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

Investigating the effect of gravelly filters in rainwater harvesting systems to optimize infiltration and increase soil moisture storage in rainfed gardens

Mohammad Nekooeimehr[*1]

1. Instructor, Watershed Management Group, Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Chaharmahal and Bakhtiari Province, Shahrekord, Iran, Email: m_nekooeimehr@yahoo.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Article history
Received: 25 December 2022
Revised: 25 January 2023
Accepted: 27 January 2023
Published online: 20 April 2023

Keywords:
Chaharmahal and Bakhtiari province, Gravelly filter, Rainwater harvesting, Rainfed gardens, Soil moisture.

ABSTRACT

This research has been carried out with the aim of investigating the use of gravelly filters in rainfed gardens on sloping lands in order to optimize infiltration and increase soil moisture storage in the conditions of using micro catchment systems during the years 2013-2018 in Chaharmahal and Bakhtiari province. The research rejoin has an average annual rainfall of 300 mm, soil with silty clay loam texture, and an average slope of 15%. Towards this attempt, micro catchments were made with five different treatments including a removed surface with and without using a gravelly filter, an isolated surface with and without using a gravelly filter, and the control treatment(natural surface), along with three cultivars of almond(Rabie, Mamaei, and Shahroud 21) and were constructed in 5 repetitions. The soil moisture at the depths of 25, 50, and 75 cm of the seedling hole in each of the systems was accurately measured and recorded using a TDR device. In order to determine the role of filters and to determine the difference between similar treatments with the different presence or absence of gravelly filters in them, Paired-Samples T-Test was used in SPSS software. The results showed that there is a significant difference between the treatments with filter and without filter in terms of soil moisture percentage. In other words, using the gravelly filter in the seedling pit will optimize the infiltration of extracted runoff into the soil, increase humidity in the place of tree root development, and increase its growth. Therefore, it is recommended to use the gravelly filter in the seedling pit in the conditions of using rainwater catchment systems.

Citation: Nekooeimehr, M. (2023) Investigating the effect of gravelly filters in rainwater harvesting systems to optimize infiltration and increase soil moisture storage in rainfed gardens. Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems, 11(1), 1-16.
DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.1.1.7

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

***Corresponding author:** Mohammad Nekooeimehr
Address: Watershed Management Group, Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Chaharmahal and Bakhtiari Province, Shahrekord, Iran.
Tel: +989132102099
Email: m_nekooeimehr@yahoo.com

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.1.1.7]

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

Investigating the effect of gravelly filters in rainwater harvesting systems in optimize infiltration and increase soil moisture storage in rainfed gardens

Mohammad Nekooeimehr[*1]

1. Instructor, Watershed Management Group, Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Chaharmahal and Bakhtiari Province, Shahrekord, Iran, Email: m_nekooeimehr@yahoo.com

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: One of the effective measures in the field of optimizing the use of precipitation in arid and semi-arid climates is the use of rainwater harvesting systems so that these systems increase the stability and quality of water resources. Some scientists have acknowledged that due to uncertain weather patterns in the future, rainwater harvesting systems are considered a reliable method for water security and the effectiveness of these systems in drought management in arid and semi-arid regions has been proven. Today, small catchment systems are mostly used for tree planting, and their characteristic is the direct entry of water from a relatively small water-absorbing surface to the root of the plant. The investigation of the research done on gravelly filters shows that the use of these filters will cause the quick discharge of the runoff collected in the seedling hole to the deep parts of the soil in terms of high porosity. In other words, the use of gravelly filters prevents the infiltration of runoff in the surface profile of the soil, and as a result, reduces moisture evaporation. Also, the quick penetration of the collected runoff into the depth of the soil provides the necessary conditions for increasing plant indices.

Methodology: The current research was carried out at a distance of 5 km from Shahrekord, the capital of Chaharmahal and Bakhtiari province. The average height of the station is 2150 m above sea level. The climate of the region is semi-arid and the average annual rainfall is estimated to be 300 mm. To carry out the work, 75 rectangular water catchment systems were built on the ground with an area of 40 m^2 in the form of five rain catchment system treatments, three varieties of almonds (Rabie, Mamaei, and Shahroud 21), and in five repetitions. The treatments of the rainwater catchment surfaces include removed surfaces with and without using the gravelly filter, isolated surfaces with and without using the gravelly filter, and the control treatment (natural surface). After preparing the seedling pit, in order to store moisture in the soil profile, the appropriate amount of rotted manure was mixed with the soil of the pit. A number of almond seedlings from among the selected cultivars were planted downstream of each catchment system. Measurement and recording of soil moisture data at the depths of 25, 50, and 75 cm in the seedling hole using a TDR (time domain reflectometry) device was done once every seven days during the plant growth period. Plant indices including collar diameter, tree height, canopy area, and fruit yield were measured for each of the almond cultivars. Statistical analysis of data was done using SPSS software. Also, in order to determine the difference between similar treatments in the case with gravelly filter and without gravelly filter and to determine the role of filters in soil moisture storage, Paired-Sample T Test in SPSS software was used.

Results and Discussion: The results of this research showed that there is a significant difference between soil moisture values in different treatments ($P<0.01$). The comparison of the average soil moisture data indicates that in all three depths of 25, 50, and 75 cm of the soil of the seedling cultivation pit, the lowest amount of moisture was related to the control treatment (natural soil) and this treatment was not able to provide enough water for the seedlings. The use of removed surfaces and isolated surfaces has been significantly effective in increasing the soil moisture content of the seedling pit. In addition, among the treatments, the highest amount of moisture in all three mentioned depths is related to the isolated surface treatment with a gravelly filter. Besides, the results of determining the difference between the same treatments in the case with a gravelly filter and without a gravel filter, for the depths of 25, 50, and 75 cm, show that there is a significant difference between the same treatments in the case with a filter and without a filter in terms of soil moisture. This difference is significant for

***Corresponding author:** Mohammad Nekooeimehr
Address: M.Sc., Watershed Management Group, Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Chaharmahal and Bakhtiari Province, Shahrekord, Iran.
Tel: +989132102099
Email: m_nekooeimehr@yahoo.com

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.1.1.7]

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

the depths of 25 and 75 cm at the 5% probability level and for the 50 cm depth at the 1% probability level. In fact, the infiltration of runoff into the filter and the hydraulic connection between the filter and the seedling pit soil has increased the soil moisture in all three depths. Therefore, the use of gravelly filters, both in removed surfaces (cleaned ground) and in isolated surfaces, has improved the penetration and transfer of runoff to the depth and has caused an increase in soil moisture in the area of root development and better growth and development of trees.



Conclusion: This research can be briefly concluded as follows:

- The values of soil moisture and plant indices in the case with the filter are higher than the corresponding values in the case without the filter.
- The use of gravelly filters in rain catchment systems has a very important role in the rapid infiltration of collected runoff into the depth of the soil and the place of root development.
- It is recommended to use a gravelly filter in the rainwater catchment systems for rainfed garden cultivation in sloping lands.

Ethical Considerations

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

Funding: This study was conducted as research project and it has received financial support from the agriculture Jihad organization of Chaharmahal and Bakhtiari province.

Authors' contribution: Mohammad Nekooeimehr: As the only author of the paper, conducted all parts of the research and wrote the whole manuscript.

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

Acknowledgment: I would like to express my sincere gratitude to the Agriculture Jihad organization of Chaharmahal and Bakhtiari province for the financial and logistical support that significantly contributed to the research project. The author appreciates the efforts of Mr. Mohammad Roghani, Dr. Seyed Naeem Emami, Eng. Rwanbakhsh Raisian, and Eng. Seyed Mojtaba Asadi in various steps of the project implementation.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.1.1.7]

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

بررسی تأثیر فیلترهای سنگریزه‌ای در سامانه‌های جمع‌آوری آب باران به‌منظور بهینه‌سازی نفوذ و افزایش ذخیره رطوبتی خاک در شرایط کشت دیم

محمد نکویی‌مهر [*۱]

۱. مربی، بخش آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران، m_nekooeimehr@yahoo.com

مشخصات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله
دریافت: ۰۴ دی ۱۴۰۱
بازنگری: ۰۵ بهمن ۱۴۰۱
پذیرش: ۰۷ بهمن ۱۴۰۱
انتشار برخط: ۳۱ فروردین ۱۴۰۲

واژه‌های کلیدی:
استحصال آب باران، باغات دیم، چهارمحال و بختیاری، رطوبت خاک، فیلتر سنگریزه‌ای.

