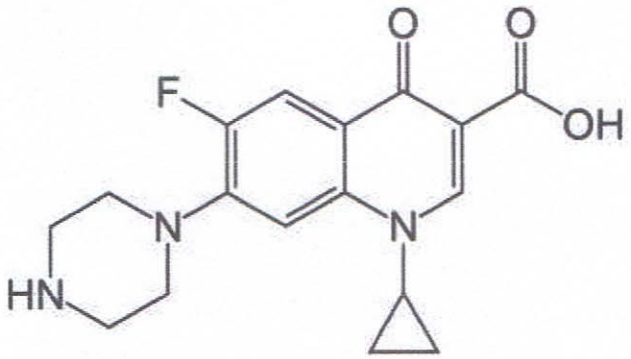
2- الشدة الأيونية *Ionic Strength*

3- تأثير الداله الحامضية *PH- Effect*

4- تأثير المذيب *Solvent Effect*

5-1 أدوية سبروفلوكسين Sulfa Drugs

السيبروفلوكساسين هو مضاد حيوي يستخدم لعلاج العديد من حالات الإصابة بالعدوى البكتيرية وذلك يشمل عدوى العظم والمفاصل وإصابات العدوى داخل البطن وبعض أنواع الاسهال المعدي وعدوى المسالك التنفسية وعدوى الجلد وحمى التيفوئيد و حمى لدغة القرادة الإفريقية وعدوى المسالك البولية وأنواع أخرى مختلفة من العدوى. وفي بعض أنواع العدوى الأخرى يستخدم إلى جانب مضادات حيوية أخرى. يمكن أن يؤخذ عن طريق الفم أو بالحقن داخل الوريد.[8]



الشكل (1-2) التركيب الفراغي لدواء سبروفلوكسين

6-1 . هدف البحث *Aim of the Work*

يتضمن موضوع هذه البحث دراسه حركية للامتزاز دواء السبروفلوكسين من المحاليل المائية على سطح هلام مائي محضر مختبرياً عند ظروف مختلفة من درجات حرارة وشدة أيونية ودالة حامضية. وكذلك لتسليط الضوء على إمكانية تحسين الظروف المتبعة في عملية الازالة.

الفصل الثاني

الجزء العملي

Experimental Part

Chapter Two

Experimental part

الجـــزء العملـــي

2-1. الأجهزة Instruments

1- مطيافة الأشعة المرئية

Visible spectrophotometer single Beam

2- ميزان حساس نوع

Sartorius Lab. Germany, ± 0.0001

3- حمام مائي مسيطر على درجة الحرارة ومزود بجهاز رج

4- جهاز الطرد المركزي

Hettich Universal (D-7200), Fed. Rep. of Germany

2-2 المواد المستعملة Materials

2-2-1 المواد الكيميائية Chemicals

المادة الكيمياوية المستعملة في هذه الدراسة مبينة في الجدول (2-1) فضلاً عن مصدرها ودرجة نقاوتها.

الجدول (2-1) المواد المستعملة مصادرها ودرجة نقاوتها

Substance	Source	Purity %
كلوريد الصوديوم	BDH	99
هيدروكسيد الصوديوم	BDH	99

2-2-2.المادة الممتزة *Adsorbates*

استعملت سبروفلوكسين مادة ممتزة في هذه الدراسة. ويبين الجدول(2-2) مصدر هذه المادة مع درجة نقاوتها.

