

ارزیابی روش‌های استحصال آب باران در افزایش رطوبت خاک و رشد نهال پسته

محمد ابراهیم صادق زاده ریحان^{1*}، داود زارع حقی² و محمدرضا نیشابوری³

تاریخ دریافت: 91/08/16 تاریخ پذیرش: 92/01/24

¹- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی

²- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه تبریز

³- استاد گروه علوم خاک دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mehsadeghzadeh@yahoo.com

چکیده

استحصال آب باران روشی برای توسعه بهره‌برداری از منابع آب سطحی در مناطق خشک است که به وسیله آن می‌توان آب مورد نیاز مصارف خانگی، دام و کشاورزی را در مقیاس کوچک تأمین نمود. به منظور بررسی تاثیر جمع آوری آب باران توسط سامانه‌های سطوح آبیگر بر میزان رطوبت خاک و رشد نهال پسته، آزمایشی در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی با چهار تیمار در سه تکرار در طی سال‌های 1388 و 1389 در ایستگاه تحقیقاتی خواجه واقع در استان آذربایجان شرقی طراحی و اجرا گردید. سامانه سطح آبیگر عبارت است از حوضه آبخیز کوچک که رواناب داخل آن به انتهای حوضه هدایت و از آن استفاده می‌شود. در این تحقیق هر کرت آزمایشی به عنوان یک سامانه سطح آبیگر عمل می‌کند و رواناب آن در انتهای کرت به چاله گیرنده رواناب یا کوزه سفالی تعبیه شده در چاله‌ها هدایت می‌شود. اعمال تیمارهای مختلف در داخل چاله هر کرت (سطح آبیگر) با تغییر بافت خاک و همچنین قرار دادن ظرف سفالی آبیگر به شرح زیر اعمال شد: تیمارها عبارت بودند از: تیمار شاهد (A)، در این تیمار چاله حفر شده تنها از خاک حاصله از همان چاله مجدداً پر شد. تیمار پرلیت (B)، داخل چاله حفر شده این تیمار از مخلوط پرلیت، ماده آلی پوسیده و خاک با نسبت حجمی 1-1-2 پر شد. تیمار کوزه (C)، در چاله حفر شده سه عدد کوزه سفالی به ارتفاع 70 و به قطر 10 سانتی‌متر در سه نقطه چاله با فاصله مساوی جا گذاری و در تیمار سنگریزه (D)، دو ستون از سنگریزه در مجاورت چاله با فاصله 10 سانتی‌متری از دیواره ایجاد گردید. در هر چاله، یک نهال پسته غرس و همچنین یک جفت حسگر TDR به طول 70 سانتی‌متری جهت اندازه‌گیری رطوبت خاک چاله قرار داده شدند. نتایج نشان داد که استفاده از تیمارهای مذکور، موجب افزایش معنی‌دار ذخیره رطوبتی خاک، نسبت به تیمار شاهد در سطح احتمال 1 و 5 درصد گردید. مقایسه میانگین رطوبت حجمی در تیمارهای آزمایشی در هر دو سال نشان داد که تیمار سنگریزه بیشترین میزان رطوبت را در خودش ذخیره کرده و بعد از آن به ترتیب تیمارهای کوزه، پرلیت و شاهد قرار گرفتند. همچنین تأثیر تیمارهای آزمایشی بر روی ارتفاع، قطر یقه و مساحت برگ‌های نهال پسته در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود. بیشترین میزان ارتفاع نهال، قطر یقه و مساحت برگ‌ها مربوط به تیمار سنگریزه و کمترین آنها مربوط به تیمار شاهد بود.

واژه‌های کلیدی: استحصال آب باران، پسته، سامانه سطوح آبیگر، سنگریزه، رطوبت حجمی

Evaluation of Rainwater harvesting Methods in Increasing Soil Moisture and Pistachio Seedling Growth

ME Sadeghzadehrehian^{1*}, D Zarehaghghi², and MR Neyshabouri³

Received: 6 November 2012 Accepted: 13 April 2013

¹M.Sc, Research Center for Agric. and Natural Resources of East Azarbaijani, Iran

²Assist. Prof., Dept. of Soil Sci, Univ. of Tabriz, Iran

³Prof., Dept. of Soil Sci, Univ. of Tabriz, Iran

*Corresponding Author Email: mebsadeghzadeh@yahoo.com

Abstract

Rain water harvesting is a utilized method to develop surface water resources in dry regions, which can provide water for domestic, livestock and agriculture uses in small scales. To evaluate the impact of the rainwater harvesting systems on soil moisture and pistachio seedling growth, an experiment was conducted as a randomized complete block design with four treatments and three replications during the years 1388 to 1389 in Khaje Research Station, East Azerbaijan province, Iran. Each rain harvesting plot acted as a watershed system and its runoff was conducted to runoff collection pit. Treatments at each watershed were established with changing of soil texture and putting water harvesting fictiles. Treatments included: Treatment A, Control, in this treatment the excavated pit was filled only with the soil obtained from there; Treatment B, inside of the excavated pit was filled with a mixture of perlite; decomposed organic matter and soil, with volume ratio of 1-1-2; Treatment C, the excavated pit was equipped with three fictiles (10 cm diameter and 70 cm height) which are installed at three equal intervals; Treatment D, with two columns of gravel which were created in the vicinity of the excavated pit by distance of 10 cm from its wall. In each pit, a pistachio seedling was planted and also a pair of TDR sensors was placed to measure soil moisture. Results showed that soil moisture capacity in comparison to control increased significantly. The soil's mean volumetric water content for the gravel treatment during the two years was the highest and those of the fictile, perlite and control treatments were in the next levels, respectively. Also, the effects of the treatments on plant height, leaf area and collar diameter were statistically significant ($p < 0.01$). The Maximum values of seedling height, collar diameter and leaf area belonged to the gravel treatment and the minimum of them were for control.

