تقييم المياه الجوفية والسطحية اشعاعياً باستخدام نظير الرادون -222 في منطقتي الرستمية والتويثة جنوب شرق مدينة بغداد

عامر عبد محمد علي حسن فالح علي عباس جاسم صفاء عبد الرزاق عبد الحسين

وزارة العلوم والتكنولوجيا/ دائرة البيئة والمياه

بغداد – العراق

الخلاصة

تضمنت الدراسة قياس تراكيز غاز الرادون-222 المشع في المياه الجوفية والسطحية في منطقتي الرستمية والتويثة جنوب شرق مدينة بغداد، أجريت القياسات بواسطة جهاز الكشف عن غاز الرادون RAD7 على نماذج من المياه الجوفية اخذت من ابار في ثمانية مواقع من منطقة الدراسة فضلا عن نماذج من المياه السطحية لنهري دجلة وديالى خلال ثلاث فترات زمنية (أشهر اذار، حزيران، تشرين الاول). بينت النتائج تبايناً واضحاً في تراكيز غاز الرادون في جميع العينات باختلاف مواقعها، حيث كانت اعلى التراكيز في مياه الابار لمنطقة الرستمية وتراوحت بين (2.5-6.4 Bq/L) تليها تراكيز غاز الرادون في مياه الابار لمنطقة التويثة وتراوحت بين (0.12-0.65 Bq/L), اما اقل التراكيز فكانت في المياه السطحية لنهري دجلة وديالى وتراوحت بين (0.1-0.23 Bq/L). كما اظهرت النتائج ان جميع النماذج المقاسة هي ضمن الحدود المسموح بها عالميا (11.1 Bq/L). كما اجريت حسابات الجرعة الفعالة السنوية وتراوحت قيمها ما بين (0.5-35 $\mu Sv.y^{-1}$). ووجد أن الجرعة الفعالة السنوية الإجمالية هي أقل من القيم المسموح بها عالميا (100 $\mu Sv.y^{-1}$).

الكلمات المفتاحية: تركيز غاز الرادون، الجرعة الفعالة، المياه الجوفية والمياه السطحية.

Evaluating Ground Water and Surface Water Radiologically Using Radon-222 at the Rustumiya and Tuwaitha Regions Southeast of Baghdad

Amer Abed Mohammed Ali Hassan Filah Ali Abbas Jassem
Safaa Abdularazzaq Abdul Hussein

Ministry of Science and Technology / Environment and Water Directorate
Baghdad – Iraq

E_mail: abedamer5@gmail.com

Abstract

The study included measuring the concentration of radon -222 in ground and surface water in the Al- Rustumiya and Al- Tuwaitha regions southeast of Baghdad. Measurements were made by radon detector RAD7 on samples of groundwater which were taken from wells in eight locations of the study area as well as samples of water from the surface of the Tigris and Diyala rivers is during three periods (March, June, and October). The results showed a clear variation in radon gas concentrations in all samples according to their different locations. Where the highest concentrations were in well water for the Al-Rustamiya region and ranged between (2.5-6.4 Bq/L) followed by radon gas concentrations in well water for the Al-Tuwaitha region and ranged between (0.12-0.65 Bq / L), as for the lowest concentrations, they were in the surface waters of the Tigris and Diyala rivers and ranged between (0.1-0.23 Bq / L). The results also showed that all measured samples were within the internationally permitted limits (11.1 Bq/L). The annual effective dose calculations were performed, and their values ranged between (0.5-35 $\mu Sv.y^{-1}$).

Key Words: Radon Concentration, Effective Dose, Groundwater and Surface Water.

المقدمــة

تعد المياه الجوفية من أهم موارد المياه في الكثير من البلدان مثل العراق العراق ونتيجة لذلك فإن التقييم الاشعاعي لها مهم في إدارة مواردها حيث شهدت السنوات الأخيرة اتجاهًا متزايدًا في استهلاك المياه الجوفية للأغراض الصناعية والمنزلية والري والذي يتوافق مع التطور الاقتصادي المستمر (حسين, 2010). يعد نظير غاز الرادون −222 أحد النظائر المشعة الذي تنبعث منه دقائق ألفا ويتولد بشكل أساسي من التحلل الطبيعي لليورانيوم (U238) والثوريوم (Th232) واليورانيوم (U235)، للرادون ثلاثة نظائر مشعة هي الرادون (Rn222) والثورون (Rn220) والاكتينون (Rn219) فضلا الى نظائر أخرى قليلة الوفرة في الطبيعة ، ويعتبر النظير Rn222 كمقتفي اثر مهم في الدراسات الهيدرولوجية والبيئية لعمره النصفي الطويل نسبيا (3.82) يوم بينما يمكن إهمال دور النظيرين الآخرين Rn220 وRn219 نظرا لقصر عمرهما النصفي (5,66 و3.92) دقيقة على التوالي (كاظم واخرون 2016). غاز الرادون قابل للذوبان في الماء ويزداد معدل الذوبان كلما كانت درجة حرارة الماء منخفضة وبالتالي فانه يساهم في النشاط الإشعاعي للمياه الجوفية وعند تدفق الماء أو ارتفاع في درجة حرارته فيساعد على تحرر غاز الرادون الى البيئة (Kochowska وأخرون 2004) تعتمد كمية غاز الرادون الذائب في المياه الجوفية على عوامل مختلفة مثل خصائص طبقة المياه الجوفية والتفاعل بين المياه الجوفية والصخور والمحتوى المادي لنظير الراديوم (المصدر الرئيسي لغاز الرادون) ان خطورة غاز الرادون تكمن عند تحلله بانبعاث جسيمات ألفا المشحونة إلى نواتج صلبة تسمى بنواتج تحلل الرادون، وهي نظائر (Po−18 Pb−14) فتلتصق هذه النواتج المشعة بالأغشية المخاطية المبطنة لأجزاء الجهاز التنفسي وتستقر به مما يرفع من نسبة خطر الإصابة بالأمراض الصدرية مثل سرطان الرئة والدم وتؤثر على الاحماض النووية (DNA) ومشاكل الغدة الدرقية (ATSDR, 2012). ان من اهم مصادر غاز الرادون في المياه الجوفية هو نظير الراديوم −226 الموجود في التربة والصخور التي تكون بتماس مع المياه الجوفية فعند انحلاله سيؤدي إلى تسرب غاز الرادون إلى الوسط الخارجي ويعتمد ذلك على مسامية ورطوبة التربة وتختلف كمية الرادون من مكان إلى أخر حسب الطبيعة الجيولوجية للمكان واعماق المياه الجوفية ومصادر تغذيتها (Abdul−husain, 2007).

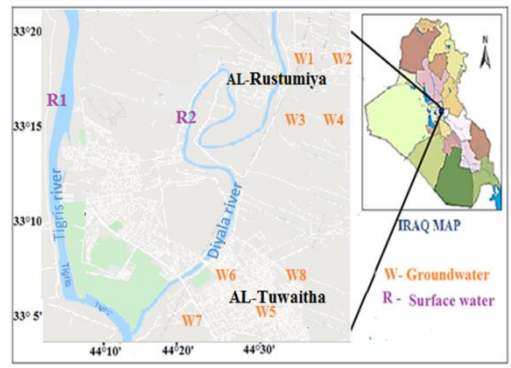
أجريت عدة دراسات لقياس تراكيز غاز الرادون في مناطق مختلفة فقد قام (مهدي واخرون 2012) بقياس تركيز غاز الرادون في المياه الجوفية لمنطقة ذراع دجلة، وقام (Fatten وآخرون 2018) بدراسة توزيع الرادون في المياه الجوفية في مدينة جربة في تونس، وأجريت دراسات على تطبيقات الرادون في تغذية المياه الجوفية الضحلة في الولايات المتحدة من قبل (Natasha وآخرون 2007). تقع منطقتي الدراسة الرستمية والتويثة جنوب شرق مدينة بغداد بين خطي عرض 33.16 −33.13 وخطي طول 44.31 − 44.33 وهي من المناطق السكنية. تهدف هذه الدراسة الى قياس مستويات غاز الرادون واجراء تقييم اشعاعي للمياه الجوفية في منطقة الرستمية والتويثة جنوب شرق بغداد ومقارنتها مع القيم المسموح بها محليا وعالميا وتقييم آثارها الصحية بالإضافة إلى دراسة العلاقة لمحتوى الرادون مع المتغيرات الفيزيائية والكيميائية لمياه الابار المختارة لهذه الدراسة (pH، Ec).

المواد وطرائق العمل

جمع النماذج

جمعت العينات من المياه الجوفية في منطقة الدراسة (الرستمية والتويثة) بواقع (8) عينات ابار, (2) نموذج مياه سطحية (دجلة وديالى) شكل (1) وعلى ثلاث فترات زمنية (2019/4/3، 2019/06/12

و2019/10/16) لدراسة تأثير التغاير في درجات الحرارة في منطقة الدراسة على تراكيز غاز الرادون.

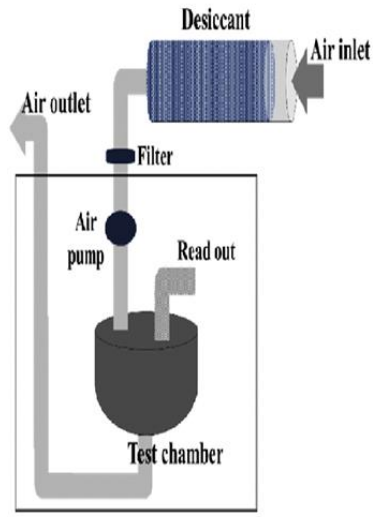


شكل (1) خارطة منطقة الدراسة وموقع الآبار المختارة شكل RAD7

اختيرت مواقع أخذ العينات من ابار تستخدم مياهها باستمرار للاستهلاك البشري والزراعي، نفذت عملية أخذ العينات وفقًا للطرق القياسية (Singh وأخرون 2005) باستخدام قنينة زجاجية سعة 250 مل يثبت عليها تاريخ و موقع اخذ النموذج ، اجريت بعض القياسات الحقلية منها الدالة الحمضية pH, والتوصيلية الكهربائية Ec (مؤشر الملوحة) وذللك لتحديد نوعية ومصدر المياه الجوفية (عميقة او ضحلة), باستخدام جهاز (TWT) وهو جهاز متعدد القياسات صنع الماني ، الى ذلك تم تحديد اعماق المياه الجوفية في الآبار باستخدام جهاز قياس الاعماق من نوع ((Hydrometric SEBR) وتحديد إحداثيات مواقع أخذ العينات باستخدام جهاز تحديد المواقع (Garmin, GPS).

عملية القياس

استخدم جهاز RAD7 (Durridge CO.) لقياس تراكيز غاز الرادون في عينات المياه وهو مخصص لقياس غاز الرادون في الماء بدقة عالية ولمدى واسع من التراكيز والحصول على قراءات خلال ساعة من اخذ العينة وغالبا ما تكون النتائج المطلوبة فورية واهم ميزة في هذا الجهاز هو قدرته على تحديد طاقة جسيمة الفا الكترونيا وهذا يجعل من الممكن التمييز بين نظائر الرادون (البولونيوم–218, البولونيوم–214 و...الخ) وبين الرادون والثوريون و تعرف هذه التقنية بمطياف الفا (الشكل 2).



