نشریه علوم باغبانی ایران
دوره ۴۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲ (ص ۴۵۰-۴۴۳)

تأثیر پرتوهای مختلف نوری در محیط ریشه و محلول‌پاشی برگی نیترات کلسیم بر ویژگی‌های رشدی گیاه آنتوریوم *Anthurium andreanum* L. رشدیافته در شرایط اروپونیک

زهرا شهبانی[۱]، محسن کافی[۲*]، روح‌انگیز نادری[۳] و تکتم‌سادات تقوی[۴]
۱، ۲، ۳ و ۴، دانشجویان سابق کارشناسی ارشد، استادان، و استادیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۳ - تاریخ تصویب: ۹۱/۱۰/۲۴)

چکیده

نور یکی از عوامل محیطی تأثیرگذار بر فیزیولوژی رشد گیاهان است. برای دسترسی ریشه‌ها در سیستم اروپونیک، در این پژوهش اثر پرتوهای مختلف نوری در محیط ریشهٔ گیاه آنتوریوم مطالعه شد. به‌دلیل اهمیت عنصر کلسیم در افزایش عمر و استحکام گل‌های بریده و حساسیت گل آنتوریوم به کمبود کلسیم و عارضهٔ رنگ‌پریدگی اسپات، از محلول‌پاشی برگی نیترات کلسیم استفاده شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی در سال ۱۳۸۹-۱۳۹۰ در گلخانهٔ گروه علوم و مهندسی باغبانی و فضای سبز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در شهر کرج انجام شد. برای بررسی اثر پرتوهای مختلف نوری در محیط ریشه، از رنگ‌های مختلف ظروف کشت (مشکی، آبی و قرمز) استفاده شد. تیمار محلول‌پاشی برگی در دو مقدار (محلول‌پاشی با آب مقطر "بدون کلسیم" و محلول‌پاشی با نیترات کلسیم با غلظت ۱۰ میلی‌مولار) به‌کار برده شد. نتایج نشان داد که پرتوهای مختلف نوری بر صفات تعداد برگ‌ها، وزن تر و خشک شاخساره، طول و عرض پهنک در سطح احتمال ۱ درصد و روی صفات وزن تر و خشک ریشه در سطح احتمال ۵ درصد معنادار بود و رنگ مشکی محیط ریشه با افزایش وزن تر و خشک شاخساره، وزن تر و خشک ریشه و تعداد برگ بهترین تیمار از نظر پرتوهای نوری در محیط ریشه بود. کاربرد محلول‌پاشی برگی نیترات کلسیم فقط بر صفت تعداد برگ در سطح احتمال ۱درصد اثر معنادار داشت و سبب کاهش تعداد برگ‌ها شد. رنگ مشکی محیط ریشه و محلول‌پاشی برگی با آب مقطر در بین تیمارهای بررسی‌شده بهترین تأثیر را بر ویژگی‌های رشدی گیاه آنتوریوم مطالعه‌شده داشت.

واژه‌های کلیدی: آنتوریوم، کشت بدون خاک، کیفیت نور در محیط ریشه، نیترات کلسیم.

مقدمه

گل‌های بریده به‌منزلهٔ یک محصول اقتصادی و درآمدزا، نقش مهمی در بازارهای جهانی ایفا می‌کنند (Loracnis, *et al.*, 2007). گیاه آنتوریوم از نظر اقتصادی در میان گل‌های گرمسیری بعد از گل ارکیده مقام دوم را داراست (Winston & Pathmanathan, 2008). این گیاه با نام علمی *Anthurium andreanum* متعلق به خانوادهٔ آراسه است (Dufour& Guerin, 2003). مزیت آن در گل‌آرایی داشتن دمگل بسیار بلند، طول عمر زیاد گل بریده و طولانی‌بودن دوران گل‌دهی آن است Ghasemi (ghahsare & Kafi, 2008). به‌طورکلی، دو نوع سیستم کشت و پرورش گیاهان یعنی کشت در خاک و کشت بدون خاک وجود دارد (Ronaghi & maftoon, 2004). کشت هیدروپونیک و اخیراً کشت اروپونیک ازجمله

* نویسنده مسئول: محسن کافی تلفن: ۰۹۱۲۱۲۵۹۷۷۱ E-mail: mkafi@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

کشت‌های بدون خاک هستند که بیشتر به آن‌ها توجه شده است. اروپونیک نوع پیشرفته‌ای از هیدروپونیک است که در آن ریشه‌های گیاهان در یک محفظهٔ بسته قرار دارند و به‌طور متناوب با یک محلول غذایی کاملاً پودرشده محلول‌پاشی می‌شود (Christie & Nichols, 2004). در این سیستم بهترین نوع هوارسانی وجود دارد و عمل پاشش محلول غذایی متناوب و به‌صورت سیکل‌های پانزده یا سی دقیقه‌ای با یک توقف چنددقیقه‌ای طی روز و شب انجام می‌شود (Roostaie, 2006).

