نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۰، ص. ۲۴-۱۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 25, No. 1, Spring 2011, P. 18-24
ISSN: 2008 - 4730

بهبود کارایی مصرف آب با مدیریت زمان آبیاری (محلول‌دهی) در کشت بدون خاک توت‌فرنگی

مجتبی دلشاد[۱]- رقیه علفتاحی[۲*]- تکتم سادات تقوی[۳]- مسعود پارسی نژاد[٤]

تاریخ دریافت:۸۷/۱۱/۱۵
تاریخ پذیرش:۹۰/۲/۶

چکیده

ظرفیت نگهداری پایین آب بسترهای مورد استفاده در سیستم‌های کشت بدون خاک باعث افزایش هدررفت آب و تنش در این کشت‌ها می‌شود. تنظیم دور آبیاری و مدیریت محلول‌رسانی می‌تواند سبب کاهش مشکلات احتمالی گردد. در این تحقیق مدیریت آبیاری (محلول‌دهی) در کشت بدون خاک توت‌فرنگی گلخانه‌ای مورد مطالعه قرار گرفت تا واکنش گیاه به شیوه محلول‌رسانی ارزیابی گردد. بدین منظور مقدار کل آب مورد نیاز گیاه محاسبه شد و به دو صورت یکباره در اول صبح و تقسیم به دفعات مکرر (آبیاری تدریجی) طی چهار مرحله ساعات ۸، ۱۰، ۱۲، و۱۴ در اختیار گیاهان قرار گرفت. نتایج نشان داد آبیاری تدریجی در روز باعث بهبود رطوبت بستر، کاهش مقاومت روزنه‌ای و بهبود پتانسیل آب برگ و در نتیجه افزایش عملکرد توت-فرنگی می‌شود. با استفاده از این تکنیک کارایی مصرف آب توت‌فرنگی در کشت بدون خاک بهبود یافت.

واژه های کلیدی: محلول‌دهی، مقاومت روزنه‌ای، پتانسیل آب برگ، عملکرد توت‌فرنگی

مقدمه [۱]

بخش کشاورزی عمده‌ترین مصرف کننده آب در جهان است. در ایران نیز از ۹۳ میلیارد متر مکعب کل آب مصرفی حدود ۸۳ میلیارد متر مکعب مورد استفاده بخش کشاورزی قرار می‌گیرد (۲). با توجه به کمبود منابع آبی بخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک استفاده از این منبع حیاتی با محدودیت مواجه شده است. کشت در گلخانه و محیط بسته به عنوان راهکاری موثر در افزایش تولید، با مصرف آب کمتر مورد توجه قرار گرفته و در حال گسترش است. بر اساس گزارشهای موجود، در ایران عملکرد تولید خیار گلخانه‌ای در فضای آزاد ۲۰ تن در هکتار به ازای ۱۸۰۰۰ متر مکعب آب مصرفی می‌باشد در حالی که این رقم در گلخانه ۲۵۰تن به ازای ۷۵۰۰ متر مکعب می‌باشد (۱). از سویی دیگر، کشت بدون خاک بدلیل کاهش صدمات ناشی از آفات و بیماریها و امکان حذف متیل بروماید به عنوان ضدعفونی‌کننده، در گلخانه‌ها افزایش یافته است. در اکثر مناطق جهان و از جمله ایران، گلخانه‌های مجهز به سیستم کشت بدون خاک باز که در آنها محلول غذایی پس از عبور از محیط ریشه بازیافت نشده و دفع می‌گردد، به دلیل سادگی و مدیریت آسان‌تر محلول غذایی رایج‌ترهستند. در این سیستمها عدم مدیریت صحیح آبیاری (محلول‌دهی) به دلیل محدودبودن حجم ریشه و ظرفیت نگهداری آب کم بستر باعث ایجاد تنش در گیاه می‌شود و از این رو تقسیط مقدار نیاز آبی روزانه گیاه در طول روز و با توجه به خصوصیات فیزیکی بستر ضرورت می‌یابد (۴). سزن و همکاران (۱۰) در بررسی دورهای محلول‌رسانی بر روی عملکرد گوجه‌فرنگی در بستر پیت محلول‌رسانی دوبار در روز نسبت به یکبار در روز را باعث افزایش عملکرد در اثر افزایش تعداد میوه گزارش کردند. توزل و همکاران (۱۲) نیز در بررسی دفعات آبیاری ۱و ۲ و۴ بار آبیاری در روز در بستر پیت و پرلیت، افزایش عملکرد ناشی از افزایش وزن میوه را در آبیاری ۴ بار در روز گزارش کردند. شاهین‌رخسار و همکاران (۴) در بررسی دفعات آبیاری ۴ و ۸ و ۱۲ بار در روز در کشت بدون خاک گوجه-فرنگی، بیشترین عملکرد را در تیمار آبیاری ۱۲ بار در روز مشاهده کرده‌اند. مقایسه دفعات آبیاری ۲ و۴ و۱۲ بار در روز در کشت بدون خاک کاهو، نتایج مشابهی را نشان داده است (۳). نتایج تحقیقات دیگر نشان می‌دهد که تقسیط مقدار آبیاری و تحویل آن در دفعات متعدد باعث افزایش و حفظ رطوبت بستر شده و گیاه در وضعیت

