نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۳۴ / شماره ۴/ ۱۳۹۹
10.22092/jwra.2021.122793

اثر مقادیر مختلف مواد غذایی و آب بر بهره‌وری آب در گل سوسن در گلخانه

معظم حسن‌پور اصیل، جمالعلی الفتی، محمدرضا خالدیان[1] و زهرا سادات نبوی مهاجر

استاد گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان.
hassanpour1@gmail.com
دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان.
jamalaliolfati@gmail.com
دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان و گروه پژوهشی مهندسی آب و محیط زیست پژوهشکده حوزه آبی دریای خزر، رشت.
khaledian@guilan.ac.ir
دانشجوی دکتری علوم و مهندسی باغبانی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان.
z.snabavi@yahoo.com

دریافت: فروردین ۱۳۹۹ و پذیرش: مهر ۱۳۹۹

چکیده

هدف از پژوهش حاضر مطالعه اثر کودآبیاری با سطوح مختلف مواد غذایی و رژیم‌های آبیاری بر بهره‌وری آب (نسبت عملکرد به حجم آب مصرفی حاوی مواد غذایی) در کشت سوسن گلخانه‌ای است. آزمایش طی دو سال در دانشگاه گیلان انجام شد. در سال اول از بین چهار غلظت مختلف مواد غذایی بر حسب محلول کوئیک شامل S1، S2، S3 و S4، غلظت مناسب مواد غذایی تعیین شد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد تیمار S1، (تیمار دارای بیشترین غلظت عناصر غذایی) بر بیشتر خصوصیات رویشی، زایشی و پس از برداشت گیاه سوسن اثر مثبتی داشت. در سال دوم با داشتن غلظت مناسب مواد غذایی و تهیه سه سطح مختلف از آن شامل S11 ، S12 و S13، رژیم‌های مختلف آبیاری بر حسب ظرفیت زراعی مدنظر قرار گرفت. چهار رژیم مختلف آبیاری به‌منظور تامین رطوبت خاک تا رسیدن به ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به‌کار رفت. نتایج آزمایش دوم نیز نشان داد که استفاده از تیمارهای کم آبیاری ۹۰، ۸۰ و ۷۰ درصد باعث افزایش بهره‌وری آب شد و این بهره‌وری بیشتر آب بر صفات رویشی و زایشی گیاه تأثیر سوء نداشت. بر اساس نتایج، اعمال تیمارهای کم‌آبیاری بر ویژگی‌هایی نظیر ماندگاری گل بریده معنی‌دار شد و با کاهش مصرف آب و افزایش غلظت محلول غذایی ماندگاری بیشتر شد. در مورد خصوصیات رویشی گیاه سوسن نیز داده‌ها نشان داد که صفاتی مانند وزن‌تر و خشک ریشه، برگ و گل به‌طور مثبت با کاهش سطح آبیاری و افزایش محلول غذایی، تحت تأثیر قرار گرفت در حالی‌که صفات ارتفاع گیاه و تعداد و وزن پیازچه دختری تحت تأثیر این تیمارها نبود. بیشترین مقدار بهره‌وری آب حاوی مواد غذایی در تیمار سوم مواد غذایی و آبیاری در سطح ۸۰ درصد ظرفیت زراعی و به میزان ۲۱/۵۷ کیلوگرم بر متر مکعب به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: محلول غذایی، کودآبیاری، کم آبیاری، ماندگاری گل بریده

[1] آدرس نویسنده مسئول: رشت، دانشگاه گیلان-دانشکده علوم کشاورزی، گروه مهندسی آب.

مقدمه

گل سوسن (Lilium sp.) یکی از گیاهان گل‌دهنده علفی پایا، پیازی با گل‌های بزرگ و زیبا، متعلق به خانواده لیلیاسه (Liliaceae) و یکی از مهم‌ترین گل‌های شاخه بریده دنیا است (اندرسون، ۲۰۰۷؛ الام و همکاران، ۲۰۱۳). بعضی از گونه‌های این گل خاصیت دارویی نیز دارند (دیانی و همکاران، ۲۰۰۹). این گل در حراج‌های عمده گل در هلند از نظر رتبه فروش بعد از رز، میخک و داوودی چهارمین گل شاخه بریدنی است (پاراندیان و سماوات، ۲۰۱۴). مساحت کل تولیدات گل و گیاه زینتی کشور در سال ۱۳۹۷ حدود ۷۸۲۱/۶ هکتار بوده است که شامل ۵۱۵۲/۶ هکتار فضای باز و ۲۶۶۹ هکتار مساحت کل گلخانه می‌باشد. میزان تولید گل شاخه بریده در ایران از حدود ۲/۵۶ میلیارد شاخه در سال ۱۳۹۶ به ۲/۶۰ میلیارد شاخه در سال ۱۳۹۷ رسیده است که ۱/۶ درصد افزایش را نشان می‌دهد. میزان تولید گل گلدانی از حدود ۱۲۰ میلیون گلدان در سال ۱۳۹۶ به ۱۷۵ میلیون گلدان در سال ۱۳۹۷ رسیده است و برابر ۴۵ درصد رشد داشته است (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۹۷). بر اساس آمارهای ارائه شده وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۷ مساحت کل گلخانه‌های کشور، ۲۶۶۹ هکتار است. مساحت گلخانه‌ها در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال قبل رشدی معادل هشت درصدی داشته است (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۹۷). مدیریت مناسب آب مصرفی در این گلخانه‌ها با توجه به محدودیت منابع آب کشور بایستی مدنظر قرار گیرد و راهکارهایی برای کاهش مصرف آب با حفظ کمیت و کیفیت عملکرد گیاه توسط پژوهشگران پیشنهاد شود تا بهره‌وری آب در این بخش ارتقا یابد.

تولید گلخانه‌ای در چندین دهه اخیر به‌طور چشمگیری پیشرفت کرده است، این پیشرفت معمولاً با توسعه سیستم‌های کشت بدون خاک توأم بوده که متمرکزترین و کاراترین روش تولید در کشاورزی است (گریلاس و همکاران، ۲۰۰۱؛ ساکالیدی و همکاران، ۲۰۱۵). سیستم کشت بدون خاک انعطاف‌پذیری کشت متراکم را تضمین کرده، عملکرد و کیفیت بالای محصولات تولیدی را، حتی در مناطقی با شرایط رشد نامناسب فراهم می‌کند (گریلاس و همکاران، ۲۰۰۱). کشت بدون خاک به شدت در کشاورزی حفاظتی برای بهبود کنترل همه عوامل محیطی رشد و اجتناب از حالت‌های شرایط متغیر خاک استفاده شده است. این سیستم کشت ظرفیت افزایش عملکرد را دارد و بهبود تولید محصول می‌تواند به بیش از ۱۰ برابر برسد (پاترا و یولیاندو، ۲۰۱۵). سوسن‌ها در هر خاکی که بافت آن بتواند رطوبت و تهویه کافی برای ریشه فراهم نماید، رشد می‌کنند. سوسن‌ها در انواع متفاوتی از مخلوط‌های بستر کشت از ۱۰۰ درصد خاک تا ۱۰۰ درصد بستر کشت غیرخاکی مثل پیت، کشت می‌شوند (گیل، ۲۰۰۶؛ خیمنز و همکاران، ۲۰۱۲). بسیاری از مواد گیاهی متداول در کشت‌های بدون خاک، برای کشت سوسن موفقیت‌آمیز بوده‌اند که شامل کمپوست پوست درختان، خاک اره، فیبر نارگیل، پیت و غیره هستند. پیت‌ماس و کوکوپیت از مواد ارجحیت‌دار برای تولید بیشتر محصولات گلخانه‌ای هستند (مورگان، ۲۰۰۶).

تأمین محلول غذایی گیاهان برای بهینه کردن تغذیه گیاه نه تنها در کشت بدون خاک بلکه در کشت خاکی گلخانه‌ای نیز به‌صورت یک عمل معمول درآمده است. از مزایای این سیستم، یکنواختی کاربرد مواد غذایی و آب برای گیاه است، بنابراین هدررفت کاهش یافته و شرایطی نزدیک به حالت رشد ایده‌آل برای گیاه فراهم می‌آید (ساواس و همکاران، ۲۰۱۳). فاکتورهای تغذیه‌ای شامل انواع و غلظت عناصر غذایی، ترکیبات آنها و آب آبیاری عوامل کلیدی در بهبود کیفیت گیاهان هستند (پاترا و یولیاندو، ۲۰۱۵). کیفیت گل مهم‌ترین ویژگی گل شاخه بریدنی است که با کاربرد مواد غذایی تحت تاثیر قرار می‌گیرد و برای حضور در بازار رقابت جهانی، کیفیت نقش اساسی را ایفاء می‌کند. همچنین تأمین تلفیقی محلول غذایی به همراه عناصر کم‌مصرف در مقادیر کافی و استفاده در زمان‌های مناسب یکی از مهم‌ترین عواملی است که رشد گیاه را در گیاهان زینتی کنترل می‌کند (گانش و کانان،

