



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الكوفة - كلية التربية للبنات
قسم الفيزياء

قياس النشاط الإشعاعي الطبيعي لنماذج مختارة من الأعشاب الطبية الموجودة في الأسواق المحلية

رسالة مقدمة إلى مجلس كلية التربية للبنات - جامعة الكوفة
وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في الفيزياء

تقدم بها

عبد الحسين عبد الامير كريم

بإشراف

أ.م. هيام ناجي هادي الخفاجي

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَقَوْفَ كُلِّ ذِي عِلْمٍ عَلِيمٍ

صدق الله العلي العظيم

سورة يوسف / الآية ٧٦

الإهداء

مضت سنوات عدة على رحيل نور البيت .. وستمضي السنين ولا يبقى لنا سوى الدعاء لها
والرحمة عليها .. كل ما حولي من أشياء تذكرني بها فما زلت أتذكر تلك الدعوات والكلمات
الجميلة التي تخرج من لسانك وسأنتذكر وأتذكر إلى أن يقبض الله روحي ،، إلى الروح التي
سكنت روحي (جدتي الغالية).

إلى من كلفه الله بالهيبة والوقار .. إلى من علمني العطاء بدون انتظار .. إلى من أحمل
أسمه بكل افتخار .. أرجو من الله أن يمد في عمرك لترى ثماراً قد حان قطافها بعد طول انتظار
وستبقى كلماتك نجوم أهدي بها اليوم وفي الغد وإلى الأبد (والدي العزيز).

إلى ملاكي في الحياة .. إلى من أرضعتني الحب والحنان .. إلى بسملة الحياة وسر
الوجود .. إلى من كان دعاءها سر نجاحي وحنانها بلمس جراحي إلى أغلى الاحباب (امي
الحيبة).

إلى من بهم أكبر وعليهم أعتمد .. إلى شمعة متقدة تنير ظلمة حياتي .. إلى من بوجودهم
أكتسب قوة ومحبة لا حدود لها.. إلى من عرفت معهم معنى الحياة (اخي واخواتي).

إلى الأخوات اللواتي لم تدهن أمني .. إلى من تحلو بالإخاء وتميزوا بالوفاء والعطاء إلى
ينابيع الصدق الصافي إلى من معهم سعدت وبرفقتهم في دروب الحياة الحلوة والحزينة سرتُ
(زميلات الدراسة).

الآن تفتح الأشرعة وترفع المرساة لتنتقل السفينة في عرض بحر واسع مظلم هو بحر
الحياة وفي هذه الظلمة لا يضيء إلا قنديل الذكريات ذكريات الأخوة البعيدة إلى الذين أحببتهم
وأحبوني (أصدقائي).

إلى كل من علمني حرفاً وأخذ بيدي في سبيل تحصيل العلم والمعرفة (اساتذتي).

إليهم جميعاً أهدي ثمرة جهدي وبحثي المتواضع هذا.

عبد الحسين

شكر وتقدير

ومن حق النعمة الذكر وأقل جزاء للمعروف الشكر ...
فبعد شكر المولى عز وجل المتفضل بجليل النعم وعظيم الجزاء ...
يجدر بي أن أتقدم ببالغ الامتنان وجزيل العرفان إلى كل من وجهني وعلمني وأخذ بيدي
في سبيل إنجاز هذا البحث .. وأخص بذلك مشرفتي الأستاذ المساعد هيام ناجي الخفاجي التي
اقتрحت عنوان البحث واشرفها على الرسالة وتابعت وصوبت بحسن إرشادها لي في كل مراحل
البحث والذي وجدت في توجيهاتها حرص المعلم التي تؤتي ثمارها الطيبة بإذن الله.
واعترافاً مني بفضل الكلية والقسم أتقدم بجزيل الشكر والتقدير لعمادة كلية التربية
للبنات / جامعة الكوفة وبالخصوص قسم الفيزياء بكل أساتذته واخص بالذكر الأستاذ المساعد
الدكتور إيمان عبد المالك الحلو عميد كلية التربية للبنات والأستاذ المساعد الدكتور راشد عويد ،
فلهم مني خالص الشكر والتقدير .
كما أتقدم بالشكر الجزيل للأستاذ المساعد الدكتور علي عبد ابو جاسم من كلية العلوم
جامعة الكوفة والذي كان لعلمه وفضله وحسن توجيهاته وعونه الأثر الملموس في أن يظهر
البحث بصورته النهائية فله مني خالص الشكر والتقدير ، وفقه الله.
كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى الأستاذ المساعد الدكتور رقية منون من قسم علوم
الحياة كلية التربية للبنات جامعة الكوفة، كما والشكر موصول الى الأستاذ الدكتور ندى فاضل
توفيق من قسم الفيزياء كلية العلوم جامعة النهريين .
كما أحمل الشكر والعرفان والتقدير إلى كل من أمدني ودعمني وهم اصدقائي واخوتي
من دول الكويت والسعودية ولبنان والدكتورة إيلين ابراهيم من جامعة ويستمنستر المملكة المتحدة
وفقههم الله لكل خير ... أشكرهم جميعاً وأتمنى من الله عز وجل أن يجعل ذلك في ميزان
حسناتهم.
ومن الوفاء أن اشكر زملائي طلبة الدراسات العليا في قسم الفيزياء لما أبدوه من مساعدة
طيلة مدة الدراسة.
وفي الختام أود أن أعبر عن شكري وامتناني إلى جميع افراد عائلتي لما منحوه من رعاية
وتشجيع طيلة فترة البحث والدراسة وادعو من الله عز وجل أن يحفظهم ويمدهم بالصحة والعافية،
والى كل من أمدني بالعلم والمعرفة وأسدى ليّ النصح والتوجيه والى كل من ساندني بدعواته
الصادقة وتمنياته المخلصة وغفلت عن ذكره... أرجو المعذرة.

إقرار المشرف

أشهد أن إعداد هذه الرسالة الموسومة ((قياس النشاط الإشعاعي الطبيعي لنماذج مختارة من الأعشاب الطبية الموجودة في الأسواق المحلية)) جرى بإشرافي في كلية التربية للبنات - جامعة الكوفة، وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الفيزياء.

التوقيع :

الاسم: هيام ناجي هادي

الدرجة العلمية: أستاذ مساعد

العنوان: كلية التربية للبنات/جامعة الكوفة

التاريخ: 2016 / 9 / 25

توصية رئيس القسم

بناء على توصية الاستاذ المشرف ارشح هذه الرسالة للمناقشة.

التوقيع :

الاسم: د. راشد عويد كاظم

الدرجة العلمية: أستاذ مساعد

العنوان: كلية التربية للبنات/جامعة الكوفة

التاريخ: 2016 / 9 / 25

إقرار المقوم اللغوي

أشهد أنني قد قومت الرسالة الموسومة ((قياس النشاط الإشعاعي الطبيعي لنماذج مختارة من الأعشاب الطبية الموجودة في الأسواق المحلية)) لغويا فوجدتها صالحة للمناقشة.

الاسم: د. عبد الرسول عبد الحسن علي

الدرجة العلمية: أستاذ مساعد

العنوان: كلية التربية للبنات/جامعة الكوفة

التوقيع:

التاريخ: 2016/ 10 / 16

إقرار المقوم العلمي

أشهد أنني قد قومت الرسالة الموسومة ((قياس النشاط الإشعاعي الطبيعي لنماذج مختارة من الأعشاب الطبية الموجودة في الأسواق المحلية)) علمياً .

الاسم: د. عامر عبد الأمير محمد علي

الدرجة العلمية: أستاذ

العنوان: كلية العلوم/جامعة كربلاء

التوقيع:

التاريخ: 2016/ 10 / 24

إقرار لجنة المناقشة

نشهد بأننا أعضاء لجنة المناقشة اطلعنا على الرسالة الموسومة (قياس النشاط الإشعاعي الطبيعي لنماذج مختارة من الأعشاب الطبية الموجودة في الأسواق المحلية) وقد ناقشنا الطالب (عبد الحسين عبد الامير كريم) في محتوياتها وفيما له علاقة بها ونعقد بانها جديرة بالقبول لنيل شهادة الماجستير في الفيزياء.

عضواً

التوقيع :

الاسم : د. علي عبد ابو جاسم

اللقب العلمي : أستاذ مساعد

العنوان : كلية العلوم/جامعة الكوفة

التاريخ : 2017/ 1 /

رئيس اللجنة

التوقيع :

الاسم : د. علي خلف حسن

اللقب العلمي : أستاذ

العنوان : كلية التربية للبنات/جامعة الكوفة

التاريخ : 2017/ 1 /

عضواً (مشرفاً)

التوقيع :

الاسم : هيام ناجي هادي

اللقب العلمي : أستاذ مساعد

العنوان : كلية التربية للبنات/جامعة الكوفة

التاريخ : 2017/ 1 /

عضواً

التوقيع :

الاسم : د. محسن كاظم مطلب

اللقب العلمي : أستاذ مساعد

العنوان : كلية العلوم/جامعة بابل

التاريخ : 2017/ 1 /

صادق عليها مجلس كلية التربية للبنات-جامعة الكوفة في جلسته (الخامسة) والمعقودة في (2016/10/31)

أ.م. د. إيمان عبد الملك الحلو

العميد

التاريخ : 2017/ 1 /

القيمة

لقد خلق الله عز وجل لنا النباتات ليكون منها الغذاء وفيها الشفاء والدواء، وقد عاد الانسان الى التداوي بالأعشاب والنباتات بعد ظهور الآثار السلبية لبعض الادوية الكيميائية، لذا تعد النباتات الطبية مهمة من حيث الاستهلاك البشري واستخداماتها الكثيرة في التداوي والطبخ والاستخدامات الطبية.

تم في هذه الدراسة قياس مستويات النشاط الإشعاعي الطبيعي في 40 عينة مختارة من الأعشاب الطبية التي جمعت من الأسواق العراقية من (20/9/2015) الى (1/11/2015) ومن مناشئ عالمية مختلفة ، وقد تم اجراء هذه الدراسة باستعمال :

منظومة كاشف أيوديد الصوديوم المطعم بالتاليوم NaI(Tl) ذو حجم (3"×3") عالية الكفاءة، لقياس الفعالية النوعية لنوى اليورانيوم-238 والثوريوم-232 والبوتاسيوم-40 وبزمن قياس مقداره (24 hours).

وقد وجد أن النشاط الإشعاعي لليورانيوم ^{238}U يتراوح من (LD) الى (12.591) Bq/kg و بمعدل (4.686) Bq/kg، وللثوريوم ^{232}Th من (LD) الى (14.633) Bq/kg وبمعدل (2.916) والبوتاسيوم ^{40}K من (78.560) Bq/kg الى (579.327) Bq/kg وبمعدل (219.134) ، كما تم حسب مكافئ الراديوم حيث تراوح من (6.081) Bq/kg الى (44.608) وبمعدل (20.278) Bq/kg اما معامل الخطورة الداخلي فقد تراوح من (0.016) الى (0.135) Bq/kg وبمعدل (0.060).

كذلك تم استعمال منظومة كاشف الأثر النووي الصلب النوع (CR-39) لقياس تركيز وفعالية

الرادون.

حيث تم قياس تراكيز وفعالية الرادون ^{222}Rn في نفس العينات المختارة وبواسطة منظومة كاشف الأثر النووي الصلب النوع (CR-39) وبزمن خزن مقداره (90 day) وتراوح تركيز الرادون ^{222}Rn من 10.660 Bq/m^3 الى 53.303 Bq/m^3 وبمعدل 26.537 Bq/m^3 والفعالية النوعية للرادون تراوحت من 0.046 Bq/kg الى 0.779 Bq/kg وبمعدل 0.283 Bq/kg .

تم تحليل وجدولة العينات المدروسة ومقارنتها مع المعدل العالمي والحدود المسموح بها كما أوصي بها من قبل الوكالات العلمية الدولية ، ومن خلال مقارنة النتائج مع القيم العالمية

$$(^{222}\text{Rn} = 400 \text{ Bq/m}^3 , ^{40}\text{K} = 400 \text{ Bq/kg} , ^{232}\text{Th} = 30 \text{ Bq/kg} , ^{238}\text{U} = 35 \text{ Bq/kg})$$

وحسب منظمة الطاقة الذرية (UNSCEAR) واللجنة الدولية للحماية من الإشعاع (ICRP) وجدت أن مستويات الإشعاع للنماذج المدروسة من الأعشاب الطبية المستخدمة في الاسواق المحلية لأغلب النماذج تقع ضمن المعدلات الطبيعية للحدود المسموح بها ولا تشكل خطراً من الناحية الإشعاعية في الاستهلاك البشري واستخداماتها لغرض المعالجة الطبية.

المحتويات

| الصفحة | الموضوع | التسلسل |
|-------------------------------------|---------------------------|---------|
| الفصل الاول : مقدمة عامة | | |
| 1 | مقدمة | 1-1 |
| 4 | الأعشاب الطبية | 2-1 |
| 5 | الدراسات السابقة | 3-1 |
| 13 | الهدف من الدراسة | 4-1 |
| الفصل الثاني : الجانب النظري | | |
| 14 | مقدمة | 1-2 |
| 14 | أنواع الاشعاع | 2-2 |
| 15 | الإشعاع غير المؤين | 1-2-2 |
| 15 | الإشعاع المؤين | 2-2-2 |
| 15 | جسيمات الفا α | 1-2-2-2 |
| 16 | جسيمات بيتا β | 2-2-2-2 |
| 16 | أشعة كاما γ | 3-2-2-2 |
| 17 | النيوترونات | 4-2-2-2 |
| 17 | تفاعل أشعة كاما مع المادة | 3-2 |
| 18 | التأثير الكهروضوئي | 1-3-2 |

| | | |
|----|----------------------------|-----------|
| 18 | تأثير كومبتن | 2-3-2 |
| 19 | أنتاج الزوج | 3-3-2 |
| 20 | المصادر الطبيعية للإشعاع | 4-2 |
| 21 | الأشعة الكونية | 1-4-2 |
| 21 | الأشعة الارضية | 2-4-2 |
| 21 | المصادر الأرضية المنفردة | 1-2-4-2 |
| 22 | البوتاسيوم ^{40}K | a.1-2-4-2 |
| 22 | السلاسل المشعة | 2-2-4-2 |
| 23 | سلسلة اليورانيوم-238 | a.2-2-4-2 |
| 24 | سلسلة الاكتينيوم-235 | b.2-2-4-2 |
| 24 | سلسلة الثوريوم-232 | c.2-2-4-2 |
| 25 | سلسلة النبتونيوم-237 | d.2-2-4-2 |
| 26 | المصادر الصناعية للإشعاع | 5-2 |
| 26 | الرادون ^{222}Rn | 6-2 |
| 27 | نظائر الرادون | 1-6-2 |
| 27 | قانون الانحلال الاشعاعي | 7-2 |
| 29 | التوازن الإشعاعي | 8-2 |
| 29 | التوازن الأبدي (القرني) | 1-8-2 |
| 30 | التوازن العابر | 2-8-2 |

| | | |
|-------------------------------------|--|----------|
| 30 | حالة اللاتوازن | 3-8-2 |
| 31 | التأثيرات البيولوجية للإشعاع | 9-2 |
| 32 | الكواشف الوميضية | 10-2 |
| 33 | كواشف الأثر النووي للحالة الصلبة | 11-2 |
| 35 | أنواع كواشف الأثر النووي | 1-11-2 |
| 35 | الكواشف اللاعضوية | 1-1-11-2 |
| 36 | الكواشف العضوية | 2-1-11-2 |
| 38 | الكاشف CR-39 | 12-2 |
| 39 | خصائص كاشف الأثر النووي (CR-39) | 1-12-2 |
| 40 | القشط الكيميائي | 13-2 |
| 41 | آلية تكون الأثر | 14-2 |
| الفصل الثالث : الجانب العملي | | |
| 43 | مقدمة | 1-3 |
| 43 | جمع النماذج | 2-3 |
| 46 | الأجهزة المستعملة | 3-3 |
| 46 | الكشف باستعمال كاشف أيودييد الصوديوم NaI(Tl) | 4-3 |
| 46 | تهيئة النماذج | 1-4-3 |
| 47 | منظومة الكشف والتحليل النووي باستعمال الكاشف الوميضي | 2-4-3 |

| | | |
|----|---|---------|
| 48 | كاشف أيوديد الصوديوم المطعم بالتاليوم NaI(Tl) | 1-2-4-3 |
| 49 | المادة الوميضية | 2-2-4-3 |
| 50 | انبوب المضاعف الضوئي | 3-2-4-3 |
| 51 | المضخم الابتدائي | 4-2-4-3 |
| 51 | المضخم الرئيسي | 5-2-4-3 |
| 52 | مجهز الفولتية العالية | 6-2-4-3 |
| 52 | محلل متعدد القنوات | 7-2-4-3 |
| 52 | التدريج | 8-2-4-3 |
| 53 | معايرة الطاقة في الكاشف NaI(Tl) | 3-4-3 |
| 55 | معايرة الكفاءة | 4-4-3 |
| 56 | قابلية فصل الطاقة الكاشف | 5-4-3 |
| 57 | قياس الخلفية الإشعاعية | 6-4-3 |
| 58 | حد الكشف | 7-4-3 |
| 59 | قياس النشاط الإشعاعي النوعي للنماذج بتقنية مطيافية كاما NaI(Tl) | 8-4-3 |
| 60 | قياس معاملات الخطورة | 9-4-3 |
| 60 | مكافئ الراديوم | 1-9-4-3 |
| 61 | معامل الخطورة الداخلي | 2-9-4-3 |
| 61 | الكشف باستعمال كاشف الاثر النووي (CR-39) | 5-3 |
| 61 | تهيئة النماذج | 1-5-3 |

| | | |
|---|--------------------------------|-------|
| 62 | عملية التشعيع | 2-5-3 |
| 63 | تحضير المحلول القاشط | 3-5-3 |
| 65 | المعاينة المجهرية وعد الاثار | 4-5-3 |
| 67 | قياس تراكيز الرادون | 5-5-3 |
| 67 | قياس الفعالية النوعية للرادون | 6-5-3 |
| الفصل الرابع : النتائج ، المناقشة والاستنتاجات | | |
| 68 | مقدمة | 1-4 |
| 68 | النتائج | 2-4 |
| 79 | مناقشة النتائج | 3-4 |
| 80 | مقارنة النتائج مع دراسات سابقة | 4-4 |
| 84 | الاستنتاجات | 5-4 |
| 84 | التوصيات | 6-4 |
| 85 | الدراسات المستقبلية | 7-4 |
| 86 | المصادر | |

قائمة الاشكال

| الصفحة | أسم الشكل | التسلسل |
|---------------------|--|---------|
| الفصل الأول | | |
| 2 | العرض التصوري لنقل العناصر المشعة من التربة الى النباتات | 1-1 |
| الفصل الثاني | | |
| 17 | قابلية اختراق الإشعاعات النووية المختلفة | 1-2 |
| 20 | مصادر الإشعاع الطبيعي | 2-2 |
| 25 | سلاسل النشاط الإشعاعي | 3-2 |
| 29 | التوازن القرني | 4-2 |
| 30 | التوازن العابر | 5-2 |
| 31 | حالة اللاتوازن | 6-2 |
| 38 | التركيب الكيميائي لكاشف الأثر النووي (CR-39) | 7-2 |
| 39 | صورة كاشف (CR-39) | 8-2 |
| 42 | وخزة الانفجار الأيوني لتكون الأثر في المواد اللاعضوية | 9-2 |
| 42 | تأثير الإشعاع على السلاسل البوليمرية | 10-2 |
| الفصل الثالث | | |
| 47 | العينات داخل وعاء المارنيلي | 1-3 |
| 48 | منظومة كاشف أيوديد الصوديوم المطعم بالتاليوم NaI(Tl) | 2-3 |

| | | |
|---------------------|---|------|
| 49 | صوره الكاشف NaI(Tl) وتركيبه | 3-3 |
| 51 | انبوب المضاعف الضوئي | 4-3 |
| 53 | حجرة التدريع وموقع الكاشف داخل الدرع | 5-3 |
| 54 | العلاقة بين الطاقة ورقم القناة | 6-3 |
| 56 | العلاقة بين الكفاءة والطاقة | 7-3 |
| 58 | يمثل طيف الخلفية الإشعاعية الاولى | 8-3 |
| 58 | يمثل طيف الخلفية الإشعاعية الرابعة | 9-3 |
| 62 | عملية تهيئة وخزن العينات في العلب البلاستيكية | 10-3 |
| 63 | عملية التشعيع وزراعة الكاشف | 11-3 |
| 64 | الحمام المائي وعملية القشط الكيميائي | 12-3 |
| 65 | الشريحة المدرجة المستعملة لقياس مساحة الرؤيا | 13-3 |
| 66 | آثار جسيمات الفا والمجهر الضوئي | 14-3 |
| الفصل الرابع | | |
| 73 | الفعالية النوعية لليورانيوم ^{238}U في نماذج الأعشاب الطبية المدروسة | 1-4 |
| 74 | الفعالية النوعية للثوريوم ^{232}Th في نماذج الأعشاب الطبية المدروسة | 2-4 |
| 74 | الفعالية النوعية للبوتاسيوم ^{40}K في نماذج الأعشاب الطبية المدروسة | 3-4 |
| 75 | قيم مكافئ الراديوم (R_{eq}) في نماذج الأعشاب الطبية المدروسة | 4-4 |
| 75 | معامل الخطورة الداخلي (H_{in}) في نماذج الأعشاب الطبية المدروسة | 5-4 |

| | | |
|----|--|------|
| 76 | تركيز الرادون ^{222}Rn في نماذج الأعشاب الطبية المدروسة | 6-4 |
| 76 | الفعالية النوعية للرادون ^{222}Rn في نماذج الأعشاب الطبية المدروسة | 7-4 |
| 82 | المقارنة بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة بالنسبة لنظير ^{238}U | 8-4 |
| 82 | المقارنة بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة بالنسبة لنظير ^{232}Th | 9-4 |
| 83 | المقارنة بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة بالنسبة لنظير ^{40}K | 10-4 |
| 83 | المقارنة بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة بالنسبة لنظير الرادون ^{222}Rn | 11-4 |

قائمة الجداول

| الصفحة | اسم الجدول | التسلسل |
|---------------------|---|---------|
| الفصل الثاني | | |
| 33 | أنواع الإشعاعات والمواد الومضية المستخدمة في الكواشف الومضية | 1-2 |
| 36 | بعض أنواع الكواشف اللاعضوية والصيغ التركيبية لها | 2-2 |
| 37 | بعض أنواع الكواشف العضوية والصيغ التركيبية لها | 3-2 |
| الفصل الثالث | | |
| 44 | أسماء الاعشاب الطبية المدروسة باللغتين العربية والانكليزية والجزء المستخدم منها ومنشأها | 1-3 |
| 46 | الأجهزة والمعدات المستعملة في البحث | 2-3 |

| | | |
|---------------------|--|-----|
| 54 | خصائص المصادر القياسية المستعملة | 3-3 |
| 59 | الحد الأدنى للكشف لليورانيوم-238 والثوريوم-232 لبوتاسيوم-40 | 4-3 |
| الفصل الرابع | | |
| 69 | قيم الفعالية النوعية لكل من اليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم للنماذج المدروسة | 1-4 |
| 70 | قيم مكافئ الراديوم ومعامل الخطورة الداخلي للنماذج المدروسة | 2-4 |
| 71 | تركيز غاز الرادون وفعاليتيه للنماذج المدروسة | 3-4 |
| 80 | معدل الفعالية النوعية لليورانيوم-238 ، للثوريوم-232 والبوتاسيوم-40 بوحدة (Bq/kg) لبعض الدراسات السابقة | 4-4 |
| 81 | معدل تركيز الرادون بوحدة (Bq/m ³) لبعض الدراسات السابقة | 5-4 |

قائمة الرموز والاختصارات

| الرمز | التعريفات | ت |
|--------------------|--------------------------|---|
| X-Rays | الأشعة السينية | 1 |
| E | الطاقة | 2 |
| A , A ₀ | الفاعلية الإشعاعية | 3 |
| A _{Rn} | الفعالية النوعية للرادون | 4 |
| m | الكتلة | 5 |
| ε | الكفاءة | 6 |

| | | |
|--------------------|--------------------------------------|----|
| ICRP | اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع | 7 |
| I_γ | النسبة المئوية لشدة أشعة كاما | 8 |
| Hz | الهيرتز | 9 |
| γ | أشعة كاما | 10 |
| C_{Rn} | تركيز الرادون | 11 |
| λ | ثابت الانحلال | 12 |
| ppm | جزء لكل مليون | 13 |
| α | جسيمة الفا | 14 |
| β | جسيمة بيتا | 15 |
| HF | حامض الهيدروفلوريك | 16 |
| $^{\circ}\text{C}$ | درجة مئوية | 17 |
| T | زمن التشعيع باليوم | 18 |
| t | زمن القياس بالثانية | 19 |
| N_{net} | صافي المساحة تحت منحنى القمة الضوئية | 20 |
| K | عامل المعايرة | 21 |
| $t_{1/2}$ | عمر النصف | 22 |
| N | عيارية المحلول القاشط | 23 |

| | | |
|-----------|--|----|
| PADC | كاشف الأثر البوليمري | 24 |
| CR-39 | كاشف الأثر النووي | 25 |
| HpGe | كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة | 26 |
| NaI(Tl) | كاشف أيودييد الصوديوم المطعم بالتاليوم | 27 |
| ρ | كثافة الأثار | 28 |
| SSNTDs | كواشف الأثر النووي للحالة الصلبة | 29 |
| LD | ما دون حد الكشف | 30 |
| MCA | محلل متعدد القنوات | 31 |
| A | مساحة مجال الرؤية | 32 |
| N_{ave} | معدل الأثار المقشوفة | 33 |
| H_{in} | معامل الخطورة الداخلي | 34 |
| Ra_{eq} | مكافئ الراديوم | 35 |
| WHO | منظمة الصحة العالمية | 36 |
| UNSCEAR | منظمة الطاقة الذرية | 37 |
| KOH | هيدروكسيد البوتاسيوم | 38 |
| NaOH | هيدروكسيد الصوديوم | 39 |
| LiOH | هيدروكسيد الليثيوم | 40 |

| | | |
|----|--------------|----|
| Bq | وحدة البكرل | 41 |
| Ci | وحدة الكيوري | 42 |

الفصل الأول

مقدمة عامة

General Introduction

الفصل الأول : مقدمة عامة

Chapter One : General Introduction

1-1 مقدمة (Introduction)

ان العديد من النظائر التي تتكون بصورة طبيعية أو المصنعة من قبل الانسان لها خاصية النشاط الإشعاعي وتحدث هذه الظاهرة في المعادن الموجودة في باطن الارض ، وفي الياف النباتات وأنسجة الحيوانات ، وفي الهواء والماء، وكل ما يحتوي على مقادير ضئيلة من العناصر المشعة [1]، ويمكن تعريف النشاط الإشعاعي بأنه عبارة عن تفكك (اضمحلال) نواة النظير تلقائياً الى نواة أصغر (أو نواة ذات قيمة أقل للطاقة) مع انبعاث جسيمات نووية مثل جسيمات الفا أو بيتا أو أشعة كاما [2]، كذلك يمكن تعريف النشاط الإشعاعي بأنه عدد الجسيمات المتفككة في وحدة الزمن، ووحدة قياسه هي البكرل [3].

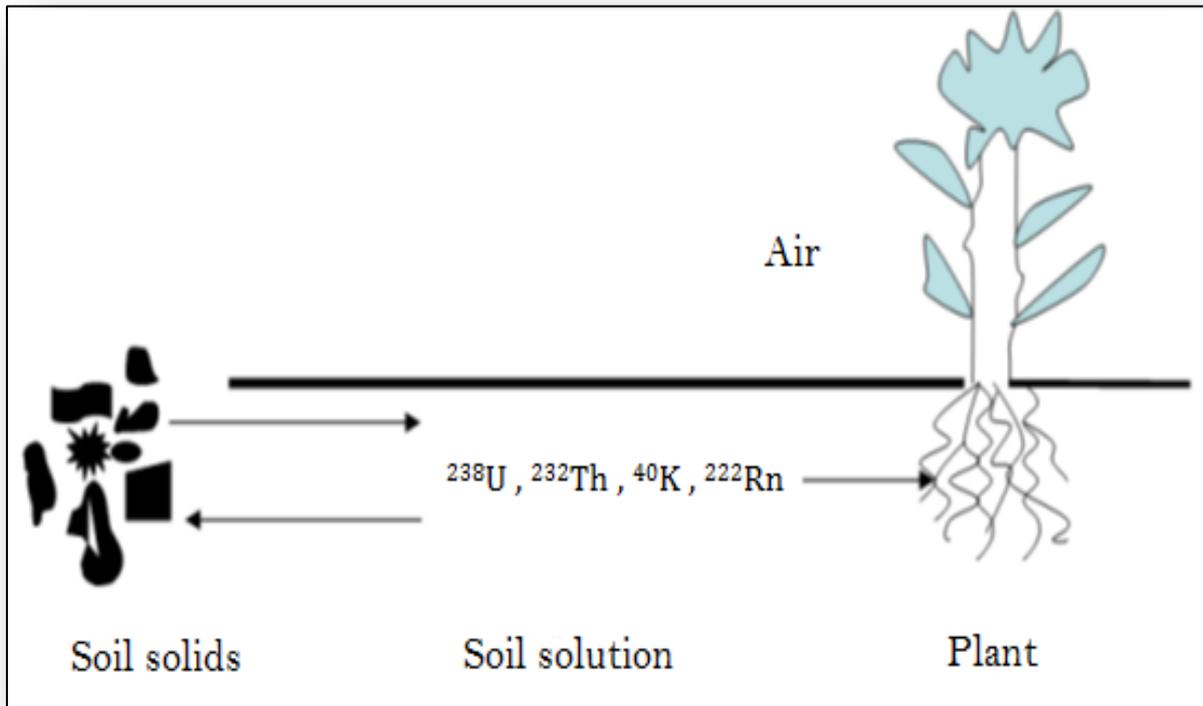
ان الإشعاع المنبعث من العناصر يكون على عدة أنواع منها دقائق موجبة الشحنة تعرف بجسيمات (α) الفا وهي (نواة ذرة الهيليوم)، والآخرى دقائق سالبة الشحنة اطلق عليها اسم (الالكترونات) ورمز لها (β^-) او موجبة الشحنة (البوزترونات) ورمز لها (β^+)، كما يوجد نوع ثالث من الأشعة يسمى أشعة كاما (γ) وهي عبارة عن فوتونات (موجات كهرومغناطيسية) كالفوتونات الضوئية ولكن ترددها عالي جداً اي انها ذات طاقة عالية مقارنة بالإشعاعات الضوئية وهي ذات طول موجي قصير جدا [4].

هناك عدة مصادر مساهمة في تلوث النباتات والتي يمكن أن تتجم عن ترسب للعناصر المشعة في التربة، ويتم امتصاصها من قبل الجذر وتنقل الى الساق والأوراق والبذور والزهور وهذه العناصر المشعة الموجودة في التربة أما طبيعة مثل ^{238}U ، ^{232}Th ، ^{40}K ، أو مصنعة مثل ^{137}Cs وكذلك من

الفصل الاول : مقدمة عامة..... General Introduction

العناصر المشعة الطبيعية ^{210}Po ، ^{222}Rn حيث تعتبر بواعث ألفا الأكثر أهمية فيما يتعلق بالتعرض الداخلي للإشعاع [5].

تعتمد إشعاعات كاما والفا في البيئة الطبيعية والخارجية أساسا على الظروف الجيولوجية والجغرافية وتظهر في مستويات مختلفة في التربة لكل منطقة في العالم، وان تركيز نشاط العناصر المشعة الطبيعية للتربة والنباتات يكون أعلى في المناطق المزروعة بسبب تأثير الأسمدة [6] ويوضح الشكل (1-1) ثلاثة أجزاء وهي العناصر المشعة في التربة (المعادن، الجسيمات العضوية)، ومحلول التربة ، والنبات والتبادل بين العناصر المشعة في التربة ومحلول التربة هو تفاعل كيميائي وان معدلات انتقال العناصر المشعة المختلفة من خلال أنواع مختلفة من التربة تحدث تحت ظروف مختلفة من درجة الحموضة والرطوبة ليست معروفة جيداً [7].



العرض التصوري لنقل العناصر المشعة من التربة الى النباتات [7]

الفصل الاول : مقدمة عامة..... General Introduction

يمكن أن تؤدي الإشعاعات النووية الى تأيين ذرات الخلايا عند دخولها جسم الكائن وبالتالي يؤدي الى تحولات جينية خطيرة للإنسان قد تنتقل ايضا الى الاطفال بعد ولادتهم وتعتمد خطورة هذه الاثار والفترة الزمنية اللازمة لظهورها على كمية الإشعاعات الممتصة وعلى معدل امتصاصها ومدى حساسية المادة الحية للإشعاع اضافة الى هذا فان أثر الإشعاع يصل إلى الماء والتربة وقد يجد طريقه إلى النبات والحيوان ومنهما إلى الإنسان عن طريق السلسلة الغذائية [4].

بدأ تلوث بيئة الإنسان بمصادر الأشعة المؤينة والمواد المشعة عندما قامت الولايات المتحدة الامريكية بقصف مدينتي هيروشيما وناكازاكي عام (1945) و كارثة مفاعل تشيرنوبل سنة (1986) التي كان لها دور كبير في تلوث مساحات شاسعة من الكرة الارضية، وبهذا أصبحت الطاقة الذرية رمزا للقوة والشر وأصبح الإشعاع جزءاً من حقائق العالم الفيزيائية وكذلك جزءاً من حياتنا اليومية، وإن المصادر الطبيعية للإشعاع في البيئة هي المسؤولة عن بعض إشعاعات الخلفية الإشعاعية [8،9].

بناءً على ما تقدم ظهرت الحاجة لدراسة تأثير الإشعاع والكشف عنه والتعرف على مدى تلوث البيئة وطرق معالجتها، لذلك أجريت عدة بحوث ودراسات وقدمت عدة تقنيات لحساب تراكيز المواد المشعة في التربة والماء والهواء ومواد البناء والمواد الغذائية والنباتات وغيرها ومدى تأثير هذه المواد في الكائنات الحية [10]، ومنها تم استعمال تقنية القياسات الطيفية لأشعة كاما (Gamma Rays Spectrometry) مثل كاشف أيوديد الصوديوم NaI(Tl) وكاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HpGe) و كواشف الأثر النووي للحالة الصلبة (SSNTDs) (Solid State Nuclear Track Detectors) بأنواعه المختلفة ومنظومة عداد كايكر ميلر (Geiger-Muller counter system) و فلورة الاشعة السينية (X-Rays Fluorescence)، والتحليل بالتنشيط النيوتروني (Neutron Activation Analysis) [11، 12].

1-2 الأعشاب الطبية (Medicinal Herbs)

لقد خلق الله عز وجل لنا النباتات ليكون منها الغذاء وفيها الشفاء والدواء، وقد عاد الانسان الى التداوي بالأعشاب والنباتات بعد ظهور الآثار السلبية لبعض الادوية الكيميائية.

ان تاريخ التداوي بالأعشاب الطبية قديم جدا يرجع الى العصور الاولى من التاريخ ولا يعتبر وليد اليوم فقد تداوى رسول الله صلى الله عليه واله وسلم وأمر اصحابه بالتداوي ونصح اصحابه وامته بكثير من انواع العلاج الذي كان موجودا في زمنه ولا زال.

حيث ان التداوي بالأعشاب لا ينفرد بجزء واحد له علاقة خاصة بجزء خاص بالجسم دون ان يكون له تأثير آخر في غيره، كما هو الحال في الادوية الكيميائية المصنعة ، ولقد اثرت الوصفات العشبية على صناعة الادوية الكيميائية حيث فصلت مركبات عشبية وحضرت في اشكال صيدلانية (كالأقراص والحبوب والكبسولات والحقن وغيرها).