نور یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی برای رشد و بقای گیاهان است که فرایندهایی همچون جوانه‌زنی بذر، رشد و رشدنکردن هیپوکوتیل، توسعهٔ کوتیلدون، رشد کلروپلاست و زمان تا گل‌دهی را تنظیم می‌کند. نور می‌تواند بسیاری از جنبه‌های رشد و نمو ریشه مانند زمین‌گرایی، تشکیل ریشه‌های مویین، جهت و رشد ریشه‌های جانبی، طویل‌شدن ریشه‌های اولیه، نورگرایی منفی و مثبت، سبزشدن ریشه‌ها و تولید متابولیت‌های ثانویه را تنظیم کند (Molas *et al*., 2006). تغییر در کیفیت نور به‌طور عمده بر پارامترهایی همچون آناتومی، فیزیولوژی، مورفولوژی و بیوشیمی گیاه تأثیرگذار است (Desimon *et al*., 2000a). نقش نور بر تشکیل ریشه‌های مویین در شرایط pH حدود چهار در گیاهچه‌های کاهو بررسی و نشان داده شد که سرعت تشکیل ریشه‌های مویین در pH کم و در نور سفید متوالی افزایش یافته است (Desimon *et al*., 2000b). استفاده از طول موج‌های مختلف نوری در ریشهٔ گیاهچه‌های برنج، نشان داد که نور آبی می‌تواند رشد گیاه را از طریق تغییر در میزان هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها کنترل کند، به‌طوری‌که با تابش نور آبی از رشد گیاهچه‌های برنج جلوگیری شد (Wang *et al*., 2007).

کلسیم می‌تواند عمر گل را افزایش دهد و وقایع پیری همچون کاهش جذب آب، افزایش تبخیر آب، کاهش وزن تر و خم‌شدن ساقه را به تأخیر اندازد و یا سبب جلوگیری از بیماری طی مدت ازدیاد شود (Sergio, 2007). در گل آنتوریوم کمبود کلسیم سبب رنگ‌پریدگی اسپات می‌شود (Board, 2011). تأثیر کاربرد کلریدکلسیم به‌صورت قبل و بعد از برداشت روی گیاه ژربرا بررسی و مشخص شد که محلول‌پاشی کلسیم عمر گل‌جای را افزایش و عارضهٔ خمیدگی گردن گل را کاهش می‌دهد (Gerasopulos & Chebli, 1999). محلول‌پاشی برگی کلسیم روی گل رز رقم Kiss از پیشرفت بیماری کپک خاکستری جلوگیری کرد و عمر گل را افزایش داد (Decapdeville *et al*., 2005). کاربرد کلسیم به‌صورت قبل و پس از برداشت بر روی گل آفتاب‌گردان شاخه‌بریدهٔ رقم Superior sunset نشان داد که کلسیم می‌تواند با تأخیرانداختن تخریب غشای سلولی سبب تأخیر پیری شود (Sergio, 2007). تأثیر محلول‌پاشی برگی با ترکیب الیگوگالاکتورونید با نسبت ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر بر صفات رشدی گل آنتوریوم بررسی و مشاهده شد که این ترکیب افزایش ارتفاع گیاه را ۱۷ روز به جلو می‌اندازد و اثر آن بر تولید برگ بیشتر از تولید گل است (Loranics *et al*., 2007). کاربرد محلول‌پاشی برگی نیترات کلسیم با غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر ارتفاع گیاه بنت قنسول را به‌طور معناداری تا ۱۵/۳درصد افزایش داد، اما اثر این ترکیب بر سطح برگ گیاه معنادار نبود (Arreola *et al*., 2008).

هدف از این مطالعه بررسی اثر کیفیت نور در محیط ریشه و تأثیر کاربرد محلول‌پاشی برگی نیترات کلسیم بر صفات رشدی گیاه آنتوریوم در سیستم اروپونیک است.

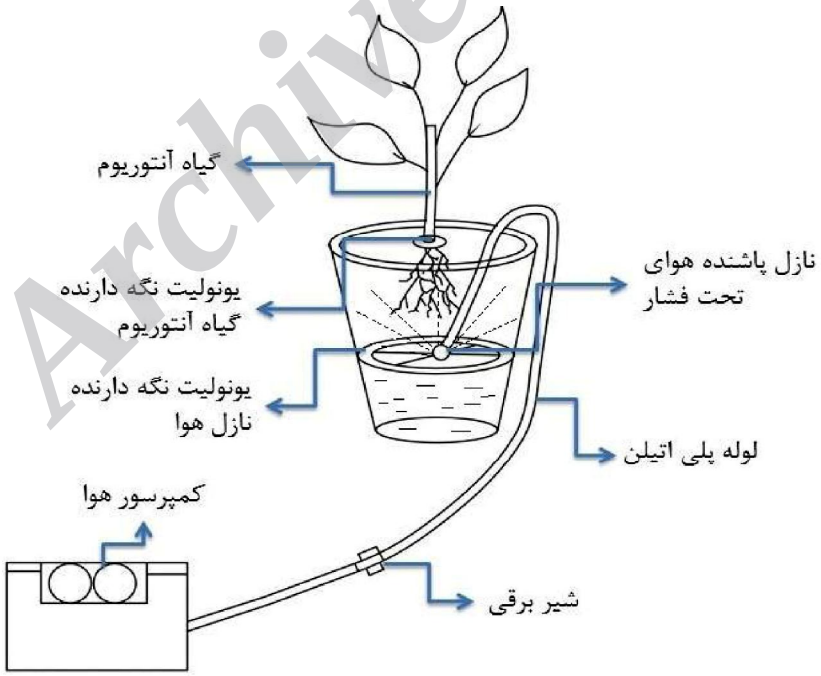
مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانهٔ پژوهشی گروه علوم و مهندسی باغبانی و فضای سبز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در شهر کرج (عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقهٔ شرقی با ارتفاع ۱۳۱۶ متر از سطح دریا)، از اواخر آبان ۱۳۸۹تا اواخر مرداد۱۳۹۰ انجام گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایهٔ طرح بلوک کامل تصادفی با پنج تکرار انجام شد. عوامل بررسی‌شده شامل پرتوهای نور در محیط ریشه و محلول‌پاشی برگی بود. برای اعمال تیمار پرتوهای نور در محیط ریشه از رنگ‌های مختلف ظروف کشت و در سه سطح مشکی، آبی و قرمز استفاده شد. ظروف کشت استفاده‌شده همگی از جنس پلی‌اتیلن ضخیم و در اندازهٔ ۴۰ لیتر دارای قطر مقطع ۲۸ سانتی‌متر بودند.

