Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems

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

Investigating the effectiveness of stone and plant mulch on soil moisture storage in the green belt of southern Mashhad

Maryam Shahrokhi[1], Mohammad Taghi Dastorani[*2], Mohammad Farzam[3], Saeedeh Khaghani[4]

1. M.Sc. Student, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, Email: maryam.sh9674@gmail.com
2. Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, Email: dastorani@um.ac.ir
3. Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, Email: mjankju@um.ac.ir
4. Ph.D., Department of Reclamation of Arid & Mountain Regions, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Tehran, Iran, Email: Saeedeh.khaghani@yahoo.com

ARTICLE INFO

Article type:

Research Paper

Article history

Received: 28 August 2023

Revised: 01 November 2023

Accepted: 01 November 2023

Published online: 31 December 2023

Keywords:

Mashhad, plant mulch, stone mulch, soil moisture

ABSTRACT

The location on the dry belt of the world and the recent droughts have doubled the need to increase water efficiency, especially in nature restoration projects, including the green belt projects of the country's big cities. Therefore, research and assessment to find ways to optimal the use of water and reduce the water requirement of the plants are among the essential needs of these areas. Based on this, the current research aims to evaluate the effectiveness of stone and pebble as well as plant residue mulches and on soil moisture retention in cultivation pits in the green belt of southern Mashhad. For this purpose, three irrigation treatments in three blocks with three treatments of stones and pebbles mulch, plant remains mulch, and the control in a total area of 1.5 ha with nine species (*Celtis caucasica*, *Colutea buhesi*, *Contoneaster nummlaria*, *Kochia prostrata*, *Fraxinus excelsior*, *Morus alba*, *Cupressus sempervirance*, *Paliurus spina christi*, *Hypophae ramnoides*) and four replications were cultivated in each block. Plots were irrigated with a specific plan and humidity and temperature of the soil, as well as the survival rate and growth of the cultivated species were regularly measured during the research. Then the effects of the used mulches on the storage of humidity and temperature and the establishment and growth of the plants were analyzed and investigated. The results showed that the treatment with stone mulch showed better growth in most of the species with a significant difference of 99%. Besides, there was a significant difference with other treatments in terms of moisture retention of the plant mulch in a few days after irrigation. Still, after these days stone mulch showed better performance on moisture retention. No significant difference was observed between the treatments in terms of plant survival. Finally, according to the obtained results and since stone mulch is preferred both in terms of preparation, implementation, and durability in the field, it can be said that stone mulch would be a better suggestion.

Citation: Shahrokhi, M., Dastorani, M. T., Farzam, M., & Khaghani, S. (2023). Investigating the effectiveness of stone and plant mulch on soil moisture storage in the green belt of southern Mashhad. *Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems*, 11(4), 51-67.
DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.4.6

Publisher: Iranian Rainwater Catchment Systems Association

© Author(s)

***Corresponding author:** Mohammad Taghi Dastorani
Address: Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
Tel: +989133575425
Email: dastorani@um.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.7.9]

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems

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

Investigating the effectiveness of stone and plant mulch on soil moisture storage in the green belt of southern Mashhad

Maryam Shahrokhi[1], Mohammad Taghi Dastorani[*2], Mohammad Farzam[3], Saeedeh Khaghani[4]

1. M.Sc. Student, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, Email: maryam.sh9674@gmail.com
2. Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, Email: dastorani@um.ac.ir
3. Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, Email: mjankju@um.ac.ir
4. Ph.D., Department of Reclamation of Arid & Mountain Regions, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Tehran, Iran, Email: Saeedeh.khaghani@yahoo.com

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Due to being located on the arid belt of the world, Iran is always facing the phenomenon of drought and lack of rainfall in most parts. Therefore, the optimal use of water and its management are among the essential needs of these areas. The negative effects of global warming and climate change on agriculture are more noticeable in dryland environments. Therefore, in these areas, water should be used efficiently and other alternative measures should be taken into account to save water consumption. To maintain soil moisture, mulching is a very useful agricultural practice that keeps the plant cool and at the same time prevents the growth of weeds. Of course, the effects of mulches produced from different materials can be different; therefore investigating the effectiveness of different mulches is necessary to select the best one based on the area conditions. This research is trying to evaluate the effectiveness of stone and pebble as well as plant residue mulches on soil moisture conservation in the green belt of southern Mashhad.

Methodology: The location on the world's dry belt and recent droughts have doubled the need to increase water efficiency in Iran, especially in nature restoration projects including the green belt projects of the country's big cities. Based on this, the aim of the current research is to evaluate the effectiveness of stone pebble and also plant residue mulches on soil moisture retention in cultivation pits in the green belt of southern Mashhad. The studied site in this research, with an area of 1.5 ha, is located in the green belt of the southern highlands of Mashhad (Khalaj Road). The mentioned area was divided into three parts. Two separate parts of the land were covered with two different types of stone mulch and plant mulch, and the remaining part was considered a control. At the time of planting, the pits were built with the dimensions of 50*110*150 cm, which were 4 meters apart from each other. Then, in May 2021, the initial planting of 9 species (*Celtis caucasica, Colutea buhesi, Contoneaster nummlaria, Kochia prostrata, Fraxinus excelsior, Morus alba, Cupressus sempervirance, Paliurus spina christi, Hypophae ramnoides*) was done, and the dried seedlings were replanted in early June 2021. 8 kg of soil along with 2 kg of rotted animal manure were added to each planting hole. All three plots were irrigated with a specific treatment. Irrigation was repeated once a week in plot I, every two weeks (14 days) in plot II, and every three weeks (once every 21 days) in plot III. Humidity and temperature of the soil, as well as the survival rate and growth of the cultivated species, were regularly measured during the research. Then the effects of the used mulches on the storage of humidity and temperature and the establishment and growth of the plants were analyzed and investigated.

Results and Discussion: According to the results obtained from variance analysis, it can be seen that the difference between vegetation and different levels of day factor in this experiment is statistically significant at the level of one percent. The two-way interaction (block × treatment) and (block × day) has become statistically significant at the level of five percent. However, the interaction effect of (block × day) and the three-way interaction effect of (block × day × treatment) were not statistically significant at any of the levels. Assessment

***Corresponding author:** Mohamad Taghi Dastorani

Address: Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Tel: +989133575425

Email: dastorani@um.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.7.9]

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

of the average of different mulch covers also shows that there was the highest humidity on the first day of irrigation with an average of 17.31% in the vegetation treatment in block three. The lowest humidity was also present on the fourteenth day after irrigation in the control treatment with an average of 1.2% in the second block. The amount of plant growth in stone mulch was higher than the plant residues mulch and control plots. *Celtis caucasica* and *Hypophae ramnoides* plant species had the best survival during the planting time in the temperature and humidity conditions during 336 days after planting. However, in the time period after the 336th day, the *Morus alba* showed the highest survival percentage compared to other plant species until the end of the planting period. In terms of mutual effects of time and plant species, the highest growth rate of plant species in September is related to the *kochia prostrata* species with an average of 68.34 ± 1.33 cm. In terms of mutual effects of mulch and time, the highest growth rate of plant species in September is related to stone mulch with an average of 39.51±2.17 cm. Based on the comparison of the average mutual effects of mulch and plant species, it can be seen that the highest growth rate of plant species respectively belongs to *Morus alba, Kochia prostrata, Celtis caucasica, Colutea buhesi, Contoneaster nummlaria, Fraxinus excelsior, Cupressus sempervirance, Hypophae ramnoides*.

Conclusions: According to the research results, it can be acknowledged that stone mulches are more effective in maintaining moisture and reducing soil temperature. Also finding of the research confirms that the use of plant mulches, preserves more moisture and reduces soil temperature comparing to the control plot. It should be said that heavy irrigation has not had a significant effect on the survival of plant species. Finally, based on the results of this study, the experimental species have had a favorable survival rate (above 40%) in the desired environmental conditions.

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 Ferdowsi University of Mashhad.

Authors' contribution: Maryam Shahrokhi: experiments, software/statistical analysis, writing. Mohhamad Taghi Dastorani: guiding, editing, revision, and results. Mohhamad Farzam: guiding, results. Saeedeh Khaghani: advising and field experiments.

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

Acknowledgment: We would like to express our sincere gratitude to the Ferdowsi University of Mashhad for the financial and logistical supports. This work was supported by the Ferdowsi University of Mashhad (grant number FUM-3/58135)

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.7.9]

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.7.9]

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

بررسی کارایی خاک‌پوش سنگ و گیاه بر ذخیره رطوبتی خاک در کمربند سبز جنوب مشهد

مریم شاهرخی[۱]، محمدتقی دستورانی[۲*]، محمد فرزام[۳]، سعیده خاقانی[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، maryam.sh9674@gmail.com

۲. استاد، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، dastorani@um.ac.ir

۳. استاد، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، mjankju@um.ac.ir

۴. دکتری، مهندسی احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران، Saeedeh.khaghani@yahoo.com

مشخصات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله
دریافت: ۰۶ شهریور ۱۴۰۲
بازنگری: ۱۰ آبان ۱۴۰۲
پذیرش: ۱۰ آبان ۱۴۰۲
انتشار برخط: ۱۰ دی ۱۴۰۲

