نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره 6، جلد 10، بهمن - اسفند 1395، ص. 785-770

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 6, Vol. 10, Jan.-Feb. 2017, p. 770-785

تعیین عمق و دور آبیاری برای زراعت گلخانه‌ای گوجه‌فرنگی در منطقه همدان

سید معین الدین رضوانی*[1]، حسین دهقانی سانیج[2]، فریبا بیات[3]، حمید زارع ابیانه[4]

تاریخ دریافت: 1394/9/17 تاریخ پذیرش: 1395/8/5

چکیده

با توجه به بحران آب در ایران کاربرد کشت گلخانه‌ای برای استفاده بهینه از منابع آب در حال گسترش است. هدف اصلی این تحقیق تعیین تناوب و مقدار آب آبیاری مناسب در کشت محصول گوجه‌فرنگی (رقم فالکاتو) گلخانه‌ای بود. اثر دور آبیاری به صورت ثابت روزانه، دو و سه روز یک بار و تیمارهای عمق آب آبیاری در سال اول برابر سه سطح ET_C 75%، ET_C100% و ET_C 125% و در سال دوم ET_C50%، ET_C75% و ET_C 100% در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد اثر دور و عمق آبیاری بر عملکرد و برخی متغیرهای کمی گوجه فرنگی معنی‌دار نبود. هرچند مقدار عملکرد با افزایش دور آبیاری کاهش نشان داد. کم‌ترین مقدار وزن متوسط یک گوجه‌فرنگی در دور سه روز مشاهده شد. کارایی مصرف آب سال‌های اول و دوم در سطوح آبیاری 75% و 50% بالاترین مقدار را داشت. در کارایی مصرف آب دورهای مختلف آبیاری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. مقایسه میانگین اثر متقابل دور و سطح آبیاری نشان داد در سال اول بالاترین عملکرد مربوط به سطوح آبیاری 100 و 125 درصد و دور آبیاری 2 روز و کم‌ترین آن مربوط به دور آبیاری 3 روز و سطح آبیاری 100 درصد بود. همچنین در سال دوم، بالاترین عملکرد مربوط به تیمارهای سطح آبیاری 75 و دور آبیاری 2 روز و کم‌ترین آن مربوط به تیمار دور آبیاری 2 روز و 50 درصد بود. با توجه به نتایج می‌توان به جای آبیاری روزانه از آبیاری 2 یا 3 روز یک بار و در صورت استفاده از آبشویی می‌توان از سطح 75% آب مورد نیاز برای آبیاری استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: دور آبیاری، عمق آب آبیاری، گلخانه، گوجه فرنگی

مقدمه

بخش کشاورزی عمده‌ترین مصرف کننده آب در کشور است. با توجه به افزایش سطح زیر کشت و خشکسالی‌های اخیر این بخش با کمبود منابع آب روبرو است که باعث گسترش استفاده از فن‌آوری-های جدید جهت استفاده بهینه از منابع آب شده است. در سال‌های اخیر کشت در گلخانه‌ها و یا محیط‌های کنترل شده که در شرایط آب‌وهوایی متنوع استفاده از منابع آب و خاک را با کارایی بالا مقدور می‌سازد، مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به بحران آب در کشورکشت در محیط‌های کنترل شده در کشور با سرعت در حال گسترش است و سرمایه‌گذاری‌های زیادی در این زمینه انجام شده است به طوری‌که سطح گلخانه‌های کشور در انتهای 1393 برابر 9605/6 هکتار بود که نسبت به سال 1392، 8/96 درصد رشد داشته است. از این سطح، سبزی و صیفی با 6851/6 هکتار بیش‌ترین سطح زیرکشت را به خود اختصاص داده است (وزارت جهاد کشاورزی، 1394). درکشت محصولات سبزی و صیفی در گلخانه در سطح کشور خیار و گوجه‌فرنگی بیش‌ترین سطح را به خود اختصاص داده‌اند. در استان همدان نیز در سه ماهه چهارم سال 1393 از 79/21 هکتار سطح گلخانه‌های استان، مجموع سطح آماده به کشت و 57/28 هکتار کشت شده است که 2/42 هکتار آن به کشت گوجه فرنگی اختصاص داشت (دفتر گلخانه سازمان جهاد کشاورزی استان همدان، 1394).

با توجه به برنامه‌های مرتبط با گسترش سطح زیرکشت محصولات گلخانه‌ای، اعمال روش‌های مدیریت صحیح آبیاری و استفاده از تمامی ظرفیت سیستم‌های آبیاری برای استفاده بهینه از منابع آب و خاک و سایر نهاده‌ها نظیر کود در پرورش محصولاتی با کمیت وکیفیت بالا ضروری است.

میشه لاکیس و چارتزولاکیس در مطالعه‌ای به منظور تعیین آب مصرفی گوجه‌فرنگی در گلخانه تحت سیستم قطره‌ای، مقدار آب بکار برده شده و دوره آبیاری را به وسیله تانسیومتر و بلوک گچی کنترل کردند. کل آب آبیاری به کاربرده شده طی دوره کشت از شهریور تا

1و 3- مربی پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان
2- دانشیار پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج
4- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی بوعلی سینا، همدان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: moin.rezvani@gmail.com)

Archive of SID
www.SID.ir

خرداد برای سطوح مختلف پتانسیل آب خاک به ترتیب برابر با: 310، 340، 390 و 610 میلی‌متر بود. کل عملکرد مرتبط با پتانسیل‌های آب خاک نیز به ترتیب برابر با 13500، 14650، 15000 و 14600 کیلوگرم بر 1000 مترمربع بود که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند. دامنه متوسط وزن یک میوه 146 تا 154 گرم بود که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند (Michelakis and Chartzoulakis., 1988).

بررسی اثر دور و مقدار آب آبیاری بر عملکرد و رشد محصول گوجه‌فرنگی در گلخانه با دور آبیاری 1 تا 3 روز نشان داد که برای محاسبه مقادیر آب آبیاری از تشتک تبخیرکلاس A که در گلخانه مستقر بود با ضریب تشتک 0/6، 0/8، 1/00 و 1/2 استفاده شد. دور آبیاری بر عملکرد اولیه و کل اثری نداشت. مقدار آب آبیاری با ضریب تشتک 1/2 بیش‌ترین اثر را بر عملکرد محصول داشت (Tüzel et al., 1994).

اثر آبیاری و کوددهی بر عملکرد گوجه‌فرنگی در گلخانه و فضای باز تحت دو سیستم آبیاری شیاری و قطره‌ای نشان داد که آبیاری قطره‌ای با تیمار آبی $0/5 \times E_{pan}$ به همراه اعمال تیمار کودی 100% نیتروژن باعث افزایش 59/5% عملکرد میوه نسبت به شاهد در داخل گلخانه شد. آبیاری قطره‌ای با تیمار آبی $0/5 \times E_{pan}$ بدون در نظر گرفتن تیمار کوددهی سبب صرفه‌جویی 48/1% در آب آبیاری و افزایش 51/7% در عملکرد نسبت به تیمار شاهد شد (Mahajan and Singh., 2006).

در مطالعه‌ای چهار سطح آبیاری معادل 100، 75، 50 و 25 درصد تبخیر و تعرق گیاهی بر رشد، عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی گلخانه‌ای بررسی شد. تبخیر و تعرق گیاه مرجع با استفاده از روش پنمن مانتیث در فضای باز به دست آمد و از ضرایب گیاهی ارائه شده توسط فائو برای به دست آوردن تبخیر و تعرق گیاهی استفاده شد. آبیاری به دو شیوه پیوسته (یک بار در روز) و دوره‌ای (سه بار در روز) انجام شد. کشت به صورت خاکی و در گلدان انجام گرفت. نتایج نشان داد مقدار آب مورد نیاز برای گوجه فرنگی (واریته Troy 489) در گلخانه حدود 75% تبخیر و تعرق گیاهی محاسبه شده بر اساس شرایط خارج از گلخانه بود. اثر عمق آبیاری بر رشد محصول، عملکرد و کارایی مصرف آب آبیاری از نظر آماری معنی‌دار بود، ولی اثر شیوه آبیاری بر عملکرد محصول معنی‌دار نبود (Harmanto et al., 2005).

نورالدین و همکاران در تحقیقی اثر تنش رطوبتی را بر عملکرد کمی و کیفی گوجه فرنگی گلخانه‌ای در مراحل مختلف رشد در دو سال بررسی کردند. کشت به صورت خاکی در گلدان‌هایی با ارتفاع 24 ، قطر بالا 28 و پایین 22 سانتی‌متر و حجم خاک 9/6 لیتر انجام شد. تیمارها شامل دو حد آستانه کمبود رطوبت خاک قابل دسترس (ASW) 65 و 80 درصد که تا رسیدن به ظرفیت مزرعه آبیاری می‌شدند و تیمار آبیاری در حد ظرفیت زراعی بودند که به شکل فاکتوریل با 5 زمان آبیاری در طول فصل کشت شامل : 1- بدون تنش 2- تنش در مرحله تولید گل و تشکیل میوه 3- رشد میوه 4- رسیدن اولین خوشه میوه 5- تنش از گل دهی تا رسیدن و تشکیل اولین خوشه میوه (تنش در کل مراحل رشد) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی ترکیب شدند. تیمارهای بدون تنش آب به صورت روزانه و تیمارهای تنش آبی در فاصله 2 تا 4 روزه آبیاری شدند. عوامل کمی شامل عملکرد محصول، کارایی مصرف آب و همچنین حداکثر و حداقل قطرهای (استوایی) و ارتفاع میوه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد تنش آبی طی فصل رشد اثر معنی‌داری بر کاهش عملکرد و اندازه میوه دارد، اما تنها در طی گل‌دهی تنش گیاهان کم‌تر نشان داده شد و میوه‌های آن‌ها بزرگ‌تر از محصولات بدون تنش بودند. عملکرد وزنی در مرحله گلدهی با تنش و بدون تنش مشابه بود. نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری در عملکرد بین دو سطح تیمار تنش 65 و 80 درصد آب قابل دسترس قبل از آبیاری وجود نداشت. تنش آبی فقط در طی دوره گلدهی نتایج بهتری در عملکرد محصول نسبت به تنش در مراحل ویژه رشد یا در کل مراحل داشت، اما در کل عملکردها تیمارهای تحت تنش معادل یا ضعیف‌تر از محصولاتی بودند که تنش ندیده بودند (Nuruddin et al., 2003).

