توزیع هسته‌های پرتوزای طبیعی و نقاط داغ در سواحل هرمزگان، خلیج فارس، ایران

محمدرضا عبدی[1]*، مهدی کمالی[2]

[1] گروه فیزیک دانشگاه اصفهان، r.abdi@phys.ui.ac.ir
[2] آزمایشگاه مرکزی دانشگاه اصفهان، m.kamali@chem.ui.ac.ir

چکیده

مطالعه مقدماتی روی توزیع U، Th، K و Cs و رفتار ژئوشیمیایی در نمونه‌های خاک و رسوب برای مکان‌های مختلف سواحل خلیج فارس انجام شده است. سطح فعالیت ناشی از هسته‌های پرتوزا برای ۵۰ نمونه خاک و رسوب جمع‌آوری‌شده از سواحل هرمزگان اندازه‌گیری گردید. با استفاده از طیف اندازه‌گیری‌شده فعالیت ^{40}K از ۱۴۰ تا ۱۱۷۲، ^{137}Cs از ۰ تا ۱۵، ^{238}U از ۲۹ تا ۳۸۵ و ^{232}Th از ۹ تا ۱۵۶ بکرل بر کیلوگرم تعیین می‌شود، که به ترتیب دارای کمترین حد آشکارسازی ۶۸، ۳/۲، ۴/۳ و ۴/۳ بکرل بر کیلوگرم است. آهنگ دز از هوای اطراف خاک بین ۲۳ تا ۱۷۷ نانوگری بر ساعت است.

مقدمه

واپاشی هسته‌های پرتوزایی همچون U، Th و K که بطور طبیعی در ساختار زمین وجود دارند باعث گرم شدن زمین می‌شوند[۱]. با مطالعه هسته‌های پرتوزا در خصوص رفتار محیطی اطلاعاتی حاصل می‌شود. تابش گاما از رادیوایزوتوپ‌های طبیعی گسیل می‌گرددکه بعنوان تابش زمینه شناخته می‌شود و بعنوان چشمه‌های خارجی تابش‌دهنده به انسان است[۲]. پیشرفت علم هسته‌ای و کاربردهای متنوع آن باعث افزایش رادیواکتیویتی محیط شده است. علاوه بر این صنایعی همچون استخراج نفت، گاز، معدن و ... نیز در تغییر فعالیت محیط موثراند.

نخستین مطالعه روی منطقه خلیج فارس بوسیله پرشر انجام شده است[۳]. آنها با استفاده از نسبت Th/U و روش ESR عمر محیط را تعیین کرده‌اند. در این تحقیق نقشه خط پایه مواد رادیواکتیو در محیط هرمزگان بدست آمده است. این نقشه برای مقایسه تغییرات در اثر فرایندهای طبیعی و مصنوعی استفاده می‌شود.

برای اندازه‌گیری فعالیت، لازم است راندمان سیستم آشکارساز معلوم باشد. برای بدست آوردن راندمان از نمونه‌های استاندارد استفاده می‌کنیم که کاملاً مشابه نمونه محیطی است[۴].

مطالعه منطقه

خلیج فارس در جنوب ایران قرار دارد که از یک طرف با تنگه هرمز به اقیانوس هند متصل است. منطقه مورد مطالعه در شمال خلیج فارس واقع شده است(شکل ۱). جریان آب از سمت تنگه هرمز به سمت شمال غربی خلیج فارس چرخش دارد. این ناحیه از خط ساحلی حدود ۳۵۰ km طول دارد. رودخانه‌های مهم که به خلیج فارس تخلیه می‌شوند شامل رودشور، دالکی و مند است. این ناحیه دارای آب و هوای گرم و نیمه معتدل با دمایی بین ۲۰ تا ۴۵ ^{o}C است.

این منطقه از نظر محیطی، زیستی، ماهیگیری، معادن اورانیوم و ... از اهمیت زیادی برخوردار است[۵].