۲۰۱۳). سوسن‌ها گیاهانی با نیاز کودی کم تا متوسط تلقی می‌شوند (تردر، ۲۰۰۳). در گل سوسن تغذیه درست به‌منظور تولید گل شاخه‌بریدنی بسیار مهم است (بیتی و وایت، ۱۹۹۳). هر گونه اختلال در برنامه تغذیه‌ای ممکن است منجر به بروز علائم کمبود عناصر غذایی شود (بارنس، ۲۰۱۰). ساواس (۲۰۰۱) بیان داشته که هدایت الکتریکی (EC) یکی از مهم‌ترین خصوصیات محلول‌های غذایی مورد استفاده در کشت‌های بدون خاک است. اگر EC محلول‌غذایی خیلی پایین باشد، تامین برخی از مواد برای گیاه ممکن است کافی نباشد. اسیدیته بهینه محلول (pH) در ناحیه ریشه بیشتر گونه‌هایی که در روش کشت بدون خاک پرورش می‌یابند، در حدود ۵/۶-۵/۵ است. اگرچه pH در محدوده ۷-۵/۵ نیز در بیشتر محصولات مسئله‌ای را ایجاد نمی‌کند (آدامز، ۲۰۰۲). عناصر غذایی مانند N، P و K به‌عنوان عناصر پایه مسئول رشد سلول، فعال کننده آنزیم و تنفس شناخته شده‌اند (دیدریچز، ۲۰۰۶؛ استرن، ۲۰۰۶). شایع‌ترین کمبود در گیاهان، عناصر پرصرف ذکر شده و نیز عناصر Mg، Ca و S هستند که نسبت به ریزمغذی‌ها توسط گیاهان در مقادیر زیاد استفاده می‌شوند (داکیدمی و سموکا، ۲۰۰۶؛ لیو و همکاران، ۲۰۰۸). مواد غذایی غیرآلی که توسط ریشه جذب می‌شوند از طریق آب آبیاری فراهم می‌شوند (ساواس و همکاران، ۲۰۱۳). از مزایای این سیستم کشت، یکنواختی کاربرد مواد غذایی و آب برای گیاه است، بنابراین هدررفت کاهش یافته و شرایطی نزدیک به حالت رشد ایده‌آل برای گیاه فراهم می‌آید. کشت بدون خاک ظرفیت افزایش عملکرد را به‌دنبال دارد به‌طوری‌که بهبود تولید محصول می‌تواند بیش از ۱۰ برابر باشد (ساواس و همکاران، ۲۰۱۳؛ بوراج، ۲۰۱۴).

مشکلات کم‌آبی و خشک‌سالی در بسیاری از نقاط جهان اتفاق افتاده است. چالشی که از قبل وجود داشته و به‌دلیل شرایط موجود در حال رشد است (پاترا و یولیاندو، ۲۰۱۵). روش‌های مختلفی برای تأمین تقاضای فزاینده غذا در آینده بیان شده‌اند که مهم‌ترین راهبرد افزایش بهره‌وری آب و استفاده مؤثرتر از دیگر نهاده‌های تولید منابع طبیعی است. تولید بیشتر محصولات کشاورزی به ازای واحد آب مصرفی، یک راهکار مناسب است. بهره‌وری فیزیکی آب به مقدار محصولی گفته می‌شود که از هر واحد حجم آب به‌دست می‌آید. برای بهبود بهره‌وری آب بایستی میزان مصرف آب را کاهش و عملکرد گیاه را افزایش داد یا لااقل عملکرد را ثابت نگهداشت (صافی و میرلطیفی، ۱۳۹۴).

برای کاهش آب مصرفی بایستی نیاز آبی واقعی گیاه تعیین شود. در رابطه با تعیین نیاز آبی گیاهان گلخانه‌ای مطالعاتی در دنیا انجام گرفته است تا آب آبیاری با حداکثر بهره‌وری ممکن در اختیار گیاهان گلخانه‌ای قرار گیرد. در پژوهشی دو ساله در رشت، میزان تبخیر-تعرق روزانه سوسن در شرایط گلخانه به‌ترتیب ۱/۸ و ۱/۰۷ میلی‌متر در روز به‌دست آمد (امیدی و همکاران، ۱۳۹۶). نتایج نشان داده‌اند که تبخیر-تعرق کشت در محیط گلخانه ۷۵ تا ۸۰ درصد تبخیر-تعرق خارج از گلخانه است. به‌عبارت دیگر کشت گلخانه‌ای در مقایسه با کشت خارج از گلخانه می‌تواند حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب داشته باشد (امپوسیا، ۲۰۰۶). تولید محصولات در گلخانه ها به‌عنوان یک توانایی و راه‌حل برای کاهش تقاضای منابع آب شناخته شده است. سیستم‌های تولید گلخانه‌ای با کشت بدون خاک قادر هستند راه‌حل‌هایی برای مسئله حفظ آب و تولید غذا فراهم کنند. سیستم‌های کشت بدون خاک استفاده شده در گلخانه‌ها می‌توانند آب مورد نیاز برای آبیاری محصول را با کاهش تلفات آب طی انتقال تا رسیدن به محصول، کاهش تبخیر از سطح بستر ریشه و کاهش تلفات توسط نفوذ عمقی، کاهش دهند (فرودر و همکاران، ۲۰۰۴).

سیفی و همکاران (۲۰۱۲) طی آزمایشی بهره‌وری آب، عملکرد و کیفیت گل چند رقم سوسن در کشت خاکی را بررسی کرده و نشان دادند که با آبیاری قطره‌ای سوسن‌ها با استفاده از آب نهر، آب فیلتر شده و مخلوطی از این دو، بر عملکرد گل و کیفیت آن تاثیر گذاشته و هر سه رقم سوسن بیشترین عملکرد گل را تولید کردند. در آزمایشی

مشابه اثرات انواع آب (نهر، آب فیلتر شده و مخلوطی از این دو) بر چند گل شب‌بو بررسی شده و نتایجی مشابه نتایج کاربرد انواع کیفیت آب بر عملکرد و کیفیت چند رقم سوسن را به‌دست آوردند (سیفی و همکاران، ۲۰۰۷).

جذب عناصر غذایی تحت تاثیر عوامل مختلفی مثل شرایط محیطی، آبیاری، نوع کود و روش‌های کاربرد آن قرار می‌گیرند بنابراین ضروری است تا اطلاعات کاملی در مورد آبیاری و نیازهای تغذیه‌ای سوسن به‌منظور اجتناب از هدر رفت آب و عناصر غذایی وجود داشته باشد، زیرا تطابق تقاضای آب و عناصر غذایی توسط گیاه و تأمین آن، هزینه تولید و نیز خطر آلودگی آب و محیط‌زیست را می‌کاهد (دوفور و گرین، ۲۰۰۵). در حال حاضر تولیدکنندگان سوسن برخی از فرمول‌های غذایی را استفاده می‌کنند که برای افزایش کارآیی تولید محصول نیاز است، ولی باید مناسب بودن این فرمول‌های غذایی ارزیابی شوند تا بتوان فرمول مناسب را برای تولیدکنندگان این گل با ارزش، توصیه کرد. مطالعات ذکر شده در بالا نشان دادند آبیاری و تغذیه بهینه در رشد و نمو گیاه، عملکرد گل، ماندگاری گل‌ها پس از برداشت و تولید پیازچه دختری گل سوسن برای ازدیاد تجاری آن، نقش به‌سزایی دارند؛ بنابراین پژوهش حاضر، برای بررسی اثر محلول‌های غذایی و سطوح آبیاری مختلف بر رشد، نمو و گلدهی گل سوسن شاخه بریدنی در شرایط کشت بدون خاک انجام شد تا بهترین محلول غذایی توأم با بهترین سطح آبیاری برای تغذیه این گل ارزشمند در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی، تعیین شود.

مواد و روش

پژوهش حاضر در دو بخش جداگانه، طی دو سال انجام شد. در سال اول این آزمایش با هدف تعیین بهترین محلول غذایی از نظر مقدار و غلظت عناصر غذایی با استفاده از چهار محلول غذایی مختلف اجرا شد و اثر آن بر رشد، نمو، گلدهی و خصوصیات ماندگاری گیاه سوسن (*Lilium* cv. Fangio) مورد ارزیابی قرار گرفت. در سال دوم، اثر سه سطح از بهترین غلظت مواد غذایی سال اول تحت چهار رژیم آبیاری بر بهره‌وری آب آبیاری حاوی مواد غذایی مطالعه شد.

آزمایش سال اول

این آزمایش در گلخانه‌ی تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان از آذر ماه سال ۱۳۹۴ تا مرداد ماه ۱۳۹۵ انجام شد. گلخانه دارای مساحت ۱۲ متر مربع و از جنس پلی‌کربنات با قابلیت تنظیم اتوماتیک نور، دما، CO_2 و رطوبت نسبی است. پیازهای F_1 سوسن رقم فانجیو (Fangio) به رنگ قرمز از گروه سوسن‌های LA از وارد کننده‌های قابل اعتماد تهیه شدند. به‌منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف عناصر غذایی بر خصوصیات رویشی و زایشی گل بریدنی سوسن این آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار محلول غذایی و در هر تیمار ۲۰ گلدان انجام شد و در پایان فصل رشد، صفات مورد نظر تحلیل آماری شدند. طراحی محلول غذایی بر پایه‌ی محلول غذایی کوئیک (لسنت و کوئیک، ۱۹۸۳) و بررسی منابع مربوط به تغذیه سوسن (بارنس، ۲۰۱۰؛ اسکر، ۲۰۱۵) انجام شد. ترکیب محلول‌های پایه در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- مقدار عناصر غذایی در چهار نوع محلول غذایی (میلی‌گرم بر لیتر)

نوع نمک	نیترات پتاسیم	دی‌پتاسیم مونوهیدروژن فسفات	مونوپتاسیم دهیدروژن فسفات	نیترات کلسیم	نیترات آمونیوم	کلرید سدیم	سولفات منیزیم	EC (dS/m)	pH
محلول غذایی۱ (S1)	۶۳۱/۱	۴۳/۵	۱۰۲	۵۱۲/۵	۱۵۰	۱۲/۶	۲۳۰/۶	۱/۲۴	۵/۳۹
محلول غذایی۲ (S2)	۵۰۵	۳۴/۸	۸۱/۶	۴۱۰	۱۲۰	۱۱/۷	۱۸۴/۵	۱/۰۷	۵/۷۱
محلول غذایی۳ (S3)	۷۸/۸	۲۶/۱	۶۱/۲	۳۰۷/۵	۹۰	۸/۸	۱۳۸/۴	۱/۱۹	۵/۷۱
محلول غذایی۴ (S4)	۲۵۲/۵	۱۷/۴	۴۰/۸	۲۰۵	۶۰	۵/۹	۹۲/۳	۰/۸۳	۵/۸۵