وهاب‌الله و همکاران در تحقیقی 4 ژنوتیپ گوجه فرنگی را در کشت خاکی تحت 6 سطح تنش آبی شامل: 20، 40، 60، 80، 100 و 120 درصد تبخیر و تعرق گیاهی قرار دادند. نتایج نشان داد ارتفاع بوته تحت تاثیر تنش آبی قرار گرفت به طوری که ارتفاع بوته در هر سطح آبیاری در گروه آماری جداگانه‌ای قرار گرفت و بلندترین (94/5سانتی‌متر) و کوتاه‌ترین (68/3 سانتی‌متر) بوته‌ها به ترتیب در تیمارهای 120 و 20 درصد تبخیر و تعرق گیاهی مشاهده شد. در تیمار آبی 120 درصد تبخیر و تعرق گیاهی بالاترین وزن متوسط میوه (114/8 گرم) مشاهده شد که از نظر آماری با تیمار 100 درصد تبخیر و تعرق گیاهی تفاوت معنی‌داری نداشت. کم‌ترین وزن متوسط میوه (67/2 گرم) نیز در تیمار 20 درصد تبخیر و تعرق گیاهی مشاهده شد. در تیمار آبی 120 درصد تبخیر و تعرق گیاهی بالاترین عملکرد (52/8 تن در هکتار) مشاهده شد که از نظر آماری با تیمار 100 درصد تبخیر و تعرق گیاهی (51/5 تن در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت. کم‌ترین عملکرد (27/5 تن در هکتار) نیز در تیمار 20 درصد تبخیر و تعرق گیاهی مشاهده شد. کارایی مصرف آب با افزایش سطح آبیاری کاهش زیادی از 110/3 به 35/2 کیلوگرم بر متر مکعب داشت (Wahb-Allah., 2011).

وهاب‌الله و ال عمران در تحقیقی دو سطح شوری (بدون شوری و شور) و سه سطح تنش آبی شامل 50، 75 و 100 درصد حداکثر تبخیر و تعرق گیاهی را در کل دوره و مراحل مختلف رشد اعمال نمودند. عملکرد در تیمارهای 100، 75 و 50 درصد حداکثر تبخیر و تعرق گیاهی در کل دوره با آب غیر شور به ترتیب 125/260، 108/550 و

Archive of SID

www.SID.ir

100/170 تن در هکتار، میانگین وزن یک میوه به ترتیب 129/2، 112/2 و 87/3 گرم و کارایی مصرف آب نیز به ترتیب 26/09، 30/22 و 41/73 کیلوگرم بر متر مکعب بود که هر کدام در گروه‌های آماری جداگانه‌ای قرار گرفتند (Wahb-Allah and Al-Omran., 2012).

با توجه به اینکه گوجه‌فرنگی معمولا دومین یا سومین سطح زیرکشت را در گلخانه‌های استان همدان به خود اختصاص داده است و از طرفی اثری که مدیریت آبیاری محصولات گلخانه‌ای به دلیل استفاده روزانه از کود آبیاری بر تغذیه و در نتیجه عملکرد کمی و کیفی محصول می‌گذارد، تعیین مناسب‌ترین دور و عمق آبیاری از نظر عملکرد کمی و کیفی و نیز تعیین کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی در گلخانه هدف اصلی این پروژه بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو سال برای تعیین نیاز آبی، عمق و دور آبیاری مناسب گوجه فرنگی گلخانه‌ای انجام شد. محل آزمایش گلخانه‌ای تجاری در شهرک گلخانه‌ای بوعلی (امزاجرد) در فاصله 10 کیلومتری از شمال شهر همدان قرار داشت. سطح گلخانه 2865 مترمربع با پوشش پلی‌اتیلن دو لایه بود و جهت کشت شمالی-جنوبی قرار داشت. سطح آزمایش حدود 90 مترمربع از سطح گلخانه را در بر می‌گرفت. در سال اول از سه سطح آبیاری 75، 100 و 125 درصد تبخیر و تعرق گیاهی و سه دور آبیاری شامل 1، 2 و 3 روز یک بار استفاده شد. در سال دوم پس از بررسی نتایج سال اول اجرای طرح تیمارهای آبیاری به سه سطح 50، 75 و 100 درصد تغییر یافت. طرح به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد که دور آبیاری کرت اصلی و مقادیر آب آبیاری در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. در سال اول و دوم اجرای طرح هر تیمار به ترتیب شامل 6 و 4 گلدان بود که به صورت سری قرار داده شدند. ارتفاع گلدان‌ها 30 سانتی‌متر بود که تا ارتفاع 27 سانتی‌متری از خاک محل کشت پر شده بودند. با توجه به اینکه قطر بالا و پایین گلدان‌ها به ترتیب 25/2 و 22 سانتی‌متر بود حجم خاک گلدان11/83 لیتر بود. رقم مورد کشت فالکاتو (*cv Falkato*) بود. با توجه به اینکه در گلخانه‌های همدان کشت به صورت خاکی صورت می‌گیرد، بستر کاشت مورد استفاده در این طرح نیز خاک مورد استفاده در گلخانه‌ای بود که آزمایش در آن انجام شد (جدول 1). آبیاری با سیستم قطره‌ای و با قطره چکان‌های 4 لیتر در ساعت انجام شد. برای اندازه‌گیری آب آبیاری از 9 کنتور 0/5 اینچ کلاس C استفاده شد. پس از باردهی بوته گوجه‌فرنگی به صورت هفتگی عملکرد محصول در هر چین در تیمارهای مختلف، تعداد میوه در بوته و خصوصیات ظاهری گوجه-فرنگی نظیر اندازه و وزن میوه اندازه‌گیری شد. افزون بر این شاخص سطح برگ و ارتفاع بوته نیز در تیمارهای مختلف در طول دوره رشد اندازه‌گیری شد.

جدول 1- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

عمق (cm)	هدایت الکتریکی EC * 10^3	واکنش گل اشباع pH of paste	درصد مواد خنثی شونده T.N.V%	کربن آلی O.C%	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	درصد رس clay%	درصد لای Silt %	درصد شن Sand %	بافت خاک Texture
0-10	2/42	8/11	15/72	0/99	99/6	400	15/5	33/7	50/8	Loam
10-20	2/60	8/01	14/87	1/07	102/4	384	17/3	31/9	50/8	Loam
20-30	1/21	8/03	18/7	0/79	59/2	576	25/3	37/2	37/5	Loam

برای محاسبه نیاز آبی گوجه فرنگی از اندازه‌گیری روزانه تبخیر تشت کلاس A در داخل گلخانه استفاده شد. برنامه آبیاری بر اساس مقدار تبخیر در روز قبل بود. برای محاسبه $ET_\circ$ از رابطه1 استفاده شد (Baille., 1994):

$$ET_\circ = K_p \times E_\circ \quad (1)$$

که در آن K_p ضریب تشتک و $E_\circ$ تبخیر از تشتک (میلی‌متر) است. با توجه به اینکه نتایج مطالعات انجام شده و کتاب‌شناسی نشان می‌دهد مقدار K_p بسیار نزدیک به یک است (Baille, 1994; Blanco and folegatti., 2004 ;Modaberi et al., 2014;Fernandes et al., 2003 Mpusia., 2006). از رابطه 2 تبخیر و تعرق گیاهی محاسبه شد (Allen et al., 1988):

$$ET_C = K_C \times ET_\circ \quad (2)$$

که در آن K_C ضریب گیاهی و ET_C تبخیر و تعرق گیاهی (میلی-متر) است. مقدار ضریب گیاهی K_C از جدول 2 به دست آمد (Castilla, 1994).

براساس آب مصرفی و عملکرد محصول، کارایی مصرف آب آبیاری با استفاده از رابطه 3 محاسبه شد (Howell., 2001).

$$IWUE = \frac{Y_i - Y_d}{I_i} \quad (3)$$

که در آن *IWUE* کارایی مصرف آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب)، Y_i عملکرد محصول با آبیاری (کیلوگرم بر هکتار)، Y_d

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد محصول در حالت دیم (کیلوگرم بر هکتار)، I_i آب آبیاری به کار برده شده (مترمکعب بر هکتار). در منطقه همدان تحت شرایط دیم (بدون آبیاری در گلخانه) عملکرد گوجه فرنگی صفر است و فرمول 3 به نسبت عملکرد محصول با آبیاری به حجم آب آبیاری کم می‌شود.

