Archive of SID

شماره ۱۲۱، زمستان ۱۳۹۷

پژوهش‌های آبخیزداری
(پژوهش و سازندگی)

اثر بار معلق بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک دشت سیلابی رود هیرمند در سیستان

معین جهان‌تیغ*
(نویسنده‌ی مسئول)* دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد دانشگاه بیرجند و دانشجوی دکترا، دانشگاه گرگان
منصور جهان‌تیغ
دانشیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
سیدمحمد تاج‌بخش
استادیار دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه بیرجند
هادی معماریان
استادیار دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه بیرجند

تاریخ دریافت: اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: آبان‌ماه ۱۳۹۷

* Corresponding Email:moienja23@yahoo.com

چکیده

هدف از اجرای این پژوهش، بررسی تأثیر بار معلق جریان‌های سیلابی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاکِ زمین‌های مجاور رودخانه‌ی سیستان است. اندازه‌ی ذرات با نمونه‌برداری از بار معلق سیلاب‌هایی که از افغانستان وارد رودخانه‌ی سیستان می‌شود مشخص شد. سپس زمین‌هایی که با سیلاب‌های ورودی به رودخانه‌ی سیستان با تلمبه آبیاری می‌شوند مشخص، و میزان بار معلق آب‌کشی‌شده در هر سال زراعی در آن‌ها برآورد گردید. نمونه‌هایی از خاکِ مناطق پخش سیلاب و منطقه‌ی شاهد برداشته، و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها واکاوی شد. نتایج این بررسی نشان دادند که بین میانگین مقادیر اسیدیته، مجموع کلسیم و منیزیم و درصد شن در منطقه‌ی آبیاری و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، درحالی‌که بین مقادیر پتاسیم، کربن، نیتروژن، ماده‌ی آلی و درصد رطوبت خاک در تراز ۱٪ ($P<0/01$) و هدایت الکتریکی، سدیم، نسبت جذب سدیم، درصد سدیم تبادلی، درصد سدیم محلول، فسفر، رس و لای خاک در تراز ۵٪ ($P<0/05$) اختلاف معنی‌دار است. بافت خاک از متوسط رسی‌شنی در منطقه‌ی شاهد، به متوسط در زمین‌های آبیاری‌شده با سیلاب تغییر یافته است. بر این اساس، نتیجه‌گیری می‌شود که رسوب‌های معلق آب‌کشی‌شده به‌وسیله‌ی تلمبه‌ها باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاکِ زمین‌های آبیاری‌شده با سیلاب گردیده است، که با توجه به تسریع بیابان‌زایی و بایر شدن زمین‌ها در این منطقه، شرایط مناسبی را برای بهره‌برداری از این زمین‌ها فراهم آورده است.

واژگان کلیدی: بار معلق، حاصل‌خیزی خاک، ویژگی‌های خاک، رود هیرمند

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Suspended Load on the Physico-Chemical Characteristics of Soil on the Hirmand Flood Plain

Moien Jahantigh*
(Corresponding Author)* PhD student, University of Gorgan, Iran
Mansoor Jahantigh
Associate Professor of Department of Natural Resources and Watershed Management, Sistan Agriculture and Natural Resources Research Center, AREEO, Zabol, I. R. Iran
Seyed Mohammad Tajbakhsh
Asistant Professor, Faculty of Natural Resource and Environment, University of Birjand, Iran
Hadi Memarian
Asistant Professor, Faculty of Natural Resource and Environment, University of Birjand, Iran

Abstract
Flood plalins are usually affected by the quantity and quality of the suspended load of the floodwater that inundates those areas. This is made possible by pumping the turbid water for irrigating the cropland adjacent to the river. This study was performed to assess the effects of addition of the suspended load carried by the Hirmand River on some physico-chemical properties of the farm fields irrigated by the pumped turbid water. It was observed that there was no statistically significant difference in the sand percentage, pH and Ca and Mg concentration between the irrigated and the control area. However, K, C, N, organic matter content and water saturation percentage showed a highly significant difference ($p<0.01$) between the two treatments. Moreover, SAR, ESP, and P concentration and silt and clay content of the irrigated area showed higher quantities at the ($P<0.05$) significance difference. Soil texture changed from loamy sand in the control area to loamy in the irrigated cropland. The turbid water irrigation of the sandy flood plain of the Hirmand River has improved most of the physico-chemical characteristics of the cropped area. Therefore, this irrigation method may be termed a desertification control technology.

Keywords: soil characteristics, soil fertility, suspended load, The Sistan Rivert

مقدمه

موقعیت ایران در جغرافیای خشک جهان و ریزش‌های جوی با پراکنش نامتناسب، باعث شده است که بهره‌برداری از سیلاب‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک به راهکاری مناسب برای غلبه بر کم‌آبی تبدیل شود (جهان‌تیغ ۲۰۱۴)؛ ازاین‌رو کیفیت و کمیت رسوبات حمل‌شده به وسیله‌ی سیلاب، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها را تغییر می‌دهد (جوادی و محمودی‌میان‌آباد ۲۰۱۱). ته‌نشست رسوبات حمل‌شده در تراز خاک با توجه به کیفیت و کمیت املاحی که به‌وسیله‌ی سیل حمل می‌شوند، گستره‌ی وسیعی از خصوصیات خاک در سطح و عمق، ازجمله بافت، ساختمان، اسیدیته، شوری، انواع کاتیون‌ها و آنیون‌ها و نفوذپذیری سطحی خاک را تغییر می‌دهد (سکوتی‌اسکویی و همکاران ۲۰۰۴؛ رنگ‌آور و همکاران ۲۰۰۹؛ قاسمی و همکاران ۲۰۱۱؛ دودکانلوی میلان ۲۰۱۰)؛ علاوه‌بر موارد یادشده، سیلاب باعث شسته شدن مواد غذایی و ماده‌ی آلی خاک از مناطق بالادست و کاهش حاصلخیزی در این مناطق می‌گردد (برنت و همکاران ۲۰۰۷؛ اوندا و همکاران ۲۰۱۰؛ سعیدی و صادقی ۲۰۱۰). درمقابل، مواد آلی حمل‌شده به‌وسیله‌ی رسوبات در مناطق پایین‌دست، باعث تغذیه و افزایش حاصلخیزی و بهبودی خاک می‌شوند (خواجویی ۱۹۹۹؛ کمالی و همکاران ۲۰۰۵). در این راستا پژوهش‌های زیادی درزمینه‌ی اثر رسوبات حمل‌شده به‌وسیله‌ی سیلاب، بر خصوصیات خاک صورت پذیرفته است؛ برای مثال ساینت لائورنت و همکاران (۲۰۱۶) تأثیر سیلاب را بر غلظت کربن آلی رسوبات آبرفتی در عرصه‌های طبیعی پخش سیلاب، با استفاده از مدل رقومی ارتفاع بررسی کردند. نتایج کار آنان نشان داد که مقدار کربن آلی خاک در مناطق سیل‌گیر به‌طور شایان‌توجهی نسبت به مناطق بدون سیل، به‌دلیل فرسایش و آبشویی سطح خاک کاهش یافته است. در پژوهشی دیگر، شمس‌الدین و همکاران (۲۰۱۶) به مطالعه‌ی اثر سیل‌های دسامبر ۲۰۱۴، بر تغییرات فیزیکی و شیمیایی خاک در کلانتان مالزی پرداختند. یافته‌های این پژوهش

