

## بررسی تأثیر پخش سیلاب در تغییرات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: ایستگاه پخش سیلاب برآباد شهرستان سبزوار)

حسن برآبادی<sup>1\*</sup> / غلامرضا زهتابیان<sup>2</sup> / علی طویلی<sup>3</sup> / ابوالقاسم دادرسی سبزواری<sup>4</sup> / حسن خسروی<sup>5</sup>

<sup>1\*</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی- دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران- تهران- ایران

h67borabadi@gmail.com

<sup>2</sup> استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران- تهران- ایران

دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران- تهران- ایران

<sup>4</sup> دانشجوی دکتری مهندسی منابع آب دانشگاه شهید چمران، مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد

<sup>5</sup> استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران- تهران- ایران

تاریخ دریافت: 91/11/5

تاریخ پذیرش: 92/2/8

### چکیده:

بهره‌برداری از سیلاب‌های فصلی در مناطق خشک و نیمه‌خشک اهمیت زیادی دارد. رسوبات معلق موجود در سیلاب‌ها موجب تغییر خصوصیات خاک می‌شود. هدف از انجام این مطالعه، بررسی اثر سیلاب‌های کم کیفیت بر روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک است. برای بررسی این تغییرات، عرصه پخش سیلاب به سه فاز تقسیم شد. در هر فاز دو تیمار پخش سیلاب و شاهد انتخاب و از تیمارهای پخش سیلاب سه نمونه و از تیمارهای شاهد یک نمونه از عمق 0-30، 30-60 و 60-90 برداشت شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. نتایج آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن انجام پذیرفت. نتایج حاصل از بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بیانگر کاهش هدایت الکتریکی، سدیم، کربنات، درصد مواد خنثی شونده، گچ و اسیدیته و افزایش مواد آلی، پتاسیم، فسفر و بی کربنات در اکثر نمونه‌ها می‌باشد که این تغییرات در سطح 5% معنی‌دار است. در مورد بافت خاک در اکثر نمونه‌ها شن در عمق 0-30 افزایش و رس خاک کاهش یافته است که باعث اصلاح بافت و ساختار خاک شده که این روند در سطح 5% معنی‌دار است.

واژه‌های کلیدی: سیلاب، پخش سیلاب، خصوصیات خاک، بلوک کامل تصادفی، آزمون دانکن، سبزواری.

## مقدمه

باران‌های مناطق خشک، معمولاً کوتاه‌مدت ولی شدید هستند و باعث بروز سیلاب‌های شدید می‌شوند. این سیلاب‌ها اغلب از دسترس خارج می‌شوند که نه تنها خسارات سنگینی را به ساختمان‌ها، جاده‌ها، پل‌ها و روستاها وارد می‌کنند و باعث خسارات مالی و جانی می‌شوند، بلکه سبب فرسایش خاک و از دست رفتن رسوبات حاصل‌خیز و هدایت آن به اراضی پست یا پشت مخازن می‌گردند. برنامه‌ریزی برای استفاده از این سیلاب‌ها ضمن اینکه آثار تخریبی آن را کاهش می‌دهد، منبع آبی جدیدی را در اختیار مصرف‌کننده قرار می‌دهد. پخش سیلاب یکی از روش‌هایی است که زمینه را برای بهره‌برداری مطلوب از سیلاب‌ها فراهم می‌سازد و نقش مؤثری در غنای خاک، ذخیره آب‌های زیرزمینی، احیا و تقویت پوشش گیاهی و جلوگیری از حرکت شن‌های روان دارد. اهمیت پخش سیلاب در ارتباط با منابع خاکی بیشتر از آن جهت است که ته‌نشینی مواد معلق با کیفیت خوب بر روی آبرفت، آن‌ها را به زمین‌های بارور تبدیل و موجب رونق کشاورزی می‌شود. به طوری که اهمیت رسوب‌گیری در شبکه‌های پخش سیلاب بیش از نقش آب بیان شده است، زیرا رسوب‌گیری تغییرات زیادی را از نظر ویژگی‌های خاک و اراضی، رطوبت قابل استفاده و تغذیه آب‌های زیرزمینی، باروری خاک، ضخامت ریشه گیاه، میزان رطوبت خاک، خاکسازي و تغییر شرایط زیست‌محیطی به وجود می‌آورد. در سال‌های اخیر، مطالعاتی در رابطه با تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی رسوب ته‌نشست شده در ایستگاه‌های پخش سیلاب و تأثیر آن در کارایی این شبکه‌ها از جهت نفوذپذیری و حاصل‌خیزی خاک در کشور انجام شده است.

فخری و همکاران (1384) در ایستگاه تحقیقاتی تنگستان استان بوشهر، نتایج حاکی از بالا رفتن میزان رس و لای و در مقابل، کاهش معنی‌دار ذرات شن در سطح یک درصد را بیان کردند. همچنین در این مطالعه، تغییرات هدایت الکتریکی، ماده آلی، ازت کل و اسیدیته در سطح 5 درصد معنی‌دار نبوده است.

لطف‌الله‌زاده و همکاران (1386) در مطالعه‌ای، تأثیر عملیات پخش سیلاب بر برخی خصوصیات خاک در ایستگاه پخش سیلاب سرچاهان استان هرمزگان را بررسی کردند. نتایج نشان داد که درصد شن در خاک مناطق، متأثر از سیل

کمتر و درصد سیلت و رس در آن بیشتر از دو منطقه دیگر است.

