



وقائع مؤتمرات جامعة سبها
Sebha University Conference Proceedings

Conference Proceeding homepage: <http://www.sebhau.edu.ly/journal/CAS>



استخدام بعض الأوراق النباتية كمبادلات أيونية لفصل وتقدير الثوريوم (Th) في مياه المخلفات الإشعاعية والقياس باستخدام جهاز مطياف الفا والمطياف الضوئي.

سالم علي الفيتوري، نفيسة حسن القماطي، فطيمة محمود راشد، المهدي بشير طريش

مركز البحوث النووية، تاجوراء، طرابلس، ليبيا

الكلمات المفتاحية:

الثوريوم
مخلفات اشعاعية
المطياف الضوئي
مطيافية الفا
تبادل ايوني

الملخص

تعتبر المخلفات الإشعاعية السائلة إحدى المشكلات التي تواجه العديد من الدول في وقتنا الحاضر والتي تتطلب معالجة لما لها من تأثير علي الانسان والبيئة وفي هذه الدراسة تم التركيز علي استخدام بعض من الاوراق النباتية الجافة من من المزارع المحيطة بمركز البحوث النووية وإجراء بعض التجارب عليها باستخدامها كمبادل ايوني لفصل عنصر الثوريوم في مياه تحتوي علي مخلفات اشعاعية تم تحضيرها في المعمل ومن خلال التجارب والنتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة يمكن الاستنتاج بأن افضل النتائج التي تم التحصل عليها كانت باستخدام اوراق التوت المجفف كمبادل ايوني في وسط حامضي ما بين (4-1.5) لحمض النيتريك وقل النتائج المتحصل عليها كانت عند درجة حموضة (0.5) ثم تليها اوراق الخروع في الوسط الحامضي (5-4) وكانت اقل النتائج هي باستخدام اوراق التين . وعند مقارنة النتائج تم الحصول عليها والتي تم قياسها بجهاز المطياف الضوئي وجهاز مطاف الفا يمكن الاستنتاج بأن نسبة الفاقد في الحالتين كانت اعلي بالنسبة للعينات التي تم قياسها باستخدام مطياف الفا وذلك لمروها بعدة خطوات منها التبخير والفصل والترسيب الكهربائي وكانت النتائج أعلي منها بالمطياف الضوئي. (اجريت هذه الدراسة في معامل مركز البحوث النووية تاجوراء شهر مايو (2021)

Using some plant leaves as ion-exchange materials to separate and estimate thorium (Th) in radioactive waste water and measuring it using alpha and optical spectrometers

Salem Ali Elfituri, Nafeesa.H .ALqamati, Fateemah Mahmoud Rasheed, Mehdi Bashir Tereesh

Radiochemical Department Tajoura Nuclear Research Center(TNRC)

Keywords:

Thorium
Radioactive waste
Optical spectroscopy
Alpha spectroscopy
Ion exchange.

ABSTRACT

Liquid radioactive waste is one of the problems facing many countries at the present time, which requires treatment due to its impact on humans and the environment. In this study, the focus was on using some dry plant leaves from the farms surrounding the nuclear research center and conducting some experiments on them by using them as an ion exchanger to separate the thorium element in water containing radioactive waste that was prepared in the laboratory. Through the experiments and results obtained from this study, it can be concluded that the best results were obtained by using dried mulberry leaves as an ion exchanger in an acidic medium between (1.5-4) of nitric acid, and the lowest results were obtained at a pH of (0.5), followed by castor leaves in an acidic medium (5-4), and the lowest results were obtained by using fig leaves. When comparing the results obtained and measured by the spectrophotometer and the alpha spectrometer, it can be concluded that the loss rate in both cases was higher for the samples measured using the alpha spectrometer, as they passed through several steps, including evaporation, separation, and electro-deposition, and the results were higher than those measured by the spectrophotometer. (This study was conducted in the laboratories of the Tajoura Nuclear Research Center in May 2021)

1. المقدمة

المشعة والابحاث الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية بمراكز الابحاث النووية والمستشفيات والمؤسسات التعليمية حيث أن جميعها تساهم في توليد كميات

في الوقت الذي يشهد فيه العالم نشاطات وتطورات متنوعة في مجال الطاقة النووية واستخداماتها السلمية الطبية والزراعية وانتاج النظائر

*Corresponding author:

E-mail addresses: saleelfituri78@gmail.com

Article History : Received 20 February 2025 - Received in revised form 01 September 2025 - Accepted 07 October 2025

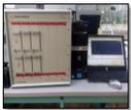
2. المواد وطرق العمل

1.2. المواد الكيميائية.