الجدول (2-2) المادة الممتزة مصدرها ودرجة نقاوتها

Substance	Source	Purity %
سبروفلوكسين	BDH	99.9

2-3. تحضير السطح الماز

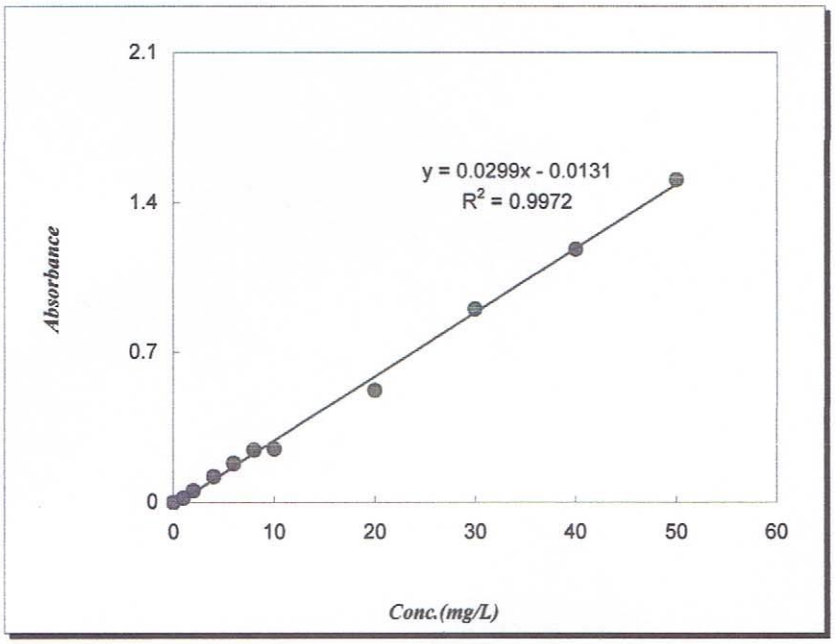
تم تحضير الهلام المائي المتشابك بطريقة بلمرة الجذور الحرة وبوجود غاز النايتروجين وتضمنت الطريقة إذابةg 5.00 من الاكريل أمايد AAm واذابته في 5 ml من الماء المقطرثم يضاف اليه g 0.50من حامض الماليك MA ويتم المزج الى ان تحصل الاذابة التامة للمكونين ويستخدم لهذا الغرض المحرك المغناطيسي ثم يتم إضافة محلول العامل المشابك مثلين ثنائي اكريل امايد MBA الى المزيج والمحضر من إذابة (g 0.10 في 5ml من الماء المقطر) ثم يضاف محلول البادئ بيرسلفات البوتاسيومKPS الذي تم تحضيره باخذ 0.02g واذابته في 2ml من الماء المقطر بشكل تدريجي الى مزيج التفاعل واخيراً يضاف رباعي مثيل اثلين ثنائي الأمينTMEDA بشكل قطرات وينقل المزيج الى حمام المائي لمدة ساعة وذلك لاتمام عملية البلمرة ثم يستخرج البوليمر ويغسل عدة مرات بالماء المقطر للتخلص من المواد الغير متفاعلة ويجفف عند درجة حرارة C 55 ولمدة 72 ساعة ويطحن ليصبح جاهزا لاجراء التجارب والمعادلات الاتية توضح طريقة التحضير وكانت نسبة المنتوج عالية جدا.

2-4. تحضير المحاليل القياسية *Preparation of Standard Solutions*

حضر المحلول القياسي المستعمل في هذه الدراسة لدواء سبروفلوكسين بتركيز (50ppm) لغرض تعيين الطول الموجي الأعظم (λ_{max}) والمذيب المستعمل في عملية التحضير هو الماء المقطر.

2-5. طيف امتصاص لدواء سبروفلوكسين

استخرج الطول الموجي الذي يحصل عند أعلى امتصاص (λ_{max}) من خلال استعمال خلايا مصنوعة من الزجاج سمك الخلية (*1cm*) إذ وجد إن قيمة (λ_{max}) لدواء سبروفلوكسين عند (*278 nm*). ومن خلال تحضير محاليل عدة بتراكيز مختلفة ورسم قيمة الامتصاص مقابل التركيز.تم الحصول على منحني المعايرة للمادة المستعملة إذ كان مدى التراكيز المستعملة التي تطاوع قانون لمبرت- بير بين (1.0×10^{-3} - 0.5×10^{-4} M) كما موضح في الشكل (2-1).



