

بررسی اثر سامانه‌های سطوح آبخیز مدیریت شده روی فعالیت عوامل فتوسنتزی نهال‌های زردآلو

فرزاد بیات موحد^۱، سعید نجفی^{۲*} و محمد روغنی^۳

^۱ مری، بخش تحقیقات آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران، ^۲ دانشجوی دکتری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس و ^۳ استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۱۰

چکیده

آگاهی از روش‌های استفاده‌ی بهینه از آب باران تحت سامانه‌های مختلف به منظور غلبه بر تنش‌های آبی، ارتقاء عملکرد محصولات تولیدی و چگونگی تاثیر آن‌ها امری مهم است. بنابراین، در این مقاله اثر سامانه‌های آبخیز باران تحت پنج تیمار بدون تغییر در سامانه (A)، تیمار با حذف پوشش گیاهی و سنگریزه همراه با فیلتر سنگریزه‌ای (B)، تیمار با حذف پوشش گیاهی و سنگریزه بدون فیلتر سنگریزه‌ای (C)، تیمار با عایق کردن بخشی از سامانه همراه با فیلتر سنگریزه‌ای (D) و تیمار با عایق کردن بخشی از سامانه بدون فیلتر سنگریزه‌ای (E) بر عوامل فتوسنتزی نهال زردآلو مورد بررسی قرار گرفت. برای انجام طرح تیمارهای ذکر شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در ابعاد هشت، پنج و ۰/۵ متر به ترتیب برای طول، عرض و عمق در هر سامانه طراحی شد. ساختار سامانه‌ها به گونه‌ای بود که با شیب تقریبی نه درصد به سمت پایین دست ادامه می‌یافت. به منظور تسریع نفوذ رواناب و توزیع آن در منطقه ریشه-دوانی فیلتری به قطر ۱۰ و عمق ۳۰ سانتی‌متر در تمام تیمارها ایجاد شد. در سال ۱۳۹۰ پس از یک بارندگی ۲۲ میلی‌متری با فاصله زمانی ۱۰ و ۲۳ روز از بارندگی، چهار عامل فتوسنتزی شامل میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ، هدایت روزنه ای آب، میزان تعرق و جذب CO₂ زیر روزنه‌ای اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در سه عامل از چهار عامل اندازه‌گیری شده، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود دارد و جالب‌تر این‌که تیمارهای با بیشترین کمترین عملکرد نیز در اکثر موارد با یکدیگر منطبق بوده‌اند که این امر می‌تواند وابستگی این عوامل به یکدیگر را بیان کند به طوری که کاهش یا افزایش هر عاملی سبب تاثیر در عامل دیگر می‌شود. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که سامانه‌های عایق کردن بخشی از سامانه بدون فیلتر سنگریزه‌ای (E) و حذف پوشش گیاهی و سنگریزه بدون فیلتر سنگریزه‌ای (C) بیشترین تاثیر مثبت را بر ارتقاء عملکرد عوامل فتوسنتزی نهال‌های زردآلو داشته است. در حالی که تیمار بدون تغییر در سامانه (A) دارای کمترین عملکرد در عوامل فتوسنتزی بوده است. تأثیر تیمارهای مدیریتی در تحویل رواناب به نهال‌ها عمده‌ترین دلیل در کسب این نتایج بوده است.

واژه‌های کلیدی: تنش‌های آبی، درختان مثمر، دستگاه IRGA، رواناب، فیلتر سنگریزه‌ای

مقدمه

روزنه‌ای باشد که از عوامل تعیین‌کننده رشد گیاهان می‌باشند. بنابراین، میزان فعالیت عوامل ذکر شده تحت تأثیر تنش خشکی، متغیر خواهد بود. مطالعه این تغییرات که از شرایط کم‌آبی ناشی از اقلیم یک منطقه و شرایط مساعد آبی حاصل از اقدامات حفاظتی تحت عنوان سامانه‌های آبیگر ایجاد می‌شود، نحوه عملکرد این سامانه‌ها را مورد نمایان خواهد ساخت. در حقیقت، سامانه‌های آبیگر در نوع کوچک مقیاس، سامانه‌هایی هستند که در مناطق خشک و نیمه‌خشک برای ذخیره آب بارندگی و قابل استفاده کردن آن برای گیاه تعبیه می‌شود تا ضمن حفظ منابع آب بتوان بر محدودیت‌های آبی گیاهان کشت شده نیز غلبه کرد (Ghoddousi, ۲۰۰۳, Pacey و Cullis, ۱۹۸۲).

امروزه، به‌صورت سنتی و نوین از این نوع سامانه‌ها برای جمع‌آوری آب باران با هدف تأمین آب برای کشت گیاهان و ایجاد باغ بر روی دامنه‌های شیبدار در بسیاری از نقاط کشور استفاده می‌شود (Shariat و Jafari و Abbasi, ۱۹۹۷). جمع‌آوری آب باران، نفوذ رواناب جمع‌آوری شده در خاک و کاهش تبخیر از سطح خاک از جمله کارکردهایی است که استفاده از این سامانه‌ها برای غلبه گیاهان بر تنش‌های خشکی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک را ضروری می‌سازد. در این رابطه، می‌توان به دو نوع رویکرد مطالعاتی اشاره کرد، به‌طوری‌که بعضی از مطالعات به بررسی اعمال فتوسنتزی گیاهان مورد بررسی تحت تنش‌های مختلف بدون تطبیق آن با سامانه‌های آبیگر متداول در دنیا پرداخته‌اند (Siddique و همکاران، ۱۹۹۹؛ Flexas و همکاران، ۲۰۰۲؛ Thomas و همکاران، ۲۰۰۴؛ Rouhi و همکاران، ۲۰۰۷؛ Cordeiro و همکاران، ۲۰۰۹؛ Sima و همکاران، ۲۰۰۹؛ Greven و همکاران، ۲۰۰۹) و در بعضی دیگر با توجه به سامانه‌های آبیگر به‌کار برده شده بدون توجه به اعمال فتوسنتزی گیاه تنها میزان بقای گیاهان (Ali و Yazar, ۲۰۰۷)، رشد ارتفاعی و قطر برابر سینه گیاه (Sheikh و همکاران، ۱۹۸۴؛ Li و همکاران، ۲۰۰۶) مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

