



تأثیر عملیات آبخوانداری بر برخی ویژگی‌های خاک (مطالعه‌ی موردی: ایستگاه میمند،

کرمان)

علی اکبری جور^{۱*}، علیجان آبارکار^۲، حمید مسلی^۳

۱- کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات سیرجان

۲- استادیار بخش حفاظت خاک و آبخیزداری مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان

۳- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیز، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

* نویسنده مسئول: akbariali@yahoo.com

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۱۵

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۲/۱۳

چکیده

از ویژگی‌های اقلیمی مناطق خشک و نیمه خشک، کمبود بارش از یک سو و رگبارهای شدید از سوی دیگر است، این حالت در اکثر مواقع به وقوع سیلاب‌های شدیدی منجر می‌شود. بنابراین استفاده از منابع آب سیلاب می‌تواند به‌عنوان راه‌کاری برای این مناطق باشد. ولی در زمان استفاده از آب رسوبات موجود در سیلاب‌ها موجب تغییر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شوند. در این تحقیق تأثیر پخش سیلاب بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک پس از گذشت ۱۵ سال از احداث آن در ایستگاه پخش سیلاب بررسی شد. ایستگاه پخش سیلاب میمند در ۲۱۰ کیلومتری کرمان قرار گرفته و از ۲۳ کانال پخش تشکیل شده است. با توجه به تعداد کانال‌های پخش سیلاب نمونه‌برداری خاک از سه قسمت منطقه پخش سیلاب (ابتدا، وسط و انتهای پخش سیلاب) هر منطقه یک کانال و هر کانال سه نمونه به‌طور تصادفی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری گرفته شد. تجزیه تحلیل و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد. تحلیل آماری داده‌ها، بیانگر افزایش معنی‌دار ($p \leq 5$) در صد رس، سیلت، هدایت الکتریکی، فسفر و پتاسیم و کاهش معنی‌دار ($p \leq 5$) در صد شن و درصد اشباع می‌باشد. میزان اسیدیته در منطقه پخش سیلاب و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت.

واژه‌های کلیدی: آزمون دانکن، پخش سیلاب، میمند- شهر بابک، منطقه شاهد، ویژگی‌های خاک، نمونه‌برداری.

مقدمه

سیلاب به دلیل سادگی در اجرا و وسعت نسبتاً زیاد منطقه تأثیر، بیش‌ترین کاربرد را یافته است (معظمی و ذرتی پور، ۱۳۹۵). مدیریت صحیح منابع آب مهم‌ترین روشی است که از طریق آن آثار منفی و رو به افزایش کم‌آبی کاهش می‌یابد و از بین روش‌های مدیریت منابع آب، پخش سیلاب بر روی اراضی کم‌شیب، گام بسیار مهمی است که این امر علاوه بر این که تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی را به‌همراه دارد، موجب بهبود شرایط زیست محیطی، اکولوژیکی، خاک، اقتصادی- اجتماعی و افزایش ذخیره نزولات آسمانی و به‌تبع آن آب قابل استحصال

در مناطق خشک و نیمه خشک که ریزش‌های جوی ضمن ناچیز بودن از پراکنش نامناسب برخوردار هستند بهره‌برداری از سیلاب‌ها کلید حل مسائل کم‌آبی قلمداد می‌شود در این مناطق به‌دلیل بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، همراه با عدم جایگزینی طبیعی آب برداشت شده، باعث شده است که مبحث کارآمد پخش سیلاب و آبخوانداری دارای اهمیت ویژه‌ای باشد (Unger et al., 2009). در کشور ما از میان روش‌های مختلف تغذیه مصنوعی، نفوذ سطحی به شکل پخش

ساختمان خاک شود. این موضوع تا زمان مشخصی ادامه یافته ولی به مرور زمان روند تخریبی آن آغاز خواهد شد (سکوتی اسکوتی و مهدیان، ۱۳۸۸). بنابراین نتایج حاصل از پخش سیلاب در نقاط مختلف متفاوت بوده و ضرورت دارد میزان تغییرات و روند آن در طول زمان بررسی شده و با استفاده از نتایج بررسی‌های به عمل آمده روش مناسبی در جهت افزایش بهره‌وری این طرح‌ها ارائه شود. با توجه به پراکنش و گستردگی مناطق مناسب احداث سامانه‌های بهره‌برداری از سیلاب و گوناگونی پارامترهای اصلی مؤثر در طراحی و اجرای آن‌ها، ارزیابی عملکرد اجزای سامانه‌های احداث شده در مناطق مختلف کشور را جهت دستیابی به الگوهای بهینه ضروری می‌نماید. در خصوص بررسی تأثیر پروژه‌های پخش سیلاب بر ویژگی‌های خاک مطالعات مختلفی صورت گرفته است. نتایج عیسی‌زاده رازلیقی (۱۳۹۱) در پخش سیلاب پلدشت نشان داد که پخش سیلاب همه‌ی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده‌ی خاک را به غیر از درصد گچ تحت تأثیر قرار داده است. نتایج پژوهش حسنی (۱۳۹۲) در پخش سیلاب تاسران همدان نشان داد که با اجرای طرح پخش سیلاب درصد سیلت و رس در عرصه به صورت معنی‌داری افزایش و درصد شن و سنگریزه کاهش یافته است و همچنین اجرای پخش سیلاب منجر به افزایش معنی‌دار سدیم، پتاسیم و هدایت الکتریکی خاک شده است که باعث افزایش شوری (هرچند این افزایش معنی‌دار نبود) می‌شود. نتایج پژوهش عباسی و همکاران (۱۳۹۳) در پخش سیلاب حوضه آبخیز جونگان نورآباد ممسنی نشان می‌دهد تأثیر اجرای پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی خاک بیش‌تر از ویژگی‌های شیمیایی آن بوده، به طوری که باعث بهبود ساختمان خاک شده است. البته از لحاظ خصوصیات شیمیایی نیز میزان مواد آلی و معدنی خاک افزایش یافته ولی این تغییرات چشم‌گیر نبوده است. نتایج تحقیقی در پخش سیلاب پلدشت نشان داد که پخش سیلاب موجب افزایش عناصر غذایی اصلی خاک شده که به تبع آن امکان کاهش کاربرد کود به وجود آمده است (Sokouti

از جمله اهداف مهم و قابل پیش‌بینی حاصل از اجرای طرح پخش سیلاب بر آبخوان در عرصه‌های مختلف کشور می‌باشد. پخش سیلاب، فنی است که به موجب آن سیلاب‌ها از مسیر متعارف یک آبراهه، مسیل یا خشکه رود منحرف شده و در سطح اراضی مجاور به وسیله عملیات مکانیکی پخش می‌شود به نحوی که بتواند در بهبود زراعت و پوشش گیاهی و تغذیه آبخوان‌ها موثر واقع شود و مانع از هرز رفتن آب گردد. این روش در مناطقی که جریان آب‌های هرز و سطحی مصادف با فصل رویش گیاهان منطقه باشد بهترین نتیجه حاصل خواهد شد (مسلمی، ۱۳۹۴). پخش سیلاب یکی از مهم‌ترین اقدامات حفاظت و اصلاح خاک است که نه تنها مانع هدر رفت سیلاب می‌شود، بلکه باعث افزایش نفوذ آب، افزایش باروری خاک، کاهش خسارات ناشی از سیل، احیای مراتع و به مبارزه با بیابان‌زایی کمک می‌کند (Dahmardeh Ghaleno et al. 2013). اجرای طرح‌های پخش سیلاب افزون بر حل بخش عظیمی از مسائل ناشی از جاری شدن سیلاب‌ها و هدر رفت آن‌ها می‌تواند راه‌کارهای زیر بنایی برای حل مسائل مهمی چون گسترش بیابان‌ها، تخریب مراتع، تغذیه آبخوان‌ها، توسعه منابع آبی و توسعه پایدار منابع طبیعی تجدید شونده و کشاورزی شود به طوری که از این طریق امکان حل مسائل اجتماعی و اقتصادی ذی‌ربط در کشور نیز فراهم شود (مسلمی، ۱۳۹۴). در حال حاضر در بسیاری از نقاط ایران، طرح‌های بهره‌وری از سیلاب و تغذیه آبخوان‌ها به مرحله اجرا یا بهره‌برداری در آمده است. در این طرح‌ها، ورود حجم زیادی از سیلاب حاوی بار معلق فراوان با منشاءهای متفاوت، از یک طرف با بر جا گذاشتن رسوبات فراوان و از سوی دیگر با ته نشست رسوبات ریزدانه همراه با سیلاب‌های نفوذی در آبرفت‌ها به مرور زمان سبب تغییراتی در خصوصیات خاک می‌شود. لذا به نظر می‌رسد با گذشت زمان این طرح‌ها کارایی خود را از دست بدهند و از سوی دیگر، در خاک‌های با حاصل خیزی کم‌تر و بافت درشت، رس موجود در سیلاب ممکن است سبب افزایش حاصل خیزی خاک و بهبود

تیمارهای مورد مطالعه نشان نداده است. نتایج پژوهش ابوطالبی و همکاران (۱۳۹۷) در پخش سیلاب کاشمر نشان داد؛ مقدار پتاسیم خاک و درصد شن، سیلت و رس در عمق ۵۰-۰ سانتی متری خاک تفاوت معنی داری در سطح پنج درصد بین کانال های عرصه ی پخش و شاهد نداشت. مقدار pH در عرصه ی پخش نسبت به عرصه ی شاهد افزایش معنی دار و مقدار EC، بی کربنات، کلر، سولفات و سدیم کاهش معنی دار در سطح یک درصد داشت. بدین ترتیب منابع علمی موجود نشان دهنده اثرات مثبت و منفی پخش سیلاب بر منابع خاکی است، بنابراین استفاده از سیلاب ها در مناطق مختلف مستلزم شناخت کامل از چگونگی این اثرات است. با توجه به این که از زمان اجرای پخش سیلاب میمند شهر تاکنون هیچ گونه پژوهشی صورت نگرفته است. در این پژوهش، اثرات پخش سیلاب بر برخی از تغییرات فیزیکی و شیمیایی در عرصه های پخش سیلاب در آبخوان میمند واقع در استان کرمان بعد از گذشت پانزده سال از تأسیس آن مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

ایستگاه آبخوانداری میمند در خاتون آباد، شهر بابک و به فاصله ۲۱۰ کیلومتری از مرکز استان (در محدوده m E ۳۴۱۵۶۷،۴۶ و m N ۳۳۳۵۱۸۷،۶۳) واقع شده است (شکل ۱). مساحت کل ایستگاه می باشد. حوزه آبخیز میمند شامل سه رودخانه فصلی کرم، میمند و آبدر، از شرق به منطقه چنار و گلاب از غرب به منطقه آبدر، از شمال به حوزه ریس، هرج و پا قلعه و از جنوب به دشت خاتون آباد منتهی می شود. پخش سیلاب میمند در حاشیه کویر لوت و روی مخروط افکنه حاصل از واریزه های ارتفاعات حدفاصل شهرستان رفسنجان و شهر بابک و در ۲۰ کیلومتری دهانه خروجی حوزه خاتون آباد در سال ۱۳۸۲ توسط اداره کل منابع طبیعی استان و آبخیزداری استان کرمان انجام شد. حداقل ارتفاع از سطح دریا در خروجی

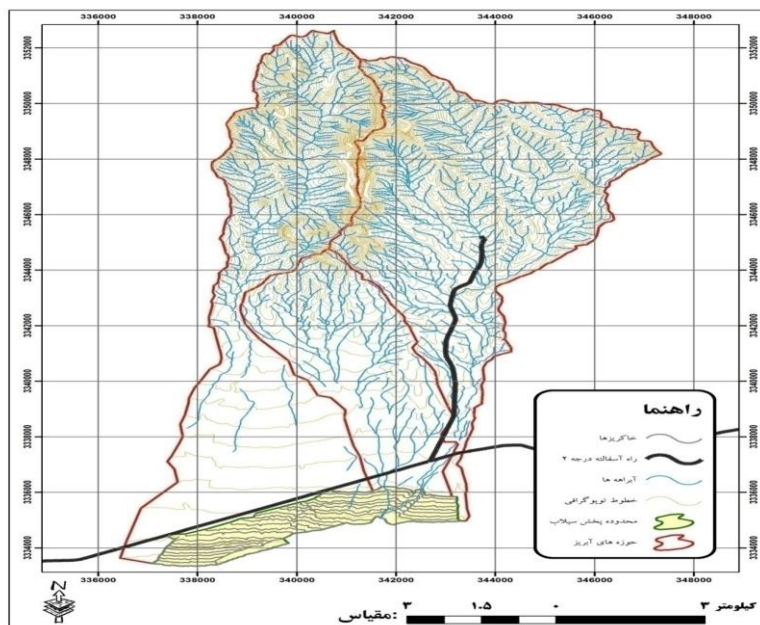
(Oskoe et al., 2015). سیانت لائورنت و همکاران (۲۰۱۶) تاثیر سیلاب را بر غلظت کربن آلی رسوبات های طبیعی پخش سیلاب، با استفاده از مدل رقومی ارتفاع آبرفتی بررسی کردند؛ نتایج کار آنان نشان داد که مقدار کربن آلی خاک در مناطق سیل گیر به طور قابل توجهی نسبت به مناطق بدون سیل، به دلیل فرسایش و آبشویی سطح خاک کاهش یافته است. در پژوهشی دیگر، شمس الدین و همکاران (۲۰۱۶) به مطالعه ی اثر سیل های دسامبر ۲۰۱۴، بر تغییرات فیزیکی و شیمیایی خاک در کلانتان مالزی پرداختند؛ یافته های این پژوهش نشان داد که میزان مواد آلی و تجمع ذرات لای در زمین های پایین دست، افزایش و در مقابل اسیدیته ی آبرفت 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. نتایج پژوهش فاضل پور و همکاران (۱۳۹۵) در ارزیابی تاثیر پروژه های پخش سیلاب بر ویژگی های خاک در استان یزد، نشان داد که خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در عرصه پخش سیلاب بافق با شاهد تفاوت معنی داری نداشته است. در هرات در برخی پارامترها نظیر هدایت الکتریکی، واکنش اشباع خاک، کلسیم و پتاسیم در عمق های محدودی تفاوت معنی داری داشته، ولی در مهریز در بیشتر پارامترهای شیمیایی مورد بررسی تفاوت معنی دار و روند کاهشی داشته است. نتایج پژوهش عسکری دهنو و همکاران (۱۳۹۶) نشان دهنده ی افزایش معنی دار مقدار ماده آلی، فسفر کل، کلسیم و منیزیم، و کاهش معنی دار سدیم قابل جذب، پتاسیم قابل جذب و نسبت جذب سدیمی، هدایت الکتریکی در عرصه ی آگیری، در سطح یک درصد معنی دار بوده است. جلیلیان و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی پخش سیلاب بر خواص خاک نتیجه گرفتند که پخش سیلاب باعث افزایش معنی دار درصد شن و ازت کل و کاهش معنی دار درصد سیلت و پتاسیم نسبت به تیمار شاهد شده و همچنین، درصد رس و ماده آلی، مقادیر اسیدیته خاک، هدایت الکتریکی و فسفر خاک هیچ گونه اختلاف معنی داری را در

متر می‌باشد (اکبری، ۱۳۹۷). بر اساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی سینوپتیک شهر بابک، آب و هوای آبدی میمند از نوع معتدل کوهستانی بوده و دارای زمستان‌های سرد همراه با بارندگی و تابستان‌های نسبتاً معتدل است، متوسط بارش ۱۶۲ میلی‌متر در سال می‌باشد که بیشترین بارش در فصل زمستان است.

حوزه میمند ۱۹۳۰ متر و حداکثر ارتفاع آن ۳۰۱۸ متر از سطح دریا می‌باشد. کل مساحت حوزه آبخیز در بالا دست ۱۱۵/۲ کیلو متر مربع می‌باشد. دبی پیک سیلاب ۱۳/۳۴ متر مکعب بر ثانیه، متوسط آورد سالانه سیلاب $10^6 \times 8/75$ متر مکعب می‌باشد. تعداد کانال‌های پخش ۲۳ کانال با فاصله تقریبی بین اولین کانال با آخرین کانال ۴۵۶۰ متر و طول کانال اصلی ۳۴۳۰



شکل ۱- موقیت نمایی کلی از طرح پخش سیلاب میمند



شکل ۲- وضعیت کلی حوزه پخش سیلاب آبخیز میمند

سه نمونه خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر و جمعاً نه نمونه خاک (نه نمونه خاک منطقه پخش سیلاب) منطقه ابتدا، وسط و انتهای پخش سیلاب (هر منطقه سه نمونه از یک کانال) و ۳ نمونه خاک منطقه شاهد برداشت و به آزمایشگاه خاکشناسی ارسال شدند (خاک‌ها قبل از انجام آنالیزها، به مدت ۴۸ ساعت روی ورقه‌های پلاستیکی در هوای آزاد در سایه قرار داده شد و کاملاً خشک گردیده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شده‌اند). پس از جمع‌آوری داده‌ها و ثبت اطلاعات تجزیه و تحلیل آماری طرح به کمک نرم‌افزار آماری MSTA_C و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن انجام و گراف‌ها در Excel ترسیم گردید.

نتایج و بحث

نتایج آزمایشات روی نمونه‌های خاک در سه قسمت منطقه پخش سیلاب (ابتدا، وسط و انتها) و منطقه شاهد در جداول ۱ و ۲ آورده شده است.

جهت بررسی و جمع‌آوری نمونه خاک با توجه به فاصله ۴۵۶۰ متری کانال ورودی تا آخرین کانال، محدوده پخش سیلاب به سه قسمت تقسیم شد. در هر قسمت ۱۵۲۰ متری، بطور تقریبی ۸ کانال وجود داشت. لذا جهت نمونه‌گیری سه نوار از سه منطقه (ابتدا، وسط و انتهای منطقه پخش سیلاب) در نظر گرفته شدند. نوار اول، منطقه ابتدایی یعنی پشته‌های نزدیک به ورودی (از ۸ کانال اولیه ورودی کانال شماره ۴)، نوار دوم، پشته‌های واقع در منطقه وسط پخش سیلاب (کانال شماره ۱۲) و نوار سوم فاصله دورتری از منطقه ورود آب به عرصه پخش سیلاب یعنی منطقه انتهایی را در بر می‌گیرد (کانال شماره ۲۰). منطقه‌ای در نزدیکی منطقه پخش سیلاب که عملیات پخش سیلاب در آن صورت نگرفته، به عنوان منطقه شاهد در نظر گرفته شد (نمونه‌برداری از منطقه شاهد از نقاطی که دارای تجانس از نظر تیپ خاک و زمین‌شناختی و نوع کاربری با منطقه آبیگری شده‌دارند، انجام گرفت). در هر کدام از این سه نوار انتخاب شده

جدول ۱- نتایج آنالیز نمونه خاک در منطقه شاهد

ردیف	نمونه خاک ۱	نمونه خاک ۲	نمونه خاک ۳	میانگین نمونه‌ها
درصد شن	۴۳/۱	۴۷/۲	۴۵/۴	۴۵/۲
درصد رس	۲۱/۵	۲۳/۴	۲۳/۹	۲۳
درصد سیلت	۳۵/۴	۲۸/۹	۳۰/۸	۳۱/۷
درصد ماده آلی	۰/۱۹۹	۰/۲۱۰	۰/۱۹۶	۰/۲۰۲
شوری (میکروموس بر سانتی‌متر)	۰/۶۳۴	۰/۵۴۰	۰/۵۷۵	۰/۵۸۳
اسیدیته	۷/۷	۷/۸	۷/۵	۷/۷
ازت کل (درصد)	۰/۰۲۰۹	۰/۰۲۱۰	۰/۰۲۰۵	۰/۰۲۰۸
اشباع (درصد)	۳۸/۲	۳۲/۱	۳۹	۳۶/۴
P (Ppm)	۱۱/۴	۱۲/۲	۱۱/۲	۱۱/۶
K (Ppm)	۲۹۱	۲۹۷	۳۲۶	۳۱۱/۷

جدول ۲- نتایج آنالیز نمونه خاک در منطقه پخش سیلاب

ردیف	ابتدای منطقه پخش سیلاب			وسط منطقه پخش سیلاب			انتهای منطقه پخش سیلاب		
	نمونه ۱	نمونه ۲	نمونه ۳	نمونه ۱	نمونه ۲	نمونه ۳	نمونه ۱	نمونه ۲	نمونه ۳
درصد شن	۲۷/۴	۲۴/۶	۳۰/۱	۲۶/۵	۲۹/۶	۲۴/۷	۲۶/۹	۲۴/۸	۲۴/۷
درصد رس	۳۱/۹	۳۲/۸	۳۱/۱	۳۳/۷	۳۴/۷	۳۲/۳	۳۴/۶	۳۶/۷	۳۷/۴
درصد سیلت	۳۱/۷	۴۳/۶	۳۱/۸	۳۵/۷	۳۹/۲	۴۰	۳۸/۳	۳۵/۶	۳۸/۹
درصد ماده آلی	۰/۲۴	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۲۴۹	۰/۲۶۳	۰/۲۶۲	۰/۲۵۵
EC (میکروموس)	۰/۶۸۰	۰/۷۹۰	۰/۶۳۷	۰/۷۰۲	۰/۷۸۰	۰/۷۴۰	۰/۷۳۴	۰/۷۹۴	۰/۶۸۵
PH	۷/۵	۷/۸	۷/۸	۸/۱	۷/۸	۷/۹	۷/۹	۷/۹	۷/۶
درصد اشباع	۲۶/۷	۲۲/۹	۲۸/۴	۲۶	۲۷/۸	۲۸/۶	۲۸/۷	۳/۲۸	۳۰/۹
درصد ازت کل	۰/۰۲۰۵	۰/۰۲۱۰	۰/۰۲۰۷	۰/۰۲۰۰	۰/۰۱۷۲	۰/۰۱۹۰	۰/۰۱۷۹	۰/۰۱۶۶	۰/۰۱۴۰
P (Ppm)	۱۲/۸	۱۲/۴	۱۱/۳	۱۲/۲	۱۳/۵	۱۲/۸	۱۳/۹	۱۳/۵	۱۶/۳
K (Ppm)	۳۴۰	۳۵۲	۳۴۲	۳۴۴/۷	۳۶۶	۴۰۹	۳۸۰	۴۰۸	۳۹۸/۲

نتایج بررسی اثر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی در منطقه میمند
بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) پخش سیلاب بر تمامی صفات فیزیکی مورد مطالعه اثر معنی دار داشته و نمودارهای ۱ تا ۱۰ به طور کامل بیان شده است.

نتایج بررسی اثر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی در منطقه میمند
بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) پخش سیلاب بر تمامی صفات فیزیکی مورد مطالعه اثر معنی دار داشته و نمودارهای ۱ تا ۱۰ به طور کامل بیان شده است.

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس اثر پخش سیلاب بر برخی ویژگی‌های خاک در منطقه میمند شهر بابک

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد شن	درصد رس	درصد سیلت	ازت کل	EC	PH	درصد ماده آلی	P	K
بلوک (تکرار)	۲	۱/۰۷۷	۰/۳۸۱	۱/۲۶۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۲۳	۱۴/۶۵۶	۰/۱۶۶	۵۱/۴۰۳
پخش سیلاب	۳	۲۷۳/۱۱۱*	۱۰/۱۸۱۰*	۱۵/۰۸۶*	۰/۰۱۴*	۰/۰۲۲*	۰/۰۴۶**	۵۹/۱۷۶*	۷/۰۱۴*	۴۱۸۲/۴۴۸*
خطای آزمایش	۶	۵/۶۳۷	۱/۳۵۰	۴/۳۴۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۳۲	۳/۴۲۵	۱/۰۲۷	۶۴۵/۰۴۸

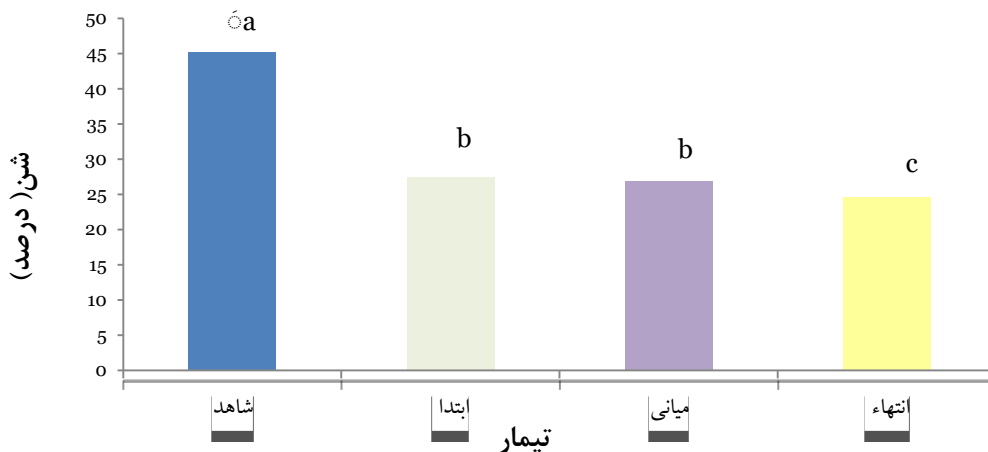
** معنی دار در سطح ۱٪

* معنی دار در سطح ۵٪

n.s معنی دار نیست

اثر پخش سیلاب بر درصد شن خاک
بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر پخش سیلاب بر درصد شن نسبت به شاهد معنی دار بود ($p \leq 5$). نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از اثر مثبت پخش سیلاب بر کاهش درصد شن بافت خاک در منطقه پخش سیلاب نسبت به شاهد بود. میزان درصد شن در منطقه ابتدای پخش سیلاب در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳ و نمودار ۱).

منطقه میانی و انتها بیش تر بود. حداکثر میزان درصد شن به میزان ۲۶/۹، ۲۷/۴، ۴۵/۲ و ۲۴/۴ درصد به ترتیب در تیمارهای شاهد، ابتدا، میانی و انتهای منطقه پخش سیلاب به دست آمد. منطقه میانی و انتهای پخش سیلاب در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳ و نمودار ۱).

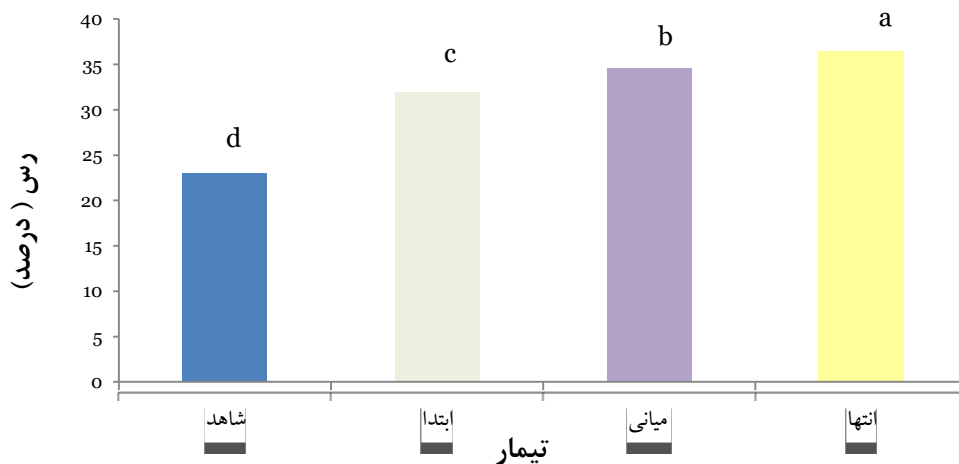


نمودار ۱- مقایسه میانگین اثر پخش سیلاب بر درصد شن بافت خاک در منطقه میمند (دانکن ۵٪)

پخش سیلاب) بود. میزان درصد رس در منطقه ابتدایی پخش سیلاب نسبت به منطقه میانی و انتهایی کمتر بود. حداکثر میزان درصد رس به میزان ۳۶/۵، ۳۴/۶، ۳۱/۹ و ۲۳ درصد به ترتیب در تیمارهای انتها، میانی، ابتدایی منطقه پخش سیلاب و شاهد به دست آمد (جدول ۱ و نمودار ۴).

- اثر پخش سیلاب بر درصد رس خاک

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر پخش سیلاب بر درصد رس نسبت به شاهد معنی دار بود ($p \leq 5$). نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از اثر مثبت پخش سیلاب بر افزایش درصد رس بافت خاک در منطقه پخش سیلاب نسبت به شاهد (عدم

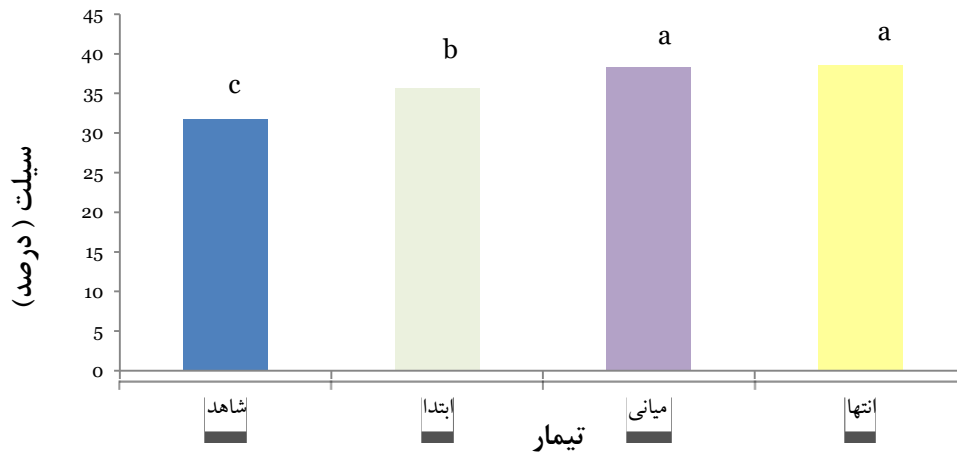


نمودار ۲- مقایسه میانگین اثر پخش سیلاب بر درصد رس بافت خاک در منطقه میمند (دانکن ۵٪)

ابتدایی پخش سیلاب نسبت به منطقه میانی و انتهایی کمتر بود. حداکثر میزان درصد سیلت به میزان ۳۸/۶، ۳۸/۳، ۳۵/۷ و ۳۱/۷ درصد به ترتیب در تیمارهای انتها، میانی، ابتدایی، منطقه پخش سیلاب و شاهد به دست آمد (جدول ۳ و نمودار ۲).

- اثر پخش سیلاب بر درصد سیلت خاک

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر پخش سیلاب بر درصد سیلت بافت خاک نسبت به شاهد معنی دار بود ($p \leq 5$). نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از اثر مثبت پخش سیلاب بر افزایش درصد سیلت بافت خاک در منطقه پخش سیلاب نسبت به شاهد (عدم پخش سیلاب) بود. میزان درصد رس در منطقه

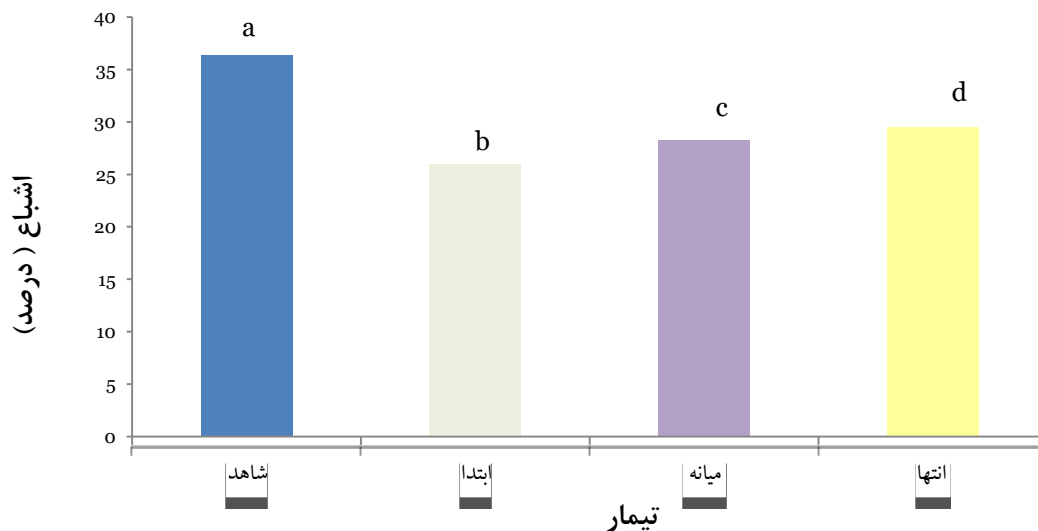


نمودار ۳- مقایسه میانگین اثر پخش سیلاب بر درصد سیلت بافت خاک در منطقه میمند (دانکن ۵٪)

خاک در ابتدای منطقه طرح پخش سیلاب نسبت به مناطق میانی و انتهایی کاهش بیش تری نسبت به شاهد داشت. حداقل میزان اشباع خاک به میزان ۲۶، ۲/۳، ۲۹/۵ و ۳۶/۴ درصد به ترتیب در ابتدا، میان، انتهای منطقه پخش سیلاب و شاهد بدست آمد (جدول ۳ و نمودار ۴).

اثر پخش سیلاب بر درصد اشباع خاک

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر پخش سیلاب بر درصد اشباع خاک معنی دار بود ($p \leq 5$). نتایج مقایسه میانگین ها حاکی از اثر معنی دار پخش سیلاب بر درصد اشباع خاک بود. پخش سیلاب موجب کاهش درصد اشباع خاک گردید. درصد اشباع



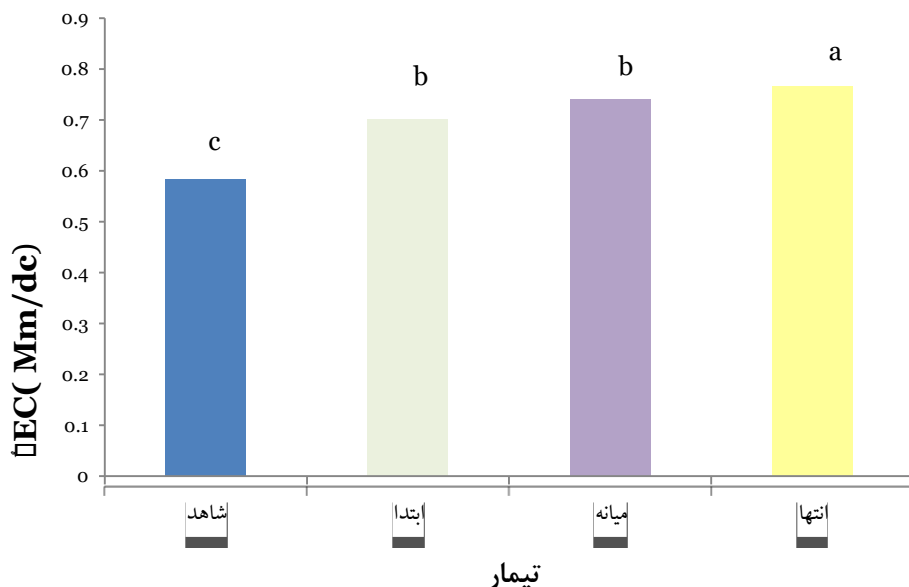
نمودار ۴- مقایسه میانگین اثر تیمار پخش سیلاب بر درصد اشباع خاک پخش سیلاب میمند (دانکن ۵٪)

حاکی از اثر معنی دار پخش سیلاب بر هدایت الکتریکی خاک بود. پخش سیلاب موجب افزایش هدایت الکتریکی خاک نسبت به شاهد گردید که این نتیجه با نتیجه ابوطالبی و همکاران (۱۳۹۷) در پخش سیلاب کاشمر مطابقت و مخالف نتایج Rao و همکاران (۱۹۹۶) است. هدایت الکتریکی خاک در ابتدای

- اثر پخش سیلاب بر خصوصیات شیمیایی خاک (درصد اشباع، هدایت الکتریکی و اسیدیته) در منطقه میمند
- اثر پخش سیلاب بر هدایت الکتریکی (EC) خاک
طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر پخش سیلاب بر هدایت الکتریکی خاک معنی دار بود ($p \leq 5$). نتایج مقایسه میانگین ها

میکروموس بر سانتی‌متر به ترتیب در انتها، میان، ابتدای منطقه پخش سیلاب و شاهد به‌دست آمد (جدول ۳ و نمودار ۵).

منطقه طرح پخش سیلاب نسبت به مناطق میانی و انتهایی افزایش کم‌تری نسبت به شاهد داشت. حداکثر میزان هدایت الکتریکی خاک به میزان ۰/۷۶۶، ۰/۷۴۰، ۰/۷۰۲ و ۰/۵۸۳



نمودار ۵- مقایسه میانگین اثر تیمار پخش سیلاب بر هدایت الکتریکی خاک پخش سیلاب میمند (دانکن ۵٪)

مناطق میانی و ابتدایی افزایش بیشتری نسبت به شاهد داشت. حداکثر ماده آلی کل خاک به میزان ۰/۲۶۵، ۰/۲۶۳، ۰/۲۲۰ و ۰/۲۰۱ به ترتیب در انتها، میان، ابتدای منطقه پخش سیلاب و شاهد بدست آمد. میانه و انتهایی منطقه پخش سیلاب از نظر میزان ماده آلی در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳ و نمودار ۶).

افزایش ماده ی آلی در عرصه های آبیاری شده، حاکی از انباشت مواد و عناصر غذایی حمل شده به وسیله ی جریان های سیلابی است؛ به طوری که مطابق مطالعات صورت گرفته ی پژوهشگرانی همچون جوردن و همکاران (۲۰۰۳) و برآبادی و همکاران (۲۰۱۲) جداسازی و انتقال مواد و عناصر غذایی و ترسیب آن ها در عرصه های پخش سیلاب، از مهم ترین دلایل افزایش مواد غذایی است.

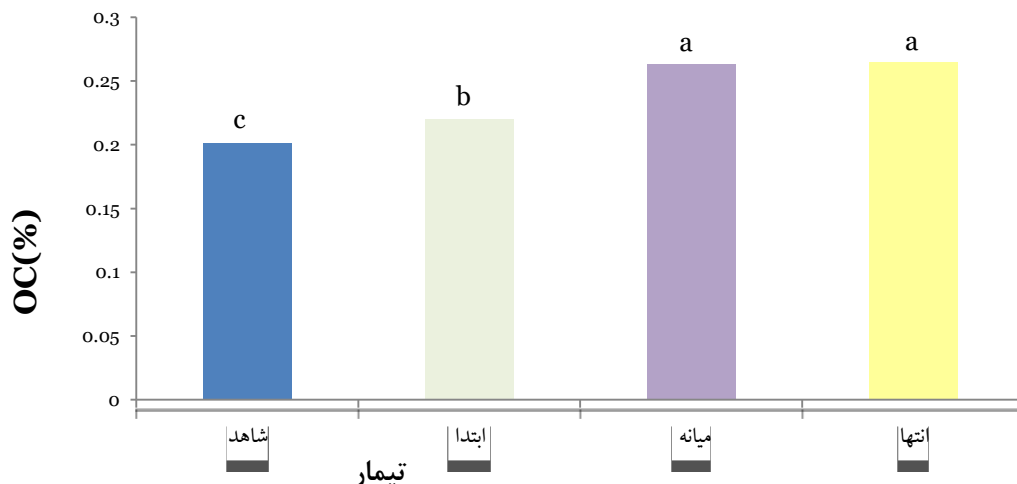
- اثر پخش سیلاب بر اسیدیته خاک

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر پخش سیلاب بر اسیدیته خاک در هر سه منطقه پخش سیلاب و شاهد تفاوت معنی دار آماری نداشت. این نتایج مخالف نتایج نادری و همکاران (۲۰۰۰) در پخش سیلاب بم می باشد (جدول ۳).

اثر پخش سیلاب بر خصوصیات حاصل خیزی خاک (N, P, K و O C) منطقه میمند

- اثر پخش سیلاب بر درصد ماده آلی خاک

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر پخش سیلاب بر درصد ماده آلی خاک معنی دار بود ($p \leq 5$). نتایج مقایسه میانگین ها حاکی از اثر معنی دار پخش سیلاب بر ماده آلی خاک بود. پخش سیلاب موجب افزایش ازت کل خاک نسبت به شاهد گردید. ماده آلی خاک در انتهایی منطقه طرح پخش سیلاب نسبت به

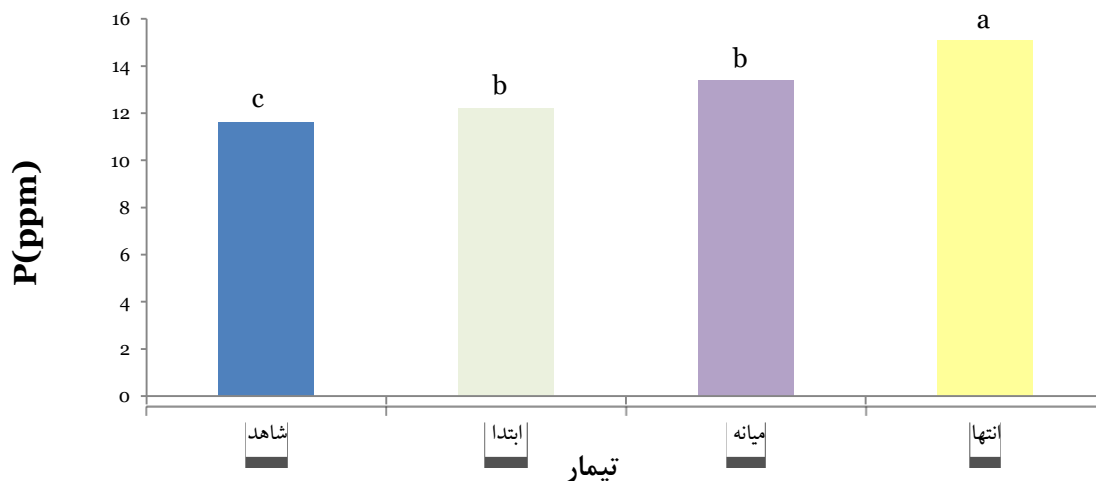


نمودار ۶- مقایسه میانگین اثر تیمار پخش سیلاب بر ماده آلی پخش سیلاب میمند (دانکن ۵٪)

انتهای منطقه طرح پخش سیلاب نسبت به مناطق میانی و ابتدایی افزایش بیشتری نسبت به شاهد داشت. حداکثر میزان فسفر خاک به میزان ۱۳/۴، ۱۵/۱، ۱۲/۲ و ۱۱/۶ پی پی ام به ترتیب در ابتدا، میان، انتهای منطقه پخش سیلاب و شاهد بدست آمد. منطقه ابتدایی و میانی پخش سیلاب از نظر میزان فسفر در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳ و نمودار ۷).

- اثر پخش سیلاب بر فسفر خاک

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر پخش سیلاب بر فسفر خاک معنی دار بود ($p \leq 5$). نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از اثر معنی دار پخش سیلاب بر فسفر خاک بود. پخش سیلاب موجب افزایش فسفر خاک نسبت به شاهد گردید. فسفر خاک در



نمودار ۷- مقایسه میانگین اثر تیمار پخش سیلاب بر فسفر خاک پخش سیلاب میمند (دانکن ۵٪)

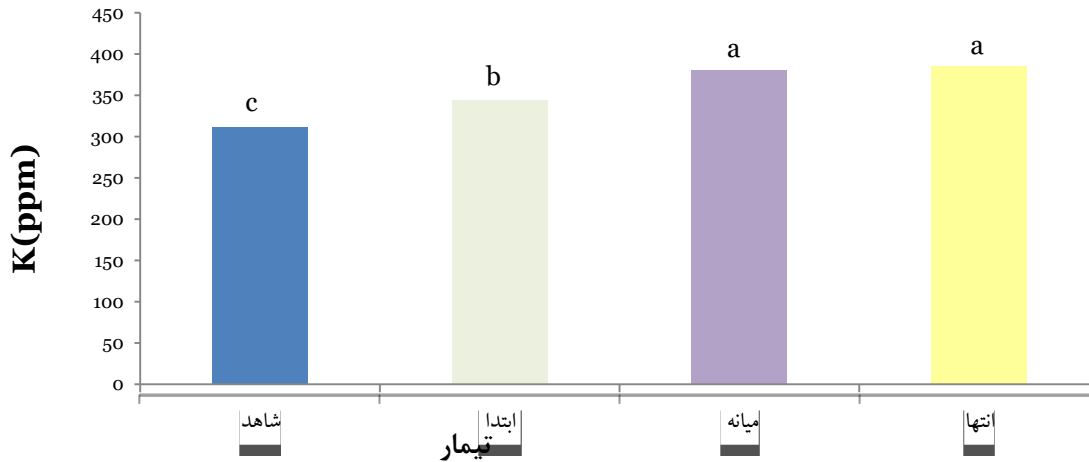
صورت گرفته‌ی کسانی همچون جردن و همکاران (۲۰۰۳) و برانسون (۱۹۵۶)، عنصر پتاسیم قابلیت تحرک و انتقال بالایی دارد که افزایش آن را نیز در خاک عرصه‌های پخش سیلاب می‌توان به قابلیت انتقال آسان آن به وسیله ی جریان های سیلابی مربوط دانست.

- اثر پخش سیلاب بر پتاسیم خاک

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر پخش سیلاب بر پتاسیم خاک معنی دار بود ($p \leq 5$). نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از اثر معنی دار پخش سیلاب بر میزان پتاسیم خاک بود. طی مطالعات

۳۸۰، ۳۴۴/۷ و ۳۱۱/۷ پی پی ام به ترتیب در ابتدا، میان، انتهای منطقه پخش سیلاب و شاهد به دست آمد منطقه انتهایی و میانی پخش سیلاب از نظر میزان پتاسیم در یک گروه اماری قرار گرفتند (جدول ۳ و نمودار ۸).

پخش سیلاب موجب افزایش پتاسیم خاک نسبت به شاهد گردید به طوری که این افزایش در طول منطقه پخش سیلاب متفاوت بود. میزان پتاسیم خاک در انتهای منطقه طرح پخش سیلاب نسبت به مناطق میانی و ابتدایی افزایش بیشتری نسبت به شاهد داشت. حداکثر میزان پتاسیم خاک به میزان ۳۸۵/۴،

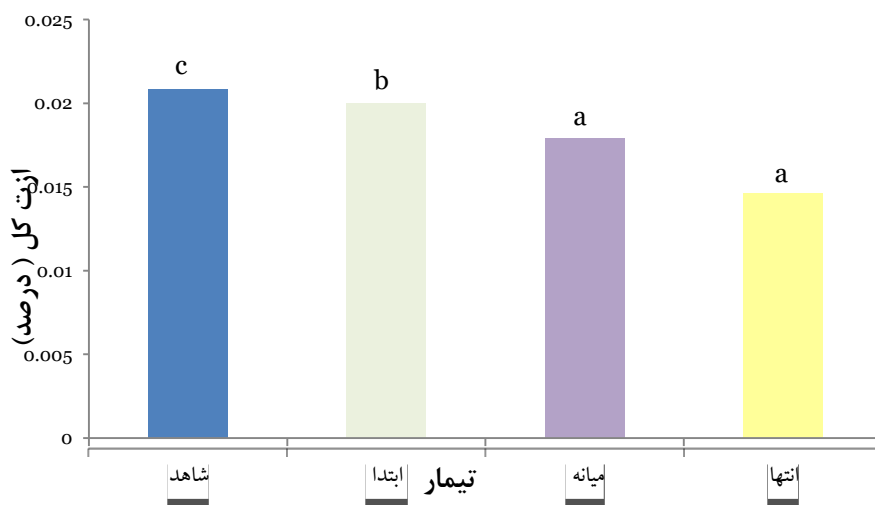


نمودار ۸- مقایسه میانگین اثر تیمار پخش سیلاب بر پتاسیم خاک پخش سیلاب میمند (دانکن ۵٪)

طوری که این کاهش در طول منطقه پخش سیلاب متفاوت بود. میزان ازت خاک در انتهای منطقه طرح پخش سیلاب نسبت به مناطق میانی و ابتدایی کاهش بیشتری نسبت به شاهد داشت. (جدول ۳ و نمودار ۹).

اثر پخش سیلاب بر ازت کل خاک

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر پخش سیلاب بر ازت کل خاک معنی دار بود ($p \leq 5$). نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از اثر معنی دار پخش سیلاب بر میزان ازت کل خاک بود. پخش سیلاب موجب کاهش ازت کل خاک نسبت به شاهد گردید، به



نمودار ۹- مقایسه میانگین اثر تیمار پخش سیلاب بر ازت کل خاک پخش سیلاب میمند (دانکن ۵٪)

نتیجه گیری

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حاصل خیزی خاک در منطقه پخش سیلاب و شاهد بود. مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده تفاوت معنی دار بین صفات فیزیکی خاک (درصد شن، رس، سیلت)، صفات شیمیایی (هدایت الکتریکی، درصد اشباع) و حاصل خیزی خاک (ماده آلی، فسفر، پتاسیم) بین منطقه شاهد و پخش سیلاب مشاهده شد. به طور کلی در اغلب صفات مورد مطالعه اعم از فیزیکی، شیمیایی و حاصل خیزی پخش سیلاب موجب افزایش پارامترهای مورد مطالعه گردید. نتایج حاصل با گزارشات سررشته‌داری (۱۳۸۳) در پخش سیلاب آبخوان آب باریک بم بر روی خصوصیات خاک به ویژه حاصلخیزی خاک، جوادی و همکاران (۱۳۸۹) در عرصه پخش سیلاب منطقه جاجرم خراسان شمالی، مسلمی (۱۳۹۷) در منطقه پخش سیلاب تیغ سیاه- هشت‌بندی، نصرتی و محمدی (۱۳۹۵) در عرصه پخش سیلاب دشت ذهاب، استان کرمانشاه هماهنگ می‌باشد. در تمامی گزارشات ذکر شده نتایج نشان دهنده افزایش معنی دار میانگین درصد رس، سیلت، اشباع خاک، کربن آلی، هدایت الکتریکی، ازت کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب و کاهش معنی دار درصد ماسه و اسیدپتیه در مناطق تحت اجرا نسبت به مناطق شاهد بوده است. دلایل متعددی جهت اختلاف بافت خاک (ویژگی فیزیکی) منطقه پخش سیلاب و شاهد وجود دارد لیکن دلیل اصلی این امر حمل و انتقال املاح رس و سیلت توسط سیلاب و پخش شدن در منطقه انجام عملیات می‌باشد. شدت و مدت سیل نقش بسزایی در میزان و چگونگی مواد حمل شده از جمله شن، رس، و سیلت دارد. همچنین جنس ماده مادری (کوه‌های سرچشمه و مسیر سیل) نیز نقش اساسی در آورد سالیانه ترکیبات رسوبی دارد. در خصوص ویژگی‌های شیمیایی مورد مطالعه از جمله مقدار هدایت الکتریکی و اسیدپتیه نتایج نشان دهنده افزایش معنی دار دو پارامتر ذکر شده در منطقه اجرای طرح نسبت به شاهد (عدم پخش سیلاب) بود از دلایل مهم این اختلاف می‌توان آهکی بودن ساختار مواد مادری رسوبات حمل شده، وجود و حمل برخی کاتیون‌ها و آنیون‌ها از جمله سدیم، بی‌کربنات و غیره را نام برد که موجب تغییر در میزان اسیدپتیه و هدایت الکتریکی خاک و بالطبع درصد اشباع خاک می‌گردند. پخش سیلاب

موجب افزایش عناصر غذایی ماکرو از جمله ازت، فسفر و پتاسیم و همچنین درصد ماده آلی خاک گردید. دلیل اصلی این افزایش حمل کلونیدهای رسی خاک و انتقال عناصر غذایی چسبیده به این کلونیدها به منطقه پخش سیلاب می‌باشد. در پایان چنین می‌توان نتیجه گرفت که پخش سیلاب موجب افزایش خواص فیزیکی، شیمیایی و حاصل خیزی خاک می‌شود.

منابع

- ابوطالبی، م. آذرخشی، م. نظری سامانی، ع.ا. و محمدی گلرنگ، ب. ۱۳۹۷. نفوذ عمقی رسوب و اثرات آن بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در پخش سیلاب کاشمر. نشریه هیدروژئومرفولوژی، ۵(۱۷): ۱۴۴-۱۲۵.
- اکبری، ع. ۱۳۹۷. اثر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در منطقه میمند شهر بابک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی- آبخیزداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات سیرجان، ۵۳ صفحه
- بی نام، ۱۳۷۲، گزارش دستی اولیه مطالعات پخش سیلاب میمند شهر بابک، آرشیو گزارشات اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری کرمان، ص: ۲۸.
- حسینی، ز. ۱۳۹۲. ارزیابی اثرات پروژه های آبخیزداری اجرا شده (مطالعه موردی: پخش سیلاب تاسران استان همدان). پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد.
- جلیلیان، ف. بهمنش، ب. محمد اسمعیلی، م. و غلامی، پ. ۱۳۹۶. مقایسه تغییرات پوشش گیاهی و خصوصیات خاک تحت تأثیر کاربری‌های پخش سیلاب، قرق و چرای دام. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۲۱(۲): ۴۳-۲۹.
- جوادی، م.ر. محمودی میان آباد، ا. ۱۳۸۹. بررسی اثرات پخش سیلاب در تغییر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: سیستم پخش سیلاب جاجرم). فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی، ۶(۱): ۱-۱۲.
- سررشته داری، ا. ۱۳۸۳. اثرات طرح پخش سیلاب بر نفوذ پذیری و حاصلخیزی خاک، پژوهش و سازندگی ۶۲: ۸۳-۹۰.
- سکوتی اسکوئی، ر. مهدیان، م.ح. ۱۳۸۸. بررسی تغییرات شوری و قلیائیت خاک در اثر پخش سیلاب بر آبخوان پلدشت. نشریه پژوهش‌های آبخیزداری، ۸۵: ۶۵-۵۹.

- Dahmardeh Ghaleno, M.R. Saberi, M. and Lalozaei, K. 2013. Studying the effects of flood water spreading on changes of topsoil and vegetation (case study: Hamun Region of Sistan, Iran), *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(7): 712-777.
- 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
- Naderi, A.A., Kowsar, S.A. and Sarafraz, A.A., 2000, Reclamation of a Sandy Desert Through Floodwater Spreading: L Sediment-Induced Changes in Selected Soil Chemical and Physical Properties, *Agriculture and Science Technology*, Vol. 2, PP. 9-20.
- Unger, I.M., P.P. Motavalli and R.M. Muzika. 2009. Changes in soil chemical properties with flooding: a field laboratory approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 131: 105-11
- Roa, A.S, K.C. Singh and J.R. Wight. 1996. Productivity of *C. Ciliaris* in relation to rainfall and fertilization. *Journal of Range Management*, 49: 143-146.
- Sokouti Oskoe, R. Mahdian, M.H and Razzagi, S. 2015. Feasibility of Recovering Soil Nutrients through Flood Water Spreading. *Journal Ecopersia*, 3(3):1089-1097.
- 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.
- عباسی، پ. بوستانی، ف. صادقی، ع.ر. ۱۳۹۳. اثرات پخش سیلاب و حوضچه های تغذیه مصنوعی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در حوضه آبخیز جونگان نورآباد ممسنی. نشریه منابع آب و توسعه، ۲(۲): ۱۲۳-۱۳۱.
- عسکری دهنو، ص. نهتانی، م. ده، م.ر. و محمدی، م. ۱۳۹۶. بررسی اثرات آبیگری موقت بستر تالاب هامون بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی هامون هیرمند. نشریه مهندسی آبیاری و آب ایران، ۸(۲): ۴۵-۵۵.
- عیسی زاده رازلیقی، ح. ۱۳۹۱. تأثیر پخش سیلاب بر برخی ویژگی های خاک (مطالعه موردی: در ایستگاه آبخوانداری پلدشت، آذربایجان غربی). پایان نامه کارشناسی ارشد علوم خاک- فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه تبریز. ۱۱۴ صفحه
- فاضل پور عقداپی، م.ر. ملکی نژاد، ح. اختصاصی، م.ر. برخوردار، ج. زارع چاهوکی، ا. ۱۳۹۵. ارزیابی تاثیر پروژه های پخش سیلاب بر ویژگی های خاک در استان یزد. نشریه مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران)، ۶۹ (۴): ۹۸۳-۹۹۷.
- مسلمی، ح. ۱۳۹۴. بررسی اثرات پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی دشت هشتبندی (استان هرمزگان)، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی- آبخیزداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات سیرجان، ۹۹ صفحه.
- مسلمی، ح. ۱۳۹۷. اثرات طرح پخش سیلاب بر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و حاصلخیزی خاک، مطالعه موردی: پخش سیلاب تیغ سیاه- هشتبندی در استان هرمزگان. مجله مهندسی و مدیریت آبخیز، ۱۰ (۱): ۸۰-۷۱.
- معظمی، م. ذرتی پور، ا. ۱۳۹۵. تعیین روند رسوبگذاری در سامانه پخش سیلاب به روش پایش تغییرات تصاویر ماهواره ای. نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک، ۲۳(۲): ۲۲۴-۲۱۱.
- نصرتی، ک. محمدی، ز. ۱۳۹۵. اثرات پخش سیلاب بر ویژگی های خاک و خصوصیات فیزیکی مخروط افکنه دشت ذهاب، استان کرمانشاه. مجله پژوهش های دانش زمین، ۷ (۲۷): ۶۵-۸۲.