تأثیر سامانه‌های سطوح آبگیر باران و فیلتر سنگریزه‌ای در افزایش و ماندگاری رطوبت خاک در محیط ریشه و رشد نهال بادام

محمدابراهیم صادق زاده[*1]، جمشید یاراحمدی[2]، احد حبیب زاده[3]، کریم مهرورز[4]

۱* کارشناس ارشد و محقق بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،تبریز، ایران *mebsadeghzadeh@yahoo.com*

۴-۳-۲- عضو هیئت علمی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،تبریز، ایران

چکیده

افزایش روزافزون جمعیت در کنار مصارف بی‌رویه آب مشکلات زیادی را در تأمین آب شهری و روستایی کشور فراهم نموده است. بخاطر مصارف عمده آب در بخش کشاورزی، تحقیق در زمینه استفاده از منابع آب جایگزین و روش‌های صرفه‌جویی در مصرف بهینه آن بسیار ضروری است. به این منظور جهت بذشی تأثیر جمع‌آوری آب باران توسط سامانه‌های سطوح آبگیر و هدایت آن به محیط ریشه توسط فیلتر سنگریزه‌ای بر میزان رطوبت خاک و رشد نهال بادام، آزمایشی در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار در سه تکرار در طی سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۳ طراحی و اجرا گردید. در این تحقیق هر کرت آزمایشی به عنوان یک سامانه سطح آبگیر عمل نموده و اعمال تیمارهای مختلف در داخل چاله هر کرت صورت پذیرفت. در هر یک از چاله انتهای سامانه، یک نهال بادام غرس و همچنین یک جفت حسگر TDR به طول ۷۰ سانتی‌تری 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 ۱و ۵ درصد گردید. مقایسه میانگین رطوبت حجمی در تیمارهای آزمایشی در هر دو سال نشان داد که تیمار سامانه سطوح آبگیر عایق توأم با فیلتر سنگریزه در چاله انتهای سامانه بیشترین میزان رطوبت را در خودش ذخیره کرده و بعد از آن به ترتیب تیمارهای بدون پومیس و شاهد قرار گرفتند. همچنین تأثیر تیمارهای آزمایشی بر روی ارتفاع، قطر یقه و مساحت برگ‌های نهال بادام در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین میزان ارتفاع نهال، قطر یقه و مساحت برگ‌ها مربوط به تیمار سامانه سطوح آبگیر عایق توأم با فیلتر سنگریزه در چاله انتهای سامانه و کمترین آنها مربوط به تیمار شاهد بود.

واژه‌های کلیدی:

استحصال آب باران، رطوبت حجمی، سامانه سطوح آبگیر، بادام، فیلتر سنگریزه‌ای

مقدمه

سطح مناطق خشک جهان در حدود ۶۱ میلیون کیلومترمربع است که معادل۴۶ درصد مساحت کره زمین می‌باشد(فائو،۲۰۰۳). از نظر توزیع قاره‌ای، مناطق خشک ۱۴ درصد امریکا وحاشیه اروپا، ۳۷ درصد افریقا، ۱۶ درصد استرالیا و ۳۳ درصد قاره آسیا را پوشش می دهد(Akhtar و همکاران، ۲۰۱۰). از مشخصه‌های بارز این قبیل مناطق، نزولات جوی اندک و نامنظم همراه با دمای هوای نسبتاً بالا بوده که منجر به محدودیت منابع آب قابل دسترس و به تبع آن، دشواری در استقرار کشاورزی پایدار شده است(Musyoki و Munyao، ۲۰۱۴). بنابراین می‌توان گفت که اولین فاکتور محدود کننده استقرار پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه خشک مقدار آب قابل دسترس در منطقه ریشه گیاه است(Lal، ۲۰۰۱). مکانیسم مقابله با محدودیت منابع آب و تامین آن عبارت است از: آبیاری تکمیلی برای استفاده بهینه از آب کمیاب در مناطق دیم و استحصال آب باران[1] جهت اطمینان از آب کافی(Oweis و Hachum، ۲۰۰۳). بخاطر محدودیت ذاتی منابع آب در اینگونه مناطق، گزینه آبیاری تکمیلی شاید همواره میسر نباشد بنابراین تنها گزینه منطقی و قابل حصول روش استحصال آب باران خواهد بود.