Keywords: Gravel filter, Pistachio, Rain water harvesting, Watershed system

مقدمه

کامکارحقیقی (1989)، در تحقیقات خودشان از روش سامانه سطوح آبگیر برای ایجاد باغ انگور دیم تحت عنوان "هدایت آب حوضه به پای هر درخت" استفاده نمودند که نتایج آن منجر به افزایش رشد درختان، کمیت و کیفیت محصول گردید. استحصال آب باران برای آبیاری تکمیلی در بسیاری از مناطق خشک با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته است. بدین منظور آب باران از اراضی مجاور جمع آوری و ذخیره می‌شود و در زمان کمبود آب به مصرف گیاه می‌رسد (لاورا 2004، شورت و لانتزک 1999).

سامانه‌های سطوح آبگیر باران به دو گروه سنتی و نوین تقسیم بندی می‌شوند (اویس و همکاران 1999). دلیل این تقسیم بندی صرف نظر از اندازه سطوح آبگیر، موقعیت مکانی احداث، نوع و چگونگی ذخیره سازی آب‌های جمع آوری شده، امکان پذیری، پذیرش و بکارگیری توسط کاربران می‌باشد که نکته مهمیدر اشاعه فرهنگ مدیریت و استفاده بهینه از ریزش‌های جوی محسوب می‌گردد. سامانه‌های سطوح آبگیر نوین، در واقع سامانه‌های اصلاح و تکمیل شده سنتی هستند که با اسامی علمی نوین و در تناسب با ویژگی‌ها و کاربردهای هر یک از سامانه‌ها به جوامع مختلف انسانی معرفی شده‌اند (کارتد و همکاران 2005). این سیستم‌ها بر این اساس طراحی می‌گردند تا رواناب حاصل از سطح آبخیز با مساحت چند مترمربع را به پای گیاه هدایت نموده و پس از نفوذ و ذخیره آن در ناحیه ریشه، به مصرف گیاه برسد. روش سطوح آبگیر کوچک، بطور معمول برای کاشت درخت استفاده می‌شود و مشخصه آن ورود مستقیم آب از یک سطح آبگیر نسبتاً کوچک به پای ریشه گیاه می‌باشد (اویس و همکاران 1999).

امروزه به طور سنتی و نوین از این نوع سامانه‌ها برای تأمین آب برای کشت گیاهان و ایجاد باغ بر روی دامنه‌های شیبدار در بسیاری از نقاط کشور استفاده می‌شود که در تمامی آنها وجود سطح تولید کننده رواناب، استفاده از تیمارهای مختلف جهت افزایش تولید رواناب

افزایش روزافزون جمعیت در کنار مصرفی رویه آب مشکلات زیاد را در تأمین آب شهری و روستایی کشور فراهم نموده است. با توجه به اینکه عمده مصرف آب در بخش کشاورزی است، لذا ضرورت تحقیق در زمینه استفاده از منابع آب جایگزین و نیز روش‌های صرفه جویی در مصرف آب بسیار ضروری است. یکی از روش‌هایی که بطور غیرمستقیم می‌تواند جایگزین منابع آب معمول، نظیر چاه، قنات و رودخانه باشد، استحصال مستقیم آب باران است. استحصال آب باران¹ روشی برای توسعه بهره‌برداری از منابع آب سطحی در مناطق خشک است که به وسیله آن می‌توان آب مورد نیاز مصارف خانگی، دام و کشاورزی را در مقیاس کوچک تأمین نمود. توسط سیستم‌های استحصال آب، نزولات آسمانی جمع‌آوری و ذخیره شده و سپس به روش‌های مختلف به مصرف می‌رسند. در این زمینه، سامانه‌های سطوح آبگیر باران، روشی شناخته شده در استفاده از نزولات جوی، با هدف ایجاد و توسعه پوشش گیاهی به کار برده می‌شوند. استحصال آب باران بصورت سنتی در نقاط مختلف با اسامی خاص همان منطقه شناخته می‌شود که از آنجمله می‌توان به هوتک و خوشاب‌های سیستان و بلوچستان و یابندسارهای استان خراسان اشاره نمود (طباطبایی و همکاران 1388). سوابق موجود استحصال آب باران در دنیا نشان می‌دهد که این روش اول بار در صحاری فلسطین اشغالی با بارندگی متوسط 90 میلی‌متر در سال، مورد استفاده قرار گرفت و این امر منجر به افزایش تولید علوفه در این منطقه گردید (موسوی و شایان 1364). توکلی (2002) سطوح آبگیر ناودانی شکل را در استرالیا جهت هدایت آب باران به باغات مورد استفاده قرار داد که نتایج آن بصورت دستورالعملی برای تأمین آب اضطراری در مناطق خشک این کشور در آمد. سپاسخواه و

¹Rainwater harvesting

به دلیل کاربرد و دسترسی آسان به مصالح مورد نیاز و ایفای نقش قابل توجه در نفوذ رواناب و افزایش رطوبت خاک، را توصیه نمودند. چاتسوپولوس و همکاران (2000) جهت مقابله با شرایط کم آبی و کاهش اثرات سوء تنش خشکی در گیاهان زراعی، استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب از نوع پلی اکریل امید را مفید دانستند. ودهوس و جانسون (1991) استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب (پلی اکریل امید) را به جهت تجزیه سریع بیولوژیکی و عدم توجه اقتصادی آن مناسب ندانستند. روش دیگری که از آن جهت ذخیره رطوبت در خاک و رهاسازی تدریجی آن استفاده می-گردد، ماده معدنی پرلیت است. این ماده به لحاظ داشتن تخلخل زیاد، موجب ذخیره رطوبت و رها سازی تدریجی آن به محیط ریشه گیاه می‌گردد (شرفا 1366، عاصمی و رفته گری نژاد 1363).