۱،۲،۳و۴- به ترتیب استادیار، دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیاران گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: r_alfatahi@yahoo.com)

مناسب فتوسنتزی و رشد قرار گرفته و میزان عملکرد آن افزایش می‌یابد (۷و۹).

علیرغم گسترش نسبتا سریع کشت‌های گلخانه‌ای در کشور، متاسفانه مطالعات اندکی درباره مدیریت محلول‌رسانی در کشت بدون خاک با توجه به سیستم کاشت و نوع بستر صورت گرفته است. در این تحقیق تلاش شد با مدیریت شاخص‌هایی نظیر دور آبیاری ورطوبت بستر، عملکرد و کارایی استفاده از آب در کشت بدون خاک توت‌فرنگی مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد.

مواد وروش ها

این آزمایش در سالهای ۸۶ و۸۷ (شروع کشت ۲۷مهر) در گلخانه‌های تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران بر اساس طرح کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. در این آزمایش تیمارهای آبیاری در کرت اصلی و رقمهای توت‌فرنگی در کرت فرعی قرار گرفتند. توزل و همکاران (۱۲) درتحقیق خود در سال ۲۰۰۱ چند نوع بستر و نسبت پرلایت و پیت برای توت‌فرنگی مقایسه کردند و مناسب‌ترین بستر را پرلایت و پیت با نسبت۸۰ درصد پرلایت و ۲۰ درصد پیت گزارش کردند. در این نوع تحقیق محیط کشت پرلایت و پیت و با همین نسبت مورد استفاده گردید.

برای اعمال تیمارهای آبیاری میزان تبخیر وتعرق گیاه با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

$$K_C \times E_{Pan} \times K_{Pan} = ET_o$$

در این فرمولET_o میزان تبخیر وتعرق از گیاه، K_C ضریب گیاهی، K_{Pan} ضریب تشتک وE_{Pan} تبخیر از تشتک می باشد. در منابع ضریب تشتک کلاس A (K_{Pan}) ۱و ضریب گیاهی توت‌فرنگی (K_C) ۱/۱ ذکر شده است (۱۲). در این تحقیق نیز از این منبع استفاده شد. میزان تبخیر از تشتک نیز هر سه روز یکبار داخل گلخانه محاسبه می‌شد.

پس از محاسبه حجم آب مورد نیاز گیاهان در طول روز، تیمارهای آبیاری به دو صورت آبیاری یکباره که در آن تمامی آب (محلول) مورد نیاز گیاهان در یک مرحله و در ساعت ۸ صبح به گلدان‌هایی با ارتفاع ۲۰ وقطر دهانه ۲۲ سانتی متر بود داده می‌شد و آبیاری تدریجی که در آن حجم محلول به ۴ قسمت مساوی تقسیم شده و در فواصل زمانی مشخص ساعات (۸، ۱۰، ۱۲و ۱۴) به گلدانها داده می شد، اعمال گردید. سیستم محلول‌رسانی شامل پمپها و نوارهای آبیاری بود که با استفاده از تایمر تنظیم و مدیریت می شدند. در این آزمایش از ۲ رقم روزکوتاه توت‌فرنگی Camarosa و Gaviota و ۲ رقم روز خنثی Selva و Marak استفاده گردید که در درون کرتهای اصلی توزیع شدند.

