Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

Comparison of the effect of a semi-circular bunds system on vegetation and soil moisture levels in drought and wet conditions (Case study: Zirkouh rangelands - South Khorasan)

Moslem Rostampour[*1], **Mohammad Saghari**[2], **Habib Chabok Estend**[3]

1. Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management and Research Group of Drought and Climate Change, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand, Iran, Email: rostampour@birjand.ac.ir
2. Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand, Iran, Email:msaghari@birjand.ac.ir
3. M.Sc. Graduated, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand. Iran, Email:habib_136255@birjand.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Article history
Received: 13 June 2023
Revised: 19 July 2023
Accepted: 24 July 2023
Published online: 06 October 2023

Keywords:
Drought, *Haloxylon persicum* planting, Production, Semi-circular bunds, Soil texture, Water storage

ABSTRACT

The current research aimed to investigate the impact of a semi-circular bunds system on vegetation and soil moisture levels. This research was carried out in the plain rangeland of Ahangaran region, South Khorasan province. Rainwater harvesting projects with semi-circular bunds structure along with *Haloxylon persicum* planting have been done in the years 2018-2021 in four areas adjacent to each other. In this project, biological restoration including seed broadcasting in the inside and on the bund ridge have been carried out. In the four studied areas, the canopy cover area and plant height and production of *Haloxylon persicum* were estimated. To investigate the effect of the structure on the soil properties, in April 2022, soil samples were taken from of inside and outside the semi-circular bunds at a depth of 0-30 cm. Soil moisture levels, soil texture, Bulk density, and soil organic matter content were determined in the laboratory. Kruskal-Wallis test was used to investigate the effect of year on vegetation characteristics. Moreover, to compare the vegetation characteristics of the inside and on the bund ridge, as well as the soil characteristics of the inside and outside of the structure, the Student's t-test were used. The results showed that the location of seed broadcasting in semi-circular bunds systems has a significant effect on vegetation characteristics ($p \leq 0.01$), canopy cover area and plant height resulting from seeding on the ridge are higher than on the inside. The results showed that the effect of the semi-circular bunds on other soil moisture properties (except for saturation moisture), soil texture, bulk density, and soil organic matter was not significant ($p \geq 0.05$). Soil texture of both areas with sandy loamy has not changed after four years. In 2018 and 2019, as wet years, semi-circular bunds project in this region has increased the vegetation compared to the control region, but in 2020 and 2021, as drought years, this system did not play a role in the increase of quantitative of rangeland vegetation.

Citation: Rostampour, M., Saghari, M. & Chabok Estend, H. (2023). Comparison of the effect a semi-circular bunds system on vegetation and soil moisture levels in drought and wet conditions (Case study: Zirkouh rangelands-South Khorasan). *Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems*, 11(3), 30-53.
DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3

Publisher: Iranian Rainwater Catchment Systems Association
© Author(s)

***Corresponding author:** Moslem Rostampour
Address: Department of Rangeland and Watershed Management and Research Group of Drought and Climate Change, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand, Iran
Tel: +989151637869
Email: rostampour@birjand.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

Comparison of the effect of a semi-circular bunds system on vegetation and soil moisture levels in drought and wet conditions (Case study: Zirkouh rangelands - South Khorasan)

Moslem Rostampour[*1], Mohammad Saghari[2], Habib Chabok Estend[3]

1. Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management and Research Group of Drought and Climate Change, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand, Iran., Email: rostampour@birjand.ac.ir
2. Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand, Iran., Email:msaghari@birjand.ac.ir
3. M.Sc. Graduated, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand. Iran., Email:habib_136255@birjand.ac.ir

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Studies have shown that in the next few decades, global water shortage will become increasingly severe, so the protection of potential areas for water harvesting plays an important role in reducing drought. Rainwater harvesting is a traditional water management method that has been used to cover potable and non-potable water needs. Rangeland ecosystems in arid and semi-arid regions are located in the territory of fragile ecosystems, and the small amount of precipitation and its inappropriate distribution are among the most important limiting factors for the growth of rangeland plants in these areas. In arid regions, the semi-circular bunds system has been considered as a management method used for ecological restoration in terms of vegetation enrichment and soil amendment. So far, a lot of research has been done on the effect of this system on the rangeland soil characteristics, vegetation cover and plant production, species diversity and rangeland functional attributes in arid regions. However, there is little information about the effect of this system on different soil moisture levels in rangeland during periods of drought and wet. Therefore, this research examines the effect of the semi-circular bunds on the vegetation and soil characteristics of the reclamated rangeland of Zirkouh, South Khorasan province.

Methodology: This research was carried out in the plain rangeland of Ahangaran plain, South Khorasan province. Rainwater harvesting projects with semi-circular bunds structure along with *Haloxylon persicum* planting have been done in the years 2018- 2021 in four areas adjacent to each other. In this project, biological restoration including seed broadcasting in the inside and on the bund's ridge have been carried out. In the four studied areas, the canopy cover area and plant height and production of *Haloxylon persicum* were estimated. In order to investigate the effect of the structure on the soil properties, in April 2022, soil samples were taken from inside and outside of the semi-circular bunds at a depth of 0-30 cm. soil moisture levels, soil texture, Bulk density and soil organic matter content were determined in the laboratory. Before data analyses, normality of data, homogeneity of variances and data autocorrelation were checked by Shapiro-Wilk, Bartlett and Durbin-Watson tests, respectively. Kruskal-Wallis's test was used to investigate the effect of year on vegetation characteristics. Also, in order to compare the vegetation characteristics of the inside and on the bund ridge, as well as the soil characteristics of the inside and outside of the structure, the student's t-test were used.

Results and Discussion: The results showed that the location of seed broadcasting in semi-circular bunds systems has a significant effect on vegetation characteristics ($p \leq 0.01$), the results showed that with the increase in years after plantation, plant canopy cover, plant height and production have increased significantly. Also, canopy cover area and plant height resulting from seeding on the ridge are higher than on the inside. The results showed that the effect of the semi-circular bunds on other soil moisture properties (except for saturation moisture), soil texture, bulk density and soil organic matter was not significant ($p \geq 0.05$). Soil texture of both areas is sandy loamy and after 4 years, soil texture has not changed. 2018 and 2019, as wet years, semi-circular bunds project in this region has increased the vegetation compared to the control region, but 2020 and 2021, as drought years, this system did not play a role in the increase of quantitative of rangeland vegetation. Ground vegetation, roots and litters the overall increase in soil organic matter, improves soil structure and the stability of

***Corresponding author:** Moslem Rostampour
Address: Department of Rangeland and Watershed Management and Research Group of Drought and Climate Change, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand, Iran
Tel: +989151637869
Email: rostampour@birjand.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]

ISSN (Online): 2783-1531 - ISSN (Print): 2423-5970

the soil aggregate and increases soil porosity. This improvement in soil quality increases soil permeability and available water capacity.

Conclusion: In a general summary, it can be concluded that in wet years, the semi-circular bunds system has a positive effect and has led to an increase in plant growth, but in drought years, it has no effect on increasing the quantity and quality of vegetation. Besides, in the drought situation, moisture characteristics, soil texture components, and soil organic matter inside and outside of bunds are not different from each other. It was probably due to choosing the wrong location of this system. If this system is implemented in the suitable place and time, considering its positive effect in increasing the vegetation cover, it will undoubtedly have a significant effect in the storage of precipitation in the long term. It seems that the width and size of semi-circular bunds should be variable depending on water needed for irrigation of target plant species.

Ethical Considerations

Data Availability Statement: The datasets are available upon a reasonable request to the corresponding author.

Funding: Financial support: This research was conducted as an independent research and part of the results of a MSc thesis and has received financial support from University of Birjand.

Authors' contribution: Moslem Rostampour, Mohammad Saghari and Habib Chabok Estend: As the authors of the paper, conducted all parts of the research and wrote the whole manuscript.

Conflicts of interest: The authors of this paper declared no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.

Acknowledgment: This paper is a part of the results of an independent research and a part of the data of a student's MSc thesis that were done in University of Birjand, therefore the authors appreciate the efforts of Research and Technology Affairs Department of University of Birjand.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
مجله علمی سامانه‌های سطوح آبگیر باران ایران
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۱۵۳۱ شاپا چاپی: ۲۴۲۳-۵۹۷۰

مقایسه تاثیر سامانه هلالی آبگیر بر پوشش گیاهی و سطوح رطوبت خاک در شرایط ترسالی و خشکسالی (مطالعه موردی: مراتع زیرکوه -خراسان جنوبی)

مسلم رستم‌پور*[۱]، محمد ساغری[۲] و حبیب چابک استند[۳]

۱. استادیار گروه مرتع و آبخیزداری و عضوگروه پژوهشی خشکسالی و تغییر اقلیم، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، rostampour@birjand.ac.ir

۲. استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، msaghari@birjand.ac.ir

۳. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، habib_136255@birjand.ac.ir

مشخصات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله
دریافت: ۲۳ خرداد ۱۴۰۲
بازنگری: ۲۸ تیر ۱۴۰۲
پذیرش: ۰۲ مرداد ۱۴۰۲
انتشار برخط: ۱۴ مهر ۱۴۰۲

واژه‌های کلیدی:
بافت خاک، تاغکاری، تولید، خشکسالی، ذخیره آب، هلالی آبگیر

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تاثیر احداث سامانه هلالی آبگیر بر خصوصیات پوشش گیاهی و سطوح رطوبتی خاک در مراتع دشتی منطقه آهنگران شهرستان زیرکوه، استان خراسان جنوبی انجام شد. عملیات ذخیره نزولات آسمانی با سازه هلالی آبگیر به همراه نهالکاری در سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ در چهار منطقه مجاور یکدیگر انجام شده است. در این طرح، بذرپاشی در داخل هلالی و روی پشته‌های هلالی انجام شده است. در چهار منطقه مورد مطالعه، سطح تاج پوشش، ارتفاع و تولید گیاه تاغ (*Haloxylon persicum Bunge*) اندازه‌گیری شد. به‌منظور بررسی اثر سازه بر خصوصیات خاک، در اردیبهشت سال ۱۴۰۱ اقدام به نمونه‌برداری از خاک داخل هلالی و بیرون هلالی در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر شد. سطوح مختلف رطوبت، بافت خاک، وزن مخصوص ظاهری و میزان مواد آلی خاک در آزمایشگاه تعیین شد. به‌منظور بررسی اثر سال بر خصوصیات پوشش گیاهی، از آزمون کروسکال-والیس استفاده شد. هم‌چنین جهت مقایسه خصوصیات پوشش گیاهی در داخل هلالی و روی پشته هلالی و هم‌چنین خصوصیات خاک در داخل هلالی و بیرون هلالی از آزمون تی استیودنت استفاده شد. نتایج نشان داد که محل بذرپاشی در سامانه‌های هلالی آبگیر بر روی خصوصیات پوشش گیاهی معنی‌دار است ($p\leq ۰/۰۱$)، به‌طوری‌که سطح تاج پوشش و ارتفاع پایه‌های گیاه تاغ حاصل از بذرپاشی بر روی پشته‌ها بیش‌تر از داخل هلالی آبگیر است، نتایج نشان داد که اثر هلالی آبگیر به‌جز رطوبت اشباع بر روی سایر خصوصیات رطوبتی خاک، اجزای بافت خاک، وزن مخصوص ظاهری و مواد آلی خاک معنی‌دار نشده است ($p\geq ۰/۰۵$). خاک هر دو منطقه از نوع شنی لومی بوده و پس از گذشت ۴ سال از احداث هلالی آبگیر، بافت خاک داخل هلالی آبگیر تغییر نکرده است. دو سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ که از جمله سال‌های پرباران منطقه محسوب می‌شوند، اجرای طرح هلالی آبگیر در منطقه باعث افزایش پوشش گیاهی نسبت به منطقه شاهد، شده است اما در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ که از جمله سال‌های خشک منطقه به شمار می‌روند، سامانه هلالی آبگیر نقشی در افزایش کمی پوشش گیاهی مرتعی نشان نداد.

استناد: رستم‌پور، مسلم، ساغری، محمد، و چابک استند، حبیب (۱۴۰۲). مقایسه تاثیر سامانه هلالی آبگیر بر پوشش گیاهی و سطوح رطوبت خاک در شرایط ترسالی و خشکسالی (مطالعه موردی: مراتع زیرکوه-خراسان جنوبی). *سامانه‌های سطوح آبگیر باران*، ۱۱(۳): ۳۰-۵۳.
DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3
ناشر: انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران

© نویسندگان

* **نویسنده مسئول:** مسلم رستم‌پور
نشانی: گروه مرتع و آبخیزداری و گروه پژوهشی خشکسالی و تغییر اقلیم، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
تلفن: ۰۹۱۵۱۶۳۷۸۶۹
پست الکترونیکی: rostampour@birjand.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]

مقدمه

مطالعات نشان می دهد که در اثر تغییر اقلیم، حداقل یک چهارم جمعیت جهان در سال‌های آینده تحت تأثیر کمبود آب قرار خواهند گرفت و در صورت عدم اقدام فوری تا سال ۲۰۳۰ کسری آب جهانی ۴۰ درصد خواهد بود (López-Serrano et al., 2020). هم‌چنین در چند دهه آینده، کمبود آب در جهان به‌طور فزاینده‌ای شدت می‌گیرد، بنابراین حفاظت از مناطق بالقوه برای جمع‌آوری آب، نقش مهمی در کاهش خشکسالی ایفا می‌کند (Zheng et al., 2018). تغییر اقلیم، آسیب پذیری اکوسیستم‌های طبیعی را در برابر تخریب خاک افزایش داده و اثر بخشی روش‌های سنتی حفاظت آب و خاک را کاهش می‌دهد (Issoufou et al., 2020).

جمع‌آوری آب باران یک روش مدیریت سنتی آب است که برای تامین نیازهای آب آشامیدنی و غیر شرب در مناطق خشک و بیابانی مورد استفاده قرار گرفته است. در سال‌های اخیر، این روش به‌عنوان یک منبع آب جایگزین امیدوارکننده و پایدار برای رفع نیازهای آبیاری در کشاورزی در مناطق خشک پذیرفته شده است (Londra et al., 2021). حفاظت خاک و آب، از طریق استفاده از سازه‌های جمع‌آوری آب، یک اصل موثر برای کاهش تاثیر منفی شدت رواناب بالا و متعاقبا افزایش ذخیره رطوبت خاک ناشی از بارندگی است (Al- 2009 Seekh & Mohammad,). علاوه‌براین، Wu و همکاران (۲۰۰۹) متعقدند جمع‌آوری آب به افزایش درآمد روستایی، کاهش فقر، کاهش فرسایش خاک و بهبود کلی محیط کمک کرده است.