واژه‌های کلیدی:
خاک‌پوش سنگ، خاک‌پوش گیاه، رطوبت خاک، خراسان رضوی

چکیده

قرار گرفتن ایران بر کمربند خشک جهان و خشکسالی‌های اخیر لزوم افزایش بهره‌وری از آب خصوصاً در پروژه‌های احیاء طبیعت از جمله طرح‌های کمربند سبز شهرهای بزرگ کشور را دوچندان نموده است. لذا بررسی و تحقیق در خصوص یافتن راهکارهایی که بتواند هدررفت رطوبت خاک را کاهش داده و نیاز گیاهان به آب را تعدیل نماید ضرورتی انکار ناپذیر است. بر این اساس هدف از تحقیق حاضر ارزیابی کارایی خاک‌پوش‌های سنگ و بقایای گیاهی بر نگهداشت رطوبت خاک چاله‌های گیاهی کشت شده در کمربند سبز جنوب مشهد است. برای این منظور دو تیمار آبیاری در سه بلوک شامل تیمارهای خاک‌پوش سنگ، خاک‌پوش بقایای گیاهی و شاهد در مجموع به مساحت ۱/۵ هکتار با ۹ گونه (دغدغک، داغداغان، زالزالک، جارو، توت، سنجد تلخ، سرو، زبان‌گنجشک، کام تیغ) و چهار تکرار در هر بلوک کشت شد. بلوک‌ها بر اساس یک برنامه آبیاری مشخص و از پیش تعیین شده آبیاری شد و با اندازه‌گیری مرتب رطوبت و دمای خاک و نیز میزان زنده‌مانی و رشد گونه‌های کشت شده در طول تحقیق تاثیر خاک‌پوش‌های استفاده شده بر ذخیره رطوبت و دما و نیز استقرار و رشد گیاهان بررسی شد. نتایج نشان داد تیمار مالچ سنگ در بیش‌تر گونه‌ها با تفاوت معنی‌داری در حد ۹۹ درصد رشد بهتری دارند. هم‌چنین از نظر نگهداشت رطوبت خاک‌پوش گیاهی در روزهای ابتدایی پس از آبیاری دارای اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها بود ولی با گذشت زمان وضعیت ذخیره رطوبت در خاک‌پوش سنگ وضعیت بهتری نشان داد. از نظر زنده‌مانی تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. در نهایت با توجه به نتایج حاصل شده و از آن‌جایی که خاک‌پوش سنگی علاوه‌بر میزان تاثیر، هم از نظر تهیه و اجرا و هم از نظر ماندگاری در عرصه دارای ارجحیت است، می‌تواند به‌عنوان راهکار مناسب‌تر پیشنهاد شود.

استناد: شاهرخی، مریم، دستورانی، محمدتقی، فرزام، محمد، و خاقانی، سعیده. (۱۴۰۲). بررسی کارایی خاک‌پوش سنگ و گیاه بر ذخیره رطوبتی خاک در کمربند سبز جنوب مشهد. *سامانه‌های سطوح آبگیر باران*، ۱۱(۴)، ۵۱-۶۷.

DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.4.6

© نویسندگان

ناشر: انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران

[۱] **نویسنده مسئول:** محمدتقی دستورانی
نشانی: گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
تلفن: ۰۹۱۳۳۵۷۵۴۲۵
پست الکترونیکی: sedghamiz@shirazu.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-02]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.7.9]

مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت و محدودیت اراضی مناسب برای زراعت، موجب شده است که یافتن راهکارهایی جهت کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک اهمیت بیش‌تری پیدا کند (اسدی، ۱۳۹۹؛ Lamont & Orzolek, 2015). مهم‌ترین عامل محدود کننده جهت زراعت در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کمبود آب است که ناشی از تبخیر زیاد و بارندگی کم است. طبق آمار فائو مناطق خشک و نیمه‌خشک یک‌سوم سطح خاک‌های جهان را تشکیل می‌دهند. کشور ایران نیز حدود ۱/۲ درصد از اراضی خشک جهان و ۳/۰۸ درصد از مناطق بیابانی جهان را در بردارد. هم‌چنین بیش از ۶۰ درصد از مساحت ایران در اقلیم‌های بیابانی قرار دارد که این حجم از بیابان‌زایی روز به روز در حال افزایش است (Ghosh et al., 2006; Kozucu, 2017).

کمبود منابع آبی همواره به‌عنوان یک عامل محدود کننده فعالیت‌ها در اقلیم ایران مطرح بوده است. متوسط بارندگی در جهان در حدود ۸۶۰ میلی‌متر است و این در حالی است که متوسط درازمدت این رقم در ایران کم‌تر از ۲۵۰ میلی‌متر است. از طرفی توزیع بارندگی نیز در کشور ما ناهمگون بوده به نحوی که یک درصد از مساحت ایران بارشی بیش از ۱۰۰۰ میلی‌متر دارد. طبق مطالعات انجام شده اثرات منفی گرمایش جهانی و تغییرات آب‌وهوایی بر کشاورزی در زمین‌های کشاورزی مناطق خشک تأثیر بیش‌تری داشته است. بیش‌تر اراضی حاشیه‌ای نیز که به‌منظور زراعت محصولات کشاورزی شناخته شده‌اند، عموما در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارند. از این رو اقدامات مناسب به‌منظور بهینه‌سازی مصرف آب در مناطقی که میزان بارندگی کم است، اهمیت دوچندان دارد (Cakmak et al., 1999; Gayan & Baddevidana, 2015).

تبخیر بیش از حد در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کنترل رطوبت در خاک را ضروری می‌کند. کنترل رطوبت در خاک هم باعث حفظ رطوبت برای گیاه می‌شود و هم از شوری سطح خاک ناشی از تبخیر جلوگیری می‌کند. با کمبود بارندگی که امروزه تجربه می‌شود، گیاهان در انجام فعالیت‌های حیاتی خود و تولید محصولات با مشکل مواجه هستند. محققان با مطالعه بر روی زمین‌های دارای لس و شیب‌دار خشک گزارش دادند که ۱۰-۵ درصد از بارش توسط رواناب از بین می‌رود، ۵۰-۴۵ درصد توسط گیاهان مصرف می‌شود و ۵۰-۴۵ درصد تبخیر می‌شود؛ بنابراین، کاربرد خاک‌پوش در کشاورزی مناطق خشک برای حفظ رطوبت خاک، جمع‌آوری آب باران، توقف رواناب و کاهش تبخیر ضروری است (Bandyopadhyay et al., 2009; Kuzucu et al., 2009).

کاه غلات و کاه و کلش (یا پوشش خاک‌پوش کاه) در مزارع، باغ‌های سبزی، باغات، گلخانه‌ها و زیر درختان استفاده می‌شود. نکته‌ی مهم این است که این نوع پوشش پس از پوسیدگی با خاک مخلوط شده و در مدت کوتاهی ازهم‌پاشیدگی آن‌ها رخ می‌دهد. با این توضیح گفتنی است که این پوشش ساختار فیزیکی خاک را بهبود می‌بخشد. پوشش‌های خاک‌پوش کاهی با ذخیره آب باران طبیعی به‌ویژه در کشاورزی مناطق خشک از تبخیر از سطح خاک جلوگیری می‌کنند (Lamont & Orzolek, 2015). پوشش‌های خاک‌پوش متشکل از کاه، پوشش موفقی برای کنترل علف‌های هرز، حفظ رطوبت خاک و کنترل فرسایش هستند. این پوشش با حفظ دمای خاک، فعالیت میکروارگانیسم‌ها را افزایش می‌دهد. هم‌چنین گیاه را از گرما و سرمای شدید محافظت می‌کند (Wang et al., 2008). Turue و همکاران (۲۰۲۱) از بقایای گیاه ذرت به‌منظور پوشش مزارع ذرت در کنیا استفاده نمودند، نتایج نشان‌دهنده تاثیر در حفظ رطوبت به صورت معنی‌داری بود که البته میزان تاثیر با ضخامت و درصد پوشش رابطه مستقیم نشان داد. تراشه‌های چوب به‌طور مفید به‌عنوان پوشش خاک‌پوش در تولید محصولات زراعی و محوطه‌سازی استفاده می‌شود. این پوشش درمدت زمان طولانی تجزیه می‌شود و در برخی موارد می‌تواند فعالیت قارچ را افزایش دهد. برگ‌های خشک، پوست درخت، بقایای هرس خشک آسیاب شده نیز پوشش‌هایی هستند که می‌توان از آن‌ها در کف گیاهان چندساله استفاده کرد (Jayawardana et al., 1999).

Jayawardana و همکاران (۱۹۹۹)، اثرات مواد مختلف خاک‌پوش طبیعی و مصنوعی بر کنترل علف‌های هرز را مورد بررسی قرار دادند. این محققان از بقایای شاخ و برگ نخل به‌عنوان خاک‌پوش طبیعی و پلی‌اتیلن‌ها به‌عنوان پوشش خاک‌پوش مصنوعی استفاده کردند. نتایج نشان داد استفاده از خاک‌پوش سبب کنترل علف‌های هرز و کاهش هزینه‌های نیروی کار در مقایسه با شاهد است. پوشش خاک‌پوش ساخته‌شده از بقایای شاخ و برگ موجب کنترل قابل توجه در رشد علف‌های هرز شده و از آلودگی محیطزیست جلوگیری می‌کند. Wang و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای اثرات خاک‌پوش سنگ‌ریزه، خاک‌پوش پلاستیکی، در پروژه استحصال آب در برگیرنده پشته‌ها و شیارها را بر عملکرد هندوانه و کارایی مصرف آب در منطقه نیمه‌خشک چین بررسی کردند. در این تحقیق، بیش‌ترین عملکرد در زمانی به‌دست آمد که پشته‌ها با پوشش پلاستیکی و شیارها با سنگ و شن به نسبت ۱:۱ پوشانده شده است. هم‌چنین مشخص شد که تبخیر با استفاده از خاک‌پوش سنگ و شن به میزان ۵۶-۵۸ درصد، با استفاده از خاک‌پوش پلاستیکی به میزان ۷۴ درصد کاهش یافت و راندمان جریان سطحی نیز افزایش یافت. Ma و li (۲۰۱۱) تحقیقی را با عنوان تأثیر خاک‌پوش‌های شن و ماسه بر ذخیره آب در خاک انجام دادند. نتایج نشان داد که این خاک‌پوش‌ها در کاهش هدر رفت آب بسیار مؤثر هستند و کارایی آن‌ها به ویژگی‌هایی از خاک‌پوش

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-02]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.7.9]

مانند موقعیت و ارتفاع خاک‌پوش، رنگ، ضخامت، انـدازه ذرات و بافت آن‌ها بستگی دارد. در این تحقیق بیان شده که استفاده از خاک‌پوش می‌تواند رواناب حاصل از یک بـاران بـا شدت زیـاد (۷/۵ سـانتی‌متر بـر سـاعت را) کـاهش دهد. هم‌چنین، تلفات بارندگی به‌صورت رواناب در خاک لخـت حدود ۶۰-۴۰ درصـد و در قطعـه پوشـیده شـده بـا خاک‌پوش سنگی ۱۰-۳ درصد گزارش شده است.