الشكل(2-1) منحني المعايرة لدواء سبروفلوكسين

2-6 . تحديد زمن الاتزان لنظام
Equilibrium Time of Adsorption System

لغرض تحديد زمن الاتزان بين السطح الماز والمادة الممتزة استعمل التركيز (50ppm) إذ تم تثبيت جميع الظروف من درجة حرارة ودالة حامضية مع تغير عامل واحد وهو الزمن من خلال اخذ **(10ml)** من سلسلة من محاليل دواء سبروفلوكسين وأضيف إليها **(0.05gm)** من الهلام المائي المحضر في هذه الدراسة بدرجة حرارة **($20^{o}C$)** وبعدها وضعت في جهاز

الرج وبأخذ عينات في فترات زمنية مختلفة وقياس الامتصاصية لها بعد أجراء عملية الترشيح والفصل ومن خلال متابعة تغير الامتصاصية مقابل الزمن اذا وجد ان زمن الاتزان للمادة الممتزة مع السطح الماز(120 min) .

7-2 . ايزوثيرمات الامتزاز *Adsorption and desorption Isotherms*

ايزوثيرمات الامتزاز للمادة الممتزة تم ايجادها من خلال تحضير تراكيز مختلفة من المادة الممتزة **(Adsorbate)** ضمن المدى (1.0×10^{-3} - 0.5×10^{-4} M) وأضيف لكل **(10ml)** من هذه التراكيز **(0.05gm)** من الهلام المائي المستعمل بوصفه مادةً مازة **(Adsorbent)** ووضعت هذه المحاليل في جهاز الرج المسيطر على درجة الحرارة عند درجة **($20^{o}C$)** ثم ضبط سرعة الرج (150 دورة / دقيقة) . وعند الوصول إلى زمن الاتزان تم فصلها بجهاز الطرد المركزي للتخلص من دقائق الهلام المائي وبعد قياس امتصاص المحاليل الرائقة بمطيافية الأشعة المرئية عند الطول الموجي الأعظم ومن معرفة قيم الامتصاص عين التركيز عند الاتزان من منحني المعايرة الشكل (2-1) وبعدها وجدت كمية المادة الممتزة. بعد ذلك اخذ الهلام المائي الذي اجرية عليها الامتزاز واضيف اليها (10ml) من الماء المقطر ووضعت في جهاز الرج وخلال نصف ساعة تم اخذ العينات وفصلها وقياس الامتصاص لها لغرض معرفة كمية دواء السبروفلوكسين التي ازيحت من السطح.

8-2 . تأثير الشدة الأيونية *Effect of Ionic Strength*

في هذه الدراسة استعملت ثلاثة تراكيز مختلفة من(NaCl) هي (0.4, 0.2 and 0.1M) ولوحظ تأثير تركيز (NaCl) على كمية المادة الممتزة من خلال رسم قيمة كمية المادة الممتزة مقابل تركيز كلوريد الصوديوم وملاحظة العلاقة بينهما.

9-2. دراسة امتزاز الدواء من محلولها المائي في ازمان مختلفة

درست النسبة المئوية للمادة الممتزة على سطح اهلام المائي حيث استعملت ازمان مختلفة (0-120 min) وسجل كمية المادة المتحررة من الدواء من محلولها المائي.

