

## Measurements of Indoor radon concentration in Libyan cities

S. Elarabiy<sup>1</sup>, M. Khalifa<sup>1</sup>, N. Misrati<sup>1</sup>

N. Chahboune, M. Ahmed<sup>2</sup>

Center for Nuclear Research - Tajura, Libya<sup>1</sup>

Academy graduate<sup>2</sup>

Email: sf\_elarabi@yahoo.com

### Abstract

Studies confirm that the risk of exposure to indoor radon is attributable to lung cancer worldwide. The relationship between radon exposure and lung cancer is a linear one which necessitates the need for measurements of indoor radon concentration. This paper presents the results of

---

measurements of indoor radon in several Libyan cities using CR-39 plastic detectors. The results showed that the average radon concentration in the cities of Tripoli, Al-harcha and Alrajaban were 48.8 Bq/m<sup>3</sup>, 51.4 Bq/m<sup>3</sup> and 55.5 Bq/m<sup>3</sup> respectively. The average indoor radon concentration in Libya is low comparing with other studies.

### قياس تركيز غاز الرادون بالمنازل ببعض المدن الليبية

س. العرابي<sup>1</sup>، م. خليفة<sup>1</sup>، ن. المصراطي<sup>1</sup>

ن. شهبون<sup>2</sup>، م. أحمد<sup>2</sup>

مركز البحوث النووية-تاجوراء، ليبيا<sup>1</sup>

أكاديمية الدراسات العليا<sup>2</sup>

Email:sf\_elarabi@yahoo.com

الخلاصة:

تؤكد دراسات تقييم خطر التعرض للرادون بالمنازل أن الرادون مسبب لسرطان الرئة على مستوى العالم وأن العلاقة خطية بين التعرض والإصابة الأمر الذي يحتم ضرورة التحقق من مستويات تركيز الرادون بالمنازل.

تقدم هذه الورقة نتائج قياسات تركيز غاز الرادون بالمنازل ببعض المدن الليبية وذلك باستخدام كواشف بلاستيكية نوع CR-39 . أوضحت النتائج أن متوسط تركيز الرادون في مدينة طرابلس عاصمة ليبيا حوالي  $48.8 \text{ Bq/m}^3$  وأن تركيز الرادون بمنطقة الحرشة الواقعة أيضا على ساحل البحر الأبيض المتوسط غرب مدينة طرابلس والتي يوجد بها صناعات نفطية منذ السبعينيات من القرن العشرين حوالي  $51.4 \text{ Bq/m}^3$  وأما تركيز الرادون في منطقة الرجبان بالجبل الغربي الواقعة على بعد حوالي 160km جنوب غرب مدينة طرابلس. وهي منطقة جبلية تقع على ارتفاع حوالي 600m بالنسبة لمستوى سطح البحر حوالي  $55.5 \text{ Bq/m}^3$  . تعتبر مستويات الرادون بمواقع الدراسة بليبيا منخفضة نسبيا مقارنة بمستويات التدخل الاصحاحي التي أعتمدتها بعض المنظمات المختصة بحماية البيئة والصحة العامة مثل وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA) وهذا يعزي إلى انخفاض تركيز المصدر بالتربة وعادات الناس القائمة على تهوية المنازل تهوية

طبيعية نتيجة المناخ المعتدل في المدن الواقعة على شاطئ البحر الأبيض المتوسط .

المقدمة:

أدى إكتشاف الرادون كمسبب محتمل في زيادة عدد المصابين بسرطان الرئة بين عمال المناجم في بعض الدول الأوروبية وأمريكا الشمالية [1] إلى إهتمام العلماء والمنظمات المختصة بحماية البيئة والصحة العامة خلال النصف الأخير من القرن العشرين بقياسات الرادون بالمنازل لمعرفة مستويات تركيز الرادون بالأماكن المأهولة بالسكان ومعرفة ما إذا كان تركيز الرادون بالمنازل يمثل خطر على الصحة العامة مقارنة بتركيزات الرادون بالمناجم . أدت نتائج القياسات الى توصل المنظمات المختصة بحماية البيئة إلى إقتراح مستويات تدخل إصحاقي . على سبيل المثال توصي وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA إلى إتخاذ إجراءات تصحيحية إذا زاد تركيز الرادون بالمنازل على  $148\text{Bq/m}^3$  في حين رفعت مستويات التدخل بأوروبا إلى  $400\text{Bq/m}^3$  بالمنازل القائمة و  $200\text{Bq/m}^3$  بالمنازل الحديثة الإنشاء . [ 2,3 ]

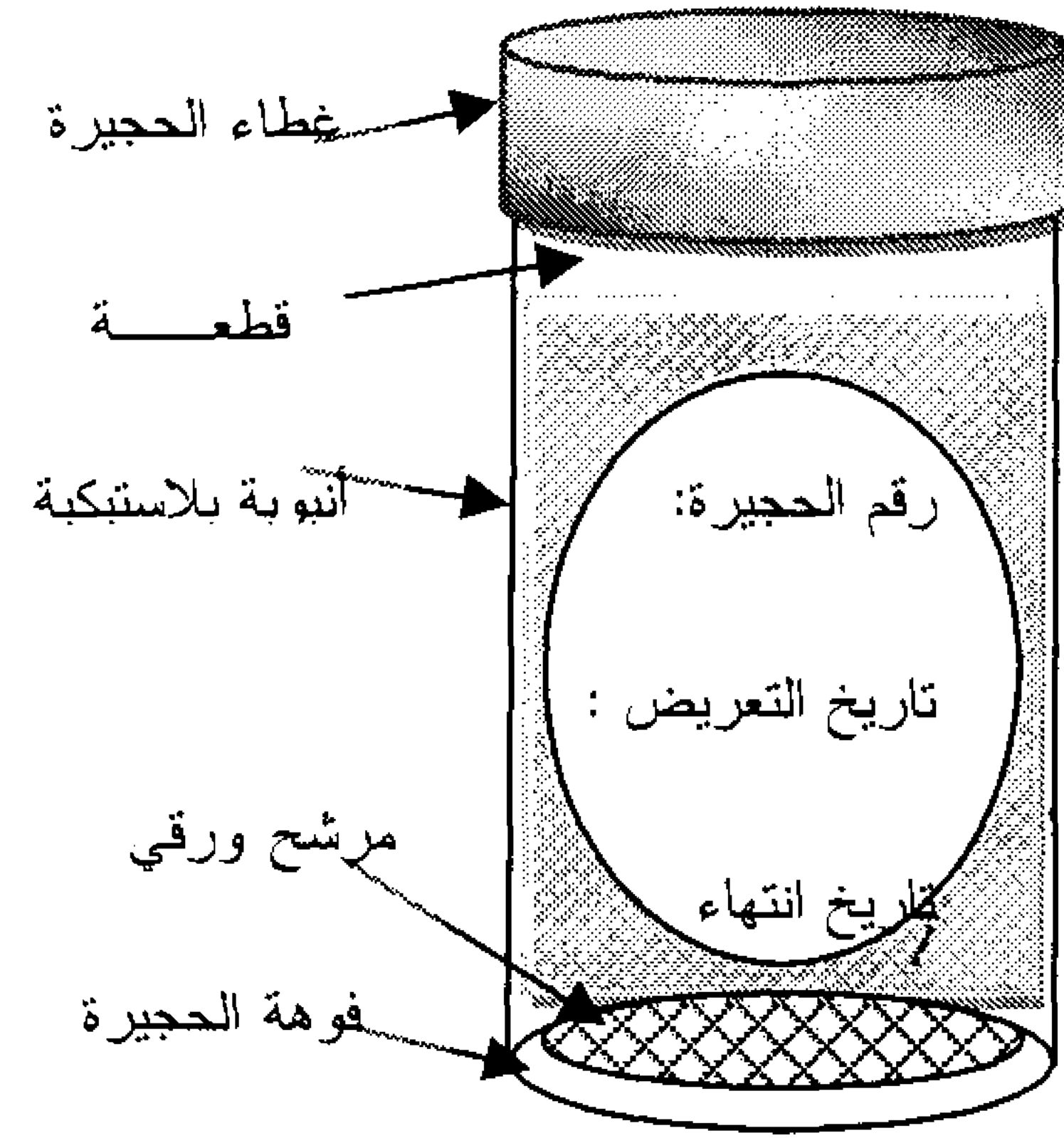
تفيد تحاليل نتائج الدراسات بالصين والولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا أن الرادون بالمنازل يساهم بفعالية في تسبب سرطان الرئة على مستوى العالم. وقد صنفت كل من وكالة بحوث السرطان والبرنامج الوطني للسمية بالولايات المتحدة أن الرادون مسبب سرطاني للإنسان. كما ساهمت نتائج الدراسات الحديثة حول سرطان الرئة وعلاقته بالتعرض في المنازل إلى تحسن كبير في تقييم خطر التعرض بالمنازل وبالتالي أكدت على أهمية إتخاذ إجراءات وقائية على مستوى العالم [4,5] حيث تقدر الدراسات الأوروبية أن خطر الإصابة بسرطان الرئة يزداد بمعدل 16% كلما زاد تركيز الرادون بمقدار  $100\text{Bq/m}^3$  كما يقدر أن متوسط التعرض لتركيز  $59\text{Bq/m}^3$  بالمنازل يؤدي سنويا إلى وفاة 9% بسبب سرطان الرئة في أوروبا. يعتبر وجود الرادون بالمنازل دليل على تعرض عامة الناس وإذا أخذنا في الاعتبار إن العلاقة بين التعرض وخطر الإصابة بسرطان الرئة علاقة خطية [6,7] فإن المتوسط الحسابي لتركيز الرادون بالمنازل يعتبر المؤشر على مدى خطر الرادون على الصحة العامة. هذه النتائج العلمية تؤكد على أهمية تبني دول العالم ومن بينها الدول العربية برامج وطنية للرادون لمعرفة المناطق التي تتطلب إصحاحات تعمل على خفض تركيز الرادون وتتولى تحذير الناس بتلك المناطق