بر این اساس با توجه به اهمیت بهره‌وری هر چه بهتر از منابع آبی، خصوصا در مناطق خشک و نیمه خشک هم‌چون بخش وسیعی از ایران و کاربرد مناسب خاک‌پوش‌های مختلف در این خصوص هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر خاک‌پوش‌های بقایای گیاهی و سنگ بر حفظ رطوبت خاک بوده و فرض بر آن است که خاک‌پوش‌های مورد استفاده می‌تواند تاثیر مثبتی در هدف تحقیق داشته باشد.

مواد و روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

شهر مشهد با حدود ۳۵۱ کیلومترمربع مساحت، در شمال شرق ایران و در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۳۶ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۸ دقیقه و در حوزه آبخیز کشف‌رود، بین رشته‌کوه‌های بینالود و هزار مسجد واقع است. ارتفاع شهر از سطح دریا حدود ۱۰۵۰ متر (حداکثر ۱۱۵۰ متر و حداقل ۹۵۰ متر) است.

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، به مساحت ۱/۵ هکتار، محدوده‌ای در کمربند سبز ارتفاعات جنوبی مشهد (جاده خلج) است. کوه‌های خلج مشهد در هفت کیلومتری جنوب شرقی مشهد واقع شده‌اند و حوضچه‌های شگفت‌انگیز و جذاب طبیعی را در دل خود جای داده‌اند. مشهد به‌دلیل موقعیت جغرافیایی خاص که در منطقه مرزی بین شمال و جنوب خراسان قرار دارد و نیز تداخل جبهه‌های مختلف آب‌وهوایی، دارای آب‌وهوا و خصوصیات ویژه اقلیمی است و قسمت اعظم دشت مشهد–نیشابور، جزء اقلیم سرد و خشک و قسمتی از دشت مشهد– قوچان، نیمه‌خشک و سرد و بخش کوچکی از بلندترین ارتفاعات رشته‌کوه‌های بینالود و هزار مسجد جزء اقلیم مرطوب سرد است و درمجموع شهر مشهد دارای آب‌وهوای متغیر، اما معتدل و متمایل به سرد و خشک است و از تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد و مرطوب برخوردار است. وزش بادها در شهر مشهد بیش‌تر در جهت جنوب شرقی به شمال‌غربی است (فرزی و غلامی، ۱۳۹۷). جدول (۱) وضعیت مربوط به برخی از پارامترهای اقلیمی شهر مشهد را در ماه‌های مختلف را نشان می‌دهد.

جدول ۱- میانگین دما و بارش ماهانه مشهد

Table 1- Average monthly temperature and precipitation of Mashhad

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	متوسط سالانه	مجموع سالانه
دمای پیشینه(c°)	6.0	8.6	14.1	20.8	26.8	42.4	34.4	32.8	28.8	22	15.8	9.6	**21**	_
دمای کمینه (c°)	-5.1	-2.9	2.3	7.9	11.9	15.6	17.9	15.3	10.4	5.4	1.3	-2.7	**6.4**	_
بارش (mm)	33.1	36.4	52	48.8	25.5	3	0.9	0.7	1.5	11.2	15.7	26.9	-	**255.7**
روزهای بارانی	5.8	6.3	8.3	7.4	4.4	0.8	0.3	0.2	0.5	2	2.7	4.5	-	**43.2**

روش کار

در ابتدا محدوده مورد مطالعه به سه قطعه زمین تفکیک شد. در دو قسمت زمین تفکیک‌شده چاله‌های کشت نهال با دو نوع خاک‌پوش سنگ و خاک‌پوش گیاهی پوشانده شدند و قسمت سوم هم به‌عنوان قسمت شاهد در نظر گرفته شد. چاله‌ها در زمان کاشت به ابعاد (۱۵۰*۱۱۰*۱۵۰) سانتی‌متر احداث شده بودند که از هر طرف چهار متر با یکدیگر فاصله داشتند. سپس در اردیبهشت ۱۴۰۰ کاشت اولیه نه گونه (دغدغک، داغداغان، زالزالک، جارو، توت، سنجدتلخ، سرو، زبان‌گنجشک، کام تیغ) و مجدداً کاشت نهال‌های خشک‌شده در اوایل خرداد همان سال انجام شد. درون هر چاله مقدار هشت کیلوگرم خاک همراه با دو کیلوگرم کود حیوانی پوسیده‌شده اضافه شد. اندازه‌گیری‌ها و ارزیابی گیاه در سه مقطع از اواخر اردیبهشت تا اوایل مرداد انجام گرفت و پارامتر رطوبت خاک با استفاده از دستگاه رطوبت سنج به‌طور مرتب ثبت شد. آبیاری در سه سطح زیاد، متوسط و کم برنامه‌ریزی شد به‌طوری که سطح آبیاری زیاد در بلوک شماره یک و هر هفته یک‌بار، سطح آبیاری متوسط در بلوک شماره دو، هر دو هفته (۱۴ روز) یک بار و سطح آبیاری کم در بلوک شماره سه، و هر سه هفته (۲۱ روز یک‌بار) یک بار انجام شد. در شکل ۱ نمونه‌ای از گونه‌های کشت شده همراه خاک‌پوش سنگ در منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.7.9]

۱- نمونه‌ای از گونه‌های کشت شده همراه خاک‌پوش سنگی در منطقه مورد مطالعه
Figure 1- An example of cultivated species with stone mulch in the study area

پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. در اولین مرحله نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف–اسمیرنوف (Kolomogrov-smirnov) بررسی شد. در موارد نرمال نبودن داده‌ها، عمل تبدیل داده‌ها جهت نرمال‌سازی بر روی آن‌ها انجام گرفت. برای مقایسه میانگین داده‌ها از تحلیل واریانس دوطرفه استفاده شد و از آزمون دانکن نیز به‌منظور مقایسه چندگانه میانگین‌ها استفاده شد. مقایسات میانگین در سطح ۹۵ درصد تجزیه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

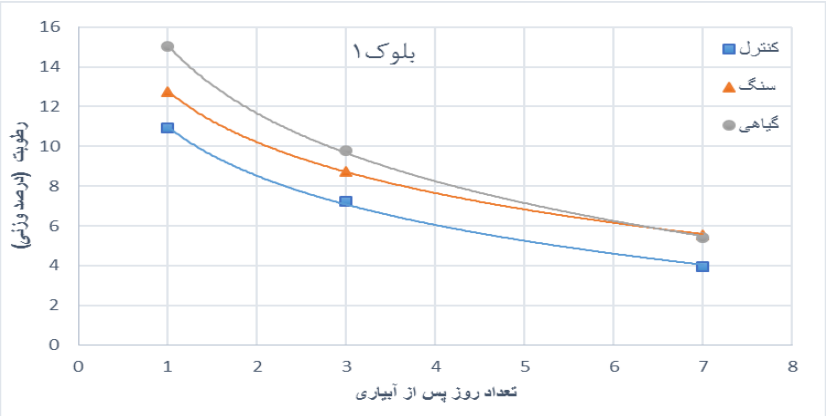
جدول (۲) نتایج تجزیه واریانس تغییرات رطوبت با استفاده از تکنیک‌های مختلف ذخیره رطوبت خاک را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس می‌توان مشاهده کرد که اختلاف بین پوشش خاک‌پوش و سطوح مختلف عامل روز در این آزمایش در سطح یک درصد آماری معنی‌دار شده است. هم‌چنین طبق نتایج ارائه شده در جدول (۲) اثر متقابل دوطرفه (بلوک × تیمار) و (بلوک × روز) در سطح پنج درصد آماری معنی‌دار شده است؛ اما اثر متقابل (بلوک × روز) و هم‌چنین اثر متقابل سه‌جانبه (بلوک × روز × تیمار) در هیچ‌یک از سطوح آماری معنی‌دار نشده است (جدول ۲). شکل‌های (۲) و (۳) به‌ترتیب تغییرات تیمارهای پوشش خاک‌پوش در روزهای مختلف آبیاری در بلوک‌های یک و دو را نشان می‌دهند.

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-02]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.7.9]

جدول ۲- بررسی تغییرات رطوبت خاک با استفاده از تکنیک‌های مختلف ذخیره رطوبت خاک

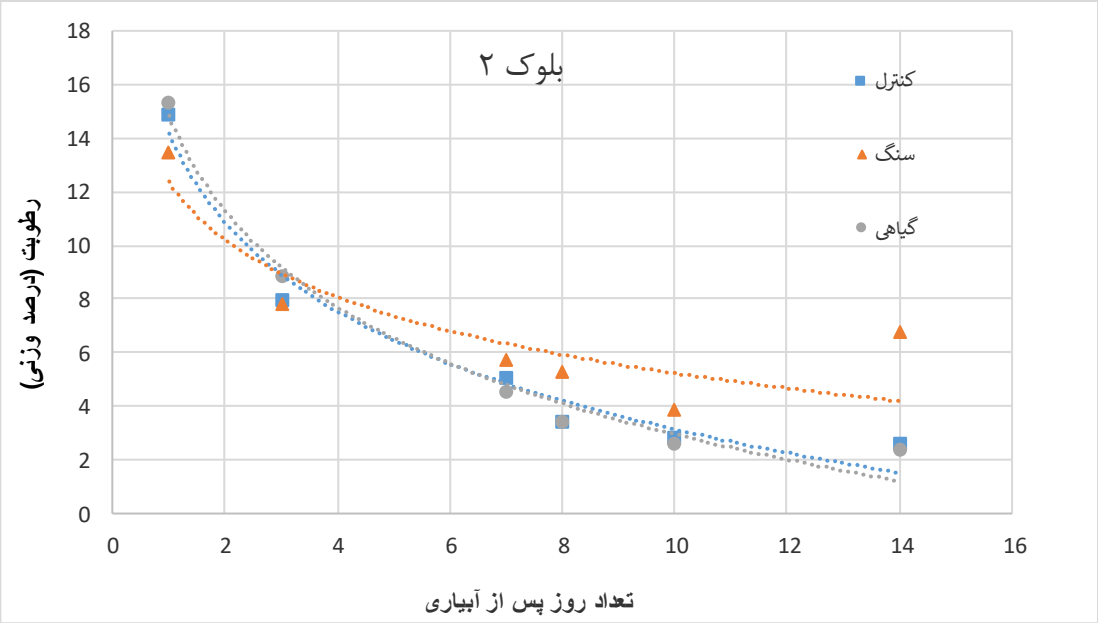
Figure 2 - Investigating changes in soil moisture using different soil moisture storage techniques

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معناداری
بلوک‌ها	401.307	2	200.654	14.516	0
تیمارها	148.204	2	74.102	5.361	0.005
روز پس از آبیاری	10614.411	8	1326.8	95.986	0
بلوک * تیمار	182.246	4	45.562	3.296	0.011
بلوک * روز پس از آبیاری	224.749	7	32.107	2.323	0.024
تیمار* روز پس از آبیاری	335.243	16	20.953	1.516	0.088
بلوک * روز پس از آبیاری * تیمار	101.439	14	7.246	0.524	0.92
خطا	9205.985	666	13.823		
کل	59144.34	720			



شکل ۲- تغییرات میزان رطوبت در تیمارهای پوشش خاک‌پوش در روزهای مختلف بعد از آبیاری در بلوک ۱

Figure 2- Changes in moisture content in mulch treatments on different days after irrigation in block 1



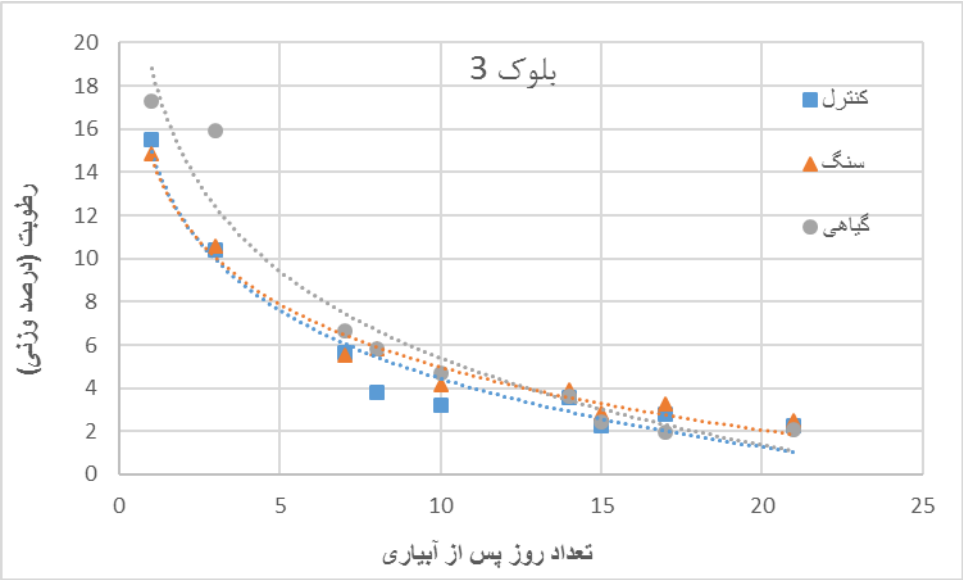
شکل ۳- تغییرات میزان رطوبت در تیمارهای پوشش خاک‌پوش در روزهای مختلف بعد از آبیاری در بلوک ۲

Figure 3- Changes in moisture content in mulch treatments on different days after irrigation in block 2

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.7.9]

شکل (۴) تغییرات تیمارهای پوشش خاک‌پوش در روزهای مختلف آبیاری در بلوک سه را نشان داده است.



شکل ٤- تغییرات میزان رطوبت در تیمارهای پوشش خاک‌پوش در روزهای مختلف بعد از آبیاری در بلوک ۳

Figure 4- Changes in moisture content in mulch treatments on different days after irrigation in block 3

بررسی میانگین پوشش‌های مختلف خاک‌پوش نیز نشان می‌دهد که بیش‌ترین رطوبت در روز اول آبیاری در تیمار پوشش‌گیاهی با میانگین ۱۵/۰۳ درصد و کم‌ترین رطوبت نیز در روز هفتم در تیمار کنترل با میانگین ۳/۹۵ درصد در بلوک یک وجود داشته است (شکل ۲). بررسی تغییرات رطوبت در بلوک دوم نیز نشان داده که بیش‌ترین رطوبت با میانگین ۱۵/۳۵ درصد در تیمار پوشش‌گیاهی در روز اول و کم‌ترین رطوبت نیز در روز چهاردهم در تیمار کنترل با میانگین ۲/۱ درصد وجود داشته است (شکل ۲). بررسی تغییرات رطوبت در بلوک سوم نیز نشان داده است که بیش‌ترین رطوبت با میانگین ۱۷/۳۱ درصد در تیمار پوشش‌گیاهی در روز اول و کم‌ترین رطوبت نیز در روز بیست و یکم در تیمار کنترل با میانگین ۲/۲۵ درصد وجود داشته است (شکل ۳). همان‌گونه که قبلا ذکر شد در این تحقیق میزان آبیاری در تیمارها هم در سطوح مختلف انجام شد.

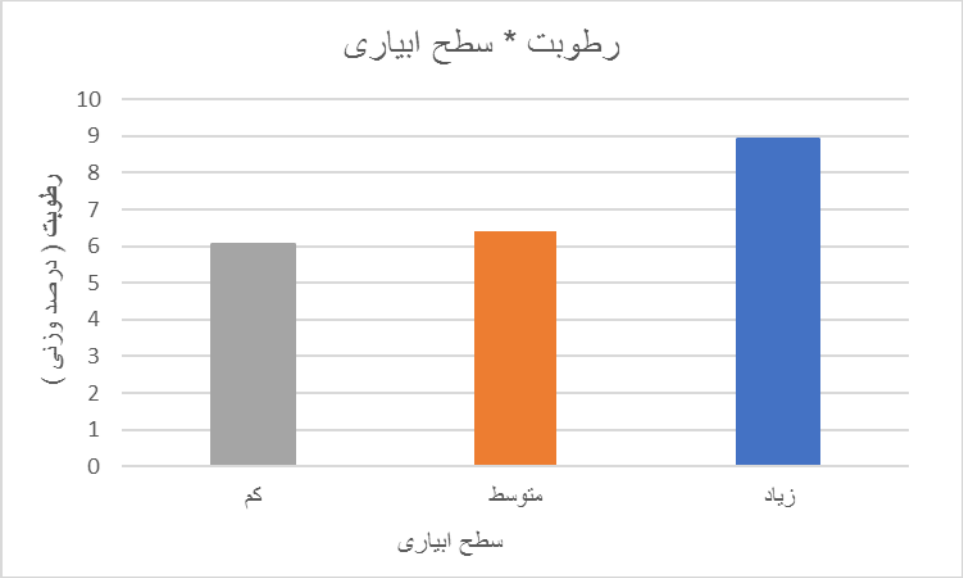
لازم به ذکر است ارزیابی خرداقلیم نیز برای رطوبت و دمای خاک در هشت تکرار؛ شامل روز صفرم (قبل از آبیاری)، یکم، سوم، هفتم، سیزدهم، چهاردهم، شانزدهم و بیست‌ویکم بوده است. بدین ترتیب که در سطح آبیاری یک که هر هفت روز یکبار انجام شد، ارزیابی خرداقلیم برای رطوبت و دمای خاک در سه تکرار؛ روز صفرم، یکم و سوم بود. در سطح آبیاری دو که هر ۱۴ روز یکبار انجام شد، ارزیابی خرداقلیم برای رطوبت و دمای خاک در شش تکرار؛ شامل روز صفرم، یکم، سوم، هفتم، سیزدهم و چهاردهم بوده است. در سطح ابیاری سوم که هر ۲۱ روز یکبار انجام می‌شد، ارزیابی خرداقلیم برای رطوبت و دمای خاک در هر هشت تکرار انجام شد. دوره آبیاری توسط دستگاه رطوبت‌سنج دیجیتال در عمق پنج سانتی‌متر صورت گرفت. نتایج بیانگر عدم معناداری بین تیمارهای مختلف خاک‌پوش و نگهداشت رطوبت در روزهای پس از آبیاری است. روند کاهشی مقدار رطوبت تا روز هفتم پس از آبیاری شدید بوده به‌طوری که میزان رطوبت خاک به کم‌تر از یک سوم کاهش می‌یابد ولی از روز هفتم تا روز چهاردهم پس از آبیاری کاهش میزان رطوبت با شدت کم‌تری اتفاق می‌افتد و از آن به بعد روند تقریبا ثابتی دارد. دلیل این موضوع بیش‌تر مربوط به تشکیلات زمین شناسی محدوده مورد مطالعه است، عرصه مورد بررسی در محدوده فیلیت‌های اطراف مشهد بوده که دارای میزان سنگ و سنگ‌ریزه زیاد و نفوذپذیری بسیار بالاست. این موضوع سبب انتقال سریع آب به اعماق پایین‌تر می‌شود و دیگر در لایه‌های سطحی رطوبتی جهت تبخیر و به دنبال آن تغییرات قابل توجه برای میزان رطوبت باقی نمی‌ماند. شکل (۵) تغییرات میزان رطوبت در سطوح مختلف آبیاری را نشان داده است. در شکل ۶، می‌توان تغییرات میزان رطوبت در سطوح مختلف آبیاری را مشاهده کرد. طبق نتایج به‌دست‌آمده از شکل (۵) می‌توان دریافت که بیش‌ترین رطوبت در آبیاری زیاد و متوسط به‌ترتیب ۸/۹ و ۶/۴ درصد است. هم‌چنین بیش‌ترین رطوبت در خاک‌پوش گیاهی، سنگی و کنترل به‌ترتیب ۷/۶، ۷/۲۷ و ۶/۲ درصد است (شکل ۶).

نتایج شکل‌های ۵ و ۶ نشان می‌دهند که هیچ تفاوت معنی‌داری بین اثر متقابل آبیاری و تیمار وجود ندارد. علی‌رغم این موضوع در تمام آبیاری‌ها میزان نهگداشت خاک‌پوش سنگ از سایر موارد بیش‌تر است. در این عرصه به دلیل سبک بودن بافت خاک و میزان سنگ-

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-02]

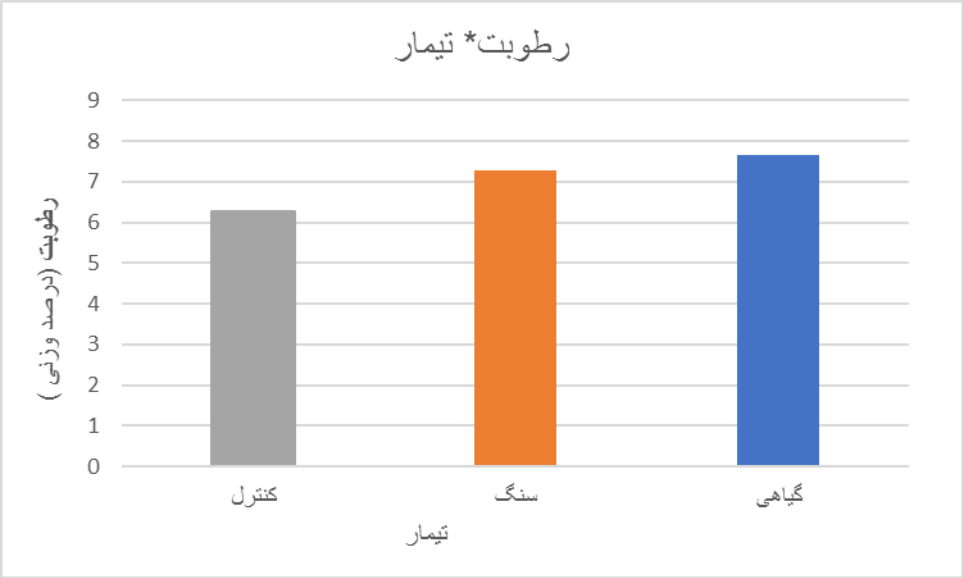
[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.7.9]

ریزه بالا آبیاری با آب زیاد تقریبا بدون تاثیر است زیرا آب سریعا از منطقه توسعه ریشه ها خارج می‌شود، لذا بهتر است مقدار آب آبیاری کاهش و تعداد دفعات آبیاری افزایش یابد.



شکل ٥- تغییرات میزان رطوبت خاک در سطوح مختلف آبیاری

Figure 5- Changes in soil moisture at different levels of irrigation



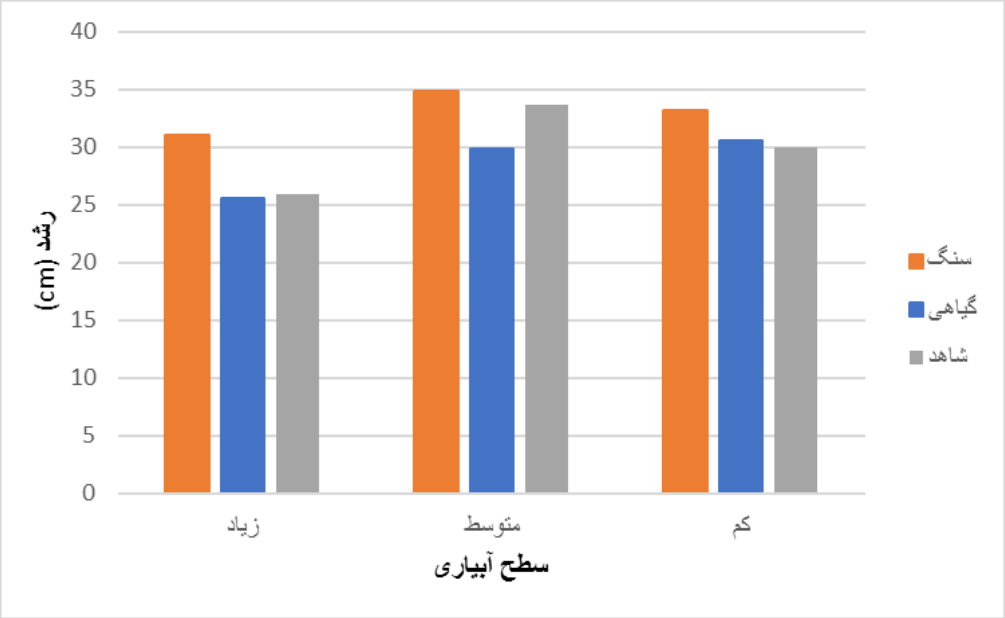
شکل ٦- تغییرات رطوبت خاک در سطوح مختلف تیمارهای پوششی

Figure 6- Soil moisture changes at different levels of the treatments

در شکل ٧ می‌توان مشاهده کرد که اثرات متقابل دوجانبه آبیاری×خاک‌پوش در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار شده است. با توجه به مقایسه میانگین اثرات متقابل دوجانبه آبیاری×خاک‌پوش در شکل ٧ می‌توان دریافت که بیش‌ترین میزان رشد گونه گیاهی به‌ترتیب در آبیاری کم، متوسط و زیاد مربوط به خاک‌پوش سنگی با مقادیر میانگین ٣٣/٢٢±٢/٣٣، ٣٤/٨٢±٢/٣٢ و ٣١/٠١±٢/٥ سانتی‌متر است. این موضوع نشان‌دهنده بیش‌تر بودن مقدار رشد در خاک‌پوش سنگ نسبت به خاک‌پوش گیاهی و هم‌چنین نسبت به شاهد است.

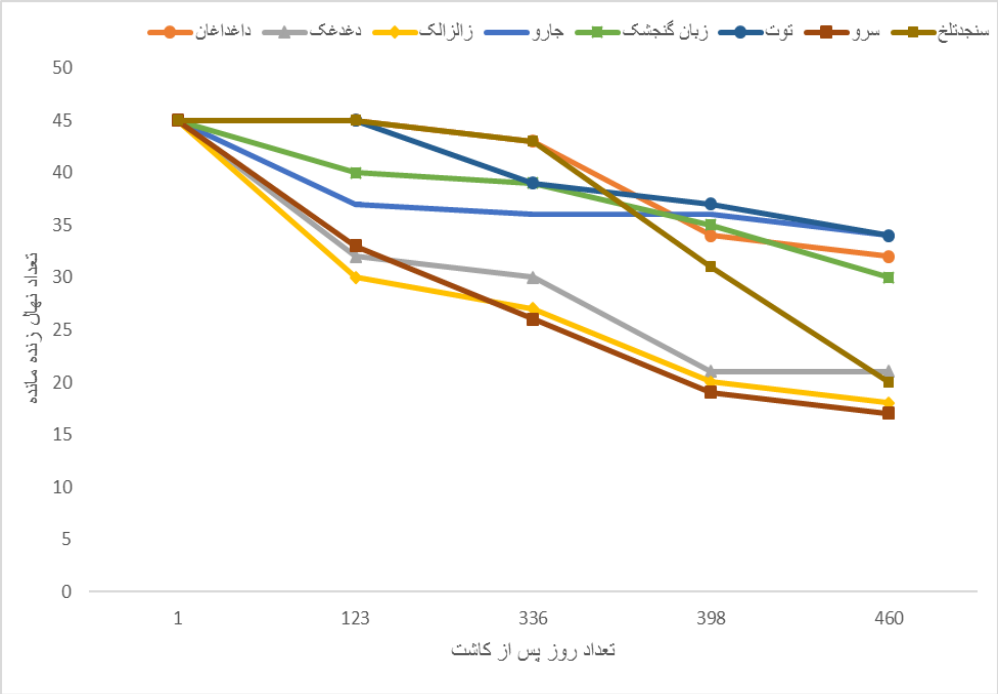
[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.7.9]



شکل ۷- نمودار بررسی اثرات متقابل دوجانبه آبیاری×خاک‌پوش ازنظر رشد گیاه در کمربند سبز جنوب مشهد

Figure 7- The graph of mutual effects of irrigation × mulch in terms of plant growth in the green belt of southern Mashhad



شکل ۸- نمودار بررسی درصد بقای گونه‌های گیاهی مورد آزمایشی

Figure 8- The graph of the survival percentage of the tested plant species

طبق شکل ۸ می‌توان دریافت که گونه گیاهی داغداغان بهترین بقا را طی زمان کاشت در شرایط دمایی و رطوبتی منطقه در طی ۳۳۶ روز کاشت داشته است که پس از رسیدین به روز ۳۳۶ افت قابل‌توجهی از نظر درصد نهال زنده داشته است. گونه گیاهی سنجد تلخ نیز از روز نخست پس از کاشت تا روز ۳۳۶ مانند داغداغان زنده مانی بهتری نسبت به سایر گونه‌های آزمایشی داشته است. طبق نتایج به‌دست آمده در دوره بعد از روز ۳۳۶ ام گونه گیاهی توت تا پایان دوره کاشت نسبت به سایر گونه‌های گیاهی بالاترین درصد زنده مانی را داشته است. در کل نتایج حاصل از این بخش نشان داده است که گونه‌های آزمایشی در شرایط رطوبتی و دمایی منطقه از درصد زنده مانی

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.7.9]

مطلوبی (بالای ۴۰ درصد) برخوردار بوده است. بدیهی است میزان زنده‌مانی از زمان کاشت تا انتهای دوره بررسی تغییرات قابل توجهی (از ۱۰۰ تا ۴۰ درصد) وجود دارد.

