پژوهش و سازندگی

شماره ۶۲، بهار۱۳۸۳

درمنابع طبیعی

اثرات طرح پخش سیلاب بر نفوذ پذیری و حاصلخیزی خاک

• **امیر سرشته داری**، مربی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران

تاریخ دریافت:آذرماه ۱۳۸۱ تاریخ پذیرش: مرداد ماه ۱۳۸۲

چکیده

کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک یک معضل عظیم و بحرانی می باشد. در حال حاضر این مشکل به شکلهای گوناگونی این مناطق را تهدید می کند. راههای مختلفی جهت مبارزه با این معظل وجود دارد که کشورهای درگیر به روشهای مختلف و با مدیریتهای گوناگون با آن برخورد می کنند. در حال حاضر برای استحصال آب با اهداف مورد نظر در ایران از روشهای مختلفی استفاده می شود. یکی از این روشها بهره برداری از سیلابها با استفاده از روش پخش سیلاب بر آبخوان ها است که مراحل تحقیقات تکمیلی و پایش عملکردهای آن در زمینه های مختلف در دست انجام می باشد. این طرح با هدف جمع آوری آب، کاهش فرسایش خاک و بهتر کردن پوشش گیاهی و با نگرشی چند منظوره به اجرا گذاشته شد. علی رغم گذشت شش سال از اجرای این طرح تاکنون هیچگونه ارزیابی مدون و سیستماتیکی برای بررسی دقیق اثرگذاری سیستم بر روی عاملهای اکولوژیکی انجام نشده است. این تحقیق در جهت رسیدن به بخشی از اهداف در زمینه ارزیابی اثرات اجرای طرح پخش سیلاب بر آبخوان آب باریک بم بر روی خصوصیات خاک و با تأکید بر حاصلخیزی خاک پیشنهاد و با تکیه بر استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیائی و استفاده از تصاویر ماهواره ای به مرحله اجرا گذاشته شد. محدوده پخش سیلاب آب باریک در حاشیه کویر لوت در واریزه های حاصل از سلسله جبال بارز قرار دارد. برای انجام این تحقیق نمونه برداری خاک جهت اندازه گیری ازت، فسفر، پتاسیم، pH، کربن آلی و EC همراه با اندازه گیری عمق رسوب منتقل شده و نفوذ پذیری در محدوده پخش سیلاب و در عرصه شاهد در اطراف این محدوده انجام گردید. نتایج نشان می دهد که عمق رسوب، نفوذپذیری، فسفر و کربن آلی در حد معنی داری افزایش یافته اند. در فواصل بین خاکریزها نیز تغییرات معنی داری در میزان هر کدام از این عوامل دیده می شود. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان می دهد که وضعیت خاک در مجموع بهتر شده است. این وضعیت شامل افزایش حاصلخیزی خاک و بهتر شدن وضعین بافت خاک در اثر رسوبگذاری در بهبود نگهداشت رطوبت می باشد.

کلمات کلیدی: حاصل خیزی خاک، پخش سیلاب، آبخوان داری

Pajouhesh & Sazandegi No: 62 pp: 83-92

Impact assessment of flood spreading project on infiltation rate and soil fertility

By: A. Sarreshtehdari, Scientific Staff of Soil Conservation and Watershed Management Research Center.

Water shortage is a critical problem in arid and semi-arid areas. At this time, this problem is threatening the areas in different cases. There are several methods for solving this problem with different management way. In Iran, there is used from different policies and methods for water harvesting. One of the methods which is implementing now in Iran, is Flood Spreading Project (FSP). This project is operating and actually, that is a research case. The FSP monitoring step has been started and it is continuing. The flood spreading objectives are water harvesting, soil conservation (water and wind) and vegetation cover improvement in the desert area with a multiple purpose point of view. Since the implementation of the FSP, there has not been any systematic evaluation to review the project. Therefore, this research tried that operates an impact assessment of the project based on soil productivity factors evaluation. There was assessed the changes before and after the implementation of the FSP.This project has been implemented in the province of Kerman in Abbarik site. This area has been located in margin of the Lout desert in alluvial fans of Jebal-e-Barez Mountain. There were carried out soil sampling, from the FSP and control area which measured factors were, nitrogen, phosphorous, potassium, organic carbon, pH, electrical conductivity (EC), transferred sediment depth and infiltration rate.The results show that sediment depth, infiltration rate, phosphorous and organic carbon increased significantly after the FSP. There were also significantly changes of some soil properties between the dikes. The results of this research indicates that there has been a generally improvement in soil condition. It illustrates that The FSP could be effective on soil productivity as a positive operation.

Key word: Soil productivity, Flood spreading, Abkhandari, Aquifer management

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

با افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به مواد غذائی و آب، اکوسیستمهای طبیعی دستخوش تغییرات فراوانی شده است. این تغییرات، فرسایش خاک، تخریب جنگلها و مراتع، بیابان زائی، آلودگی منابع محیط زیستی و دیگر مشکلات را در پی داشته و خواهد داشت. علاوه بر اینها معضلاتی همچون تغییر آب و هوا و افزایش گرمای زمین به تبع موارد بالا گریبان گیر محیط زیست شده است. دانشمندان و متخصصین منابع طبیعی به این نتیجه رسیده اند که تنها راهکاری را که برای مقابله با این تبعات می توان به آن دست یافت، روشهائی است که منتهی به بهره برداری بهینه از منابع طبیعی تجدید شونده و به خصوص آب وخاک می شود.

در مناطق خشک و نیمه خشک به علت فقدان اعمال مدیریت صحیح منابع طبیعی تجدید شونده، نه تنها بهره برداری درستی از منابع آب و خاک صورت نمی پذیرد بلکه حتی آب به صورت یک بلیه طبیعی درآمده و همه ساله جاری شدن تندآبها و سیلها باعث خسارات جانی و مالی فراوانی می گردد. یکی از مهمترین معضلات افزایش جمعیت، توسعه اراضی شهری و مسائل ناشی از گسترش شهرها در ایران است که بحران کمبود آب را در پی داشته است. این مسئله به طور کلی گریبان گیر کلیه مناطقی است که در محدوده اقالیم خشک و نیمه خشک کشور واقع شده اند. بهره گیری از سیلابها جهت تغذیه مصنوعی آبخوان ها، راهبردی برای تقویت و توسعه منابع آبی است که از دیرباز مورد توجه کارشناسان و روستائیان مناطق مختلف ایران بوده است. به طوری که پیشینه تغذیه مصنوعی در ایران به ۳۰۰۰ سال پیش باز میگردد و شاهد آن ابداع کاریز برای تأمین آب در مناطق خشک و نیمه خشک کشور است (۵).

دولتها و متخصصین حفاظت خاک و آبخیزداری عموماً با کاربرد راههای گوناگونی با این مسئله برخورد می نمایند و راه حلهای متفاوتی را برای آن پیشنهاد نموده اند. در حال حاضر برای استحصال آب با اهداف مورد نظر در ایران، از روشهای مختلفی استفاده می شود. یکی از روشها بهره برداری از سیلابها با استفاده از روش پخش سیلاب بر آبخوانها است که مراحل تحقیقات تکمیلی و پایش عملکردهای آن در زمینه های مختلف در دست انجام می باشد.

بنا به تعریف، پخش سیلاب عبارت از مجموعه عملیاتی است که موجب تمرکز و گسترده شدن آبهای غیر متمرکز یا پخش و گسترش آبهای سطحی متمرکز در اراضی کم شیب با خصوصیات متناسب با اهداف مورد نظر شده، باعث بهبود وضعیت و شرایط بهره وری از منابع آب و خاک، پوشش گیاهی و یا تغذیه مصنوعی آبهای زیر زمینی می شود. به طوری که به کارگیری این روش در نهایت مانع از هدر رفت آب می گردد. در مناطق خشک که تبخیر بالقوه چندین برابر نزولات آسمانی است، پخش سیلاب و نفوذ آب به توده خاک می تواند تا حد قابل توجهی از هدررفت تندآبها بکاهد. در ایران واژه پخش سیلاب بر آبخوان ها یا آبخوان داری از این جهت برگزیده شده است که بهره برداری از سیلابها از طریق پخش آب بر روی مخروطهای افکنه و دشتهای آبرفتی متشکل از رسوبات درشت دانه، با اهداف ایجاد مراتع مشجر، جنگل کاری و تولید چوب، احیاء منابع زیست محیطی، ایجاد محدوده های مناسب برای کشاورزی از طریق اصلاح خاکهای درشت دانه و بالاخره تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی در حجم زیاد برای افزایش توان بهره برداری از این منابع جهت رونق و توسعه کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک کشور مد نظر می باشد.