Archive of SID

www.SID.ir

تیمار محلول‌پاشی برگی در دو مقدار [محلول‌پاشی با آب مقطر (بدون کلسیم) و محلول‌پاشی با نیترات کلسیم با غلظت ۱۰ میلی‌مولار] به‌کار برده شد. هر واحد آزمایشی شامل دو بوته بود و در مجموع از ۶۰ گیاه آنتوریوم استفاده شد. در این آزمایش از یک نوع جدید سیستم اروپونیک که با استفاده از هوای فشرده، محلول غذایی را به ریشه‌های معلق گیاهان اسپری می‌کرد، استفاده شد. برای انتقال هوای تحت فشار درون سیستم، لوله‌های پلی‌اتیلنی با قطر ۱۶ میلی‌متر به‌کار رفت و لوله‌های پلی‌اتیلنی به قطر ۶ میلی‌متر به لوله‌های اصلی متصل شد تا هوا را به‌طور متناوب به ظروف کشت پلی‌اتیلنی ۴۰ لیتری وارد کنند. در قسمت پایین هر محفظهٔ کشت یک نازل پاشش تورو (Toro Centurion Jet Australia) به کمک یونولیت روی سطح محلول غذایی شناور بود. برای فشرده‌کردن هوا از یک کمپرسور ایتالیایی با حجم ۵۰۰ لیتر استفاده شد و هوای متراکم درون مخزن کمپرسور با فشار ۵/۵ اتمسفر ذخیره شد. از یک شیر برقی به‌منظور اعمال زمان پاشش محلول غذایی استفاده شد بدین‌صورت که با دریافت جریان برق از تایمری که براساس زمان دو دقیقه پاشش، ۳۰ دقیقه قطع پاشش محلول غذایی تنظیم شده بود، به هوای فشرده اجازه عبور می‌داد و پس از سپری‌شدن زمان پاشش (دو دقیقه)، با قطع جریان برق از تایمر، عبور جریان هوای فشرده را قطع می‌کرد. به محض خروج هوای فشرده از درون مخزن، کمپرسور دوباره به‌صورت اتوماتیک شروع به پرکردن هوای متراکم درون مخزن می‌کرد. گیاهچه‌های استفاده‌شده در این آزمایش، از کولتیوار Spice و در مرحلهٔ رشد رویشی و از گلخانه‌های شهر تنکابن تهیه شده بودند. پس از سازگاری گیاهچه‌ها با دمای محیط، آن‌ها را از بستر خود خارج کرده و سپس ریشه‌ها با آب شست‌وشو داده شد تا از مواد باقی‌ماندهٔ بستر عاری شوند. برای استقرار گیاهان، در محفظه‌های کشت بریده شد و سپس یونولیت‌هایی به همین قطر و به‌صورت دو نیم‌دایره درون این سوراخ‌ها قرار گرفت تا گیاهان را به‌طور محکم و ثابت روی محفظه‌های کشت نگه دارد (شکل ۱).



شکل ۱. قسمتهای مختلف سیستم اروپونیک مورد استفاده (روش کافی- جوکار) (Jowkar et al., 2006)

در هر ردیف، ظروف کشت به‌وسیلهٔ لوله‌های پلی‌اتیلنی به‌هم متصل و محلول غذایی موجود در تمام ظروف کاملاً یکسان بود. محلول غذایی شامل نمک‌های ماکرو: KH_2PO_4(۱/۸)، KNO_3 (۲/۴)، $Ca(NO3)2$ (۱/۵)، NH_4NO_3 (۳/۱)، $MgSO_4$ (۲) ، (۱/۱) HNO_3 (برحسب میلی‌اکی‌والان در لیتر) و نمک‌های

Archive of SID

www.SID.ir

میکرو: ($CuSO_4,5H_2o$ (۰/۶)، ($(NH_4)_6Mo_7O_{24},4H_2O$ (۰/۴)، (H_3BO_3(۱/۲) ، (۱/۶) EDTA-Fe (۵)، ($MnSO_4,4\ H_2O$ (۲/۴)، ($ZnSO_4,7H_2O$ (برحسب میلی‌گرم در لیتر) و نیز از یک ترکیب آلی با عنوان اسیدهیومیک مایع (هیومستر اسپانیایی با ۱۲درصد وزنی / وزنی اسیدهیومیک و ۳درصد وزنی / وزنی فولویک‌اسید) و با غلظت ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر استفاده شد. pH محلول روی ۵/۸ تنظیم شد. زمانی که گیاهان در این سیستم ۴ تا ۶ برگ جدید تشکیل دادند، تیمار محلول‌پاشی برگی با نیترات کلسیم اعمال شد. محلول‌پاشی برگی در چهار مرحله و به‌صورت هفته‌ای یک‌بار انجام شد. محلول‌پاشی، صبح زود و در دمای ۲۲- ۱۸ درجهٔ سانتی‌گراد گلخانه صورت گرفت. مقدار محلول‌پاشی تا حدی بود که برگ‌های گیاه اشباع می‌شد و محلول از سطح برگ ریزش می‌کرد. گیاهان بدون محلول‌پاشی نیترات کلسیم با آب مقطر محلول‌پاشی برگی شدند. نمک نیترات کلسیم به‌کاررفته درصدهای نیتروژن و کلسیم به صورت مقابل داشت: نیتروژن کل (۱۵/۵درصد) که شامل: (نیترات ۱۴/۴درصد و آمونیوم ۱/۱درصد)، اکسیدکلسیم (۲۶/۳درصد) و کلسیم (۱۹درصد) بود. به‌دلیل حساسیت گیاه آنتوریوم به دمای کمتر از ۱۳ درجهٔ سانتی‌گراد و برای جلوگیری از کاهش دما در فصول سرد سال از یک بخاری گازی مخصوص گلخانه که توسط ترموستات تنظیم شده بود استفاده و در اطراف گیاهان داخل گلخانه از پوشش پلاستیکی شفاف استفاده شد. در ماه‌های گرم برای خنک‌کردن گلخانه از سیستم پوشال و پنکه و دو کولر استفاده شد که خاموش و روشن‌شدن سیستم پوشال و پنکه نیز با ترموستات کنترل می‌شد تا دمای محیط به بیش از ۳۵ درجهٔ سانتی‌گراد نرسد. به‌دلیل رطوبت‌پسند بودن گیاه آنتوریوم و به‌منظور افزایش رطوبت گلخانه از یک دستگاه رطوبت‌ساز در طول روز استفاده شد تا رطوبت در حد۵۰ تا۶۰ درصد حفظ شود. از آنجا که آنتوریوم گیاهی سایه‌پسند است و نیز برای جلوگیری از افزایش دمای گلخانه در فصول بهار و تابستان از سایه‌بان (توری راشل سبز عرض ۹ متر) روی سقف گلخانه استفاده شد تا میزان نور ورودی به درون گلخانه تا حدود حداکثر ۱۰۰۰۰ لوکس حفظ شود. برای اندازه‌گیری صفات رویشی شامل طول دمبرگ ، طول و عرض پهنک و تعداد کل برگ، اندازه‌گیری به‌صورت هر ماه یک بار و از تمام گیاهان انجام شد و در صورت وجود گل، صفات گل نیز اندازه‌گیری شد. سایر صفات در پایان آزمایش و با سه تکرار اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری طول دمبرگ از محل اتصال پهنک به دمبرگ تا انتهای دمبرگ، برای اندازه‌گیری طول پهنک از نوک پهنک تا محل اتصال دمبرگ به پهنک، و جهت اندازه‌گیری عرض پهنک از عریض‌ترین بخش پهنک استفاده شد. برای اندازه‌گیری طول دمگل، از قاعدهٔ دمگل (محل اتصال به ساقه) تا محل اتصال آن به اسپات، برای اندازه‌گیری طول اسپات از محل اتصال دمگل به اسپات تا نوک اسپات و برای عرض اسپات از عریض‌ترین بخش آن استفاده شد. اندازهٔ گل با استفاده از روش (Dufour & Guerin, 2003) و به‌صورت مجموع طول و عرض اسپات تقسیم بر دو به دست آمد. تمام صفات اشاره‌شده توسط خط‌کش و برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. تعداد کل برگ‌های رشدیافته طی دورهٔ کشت شمارش و ثبت شد. سطح برگ هر بوته در پایان دوره آزمایش توسط دستگاه leaf area meter ΔT England برحسب سانتی‌مترمربع اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن تر ریشه‌ها، آن‌ها از بوتهٔ مادری جدا و توزین شدند، سپس به مدت چهار روز در آون ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفتند و پس از خارج‌کردن آن‌ها، وزن خشک ریشه‌ها با ترازوی دقیق خوانده شد. پس از برداشت قسمت‌های هوایی گیاهان و توزین آن‌ها، به مدت چهار روز در آون ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفتند و پس از خارج‌کردن آن‌ها از آون، وزن خشک شاخساره با ترازو اندازه‌گیری شد. تجزیهٔ واریانس داده‌ها با کمک نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه‌های میانگین با کمک آزمون چنددامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیهٔ واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کیفیت نور در محیط ریشه بر تعداد کل برگ در سطح احتمال ۱درصد معنادار بود (جدول ۲)، به‌طوری‌که بیشترین تعداد برگ در رنگ مشکی محیط ریشه با میانگین ۱۲/۷۵ و کمترین تعداد برگ در رنگ آبی محیط ریشه