من خطر الرادون على الصحة العامة. نقدم في هذه الورقة نتائج قياسات تركيز غاز الرادون بالمنازل ببعض المدن الليبية باستخدام الكواشف البلاستيكية (CR-39). شملت مناطق الدراسة مدينة طرابلس وهي عاصمة ليبيا ومنطقة الحرشة على بعد حوالي 50 km الواقعة غرب مدينة طرابلس على ساحل البحر الابيض المتوسط والتي يوجد بها صناعات نفطية منذ سبعينيات القرن العشرين ومنطقة الجبل الغربي الواقعة بعد حوالي 160km جنوب غرب مدينة طرابلس والواقعة على إرتفاع حوالي 600m بالنسبة لمستوى سطح البحر .

#### خطوات العمل:

قطعت شرائح الكواشف البلاستيكية (نوع CR-39) بسمك 1mm إلى قطع صغيرة، كل قطعة بأبعاد حوالي (1.5cm×1.5cm) ثم ترقم و تغسل وتجفف. يوضع كاشف بكل حجيرة من حجيرات قياس الرادون (مجرعات) المتكونة من أنبوبة إسطوانية قطرها الداخلي 3cm لها غطاء على إحدى طرفيها يثبت بداخله الكاشف والطرف الآخر به فتحة قطرها 14mm مسدودة بمصفي ورقي له مسامية (0.8µm) مثبت من داخل الأنبوبة بقطعة من الإسفنج الصناعي أنظر (الشكل (1)). وزعت المجرعات على مائة منزل بكل منطقة واستهدفت الدراسة قياس تركيز الرادون بحجرات النوم والمعيشة والمطبخ