محمدیان و کریمیان (1388) در مطالعه‌ای، اثر اجرای سیستم پخش سیلاب را در ایستگاه پخش سیلاب داوود رشید شهرستان کوهدشت بررسی کردند و بیان نمودند که افزایش درصد مواد آلی، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل استفاده در سطح 5 درصد در منطقه تحت تأثیر سیلاب معنی‌دار بوده است.

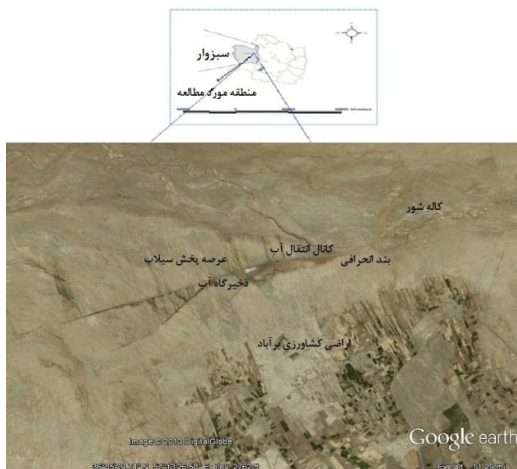
سلیمانی و همکاران (2007) در منطقه پخش سیلاب دشت موسیان ایلام به ارزیابی آثار سیستم پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه تحت تأثیر پرداختند و دریافتند که مقدار ماسه و سیلت به ترتیب از 84/2 و 10/9 درصد در منطقه شاهد به 79/7 و 14/6 درصد در منطقه پخش در سطح 0/01 تغییر معنی‌دار داشته، اما افزایش در صد رس از 22/9 به 24/5 درصد در این سطح احتمال معنی‌دار نبوده است. همچنین کربن آلی و نیتروژن کل خاک در عرصه پخش سیلاب بیشتر از منطقه شاهد بوده، ولی تغییرات هدایت الکتریکی، اسیدیته و پتاسیم قابل دسترس معنی‌دار نبوده است.

بررسی پژوهش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که پخش سیلاب و رسوب‌گذاری در سه محور اصلاح و بهبود وضعیت بافت خاک، تغییر کیفیت شیمیایی و زیستی خاک و تغییر در میزان نفوذپذیری خاک بر خواص خاک مؤثر است. در این تحقیق، اثر پخش سیلاب بر تغییرات بافت خاک و همچنین تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

## مواد و روش‌ها

## موقعیت جغرافیایی منطقه

منطقه مورد پژوهش در جنوب غربی شهرستان سبزوار و در منطقه دروک- برآباد این شهرستان در حد فاصل 57 درجه و 15 دقیقه عرض شرقی و 36 درجه و 5 دقیقه طول شمالی واقع شده است (شکل 1). ارتفاع متوسط منطقه 850 متر بالاتر از سطح دریا و متوسط شیب آن حدود 1% است. بارندگی متوسط سالانه در منطقه، حدود 191 میلی‌متر در سال است که توزیع فصلی آن از صفر میلی‌متر در تابستان تا حدود 70 میلی‌متر در زمستان متغیر است. دامنه سالانه درجه حرارت منطقه حدود 28 درجه سانتی‌گراد است که از میانگین حداقل 9 تا میانگین حداکثر 26 درجه



شکل (1): موقعیت منطقه تحقیق در استان خراسان رضوی - شهرستان سبزوار

### روش تحقیق

برای بررسی خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک، نمونه برداری خاک از اعماق 0\_30، 30\_60 و 60\_90 سانتی متر در ابتدا، وسط و انتهای نوارهای کشت برای سه منطقه ابتدایی، میانی و انتهایی عرصه احیا شد و نیز نمونه گیری از قطعات شاهد صورت گرفت. با توجه به اینکه هدف اصلی پروژه پخش سیلاب در این منطقه توسعه بیولوژیک توسط گونه های تاغ و آتریپلکس بوده است. علت انتخاب سه عمق، بررسی کامل تر و منطقی تر تغییرات پارامترهای مورد بررسی در اعماق توسعه ریشه این گونه های گیاهی است.

محل نمونه های خاک با انتخاب 3 ردیف کشت شده از ابتدا تا انتهای عرصه احیاء شده و با احتساب 3 تکرار در هر ردیف، صورت پذیرفت. همچنین تعداد 3 نمونه خاک از منطقه شاهد (بدون آبیاری شده) که همجوار با مناطق سه گانه پخش سیلاب واقع شده، نیز برداشت شد. نمونه ها از منطقه شاهد درست روبه روی ردیف های نمونه برداری در مناطق پخش سیلاب برداشت شد. برای ارزیابی دقیق تغییرات، فاصله ردیف های نمونه برداری و همچنین در داخل ردیف ها فواصل نقاط نمونه برداری، یکسان انتخاب شد. برای این کار، قبل از انجام نمونه برداری خاک، بر روی نقشه توپوگرافی منطقه الگوی پراکنش نقاط مشخص گردید. مختصات جغرافیایی الگوی از پیش طراحی شده، از روی نقشه برداشت شد و سپس برای نمونه برداری در عملیات صحرائی مورد استفاده قرار گرفت. برای دستیابی به نقاط از پیش تعیین شده، از یک دستگاه GPS (دستگاه موقعیت یاب جهانی) استفاده

ساختی گراد در تغییر است. اقلیم منطقه بر اساس روش آمبرژه و ضریب به دست آمده بر اساس این روش (عدد 13/8) جز اقلیم خشک سرد است. بر اساس روش دمارتن، شاخص خشکی برای منطقه مذکور 6/82 است که جزء اقلیم خشک طبقه بندی می شود.

این منطقه از نظر خاک شناسی در دشت سیلابی قرار دارد که هرچه از شرق به سمت غرب برویم، وسعت این دشت سیلابی و محدودیت آن از نظر کیفیت آب و خاک بیشتر می شود، به طوری که این اراضی دارای بافت سنگین با نفوذپذیری نسبتاً ضعیف است. همچنین از نظر زمین شناسی که شامل بخشی از دشت سبزوار است، شامل ارتفاعات مرتفعی شامل سنگ های تبخیری الیگوسن، کنگلومراهای پالئوسن، لایه های قرمز و ماسه سنگ پالئوژن فیش های آئوسن است. همچنین کمیت و کیفیت آب رودخانه کاله شور که عرصه پخش سیلاب توسط این رودخانه آبیاری سیلابی می شود، به شرح زیر است:

- متوسط شوری سیلاب رودخانه بین 16000 تا 17000 میکروموس بر سانتی متر است.

- تغییرات شوری که می تواند بیانگر کیفیت برتر باشد بین 4000 تا 7000 میکروموس بر سانتی متر متغیر است.

- PH سیلاب قلیایی و تغییرات آن بین 7/5\_8/7 است.

- سالیانه حداقل 350 میلیون متر مکعب آب با کیفیت تقریباً مناسب از طریق این رودخانه وارد عرصه پخش سیلاب می گردد.

- دبی پایه کاله شور در منطقه طرح بین 0/6\_0/9 مترمکعب در ثانیه است.

- حداکثر دبی کاله شور در منطقه طرح در دور برگشت های مختلف 2 تا 200 ساله بین 38/3 مترمکعب تا 272/75 مترمکعب است.

- رسوب معلق سیلاب به طور متوسط 79 گرم در لیتر است.

- شروع و ختم سیلاب به ترتیب فصل پاییز و بهار ثبت شده، به طوری که بین سال های مختلف شروع آن از مهر تا آذر و ختم آن از خرداد تا اوایل تیرماه متغیر است. با توجه به اینکه در منطقه دخیره گاه آب وجود دارد، آب مازاد در زمستان ذخیره و در تابستان مورد استفاده قرار می گیرد. تعداد دفعات آبیاری نوارهای کشت با توجه به نیاز آبی گیاه تنظیم می شود و معمولاً 2\_3 بار در سال انجام می پذیرد.

شد. نمونه‌ها برای ارزیابی شاخص‌های مورد نیاز به آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان سبزوار منتقل شد. بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتر و جداسازی ذرات از طریق کاربرد ماده کلگان (هگزا متافسفات سدیم) و دستگاه همزن، درصد ذرات شن، سیلت و رس تعیین گردید. پس از تهیه گل اشباع و اندازه‌گیری اسیدیتته آن، عصاره‌گیری توسط پمپ خلأ انجام و سپس میزان هدایت الکتریکی عصاره توسط دستگاه هدایت‌سنج قرائت شد. همچنین با استفاده از روش کمپلکسومتری (13)، مجموع کلسیم و منیزیم محلول در عصاره اشباع تعیین شد و به صورت میلی‌اکی والان در لیتر گزارش گردید. برای تعیین سدیم محلول خاک، و پتاسیم روش فلتومتری به کار گرفته شد. به این منظور، پس از رقیق کردن عصاره‌ها، مقدار سدیم برحسب میلی‌اکی‌والان در لیتر محاسبه شد. در تعیین درصد ماده آلی، ابتدا خاک الک شده مجدداً توسط الک 0/5 میلی‌متری غربال شد و درصد مواد آلی به روش سوزاندن تر خاک عبوری از الک 0/5 میلی‌متری به دست آمد (13). اندازه‌گیری کربنات‌ها و بیکربنات‌ها بر اساس روش تیتراسیون اسید و باز و استفاده از معرف‌های مضاعف بوده است. کلر محلول در خاک به موه‌ر اندازه‌گیری شد (13).

پس از دستیابی به نتایج آزمایشات نمونه‌های خاک، برای مقایسه تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه

### نتایج

مقادیر اندازه‌گیری‌ها و مقایسه میانگین‌های ردیف‌های نمونه‌برداری با عرصه شاهد در جدول (1) آورده شده است:

جدول (1): میانگین مقادیر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در فازهای سه‌گانه نمونه‌برداری از مناطق پخش سیلاب و شاهد

عمق موقعیت نمونه	0-30			30-60			60-90				
	فاز 1	فاز 2	فاز 3	شاهد	فاز 1	فاز 2	فاز 3	شاهد	فاز 1	فاز 2	فاز 3
sand	40/66	35/33	36	25/33	36/66	41/33	25/33	24/66	40	32/66	24/33
silt	32/33	43	41/33	41/66	37/67	40/67	38	43	40	38/67	43/67
clay	27	23	22/66	33	28/33	18	36/66	32/33	20	28/66	32/33
EC	63/69	42/64	19/28	70/06	18/58	31/6	50/72	66/98	42/50	32/36	15/46
PH	8/27	8/23	8/1	8/22	7/81	7/94	8/09	8/28	8/21	8/14	7/93
Na	974/37	194/79	164/57	894/04	166/54	270/8	667/82	715/86	601/41	279/57	149/80
Ca	34/30	31/67	24/30	31/23	26/30	34/30	34/30	32	34/30	36/67	26
Mg	38/21	23/26	37/71	37/07	35/90	28/63	44/41	35/27	39/33	29/96	27/28
K	222/33	196/33	343/33	290/33	269/33	1666	177	241/66	267	235	244/66
P	7/10	5/63	6/50	3/43	4/85	4/87	5/47	3/96	6/66	5/87	6/47
OC	0/20	0/09	0/21	0/15	0/23	0/17	0/17	0/08	0/20	0/18	0/21
Cl	773/83	357/93	598/08	571/70	629/90	359/63	728/47	561/40	576/93	326/30	421/93
TNV	17/99	19/76	19/08	20/97	19/10	18/29	18/60	23/73	20/84	19/53	18/89
Caso4	18/80	17/93	19/99	15/06	15/97	17/84	16/54	11/06	22/55	13/04	15/87
Hco3	2/37	1/79	2/10	0/88	1/83	1/75	1/83	1/06	1/62	1/65	1/92
Co3	0	0/42	0/12	0/67	0	0	0/17	1	0/8	0/07	0

\* TNV: درصد مواد خنثی شونده

با توجه به جدول (1) نتایج زیر حاصل می‌شود:

### خصوصیات فیزیکی

#### درصد شن

میانگین درصد شن در تمامی نمونه‌ها نسبت به منطقه شاهد، افزایش نشان داده است. بیشترین افزایش مربوط به عمق سطحی (30-0) می‌باشد و بیشترین افزایش در عمق سطحی مربوط به فاز 1 به میزان 15/33 درصد و کمترین آن در فاز دوم به میزان 10 درصد است. افزایش درصد شن در عمق‌های زیرین نسبت به عمق‌های سطحی کمتر بوده است؛ بنابراین پس از حدود 20 سال بهره‌برداری از پخش سیلاب، تعدیل بافت خاک، و سبک‌تر شدن آن رخ داده است. در مجموع، افزایش درصد شن در عمق سطحی در سطح 1 درصد معنی‌دار بوده و در سایر اعماق، تغییرات درصد شن معنی‌دار نبوده است.

#### درصد سیلت

میانگین درصد سیلت در عمق 30-0 و 90-60 در منطقه پخش سیلاب نسبت به منطقه شاهد در بعضی فازها کاهش و در بعضی افزایش نشان داده است، ولی در عمق 60-30 در هر سه فاز میانگین درصد سیلت نسبت به منطقه شاهد کاهش داشته است حداکثر کاهش 6/66 درصد و حداقل آن 0/99 درصد بوده است. در مجموع، هیچ یک از این تغییرات در سطح 5 درصد معنی‌دار نبوده است؛ بنابراین پخش سیلاب تأثیر معنی‌داری در افزایش یا کاهش سیلت خاک نداشته است.

#### درصد رس

در مورد رس خاک، در اکثر نمونه‌ها نسبت به منطقه شاهد کاهش نشان داده است. این تغییرات در اعماق 60-30 و 90-60 در سطح 5 درصد معنی‌دار نبوده، ولی در عمق سطحی کاهش درصد رس خاک معنی‌دار بوده است. این کاهش بین 9/66-14 درصد بوده است؛ بنابراین پخش سیلاب تأثیر معنی‌داری در کاهش درصد رس خاک در عرصه پخش سیلاب نسبت به منطقه شاهد در عمق سطحی داشته است.

### خصوصیات شیمیایی

#### هدایت الکتریکی

اندازه‌گیری هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع در نمونه‌های تهیه شده نشان‌دهنده این است که میانگین هدایت الکتریکی در فازهای سه‌گانه نسبت به محدوده شاهد کاهش داشته است. حداکثر میزان کاهش در هر سه عمق مربوط به فاز 3 و حداقل آن مربوط به فاز 1 است. حداکثر و حداقل کاهش در تمامی نمونه‌ها به ترتیب به میزان 51/52 دسی زیمنس بر متر در عمق 90-60 سانتی‌متر در فاز 3 و 6/64 دسی زیمنس بر متر در عمق 30-0 در فاز 1 بوده است. در مجموع، تغییرات در سطح 5 در هر سه عمق معنی‌دار بوده است؛ بنابراین پخش سیلاب باعث شستشوی املاح در فازهای سه‌گانه پخش سیلاب شده است.

#### اسیدیته

نتایج نشان‌دهنده کاهش اسیدیته خاک در تمامی نمونه‌هاست. این تغییرات در عمق زیرین، تأثیر معنی‌داری نداشته، ولی در سایر اعماق دارای تأثیر معنی‌دار در سطح 1 درصد بوده است. حداکثر و حداقل کاهش در عمق 60-30 به ترتیب به میزان 0/41 و 0/13 و در عمق 30-0 سانتی‌متر به ترتیب 0/35 و 0/14 واحد بوده است. در مجموع، پخش سیلاب باعث کاهش اسیدیته خاک در عمق 30-0 و 60-30 سانتی‌متر شده است.

#### درصد ماده آلی

ماده آلی در عمق 60-30 تغییر چندانی نسبت به منطقه شاهد نداشته است، ولی در عمق 30-0 و 90-60 ماده آلی افزایش نشان داده است. این افزایش‌ها بین 0/13-0/1 درصد متغیر است و در مجموع، این تغییرات در سطح 5 درصد معنی‌دار بوده است؛ بنابراین، عملیات پخش سیلاب در عمق 30-0 و 90-60 باعث تغییرات معنی‌دار در افزایش ماده آلی شده است.

#### درصد مواد خشتی‌شونده

با توجه به جدول درصد مواد خشتی‌شونده در تمامی اعماق نسبت به منطقه شاهد، کاهش نشان داده است. حداکثر

عملیات پخش سیلاب باعث شستشوی این عنصر از اعماق سطحی به اعماق پایین‌تر شده و باعث کاهش معنی‌دار این عنصر در عمق سطحی شده است.

#### سدیم قابل جذب

در مورد سدیم در اعماق پایینی، در اکثر نمونه‌ها میزان سدیم کاهش نشان داده است. این تغییرات در اعماق سطحی و میانی به حداکثر خود رسیده که البته تغییرات ایجاد شده در این اعماق از لحاظ آماری در سطح 1 درصد معنی‌دار است. حداکثر تغییرات در عمق 30-60 و 60-90 سانتی‌متر بین عمق 30-0 میزان سدیم در فاز 1 افزایش و در فاز 2 و 3 کاهش یافته که در مجموع، تغییرات در سطح 1 درصد معنی‌دار است. بین فاز 1 و شاهد اختلاف بدون معنی، ولی بین فازهای 2 و 3 با فاز 1 و شاهد اختلاف در سطح 1 درصد معنی‌دار است. در عمق انتهایی، اختلاف در سطح 5 درصد معنی‌دار است؛ بنابراین در مجموع، پخش سیلاب در تمامی اعماق دارای تأثیر معنی‌دار در میزان سدیم بوده است.

#### کلسیم و منیزیم

در مورد کلسیم و منیزیم تغییرات زیادی در فازهای مختلف و اعماق مختلف مشاهده شده است. در بعضی نمونه‌ها نسبت به منطقه شاهد کاهش و در بعضی دیگر افزایش داشته است، ولی در مجموع، کلسیم و منیزیم در هیچ یک از نمونه‌ها نسبت به منطقه شاهد، تغییرات معنی‌داری در سطح 5 درصد نداشته است، لذا پخش سیلاب بر میزان کلسیم و منیزیم خاک بی‌تأثیر بوده است.

#### کربنات و بی‌کربنات

در تمامی نمونه‌ها میزان بی‌کربنات افزایش یافته است. حداکثر افزایش نسبت به منطقه شاهد به میزان 1/52 میلی‌اکی والان بر لیتر در عمق 30-0 در فاز 1 و حداقل افزایش به میزان 0/56 اکی والان بر لیتر در عمق 60-90 در همین فاز است. این تغییرات در تمامی اعماق در سطح 5 درصد معنی‌دار بوده است؛ بنابراین پخش سیلاب باعث تغییرات

کاهش‌ها در عمق 60-90 می‌باشد که این تغییرات در سطح 5 درصد معنی‌دار است. این تغییرات بین 2/89-4/84 متغیر است. در اعماق دیگر تغییرات معنی‌دار نیست؛ بنابراین در مجموع، پخش سیلاب عمق زیرین باعث تغییرات چشمگیر و معنی‌دار درصد مواد خثی‌شونده شده است.

#### پتاسیم قابل جذب

میانگین مقادیر پتاسیم در عمق 30-0 و 60-30 نسبت به میانگین مقادیر پتاسیم در منطقه شاهد در فازهای سه‌گانه پخش سیلاب افزایش یافته است و در مجموع تغییرات در سطح 1 درصد معنی‌دار است. در عمق 60-90 سانتی‌متر، میانگین مقادیر پتاسیم در فاز 1 و 3 افزایش و در فاز 2 کاهش داشته، ولی در مجموع، این تغییرات در سطح 5 درصد معنی‌دار نیست؛ بنابراین در مجموع، مقادیر پتاسیم فقط در اعماق سطحی و میانی تغییرات معنی‌داری داشته و در عمق پایینی تغییرات معنی‌دار نبوده است.

#### فسفر قابل جذب

فسفر در نمونه‌ها افزایش نشان داده است. حداکثر این افزایش‌ها مربوط به عمق 30-0 و 60-90 بوده و فقط در همین اعماق، این تغییرات معنی‌دار است و در عمق میانی، تغییرات معنی‌دار نیست. این افزایش در عمق 60-90 سانتی‌متر، بین 1/9-2/7 میلی‌اکی والان بر لیتر بوده است. در عمق 30-0 حداکثر افزایش در فاز 1 به میزان 3/8 میلی‌اکی والان بر لیتر و حداقل آن به میزان 1/09 میلی‌اکی والان بر لیتر است. در عمق میانی افزایش‌ها بین 1/42-2/04 میلی‌اکی والان بر لیتر است. به طور کلی، پخش سیلاب در تغییرات میزان فسفر پس از حدود 20 سال بهره‌برداری از سیلاب‌های فصلی در عمق سطحی و انتهایی معنی‌دار بوده است.

#### گچ تبادل

میانگین میزان گچ در عمق سطحی در تمامی اعماق کاهش نشان داده، ولی در اعماق پایینی افزایش یافته است. کاهش گچ در عمق سطحی در سطح 5 درصد معنی‌دار، ولی افزایش گچ در اعماق دیگر معنی‌دار نیست؛ بنابراین در مجموع،

هدایت الکتریکی از خصوصیات بسیار مهم خاک‌ها به شمار می‌رود و نشان‌دهندهٔ مجموع املاح محلول در خاک است. تغییرات هدایت الکتریکی در اثر پخش سیلاب در خاک‌های مختلف با توجه به کیفیت سیلاب‌ها پخش‌شده متفاوت بوده است. در این پژوهش، مقادیر هدایت الکتریکی در تمامی اعماق با مقادیر سدیم و کلر خاک همخوانی دارد؛ بنابراین کاهش هدایت الکتریکی در منطقهٔ پخش سیلاب متأثر از کاهش کلرید سدیم بوده است. در عمق سطحی در فاز 1 با توجه به اصلاح بافت خاک در اثر افزایش شن و همگام با آن کاهش رس، باز هم مقدار هدایت الکتریکی نسبت به شاهد کاهش کمی داشته است که علت آن را همان مقدار بالای سدیم توجیه می‌کند؛ بنابراین، سیلاب‌های منطقه باعث شستشوی نمک‌ها به اعماق پایین می‌شود، ولی کاهش کمتر هدایت الکتریکی و همچنین سدیم در عمق سطحی بیشتر به علت نیروی موئینه در اثر ریزبافت بودن خاک منطقه است که باعث جابجایی نمک همراه با رطوبت به سطح خاک می‌شود. اسیدیتهٔ خاک از عوامل بسیار مهم در تغذیهٔ گیاه است و مدیریت آن بسیار سخت و پیچیده است. پایین بودن بارش سالانه و شدت زیاد آن و در نتیجه عدم وجود فرصت کافی برای نفوذ آب در خاک، میزان شستشوی املاح را در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک با محدودیت مواجه کرده است. در نتیجه در این مناطق، شاهد حضور چشمگیر کربنات کلسیم و منزیم و سولفات کلسیم در افق‌های سطحی هستیم. حضور فعال املاح فوق، اسیدیتهٔ خاک را در حد بالای نگه می‌دارد و در کل، مقدار آن بالاتر از 7 می‌باشد. در این تحقیق، پخش سیلاب در عمق سطحی و میان باعث تأثیر معنی‌دار در اسیدیتهٔ خاک در جهت کاهش اسیدیته خاک شده است، که می‌توان علت آن را کاهش سدیم خاک در این اعماق نسبت به منطقهٔ شاهد و همچنین افزایش مواد آلی دانست. همچنین میزان گچ خاک در اعماق پایینی منطقهٔ پخش سیلاب به میزان چشمگیری افزایش یافته که می‌تواند علت عدم کاهش اسیدیته باشد.

معنی‌دار در فازهای سه‌گانه در جهت افزایش این عنصر شده است. در مورد کربنات، میزان این عنصر در تمامی نمونه‌ها نسبت به منطقهٔ شاهد کاهش نشان داده که حداکثر کاهش مربوط به عمق انتهایی بوده که میزان تغییرات در این عمق در سطح 1 درصد معنی‌دار بوده و در سایر اعماق تغییرات معنی‌دار نبوده است. در عمق انتهایی، میزان تغییرات بین 1.0/2 میلی‌اکی‌والان در لیتر است. در مجموع، عملیات پخش سیلاب در مورد کاهش کربنات در عمق 60-90 چشمگیر بوده است.

### کلر

در نهایت در مورد کلر، در اعماق پایینی در اکثر نمونه‌ها میزان این عنصر کاهش نشان داده است. این تغییرات در اعماق سطحی و میانی به حداکثر خود رسیده که البته تغییرات ایجاد شده در این اعماق از لحاظ آماری در سطح 1 درصد معنی‌دار است. همچنین در عمق انتهایی اختلاف در سطح 5 درصد معنی‌دار است؛ بنابراین در مجموع پخش سیلاب در تمامی اعماق دارای تأثیر معنی‌دار در میزان کلر بوده است.

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد که در مورد بافت خاک در مجموع فازها و اعماق تغییرات بافت خاک فقط در عمق سطحی در سطح 5% معنی‌دار بوده است و در اعماق پایین، تأثیر معنی‌دار نبوده است. در عمق سطحی تغییر بافت خاک در جهت کاهش رس خاک و افزایش شن خاک بوده است. این نتایج با نتایج مطالعات صالح آشوری‌نژاد (1379)، سکوتی اسکویی (1381)، سررشته‌داری (1383)، فخری (1382) و سلیمانی و همکاران (2007) در مورد تغییرات بافت خاک در اثر پخش سیلاب مغایرت داشته است.

با توجه به بافت سنگین منطقه، سبک‌تر شدن بافت توسط سیلاب‌ها اثر تعدیلی بر بافت خاک داشته و بالتبع روی نفوذپذیری و افزایش رطوبتی خاک مؤثر بوده و در نتیجه آن، افزایش پوشش گیاهی منطقه را به دنبال داشته است؛ بنابراین پخش سیلاب، موجب بهبود بافت خاک منطقه شده است.



حاصل خیزی خاک که شامل عناصر فسفر، ماده آلی، نیتروژن و پتاسیم است، از محدودیت‌های این مناطق به شمار می‌رود. کمبود درصد پوشش گیاهی به دلیل خشکی منطقه و بالا بودن دمای محیط و تجزیه سریع مواد آلی، از عوامل عمده در ایجاد این محدودیت‌ها هستند. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که نتایج ماده آلی خاک با نتایج فسفر خاک هم‌خوانی دارد؛ بنابراین، تغییرات فسفر خاک متأثر از تغییرات ماده آلی خاک بوده است. تغییرات فسفر خاک همانند ماده آلی خاک در عمق 30.0 و 60.90 معنی‌دار بوده است. این تغییرات در جهت افزایش این عناصر و بهبود حاصل‌خیزی خاک بوده است. همچنین مقادیر پتاسیم در عمق سطحی و میانی افزایش نشان داده است که در سطح 1 درصد معنی‌دار می‌باشد و نشان از حاصل‌خیزتر شدن خاک عرصه و افزایش مواد مغذی دارد.

همچنین بر اساس گزارش رهبر و کوثر (1381) در ایستگاه پخش سیلاب گربایگان، و محمدیان (1388) در ایستگاه پخش سیلاب کوه‌دشت، افزایش معنی‌دار درصد کربن آلی، درصد ازت کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب را گزارش کرده‌اند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

در پژوهش‌های به عمل آمده در ایستگاه‌های پخش سیلاب نتایج حاصل از بررسی حاصل‌خیزی خاک و عناصر اصلی خاک منطقه پخش با این پژوهش مطابقت دارد. تنها در مواردی، افزایش برخی عناصر یا ماده آلی نسبت به منطقه شاهد معنی‌دار نبوده است؛ لذا به طور کلی می‌توان بیان کرد که پخش سیلاب با توجه به انتقال مواد آلی خاک حاصل‌خیز سطحی بالادست، موجب حاصل‌خیزی و افزایش عناصر غذایی خاک و درصد کربن آلی می‌شود.

بررسی سایر موارد که به زمان، فصل و میزان سیلاب بستگی دارد، همراه با تغییرات متفاوت در ردیف‌ها و اعماق مختلف است.

رهبر و کوثر (1381) در پخش سیلاب ایستگاه گربایگان، افزایش اسیدیتته خاک را در این رابطه گزارش کرده‌اند که با نتایج این پژوهش مغایرت دارد. سکوتی اسکویی (1381) در پخش سیلاب پلدشت، سکوتی اسکویی و همکاران (1384) افزایش معنی‌دار هدایت الکتریکی و کاهش معنی‌دار اسیدیتته را گزارش کرده‌اند که با نتایج اسیدیتته این پژوهش یکسان و با نتایج هدایت الکتریکی مغایرت دارد. در مطالعه فخری و همکاران (1384) که در پخش سیلاب تنگستان انجام شد، تغییرات هدایت الکتریکی و اسیدیتته خاک در دو منطقه معنی‌دار نبوده است؛ بنابراین، اثر پخش سیلاب با توجه به شرایط هر منطقه و ویژگی‌های خاک و کیفیت سیلاب، در تغییر هدایت الکتریکی کاملاً متفاوت است. همچنین سیلاب‌های منطقه با توجه به اسیدی یا قلیایی بودن، تغییر در میزان سدیم خاک، تغییر در پوشش گیاهی و مواد آلی و... می‌تواند در اسیدیتته خاک مؤثر باشد.

همچنین با بررسی میزان کاهش گچ در عمق 30.0 تقریباً برای تمامی نمونه‌ها و افزایش میزان آن در عمق 60.90 سانتی‌متری خاک می‌توان نتیجه گرفت که آبیاری سیلابی توانسته است گچ خاک را از محدوده توسعه ریشه حذف کند و به طبقات پایینی خاک هدایت سازد.

در مورد کربنات و بی‌کربنات می‌توان گفت وجود آب بیشتر در منطقه پخش سیلاب به علت سیل‌گیری هر ساله از میزان کربنات می‌کاهد، به طوری که کربنات در عرصه پخش سیلاب در 75% نمونه‌ها به صفر رسیده است. این تغییرات در عمق زیرین در سطح 1 درصد معنی‌دار است و به میزان بی‌کربنات افزوده و بی‌کربنات در تمامی نمونه‌ها افزایش یافته که در سطح 5% در تمامی اعماق معنی‌دار است.

مقدار نیتروژن و فسفر در مناطق خشک و نیمه‌خشک، رابطه بسیار نزدیکی با میزان ماده آلی خاک دارد. به طور کلی،



## منابع

1. احمدی، حسن، 1375. معیارهای شناخت بیابان‌های ایران، مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان‌زایی و روش‌های مختلف بیابان‌زدایی، ص 81-98.
2. احمدی، حسن، 1378. «ژئومورفولوژی کاربردی»، جلد دوم. بیابان، دانشگاه تهران، 570 ص.
3. اختصاصی، محمدرضا، 1366. پخش سیلاب، سمینار کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، 60 ص.
4. ایستگاه سینوپتیک شهرستان سبزوار، 1390. آمار هواشناسی شهرستان سبزوار.
5. دادرسی سبزوار، ابوالقاسم، 1382. بررسی فیزیکی و شیمیایی خاک متأثر از عملیات پخش سیلاب بر آبخوان شهرستان سبزوار. مجموعه مقالات سومین همایش آبخوانداری پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور. ص 276-282.
6. رهبر، غلامرضا، کوثر، آهنگ، 1381. بررسی برخی از تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در شبکه‌های پخش سیلاب گربایگان فسا. مجموعه مقالات کارگاه آموزشی تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات خاک در ایستگاه پخش سیلاب. 64 ص.
7. سررشته‌داری، امیر، 1383. «اثرات طرح پخش سیلاب بر نفوذپذیری و حاصل‌خیزی خاک»، مجله پژوهش و سازندگی، شماره 62، ص 83-93.
8. سکوتی اسکویی، رضا، 1381. تأثیر پخش سیلاب پلدشت بر روند تغییرات نفوذپذیری سطحی خاک، مجموعه مقالات کارگاه آموزشی تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات خاک، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
9. سکوتی اسکویی، رضا، 1384. بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ایستگاه پلدشت در آذربایجان غربی، مجموعه مقالات کارگاه آموزشی تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات خاک در ایستگاه‌های پخش سیلاب، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، شماره 5، ص 42-50.
10. سکوتی اسکویی، رضا، مهدیان، محمد حسین، مجیدی، علیرضا، احمدی، عباس مهدیزاده، منصور، خانی، منصور، 1384. «بررسی تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات خاک در آبخوان پلدشت آذربایجان غربی»، مجله پژوهش سازندگی، شماره 67، ص 42-50.
11. سلیمانی، رضا، 1384. تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در اثر پخش سیلاب در ایستگاه موسیان ایلام، مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، جلد 22، ص 424-425.
12. صالح آشوری‌نژاد، ام. 1379. اثر استحصال آب در بند سارها بر خصوصیات شیمیایی و حاصل‌خیزی خاک، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، 98 ص.
13. فخری، فرهاد، 1382. بررسی تأثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و پوشش گیاهی ایستگاه پخش سیلاب تنگستان استان بوشهر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، 88 ص.
14. فخری، فرهاد، جعفری، محمد، مهدیان، محمد حسین و آذرینوند، حسین، 1384. «تأثیر پخش سیلاب بر برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک ایستگاه تحقیقاتی تنگستان استان بوشهر»، فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، شماره 20، 233 ص.
15. لطف‌الله‌زاده، داور، زارع مهرجردی، محمد، کمالی، کورش، 1388. «بررسی تأثیر پخش سیلاب بر برخی خصوصیات خاک در ایستگاه پخش سیلاب سرچاهان»، فصلنامه پژوهش و سازندگی، شماره 76، ص 82.
16. محمدیان، ع، کرمان، ر، 1388. اثرات پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و مینرالوژی خاک ایستگاه داوود رشید کوه‌دشت، پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، 2 و 3 اردیبهشت.
17. مهدیان، محمدحسین، حسینی چگینی، ابراهیم، شریعتی، محمد حسن، خاکسار، کاوه، 1382. «بررسی تأثیر پخش سیلاب در تغییرات فیزیکوشیمیایی خاک پخش سیلاب قوشه دامغان استان سمنان»، فصلنامه پژوهش و سازندگی، شماره 61، 39 ص.
18. Campbell, B.M., 2003. Raising to the challenge of poverty and environmental sustainability: towards a conceptual and operational framework for INRM, Keynote paper for CP formulation workshop.
19. INPIM, 2005. Public Private Partnerships in Irrigation and Drainage, Eighth International

24. Soleimani, R., 2006. Variability of Soil Physical and Chemical Properties as Affected by Flood Spreading in Musian Station(South Western Iran).18th World Congress of Soil Science - Philadelphia, Pennsylvania, USA.
25. Soleimani, R., Mahdian, M.H., Kamali, K., Pirani, A., Azami, A., Shafiee, Z., 2007. Effects Of Flood Spreading On Variability Of Soil Physical And Chemical Properties In South Western IRAN.13<sup>th</sup> international conference rainwater catchment systems, Sydney, 2007.
26. Veldhuizen, L., Waters, A., Zeeuw, H., 1997. Developing Technology with Farmers, ETC, Netherlands.
- seminar on participatory Irrigation management, Tarbes, France.
20. Roose, E., Ndayizigiye, F., 1997. Agroforestry, Water and Soil Fertility Management to Fight Erosion in Tropical Mountains of Rwanda. Soil Technology. 11: 109-119.
21. Rosegrant, M., W., Poblete, S.D., Dawe, D., Elliot, H., 2002. Policies and Institutions for sustainable Water resource management, Background papers of challenge program on Water and Food. CGIAR. P: 161-190
22. Ghazavi, R., Val, A., Eslamian, S., 2010. Impact of Flood Spreading on Infiltration Rate and Soil Properties in an Arid Environment.
23. Sarreshtehdari, A., Skidmore, A. K., 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.