نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 30، شماره 1، فروردین – اردیبهشت 1395، ص. 148-136

Journal of Water and Soil
Vol. 30, No. 1, Mar.-Apr. 2016, p. 136-148

بررسی تغییرپذیری برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در طول یک ترانسکت تحت تأثیر فرسایش بادی در منطقه سگزی اصفهان

فاطمه قیصری[1]- شمس الله ایوبی[2*]

تاریخ دریافت: 1392/11/14
تاریخ پذیرش: 1393/12/13

چکیده

فرسایش بادی یکی از اصلی‌ترین فرآیندهای تخریب اراضی و یکی از جدی‌ترین مشکلات اکوسیستم و محیط زیست در مناطق خشک و نیمه‌خشک نظیر مناطق مرکزی ایران است. فرسایش بادی در منطقه شرق اصفهان و ناحیه سگزی به علت بهره‌برداری نامناسب از اراضی فقیر، بهره‌برداری از معادن رس و گچ و خشکسالی‌های اخیرافزایش داشته است. فرآیند درشت شدنبافت خاک (نتیجه کاهش اندازه ریز ذرات خاک)، از دست رفتن مواد آلی و تخریب پوشش گیاهی پیامدهای فرسایش بادی بوده است. بنابراین نیاز به اطلاعات معتبر در مورد شدت فرسایش بادی و تأثیر فرسایش بادی بر روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک برای انجام عملیات حفاظت خاک ضروری می‌باشد. در این تحقیق به کمک روش سزیم-137 نقاط فرسایش و رسوب در طول یک ترانسکت در منطقه سگزی (شرق اصفهان) تعیین و سپس اثر فرسایش بادی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی خاک در نقاط فرسایش و رسوبگذاری بررسی شد. در این پژوهش، درمنطقه مورد مطالعه در طول یک ترانسکت شمال شرقی- جنوب غربی به طول 42 کیلومتر به فواصل 2 تا 5 کیلومتر در 16 نقطه نمونه‌برداری صورت گرفت. در هر نقطه از اعماق 5-0، 10-5 ، 20-10، 30-20 و50-30 نمونه‌برداری خاک انجام شد و نمونه‌های برداشت شده مورد آنالیزهای فیزیکی، شیمیائی و اندازه‌گیری محتوای سزیم-137 قرار گرفتند. نتایج این مطالعه نشان داد که در نقاط 1 تا 8، 10 و 12 تا 16 فرآیند فرسایش و در نقاط 9 و 11 فرآیند رسوب‌گذاری اتفاق افتاده است. نتایج نشان داد روش سزیم- 137 می‌تواند به صورت کمّی میزان فرسایش و رسوب بادی در منطقه مورد مطالعه را تخمین بزند. مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در این مطالعه بین مناطق فرسایش، رسوب‌گذاری و مرجع نشان داد فرآیندهای فرسایش و رسوب به شدت ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی خاک رادر طول ترانسکت تحت تأثیر قرار داده است. این نتایج برگرفته از سزیم-137 برای اولین بار نتایج قابل توجهی برای تحقیقات آینده در مورد فرسایش بادی در مناطق خشک ایران به‌دست آورد.

واژه‌های کلیدی: ترانسکت، رسوب، سزیم- 137، مناطق خشک

مقدمه

در مناطق خشک به علت شرایط خاص محیطی و جوی از جمله کمی رطوبت نسبی، کمی نزولات جوی و پراکندگی نامناسب آن‌ها، تبخیر زیاد، تغییرات شدید حرارتی، شوری و قلیائیت، تراکم کم پوشش گیاهی، حساسیت خاک سطحی به فرسایش که به طور عمده شن‌های بدون ساختمان می‌باشند و فعال بودن بادهای فرساینده، شرایط برای وقوع فرآیند فرسایش بادی بسیار مناسب می‌باشد (15و 23). فرسایش بادی موجب تغییر در شکل ظاهری زمین نما، کاهش سطح زیر کشت، تغییرات بافت خاک، کاهش آب قابل دسترس گیاه، تخریب ساختمان فیزیکی خاک، کاهش دید و افزایش ناراحتی‌های تنفسی و آلودگی محیط می‌شود (16 و21).

فرسایش بادی تابع دو دسته از عوامل فرسایش‌زایی و فرسایش‌پذیری است. فرسایش‌پذیری به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مربوط می‌شود، فرسایش‌زایی به فیزیک باد مرتبط است (1 و 5). با وزش باد، ذرات ریز و و ماسه از بین رفته و سنگریزه و سنگ در سطح زمین ظاهر می‌شود و فرسایش بادی سبب فقیر شدن خاک می‌شود زیرا ذرات رس و موادآلی موجود در خاک مزارع را که حاوی مواد غذایی استبه صورت معلق منتقلمی‌کند. چون قسمت اعظم نیتروژن، فسفروپتاسیم، همراه ذرات رس است. بنابراین فرسایش بادی می‌تواند مقدار قابل ملاحظه‌ای از این عناصر را از

1 و 2- دانش آموخته کارشناسی ارشد و استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
(*- نویسنده مسئول: (Email: ayoubi@cc.iut.ac.ir

خاک خارج سازد و به این صورت حاصخیزی و قدرت تولیدی خاک را کاهش دهد. همچنین در اثر فرسایش بادی مقدار قابل توجهی از خاک مناطق مختلف از بین می‌رود. میزان خاک از بین رفته در اثر فرسایش بادی در مورد خاک‌های شنی لخت شدیداً فرسایش‌پذیر، سالانه حدود 700 تن در هکتار تخمین زده شده است (14).

نسبت سطوح مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی در ایران بیش از 6 برابر متوسط جهانی است،40 درصد از اراضی کشور تحت تأثیر فرسایش کم یعنی زیر 10 تن در هکتار، 25 درصد تحت تأثیر فرسایش متوسط (بین 25 تا 50 تن در هکتار) و 12 درصد یعنی بیش از 50 تن در هکتار تحت تأثیر فرسایش شدید قرار دارند (5).

مطالعات و تحقیقات انجام شده در زمینه فرسایش بادی در ایران بسیار اندک و پراکنده می‌باشد. از این تحقیقات می‌توان به مطالعه تأثیر خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک در شاخص فرسایش‌پذیری بادی خاک و ارائه مدل جهت پیشگویی آن در دشت یزد– اردکان عظیم‌زاده و همکاران (1)، اشاره کرد. آن‌ها ارتباط بین بافت خاک، درصد سنگریزه سطحی، درصد ماده آلی خاک، درصد آهک، گچ، میانگین قطر ذرات خاک، شوری، نسبت سدیم جذب سطحی، درصد ذرات بزرگتر از 0/84 و شاخص فرسایش‌پذیری بادی خاک را به‌دست آوردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد نسبت سدیم جذب سطحی، میانگین قطر ذرات خاک و گچ مهم‌ترین عوامل در شاخص فرسایش‌پذیری بادی خاک هستند.

تخمین فرسایش بادی برای ارزیابی میزان و شدت بیابان‌زایی و اقدامات ضروری برای جلوگیری از بیابان‌زایی ضروری است. سزیم-137 یک عنصر رادیواکتیو مصنوعی باتشعشع گاما و نیمه عمر 30/2 سال می‌باشد که در سال‌های 1970-1950 در اثر انفجارات هسته‌ای همراه با بارش باران وارد زمین شد. سزیم-137 در خاک به دلیل رسوب مستقیم از اتمسفر، شسته شدن از پوشش گیاهی، تغییر و تبدیل (برگشت) گیاهان، رسوب مجدد ذرات فرسایش یافته خاک می‌باشد. نتیجه تحقیقات پژوهشگران گواهی این مطلب است که امکان جابه‌جایی و انتقال سزیم-137 به جزء از طریق فرسایش و همراه با خاکدانه امکان پذیر نمی‌باشد. سزیم-137 توسط رس خاک و مواد آلی جذب ودر مناطق تحت فرسایش بادی توسط باد جابه‌جا می‌شود و معمولاً در لایه بالایی خاک تجمع می‌یابد ویک ردیاب قابل اعتماد برای محاسبه فرسایش و رسوب خاک است (13).