در طول آزمایش رطوبت نمونه‌های بستر کشت سه بار در طول آزمایش و در ساعات مختلف روز در عمق‌های ۵ و ۱۰و ۱۵ سانتی‌متری با روش وزنی اندازه‌گیری شد و میانگین اعداد بدست آمده مورد تجزیه آماری قرار گرفت. میزان مقاومت روزنه‌ای گیاهان در ساعات ۷ و ۸/۳۰ و ۱۳ و ۱۷ سه بار در طول آزمایش با دستگاه پرومتر (Prometer Delta T) نوع AP4 اندازه‌گیری شد. میزان پتانسیل آب برگ در ساعات ۷ و ۸/۳۰ و۱۵ با استفاده از محفظه فشار (Pressure chamber) اندازه‌گیری گردید. در طول و پایان آزمایش تعداد میوه، اندازه میوه، عملکرد بوته، مقدار بیوماس کل و وزن خشک کل برای هر بوته اندازه‌گیری شد. همچنین میزان آب مصرفی برای یک بوته تا پایان آزمایش محاسبه و از روی آن میزان کارایی مصرف آب بر اساس مقدار آب مصرفی برای تولید واحد کل وزن خشک تولیدشده به ازای لیتر آب مصرف‌شده محاسبه گردید. بصورت مشابهی کارایی مصرف آب بر اساس مقدار آب مصرفی برای تولید واحد وزن محصول بر حسب گرم میوه تازه تولیدشده به ازای لیتر آب مصرف‌شده محاسبه گردید. اطلاعات بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS 6.12 مورد تجزیه تحلیل آماری قرار گرفته و نمودارهای لازم با استفاده از نرم افزارEXCEL ترسیم شدند.

نتایج و بحث

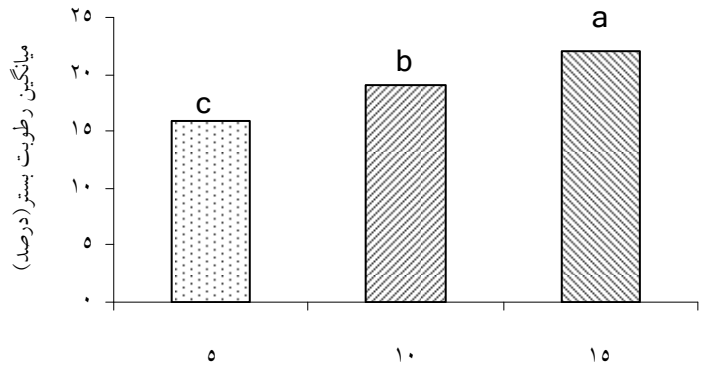
در آزمایش انجام شده رقم‌های مورد مطالعه تفاوت‌های چشمگیری از نظر اغلب صفات اندازه‌گیری نشان ندادند و بنابراین فقط تناوبهای آبیاری در بخش نتایج مورد مقایسه و بحث قرار خواهند گرفت.

محتوای رطوبت بستر کاشت

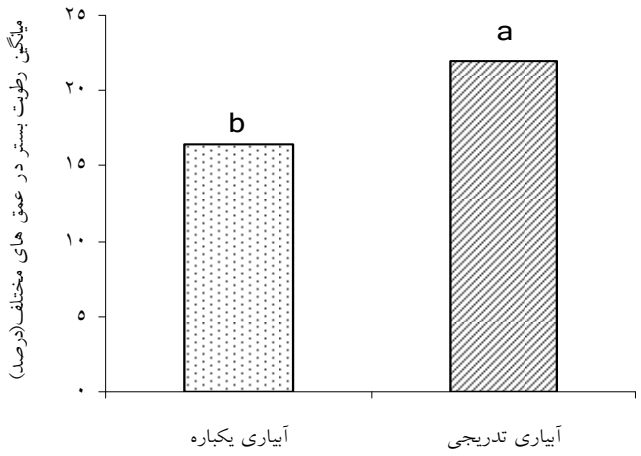
اندازه گیری رطوبت بستر کاشت در سه عمق ۵ و ۱۰و ۱۵ سانتی‌متری نشان داد که بین دو روش محلول‌رسانی اختلاف معنی-داری در سطح ۵ درصد وجود دارد. در دو تیمار محلول‌رسانی با افزایش عمق میزان رطوبت بستر کشت نیز افزایش یافت. به نحوی که در تمامی تیمارها میزان رطوبت موجود در بستر در عمق ۱۵ سانتی‌متری بیشتر از لایه‌ی ۱۰ سانتی‌متری و این لایه بیشتر از لایه‌ی سطحی بود. این نوع پراکنش رطوبت به دلیل تبخیرسطحی از لایه‌ی بالایی وحرکت آب به طرف قسمت پایینی گلدان طبیعی است (نمودار۱).