الفصل الثالث

النتائج والمناقشة

Results & Discussion

Chapter Three الفصل الثالث

Results and Discussion

3-1 أيزوثيرم الأمتزاز والادمصاص Adsorptionand desorption Isotherm

درس ابتزاز دواء السبروفلوكسين على سطح الهلام المائي عند درجة حرارة (20^oC) ودالة إذ إستعملت المعادلة (3-1) لحساب كمية المادة الممتزة (Q_e) لكل قيمة من قيم تراكيز الاتزان[9] :

$$Q_e = \frac{V_{sol.}(C_o - C_e)}{m} \qquad (1\text{-}3)$$

حيث:-

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

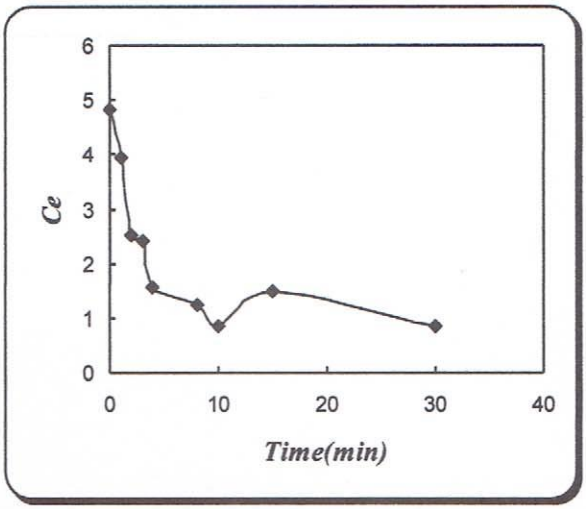
C_o = التركيز الابتدائي للمادة الممتزة (mg/L)

C_e = التركيز عند الاتزان للمادة الممتزة (mg/L)

m = وزن المادة المازة (g)

Q_e = كمية المادة الممتزة (mg /g)

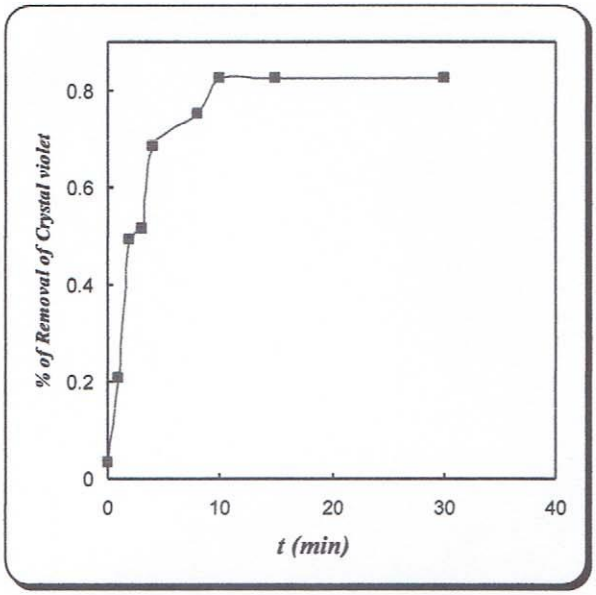
وقد رسمت كمية المادة الممتزة مقابل تركيز الاتزان لإعطاء الشكل العام لأيزوثيرمات الامتزاز كما مبين في الشكل (3-1).



الشكل (3-2) ايزوثرمات ادمصاص دواء سبروفلوكسين على سطح الهلام المائي عند درجة حرارة $20^{o}C$

3-2. دراسة امتزاز دواء سبروفلوكسين من محلوله المائي في ازمان مختلفة

درست النسبة المئوية للمادة الممتزة على سطح الهلام المائي حيث استعملت ازمان مختلفة **(0-180 min)** وسجل كمية المادة المتحررة لدواء السبروفلوكسين من محلولها المائي كما مبين في الشكل (3-1).

