Original Article, Vol. 9, No. 3, Autumn, 2021, pp 87-102

Desert Management
www.isadmc.ir

Iranian Scientific Association of Desert Management and Control

Assessment of Effects of Bandsars Use on Soil Properties in Desert Areas (Case Study: Southern Sabzevar Region, Khorasan Razavi)

M. Akbari [1], M.T. Dastorani [2*], A.A. Abbasi [3] , F. Rahimi-Aghcheshmeh [4]

1. MSc Graduate in Watershed management, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2. Professor, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3. Associate professor, Agricultural and Natural Resources Research Center of Khorasan_Razavi, Mashhad, Iran.
4. PhD student in Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

* Corresponding Author: dastorani@um.ac.ir

Received date: 11/08/2021 **Accepted date: 02/12/2021**

10.22034/JDMAL.2021.535788.1345

Abstract

In many areas of Iran wher water is scarce, including the western Khorasan, people have understood the importance of water and soil resources. They have made great efforts to protect them, and they also gained valuable experiences. The use of these experiences in the construction of the Bandsars allowed optimizing the water and soil resources and the localization of watershed management operations which will improve the effectiveness of those operations. The bandsars cause the sedimentation of suspended particles by controlling the flow rate, and consequency, in addition to the increase in soil fertility, improve the recharge of groundwater, vegetation cover and desertification control. This research studies the effect of the use of flood in bandsars, located in the south of the city of Sabzevar on soil fertility using both field and laboratory methods. To achieve this, 5 Bandsars sites were selected in the study area, and in each site 3 soil profiles inside the bandsars and also 3 profiles outside the Bandsars with 60 cm depth were digged. The soil samples were collected from three depths of 0-20, 20-40 and 40-60 cm. Soil samples were transported to the laboratory and the amount of organic mater, N, P and K were measured. Results were analysed using t as well as Dankan tests. Results showed that the values of the fertilizing elements such as organic mater, N, P are different between inside and outside the bandsars, and are higher inside the bandsars comparing to the related outside areas. Although this difference is not statistically significant in some cases, it can be concluded that Bandsars improved soil fertility.

Keywords: Flood water utilization; Organic materials; Arid areas; Soil fertility; Combating desertification

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

مقاله پژوهشی، سال نهم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۰، صفحات ۸۷ تا ۱۰۲

نشریه مدیریت بیابان

www.isadmc.ir

انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران

تأثیر استفاده از بندسارهای سنتی بر ویژگی‌های خاکی در منطقهٔ جنوب سبزوار

مرضیه اکبری[۱]، محمدتقی دستورانی[۲*]، علی‌اکبر عباسی[۳]، فرشته رحیمی آغ چشمه[۴]

۱. دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد، ایران.
۲. استاد دانشکدهٔ منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۳. دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد، ایران.
۴. دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
* نویسندهٔ مسئول: dastorani@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۱۱

doi 10.22034/JDMAL.2021.535788.1345

چکیده

در بسیاری از مناطق کم‌آب ایران ازجمله نواحی غربی خراسان، از دیرباز مردم برای حفاظت از خاک و آب تلاش‌های زیادی داشته و تجربه‌های ارزشمندی به‌دست آورده‌اند. بهره گیری از این تجربه‌ها در ساخت بندسارها به استفاده بهینه از منابع آب و خاک منجر شده و می‌تواند به بومی‌سازی عملیات حفاظت خاک و آب و افزایش کارایی آنها کمک کند. بندسار با کنترل سرعت جریان آب موجب ته‌نشینی ذرات معلق سیلاب می‌شود که علاوه بر حاصل خیزی خاک، موجب تقویت سفره‌های آب زیرزمینی، احیاء پوشش گیاهی و مهار بیابان‌زایی می‌شود. پژوهش حاضر به بررسی اثر استحصال سیلاب بندسارهای جنوب شهرستان سبزوار، بر روی حاصل خیزی خاک به دو صورت میدانی و آزمایشگاهی پرداخته‌است. بدین‌منظور در محدوده مورد بررسی، پنج منطقهٔ دارای بندسار در نظر گرفته شد و در هر یک از محل‌های منتخب سه نیمرخ در داخل بندسار و سه نیمرخ در خارج آن به عمق 60 cm حفر شد. از سه عمق ۲۰-۰، ۴۰-۲۰ و ۶۰-۴۰cm نمونه‌برداری انجام‌شد. سپس نمونه‌ها برای تعیین درصد مواد آلی خاک، مقدار N، P و K به آزمایشگاه منتقل شد. درپایان نتایج حاصل از آزمایش‌ها به‌وسیله آزمون‌های دانکن و t مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که عناصر حاصل خیزی خاک مانند مقدار کربن آلی، N کل، P و K در داخل بندسارها با خارج از آن‌ها متفاوت است و اغلب در داخل بندسارها بیشتر از خارج آن‌هاست. هرچند این تفاوت در برخی از مناطق معنی‌دار نیست ولی در کل می‌توان نتیجه گرفت که بندسار موجب افزایش حاصلخیزی خاک شده است.

واژگان کلیدی: استحصال سیلاب؛ بیابان‌زدایی؛ حاصلخیزی خاک؛ مناطق خشک؛ مواد آلی

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

■ مقدمه

بخش زیادی از کشور ایران با توجه به اقلیم خشک و نیمه خشک همواره با کمبود آب مواجه است (۲۲). بندسار به‌عنوان سامانهٔ ساده و سنتی استحصال سیلاب در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (۱۲) که با مشارکت آبخیزنشینان در سطح وسیعی از حوضه قابل‌اجرا بوده است و علاوه بر مهار سیلاب و تغذیه آبخوان،کشاورزی سیلابی را در منطقه گسترش می‌دهد و با رسوب‌گیری از سیلاب به غنی شدن خاک منجر می‌شود (۴). برای ایجاد و گسترش بندسارها باید مکان‌یابی مناطق مستعد احداث و توسعه بندسار، بر اساس نقشه سازندها و تشکیلات زمین‌شناسی صورت گیرد (۱۳). احداث بندسار به‌صورت خواسته یا ناخواسته موجب ایجاد تغییرات فیزیکی و شیمیایی در خاک منطقه می‌شود از این‌رو ضروری است که این تغییرات مورد مطالعه قرار گیرند تا مفید یا غیرمفید بودن آن مورد ارزیابی قرار گیرد. بررسی‌ها در این زمینه صورت گرفته است.