جمع‌آوری آب باران معمولاً در مناطقی انجام می‌شود که میزان بارندگی برای رشد محصول کافی نیست. با توجه به ماهیت متناوب وقایع رواناب، ذخیره حداکثر مقدار ممکن آب باران در طول فصل بارندگی ضروری است تا بتوان از آن به‌عنوان آبیاری برای افزایش بهره‌وری محصول و درآمد بهره‌برداران استفاده کرد (Ranade et al., 2021). جمع‌آوری آب باران به‌عنوان یک گزینه مناسب برای کاهش اثرات منفی تغییرات آب و هوایی با حمایت از دیم‌کاری از طریق آبیاری تکمیلی در اقصی نقاط جهان در حال گسترش است (Odhiambo et al., 2021). Velasco-Muñoz و همکاران (۲۰۱۹) با مروری بر دو دهه تحقیقات جهانی در مورد جمع‌آوری آب باران برای آبیاری کشاورزی به این نتیجه رسیدند که علوم محیطی، علوم کشاورزی و زیست‌شناسی مرتبط‌ترین حوزه‌های موضوعی در خصوص جمع‌آوری آب باران هستند. مجلات مدیریت آب کشاورزی (Agricultural Water Management)، فیزیک و شیمی زمین (Physics and Chemistry of the Earth)، و آبیاری و زهکشی (Irrigation and Drainage) مجلاتی هستند که بیشترین مقاله را در این زمینه منتشر کرده‌اند. همچنین هند، چین، ایالات متحده آمریکا، آفریقای جنوبی و هلند کشورهایی هستند که این خط تحقیقاتی را رهبری می‌کنند.

اکوسیستم‌های مرتعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور در قلمرو اکوسیستم‌های شکننده واقع شده‌اند و میزان اندک بارش و توزیع نامناسب آن از جمله مهم‌ترین عامل محدود کننده رشد گیاهان مرتعی در این مناطق محسوب می‌شود (شهریور و خزایی، ۱۳۹۶). در مناطق خشک، هلالی آبگیر به عنوان یک شیوه مدیریتی مورد استفاده برای احیای اکولوژیک از نظر غنی‌سازی پوشش گیاهی و اصلاح خاک در نظر گرفته شده است (Khosravi et al., 2016). با جستجوی هلالی آبگیر با عباراتی مثل Semi-circular bunds، Half-Moon، Demi-lunes و Eyebrow terrace می‌توان دریافت که اکثر تحقیقات مربوط به هلالی آبگیر در کشورهای آفریقایی (اتیوپی، کنیا، سومالی، بورکینافاسو و...) و خاورمیانه (ایران، مصر، سوریه و...) انجام شده است. تاکنون تحقیقات زیادی در خصوص تاثیر احداث هلالی آبگیر بر خصوصیات خاک جنگل‌ها و مراتع (Abdelkadair & Schultz, 2012؛ Heshmati et al., 2018؛ عبدالهی و همکاران، ۱۳۹۴؛ Khosravi et al., 2016)، پوشش گیاهی و تولید مراتع (رستمی و همکاران، ۱۳۹۶؛ محمودی مقدم و همکاران، ۱۳۹۴؛ رضایی و همکاران، ۱۴۰۰)، تنوع گونه‌ای (روحانی و رشتیان، ۱۳۹۹؛ ساغری و همکاران، ۱۳۹۸، Mousavi et al., 2019) و ویژگی‌های عملکردی مرتع (دلاوری و همکاران، ۱۳۹۳) در مناطق خشک و بیابانی انجام شده است. در برخی از تحقیقات، تاثیر هلالی آبگیر بر افزایش محصولات کشاورزی (زراعی و باغی) گزارش شده است (Adekalu et al., 2009؛ Geremu et al., 2016؛ Adimassu et al., 2017؛ Kiggundu et al., 2018؛ Tavakoli et al., 2021؛ Ayala et al., 2022). تقریباً اکثر تحقیقات مورد اشاره به افزایش رطوبت خاک، پوشش گیاهی، تولید و تنوع زیستی مراتع و تولید محصولات کشاورزی اذعان کرده‌اند. با مروری بر تحقیقات انجام شده مشخص شد که در زمینه اثر احداث هلالی آبگیر بر سطوح مختلف رطوبتی خاک مراتع در شرایط خشکسالی و ترسالی اطلاعات اندکی وجود دارد. از این‌رو این تحقیق به بررسی تاثیر احداث هلالی آبگیر بر خصوصیات پوشش گیاهی و خاک مراتع احیایی شهرستان زیرکوه در استان خراسان جنوبی می‌پردازد.

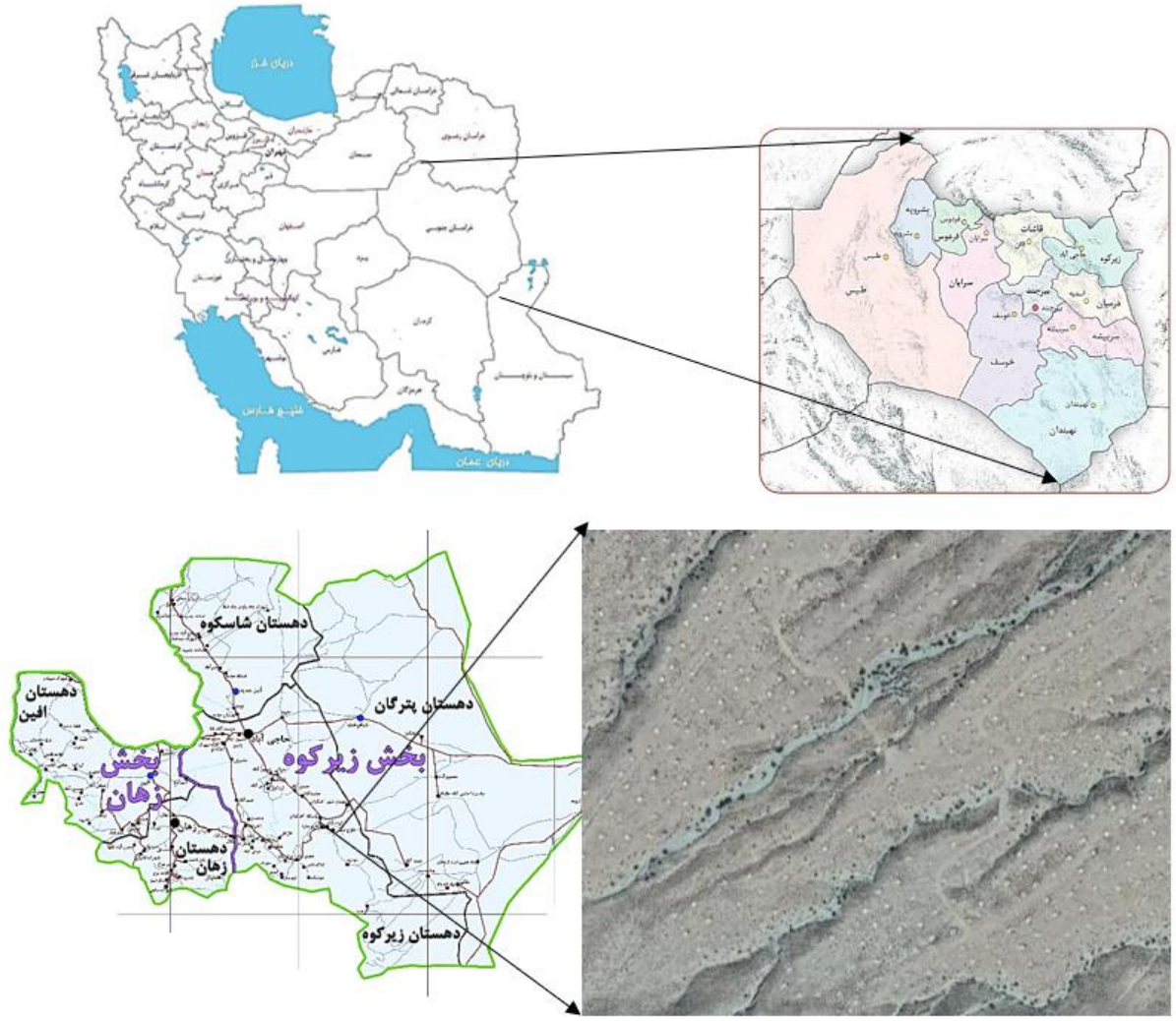
[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]

مواد و روش تحقیق

محدوده مورد مطالعه

این تحقیق در مراتع دشتی منطقه آهنگران، در مجاورت رشته کوه آهنگران، در ۴۵ کیلومتری شهر حاجی آباد، مرکز شهرستان زیرکوه، استان خراسان جنوبی انجام شد. مساحت منطقه ۲۰۰۰۰ هکتار و در مختصات جغرافیایی ″۴۰ ′۳۲ °۳۳ عرض شمالی و ″۲۱ ′۵۵ °۵۹ طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). عملیات ذخیره نزولات آسمانی با سازه هلالی آبگیر به همراه نهال‌کاری در سال‌های ۱۳۹۷، ۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ در چهار منطقه مجاور یکدیگر توسط اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان زیرکوه انجام شده است. در این طرح، عملیات بیولوژیک شامل بذرپاشی در داخل هلالی و روی پشته‌های هلالی انجام شده است.



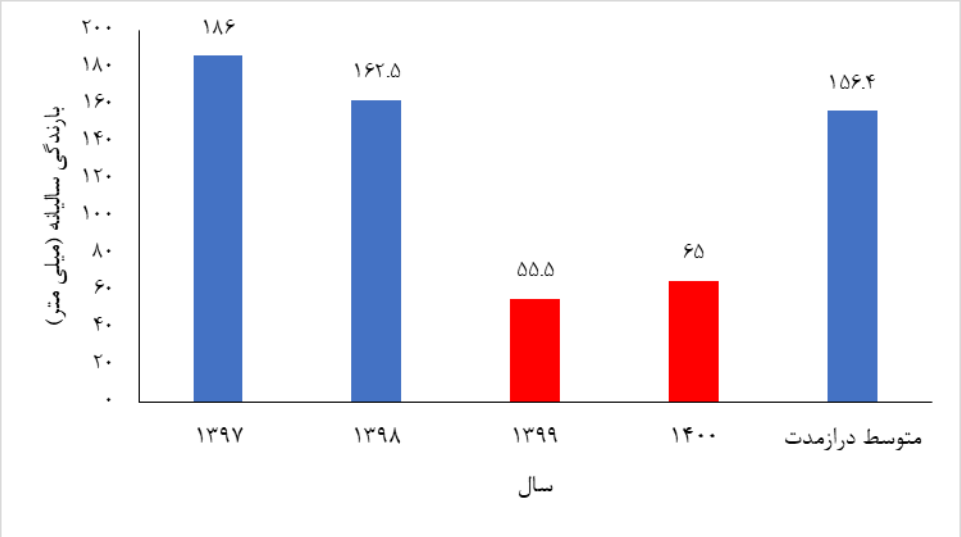
شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure 1- Location map of the study area

بارندگی متوسط درازمدت منطقه در حدود ۱۵۶/۴ میلی‌متر و سال مورد مطالعه و سه سال قبل از آن در حدود ۶۵، ۵۵/۵، ۱۶۲/۵ و ۱۸۶ میلی‌متر بود (شکل ۲ و جدول ۱)، با محاسبه شاخص بارش استاندارد شده (SPI) مشخص شد که در منطقه مورد مطالعه، سال ۱۳۹۷، جزو طبقه مرطوب، سال ۱۳۹۸ جزو طبقه نزدیک نرمال و سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ جزو طبقه بسیار خشک محسوب می‌شوند (رستم‌پور، ۱۴۰۱).

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]



شکل ۲- متوسط بارندگی سال‌های مورد مطالعه و متوسط درازمدت ایستگاه آهنگران

Figure 2- The rainfall average in the studied years and long-term average at the Ahangaran station

جدول ۱- آمار بارندگی ایستگاه آهنگران در چهار سال مورد مطالعه

Table 1- dyRainfall statistics of Ahangaran station in the four years under stu

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Sum
2018	57	26.5	79	-	1.5	-	-	-	-	13.5	5	3.5	186
2019	7.5	7.5	84.5	1	-	-	-	-	-	30	7	25	162.5
2020	0.5	2.5	1	34	-	-	-	-	-	8	9.5	-	55.5
2021	-	10.5	13	5.5	-	-	-	-	-	3	1	32	65

روش کار

در تحقیق حاضر تعداد ۵ ترانسکت ۱۵۰ متری مستقر و در طول ترانسکت، هلالی‌ها به‌صورت تصادفی انتخاب و خصوصیات پوشش گیاهی در داخل و روی پشته هلالی اندازه‌گیری شد، از آن‌جا که برای عملیات مرتع‌کاری در این منطقه از گیاه تاغ (*Haloxylon persicum*) استفاده شده است، بنابراین تمامی اندازه‌گیری‌ها بر روی این گیاه متمرکز شد. بدین منظور، در چهار منطقه مورد مطالعه، سطح تاج پوشش و ارتفاع نهال تاغ اندازه‌گیری شد. تولید نیز به روش ادلاید[1] برآورد شد (ارزانی و عابدی، ۱۳۹۴). به‌منظور بررسی اثر سازه بر خصوصیات خاک، تنها هلالی‌های با سن چهار سال (احداثی در سال۱۳۹۷) انتخاب شد و در اردیبهشت سال ۱۴۰۱ یعنی پایان فصل بارندگی‌ها در منطقه مورد مطالعه (جدول ۱) اقدام به نمونه‌برداری از خاک داخل هلالی و بیرون هلالی در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر شد.