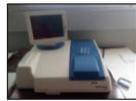
جميع المواد الكيميائية المستخدمة في هذا العمل كانت على درجة عالية من النقاوة، وأن المياه المستخدمة في جميع عمليات تحضير المحاليل كانت من نوع ماء ثنائي التقطير (Bi-distilled water)، وكذلك كانت أملاح نترات الثوريوم ((Th(NO₃)₄.5H₂O))، وكذلك أحماض كل من حمض الهيدروكلوريك (HCl)، الكبريتيك (H₂SO₄)، النيتريك (HNO₃)، والكاشف الطيفي (Arsenazo-III) كانت مصنعة من قبل شركة (Riedel-deHaen) أما فيما يخص حمض التارتريك (Tartaric acid)، وهيدروكسيد الصوديوم (NaOH) فكانت مصنعة من قبل شركة (REACHIM).

2.2. الأجهزة والأدوات.

تم قياس درجة الأس الهيدروجيني (pH) للعينات بواسطة جهاز من نوع (MP220) شكل رقم (1) لمسح الطول الموجي وقياس الكثافة الضوئية تم استخدام جهاز مطياف فوق البنفسجي - الضوئي (UV-Visible Spectrophotometer) نوع (Spcord-250) شكل رقم (2). بينما تم استخدام جهاز مطياف ألفا (α - Spectroscopy) من نوع (Alpha Analyst) المزود بعدد 6 كواشف شكل رقم (3) وذلك لغرض التحليل الإشعاعي للعينات المعنية بالدراسة.



شكل (3) جهاز تحليل مطياف ألفا
والمزود بعدد 6 كواشف



شكل (2) جهاز مطياف فوق
فوق البنفسجي - الضوئي



شكل (1) جهاز قياس الأس الهيدروجيني

3.2. عينات مياه مخلفات التحاليل النووية.

تم جمع مجموعة عينات من المخلفات الإشعاعية السائلة خلال فترات مختلفة [2017 و 2018 و 2020 و 2021] خاصة بطلبة الدراسات العليا و موزعه على فترات مختلفة من 4 معامل داخل إدارة الكيمياء الإشعاعية وبعدها تم ترشيحها تحميضها بواسطة حمض النيتريك وحفظها في قوارير خاصة حتى موعد التحضير.

4.2. أوراق النباتات (المادة الامتزازية).

ثم استخدام الاوراق النباتية كمواد للتبادل الايوني بعد معالجتها كيميائياً وذلك لغرض ازالة الثوريوم من المخلفات الاشعاعية السائلة . تمت دراسة تأثير مجموعة من المتغيرات الفيزيائية على كفاءة وفعالية عملية التبادل الايوني مثل نوع المادة الامتزازية المتمثلة في الاوراق ودرجة الاس الهيدروجيني وزمن الالتماس عند درجة حرارة الغرفة (26 ± 2 م0) تم جمع العينات من اوراق الاشجار الجافة كالخروع والتين والتوت تم غسلهم تلك المجموعات وتجفيفهم عند درجة حرارة (60) م0 لمدة 48 ساعة وطحنهم يدوياً للحصول على حجم حبيبات متجانسة تتراوح ما بين (6.30 إلى 800) ميكرومتر ثم غسل الاوراق المطحونة بماء ثنائي التقطير الساخن لمدة (10) دقائق تم فصلهم وترشيحهم وتجفيفهم عند درجة حرارة 060 لمدة 24 ساعة ثم تحضير محاليل القياسية لقياس درجة الأس الهيدروجيني لمسح طول الموجي وقياس الكثافة الضوئية فتم الحصول على نتائج جيدة باستخدام تقنية التبادل الايوني ومخلفات اوراق النباتات في ازالة الملوثات من مياه المخلفات