در پژوهشی که به منظور بررسی اثرات استحصال سیلاب با استفاده از بندسارها بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد، نتایج نشان داد که بندسار بر روی ویژگی‌های فیزیکی خاک اثر مثبت‌تر داشته به‌طوری‌که تجمع رسوبات حمل شده توسط سیلاب منجر به بهبود ساختمان خاک در مناطق بیابانی شده است. شایان ذکر است که نتایج این پژوهش نشان از بهبود مواد آلی و pH خاک دارد (۱۷). در پژوهشی دیگری که در شهرستان سیرک هرمزگان صورت گرفت، نتایج گواه بر بهبود رشد و شادابی پوشش گیاهی کاشته شده در داخل بندسارها نسبت به حالت متداول آن بود (۱۶). همچنین طی تحقیقی به تأثیر رسوب‌گذاری بر بازده نفوذپذیری بندسارها در استان خراسان نتیجه چنین است که بین نفوذپذیری خاک بندسارها و مناطق شاهد، اختلاف معنی‌داری مشاهده‌شده است. لیکن علیرغم تأثیر رسوب‌گذاری بر کاهش ظرفیت نفوذ به مقدار ۵ تا ۶ برابر، بازده نفوذ اغلب بندسارها بیش از ۹۰٪ اندازه‌گیری شده است. رسوب‌گیری کم در هر سیل‌گیری، درشت بودن بافت خاک نهشته شده، شخم و کشت و کار از عوامل مؤثر در حفظ کارایی مطلوب بندسارها است (۱). بررسی تأثیر پخش سیلاب بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک‌های عرصه پخش سیلاب قوشه دامغان در استان سمنان پرداخته شد و پارامترهایی از قبیل بافت، اسیدیته، شوری، Na، Cl و Mg تعیین گردید و نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که درصد ماسه خاک عرصه نسبت به شاهد، ۲۰۰٪ کاهش و درصد سیلت و رس هریک به ترتیب ۲۳۰٪ و ۱۹۰٪ افزایش‌یافته است. بررسی خواص شیمیایی خاک نیز حاکی از آن است که اسیدیته تغییر ناچیزی داشته، شوری افزایش قابل‌ملاحظه‌ای نداشته، لیکن مقادیر منیزیم و کلسیم در عرصه پخش سیلاب نسبت به شاهد، ۲۰۰٪ افزایش و مقدار Na، ۲۰۰٪ کاهش داشته است (۱۱). در پژوهشی با مطالعه پیرامون تغییر ویژگی‌های خاک در منطقه پخش سیلاب قره چریان بدین نتیجه رسیده شد که مقدار شن در عرصه‌های پخش سیلاب نسبت به عرصه شاهد به‌طور میانگین به‌اندازه ۲۲٪ کاهش داشته است. همچنین مقدار شن در عرصه‌های پخش سیلاب ۲،۱ و۳ نسبت به هم تفاوت معنی‌دار نداشت با این وجود تفاوت مقدار شن در عرصه‌های پخش سیلاب نسبت به عرصه شاهد معنی‌دار بود. مقدار رس در عرصه پخش سیلاب نسبت به عرصه شاهد ۱۵٪ بیشتر بود و نیز پخش سیلاب منجر به کاهش اسیدیته خاک شده است. میزان شوری در عرصه‌های پخش ۱ ، ۲ و۳ افزایش چشمگیری نسبت به عرصه شاهد داشت. میزان افزایش در عرصه‌های پخش نسبت به عرصه شاهد ۱۱۱٪ بود. مقدار ماده آلی در عرصه‌های پخش نسبت به عرصه شاهد به‌اندازه ۱۲٪ کاهش یافت لیکن این تفاوت معنی‌دار نبود. میزان آهک در عرصه پخش ۱ و به‌ویژه عرصه پخش ۲ کاهش چشمگیری نسبت به سایر عرصه‌ها داشت. مقدار ازت در عرصه‌های پخش نسبت به شاهد به‌طور چشمگیری کاهش یافت و عرصه پخش ۳ کمترین میزان N را داشت. میزان پتاسیم در عرصه‌های پخش سیلاب نسبت به عرصه شاهد افزایش قابل‌ملاحظه‌ای یافت و در عرصه پخش ۲ بیشترین مقدار است (۲۱).

همچنین مطالعه‌ای با هدف بررسی اثر سیلاب‌های کم کیفیت بر روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد و نتایج حاصل از این بررسی بیانگر کاهش هدایت الکتریکی، سدیم، کربنات، درصد مواد خنثی شونده، گچ و

اسیدیته و افزایش مواد آلی، پتاسیم، فسفر و بی‌کربنات در اکثر نمونه‌ها بود که این تغییرات در سطح ۵٪ معنی‌دار است. در مورد بافت خاک در اکثر نمونه‌ها شن در عمق صفر تا ۳۰cm افزایش و رس خاک کاهش‌یافته است که باعث اصلاح بافت و ساختار خاک شده که این روند در سطح ۵٪ معنی‌دار است (۲). در پژوهشی به ارزیابی اثر اجرای طرح پخش سیلاب بر آبخوان آب باریک بم بر روی ویژگی‌های خاک و با تأکید بر حاصلخیزی خاک با بهره‌گیری از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و تصاویر ماهواره‌ای به مرحله اجرا گذاشته شد. نتایج نشان داد که عمق رسوب، نفوذپذیری، فسفر و کربن آلی در حد معنی‌داری افزایش یافته‌اند (۱۵). بررسی دیگری نیز نشان داد استفاده از سامانه‌های آبخوان‌داری و استحصال آب باران، موجب بهتر شدن ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولوژیک خاک شده و پتانسیل خاک و پوشش گیاهی را در حفاظت از خاک و جلوگیری از تولید بیش از حد رسوب تغییر می‌دهد، به‌طوری کلی توسعه آبخوان‌داری سایر ویژگی‌های اکوسیستم را تحت تأثیر قرار داده است (۵). در پژوهشی در جلگه ماژان نتایج نشان داد که استفاده از بندسارها در تهیه محصولات جالیزی و علوفه‌ای منجر به بهبود بهره‌وری شده و این مهم در سال‌های کم آب نیز با توجه به شرایط هیدرولوژیکی مناطق خشک قابل استحصال است، به‌طوری‌که منجر به عایدی و درآمد نسبتا ثابت و واقعی در منطقه شده و نیازمند حمایت کارگزاران بخش کشاورزی است. از دیگر قابلیت‌ها و کارایی بندسارها در این منطقه می‌توان به تامین رطوبت به همراه اصلاح فیزیکی و شیمیایی خاک از طریق نگاهداشت آب، بهینه سازی بافت و افزایش موادآلی و کاهش فاکتورهای شوری اشاره کرد (۲۰). همچنین در پژوهشی دیگر نتایج نشان داد که استفاده از بندسارها جهت حفاظت از آب و خاک در شرایط استحصال سیلاب‌ها کارایی بالایی دارد (۸). یافته‌های پژوهش نقش سازه‌های سنتی استحصال آب سطحی و آب باران در ایران نشان از کارایی زیاد این سازه‌ها در حفاظت از آب حکایت دارد (۱۲، ۱۹). بررسی اثر استحصال سیلاب در بندسارها بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در سه حوزه موید، سیوجان و علی آباد در شهرستان بیرجند پرداخته شد و این نتیجه حاصل گردید که به‌جز درصد آهک، ازت کل خاک و مقدار اسیدیته که در داخل و خارج بندسار اختلاف معنی‌داری نداشتند بقیه صفات اندازه‌گیری شده در سطح ۱٪ دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند (۷). همچنین در سیستم پخش سیلاب میزان مواد آلی خاک را موردبررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که میزان مواد آلی با بافت خاک در ارتباط است و در خاک‌های رسی بیشتر و در خاک‌های با بافت شنی میزان مواد آلی کمتر از بافت رسی است (۶). مطالعه‌ای در جنوب شرق مونتانا[1] بر روی تأثیر پخش سیلاب انجام شد و به کاهش هدایت الکتریکی، افزایش ماده آلی، افزایش تولید مرتع در عملیات پخش سیلاب اشاره شد (۳). در مطالعه‌ای به این نتیجه رسیدند که خاک داخل خادین[2] نسبت به خاک بیابان بارورتر است و دارای کربن آلی و N بیشتری است. محصول کشت‌شده در خادین بستگی به وضعیت رواناب دارد و از سالی به سال دیگر بسته به منطقه و شیب حوضه و شدت و فرکانس بارش متفاوت است. عملکرد محصول و بهره‌وری محصول می‌تواند با روش‌های جدید علمی افزایش یابد. مقدار ماده آلی در عمق صفر تا ۲۰ و ۲۰-۶۰cm متفاوت است و در اولی از ۰/۷۶-۰/۳۹٪ و در دومی از ۰/۴۰— ۰/۱۲٪ می‌باشد (۱۴). پژوهشی با بررسی سامانهٔ خادین به‌عنوان سازهٔ سنتی در هند به حاصلخیزی خاک داخل خادین‌ها نسبت به منطقه شاهد انجام گرفت و نتایج بررسی آن‌ها کاهش هدایت الکتریکی و افزایش مواد آلی در داخل خادین را نشان داد (۱۰).

بررسی منابع، بیانگر تمرکز پژوهش‌ها به معرفی و بیان قابلیت‌های این سازه سنتی و عملکرد این سازه‌ها در بخش تغذیه سفره‌های زیرزمینی و توسعه کشاورزی دارند. با این وجود در خصوص تأثیر احداث و طراحی بندسارها بر روی ویژگی‌های خاک منطقه کمتر اشاره شده که نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بندسارها بر منابع خاکی تأثیرگذارند و به علت استفاده وسیع از آن در استان‌های خراسان و در ایران شناخت کامل آثار و کارکرد آن‌ها بر روی خاک ضروری به نظر می‌رسد. هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر بندسارها و تعیین آثار احتمالی مواد معلق

1 Montana

2 Khadin: dusty stacks in wide valleys

سیلاب‌ها بر روی حاصلخیزی خاک در جنوب سبزوار است. با توجه به اینکه در اغلب مناطق خشک و نیمه‌خشک، فقر حاصلخیزی خاک یک مشکل جدی در بهره‌برداری مناسب از آن است، چنانچه ایجاد بندسارها بتواند تاثیر قابل‌توجهی روی افزایش حاصلخیزی خاک داشته باشد، می‌توان با توصیه اجرای بهینه این سازه سنتی، شرایط استفاده بهتر از خاک را برای جوامع محلی فراهم آورد.