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر فیلترهای سنگریزه‌ای در بهینه‌سازی نفوذ و افزایش رطوبت خاک باغات دیم تحت شرایط به‌کارگیری سامانه‌های جمع‌آوری آب باران در طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۲ در استان چهارمحال و بختیاری به اجرا در آمده است. عرصه تحقیق دارای متوسط بارندگی سالانه ۳۰۰ میلی‌متر، خاک با بافت لوم رسی سیلتی و میانگین شیب ۱۵ درصد است. برای انجام این پژوهش، سامانه‌های سطوح آبگیر باران در پنج تیمار، شامل جمع‌آوری سنگریزه و پوشش‌گیاهی سامانه با دو حالت دارای فیلتر و بدون فیلتر، عایق نمودن سامانه با دو حالت دارای فیلتر و بدون فیلتر و تیمار شاهد (زمین دست‌نخورده)، به همراه سه رقم بادام (ربیع، مامایی و شاهرود ۲۱) و در پنج تکرار احداث شدند. رطوبت خاک در اعماق ۲۵، ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متری چاله نهال در هر یک از سامانه‌ها با استفاده از دستگاه TDR به دقت اندازه‌گیری و ثبت شد. به‌منظور مشخص نمودن نقش فیلترها و تعیین تفاوت بین تیمارهای مشابه با اختلاف وجود یا عدم وجود فیلتر سنگریزه‌ای در آن‌ها، از آزمون T جفتی در نرم‌افزار SPSS استفاده شد. نتایج نشان داد بین تیمارها در حالت‌های دارای فیلتر و بدون فیلتر از لحاظ درصد رطوبت خاک تفاوت معنی‌دار وجود دارد. به‌عبارت دیگر به‌کارگیری فیلتر سنگریزه‌ای در چاله کشت نهال، باعث بهینه‌سازی نفوذ رواناب‌های استحصال شده به درون خاک، افزایش رطوبت در محل توسعه ریشه درخت و افزایش رشد و نمو آن خواهد شد. بنابراین به‌کارگیری فیلتر سنگریزه‌ای در چاله کشت نهال در شرایط به‌کارگیری سامانه‌های سطوح آبگیر باران توصیه می‌شود.

استناد: نکویی‌مهر، م. (۱۴۰۲). بررسی تأثیر فیلترهای سنگریزه‌ای در سامانه‌های جمع‌آوری آب باران به‌منظور بهینه‌سازی نفوذ و افزایش ذخیره رطوبتی خاک در شرایط کشت دیم. سامانه‌های سطوح آبگیر باران، ۱۱(۱): ۱- ۱۶.

DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.1.1.7

© نویسندگان

ناشر: انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران

[*] **نویسنده مسئول:** محمد نکویی‌مهر
نشانی: بخش آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران.
تلفن: ۰۹۱۳۲۱۰۲۰۹۹
پست الکترونیکی: m_nekooeimehr@yahoo.com

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.1.1.7]

مقدمه

ایران کشوری است که به‌دلیل واقع شدن در عرض جغرافیایی ۳۰ الی ۴۰ درجه شمالی، دارای نزولات جوی اندک در مقایسه با بسیاری از مناطق کره زمین است. کمبود رطوبت ذخیره شده در خاک در شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک و هم‌چنین عدم بهره‌برداری مناسب از ریزش‌های جوی از سوی ساکنین این گونه مناطق، از عوامل اصلی در کاهش تولیدات گیاهی، تشدید فرسایش خاک و هدر رفت آب حاصل از بارش است (قادری و همکاران، ۱۳۸۵). این ویژگی طبیعی ایجاب می‌کند که از نزولات جوی کشور استفاده بهینه به عمل آید. یکی از اقدامات موثر در این زمینه استفاده از سامانه‌های جمع‌آوری نزولات جوی است به‌طوری که این سامانه‌ها باعث افزایش پایداری و کیفیت منابع آب می‌شوند (Alamdari, 2018). برخی از دانشمندان اذعان کرده‌اند که با توجه به الگوهای نامشخص آب و هوایی در شرایط آینده، سامانه‌های جمع‌آوری آب باران روشی مطمئن برای امنیت آب محسوب شده و اثربخشی این سامانه‌ها در مدیریت خشکسالی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به اثبات رسیده است (Musayev et al., 2018؛ Christian et al., 2018). تفکر حاکم بر لزوم بهینه‌سازی بهره‌برداری از نزولات جوی برخاسته از این اندیشه است که استحصال ریزش‌های جوی یکی از راهکارهای اجرایی مدیریت و بهره‌برداری از آب قابل دسترس به‌ویژه برای احیا و توسعه کشاورزی و منابع طبیعی است (Zhu et al., 2017؛ Devkota et al., 2015).

امروزه استفاده مجدد از آب خاکستری نیز به‌عنوان منبع جدید آب، به‌ویژه برای کشاورزی و آبیاری فضای سبز مورد توجه قرار گرفته است. جریان فاضلاب ناشی از آشپزخانه، لباسشویی، حمام و روشویی به جز توالت، آب خاکستری نامیده می‌شود (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۵). تصفیه و بازچرخانی آب‌های خاکستری به‌منظور سازگاری با تغییرات آب و هوایی، افزایش امنیت غذایی و کاهش آلودگی محیط زیست رواج یافته است (Drechsel & Mahjoub, 2015). روش‌های مورد استفاده برای تصفیه آب‌های خاکستری شامل روش فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و یا ترکیبی از این روش‌ها است. کیفیت آب خاکستری به سبک زندگی، فرهنگ و رفتار اجتماعی ساکنین، مبلغ آب مصرفی و نیز در دسترس بودن آب در منطقه بستگی دارد (Boyjoo et al., 2013).

تاکنون تحقیقات گسترده‌ای در اکثر مناطق دنیا در خصوص استفاده از سامانه‌های جمع‌آوری نزولات جوی انجام گرفته که تفاوت آن‌ها در نوع بهره‌برداری از رواناب استحصال شده است (شعاعی و همکاران، ۱۳۸۲). امروزه از سامانه‌های سطوح آبگیر کوچک بیشتر برای کاشت درخت استفاده می‌شود و مشخصه آن ورود مستقیم آب از یک سطح آبگیر نسبتاً کوچک به پای ریشه گیاه است. در این حالت سطح عایق در بالادست چاله نهال جهت استحصال آب باران و تولید رواناب بیش‌تر به‌کار گرفته می‌شود (Oweis et al., 1999؛ Hatibu et al., 2003). در همین ارتباط، رضایی (۱۳۹۲) در تحقیقات خود در منطقه زنجان، به‌کارگیری سطوح عایق در باغات دیم در اراضی شیب‌دار را ضروری دانسته است. بررسی فراوانی مقادیر بارندگی کم‌تر از ۱۰ میلی‌متر و رفتار متفاوت این بارش‌ها در سطوح عایق در مقایسه با سطوح طبیعی، از نتایج مهم تحقیقات او بوده است. نکویی‌مهر و همکاران (۱۳۹۵) نقش سطوح عایق را با هدف استحصال آب باران به‌منظور تأمین آب درختان بادام بسیار موثر شمرده‌اند. تعدادی از محققین، سامانه‌های جمع‌آوری آب باران را به‌منظور آبیاری گونه‌های جنگلی در کشور پرتغال مورد ارزیابی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که از این سامانه‌ها، میزان قابل توجهی آب استحصال شده است (Terencio et al., 2017). نتایج تحقیقات در کشور چین نشان داده است که سامانه‌های دارای پلاستیک و سنگریزه سبب افزایش معنی‌دار تولید محصول هندوانه و دانه‌های روغنی شده است (Gu et al., 2017؛ Yajun et al., 2011). علاوه بر آن، تحقیقات بر روی سامانه‌های جمع‌آوری آب باران در مناطق نیمه‌خشک کشور هند نشان داده است که این سامانه‌ها باعث افزایش عملکرد محصول و تنوع زراعی در منطقه شده‌اند و میزان استقبال مردم از این سامانه‌ها رو به افزایش است(Deora & Nanore, 2019). هم‌چنین، روغنی (۱۳۸۶)، قیطوری و همکاران (۱۳۹۱) و شاهینی (۱۳۹۳) نقش سطوح عایق را در جمع‌آوری آب باران بسیار تأثیرگذار دانسته‌اند. نتایج تحقیقات یاد شده بیان‌گر افزایش ضریب رواناب تا ۶۰ درصد بوده است. این در حالی است که ضریب رواناب سطوح طبیعی در تحقیقات یاد شده در محدوده ۲۰ درصد و کم‌تر بیان شده است.

بررسی تحقیقات انجام شده درباره فیلترهای سنگریزه‌ای نشان می‌دهد که به‌کارگیری این فیلترها به لحاظ تخلخل بالا، موجب تخلیه سریع رواناب جمع‌آوری شده در چاله نهال به بخش‌های عمقی خاک خواهد شد (خلیل‌پور، ۱۳۸۲). به‌عبارت دیگر به‌کارگیری این روش سبب جلوگیری از نفوذ رواناب‌ها در پروفیل سطحی خاک شده و در نتیجه از تبخیر رطوبت می‌کاهد. هم‌چنین نفوذ سریع رواناب‌های جمع‌آوری شده به عمق خاک یعنی محل توسعه ریشه‌ها، شرایط لازم برای افزایش شاخص‌های گیاهی را فراهم می‌نماید. در این حالت به نظر می‌رسد اجرای چنین تیماری، جایگزین و تا حد ممکن مشابه روش آبیاری زیرزمینی در اراضی آبی خواهد بود. در این ارتباط، نتایج تحقیقی که با هدف بررسی توزیع رطوبت در خاک منطقه ریشه گیاه در شرایط به‌کارگیری فیلتر سنگریزه‌ای صورت گرفت، نشان داد که استفاده از فیلتر سنگریزه‌ای نقش قابل توجهی در افزایش حجم رطوبت خاک در محدوده ۲۵ تا ۵۰ سانتی‌متری عمق خاک دارد (Yanni

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.1.1.7]

et al., 2003). همچنین، نتایج سایر تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که به‌کارگیری فیلترهای سنگریزه‌ای با فواصل مختلف تأثیر متفاوتی در افزایش رطوبت خاک داشته است. براین اساس تیمارهای با فواصل ۱، ۲ و حتی ۳ متری به‌ترتیب ۶۰ ، ۴۵ و ۳۵ درصد افزایش رطوبت را در عمق ۶۰ سانتی‌متری پروفیل خاک از خود نشان داده‌اند. این موضوع نقش مهمی در موفقیت پروژه‌هایی که در آن‌ها تولید محصول با استفاده از کشت دیم انجام می‌گیرد، خواهد داشت (Abu-awwad, 1998). همچنین نتایج تحقیقات انجام شده در آذربایجان شرقی نشان داده است که سامانه دارای فیلتر سنگریزه‌ای بهترین تیمار از لحاظ افزایش ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک و رشد و نمو درختان کاشته شده است (صادق‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰؛ نیک‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۴).

علاوه‌بر ویژگی‌های سطوح عایق برای تولید رواناب بیش‌تر، الگوی توزیع زمانی بارندگی در طول فصول رشد گیاهان نیز یکی از عوامل دخیل در بهره‌برداری از آب باران توسط سامانه‌های سطوح آبگیر برای استفاده در تولیدات درختان میوه و یا درختان کاشته شده برای فضای سبز است. این موضوع در شرایط آب و هوایی نیمه‌خشک به‌دلیل وجود فصل خشک تابستان و احتمال ایجاد تنش رطوبتی برای گیاه و کاهش محصول از اهمیت بیش‌تری برخوردار است. برای مثال در تحقیقی در یمن با بارندگی سالانه ۴۹۲ میلی‌متر دریافتند که لازم است برای دوام تولید کشاورزی در طول تیر که از بارش مناسبی برخوردار نیست، از آبیاری تکمیلی استفاده شود (Rappold, 2005). فیلترهای سنگریزه‌ای شرایط مناسب برای آبیاری تکمیلی در مواقع بحرانی را فراهم نموده و در این شرایط از طریق آبیاری از محل فیلتر، این امکان وجود دارد تا حداقل آب موجود را در محل توسعه ریشه در اختیار گیاه قرار داد.

موارد مذکور به همراه سایر تحقیقات انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد که می‌توان از فیلترهای سنگریزه‌ای به عنوان یک راه‌کار مطمئن در نفوذ سریع رواناب‌ها به داخل پروفیل خاک و توزیع مناسب رطوبت در منطقه ریشه گیاه استفاده کرد و شرایط لازم برای رشد و نمو بهتر درختان و افزایش تولید محصول را فراهم نمود. آن چه مسلم است این که پذیرش مردمی تأثیر مهمی در موفقیت چنین روش‌هایی خواهد داشت. این موضوع استفاده از فیلترهای سنگریزه‌ای را به‌دلیل اجرای ساده و در دسترس بودن مصالح مورد نیاز، می‌تواند بسیار کارآمد سازد. به‌همین منظور تحقیق حاضر با هدف تعیین نقش فیلترهای سنگریزه‌ای در افزایش کارایی سامانه‌های سطوح آبگیر باران به‌منظور توسعه کشت درختان مثمر در اراضی شیبدار شهرستان شهرکرد در استان چهارمحال و بختیاری انجام گرفته است.

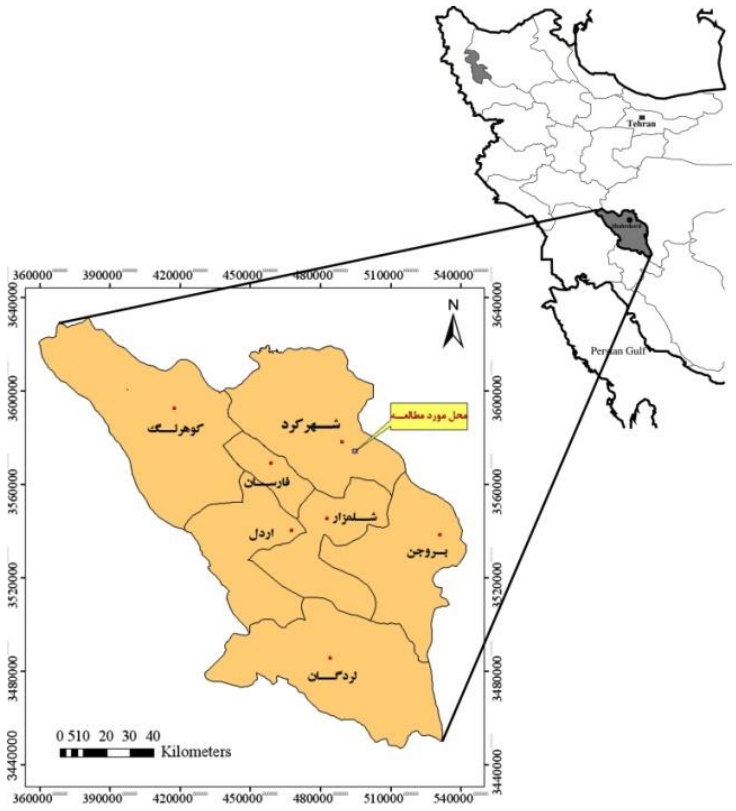
مواد و روش تحقیق

محدوده مورد مطالعه

تحقیق حاضر در محدوده ایستگاه تحقیقاتی قلعه غارک، وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری به اجرا در آمد. ایستگاه تحقیقاتی مذکور با مساحت ۴۸ هکتار در شهرستان شهرکرد و در فاصله ۵ کیلومتری جنوب شرق مرکز استان قرار دارد. از نظر موقعیت جغرافیایی این ایستگاه در حد فاصل۳۲ درجه، ۱۸ دقیقه و ۹ ثانیه تا ۳۲ درجه، ۱۸ دقیقه و ۲۶ ثانیه عرض شمالی و ۵۰ درجه، ۵۶ دقیقه و ۱۹ ثانیه تا ۵۰ درجه، ۵۶ دقیقه و ۵۰ ثانیه طول شرقی قرار گرفته است. کاربری ایستگاه مرتع قرق شده، ارتفاع متوسط ایستگاه از سطح دریا ۲۱۵۰ متر و شیب متوسط آن ۱۵ درصد است. اقلیم منطقه به روش آمبرژه، نیمه‌خشک سرد، به روش گوسن، استپی‌سرد و به روش کوپن، معتدل‌سرد با تابستان‌های گرم و خشک است. میانگین سالانه بارندگی منطقه با استفاده از داده‌های ایستگاه هواشناسی تحقیقات کشاورزی فرخ شهر،۳۰۰ میلی‌متر برآورد شده است. بر اساس نتایج تحقیقات نکویی مهر و همکاران (۱۳۹۵)، بافت خاک محدوده‌ای که پروژه تحقیقاتی حاضر در آن به اجرا در آمد به روش چگالی‌سنجی، لوم رسی سیلتی[1] و لوم سیلتی[2] است. همچنین خاک این محدوده دارای آهک به میزان۳۰ تا ۵۰ درصد است که معرف خاک اکثر مناطق باغکاری استان چهارمحال و بختیاری است (نکویی‌مهر و همکاران، ۱۳۹۵). از آن‌جا که گونه بادام نسبت به خاک‌های آهکی مقاوم است (یداللهی و راحمی، ۱۳۸۴) و هم‌چنین به‌دلیل این که از لحاظ سطح زیر کشت و ارزش اقتصادی، بادام مهم‌ترین محصول باغی استان چهارمحال و بختیاری محسوب می‌شود، تحقیقات در زمینه اثربخشی سامانه‌های سطوح آبگیر باران بر روی تعدادی از ارقام بادام استان (ربیع، مامایی و شاهرود ۲۱) متمرکز شد. ارقام مذکور از ارقام تجاری، مقاوم و دیرگل در منطقه محسوب شده و از بازارپسندی خوبی برخوردار هستند. موقعیت جغرافیایی ایستگاه مزبور در استان و کشور در شکل ۱ نشان داده شده است.

[1] Silty clay loam
[2] Silty loam

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.1.1.7]



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محل انجام تحقیق در استان چهارمحال و بختیاری و در کشور

Figure 1- Geographical location of the research site in Chaharmahal and Bakhtiari province and in the country

روش کار

به‌منظور اجرای تحقیق حاضر مراحل ذیل به اجرا در آمده است:

۱- انتخاب عرصه تحقیق در ایستگاه تحقیقاتی قلعه غارک، در دامنه‌ای با میانگین شیب ۱۵ درصد که معرف بخش وسیعی از استان از نظر پتانسیل توسعه باغات در اراضی شیب‌دار است.

۲- تهیه کروکی عرصه و مشخص نمودن محل سامانه‌ها از طریق پیکه‌کوبی و بندکشی جهت احداث سامانه‌ها

۳- محاسبه مساحت سامانه‌های سطوح آبگیر باران بر اساس رابطه ۱ (روغنی، ۱۳۸۶):

$$MC=RA \times (WR-DR) / (DR \times K \times EFF) \quad (۱)$$

MC: مساحت آبگیر به مترمربع، RA: متوسط گسترش ریشه گیاه به مترمربع، WR: نیاز آبی سالانه گیاه به میلی‌متر در سال، DR: مقدار متوسط بارش منطقه به میلی‌متر، K: ضریب رواناب، EFF: ضریب کارایی (برابر ۰/۳۵ در نظر گرفته می‌شود).

۴- احداث سامانه‌های آبگیر مستطیل شکل بر روی زمین با استفاده از پشته‌خاکی با ابعاد ۵ متر در ۸ متر (۴۰ متر مربع) در قالب پنج تیمار سامانه آبگیر باران، سه رقم بادام (ربیع، مامایی و شاهرود ۲۱) و در پنج تکرار که به‌صورت طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در عرصه به اجرا در آمد. تیمارهای سطوح آبگیر باران به‌کار برده شده در این پژوهش به شرح ذیل است:

الف- تیمار جمع‌آوری پوشش‌گیاهی سطح سامانه (زمین تمیز شده) به‌همراه به‌کارگیری فیلتر سنگریزه‌ای (شکل ۲). فیلترهای سنگریزه‌ای ستونی از سنگریزه هستند که در قسمت بالادست نهال با استفاده از دو لوله پلیکا با قطر ۱۰ سانتی‌متر و عمق ۴۰ تا ۵۰ سانتی‌متر در هنگام خاک‌ریزی در پای نهال احداث شده‌اند. در داخل لوله‌ها سنگریزه ریخته شد. جهت برقراری ارتباط هیدرولیکی بین ستون سنگریزه با خاک چاله و اطراف آن، قسمت پایین لوله مشبک شد. این فیلترها به‌منظور نفوذ بهینه رواناب استحصال شده به عمق توسعه ریشه درخت بکار رفته است. در شکل‌های ۳ و ۴ نمونه‌ای از لوله پلی‌اتیلن به کار برده شده برای ساخت فیلتر سنگریزه‌ای و جانمایی فیلتر در چاله کشت نهال، قبل از ریختن سنگریزه در آن مشاهده می‌شود.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.1.1.7]



شکل ۲- تیمار جمع‌آوری پوشش گیاهی سطح سامانه (زمین تمیز شده)
Figure 2- Vegetation collection treatment (removed surface)



شکل ۳- نمونه‌ای از لوله پلی‌اتیلن که برای ساخت فیلتر سنگریزه‌ای به‌کار برده شده است
Figure 3- An example of a polyethylene pipe used to make a gravelly filter



شکل ٤- جانمایی فیلتر در چاله کشت نهال قبل از ریختن سنگریزه در آن
Figure 4- Placement of the filter in the seedling hole before pouring gravel in it

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.1.1.7]

ب- تیمار جمع‌آوری پوشش‌گیاهی سطح سامانه (زمین تمیز شده) بدون به‌کارگیری فیلتر سنگریزه‌ای

ج- تیمار عایق نمودن سطح سامانه به همراه به‌کارگیری فیلتر سنگریزه‌ای. برای احداث این تیمار ابتدا پوشش‌گیاهی سطح سامانه حذف شده و با استفاده از نایلون ضخیم و یک لایه سنگریزه بر روی آن، بستر سامانه عایق شد. لایه سنگریزه به‌منظور محافظت پلاستیک در برابر نور خورشید بکار برده شد. در طراحی قسمت عایق در چاله نهال، سعی شد رواناب‌های استحصال شده مستقیماً به داخل فیلترها انتقال یابد. هم‌چنین قسمت پایین‌دست سامانه در محل چاله نهال جهت کاهش تبخیر، با استفاده از قلوه‌سنگ‌های موجود در منطقه، سنگفرش شد. در شکل‌های ۵ و ۶ مراحل احداث سطح عایق دیده می‌شود.

د- تیمار عایق نمودن سطح سامانه بدون به‌کارگیری فیلتر سنگریزه‌ای

ه- تیمار شاهد (زمین مرتع که هیچ‌گونه تغییری در سطح زمین ایجاد نشده است). در شکل ۷ نقشه جانمایی تیمارهای مختلف سامانه آبگیر به همراه ارقام مختلف بادام نشان داده شده است.