www.SID.ir

Archive of SID

نشـــان داد که میزان مواد آلی و تجمع ذرات لای در زمین‌های پایین‌دســـت، افزایش و درمقابل اسیدیته‌ی آبرفت‌های انباشت‌شده نسبت به مناطق شاهد کاهش یافته است و مشخصه‌های دیگر، همانند نیتروژن و کربن نیز در نقاط مختلف، متغیر بوده اســـت. ســـاینت لائورت و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی تأثیر سیلاب‌های متوالی بر توزیع کربن آلی در خاک‌های جنگلی جنوب‌شرقی کانادا را با اندازه‌گیری ویژگی‌هایی همانند اســـیدیته، نیتروژن، بافت و چگالی ظاهری خاک، در دو منطقه‌ی شـــاهد و محل پخش سیلاب بررسی کردند. آنان شدت و میزان جریان سیلاب را یک عامل بسیار مهم در توزیع زمانی و توزیع مکانی غلظت کربن آلی خاک برشمرده‌اند. در مطالعات صورت‌گرفته در ایران، رنگ‌آور (۲۰۰۳) به بررسی تأثیر سامانه‌ی پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جاجرم از توابع شهرستان بجنورد پرداخت. نتایج حاکی از کاهش نســـبت شن به رس و افزایش مواد آلی، بی‌کربنات، کلسیم، منیزیم، کلر، ســـدیم، نسبت جذب سدیم و هدایت الکتریکی بود. در پژوهشی دیگر، سلیمانی و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در سامانه‌ی پخش ســـیلاب موسیان ایلام دریافتند که عملیات پخش ســـیلاب باعث افزایش مقدار کربن آلی، درصد شن و سیلت در عرصه پخش سیلاب نسبت به منطقه شاهد شـــده است که اختلاف بین این دو منطقه را از لحاظ آماری معنی‌دار گزارش نموده‌اند. نتایج پژوهش محمدیان و کرمیان (۲۰۰۸) در بررسی اثرات پخش ســـیلاب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ایستگاه داوود رشید کوهدشت، بیانگر اختلاف معنی‌دار درصد مواد آلی، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل‌استفاده در تراز ۵٪ بود. جوادی و همکاران (۲۰۱۴) تأثیر پخش ســـیلاب را بر خصوصیات فیزیکـــی خاک در منطقه‌ی دلیجان اســـتان مرکزی بررسی کردند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که عملیات پخش ســـیلاب به‌طور معنی‌داری باعث کاهش مقدار شن، نفوذپذیری و وزن مخصوص ظاهری و افزایش مقدار رس، لای و درصد رطوبت اشـــباع خاک شده است.

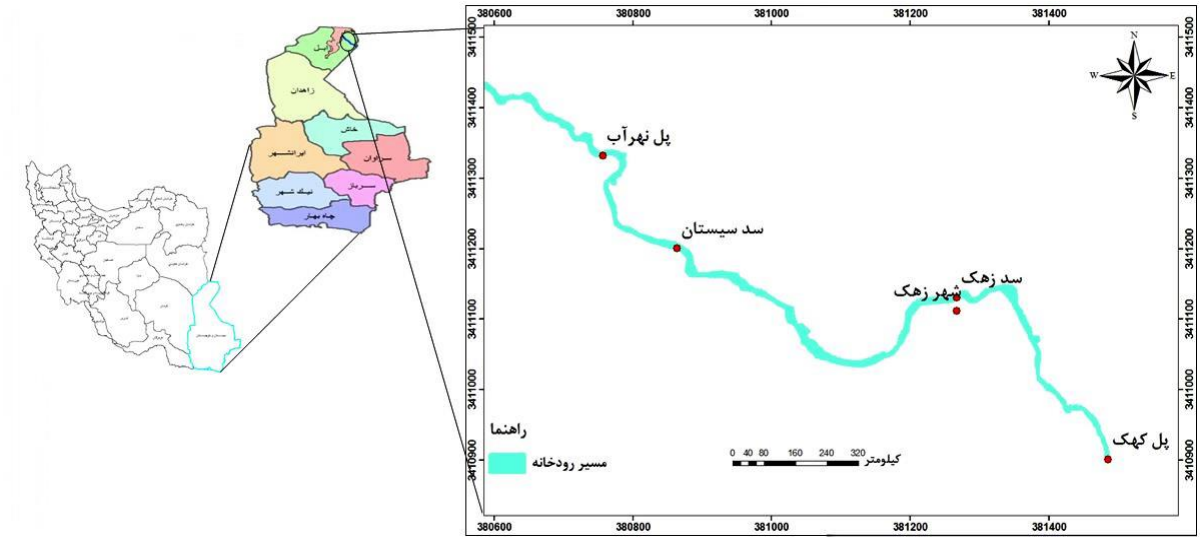
بررســـی پیشینه‌ی پژوهش نشان می‌دهد که بار رسوبی جریان‌های سیلابی اثرهای بســـزایی بر ویژگی‌های کیفی و کمّی خاک دارد؛ ازاین‌رو ویژگی‌های فیزیکی و شـــیمیایی زمین‌هایی که تحت تأثیر ســـیلاب قرار می‌گیرند، تغییر می‌کند. ســـیلاب ناشی از بارش‌های کشور افغانستان پس از مشروب ساختن زمین‌های کشـــاورزی افغانستان، وارد منطقه‌ی سیستان می‌شود (ابراهیم‌زاده و همـــکاران ۲۰۰۴) و در مدت‌زمان محدودی که آب در رودخانه جریان دارد، تأمین‌کننده‌ی آب مورد نیاز بیش از ۱۲۰ هزار هکتار از زمین‌های کشـــاورزی منطقه‌ی سیستان است (واعظی‌پور ۲۰۱۱). با توجه به نبود مطالعه‌ی پیشین در این منطقه از کشـــور و تســـریع فرایند بیابان‌زایی و بایر شدن اراضی و از طرفی، آبیاری زمین‌های کشاورزی از سیلاب‌های فصلی رودخانه‌ی هیرمند، این مطالعه با هدف بررســـی تأثیر بار معلق حمل‌شده به‌وسیله‌ی جریان‌های سیلابی بر خصوصیات شـــیمیایی و تأثیر آن بر خصوصیات فیزیکی خاک با تعیین اندازه‌ی ذرات بار معلق انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