استحصال آب باران عبارت است از جمع آوری و ذخیره آب نزولات جوی جهت شرب، مصارف دام و وحوش و یا آبیاری محصولات کشاورزی و تغذیه منابع آب زیرمینی که شامل جمع آوری آب باران از سطوح طبیعی یا پشت بام‌ها می‌باشد(سایت RWH[2]، ۲۰۱۴). واژه استحصال آب برای اولین بار در سال ۱۹۶۳توسط Geddes بکار برده شده است. با این حال، استحصال آب باران یک روش و ایده تازه‌ای نیست چرا که برخی محققان قدمت آن را ۴۰۰۰ سال قبل از میلاد می‌دانند. یعنی به عصر برنز و زمانی که تمدن‌های آسیایی و افریقایی با جمع آوری آب باران توانستند در مناطقی که بارش سالانه کمتر از ۱۰۰ میلیمتر دارند نیز کشاورزی را امکان پذیر سازند(توکلی شیرازی و اکبری،۱۳۹۲). برخی نیز قدمت آن را در چین تا۶۰۰۰ سال قبل از میلاد می‌برند(Krishna،۲۰۰۳). با این وجود، جمع آوری آب باران با استفاده از شیوه‌ها و تکنیک‌های نوین مجدداً در قرن بیستم مطرح گردیده است. اگر چه شناسائی علمی انواع سامانه‌های سطوح آبگیر باران در قالب واژه‌ی استحصال آب از کشور تونس توسط Pacey و Cullis (۱۹۸۶) گزارش شده، اما نخستین بار در فلسطین اشغالی توسعه یافته است. در این ارتباط Reij و همکاران (۱۹۸۸) با بهره‌گیری از طبقه بندی انجام شده قبلی نسبت به تشریح انواع سامانه‌های سطوح آبگیر باران در قالب استحصال آب برای تولیدات گیاهی اقدام نموده‌اند(قدوسی و همکاران ۱۳۸۲).

نتایج حاصل از برخی مدل‌های پیش‌بینی وضعیت آب و هوایی مانند مرکز مطالعات هادلی در انگلستان نشان می‌دهد که به دلیل گرمایش جهانی طی ۲۵ سال آینده مقدار بارندگی سالانه در پهنه ایران حدود ۵۰ میلی‌متر کاهش خواهد یافت و بر عکس متوسط دمای هوا تا ۲ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا می‌کند. این امر هشدار جدی برای مدیریت منابع آب و کشاورزی در کشور می‌باشد(علیزاده ۱۳۹۱). لذا استفاده از روش‌های بهره‌برداری از نزولات آسمانی برای مقابله با کم آبی و استفاده بهینه و اقتصادی از اراضی مناطق خشک و نیمه خشک ضروری است(**صادق زاده و همکاران ۱۳۹۲**). یکی از روش‌هایی که بطور غیر مستقیم جایگزین منابع آب معمول، نظیر چاه، قنات و رودخانه باشد، استحصال مستقیم آب باران است. 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. دراین زمینه، سامانه‌های سطوح آبگیر باران، روشی شناخته شده در استفاده از نزولات جوی، با هدف ایجاد و توسعه پوشش گیاهی به کار برده می‌شوند. سوابق موجود استحصال آب باران دردنیا نشان می‌دهد که این روش اول بار در صحاری فلسطین اشغالی با بارندگی متوسط ۹۰ میلی‌متر در سال، مورد استفاده قرار گرفت و این امر منجر به افزایش تولید علوفه در این منطقه گردید(موسوی و شایان ۱۳۶۴). توکلی (۲۰۰۲) 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. **امروزه به طور سنتی و نوین از این نوع سامانه-ها برای تأمین آب برای کشت گیاهان و ایجاد باغ بر روی دامنه‌های شیبدار در بسیاری از نقاط کشور استفاده می‌شود ککه در تممامی آنها وجود سطح تولید کننده رواناب، استفاده از تیمارهای مختلف جهت افزایش تولید رواناب در سطح سامانه و وجود چالله پذیرننده رواناب در محل کشت نهال یا گیاه مورد نظر الزامی می‌باشد (شعاعی و همکاران ۱۳۸۲)**. ببه نظظر ممی‌رسد راهبرد کلیدی درکشت گیاهان دیم در مناطق خشک و نیمه خشک جهت به حداقل رساندن ریسک نابودی کامل محصولات، استفاده از سامانه‌های استحصال

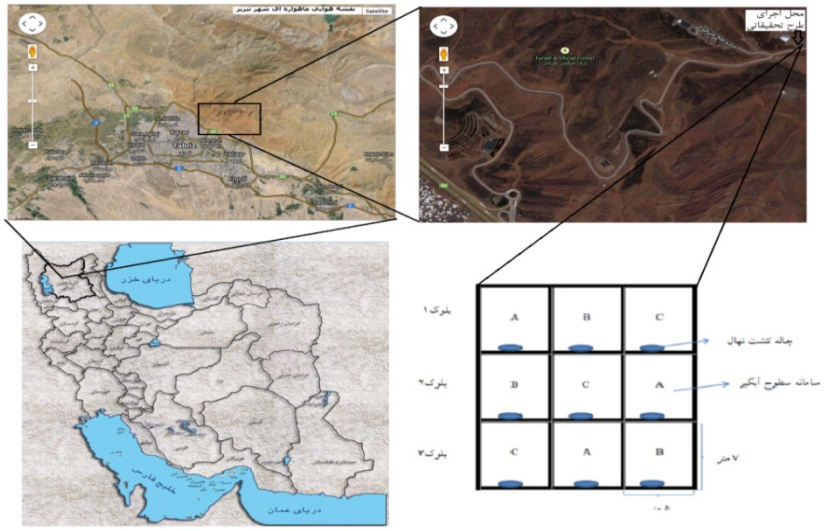
1 RAIN WATER HARVESTING
2 Rainwater Harvesting Org.

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. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که بابا استفاده از سطوح عایق می‌تتوان حجم قابل توجهی از آب باران را استحصال کرده وسپس از طریق فلیترهای سنگریزه‌ای آن را مستقیماً به منطقه ریشه گیاه انتقال داد. از این طریق می‌توان بطور چشمگیری تلفات آب از طریق تبخیر را کاهش داده و رطوبت موجود در منطقه ریشه گیاه را به ممدت طولانی‌تتر حفظ و ذخیره کرد. نتیجه این امر، تامین بخش مهمی از نیاز آبی گیاه در مواقع بحرانی خواهد بود. این مسئله در مناطق خشک و نیمه خشک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است بخصوص در مناطقی که پراکنش زمانی بارش مناسب نیست و اکثر بارش‌ها در چنند ماه اول سال رخ داده و در بقیه فصول گیاهان با تنش آبی مواجه می‌شوند. هدف این تحقیق، استفاده از آب باران برای گسترش کشت باغات دیم و فضای سبز با استفاده از دانش روز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در کوه عون بن علی تبریز با ارتفاع ۱۸۵۰ متر از سطح دریا، میانگین دمای سالیانه ۱۰/۹ درجه سلسیوس و متوسط بارش ۲۴۰ میلی‌متر انجام گرفت. در این تحقیق هر کرت آزمایشی به عنوان یک سامانه سطح آبگیر بوده 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 شیب ۲۰ درصد انتخاب گردید. طراحی آن در روی زمین به صورت بلوک و کرت‌بندی با بکارگیری ۳ تیمار در سه تکرار و در هر بلوک سه کرت و در هر کرت یک تیمار قرار گرفت. در انتهای هر کرت، چاله‌ای به عمق و قطر ۷۰ سانتی‌متر حفر گردید و تیمارها بصورت تصادفی در هر بلوک و کرت (شکل ۱) به شرح زیر اعمال گردیدند:

۱. تیمار شاهدA، در این تیمار جهت کاشت نهال بادام از خاک چاله حفر شده با اضافه کردن کود حیوانی پوسیده به اندازه ۲۵ درصد حجم چاله استفاده گردید.
۲. تیمار B، سامانه سطوح آبگیر عایق همراه فیلتر سنگریزه ای در چاله انتهای سامانه.
۳. تیمار C، سامانه سطوح آبگیر عایق بدون استفاده از فیلتر سنگریزه ای.
۴. در چاله تمامی تیمارها، یک نهال بادام غرس و همچنین یک جفت حسگر ۷۰ سانتی‌متری TDR[1] جهت اندازه‌گیری رطوبت خاک چاله قرار داده شدند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و نقشه اجرای طرح