از سویی دیگر، مقایسه مقدار رطوبت در بین تیمارهای محلول-رسانی نشان داد که مقادیر رطوبت لایه‌های مختلف بستر در تیمار آبیاری تدریجی در مقایسه با تیمار آبیاری همواره بیشتر بود. میانگین رطوبت عمق‌های مختلف بستر در تیمار محلول‌رسانی در نمودار۲ نشان داده شده است. تقسیط‌نمودن مقدار آبی که قرار است در اختیار بستر قرار گیرد سبب می‌شود همواره رطوبت مناسبی در اختیار ریشه گیاه باشد (۷). این تکنیک در کشت بدون خاک بیشتر حایز اهمیت است به دلیل اینکه در بسترهای مورد استفاده در سیستم‌های کشت

بدون خاک، بعلت سهولت خروج آب از بستر، زیادبودن خلـل وفـرج و کم‌بودن ظرفیت نگهداری آب، سرعت خـشک شـدن بـسترها نـسبتا بالاست و در مقایسه با خاک با سرعت بیشتری خشک می‌شود.



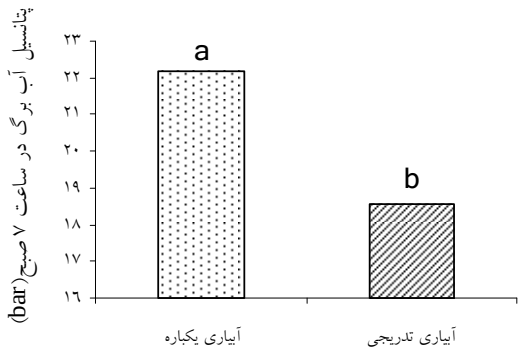
نمودار۱- تفاوت رطوبت بستر در عمق‌های ۵ ، ۱۰و۱۵ سانتی‌متری از گلدان



نمودار۲ – اختلاف رطوبت بستردر لایه‌های مختلف بین تیمارهای آبیاری

پتانسیل آب برگ

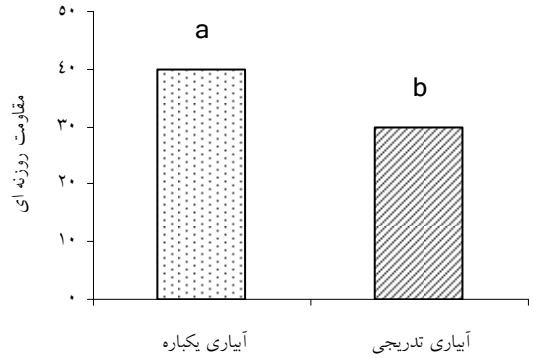
نتایج انـدازه‌گیـری پتانـسیل آب بـرگ در سـاعت۷ و ۸/۳۰ و۱۵ بیانگر وجود اختلاف معنی‌داری ۵ درصدی فقط در نوبت انـدازه‌گیـری ساعت ۷ بود. میزان پتانسیل آب برگ در سـاعت ۷ صـبح در آبیـاری تدریجی بیشتر از آبیـاری یکبـاره بـود (نمـودار۳). بـه عبـارت دیگـر، پتانسیل آب برگ در ساعت ۷صبح در تیمار آبیاری یکباره بیشتر منفی بود. این بدان معناست که برگ گیاهانی که در روز گذشـته کـل نیـاز آبی خود را یکباره و در اول صبح دریافت کرده بودند در صبح روز بعـد کم‌آب‌تر و دارای پتانسیل آب منفی‌تری است. به نظر می‌رسـد فاصـله کمتر بین زمان آخرین آبیاری روز گذشته و زمان انـدازه‌گیـری در روز بعد در تیمار آبیاری تدریجی، باعث باقی‌ماندن رطوبت در بستر شده و در نتیجه برگهای گیاهان در تیمار آبیاری تـدریجی در اول صـبح روز بعد محتوای رطوبت بالاتری نسبت به برگهای تیمـار آبیـاری یکبـاره (حدود ۲۴ ساعت از زمان آبیاری آنها گذشته بـود)، داشـتند. زمـانی و همکاران (۱۵) نیز تغییرات پتانسیل آب برگ را با افزایش دور آبیـاری گزارش کرده‌اند. پتانسیل آب برگ تیمارهای آبیاری در ساعت ۸ و ۱۵ اختلاف معنی داری با هـم نداشـتند. در سـاعت ۸ بـه دلیـل آبیـاری، گیاهان آزمایشی هر دو تیمـار آب جـذب کـرده و اختلافـی را نـشان ندادند. این احتمال نیز وجود دارد که در نوبت اندازه‌گیـری سـاعت ۱۵ هنوز تفاوتها به اندازه کافی بزرگ نشده بودند که از نظر آماری معنی-دار گردند.