بر اساس مرور منابع صورت گرفته به‌وسیله نگارندگان، هیچ منبع گزارش شده‌ای که به مطالعه

افزایش سریع جمعیت جهان، کاهش منابع آبی و تغییرات اقلیمی (که اکثر سناریوهای مربوط به تغییر اقلیم افزایش خشکی در بسیاری از مناطق جهان را پیش‌بینی می‌کنند) بررسی راه‌کارهایی به منظور افزایش محصولات تولیدی کشاورزی و باغی در کنار مصرف بهینه آب را امری اجتناب‌ناپذیر ساخته است (Chavez و همکاران، ۲۰۱۱). از سویی، تحقیق در مورد عکس‌العمل گیاهان مختلف به تنش‌های آبی، روز به روز اهمیت ویژه‌ای می‌یابد، چرا که هم‌افزایی خشکی محیط با درجه حرارت بالا در مناطق خشک جهان محدودیت‌هایی چون بقای گیاهان و درختان و کاهش محصولات تولیدی را بیش از پیش نمایان خواهد ساخت و اطلاع از چگونگی واکنش درختان و گیاهان مختلف به تنش‌های خشکی سبب ارتقاء مدیریت کشاورزی و باغداری خواهد بود (Chavez و همکاران، ۲۰۰۳ و ۲۰۰۹).

در اغلب موارد خشکی (تنش آبی) مهمترین عامل محیطی است که فتوسنتز، رشد برگ، رشد گیاهی، هدایت روزنه‌ای و متعاقباً تولید محصولات در سطح جهانی را تحت تأثیر منفی قرار می‌دهد (Subrahmanyam و همکاران، ۲۰۰۶؛ Zheng و همکاران، ۲۰۱۰). کاهش فتوسنتز حاصل از تنش آبی از طریق دو گروه از عوامل، شامل عوامل روزنه‌ای و غیرروزنه‌ای اتفاق می‌افتد. بسته شدن روزنه‌ها از عوامل روزنه‌ای، اولین واکنش تحت شرایط خشکی می‌باشد که علت اصلی کاهش فتوسنتز در چنین شرایطی می‌باشد (Siddique و همکاران، ۱۹۹۹؛ Flexas و همکاران، ۲۰۰۲) که با ادامه تنش خشکی عوامل غیرروزنه‌ای کاهش فتوسنتز نقش بیشتری را به خود اختصاص خواهند داد. کاهش فتوسنتز در حقیقت در تعامل با سایر فعالیت‌های حیاتی گیاه اتفاق می‌افتد که می‌توان به تعرق، هدایت روزنه‌ای آب و جذب CO₂ اشاره نمود.

از سویی، تیمارهای مختلف اعمال شده در سامانه‌های سطوح آبیگر مدیریت شده، اثرهای متفاوتی را بر میزان دریافتی رواناب از سامانه‌ها دارند. میزان متفاوت رواناب دریافتی سامانه‌ها می‌تواند موجب تفاوت در عملکرد فتوسنتز، تعرق و هدایت

پنج ماه از سال را (از اوایل خرداد تا اواخر مهرماه) شامل می‌شود. بافت خاک سطحی عرصه، عموماً لوم محتوی ۲۰-۱۰ درصد قلوه‌سنگ و سنگ می‌باشد که با افزایش عمق، به خاک لوم شنی با حدود ۵۰-۴۰ درصد قلوه‌سنگ و سنگ تغییر می‌یابد.

روش پژوهش: برای انجام طرح، ابتدا در سال ۱۳۸۷، پنج تیمار مختلف از سامانه‌های آبیگر باران در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار به صورت تیمار شاهد و کاشت بدون تغییر در سامانه (A)، تیمار با حذف پوشش گیاهی و سنگریزه همراه با فیلتر سنگریزه‌ای (B)، تیمار با حذف پوشش گیاهی و سنگریزه بدون فیلتر سنگریزه‌ای (C)، تیمار با عایق کردن بخشی از سامانه همراه با فیلتر سنگریزه‌ای (D) و تیمار با عایق کردن بخشی از سامانه بدون فیلتر سنگریزه‌ای (E) در ابعاد هشت، پنج و ۰/۵ متر به ترتیب برای طول، عرض و عمق در هر سامانه طراحی شد.

در تمام تیمارها به منظور افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت، مخلوط کاه و کلش و کود دامی به اندازه ۲۰ درصد حجمی چاله افزوده شد. ساختار سامانه‌ها به گونه‌ای بود که با شیب تقریبی نه درصد به سمت پایین دست ادامه می‌یافت. در تیمارهای عایق در قسمت پایین دست سامانه سطحی معادل ۲۰ متر مربع به وسیله نایلون عایق‌بندی شد تا مانع نفوذ آب جمع‌آوری شده به داخل زمین شده و از هدر رفت آن جلوگیری شود. برای جلوگیری از آسیب نور خورشید به سطح عایق روی آن با لایه‌ای از سنگریزه پوشانده شد (شکل ۱).

فیلتر به کار برده شده در تیمارها شامل مجرای استوانه‌ای به قطر ۱۰ و عمق ۳۰ سانتی‌متر بود که در کف چاله و هم‌جوار با چاله نهال ایجاد شده و با سنگریزه پر شد تا نفوذ سریع رواناب و توزیع آن در منطقه ریشه به آسانی میسر باشد. تمام سامانه‌ها در قسمت دیواره پایین دست نیز به منظور جلوگیری از فرسایش احتمالی عایق‌بندی شدند. در نهایت در بخش پایین دست هر سامانه، نهال‌های زردآلو به تعداد یک اصله در هر سامانه کاشته شد.

