



دوره ۳۱، شماره ۴، شماره پیاپی ۱۲۱، زمستان ۱۳۹۷، صفحات ۴۲-۳۱  
شناسه‌ی دیجیتال: 10.22092/WMEJ.2018.121758.1116

# پژوهش‌های مانی

(پژوهش و سازندگی)

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

معین جهان تیغ\*

(نویسنده‌ی مسئول) \* دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد دانشگاه بیرجند و دانشجوی دکترا، دانشگاه گرگان

منصور جهان تیغ

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 خاک 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 خاک 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 ۰/۰۱ (P < ۰/۰۱) و هدایت الکتریکی، سدیم، نسبت جذب سدیم، درصد سدیم تبادل، درصد سدیم محلول، فسفر، رس و لای خاک در تراز ۰/۰۵ (P < ۰/۰۵) 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 خاک 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

## 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**

Assistant Professor, Faculty of Natural Resource and Environment, University of Birjand, Iran

**Hadi Memarian**

Assistant Professor, Faculty of Natural Resource and Environment, University of Birjand, Iran

### Abstract

Flood plains 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 (جهان تیغ ۲۰۱۴). از این رو کیفیت و کمیت رسوبات حمل‌شده به وسیله سیلاب، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها را تغییر می‌دهد (جوادی و محمودی میان‌آباد ۲۰۱۱). ته‌نشست رسوبات حمل‌شده در تراز خاک با توجه به کیفیت و کمیت املاحی که به‌وسیله سیل حمل می‌شوند، گستره وسیعی از خصوصیات خاک در سطح و عمق، از جمله بافت، ساختمان، اسیدیته، شوری، انواع کاتیون‌ها و آنیون‌ها و نفوذپذیری سطحی خاک را تغییر می‌دهد (سکوتی اسکویی و همکاران ۲۰۰۴؛ رنگ‌آور و همکاران ۲۰۰۹؛ قاسمی و همکاران ۲۰۱۱؛ دودکانلوی میلان ۲۰۱۰)؛ علاوه بر 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). در مقابل، مواد آلی حمل‌شده به‌وسیله رسوبات در مناطق پایین‌دست، باعث تغذیه و افزایش حاصلخیزی و بهبودی خاک می‌شوند (خواجویی ۱۹۹۹؛ کمالی و همکاران ۲۰۰۵). در این راستا پژوهش‌های زیادی در زمینه‌ی اثر رسوبات حمل‌شده به‌وسیله 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 شایان توجهی 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

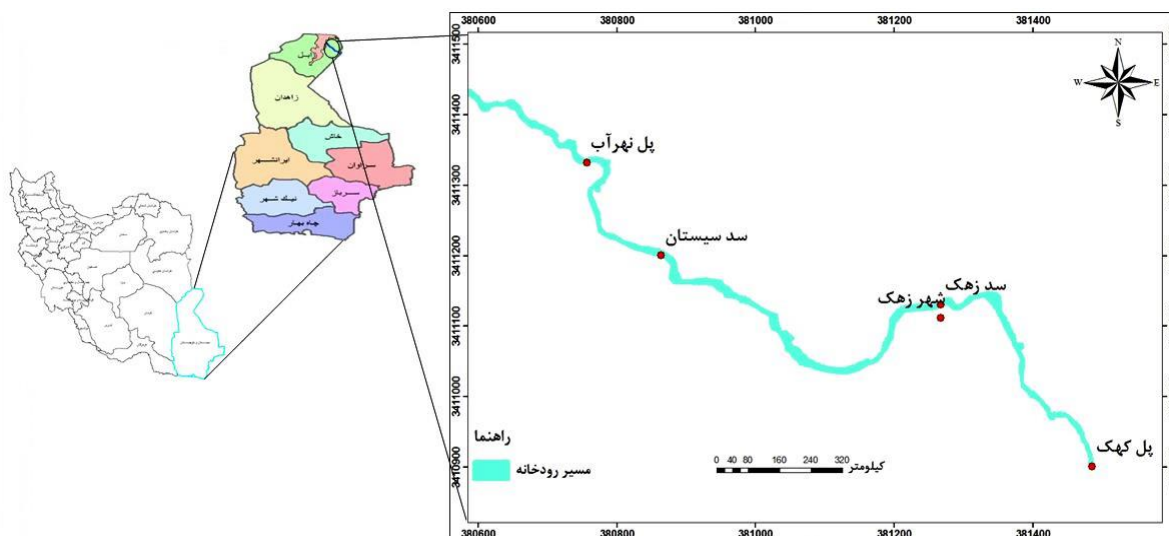
زمین های کشاورزی افغانستان، وارد منطقه ی سیستان می شود (ابراهیمزاده و همکاران ۲۰۰۴) و در مدت زمان محدودی که آب در رودخانه جریان دارد، تأمین کننده ی آب مورد نیاز بیش از ۱۲۰ هزار هکتار از زمین های کشاورزی منطقه ی سیستان است (واعظی پور ۲۰۱۱). با توجه به نبود مطالعه ی پیشین در این منطقه از کشور و تسریع فرایند بیابان زایی و بایر شدن اراضی و از طرفی، آبیاری زمین های کشاورزی از سیلاب های فصلی رودخانه ی هیرمند، این مطالعه با هدف بررسی تأثیر بار معلق حمل شده به وسیله ی جریان های سیلابی بر خصوصیات شیمیایی و تأثیر آن بر خصوصیات فیزیکی خاک با تعیین اندازه ی ذرات بار معلق انجام پذیرفت.