شکل(۱): نقشه سواحلی از خلیج فارس و تعیین نقاط نمونه‌برداری‌شده از آن

نمونه‌برداری و نمونه‌سازی

نمونه‌ها را از امتداد خط ساحلی منطقه مورد مطالعه تهیه نمودیم که از نایبند (N "۴۵ '۰۹ °۲۷) شروع و به دیلم (N "۳۵ '۴۰ °۲۷) با ۲۵ ایستگاه خاتمه می‌یابد. از هر ایستگاه ۱۰ نمونه با فواصل ۱۰ تا ۱۵ متری از یکدیگر و ۱۰ cm زیر زمین تهیه شد. ۵۰ نمونه خاک و رسوب به روش استاندارد در مارس ۲۰۰۴ با وزن حدود ۳ kg توسط ظروف ۱۵×۱۵ cm^2 با عمق ۵ cm جمع‌آوری و در بسته‌های پلی‌اتیلنی نگهداری گردید[۶].

ذرات با اندازه ۲ cm را از نمونه حذف نموده و آنها را پودر، همگن و الک کرده و در دمای ۱۱۰ ^{o}C خشک نمودیم و در نهایت در ظروف مارینلی بسته‌بندی نمودیم[۷].

روش تجزیه‌ای

نمونه‌های خشک‌شده را در ظروف مارینلی ۶۰۰ cm^3 بسته‌بندی و غیرقابل نفوذ کرده و به مدت ۵ هفته برای به تعادل رسیدن مواد پرتوزا نگهداری می‌کنیم.

پس از آن فعالیت ویژه سری‌های U، Th، K و Cs را با استفاده از طیف‌سنج گامایی که از یک HPGe ۱۰٪ راندمان و MCA ۸۱۹۲ کانال با برنامه Mastro تشکیل‌شده، بدست می‌آوریم.

طیف‌سنج با چشمه نقطه‌ای ^{60}Co و ^{220}Ra و مواد هسته‌ای مرجع RG-set، IAEA-soil کالیبره‌شده است[۴]. (جدول ۱)

جدول ۱: اندازه‌گیری‌های کنترل کیفیت با استفاده از مواد هسته‌ای مرجع

Radionuclide	Recommended Value Bq kg^{-1}	Standard deviation Bq kg^{-1}
^{133}Ba	15.22	0.172 ±
^{241}Am	13.86	0.142 ±
^{152}Eu	71.66	0.601 ±
^{24}Na	25.11	0.201 ±

تراز تابش گاما ۱۴۶۰/۷ keV برای تعیین ^{40}K، ۶۶۱/۶ keV برای ^{137}Cs، خطوط تابش گامای ۱۸۶/۱ keV برای ^{226}Ra، ۲۹۵/۱ keV و ۲۳۵/۰ برای ^{214}Pb و خطوط ۶۰۹/۳ keV، ۷۶۸/۴، ۹۳۴/۰، ۱۱۲۰/۳، ۱۷۲۹/۹، ۱۷۶۴/۷ و ۲۲۰۴ برای ^{214}Bi در تعیین فعالیت ^{238}U استفاده شد. خطوط تابش گاما ۴۶۳/۱ keV، ۹۱۱/۱، ۹۶۸/۹ برای ^{228}Ac، ۷۲۷/۳ keV و ۱۶۲۰/۷ برای ^{212}Bi، و خطوط ۸۶۰/۱ keV و ۲۶۱۴/۷ برای ^{208}Tl در تعیین فعالیت ^{232}Th استفاده گردید. تمام شمارش‌ها در ۸۶۴۰۰ ثانیه انجام شده است.

نتیجه و بحث

فعالیت U، Th، K و Cs در نمونه‌های خاک و رسوب در جدول (۲) نشان داده شده است. جدول(۳) مقادیر مجاز بین‌المللی و جدول(۴) ترکیبات شیمیایی نمونه‌ها بصورت اکسیدی را نشان می‌دهند. از جدول(۲) و (۳) نتیجه می‌شود که غلظت U در بیشتر نمونه‌ها بیشتر از حد استاندارد بین‌المللی است که این غلظت به ساختار زمین‌شناسی و رفتارهای ژئوشیمیایی آن منطقه مربوط می‌شود[۸]. این منطقه مشابهت نزدیکی به پرتقال و مالزی دارد.(جدول ۵)

جدول ۲: نتایج UNSCEAR بین‌المللی

Radionuclide	International UNSCEAR
^{238}U	35 Bq kg^{-1}
^{232}Th	35 Bq kg^{-1}
^{40}K	370 Bq kg^{-1}
Dose rate	55 nGy/h