بسترهای کشت با ترکیب بستر تجاری کوکوپیت و پرلایت (به نسبت ۷۰٪ کوکوپیت و ۳۰٪ پرلایت) تهیه شد و سپس یک پیاز در هر گلدان پلاستیکی با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر، ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر و حجم چهار لیتر، قرار داده شد. قبل از پر کردن گلدان، گلدان‌های خالی وزن شدند و سپس با میزان یکسانی از مواد بستر پر شدند. قبل از کشت پیازها از مخلوط بستر کشت نمونه‌برداری شد که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است. وزن پیازها قبل از کشت به‌طور متوسط ۵±۶۰ گرم بود. کشت پیازها در ۲۵ آذر ماه سال ۱۳۹۴ انجام گرفت و بعد از کشت، آبیاری به‌صورت دستی انجام شد. یک هفته پس از کشت، تغذیه گیاهان با محلول‌های غذایی مختلف انجام شد. برای این‌کار، کودهای مختلف در آب حل شدند و محلول‌های غذایی آماده شدند. ابتدا هر کدام از محلولها با غلظت یک چهارم تهیه و بصورت دستی در اختیار گیاهان قرار گرفت و بعد غلظت به یک دوم افزایش و نهایتا بصورت کامل در اختیار گیاهان قرار گرفت.

جدول ۲- برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بستر کوکوپیت و پرلایت (به نسبت ۷۰٪ کوکوپیت و ۳۰٪ پرلایت) برای کشت بدون خاک گل شاخه بریدنی سوسن

خصوصیات	جرم ویژه حقیقی (g/cm^3)	جرم ویژه ظاهری(g/cm^3)	pH	EC (dS/m)
بستر	۰/۲	۰/۱۷	۵/۹	۲/۹۵

در طول دوره پرورش پیازها در گلخانه، دمای محیط ۲۲-۱۸ درجه سلسیوس در روز و ۱۴-۱۲ درجه سلسیوس در شب، رطوبت نسبی ۸۰-۷۰ درصد و شدت نور ۵۰ میکرومول بر متر مربع تنظیم شد. رطوبت نسبی در محیط پرورش گل سوسن به‌خصوص در گلخانه باید بین ۸۰-۷۰ درصد باشد. حفظ رطوبت نسبی در شرایط مناسب به‌اندازه‌ای مهم است که تغییرات اندک آن منجربه ایجاد استرس و سوختگی برگ در گونه‌های حساس سوسن می‌شود (ایجکینگ و بوشمن، ۲۰۱۱).

از ابتدای هفته سوم بعد از کشت پیازها و با سبز شدن برگچه‌ها (زمانی‌که گیاهچه حاصل از پیازهای کشت شده در گلدان‌ها به اندازه ۱۰ سانتی‌متر رشد کردند) محلول‌دهی بر پایه نیاز آبی گیاه با ارزیابی میزان رطوبت ظرفیت زراعی بستر کشت با روش توزین و به‌صورت دستی انجام گرفت. عملیات آبیاری همراه با تغذیه گیاه هر روز انجام گرفت (امیدی و همکاران، ۱۳۹۶).

در پایان آزمایش از هر تکرار سه گلدان برای ارزیابی صفات مختلف مورد استفاده قرار گرفت و صفات مختلف مانند وزن‌تر ریشه، برگ و گل، وزن خشک ریشه، برگ و گل، تعداد غنچه گل، طول بزرگ‌ترین غنچه گل، ارتفاع نهایی گیاه، تعداد روز تا گلدهی، تعداد پیازچه و وزن پیازچه دختری و ماندگاری پس از برداشت گل ارزیابی شدند. همچنین برای ارزیابی صفات ماندگاری گل از هر تکرار پنج گلدان مورد استفاده قرار گرفت.

برای محاسبه وزن‌تر و خشک تعداد چهار گلدان از هر تیمار انتخاب و سپس اندام‌های مختلف (گل، برگ و ریشه) این بوته‌ها جدا شده و وزن‌تر اندام‌ها به‌وسیله ترازو با حساسیت یک‌هزارم گرم اندازه‌گیری شد. هر کدام از این اندام‌ها به‌طور جداگانه به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند تا خشک شوند. سپس وزن شدند و به این طریق وزن خشک آنها محاسبه شدند. برای محاسبه وزن‌تر ریشه، پیازها را از گلدان خارج کرده با آب شسته و سپس ریشه‌ها را از آن جدا کرده و بعد از ۱ ساعت خشک شدن در هوای آزاد وزن شدند تا وزن‌تر آنها به‌دست آیند. سپس در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند و بعد مجدداً وزن شدند. بدین طریق وزن خشک ریشه محاسبه شدند.

آزمایش سال دوم

در سال دوم با استفاده از آنالیز داده‌ها، مؤثرترین محلول غذایی آزمایش اول تعیین و برای تثبیت نتایج یک سطح بالاتر و یک سطح پائین‌تر از آن (S11، S12 و S13 به‌ترتیب کمترین تا بیشترین غلظت عناصر غذایی) مجدداً تنظیم و به‌همراه چهار سطح آبیاری (۱۰۰، ۹۰، ۸۰ و ۷۰ درصد رسیدن به ظرفیت زراعی به‌ترتیب بیشترین تا کمترین مقدار آبیاری) در کشت بدون خاک استفاده شدند (جدول ۳). برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده در جدول ۴ آمده است. ویژگی‌های مختلف رویشی، زایشی و پس از برداشت گل سوسن مورد بررسی قرار گرفتند. این آزمایش از آبان‌ماه سال ۱۳۹۵ تا مردادماه ۱۳۹۶ انجام شد. آزمایش دوم در قالب طرح کاملا تصادفی به‌صورت فاکتوریل که عامل اول محلول غذایی در سه سطح و عامل دوم سطوح آبیاری در چهار سطح، در مجموع با دوازده تیمار و در هر تیمار ۲۰ گلدان انجام گرفت. در هر دو آزمایش تنظیم محلول‌های غذایی بر اساس محلول غذایی کوئیک (تغییر یافته) و با استفاده از غلظت‌های متفاوت نمک‌های نیترات پتاسیم، دی‌پتاسیم هیدروژن فسفات، پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات، نیترات کلسیم، نیترات آمونیوم، کلرید کلسیم و سولفات منیزیم بر حسب میلی‌گرم در لیتر محلول آبیاری انجام شد. تمامی محلول‌های غذایی حاوی مقادیر مشابهی از عناصر معدنی میکرو بودند. در آزمایش سال اول نسبت بین عناصر تغییر کرد و در آزمایش سال دوم این نسبت‌ها ثابت و فقط میزان مصرف نمک‌ها با حفظ نسبت‌های ذکر شده تغییر کرد، به‌عبارت دیگر در آزمایش سال دوم با حفظ نسبت بین عناصر مقدار EC محلول غذایی تغییر کرد.

بستر کشت نیز نظیر خاک دارای توان نگهداشت آب هست که میزان نگهداشت آب خاک و درصدهای مختلفی از آن به‌عنوان ملاکی برای انجام آبیاری در این پژوهش در نظر گرفته شد. برای تعیین ظرفیت زراعی بستر کشت، نمونه خاک خشک به اندازه یک گلدان با وزن مشخص از بستر کشت پر شد. خاک گلدان به‌صورت تدریجی به حالت اشباع رسانده شد. ته گلدان دارای زهکش بوده و آب ثقلی از آن خارج شد، برای جلوگیری از تبخیر سطح گلدان با فویل آلومینیمی پوشیده شد. سپس گلدان هر ۶ ساعت وزن شد. با ثابت شدن وزن، آن نقطه رطوبتی ظرفیت زراعی است (میلر و داناهو، ۱۹۹۰). یک نمونه از بستر برداشت کرده و پس از وزن کردن، در آون قرار داده تا کاملا خشک شود و مجددا وزن آن ثبت می‌شود. اختلاف وزن بستر خشک و مرطوب در نقطه ظرفیت زراعی به‌عنوان مقدار آب برای رسیدن بستر کشت به ظرفیت زراعی ثبت و کاهش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد از آن به‌عنوان سطوح آبیاری در نظر گرفته شد. برای پایش رطوبت بستر کشت از روش وزن کردن استفاده شد. با کاهش رطوبت بستر و رسیدن به رطوبت مورد نظر هر سطح آبیاری، مقدار آب لازم برای رسیدن مجدد به ظرفیت زراعی محاسبه و به‌صورت دستی به گلدان اضافه می‌شد.

یک هفته پس از کشت پیازها در بستر کشت، تغذیه گیاهان با محلول‌های غذایی و سطوح مختلف آبیاری انجام شد. در طول دوره پرورش گیاهان در گلخانه، دمای محیط پرورش ۲۴-۲۰ درجه سلسیوس با گرمایش از طریق آب گرم و رطوبت نسبی ۸۰-۷۰ درصد توسط تهویه برقی و نور با شدت ۵۰ میکرومول بر متر مربع تنظیم شدند.

بهره‌وری آب حاوی مواد غذایی

به‌منظور ارزیابی شاخص‌های بهره‌وری آب حاوی مواد غذایی، عملکرد به ازای واحد آب مصرفی (CPD[1]) محاسبه شد. بهره‌وری آب مطابق رابطه ۱ به‌صورت نسبت عملکرد محصول به مقدار آب مصرفی (CPD) تعریف می‌شود. آب مصرفی، مقدار آب آبیاری در نظر گرفته شد (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲).

$$CPD=\frac{\text{عملکرد}}{\text{آب مصرفی}} \qquad (۱)$$

[1] Crop Per Drop

پس از ثبت داده‌ها به‌منظور انجام تجزیه واریانس ابتدا مفروضات تجزیه واریانس از جمله نرمال بودن اشتباهات آزمایشی آزمون شدند و در صورت برقرار بودن مفروضات، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های لازم با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شدند.

نتایج و بحث

نتایج سال اول

بین چهار تیمار محلول غذایی مورد آزمایش در سال اول، از نظر صفات ارتفاع گیاه، تعداد گل، تعداد روز تا زمان گلدهی و تعداد پیازچه‌های دختری، تفاوت معنی‌داری دیده نشد، ولی وزن پیازچه دختری در سطح احتمال یک درصد متفاوت بود (جدول ۵).

جدول ۳- غلظت عناصر غذایی (میلی‌گرم بر لیتر) در سه محلول غذایی و چهار سطح آبیاری

محلول غذایی	سطح آبیاری	نیترات پتاسیم	دی‌پتاسیم مونوهیدروژن فسفات	مونوپتاسیم دهیدروژن فسفاتی	نیترات کلسیم	نیترات آمونیوم	کلرید سدیم	سولفات منیزیم	EC (dS/m)	pH
محلول غذایی S11	٪۱۰۰	۶۳۱/۱	۴۳/۵	۱۰۲	۵۱۲/۵	۱۵۰	۱۲/۶	۲۳۰/۶	۱/۰۴	۵/۸۹
	٪۹۰									
	٪۸۰									
	٪۷۰									
محلول غذایی S12	٪۱۰۰	۷۵۷/۵	۵۲/۲	۱۲۲/۴	۶۱۵	۱۸۰	۱۵/۷	۱۷۶/۷	۲/۳۸	۵/۴
	٪۹۰									
	٪۸۰									
	٪۷۰									
محلول غذایی S13	٪۱۰۰	۸۸۳/۸	۶۰/۹	۱۴۲/۸	۷۱۷/۵	۲۱۰	۱۸/۹	۳۲۲/۸	۲/۷۴	۵/۷۳
	٪۹۰									
	٪۸۰									
	٪۷۰									

جدول ۴- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده در پژوهش

مشخصات نمونه	EC (dS/m)	pH	آنیون‌ها (meq/lit)			کاتیون‌ها (meq/lit)		
			SO_4^{2-}	Cl^-	HCO_3^{2-}	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
نمونه آب	۰/۳۱۸	۷/۸۲	۰/۲	۰/۶	۲/۷	۰/۲	۲/۲	۰/۸

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس محلول‌های غذایی بر ویژگی‌های رشد و گلدهی گل شاخه بریدنی سوسن

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن پیازچه دختری	ارتفاع گیاه	تعداد گل	تعداد روز تا گلدهی	تعداد پیازچه دختری
محلول‌های غذایی	۳	۳۲/۴**	۸۰/۵ns	۳ns	۳/۶ns	۳/۲ns
خطا	۱۶	۲	۹۴/۴	۱/۶	۱۳/۲	۸/۲
CV%	–	۱۱/۰۲	۹/۸	۱۴/۹	۳/۲	۱۴/۹

** و ns به‌ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و بدون معنی‌داری هستند

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۶ نیز نشان می‌دهد که اثر محلول‌های غذایی مختلف بر صفات وزن‌تر ریشه، برگ و وزن خشک گل در سطح احتمال یک درصد و وزن خشک ریشه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شده‌اند. مقایسه میانگین داده‌ها در جدول ۷ نشان داد بیشترین وزن‌تر و خشک اندام‌های گل سوسن متعلق به تیمار بیشترین غلظت عناصر غذایی یعنی تیمار S1 و پس از آن تیمار S2 بوده و کمترین مقدار این صفات نیز به‌ترتیب در تیمار S3 و S4 (تیمار کمترین غلظت عناصر معدنی) مشاهده شدند.

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس محلول‌های غذایی بر وزن‌تر و خشک اندام‌های مختلف گل شاخه بریدنی سوسن

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن‌تر ریشه	وزن‌تر برگ	وزن‌تر گل	وزن خشک ریشه	وزن خشک برگ	وزن خشک گل
محلول‌های غذایی	۳	۱۳۵/۱۴**	۱۱۰/۴۹**	۲۹۵/۲۵^{ns}	۱/۱۹۰*	۲/۹۹^{ns}	۱۱/۸۲**
خطا	۱۶	۶/۰۱	۷/۲۹	۱۲/۱۵	۱/۰۱	۳/۵۵	۲/۷۹
CV%	–	۷/۲۰	۷/۱	۷/۲۹	۱۲/۳	۱۴/۲۷	۱۵/۴۲

**، * و ^{ns} به‌ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵٪ و بدون معنی‌داری هستند

جدول ۷- اثر محلول‌های غذایی بر وزن‌تر و خشک اندام‌های مختلف گل شاخه بریدنی سوسن

محلول غذایی	وزن‌تر ریشه (گرم)	وزن‌تر برگ (گرم)	وزن‌تر گل (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک برگ (گرم)	وزن خشک گل (گرم)
محلول غذایی ۱ (S1)	۳۷/۸۹^{bc}	۴۵/۶۸^{a}	۴۵/۹۶^{c}	۶/۷۹^{a}	۹/۵۵^{a}	۱۱/۸۳^{a}
محلول غذایی ۲ (S2)	۴۵/۴۰^{a}	۴۱/۸۹^{b}	۶۴/۶۹^{a}	۵/۱۹^{b}	۶/۶۵^{b}	۱۱/۰^{a}
محلول غذایی ۳ (S3)	۳۹/۳۹^{c}	۳۷/۱۹^{b}	۵۶/۱۰^{b}	۴/۵۷^{c}	۵/۰۲^{b}	۹/۸۳^{b}
محلول غذایی ۴ (S4)	۳۱/۸۳^{c}	۳۷/۳۳^{b}	۴۵/۱۷^{c}	۴/۴۸^{c}	۵/۷۳^{b}	۹/۵۵^{b}

در هر ستون حرف‌های همسان نشان دهنده نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند

در آزمایشی محققان اثر استفاده از کودهای کند رها شونده و غلظت‌های مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم را بر چهار رقم سوسن مطالعه کردند. نتایج آنها نشان داد که این کودها به‌طور عمده کیفیت ارقام را بهبود بخشیده که با نتایج آزمایش حاضر هم‌خوانی دارد. همچنین نتایج این محققین نشان دادند که ارتفاع بعضی از ارقام با کوددهی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (تردر، ۲۰۰۵). در مطالعه‌ای دیگر اثر استفاده از محلول‌های غذایی در گل کوکب بررسی شد و گزارش گردید که بیشترین غلظت محلول‌های غذایی بهترین تیمار مؤثر بر وزن‌تر و خشک اندام‌های گیاهی در گل کوکب رقم رد اسکین[1] بوده است (یونیس و همکاران، ۲۰۱۴). در آزمایشی دیگر تولید گل و پیاز سوسن هیبرید آسیایی با استفاده از سه محلول غذایی (هوگلند، وایت و موراشیج) با EC، pH و سطوح مختلف مواد غذایی مطالعه شد. نتایج نشان داد گل در همه تیمارهای محلول‌غذایی مختلف به‌طور کامل و با کیفیت مناسب باز شده و گیاهان تحت تیمار در محلول‌های غذایی مختلف، پیازچه‌های دختری با وزن بیشتری تولید کردند که موافق با نتایج آزمایش حاضر است (اسکر، ۲۰۱۵).

نتایج سال دوم

با توجه به نتایج سال اول، محلول غذایی S1 به‌عنوان بهترین محلول غذایی انتخاب شد. سپس در سال دوم اثر سطوح مختلف این محلول (S11، S12 و S13) و چهار سطح آبیاری ۱۰۰، ۹۰، ۸۰ و ۷۰ درصد ظرفیت زراعی بر بهره‌وری آب مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۸ نتایج تجزیه واریانس سطوح مختلف آبیاری و محلول‌های غذایی بر ویژگی‌های رشد و گلدهی گل بریده سوسن را نشان می‌دهد. در صفت وزن پیازچه دختری فقط اثر متقابل محلول‌های غذایی و تیمارهای آبیاری معنی‌دار شده اما اثر ساده محلول‌های غذایی و تیمارهای آبیاری بر این صفت معنی‌دار نشده است. علاوه بر این در صفاتی نظیر تعداد گل، تعداد روز تا گلدهی و تعداد پیازچه دختری هیچ‌یک از تیمارهای آبیاری، محلول‌های غذایی و برهمکنش این دو تیمار، اثر معنی‌داری بر این صفات نداشت.

[1] - Redskin

جدول ۸- نتایج تجزیه واریانس سطوح مختلف آبیاری و محلول‌های غذایی بر ویژگی‌های رشد و گلدهی گل بریده سوسن

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	تعداد گل	وزن پیازچه دختری	تعداد روز تا گلدهی	تعداد پیازچه دختری	ماندگاری گل بریده (روز)
محلول غذایی	۲	۱۱۷**	۰/۲۹ns	۰/۹۶ns	۴/۰۵ns	۱۰/۷ns	۲۲/۸۷**
رژیم آبیاری	۳	۱۱/۲ns	۱۱/۱۲ns	۹/۱۴ns	۵۷/۳ns	۰/۱ns	۱/۰۳ns
رژیم آبیاری× محلول غذایی	۶	۳/۲۴ns	۰/۸۱ns	۸/۵۶*	۳۸/۳ns	۰/۴ns	۲/۱۳ns
خطا	۵۵	۸/۲	۰/۸۵	۳/۷۶	۴۰/۸	۰/۷۷	۲/۶۳
CV%		۲/۴	۱۰/۵۶	۱۷/۸۱	۸/۶	۱۷/۳۲	۱۰/۲۴

**، * و ns به‌ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵٪ و بدون معنی‌داری هستند

جدول ۹ نتایج تجزیه واریانس سطوح مختلف آبیاری و محلول‌های غذایی بر وزن‌تر و خشک برگ، گل و ریشه را نشان می‌دهد. نتایج همچنین نشان دادند که محلول‌های غذایی، تیمارهای آبیاری و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد بر صفات وزن‌تر ریشه، برگ و گل اثر معنی‌دار داشته‌اند. در صفت وزن خشک گل نیز مشاهده شد تنها اثر آبیاری معنی‌دار بوده و اثر محلول‌های غذایی و اثر متقابل این دو تیمار معنی‌دار نشده است. در صفات وزن خشک ریشه و برگ نیز هیچ‌کدام از تیمارهای آبیاری و محلول‌های غذایی و برهمکنش آنها معنی‌دار نشده است.

جدول ۹- نتایج تجزیه واریانس سطوح مختلف آبیاری و محلول‌های غذایی بر وزن‌تر و خشک گل بریده سوسن

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن‌تر ریشه	وزن‌تر برگ	وزن‌تر گل	وزن خشک ریشه	وزن خشک برگ	وزن خشک گل
محلول غذایی	۲	۲۸/۲**	۳۵۶/۹**	۱۸۷/۷**	۱/۸۴ns	۳/۹۲ns	۱۲/۸۲ns
رژیم آبیاری	۳	۳۵**	۴۱۰/۷**	۱۱۰/۶**	۱/۵ns	۳/۵**	۲/۸**
رژیم آبیاری✖محلول غذایی	۶	۱۶/۶**	۲۱۵/۲**	۸۸/۴**	۰/۸ns	۲۹/۲ns	۱۵/۴ns
خطا	۵۵	۵/۷	۸/۷	۶/۰۱	۱/۰۴	۲/۳	۱/۵
CV%	–	۷/۰۵	۶/۲	۶/۴	۲۲/۷	۱۳/۹	۱۸/۹

**، * و ns به‌ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵٪ و بدون معنی‌داری هستند

جدول ۱۰ اثر سطوح مختلف آبیاری و محلول‌های غذایی بر برخی ویژگی‌های رویشی و زایشی گل شاخه بریدنی سوسن را نشان می‌دهد. بررسی نتایج نشان می‌دهند که تیمارهای عناصر غذایی با بیشترین غلظت (S13 و S12)، در مقایسه با تیمار محلول غذایی S11 تأثیر بیشتری بر صفات معنی‌دار نشان داده‌اند. بیشترین ماندگاری گل بریده (۱۷ و ۱۶/۸ روز) در تیمارهای آبیاری ۸۰٪ و ۹۰٪ و محلول غذایی S13 به‌دست آمد. همچنین کمترین ماندگاری گل بریده نیز در تیمار سطح آبیاری ۷۰٪ و محلول غذایی S11 مشاهده شد. داده‌ها همچنین نشان دادند مؤثرترین تیمارها بر ارتفاع گیاه (۱۱۸/۸ سانتی‌متر) تیمار ۸۰٪ آبیاری و محلول غذایی S12 و وزن پیازچه دختری (۱۲/۵ گرم) تیمارهای ۸۰٪ و ۹۰٪ آبیاری و محلول غذایی S13 بودند. بررسی بیشتر نتایج نشان داد که در بیشتر ویژگی‌های رویشی مورد آزمایش تیمار آبیاری ۹۰ و ۸۰٪ بیشترین تاثیر را در شرایط آزمایش حاضر داشتند. در میان سطوح مختلف آبیاری کمترین اثر بر ویژگی‌های رشد رویشی را تیمار آبیاری ۷۰٪ داشته است و سطوح آبیاری ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰٪ نسبت به تیمار ۷۰٪ اختلاف معنی‌دار داشتند. همچنین تیمار کمترین غلظت عناصر غذایی (S11) و کمترین سطح آبیاری (۷۰٪) اعمال شده در این آزمایش نیز نتایج قابل‌قبولی نشان دادند و سوسن‌های پرورش یافته در این تیمارها طی دوره آزمایش رشد کاملاً طبیعی داشته و هیچ‌گونه علائم ناشی از کمبود آب و عناصر غذایی در آنها مشاهده نشد. نتایج جدول ۱۰ نشان می‌دهد سطوح مختلف آبیاری بر صفاتی نظیر ارتفاع گیاه، تعداد گل، تعداد

روز تا گلدهی، تعداد پیازچه دختری، وزن پیازچه دختری و ماندگاری گل بریده تأثیری نگذاشتند و لذا پیشنهاد می‌شود برای صرفه‌جویی در مصرف آب و تولید بیشترین تعداد و وزن پیازچه دختری، می‌توان از سطوح آبیاری کمتر استفاده کرد.

جدول ۱۰- اثر سطوح مختلف آبیاری و محلول‌های غذایی بر ویژگی‌های رویشی و زایشی گل شاخه بریدنی سوسن

سطوح آبیاری	محلول‌های غذایی	ارتفاع گیاه (cm)	تعداد گل	تعداد روز تا گلدهی	تعداد پیازچه دختری	وزن پیازچه دختری (gr)	ماندگاری گل بریده (روز)
٪۱۰۰	S11	۱۱۳^{c}	۹/۵^{a}	۷۱/۵^{cde}	۶^{a}	۱۰/۷^{ab}	۱۴/۶^{c}
٪۹۰		۱۱۳/۵^{c}	۸/۲^{bc}	۷۷/۸^{bd}	۵/۸^{a}	۱۰/۱^{ab}	۱۵/۱^{abc}
٪۸۰		۱۱۴/۸^{bc}	۹^{abc}	۷۴/۶^{cde}	۵/۶^{ab}	۱۲/۱^{ab}	۱۵^{abc}
٪۷۰		۱۱۲/۸^{c}	۸^{bc}	۷۲^{f}	۵/۵^{abc}	۱۰/۴^{ab}	۱۳/۵C
٪۱۰۰	S12	۱۱۵/۵^{abc}	۹/۲^{ab}	۷۳/۶^{a}	۵/۱^{abcd}	۱۱/۸^{ab}	۱۶/۵^{ab}
٪۹۰		۱۱۶/۸^{abc}	۸/۸^{abc}	۷۳/۳^{ab}	۵/۱^{abcd}	۸/۳^{b}	۱۷^{a}
٪۸۰		۱۱۶/۵^{abc}	۹/۶^{a}	۷۴^{bc}	۴/۶^{bcd}	۱۲/۵^{a}	۱۶/۱^{ab}
٪۷۰		۱۱۶/۳^{abc}	۷/۸^{c}	۷۴/۶^{cde}	۵/۱^{abcd}	۱۱/۷^{ab}	۱۵/۶^{abc}
٪۱۰۰	S13	۱۱۵/۸^{abc}	۹/۷^{a}	۷۶/۱^{bc}	۴/۱^{d}	۱۰/۹^{ab}	۱۶/۱^{ab}
٪۹۰		۱۱۸/۸^{a}	۷/۸^{c}	۷۷/۵^{ab}	۴/۳^{d}	۱۱/۱^{ab}	۱۶/۸^{a}
٪۸۰		۱۱۸/۸^{a}	۹/۵^{a}	۷۶/۸^{ab}	۴/۵^{cd}	۱۰/۱^{ab}	۱۷^{a}
٪۷۰		۱۱۸^{ab}	۷/۸^{c}	۶۹/۱^{b}	۴/۶^{bcd}	۱۰/۷^{ab}	۱۵/۸^{abc}

در هر ستون حرف‌های همسان نشان دهنده نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند

در توافق با نتایج آزمایش حاضر محققان در آزمایشی اثر مقادیر مختلف آبیاری (کم‌آبیاری به مقدار ۰ (شاهد)، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۵٪) را بر رشد و نمو گیاه گلدانی Photinia×fraseri بررسی کرده و نشان دادند که در تیمارهای کم آبیاری ۵، ۱۰ و ۲۵٪، رشد گیاهان حداکثر بوده و بیشترین رشد اندازه‌گیری شده در سطح آبیاری ۲۵٪ مشاهده شده بود. این تیمارها اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نشان ندادند اما در تیمارهای کم‌آبیاری شدید ۵۰، ۷۵ و ۹۵٪ کاهش رشد را چشمگیر گزارش کردند (ولش و زاجیسک، ۲۰۰۳). در مطالعه‌ای دیگر که روی گیاه *Callistemon citrinus* با سه تیمار آبیاری شاهد (به اندازه ظرفیت زراعی گلدان)، ۲۵ و ۵۰٪ شاهد انجام شد، بعد از یک‌سال گیاهان تحت رژیم کم‌آبیاری متوسط (تیمار کم‌آبیاری ۲۵٪) کاهش رشد را نشان ندادند در حالی‌که خصوصیت زمان گلدهی توسط تیمارهای مورد آزمایش تحت تأثیر قرار نگرفتند. این نتایج با نتایج آزمایش حاضر، هماهنگ است. همچنین در تیمار کم‌آبیاری شدید (۵۰٪)، گلدهی کاهش نشان داد. آنها نتیجه‌گیری کردند به‌منظور کاهش مصرف آب، کم‌آبیاری متوسط می‌تواند به‌طور موفقیت‌آمیزی در تولید گیاه *Callistemon citrinus* استفاده شود در حالی‌که قادر است کیفیت کلی خوبی را حفظ کند (آلوارز و سانچزبلانکو، ۲۰۱۳).

جدول ۱۱ اثر سطوح مختلف آبیاری و محلول‌های غذایی بر وزن‌تر و خشک اندام‌های مختلف گل شاخه بریدنی سوسن را نشان می‌دهد. نتایج نشان دادند تیمار آبیاری ۹۰٪ و تیمار محلول غذایی S13 بهترین تیمار از نظر تأثیر بر وزن‌تر ریشه (۴۵/۴ گرم)، برگ (۴۵/۶۸ گرم) و وزن خشک گل (۱۴/۰۸ گرم) بوده است. مؤثرترین تیمار بر وزن‌تر گل نیز به‌ترتیب تیمارهای آبیاری ۹۰٪ و ۱۰۰٪ و تیمار محلول‌های غذایی S13 و S12 بودند. در همه صفات ذکر شده کمترین اثر بر تولید وزن‌تر ریشه (۳۰/۴۱ گرم)، برگ (۳۳/۹ گرم)، گل (۴۲/۱۷ و ۴۱/۰۵ گرم) و وزن خشک گل (۹/۰۵ گرم) را تیمار کمترین مقدار آبیاری (۷۰٪) و کمترین مقدار محلول غذایی (S11) به خود اختصاص داده بودند.

جدول ۱۱- اثر سطوح مختلف آبیاری و محلول‌های غذایی بر وزن‌تر و خشک اندام‌های مختلف گل شاخه بریدنی سوسن

سطوح آبیاری	محلول‌های غذایی	وزن‌تر ریشه (gr)	وزن‌تر برگ (gr)	وزن‌تر گل (gr)	وزن خشک ریشه (gr)	وزن خشک برگ (gr)	وزن خشک گل (gr)
٪۱۰۰	S11	۳۰/۴۸^{d}	۳۷/۳۳^{cde}	۴۵/۱۷^{cde}	۴/۰۵^{a}	۶/۶۵^{a}	۱۱^{abc}
٪۹۰		۳۰/۷۸^{d}	۳۶/۸۲^{cde}	۴۴/۵۳^{cde}	۴/۵۰^{a}	۶/۷۸^{a}	۱۰/۵۱^{bc}
٪۸۰		۳۳/۵۵^{cd}	۳۸/۸۶^{bcd}	۴۶/۹۷^{cd}	۴/۴۸^{a}	۵/۸۵^{a}	۹/۸۳^{bc}
٪۷۰		۳۰/۶۷^{d}	۳۱/۳۹^{f}	۴۲/۲۷^{de}	۴/۰۵^{a}	۵/۰۴^{a}	۹/۰۵^{c}
٪۱۰۰	S12	۳۴/۸۹^{cd}	۴۲/۹۹^{ab}	۶۲/۹۶^{a}	۵/۱۸^{a}	۶/۹۵^{a}	۹/۹۱^{bc}
٪۹۰		۳۱/۳۹^{d}	۳۵/۹۵^{def}	۴۳/۶۰^{cde}	۴/۴۷^{a}	۶/۱۰^{a}	۱۱/۸۳^{abc}
٪۸۰		۴۰/۳۴^{b}	۴۱/۶۲^{abc}	۴۹/۹۷^{bc}	۳/۷۷^{a}	۷/۴۵^{a}	۱۱/۸۱^{abc}
٪۷۰		۳۰/۴۱^{d}	۳۳/۷۸^{def}	۴۱/۰۵^{de}	۴/۵۰^{a}	۵/۴۲^{a}	۹/۶۸^{bc}
٪۱۰۰	S13	۳۷/۸۹^{c}	۳۷/۱۹^{cde}	۴۵/۹۶^{cde}	۵/۱۹^{a}	۷/۲۰^{a}	۱۲/۴۹^{ab}
٪۹۰		۴۵/۴۰^{a}	۴۵/۶۸^{a}	۶۳/۱۹^{a}	۴/۷۷^{a}	۷/۵۴^{a}	۱۴/۰۸^{a}
٪۸۰		۳۱/۱۹^{d}	۴۱/۸۹^{abc}	۵۶/۱۰^{b}	۴/۷۹^{a}	۶/۵۴^{a}	۱۰/۱۲^{bc}
٪۷۰		۳۱/۸۳^{d}	۳۲/۹۶^{ef}	۳۹/۶۰^{d}	۴/۱۵^{a}	۵/۷۳^{a}	۹/۷^{bc}

در هر ستون حرف‌های همسان نشان دهنده نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند

معمولا در گیاهانی که تحت شرایط کم آبی قرار می‌گیرند، نسبت ریشه به شاخه افزایش می‌یابد. این موضوع احتمالاً به این علت است که گیاهان نیازمند حفظ سطح ریشه تحت شرایط خشکی هستند تا بتوانند آب را از بستر جذب کنند و سطح تبخیر را کاهش دهند (آلارکن و همکاران، ۲۰۰۶). لیکن در شرایط آزمایش حاضر، قرار گرفتن در معرض کم‌آبیاری اثری قابل‌ملاحظه بر حجم ریشه نگذاشت که مشخص می‌کند شاخساره و ریشه در گیاهان مختلف به‌طور متفاوتی به خشکی عکس‌العمل نشان می‌دهند (بیسلار و همکاران، ۲۰۰۷؛ چیلینسکی و همکاران، ۲۰۰۷). در توافق با نتایج آزمایش حاضر در خصوص معنی‌دار نشدن اثر تیمارهای کم‌آبیاری بر خصوصیت تعداد گل، دیگر پژوهشگران نیز نتیجه گرفتند که کم‌آبیاری متوسط تعداد گل را در گیاهان شیشه شورکاهش نداد. آنها نتیجه گرفتند که صفت تعداد گل تحت تأثیر این سطوح کم‌آبیاری قرار نگرفته است، به این معنی که گیاهان می‌توانند بر این مقدار کمبود آب بدون هیچ‌گونه کاهش ظاهری فائق آیند (هنسان و همکاران، ۲۰۰۶). به‌طور کلی گونه‌های زینتی قادرند از طریق کاهش تبخیر-تعرق روزانه به شرایط تنش آبی پاسخ دهند (لنزی و همکاران، ۲۰۰۹؛ بولا و همکاران، ۲۰۱۰) و مقدار تبخیر-تعرق همان‌طور که شدت تنش افزایش می‌یابد (کاهش آب آبیاری استفاده شده یا افزایش فاصله آبیاری‌ها)، کاهش داده می‌شود (فرنچ و همکاران، ۲۰۰۹؛ ایسو و همکاران، ۲۰۱۲).

در آزمایشی، اثر سطوح مختلف تنش آبی طی دوره رشد دو رقم سوسن (Dazzle و Vermeer) مطالعه شد. پوسیل (۲۰۰۸) گزارش کرد سطوح تنش آبی اعمال شده طی دوره رشد ماندگاری گل‌های بریده سوسن ارقام 'Vermeer' و 'Dazzle'را به‌صورت معنی‌داری تحت تأثیر قرار نداد. این نتیجه با نتایج آزمایش حاضر، هماهنگی دارد. محققان نشان دادند مصرف آب گیاهان به‌طور تنگاتنگ با عوامل محیطی مرتبط است و کیفیت گیاهان (تعداد کمتر گل، کاهش مقدار کلروفیل نسبی و رنگ) توسط تیمار کم‌آبیاری شدید، تحت تأثیر قرار می‌گیرد (بانون و همکاران، ۲۰۰۹؛ گرنت و همکاران، ۲۰۱۲). یک توضیح برای این عدم توافقات می‌تواند مربوط به دوره اعمال کم‌آبیاری و تفاوت بین گونه‌ها در حساسیت آنها به تنش خشکی باشد؛ بنابراین استفاده از کم‌آبیاری در برخی گونه‌ها می‌تواند یک راهکار بالقوه برای غلبه بر کمبود آب باشد بدون اینکه ارزش زینتی آن کاهش یابد. همچنین برخی ویژگی‌های رویشی گیاهان، به مقدار زیادی وابسته به ژنتیک و عوامل محیطی است که با مصرف آب بهینه و کاربرد کوددهی، تلفیق می‌شود (لوسیداس و همکاران، ۲۰۱۳).

بهره‌وری آب

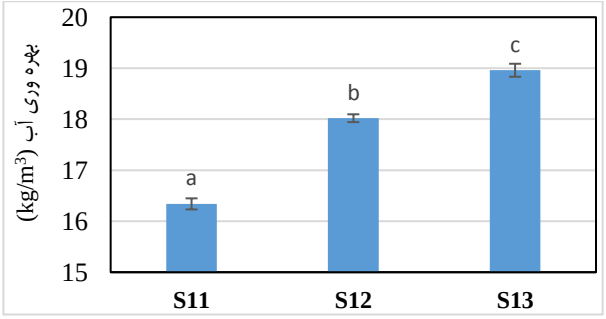
جدول ۱۲ نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف آبیاری و محلول‌های غذایی را بر بهره‌وری آب بر مبنای وزن‌تر و خشک گل بریده سوسن نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود اثر محلول غذایی، رژیم آبیاری و اثر متقابل این دو عامل بر بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر گل سوسن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. اثر رژیم آبیاری بر بهره‌وری آب بر مبنای وزن خشک گل سوسن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شده است ولی اثر محلول غذایی و اثر متقابل رژیم آبیاری و محلول غذایی بر بهره‌وری آب معنی‌دار نشده است.

جدول ۱۲- نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف آبیاری و محلول‌های غذایی بر بهره‌وری آب بر مبنای وزن‌تر و خشک گل بریده سوسن

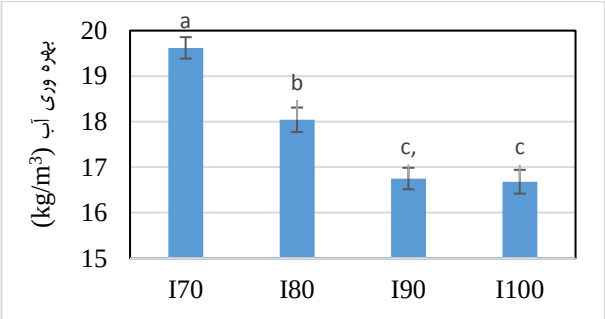
منابع تغییر	درجه آزادی	بهره‌وری بر مبنای وزن‌تر	بهره‌وری بر مبنای وزن خشک
محلول غذایی	۲	۴۲/۴**	۰/۱۳^{ns}
رژیم آبیاری	۳	۳۴/۳**	۱/۲*
رژیم آبیاری✖محلول غذایی	۶	۱۹/۰**	۰/۲۵^{ns}
خطا	۵۵	۰/۵۷	۰/۳۱
CV%	–	۱۲	۱۷

**، * و ns به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵٪ و بدون معنی‌داری هستند

شکل ۱ مقایسه میانگین اثر محلول‌های غذایی بر بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر گل سوسن را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهند که اثر سه سطح محلول غذایی بر بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر گل سوسن معنی‌دار بوده است و محلول غذایی سوم (S13) بیشترین بهره‌وری آب را ایجاد کرده است. شکل ۲ مقایسه میانگین اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر بهره‌ری آب بر مبنای وزن تر گل سوسن را نشان می‌دهد. تیمار آبیاری I70 باعث ایجاد بیشترین بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر سوسن شده است.

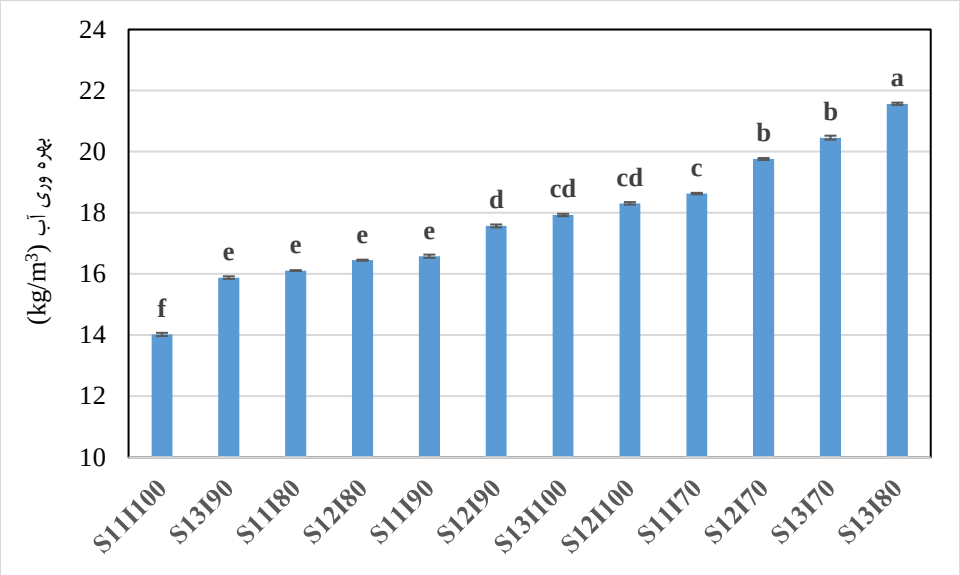


شکل ۱- میانگین بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر گل سوسن در محلول‌های مختلف غذایی

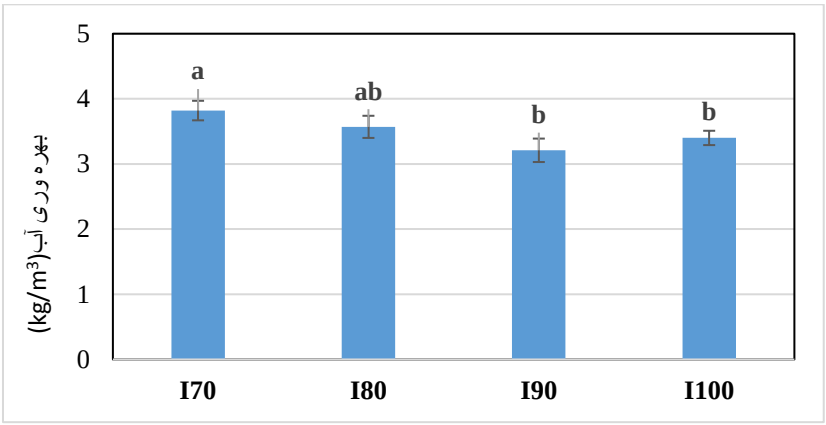


شکل ۲- میانگین بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر گل سوسن در رژیم‌های مختلف آبیاری

شکل ۳ مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم‌های آبیاری و محلول‌های غذایی را بر بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر گل سوسن نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که بهترین تیمار کودآبیاری، محلول غذایی سوم به همراه آبیاری در سطح ۸۰ درصد ظرفیت زراعی است (S13I80). شکل ۴ مقایسه میانگین اثر رژیم‌های آبیاری بر بهره‌وری آب بر مبنای وزن خشک گل سوسن را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهند که بیشترین بهره‌وری آب در تیمارهای I70 و I80 حاصل شده است.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم‌های آبیاری و محلول‌های غذایی بر بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر گل سوسن



شکل ۴- میانگین اثر رژیم‌های آبیاری بر بهره‌وری آب بر مبنای وزن خشک گل سوسن

نتیجه‌گیری کلی

پژوهش حاضر به‌منظور مطالعه اثر کود آبیاری با سطوح متفاوت مواد غذایی و رژیم‌های مختلف آبیاری بر بهره‌وری آب (نسبت عملکرد به آب مصرفی حاوی مواد غذایی) در کشت سوسن گلخانه‌ای انجام شد. این مطالعه در دو سال متوالی انجام شد. بررسی نتایج آزمایش سال اول این پژوهش با کاربرد چهار غلظت مختلف عناصر غذایی نشان داد که با افزایش غلظت عناصر غذایی، ویژگی‌های رویشی بهبود یافت به‌طوری‌که تیمار بیشترین غلظت عناصر غذایی منجر به تولید بیشترین وزن پیاز دختری، وزن‌تر و خشک اندام‌های ریشه، برگ و گل شد. آزمایش سال دوم نشان داد که کم‌آبیاری بهره‌وری آب حاوی مواد غذایی را از طریق کاهش مصرف آب بهبود بخشیده است. همچنین نتایج این آزمایش مشخص کرد سطوح کم‌آبیاری بررسی شده در این آزمایش بر اندازه نهایی گل سوسن و تعداد گل مؤثر نبوده و کیفیت زینتی گل‌ها را کاهش نداده است. اعمال تیمارهای کم‌آبیاری بر بیشتر ویژگی‌های رویشی و ماندگاری گل بریده سوسن تأثیر منفی نداشته، بنابراین می‌تواند به‌عنوان یک راهکار کاهش مصرف آب در پرورش سوسن مورد استفاده قرار گیرد. موثرترین تیمار کم‌آبیاری تیمارهای ۷۰ و ۸۰ درصد ظرفت زراعی بودند که در صورت استفاده از این سطوح می‌تواند باعث صرفه‌جویی مصرف آب به مقدار ۲۰ تا ۳۰ درصدی طی دوره رشد سوسن شود. با در نظر گرفتن توامان تغذیه و آبیاری بهترین تیمار کودآبیاری، محلول غذایی سوم به همراه آبیاری در سطح ۸۰ درصد ظرفیت زراعی بود.

فهرست منابع

۱. آمارنامه جهاد کشاورزی. ۱۳۹۷. وزارت جهاد کشاوزی.

۲. احسانی، م. و خالدی، ه. ۱۳۸۲. بهره وری آب کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۳. امیدی.، ا.ح.، خالدیان، م.، حسن پور اصیل، م. و الفتی، ج.ع. ۱۳۹۶. برآورد نیاز آبی و ضرایب گیاهی گل سوسن در شرایط کشت گلخانه ای در شهرستان رشت. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۶، جلد ۱۱، ص. ۱۱۱۱تا ۱۱۲۰.

۴. صافی، ر. و میرلطیفی، س.م. ۱۳۹۴. ارزیابی وضعیت کشت نیشکر در استان خوزستان از دیدگاه آب مجازی. مجله‌ی مهندسی منابع آب، سال هشتم، شماره دوم. ص. ۸۷ تا ۹۵.

5. Adams, P. 2002. Nutritional Control in Hydroponics. In: Savvas, D. and Passam, H.C., Eds., Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals, Embryo Publications, Athens, 211-261.
6. Alam, A., Iqbal, M. and Vats S. 2013. Cultivation of some overlooked bulbous ornamentals -A review on its commercial viability. Report and Opinion, 5(3): 9-34.
7. Alarcon, J.J., Morales, M.A., Ferrandez, T. and Sanchez-Blanco M.J. 2006. Effects of water and salt stresses on growth, water relations and gas exchange in Rosmarinus officinalis. Journal of Horticulture Science Biotechnology, 81: 845–853.
8. Alvarez, S. and Sanchez-Blanco M.J. 2013. Changes in growth rate, root morphology and water use efficiency of potted *Callistemon citrinus* plants in response to different levels of water deficit. Scientia Horticulturae, 156: 54–62.
9. Anderson, N.O. 2007. Flower breeding and genetics issues challenges and opportunities for the 21st century. Springer press.
10. Bacelar, E.A., Santos, D.L., Moutinho-Pereira, J.M., Lopes, J.L., Gonc¸ alves, B.C., Ferreira, T.C. and Correia C.M. 2007. Physiological behaviour, oxidative damage and antioxidative protection of olive trees grown under different irrigation regimes. Plant Soil. 292: 1–12.
11. Banon, S., Miralles, J., Navarro, A. and Sanchez-Blanco M.J. 2009. Influence of paclobutrazol and substrate on daily evapotranspiration of potted geranium. Scientia Horticulture, 122: 572–578.
12. Barnes, J. 2010. Characterization of nutrient disorders in floriculture crops. M.Sc. Thesis, North Carolina State University.
13. Beatti, S. J. and White J.W. 1993. Lilium, hybrids and species. The Physiology of Flower Bulbs. Elsever Science Publishers. The Netherlands. pp. 423-454.
14. Bolla, A., Voyiatzis, D., Koukourikou-Petridou, M. and Chimonidou D. 2010. Photosynthetic parameters and cut-flower yield of rose 'Eurored' (H.T.) are adversely affected by mild water stress irrespective of substrate composition. Scientia Horticulture, 126: 390–394.
15. Burrage, S.W. 2014. Soilless culture and water use efficiency for greenhouses in arid, hot climates. ftp://ftp.cgiar.org/icarda/APRP/APRP_2/html/Publications/Right/PrWS/WUE.pdf.
16. Chylinski, W.K., Lukaszewska, A.J. and Kutnik, K. 2007. Drought response of two bedding plants. Acta Physiological Planta, 29: 399–406.
17. Dhyani, A., Bahuguna, Y.M., Semwal, D.P., Nautiyal, B.P. and Nautiyal, M.C. 2009. Anatomical features of Lilium. Journal of American Society Horticultural Science, 5(5): 85-90.
18. Diederichs, N. 2006. Commercialising medicinal plants. 1st ed. South Africa. Sun Press, pp. 69-90.
19. Dufour, L. and Guerin V. 2005. Nutrient solution effects on the development and yield of Anthurium andreanum Lind. In tropical soilless conditions. Scientia Horticulturae, 105: 269-282.

