

امکان بازیافت عناصر غذایی خاک از آب‌های غیرمتعارف، مطالعه موردی: ایستگاه پخش سیلاب بر آبخوان پلدشت

رضا سکوتی اسکوتی^{۱*} و محمد حسین مهدیان^۲

^۱ دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران و
^۲ استاد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۳

چکیده

سیلاب‌ها حاوی مواد رسوبی بوده که پس از نهشته‌گذاری در حاصلخیزی مخروط افکنه‌ها و دشتهای سیلابی متشکل از رسوبات دانه‌درشت از طریق افزایش عناصر غذایی، مؤثر هستند. در این پژوهش، اثرات پخش سیلاب بر بازیافت عناصر غذایی اصلی خاک در عرصه پخش سیلاب بر آبخوان پلدشت واقع در استان آذربایجان غربی طی ۱۰ سال مورد ارزیابی قرار گرفت. در این رابطه، در حد فاصل نهرهای گسترش سیلاب و سه نوار اول پخش سیلاب که سیل‌گیری شده‌اند، به تعداد سه نمونه مرکب حاصل از اختلاط چهار نقطه در هر نوار و از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاک به همراه لایه رسوب، نمونه‌برداری و عوامل درصد ازت کل و کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک اندازه‌گیری شد. برای مقایسه میانگین‌ها، چنانچه داده‌ها دارای توزیع نرمال بود، از آزمون آماری t و در غیر این صورت از آزمون‌های ناپارامتری استفاده شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، مقدار کربن آلی و ازت کل خاک در طول سال‌های اجرای طرح به‌طور محسوسی به‌ترتیب از ۰/۲۳ به ۰/۳۳ و از ۰/۲۷ به ۰/۳۹ درصد افزایش یافته است. مقدار فسفر تبادلی هم در طول سال‌های اجرای طرح از ۲/۶۹ به ۵/۳۲ و پتاسیم قابل تبادل از ۱۴۵/۹۳ به ۲۰۶/۵۲ قسمت در میلیون به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. از سوی دیگر، اختلاف مقادیر برخی از عناصر در نوارهای پخش در سطح پنج درصد معنی‌دار است، به‌طوری که مقادیر فسفر، کربن آلی و ازت خاک در طول نوارهای پخش بالادست به‌طور معنی‌داری تا دو برابر بیشتر از نوارهای پایینی است، ولی میزان پتاسیم تغییر معنی‌داری نداشته است. این نتایج نشان داد که پخش سیلاب موجب افزایش عناصر غذایی اصلی خاک شده که به تبع آن امکان کاهش کاربرد کود به‌وجود آمده است.

واژه‌های کلیدی: رسوب، کربن آلی خاک، فسفر قابل جذب، مواد مغذی خاک

مقدمه

ذخیره آب و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی، حاصلخیزی خاک را افزایش داده و رسوبات سیلاب را مورد استفاده مجدد قرار داد (Oweis و همکاران، ۲۰۰۱). از آن‌جا که نشست مواد معلق ریزدانه با

یکی از راه‌های مناسب برای مهار و استفاده بهینه از سیلاب‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک، گزینه پخش سیلاب است که به‌وسیله آن می‌توان ضمن

خود گرفته و در سال چهارم ۱/۳ برابر سال اول بود. نتایج تحقیق Soleimani (۲۰۰۶) نشان داد که در عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متری، افزایش نسبی کربن آلی در عرصه، نسبت به شاهد بین ۱۰ تا ۳۵ درصد بود. ازت کل نیز از ۰/۰۲۵ درصد در سال ابتدائی اجرای طرح در شاهد، به ۰/۰۳۵ درصد در عرصه در سال پایانی طرح رسیده است.

نتایج بررسی‌های Sarreshtehdari و Skidmore (۲۰۰۵) نشان می‌دهد که مقدار فسفر و کربن آلی در حد معنی‌داری افزایش یافته است. همچنین، در فواصل بین خاکریزها نیز تغییرات معنی‌داری در میزان هر کدام از این عوامل وجود دارد. نتایج پژوهش Shariati و همکاران (۲۰۰۵) نشان داده است که تأثیر پخش سیلاب بر افزایش مواد آلی، نیتروژن کل و فسفر خاک در سطح یک درصد معنی‌دار و پتاسیم در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. در مقدار پتاسیم قابل جذب خاک تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. طی پژوهشی، Sarreshtehdari (۲۰۰۵) در بررسی تأثیر پخش سیلاب بر ویژگی‌های خاک در پهنه پخش سیلاب آب باریک به نتیجه گرفته است که اختلاف میزان فسفر، مواد آلی و سرعت نفوذ در عرصه پخش با پهنه شاهد معنی‌دار بوده است.