به نظر می‌رسد راهبرد کلیدی در کشت گیاهان دیم در مناطق خشک و نیمه خشک جهت به حداقل رساندن ریسک نابودی کامل محصولات، استفاده از سامانه‌های استحصال آب باران می‌باشد. با توجه به اینکه جمهوری اسلامی ایران در منطقه خشک و نیمه خشک واقع گردیده لذا لزوم استفاده بهینه از نزولات آسمانی موجود ضروری است. تحقیق حاضر سه روش استحصال آب باران با استفاده از سامانه سطوح آبیگر² را مورد بررسی قرار می‌دهد. هدف این تحقیق، استفاده از آب باران برای گسترش کشت باغات دیم و فضای سبز با استفاده از دانش روز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

محل انجام تحقیق

تحقیق حاضر در ایستگاه تحقیقاتی خواجهبکی از زیرحوضه‌های فرعی آبخیز آجی‌چای، در 30 کیلومتری شمال شرق تبریز با ارتفاع متوسط از سطح دریا

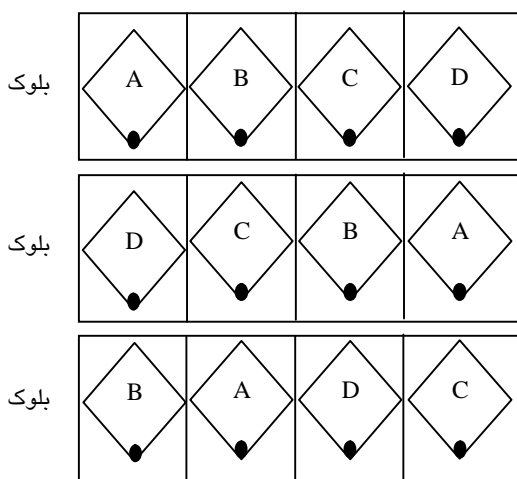
در سطح سامانه و وجود چاله پذیرنده رواناب در محل کشت نهال یا گیاه مورد نظر الزامی می‌باشد (شعاعی و همکاران 1382). نجفی و برزگر (1376) در جنگل‌کاری با آب‌باران و ارزیابی رشد درختان بادام، بنه و کاج با انواع روش‌های سطوح آبیگر، نشان دادند که ایجاد بانکت‌های هلالی در شیب‌های 20 تا 25 درصد، باعث ذخیره آب باران و حفظ رطوبت در محدوده خاک درختان کاشته شده گردید و درختاناز رشد مطلوبی برخوردار شدند. جهت نفوذ حداکثری رواناب در محدوده رشد گیاه در سامانه‌های سطوح آبیگر باران، از مالچ گیاهی، کود دامی، و سوپر جاذب‌ها به لحاظ داشتن تخلخل و ظرفیت نگه‌داشت بالای آب، استفاده می‌شود. در بررسی صورت گرفته توسط دانیل و وفورد (1990) تأثیر پلی‌اکریل‌امید در رشد و توسعه گیاهان مرتعی مورد ارزیابی قرار گرفت و دریافتند که بکارگیری آن بر روی پارامترهای رشدی گیاهان مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری دارد. پور میدانی و همکاران (1381) نقش سوپر جاذب اکوازورب¹، بر حفظ میزان رطوبت خاک را بر روی سه گیاه زیتون، کاج و آتریپلکس مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که سوپر جاذب مذکور تأثیر زیادی بر حفظ رطوبت خاک و رشد و نمو گیاهان مورد مطالعه داشتند.

للی و فک نث (1999) بیان داشتند، خاک یکمخزن نگهدارنده آب می‌باشد که ظرفیت آن به بافت، ساختمان، میزان نفوذپذیری خاک و عمق توسعه آن بستگی دارد. نامبردگان عنوان نمودند که استفاده از مالچ‌های گیاهی، و فیلترهای شنی باعث افزایش قابل توجهی در میزان نفوذ پذیری و نگه داشت رطوبت در خاک می‌گردند. مطالعات صورت گرفته توسط کارتن و همکاران (2005)، براند و تشیر (2000) نشان داد که بقایای گیاهی بطور قابل توجهی ظرفیت آب قابل دسترس و همچنین ماده آلی خاک را افزایش می‌دهند. قادری و همکاران (1382) استفاده از فیلترهای شنی در سامانه‌های سطوح آبیگر را

² Watershed system

¹ Aquasorb

مخلوطی از خاک محل، کود حیوانی و ماسه پر، و لوله‌های پی‌وی‌سی جهت برقراری ارتباط هیدرولیکی بین ستون سنگریزه‌ای با خاک چاله در آورده شدند. در تمام تیمارها میزان کود حیوانی بکار رفته به یک اندازه بوده و از هیچگونه کود دیگری استفاده نشده است. در چاله تمامی تیمارها، یک نهال پسته غرس و همچنین یک جفت حسگر 70 سانتی‌متری^{TDR1} جهت اندازه‌گیری رطوبت خاک چاله قرار داده شدند. قبل از اعمال تیمارها رطوبت خاک منطقه 23 درصد حجمی بود و لی چون نهال‌ها در سال 1377 کشت شده بود و برای استقرار نهال هر 10 روز 18 لیتر آب داده شد بطوریکه رطوبت در پای نهال با استفاده از TDR در حد 23 درصد حجمی باقی باشد. ولی در سال‌های 1388 و 1389 فقط تأثیر رواناب و تیمارهای اعمال شده بررسی شد.