۵- احداث دیوار عایق (تعبیه نایلون) در پایین دست چاله نهال با هدف کاهش سرعت جریان زیرسطحی به سمت پایین دامنه و افزایش وسعت پیاز رطوبتی پروفیل خاک

۶- احداث بانکت در دو طرف چاله نهال در پایین دست سامانه‌ها برای جمع‌آوری رواناب و افزایش رطوبت پروفیل خاک چاله نهال. در شکل ۸ وضعیت ذخیره رواناب در بانکت‌های احداث شده در دو طرف چاله نهال، پس از بارندگی در منطقه نشان داده شده است.



شکل ۵- عایق نمودن سطح سامانه آبگیر با استفاده از پلاستیک و سنگریزه

Figure 5- Insulating the surface of microcatchment using plastic and gravel



شکل ٦- نمایی از تیمار سامانه آبگیر عایق پس از کاشت نهال بادام

Figure 6- A view of the isolated surface treatment after planting almond seedling

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.1.1.7]

3M	1M	1SH	1R	3R	3SH	4M	4SH	2M	2R	2SH	5R	5M	5SH	4R
4M	4SH	1M	1R	1SH	3SH	3M	3R	4R	5SH	5M	5R	2SH	2M	2R
3SH	3R	3M	2R	2M	5SH	2SH	4R	1SH	4M	5R	4SH	1M	1R	5M
1SH	3M	3R	2SH	5SH	5R	5M	1M	1R	4R	4SH	4M	2R	2M	3SH
3SH	4M	4R	1M	1R	1SH	4SH	3M	3R	5SH	5R	2R	5M	2SH	2M

First repetition
Second repetition
Third repetition
Forth repetition
Fifth repetition

R: بادام رقم ربیع، M: بادام رقم مامایی، SH: بادام رقم شاهرود ۱،۲۱: تیمار شاهد، 2: تیمار جمع‌آوری پوشش گیاهی همراه با فیلتر سنگریزه‌ای، 3: تیمار جمع‌آوری پوشش گیاهی بدون فیلتر سنگریزه‌ای، 4: تیمار سامانه آبگیر عایق همراه با فیلتر سنگریزه‌ای، 5: تیمار سامانه آبگیر عایق بدون فیلتر سنگریزه‌ای

شکل ۷- نقشه جانمایی تیمارهای مختلف سامانه آبگیر و ارقام بادام

Figure 7- Map of location of different treatments of water harvesting system and almond cultivars

R: Rabie variety almond, M: Mamaei variety almond, SH: Shahroud 21 variety almond, 1: control treatment, 2: treatment of removed surface with gravelly filter, 3: treatment of removed surface without gravelly filter, 4: treatment of isolated surface with gravelly filter, 5: treatment of isolated surface without gravelly filter

۷- گودبرداری و آماده‌سازی چاله نهال. به‌منظور ذخیره رطوبت در پروفیل خاک، مقداری کاه و کلش در کف چاله ریخته و هم‌چنین، خاک چاله با مقدار مناسب کود دامی پوسیده مخلوط شد.

۸- غرس نهال (پس از آماده‌سازی چاله‌ها، تعداد ۱ اصله نهال بادام از بین ارقام ربیع، مامایی و شاهرود ۲۱ در پائین‌دست هر سامانه آبگیر کاشته شد). ارقام مذکور از ارقام تجاری، مقاوم و دیرگل در منطقه محسوب شده و از بازارپسندی خوبی برخوردار هستند.

۹- نصب لوله مخصوص دستگاه TDR در چاله کشت نهال برای اندازه‌گیری رطوبت خاک

۱۰- اندازه‌گیری و ثبت داده‌های رطوبت خاک در عمق‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متری چاله نهال با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج TDR (انعکاس‌سنجی دامنه زمانی) هر هفت روز یک‌بار در طول دوره رشد گیاه انجام گرفت (شکل ۹). دستگاه TDR استفاده شده در این پروژه، مدل TRIME, FM3 ساخت شرکت IMKO آلمان است. مبنای کار این دستگاه، بر اساس ارسال امواج الکترومغناطیس در خاک استوار است. امواج تولید شده توسط دستگاه در محدوده خاصی به شعاع ۲۰ سانتی‌متر در پروفیل خاک ساطع می‌شود. امواجی که از دستگاه منتشر می‌شوند پس از مدتی مجدداً به دستگاه برمی‌گردند و از طریق محاسبه زمان رفت و برگشت امواج توسط دستگاه (رابطه ۲)، میزان رطوبت موجود در خاک به‌صورت عددی که بیان‌گر درصد رطوبت حجمی موجود در خاک است، روی صفحه نمایش پردازش‌گر نشان داده می‌شود.

$$K_a = \left(\frac{tC}{L}\right)^2 \qquad (۲)$$

K_a: ثابت دی‌الکتریک ظاهری (مخلوط خاک و رطوبت)، t: زمان حرکت موج الکترومغناطیس از ابتدا تا انتهای میله هادی (نانو ثانیه)، C: سرعت حرکت نور (سانتی‌متر بر نانو ثانیه)، L: طول میله هادی (سانتی‌متر)



شکل ۸- وضعیت ذخیره رواناب در بانکت‌های احداث شده در دو طرف چاله نهال

Figure 8- The state of the runoff storage in the banks built on both sides of the seedling pit

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.1.1.7]

۱۱- شاخص‌های گیاهی شامل قطر یقه، ارتفاع درخت، سطح تاج پوشش و تولید میوه برای هر یک از ارقام بادام اندازه‌گیری شد.

۱۲- تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت پذیرفت. برای مقایسه میانگین داده‌های رطوبت خاک در تیمارهای مختلف و دسته‌بندی آن‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن[1] استفاده شد. هم‌چنین، به‌منظور تعیین تفاوت بین تیمارهای مشابه و همسان در حالت با فیلتر سنگریزه‌ای و بدون فیلتر سنگریزه‌ای و مشخص نمودن نقش فیلترها در ذخیره رطوبتی خاک، از آزمون T جفت شده[2] استفاده شد.



شکل ۹- اندازه‌گیری درصد رطوبت حجمی خاک با استفاده از دستگاه TDR

Figure 9- Measurement of soil moisture percentage using TDR device

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های رطوبت خاک اندازه‌گیری شده در این پژوهش نشان داد بین مقادیر رطوبت خاک در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌دار وجود دارد ($P<0/01$). برای مقایسه بین میانگین داده‌های رطوبت از آزمون دانکن استفاده شد. نتایج آزمون دانکن در جدول ۱ آورده شده است. نتایج حاکی از آن است که در هر سه عمق ۲۵، ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متری خاک چاله کشت نهال، کم‌ترین میزان رطوبت مربوط به تیمار شاهد (زمین دست نخورده) بوده و این تیمار قادر به تأمین آب کافی برای نهال‌ها نبوده است. به‌کارگیری تیمارهای جمع‌آوری پوشش‌گیاهی و عایق، به‌طور معنی‌دار در افزایش میزان رطوبت خاک چاله نهال موثر بوده است. به‌علاوه از بین تیمارها، بیش‌ترین میزان رطوبت در هر سه عمق مذکور، مربوط به تیمار عایق با فیلتر سنگریزه‌ای است. به‌عبارت دیگر با حذف پوشش گیاهی از سطح سامانه (سامانه جمع‌آوری پوشش گیاهی) و افزایش ضریب رواناب سطحی، شرایط لازم برای استحصال رواناب و در نتیجه افزایش رطوبت خاک در محل چاله کشت نهال فراهم شده است. این روند با عایق نمودن سطح سامانه، افزایش بیش‌تری نشان داده است به‌طوری که از بین تیمارها، بیش‌ترین میزان رطوبت خاک مربوط به تیمار عایق با فیلتر سنگریزه‌ای است. این یافته‌ها با نتایج تحقیقات آقارضی و همکاران (۱۳۹۲) کاملاً هم‌خوانی دارد. آن‌ها اذعان نمودند که سامانه عایق با فیلتر سنگریزه‌ای، نسبت به سایر تیمارها نتیجه بهتری داشته است و نهال‌های کشت شده در این سامانه، بیش‌ترین رشد را دارا بوده‌اند. هم‌چنین، نتایج تحقیقات نیک‌نژاد و همکاران (۱۳۹۴) نشان می‌دهد که تیمار پوشش نایلون با رویه سنگ‌چین، بهترین گزینه برای استحصال آب باران به‌منظور برطرف کردن نیاز آبی گیاهان برای فصول کم‌آب است. این نتایج در راستای یافته‌های پژوهش حاضر است.

[1] Duncan
[2] Paired-Samples T Test

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.1.1.7]

جدول ۱- آزمون مقایسه میانگین درصد رطوبت خاک در تیمارهای مختلف به روش دانکن

Table 1- Comparison test of average percentage of soil moisture in different treatments by Duncan's method

Treatment	Depth 25 (centimeter)	Depth 50 (centimeter)	Depth 75 (centimeter)
Control treatment	11.6 ^{c}	12.0 ^{c}	11.6 ^{c}
Removed surface with gravelly filter	15.8 ^{ab}	16.3 ^{ab}	14.4 ^{ab}
Removed surface without gravelly filter	15.5 ^{b}	15.5 ^{b}	14.0 ^{b}
Isolated surface with gravelly filter	16.3 ^{a}	16.5 ^{a}	14.6 ^{a}
Isolated surface without gravelly filter	16.0 ^{ab}	16.0 ^{ab}	14.3 ^{ab}

Non-similar English letters (a, b, c) in each column indicate a significant difference at the one percent probability level

نتایج حاصل از آزمون T جفت شده به‌منظور تعیین تفاوت بین تیمارهای همسان در حالت با فیلتر سنگریزه‌ای و بدون فیلتر سنگریزه‌ای، برای اعماق ۲۵، ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متری به‌ترتیب در جدول‌های ۲، ۳ و ۴ آورده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که بین تیمارهای مشابه و همسان در حالت با فیلتر و بدون فیلتر از لحاظ رطوبت خاک، تفاوت معنی‌دار وجود دارد. این تفاوت برای اعماق ۲۵ و ۷۵ سانتی‌متر در سطح احتمال ۵ درصد و برای عمق ۵۰ سانتی‌متر در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. در واقع نفوذ رواناب‌های جاری شده به داخل فیلتر و ارتباط هیدرولیک بین فیلتر و خاک چاله نهال، باعث افزایش میزان رطوبت خاک در هر سه عمق شده است. بنابراین به‌کارگیری فیلتر سنگریزه‌ای، هم در سامانه‌های جمع‌آوری پوشش‌گیاهی (زمین تمیز شده) و هم در سامانه‌های عایق، تأثیر به‌سزایی در نفوذ و انتقال رواناب به عمق داشته و سبب افزایش میزان رطوبت خاک در ناحیه توسعه ریشه و رشد و نمو بهتر درختان شده است (شکل ۱۰). نتایج تحقیقات Yanni و همکاران (۲۰۰۳) نیز مؤید این موضوع است که استفاده از فیلتر سنگریزه‌ای نقش قابل توجهی در افزایش حجم رطوبت خاک در محدوده ۲۵ تا ۵۰ سانتی‌متری عمق خاک دارد.

نتایج حاصل از آزمون مقایسه میانگین‌ها برای شاخص‌های گیاهی اندازه‌گیری شده در ارقام مختلف بادام در جدول ۵ نشان داده شده است. بر اساس نتایج جدول مذکور، بین ارقام مختلف بادام از لحاظ شاخص‌های گیاهی، در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار وجود دارد. بیش‌ترین مقادیر شاخص‌های گیاهی در رقم شاهرود ۲۱ مشاهده شده است. از لحاظ تولید میوه، اگرچه بین ارقام مختلف بادام تفاوت معنی‌دار آماری در سطح ۵ درصد دیده نشد اما بیش‌ترین میانگین تولید میوه مربوط به رقم شاهرود ۲۱ بوده است. رقم‌های مامایی و ربیع در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند.

جدول ۲- مقایسه درصد رطوبت خاک تیمارها در حالت با فیلتر و بدون فیلتر در عمق ۲۵ سانتی‌متری (آزمون جفتی)

Table 2- Comparison of soil moisture percentage of the treatments in the condition with filter and without filter at depth of 25 cm (paired test)

	Description of operations	Mean	Standard deviation	Degree of freedom	t	Significant
Pair 1	The difference of removed surface in the mode with filter and without filter	0.33	0.13	194	2.57	0.011
Pair 2	The difference of isolated surface in the mode with filter and without filter	0.32	0.14	194	2.39	0.018

جدول ۳- مقایسه درصد رطوبت خاک تیمارها در حالت با فیلتر و بدون فیلتر در عمق ۵۰ سانتی‌متری (آزمون جفتی)

Table 3- Comparison of soil moisture percentage of the treatments in the condition with filter and without filter at depth of 50 cm (paired test)

	Description of operations	Mean	Standard deviation	Degree of freedom	t	Significant
Pair 1	The difference of removed surface in the mode with filter and without filter	0.42	0.14	194	3.09	0.002
Pair 2	The difference of isolated surface in the mode with filter and without filter	0.45	0.12	194	3.57	0.001

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.1.1.7]

جدول ٤- مقایسه درصد رطوبت خاک تیمارها در حالت با فیلتر و بدون فیلتر در عمق ۷۵ سانتی‌متری (آزمون جفتی)

Table 4- Comparison of soil moisture percentage of the treatments in the condition with filter and without filter at depth of 75 cm (paired test)

	Description of operations	Mean	Standard deviation	Degree of freedom	t	Significant
Pair 1	The difference of removed surface in the mode with filter and without filter	0.29	0.13	194	2.20	0.029
Pair 2	The difference of isolated surface in the mode with filter and without filter	0.34	0.14	194	2.45	0.015



شکل ۱۰- رشد و نمو درخت بادام در تیمار عایق همراه با فیلتر سنگریزه‌ای

Figure 10- Growth of almond tree in isolated surface treatment with gravelly filter

جدول ۵- مقایسه میانگین شاخص‌های گیاهی اندازه‌گیری شده در ارقام مختلف بادام

Table 5- Comparison of the average plant indices measured in different varieties of almonds

varieties of almond	Collar diameter (mm)	Tree height (cm)	Canopy (m^2)	Fruit yield (gr per tree)
Rabie	30.3 ^{c}	146.8 ^{b}	0.7 ^{c}	640.5 ^{a}
Mamaei	34.1 ^{b}	151.0 ^{b}	1.2 ^{b}	810.7 ^{a}
Shahroud 21	40.5 ^{a}	186.9 ^{a}	1.4 ^{a}	1024.2 ^{a}

Non-similar English letters (a, b, c) in each column indicate a significant difference at the one percent probability level

با هدف انگیزش بیش‌تر باغداران منطقه به استفاده از سامانه‌های سطوح آبگیر باران در کشت دیم، علاوه بر ارائه ویژگی‌های فنی این روش، بررسی‌های اقتصادی به‌ویژه موضوع هزینه به فایده انجام شد. نتایج بررسی‌های اولیه در این زمینه نشان می‌دهد با به‌کارگیری سامانه عایق دارای فیلتر سنگریزه‌ای در کشت دیم، می‌توان انتظار داشت که میزان متوسط عملکرد بادام بعد از سال پنجم به ۰/۸ تن در هکتار (با فرض ۴۰۰ اصله درخت در هکتار) و یا ۲ کیلوگرم در هر درخت برسد. در این صورت درآمد سالیانه حاصل از یک هکتار باغ بادام دیم (با در نظر گرفتن ۴۰۰ اصله درخت در هکتار و قیمت متوسط ۲۰۰ هزار تومان برای هر کیلو محصول بادام)، برابر ۱۶۰ میلیون تومان خواهد شد.

هزینه‌های احداث و کاشت یک هکتار باغ بادام با سطوح آبگیر عایق و فیلتر سنگریزه‌ای بر اساس قیمت‌ها در سال ۱۴۰۱ نشان می‌دهد که این سیستم در ابتدا نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه به میزان ۱۲۰ میلیون تومان دارد (شامل هزینه پلاستیک، سنگریزه، لوله پلیکا به‌عنوان فیلتر، حفر چاله، خرید نهال و هزینه کارگری). هم‌چنین اگر هزینه نگهداری پروژه را در یک سال برابر ۲۴ میلیون تومان فرض کنیم، با احتساب ۲۰ سال طول دوره بهره‌برداری، هزینه نگهداری به رقم ۴۸۰ میلیون تومان می‌رسد. بنابراین در مجموع هزینه کل برای احداث، کاشت و نگهداری یک هکتار باغ بادام با سیستم سطوح آبگیر باران در مدت ۲۰ سال، برابر ۶۰۰ میلیون تومان برآورد می‌شود (۶۰۰=۱۲۰+۴۸۰). به‌عبارت دیگر در طول دوره ۲۰ ساله، متوسط هزینه سالیانه برای هر هکتار برابر ۳۰ میلیون تومان خواهد شد. این در حالی است که درآمد سالیانه حاصل از هر هکتار باغ بادام با شرایط سطوح آبگیر باران از سال پنجم به بعد برابر ۱۶۰ میلیون تومان در سال

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.1.1.7]

خواهد بود (بر اساس قیمت در سال جاری). بنابراین یکی از مهم‌ترین موارد اثربخشی سامانه‌های سطوح آبگیر باران را می‌توان در کنار حفظ آب و خاک، بهبود وضعیت اقتصادی بهره‌برداران در شرایط کشت دیم در اراضی شیب‌دار دانست.

نتیجه‌گیری

در یک جمع‌بندی کلی می‌توان نتیجه گرفت که با ارائه الگوهای علمی، ساده و کم هزینه در ارتباط با استحصال نزولات جوی، می‌توان از یک طرف نقش مهمی در اشاعه فرهنگ بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی ایفا نمود و از طرف دیگر افزایش تولید در باغات دیم و یا باغات در اراضی شیب‌دار را امکان‌پذیر ساخت. نتایج حاصل از مقایسه سطوح آبگیر مشابه در حالت با فیلتر و بدون فیلتر سنگریزه‌ای نشان داد که مقادیر رطوبت حجمی خاک و شاخص‌های گیاهی در حالت با فیلتر بیش‌تر از مقدار متناظر آن در حالت بدون فیلتر است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که به‌کارگیری فیلترهای سنگریزه‌ای در سامانه‌های سطوح آبگیر باران، نقش بسیار مهمی در نفوذ سریع رواناب‌های جمع‌آوری شده به عمق خاک و محل توسعه ریشه‌ها داشته و از طریق بهینه‌سازی نفوذ عمقی و جلوگیری از نفوذ رواناب‌ها در پروفیل سطحی خاک، سبب افزایش رشد و نمو درختان مثمر و عملکرد محصول آن‌ها می‌شود. این امر باعث بهبود وضعیت اقتصادی باغداران و اشتغال‌زایی در بخش کشاورزی می‌شود. بنابراین، به‌کارگیری فیلتر سنگریزه‌ای در سامانه‌های سطوح آبگیر باران برای کشت باغ دیم در اراضی شیب‌دار مورد توصیه است. همچنین، به‌منظور ترویج استفاده از سامانه‌های سطوح آبگیر باران در باغات دیم و به‌کارگیری فیلترهای سنگریزه‌ای در این سامانه‌ها، بازدید بهره‌برداران از باغ ایجاد شده تحت این شرایط در کنار برگزاری کلاس‌های آموزشی و ترویجی برای باغداران پیشرو پیشنهاد می‌شود.

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 پروژه تحقیقاتی خاص انجام شده و از سازمان جهاد کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری حمایت مالی دریافت نموده است.

مشارکت نویسندگان: محمد نکویی مهر: بخش‌های مختلف مقاله توسط نام‌برده 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 پروژه تحقیقاتی است که در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری به اجرا در آمده است. نگارنده مقاله از زحمات آقایان مهندس محمد روغنی، دکتر سید نعیم امامی، مهندس روانبخش رئیسیان و مهندس سیدمجتبی اسدی در مراحل مختلف اجرای این پروژه قدردانی می‌نماید.

منابع

آقارضی، ح.، ع.ا. داودی راد، غ. گودرزی، م. دادپور، ت. بابایی، و ع. شریفی (۱۳۹۲) بررسی تأثیر به‌کارگیری سامانه‌های سطوح آبگیر مدیریت شده در افزایش تولیدات گیاهی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ۵۲ صفحه.

خلیل‌پور، م. ر. (۱۳۸۲) بررسی تأثیر کاربرد مواد جاذب رطوبت در افزایش قدرت نگهداری آب در خاک. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.

رضایی، ع. (۱۳۹۲) قابلیت‌سنجی سامانه‌های جمع‌آوری آب باران در ناحیه نیمه‌خشک برای ایجاد پوشش گیاهی. پژوهش و سازندگی (پژوهش‌های آبخیزداری)، ۲۶(۳): ۳۹-۴۹.

روغنی، م. (۱۳۸۶) دستورالعمل احداث سامانه‌های سطوح آبگیر باران به‌منظور استقرار و توسعه درختان مثمر. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۶۰ صفحه.

شاهینی، غ. (۱۳۹۳) کاربرد سیستم‌های آبگیر کوچک در ایجاد باغ مثمر در مناطق خشک، مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان با رویکرد مدیریت مناطق خشک و کویری، دانشگاه سمنان، ۸ صفحه.

شعاعی، ض.، ج. قدوسی، ع. تلوری، م.ح. مهدیان و ع. غفوری (۱۳۸۲) سیستم‌های سطوح آبگیر باران به‌منظور توسعه پایدار منابع زیست‌محیطی. شورای پژوهش‌های علمی کشور (کمسیون کشاورزی)، ۷۱۲ صفحه.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.1.1.7]

صادق‌زاده، م.، م. روغنی، م. خانی و ع. عباس‌زاده (۱۳۹۰) بررسی روش‌های ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک در سامانه‌های سطوح آبگیر لوزی‌شکل در ایستگاه خواجه. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ۴۸ صفحه.

قادری، ن.، م. روغنی، ا. محمدی و ن. حبیبی (۱۳۸۵) بهینه‌سازی عملکرد سامانه‌های سطوح آبگیر از طریق افزایش ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ۱۰۵ صفحه.

قاسمی، ع.، د. رستم‌خانی، م. نوروزی (۱۳۹۵) مطالعه آب‌های خاکستری و طرح استفاده مجدد از آن برای مصارف کشاورزی. مجموعه مقالات کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران، دانشگاه تهران، ۹ صفحه.

قیطوری، م.، م. حشمتی و م. روغنی (۱۳۹۱) بررسی سه سامانه جمع‌آوری رواناب در افزایش رطوبت خاک. اولین کنفرانس ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، مشهد، ۸ صفحه.

نکویی‌مهر م.، م. روغنی، س.ن. امامی، و ح. مرادی (۱۳۹۵) بررسی تأثیر بکارگیری سامانه‌های سطوح آبگیر مدیریت شده در افزایش تولیدات گیاهی، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ۱۳۹۵، ۷۰ صفحه.

نیک‌نژاد، د.، م. روغنی، ا. ناصری، ج. یاراحمدی، ک. مهرورز و م.ا. صادق‌زاده (۱۳۹۴) بررسی عملکرد سامانه‌های مختلف سطوح آبگیر باران در تولید رواناب در منطقه نیمه‌خشک عون‌ابن علی (آذربایجان شرقی). مهندسی و مدیریت آبخیز، ۷(۲): ۲۲۳-۲۲۸.

یداللهی، ع. و ع.ر. راحمی (۱۳۸۴) احداث و نگهداری باغ‌های بادام در شرایط دیم، دفتر امور میوه‌های سردسیری و خشک، وزارت جهاد کشاورزی، انتشارات سنا، تهران، ۱۰۳ صفحه.

References

Abu-Awwad, M. (1998) *Influence of vertical sand column and supplemental irrigation on barley yield in arid soils affected by surface crust*. Irrigation Science, *18(2): 101–107*. doi.org/10.1007/s002710050050

Agharazi, H., Davoodirad, A.A., Goodarzi, G.H., Dadpour, M., Babaei, T. and Sharifi, A. (2012) *Investigating the effect of using managed water catchment systems in increasing plant production. Final report of the research project*, Soil Conservation and Watershed Research Institute, Tehran, *52 p*. [in Persian].

Alamdari, N., Sample D. J., Liu J. and Ross, A. (2018) *Assessing climate change impacts on the reliability of rainwater harvesting systems. Resources. Conservation and Recycling, 132: 178-189.* doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.12.013

Boyjoo, Y., Pareek V.K. and Ang, M. (2013) *A review of greywater characteristics and treatment processes*. Water Science and Technology, *67:1403-1424*. doi.org/10.2166/wst.2013.675

Christian Amos, C., Rahman, A. and Mwangi Gathenya, J. (2018) *Economic analysis of rainwater harvesting systems comparing developing and developed countries: A case study of Australia and Kenya.* Journal of Cleaner Production, *172: 196- 207*. doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.114

Deora, S. and Nanore, G. (2019) *Socio economic impacts of Doha Model water harvesting structures in Jalna*. Maharashtra. Agricultural Water Management, *221:141-149*. doi.org/10.1016/j.agwat.2019.05.007

Devkota, J., Schlachter, H. and Apul, D. (2015) *Life cycle based evaluation of harvested rainwater use in toilets and for irrigation.* Journal of Cleaner Production, *95:311–321*. doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.021

Drechsel, P. and Mahjoub, O. (2015) *Social and cultural dimensions in wastewater use.* Wastewater. Springer, *75-92 pp*. doi.org/10.1007/978-94-017-9545-6_5

Ghaderi, N., Roghani, M., Mohammadi, A. and Habibi, N. (2006) *Optimizing the performance of rainwater catchment systems by increasing the retention of moisture in the soil profile, final report of the research project*, Soil Conservation and Watershed Research Institute, Tehran, *105 p*. [in Persian].

Ghasemi, A., Rostamkhani, D. and Noroozi, M. (2016) *Study of grey water and its reuse plan for agricultural purposes.* Proceedings of Iran Water and Wastewater Science and Engineering Congress, University of Tehran, *9 p*. [in Persian].

Ghitouri, M., Heshmati, M. and Roghani, M. (2012) *Investigation of three runoff collection systems in increasing soil moisture*. The first national conference on rainwater catchment systems, Mashhad, *8 p*. [in Persian].

Gu, X., Li, Y., Du, Y. and Yin, M. (2017) *Ridge- furrow rainwater harvesting with supplemental irrigation to improve seed yield and water use efficiency of winter oilseed rape*. Journal of Integrative Agriculture, *16(5): 1162- 1172*. doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61447-8

Hatibu, N., Young, M. B., Gowing, J. W. and Mahoo, H. F. (2003) Developing improved dryland systems for maize in semi-arid Tanzania, Part 1: Experimental evidence for the benefits of rainwater harvesting. *Experimental agriculture, 39:293-306*, Cambridge University Press. doi.org/10.1017/S0014479703001285

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.1.1.7]

Khalilpour, M. R. (2003). *Investigating the effect of using moisture absorbent materials in increasing the water holding capacity in the soil, final report of the research project*, Soil Conservation and Watershed Research Institute. [in Persian].

Musayev, S., Burgess, E. and Mellor J. (2018) *A global performance assessment of rainwater harvesting under climate change.* Resources, Conservation and Recycling, *132: 62-70.* doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.023

Nekooeimehr, M., Roghani, M., Emami, S.N. and Moradi, H. (2016) *Investigating the effect of using managed water catchment systems in increasing plant production, final report of the research project*. Soil Conservation and Watershed Research Institute, Tehran, *70 p*. [in Persian].

Niknejad, D., Roghani, M., Naseri, A., Yarahmadi, J., Mehrvarz, K. and Sadeghzadeh, M.A. (2014) *Investigating the performance of different rainwater catchment systems in the production of runoff in the semi-arid region of Aun Ebn Ali (East Azerbaijan).* Watershed Engineering and Management, *7(2): 223-228*. [in Persian].

Oweis, T., Hachum, A. and Kijne, J. (1999) *Water harvesting and supplementary irrigation for improved water use efficiency in dry areas.* SWIM paper 7. Colombo, SriLanka: International Water Management Institute.

Rappold, D. (2005). *Precipitation analysis and agricultural water availability in the Southern Highlands of Yemen*, Hydrological Processes. *19:2437- 2449*. doi.org/10.1002/hyp.5894

Rezaei, A. (2012) *Capability of rainwater harvesting systems in semi-arid area for establishment of plant coverage*. Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi), *26(3): 39-49* [in Persian].

Roghani, M. (2007). *Instructions for the construction of rainwater catchment systems in order to establish and develop fruitful trees*. Soil Conservation and Watershed Research Institute, *60 p*. [in Persian].

Sadeghzadeh, M., Roghani, M., Khani, M. and Abbaszadeh, A. (2011) *Investigating methods of moisture retention in the soil profile in the rhombus-shaped microcatchments at Khajeh station, final report of the research project*. Soil Conservation and Watershed Research Institute, Tehran, *48 p.* [in Persian].

Shahini, G. (2013) *The use of small catchment systems in creating a fruitful garden in arid areas, Proceedings of the Second National Desert Conference with the Management Approach of Arid and Desert Areas*, Semnan University, *8 p*. [in Persian].

Shoaei, Z., Ghodousi, J., Telvari, A., Mahdian, M.H. and Ghafouri, A. (2003) *Rainwater catchment systems for the sustainable development of environmental resources*. Scientific Research Council of the country (Agricultural Commission), *712 p*. [in Persian].

Terencio, D.P.S., Fernandes, L. F., Cortes, R.M.V. and Pacheco F.A.L. (2017) *Improved framework model to allocate optimal rainwater harvesting sites in small watersheds for agro- forestry uses.* Journal of Hydrology, *550: 318-330*. doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.05.003

Yadollahi, A. and Rahemi, A.R. (2004) *Construction and maintenance of almond orchards in rainy conditions*. Department of Cold and Dry Fruits, Ministry of Jihad Agriculture, Sana Publications, Tehran, *103 p*. [in Persian].

Yajun, W., Zhongkui, X., Sukhdev, S., Cecil, V. and Yubao, Z. (2011) *Effects of gravel-sand mulch, plastic mulch and ridge and furrow rainfall harvesting system combinations on water use efficiency and watermelon yield in a semi-arid Loess Plateau of China.* Agricultural Water Management, *101:88-92*. doi.org/10.1016/j.agwat.2011.09.006

Yanni, S., Nimah, M.N. and Bashour, I. (2003) *Gravel vertical mulching for improving water use efficiency of drip irrigated orchards*. ISHS Acta Horticulturae. *664(664):673-681*. doi.org/10.17660/ActaHortic. 2004.664.85

Zhu, Q., Gould, J., Li, Y. and Ma, C. (2017) *Rainwater harvesting for agriculture and water supply*. Beijing: Springer. *20 p*. ISBN 978-981-287-964-6. doi.org/10.1007/978-981-287-964-6

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.1.1.7]