نمودار۳- اثر تناوب های آبیاری بر پتانسیل آب برگ (قدر مطلق مقادیر)در ساعت ۷ قبل از آبیاری

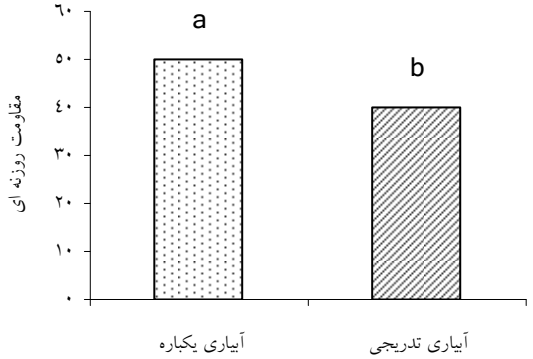
مقاومت روزنه‌ای

اندازه‌گیری مقاومت روزنه‌ای در ساعت ۷ و۸/۳۰ و ۱۳ و ۱۷ حاکی از وجود تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد در بین تیمارهای محلول‌رسانی ساعات ۷ و ۱۷ بود (نمودارهای۴ و ۵). میزان مقاوت روزنه‌ای در ساعت ۷ و ۱۷ در تیمار آبیاری تدریجی کمتر از آبیاری یکباره بود. به نظر می‌رسد پایین‌بودن مقاومت روزنه‌ای در ساعت ۷ در تیمار آبیاری تدریجی به دلیل شرایط رطوبتی مناسب در بستر این گیاهان باشد که در بحث اندازه‌گیری رطوبت بستر اشاره شد. در کشت بدون خاک بدلیل ظرفیت پایین بستر در نگهداری آب (محلول)، تواتر آبیاری باعث حفظ رطوبت بستر کشت می شود و تا شروع آبیاری مجدد، گیاه و بستر در تعادل آبی مناسبی نسبت به آبیاری یکباره می باشند. در تیمار آبیاری تدریجی فاصله آخرین آبیاری تا شروع مجدد آن در روز بعد حدود ۱۵ ساعت بود ولی در تیمار آبیاری یکباره این فاصله آبیاری حدود ۲۴ ساعت بود. گزارش‌های موجود نشان می‌دهد که کاهش تناوب‌های آبیاری میزان آب در دسترس برای گیاه کاهش می‌یابد (۵) و بین میزان آب در دسترس و پتانسیل آب برگ و مقاومت روزنه‌ای ارتباط وجود دارد (۶). به بیان ساده، با کاهش آب در دسترس ریشه به تدریج پتانسیل آب برگها منفی‌تر می‌گردد وگیاه برای مقابله با کم آبی و از دست دادن آب، روزنه‌های خود را می‌بندد که این موضوع سبب افزایش مقاومت روزنه‌ای می‌شود. این نتایج با نتایج میزان رطوبت بستر و پتانسیل آب برگ که قبلا توضیح داده شد همبستگی دارد و تغییرات دیده شده در مقاومت روزنه‌ای با نتایج بدست آمده درباره رطوبت بستر و پتانسیل آب برگ قابل توجیه می‌باشد. متفاوت نبودن مقاومت روزنه ای بعد از شروع آبیاری در هر دو تیمار امری بدیهی و قابل انتظار بود بدلیل اینکه گیاهان هر دو تیمار آب جذب نموده، در شرایط مناسب فتوسنتزی قرار گرفته و روزنه‌هایشان باز بوده و مقاومت روزنه‌ای متفاوتی را نشان ندادند.



نمودار٤- اثر تناوب آبیاری بر مقاومت روزنه‌ای در ساعت۷ صبح

در اواسط روز (ساعت۱۳) نیز در مقاومت روزنه‌ای دو تیمار اختلافی مشاهده نشد که این موضوع می‌تواند بیانگر این حقیقت باشد که بستر استفاده شده در این تحقیق (مخلوط پیت وپرلیت) تا اواسط روز وضعیت رطوبتی تقریبا مناسبی را برای گیاهان فراهم می‌آورد. با اینکه در ساعت۱۳ مقدار عددی مقاومت روزنه‌ای دو تیمار متفاوت بود و گیاهان پرورش‌یافته در تیمار آبیاری تدریجی مقاوت روزنه‌ای کمتری را دارا بوده‌اند ولی تفاوت‌های موجود از نظر آماری معنی‌دار نشده‌اند.