شکل 1- نقشه اجرای طرح.

پارامترهای اندازه‌گیری شده

اندازه‌گیری متوسط رطوبت حجمی خاک چاله، هر 10 روز یکبار از اردیبهشت تا اول مهر، طیدو سال 1388 و 1389 توسط TDR صورت پذیرفت. اندازه‌گیری پارامترهای رویشی نهال پسته شامل رشد ارتفاع نهال، رشد قطر یقه و مساحت برگ، فقط در سال 1389 اندازه‌گیری گردید. ارتفاع رشد نهال، از تفاوت ارتفاع اولیه نهال در ابتدا و انتهای فصل رویشی بدست آمد. قطر یقه

1550 متر، میانگین دمای سالیانه 9/9 درجه سلسیوسو متوسط بارش 270 میلی‌متر، انجام گرفت.

احداث سامانه‌های سطوح آبگیر و اعمال تیمارها

سامانه سطوح آبگیر عبارت است از حوضه آبخیز کوچک¹ که رواناب داخل آن به انتهای حوضه هدایت و به صورت مختلف از آن استفاده می‌شود. در این تحقیق هر کرت آزمایشی به عنوان یک سامانه سطح آبگیر می‌باشد و رواناب آن در انتهای کرت به چاله گیرنده رواناب، هدایت می‌شود. اعمال تیمارهای مختلف در داخل چاله هر کرت (سطح آبگیر) صورت پذیرفت. محل مناسب برای اجرای طرح با توجه به توپوگرافی منطقه، در شیب‌های 2 الی 6 درصد انتخاب گردید. طراحی آن در روی زمین به صورت بلوک و کرت‌بندی با بکارگیری 4 تیمار در سه تکرار طوریکه در هر بلوک چهار کرتو در هر کرت یک تیمار قرار گرفت. در انتهای هر کرت، چاله‌ای به عمق و قطر 70 سانتی‌متر حفر گردید و تیمارها بصورت تصادفی در هر بلوک و کرت (شکل 1) به شرح زیر اعمال گردیدند:

تیمار شاهد A، در این تیمار چاله حفر شده از خاک حاصله از همان با اضافه کردن کود حیوانی پوسیده به اندازه 25 درصد حجم چاله مجدداً پر شد. تیمار B، داخل چاله این تیمار از مخلوط پرلیت، کود حیوانی پوسیده و خاک با نسبت حجمی 1-1-2 پر شد. تیمار C، در چاله این تیمار سه عدد کوزه سفالی به ارتفاع 70 و به قطر 10 سانتی‌متر در سه نقطه چاله با فاصله مساوی جا گذاری و اطراف کوزه‌ها با مخلوطی از خاک محل، کود حیوانی پوسیده و ماسه پر گردید. در تیمار D، دو ستون از سنگریزه در مجاورت چاله ایجاد گردید. نحوه ایجاد ستون سنگریزه به این صورت بود که دو لوله پی‌وی‌سی به قطر 10 و عمق 50 سانتی‌متر در چاله به فاصله 10 سانتی‌متری از دو طرف دیواره چاله قرار داده شد و داخل آنها با سنگریزه پر گردید. سپس اطراف لوله‌های مذکور با

¹Micro-catchment

اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت خاک به روش هیدرومتر چهار قرائتی (گی و ار 2002)، کربن آلی به روش تر سوزانی (نلسون و سامر 1996)، هدایت الکتریکی عصاره اشباع با هدایت سنج الکتریکی و واکنش خاک در عصاره اشباع توسط دستگاه pH متر اندازه‌گیری شد. آنالیز نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS و مقایسه بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن صورت پذیرفت.

نهال، در ابتدا و انتهای فصل رویشی از 5 سانتیمتری خاک بوسیله کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری گردید و تفاوت آنها میزان رشد یقه نهال را نشان داد. در انتهای فصل رشد تمام برگ‌های نهال به آرامی از آن جدا و مساحت آنها توسط دستگاه اندازه‌گیری کننده سطح برگ تعیین گردید.

جدول 1- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه.

شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	کلاس بافتی	کربن آلی (%)	ECe (dS/m)	pH (1:1)
39/6	30	30/4	لوم رسی	0/68	3/9	7/3

نتایج و بحث

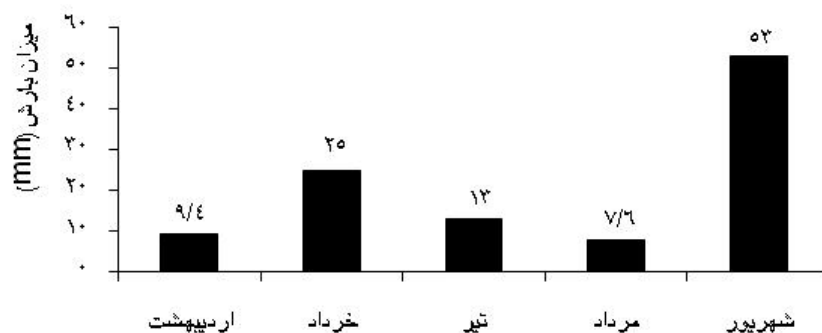
جدول 2 نشان می‌دهد که تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان رطوبت حجمی چاله، در سال 1388 در ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر و شهریور در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار گردیده ولی در مرداد ماه به دلیل کاهش میزان بارندگی (شکل 2) علیرغم تفاوت در میزان رطوبت بین تیمارها، اثرات آنها معنی‌دار نگردید.

جدول 1 خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. خاک دارای بافت لوم رسی بوده و مقدار ماده آلی آن بسیار ناچیز است. واکنش خاک در حد خنثیو از لحاظ شوری، جزء خاک های غیر شور می‌باشد. اسم فامیلی خاک مورد مطالعه Fine, active, mixed, calcareous, mesic, TypicHaplocalcids می‌باشد.

جدول 2- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی بر رطوبت حجمی چاله در ماه‌های رشد نهال (سال 1388).

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد
بلوک	2	3/8	3/9	2/8	1/7
تیمار	3	121/5**	12/6**	9/23**	4/7
خطای آزمایش	6	15/7	2/24	3/4	1/9

** : اختلاف معنی دار در سطح احتمال 1 درصد



شکل 2- نمودار بارش در ماه‌های رشد نهال (سال 1388).

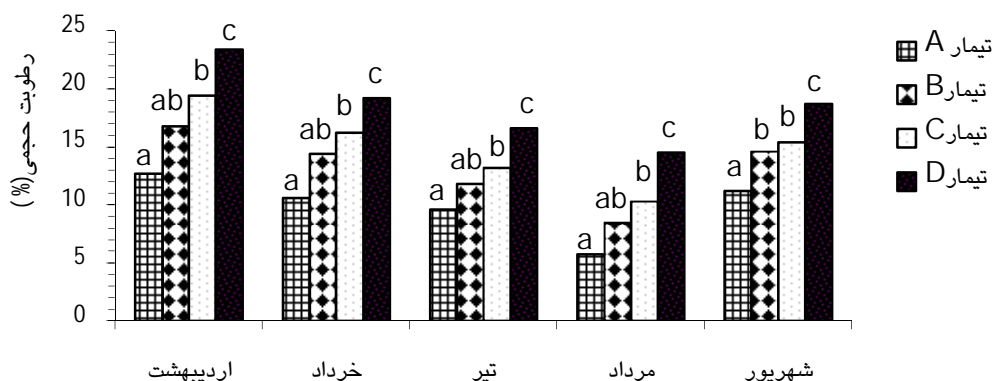
چاله در سطح احتمال 1 درصد و در تیر و مرداد ماه در سطح احتمال 5 درصد معنی دار است. در این سال عمده بارش در اردیبهشت و خرداد ماه بوده و در ماه‌های تیر و مرداد بارشی صورت نگرفته (شکل 4) و رطوبت اندازه‌گیری شده در چاله‌ها ناشی از بارش اردیبهشت و خرداد ماه است که توسط تیمارهای آزمایشی در چاله‌ها، حفظ شده است.

مقایسه میانگین میزان رطوبت حجمی در تیمارها (شکل 3) نشان داد که تیمار سنگریزه‌ای (تیمار D) بیشترین میزان رطوبت را به خود اختصاص داده و بعد از آن به ترتیب تیمارهای کوزه‌ای (تیمار C)، پرلیت (تیمار B) و شاهد (تیمار A) قرار می‌گیرند. جدول 3 تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان رطوبت حجمی چاله در سال 1389 را نشان می‌دهد. در ماه‌های خرداد، شهریور و اردیبهشت تأثیر تیمارها بر میزان رطوبت

جدول 3- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی بر رطوبت حجمی چاله در ماه‌های رشد نهال (سال 1389).

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییر
شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت		
1/8	1/7	1/1	20/5	7	2	بلوک
5/92**	0/89*	15/5*	28/9**	81/76*	3	تیمار
0/69	2/4	6/1	4/8	15/8	6	خطای آزمایش

*: اختلاف معنی دار در سطح احتمال 1 درصد *: اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 درصد

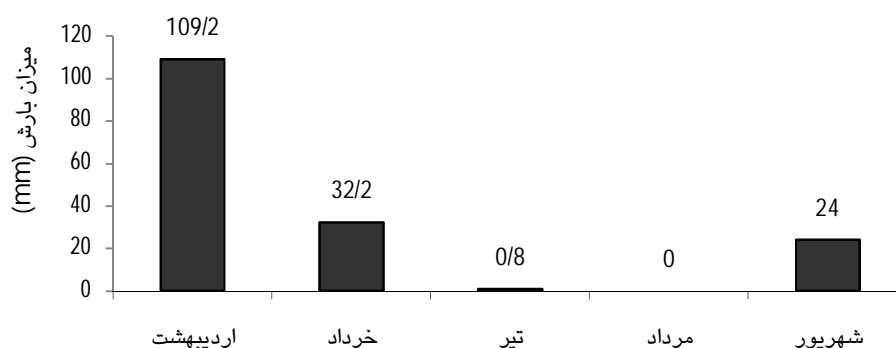


شکل 3- نمودار مقایسه میانگین رطوبت بین تیمارها در ماه‌های رشد نهال (سال 1388).

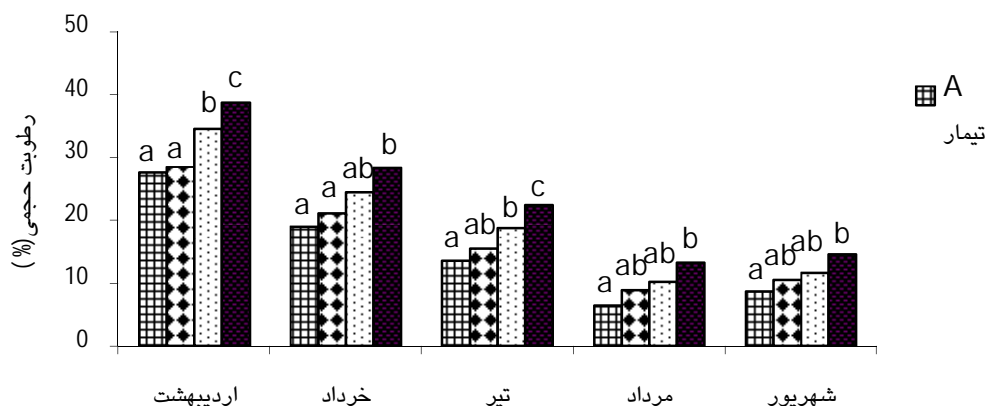
منجر به کاهش تراوش آب داخل کوزه به خاک اطرافش گردید. در تیمار پرلیت انتظار بر این بود که میزان رطوبت نگه داشته شده به دلیل ظرفیت نگهداری بالای رطوبت توسط پرلیت و ماده آلی بیشتر باشد در حالیکه شواهد نشان داد که روان آب سامانه به دلیل بالا بودن تخلخل خاک چاله، به لایه‌های پایین‌تر خاک (بیشتر از عمق 70 سانتی‌متری) هدایت گردید. در تیمار شاهد رواناب حاصل از سامانه به میزان خیلی کم به دلیل پوسته‌های رسی تشکیل شده (کاهش یافتن نفوذپذیری خاک) به داخل چاله نفوذ نموده و میزان بیشتری از آن در سطح خاک به مدت طولانی باقی می‌ماند و در اثر تبخیر از بین می‌رفت. علی و یازار (2007) در طی مطالعات، نشان دادند که سامانه‌های جمع‌آوری آب باران رطوبت حجمی خاک را از 17 درصد به 70 درصد افزایش دادند. در پژوهش حاضر نیز اثر تیمارهای آزمایشی که دارای سامانه جمع‌آوری آب بودند، از میزان رطوبت خاک بیشتری برخوردار بودند.

شکل 5 مقایسه میانگین میزان رطوبت حجمی در تیمارهای آزمایشی در سال 1389، در ماه‌های مختلف را نشان می‌دهد. همانند سال 1388 در این سال نیز، تیمار سنگریزه‌ای (تیمار D) بیشترین میزان رطوبت را به خود اختصاص داده و بعد از آن به ترتیب تیمارهای کوزه‌ای (تیمار C)، پرلیت (تیمار B) و شاهد (تیمار A) قرار می‌گیرند.

تیمار سنگریزه‌ای آب حاصل از رواناب سامانه را توسط فیلتر سنگریزه‌ای به درون چاله انتقال، و چاله به عنوان ذخیره گاه رطوبت عمل نموده و توانسته به تدریج این رطوبت را به خاک اطراف خود منتقل نماید. لذا رطوبت حجمی اندازه‌گیری شده در این تیمار بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. در تیمار کوزه‌ای به خاطر کوچک بودن قطر دهانه کوزه، رواناب سامانه نتوانست بطور کامل به درون کوزه هدایت گردد. همچنین به دلیل گل آلودگی رواناب انتقال یافته به درون کوزه، خلل و فرج کوزه کاهش یافت که این عمل



شکل 4- نمودار بارش در ماه‌های رشد نهال (سال 1388).



شکل 5- نمودار مقایسه میانگین رطوبت بین تیمارها در ماه‌های رشد نهال (سال 1389)

می‌دهند. بیشترین میزان ارتفاع نهال، قطر یقه و مساحت برگ‌ها مربوط به تیمار فیلتر سنگریزه‌ای و کمترین آنها مربوط به تیمار شاهد است و بین تیمار کوزه‌ای و پرلیت تفاوت معنی داری نبوده و این دو تیمار در یک گروه قرار گرفتند.

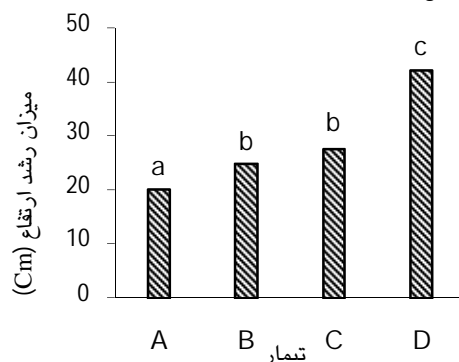
جدول 4 تأثیر تیمارهای آزمایشی را بر روی پارامترهای رویشی نهال پسته در سال دوم (1389) را نشان می‌دهد. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر روی ارتفاع، قطر یقه و مساحت برگ‌ها در سطح احتمال 1 درصد معنی دار بود.

شکل‌های 6، 7 و 8 به ترتیب مقایسه میانگین ارتفاع، قطر یقه و مساحت برگ‌های نهال پسته را نشان

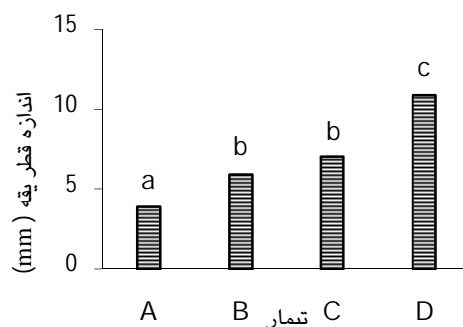
جدول 4- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی بر روی میزان رشد نهال پسته.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		رشد ارتفاع	مساحت برگ‌ها
بلوک	2	0/57	3/94
تیمار	3	25/9**	25343/6**
خطای آزمایش	6	0/57	2/44

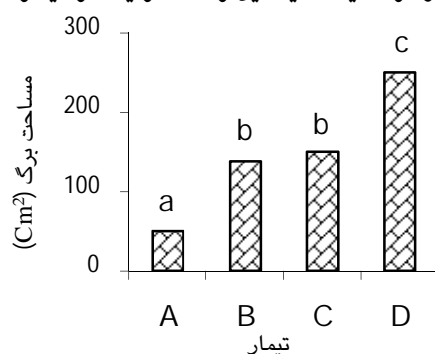
** اختلاف معنی دار در سطح احتمال 1 درصد



شکل 6- نمودار مقایسه میانگین رشد ارتفاع در تیمارها.