■ مواد و روش

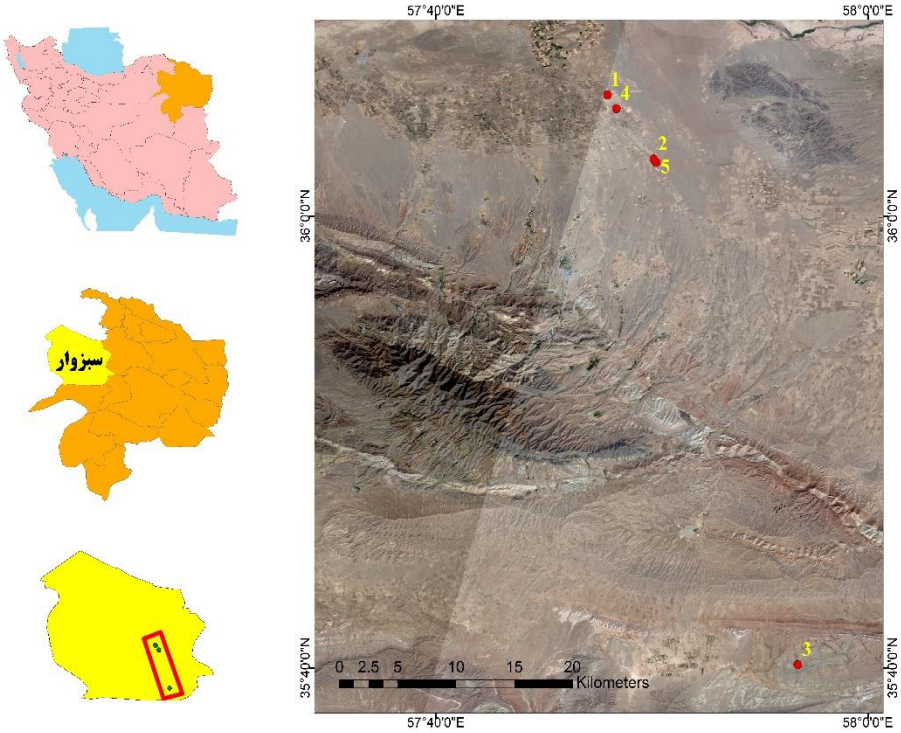
منطقه مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه بندسارهای واقع در جنوب شهرستان سبزوار است. در منطقه دشتی محدوده مورد مطالعه روستای علی‌آباد، در منطقه کوهستانی روستای البلاغ و در حدود منطقه دامنه‌ای، روستای ثقیه قرار دارد. طول جغرافیایی این محدوده ″۲۱ ′۵۲ °۵۷ تا ″۱۱ ′۵۲ °۵۸ و عرض جغرافیایی ″۳۳ ′۳۴ °۳۵ تا ″۴۲ ′۰ °۳۶ می‌باشد (شکل ۱).

روش پژوهش

با توجه به بازدیدهای به‌عمل‌آمده از محدوده مورد مطالعه ۵ منطقه مختلف جهت مطالعه انتخاب شد که ویژگی آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

محدوده موردمطالعه در تقسیم‌بندی ایران جزئی از زون ایران مرکزی محسوب می‌شود و گسل اصلی سبزوار مهم‌ترین گسل خارج مرزهای شمالی محدوده مورد مطالعه است و آبراهه اصلی منطقه کال‌شور است.



شکل۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران، استان و شهرستان سبزوار

جدول ۱. معرفی بندسارهای منتخب

منطقه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	واحد	کاربری
۱	E۵۷°۴۷′۵۷″	N ۳۶°۵′۲۳″	دشت	بندسار سنتی
۲	E۵۷°۵۰′۰۵″	N ۳۶°۲′۳۲″	دامنه	بندسار سنتی
۳	E۵۷°۵۶′۴۵″	N ۳۵°۴۰′۸″	کوهستان	بندسار سنتی
۴	E۵۷°۴۸′۲۱″	N ۳۶°۴′۴۶″	دشت	باغ پسته
۵	E۵۷°۵۰′۱۲″	N ۳۶°۲′۲۳″	دامنه	باغ پسته

بر پایهٔ نقشه زمین‌شناسی منطقه، مهم‌ترین تشکیلات زمین شناسی محدوده مطالعاتی شامل رسوبات آبرفتی عهد حاضر که از شمال غرب به سمت جنوب شرق گسترش یافته‌اند، فلیش‌های ائوسن (EF[1]) که با امتداد شمال غرب جنوب‌شرق در بخش‌های جنوبی و غرب محدوده مورد مطالعه به‌صورت پراکنده قرارگرفته‌اند. آندزیت و بازالت‌های کرتاسه که به‌صورت بسیار محدود در سمت غرب محدوده قابل‌مشاهده‌اند و رسوبات آبرفتی کنگلومرا و ماسه‌سنگ پلیوسن (plc[2]) در قسمت‌های جنوب و غرب منطقه هست و نیز سیلت های قرمز و سبز الیگوسن که در بخش‌های مرکزی منطقه موردمطالعه گسترش‌یافته است (۱۴).

روش کار

در پژوهش حاضر ابتدا با بازدیدهای میدانی وضعیت بندسارها از نظر شکل ظاهری و ابعاد مورد بررسی و نمونه برداری قرار گرفت. برای برداشت صحرایی ۵ منطقه در نظر گرفته شد (جدول ۱) و از هر یک از بندسارها به روش کاملاً تصادفی نمونه‌برداری خاک صورت گرفت. این نمونه‌ها از سه عمق مختلف خاک شامل: عمق ۱: صفرتا ۲۰cm، عمق ۲: ۴۰-۲۰cm و عمق ۳: ۶۰-۴۰cm برداشت شدند و جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های N ، P و K خاک به آزمایشگاه دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست دانشگاه فردوسی مشهد منتقل شدند. مقدار N کل با دستگاه کجلدال اندازه گیری شد و برای تعیین میزان شن، سیلت و رس از روش هیدرومتری استفاده شد. اساس کار این روش، اندازه‌گیری چگالی سوسپانسیون خاک و آب است که به‌تدریج براثر رسوب مواد، کاهش پیداکرده و هیدرومتر بیشتر در مایع فرو می‌رود و اعداد قرائت‌شده روی هیدرومتر متناسب با حجم مایع جابجا شده خواهد بود. دو تصحیح در اعداد روش هیدرومتری انجام شد:

الف) تصحیح حرارتی: چون هیدرومتر روی $18^{o}C$ استاندارد شده و نیز با توجه به اینکه با افزایش دما ویسکوزیته مایع کاهش‌یافته و هیدرومتر بیشتر در مایع فرو می‌رود درنتیجه غلظت ذرات معلق را کمتر از مقدار واقعی به ما نشان می‌دهد. لذا اگر در زمان قرائت عدد هیدرومتر، دمای سوسپانسیون از $18^{o}C$ بیشتر بود به ازای هر درجه ۰/۳۶ به عدد هیدرومتر اضافه و اگر دما از $18^{o}C$ کمتر بود به ازای هر درجه ۰/۳۶ از عدد هیدرومتر کم شد.