Archive of SID

www.SID.ir

با میانگین ۱۰/۵۰ مشاهده شد (جدول ۳). در گیاه ژربرا و در شرایط اروپونیک، تاریکی در محیط ریشه بیشتر از شرایط نور در محیط ریشه، تعداد برگ را افزایش داد (Afzalipoor *et al.*, 2011). اثر کیفیت نور در محیط ریشه بر طول دمبرگ معنادار نبود (جدول ۲).

جدول ۱. نتایج تجزیهٔ واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده در گیاه آنتوریوم

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات							
		وزن تر شاخساره	وزن تر ریشه	وزن خشک شاخساره	وزن خشک ریشه	سطح برگ	طول دمگل	طول اسپات	عرض اسپات	اندازه گل
تکرار	۲	۳۴/۹۳ ns	۳۹/۶۷ ns	۱/۵۵ **	۰/۷۸ ns	۴۶۲۷۸/۶۳ ns	۴/۱۰ ns	۱/۱۹ ns	۳/۷۹ ns	۱/۴۱ ns
کیفیت نوردرمحیط ریشه	۲	۲۰۲/۶۱ **	۶۳۲/۹۲ *	۴/۲۳ **	۳/۶۵ *	۳۸۸۶۵/۳۹ ns	۱۰۵/۱۰ ns	۴/۰۲ ns	۱/۰۷ ns	۲/۰۵ ns
محلول‌پاشی برگی کلسیم	۱	۰/۰۸ ns	۴۷/۲۱ ns	۰/۶۳ ns	۰/۰۷ ns	۲۸۶۴۴/۲۱ ns	۱/۸۰ ns	۰/۰۹ ns	۱/۶۹ ns	۰/۶۵ ns
کیفیت نور در محیط ریشه*محلول‌پاشی برگی کلسیم	۲	۷۶/۹۰ *	۱۶۱/۰۴ ns	۰/۹۱ *	۰/۸۲ ns	۴۳۳۰۷/۸۹ ns	۸۵/۸۲ ns	۱/۱۱ ns	۱/۹۲ ns	۰/۵۹ ns
خطا	۱۰	۱۲/۶۴	۱۱۰/۷۲	۰/۲۰	۰/۶۶	۲۰۲۷۰/۶۳	۳۱/۶۶	۲/۵۵	۲/۰۶	۲/۰۶
درصد ضریب تغییرات	-	۷/۵۸	۱۴/۳۷	۶/۰۹	۱۳/۶۱	۲۱/۹۶	۳۱/۷۴	۲۷/۲۶	۲۲/۱۴	۲۳/۲۴

**، * و ns به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار در سطح ۱درصد، ۵درصد و وجودنداشتن تفاوت معنادار است.

جدول ۲. نتایج تجزیهٔ واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده در گیاه آنتوریوم

منابع تغییرات	درج آزادی	میانگین مربعات			
		طول دمبرگ	طول پهنک	عرض پهنک	تعداد کل برگ
تکرار	۴	۸/۵۷ *	۲/۷۰ *	۱/۹۲ *	۳/۰۶ ns
کیفیت نور در محیط ریشه	۲	ns۶/۱۹	۴/۸۱ **	۳/۶۴ **	۱۲/۷۱ **
محلول‌پاشی برگی کلسیم	۱	۰/۶۱ ns	۰/۱۰ ns	۰/۳۸ ns	۱۹/۲۰ **
کیفیت نور در محیط ریشه*محلول‌پاشی برگی کلسیم	۲	۵/۵۱ ns	۰/۵۳ ns	۰/۶۴ ns	۰/۹۳ ns
خطا	۲۰	۲/۰۱	۰/۷۲	۰/۵۵	۱/۸۲
درصد ضریب تغییرات	-	۱۲/۴۳	۱۰/۳۷	۹/۸۹	۱۱/۵۷

