# قياس تركيز غاز الرادون في تربة بعض المواقع المقدسة في محافظة النجف الاشرف

**علي خلف حسن ، حسين جمعة حمد**
**قسم الفيزياء ـ كلية التربية للبنات ـ جامعة الكوفة**

**الخلاصة:**
في هذا البحث قمنا بقياس تركيز غاز الرادون في تربة بعض المواقع المقدسة في محافظة النجف الاشرف. وتم الاختيار لقدسية المحافظة في نفوس الناس بكل أرجاء المعمورة وارتياد عشرات الملايين من الزائرين وطلبة العلوم الدينية إليها. وبعد مسح المواقع والمراقد المقدسة في المحافظة انتخبنا (23) موقعا. استخدمنا طريقة قصيرة الأمد في تقنية حديثة هي (RAD7) لقياس التراكيز وفي الأعماق (10،30،50،70)cm في كل المواقع.
فتبين إن جميع التراكيز للمناطق التي درست هي ضمن الحد المسموح به عالميا.

**الكلمات المفتاحية اليورانيوم ، غاز الرادون ، RAD7** .

# Radon Gas concentration measurement In Soil For Some Holy Positions In Anajaf Al-ashraf Governorate

Ali Khalaf Hasan Hussain hamd

**Abstract**
In this search we measurement Radon gas concentration in the soil of holy positions in Annajaf Alashraf city. We choice it for honorable position in all the world and, because millions of peoples and religious sciences students visit it. we selected 23 positions .by using a short-term way in modern technology its (RAD7) to measured concentration for depths (10,30,50,70)cm in all the holy positions.
All the concentration in position studies within the range allowed of the global.

**Keywords: Uranium, Radon Gas, RAD7.**

## 1 - المقدمة

الرادون $^{222}Rn$ غاز طبيعي عديم اللون والرائحة،وكثافته $9.7\ Kg.m^{-3}$،ويغلي عند الدرجة $-61.8\ C°$ ودرجة انجماده $-71.0\ C°$ ،ولكونه عديم اللون والرائحة فلا يمكن كشفه بالحواس البشرية.لذا يعتمد في كشفه بشكل رئيس على كشف الأشعة المرافقة لانحلاله،وهو غاز ثقيل أثقل من الهواء 7.7 مرة.عمر النصف للنظير $^{222}Rn$ 3.82 d.وينتمي إلى الغازات النبيلة،فذرة الرادون،كباقي الغازات النبيلة،نادرا ما تتفاعل فيمكنها أن تنتشر بحرية عبر كل المواد النفوذة للغازات لأنها خاملة كيميائيا [1].

وينحدر غاز الرادون من التحلل الإشعاعي لسلسلة اليورانيوم-238 حيث تنتهي بنظير الرصاص-206 المستقر،وتحتوي هذه السلسلة غاز الرادون-222 المشع.

$$^{238}U \xrightarrow{\alpha} {}^{226}Ra \xrightarrow{\alpha} {}^{222}Rn \longrightarrow {}^{206}Pd \quad ....(1)$$

يوجد 3 نظائر مشعة لغاز الرادون[2] :

1-الرادون$^{222}_{86}Rn$ينتج عن تحلل سلسلة اليورانيوم$^{238}_{92}U$.

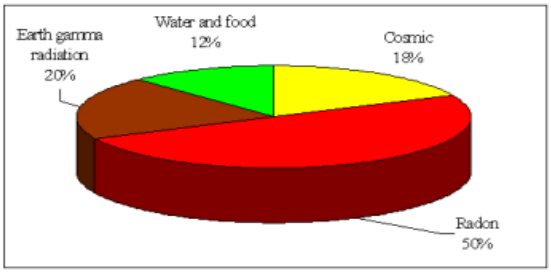
2-الاكتينيون$^{219}_{86}Rn$ينتج عن تحلل سلسلة اكتينيوم$^{235}_{92}U$.

3-الثورون$^{220}_{86}Rn$ينتج من تحلل سلسلة الثوريوم$^{232}_{90}Th$.

من هذه النظائر المشعة يكمن الخطر في نظير الرادون $^{222}_{86}Rn$ [3].

النواة الوليدة الناتجة من تحلل الراديوم-226 مباشرة هو غاز الرادون-222 الغير المستقر،والذي ينحل مشعا جسيمة ألفا ومولدا مايسمى بولائد الرادون $^{214}Po$، $^{214}pb$،$^{214}Bi$ ، $^{218}Po$ .

إن حوالي80 %من غاز الرادون المنبعث إلى الوسط الخارجي ينتج عن الطبقات العليا للأرض.ولاختلاف التكوين الجيولوجي للقشرة الأرضية يختلف تركيز غاز الرادون من مكان لأخر.وكمية إصدار الرادون من التربة تتوقف على عدة عوامل منها نوع التربة ونفاذية وحجم حبيبات التربة والصخور،ويشكل غاز الرادون50% تقريبا من مجموع الخلفية الإشعاعية الطبيعية التي يتعرض له سكان العالم،كما في الشكل(1- 1)الذي يبين معدلات ومصادر الخلفية الإشعاعية الطبيعية [4].