شكل (2) جهاز كاشف غاز الرادون

النتائج والمناقشة

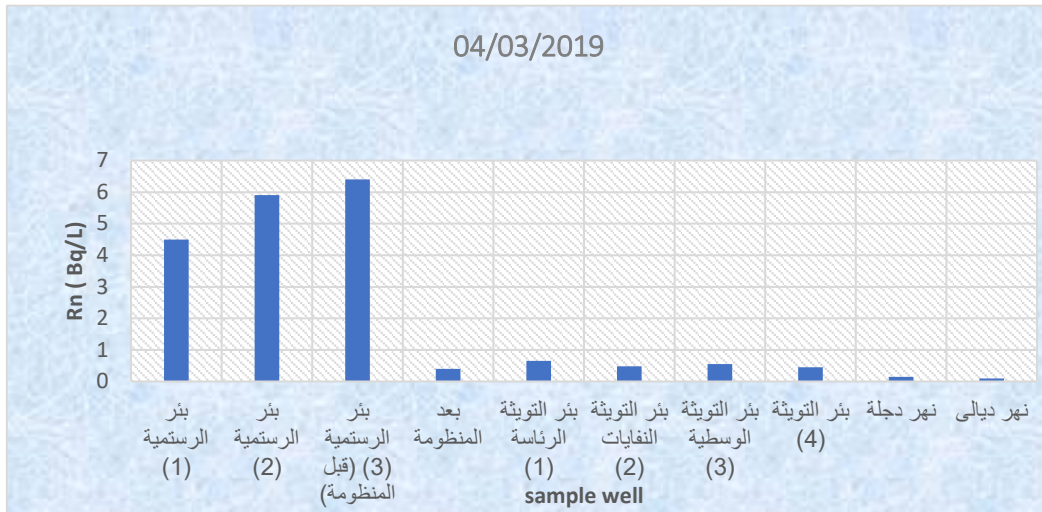
يوضح الجدول (1) جميع النتائج التي تم الحصول عليها في الدراسة الحالية، وقد شملت النتائج تباين في تراكيز غاز الرادون للعينات باختلاف مواقعها حيث تراوحت اعلى التراكيز في مياه ابار منطقة الرستمية ما بين (2.5–6.4 Bq/L) بينما كانت نتائج غاز الرادون في مياه ابار منطقة التويثة (0.12– 0.65 Bq/L) وكانت اقل التراكيز في المياه السطحية لنهري دجلة وديالى (0.1–0.23 Bq/L), الاشكال (3, 4 و5) تركزت القيم العالية لتراكيز الرادون في منطقة الرستمية ويعزى السبب الى عمق منسوب المياه الجوفية في الابار (15–13) متر حيث ان مياه الآبار تتأثر بالمياه الجوفية العميقة التي تحتوي على تركيز عالي من الراديوم – 226 (المصدر الرئيسي لغاز الرادون) والذي ينشا ضمن سلسلة انحلال اليورانيوم الذي تواجد بشكل طبيعي في التربة والصخور، وكذلك ان مياه الابار في منطقة الرستمية لا تتأثر بالمياه السطحية القريبة منها (نهر ديالى) التي تتميز بأنخفاض تراكيز غاز الردون فيها مقارنة مع

المياه الجوفية (مهدي واخرون 2012). لوحظ ان تراكيز غاز الرادون في منطقة التويثة قليلة وذلك لان معظم مياه الابار في منطقة التويثة هي مياه ضحلة ذات أعماق قليلة وتتأثر بالمياه السطحية القريبة (نهر دجلة) الذي يتميز بانخفاض تراكيز غاز الرادون فيها.

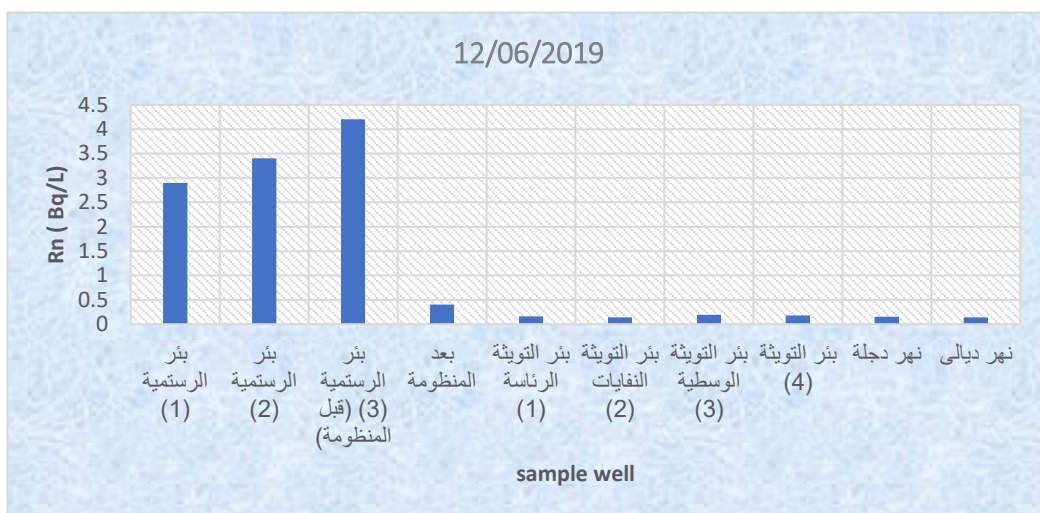
جدول (1) قيم تراكيز غاز الرادون و الجرعات الإشعاعية وقيم خصائص الفزيائية لها (pH ,Ec) لنماذج المياه