طبق نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش فرضیه اول در نظر گرفته شده مبنی بر اینکه «خاک‌پوش‌های سنگی باعث حفظ رطوبت می‌شوند»؛ اثبات می‌شود. اختلاف بین پوشش‌های گیاهی و سطوح مختلف عامل روز در این آزمایش در سطح یک درصد آماری معنی‌دار شده است که با توجه به این نتیجه می‌توان دریافت که خاک‌پوش‌های سنگی در حفظ رطوبت و کاهش دمای خاک مؤثر هستند. در نتایجی مشابه عابدی کوپایی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی استفاده از خاک‌پوش‌های چوبی، سنگی و خرده‌های لاستیکی در کرت‌های گل داودی دریافتند که تیمار خاک‌پوش سنگی با ضخامت پنج سانتی‌متر بیش‌ترین تأثیر را بر کاهش آب مصرفی داشته و پس‌ازآن خاک‌پوش سنگی با ضخامت ۵/۲ سانتی‌متر، خاک‌پوش لاستیکی با ضخامت پنج سانتی‌متر، خاک‌پوش چوبی با ضخامت پنج سانتی‌متر، خاک‌پوش لاستیکی با ضخامت پنج سانتی‌متر و خاک‌پوش چوبی با ضخامت پنج سانتی‌متر به‌ترتیب در کاهش مصرف آب تأثیرگذار بوده‌اند. این نتایج نشان داد که تبخیر آب از خاک پوشیده شده با خاک‌پوش چوبی بیش از ۵۰ درصد و از خاک‌پوش سنگی حدود ۸۷ درصد در مقایسه با پوشش چمن کاهش یافت. اسلامی و فزران نیا (۱۳۸۶) نیز با بررسی اثر انواع خاک‌پوش بر افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و عملکرد درختان پسته گزارش کردند که پوشش شن ساده‌ترین و کاربردی‌ترین شیوه جهت حفظ رطوبت است. Li & Ma (۲۰۱۱) با تحقیقی در خصوص تأثیر خاک‌پوش‌های شن و ماسه بر تجمع آب در خاک، نشان دادند که خاک‌پوش‌های سنگی در کاهش هدر رفت آب بسیار مؤثر هستند و کارایی آن‌ها به ویژگی‌هایی از خاک‌پوش مانند موقعیت و ارتفاع خاک‌پوش، رنگ، ضخامت، اندازه ذرات و بافت آن‌ها بستگی دارد. در بررسی دلایل تأثیر خاک‌پوش سنگی بر روی حفظ رطوبت خاک می‌توان گفت که استفاده از خاک‌پوش سنگ، تبخیر و تعرق از سطح خاک را کاهش داده و از این طریق باعث حفظ رطوبت خاک می‌شود. این نتایج توسط محققان بسیاری از جمله رحیمی و همکاران (۱۳۹۶)، پارساخو و همکاران (۱۳۹۶) و Zhongkui و همکاران (۲۰۰۶) به اثبات رسیده است.

طبق نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش فرضیه دوم در نظر گرفته شده در تحقیق مبنی بر این که «استفاده از خاک‌پوش‌های گیاهی باعث حفظ رطوبت می‌شود»؛ نیز اثبات می‌شود. اختلاف بین سه نوع خاک‌پوش به کار رفته در این آزمایش در سطح یک درصد آماری معنی‌دار شده است. با توجه به این نتایج می‌توان دریافت که استفاده از خاک‌پوش‌های گیاهی نیز مانند خاک‌پوش سنگی باعث حفظ رطوبت می‌شود. در نتایجی مشابه Tuure و همکاران (۲۰۲۱) دریافتند که خاک‌پوش پاشی بقایای ذرت به‌عنوان یک روش در دسترس و عملی برای حفظ رطوبت خاک در ناحیه ریشه در سیستم‌های خرده‌مالکی دیم در شرق آفریقا است. Teame و همکاران (۲۰۱۷) نیز با بررسی تأثیر خاک‌پوش آلی بر رطوبت خاک، عملکرد و اجزای مؤثر در عملکرد کنجد (Sesamum indicum L.) در مرکز تحقیقات کشاورزی Tigray، گزارش کردند که کاه کنجد بیش‌ترین میزان رطوبت خاک را در مقایسه با مواد خاک‌پوش مربوطه حفظ کرد، که بالاترین عملکرد (۶۶۴ کیلوگرم در هکتار) را داشته است در حالی که به مراتب کم‌تری (۱۹۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد ثبت شد. مظلوم علی آبادی و همکاران (۱۳۹۸) با بررسی تأثیر سطح مصرف خاک‌پوش کاه و کلش بر محتوای رطوبتی خاک در کشت‌زارهای دیم منطقه نیمه‌خشک دریافتند که تمامی سطوح خاک‌پوش کاه و کلش اثر معنی‌دار و افزایشی بر مقدار محتوای رطوبتی خاک داشتند و استفاده از خاک‌پوش کاه و کلش به‌عنوان یک راهکار مدیریتی مناسب برای کشت‌زارهای دیم است. رضایی پور و همکاران (۱۳۹۷) نیز گزارش کردند که رابطه‌ای معنی‌دار بین محتوای رطوبتی خاک و سطح مصرف خاک‌پوش وجود داشته و طبق مطالعه آن‌ها کاربرد سطح ۷۵ درصد خاک‌پوش کاه و کلش گندم روشی مناسب برای افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و درنتیجه حفظ رطوبت خاک در کشت‌زارهای دیم منطقه نیمه‌خشک است. طبق بررسی‌های صورت گرفته لایه خاک‌پوش شبیه یک لایه نیمه عایق گرما عمل کرده و مانع انتقال گرما از سطح به عمق می‌شود و با افزایش ضخامت لایه خاک‌پوش، دمای خاک زیرین پایین‌تر بوده و رطوبت بیش‌تری حفظ می‌شود. عدم استفاده از خاک‌پوش، در سطح خاک باعث می‌شود که آب بلافاصله از لایه سطحی خاک تبخیر شود (Lixia et al., 2016). تبخیر شدید آب از لایه‌های سطحی باعث نفوذ کم‌تر آب به لایه‌های عمقی در تیمار شاهد در مقایسه با تیمارهای سنگ، گیاه و غیره می‌شود (اسفرقی، ۱۳۹۵).

هم‌چنین طبق نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر می‌توان دریافت که از نظر اثرات متقابل دوجانبه زمان و گونه گیاهی بیش‌ترین میزان رشد گونه گیاهی در شهریور (انتهای دوره بررسی) مربوط به گونه جارو با میانگی ۶۸/۳۴±۱/۳۳ سانتی‌متر است. بررسی منابع موجود نشان می‌دهد که گیاهان تیره اسفناجیان به‌دلیل ویژگی‌های مطلوب ظاهری قادر به رشد مطلوب در شرایط بد محیطی هستند. طبق نظر محققان حتی برخی از گونه‌های این تیره نظیر «سالیکورنیا» حتی با آب شور دریا نیز رشد مناسبی دارد (اسدی، ۱۳۹۹؛ مظفری، ۱۳۷۵). ازاین‌رو می‌توان دریافت که گونه حاضر در شرایط دمایی و رطوبتی شهریور ماه در مشهد می‌تواند نسبت به سایر گونه‌های مورد آزمایش رشد بهتری داشته باشد که از این نظر قابل‌توجه است.

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.7.9]

از نظر اثرات متقابل دوجانبه خاک‌پوش و زمان نیز بیش‌ترین میزان رشد گونه گیاهی در شهریور مربوط به خاک‌پوش سنگی با میانگین ۳۹/۵۱±۲/۱۷ سانتی‌متر است. در نتایجی مشابه اسلامی و فرزام نیا (۱۳۹۰) گزارش کردند که اثر خاک‌پوش سنگی در حفظ رطوبت خاک در سطح پنج درصد ازنظر آماری معنی‌دار بوده است. Zhongkui و همکاران (۲۰۰۸) و Figueiredo و همکاران (۱۹۹۸) نیز گزارش کرده‌اند که پوشش خاک‌پوش سنگ نفوذ رطوبت را افزایش می‌دهد، درحالی‌که تلفات خاک ناشی از رواناب و شستشو و پاشش را کاهش می‌دهد. نتایج مشابهی در مطالعات دیگر نیز با بررسی سایر خاک‌پوش‌ها مانند خاک‌پوش گیاهی، خاک‌پوش شنی، خاک‌پوش پلاستیکی و خاک‌پوش پلی‌اتیلنی در کاهش تبخیر خاک (گاها از ۱۱ تا ۸۴ درصد)، حفظ ذخیره رطوبتی خاک و پیش رسی محصول گزارش شده است. Zhang و همکاران (۲۰۱۱) نیز در مطالعه‌ای مشابه با بررسی خاک‌پوش‌های شن و ماسه در کاهش هدر رفت آب گزارش کردند که استفاده از خاک‌پوش سنگی در کنترل رطوبت خاک و حفظ آب آبیاری در شرایط کم آبی، بسیار مؤثر هستند و کارایی آن‌ها به موقعیت و ارتفاع خاک‌پوش، رنگ، ضخامت، انـدازه ذرات و بافت آن‌ها بستگی دارد.

