Original Article, Vol. 10, No. 3, Autumn, 2022, pp 37-48

Desert Management
www.isadmc.ir

Iranian Scientific Association of Desert Management and Control

The Effect of Rainfall Storage Methods on Soil Properties of Arid Rangelands (Case Study: Bastak, Hormozgan Province)

H. Ahmadpour[1], E. Jahantab[2*], M. Sharafatmandrad[3], A. Khosravi Mashizi[3]

1. Ph.D. in Watershed Management, Department of Natural Resources and Watershed Management of Hormozgan Province, Hormozgan, Iran.
2. Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture, Fasa University, Fasa, Iran.
3. Associate Professor, Department of Ecological Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

* Corresponding Author: e.jahantab@fasau.ac.ir

Received date: 30/05/2022 **Accepted date: 25/07/2022**

10.22034/JDMAL.2022.554711.1386

Abstract

Lack of rainfall and its high temporal and spatial variation are the main problems of vegetation restoration in Iran. Rainfall harvesting methods can play an effective role in improving soil moisture. Rainfall harvesting operations have a great impact on the structure and function of ecosystems. Therefore, the present study investigates the changes of soil properties as a result of implementing two rainfall harvesting methods (water spreading system and micro-catchment) in arid rangelands of Hormozgan province. First, 45 soil samples were taken from control, micro-catchment and water spreading system sites and their physical and chemical properties were measured in the soil laboratory. One-way analysis of variance was used to compare the different sites in terms of soil properties. The rate of change index was used in order to assess the performance of soil properties and the overall performance of each of the rainfall harvesting methods compared to the control. Synergy and trade-off relations between soil properties were investigated using Pearson correlation coefficient. The results showed that except EC, pH, TNV, water spreading system had a significant effect on soil properties. EC, pH, TNV, calcium, magnesium, nitrogen and sand had negative performance in the water spreading system, and the rest of the soil properties had positive performance. The overall performance of soil properties was 31 and 11% in the micro-catchment, and 52 and 25% in the water spreading system. Sand had a significant trade-off relationship with most soil chemical properties. The highest trade-off was observed between sand and silt ($p < 0.01$, $R^2 = -0.99$). The highest synergy was observed between silt and phosphorus ($p < 0.01$, $R^2 + 0.87$), and next phosphorus and OC ($p < 0.01$, R2 + 0.72). In general, the positive impact of water spreading system on the soil properties of arid rangelands was greater than the micro-catchment in this region.

Keywords: Ecosystem; Water spreading system; Rangeland; Micro-catchment; Synergy

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

مقاله پژوهشی، سال دهم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۱، صفحات ۳۷ تا ۴۸

نشریه مدیریت بیابان

www.isadmc.ir

انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران

تأثیر شیوه‌های ذخیرهٔ بارش بر ویژگی‌های خاک مراتع خشک (مطالعه موردی: بستک، استان هرمزگان)

حامد احمدپور[۱]، اسفندیار جهانتاب[۲*]، محسن شرافتمندراد[۳]، اعظم خسروی مشیزی[۳]

۱. دکتری آبخیزداری، کارشناس اداره کل منابع‌طبیعی و آبخیزداری استان هرمزگان، هرمزگان، ایران.
۲. استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فسا، فسا، ایران.
۳. دانشیار، گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران.
* نویسندهٔ مسئول: e.jahantab@fasau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۰۳

doi 10.22034/JDMAL.2022.554711.1386

چکیده

کمبود بارندگی و تغییر پذیری زیاد زمانی و مکانی آن، یکی از مشکلات احیای پوشش گیاهی در کشور است. با این وجود روش‌های گوناگون ذخیره ریزش های جوی می‌توانند با افزایش رطوبت خاک، نقش موثری داشته باشند. پژوهش حاضر به بررسی تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در نتیجهٔ اجرای دو روش پخش سیلاب و هلالی آبگیر در مراتع خشک استان هرمزگان می‌پردازد. تعداد ۴۵ نمونه خاک از سه منطقه شاهد، هلالی آبگیر و پخش سیلاب برداشت شد و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. مقایسه میانگین ویژگی‌های خاک با آزمون تجزیه واریانس یکطرفه انجام شد. برای بررسی عملکرد دو روش ذخیره بارش در مقایسه با شاهد بر ویژگی‌های خاک و عملکرد کل هر یک از شاخص نرخ تغییر استفاده شد. با استفاده از تحلیل همبستگی پیرسون، روابط هم‌افزایی و مبادله بین ویژگی‌های خاک بررسی شد. یافته‌ها نشان داد که به جز هدایت الکتریکی، اسیدیته و ارزش خنثی‌سازی کل، منطقه ذخیره نزولات روی دیگر ویژگی‌های خاک تاثیر معنی‌داری داشت ($p <$ ۰/۰۵). عملکرد ویژگی‌های هدایت الکتریکی، اسیدیته، ارزش خنثی‌سازی کل، کلسیم، منیزیم، نیتروژن و شن منفی بود و دیگر ویژگی‌ها دارای عملکرد مثبت بودند. عملکرد کل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه هلالی به ترتیب ۳۱٪ و ۱۱٪ و در منطقه پخش سیلاب به ترتیب ۵۲٪ و ۲۵٪ بود. شن با اغلب ویژگی‌های شیمیایی خاک رابطهٔ مبادله و معنی‌داری داشت ($p <$ ۰/۰۵). بیشترین ارتباط مبادله بین شن و سیلت مشاهده شد ($R^2=$-۰/۹۹، $p <$ ۰/۰۱) . بیشترین هم‌افزایی نیز بین سیلت و فسفر ($R^2=$+۰/۸۷، $p <$ ۰/۰۱) و سپس فسفر و کربن آلی ($R^2=$+۰/۷۲، $p <$ ۰/۰۱) خاک وجود داشت. به‌طورکلی، مقدار تأثیر مثبت عملیات پخش سیلاب بر ویژگی‌های خاک مراتع این منطقه خشک بیشتر از عملیات هلالی آبگیر بود.

واژگان کلیدی: بوم‌سازگان؛ پخش سیلاب؛ مرتع؛ هلالی آبگیر؛ هم‌افزایی

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

■ مقدمه

کمبود بارندگی و پراکنش نامناسب آن یکی از مشکلات عرصه‌های طبیعی کشور ایران است. این عوامل امکان رویش و استقرار گونه‌های گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک را محدود کرده است. در همین راستا برای افزایش احتمال موفقیت عملیات اصلاحی و احیایی در اکوسیستم‌های مرتعی مناطق خشک و نیمه خشک علاوه‌بر کشت گونه‌های گیاهی سازگار ذخیره نزولات جوی ضروری است (۲، ۲۸، ۳۰). روش‌های مختلفی برای جمع‌آوری و کنترل رواناب و کاهش سیلاب در سطح مراتع مورد استفاده قرار می‌گیرند. این روش‌ها موجب بیشتر شدن رطوبت خاک و در نتیجه رشد گیاهان می‌شوند (۱۲). در سال‌های اخیر استفاده از روش‌هایی مانند استفاده از هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب به عنوان روش‌های اصلاح مرتع در مناطق خشک و نیمه‌خشک در ایران رایج شده است.

هلالی‌آبگیر یکی از روش‌های ذخیره نزولات است که با احداث چاله‌هایی به شکل هلالی نزدیک به نیم‌دایره در امتداد خطوط تراز و عمود در جهت شیب حفر می‌گردند. هلالی‌آبگیر روشی جدید و مؤثر بوده که با هدف ذخیره نزولات و مدیریت هرزاب‌ها در مراتع خشک و نیمه خشک ایران اجرا می‌شود (۱). این روش باعث بهبود ویژگی‌های عملکردی در مرتع می‌شود (۳۳). در ادامه به برخی مطالعاتی که در زمینه اثرات هلالی‌آبگیر بر ویژگی‌های خاک انجام شده است پرداخته می‌شود. در تحقیقی گزارش شد ایجاد هلالی‌آبگیر موجبث بهبود شرایط ساختاری و عملکردی مراتع نارون خاش در استان سیستان و بلوچستان شده است (۷). ساخت سامانه هلالی‌آبگیر با توجه به شرایط محیطی برای ذخیره نزولات آسمانی در خاک و افزایش تولید علوفه در مراتع پیشنهاد می‌شود (۲۰). محققان در مطالعه‌ای گزارش دادند در منطقه‌ای که عملیات هلالی‌آبگیر انجام شده است شوری خاک کاهش پیدا کرد ولی میزان مواد آلی پتاسیم و اسیدیته تفاوتی با عرصه شاهد نداشت (۱).

یکی از شیوه‌های کنترل سیلاب، پخش سیلاب است که یکی از روش‌های تغذیه مصنوعی به شمار می‌رود. تغذیه مصنوعی در ایران مربوط به ۳۰۰۰ سال پیش می‌باشد که شاهد آن اختراع کاریز برای مناطق خشک و نیمه خشک است (۱۶). سیستم پخش سیلاب علاوه بر این‌که تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و احیای چشمه‌ها و قنات‌های پایین‌دست را به همراه دارد بر ویژگی‌های خاک منطقه و پوشش گیاهی نیز تأثیر به‌سزایی دارد. در واقع، با پخش و پخش سیلاب در پهنه مراتع فقیر می‌توان ضمن تغذیه آبخوان‌ها، کشاورزی منطقه را نیز رونق داد و شرایط لازم برای احیاء طبیعی پوشش گیاهی و افزایش تولید علوفه مراتع را فراهم کرد (۴). در مقیاس سیمای سرزمین، مخروط‌های افکنه و پادگانه‌های آبرفتی به علت داشتن شیب ملایم و امکان نفوذ بالای آب در اولویت اجرای عملیات پخش و گسترش سیلاب هستند (۵). به‌طورکلی، چنانچه انجام عملیات گسترش سیلاب از لحاظ فنی امکان پذیر و توجیه اقتصادی نیز داشته باشد، به‌عنوان یکی از روش‌های مؤثر برای استفاده از سیلاب در اصلاح و احیای مراتع مناطق خشک و نیمه خشک تلقی می‌گردد (۲۰). نتایج تحقیقی در ایستگاه پخش سیلاب کوثر استان فارس نشان داد پخش سیلاب باعث افزایش پایداری و بهبود چرخه مواد مغذی خاک و در نتیجه احیا مراتع گردیده است (۸). در تحقیقی گزارش شد پخش سیلاب ویژگی‌های سطحی خاک به‌ویژه خواص فیزیکی عرصه را بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۷). نتیجه بررسی نشان داد میانگین درصد کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، رطوبت اشباع خاک و سیلت در عرصه پخش سیلاب افزایش و ویژگی‌های هدایت الکتریکی، جرم مخصوص ظاهری و درصد رس کاهش یافته است (۱۸). در تحقیقی گزارش شد پخش سیلاب موجب افزایش درصد ازت و کربن آلی خاک شده است (۶). عملیات گسترش سیل بر دشت آبدالان با تغییر ویژگی‌های فیزیکی خاک سطحی و بهبود وضعیت پوشش گیاهی باعث احیای منطقه شده است (۱۱).

به‌طورکلی دشت‌های وسیع با شیب ملایم و بدون خندق یا کانال‌های ناشی از فرسایش، عرصه مناسبی برای پخش‌سیلاب محسوب می‌شوند. پخش‌سیلاب در مکان‌هایی مناسب است که درصد رسوبات خیلی زیاد نبوده و شیب عرصه کمتر از ۱٪ باشد. در صورت وجود سیلاب‌های بزرگ یا در صورت زیاد بودن نفوذپذیری خاک می‌توان عرصه‌های پخش سیلاب را تا ۵٪ نیز در نظر گرفت. در رابطه با هلالی‌آبگیر چاله‌هایی در مسیر حرکت رواناب‌ها در سطح مرتع احداث می‌شوند. شعاع نیم‌دایره چاله‌ها بین ۱ تا ۳m و عمق آن ۲۰

تا ۵۰cm متغیر است. هرچه شیب و میزان رواناب منطقه بیشتر باشد، ابعاد چاله‌ها بزرگتر در نظر گرفته می‌شود (۱۲).

هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب نقش مهمی در اصلاح مراتع مناطق خشک و نیمه خشک ایفا می‌کنند. در سال‌های اخیر این روش‌ها بیش از پیش به اجرا در آمده‌اند. از طرفی پژوهش‌های کافی در زمینه اثرات این روش‌ها بر ویژگی‌های خاک وجود ندارد. بنابراین بررسی تأثیر این عملیات بر ویژگی‌های خاک لازم و ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به مطالب ذکر شده در بالا و از طرفی با توجه به این‌که تاکنون مطالعه جامعی در مورد تأثیر عملیات اصلاحی هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب بر ویژگی‌های فیزیک و شیمیایی خاک در منطقهٔ بستک استان هرمزگان انجام نگرفته است، پژوهش حاضر با هدف تأثیر عملیات اصلاحی هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب بر برخی ویژگی‌های فیزیکی – شیمیایی خاک در منطقه بستک انجام شد.

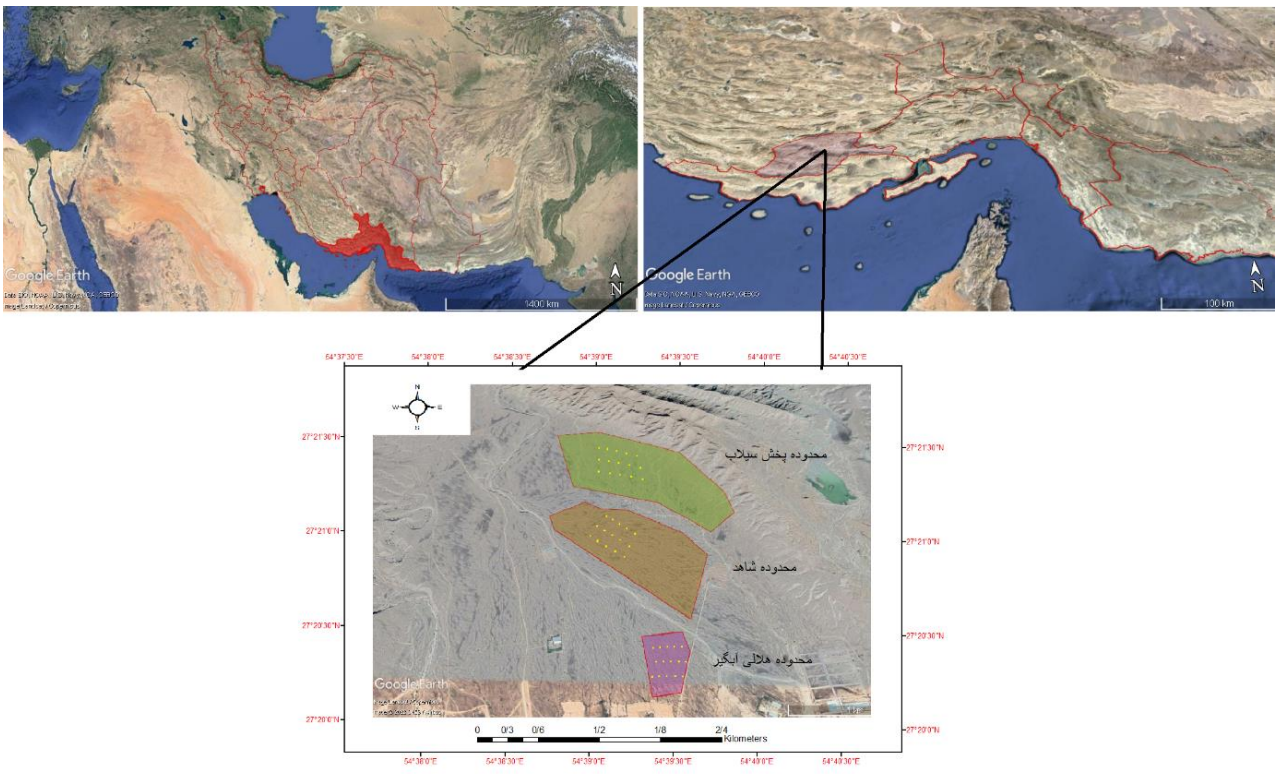
■ مواد و روش

منطقه مورد مطالعه

پخش سیلاب دهنگ در ۳۵ km شهر بستک واقع شده است (شکل ۱). مساحت کل منطقه ۵۵/۹ ha می‌باشد. به لحاظ زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه شامل سازندهای آسماری، جهرم، گچساران، میشان، آغاجاری و بختیاری است. طرح در سال ۱۳۸۳ احداث شد. منطقه اجرای هلالی‌آبگیر در ۴۰km شهر بستک واقع شده است (شکل ۱). مساحت کل منطقه ۱۵ha می‌باشد. به‌لحاظ زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه شامل سازندهای آسماری جهرم، گچساران، میشان، آغاجری و بختیاری می‌باشد. طرح در سال ۱۳۹۴ احداث شد.

روش پژوهش

برای انجام پژوهش حاضر، درآغاز داده‌های پایه عرصه مورد مطالعه جمع‌آوری شد و سپس چندین بازدید از منطقه به عمل آمد. در کنار تیمار عملیات اصلاحی پخش سیلاب و هلالی‌آبگیر یک تیمار شاهد که فاقد عملیات اصلاحی بود نیز در نظرگرفته شد. در هر تیمار، نمونه‌برداری به روش سیستماتیک-تصادفی انجام شد. بدین منظور در هر یک از مناطق عرصه پخش سیلاب، هلالی‌آبگیر و شاهد، ۳ ترانسکت به طول ۱۰۰ m مستقر شد.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه شاهد در کنار مناطق اجرای عملیات اصلاحی هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب انتخاب شد. با توجه به قرابت مکانی منطقه شاهد و هر یک از عملیات ذخیره نزولات آسمانی، منطقه شاهد از لحاظ پوشش گیاهی و خاک کاملاً مشابه منطقه اجرای عملیات ذخیره نزولات آسمانی بود و مدیریت آن در خلال اجرای عملیات و پس از آن تغییر نکرده بود.

برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی – شیمیایی خاک در طول هر نوار (ترانسکت) پنج نمونه خاک گرفته شد. در مجموع ۱۵ نمونه برای عرصه پخش سیلاب، ۱۵ نمونه برای عرصه هلالی آبگیر، ۱۵ نمونه برای عرصه شاهد برداشت شد. نمونه‌ها از عمق صفر تا ۲۰ cm برداشته شدند. پس از نمونه‌برداری، نمونه‌ها در کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد و برای آماده‌سازی به آزمایشگاه منتقل شد. به‌منظور بررسی متغیرهای فیزیکوشیمیایی، نمونه‌ها از الک ۲ mm عبور داده شدند. در پژوهش حاضر، متغیرهای فیزیکی-شیمیایی شامل درصد رس، سیلت و شن به روش هیدرومتری، pH با pH متر، EC با EC سنج، Ca، Mg و TNV[1] (ارزش خنثی سازی کل) با تیتراسیون، Na و K با شعله‌سنجی، P با اولسن، N با کجلدال، OC با والکلی و بلک اندازه‌گیری شد (۱۰).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

ابتدا نرمال‌بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف اسمیرنوف (۲۱) ارزیابی شد و نرمال بودن داده‌ها مورد تایید قرار گرفت. برای مقایسه میانگین ویژگی‌های خاک در عرصه‌های هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب و مناطق شاهد از آزمون تجزیه و تحلیل واریانس یک‌طرفه و حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) استفاده شد (۲۱). برای بررسی نرخ تغییرات ویژگی‌های خاک (R) از رابطهٔ ۱ استفاده شد:

$$R = \frac{\Delta S}{S_r} \times 100 \qquad (۱)$$
$$\Delta S = S_r - S_a$$

جایی که S_r و S_a به ترتیب ویژگی‌های خاک در منطقه شاهد و ذخیره نزولات است. از شاخص نرخ تغییرات ویژگی‌های خاک برای بررسی عملکرد ویژگی‌های خاک و در پایان عملکرد کل هر یک از روش‌های ذخیره نزولات (پخش سیلاب و هلالی آبگیر) استفاده شد.

از آزمون همبستگی پیرسون (۲۱) برای بررسی ارتباط هم‌افزایی و مبادله بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی استفاده شد. زمانی‌که یک خصوصیت سبب ارتقا یک ویژگی دیگر شود هم‌افزایی و زمانی که موجب کاهش شود، ارتباط مبادله بین ویژگی‌های خاک رخ می‌دهد (۱۷).

■ نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر TNV، EC و pH مناطق شاهد، هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب در سطح ۹۵٪ اطمینان اختلاف معنی‌داری ندارند. از نظر ویژگی‌های K، P، OC، Ca، Na ، سیلت و شن بین مناطق شاهد، هلالی‌آبگیر و پخش‌سیلاب در سطح ۹۹٪ اطمینان اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. مناطق شاهد، هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب همچنین از نظر ویژگی‌های N، Mg ، SAR و رس در سطح ۹۵٪ اطمینان اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۱).

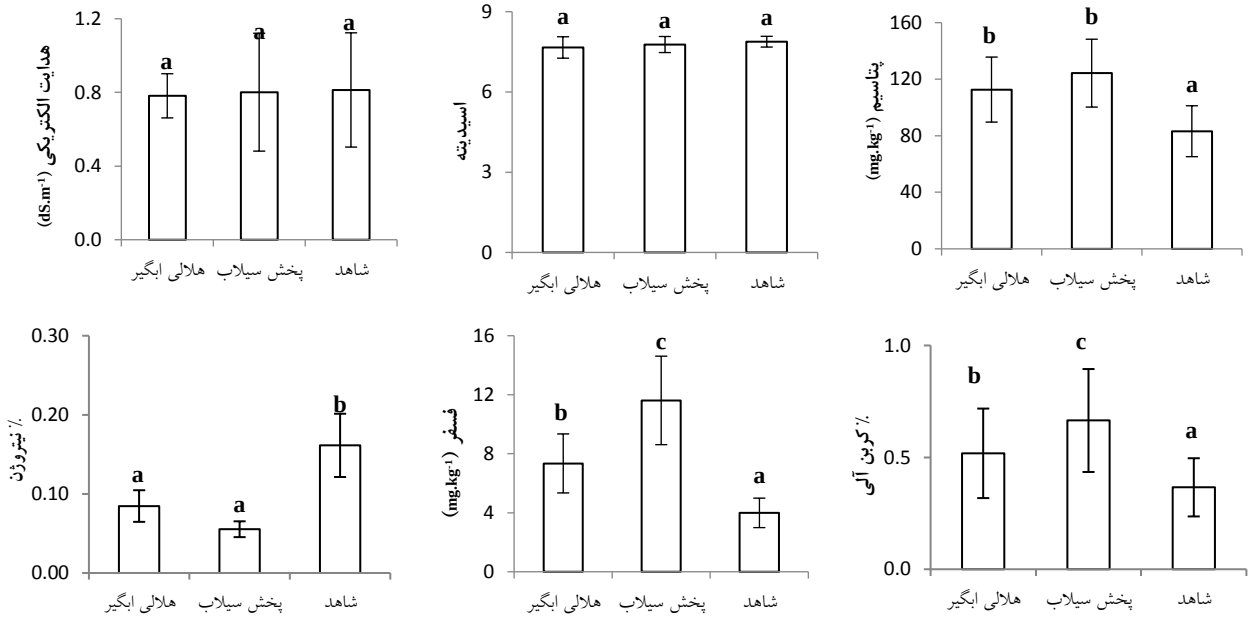
نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب از نظر N و K وجود ندارد ولی با منطقه شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند. از نظر P و OC، هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب اختلاف معنی‌داری داشتند، حتی اختلاف آنها با منطقهٔ شاهد نیز معنی‌دار بود. از نظر Mg، هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب اختلاف معنی‌داری نداشتند اما تفاوت آنها با منطقهٔ شاهد معنی‌دار بود. هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب از نظر TNV اختلاف معنی‌داری نداشتند، همچنین اختلاف آنها با منطقه شاهد نیز معنی‌دار نبود. از نظر SAR، هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب دارای اختلاف معنی‌داری بودند و منطقه هلالی‌آبگیر با منطقه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت اما منطقهٔ پخش سیلاب با منطقه شاهد اختلاف معنی‌داری داشت. از نظر رس هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب اختلاف معنی‌داری نداشتند، اما با منطقه شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند. از نظر سیلت، هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب و از نظر شن اختلاف معنی‌داری داشتند و اختلاف آنها نیز با منطقه شاهد معنی‌دار بود (شکل ۲).

1 Total Neutralizing Value

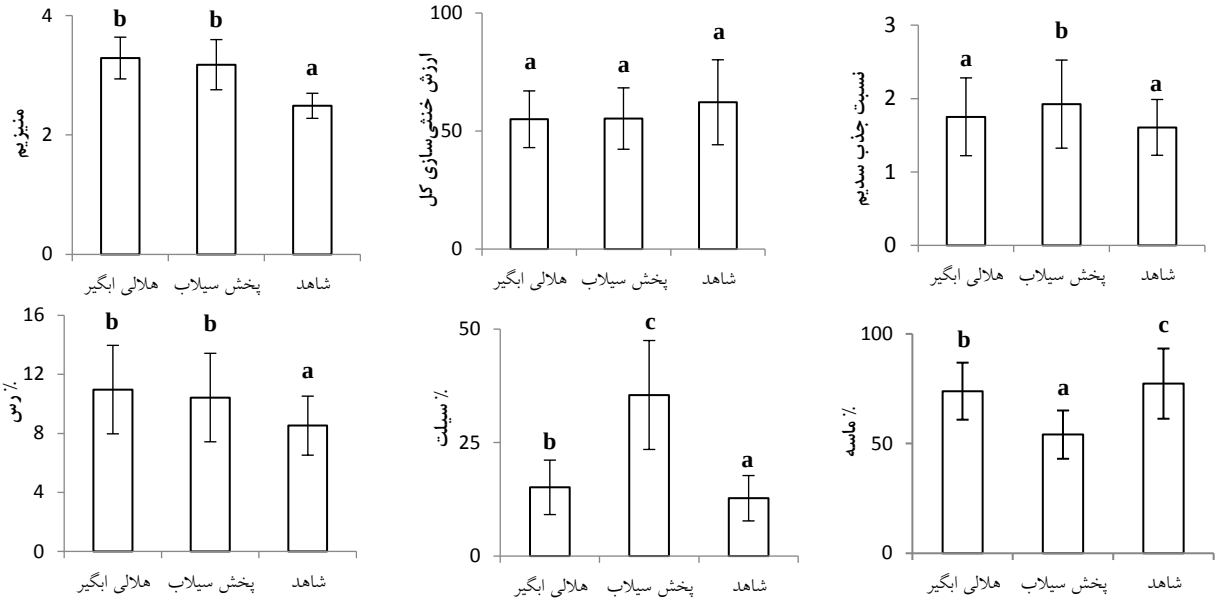
جدول ۱. نتایج آزمون تجزیه واریانس یکطرفه بر روی ویژگی‌های خاک مناطق شاهد، پخش سیلاب و هلالی آبگیر

ویژگی مورد بررسی	میانگین مربعات	F	sig
EC	۰/۰۰۴	۰/۶۷۲	۰/۵۱۶
pH	۰/۱۷۶	۱/۷۱	۰/۱۲۳
K	۶۷۳۰/۴	۲۰/۱۳	۰/۰۰۰
P	۲۱۸/۹۲	۲۲۱	۰/۰۰۰
OC	۰/۳۳۵	۱۱/۷۱	۰/۰۰۰
N	۰/۰۴۵	۵/۱۳	۰/۰۱۰
TNV	۲۴۸/۵۶	۲/۶۶	۰/۰۸۲
Ca	۱/۷۶	۱۷/۹۳	۰/۰۰۰
Mg	۲/۸۱	۶/۴۳	۰/۰۰۴
Na	۲/۸۶	۱۱/۶۹	۰/۰۰۰
SAR	۰/۳۷۹	۷/۲۲	۰/۰۰۲
رس	۴/۰۶	۴/۷۸	۰/۰۱۳
سیلت	۲۳۴۳/۲	۲۴۷/۵	۰/۰۰۰
شن	۲۳۶۲	۲۸۷/۴	۰/۰۰۰

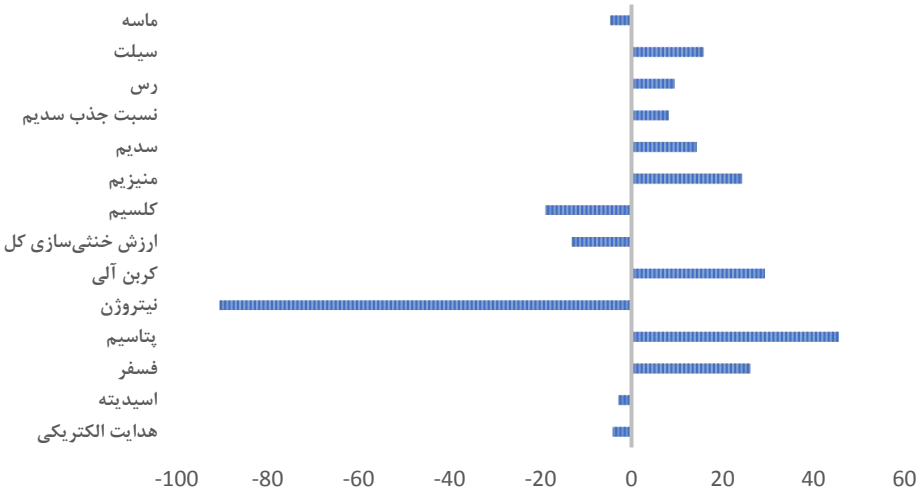
بررسی عملکرد ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه هلالی نشان داد که ویژگی‌های EC، pH، TNV، Ca، N و شن منفی و دیگر ویژگی‌های خاک دارای عملکرد مثبت نسبت به منطقه شاهد بودند. بیشترین و کمترین عملکرد مثبت و منفی نسبت به منطقه شاهد به‌ترتیب متعلق به K (۴۵٪) و N (۹۰-٪) بود (شکل ۳). عملکرد ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقهٔ پخش سیلاب همچنین نشان داد که ویژگی‌های EC، pH، Mg، Ca، N و شن منفی بود و باقیمانده ویژگی‌های خاک دارای عملکرد مثبت بودند. بیشترین عملکرد مثبت نسبت به منطقه شاهد متعلق به K به میزان ۴۵٪ و بیشترین عملکرد منفی نسبت به منطقه شاهد متعلق به N به مقدار ۹۰-٪ بود (شکل ۴). عملکرد مجموع ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقهٔ هلالی به‌ترتیب ۳۱٪ و ۱۱٪ بود و در منطقهٔ پخش سیلاب به‌ترتیب ۲۵٪ و ۵۲٪ بود (شکل ۵).



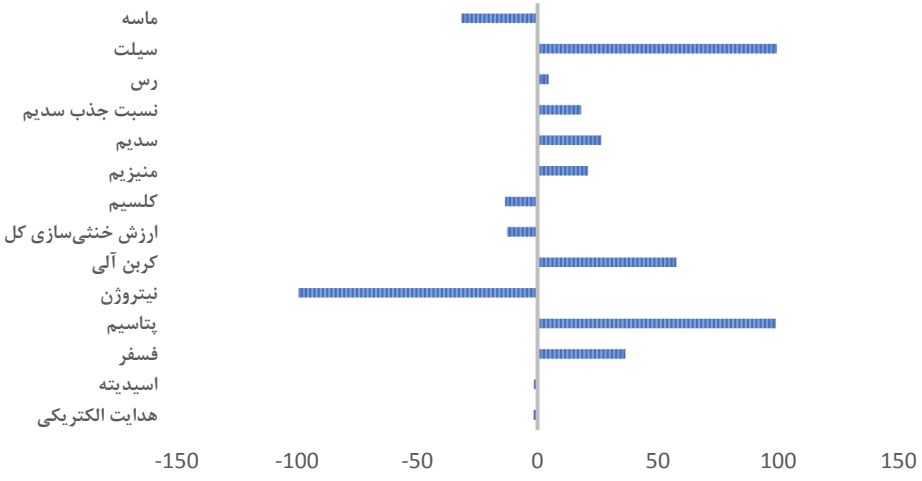
شکل ۲. نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در مناطق شاهد، پخش سیلاب و هلالی‌آبگیر



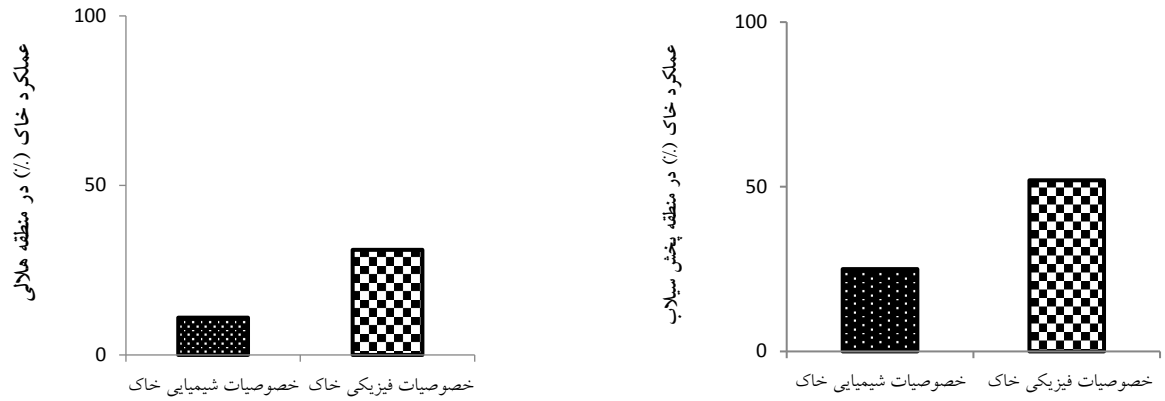
ادامهٔ شکل ۲. نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در مناطق شاهد، پخش سیلاب و هلالی‌آبگیر



شکل ۳. عملکرد ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه هلالی آبگیر



شکل ۴. عملکرد ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه پخش سیلاب



شکل ۵. مجموع عملکرد ویژگی‌های فیزیکی و مجموع عملکرد ویژگی‌های شیمیایی خاک در مناطق هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب

با استفاده از تجزیهٔ همبستگی پیرسون رابطهٔ هم افزایی و مبادله بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بررسی شد. نتایج نشان داد که شن با اغلب ویژگی‌های شیمیایی خاک رابطه مبادله و معنی‌داری دارد. بیشترین ارتباط مبادله بین شن و سیلت مشاهده شد (R= -۰/۹۹). بیشترین هم‌افزایی بین سیلت و فسفر (R= +۰/۸۷) و سپس فسفر و کربن آلی (R= + ۰/۷۲) خاک مشاهده شد (جدول ۲).

■ بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که ذخیرهٔ نزولات تأثیری بر pH خاک نداشته‌است که با نتایج برخی از محققان (۹، ۲۲) هم‌خوانی دارد. کیفیت رسوبات سیلاب‌ها، مقدار سدیم خاک و مواد آلی خاک از مهم‌ترین فاکتورهایی هستند که بر اسیدیته خاک تأثیر می‌گذارند (۳). مقدار TNV نیز در منطقهٔ ذخیره نزولات با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت که منطبق با نتایج (۱) است. اگر چه EC در منطقه ذخیرهٔ نزولات کاهش پیدا کرده بود اما اختلاف معنی‌داری با منطقه شاهد مشاهده نشد. قابل ذکر است که هدایت الکتریکی در منطقه ذخیره نزولات بسته به ویژگی‌های سیلاب و نوع خاک متغیر است. نتایج بررسی نشان داد که پخش سیلاب گچساران، موجب کاهش هدایت الکتریکی شده است (۲۷). همچنین محققان نتیجه گرفتند هدایت الکتریکی در منطقه پخش سیلاب ایلام کاهش یافته است (۳۲).

جدول ۲. نتایج همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

	EC	pH	K	P	OC	N	TNV	Ca	Mg	Na	SAR	رس	سیلت	شن
EC	۱													
pH	-۰/۰۷ ns	۱												
K	-۰/۰۶ ns	-۰/۲۶ ns	۱											
P	-۰/۰۷ ns	-۰/۲۹*	+۰/۶۹**	۱										
OC	-۰/۴۳ **	-۰/۴۲**	+۰/۶۰**	+۰/۷۲**	۱									
N	-۰/۱۰ ns	-۰/۳۳*	-۰/۲۶ ns	-۰/۳۵*	-۰/۰۳ ns	۱								
TNV	-۰/۰۳ ns	+۰/۲۱ ns	-۰/۲۵ ns	-۰/۳۲*	-۰/۴۰**	+۰/۰۷ ns	۱							
Ca	+۰/۴۲**	+۰/۴۰**	-۰/۴۳**	-۰/۴۲**	+۰/۲۸ ns	+۰/۲۳ ns	-۰/۲۶ ns	۱						
Mg	-۰/۰۳ ns	-۰/۵۲**	-۰/۶۰**	-۰/۴۸**	+۰/۵۳**	-۰/۱۲ ns	-۰/۰۹ ns	-۰/۵۹**	۱					
Na	۰/۳۳*	-۰/۱۴ ns	+۰/۴۶**	+۰/۵۱**	+۰/۲۱ ns	-۰/۳۳*	-۰/۱۵ ns	-۰/۳۲*	+۰/۲۵ ns	۱				
SAR	-۰/۲۶ ns	-۰/۰۴ ns	+۰/۲۱ ns	+۰/۴۰**	+۰/۱۲ ns	-۰/۱۳ ns	-۰/۲۱ ns	-۰/۱۵ ns	-۰/۲۱ ns	+۰/۸۰ ns	۱			
رس	-۰/۱۰ ns	-۰/۳۲*	+۰/۴۴**	+۰/۲۴ ns	+۰/۴۳ ns	+۰/۱۷ ns	-۰/۲۱ ns	-۰/۱۶ ns	+۰/۱۷ ns	+۰/۲۴ ns	+۰/۱۶ ns	۱		
سیلت	-۰/۰۱ ns	-۰/۰۱ ns	+۰/۵۵**	+۰/۸۷**	+۰/۵۱**	-۰/۳۲*	-۰/۱۸ ns	-۰/۳۲*	+۰/۳۸**	+۰/۵۲**	+۰/۴۲**	+۰/۰۶ ns	۱	
شن	-۰/۰۰۷ns	+۰/۱۳ns	-۰/۵۹**	-۰/۸۹**	-۰/۵۵**	-۰/۲۰ ns	+۰/۲۰ ns	-۰/۳۳*	-۰/۳۹**	-۰/۵۴**	-۰/۴۴**	-۰/۰۳ ns	-۰/۹۹**	۱

نتایج این مطالعه نشان داد که درصد ذرات شن در منطقه ذخیره نزولات به شدت کاهش یافته است این کاهش به‌ویژه در منطقهٔ پخش سیلاب نسبت به هلالی‌آبگیر مشهودتر است. سیل‌گیری‌های سالیانه و رسوب‌گذاری حاصل از آن موجب کاهش مقدار شن در منطقه پخش نسبت به منطقه شاهد شده است. برخی محققان به نتایج مشابهی از تغییرات بافت خاک حاصل از ذخیره نزولات دست یافته‌اند (۱۸، ۲۶). در حالی‌که نتایج بررسی دیگر بیانگر افزایش درصد شن در پخش سیلاب در منطقه دروکبرآباد شهرستان سبزوار است (۳). البته پخش سیلاب و هلالی موجب افزایش مقدار سـیلت شده است که منطبق با بررسی‌های (۱۹، ۲۶، ۲۷) است، که بیان کردند ذخیره نزولات سبب ارتقا درصد سیلت در منطقه شده است. اما نتایج (۱) نشان داد که مقدار سیلت در منطقه هلالی‌آبگیر کاهش پیدا کرده بود.

تغییر ویژگی‌های شیمیایی خاک بعد از اجرای عملیات پخش سیلاب به نوع و میزان رسوبات حمل‌شده و همچنین کیفیت شیمیایی آب حاصل از سیلاب بستگی دارد (۱۳). نتایج این مطالعه نشان داد که مقدار عناصر Na و Mg در منطقه ذخیره نزولات به‌طور معنی‌داری افزایش یافته بود، علت آن مربوط به برجای ماندن املاح موجود در سیلاب‌های انتقال یافته از تشکیلات زمین‌شناسی حوضه بالا دست است. نتایج بدست آمده منطبق با نتایج (۲۵) است. اگر چه نتایج برخی محققان (۱) نشان داد یون Na^+ کاهش آشکاری در منطقه هلالی‌آبگیر نسبت به منطقه شاهد داشته است و دلیل این امر را آبشویی آب باران، افزایش پوشش تاجی در منطقهٔ هلالی می‌دانند که منجر به کاهش درجه حرارت خاک و تبخیر و تعرق رطوبت از خاک شده و با افزایش رطوبت، امکان کاهش نمک و شوری خاک اتفاق افتاده است.

میزان N در منطقه ذخیره نزولات نسبت به منطقهٔ شاهد به شدت کاهش یافته بود. همچنین در بررسی دیگری کاهش N را در منطقه هلالی مشاهده کردند (۱). ایشان حلالیت زیاد نیتروژن در آب و جاری شدن سیلاب‌ها از سرریزها و درنتیجه خارج شدن نیتروژن به خارج منطقه ذخیره نزولات و یا شستشو شدن پروفیل خاک و انتقال نیتروژن به اعماق را از دلایل کاهش نیتروژن در منطقه ذخیره نزولات دانستند. اگر چه نتایج (۳۱) نشان داد که در منطقه ذخیره نزولات ارتقا پوشش گیاهی موجب افزایش نیتروژن خاک شده است.

مقدار P در هر دو منطقه هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده بود که با نتایج برخی بررسی‌ها منطبق است (۱۸، ۶). پخش سیلاب تقریبا دو برابر هلالی‌آبگیر در ارتقا فسفر موفق‌تر بود. افزایش فسفر می‌تواند به دلیل جدا شدن ذرات فسفر و انتقال به پایین دست باشد (۱۴). قابلیت حلالیت عنصر فسفر بسیار کم است و جابجایی آن در لایه‌های خاک توسط کانی‌های معدنی یا کلوئیدهای آلی خاک جابجا می‌شود از طرفی افزایش رطوبت در منطقه ذخیره نزولات موجب ارتقا فعالیت‌های انزیمی مانند فسفاتاز می‌شود که قادرند فسفات‌های معدنی را از ترکیبات آلی آزاد بسازند (۱۸).

نتایج نشان داد که OC ندر منطقه هلالی و پخش سیلاب نزدیک به ۵۰٪ افزایش یافته است. محققان نشان دادند که هلالی‌آبگیر با افزایش رطوبت و بهبود پوشش گیاهی در منطقه سبب افزایش موادآلی خاک شده است (۳۱). همچنین گزارش شده است که ذخیره نزولات سبب ارتقا OC و کیفیت زیستی می‌شود (۱۸، ۲۹) این در حالی است که در برخی مناطق مانند ایستگاه پخش سیلاب گچساران حاصلخیزی خاک افزایش پیدا نکرده است (۲۷). همچنین گزارش دادند که به دلیل شرایط نامناسب‌محیطی و مقدار کم کربن آلی رسوبات و خارج شدن کربن به صورت کربن محلول، منطقه پخش سیلاب نتوانسته است مقدار کربن خاک را بهبود دهد (۲۶).

نتایج رابطه هم‌افزایی و مبادله بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نشان داد که کاهش شن در منطقه و افزایش ذرات ریزدانه به طور معنی‌داری حاصلخیزی خاک را افزایش داده است. این کاهش شن و افزایش ذرات ریزدانه منجر به افزایش رطوبت خاک و همچنین افزایش کلوئیدهای خاک شده است. وجود کلوئیدهای خاک مانند رس و مواد آلی حاصلخیزی خاک را افزایش می‌دهد. ذرات رس به علت دارا بودن بار الکتریکی منفی می‌توانند کاتیون‌هایی همچون یون‌های کلسیم، منیزیم، پتاسیم و

آمونیوم را به خود جذب کنند. این کاتیون‌ها در صورت نیاز گیاه به راحتی از سطح ذرات کلوئیدی جدا شده و جذب می‌شوند (۲۴). هم‌افزایی بین Na و EC و pH خاک مشاهده شد. در واقع شوری خاک و هدایت الکتریکی خاک کاملاً همبسته‌اند (۱). اگر چه Na در منطقه پخش سیلاب افزایش یافته است اما هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک کاهش یافته بود که این به دلیل رابطه مبادله بین OC و EC و اسیدیته خاک است. افزایش OC در خاک منطقه ذخیره نزولات، تأثیر مثبت Na را خنثی کرده و بطور غیر معنی‌داری EC و pH را کاهش داده است. از طرفی دیگر رابطه هم‌افزایی و غیر معنی‌داری بین pH و TNV وجود دارد. نتایج (۱) نشان داد عدم تغییر TNV یکی از دلایل عدم تغییر اسیدیته در منطقه هلالی‌آبگیر است.

نتایج نشان داد که عملکرد ویژگی‌های فیزیکی خاک نسبت به ویژگی‌های شیمیایی خاک در منطقه ذخیره نزولات بیشتر است. همچنین برخی محققان (۲۷) نتیجه گرفتند که پخش سیلاب ویژگی‌های فیزیکی را بیشتر از شیمیایی تحت تأثیر قرار داده است. البته این ارتقا عملکرد فیزیکی خاک در منطقه پخش سیلاب بیشتر از هلالی‌آبگیر بود. با توجه به اینکه هر سال حجم زیادی رسوبات ریزدانه که معمولاً شامل ذرات سیلت و رس است، در نتیجه وقوع سیلاب وارد سامانهٔ پخش سیلاب می‌شود، مسلماً بافت خاک تغییر خواهد کرد. به‌طورکلی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در ارتباط با یکدیگر هستند با تغییر ویژگی‌های فیزیکی، خصوصیات شیمیایی خاک نیز در منطقه پخش سیلاب نسبت به هلالی‌آبگیر تغییرات بیشتری داشته است، که بیانگر عملکرد بیشتر خاک در منطقه پخش سیلاب است. برخی محققان (۱۵) با استفاده از شاخص‌های بوم‌شناختی، فنی، اجتماعی و اقتصادی کارآیی هر یک از روش‌های ذخیره نزولات را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که پخش سیلاب بالاترین اولویت را برای ذخیرهٔ نزولات در دشت جیرفت دارد، کنتورفارو، هلالی، تورکینست و پیتینگ در اولویت‌های بعدی قرار داشتند. البته هلالی‌آبگیر به عنوان یک روش کارا برای ذخیره نزولات در مطالعات گذشته معرفی شده است. بطوریکه (۲۳) در یک مطالعه تأثیر روش‌های مختلف ذخیره نزولات بر رطوبت خاک را بررسی کردند نتایج ایشان نشان که هلالی‌آبگیر نسبت به لوزی، پیتینگ نقش مؤثرتری در ارتقا رطوبت خاک دارد.

در کل بر اساس نتایج این مطالعه می‌توان بیان کرد که هر دو عملیات ذخیره نزولات هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب موجب تغییر محسوس بیشتر ویژگی‌های خاک در منطقه شده بودند، اما تأثیرهای عملیات پخش سیلاب نسبت به هلالی‌آبگیر در بهترشدن ویژگی‌های خاک بیشتر بوده است. با توجه به شاخص‌های خاکی در نظر گرفته شده در این بررسی، عملیات پخش سیلاب برای بهبود عملکرد خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک توصیه می‌شود. نظر به اینکه هدف اصلی اجرای روش‌های هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب، نفوذ آب به سفره‌های آب زیرزمینی است که در پژوهش حاضر مورد بررسی قرار نگرفته است پیشنهاد می‌شود عملکرد نفوذ آب روش‌های ذخیره نزولات هلالی‌آبگیر و پخش سیلاب در بررسی‌های بعدی مورد بررسی قرار گیرد. در پایان پیشنهاد می‌شود در بررسی‌های آینده، شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و پوشش گیاهی با همدیگر مورد بررسی قرار گیرند تا با ترکیب همه شاخص‌های بوم‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی به‌توان بهترین عملیات ذخیره نزولات برای احیای مراتع را پیشنهاد کرد.

■ References

1. Abdollahi, V., Zolfaghari, F., Jabbary, M., & Dehghan, M.R. (2016). Effect of crescent pond on soil and vegetation properties in Saravan Rangelands (Sistan and Baluchestan Province). *Range and Desert Research, 22*(4), 658-671. (in Farsi)
2. Bahmadi, M.H., & Shahryari, A.R. (2016). Effects of different rainfall storage methods on vegetation restoration (Case study, Romeh and Dehno watershed, Nehbandan city). *Range and Desert Research, 23*(1), 51-57. (in Farsi)

3. Barabadi, H., Zehtabian, G., Tavili, A., Dadrasi Sabzevar, A., Khosravi, H., & Toloei, S. (2013). Effect of flood spreading on soil physico-chemical properties (Case Study: Barabad Region). *Desert Ecosystem Engineering Journal, 2*(2), 37-46. (in Farsi)

4. Barkhordari, J., Tireh Shabankareh, K., Zare Mehrjerdi, M., & Khalkhali, M. (2009). Study of water spreading effects on quantitative and qualitative changes of pastural cover: A case study in station of Sarchahan water spreading (Hormozgan province). *Watershed Researches in Pajouhesh & Sazandegi*, *22*(1), 65-72. (in Farsi)

5. Chezgi, J., & Soheili, E. (2021). Application of topsis and vikor decision making models in site selection of flood spreading projects in arid and semi-arid region. *Desert Management, 8*(16), 169-182. (in Farsi)

6. Dahmardeh Ghaleno, M., Nohtani, M., & Askari Dehno, S. (2019). Studying impact of flood water spreading on changes of vegetation and topsoil in koh khajeh flood spreading station, Sistan. *Watershed Engineering and Management 11*(1), 211-219. (in Farsi)

7. Delavari, A., Bashari, H., Tarkesh, M., Mirkazemi, A. & Mosdeghi, M. (2014). Evaluating the effects of semi-circular bunds on soil surface functionality using Landscape Function Analysis. *Rangeland, 8*(3), 251-260. (in Farsi)

8. Forouzeh MR., & Sharafatmandrad, M. (2012). The effect of water spreading system on the functionality of rangeland ecosystems. *Arid Land, 4*(3), 292–299.

9. Ghazavi, R., Vali, A., & Eslamian, S. (2010). Impact of flood spreading on infiltration rate and soil properties in an arid environment. *Water Resources Management, 24*(11), 2781–2793.

10. Jafari Haghighi, M. (2003). *Methods of sampling and analysis of soil physical and chemical analysis with emphasis on theory and practical importance*. Neda Zoha Press. 236 p. (in Farsi)

11. Jahantab, E., Farzin, M., & Khazaei, M. (2021). Investigating the effect of flood sedimentation on vegetation and topsoil changes in Abdalan plain. *Desert Management, 9*(2), 19-30. (in Farsi)

12. Jangju, M. (2009). *Range improvement and development*. Jahade Daneshgahi Mashhad Press, 239p. (in Farsi)

13. Javadi, M.R., & Mahmoodi. W.A. (2011). Investigation of the effects of flood spreading on changing some physical and chemical properties of soil (Case study: Jajarm flood spreading system). *Natural Resources Science and Technology, 6*, 12-1. (in Farsi)

14. Kamali, K., Mahdian M.H., Soleimani, R., Angoshtari, H., & Ahmadian, H. (2011). Trend of total nitrogen, phosphorous and potassium variability in floodwater spreading stations. *Watershed Managment Rsearches, 24*(2), 12-21. (in Farsi)

15. Khosravi Mashizi, A., & Sharafatmanrad, M. (2019). Prioritization of rainfall storage methods for rangeland improvement and management of Jiroft Plain using Multi-Criteria Decision Making (MCDM). *Desert Ecosystem Engineering Journal, 8*,15-26. (in Farsi)

16. Kowsar, A. (1992). Desertification control floodwater spreading in Iran. *Unasylva, 43*, 27–30.

17. Lauf, S., Haaseb, D., & Kleinschmita, B. (2014). Linkages between ecosystem services provisioning, urban growth and shrinkage– A modeling approach assessing ecosystem service trade-offs. *Ecological Indicators, 42*, 73–94.

18. Mahdavi, Kh., Azarian, A., Javadi, M., & Mahmoodi, J. (2016). Effects of flood spreading on some physic-chemical properties and soil fertility (Case study: Band-E Alikhan area, Varamin). *Rangeland, 10*(1), 68-81. (in Farsi)

19. Mahmoodi Moghadam, G., Saghari, M., Rostampour, M., & Chakosh, B. (2014). Effects of constructing small arc basins system on rangeland production and some soil properties in arid lands (case study: Steppic rangelands of Sarbishe, South Khorasan Province), *Rangeland, 1*(9), 66-75. (in Farsi)

20. Mesdaghi, M. (2003). *Rangeland management in Iran*. Imam Reza University press, 333p. (in Farsi)

21. Mesdaghi, M. (2021). *Statistical methods an applied approach to natural sciences*. Ferdowsi University Mashhad Press, 592 p. (in Farsi)

22. Mohammadian, A., & Karmiyan, V.R. (2009, April). *Effects of flood spreading on physicochemical and mineralogical properties of soil at Davood Rashid Station in Koohdasht.* Proceeding of Fifth National Conference on Watershed Management Science and Engineering of Iran, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (in Farsi)

23. Moslehi, M., & Hassanzadeh Khankahdani, H. (2020). Investigating the effects of different methods of precipitation storage on soil moisture and growth characteristics of *Acacia oerfota* (Forssk) Schweinf Seedlings: A Case study of Paired Watershed of Dehgin, Hormozgan Province. *Desert Ecosystem Engineering Journal, 9*,72-61. (in Farsi)

24. Moslemi, H. (2018). Impact assessment of flood spreading project on some physicochemical properties and soil fertility, case study: Tigh Syah- Hashtband in the Hormozgan Province", *Watershed Engineering and Management, 10* (1), 71-80. (in Farsi)

25. Moslemi, H., Hossaeinipour, H., & Samali, R. (2019). Impact of aquifer management on some of the characteristics of soil surface parameters in an Arid Environment (Case study: Sarchahan-Haji Abad Floodwater Spreading in Hormozgan Province). *Geographic Space, 19*, 149-162.

26. Nosrati, K., & Mohammadi, Z. (2016). Effects Floodwater spreading on soil properties and morphometric alluvial Zahab plain of Kermanshah. *Earth Science Researches, 7* (27), 82-65.

27. Padyab, M., Feiznia, S., Hassan Ahmadi., & Shafei, A. (2014). An investigation on the effect of floodwater spreading on physicochemical soil attributes (Case study: Gachsaran Floodwater spreading station). *Range and Watershed Management, 67*(2), 177-187. (in Farsi)

28. Rasouli, B., Jafari, M., & Amiri, B. (2008). Study of *Atriplex canescens* and conservation of precipitations (contour furrow) effects on some soil and plant cover properties (Studied in Zanjan). *Pajouhesh and Sazandegi in Natural Resources, 80,* 196-202. (in Farsi)

29. Rohani, M., & Rashtian, A. (2020). The effect of water storage in Arches pond and their dimensions on restoration of vegetation and soil (Case Study: Reyhan plains rangelands of Ravar city). *Forest and Range Protection Research, 18,* 64-78. (in Farsi)

30. Saghari, M., Rostampour, M., Mahmoudi Moghaddam, G., & Chakoshi, B. (2019). Investigation of the effect of constructing small arc basins system on vegetation composition and biodiversity in aridland ecosystems in the east of Iran (case study: rangelands of Sarbisheh, South Khorasan province). *Desert Ecosystem Engineering Journal, 8*(23), 33-44. (in Farsi)

31. Sahu, R.K., & Rawat, A.K. (2015). Traditional rainwater management system (‘Haveli’) in Vertisols of central India improves carbon sequestration and biological soil fertility. *Agriculture, Ecosystems and Environment, 200,* 94–101.

32. 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*. 13th International Conference on rainwater catchment systems, Sydney.

33. Yari, R., Tavili, A. & Zare, S. (2012). Investigation on soil surface indicators and rangeland functional attributes by landscape function analysis (Case study: Sarchah Amari Birjand). *Range and Desert Research, 18*(4), 624-636. (in Farsi)