ودورات المياه بكل منزل بمناطق الدراسة. تطلبت عملية القياس التعامل مباشرة مع السكان وبالتالي فقد سبقت عملية التوزيع إعداد برامج للتواصل والتوعية مع السكان لحثهم على تقبل وضع الجرعات بمنزلهم والتعاون مع فريق البحث. بلغت فترة التعريض ستة أشهر بعدها جُمعت الكواشف وعُمِلت بمحلول هيدرو كسيد الصوديوم (NaOH) بعيارية (6N) وعند درجة حرارة (70°C) لمدة ثلاثة ساعات ونصف لحك الكواشف كيميائياً وتكبير ما بها من آثار لجسيمات ألفا الناتجة عن التفكك الإشعاعي للرادون وولائه بداخل الجرعات. بعد إنتهاء عملية الحك تترك الكواشف تحت الصنبور حوالي ساعة ثم تغسل بماء مقطر في حمام الموجات فوق الصوتية حتى لا تترك أي اثر لمحلول الصودا الكاوية بالكواشف ثم تجفف ويستخدم مجهر ضوئي بتكبير 500 X لعد وحساب الكثافة العددية لآثار جسيمات ألفا [8].



الشكل (1) يوضح تركيب  
حجيرة قياسات الرادون بالمنزل

لتحويل الكثافة العددية فقد تمت معايرة الجرعات المستخدمة في هذا العمل بمعامل هيئة الطاقة الذرية السورية.  
يربط منحنى المعايرة بين الكثافة العددية لإثار ألفا ( $\text{Track/cm}^2$ ) من مصدر عياري للرادون ( $^{226}\text{Ra}$ ) والتعرض ( $\text{Bq m}^{-3} \cdot \text{h}$ ) لحساب تركيز الرادون بالمنازل.  
بمعرفة فترة التعرض المناظرة للكثافة العددية بكل كاشف ثم قسمة التعرض بزمن التعرض، فإن :

$$C = \frac{E_s}{t}$$

حيث:

C: تركيز غاز الرادون بأماكن القياس ( $\text{Bq/ m}^3$ ).

t: زمن تعريض الكواشف بالمنازل (h).

$E_s$ : التعرض المناظر للكثافة العددية ( $\rho_i$ ) بالمنازل ( $\text{Bq/ m}^3$ ).h.



### النتائج والمناقشة:

الجدول (1) عدد الحجرات التي أجريت بها القياسات بالمدن محل الدراسة  
ومتوسط تركيز الرادون بها.

المتوسط الحسابي لتركيز غاز الرادون ( $Bq/m^3$ )	تركيز غاز الرادون $Bq/m^3$		عدد الحجيرات	الموقع	المدينة
	أعلى قيمة	أقل قيمة			
44	98.0	0.86	73	حجرات المعيشة	طرابلس
45.8	174	9.00	70	حجرات النوم	
58.7	144	10.5	59	دورات المياه	
48.4	147	6.00	66	حجرات المطبخ	
53.9	105	1.8	79	حجرات المعيشة	الحرشة
48.7	105	6.00	80	حجرات النوم	
52.7	130	8.40	76	دورات المياه	
50.6	150	17.9	85	حجرات المطبخ	
63.0	160	25.9	70	حجرات المعيشة	الجبل الغربي
47.4	257	34.8	78	حجرات النوم	
55.4	210	21.2	77	دورات المياه	
57.3	105	21.9	73	حجرات المطبخ	

الجدول (1) يبين عدد الحجرات التي وضعت بها مجرعات في كل  
منزل بمناطق الدراسة ومدى التركيز بكل حجرة والمتوسط الحسابي  
لتركيز الرادون بكل حجرة من حجرات المنازل .  
اظهر تحاليل البيانات ان تركيز الرادون بمدينة طرابلس يتراوح بين