محدوده‌ی مطالعه‌شده در جنوب‌شرقی ایران و شمال استان سیستان‌وبلوچستان بـــا مختصات ۶۰ درجـــه و ۱۶ دقیقه و ۴۴ ثانیه تا ۶۱ درجه و ۴۹ دقیقه و ۴۴ ثانیه‌ی طول شـــرقی و ۲۹ درجه و ۸ دقیقه و ۳۳ ثانیه تا ۳۲ درجه و ۲ دقیقه و ۶ ثانیه عرض شـــمالی و در ارتفاع ۲۲۰۰–۴۸۰ متری از تراز دریا واقع شده است (شـــکل ۱). میانگین بارندگی آن حدود ۶۰ میلی‌متر است که بیشترین آن در فصل زمستان ریزش می‌کند. میانگین دما، میانگین بیشینه و بیشینه‌ی مطلق ســـالانه به‌ترتیب ۱۸، ۲۵، ۴۳ درجه‌ی سانتی‌گراد است. این محدوده از کشـــور تبخیر–تعرق بالا و رطوبت کمی دارد؛ به‌طوری‌که میانگین رطوبت ســـالانه‌ی آن ۲۸٪ و تبخیر–تعـــرق آن حدود ۵ متر اســـت که ۳ متر آن در ماه‌های بحرانی سال انجام می‌پذیرد. براساس شرایط اکولوژیکی، محدوده‌ی بررسی‌شده جزء مناطق خشک و بحرانی کشور و پوشش گیاهی آن نیز فقیر و از نوع شورپسند است. بخش عمده‌ای از منطقه‌ی مورد بررسی، به‌وسیله‌ی نهشـــته‌های رســـوبی (ناپیوسته) پوشیده شده اســـت که مربوط به دوره‌های نئوژن، دوران چهارم بوده اســـت و حساســـیت زیادی نسبت به فرسایش آبی دارد (جهان‌تیغ ۲۰۱۳). رود هیرمند که از کشـــور افغانستان سرچشمه گرفته است، سیلاب ناشی از بارش در کشـــور افغانستان را پس از مشروب ساختن زمین‌های کشاورزی افغانستان، وارد منطقه‌ی سیستان می‌کند که بار رسوبی زیادی دارد (ابراهیم‌زاده و همکاران ۲۰۰۴).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- موقعیت منطقه‌ی مطالعه‌شده در شهرستان، استان، کشور.

بـرای اجرای این پژوهش، با جاری شـدن سـیل در رودخانـه‌ی هیرمند، نمونه‌هایی از بار معلق سـیلاب‌ها برای تعیین دانه‌سنجی بار معلق حمل شده برداشـت شد؛ سپس زمین‌های مجاور رودخانه‌ی سیستان که آبیاری آن‌ها با آبکشی سیلاب و با اسـتفاده از تلمبه‌ها انجام می‌گیرد، مشخص و به‌منظور برآورد بار معلق آبکشی‌شده، نمونه‌هایی از سیلاب‌های آبکشی‌شده به‌وسیله‌ی تلمبه‌ها، برداشت شد؛ همچنین نمونه‌های از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری خاک زمین‌های زراعی عرصه‌های پخش سـیلاب به‌صورت تصادفی (۱۲ نمونه) برداشـت گردید (جدول ۱). به‌منظور مقایسه‌ی خصوصیات خاک این عرصه با زمین شـاهد نیـز نمونه‌برداری از زمین‌های زراعـی مجاورِ مناطق پخش سـیلاب انجام شـد؛ آن زمین‌هایی که تحت تأثیر سیلاب‌های رودخانه قرار نداشـتند و آبیاری آن‌ها براسـاس روش‌های مختلفی همچون چاهک‌های احداثی و نهرهای آب‌رسـانی صورت می‌گرفت (سکوتی‌اسکویی و همکاران ۲۰۰۴؛ رنگ‌آور و همکاران ۲۰۰۹؛ سـهرابی و همـکاران ۲۰۱۶). در ادامه نمونه‌های بار معلق آبکشی‌شـده به آزمایشـگاه منتقل شد و پس از عبور از کاغذ صافی و خشک کردن در کوره، وزن بار معلق اندازه‌گیری شد (آقابیگی و همـکاران ۲۰۱۳). نمونه‌های برداشت‌شـده از خـاک عرصه‌های آبیاری به‌وسیله‌ی سـیلاب و مناطق شاهد نیز پس از جمع‌آوری به آزمایشگاه مرکز پژوهش های کشـاورزی و منابع طبیعی سیستان منتقل شد؛ سپس اسیدیته، شوری، سدیم، نسبت جذب سدیم، درصد سدیم تبادلی، درصد سدیم محلول، مجموع کلسـیم و منیزیم، کربن، نیتروژن، پتاسیم، فسفر، ماده‌ی آلی، درصد اشـباع، رس، شـن و لای موجود در نمونه‌ها اندازه‌گیری شـد. در بررسـی دانه‌سـنجی بار معلق برداشت‌شـده با توجه به عبور رسوبات برداشت‌شده از الک شـماره‌ی ۲۰۰ و روش چگالی‌سـنجی برای تعیین دانه‌سنجی بار معلق رود استفاده گردید.

