Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Wood and Forest Science and Technology

Print ISSN: 2322-2077
Online ISSN: 2322-2786

Effects of using water harvesting and organic mulch on afforestation success of *Periploca aphylla* Decne in the desert region of southern Iran

Maryam Moslehi[*1], Mahmood Abadeh[2]

1. Corresponding Author, Research Division of Natural Resources, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bandar Abbas, Iran. E-mail: m.moslehi@areeo.ac.ir
2. Research Division of Natural Resources, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bandarabbas, Iran. E-mail: mahmood.abadeh@gmail.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 01.07.2023
Revised: 08.15.2023
Accepted: 09.08.2023

Keywords:
Dehgin watershed,
Growth characteristics,
Hormozgan,
Pitting

ABSTRACT

Background and Objectives: In the southern region of the country, forest plantation holds significant importance due to the challenging habitat conditions and the scarcity of natural forests compared to other regions. Given the substantial decrease in soil moisture resulting from reduced rainfall in recent years, along with the inadequate distribution of rainfall in the arid regions of Iran, the implementation of catchment systems can play a crucial role in facilitating the establishment and vegetative growth of seedlings in the dry areas of southern Iran. This study aims to examine the impact of various drainage systems, coupled with natural mulch, on the vegetative characteristics of *P. aphylla* seedlings.

Materials and Methods: To achieve this objective, a field experiment was conducted using *P. aphylla* seedlings. The seedlings were subjected to two levels of mulch (with organic mulch and without mulch) and four levels of water harvesting systems (crescent, pitting, negarim system, and control). The experimental design employed was a block randomized design, with split plots. A total of 120 seedlings were utilized, with 5 repetitions per treatment combination. This resulted in a total of 2 mulch areas, 4 water harvesting systems, and 3 repetitions or blocks. Humidity levels were measured 24 hours following each rainfall event over a period of three years. Vegetative characteristics such as viability, canopy length, canopy area, collar diameter growth, and height growth were recorded for all seedlings. The collected data was then subjected to analysis using the Generalized Linear Model (GLM) test.

Results: The findings revealed that the *P. aphylla* species exhibited the highest survival rate (100%) and canopy area (1282.74 cm^2) in the pitting and crescent systems. The negarim system yielded the highest soil moisture percentage of 22.14%. Overall, irrespective of the system type, the mulch treatment demonstrated a higher soil moisture percentage (21.66%) compared to the no-mulch treatment (16.14%). Regarding the interaction effects, the mulching system displayed the highest values for canopy area (1920.68 cm^2) and growth height (48.92 cm) within the pitting system.

Conclusion: The findings of this study demonstrate the favorable effectiveness of various precipitation storage methods in the collection, retention, and gradual provision of moisture to plants in the Dehgin region. After a span of 3 years, the results indicated that the growth of *P. aphylla* seedlings exhibited notable improvement in water catchment systems,

particularly in the pitting system. Additionally, seedling growth was found to be superior in water catchments that utilized organic mulch. Organic mulch was identified as a significant contributing factor in preserving soil moisture within the root area. Considering the diverse performance of the investigated factors, it is recommended to implement the pitting system with organic mulch, along with the use of native species, in regions such as Dehgin and similar habitats in the southern part of Iran.

Cite this article: Moslehi, Maryam, Abadeh, Mahmood. 2023. Effects of using water harvesting and organic mulch on afforestation success of *Periploca aphylla* Decne in the desert region of southern Iran. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 30 (3), 45-63.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/JWFST.2023.20954.2004
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۷۷
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۸۶

تأثیر استفاده از سامانه سطوح آبگیر و مالچ طبیعی در میزان موفقیت جنگل‌کاری با نهال‌های گیشدر (*Periploca aphylla* Decne) در مناطق بیابانی جنوب ایران

مریم مصلحی*[۱]، محمود آباده[۲]

۱. نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران. رایانامه: m.moslehi@areeo.ac.ir

۲. مربی پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران. رایانامه: mahmood.abadeh@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۷
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۷

واژه‌های کلیدی:
پیتینگ،
حوزه آبخیز دهگین،
خصوصیات رویشی،
گیشدر،
هرمزگان

چکیده

سابقه و هدف: در جنوب کشور به دلیل شرایط سخت رویشگاهی و نبود جنگل‌های طبیعی نسبت به سایر مناطق کشور، مسأله جنگل‌کاری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به کاهش شدید رطوبت خاک به علت کاهش باران در سال‌های اخیر، خروج رواناب حاصل از آن در طول فصل رویش و توزیع نامناسب بارندگی در نواحی جنوبی و خشک ایران، استفاده از سامانه‌های آبگیر، می‌تواند عامل مهمی در استقرار و رشد رویشی نهال‌ها در نواحی خشک جنوب ایران باشد. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر سامانه‌های مختلف آبگیر به همراه مالچ طبیعی بر خصوصیات رویشی نهال‌های کاشته شده گیشدر است.

مواد و روش‌ها: نهال‌های گونه گیشدر (*Periploca aphylla* Decne) در دو سطح مالچ (با مالچ و بدون مالچ) و سامانه در چهار سطح (هلالی، پیتینگ، لوزی و شاهد) به‌صورت طرح آماری کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در عرصه پیاده شد (نهال ۱۲۰ = (۵ تکرار) تعداد نهال × (۲) سطح مالچ × (٤) تعداد سامانه × (۳) تکرار یا تعداد بلوک). اندازه‌گیری رطوبت ۲٤ ساعت پس از هر بارش طی سه سال اندازه‌گیری شد. خصوصیات رویشی شامل درصد زنده‌مانی، طول تاج، سطح تاج، رشد قطر یقه، رشد ارتفاعی و شادابی همه نهال‌ها اندازه‌گیری و با استفاده از آزمون GLM تجزیه‌وتحلیل شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد درصد زنده‌مانی و سطح تاج گونه گیشدر به ترتیب با ۱۰۰ درصد و ۱۲۸۲/۷٤ سانتی‌مترمربع در سامانه پیتینگ و هلالی بیش‌ترین مقدار را داشت. بیش‌ترین درصد رطوبت خاک با ۲۲/۱٤ درصد در سامانه لوزی به دست آمد. به‌طورکلی، بدون در نظر گرفتن نوع سامانه، درصد رطوبت خاک در تیمار مالچ (۲۱/٦٦ درصد) بیش‌تر از تیمار بدون مالچ

(۱۶/۱٤ درصد) بود. نتایج اثرات متقابل نشان داد سطح تاج و رویش ارتفاعی در سطح مالچ در سامانه پیتینگ با مقادیر ۱۹۲۰/٦۸ سانتی‌مترمربع و ٤۸/۹۲ سانتی‌متر بیش‌ترین مقدار را دارد.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر بیانگر عملکرد مطلوب شیوه‌های مختلف ذخیره نزولات آسمانی در جمع‌آوری، ذخیره و حفظ رطوبت در منطقه دهگین است که رطوبت به‌تدریج در زمان طولانی‌تر در معرض گیاه در اختیار قرار می‌دهد. سه سال پس از رویش نهال‌ها در منطقه مورد مطالعه، نتایج نشان داد که رویش گونه گیشدر در سامانه‌ها به‌ویژه پیتینگ شرایط بهتری دارد. هم‌چنین رویش در تیماری که مالچ آلی استفاده شد نسبت به تیمار بدون مالچ شرایط بهتری داشت. با توجه به نتایج پژوهش توصیه می‌شود در منطقه دهگین و رویشگاه‌هایی با شرایط اقلیمی مشابه جنوب کشور، از سامانه پیتینگ به همراه مالچ طبیعی در برنامه‌های جنگل‌کاری با گونه‌های بومی استفاده گردد.

استناد: مصلحی، مریم، آباده، محمود (۱۴۰۲). تأثیر استفاده از سامانه سطوح آبگیر و مالچ طبیعی در میزان موفقیت جنگل‌کاری با نهال‌های گیشدر (*Periploca aphylla* Decne) در مناطق بیابانی جنوب ایران. *نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل*، ۳۰ (۳)، ۶۳-۴۵.

DOI: 10.22069/JWFST.2023.20954.2004

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

محدودیت دسترسی به آب از جمله چالش‌های پیش روی منابع طبیعی در مسیر رشد و نمو گیاهان است. از جمله روش‌هایی که امروزه در جهت بهبود کیفیت و کمیت گیاهان در مناطق مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد ذخیره نزولات آسمانی است. به‌طورکلی، هنگامی‌که خاک نفوذپذیری خود را از دست دهد، به‌طور طبیعی قابلیت جذب و نگهداری آب حاصل از بارندگی را ندارد و در کوتاه‌مدت نیاز است با اجرای یکسری روش‌های مکانیکی خاص متناسب با شرایط محل، امکان نفوذ آب باران در خاک فراهم شود. با توجه به این‌که این روش‌های مکانیکی عمر کوتاهی دارد و به‌سرعت کارایی خود را از دست می‌دهد، باید این نکته مورد توجه قرار گیرد که در طول مدتی که آب باران بدین طریق وارد خاک می‌شود، از رطوبت آن برای احداث و تقویت پوشش گیاهی استفاده گردد تا پس از این که عملیات مکانیکی کارایی خود را از دست داد، پوشش گیاهی ایجاد شده در عرصه، وظیفه جلوگیری از جریانات سطحی آب و نفوذ آن به داخل خاک را به‌طور مداوم ادامه دهد. از روش‌های مختلف مکانیکی ذخیره نزولات پیتینگ، کنتورفارو، بانکت و تراس‌بندی، آبگیرها، ریپر زدن و پخش سیلاب است. بانکت‌های هلالی، پیتینگ و شبکه آبگیرهای کوچک یا لوزی روش‌های مکانیکی ذخیره نزولات هستند که در دسته سطوح آبگیر باران کوچک‌مقیاس قرار دارند که رطوبت خاک را افزایش داده و شرایط مساعدی را برای احیاء و استقرار پوشش گیاهی و در پی آن، اصلاح خاک فراهم می‌کند (۱). جنگل‌کاری فعالیتی است که در آن اراضی غیرجنگلی به زمین‌های جنگل‌کاری شده تبدیل می‌شود (۲) و یا به‌منظور احیاء اراضی تخریب‌شده مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳). درواقع جنگل‌کاری به‌عنوان اقدامی برای حفاظت از خاک، آب، مبارزه با بیابان‌زایی، تولید چوب و افزایش ذخیره کربن و نیتروژن شناخته می‌شود (٤) و نقش حیاتی در غنای موجودات زنده در بیوم‌ها از جمله نواحی بیابانی و خشک دارند (۵). گیشدر (*Periploca aphylla*) یکی از گونه‌های دارویی، درختچه‌ای (تا ۳ متر)، منشعب، اغلب فاقد برگ (در صورت وجود ٦-۷ میلی‌متر، بیضی‌شکل و نوک‌تیز)، دارای شیرابه سفید و گل‌هایی از بیرون به‌رنگ سبز و از داخل به‌رنگ بنفش، از خانواده *Apocynaceae* است (٦) که در مناطق جنوب و جنوب شرقی کشور (کرمان، فارس، بوشهر، خوزستان، سیستان و بلوچستان و هرمزگان) انتشار دارد. پراکنش این گونه در هرمزگان از ارتفاع ۱۰ متر در جزیره قشم تا ۱٦۰۰ متر در کوه گنو مشاهده می‌شود (۷).

در دهه‌های اخیر بررسی‌ها و تحقیقات گوناگونی بر اساس نیازهای محلی و ملی در زمینه کاهش اثرات خشکی و خشکسالی و سازگاری با آن انجام شده است (۸). تکنیک‌های ذخیره نزولات به‌عنوان تکنولوژی مدیریت سنتی آب در نواحی خشک و نیمه‌خشک، نتایج امیدوارکننده‌ای را در کاهش خطرات رواناب، افزایش عملکرد گیاهان و تأثیرات مثبت بر سایر بوم‌سازگان‌ها نشان داده‌اند (۹).

بنی‌اسدی و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی تأثیر سامانه‌های آبگیر باران در میزان رطوبت در ناحیه توسعه ریشه گونه مثمر بادام در کرمان دریافتند سامانه‌های آبگیر باران همراه با عایق و فیلتر سنگریزه‌ای منجر به بهبود ذخیره رطوبت در ناحیه توسعه ریشه بادام شد که می‌تواند منجر به استقرار و توسعه پوشش گیاهی شود. بنابر نتایج ایشان، استفاده از این سامانه‌های آبگیر منجر به کاهش ۹۷ درصدی آب مصرفی شده است (۱۰). تأثیر سامانه هلالی آبگیر باران بر برخی از پارامترهای پوشش گیاهی در سیستان و بلوچستان توسط عبداللهی و همکاران

(۲۰۱٦) بررسی شد و گزارش کردند همه پارامترهای گیاهی (تراکم و درصد پوشش تاجی و لاشبرگ) در سامانه هلالی تفاوت معنی‌داری با شاهد دارد و اثر مثبتی روی فاکتورهای پوشش دارد. طبق گزارش ایشان، در نتیجه اجرای سامانه هلالی درصد پوشش تاجی کل ۵/۵ برابر، میانگین تراکم گیاهان ٤/۱۰ برابر و درصد لاشبرگ کل ۱۷/٤ برابر در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داشته است (۲). در ارزیابی سامانه آبگیر و قرق در تیمارهای (بانکت هلالی + قرق، قرق، بانکت هلالی بدون قرق و شاهد) بر ذخیره رطوبت پوشش سطح زمین در جنگل‌های زاگرس گزارش شد میانگین ذخیره رطوبت در سامانه هلالی بیش‌تر از شاهد بوده و با اعمال تیمار بانکت + قرق بعد از سه سال، ۳ پایه از درختان خشکیده احیاء (۱۹ پایه در هکتار) و ۳۷ پایه در هکتار نیز در مقایسه با تیمار شاهد کم‌تر خشک شده بودند. در مجموع ۵۷ پایه درختی در هکتار از پدیده خشکیدگی نجات یافتند (۱۱). هم‌چنین، پژوهش‌های دیگر برای رشد و توسعه باغ‌های فندق در استان گیلان، استفاده از سامانه‌های آبگیر را برای افزایش رطوبت خاک و مالچ طبیعی را برای کاهش تبخیر از سطح خاک توصیه کردند (۱۲). بوئرز و بن آشر (۱۹۸۰) در بررسی روش‌های مختلف جمع‌آوری آب باران و کاشت درخت بنه (*Pistacia atlantica*) در فلسطین نشان دادند احداث تشتک برای هر درخت، منجر به استحصال آب باران بیش‌تری نسبت به سامانه تراس‌بندی می‌شود. هم‌چنین احداث سامانه‌های ۱۰ مترمربعی با پشته‌هایی به ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر قادر به جمع‌آوری ۱۵ تا ۲۰ درصد بارش سالانه است. در بررسی تأثیر تکنیک‌های برداشت آب بر حفظ رطوبت خاک که در اتیوپی گزارش شده است، میزان رطوبت خاک در مناطقی که از این تکنیک‌ها استفاده شده است نسبت به زمین مسطح و بدون سامانه بین ۱۲۱ تا ۱۳٤ درصد افزایش داشت (۱۳). تأثیرات مثبت سامانه‌های آبگیر باران بر رشد و استقرار نهال بادام در شمال غربی ایران در آذربایجان غربی نیز گزارش شد (۱٤). نتایج پژوهش توکلی و همکاران (۲۰۲۱) نشان داد با استفاده از سامانه‌های آبگیر باران، درختان بادام (*Prunus amygdalus*) قادر به رویش در اقلیم خشک در شرایط دیم هستند. قابل‌ذکر است حفاظت از رطوبت خاک با استفاده از مالچ و یا جاذب رطوبت نیز می‌تواند مدت‌زمان ذخیره آب در اطراف ریشه را افزایش و بر کارایی سامانه‌ها بیفزاید (۱٤). تأثیر تکنیک‌های ترکیبی استحصال رواناب با استفاده از سازه‌های آبگیر باران، کاه و سنگ‌ریزه توسط تادروس و همکاران در سال ۲۰۲۱، گزارش شد. طبق نتایج ایشان، در سازه‌های آبگیر باران با سطح ۳٦ مترمربع و مالچ بیش‌ترین رویش درختان پسته مشاهده شده است. هم‌چنین، تیمار موردنظر منجر به بهبود مشخصه‌های ظاهری و فیزیولوژی درختان جوان *Pistacia. atlantica* شده است (۹).

استفاده بهینه از نزولات جوی در مناطق خشک و نیمه‌خشک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ایجاد سطوح آبگیر با ضریب رواناب بالا و ذخیره رواناب حاصل از آن، می‌تواند نیاز آبی گیاهان و درختان در فصول کم‌آب را فراهم سازد و شرایط پایداری را ایجاد نماید (۱۵). پژوهش‌های گسترده‌ای در زمینه اثرات مثبت سامانه‌های آبگیر باران در بهبود رویش پوشش گیاهی و هم‌چنین رطوبت خاک انجام گرفته است (۲، ۹، ۱۱، ۱٤، ۱٦، ۱۷).

با توجه به تغییر اقلیم و کمبود شدید رطوبت ذخیره در خاک به‌علت کاهش باران در سال‌های اخیر، رواناب حاصل از آن در طول فصل رویش و توزیع نامناسب بارندگی در نواحی جنوبی و خشک ایران، استفاده از پتانسیل طبیعت موجود (قطع رواناب)، می‌تواند عامل مهمی در بهبود استقرار پوشش گیاهی،

رشد و تولید گونه‌های گیاهی در نواحی خشک جنوب باشد. استان هرمزگان تحت‌تأثیر آب‌وهوای بیابانی بوده و دارای تابستان‌های بسیار طولانی، گرم و زمستان‌های کوتاه و به‌طورکلی خشک و کم باران است (۱۸)؛ بنابراین، با طراحی سیستم‌های سطوح آبگیر باران مناسب جهت ذخیره نزولات آسمانی در استان هرمزگان، می‌توان میزان رطوبت ذخیره‌شده در خاک را افزایش داد و با این روش مشکل کمبود نزولات آسمانی و محدودیت‌های اقلیمی تا حدود زیادی جبران نمود و با بهره‌برداری از ذخایر ژنتیکی طبیعت، پوشش گیاهی را در این استان احیاء و توسعه داد. با توجه به مشکلات کم‌آبی در استان و مقاوم بودن این گونه به کم‌آبی، سودمندی این گونه ارزشمند از نظر دارویی و علوفه‌ای، سطح محدود زیر کشت آن، چرای دام و خطر نابودی آن سبب شده است این گونه برای کشت در منطقه پژوهش مورد استفاده قرار گیرد؛ بنابراین، هدف از این پژوهش بررسی خصوصیات رویشی گونه گیشدر در سامانه‌های مختلف آبگیر باران به همراه مالچ طبیعی در حفظ و نگهداشت رطوبت و ذخیره نزولات جوی است.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه: حوزه معرف و زوجی دهگین با مساحت ۳/۵ کیلومترمربع، مختصات جغرافیایی "۲۹ '۱۲ °۵۷ تا "۲۵ '۱۱ °۵۷ طول شرقی و "٦ '٤٦ °۲۷ تا "۲۱ '٤٤ °۲۷ عرض شمالی، میانگین ارتفاعی ۵۰۰ متر از سطح دریا، یکی از زیرحوزه‌های، حوزه سد استقلال میناب است. بافت خاک متوسط، بارش کل سالانه در سال ۹۷، ۱٦۲ میلی‌متر، در سال ۹۸، ٤۱۲/۷ میلی‌متر و در سال ۹۹، ٦۳۰ میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق در سال ۹۷، ۰/۹ و ٤۸/۹، در سال ۹۸، ٤٦/۸ و ۲/۸ و در سال ۹۹ برابر ٤۷/۵ و ۱/۳ درجه سانتی‌گراد بود.

به‌طورکلی ٤۳ خانواده گیاهی در منطقه مورد مطالعه تاکنون شناسایی شده است که خانواده‌های *Poaceae* با ۱۷ گونه و *Papilionaceae* و *Asteraceae* هر یک با ۱۰ گونه و *Cruciferae* با ۹ گونه، به‌ترتیب از پرجمعیت‌ترین خانواده‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه از نظر شمار گونه‌ها به‌شمار می‌رود (۱۸).

روش پژوهش: آزمایش به‌صورت طرح آماری کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار روی گونه *P. aphylla* اجرا شد. عامل‌ها، تیمار مالچ طبیعی (خار و خاشاک خشکیده در منطقه) و شاهد در پلات اصلی و چهار نوع سامانه (شاهد، هلالی، پیتینگ و لوزی شکل) در پلات‌های فرعی به‌صورت تصادفی قرار گرفت. برای انجام پژوهش، سه بلوک در مساحتی به وسعت ٤/۵ هکتار با شیب ۲ تا ۵ درصد در نظر گرفته شد که شامل سامانه هلالی در فاصله ۲ متری، لوزی با ابعاد ۲/۵ متری، پیتینگ در فواصل ۱ متری و شاهد در هر بلوک بود. با توجه به شیب و بارندگی منطقه، پس از بلوک‌بندی، سامانه‌های هلالی با قطر ۲ متر، لوزی با ابعاد ۲/۵×۲/۵ متر (۱۹) و پیتینگ با ابعاد ۱×۰/٦ عمق ۲۰ سانتی‌متر احداث شد. همه سامانه‌ها عمود در جهت شیب احداث شده است. لازم به ذکر است برای پلات شاهد نیز در منطقه‌ای هم‌شیب با سایر سامانه‌ها در نظر گرفته شد.

شکل ۱- نمایی از سامانه‌های پیاده شده هلالی (الف)، لوزی (ب) و پیتینگ (ج) کاشت گونه گیشدر در سامانه و د) نهال مستقر شده در سامانه در فصل تابستان قبل از بارش.

Figure 1. A view of the crescent (a), rhombus (b), and pitting (c) cultivation of *P. aphylla* species in implemented systems, and d) seedlings established in the system in the summer season before the rains.

بذر گیشدر در آذرماه از ۳۰ درخت مادری سالم با تاجی متقارن جمع‌آوری شد و پس از بوجاری و خیساندن در آب معمولی به مدت ۲ ساعت، در تیرماه ۱۳۹۷ در گلدان‌های پلاستیکی با ابعاد ۱۰×۲۵ سانتی‌متر، واقع در ایستگاه دهگین که با خاک عرصه کاشت، پرشده بودند، کاشته شدند (جدول ۱).

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک گلدان.

Table 1. Some physio-chemical characterastics of pot soil.

عمق نمونه‌برداری (سانتی‌متر) Depth of soil sampling (Cm)	بافت Texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (ds.m)	درصد کربن آلی %OC	درصد کربنات کلسیم $\%Caco_3$
30	سیلتی-لومی (SL)	8.2	0.8	0.5	23.5

جهت تهیه مالچ نیز از خار و خاشاک گیاهان بومی موجود در منطقه استفاده شد (خار و خاشاک طبیعی و پوسیده گونه‌های کنار (*Ziziphus spina-christi* (L.) Desf.)، تج (*Acacia oerfota* (Forssk.) Schweinf.) و کهور ایرانی (*Prosopis cineraria* (L.) Druce) و لاتی (*Taverniera spartea* (Burnm. f.) DC). پس از آماده‌سازی سامانه‌ها و علامت‌گذاری تیمارهای مالچ،

چاله‌هایی با ابعاد ٤٠×٤٠×٤٠ سانتی‌متر در وسط سامانه‌های هلالی، پیتینگ و انتهای ضلع سامانه لوزی جهت کاشت نهال‌ها حفر شد. سپس، ۱۲۰ اصله از نهال‌های سالم و عاری از هر گونه بیماری و آفت انتخاب و در آذرماه ۱۳۹۷، جهت کاشت به عرصه انتقال داده شد (در هر تیمار ۵ نهال بدون مالچ و ۵ نهال با مالچ کشت شد که با توجه به تکرار (بلوک) ۳۰ نهال در هر سامانه و در ٤ تیمار سامانه و شاهد در مجموع ۱۲۰ اصله نهال کشت شد). قبل از کاشت، قطر یقه با استفاده از کولیس دیجیتالی با دقت میلی‌متر، طول نهال با استفاده از خط‌کش مدرج با دقت سانتی‌متر و خصوصیات کیفی گونه از نظر آفات و امراض و شادابی نهال‌ها بر اساس ارزیابی مشاهده‌ای (آثار بیماری، اندازه، خشکیدگی و رنگ برگ، خمیدگی ساقه) نهال‌های ٦ ماهه بررسی و یادداشت شد. در ارزیابی مشاهده‌ای در صورت مشاهده آفت و بیماری (بالای ۵۰ درصد)، رنگ زرد و خشکیدگی شدید در برگ (بالای ۵۰ درصد)، فراوانی برگ‌های ریز (بالای ۵۰ درصد) و ساقه بسیار خمیده) در درجه کیفی ضعیف، در صورت مشاهده شروع بیماری و آفت در نهال (تا ۵۰ درصد)، مشاهده آثار و شروع خشکیدگی و زردی در برگ (تا ۵۰ درصد)، برگ‌های ریز (تا ۵۰ درصد) و ساقه با انحنا و خمیدگی کم و قابل بازگشت در درجه کیفی متوسط و در نهایت نهال‌های بدون آفت و بیماری، رنگ سبز، بدون خشکیدگی، برگ‌های درشت و ساقه‌ای راست و سیلندریک، در درجه کیفی عالی طبقه‌بندی شد. سپس به طبقه‌بندی ضعیف، متوسط و عالی به ترتیب امتیاز ۱، ۳ و ۵ (وزن‌دهی) داده شد تا قابل‌مقایسه گردد (۲۰). قابل‌ذکر است قبل از کاشت نهال، مالچ آلی در حجم ۲۰ سانتی‌متر از داخل گودهایی که مربوط به تیمار مالچ‌دار بود همراه خاک در اطراف ریشه قرار داده شد. جهت کاهش میزان تبخیر، محل کاشت پس از کشت نهال، با مالچ طبیعی پوشانیده و بلافاصله آبیاری شدند. عملیات آبیاری تا قبل از اولین بارندگی (اواسط بهمن ۱۳۹۷)، با فواصل ۱۰ روز یک‌بار (۹ بار در مدت‌زمان دو ماه و نیم) جهت استقرار گیاه انجام پذیرفت و پس از شروع بارش، آبیاری آن‌ها قطع شد تا به شکل طبیعی رویش نماید. جهت اندازه‌گیری درصد رطوبت خاک در سامانه‌ها و شاهد پس از هر بارشی که حداقل ۱۰ میلی‌متر (١٦ واقعه بارندگی در سه سال) باشد (٢٤ ساعت پس از هر بارش)، نمونه‌های خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری از کلیه تیمارها (۱۲۰ نمونه) برداشت و بلافاصله وزن تر آن‌ها با دقت صدم گرم با ترازوی آزمایشگاهی در ایستگاه دهگین اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری وزن تر، نمونه‌های خاک به آزمایشگاه انتقال یافت و به‌مدت (٢٤ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد)، قرار گرفت و درصد رطوبت خاک محاسبه شد (۲۱). خصوصیات رویشی نهال شامل قطر یقه (با کولیس دیجیتال با دقت میلی‌متر)، قطر کوچک و بزرگ تاج (با دقت سانتی‌متر) جهت تعیین سطح تاج به سانتی‌مترمربع (رابطه ۱)، طول نهال (متر با دقت سانتی‌متر) و شادابی، دو سال پس از کشت در آذرماه ۱۳۹۹، در تیمارهای مختلف مورد بررسی و یادداشت شد.

$$CC = \frac{\pi}{4} \times \overline{CD}^2 \qquad (۱)$$

که در آن، CC سطح تاج، $\overline{CD}$ نماد قطر متوسط تاج است (از تقسیم میانگین قطر کوچک و بزرگ تاج بر عدد ۲ محاسبه می‌شود).

تجزیه‌وتحلیل آماری: داده‌های حاصل از پژوهش، پس از ذخیره در نرم‌افزار اکسل (۲۰۱۳) با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ٢٤ آنالیز شد. بررسی نرمالیته داده‌ها با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف روی باقی‌مانده‌های مدل انجام گرفت. همه خصوصیات رویشی گیشدر و هم‌چنین درصد رطوبت خاک در

بین تیمارهای مختلف مالچ و سامانه و اثرات متقابل آن‌ها، با استفاده از GLM تجزیه‌وتحلیل شد. مقایسه میانگین‌ها داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن انجام پذیرفت.

نتایج

اثر مالچ و سامانه جمع‌آوری آب باران بر درصد زنده‌مانی و خصوصیات رویشی گونه گیشدر (*P. aphylla*): نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد خصوصیات رویشی در بین بلوک‌ها اختلاف معنی‌داری ندارند که بیانگر یکنواختی بلوک‌ها است (جدول ۲). هم‌چنین سامانه جمع‌آوری آب باران و اثرات متقابل مالچ × سامانه تأثیر معنی‌داری بر رویش ارتفاعی و سطح تاج داشت. نتایج نشان داد فقط سطح تاج و درصد زنده‌مانی در سامانه‌های مختلف جمع‌آوری آب باران از اختلاف معنی‌داری برخوردار است (جدول ۲).

جدول ۲- آنالیز واریانس درصد زنده‌مانی، درجه شادابی و خصوصیات رویشی گونه گیشدر تحت‌تأثیر مالچ و سامانه جمع‌آوری آب باران و اثرات متقابل آن‌ها در پایان رویش سال دوم.

Table 2. Analysis of variance of vitality, vigority, and growth characteristics of *P. aphylla* affected by mulch and water harvesting system and their interaction effects at the end of the second year of growth.

متغیر Variable	منبع تغییر Source	میانگین مربعات Mean square	درجه آزادی Degree of freedom	F
درصد زنده‌مانی Vitality%	تکرار (Replication)	1266.66	2	6.33^{ns}
	مالچ (A) Mulch	600	1	3^{ns}
	خطای Error a	200	2	53^{ns}
	سامانه (B) Water harvesting	1644.44	3	4.35^{*}
	مالچ × سامانه (A×B) Mulch×water harvesting	111.11	3	0.29^{ns}
	خطای کل Total error	377.77	12	
طول تاج (سانتی‌متر) Crown length (cm)	تکرار (Replication)	296.98	2	1.91^{ns}
	مالچ (A) Mulch	76.98	1	0.50^{ns}
	خطای Error a	155.10	2	
	سامانه (B) Water harvesting	214.10	3	1.53^{ns}
	مالچ × سامانه (A×B) Mulch×water harvesting	80.86	3	0.60^{ns}
	خطای کل Total error	134.27	12	
سطح تاج به سانتی‌مترمربع Crown area (cm^2)	تکرار (Replication)	168219.38	2	2.262
	مالچ (A) Mulch	559786.43	1	7.527^{ns}
	خطای Error a	74360.43	2	
	سامانه (B) Water harvesting	964808.06	3	13.46**
	مالچ × سامانه (A×B) Mulch×water harvesting	658950.06	3	9.19**
	خطای کل Total error	71667.35	12	

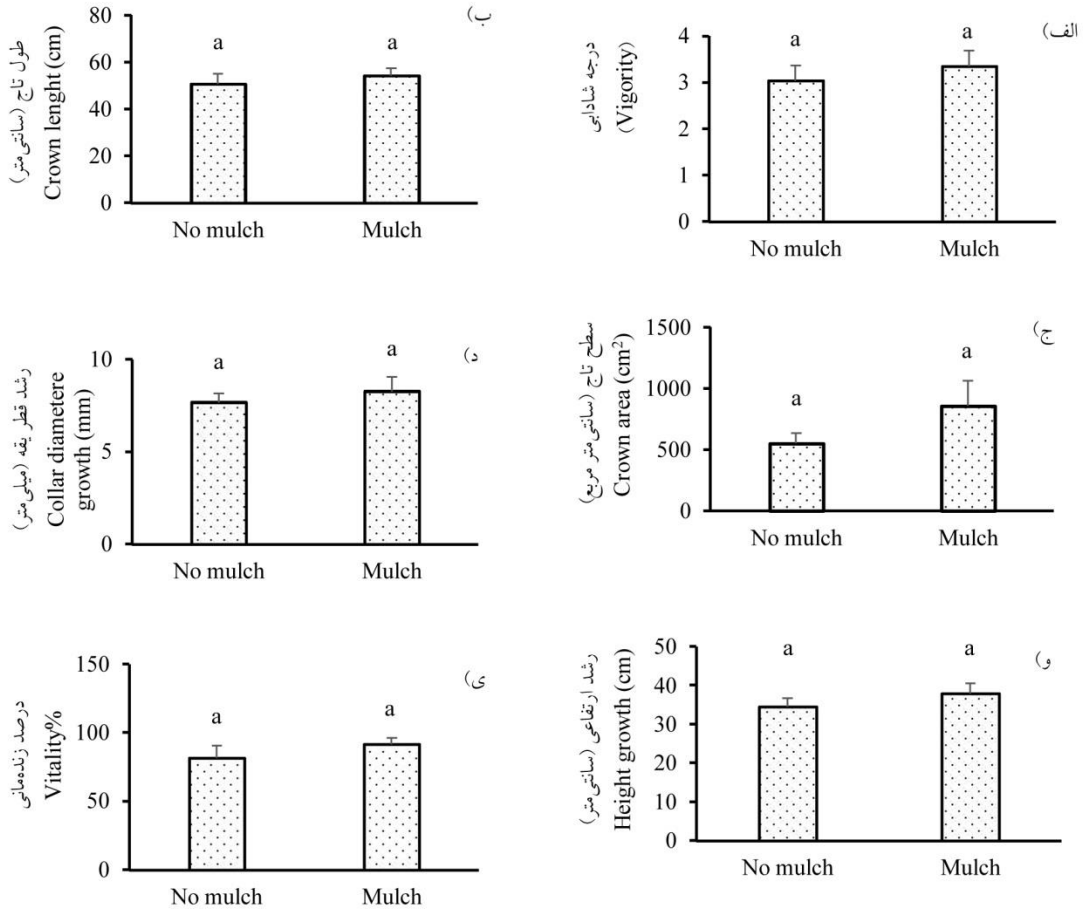
ادامه جدول ۲-

Continue Table 2.

متغیر Variable	منبع تغییر Source	میانگین مربعات Mean square	درجه آزادی Degree of freedom	F
رشد قطر یقه (میلی‌متر) Collar diameter growth (mm)	تکرار (Replication)	6.87	2	0.75^{ns}
	مالچ (A) Mulch	2.15	1	0.23^{ns}
	خطای Error a	9.13	2	
	سامانه (B) Water harvesting	1.88	3	0.32^{ns}
	مالچ × سامانه (A×B) Mulch×water harvesting	0.88	3	0.15^{ns}
	خطای کل Total error	5.84	12	
رشد ارتفاعی (سانتی‌متر) Height growth (cm)	تکرار (Replication)	52.36	2	1.18^{ns}
	مالچ (A) Mulch	68.12	1	1.54^{ns}
	خطای Error a	44.35	2	
	سامانه (B) Water harvesting	61.67	3	1.39^{ns}
	مالچ × سامانه (A×B) Mulch×water harvesting	243.09	3	5.49*
	خطای کل Total error	44.30	12	
درجه شادابی Vigority	تکرار (Replication)	2.20	2	10.02^{ns}
	مالچ (A) Mulch	0.52	1	2.37^{ns}
	خطای Error a	0.22	2	0.16^{ns}
	سامانه (B) Water harvesting	2.25	3	1.65^{ns}
	مالچ × سامانه (A×B) Mulch×water harvesting	0.34	3	0.25^{ns}
	خطای کل Total error	1.36	12	

** معنی‌داری در سطح ۰/۰۱، * معنی‌داری در سطح ۰/۰۵، ns عدم تفاوت معنی‌داری

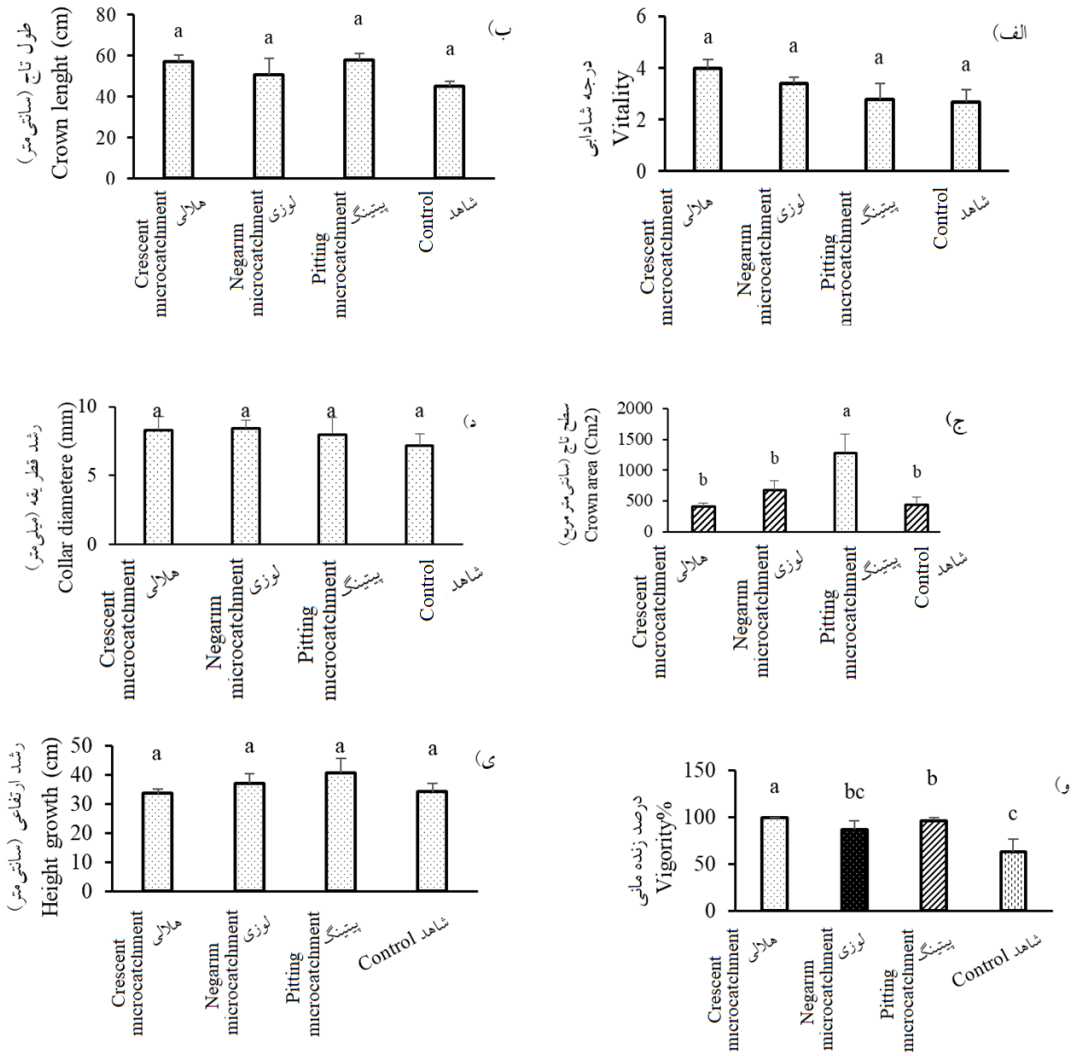
نتایج مقایسه میانگین نشان داد در همه صفات اختلاف معنی‌داری در سطح مالچ و بدون مالچ وجود ندارد. هر چند اختلاف معنی‌داری در بین صفات مشاهده نشد ولی همه صفات در سطح مالچ بیش‌تر از سطح بدون مالچ بود (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین درجه شادابی، درصد زنده‌مانی و خصوصیات رویشی در تیمارهای مالچ و بدون مالچ (ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند).

Figure 2. Mean comparison of vigority, vitality percentage, and vegetative characteristics in mulch and non-mulch treatments (Each column of averages with common letters is not significantly different from each other at the 5% probability level according to Duncan's test).

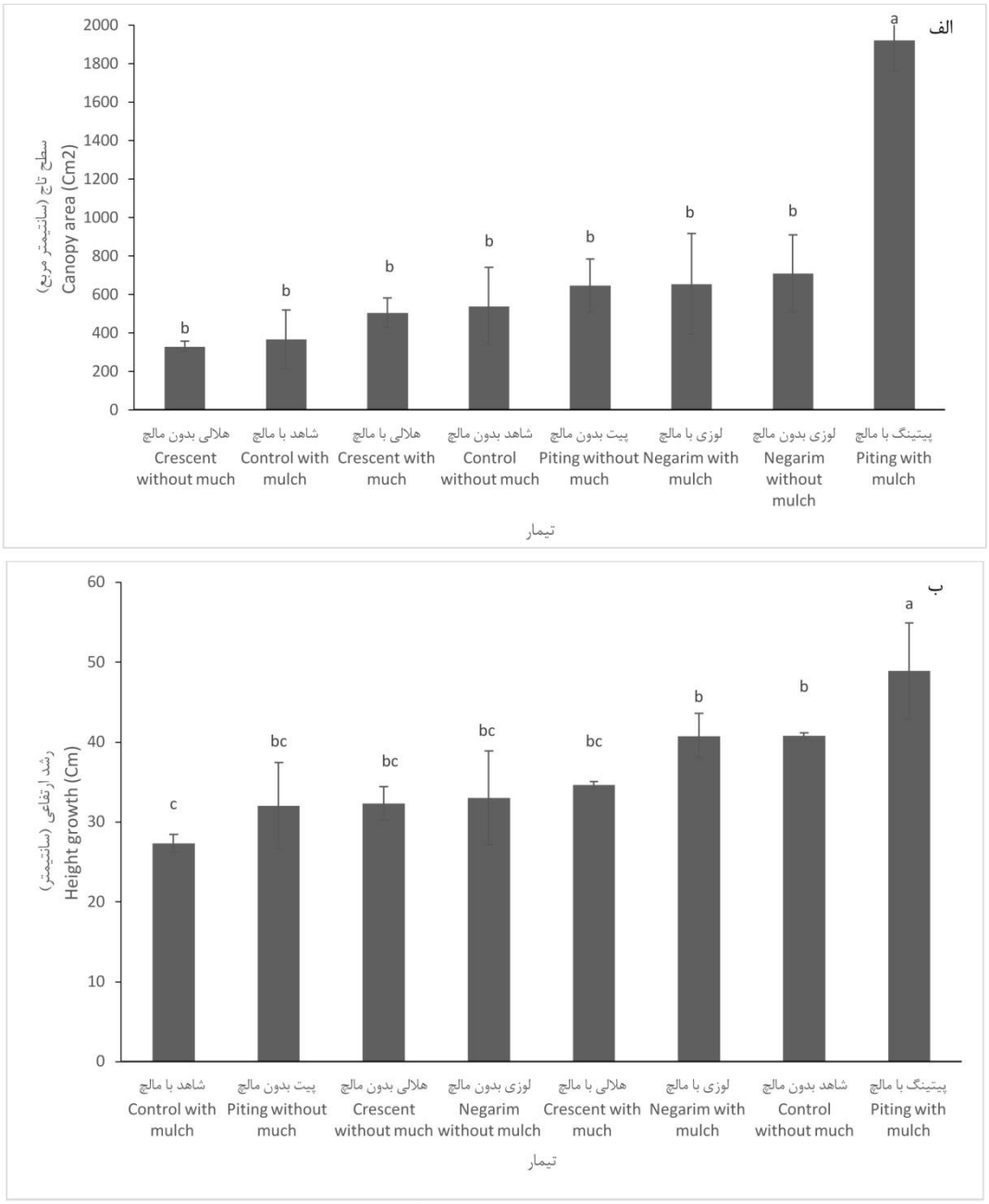
بر طبق نتایج میانگین سطح تاج گونه گیشدر در سامانه پیتینگ (۱۲۸۲/۷٤ سانتی‌مترمربع) و درصد زنده‌مانی در سامانه هلالی و پیتینگ (۱۰۰ و ۹٦/٦٦ درصد) بیش‌ترین مقدار را داشتند (شکل ۳، ج و). در پژوهش‌های انجام گرفته توسط عبداللهی و همکاران (۲۰۱٦) نیز تأثیر مثبتی در اجرای سامانه هلالی آبگیر بر همه پارامترهای گیاهی (تراکم و درصد پوشش تاجی و لاشبرگ) در مقایسه با شاهد گزارش شده است (۲).



شکل ۳- مقایسه میانگین درصد زنده‌مانی و خصوصیات رویشی گونه گیشدر در سامانه‌های مختلف جمع‌آوری آب باران با استفاده از آزمون دانکن (در ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند).

Figure 3. Mean comparison of vitality and vegetative characteristics of *P. aphylla* in different water harvesting systems using the Duncan test (Each column of averages with common letters is not significantly different from each other at the 5% probability level according to Duncan's test).

نتایج اثرات متقابل مالچ و سامانه‌های جمع‌آوری آب در خصوص سطح تاج نشان داد بیش‌ترین سطح تاج در سامانه پیتینگ با استفاده از مالچ مشاهده شد (۱۹۲۰/٦۹ سانتی‌مترمربع) (شکل ٤، الف). هم‌چنین بیش‌ترین مقدار رویش ارتفاعی در شرایط مالچ در سامانه پیتینگ (٤۸/۹۲ سانتی‌متر) مشاهده شد (شکل ٤، ب). در بررسی اثرات متقابل، میزان رویش ارتفاعی و سطح تاج نهال گیشدر در شرایط مالچ در سامانه پیتینگ بیش‌تر از سامانه‌های دیگر و شاهد بود که با نتایج لی و همکاران (۲۰۰٦)، صادق‌زاده و همکاران (۲۰۱۷) و تادروس و همکاران (۲۰۲۱) همخوانی دارد (۹، ۱۷، ۲۲).



شکل ٤- مقایسه میانگین سطح تاج (الف) و رویش ارتفاعی (ب) گونه گیشدر تحت‌تأثیر اثرات متقابل مالچ × سامانه (هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند).

Figure 4. Mean comparison of crown area (a) and height growth (b) of *P. aphylla* affected by mulch×water harvesting systems using Duncan's test (Each column of averages with common letters is not significantly different from each other at the 5% probability level according to Duncan's test).

افزایش برخی از خصوصیات رویشی و همچنین درصد رطوبت خاک در سامانه‌های جمع‌آوری آب باران با نتایج پژوهش‌های ریچ (۲۰۰۵)، اویس و هاچوم (۲۰۰٦)، حشمتی و همکاران (۲۰۱۸)، میکیاس و همکاران (۲۰۱۸)، تادروس و همکاران (۲۰۲۱) مطابقت دارد (۹، ۱۱، ۲۳، ۲٤، ۲۵). رطوبت خاک عامل مهمی در توسعه و زنده‌مانی درختان است. آب باران عاری از نمک و مواد معدنی مضر است که

با شستشوی نمک از محیط ریشه، اجازه رویش بهتر را به سیستم ریشه‌ای می‌دهد (۲۶). سیستم سطوح آبگیر باران به نحوی طراحی می‌شوند که رواناب حاصل از سطح آبخیز با مساحت چند مترمربع را به‌سمت ریشه گیاه هدایت کند تا پس از نفوذ و ذخیره در ناحیه ریشه، توسط گیاه مصرف شوند (۲۷) که می‌تواند یکی از دلایل درصد زنده‌مانی و افزایش سطح تاج گیشدر در سامانه‌های جمع‌آوری آب باران باشد. قابل‌ذکر است سامانه‌های آبگیر و مالچ نقش مهمی در جذب و ذخیره باران‌های با شدت بسیار کم در مناطق نیمه‌خشک (به‌ویژه مناطقی با بارش نامنظم در دوره خشکی) دارد (۲۸). در پژوهش حشمتی و همکاران (۲۰۲۰) دیگر نیز احداث سامانه‌های هلالی منجر به افزایش ذخیره رطوبت خاک شد به‌طوری‌که میانگین رطوبت در داخل سامانه چندین برابر اطراف سامانه بود (۲۹). در پژوهش حاضر نیز افزایش معنی‌دار رطوبت خاک در سامانه‌ها نسبت به شاهد مشاهده شد که می‌تواند یکی از دلایل افزایش رشد رویشی نهال‌ها در سامانه‌ها باشد. درواقع رطوبتی که در اعماق خاک در سامانه‌های آبگیر ذخیره می‌گردد علاوه بر این‌که در اختیار سیستم ریشه‌ای نهال‌ها قرار می‌گیرد بلکه از تبخیر نیز مصون می‌ماند و مدت‌زمان بیش‌تری در معرض سیستم ریشه‌ای قرار می‌گیرد (۲۰) که درنتیجه بهبود شرایط رویشی نهال را به همراه دارد.

اثر مالچ و سامانه بر میزان رطوبت خاک: نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارها بر رطوبت خاک در بین بلوک‌ها اختلاف معنی‌داری ندارد که این امر نشان‌دهنده یکنواختی بلوک‌ها است. طبق نتایج درصد رطوبت خاک بین تیمارهای مالچ و هم‌چنین سامانه در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار است ولی اثرات متقابل تیمارها اثر معنی‌داری بر درصد رطوبت خاک نداشت (جدول ۳).

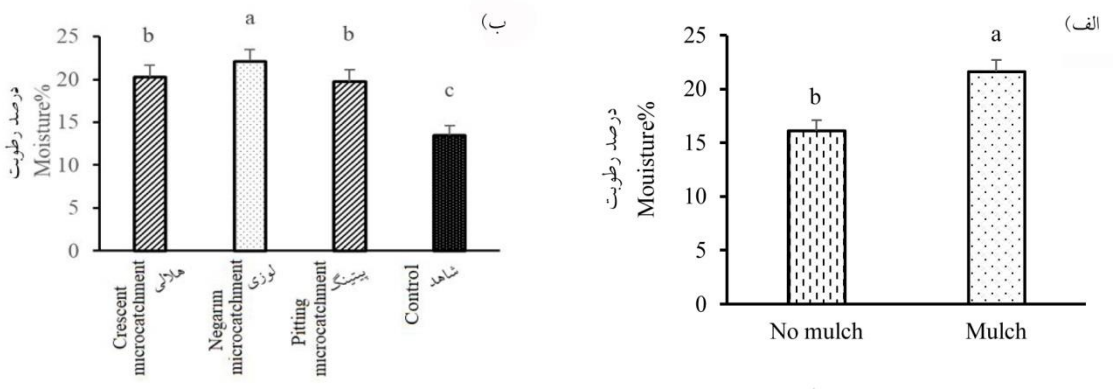
جدول ۳- آنالیز واریانس تأثیر مالچ و سامانه و اثرات متقابل آن‌ها بر میزان رطوبت خاک.

Table 3. Analasis variance of soil moisture affected by mulch and water harvesting systems and their interaction effects.

منبع تغییر Source	میانگین مربعات Mean square	درجه آزادی Degree of freedom	F
تکرار (Replication)	1.94	2	3.54^{ns}
مالچ (A) Mulch	182.42	1	333.15^{**}
خطای Error a	0.55	2	0.62^{ns}
سامانه (B) Water harvesting system	84.76	3	95.82^{**}
مالچ× سامانه (A×B) Mulch×water harvesting	0.56	3	0.63^{ns}
خطای کل Total error	0.88	12	

درصد رطوبت خاک در تیمار مالچ به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از تیمار بدون مالچ بود (α =٪۱) (شکل ۵، الف). در مقالات بسیاری به تأثیر مثبت مالچ در حفظ و ذخیره رطوبت اشاره است که نتایج این پژوهش با پژوهش مولوی و همکاران (۲۰۲۲) همخوانی دارد (۳۰). هم‌چنین میزان درصد رطوبت در

سامانه‌های مختلف جمع‌آوری آب باران بیش‌تر از شاهد بود. درصد رطوبت خاک در سامانه لوزی، هلالی و پیتینگ با مقدار ۲۲/۱٤، ۲۰/۲۳ و ۱۹/۷۵ درصد بیش‌تر از شاهد با ۱۳/٤۸ درصد بود (α =٪۱) (شکل ۵، ب). در سامانه لوزی به دلیل شکل سازه و سطح جمع‌آوری آب، میزان رطوبت بیش‌تری، ۲٤ ساعت پس از بارش، ثبت شد. با توجه به میزان رویش ضعیف‌تر گیاهان در این سامانه، می‌توان به‌دلیل احتمالی زیر اشاره نمود. میزان رطوبت ۲٤ ساعت پس از بارش ثبت شد با توجه شکل و معماری سازه لوزی، احتمال این وجود دارد که ماندگاری رطوبت با گذشت زمان در آن کم‌تر از سایر سامانه‌ها باشد. در محل کشت گیاهان در سامانه لوزی دارای دیواره بلندی برای حفاظت گیاه وجود ندارد درحالی‌که سامانه پیتینگ از چهار طرف و سامانه هلالی تقریباً از سه طرف دارای دیواره است که گونه کشت‌شده را در مقابل باد و سایر عوامل اقلیمی تا حدودی محافظت می‌کند ضمن این‌که دیواره‌های ذکرشده، می‌تواند سایه‌ای را نیز برای گیاه ایجاد نماید که با توجه به آفتاب سوزان منطقه می‌تواند برتری این سامانه‌ها را بیش‌تر نشان دهد. بدین‌ترتیب می‌توان گفت در سامانه پیتینگ، میکروکلیمای مطلوب‌تری نسبت به سایر سامانه‌ها برای رویش گیاه وجود دارد.



شکل ۵- مقایسه میانگین درصد رطوبت خاک در تیمار مالچ (الف) و تیمار سامانه (ب) در سطح ۹۹ درصد.

Figure 5. Mean comparsion of soil mouisture in the mulch (a) and water harvesting systems (b) treatments at the level of 99% confidence.

میزان درصد رطوبت در سطح مالچ ۵/٦۲ درصد بیش‌تر از سطح بدون مالچ بود که با نتایج پژوهش‌های Tadros و همکاران (۲۰۲۱) و Tavakoli و همکاران (۲۰۲۱) مطابقت داشت (۹، ۱٤). در پژوهش Tavakoli و همکاران (۲۰۲۱) نیز با استفاده از مالچ، میزان دسترسی ریشه به آب بهبود یافت و درنهایت نهال‌های پسته باکیفیت‌تری ازنظر خصوصیات مورفوفیزیولوژی به‌دست آمد (۱٤). از جمله عواملی که در افزایش نگهداری رطوبت خاک و نفوذ رواناب در محدوده ریشه گیاه نقش دارد استفاده از مالچ آلی است که در مجموع، بهبود شرایط رطوبتی خاک را در سامانه در پی دارد (۹). از مهم‌ترین دلایل استفاده از مالچ، صرفه‌جویی در مصرف آب است به‌طوری‌که استفاده از مالچ در پژوهش‌ها به نگهداشت رطوبت بین ۱۵ تا ۲۵ درصد اشاره شده است. از طرفی با نگهداشت رطوبت، مالچ سبب کاهش تبخیر در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌شود (۲۰). در این پژوهش مالچ آلی برای افزایش نگهداشت و ذخیره

رطوبت خاک استفاده شد. با توجه به نقش ماده آلی در بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نگهداری و بهره‌وری آب و ظرفیت تبادل کاتیونی (۳۱) دسترسی نهال‌ها به رطوبت و عناصر غذایی را افزایش داده است که نتیجه آن افزایش رویش در سطح مالچ نسبت به سطح بدون مالچ است. درواقع باقی‌مانده محصولات گیاه، شامل جوانه‌ها و بقایای ریشه در بالا و زیر خاک، انرژی و عناصر غذایی را برای فرایندهای بیولوژیکی فراهم نموده و با تجزیه سریع و آسان، شرایط مطلوب را برای موجودات زنده خاک فراهم می‌نماید. ماده آلی بسیار ریز، همان بقایای گیاهی با قطر ۰/۰۵ تا ۲ میلی‌متر با دسترسی آسان و بازگشت چند روز تا چند ماه است که در شرایط مطلوب، نسبتاً سریع تجزیه می‌شود، جهت بهبود ساختمان خاک، تدارک انرژی برای فعالیت‌های موجودات خاکزی و فراهم نمودن عناصر غذایی نقش بسزایی دارد (۳۲). اقدامات حفاظتی مانند مالچ پاشی و اصلاح خاک برای کاهش تبخیر و به حداکثر رساندن ذخیره آب خاک می‌تواند کارایی سیستم‌های ذخیره آب باران را افزایش دهد (۱٤). با توجه به نتایج این پژوهش، استفاده توأم مالچ و استفاده از سامانه نتایج مثبتی را در کاشت نهال‌ها ارائه داد که با نتایج حسینی و روغنی (۱۳۹۱) همخوانی دارد (۳۳).

نتیجه‌گیری کلی

عملکرد سامانه‌ها در یک منطقه به‌اندازه سطح جمع‌آوری، میزان بارش، تبخیر، شیب منطقه، توپوگرافی و نوع گونه بستگی دارد که با توجه به شرایط منطقه پژوهش و نوع گونه کشت‌شده، سامانه پیتینگ بهترین عملکرد را برای رویش گونه گیشدر نشان داد. ارتباط رطوبت و خصوصیات رویشی گیاه با تأثیر بر فرآیند فتوسنتز شکل می‌گیرد. کمبود رطوبت خاک اولین عامل محدودکننده فتوسنتز در گیاهان است (۳٤). یکی از پیامدهای خشکی، بسته شدن روزنه‌های برگ و برهم خوردن تعادل سنتز و تجزیه آنزیم روبیسکو و در نتیجه کاهش فتوسنتز و رشد گیاه است (۳۵). رویش ساقه به کمبود رطوبت بسیار حساس است درحالی‌که ریشه در خاک خشک نیز می‌تواند به رویش خود ادامه دهد (۳۵)؛ بنابراین، می‌توان گفت عامل اصلی رویش نهال‌ها در سامانه و مالچ، دریافت آب باران، ذخیره آن در اطراف سیستم ریشه‌ای نهال و کاهش تبخیر است.

نتایج پژوهش حاضر نشان از عملکرد مطلوب شیوه‌های مختلف ذخیره نزولات آسمانی در جمع‌آوری و ذخیره آب باران، مالچ آلی در حفظ رطوبت و افزایش عملکرد سامانه و در اختیار قرار دادن رطوبت بیش‌تر با مدت‌زمان طولانی‌تر توسط گیاه در منطقه دهگین است. پس از سه سال رویش نهال‌ها در منطقه مورد مطالعه، نتایج نشان داد رویش گونه گیشدر در سامانه‌ها به‌ویژه پیتینگ شرایط بهتری دارد. هم‌چنین رویش در سطوحی که مالچ آلی استفاده شد نسبت به سطوح بدون مالچ شرایط بهتری داشت. قابل‌ذکر است مالچ آلی عاملی مؤثر در حفظ رطوبت در اطراف ریشه نهال است. با توجه بازدهی متفاوتی که در عملکرد عوامل مورد بررسی در پژوهش مشاهده شد توصیه می‌شود در منطقه دهگین و رویشگاه‌هایی با شرایط اقلیمی دهگین در جنوب کشور، از سامانه‌های ذخیره نزولات جوی استفاده گردد که در این مطالعه برای این گونه سامانه پیتینگ همراه با مالچ آلی و کاشت گونه‌های بومی نتایج بهتری ارائه نمود.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از معاونت محترم بخش آبخیزداری و هم‌چنین مدیریت محترم اداره کل منابع طبیعی هرمزگان، به سبب تأمین اعتبارات این پژوهش، تشکر می‌کند.

منابع

1. Guidelines for range improvements through rainwater conservation. (2009). Islamic Republic of Iran vice presidency for strategic planning and supervision, No. 419. Tehran, Iran, 63p.
2. Abdollahi, V., Zolfaghar, F., Jabbari, M., & Dehghan, M. R. (2016). Effect of a crescent pond on soil and vegetation properties in Saravan Rangelands (Sistan and Baluchestan province). *Iranian J. of Range and Desert Research*. 22: 4. 658-672. [In Persian]
3. Cannell, R. (2003). Carbon sequestration and biomass energy offset: theoretical, potential and achievable capacities globally, in Europe and UK. *Biomass and Bioenergy*. 24 (2), 97-116.
4. Chen, F. S., Zeng, D. H., Fahey, T. J., & Liao, P. F. (2010). Organic carbon in soil physical fractions under different-aged plantations of Mongolian pine in the semi-arid region of Northeast China. *Applied Soil Ecology*. 44 (1), 42-48.
5. Munzbergova, Z., & Ward, D. (2002). Acacia trees as keystone species in Negev desert ecosystems. *J. of Vegetation Sciences*. 13, 227-236.
6. Ghahreman, A. (1996). Color Flora of Iran. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, 125p. [In Persian]
7. Soltanipour, M. A., & Asadpour, R. (2018). Investigation on the possibility of seedling production of Leptodenia pyrotechnica (Forssk.) Dence., *Periploca aphylla* Decne. And *Vitex agnus-castus* L. *J. of Wood and Forest Science and Technology*. 25 (2), 109-122.
8. Evenari, M., Shanan, L., & Tadmor, N. H. (1971). The Negev: The challenge of a desert. Cambridge. MA: Harvard University Press. 345p.
9. Tadros, M., Al-Mafleh, N., Othman, Y., & Al-Assaf, A. (2021). Water harvesting techniques for improving soil water content, and morpho-physiology of pistachio trees under rainfed conditions. *Agricultural Water Management*. 243, 1-9.
10. Baniasadi, M., Alikhani, N., & Naghavi, H. (2020). Investigation of impact of semi-isolated and natural surface in moisture variation of optimized micro catchment systems. *J. of Irrigation and Water Engineering*. 10 (38), 89-103. [In Persian]
11. Heshmati, M., Gheitury, M., Parvizi, Y., Ahmadi, M., Shikhvaisi, M., Soleimani, H., Piruzinejad, N., Arabkhedri, M., Hossini, M., Shademani, A., & Mohammadishokoh, A. (2018). Assessment of the Effects of Micro-Catchment Runoff Harvesting System and Forest Preservation on Moisture Storage and Understory Ground Cover in the Zagros Forest, Kermanshah. *Iran-Watershed Management Science & Engineering*. 12 (40), 1-9. [In Persian]
12. Kamali, K., Rashidi, D., Pourghasem, A., & Karimi, B. (2020). Investigating the role of rainwater catchment systems in the development of hazelnut orchards on sloping lands. *Iranian J. of Rainwater Catchment System*. 8 (25), 1-9. [In Persian]
13. Boers, Th. M., and Ben-Asher, J. (1980). A review of rainwater harvesting. *Agricultural Water and Management*. 5, 145-158.
14. Tavakoli, A., Oweis, T., Sepaskhah, A., Mahdavi Moghadam, M., & Farayedi, Y. (2021). Growing fruit trees with rainwater harvesting in arid environments: the case of almond in Northwest Iran. *Water Harvesting Research*. 4 (11), 55-68. [In Persian]
15. Boostan, Sh., Noura, M., Baniasadi, M., & Kahrazeh, M. (2020). The effect of rainwater catchment systems on runoff and sediment control (Case study: Darehmorid Watershed, Baft). *Quarterly J. of Environmental Erosion Research*. 39 (10), 42-55. [In Persian]
16. Huang, Z.B., Shan, L., Gao, L.E., Yang, X.M., & Ben-Hur, M. (2002). Artificial rainwater harvesting system and the using for agriculture on loess plateau of China. 12th ISCO Conference. 7p. Beijing: China.
17. Sadeghzadeh, M., Yarahmadi, J., Moghanlou, K., & Nikavand, D. (2017). The effect of rainwater catchment systems on increasing soil moisture and growth of Elaeagnus angustifolia in Oun Iban Ali, Tabriz. *Iranian J. of Rainwater Catchment Systems*. 5 (14), 19-28. [In Persian]

18. Moslehi, M. (2021). Investigation of vegetative characteristics of native forest species in different rainwater harvesting and their interaction on preservation and maintenance of soil moisture (Paired watershed of Dehgin of Hormozgan province). *Research Institute of Forests and Rangelands.* 71p. [In Persian]
19. Duveskog, D. (2003). Soil and water conservation with a focus on water harvesting and soil moisture retention. Ministry of Agriculture of Kenya: Farmesa. 20p.
20. Moslehi, M., & Hassanzadeh Khankahdani H. (2020). Investigating the Effects of Different Methods of Precipitation Storage on Soil moisture and Growth Characteristics of *Acacia Oerfota* (Forssk) Schweinf Seedlings: A Case study of Paired Watershed of Dehgin, Hormozgan Province. *J. of Desert Ecosystem Engineering.* 9 (26), 61-72. [In Persian]
21. Black, C. A. (1965). Methods of soil analysis: Part I physical and mineralogical properties. Madison. Wisconsin. American Soil Society of Agronomy Press. 1188p.
22. Li, X., Shi, P., Sun, Y., Tang, J., & Yang, Z. (2006). Influence of various in situ rainwater harvesting methods on soil moisture and growth of *Tamarix ramosissima* in the semiarid loess region of China. Forest Ecology and Management. 233 (1), 143-148.
23. Rich, T. D. (2005). Effect of contour furrowing on soils, vegetation, and grassland breeding birds in North Dakota. USDA Forest Service: USA, Pp 496-503.
24. Oweis, T., & Hachum, A. (2006). Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and North Africa. *Agricultural Water Management*. 80 (1-3), 57-73.
25. Milkias, A., Tadesse, T., & Zeleke, H. (2018). Evaluating the effects of In-situ rainwater harvesting techniques on soil moisture conservation and grain yield of Maize in Fedis District, eastern Haraghe Ethiopia. *Turkish J. of Agriculture-Food Science and Technology*. 6 (9), 1129-1133.
26. Fadoul Mohammed, S., & Elamin Mohamed, A. (2016). Impact of water harvesting techniques on growth indigenous tree species in Jebel Awila locality, Sudan. *Global J. of Science Frontier Research: Agriculture and Veterinary*. 16 (3), 42-53.
27. Oweis, T., Hachum, A., & Kijne, J. (1999). Water harvesting and supplementary irrigation for improved water use efficiency in dry areas, SWIM Paper 7, Colombo, International Water Management Institute: Sri Lanka.
28. Gheituri, M., Heshmati, M., & Roghani, M. (2019). The effects of micro catchment runoff harvesting system on soil moisture enhancement. *Iranian J. of watershed management science.* 13 (47), 107-114. [In Persian]
29. Heshmati, M., Gheitutry, M., & Arabkhedri, M. (2020). Mitigating drought-induced mortality in the semiarid forest through runoff harvesting system, as a short-term adaptation measure. *Desert*. 25 (2), 239-248.
30. Molavi, A., Shahmohammadi-Kalalagh, S., & Abdolmanafi-Ahangari, M. (2022). Effect of mulch types on maintaining soil moisture in different landscape areas of Tabriz City. *Environ. Water Eng.* 8 (3), 581-593.
31. Liddcoat, C., Schapel, A., Davenport, D., & Dwyer, E. (2010). Soil carbon and climate change. Rural Solutions SA, *Government of South Australia: Australia*. 76p.
32. Broos, K., & Baldock, J. (2008). Building soil carbon for productivity and implications for carbon accounting, in 2008 South Australian GRDC Grains Research Update: Australia.
33. Hosseini Mand Roghani, M. (2012). Comparison of water harvesting methods in rhombic catchment systems. *Watershed science and engineering of Iran*. 6 (19), 7-18.
34. Wang, M., Shi, S., Lin, F., Hao, Z., Jiang, P., & Dai, G. (2012). Effects of soil water and nitrogen on growth and photosynthetic response of Manchurian Ash (*Fraxinus mandshurica*) seedling in Northeastern China. *Plos One*. 7 (2), 1-12.
35. Dasberg, S. (1971). Soil water movement to germinating seeds. *J. of Experimental Botany*. 22 (4), 999-1008.