به گفته پینگ و همکاران (13)، تجمع قابل توجهی از عنصر رادیواکتیو سزیم-137، از آزمایش‌های هسته‌ای در سال‌های 1950 و 1960 ثابت شده است، که این ردیاب جذب گیاه نمی‌شود و معمولاً در لایه بالایی خاک تجمع می‌یابد. براین اساس، با اندازه‌گیری توزیع عمودی سزیم-137 در پروفیل انواع خاک‌های مختلف و مقایسه با موجودی سزیم-137 مرجع، نرخ فرسایش بادی تعیین می‌گردد. این نتایج برگرفته از سزیم-137 برای اولین بار نتایج قابل توجهی برای تحقیقات آینده در مورد فرسایش بادی و کنترل بیابان‌زایی در کینگهای فلات تبت به‌دست آورد.

لی و همکاران (9) از روش سزیم-137 برای نرخ هدررفت خاک در فرسایش آبی- بادی در فلات چین استفاده کردند و نتیجه گرفتند که سهم فرسایش بادی حداقل 18درصد از کل مقدار فرسایش خاک است و این‌که تفاوت فرسایش خاک در شیب‌های مختلف بسیار آشکار است. کاهش سزیم-137 در تپه نشان داد که بیش از 94 درصد نرخ فرسایش خاک و بیش از 12000 تن در کیلومترمربع هدررفت خاک است که نشان دهنده پوشش بسیارکم و نیروی بسیار قوی باد است (9).

یان و شی (19)، نرخ فرسایش بادی را با استفاده از تکنیک سزیم-137 درگنجهی بازین چین مورد بررسی قرار دادند. دامنه فعالیت سزیم-137 و موجودی کل سزیم-13در منطقه به ترتیب 34 /0± 4/84 $Bqkg^{-1}$ و108/37±1513/83 Bqm^{-2} محاسبه شد. نرخ فرسایش بادی در 4 پلات 1/09± 24/91 $t.ha^{-1}.yr^{-1}$ تخمین زده شد. با استفاده از نتایج 4 پلات نرخ فرسایش بادی در گنجهی بازین 12/56 $t\ ha^{-1}\ yr^{-1}$ محاسبه شد (19).

ژائو و همکاران (22) در مزارع شنی هورکین مغولستان داخلی، در سه منطقه تحت فرسایش بادی، رسوب شن و مرجع تغییرات در ویژگی‌های خاک را به‌دست آوردند. آن‌ها تغییرات در مواد آلی خاک، اسیدیته خاک و ازت کل را در مناطق تحت فرسایش بادی نسبت به نقاط مرجع به‌دست آوردند و نتیجه گرفتند مواد آلی خاک کاهش معنی‌داری با افزایش در عمق فرسایش داشته است و کاهش معنی‌داری در مناطق تحت فرسایش بادی نسبت به نقاط مرجع نشان داد. در مناطق رسوب شن نیز دارای کاهش معنی‌دار بود اما شدت کاهش در زمین‌های تحت فرسایش بادی به‌طور معنی‌داری پایین‌تر بود. آن‌ها همچنین نشان دادند که اسیدیته خاک در زمین‌های تحت فرسایش شدید افزایش معنی‌داری نسبت به مناطق مرجع نشان داد، همچنین نیتروژن کل کاهش معنی‌داری با افزایش در عمق فرسایش داشته است و کاهش معنی‌داری در مناطق تحت فرسایش شدید نسبت به نقاط مرجع نشان داد، اگرچه در منطقه رسوب شن نتیجه آشکاری در افزایش اسیدیته خاک داشت ولی تفاوت معنی‌داری در مقایسه با مرجع نداشت. آن‌ها در مورد نیتروژن کل کاهش معنی‌داری با افزایش در عمق فرسایش در مناطق تحت فرسایش بادی و رسوب شن در مقایسه با مرجع مشاهده کردند ولی شدت کاهش در مناطق تحت فرسایش بادی بیشتر از منطقه رسوب شن بود (22).

ژانگ و همکاران (21)، از روش سزیم-137 برای تعیین نرخ فرسایش بادی خاک در منطقه وسیعی از تبت استفاده کردند.آن‌ها به این نتیجه رسیدند که با استفاده از تکنیک سزیم-137 می‌توان ویژگی‌های فرسایش بادی و هدررفت خاک از مزارع تحت فرسایش بادی با درجات مختلف را به‌دست آورد. میزان فرسایش بادی را به

طور متوسط 45/85 تن در هکتار در متر مربع تخمین زدندکه نشان‌دهنده مقدار فرسایش متوسط بین سال‌های 1963 و 2001 و درجه فرسایش خاک کم بوسیله باد در طول 38 سال گذشته بود. تفاوت در محتوای سزیم-137 در مقایسه با مقدار مرجع نشان‌دهنده مقدار فرسایش خاک یا رسوب در منطقه مورد مطالعه بود. از آنجا که منطقه نمونه‌برداری در مکان‌هایی که فاقد فرسایش آبی بود، حرکت خاک منعکس شده به‌وسیله کاهش سزیم-137 مستقیماً نشان‌دهنده فرسایش بادی بود (21).

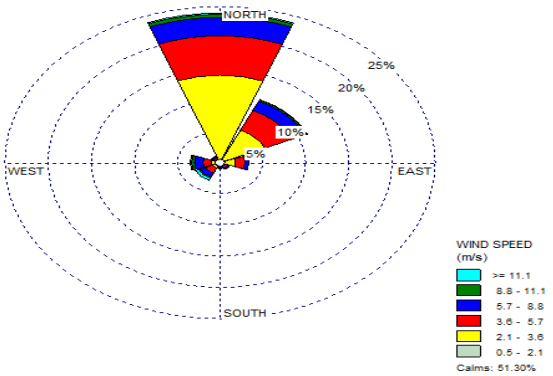
در منطقه شرق اصفهان، سیستم‌های کشاورزی، عملیات بهره‌برداری معادن ماسه و گچ و شرایط خاک، بسیار مناسب جهت فرسایش بادی می‌باشد. به استثناء چندین ماه اندک و محدود در طی دوره رشد، اغلب زمین لخت و خالی از تمهیدات لازم جهت کنترل فرسایش بادی است. علاوه بر این، شرایط حاکم بر خاک‌های منطقه از قبیل شوری و قلیائیت، اقلیم خشک، وجود مقادیر زیاد گچ و نمک، مقادیر خیلی کم مواد آلی باعث افزایش حساسیت خاک به فرسایش بادی در بیشتر سال می‌شود. منطقه سگزی دارای مشکلات توأمی از این نوع بوده و علیرغم این مسائل مطالعات اندکی در زمینه فرسایش بادی در این منطقه انجام شده است. اقدامات منابع طبیعی نیز جهت جلوگیری از گسترش شوری و فرسایش بادی به دلیل عدم شناخت کافی از خاک‌های منطقه چندان موفق نبوده است (1).

این تحقیق به منظور بررسی تغییرات برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاک در منطقه سگزی اصفهان در نقاط رسوب‌گذاری و فرسایش بادی (تعیین شده به کمک تکنیک سزیم-137) انجام شده است. همچنین این مطالعه به عنوان اولین مطالعه در کشور امکان استفاده از تکنیک سزیم-137 را در تعیین نقاط فرسایش و رسوب بادی مورد ارزیابی قرار داده است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه سگزی در شرق اصفهان در مسیر اصفهان-کوهپایه قرار دارد که در فاصله 40کیلومتری شرق اصفهان وبین طول‌های جغرافیایی ´´43´58°51 تا ´´4´3°52 شرقی و عرض‌های جغرافیایی ´´ 8´34 °32تا´´ 37´50 °32 شمالی واقع شده است. منطقه سگزی دارای آب و هوای کویری است. به‌علت شرایط آب و هوایی در منطقه، بادهای نسبتاً شدیدی با سرعت 60 کیلومتر در ساعت می‌وزد که در فصل‌های مختلف جهتی متفاوت داشته و در فصل تابستان بادهای گرم از قسمت شمال شرق به جنوب غرب در حرکت می‌باشد که محتوی شن‌های روان بوده و توأم با غبار می‌باشد (18).