هائلة من المياه العادمة الحاوية على كميات من الملوثات الاشعاعية والكيميائية السامة كاليورانيوم والثوريوم وهما عنصران ذو نشاط اشعاعي ضار تتراوح مدة نصف العمر لليورانيوم من 69 سنة إلى (1.405 × 10¹⁰) اما بالنسبة للثوريوم مدة نصف العمر 14 بليون سنة كما يعتبران عنصرين كيميائيين ينتميان إلى مجموعة الاكتانيدات في الجدول الدوري كما أن تصريفهما عبر مياه الصرف الصحي يمثل خطورة كبيرة على البيئة تربة ومياه سطحية وجوفية وعلى الكائنات الحية الحيوانات والبشر [1,2]. الامر الذي دفع المهتمين بالجوانب البيئية والصحية إلى البحث على استحداث وتطوير تقنيات للتخلص وازالة العناصر من مياه مخلفات المعامل النووية والتحكم في ادارتها باستحداث تقنيات واساليب مع درجات متفاوتة في النجاحات باستخدام تقنية التبادل الايوني أفضل التقنيات المستهدفة في الوقت الحالي استخدام مواد تبادل ايونية ذات مساحات سطحية ودرجة امتصاص عالية وسريعة للحصول على كفاءة وفعالية جيدة لإزالة الملوثات تم التركيز على مخلفات وبقايا اشجار النباتات المتوفرة في الطبيعة وصديقة للبيئة ورخيصة الثمن كمبادلات ايونية تحل محل المواد التقليدية مثل الراتنج الصناعية باهظة الثمن وتم استغلال تلك المواد على اساس اقتصادية وبيئية وصحية [3,4,5]. في إحدى الدراسات السابقة، تم استعمال مجموعة من بقايا الأوراق الذابلة المتناثرة على الأرض (Mulch) لإمتزاز أيونات كل من الرصاص (Pb²⁺)، النحاس (Cu²⁺)، والكادميوم (Cd²⁺) من محاليلها المائية. أثبتت الدراسة أن عملية الامتزاز كانت مشابهة لعملية الامتزاز لأيونات ذاتها بواسطة الكربون المنشط الصناعي (CAC) عند ظروف تشغيل مماثلة لكليهما. إلا أن نسبة الامتزاز لكل أيون تختلف عن غيرها من الأيونات الأخرى. توافقت نتائج التحليل لإمتزاز أيونات الرصاص (Pb²⁺)، النحاس (Cu²⁺) والكادميوم (Cd²⁺) مع معادلة خط نقاط تعادل الحرارة لنموذج فريندليخ (Freundlich isotherm model). كانت أفضل قيم الإزالة عند درجة (pH) قصوى تعادل 7 بالنسبة لأيون الكادميوم (Cd²⁺) و 5.4 لأيون النحاس (Cu²⁺). كان لعملية المعالجة لأوراق النباتات تأثير على كفاءة الإزالة، حيث أن الأوراق التي تم تجفيفها عن طريق الفرن أظهرت إزالة بشكل أفضل من تلك المجففة بشكل طبيعي [6]. اجريت العديد من الابحاث والدراسات المنشورة عن المواد الحيوية المستخدمة في عمليات ازالة والتخلص من الملوثات كالأصبغ العضوية والمعادن الثقيلة واستخدام اوراق شجر الصنوبر والشاي المستهلك والقش [9,78,79]، وكذلك اوراق اشجار السنط (شجر الصمغ العربي) وأوراق قشور الموز. وانوية البلح (التمور) في هذه الورقة البحثية تم الحصول على الاوراق النباتية وجمعها من المزارع التي داخل نطاق بلدية تاجوراء [10,11,12]. الدافع من هذا البحث هو إيجاد بدائل طبيعية وصديقة للبيئة لمعالجة الملوثات الإشعاعية، خاصة الثوريوم، باستخدام أوراق نباتية محلية متوفرة بكثرة ورخيصة الثمن. تمثل هذه المواد الحيوية خياراً اقتصادياً يمكن أن يحل محل الراتنج الصناعية باهظة التكلفة، كما تسهم في الاستفادة من الموارد الطبيعية المحلية في ليبيا لحماية البيئة ومعالجة التلوث الإشعاعي، كما أن هناك العديد من الدراسات السابقة التي أثبتت إمكانية استخدام مواد نباتية أو زراعية لإزالة معادن ثقيلة وملوثات أخرى مثل الرصاص والنحاس والكادميوم من المياه. بناءً على هذه الخلفية، جاءت هذه الدراسة لتقييم أوراق نباتية محلية (التوت، الخروع، التين) كمبادلات أيونية لفصل وتقدير الثوريوم من محاليل مائية ملوثة إشعاعياً.

(solution)

الإشعاعية حيث كانت النتائج المعطاة ذات كفاءة فعالية عالية [13].