الشكل(1-1)معدلات ومصادر الإشعاعات الخلفية للسكان.

مشتقات الرادون مشعة وتمثل مصدرا لمعظم الجرعة الإشعاعية للرادون $^{222}_{86}Rn$،وخطورة مشتقات الرادون في تحللها بسرعة قبل أن تستطيع الرئة التخلص منها. والسبب عمر النصف لها صغير جدا 3.05 min للنظير $^{218}_{84}Po$ ،وبينما للنظير $^{216}_{84}Po$ يبلغ 0.15 sec،وللنظير $^{215}_{84}Po$ يبلغ عمر النصف $1.78 \times 10^{-3}$ sec.

## 2-الجزء العملي

استخدمنا الكاشفRAD7،إنتاج شركةDURRIDGE، وهو من الكواشف الفعالة الذي يعتمد في عمله على أشباه الموصلات.ويستخدم في وسائط ولأغراض مختلفة كقياس الرادون و/أوالثورون في الهواء والماء والتربة.والشكل (2-1)يبين مظهرRAD7 مع التأشيرات لاجزاءه.

الشكل (1- 2) الكاشف RAD7 مع التأشيرات[5].

للكاشف RAD7 مواصفات متميزة نذكر أهمها من خلال الجدول(1-1).

**3-موقع الدراسة**

تزخر محافظة النجف الاشرف بالمواقع المقدسة التي تنتشر في أرجائها و تم اختيار المدينة القديمة حيث مرقد أمير المؤمنين عليه السلام، وموقع الحوزة العلمية ومساجدها القديمة،فغدت مهوى القلوب من كل أرجاء المعمورة.وتم انتخاب 23 موقعا في المدينة القديمة لقياس تركيز غاز الرادون.

جدول(1-1) يبين المواصفات المهمة لجهاز RAD7 [5].

| | |
|---|---|
| قياسات متعددة | يقيس الرادون في الهواء والتربة والماء . |
| المدى | 4 – 750,000 $Bq.m^{-3}$ |
| الذاكرة | تراكيز الرادون 1000،وبيانات مرافقة،يمكن أن تقرأ على شاشة الجهاز، و/أو تطبع بطابعة IR .ملخص دورة العمل يبين المعدل العالي والمنخفض والانحراف المعياري للقراءات. |
| مبدأ العمل | تجميع الكتروستاتيكي لانبعاث ألفا مع التحاليل الطيفية. |
| مضخة هواء داخلية | نسبة التدفق الاسمية 1liter/minute، مصفي لمدخل الهواء وموصلات لمدخل ومخرج الهواء. |
| الطيف المطبوع | طيف طاقة ألفا عالية الدقة تحدد سلسلة تحلل نظائر الرادون والثورون. |
| مقاومة ألمدل | " اختبار قفل " هو برنامج وضع في الجهاز ليؤمن نظام Rad7 العائد لك ضد كل أنواع العبث المقصود أو الغير المقصود. |
| شاشةعرض LCD | 2 خط x 16 رمز،عرض سهولة القراءة. |
| عد مسموع للرادون | يشير إلى وجود وشدة الرادون والثورون. ويمكن أن يفتح ويغلق. |
| القدرة | قدرة البطارية 5-AH,6V،شحن أوتوماتيكي عند التوصيل والتشغيل،عمل مستمر للبطارية:24 ساعة بطريقة الاستنشاق،72 ساعة بطريقة المراقبة. |
| الطابعة | طابعة IR اللاسلكية نوع Chamjin New Handy |
| الحساسية الاسمية | المراقبة:0.5 عدة/دقيقة/بيكوكوري/لتر .. المستنشق0.25 عدة/دقيقة/بيكوكوري/لتر |

في البحث قمنا بقياس تركيز غاز الرادون في تربة المواقع والمراقد المقدسة في المدينة القديمة في محافظة النجف الاشرف وللأعماق (10،30،50،70)cm ولكل عمق أربعة تراكيز مع معدل التراكيز وحساب الانحراف المعياري وذلك باستخدام الكاشف RAD 7.وجميع القياسات بوحدات $Bq.m^{-3}$ ،وبحسب التفصيل:-

1-العتبة العلوية المقدسة،مرقد أمير المؤمنين عليه السلام،أربعة مواقع حيث،(P1) جهة شارع الرسول صلى الله عليه واله، (P2)جهة شارع الإمام زين العابدين عليه السلام،(P3)جهة شارع الطوسي،(P4)جهة مرقد صافي الصفا.