اندازه‌گیری متوسط رطوبت حجمی خاک چاله هر ۱۰ روز یکبار توسط دستگاه TDR و همچنین اندازه‌گیری پارامترهای رویشی نهال بادام شامل رشد ارتفاع نهال، رشد قطر یقه و مساحت برگ صورت پذیرفت. ارتفاع رشد نهال، از تفاوت ارتفاع اولیه نهال در ابتدا و انتهای فصل رویشی بدست آمد. میزان رشد قطر یقه نهال در ابتدا و انتهای فصل رویشی از ۵ سانتیمتری سطح خاک بوسیله کولیس

[1] - Time domain reflectometry

دیجیتالی اندازه‌گیری گردید. در انتهای فصل رشد تمام برگ‌های نهال به آرامی از آن جدا و مساحت آنها توسط دستگاه اندازه‌گیری کننده سطح برگ تعیین گردید. بافت خاک به روش هیدرومتر چهار قرائتی (گی و ار۲۰۰۲)، کربن آلی به روش تر سوزانی (نلسون و سامر ۱۹۹۶)، هدایت الکتریکی عصاره اشباع با هدایت‌سنج الکتریکی و واکنش خاک در عصاره اشباع توسط دستگاه pH متر اندازه-گیری شد. آنالیز نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS و مقایسه بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

جدول۱خصوصیات 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 خنثی و از لحاظ شوری، جزء خاک‌های غیر شور و اسم فامیلی خاک مورد مطالعه Fine, active, mixed, calcareous, mesic, Typic Haplocalcids می‌باشد.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

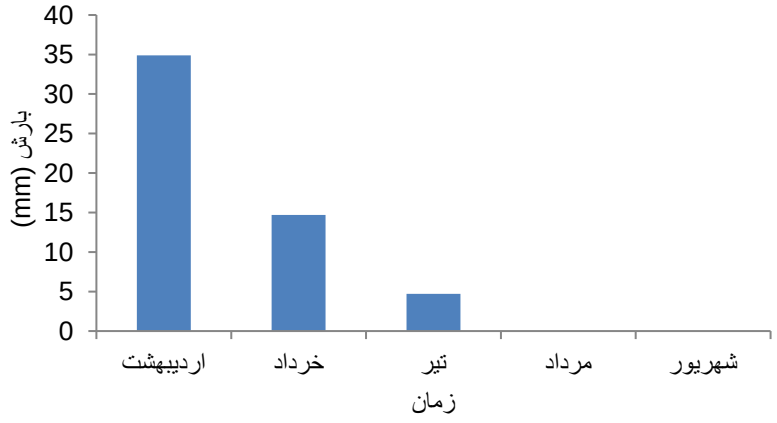
شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	کلاس بافتی	کربن آلی (٪)	ECe (dS/m)	pH (۱:۱)
۳۹٫۶	۳۰	۳۰٫۴	لوم رسی	۰٫۶۸	۳٫۹	۷٫۳

جدول ۲ نشان می‌دهد که تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان رطوبت حجمی چاله، در ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر و شهریور در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردیده ولی در مرداد ماه به دلیل کاهش میزان بارندگی (شکل ۲) علیرغم تفاوت در میزان رطوبت بین تیمارها، اثرات آنها معنی‌دار نگردید.

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی بر رطوبت حجمی چاله در ماه‌های رشد نهال

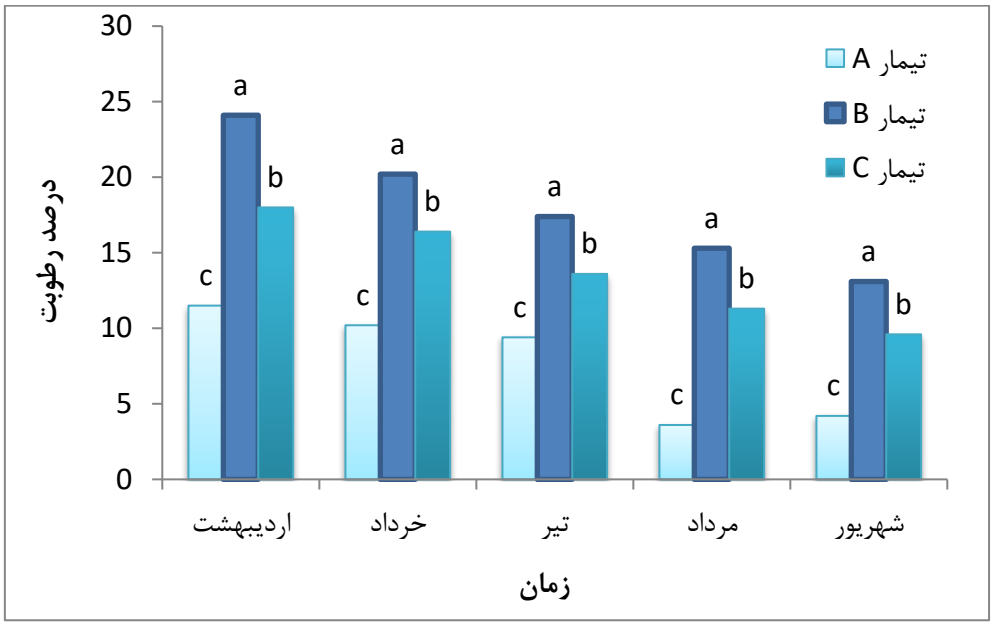
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
بلوک	۲	۳٫۸	۳٫۹	۲٫۸	۱٫۷	۰٫۱۷
تیمار	۳	**۱۲۴٫۵	**۱۴٫۶	**۸٫۵۶	۵/۲	**۴٫۲
خطای آزمایش	۶	۱۵٫۷	۲٫۲۴	۳٫۴	۱٫۹	۰٫۵۶

**: اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد



شکل ۲- نمودار بارش در ماه‌های رشد نهال

مقایسه میانگین میزان رطوبت حجمی در تیمارها (شکل۳) نشان داد که تیمار B، (سامانه سطوح آبگیر عایق به همراه فیلتر سنگریزه ای در چاله انتهای سامانه) بیشترین میزان رطوبت را به خود اختصاص داده و بعد از آن به ترتیب تیمارهای شاهد (تیمار A) و (تیمارC)، قرار می‌گیرند.



شکل ۳- نمودار مقایسه میانگین رطوبت بین تیمارها در ماه‌های رشد نهال

تیمار B، (سامانه سطوح آبگیر عایق توأم با استفاده از فیلتر سنگریزه‌ای در چاله انتهای سامانه) رواناب ایجاد شده را به درون چاله انتقال، و پومیس موجود در 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 C، همان رواناب ایجاد شده به چاله منتقل می‌شود ولی بدلیل نبود فیلتر در چاله انتقال رواناب کم و در نتیجه رطوبت میزان رطوبت نسبت به تیمار قبلی کمتر است. در تیمار شاهد رواناب حاصل از سامانه بدلیل نبود عایق به میزان خیلی کم بوده و ضمناً این رواناب کم که به چاله موجود در انتهای سامانه وارد می‌شود بدلیل نبود فیلتر سنگریزه‌ای از سطح خاک تبخیر شده و رطوبت کمتری را نشان داد. **علی و یازار (۲۰۰۷) در طی مطالعات، نشان دادند که سامانه‌های جمع‌آوری آب باران رطوبت حجمی خاک را از ۱۷ درصد به ۷۰ درصد افزایش دادند. در پژوهش حاضر نیز اثر تیمارهای آزمایشی که دارای سامانه جمع‌آوری آب بودند، از میزان رطوبت خاک بیشتری برخوردار بودند.** ملکیان و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر مقادیر مختلف پومیس بر میزان نگهداری آب در خاک و رشد ذرت را بررسی و گزارش کردند که پومیس به طور معنی‌داری نگهداشت رطوبت خاک و شاخص‌های رشد ذرت را افزایش داد.

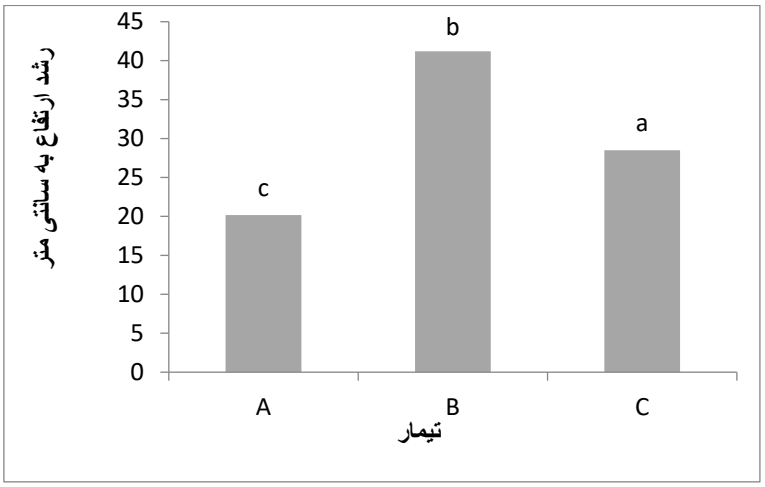
جدول ۳ تأثیر تیمارهای آزمایشی را بر روی پارامترهای رویشی نهال بادام را نشان می‌دهد. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر روی ارتفاع، قطر یقه و مساحت برگ‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود.

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی بر روی میزان رشد نهال پسته

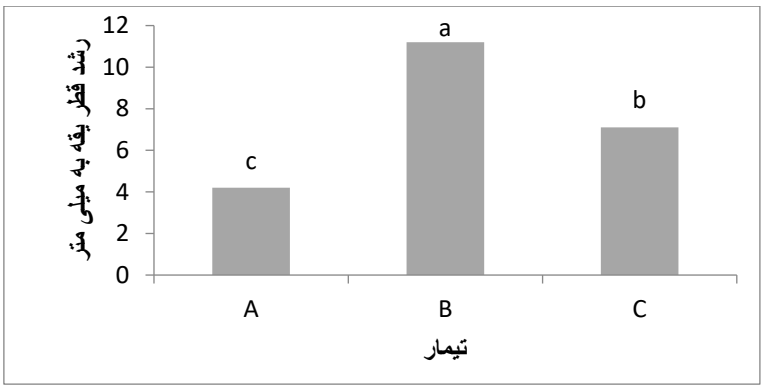
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		رشد یقه	رشد ارتفاع	مساحت برگها
بلوک	۲	۰/۵۷	۳/۹۴	۸/۶۴
تیمار	۳	**۲۵/۹	**۲۶۸/۹۲	**۲۵۳۴۳/۶
خطا ی آزمایش	۶	۰/۵۷	۲/۴۴	۳۴۴/۷

**: اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

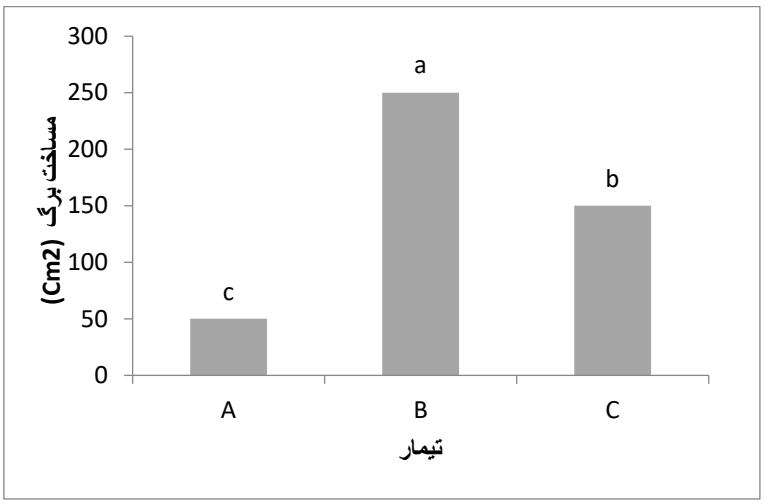
شکل‌های ۴، ۵ و ۶ به ترتیب مقایسه میانگین ارتفاع، قطر یقه و مساحت برگ‌های نهال بادام را نشان می‌دهند. بیشترین میزان ارتفاع نهال، قطر یقه و مساحت برگ‌ها مربوط به تیمار B و بعد از آن تیمارهای C و A قرار گرفتند.



شکل ۴- نمودار مقایسه میانگین رشد ارتفاع در تیمارها



شکل ۵- نمودار مقایسه میانگین رشد قطر یقه در تیمارها



شکل ۶- نمودار مقایسه میانگین مساحت برگ در تیمارها

تیمارB، با فراهم آوردن رطوبت مورد نیاز نهال بادام 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 ۱۹۹۶). 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 ۱۹۹۴، سرپ و ماتوز ۲۰۰۰)، به تأخیر اندازی ایجاد برگ‌های جدید (بلایگو و همکاران ۱۹۹۶) و افزایش پیری برگ (پیک و همکاران ۲۰۰۲) است.

نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های سپاسخواه و فولادوند (۲۰۰۴)، مبنی بر استفاده از آب باران و هدایت آن به پای درختان انگور دییم و افزایش رشد آنها و همچنین با یافته‌های لی و همکاران (۲۰۰۵) مبننی ببر اثثر معننی‌دار سامانه‌های جمع آوری آب بباران ببر روی خصوصیات رویشی وقطر تنه درخت گز۴، مطابقت دارد. یدالهی (۱۳۹۱) در تحقیق خود بر روی سامانه سطوح آبگییر و هدایت آب جمع‌آوری شده توسط فیلتر سنگریزه‌ای به داخل چاله کاشت درخت بادام افزایش معنی‌داری در رشد این درخت نسبت ببه ششاهد را گزارش نمود که در تطابق کامل با نتایج این تحقیق می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بااستفاده از سیستم سطح عایق و بکارگیری فیلتر سنگریزه‌ای می‌توان بطور چشمگیری تلفات آب از طریق تبخیر در سطح چاله نهال را کاهش داد. همچنین بخاطر انتقال مستقیم آب استحصالی به منطقه ریشه گیاه، رطوبت موجود در منطقه ریشه گیاه را به مدت طولانی‌تر حفظ و ذخیره کرد. نتیجه این امر، تأمین بخش مهمی از نیاز آبی گیاه در مواقع بحرانی می‌باشد. که در شکل ۷ مقایسه تیمارها کاملاً مشهود است. این مسئله در مناطق خشک و نیمه خشک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بخصوص در مناطقی که پراکنش زمانی بارش مناسب نبوده و اکثر بارش‌ها در چند ماه اول سال رخ داده و در بقیه فصول گیاهان با تنش آبی مواجه می‌شوند. استحصال آب باران با استفاده از سطوح عایق و انتقال مستقیم آن به منطقه ریشه گیاه پاسخ مناسبی برای مقابله با مشکل مذکور است. تامین آب مورد نیاز گیاه و اعمال کم آبیاری و به تبع آن امکان افزایش عملکرد محصول در واحد سطح باعث بهبود وضعیت معیشتی و افزایش درآمد کشاورزان بالاخص باغداران خواهد شد. نتیجه این وضعیت بدون شک باعث کاهش مهاجرت به شهرها شده و چه بسا مهاجرت معکوس نیز در بر خواهد داشت.

باتوجه به نتایج حاصله در ارتباط با کاهش تبخیر و افزایش رطوبت حجمی در پروفیل خاک از یک طرف و هزینه بسیار پائین اجرای آن از طرف دیگر، پیشنهاد می‌شودکه نتایج آن در سطح ملی و بالاخص در سطح استانی که بحران خشکسالی و خشک شدن دریاچه ارومیه از مهمترین دغدغه‌های پیش روی بخش کشاورزی بوده اجرا گردد تا از این طریق ضمن استحصال آب باران در استفاده بهینه از منابع آبی موجود نیز اقدام عملی صورت گیرد.

تیمار شاهد(B): بادام با سامانه سطوح آبگیر و فیلتر سنگریزه‌ای	تیمار شاهد(A): بادام بدون سامانه سطوح آبگیر و فیلتر	تیمار شاهد(B): بادام با سامانه سطوح آبگیر و بدون فیلتر سنگریزه‌ای

شکل ۷- مقایسه تیمارها

تشکر و قدردانی

پروژه حاضر با همکاری سازمان عمران عون ابن علی و شرکت پارس پومیس با مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی- بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری استان آذربایجان شرقی اجرا شده است. بدین‌وسیله از کلیه مسئولین و دست اندرکاران نهادهای یاد شده تقدیر بعمل می‌آید. همچنین از مجری مسئول طرح در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری جناب آقای مهندس روغنی تشکر و قدردانی می‌گردد.

[1]-Tamarix ramosissima

منابع

- توکلی شیرازی، ن و غ. اکبری،۱۳۹۲، ارزیابی و بررسی محاسن و معایب شیوه‌های استحصال آب باران، دومین همایش ملی سامانه‌های سطوح ابگیر باران، مدیریت کم آبی و استحصال آب باران، مشهد، ایران
- شعاعی ض، قدوسی ج، تلوری ع، مهربان م ح، غفوری ع، ۱۳۸۲. پروژه سیستمهای سطوح آبگیر باران به منظور توسعه پایدار منابع زیست محیطی. شورای پژوهشهای علمی کشور،(کمسیون کشاورزی) ۷۰۷ صفحه.
- صادق‌زاده ریحان، م.ا.، د. زارع حقی و م.ر. نیشابوری،۱۳۹۲، ارزیابی روش‌های استحصال آب باران در افزایش رطوبت خاک و رشد نهال پسته، نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۳ شماره ۴ صفحه‌های ۲۰۳ تا ۲۱۴
- علیزاده، ا.، (۱۳۹۲)، "هیدرولوژی کاربردی،" انتشارات دانشگاه امام رضا(ع)، ۹۲۸ صفحه
- قدوسی ج، ض. شعاعی، ع. تلوری، م. ح. مهربان و ع. غفوری، ۱۳۸۲، پروژه سیستمهای سطوح آبگیر باران به منظور توسعه پایدار منابع زیست محیطی. شورای پژوهشهای علمی کشور،(کمسیون کشاورزی) ۷۰۷ صفحه.
- موسوی س ف و شایان ا،۱۳۶۴. آب بیشتر برای مناطق خشک. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، چاپ اول،۱۶۰ صفحه.
- Akhtar, A., A., Yazar, A.A., Atef, T. Owies and P. Hayek,2010, Micro-catchment water harvesting potential of an arid environment, Agricultural Water Management 98 (2010) 96–104, www.elsevier.com/locate/agwat
- Ali 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
- FAO-AGL, 2003. FAO Terrastat Database. http://www.fao.org/ag/agl/agll/terrastat/ srout.asp? wsreport = 2 a&region=8&search=Display+statistics+%21.
- Gee GW and Or D, 2002. Particle size analysis. (eds) pp 255-293. In: Dane JH and Topp GC Methods of Soil Analysis. Physical Methods, Part 4, ASA and SSSA, Madison, WI.
- http://www.rainwaterharvesting.org/Rural/Traditional2.htm,2014,Solution to Water Crisis
- Krishna H. (2003). An overview of rainwater harvesting systems and guidelines in the United States. Proceeding of the first American rainwater harvesting conference.21-23 Aug Austin
- Lal, R. 2001, World Cropland soils as source of sink for atmospheric carbon, Adv. Agron. 71:145-191
- Malekian, A., Valizadeh, E., Dastoori, M., Samadi, S., and Bayat, V. 2012. Soil water retention and maize (Zea mays L.) growth as affected by different amounts of pumice. Australian Journal of Crop Science, 6(3):450-454.
- Musyoki, J. , D., munyao,2014, Tree planting and management techniques under limited water availability, Guideline for Farmers and Extension Agents, Kenya Forestry Research Institute, www.kefri.org
- Oweis, T., Hachum, A., 2003. Improving water productivity in the dry areas of West Asia and North Africa. In: Kijne, W.J., Barker, R., Molden, D. (Eds.), Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 179–197.
- Pacey, A and Cullis, A. 1986. Rain water harvesting: the collection of rainfall and run-off in rural areas. Intermediate Technology Publications, London.