

Radiation Risk (Dose) Assessment due to Phosphate Deposit in the Coastal Area

Dr. Read Shwekane*
Zenzn tanjor**

(Received 21 / 12 / 2017. Accepted 21 / 1 / 2017)

□ ABSTRACT □

This study included different measurements included phosphate depositions area of Ain Liloun area and around the coastal area and note if there are serious moral or for radon in houses that are studied in addition to estimating the dose experienced by families living in those Region

Work included distribution of reactants to measure radon gas in homes randomly in area and around the coastal mountain range of revelations over checks on East and West Sea survey about 11 villages which reagents were distributed in two phases and included all phases of summer and winter period selected bedrooms To be a site measurement at home and adopted complementary way (accumulative) using nuclear impact detectors type CR-39, then processing the results using a stiodnt test (T-test)

He found that the average radon concentration in houses was within normal limits and lower limits recommended by the ICRP 200Bq/m³ and showed no moral differences in radon concentrations between regions, and virtual high radon concentration in some areas was the result of special conditions such as the detector closed places poorly ventilated In some areas or the result of exceptional construction model with his foot or an affiliate of the social habits of the population. The study also found that homes that used stone material in their construction was the highest radon concentration of houses built from bricks and cement and increase in radon concentration in houses where the detector at ground level compared with the first floor. And show that the current population dose for highest concentration 2.0 mSv/y on the assumption that the entire area studied area appears, it goes down to 0.2 mSv/y then enter the actual space is less than public dose (1mSv/y) by the ICRP.

Keywords: Radon, phosphate depositions, nuclear impact detectors CR-39, ICRP

*A third researcher -Syrian Atomic Energy Commission

** Work supervisor engineer in agriculture Faculty -Tishreen University

قياس التعرضات الإشعاعية الناتجة عن التوضعات الفوسفاتية في المنطقة الساحلية (عين ليلون)

د. رياض شويكاني*

زنان طنجور**

(تاريخ الإيداع 21 / 12 / 2017. قبل للنشر في 21 / 1 / 2017)

□ ملخص □

تضمنت هذه الدراسة إجراء قياسات مختلفة شملت منطقة التوضعات الفوسفاتية منطقة عين ليلون وما حولها في المنطقة الساحلية، وملاحظة فيما إذا كان هناك تعرض أو خطورة ذات دلالة للرادون في المنازل التي خضعت للدراسة بالإضافة إلى تقدير الجرعة التي تتعرض لها العائلات القاطنة في تلك المنطقة.

تضمن العمل توزيع كواشف لقياس غاز الرادون في المنازل بشكل عشوائي ويشكل يغطي منطقة التكتشافات وما حولها من سلسلة الجبال الساحلية شرقاً وحتى البحر غرباً، وشملت الدراسة حوالي 11 قرية وتم توزيع الكواشف فيها على مرحلتين وتضمنت كل من المرحلتين فترة صيف وشتاء، واختيرت غرف النوم لتكون موقع القياس في المنزل، واعتمدت الطريقة التراكمية (التراكمية) باستخدام كواشف الأثر النووي نوع CR-39، ثم جرت معالجة النتائج إحصائياً باستخدام اختبار استيويدنت (T-test)

وجد أن وسطي تركيز الرادون في المنازل كان ضمن الحدود الطبيعية وأقل من الحدود الموصى بها من قبل ICRP 200Bq/m^3 ولم تظهر أي فروق ذات دلالة في تراكيز الرادون بين المناطق، وأن الارتفاع الظاهري لتركيز الرادون في بعض المناطق كان نتيجة لظروف خاصة كوضع الكاشف بأماكن مغلقة سيئة التهوية في بعض المناطق أو نتيجة طراز البناء المتميز بقدومه أو تابعاً لعادات السكان الاجتماعية.

كما وجد في هذه الدراسة أن المنازل التي استخدمت مادة الحجر في بنائها كان تركيز الرادون فيها أعلى من المنازل المبنية من البلوك والإسمنت، ولوحظ ارتفاع في تركيز الرادون في المنازل التي وضع فيها الكاشف في الطابق الأرضي مقارنة مع الطابق الأول.

وتبين بأن الجرعة الحالية للسكان بالنسبة للتركيز العليا هي 2.0 mSv/y على افتراض أن كامل المنطقة المدروسة منطقة تكتشافات، إلا أنها تنخفض إلى 0.2mSv/y بعد إدخال المساحة الفعلية وهي أقل من جرعة عموم الناس (1mSv/y) حسب الـ ICRP.

الكلمات المفتاحية: رادون، توضعات فوسفاتية، كاشف الأثر CR-39، هيئة الطاقة الذرية

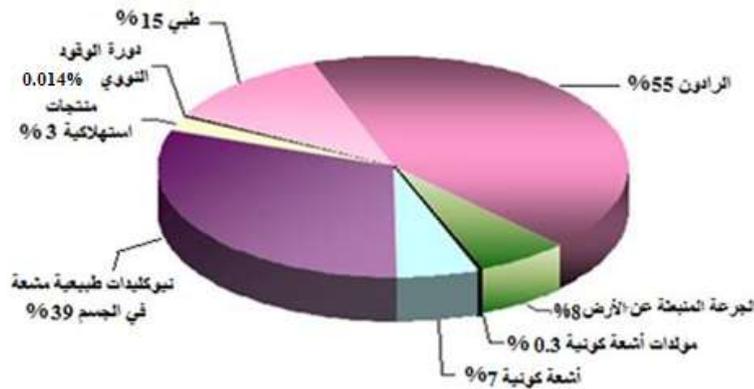
* باحث ثالث - هيئة الطاقة الذرية السورية

** مهندسة مشرفة على الأعمال في كلية الزراعة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية

مقدمة:

إكتشف هنري بيكريل Henry Becquerel ظاهرة النشاط الإشعاعي Radioactivity عام 1896، وسرعان ما تم تحديد ثلاثة أنواع من الأشعة الصادرة عن النشاط الإشعاعي: أشعة ألفا (α) التي بين رذرفورد Rutherford عام 1909 أنها عبارة عن نوى ذرات الهليوم ^4He ، أشعة بيتا (β) التي بين بيكريل عام 1900 أنها عبارة عن إلكترونات Electrons، وأشعة غاما (γ) التي بين رذرفورد عام 1914 أنها عبارة عن أشعة كهرومغناطيسية Electromagnetic [1]. يعتبر الرادون غاز ذو منشأ طبيعي ينتج عن تفكك عنصر الراديوم المشع ويعود هذا العنصر إلى واحدة من السلاسل الثلاث الأكثر أهمية من سلاسل النشاط الإشعاعي الطبيعي وهي سلسلة اليورانيوم ^{238}U وينشأ عنها الرادون 222 وسلسلة الثوريوم 232 وينشأ عنها نظير الرادون 220 والذي يدعى بالثورون 220 وسلسلة اليورانيوم ^{235}U التي وينشأ عنها نظير الرادون 219 المعروف بالأكتينيوم 219 . [2] يتواجد الرادون بشكل طبيعي تقريباً في كل مكان كالراديوم المنتشر خلال قشرة الأرض [3].

أقر العلماء بإجماع على اعتبار أن غاز الرادون السبب المحتمل للإصابات السرطانية في البشر، وأوضح العلماء العاملون في وكالة الحماية البيئية في الولايات المتحدة أن حوالي 5,000 إلى حوالي 20,000 من الوفيات سنوياً كانت نتيجة إصابتهم بسرطان الرئة يمكن أن يُنسبوا إلى التعرض لغاز الرادون، ومن المؤكد الآن أن استنشاق الرادون وبناته ذوات عمر النصف القصير من قبل الناس هو المساهم الأكبر في جرعة الإشعاع الفردية وذلك لكلا التعرضين خارج المنازل (Outdoor Exposure) وفي داخلها (Indoor Exposure) [4]، كذلك بينت البحوث وتحت الظروف العادية أن أكثر من 70% من الجرعة السنوية لعامة الناس تعود إلى مصادر طبيعية للأشعة المؤينة بينما 40% يعود إلى استنشاق وابتلاع غاز الرادون Rn-222 ونواتج تفككه [5]. ويبين الشكل (1) خريطة الجرعة السنوية كما أقرتها ICRP.