تاثیر شرایط تنش آبی و شرایط مساعد آبی حاصل از سامانه‌های آبیگر با رویکرد بررسی عوامل فتوسنتزی گیاهان پراخته باشد، یافت نشد.

با تاکید بر مطالب فوق و توجه به این واقعیت که بخش وسیعی از ایران در شرایط خشک و نیمه‌خشک قرار دارد و جمعیت آن نیز رو به افزایش است، توجه کافی به امر استفاده آب باران در نوع کوچک مقیاس رهیافتی کارا به نظر می‌رسد. در همین راستا با کاشت درختان مثمر در کنار این سامانه‌ها، هم‌زمان حفظ منابع آبی و استفاده بهینه از آن در کنار افزایش تولید محصولات باغی و کشاورزی حاصل خواهد شد. با این حال به نظر می‌رسد، هنوز مطالعه‌ای که به بررسی تاثیر مثبت این سامانه‌ها در اعمال فتوسنتزی درختان مثمر پرداخته باشد، صورت نگرفته است. بر همین اساس، در این مقاله تعیین میزان تاثیر این سامانه‌ها در اعمال فتوسنتزی نهال‌های زردآلو علاوه بر برداشت آب باران و تعیین تاثیرپذیرترین عامل فتوسنتزی و موثرترین سامانه آبیگر باران به عنوان دو هدف این تحقیق مدنظر قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش: محل اجرای طرح در مجموعه ایستگاه‌های تحقیقاتی قره‌چریان زنجان واقع در طول و عرض جغرافیایی $32^{\circ} 56'$ شمالی و $59^{\circ} 20'$ شرقی در ۳۵ کیلومتری شمال غرب شهر زنجان در ارتفاع ۱۸۰۰ متری از سطح دریا واقع شده است. وضعیت اقلیمی محدوده مورد مطالعه در اقلیم نمای آمبرژه نیمه‌خشک سرد و در اقلیم نمای دومارتن نیمه‌خشک، تعیین شده است. میانگین بارندگی دشت با توجه به داده‌های ایستگاه سینوپتیک زنجان و طی یک دوره ۳۲ ساله حدود ۲۹۷ میلی‌متر است که بیشترین سهم به فصل بهار با ۳۷/۶ درصد و کمترین آن به تابستان با ۳/۶ درصد تعلق دارد.

متوسط دمای سالانه منطقه مورد مطالعه ۱۰/۷ درجه سانتی‌گراد و متوسط تعداد روزهای یخبندان ۱۰۶ روز می‌باشد. میزان متوسط تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه ۱۲۲۷ میلی‌متر برآورد شده است. فصل خشکی حدود



شکل ۱- تیمار با عایق کردن بخشی از سامانه

شده توسط Rezaei و Mousavi (۲۰۱۰) بر روی سامانه‌های (A)، (B و C) و (D و E) که ضرایب رواناب این سامانه‌ها را به ترتیب ۳/۰۴، ۱۲/۱۵ و ۲۸ درصد گزارش کرده است، سامانه‌های مذکور حدود ۲۶/۷۵، ۱۰۶/۹ و ۲۴۶/۴ لیتر رواناب دریافت داشته‌اند.

آمار توصیفی ارائه شده در جدول ۱ شامل میانگین و درصد ضریب تغییرات عوامل اندازه‌گیری شده می‌باشد که کمترین و بیشترین دامنه نوسان در ضریب تغییرات به ترتیب مربوط به جذب CO₂ زیر روزنه‌ای و هدایت روزنه‌ای آب می‌باشد.

فتوسنتز: جدول ۲ نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقادیر فتوسنتز اندازه‌گیری شده طی دو مرحله را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که اثر تیمارها در میزان فتوسنتز در زمان قرائت اول موثر بوده و در سطح پنج درصد معنی‌دار شده است. بر اساس آزمون دانکن تیمارهای سامانه آبیگر و عایق بودن بخشی از سامانه و بدون فیلتر سنگریزه‌ای (E) و سامانه آبیگر بدون پوشش گیاهی و سنگریزه و بدون فیلتر سنگریزه‌ای (C) بیشترین عملکرد فتوسنتزی و تیمار شاهد (A) روش کاشت مطابق با عرف منطقه در سامانه آبیگر کمترین عملکرد فتوسنتزی را داشته‌اند. این در حالی است که طبق نتایج جدول تجزیه واریانس، برای قرائت

پس از یک بارندگی ۲۲ میلی‌متری در تاریخ ۹۰/۰۴/۳۱ با فاصله زمانی ۱۰ روز از بارندگی فوق، چهار عامل فتوسنتزی شامل میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)، هدایت روزنه‌ای آب ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) و میزان تعرق ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) و جذب CO₂ زیر روزنه‌ای با دستگاه^۱ (IRGA LCA4,ADC Bioscientific LTD Hoddoson UK) در تاریخ ۹۰/۰۵/۰۹ اندازه‌گیری شد. برای نتیجه‌گیری بهتر قرائت دیگری نیز به تاریخ ۹۰/۰۵/۲۲ انجام شد (از تاریخ قرائت اول تا دوم هیچ بارندگی در منطقه مورد مطالعه رخ نداد). تمامی اندازه‌گیری‌ها در ساعت ۱۲-۱۰ صبح در شدت نور معادل ۱۴۰۰-۱۲۰۰ میکرومول فوتون بر متر مربع انجام گرفت. ثبت این عوامل با قرار دادن برگ در درون محفظه مخصوص تبادل گازی و حفظ موقعیت عمود بر خورشید به مدت یک دقیقه انجام شد. تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

در بارندگی ۲۲ میلی‌متری حادث شده در تاریخ ۹۰/۴/۳۱ با توجه به نوع سامانه و نتایج تحقیق انجام

^۱ Infrared Gas Analyzer

دوم در میزان عملکرد فتوسنتزی هیچ تفاوت معنی‌دار آماری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. شکل ۲ ترتیب عملکرد فتوسنتزی نهال‌های زردآلو تحت تیمارهای مربوطه را نشان می‌دهد.