2.6.2 القياس بمطياف أشعة ألفا (α – Spectroscopy).**5.2 تحضير المحاليل القياسية**

فصل عنصر الثوريوم (Th) بتقنية عمود التبادل الأيوني
تم فصل الثوريوم بتقنية عمود التبادل الأيوني بدايةً بتجهيز عمود مليء بكتلة
من رتجات تبادل أيوني من نوع (Dowex 1 x 8, Chloride ion form)، ثم ملئه بحوالي 20 مل من محلول (7 م) من كلوريد الهيدروجين ،
تم تمرير كمية وقدرها 10 مل من العينة المجزة على هيئة (7 M Cl⁻).
الخطوة التالية تطلبت غسل العمود بحوالي 60 مل من (7 م) من كلوريد
الهيدروجين، ثم غسله مرة أخرى بمحلول مكون من (0.5 م) من كلوريد
الهيدروجين. ينتج عن ذلك الحصول على اليورانيوم والثوريوم (برفقة
الحديد) معا ومن تم تجفيف العينة.

للحصول على الثوريوم (Th) بشكل منفرد. تم إذابة العينة في محلول من
كبريتات الأمونيا ((NH₄)₂SO₄) عند درجة أس هيدروجيني تعادل 1.5.
يلي ذلك، تم تمرير العينة عبر عمود التبادل الأيوني تم غسل العمود بحوالي
60 مل من كبريتات الامونيا ((NH₄)₂SO₄) عند درجة (pH) تعادل
1.5. يُغسل العمود مرة أخرى بحوالي 60 مل من محلول (0.5 م) من حمض
حمض الهيدروكلوريك (HCl). تم تجفيف العينة وتحل بكمية قدرها 20 مل
من محلول الترسيب كبريتات الامونيا ((NH₄)₂SO₄) بدرجة (pH) تعادل
2.2.

لتجهيز الخلية الخاصة بترسيب الثوريوم كهربائياً، وضعت العينة في الخلية
الحاوية على قرص من المعدن غير القابل للصدأ، ثم مُرر تيار بشدة 1.2 أمبير
لمدة ساعة، ومن ثم أضيف 1.0 مل من الامونيا المركز قبل نهاية الترسيب
بقليل تم غسل القرص جيداً بالماء المقطر وقياسه بجهاز مطياف ألفا.

3. النتائج والمناقشة

عند مقارنة النتائج مع بعض الدراسات السابقة، يتضح أن استخدام المواد
النباتية كمواد امتزاز طبيعية يحقق نتائج مشابهة للراتنج الصناعية في
2020 ظهرت دراسة أن قشور الموز يمكن أن تحقق كفاءة عالية في إزالة
الثوريوم من المياه الملوثة، وهو ما يتفق مع فعالية أوراق التوت والخروع في هذه
الدراسة وفي 2021 بينت دراسة أن المواد الحيوية ذات المساحة السطحية
العالية يمكن أن تنافس المواد الصناعية التقليدية في كفاءة الامتزاز، وهو ما
يعزز جدوى استخدام المخلفات النباتية وفي 2022 أكدت دراسة أن
المخلفات الزراعية (مثل الأوراق الجافة وقشور النباتات) تعد بديلاً فعالاً
ورخيصاً لإزالة العناصر المشعة من المحاليل المائية وبالتالي فإن نتائج هذه
الدراسة متسقة مع ما ورد في الأدبيات العلمية، وتدعم التوجه نحو استغلال
الموارد الطبيعية المحلية في معالجة الملوثات الإشعاعية. ومن خلال النتائج
والقيم المتحصل عليها بالجدول (1-3)، للمحاليل المائية لاوراق الخروع يتبين
أن أعلى قيمة للنشاط الإشعاعي عند الأس الهيدروجيني 0.5 باستخدام
مطياف الفا حوالي كانت 205.740 بيكريل/مل واقل قيمة كانت عند اس
هيدروجيني 4.5 بنشاط اشعاعي 53.811 بيكريل /مل وعند القياس
بالمطياف الضوئي كانت اعلي قيمة للتركيز عند نفس الأس الهيدروجيني والتي
تقدر 7.626 جزء في المليون واقل قيمة كانت عند نفس الدرجة والتي قدرت
بحوالي 1.993 جزء في المليون. وهذا يتوافق مع دراسة (Zhou Y, Zhang H,
[1] [Chen J (2020)]. والشكل (1-3) يوضح التمثيل البياني لتركيز درجة
التفاعل مع التركيز في المحلول والنشاط الإشعاعي لأوراق الخروع.