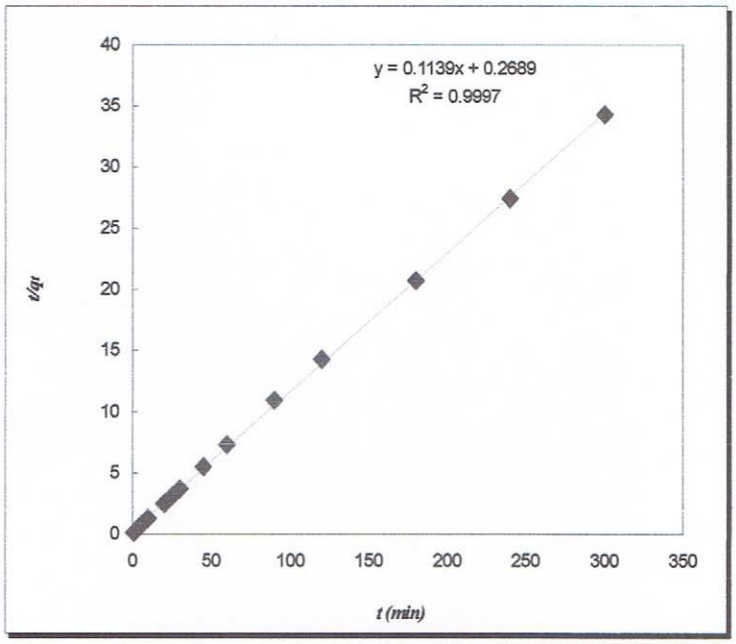


شكل (3-2) النسبة المئوية لامتزاز دواء السبروفلوكسين من محلولها المائي مقابل التركيز الاصلي عند ازمان مختلفة

أظهرت النتائج أن النسبة المئوية دواء السبروفلوكسين المزالة من محلولها المائي تزداد بزيادة الزمن[10] الى حد تشبع هذا السطح بالدواء المستعملة كما مبين في الشكل(3-2).

3-3 حركية الامتزاز لدواء السيبروفلوكساسين على السطح الماز

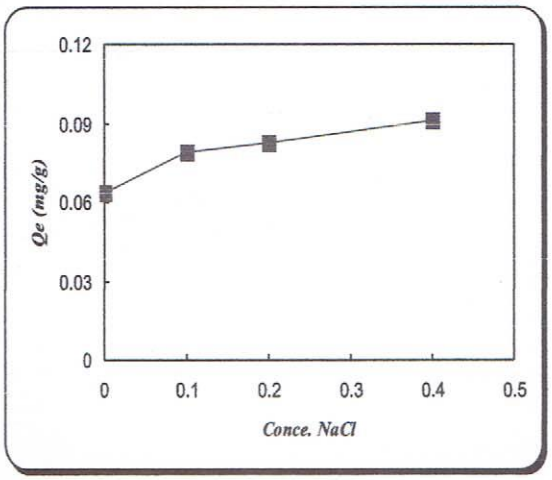
تم اجراء اختبار لتحديد النماذج الحركية لامتزاز لدواء السبروفلوكسين على سطح الهلام المائي الماز، اذ طبق نموذج المرتبة الأولى الاولى الكاذبة والمرتبة الثانية الكاذبة، ثم حسبت الثوابت الحركية ومعاملات الارتباط تبين ان معادلة المرتبة الثانية[11] هي التي تنطبق على نموذج الامتزاز كما موضح بالشكل (3-3)



3-4. تأثير الشدة الأيونية *Effect of Ionic Strength*

استعملت ثلاثة تراكيز مختلفة من ملح كلوريد الصوديوم النقي (0.4, 0.2 and 0.1M) لدراسة تأثير الشدة الأيونية في أمتزاز دواء السبروفلوكسين على سطح الهلام المائي عند 20°C .

ومن خلال أستعمال المعادلة (3-1) استخرجت قيم (Qe) وتم رسمها مقابل تركيز كلوريد الصوديوم وكما موضح في الشكل (3-5) ومن مقارنة النتائج أظهرت زيادة في قيم (Qe) بزيادة تركيز كلوريد الصوديوم[12].