الشكل (1) خريطة الجرعة الدولية كما أقرتها ICRP [5]

ينتمي غاز الرادون إلى عمود الغازات النبيلة أو الخاملة، وبسبب خمول غاز الرادون فإنه لا يحتبس في الجهاز التنفسي ولا يساهم بذلك كثيراً في الجرعة الإشعاعية، غير أن منتجات تفككه قصيرة عمر النصف تترسب في الرئة والقصبات وتصدر جسيمات ألفا فتؤدي جراء استنشاقها إلى جرعة إشعاعية تزيد 100 مرة عن ما يسببه إشعاع الرادون

وحده [2]. والمصدران الأساسيان للرادون في الوسط الخارجي هما التربة والماء، التي تشارك في رفع تركيزه في الغلاف الجوي الأرضي [6]. وينتج حوالي 80% من غاز الرادون المنبثق إلى الوسط الخارجي عن الطبقة العليا للأرض [7]. يكون تركيز غاز الرادون في المياه تحت سطح الأرض مرتفعاً، وخاصة في الأرض الغرانيتية، حيث وصلت في الولايات المتحدة الأمريكية حتى 10000 بيكريل/لتر، ومع ذلك فإن مشاركة الماء في انطلاق غاز الرادون إلى داخل المسكن هي قيمة محدودة، لا تتجاوز واحد بالعشرة آلاف من تركيز غاز الرادون في الماء [8].

تحتوي مواد البناء المصنوعة من التربة والصخور مثل (الإسمنت، البلوك، السيراميك،... الخ) على مواد مشعة ذات منشأ طبيعي مثل اليورانيوم والراديوم وبالتالي فهي تولد الرادون، ولهذه المواد نفوذية كافية لينطلق الرادون المتولد ضمنها إلى الوسط الخارجي، أما المواد ذات المنشأ غير الأرضي (مثل الخشب) فهي تحوي كمية منخفضة جداً من الراديوم ويعتمد تركيز الرادون داخل المنازل بشكل عام على عادات وسلوكيات القاطنين فيه والفترات التي يقضونها ضمن وخارج المنزل، وتعتبر التهوية أحد أهم العوامل التي تؤثر على تركيز الرادون داخل المنازل، يظهر بشكل عام أن تركيز الرادون داخل المنزل يتناسب عكساً مع معدل التهوية فيه. ويختلف هذا المعدل حسب نوع البناء وعادات السكان،... الخ. [9]، كما أن هناك عوامل أخرى تؤثر في تركيز الرادون في المنازل منها الرطوبة ودرجة الحرارة، كما تبين أن تركيز الرادون يزداد مع زيادة عمر المنزل [10]، وببساطة يزيد الدخان من تركيز المعلفات الموجودة في الهواء داخل المنزل، وبالتالي تزيد كمية منتجات تفكك الرادون المنقلة إلى الرئة مما يؤدي إلى زيادة في التعرض ينجم عنها زيادة في الخطر [11].

تكمّن الآثار الصحية للرادون في جسيمات ألفا الصادرة عنه وعن نواتج تفككه، حيث تمتلك هذه الجسيمات الطاقة الكافية لتخترق النسيج وتصل إلى القسم الداخلي للخلايا وتخريب هذه النسيج. هناك طريقتان يمكن للرادون ونواتج تفككه أن يدخلوا جسم الإنسان وهما التنفس والهضم، ويعتقد أن الهضم ليس خطراً حيث وجود الطعام في المعدة ولو بسماكة لا تتجاوز 1.5 مم يمكن أن يوقف معظم جسيمات ألفا الصادرة عن تفكك الرادون ووليداته [12]. ووجد أن العمر البيولوجي النصف للرادون هو 30 دقيقة عندما تكون المعدة فارغة و 70 دقيقة عندما تكون المعدة ممتلئة ولا توجد حتى الآن أي إثباتات تربط ابتلاع الرادون وزيادة الحالات السرطانية المعدية [13].

أما استنشاق الرادون فالوضع مختلف، حيث كما ذكرنا سابقاً يكمن الخطر في جسيمات ألفا الصادرة عن وليدتي الرادون البولونيوم-218 و البولونيوم-214. ذلك أن الرادون غاز نبيل ذو عمر نصف كبير مقارنة مع الدورة التنفسية، فهو إما ينتقل إلى الدورة الدموية أو يعود ويخرج من الرئة عن طريق الزفير، و لما كانت نواتج تفكك الرادون تعلق نفسها على المعلفات الهوائية فلها احتمال كبير أن تدخل الرئة وتتفكك و تؤذي الرئة، وأوضحت الدراسات أن الجرعة التي تتلقاها الرئة أكبر من 2 إلى 3 مرات من تلك التي تتلقاها المعدة نتيجة الهضم [13].

يوجد الفوسفور بنسبة كبيرة في القشرة الأرضية (حوالي 0.118% من وزن القشرة) ويدخل بشكل رئيسي بتركيب فوسفات المعادن في أكثر من 200 فلز وأكثرها انتشاراً فلزات الأباتيت apatit وهي اورتو فوسفات الكالسيوم $Ca_5X(PO_4)_3$ (X فلور أو كربونات أو هيدروكسيل) وتدعى عادة بالصخور الفوسفاتية [14]. ومجموعة الأباتيت والفوسفيدات هي فلزات أولية أما قائمة فلزات الفوسفات الثانوية المشتقة من فلزاته الأولية بتأثير الفساد والتغاير والتجوية فهي طويلة للغاية وتساعد البنية البلورية للأباتيت سواء الأولي أو الثانوي في استيعاب العديد من العناصر بحيث تصبح صخور الفوسفات أكثر اغتناءً من غيرها ببعض العناصر كاليورانيوم والفلناديوم وبعض العناصر الترابية النادرة [15]. وتمثل التوضعات الفوسفاتية السورية جزءاً من الحزام الفوسفاتي لشرق البحر الأبيض المتوسط والذي تكون

خلال فترة الكريستالسي الأعلى -الإيوسين، وتنتشر هذه التوضعات في عدد من المناطق السورية، في المنطقة التدمرية، الساحلية، وفي الصحراء السورية المميزة بسحنات فوسفاتية صريحة (فوسفوريت) وسحنة كربوناتية وسحنة سيليسية [16]. ويختلف محتوى عنصر اليورانيوم في توضعات الفوسفات من مكان لآخر ومن طبقة فوسفاتية إلى أخرى، ولكن متوسط محتوى اليورانيوم بشكل عام هو في حدود 100 ppm أو أقل بقليل مع وجود حالات خاصة يتجاوز فيها التركيز قيماً تزيد عن 200 ppm [14].

تتوضع الصخور الفوسفاتية في السلسلة الجبلية الساحلية إلى الشرق من منطقة عين التينة وبتجاه الوادي الفاصل ما بين موقع عين التينة وعين ليلون (وادي عين التينة) وهي تمتد إلى مسافة عدة مئات من الأمتار إلى الجنوب والجنوب الشرقي من وادي عين التينة [17]. و تقدر سماكة التوضعات الفوسفاتية في موقع عين ليلون بحدود 25-30 متراً كما أن امتدادها الجانبي يصل إلى عين التينة شمالاً ولكنه امتداد محدود جنوباً [18].

تتميز التوضعات الفوسفاتية في العالم عموماً وفي سورية أيضاً بغناها النسبي بعنصر اليورانيوم المرافق للفوسفوريت بسبب ارتباطه مع فلز الأباتيت (وهو الفلز الرئيسي المكون للفوسفات) عن طريق إحلال اليورانيوم في الشبكة البلورية للأباتيت أو عن طريق الإدمصاص على سطوح بعض الحبيبات الفوسفاتية والعضوية أو الإستقرار بين الفراغات البلورية للأباتيت ويتراوح تركيز اليورانيوم في الفوسفوريت السوري بشكل عام ضمن المجال 55-100 ppm [19].