ونظراً للأقبال المتزايد في السنوات الاخيرة على التداوي بالأعشاب فقد اصدرت منظمة الصحة العالمية (WHO) قرارها الذي حث فيه الحكومات على اعطاء قدر كافي من الاهمية لطب الأعشاب ، حيث قامت بجهود كبيرة لإحياء طب الأعشاب على الصعيد العالمي أو ما يسمى اليوم بالطب البديل وتتعدد أنواع التداوي بالأعشاب حيث دلت الابحاث على ان المادة الفعالة في النبات أو العشب نادراً ما تتوزع في جميع أجزاء النبات وانما تتمركز في جزء معين منه فأحيانا تكون المادة الفعالة في الجذور أو في القشور أو في البراعم الورقية أو في الأوراق أو الثمار أو الأزهار [13].

3-1 الدراسات السابقة (Previous Studies)

يوجد عدد من الدراسات العالمية والعربية والمحلية المتعلقة بدراسة النشاط الإشعاعي باستعمال تقنيات مطيافية الفا مثل كواشف الاثر النووي ومطيافية كاما مثل كاشف أيوديد الصوديوم وكاشف الجرمانيوم ولنماذج مختلفة من النباتات والأعشاب الطبية وكانت كالآتي:

❖ قام الباحثان (Mukhammedov و Tillaeva) ، 2005 بدراسة النشاط الإشعاعي الطبيعي للنوى (^{238}U ، ^{232}Th ، ^{40}K) وبواسطة طيف أشعة كاما ولنوعين من النباتات الطبية في اوزبكستان، وقد وجد ان مستوى النشاط الإشعاعي لليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم في النباتات قيد الدراسة تتراوح بين $(0.6 \times 10^{-2} - 3.2 \times 10^{-9})$ Ci/kg [14].

❖ درس الباحثان (Prakash و Narayana) ، 2007 النشاط الإشعاعي للبولونيوم ^{210}Po في النبات الطبي الايورفيدا (Ayurved) في الهند بواسطة مطيافية كاما، حيث تم جمع (12) نوع من نبات الايورفيدا ، ووجدا ان تراكيز الرصاص تراوحت بين Bq/kg (6.3-56.9) [15].

❖ قام الباحث (Donatella) وآخرون، 2010 بتحديد النشاط الإشعاعي الطبيعي والاصطناعي في (35) نوع من النباتات الطبية المستخدمة في إيطاليا حيث تم تحديد النوى المشعة (^{210}Po ، ^{238}U) بواسطة مطيافية الفا وتم تحديد النوى المشعة (^{214}Bi - ^{214}Pb ، ^{210}Pb ، ^{137}Cs ، ^{40}K) بواسطة مطيافية كاما، وبينت النتائج ان تركيز ^{238}U تراوح بين $(0.1 > - 30.3)$ Bq/kg، تركيز ^{210}Po تراوح بين $(0.1 > - 7.32)$ Bq/kg، تركيز ^{214}Pb - ^{214}Bi تراوح بين $(0.3 > - 16.6)$ Bq/kg، تركيز ^{210}Pb تراوح بين Bq/kg

(0.3 > -58.3)، وتركيز ^{40}K تراوح بين (66.2-3582) Bq/kg وتركيز ^{137}Cs تراوح بين (0.3 > - 10.7) Bq/kg [5].

❖ قامت الباحثة (Zainab)، 2011 بقياس تراكيز اليورانيوم في (13) أنموذج من الأعشاب الطبيعية المختلفة ذات الاستخدامات الطبية من قبل الانسان في العراق بواسطة كاشف الأثر النووي (CR-39) ووجد ان تركيز اليورانيوم في نماذج الأعشاب الطبيعية يتراوح بين (0.552- 235) ppm واتضح من خلال النتائج ان التراكيز المستحصلة ضمن الحدود المسموح بها عالميا [16].

❖ وفي نفس العام تم من قبل الباحث (Milutin) وآخرون، تقييم مستويات النشاط الإشعاعي الطبيعية والاصطناعية للنوى (^{137}C ، ^{40}K ، ^{232}Th ، ^{238}U) بواسطة كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe) في (18) عينة مختلفة من الأعشاب الطبية المستخدمة في صربيا، حيث تم الحصول على تركيز اليورانيوم وتراوح بين (0.6-8.2) ، تركيز الثوريوم كان (1.7-15.1)، تركيز البوتاسيوم (126-1243.7) وتركيز السيزيوم تراوح بين (0.3-8.8) بوحدة Bq/kg [6].

❖ وفي العام نفسه قام (Olatunde) وآخرون، بقياس النشاط الإشعاعي الطبيعي (^{40}K ، ^{232}Th ، ^{238}U) في (3) انواع من الأعشاب الطبية الشائعة الاستخدام في نيجريا بواسطة كاشف أيوديد الصوديوم المطعم بالتاليوم (NaI(Tl) ، حيث بينت النتائج ان التراكيز كانت بين (15.3-16.0) Bq/kg ، (1.1-1.7) Bq/kg و (67.9-70.2) Bq/kg على التوالي [17].

❖ وفي نفس العام قام الباحث (Dawser) ، بقياس تراكيز غاز الرادون في نبات الحناء الطبي في العراق وباستعمال كواشف الأثر النووي نوع (CR-39) حيث تم جمع نماذج مختلفة ولأماكن مختلفة (الحناء العراقية، حناء الخليج العربي، الحناء الهندية)، وبينت النتائج ان أعلى قيمة لتراكيز الرادون في هواء العينات $(0.640) \text{ Bq/m}^3$ وأقل قيمة $(0.117) \text{ Bq/m}^3$ ، وكانت أعلى قيمة في داخل العينات $(28.791) \text{ Bq/m}^3$ وأقل قيمة $(7.962) \text{ Bq/m}^3$ [18].

❖ ومن العام نفسه حل الباحث (Desideri) ، وآخرون أنواع من الشاي والبابونج والشاي الطبي في إيطاليا لتحديد النشاط الإشعاعي الطبيعي والاصطناعي للنوى المشعة (^{137}Cs ، ^{40}K ، ^{210}Pb ، ^{214}Bi ، ^{214}Pb ، ^{210}Po ، ^{228}Ac) ، بينت النتائج ان التراكيز تراوحت بين $(0.6-0.9)$ ، $(1.90-36.1)$ ، $(0.7-4.9)$ ، $(0.7-4.9)$ ، $(< 10.0-58.9)$ ، $(463-936)$ و $(< 0.3-2.6)$ وعلى التوالي وبعبارات Bq/kg [19].

❖ درس (Mohammed) وآخرون، 2012 تراكيز النوى المشعة الطبيعية (^{232}Th ، ^{238}U) ، ^{137}Cs ، ^{210}Po ، ^{210}Pb ، ^{40}K في (38) نوع من النباتات الطبية في سوريا وباستعمال كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe) والتقنية المعيارية (تقنية قرص الفضة)، وبينت النتائج ان تركيز ^{137}Cs في كافة العينات منخفض وقريب من حد الكشف $(0.5) \text{ Bq/kg}$ ، في حين تراوح تركيز ^{40}K بين $(109-853) \text{ Bq/kg}$ ، ووصل تركيز ^{232}Th الى القيمة $(14.3) \text{ Bq/kg}$ ، وكان تركيز نشاط ^{238}U $(4.26) \text{ Bq/kg}$ وتراوح تركيز نشاط ^{210}Po

بين $3.0-86$ Bq/kg)، واختلف تركيز ^{210}Pb بشكل كبير اذ تراوح بين Bq/kg (3.9-181) [20].

❖ وفي نفس العام قام الباحث (Mamoun) ، بقياس تركيز بعض العناصر المشعة طبيعيا اليورانيوم-238، الثوريوم-232 والبوتاسيوم-40 بواسطة كاشف أيوديد الصوديوم المنشط بالثاليوم NaI(TI) وفي (30) نوع مختلف من النباتات الطبية في السودان، ووضحت النتائج ان تراكيز النوى المشعة في العينات تراوحت بين $4.09-41.07$ Bq/kg لليورانيوم، بين $5.14-34.72$ Bq/kg للثوريوم ، وبين $353.14-2270.21$ Bq/kg للبوتاسيوم كما تبين عدم وجود أي نوى مشعة اصطناعية في العينات المدروسة [21].

❖ ومن نفس العام درس الباحثان (Mohannad و Kaleel) ، النشاط الإشعاعي للنوى المشعة مثل (^{137}Cs ، ^{40}K ، ^{232}Th ، ^{238}U ، ^{226}Ra) بواسطة طيف أشعة كاما NaI(TI) وفي (44) نوع من النباتات الطبية في فلسطين ، وبعد النتائج كانت تراكيز النوى قد تراوحت بين $7.5-157.6$ للراديوم-226، $7.5-66.1$ لليورانيوم-238، $1.8-48.5$ للثوريوم-232 ، $14.3-1622$ للبوتاسيوم-40 و $0.1 - 4.7$ (<0.1) للسيوم-137 وبوحدة Bq/kg [22].

❖ قام الباحث (Oufni) وآخرون، 2013 بدراسة مستويات الرادون (^{222}Rn) والثورون (^{220}Rn) في أجزاء مختلفة من نباتات مختارة الموجودة في المغرب والمستخدمه لأغراض الطبخ والمعالجة الطبية بواسطة كواشف الأثر النووي (CR-39) و (LR-115) وقد توصل الباحثون الى ان تراكيز الرادون والثورون تكون أكثر تركيزا بالجذور مقارنة مع الاجزاء الاخرى

من النباتات، حيث كان أكبر تركيز للرادون (6.20) Bq/kg وللثورن في (195) mBq/kg ،
أقل تركيز للرادون (0.87) Bq/kg وللثورن (30) mBq/kg [7].

❖ وفي نفس العام قام (Fábio) وآخرون، بتحديد تراكيز (^{230}Th ، ^{232}Th ، ^{238}U) ،
في عينات من نبات البييروميا الطبي (*Peperomia*) في البرازيل
وبواسطة مطياف الفا وبيتا وتراوحت التراكيز للنوى المشعة كالتالي (4.3-38) لليورانيم-
238 ، (1.7-124) للثوريوم-232 ، (2.1-38) للثوريوم-230 ، (8.5-37) للراديوم-
226 ، (3.2-46) للراديوم-228 و (39-93) للرصاص-210 وبوحدة Bq/kg [23].

❖ وفي نفس العام قام الباحث (Lordford) وآخرون ، بقياس تراكيز النوى المشعة الطبيعية
(^{40}K ، ^{232}Th ، ^{238}U) في بعض النباتات الطبية المستخدمة في غانا وبواسطة مطياف
أشعة كاما (HPGe)، وكانت النتيجة (31.8±2.8) Bq/kg ، (56.2±2.3) Bq/kg
و (839.8±11.9) Bq/kg على التوالي [24].

❖ قام الباحث (Elisabeta) وآخرون، 2014 بتقييم مستوى التلوث الإشعاعي في بعض
النباتات الطبية المستخدمة في رومانيا، بقياس تراكيز النوى المشعة (^{210}Po ، ^{210}Pb ، ^{232}Th)
(^{90}Sr ، ^{137}Cs ، ^{238}U) وبواسطة مطيافية الفا ومطيافية بيتا، حيث كانت قيم (^{90}S ، ^{137}Cs)
أقل من حد الكشف، وكان تركيز (^{238}U ، ^{210}Po) بين (8-40)mBq/kg ، وكان
تركيز ^{210}Pb (30) mBq/kg وتركيز ^{232}Th (60) mBq/kg وكانت جميع التراكيز أقل من
الحدود المسموح بها في الاتحاد الاوربي [25].

❖ قام الباحث (Laith) وآخرون، 2015 بدراسة (9) عينات من النباتات الطبية والعشبية المستخدمة في العراق حيث تم تحديد تراكيز البوتاسيوم ^{40}K بواسطة مطيافية كاما (HPGe) والتي تراوحت من (124.1- 883.3) Bq/kg [26].

❖ وفي العام نفسه أجريت من قبل (Chandrashekara) وآخرون ، دراسة مفصلة لقياس تراكيز النوى المشعة (^{137}Cs ، ^{40}K ، ^{232}Th ، ^{210}Pb ، ^{226}Ra) في النباتات الطبية في الهند، باستعمال تقنية أشعة كاما (HPGe) وقد تنوعت التراكيز فتراوح تركيز الراديوم بين (LD - 9.59) ، تركيز الرصاص (9.07-320.34) ، تركيز الثوريوم (LD - 6.40) ، تركيز البوتاسيوم (443.50-3410) وبوحدة Bq/kg و السيزيوم كان تحت حد الكشف (LD) [27].

❖ ومن العام نفسه قام الباحث (Pourimani) وآخرون ، بقياس تراكيز النوى المشعة الطبيعية والاصطناعية (^{137}Cs ، ^{226}Ra ، ^{232}Th ، ^{40}K) وفي (8) أنواع من الأعشاب الطبية في ايران وباستعمال كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe)، وأظهرت النتائج ان تركيز ^{40}K تراوح بين (LD - 2750) Bq/kg، تركيز ^{232}Th كان بين (LD - 7.79) Bq/kg ، تركيز ^{226}Ra (2.27-7.43) و تركيز ^{137}Cs تراوح بين (LD - 1.02) Bq/kg [28].

❖ وفي نفس العام قام الباحث (Harb) ، بمعرفة المستويات الإشعاعية الطبيعية في (18) نوع من النباتات الطبية الموجودة في مصر حيث تم قياس النوى المشعة الطبيعية مثل (^{226}Ra) ، (^{40}K ، ^{228}Ra) في عينات النباتات الطبية التي تم جمعها وبواسطة مطياف الجرمانيوم عالي النقاوة ، تراوح تركيز النشاط الإشعاعي (0.4-21.0) للراديوم-226 ، (0.3> - 42.3) للراديوم-228 و (140-1538) للبوتاسيوم-40 وبوحدات (Bq/kg) [29].

❖ وفي نفس العام قام الباحث (Njinga) وآخرون، بقياس النشاط الإشعاعي الطبيعي (^{232}Th ، ^{226}Ra ، ^{40}K) في (7) نماذج مختلفة من النباتات الطبية في نيجريا وبواسطة مطيافية أشعة كاما وتم الحصول على النتائج حيث تراوحت تراكيز البوتاسيوم بين $(74.59-324.18)$ Bq/kg ، تراوحت تراكيز الراديوم بين $(10.79-42.47)$ Bq/kg و تراوحت تراكيز الثوريوم بين $(27.76-41.05)$ Bq/kg [30].

❖ وفي نفس العام تم من قبل (Tibor) ، قياس تركيز النشاط الإشعاعي (^{210}Po ، ^{210}Pb ، ^{226}Ra ، ^{232}Th ، ^{40}K ، ^{137}Cs) في (10) أنواع من الأعشاب الطبية في هنغاريا ، تم قياس البولونيوم بواسطة مطيافية الفا بينما تم قياس بقية العناصر المشعة بواسطة مطيافية كاما ، وبعد النتائج تراوح تركيز ^{210}Po بين $(LD-19)$ Bq/kg ، تركيز ^{210}Pb كان بين $(LD-120)$ Bq/kg ، تركيز ^{226}Ra $(LD-1.93)$ Bq/kg ، تركيز ^{232}Th $(LD-4.79)$ Bq/kg ، تركيز ^{40}K $(437-848)$ Bq/kg ، وتركيز ^{137}Cs تراوح بين $(0.4-20)$ Bq/kg [31].

❖ وفي نفس العام تم من قبل الباحثان (Somashekarappa و Chandrashekara) ، تحليل النوى المشعة الطبيعية والاصطناعية (^{137}Cs ، ^{40}K ، ^{232}Th ، ^{210}Pb ، ^{226}Ra) في نبات اللبخ العنقودي الطبي (*Ficus racemosa*) في الهند وبواسطة كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة (HPGe)، بينت النتائج تراكيز العناصر المشعة في النبات تراوحت بين $(LD - 1.28)$ Bq/kg ، $(14.24 - 98.37)$ Bq/kg ، $(LD - 1.34)$ Bq/kg ، $(384.47-1043.00)$ Bq/kg على التوالي ، بينما كان تركيز السيزيوم-137 دون حد الكشف (LD) [32].

❖ وفي نفس العام قام الباحثان (Bogdanova و Puchkova) ، بتحديد تراكيز نشاط النوى (^{210}Po و ^{210}Pb) و في (16) عينة من النباتات الطبية في روسيا، وتراوحت نتائج تركيز الرصاص-210 بين $(0.4 > - 156) \text{ Bq/kg}$ وتركيز البولونيوم-210 بين $(0.4 > - 571) \text{ Bq/kg}$ [33].

❖ تم من قبل (Guillermo) وآخرون ، 2016 تقييم محتوى النشاط الإشعاعي الطبيعي والصناعي للراديو-226 من خلال (^{214}Bi و ^{214}Pb) ، للثوريوم-228 من خلال (^{208}Tl)، الراديوم-228 من خلال (^{228}Ac) وكذلك للبتاسيوم-40 والسيزيوم-137 ، وبواسطة كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة في (30) نوع من الأعشاب الطبية في المكسيك ، وأظهرت النتائج انخفاض مستويات تراكيز النشاط الإشعاعي الطبيعي والاصطناعي في الأعشاب الطبية المدروسة حيث تراوح تركيز ^{214}Pb - ^{226}Ra بين (0.93-3.87) ، تركيز ^{214}Bi - ^{226}Ra كان بين (0.45-3.81) ، تركيز ^{208}Tl - ^{228}Th كان بين (0.31-3.93) ، تركيز ^{228}Ac - ^{228}Ra بين (0.35-4.15) ، تراوح تركيز ^{40}K بين (21.22-506.86) و بوحدة (Bq/kg) وتركيز ^{137}Cs فكان دون حد الكشف (LD) [34].

❖ وفي العام نفسه قام الباحثان (Somashekarappa و Chandrashekara) بقياس النشاط الإشعاعي الطبيعي والنوى المشعة الاصطناعية بواسطة كاشف الجرمانيوم (HPGe) وفي (8) انواع من الأعشاب الطبية في جنوب الهند ، تم العثور على تراكيز تتراوح بين (2.66-11.27) للراديو-226 ، (LD - 87.03) للبولونيوم-210 ، (2.42-8.72) للثوريوم-232 ، (93.79-6831.40) للبتاسيوم-40 و بوحدة (Bq/kg) ، اما السيزيوم-137 فكان دون تحسس الكاشف (LD) لجميع النباتات [35] .

❖ وفي نفس العام قام الباحث (Sultan) ، وآخرون بقياس مستويات النشاط الإشعاعي بواسطة مطيافية الفا ومطيافية بيتا في (17) نوع مختلف من النباتات الطبية المستخدمة في تركيا ، حيث تراوحت نتائج باعثات الفا بين (0.185-1.101) Bq/kg وتراوحت نتائج باعثات بيتا بين (0.640-6.620) Bq/kg وتبين من خلال هذه الدراسة ان النشاط الإشعاعي بواسطة مطيافية بيتا أعلى من مطيافية الفا في جميع العينات المدروسة [36].

بعد الاطلاع على الدراسات السابقة تبين انه لا توجد دراسة شاملة للنباتات الطبية في العراق تشمل قياس تراكيز اليورانيوم ^{238}U ، الثوريوم ^{232}Th ، البوتاسيوم ^{40}K والرادون ^{222}Rn لذلك تم اجراء هذه الدراسة.

1-4 الهدف من الدراسة (The Aim of Study)

تهدف الدراسة الحالية الى قياس مستويات النشاط الإشعاعي الطبيعي في نماذج مختارة من الأعشاب الطبية الموجودة في الأسواق المحلية العراقية بسبب أهمية هذه الأعشاب واستخداماتها الكثيرة في التداوي والطبخ والاستخدامات الطبية حيث تم تحديد الفعالية النوعية للعناصر المشعة مثل اليورانيوم ^{238}U ، الثوريوم ^{232}Th ، البوتاسيوم ^{40}K ، وذلك باستعمال منظومة كاشف أيوديد الصوديوم المطعم بالتاليوم (NaI(Tl) ، وكذلك تم قياس تركيز غاز الرادون ^{222}Rn بواسطة كاشف الأثر النووي للحالة الصلبة نوع (CR-39) وكذلك حساب مكافئ الراديوم ومعامل الخطورة الداخلية.

الفصل الثاني

الجزء النظري

Theoretical Part

الفصل الثاني : الجانب النظري

Chapter Two : Theoretical Part

1-2 مقدمة (Introduction)

يتعرض الانسان بشكل مستمر للإشعاع من خلال مصدرين مهمين أولهم الإشعاع الطبيعي مثل الأشعة الكونية (Cosmic Rays) القادمة إلينا من النجوم والشمس في الفضاء الخارجي والإشعاع المتواجد أصلاً منذ نشأة الكون وهو ما يطلق عليه إشعاع الخلفية الطبيعية والذي يشمل أيضاً الإشعاع المتواجد في الصخور والمياه والتربة وأجسامنا بشكل طبيعي [37].

أما بالنسبة للمصدر الطبيعي الرئيسي الآخر لإشعاع كما الخارجية هو البوتاسيوم-40، واليورانيوم-238، والثوريوم-232 والاكينيوم-234 ونواتج انحلالاتها [38،8].
والنوع الآخر هو الإشعاع الصناعي مثل الأشعة السينية المتولدة في أنبوب توليد الأشعة أو من المعجلات الطبية والبحثية وأشعة كما وأشعة ألفا وبيتا المتولدة نتيجة التفاعلات النووية وعمليات التنشيط النيوتروني أو الفوتوني أو تخصيب الوقود أو إعداد الوقود للاستخدام بالمفاعل أو عملية التخلص من الوقود أو الفضلات النووية [37].

2-2 أنواع الإشعاع (Types of Radiation)

إن مصطلح الإشعاع يعني انتقال الطاقة عبر الفضاء، يمكن أن تنبعث أشكال مختلفة من الإشعاع من نواة مشعة غير مستقرة و يتم تحرير الطاقة وتتشكل نواة أكثر استقراراً والإشعاعات يمكن تصنيفها إلى الإشعاع المؤين والإشعاع غير المؤين أو الجسميات والأمواج أو الأشعة الخطرة والأشعة غير الخطرة [39].

1-2-2 الإشعاع غير المؤين (Non Ionization Radiation)

الإشعاع غير المؤين هو احد أنواع الإشعاع الكهرومغناطيسي ويكون أقل نشاطاً من الإشعاع المؤين فهو لا يمتلك طاقة كافية لإزالة الإلكترونات من الذرات وبهذا فهو غير قادر على انتاج الايونات وبالرغم من انخفاض طاقته فمن الممكن ان يؤثر على صحتنا ومن امثلة الإشعاع غير المؤين الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية وموجات الراديو، وضوء الشمس[40، 41].

2-2-2 الإشعاع المؤين (Ionization Radiation)

الإشعاع المؤين قادر على إزالة الإلكترونات من الذرات وبالتالي انتاج الايونات والإشعاع المؤين يشمل الأشعة التي تأتي من الطبيعة والأشعة التي صنعها الإنسان مثل الأشعة السينية، وهناك عدة أنواع من الإشعاعات المؤينة مثل جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وأشعة كاما والنيوترونات والبروتونات [40، 42].

1-2-2-2 جسيمات الفا α (Alpha Particles)

هي نواة ذرة الهيليوم المتكونة من بروتونين ونيوترون تتبعث من بعض العناصر الثقيلة مثل اليورانيوم والراديو، وكذلك من بعض العناصر التي صنعت من قبل الانسان ولكونها جسيمة مشحونة وشحنتها موجبة فهي لا تخترق المواد لمدى بعيد ويكفي لصدها ورقة رقيقة ومن الممكن أن تسبب أذى وضرراً صحياً في الأنسجة المجروحة أو الجروح المكشوفة أو عند استنشاقها وبالتالي تكون مؤذية جداً لذلك يجب الحذر من النظائر المشعة لجسيمات الفا ومنع تراكمها في الجسم [43، 44].

2-2-2-2 جسيمات بيتا β (Beta Particles)

وهي عبارة عن الكترونات سالبة أو بوزترونات موجبة (positron) وبسبب الشحنة التي تحملها هذه الجسيمات فإنها سريعة التفاعل مع الوسط المادي المارة خلاله ولا تخترق الاوساط المادية لمسافات طويلة ولكن بسبب صغر كتلتها فإنها تسير مسافات أطول من جسيمات الفا، معظم مصادر بيتا هي مصادر صناعية مع وجود عدد قليل من المصادر الطبيعية، ومع ان هذه الجسيمات تسبب تأين المواد اقل من الفا فإنها تبقى مصدر شديد الخطورة داخل الجسم ويمكن إيقافها من قبل بضعة ملليمترات من الخشب أو الألومنيوم [43، 44].

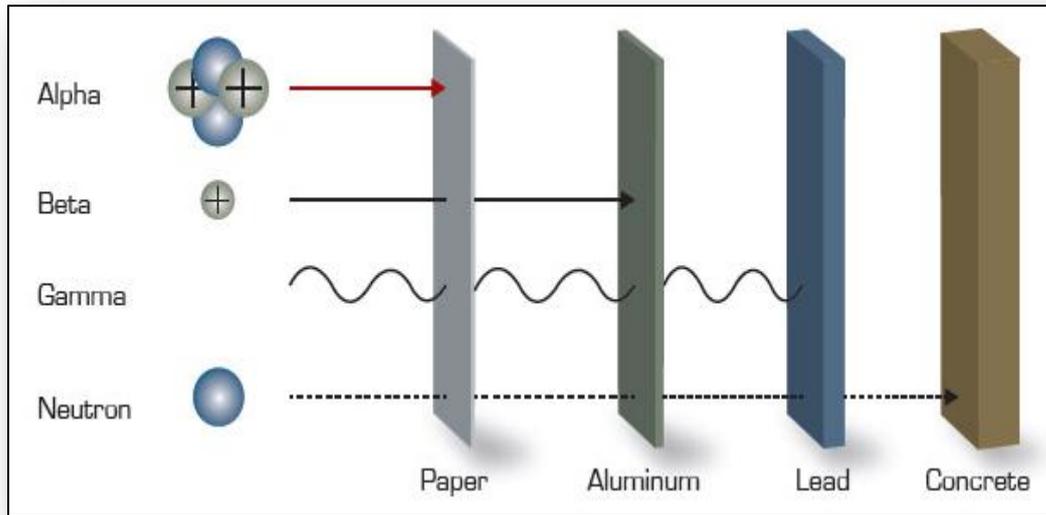
3-2-2-2 أشعة كاما γ (Gamma Ray)

هي عبارة عن موجات كهرومغناطسية تمتلك طول موجي قصير جداً يتراوح بين $(10^{-11}-3 \times 10^{-8})$ cm أو أقل ، وتتبعث خلال العمليات النووية كالتفاعلات النووية وسرعتها مساوية لسرعة الضوء وليس لها شحنة كهربائية و تتبعث أشعة كاما على شكل فوتونات لها خواص موجية، أشعة كاما هي اكثر أنواع الإشعاع اختراقاً للمواد وتستطيع أن تخترق جسم الانسان اذا كانت ذات طاقة عالية، ويمكن أن تنتقل مئات الامتار في الهواء وعدة سنتمترات في الأنسجة.

ان قدرة اختراق أشعة كاما هي أكبر بكثير من جسيمات ألفا أو بيتا ، ولا يمكن ان تتوقف هذه الأشعة إلا باستعمال عدة سنتيمترات من الرصاص أو أكثر من متر من الخرسانة، وغالبا ما يصاحب انبعاث أشعة كاما جسيمات ألفا أو بيتا وتتبعث من بعض المصادر الطبيعية ومن جميع المصادر الصناعية المشعة [43، 44].

4-2-2-2 النيوترونات (Neutrons)

النيوترونات عبارة عن سيل من الجسيمات الصادرة عن نوى الذرات خلال عملية الانشطار وهو نوع مهم للإشعاع المؤين لعلاقتها بالقنابل الذرية والمفاعلات النووية فهي أخطر أنواع الأشعة وبإمكانها الانتقال في الهواء الى مسافات بعيدة جداً، والنيوترون له كتلة مقدارها $(1.67 \times 10^{-27}) \text{kg}$ ومشابهة لكتلة البروتون، ولكنه لا يحمل أية شحنة كهربائية ولأنه متعادل كهربائياً فإنه يخترق جميع المواد بعمق ومن ضمنها الأنسجة الحية وكما موضح في الشكل (1-2) [43، 44].



الشكل (1-2) قابلية اختراق الإشعاعات النووية المختلفة

3-2 تفاعل أشعة كاما مع المادة

(Interaction of Gamma- rays with Matter)

يمكن لأشعة كاما أن تتفاعل مع المادة بثلاث طرق رئيسية اعتماداً على طاقتها والعدد الذري للمادة المتفاعل معها، ويكون التصادم اما امتصاص الفوتون كلياً أو استنارة الفوتون أو اختفاء الفوتون، وهذه العمليات هي: التأثير الكهروضوئي، تأثير كومبتن، تفاعل أنتاج الزوج [2، 37، 45].

1-3-2 التأثير الكهروضوئي (Photoelectric Effect)

وهي أحد عمليات تفاعل إشعاعات كما مع المادة نتيجة التصادم المباشر بين الفوتون الساقط وأحد الإلكترونات المرتبطة بالذرة ، تنتقل طاقة الفوتون بأكملها الى ذلك الالكترون الذي ينطلق تاركاً ذرته ويسمى هذا الإلكترون المنبعث بالإلكترون الضوئي ويمكن التعبير عن طاقة الإلكترون المنطلق طبقاً لقانون حفظ الطاقة بالعلاقة الآتية [2، 37، 45]:

$$T_e = hv - E_B \quad \dots \dots \dots (1 - 2)$$

حيث ان :

T_e : الطاقة الحركية للإلكترون المبعث

hv : طاقة الفوتون الساقط

E_B : طاقة ربط الإلكترون بالذرة

2-3-2 تأثير كومبتن (Compton Effect)

عند تفاعل أشعة كما مع الالكترونات ضعيفة الارتباط بالنواة فإنها يجب ان تستطاع مع فقدان مناسب للطاقة أي عند سقوط فوتون أشعة كما الذي طاقته (E_λ) على الكترن طليق ساكن يكتسب هذا الإلكترون جزء من طاقة الفوتون فيتحرك الالكترون بطاقة حركية مقدارها (T_e) بينما يفقد الفوتون هذه الطاقة فتصبح طاقة الفوتون (\hat{E}_λ) ومن ثم يتشتت أو يحيد عن مساره ويمكن التعبير عن طاقة الإلكترون المنطلق طبقاً لقانون حفظ الطاقة والزخم بالعلاقة الآتية [2، 37، 45]:

$$T_e = E_\lambda - \hat{E}_\lambda \quad \dots \dots \dots (2 - 2)$$

الفصل الثاني : الجانب النظري.....Theoretical Part

حيث ان :

T_e : طاقة الإلكترون المطلق

E_λ : طاقة الفوتون الساقط

\hat{E}_λ : طاقة الفوتون المستطار

3-3-2 إنتاج الزوج (Pair Production)

يحدث هذا التفاعل عندما يقترب الفوتون اقتراباً كبيراً من نواة الذرة ويتفاعل مع المجال الكهربائي الشديد لها وخلال هذا التفاعل يفقد فوتون أشعة كما طاقته بالكامل منتجاً زوج (إلكترون - بوزترون) ومن ثم يفنى هذا الفوتون ، ولا يمكن ان يحدث هذا النوع من التفاعل إلا اذا كان طاقة الفوتون الساقط أكبر أو مساوية لضعف الطاقة السكونية للإلكترون ($2m_0c^2$)، فإذا كانت طاقة الفوتون أكبر من (1.02 MeV) فإن الطاقة الفائضة ستكون طاقة حركية للإلكترون والبوزترون ويعبر عنها بالعلاقة الاتية [2، 37، 45]:

$$hv = T_e + T_p + 2m_0c^2 \quad \dots \dots \dots (3 - 2)$$

حيث ان :

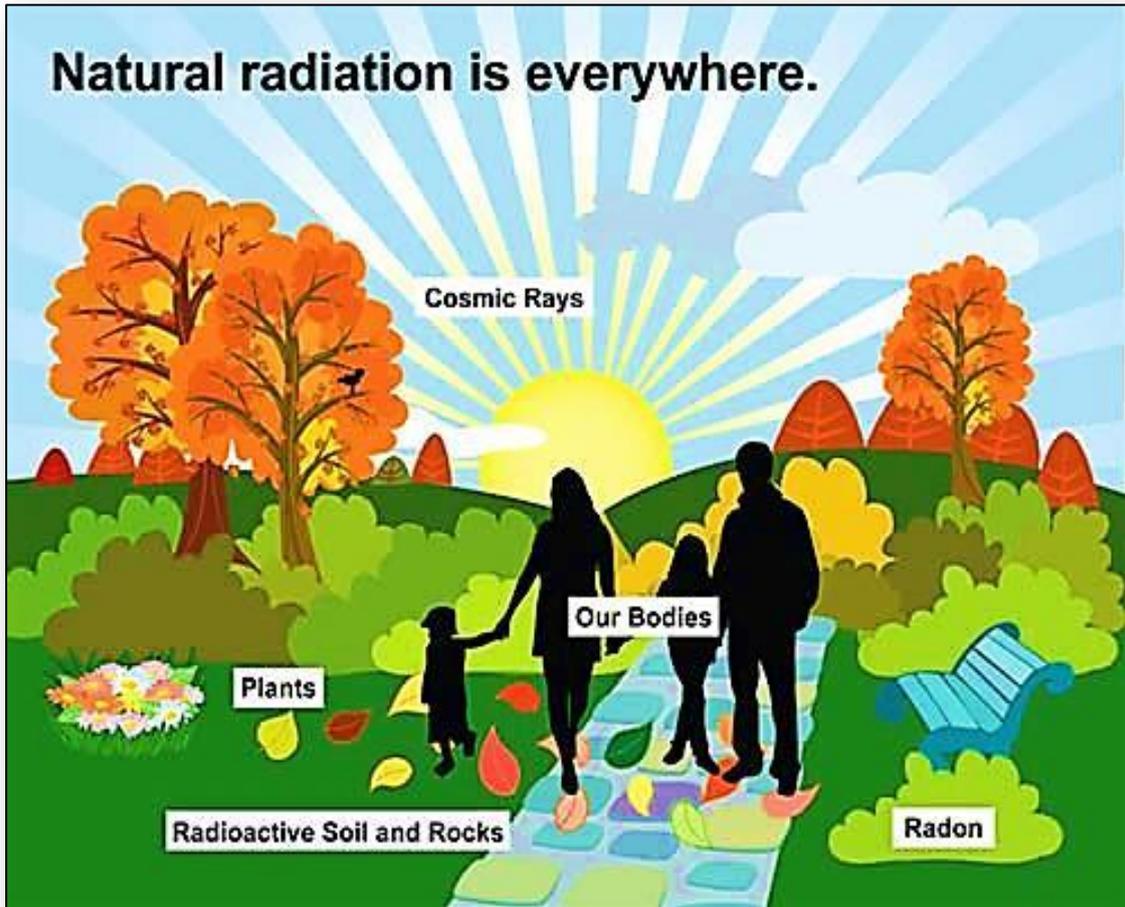
T_e : الطاقة الحركية للإلكترون

T_p : الطاقة الحركية للبوزترون

hv : طاقة الفوتون الساقط

4-2 المصادر الطبيعية للإشعاع (Natural Sources of Radiation)

يعود الجزء الأعظم من الإشعاع الذي يستلمه سكان العالم الى المصادر الطبيعية وتكون هذه المصادر بنوعين هي الإشعاع الخارجي القادم من الفضاء الخارجي (الأشعة الكونية)، والإشعاع الذي تنتجه العناصر المشعة الموجودة في باطن الأرض (الاشعة الارضية)، مثل غاز الرادون المشع ويتعرض الأفراد للإشعاع بطريقتين الاولى تعرض خارجي والثانية تعرض داخلي عن طريق التنفس أو تناول الغذاء والماء وكما موضح في الشكل (2-2) [46، 47].



