

## تعیین میزان آلودگی با مواد رادیواکتیو در منطقه ساغند

محمد فرساد\*، دکتر محمدحسن احرام پوش\*\*، محمدرضا امینی پور\*\*\*

\*مربی گروه بهداشت - دانشگاه علوم پزشکی یزد (مؤلف مسئول). \*\*استادیار گروه بهداشت - دانشگاه علوم پزشکی یزد. \*\*\*مربی گروه بهداشت - دانشگاه علوم پزشکی یزد.

تاریخ دریافت: ۸۳/۹/۱۱ - تاریخ تأیید: ۸۳/۱۲/۲۶

### چکیده:

**زمینه و هدف:** منطقه ساغند محصور به مناطق بافق، بهاباد، طیس و خرائق، در فاصله ۱۹۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان یزد واقع گردیده و دارای معادن غنی از اورانیوم، آهن و غیره می باشد. وجود مواد رادیواکتیو و امکان تشعشع به افراد ساکن یا شاغل در محدوده معدن و نیز ابهاماتی که در اذهان عمومی مردم منطقه در خصوص افزایش موارد سرطان بوجود آمده و بنا به درخواست مقامات مسئول، تحقیق فوق با هدف تعیین میزان مواد رادیواکتیو در منابع خاک، گیاه و آب منطقه ساغند انجام گردید.

روش بررسی: این تحقیق یک مطالعه توصیفی تحلیلی است که در آن میزان رادیوم  $^{226}\text{Ra}$ ، توریم  $^{232}\text{Th}$ ، پتاسیم  $^{40}\text{K}$  و سزیوم  $^{137}\text{Cs}$  در دو محور به فاصله هر ۵ کیلومتر یک نمونه تا ۵۰ کیلومتری اندازه گیری گردید. نمونه گیری با روش تصادفی و آزمایشات بر روی آب، گیاه و خاک انجام گردید. نمونه های گیاهی پس از شستشو و آماده سازی، خشک گردیده و بعد از آسیاب به آزمایشگاه انتقال داده شد. نمونه های خاک از عمق ۳۰ سانتیمتری زمین و آب از منابع موجود برداشت گردید. نمونه ها جهت آزمایش به سازمان انرژی اتمی ایران ارسال که آن سازمان با توجه به استانداردهای موجود آزمایشات را با دستگاه آشکارساز ژرمانیوم خالص (High Pure Germanium) و گاما اسپکترومتری انجام داد. اطلاعات با استفاده از آزمون ضریب همبستگی پیرسون تجزیه و تحلیل گردید.

**یافته ها:** نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که در نمونه های خاک میزان رادیوم بین ۲۱ الی ۴۵، توریم بین ۲۱ الی ۴۳، پتاسیم بین ۳۰۳ الی ۵۰۵ و سزیوم بین ۰/۱ الی ۱۲ بکرل در کیلوگرم (Bq/kg) در نوسان بوده است و در گیاهان میزان رادیوم منطقه حداقل ۰/۶ و حداکثر ۲/۸، توریم حداقل ۱/۷ و حداکثر ۳/۳، پتاسیم از حداقل ۸۶ و حداکثر ۱۵۷ و سزیوم از حداقل ۰/۴ و حداکثر ۳/۴ بکرل در کیلوگرم متغیر بوده که در هر دو محور نتایج نسبتاً مشابهی اخذ گردیده است. میزان رادیوم در منابع آب منطقه از کمتر از ۲ و حداکثر ۸ میلی بکرل در لیتر (Bq/kg) بوده است.

**نتیجه گیری:** بر خلاف انتظار و طبق قانون اشعه، میزان مواد رادیواکتیو با افزایش فاصله کم نشده و تغییرات نیز منظم نبوده است. مقدار مواد رادیواکتیو در آب نیز بسیار کمتر از میزان استاندارد آن یعنی ۱۱۰ میلی بکرل در لیتر مشاهده گردید. لذا می توان به مردم آن منطقه اطمینان داد که زندگی در آن محدوده از نظر آلودگی آب، خاک و غذا به مواد رادیواکتیو مشکل آفرین نمی باشد.

**واژه های کلیدی:** آب، استاندارد، خاک و گیاه، مواد رادیواکتیو، منطقه ساغند.

### مقدمه:

اشعه X توسط رونتگن سبب گردید دانشمندان متعددی به مطالعه خواص اشعه مزبور پردازند. بکرل به این نتیجه رسید که سنگ ها حاوی بی سولفات اورانیوم از خود

مواد معدنی رادیواکتیو در قشر زمین از ابتدای تشکیل وجود داشته است، لکن آشنایی به فعالیت پرتویی این مواد در قرن اخیر حاصل شد (۱). کشف

وجود دارد. به علاوه در اذهان عمومی مردم سؤالاتی در خصوص افزایش موارد سرطان در منطقه بوجود آمده و بر اساس درخواست مقامات مسئول استان اجرا شد و میزان رادیواکتیو خاک، آب و گیاه مورد مطالعه قرار گرفت.

### روش بررسی:

در این مطالعه توصیفی تحلیلی، تعداد ۵۰ نمونه از منابع محیطی شامل آب، خاک و گیاه با روشهای استاندارد تعیین شده توسط سازمان انرژی اتمی ایران جمع آوری و پس از انتقال به آزمایشگاه مربوطه، آنالیز گردید. نمونه ها به مرکزیت معدن اورانیوم ساغند در دو محور و به فواصل پنج کیلومتری تا شعاع ۵۰ کیلومتر جمع آوری گردید. به طوری که نمونه های خاک از عمق ۳۰ سانتیمتری، نمونه گیاه از گیاهان منطقه مانند گیاه شور، طاق و اشنو و نمونه آب از کلیه منابع آب آشامیدنی (ده منبع چشمه و چاه موجود در این محدوده) تهیه گردید. نمونه ها طبق دستورالعمل ارائه شده توسط سازمان انرژی اتمی آماده گردید و جهت آزمایشات لازم به آزمایشگاه آن سازمان ارسال گردید. نمونه های ارسال شده بر اساس روش استاندارد سازمان مذکور و به وسیله آشکارساز ژرمانیوم خالص (High Pure Germanum) و گاما اسپکترومتري آزمایش گردید. عناصر مورد بررسی رادیوم ۲۲۶، تورنیوم ۲۳۲، پتاسیم ۴۰ و سزیم ۱۳۷ می باشد داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS و آزمون ضریب همبستگی پیرسون تجزیه و تحلیل گردید.

### یافته ها:

نتایج آزمایش انجام شده بر ۱۰ نمونه خاک محور معدن به روستای ساغند نشان داد. حداقل میزان رادیوم  $226 \text{ Bq/kg} \pm 0.5/21$  در فاصله ۲۵ کیلومتری

پرتوهایی تابش می نماید که خواصی شبیه به اشعه X دارد و دارای قدرت نفوذ و یونیزاسیون شدید در اجسام می باشد، او این پرتوها را که ماهیتشان معلوم نبود رادیو اکتیو نامید و امروزه نیز به همین نام موسومند و عناصری که این نوع پرتوها را تابش می نمایند نیز عناصر رادیو اکتیو می گویند (۲).

اولین گزارش بیماری ناشی از اشعه مربوط به سال ۱۸۹۶ در باره تحت تابش قرار گرفتن اشعه X بود که می تواند تولید اریتما، ادما و ریزش غیر طبیعی مو کند. به علاوه در خصوص بیماریهای پوستی نیز گزارشاتمی موجود است. سوختگی توسط اشعه X و اثرات سرطان زائی تابش مشاهده گردید. گزارشات بعدی نشان می دهد یکصد نفر از رادیولوژیست ها در اثر دریافت دوز بیش از حد اشعه سرطان زا جان خود را از دست داده اند و مدتی بعد معلوم گشت که نوعی کم خونی و کوتاه شدن عمر در رادیولوژیست ها بیش از افراد دیگر است (۳،۴).

غلظت رادیونوکلئیدهای خاک از جمله پتاسیم بر حسب موقعیت جغرافیایی و سایر فاکتورهای طبیعی و از جمله استفاده از کودهای پتاسیم دار، افزایش می یابد. به علاوه این افزایش در مورد سایر رادیونوکلئیدها مثل رادیوم نیز صادق است (۴،۵). مواد رادیو اکتیو از طریق جذب مستقیم و یا انتقال از طریق آب و خاک وارد گیاه می شود (۶،۷).

منطقه ساغند محدود به مناطق بافق، بهاباد، طبس، خرائق و در فاصله ۱۹۲ کیلومتری شمال شرقی یزد بوده بطوری که غنی ترین ذخایر اورانیوم در خاورمیانه در این منطقه می باشند (۸). سازمان انرژی اتمی ایران هم اکنون در حال اکتشاف در منطقه است و لذا فعالیت های اکتشاف و استخراج به مدت نامحدود در منطقه ادامه دارد. به دلیل شروع فعالیت معدن اورانیوم احتمال آلودگی آب، خاک و گیاهان منطقه

توریوم ۲۳۲،  $19/4 \pm 1/6$  Bq/Kg در نمونه به فاصله ۲۰ کیلومتری و حداکثر میزان آن  $41/1 \pm 2$  Bq/Kg به فاصله ۳۰ کیلومتری معدن می باشد و ضریب همبستگی توریوم در خاک دو محور تا معدن از نظر آماری معنی دار نمی باشد. حداقل میزان پتاسیم  $356 \pm 6/3$  Bq/Kg به فاصله ۳۵ کیلومتری معدن و حداکثر میزان آن به فاصله ۵ کیلومتری معدن  $653 \pm 1/5$  Bq/Kg می باشد. قابل ذکر است که ضریب همبستگی این رادیونوکلید نیز از نظر آماری معنی دار نمی باشد. حداقل میزان سزیم ۱۳۷ در فواصل ۱۰ و ۱۵ و ۲۰ و ۳۰ کیلومتری معدن کمتر از  $1$  Bq/Kg و حداکثر میزان آن در فاصله ۵ کیلومتری معدن  $18 \pm 0/2$  Bq/Kg می باشد. ضریب همبستگی میزان سزیم در خاک و فاصله آن در دو محور تا معدن معنی دار نیست (جدول شماره ۲).

دامنه تغییرات پرتوزائی رادیونوکلیدها در نمونه های گیاهی در محور معدن به روستای ساغند به شرح ذیل می باشد:  
 حداقل رادیوم ۲۲۶، در فاصله ۵۰ کیلومتری  $0/6$  Bq/Kg و حداکثر در فاصله ۴۵ کیلومتری

معدن بود و حداکثر میزان همین عنصر که در فاصله ۵ کیلومتری قرار داشت،  $45 \pm 2$  Bq/Kg بود. حداقل میزان توریوم ۲۳۲، در فاصله ۴۰ کیلومتری معدن  $21/9 \pm 1/9$  Bq/kg و میزان حداکثر همین عنصر که در فاصله ۵ کیلومتری قرار داشت،  $43 \pm 1/5$  Bq/kg بود. حداقل میزان پتاسیم ۴۰ و در فاصله ۴۵ کیلومتری معدن  $303 \pm 12/4$  Bq/Kg و حداکثر میزان همین عنصر به فاصله ۲۵ کیلومتری  $505 \pm 7/2$  Bq/Kg بود. حداقل میزان سزیم ۱۳۷ در فواصل ۱۰ و ۱۵ و ۴۰ کیلومتری از معدن کمتر از  $1$  Bq/Kg بوده و حداکثر میزان همین عنصر به فاصله ۵ کیلومتری  $12/8 \pm 0/6$  Bq/Kg و در فاصله ۴۵ کیلومتری نیز  $12/5 \pm 0/7$  Bq/Kg بوده است (جدول شماره ۱).

نتایج آزمایش در ۱۰ نمونه خاک محور معدن به چادرملو نشان داد که حداقل میزان رادیوم ۲۲۶ در منابع خاکی نمونه برداری شده  $21 \pm 0/7$  Bq/Kg در فاصله ۳۵ کیلومتری معدن و حداکثر میزان آن  $32/4 \pm 1/9$  Bq/Kg در فاصله ۵۰ کیلومتری از معدن می باشد که ضریب همبستگی رادیوم در خاک و فاصله آن در دو محور تا معدن معنی دار نبود. حداقل میزان

**جدول شماره ۱:** دامنه تغییرات پرتوزائی رادیونوکلیدهای طبیعی و مصنوعی در نمونه های خاک منطقه ساغند بر حسب بکلر در کیلوگرم Bq/Kg (محور معدن به ساغند)

فاصله از معدن به کیلومتر	رادیوم ۲۲۶	توریوم ۲۳۲	پتاسیم ۴۰	سزیم ۱۳۷
۵	$45 \pm 2$	$43 \pm 1/5$	$470 \pm 12$	$12/8 \pm 0/6$
۱۰	$31/3 \pm 2$	$27 \pm 1$	$470 \pm 13$	<۱
۱۵	$26/7 \pm 1/5$	$28/7 \pm 2$	$437 \pm 14/2$	<۱
۲۰	$30/3 \pm 1/5$	$25 \pm 1/2$	$479 \pm 15$	$2/53 \pm 0/4$
۲۵	$21/2 \pm 0/5$	$25/9 \pm 1$	$505 \pm 7/2$	$8/19 \pm 0/3$
۳۰	$26/4 \pm 1/4$	$28/4 \pm 2/6$	$458 \pm 14/7$	$4/78 \pm 0/7$
۳۵	$23/4 \pm 0/6$	$26/5 \pm 0/8$	$401 \pm 5/9$	$4/28 \pm 0/3$
۴۰	$22/1 \pm 1/3$	$21/9 \pm 1/9$	$435 \pm 14/4$	<۱
۴۵	$28/6 \pm 1/5$	$40/2 \pm 2/24$	$303 \pm 12/4$	$12/5 \pm 0/7$
۵۰	$23/6 \pm 1/17$	$24/5 \pm 1/5$	$452 \pm 12/2$	$1/5 \pm 0/37$

**جدول شماره ۲:** دامنه تغییرات پرتوزائی رادیونوکلیدهای طبیعی و مصنوعی در نمونه های خاک منطقه ساغند بر حسب بکلر در کیلوگرم Bq/Kg (محور معدن به چادرملو)

سزیم ۱۳۷	پتاسیم ۴۰	توریوم ۲۳۲	رادیوم ۲۲۶	فاصله از معدن به کیلومتر
۱۸±۰/۲	۶۵۳±۸/۵	۳۲/۱±۱/۱	۲۷/۵±۰/۸	۵
<۱	۵۴۸±۱/۸	۳۳/۹±۲/۶	۲۷/۵±۱/۸	۱۰
<۱	۵۴۸±۱/۸	۳۳/۹±۱	۲۱/۲±۰/۷	۱۵
<۱	۴۹۱±۱۴/۵	۱۹/۴±۱/۶	۱۸±۱/۱	۲۰
۲/۲۴±۰/۳	۴۲۲±۱۰/۸	۲۵/۷±۱/۳	۲۱/۱±۰/۹	۲۵
<۱	۵۳۳±۱۵/۲	۴۱/۱±۲	۳۰/۵±۱/۵	۳۰
۴/۱±۰/۴	۳۵۶±۶/۳	۲۶/۳±۱	۲۱±۰/۷	۳۵
۶/۵±۰/۷	۴۷۸±۱۴/۲	۳۰±۱/۹	۲۶±۱/۳	۴۰
۳/۲±۰/۳	۵۴۴±۷/۷	۳۰/۷±۱/۱	۲۴/۸±۰/۸	۴۵
۳/۲±۰/۷	۵۶۱±۱۸/۶	۳۹/۶±۲/۶	۳۲/۴±۱/۹	۵۰

۲/۹±۰/۱ Bq/Kg می باشد. حداقل میزان توریوم ۲۳۲، کیلومتری از معدن به مقدار ۳ Bq/Kg ± ۸۶ و حداکثر آن در فاصله ۱۰ کیلومتری به میزان ۱۵۷ Bq/Kg می باشد. حداقل سزیم در فواصل ۵ و ۱۵ و ۲۵ کیلومتری از معدن به میزان ۳/۳ Bq/Kg می باشد. حداقل میزان پتاسیم ۴۰ در فاصله ۳۰ کیلومتری از معدن به مقدار ۰/۴ Bq/Kg و حداکثر آن در فاصله ۳۰ کیلومتری از معدن به مقدار ۵۶۱±۱۸/۶ Bq/Kg می باشد.

**جدول شماره ۳:** دامنه تغییرات پرتوزائی رادیونوکلیدهای مصنوعی و طبیعی در نمونه های گیاه در منطقه ساغند بر حسب بکلر در کیلوگرم Bq/Kg (محور معدن به ساغند)

سزیم ۱۳۷	پتاسیم ۴۰	توریوم ۲۳۲	رادیوم ۲۲۶	فاصله از معدن به کیلومتر
۰/۴	۱۳۷	۲/۹	۲/۸±۰/۲	۵
۲/۴	۱۵۷	۲/۴	۲/۵±۰/۱	۱۰
۰/۴	۱۲۲	۱/۷	۲/۱±۰/۲	۱۵
۱/۶	۱۰۰±۲	۲±۰/۳	۲/۷	۲۰
۰/۴	۱۳۰	۳/۳	۲/۸±۰/۱	۲۵
۲/۱±۰/۳	۸۶±۳	۲/۶	۱	۳۰
۳/۴±۰/۳	۱۱۳	۳±۰/۲	۲/۴	۳۵
۱/۷	۱۲۹	۳±۰/۲	۲/۲±۰/۲	۴۰
۱/۸	۱۳۶±۳	۳/۲	۲/۹±۰/۱	۴۵
۱/۶±۰/۲	۱۳۴±۳	۳/۱	۰/۶	۵۰

**جدول شماره ۴:** دامنه تغییرات پرتوزائی رادیونوکلیدهای مصنوعی و طبیعی در نمونه های گیاه ساغند بر حسب بکگر در کیلوگرم Bq/Kg (محور معدن به چادرمولو)

سزیوم ۱۳۷	پتاسیم ۴۰	توریوم ۲۳۲	رادیوم ۲۲۶	فاصله از معدن به کیلومتر
۰/۷	۱۴۸±۴/۶	۲/۷±۰/۲	۰/۳	۵
۱/۲	۱۳۵±۱	۱/۹	۱/۲	۱۰
۴/۵±۰/۳	۱۱۸±۳	۳/۲	۳±۰/۱	۱۵
۱/۱	۱۳۱±۲	۱	۱	۲۰
۲/۱	۱۲۵±۲	۲/۴	۱/۸	۲۵
۲/۱±۰/۳	۱۳۸	۳±۰/۲	۲/۲	۳۰
۳/۴±۰/۳	۱۷۵	۲±۰/۳	۱	۳۵
۰/۶	۱۳۲	۲/۳±۰/۱	۲/۶	۴۰
۰/۶	۱۳۲	۲/۳±۰/۱	۲/۶	۴۵
۴/۳±۰/۲	۱۴۳	۲/۶±۰/۱	۳±۰/۱	۵۰

برابر با ۰/۶ و حداکثر آن در فاصله ۱۵ کیلومتری معدن برابر با ۴/۵±۰/۳ Bq/Kg می باشد که ضریب همبستگی سزیوم در گیاه با فاصله نسبت به معدن در هر دو محور نیز معنی دار نمی باشد (جدول شماره ۴).

نتایج اندازه گیری غلظت رادیوم ۲۲۶ بر حسب mBq/L در نمونه های آب مناطق ساغند نشان داد. حداقل میزان رادیوم ۲۲۶ در آب مناطق کوه اسکن (قنات) در فاصله ۳۰ کیلومتری از معدن و کوه طاقو (چاه) در فاصله ۳۰ کیلومتری و خوشاب چشمه در فاصله ۲۵ کیلومتری بدست آمده و کمتر از ۲ mBq/L می باشد و حداکثر آن در منطقه ساغند (چاه) در فاصله ۳۵ کیلومتری از معدن که مقدار آن ۸/۲±۰/۴ mBq/L می باشد (جدول شماره ۵) چون امکان اندازه گیری رادیوم موجود در آب در دو محور تا معدن به فواصل منظم امکان پذیر نبود ضریب همبستگی مجموعه منابع آب آزمایش شده در محدوده ۵۰ کیلومتری محاسبه گردید که از نظر آماری معنی دار نیست.

۳۵ کیلومتری معدن Bq/Kg ۳/۴±۰/۳ می باشد (جدول شماره ۳).

نتایج آزمایش گیاه در محور مقابل (معدن به چادرمولو) نشان داد: حداقل میزان رادیوم در فاصله ۵ کیلومتری که برابر با ۰/۳ Bq/Kg و حداکثر آن در فاصله ۱۵ و ۵۰ کیلومتری برابر Bq/Kg ۳±۰/۱ است. در این قسمت نیز ضریب همبستگی میزان رادیوم در گیاه و فاصله در دو محور تا معدن محاسبه گردید که از نظر آماری معنی دار نبود. حداقل میزان توریوم ۲۳۲ در فاصله ۲۰ کیلومتری معدن برابر Bq/kg ۱ و حداکثر آن در فاصله ۱۵ کیلومتری معدن برابر با Bq/Kg ۳/۲ می باشد. ضریب همبستگی میزان توریوم در گیاه و فاصله آن در دو محور تا معدن معنی دار نبود. حداقل میزان پتاسیم ۴۰ در فاصله ۱۵ کیلومتری معدن برابر با ۱۱۸±۳ و حداکثر آن در فاصله ۳۵ کیلومتری معدن این قسمت نیز از نظر آماری معنی دار نمی باشد. حداقل میزان سزیوم ۱۳۷ در فواصل ۴۰ و ۴۵ کیلومتری معدن برابر با ۱۷۵ می باشد. ضریب همبستگی محاسبه شده در

**جدول شماره ۵: غلظت رادیوم 226 mBq/L در نمونه های آب\* محدوده منطقه ساغند**

محل برداشت	فاصله از معدن به کیلومتر	غلظت رادیوم 226 بر حسب mBq/L
چشمه قلوه سنگ	۱۰	۵/۲±۰/۴
چشمه کوه نی زار	۱۵	۴/۳±۰/۳
چشمه منطقه شور	۱۵	۳/۸±۰/۳
قنات سفیدون	۲۵	۸±۰/۶
چشمه خوشاب	۲۵	<۲
قنات کوه اسکن بید	۳۰	<۲
چاه آب شور	۳۰	۶/۲±۰/۴
چشمه حسن آباد ساغند	۳۰	۷/۲±۰/۳
چاه کوه طاقو	۳۵	<۲
چاه ساغند	۳۵	۸/۲±۰/۴

\* نوع مصرف آب منحصراً برای مصارف کشاورزی و دام بوده است.  
حد مجاز غلظت رادیوم ۲۲۶ در آب بر حسب mBq/L ۱۱۰ می باشد.

**بحث:**

مختلف مشاهده نگردید ممکن است منابع طبیعی بصورت پراکنده و با میزان متفاوت و بر اساس بافت شناسی خاص و شکل گیری لایه های زمین منطقه باشد. لازم به ذکر است که نوسان میزان این نوع رادیونوکلئیدها در تحقیق انجام شده بیشتر از دامنه تغییرات پذیرفته شده در کشورهای ایران، چین و آمریکا نبوده است (۸).

نتایج تحقیق دیگری که تحت عنوان بررسی و تشخیص رادیونوکلئیدهای مصنوعی ناشی از انفجار نیروگاه هسته ای چرنوبیل در آذربایجان ایران و شوروی سابق انجام شده نشان داده است که میزان رادیونوکلئیدهای پتاسیم ۴۰ بین ۵۵۰ تا ۱۳۰۰ بکرل در کیلوگرم و رادیوم ۲۲۶ بین ۲۳ تا ۳۰ و سزیوم ۱۳۷ حدود ۱۳ بکرل در کیلوگرم بوده است (۹).

ضمناً میزان سزیوم ۱۳۷ در تحقیق فوق در ۴۵ کیلومتری غرب نیروگاه هسته ای چرنوبیل حدود

همانطور که نتایج این تحقیق نشان می دهد میزان رادیونوکلئیدهای موجود در منابع خاک محور معدن به ساغند بین حداقل ۲۱ و حداکثر ۴۵ بکرل در کیلوگرم برای رادیوم ۲۲۶، حداقل ۲۱ و حداکثر ۴۳ بکرل در کیلوگرم برای توریم ۲۳۲، حداقل ۳۰۳ و حداکثر ۵۰۵ بکرل در کیلوگرم برای پتاسیم ۴۰ و همچنین حداقل کمتر از ۰/۱ و حداکثر ۱۲ بکرل در کیلوگرم برای سزیوم ۱۳۷ در نوسان می باشد. به علاوه در محور مقابل (معدن به چادرملو) نتایج نسبتاً مشابهی بدست آمده است. نتایج این تحقیق بیانگر این مطلب است که میزان رادیونوکلئیدها در بعضی موارد در اثر افزایش و کاهش فاصله نسبت به معدن متغیر بوده است که معنی دار نشدن ضرایب همبستگی محاسبه شده بین فاصله محل نمونه تا معدن و میزان رادیونوکلئیک ها بیانگر این موضوع می باشد. با توجه به اینکه تغییرات عمده ای در نمونه های اندازه گیری شده در فواصل

نیروگاه هسته ای چرنوبیل حدود ۳۳۰۰۰ بکرل بر کیلوگرم بوده است در حالی که حداکثر میزان سزیم ۱۳۷ مشاهده شده در این بررسی ها برابر ۴/۵ بکرل در کیلوگرم بوده است که قابل مقایسه با یکدیگر نیستند (۹).

میزان غلظت رادیوم ۲۲۶ در ده منبع آب اطراف تا شعاع ۵۰ کیلومتری معدن که فواصلی بین ۱۰ تا ۳۵ کیلومتر را شامل می شود اندازه گیری شده که میزان این رادیونوکلئید حداقل کمتر از ۲ و حداکثر ۸ میلی بکرل در لیتر بوده است (جدول شماره ۵).

حداکثر مجاز میزان رادیوم ۲۲۶ در منابع آب آشامیدنی ۱۱۰ میلی بکرل در لیتر تعیین گردیده است که مقادیر اندازه گیری شده به مراتب کمتر از استاندارد می باشد و علاوه نتایج نشان می دهد که میزان رادیونوکلئید اندازه گیری شده در منابع آب ارتباطی با دوری و نزدیکی مرکز معدن ندارد. ضمناً کلیه منابع آب مورد بررسی و صرفاً مصرف کشاورزی و دام دارد.

### پیشنهادات:

به منظور بررسی میزان رادیونوکلئیدها در منابع آب و خاک و گیاه در محیط زیست انجام یک تحقیق جامع ضروری است.

پرتوزایی در نمونه های محیطی و بطور کلی در محیط زیست ممکن است تحت اثر منابع پرتوزاهای مختلف آلوده کننده افزایش یابد. جهت شناسایی این منابع بایستی زمینه پرتوزایی قبلی را همیشه در نمونه های مختلف و نسبت پرتوزایی رادیونوکلئیدهای مختلف در محیط زیست مورد اندازه گیری قرار گیرد.

به منظور بررسی و تعیین میزان رادیونوکلئیدها در محیط زیست و تعیین رابطه علت و معلولی و آماری

۱۳۸۰۰ بکرل در کیلوگرم بوده است. موضوع فوق نشان می دهد میزان پراکندگی رادیونوکلئیدهای مصنوعی (ناشی از انفجار نیروگاه چرنوبیل) با مسافت رابطه معکوس داشته است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که در پراکندگی رادیونوکلئیدهای مصنوعی فاصله نقش بیشتری دارد، لکن در پراکندگی رادیونوکلئیدهای طبیعی با تحقیق حاضر و بررسی انجام شده به دلیل وجود بافت خاص زمین شناسی و شکل گیری لایه های زمین و وجود منابع احتمالی متعدد رادیواکتیو نمی توان فاصله را نسبت به میزان مواد رادیواکتیو مؤثر دانست (۹،۶).

نتایج تحقیق انجام شده در آذربایجان همچنین بیانگر این است که میزان رادیونوکلئیدهای مصنوعی با گذشت زمان کاهش یافته است (۹).

همانطوری که در جدول شماره ۳ و ۴ مشاهده می گردد میزان رادیوم ۲۲۶ در محور معدن به ساغند در نمونه های گیاه منطقه از حداقل ۰/۶ تا حداکثر ۲/۸، توریوم ۲۳۲ از حداقل ۱/۷ و حداکثر ۳/۳، پتاسیم ۴۰ از حداقل ۸۶ و حداکثر ۱۵۷ و همچنین سزیم ۱۳۷ از حداقل ۰/۴ و حداکثر ۳/۴ بکرل بر کیلوگرم متغیر بوده است. نتایج حاضر نشان می دهد که فواصل مکانی نمونه برداری (دوری و نزدیکی نسبت به معدن) تأثیری در میزان رادیونوکلئید فوق ندارد و به عبارتی گیاهان روئیده شده منطقه با نزدیک شدن به معدن بصورت منظم میزان بیشتری از این رادیونوکلئید را در خود نداشته است. ضمناً در محور معدن به چادرملو نتایج مشابهی حاصل گردیده است. میزان رادیونوکلئیدهای مورد بررسی در منابع گیاهی مورد اندازه گیری به نسبت ۵ تا ۲۰ برابر کمتر از منابع خاکی بوده است که تقریباً با منابع موجود همخوانی دارد (۱۱،۱۰).

میزان سزیم ۱۳۷ در تحقیق کریمی نژاد در آذربایجان شرقی و در گیاهان منطقه ۴۵ کیلومتری غرب

در لیتر مشاهده گردید. لذا می توان به مردم آن منطقه اطمینان داد که زندگی در آن محدوده از نظر آلودگی آب، خاک و غذا به مواد رادیواکتیو مشکل آفرین نمی باشد.

آن با سرطان یک تحقیق مشترک علوم پایه و بالینی پیشنهاد می شود.

### نتیجه گیری:

بر خلاف انتظار و طبق قانون اشعه، میزان مواد رادیو اکتیو با افزایش فاصله کم نشده و تغییرات نیز منظم نبوده است. مقدار مواد رادیو اکتیو در آب نیز بسیار کمتر از میزان استاندارد آن یعنی ۱۱۰ میلی بکرل

### تشکر و قدر دانی:

بدینوسیله از کلیه افرادی که ما را در انجام این طرح یاری نمودند تشکر می نمائیم.

### References:

۱. مکی زین العابدین. اتم شناسی. تهران: دانشگاه تهران. ۱۳۴۷. ۱-۵.
۲. نجم آبادی فریدون. فیزیک تشعشع و رادیولوژی. تهران: دانشگاه تهران. ۱۳۶۳. ۴۸-۵۲.
۳. مصباح اشرف السادات. بررسی فراوانی بیماری های تنفسی در کودکان دبستانی در معرض رادیو اکتیو در رامسر، تهران مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران. ۱۳۷۸. ۴۲-۵.
۴. لامارش جان آر. مقدمه بر مهندسی هسته ای، ترجمه پذیرنده علی. تهران: دانشگاه تهران. ۱۳۶۱. ۶۲-۷.
5. Cember H. Introduction to health physics. 2<sup>th</sup> ed. New York: McGraw Hill; 1985. p. 325-30.
۶. مصباح اشرف السادات. بررسی رادیولوژیکی منطقه با پرتو زایی بالا در رامسر. تهران: دانشگاه تهران. ۱۳۷۶. ۳۵.
7. Brodsky A. Hand book of environmental radiation. 3<sup>th</sup> ed. Florida: Chief Alfred W. Klement; 1999. p. 79-85.
۸. بهرامی بلورچی مهدی، هدایت عمیدی جمشید. کنترل پرتو زایی مواد غذایی در ایران. مجموعه مقالات سمینار سالروز جهانی بهداشت، سازمان انرژی اتمی ایران. ۱۳۶۹. ۲۸-۳۰.
۹. کریمی نژاد مهدی. بررسی و تشخیص رادیونوکلیدهای ناشی از انفجار نیروگاه هسته ای چرنوبیل در آذربایجان ایران و شوروی سابق. پایان نامه فوق لیسانس دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران. ۱۳۷۴.
10. International Atomic Energy Agency. Measurement of radio nuclides in food and the environmental. IAEA. 1987; 71(295): 200-10.
11. Tallin ES. An intercomparison on radionuclide in environmental samples and food. Riodejanira: Nelson; 2004. 4-24.