$45.8 \text{ Bq/m}^3$  بحجرات النوم وحوالي  $44.0 \text{ Bq/m}^3$  بحجرات المعيشة وحوالي  $48.4 \text{ Bq/m}^3$  بالمطابخ وحوالي  $58.7 \text{ Bq/m}^3$  بدورات المياه. وكانت فترة القياس في الفترة الدافئة وبالتالي المناخ المعتدل وهذا يساعد على تهوية المنازل طبيعياً على مدى ساعات النهار وبالتالي خفض تركيز الرادون نسبياً. أما تركيز الرادون بمدينة الحرشة يتراوح بين  $48.7 \text{ Bq/m}^3$  بحجرات النوم وحوالي  $53.9 \text{ Bq/m}^3$  بحجرات المعيشة وحوالي  $50.6 \text{ Bq/m}^3$  بالمطابخ وحوالي  $52.7 \text{ Bq/m}^3$  بدورات المياه. أظهرت البيانات إرتفاع مستوى الرادون بحجرات المعيشة مقارنة ببقية حجرات المنزل في مدينة الحرشة وهذا غير متوقع لأن المعتاد أن حجرات النوم لها خصوصيات الإستعمال خلال ساعات النوم وبالتالي يتوقع أن يقل فيها مستوى التهوية مقارنة بحجرات المعيشة التي عادة ما تكون بها حركة السكان وأبواب حجرات ومدخل المنزل مما يعرض الهواء للحركة باستمرار . عند تفحص نماذج البيانات عن المنازل بمنطقة الدراسة تبين أن أغلب المنازل تحتوي على تكييف بداخل حجرات المعيشة وحيث أن فترة تعريض الكواشف كانت في فترة إرتفاع درجة الحرارة الأمر الذي نعتقد أنه أدى إلى أرتفاع في متوسط تركيز الرادون بحجرات المعيشة مقارنة ببقية حجرات المنزل بمنطقة الدراسة. أما المتوسط الحسابي لتركيز الرادون

بمدينة الجبل الغربي فيتراوح بين  $47.4\text{Bq/m}^3$  بحجرات النوم وحوالي  $63.0\text{Bq/m}^3$  بحجرات المعيشة وحوالي  $57.3\text{ Bq/m}^3$  بالمطابخ وحوالي  $55.4\text{ Bq/m}^3$  بدورات المياه.

مقارنةً بما تقدم ذكره يعتبر تركيز الرادون بمنطقة الجبل الغربي أعلى نسبياً من المنطقتين الأخرتين وهذا قد يعزى إلى إختلاف طبيعة التربة والطبقات الصخرية والمناخ عن بقية المناطق. كما يلاحظ إرتفاع نسبي في متوسط تركيز الرادون بحجرات المعيشة في هذه المنطقة وقد يعود السبب إلى أن القياسات أجريت في فصل الشتاء حيث تتعرض المنطقة إلى إنخفاض شديد في درجة الحرارة وعادةً ما تتركز التدفئة بالمنازل بحجرات المعيشة الأمر الذي أدى إلى إنخفاض الضغط بداخل حجرات المعيشة وبالتالي زيادة تسرب الرادون إلى الداخل من خلال أرضية المنازل.

نستنتج مما تقدم أن مستوى تركيز الرادون بمناطق الدراسة منخفض نسبياً ولا يتطلب إجراءات إصحاحية وهذا يعزى إلى إنخفاض تركيز المصدر بالتربة الليبية بالإضافة إلى تمتع المنطقة بطقس معتدل خاصة بالمدن الساحلية الأمر الذي يساعد على تهوية المنازل تهوية طبيعية.

**المراجع:**

- [1] Radon levels in dwellings,WHO "FACT SHEET NO. 4.6 · MAY 2007 · CODE: RPG4\_RadEx1."
- [2]IAEA "Radiation Protection against Radon in Workplaces other t Mines" Safety reports series, No. 33, 2003.
- [3] Durrani and Iic "Radon Measurements by Etched Track Detectors" World Scientific, 1997.
- [4] Darby S et al. Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. British Medical Journal, 2005, 330(7485):223.
- [5] Krewski D et al. Residential radon and risk of lung cancer: a combined analysis of 7 North American case-control studies.Epidemiology, 2005, 16(2):137-145
- [6] Lubin J, Boice JD, Edling JC et al. Radon and lung cancer risk: A joint analysis of 11 underground miner studies. Bethesda, MD, US National Institutes of Health, 1994.
- [7] Lubin JH, Boice JD, Edling C et al. Radon-exposed underground miners and inverse dose-rate (protraction enhancement) effects.Health Physics, 1995, 69:494-500.
- [8] S .A . Durrani , R . K . Bull (1986) Solid State Nuclear Track Detection: principles ,Methods and Applications p.50