جدول ۳: مقادیر متوسط میزان فعالیت ^{238}U، ^{232}Th، ^{40}K و ^{137}Cs

Ser	Code	N(Deg.Min.S)	E(Deg.Min.S)	^{137}Cs (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)	^{232}Th (Bq/kg)	^{238}U (Bq/kg)
1	1-S	27, 09,45	56, 10, 53	< LLD	366 ± 23	16 ± 0.7	54 ± 2
2	1-R	27, 10,55	56, 17, 55	0	26 ± 431	1 ± 23	1.6 ± 43
3	2-S	27, 09, 55	56, 11, 3	0	30 ± 489	1.1 ± 26	2 ± 56
4	2-R	27, 9, 17	56, 13, 51	0	32 ± 523	1 ± 22	1.3 ± 36
5	3-S	27, 7, 38	56, 2, 45	< LLD	39 ± 632	1.7 ± 39	2.4 ± 65
6	3-R	27, 7, 29	56, 5, 44	0	17 ± 280	0.4 ± 9	1 ± 29
7	4-S	27, 4, 44	55, 59, 9	0.5 ± 7	72 ± 1172	3 ± 68	14.2 ± 385
8	4-R	27, 4, 57	56, 0, 35	< LLD	21 ± 348	0.7 ± 17	1.6 ± 44
9	5-S	27, 58, 50	55, 45, 5	< LLD	44 ± 716	2.1 ± 49	3.7 ± 101
10	5-R	27, 58, 50	55, 45, 5	0	26 ± 430	1.1 ± 26	3.6 ± 97
11	6-S	26, 55, 33	55, 25, 15	0	10 ± 170	0.9 ± 27	1.7 ± 45
12	6-R	26, 57, 34	55, 36, 27	< LLD	31 ± 503	1.2 ± 27	2 ± 53
13	7-S	26, 55, 38	55, 25, 26	0.9 ± 12	45 ± 732	1.5 ± 34	3 ± 83
14	7-R	28, 49, 22	50, 54, 10	0	31 ± 522	1.3 ± 30	2.4 ± 65
15	8-S	26, 47, 12	55,20, 9	0	42 ± 681	1.3 ± 30	4.1 ± 111
16	8-R	26, 47, 12	55, 20, 9	0	15 ± 240	0.5 ± 12	3.5 ± 94
17	9-S	26, 34, 40	54, 54, 40	0	45 ± 740	4.8 ± 156	2.7 ± 68
18	9-R	26, 38, 43	55, 2, 3	< LLD	43 ± 709	4.6 ± 106	1.7 ± 48
19	10-S	26, 34, 46	54, 54, 46	< LLD	41 ± 669	1.5 ± 34	2.7 ± 74
20	10-R	26, 34, 46	54, 54, 46	0	21 ± 341	0.5 ± 12	1.3 ± 36
21	11-S	26, 30, 25	54, 39, 15	0.5 ± 7	71 ± 1165	3.1 ± 71	2.5 ± 68
22	11-R	26, 30, 25	54, 39, 15	0	26 ± 423	0.9 ± 20	1.9 ± 50
23	12-S	26, 36, 52	54, 30, 13	< LLD	49 ± 795	2.4 ± 54	3.7 ± 99
24	12-R	26, 35, 54	54, 30, 24	0	31 ± 500	1.2 ± 28	2.2 ± 61
25	13-S	26, 45, 14	54, 16, 25	0.8 ± 10	34 ± 550	1.3 ± 31	3.9 ± 105
26	13-R	26, 43, 44	54, 16, 13	0	12 ± 197	0.5 ± 11	2 ± 56
27	14-S	26, 50, 33	54, 5, 33	0	34 ± 561	1.6 ± 37	3 ± 82
28	14-R	28, 09, 33	51, 17, 01	0	22 ± 365	1.3 ± 30	1.7 ± 45
29	15-S	27, 57, 03	51, 32, 01	< LLD	33 ± 556	0.8 ± 18	1.7 ± 46
30	15-R	27, 58, 55	51, 32, 27	0	27 ± 459	0.7 ± 15	1.3 ± 37
31	16-S	26, 57, 42	53, 28, 59	0.5 ± 8	19 ± 895	1.5 ± 35	2.2 ± 68
32	16-R	26, 57, 42	53, 28, 59	0	18 ± 328	0.7 ± 17	1.6 ± 43
33	17-S	27, 1, 23	53, 17, 55	< LLD	26 ± 537	1.4 ± 32	2.7 ± 72
34	17-R	27, 1, 23	53, 17, 55	0	12 ± 202	0.6 ± 13	2 ± 54
35	18-S	27, 5, 42	53, 5, 28	0.5 ± 8	17 ± 270	0.8 ± 17	1.2 ± 31
36	18-R	27, 5, 42	53, 5, 28	0	9 ± 140	0.6 ± 13	2 ± 50
37	19-S	27, 16, 18	52, 56, 5	< LLD	25 ± 400	1 ± 22	1.5 ± 40
38	19-R	27, 50, 18	52, 02, 55	< LLD	21 ± 337	1.4 ± 30	2 ± 52
39	20-S	27, 21, 35	52, 47, 52	1 ± 15	28 ± 460	0.8 ± 18	2 ± 55
40	20-R	27, 40, 3.5	52, 19, 44	< LLD	26 ± 430	1.2 ± 25	2.5 ± 66
	Mean	-	-	10	510	33	70