طرحهای تحقیقاتی آبخوان داری در ایران حدود ۶ سال است که در حال اجرا می باشد. آنچه که در مراحل مقدماتی پژوهشی مشخص است تغییرات قابل توجه در وضعیت پوشش گیاهی، بالا آمدن سطح سفره های آب زیرزمینی در ایستگاههای تحقیقات آبخوانداری می باشد. با این حال تاکنون تحقیقات لازم در مورد چگونگی این تغییرات صورت نگرفته و تأثیرگذاری آنها به ویژه بر روی خصوصیات خاک به خوبی مشخص نشده است. از اینرو، در تحقیق حاضر با هدف دستیابی به اثرات پخش سیلاب بر خصوصیات خاک سعی گردیده است در ایستگاه آبخوان داری آب باریک بم واقع در استان کرمان ابعاد مختلف موضوع مورد بررسی و نتایج تجزیه و تحلیل گردد.

پخش سیلاب بر آبخوان یک روش ساده برای استحصال سیلابهای حامل رسوبات می باشد که در اکثر نقاط کشور از دسترس خارج می شوند. در حالی که به نظر می رسد سیلابها دارای مواد غذائی غنی بوده، می توانند در حاصلخیزی مخروطهای افکنه و دشت های سیلابی متشکل از رسوبات درشت دانه مؤثر واقع شده، بهره برداری اقتصادی از آنها را امکان پذیر سازد. به طور مثال از این موارد می توان از سیلابها برای آبیاری محصولات یکساله و چندساله، گیاهان مرتعی، بوته ها و درختان و همچنین ذخیره سازی در آبخوان، و مخازن زیر سطحی آب استفاده کرد. افزون بر این، با مهار و استحصال تندآبها و سیلابها، می توان از خسارات جانی و مالی ناشی از آنها در اراضی کشاورزی، مناطق شهری و روستائی نیز جلوگیری نمود (۵).

در مناطق خشک و نیمه خشک، محدودیت دسترسی به آب در بیشتر موارد یکی از بزرگترین محدودیتهای موجود بر سر راه کشاورزیهای دیم و آبی می باشد. در این مناطق مقدار بارندگی معمولا کافی نبوده و از الگوی توزیع مناسبی نیز برخوردار نمی باشد. این موارد به طور کلی باعث نوعی ریسک پذیری در کشاورزی می شود که زارعین را با تهدید مواجه می سازد. فقدان آب در مناطق مورد اشاره اثرگذاری زیادی را بر روی اکولوژی اراضی روستائی بجا می گذارد. آب و هوای خشک، وضعیت بیابانی، فقدان پوشش گیاهی مطلوب، تغییرات اقلیمی شدید، فرسایش خاک توسط آب و باد و همچنین احتمال بالای وقوع سیل بعد از بارندگی از خصوصیات اصلی مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می شوند (۹).

مطالعات نشان می دهد که در بسیاری از نقاط خشک و نیمه خشک جهان استفاده از آب باران از طریق جمع آوری و استحصال آن و همچنین انحراف رودخانه های سیلابی به روشهای مختلف انجام می شود و آبهای مهار شده برای مقاصد متفاوت استفاده می گردد. Miller و همکاران (۶)، براساس تحقیق خود بر روی یک سیستم پخش سیلاب در اراضی مرتعی به این نکته اشاره نموده اند که استقرار و افزایش تولید علوفه محدود به نقاطی از سیستم پخش سیلاب بوده که حداقل یکبار در سال سیل دریافت کرده اند. این تحقیق نشان می دهد که تولید علوفه به ازای هر واحد آب مصرفی کمتر از هنگامی بوده است که آبیاری غرقابی انجام شده و نفوذ آن در خاک به خوبی صورت نمی گرفته است.

در استرالیا استفاده از سیلابها از طریق پخش سیلاب یکی از روشهای متداول در بهینه سازی بهره برداری از آب است. در این کشور از شیوه های مختلف برای مهار، استحصال و پخش سیلابها استفاده می گردد که به طور

Archive of SID
www.SID.ir

معمول انتخاب روش مناسب در تناسب با اهداف کشاورزی و آبخیزداری انجام می شود. به طور مثال یکی از مهمترین اهداف پخش سیلاب در این کشور تحقق بخشیدن به حفاظت خاک و جلوگیری از هدر رفت رسوبات در مناطق بیابانی است (۹).

پخش سیلاب با هدف افزایش و حفظ رطوبت خاک در کشور چین با استفاده از شیوه های سطوح آبگیر کوچک مقیاس (Micro-catchment) در شمال این کشور صورت می پذیرد. نتایج بررسیهای انجام شده نشان می دهد که غرس و رشد درختان با به کارگیری این شیوه در مقایسه با دیگر شیوه ها بسیار قابل ملاحظه است. نتایج بدست آمده حاکی از این است که در اراضی که حدود ۶۰۰ تا ۱۲۰۰ میلیمتر رواناب مهار شده دریافت می نموده اند، رطوبت نسبی خاک از ۶٪ کمتر نبوده به طوریکه این مقدار در ماههای خشک سال از آوریل تا مه مشاهده شده است (۱۲).

در ایران نیز پس از اجرای طرح پخش سیلاب در منطقه گربایگان- فسا (به عنوان اولین ایستگاه تحقیقاتی پخش سیلاب و آبخوانداری در کشور)، اراضی آبی کشاورزی از ۱۸۴ هکتار به ۲۸۳۲ هکتار افزایش یافته اند و وسعت مراتع فقیر در محدوده طرح از ۷۵۰۰ هکتار به ۲۳۵۲ هکتار کاهش داشته است (۷). این نتیجه نشان می دهد که سیستم پخش سیلاب به شکل مستقیم و غیر مستقیم بر اکولوژی اراضی تأثیرگذاراست.

مشخصات محل تحقیق

در حال حاضر ۳۵ ایستگاه تحقیقات پخش سیلاب بر آبخوان در نقاط مختلف کشور تحت نظارت مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری با اهداف پژوهشی، ترویجی و آموزشی ایجاد گردیده که مراحل پژوهشی در آنها با انجام طرح پایش در زمینه های مختلف در دست اجرا می باشد. ایستگاه پژوهشی، ترویجی و آموزشی پخش سیلاب بر آبخوان آب باریک - بم که تحقیق حاضر در آن به مرحله اجرا درآمده است بعد از ایستگاه گربایگان - فسا قدیمی ترین ایستگاه می باشد که به دلیل در دسترس بودن داده های مورد نیاز با طول دوره آماری کافی برای انجام مطالعات و تحقیقات انتخاب شده است.

ایستگاه آب باریک در منطقه ای به نام نرماشیر در محدوده شهرستان بم در کنار جاده ترانزیتی بم - زاهدان قرار دارد. نرماشیر در مرز بین منطقه کوهستانی جبال بارز و کویر لوت واقع است.این منطقه از جنوب و جنوب غرب به حوزه آبخیز جیرفت، از شرق به شهرستان زاهدان، از شمال به کویر لوت و از غرب به منطقه دهبکری محدود شده است. این منطقه مشتمل بر چهار زیر حوزه آبخیز است که در جبال بارز واقع شده اند، به طوری که روانابهای تولیدی در آنها در نهایت توسط آبراهه ها به لوت زنگی احمد تخلیه می گردد.

ناحیه ای که ایستگاه و محدوده اجرای عملیات پخش سیلاب در آن اجرا شده است (شکل ۱) دارای دو رودخانه دائمی با نامهای آدوری و نساء می باشد. آب باریک و بنا شاخه های فرعی با روانابهای فصلی از این رودخانه های یاد شده می باشند که سرمنشأ آنها جبال بارز است. ناحیه مورد نظر در محدوده طول و عرض جغرافیائی ″۲۴ °۲۸ و ″۳۴ °۲۸ عرض شرقی و ″۲۳ °۵۸ و ″۴۳ °۵۸ طول شمالی و در انتهای مخروط افکنه ای در یک دشت سیلابی بزرگ قرار دارد. از نظر زمین‌شناسی این منطقه متشکل از آبرفتهای کواترنر می باشد که خود از چندین آبرفت بادبزنی شکل به وجود آمده است. مواد تشکیل دهنده مخروط افکنه یاد شده به طور عمده شن، گراول و سنگهای درشت است که به صورت مجموعه ای از رسوبات آبرفتی با شیب کمتر از ۲ ٪ می باشد. مطالعات انجام شده نشان می دهد که ضخامت رسوبات در نقاط مختلف محدوده مورد مطالعه تقریبا عمیق و از ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر متغیر است. بر اساس اطلاعات جمع آوری شده، در این منطقه ۳۶۶ رشته قنات و ۵۴۰ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق وجود دارد (۲). متوسط بارندگی منطقه بر اساس آمار ۲۰ ساله ۶۰ میلیمتر است که بین از حداقل ۱۷ تا حداکثر ۱۳۳ میلیمتر متغیر بوده است (در جدول ۱ مقدار بارندگی منطقه با دوره بازگشت های متفاوت ارائه شده است).

افزون بر این، خاک منطقه به طور کلی دارای پیدایش مشخصی نیست و به دلیل فقدان پوشش گیاهی و اقلیم بسیار گرم، اکسیداسیون پیدایش خاک محدود می باشد. وجود تغییرات سریع و شدید دما و همچنین فقدان مواد آلی و اندک بودن نسبت C/N از مهمترین خصوصیات خاک منطقه است. به طور کلی خاک منطقه از نوع Typic Torriorthent است که بر روی رسوبات آبرفتی همراه با سنگهای کوچک تا بزرگ تشکیل شده است. در برخی نقاط نیز لایه های گچی در پروفیل خاک وجود دارد (۲).

مواد و روشها

الف - مواد مورد استفاده

در انجام این تحقیق موارد مشروحه زیر مورد استفاده قرار گرفته‌اند:

نقشه های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ و عکسهای هوائی با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ برای شناسائی اولیه و تشریح وضعیت کلی منطقه قبل از اجرای عملیات پخش سیلاب،

تصاویر ماهواره ای لند ست[1] ETM_+ مربوط به به سالهای ۱۹۸۷ و ۲۰۰۱ برای بررسی وضعیت محدوده طرح پس از عملیات و انجام مقایسه تغییرات به وجود آمده با وضعیت قبل از اجرای طرح،

نرم افزار ILWIS[2] برای انجام تجزیه و تحلیل مورد نیاز در محیط سیستم اطلاعات جغرافیائی،

GPS[3] برای شناسائی دقیق نقاط نمونه برداری از خاک در محدوده طرح،

استوانه های مضاعف، برای اندازه گیری نفوذ پذیری خاک،

نرم افزارهای EXCEL، MINITAB و STATISTICA برای تجزیه و تحلیل ها و محاسبات آماری مورد نیاز.

ب) روش تحقیق

ابتدا برای شناخت وضعیت کلی محدوده طرح در قبل از اجرای عملیات پخش سیلاب، کلیه مطالعات و منابع و همچنین تحقیقهای انجام شده در زمینه بررسی وضعیت محدوده پخش سیلاب جمع آوری گردید. با بهره گیری از نتایج موارد یاد شده و استفاده از نقشه های اجرائی طرح پخش سیلاب، اقدام به تعیین محل تهیه نمونه های خاک گردید. به طوری که در مجموع ۳۰ نقطه در داخل شبکه پخش سیلاب و ۳۰ نقطه در خارج

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱ - مقدار بارندگی منطقه با دوره بازگشت های متفاوت (۲)

ایستگاه	سالهای خشک							سالهای مرطوب				
	۱۰۰	۵۰	۲۵	۲۰	۱۰	۵	۵	۱۰	۲۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
بم	۱۷/۳	۱۹/۷	۲۲/۸	۲۴	۲۸/۷	۳۵/۵	۸۰/۳	۹۹/۵	۱۸/۷	۱۲۴/۹	۱۴۴/۷	۱۶۵/۲
رحمت آباد ریگان	۱۰/۷	۱۲/۵	۱۴/۷	۱۵/۶	۱۹	۲۴/۲	۶۰/۶	۷۷/۱	۹۴/۱	۹۹/۷	۱۱۷/۶	۱۳۶/۵
برج نرماشیر	۲/۴	۳/۶	۵/۳	۶/۱	۹/۵	۱۵/۲	۵۵/۸	۷۰	۸۱/۹	۸۵/۳	۹۴/۸	۱۰۲/۹

از محدوده عملیات به عنوان نقاط شاهد با استفاده از GPS تعیین گردید (شکل ۲).

پس از تعیین نقاط نمونه برداری خاک در هر نقطه تعیین شده، یک پلات ۳۰ × ۳۰ متر ایجاد و اقدام به نمونه برداری از رسوب به صورت نمونه مرکب از پنج نقطه در رئوس و مرکز هر پلات گردید. با توجه به نوع غالب خاک (Typic Torriorthent) عمق برداشت نمونه ها در خاک به ترتیب از عمقهای ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ تعیین شده اند. به نحوی که نمونه ها از رسوبات سطحی تا عمقی که این رسوبات وجود داشتند برداشت گردید. شایان ذکر است که لایه اولیه خاک و رسوبات یاد شده حاصل از انباشت آنها در طول یکدوره ۵ ساله پس از احداث سیستم پخش سیلاب در محدوده تحقیق بوده و به طور کلی مجزا از خاک منطقه در عرصه پخش محسوب نمی شوند ولی قابل جداسازی هستند. به دیگر سخن با توجه به اینکه پوشش گیاهی موجود بر روی همین رسوبات مستقر شده و تحت تأثیر مستقیم آن می باشند، از این رو رسوب وارد شده، جزئی از خاک عرصه پخش تلقی می شود و می توان آنرا با خاک عرصه شاهد مقایسه نمود. در هر حال برای تمامی نمونه ها، اندازه گیریهای مربوط به نیتروژن کل به روش کجلدال، پتاسیم کل به روش فلیم فتومتر، فسفر کل به روش السن، EC توسط EC متر، pH توسط pH متر، کربن آلی با استفاده از اندازه گیری مواد آلی، بافت خاک توسط روش هیدرومتری انجام شد.

پس از دستیابی به داده های مورد نیاز، اقدام به بررسی نتایج آماری با استفاده از آزمون t استودنت[۴] برای تعیین تغییرات احتمالی خصوصیات خاک بین نمونه ها و آزمون مان- ویتنی[۵] و کروسکال – والیس[۶] برای تعیین تغییرات احتمالی خصوصیات خاک در محدوده یا فواصل بین شبکه های پخش سیلاب گردید.

شکل ۱- تصویری از تصویری از ایستگاه پخش سیلاب نرماشیر - بم پس از اولین سیل‌گیری

نتایج و بحث

به طور کلی با توجه به تحلیل نتایج حاصل از آزمایشات خاک و آزمونهای آماری انجام شده، مشخص گردید که در وضعیت خاک در قبل و بعد از اجرای عملیات پخش سیلاب، به دلیل تغییرات معنی‌دار مشاهده شده بین برخی از پارامترهای خاک، تغییرات قابل ملاحظه ای ایجاد شده است. به طوری که فسفر، پتاسیم و مواد آلی به طور معنی داری در محدوده پخش سیلاب در مقایسه با محدوده شاهد افزایش یافته و pH و نفوذ پذیری نیز کاهش داشته است. اما در مقادیر EC و ازت تغییرات معنی داری مشاهده نگردید. مهمترین نتایج حاصل از تحقیق حاضر به شرح ذیل می باشد:

تغییرات فسفر

تجزیه و تحلیل داده های مربوط به مقدار فسفر در خاک حاکی از این است که اجرای طرح پخش سیلاب بر میزان فسفر خاک عرصه در مقایسه با قبل از عملیات تأثیر داشته و موجب افزایش آن شده است (شکل ۳). به طور کلی ورود رسوب توسط سیلابها از بالا دست دلیل اصلی این افزایش می باشد. به طوریکه عملیات پخش سیلاب از دو جهت باعث افزایش فسفر خاک شده است: الف) رسوباتی که توسط سیلابها وارد شبکه پخش شده و در پشت خاکریزها و همچنین در حین عمل پخش در حدفاصل بین آنها رسوب نموده اند، ب) مقداری از فسفر موجود در رسوبات، در آب حل شده و پس از نفوذ در پروفیل خاک، بر روی مقدار کم رس موجود جانشین گردیده اند. لازم است بر این نکته تأکید شود که بعد از اجرای عملیات پخش سیلاب به عنوان یک سیستم تلفیقی مجموعه ای یکسان به وجود آمده است، زیرا پس از ورود سیلابها، پوشش گیاهی موجود بر روی همین رسوبات رشد کرده اند و یک سیستم مشترک را به وجود آورده اند.

معنی دار بودن میزان فسفر که از نتایج آزمون t (جدول ۲) اخذ شده است، مجددا توسط روشهای غیر پارامتریک نیز تأئید گردید. در جدول ۳، نتایج مربوط به تغییرات فسفر در بین خاکریزهای شبکه پخش سیلاب از بالا به پائین در جهت ورود آب به سیستم، که توسط روش کروسکال - والیس محاسبه شده ارائه شده است. به طوریکه ملاحظه می شود افزایش فسفر از بالا به پائین معنی دار بوده و تغییر در سیستم بخوبی قابل مشاهده است (۵). شایان ذکر است که ستون رتبه متوسط[۷] نشان دهنده رتبه تغییرات در هر ردیف از خاکریزها می باشد و Z جهت استفاده در توزیع Z ارائه شده است که نشان دهنده معنی دار بودن یا نبودن تغییرات در هر ردیف خاکریز نسبت به قبلی می باشد. افزون بر اینکه در شکل ۴ نحوه توزیع فسفر در بین خاکریزها نمایش داده شده است. این شکل از تصاویر ماهواره ای برداشت شده است و خطوط سفید نشانه خاکریزهای احداث شده بوده و دوایر نشان از میزان فسفر دارند. عرصه هائی که با رنگ تیره دیده می شوند در حقیقت

Archive of SID
www.SID.ir

اراضی شـاهد دست نخورده می باشند که از لحاظ خصوصیات ، دارای همان ویژگـی هائی هسـتند که در بخش مشـخصات محل تحقیق به آن اشـاره گردید.

علاوه بر این، تجزیه و تحلیلهای انجام شده برای تعیین مقادیر تغییرات فسفر بین هر یک از خاکریزها، نیز به وسیله آزمون غیر پارامتـــــــری مان - ویتنی انجام گردیده که نتایج در جدول ۴ ارائه شده است.

از طرف دیگر با توجه به نتایج برخی از پژوهشها دال بر اینکه افزایش مواد آلی می تواند بر افزایش فسـفر در خاک بـه از طریق افزایش فعالیت مایکرو ارگانیسـمها و به طریقه بیولوژیکی تأثیر مستقیم داشته باشد (۸) می توان نتیجه گرفت که ورود رسـوبات حاوی عناصر غذائی به طور نسبی بر حاصل خیزی خاک محدوده پخش سـیلاب و در نتیجه افزایش پوشـش گیاهی در طول ۵ سال تأثیر داشته و با افزایش مواد آلی ناشی از بقایای گیاهی و فعالیت میکروارگانیسمها افزایش بخشی از فسفر در محدوده طرح پخش سیلاب نیز مربوط به آن بوده است.

تغییرات پتاسیم

شکل ۶ نشان می دهد که مقدار پتاسیم بعد از عملیات پخش سیلاب در مقایسه با محدوده شاهد افزایش داشته است (جدول ۲). توزیع مقدار پتاسیم خاک کاملاً طبق توزیع رسـوب در عرصه نمی باشـد (شکل ۷). زیرا با توجه به اینکه مواد مادری تشـکیل دهنده محدوده طرح پخش سیلاب متشکل از آبرفتهای کواترنر است، پتاسیم عرصه به خودی خود بالا می باشد. از این رو افزایش معنی داری در تغییرات مقدار پتاسیم مورد انتظار نیست و نمی تواند از توزیع کاملاً مشابه با مقدار و نحوه رسوب گذاری در محدوده پخش سیلاب پیروی نماید.

شایان ذکر است که تحقیقات انجام شده در زمینه آبیاری سیلابی نشان می دهد که متوسـط ورودی پتاسیم کل بعد از آبیاری با استفاده از سیلابها دارای تـوازن مثبـت بوده و این توازن به خاطر ورود پتاسـیم از طریق آب و رسوبات به طور همزمان در هر آبگیری می باشـد(۱۱).

تغییرات کربن آلی

مـواد آلـی از مهمترین منابع حاصل خیز کننده خاک محسوب می شـوند که مـی تـــــواند در سیسـتمهای آبیاری سـیلابی مد نظر قـرار گیـرد(۱۱). بر اسـاس نتایـج بـه دسـت آمـده از آنالیز خاک در محدوده پخش سـیلاب آب باریـک بـم، مشـخص گردید که با افزایش رسـوبات وارد شـده به سیستم، میزان مواد آلی و کربن آلی نیز به طورمعنی داری افزایش یافتـه است(شـکل ۸). با توجه به خصوصیات خـاک محدوده پخش سـیلاب و خاک اراضـی محدوده شاهد، مشخص گردید که عملیات پخش سـیلاب توانسته است تأثیر بسـیار زیادی بر روی افزایش مواد آلی و افزایش پوشـش گیاهی داشته باشد. در این قسـمت توزیع کربن آلی توزیع یکنواخت نبوده (شکل شماره ۹) و از شکل و نحوه رسوب گذاری در سیستم تبعیت می کند (جدول ۵).

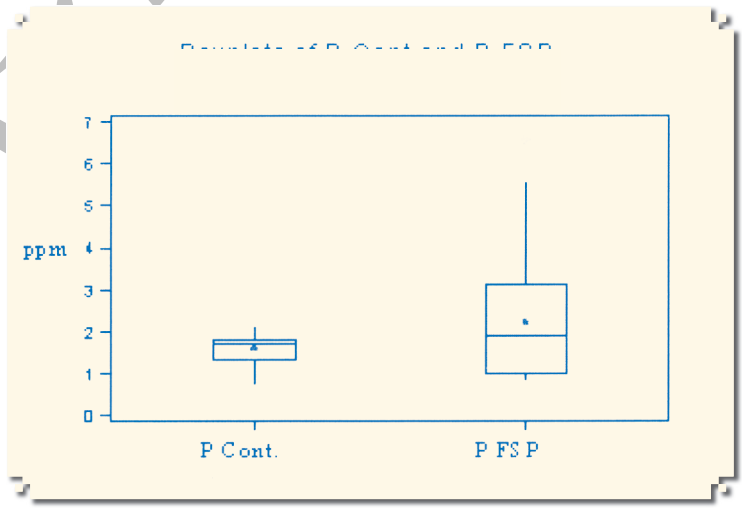
شکل ۲ تصویری از محدوده شاهد که دارای مشخصات مشابه با محدوده طرح قبل از اجرای عملیات پخش سیلاب است.

تغییرات اسیدیته خاک

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان می دهد که علی رغم کاهش pH در محدوده پخش سیلاب در مقایسه با اراضی شاهد، میزان آن عملا از ۰/۱ واحد pH بیشتر نیست. از این رو می توان نتیجه گرفت که توسعه جنگل کاری در محدوده پخش سیلاب به خوبی می تواند در برنامه های احیائی مد نظر قرار گیرد. اما نمی توان به طور قطعی نظر داد که پس از یک مدت طولانی (مثلا ۱۰ سـاله) این تغییرات همچنان در حد ناچیز باشد. بنابراین انجام تحقیقات تکمیلـی در این بـاره اکیداً قابل توصیه می باشد.

رسوب گذاری و نفوذپذیری

نتایج به دسـت آمده در این زمینه نشـان می دهـد که همراه سـیلاب رسـوباتی وارد محدوده پخش سیـــــلاب می شود که به طور قطع تغییرات بسـیاری را در آن باعث می گردد. منشـأ این رسوبات از اراضی بالادست و آبخیز رودخانـه آب باریـک می باشـد. نتایج تجزیـه و تحلیلهای آماری (جداول ۲ و ۶) نشان می دهد که میزان نفوذپذیری به مقدار بسیار زیادی در محدوده پخش سیلاب کاهش یافته اسـت اما باید به این



شکل ۳ – تصویری از باکس پلات فسفر برای مقایسه میزان آن در محدوده های پخش سیلاب و اراضی شاهد در آزمون t

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲- خلاصه نتایج آزمون t مربوط به مقادیرفسفر، پتاسیم، مواد آلی، pH و نفوذپذیری در محدوده های پخش سیلاب و شاهد (INF نشان دهنده نفوذپذیری می باشد)

	تعداد نمونه	میانگین	انحراف از معیار	۹۹٪ حد اعتماد	خطای استاندارد	P-value	درجه آزادی
فسفر در شاهد	۳۰	۱/۵۹۳	۰۳۶۴		۰/۰۶۶		
فسفر در عرصه	۳۰	۲/۲۱	۱/۴۶	(-۱/۳۶۸,۰/۱۰۴)	۰/۲۷	۰/۰۳۳	۲۹
پتاسیم در شاهد	۳۰	۹۹/۳۵	۹		۱/۶		
پتاسیم درعرصه	۳۰	۱۲۸	۳۱/۹	(-۱۲/۰۴ ,-۴۵/۱۶)	۵/۸	۰/۰۰۰	۲۹
OC در شاهد	۳۰	۰/۱۰۴	۰/۱۵۴		۰/۰۲۸		
OC در عرصه	۳۰	۰/۲۰۱	۰/۱۸۵	(-۰/۲۱۴۱,۰/۰۲۰۴)	۰/۰۳۴	۰/۰۳۲	۲۹
pH در شاهد	۳۰	۸/۱۰۳	۰/۱۶۸		۰/۰۳۱		
pH در عرصه	۳۰	۷/۹۲۷	۰/۱۵۷	(۰/۰۶۰۵,۰/۲۸۸۴)	۰/۰۲۹	۰/۰۰۰	۲۹
INF در شاهد	۳۰	۳۸۹/۶	۳۶/۳		۶/۶		
INF در عرصه	۳۰	۹/۷	۲۲/۲	(۳۵۹/۰۶,۴۰۰/۷۸)	۴/۴	۰/۰۰۰	۲۹

نکته تأکید شود که یکی از اهداف آبخوانداری در اراضی کویری و در مخروط های افکنه هدایت رسوبات به این اراضی می باشد. زیرا با ورود رسوب حاصل خیزی خاک افزایش می یابد. علاوه بر این با ورود رسوب به محدوده پخش سیلاب، ظرفیت خاک برای نگهداری آب نیز افزایش یافته است (۳).

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه و تحلیلهای انجام شده در مورد رسوبات وارده به محدوده پخش سیلاب، می توان نتیجه گرفت که میزان رسوبات منتقل شده به محدوده پخش سیلاب نسبت به اراضی شاهد قابل توجه می باشد و موجب کاهش نفوذ پذیری گردیده است. تجزیه و تحلیلهای آماری نشانگر این است که همانند توزیع رسوب، میزان نفوذپذیری نیز به شکل یکنواخت در سطح تمامی محدوده تغییر شدید نداشته است و از توزیع رسوب غیر یکنواخت و با نسبت عکس آن پیروی می کند (شکلهای ۱۰ الی ۱۴). در محدوده انجام این تحقیق بخش اعظم رسوبات را سیلت تشکیل می دهد و بر اساس مطالعه انجام شده حداکثر میزان رس در رسوبات ۲۰ ٪ بوده است. نتایج مطالعاتی دیگر در محدوده پخش سیلاب مبین این است که میزان رطوبت خاک بالا رفته و در اثر رسوب گذاری، رطوبت خاک نیز به طور معنی داری افزایش داشته است (۳).

افزون بر این به دلیل رسوب گذاری متوالی بعد از هر واقعه سیل در محدوده پخش سیلاب، خصوصیات خاک در راستای بهبود بوده و حاصل خیزی خاک افزایش داشته است (۱). از سوی دیگر مطالعات انجام شده در زمینه آبیاری سیلابی نشان می دهد که رسوبگذاری داخل کرتهای مورد آبیاری هر ساله بعد از هر بار آبیاری به نحو قابل ملاحظه ای افزایش می یابد (۱۰) . به طوریکه بر طبق نتایج حاصل از مطالعه بند سارهای استان خراسان، نفوذپذیری در بند سارها به میزان یک چهارم در اثر رسوب گذاری نسبت به قطعات شاهد کاهش نشان می‌دهند (۴). با توجه به شباهتی که سیستمهای پخش سیلاب با سیستم بند سارها دارد کاهش نفوذپذیری برای عرصه پخش سیلاب نیز قطعی به نظر می رسد. ولی نتایج آماری و اندازه گیریهای به عمل آمده نشان می دهد که میزان کاهش در محدوده های پخش سیلاب بسیار بیشتر از بندسارها است. به طور کلی در تغییرات نفوذپذیری از حداکثر ۴۵۰ میلیمتر در روز تا حداقل ۰/۰۱ میلیمتر در روز ثبت شده است. حیدری مورچه خورتی (۳)، نشان داده است که در اراضی شاهد در ایستگاه پخش سیلاب بم در اطراف محل اجرای طرح با خاک دارای بافت شنی، دارای نفوذپذیری بسیار بالائی هستند که این میزان برای آبراهه هائی که دارای رسوب می باشند پس از عملیات بسیار کمتر شده است.

در مجموع لازم است به این نکته تأکید شود که محدوده اجرای عملیات پخش سیلاب آب باریک بم قبل از اجرای عملیات دارای خاک مستعدی نبوده و پوشیده از شن و سنگ درشت بوده است در حالیکه در حال حاضر این محدوده مملو از رسوبات حاصل خیز می باشد که توانسته است موجب حاصل خیزی خاک شود. به نحوی که در اثر افزایش حاصل خیزی و رطوبت ذخیره شده در خاک، پوشش گیاهی طبیعی و دست کاشت در محدوده طرح پخش سیلاب دارای رشد مطلوبی بوده و به صورت معنی داری در مقایسه با اراضی شاهد افزایش نشان دهد (۱۴).

ازت

بر اساس نتایج آزمون t، انجام عملیات پخش سیلاب افزایش معنی داری را برای ازت نشان نمی دهد. همچنین در آزمونهائی که توسط روش های غیر پارامتری انجام شد تغییرات معنی داری در میزان ازت از بالادست به پائین دست محدوده پخش سیلاب (از محل ورود سیل تا آخرین ردیف خاکریزها) دیده نشده است (جدول ۷). همانطور که از خصوصیات ازت و رفتار آن در آب و خاک قابل نتیجه گیری است، لازم است به این نکته توجه شود که

جدول ۳- خلاصه نتایج آزمون کروسکال - والیس برای تغییرات مقدار فسفرموجود در خاک

خاکریز	تعداد نمونه	مدیان	Ave Rank	Z
۱	۴	۲/۰۰	۱۸/۸	۰/۷۹
۲	۳	۴/۱۰	۲۵/۵	۲/۰۷
۳	۳	۳/۴۰	۲۲/۲	۱/۴۸
۴	۳	۲/۰۰	۱۸/۲	۰/۵۵
۵	۳	۱/۸۰	۱۸/۸	۰/۶۹
۷	۳	۲/۲۰	۱۶/۸	۰/۲۸
۸	۳	۲/۰۰	۱۴/۰	-۰/۴۱
۹	۳	۱/۰۰	۵/۸	-۲/۰۰
۱۰	۵	۱/۰۰	۵/۲	-۲/۸۷
Overall	-----	-----	۱۵/۵	-----

H=۱۷/۴۶ = درجه آزادی ۸P=۰/۰۲۶

H=۱۷/۷۸ = درجه آزادی (دقیقاً برای گره‌ها) ۸P=۰/۰۲۳

Archive of SID
www.SID.ir

افزایش نیتروژن آن هم به طور قابل ملاحظه به دلیل قابل حل بودن و حمل توسط آب در سیستمهای پخش سیلاب مورد انتظار نیست. به طوری که به هنگام جاری شدن سیلابها، نیتروژن از طریق سرریزها به بیرون محدوده پخش سیلاب و یا به شبکه های پائین دست منتقل می شود و یا در اثر قابل شستشو بودن در پروفیل خاک به اعماق منتقل می گردد. همان طور که ملاحظه می شود توزیع بالنسبه یکنواخت نیتروژن در محدوده پخش سیلاب نشان دهنده عدم تغییر آن به میزان زیاد می باشد (شکل ۱۵). Westrom و همکاران (۱۳) در مطالعات خود به این نتیجه رسیده اند که بالاترین غلظت نیترات در آب خروجی از سرریزها در آبیاریهای سیلابی بوده است. این موضوع وضعیت عدم تغییر ازت را در محدوده پخش سیلاب تأئید می کند. زیرا در این حالت نیز نفوذ آب به داخل پروفیل خاک و همچنین سرریز کردن آن به شبکه های پائین تر و یا خارج از محدوده پخش سیلاب امری به اثبات رسیده است.

هدایت الکتریکی (EC)

تغییرات هدایت الکتریکی خاک در محدوده مورد مطالعه بر اساس نتایج به دست آمده معنی دار نبوده است. نتایج حاصل از تمامی تجزیه و تحلیلهای آماری انجام شده نشانگر این است که تغییرات هدایت الکتریکی خاک در محدوده عملیات پخش سیلاب تغییر چندانی در مقایسه با اراضی شاهد نداشته است. این موضوع می تواند نگرانی مربوط به احتمال شور شدن خاک محدوده های طرحهای پخش سیلاب به هنگامی که آب سیلابها شور نباشند را به ویژه در اراضی کویری برطرف نماید.

نتیجه گیری

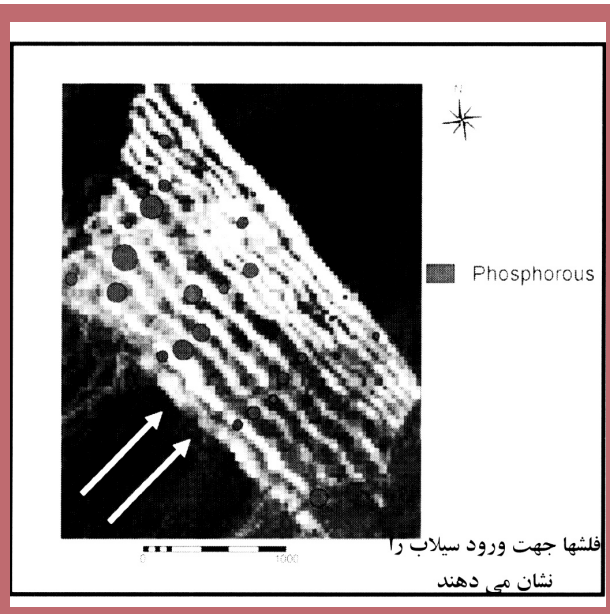
به طور کلی عملیات پخش سیلاب می تواند موجب تغییرات قابل توجه در حاصل خیزی خاک شود. افزایش حاصل خیزی محدوده پخش سیلاب موضوع تحقیق حاضر نسبت به قبل از اجرای عملیات، شاهد این مدعاست و استقرار پوشش گیاهی مناسب نیز موضوع را تأئید میکند.

عدم توزیع یکنواخت رسوب از مشکلات اجرای سیستم است که یا به نحوه طراحی آن بر میگردد و یا اینکه وجود آبراهه های کوچک در خروج سریع سیل بعد از سر ریز شدن از حوضچه های آرامش که درست بعد از خاکریزها واقع گردیده اند بر توزیع آب تأثیر مستقیم و مؤثر می گذارند.

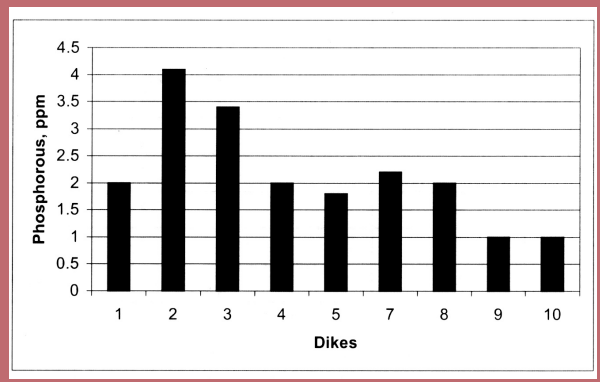
به طور کلی باید اذعان کرد اجرای این پروژه در دیگر نقاط مستعد با طرح ریزی عملیات اجرایی مناسب و همچنین مدیریت حفظ و نگهداری دقیق برای طولانی مدت توصیه می شود. اینگونه عملیات می تواند در اراضی که همانند آب باریک پتانسیل خوبی از لحاظ حاصل خیزی ندارند بسیار مثمر ثمر باشد و با بالا بردن حاصل خیزی محدوده مورد نظر برای انجام عملیات پخش سیلاب، خاک برای استقرار و رشد گیاهان و درختان مثمر و غیر مثمر مفید آماده گردد.

سپاسگزاری

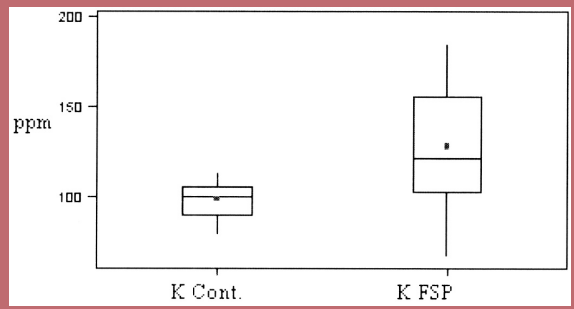
از آنجا که این مقاله مستخرج از پایان نامه فوق لیسانس نگارنده می‌باشد که در سال ۲۰۰۲ میلادی در مؤسسه ITC هلند انجام گردیده است لذا لازم است بدین وسیله از پروفسور دکتر Skidmore و دکتر Toxopeus که نگارنده را در انجام این تحقیق راهنمائی و یاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی نماید. همچنین از راهنمائی‌ها، ارشادات و همکاری صمیمانه استاد بزرگوار جناب آقای دکتر قدوسی که ویراستاری علمی این مقاله را به عهده



شکل ۴ – تصویر موقعیت نقاط نمونه برداری شده در محدوده پخش سیلاب. (نقاط بر اساس قطر دوایر، میزان فسفر را نسبت به هم نشان می دهد. قطر بزرگتر نشان از فسفر بیشتر است)



شکل ۵ – نمودار مقایسه وضعیت تغییرات فسفر بر اساس نتایج حاصل از آزمون کروسکال – والیس در حد فاصل بین خاکریزهای شبکه پخش سیلاب



شکل ۶ – تصویری از باکس پلات پتاسیم برای مقایسه میزان آن در محدوده های پخش سیلاب و اراضی شاهد در آزمون t

Archive of SID
www.SID.ir

داشتند سپاسگزاری می شود.

پاورقی ها:

1-Landsat Enhance Thematic mapper.
2-Integrated land and water Information system.
3-Global position system.
4-T.student test.
5-Mann – whitney.
6-Kruskal – wallis.
7-Ave rank.

منابع مورد استفاده

۱- بنـی اسـدی.م، ۱۳۷۸، ارزیابی اثرات اقتصـادی - اجتماعی پخش سیلاب، مطالعه موردی در آب باریک – استان کرمان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ۳۰۰ صفحه.

۲- مرکـز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۳۷۵، گروه مطالعاتی آبخـوان آب باریـک بم، طرح پخش سـیلاب در آب باریـک بم.کتاب اول، مطالعات اولیه شـناخت، مرکز تحقیقات حفاظت خـاک و آبخیزداری، ۲۳۷ صفحه.

۳- حیدری موچه خورتی. فرزاد، ۱۳۷۹، ارزیابی اثرات عمق‌های مختلف رسوب بر رطوبت خاک - مطالعه موردی در ایستگاه پخش سیلاب آب باریک بم، پایان نامه کارشناسـی ارشد، کشـاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ۲۷۵ صفحه.

4-Arabkhedri, M., A. Sarreshtehdari, and K. Kamali. 1997. The long time effect of flood harvesting on Infiltration rate, p. 1157-1158 Proceeding of the 8th International Conference on Rainwater Catchment System, Vol. 2. Ministry of Jihad-e-Sazandegi, Tehran, I.R.Iran.

5-Kowsar, A. 1992. Desertification control floodwater spreading in Iran. Unasylva (An international journal of forestry and forest industries) 43:27-30.

6-Miller, R.F., I.S. McQueen, and F.A. Branson. 1969. An evaluation of range floodwater spreader. Journal of Range Management 22:246-257.

7-Nejabat, M. 1999. Improving environmental characteristics in a wide area around a flood water spreading system, "A case study" 9th International congress on rainwater cachment system.Brazil, Brazil.

8-Palm, C., G. Nziguheba, C. Gachengo, E. Gacheru, M.R. Rao, R.J. Buresh, and F.L. Sinclair. 1999. Organic materials as sources of phosphorus. Special issue on phosphorous availability, uptake and cycling in tropical agroforestry 9:30-33.

9-Reij, C., P. Mulder, and L. Begemann. 1988. Water harvesting for plant production 0-8213-1142-5. The World Bank, Washington, D.C.

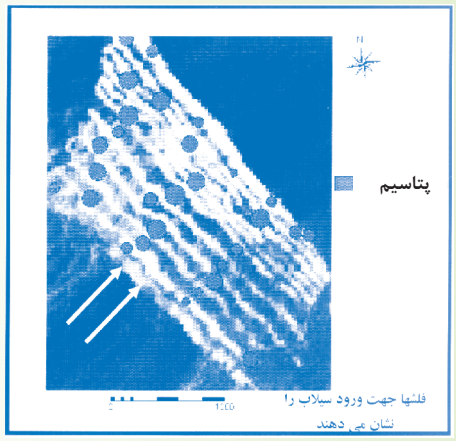
10-Tesfai (a), M. 2001. Soil and water management in spate Irrigation system in Eritrea. PhD, Wageningen, Wageningen.

11-Tesfai (b), M., and L. Stroosnijder. 2001. The Eritrean spate irrigation system. Agricultural Water Management 48:51-60.

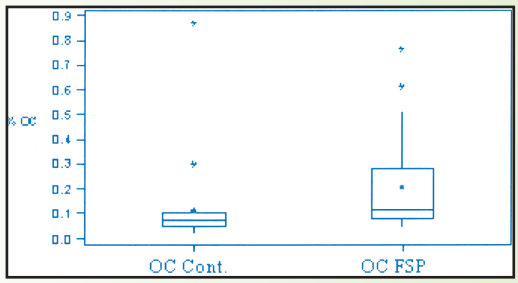
12-Wang, B., B. Wang, e. Zhang Fu, B.R. Wang, B.T. Wang, and F. Zhang. 1996. Runoff forestry experiment on the loess plateau. Journal of Beijing Forestry University, English edition 5:36-44.

13-Wesstrom, I., I. Messing, H. Linner, and J. Lindstrom. 2001. Controlled drainage -- effects on drain outflow and water quality. Agricultural Water Management 47:85-100.

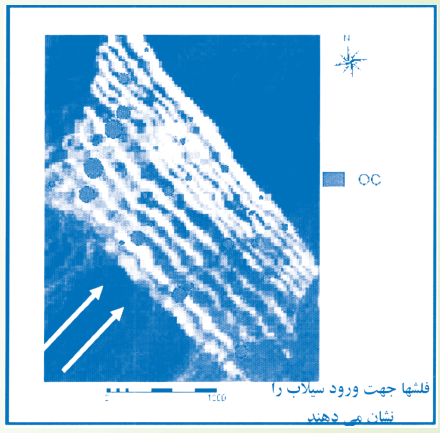
14-Zendehrouh, H. 2002. The Impact of a flood spreading on



شکل ۷ – تصویر موقعیت نقاط نمونه برداری شده در محدوده پخش سیلاب. (نقاط بر اساس قطر دوایر، میزان پتاسیم را نسبت به هم نشان می دهد. قطر بزرگتر نشان از پتاسیم بیشتر است)

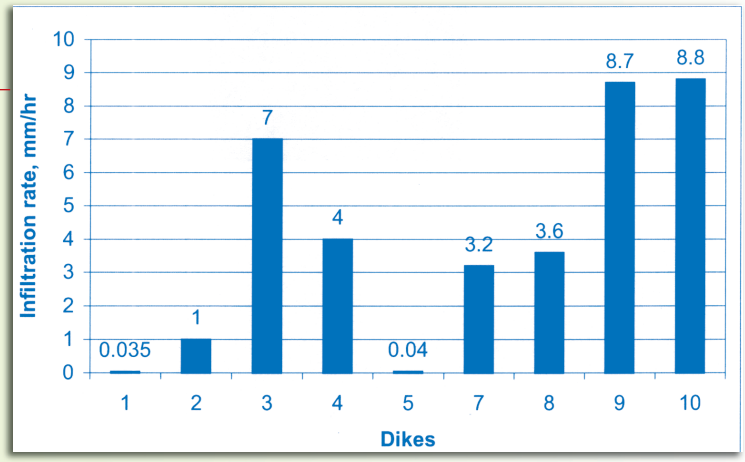


شکل ۸ – تصویر پلات مواد آلی برای مقایسه میزان آن در محدوده پخش سیلاب و اراضی شاهد بر اساس آزمون t

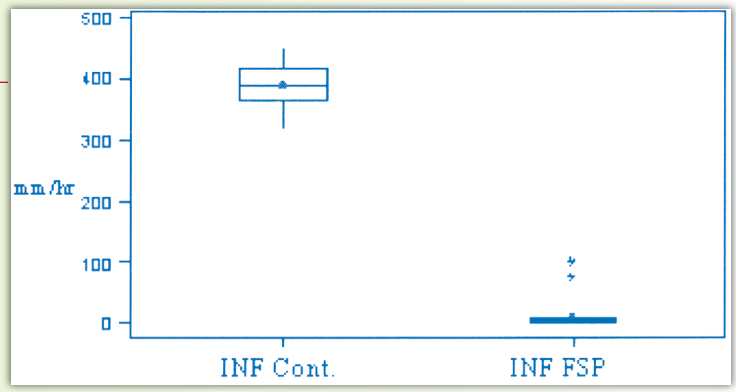


شکل ۹ – موقعیت نقاط نمونه برداری شده در محدوده پخش سیلاب. (نقاط بر اساس قطر دوایر میزان کربن آلی را نسبت به هم نشان می دهد. قطر بزرگتر نشان از OC بیشتر است.)

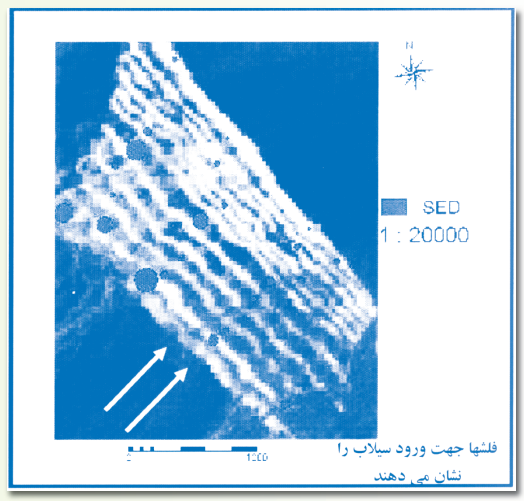
www.SID.ir



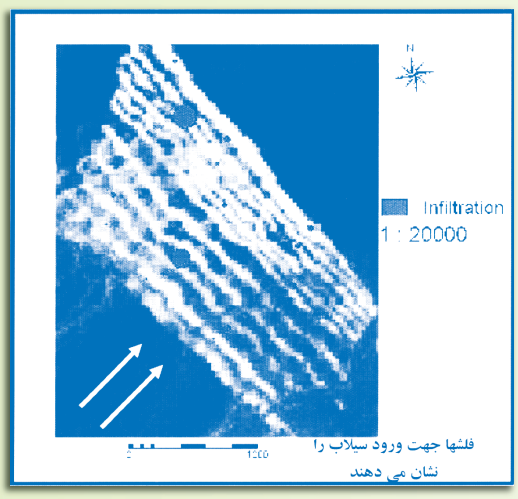
شکل ۱۰ – نمودار مقایسه وضعیت خاکریزهای پخش سیلاب از لحاظ تغییرات مدیان نفوذپذیری بر اساس نتایج آزمـــــون کروسکال – والیس



شکل ۱۱ – پلات نفوذپذیری برای مقایسه میزان آن در محدوده پخش سیلاب و اراضی شاهد بر اساس آزمون t

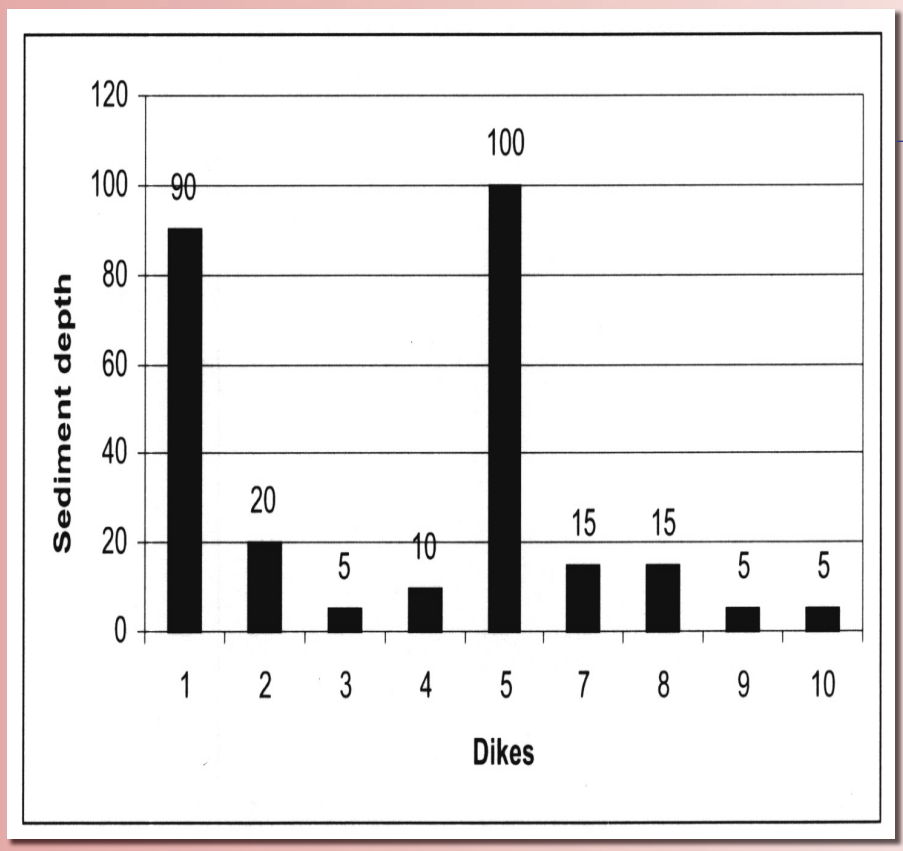


شکل ۱۲ – تصویر موقعیت نقاط نمونه برداری شده در محدوده پخش سیلاب. (نقاط بر اساس قطر دوایر میزان نفوذ پذیری را نسبت به هم نشان می دهد. قطر بزرگتر نشان از نفوذ پذیری بیشتر است)

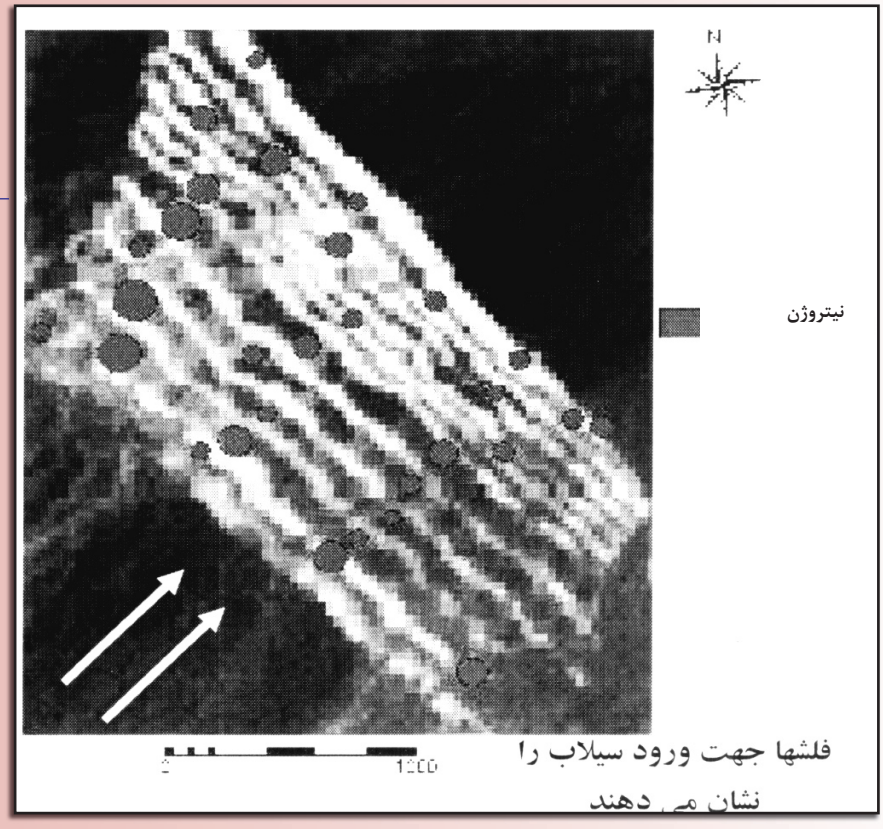


شکل ۱۳ – موقعیت نقاط نمونه برداری شده در محدوده پخش سیلاب. (نقاط بر اساس قطر دوایر عمق رسوبگذاری را نسبت به هم نشان می دهد. قطر بزرگتر نشان از پتاسیم بیشتر است)

www.SID.ir



شکل ۱۴ – نمودار مقایسه وضعیت خاکریزهای پخش سیلاب از لحاظ تغییرات مدیان عمق رسوب بر اساس نتایج آزمون کروسکال – والیس



شکل ۱۵ – موقعیت نقاط نمونه برداری شده در عرصه پخش سیلاب. نقاط بر اساس قطر دوایر میزان نیتروژن نسبت به هم را نشان می دهد.

www.SID.ir

جدول ۴ – خلاصه نتایج آزمون مان – ویتنی برای تغییرات فسفرموجود در خاک

	P۱	P۲	P۳	P۴	P۵	P۷	P۸	P۹	P۱۰
P۱	××××	۰/۱۱۱۶	۰/۷۲۳۷	۱/۰۰۰	۰/۷۲۳۷	۱/۰۰۰	۰/۵۹۵۹	۰/۰۵۱۸	۰/۰۲۰۰
P۲	۰/۱۱۱۶	××××	۱/۰۰۰۰	۰/۱۹۰۴	۰/۶۶۲۵	۰/۲۷۵۲	۰/۰۸۰۹	۰/۰۸۰۹	۰/۰۳۶۹
P۳	۰/۷۲۳۷	۱/۰۰۰۰	××××	۰/۶۶۲۵	۱/۰۰۰۰	۰/۳۸۲۷	۰/۳۸۲۷	۰/۰۸۰۹	۰/۰۳۶۹
P۴	۱/۰۰۰	۰/۱۹۰۴	۰/۶۶۲۵	××××	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۶۶۲۵	۰/۱۲۶۶	۰/۰۳۶۹
P۵	۰/۷۲۳۷	۰/۶۶۲۵	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	××××	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۰۸۰۹	۰/۰۳۶۹
P۷	۱/۰۰۰۰	۰/۲۷۵۲	۰/۳۸۲۷	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	××××	۰/۵۱۲۷	۰/۲۷۵۲	۰/۱۳۶۰
P۸	۰/۵۹۵۹	۰/۰۸۰۹	۰/۳۸۲۷	۰/۶۶۲۵	۱/۰۰۰۰	۰/۵۱۲۷	××××	۰/۲۷۵۲	۰/۱۳۶۰
P۹	۰/۰۵۱۸	۰/۰۸۰۹	۰/۰۸۰۹	۰/۱۲۶۶	۰/۰۸۰۹	۰/۲۷۵۲	۰/۲۷۵۲	××××	۱/۰۰۰۰
P۱۰	۰/۰۲۰۰	۰/۰۳۶۹	۰/۰۳۶۹	۰/۰۳۶۹	۰/۰۳۶۹	۰/۱۳۶۰	۰/۱۳۶۰	۱/۰۰۰۰	××××

جدول ۵ – خلاصه نتایج آزمون مان – ویتنی برای مواد آلی

	OC۱	OC۲	OC۳	OC۴	OC۵	OC۷	OC۸	OC۹	OC۱۰
OC۱	××××	۰/۷۲۳۷	۰/۸۲۷۲	۰/۷۲۳۷	۰/۵۹۵۹	۱/۰۰۰۰	۰/۵۹۵۹	۰/۵۹۵۹	۰/۰۶۶۲
OC۲	۰/۷۲۳۷	××××	۰/۸۲۷۲	۰/۶۶۲۵	۱/۰۰۰۰	۰/۶۶۲۵	۰/۵۱۲۷	۰/۵۱۲۷	۰/۱۳۶۰
OC۳	۰/۷۲۳۷	۰/۸۲۷۳	××××	۰/۶۶۲۵	۰/۶۶۲۵	۰/۶۶۲۵	۰/۸۲۷۲	۰/۸۲۷۲	۱/۰۰۰۰
OC۴	۰/۷۲۳۷	۰/۶۶۲۵	۰/۶۶۲۵	××××	۰/۰۸۰۹	۰/۶۶۲۵	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۰۳۶۹
OC۵	۰/۵۹۵۹	۱/۰۰۰۰	۰/۶۶۲۵	۰/۰۸۰۹	××××	۰/۲۸۲۷	۰/۱۲۶۶	۰/۰۸۰۹	۰/۰۳۶۹
OC۷	۱/۰۰۰۰	۰/۶۶۲۵	۰/۶۶۲۵	۰/۶۶۲۵	۰/۲۸۲۷	××××	۰/۶۶۲۵	۰/۶۶۲۵	۰/۰۳۶۹
OC۸	۰/۵۹۵۹	۰/۵۱۲۷	۰/۸۲۷۳	۱/۰۰۰۰	۰/۱۲۶۶	۰/۶۶۲۵	××××	۱/۰۰۰۰	۰/۱۳۶۰
OC۹	۰/۵۹۵۹	۰/۵۱۲۷	۰/۸۲۷۳	۱/۰۰۰۰	۰/۰۸۰۹	۰/۶۶۲۵	۱/۰۰۰۰	××××	۰/۱۳۶۰
OC۱۰	۰/۰۶۶۲	۰/۱۳۶۰	۱/۰۰۰۰	۰/۰۲۶۹	۰/۰۳۶۹	۰/۰۳۶۹	۰/۱۳۶۰	۰/۱۳۶۰	××××

جدول ۶ – خلاصه نتایج آزمون کروسکال – والیس برای نفوذ پذیری

خاکریز	تعداد نمونه	مدیان	Ave Rank	Z
۱	۴	۰/۰۲۵	۴/۳	-۲/۷۵
۲	۳	۱/۰۰۰	۱۱/۲	-۰/۹
۳	۳	۷/۰۰۰	۲۳/۲	۱/۵۹
۴	۳	۴/۰۰۰	۱۸/۲	۰/۵۹
۵	۳	۰/۰۴۰	۵/۰	-۲/۱۸
۷	۳	۳/۲۰۰	۱۲/۵	-۰/۶۲
۸	۳	۳/۶۰۰	۱۷/۲	۰/۲۸
۹	۳	۸/۷۰۰	۲۳/۲	۱/۵۹
۱۰	۵	۸/۸۰۰	۲۳/۲	۲/۱۴
Overall	-----	-----	۱۵/۵	-----

(دقیقا برای گره‌ها)۸P =۰/۰۰۸ = درجه آزادی ۸P =۰/۰۰۸ = درجه آزادی H = ۲۰/۶۹

جدول ۷ – خلاصه نتایج آزمونمان – ویتنی برای نیتروژن

مقادیر ازت در هر ردیف	N۱	N۲	N۳	N۴	N۵	N۷	N۸	N۹	N۱۰
N۱	××××	۰/۷۲۳۷	۰/۷۲۳۷	۰/۸۵۹۷	۰/۵۹۵۹	۱/۰۰۰۰	۰/۷۲۳۷	۱/۰۰۰۰	۰/۲۷۰۳
N۲	۰/۷۲۳۷	××××	۰/۸۲۷۳	۰/۶۶۲۵	۱/۰۰۰۰	۰/۶۶۲۵	۰/۵۱۲۷	۰/۶۶۲۵	۰/۲۳۳۰
N۳	۰/۷۲۳۷	۰/۸۲۷۳	××××	۰/۶۶۲۵	۰/۶۶۲۵	۰/۶۶۲۵	۰/۸۲۷۳	۰/۶۶۲۵	۱/۰۰۰۰
N۴	۰/۸۵۹۷	۰/۶۶۲۵	۰/۶۶۲۵	××××	۰/۰۸۰۹	۱/۰۰۰۰	۰/۶۶۲۵	۰/۳۸۲۷	۰/۷۶۵۶
N۵	۰/۵۹۵۹	۱/۰۰۰۰	۰/۶۶۲۵	۰/۰۸۰۹	××××	۰/۳۸۲۷	۵۱۲۷/۰	۰/۳۸۲۷	۰/۰۳۶۹
N۷	۱/۰۰۰۰	۰/۶۶۲۵	۰/۶۶۲۵	۱/۰۰۰۰	۰/۳۸۲۷	××××	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۳۷۱۱
N۸	۰/۷۲۳۷	۰/۵۱۲۷	۰/۸۲۷۳	۰/۶۶۲۵	۰/۵۱۲۷	۱/۰۰۰۰	××××	۱/۰۰۰۰	۰/۲۳۳۰
N۹	۱/۰۰۰۰	۰/۶۶۲۵	۰/۶۶۲۵	۰/۳۸۲۷	۰/۳۸۲۷	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	××××	۰/۱۳۶۰
N۱۰	۰/۲۷۰۳	۰/۲۳۳۰	۱/۰۰۰۰	۰/۷۶۵۶	۰/۰۳۶۹	۰/۳۷۱۱	۰/۲۳۳۰	۰/۱۳۶۰	××××

www.SID.ir