### مواد و روش ها

محدوده ی مطالعه شده در جنوب شرقی ایران و شمال استان سیستان و بلوچستان با مختصات ۶۰ درجه و ۱۶ دقیقه و ۴۴ ثانیه تا ۶۱ درجه و ۴۹ دقیقه و ۴۴ ثانیه ی طول شرقی و ۲۹ درجه و ۸ دقیقه و ۳۳ ثانیه تا ۳۲ درجه و ۲ دقیقه و ۶ ثانیه عرض شمالی و در ارتفاع ۲۲۰۰-۴۸۰ متری از تراز دریا واقع شده است (شکل ۱). میانگین بارندگی آن حدود ۶۰ میلی متر است که بیشترین آن در فصل زمستان ریزش می کند. میانگین دما، میانگین بیشینه و بیشینه ی مطلق سالانه به ترتیب ۱۸، ۲۵، ۴۳ درجه ی سانتی گراد است. این محدوده از کشور تبخیر-تعرق بالا و رطوبت کمی دارد؛ به طوری که میانگین رطوبت سالانه ی آن ۲۸٪ و تبخیر-تعرق آن حدود ۵ متر است که ۳ متر آن در ماه های بحرانی سال انجام می پذیرد. براساس شرایط اکولوژیکی، محدوده ی بررسی شده جزء مناطق خشک و بحرانی کشور و پوشش گیاهی آن نیز فقیر و از نوع شورپسند است. بخش عمده ای از منطقه ی مورد بررسی، به وسیله ی نهشته های رسوبی (ناپیوسته) پوشیده شده است که مربوط به دوره های نئوژن، دوران چهارم بوده است و حساسیت زیادی نسبت به فرسایش آبی دارد (جهان تیغ ۲۰۱۳). رود هیرمند که از کشور افغانستان سرچشمه گرفته است، سیلاب ناشی از بارش در کشور افغانستان را پس از مشروب ساختن زمین های کشاورزی افغانستان، وارد منطقه ی سیستان می کند که بار رسوبی زیادی دارد (ابراهیمزاده و همکاران ۲۰۰۴).

نشان داد که میزان مواد آلی و تجمع ذرات لای در زمین های پایین دست، افزایش و در مقابل اسیدیته ی آب رفت های انباشت شده نسبت به مناطق شاهد کاهش یافته است و مشخصه های دیگر، همانند نیتروژن و کربن نیز در نقاط مختلف، متغیر بوده است. سایننت لائورت و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی تأثیر سیلاب های متوالی بر توزیع کربن آلی در خاک های جنگلی جنوب شرقی کانادا را با اندازه گیری ویژگی هایی همانند اسیدیته، نیتروژن، بافت و چگالی ظاهری خاک، در دو منطقه ی شاهد 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 بر شمرده اند. در مطالعات صورت گرفته در ایران، رنگ آور (۲۰۰۳) به بررسی تأثیر سامانه ی پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جاجرم از توابع شهرستان بجنورد پرداخت. نتایج حاکی از کاهش نسبت شن به رس و افزایش مواد آلی، بی کربنات، کلسیم، منیزیم، کلر، سدیم، نسبت جذب سدیم و هدایت الکتریکی بود. در پژوهشی دیگر، سلیمانی و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک در سامانه ی پخش سیلاب موسیان ایلام دریافتند که عملیات پخش سیلاب باعث افزایش مقدار کربن آلی، درصد شن و سیلت در عرصه پخش سیلاب نسبت به منطقه شاهد شده است که اختلاف بین این دو منطقه را از لحاظ آماری معنی دار گزارش نموده اند. نتایج پژوهش محمدیان و کرمان (۲۰۰۸) در بررسی اثرات پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ایستگاه داوود رشید کوه دشت، بیانگر اختلاف معنی دار درصد مواد آلی، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل استفاده در تراز ۰.۵٪ بود. جوادی و همکاران (۲۰۱۴) تأثیر پخش سیلاب را بر خصوصیات فیزیکی خاک در منطقه ی دلیجان استان مرکزی بررسی کردند. یافته های آن ها نشان داد که عملیات پخش سیلاب به طور معنی داری باعث کاهش مقدار شن، نفوذپذیری و وزن مخصوص ظاهری و افزایش مقدار رس، لای و درصد رطوبت اشباع خاک شده است.

بررسی پیشینه ی پژوهش نشان می دهد که بار رسوبی جریان های سیلابی اثرهای بسزایی بر ویژگی های کیفی و کمی خاک دارد؛ از این رو ویژگی های فیزیکی و شیمیایی زمین هایی که تحت تأثیر سیلاب قرار می گیرند، تغییر می کند. سیلاب ناشی از بارش های کشور افغانستان پس از مشروب ساختن



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

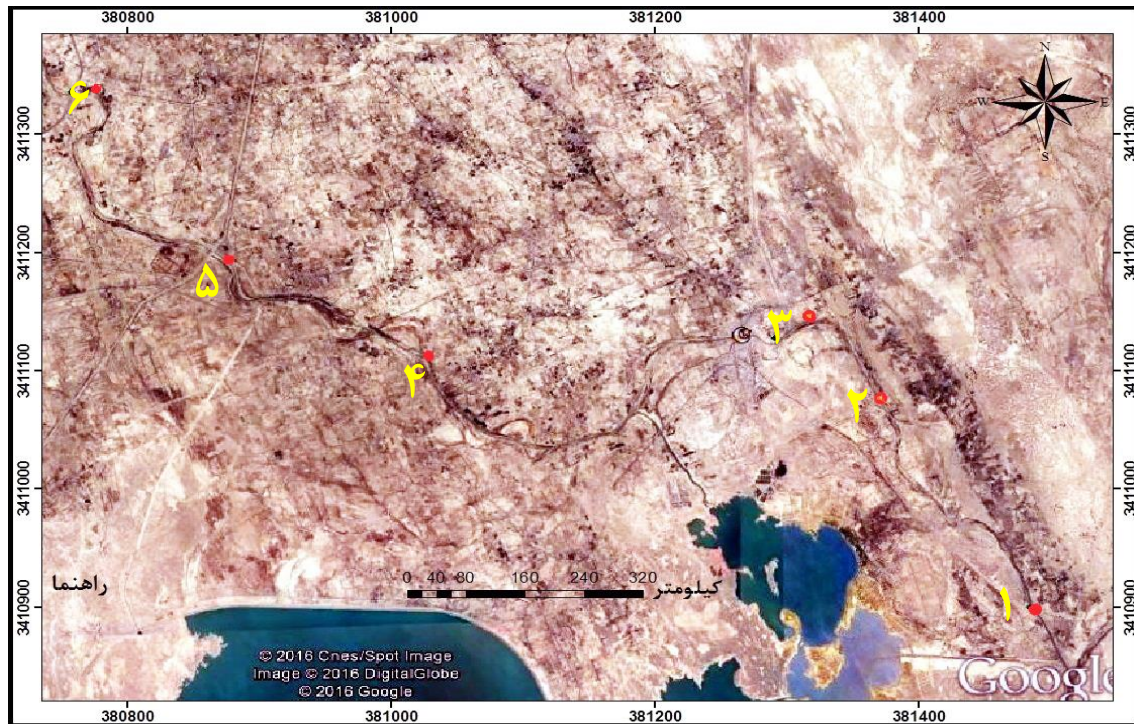
اشباع، رس، شن و لای موجود در نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. در بررسی دانه‌سنجی بار معلق برداشت‌شده با توجه به عبور رسوبات برداشت‌شده از الک شماره‌ی ۲۰۰ و روش چگالی‌سنجی برای تعیین دانه‌سنجی بار معلق رود استفاده گردید.

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

$$D_{mm} = \frac{10}{\sqrt{60}} \times \sqrt{\frac{18h}{(y_s - y_w)}} \times \sqrt{\frac{L}{t}} \quad (1)$$

در رابطه‌ی بالا،  $\gamma_s$  = جرم مخصوص جامد خاک  $(\frac{g}{cm^3})$ ،  $\gamma_w$  = جرم مخصوص آب  $(\frac{g}{cm^3})$ ،  $n$  = غلظت آب  $(\frac{g \cdot sec}{cm^2})$ ،  $D$  = قطر دانه‌ی خاک،  $L$  = عمق مؤثر و  $t$  = زمان شروع آزمایش است.

برای اجرای این پژوهش، با جاری شدن سیل در رودخانه‌ی هیرمند، نمونه‌هایی از بار معلق سیلاب‌ها برای تعیین دانه‌سنجی بار معلق حمل شده برداشت شد؛ سپس زمین‌های مجاور رودخانه‌ی سیستان که آبیاری آن‌ها با آبکشی سیلاب و با استفاده 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 سیلاب به‌صورت تصادفی (۱۲ نمونه) برداشت گردید (جدول ۱). به‌منظور مقایسه‌ی خصوصیات خاک این عرصه با زمین شاهد نیز نمونه‌برداری از زمین‌های زراعی مجاور مناطق پخش سیلاب انجام شد؛ آن زمین‌هایی که تحت تأثیر سیلاب‌های رودخانه قرار نداشتند و آبیاری آن‌ها براساس روش‌های مختلفی همچون چاهک‌های احداثی و نهرهای آب‌رسانی صورت می‌گرفت (سکوتی‌اسکویی و همکاران ۲۰۰۴؛ رنگ‌آور و همکاران ۲۰۰۹؛ سه‌رایی و همکاران ۲۰۱۶). در ادامه نمونه‌های بار معلق آبکشی‌شده به آزمایشگاه منتقل شد و پس از عبور از کاغذ صافی و خشک کردن در کوره، وزن بار معلق اندازه‌گیری شد (آقابیگی و همکاران ۲۰۱۳). نمونه‌های برداشت‌شده از خاک عرصه‌های آبیاری به‌وسیله‌ی سیلاب و مناطق شاهد نیز پس از جمع‌آوری به آزمایشگاه مرکز پژوهش‌های کشاورزی و منابع طبیعی سیستان منتقل شد؛ سپس اسیدیته، شوری، سدیم، نسبت جذب سدیم، درصد سدیم تبادلی، درصد سدیم محلول، مجموع کلسیم و منیزیم، کربن، نیتروژن، پتاسیم، فسفر، ماده‌ی آلی، درصد



شکل ۲- نمایی از محل برداشت نمونه‌ها.

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

مختصات نقاط	محل نمونه‌برداری	نمونه
۳۰°۵۴'۳۱.۱۲"N ۶۱°۴۱'۵۰.۴۰"E	زمین‌های مجاور پل کهک (آبیاری با تلمبه)	۱
۳۰°۵۴'۳۰.۹۹"N ۶۱°۴۱'۵۱.۴۸"E	زمین‌های مجاور پل کهک (منطقه‌ی شاهد)	۲
۳۰°۵۳'۴۵.۹۹"N ۶۱°۴۱'۲۷.۲۰"E	زمین‌های مجاور سد زهک (آبیاری با تلمبه)	۳
۳۰°۵۳'۴۴.۳۳"N ۶۱°۴۱'۲۲.۶۵"E	زمین‌های مجاور سد زهک (منطقه‌ی شاهد)	۴
۳۰°۵۳'۳۱.۶۹"N ۶۱°۳۹'۱۹.۹۹"E	زمین‌های مجاور روستای ملک حیدری (آبیاری با تلمبه)	۵
۳۰°۵۲'۵۶.۵۹"N ۶۱°۳۹'۵۰.۰۰"E	زمین‌های مجاور روستای ملک حیدری (منطقه‌ی شاهد)	۶
۳۰°۵۲'۳۵.۵۱"N ۶۱°۳۶'۱۹.۰۸"E	زمین‌های مجاور سد سیستان (آبیاری با تلمبه)	۷
۳۰°۵۲'۳۵.۵۱"N ۶۱°۳۶'۱۹.۰۸"E	زمین‌های مجاور سد سیستان (منطقه‌ی شاهد)	۸
۳۰°۵۳'۴۷.۱۸"N ۶۱°۳۵'۷.۱۰"E	زمین‌های مجاور روستای گل‌آباد (آبیاری با تلمبه)	۹
۳۰°۵۶'۵.۰۲"N ۶۱°۳۰'۳.۴۶"E	زمین‌های مجاور روستای گل‌آباد (منطقه‌ی شاهد)	۱۰
۳۰°۵۶'۱۲.۶۱"N ۶۱°۳۰'۱.۰۱"E	زمین‌های مجاور پل نهر آب (آبیاری با تلمبه)	۱۱
۳۰°۵۷'۴۵.۴۳"N ۶۱°۳۰'۲.۸۷"E	زمین‌های مجاور پل نهر آب (منطقه‌ی شاهد)	۱۲

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 اکسیداسیون تر - والکی بلاک) و ماده‌ی آلی نیز اندازه‌گیری شد. به‌منظور محاسبه‌ی نسبت جذب سدیم (SAR) از رابطه‌ی (۲)

$$SAR = Na^+ / \sqrt{[(Ca^{+2} + Mg^{+2}) / 2]} \quad (2)$$

درصد سدیم تبادل (ESP) رابطه‌ی (۳):

$$ESP = 100 \times (0.01475 SAR - 0.0126) / 1 + (0.01475 SAR - 0.0126) \quad (3)$$

درصد سدیم محلول (SSP) رابطه‌ی (۴):

$$SSP = (Na / Ca^{+2} + Mg^{+2} + k^+ + Na^+) \times 100 \quad (4)$$

و درصد رطوبت خاک (SP) از رابطه‌ی (۵):

$$SP = (W_{moist} - W_{dry} / W_{dry}) \times 100 \quad (5)$$

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 دسی‌زیمنس برمتر (dS/m)

سیستان، با استفاده از تلمبه، آبکشی می‌شوند. براساس بررسی های میدانی صورت گرفته، این تلمبه‌ها اغلب سطح-مقطع ۲۵ سانتی‌متری، با متوسط آبدهی حدود ۴۷ لیتر بر ثانیه دارند که سیلاب را به زمین های کشاورزی ای که عموماً زیر کشت گندم قرار می‌گیرند، انتقال می‌دهند. براساس نمونه برداری به عمل آمده از جریان آب آبکشی شده به وسیله تلمبه‌ها و خشک کردن نمونه‌ها در کوره، به طور متوسط ۲۷ گرم در لیتر، بار معلق به وسیله تلمبه‌ها آبکشی و در عرصه پخش می‌شود که در هر دوره ای آبیاری با توجه به نیاز آبی حدود ۵۴۳۶ مترمکعب در هکتار برای کشت گندم (ترک‌نژاد و همکاران، ۲۰۰۵) و کمینه حدود ۱۴۶/۷۲۲ تن در هکتار در هر دوره ای آبی، رسوب معلق به وسیله پمپ‌ها وارد عرصه می‌شود. در جدول ۲، مقادیر بار معلق رودخانه و بار رسوب آبکشی شده در دوره ای مطالعه، ارائه شده است (جدول ۲).

استفاده شد. در رابطه‌های ۳ تا ۵، غلظت عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم، بر حسب میلی‌اکی‌والان بر لیتر است. برای مقایسه ای آماری ویژگی های خاک عرصه های آبیاری شده با سیلاب و منطقه ای شاهد، ابتدا داده‌ها از نظر بهنجار بودن با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف بررسی شدند؛ آنگاه برای مقایسه ای ویژگی های خاک منطقه ای عرصه ای آبیاری شده به وسیله سیلاب و خاک منطقه ای شاهد و همچنین میزان رسوب معلق رودخانه و بار معلق آبکشی شده به وسیله تلمبه‌ها، از آزمون t استفاده شد.

## نتایج

در این بررسی از زمین های محدوده ای مطالعه، بازدید شد. این زمین ها به منظور کشت و بیشترین بهره برداری از سیلاب های وارد شده از افغانستان در رودخانه ای

جدول ۲- مقایسه ای مقدار بار معلق رودخانه و بار معلق آبکشی شده.

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

1- Kjeldahl

2-Olsen

بر اساس مقایسه‌ی مقدار بار معلق رود هیرمند و مقدار رسوب آبکشی شده به‌وسیله‌ی تلمبه‌ها، بین مقدار بار معلق جریان‌های سیلابی و مقدار رسوب آبکشی شده اختلاف معنی‌داری ( $\text{sig}=0/798$ ) 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.

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

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.



جدول ۴- میانگین ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک

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

\*\* اختلاف معنی دار در تراز ۱٪، \* اختلاف معنی دار در تراز ۵٪، ns نبود اختلاف معنی دار.

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 حل شدن 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 آبیاری شده، 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 رسی شنی<sup>۳</sup> و بافت عرصه‌ی آبیاری به‌وسیله‌ی سیلاب در طبقه‌ی بافت متوسط<sup>۴</sup> طبقه‌بندی شد. بر این اساس با اندازه‌گیری دانه‌سنجی بار معلق حمل‌شده 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

در بررسی ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌های خاک، بین ویژگی‌های هدایت الکتریکی، سدیم، نسبت جذب سدیم، درصد سدیم تبادل، درصد سدیم محلول و فسفر در تراز ۰.۵٪ و فراسنج‌های کربن، نیتروژن، پتاسیم و ماده‌ی آلی در تراز ۰.۱٪، 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 تبادل، 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 در مجموع روند تغییرات این فراسنج‌ها معنی‌دار نیست؛ همچنین، با تجزیه و تحلیل ویژگی‌های فیزیکی خاک نقاط برداشت‌شده، رطوبت اشباع خاک در تراز ۰.۱٪ و فراسنج‌های رس و لای در تراز ۰.۵٪، 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 اولین بار 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 تبادل، درصد سدیم محلول در خاک عرصه‌ی آبیاری‌شده با سیلاب نسبت به منطقه‌ی شاهد کاهش و مشخصه‌های 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 تبادل و درصد سدیم محلول مؤید آن است که ورود سیلاب به این عرصه‌ها، باعث پدیدهای آبشویی در خاک سطحی آن‌ها و کاهش این مشخصه‌ها شده است. افزایش معنی‌دار فسفر در خاک این عرصه‌ها، فرضیه‌هایی مبنی بر استفاده‌ی کشاورزان از کودهای فسفوری در زمین‌های کشاورزی افغانستان و وجود کانی‌های فسفات‌ی حساس به فرسایش که در مسیر رود قرار دارد و نیز

3- sandy-clay-loam  
4- loam

این منطقه از کشور و نیز روند روبه رشد بایر شدن زمین ها که تحت تأثیر خشکسالی های متوالی و فرسایش بادی قرار دارد، باعث افزایش نگهداشت رطوبت در خاک و حاصلخیزی آن شده است. بر این اساس نتیجه گیری می شود بار معلق آبکشی شده به وسیله ی تلمبه ها باعث بهبود ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک عرصه های آبیاری شده با سیلاب شده است. چنین اقدامی شرایط مناسبی را برای بهره برداری از این زمین ها فراهم می کند.

- 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 and terrestrial organic matter export from midwestern agricultural watershed. *Geochimica 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 Siestan. *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 Siestan Region. *Soil Conservation and Watershed Management Institute*: 51. (In Persian).

در نتایج مطالعات جوادى و همکاران (۲۰۱۴) به نقش ذرات ریزدانه‌ی موجود در بار معلق، بر روند ریزش‌دگی و سنگین شدن بافت خاک اذعان شده است. بر این اساس با توجه به غلظت بالای بار رسوبی جریان‌های سیلابی در رود سیستان، همچنین بار رسوبی آبکشی شده در زمین‌های کشاورزی، حجم زیادی از بار معلق وارد این مناطق می شود که تحت تأثیر عملیات کشاورزی (شخم زدن) ساختمان خاک تغییر کرده است. این امر با وجود تبخیر بالا در

## فهرست منابع

- 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).

- 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 Catchment Systems, Sydney.
- Torknezhad A, Aghae-Sarbarzeh M, Jafari H, Roentan 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 Blocheshtan University, 137 p. (In Persian).