**، * و ns به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار در سطح ۱درصد، ۵درصد و وجودنداشتن تفاوت معنادار است.

نور آبی می‌تواند رشد گیاه را از طریق تغییر در میزان هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها کنترل کند، به‌طوری‌که وقتی نور آبی به گیاهچه‌های برنج تابیده شد، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان IAA برای کاهش IAA آزاد افزایش یافت و از رشد گیاهچه‌های برنج جلوگیری شد (Wang *et al.*, 2007). تأثیر تیمار کیفیت نور در محیط ریشه در سطح احتمال ۱ درصد بر طول پهنک معنادار بود (جدول ۲)، به‌طوری‌که بیشترین طول پهنک در رنگ آبی محیط ریشه (میانگین ۸/۹۳ سانتی‌متر) و کمترین طول پهنک در رنگ مشکی محیط ریشه (میانگین ۷/۶۱ سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول ۳). احتمالاً با افزایش تعداد برگ در تیمار رنگ مشکی محیط ریشه ابعاد برگ‌ها کوچک‌تر شده و طول پهنک کاهش یافته است و در رنگ آبی محیط ریشه با کاهش تعداد برگ‌ها شرایط مناسب‌تری برای رشد هر برگ وجود داشته است به‌طوری‌که طویل‌ترین پهنک در رنگ آبی محیط ریشه وجود داشته است. اثر کیفیت نور در محیط ریشه بر عرض پهنک در سطح احتمال ۱درصد معنادار بود (جدول ۲) و رنگ آبی محیط ریشه با میانگین ۸/۱۹ سانتی‌متر بیشترین و رنگ مشکی محیط ریشه با میانگین ۷/۰۵ سانتی‌متر کمترین تأثیر را بر افزایش عرض پهنک داشت (جدول ۳). افزایش ابعاد برگ مانند طول و عرض پهنک در رنگ آبی محیط ریشه ممکن است به‌علت کاهش تعداد برگ‌ها در این تیمار باشد. اثر کیفیت نور در محیط ریشه بر وزن تر شاخساره در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود (جدول ۱)، به‌طوری‌که وزن تر شاخساره در رنگ مشکی محیط ریشه بیشترین (میانگین ۵۳/۵۲ گرم) و در رنگ قرمز محیط ریشه کمترین (میانگین ۴۲/۷۷ گرم) مقدار را نشان داد (جدول ۳). افزایش وزن تر شاخساره در رنگ مشکی محیط ریشه ممکن است به‌دلیل افزایش تعداد برگ‌ها در این تیمار باشد. در گیاه ژربرا و در شرایط

Archive of SID

www.SID.ir

اروپونیک، شرایط تاریکی در محیط ریشهٔ وزن تر شاخساره را بیشتر از شرایط نور در محیط ریشه افزایش داد (Afzalipoor *et al*., 2011). اثر کیفیت نور در محیط ریشه بر وزن خشک شاخساره در سطح احتمال ۱درصد معنادار بود (جدول ۱) و مقدار وزن خشک شاخساره در رنگ مشکی محیط ریشه بیشترین (میانگین ۸/۳۳ گرم) و در رنگ قرمز محیط ریشه کمترین (میانگین ۶/۷۲ گرم) مقدار بود (جدول ۳). در گیاه ژربرا و در شرایط اروپونیک تاریکی در محیط ریشه نسبت به شرایط وجود نور در محیط ریشه به میزان بیشتری وزن خشک شاخساره را افزایش داد (Afzalipoor *et al*., 2011). تأثیر کیفیت نور در محیط ریشه بر میزان وزن تر ریشه در سطح احتمال ۵درصد معنادار بود (جدول ۱) و رنگ مشکی محیط ریشه با میانگین ۸۴/۷۲ گرم بیشترین تأثیر و رنگ آبی محیط ریشه با میانگین ۶۴/۹ گرم کمترین اثر را در افزایش وزن تر ریشه داشت (جدول ۳). در کشت اروپونیک ژربرا شرایط تاریکی در محیط ریشه وزن تر ریشه را بیشتر از شرایط نور در محیط ریشه افزایش داد (Afzalipoor *et al*., 2011). اثر کیفیت نور در محیط ریشه بر وزن خشک ریشه در سطح احتمال ۵درصد معنادار بود (جدول ۱)، به‌طوری‌که رنگ مشکی محیط ریشه بیشترین (میانگین ۶/۷۰ گرم) و رنگ آبی محیط ریشه کمترین (میانگین ۵/۱۵ گرم) وزن خشک ریشه را نشان داد (جدول ۳).

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین اثرات اصلی در صفات اندازه‌گیری‌شده در گیاه آنتوریوم

کیفیت نور در محیط ریشه	وزن تر شاخساره (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک شاخساره (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	طول پهنک (سانتی‌متر)	عرض پهنک (سانتی‌متر)	تعدادکل برگ
رنگ مشکی	۵۳/۵۲a	۸۴/۷۲a	۸/۳۳a	۶/۷۰a	۷/۶۱b	۷/۰۵b	۱۲/۷۵a
رنگ آبی	۴۴/۳۲b	۶۴/۹b	۷/۱۲b	۵/۱۵b	۸/۹۳a	۸/۱۹a	۱۰/۵۰b
رنگ قرمز	۴۲/۷۷b	۷۰/۱۳b	۶/۷۲b	۶/۰۵ab	۷/۹۲b	۷/۳۰b	۱۱/۷۵ab

مقایسهٔ میانگین براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵درصد است، حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهندهٔ نبودن اختلاف معنادار است.

در کشت اروپونیک ژربرا شرایط تاریکی در محیط ریشه نسبت به شرایط نور در محیط ریشه سبب افزایش بیشتر وزن خشک ریشه‌ها شد (Afzalipoor *et al*., 2011). تأثیر محلول‌پاشی برگی بر تعداد کل برگ در سطح احتمال ۱درصد معنادار بود (جدول ۲) و تعداد برگ در تیمار محلول‌پاشی برگی با نیترات کلسیم (میانگین ۱۰/۸۷) کمتر از محلول‌پاشی برگی با آب مقطر (میانگین ۱۲/۴۷) بود (جدول ۴). گیاه آنتوریوم بومی مناطق گرمسیری و مرطوب است و با توجه به ریزش فراوان باران در این مناطق برگ‌های این گیاهان احتمالاً به وجود املاح در آب حساس هستند و شرایط محلول‌پاشی برگی با نیترات کلسیم سبب کاهش تعداد برگ شده است. محلول‌پاشی کلسیم و منیزیم تعداد ساقه را در گیاه پونهٔ کوهی با میانگین ۲۳درصد افزایش داد (Dordas, 2009).

جدول ۴. مقایسهٔ میانگین اثرات اصلی در صفات اندازه‌گیری‌شده در گیاه آنتوریوم

محلول‌پاشی برگی	تعداد کل برگ
آب مقطر	۱۲/۴۷a
نیترات کلسیم	۱۰/۸۷b

مقایسهٔ میانگین براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵درصد است، حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهندهٔ نبودن اختلاف معنادار است.

تأثیر محلول‌پاشی برگی بر طول دمبرگ معنادار نبود (جدول ۲). کاربرد محلول‌پاشی برگی با نیترات کلسیم در غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر ارتفاع گیاه بنت قنسول را به‌طور معنادار تا ۱۵/۳درصد افزایش داد (Areolla *et al*., 2008). در گیاه پونهٔ کوهی کاربرد محلول‌پاشی برگی نیترات کلسیم روی ارتفاع گیاه مؤثر بود به‌طوری‌که در شاهد گیاهان کوتاه‌تر بودند و در طول ۲ سال، ارتفاع گیاه ۱۰ درصد افزایش داشت

Archive of SID

www.SID.ir

(Dordas, 2009). تیمار محلول‌پاشی برگی بر صفت طول پهنک اثر معناداری نداشت (جدول ۲). تأثیر محلول‌پاشی برگی بر عرض پهنک معنادار نبود (جدول ۲). کاربرد محلول‌پاشی برگی بر وزن تر شاخساره تأثیر معناداری نداشت (جدول ۱). کاربرد محلول‌پاشی برگی بر وزن خشک شاخساره اثر معنادار نداشت (جدول ۱). کاربرد محلول‌پاشی برگی نیترات کلسیم میزان وزن خشک گیاه پونهٔ کوهی را در مقایسه با شاهد، به میزان ۲۲ درصد افزایش داد (Dordas, 2009). تیمار محلول‌پاشی برگی بر وزن تر و خشک ریشه اثر معنادار نشان نداد (جدول ۱). اثر متقابل کیفیت نور در محیط ریشه در محلول‌پاشی برگی بر تعداد کل برگ معنادار نبود (جدول ۲). اثر متقابل کیفیت نور در محیط ریشه در محلول‌پاشی برگی بر طول دمبرگ معنادار نبود (جدول ۲). اثر متقابل کیفیت نور در محیط ریشه در محلول‌پاشی برگی بر طول پهنک معنادار نبود (جدول ۲). اثر متقابل کیفیت نور در محیط ریشه در محلول‌پاشی برگی بر عرض پهنک معنادار نبود (جدول ۲). اثر متقابل کیفیت نور در محیط ریشه در محلول‌پاشی برگی بر میزان وزن تر شاخساره در سطح احتمال ۵درصد معنادار بود (جدول ۱) و بیشترین مقدار وزن تر شاخساره مربوط به تیمار رنگ مشکی محیط ریشه و محلول‌پاشی برگی با آب مقطر با (میانگین ۵۷/۱۳ گرم) و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار رنگ قرمز محیط ریشه و محلول‌پاشی برگی با آب مقطر با (میانگین ۳۹/۲۳ گرم) بود (جدول ۵). اثر متقابل کیفیت نور در محیط ریشه در محلول‌پاشی برگی بر وزن خشک شاخساره در سطح احتمال ۵ درصد معنادار بود (جدول ۱)، به‌طوری‌که تیمار رنگ مشکی محیط ریشه و محلول‌پاشی برگی با آب مقطر بیشترین و تیمار رنگ قرمز محیط ریشه و محلول‌پاشی برگی با آب مقطر کمترین وزن خشک شاخساره را به‌ترتیب با (میانگین‌های ۸/۴۵ و ۶/۰۹ گرم) نشان داد (جدول ۵). اثر متقابل کیفیت نور در محیط ریشه در محلول‌پاشی برگی بر وزن تر و خشک ریشه اثر معنادار نداشت (جدول ۱).

جدول ۵. مقایسهٔ میانگین اثرات متقابل در صفات اندازه‌گیری‌شده در گیاه آنتوریوم

کیفیت نور در محیط ریشه*محلول‌پاشی برگی	وزن تر شاخساره (گرم)	وزن خشک شاخساره (گرم)
رنگ مشکی*آب مقطر	۵۷/۱۳a	۸/۴۵a
رنگ مشکی*نیترات کلسیم	۴۹/۹۰b	۸/۲۱a
رنگ آبی*آب مقطر	۴۴/۰۳bc	۷/۰۶b
رنگ آبی* نیترات کلسیم	۴۴/۶۰bc	۷/۱۸b
رنگ قرمز*آب مقطر	۳۹/۲۳c	۶/۰۹c
رنگ قرمز* نیترات کلسیم	۴۶/۳۰b	۷/۳۴b

مقایسهٔ میانگین براساس آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵درصد، حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهندهٔ نبودن اختلاف معنادار است.

تأثیر کیفیت نور در محیط ریشه، محلول‌پاشی برگی و اثر متقابل کیفیت نور در محیط ریشه در محلول‌پاشی برگی بر صفات زایشی گیاه مانند، طول دمگل، طول اسپات، عرض اسپات و اندازهٔ گل معنادار نبود (جدول ۱). در گل لاله گیاهانی که با نیترات کلسیم پیش‌رس شدند با داشتن ساقه‌های گل‌دهندهٔ بلندتر برای استفاده تجاری مناسب‌تر بودند (Nelson, 1998). از آنجا که گیاه آنتوریوم گیاهی کندرشد است و گیاهچه‌های آزمایش‌شده در مرحلهٔ رشد رویشی و در فاز منوپودیال رشدی بودند، برای تأثیر تیمارها بر صفات زایشی احتمالاً نیاز به بررسی در زمان طولانی‌تری بوده باشد. دو گونهٔ آنتوریوم *Anthurium andreanum* و *Anthurium scherzerianum* دوره نونهالی دارند که به دنبال آن یک دوره زایشی وجود دارد (Christensen, 1971). در اولین فاز رشدی گیاه یک برگ و یک جوانهٔ جانبی در هر گره تولید می‌کند، این مرحلهٔ رشدی فاز منوپودیال است که با فعالیت یک مریستم انتهایی ادامه می‌یابد. به دنبال آن فاز سیمپودیال است که با رشد مریستم انتهایی گل‌آذین ظاهر می‌شود (Dufour & Guerin, 2003).

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که به‌دلیل تمایل ذاتی گیاه به تاریکی در محیط ریشه، رنگ مشکی محیط ریشه بهترین تأثیر را بر خصوصیات رشدی گیاه آنتوریوم مطالعه‌شده داشته است. همچنین به‌علت سازگاری این گیاه به نواحی پرباران و مرطوب گرمسیری، به محلول‌پاشی برگی نیترات کلسیم پاسخ مثبتی نمی‌دهد و با توجه به اهمیت عنصر کلسیم در بهبود عمر گل‌جای و استحکام دیوارۀ سلولی و همچنین حساسیت این گیاه به کمبود کلسیم که سبب رنگ‌پریدگی اسپات می‌شود، پیشنهاد می‌شود بررسی تیمارهای کلسیمی از طریق افزودن به محلول غذایی انجام شود.

REFERENCES

1. Afzalipoor, M. (2011). *Study of the best nutrient solution and its spraying interval and effect of light root media in aeroponic of Gerbera*. M.Sc . Thesis. Faculty of Agricultural Science and Technology. University of Tehran, Iran. (In Farsi).
2. Arreola, J. A., Castillo Gonzales, A. M., Valdez Aguilar, L. A., Teresa Colinas leon, M., Pineda Pineda, J & Avita Garcia, E. (2008). Effect of Calcium, Boron and Molybdenum on Plant Growth and Bract Pigmentation in Poinsettia. *Fitotecgenetica Mexicana*, 31(2), 165-172.
3. Board, N. (2011). *Tropical,subtropical fruits and flowers cultivation*. National institute of industrial research. 590 pp.
4. Christensen, O. V. (1971). Morphological studies on the growth and flowering of *Anthrium scherzerianum* Schott. and *Anthurium andreanum* Lind. *Tidsskrift for Planteavl*, 75, 793-798.
5. Christie, C. B. & Nichols. M. A. (2004). Aeroponics: A production system and research tool. *Acta Horticulturae*, 648, 185-190.
6. De Capdeville, G ., Maffia, L. A., Finger, F. L. & Batista, U. G. (2005). Pre-harvest calcium sulfate applications affect vase life and severity of gray mold in cut roses. *Scientia Horticulturae*, 103, 329-338.
7. Desimone, S., Oka, Y. & Inoue, Y (2000a). Effect of Light on Root Hair Formation in *Arabidopsis thaliana* Phytochrome-Deficient Mutants. *Journal of Plant Research*, 113, 63-69.
8. Desimone, S., Oka, Y., Nishioka, N., Tadano, S. & Inoue, Y. (2000b). Evidence of phytochrome mediation in the low-pH-induced root hair formation process in lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Grand Rapids) seedlings. *Journal of plant Research*, 113, 45-53.
9. Dordas, Ch. (2009). Foliar application of calcium and magnesium improves growth, yield, and essential oil yield of oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*). *Industrial crops and products*, (29), 599–608.
10. Dufour, L. & Guerin, V. (2003). Growth, developmental features and flower production of *Anthurium andreanum* Lind. in tropical conditions. *Scientia Horticulturae*, 98, 25–35.
11. Gerasopoulos, D. & