

ساخت نمونه آزمایشگاهی آشکارساز رادون در آب

* الهام عدالتخواه^۱، مسعود وهابی مقدم^۱، جواد رحیقی^۲

۱- دانشکده علوم، دانشگاه گیلان

۲- سازمان انرژی اتمی ایران

چکیده:

آبهای زیرزمینی از مهم ترین منابع رادون-۲۲۲ (^{222}Rn) عنصر گازی سری واپاشی ^{238}U می باشند. ارتباط میان تغییرات غلظت رادون در آب و وقوع زمین لرزه باعث گردیده که پی جوئی این عنصر از سوی محققین مختلف مورد توجه قرار گیرد. تغییرات تنش جانبی در زمین لرزه باعث تغییرات فشار منافذ زمین و از اینرو تغییرات میزان رهاسازی رادون میگردد. مطالعه عمیق تر و کاربردی این ارتباط نیازمند ساخت آشکارسازهای میدانی خاص است. در این پروژه نمونه ای آزمایشگاهی از آشکارساز رادون در آب ساخته شده است. این آشکارساز ترکیب چندین متر از نوعی غشای نیمه تراوا جهت جداسازی رادون بین فازهای گاز و مایع و آشکارساز سلول لوکاس جهت شمارش ذرات آلفای گسیل شده در فاز گازی می باشد. آزمون اولیه این سیستم در مورد آب آشامیدنی شهر تهران انجام شده است. رادون، پیش بینی زمین لرزه، آشکارساز سنتیلاسیون، سلول لوکاس، غشای نیمه تراوا

مقدمه:

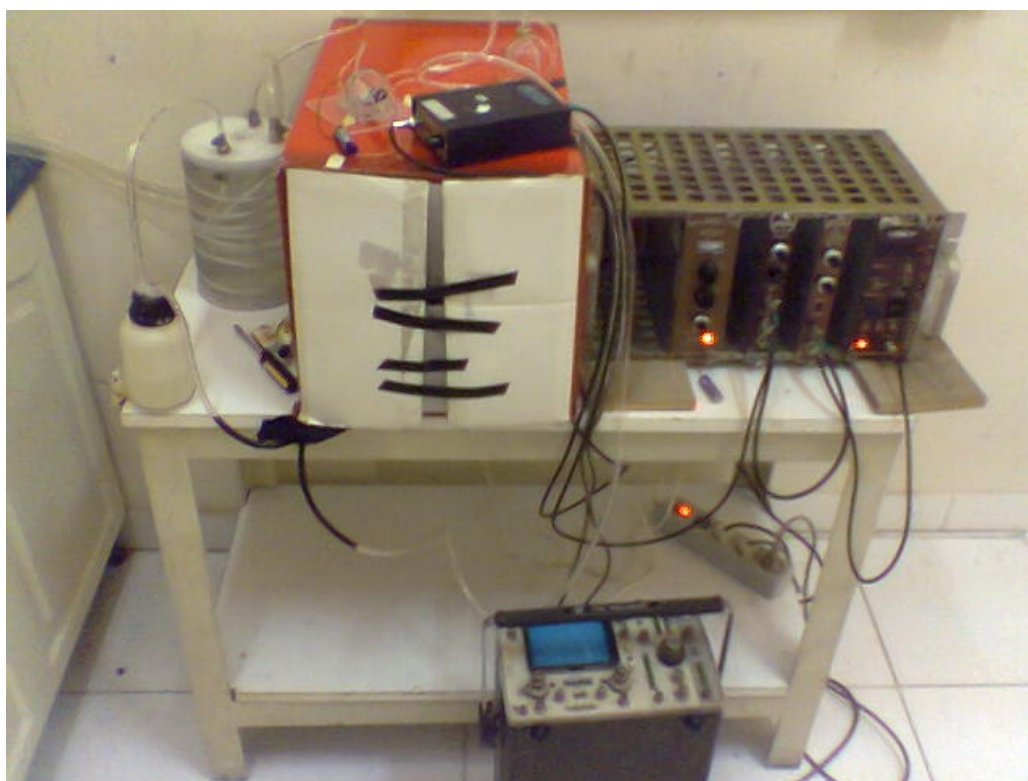
زمین لرزه ها از مهم ترین بلاهای طبیعی در قرن حاضر هستند و پیش بینی وقوع آنها امری ضروری است. این ضرورت در کشور ما نیز به دلیل وجود گسلهای متعدد به خوبی نمایان است. اگرچه پدیده هایی چون تغییرات سطح آب چاهها، حرکات جذر و مد غیر معمولی، رفتار عجیب برخی از حیوانات و نظایر آن هشدار دهنده هستند [۱]، اما تغییرات میزان غلظت رادون با توجه به بازه زمانی مطرح از اهمیت بیشتری برخوردارست. اولین بار ارتباط میان افت و خیز غلظت رادون و وقوع زمین لرزه قبل از زمین لرزه تاشکند در ۲۶ آوریل ۱۹۶۶ مشاهده شده است و از آن پس کشورهای متعددی همچون آلمان [۲]، تایلند [۳]، فرانسه [۴] و هند [۵]، در این زمینه فعالیت نموده اند.

اندازه گیری میزان رادون به روشهای متعددی انجام می گردد. به منظور بررسی تغییرات غلظت، باید از روشهای پیوسته استفاده نمود. میزان رادون در آب می تواند با اندازه گیری رادون در سیستم هوای جفت شده با آب تعیین گردد. این جفت شدگی با جداسازی آب و هوا توسط یک غشای نیمه تراوا و یا حباب کردن هوا از میان آب (روشی بسیار قدیمی) صورت می گیرد. اما حباب سازها توان بالایی مصرف می کنند و جستجوگرهایی که از فویل های پلاستیکی استفاده می نمایند،

پاسخ‌کنندگی دارند. در این پروژه از نوعی غشای نیمه تراوا استفاده گردیده که علاوه بر نداشتن مشکلات مکانیکی، پخش رادن سریعی دارد. چه پخش و چه حباب‌سازی، هوای اشباع شده با بخار آب می‌دهند. بنابراین باید از آشکارسازی استفاده نمود که در رطوبت بالا به خوبی عمل نماید. سلول لوکاس مورد استفاده، آهنگ شمارش بالایی داشته و نیاز به خشک‌کننده ندارد. جستجوگر حاصل از ترکیب غشای نیمه تراوا و سلول لوکاس، به دلیل حجم کم، مصرف انرژی پایین و عدم نیاز به خشک‌کننده می‌تواند با تغییراتی به صورت قابل حمل به منظور استفاده در محیط درآید. [۶]

روش کار:

سیستم آشکارسازی رادن در آب مورد نظر در شکل ۱ نشان داده شده است. این جستجوگر شامل چندین متر غشای نیمه تراوا، آشکارساز سلول لوکاس، پمپ کوچک و الکترونیک وابسته است.



شکل ۱- آشکارساز رادن در آب

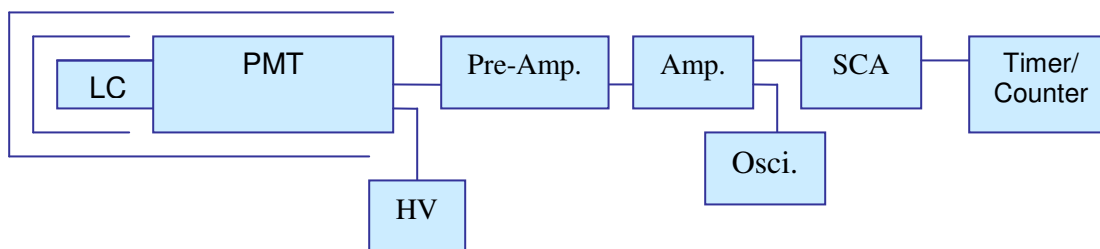
غشای مورد استفاده از جنس پلی پروپیلن نیمه تراواست. قطر داخلی آن ۵/۵ میلی متر و ضخامت جداره آن ۱/۵ میلی متر است. اگرچه ماده‌ای نسبتاً خشک است اما به راحتی می‌توان آن را به شکل پیچه درآورد. پمپ مینیاتوری نیز به منظور

گردش هوا میان واحد تبادل و سلول لوکاس مورد استفاده قرار گرفته است. در شکل ۲ ساختمان سلول لوکاس ساخته شده آورده شده است. این سلول از جنس پلکسی گلاس است و دیواره های داخلی آن (جز دیواره پایینی) با افشاندن پودر سولفید روی فعال شده با نقره به روی نوعی چسب پوشش دهی شده است.



شکل ۲- سلول لوکاس ساخته شده

طرح شماتیک آشکارسازی در شکل ۳ آورده شده است.



شکل ۳- دیاگرام آشکارسازی

سیستم مورد نظر با آب آشامیدنی شهر تهران مورد آزمایش قرار گرفته است. در ابتدا با قرار دادن چشمه ^{241}Am در سلول، ارتفاع پالسهای آلفا تعیین می گردد تا در هنگام شمارش بتوان با تنظیم تحلیلگر تک کاناله نوفه الکترونیکی را حذف نمود.

زمینه سیستم در مدت زمان ۱۰۰۰۰s شمارش گردیده و سپس با برقراری جریان آب شمارش رادن در آب انجام می پذیرد.

نتایج:

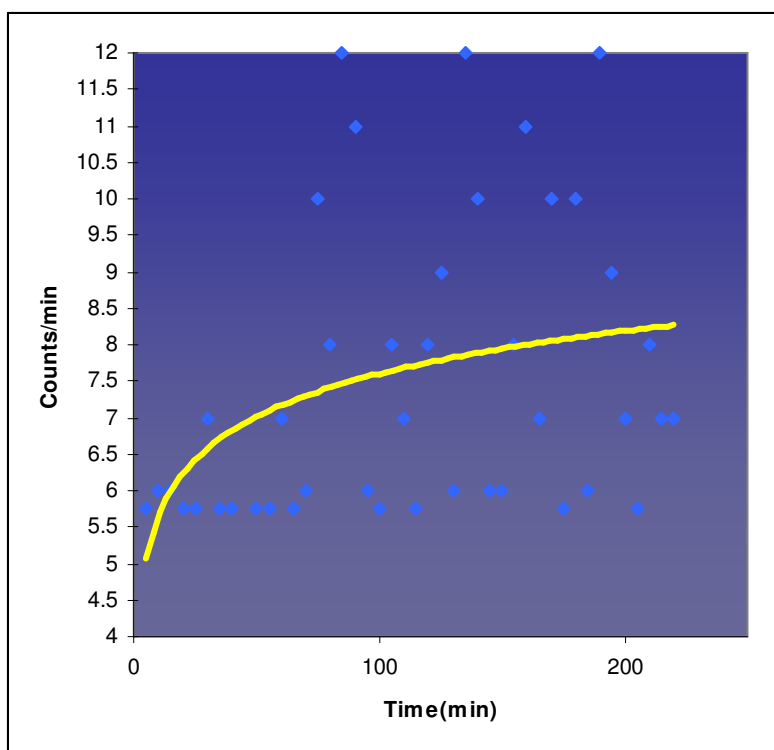
نتایج بدست آمده از آزمون سیستم با آب آشامیدنی شهر تهران در جدول ۱ داده شده است. زمینه سیستم ۵/۷۵ cpm بدست آمده است.

جدول ۱- شمارش سیستم در طول زمان

Time (min)	Counts	Time (min)	Counts	Time (min)	Counts	Time (min)	Counts	Time (min)	Counts
1	BG	37	9	73	11	109	7	145	BG
2	BG	38	8	74	7	110	15	146	7
3	BG	39	8	75	7	111	BG	147	6
4	BG	40	BG	76	10	112	7	148	6
5	BG	41	BG	77	BG	113	8	149	11
6	9	42	BG	78	15	114	BG	150	7
7	BG	43	6	79	BG	115	6	151	7
8	6	44	7	80	8	116	11	152	6
9	6	45	24	81	8	117	BG	153	BG
10	6	46	BG	82	8	118	9	154	BG
11	BG	47	BG	83	8	119	9	155	6
12	BG	48	7	84	7	120	6	156	BG
13	10	49	BG	85	6	121	BG	157	8
14	8	50	BG	86	8	122	8	158	10
15	6	51	6	87	12	123	11	159	BG
16	BG	52	7	88	15	124	8	160	BG
17	6	53	BG	89	7	125	9	161	12
18	BG	54	BG	90	8	126	9	162	11
19	BG	55	BG	91	8	127	9	163	7
20	BG	56	9	92	11	128	8	164	BG
21	11	57	12	93	6	129	8	165	7
22	BG	58	6	94	BG	130	9	166	9
23	7	59	8	95	9	131	9	167	7
24	BG	60	7	96	8	132	6	168	BG
25	BG	61	7	97	6	133	11	169	7
26	BG	62	BG	98	BG	134	BG	170	8
27	BG	63	6	99	BG	135	6	171	10
28	BG	64	8	100	BG	136	9	172	10
29	6	65	8	101	BG	137	12	173	11
30	7	66	BG	102	BG	138	BG	174	BG
31	7	67	BG	103	7	139	BG	175	7
32	9	68	BG	104	13	140	BG	176	11
33	10	69	BG	105	7	141	BG	177	BG

34	BG	70	8	106	BG	142	10	178	9
35	BG	71	6	107	8	143	7	179	9
36	BG	72	BG	108	6	144	8	180	BG
181	BG	189	6	197	9	205	9	213	6
182	10	190	6	198	6	206	7	214	11
183	8	191	12	199	9	207	BG	215	8
184	BG	192	12	200	8	208	10	216	6
185	11	193	9	201	8	209	BG	217	7
186	6	194	7	202	7	210	7	218	7
187	6	195	9	203	12	211	10	219	7
188	10	196	BG	204	10	212	8	220	6

شکل ۴ تغییرات آهنگ شمارش رادن در بازه های زمانی دقیقه ای را نشان می دهد.



شکل ۴- نمودار آهنگ شمارش رادن بر حسب زمان

بحث و نتیجه گیری:

در نمودار شکل ۴ تغییرات آهنگ شمارش بر حسب زمان در آب آشامیدنی شهر تهران نشان داده شده است. نتایج نشان

می دهند که پاسخ جستجوگر می تواند با یک تابع نمایی بیان شود. از آنجا که بخش اعظم آب آشامیدنی تهران از آب جمع آوری شده پشت سد تأمین می گردد، غلظت رادن در آن چندان زیاد نیست. البته این آزمایش فقط به دلیل حصول اطمینان از عملیات سیستم انجام شده است و در مواقعی که بخواهیم به منظور پیش بینی زمین لرزه از این جستجوگر استفاده نماییم، بهتر است از پمپ کردن آب چاه، که غلظت رادن بیشتری دارد، استفاده گردد.

واضح است که تغییرات رادن در آبهای زیرزمینی، علاوه بر آنکه میتواند نمایانگر تغییرات ناحیه ای تنش باشد، به عوامل دیگری چون دما، فشار جو و میزان بارندگی بستگی دارد [۷]. عوامل محیطی وابسته به شرایط محلی چاهها به تغییرات زمانی پیچیده ای در غلظت رادن منجر می شود. اگر بتوانیم تغییرات زمینه را حذف نماییم، تغییرات مرتبط با زمین لرزه- های کوچکتری آشکار می شوند. بدین منظور میتوان از یک تحلیل زمانی استفاده نمود. مثلاً در تحقیقی که در ژاپن به انجام رسیده، تغییر رادنی که در مدت زمان بیش از یک روز از دو برابر انحراف معیار بیشتر بود، به عنوان بی هنجاری رادن در نظر گرفته شده است. [۸]

بررسی تغییرات میزان رادن پیرامون گسل های فعال نیازمند استفاده گسترده از این جستجوگر است. انجام تغییرات لازم به منظور کاربرد میدانی این جستجوگر و تولید انبوه آن از اهداف آتی این پروژه می باشد.

مراجع:

- 1-Qureshi, A. et al.(1991), Radon measurements for use in earthquake prediction & location of geological faults in Pakistan. Second workshop on radon monitoring in radio protection. Trieste, Italy.
- 2-Heinicke, J. et al., Co₂ & radon measurements in the Vogtland area. Geophysical research letters, 22, 7, 771-774,1995.
- 3-Wattananikorn, K. et al., Soil gas radon as an earthquake precursor. Radiation Measurements, 29, 6,593-598, 1998.
- 4-Pinault, J. & Baubron, J., Signal processing of soil gas radon , atmospheric pressure, moisture, & soil temperature data. Journal of geophysical research, 101, B2, 3157-3171, 1996.
- 5-Singh, M. et al., Radon in ground water related to seismic events. Radiation Measurements, 30,465-469,1999.
- 6-Surbeck, H. (1996). A radon-in-water monitor based on fast gas transfer membranes. Int. Conf. on technologically enhanced natural radioactivity. Szezyrk, Poland.
- 7-Friedmann, H.(1991). Selected problems in radon measurement for earthquake prediction. Second workshop on radon monitoring in radio protection. Trieste, Italy.
- 8-Igarashi, G. & Wakita, H., Groundwater radon anomalies associated with earthquakes. Tectonophysics, 180, 237-254, 1990.