1.5.2 تحضير محلول 0.25% من الكاشف الطيفي أرسينازو 3 (Arsenazo-III).

تم وزن 0.25 جم من الكاشف الطيفي (Arsenazo-III) وإذابتها في كمية
قليلة من الماء المقطر ثم تنقل إلى دورق قياسي بحجم 100 مل وتم اكمال
الحجم حتى 100 مل بالماء المقطر مع إضافة قطرات (0.5 M) من
هيدروكسيد الصوديوم (NaOH).

2.5.2. تحضير محلول قياسي من 1000 ppm.
(Th(NO₃)₄.5H₂O) في (4 M) حمض الكبريتيك (H₂SO₄ M)
تم وزن 0.2456 جم من ملح نترات الثوريوم (Th(NO₃)₄.5H₂O) في
قليل من حمض الكبريتيك (4.0 M H₂SO₄) وتم نقلها إلى دورق قياسي
بحجم 100 مل وتم اكمال الحجم حتى 100 مل بكمية من حمض الكبريتيك
(4.0 M H₂SO₄).

6.2 طريقة العمل.

في كاس زجاجي سعته 200 مل يتم اضافة 1 جرام من الاوراق المغسولة جيداً
والمجففة مسبقاً ومن تم يضاف اليها 100 مل من الثوريوم بتركيز 10 ppm
عند درجات من الاس الهيدروجيني المختلفه وتوضع على الخلاط المغناطيسي
لمدة 30 دقيقة ثم تم فصل الاوراق عن المحلول بالترشيح واجراء عمليات
القياس باستخدام جهاز المطياف الضوئي (UV) وباستخدام جهاز ألفا
سبكترومتر بعد إجراء سلسلة من العمليات الكيميائية للفصل والترسيب
الكهربائي.

في هذا الجانب تضمنت أخذ كمية وقدره 25 مل من هذه العينات المهضومة
وخلطها 1.0 مل من حمض التارتريك (Tartaric acid) و 1.0 مل من
محلول 0.25% من الكاشف الطيفي أرسينازو 3 (Arsenazo-III)
وتوضع جميعها في دورق قياس بحجم 50 مل. تم استكمال الحجم حتى
العلامة بواسطة كمية من حمض الكبريتيك (H₂SO₄) بدرجة رقم
هيدروجيني (pH) قدرها 2.0. أخيراً تم قياس التراكيز بواسطة جهاز مطياف
فوق البنفسجي - الضوئي (UV-Visible Spectrophotometer)
عند المدى (400-800) نانومتر وتم تسجيل القياسات لمعاينتها.

1.6.2 القياس بمطياف فوق البنفسجي-الضوئي (UV-Visible Spectrophotometer).

عند متابعة التحاليل لإنجاز التقدير الطيفي للثوريوم (Th) باستخدام جهاز
مطياف فوق البنفسجي-الضوئي (UV-Visible Spectrophotometer)، مثلما يحدث في الغالب تم التعامل مع العينة
المترسبة في الجزء السابق بإذابتها في (4 مولاري) من حمض الكبريتيك
(H₂SO₄). تم نقل (20 مل) من العينة المذابة إلى دورق قياسي سعته 50
مل وكمية قدرها 1.0 مل من (10%) حمض التريك (Tartaric acid)
وكمية قدرها 1.0 مل من (0.25%) الكاشف الطيفي أرسينازو
(Arsenazo-III) وأخيراً يستكمل الحجم باستخدام حمض الكبريتيك
(H₂SO₄) بدرجة أس هيدروجيني (pH) تعادل 2.0. بعد 5 دقائق تم
مسح الطول الموجي في المنطقة المنظورة من (400-800) نانومتر للحصول
على الطول الموجي الأمثل وهو (655) نانومتر مقابل محلول خالي (Blank)

0.028±3.91220	0.75±105.570	3.00
0.019±5.31570	0.51±143.370	3.54
0.009±3.34200	0.24±90.180	4.01
0.014±2.44000	3.7±65.880	4.54
0.024±5.71340	0.64±153.90	5.30
0.015±4.56430	1.3±123.120	5.55
0.017±2.88010	1.8±77.760	6.29