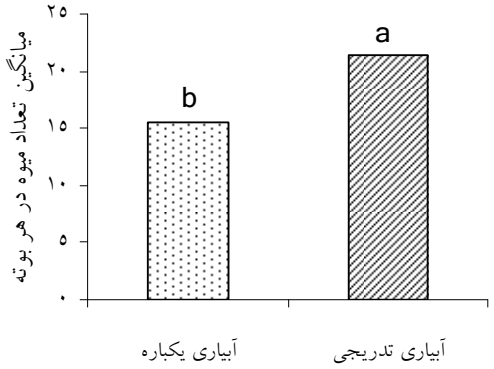


نمودار۵- اثر تناوب آبیاری بر مقاومت روزنه‌ای در ساعت۱۷

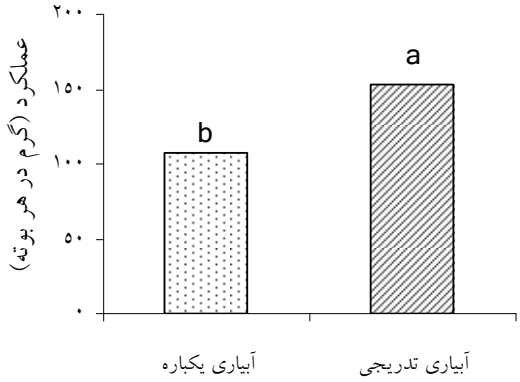
عملکرد

تیمارهای محلول‌رسانی اختلاف معنی‌داری را در سطح ۰/۰۵ از نظر عملکرد میوه نشان دادند. عملکرد در تیمار آبیاری تدریجی بیشتر از آبیاری یکباره بود (نمودار۷). ارزیابی تفاوت عملکرد تیمارها با استفاده از تعداد میوه و وزن میوه امکان‌پذیر است. در این آزمایش تعداد میوه و وزن تک میوه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و تنها تفاوت معنی‌دار در تعداد میوه در سطح ۰/۰۵ مشاهده گردید. تعداد میوه در تیمار آبیاری تدریجی بیشتر از آبیاری یکباره بود (نمودار۶) در حالیکه تیمارهای محلول‌رسانی اختلاف معنی‌داری در میانگین وزن تک‌میوه

با هم نداشتند. براساس گزارش‌های موجود تنش رطوبتی روی آغازش گل، نمو گل آذین و تشکیل میوه تاثیر می گذارد (۸). بنابراین به نظر می‌رسد وضعیت رطوبتی مناسب بستر در تیمار آبیاری تدریجی باعث افزایش میزان تشکیل و نمو گل و تشکیل میوه نسبت به تیمار آبیاری یکباره شده است. سزن و همکاران (۱۰) در سال ۲۰۰۶ نیز افزایش تولید گوجه‌فرنگی را با افزایش دور آبیاری گزارش کرده‌اند.



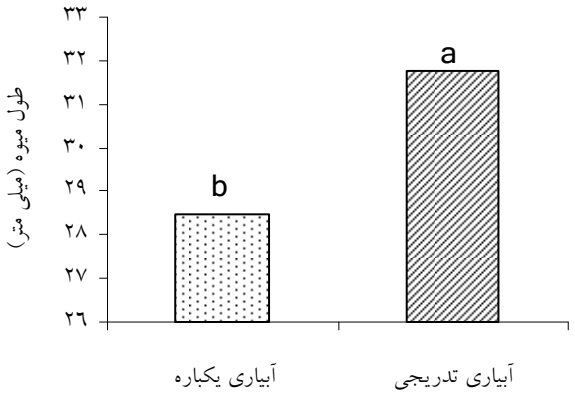
نمودار٦- اثر تیمارهای آبیاری بر تعداد میوه



نمودار۷- اثر تیمارهای آبیاری بر عملکرد در هر بوته

اندازه میوه

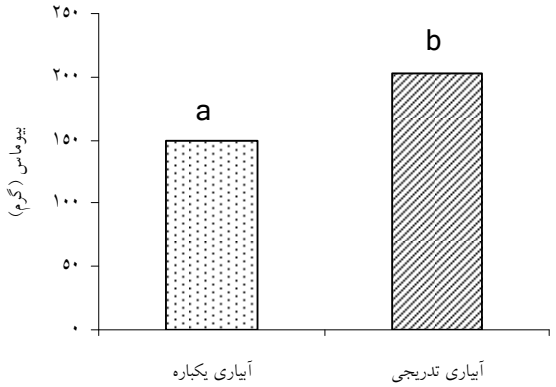
نتایج تجزیه واریانس اندازه‌گیری طول و قطر میوه مشخص کرد که تیمارهای آبیاری طول میوه را به طور معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ تحت تاثیر خود قرار دادند ولی قطر میوه تحت تاثیر این تیمارها قرار نگرفت. طول میوه در تیمار آبیاری تدریجی بیشتر از آبیاری یکباره بود (نمودار۸). گزارش‌های موجود نشان می دهد که تنش کم‌آبی در زمان گلدهی و بلوغ میوه می‌تواند اندازه میوه را تحت تاثیر قرار بدهد (۸). بالابودن رطوبت در تیمار آبیاری تدریجی می‌تواند تورژسانس و تقسیم سلولی در میوه را افزایش داده و طول میوه را تحت تاثیر قرار دهد (۱۱).



نمودار۸ - اثر تناوب آبیاری بر طول میوه

بیوماس

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری کل بیوماس تولیدی (میوه، ریشه، طوقه، برگ) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد در بین تیمارهای محلول‌رسانی بود. مقدار کل بیوماس در تیمار آبیاری تدریجی بیشتر از آبیاری یکباره بود (نمودار۹).



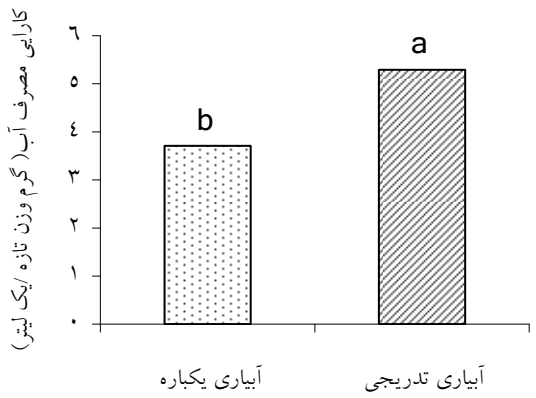
نمودار۹ - اثر تناوب آبیاری بر بیوماس

این اختلاف در نتیجه اختلاف در وزن تولیدی میوه بوده است. تیمارهای محلول‌رسانی از نظر وزن اندامهای ریشه، طوقه و برگ تفاوت معنی‌داری ایجاد نکردند، بنابراین اینگونه می‌توان نتیجه گرفت که عامل اصلی ایجاد کننده تفاوت در بیوماس کل، وزن میوه‌ها بوده است. این بدان معنی است که احتمالا میوه‌ها به عنوان جذب‌کننده قوی آب در گیاه عمل کردند و وزن تر آنها بالا رفته است.

کارایی مصرف آب

نتایج تجزیه واریانس کارایی استفاده از آب بر اساس وزن خشک کل تولیدی اختلاف معنی‌داری را در بین تیمارها نشان نداد. از آنجایی که کارایی استفاده از آب در بیشتر مواقع از لحاظ اقتصادی بر اساس

عملکرد حایز اهمیت است لذا در این تحقیق کارایی مصرف آب بر اساس عملکرد نیز محاسبه شد. نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی-داری را در بین تیمارهای محلول‌رسانی در سطح ۰/۰۵ نشان داد. کارایی مصرف آب در تیمار آبیاری تدریجی بیشتر از آبیاری یکباره بود (نمودار۱۰). به نظر می‌رسد آبیاری تدریجی در روز رطوبت مناسبی در بستر فراهم کرده است و رشد رویشی و زایشی و در نتیجه عملکرد را نسبت به آبیاری یکباره بهبود بخشیده است. همه این عوامل در مجموع کارایی استفاده از آب را در تیمار آبیاری تدریجی نسبت به آبیاری یکباره افزایش داده بود. افزایش کارایی مصرف آب با مدیریت زمان آبیاری در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (۱۳). سزن و همکاران (۱۰) نیز آبیاری دو بار در روز را نسبت به یک بار در روز در گوجه‌فرنگی باعث افزایش کارایی مصرف آب گزارش کردند.