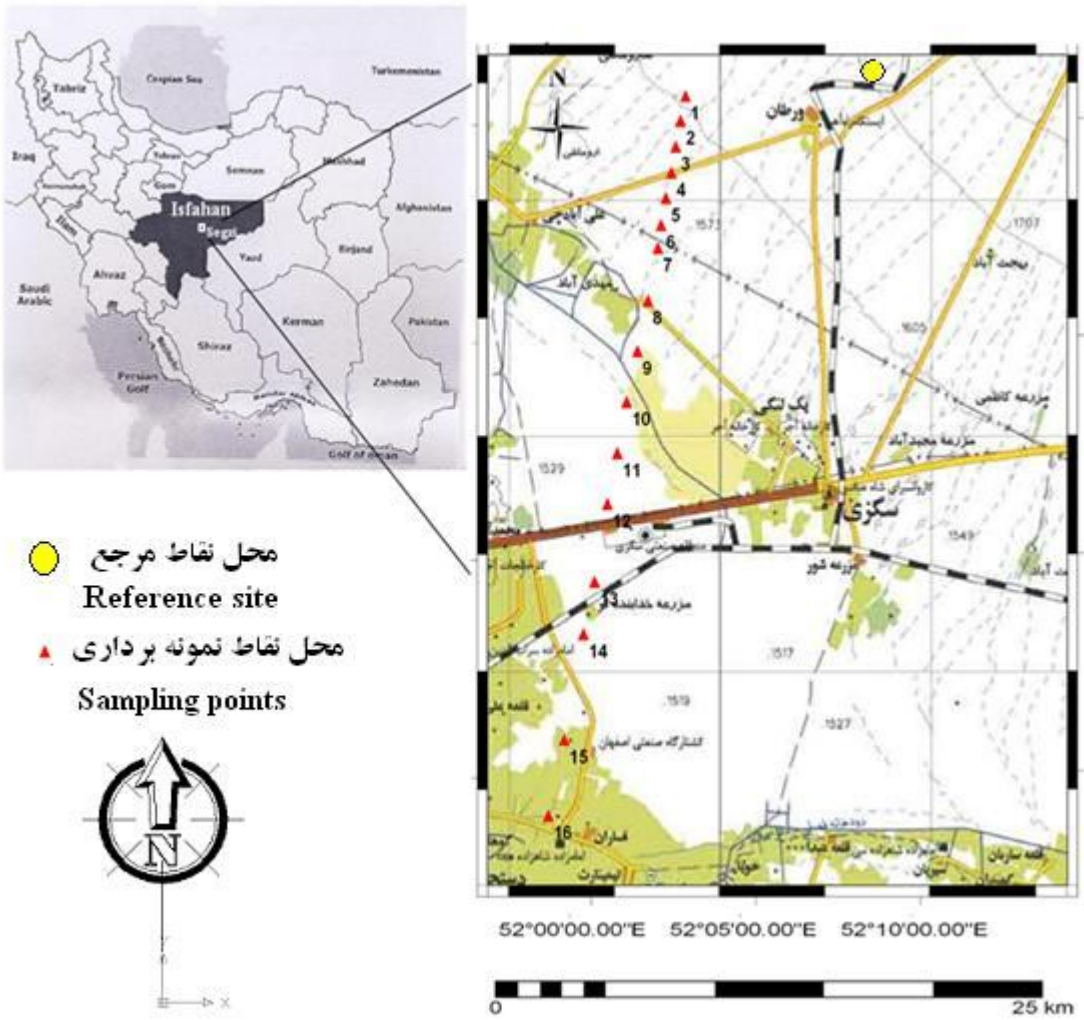
شکل 1- گلباد 7 ساله فرودگاه در منطقه شرق اصفهان

Figure 1- Wind rose for seven years in Isfahan airport located in eastern Isfahan

در این مطالعه، در منطقه انتخاب شده در طول یک ترانسکت شمال شرقی- جنوب غربی در جهت باد غالب در منطقه (شکل 1)، به طول 42 کیلومتر در 16 نقطه به فواصل 2 تا 5 کیلومتر بر اساس تغییرات سطحی زمین، نمونه برداری خاک صورت گرفت (شکل 2). از لحاظ ژئومرفولوژی ترانسکت مورد مطالعه از منطقه ورطان در شمال با سطح ژئومرفیک پدیمنت شروع شده و در جنوب به پلایای سگزی ختم می شود.

در هر نقطه از اعماق 5-0، 10-5 ، 20-10 ، 30-20 و50-30 سانتی‌متری نمونه‌برداری انجام شد. در مجموع از 16 نقطه مورد مطالعه 80 نمونه جمع‌آوری و آنالیز شد. همچنین در شمال شرق منطقه سه پروفیل به عنوان مرجع (نقاطی که در آن‌ها رسوب و فرسایش بادی قابل مشاهده نیست و دارای پایداری کافی هستند و روی آن‌ها توسط پوشش گیاهی و سنگریزه بیابانی پوشیده شده است) به همان مشخصات نقاط مورد مطالعه حفر و نمونه‌برداری شدند (شکل 2). نمونه‌های جمع‌آوری شده در هوای آزاد خشک شدند و پس از کوبیدن از الک 2 میلی‌متری عبور داده شدند. اندازه‌گیری ازت کل به روش کلدال (2)، اندازه‌گیری بافت خاک در خاک‌های گچی: چون خاک‌های مربوط به اراضی پست و پلایای سگزی گچی می‌باشد، تعیین بافت آن‌ها به روش معمول به علت حلالیت زیاد گچ و آزاد شدن یون کلسیم که باعث انعقاد کلوئیدها می‌شود، غیرممکن است. بنابراین برای برطرف این مشکل از پیش تیمار هس استفاده گردید (7). مواد آلی خاک به روش اکسیداسیون تر (11) و اندازه‌گیری گچ به روش استون و وزنی (20). در این تحقیق، روش تجربی اندازه‌گیری هسته پرتوزائی سزیم-137 برای محاسبه میزان فرسایش با استفاده از اندازه‌گیری تغییرات غلظت آن به‌کار گرفته شده است. برایآنالیزهای سزیم-137یک نمونه از اجزای کوچک‌تر از 2 میلی‌متر در داخل ظرف پلاستیکی ریخته شده وزن گردید. ظرف پلاستیکی بر

روی دتکتور (ژرمانیوم) قرار گرفت و اشعه گاما ساطع شده در زمان مورد نیاز (حدود 18 ساعت) شمارش گردید. مساحت زیر پیک در طیف مربوط به سزیم (662 کیلو الکترون ولت) علاوه بر زمان شمارش شده ثبت گردید (3).



شکل 2- موقعیت جغرافیایی و مسیر ترانسکت مورد مطالعه در منطقه سگزی اصفهان

Figure 2- Location if the studied transectinSegzi district, Isfahan

تعیین نقاط فرسایش و رسوب

برای تشخیص این که آیا نقاط مورد مطالعه درگیر فرسایش یا رسوب هستند، از تکنیک سزیم-137 به شرح زیر استفاده گردید.

نرخ فرسایش بادی با استفاده از معادلات ذیل تعیین گردید (17).

$$E = \frac{CPR \times BD \times DI \times 10^4}{T} \quad (1)$$

دراین معادله:

E: نرخ خالص فرسایش بادی بر حسب تن در هکتار در سال.

CPR: درصد هدر رفت سزیم.

BD: جرم مخصوص ظاهری بر حسب تن در متر مکعب.

DI: عمق خاکورزی در منطقه مورد مطالعه بر حسب متر (0/2متر).

T: دوره زمانی بین حداکثرانباشت سزیم-137 (1963) و سال نمونه‌برداری (2012) (سال49 =T).

$$CPR = \frac{CPI - CRI}{CRI} \quad (2)$$

CPR: درصد هدر رفت سزیم.

CPI: میزان سزیم در نقاط مورد مطالعه بر حسب بکرل بر متر مربع.

CRI: میزان سزیم در نقطه مرجع بر حسب بکرل بر متر مربع.

کل سزیم تصحیح نشده در نمونه (UCSS) از مساحت پیک AP طی رابطه زیر به‌دست آمد.

$$USSS = \frac{AP \times 10^5}{t \times DE} \quad (3)$$

که در آن UCSS سزیم تصحیح نشده موجود در نمونه بر حسب میلی‌بکرل، DE کارایی دتکتورو t زمان شمارش بر حسب ثانیه می‌باشد.رادیوایزوتوپ سزیم تصحیح نشده به خاطر فروپاشی طبیعی بایستی نسبت به زمان نمونه‌برداری تصحیح گردد تا زمان انجام تجزیه‌ها تأثیری در نمونه‌ای تجزیه نشده در زمان‌های مختلف نداشته باشد.

$$CCSS = UCSS \times e^{Kt} \quad (4)$$

$$K = \frac{Ln(2)}{T_0} \quad (5)$$

T_0 نیم عمر سزیم (30/17 سال) و CCSS رادیو ایزوتوپ سزیم-137 تصحیح شده در نمونه بر حسب میلی‌بکرل می‌باشد. رادیو سزیم تصحیح شده در نمونه‌ها بهCCSS برای محاسبه فعالیت سزیم در نمونه طی رابطه زیر به‌دست آمد.

$$CASS = \frac{CCSS}{SSW} \quad (6)$$

در آن CASS فعالیت سزیم بر حسب میلی‌بکرل بر گرم و SSW وزن نمونه بر حسب گرم می‌باشد، با فرض یکسان بودن فعالیت سزیم نمونه با فعالیت کل اجزاء ریز نمونه (FW)، بخش ذرات درشت (CW) فاقد سزیم فرض شد. میزان سزیم محتوی کل نمونه بر حسب میلی‌بکرل بر سانتی‌متر مربع از رابطه زیر به‌دست آمد.

$$CIS = \frac{CASS \times CFW}{HSA} \quad (7)$$

که در این معادله CFW وزن تصحیح شده اجزای کوچک‌تر از 2 میلی‌متر خاک و HSA سطح مقطع افقی نمونه بر حسب سانتی‌متر مربع می‌باشد (3).