4. الاستنتاج

من خلال النتائج المتحصل عليها لهذه الدراسة والتي استخدم فيها نوعين من اجزة القياس وهي جهاز مطيافية الفا وجهاز المطياف الضوئي ومن خلال مقارنة نتائج الجهازين اشارت النتائج المتحصل عليها ان اوراق التوت اعطيت نتائج افضل لعمليات الفصل دون غيرها والتي تفاوتت في درجات الاستقطاب بنسب. ومن خلال هذه النتائج والدراسة سوف يتم الاعتماد علي هذه الاوراق لمتابعة هذا البحث وتطويره كمواد إستغلال بقايا اوراق نباتية متوفرة محلياً وبكثرة في الطبيعة بشكل أوسع في المستقبل في عمليات إزالة الملوثات الإشعاعية الناتجة عن استخدام نويدات مشعة داخل معامل التحاليل الكيميائية والطبية وذلك باستخدام تقنيات التبادل الأيوني عوضاً عن استخدام تقنيات تنقية أخرى ومواد صناعية ذات التكاليف الباهظة.

4. قائمة المراجع

- [1]. Zhou Y, Zhang H, Chen J (2020). Removal of thorium from aqueous solution using banana peel as a low-cost adsorbent. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(2): 103589.
- [2]. Ali S, Khan M, Rehman A (2021). Application of bio-based adsorbents for removal of actinides from wastewater: A review. *Chemosphere*, 263: 128345.
- [3]. Singh R, Patel D (2022). Recent advances in biosorption of radioactive elements using agricultural wastes. *Environmental Research*, 212: 113214
- [4]. Yakout SM, Metwally SS, El-Zakla T (2013) Uranium sorption onto activated carbon prepared from rice straw: Competition with humic acids. *Applied Surface Science* 280: 745-750.
- [5]. Chen S, Hong J, Yang H, Yang J (2013) Adsorption of uranium (VI) from aqueous solution using a novel graphene oxide-activated carbon felt composite. *J Environ Radioact* 126: 253-258.
- [6]. Mellah A, Chegrouche S, Barkat M (2006) The removal of uranium (VI) from aqueous solutions onto activated carbon: kinetic and thermodynamic investigations. *J Colloid Interface Sci* 296: 434-441.
- [7]. Ilaiyaraja P, Deb AK, Sivasubramanian K, Ponraju D, Venkatraman B (2013) Adsorption of uranium from aqueous solution by PAMAM dendron functionalized styrene divinylbenzene. *J Hazard Mater* 250-251: 155-66.
- [8]. Xinghui W, Guiru Z, Feng G (2013) Removal of uranium (VI) ion from aqueous solution by SBA-15. *Annals of Nuclear Energy* 56: 151-157.
- [9] Hossam Altaher, and Emad El-Qada, (2011), "Investigation of the Treatment of Colored Water Using Efficient Locally Available Adsorbent." *International Journal Of Energy And Environment*, 2(6): 1113-1124.
- [10]. Anirudhan TS, Rijith S (2012) Synthesis and characterization of carboxyl terminated poly(methacrylic acid) grafted chitosan/bentonite composite and its application for the recovery of uranium (VI) from aqueous media. *J Environ Radioact* 106: 8-19.
- [11]. Sun X, Huang X, Liao XP, Shi B (2010) Adsorptive recovery of UO₂(2+) from aqueous solutions using collagen-tannin resin. *J Hazard Mater* 179: 295-302.
- [12]. Akkaya R (2013) Uranium and thorium adsorption from aqueous solution using a novel polyhydroxyethylmethacrylate-pumice composite. *J Environ Radioact* 12: 58-63.
- [13]. Han R, Zou W, Wang Y, Zhu L (2007) Removal of uranium (VI) from aqueous solutions by manganese oxide coated zeolite: discussion of adsorption isotherms and pH effect. *J Environ Radioact* 93: 127-143.
- [14]. Weihua Z, Lei Z, Runping H (2009) Removal of Uranium (VI)

جدول 1-3: متوسطات قيم النشاط الإشعاعي والتركيز للثوريوم

(Th) بالمحاليل المائية لأوراق الخروع		
التركيز في المحلول (ppm) (UV/VIS)	النشاط الإشعاعي للمحلول بمطيافية لفا (بكريل/مل)	pH
0.033±7.62600	0.89±205.740	0.50
0.017±5.88000	0.45±158.760	1.00
0.022±4.91100	0.59±132.57	1.50
0.017±3.37500	0.27±90.990	2.28
0.007±2.11052	0.18±56.970	2.50
0.013±5.01600	0.35±135.432	3.18
0.009±2.29700	0.24±61.830	4.30
0.009±1.99302	0.23±53.811	4.50
0.024±3.20300	0.64±86.40	5.02
0.016±2.00320	0.43±54.086	5.50
0.027±5.92900	0.72±159.840	6.24

فيما يتعلق بالمحاليل المائية لأوراق التوت وكمية تراكيز النشاط الإشعاعي للثوريوم بها باستخدام مطياف الفا، فإن النتائج والقيم المتحصل عليها في الجدول (2.3) تم تسجيل أدنى وأعلى قيمتين عند اس هيدروجيني 2.01 و 4 بنشاط اشعاعي حوالي 48.60 بيكريل/مل و 158.49 بيكريل/مل. اما باستخدام جهاز المطياف الضوئي فكان التركيز عند نفس درجة الأس الهيدروجيني حيث كانت 1.805 و 5.879 جزء في المليون كأدنى وأعلى قيمة. وهذا يتوافق مع ما توصل اليه (Akkaya R (2013) [12]. والشكل (2.3) التمثيل البياني لتركيز درجة التفاعل مع التركيز في المحلول والنشاط الاشعاعي لأوراق التوت.

جدول 2-3: متوسطات قيم النشاط الإشعاعي والتركيز للثوريوم

(Th) بالمحاليل المائية لأوراق التوت		
التركيز في المحلول (ppm) (UV/VIS)	النشاط إشعاعي للمحلول بمطيافية الفا (بكريل/مل)	PH
0.016±3.82200	0.43±103.140	0.50
0.014±2.52950	0.37±68.040	1.01
0.018±2.15000	0.48±38.050	1.50
0.007±1.80500	0.18±48.600	2.01
0.023±3.72730	0.62±100.440	3.00
0.013±5.87960	0.35±158.49	4.00
0.026±5.61730	0.70±151.6590	5.02
0.011±2.45810	0.29±66.3687	6.10

من ناحية أخرى تم تسجيل نتائج وقيم بالجدول (3-3) بخصوص متوسطات قيم النشاط الإشعاعي في المحاليل المائية لأوراق التين بواسطة جهاز مطياف الفا كانت اقل قيمة عند اس هيدروجيني 4.54 والمقدرة ب 65.88 بيكريل/مل وأعلى قيمة كانت عند اس هيدروجيني 5.30 بقيمة 153.9 بيكريل/مل. بينما قيم التركيز باستخدام المطياف الضوئي عند الأس الهيدروجيني 4.54 كانت 2.44 جزء في المليون وعند الأس الهيدروجيني 5.30 كانت 5.71 جزء في المليون وهذا يتوافق مع دراسة [17] (Yaoyao H2018). والشكل (3-3) يوضح التمثيل البياني لتركيز درجة التفاعل مع التركيز في المحلول والنشاط الاشعاعي لأوراق التين.

جدول 3-3: متوسطات قيم النشاط الإشعاعي والتركيز للثوريوم (Th)

بالمحاليل المائية لأوراق التين		
التركيز في المحلول (ppm) (UV/VIS)	النشاط إشعاعي للمحلول بمطيافية الفا (بكريل/مل)	pH
0.14±4.23680	3.7±114.2100	1.00
0.2±4.23682	3.5±114.394	1.50
0.018±5.22800	0.48±140.940	2.02
0.019±3.19560	2.4±86.1300	2.52

by Fixed Bed Ion-exchange Column Using Natural Zeolite Coated with Manganese Oxide. Chinese J Chemical Engineering 17: 585-593.

[15]. Shuibo X, Chun Z, Xinghuo Z, Jing Y, Xiaojian Z, et al. (2009) Removal of uranium (VI) from aqueous solution by adsorption of hematite. J Environ Radioact 100: 162-166.

[16]. Seung YL, Min HB, Yong JL, Young BL (2009) Adsorption of U(VI) ions on biotite from aqueous solutions. Applied Clay Science 46: 255-259.

[17] Yaoyao H., Yang H., Lvcun C., Tao Y., Hanfang H., Rungping S., Peng L., Chenghua Z., (2018). Selective Biosorption of Thorium (IV) from Aqueous Solution by Ginkgo Leaf, PLoS ONE, 13(3): an open access article at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193659>.