بين جبيلي وزملاؤه (1998) أثر التجوية على التوضعات الفوسفاتية الحاوية على اليورانيوم في موقع عين ليلون من الساحل السوري باستخدام تقانتي الرادون وغاما وهي دراسة علمية ميدانية وهدفت الدراسة إلى تقييم الآثار الإشعاعية التي خلفتها عوامل التجوية ونواتج التعرية على تلك التوضعات الفوسفاتية الحاوية على عنصر اليورانيوم [17].

قامت دراسة أخرى بتحديد مستويات اليورانيوم في النباتات التي تنمو في ترب ناتجة عن تفتت الصخور الفوسفاتية والتي تتميز باحتوائها على تراكيز مرتفعة من اليورانيوم في مواقع مختلفة يتباين تركيز اليورانيوم في تربها في المنطقة الساحلية السورية، وجمعت معظم الأنواع النباتية من ثلاثة مواقع، موقع عين ليلون، موقع المروج، وموقع الشاهد، مختلفة عن بعضها في تراكيز اليورانيوم في التربة [20].

أهمية البحث وأهدافه

تتبع أهمية البحث من أن المواد المشعة تكون في الفوسفات إجمالاً في حالة توازن إشعاعي لكن هذا التوازن يتخلل أثناء عمليات رفع نسبة الفوسفات وتصنيعه حيث يجري تركيز أكثر لبعض النظائر المشعة هنا وإنقاص لها هناك ولقد أصبح متعارف عليه عالمياً أن لغاز الرادون على المدى الطويل وفي حالة التركيزات المرتفعة نسبياً احتمالات سرطانية ملموسة مما دق ناقوس الخطر وأثار ضجة بيئية وإشعاعية كبيرة في العالم وقد استدعى ذلك استصدار العديد من التشريعات سواء ما تعلق منها بهذا الغاز مباشرة أو باليورانيوم بشكل غير مباشر وهدفت الدراسة إلى:

- تقدير التعرضات الإشعاعية في المنطقة الساحلية (منطقة عين ليلون وماحولها) لاحتوائها على تكشفات فوسفاتية تحوي مستويات مرتفعة نوعاً ما من النكليدات المشعة الطبيعية والتي أدت إلى وجود مستويات مرتفعة من جرعة غاما

طرائق البحث ومواده

1. اختيار منطقة الدراسة:

جرى تحديد منطقة التكتشفات ومنطقة التوضعات الفوسفاتية على الشريط الساحلي لسورية المتمثلة بعين ليلون وعين التينة بالإضافة للمناطق المجاورة التي تحوي نواتج التجوية لهذه التكتشفات (على امتداد بروفييل وادي المزيرعة وحتى الشاطئ) كمنطقة دراسة.

تقع منطقة عين ليلون إلى الشرق والجنوب من مدينة اللاذقية بين خطي طول (E 36°08' - 35°45') وبين خطي عرض (N 35°32' - 35°28') وتمثل جزءاً من السلسلة الجبلية الساحلية المتاخمة للشاطئ السوري من جهة الشرق وتخترق المنطقة العديد من المسيلات السطحية والأودية العميقة حادة القعر ذات الانحدار الشديد نحو الغرب ويعتبر وادي المزيرعة من أهم تلك الأودية ضمن قطاع منطقة الدراسة ويمتد على طول مسافة تقدر بحوالي 23 كم مؤلفة بشكل أساسي من جدر كربوناتية من الحجر الكلسي والدولوميا مروراً بتوضعات فوسفاتية كربوناتية حاوية على الغلوكوني ومنتكشفة في موقع عين ليلون ويقدر الارتفاع عن سطح البحر في منطقة عين ليلون بحدود 650 متراً [17]. تقدر سماكة التوضعات الفوسفاتية في موقع عين ليلون بحدود 25-30 متراً كما أن امتدادها الجانبي يصل إلى عين التينة شمالاً ولكنه امتداد محدود جنوباً، فاعتماداً على الدراسات الجيولوجية التي أجريت لهذه المناطق [16,18,21]، وعلى المشاهدات الحقلية لمنطقة الدراسة واعتماداً على طبيعة المنطقة الجبلية وبما يتوافق مع مسارات المسيلات المائية المنطلقة من مناطق الفوسفات، بالإضافة لمراعاة وجود التجمعات السكنية في المنطقة، تم تحديد المناطق التي ستغطيها الدراسة وشملت محورين رئيسيين يغطيان المناطق التالية من الشرق إلى الغرب:

1. عين ليلون (منطقة التكتشفات الفوسفاتية) - المزيرعة - بابو - الرومية - الصنوبر (تقع على شاطئ البحر).
2. دير ماما - عين التينة (تحتوي أيضاً على توضعات فوسفاتية) - الحفة - الشلفاطية - الشير - البصة (التي تقع على شاطئ البحر غرباً).

اختيرت المنازل المدروسة بشكل عشوائي بحيث تغطي منطقة الدراسة، كما اختيرت بعض المنازل التي لها خصوصية معينة من حيث الموقع (كقربها من المسيل أو فوق التوضعات) أو من حيث طبيعة البناء. ويظهر الشكل (2) كافة المناطق التي وزعت فيها الكواشف على خارطة لمنطقة اللاذقية



الشكل (2) يبين خارطة لمنطقة اللاذقية توضح كافة نقاط القياس في منطقة الدراسة

2. القياسات الحقلية في منطقة الدراسة:

1.2. قياس الرادون في المنازل باستخدام كواشف الأثر النووي CR-39.

جرى قياس تركيز الرادون في المنازل على مرحلتين :

المرحلة الأولى جرى فيها توزيع 93 كاشف بشكل يغطي كامل المنطقة المدروسة وبحيث يتم وضع الكواشف في أماكن آمنة وبعيدة عن متناول الأيدي، وحددت غرف النوم لتكون موقع القياس وذلك لأنها تتمتع بمعامل انشغالية أعظمي من قبل قاطني المنزل. وتركت كواشف هذه المرحلة لمدة 138 يوم وذلك خلال الفترة من 5/9/2011 لغاية 21/1/2012 وفي نهاية الفترة جمعت الكواشف وحصل منها على 60 كاشف فقط وكانت نسبة الفقد حوالي (35%). في المرحلة الثانية جرى توزيع 82 كاشفاً تركت لفترة ثانية امتدت من 2012-1-21 لغاية 2013-6-16 أي استمرت 146 يوم وفي هذه المرحلة أمكن جمع 69 كاشف بنسبة فقد قدرها (15%) بلغ عدد الكواشف النهائي 129 كاشفاً من الدفعتين. وتضمن العمل المراحل التالية:

• تحضير كواشف القياس وتوزيعها:

اعتمدت كواشف الأثر النووي من النوع (CR-39) - من إنتاج شركة بيج الإنكليزية- لقياس تركيز الرادون بالطريقة التكاملية، وكخطوة مبدئية حضرتت الكواشف في مخابر الهيئة قبل وضعها في حجيرة قياس الرادون وتوزيعها وفيما يلي خطوات تحضير الكواشف.

- 1- قطعت الكواشف والتي تكون عبارة عن ألواح مستطيلة بأبعاد 47cm x30cm وسماكة 1mm إلى كواشف صغيرة بأبعاد 1.5 cm × 1.5 cm وسماكة 1mm.
- 2- رقت الكواشف بأرقام تسلسلية مناسبة بعد تقطيعها، على أحد أوجه الكاشف وذلك للتمييز بين الكواشف، وتحديد الوجه المعرض.



حجيرة قياس الرادون

- 3- حضرتت حجيرات قياس غاز الرادون، بحيث تحتوي كل حجيرة على كاشف أثر نووي واحد، تم تثبيته في أسفل الحجيرة، بحيث يكون التعرض للوجه العلوي، والحجيرة عبارة عن علبة بلاستيكية مزودة من الأعلى بمرشح ورقي يسمح لغاز الرادون فقط الوصول داخل الحجيرة، فيما تتوقف المعلقات ونواتج تفكك الرادون التي يزيد قطرها عن قطر مسامات المرشح. يتفكك الرادون الموجود في الداخل معطياً جسيمات ألفا التي تسجل على سطح الكاشف.