الشكل (2-2) مصادر الإشعاع الطبيعي [40]

1-4-2 الأشعة الكونية (Cosmic Ray)

الأشعة الكونية هي جسيمات مشحونة عالية الطاقة تأتي من الفضاء الخارجي وتصطدم بطبقات الجو العليا والمصدر الرئيسي لها هو الشمس والنجوم والمجرات الأخرى ، وتقرب سرعتها من سرعة الضوء ، وتصرب الأرض من كل الاتجاهات ومعظم الأشعة الكونية هي نوى الذرات بدءاً من أخف إلى أثقل العناصر في الجدول الدوري وتشمل الأشعة الكونية أيضاً البروتونات والإلكترونات عالية الطاقة ، والبوزترونات ، و جسيمات ذرية أخرى ، ونظراً لطاقتها العالية فهي تمتاز بقدرتها الكبيرة على الاختراق [47، 48].

2-4-2 الأشعة الأرضية (Terrestrial Radiation)

ان الإشعاعات الأرضية موجودة في كميات صغيرة في كل مكان حولنا في الماء الذي نشربه ، والهواء الذي نتنفسه ، والغذاء الذي نستهلكه ، كلها ملوثة بكميات صغيرة من الإشعاعات المنبعثة من النظائر المشعة، وهذه النظائر بشكل عام خطرة للغاية ولكنها لا تسبب أي ضرر ملموس لأجسادنا إلا عند وجودها في تراكيز أعلى من التراكيز العادية المسموح بها والمصدر الرئيسي للإشعاع الأرضي في الصخور هو البوتاسيوم-40 و الروبيديوم-87 وكذلك عنصر اليورانيوم-238 وعنصر الثوريوم-232 وتصنف المصادر المشعة ذات المنشأ الأرضي الى صنفين هما [39، 49]:

1-2-4-2 المصادر الأرضية المنفردة (Sources Individual Ground)

ان المصادر الأرضية المنفردة اما ان تنتج من تفاعل الأشعة الكونية مع عناصر الطبيعة المستقرة مثل تفاعل نيوترونات الاشعة الكونية مع نيتروجين الهواء مكونة بذلك الكربون-14، أو ان

الفصل الثاني : الجانب النظري.....Theoretical Part

تنتج من مكونات قشرة الارض من العناصر التي لها نظائر مشعة بعمر نصف يزيد على عمر الارض مثل البوتاسيوم-40 ، واهم ما يميز هذه العناصر هو وجودها بنسب عالية في تكوين الكائنات الحية مثل البوتاسيوم والكاربون والتريتيوم [50].

2-4-2-1 a. البوتاسيوم ^{40}K (Potassium)

البوتاسيوم ^{40}K عنصر أبيض فضي يتواجد في الطبيعة وهو من العناصر المعدنية الاساسية المكونة لصخور القشرة الارضية وهو نظير شبه مستقر اذ يبلغ عمر النصف له (1.277×10^9) year ويبعث أشعة كاما وجسيمات بيتا . البوتاسيوم يمكن أن ينتقل بسهولة الى النباتات ويتواجد في تراكيز عالية خصوصا داخل الخلايا النباتية لأنه عنصر مهم للنبات فهو يعد بذلك مهماً لغذاء الانسان والحيوان، وللبوتاسيوم الطبيعي ثلاث نظائر (^{39}K , ^{40}K , ^{41}K) وهو من أكثر العناصر الطبيعية اسهاما في الجرعة الاشعاعية الداخلية للإنسان [20،21].

2-4-2-2 السلاسل المشعة (Series Radionuclides)

تتميز جميع النوى التي تمتلك عدد ذري اكبر من 82 بالنشاط الإشعاعي، وذلك بسبب زيادة عدد البروتونات في النواة والذي يجعل قوة التنافر الكهروستاتيكية كبيرة ، ويؤدي هذا التنافر الى انحلال هذه النوى مع انبعاث جسيمات الفا ويسبب انبعاث هذه الجسيمات تزداد نسبة النيوترونات الى البروتونات في النوى الوليدة مما يؤدي الى تحللها مع انبعاث الالكترونات وهكذا تستمر السلسلة الى ان تصل في النهاية الى نواة مستقرة غالبا ما تكون هي نواة الرصاص [4].

الفصل الثاني : الجانب النظري.....Theoretical Part

تتواجد في الطبيعة اربع سلاسل اشعاعية فقط، ثلاث منها سلاسل طبيعية ويقصد بها (سلاسل لعناصر مشعة موجودة في الطبيعة) وهي سلسلة اليورانيوم وسلسلة الأكتينيوم وسلسلة الثوريوم، والسلسلة الرابعة هي سلسلة اصطناعية اي (سلسلة لعنصر مشع حضر اصطناعياً) وهي سلسلة النبتونيوم [51].

2-4-2-2 a سلسلة اليورانيوم-238 (Uranium Series)

تبدأ هذه السلسلة بنظير اليورانيوم-238 الباعث لجسيمات الفا حيث تكون وفرته (%99.2) من اليورانيوم الطبيعي وبعمر نصف (4.5×10^9) year وتحويلها الى عنصر الرصاص-206 المستقر من خلال سلسلة من الانحلالات وانبعاثات الفا وبيتا، وجميع عناصر هذه السلسلة هي في حالة صلبة باستثناء غاز الرادون الذي يميز هذه السلسلة و يبلغ نصف عمره (3.8) day وتتكون من عشرين نظير تتراوح انصاف اعمار النظائر الوليدة لها بين الثواني ومئات الالف السنين [52,53].

يعد اليورانيوم احد العناصر الكيميائية المشعة الموجودة في الجدول الدوري ، ومن ابرز صفاته معدن ثقيل ، أبيض فضي ، سام ، مشع، وينحل باعنا جسيمات الفا بثابت انحلال قدره (1.5×10^{-10}) كل سنة وبنشاط اشعاعي قدره (12.4×10^3) Bq/g ولليورانيوم ثلاث نظائر في الطبيعة وهي $(^{238}\text{U}, ^{235}\text{U}, ^{234}\text{U})$ ، ويوجد اليورانيوم بكميات مختلفة في الصخور والمعادن والتربة والماء والهواء والغذاء والنباتات والحيوانات وكذلك في الجسم البشري [11 ، 54 ، 55].

2-4-2-2 b سلسلة الأكتينيوم-235 (Actinium Series)

تبدأ هذه السلسلة بعنصر اليورانيوم-235 الباعث لجسيمات الفا والذي تكون وفرته (0.72%) من اليورانيوم الطبيعي ويبلغ نصف عمره (7.10×10^9) year وتعاني هذه السلسلة عدداً من الانحلالات الإشعاعية لتصل في النهاية الى النظير المستقر الرصاص-207 وتضم هذه السلسلة خمسة عشر نظيراً [53,52].

2-4-2-2 c سلسلة الثوريوم-232 (Thorium Series)

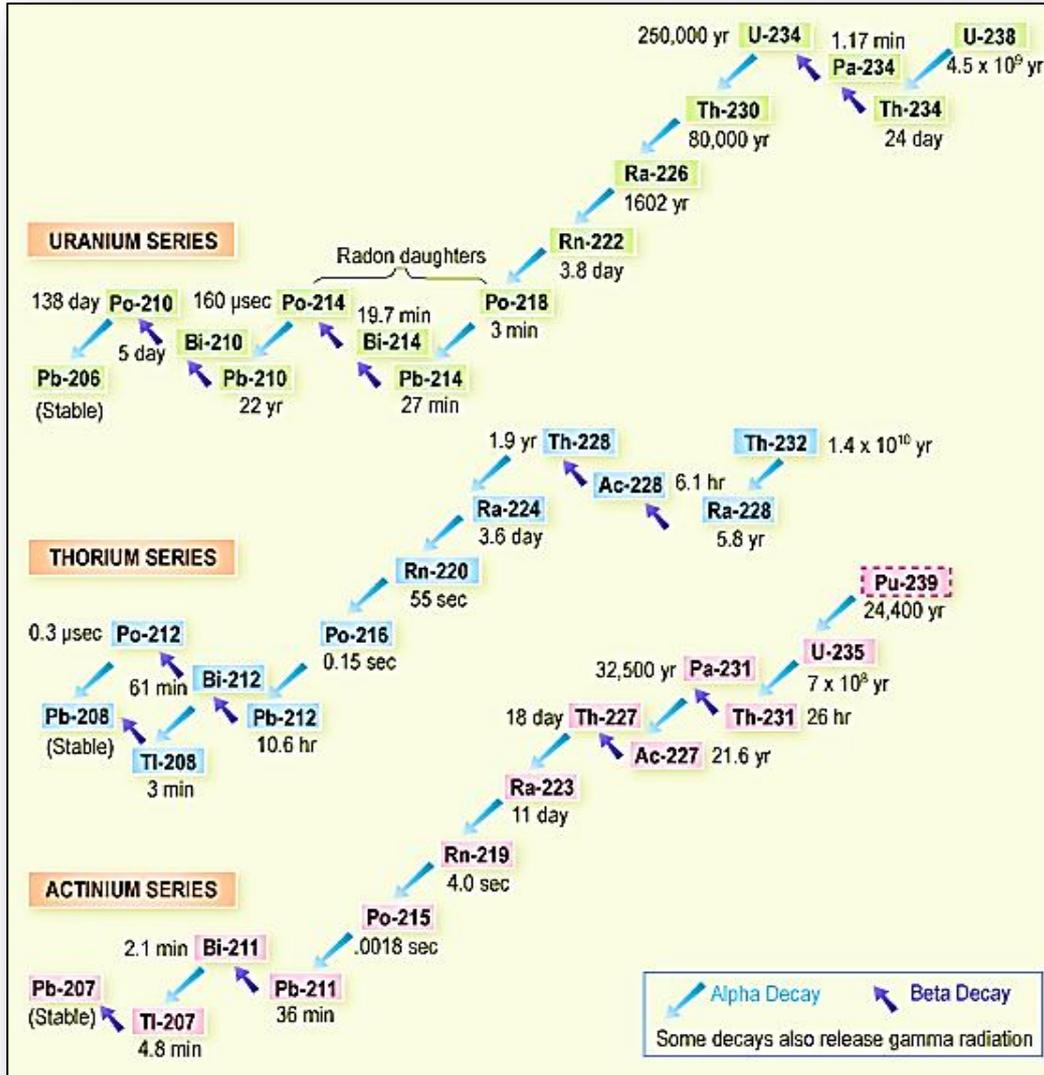
تبدأ هذه السلسلة بنظير الثوريوم-232 الذي عمر نصه (1.41×10^{10}) year ويوجد الثوريوم في الطبيعة بوفرة (100%) ولكن بتراكيز قليلة ، وتنتهي هذه السلسلة بالنظير المستقر للرصاص-208 مروراً بعدد من النويدات المشعة وتضم هذه السلسلة غاز الثورون-220 ذو عمر نصف مقداره Sec (55.3)، وتتكون من ثلاثة عشر نظيراً [53,52].

يتواجد الثوريوم في القشرة الأرضية ويكون على شكل أكسيد كما هو الحال في فلزه الذي يطلق عليه المونزايت (Monzite) ويضمحل عن طريق إصدار جسيم ألفا وتوجد للثوريوم مجموعة من النظائر المشعة مثل (^{227}Th , ^{230}Th , ^{232}Th , ^{234}Th)، وغالبا ما ينتقل الثوريوم الى جسم الانسان من خلال العوالق الهوائية عن طريق جهاز التنفس ، كما لا يمكن للثوريوم التواجد في المياه الا بتراكيز قليلة ويعود السبب لانخفاض انحلاليته في المياه ، وتشير التقديرات إلى أن الوفرة الطبيعية له اكثر بثلاث مرات من الوفرة الطبيعية لليورانيوم في القشرة الارضية [21,20].

الفصل الثاني : الجانب النظري.....Theoretical Part

2-4-2-2 سلسلة النبتونيوم-237 (Neptunium Series)

وتبدأ هذه السلسلة بعنصر النبتونيوم ذو عمر نصف (2.2×10^6) year وهذه السلسلة لا توجد في الطبيعة حالياً ويرجع سبب عدم وجودها في الطبيعة الى ان عمر النصف لأطول عناصرها أقصر بكثير من عمر الارض الذي يقدر بحوالي (4.5×10^9) year و تنتهي هذه السلسلة بعنصر البزموت المستقر-209 مروراً بعدد من النويدات المشعة ويوضح الشكل (2-2) السلاسل الطبيعية للإشعاع المتواجدة في الطبيعة [53،52].



الشكل (2-3) سلاسل النشاط الإشعاعي

5-2 المصادر الصناعية للإشعاع (Industrial Sources of Radiation)

إضافة إلى النظائر المشعة الطبيعية استطاع الإنسان إنتاج العديد من النظائر المشعة صناعياً وتمكن من استخدامها في الطب والصناعة والتعليم وكذلك تشمل المصادر الاصطناعية تجارب الأسلحة النووية والحوادث النووية مثل تلك التي حدثت في تشيرنوبل وهيروشيما، ويمكن السيطرة على المصادر الصناعية بسهولة أكثر من كافة المصادر الطبيعية وبشكل عام يمكن استخدام المصادر الصناعية أكثر من تلك الموجودة في الطبيعة لأنها أنتجت وفق مواصفات وصفات مقصودة مثل الصوديوم ^{22}Na والكوبلت ^{60}Co [2، 46، 47].

6-2 الرادون ^{222}Rn (Radon)

الرادون هو غاز مشع عديم اللون والطعم والرائحة تبلغ كثافته 9.7 kg/m^3 ودرجة غليانه 71 C° ودرجة انجماده 61.8 C° ويعد من أثقل الغازات المعروفة في الطبيعة و يبلغ عدده الذري (86) وهو أحد عناصر الجدول الدوري ويقع ضمن مجموعة الغازات النبيلة، والرادون غاز خامل كيميائياً لا يتحد مع أي عنصر أو مركب آخر في الطبيعة ويعد من مصادر الإشعاع الذري الطبيعي الذي يتولد في سلسلة تحلل اليورانيوم-238 وهو المعدن الوحيد الذي يوجد في حالة غازية ، وهو أثقل من الهواء بسبعة أضعاف ونصف تقريباً ويوجد في كل الأماكن وفي جميع الأوقات حيث يوجد في التربة والهواء والمياه ومواد البناء ويعتبر استنشاق غاز الرادون سبب رئيسي لسرطان الرئة [57،56] ، والرادون-222 هو النواة الوليدة المباشرة للراديوم-226 ($^{226}\text{Ra} \rightarrow ^{222}\text{Rn} + ^4_2\text{He}$) ، حيث ينحل الرادون باعثاً جسيمة الفا (نواة الهيليوم) بطاقة حركية مقدارها (5.49 MeV) [58].

1-6-2 نظائر الرادون (Isotopes of Radon)

توجد للرادون ثلاثة نظائر وهي [58]:

❖ الأكتينيون هو نظير الرادون (^{219}Rn) الذي ينتمي الى سلسلة الاكتينيوم (^{235}Ac) يبلغ عمره النصفى (4sec)، ويوجد بنسبة قليلة جداً في الطبيعة وذلك بسبب قلة توفر اليورانيوم (^{235}U) وكذلك بسبب عمره النصفى القصير.

❖ الثورون هو نظير الرادون (^{220}Rn) الذي ينتمي الى سلسلة الثوريوم (^{232}Th) يبلغ عمره النصفى (55sec)، ويعتبر الثورون أكثر نظائر الرادون غزارة بسبب وفرة الثوريوم العالية مقارنة مع اليورانيوم ولكنه يختفي من الجو بسرعة بسبب قصر عمره النصفى.

❖ الرادون هو نظير الرادون (^{222}Rn) وينتمي الى سلسلة اليورانيوم (^{238}U) ويعد هذا النظير الأطول عمراً من بين نظائر الرادون إذ يبلغ عمره النصفى (3.8day) وهذا العمر يمنحه القابلية على الانتشار لمسافات محدودة في الجو بالرغم من كونه ينبعث من التربة بكميات أقل من الثورون .

7-2 قانون الانحلال الإشعاعي (Radioactivity Decay Law)

لنفترض أنه لدينا عدد من الأنوية N وبعد مرور فترة زمنية قدرها (dt) فإن عدد من الأنوية dN قد تتحلل وتنتج المعادلة [60،59] :

$$-\frac{dN}{dt} \propto N \quad \dots \dots \dots (4 - 2)$$

الإشارة السالبة تعني ان عدد النوى N يتناقص مع مرور الزمن

الفصل الثاني : الجانب النظري.....Theoretical Part

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N \quad \dots \dots \dots (5 - 2)$$

حيث λ يمثل ثابت الانحلال (decay constant) ووحداته هي (sec⁻¹, hr⁻¹, ...etc) وان النشاط الإشعاعي يمثل المعدل الزمني لتحلل النوى الغير مستقرة وبهذا يمكن كتابة المعادلة (5-2) لإيجاد N عند الزمن t

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt \quad \dots \dots \dots (6 - 2)$$

نقوم بأخذ التكامل للطرفين في معادلة (6-2) ونحصل على :

$$\int_{N(0)}^{N(t)} \frac{dN}{N} = - \int_0^t \lambda dt \quad \dots \dots \dots (7 - 2)$$

$$\ln N(t) - \ln N(0) = -\lambda t \quad \dots \dots \dots (8 - 2)$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad \dots \dots \dots (9 - 2)$$

يطلق على المعادلة (9-2) بقانون التحلل الإشعاعي أو يسمى أحيانا بالقانون الاسي للتحلل الإشعاعي.

حيث :

N_0 : يمثل عدد نوى الام الموجودة عند الزمن $t = 0$

N : يمثل عدد نوى الام المتبقية عند الزمن t

$$\lambda = \frac{0.693}{t_{1/2}} \quad \lambda : \text{يمثل ثابت الانحلال}$$

t : زمن الانحلال (هو الزمن الذي مر على الانحلال من الزمن $t = 0$ الى وقت القياس)

الفصل الثاني : الجانب النظري.....Theoretical Part

وعند ضرب المعادلة (2-9) بثابت الانحلال نحصل على علاقة التحلل الإشعاعي بدلالة النشاط الإشعاعي

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \quad \dots \dots \dots (10 - 2)$$

حيث :

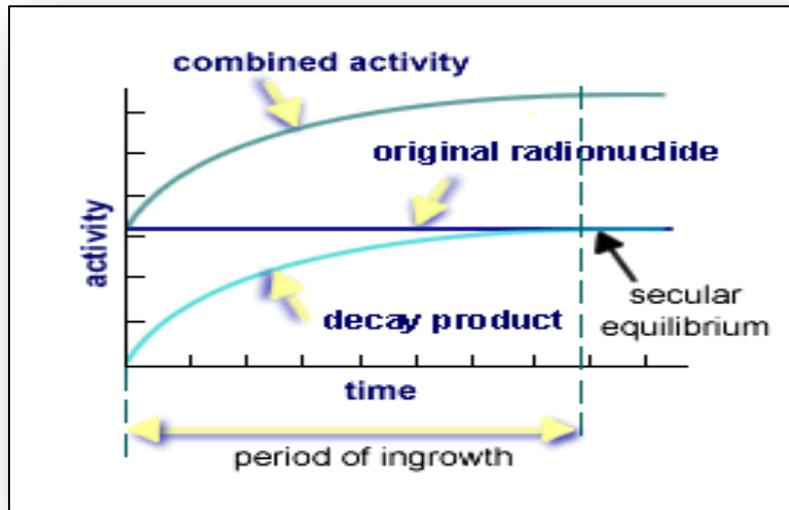
A, A_0 الفعالية الإشعاعية عند الزمن ($t = 0$) وعند أي لحظة زمنية (t) على التوالي [59،60].

8-2 التوازن الإشعاعي (Radioactive Equilibrium)

ويقصد به أن تتساوى معدلات إنتاج النوى المتولدة مع معدلات انحلالها وهناك ثلاث حالات عامة من التوازن ويمكن أن تظهر على النحو التالي [60]:

1-8-2 التوازن الأبدي (القرني) (Secular Equilibrium)

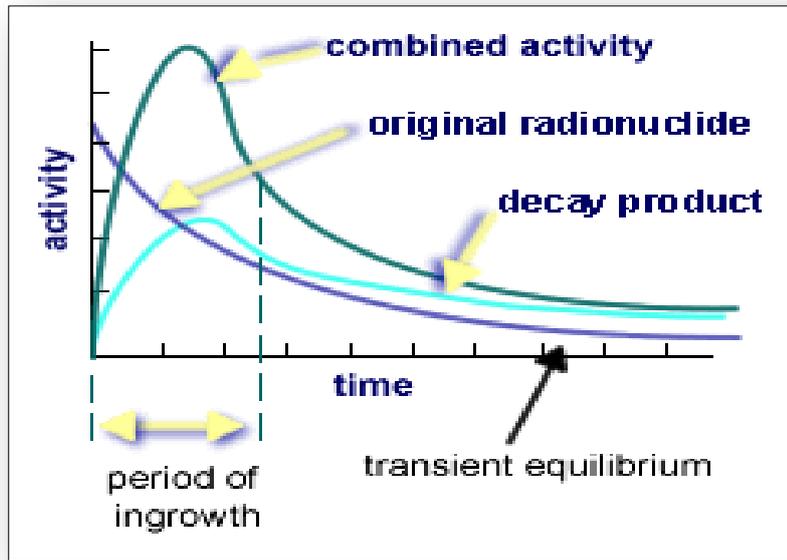
يحدث هذا التوازن مرة واحدة في عمر النواة ويستمر الى النهاية ويحدث في حالة واحدة وهي عندما يكون عمر النصف للنواة الأم أكبر بكثير من عمر النصف للنواة البنت اذ يتساوى النشاط الإشعاعي للنواة الأم مع النشاط الإشعاعي للنواة البنت وكما موضح بالشكل (2-4) [60].



الشكل (2-4) التوازن القرني [60]

2-8-2 التوازن العابر (Transient Equilibrium)

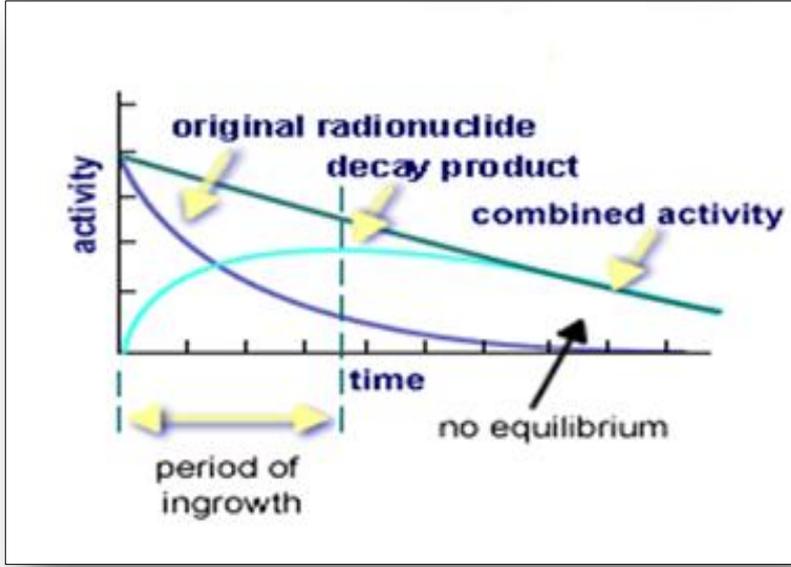
يحدث هذا التوازن عندما يكون عمر النصف للنواة الأم (parent) أكبر بقليل من عمر النصف للنواة البنت (Daughter) ، والنسبة بين فعاليتي الأنوية المولودة والوالدة يساوي مقدار ثابت أي أن كلاً من الأنوية الوالدة والمولودة هي في حالة أتران مؤقت وكما موضح في الشكل (2-5) [60].



الشكل (2-5) التوازن العابر [60]

2-8-3 حالة اللاتوازن (No Equilibrium)

في هذه الحالة يكون عمر النصف للنواة الأم أصغر من عمر النصف للنواة البنت لذلك فإن عدد الذرات للنواة البنت سيكون في حالة تزايد لغاية نفاذ عدد الذرات للنواة الأم لأن عمر النصف لها اصغر من النواة البنت ولا يحدث توازن ابداً كما موضح في الشكل (2-6) [60].



الشكل (2-6) حالة اللاتوازن [60]

9-2 التأثيرات البيولوجية للإشعاع (Biological Effects of Radiation)

تنتقل الطاقة من الاشعاعات المؤينة الى جسم الكائن الحي وتؤدي الى تأيين الخلايا فالجسيمات المشحونة الثقيلة وجسيمات بيتا تؤين ذرات الخلايا مباشرة عند المرور فيها وتنتقل طاقة اشعاعات كما أو الأشعة السينية الى الالكترونات الموجودة في ذرات الخلية وتقوم هذه الالكترونات بالتأيين، أما طاقة النيوترونات فتنقل الى بروتونات ذرات الهيدروجين عن طريق التصادم المرن ثم تقوم هذه البروتونات بتأيين ذرات الخلايا، كذلك يمكن ان تمتص النيوترونات (خاصة الحرارية) فيؤدي ذلك الى تكوين نظائر مشعة داخل الجسم وتؤدي الاشعاعات المنطلقة من هذه النظائر الى تأيين ذرات الخلايا [2].

وسواء كانت الاشعاعات المؤينة صادرة عن مصدر موجود خارج الجسم أو عن تلوث الجسم من الداخل بالمواد المشعة، فإن ذلك يؤدي الى تأثيرات بايولوجية في الجسم يمكن أن تظهر فيما بعد على شكل اعراض سريرية (Clinical Symptoms)، وتعتمد خطورة هذه الاعراض والفترة الزمنية اللازمة

الفصل الثاني : الجانب النظري.....Theoretical Part

لظهورها على كمية الاشعاعات الممتصة وعلى معدل امتصاصها ، وتنقسم التأثيرات البيولوجية

للإشعاعات المؤينة في الكائنات الحية الى نوعين [2]:

1. التأثيرات الذاتية : وهي التأثيرات التي تظهر أعراضها في نفس الكائن الذي تعرض

للإشعاعات المؤينة.

2. التأثيرات الوراثية : هي التأثيرات التي تظهر أعراضها في ذرية الكائن المتعرض للإشعاعات

المؤينة نتيجة تلف أعضائه التناسلية .

10-2 الكواشف الومضية (Scintillation Detectors)

ان عملية القياس والكشف بالإشعاع باستخدام الكواشف الومضية هي من إحدى الطرق المتاحة والفعالة بكشف الإشعاع والكواشف الومضية هي عبارة عن المواد التي تطلق وميضاً ضوئياً عند سقوط الإشعاع عليها ومن خلال قياس شدة ومقدار هذا الضوء الومضي يمكننا معرفة شدة الإشعاع. تعتبر الكواشف الومضية من أهم أنواع الكواشف المستخدمة في الكشف عن الأشعة المؤينة ويعتمد عملها على حقيقة إن بعض المواد عندما يمر خلالها إشعاع مؤين تبعث ومضات من الضوء الذي بدوره يسقط على الكاثود الضوئي الذي يبعث الكترون وان كمية الالكترونات المتولدة تكون عادة قليلة لذلك يجب زيادة عددها أو تضخيمها قبل ان تسجل كنبضة، والتكبير او التضاعف لهذه الالكترونات يتم باستخدام جهاز يسمى انبوب المضاعف الضوئي (Photomultiplier Tube) ، وعندما يرتبط هذا الكاشف بجهاز مضخم مثل المضخم الضوئي يمكن تحويل هذه الومضات إلى نبضة الكترونية لإعطاء المعلومات الخاصة بالإشعاع الساقط.

الفصل الثاني : الجانب النظري.....Theoretical Part

إن أكثر البلورات شيوعاً في الكواشف الوميضية هي بلورة أيوديد الصوديوم المطعمة بالتاليوم NaI (Tl) لغايات الكشف عن أشعة كاما بسبب كفاءته العالية في الكشف عن هذه الأشعة (وذلك بسبب كبر العدد الذري للتاليوم واليود) والتي تعتبر أعلى من كفاءة بقية العدادات للكشف عن أشعة كاما ويوضح الجدول (1-2) أنواع الإشعاعات والمواد المستخدمة في الكواشف الوميضية [2،37،61].

جدول رقم (1-2) أنواع الإشعاعات والمواد الوميضية المستخدمة في الكواشف الوميضية

| الحالة | المادة الوميضية | نوع الإشعاع |
|--------|-----------------|----------------|
| باوذر | ZnS(Ag) | الفا |
| صلب | Anthracene | بيتا |
| صلب | NaI(Tl) | كاما |
| صلب | LiI(Eu) | نيوترونات |
| صلب | NaI(Tl) | الأشعة السينية |
| صلب | Plastic | |

11-2 كواشف الأثر النووي للحالة الصلبة

(Solid State Nuclear Track Detectors)

ظهرت كواشف الأثر النووي (SSNTDs) في الفترة الأخيرة في نهاية الخمسينات من القرن العشرين وبعدها طورت كثيراً حتى أصبحت تستعمل على نطاق واسع وفي الكثير من المجالات العلمية المختلفة.

الفصل الثاني : الجانب النظري.....Theoretical Part

بدأت قصة كواشف الأثر النووي في عام (1958) عندما انتبه (Young) الذي يعمل في مؤسسة بحوث الطاقة الذرية في (Harwell) الموجودة في انكلترا ان بلورة فلوريد الليثيوم (LiF) الموضوعه بتماس مع رقائق من اليورانيوم المشع وتعريضها بالنيوترونات الحرارية فانه يظهر عليها عددا من الحفر (Pits) وذلك بعد معالجتها بمادة كيميائية مثل حامض الخليك او الهيدروفلوريك [63،62].

في عام (1959) توالت الدراسات في هذا المجال من قبل الباحثان (Barnes and Silk) اللذان كانا يعملان ايضا في مؤسسة بحوث الطاقة الذرية في انكلترا حيث استخدموا المجهر الالكتروني النافذ أضراراً خطية في صفائح رقيقة من المايكا التي قصفت بواسطة شظايا الانشطار (Fission Fragments) التلقائي الناتجة عن اليورانيوم (^{238}U).

وفي أوائل الستينيات (1960) جاء بعدهما فريق من العلماء (leischer, Price and Walker) الذين يعملون في مختبرات البحوث الكهربائية العامة الموجودة في نيويورك حيث قاموا وبنطاق واسع بتطوير ما توصلوا إليه (Barnes and Silk) بتقديم نوع جديد من كواشف الأثر النووي للحالة الصلبة (SSNTDs) بواسطة الزجاج والبلاستيك وبلورات المعادن المختلفة بدلا من المايكا.

لقد بينت العديد من الدراسات ان كواشف الأثر النووي بصورة عامة تمتلك عددا من الخصائص مثل سهولة استخدامها وتوافرها وانخفاض كلفتها وعدم حاجتها الى مصدر طاقة كهربائية وعملية قشط الاثار وازهارها تكون عملية سهلة نسبياً ولها القابلية على الاحتفاظ بالآثار عند خزنها لفترة طويلة من الزمن عند درجات الحرارة الاعتيادية وهذه الخصائص قد جعلتها تستخدم بشكل كبير في كثير من المختبرات ومن قبل عدد كبير من الباحثين وفي مجالات تطبيقية مختلفة [63،62].

الفصل الثاني : الجانب النظري.....Theoretical Part

توجد الكثير من التطبيقات لكواشف الاثر النووي وفي مجالات عديدة حيث تم استخدامها في تحديد تراكيز الرادون واليورانيوم في الهواء [64] والمياه [65] والتربة [66] والمواد الغذائية [67] ومواد البناء [68].

2-11-1 أنواع كواشف الأثر النووي للحالة الصلبة

(Types of Solid State Nuclear Track Detectors)

تصنف كواشف الأثر النووي الصلبة الى صنفين رئيسيين هما :

2-11-1-1 الكواشف اللاعضوية (Inorganic Detectors)

هي تلك الكواشف التي لا يدخل في تركيب مادتها الكيميائية عنصري الكاربون والهيدروجين وترتبط ذرات جزيئاتها بأواصر أيونية ، وهناك العديد من الكواشف غير العضوية المستخدمة في مجال الفيزياء النووية ومن أبرزها كاشف المايكا (Mica) وكاشف الزجاج (Glass) وتعتبر من الكواشف اللاعضوية الجيدة في الكشف عن النيوترونات وشظايا الانشطار وخاصة في المفاعلات النووية بسبب قدرتها على تحمل درجات حرارة تصل الى 400°C ويوضح الجدول (2-2) بعض أنواع الكواشف غير العضوية والصيغ التركيبية لها [10، 69، 70].

الفصل الثاني : الجانب النظري.....Theoretical Part

الجدول (2-2) بعض أنواع الكواشف اللاعضوية والصيغ التركيبية لها [70،69]

| الصيغة التركيبية | Detector | الكاشف (الاسم التجاري) | ت |
|--|------------------|------------------------|---|
| Composition Chemical | | | |
| ZrSiO ₄ | Zircon | زركون | 1 |
| SiO ₂ | Quartz | كوارتز | 2 |
| K(Mg.Fe) ₃ AlSi ₃ O ₁₀ (OH) ₂ | Mica (Biotite) | مايكا | 3 |
| KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂ | Mica (Muscovite) | | |
| CaF ₂ | Fluorite | فلورايت | 4 |
| 23SiO ₂ :5Na ₂ O:5CaO:Al ₂ O ₃ | Soda Lime Glass | الزجاج العادي | 5 |
| MgFeSiO ₄ | Olivine | الزبرجد الزيتوني | 6 |
| CaCO ₃ | Calcite | كالساييت | 7 |

2-1-11-2 الكواشف العضوية (Organic Detectors)

هي تلك الكواشف التي تدخل عناصر الكربون والهيدروجين والاكسجين في تركيبها الكيميائي مثل المواد البوليمرية ، والبوليمرات عبارة عن جزيئات كبيرة مكونة من وحدات صغيرة ومرتبطة مع بعضها تدعى المونمر (Monomer)، والبوليمرات العضوية بالإضافة الى ذرات الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين تحتوي على الكبريت والهالوجينات، وترتبط الذرات بعضها ببعض الاخر بأواصر تساهمية ، والكواشف العضوية لديها حساسية اكبر من الكواشف اللاعضوية وايضا تمتلك قدرة تحليلية للكشف أعلى من الكواشف غير العضوية وأغلب الاواصر التي تربط هذه الذرات تتكسر

الفصل الثاني : الجانب النظري.....Theoretical Part

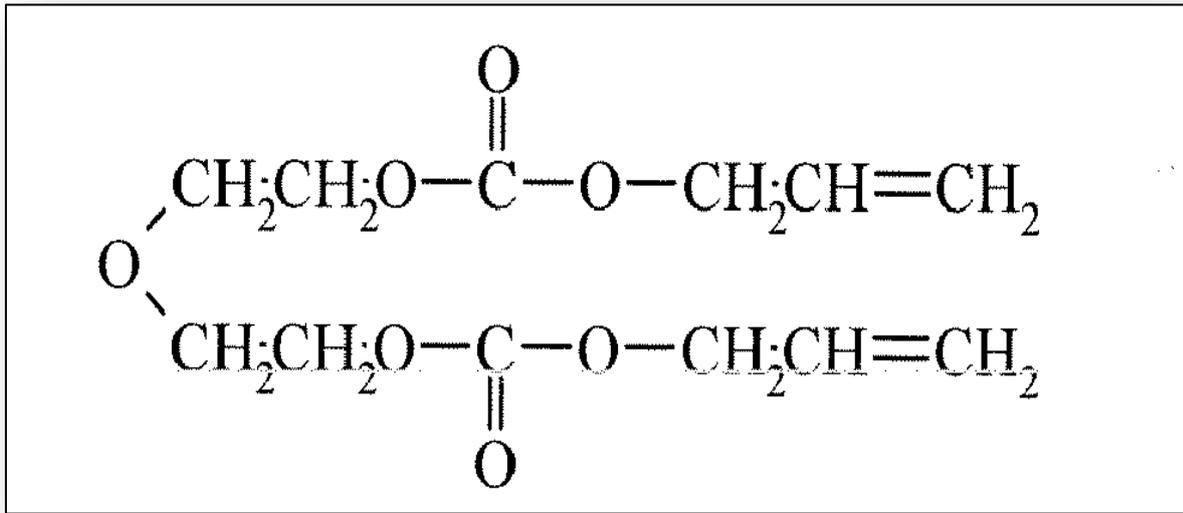
بسهولة بعد تعرضها للإشعاع ومن ابرز أنواع الكواشف العضوية هي الكواشف السيللوزية مثل (CN-85) و (LR-115) بمختلف انواعه، ومن الكواشف العضوية ايضا كاشف (CR-39) وكاشف (PM-355) وكذلك كاشف الماكروفل (Macrofol) وكاشف الليكسان (Lexan) ويوضح الجدول (3-2) بعض أنواع الكواشف العضوية والصيغ التركيبية لها [10، 69، 70].