2-صحن فاطمة عليها السلام،حيث(P5)جهة العتبة العلوية المطهرة،(P6)جهة مرقد صافي الصفا.

3-(P7)مرقد النبيين هود وصالح عليهما السلام،(P8) مقام الإمام الحجة(عجل الله فرجه)،(P9)مرقد صافي الصفا،(P10) مقام الإمام زين العابدين عليه السلام.

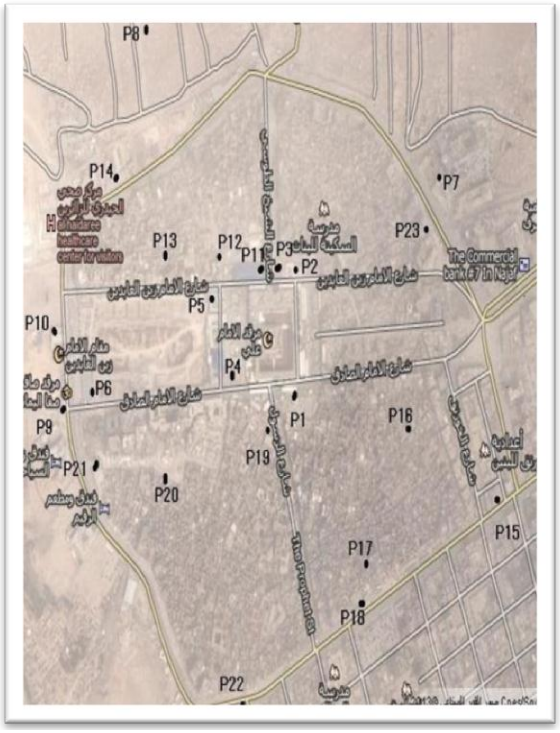
4-محلةالعمارة:-(P11)جامع ومرقد الشيخ الطوسي (قدس) ،(P12)جامع ومرقد الشيخ الجواهري(قدس)، (P13) جامع ومرقد الشيخ كاشف الغطاء(قدس)،(P14) جامع بئر عليوي.

5-محلة البراق:-(P15)مقام السيدة رقية بنت الحسن عليه السلام،(P16)جامع المسابج،(P17)جامع الطريحي، (P18) مسجد الزهراء عليها السلام.

6-محلة الحويش:-(P19)جامع الهندي ومرقد السيدمحسن الحكيم(قدس)،(P20)جامع الإمام الحجة(عجل الله فرجه) ،(P21)جامع الحاج فرمان،(P22)جامع محي الدين.

7-محلة المشراق:-(P23) جامع الشيخ الوائلي(قدس).

والشكل (1-3) يبين تفاصيل المواقع المنتخبة.