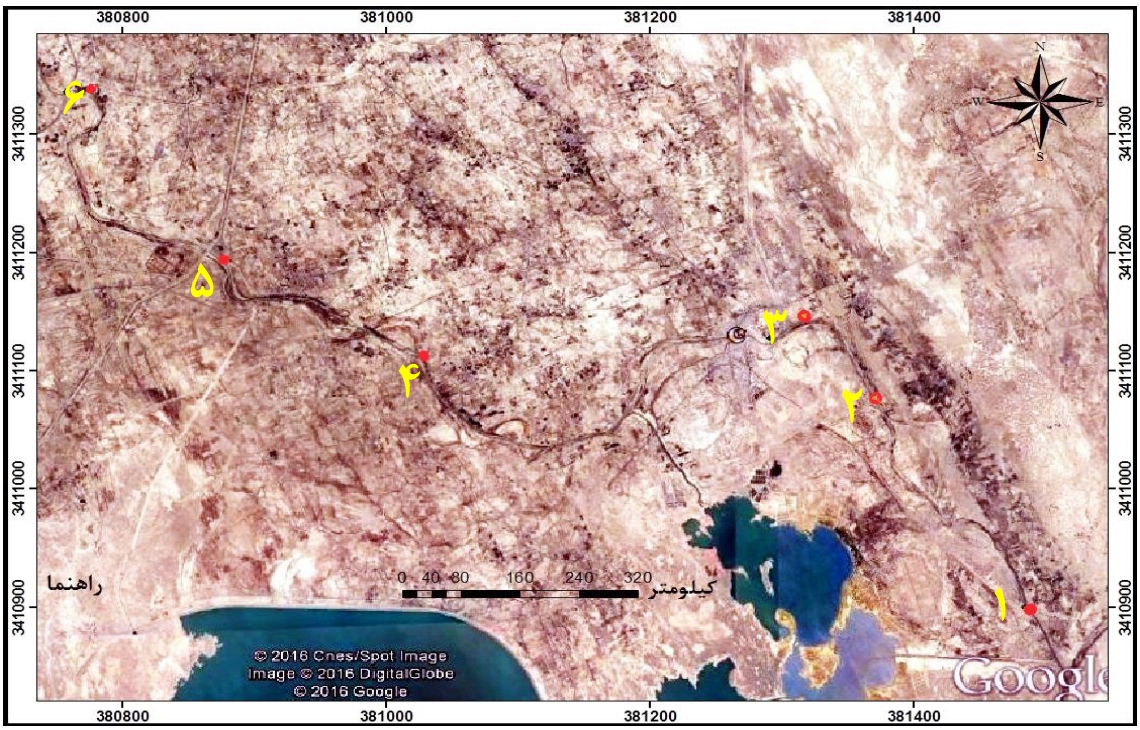
روش چگالی‌سنجی برای تعیین اندازه‌ی ذرات رسوباتی که اندازه‌ی آن‌ها بین حد بالایی از ماسـه‌ی‌ریز تا حد پایینی رس قرار می‌گیرد، استفاده می‌شود. در این روش، با توجه به اینکه ذرات دانه‌ریز خاصیت چسـبندگی دارند، نمونه‌ها پس از خشـک شدن در کوره با استفاده از چکش پلاستیکی گرد و مقدار ۴۰ گرم هگزا متافسفات سدیم به ۱۰۰۰ سانتی‌مترمکعب آب مقطر افزوده شدند؛ بعـد از مخلوط کردن آن‌ها با هریک از نمونه‌های رسـوب (به‌ازای هر نمونه ۱۲۵ سـانتی‌مترمکعب)، برای جداسازی ذرات به‌مدت ۵ دقیقه، درون دستگاه همزن برقی قرار داده شـدند. در ادامه پس از جداسـازی ذرات، با قرار دادن چگالی‌سنج در آب به حالت معلق، قطر دانه‌های رسوب از رابطه‌ی ۱ به دست آمد (بازیار و صالح‌زاده ۱۹۹۷).

$$D_{mm} = \frac{10}{\sqrt{60}} \times \sqrt{\frac{18h}{(ys-yw)}} \times \sqrt{\frac{L}{t}} \qquad (۱)$$

در رابطـه‌ی بـالا، γs = جـرم مخصوص جامد خـاک $(\frac{g}{cm^3})$، γ_w = جرم مخصـوص آب $(\frac{g}{cm^3})$، n = غلظـت آب $(\frac{g.sec}{cm^2})$، D = قطـر دانه‌ی خاک، L = عمق مؤثر و t = زمان شروع آزمایش است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- نمایی از محل برداشت نمونه‌ها.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مختصات و محل برداشت نمونه‌های خاک از زمین‌های مجاور رودخانه‌ی سیستان.

نمونه	محل نمونه‌برداری	مختصات نقاط
۱	زمین‌های مجاور پل کهک (آبیاری با تلمبه)	۳۰°۵۴′۳.۱۲″N ۶۱°۴۱′۵۰.۴۰″E
۲	زمین‌های مجاور پل کهک (منطقه‌ی شاهد)	۳۰°۵۴′۳.۰۹″N ۶۱°۴۱′۵۱.۴۸″E
۳	زمین‌های مجاور سد زهک (آبیاری با تلمبه)	۳۰°۵۳′۴۵. ۹۹″N ۶۱°۴۱′۲۷.۲۰″E
۴	زمین‌های مجاور سد زهک (منطقه‌ی شاهد)	۳۰°۵۳′۴۴. ۳۳″N ۶۱°۴۱′۲۲.۶۵″E
۵	زمین‌های مجاور روستای ملک حیدری (آبیاری با تلمبه)	۳۰°۵۳ ′۳۱. ۶۹″N ۶۱°۳۹′۱۹.۹۹″E
۶	زمین‌های مجاور روستای ملک حیدری (منطقه‌ی شاهد)	۳۰°۵۲ ′۵۶. ۵۹″N ۶۱°۳۹′۵.۰۰″E
۷	زمین‌های مجاور سد سیستان (آبیاری با تلمبه)	۳۰°۵۲′۳۵. ۵۱″N ۶۱°۳۶′۱۹.۰۸″E
۸	زمین‌های مجاور سد سیستان (منطقه‌ی شاهد)	۳۰°۵۲′۳۵. ۵۱″N ۶۱°۳۶′۱۹.۰۸″E
۹	زمین‌های مجاور روستای گل‌آباد (آبیاری با تلمبه)	۳۰°۵۳′۴۷. ۱۸″N ۶۱°۳۵′۷.۱۰″E
۱۰	زمین‌های مجاور روستای گل‌آباد (منطقه‌ی شاهد)	۳۰°۵۶′۵. ۰۲″N ۶۱°۳۰′۳.۴۶″E
۱۱	زمین‌های مجاور پل نهر آب (آبیاری با تلمبه)	۳۰°۵۶′۱۲. ۶۱″N ۶۱°۳۰′۱.۰۱″E
۱۲	زمین‌های مجاور پل نهرآب (منطقه‌ی شاهد)	۳۰°۵۷′۴۵. ۴۳″N ۶۱°۳۰′۲.۸۷″E

ابتدا برای تعیین بافت خاک نمونه‌های برداشت‌شده از عرصه‌ی پخش سیلاب و منطقه‌ی شاهد، با استفاده از ماده‌ی گلگان (هگزامتافسفات سدیم) و دستگاه همزن، جداسازی ذرات صورت گرفت و براساس روش چگالی‌سنجی درصد ذرات شن، لای و رس تعیین شد. در ادامه پس از تهیه‌ی گل اشباع و با استفاده از دستگاه pHسنج، اسیدیته‌ی نمونه‌ی خاک اندازه‌گیری و عصاره‌ی نمونه‌ها به‌وسیله‌ی تلمبه‌ی خلأ استخراج شد؛ سپس میزان هدایت الکتریکی عصاره، به‌وسیله‌ی دستگاه هدایت‌سنج برحسب دسی‌زیمنس‌برمتر (dS/m) قرائت گردید. به‌منظور تعیین غلظت عنصر سدیم و پتاسیم در عصاره‌ی اشباع از دستگاه طیف‌سنج نوری استفاده شد. در ادامه شاخص‌های مجموع کلسیم و منیزیم عصاره–ی اشباع (تیره کردن با ورسین)، نیتروژن (روش کجلدال)، فسفر (روش اولسن)، کربن (روش اکسیداسیون‌تر – والکی بلاک) و ماده‌ی آلی نیز اندازه‌گیری شد. به‌منظور محاسبه‌ی نسبت جذب سدیم (SAR) از رابطه‌ی (۲)

$$SAR= Na^{+} / \sqrt{[(Ca^{+} Mg^{+}) /۲]} \quad (۲)$$

درصد سدیم تبادلی (ESP) رابطه‌ی (۳):

$$ESP = 100 \times (0.01475\ SAR – 0.0126) / 1+ (0.01475\ SAR – 0.0126) \quad (۳)$$

درصد سدیم محلول (SSP) رابطه‌ی (۴):

$$SSP = (Na / Ca^{+2} + Mg^{+2} + k^{+} + Na^{+}) \times 100 \quad (۴)$$

و درصد رطوبت خاک (SP) از رابطه‌ی (۵):

$$SP = (W_{moist} – W_{dry} / W_{dry}) \times 100 \quad (۵)$$

www.SID.ir

Archive of SID

اســتفاده شد. در رابطه‌های ۳ تا ۵، غلظت عناصر ســدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم، برحسب میلی‌اکی‌والان‌برلیتر است. برای مقایسه‌ی آماری ویژگی‌های خاک عرصه‌های آبیاری‌شــده با سیلاب و منطقه‌ی شاهد، ابتدا داده‌ها از نظر بهنجار بودن با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف بررسی شدند؛ آنگاه برای مقایســه‌ی ویژگی‌های خاک منطقه‌ی عرصه‌ی آبیاری‌شده به‌وسیله‌ی ســیلاب و خاک منطقه‌ی شاهد و همچنین میزان رسوب معلق رودخانه و بار معلق آبکشی‌شده به‌وسیله‌ی تلمبه‌ها، از آزمون t استفاده شد.

نتایج

در این بررسی از زمین‌های محدوده‌ی مطالعه، بازدید شد. این زمین‌ها به‌منظور کشت و بیشترین بهره‌برداری از سیلاب‌های واردشده از افغانستان در رودخانه‌ی سیستان، با اســتفاده از تلمبه، آبکشی می‌شوند. براساس بررسی‌های میدانی صورت‌گرفته، این تلمبه‌ها اغلب ســطح-مقطع ۲۵ ســانتی‌متری، با متوسط آبدهی حدود ۴۷ لیتربرثانیه دارند که سیلاب را به زمین‌های کشاورزی‌ای که عموماً زیر کشــت گندم قرار می‌گیرند، انتقال می‌دهند. براساس نمونه‌برداری به‌عمل‌آمده از جریان آب آبکشی‌شــده به‌وســیله‌ی تلمبه‌ها و خشک کردن نمونه‌ها در کوره، به طور متوسط ۲۷ گرم‌درلیتر، بار معلق به‌وسیله‌ی تلمبه‌ها آبکشــی و در عرصه پخش می‌شــود که در هر دوره‌ی آبیاری با توجه به نیاز آبی حدود ۵۴۳۶ مترمکعب‌درهکتار برای کشــت گندم (ترک‌نژاد و همکاران، ۲۰۰۵) و کمینه حدود ۱۴۶/۷۲۲ تن‌درهکتار در هر دوره‌ی آبی، رسوب معلق به‌وسیله‌ی پمپ‌ها وارد عرصه می‌شود. در جدول ۲، مقادیر بار معلق رودخانه و بار رسوب آبکشی‌شده در دوره‌ی مطالعه، ارائه شده است (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه‌ی مقدار بار معلق رودخانه و بار معلق آبکشی‌شده.

بار معلق آبکشی		بار معلق رودخانه	
میانگین بار معلق آبکشی‌شده	آبدهی برحسب لیتربرثانیه	میانگین بار معلق برحسب گرم‌برلیتر	آبدهی برحسب مترمکعب‌برثانیه
۳۵/۱۲	۴۷	۳۶/۲۱	۱۵۸/۵
۳۴/۸۵	۴۷	۳۵/۶۲	۹۵/۵۴
۲۸/۳۰	۴۷	۲۹/۲۸	۴۸/۰۶
۱۰/۳۰	۴۷	۱۰/۲۱	۱۷/۴۳
۱۱/۲۰	۴۷	۱۲/۹۶	۳۰
۳۰/۲۰	۴۷	۳۲/۹۰	۸۶/۴۸
۴۸/۴۰	۴۷	۴۹/۳۰	۶۲۸
۲۵/۲۰	۴۷	۲۸/۳۸	۱۴۴/۴۷
۲۳/۳۰	۴۷	۲۶/۳۲	۹۱/۸۶
۲۴/۳۰	۴۷	۲۵/۷۸	۳۸/۷۲
۶	۴۷	۷/۸۰	۱۴/۴۲
۲۶/۲۰	۴۷	۲۸/۴۰	۲۸/۶۹
۳۱/۱۰	۴۷	۳۰/۲	۶۸/۴
۴۴/۱۰	۴۷	۴۳/۱۰	۶۰۸/۲۹

1- Kjeldahl
2-Olsen

www.SID.ir

Archive of SID

براساس مقایسه‌ی مقدار بار معلق رود هیرمند و مقدار رسوب آبکشی‌شده به‌وسیله‌ی تلمبه‌ها، بین مقدار بار معلق جریان‌های سیلابی و مقدار رسوب آبکشی‌شده اختلاف معنی‌داری (sig=۰/۷۹۸) وجود ندارد؛ به‌طوری‌که غلظت رسوبات حمل‌شده به‌وسیله‌ی جریان‌های سیلابی و بار معلق آبکشی‌شده یکسان است (جدول ۳).

جدول ۳- واکاوی میانگین غلظت بار معلق رودخانه و بار معلق آبکشی‌شده.

متغیر	میانگین	انحراف معیار	آزمون t		
			Sig	df	t
بار معلق رودخانه	۲۹۲۹/۸۱	۱۱/۳۵			
رسوب آبکشی‌شده	۲۷/۰۲	۱۰/۵۳	۰/۱۸۲	۲۷	-۱/۳۷

با تعیین اندازه‌ی ذرات و ترسیم منحنی فراوانی برای هریک از نمونه‌ها، اندازه‌ی ذرات بار معلق در حد ۸۸ میکرومتر (ماسه‌ی بسیار ریز) تا ۱/۵ میکرومتر (رس) محاسبه شد. پس از اندازه‌گیری ویژگی‌های گفته‌شده، تجزیه‌ی واریانس ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها انجام شد که نتایج در جدول ۴ نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- میانگین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