شکل 7- نمودار مقایسه میانگین رشد قطر یقه در تیمارها.



شکل 8- نمودار مقایسه میانگین مساحت برگ در تیمارها.

(2004)، مبنی بر استفاده از آب باران و هدایت آن به پای درختان انگور دیم و افزایش رشد آنها و همچنین با یافته‌های لی و همکاران (2005) مبنی بر اثر معنی‌دار سامانه‌های جمع آوری آب باران بر روی خصوصیات رویشی و قطر تنه درخت گز¹، مطابقت دارد. یدالهی (1391) در تحقیق خود بر روی سامانه سطوح آبگیر و هدایت آب جمع‌آوری شده توسط فیلتر سنگریزه‌ای به داخل چاله کاشت درخت بادام افزایش معنی‌داری در رشد این درخت نسبت به شاهد را گزارش نمود که در تطابق کامل با نتایج این تحقیق می‌باشد.

تیمارسنگریزه‌ای با فراهم آوردن رطوبت مورد نیاز نهال پسته در طول دوره رشد باعث رشد بهتر آن گردیده به صورتی که بیشترین ارتفاع، قطر یقه نهال، و مساحت برگ‌ها به این تیمار اختصاص داشت. رشد اندام هوایی پارامتر مناسبی جهت ارزیابی اولیه رابطه بین واکنش گیاه و مقدار رطوبت خاک است. حساسیت رشد اندام هوایی بویژه طویل شدن برگ (تغییر طول برگ) در مقابل وضعیت آبی خاک ثابت شده است (داسیلوا و کی 1996). کاهش سطح برگ را می‌توان به عنوان اولین اقدام دفاعی گیاه در برابر کمبود رطوبت در نظر گرفت. کاهش سطح برگ و تعداد برگ‌ها در اثر تنش رطوبتی به دلیل کاهش فشار آماس سلولی (ناگل و همکاران 1994، سرپ و ماتوز 2000)، به تأخیر اندازی ایجاد برگ‌های جدید (بلایگو و همکاران 1996) و افزایش پیری برگ (پیک و همکاران 2002) است. نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های سپاسخواه و فولادوند

¹Tamarix ramosissima

نتیجه‌گیری کلی

اینکه تمام چاله با مخلوطی از پرلیت، ماده آلی و خاک پر شده بود تخلخل کل چاله زیاد گردید و بخشی از رواناب سامانه به لایه‌های زیرین (عمق بیشتر از 70 سانتی‌متر) هدایت گردید و این باعث شد که رطوبت حجمی اندازه‌گیری شده تا عمق 70 سانتی‌متری در این تیمار کمتر از دو تیمار فیلتر سنگریزه‌ای و کوزه‌ای گردد اما از تیمار شاهد میزان رطوبت بیشتری داشت. زیرا تیمار پرلیت همان تیمار شاهدی است که در آن بجای نصف خاک چاله، از پرلیت و ماده آلی استفاده شده است. افزایش رطوبت در این تیمار نسبت به تیمار شاهد ناشی از ظرفیت نگهداشت بالای ماده آلی و پرلیت است.

اندازه‌گیری‌های رطوبت حجمی خاک چاله نشان داد که تیمار فیلتر سنگریزه‌ای بیشترین میزان رطوبت در خاک چاله را ایجاد نمود و بعد از آن تیمارهای کوزه‌ای، پرلیت و شاهد قرار گرفتند. با توجه به ماندگاری بیشتر رطوبت در خاک چاله تیمار فیلتر سنگریزه‌ای، نهال پسته در این تیمار رشد نسبی بالاتری در مقایسه با سایر تیمارها داشت. بطوری که بیشترین رشد ارتفاع، قطر یقه و مساحت برگ‌ها به این تیمار تعلق یافت. تیمار کوزه‌ای نتوانست رواناب سامانه را بطور کامل دریافت و به داخل کوزه‌های جای‌گذاری شده هدایت نماید و این امر باعث کاهش کارآیی این تیمار در افزایش دادن رطوبت حجمی خاک چاله گردید. در تیمار پرلیت، بدلیل

منابع مورد استفاده

- پورمیدانی ع، 1384. تأثیر سوپر جاذب‌ها بر دوره آبیاری سه گونه آتریپلکس، کاج تهران و زیتون. مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. جلد 13، شماره 2، صفحه‌های 175 تا 189.
- شرفا م، 1366. اثر پرلیت و هیدروپلاس بر تخلخل، ظرفیت نگهداری رطوبت و آب‌گذری خاک‌ها. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- شعاعی ض، قدوسی ج، تلوری ع، مهربان م ح، غفوری ع، 1382. پروژه سیستم‌های سطوح آبگیر باران به منظور توسعه پایدار منابع زیست محیطی. شورای پژوهش‌های علمی کشور، (کمسیون کشاورزی) 707 صفحه.
- طباطبایی یزدی ج، حقایقی مقدم س، قدسی م و افشار ه، 1388. استحصال آب باران برای آبیاری تکمیلی گندم دیم در مشهد. نشریه آب و خاک دانشگاه فردوسی مشهد، جلد 24، شماره 2، صفحه‌های 198 تا 207.
- عاصمی ا و رفته‌گری نژاد ک، 1363. طرح پرلیت اداره کل صنایع، دفتر صنایع استاندارد آذربایجان شرقی، نشریه شماره 3، 120 صفحه.
- قادری ن، 1383. بهینه‌سازی سیستم‌های سطوح آبگیر از طریق افزایش ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان.
- موسوی س ف و شایان ا، 1364. آب بیشتر برای مناطق خشک. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، چاپ اول، 160 صفحه.
- نجفی ا و برزگر ا، 1376. جنگل‌کاری با آب باران و ارزیابی رشد گونه‌های درختی با انواع روش‌های سطوح آبگیر. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان آذربایجان شرقی.
- یداللهی ع، تیموری ن، عبدوسی و و ساریخانی خرمی س، 1391. ارزیابی تلفیق سامانه‌های جمع‌آوری آب با سوپر جاذب و مواد آلی در استقرار باغ‌های بادام در شرایط دیم. مجله پژوهش آب در کشاورزی جلد 26، شماره 1، صفحه‌های 95 تا 106.

- Ali A and Yazar A, 2007. Effect of micro-catchment water harvesting on soil-water storage and shrub establishment in the arid environment. *International Journal of Agricultural and Biology* 9(2): 302-306.
- Belaygue C, Wery J, Cowan AA and Tardieu F, 1996. Contribution of leaf expansion, rate of leaf appearance, and stolon branching to growth of plant leaf area under water deficit in white clover. *Crop Science Society of America* 36: 1240-1246.
- Bruand A and Tessier D, 2000. Water-retention properties of the clay in soils developed on clayey sediments: Significance of parent material and soil history. *European Journal of Soil Science* 51: 679-688
- Cartaud F, Touze-Foltz N and Duval Y, 2005. Experimental investigation of the influence of a geotextile beneath the geomembrane in a composite liner on leakage through a hole in the geomembrane. *Geotext. Geomembr* 23(2): 117-143.
- Chatzopoulos FJL, Fugit I, Quillon F, Rodriguez and Taverdet J, 2000. Study of the function of differences parameters, the absorption and desorption water of a copolymer ACRL-acrylate sodium reticulate. *European Polymer Journal* 36: 51-60.
- Da Silva AP and Kay BD, 1996. The sensitivity of shoot growth of corn to the least limiting water range of soils. *Plant and Soil* 184: 323-329.
- Daniel J, Wofford JR and Anthony J, 1990. Cross-linked poly acryl amide may help keep Colorado green into the 21st century, while significantly reducing landscape water usage. Available at: www.hydrosources.com/clpbbs04.htm
- Gee GW and Or D, 2002. Particle size analysis. Pp 255-293. In: Dane JH and Topp (eds). *GC Methods of Soil Analysis. Physical Methods, Part 4, ASA and SSSA, Madison, WI.*
- Lalljee B and Facknath S, 1999. Water harvesting and alternate sources of water for agriculture. *PROSI Magazine - N° Agriculture* 368: 48-54
- Laura R, 2004. Water farms: a review of the physical aspects of water harvesting and runoff enhancement in rural landscapes. *Technical Report 04/6, CSIRO Land and Water, Canberra ACT.*
- Li XY, Liu SY, Gao PJ, Shi XY and Zhang CL, 2005. Micro catchment water harvesting for growing *Tamarix ramosissima* in the semiarid loess region of China. *Forest Ecology and Management* 214: 111-117.
- Nagel OW, Konings H and Lambers H, 1994. Growth rate, plant development and water relations of ABA-deficient tomato mutant sitiens. *Physiol Plant* 92: 102-108.
- Nelson DW and Sommers LE, 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter, pp. 961-1010. In: DL Arks (ed). *Methods of Soil Analysis. Part 3 Chemical Methods, SSA, Madison, WI.*
- Oweis T, Hachum A and Kijne J, 1999. Water harvesting and supplementary irrigation for improved water use efficiency in dry areas. *SWIM Paper 7 Colombo, International Water Management Institute: Sri Lanka.*
- Pic E, Teyssendier De, La Serve B, Tardieu F and Turc O, 2002. Leaf senescence induced by mild water deficit follows the same sequence of macroscopic, biochemical and molecular events as monocarpic senescence in pea. *Plant Physiol* 128: 236-246.
- Serpe MD and Mathews MA, 2000. Turgor and cell wall yielding in dicot leaf growth in response to changes in relative humidity. *Australian journal of plant physiology*. 27: 1131-1140.
- Sepaskhah AR and Fooladvand HR, 2004. A computer model for design of micro catchment water harvesting systems for rain-fed vineyard. *Agricultural Water Management* 64(3): 213-232.
- Sepaskhah AR and Kamgar Haghighi AA, 1989. Study on runoff harvesting system for dry land grapes. Final report research project No. 18-297-AG-60).
- Short R and Lantzke N, 2006. Increasing runoff from roaded catchments by chemical application. Project Number: RT 03/20-4. Department of Agriculture and Food, Western Australia.
- Tavakoli AR, 2002. Optional management of single irrigation on dry land wheat farming. *Journal Agricultural Engineer Research* 2(7): 41-51.
- Woodhouse J and Johnson MS, 1991. Effect of super-absorbent polymers on survival and growth of crop seedlings. *Agricultural Water Management* 20: 63-70.