- 4- وزعت العلب المحضرة في المنازل المدروسة في المنطقة المختارة بعد الحصول على الموافقة المسبقة من محافظ مدينة اللاذقية وبمساعدة من رؤساء البلديات في المناطق المذكورة

- 5- ملئت استمارة مخصصة للقياسات الميدانية، والتي تتضمن

معلومات حول المكان الذي وضع فيه الكاشف حيث تبين مواصفات المنزل وعادات سكانه وبعض المعلومات التي من الممكن أن يكون لها أثر على تركيز الرادون في المنزل والتي تساعد في تفسير النتائج. ملحق (1)



صورة السافيمو



جهاز AB5 المستخدم في قياسات الرادون

• معالجة الكواشف المعرضة:

جمعت حجيرات الرادون الموزعة في المنازل بعد انتهاء المدة وسجلت المعلومات الخاصة بذلك على الاستمارة ورفعت الكواشف من الحجيرات وجرى معالجتها لإظهار الآثار عليها وعدها بهدف تقدير وسطي تركيز الرادون الذي تعرض له الكاشف وفيما يلي مراحل المعالجة:

-**الحك الكيميائي:** لإظهار الآثار بشكل جيد وواضح خضعت الكواشف المعرضة في المنازل في كلا الدفعتين لعملية حك كيميائي باستخدام حمام مائي يحوي محلول ماءات الصوديوم (NaOH) تركيزه 6.25 نظامي عند درجة حرارة $70C^0$ ، استمرت هذه العملية لمدة سبع ساعات، فقد جرى تسخين الماء إلى درجة حرارة $70C^0$ ، ثم وضع البيشر (الوعاء) الحاوي على محلول ماءات الصوديوم NaOH ضمن الماء ليصبح على توازن حراري معه، وبعد عملية الحك جرى غسل الكواشف بالماء المقطر لمدة عشر دقائق وتم التجفيف لتصبح الكواشف جاهزة للعد.

-**عد الآثار:** عدت الآثار بمخابر هيئة الطاقة الذرية بواسطة

مجهر ضوئي من نوع (40-medilux) - صنع شركة (Kyowa)

بتكبير مناسب، وتم حساب مساحة مشهد العد بواسطة مسطرة مدرجة

خاصة. عدت الآثار في كل كاشف بحيث يكون الخطأ النسبي أقل من 10%، وذلك بإحصاء أكثر من 100 أثر في كل كاشف. ومن ثم تم حساب وسطي التعداد في المشهد الواحد، يقسم الوسطي على مساحة المشهد 0.00159 cm^2 لنحصل على تركيز الآثار (Tr/cm^2) .

حساب معامل المعايرة: من أجل تحويل تركيز الآثار على الكواشف إلى وسطي تركيز الرادون كان لابد من إجراء عملية معايرة يجرى فيها تعريض مجموعة من الكواشف البلاستيكية إلى مصدر عياري للرادون ولأزمنة مختلفة مع رسم منحنى معايرة يربط بين تركيز الآثار المسجلة على الكواشف مع كمية التعرض لغاز الرادون

2.2. قياس منتجات تفكك الرادون في الهواء بالطريقة الآتية (خلية لوكس): اختير 10 منازل، أجري

فيها 11 قياساً لتركيز بنات الرادون بالطريقة الآتية، أجريت القياسات في المنازل التي أعطت كواشف (CR39) فيها قيماً مرتفعة نوعاً ما في تركيز الرادون، بالإضافة إلى بعض المنازل التي كان لها خصوصية معينة من حيث طراز البناء أو الموقع وسجلت مواصفات البناء وموقع القياس.

استخدم في القياس جهاز **AB-5**: يستخدم هذا الجهاز لقياس الرادون ونواتج تفككه في مختلف الظروف البيئية، وهو جهاز مراقبة إشعاعية محمول صنع شركة Pylon الكندية. يتألف هذا الجهاز بشكل رئيسي من أنبوب المضاعف الضوئي وعداد إلكتروني.

4.2 قياسات غاما في المنازل.:

أجريت القياسات باستخدام جهاز المسح الإشعاعي السافيمو لتشمل كل المنازل الموزعة في منطقة الدراسة، وهو جهاز محمول نوع SPP-2-NF مع كاشف داخلي والذي يعتمد على بلورة يوديد الصوديوم ككاشف

(Saphymo-Made in france)، يعاير هذا الجهاز باستخدام منابع السيزيوم في المخبر الوطني للقياسات الإشعاعية (NRML) في هيئة الطاقة الذرية السورية. ويستطيع هذا الجهاز كشف طاقات غاما بحدود 50Kev وما فوق والكاشف متصل بعداد نووي يقوم بإعطاء القراءات بوحدة عدة/الثانية وهناك مع الجهاز منحنى معايرة مرفق لتقييم الجرعة الإشعاعية.

5.2. قياسات الإحداثيات المكانية:

حددت إحداثيات النقاط (خط الطول والعرض والارتفاع) التي جرت فيها القياسات والنقاط التي أخذت منها العينات باستخدام جهاز الـ GBS، لتسهيل عملية رسم الخرائط النهائية عن المواقع والقياسات.

3.3. طرق التحليل المستخدمة:

1.3.3 الاختبارات الإحصائية الفرضية (توزع استيودنت):

يستخدم توزع استيودنت T من أجل اختبار الفارق بين متوسطي مجتمعين احصائيين في حالة عينات صغيرة الحجم من أجل الحكم على الاختلاف بين هذين المتوسطين عن طريق دراسة الفرضية الابتدائية، ويتم ذلك باستعمال المعادلات الإحصائية.

2.3.3 البرنامج الحاسوبي Resrad:

طور هذا البرنامج من قبل الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (EPA) لحساب وجود المواد المشعة وعلاقة الجرعة الإشعاعية للأفراد (سكان، عمال) الموجودين على منطقة ملوثة إشعاعياً، ويعتمد برنامج RESRAD على تحليل طرائق التعرض والتي يعبر من خلالها عن العلاقة بين التلوث في التربة وجرعة الأفراد المعنيين الناتجة عن مجموع مختلف نواتج معاملات التعرض.

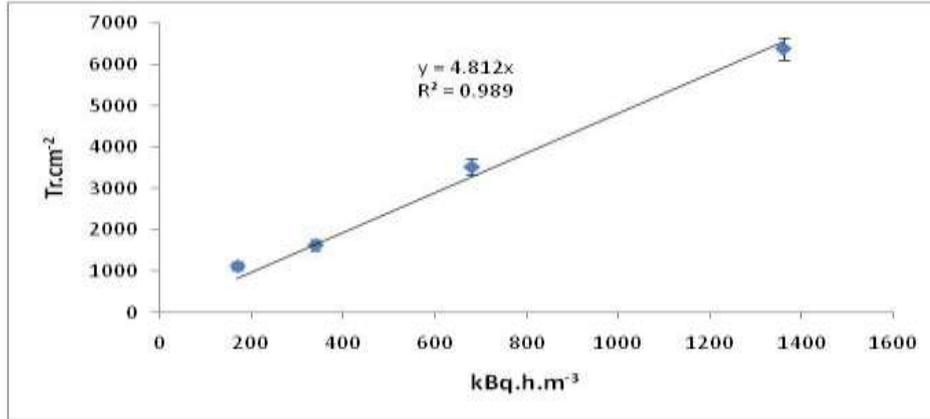
3.3.3 البرنامج الجيولوجي Surver8:

استخدم هذا البرنامج الإحداثيات المكانية للمنازل ولجميع العينات المأخوذة والتي قيست بواسطة الـ GBS وبعد ادخال الخارطة الجيولوجية عن الموقع (منطقة الدراسة) نتمكن من إسقاط تراكيز الرادون وقياسات غاما على الخارطة وكذلك رسم خطوط كنتورية بالنسبة لتركيز الرادون تتدرج في كثافتها من الأقل تركيزاً وإلى الأعلى.