محاسبه درصد کاهش خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نسبت به نقطه مرجع

درصد کاهش خصوصیات فیزیکی و شیمیایی از طریق فرمول زیر به‌دست می‌آید:

$$A = \left(\frac{C-B}{B}\right) \times 100 \quad (8)$$

A: درصد تغییر در ویژگی خاک

B: میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در نقاط در مرجع

C: میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در نقاط فرسایش و رسوب‌گذاری

آنالیز واریانس و مقایسه میانگین

جهت بررسی تأثیر فرسایش بادی برروی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مناطق فرسایش و رسوب‌گذاری از آنالیز واریانس یک طرفه و مقایسه میانگین به روش دانکن در سطح احتمال 95 درصد از نرم افزار SPPS v.17 استفاده شد.

نتایج وبحث

تعیین نقاط فرسایش و رسوب و میزان آن در طول ترانسکت مورد مطالعه

در بررسی وضعیت فرسایش و رسوب در نقاط مختلف در طول ترانسکت از طریق مقایسه میزان سزیم-137 نقاط نمونه برداری با میزان ورودی کل سزیم-137 در نقطه مرجع، نتایج زیر به‌دست آمد:

در نقاط 1تا 8، میزان سزیم-137کمتر از نقاط مرجع بود و هدررفت سزیم-137 مشاهده شد. به عبارتی فرسایش اتفاق افتاده است.در نقاط 9 و11، میزان سزیم-137 بیشتر از نقاط مرجع بود و زیاد بود سزیم-137 مشاهده شد و به عبارتی رسوب‌گذاری اتفاق افتاده است (جدول 1). متوسط نرخ فرسایش بادی را با استفاده از تکنیک سزیم-137، در منطقه شرق اصفهان 24/24 تن در هکتار در سال به‌دست آمد، که می‌توان نتیجه گرفت منطقه شرق اصفهان تحت تأثیر فرسایش بادی متوسط است.

پینگ و همکاران (13)، در چینگ‌های فلات تبت میزان متوسط نرخ فرسایش بادی را با استفاده از تکنیک سزیم-137، 47/59 تن در هکتار در سال به‌دست آوردند. یان و شی (19)، نرخ فرسایش بادی را در 4 پلات با استفاده از مدل سزیم-137، 24/91 تن در هکتار در سال در گنجهی بازین چین محاسبه کردند.

تغییرپذیری ویژگی‌های شیمیایی خاک در مناطق فرسایش و رسوب‌گذاری

شکل 3 و 7 نمودار مقایسه میانگین به روش دانکن در سطح احتمال 95 درصد را برای خصوصیات خاک اندازه‌گیری شده در این مطالعه بین نقاط فرسایش، رسوب‌گذاری و نقاط مرجع نشان می‌دهد. در بین ویژگی‌های شیمیایی خاک، مواد آلی (38/8 درصد) ونیتروژن کل (58/33 درصد) کاهش معنی‌داری در مناطق تحت فرسایش بادی نسبت به نقاط مرجع نشان دادند (شکل 3)، که دلیل آن تجمع بیشتر مواد آلی و پوشش گیاهی بیشتر در این نقاط نسبت به مناطق فرسایش می‌باشد. مطالعات نشان داده است فرسایش بادی با گذشت زمان باعث شده است موادآلی را به میزان 0/01 درصد در سال کاهش دهد، همچنین فرسایش بادی ذرات رس و موادآلی موجود در خاک مزارع را که حاوی مواد غذایی است به صورت معلق منتقل می‌کند. چون قسمت اعظم نیتروژن، فسفر و پتاسیم، همراه ذرات رس است، بنابراین فرسایش بادی می‌تواند مقدار قابل ملاحظه‌ای از این عناصر را از خاک خارج سازد.

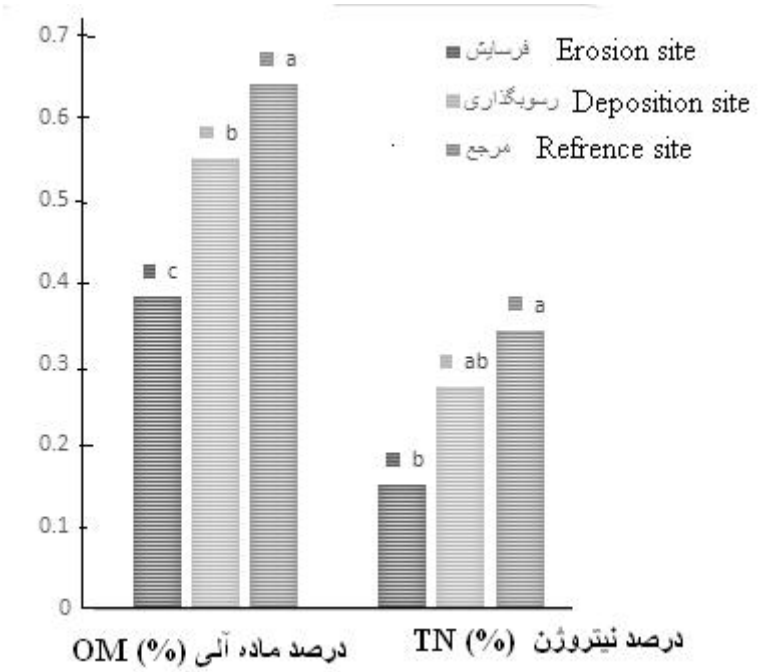
جدول 1- درصد هدر رفت یا زیاد بود سزیم-137 و میزان نرخ فرسایش یا رسوب در نقاط مورد مطالعه در طول ترانسکت

Table 1- Cs-137 loss or excess percentage ad soil erosion and deposits in the selected sites along the transect

شماره نقاط Point numbers	نرخ فرسایش بادی (تن در هکتار در سال) Wind erosion rate(t/ha/year)	درصد هدر رفت یا زیاد بود سزیم-137(%) Percent of Cs-137 loss or excess	موجودی سزیم-137(Bqm^{-2}) Cesium-137 inventory
1	12.90	-20.00	915.0
2	31.19	-42.95	652.5
3	41.17	-77.70	255.0
4	46.98	-73.77	300.0
5	31.17	-53.88	527.5
6	40.75	-67.22	375.0
7	29.47	-43.82	642.5
8	31.56	-53.00	537.5
9	-7.21	13.65	1300.0
10	3.10	-5.79	1077.5
11	-7.64	14.47	1312.5
12	23.30	-42.07	662.5
13	32.02	-51.91	550.0
14	23.39	-42.95	652.5
15	17.93	-31.15	787.5
16	37.71	-68.74	357.5

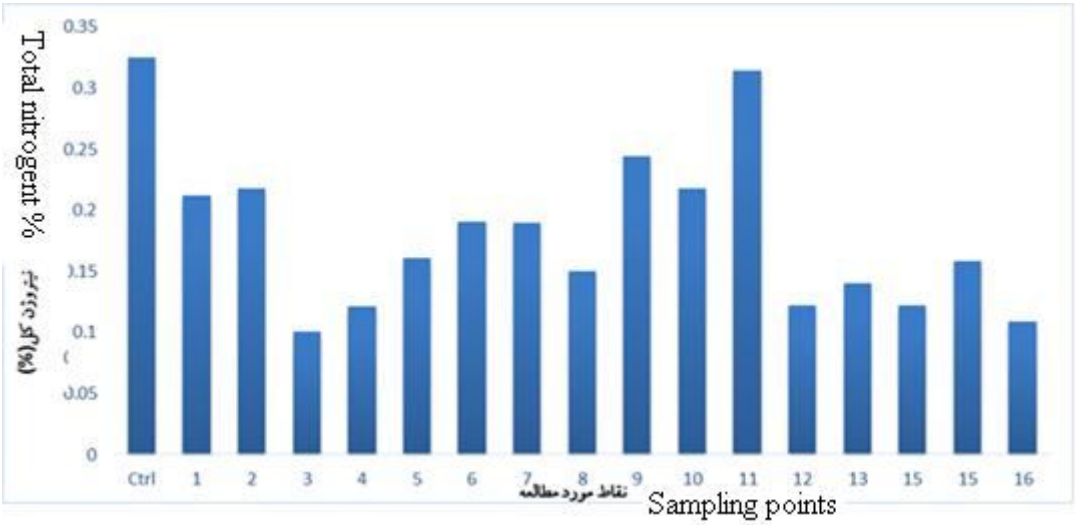
درصد آهک در مناطق تحت فرسایش و درصدگچ نیز در مناطق تحت فرسایش و رسوب‌گذاری نسبتبه نقاط مرجع به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (شکل 3). یکی از دلایل حساسیت خاک نسبت به فرسایش بادی فراوانی گچ است که به دلیل وزن مخصوص ظاهری کمتر باعث پوک شدن خاک می‌شود (6).

ژائو و همکاران (12) در مزارع شنی هورکین مغولستان داخلی، در سه منطقه تحت فرسایش بادی، رسوب و مرجع تغییرات در ویژگی‌های خاک را به‌دست آوردند. آن‌ها تغییرات در ماده آلی خاک، اسیدیته خاک و ازت کل را در مناطق تحت فرسایش بادی نسبت به نقاط مرجع را به‌دست آوردند و نتیجه گرفتند مواد آلی ونیتروژن کل خاک کاهش معنی‌داری در مناطق تحت فرسایش بادی نسبت به نقاط مرجع نشان داد (22).



شکل 3- نمودار مقایسه میانگین درصد ماده آلی و ازت کل در نقاط فرسایش، رسوبگذاری نسبت به نقطه مرجع

Figure 3- Comparison means of soil organic matter (OM) and total nitrogen (TN) in eroded and depositional sites compared to reference site



شکل 4- نمودار تغییرات نیتروژن در طول ترانسکت مورد مطالعه (روی محور ایکس علامت ctrl نشان‌دهنده نقطه مرجع می‌باشد)

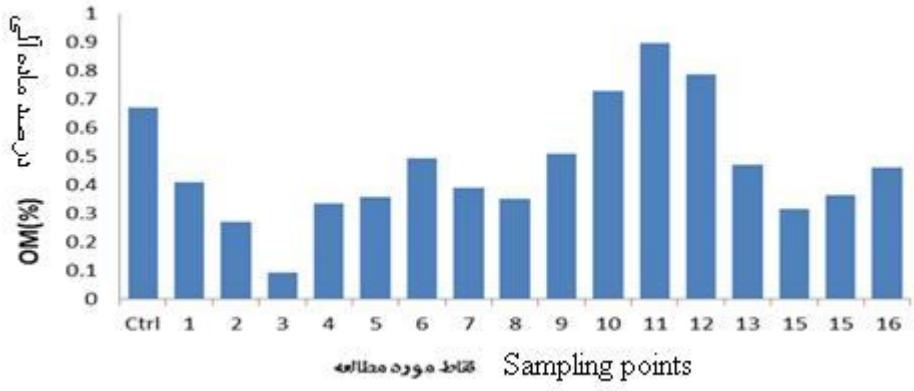
Figure 4- Variability of total nitrogen along the transect (ctrl: reference site)

تغییرات درصد ماده آلی و سزیم-137 در طول ترانسکت مورد مطالعه

همان‌طور که در شکل 4 و 5 مشاهده می‌شود، تغییرات درصد ماده آلی و سزیم-137 در طول ترانسکت تقریباً مشابه و روند یکسانی دارند، که علت آن جذب سطحی شدید سزیم-137 با ماده‌آلی است که همراه با هم توسط باد جابه‌جا شده است. به گفته پینگ و همکاران (13) سزیم-137 توسط مواد آلی خاک جذب و ددر مناطق تحت فرسایش بادی توسط باد جابه جا می‌شود و معمولاً در لایه بالایی خاک تجمع می‌یابد.

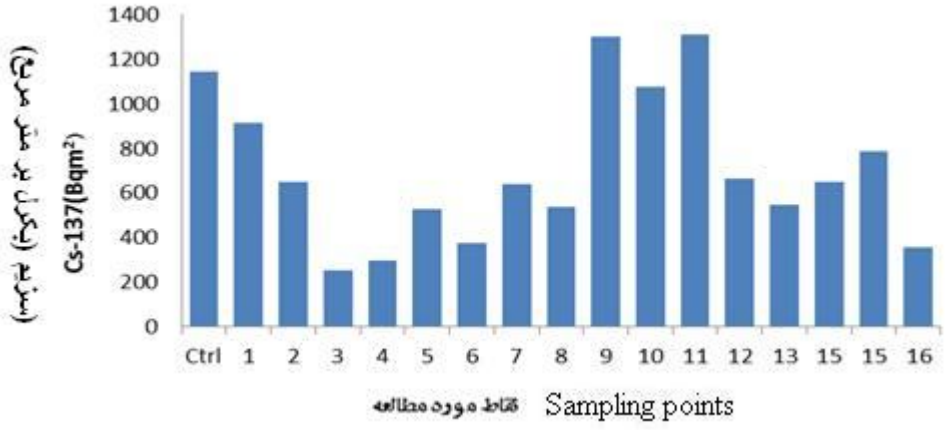
تغییرپذیری ویژگی‌های فیزیکی خاک در نقاط فرسایش و رسوب‌گذاری

شکل 7، نمودار مقایسه میانگین به روش دانکن در سطح احتمال 95 درصد را برای خصوصیات خاک اندازه‌گیری شده در این مطالعه را بین نقاط فرسایش،رسوب‌گذاری و نقاط مرجع نشان می‌دهد. در بین ویژگی‌های فیزیکی خاک، درصد رس خاک کاهش معنی‌داری (26/7 درصد) در مناطق تحت فرسایش بادی نسبت به نقاط مرجع نشان داد. چگالی ظاهری خاک کاهش معنی‌داری در مناطق تحت فرسایش بادی (23/95) و رسوب‌گذاری (33/33) نسبت به نقاط مرجع نشان داد.



شکل 5- درصد تغییرات ماده آلی در امتداد ترانسکت مورد مطالعه (روی محور ایکس علامت ctrl نشان‌دهنده نقطه مرجع می‌باشد)

Figure 5- Variability of soil oragnic matter along the transect (ctrl: reference site)



شکل 6- درصد تغییرات سزیم-137 در امتداد ترانسکت مورد مطالعه (روی محور ایکس علامت ctrl نشاندهنده نقطه مرجع می‌باشد)
Figure 6- Variability of ^{137}Cs along the transect (ctrl: reference site)

درصد سیلت به طور معنی‌داری در مناطق رسوب‌گذاری به طور معنی‌داری نسبت به نقاط مرجع بیشتر و درصد شن کاهش معنی‌داری (37/55 درصد) در مناطق رسوب‌گذاری نسبت به نقاط مرجع نشان داد. بادهای شدید ذرات ریز خاک را به صورت معلق به فواصل دور منتقل می‌کنند و ذرات درشت یا درجای خود باقی می‌مانند و یا تا فاصله کمی حرکت می‌کنند. به این ترتیب بافت خاک به تدریج تغییر یافته و درشت‌تر می‌شود. اجزای رس و سیلت ابتدا برداشت شده و این عمل با گذشت زمان باعث ایجادتپه‌های شنی می‌شود. ژائو و همکاران (19) دریافتند که در طول ترانسکت، فرسایش بادی غلظت شن را به‌طور معنی‌داری افزایش داده و غلظت رس و سیلت را به‌طور معنی‌داری نسبت به نقاط مرجع کاهش داده است. در نقاط رسوبگذاری میزان شن در مقایسه با زمین‌های تحت فرسایش بادی، غلظت رس و سیلت به‌طور معنی‌داری پایین‌تر بود و در 30-10سانتی‌متری لایه خاک، چگالی ظاهری خاک در مناطق تحت فرسایش بادی و رسوب شن به‌طور معنی‌داری کمتر از نقاط مرجع بود.

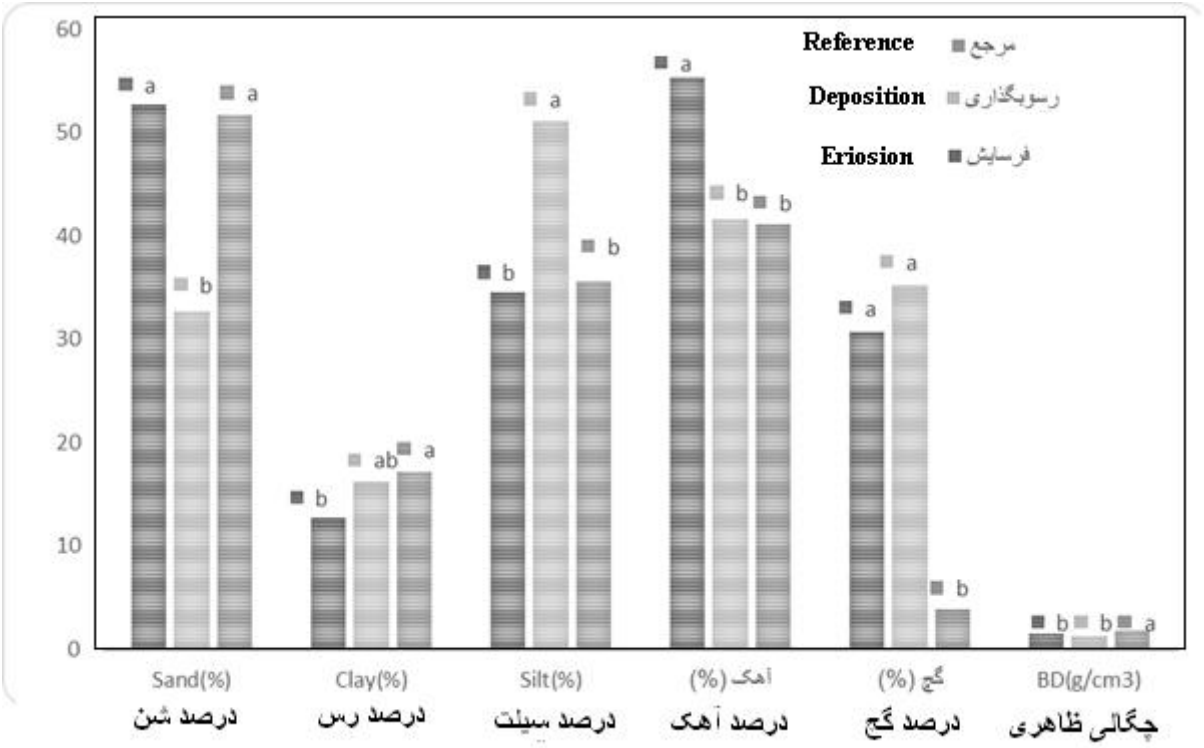
تغییرات توزیع اندازه ذرات خاک

همان‌طورکه درشکل 8 مشاهده می‌شود در نقاط1 تا 8 ترانسکت مورد مطالعه بافت خاکلوم شنی و شنی لومی بوده و فرسایش‌پذیری بیشتری نسبت به ترانسکت 9 تا 16 با بافت لوم سیلتی دارد. خاک‌های دارای شن ریز بیشتر و مقدار رس و سیلت کمتر که به‌عنوان عامل سیمانی‌کننده بین ذرات بشمار می‌رود، دارای بیشترین حساسیت نسبت به فرسایش بادی می‌باشند. خاک‌های دارای بافت درشت فاقد مواد سیمانی کننده لازم (سیلت و رس) می‌باشند، به همین دلیل مستعد فرسایش می‌باشند، همچنین مطالعات نشان داده است فرسایش بادی با گذشت زمان باعث شده است بخش شن خاک افزایش یابد و مقدار شن در خاک‌های با بافت شنی لومی و شنی بیشتر بوده و این تغییرات سبب تغییر بافت خاک شده است. به‌طوری‌که خاکی در کلاس بافتی لومی شنی (SL) پس از 36 سال به کلاس بافتی شنی لومی (LS) تغییر یافته است (4). در اثر بادهای شدید در منطقه ذرات ریز خاک به صورت معلق به فواصل دور منتقل می‌شوند و ذرات درشت‌تر به صورت جهشی معمولاً تا موانع موجود در سر راه حرکت می‌کنند. ذرات درشت یا درجای خود باقی می‌مانند و یا تا فاصله کمی حرکت می‌کنند. به این ترتیب بافت خاک در نقاط تحت فرسایش بادی شدیدتر (ترانسکت 1 تا 8) به تدریج تغییر یافته و درشت‌تر می‌شود (4).

توزیع اندازه ذرات در بخش شن در مناطق فرسایش و رسوب‌گذاری نمایی است که به ترتیب در شکل 9 و 10 نشان داده شده است، به‌طوری‌که بیشترین فراوانی در مناطق فرسایش و رسوب‌گذاری مربوط به ذرات با اندازه 0/1-0/25 میلی‌مترمی‌باشد. در مقابل ذرات با اندازه 1-2 و 0/05- 0/1 کم‌ترین فراوانی را داشتند.

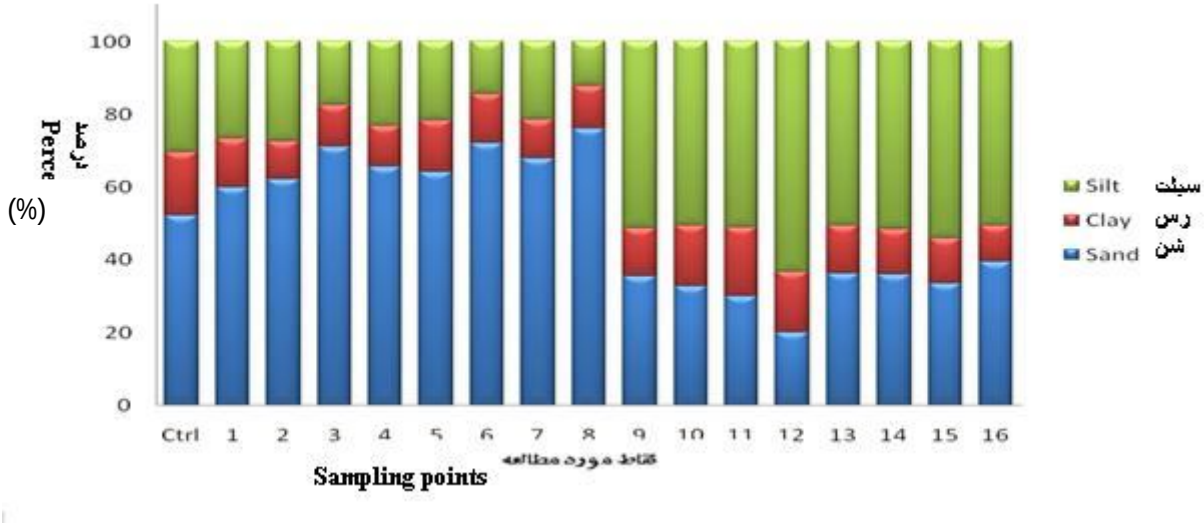
به طور کلی درصد ذرات درشت (1-2 و0/5-1) در بخش فرسایش و رسوب کم است. با افزایش اندازه ذرات موجود در سطح خاک، شدت فرسایش کاهش می‌یابد. به عبارتی، بین اندازه ذرات خاکدانه و شدت فرسایش رابطه معکوس وجود دارد. هر چه اندازه خاکدانه‌های موجود در سطح خاک بزرگ‌تر باشد، به‌دلیل افزایش مقاومت در برابر جداشدن، فرسایش‌پذیری کاهش می‌یابد، همچنین سرعت باد در سطح تماس با خاک کاهش یافته و بنابراین باعث کاهش فرسایندگی باد نیز می‌گردد، اما در منطقه مورد مطالعه میزان ذرات درشت (1-2 و0/5-1) کم و در نتیجه فرسایش بیشتر است و ذرات درشت در سطح می‌تواند تا حد زیادی در مهار فرسایش بادی

کارگشا باشد (9).



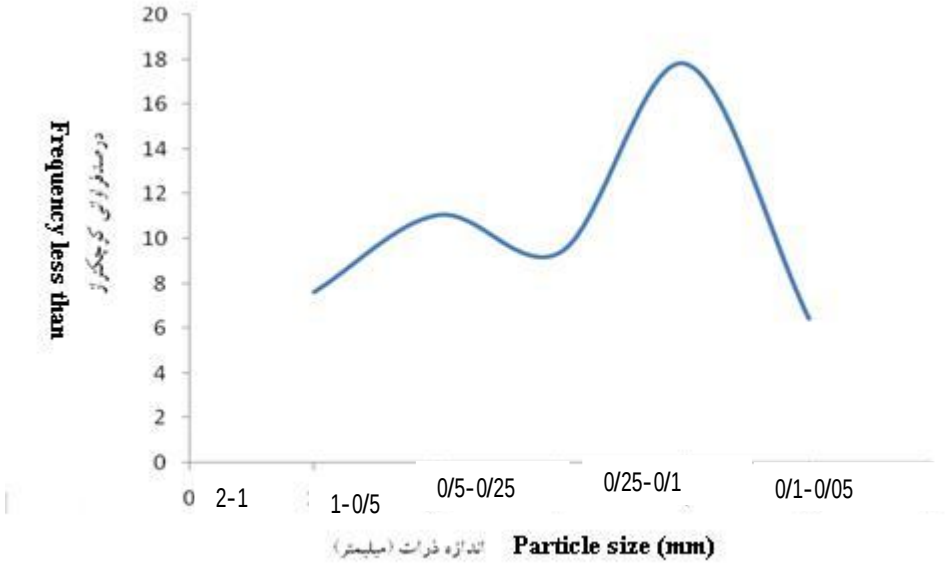
شکل 7- مقایسه میانگین برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک در نقاط فرسایش و رسوب‌گذاری نسبت به مرجع

Figure 7- Comparison means of some physical and chemical properties in eroded and depositional sites compared to reference site



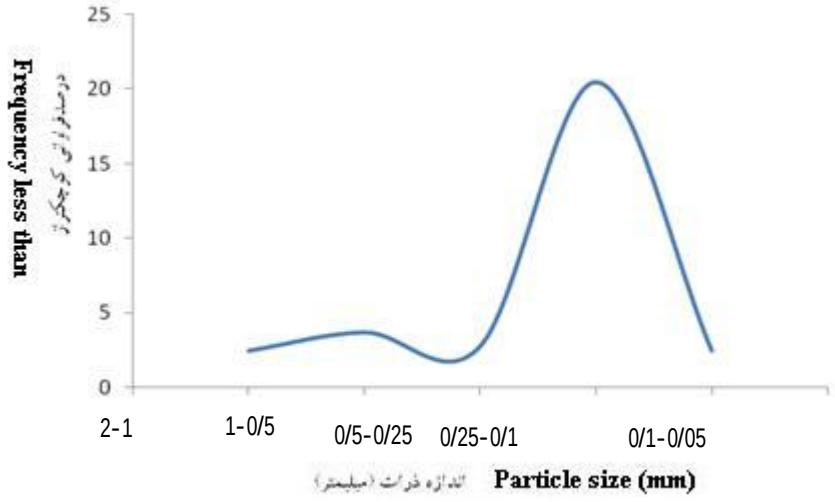
شکل 8- درصد تغییرات توزیع اندازه ذرات در امتداد ترانسکت مورد مطالعه (روی محور ایکس علامت ctrl نشان‌دهنده نقطه مرجع می باشد)

Figure 8- Distribution particle size factions along the studied transect (ctrl: reference site)



شکل 9 - توزیع اندازه ذرات در بخششن در نقاط فرسایش‌یافته

Figure 9- Distribution of particle in sand fraction in eroded sites



شکل 10-توزیع اندازه ذرات در بخش شن در نقاط رسوب‌گذاری

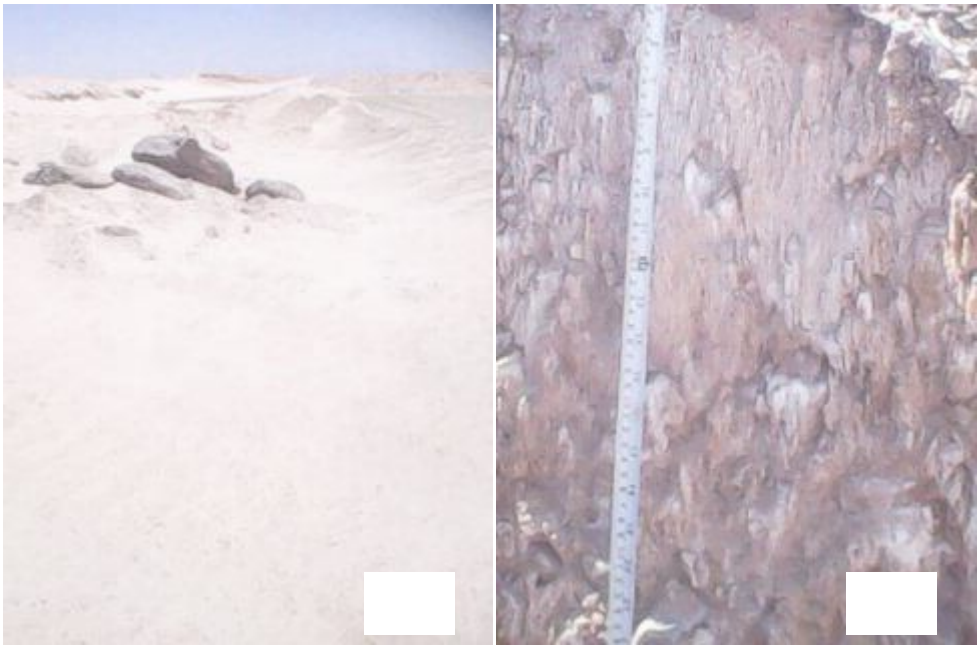
Figure 9- Distribution of particle in sand fraction in depositional sites

محمود آبادی و عظیم‌زاده (10) نیز در مطالعه اثر توزیع اندازه ذرات بر شدت فرسایش بادی در دو خاک زراعی و ماسه‌ای بیشترین فراوانی را مربوط به ذرات با اندازه 0/25-0/1 میلی‌مترو کمترین فراوانی را برای ذرات با اندازه 1- 2 در خاک زراعی به‌دست آوردند و برای خاک ماسه‌ای، بیشترین فراوانی ذرات را مربوط به ذرات 0/25-0/1 میلی‌متر و بعد از آن ذرات کوچک‌تر از 0/15میلی‌متر به‌دست آوردند (10).

یکی از مهم‌ترین شواهد فرسایش و مناطق دست خورده معادن روباز گچ در شمال منطقه است (شکل 11) که به طرز بارزی در تولید رسوب به عنوان منطقه برداشت رسوب عمل می‌کنند.

در حالی که در نقاط رسوب گذاری مزارع موضعی از حرکت بیشتر رسوب جلوگیری کرده و باعث به تله افتادن رسوبات و تجمع رسوب شده است. پینگ و همکاران (13)، شدت فرسایش بادی را در انواع مختلف زمین فلات تبت به‌صورت زیر به‌دست آوردند:

تپه‌های شنی > مزارع شنی > مزارع خشک > علفزارهای فرسایش‌یافته



شکل 11- محل برداشت رسوب در شمال ترانسکت معادن روباز گچ (الف)، پروفیل عمقی گچ در منطقه مورد مطالعه واقع در شمال ترانسکت (ب)
Figure 11- Gypsum open-mining in northern points of transect (a) and vertical distribution of gypsum in the northern part of transect

نتیجه کلی آن‌ها این بود که شدت فرسایش بادی با توپوگرافی‌های مختلف، متفاوت است، به‌طوری که نرخ فرسایش بادی در شمال نسبت به جنوب بیشتر است. آن‌ها رابطه بین شدت فرسایش بادی و نوع و پوشش زمین را بررسی کردند و نتیجه گرفتند با افزایش پوشش گیاهی، نرخ فرسایش بادی کاهش می‌یابد. به‌طوری که در علفزارها حداقل فرسایش بادی مشاهده شد (13).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به تحقیق انجام شده، مشخص شد که روش سزیم- 137 می‌تواند به صورت کمّی میزان فرسایش و رسوب بادی در منطقه مورد مطالعه را برآورد نماید. نتایج نشان داد در نقاط 1تا 8، 10 و 12 تا 16 فرآیند فرسایش و در نقاط 9 و11 فرآیند رسوب‌گذاری اتفاق افتاده است، که می‌توان نتیجه گرفت فرآیند غالب در منطقه عمدتاً فرسایش بوده است. میزان فرسایش بادی در منطقه 24/24 تن در هکتار در سال به‌دست آمد که نشان‌دهنده فرسایش بادی متوسط در منطقه شرق اصفهان است. نتایج این مطالعه نشان دادکه فرسایش بادی با گذشت زمان در منطقه تحت فرسایش بادی مورد مطالعه درصد آهک، گچ را افزایش و درصد رس، ماده آلی، نیتروژن کل را کاهش داده است. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که فرآیندهای فرسایش و رسوب به شدت ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد و این پیامد در استقرار گیاهان و به تبع آن تشدید فرسایش بادی در منطقه کمک می‌نماید.شدت فرسایش بادی با پوشش مختلف زمین در منطقه متفاوت است به‌طوری که نرخ فرسایش بادی در مناطق تحت برداشت گچ حداکثر و با افزایش پوشش گیاهی کاهش پیداکرده است. توصیه می‌شود جهت تعیین نقاط فرسایش و رسوب در تحقیقات مشابه علاوه بر تکنیک پذیرفته شده سزیم-137 از روش‌های دیگر میدانی دقیق مانند تله‌های رسوب‌گیر نیز استفاده شود تا صحت و دقت مطالعات افزایش یابد. با توجه به این که منشأ بخش قابل ملاحظه ای از رسوبات در ترانسکت مورد مطالعه ناشی از فعالیت‌های غیراصولی در معادن شرق سگزی است، توصیه کاربردی این است که از برداشت بیش از حد این معادن جلوگیری به عمل آمده و مناطق تخریب شده به نحو مناسبی احیا شوند.