جدول 2-مقدار ضریب گیاهی K_C گوجه فرنگی گلخانه‌ای

[1]DAP	1-15	16-30	31-45	46-60	61-75	76-90	91-105
K_C	0/30	0/60	0/75	1/00	1/30	1/40	1/40
DAP	106-120	121-135	136-150	151-165	166-180	181-195	196-210
K_C	1/30	1/20	1/10	1/00	0/95	0/95	0/95

1- تعداد روزهای پس از کاشت یا نشا کردن

نتایج

نتایج سال اول

اثر دور و سطح آب آبیاری بر برخی خصوصیات کمی گوجه فرنگی

نتایج تجزیه واریانس (جدول 3) نشان داد تنها اثر سطح آبیاری بر کارایی مصرف آب در سطح احتمال 5% معنی‌دار بود و اثر دور و سطح آبیاری و اثر متقابل آن‌ها بر سایر متغیرها معنی‌دار نبود.

در جدول 4 مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف بر برخی ویژگی-های کمی محصول گوجه فرنگی آورده شده است. نتایج نشان داد کارایی مصرف آب در سطح 75% به طور معنی‌داری از سطوح 100 و 125% بالاتر بود.

مقایسه میانگین اثر دورهای مختلف آبیاری نشان داد تفاوت معنی‌داری بین ویژگی‌های کمی مورد بررسی وجود نداشت (جدول 5)، هر چند که با افزایش دور آبیاری، عملکرد کاهش یافت. مقادیر آب آبیاری مصرف شده در هر تیمار در جدول 6 آورده شده است.

مقایسه میانگین اثر متقابل دور و مقادیر آب آبیاری بر عوامل کمی گوجه‌فرنگی (جدول 7) نشان داد، بالاترین عملکرد مربوط به تیمارهای سطح آبیاری 100 و 125 درصد و دور آبیاری 2 روز و کم-ترین آن مربوط به تیمار دور آبیاری 3 روز و 100 درصد بود که از نظر آماری در دو گروه جداگانه قرار گرفتند. بیش‌ترین تعداد میوه در یک بوته در تیمار دور آبیاری 2 روز بدست آمد.

کم‌ترین تعداد میوه در یک بوته مربوط به تیمار دور آبیاری 3 روز و سطح آبیاری 100 درصد بود. در شکل 1 متوسط وزن یک گوجه فرنگی در برداشت‌های مختلف (تعداد روزهای پس از کاشت) نشان داد تا حدود 1388/12/28 میانگین وزن یک گوجه فرنگی روند کاهشی تقریبا برابر با 0/24 گرم در روز داشت و تا 1389/01/18 که تاریخ آخرین برداشت بود، 0/50 گرم در روز افزایش داشت. این وضعیت بیش‌تر به طول روز و دمای هوا مربوط بود.

طول ساقه و سطح برگ

سرعت رشد ساقه گوجه‌فرنگی در دور و سطوح مختلف آبیاری در جدول 8 آورده شده است. برای نشان دادن سرعت رشد در تیمارهای مختلف، از معادله خطی استفاده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، حداقل سرعت رشد در تیمار با دور آبیاری 2 روز و سطح آبیاری 100 درصد با حدود 1/8 سانتی‌متر در روز و حداکثر آن با حدود 3/0 سانتی‌متر در روز در تیمار 75 درصد سطح آبیاری و دور یک روز بود. کندترین سرعت رشد در تیمارهای سطح آبیاری 100 درصد مشاهده شد.

جدول 3- خلاصه نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های کمی گوجه فرنگی

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد (Kg/m^2)	تعداد میوه در یک بوته	وزن متوسط یک گوجه فرنگی (gr)	کارایی مصرف آب آبیاری (Kg/m^3)
تکرار	2	1/152^{ns}	52/778 ^{ns}	52/481 ^{ns}	14/147 ^{ns}
دور آبیاری	2	2/668^{ns}	128/111^{ns}	10/259^{ns}	11/616 ^{ns}
خطا	4	2/309	45/056	14/370	28/267
سطح آبیاری	2	0/323 ^{ns}	12/333 ^{ns}	0/704^{ns}	62/847*
دور آبیاری×سطح آبیاری	4	0/848^{ns}	11/278^{ns}	11/259^{ns}	12/514 ^{ns}
خطا	12	0/950	17/519	9/796	12/205

*,** : به ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال 5 و 1 درصدns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها

جدول 4- اثر سطوح آب آبیاری بر ویژگی‌های کمی گوجه فرنگی در سطح 5%

Archive of SID

www.SID.ir

سطوح آب آبیاری (درصد)	عملکرد (Kg/m^2)	تعداد میوه در یک بوته	وزن متوسط یک گوجه فرنگی (gr)	کارایی مصرف آب آبیاری (Kg/m^3)
75	10/42 a	54/11a	58/78a	38/69 a
100	10/06a	51/78a	59/00a	34/39 b
125	10/32a	53/11a	59/33a	33/88 b

تیمارهایی که دارای حرف مشترک هستند در سطح 5% فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

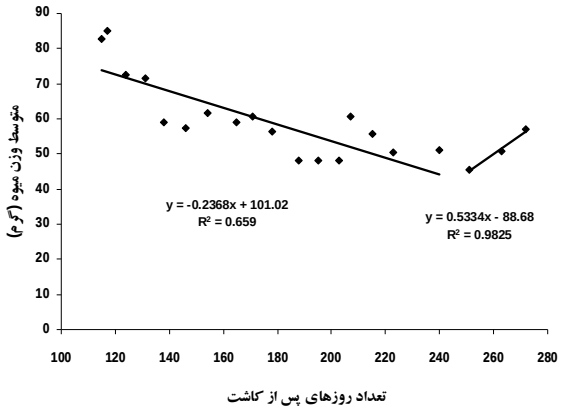
جدول 5- اثر دور آبیاری بر ویژگی‌های کمی گوجه‌فرنگی

دور آبیاری (روز)	عملکرد (Kg/m^2)	تعداد میوه در یک بوته	وزن متوسط یک گوجه فرنگی (gr)	کارایی مصرف آب آبیاری (Kg/m^3)
1	10/090a	51/22a	60/00a	35/16a
2	10/088a	57/33a	57/89a	34/72a
3	9/833a	53/11a	59/22a	37/08a

تیمارهایی که دارای حرف مشترک هستند در سطح 5% فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

جدول6- مقادیر آب آبیاری در تیمارهای مختلف

دور آبیاری (روز)	سطح آب آبیاری (درصد)	حجم آب مصرفی (m^3/m^2)
1	75	0/262
	100	0/281
	125	0/301
2	75	0/281
	100	0/303
	125	0/309
3	75	0/266
	100	0/291
	125	0/304



شکل1- متوسط وزن یک گوجه فرنگی در روزهای پس از کاشت

جدول 7- اثر دور و مقادیر آب آبیاری بر عوامل کمی گوجه فرنگی

Archive of SID

www.SID.ir

دور آبیاری (روز)	سطح آب آبیاری (درصد)	عملکرد (Kg/m^2)	تعداد میوه در یک بوته	وزن متوسط یک گوجه فرنگی (gr)	کارایی مصرف آب آبیاری (Kg/m^3)
	75	10/470ab	51/33 ab	62/00 a	40/07a
1	100	9/800 ab	50/67 ab	59/00 ab	34/83abc
	125	10/000 ab	51/67 ab	59/00 ab	33/30abc
	75	10/370 ab	57/00 a	55/67 b	36/97 abc
2	100	11/130 a	57/33 a	59/33 ab	36/63abc
	125	11/130 a	57/67 a	58/67 ab	35/97abc
	75	10/ 430ab	54/00 ab	58/67 ab	39/03ab
3	100	9/233 b	47/33 b	58/67 ab	31/70c
	125	9/233 ab	50/00 ab	60/33 ab	32/37bc

تیمارهایی که دارای حرف مشترک هستند در سطح 5% فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

سرعت رشد ساقه در دورهای مختلف سطح آبیاری 75 درصد تقریبا با هم برابرند. نتایج نشان داد در تیمارهای سطح آبیاری 75 و 125 درصد سرعت رشد ساقه مشابه و حدود 3 سانتی‌متر در روز است. بررسی طول ساقه‌ها در ابتدا و انتهای فصل رشد نشان می‌دهد در حالی که اختلاف بین حداکثر و حداقل طول ساقه‌ها در ابتدای فصل رشد 25 درصد است، در انتهای فصل رشد این مقدار به حدود 40 درصد می‌رسد. هر چند طول ساقه نسبت به مقدار اولیه در تیمارهای مختلف بین 20/5 تا 39 برابر رشد کرده است، درصد رشد ساقه بعد از اولین اندازه‌گیری نسبت به کل طول آن بین 95/4 تا 97/5 درصد است که نشان می‌دهد درصد رشد نسبت به مقدار اولیه طول ساقه یک مقدار نسبتا ثابت است (جدول 8).

اندازه گیری سطح برگ گوجه فرنگی

تعیین سطح سایه‌انداز برای محاسبه مقدار نیاز آبی در روش قطره‌ای ضروری است اما با توجه به ساختار فضایی برگ‌ها و شرایط گلخانه تعریف سطح سایه‌انداز به شکلی که در فضای باز استفاده می‌شود، امکان‌پذیر نیست. به این دلیل برای استفاده در محاسبات بایستی سطح برگ را در گلخانه اندازه‌گیری کرد تا سطح سایه انداز مشخص شود. ضمنا با داشتن مساحت برگ‌ها می‌توان شاخص سطح برگ را محاسبه نمود که در رابطه پنمن- مانتیس ارائه شده برای گلخانه‌ها استفاده می‌شود (Mpusia., 2006).