جدول ۱- آمار توصیفی داده‌های به‌دست آمده از اندازه‌گیری عوامل فتوسنتزی نهال زردآلو در سامانه‌های مدیریت شده

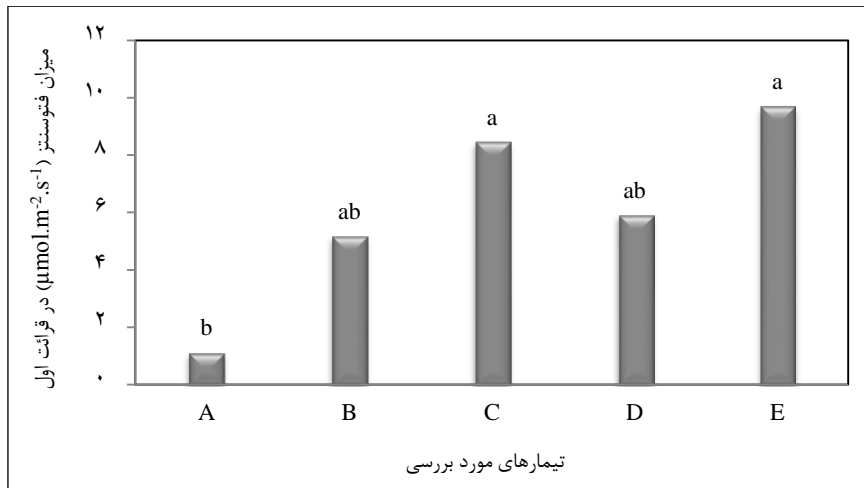
| تیمارها | فتوسنتز ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) | تعرق ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) | هدایت روزنه‌ای آب ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) | جذب زیر روزنه‌ای CO_2 ($\mu\text{mol.mol}^{-1}$) |
|-----------|---|--|--|---|
| قرائت اول | | | | |
| A | ۱/۱۳ | ۱/۷۲ | ۰/۰۲ | ۲۴۰ |
| B | ۵/۱۹ | ۴/۹۶ | ۰/۱۰ | ۲۲۷ |
| C | ۸/۴۷ | ۷/۸۶ | ۱/۶۷ | ۲۳۱ |
| D | ۵/۹۲ | ۵/۴۴ | ۰/۰۹ | ۲۰۷ |
| E | ۹/۶۹ | ۸/۸۱ | ۰/۲۱ | ۲۳۲ |
| A | ۷۳ | ۱۵ | ۰ | ۱۸ |
| B | ۹۷ | ۷۶ | ۱۰۵ | ۵ |
| C | ۲۶ | ۲۲ | ۳ | ۳ |
| D | ۸ | ۱۲ | ۱۷ | ۶ |
| E | ۲۰ | ۱۸ | ۳۶ | ۷ |
| قرائت دوم | | | | |
| A | ۱/۲۷ | ۱/۴۱ | ۰/۰۲ | ۲۳۶ |
| B | ۵/۷۷ | ۳/۶۸ | ۰/۰۶ | ۲۰۱ |
| C | ۵/۷۲ | ۴/۰۴ | ۰/۰۸ | ۲۰۰ |
| D | ۲/۹۸ | ۲/۳۲ | ۴/۰۴ | ۲۱۹ |
| E | ۳/۵۷ | ۴/۱۰ | ۰/۰۸ | ۲۳۶ |
| A | ۷۷ | ۵۱ | ۸۵ | ۱۸ |
| B | ۴۲ | ۴۹ | ۱۲۰ | ۱۲ |
| C | ۲۷ | ۲۲ | ۳۰ | ۴ |
| D | ۱۰۱ | ۵۸ | ۷۴ | ۲۲ |
| E | ۳۳ | ۳۲ | ۴۴ | ۲۲ |

تیمار شاهد (کاشت بدون تغییر در سامانه) (A)، تیمار با حذف پوشش گیاهی و سنگریزه همراه با فیلتر سنگریزه‌ای (B)، تیمار با حذف پوشش گیاهی و سنگریزه بدون فیلتر سنگریزه‌ای (C)، تیمار با عایق کردن بخشی از سامانه همراه با فیلتر سنگریزه‌ای (D)، تیمار با عایق کردن بخشی از سامانه بدون فیلتر سنگریزه‌ای (E)

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس قرائت اول و دوم میزان فتوسنتز در نهال‌های مستقر در سامانه‌های آبگیر

| منابع تغییرات | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | مقدار آماره F | سطح معنی‌داری |
|---------------|--------------|------------|----------------|---------------|---------------|
| قرائت اول | | | | | |
| بلوک | ۱۸/۱۴ | ۲ | ۹/۰۷ | ۱/۳۷۵ | ۰/۳۰ |
| تیمار | ۱۳۲/۰۴ | ۴ | ۳۳/۰۱ | ۵/۰۰* | ۰/۰۲ |
| خطا | ۵۲/۷۷ | ۸ | ۶/۶۰ | - | - |
| مجموع | ۷۵۷/۵۷ | ۱۵ | | | |
| قرائت دوم | | | | | |
| بلوک | ۱۱/۸۰ | ۲ | ۵/۹۰ | ۱/۶۸ | ۰/۲۴ |
| تیمار | ۴۴/۰۴ | ۴ | ۱۱/۰۱ | ۳/۱۴ | ۰/۰۸ |
| خطا | ۲۸/۰۰ | ۸ | ۳/۵۰ | - | - |
| مجموع | ۳۰۷/۷۳ | ۱۵ | | | |

* معنی‌داری در سطح پنج درصد



شکل ۲- نتایج حاصل از آزمون دانکن در مورد میزان فتوسنتز نهال‌های کشت شده در سامانه‌های آبیگر