نتایج مطالعات Tavasoli و همکاران (۲۰۰۰) نشان دهنده افزایش یون پتاسیم در اثر پخش سیلاب است. بعد از پخش سیلاب، رسوب‌گذاری یک مسأله معمول است. این موضوع مخصوصاً در جایی که فرسایش شدید، و ممکن است به ۱۰ هزارتن در کیلومتر مربع در سال برسد خیلی مهم است (Meijerink, ۱۹۹۵). همچنین، Vought و همکاران (۱۹۹۴) نشان داده‌اند که شیوه توزیع عناصر غذایی تحت تأثیر پخش سیلاب قرار می‌گیرد. در این فرایند نیز انتقال عناصر بیشتر همراه با ذرات ریز صورت می‌گیرد (Toor و همکاران، ۲۰۰۴). پژوهش Turner و Haygarth (۲۰۰۰) در انگلستان به این نتیجه رسیده است که پخش سیلاب می‌تواند در شکل‌های مختلف فسفر خاک به‌خصوص شکل فراهمی این عنصر تأثیر مثبتی داشته باشد.

نتایج پژوهش‌های انجام شده نشان دهنده تأثیر پخش سیلاب در بروز تغییراتی در خاک است که در

منشاهای متفاوت همراه جریان‌های سیلابی در پهنه عرصه پخش سیلاب^۱، نخستین ره‌آورد این عملیات بر آبخوان بوده که می‌تواند شامل طیف وسیعی از تغییرات در سطح و عمق خاک باشد. تأثیر پخش سیلاب بر برخی از ویژگی‌های خاک مانند اسیدیته، هدایت الکتریکی، درصد گچ، درصد آهک، درصد کربن آلی، فسفر، نیتروژن، سولفات، کاتیون‌های محلول کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم بستگی به کیفیت و کمیت سیلاب داشته و آن هم بستگی به شدت بارش، حجم سیلاب و شرایط زمین‌شناسی حوزه آبخیز دارد (Wheater و Parissopoulos, ۱۹۹۲).

پخش سیلاب یک روش آسان برای بهره‌برداری از رسوبات و آب‌های غنی از عناصر غذایی نظیر سیلاب‌ها است که برخی استفاده‌های مهم آن شامل باروری بیشتر خاک و تأمین مواد غذایی آن است (Dhruva و همکاران، ۱۹۹۰؛ Unger و همکاران، ۲۰۰۹). سیلاب‌ها ممکن است، از طریق شستشوی خاک موجب کاهش مواد آلی شوند. رسوبات ماسه‌ای هم معمولاً از نظر مواد آلی و غذایی فقیر می‌باشند (Lamond, ۱۹۹۳). اگرچه در اراضی سیل‌گیر افزایش ازت به شکل آمونیم وجود دارد، ولی در صورت تداوم آب‌ماندگی، کاهش ازت در اثر پدیده دنیتریفیکاسیون رخ خواهد داد. با محافظت خاک‌های لخت از بارندگی‌ها، تلفات ازت و فسفر خاک در اثر سیل‌های زمستانه و فرسایش ناشی از آن‌ها کاهش می‌یابد (Clifford و Milburn, ۲۰۰۶).