با توجه به مقایسه میانگین اثرات متقابل دوجانبه خاک‌پوش و گونه گیاهی می‌توان دریافت که بیش‌ترین میزان رشد گونه گیاهی به‌ترتیب در گونه‌های توت، جارو، داغداغان، دغدغک، زالزالک، زبان گنجشک، سرو و سنجد تلخ مربوط به خاک‌پوش سنگی، خاک‌پوش سنگی، خاک‌پوش سنگی، خاک‌پوش سنگی، خاک‌پوش سنگی، خاک‌پوش سنگی، خاک‌پوش گیاهی و خاک‌پوش سنگی و با میانگین ۳۲/۸۵±۹۴، ۵۸/۲۵±۱/۴۵، ۲۷/۴۷±۱/۶۸، ۵۱/۶۹±۱/۸۷، ۱۶/۶۱±۲/۶۹، ۱۹/۵۳±۳/۱۴، ۲۵/۷۷±۳/۷۴ و ۲۵/۳۲±۳/۹۷ سانتی‌متر است که طبق این نتایج بیش‌ترین رشد مربوط به گونه جارو و در خاک‌پوش سنگی است. محققان دیگری نیز در نتایجی مشابه با مقایسه خاک‌پوش‌های چوبی، سنگی و خرده‌های لاستیکی در کشت گل داودی گزارش کردند که تیمار خاک‌پوش سنگی با ضخامت پنج سانتی‌متر بیش‌ترین تأثیر را بر رشد گیاه در شرایط متعادل ازنظر آبیاری داشـته است (۸۷ درصد).

به‌طور کلی کارایی استفاده از خاک‌پوش در افزایش رشد گیاه؛ در سایر مطالعات نظیر Serpantio و همکاران (۱۹۹۲) در مناطق جنگلی، طحان و همکاران (۱۳۹۴) در نهال‌های سیاه تاغ (*Haloxylon aphyllum*) در استان سمنان، اسلامی و فزران نیا (۱۳۸۶) در درختان پسته کرمان و Teame و همکاران (۲۰۱۷) در گیاه کنجد به اثبات رسیده است. به عقیده محققان خاک‌پوش پوششی در کنترل فرسایش، کنترل علف‌های هرز و حفظ رطوبت خاک به‌ویژه در فصل‌های گرم سال مؤثر است. البته به دلیل عدم امکان کنترل کافی شرایط محیطی شامل دما، رطوبت و بارش، پیشنهاد می‌شود این آزمایش در شرایط کنترل شده (گلخانه) نیز صورت گرفته و نتایج با یکدیگر مقایسه شود. تاثیر زمان از نظر فصل مورد مطالعه بر فاکتورهای مورد بررسی مهم است که پیشنهاد می‌شود آزمایش در فصل‌های مختلف نیز انجام شده و نتایج با یکدیگر مقایسه شود.

نتیجه‌گیری

خاک‌پوش سنگ و گیاه دو ساختارمختلف دارند و می‌توان گفت که خاک‌پوش گیاه همانند خاک‌پوش سنگ خاک را پوشش نمی‌دهد. از لابه‌لای بقایای گیاهی امکان تابش خورشید وجود دارد که این خود می‌تواند گرما را انتقال دهد. بنابراین این دو نوع خاک‌پوش در این خصوص متفاوت عمل می‌کنند و البته عملکرد هر کدام از آن‌ها به تراکم و خصوصیات مربوطه نیز بستگی دارد، که این خصوصیات می‌تواند روی میزان انتقال گرما و طبیعتا روی میزان تبخیر آب و به تبع آن روی ذخیره رطوبتی خاک تاثیر بگذارد. نتایج نشان‌دهنده بیش‌تر بودن مقدار رطوبت در خاک‌پوش بقایای گیاهی در روزهای ابتدایی بعد از آبیاری است ولی پس از آن خاک‌پوش سنگ کارایی بهتری از نظر حفظ رطوبت در دوره بعد از چند روز ابتدایی دارد. از نظر ماندگاری خاک‌پوش‌ها نیز می‌توان گفت که خاک‌پوش گیاهی تجزیه شده و لذا باید تجدید شود در حالی که خاک‌پوش سنگ ماندگاری خیلی بالاتری دارد. البته تجزیه خاک‌پوش گیاهی باعث افزایش ماده آلی خاک شده و از این نظر مفید است ولی تجدید آن هزینه اضافی در بر دارد. احتمالا خاک‌پوش سنگی به دلیل گیرش شبنم می‌تواند در نگهداشت و حتی افزایش رطوبت نقش داشته باشد. بر اساس نتایج تحقیق حاضر تیمارهای خاک‌پوش گیاه و سنگ نسبت به شاهد روی حفظ رطوبت و میزان رشد گیاه گیاه تاثیر مثبت داشتند. بیش‌ترین تاثیر را خاک‌پوش سنگ در بین گونه‌های گیاهی داشته است. بر اساس تحقیق حاضر، می‌توان مشاهده کرد که بیش‌ترین میزان رشد گونه گیاهی جارو و در خاک‌پوش سنگی بوده است که میزان میانگین این رشد در تیمار با آبیاری زیاد برابر ۵۸/۲۶ ±۲/۸۷ سانتی‌متر و در تیمار با آبیاری متوسط برابر ۳۴/۸۲±۲/۳۲ سانتی‌متر بوده است.

با در نظر گرفتن اثرات استفاده از خاک‌پوش و نیز توجیه اقتصادی اجرای آن می‌توان پیشنهاد کرد که در جاهایی که در دامنه‌ها سنگ فراوان است خاک‌پوش سنگ می‌تواند نتیجه بهتری داشته باشد که علاوه بر جمع آوری سنگ منطقه باعث حفظ رطوبت و استقرار و رشد بهتر گیاه نیز می‌شود. البته در مناطقی هم که سنگ فراوان نبوده و بقایای گیاهی در دسترس است می‌توان از خاک‌پوش گیاهی استفاده کرد. در کل می‌توان گفت که در مناطق خشک که تبخیر شدید بوده و محدودیت آب جدی می‌باشد استفاده از خاک‌پوش چه سنگی و چه

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.7.9]

گیاهی گزینه مناسبی برای حفظ رطوبت و بقای گیاهان شود. در راستای توسعه و تعمیم نتایج حاصل از پژوهش حاضر پیشنهاد می‌شود که مطالعات مشابه با گونه‌های گیاهی پیشنهادی و جدید و در مناطق متفاوت از نظر دما، رطوبت و خرداقلیم انجام شود تا با مقایسه و تحلیل نتایج بتوان به راهکارهای مطمئن‌تری در این خصوص رسید.

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: تحقیق نویسنده مسئول از حمایت مالی دانشگاه فردوسی مشهد (کد طرح ۳/۵۸۱۳۵) برخوردار بوده است

مشارکت نویسندگان: نویسنده اول: اجرای آزمایشات، انجام تحلیل‌های نرم‌افزاری/آماری، نگارش نسخه اولیه مقاله. نویسنده دوم: راهنمایی، ویرایش و بازبینی مقاله، کنترل نتایج. نویسنده سوم: راهنمایی، کنترل نتایج. نویسنده چهارم: مشاوره و کمک در اجرای آزمایشات تحقیق.

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

سپاس‌گزاری: تحقیق نویسنده مسئول از حمایت مالی دانشگاه فردوسی مشهد (کد طرح ۳/۵۸۱۳۵) برخوردار بوده است که قابل تقدیر و تشکر است.

منابع

۱. اسدی، مصطفی (۱۳۹۸). راهنمای طرح فلور ایران. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور. نشریه طبیعت ایران، ۴(۲)، ۲۹-۱.

۲. اسفرقی، محمد (۱۳۹۵). بررسی تأثیر شیوه‌های آبیاری و تیمارهای کاشت نهال بر استقرار اولیه نهال قیچ در مراتع محمدآباد زیرکوه، استان خراسان جنوبی، *دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد*. **doi:10.52547/joc.10.40.75**

۳. پارساخو، آیدین، مصطفی، محسن، و پورملکشاه، علی‌اکبر (۱۳۹۶). تأثیر خاکاره و سرشاخه درختان در کاهش کوبیدگی خاک مسیرهای چوب‌کشی، *تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*، ۲۵(۱)، ۱۷۲-۱۸۳. **doi:10.22631/jicr.2018.1750.2375**

۴. رحیمی، فاطمه، فرزام، محمد، دستورانی، محمدتقی، و کاشکی، محمدتقی (۱۳۹۶). اثر تیمارهای مالچ بر دما و رطوبت خاک در چاله‌های هلالی آبگیر مرتع. *ششمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران*، ۱۲۵-۱۳۶. **doi:10.24200/j30.2021.58397.2975**

۵. رضایی‌پور، زهرا، واعظی، علیرضا و بابا اکبری ساری، محمد (۱۳۹۷). مطالعه تأثیر مالچ کاه و کلش گندم بر نگهداشت رطوبتی خاک در شرایط دیم. *تحقیقات آب و خاک ایران (علوم کشاورزی ایران)*، ۴۹(۵)، ۹۵۵- ۹۶۴. **doi:10.29252/jwmr.8.15.82**

۶. فرزی، روح‌اله، و غلامی، مهدیه (۱۳۹۷). اثر انواع مالچ بر برخی پارامترهای فتوسنتزی و روابط آبی زیتون رقم مانزانیلا در شرایط تنش آبی. *تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی*، ۸(۳)، ۱۳۱ – ۱۱۷. **doi:10.29252/jcpp.8.3.117**

۷. مظلوم علی‌آبادی، یونس، واعظی، علیرضا، و نیک‌بخت، جعفر (۱۳۹۸). نقش مدیریت خاک از طریق مصرف کاه و کلش در تولید گندم دیم تحت تأثیر تغییرات آب و هوایی در منطقه نیمه خشک. *آبیاری و زهکشی ایران*، ۱۳(۲)، ۵۵۲-۵۶۴. **https://sid.ir/paper/131751/fa**

۸. عابدی، جهانگیر. رحمانی، مهسا. و موسوی، فرهاد. (۱۳۹۳). کاهش مصرف آب در فضای سبز با استفاده از مالچ‌های چوبی، سنگی و خرده‌های لاستیکی. *خشک‌بوم*، ۴(۱)، ۱۷ – ۱۰. **doi:10.24200/j30.2019.20918**

۹. اسلامی، امیر، و فرزام نیا، مسعود (۱۳۸۸). اثر انواع مالچ بر افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و عملکرد درختان پسته. *آبیاری و زهکشی ایران*، ۳(۲)، ۷۹-۸۷. **https://www.sid.ir/paper/131535/fa**

۱۰. طحان، عباس، جوادی، سید اکبر، جعفری، محمد، حسنی، نصرت‌الله و رزمجویی، دامون (۱۳۹۴). تاثیر انواع مالچ بر حفظ رطوبت خاک نهال‌های سیاه‌تاغ (*Haloxylon aphyllum*) در استان سمنان. تحقیقات منابع طبیعی تجدیدشونده، ۶(۱)، ۱-۹. **https://jrnr.srbiau.ac.ir/article_8307.html**

۱۱. مظفریان، ولی‌الله، (۱۳۷۵). فرهنگ نام‌های گیاهان ایران: لاتینی، انگلیسی، فارسی تهران: *فرهنگ معاصر*، چاپ ۶

References

12. Abedi, J., Rahmani, M., & Mosavi, F. (2014). Reduction of water consumption in landscape using wood, sand and tire-chips mulches. *Journal of Arid Biome*, 4(1), 10-17. doi:10.24200/j30.2019.20918. [In Persian]
13. Assadi, Mostafa., (2018). Plan of the flora of Iran. Publications of the Research Institute of Forests and Pastures of the country. *Iranian Journal of Nature*, 4(2), 29-1. [In Persian]
14. Baddevıdana, R., & Gayan, Helaru. (2019). Natural and synthetic mulching materials for weed control in immature rubber plantations. *American Journal of Plant Biology*, 4(4), 114-117. doi: 10.11648/j.ajpb.20190404.20

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.7.9]

15. Bandyopadhyay, K. K., Hati, K. M, & Singh, R. (2009). Management options for improving soil physical environment for sustainable agricultural production: *a brief review. Journal of Agricultural Physics*, 9, 1-8.
16. Çakmak, B., Aküzüm, T., & Ve Benli, B. (1999). Yirmi Birinci Yüzyılda Dünyada Su Sorunu. *7. Kültürteknik Kongresi*, S. 8-16, Nevşehir.
17. Esfarghi M., (2015). Investigating the effect of irrigation methods and seedling treatments on the initial establishment of Haloxylon app seedlings in Mohammadabad Zirkoh pastures, South Khorasan province, *Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad*. doi:10.52547/joc.10.40.75. [In Persian]
18. Eslami, A., & Farzamnia, M. (2009). Effect of mulch material on increasing soil water holding capacity and pistachio yield. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 3(2), 79-87. [In Persian]
19. Farzi, R., & Gholami, M. (2017). The Effect of Different Mulch Types on Some Photosynthesis and Water Relation Parameters of Olive Cultivar 'Manzanilla' Under Water Stress Conditions. *Journal of Crop Production and Processing*, 8(3), 117-131. doi:10.29252/jcpp.8.3.117. [In Persian]
20. Fıgueıredo, T. De., Poesen, J., & Auerswald, K. (1998). Effects of surface rock fragment characteristics on interrill runoff and erosion of a silty-loam soil. *Soil and Tillage Research*, 46, 1-2, 81-95, 28. doi: 10.1016/s0167-1987(98)80110-4
21. Ghosh, P.K., Dayal, D., Bandyopadhyay, K.K., & Mohanty, M. (2006). Evaluation of straw and polythene mulch for enhancing productivity of irrigated summer groundnut. *Field Crops Research*, 99(2), 76-86. doi:10.1016/j.fcr.2006.03.004
22. Jayawardana, R K., Hettiarachchı, R., Gunathılaka, T., Thewarapperuma, A., Rathnasoorıya, S., Ojasvı, P.R., Goyal, R.K., & Gupta, J.P. (1999). The microcatchment water harvesting technique for the plantation of jujube in an agroforestry system under arid conditions. *Agricultural Water Management*, 41(3), 139-147. doi: 10.1016/s0378-3774(99)00023-2
23. Kuzucu, M. 2017. Effects Of Water Harvesting Techniques And Using Humic Acid On Soil Moisture, Plant Evaporation, Growth And Yield İn Pistachio Orchards İn Southeastern Of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(12), 7521-7528. doi:10.15242/iicbe.c0615063
24. Kuzucu, M., Dökmen, F., & Güneş, A. (2016). Effects of climate change on agriculture production under rain-fed condition. *International Journal of Electronics Mechanical and Mechatronics Engineering*, 6(1), 1057-1065. doi:10.17932/iau.ijemme.m.21460604.2016.5/1.1057-1065
25. Lixia, Y., Yang, Y., & Zhang Ch. (2016). Chunxiao G and Shaocai L, Influence of super absorbent polymer on soil water retention. S*eed germination and plant survivals for rocky slopes eco-engineering, Ecological Engineering*, 62, 27–32. doi: 10.1016/j.ecoleng.2013.10.019
26. Ma, Y. J., & Li, X. Y. (2011). Water accumulation in soil by gravel and sand mulches: Influence of textural composition and thickness of mulch layers. *Journal of Arid Environments*, 75(5), 432-437. doi:10.1016/j.jaridenv.2010.12.017
27. Mazllom Aliabadi, U., VAEZI, A. R., & Nikbakht, J. (2019). The role of soil management using straw mulch application in rainfed wheat production under various climatic condition in a semi-arid area. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 13(2), 552-564. doi.10.24200/j30.2019.20918. [In Persian]
28. Mozaffarian, V. (1996). A dictionary of Iranin plant, Names. Latin, English, Persian. *Contemporary Culture, 6th edition.* [In Persian]
29. Orzolek, M. D., & Lamont, W. J. (2015). Summary and recommendation for the use of mulch color in vegetable production. *Penn State Extension*.
30. Parsakhoo, A., Mostafa, M., Pourmalekshah, M. A & Pourmalekshah, A. A. (2017). The effects of slash and sawdust on reducing soil compaction on skid trails. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 25(1), 183-172. doi:10.22631/jicr.2018.1750.2375. [In Persian]
31. Rahimi, F., Farzam, M., Dastorani, M. T., & Kashki, M. T. (2017). Effects of mulch treatments on temperature and soil moisture of rangeland Microcatchments. *6th National Conference on Rainwater Catchment Systems*, 125-136. doi:10.24200/j30.2021.58397.2975. [In Persian]
32. Rezaei pour, Z., Vaezi, A. R., & Baba akbari, M. (2018). Investigating the effect of wheat straw mulch on soil water retention in rainfed condition. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 49(5), 955-964. doi:10.29252/jwmr.8.15.82. [In Persian]
33. Serpantıe, G., Lamachere, J. M., Hurnı, H., & Tato, K. (1992). Contour stone bunds for water harvesting on cultivated land in the North Yatenga Region of Burkina Faso. *Erosion, Conservation, And Small Scale Farming*, 3, 459-469.
34. Tahan, A., Javadi, A., Jafari, M., Hasani, N., & Razmjoi, D. (2015). Effects of mulch on soil moisture content of *Haloxylon Aphyllum* seedlings in Semnan province. *Renewable Natural Resources Research*, 6(1), 1-9. [In Persian]
35. Teame, G., Tsegay, A., & Abrha, B. (2017). Effect of organic mulching on soil moisture, yield, and yield contributing components of sesame (*Sesamum indicum L.*). *International Journal of Agronomy*. doi: 10.1155/2017/4767509

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.7.9]

36. Tuure, J., Räsänen, M., Hautala, M., Pellikka, P., Mäkelä, P.S.A., & Alakukku, L. (2021). Plant residue mulch increases measured and modelled soil moisture content in the effective root zone of maize in semi-arid Kenya. *Soil and Tillage Research*, *209*, 104945. doi:10.1016/j.still.2021.104945
37. Wang, Y., Zhongkuı Xıe, S., Malhı, S., Cecıl, L., Vera, Y.Z., & Zhınong, G. (2011). Effects of gravel sand mulch, plastic mulch and ridge and furrow rainfall harvesting system combinations on water use efficiency, soil temperature and watermelon yield in a semi-arid Loess Plateau of Northwestern China. *Agricultural Water Management*, 101(1), 88-92. doi: 10.1016/j.agwat.2011.09.006
38. Xıao-Yan, L., Zhao, W., Song, X., Wang, W., & X-Zhang, Y. (2008). Rainfall harvesting on slopes using contour furrows with plastic- covered transverse ridges for growing *Caragana Korshinskii* İn the semi-arid region of China. *Agricultural Water Management*, 95(5), 539-544. doi: 10.1016/j.agwat.2007.12.005.
39. Zhang, C., & P. Sun. (2011), Effects of straw mulching on soil temperature, evaporation and yield of winter wheat: field experiments on the North China Plain. *Annals of Applied Biology*, 150(3), 261-268. doi: 10.1111/j.1744-7348.2007.00144.x
40. Zhongkui, X., Yajun, W., Wenlan, J., & Xinghu, W. (2006). Evaporation and evapotranspiration in a watermelon field mulched with gravel of different sizes in northwest China. *Agricultural Water Management*, 81, 173-184. doi: 10.1016/j.agwat.2005.04.004.

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1402.11.4.7.9]