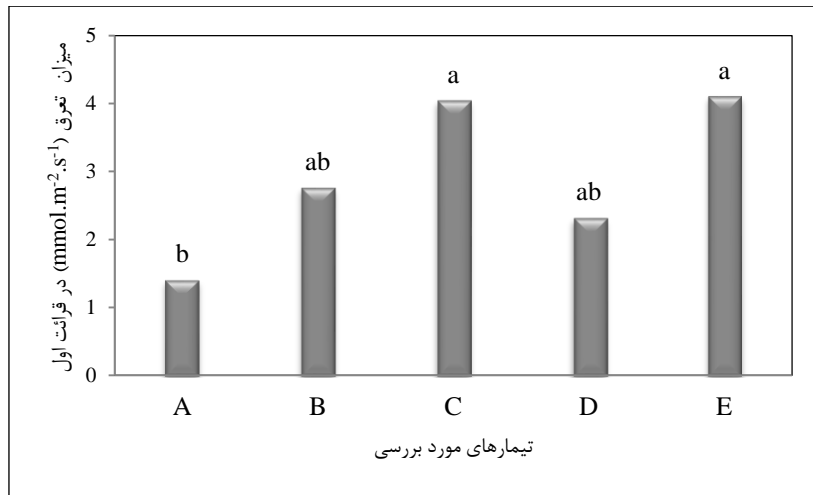
زردآلو تحت تیمارهای مربوطه را نشان می‌دهد. **هدایت روزنه‌ای آب:** در مورد هدایت روزنه‌ای آب برای قرائت اول نیز نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴)، حاکی از اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بین تیمارهای مورد بررسی می‌باشد. به طوری که بر اساس آزمون دانکن تیمارهای سامانه آبیگر و عایق بودن بخشی از سامانه بدون فیلتر سنگریزه‌ای (E) و سامانه آبیگر بدون پوشش گیاهی و سنگریزه و بدون فیلتر سنگریزه‌ای (C) بیشترین هدایت روزنه‌ای آب و تیمار شاهد (A) روش کاشت مطابق با عرف منطقه در سامانه آبیگر) کمترین میزان هدایت روزنه‌ای آب را به خود اختصاص داده‌اند که در شکل ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که از جدول تجزیه واریانس مشخص است، در مورد این عامل نیز قرائت دوم معنی‌دار نمی‌باشد.

تعرق: بر اساس نتایج مربوط به تجزیه واریانس قرائت‌های اول و دوم تعرق در تیمارهای مختلف می‌توان نتیجه گرفت که میزان تعرق نهال‌ها در تیمارهای مختلف در قرائت اول تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد با هم داشته‌اند. بر اساس آزمون دانکن تیمارهای سامانه آبیگر و عایق بودن بخشی از سامانه و بدون فیلتر سنگریزه‌ای (E) و سامانه آبیگر بدون پوشش گیاهی و سنگریزه و بدون فیلتر سنگریزه‌ای (C) بیشترین تعرق و تیمار شاهد (A) روش کاشت مطابق با عرف منطقه در سامانه آبیگر) کمترین میزان تعرق را به خود اختصاص داده‌اند. در مورد قرائت دوم در مورد میزان تعرق در تیمارهای مختلف همان‌طور که از جدول تجزیه واریانس نتیجه می‌شود، هیچ تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها وجود ندارد (جدول ۳). شکل ۳ ترتیب میزان تعرق نهال‌های

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس قرائت اول و دوم میزان تعرق در نهال‌های مستقر در سامانه‌های آبیگر

| منابع تغییرات | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | مقدار آماره F | سطح معنی‌داری |
|---------------|--------------|------------|----------------|---------------|---------------|
| قرائت اول | | | | | |
| بلوک | ۵/۴۵ | ۲ | ۲/۷۲ | ۰/۶۲۱ | ۰/۵۶ |
| تیمار | ۹۲/۳۲ | ۴ | ۲۳/۰۸ | ۵/۲۶۳* | ۰/۰۲ |
| خطا | ۳۵/۰۸ | ۸ | ۴/۳۹ | - | - |
| مجموع | ۶۳۰/۲۸ | ۱۵ | | | |
| قرائت دوم | | | | | |
| بلوک | ۷/۰۳ | ۲ | ۳/۵۱ | ۳/۰۸۶ | ۰/۱۰ |
| تیمار | ۱۶/۹۹ | ۴ | ۴/۲۵ | ۳/۷۳۰ | ۰/۰۵ |
| خطا | ۹/۱۱ | ۸ | ۱/۱۴ | - | - |
| مجموع | ۱۷۸/۲۱ | ۱۵ | | | |

* معنی‌داری در سطح پنج درصد

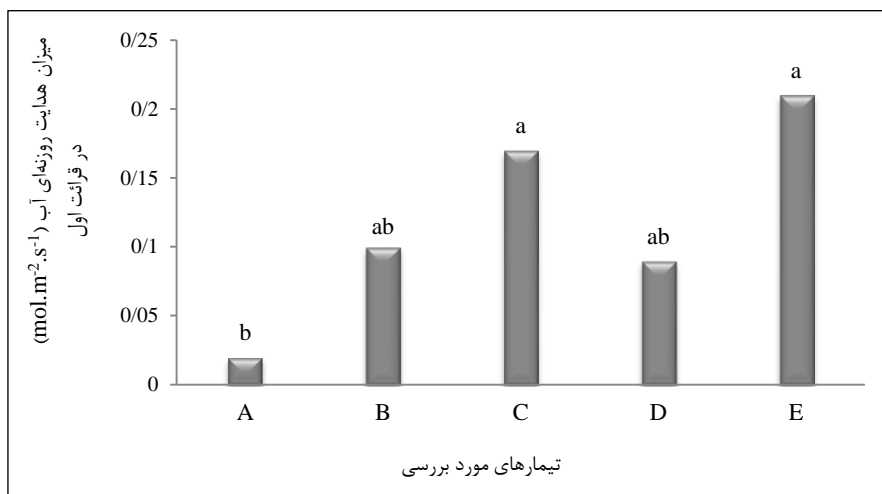


شکل ۳- نتایج حاصل از آزمون دانکن در مورد میزان تعرق نهال‌های کشت شده در سامانه‌های آبگیر

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس قرائت اول و دوم میزان هدایت روزنه‌ای آب در نهال‌های مستقر در سامانه‌های آبگیر

| منابع تغییرات | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | مقدار آماره F | سطح معنی‌داری |
|---------------|--------------|------------|----------------|---------------|---------------|
| قرائت اول | | | | | |
| بلوک | ۰/۰۱ | ۲ | ۰/۰۰۳ | ۰/۸۰۷ | ۰/۴۸ |
| تیمار | ۰/۰۷ | ۴ | ۰/۰۱۶ | ۳/۸۸۶* | ۰/۰۴۹ |
| خطا | ۰/۰۳ | ۸ | ۰/۰۰۴ | - | - |
| مجموع | ۰/۳۱ | ۱۵ | | | |
| قرائت دوم | | | | | |
| بلوک | ۰/۰۰۴ | ۲ | ۰/۰۰۲ | ۲/۰۵۸ | ۰/۱۹ |
| تیمار | ۰/۰۱۰ | ۴ | ۰/۰۰۲ | ۲/۴۴۷ | ۰/۱۳ |
| خطا | ۰/۰۰۸ | ۸ | ۰/۰۰۱ | - | - |
| مجموع | ۰/۰۲۲ | ۱۵ | | | |

* معنی‌داری در سطح پنج درصد



شکل ۴- نتایج حاصل از آزمون دانکن در مورد میزان هدایت روزنه‌ای آب در نهال‌های کشت شده در سامانه‌های آبگیر

تیمارهای مختلف در هر دو نوبت اندازه‌گیری وجود ندارد که جدول ۵ نیز گویای این واقعیت می‌باشد.

جذب CO₂ زیر روزنه‌ای: نتایج اندازه‌گیری‌های این عامل نشان داد که هیچ اختلاف معنی‌داری بین

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس قرائت اول و دوم میزان جذب زیر روزنه‌های CO₂ در نهال‌های مستقر در سامانه‌های آبیگر

| منابع تغییرات | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | مقدار آماره F | سطح معنی‌داری |
|---------------|--------------|------------|----------------|---------------|---------------|
| قرائت اول | | | | | |
| بلوک | ۸۱۲/۱۳ | ۲ | ۴۰۶/۰۷ | ۰/۸۰۴ | ۰/۴۸ |
| تیمار | ۱۷۸۷/۰۷ | ۴ | ۴۴۶/۰۷ | ۰/۸۸۴ | ۰/۵۲ |
| خطا | ۴۰۴۲/۵۳ | ۸ | ۵۰۵/۳۲ | - | - |
| مجموع | ۷۸۲۸۵۸/۰۰ | ۱۵ | | | |
| قرائت دوم | | | | | |
| بلوک | ۵۹۳۳/۲۰ | ۲ | ۲۹۶۶/۶۰ | ۲/۵۴ | ۰/۱۴ |
| تیمار | ۳۷۴۶/۲۷ | ۴ | ۹۳۶/۵۷ | ۰/۸۰۱ | ۰/۵۶ |
| خطا | ۹۳۵۲/۱۳ | ۸ | ۱۱۶۹/۰۲ | - | - |
| مجموع | ۷۳۵۸۲۱/۰۰ | ۱۵ | | | |

* معنی‌داری در سطح پنج درصد

نتیجه‌گیری

همان‌طور که از نتایج بر می‌آید، در سه عامل از چهار عامل اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود دارد و جالب‌تر این‌که تیمارهای با بیشترین و کمترین عملکرد نیز در اکثر موارد با یکدیگر منطبق بوده‌اند که این امر می‌تواند وابستگی این عوامل به یکدیگر را مطرح کند، به‌طوری‌که کاهش یا افزایش هر عاملی سبب تاثیر در عامل دیگر می‌شود. این امر در جدول ۲ نیز قابل مشاهده است، به‌طوری‌که غیر از مقادیر میانگین عامل جذب زیرروزنه‌های CO₂ که با بی‌نظمی‌هایی همراه است، در بقیه موارد ارتباطی منطقی مشاهده می‌شود. به‌طوری‌که با کاهش فتوسنتز میزان تعرق و هدایت روزنه‌های آب نیز کاهش یافته است. این رابطه مستقیم در حالت افزایش میزان فتوسنتز نیز بین میزان تعرق و هدایت روزنه‌های آب مشاهده می‌شود، به‌طوری‌که با افزایش میزان فتوسنتز عوامل یاد شده نیز افزایش می‌یابند که این نتایج منطبق با یافته‌های Zheng و همکاران، (۲۰۱۰) می‌باشد.

فتوسنتز: معنی‌داری اختلاف بین تیمارها در قرائت اول در حقیقت بیانگر تاثیر استفاده از سامانه‌های آبیگر در ارتقاء عملیات فتوسنتزی نهال‌ها می‌باشد. با توجه به این‌که در زمان اندازه‌گیری اول عوامل مورد بحث، تنها ۱۰ روز از آخرین بارندگی سپری شده بود، تاثیر ذخیره آب صورت گرفته در میزان فتوسنتز قابل انتظار بود و بر همین اساس نیز تیمار C و E از نظر عملکرد نهال کاشته شده در آن‌ها بهترین نتیجه را

داشته‌اند. این نتیجه با تحقیقات صورت گرفته (Mousavi و Rezaei، ۲۰۱۰) در مورد تیمار E که ضریب روانابی در حدود ۲۸ درصد را به خود اختصاص می‌دهد، قابل توجیه می‌باشد. زیرا این تیمار با ذخیره کافی آب باران، هرگز اجازه تحمیل تنش آبی به نهال را نمی‌دهد. این در حالی است که تیمار A که در واقع توصیف‌گر شرایط طبیعی زمین بدون هیچ دخالتی در آن است، با ضریب رواناب سه درصدی کمترین میزان فتوسنتز صورت گرفته در نهال کاشته شده در این سامانه را داراست. این امر در حقیقت معطوف به شرایط تنش آبی است که نهال پس از گذشت چند روز از بارندگی و نبود ذخیره آبی مناسب در خاک با آن مواجه شده و در نهایت برای غلبه بر خشکی فعالیت‌های تولیدی و فتوسنتزی خود را به شدت کاهش می‌دهد که این نتایج مطابق با یافته‌های Flexas و همکاران (۲۰۰۲)، Subrahmanyam و همکاران (۲۰۰۶) و Siddique و همکاران (۱۹۹۹) در مورد تاثیر منفی تنش آبی بر میزان فتوسنتز می‌باشد. نکته قابل تامل در این مورد قرارگیری تیمار C به همراه تیمار E در رتبه نخست از نظر عملکرد فتوسنتز نهال کاشته شده در این تیمار با ضریب رواناب ۱۲ درصدی (Mousavi و Rezaei، ۲۰۱۰) می‌باشد که برای بررسی دقیق‌تر نیاز به مطالعه بیشتری در این زمینه می‌باشد. همان‌طور که نتایج نشان داد، هیچ‌کدام از عوامل در زمان قرائت دوم که حدود ۲۵ روز پس از بارندگی بوده است، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف از خود نشان ندادند. این موضوع

کاهش و افزایش فتوسنتز را با به ترتیب هماهنگ با کاهش و افزایش جذب زیر روزه‌های CO₂ دانسته‌اند که از آن جمله می‌توان به نتایج Chavez و همکاران (۲۰۰۹) و Flexas و همکاران (۲۰۰۲) اشاره کرد.

در کل، می‌توان گفت، طبق نتایج این تحقیق تاثیر مثبت سامانه‌های آبیگر در رفع محدودیت آبی نهال‌های کاشته شده در این سامانه‌ها و ارتقاء عملکردهای فتوسنتزی آن‌ها تحت اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک مورد تایید می‌باشد. البته برای دست‌یابی به جزئیات بیشتری از تاثیر این سامانه‌ها در میزان استقرار، رشد، تثبیت و تولید محصول، نیاز به مطالعات بیشتری است تا بتوان طبق آن برنامه‌ها و توصیه‌های مدیریتی برای غلبه بر مشکلات کم‌آبی و نیاز روزافزون جمعیت در حال رشد به محصولات کشاورزی را ارائه نمود. از سویی بایستی طراحی سامانه‌ها با توجه به اقلیم منطقه، فواصل بین وقایع بارندگی و نیاز آبی نهال کشت شده صورت گیرد تا حتی‌الامکان نهال تحت تنش آبی قرار نگیرد و از طرفی بیشترین استفاده از رواناب نیز صورت پذیرد.

عدم تاثیر فیلتر سنگریزه‌ای در این مرحله از تحقیق را می‌توان ناشی از عم توسعه ریشه نهال‌ها در سال‌های اولیه کاشت دانست. در این حالت رواناب در تیمارهای بدون فیلتر در سطح سامانه توزیع شده و ریشه سطحی نهال‌ها از رطوبت حاصل از آن‌ها به خوبی استفاده می‌کنند. در حالی که در تیمارهای با فیلتر سنگریزه‌ای، رواناب در عمق چاله نهال نفوذ داده شده است. لذا به دلیل عدم توسعه عمودی ریشه در نیم‌رخ عمودی خاک، رطوبت عمقی خاک مورد استفاده مستقیم ریشه نهال قرار نمی‌گیرد. بنابراین به کارگیری فیلتر در نهال‌های با سن بیش از سه سال تاثیر بهتری خواهد داشت.

می‌تواند بیانگر این امر باشد که با گذشت زمان و مصرف تمام آب ذخیره شده در سامانه‌های آبیگر و یا تبخیر آن، تمام تیمارها در شرایط یکسانی قرار گرفته و به همین دلیل هیچ تفاوت معنی‌داری در فعالیت‌های فتوسنتزی نهال‌های تحت تیمار مشاهده نمی‌شود.

بدین ترتیب، می‌توان نتیجه گرفت که سامانه‌های آبیگر باران در ارتقاء عملکرد نهال‌های کاشته شده در آن تاثیر مثبتی دارند، اما برای طولانی‌تر شدن زمان این تاثیر بایستی مقدار آب جمع‌آوری شده با توجه به تبخیر منطقه و فاصله‌های زمانی بارندگی تنظیم شود.

تعلق و هدایت روزه‌های آب: با توجه به نتایج حاصل در مورد میزان فتوسنتز انتظار این بود که به علت در هم تنیدگی عوامل اندازه‌گیری شده، واکنش متقابل این عوامل با یکدیگر هماهنگ باشد که نتایج نیز موید این امر بود. به طوری که در این موارد نیز تیمارهای E و C بیشترین و تیمار A کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند. این نتیجه موافق با نتایج بسیاری از محققین از جمله Zheng و همکاران (۲۰۱۰) و Chavez و همکاران (۲۰۰۳) مبنی بر هماهنگی عملکرد تعلق و هدایت روزه‌های آب با فتوسنتز و کاهش آن با تنش‌های آبی می‌باشد، چرا که در تیمارهای مورد استفاده از تیمار A تا E تنش خشکی گیاه رفته رفته کاهش یافته و از بین می‌رود، به طوری که می‌توان گفت در چند روز اول بعد از بارندگی تیمارهای D و E هیچ تنش آبی ندارند که نتایج دور اول قرائت‌ها هم موید این امر می‌باشد.

جذب زیر روزه‌های CO₂: این عامل علی‌رغم انتظار موجود در تبعیت از نتایج سایر عوامل تفاوتی معنی‌دار در مقدار آن بین تیمارهای مختلف نشان نداد. این نتیجه به طور کلی مخالف با نتایج بسیاری است که

منابع مورد استفاده:

1. Ali, A. and A. Yazar. 2007. Effect of micro-catchment water harvesting on soil-water storage and shrub establishment in the arid environment. *International Journal of Agriculture and Biology*, 9(2): 302-306.
2. Chavez, M.M., J.M. Costa and N.J.M. Saibo. 2011. Recent advances in photosynthesis under drought and salinity. *Advances in Botanical Research*, 57: 49-104.
3. Chavez, M.M., J. Flexas and C. Pinheiro. 2009. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of Botany*, 103: 551-560.
4. Chavez, M.M., J.P. Maroco and J.S. Pereira. 2003. Understanding plant responses to drought from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology*, 30: 239-264.

5. Cordeiro, Y.E.M., H.A. Pinheiro, B.G.D.S. Filho, S.S. Corrêa, J.R.R. Silva and M.B.D. Filho. 2009. Physiological and morphological responses of young mahogany (*Swietenia macrophylla* King) plants to drought. *Forest Ecology and Management*, 258(7): 1449-1455.
6. Flexas, J., J. Bota, J.M. Escalona, B. Sampol and H. Medrano. 2002. Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field conditions: an evaluation of stomatal and mesophyll limitations. *Functional Plant Biology*, 29: 461-471.
7. Ghoddousi, J. 2003. Assessment status of aquifer management in management of watersheds. 3rd Conference on Watershed Management, Tehran, 146-154 (in Persian).
8. Greven, M., S. Neal, S. Green, B. Dichio and B. Clothier. 2009. The effects of drought on the water use, fruit development and oil yield from young olive trees. *Agricultural Water Management*, 96(11): 1525-1531.
9. Li, X.Y., P.J. Shi, Y.L. Sun, J. Tang and Z.P. Yang. 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.
10. Pacey, A. and A. Cullis. 1986. Rainwater harvesting-the collection of rain fall and rain off in rural areas. IT publications, UK.
11. Rezaei, A. and S.J. Mousavi. 2010. Necessity insulation area to collect rain water in arid areas. *Journal of Watershed Management Science and Engineering*, 4(11): 53-56 (in Persian).
12. Rouhi, V., R. Samson, R. Lemeur and P. Van Damme. 2007. Photosynthetic gas exchange characteristics in three different almond species during drought stress and subsequent recovery. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2): 117-129.
13. Shariat Jafari, M. and A.A. Abbasi. 1997. A view to rainwater utilization and its role in rural areas development in arid and semi-arid regions of Iran. *Proceedings of the 8th International Rainwater Catchment System Conference (Abstract)*, Tehran, Iran, P: 7.
14. Sheikh, M.I., B.H. Shah and A. Aleem. 1984. Effect of rainwater harvesting methods on the establishment of tree species. *Forest Ecology and Management*, 8: 257-263.
15. Siddique, M.R.B., A. Hamid and M.S. Islam. 1999. Drought stress effects on photosynthetic rate and leaf gas exchange of wheat. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 40: 141-145.
16. Sima, A.M.J., K.M. Radoglou, B. Noitsakis and P. Smiris. 2009. Differences in eco physiological responses to summer drought between seedlings of three deciduous oak species. *Forest Ecology and Management*, 258(1): 35-42.
17. Subrahmanyam, D., N. Subash A. Haris and A.K. Sikka. 2006. Influence of water stress on leaf photosynthetic characteristics in wheat cultivars differing in their susceptibility to drought. *Photosynthetic*, 44(1): 125-129.
18. Thomas, M.J., S. Fukai and M.B. Peoples. 2004. The effect of timing and severity of water deficit on growth development, yield accumulation and nitrogen fixation of Mung bean. *Field Crops Research*, 86(1): 67-80.
19. Zheng, Y.X., J.C. Wu, F.L. Cao and Y.P. Zhang. 2010. Effects of water stress on photosynthetic activity, dry mass partitioning and some associated metabolic changes in four provenances of neem (*Azadirachta indica* A. Juss). *Photosynthetic*, 48(3): 361-369.

Assessing effect of treated rain water catchment systems on activity of photosynthetic parameters in Apricot seedlings

Farzad Bayat Movahhed¹, Saeed Najafi^{*2} and Mohammad Roghani³

¹ Scientific Board, Watershed Management Research Department, Zanjan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zanjan, Iran ² PhD Student, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran and ³ Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: 30 January 2015

Accepted: 07 June 2015

Abstract

Knowledge about optimizing use of rain water under different systems for overcoming water stresses, maximization of crop yield and their effects is very important. So, in this research, the effect of Rain Water Catchment (RWC) systems under five treatments viz. control (A), eliminated of vegetation and pebble with a gravel filter (B), eliminated of vegetation and pebble without any gravel filter (C), insulated some portion by plastic with gravel filter (D) and insulated some portion by plastic without any gravel filter (E) have been assessed on activity of photosynthetic parameters. The research was conducted in a randomized complete block design with three replications for each treatment. RWCs were designed in eight, five, and 0.5 meters for the length, width and depth respectively, as well as with 9% downward slope. To facilitate runoff infiltration in root region, a gravel filter was created that was 10 cm diameter and 30 cm depth respectively, in all treatments. Four photosynthetic factor viz. Photosynthetic rate per unit leaf area, stomatal conductance, transpiration rate and substomatal CO₂ adsorption were measured after 10 and 23 days after one rainfall event in 2011. Results showed there are significant differences between measured factors except substomatal CO₂ adsorption under different treatments. Totally results of this research showed that two Rain Water Catchment systems including insulated some portion by plastic without any gravel filter (E) and eliminated of vegetation and pebble without any gravel filter (C) had maximum positive effect on activity of photosynthetic parameters in Apricot seedlings versus control treatment (A) exhibited minimum activity of photosynthetic parameters in Apricot seedlings. It can say the effect of treatments in runoff delivery to the Apricot seedlings is the cause of obtained aforementioned results.

Keywords: Fruit trees, Gravel filter, Infrared gas analyzer, Runoff, Water stresses

* Corresponding author: najafisaid65@yahoo.com