نمودار۱۰- تفاوت تیمارهای آبیاری از نظر کاریی مصرف آب

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که در کشت بدون خاک توت فرنگی بدلیل ظرفیت پایین نگهداری آب بسترها، تقسیط مقدار آب مورد نیاز گیاه و تحویل آن در دفعات مکرر می‌تواند سبب بهبود وضعیت رطوبتی بستر و شرایط رشد و تولید بهتر گردد و راندمان مصرف آب را بهبود بخشد در حالیکه دادن یکباره محلول غذایی علاوه بر آنکه سبب بروز تنش کم آبی در طول روز می‌گردد، تلفات محلول غذایی را نیز به همراه دارد که این موضوع به نوبه خود از دیدگاه اقتصادی و زیست محیطی حائز اهمیت است.

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران و پردیس کشاورزی و منابع طبیعی قدردانی می‌گردد.

منابع

۱- اکبری م. و دهقانی سانیچ ج. ۱۳۸۶. اصول طراحی، برنامه ریزی و مدیریت بهره‌برداری از سیستم آبیاری میکرو در گیاهان گلخانه‌ای. اولین کارگاه فنی ارتقاء کاریی مصرف آب با کشت محصولات گلخانه‌ای.

۲- حیدری ن.، اسلامی ا.، قدمی فیروزآبادی ع. و کانونی ا. ۱۳۸۵. کارایی محصولات زراعی مناطق مختلف کشور. اولین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی.

۳- داوری ک.، قهرمان ب.، سیاری ن. و شاهین رخسار پ. ۱۳۸۶. تاثیر دور آبیاری و بستر بر عملکرد و برخی پارامترهای رشد کاهو (Parris Island) در کشت بدون خاک. اولین کارگاه ارتقاء کارایی مصرف آب با کشت محصولات گلخانه‌ای.

۴- شاهین‌رخسار پ.، داوری ک.، پیوست غ.ع.، قهرمان ب. و نعمتی ح. ۱۳۸۶. بررسی تاثیر دور آبیاری وبستر کشت بر عملکرد برخی پارامترهای رشد گوجه‌فرنگی (CV Humra) در کشت بدون خاک (کیسه‌ای) مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ج۸، ۴۶-۳۱.

5- Adetunji L.A. 1990. Effect of mulch and irrigation on growth and yield of lettuce in semi-arid region. Biotronics.19: 93-98.

6- John C., and Cruz R.T. 1980. Respones of leaf water potential, stomatal resistance and leaf rolling to water stress. Plant Physiology. 65: 428-432.

7- Ismail S., Ozava K., and Khondaker N. 2008. Influence of single and multiple water application timing on yield and water use efficiency in tomato (var. first power) Agriculture Water Management. 95: 116-122.

8- Kruger E., Schmidt G., and Bruckner U. 1999. Scheduling strawberry irrigation based upon Tensiometer measurement and a climatic water balance mode. Sci. Hort, 81: 409-424.

9- Raviv M., and Blom T.J. 2001. The effect of water availibity and quality on photosyntesis and productivity of soilless- grown cut roses. Sci Hort, 88: 257-276.

10- Sezen M., Gelikel G., Yazar A., Mendi Y., and Sahinler S. 2006. Effects of drip irrigation management and different soilless culture on yield and quality of tomato grown in a plastic house. Pakistan Journal of Biological Science, 9(4) 766-771.
11- Tradeu F. 1996. Drought perception by plants, Do cells of droughted plants experience water stress. Plant Growth Regulation. 20: 93-104.
12- Tuzel I.H., Gul A., Altunlu H., and Eltez R.Z. 2001. Effect of different irrigation schedules, substrates and substrate volumes on fruit quality and yield of greenhouse tomato. Acta Hort, 548: 258-291.
13- Warren S., and Bliderback T. 2004. Irrigation timing effect on plant growth, photosynthesis, water use efficiency and substrate temprature. Acta Hort, 644 : 29-35.
14- Yuna B.Z., Sun J., Nishyama S. 2004.Effet of drip irrigation on strawberry growth and yield inside a plastic greenhouse. Biosystens Engineering, 87(2): 237-245.
15- Zamani A., Taheri A., and Vezvayi A. 2002. Prolin content and stomatal resistance of almond seedlings as affected by irrigation intervals. Acta Hort, 591: 411-416.