النتائج والمناقشة

1. معايرة الكواشف:

لابد عند استخدام كواشف الأثر النووي من قبل أي مجرب، من أن يقوم بتعداد كواشف المعايرة ورسم منحنى عياري يستخدمه لتحويل عدد الآثار في وحدة المساحة لتركيز الرادون في الهواء، لذلك تم رسم تركيز الآثار Tr/cm^2 بدلالة زمن التعرض مضروباً بتركيز الرادون في الخلية 170 kBq.h.m^{-3} ويلاحظ من الشكل (3) أن خط المعايرة هو مستقيم ميله $4.812 \text{ Tr.cm}^{-2}/\text{kBq.h.m}^{-3}$.

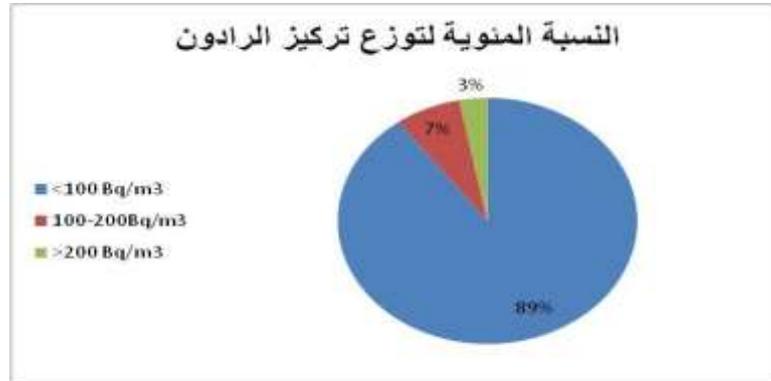


الشكل (3) يبين الرسم البياني لمنحني المعايرة

2. تركيز غاز الرادون في المنازل:

أخذ وسطي الرادون في كلا دفعتي التعريض للتعبير عن تركيز الرادون في كل نقطة قياس، وفي حالة فقدان نتيجة إحدى الدفعتين يتم اعتماد القيمة المتوفرة لتعبر عن التركيز.

تبين أن متوسط تركيز الرادون في كافة المنازل المقاسة - والتي بلغ عددها 75 منزل - هو 62 Bq/m^3 حيث كان 89% من القياسات دون 100 Bq/m^3 فيما انحصرت نتائج 7% من المنازل ضمن المجال 100-200 Bq/m^3 وتجاوزت القيم في 3% من المنازل فقط قيمة 200 Bq/m^3 ، وهي قيمة حد التدخل حسب الـ ICRP. حسب الشكل (4) النسب المئوية لمتوسطات تركيز الرادون في المنازل المدروسة.

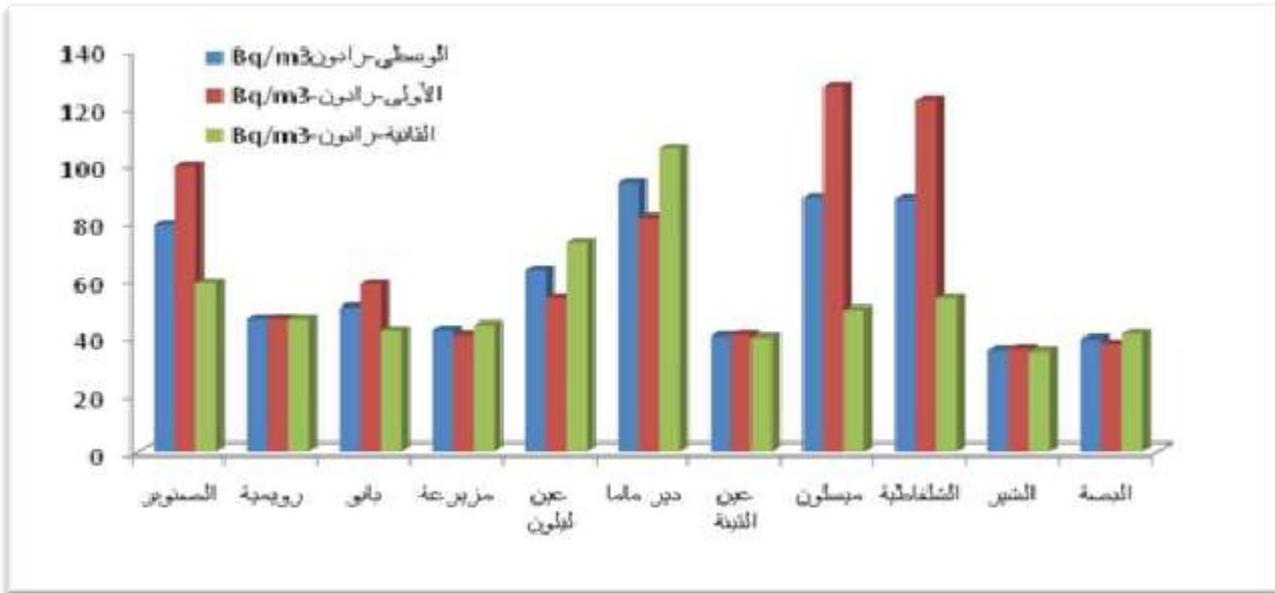


الشكل (4) يبين النسبة المئوية لتوزيع متوسط تركيز الرادون

من الملاحظ أن قيمة المتوسط قريبة من متوسط الرادون في المنازل السورية والبالغ 45 Bq/m^3 [10]. فيعود تجاوز التركيز في بعض المنازل حد التدخل إلى سوء التهوية وظروف خاصة في المنزل والذي سيجرى نقاشه لاحقاً.

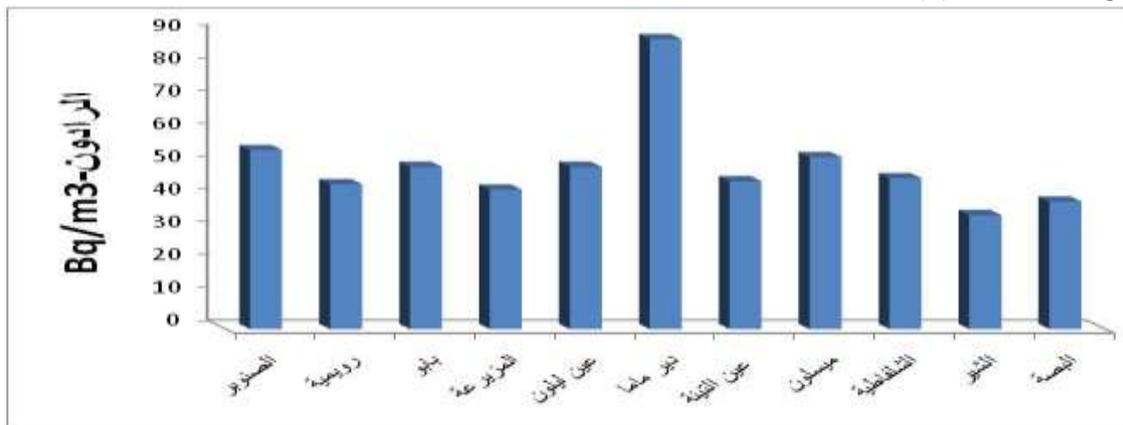
1.2. تركيز غاز الرادون حسب المنطقة:

حسب وسطي تركيز الرادون في كل منطقة وفي كلا الدفعتين حيث يوضح الشكل (5) الوسطي المحسوب في كل منطقة.



الشكل (5) مخطط يبين وسطي تركيز الرادون في كافة مناطق الدراسة

يلاحظ أنه لم يظهر فروق في تراكيز الرادون بين الدفعة الأولى والثانية وهذا عائد لتمامثل ظروف القياس حيث تضمنت كلا الدفعتين فترة صيف وشتاء، واستثناء منطقتي ميسلون والشلفاطية ويعود الأمر لنقطتين شادتين في كل منطقة حيث نلاحظ أن كاشف ميسلون ترك في منزل هجره سكانه خلال الفترة الأولى، فاندتمت التهوية وأعطى تركيز مرتفع بالمقارنة مع المرحلة الثانية أما الكاشف الثاني فلم يتم التمكن من معرفة الظروف المحيطة به، كما لوحظ تأثر الوسطي بوجود بعض النقاط الشاذة في القياس لذلك تم العودة إليها من أجل تليل الشذوذ، وهو ما سيتم مناقشته لاحقاً، وبعد حذف النقاط التي كان زيادة التركيز فيها بناءً على ظروف معينة تتعلق بالمنزل الذي يتم القياس به كانت النتائج مبينة بالشكل (6)



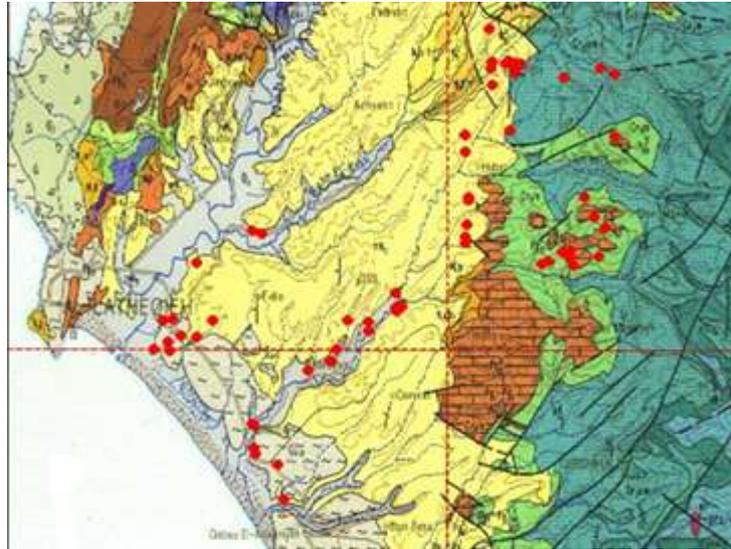
الشكل (6) متوسط تركيز الرادون في مناطق الدراسة

إن متوسط تراكيز الرادون في جميع المناطق متقارب، وضمن حدود منخفضة قريبة من المتوسط المقاس في المدن السورية بما فيها منطقة عين ليلون باستثناء منطقة دير ماما التي شهدت ارتفاع نسبي في المتوسط. ورغم أن الفارق الظاهري بين القيمتين واضح إلا أن الدراسة الإحصائية للفارق بين المتوسطين - وفق توزيع استيوذنت T-test - أظهرت أن هذا الفارق غير معنوي وهذا موضح في الجدول (1).

الجدول (1) يبين تأثير منطقة الدراسة على تركيز الرادون

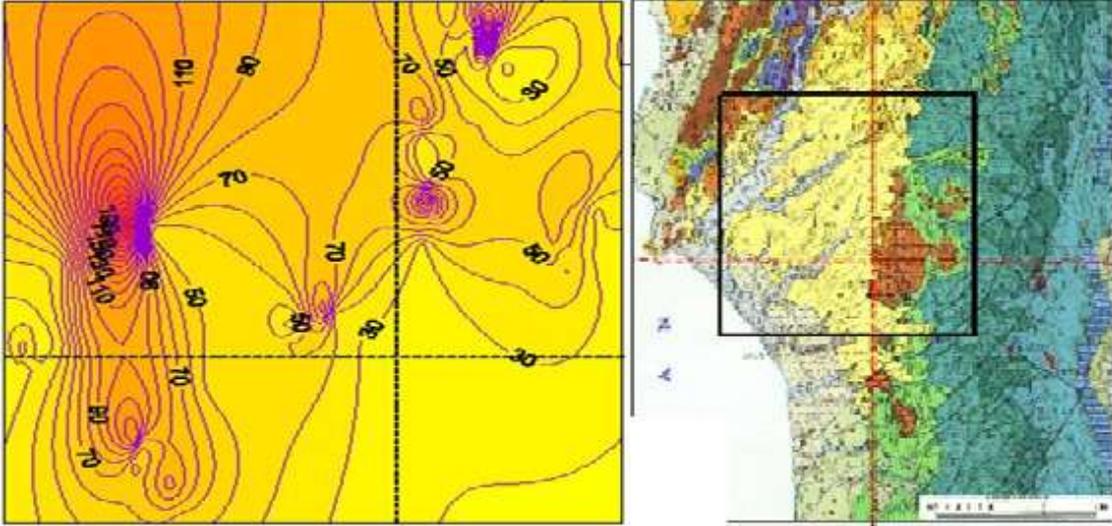
التحليل الإحصائي	V	ta/2	T	S	n2	s2	n1	s1	رادونX2	رادونX1	المقارنة بين μ_2, μ_1	
منطقة القبول لا يوجد فرق معنوي	6	2.447	1.7	43	4	6.4	4	61.043	35	88	الشير	دير ماما

لا يعد المتوسط مؤشر دقيق للقيم المقاسة وذلك بسبب التفاوت من منزل لآخر في القرية ذاتها، لخصوصية بعض المنازل كالتهدوية ومواد البناء، واختلاف عمر المنازل ونمطها الهندسي، حيث كان لهذه العوامل الدور الأهم في تركيز غاز الرادون في المنازل، الأمر الذي غيب تأثير تواجد التكتشفات الفوسفاتية، وخاصة عند معرفة الطبيعة الجغرافية والمناخية للمنطقة والتي تتميز بمعدلات تهوية كبيرة على مدار العام، وهذا ما لوحظ بقيم تركيز الرادون في منازل عين ليلون، حيث كانت القيم مشابهة لباقي المناطق، فأسقطت إحدائيات المنازل التي وزعت فيها الكواشف على الخارطة الجيولوجية باستخدام البرنامج الحاسوبي Surver8 والشكل (7) يوضح أماكن توزيع كواشف الرادون حسب المناطق.



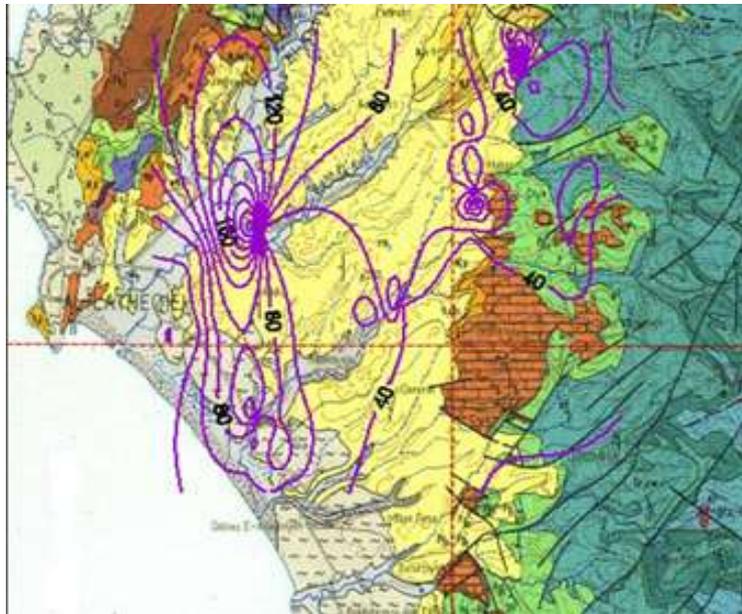
الشكل (7) يبين أماكن توزيع كواشف الرادون

وبإسقاط وسطي تركيز الرادون على الخارطة الجيولوجية بالاعتماد على الإحداثيات المكانية المأخوذة بواسطة جهاز الـ GBS وباستخدام البرنامج الجيولوجي نفسه تم رسم الخارطة الكنتورية والتي تتدرج كثافة الخطوط فيها حسب تركيز الرادون الموضحة في الشكل (8).