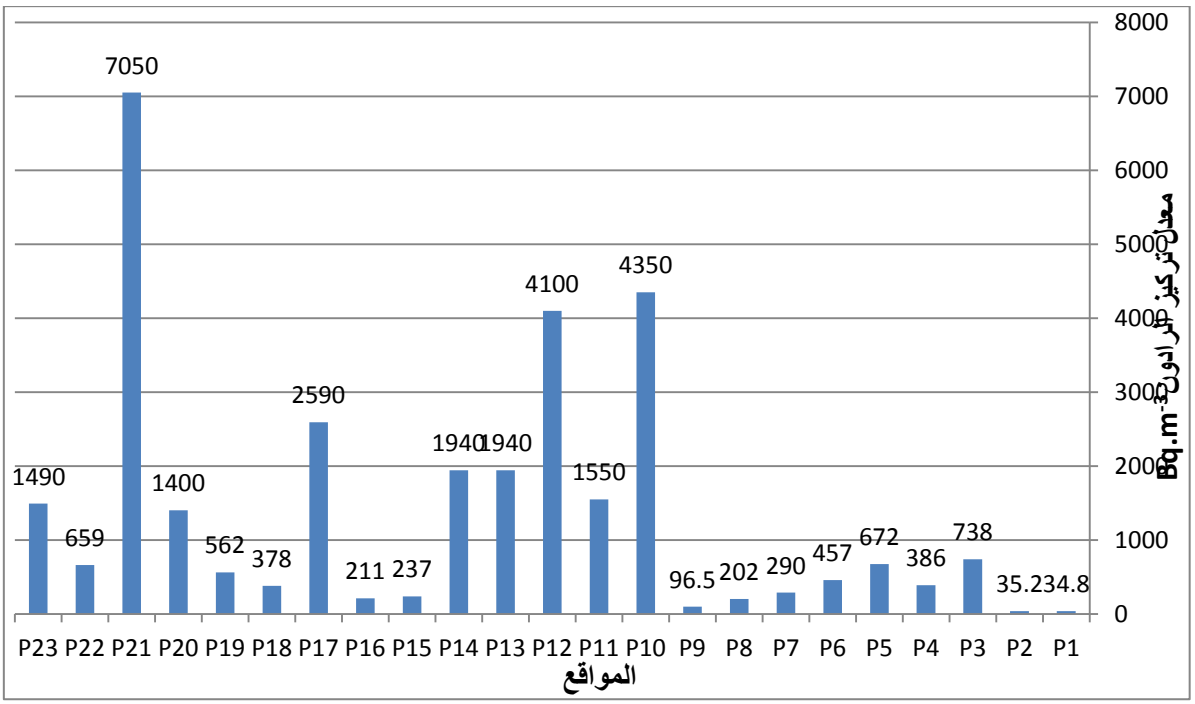

الشكل(1-3) مواقع الدراسة في المدينة القديمة.

**4- القياسات**

**4-1-العمق الأول 10 cm**

جدول (1-2) تراكيز الرادون في مواقع المدينة القديمة للعمق 10 cm.

| الموقع | التراكيز $Bq.m^{-3}$ | | | | معدل التراكيز | الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | الأولى | الثانية | الثالثة | الرابعة | | |
| P1 | 0.00 | 34.8 | 0.00 | 34.8 | 34.8 | 0.00 |
| P2 | 0.00 | 35.2 | 0.00 | 0.00 | 35.2 | 0.00 |
| P3 | 700 | 915 | 633 | 704 | 738 | 122 |
| P4 | 455 | 528 | 281 | 281 | 386 | 125 |
| P5 | 1310 | 531 | 389 | 460 | 672 | 428 |
| P6 | 490 | 422 | 422 | 493 | 457 | 39.9 |
| P7 | 210 | 281 | 528 | 141 | 290 | 169 |
| P8 | 245 | 176 | 176 | 211 | 202 | 33.1 |
| P9 | 140 | 106 | 70.4 | 70.4 | 96.5 | 33.4 |
| P10 | 4630 | 4070 | 4770 | 3930 | 4350 | 417 |
| P11 | 1580 | 1550 | 1510 | 1550 | 1550 | 28.7 |
| P12 | 3520 | 4490 | 3930 | 4480 | 4100 | 472 |
| P13 | 2080 | 1480 | 2180 | 2010 | 1940 | 313 |
| P14 | 1860 | 1940 | 1760 | 2190 | 1940 | 185 |
| P15 | 175 | 422 | 211 | 141 | 237 | 127 |
| P16 | 280 | 211 | 211 | 141 | 211 | 56.8 |
| P17 | 2920 | 2600 | 2530 | 2320 | 2590 | 248 |
| P18 | 385 | 281 | 422 | 422 | 378 | 66.5 |
| P19 | 770 | 457 | 563 | 457 | 562 | 147 |
| P20 | 1370 | 1340 | 1510 | 1370 | 1400 | 78.0 |
| P21 | 7640 | 6680 | 7150 | 6720 | 7050 | 449 |
| P22 | 595 | 809 | 598 | 633 | 659 | 102 |
| P23 | 1460 | 1370 | 1400 | 1750 | 1490 | 175 |



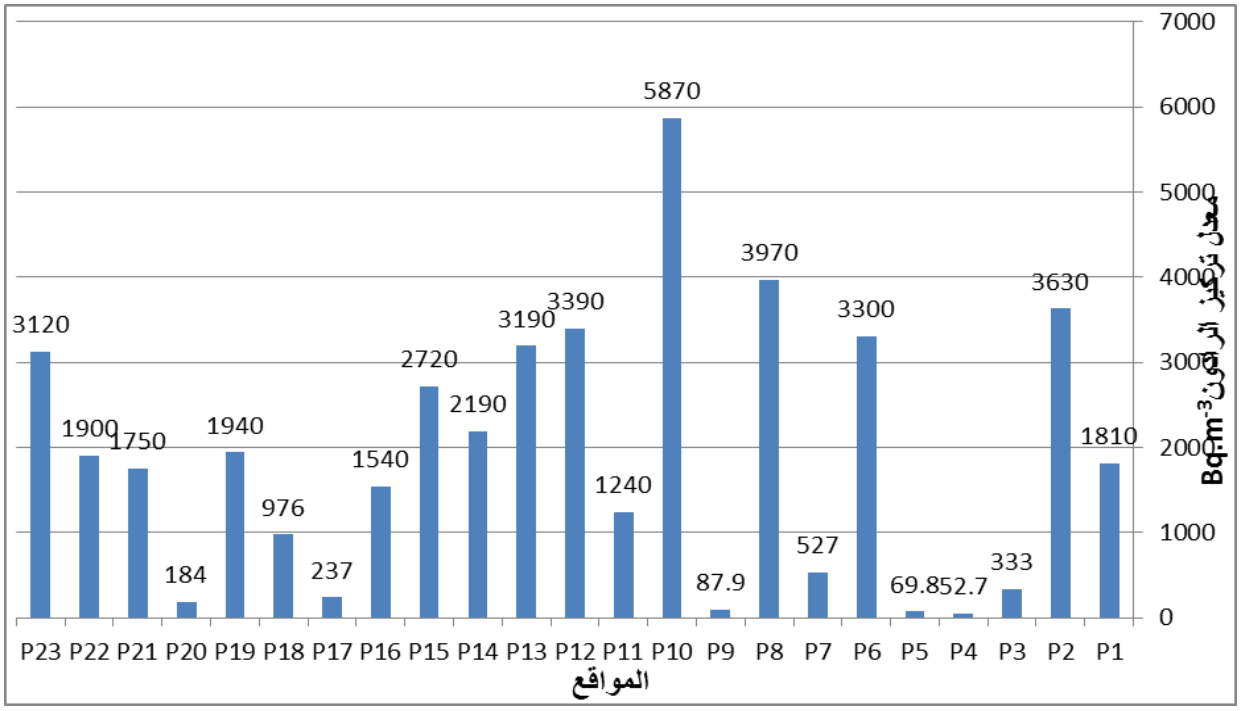

الشكل(1-4) مخطط لمعدل تراكيز الرادون في المدينة القديمة للعمق 10 cm.

من الجدول(1-2)والشكل(1-4)نرى أن اقل تركيز في محيط العتبة العلوية المطهرة في الموقع،(P1) جهة شارع الرسول صلى الله عليه واله وبلغ $Bq.m^{-3}$ 34.8، بينما أعلى تركيز في المدينة القديمة للعمق نفسه كان في الموقع(P21)جامع الحاج فرمان وبلغ $Bq.m^{-3}$ 7050.

**4-2-العمق الثاني(30 cm)**

جدول (1-3)تراكيز الرادون في المدينة القديمة للعمق 30 cm.

| الموقع | التراكيز $Bq.m^{-3}$ | | | | معدل التراكيز | الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | الأولى | الثانية | الثالثة | الرابعة | | |
| P1 | 2040 | 1440 | 2040 | 1720 | 1810 | 288 |
| P2 | 3520 | 3820 | 3220 | 3960 | 3630 | 330 |
| P3 | 104 | 350 | 422 | 457 | 333 | 159 |
| P4 | 70.0 | 35.2 | 70.4 | 35.2 | 52.7 | 20.2 |
| P5 | 69.6 | 0.00 | 70.0 | 0.00 | 69.8 | 0.28 |
| P6 | 2670 | 3860 | 3820 | 2850 | 3300 | 625 |
| P7 | 350 | 528 | 739 | 493 | 527 | 161 |
| P8 | 3340 | 4030 | 4030 | 4460 | 3970 | 461 |
| P9 | 35.0 | 106 | 106 | 106 | 87.9 | 35.3 |
| P10 | 5380 | 6080 | 7110 | 4910 | 5870 | 959 |
| P11 | 1300 | 1370 | 1090 | 1200 | 1240 | 123 |
| P12 | 3290 | 4050 | 3570 | 2650 | 3390 | 585 |
| P13 | 2960 | 2900 | 3780 | 3110 | 3190 | 408 |
| P14 | 1760 | 2410 | 2480 | 2120 | 2190 | 326 |
| P15 | 3060 | 2390 | 2640 | 2790 | 2720 | 280 |
| P16 | 1580 | 1550 | 1550 | 1480 | 1540 | 44.3 |
| P17 | 175 | 211 | 281 | 281 | 237 | 53.1 |
| P18 | 1130 | 1090 | 915 | 774 | 976 | 163 |
| P19 | 1620 | 2220 | 1580 | 2360 | 1940 | 400 |
| P20 | 210 | 211 | 176 | 141 | 184 | 33.4 |
| P21 | 1980 | 1270 | 1950 | 1800 | 1750 | 327 |
| P22 | 2220 | 1830 | 1720 | 1830 | 1900 | 217 |
| P23 | 2530 | 3360 | 3540 | 3040 | 3120 | 441 |



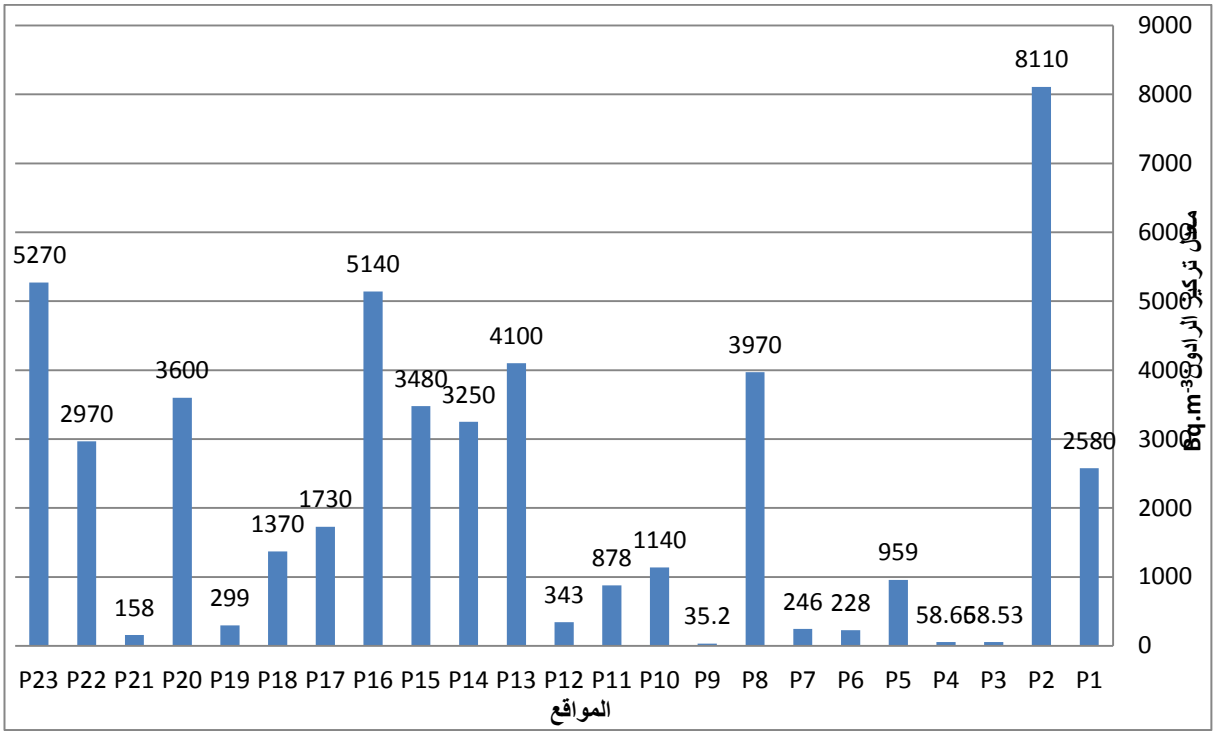

شكل(1-5)مخطط لمعدل تراكيز الرادون في المدينة القديمة للعمق 30 cm.

من الجدول(1-3)والشكل(1-5)نرى أن اقل تركيز في الموقع(P4) العتبة العلوية المطهرة جهة مرقد صافي الصفا وبلغ $52.7\ Bq.m^{-3}$.بينما أعلى تركيز في المدينة القديمة للعمق نفسه كان في الموقع(P10)مقام الإمام زين العابدين عليه السلام وبلغ $5870\ Bq.m^{-3}$

### 4-3-العمق الثالث 50 cm

جدول (1-4)تراكيز الرادون في المدينة القديمة للعمق 50 cm.

| الموقع | التراكيز $Bq.m^{-3}$ | | | | معدل التراكيز | الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | الأولى | الثانية | الثالثة | الرابعة | | |
| P1 | 2740 | 2940 | 2250 | 2370 | 2580 | 319 |
| P2 | 8320 | 8580 | 7580 | 7970 | 8110 | 434 |
| P3 | 70.0 | 0.00 | 35.2 | 70.4 | 58.53 | 20.2 |
| P4 | 0.00 | 70.4 | 35.2 | 70.4 | 58.66 | 20.3 |
| P5 | 985 | 774 | 1160 | 915 | 959 | 161 |
| P6 | 280 | 106 | 176 | 352 | 228 | 109 |
| P7 | 210 | 141 | 352 | 281 | 246 | 91.0 |
| P8 | 3620 | 3670 | 4340 | 4270 | 3970 | 462 |
| P9 | 0.00 | 0.00 | 35.2 | 35.2 | 35.2 | 0.00 |
| P10 | 1020 | 1240 | 1030 | 1270 | 1140 | 135 |
| P11 | 805 | 704 | 915 | 1090 | 878 | 166 |
| P12 | 563 | 281 | 281 | 246 | 343 | 148 |
| P13 | 4100 | 4160 | 4090 | 4050 | 4100 | 44.3 |
| P14 | 3040 | 3470 | 3110 | 3360 | 3250 | 201 |
| P15 | 3200 | 3250 | 3360 | 4100 | 3480 | 421 |
| P16 | 4700 | 5020 | 5160 | 5690 | 5140 | 411 |
| P17 | 1690 | 1830 | 1510 | 1870 | 1730 | 163 |
| P18 | 1270 | 1410 | 1510 | 1300 | 1370 | 111 |
| P19 | 315 | 246 | 387 | 246 | 299 | 67.2 |
| P20 | 3590 | 4100 | 3150 | 3570 | 3600 | 391 |
| P21 | 70.4 | 211 | 70.4 | 281 | 158 | 106 |
| P22 | 2880 | 2550 | 3150 | 3290 | 2970 | 327 |
| P23 | 4770 | 5760 | 4760 | 5800 | 5270 | 582 |