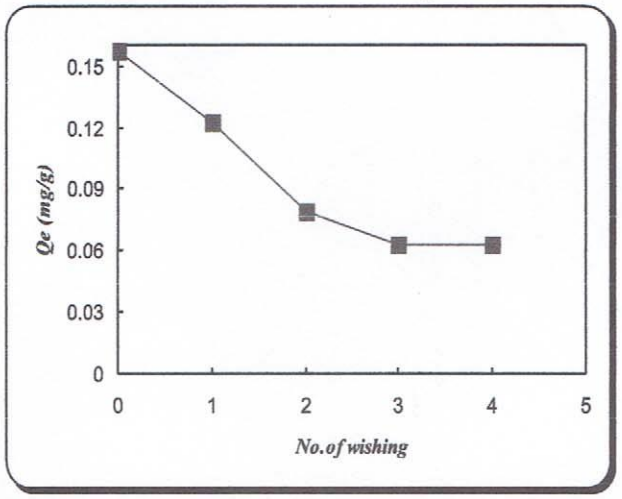


الشكل (3-5)تاثير القوة الايونية على دواء السبروفلوكسين على سطح الهلام المائي عند درجة حرارة $20^{o}C$ وبتراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم

يمكن تفسير ذلك من خلال حدوث نقصان في ذوبانية دواء السبروفلوكسين بوجود ملح كلوريد الصوديوم اذ ان ذوبانية كلوريد الصوديوم في الماء اكبر من ذوبانية هذا لدواء وهذه المنافسة على الذوبانية تؤدي إلى أن دواء السبروفلوكسين يبقىغير ذائبة في الماء وبالتالي يزيد من الأمتزازعلى هذا السطح وزيادة قيمة (Q_e).

3-6. تأثير عدد مرات الغسل على الامتزاز *Effect of several wishing*

أظهرت النتائج أن كمية الامتزاز تقل بزيادة عدد مرات الغسل حيث يبين المنحني ادناه هذا النقصان الحاصل في كمية المادة الممتزة مقابل عدد الغسلات[13].



شكل (3-7) تأثير عدد مرات تحرر دواء السبروفلوكسين من على سطح الهلام المائي

الاستنتاجات والتوصيات

conclusions & advices

الاستنتاجات

الاستنتاجات

1. اظهرت دواء السبروفلوكسين زيادة في كمية المادة الممتزة بزيادة زمن الاتزان.
2. تزداد سعة الامتزاز بزيادة القوة الايونية.
3. زيادة سعة الامتزاز بزيادة عدد مرات الغسل (تحرر الدواء).

المصادر

references

References

1- صالح، جلال محمد (كيمياء السطح) ، الطبعة الاولى ، جامعة بغداد (1980).

2- نجيب ، ليلى محمد (الكيمياء الفيزيائية)، جامعة الموصل (1989).

3- Barrow,G.M."Physical..Chemistry", 5thedition, MeGraw-Hill, New.York(1988).

4- Giles C.H., Macewan T.H., Nakhwa S.N. and Smith D., J. Chem. Soc. 786: 3973-3993 (1960).

5- Adamson A., Physical Chemistry of Surfaces, 4th ed., Wiley-Interscience Pub., New York, pp. 369-377 (2006).

6- Laidler K.J. and Meiser J.H., Physical Chemistry, Benjamine Cummings Publishing Company, California, p. 775 (1982).

7- Sharma, K. K., and Sharma, L. K. , " A Text Book of Physical Chemistry", 8th edition, Vina Education, India (2006).

8- Gerasimov, Y., " Physical Chemistry ", vol. 1, Mir Publishers, Moscow (1974).

9- Doming, M.,Fernandez, I. and Morals, F.G., J. Chromtog. , 29,14(1984).

10- Gurr, E. "Syntheticdyein biology", Med. And Chem., London, Eng (1971).

11- Voyutsky S., Colloid Chemistry, Mir Publishers, Moscow, pp. 91-116, 154-158 (2015).

12- McMurry T. and Robert C. F., Chemistry, 3rd ed., prince Hall, New Jersey, P. 511 (2001).

13- Srivastava V. C., Swamy M. M. and Mall I. D., Colloid Surface. A 272: 89 (2010).