الجدول (3-2) بعض أنواع الكواشف العضوية والصيغ التركيبية لها [70،69]

| الصيغة التركيبية Chemical Composition | Detector | الكاشف (الاسم التجاري) | ت |
|--|------------------------------------|------------------------|---|
| $C_{17}H_9O_2$ | Polyester (HBPaIT) | البولستر | 1 |
| $C_{11}H_4O_4N_2$ | Polyimide | البوليميد | 2 |
| $C_6H_8O_9N_2$ (CN) | Cellulose Nitrate | نترات السيللوز | 3 |
| $C_3H_4O_2$ (CT) | Cellulose Triacetate | تراسيتايت السيللوز | 4 |
| $C_5H_8O_2$ | Plexiglass | بلكسكلاس | 5 |
| $C_{12}H_{18}O_7$ (CR-39) | Polylyldiglycol Carbonate | البوليمري | 6 |
| $C_{16}H_{14}O_3$ (PC) | Polycarbonate (Lexan, Makrofol) | متعدد الكربونات | 7 |

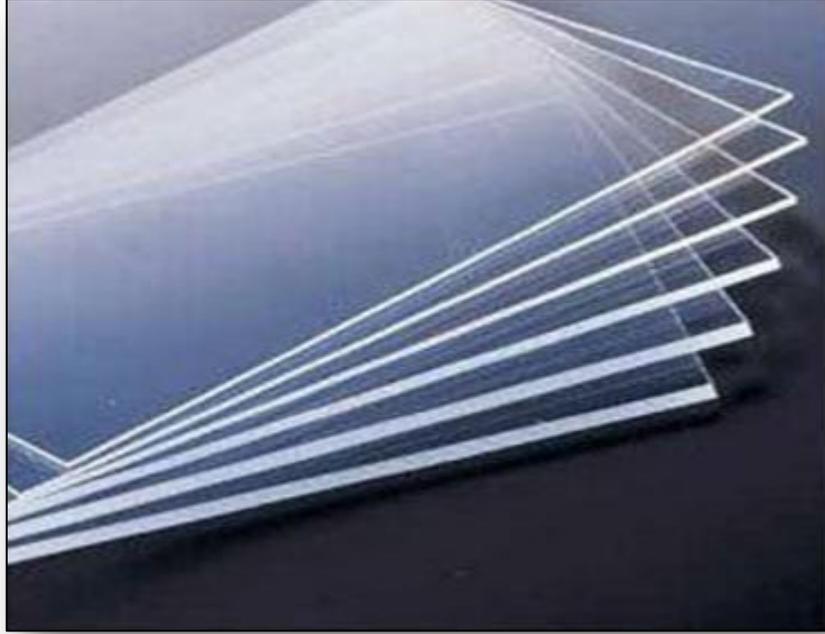
12-2 الكاشف CR-39 (CR-39 Detector)

هو من كواشف الأثر النووي العضوية وأهمها، تم اكتشافه عام (1978) من قبل الباحثان (Cartwright and Shirk) وهو ذو تركيب هيدروكربوني عشوائي الترتيب صيغته الجزيئية $(C_{12}H_{18}O_7)$ ويتركب مونمر هذا الكاشف من اثنين من مجموعات الاليل كما موضح في الشكل (7-2) والاسم العلمي له (PADC) اختصاراً الى (Polyallyl altelea diglyol carbonate) والاسم التجاري (CR-39) وهو عبارة عن مادة بوليمرية ويرمز له (CR) وهو اختصاراً من (Columbia Resin) تبلغ كثافته $(1.32 \text{ gm.cm}^{-3})$.



الشكل (7-2) التركيب الكيميائي لكاشف الأثر النووي (CR-39) [16]

ان كاشف (CR-39) يستعمل على نطاق واسع في الكشف عن الجسيمات المشحونة وجسيمات الفا وشظايا الانتشار النووي بسبب امتلاكه حساسية للإشعاع وقدرة تحليل عاليتين والشكل (8-2) يوضح صورة هذا الكاشف [10، 71، 72].



الشكل (2-8) صورة كاشف (CR-39)

1-12-2 خصائص كاشف الأثر النووي (CR-39)

(Properties of the Nuclear Track Detector(CR-39))

يعد الكاشف (CR-39) من أفضل الكواشف المسجلة للأثار النووية بالمقارنة مع غيرها من أجهزة

الكشف وذلك بسبب امتلاكها عدد من المواصفات هي [73،70]:

❖ يمتلك حساسية عالية للإشعاع فهو يتحسس لجسيمات الفا والبروتونات والنيوترونات وشظايا

الانشطار النووي

❖ له تجانس (Homogeneity) وتمائل (Isotropy) عاليين

❖ لا يتأثر بالعوامل الجوية من درجة حرارة ورطوبة عند خزنه لفترات طويلة تحت الظروف

الطبيعية ، ولا يذوب في المحاليل القاشطة حيث تعمل هذه المحاليل على ازالة طبقات من

سطح الكاشف

الفصل الثاني : الجانب النظري.....Theoretical Part

❖ ذو شفافية بصرية وقدرة تحليلية عاليتين (High Resolution)

❖ له درجة عالية من الحساسية والانتظام ويمتلك اقل عتبة كشف ($Z/\beta \approx 6$)

حيث Z : شحنة الجسيم الساقط ، β : النسبة بين سرعة الجسيم الى سرعة الضوء $\beta = V/C$

❖ لا يتأثر بجسيمات بيتا أو أشعة كاما أو الاشعة السينية ، ويمتاز بدرجة عالية من الوضوح

للكشف عن جسيمات ألفا [73,70].

13-2 القشط الكيميائي (Chemical Etching)

تكون المناطق التي تضررت بسبب الجسيمات المشحونة الثقيلة نشطة كيميائياً ويكون لها القابلية على الانحلال والذوبان عند وضعها في محلول ملائم للقشط وفي نفس الوقت فان المناطق التي لم تتضرر تتفاعل مع محلول القشط وبسرعة أقل من المناطق المتضررة ويطلق على هذه العملية بعملية القشط الكيميائي (Chemical Etching).

عملية القشط الكيميائي تتم باستعمال محاليل كيميائية مختلفة تسمى القواشط (Etchants) وتعتمد على نوع المادة المتكون منها الكاشف من حيث كونه عضوي او لا عضوي، ففي الكواشف العضوية غالبا ما تستعمل هيدروكسيدات فلزات المعادن القلوية لعملية قشط الأثار النووية مثل هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) وهيدروكسيد الليثيوم (LiOH) وهيدروكسيد البوتاسيوم (KOH)، بينما الكواشف اللاعضوية مثل المايكا والزجاج فيتم قشطها باستعمال محاليل حامضية وخاصة حامض الهيدروفلوريك (HF) وعملية القشط الكيميائي من التقنيات المفضلة لإظهار الأثار في كواشف الأثر النووي بسبب فعاليتها في تكبير الأثار الى حجوم اكبر من حجمها الأصلي ويمكن رؤيتها بوساطة المجهر الضوئي [75,74,62].

الفصل الثاني : الجانب النظري.....Theoretical Part

وتتأثر عملية القشط الكيميائي بعدد من العوامل اهمها [62،74،75]:

❖ نوع وتركيب المحلول

❖ تركيز المحلول القاشط

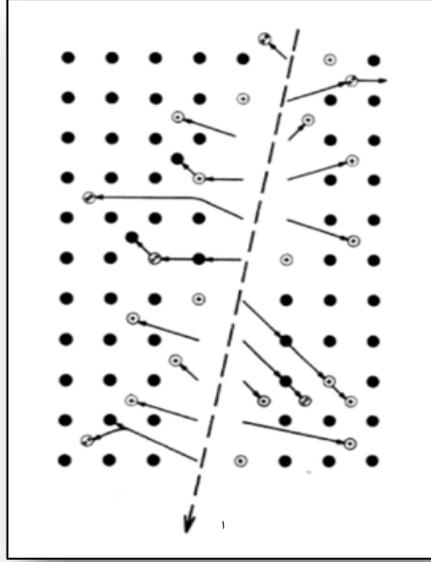
❖ درجة حرارة المحلول

❖ زمن القشط

14-2 آلية تكون الأثر (Formation Mechanism of Track)

عندما تمر الجسيمات المشحونة الثقيلة مثل البروتونات أو جسيمات ألفا في المواد العازلة كهربائياً تولد أثراً حيث تتولد فيها مسارات ضيقة من التلف الإشعاعي تتمثل بالعيوب الذرية وفجوات الشبكة وتكسرات السلاسل الجزيئية ، وتكون على شكل اثار نحيفة تسمى بالآثار المستترة (Latent Tracks) ويمكن ان نلاحظ المناطق التالفة باستخدام المجهر الالكتروني مباشرة أو باستخدام المجهر الضوئي بعد معاملتها بمادة كيميائية تعملُ على حفر واطهار مناطق التلف المتكونة [70].

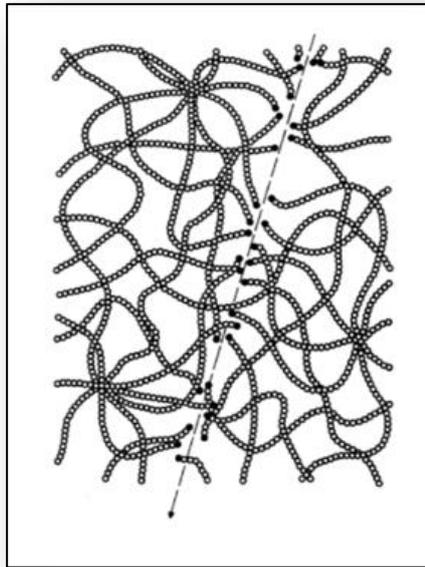
نماذج تكون الآثار تختلف بين الكواشف العضوية واللاعضوية لاختلاف صفاتها الفيزيائية والكيميائية بسبب اختلاف التركيب الكيميائي لهذه الكواشف ولذلك وضعت نماذج ونظريات متعددة من قبل العديد من الباحثين لتفسير تكون الآثار في تلك المواد وان النظرية السائدة لتفسير تكون الأثر في المواد اللاعضوية هي نظرية وخزة الانفجار الايوني (Ion Explosion Spike) التي وضعها العالم (Flicheer) في عام 1965، والتي نصت على ان (الجسيمات المشحونة الثقيلة تنتج عدداً كبيراً من التأينات الابتدائية على طول مسارها وبالتالي توليد ايونات موجبة الشحنة) كما في الشكل (2-9) [63،76].



الشكل (2-9) وخزة الانفجار الأيوني لتكون الأثر في المواد اللاعضوية [76]

بينما في حالة المواد العضوية فان التأثير الرئيسي للأشعة على البوليمرات هو تقسمها أو تشابك جزيئاتها بعضها مع البعض وان هذان التأثيران يمثلان التغيرات الرئيسية لخواص البوليمرات وان سقوط الإشعاع على البوليمرات يؤدي الى تهيج هذه الجزيئات وتأيينها وحدث تلف في مادة البوليمر

كما مبين في الشكل (2-10) [76,63].



الشكل (2-10) تأثير الإشعاع على السلاسل البوليمرية [76]

الفصل الثالث

الجانِب المِمالِي

Experimental Part

الفصل الثالث : الجانب العملي

Chapter Three : Experimental Part

1-3 مقدمة (Introduction)

تم في هذا البحث دراسة 40 عينة مختارة من الأعشاب الطبية بالاعتماد على منظومة قياس اشعة كاما باستعمال كاشف أيودييد الصوديوم المطعم بالثاليوم NaI(Tl) في تحديد الفعالية النوعية للعناصر المشعة الطبيعية ^{40}K ، ^{232}Th ، ^{238}U وكذلك استعملت تقنية كاشف الأثر النووي النوع (CR-39) في تحديد تركيز وفعالية الرادون ^{222}Rn لنفس العينات المختارة.

2-3 جمع النماذج (Samples Collection)

تم في هذه الدراسة جمع 40 أنموذج من الأعشاب الطبية التي جمعت من الاسواق العراقية من تاريخ (20/9/2015) الى (1/11/2015) ومن مناشئ مختلفة داخل وخارج العراق وتم جدولتها في الجدول (1-3) مع ذكر الاسم العربي والإنكليزي والعلمي لها وكذلك الجزء المستخدم منها ومنشأها وقد تم الكشف باستعمال التقنيتين اعلاه.

3-3 الأجهزة المستعملة (Devices Used)

لقد تم العمل باستعمال العديد من الأجهزة والمعدات المبينة في الجدول (2-3) .

جدول (2-3) الأجهزة والمعدات المستعملة في البحث

| الأجهزة والمعدات المستعملة | ت |
|--|----|
| NaI(Tl) Detector, alpha spectra, Inc.- 12I12/3, USA | 1 |
| Digital balance ,China | 2 |
| Grinder | 3 |
| Sieving | 4 |
| Marinelli beaker | 5 |
| Detector CR-39 | 6 |
| Optical microscope, China | 7 |
| Small marinelli | 8 |
| NaOH | 9 |
| Water bath HH-420 | 10 |
| Pyrex | 11 |
| Distilled water | 12 |

4-3 الكشف باستعمال كاشف أيوديد الصوديوم NaI(Tl)

1-4-3 تهيئة النماذج (Samples Preparation)

حيث تم وضع هذه النماذج في اكياس بلاستيكية سعة (1kg) وتم ترقيمها وكتابة منشأها ومن ثم نقلها الى مكان العمل والقياس ، وبعد جمعها طحنت النماذج ثم غربلت بواسطة مشبك ذو ثقوب قطرها (2mm) تقريبا لكي نحصل على نماذج متجانسة وتحديد وزنها بواسطة ميزان رقمي، وبعدها تركت النماذج لمدة شهر تقريبا للحصول على حالة التوازن الاشعاعي، واخيراً تم غسل وعاء المارنيلي

الفصل الثالث : الجانب العملي Experimental Part

بيكر جيدا بواسطة حامض الهيدروكلوريك المخفف ثم بالماء المقطر وبعدها وضعت النماذج المدروسة في وعاء المارنيلي بحجم واحد لتر وتم تغليفه بشريط لاصق وكتابة المعلومات عليه كما موضح في الشكل (1-3) وتم تهيئتها لقياس النشاط الاشعاعي الطبيعي لنوى اليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم.



الشكل (1-3) العينات داخل وعاء المارنيلي

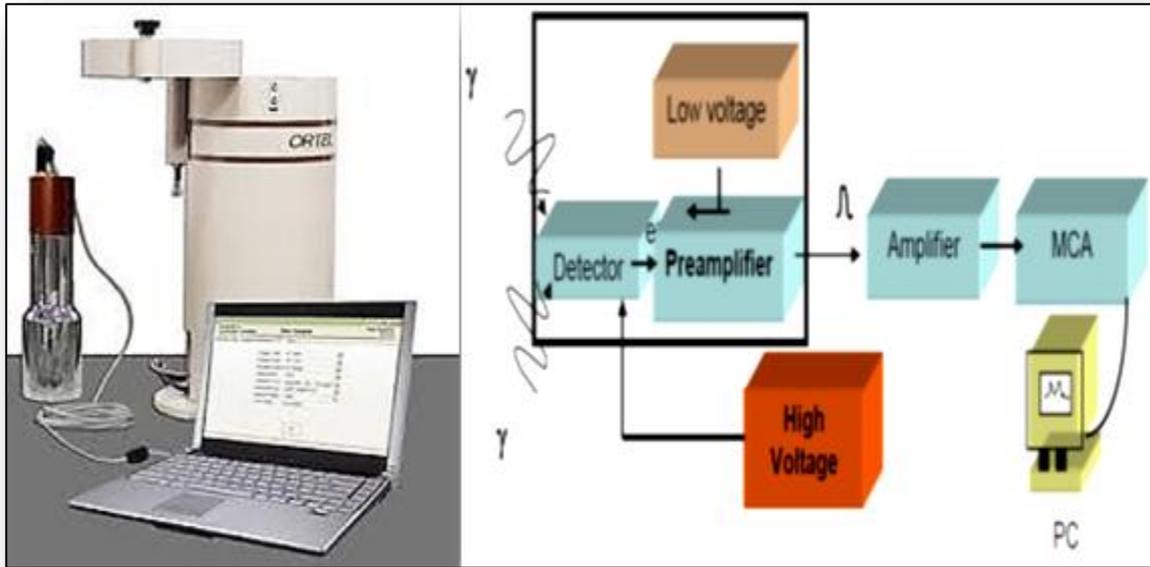
3-4-2 منظومة الكشف والتحليل النووي باستعمال الكاشف الوميضي NaI(Tl)

(Nuclear Detection and Analysis System by Using NaI(Tl))

تم قياس النشاط الإشعاعي النوعي للنوى الباعثة لأشعة كما مثل اليورانيوم-238 و الثوريوم-232 و البوتاسيوم-40 بالاعتماد على قوة الاختراق العالية لأشعة كما في المواد باستعمال منظومة العد والتحليل الالكترونية المستخدمة في الكشف عن الأشعة النووية المتكونة من منظومة كاشف يوديد الصوديوم المطعم بالثاليوم NaI(Tl) (3"×3") والمجهز من شركة Alpha Spectra,Inc-

الفصل الثالث : الجانب العملي Experimental Part

(12I12/3) والمزود بمحلل متعدد القنوات (MCA) (ORTEC –Digi Base) الذي يحتوي على (4096) قناة يربط بوحدة تسمى (ADC) (Analog to Digital Convertor) تساعد المحلل على تحويل النبضة القادمة الى اعداد رقمية ، وان القياسات النووية وتحليلها يتم بواسطة برنامج حاسوبي يسمى (MAESTRO-32) في داخل المختبر والشكل (2-3) بين شكل المنظومة وطريقة ربط اجزاء المنظومة [78].



الشكل (2-3) منظومة كاشف أيوديد الصوديوم المطعم بالتاليوم NaI(Tl)

وتتكون منظومة الكشف من الاجزاء التالية:

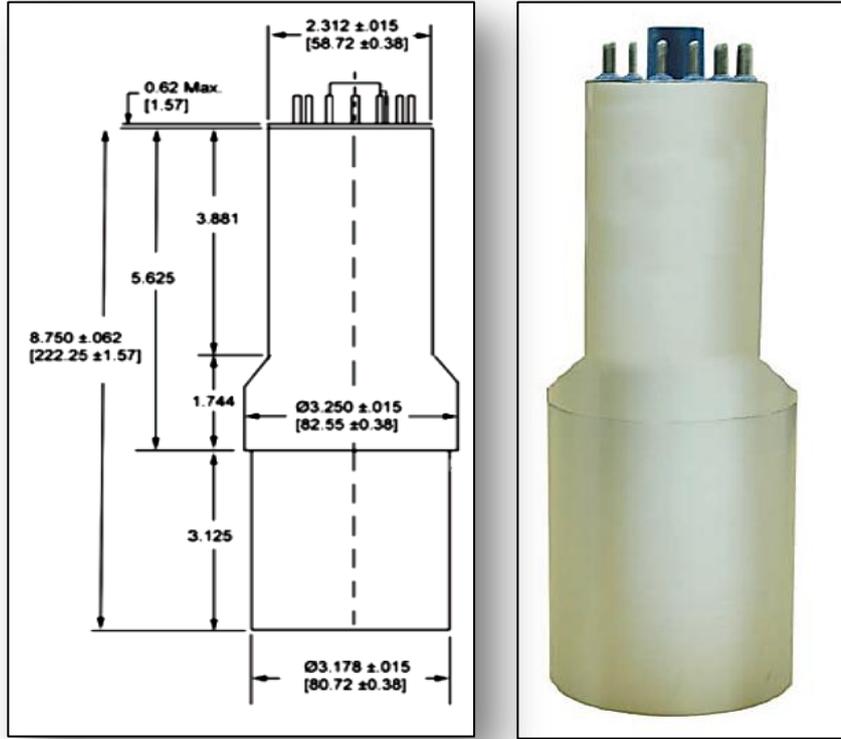
3-4-2-1 كاشف أيوديد الصوديوم المطعم بالتاليوم (NaI(Tl) Detector)

يستعمل كاشف أيوديد الصوديوم المطعم بالتاليوم على نطاق واسع في الكشف عن إشعاعات كما ومن مواصفات هذا الكاشف الرئيسية هي الإنتاج أو الإخراج الضوئي العالي ، الامتصاص الذاتي الضعيف للضوء الومضي ، متاح بسهولة ، والأداء الجيد والتحليل الطيفي الجيد ، وانخفاض تكلفة

الفصل الثالث : الجانب العملي Experimental Part

الإنتاج ، وإمكانيته على إنتاج بلورات كبيرة ، الشكل (3-3) يبين صوره هذا الكاشف وتركيبه الداخلي

[79، 80].



الشكل (3-3) صوره الكاشف NaI(Tl) وتركيبه

2-2-4-3 المادة الوميضية (Scintillation Material)

ان بلورة أيوديد الصوديوم NaI(Tl) هي أكثر المواد استعمالاً في الكشف عن إشعاعات كما
وهي ذات كثافة عالية ($3.67 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$) ويمكن تعريف المادة الوميضية على انها عبارة عن
بلورة منفردة من يوديد الصوديوم NaI يغطيها من الخارج ورق من الألمنيوم اللامع حيث يكون الوجه
اللامع الى الداخل ليقوم بعكس الضوء ويمنع تسربه باستثناء جانبا واحدا حيث يتم الصاق البلورة
بالمضخم الضوئي والذي يقوم بتحويلها الى نبضة كهربائية عندما تمر الجسيمة المشحونة في البلورة
ويحدث تأين واستثارة لذرات البلورة وبالتالي يؤدي الى بعث ضوء مرئي ، وان بلورة NaI نقية وشفافة

الفصل الثالث : الجانب العملي Experimental Part

وبذلك يكون انتقال الضوء منها بصورة جيدة عند سقوط الضوء على المهبط المضاعف وبهذا تولد انبعاث حسب الظاهرة الكهروضوئية [50،81].

3-2-4-3 انبوب المضاعف الضوئي (Photomultiplier Tube)

هو الجزء الذي يحول الفوتونات الضوئية الصادرة عن المادة الومضية إلى إشارات (نبضات كهربائية) والمضاعف الضوئي بشكل عام عبارة عن أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء يطلّى جزءه الأعلى المواجه للمادة الومضية بمادة حساسة للفوتونات الضوئية حيث يقوم بتحويل هذه الفوتونات إلى إلكترونات أولية.

ويمكن اجمال العمليات التي تجري داخل انبوب المضاعف الضوئي بما يلي [82] :

❖ عند اصطدام فوتون الضوء بطبقة حساسة للضوء (الكاثود الضوئي photocathode)

فسوف يؤدي الى انبعاث الكترون ضوئي.

❖ يسלט جهد عالي ليمركز الإلكترون الضوئي على الداينود (dynode) الأول من سلسلة

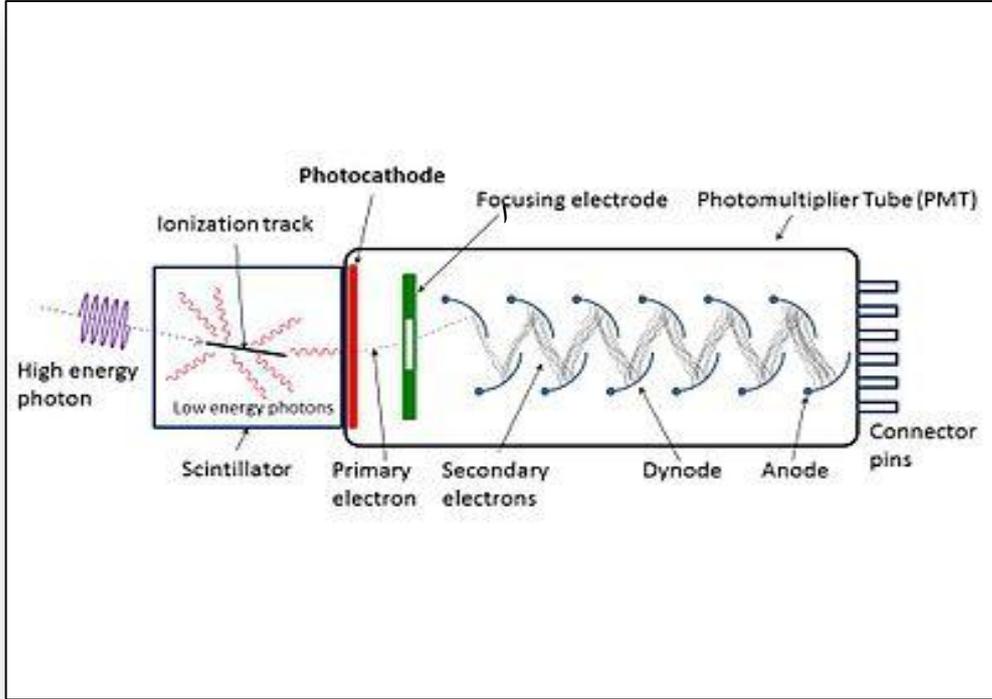
الداينودات التي تعتبر سلسلة مضاعفة الالكترن .

❖ تتضاعف الالكترونات من الداينود الأول على الداينود الثاني ومرة اخرى على الداينود الثالث

إلى جميع السلسلة.

❖ يتم تجميع الإشارة المضخمة في الأنود بعد التضخيم الكافي للإشارة ثم تمر إلى دائرة القياس

(measurement circuit) ، الشكل (3-4) يوضح رسم تخطيطي لأنبوب المضاعف الضوئي



الشكل (3-4) انبوب المضاعف الضوئي [82]

4-2-4-3 المضخم الابتدائي (Preamplifier)

يكون عمل المضخم الابتدائي الأساسي هو تشكيل النبضة لتمييزها عن الضوضاء الإلكترونية إذ إن التشكيل الصحيح يؤدي إلى تقليل الضوضاء وتحسين شكل النبضة مما ينتج عنه ارتفاع نسبة النبضة إلى الضوضاء ومن ثم تحسين قابلية تحليل الطاقة ، ويقوم فضلا عن ذلك بتكبير أولي للنبضة لأنها سوف تعاني من التوهين خلال انتقالها في أسلاك التوصيل بسبب ذلك وضع المضخم الابتدائي أقرب ما يمكن من الكاشف [50،80].

5-2-4-3 المضخم الرئيسي (Main Amplifier)

يعمل المضخم الرئيسي على تكبير النبضات الإلكترونية الخارجة من المضخم الابتدائي وبعد ذلك يتم تحليلها بواسطة محلل متعدد القنوات (MCA) Multichannel Analyzer حيث يعد

الفصل الثالث : الجانب العملي Experimental Part

المضخم الرئيسي جزءاً من أجزاء محلل متعدد القنوات الذي يقع في داخله ، ويعمل التكبير على تحسين نسبة النبضة إلى الضوضاء ، فضلاً عن تشكيل (Shaping) النبضة من خلال زمن نموها (Rise Time) وزمن انحلالها (Decay Time) ، يوفر المضخم الرئيسي علاقة خطية بين سعة النبضة الخارجة إلى سعة النبضة الداخلة [50،80].

3-4-2-6 جهاز الفولتية العالية (High Voltage Power Supply)

يعمل جهاز الفولتية العالية على تجهيز الكاشف بالفولتية المطلوبة لعمل المضاعف الضوئي بمدى (0-2000) فولت ، وفي البحث الحالي تم استخدام فولتية قدرها (750) فولت وهي ضمن منطقة الاستقرار النسبي للكاشف.

3-4-2-7 محلل متعدد القنوات (Multichannel Analyzer)

يقوم المحلل المتعدد القنوات (MCA) المستعمل في الدراسة الحالية بتحليل النبضات الخارجة من المضخم الرئيسي وتسجيلها وعرضها في هيئة صورة مرئية للطيف حيث يقوم بتسجيل ومعالجة النبضات حسب سعتها وان كل وحدة تخزين تدعى قناة (Channel) وان سعة النبضة تتناسب مع طاقة الفوتون الساقط على الكاشف، وان كل نبضة من هذه النبضات تخزن في قناة معينة وحسب طاقتها [80،80] ، واستعمل في هذه الدراسة محلل متعدد القنوات نوع (MCA) (ORTEC –Digi Base)

3-4-2-8 التدريع (Shielding)

من أجل تقليل الخلفية الإشعاعية الواصلة الى الكاشف الى أقل ما يمكن أستعمل في تدريع المنظومة حجرة اسطوانية (ORTEC) مصنوعة من الرصاص والنحاس، الدرع المستخدم يتكون من

الفصل الثالث : الجانب العملي Experimental Part

جزأين ، الجزء العلوي (سمكه 5 cm وطوله 20 cm) يحيط بالبلورة وغطاء (قطره 22 cm وسمكه 5 cm) أما الجزء السفلي فيمثل قاعدة الكاشف بحيث تم تغطية الكاشف وحامل الكاشف بالدرع [82]، ويتم عرض صورة التدريع بالشكل (3-5).



الشكل (3-5) حجرة التدريع وموقع الكاشف داخل الدرع

3-4-3 معايرة الطاقة في الكاشف NaI(Tl)

(Energy Calibration for NaI(Tl) Detector)

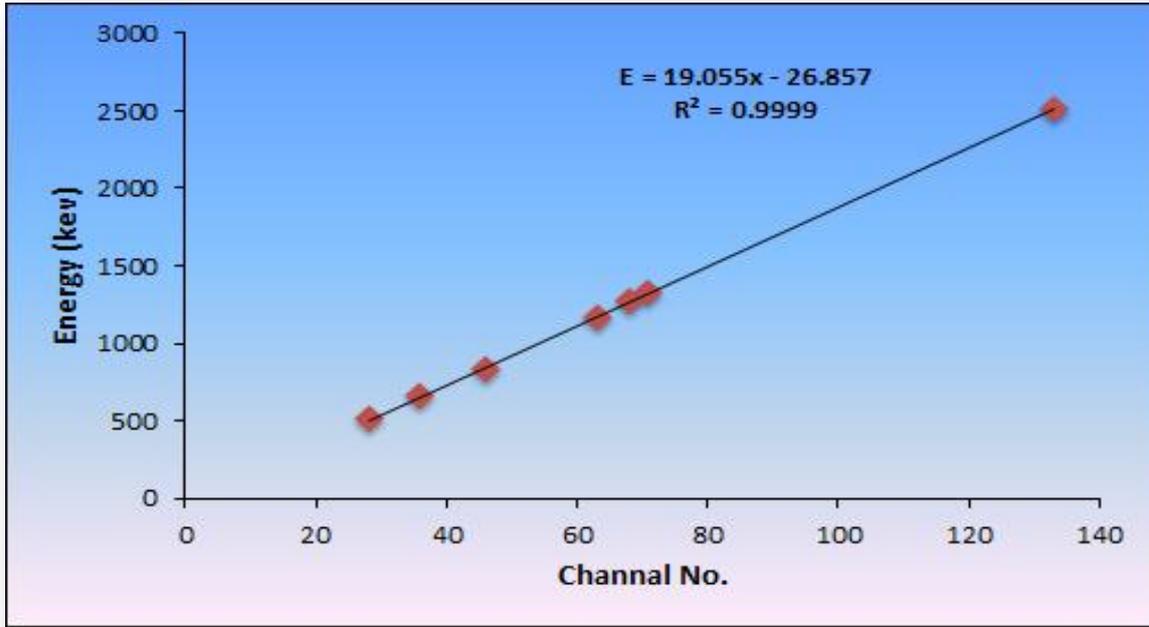
يقصد بالمعايرة إيجاد العلاقة الخطية بين سعة النبضة الخارجة من الكاشف وطاقة أشعة كما الساقطة على بلورته وهو الخطوة الأولى التي نقوم بها لأي قياس طيفي [79، 83] ، ويستعمل لمعايرة طيف أشعة كما مصادر قياسية معروفة الطاقة والشدة والغرض من تعدد المصادر هو الحصول على طيف لطاقت تستخدم في مجال البحث، وقد أستعملنا في بحثنا هذا مصادر قياسية هي (^{22}Na)

الفصل الثالث : الجانب العملي Experimental Part

المصادر القياسية ورقم القناة .
 كما موضحة في الجدول (3-3) ويمثل الشكل (6-3) العلاقة بين طاقة
 ^{60}Co ، ^{54}Mn ، ^{137}Cs

الجدول (3-3) خصائص المصادر القياسية المستعملة

| ت | المصادر | عمر النصف ($t_{1/2}$) | الطاقة (keV) | الشدة I_γ |
|---|-------------------|-------------------------|--------------------|------------------|
| 1 | ^{22}Na | 2.6 years | 511 and 1274 | 1.18 and 0.9995 |
| 2 | ^{137}Cs | 30 years | 661.66 | 0.8521 |
| 3 | ^{54}Mn | 312.5 years | 834 | 1 |
| 4 | ^{60}Co | 5.26 years | 1137.24 and 1332.5 | 0.999 and 0.9988 |



الشكل (6-3) العلاقة بين الطاقة ورقم القناة

ومن الشكل (6-3) وجد أن العلاقة بين الطاقة ورقم القناة هي [83،79] :

$$E = 19.055X - 26.857 \quad \dots \dots \dots (1 - 3)$$

حيث إن : E : تمثل الطاقة

X : رقم للقناة

3-4-4 معايرة الكفاءة (Efficiency Calibration)

تعرف كفاءة الكاشف (ϵ) بأنها النسبة بين عدد فوتونات أشعة كما الساقطة عليه إلى عدد النبضات الخارجة منه وغالبا ما تكون الكفاءة اقل من 100%، [83،79] وتعطى بالمعادلة :

$$\epsilon = \frac{N}{A \cdot I_{\gamma} \cdot t} \times 100\% \quad \dots \dots \dots (2 - 3)$$

حيث إن:

N : صافي معدل العد (المساحة تحت القمة الضوئية بعد طرح الخلفية الإشعاعية)

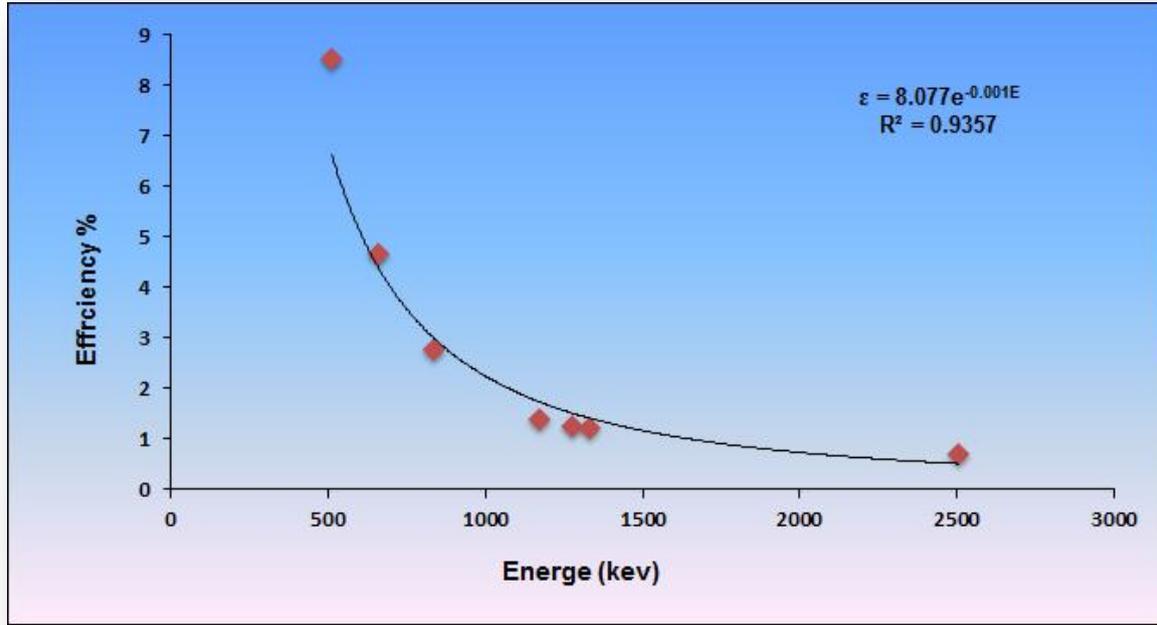
t : زمن القياس بالثانية

I_{γ} : النسبة المئوية لشدة أشعة كما المنبعثة لكل طاقة من طاقات المصدر المشع

A : النشاط الإشعاعي (الفعالية) النهائي بوحدة (Bq) للمصدر المشع عند الزمن (t) الذي

يحسب من خلال المعادلة (2-10).

لمعايرة كفاءة منظومة كاشف أيوديد الصوديوم المطعم بالثاليوم NaI(Tl) يتطلب استعمال مصادر قياسية لها طاقات معلومة كما استخدمت معادلة الانحلال (2-10) لقياس النشاط الإشعاعي النهائي للمصادر المشعة ، كما تم قياس النشاط الإشعاعي المسجل أيضا من قبل الكاشف لكل طاقة من طاقات المصادر المشعة ولمدة (2700 Sec) يلي ذلك حساب الكفاءة (ϵ %) من خلال المعادلة (3-2)، والشكل (3-7) يوضح العلاقة بين الكفاءة والطاقة للمصادر القياسية المستعملة.



الشكل (7-3) العلاقة بين الكفاءة والطاقة

ومن الشكل (7-3) وجد أن العلاقة بين الكفاءة والطاقة هي :

$$\varepsilon = 8.077e^{-0.001E} \quad \dots \dots \dots (3 - 3)$$

حيث إن :

ε : تمثل الكفاءة

E : تمثل الطاقة (keV)

5-4-3 قابلية فصل الطاقة الكاشف (Energy Resolution of Detector)

وهو مقياس لقدرة العداد على التفريق بين طاقتين متقاربتين ، ويعد عرض الخط الكامي عند منتصف ارتفاع ذروته (F.W.H.M) (Full Width at Half Maximum) مقياساً لقدرة الكاشف التحليلية واستخدمت المعادلة (4-3) لقياس قدرة الفصل للكاشف [45]:

الفصل الثالث : الجانب العملي Experimental Part

$$R = \frac{\Delta E}{\nabla Ch} \times F.W.H.M \quad \dots \dots \dots (4 - 3)$$

حيث ان :

R : طاقة الفصل للكاشف

∇Ch : الفرق بين مركزي القمتين الضوئيتين بوحدة (قناة)

ΔE : فرق الطاقة بين الخطين بوحدة (keV)

$F.W.H.M.$: عرض منتصف الذروة للقمة الضوئية

إن قابلية فصل الطاقة للكاشف NaI(Tl) المستعمل في القياس هي (7.9 %) بالنسبة لطاقة

عنصر السيزيوم ^{137}Cs .

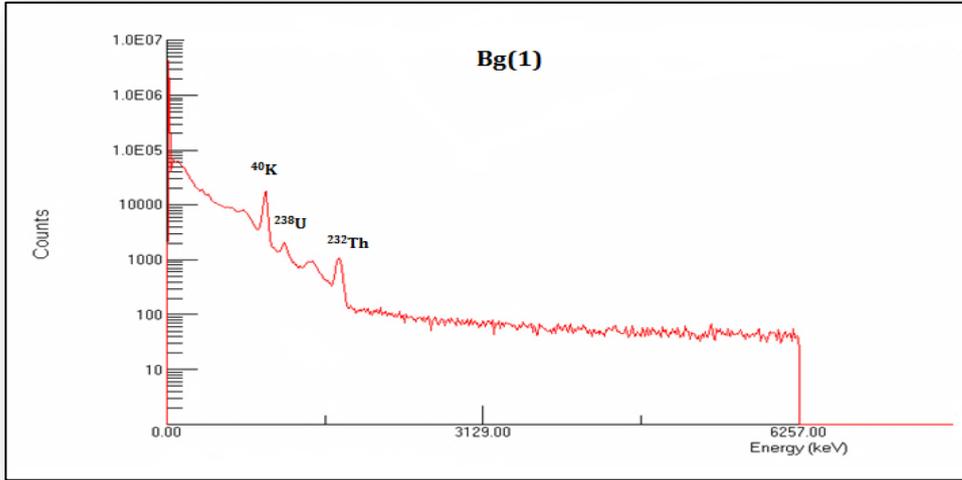
3-4-6 قياس الخلفية الإشعاعية (Radiation Background Measurement)

من الضروري قياس النشاط الإشعاعي للخلفية قبل بدء قياس النشاط الإشعاعي للنماذج المدروسة بسبب وجود النشاط الإشعاعي الطبيعي في مواد الارض والأشعة الكونية والمواد التركيبية في المنظومة وجدران المختبر نفسه وهذه الخلفية تختلف من مكان الى اخر، لقياس النشاط الإشعاعي الصافي للعينات المدروسة في البحث يجب تسجيل طيف الخلفية الإشعاعية وطرحه من طيف النماذج المدروسة حيث تم قياس الخلفية الإشعاعية داخل المختبر بوضع وعاء مارنيلي فارغ سعة واحد لتر داخل الكاشف وهو الوعاء المستعمل نفسه في قياس النشاط الإشعاعي للنماذج لفترة زمنية مقدارها (86400Sec) لتجميع الطيف على شاشة الحاسبة وهي نفس الفترة الزمنية المستخدمة في العد للنماذج ولتقليل الخلفية الاشعاعية يستعمل درع من الرصاص سمكه (5cm)، حيث تم قياس الخلفية الإشعاعية اربع مرات داخل المختبر البحثي بقسم الفيزياء/ كلية التربية للبنات/ جامعة الكوفة

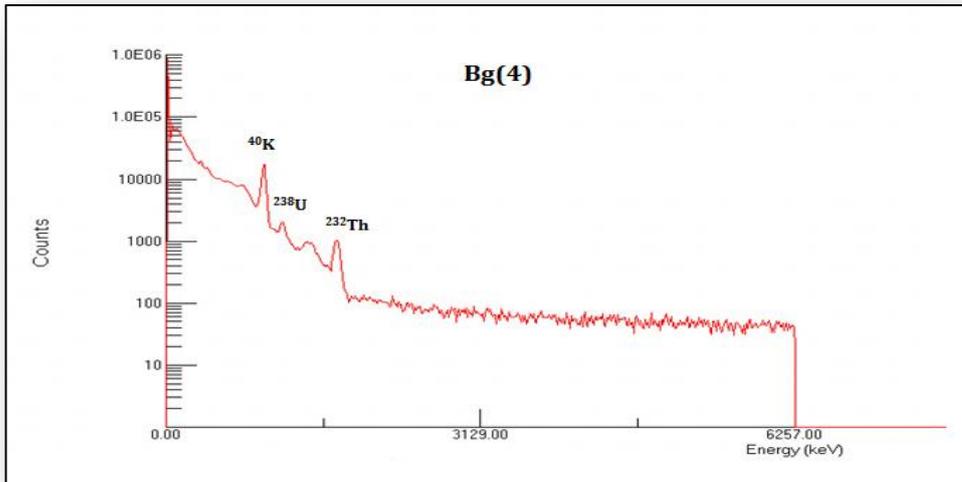
الفصل الثالث : الجانب العملي Experimental Part

(موقع القياس)، ويمثل الشكل (8-3) طيف الخلفية الإشعاعية الاولى بتاريخ 6/12/2015 ويمثل

الشكل (9-3) طيف الخلفية الإشعاعية الرابعة بتاريخ 9/1/2016 .



الشكل (8-3) يمثل طيف الخلفية الإشعاعية الاولى



الشكل (9-3) يمثل طيف الخلفية الإشعاعية الرابعة

7-4-3 حد الكشف (Limit Detection)

يمكن أن نعرف حد الكشف (LD) بأنه التركيز الأدنى الذي يمكن لأجهزة المختبر التحليلية أن تقيسه في العينة المراد قياسها ويمكن حساب الحد الأدنى للكشف بالاعتماد على طيف الخلفية الإشعاعية الخاصة بالكاشف ويمكن حساب حد الكشف من خلال المعادلة الآتية [84، 85] :

الفصل الثالث : الجانب العملي Experimental Part

$$LD = \frac{4.66\sqrt{C}}{\varepsilon.I_V.m.t} \quad \dots \dots \dots (4 - 3)$$

حيث:

\sqrt{C} : طيف الخلفية الإشعاعية تحت الجذر التربيعي لليورانيوم-238 والثوريوم-232 والپوتاسيوم-40

m : كتلة وعاء المارنيلي بيكر البالغة gm (185)

والجدول (4-3) يوضح الحد الأدنى للكشف لليورانيوم-238 و الثوريوم-232 والپوتاسيوم-40

الجدول (4-3) الحد الأدنى للكشف لليورانيوم-238 والثوريوم-232 والپوتاسيوم-40

| العناصر | LD±SD |
|-------------------|----------|
| ²³⁸ U | 0.8±0.11 |
| ²³² Th | 0.6±0.05 |
| ⁴⁰ K | 13±1.0 |

8-4-3 قياس النشاط الإشعاعي النوعي للنماذج بتقنية مطيافية كاما NaI(TI) :

(Measurement of Specific Radioactivity of Samples by Using NaI(TI))

تم قياس الفعالية النوعية لسلسلة اليورانيوم ²³⁸U من خلال قياس الفعالية النوعية لنويدة البزموت ²¹⁴Bi بطاقة مقدارها 1764 keV، وكذلك في سلسلة الثوريوم ²³²Th فقد تم قياس الفعالية النوعية لنويدة الثاليوم ²⁰⁸Tl المشعة بطاقة 2614 keV والذي يمثل الفعالية النوعية للثوريوم ²³²Th، ومن ثم قياس الفعالية النوعية لنويدة البوتاسيوم ⁴⁰K المشعة بطاقة 1460 keV، حيث يمكن حساب النشاط الإشعاعي لأي عنصر في السلاسل المشعة التي توصف على أنها في حالة توازن متأخر بدلالة النشاط الإشعاعي لعنصر آخر ، باستعمال منظومة العد والتحليل الالكترونية المستعملة في

الفصل الثالث : الجانب العملي Experimental Part

الكشف عن الأشعة النووية المكونة من كاشف أيودييد الصوديوم المطعم بالتاليوم NaI(Tl) تم قياس النشاط الإشعاعي الطبيعي النوعي للنوى الباعثة لأشعة كما بالإستناد على قوة الاختراق العالية لأشعة كما في المواد وكان وقت القياس (86400 Sec) ثم حسبت المساحة الصافية (Net Area) تحت المنحني لكل نوية مشعة وبعدها جرى حساب النشاط الإشعاعي النوعي لهذه النوى ومن خلال المعادلة الآتية [88،87،86] :

$$A = \frac{N_{net}}{\varepsilon \cdot I_{\gamma} \cdot m \cdot t} \pm \frac{\sqrt{N_{net}}}{\varepsilon \cdot I_{\gamma} \cdot m \cdot t} [Bq/kg] \dots\dots\dots (5 - 3)$$

حيث إن :

N_{net} : صافي المساحة تحت منحنى القمة الضوئية

ε : الكفاءة المحسوبة للخط الكامي عند طاقة معينة

I_{γ} : النسبة المئوية لشدة أشعة كما ، m : كتلة النموذج بوحدة (kg)

t : زمن القياس بوحدة (sec)

3-4-9 قياس معاملات الخطورة (Measurement of Hazard Indices)

اعتماداً على الفعالية النوعية لكل من اليورانيوم-238 و الثوريوم-232 والبوتاسيوم-40 فقد تم

قياس معاملات الخطورة التالية:

3-4-9-1 مكافئ الراديوم (Radium Equivalent)

مكافئ الراديوم يستعمل لتقدير خطر النشاط الإشعاعي أو التعرض له الناتج من اليورانيوم-238

والثوريوم-232 والبوتاسيوم-40 ويرمز له بالرمز (Ra_{eq}) ووحداته هي (Bq/kg) ويمكن حسابه

من خلال المعادلة الآتية [88،87] :

$$Ra_{eq} \left(\frac{Bq}{kg} \right) = A_U + 1.43A_{Th} + 0.077A_K \quad \dots \dots \dots (6 - 3)$$

حيث : A_U , A_{Th} , A_K الفعالية النوعية لليورانيوم وللثوريوم والبوتاسيوم على التوالي، وإن أعلى قيمة لـ Ra_{eq} يجب أن يكون أقل من الحد المسموح به عالمياً (370 Bq/kg) [86].

3-4-9-2 معامل الخطورة الداخلي (Internal Hazard Index)

بعد استنشاق جسيمات الفا المنبعثة من النظائر القصيرة العمر مثل الرادون والراديوم والثورون التي تكون مصاحبة بأشعة كاما بطاقات مختلفة ويمكن التحكم بهذا الخطر من قبل مؤشر الخطر الداخلي (H_{in}) ومن الضروري ان يكون هذا المعامل أقل من واحد لكي يكون ضمن الحدود المسموح بها عالمياً ويحسب بالمعادلة الآتية [87،88] :

$$H_{in} = \left(\frac{A_U}{185} \right) + \left(\frac{A_{Th}}{259} \right) + \left(\frac{A_K}{4810} \right) \leq 1 \quad \dots \dots \dots (7 - 3)$$

3-5 الكشف باستعمال كاشف الاثر النووي (CR-39)

3-5-1 تهيئة النماذج (Samples Preparation)

تم تهيئة العينات للفحص باستعمال كواشف الاثر النووي (CR-39) وذلك لتحديد تركيز وفعالية الرادون عن طريق طحنها وغربلتها بواسطة المشبك وتحديد وزنها بواسطة ميزان رقمي ذو دقة ($\pm 0.01\%$) ثم وضعها في علب بلاستيكية محكمة الغلق بارتفاع (7cm) وحجم (130mL) وتم كتابة اسم العينة ورقمها ووزنها وتاريخ الخزن على كل عينة ثم تركت لمدة 30 يوم قبل وضع الكاشف لإعادة التوازن الإشعاعي

الفصل الثالث : الجانب العملي Experimental Part

لتظير اليورانيوم و ولائده (الرادون) والشكل (3-10) يوضح عملية تهيئة وخرن العينات في العلب البلاستيكية.



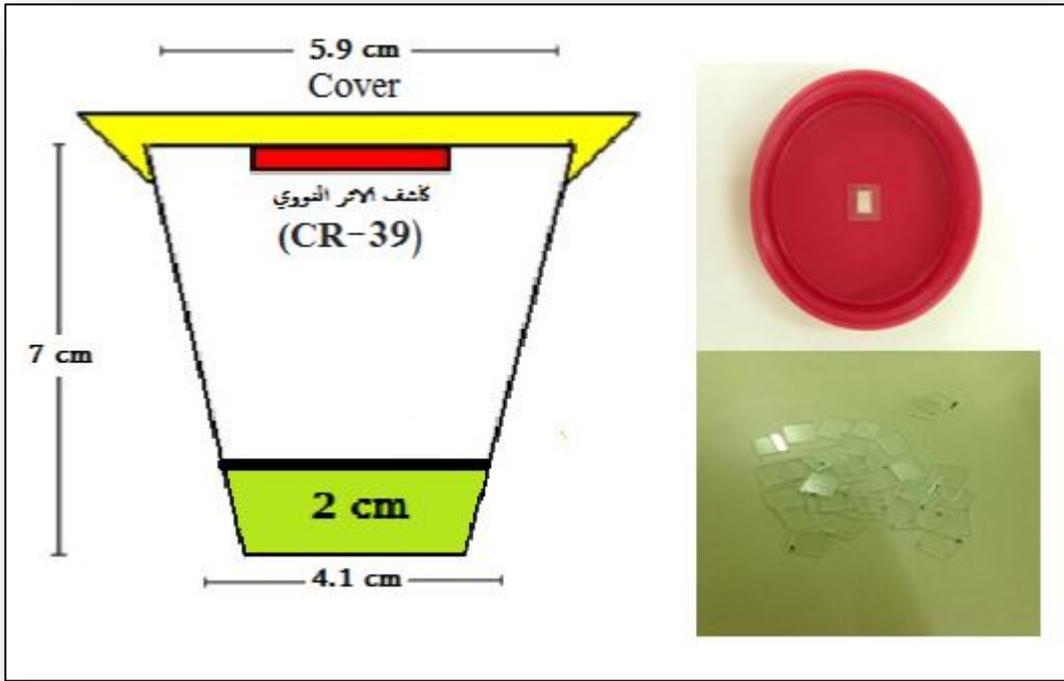
الشكل (3-10) عملية تهيئة وخرن العينات في العلب البلاستيكية

2-5-3 عملية التشعيع (Irradiation Process)

بعد مرور 30 يوما وبعد الوصول إلى حالة التوازن تم رفع غطاء العلب البلاستيكية وبسرعة لتلافي الإخلال بحالة التوازن الإشعاعي داخل العلب وتم لصق كاشف الاثر النووي CR-39 بسلك (1mm) الذي تم الحصول عليه من (Persore Moulding LTD Co. U. K.) وبإبعاد (1×1 cm²) بواسطة شريط لاصق في وسط الجزء السفلي لغطاء العلب مع إحكام اغلاق الغطاء وتغليفه بشريط لاصق لعدم تسرب غاز الرادون الى الخارج وتسجيل آثار جسيمات الفا الناتجة من انحلال غاز الرادون وكانت المسافة

الفصل الثالث : الجانب العملي Experimental Part

بين الكاشف وسطح العينة 5cm وارتفاع العينة 2cm وكما موضح في الشكل (3-11)، وتركت المنظومة لمدة زمنية مقدارها 90 يوما من (8/12/2015) الى (8/3/2016) ، حيث اعتمدت الطريقة الطويلة الأمد في التشعيع، وبعد انتهاء المدة الزمنية للتعرض رفعت الكواشف لتهيئتها لإجراء عملية القشط الكيميائي.



الشكل (3-11) عملية التشعيع وزراعة الكاشف

3-5-3 تحضير المحلول القاشط (Preparation of Etching Solution)

أُجريت عملية القشط الكيميائي للكاشف باستعمال محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH القاشط بعيارية (6.25N) والتي نحصل عليها من إذابة (100gm) من حبيبات هيدروكسيد الصوديوم في (400ml) من الماء المقطر كما في المعادلة الاتية [89] :

$$W(g) = N \times V \times W(eq) \quad \dots \dots \dots (8 - 3)$$

الفصل الثالث : الجانب العملي Experimental Part

حيث ان :

$W(g)$: وزن حبيبات هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)

N : العيارية المطلوبة (6.25N)

V : حجم الماء المقطر

$W(eq)$: الوزن الجزيئي ل (NaOH) والذي يساوي (40) .

حيث وضعت الكواشف داخل المحلول في البايركس الحراري عن طريق ربطها بسلك ثم وضع البايركس داخل الحمام المائي وعند وصول درجة حرارة الحمام المائي الى $(70\text{ }^{\circ}\text{C})$ تم حساب زمن قدره (7) ساعات بوصفها أفضل ظروف ملائمة وبعدها تم اخراج الكواشف من المحلول بوساطة ملقط وغسلت بالماء المقطر ومن ثم جففت وتم حفظها في علبة بلاستيكية للحفاظ عليها وتجهيزها لعملية المعاينة المجهرية ، والشكل (3-12) يوضح صورة الحمام المائي وعملية القشط الكيميائي.

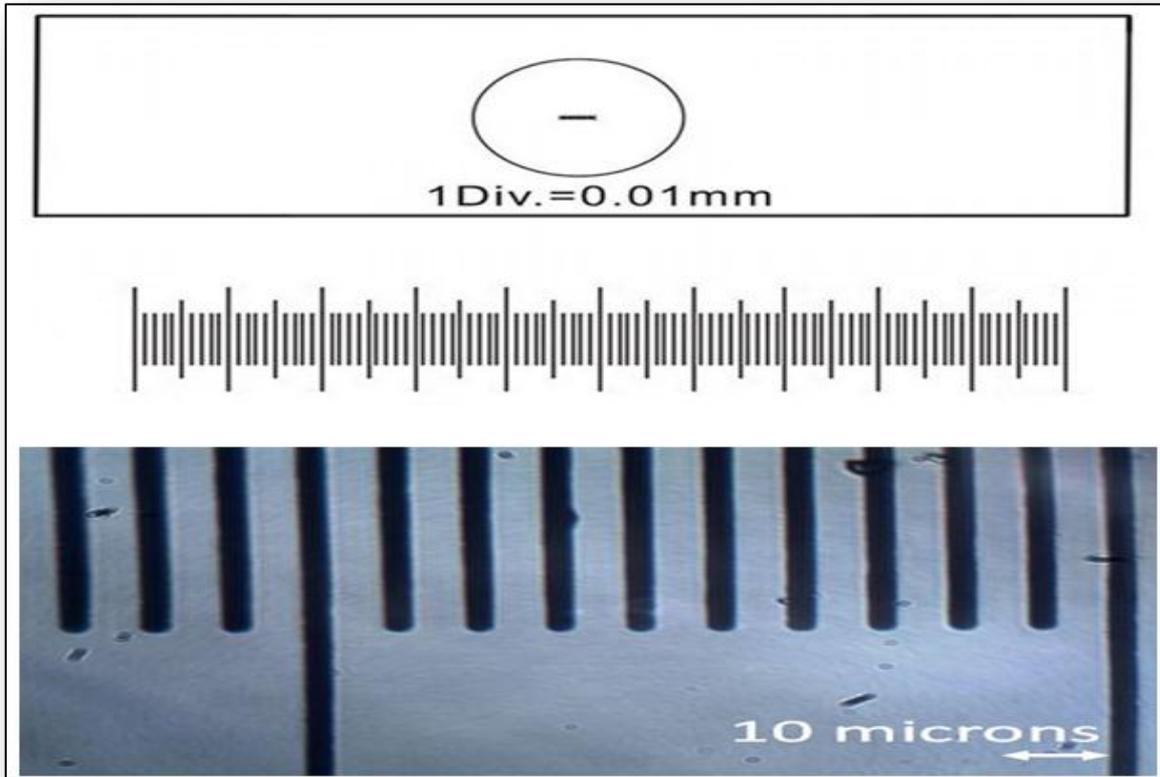


الشكل (3-12) الحمام المائي وعملية القشط الكيميائي

4-5-3 المعاينة المجهرية وعد الاثار

(Microscopic Viewing and Track Detecting)

تم حساب آثار جسيمات ألفا المتولدة على سطح كاشف الأثر النووي (CR-39) باستعمال مجهر ضوئي نوع (novel) وبقوة تكبيرية (400x) ، تم تقسيم الكاشف الى 5 مناطق للرؤيا ومن ثم عد الآثار لمواقع مختلفة من الأنموذج بطريقتين الاولى العد اليدوي والثانية باستعمال برنامج الي للعد يدعى (Image J) وتم ربط كاميرا مع المجهر لتصوير وعد الاثار والكاميرا موصولة مع الحاسوب لإظهار صور الآثار على شاشة الحاسوب ، حيث تم اخذ 5 محاولات لكل أنموذج ، وتحسب مساحة المربع بوضع تدريج خاص موجود على شريحة زجاجية أمام عدسة المجهر والموضحة في الشكل (13-3)



الشكل (13-3) الشريحة المدرجة المستعملة لقياس مساحة الرؤيا

الفصل الثالث : الجانب العملي Experimental Part

حيث يتم حساب نصف قطر العدسة ومن ثم حساب مساحة الرؤيا بالاعتماد على معادلة حساب مساحة الدائرة ، بعد ذلك يتم حساب معدل عدد الآثار المأخوذة لكل عينة وبعدها حسبت كثافة الأثر (ρ) باستخدام المعادلة (9-3) [89] :

$$(\rho) = \frac{N_{ave}}{A} \quad \dots \dots \dots (9 - 3)$$

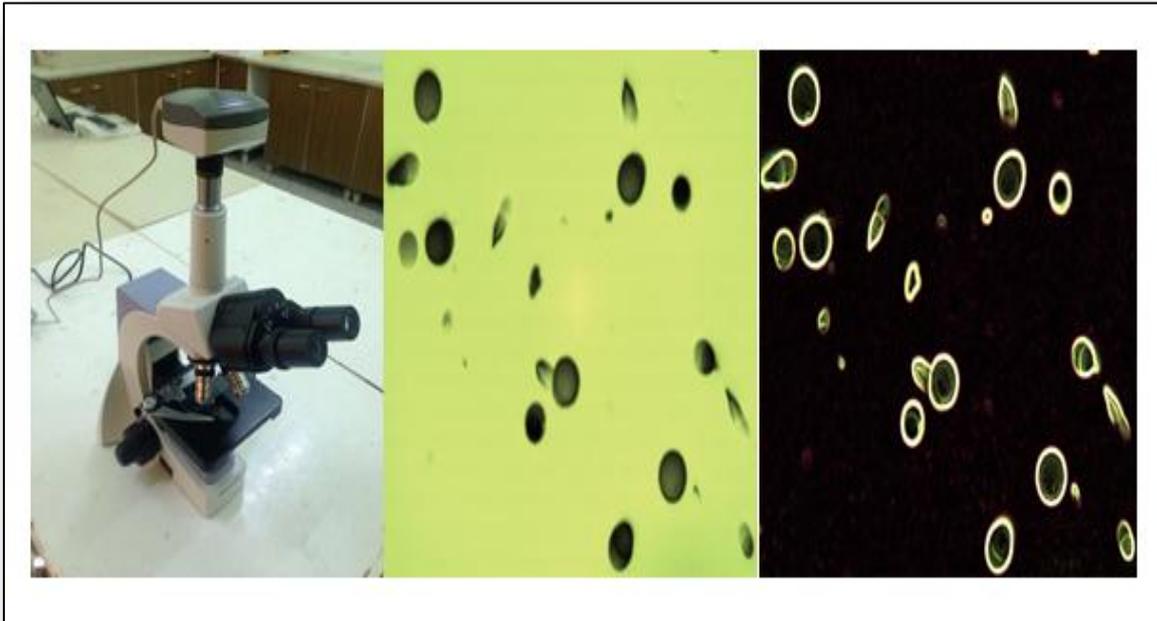
حيث ان :

ρ : كثافة الآثار ($\text{Track} \cdot \text{cm}^{-2}$)

N_{ave} : معدل الآثار المقشوفة الكلية (Track)

A : مساحة مجال الرؤيا

والشكل (14-3) يوضح آثار جسيمات الفا و المجهر الضوئي المستعمل للكشف عن الآثار.



الشكل (14-3) آثار جسيمات الفا والمجهر الضوئي

3-5-5 قياس تراكيز الرادون (Measurement of Radon Concentrations)

يمكن حساب تراكيز غاز الرادون في العينات قيد الدراسة باستخدام المعادلة التالية [91،90] :

$$C_{Rn} = \frac{\rho}{K \cdot T} \quad \dots \dots \dots (10 - 3)$$

C_{Rn} : تركيز غاز الرادون بوحدة ($Bq \cdot m^{-3}$)

K : عامل المعايرة بوحدة ($track \cdot cm^{-2} \text{ per } Bq \cdot m^{-3} \cdot d$)

ρ : كثافة الاثار بوحدة ($Track \cdot cm^{-2}$)

T : زمن التشعيع بوحدة (day)

3-5-6 قياس الفعالية النوعية للرادون

(Measurement of Radon Quality Effectiveness)

تم حساب الفعالية الاشعاعية A_{Rn} لغاز الرادون في العينات بوحدة (Bq/kg) من العلاقات

الاتية [92،18] :

$$A_{Rn} = C_{Rn} \cdot V \quad \dots \dots \dots (11 - 3)$$

$$S \cdot A_{Rn} = \frac{C_{Rn} \cdot V}{m} \quad \dots \dots \dots (12 - 3)$$

حيث ان :

A_{Rn} : فعالية الرادون بوحدة (Bq)

$S \cdot A_{Rn}$: فعالية الرادون النوعية بوحدة (Bq/kg)

V : حجم العلبة البلاستيكية وهو ($130 \times 10^{-6} m^3$)

m : وزن العينات بوحدة (kg)

الجدول (1-3) أسماء الأعشاب الطبية المدروسة باللغتين العربية والانكليزية والجزء المستخدم منها ومنشأها [77،13]

| ت | رمز الأنموذج | الاسم العربي | الاسم الانكليزي | الاسم العلمي | الجزء المستخدم | المنشأ |
|----|--------------|-------------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------------|----------------------|
| 1 | H1 | السنا مكّي | Senna | <i>Cassai senna</i> L. | الأوراق | السعودية |
| 2 | H2 | العصفر | Safflower | <i>Carthamus tinctorius</i> | الأزهار | ايران |
| 3 | H3 | السدر | Ziziphus | <i>Ziziphus spina-Christi</i> L. | الأوراق | العراق |
| 4 | H4 | حشيشة الدينار | Hops | <i>Humulus Lubulus</i> L. | ساق الأزهار | ايران |
| 5 | H5 | النعناع | Pepper mint | <i>Mentha piperita</i> L. | الأوراق | العراق |
| 6 | H6 | الهليلج | Balanitea | <i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del. | الثمار | مصر |
| 7 | H7 | الشنان | Aelchenan | <i>Anabasis</i> | الأوراق | العراق |
| 8 | H8 | الشاي الأخضر | Green tea | <i>Camellia sinensis</i> | الأوراق | الصين |
| 9 | H9 | الحلبة | Fenugreek | <i>Trigonella foenum-graecum</i> L. | البذور | الهند |
| 10 | H10 | البردقوش البستاني | Sweet marjoram | <i>Origanum majvrana</i> | الأجزاء الهوائية فقط | الشرق الاوسط |
| 11 | H11 | الزنجبيل | Ginger | <i>Zingiber officinale</i> Roscoe. | الجذر | الهند |
| 12 | H12 | لسان الحمل | Grea plantain | <i>Plantago major</i> L. | قشرة الثمار والبذور | الهند |
| 13 | H13 | الزعرور | Hawthorn | <i>Crataegus spp.</i> | الأوراق | امريكا |
| 14 | H14 | المحلب | Mahleb | <i>Prunus vinginiana</i> | البذور | أذربيجان |
| 15 | H15 | الآس | Myrtle | <i>Myrtus Communis</i> L. | الأوراق | العراق |
| 16 | H16 | العفص | Arbor-Vitae | <i>Thuja occidentalis</i> L. | الثمار | سوريا |
| 17 | H17 | اكليل الجبل | Rosemary | <i>Rosmarinus officinalis</i> L. | الأجزاء الهوائية فقط | البحر الابيض المتوسط |
| 18 | H18 | الهندباء البرية | Chicory | <i>Cichorium intybus</i> L. | الجذر والساق والأوراق | العراق |
| 19 | H19 | البابنج | Chamomile | <i>Matricaria chamomilla</i> L. | الأزهار | سوريا |

| | | | | | | |
|-----------|----------------------|--|-----------------|-------------------------|-----|----|
| الهند | الأوراق | <i>Salvia Officinalis</i> | Sage | الميرامية | H20 | 20 |
| امريكا | الأوراق والسيقان | <i>Abiantum capillus-Veneris L.</i> | Maidenhair | كزبرة البئر | H21 | 21 |
| الصين | البذور | <i>Brasica nigra (L.) Koch</i> | Leaf mustard | الخرذل الاسود | H22 | 22 |
| مصر | البذور | <i>Cyperus esculentus</i> | Cyperus | حب العزيز | H23 | 23 |
| الهند | الأزهار | <i>Althaea rosea L.</i> | Rose-Mallow | ورد الختمي | H24 | 24 |
| ايران | البذور | <i>Ocimumba silicum</i> | Blinko | البليكو | H25 | 25 |
| سوريا | الأوراق | <i>Laurus nobilis</i> | Bay leaves | ورق الغار | H26 | 26 |
| الهند | الأجزاء الهوائية فقط | <i>Mentha hapolcaltt</i> | Corn Mint | الزعتر الصعترى | H27 | 27 |
| الهند | البذور | <i>Nigella sativa L.</i> | Black cumin | الحبة السوداء | H28 | 28 |
| العراق | الأزهار | <i>Hibiscuc sabddariffa L.</i> | Roselle | الكركيه | H29 | 29 |
| مصر | الأجزاء الهوائية فقط | <i>Equisetium arvense L.</i> | Horse tail | ذنب الخيل | H30 | 30 |
| السعودية | الأجزاء الهوائية | <i>Ruta chalepensis L.</i> | African Rue | الشذاب | H31 | 31 |
| ايران | البذور | <i>Linum Usitatissimum L.</i> | Flax | الكتان | H32 | 32 |
| الصين | كل العشبة | <i>Angelica archangelica L.</i> | Stout bien | حشيشة الملاك | H33 | 33 |
| ايران | الأجزاء الهوائية فقط | <i>Achillea nillefolium (Forssk)Sh-Bip</i> | Yarrow | الأخيلية ذات الألف ورقة | H34 | 34 |
| السعودية | الجزر والأوراق | <i>Cyperus rotundus L.</i> | Nutgrass | السعد | H35 | 35 |
| العراق | الثمار | <i>Citrullus colocynthis (L.) Shradc</i> | Colocynth | الحنظل الشري | H36 | 36 |
| غرب اسيا | الأزهار | <i>Primula vulgris L.</i> | Primrose | زهرة الربيع | H37 | 37 |
| ايران | الأزهار | <i>Borago officinalis</i> | Alkanet | ورد ماوي | H38 | 38 |
| شمال اسيا | الأوراق والأزهار | <i>Tassilago Farfar</i> | Coltsfoot | حشيشة السعال | H39 | 39 |
| فلسطين | أفرع السيقان | <i>Anastatica Hierochuntica L.</i> | Rose of jericho | كف مريم | H40 | 40 |

الفصل الرابع

النتائج ، المناقشة و

الاستنتاجات

**Results , Discussion
and Conclusions**

الفصل الرابع : النتائج ، المناقشة والاستنتاجات

Chapter Four : Results , Discussion and Conclusions

1-4 مقدمة (Introduction)

يتضمن هذا الفصل عرض ومناقشة للنتائج التي تم التوصل إليها وأهم الاستنتاجات من خلال قياس فعالية طيف أشعة كاما باستعمال منظومة أيوديد الصوديوم المنشط بالتاليوم (NaI(Tl) ، وتم تجميع الطيف لمدة 24 ساعات لكل عينة من عينات الأعشاب الطبية، وكذلك تحديد تركيز غاز الرادون لنفس العينات بعد تشعيها لمدة 90 يوم باستعمال كاشف الأثر النووي (CR-39).

2-4 النتائج (Results)

بعد حساب الفعالية النوعية للنوى المشعة ^{40}K ، ^{232}Th ، ^{238}U ومكافئ الراديوم ومعامل الخطورة الداخلي وكذلك حساب التراكيز والفعالية النوعية للرادون ^{222}Rn تم تحديد أقل وأعلى قيمة والمعدل ولجميع النتائج الموضحة في 40 أنموذج من الأعشاب الطبية المستخدمة في العراق، فالجدول (1-4) بين الفعالية النوعية لكل من اليورانيوم-238 والثوريوم-232 والبوتاسيوم-40 وباستخدام المعادلة (3-5) والجدول (2-4) بين مكافئ الراديوم ومعامل الخطورة الداخلي وباستخدام المعادلات (3-6) و (3-7) والجدول (3-4) يبين تركيز غاز الرادون وفعاليتها وباستخدام المعادلات (3-10) و(3-12).

الفصل الرابع : النتائج، المناقشة والاستنتاجات.. Results, Discussion and Conclusions

جدول (4-1) قيم الفعالية النوعية لكل من اليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم للنماذج المدروسة

| الفعالية النوعية بوحدة Bq/kg | | | رمز الأنموذج |
|------------------------------|-------------------|------------------|--------------|
| ⁴⁰ K | ²³² Th | ²³⁸ U | |
| 139.900±1.63 | LD | 3.583±0.25 | H1 |
| 274.518±2.925 | LD | LD | H2 |
| 261.735±2.19 | LD | 4.099±0.26 | H3 |
| 108.799±1.49 | LD | 2.961±0.23 | H4 |
| 234.575±2.33 | LD | 2.616±0.23 | H5 |
| 133.967±1.18 | LD | 1.986±0.13 | H6 |
| 289.035±1.94 | LD | 4.429±0.23 | H7 |
| 167.496±1.72 | 1.860±0.10 | 7.111±0.34 | H8 |
| 144.600±1.40 | LD | 2.457±0.17 | H9 |
| 186.026±2.02 | LD | LD | H10 |
| 213.776±2.00 | 3.171±0.14 | 3.133±0.23 | H11 |
| 187.050±1.75 | 2.247±0.12 | 12.591±0.43 | H12 |
| 119.031±1.84 | LD | LD | H13 |
| 84.108±1.28 | LD | LD | H14 |
| 154.746±1.80 | LD | 1.086±0.14 | H15 |
| 87.466±1.08 | LD | LD | H16 |
| 116.194±1.79 | LD | LD | H17 |
| 579.327±5.21 | LD | LD | H18 |
| 338.944±3.57 | LD | LD | H19 |
| 208.828±3.03 | LD | LD | H20 |
| 237.860±2.95 | 2.106±0.16 | 11.470±0.62 | H21 |
| 106.059±1.40 | LD | 1.175±0.14 | H22 |
| 78.560±1.15 | 1.433±0.09 | LD | H23 |
| 308.447±2.78 | 1.298±0.10 | LD | H24 |
| 136.353±1.43 | 1.463±0.08 | LD | H25 |
| 135.561±1.61 | LD | LD | H26 |
| 297.128±2.74 | 1.355±0.10 | LD | H27 |
| 130.363±1.53 | LD | LD | H28 |
| 283.657±1.91 | 3.020±0.11 | 2.381±0.16 | H29 |
| 449.231±3.96 | 1.624±0.13 | LD | H30 |
| 108.943±1.39 | LD | LD | H31 |
| 78.987±1.17 | LD | LD | H32 |
| 370.102±3.18 | 1.490±0.11 | LD | H33 |
| 296.575±3.21 | LD | LD | H34 |

الفصل الرابع : النتائج، المناقشة والاستنتاجات.. Results, Discussion and Conclusions.

| | | | |
|--------------|-------------|-------------|-----------|
| 150.241±1.34 | 14.633±0.24 | 8.890±0.31 | H35 |
| 440.431±3.12 | LD | LD | H36 |
| 211.113±3.48 | 2.739±0.23 | LD | H37 |
| 409.266±4.02 | LD | LD | H38 |
| 185.682±2.40 | 2.390±0.15 | 4.953±0.37 | H39 |
| 320.995±4.09 | LD | 2.757±0.22 | H40 |
| 219.134±2.24 | 2.916±0.12 | 4.686±0.26 | المعدل |
| 579.327±5.21 | 14.633±0.24 | 12.591±0.62 | أعلى قيمة |
| 78.560±1.08 | 1.298±0.08 | 1.086±0.13 | أقل قيمة |

جدول (2-4) قيم مكافئ الراديوم ومعامل الخطورة الداخلي للنماذج المدروسة

| معامل الخطورة الداخلي (Hin≤1) | مكافئ الراديوم Bq/kg | رمز الأنموذج |
|----------------------------------|-------------------------|--------------|
| 0.048±0.0016 | 14.355±0.37 | H1 |
| 0.057±0.0008 | 21.137±0.31 | H2 |
| 0.076±0.0018 | 24.252±0.43 | H3 |
| 0.038±0.0018 | 11.393±0.43 | H4 |
| 0.062±0.0019 | 20.678±0.49 | H5 |
| 0.038±0.0009 | 12.301±0.22 | H6 |
| 0.084±0.0019 | 26.685±0.47 | H7 |
| 0.080±0.0026 | 22.668±0.62 | H8 |
| 0.043±0.0012 | 13.682±0.28 | H9 |
| 0.038±0.0012 | 14.324±0.36 | H10 |
| 0.073±0.0022 | 24.129±0.59 | H11 |
| 0.115±0.0031 | 30.207±0.73 | H12 |
| 0.024±0.0006 | 9.165±0.25 | H13 |
| 0.017±0.0002 | 6.476±0.09 | H14 |
| 0.038±0.0011 | 13.001±0.28 | H15 |
| 0.018±0.0002 | 6.734±0.08 | H16 |
| 0.024±0.0003 | 8.946±0.13 | H17 |
| 0.120±0.0010 | 44.608±0.46 | H18 |
| 0.070±0.0007 | 26.098±0.27 | H19 |
| 0.043±0.0006 | 16.079±0.23 | H20 |
| 0.119±0.0046 | 32.797±1.08 | H21 |
| 0.028±0.0010 | 9.341±0.25 | H22 |

الفصل الرابع : النتائج، المناقشة والاستنتاجات.. Results, Discussion and Conclusions

| | | |
|--------------|-------------|-----------|
| 0.021±0.0005 | 8.089±0.21 | H23 |
| 0.069±0.0009 | 25.607±0.36 | H24 |
| 0.033±0.0006 | 12.592±0.23 | H25 |
| 0.028±0.0005 | 10.438±0.19 | H26 |
| 0.067±0.0009 | 24.817±0.36 | H27 |
| 0.027±0.0006 | 10.038±0.22 | H28 |
| 0.083±0.0017 | 28.542±0.47 | H29 |
| 0.099±0.0013 | 36.914±0.50 | H30 |
| 0.022±0.0005 | 8.388±0.15 | H31 |
| 0.016±0.0002 | 6.081±0.09 | H32 |
| 0.082±0.0011 | 30.629±0.41 | H33 |
| 0.061±0.0010 | 22.836±0.38 | H34 |
| 0.135±0.0029 | 41.427±0.76 | H35 |
| 0.091±0.0009 | 33.913±0.34 | H36 |
| 0.054±0.0016 | 20.137±0.59 | H37 |
| 0.085±0.0011 | 31.513±0.44 | H38 |
| 0.074±0.0031 | 22.668±0.78 | H39 |
| 0.081±0.0019 | 27.450±0.51 | H40 |
| 0.060±0.0013 | 20.278±0.38 | المعدل |
| 0.135±0.0046 | 44.608±1.08 | أعلى قيمة |
| 0.016±0.0002 | 6.081±0.09 | أقل قيمة |

جدول رقم (4-3) تركيز غاز الرادون وفعاليتته للنماذج المدروسة

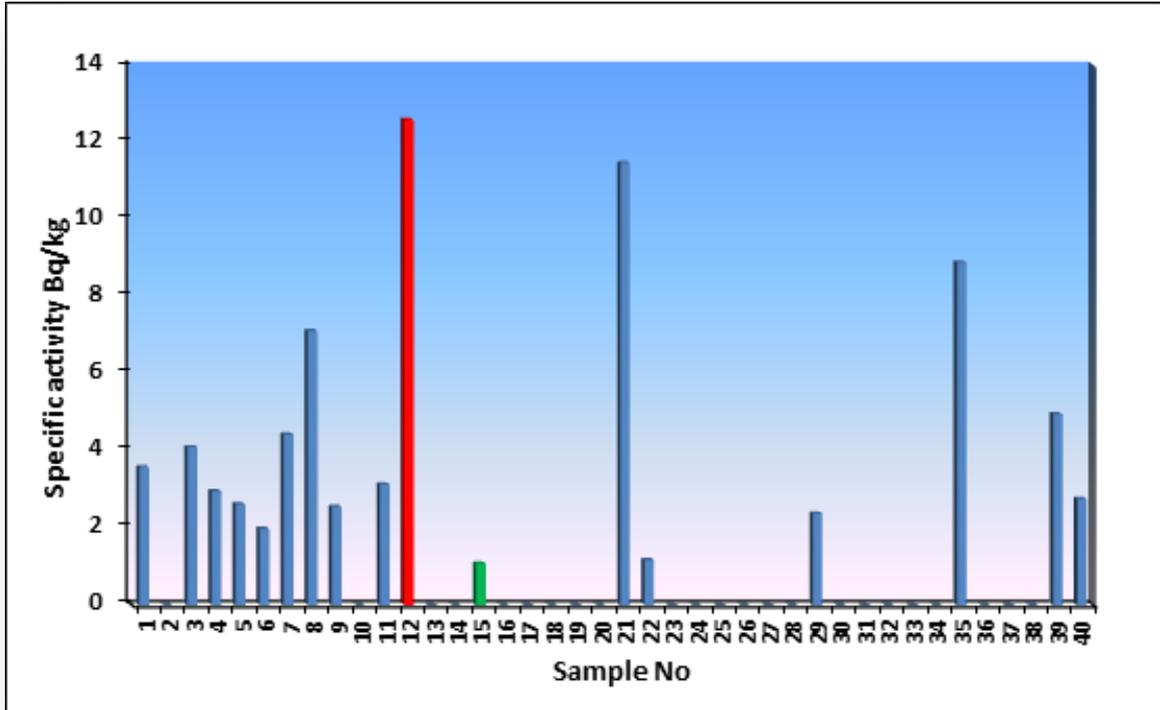
| رمز الأنموذج | تراكيز الرادون Bq/m ³ | فعالية الرادون Bq/kg |
|--------------|-------------------------------------|-------------------------|
| H1 | 50.638±4.52 | 0.470±0.042 |
| H2 | 39.977±4.01 | 0.649±0.085 |
| H3 | 31.982±3.59 | 0.277±0.031 |
| H4 | 21.321±2.93 | 0.213±0.029 |
| H5 | 15.991±2.54 | 0.188±0.030 |
| H6 | 10.660±2.07 | 0.046±0.008 |
| H7 | 29.316±3.44 | 0.200±0.023 |
| H8 | 18.656±2.74 | 0.161±0.023 |
| H9 | 23.986±3.11 | 0.173±0.022 |
| H10 | 13.325±2.32 | 0.157±0.027 |

Results, Discussion and Conclusions.. المناقشة والاستنتاجات : الفصل الرابع : النتائج

| | | |
|---------------|-------------|-----------|
| 0.095±0.017 | 11.726±2.17 | H11 |
| 0.199±0.028 | 19.988±2.84 | H12 |
| 0.368±0.049 | 22.653±3.02 | H13 |
| 0.177±0.024 | 20.521±2.87 | H14 |
| 0.173±0.026 | 17.323±2.64 | H15 |
| 0.159±0.021 | 23.320±3.06 | H16 |
| 0.218±0.033 | 16.790±2.60 | H17 |
| 0.421±0.060 | 19.455±2.80 | H18 |
| 0.470±0.059 | 25.319±3.19 | H19 |
| 0.0028±0.0003 | 21.987±2.98 | H20 |
| 0.372±0.049 | 22.920±3.04 | H21 |
| 0.205±0.026 | 23.720±3.09 | H22 |
| 0.264±0.028 | 34.647±3.74 | H23 |
| 0.490±0.046 | 45.307±4.27 | H24 |
| 0.259±0.031 | 27.984±3.36 | H25 |
| 0.292±0.030 | 35.979±3.81 | H26 |
| 0.248±0.034 | 21.054±2.91 | H27 |
| 0.137±0.020 | 17.989±2.69 | H28 |
| 0.075±0.013 | 12.792±2.27 | H29 |
| 0.779±0.071 | 47.973±4.40 | H30 |
| 0.239±0.035 | 18.389±2.72 | H31 |
| 0.239±0.027 | 31.315±3.55 | H32 |
| 0.261±0.035 | 22.120±2.98 | H33 |
| 0.465±0.055 | 28.650±3.40 | H34 |
| 0.277±0.024 | 53.303±4.64 | H35 |
| 0.225±0.028 | 25.985±3.24 | H36 |
| 0.762±0.100 | 23.453±3.07 | H37 |
| 0.285±0.043 | 17.590±2.66 | H38 |
| 0.514±0.062 | 27.717±3.34 | H39 |
| 0.142±0.020 | 19.722±2.82 | H40 |
| 0.283±0.035 | 26.537±3.21 | المعدل |
| 0.779±0.085 | 53.303±4.64 | أعلى قيمة |
| 0.0028±0.0003 | 10.660±2.07 | أقل قيمة |

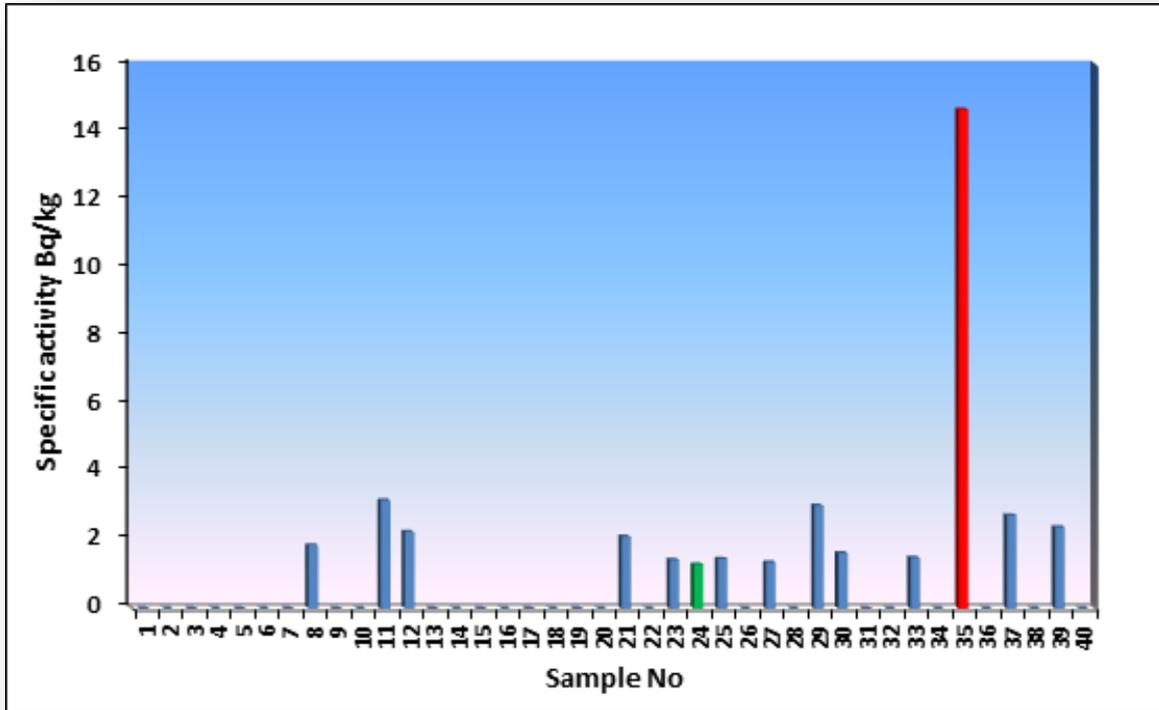
الفصل الرابع : النتائج، المناقشة والاستنتاجات.. Results, Discussion and Conclusions.

ولبيان حالة التفاوت الحاصلة في قيم الفعالية النوعية ومكافئ الراديوم ومعامل الخطورة الداخلي للنوى المشعة قيد الدراسة في الأعشاب الطبية للنماذج المأخوذة ، فقد تم رسم العلاقة بين قيم الفعالية النوعية بوحدة (Bq/kg) مع رقم العينة لليورانيوم-238 والثوريوم-232 والبوتاسيوم-40 ، وكذلك رسم العلاقة بين قيم التراكيز بوحدة (Bq/m^3) والفعالية النوعية بوحدة (Bq/kg) مع رقم العينة بالنسبة للرادون-222 وكما موضحة في الأشكال من (1-4) الى (7-4) :

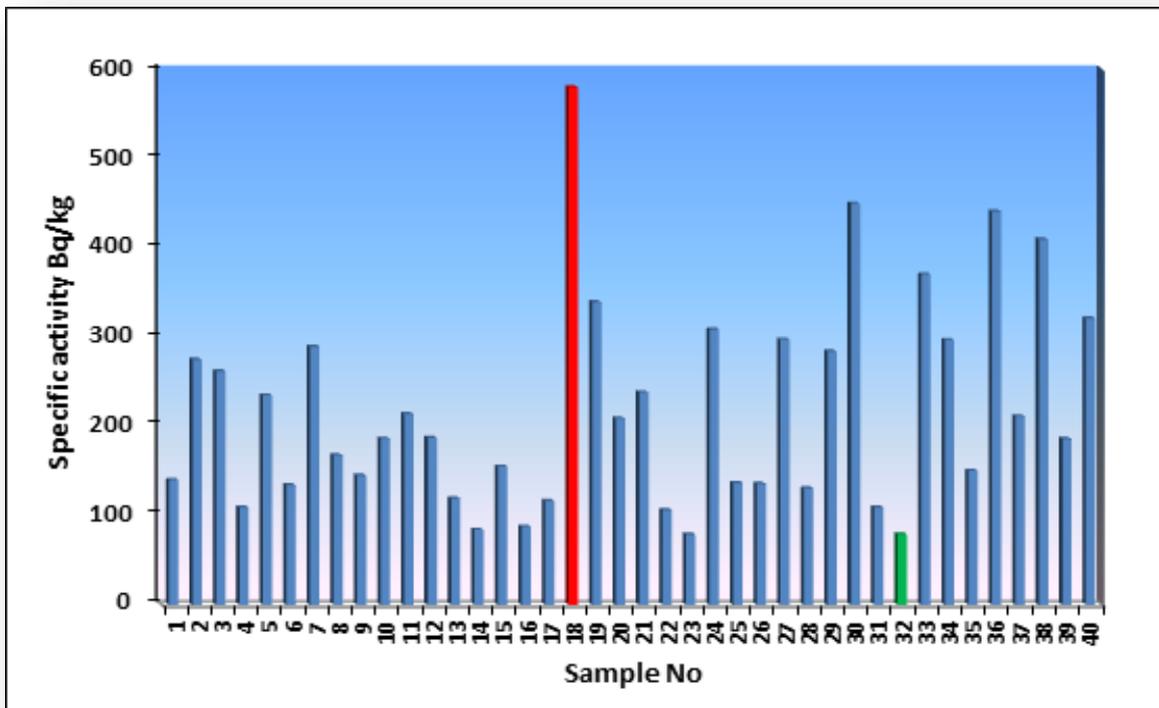


الشكل (1-4) الفعالية النوعية لليورانيوم ^{238}U في نماذج الأعشاب الطبية المدروسة

الفصل الرابع : النتائج، المناقشة والاستنتاجات.. Results, Discussion and Conclusions.

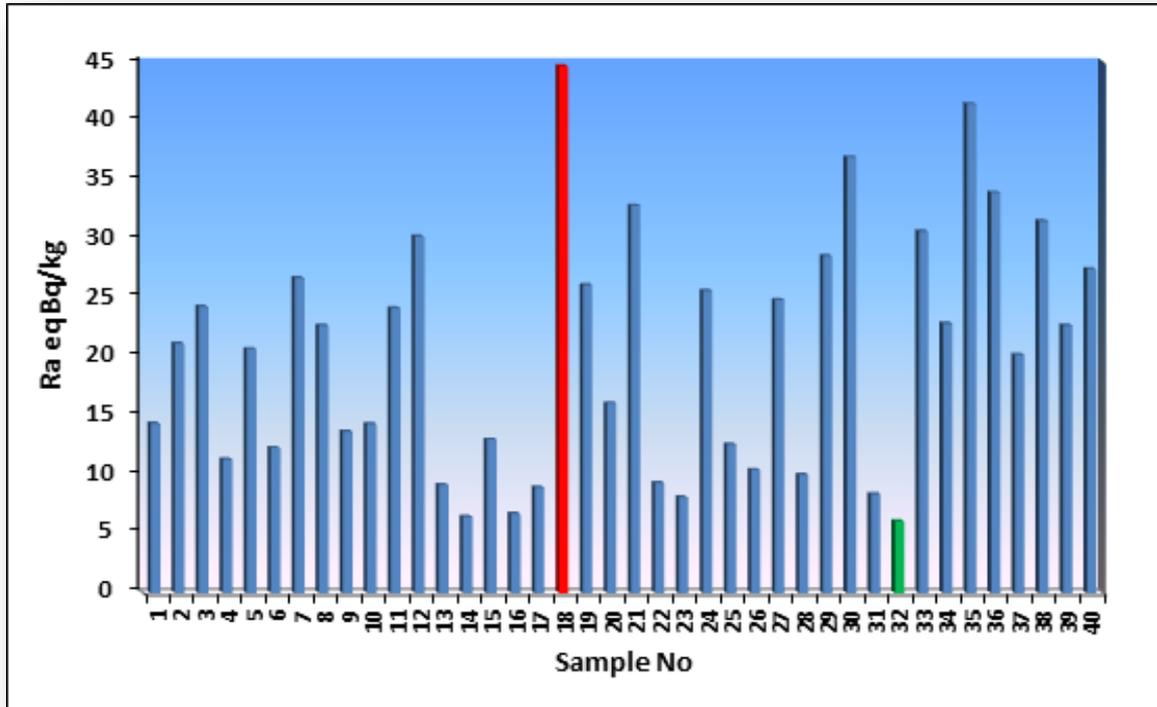


الشكل (2-4) الفعالية النوعية للثوريوم ^{232}Th في نماذج الأعشاب الطبية المدروسة

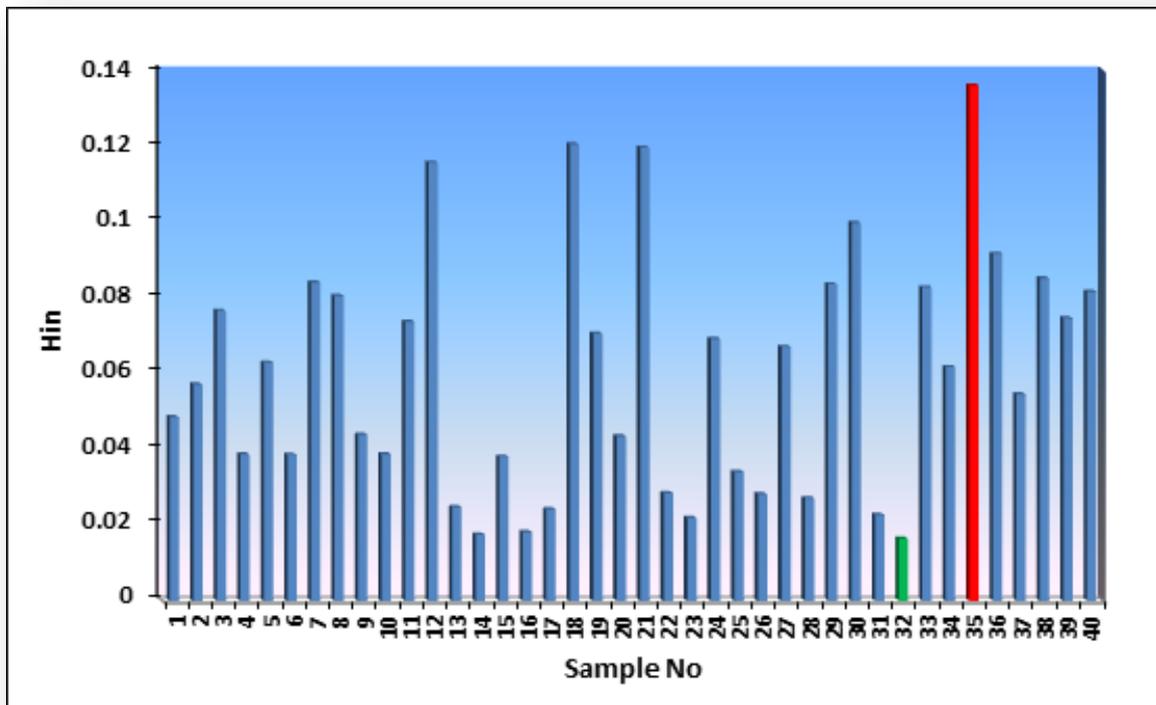


الشكل (3-4) الفعالية النوعية للپوتاسيوم ^{40}K في نماذج الأعشاب الطبية المدروسة

الفصل الرابع : النتائج، المناقشة والاستنتاجات.. Results, Discussion and Conclusions.

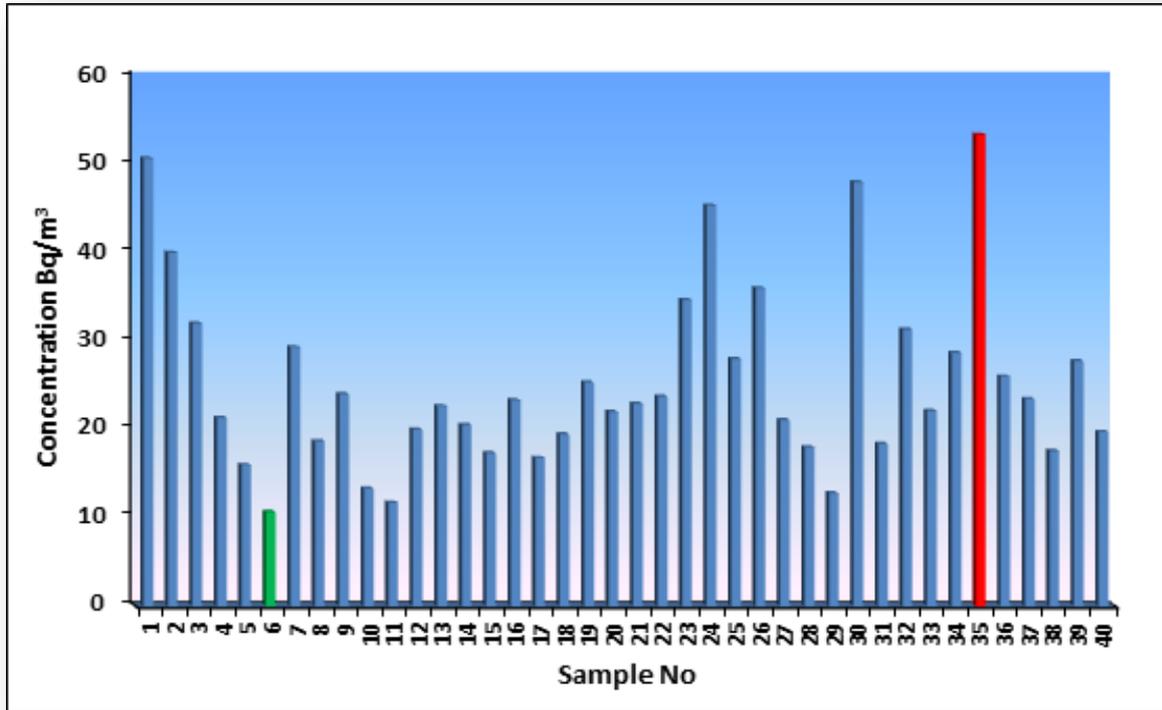


الشكل (4-4) قيم مكافئ الراديوم (Ra_{eq}) في نماذج الأعشاب الطبية المدروسة

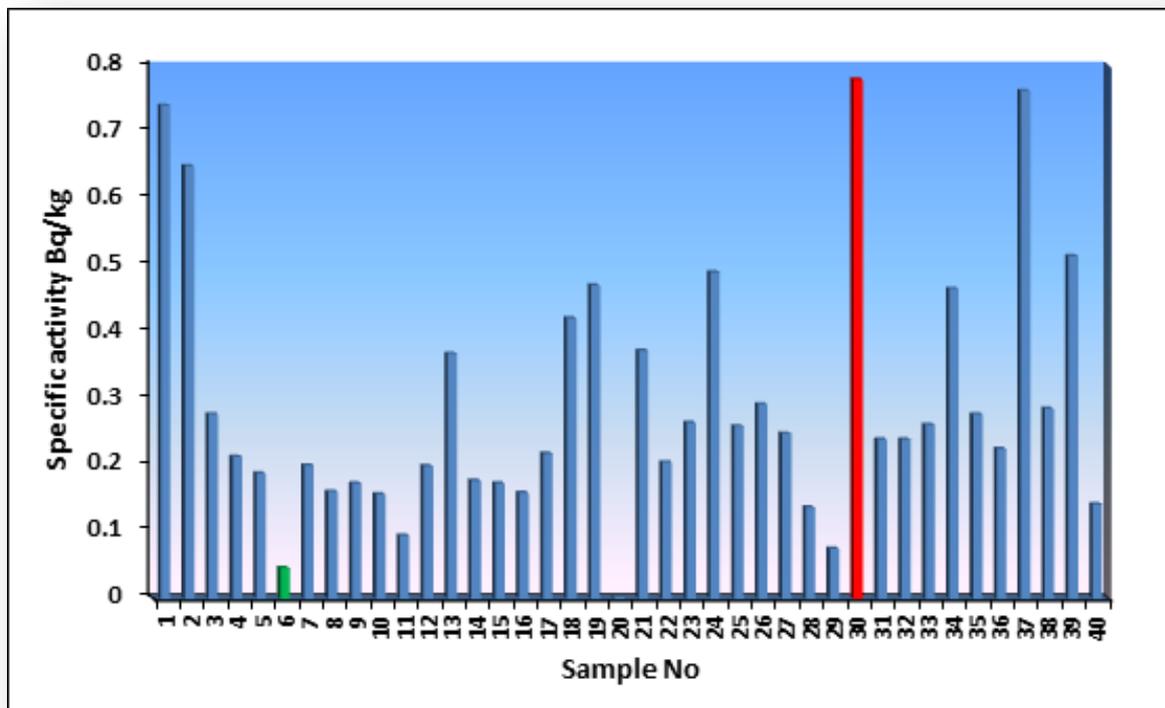


الشكل (5-4) معامل الخطورة الداخلي (H_{in}) في نماذج الأعشاب الطبية المدروسة

الفصل الرابع : النتائج، المناقشة والاستنتاجات.. Results, Discussion and Conclusions.



الشكل (4-6) تركيز الرادون ^{222}Rn في نماذج الأعشاب الطبية المدروسة



الشكل (4-7) الفعالية النوعية للرادون ^{222}Rn في نماذج الأعشاب الطبية المدروسة

الفصل الرابع : النتائج، المناقشة والاستنتاجات.. Results, Discussion and Conclusions.

بعد دراسة الجداول (1-4) و (2-4) و (3-4) والحصول على نتائج الفعالية النوعية للنوى المشعة ومكافئ الراديوم ومعامل الخطورة الداخلية وكذلك تراكيز الرادون لنماذج الأعشاب الطبية المدروسة وبعد مقارنتها مع القيم المسموح بها عالميا ($^{238}\text{U} = 35 \text{ Bq/kg}$ ، $^{232}\text{Th} = 30 \text{ Bq/kg}$ ، $^{40}\text{K} = 400 \text{ Bq/kg}$ ، $^{222}\text{Rn} = 400 \text{ Bq/m}^3$) [94,93] وجد ان:

❖ أعلى قيمة للفعالية النوعية لليورانيوم ^{238}U كانت $(12.591 \pm 0.62) \text{ Bq/kg}$ في الأنموذج (H12) الذي يمثل عشبة لسان الحمل المكونة من قشرة الثمار والبذور المستوردة من دولة الهند ، وأقل قيمة كانت $(1.086 \pm 0.13) \text{ Bq/kg}$ في الأنموذج (H15) الذي يمثل عشبة الآس المكون من الأوراق وموطن زراعتها دولة العراق وكان معدل هذه القيم $(4.686 \pm 0.26) \text{ Bq/kg}$.

❖ بالنسبة لليورانيوم ^{232}Th فان أعلى قيمة للفعالية النوعية كانت $(14.633 \pm 0.24) \text{ Bq/kg}$ في الأنموذج (H35) الذي يمثل عشبة السعد المكون من الجذر والأوراق المستوردة من دولة السعودية ، وأقل قيمة كانت $(1.289 \pm 0.08) \text{ Bq/kg}$ في الأنموذج (H24) الذي يمثل عشبة ورد الختمي المكون من الأزهار المستوردة من دولة الهند وكان معدل هذه القيم $(2.916 \pm 0.12) \text{ Bq/kg}$.

❖ اما البوتاسيوم ^{40}K فان أعلى قيمة للفعالية النوعية كانت $(579.327 \pm 5.21) \text{ Bq/kg}$ في الأنموذج (H18) الذي يمثل عشبة الهندباء البرية المكونة من الجذر والساق والأوراق وموطن زراعتها دولة العراق ، وأقل قيمة كانت $(78.560 \pm 1.08) \text{ Bq/kg}$ في الأنموذج (H23) الذي يمثل عشبة حب العزيز المكون من البذور المستوردة من دولة مصر وكان معدل هذه القيم $(219.134 \pm 2.24) \text{ Bq/kg}$.

❖ بينما أعلى قيمة لمكافئ الراديوم Ra_{eq} كانت 44.608 ± 1.08 Bq/kg في الأنموذج (H18) الذي يمثل عشبة الهندباء البرية المكونة من الجذر والساق والأوراق وموطن زراعتها دولة العراق ، وأقل قيمة كانت 6.081 ± 0.09 Bq/kg في الأنموذج (H32) الذي يمثل عشبة الكتان المكون من البذور المستوردة من دولة ايران وكان معدل هذه القيم Bq/kg 20.278 ± 0.38 .

❖ بالنسبة لمعامل الخطورة الداخلي H_{in} فقد وجد ان أعلى قيمة هي 0.135 Bq/kg في الأنموذج (H35) الذي يمثل عشبة السعد المكون من الجذر والأوراق المستوردة من دولة السعودية ، وأقل قيمة كانت 0.016 Bq/kg في الأنموذج (H32) الذي يمثل عشبة الكتان المكون من البذور المستوردة من دولة ايران وكان معدل هذه القيم 0.060 Bq/kg.

❖ كانت أعلى قيمة لتركيز الرادون ^{222}Rn في العينات هي 53.303 ± 4.64 Bq/m³ في الأنموذج (H35) الذي يمثل عشبة السعد المكون من الجذر والأوراق المستوردة من دولة السعودية، وأقل قيمة كانت 10.660 ± 2.07 Bq/m³ في الأنموذج (H6) الذي يمثل عشبة الهليلج المكون من الثمار المستوردة من دولة مصر وكان معدل هذه القيم Bq/m³ 26.537 ± 3.21 .

❖ أعلى قيمة للفعالية النوعية للرادون ^{222}Rn في داخل العينات كانت Bq/kg 0.779 ± 0.085 في الأنموذج (H30) الذي يمثل عشبة ذنب الخيل المكون من الأجزاء الهوائية فقط المستوردة من دولة مصر ، وأقل قيمة كانت 0.046 ± 0.008 Bq/kg في الأنموذج (H6) الذي يمثل عشبة الهليلج المكون من الثمار المستوردة من دولة مصر وكان معدل هذه القيم Bq/kg 0.283 ± 0.035 .

3-4 مناقشة النتائج (Result Discussion)

❖ يختلف نشاط العناصر المشعة في النباتات الطبية بشكل كبير من نبات الى آخر أو في النبات ذاته الذي جمع من أماكن مختلفة وبشكل كبير، وذلك تبعاً الى عوامل كثيرة نذكر منها على سبيل المثال تركيز العنصر المدروس في تربة النباتات وعلى شكله الكيميائي ودرجة توزعه والمعاملات الفيزيائية والكيميائية في التربة.

❖ وجد إن قيم الفعالية النوعية لليورانيوم ^{238}U والثوريوم ^{232}Th أخذت نسب متفاوتة ومتقاربة بالنسبة لجميع النماذج المقاسة ويعود السبب في ذلك إلى الطبيعة الجيولوجية المكونة لتربة النباتات الطبية ، مع الأخذ بنظر الاعتبار الجزء المستخدم من العشبة سواء كان الجذر أو الساق أو الأوراق الخ.

❖ وجد إن الفعالية النوعية للبوتاسيوم ^{40}K توزعت على قيم متفاوتة ومختلفة بين عشبة واخرى ، لقد لوحظ إن هناك ارتفاعاً في تركيز نويدة البوتاسيوم اكثر من اليورانيوم والثوريوم في بعض النباتات بسبب وجود الأسمدة الفوسفاتية في تربة النباتات الطبية التي يزداد فيها تركيز نظير البوتاسيوم (^{40}K) ، إضافة الى وجود النوى المشعة وتركزها في الجذور والساق اكثر من بقية اجزاء النبات الاخرى، حيث لوحظ ارتفاع تركيز البوتاسيوم اكثر من الحد المسموح به عالمياً في اربع عينات وهي H18 ، H30 ، H36 و H38.

❖ ان تباين الفعالية الإشعاعية للنماذج المدروسة فيما بينها ارتفاعاً وانخفاضاً يرجع الى اختلاف نوع التربة ودرجة حموضتها ومحتواها من المواد العضوية والطين من دولة الى اخرى ،

ومتطلبات النبات الحبوبية المعدنية وتبعاً لنوع النبات وعمره وباختلاف أجزاء النبات (الجذر ، الساق ، الأوراق ، الثمار ، الأزهار، البذور) وكذلك الظروف المناخية.

4-4 مقارنة النتائج مع دراسات سابقة

(Comparing the Results with Previous Studies)

تمت مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع دراسات سابقة مشابهة أُجريت في دول عدة تم فيها قياس

تراكيز ^{238}U ، ^{232}Th ، ^{40}K ، ^{222}Rn وبتقنيات مختلفة وكما موضح في الجدول (4-4) و
الجدول (5-4).

الجدول (4-4) معدل الفعالية النوعية لليورانيوم-238 ، للثوريوم-232 والبوتاسيوم-40 بوحدة (Bq/kg)

لبعض الدراسات السابقة

| المصدر | معدل الفعالية النوعية (Bq/kg) | | | الدولة | ت |
|--------|-------------------------------|-------------------|------------------|------------|----|
| | ^{40}K | ^{232}Th | ^{238}U | | |
| [5] | 654.7 | - | 0.4 | إيطاليا | 1 |
| [24] | 839.8 | 56.2 | 31.8 | غانا | 2 |
| [95] | 976.3 | 21.7 | - | البرازيل | 3 |
| [30] | 171.7 | 35.1 | - | نيجريا | 4 |
| [6] | 589.6 | 7.4 | 2.6 | صربيا | 5 |
| [96] | 162.0 | 16.4 | 10.5 | الهند | 6 |
| [97] | 134.95 | 3.66 | - | بنغلادش | 7 |
| [31] | 642.3 | 3.58 | - | هنغاريا | 8 |
| [34] | 120.4 | - | 2.4 | المكسيك | 9 |
| [35] | 1895.2 | 5.0 | - | جنوب الهند | 10 |
| [28] | 1185.2 | 6.1 | - | إيران | 11 |

الفصل الرابع : النتائج، المناقشة والاستنتاجات.. Results, Discussion and Conclusions

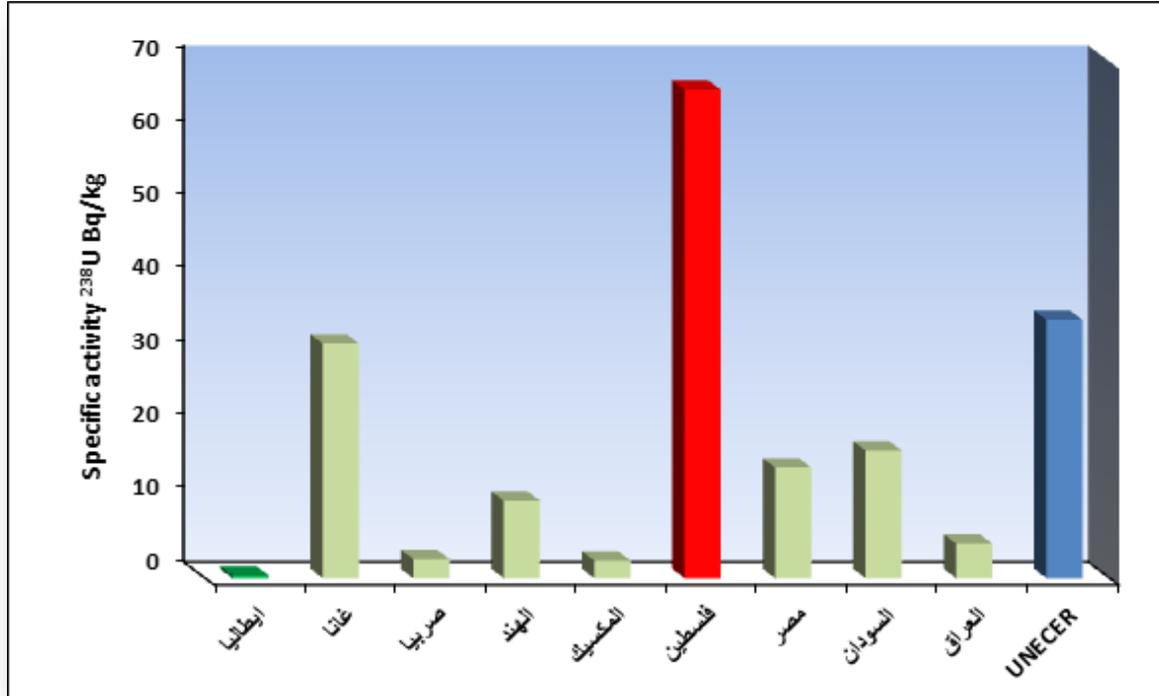
| | | | | | |
|-----------------|--------|------|------|---------|----|
| [98] | 1588.1 | 36.5 | 66.2 | فلسطين | 12 |
| [8] | 159.55 | 19.8 | 15.0 | مصر | 13 |
| [21] | 1071.4 | 17.2 | 17.3 | السودان | 14 |
| الدراسة الحالية | 219.1 | 2.91 | 4.86 | العراق | 15 |
| [93] | 400 | 30 | 35 | UNECER | 16 |

الجدول (4-5) معدل تركيز الرادون-222 بوحدة (Bq/m³) لبعض الدراسات السابقة

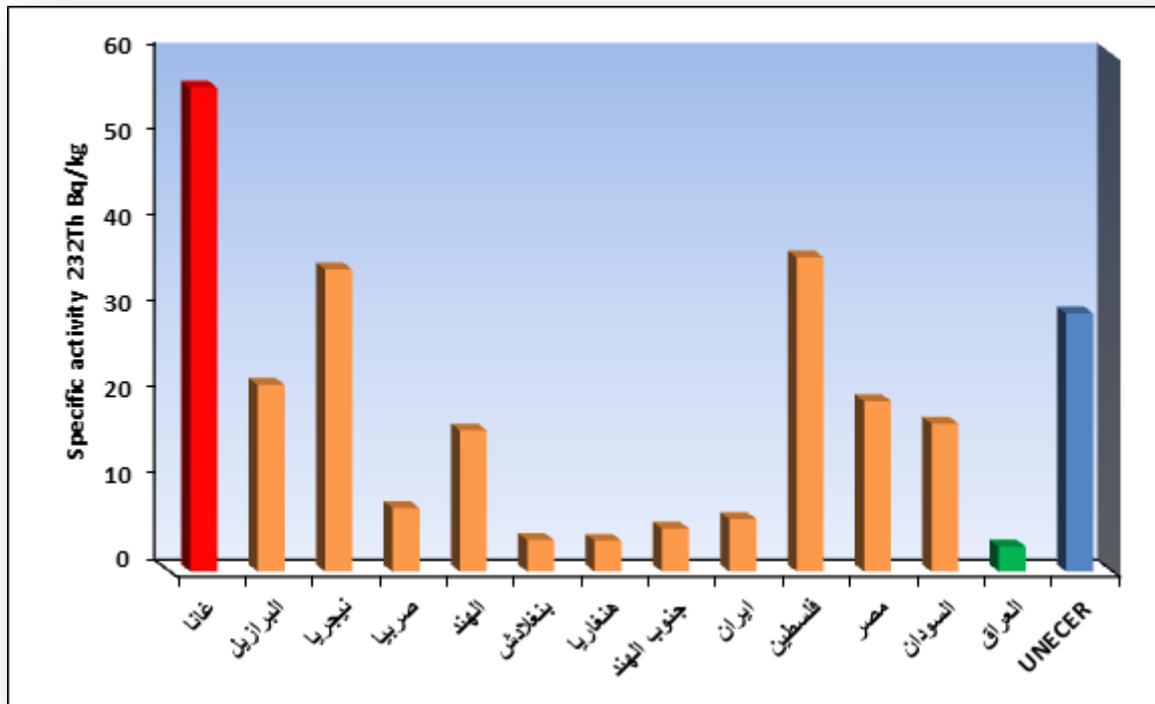
| المصدر | ²²² Rn (Bq/m ³) | الدولة | ت |
|-----------------|--|----------------|---|
| [7] | 10.2 | المغرب | 1 |
| [18] | 19.2 | العراق (بغداد) | 2 |
| الدراسة الحالية | 26.5 | العراق (النجف) | 3 |
| [94] | 400 | ICRP | 4 |

بعد مقارنة الدراسة الحالية مع الدراسات المشابهة والتي أُجريت في بعض الدول العربية والعالمية وجد ان أعلى تركيز لليورانيوم (66.2) في دولة فلسطين وأقل تركيز (0.4) في دولة ايطاليا ، أعلى تركيز للثوريوم كان (56.2) في دولة غانا وأقل تركيز (2.91) في دولة العراق (الدراسة الحالية) ، وأعلى تركيز للبتاسيوم كان (1895.2) في جنوب الهند وأقل تركيز (120.4) في المكسيك ، بينما أعلى تركيز للرادون (26.5) في العراق (الدراسة الحالية) وأقل تركيز كان (10.2) في المغرب العربي والأشكال (8-4)، (9-4) ، (10-4) ، (11-4) توضح المقارنة بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة.

الفصل الرابع : النتائج، المناقشة والاستنتاجات.. Results, Discussion and Conclusions.

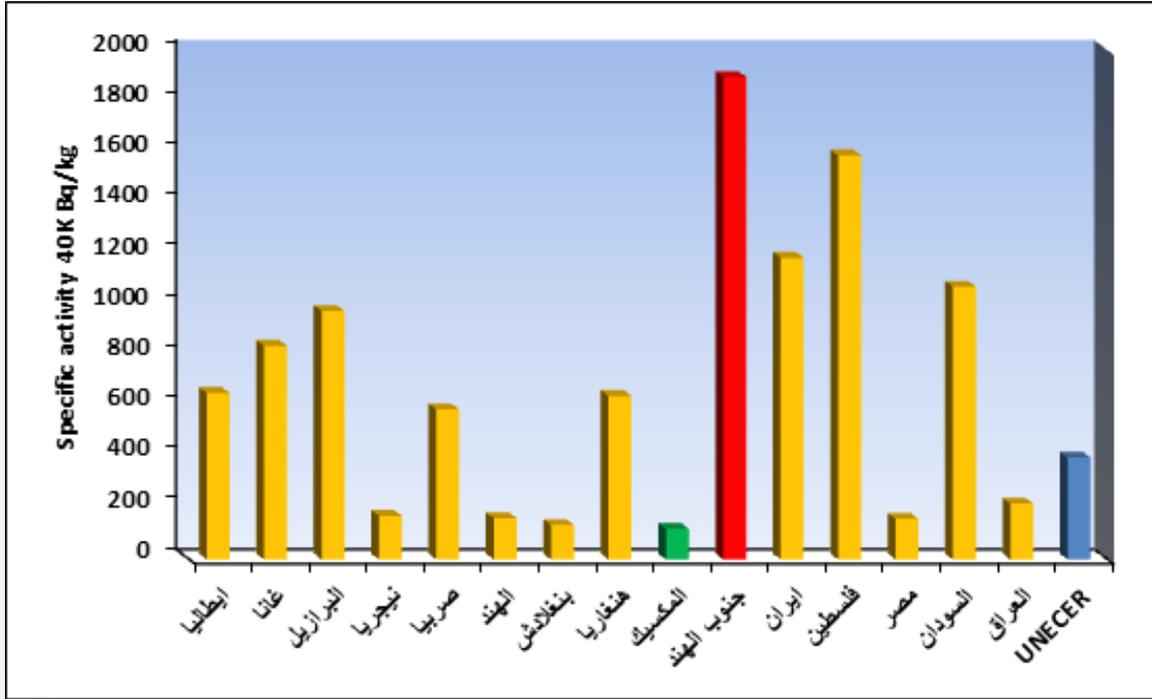


الشكل (8-4) المقارنة بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة بالنسبة لنظير ^{238}U

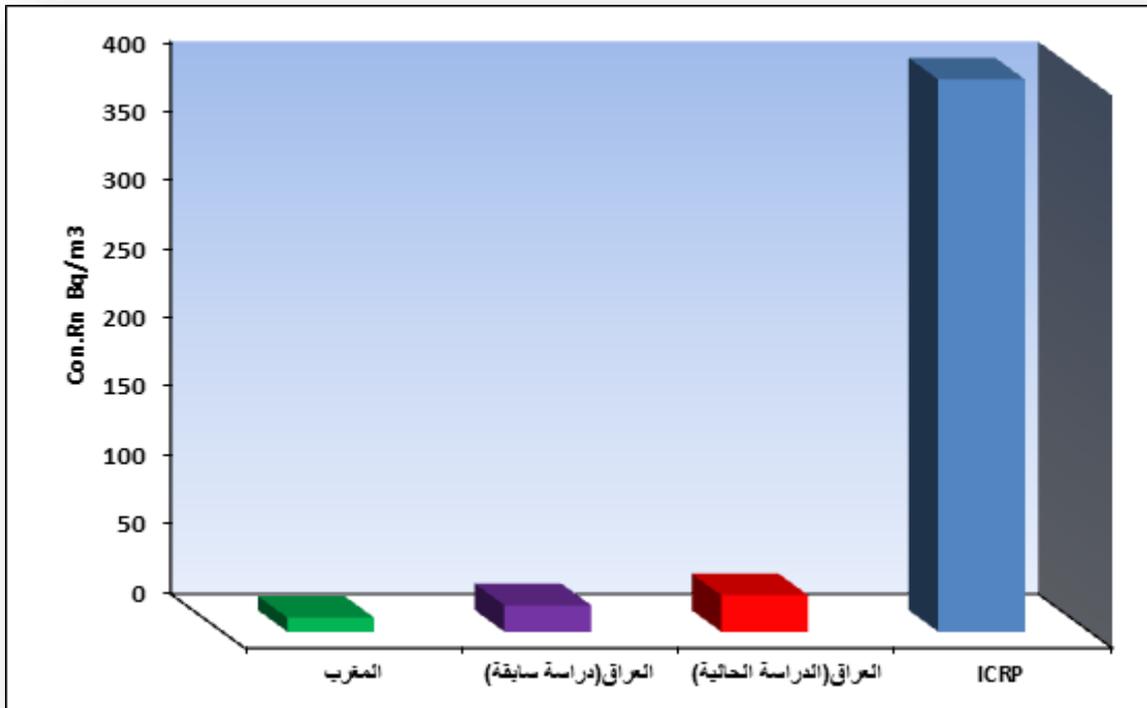


الشكل (9-4) المقارنة بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة بالنسبة لنظير ^{232}Th

الفصل الرابع : النتائج، المناقشة والاستنتاجات.. Results, Discussion and Conclusions.



الشكل (10-4) المقارنة بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة بالنسبة لنظير ^{40}K



الشكل (11-4) المقارنة بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة بالنسبة لنظير الرادون ^{222}Rn

5-4 الاستنتاجات (Conclusions)

- ❖ نستنتج من ذلك ان معدلات النشاط الإشعاعي في الأعشاب الطبية المستخدمة في العراق (الدراسة الحالية) كانت ضمن الحدود المسموح بها عالمياً حسب منظمة الطاقة الذرية (UNSCEAR) واللجنة الدولية للحماية من الإشعاع (ICRP) وبذلك فهي آمنة للاستهلاك البشري ولا تشكل خطراً إشعاعياً على الانسان عند استخدامها لغرض المعالجة الطبية بما فيها العينات H18، H30، H36 و H38.
- ❖ إن جميع قيم مكافئ الراديوم ومعامل الخطورة الداخلي للنباتات الطبية كانت ضمن الحدود المسموح بها عالمياً.
- ❖ وجد ان تراكيز الرادون ^{222}Rn في الأعشاب الطبية ضمن الحدود المسموح بها عالمياً ولا تمثل اي خطر وامينة للاستهلاك البشري.

6-4 التوصيات (Recommendations)

- بعد الانتهاء من هذه الدراسة ومن خلال النتائج المستخلصة وبعد الاطلاع على الدراسات السابقة نوصي بما يلي:
- ❖ الاستفادة من الدراسة الحالية كقاعدة بيانات وربطها مع المنظمات الصحية العراقية.
 - ❖ توسيع هذه الدراسة لتشمل أعداداً أكثر من النباتات الطبية من خلال إجراء المزيد من البحوث والدراسات على التلوث الإشعاعي لباقي الانواع الاخرى من النباتات الطبية المستخدمة في العراق للتأكد من خلوها من النشاط الاشعاعي.

❖ يجب تزويد المؤسسات العلمية والبحثية بمنظومات حديثة وكافية لإجراء الدراسات البيئية الخاصة بالنشاط الإشعاعي.

7-4 الدراسات المستقبلية (Future Studies)

❖ استعمال تقنيات مختلفة لقياس النوى المشعة (^{40}K ، ^{232}Th ، ^{238}U) مثل منظومة كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة ولنفس النماذج المدروسة ومقارنتها بالدراسة الحالية.

❖ استعمال نوع اخر من كواشف الأثر النووي لقياس تركيز الرادون ^{222}Rn مثل كاشف (LR-115) أو (CN-85) أو (PM-355) ولنفس النماذج المدروسة ومقارنتها بالدراسة الحالية.

❖ دراسة تركيز غاز الرادون في النباتات الطبية باستخدام كاشف RAD-7 (الطريقة القصيرة المدى وإجراء مقارنة معها).

❖ حساب غاز الثورون ^{220}Rn المنبعث من الأعشاب الطبية في كل عينة تمت دراستها بواسطة كواشف الأثر النووي بأنواعه المختلفة.

المصادر

References

- [1] منيب عادل خليل، "الطاقة النووية: مقدمة في مفاهيم وانظمة وتطبيقات العمليات النووية" ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل ، (1987).
- [2] محمد فاروق احمد واحمد محمد السريع، "مبادئ الاشعاعات المؤينة والوقاية منها" ،اللجنة الدائمة للوقاية من الاشعاعات بجامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، (2007).
- [3] M. Tolba, " Saving Our Planet: Challenges and Hopes" United Nations Environmental Program, UNEP , United Nations, (1985).
- [4] قصي رشيد سعيد، " الوقاية من الاشعاع والتلوث" ، منظمة الطاقة الذرية العراقية،(1968).
- [5] D. Desideri ,M. Meli and C. Roselli," Natural and Artificial Radioactivity Determination of Some Medicinal Plants", Journal of Environmental Radioactivity, Vol.101, No.9, pp. 751- 756, (2010).
- [6] M. Jevremovic, N. Lazarevic, S. Pavlovic and M. Orlic," Radionuclide Concentrations in Samples of Medicinal Herbs and Effective Dose from Ingestion of ^{137}Cs and Natural Radionuclides in Herbal Tea Products from Serbian Market", Isotopes in Environmental and Health Studies, Vol.47, No.1, pp. 87- 92, (2011).
- [7] L. Oufni, N. Manaut, S. Taj and B. Manaut, " Determination of Radon and Thoron Concentrations in Different Parts of Some Plants Used in Traditional Medicine Using Nuclear Track Detectors", American Journal of Environmental Protection, Vol.1, No.2, pp. 34- 40, (2013).
- [8] S. Abu – Khadra and H. Eissa , " Natural Radionuclides in Different Plants, Together with their Corresponding Soils in Egypt at Inshas Region and the Area Nearby ", IX Radiation Physics and Protection Conference, Egypt, pp.239-240,(2008).

[9] H. Liesel, "Environmental Radioactivity Monitoring in Australia" Technical Report Series No.143, pp. 23-25 (2005).

[10] قصي راغب علي، "دراسة وقياس تركيز اليورانيوم في عينات من التربة لمناطق غرب بغداد باستخدام كاشف الاثر النووي (CR-39)"، مجلة جامعة النهرين، المجلد 12، العدد 3، ص 9-15، (2009).

[11] N.AL-Ani and A. Mohammed, "Uranium Concentration Measurement in Soil for Some Northern Iraqi's Regions by Using CR-39 Detector", Umm Salamah Journal of Science, Vol.6 ,No2. ,pp.315-319 (2009).

[12] ربيع بهنام خضر، " قياس الخلفية الإشعاعية في بعض مناطق محافظة نينوى"، مجلة علوم الرافدين، المجلد 21 ، العدد 2 ، ص 92-104 ، (2010).

[13] جابر بن سالم موسى القحطاني، "موسوعة جابر لطب الأعشاب" ، مكتبة العبيكان ، الرياض ، (2009) ،

[14] S. Mukhammedov and Kh. Tillaeva, " Natural Radioactivity of Some Medicinal Plants", Journal of Nuclear and Radiation Physics, Vol.1 ,No.1 ,pp.73-76, (2005).

[15] Y.Narayana and V.Prakash, " Radioactivity in Ayurvedic Medicinal Plants", International Journal of Low Radiation, Vol.4, No.3, pp.184-188, (2007).

[16] Z. Nasser Allah, " The Measurement of Uranium Concentration in Different (13) Types of Natural Herb", Iraqi Journal of Science, Vol.52, No.4, pp. 470- 474, (2011).

- [17] O. Michael, G. Isola, F. Oni and O. Sowole," Natural Activity Concentrations and Assessment of Radiological Dose Equivalents in Medicinal Plants around Oil and Gas Facilities in Ughelli and Environs, Nigeria", Environment and Natural Resources Research, Vol.1, No.1, pp. 201- 206, (2011).
- [18] D. Ghayb, " Measurement of Radon Concentration in Henna Plant Using Etched Track Detectors", Al- Mustansiriya J. Sci, Vol.22, No.1, pp. 139-144, (2011).
- [19] D.Desideri, M. Meli, C. Roselli and L. Feduzi," Alpha and Gamma Spectrometry for Determination of Natural and Artificial Radionuclides in Tea, Herbal Tea and Camomile Marketed in Italy", Microchemical Journal , Vol.98, No.1, pp. 170- 175, (2011).
- [20] M. Al-Masri, Y. Amin, B. Al-Akel, B. Safia, L.Massoh and N. Al-Grier, "Determination of Radioactivity in Some Syria Medicinal Plans and their Infusions", Atomic Energy Commission, Final Report on Scientific Research, Syrian Arab Rebablic, (2012).
- [21] M. Sagiroun," Concentration of Some Radionuclides in Some Popular Sudanese Medicnal Plants", M . Sc Thesis , University of Sudan, (2012).
- [22] K. Thabayneh and M. Jazzar," Radioactivity levels in Plants Samples in Tulkarem District, Palestine and Its Impact Human Health", Radiation Protection Dosimetry, Vol.153, No.4, pp. 467- 474, (2012).
- [23] F. Sussa, S. Damatto, M. Alencar, B. Mazzilli and P. Silva , " Natural Radioactivity Determination in Samples of *Peperomia Pellucida* Commonly Used as a Medicinal Herb", Journal of Environmental Radioactivity, Vol.116, pp. 148- 151, (2013).
- [24] L. Tettey-Larbi, E. Darko, C. Schandorf and A. Appiah, " Natural radioactivity levels of Some Medicinal Plants Commonly Used in Ghana", Tettey-Larbi et al. SpringerPlus, Vol.2, No.1, pp. 1- 9, (2013).

- [25] E. Oprea, V. Pintilie, V. Bufnea, ana C. Aprotosoai, O. Cioanca, A. Trifan and M.Hancianu, " Radionuclides Content in Some Medicinal Plants Commonly Used in Romania", Farmacia, Vol.62, No.4, pp. 658- 663, (2014).
- [26] L. Najam, N. Tafiq and F. Kitah, "Estimation of Natural Radioactivity of Some Medicinal or Herbal Plants Used in Iraq", Detection, Vol.3, pp. 1- 7, (2015).
- [27] K. Chandrashekara, N .Karunakara and M. Somashekarappa , " Activity Distribution and Uptake of Radionuclides in Medicinal Plants of Coastal Karnataka, India", Research Journal of Recent Sciences, Vol.4, pp. 101- 109, (2015).
- [28] R. Pourimani, M. Noori and M. Madadi , "Radioactivity Concentrations in Eight Medicinal and Edible Plant Species from Shazand, Iran", International Journal of Ecosystem, Vol.5, No.1, pp.22-29,(2015).
- [29] S. Harb , " Natural Radioactivity Concentrations in Some Medicinal Plants and Annual Committed Effective dose from their Consumption", Radiation Protection and Environment, Vol.38, No.1, pp.35-38,(2015).
- [30] R. Njinga ,S. Jonah and M. Gomina," Preliminary Investigation of Naturally Occurring Radionuclides in Some Traditional Medicinal Plants Used in Nigeria", Journal of Radiation Research and Applied Sciences, Vol.8, No.2, pp.208-215,(2015).
- [31] T. Kovacs, M. Horvath, E. Toth-Bodrogi and J.Somlai, "²¹⁰Po, ²¹⁰Pb, ²²⁶Ra, ²³²Th, ⁴⁰K and ¹³⁷Cs Concentration of Medicinal Herbs", Radiation Emergency Medicine, Vol.4, No.2, pp.40-44,(2015).
- [32] K. Chandrashekara and H. Somashekarappa " Soil to Plant Transfer Factors of Radionuclides in *Ficus Racemosa* (L.), a Medicinal plant" International Research Journal of Biological Sciences, Vol.4, No.9, pp.43-47,(2015).

[33] E. Puchkova and O. Bogdanova, " ^{210}Pb and ^{210}Po in Medicinal Plants", Radiochemistry, Vol.57, No.2, pp.213-223, (2015).

[34] G. Espinosa, J. Golzarri, and J. Navarrete, "Determination of the Natural and Artificial Radioactivity of a Selection of Traditional Mexican Medicinal Herbs by Gamma Spectrometry", Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol.307, No.3, pp.1717-1721, (2016).

[35] K. Chandrashekar, H. Somashekarappa, " Estimation of Radionuclides Concentration and Average Annual Committed Effective Dose due to Ingestion for Some Selected Medicinal Plants of South India", Journal of Radiation Research and Applied Sciences, Vol.9, No.1, pp.68-77, (2016).

[36] S. Bal, M. Kürşat, E. Yilmaz, Ş. Karatepe, M. Kuluöztürk, F. Tayfur and Ö. Kiliç, " Determination of the Gross Alpha-Beta Radioactivity levels in Some of Medicinal and Aromatic Plants", Applied Science Reports, Vol.14, No.2, pp.202-206, (2016).

[37] مصطفى محمد عبد المهدي المجالي، "الوقاية الإشعاعية : المبادئ والتطبيقات"، (2008).

[38] M. Thorne; " Background Radiation: Natural and Man - made" Journal of Radiological Protection Vol. 23, No.1, pp. 29-42 (2003).

[39] S. Ahmed, " Physics and Engineering of Radiation Detection", First Edition, Queen's University, Kingston, Ontario, (2007).

[40] Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC), " Introduction to Radiation", P.O. Box 1046, Station B, Ottawa, Ontario K1P 5S9, Canada, (2012).

[41] K. Ng, " Non-Ionizing Radiations—Sources, Biological Effects, Emissions and Exposures", Proceedings of the International Conference on Non-Ionizing Radiation at United, Malaysia, (2003).

[42] Environmental Protection Agency United States," Ionizing Radiation, Fact Book", EPA-402-F-06-061, United States ,March (2007).

[43] خضر عبد العباس وغسان هاشم الخطيب، "الطاقة الذرية واستخداماتها"، منشورات منظمة الطاقة الذرية العراقية (1984).

[44] J. Lilley , " Nuclear Physics : Principles and Applications ", department of Physics and Astronomy ,University of Manchester , England, (1988).

[45] S. Breur," The Performance of NaI(Tl) Scintillation Detectors", M . Sc Thesis, University of Amsterdam, (2013).

[46] C. O'Connor, L. Currivan, N. Cunningham, K. Kelleher, M.Lewis, S. Long, P. McGinnity, V. Smith and C. McMahon, "Radiation Doses Received by the Irish Population", radiological protection institute of Ireland, Ireland,(2014).

[47] موسى الجنابي و وهاب احمد محمد، "مصادر الاشعاع والجرع الاشعاعية"، منشورات منظمة الطاقة الذرية العراقية ، بغداد ، (1990).

[48] L. Eijsden," Cosmic Rays , Their Energizing Mechanisms and their Energy Limit ",College of Sciences, University Amsterdam, Netherlands, (2010).

[49] L. Wahl , " Environmental Radiation", Health Physics Society, Madison ,(2010).

[50] شذى سلمان الدركزلي، "الكشف عن الاشعة النووية"، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، كلية العلوم ، جامعة بغداد ، بغداد ، (1987).

[51] تقى علي موسى، " الذرة " ، كلية الطب ، الجامعة المستنصرية ، دار الشؤون الثقافية العامة ، بغداد ، (1992).

[52] S. Harb, "On the Human Radiation Exposure as Derived from the Analysis of Natural and Man-Made Radionuclides in Soils", University Hannover , Germany, (2004).

[53] مي سالم يسلم إبراهيم، " دراسة الاتزان الإشعاعي في السلاسل الإشعاعية الطبيعية في بعض الخامات" ، رسالة ماجستير، كلية التربة للنبات ، جامعة الملك عبد العزيز ، جدة ، السعودية ، (2008).

[54] M. Akram , M. Nazar, A. Ghaffar, Matiullah, F. Malik, N. Ali, S. A. Mujahid and M. Rajput," Neutron Induced Fission Track Estimation of Uranium Concentration and its Associated Health Hazards in Drinking Water of the Faisalabad Industrial City", Journal of Nuclear Science and Technology, Vol.3 ,pp.51-58, (2013).

[55] A. Mohammad, I. Ahmed and Y. Ahmed," Measurement of Uranium Concentration in Some Soil Samples in Jalawla'a City Using CR-39 Detector", Journal of Al-Nahrain University, Vol.16 , No,1, pp.112-116, (2013).

[56] R. Amin," A study of Radon Emitted from Building Materials Using Solid State Nuclear Track Detectors", Journal of Radiation Research and Applied Sciences, Vol.8, No.4, pp. 516 -522, (2015).

[57] يونس محمد عطيه ، ختام عبد العادل، حميد بلاسم ماهود ومحمد عبد الحسين، " تحديد تركيز الرادون في مركز محافظة ميسان باستخدام كواشف الأثر النووية CR-39" ، مجلة أبحاث البصرة (العلميات) ، العدد 36 ، الجزء 6 ، ص 35-42، (2010).

[58] A. Mohammed , "Concentration Measurements of Radon, Uranium and Background of Gamma Rays in Air at the University of Baghdad – Al-

Jadiriya Site", M.Sc Thesis, College of Sciences ,University of Baghdad,(2013).

[59] K. Krane, "Introductory Nuclear Physics" ,Oregon State University, New York , (1987).

[60] A. Alamoudi , " The Effect of Grain Size on the Measurements of Activity Concentration of Naturally Occurring Radioactive Materials", M .SC Thesis, Faculty of Engineering and Physical Sciences, University of Surrey,(2010).

[61] R . Heath , " Scintillation Spectrometry : Gamma-Ray Spectrum Catalogue", second Edition ,Vol. 1, Atomic Energy Division, Idaho,(1997).

[62] S. Durrani and R. K. Bull , "Solid State Nuclear Track Detection Principles , Methods and Application", UK ,Vol.111, (1987).

[63] A. Bhagwat," Solid State Nuclear Track Detection: Theory and Applications", Indian Society for Radiation Physics Kalpakkam Chapter, India , (1993).

[64] A. Mostafa , H. amazawa , M. Uosif and J. Moriizumi , " Seasonal Behavior of Radon Decay Products in Indoor Air and Resulting Radiation Dose to Human Respiratory Tract", Journal of Radiation Research and Applied Sciences, Vol.8 ,No.1, pp.142-147, (2015).

[65] N. Ahmad , M. Jaafar and M. Alsaffar," Study of Radon Concentration and Toxic Elements in Drinking and Irrigated Water and its Implications in Sungai Petani, Kedah, Malaysia", Journal of Radiation Research and Applied Sciences, Vol.8 ,No.3, pp.294-299, (2015).

[66] F. Mir., and S. Rather. "Measurement of Radioactive Nuclides Present in Soil Samples of District Ganderbal of Kashmir Province for Radiation Safety Purposes" Journal of Radiation Research and Applied Sciences, Vol.8, No.2, pp. 155-159, (2015).

- [67] A. Hashim and L. Najam, "Radium and Uranium Concentrations Measurements in Vegetables Samples of Iraq" ,Detection,Vol. 3.No.4,pp. 21-28, (2015).
- [68] A. Hashim, and L. Najam. "Measurement of Uranium Concentrations, Radium Content and Radon Exhalation Rate in Iraqi Building Materials Samples" ,International Journal of Physics, Vol.3, No.4 ,pp.159-164, (2015).
- [69] J. Monson , " Solid State Nuclear Track Detectors (SSNTD)" ,Experimental Methods in High Energy Physics ,(2013).
- [70] A. Mohammed , " Concentration Measurements of Radon, Uranium and Background of Gamma Rays in Air at the University of Baghdad – Al-Jadiriya Site", M. Sc Thesis, College of Science, University of Baghdad,(2013).
- [71] A. Ibraheem and S. Mohammed," The Response of Nuclear Track Detector (CR-39) to Alpha Particles in the Energy Range (1.5 – 5.37) MeV", Kirkuk University Journal /Scientific Studies, Vol.10, No.4 ,pp.93-104, (2015).
- [72] Z. Tayyeb,"Use of Cr-39 Polymer for Radiation Dosimetry" Engineering Sciences,Vol.22, No.1, pp. 79-96, (2011).
- [73] H. Dodiuk and S. Goodman, "Handbook of Thermoset Plastics", Third Edition, William Andrew, (2013).
- [74] S. Durrani , and R. Ilic, "Radon Measurements by Etched Track Detectors": Applications in Radiation Protection, Earth Sciences and the Environment, World Scientific Publishing, UK, (1997).
- [75] C. Hepburn and A. Windle, " Solid State Nuclear Track Detectors", Journal of Materials Science , Vol.15, No. 2, pp. 279-301, (1980).