ب) تصحیح کالگن: برای حذف خاصیت چسبندگی رس‌ها از نمک کالگن استفاده شد که کالگن خود دارای غلظت مشخصی در سوسپانسیون است، پس سبب کمتر فرورفتن هیدرومتر در مایع‌شده و عدد هیدرومتر بیشتر از مقدار واقعی نشان داده شد. لذا باید غلظت کالگن محاسبه گردید و مطابق رابطه ۱ و ۲ از عدد هیدرومتر کسر شد (۹).

$$a' = a - 2.5 \quad (1)$$

$$b' = b - 2.5 \quad (2)$$

a قرائت اول هیدرومتر، b قرائت دوم، علامت a' مقدار تصحیح‌شده رس و شن و علامت b' مقدار تصحیح‌شده رس می‌باشد. مقدار شن، رس و سیلت هم از طریق رابطه‌های ۳، ۴ و۵ محاسبه شد.

$$Sand\% = 100(a'/soil(gr)*100) \quad (3)$$

$$Clay\% = (b'/soil\ (gr)\ *100) \quad (4)$$

$$Silt\% = 100 - (clay\% + sand\%) \quad (5)$$

در پژوهش حاضر سه نیمرخ داخل و سه نیمرخ خارج هر بندسار زده شد و منطقهٔ خارج هر بندسار به‌عنوان منطقهٔ شاهد آن بندسار منظور شد و مورد مقایسه با داخل بندسار قرارگرفت. نتایج حاصل از این بررسی به کمک نرم‌افزار آماری مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفته و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. به منظور درک اختلاف تیمارها حروفی در جداول آورده شده است که مربوط به گروه‌بندی آن‌ها در آزمون دانکن در سطوح ۱ و ۵ درصد می‌باشد. اعدادی که با حروف مشابه مشخص شده‌اند با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

1 Eocene flashes

2 Pliocene sandstone

از آنجاکه هدف طرح، مقایسه ویژگی‌های خاک بین مناطق مختلف داخل و خارج بندسارها بود، نیمرخ‌های داخل هر بندسار را تکرار در نظر گرفته و بدین ترتیب از نیمرخ‌های داخل بندسار میانگین‌گیری صورت گرفت.

■ نتایج

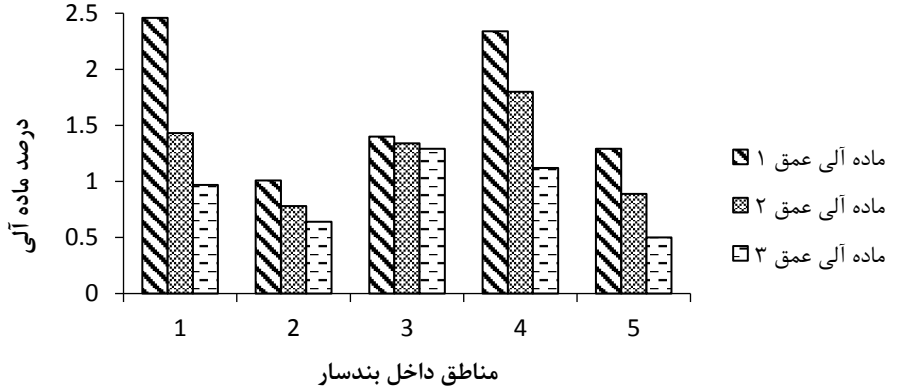
کربن آلی خاک در داخل بندسارها

مقدار درصد مواد آلی در تمامی مناطق موردمطالعه با افزایش عمق کاهش‌یافته بود (شکل ۲). همچنین بین مقدار مواد آلی در عمق صفر تا ۲۰ سطح خاک با عمق ۲۰-۴۰ و ۴۰-۶۰cm سطح خاک در منطقه‌های ۱ و ۴ که دشتی بودند تفاوت معنی‌داری داشت ولی در دیگر منطقه‌ها بین مقدار درصد کربن آلی در عمق‌های مختلف تفاوت معنی‌دار نبود (جدول ۲).

مقایسه میانگین کربن آلی در داخل و خارج بندسار

مقدار کربن آلی در داخل بندسارها بیشتر از منطقه شاهد مربوطه بود (شکل ۳) و این تفاوت در مناطق ۲، ۳ و ۴ از لحاظ آماری معنی‌دار گردید (جدول ۳).

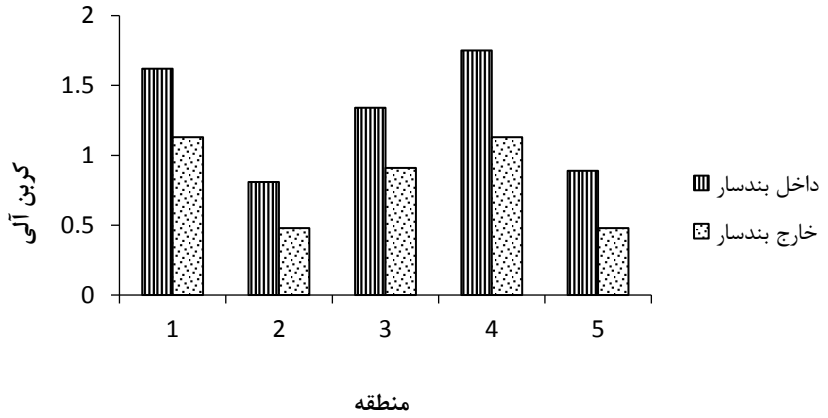
در مقایسه هر یک از مناطق موردمطالعه با مناطق شاهد آن کمترین مقدار کربن آلی، مربوط به منطقه شاهد در محل‌های انتخابی ۲ و ۵ بود و اختلاف میزان درصد کربن آلی در بندسار منطقه ۲ با منطقه شاهد آن معنی‌دار بود ولی در منطقهٔ ۵ اختلاف بین داخل بندسار با منطقهٔ شاهد معنی‌دار نشد (جدول ۳). بیشترین مقدار کربن آلی در داخل بندسار در منطقهٔ ۴ مشاهده‌شد و تفاوت آن با منطقهٔ شاهد معنی‌دار بود (شکل ۴). در مقایسهٔ بندسارهای سنتی با بندسارهای تغییر کاربری داده شده به باغ پسته؛ بین دو بندسار ۱ و ۴ که هر دو در منطقه دشت واقع شدند مشاهده شد که میانگین این دو منطقه تفاوت چندانی نداشتند و از ۱/۶۲ در بندسار سنتی به ۱/۷۵ در منطقه پسته‌کاری شده رسیده بود و تفاوت آن‌ها ازلحاظ آماری معنی‌دار نشد (جدول ۴). همچنین این حالت در مناطق ۲ و ۵ نیز اتفاق افتاد و مقدار کربن آلی از ۰/۸۱ در بندسار ۲ به ۰/۸۹ در بندسار ۵ تغییر کرده بود و این تفاوت نیز معنی‌دار نشد (جدول ۵).



شکل ۲. نمودار درصد مواد آلی در داخل بندسار

جدول ۲. میانگین مواد آلی در سه عمق مناطق موردبررسی

منطقه	مواد آلی عمق ۱	مواد آلی عمق ۲	مواد آلی عمق ۳
۱	۲/۴۶e	۱/۴۳ abc	۰/۹۷ ab
۲	۱/۰۱ ab	۰/۷۸ ab	۰/۶۴ a
۳	۱/۴۰abc	۱/۳۴ ab	۱/۲۹ ab
۴	۲/۳۴ de	۱/۸۰bcd	۱/۱۲ ab
۵	۱/۲۹ ab	۰/۸۹ ab	۰/۵۰ a



شکل ۳. نمودار مقایسه درصد مواد آلی در داخل و خارج بندسار

جدول ۳. مقایسه میزان درصد کربن آلی در داخل و خارج بندسار

منطقه	داخل بندسار	خارج بندسار	t	درجه آزادی	سطح
۱	۱/۶۲	۱/۱۳	۱.۹۹	۸	۰/۰۸۰
۲	۰/۸۱	۰/۴۸	۳/۳۵	۸	۰/۰۱۰
۳	۱/۳۴	۰/۹۱	۴/۸۷	۸	۰/۰۰۱
۴	۱/۷۵	۱/۱۳	۳/۰۷	۸	۰/۰۱۷
۵	۰/۸۹	۰/۴۸	۱۰/۳۵	۸	۰/۲۱۴

جدول ۴. مقایسه کربن آلی در بندسارهای سنتی و بندسارهای تبدیل‌شده به باغ پسته

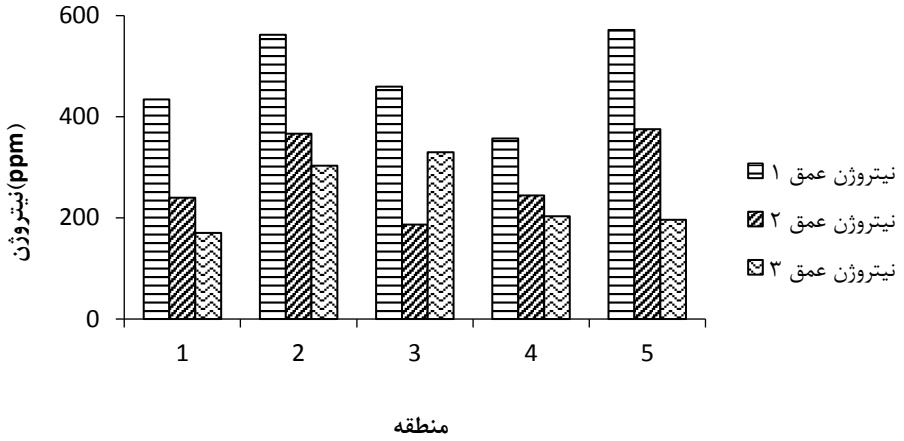
منطقه	درصد کربن آلی	t	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
۱	۱/۶۲	-۰/۵۵	۸	۰/۵۹۷
۴	۱/۷۵			
۲	۰/۸۱	-۰/۳۴۶	۸	۰/۷۳۸
۵	۰/۸۹			

بررسی تغییرات نیتروژن خاک در داخل منطقه

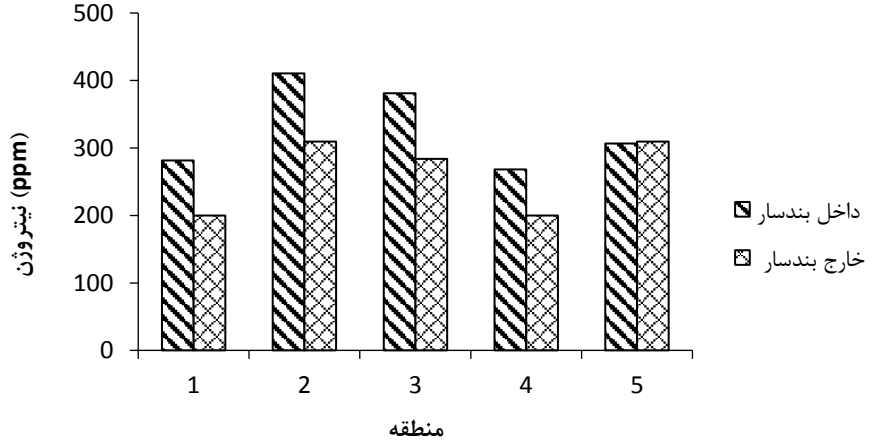
مقدار نیتروژن خاک در کلیه مناطق داخل بندسار با افزایش عمق کاهش یافته بود (شکل ۴). بیشترین میزان نیتروژن ۴۵۹/۶۷PPM در عمق صفر تا ۲۰cm از سطح خاک در منطقه ۵ و کمترین مقدار نیتروژن ۱۷۰/۳۳PPM در عمق ۶۰-۴۰cm از سطح خاک در منطقه ۱دیده شد.

در مقایسه بین مقدار نیتروژن داخل و خارج بندسار مقدار نیتروژن در تمامی مناطق در داخل بندسار بیشتر از مقدار نیتروژن در خارج بندسار بود (شکل ۵). کمترین مقدار نیتروژن با ۱۹۹/۸۹PPM در خارج بندسار منطقه ۱ و ۴ دیده شد و بیشترین مقدار نیتروژن در داخل بندسار منطقه ۲ با ۳۰۹/۵۶ PPM دیده شد. تفاوت مقدار نیتروژن داخل و خارج بندسار تنها در منطقه ۱ و ۴ معنی‌دار بود.

در مقایسه بین مقدار نیتروژن خاک بندسارهای سنتی با باغ پسته، در مناطق ۱ با ۴ مشاهده شد که مقدار نیتروژن در منطقه ۱ بیشتر از منطقه ۴ بود ولی این تفاوت به لحاظ آماری معنی‌دار نشد (شکل ۶). در مقایسه بین مقدار نیتروژن خاک در منطقه ۲ و ۵ مقدار نیتروژن در منطقه ۵ بیشتر از منطقه ۲ بود ولی این تفاوت نیز به لحاظ آماری معنی‌دار نشد (جدول ۶).



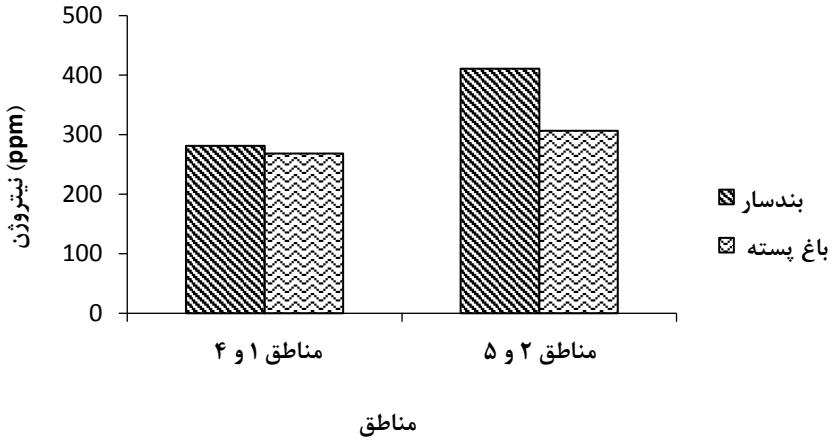
شکل ۴. نمودار میزان نیتروژن در داخل بندسار



شکل ۵. نمودار مقایسه نیتروژن داخل و خارج بندسار

جدول ۵. مقایسه نیتروژن خاک در داخل و خارج بندسار

منطقه	بخش	نیتروژن (PPM)	t	df	سطح معنی‌داری
۱	داخل بندسار	۲۸۱/۴۴	۳/۱۵۲	۸	۰/۰۱۴
	خارج بندسار	۱۹۹/۸۹			
۲	داخل بندسار	۴۱۰/۶۷	۲/۱۰۳	۸	۰/۰۶۹
	خارج بندسار	۳۰۹/۵۶			
۳	داخل بندسار	۳۸۱/۱۱	۱/۸۲۵	۸	۰/۱۰۵
	خارج بندسار	۲۸۳/۸۹			
۴	داخل بندسار	۲۶۸/۳۳	۲/۸۸۱	۸	۰/۰۲۰
	خارج بندسار	۱۹۹/۸۹			
۵	داخل بندسار	۳۰۶/۴۴	-۰/۲۴۹	8	۰/۸۱۰
	خارج بندسار	۳۰۹/۵۶			



شکل ۶. نمودار مقایسه نیتروژن بندسار سنتی و باغ پسته

جدول ۶. مقایسه نیتروژن در بندسار سنتی و باغ پسته و سطح معنی‌داری

منطقه	میانگین نیتروژن (PPM)	T	df	سطح معنی‌داری
۱	۲۸۱/۴۴	۰/۳۲۶	۸	۰/۷۵۲
۴	۲۶۸/۳۳			
۲	۴۱۰/۶۷	۱/۸۸۱	۸	۰/۰۹۷
۵	۳۰۶/۴۴			

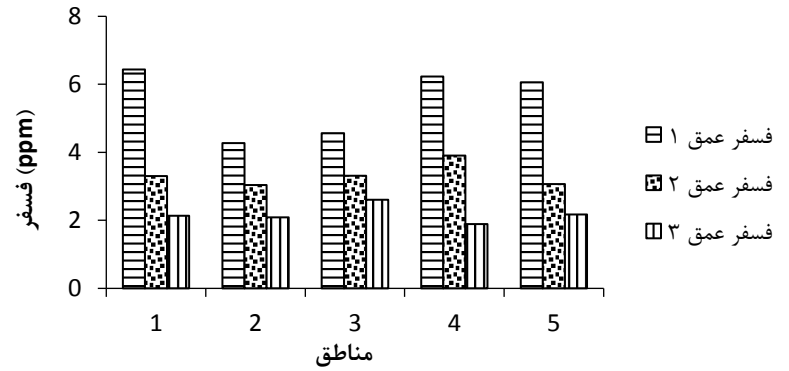
جدول ۷. مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم در داخل بندسار

منطقه	عمق	نیتروژن (PPM)	فسفر(PPM)	پتاسیم (PPM)
	۱	۴۳۴abc	۶/۴۴ c	۴۵/۱۷ e
۱	۲	۲۴۰abc	۳/۳۰ ab	۳۵/۰۳ d
	۳	۱۷۰/۳۳ a	۲/۱۴ a	۲۸/۲۶bcd
	۱	۵۶۲/۳۳ d	۴/۲۷ ab	۲۴/۸۱abcd
۲	۲	۳۶۶/۳۳abcd	۳/۰۴ ab	۱۸/۷۲ ab
	۳	۳۰۳/۳۳abc	۲/۰۹ a	۱۶/۶۹ a
	۱	۵۷۱/۶۷ d	۴/۵۶ ab	۵۱/۹۳ e
۳	۲	۳۷۵/۶۷abcd	۳/۳۱ ab	۳۴/۶۴ cd
	۳	۱۹۶ ab	۲/۶۱ a	۲۴/۱۳abcd
	۱	۳۵۷abcd	۶/۲۳ c	۶۲/۰۸ f
۴	۲	۲۴۴/۶۷abc	۳/۹۱ ab	۳۱/۶۴ cd
	۳	۲۰۳/۳۳abc	۱/۸۹ a	۳۱/۶۴ cd
	۱	۴۵۹/۶۷ cd	۶/۰۶ c	۲۳/۷۹abc
۵	۲	۱۸۶/۶۷abc	۳/۰۷ ab	۱۷/۰۳ a
	۳	۳۲۹/۶۰ ab	۲/۱۷ a	۱۵/۶۷ a

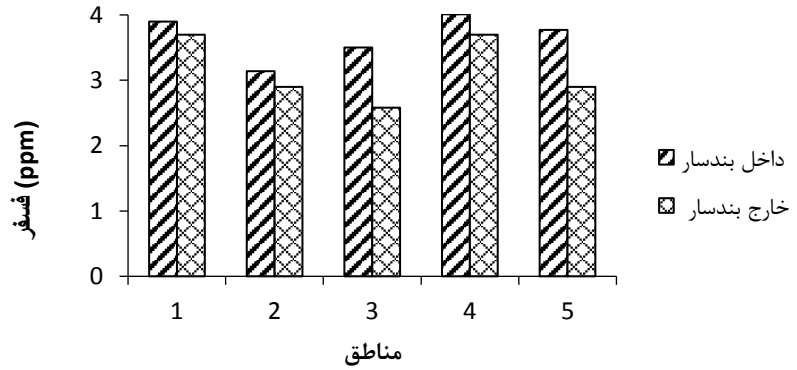
فسفر خاک داخل بندسار

مقدار فسفر خاک در کلیه مناطق داخل بندسار با افزایش عمق کاهش یافته بود (شکل ۷). بیشترین مقدار فسفر با ۶/۴۴PPM در عمق صفر تا ۲۰cm سطح خاک منطقهٔ ۱ مشاهده شد و تفاوت آن با دو عمق دیگر همان منطقه معنی‌دار بود ولی تفاوت آن با مقدارهای فسفر در عمق صفر تا ۲۰cm سطح خاک مناطق ۴ و ۵ معنی‌دار نشد و کمترین مقدار فسفر با ۱/۸۹PPM در منطقه ۴ در عمق ۴۰-۶۰cm سطح خاک دیده شد.

به‌طورکلی مقدار فسفر در خارج بندسار کمتر از داخل بندسار بود و بیشترین مقدار فسفر در منطقه ۴ در داخل بندسار دیده شد و کمترین مقدار فسفر در منطقه ۳ شاهد دیده شد (شکل ۸). تفاوت بین مقدار فسفر در داخل و خارج بندسارها تنها در منطقه ۳ معنی‌دار بود (جدول ۸).



شکل۷. نمودار درصد فسفر داخل بندسار



شکل ۸. نمودار مقایسه فسفر داخل و خارج بندسار

جدول ۸. مقایسه مقدار فسفر در داخل و خارج بندسار

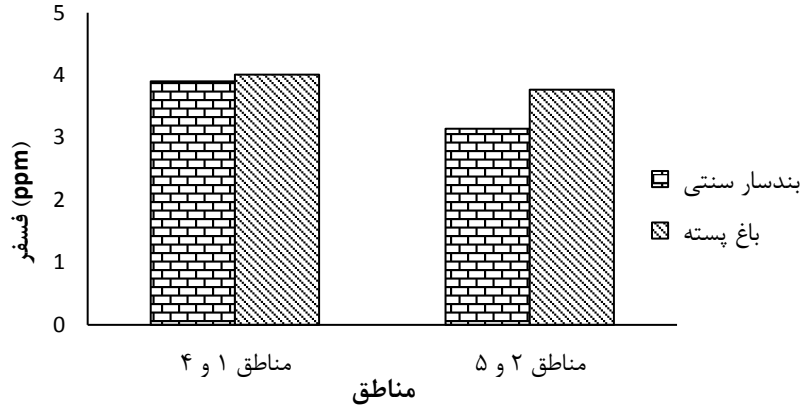
منطقه	بخش	میانگین فسفر(PPM)	t	df	سطح معنی‌داری
۱	داخل بندسار	۳/۹۰	۰/۲۱۶	۸	۰/۸۳۴
	خارج بندسار	۳/۷۰			
۲	داخل بندسار	۳/۱۴	۱/۸۲	۸	۰/۳۱۱
	خارج بندسار	۲/۹۰			
۳	داخل بندسار	۳/۵۰	۲/۷۷	۸	۰/۰۲۴
	خارج بندسار	۲/۵۸			
۴	داخل بندسار	۴/۰۱	۰/۲۷۸	۸	۰/۷۸۸
	خارج بندسار	۳/۷۰			
۵	داخل بندسار	۳/۷۷	۱/۱۰۶	۸	۰/۳۰۱
	خارج بندسار	۲/۹۰			

در مقایسه بین مقدار فسفر در منطقه ۱ و ۴ این مقدار در منطقه ۴ بیشتر از منطقه ۱ بود (شکل ۹) ولی این تفاوت معنی‌دار نشد و در مقایسه بین منطقه ۲ و ۵ مقدار فسفر در منطقه ۵ بیشتر از منطقه ۲ بود (جدول ۹).

بررسی مقدار پتاسیم در داخل بندسار

در مناطق مورد مطالعه داخل بندسار مقدار پتاسیم با افزایش عمق کاهش‌یافته بود (شکل ۱۰). بیشترین مقدار پتاسیم با ۶۲/۰۸PPM در عمق صفر تا ۲۰cm سطح خاک در منطقه ۴ دیده شد و کمترین مقدار پتاسیم در عمق ۶۰-۴۰cm سطح خاک منطقه ۵ با ۱۵/۶۷PPM بود.

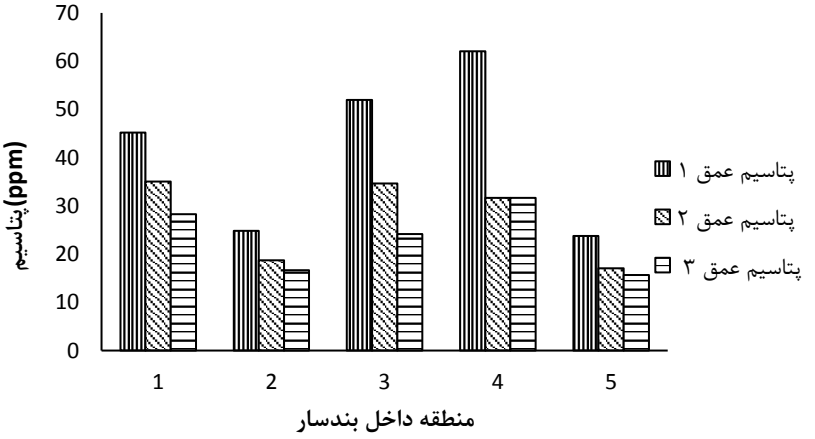
مقدار پتاسیم در تمامی مناطق داخل بندسار بیشتر از خارج آن بود (شکل ۱۱). در منطقه ۴ با ۴۱/۷۹PPM بیشترین مقدار پتاسیم و در خارج بندسار منطقه ۳ با ۱۳/۰۸PPM کمترین مقدار پتاسیم دیده شد. تفاوت مقدار پتاسیم خاک در مناطق داخل و خارج بندسار در تمامی مناطق ۱ تا ۵ معنی‌دار گردید (جدول ۱۰).



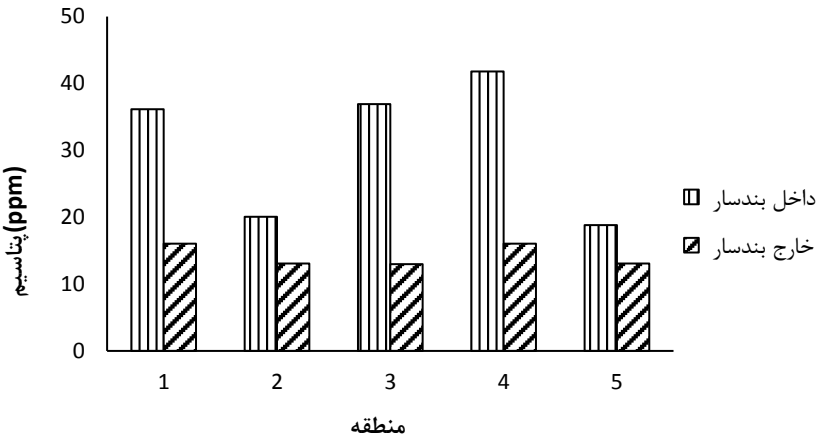
شکل ۹. نمودار مقایسه فسفر بندسار سنتی و باغ پسته

جدول ۹. مقایسه مقدار فسفر در مناطق ۱ با ۴ و ۲ با ۵

منطقه	میانگین فسفر خاک (PPM)	t	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
۱	۳/۹۰	-۰/۱۷۴	۸	۰/۸۶۶
۴	۴/۰۱			
۲	۳/۱۴	-۰/۷۸۶	۸	۰/۴۵۴
۵	۳/۷۷			



شکل۱۰. نمودار پتاسیم داخل بندسار



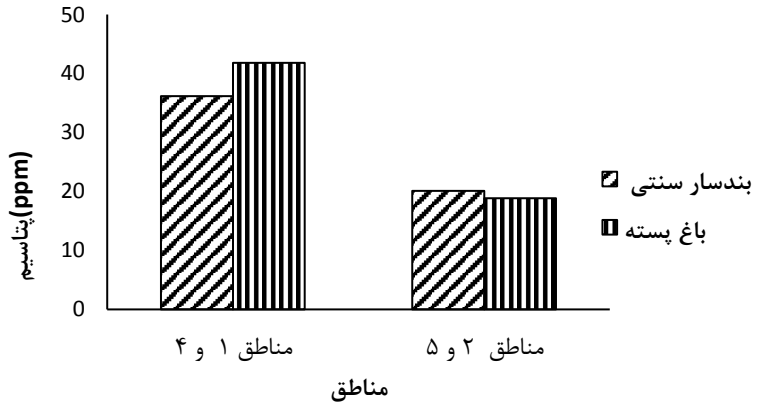
شکل ۱۱. نمودار مقایسه پتاسیم داخل و خارج بندسار

جدول ۱۰. مقایسه پتاسیم داخل و خارج بندسار

منطقه	بخش	میانگین پتاسیم	t	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
۱	داخل بندسار	۳۶/۱۵	۱۲/۱۰۲	۸	۰/۰۰۰۱
	خارج بندسار	۱۶/۰۲			
۲	داخل بندسار	۲۰/۰۷	۴/۹۳	۸	۰/۰۰۱
	خارج بندسار	۱۳/۰۸			
۳	داخل بندسار	۳۶/۹۰	۷/۳۱۲	۸	۰/۰۰۰۱
	خارج بندسار	۱۲/۹۶			
۴	داخل بندسار	۴۱/۷۹	۸/۴۱۳	۸	۰/۰۰۰۱
	خارج بندسار	۱۶/۰۲			
۵	داخل بندسار	۱۸/۸۳	۴/۴۶۲	۸	۰/۰۰۲
	خارج بندسار	۱۳/۰۸			

مقایسه پتاسیم در منطقه ۱ با ۴ و ۲ با ۵

در مقایسه بین منطقه ۱ و ۴ مقدار پتاسیم در منطقه ۴ بیشتر از منطقه ۱ بود ولی تفاوت آن به لحاظ آماری معنی‌دار نشد (شکل ۱۲). در بین دو منطقه ۲ و ۵ مقدار پتاسیم خاک در منطقه ۲ بیشتر از منطقه ۵ بود ولی تفاوت بین این دو منطقه نیز به لحاظ آماری معنی‌دار نشد (جدول ۱۱).



شکل ۱۲. نمودار مقایسه پتاسیم بندسار سنتی و باغ پسته

جدول ۱۱. مقایسه پتاسیم در بندسارهای سنتی با باغ پسته

منطقه	میانگین پتاسیم خاک(PPM)	t	df	سطح معنی‌داری
۱	۳۶/۱۵	-۱/۳۵	۸	۰/۲۱۴
۴	۴۱/۷۹			
۲	۲۰/۰۸	۲/۲۳۶	۸	۰/۰۵۶
۵	۱۸/۸۳			

■ بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر عناصر پرمصرفی چون N کل، P و K قابل جذب و کربن آلی به‌عنوان شاخص‌های حاصلخیزی خاک موردبررسی قرار گرفتند. کربن آلی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده ویژگی‌های شیمیایی خاک در بحث حاصلخیزی خاک است و هرگونه تغییر در این شاخص منجر به تغییر در سایر ویژگی‌های شیمیایی خاک می‌شود. در مقایسه میانگین کربن آلی در داخل و خارج بندسارها در مناطق ۲ و ۵ لازم به ذکر است که مقدار کربن آلی از ۰/۸۱ در بندسار ۲ به ۰/۸۹ در بندسار ۵ تغییر کرده است که البته این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نشد. در این راستا باتوجه به اینکه در بازدیدهای میدانی مشخص شد که این مناطق در سال‌های گذشته به کشت پسته اختصاص پیدا کرده و از طرفی اطلاعاتی مبنی بر استفاده از کود شیمیایی و حیوانی به صورت متناوب در کشت این محصولات حاصل شده است، در نتیجه علت این تغییر در مناطق ۴ و ۵ را می‌توان افزودن کود به این دو منطقه و افزایش مقدار مادۀ آلی خاک بیان کرد. همچنین مقدار فسفر در منطقه ۵ بیشتر از منطقه ۲ اندازه‌گیری شد که علت آن نیز همانند حالت قبل می‌تواند به وجود باغ‌های پسته در منطقه ۵ و یا افزودن کود فسفره به خاک مناطق پسته‌کاری شده باشد. از نظر مقایسه عناصر مربوط به حاصلخیزی خاک در داخل و خارج بندسارها در مناطق موردمطالعه نیز می‌توان گفت که مقدار کربن آلی در تمامی مناطق موردمطالعه در داخل بندسارها نسبت به منطقه شاهد مربوطه افزایش داشته است ولی تغییرات آن فقط در مناطق۲، ۳ و۴ از نظر آماری معنی‌دار است. به‌عبارت‌دیگر ورود سیلاب به بندسارها باعث افزایش مقدار ماده آلی خاک شده است. بررسی دیگران نیز نشان‌داده که مقدار کربن آلی خاک در داخل مناطق سیل گیری شده بیشتر از خارج آن است (۲، ۳، ۶، ۷، ۱۰، ۲۱). مقدار نیتروژن خاک نیز در داخل بندسارها بیشتر از خارج آن‌ها بوده است و در مناطق ۱ و ۴ این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار است که این نتیجه نیز هم‌راستا با تحقیقات دیگران در این زمینه می‌باشد (۷، ۱۴، ۲۱). همچنین همان‌گونه که شکل ۸ نشان داد مقدار فسفر خاک در تمام مناطق موردمطالعه در داخل بندسارها بیشتر از خارج آن‌ها است ولی این تفاوت تنها در منطقه ۳ معنی‌دار است. تحقیقات مرتبط دیگران هم حکایت از آن دارد که سیلاب منجر به افزایش مقدار فسفر خاک می‌گردد (۲، ۷). نتایج تحقیق بیانگر آن است که مقدار پتاسیم خاک نیز در تمامی مناطق در داخل بندسارها بیشتر از خارج آن‌ها اندازه‌گیری شده است و این تفاوت در همه مناطق از نظر آماری معنی‌دار است و این نتیجه نیز با برخی نتایج تحقیقات دیگر سازگار است (۲، ۷، ۱۵، ۲۱). نتایج همچنین بیانگر آن است که درتمامی مناطق در داخل بندسارها با افزایش عمق خاک مقدار درصد شن افزایش می‌یابد به‌جز منطقه ۵ که با افزایش عمق مقدار درصد شن کاهش یافته‌است و دلیل آن هم این است که این منطقه به علت آماده‌سازی برای کشت پسته از حالت سنتی خارج شده است و حتی ممکن است خاک از خارج از محدوده به منطقه پسته‌کاری اضافه شده باشد. مقادیر سیلت در بندسارهای سنتی نسبت به بندسارهای تغییرکاربری یافته به باغ‌های پسته بیشتر می‌باشد و تفاوت بین این دو نیز معنی‌دار است که علت آن می‌تواند ادامه استفاده سنتی سیل‌گیری در سایت‌های ۱ و ۲ نسبت به سایت‌های ۴ و ۵ که تغییر کاربری یافته‌اند باشد که در این صورت می‌توان گفت بندسارها و سیل‌گیری مرتب آن‌ها باعث افزایش مقدار سیلت در خاک می‌گردد. در مقایسه مناطق ۲ و ۵ این نکته روش است که درصد رس از ۳۲/۹ در منطقه ۲ به ۵۲/۹۳ درصد در منطقه ۵ رسیده است که

با توجه به جدول ۳ این تفاوت از نظر آماری نیز معنی‌دار است. این افزایش رس می‌تواند به علت افزودن خاک دستی و تغییر بافت در آن توسط مالکین باغات پسته در منطقه ۵ نیز باشد.

با بررسی عملکرد بندسارها در مناطق موردمطالعه در این تحقیق می‌توان گفت که استفاده از بندسار به‌عنوان یک روش سنتی جمع‌آوری آب باران و سیلاب شیوه‌ای پایدار جهت بهره‌برداری مناسب از منابع آبی، بهبود وضعیت خاک، تولید محصولات کشاورزی و مقابله با خسارات سیلاب و مدیریت رواناب‌ها بوده است که با هزینه کم موجب بهبود و حفاظت آب‌وخاک منطقه می‌شود و با تسهیل نفوذ آب در منطقه مانع هدر رفت آن به داخل کویر می‌گردد. با توجه به شرایط موجود در مناطق خشک و نیمه‌خشک همچون منطقه تحقیق که با کمبود جدی آب مواجه است انتظار می‌رود که مدیریت بارش در این مناطق به طرز صحیحی صورت گیرد و به مهار بارندگی برای استفاده مطلوب و بهینه از آن توجه بیشتری شود که با توجه به کمبود جدی آب کاملا ضروری به نظر می‌رسد. از طرف دیگر با توسعه، احیا و بروز رسانی این سامانه‌های سنتی می‌توان از مزایای متعدد آن‌ها مانند هزینه پایین، کاربرد و فراگیری آسان و سازگاری بالای آن‌ها با محیط‌زیست در جهت بهبود وضعیت کشاورزان و نیز حفظ و احیاء آب‌وخاک بهره‌برداری نمود. در اغلب بندسارهای موجود در منطقه موردمطالعه، حفاظت کافی در قسمت پشته‌ها و سرریزها صورت نگرفته است لذا با مقاوم‌سازی و حفاظت پشته‌ها و سرریزها می‌توان به مقاومت آن‌ها در برابر سیلاب افزود و نیز با کوبیدگی کافی در پشته‌ها و افزایش عرض پشته‌ها برای بهبود و پایداری آن‌ها عمل نمود.

■ References

1. Arab Khedri, M., Partovi, A., Kamali, K., Ghaffari, A. & sareshtrhdari, A. (2002). *Research on the effect of sedimentation on the permeability efficiency of traditional flood distribution networks (Dams)*, Research Project Report, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 102. (in Farsi)
2. Barabadi, H., Zehtabian, Gh. Tavili, A., Dadrasi-Sabzevar, A. & Khosravi, H. (2013). Effect of Flood Spreading on Soil Physico-Chemical Properties (Case Study: Barabad Region), *Journal of Desert Ecosystem Engineering*, *2*(2), 37-46. (in Farsi)
3. Branson, F. A. (1956). Range forage production changes on a water spreader in southeastern Montana. *Range Management, 9*(4), 187-191.
4. Akbari, M., Dastorani, M.T. & Abbasi, A.A. (2016). *Assessment of Bandsars structure as traditional structures for rainwater harvesting in arid and semi-arid areas (Case study: Sabzevar southern area)*. Paper presented at the 4th National Conference on Rainwater catchment systems, Mashhad, Iran. (in Farsi)
5. Dokhani, S. (2018). Hydrological responses of soil to Rain Water Harvesting (RWH) on in Semi-Arid regions of central Iran. *Advanced Life Sciences*, *11*(3), 96-100.
6. Hubbell, D.S. & Gardner, J. L. (1944). Some edaphic and ecological effects of water spreading on rangeland. *Ecology, 25*(1), 27-44.
7. Jafari, M., Ashouri Nejad, A., Arab Khedri, M. & Azarnivand, H. (2002). Effect of flood extraction in dams on physical and chemical properties of soil, *Natural Resources*, *55*(4). 465-477. (in Farsi)
8. Jafari M., Tavili A., Panahi F., Zandi Esfahan E., Ghorbani M. (2018). *Management of Water Resources. In: Reclamation of Arid Lands.* Environmental Science and Engineering. Springer, Cham.
9. Klute, A. and C. Direksen. (1986). Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods. PP. 687-734. In: A. Klute (Ed.), *Method of Soil Analysis, Part 1*. Agronomy 9 Soil Science Society of America Madison. W. I.

10. Kolarkar, A.S., Nurthy S., & singl, N. (1983). Khadin-A method of harvesting water. *Arid Environments, 6*(1), 56-66.

11. Mahdian, M. H., Hosseini Chagini, A. Shariati M. H., & Khaksar, K. (2003). Study of the Effect of Flood spreading on Physicochemical Changes in Soil (Case Study: Flood spreading in Gushheh Damghan), *Research and Construction in Natural Resources, 61*(1), 39-44. (in Farsi)

12. Okhravi, S., & Eslamian, S. (2021). Traditional Water Harvesting in Iran. *Handbook of Water Harvesting and Conservation: Case Studies and Application Examples*, 385-395.

13. Peyrovan, H.R., Bayat, R., & ArabKhedri, M. (2019). Geological zoning of areas prone to the creation and expansion of dams in the Birjand region. *Rainwater Reservoir Systems, 7*(2), 1-14. (in Farsi)

14. Prasad, R.S., Mertia, P.S., & Narain, P. (2004). Khadin cultivation: a traditional runoff farming system in Indian Desert need sustainable management, *Arid Environments, 58*(1), 87-96.

15. Sareshtehdari, A. (2004). Effects of flood spreading plan on soil permeability and fertility, *Research and Construction in Natural Resources ,62*(1), 83-93. (in Farsi)

16. Shakeri, F., Akbarian, M., & Hatami Gurbandi, H. (2011). *Evaluation of Bandsar Efficiency in Vegetation of Arid and Semi-Arid Areas, A Case Study of Hormozgan sirak City*, Fifth National Watershed Management Conference, March 4-11, Kerman. (in Farsi)

17. Sharifikia, M., & Mozaffari, Z. (2015). Extraction of physical properties and explanation of the efficiency of dams in soil and water resources management: *Geographical studies of arid regions, 4*(16), 1-14. (in Farsi)

18. Shahrabi, M., Hosseini, M., Shabani, K. (2007). *Description of the map of 1/100,000 Bardaskan*, published by the Geological Survey of Iran.

19. Sheikh, V. (2021). Assessing the Status and Importance of Rainwater Harvesting from Public Perceptions (Case Study: Six Regional Capital Cities of Iran). *Water Harvesting Research, 4*(1), 41-53.

20. Tajbakhsh, S.M., Begian Koleh Marzi, B. & Mirzaei, A. (2019). *Bandsar is a suitable method for flood cultivation (Case study: Majan Plain),* 8th National Conference on Rainwater catchment systems. (in Farsi)

21. Vaezi, A. R., Hossein Shahi, A. & Abdinejad, p. (2013). Physical and chemical properties of soil the influence of flood spreading in Qaracharian station of Zanjan, Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resources, *Water and Soil Sciences, 16*(62), 149-1161. (in Farsi)

22. Yadollahi, A. (2019). *Investigating the importance of Bandsar as a strategy compatible with water shortage in Birjand plain.* The first national conference on adaptation strategies to water scarcity in arid and semi-arid regions. Sabzevar. (in Farsi)