جدول ۴: غلظت عناصر(٪) نمونه‌ها

Ser	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	P_2O_5	K_2O	TiO_2	Na_2O	CaO	LOI(%)
1	14.6	3.52	1.52	4.57	0.485	0.8	0.175	1.77	34.84	34.5
2	21.23	4.56	3.562	3.55	0.13	0.548	0.699	2.43	36.28	26.00
3	24.41	6.33	3.824	4.45	0.12	0.774	0.493	0.646	32.62	25.60
4	25.74	5.42	3.155	3.06	0.11	0.763	0.518	4.04	33.40	22.30
5	22.47	6.55	3.382	4.62	0.280	1.06	0.354	5.36	24.43	27.70
6	9.43	2.15	3.364	2.00	0.10	0.343	0.347	2.70	43.15	34.70
7	27.91	8.01	5.182	4.91	0.099	1.61	0.266	0.550	10.26	39.40
8	11.8	3.04	2.891	3.32	0.169	0.505	0.164	1.78	40.12	34.90
9	25.96	6.83	3.298	6.682	0.12	1.21	0.442	3.55	24.58	24.70
10	11	2.6	1.2	2.5	0.13	0.72	0.01	2.3	40.7	35.7
11	10.9	3.03	1.34	2.53	0.1	0.46	0.17	0.294	43.54	36.7
12	21.3	3.98	3.5	4.2	0.12	0.6	0.7	2.5	35.2	27.1
13	24.77	6.81	3.549	4.64	0.12	1.01	0.339	0.385	30.15	27.80
14	3.83	1.01	0.688	2.34	0.081	0.188	0.066	1.97	45.56	42.7
15	14.4	4.39	1.874	8.188	0.046	1.06	0.200	1.42	29.23	37.12
16	4.22	1.22	0.664	6.19	0.050	0.317	0.051	1.74	41.14	42.80
17	10.8	2.62	1.62	2.14	0.06	0.43	0.22	0.42	48.31	32.7
18	19.37	4.23	2.136	3.40	0.10	1.30	0.237	2.51	35.07	30.00
19	20.93	5.56	2.336	4.75	0.14	1.03	0.338	0.717	34.83	28.30
20	7.77	1.78	0.715	2.32	0.135	0.457	0.099	0.849	46.41	38.50
21	37.63	9.69	3.706	4.81	0.267	2.39	0.536	2.40	20.31	16.70
22	11.0	2.68	1.19	2.74	0.143	0.715	0	2.12	41.04	36.90
23	28.94	8.86	3.840	6.40	0.11	2.31	0.418	0.561	25.65	22.40
24	12.9	3.64	2.262	3.79	0.11	0.957	0.185	1.61	38.18	35.20
25	17.48	4.85	2.349	5.18	0.155	0.857	0.261	0.374	36.22	31.70
26	5.26	1.12	1.18	4.44	0.129	0.270	0.201	1.28	45.33	39.60
27	19.22	5.59	2.586	5.47	0.14	0.894	0.327	0.373	34.75	30.20
28	20.8	4.82	2.154	4.75	0.078	0.699	0.39	0.759	35.43	29.2
29	28.56	8	3.503	6.67	0.12	1.28	0.519	1.05	25.49	23.7
30	24.23	7.17	2.66	5.19	0.16	1.25	0.38	1.22	28	28.56
31	25.88	8.46	3.671	6.532	0.12	1.59	0.372	0.376	24.83	27.80
32	15.3	2.66	3.118	2.90	0.098	0.342	0.957	1.96	40.31	31.40
33	21.89	5.78	2.715	5.59	0.183	0.931	0.368	0.606	32.73	28.16
34	4.77	0.943	0.890	2.47	0.080	0.177	0.089	0.730	47.36	41.64
35	19.68	4.21	1.63	10.43	0.1	0.696	0.295	1.09	28.56	29.8
36	10.2	2.5	1.2	2.54	0.046	0.45	0.15	1.24	31.6	30.7
37	19.59	6.91	2.590	3.30	0.147	0.934	0.345	0	32.77	32.92
38	5.04	1.04	0.653	1.87	0.098	0.223	0.055	2.10	46.44	1.10
39	9.56	2.46	1.06	2.69	0.059	0.345	0.10	0.099	43.70	39.40
40	2.44	0.7	0.57	2.6	0.051	0.154	0.04	1.16	48.5	42.9

جدول ۵: میزان فعالیت و سرعت دز رادیوایزوتوپ‌های طبیعی در نمونه‌های خاک در برخی از مناطق جهان

Region / country	^{40}K (Bq/kg)		^{232}Th (Bq/kg)		^{238}U (Bq/kg)		^{226}Ra (Bq/kg)		Dose rate (nGy/h)	
	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean
Bangladesh[10]	130-610	350	-	-	-	-	21-43	34	-	-
China[10]	9-1800	440	1-360	41	2-690	33	2-440	32	2-340	62
Hong Kong[10]	80-1100	530	16-200	95	25-130	84	20-110	59	51-120	87
India[10]	38-760	400	14-160	64	7-81	29	7-81	29	20-1100	56
Japan[10]	15-990	310	2-88	28	2-59	29	6-98	33	21-77	53
Kazakstan[10]	100-1200	300	10-220	60	12-120	37	12-120	35	10-250	63
Korea[10]	17-1500	670	-	-	-	-	-	-	18-200	79
Malaysia[10]	170-430	310	63-110	82	49-86	66	38-94	67	55-130	92
Thailand[10]	7-712	230	7-120	51	3-370	114	11-78	48	2-100	77
United States[10]	100-700	370	4-130	35	4-140	35	8-160	40	14-118	47
Syrian Arab Republic[10]	87-780	270	10-32	20	10-64	23	13-32	20	52-67	29
Turkey[7]	125-570	342	4-90	37	7-200	21	-	-	-	-
Pakistan[5]	525-602	562	45-53	49	25-28	26	25-28	26	18-93	65
Egypt[10]	29-650	320	2-96	18	6-120	37	5-64	17	8-93	22
Croatia[10]	140-710	490	12-65	45	83-180	110	21-77	54	-	-
Cyprus[10]	0-670	140	-	-	-	-	0-120	17	9-52	18
Greece[10]	12-1570	360	1-190	20	1-240	25	1-240	25	30-109	56
Portugal[10]	220-1230	840	22-100	51	26-82	49	8-65	44	4-230	84
Russian[10]	100-1400	520	2-79	30	0-67	19	1-76	27	12-102	65
Spain[10]	25-1650	470	2-210	33	-	-	6-250	32	40-120	76
Hormozgan *	140-1200	510	11-160	33	29-400	70	31-310	72	20-180	60

* Persian Gulf, Iran (present study).

فعالیت متوسط Th و K کمتر از حد استاندارد بین‌المللی است و مشابهت نزدیک با ترکیه و بنگلادش دارد[۹]. در بعضی نقاط نیز ^{137}Cs مشاهده‌شده که منشأ طبیعی ندارد. این عنصر ناشی از فرایندهای انتقال از نواحی دیگر است[۱۰]. با استفاده از فعالیت Ra، Th و K می‌توان فعالیت معادل رادیوم را طبق رابطه(۱) بدست آورد:

$$Ra_{eq} = C_{Ra} + 1.43C_{Th} + 0.07C_K \ (Bq\ kg^{-1}) \qquad (۱)$$

که در آن C_i فعالیت عنصر i در نمونه است. همچنین با استفاده از روابط (۲) و (۳) مقدار دز و ضریب خطرپذیری را محاسبه می کنیم:

$$D = 0.427C_{Ra} + 0.662C_{Th} + 0.00043C_K \qquad (۲)$$

$$H_{ex} = C_{Ra} / 370 + C_{Th} / 259 + C_K /4810 \qquad (۳)$$

مقادیر Ra_{eq}، D و H_{ex} با استفاده از روابط فوق و اطلاعات فعالیت جدول (۲) حاصل می‌شود که در جدول(۶) آورده شده است.

جدول ۶: مقادیر Ra_{eq}، D و Hex نمونه های خاک و رسوب خلیج فارس

Ser	Ra_{eq} (Bq/kg)	Dose rate (nGy/h)	H_{ex}
1	103	34	0.28
2	103	33	0.29
3	120	38	0.33
4	99	28	0.28
5	169	56	0.47
6	72	23	0.20
7	488	177	1.34
8	93	30	0.26
9	201	67	0.56
10	137	47	0.38
11	96	37	0.26
12	127	41	0.35
13	168	52	0.47
14	144	48	0.40
15	192	63	0.53
16	115	43	0.31
17	343	133	0.94
18	251	92	0.69
19	154	48	0.43
20	84	26	0.23
21	263	82	0.73
22	106	34	0.29
23	227	76	0.63
24	136	45	0.38
25	170	58	0.47
26	95	35	0.26
27	166	56	0.46
28	113	39	0.31
29	111	32	0.31
30	91	26	0.25
31	194	58	0.54
32	96	32	0.27
33	146	48	0.40
34	82	30	0.22
35	74	25	0.20
36	78	30	0.21
37	99	32	0.28
38	118	42	0.33
39	113	36	0.31
40	132	45	0.36

با مطالعه اطلاعات بدست‌آمده مشاهده می‌شود که سواحل هرمزگان پتانسیل زیادی برای بررسی مواد رادیواکتیو طبیعی دارد. همچنین به دلیل تابش‌دهی محیطی بالا امکان خطر برای انسان‌ها زیاد است. اطلاعات جدول (۴) نیز بخاطر ساختارهای زمین‌شناختی و رفتارهای ژئوشیمیایی درصدهای متفاوتی را در مقادیر اکسیدی عناصر نمایش می‌دهد که عواملی همچون نمکی‌بودن منطقه، بارش، فشار هوا و ... در این درصدها موثراند، بطوریکه کمترین مقدار فعالیت U، ۲۹ Bq/kg در منطقه خون سرخ و بیشترین ۳۸۵ Bq/kg در بستانو، کمترین مقدار فعالیت Th، ۹ Bq/kg در منطقه خون سرخ و بیشترین ۱۵۶ Bq/kg در بندر معلم و همچنین کمترین مقدار فعالیت K، ۱۴۰ Bq/kg در منطقه گاوبندی و بیشترین ۱۱۷۲ Bq/kg در بستانو مشاهده شده است. همچنین بیشترین فعالیت Cs، Bq/kg ۱۵ در چاه مبارک بدست آمده است.

مراجع

1. A. NASIM, M. TUFAIL, M. MOHSIN IQBAL, *Radiat. Meas., 39(1)* (**2005**) *11.*

2. M.H. MAMANEY and E.M. KHATER, *J. Environ. Radioactivity, 73* (**2004**)*151.*

3. F. PREUSSER, U. RADTKE, M. FONTUGNE, A. HAGHIPOUR, A. HILGERS, H.U. KASPER, *Quaternary Science Reviews, 22* (**2003**)*1317.*

4. M. MOSTAJABODDAVATI, S. HASSANZADEH, H. FAGHIHIAN, M. R. ABDI, M. KAMALI, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 2005, Accepted.

5. Y. SHENN, *Journal of Geophysical Research. 97(C7)* (**1992**) *219.*

6. M. IVANOVICH, R. S. HARMON, Uranium series Disequilibrium: applications to Earth, Marin and Environmental Sciences, Second ed. Clarendon press, oxford (**1992**).

7. S. C. LEE, C. K. KEIN, D. M. LEE, H.D. KANG, *Radiation Protection and Dosimetry. 94(3)* (**2001**) *269.*

8. S. A. KHATIR, M. O. AHAMED MUSTAFA, F. A. El-KHAANGI, Y. O. NIGUMI, E. HOLM, *Marine Pollution Bulletin, 36(1)* (**1998**) *19.*

9. UNSCEAR,1998, United Nation Scientific committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources effects and risk of ionizing radiation. New York, **1990**.

10. B. BAGGOURA, A. NOUREDINE, M. BENKRID, *Appl. Radiat. Isot., 49(7)* (**1998**) *867.*