المصادرReferences

[76] F. Louis, P. Price, and R. Walker, " Nuclear Tracks in Solids: principles and applications", University of California Press, Berkeley, USA, (1975).

[77] عبد الرضا اكبر علوان المياح، "النباتات الطبية والتداوي بالأعشاب" ، جامعة البصرة ، كلية العلوم، مطبعة البصائر، لبنان ، (2013).

[78] علي خلف حسن وسجاد علي امين، " دراسة النشاط الاشعاعي لنماذج من تربة مدينة الحيدرية في محافظة النجف الأشرف"، مجلة جامعة كربلاء العلمية ، المجلد 12، العدد 4 ، ص 98- 110 ، (2014).

[79] S. Kadhim , " Natural Radioactivity Levels in Some Canned Food Samples in Iraqi Markets", M . Sc Thesis , Faculty of Sciences ,University of Kufa ,(2014).

[80] خالد حسين هاتف العطية ويوسف حبيب كاظم السلطاني، " دراسة تأثير الزاوية بين الكاشف والمصدر المشع على طيف الطاقة باستخدام الكاشف الوميضي NaI(Tl) "، مجلة جامعة بابل ، العلوم الصرفة التطبيقية ، المجلد 23، العدد 1، ص 340-349 ، (2015).

[81] N. Tsoulfanidis, "Measurements and Detections of Radiation" , Second Edition ,Taylor and Francis publisher, University of Missouri-Rolla, Washington, USA, (1995).

[82] G. Gilmore, " Practical Gamma-ray Spectrometry", 2nd Edition, John Wiley and Sons, Warrington, UK, (2008).

[83] T. Santawamaitre, " An Evaluation of the Level of Naturally Occurring Radioactive Materials in Soil samples along the Chao Phraya River Basin", M .SC Thesis , Faculty of Engineering and Physical Sciences, University of Surrey,(2012).

- [84] J. Júnior , J. Cardoso, C. Silva, S. Silveira and R. Amaral, "Analysis of the ^{40}K levels in Soil Using Gamma Spectrometry", Journal of Brazilian Archives of Biology and Technology, Vol.48, No.2, pp. 221-228, (2005).
- [85] M. Al-masri and A. Doubal,"Comparison of in-situ Gamma Ray Spectrometry Measurements with Conventional Methods in Determination Natural and artificial Nuclides in Soil", Report on Scientific Laboratory Study ,Atomic Energy Commisshon , Syrian Arab Rebablic, (2010).
- [86] N. Jibiri, M. Isinkaye and H. Momoh ," Assessment of Radiation Exposure levels at Alaba e-waste Dumpsite in Comparison with Municipal Waste Dumpsites in Southwest Nigeria", Journal of Radiation Research and Applied Sciences, Vol.7, No.4, pp.536-541, (2014).
- [87] D. Darwish, K. Abul-Nasr and A. El-Khayatt," The Assessment of Natural Radioactivity and its Associated Radiological Hazards and Dose Parameters in Granite Samples from South Sinai,Egypt", Journal of Radiation Research and Applied Sciences, Vol.8, No.1, pp.17-25, (2015).
- [88] C. Nwankwo, F. Ogundare and D. Folley," Radioactivity Concentration Variation with Depth and Assessment of Workers' Doses in Selected Mining Sites", Journal of Radiation Research and Applied Sciences, Vol.8, No.2, pp.216-220, (2015).
- [89] A. Razzaq and I. Ahmed, "Measuring the Concentration of Uranium for Adults Teeth in Adjacent Areas of Tigris River in Baghdad city Using Nuclear Track Detector CR-39", Iraqi Journal of Physics, Vol.11, No.21, pp. 54-58, (2013).
- [90] M. de Campos and E. Martins," Calibration of the Solid State Nuclear Track Detector CR-39 for Radon Measurements", INAC, International Nuclear Atlantic Conference, Brazil, (2007).

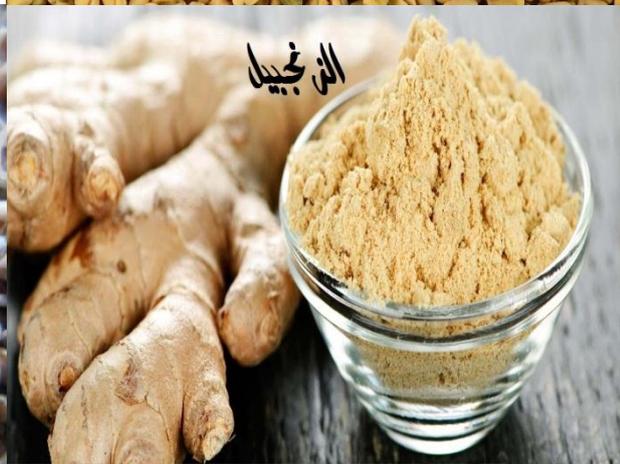
- [91] A. Yousef, M. Saleh, A. El-Farrash and A. Hamza , " Radon Exhalation Rate for Phosphate Rocks Samples Using Alpha Track Detectors", Journal of Radiation Research and Applied Sciences, Vol.9, No.1, pp. 41-46, (2016).
- [92] Tykva, Richard, and J. Sabol," Low-level Environmental Radioactivity: Sources and Evaluation", U.S.A. , (1995).
- [93] UNSCEAR, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation,"Sources and Effects of Ionizing Radiation", United Nations ,New York, (2000).
- [94] ICRP, International Commission on Radiation Protection," Radionuclide Release into the Environment", Pergamum Press, Oxford and New York, (1987).
- [95] V. Scheibel and C. Appoloni, "Survey of Natural Radioactivity levels in Paraguariensis (St. Hil.) by Gamma-ray Spectrum", Brazil Archives Biology Technology, Vol. 50, No. 5, pp. 901-904, (2007).
- [96] P. Manigandan," Activity Concentration of Radionuclides in Plants in the Environment of Western Ghats", Iran Journal of Radiation Research ,Vol.7 , No.2, pp.85-90 , (2009).
- [97] S. Chakraborty, R. Azim, A. Rahman and R. Sarker," Radioactivity Concentrations in Soil and Transfer Factors of Radionuclides from Soil to Grass and Plants in the Chittagong City of Bangladesh", Journal of Physical Science, Vol.24 , No.1, pp.95-113, (2013).
- [98] A. El-Shershaby ,S. El-Bahi, N. El-Dine and K. Dabayneh, "Assessment of Natural and Man-made Radioactivity levels of the Plant leaves Samples as Bio-indicators of Pollution in Hebron District-Palestine" Arab Journal of Nuclear Sciences and Applications, Vol.39, No.2, pp.232-242, (2006).

الملاحق

Appendices

ملحق رقم (1) صور الأعشاب الطبية المدروسة











الاصيلية ذات الالف ورقة



حشيشة الملاك



الحنظل



السطح



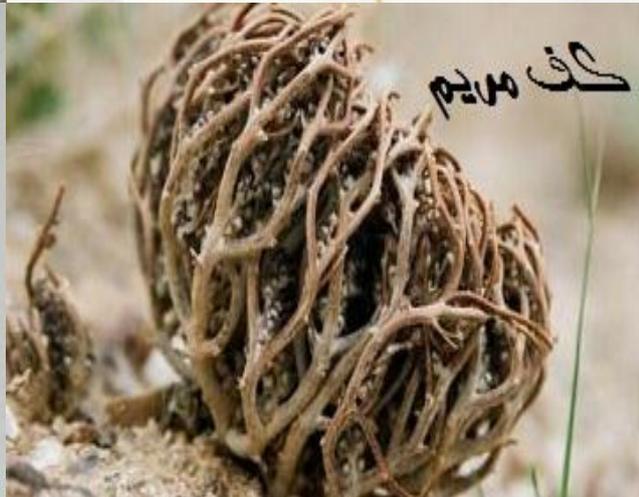
ورد ماري



زهر الكافور

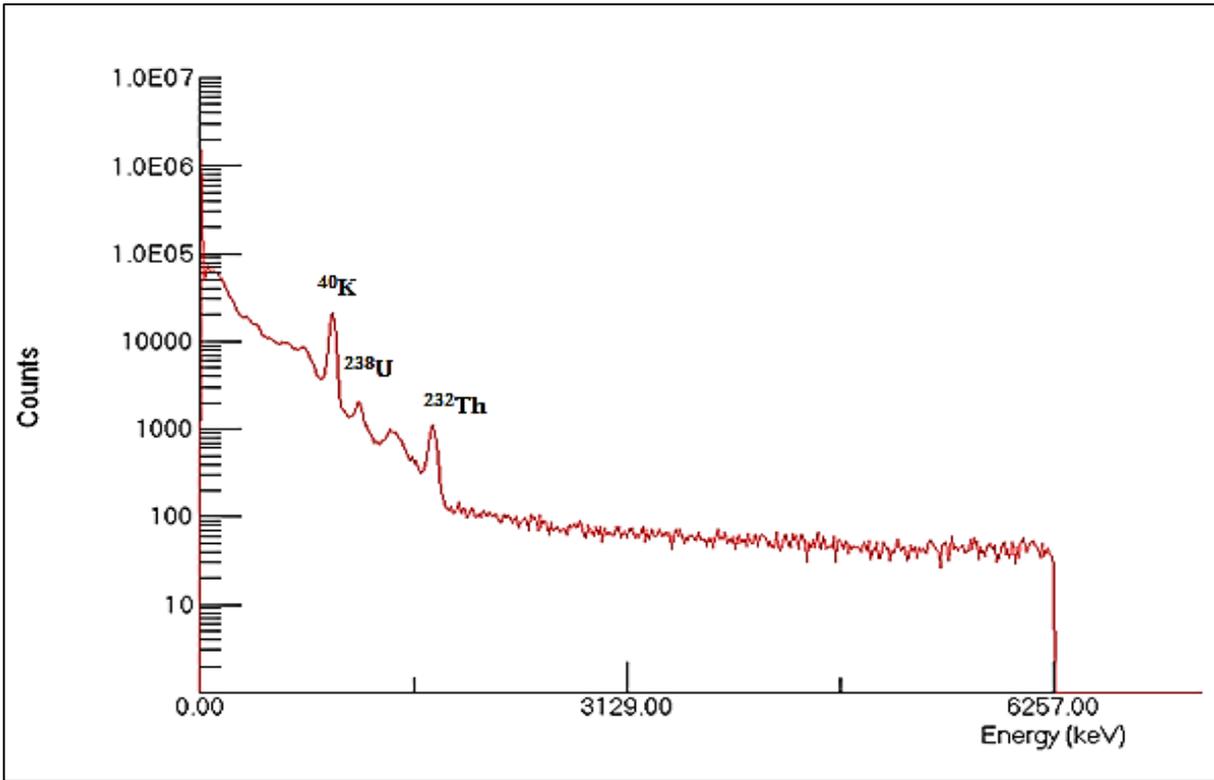


حشيشة السمان

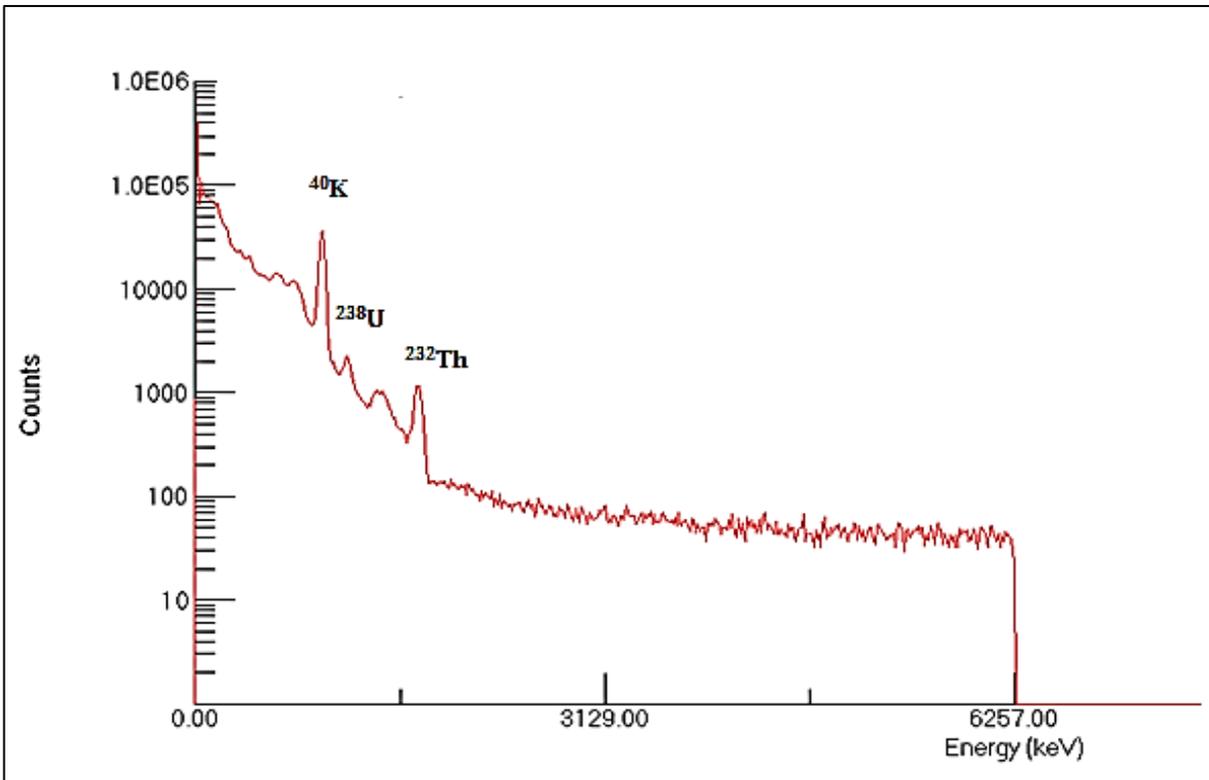


كرفس

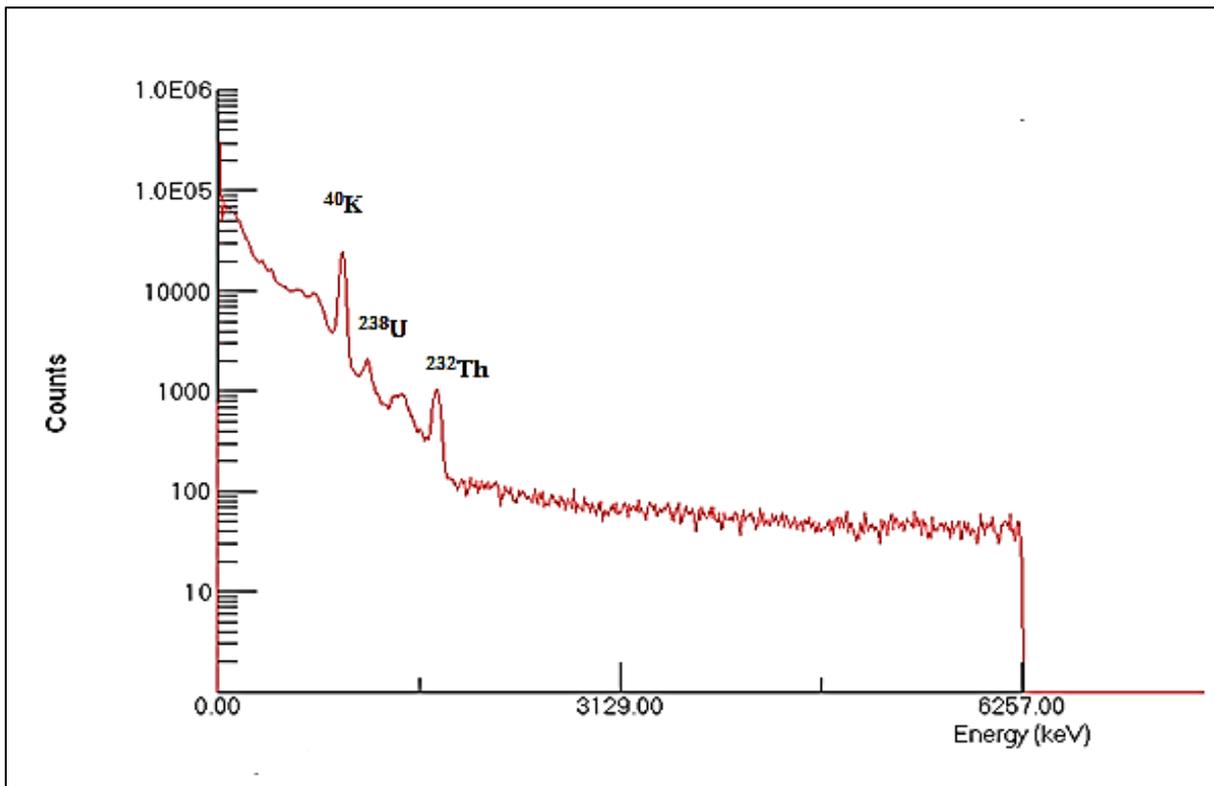
ملحق رقم (2) بعض الأطياف لنماذج الأعمدة الطيفية المدروسة



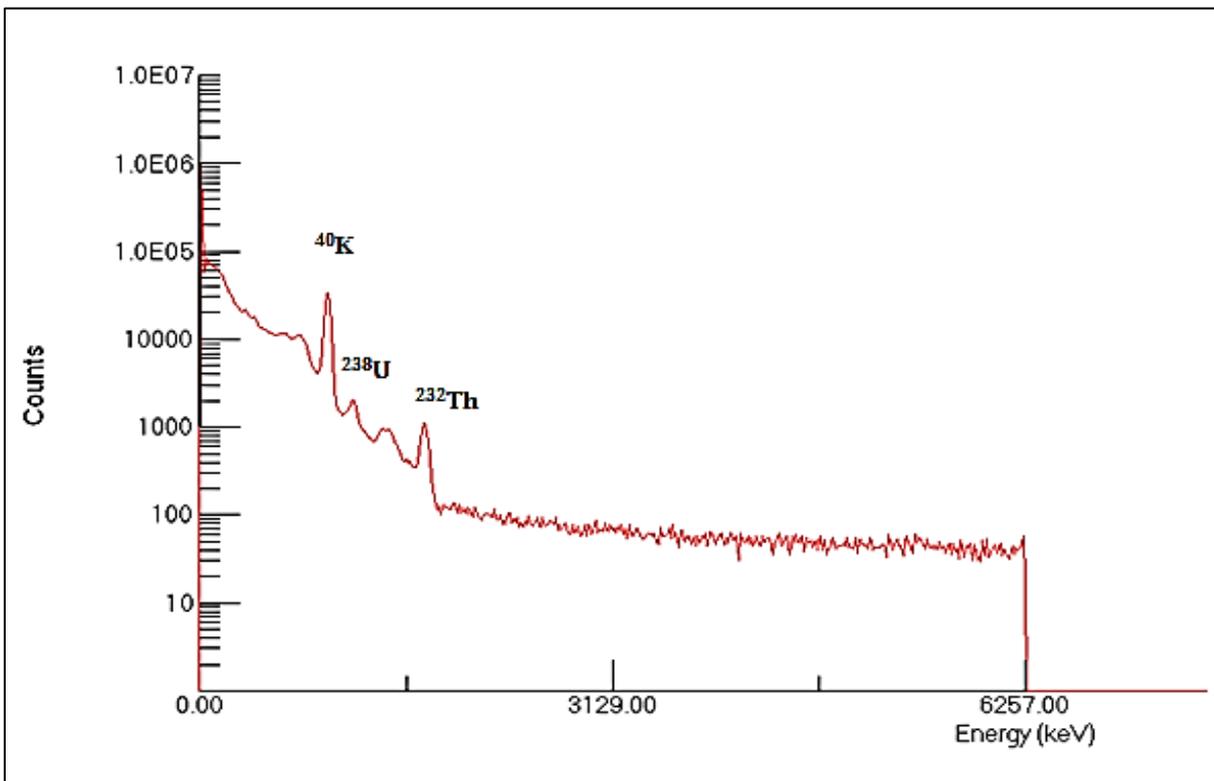
طيفه (H17) التحليل الجبل



طيفه (H29) الصخرية

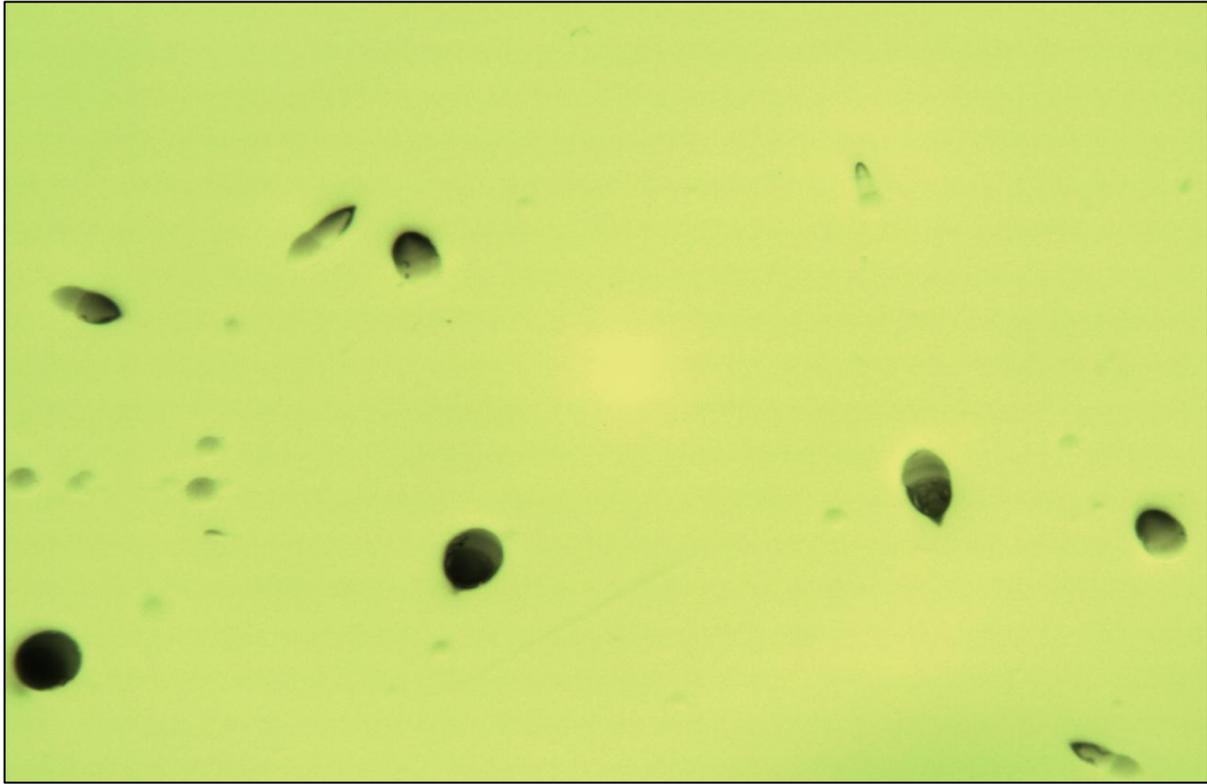


طيفه (H34) الأخبية

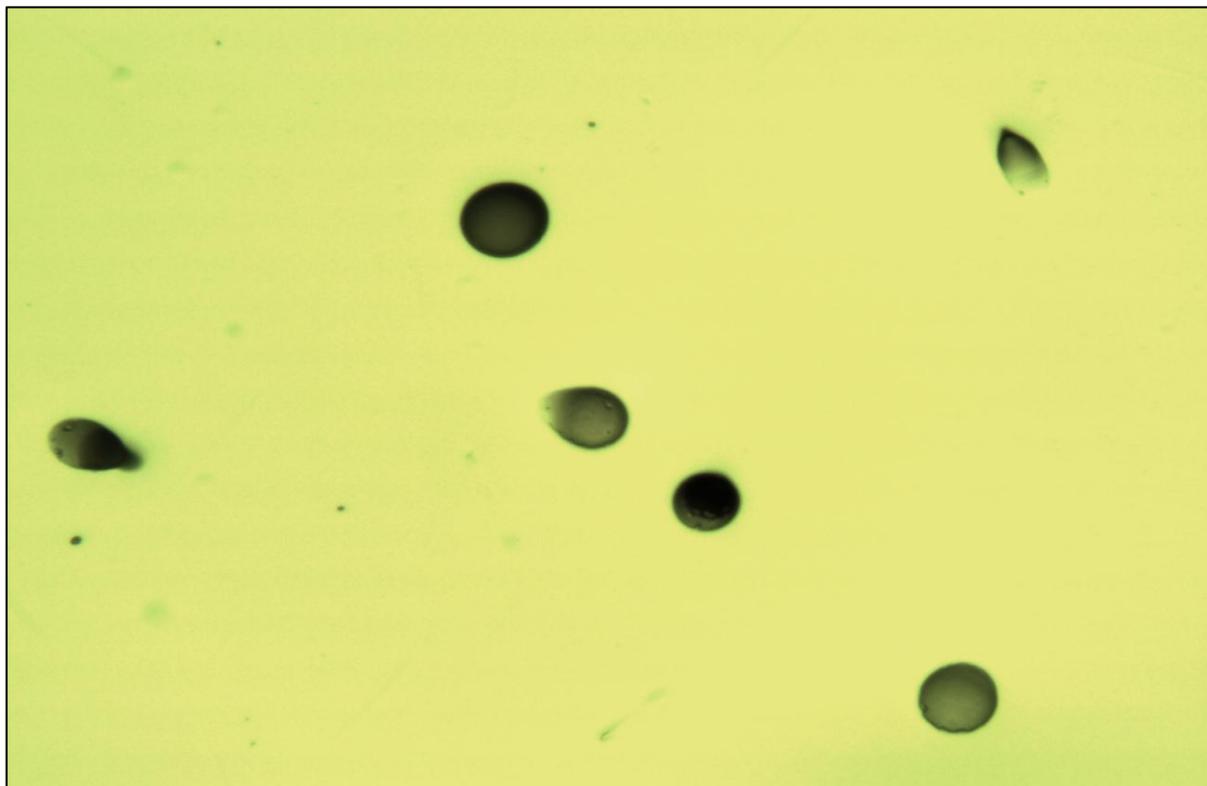


طيفه (H36) المنطل

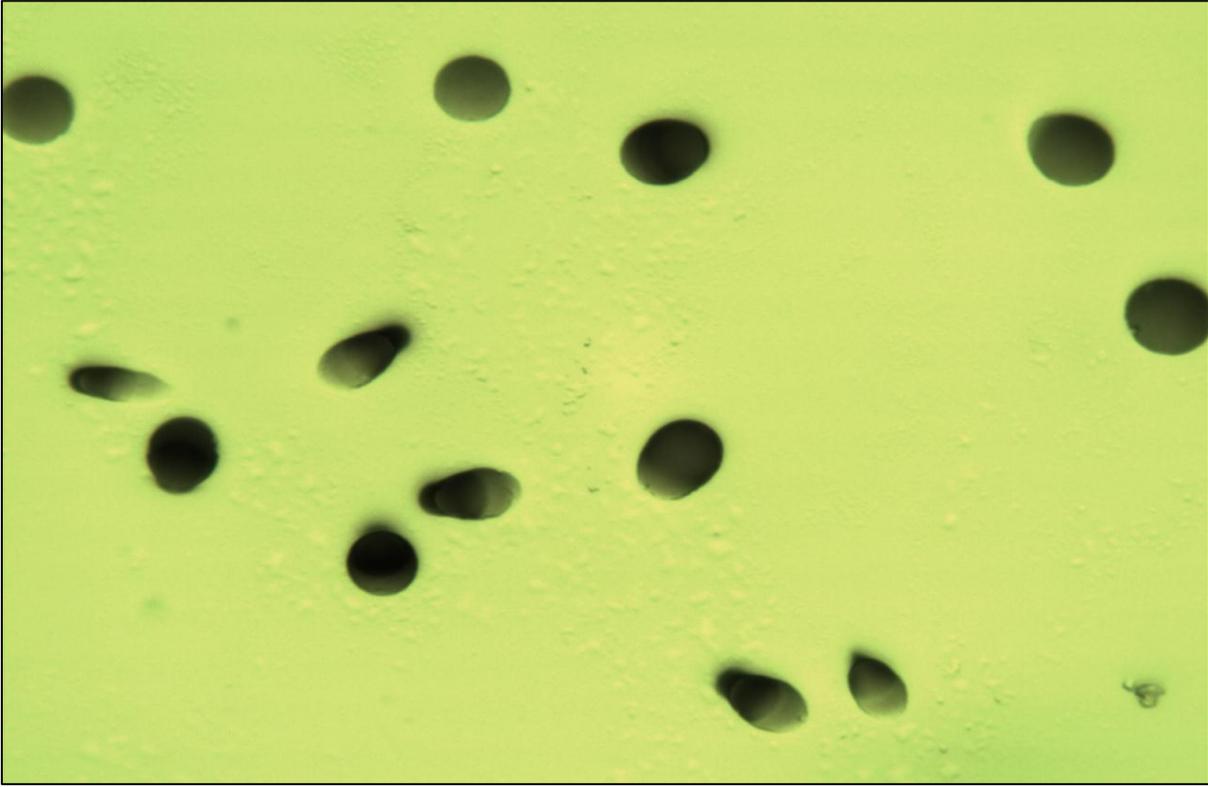
ملحق رقم (3) آثار جسيمات الفاي لبعض النماذج من الأعشاب الطبية المدروسة



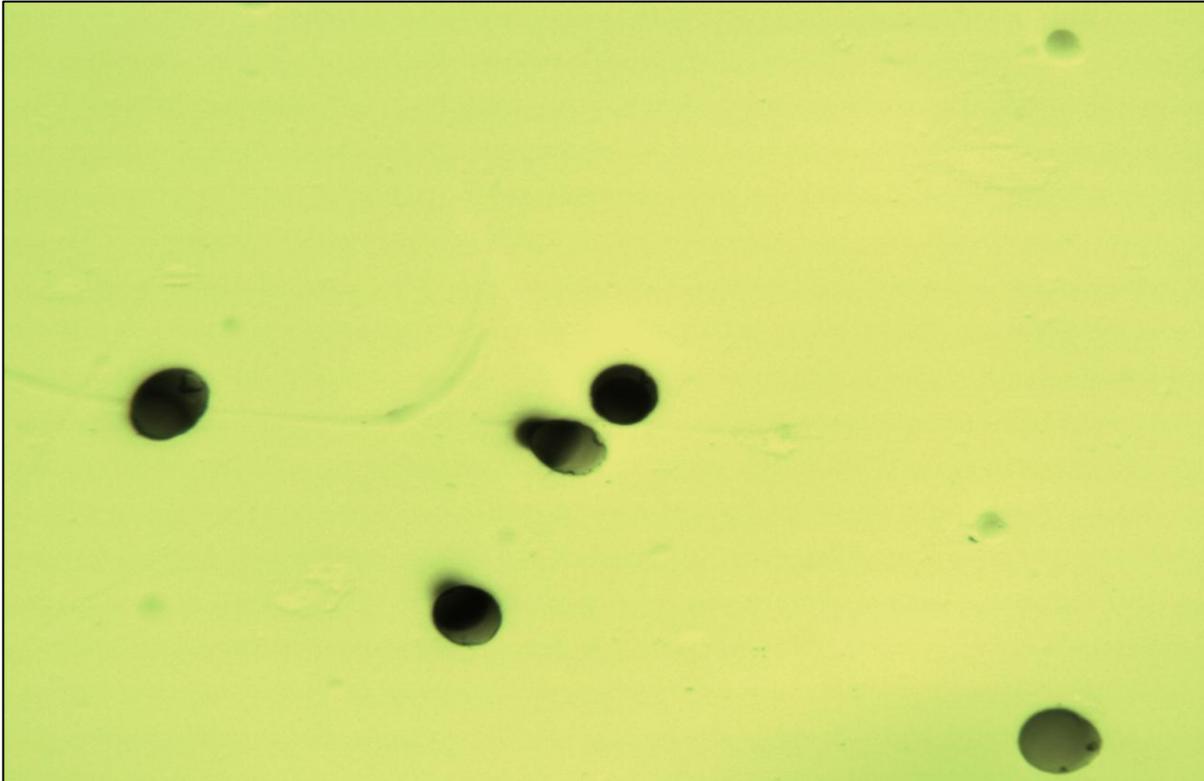
آثار جسيمات الفاي في عينة (H5) النعناع



آثار جسيمات الفاي في عينة (H12) لسان الحمل



أثار جسيمات الفاي فاي عشبة (H35) السعد



أثار جسيمات الفاي فاي عشبة (H40) كنه عريه

ملحق رقمه (4) صور لبعض القياسات في المختبر البيئي





Abstract

Allah The Almighty has created plants for humans for the purpose of food, healing and medicine, and for He has returned to the use of herbals and plants as a result of the emergence of negative side effects to some chemical drugs, For that reason, medicinal plants are considered an important source in terms of human consumption and uses many in medication and cooking and medicinal uses.

In this study, measurement of natural radioactivity levels in 40 have selected sample of medicinal herbs collected from the Iraqi markets (20.9.2015 to 01.11.2015) and various global origins, this study is conducted by using :

Detector system sodium iodide restaurant thallium NaI(Tl) Size (3"× 3") high efficiency, to measure the effectiveness of the quality of the nuclei of uranium-238, thorium-232, potassium-40 and in a period of time (24 hours).

It has been found that the radioactivity of uranium ^{238}U has ranged from (LD) to (12.591) Bq/kg at a rate of (4.686) Bq/kg, thorium ^{232}Th from(LD) to (14.633) Bq/kg at a rate of (2.916) Bq/kg, potassium ^{40}K from (78.560) Bq/kg to (579.327) Bq/kg at a rate of (219.134) Bq/kg, it has also been as equivalent radium ranging from (6.081) Bq/kg to (44.608) Bq/kg at a rate of (20.278) Bq/kg however, internal risk coefficient has ranged from (0.016) Bq/kg to (0.135) Bq/kg and in an average of (0.060) Bq/kg.

Also the Solid state nuclear track detectors (CR-39) has been used to measure the concentration and effectiveness of radon.

Measurement of concentrations and the effectiveness of radon ^{222}Rn are in the same selected samples and by system detector nuclear impact steel type (CR-39) and a time of amount of storage (day 90) concentration of radon ^{222}Rn has ranged from (10.660) Bq/m³ to (53.303) Bq/m³ at a rate of (26.537) Bq/m³ and specific activity of radon has ranged from (0.046) Bq/kg to (0.779) Bq/kg at a rate of (0.283) Bq/kg.

Analysis and scheduling of samples has been studied and compared with the global average and the permissible limits as recommended by the international scientific agencies, By comparing the results with universal values ($^{238}\text{U}=35\text{ Bq/kg}$, $^{232}\text{Th}=30\text{ Bq/kg}$, $^{40}\text{K}=400\text{ Bq/kg}$, $^{222}\text{Rn}=400\text{ Bq/m}^3$), it is found that radiation levels have studied from the models of the medicinal herbs used in local markets for most models fall within natural rates of permissible limits and don't cause any danger out of the radioactive aspect in terms of human consumption and use of medical treatment.

Republic of Iraq

Ministry of Higher Education & Scientific Research

University of Kufa

Faculty of Education for Girls

Department of Physics



***Measurement of Natural Radioactivity for
Selected Samples of Medicinal Herbs in Local
Markets***

A Thesis

*Submitted to the Council of the Faculty of Education for Girls | University of
Kufa*

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

By

Abdul-Hussein Abdul-Ameer Kareem

Supervised by

Asst. Prof. Heiyam Naji Hadi Al-Khafagi

1438 A.H.

2016 A.D.