منابع

1- Azimzadeh H.R., Ekhtesasi M., Hatami M., and AkhavanGhalibaf M. 2002. Effects of some physical and chemical properties on wind soil erodibility and development of a model to estimate it in Yazd Ardekanplain.

Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 9: 1-12 (in Persian with English abstract).
2- Beremmer J.M., and Mulvancey C.S. 1982. Total nitrogen.In: Page A.L. (Ed), Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties, second ed. Agronomy Monograph No. 9 American Society of Agronomy, Madison, WI, USA.
3- Blourchi M. 1990. Conservation and Radio-Controlling of Environment. Iranian Atomic Association Pub. 13P. (in Persian).
4- Chepil W.S. 1953. Factors that influence cold structure and erodibility of soil by wind soil texture. Soil Science. 75: 473-483.
5- Darvish M. 1378. Inhibition of desertification. Available at: htpp: //www.mohammaddarvish.ir
6- EkhtesasiM., and Ahmadi H. 1993. Determination of sand dunes sources in Yazd-Ardekan basin, with special attention to morpho-dynamic processes in wind environment. Research center of Natural Resources, Yazd. 171. (in Persian).
7- Hess P.R. 1976. Particle size distribution in gypsic soils. Plant Soil, 44: 241-247.
8- Karimzadeh H.R. 2003. Soil development in various landforms and source determination of wind deposits in eastern Isfahan district. PhD dissertation. College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan. Iran. (in Persian).
9- Li M., Li Z., Liu P., and Yao L. 2004. Using Cesium-137 technique to study the characteristics of different aspect of soil erosion in the wind-water Erosion Crisscross Region on Loess Plateau of China. Applied Radiation and Isotopes, 62: 109–113.
10- Mahmudabadi M., Dehghani F., and Azimzadeh H.R. 2012. Investigation of particle size distribution effects on wind erosion intensity. Soil Management and Sustainable Production, 1: 1-17.
11- Nelson D.W., and Sommers L.E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page A.L., Miller R.H., Keeney D.R. (Eds.), Methods of Soil Analysis, 2nd edition. Agronomy, Madison, WI, USA.Part 2, pp. 539_ 577.
12- Pierre C., Bergametti G., Marticorena B., Abdourhamane A., Touré J.L.,Rajot and Kergoat L. 2014. Modeling wind erosion flux and its seasonality from a cultivated sahelian surface: A case study in Niger. Catena,122: 61-71.
13- Ping Y., Zhibao D., Guangrong D., Xinbaoand Z., and Yiyun Z. 2000. Preliminary results of using 137- Cs to study wind erosion in the Qinghai-Tibet Plateau. Journal of Arid Environments,47: 443-452.
14- Refahi, H. 2005. Wind erosion and its control. Tehran University Press, 3th Edition. 320 p.(in Persian).
15- Sabeti, H. 1995. Trees and Shrubs of Iran. Yazd University Press (in Persian).
16- Salehi, M.H. 1998. Determination of salt accumulation and sources in Segzi plain and their effects on wind erosion. MS.cTheis. Isfahan University of Technology. Isfahan. Iran.
17- Walling D.E., and Quine T.A. 1993. Use of Cs-137 as a tracer of erosion and edimentation. Hand book of the application of Cs-137 techniqes. 195 pages.
18- Weather data. Available at: http: // www. Weather.ir
19- Yan P., and Shi P. 2004. Using the 137-Cs technique to estimate wind erosion in Gonghe basin, Qinghe province, Chine.Soil Science,169: 295-305.
20- Zarrinkafsh M. 1994. Applied Soil Science. Tehran University. 342p. (in Persian).
21- Zhang L.C., Zou X.Y., Yang P., Dong Y.X., Li S., Wei X. H., Yang S., and Pan X.H. 2007. Wind tunnel test and 137Cs tracing study on wind erosion of several soils in Tibet.Soil and Tillage Research, 94: 269–282.
22- Zhao L.H., Yi X.Y., Zhou R.L., Zhou X.Y., Zhang T.H., and Drake S. 2005. Wind erosion and sand accumulation effects on soil properties in Horqin Sandy Farmland, Inner Mongolia. Catena, 65: 71- 79.
23- Zobeck Ted M., and Van Pelt R. 2014. Wind Erosion. Publications from USDA-ARS / UNL Faculty.Paper 1409.http://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/1409

Journal of Water and Soil
Vol. 30, No. 1, Mar.-Apr. 2016, p. 136-148

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 30، شماره 1، فروردین –اردیبهشت 1395، ص. 148-136

Variability of Some soil physical and chemical properties along a transect under wind erosion processes in Segzi district, Isfahan

F. Ghiesari[1] - S.Ayoubi[2]*

Received:03-02-2014
Accepted:04-03-2015

Introduction: Arid and semiarid environment is the main climatic condition in central Iran, as well as 80 million km 2 of Iran (> 50%) is affected by wind erosion. During the last decades, the area affected by wind erosion and desertification processes has increased as a result of human activity, climate change and recent drought (Karimzadeh, 2001). Thus, it is crucial to control wind erosion in the arid regions of Iran as the most serious environmental problem. In this regard, the information on the rate of soil erosion is needed for developing management practices and making strategic decisions.. Soil erosion rate has increased as a result of improper gypsum and clay mining operations In the Segzi region of Isfahan,. coarsening of the soil texture (as a result of the loss of fine textured materials), depletion of soil organic matter and degeneration of vegetation are wind erosion damages occurred widely. The objective of this study was to estimate wind erosion rates with 137Cs technique, and also to determine changes in soil physical and chemical properties by wind erosion process, along the wind erosion transect across the Segzi district, east of Isfahan.

Materials and Methods: This study was conducted in arid region of east of Isfahan Province. sixteen sites were selected along a northeast- southwest transect with 42 km length. Eighty soil samples were taken from 0-30 cm in 5 cm layer depth sections. Some physical and chemical properties were measured and a reference site with lowest rate of soil erosion and sedimentation was also studied. 137-Cs technique was used for determination of erosional and depositional sites. Analysis of variance was used to compare physical and chemical properties sites to reference site .

Results and Discussion: The results showed that sites of 1 to 8, 10 and 12-16 were identified as erosional sites and two sites of 9 and 11 were recognized as depositional sites. Soil organic matter and total nitrogen contents were reduced significantly In eroded sites compared to reference site. Similarly, clay content was reduced in the eroded sites compared to depositional sites. But,the amount of gypsum and calcium carbonate equivalent increased in eroded sites. Bulk density significantly declined in eroded (23.95%) and depositional (33.33%) sites comparing to reference site. Silt and sand content significantly were increased and decreased in depositional sites respectively compared to reference site. High speed winds caused to translocate the fine and coarser particles to farther and closer distances from detachment locations. Therefore, soil texture was mainly affected by soil erosion and changed to coarser classes. Compare means between physical and chemical properties in the eroded and deposited sites and reference site showed that physical and chemical properties were affected by erosion and deposition processes significantly.

Conclusion: Overall results indicated that Cs-137 is powerful technique for differentiation between erosional and depositional sites in the regions under wind erosion. Moreover, the this study confirmed that eroded and depositional sites wrer significantly affected by wind erosion process and soil attributes were changed compared to reference site. and proper management, especially in gypsum mines of Segzi district should be considered .

Keywords: Wind erosion, deposition, Cesium-137, arid region

1, 2- Former M.Sc. Student and Professor of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology
(*-Corresponding Author Email: ayoubi@cc.iut.ac.ir)