Date	No	Sample Name	pH	Ec mS/cm	Depth (m)	Rn (Bq/l)	SD	DW
4/03/2019	1	بئر الرستمية (1)	6.8	4.25	15	3.9	0.3	21.4
	2	بئر الرستمية (2)	7	4.88	13	5.9	0.4	32.3
	3	بئر الرستمية (3) (قبل المنظومة التحلية)	6.9	6.25	15	6.4	0.5	35.0
	4	بعد المنظومة التحلية	6.9	0.115		0.4	0.05	2.2
	5	بئر التويثة الرئاسة (1)	8.1	4.65	5	0.65	0.04	3.6
	6	بئر التويثة النفايات (2)	7.7	6.26	6	0.48	0.3	2.6
	7	بئر التويثة الوسطية (3)	7.8	5.27	4	0.55	0.03	3.0
	8	بئر التويثة (4)	7.2	6.54	5	0.45	0.02	2.5
	9	نهر دجلة	7.4	0.733		0.15	0.02	0.8
	10	نهر ديالى	7	0.755		0.1	0.02	0.5
12/06/2019	1	بئر الرستمية (1)	6.8	4.85	15	2.5	0.3	13.7
	2	بئر الرستمية (2)	6.8	5.79	13	3.4	0.2	18.6
	3	بئر الرستمية (3) (قبل المنظومة)	6.8	7.14	15	4.2	0.4	23.0
	4	بعد المنظومة	7.4	0.115		0.4	0.02	2.2
	5	بئر التويثة الرئاسة (1)	7.3	5.72	5	0.12	0.02	0.7
	6	بئر التويثة النفايات (2)	7.8	7.89	6	0.14	0.02	0.8
	7	بئر التويثة الوسطية (3)	8.3	6.25	4	0.15	0.02	0.8
	8	بئر التويثة (4)	7.9	7.86	5	0.15	0.02	0.8
	9	نهر دجلة		0.94		0.12	0.02	0.7
	10	نهر ديالى	7.2	1.24		0.11	0.02	0.6
6/10/2019	1	بئر الرستمية (1)	6.8	4.36	15	3.1	0.3	17.0
	2	بئر الرستمية (2)	6.8	5.59	13	3.9	0.2	21.4
	3	بئر الرستمية (3) (قبل المنظومة)	6.8	6.24	15	5.5	0.4	30.1
	4	بعد المنظومة	7.7	0.14	5	0.66	0.02	3.6
	5	بئر التويثة الرئاسة (1)	7.1	5.2	5	0.2	0.02	0.7
	6	بئر التويثة النفايات (2)	7.6	6.89	6	0.18	0.02	0.8
	7	بئر التويثة الوسطية (3)	8.1	6.55	4	0.21	0.02	0.8
	8	بئر التويثة (4)	7.7	6 .7	5	0.22	0.02	0.8
	9	نهر دجلة	7	1		0.23	0.02	1.3
	10	نهر ديالى	7.2	1.24		0.21	0.02	1.7

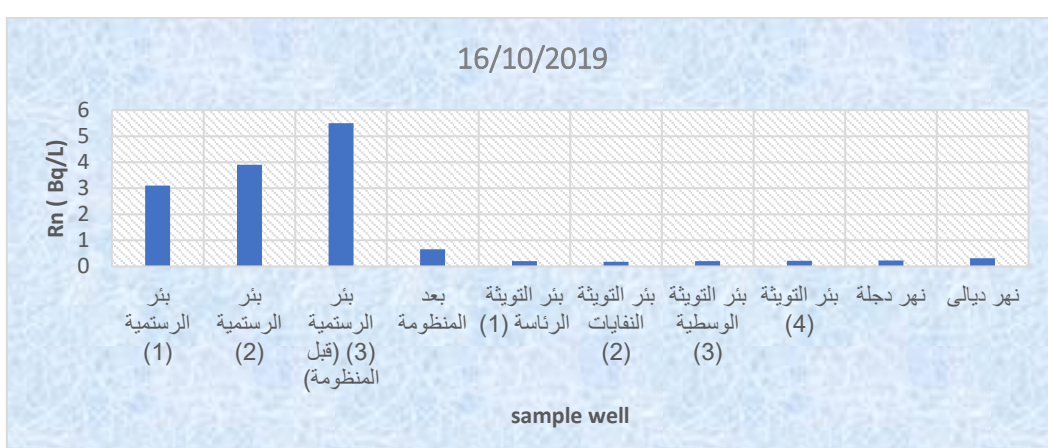
pH: potential Hydrogen Ec: Electrical Conductivity, Depth water table depth Rn (Bg/L): Radon Concentration, SD: standard Deviation, Dw: Annual effective dose



شكل (3) تباين في تراكيز الرادون في عينات المياه في شهر اذار



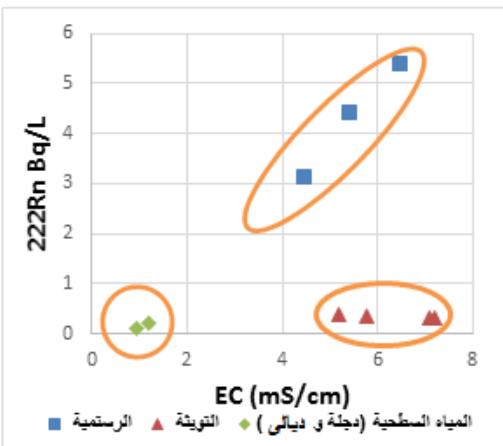
شكل (4) تباين في تراكيز الرادون في عينات المياه في شهر حزيران



شكل (5) تباين في تراكيز الرادون في عينات المياه في شهر تشرين الأول

اخذت العينات خلال ثلاث فترات زمنية من الدراسة وذلك لبيان تأثير التغاير في درجات الحرارة خلال العام الواحد على تركيز الرادون حيث أظهرت النتائج ارتفاع نسبي في تركيز الرادون في الأشهر الاقل درجات حرارة (اذار وتشرين الأول) مقارنة مع شهر حزيران حيث ان غاز الرادون قابل للذوبان في الماء ويزداد معدل ذوبانه كلما انخفضت درجة حرارة الماء لذلك ففي درجات الحرارة العالية يتحرر غاز الرادون من المياه الى الهواء وهذا يؤدي الى انخفاض تركيزه في المياه بصورة عامة. تشير النتائج إلى أن تركيز الرادون من جميع مواقع أخذ العينات (نهر دجلة) الذي يتميز بانخفاض تراكيز غاز الرادون فيها. اخذت العينات خلال ثلاث فترات زمنية من الدراسة وذلك لبيان تأثير التغاير في درجات الحرارة خلال العام الواحد على تركيز الرادون حيث أظهرت النتائج ارتفاع نسبي في تركيز الرادون في الأشهر الاقل درجات حرارة (اذار وتشرين الأول) مقارنة مع شهر حزيران حيث ان غاز الرادون قابل للذوبان في الماء ويزداد معدل ذوبانه كلما انخفضت درجة حرارة الماء لذلك ففي درجات الحرارة العالية يتحرر غاز الرادون من المياه الى الهواء وهذا يؤدي الى انخفاض تركيزه في المياه بصورة عامة. تشير النتائج إلى أن تركيز الرادون من جميع مواقع أخذ (WHO, 2008) (USEPA, 1999) تضمنت الدراسة تقدير كفاءة منظومات تحلية المياه (RO) لإزالة نظير الرادون في منطقة الرستمية حيث كانت نتائج تركيز الرادون في العينات المائية قبل دخوله للمنظومة وبعد الخروج، (6.4 & 0.4 Bq/L) على التوالي وهذا يدل على الكفاءة العالية للمنظومة ويعزى السبب الى ان هذه المنظومات تستخدم اغشية التناضح العكسي والكاربون المنشط الذي له دور فعال في إزالة نظير الرادون (Sudeep, 2014).

تراوحت قيم التوصيلية (Ec) (مؤشر ملوحة المياه) ما بين (4.25-7.89 ms/cm) وهي قيم اعلى من المسموح به عالميا لمياه الشرب (1.8) ms/cm حيث كانت هنالك زيادة نسبية في معدلات تراكيز غاز الرادون مع زيادة في التوصيلة في منطقة الرستمية وهذا يدل ان مياه الابار في منطقة الرستمية تتأثر بالمياه الجوفية العميقة والتي تكون بتماس مع الصخور التي تحتوي على املاح الراديوم −226 (المصدر الرئيسي للغاز الرادون) ، بينما في منطقة التويثة لم يكن هنالك تأثير في ارتفاع القيم التوصيلية على تراكيز غاز الرادون لان مياه الابار غير عميقة حيث كان معدل عمق الابار في تلك المنطقة m (4-6) ويعود سبب ارتفاع التوصيلة في مياه الابار لمنطقة التويثة الى انها مناطق زراعية حيث تتأثر المياه الجوفية في تلك المنطقة بعمليات الري والبزل كونها مياه جوفية غير عميقة وكما موضح قي شكل (6).



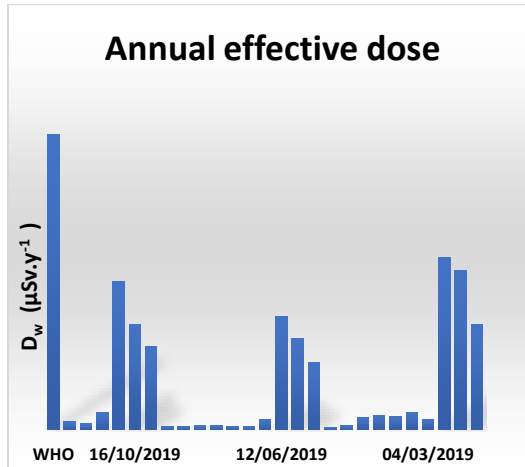
شكل (6) العلاقة بين معدل تركيز الرادون والتوصيلية (Ec)

سجلت جميع عينات المياه قيم للدالة الحامضية (pH) ضمن الحدود المسموح بها التي أوصت بها وكالة حماية البيئة الأمريكية، ومنظمة الصحة العالمية، ولم يكن هنالك تأثير ملحوظ لقيم الدالة الحامضية مع تراكيز الرادون.

متوسط الجرعة الفعالية السنوية

حسبت الجرعة السنوية الفعالة الكلية (D_w) من استنشاق غاز الرادون في الماء باستخدام وثائق لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري حسب المعادلة $D_w=C_w\ CR_w\ D_{cw}$ ، حيث ان: C_w: تركيز الرادون في الماء ($Bq\ L^{-1}$), CR_w: مقدار الاستهلاك ($1095\ L.\ y^{-1}$) ، D_{cw}: معامل

تحويل الجرعة للرادون ($5*10^{-9}$Sv Bq^{-1}) (Kochowska, 2004) تراوحت قيم الجرعة الفعالة السنوية $\mu Sv.y^{-1}$ (0.5–35) حيث وجد أن الجرعة الفعالة السنوية الإجمالية من جميع المواقع في المنطقة المدروسة أقل من القيم المسموح بها عالميا 100 ($\mu Sv.y^{-1}$) (WHO, 2008)، اظهرت اعلى قيمة في منطقة الرستمية مقارنة مع المناطق الاخرى وذلك بسبب ارتفاع تراكيز غاز الرادون فيها . وكما موضح في شكل (7).



شكل (7) التباين في معدل الجرعة الفعالة السنوية

الاستنتاجات والتوصيات

– ان معدل تركيز غاز الرادون في جميع عينات المياه كانت ضمن المستويات التي أوصت بها الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (11.1 Bq/L) حيث كانت اعلى معدل لتركيز غاز الرادون في مياه الابار في منطقة الرستمية ويعود السبب الى ان تغذية مياه الابار في هذه المنطقة هي مياه جوفية وتأثرها بالمياه السطحية المحيطة بها (نهر ديالى) قليل نسبيا.

– الجرعة الفعالة السنوية الإجمالية من جميع عينات المياه في المنطقة الدراسة ضمن المسموح القيم المسموح بها عالميا ($100\ \mu Sv.y^{-1}$).

– نوصي بأجراء دراسات في مناطق اخرى من البلاد لتقييم المياه الجوفية من الناحية الاشعاعية لاستخدامها لاغراض متنوعة علما ان معظم الدراسات السابقة بهذا الموضوع تركز على المياه السطحية.

المصادر

حسين، م.ح. (2010). قياس تراكيز غاز الرادون في التربة لمناطق مختلفة من محافظة الانبار باستخدام كاشف الاثر النووي CR–39, مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة, العدد الثاني ,المجلد (4)، 93–97.

كاظم، أ.هـ. (2016). قياس ودراسة تراكيز غاز الرادون المشع في عينات منتخبة من المياه في ناحية القاسم/ العراق مجلة جامعة بابل المجلد (24) العدد 6، 1601–1609

مهدي, خ.هـ. ; ندى فاضل توفيق ولينا مجيد حيدر، (2012). قياس تركيز الرادون في المياه الجوفية والسطحية لمنطقة ذراع دجلة والثرثار وحساب الجرعة الفعالة السنوية، مجلة جامعة النهرين المجلد (15) العدد 6 ،2–9.

Abdul-Hussain, F.M. (2007). Hydro-chemical and Environmental Study of the Infiltrated Water in Baghdad City, PhD. Thesis, College of Science, University of Baghdad, 128p.

ATSDR, (2012). Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Toxicological Profile for Radon, Atlanta, GA, U.S. Department of Public Health and Human Services, Public Health Service.

Duggal, R. M.; and A. Rani. (2013). Determination of 222Rn Level in Groundwater Using a RAD7 Detector in the Bathinda District of Punjab, India, Radiation Protection Dosimetry, 156, 239-245.

Fatten, T.; Belgacem, A.; Fayza, and Adel, K. (2018). Groundwater Chemistry and Radon-222 Distribution in Jerba Island, Tunisia Journal of Environmental Radioactivity 182, 74–84.

Kochowska, J.; Mazur, K. K. and M. Janik, (2004). Radon in Well Waters in the Kraków Area, Isotopes in Environmental and Health Studies, 40, 207-212.

Natasha, T.D.; William, C. B.; Jeffrey, P. C.and Jane, E. C. (2013). Application of Radon-222 to Investigate Groundwater Discharge into Small Lakes Journal of Hydrology 486, 112–122.

Singh, J.; Singh, H.; Kumar, A.; Mahajan, S.; Bajwa, B.S. and Singh, S. (2005). Radon Measurement in Groundwater and Mineral Water of Amritsar District by Alpha Scintillometry Environ Geochem (1), 126–129.

Srilatha, M.C.; D.R.; Rangaswamy, and J. S. (2014) Studies on Concentration of Radon and Physicochemical Parameters in Ground Water Around Ramanagara and Tucker Districts, Karnataka, India, International Journal of Advanced Science and Technical Research, 2(4), 641-660.

Sudeep, K.; Karunakara, B.K.; Sahoo, J. J.; Gaware (2014). Estimation of Radon Adsorption Coefficients for for Radon in Drinking Water, Sheet, EPA, 815-F-99-007.

WHO (World Health Organization), (2008) Guidelines for Drinking Water Quality, Vol.1 Recommendations, Third ed., Geneva.