20. Eiasu, B.K., Steyn, J.M. and Soundy P. 2012. Physiomorphological response of rose scented geranium (Pelargonium spp.) to irrigation frequency. South African Journal of Botany, 78: 96–103.
21. Eijkingm, J. and Buschman C. 2011. Lilies as Cut Flowers and As Pot Plants. I. F. B. C. Press. The Netherlands. Pp-52.
22. Fairweather, H., Austin, N. and Hope M. 2004. Irrigation insights 5 – water use efficiency: an information package. New South Wales Agriculture Report.
23. French, A.N., Hunsaker, D., Thorp, K. and Clarke T. 2009. Evapotranspiration over a camelina crops at Maricopa, Arizona. Ind. Crop Production, 29: 289–300.
24. Ganesh, S. and Kannan M. 2013. Essentiality of micronutrients in flower crops: A review. Research and Reviews Journal of Agriculture and Applied Sciences, 2: 52-57.
25. Gill, S. 2006. Production of the Hybrid Lilies as Cut Flowers. University of Maryland. USA. Pp. 15.
26. Grant, O.M., Davies, M.J., Longbottom, H. and Harrison-Murray R. 2012. Evapotranspiration of container ornamental shrubs: modelling crop-specific factors for a diverse range of crops. Irrigation Science, 30: 1–12.
27. Grillas, S., Lucas, M., Bardopoulou, E. and Sarafopoulos S. 2001. Perlite based soilless culture systems: Current commercial applications and prospects. Acta Horticulturae, 548: 105-113.
28. Henson, D.Y., Newman, S.E. and Hartley D.E. 2006. Performance of selected herbaceous annual ornamentals grown at decreasing levels of irrigation. Horticulture Science, 41: 1481–1486.
29. Jimenez, S., Plaza, B. M., Segura, M. L., Contreras, J. I. and Lao M.T. 2012. Peat Substrate Reuse in ilium "Helvetia". Communications in Soil Science and Plant Analysis, 43(2): 243-250.
30. Lenzi, A., Pittas, L., Martinelli, T., Lombardi, P. and Tesi R. 2009. Response to water stress of some oleander cultivars suitable por pot plant production. Scientia Horticulture, 122: 426–431.
31. Lesaint, C. and Coic Y. 1983. Cultures Hydroponiques. Paris. La Maison Rustique.
32. Liu, Z., Jiang, L., Li, X., Hardter, R., Zhang, W., Z. and Zheng D. 2008. Effect of N and K Fertilizers on yield and quality of greenhouse vegetable crops. Pedosphere, 18(4):496-502.
33. Lucidos, J. G., Ryu, K. B., Younis, A., Kim, C., Hwang, Y., Son, B. and Lim K. 2013. Different day and night temperature responses in Lilium hansonii in relation to growth and flower development. Horticulture Environment Biotechnology, 54(5): 405-411.
34. Miller, R.W. and Donahue R.L. 1990. Soils: An Introduction to Soils and Plant Growth. 6th Edition. Prentice-Hall International (UK) Ltd., London.
35. Morgan, L. 2006. Grow gorgeous lilies hydroponically. Growing Environment, 17(4): 36–40.
36. Mpusia, P.T.O. 2006. Comparison of water consumption between greenhouse and outdoor cultivation. MSc. Thesis. International institute for geoinformation science and earthobservation, Enschede, Netherlands. 75p.
37. Ndakidemi, P.A. and Semoka J.M.R. 2006. Soil fertility survey in Western Usambara Northern Tanzania. Pedosphere, 16(2): 237-244.
38. Parandian, F. and Samavat S. 2014. Effects of fulvic and humic acid on anthocyanin, soluble sugar, µ-amylase enzyme and some micronurient elements in Lilium. International Research Journal of Applied and Basic Science, 3 (5): 924-929.
39. Possiel, E.Y. 2008. Effects of Preharvest Conditions and Postharvest Handling on Postharvest Characteristics of Cut Lilies, Roses, Sunflowers, and Zinnias. (Under the direction of Dr. John M. Dole.) Master Thesis. Raleigh, North Carolina State University.
40. Putra, P. A. and Yuliando H. 2015. Soilless culture system to support water use efficiency and product quality, A Review. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 3: 283 – 288.
41. Safi, M. I., Bulad, A., Blawenah, A., and Bashabsheh I. 2007. Water use efficiency and flower yield and quality of three Matthiola incana cultivars irrigated with three types of water. Asian Journal of Plant Science, 6(4): 648-652.

42. Safi, M. I., Bulad, A., Blawenah, A. and Bashabsheh, I. 2012. Water use efficiency, flower yield and quality of "Lilium aziatische" Irrigated with different water types. International Journal of Agriculture and Biology, 1560–8530.
43. Savvas, D. 2001. Nutritional Management of Vegetables and Ornamental Plants in Hydroponics. In R. Dris, R. Niskanen andS.M. Jain, eds. Crop Management and Postharvest Handling of Horticultural Products, p. 37–87. Vol. I: Quality Management. Science Publishers, Enfield, NH, USA.
44. Savvas, D., Gianquinto, G., Tuzel, Y. and Gruda N. 2013. Soilless Culture. FAO Plant Production and Protection Paper No. 217: Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops.
45. Stern, K. 2006. Introductory plant biology. 10th ed. New York: McGraw- Hill, pp. 81: 193-201.
46. Treder, J. 2003. Effects of supplementary lighting on flowering, plant quality and nutrient requirements of lily ‘Laura Lee’ during winter forcing. Scientia Horticulture, 98: 37-47.
47. Treder, T. 2005. Growth and quality of oriental Lilies at different fertilization levels. Acta Horticulture, 673: 297-302.
48. Tsakalidi, L.A., Barouchas, P. and Salahas G. 2015. Response of Zucchini to the electrical conductivity of the nutrient solution in hydroponic cultivation. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 4: 459–462.
49. Younis, A., Anjum, S., Riaz, A., Hameed, M., Tariqm U. and Ahsan M. 2014. Production of quality Dahlia (Dahlia variabilis cv. Redskin) flowers by efficient nutrients management running title: Plant nutrition impacts on dahlia quality. American-Eurasian Journal Agriculture and Environment Science, 14 (2): 137-142.
50. Welsh, D.F. and Zajicek J.M. 2003. A model for irrigation scheduling in container-grown nursery crops utilizing management allowed deficit (MAD). Journal of Environmental Horticulture, 11(3): 115-118.

Effect of Different Amounts of Nutrients and Water on Water Productivity of Lily Flower in Greenhouse

M. Hassanpour Asil, J .A. Olfati, M. R Khaledian [1], and Z. S Nabavi Mohajer

Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan.
hassanpour1@gmail.com
Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan.
jamalaliolfati@gmail.com
Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan.
khaledian@guilan.ac.ir
PhD student, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan.
z.snabavi@yahoo.com

Received: April 2020, and Accepted: September 2020

Abstract

The purpose of the present study was to determine the effect of fertigation with different levels of nutrient solutions and different irrigation regimes on water productivity (ratio of yield to water containing nutrients) in greenhouse lily cultivation. The experiment was conducted in two years at the University of Guilan. In the first year, the best treatment was determined among four different concentrations of nutrient solution according to Coic solution including S1, S2, S3, and S4. The results of mean comparison showed that S1 treatment (treatment with the highest concentration of nutrients) had a positive effect on most vegetative, reproductive, and postharvest characteristics of lily. In the second year, with appropriate nutrient solution and three different levels including S11, S12, and S13, different irrigation regimes according to field capacity percent (%FC) were considered. Four different irrigation regimes including 70%, 80%, 90%, and 100% FC were applied. The results of the second experiment showed that application of deficit irrigation treatments including 90%, 80%, and 70% of FC increased water productivity without any significant effects on the vegetative and reproductive characteristics. The results also showed that irrigation treatments had significant effects on traits such as vase life, which was increased by decreasing water consumption and increasing nutrient concentration. Regarding the vegetative characteristics of lily plants, the data showed that traits such as fresh and dry weights of roots, leaves, and flowers were positively affected by decreasing irrigation levels and increasing concentration of nutrient solution, while plant height and both number and weight of daughter bulbs were not affected by these treatments. The highest water productivity (nutrients solutions) was obtained in the S_3 and 80% FC, being 21.57 kg/m^3.

Keywords: Nutrient solutions, Deficit irrigation, Fertigation, Vase life

[1] Corresponding author: Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan