

Cs

r-pourimani@araku.ac.ir :

(دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۵/۸؛ دریافت نسخه نهایی: ۱۳۹۱/۱۱/۲۵)

Cs

Cs

۰/۰ ۰/۰ ۰/۰ ۰/۰ ۰/۰ ۰/۰

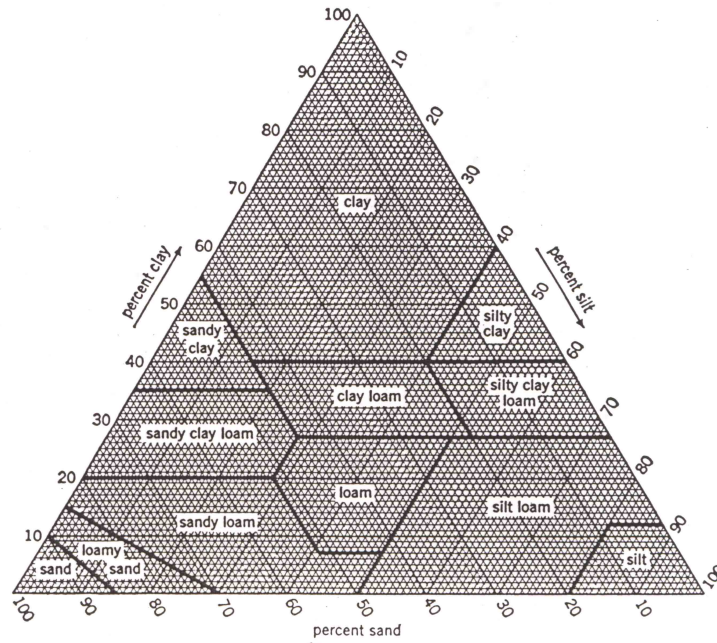
در این بررسی، نمونه‌ها از ۶ ایستگاه باران‌سنجی سینوپتیک و کليمتوری سازمان هواشناسی استان مرکزی تهیه شدند که در هر ایستگاه به روش دایره‌ای ۵ نمونه از عمق‌های ۵، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ سانتی‌متر تهیه شد [۳]. که در نهایت ۳۰ نمونه برای آنالیز نهایی آماده گردید.

نمونه‌های جمع‌آوری شده به مدت ۱۲ ساعت در کوره در دمای 160°C قرار گرفته‌اند تا به طور کامل خشک شوند. به منظور به دست آوردن نمونه‌های کاملاً همگن و با چگالی یکنواخت، ابتدا نمونه‌ها توسط آسیاب فکی خرد شده، سپس نمونه‌ها وارد آسیاب گلوله‌ای سیاره‌ای شده تا کاملاً پودر شوند. سپس برای

در تاسیسات هسته‌ای به منظور تولید انرژی، از پدیده شکافت استفاده می‌شود. این پدیده در اثر جذب نوترون توسط ویژه هسته شکافته شده رخ می‌دهد، که در آن هسته سنگین به هسته‌های سبک‌تر معروف به پاره‌های شکافت، تبدیل می‌شود. این هسته‌ها دارای فزونی نوترون نسبت به ایزوبارهای پایدار هستند و از این رو از طریق واپاشی‌های متوالی به هسته پایدار تبدیل می‌شوند. تعداد پاره‌های شکافت بسیار متنوع و دارای نیم عمرهای گوناگونی هستند [۱]. ^{137}Cs یکی از این پاره‌ها با نیمه عمر در حدود سی سال است که پس از تولید در اثر انفجارات هسته‌ای وارد اتمسفر و از طریق نزولات جوی در سطح کره زمین پراکنده شده است [۱ و ۲]. در نتیجه بارندگی، این ویژه هسته به داخل خاک نفوذ می‌کند و با اندازه‌گیری مقادیر آن در عمق‌های مختلف می‌توان رابطه بین میزان بارندگی، پارامترهای خاک و مقدار ^{137}Cs را به دست آورد.

جدول ۱. درصد اجزای نمونه‌های خاکی مورد نظر.

نام منطقه	شن	رس	سیلت	نوع بافت	ضریب هدایت هیدرولیکی
اراک	۷۵٫۰۰	۸٫۰۰	۱۷٫۰۰	Loamy sand	۲٫۹۹
دلیجان	۸۴٫۲۵	۳٫۵	۱۲٫۲۵	Loamy sand	۲٫۹۹
هندودر	۹۰٫۲۵	۳٫۲۵	۶٫۵۰	Sandy	۱۱٫۷۸
شازند	۸۶٫۰۰	۴٫۲۵	۹٫۷۵	Loamy sand	۲٫۹۹
امر آباد	۷۵٫۵	۴٫۷۵	۱۹٫۷۵	Loamy sand	۲٫۹۹
مالک آباد	۷۵٫۵۰	۱۱٫۵۰	۱۳٫۰۰	Sandy loam	۱٫۰۹



شکل ۱. مثلث USDA برای تعیین نوع بافت خاک.

آشکارسازی درون ظرف‌های مارینلی بسته‌بندی شدند [۴].
 $P_n(E_i)$ احتمال تابش گاما با انرژی E_i ، بازده آشکارساز و T مدت زمان طیف نگاری است.

اندازه‌گیری طیف‌های نمونه‌های مختلف توسط دو آشکارساز HPGe هم محور از نوع p با بازده‌های نسبی ۳۸٫۵٪ و ۵۵٪ انجام شد. قدرت تفکیک انرژی این آشکارسازها به ترتیب ۱٫۸۵keV و ۱٫۸keV برای پرتوی گامای ^{60}Co با انرژی ۱۳۳۲٫۵۲۰keV است اندازه‌گیری و محاسبه فعالیت ^{137}Cs با استفاده از رابطه زیر انجام گردید [۵ - ۷]

برای به دست آوردن ضریب هدایت هیدرولیکی خاک مربوط به هر منطقه، ابتدا نوع بافت خاک نمونه‌ها را بر اساس اندازه‌گیری درصد ذرات شن، سیلت و رس آن و با استفاده از مثلث USDA تعیین کردیم [۸]. نتایج اندازه‌گیری و محاسبات انجام شده در جدول ۱ درج شده است روش مورد استفاده در این تجربه روش هیدرومتر^۱ است [۶].

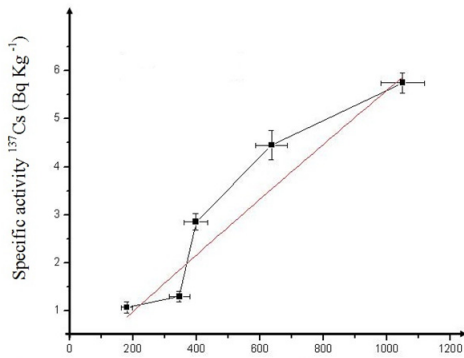
که در این رابطه A_n فعالیت نمونه، N_i سطح خالص زیر قله،

$$A_n = \frac{N_i}{P_n(E_i) \cdot \epsilon_i \cdot T}$$

۱. Bouyoucos hydrometer method

جدول ۲. چگالی نمونه‌های خاک.

چگالی نمونه‌ها (g/cm ³)					
عمق	۵-۱۰	۱۵-۲۰	۳۰-۳۵	۴۵-۵۰	۶۰-۶۵
اراک	۱,۴۶±۰,۰۳	۱,۴۷±۰,۰۳	۱,۴۸±۰,۰۳	۱,۵۲±۰,۰۳	۱,۴۹±۰,۰۳
دلیجان	۱,۶۰±۰,۰۳	۱,۵۹±۰,۰۳	۱,۶۲±۰,۰۴	۱,۶۳±۰,۰۴	۱,۵۳±۰,۰۳
هندودر	۱,۵۵±۰,۰۴	۱,۵۲±۰,۰۳	۱,۴۸±۰,۰۳	۱,۶۰±۰,۰۴	۱,۵۳±۰,۰۳
شازند	۱,۴۲±۰,۰۳	۱,۳۹±۰,۰۳	۱,۴۲±۰,۰۳	۱,۴۳±۰,۰۳	۱,۴۹±۰,۰۳
عمر آباد	۱,۴۷±۰,۰۳	۱,۴۸±۰,۰۳	۱,۴۹±۰,۰۳	۱,۳۹±۰,۰۳	۱,۴۸±۰,۰۳
مالک	۱,۴۳±۰,۰۳	۱,۵۵±۰,۰۴	۱,۵۴±۰,۰۳	۱,۴۳±۰,۰۳	۱,۴۳±۰,۰۳



(Hydrological conduction coefficient * rain fall rate) / Soil sample density cm⁵/gh

شکل ۳. منحنی برازش داده شده برای این نقاط به استثنای هندودر به منظور به دست آوردن ضریب همبستگی و رابطه ریاضی بین پارامترها.

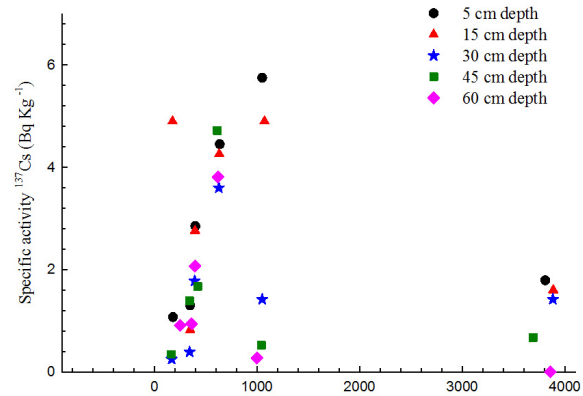
جدول ۳. ضرایب همبستگی معادلات گرایش (R^۲).

عمق (cm)				
۵-۱۰	۱۵-۲۰	۳۰-۳۵	۴۵-۵۰	۶۰-۶۵
۰,۸۹	۰,۹۹	۰,۷۰	۰,۹۸	۰,۶۶

عنصر ^{۱۳۷}Cs و میزان بارندگی در هر عمق به دست آمد [۱۰].

نمودار فعالیت ویژه ^{۱۳۷}Cs بر حسب حاصل ضرب میزان بارندگی در ضریب هدایت هیدرولیکی خاک هر منطقه تقسیم بر چگالی خاک نمونه مورد نظر برای هر ۵ عمق به کمک نرم افزار sigmaplot به دست آمد، که به صورت نمودار تجمیعی در شکل ۲ نشان داده شده است. در شکل ۳ یک نمونه از نقاط به دست آمده و معادله گرایش مربوطه داده شده است. نتایج به دست آمده برای تمامی عمق‌ها به همراه معادله گرایش و ضریب همبستگی محاسبه شده در جدول ۳ درج گردیده است. برای تعیین معادله گرایش نقاطی از نمودار را که به دلایلی از نقاط دیگر انحراف دارند لحاظ نشده‌اند.

میزان فعالیت سزیم بر حسب سه پارامتر ضریب هدایت هیدرولیکی، میزان بارندگی و چگالی نمونه‌های خاکی برای



(Hydrological conduction coefficient * rain fall rate) / Soil sample density cm⁵/gh

شکل ۲. نقاط روی شیب بارانی مورد نظر برای ۶ منطقه، در تمام عمق‌ها به صورت تجمیعی.

با استفاده از جدول مربوطه ضریب هیدرولیکی نمونه‌های خاکی معین شد.

نمونه برداری از عمق‌های مختلف خاک توسط دستگاه اوگر^۱ انجام گردید لذا خاک به دلیل خرد شدن از حالت طبیعی خود خارج شد. به همین منظور با اندازه‌گیری جرم و حجم ظاهری خاک چگالی آن محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۲ درج شده است [۹].

نفوذ پذیری با ضریب هدایت هیدرولیکی خاک و میزان بارندگی نسبت مستقیم و با چگالی آن نسبت عکس دارد با لحاظ کردن موارد فوق یک معادله گرایش بین فعالیت ویژه

۱. Auger

جدول ۴. ضرایب اصلاحی.

ضرایب اصلاحی		
نقاط	هندودر	شازند و مالک آباد
۵-۱۰cm	۰,۰۶۶±۰,۰۰۸	-----
۱۵-۲۰cm	۰,۱۷±۰,۰۰۵	۳,۸۲±۰,۰۶۲
۳۰-۳۵cm	۰,۰۹۸±۰,۰۲۴	۰,۴۱±۰,۰۲۰
۴۵-۵۰cm	۰,۰۷±۰,۰۰۱	۰,۲۲±۰,۰۰۸
۶۰-۶۵cm	۰,۰۴±۰,۰۰۱	۰,۲۰±۰,۰۰۵

تمام عمق‌ها روی شیب بارانی به کمک نرم افزار سیگماپلات^۱ رسم شده است که از آوردن همه نمودارها خودداری کرده و فقط نمودار تجمیعی ارائه می شود.

برای تمام عمق‌ها برازش منحنی صورت گرفته است. از آوردن تمامی منحنی‌ها خودداری نموده ایم.

معادله گرایشی که از برازش منحنی به دست آمده است برای تمام عمق‌ها به صورت زیر است:

$$y = A_1 e^{(-x/t)} + y_0$$

در این معادله y فعالیت ویژه سزیم ۱۳۷ بر حسب Bq/kg و x میزان متوسط بارندگی بر حسب میلی متر با دخالت پارامترهای مربوط به خاک است. مقادیر A_1 ، t و y_0 توسط نرم افزار محاسبه شده‌اند. معیاری که برای ارزیابی معادله گرایش منحنی مورد استفاده قرار می گیرد ضریب همبستگی نام دارد. بالاترین مقدار آن یک و پایین ترین مقدار آن صفر است.

نمودارهای برازش داده شده، معادلات ریاضی به دست آمده و

نیز ضرایب همبستگی همگی این مطلب را تأیید می کنند که روند تغییرات فعالیت عنصر مورد نظر با میزان بارندگی روی این شیب بارانی به صورت یک تابع نمایی است. نکته جالب اینکه در نقاطی از کشور اوکراین، آلمان [۱۱] صربستان و مونتنگرو [۱۲] نیز تحقیقات انجام شده به نتایج مشابهی رسیده‌اند یعنی در نهایت معادلات ریاضی مربوط به منحنی برازش توابعی نمایی را تأیید کرده‌اند.

منطقه هندودر و شازند با اینکه دارای میزان بارندگی نسبتاً زیاد هستند اما در رده بندی میزان فعالیت همواره پایین تر از مناطقی با بارندگی کمتر قرار می گیرند قبلاً گفته شد هر چقدر روان آب‌های یک منطقه بیشتر باشد، جریان‌های سیلابی بیشتر بوده و آب کمتری در زمین نفوذ می کند.

شازند و به ویژه هندودر از مناطقی هستند که دارای شیب تند بوده و مقدار قابل توجهی از آب‌های حاصل از بارندگی قبل از اینکه فرصت کافی برای نفوذ پیدا کنند به صورت روان آب و سیلاب جاری می شوند. به این دلیل عمده، نفوذ آب در خاک این مناطق کمتر از سایرین است نمودارها بدون در نظر گرفتن نقاط انحرافی (نقاطی که با سایرین همخوانی ندارند) برازش داده شده‌اند و پس از به دست آوردن معادله گرایش منحنی برای این نواحی یک ضریب اصلاحی که مربوط به جریان‌های سطحی و رواناب‌هاست محاسبه شده است. به این صورت که مقدار x را از معادله گرایش به دست آورده و با قرار دادن مقادیر معلوم، x را محاسبه نموده و از تقسیم x جدید بر x قبلی ضریب اصلاحی را محاسبه نمودیم

$$x = t \ln \left(\frac{A_1}{y - y_0} \right)$$

۴. ج غازان شاهی، "فیزیک خاک"، انتشارات دانشگاه تهران، (۱۳۷۴).

5. G F Knoll, "American National Standard for Calibration and Use of Germanium Spectrometers for the Measurement of Gamma-Ray Emission Rates of Radionuclides", ANSI N42. 14 (1999).

1. I Vukanac et al., *Applied Radiation and Isotopes* **46** (2006) 689.
2. J Moraeau and K Heyde, "The nuclear fission process", CRC Press (1991).
3. P Moller, J R Nix, W D Myers, and W J Swiatecki, *Atomic Mass Nucl. Data Table* **59** (1995) 185.

۱. Sigmaplot

۶. م شفاعی بيجستان، "هیدرولیک انتقال رسوب" دانشگاه شهید چمران، اهواز (۱۳۸۷).
7. R M Twomey, "IEEE Standard Test Procedure for Germanium Gamma Ray Detector", **325** (1996).
۸. ج غازان شاهی، "خاک و روابط آن در کشاورزی"، تهران، انتشارات کارنو (۱۳۷۸).
۹. ج. یثربی، "آزمایشگاه خاک شناسی عمومی"، دانشگاه اراک (۱۳۸۴).
۱۰. ر ابن جلال، م شفاعی، "اصول نظری و عملی مکانیک خاک"، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد (۱۳۷۷).
۱۱. علیزاده، "طراحی سیستم‌های آبیاری"، دانشگاه فردوسی مشهد (۱۳۸۳).
12. D Krstic, D Nhkezic, N Stivanovic, and M Jelic, *Applied Radiation and Isotopes* **61** (2004) 1487.