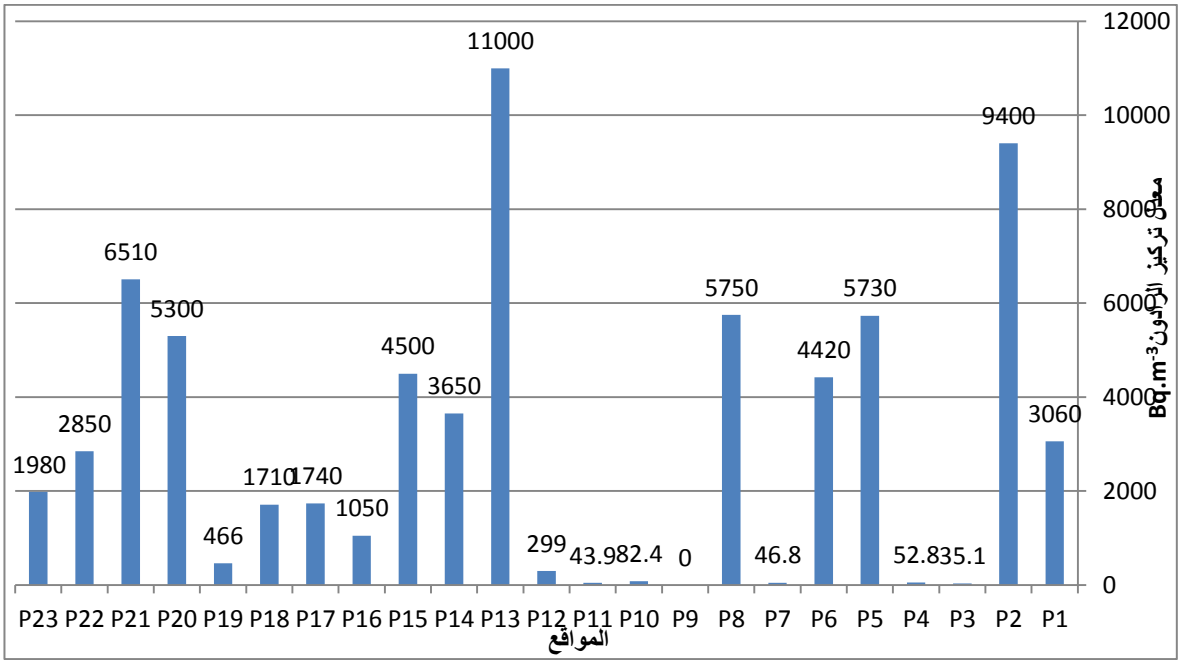

شكل (1-6) مخطط لمعدل تراكيز الرادون في المدينة القديمة للعمق 50 cm.

من الجدول(1-4)والشكل(1-6) تبين أن اقل تركيز في الموقع(P9)مقام صافي الصفا وبلغ $35.2\ Bq.m^{-3}$، بينما أعلى تركيز في المدينة القديمة للعمق نفسه كان في الموقع(P2)محيط العتبة العلوية المطهرة جهة شارع الإمام زين العابدين عليه السلام وبلغ $8110\ Bq.m^{-3}$ .

**4-4-العمق الرابع 70 cm**

جدول (1-5)تراكيز الرادون في المدينة القديمة للعمق $70\ cm$.

| الموقع | التراكيز $Bq.m^{-3}$ | | | | معدل التراكيز | الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | الأولى | الثانية | الثالثة | الرابعة | | |
| P1 | 2720 | 3470 | 3110 | 2940 | 3060 | 314 |
| P2 | 9740 | 9710 | 9310 | 9130 | 9400 | 245 |
| P3 | 35 | 35.2 | 0.00 | 35.2 | 35.1 | 0.1 |
| P4 | 0.00 | 35.2 | 70.4 | 35.2 | 52.8 | 24.9 |
| P5 | 5130 | 6440 | 5300 | 6040 | 5730 | 618 |
| P6 | 3680 | 4420 | 4700 | 4870 | 4420 | 527 |
| P7 | 70.0 | 35.2 | 0.00 | 35.2 | 46.8 | 20.1 |
| P8 | 5760 | 6290 | 6080 | 4870 | 5750 | 626 |
| P9 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| P10 | 0.00 | 35.2 | 106 | 106 | 82.4 | 52.8 |
| P11 | 70.0 | 0.00 | 70.4 | 35.2 | 43.9 | 33.6 |
| P12 | 246 | 422 | 211 | 317 | 299 | 93.1 |
| P13 | 10500 | 11300 | 11800 | 10300 | 11000 | 707 |
| P14 | 4170 | 3290 | 3560 | 3590 | 3650 | 373 |
| P15 | 4420 | 4280 | 4620 | 4690 | 4500 | 189 |
| P16 | 1300 | 1020 | 704 | 1160 | 1050 | 256 |
| P17 | 1580 | 1760 | 1940 | 1690 | 1740 | 148 |
| P18 | 1550 | 1860 | 1370 | 2040 | 1710 | 302 |
| P19 | 280 | 387 | 668 | 528 | 466 | 169 |
| P20 | 4770 | 5400 | 5330 | 5690 | 5300 | 383 |
| P21 | 6150 | 6970 | 5830 | 7080 | 6510 | 611 |
| P22 | 2850 | 2830 | 2760 | 2970 | 2850 | 88.3 |
| P23 | 1950 | 1950 | 2020 | 2020 | 1980 | 40.9 |




شكل(1-7)مخطط لمعدل تراكيز الرادون في المدينة القديمة للعمق 70 cm.

من الجدول(1-5)والشكل(1-7) تبين أن اقل تركيز في الموقع(P9)مقام صافي الصفا وبلغ $0.00\ Bq.m^{-3}$، بينما أعلى تركيز في المدينة القديمة للعمق نفسه كان في الموقع(P13)جامع ومرقد الشيخ كاشف الغطاء(قدس) وبلغ $11000\ Bq.m^{-3}$.

**5-المناقشة والاستنتاج**

بملاحظة نتائج القياسات في الجداول من(1-2)إلى(1-5) والأشكال من(1-4)إلى(1-7)،نرى الاختلاف في التراكيز للعمق نفسه في المواقع المختلفة ويرجع سبب ذلك لاختلاف الطبيعة الجيولوجية للتربة،فضلا عن اختلاف درجة الحرارة وتفاوت الرطوبة [3].

وعند الرجوع لجداول التراكيز نجد إن أعلى معدل تركيز لغاز الرادون المقاس في تربة محافظة النجف الاشرف كان $11000\ Bq.m^{-3}$ في الموقع(P13)،المقاس عند العمق 70 cm من سطح التربة.بينما كان 0.00 هو اقل تركيز تم تسجيله في الموقع(P9)عند العمق 70 cm.

علما النسب الطبيعية لتراكيز غاز الرادون في اغلب دول العالم محددة بين $Bq.m^{-3}$ (100-20000)بالنسبة لتربة الحقول الزراعية وبين $Bq.m^{-3}$ (400-40000)لباقي أنواع التربة[6].

وعموما،من نتائج القياسات،نرى انه كلما ازداد العمق عند القياس ازداد تركيز غاز الرادون في التربة غير الرملية وبينما في التربة الرملية نلاحظ العكس كما في المواقع(P3 و P4 وP9 وP10 وP11 وP12)، والسبب هو النفوذية العالية للتربة الرملية[7].

ومما تجدر الإشارة إليه،أن تربة المدينة القديمة قد تعرضت للطمر مرات عديدة مع حدل،الضغط على التربة مما يعمل على تقليص المسامات بين ذرات التراب ومن ثم إخراج الرادون منها،العملية أشبه بعصر التربة لإخراج مكوناتها،وتسجيل تراكيز منخفضة في هذه المواقع وإعاقة غاز الرادون في الطبقات السفلى من التحرر إلى الطبقات العليا للتربة.

ومن نتائج القياس نرى أن تراكيز جميع المواقع المدروسة ولجميع الأعماق التي تم عندها القياسات تقع ضمن الحد المسموح به عالميا [6].

**المصادر**

[1] مرتضى شاكر اسود،"دراسة النشاط الإشعاعي للمياه الجوفية والسطحية والرواسب لمحافظة بابل"،رسالة ماجستير،جامعة بابل،2003.

[2] د.خيرالدين الخطيب،"الكيمياء الإشعاعية"،مديرية الكتب والمطبوعات،جامعة البعث،2007.

[3] عمار موسى حمزة العياشي،"قياس ودراسة مستويات النشاط الإشعاعي الطبيعي للتربة في منطقة مظلوم في محافظة النجف الاشرف"،رسالة ماجستير، جامعة الكوفة،2011.

[4] B.M.R. green,R. larmour,J.C.H. miles, D.M. rees and F.K. ledgerwood,"Radon in dwellings in northern ireland", N.I.E.A.,2009.

[5] Inc. Durridge company,"RAD 7 radon detector",User manual, 2009.

[6] J. E. Gingrich,"Radon as a geochemical exploration tool". Geochemical Exploration,Vol. 21, P.P. 19–39,1984.

[7] د.موسى الجنابي ووهاب احمد محمد،"مصادر الإشعاع والجرع الإشعاعية"،منشورات منظمة الطاقة الذرية العراقية،1990.