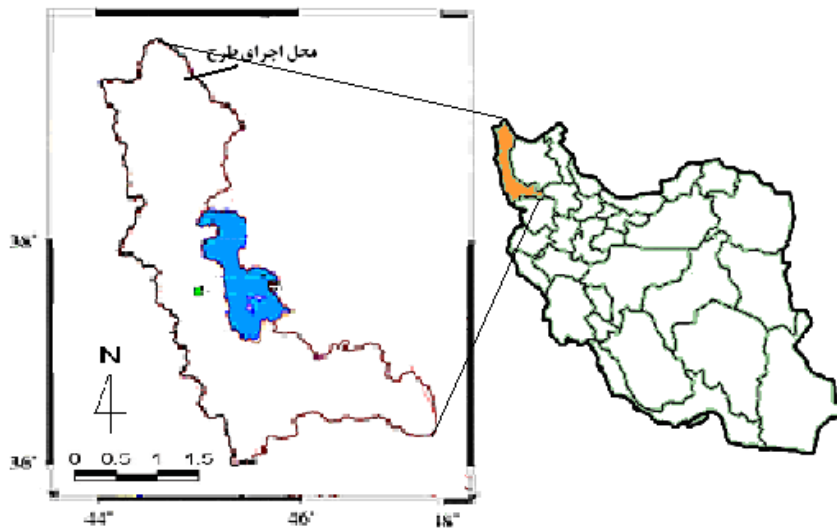
Fakhri و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی اثرات پخش سیلاب بر حاصلخیزی خاک در تنگستان نشان دادند که با وجود افزایش محدود مواد آلی و نیتروژن کل خاک در اثر پخش سیلاب، این تغییر تفاوت معنی‌داری با عرصه شاهد نداشته است. نتایج پژوهش‌های Sokouti Oskouei و همکاران (۲۰۰۴) در عرصه پخش سیلاب پلدشت نشان می‌دهد که مقدار کربن آلی خاک عرصه در طول چهار سال افزایش یافته، به طوری که در سال دوم، سوم و چهارم کربن آلی به ترتیب ۱/۸، ۲ و ۲/۳ برابر سال اول شده است. مقادیر ازت کل خاک عرصه هم روند افزایشی به

¹ Floodwater Spreading

مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش: ایستگاه آبخوان داری پلدشت در شهرستان ماکو در ۲۱ کیلومتری پلدشت و در مجاورت روستای پیله‌سوار در استان آذربایجان غربی قرار گرفته است. وسعت آن (مجموع عرصه و حوزه‌های آبخیز آن) حدود ۳۰۰ کیلومتر مربع است که در مختصات جغرافیایی $39^{\circ} 15'$ الی $39^{\circ} 0'$ شمالی و $45^{\circ} 45'$ الی $45^{\circ} 10'$ طول شرقی واقع شده است. شکل ۱ موقعیت عرصه در سطح ایران و استان آذربایجان غربی را نشان می‌دهد.

صورت مناسب بودن مواد معلق سیلاب، سبب افزایش عناصر غذایی خاک می‌شود. ولی نوع عناصر، مقدار آن‌ها و شرایط هر منطقه در این تغییرات موثر بوده و لازم است تا اثرات پخش سیلاب بر بازیافت عناصر مغذی خاک و تغییر شرایط زیست محیطی بررسی شود. در این پژوهش، اثرات پخش سیلاب بر روند تغییرات مواد غذایی اصلی خاک و میزان بازیافت آن‌ها در عرصه‌های پخش سیلاب در آبخوان پلدشت واقع در استان آذربایجان غربی طی ۱۰ سال مورد ارزیابی قرار گرفت.



شکل ۱- موقعیت عرصه در سطح ایران و استان آذربایجان غربی

تجزیه و تحلیل شد. چنانچه داده‌ها دارای توزیع نرمال بود، از آزمون آماری t و در غیر این صورت از آزمون‌های ناپارامتری^۱ استفاده شد. قبل از انجام تجزیه و تحلیل، داده‌ها از نظر توزیع نرمال به روش Kolmogorov-Smirnov مورد بررسی قرار گرفتند. در این صورت روند تغییرات عناصر مغذی خاک از طریق بررسی سالانه داده‌ها و در نوارهای پخش سیلاب در مقایسه با یکدیگر مشخص شد.

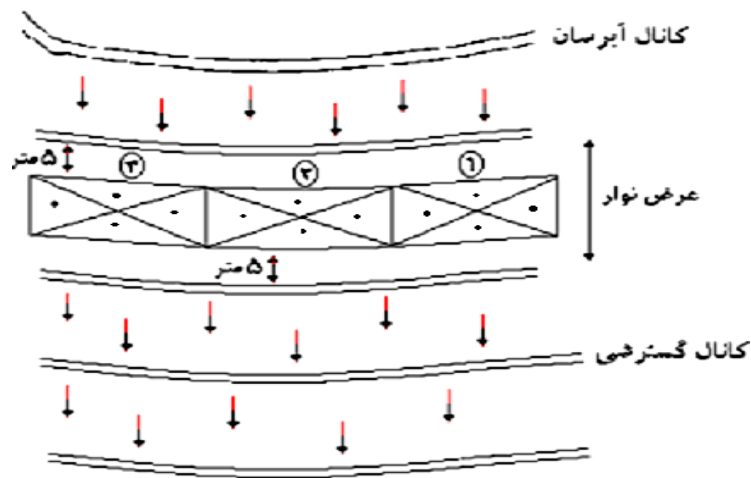
نتایج و بحث

بررسی شاخص‌های آماری داده‌های سالانه نشان می‌دهد که میانگین درصد کربن آلی، برابر 0.28 و

روش پژوهش: برای بررسی تغییرات مواد مغذی اصلی خاک سطحی به عمق ۲۰ سانتی‌متر شامل ازت کل، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب و کربن آلی خاک، در حد فاصل سه نوار ابتدائی عرصه پخش سیلاب که سیل‌گیری شده است (شکل ۲)، در طول اجرای ۱۰ ساله پژوهش، ۳۶۰ آزمایش شامل تعیین درصد کربن آلی، ازت کل، فسفر و پتاسیم قابل تبادل بر روی ۹۰ نمونه خاک و بر اساس روش‌های استاندارد مؤسسه تحقیقات خاک و آب (Behbahani و Ehiace، ۱۹۹۸) انجام شد. به طوری که در هر نوار سه تکرار و در هر تکرار از چهار نقطه نمونه‌برداری و با اختلاط با هم یک نمونه مرکب خاک تهیه شد. داده‌ها در طول سال‌های مورد آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی

¹ Nonparametric Test, H-Kruskal and Wallis

درصد ازت نیز برابر ۰/۰۳ است (جدول ۱). متوسط مقدار فسفر قابل تبادل در عرصه آزمایشی برابر ۳/۸ قسمت در میلیون و مقدار پتاسیم تبادل هم برابر ۱۸۰/۱۳ قسمت در میلیون است.



شکل ۲- نمایی از شبکه‌بندی یک نوار و محل‌های نمونه‌برداری خاک در عرصه پخش سیلاب

جدول ۱- مقادیر میانگین، دامنه تغییرات، کمینه و بیشینه عناصر غذایی خاک (قسمت در میلیون)

عصر غذایی	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
کربن	۹۰	۰/۲۸	۰/۱۵	۰/۰۲	۰/۸۶
ازت	۹۰	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۱۰
فسفر	۹۰	۳/۷۷	۳/۲۰	۰/۱۰	۲۳/۰۰
پتاسیم	۹۰	۱۸۰/۱۳	۹۲/۴۶	۴۰/۰۰	۲۴۲/۰۰

بررسی شاخص‌های آماری داده‌های عناصر مغذی خاک در نوارهای پخش عرصه نیز نشان می‌دهد که میانگین مقادیر درصد کربن آلی در نوار اول و دوم و سوم به ترتیب برابر ۰/۴، ۰/۲ و ۰/۲ است. درصد ازت نیز در نوارهای اول تا سوم به ترتیب برابر ۰/۰۵، ۰/۰۳ و ۰/۰۳ است. مقدار متوسط فسفر قابل تبادل در نوارهای عرصه آزمایشی به ترتیب قبلی برابر ۴/۳، ۴/۲ و ۲/۸ قسمت در میلیون به دست آمده است. مقادیر میانگین پتاسیم قابل تبادل هم در نوارهای اول تا سوم عرصه به ترتیب برابر ۱۶۷/۴، ۱۸۱/۷ و ۱۹۱/۳ قسمت در میلیون است.

آزمون نرمال بودن داده‌ها نشان داد که از بین کلیه داده‌ها فقط مقادیر پتاسیم خاک دارای توزیع نرمال است (جدول ۲). بنابراین، برای تجزیه و تحلیل عوامل کربن آلی، ازت و فسفر از روش ناپارامتری بهره‌برداری شد.

نتایج آزمون نرمال بودن داده‌های عناصر مغذی خاک با آزمون Kolmogorov-Smirnov

جدول ۲- نتایج آزمون نرمال بودن داده‌های عناصر مغذی خاک با آزمون Kolmogorov-Smirnov

شرح	کربن (%)	ازت (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	
تعداد	۱۶۲	۱۶۲	۱۶۲	۱۶۲	
Normal Parameters	میانگین	۰/۲۸۵	۰/۰۳	۳/۷۷	۱۸۰/۱۳
	انحراف معیار	۰/۱۴۸	۰/۰۲	۳/۲۰	۹۲/۴۶
Kolmogorov-Smirnov Z		۱/۵۲۱	۱/۵۲	۱/۸۴	۱/۱۹
	Asymp. Sig. (2-tailed)	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۰۲	۰/۱۱۳

مقادیر آن‌ها در سال‌های پنجم و دهم تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد داشته‌اند. در سال پنجم و دهم فقط مقادیر فسفر تغییر معنی‌دار یافته است و تغییرات دو عامل دیگر معنی‌دار نیست (جدول‌های ۳ الی ۵).

بر اساس نتایج به‌دست آمده تغییرات عناصر مغذی خاک در طول سال‌های اجرای طرح که داده‌های آن‌ها دارای توزیع نرمال نمی‌باشد، در سطح پنج درصد معنی‌دار است. نحوه تغییرات عوامل هم به این صورت است که مقادیر ازت، کربن آلی و فسفر در سال اول با

جدول ۳- نتایج معنی‌دار بودن تغییرات برای سال‌های اول و پنجم با آزمون Kruskal Wallis

فسفر	ازت	کربن	
۱۶/۵۳۶	۹/۷۲۸	۹/۷۲۸	Chi-Square
۱	۱	۱	df
۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	Asymp. Sig.

جدول ۴- نتایج معنی‌دار بودن تغییرات برای سال‌های اول و دهم با آزمون Kruskal Wallis

فسفر	ازت	کربن	
۵۳/۲۹۳	۱۱/۷۶۵	۱۱/۷۶۵	Chi-Square
۲	۲	۲	df
۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	Asymp. Sig.

جدول ۵- نتایج معنی‌دار بودن تغییرات برای سال‌های پنجم و دهم با آزمون Kruskal Wallis

فسفر	ازت	کربن	
۲۲/۶۳۷	۰/۰۲۱	۰/۰۲۱	Chi-Square
۱	۱	۱	df
۰/۰۰۰	۰/۸۸۵	۰/۸۸۵	Asymp. Sig.

ولی تغییر مقادیر این عامل در سال‌های پنجم و دهم معنی‌دار نیست (جدول ۶).

اختلاف مقدار پتاسیم سال اول (۱۴۵/۹۳ قسمت در میلیون) با سال‌های پنجم و دهم (به‌ترتیب ۱۸۷/۹۶ و ۲۰۶/۵۲ قسمت در میلیون) معنی‌دار است،

جدول ۶- نتایج مقایسه میانگین پتاسیم خاک در سال‌های اجرا با آزمون t

Sig.	سال (J)	سال (I)	متغیر وابسته
۰/۰۱۶	۵	۱	پتاسیم
۰/۰۰۱	۱۰	۱	
۰/۰۱۶	۱	۵	
۰/۲۸۳	۱۰	۵	
۰/۰۰۱	۱	۱۰	
۰/۲۸۳	۵	۱۰	

تغییرات ازت خاک نیز همانند کربن آلی افزایشی بوده و از ۰/۰۲۷ به ۰/۰۳۹ درصد رسیده است. مقدار فسفر تبدیلی هم در طول سال‌های اجرای طرح از ۲/۶۹ به

نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که مقدار کربن آلی خاک در طول سال‌های اجرای طرح به‌طور محسوسی از ۰/۲۳ به ۰/۳۳ درصد افزایش یافته است.

۰/۲۷ درصد برای ازت و ۰/۲۲ و ۰/۲۳ درصد برای کربن آلی) معنی‌دار است. مقادیر فسفر در نوارهای اول و دوم (به ترتیب برابر با ۴/۳ و ۴/۲ قسمت در میلیون) در مقایسه با نوار سوم (۲/۸ قسمت در میلیون) به‌طور معنی‌داری تغییر یافته است. نتایج تجزیه واریانس پتاسیم تبادلی خاک که داده‌های با توزیع نرمال داشته است، حاکی از عدم وقوع تغییرات چشمگیر در مقدار این عامل در نوارهای پخش است (جدول ۷).

۵/۳۲ قسمت در میلیون افزایش یافته است که این افزایش معنی‌دار است. تغییرات پتاسیم قابل تبادل از ۱۴۵/۹۳ به ۲۰۶/۵۲ قسمت در میلیون نیز معنی‌دار است.

تغییرات عناصر مغذی خاک در نوارهای پخش به این صورت است که فقط مقادیر ازت و کربن آلی خاک در نوار اول (به ترتیب ۰/۴۸ و ۰/۴ درصد) با مقادیر آن‌ها در نوارهای دوم و سوم (به ترتیب ۰/۲۶ و

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس عامل پتاسیم خاک در نوارهای پخش

متغیر	مجموع مربعات	درجه آزادی	مجذور میانگین	F	Sig.
بین گروه‌ها	۱۵۶۸۲/۹۴	۲	۷۸۴۱/۹۷	۰/۹۲	۰/۴۰
داخل گروه‌ها	۱۳۶۰۹۲۳/۰۷	۱۵۹	۸۵۵۹/۲۶		
کل	۱۳۷۶۶۰۷/۰۱	۱۶۱			

می‌تواند باشد. همچنین، افزایش ماده‌ی آلی خاک می‌تواند بر افزایش فسفر در خاک از طریق افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و به طریقه زیستی تأثیر مستقیم داشته باشد. نتایج مطالعات Tavasoli و همکاران (۲۰۰۰) نشان دهنده افزایش یون پتاسیم در اثر پخش سیلاب است. تحقیقات انجام شده در زمینه آبیاری سیلابی نشان می‌دهد که متوسط ورودی پتاسیم بعد از آبیاری با استفاده از سیلاب‌ها دارای توازن مثبت بوده و این توازن به‌خاطر ورود پتاسیم از طریق آب و رسوبات به‌طور هم‌زمان در هر آبیاری است. متحرک بودن عنصر پتاسیم و میزان مصرف این عنصر به‌وسیله گیاهان از جمله دلایل تغییرات پتاسیم قابل جذب اندازه‌گیری شده در عرصه پخش سیلاب است.

بنابراین، ایجاد تغییرات در عناصر مغذی خاک در عرصه پخش سیلاب را می‌توان به نوع کاربری اراضی بالادست وابسته دانست. در عرصه پخش سیلاب پلدشت، اراضی کشاورزی بالادست مساحت قابل ملاحظه‌ای دارد که کاربرد انواع کودهای شیمیایی در آن‌ها، شستشوی خاک در اثر فرسایش و رسوب‌گذاری آن در اراضی عرصه، می‌تواند موجب ازدیاد این عناصر در خاک عرصه پخش سیلاب شود. این موضوع به‌معنی بازیافت عناصر غذایی خاک بوده و در کاهش کاربرد کود در چنین اراضی می‌تواند نقش بسزایی

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش‌های Sarreshtehdari و Skidmore (۲۰۰۵)، Sokouti Oskouei و همکاران (۲۰۰۴) و Soleimani (۲۰۰۴) نشان می‌دهند که مقدار ازت و کربن آلی خاک در سطح پنج درصد افزایش معنی‌داری یافته که نتایج پژوهش حاضر با این نتایج هم‌خوانی دارد. از سوی دیگر، Lamond (۱۹۹۳) کاهش مواد آلی در خاک را گزارش نموده است. با پخش سیلاب بر روی عرصه مقدار زیادی رسوب به عرصه منتقل می‌شود و نیز حالت ماندابی ایجاد می‌شود که در این شرایط مقدار زیادی از گیاهان بومی منطقه قادر به رشد نیستند. بنابراین، با از بین رفتن گیاهان مقدار کربن آلی نیز کاهش می‌یابد و یا احتمالاً وقوع خشکسالی و عدم سیل‌گیری یکنواخت نوارهای پخش از دلایل کاهش کربن آلی در عرصه است، ولی به تدریج گیاهانی که مقاوم به رسوب، ماندابی و شوری هستند، در منطقه تثبیت شده و رشد کرده‌اند، بنابراین ماده آلی افزایش می‌یابد.

بررسی‌های Sarreshtehdari و Skidmore (۲۰۰۵) روشن ساخته است که پخش سیلاب باعث تجمع بیشتر فسفر در خاک شده و مقدار فسفر در حد معنی‌داری افزایش می‌یابد که با نتایج این پژوهش تطابق دارد. ورود رسوبات حاوی فسفر به‌وسیله سیلاب‌ها از بالادست دلیل اصلی افزایش فسفر خاک

داشته باشد. مرور منابع و نتایج به دست آمده نشان می دهد که در پژوهش های انجام شده به این موارد توجهی نشده است، در حالی که در این پژوهش اکثر زوایای قابل بررسی و اثرات احتمالی آن ها بر بازیافت و تغییرات عوامل مغذی خاک تا حد امکان و در طول ۱۰ سال مورد کنکاش قرار گرفته است.

منابع مورد استفاده

1. Clifford, O. and S. Milburn. 2006. Nitrogen transformations in flooded agricultural fields. University of Mississippi, Lower Mississippi River Symposium, 550-551.
2. Dhruva Narayana, V.V., G. Sastry and U.S. Patnaik 1990. Watershed management. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, 176 pages.
3. Ehiiae, A. and A. Behbahani. 1998. Methods of soil chemical analysis. 2nd Vol., Soil and Water Research Institute, Pub. No. 1024, 198 pages (in Persian).
4. Fakhri, F., M.H. Mahdian and M. Jafari. 2003. The effect of FS spreading on the soil physicochemical properties of Tangistan research station Bushehr. Proceedings of the Third Conference on Aquifer Management, Tehran, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 308-300 (in Persian).
5. Lamond, R.E. 1993. Soil fertility and management. Kansas State University, Manhattan, Kansas, MF-1147, November 1993.
6. Meijerink, A.M.J. 1995. Erosion and sediment yield in catchment. ITC Publication, 123 pages.
7. Oweis, T.Y., D. Prinz and A.Y. Hachum. 2001. Water harvesting: indigenous knowledge for the future of drier environments. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. (ICARDA), Aleppo, Syria, 85-92.
8. Parissopoulos, G.A. and H.S. Wheeler. 1992. Experimental and numerical infiltration studies in a wadi stream bed. Hydrological Sciences Journal, 37: 27-37.
9. Sarreshtehdari, A. 2005. Soil properties changing after flood spreading project (case study in Iran). ICID 21st European Regional Conference, 1-11.
10. Sarreshtehdari, A. and A.K. Skidmore. 2005. Soil properties changing after flood spreading project (case study in Iran). ICID 21st European Regional Conference 2005. Frankfurt (Oder) and Slubice. Germany and Poland, 489-490.
11. Shariati, M.H., A. Shahsavari, R. Sharifi, A. Amooee and B. Marzdarany. 2005. To investigate the effect of FS spreading on soil fertility in Semnan Province. Final Report of the Research Project, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 98 pages (in Persian).
12. Sokouti Oskouei, R., M.H. Mahdian, A. Majidi and J. Khani. 2004. Effect of FS spreading on the soil infiltration changes of Poldasht in the West Azerbaijan. Final Report of the Research Project, Soil Conservation and Watershed Management Institute, 112 pages (in Persian).
13. Soleimani, R. 2006. Variability of soil physical and chemical properties as affected by flood spreading in Musian Station (South Western Iran). University of Mississippi, Lower Mississippi River Symposium.
14. Tavasoli, A., M.H. Mahdian, B. Yaghoobi and G. Asadian. 2000. Effect of flood spreading on the soil infiltration of Kaboudarahang FS station. The 2nd Conference of the FS Spreading Achievements, Tehran, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 51-54 (in Persian).
15. Toor, G.S., L.M. Condrion, H.J. Di and K.C. Cameron. 2004. Seasonal fluctuations in phosphorus loss by leaching from grassland. Soil Science Society of America Journal, 68: 1429-1436.
16. Turner, L.B. and M.P. Haygarth. 2000. Phosphorus forms and concentrations in leachate under four grassland soil types. Soil Science Society of America Journal, 64: 1090-1099.
17. 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: 105-110.
18. Vought, L.B.M., J. Dahl, C.L. Pedersen and J.O. Lacoursiere. 1994. Nutrient retention in riparian ecotones. Ambio, 23: 342-348.