ویژگی‌های خاک	محل نمونه‌برداری	میانگین	انحراف معیار	اشتباه معیار	t	تراز معنی‌داری
اسیدیته	شاهد	۸/۷۵	۰/۶۵۲	۰/۲۶۶	۲/۴۴۳	۰/۰۵۸ ns
	عرصه‌ی پخش سیلاب	۸/۵۹	۰/۶۳۲	۰/۲۵۸		
هدایت الکتریکی	شاهد	۳/۷۳	۱/۰۲۳	۰/۴۱۷	۳/۰۸	۰/۰۲۷ *
	عرصه‌ی پخش سیلاب	۲/۳۱	۰/۲۲۵	۰/۰۹۱		
سدیم	شاهد	۸۰/۸۸	۶۷/۰۱	۲۷/۳۵	۲/۶۶۶	۰/۰۴۵ *
	عرصه‌ی پخش سیلاب	۲۲/۸۶	۱۴/۲۲	۵/۸۰		
نسبت جذب سدیم	شاهد	۱۹/۳۷	۱۱/۱۸۱	۴/۵۶	۳/۵۲۴	۰/۰۱۷ *
	عرصه‌ی پخش سیلاب	۶/۶۲	۳/۴۹	۱/۴۲		
درصد سدیم تبادلی	شاهد	۲۷/۵۹	۱۶/۶۵	۶/۷۹	۳/۵۱	۰/۰۱۷ *
	عرصه‌ی پخش سیلاب	۸/۶۱	۵/۲۰	۲/۱۲		
درصد سدیم محلول	شاهد	۳۲/۱۳	۱۷/۲۱	۷/۰۲	۲/۸۱۵	۰/۰۳۷ *
	عرصه‌ی پخش سیلاب	۲۲/۵۰	۱۴/۶۴	۵/۹۷		
مجموع کلسیم و منیزیم	شاهد	۳۱/۵۲۴	۲۲/۶۱	۱۰/۱۱	۱/۲۵۱	۰/۲۷۹ ns
	عرصه‌ی پخش سیلاب	۳۵/۰۰۴	۱۷/۱۲	۷/۶۵		
درصد کربن	شاهد	۰/۰۸۹	۰/۰۴۶	۰/۰۲۰	۸/۸۰۳	۰/۰۰۱ **
	عرصه‌ی پخش سیلاب	۰/۳۴۶	۰/۰۶۵	۰/۰۲۹		
نیتروژن	شاهد	۰/۰۱۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۸/۲۳۳	۰/۰۰۱ **
	عرصه‌ی پخش سیلاب	۰/۰۳۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲		
پتاسیم	شاهد	۸۳/۰۴	۱۵/۶۵۸	۷/۰۰۲	۴۴/۶۹	۰/۰۰۰ **
	عرصه‌ی پخش سیلاب	۱۰۵	۱۶/۰۰۸	۷/۱۵۹		
فسفر	شاهد	۳/۶۶	۰/۸۷۳	۰/۳۵۶	-۳/۲۱۸	۰/۰۲۴ *
	عرصه‌ی پخش سیلاب	۶/۰۷	۱/۲۱۹	۰/۴۹۷		
ماده‌ی آلی	شاهد	۰/۱۴۹	۰/۰۸۳	۰/۰۳۷	۷/۵۷۳	۰/۰۰۲ **
	عرصه‌ی پخش سیلاب	۰/۵۴۳	۰/۱۳۸	۰/۰۶۱		
درصد رطوبت خاک	شاهد	۱۱/۰۱	۰/۷۰۸	۰/۲۸۹	-۱۱/۰۶۸	۰/۰۰۰ **
	عرصه‌ی پخش سیلاب	۱۸/۰۱	۱/۰۳۰	۰/۴۲۰		
رس	شاهد	۲۰/۸۴۰	۶/۹۹۸	۳/۱۲۹	۲/۷۹۸	۰/۰۴۹ *
	عرصه‌ی پخش سیلاب	۲۴/۳۲۲	۳/۴۹۴	۱/۵۶۲		
شن	شاهد	۵۶/۴۴	۱۵/۹۱۱	۷/۱۱۵	-۱/۰۵۴	۰/۳۵۱ ns
	عرصه‌ی پخش سیلاب	۵۲/۰۴	۱/۸۵۸	۰/۸۳۱		
لای	شاهد	۲۲/۴۴۰	۱۰/۶۰	۴/۷۴۰	۲/۶۷۱	۰/۰۳۲*
	عرصه‌ی پخش سیلاب	۳۱/۲۲۲	۱/۷۷۷	۰/۷۹۴		

**: اختلاف معنی‌دار در تراز ۱ ٪ *: اختلاف معنی‌دار در تراز ۵ ٪ ns: نبود اختلاف معنی‌دار.

www.SID.ir

Archive of SID

در بررسی ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌های خاک، بین ویژگی‌های هدایت الکتریکی، سدیم، نسبت جذب سدیم، درصد سدیم تبادلی، درصد سدیم محلول و فسفر در تراز ۵٪ و فراسنج‌های کربن، نیتروژن، پتاسیم و ماده‌ی آلی در تراز ۱٪، اختلاف معنی‌داری در خاک عرصه‌ی آبیاری‌شده با سیلاب و منطقه‌ی شاهد وجود دارد؛ به‌طوری‌که مشخصه‌هایی مانند کربن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و ماده‌ی آلی در خاک عرصه‌ی آبیاری‌شده با سیلاب نسبت به منطقه‌ی شاهد، افزایش داشته است، ولی ویژگی‌های هدایت الکتریکی، سدیم، نسبت جذب سدیم، درصد سدیم تبادلی، درصد سدیم محلول در مناطق یادشده کاهش یافته است. بررسی ویژگی‌های اسیدیته و مجموع کلسیم و منیزیم خاک در نمونه‌های اندازه‌گیری‌شده نشان داد که این فراسنج‌ها تغییرات زیادی در نقاط بررسی‌شده دارند و در بعضی نمونه‌ها نسبت به منطقه‌ی شاهد کاهش و در بعضی دیگر افزایش دارند، ولی درمجموع روند تغییرات این فراسنج‌ها معنی‌دار نیست؛ همچنین، با تجزیه‌وتحلیل ویژگی های فیزیکی خاک نقاط برداشت‌شده، رطوبت اشباع خاک در تراز ۱٪ و فراسنج‌های رس و لای در تراز ۵٪، بین نمونه‌های خاک دو محدوده‌ی بررسی‌شده اختلاف معنی‌داری وجود داشت. در بررسی درصد شن، یافته‌ها کاهش این شاخص را در عرصه‌ی آبیاری نسبت به منطقه‌ی شاهد نشان داد؛ ولی به‌لحاظ آماری در مناطق بررسی‌شده این کاهش، اختلاف معنی‌داری نداشت.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش که برای اولین‌بار در منطقه‌ی سیستان صورت گرفت، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک عرصه‌های آبیاری‌شده با سیلاب ناشی از بارش در افغانستان اندازه‌گیری شد. در بررسی خصوصیات شیمیایی نمونه‌های خاک، ویژگی‌های هدایت الکتریکی، سدیم، نسبت جذب سدیم، درصد سدیم تبادلی، درصد سدیم محلول در خاک عرصه‌ی آبیاری‌شده با سیلاب نسبت به منطقه‌ی شاهد کاهش و مشخصه های کربن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و ماده‌ی آلی افزایش یافت. ویژگی هدایت الکتریکی خاک نشان‌دهنده‌ی املاح موجود در خاک است. بر این اساس کاهش املاح محلول باعث کاهش هدایت الکتریکی خاک می‌شود که مطابق نتایج به‌دست‌آمده کاهش هدایت الکتریکی متأثر از کاهش سدیم و دیگر املاح محلول در خاک است (برآبادی و همکاران ۲۰۱۲). از طرفی، اندازه‌گیری‌های به‌دست‌آمده مبنی بر کاهش مشخصه‌های سدیم، نسبت جذب سدیم، درصد سدیم تبادلی و درصد سدیم محلول مؤید آن‌است که ورود سیلاب به این عرصه‌ها، باعث پدیده‌ی آبشویی در خاک سطحی آن‌ها و کاهش این مشخصه‌ها شده است. افزایش معنی‌دار فسفر در خاکِ این عرصه‌ها، فرضیه‌هایی مبنی بر استفاده‌ی کشاورزان از کودهای فسفری در زمین‌های کشاورزی افغانستان و وجود کانی‌های فسفاتی حساس به فرسایش که در مسیر رود قرار دارد و نیز وجود کانی‌های رسی حاوی اکسیدهای آلومینیوم، آهن و سیلیکات‌هایی که جذب و رسوب فسفر را افزایش می‌دهند، محتمل‌تر می‌نماید که به بررسی‌های بیشتر در این زمینه نیاز هست. از دلایل افزایش کربن خاک در عرصه‌های آبیاری به‌وسیله‌ی سیلاب می‌توان به بالا بودن کربن خاک موجود در مناطق بالادست و شرایط محیطی مناسب نقاط برداشت بار معلق به‌وسیله‌ی سیلاب‌ها اشاره نمود (میرجلیلی و همکاران ۲۰۱۶). در عرصه‌ی پخش سیلاب میزان نیتروژن بیشتری نسبت به منطقه‌ی شاهد مشاهده می‌شود که دلیل آن نیز امکان حل‌شدن و انتقال آن به‌وسیله‌ی جریان‌های سیلابی منشأگرفته از زمین‌های بالادست در خارج از کشور است (مهدوی و همکاران ۲۰۱۵)؛ همچنین طی مطالعات صورت‌گرفته‌ی کسانی همچون جردن و همکاران (۲۰۰۳) و برانسون (۱۹۵۶)، عنصر پتاسیم قابلیت تحرک و انتقال بالایی دارد که افزایش آن را نیز در خاک عرصه‌های پخش سیلاب می‌توان به قابلیت انتقال آسان آن به‌وسیله‌ی جریان‌های سیلابی مربوط دانست. افزایش ماده‌ی آلی در عرصه‌های آبیاری‌شده، حاکی از انباشت مواد و عناصر غذایی حمل‌شده به‌وسیله‌ی جریان‌های سیلابی است؛ به‌طوری‌که مطابق مطالعات صورت‌گرفته‌ی پژوهشگرانی همچون جوردن و همکاران (۲۰۰۳) و برآبادی و همکاران (۲۰۱۲) جداسازی و انتقال مواد و عناصر غذایی و ترسیب آن‌ها در عرصه‌های پخش سیلاب، از مهم‌ترین دلایل افزایش مواد غذایی است. بررسی ویژگی‌های اسیدیته و مجموع کلسیم و منیزیم خاک در نمونه‌های اندازه‌گیری‌شده، نشان داد که این فراسنج‌ها تغییرات زیادی در نقاط مورد بررسی دارند و در بعضی نمونه‌ها نسبت به منطقه‌ی شاهد، کاهش و در بعضی دیگر افزایش نشان می‌دهند. نتایج این پژوهش با یافته‌های پژوهشگرانی مانند برآبادی و همکاران (۲۰۱۲) که روند تغییرات این فراسنج‌ها را در پژوهش خود غیرمعنی‌دار گزارش داده‌اند، همخوانی دارد. نتایج واکاوی ویژگی‌های فیزیکی خاک، بیانگر افزایش درصد رطوبت اشباع خاک و فراسنج‌های رس و لای در عرصه‌ی پخش سیلاب نسبت به منطقه‌ی شاهد است. با تعیین بافت خاک، براساس مثلث بافت خاک، بافت منطقه‌ی شاهد در طبقه‌ی بافت متوسط رسی‌شنی[3] و بافت عرصه‌ی آبیاری به‌وسیله‌ی سیلاب در طبقه‌ی بافت متوسط[4] طبقه‌بندی شد. بر این اساس با اندازه‌گیری دانه‌سنجی بار معلق حمل شده به‌وسیله‌ی سیلاب، در حد ماسه‌ی بسیار ریز تا رس و همچنین تعیین بافت خاک، می‌توان این‌گونه بیان کرد که افزایش مقدار رس و لای در عرصه‌ی پخش سیلاب نسبت به منطقه‌ی شاهد، باعث سنگین‌تر شدن بافت خاک شده است. در بررسی درصد اشباع خاک، افزایش ذرات ریزدانه و کاهش ذرات درشت‌دانه را می‌توان باعث افزایش میزان درصد اشباع خاک با توجه به رابطه‌ی مستقیم آن با بافت خاک در عرصه‌ی آبیاری به‌وسیله‌ی سیلاب دانست؛ به‌طوری‌که محققان دیگر همچون سکوتی‌اسکویی (۲۰۰۴)؛ جوادی و محمودی (۲۰۱۱) سنگین شدن بافت خاک را باعث افزایش میزان درصد رطوبت خاک بیان نموده‌اند که

3- sandy-clay-loam
4- loam

www.SID.ir

Archive of SID

در نتایج مطالعات جوادی و همکاران (۲۰۱۴) به نقش ذرات ریزدانه‌ی موجود در بار معلق، بر روند ریزشدگی و سنگین شدن بافت خاک اذعان شده است. بر این اســاس با توجه به غلظت بالای بار رســوبی جریان‌های سیلابی در رود سیستان، همچنین بار رسوبی آبکشی‌شده در زمین‌های کشاورزی، حجم زیادی از بار معلق وارد این مناطق می‌شود که تحت تأثیر عملیات کشاورزی (شــخم زدن) ساختمان خاک تغییر کرده است. این امر با وجود تبخیر بالا در این منطقه از کشــور و نیز روند روبه‌رشد بایر شــدن زمین‌ها که تحت تأثیر خشکســالی‌های متوالی و فرسایش بادی قرار دارد، باعث افزایش نگهداشت رطوبت در خاک و حاصلخیزی آن شــده اســت. بر این اساس نتیجه‌گیری می‌شــود بار معلق آبکشی‌شده به‌وســیله‌ی تلمبه‌ها باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شــیمیایی خاک عرصه‌های آبیاری‌شده با سیلاب شده است. چنین اقدامی شرایط مناسبی را برای بهره‌برداری از این زمین‌ها فراهم می‌کند.

فهرست منابع

Aghabeigi S, Telvari AR, Mirnia SK, Feiznia S, Vafakhah M. 2013. Seasonal variations of suspended sediment concentration in rain and snow melting floods. Journal of Watershed Engineering and Management. 5(2): 144–154. (In Persian).

Barabadi H, Zhehtabian G, Tawili A. 2012. Investigating the effect of flood spreading on soil physical and chemical changes. Journal Engineering Wilderness Ecosystems. 2(1): 37–46. (In Persian).

Baziyar MH, Salehzadeh H. 1997. Soil Mechanics Laboratory. Science and Technology University Press, Tehran, 178 p. (In Persian).

Branson FA. 1956. Range forage production changes on a water spreader in southeastern Montana. Journal of Range Management. 9(1): 187–191.

Brent JD, Timothy RF, Jon MH. 2007. The role of hydrology in annual organic carbon load sand terrestrial organic matter export from amidwestern agricultural watershed. Geochimical et Cosmochimica Acta. 71(1): 48–62.

Dod Kanloy Milan K. 2010. Effect of flood distribution on some physico-chemical and mineralogy characteristics of sediments and its impact on erosion and sediment degradation. M.Sc. Thesis. Faculty of Natural Resources. Shahrekord University, 105 pages. (In Persian).

Ebrahimzadeh A, Lashkaripour GR, Moridi A. 2004. The impact geological factors and the historical change in displacement settlements in Sistan. Journal of Geography Development. 4(2): 5–20. (In Persian).

Ghasemi A, Heydari H, Azadfar D. 2011. The effect of the physico-chemical properties of soils in water spreading zone on common mesquite tree vegetative characteristics in Tangestan, Bushehr Province. Journal of Wood and Forest Science and Technology. 18(1): 177–122. (In Persian).

Jahantigh M. 2013. Studying and recognition of characteristics of erosion rivers in Sistan Region. Soil Conservation and Watershed Management Institute: 51. (In Persian).

Jahantigh M. 2014. Assessment of traditional terraces and soil characteristic in dry land region (Case study: Hirmand Basin). Journal of Natural Resources Science and Technology. 9(3): 11–18. (In Persian).

Javadi MR, Baghery M, Vafakhah M, Shaban AG. 2014. Effect of flood spreading on physical soil properties (Case study: Delijan flood spreading). Journal of Watershed Management Research. 5(9):119–129. (In Persian).

Javadi MR, Mahmoudi Miyan Abad J. 2011. Investigating the effects of flood spreading on changing some physical and chemical properties of soil (Case study: Jajarm flood distillation system). Quarterly Journal of Natural Resources Science and Technology. 1(2): 1–12. (In Persian).

Jordan TE, Whigham DF, Hofmockel KH, Pittek MA. 2003. Nutrient and sediment removal by restored wetland receiving Agricultural Runoff. Journal of Environ Qual. 32(1): 1534–1547.

Kamali K, Arab Khedri M, Esfandiari M, Zarinkafsh M. 2005. Investigation of the effect of source area lithology an infiltration rates of alluvial deposits. Iranian Journal of Natural Resource. 58(2):289–299. (In Persian).

Khajui M. 1999. Investigating the effect of sediment accumulation depth on the establishment and growth of plant species in the field of Bam water flood spreading. M.Sc. Thesis. Faculty of Rangeland and Watershed Management. Gorgan University, 183 p. (In Persian).

Mahdavi SK, Azarian A, Javadi MR, Mahmoudi J. 2015. Investigating the effect of flood spread on some physical, chemical and soil fertility characteristics (Case study: Band Ali Khan and Ramin Area). Journal of Rangeland. 10(1): 68–81. (In Persian).

Mirjalili A, Tabatabaeizadeh M, Hakimzadeh M, Mashhadi N. 2016. Investigation effect of floodwater spreading on vegetation and soil (Case study: Floodwater spreading of Miankooh, Yazd). Desert Management. 7(1): 26-34. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Mohammadian A, Karamian R. 2008. Effects of flood spread on physicochemical properties and mineralogy of soil station of Davoud Rashid Kuhdasht. 5th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering, Gorgan, 2-10. (in Persian).

Onda Y, Gomi T, Mizugaki Sh, Nonoda T, Roy CS. 2010. An over view of the field and modelling studies on the effects of forest devastation on flooding and environmental issues. Hydrological Processes. 24(1): 527–534.

Rangavar A, Gezanchian G, Angoshtari H, Ghafourian R. 2009. Study of flood water spreading on soil physical and chemical properties in Jajarm project, north Khorasan Province. Journal of Watershed Engineering and Management. 4(1): 259–265. (In Persian).

Rangavar A. 2003. Influence of flood spreading system on physical and chemical properties of soil. Third Watershed Management Conference, Tehran, 1–8. (In Persian).

Saeidi P, Sadeghi SHR. 2010. Relationship between flow discharge and organic matter in suspended sediment in Koujor Educational Forest Watershed. Journal of Watershed Engineering and Management. 6(1): 55–63. (In Persian).

Saint Laurent D, Gervais Beaulac V, Paradis R, Arsenault-Boucher L, Demers S. 2017. Distribution of Soil Organic Carbon in Riparian Forest Soils Affected by Frequent Floods (Southern Quebec Canada). Journal of Forests. 8(24):1–15.

Saint Laurent D, Paradis R, Drouin A, Gervais Beaulac V. 2016. Impacts of floods on organic carbon concentrations in alluvial soils along hydrological gradients using a digital elevation model (DEM). Journal of Water Resource. 8(5):1–17.

Shamshuddin J, Panhwar QA, Othman R, Ismail R, Hamdan J, Yusoff MA. 2016. Effects of December 2014 great flood on the physico-chemical properties of the soils in the Kelantan Plains of Malaysia. Journal of Water Resource and Protection. 8(2): 263–276.

Sohrabi H, Bakhtiarvand S, Ahmadi K. 2016. Above and below ground biomass and carbon stocks of different tree plantations in central Iran. Journal of Arid Land. 8(1): 138–145. (In Persian).

Sokouti R, Mahdian M, Majid A, Mehdizadeh M, Ahmadi A, Khani J. 2004. The study on the effect of Poldasht Flood Spreading Scheme on the soil properties (Case study: West Azarbaijan). Pajouhesh and Sazandegi. 67(1): 42–50. (In Persian).

Soleimani R, Mahdian MH, Amali KK, Pirani A, Azami A, Shasiee Z. 2007. Effect of flood spreading on variability of soil physical and chemical properties in south western Iran. 13th International Conference Rainwater Cathchment Systems, Sydney.

Torknezhad A, Aghaee-Sarbarzeh M, Jafari H, Roeentan R, Nemati A, Shahbazi Kh. 2005. Study and economic evaluation of drip (tape) irrigation method on wheat compared to surface irrigation in water limited areas. Pajouhesh and Sazandegi. 72(1): 36–44. (In Persian).

Vaezipour HS. 2011. Simulated changes in Sistan River morphology. M.Sc. Thesis. Faculty of Geology. Sistan and Blochestan University, 137 p. (In Persian).

www.SID.ir