پس از نمونه‌برداری از خاک، بافت خاک به روش هیدرومتر بایکاس، وزن مخصوص ظاهری به روش حجمی دست نخورده، درصد مواد آلی خاک به روش والکلی-بلک، درصد رطوبت و رطوبت اشباع خاک به روش وزنی، در آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند تعیین شد. درصد سه جز شن، سیلت و رس محاسبه و بافت خاک توسط مثلث بافت خاک تعیین شد. هم‌چنین رطوبت نقطه پژمردگی و ظرفیت زراعی خاک توسط رابطه Saxton و Rawls (۲۰۰۶) توسط نرم افزار SPAW تعیین شد. آب قابل دسترس از تفاضل دو رطوبت ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی به‌دست آمد (رابطه ۱).

$$AW=FC - PWP \quad (۱)$$

که در آن:

AW= ظرفیت آب قابل‌دسترس

[1] Adelaide

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]

FC = ظرفیت زراعی

PWP = نقطه پژمردگی دائم

به‌منظور بررسی اثر سال بر سطح پوشش گیاه و ارتفاع نهال، از آزمون تجزیه واریانس استفاده شد. سپس بر روی مقادیر باقی‌مانده، نرمال بودن داده‌ها، همگنی واریانس‌ها و استقلال داده‌ها به‌ترتیب توسط آزمون های شاپیرو–ویلک، بارتلت و دوربین–واتسون بررسی شدند. در ادامه به‌علت عدم تامین شرایط پارامتریک، از آزمون ناپارامتریک کروسکال–والیس استفاده شد. برای مقایسه خصوصیات پوشش گیاهی در داخل هلالی و روی پشته هلالی و هم‌چنین خصوصیات خاک مورد مطالعه در دو منطقه داخل هلالی و بیرون هلالی از آزمون تی استیودنت با نمونه‌های مستقل استفاده شد. پس از کلیه تحلیل‌های آماری، اندازه اثر آزمون‌های فوق به‌ترتیب توسط d و η^2 توسط رابطه‌های ۲ تا ۳ محاسبه شدند (جدول ۲).

$$d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s^2_1 + s^2_2}{2}}} \quad (۲)$$

$$\eta^2 = \frac{SS_t}{SS_T} \quad (۳)$$

که در آن:

$\bar{x}_1$: میانگین داخل هلالی آبگیر، $\bar{x}_2$: میانگین بیرون هلالی آبگیر، s^2_1: واریانس داخل هلالی آبگیر، s^2_2: واریانس بیرون هلالی آبگیر، SS_t : مجموع مربعات بین گروه‌ها و SS_T: مجموع مربعات کل است. کلیه آزمون‌های آماری در محیط R (R Core Team, 2021) انجام شد.

جدول ۲- تفسیر اندازه اثر کوهن برای آزمون تی تست (d) و تجزیه واریانس (η^2)

Table 2- Interpretationtest-of Cohen's effect size for t (d)and analysis of variance (η^2)

Interpretation	Non effect	Small	Medium	Large	Very large
d	<0.20	0.20-0.50	0.50-0.80	0.80-1.30	>1.30
η^2	<0.01	0.01-0.05	0.06-0.13	>0.14	-

نتایج و بحث

نتایج آزمون‌های آماری نشان می‌دهد که مقادیر سطح پوشش گیاهی، ارتفاع و تولید گیاه تاغ از توزیع نرمال برخوردار نبوده و واریانس بین گروه‌ها نیز همگن نیست. داده‌های سطح پوشش گیاهی مستقل از یکدیگر بوده، اما استقلال داده‌های ارتفاع و تولید گیاه تایید نشد. از این رو به‌دلیل عدم تایید پیش فرض‌های آزمون‌های پارامتریک، از آزمون ناپارامتریک کروسکال–والیس استفاده شد. نتیجه این آزمون نشان داد که بین سال‌های مورد مطالعه از لحاظ سطح پوشش گیاهی، ارتفاع و تولید گیاه تاغ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. اندازه اثر هر سه آزمون ۰/۶۲، ۰/۹۰ و ۰/۷۵ است (جدول ۳) و چون این مقادیر بالای ۰/۱۴ است (جدول ۲)، از این‌رو میزان این اختلاف، بزرگ است.

جدول ۳- نتایج آزمون‌های آماری نرمالیتی، همگنی واریانس‌ها، استقلال داده‌ها و کروسکال–والیس

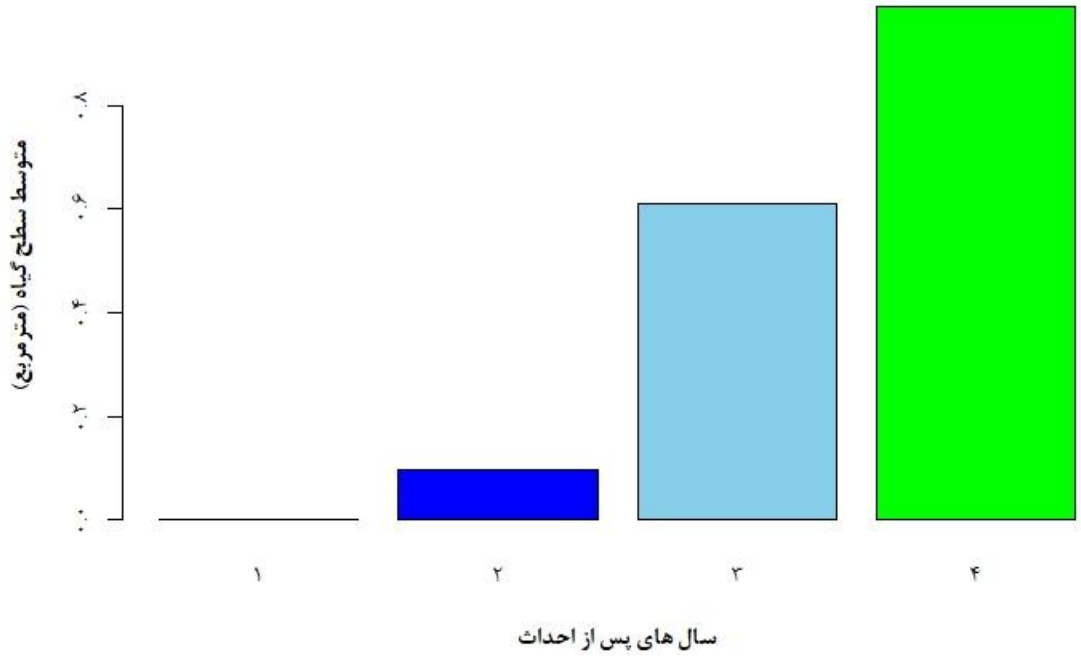
Table 3- The results of normality, homogeneity of variances, autocorrelation, and Kruskal-Wallis tests

Attributes	test	Test statistics	P-value
Vegetation cover area	Normality (Wilk-Shapiro)	0.85	0.00
	Homogeneity of variances (Bartlett)	105.1	0.00
	Autocorrelation (Durbin–Watson)	1.93	0.46
	Wallis-Kruskal	33.99	0.00
	Effect size (η^2)	0.62	-
plant height	Normality (Wilk-Shapiro)	0.91	0.00
	Homogeneity of variances(tlettBar)	17.39	0.00
	Autocorrelation (Durbin–Watson)	1.45	0.02
	Wallis-Kruskal	33.69	0.00
	Effect size (η^2)	0.90	-
Plant production	Normality(Wilk-Shapiro)	0.63	0.00
	Homogeneity of variances (Bartlett)	168.5	0.00
	Autocorrelation (Durbin–Watson)	0.76	0.00
	Wallis-Kruskal	36.55	0.00
	Effect size (η^2)	0.75	-

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

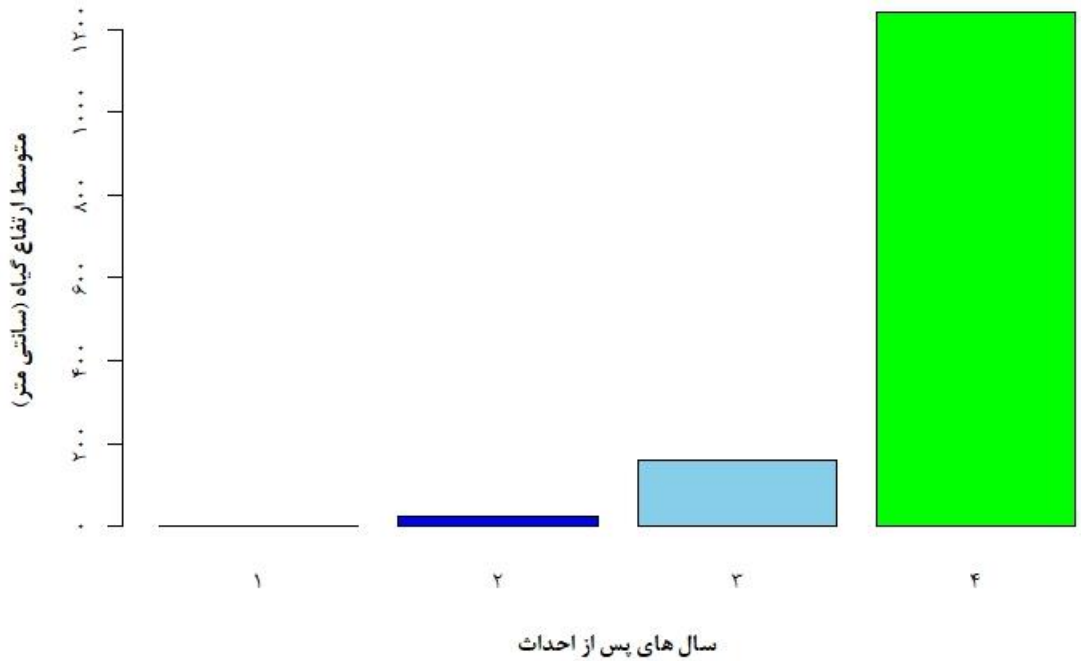
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]

نتایج نشان می‌دهد با افزایش سن هلالی‌ها، سطح تاج پوشش، ارتفاع و تولید گیاه تاغ افزایش معنی‌داری داشته است. در خصوص سطح تاج پوشش، تفاوت بین سال‌های سوم و چهارم احداث هلالی آبگیر با سال‌های اول و دوم کاملا محسوس است، اما به لحاظ ارتفاع و تولید گیاه، تفاوتی بین سال‌های اول، دوم و سوم مشاهده نشد (شکل‌های ۳ تا ۵).



شکل ۳- تغییرات میانگین سطح تاج پوشش گیاه تاغ در سال‌های مورد مطالعه

Figure 3-Changes in the average canopy cover area of *Haloxylon persium* in the studied years

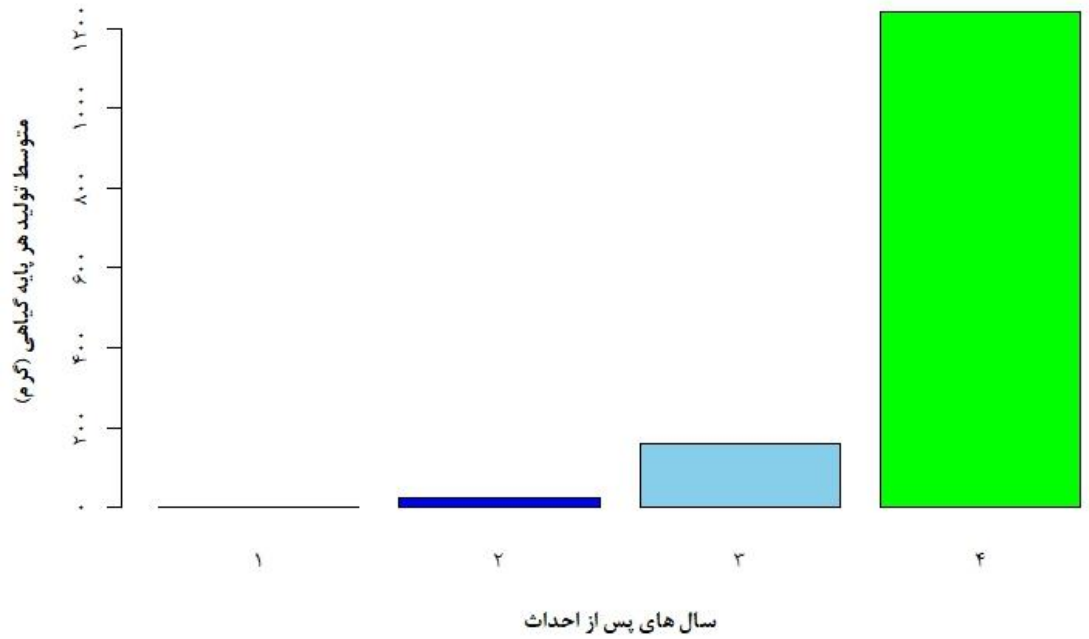


شکل ٤- تغییرات میانگین ارتفاع گیاه تاغ در سال‌های مورد مطالعه

Figure 4- Changes in the average height of *Haloxylon persium* in the studied years

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]



شکل ۵- تغییرات میانگین تولید گیاه تاغ در سال‌های مورد مطالعه

Figure 5- erageChanges in the av production of *Haloxylon persium* in the studied years

همان‌گونه که نتایج تحقیقات (آذرخشی و همکاران، ۱۳۹۴، جعفری و رستم پور، ۱۳۹۸، جهانتیغ و جهانتیغ، ۱۳۹۹، پورنعمتی و قربانی، ۱۴۰۰، عوض‌پور و همکاران، ۱۴۰۰) نشان می‌دهد بین افزایش پوشش گیاهی، ارتفاع و تولید گیاهان با افزایش بارش و رطوبت خاک ارتباط مستقیمی وجود دارد و اجرای طرح هلالی آبگیر باعث افزایش اثربخشی این ویژگی‌ها خواهد شد. دو سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ (سال ۴ و ۳ پس از احداث در شکل‌های ۳ تا ۵) که از جمله سال‌های پرباران و نزدیک به نرمال منطقه محسوب می‌شوند، اجرای طرح هلالی آبگیر در منطقه باعث افزایش پوشش گیاهی نسبت به منطقه شاهد، شده است اما در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ (سال ۲ و ۱ پس از احداث در شکل‌های ۳ تا ۵) که از جمله سال‌های خشک و کم باران منطقه به‌شمار می‌روند، سامانه هلالی آبگیر نقشی در افزایش کمی و کیفی پوشش گیاهی مرتعی نشان نداد. علت این امر به عدم جاری شدن هرزآب‌ها و ذخیره آن در هلالی‌های آبگیر مربوط است.

یکی دیگر از اهداف تحقیق حاضر بررسی اثر محل بذرپاشی در سامانه‌های هلالی آبگیر بر روی خصوصیات پوشش گیاهی است. به علت نرمال بودن داده‌های پوشش گیاهی در این بخش جهت مقایسه خصوصیات پوشش گیاهی در داخل هلالی و روی پشته‌های هلالی از آزمون تی استیودنت با نمونه‌های مستقل استفاده شد (جدول ۴). نتایج نشان می‌دهد که اثر محل بذرپاشی بر سطح پوشش گیاهی و ارتفاع گیاه در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار شده است، اما تاثیر معنی‌داری بر تولید گیاه ندارد ($p\geq$۰/۰۵). نتایج نشان می‌دهد که بیش‌ترین سطح و ارتفاع گیاه در نهال‌های حاصل از بذر پاشی انجام شده روی پشته هلالی مشاهده شد (شکل‌های ۶ و ۷). تفاوتی به لحاظ میزان تولید گیاه تاغ در داخل و روی پشته مشاهده نشد (شکل ۸).