الشكل (8) يبين خريطة الكونتور للرادون

ومن الشكل السابق نلاحظ كثافة خطوط الكونتور والتي تعبر عن تركيز مرتفع للرادون في منطقة الصنوبر وبابو وعين ليلون ودير ماما وميسلون والشلفاطية وكلها متمثلة بنقط القياس الشاذة، والشكل (9) يظهر ذات الخريطة الكونتورية ولكن مسقطة على الخارطة الجيولوجية

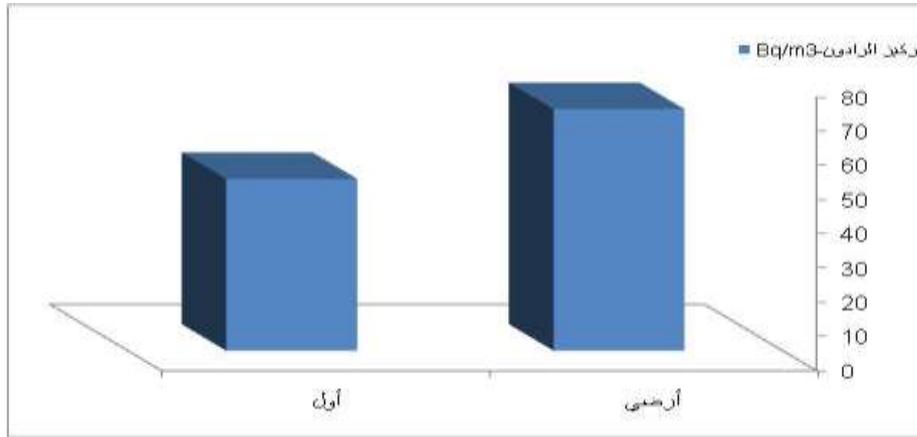


الشكل (9) الخارطة الكونتورية لتركيز الرادون

2.2. دراسة تأثير الارتفاع الطابقي:

بسبب طبيعة البناء الريفي في المنطقة فقد انقسم ارتفاع المنازل إلى قسمين: أرضي وأول، وقد تبين أن وسطي القيم في الطابق الأرضي أكبر من تلك المقاسة في منازل الطابق الأول، وهو ما يبين في الشكل (10). ويفسر

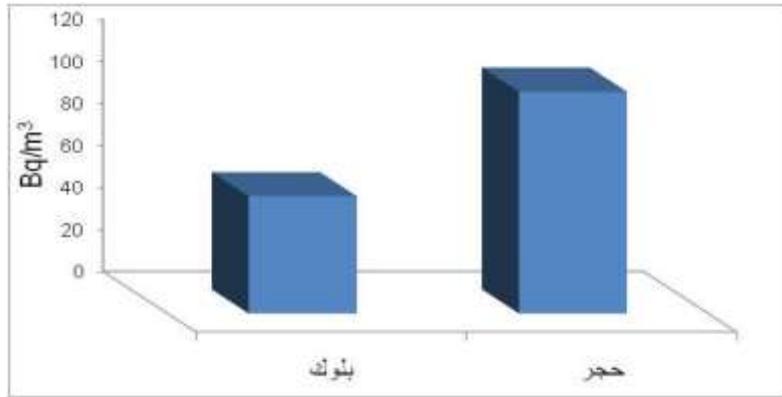
الاختلاف في القيم بانبثاق الرادون من التربة في المنازل الأرضية، وتسله من خلال الشقوق والمسامات التي توجد في جدران وأرضيات المباني، وتتوافق هذه النتيجة مع ما ورد في عدد من الدراسات مثل [22].



الشكل (10) علاقة تركيز الرادون مع الارتفاع الطبقي.

3.2.4. دراسة تأثير مادة البناء:

تتوزع طبيعة مادة البناء للمنازل في المنطقة المدروسة بين نوعين أساسيين: المنازل الحديثة المبنية من الإسمنت والبلوك والمنازل القديمة المبنية من الحجر والإسمنت، درس تغير غاز الرادون بتغير طبيعة مادة البناء ولقد تبين أن وسطي تركيز الرادون في منازل البلوك أقل منها في منازل الحجر، وهذا ما يوضحه الشكل (11)



الشكل (11) يبين علاقة تركيز الرادون بطبيعة مادة البناء

وسبب ذلك أن منازل الحجر هي الأكثر قدماً من منازل البلوك وبالتالي فإن نمط البناء مثل ثخن الجدران وعدد النوافذ وطريقة التهوية وتوزيع الغرف كل ذلك لعب دوراً مهماً في زيادة تركيز الرادون.

ولدى دراسة طبيعة مواد البناء إحصائياً تبين وجود فارق معنوي بين مادتي البناء وهذا موضح في الجدول (2) وربما يعود السبب إلى طراز البيوت المبنية من الحجر وليس لنوع الحجر نفسه حيث أن معظم البيوت المبنية من الحجر هي بيوت قديمة لها نوافذ صغيرة وقليلة بينما تميل طرز البناء الحديث إلى التهوية الأكثر عن طريق تصميم عدد نوافذ وسعة أكبر.

الجدول (2) يبين التحليل الإحصائي لمواد البناء

التحليل الإحصائي	v	$t_{\alpha/2}$	T	S	n2	s2	n1	s1	1×رادون	2×رادون	المقارنة بين μ_2, μ_1
منطقة الرفض يوجد فرق معنوي	76	2	-2	55	9	126	69	38.768	106	65	بلوك حجر

من ناحية ثانية كان لمواد البناء الدور الأهم في ارتفاع تركيز الرادون في منطقة دير ماما حيث يستخدم في عدد من منازل هذه القرى مواد بناء مأخوذة من منطقة التنكشافات في عين ليلون.

كما أن تحليل عينة من حجارة البناء باستخدام مطيافية غاما أظهر وجود تركيز مرتفع من Ra-226 124 Bq/kg وهي أعلى من الخلفية الطبيعية التي تتراوح بين 4-80 Bq/kg [22].

إن عدد المنازل في منطقة دير ماما التي استخدم فيها مواد بناء من منطقة عين ليلون غير محدد تماماً حيث أن المنازل مبنية قبل أكثر من 50 عام ولكن أكد بعض الأهالي أن مواد البناء كانت تأتي من تلك المنطقة سابقاً.

3. قياس بنات الرادون بالطريقة الآتية:

جرى قياس بنات الرادون في نقاط القياس الشاذة من كل منطقة باستخدام خلية لوكس والنتائج مبينة

في الجدول (3)

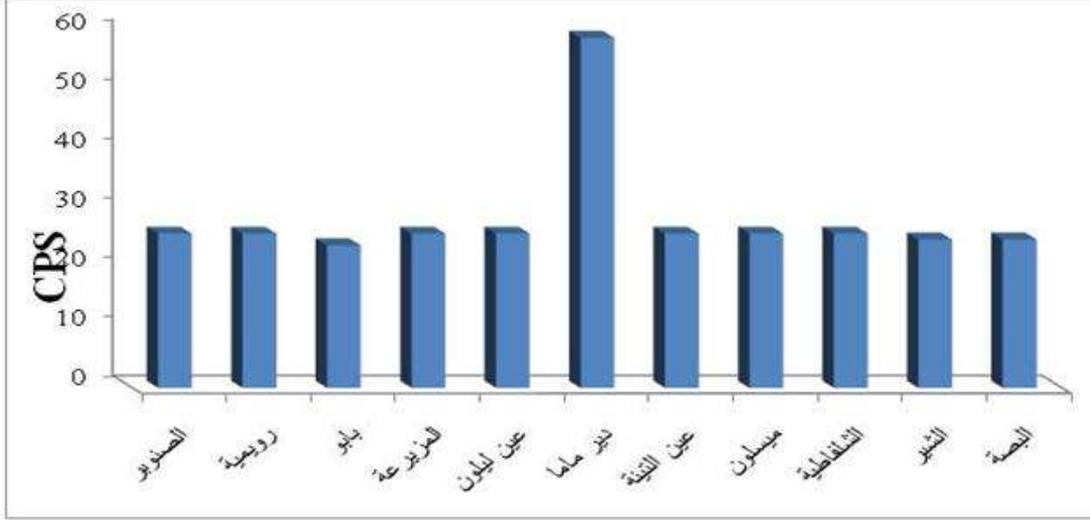
الجدول (3) يبين تركيز بنات الرادون وسوية العمل في كل النقط الشاذة

العينة	Po-218 (Bq/m ³)	Pb-214 (Bq/m ³)	Bi-214 (Bq/m ³)	WL
السنوبر - منزل	38	62	64	0.016
الرويمية - منزل	5	13	20	0.004
بابو - منزل	9	11	10	0.003
المزيرة - منزل	48	20	1	0.004
عين ليلون - منزل	6	10	11	0.003
عين ليلون - منزل	48	17	2	0.004
عين ليلون - منزل	5	5	9	0.002
دير ماما - منزل	45	18	11	0.005
عين التينة - منزل	15	12	16	0.004
ميسلون - منزل	55	14	30	0.006
الشلفاطية - منزل	59	22	2	0.004

نلاحظ أن مجموع تركيز بنات الرادون في كافة نقاط القياس الشاذة أقل من 200Bq/m³ وهي حد التدخل حسب القيمة حسب الـICRP وربما يعود السبب إلى اختلاف ظروف القياس الآتي عن التراكمي.