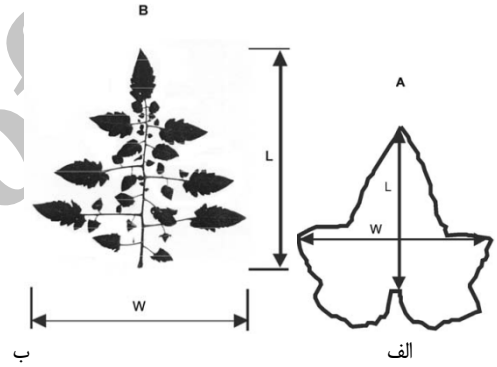
جدول 8- طول ساقه در تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف پس از کاشت (متر)

تعداد روزهای پس از کاشت	دور آبیاری یک روز			دور آبیاری دو روز			دور آبیاری سه روز		
	%75	%100	%125	%75	%100	%125	%75	%100	%125
33	0/22	0/23	0/18	0/19	0/22	0/20	0/24	0/21	0/23
38	0/44	0/41	0/44	0/39	0/31	0/39	0/38	0/42	0/42
78	1/68	1/6	1/27	1/76	1/52	1/89	1/84	1/80	1/76
209	6/20	4/72	4/39	5/85	3/73	6/18	5/55	5/15	6/25
281	7/48	5/83	5/44	7/61	4/74	7/50	7/30	5/90	7/38
نسبت طول ساقه در اولین اندازه‌گیری به کل طول (درصد)	2/9	3/9	3/3	2/5	4/6	2/7	3/3	3/6	3/1
نسبت رشد ساقه بعد از اولین اندازه‌گیری به کل طول (درصد)	97/1	96/1	96/7	97/5	95/4	97/3	96/3	96/4	96/9
رابطه بین طول ساقه و تعداد روزهای پس از کاشت	+0/6751 x0/0304Y= R^2=0/9906	+0/3748 x0/0229Y= R^2=0/9919	+0/4134 x0/0216Y= R^2=0/9937	+0/7058 x0/0302Y= R^2=0/9975	+0/2272 x0/0182Y= R^2=0/988	+0/6403 x0/0303Y= R^2=0/9903	+0/5985 x0/0286Y= R^2=0/9972	+0/3313 x0/0237Y= R^2=0/9781	+0/36340 x0/0301Y= R^2=0/9873

Archive of SID

www.SID.ir

گوجه‌فرنگی دارای برگ مرکب است (شکل 2)، به این دلیل برای بدست آوردن سطح برگ بایستی در ابتدا سطح برگ‌های جداگانه را بدست آورد و سپس از مجموع آن‌ها سطح برگ مرکب را محاسبه نمود. برای این‌که این کار به شدت زمان‌بر است، استفاده از رابطه بین طول و عرض برگ مرکب و سطح آن برای محاسبه سطح برگ در یک بوته گوجه‌فرنگی ضروری است. برای این منظور در ابتدا باید رابطه بین طول و عرض یک تک برگ را با مساحت آن بدست آورد، سپس با اندازه‌گیری طول و عرض تمامی برگ‌ها در برگ مرکب می‌توان مساحت آن را محاسبه کرد. حال با داشتن طول و عرض برگ مرکب و مساحت آن در چندین برگ مرکب می‌توان به رابطه‌ای بین طول و عرض برگ مرکب و مساحت آن رسید. در تحقیق حاضر این محاسبات انجام و در زیر روابط مورد نیاز آورده شده است. برای تعیین رابطه یک برگ و سطح آن از 187 و در مورد برگ مرکب از 118 نمونه استفاده شد.



شکل 2- شکل یک تک برگ و برگ مرکب در گوجه فرنگی گلخانه‌ای (منبع:Blanco and folegatti, 2003)

رابطه طول و سطح یک برگ ($A(cm^2)$,L(cm) ,W(cm)) (***، ***، * به ترتیب معنی‌دار در سطح 0/1، 1، 5 درصد و ns بدون معنی)

$A=0/5088\times L^{1/8506}$ $R^2=0/9813$ $F=9711^{***}$

رابطه عرض و سطح یک برگ

$A=1/125\times W^{2/0505}$ $R^2=0/978$ $F=8239^{***}$

رابطه طول در عرض و سطح یک برگ

$A=0/7142\times(L\times W)^{0/9857}$ $R^2=0/9928$ $F=25580^{***}$

$A=0/6618\times(L\times W)+$ $+0/4838$ $R^2=0/9921$ $F=23360^{***}$

رابطه طول و سطح برگ مرکب ($A(cm^2)$,L(cm) ,W(cm))

$A=0/5169\times L^{1/8292}$ $R^2=0/9158$ $F=1262^{***}$

رابطه عرض و سطح برگ مرکب

$A=1/0413\times W^{1/6928}$ $R^2=0/916$ $F=1266^{***}$

رابطه طول در عرض و سطح برگ مرکب

$A=0/6393\times(L\times W)^{0/9046}$ $R^2=0/9425$ $F=1900^{***}$

$A=0/3078\times(L\times W)+22/554$ $R^2=0/8643$ $F=739/071^{***}$

تبخیر

مقدار آب آبیاری بر اساس میزان تبخیر از تشت کلاس A اعمال شد. تشت تبخیر کلاس A از تاریخ 88/7/2 در گلخانه مستقر شدند و قرائت از آن تا 88/12/2 ادامه یافت. در این مدت تبخیر از تشت تبخیر کلاس A، 110/2 میلی‌متر بود.

نتایج سال دوم

اثر دور و سطح آب آبیاری بر برخی خصوصیات کمی گوجه فرنگی

نتایج تجزیه واریانس در جدول 9 آورده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود بین وزن متوسط یک گوجه فرنگی در تکرارها اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد وجود دارد. اثر دور آبیاری بر تعداد میوه در یک بوته، وزن متوسط یک گوجه فرنگی در سطح 5 درصد معنی‌دار بود و در سایر متغیرها از جمله عملکرد و کارایی مصرف آب معنی‌دار نبود. اثر سطح آبیاری بر کارایی مصرف آب در سطح 1% معنی‌دار بود و بر سایر متغیرها معنی‌دار نبود. اثر متقابل دور و سطح آبیاری تنها بر کارایی مصرف آب در سطح 5 درصد معنی‌دار بود.

در جدول 10 مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف آبیاری بر برخی ویژگی‌های کمی محصول گوجه فرنگی آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد کارایی مصرف آب در گروه‌های آماری جداگانه‌ای قرار گرفتند به طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار کارایی مصرف آب به ترتیب مربوط به تیمارهای آبیاری سطح 50% و 100% با مقادیر 42/0 و 29/2 کیلوگرم در مترمکعب است.

مقایسه میانگین اثر دورهای مختلف آبیاری بر متغیرهای مورد بررسی نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین وزن متوسط یک گوجه فرنگی به ترتیب در تیمار دور یک روز و دور آبیاری سه روز مشاهده شد. وزن متوسط یک گوجه فرنگی با افزایش دور آبیاری کاهش نشان داد. در سایر متغیرهای مورد بررسی در سطوح مختلف آبیاری از نظر آماری با یکدیگر تفاوتی نداشتند و در گروه‌های آماری مشابه قرار گرفتند. هر چند مقدار عملکرد با افزایش دور آبیاری کاهش نشان داد (جدول 11).

مقادیر آب آبیاری مصرف شده در هر تیمار در جدول 12 آورده شده است. مقایسه میانگین اثر متقابل دور و مقادیر آب آبیاری بر عوامل کمی گوجه‌فرنگی (جدول 13) نشان داد بالاترین عملکرد مربوط به تیمارهای سطح آبیاری 75 و دور آبیاری 2 روز و کم‌ترین آن مربوط به تیمار دور آبیاری 2 روز و 50 درصد بود. هر چند از نظر آماری عملکردها همه در یک گروه آماری قرار گرفتند. بیش‌ترین

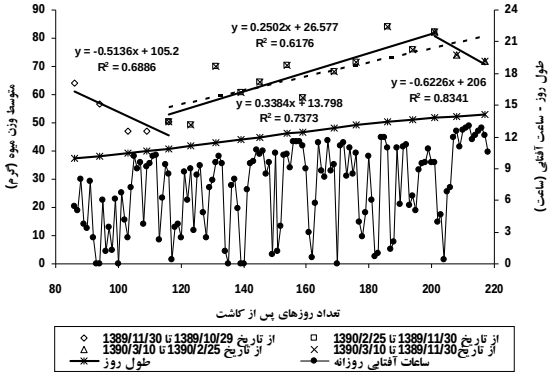
Archive of SID

www.SID.ir

تعداد میوه در یک بوته در تیمار دور آبیاری 2 روز و 75 درصد بدست آمد که از نظر آماری جز با تیمار دور آبیاری 2 روز و سطح آبیاری 50 درصد که کم‌ترین تعداد میوه در یک بوته را داشت و در گروه آماری جداگانه‌ای قرار می‌گرفت، با دیگر تیمارها از نظر آماری تفاوتی نداشت. بالاترین وزن متوسط یک میوه در تیمار دور آبیاری یک روز و سطح آبیاری 50% بدست آمد که از نظر آماری با دیگر تیمارها جز تیمار آبیاری 50 درصد و دور آبیاری 3 روز که کم‌ترین مقدار را داشت و در گروه آماری جداگانه‌ای قرار گرفت، تفاوت معنی‌داری نداشت. بالاترین مقدار کارایی مصرف آب در تیمار دور آبیاری سه روز و سطح آبیاری 50 درصد و کم‌ترین مقدار مربوط به تیمار دور آبیاری 3 روز و سطح آبیاری 100 درصد بدست آمد که با تیمارهای دور آبیاری 2 روز و سطح آبیاری 100 درصد و دور آبیاری 3 روز و سطوح آبیاری 75 و 100 درصد، در یک گروه آماری قرار گرفت.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد اثر متقابل دور و سطح آبیاری بر کرویت، اندازه بزرگ‌ترین قطر، حجم و وزن مخصوص گوجه فرنگی از نظر آماری تفاوتی نداشته و همه در یک گروه آماری قرار دارند. از نظر کمی بیش‌ترین و کم‌ترین کرویت به ترتیب مربوط به تیمار دور آبیاری 2 و 3 روز و سطح آبیاری 100 درصد بود. بالاترین وزن مخصوص مربوط به تیمار دور آبیاری یک روز و سطح آبیاری 50 درصد و کم‌ترین آن مربوط به دور آبیاری یک روز و سطح آبیاری 75 درصد بود. بیش‌ترین قطر را تیمار دور آبیاری 3 روز و سطح آبیاری 100 درصد و کم‌ترین قطر را تیمار دور آبیاری 2 روز و سطح آبیاری 75 درصد داشتند. بیش‌ترین حجم گوجه فرنگی مربوط به تیمار دور آبیاری 3 روز و سطح آبیاری 75 درصد و کم‌ترین آن در تیمار دور آبیاری 2 روز و سطح آبیاری 75 درصد اتفاق افتاد.

تغییرات متوسط وزن میوه در روزهای پس از کاشت در شکل 3 آورده شده است. شکل به سه قسمت تقسیم شده است. از تاریخ 1389/10/29 تا 1389/11/30 روند کاهشی در وزن متوسط یک میوه مشاهده شد که مقدار آن تقریبا به اندازه 0/5 گرم در روز است. از 30/ 11/ 1389 تا 1390/2/25 شاهد افزایش وزن متوسط یک میوه برابر با 0/3 در روز هستیم. از 1390/2/25 تا 1390/3/10 نیز کاهشی برابر با 0/6 گرم در روز برای وزن متوسط یک میوه مشاهده شد. روند تغییر وزن متوسط یک میوه را از تاریخ 1389/11/30 تا 1390/3/10 بررسی شد که حاکی از افزایش 0/25 گرم در روز وزن متوسط یک میوه است. علت اصلی این مسئله می‌تواند مقدار نور رسیده به بوته‌ها در طول روز باشد. به این دلیل طول روز و تعداد ساعات آفتابی در شکل 9 آورده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود طول روز از 10 ساعت در تاریخ 1389/10/29 شروع شده و در تاریخ 1390/3/10 به بیش از 14 ساعت در روز می‌رسد. در واقع با افزایش تدریجی طول روز به متوسط وزن گوجه فرنگی‌ها اضافه شده است.



شکل3- متوسط وزن یک گوجه فرنگی در روزهای پس از کاشت

برای بررسی دقیق‌تر تغییرات وزن متوسط یک گوجه فرنگی، ساعات آفتابی در طول دوره زمانی 1389/10/29 تا 1390/3/10 در شکل 3 نشان داده شده است. متوسط ساعات آفتابی در دوره زمانی 1389/10/29 تا 1389/10/30 برابر 5/6 ساعت است در حالی‌که در همان مدت طول روز به طور متوسط 10/4 ساعت است. بین تاریخ‌های 1389/10/29 تا 1389/11/16 میانگین ساعات آفتابی تنها 3/7 ساعت در شبانه روز است که کاهش ساعات آفتابی به همراه طول روز کوتاه اثر خود را بر وزن گوجه فرنگی‌ها به صورت کاهش تدریجی وزن نشان می‌دهد. کاهش تدریجی ساعات آفتابی در مدت ذکر شده در شکل 3 نیز به خوبی پیداست. از تاریخ 1389/11/30 تا 1390/2/25 طول روز به طور متوسط 12/4 ساعت و میانگین ساعات آفتابی 7/2 در طول روز بوده است.

افزایش تدریجی طول روز و افزایش ساعات آفتابی اثر خود را به صورت افزایش تدریجی وزن گوجه‌فرنگی‌ها در این بازه زمانی نشان

Archive of SID

www.SID.ir

مـی‌دهـد. از تـاریخ 1390/2/25 تـا 1390/3/10 کـه تـاریخ آخـرین برداشت است متوسط طول روز 14 ساعت و میانگین سـاعات آفتـابی 9/9 ساعت در طول روز بوده است. اما نگاه دقیق‌تر نشان مـی‌دهـد از تاریخ 1390/2/25 تا 1390/2/29 متوسط سـاعات آفتـابی تنهـا 4/6 ساعت در روز بوده است که اثـر خـود را بـه صـورت کـاهش در وزن متوسط گوجه‌فرنگی‌ها در تاریخ‌های برداشـت آخـر نشـان مـی‌دهـد. احتمالا با افزایش سـاعات آفتـابی در تـاریخ‌هـای پـس از آن امکـان افزایش وزن متوسط یک گوجه‌فرنگی وجود داشـته اسـت. اگـر بـازه زمانی 1389/11/30 تا 1390/3/10 را در نظر بگیریم متوسـط طـول روز 12/7 ساعت و میـانگین سـاعات آفتـابی 7/7 سـاعت اسـت. کـه همان‌گونه که ذکر شد با افزایش تدریجی طول روز و افزایش سـاعات آفتابی وزن گوجه‌فرنگی‌ها نیز در این مدت افزایش تدریجی نشان داد.

جدول 9- خلاصه نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های کمی گوجه فرنگی

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد (Kg/m^2)	تعداد میوه در یک بوته	وزن متوسط یک گوجه فرنگی (gr)	کارایی مصرف آب آبیاری (Kg/m^3)	وزن مخصوص (Kg/m^3)	بزرگ‌ترین قطر (cm)	حجم گوجه فرنگی (cm^3)
تکرار	2	3/730^{ns}	22/340^{ns}	205/444 **	33/190^{ns}	464/240^{ns}	0/356^{ns}	662/352^{ns}
دور آبیاری	2	0/948^{ns}	1/175*	42/33*	12/021^{ns}	223/485^{ns}	0/287^{ns}	431/045^{ns}
خطا	4	1/948	38/608	3/111	17/936	265/766	0/216	81/296
سطح آبیاری	2	0/621^{ns}	18/111^{ns}	4/000^{ns}	371/988**	192/828^{ns}	0/036^{ns}	224/503^{ns}
دور آبیاری× سطح آبیاری	4	1/692^{ns}	55/868^{ns}	13/333^{ns}	31/979*	245/064^{ns}	0/145^{ns}	104/231^{ns}
خطا	12	1/007	23/605	13/278	7/827	253 240/	0/394	534/880

*,** : به ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال 5 و 1 درصدns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها

جدول 10- اثر سطوح آب آبیاری بر ویژگی‌های کمی گوجه فرنگی در سطح 5%

سطوح آب آبیاری (درصد)	عملکرد (Kg/m^2)	تعداد میوه در یک بوته	وزن متوسط یک گوجه فرنگی (gr)	کارایی مصرف آب آبیاری (Kg/m^3)	وزن مخصوص (g/cm^3)	بزرگ‌ترین قطر (cm)	حجم گوجه فرنگی (cm^3)
50	10/044 a	47/028 a	64/444 a	42/011 a	1/005 a	5/234 a	74/600 a
75	10/533 a	49/806a	63/778 a	34/656 b	0/996a	5/334a	81/411 a
100	10/456 a	47/917 a	65/111 a	29/200 c	0/999 a	5/531 a	84/333 a

تیمارهایی که دارای حرف مشترک هستند در سطح 5% فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

جدول 11- اثر دور آبیاری بر ویژگی‌های کمی گوجه‌فرنگی

دور آبیاری (روز)	عملکرد (Kg/m^2)	تعداد میوه در یک بوته	وزن متوسط یک گوجه فرنگی (gr)	کارایی مصرف آب آبیاری (Kg/m^3)	وزن مخصوص (g/cm^3)	بزرگ‌ترین قطر (cm)	حجم گوجه فرنگی (cm^3)
1	10/689 a	48/056 a	65/556 a	34/144a	1/006 a	5/238 a	78/089 ab
2	10/300 a	47/944 a	64/556 a	36/456a	0/996a	5/173a	74/433 b
3	10/044 a	48/750 a	62/222 b	35/267a	0/998 a	5/509 a	87/822 a

تیمارهایی که دارای حرف مشترک هستند، در سطح 5% فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

طول ساقه و سطح برگ

سرعت رشد ساقه گوجه‌فرنگی در دور و سطوح مختلف آبیاری در جـدول 14 آورده شـده اسـت. بـرای نشـان دادن سـرعت رشـد در تیمارهای مختلف، از معادله خطی استفاده شد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود حداقل سرعت رشد در تیمار با دور آبیـاری یـک روز و سـطح آبیاری 100 درصد با حدود 2/8 سانتی‌متر در روز و حداکثر آن با حدود 3/5 سانتی‌متر در روز در تیمار 75 درصد سطح آبیـاری و دور سـه روز مشاهده شد. میانگین سرعت رشد تیمارهای با دور آبیاری یـک، دو و

Archive of SID

www.SID.ir

سه روز به ترتیب روز 3/1، 3/2 و 3/3 سانتی‌متر بود. میانگین سرعت رشد تیمارهای با سطح آبیاری 50، 75 و 100 درصد نیاز آبی به ترتیب 3/2، 3/3 و 3/1 سانتی‌متر در روز بود. نتایج نشان می‌دهد در مجموع سرعت رشد ساقه حدود 3 سانتی‌متر در روز است.

جدول12- مقادیر آب آبیاری در تیمارهای مختلف 1389

دور آبیاری (روز)	سطح آب آبیاری (درصد)	حجم آب مصرفی(m^3/m^2)
1	50	0/332
	75	0/362
	100	0/451
2	50	0/266
	75	0/342
	100	0/437
3	50	0/268
	75	0/395
	100	0/402

جدول 13- اثر دور و مقادیر آب آبیاری بر عوامل کمی گوجه فرنگی 1389

دور آبیاری(روز)	سطح آب آبیاری(درصد)	عملکرد (Kg/m^2)	تعداد میوه در یک بوته	وزن متوسط یک گوجه فرنگی(gr)	کارایی مصرف آب آبیاری(Kg/m^3)	وزن مخصوص (g/cm^3)	بزرگترین قطر (cm)	حجم گوجه فرنگی(cm^3)
1	%50	10/900 a	ab 48/083	68/000 a	39/367b	1/023a	5/116a	69/967 a
	%75	10/333 a	ab 46/333	66/667 ab	34/133cd	0/995a	5/526a	84/200 a
	%100	10/833 a	ab 49/750	65/000 ab	28/933d	1/000 a	5/071 a	80/100 a
2	%50	9/067 a	42/167 b	65/000 ab	40/967 ab	0/996a	5/202a	71/600 a
	%75	11/000 a	52/167 a	63/667 ab	38/667bc	0/997 a	5/005a	68/133 a
	%100	10/833 a	ab 49/500	65/000 ab	29/733d	0/996a	5/311 a	83/567 a
3	%50	10/ 167 a	ab 50/833	60/333 b	45/700a	0/996a	5/385a	82/233 a
	%75	10/267 a	ab 50/917	61/000 ab	31/167d	0/997a	5/471a	91/900 a
	%100	9/700 a	ab 44/500	65/333 ab	28/933d	1/000 a	5/672 a	89/333 a

تیمارهایی که دارای حرف مشترک هستند در سطح 5% فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

بررسی طول ساقه‌ها در ابتدا و انتهای فصل رشد نشان می‌دهد در حالی که اختلاف بین حداکثر و حداقل طول ساقه‌ها در ابتدای فصل رشد 25 درصد است، در انتهای فصل رشد این مقدار به حدود 40 درصد می‌رسد. هر چند در انتهای فصل رشد نسبت به اولین اندازه-گیری طول ساقه‌ها بین 14 تا 20 برابر رشد کرده است، اما درصد رشد ساقه بعد از اولین اندازه‌گیری نسبت به کل طول آن بین 92/9 تا 95/1 درصد است. مقدار درصد رشد ساقه بعد از اولین اندازه‌گیری نسبت به کل طول آن نشان می‌دهد که هر چند طول ساقه نسبت به مقدار اولیه در تیمارهای مختلف بین 14 تا 20 برابر رشد کرده است، اما درصد رشد نسبت به مقدار اولیه طول ساقه همانند نتایج سال 1388 یک مقدار نسبتا ثابت است (جدول14).

Archive of SID

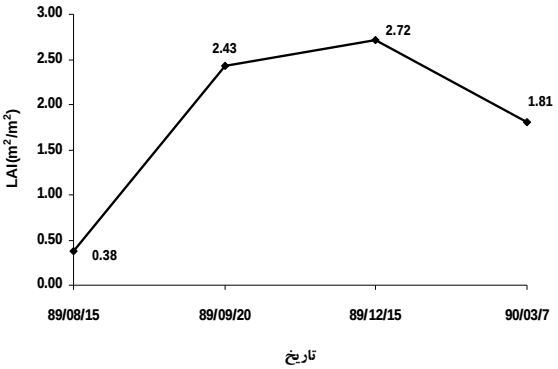
www.SID.ir

شاخص سطح برگ گوجه فرنگی

بررسی شاخص سطح برگ نشان داد که در ابتدای فصل رشد در تاریخ 1389/8/15 مقدار آن $0/38\ m^2/m^2$ است که پس از آن با افزایش سریع حدود یک ماه بعد به $2/43\ m^2/m^2$ می‌رسد. پس از آن تا حدود3 ماه و تا اواسط اسفند ماه مقدار آن تغییرات کمی دارد که البته در اوج آن به $2/72\ m^2/m^2$ می‌رسد ولی پس از آن کاهش تدریجی یافته و در اوایل خرداد ماه 1390 مقدار شاخص سطح برگ به $1/81\ m^2/m^2$ می‌رسد (شکل 4).

تبخیر

آمار برداری از تشتک تبخیر کلاس A از تاریخ 89/8/3 آغاز شد و قرائت از آن تا 90/3/10 ادامه یافت، در این مدت تبخیر از تشت تبخیر کلاس A، 242/9 میلی‌متر بود.



شکل 4- تغییرات شاخص سطح برگ در سال 1389

تجزیه مرکب

با توجه به اینکه در دو سال انجام آزمایش سطوح آبیاری 100 و 75 درصد نیاز آبی یکسان بود در تجزیه مرکب این دو سطح در دورهای مختلف آبیاری بررسی شدند. نتایج تجزیه مرکب نشان داد اثر دور و سطح آبیاری بر ویژگی‌های کمی مورد بررسی معنی‌دار نبودند. اما اثر متقابل دور آبیاری در سال بر عملکرد و سطح آبیاری در سال بر تعداد میوه در بوته در سطح 5 درصد معنی دار بود. همچنین اثر سطح آبیاری در دور آبیاری بر کارایی مصرف آب در سطح 5 درصد معنی‌دار بود (جدول 15).

مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر ویژگی‌های کمی گوجه فرنگی نشان داد تفاوت معنی‌داری بین دورهای مختلف آبیاری بر عملکرد مشاهده نشد ولی از نظر کمی در دور آبیاری 3 روز عملکرد کم‌تری مشاهده شد. در ویژگی‌های کمی مورد بررسی دیگر نیز مقادیر اندازه-گیری شده مقدار کم‌تری نسبت به دورهای آبیاری یک و دو روز نشان دادند. کم‌ترین مقدار وزن متوسط یک گوجه‌فرنگی در دور سه روز مشاهده شد که به طور معنی‌داری از وزن متوسط یک گوجه فرنگی در دور یک روز که بیش‌ترین مقدار را نشان داد کم‌تر است، هرچند با دور دو روز تفاوت معنی‌داری نداشت(جدول 16). مقایسه میانگین اثر دور و سطح آبیاری بر ویژگی‌های کمی گوجه‌فرنگی نشان داد در دورهای مختلف آبیاری عملکرد در سطوح آبیاری 75 و 100 درصد تفاوت معنی‌داری نداشتند. اما در دور سه روز عملکردها از نظر کمی کوچک‌تر از دورهای دیگر آبیاری بود. بیش‌ترین تعداد میوه در یک بوته مربوط به دور آبیاری دو روز و سطح آبیاری 75 درصد به تعداد 54/50 عدد بود که هر چند در گروه آماری جداگانه‌ای قرار داشت اما از نظر آماری با تیمارهای دیگر به جز تیمار دور آبیاری سه روز و سطح آبیاری 100 درصد که کم‌ترین تعداد را داشت، اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول 17).

جدول 14- طول ساقه در تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف پس از کاشت در سال 1389(متر)

تعداد روزهای پس از کاشت	دور آبیاری یک روز			دور آبیاری دو روز			دور آبیاری سه روز		
	%50	%75	%100	%50	%75	%100	%50	%75	%100
34	0/38	0/41	0/36	0/41	0/41	0/43	0/48	0/36	0/44
69	1/40	1/53	1/40	1/59	1/58	1/76	1/56	1/65	1/72
146	3/89	3/99	3/50	3/94	4/15	4/24	3/92	4/50	4/05
184	5/19	5/04	4/67	5/44	5/34	5/36	5/20	5/76	5/48
237	7/04	6/56	5/94	7/16	6/99	6/54	6/80	7/33	7/30
نسبت طول ساقه در اولین اندازه‌گیری به کل طول (درصد)	5/4	6/3	6/1	5/7	5/9	6/6	7/1	4/9	6/0
نسبت رشد ساقه بعد از اولین اندازه‌گیری به کل طول (درصد)	94/6	93/8	93/9	94/3	94/1	93/4	92/9	95/1	94/0
رابطه بین طول ساقه و تعداد روزهای پس از کاشت	0/8202x + 0/5665x + 0/5338 R=0/9998			0/7449x + 0/6612x + 0/4065 R=0/9988			0/5923x + 0/7310x + 0/6822 R=0/9998		

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 15- خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب ویژگی‌های کمی گوجه فرنگی1389-1388

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد	تعداد میوه در بوته	وزن متوسط یک میوه	کارایی مصرف آب
سال	2	^{ns}0/588	^{ns}152/111	^{ns}297/562	^{ns}191/361
تکرار* سال	6	^{ns}2/378	^{ns}26/944	^{ns}78/827	^{ns}20/407
دور آبیاری	1	^{ns}2/567	^{ns}83/028	^{ns}19/972	^{ns}23/981
دور آبیاری * سال	2	*0/085	^{ns}12/861	^{ns}5/942	^{ns}9/370
خطا	6	2/166	47/236	5/521	22/915
سطح آبیاری	3	^{ns}0/444	^{ns}40/111	^{ns}7/200	^{ns}214/134
سطح آبیاری *سال	6	^{ns}0/188	*0/444	^{ns}2/947	^{ns}3/004
سطح آبیاری *دور آبیاری	3	^{ns}1/094	^{ns}52/028	20/862 ^{ns}	0/275*
سطح آبیاری *دور آبیاری * سال	6	0/0894 ^{ns}	10/194 ^{ns}	7/537 ^{ns}	35/987 ^{ns}
خطا	36	1/459	19/083	18/838	15/319

جدول 16- اثر دور آبیاری بر ویژگی‌های کمی گوجه‌فرنگی در سطح 5% سال1389-1388

دور آبیاری (روز)	عملکرد (Kg/m^2)	تعداد میوه در یک بوته	وزن متوسط یک گوجه فرنگی(gr)	کارایی مصرف آب آبیاری (Kg/m^3)
1	10/36 a	49/58 a	63/16 a	34/49 a
2	10/83 a	53/92 a	60/97 ab	35/50 a
3	9/908 a	49/17 a	60/88 b	32/71 a

تیمارهایی که دارای حرف مشترک هستند در سطح 5% فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

وزن متوسط یک گوجه فرنگی در دورها و سطوح مختلف آبیاری از نظر آماری همه در یک گروه قرار داشتند، اما مقدار آن در دور آبیاری سه روز کم‌تر از دورهای یک و دو روز بود. بیش‌ترین کارایی مصرف آب مربوط به تیمار دور آبیاری یک و دو روز و سطح آبیاری 75 و کم‌ترین مقدار مربوط به دور آبیاری یک و سه روز در سطح آبیاری 100 درصد بود (جدول 17).

جدول 17- اثر دور و سطح آبیاری بر ویژگی‌های کمی گوجه‌فرنگی در سطح 5% سال1389-1388

دور آبیاری (روز)	سطوح آبی	عملکرد (Kg/m^2)	تعداد میوه در یک بوته	وزن متوسط یک گوجه فرنگی(gr)	کارایی مصرف آب آبیاری (Kg/m^3)
1	%75	10/40 a	48/83 bc	64/23 a	37/10 a
	%100	10/32 a	50/33 abc	62/08 a	31/88 b
2	%75	10/68 a	54/50 a	59/78 a	37/82 a
	%100	10/98 a	53/33 ab	62/15 a	33/18 ab
3	%75	10/35 a	52/50 ab	59/65 a	35/10 ab
	%100	9/47 a	45/83 c	62/12 a	30/32 b

تیمارهایی که دارای حرف مشترک هستند در سطح 5% فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

مقایسه میانگین اثر سال و سطح آبیاری بر ویژگی‌های کمی گوجه‌فرنگی نشان داد عملکرد از نظر آماری در سطوح 75 و 100 درصد آبیاری در دو سال انجام آزمایش تفاوت معنی‌داری نداشت. بیش‌ترین تعداد میوه در یک بوته مربوط به تیمار سطح آبیاری 75 درصد 54/11 عدد بود که از نظر آماری با سطح 100 درصد همان سال و 75 درصد سال بعد تفاوت معنی‌داری نداشت. کم‌ترین مقدار این کمیت مربوط به تیمار 100درصد نیاز آبی در سال 1389 به تعداد 47/89 عدد بود. بیش‌ترین کارایی مصرف آب سال 1388 در سطح آبیاری 75 درصد مشاهده شد که در گروه آماری جداگانه‌ای نسبت به تیمارهای دیگر قرار گرفت. کم‌ترین کارایی مصرف آب در تیمار 100 درصد در سال 1389بدست آمد (جدول18).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 18- اثر سال و سطح آبیاری بر ویژگی‌های کمی گوجه‌فرنگی در سطح 5% سال1389-1388

سال	سطح آبیاری (درصد)	عملکرد (Kg/m^2)	تعداد میوه در یک بوته	وزن متوسط یک گوجه فرنگی(gr)	کارایی مصرف آب آبیاری (Kg/m^3)
1388	75	10/42 a	54/11 a	58/63 b	38/69 a
	100	10/06 a	51/78 ab	58/96 b	34/39 b
1389	75	10/53 a	49/78 ab	63/81 a	34/66 b
	100	10/46 a	47/89 b	65/28 a	29/20 c

تیمارهایی که دارای حرف مشترک هستند در سطح 5% فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

مقایسه میانگین اثر سال و دور آبیاری بر ویژگی‌های کمی گوجه-فرنگی نشان داد عملکرد از نظر آماری در دورهای مختلف آبیاری در دو سال انجام آزمایش تفاوت معنی‌داری نداشت. بیش‌ترین تعداد میوه در یک بوته مربوط به تیمار دور آبیاری 2 روز در سال اول انجام طرح بود و کم‌ترین آن در تیمار دور آبیاری سه روز در سال دوم انجام آزمایش بود. هر چند در سال اول انجام آزمایش هم دور آبیاری سه روز کم‌ترین تعداد میوه در یک بوته را داشت. بالاترین وزن متوسط یک گوجه‌فرنگی مربوط به تیمار دور یک روز در سال دوم انجام آزمایش بود که از نظر آماری با تیمار دور دو روز همان سال تفاوت معنی‌داری نداشت. کم‌ترین وزن متوسط یک گوجه‌فرنگی مربوط به تیمار دور دو روز در سال دوم انجام آزمایش بود که با تیمار دور سه روز همان سال در یک گروه آماری قرار داشت. در هر دو سال انجام آزمایش بالاترین وزن متوسط مربوط به دور یک روز بود (جدول 19).

جدول 19 - اثر سال و دور آبیاری بر ویژگی‌های کمی گوجه‌فرنگی در سطح 5% سال1389-1388

سال	دور آبیاری (روز)	عملکرد (Kg/m^2)	تعداد میوه در یک بوته	وزن متوسط یک گوجه فرنگی(gr)	کارایی مصرف آب آبیاری (Kg/m^3)
1388	1	10/13 a	51/00 ab	60/37 bc	37/45 a
	2	10/75 a	57/17 a	57/35 c	36/80 a
	3	9/83 a	50/67 ab	58/67 c	35/37 ab
1389	1	10/58 a	48/17 ab	65/95 a	31/53 ab
	2	10/92 a	50/67 ab	64/58 a	34/20 ab
	3	9/98 a	47/67 b	63/10 ab	30/05 b

تیمارهایی که دارای حرف مشترک هستند در سطح 5% فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

بحث

در مطالعه حاضر، اثر سطح بر عملکرد، تعداد میوه در یک بوته و وزن متوسط یک گوجه فرنگی معنی‌دار نبود. اثر دور آبیاری بر عملکرد معنی‌دار نبود ولی با افزایش دور آبیاری مقدار عملکرد کاهش یافت. نتایج آزمایش میشاکلیس و چارتوزلاکیس (1988) نیز نشان داد اثر دور و سطح آبیاری بر عملکرد کل گوجه‌فرنگی و وزن متوسط یک گوجه فرنگی معنی‌دار نبود. در تحقیق حاضر اثر دور آبیاری بر وزن متوسط یک گوجه فرنگی معنی‌دار بود و دور سه روز کم‌ترین مقدار را داشت. نتایج توزل و همکاران (Tüzel et al., 1994) نیز نشان داد در گلخانه شیشه‌ای اثر دور (1 تا 3 روز) بر عملکرد محصول معنی‌دار نبود ولی مقدار حداکثر آب آبیاری بکار برده شده بیش‌ترین اثر را بر عملکرد داشت. این دو آزمایش در مناطق مدیترانه‌ای (کرت و ازمیر) انجام شده است که اغلب گلخانه‌ها از تهویه طبیعی استفاده می‌کنند و از اوایل دی تا فروردین هم کشت نمی‌کنند (Yilmaz *et al.*, 2005). در حالی که در استان همدان با زمستان‌های سرد و طولانی سیستم گرمایشی ضروری می‌باشد. هر چند در استان همدان نیز در تابستان‌ها از تهویه طبیعی استفاده می‌شود ولی مطالعات نشان داده است تهویه طبیعی در این استان کفایت نمی‌کند (رضوانی و سلگی، 1394). هارمانتو و همکاران نیز اثر سطح آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب محصول را معنی‌دار بدست آوردند. در تحقیق حاضر نیز در دو سال انجام طرح اثر سطح آبیاری بر کارایی مصرف آب معنی‌دار بود (Harmanto et al., 2005). در آزمایشات انجام شده در کرت (Michelakis and Chartzoulakis., 1988) ترکیه (ازمیر) (Tüzel *et al.*, 1994) و تایلند (Harmanto *et al.*, 2005) نیز اثر دور آبیاری بر عملکرد معنی‌دار نبوده است اما بسته به نوع