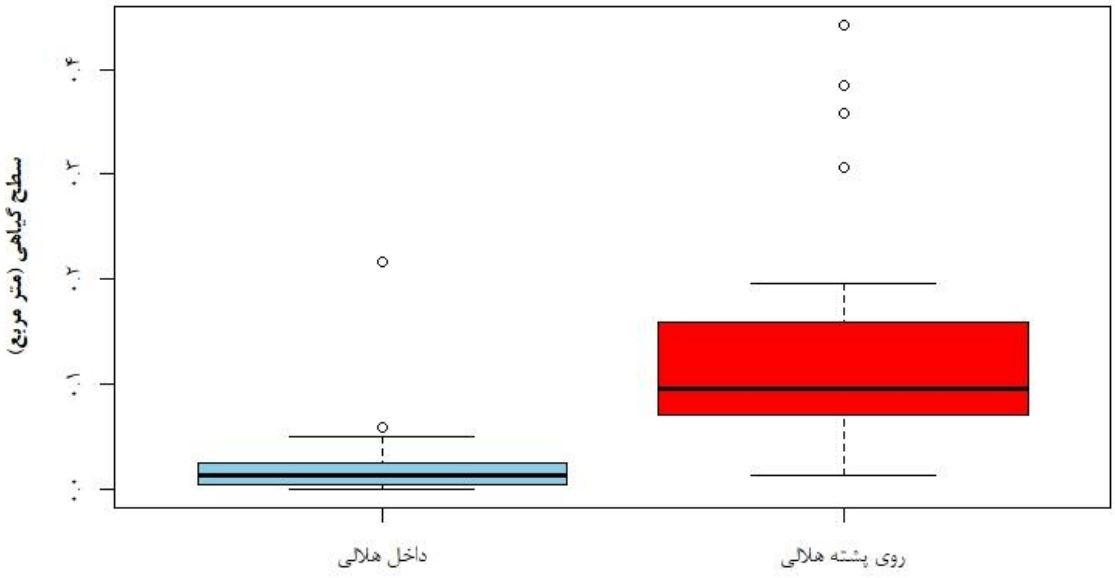
جدول ٤- نتیجه آزمون تی استیودنت با نمونه‌های مستقل اثر محل بذرپاشی بر خصوصیات پوشش گیاهی

Table 4- The result of independent samples t-test of the effect of seed broadcasting location on the vegetation characteristics

vegetation characteristics	T	p	Effect size	
			d	interpretation
Vegetation cover area	4.65	0.00	1.32	Very large
plant height	-5.10	0.00	1.44	Very large
Plant production	-0.23	0.81	0.07	Non effect

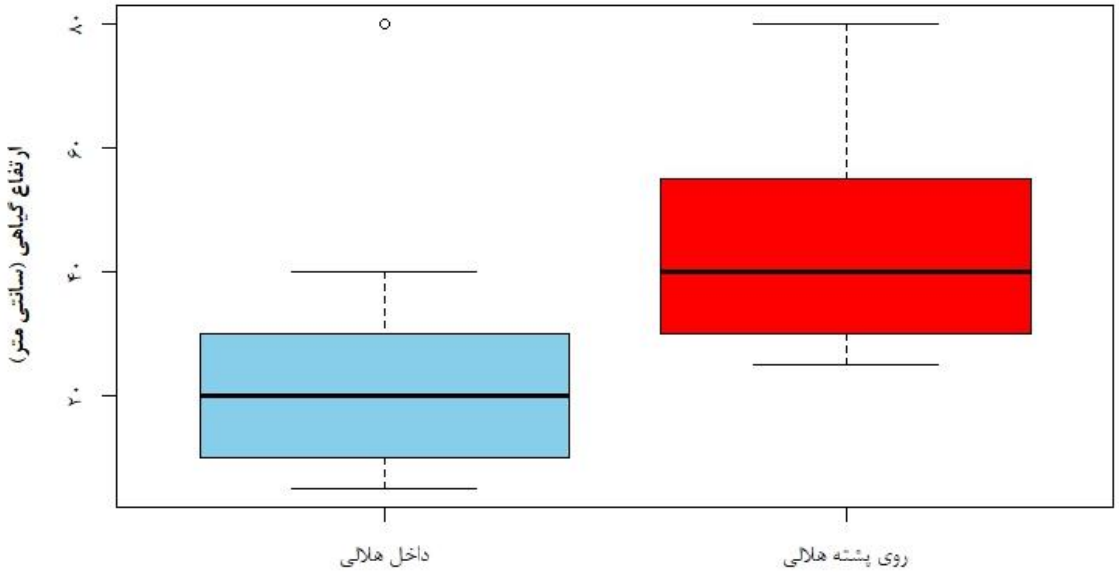
[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]



شکل ٦- مقایسه سطح تاج پوشش گیاه تاغ در داخل و روی پشته هلالی

Figure 6- Comparison of *Haloxylon persium* canopy cover area in the inside and on bund ridge

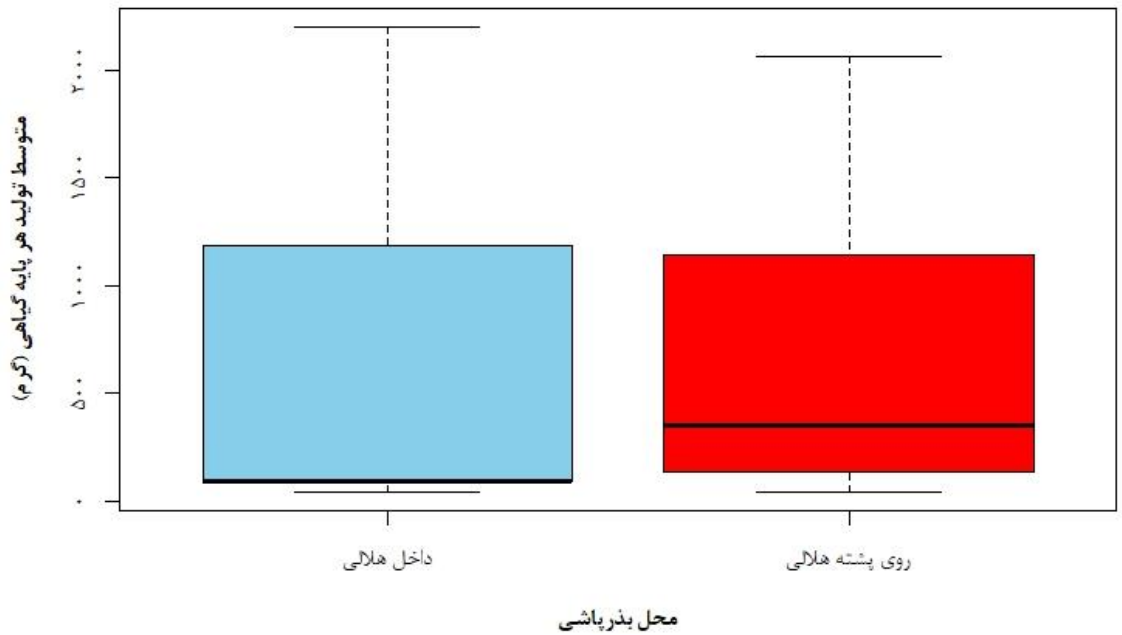


شکل ۷- مقایسه ارتفاع گیاه تاغ در داخل و روی پشته هلالی

Figure 7- Comparison of *Haloxylon persium* height in the inside and on bund ridge

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]



شکل ۸- مقایسه تولید گیاه تاغ در داخل و روی پشته هلالی

Figure 8- sonCompari of *Haloxylon persium* production in the inside and on the bund ridge

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که محل بذرپاشی در سامانه‌های هلالی آبگیر بر روی خصوصیات پوشش گیاهی معنی‌دار است به‌طوری که سطح تاج پوشش و ارتفاع پایه‌های گیاه تاغ حاصل از بذر پاشی بر روی پشته‌ها بیش‌تر از داخل هلالی آبگیر است، این نتیجه می‌تواند ناشی از تهویه و زهکشی خوب پشته‌ها پس از آبگیری هلالی‌ها باشد. زیرا پایه‌های تاغ رویده در کف هلالی‌ها، پس از هر بار آبگیری هلالی‌ها، تا چند روز در شرایط غرقابی قرار گرفته و در رشد آن‌ها خلل وارد می‌شود در صورتی‌که در روی پشته‌ها، همراه با تامین رطوبت مورد نیاز نهال‌ها، تهویه و زهکشی نیز به‌خوبی انجام شده و این امر در رشد نهال‌ها تاثیر مثبتی داشته است. جعفری و طویلی (۱۳۹۸) معتقدند که تاغ، خاک‌های شنی را نسبت به لوم رسی ترجیح می‌دهد، زیرا ریشه این گیاه اکسیژن طلب است، بنابراین، گیاه تاغ نیاز تهویه بالایی دارد. به‌عبارت دیگر، نیازمند هوای زیاد در مجاورت ریشه‌هاست.

هم‌چنین خاک پشته که دارای حجم قابل توجهی منافذ هستند، بیش‌تر اوقات به سرعت زهکشی می‌شوند و پر از هوا باقی می‌مانند (تاران و نیکبخت، ۱۳۹۵) و احتمالا ریشه در آن گسترش بیش‌تری دارد، از این رو افزایش تاج پوشش و ارتفاع تاغ بر روی پشته منطقی به نظر می‌رسد. هم‌چنین در مشاهدات میدانی، بر روی سطح خاک داخل هلالی، سله خاک مشاهده می‌شد. علیزاده (۱۳۹۰) اظهار می‌کند تراکم و فشردگی خاک باعث می‌شود که پراکندگی ریشه‌ها تغییر پیدا کرده و ممکن است شرایطی به وجود آید که نتوان از پژمرده شدن گیاه جلوگیری نمود. در تحقیق حاضر، آثار زردی و پژمردگی بر روی سرشاخه‌های تاغ در داخل هلالی مشاهده می‌شد. گاهی اوقات یک سله نازک سطحی، صرف نظر از مقدار تخلخل پر از هوای خاک، می‌تواند تهویه کل نیمرخ خاک را محدود کند (تاران و نیکبخت، ۱۳۹۵).

هدف بعدی تحقیق حاضر مقایسه خصوصیات خاک در داخل هلالی و خارج از آن بود. نتایج آزمون تی استیودنت با نمونه‌های مستقل نشان می‌دهد که اثر هلالی آبگیر به‌جز رطوبت اشباع بر روی سایر خصوصیات رطوبتی خاک معنی‌دار نشده است($p\geq ۰/۰۵$). از این رو بیش‌ترین تاثیر هلالی آبگیر بر روی رطوبت اشباع و کم‌ترین تاثیر آن بر روی رطوبت نقطه پژمردگی است (جدول ۵).

جدول ۵- نتیجه آزمون تی استیودنت با نمونه های مستقل اثر هلالی آبگیر بر خصوصیات رطوبتی خاک

Table 5- The result of independent samples t-test of the effect of semi-circular bunds on the soil moisture properties

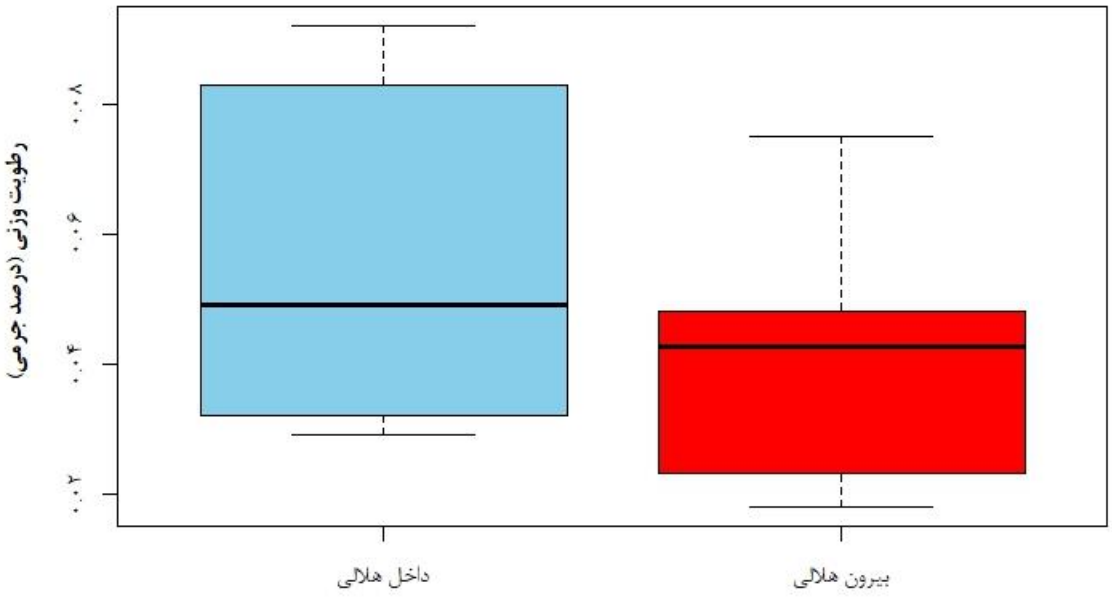
Soil characteristics	t	p	Effect size	
			d	Interpretation
Soil Moisture	1.01	0.33^{ns}	0.58	Medium
Soil Saturation	-2.86	0.02^{*}	1.65	Very large
Wilting Point	-0.92	0.38^{ns}	0.53	Medium
Field Capacity	-1.31	0.22^{ns}	0.75	Medium
Available Water	-1.73	0.11^{ns}	1	Large

*** :Significant at 0.05 level. ns: non-significant**

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

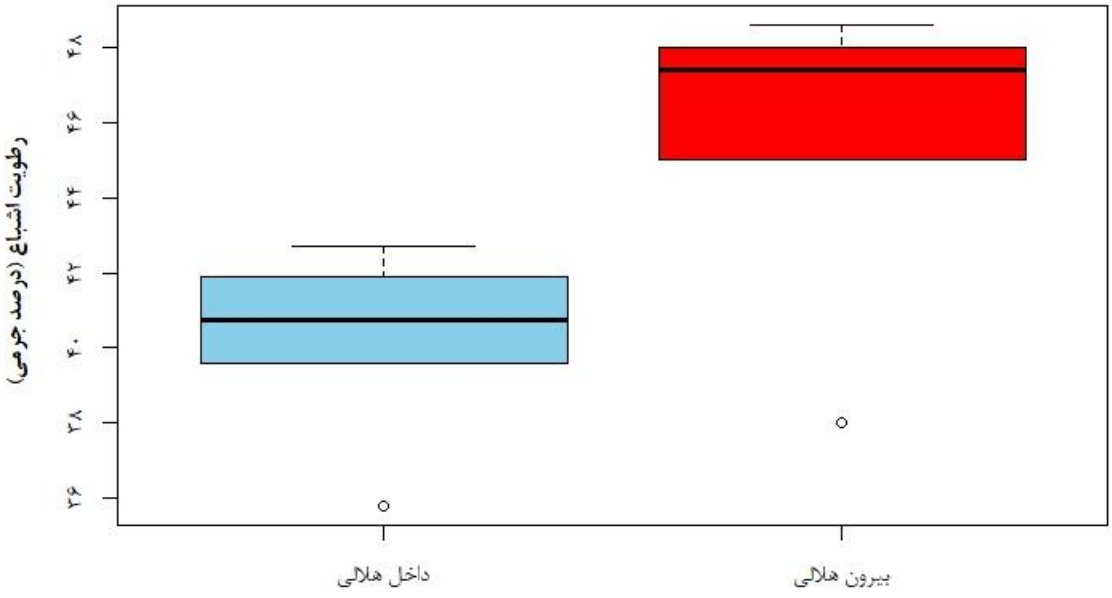
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]

مقایسه میانگین‌های خصوصیات رطوبتی خاک نشان می‌دهد که رطوبت وزنی خاک در داخل هلالی آبگیر بیش‌تر از خارج هلالی‌آبگیر است، اگر چه این اختلاف معنی‌دار نیست. رطوبت اشباع، رطوبت نقطه پژمردگی، رطوبت ظرفیت زراعی و آب قابل دسترس در بیرون هلالی آبگیر بیش‌تر از داخل هلالی آبگیر است (شکل‌های ۹ تا ۱۳).