4. قياسات غاما في المنازل:

قيست غاما في جميع المنازل الموزعة في منطقة الدراسة وأظهرت نتائج القياس أن جميع المنازل كانت ضمن حدود الخلفية الطبيعية [BG (25 CPS)] باستثناء المنازل التي استخدم في بنائها مواد بناء مأخوذة من منطقة التكتشات الفوسفاتية في عين ليلون، كما في منطقة دير ماما فقد أظهرت ارتفاعاً ملحوظاً في القياس وهذا موضح في الشكل (12)



الشكل (12) يبين قياس غاما في المنازل

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- لم تظهر نتائج القياسات تأثير واضح ومعنوي للتكتشات الفوسفاتية على تركيز الرادون وربما يعود السبب إلى توضع غالبية المنازل في منطقة بعيدة نوعاً ما عن التكتشات، بالإضافة إلى التهوية المرتفعة في المنطقة كونها منطقة جبلية فيها تيارات هوائية مستمرة ومنازلها بعيدة عن بعضها البعض، ومهواة بشكل جيد.
- ظهر ارتفاع في تركيز الرادون في بعض المنازل ولدى معاينتها اعتبرت نقاط شاذة وعادت الأسباب لظروف خاصة بالمنزل أو غرفة القياس

• تم افتراض أن تقريباً كل المنطقة المدروسة هي منطقة تكتشات ممتدة على مساحة حوالي 100Km^2 من أجل حساب أعلى قيمة للخطورة ولكن في الحقيقة المدروسة أن مساحة التكتشات هي عشر المساحة السابقة وبالتالي تكون الجرعة الكلية 0.2 mSv/y بالنسبة لتراكيز النكليدات الأعظمي وتبلغ 0.04 mSv/y بالنسبة لتراكيز النكليدات الوسطي.

التوصيات

- ضرورة توسيع الدراسة السابقة بحيث تشمل مناطق فوسفاتية أخرى مثل حمام القراولة
- ضرورة توزيع كواشف بشكل أكبر في منطقة دير ماما التي أظهر قياس غاما والرادون في أحد منازلها قيمة مفاجئة واستخدم فيها مواد بناء من منطقة التكتشات في عين ليلون
- ضرورة الدراسة على عينات من التربة والنباتات المزروعة وتأثير ذلك على الإنسان والحيوان.

- ضرورة توعية الناس وسيما المنازل القريبة من منطقة التكتشافات بضرورة التهوية المستمرة
- ضرورة ترافق هذه الدراسة مع جيولوجيين مختصين بهدف تحديد المنازل الأكثر خطراً والقريبة من التوضعات سيما في منطقة عين التينة حيث أن التوضعات لم تكن سطحية ولم تتمكن الدراسة من تحديدها بشكل واضح وبالتالي كانت جميع القياسات في هذه المنطقة ضمن الحدود الطبيعية جداً.

المراجع

- [1] H. Haken and H. C. Wolf, *The Physics of Atoms and Quanta*, Springer-Verlag, New York, P1-5, 2004
- [2] Shweikani R., *Occupational Exposure to Natural Radioactive Sources*, Syrian Atomic Energy Agency, 2008
- [3] Porstend rfer J., Reineking A., Butterweck G. and El-Hussein A., *Radioactive aerosols in the lower atmosphere. Aerosols: Science, Industry, Health and Environment. 2*, Pergamon Press, Oxford, 217-1221, 1990
- [4] Environmental Protection Agency of USA, *A citizen's guide to radon, what it is and what to do about it*. Published with the Department of Health and Human Services, OPA-86-005 (August), 1986.
- [5] NCRP Report NO 93. *Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States* Bethesda, NCRP Publishers, 87 pp, 1987
- [6] *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR 1988) Report to the general Assembly, with Annexes (1988)*.
- [7] National Council for Radiation Protection and Measurements, *Exposures from the Uranium Series with emphasis on radon and its daughters*, NCRP Report No. 77 (Bethesda, MD: NCRP). (NCRP 1984)
- [8] الذرة والتنمية- مستويات غاز الرادون المشع داخل المباني نشر في "الذرة و التنمية" الهيئة العربية للطاقة الذرية، المجلد 19، العدد 4، 2007
- [9] Environmental Protection Agency *Radon, Reference Manual*. EPA520/1-80- 20. Washington, DC: U.S. , (2010)
- [10] Othman I., Hushari M., Raja G. and Alsawaf A., *Radon concentration in Syrian houses*, *J. Radiol. Prot.*, 16 , pp. 45-50, (2006).
- [11] ICRP, *Lung Cancer Risk from Indoor Exposure to Radon Daughters*. Annals of ICRP, ICRP Publication No. 50. (1987)
- [12] Land and Water Resources Center. *Radon in Water and Air-Health, Risk, and Control Measures*, Orono, ME: Univ. of Maine. (1986).
- [13] Hursh J. B., et al., *The fate of radon ingested by man*. *Health Phys.*, 11, 465 (1965)
- [14] يوسف جبيلي الفوسفات منشؤه، تركيبه، توضع، مجلة عالم الذرة، عدد 43 خاص هيئة الطاقة الذرية السورية، ص 7. (1996)
- [15] Moore, P.B, *Crystallo chemical Aspects of the phosphate minerals In Nriagu and Moore (eds). phosphate minerals*, Springer-Verlage, pp.442. Berlin, New York, Tokyo 1984.
- [16] محمود عباس -يوسف جبيلي الفوسفات في سورية مجلة عالم الذرة -العدد 43 -70 (1996)

[17] د. يوسف جبيلي، محمد الهلال، أحمد العلي، دراسة أثر التجوية على التوضعات الفوسفاتية الحاوية على اليورانيوم في موقع عين ليلون من الساحل السوري باستخدام تقانتي الرادون وغاما دراسة علمية ميدانية، هيئة الطاقة الذرية السورية (1998).

[18] د. إبراهيم محمود سعيد، الفوسفات السورية ودورها في التنمية الاقتصادية، مجلة جامعة دمشق، المجلد 26 العدد الثالث، 2010

[19] Jubeli Y (1996): *Multielement geochemical reconnaissance for uranium in the palmyrides region, centra Syria* Unpubl .ph.D. Thesis, pp.503, Imperial College, University of London,UK.

[20] د. جبيلي يوسف، د. محمد العودات، د. عبد الحميد الرئيس، د. نجم الدين شرابي، م. سلوى كناكري، بيوجيوكيمياء اليورانيوم في النباتات المرافقة للصخور الفوسفاتية في المنطقة الساحلية السورية، هيئة الطاقة الذرية، آب 2000.

[21] محمود عباس -يوسف جبيلي البحوث العلمية في الفوسفات مجلة عالم الذرة -العدد 43-21(1996)

[22] Shweikani, R and Raja, G., "Design, construct and test a calibration radon chamber", *Radiation Measurements, Vol. 40, 316-319. (2010)*