Archive of SID

www.SID.ir

تیمار اثر سطح آبیاری بر عملکرد معنی‌دار بوده است. توزل و همکاران (Tüzel et al., 1994) مقدار آب آبیاری را ضریبی از تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A در نظر گرفتند که از 0/6 شروع می‌شد که از حداقل آب آبیاری در سال اول آزمایش حاضر که 75% درصد نیاز آبی بود کم‌تر است. همچنین هارمانتو و همکاران سطح آبیاری را از 25 درصد تبخیر و تعرق گیاهی شروع کرده‌اند در حالی که در آزمایش حاضر در سال اول از 75% و در سال دوم از 50% تبخیر و تعرق گیاهی شروع شده است (Harmanto *et al.*, 2005). نتایج تحقیق حاضر با مطالعه نورالدین و همکاران که نشان داد تنش در طی فصل رشد بر عملکرد و اندازه میوه تاثیر داشت هم‌خوانی ندارد ولی با این نتیجه که در کل عملکرد تیمارهای تحت تنش معادل یا ضعیف‌تر از محصولاتی بودند که تنش ندیده بودند، هم‌خوانی داشت. ایشان هم‌چنین نتیجه گرفتند عملکرد بین دو سطح تنش 65 و 85 درصد آب قابل دسترس اختلاف معنی‌داری نداشت که با نتایج حاضر تطابق دارد (Nuruddin *et al.*, 2003). نتایج وهاب الله و همکاران نشان داد بین عملکرد تیمارهای 100 و 120 درصد از نظر آماری تفاوتی وجود ندارد که نظیر نتایج سال اول تحقیق حاضر است (Wahb-Allah et al., 2011). وهاب الله و همکاران نشان دادند عملکرد، میانگین وزن یک میوه و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی با تیمارهای 100، 75 و 50 درصد حداکثر تبخیر و تعرق گیاهی در کل دوره رشد در گروه‌های آماری جداگانه‌ای قرار گرفتند که فقط با نتایج سال دوم تحقیق حاضر از نظر کارایی مصرف آب هماهنگی دارد (Wahb-Allah et al., 2012). گلخانه‌ی محل آزمایش وهاب الله و همکاران (Wahb-Allah and Al-Omran, 2012) دارای شرایط اقلیمی کنترل شده بود که دارای دمای ثابت 2 ±25 در روز و 2 ±29 در شب بود. رطوبت نسبی گلخانه در طول فصل کشت 2 ±74 درصد بود. در حالی که گلخانه محل انجام تحقیق حاضر گلخانه تجاری بوده که سیستم کنترل اقلیمی نداشت و تغییرات دما و رطوبت در آن در بازه بیش‌تری صورت می‌گرفت (رضوانی و سلگی، 1394). شرایط دیگری نظیر نوع سازه، سیستم گرمایشی و سرمایشی و اقلیم منطقه نیز می‌تواند بر رابطه بین مقدار آب آبیاری و عملکرد موثر بوده باشد. زمان کشت نیز بر وزن یک گوجه فرنگی موثر بوده است به طوری که در سال اول که باردهی بیش‌تر در زمستان است وزن متوسط یک گوجه فرنگی کاهش یافت که در سال دوم نیز این مسئله تکرار شد ولی از اواسط اسفند در هر دو سال وزن متوسط یک گوجه فرنگی افزایش یافت که در سال دوم این افزایش در فصل بهار ادامه پیدا کرد. در سال دوم کاهشی از اواخر اردیبهشت مشاهده شد که احتمالا بیش‌تر مربوط به کاهش شاخص سطح برگ بود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بر اساس نتایج دو سال انجام آزمایش، اثر سطح و دور آبیاری بر عملکرد گوجه فرنگی معنی‌دار نبود. بنابراین می‌توان به جای آبیاری روزانه از آبیاری 2 یا 3 روز یک بار استفاده نمود. بررسی نتایج عملکرد کیفی گوجه فرنگی در سال اول و دوم انجام طرح اختلاف معنی‌داری بین ویژگی‌های کیفی مورد مطالعه نشان نداد. هرچند با توجه به نتایج کیفی محصول، آبیاری 2 روز یک بار برای افزایش مقاومت به شکستگی گوجه‌فرنگی در طی حمل و نقل پیشنهاد می‌شود. با توجه به اینکه در تحقیق حاضر اثر سطح آبیاری بر کارایی مصرف آب معنی‌دار بود و بر عملکرد معنی‌دار نیست، در صورتی استفاده از آبشویی می‌توان از مقدار 75% آب مورد نیاز برای آبیاری استفاده نمود.

منابع

دفتر گلخانه‌های استان همدان. 1394. آمار منتشر نشده. سازمان جهاد کشاورزی استان همدان.

رضوانی، س، م و سلگی، م. 1394. ارزیابی فنی و اقتصادی مصرف و بازده انرژی درکشت خیار گلخانه‌های استان همدان. گزارش نهایی. شماره ثبت: 48447. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. 152 صفحه.

وزارت جهاد کشاورزی. 1394. عملکرد گلخانه‌های کشور طی سال-های93-1390. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. 25 صفحه.

Allen,R.G., Pereira,L.S., Rase,D and Smith,M. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO. 300p. Irrigation and Drainage,56.

Baille,A. 1994. Principles and methods for predicting crop water requirement in greenhouse environments.INRA-CIHEAM, Cahiers Options Mediterraneennes. 31: 177-180.

Blanco,F.F and Folegatti,M.V. 2003. Evapotranspiration and crop coefficient of cucumber in greenhouse. Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental. 7.2:285-291.

Blanco,F.F and Marcos,V. 2004. Evaluation of evaporation-measuring equipments for estimating evapotranspiration within a greenhouse. Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental.8.. 2/3:184-188.

Castilla,N. 1994. Greenhouse drip irrigation management and water saving. INRA-CIHEAM, Cahiers Options Mediterraneennes. 31: 189-202.

Michelakis,N and Chartzoulakis,K. 1988. Water

Archive of SID

www.SID.ir

Mpusia,P.T.O. 2006.Comparison of water consumption between greenhouse and outdoor cultivation. M. S. Thesis. International institute for geo-information science and earth observation, Enschede, Netherlands. 75p.

Tüzel,I.H., Ul,M.A and Tüzel,Y. 1994. Effect of different irrigation intervals and rates on spring-season glasshouse tomato production:1. YIELD AND PLANT GROWTH. Acta Horticulturae. (ISHS) 366:381-388.

Wahb-Allah,M.A., Alsadon,A.A., Ibrahim A.A. 2011. Drought tolerance of several tomato genotypes under greenhouse conditions. World Applied Sciences Journal. 15 .7: 933-940.

Wahb-Allah,M.A., Al-Omran,A.M. 2012. Effect of water quality and deficit irrigation on tomato growth, yieldandwater useefficiency at different developmentalstages. Journal of Agricultural and Environmental Sciences. Damnhur Uneversity. Egypt .11 .2:80-110

Yilmaz,I.; Sayin,C.; Özkan,B. 2005. Turkish greenhouse industry: past, present, and future. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science.33:233-240.

consumptive use of greenhouse tomatoes as elated to various levels of soil water potential under drip irrigation. Acta Horticulturae, 228:127-136. http://www.actahort.org/books/228/228_13.htm.

Nuruddin,M.M, Madramootoo,C. A and Georges,T. D. 2003. Effects of water stress at different growth stages on greenhouse tomato yield and quality. HortScience. 38:1389-1393.

Fernandes,C., Eduardo,J and Augusto,J. 2003. Reference evapotranspiration estimation inside greenhouses. Scientia Agricola. 60.3:591-594.

Howell,TA. 2001.Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. Agronomy Journal. 93:281-289.

Harmanto,V.M., Babel,M.S and Tantau,H.J. 2005. Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. Agricultural Water Management.71:225-242.

Mahajan,G and Singh,K.G. 2006. Response of Greenhouse tomato to irrigation and fertigation. Agricultural Water Management. 84: 202–206.

Modaberi,H., Assari,M., Ansari,S. 2014. Evaluation of Common Methods of Reference Evapotranspiration Prediction in Greenhouse by Lysimeteric Data. Agriculture Science Developments. 3.1: 151-156.

Archive of SID

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 6, Vol. 10, Jan.-Feb. 2017, p. 770-785

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره 6، جلد 10، بهمن - اسفند 1395، ص. 785-770

Determination of Depth and Frequency of Irrigation of Greenhouse Tomato

S.M. Rezvani[1*], H. Dehghanisanij[2], F. Bayat[3], H. Zare Abyaneh[4]

Recived: Nov.22, 2015 Accepted: oct.26, 2016

Abestract

Due to the water crisis in Iran, the application of a greenhouse cultivation of optimum use for the water resources is expanding. The main objective of this research is to determine the frequency and amount of proper irrigation water in the cultivation of greenhouse tomato (*cv Falkato*).For this reason, an experiment was performed in completely randomized block split plot experiment design at three replications. Irrigation frequency as main plot consists of daily, two and three days. The effect of irrigation interval on a constant basis daily, two or three days once were imposed and treatments of irrigation water levels in the first year, 75%ET_c, 100%ET_c and 125%ET_c and in the second year 50%ET_c, 75% ET_c and 100%ET_c were considered. Results showed that the effect of irrigation frequency and levels on tomato yield and some quantitative variables were not significant. Although the yields showed reduction with increasing irrigation frequency. The least average weight of a tomato belonged to three days frequency. The highest value of WUE in the first and second years was observed in 75% ET_c and 50%ET_c irrigation level. Differences between the water use efficiency in irrigation frequencies was not significant. The interaction between irrigation frequency and levels showed in the first year the highest yield occurred in 100% and 125% ET_c irrigation levels and 2 days irrigation frequency and the least yield occurred in 2 days irrigation frequency and 100% ET_c. Mean comparisons of interaction between irrigation frequency and levels showed the highest yield in the first year occurred in 100% and 125% ET_c of irrigation levels and intervals 2 days and the least for 3 days and 100%. Also in second year, the highest yield related to 75% ET_c irrigation level and 2 days irrigation frequency and the lowest were related to 2 days irrigation frequency and 50% ET_c, respectively. According to the results, two or three day irrigation frequency can be used instead of daily irrigation. Leaching is needed when irrigated with 75% ET_c irrigation level.

Keywords: Greenhouse, Irrigation frequency, Irrigation level, Tomato

Archive of SID

1- and 3- Research staff, Agricultural Engineering Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran
2- Associate Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
4-Associate Professor, Water Engineering Department, Agricultural Faculty of BU-Ali Sina University, Hamedan, Iran
(*-Corresponding Author Email: moin.rezvani@gmail.com)

www.SID.ir