شکل ۹- مقایسه رطوبت وزنی خاک در داخل و بیرون هلالی

Figure 9 – Comparison of of soil moisture inside and outsidethe semi-circular bunds

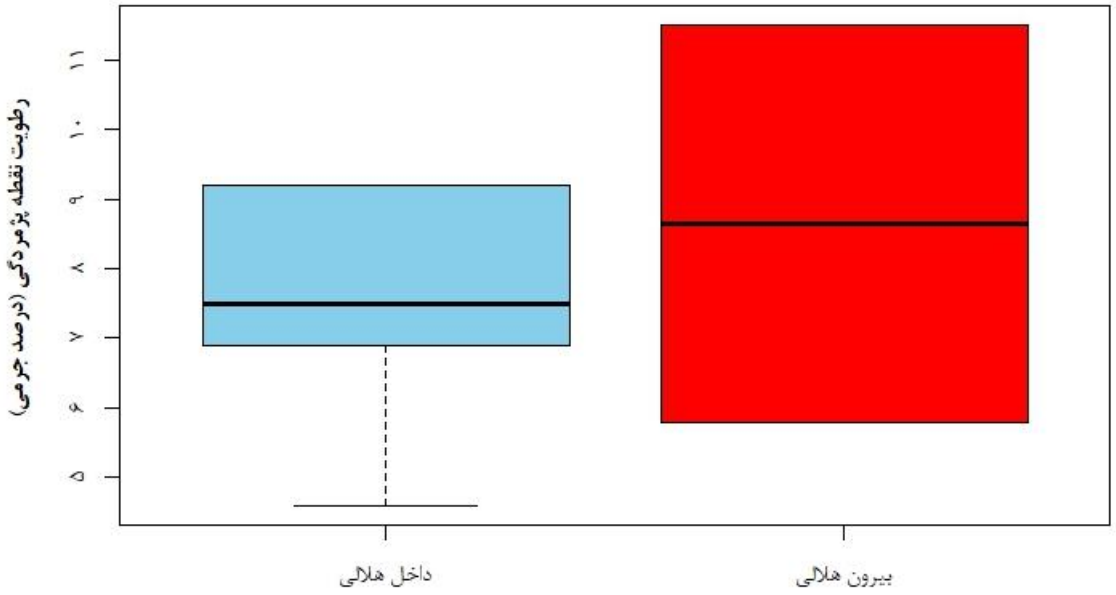


شکل ۱۰- مقایسه رطوبت اشباع خاک در داخل و بیرون هلالی

Figure 10 – Comparison of soil saturation of inside and outside the semi-circular bunds

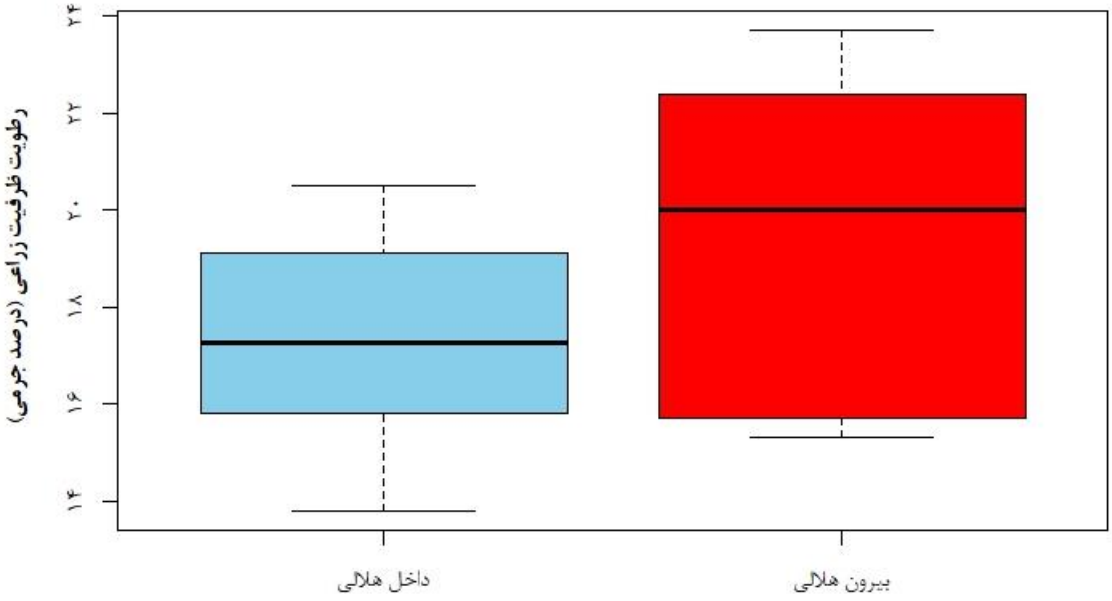
[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]



شکل ۱۱- مقایسه رطوبت نقطه پژمردگی خاک در داخل و بیرون هلالی

Figure 11 – Comparison of wilting point of inside and outside the semi-circular bunds

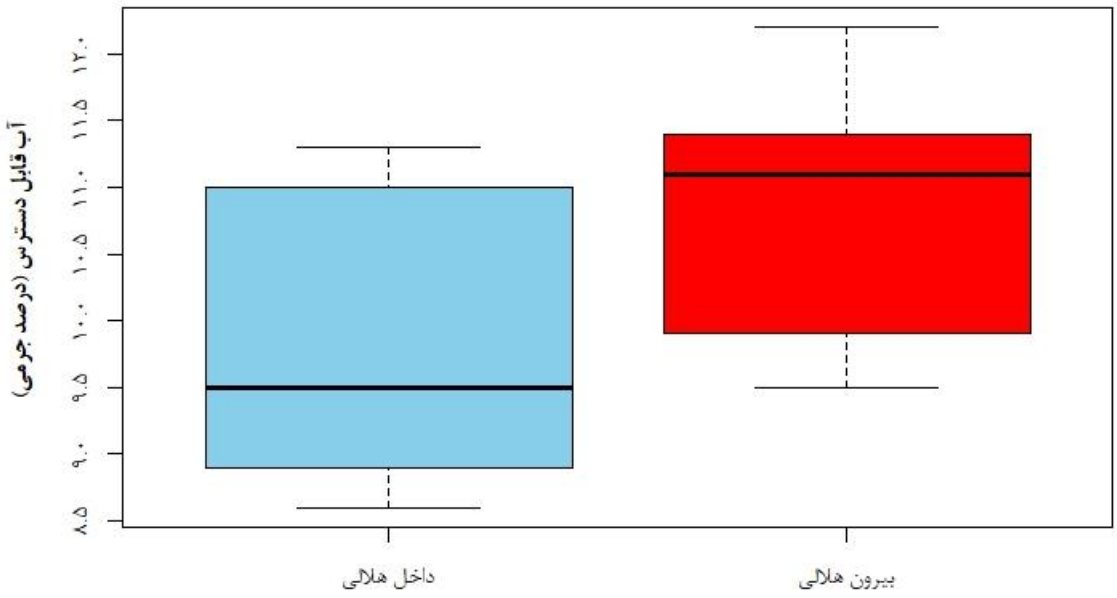


شکل ۱۲- مقایسه رطوبت ظرفیت زراعی خاک در داخل و بیرون هلالی

Figure 12 – Comparison of field capacity of inside and outside the semi-circular bunds

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]



شکل ۱۳- مقایسه آب قابل دسترس خاک در داخل و بیرون هلالی

Figure 13 – Comparison of available water inside and outside of the semi-circular bunds

هم‌چنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در شرایط خشکسالی، تفاوتی به لحاظ رطوبت خاک تا عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر در داخل و بیرون هلالی آبگیر مشاهده نشد، از این رو در سال‌های خشک، تاثیر این سازه بر ذخیره و نگهداشت آب خاک معنی‌دار نیست. زیرا رطوبتی در دسترس نیست تا اجرای این سازه نقش مثبت خود را در افزایش رطوبت خاک نشان دهد. رضایی و همکاران (۱۴۰۰) نیز به این نتیجه رسیدند که تا ۲۰ سانتی متر سطحی خاک، تفاوتی بین رطوبت داخل و بیرون هلالی آبگیر وجود ندارد. دلاوری و همکاران (۱۳۹۱) نیز با بررسی تأثیر هلالی آبگیر بر خاک و پوشش گیاهی دامنه‌های تفتان استان سیستان و بلوچستان به این نتیجه رسیدند که این سازه سبب افزایش ذخیره سفره آب زیرزمینی، کاهش سیلاب، کنترل هرزآب و احیای پوشش گیاهی می‌شود. هم‌چنین دلاوری و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه مراتع نارون استان سیستان و بلوچستان به این نتیجه رسیدند که احداث هلالی‌های آبگیر با بهبود شرایط رطوبتی امکان رویش گیاهان جدید را فراهم کرده و این مهم باعث افزایش درصد تاج پوشش، تراکم و بهبود بنیه و شادابی گیاهان در مراتع می‌شود.

هم‌چنین نتایج آزمون تی استیودنت با نمونه‌های مستقل نشان می‌دهد که اثر هلالی آبگیر بر روی هیچکدام از اجزای بافت خاک، وزن مخصوص ظاهری و مواد آلی خاک معنی‌دار نشده است ($p\geq$۰/۰۵). با این وجود بیش‌ترین تاثیر هلالی آبگیر بر روی درصد شن خاک و کم‌ترین تاثیر آن بر روی درصد سیلت و وزن مخصوص ظاهری خاک است (جدول ۶).

جدول ٦- نتیجه آزمون تی استیودنت با نمونه‌های مستقل اثر هلالی آبگیر بر اجزای بافت، وزن مخصوص ظاهری و مواد آلی خاک

Table 6- The result of independent samples t-test of the effect of semi-circular bunds on the soil texture components, bulk density, and organic matters

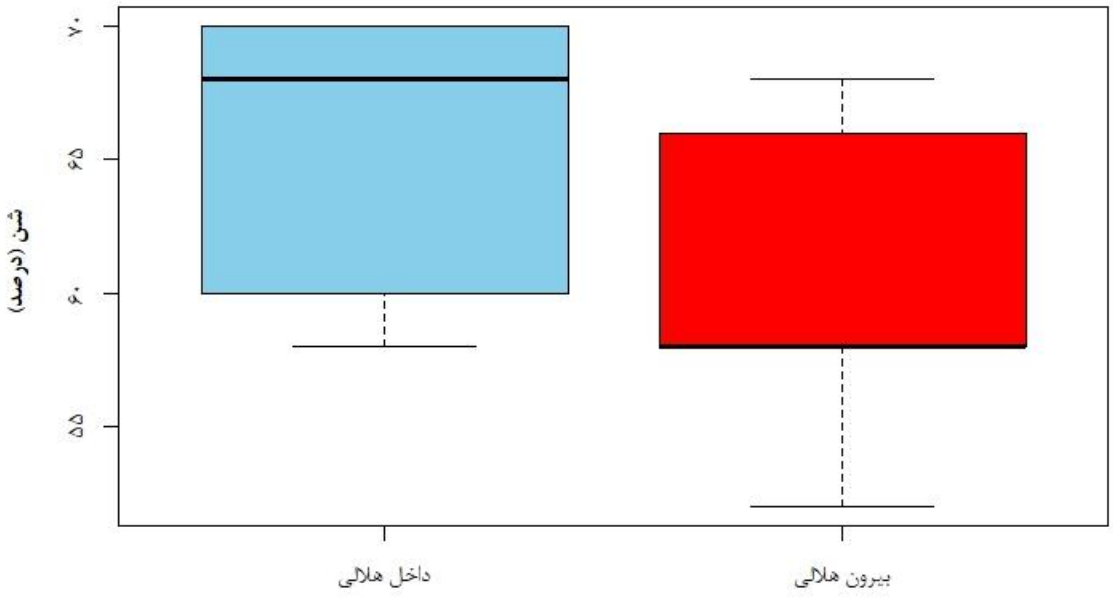
Soil characteristics	T	p	Effect size	
			d	Interpretation
Sand	1.73	0.11^{ns}	0.99	Large
Silt	-0.70	0.50^{ns}	0.40	Small
Clay	-0.90	0.39^{ns}	0.52	Medium
Bulk Density	-0.42	0.68^{ns}	0.24	Small
Organic Matters	0.74	0.48^{ns}	0.43	Small

ns: non-significant

مقایسه میانگین‌های اجزای بافت، وزن مخصوص ظاهری و مواد آلی خاک نشان می‌دهد که درصد شن خاک در داخل هلالی آبگیر بیش‌تر از خارج هلالی آبگیر است، در عوض، درصد سیلت و رس خاک در خارج از هلالی آبگیر بیش‌تر از داخل هلالی آبگیر است اگر چه این اختلاف معنی‌دار نیست (شکل‌های ۱۴ تا ۱۶). پس از تعیین بافت خاک توسط مثلث بافت خاک، نتایج نشان داد که خاک هر دو منطقه از نوع شنی لومی بوده و پس از گذشت ۴ سال از احداث هلالی آبگیر، بافت خاک داخل هلالی آبگیر تغییر نکرده است.

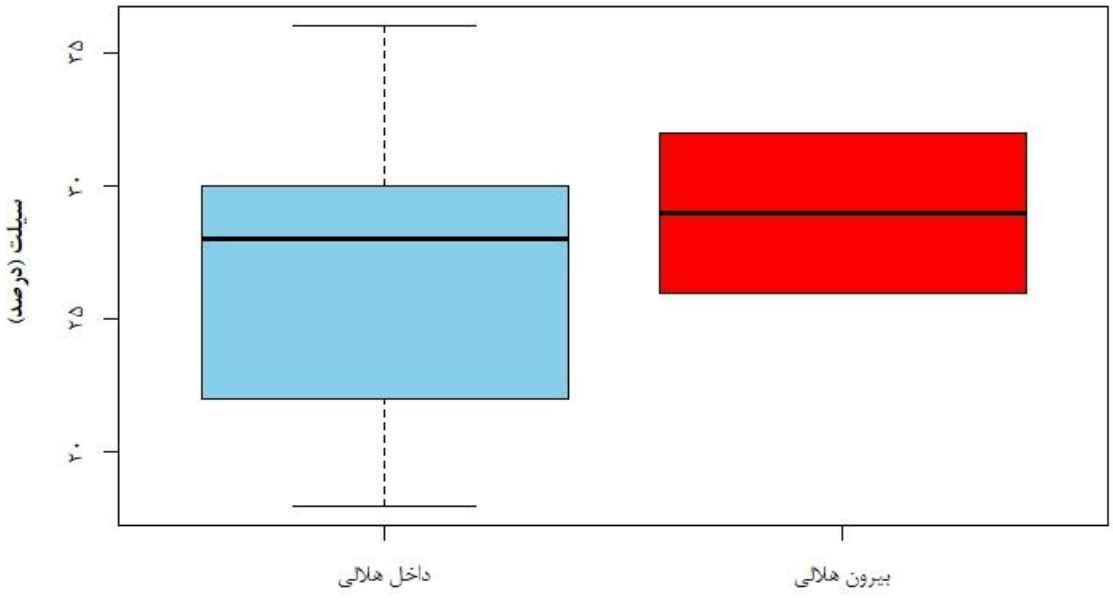
[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]



شکل ١٤- مقایسه میزان شن خاک در داخل و بیرون هلالی

Figure 14 – Comparison of sand of inside and outside of the semi-circular bunds

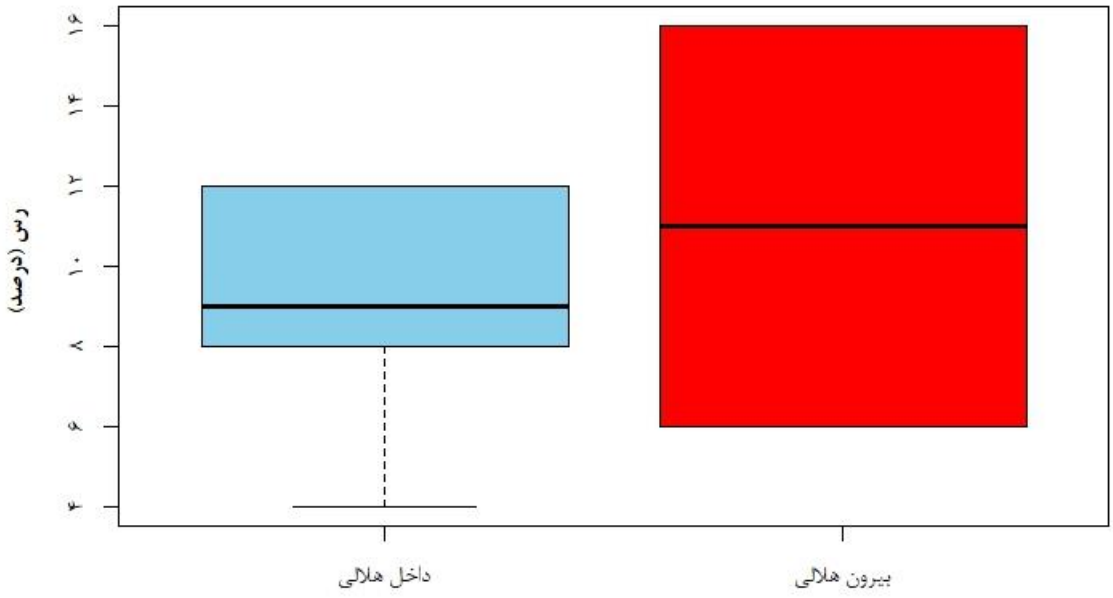


شکل ١٥- مقایسه میزان سیلت خاک در داخل و بیرون هلالی

Figure 15 – Comparison of silt of inside and outside the semi-circular bunds

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

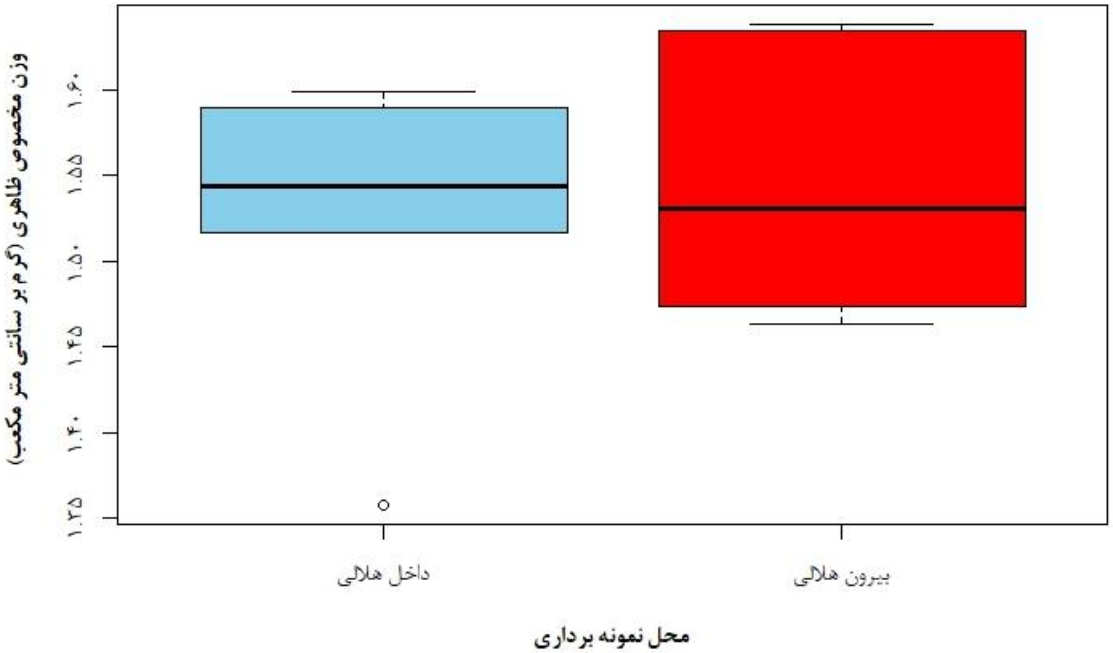
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]



شکل ١٦- مقایسه میزان رس خاک در داخل و بیرون هلالی

Figure 16 – Comparison of clay of inside and outside the semi-circular bunds

نتایج نشان می‌دهد که اگرچه هلالی آبگیر وزن مخصوص ظاهری خاک و مواد آلی خاک نداشته است، با این وجود مقدار این خصوصیت در داخل هلالی آبگیر بیش‌تر از بیرون هلالی آبگیر بوده است (شکل‌های ۱۷ و ۱۸).

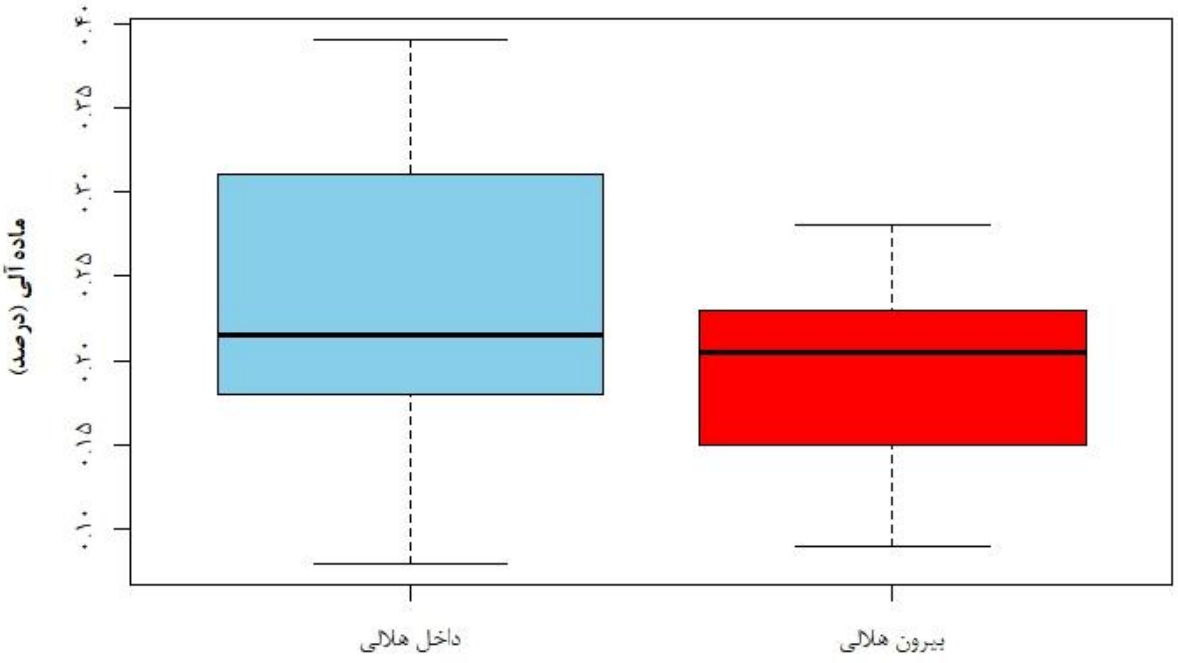


شکل ۱۷- مقایسه وزن مخصوص ظاهری خاک در داخل و بیرون هلالی

Figure 17 – Comparison of bulk density of inside and outside the semi-circular bunds

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]



شکل ۱۸- مقایسه میزان مواد آلی خاک خاک در داخل و بیرون هلالی

Figure 18 – Comparison of soil organic matters of ideinside and outs the semi-circular bunds

هم‌چنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در داخل و بیرون هلالی آبگیر، بافت خاک تفاوتی ندارد. اگر چه بافت خاک خصوصیتی ثابت است اما عواملی مانند فرسایش، آبشویی و هوادیدگی می‌تواند آن را تغییر دهد (جعفری و رستم پور، ۱۳۹۸). به‌نظر می‌رسد تغییر بافت خاک در سامانه مورد مطالعه با دریافت رسوبات بیش‌تر در سال‌های پیش رو بوقوع خواهد پیوست. مشابه تحقیق حاضر، عبداللهی و همکاران (۱۳۹۴) و رضایی (۱۳۹۵) نیز بیان کردند که بین فاکتورهای تعیین کننده بافت خاک، میزان شن و رس تفاوتی بین منطقه هلالی و شاهد مشاهده نشد. این محققین، خشکسالی دو سال قبل از نمونه برداری‌شان را در کند شدن روند تغییرات موثر دانستند. محمودی مقدم و همکاران (۱۳۹۴) به این نتیجه رسیدند که ایجاد هلالی‌ها باعث افزایش مقدار سیلت خاک در داخل هلالی‌ها شده و به تغییر بافت خاک کمک کرده است. به‌نظر می‌رسد، وضعیت اقلیمی و مدت زمان احداث سازه می‌تواند بر روی نتایج تاثیر گذار باشد.

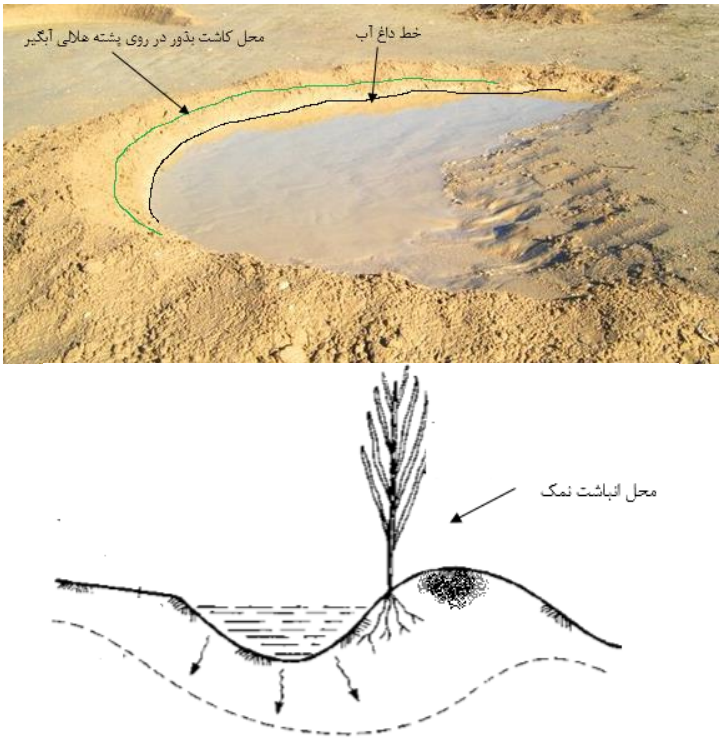
نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اگرچه سامانه هلالی آبگیر بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک تاثیر معنی‌داری نداشته است اما وزن مخصوص ظاهری خاک در داخل هلالی آبگیر بیش‌تر از بیرون هلالی بوده است. چنان‌چه خاک فشرده بوده و منافذ کم‌تری داشته باشد وزن مخصوص آن افزایش می‌یابد (علیزاده، ۱۳۹۰). درون هلالی آبگیر وزن مخصوص ظاهری آن بیش‌تر بوده است، از این رو می‌توان نتیجه گرفت که درصد تخلخل خاک در آن کم‌تر است. این نتیجه می‌تواند ناشی از وزن لایه‌های خاک سطحی و فشار آن‌ها بر لایه‌های عمقی‌تر خاک باشد که در داخل هلالی‌ها پس از احداث سازه، در سطح قرار گرفته است. وزن مخصوص ظاهری خاک با عمق خاک، ساختمان خاک، مواد آلی و بافت خاک تغییر می‌کند و با تغییر وزن مخصوص ظاهری، حجم منافذ نیز تغییر خواهد کرد (برزگر و معلمی، ۱۳۹۳).

علت تاثیر اندک این سامانه بر روی وضعیت رطوبت خاک در منطقه مورد مطالعه در تحقیق حاضر، احتمالا به‌دلیل انتخاب مکان نامناسب این سامانه بوده است، چرا که این سازه در خاک‌های شنی و خیلی شور توصیه نمی‌شود (Rejani et al., 2022)، حال آن‌که خاک منطقه از نوع شنی–لومی بوده و حاوی درصد بالای شن است. مشکل خاک‌های سبک این است که با پیدایش دوره خشکی، رطوبت خود را به سرعت از دست می‌دهند و در معرض فرسایش بادی قرار می‌گیرند (رخشنده رو و پاپایی، ۱۳۹۷). مسئله بعدی این است که درصد تخلخل کل در خاک‌های سبک ممکن است کم باشد، ولی قسمت عمده آن از خلل و فرج درشت تشکیل شده که آب و هوا به‌راحتی از خود عبور می‌دهند، در نتیجه به‌دلیل نسبت کم خلل و فرج ریز در این گونه خاک‌ها، قدرت نگهداری آب در آن‌ها ناچیز است (رخشنده رو و پاپایی، ۱۳۹۷).

اگرچه میزان هدایت الکتریکی خاک منطقه مورد مطالعه کم‌تر از ۴ دسی‌زیمنس بر متر است و عملاً جزو خاک‌های شور محسوب نمی‌شود اما خشکسالی‌های متعدد و کاهش نزولات جوی منجر به شوری هرچه بیش‌تر آب و خاک خواهد شد. همان‌طور که نتایج تحقیق

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]

رستم پور و ساغری (۱۳۹۹) در منطقه‌ای مجاور منطقه مورد مطالعه در تحقیق حاضر، نشان داد که در اثر خشکسالی، پس از گذشت ۱۰ سال بر میزان هدایت الکتریکی خاک افزوده شده است. از این رو در چنین مناطقی که با شوری خاک مواجه هستند توصیه می‌شود بذرها بر روی پشته‌ها که از سطح خاک بالاتر هستند کشت شوند تا از این طریق، نهال‌های رشد کرده از شوری خاک مصون بمانند (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- طرح شماتیکی از هلالی آبگیر ، خط داغ آب و محل کاشت بذور در روی پشته-های هلالی

Figure 19- Schematic design of the semi-circular bund, flowage line and the seed planting place on the bund ridge

با توجه به شوری خاک، ارتفاع پشته تغییر کند و هر چه شوری خاک بیش‌تر شود، می‌بایست ارتفاع پشته نیز بیش‌تر شد. جعفری و طویلی (۱۳۹۸) نیز توصیه کردند در چنین مناطق، بهترین شکل پشته، پشته‌های شیب‌دار است، در این حالت می‌توان با اطمینان زیاد بذر را روی سطح شیب‌دار و پایین تر از محل تجمع نمک در بالای پشته کاشت.

نتیجه‌گیری

در یک جمع‌بندی کلی می‌توان نتیجه گرفت که در سال‌های پرباران سامانه هلالی آبگیر دارای اثر مثبتی بوده و منجر به افزایش رشد گیاه شده است اما در سال‌های خشک اثری بر افزایش کمّی و کیفی پوشش گیاهی ندارد. هم‌چنین در سال خشک، کلیه خصوصیات رطوبتی، اجزای بافت خاک و مواد آلی خاک در داخل و بیرون هلالی آبگیر تفاوتی با یکدیگر ندارند، به‌نظر می‌رسد علت تاثیر اندک این سامانه بر روی وضعیت رطوبت خاک در منطقه مورد مطالعه در تحقیق حاضر، احتمالاً به‌دلیل انتخاب مکان نامناسب این سامانه بوده است. اگر این سامانه در مکان و زمان مناسبی اجرا شود، با توجه به تاثیر مثبت آن در افزایش پوشش گیاهی، بی شک در دراز مدت تاثیر معنی‌داری در ذخیره نزولات آسمانی خواهد داشت. پوشش گیاهی روزمینی، ریشه‌ها و لاشبرگ حاصل از ریزش برگ‌ها و در کل افزایش مواد آلی خاک باعث بهبود ساختمان خاک و پایداری خاکدانه‌ها می‌شود و تخلخل خاک را افزایش می‌دهد، این بهبود کیفیت خاک، باعث افزایش نفوذپذیری خاک، حرکت آب در خاک و ظرفیت آب قابل استفاده می‌شود. محدودیت اصلی تحقیق حاضر، عدم وجود اطلاعات پوشش گیاهی در دوره‌های درازمدت است تا از این طریق، تاثیر سامانه بر خصوصیات پوشش گیاهی در دوره‌های مختلف ترسالی و خشکسالی بهتر نشان داده شود. نکته آخر این که، اگر چه به لحاظ فنی و اجرایی، ابعاد مختلفی برای هلالی در نظر گرفته می‌شود (شعاع ۲ متر، ۶ متر و ۲۰ متر) اما به‌نظر می‌رسد که وسعت و اندازه هلالی‌ها می‌بایست بسته به گونه گیاهی کاشته شده و مقدار آب مورد نیاز آن که تابعی از شرایط اقلیمی است، تعیین شود.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]

ملاحظات اخلاقی

دسترسی به داده‌ها: داده‌ها و نتایج استفاده شده در این پژوهش از طریق مکاتبه با نویسنده مسئول در اختیار قرار خواهد گرفت.

حمایت مالی: این پژوهش در قالب پژوهش آزاد و بخشی از نتایج پایان نامه دانشجویی انجام شده و از دانشگاه بیرجند حمایت مالی دریافت نموده است.

مشارکت نویسندگان: بخش‌های مختلف مقاله توسط نام‌برده‌گان انجام و نگاشته شده است.

تضاد منافع نویسندگان: نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در خصوص نگارش و انتشار مطالب و نتایج این پژوهش ندارند.

سپاس‌گزاری: این مقاله قسمتی از نتایج پژوهش آزاد و بخشی از داده‌های پایان نامه دانشجویی که در دانشگاه بیرجند به اجرا در آمده است. نگارنده‌گان مقاله از زحمات حوزه معاونت پژوهشی، فناوری و نوآوری دانشگاه بیرجند قدردانی می‌نمایند.

منابع

۱. آذرخشی، مریم، مهدوی، محمد، احمدی، حسن، ارزانی، حسین، و فرزادمهر، جلیل (۱۳۹۴). بررسی نقش زمان وقوع بارش در میزان تولید علوفه مراتع. *مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران)*، ۶۸(۴)، ۸۸۵-۸۹۹. **doi:10.22059/jrwm.2015.56970**

۲. ابوالقاسمی، محمد، فیاض، محمد، زارع کیا، صدیقه، و زارع، محمد تقی (۱۳۹۸). اثر زمان کشت و روش های مختلف جمع آوری آب باران در استقرار گونه *Astragalus kahiricus*. *اکوهیدرولوژی*، ۶(۲)، ۲۹۵-۳۰۴. **doi:10.22059/ije.2019.271061.999**

۳. ارزانی، حسین و عابدی، مهدی (۱۳۹۴). ارزیابی مرتع، اندازه‌گیری پوشش گیاهی. *انتشارات دانشگاه تهران*، تهران، ۳۰۶ صفحه.

۴. برزگر، عبدالرحمان، و معلمی، نورا (۱۳۹۵). رابطه‌ی آب- خاک و گیاه. *انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز*، اهواز، ۲۶۸ صفحه.

۵. بهمدی، محمد حسن، و شهریاری، علیرضا (۱۳۹۵). تأثیر روش‌های مختلف ذخیره نزولات بر احیاء پوشش گیاهی (مطالعه موردی حوزه آبخیز رومه و دهنو شهرستان نهبندان). *تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، ۲۳(۱)، ۵۱-۵۷. **doi:10.22092/ijrdr.2016.106471**

۶. پورنعمتی اردشیر، و قربانی، اردوان (۱۴۰۰). تأثیر نوسانات دما و بارندگی بر تولید گیاهان مرتعی در مراتع سبلان. *مرتع*، ۱۵ (۴)، ۵۷۳-۵۸۸. **http://rangelandsrm.ir/article-1-843-fa.html**

۷. تاران، فرشید، و نیکبخت، جعفر (۱۳۹۵). رابطه آب و خاک پیشرفته. *انتشارات جهاد دانشگاهی تهران*، تهران، ۲۳۰ صفحه.

۸. جعفری، محمد، و طویلی، علی (۱۳۹۸) احیای مناطق خشک و بیابانی. *انتشارات دانشگاه تهران*، تهران، ۳۹۸ صفحه.

۹. جعفری، محمد، و رستم‌پور، مسلم (۱۳۹۸). روابط خاک و گیاه، جلد اول: اکولوژی، آمار و آنالیز. *انتشارات دانشگاه تهران*، تهران، ۴۸۶ صفحه.

۱۰. جهان تیغ، منصور، و جهان تیغ، معین (۱۳۹۹). مطالعه تاثیر سامانه‌های سطوح آبگیر باران بر ویژگی‌های پوشش گیاهی مناطق خشک (مطالعه موردی منطقه تاسوکی سیستان). *سامانه‌های سطوح آبگیر باران*، ۸(۳)، ۳۳-۴۲. **http://jircsa.ir/article-1-403-fa.html**

۱۱. دلاوری عبدالواحد، بشری، حسین، ترکش، مصطفی، میرکاظمی، امین‌الله و مصدقی، محمدرضا (۱۳۹۳). ارزیابی اثر هلالی‌های آبگیر بر عملکرد پوشش سطح خاک با استفاده از روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز. *مرتع*، ۸(۳)، ۲۶۰-۲۵۱. http://rangelandsrm.ir/article-1-151-fa.html

۱۲. رخشنده رو، مجید، و پاپایی، اردشیر (۱۳۹۷). رابطه آب، خاک و گیاه. *انتشارات تحقیقات آموزش کشاورزی*، تهران، ۲۸۶ صفحه.

۱۳. رستم‌پور، مسلم (۱۴۰۱) گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی پایش اکوسیستم‌های مرتعی مناطق مختلف آب و هوایی ایران- استان خراسان جنوبی.

۱۴. سایت زیرکوه. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، *مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور*، تهران، ۹۲ صفحه.

۱۵. رستم‌پور، مسلم، و ساغری، محمد (۱۳۹۹) ارزیابی اثرات خشکسالی بر خصوصیات خاک و تنوع گونه‌ای گیاهی ذخیره‌گاه ژنتیکی گیاه دیودال (*Ammodendron persicum*) در مراتع حاجی آباد خراسان جنوبی. *مهندسی اکوسیستم‌های بیابان*، ۸(۲۳)، ۳۵-۴۸. **doi:10.22052/DEEJ.2020.9.26.41**

۱۶. رستمی، افشین، و خوانین‌زاده، علیرضا (۱۳۹۶). ارزیابی تاثیر روش‌های ذخیره نزولات جوی بر وضعیت پوشش گیاهی مراتع در مناطق خشک (مطالعه موردی: مراتع گدار هریشت). *مهندسی اکوسیستم بیابان*، ۶(۱۶)، ۲۵-۳۴. **doi:10.22052/6.16.25**

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]

۱۷. رضایی، غلامحسین (۱۳۹۵). بررسی و مقایسه تأثیر دو روش ذخیره نزولات (کنتور فارو و هلالی آبگیر) بر بیوماس گیاهان مرتعی و خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک در مراتع استپی شهرستان درمیان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم و مهندسی مرتع، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ۱۰۰ صفحه.

۱۸. رضایی، غلامحسین، ساغری، محمد، و رستم‌پور، مسلم (۱۴۰۰). مقایسهٔ تأثیر دو روش ذخیرهٔ نزولات بر تغییرات رطوبت خاک و فیتوماس گیاهان علفی در مراتع استپی (مطالعهٔ موردی: مراتع درمیان- استان خراسان جنوبی). *مهندسی اکوسیستم بیابان*، ۱۰ (۳۲)، ۷۳-۸۴. **doi:10.22052/DEEJ.2021.10.32.41**

۱۹. روحانی، مهلا، و رشتیان، آناهیتا (۱۳۹۹) اثر عملیات ذخیره نزولات هلالی آبگیر و ابعاد آن بر احیای پوشش گیاهی و خاک (مطالعه موردی: مراتع دشت ریحان شهرستان راور). *تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران*، ۱۸(۱)، ۶۴-۷۸. **doi:10.22092/ijfrpr.2020.341843.1415**

۲۰. زارع، محمدتقی، فیاض، محمد، زارع کیا، صدیقه، باغستانی میبدی، ناصر، و ابوالقاسمی، محمد (۱۳۹۹). بررسی روش‌های مختلف ذخیره نزولات آسمانی و فصل کشت در استقرار گونه کمای طبسی (*Ferula tabasensis*) در استان یزد (مطالعه موردی: مراتع کالمند بهادران). *تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، ۲۷(۱)، ۲۴-۳۵. **doi:10.22092/ijrdr.2020.121343**

۲۱. زارع، نیلوفر، زارع کیا، صدیقه، و عشوری، پروانه (۱۳۹۹). بررسی فصل و روش‌های مختلف مرتعکاری در استقرار گونه *Sanguisorba minor* در ایستگاه تحقیقات همند آبسرد، دماوند. *تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، ۲۷(۱)، ۱۳۴-۱۴۳. **doi:10.22092/ijrdr.2020.122142**

۲۲. ساغری، محمد، رستم‌پور، مسلم، محمودی مقدم، گلناز، و چکشی، بهاره (۱۳۹۸). اثر احداث هلالی‌های آبگیر بر ترکیب پوشش گیاهی و تنوع زیستی در اکوسیستم‌های مرتعی مناطق خشک شرق کشور (مطالعه موردی: مراتع سربیشه-استان خراسان جنوبی). *مهندسی اکوسیستم‌های بیابان*، ۸(۲۳)، ۳۵-۴۸. **doi: 10.22052/DEEJ.2018.7.23.25**

۲۳. شهریور، عبدال، و خزایی، مجید (۱۳۹۶). بررسی ارزیابی تلفیق روش‌های مکانیکی و بیولوژیکی در کاهش رواناب، رسوب، افزایش رطوبت و پوشش گیاهی (مطالعه موردی: منطقه مارگون استان کهگیلویه و بویراحمد). *مرتع*، ۱۱(۱)، ۱۶-۲۵. **http://rangelandsrm.ir/article-1-452-fa.html**

۲۴. عبدالهی، وحیده، ذوالفقاری، فرهاد، جباری، میترا، و دهقان، محمد رفیع (۱۳۹۴). بررسی تاثیر احداث هلالی آبگیر بر برخی پارامترهای پوشش گیاهی و خاک در مراتع سراوان (استان سیستان و بلوچستان). *تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، ۲۲(۴)، ۶۵۸-۶۷۲. **doi:10.22092/ijrdr.2016.106038**

۲۵. علیزاده، امین (۱۳۹۰). رابطه آب و خاک و گیاه. *انتشارات دانشگاه امام رضا*، مشهد، ۴۸۴ صفحه.

۲۶. عوض‌پور، نسرین، فرامرزی، مرزبان، امیدی پور، رضا، و مهدی‌زاده، حسین (۱۴۰۰). پایش تاثیر خشکسالی بر تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: حوزه آبخیز ایلام). *جغرافیا و پایداری محیط*، ۱۱(۴)، ۱۴۳-۱۲۵. **doi:10.22126/ges.2022.7130.2472**

۲۷. مصلحی، مریم، و حسن‌زاده خانکهدانی، حامد (۱۳۹۹). تأثیر شیوه‌های مختلف ذخیره نزولات باران بر رطوبت خاک و خصوصیات رویشی نهال‌های مغیر *Acacia oerfota* (Forssk.) Schweinf (مطالعه موردی: حوزه آبخیز معرف و زوجی دهگین استان هرمزگان). *مهندسی اکوسیستم بیابان*، ۹(۲۶)، ۶۱-۷۲. **doi:10.22052/DEEJ.2020.9.26.31**

۲۸. یاری، رضا، طویلی، علی، و زارع، سلمان (۱۳۹۰). بررسی شاخص‌های سطح خاک و ویژگی‌های عملکردی مرتع با استفاده از روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز (LFA) (مطالعه موردی: مراتع سرچاه عماری بیرجند). *تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، ۱۸(۴)، ۶۲۴-۶۳۶. **doi:10.22092/ijrdr.2012.102263**

References

1. Abdelkdair, A., & Schultz, R. C. (2005). Water harvesting in a 'runoff-catchment' agroforestry system in the dry lands of Ethiopia. *Agroforestry Systems*, 63, 291-298. https://link.springer.com/article/10.1007/s10457-005-5746-1
2. Abdollahi, V., Zolfaghari, F., Jabari, M., & Dehghan, M. R. (2016). Crescent pond's effect on Some Parameters of Vegetation Cover and Soil in Saravan Rangelands (Sistan and Baluchestan Province). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 22(4), 658-672. doi:10.22092/ijrdr.2016.106038. [In Persian]
3. Abolghasemi, M., Fayyaz, M., Zarekia, S., & Zare, M. T. (2019). Effect of Planting Time and different Methods of Rainfall Collecting on Establishment of Astragalus kahiricus. *Iranian Journal of Ecohydrology*, 6(2), 295-304. doi:10.22059/ije.2019.271061.999. [In Persian]

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]

4. Adekalu, K. O., Balogun, J. A., Aluko, O. B., Okunade, D. A., Gowing, J. W., & Faborode, M. O. (2009). Runoff water harvesting for dry spell mitigation for cowpea in the savannah belt of Nigeria. *Agricultural Water Management*, 96(11), 1502-1508. doi:10.1016/j.agwat.2009.06.005
5. Adimassu, Z., Langan, S., Johnston, R., Mekuria, W., & Amede, T. (2017). Impacts of soil and water conservation practices on crop yield, run-off, soil loss and nutrient loss in Ethiopia: review and synthesis. *Environmental Management*, 59(1), 87-101. doi:10.1007/s00267-016-0776-1
6. Alizadeh, A. (2010). The relationship between water, soil and plants. *Imam Reza University Press*, Mashhad, 484 pages. [In Persian]
7. Al-Seekh, S. H., & Mohammad, A. G. (2009). The effect of water harvesting techniques on runoff, sedimentation, and soil properties. *Environmental Management*, 44, 37-45. https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-009-9310-z
8. Arzani, H., & Abedi, M. (2014). Pasture assessment, vegetation measurement. *Tehran University Press*, Tehran, 306 pages. [In Persian]
9. Avazpour, N., Faramarzi, M., Omidipour, R., & Mehdizadeh, H. (2021). Monitoring the Drought Effects on Vegetation Changes using Satellite Imagery (Case Study: Ilam Catchment). *Geography and Environmental Sustainability*, 11(4), 125-143. doi:10.22126/ges.2022.7130.2472. [In Persian]
10. Ayala, G., Muleta, B., & Bulti, A. (2022). Evaluation of In Situ Rain Water Harvesting as an Adaptation Strategy to Climate Change for Coffee Production in Daro Lebu District, West Hararghe, Oromia, Ethiopia .*Irrigation & Drainage Systems Engineering*, 11(11). doi:10.37421/2168-9768.2022.11.359
11. Azarakhshi, M., Mahdavi, M., Ahmadi, H., Arzani, H., & Farzadmehr, J. (2015). Investigation of the role of temporal distribution of precipitation on forage production value of the rangeland. *Journal of Range and Watershed Managment*, 68(4), 885-899. doi:10.22059/jrwm.2015.56970 [In Persian].
12. Bahmadi, M. H., & Shahryari, A. (2016). Effects of different ways of rainfall storage on restoration of vegetation (Case study: rangland of Romeh and Dehno watershed, Nehbandan city). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 23(1), 51-57. doi:10.22092/ijrdr.2016.106471. [In Persian]
13. Barzegar, A., & Moalemi, N. (2015). Water-soil-plant relationship. *Ahvaz Shahid Chamran University Press*, Ahvaz, 268 pages. [In Persian]
14. 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. http://rangelandsrm.ir/article-1-151-fa.html. [In Persian]
15. Geremu, T., Ararso, E., Mamo, D., Ayela, G., Diriba, A., Muleta, B., & Hussen, D. (2016). Effects of negarim and semi-circular structures on growth and yield of banana in moisture deficit area of Daro Labu District, West Hararghe Zone, Ethiopia. *Journal of Horticulture and Forestry*, 8(4), 32-36. doi:10.5897/JHF2016.0428
16. Heshmati, M., Gheitury, M., & Hosseini, M. (2018). Effects of runoff harvesting through semi-circular bund on some soil characteristics. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 4(2), 207-216. doi:10.22034/gjesm.2018.04.02.008
17. Issoufou, A. A., Soumana, I., Maman, G., Konate, S., & Mahamane, A. (2020). Dynamic relationship of traditional soil restoration practices and climate change adaptation in semi-arid Niger. *Heliyon*, 6(1), e03265. doi:10.1016/j.heliyon.2020.e03265
18. Jafari, M. & Rostampour, M. (2018). Soil and plant relations, first volume: ecology, statistics and analysis. *Tehran University Press, Tehran*, 486 pages. [In Persian]
19. Jafari, M. & Tavali, A. (2018). Revitalization of dry and desert areas. *Tehran University Press*, Tehran, 398 pages. [In Persian]
20. Jahantigh, M, & Jahantigh, M. Investigating the effect of rainwater catchment systems on the vegetation characteristics of arid areas (Case study: Tasuki region of Sistan). Journal of Rainwater Catchment Systems 2020; 8(3), 33-42. http://jircsa.ir/article-1-403-fa.html. [In Persian]
21. Khosravi, H., Ebrahimi, M., & Rigi, M. (2016). Semi-circular bunds effect on restoration of plant vegetation and soil properties in Koteh Rangeland, Sistan and Baloochestan Province, Iran. *Journal of Rangeland Science*, 6(4), 355-367.
22. Kiggundu, N., Wanyama, J., Mfitumukiza, D., Twinomuhangi, R., Barasa, B., Katimbo, A., & Birungi Kyazze, F. (2018). Rainwater harvesting knowledge and practice for agricultural production in a changing climate: A review from Uganda's perspective. *Agricultural Engineering International: The CIGR Journal*, 20: 19-36. https://nru.uncst.go.ug/handle/123456789/5795
23. Londra, P. A., Kotsatos, I. E., Theotokatos, N., Theocharis, A. T., & Dercas, N. (2021). Reliability analysis of rainwater harvesting tanks for irrigation use in greenhouse agriculture. *Hydrology*, 8(3), 132. doi:10.3390/hydrology8030132

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]

24. López-Felices, B., Aznar-Sánchez, J. A., Velasco-Muñoz, J. F., & Piquer-Rodríguez, M. (2020). Contribution of irrigation ponds to the sustainability of agriculture- A review of worldwide research. *Sustainability*, 12(13), 5425. doi:10.3390/su12135425
25. Moslehi, M., & Hassanzadeh Khankahdani, H. (2022). 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*, 9(26), 61-72. doi:10.22052/DEEJ.2020.9.26.31. [In Persian]
26. Mousavi, S. H., Masoudi, M., & Gholami, P. (2019). Effects of Semi-Circular Bunds on Composition, Biodiversity and Biomass changes of Vegetation in Semi-arid Rangelands of Bushehr Province. *Desert Ecosystem Engineering Journal*, 2(2), 23-30. doi:10.22052/JDEE.2020.173255.1048
27. Odhiambo, K. O., Iro Ong'or, B. T., & Kanda, E. K. (2021). Optimization of rainwater harvesting system design for smallholder irrigation farmers in Kenya: a review. *AQUA-Water Infrastructure, Ecosystems and Society*, 70(4), 483-492. doi:10.2166/aqua.2021.087
28. Poornemati A, & Ghorbani A. (2021). The impact of fluctuations in temperature and rainfall on aboveground net production of rangeland plants of Sabalan. *Journal of Rangeland*, 15 (4):573-588. http://dorl.net/dor/20.1001.1.20080891.1400.15.4.3.4. [In Persian]
29. R Core Team, (2021) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, *Vienna, Austria.* URL https://www.R-project.org/
30. Rakhshandeh Row, M. & Papaei, A. (2017). The relationship between water, soil and plants. *Agricultural Education Research Publications*, Tehran, 286 pages. [In Persian]
31. Ranade, D. H., Jadav, M. L., Swarup, I., Girothia, O. P., Bhagat, D. V., & Upadhyay, A. (2022). Crop productivity enhancement under soybean based cropping system through harvested rain water in Malwa region. *Legume Research-An International Journal*, 45(11), 1440-1444. doi:10.18805/A-5447
32. Rejani, R., Rao, K. V., Shirahatti, M. S., Reddy, K. S., Chary, G. R., Gopinath, K. A., & Singh, V. K. (2022). Spatial Estimation of Soil Loss and Planning of Suitable Soil and Water Conservation Interventions for Environmental Sustainability in Northern Karnataka in India Using Geospatial Techniques. *Water*, 14(22), 3623. doi:10.3390/w14223623
33. Rezaei, G., Saghari, M., & Rostampour, M. (2022). Comparing the Effect of Two Rainfall Storage Methods on Changes in Soil Moisture and Herbaceous Plants Phytomass in Steppe Rangelands: A Case Study of Darmian City's Rangelands, South Khorasan Province. *Desert Ecosystem Engineering*, 10(32), 73-84. doi:10.22052/DEEJ.2021.10.32.41. [In Persian]
34. Rezaei, G.H. (2016) Investigating and comparing the effect of two precipitation storage methods (Faro meter and Helili water catchment) on the biomass of pasture plants and soil physico-chemical properties in the steppe pastures of Madhim city. *Master's Thesis of Pasture Science and Engineering, Birjand University*, Birjand, 100 pages [In Persian].
35. 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). *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, 18(1), 64-78. doi:10.22092/ijfrpr.2020.341843.1415. [In Persian]
36. Rostami, A. (2022). The effect of run off harvesting methods on vegetation condition in arid lands (Case Study: Godar Herisht). *Desert Ecosystem Engineering*, 6(16), 25-34. doi:10.22052/6.16.25. [In Persian]
37. Rostampour, M. (2022). The final report of the research project of monitoring grassland ecosystems in different climatic regions of Iran - South Khorasan Province. [In Persian]
38. Rostampour, M., & Saghari, M. (2022). Evaluating Drought Effects on Soil Properties and Plant Species Diversity of Amiodendron Persicum Reserve in Haji Abad Rangelands, South Khorasan. *Desert Ecosystem Engineering*, 9(26), 87-102. doi:10.22052/DEEJ.2020.9.26.41. [In Persian]
39. Saghari, M., Rostampour, M., Mahmoudi Moghaddam, G., & Chakoshi, B. (2022). 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*, 8(23), 33-44. doi: 10.22052/DEEJ.2018.7.23.25. [In Persian]
40. Saxton, K. E., & Rawls, W. J. (2006). Soil water characteristic estimates by texture and organic matter for hydrologic solutions. *Soil Science Society of America Journal*, 70(5), 1569-1578. doi:10.2136/sssaj2005.0117
41. Shahrivar, A., & Khazaee, M. (2017). Effects of integrating biological and mechanical practices on vegetation cover, soil moisture, runoff and sediment yield (Case Study: Margon region of Kohgiloyeh and Boyerahmad province). *Rangeland,* 11(1), 16-26. http://rangelandsrm.ir/article-1-452-fa.html. [In Persian]
42. Taran, F., & Nikbakht, C. (2015) Advanced water-soil relationship. *Tehran University Press*, Tehran, 230 pages. [In Persian]

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]

43. Tavakoli, A. R., Oweis, T. Y., Sepaskhah, A. R., Mahdavi Moghadam, M., & Farayedi, Y. (2021). Growing fruit trees with rainwater harvesting in arid environments: the case of almond in Northwest Iran. *Water Harvesting Research*, 4(1), 54-67. doi: 10.22077/jwhr.2020.3340.1034
44. Velasco-Muñoz, J. F., Aznar-Sánchez, J. A., Batlles-delaFuente, A., & Fidelibus, M. D. (2019). Rainwater harvesting for agricultural irrigation: An analysis of global research. *Water*, 11(7), 1320. doi:10.3390/w11071320
45. Wu, Y., Tang, Y., & Huang, C. (2009) Harvesting of rainwater and brooklets water to increase mountain agricultural productivity: A case study from a dry valley of southwestern China. *Natural Resources Forum*, 33: 39-48. doi:10.1111/j.1477-8947.2009.01207.x
46. Yari, R., Tavili, A., & Zare, S. (2012). Investigation on soil surface indicators and rangeland functional attributes by landscape function analysis (LFA)(case study: Sarchah Amari Birjand). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 18(4), 624-636. doi:10.22092/ijrdr.2012.102263 [In Persian].
47. Zare, M. T., Fayaz, M., Zarekia, S., Meybodi, N. B., & Abolghasemi, M. (2020). Effect of different methods of rainwater harvesting in establishment of Ferula Tabasensis in Yazd province (Case Study: Kalmand Bahadoran Rangelands, Yazd Province, Iran). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 27(1), 24-35. doi: 10.22092/ijrdr.2020.121343. [In Persian]
48. Zare, N., Zarekia, S., & Ashouri, P. (2020). Study of different methods of cultivation and season in establishment of Sanguisorba minor in Homed Absard Research Station of Damavand. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 27(1) ،134-143. doi:10.22092/ijrdr.2020.122142. [In Persian]
49. Zheng, H., Gao, J., Xie, G., Jin, Y., & Zhang, B. (2018). Identifying important ecological areas for potential rainwater harvesting in the semi-arid area of Chifeng, China. *PloS One*, 13(8), e0201132. doi:10.1371/journal.pone.0201132
50. Zirkoh site. Organization of Research, Education and Promotion of Agriculture, *Research Institute of Forests and Pastures of Iran, Tehran*, 92 pages. [In Persian]

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-07-11]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.3.3.3]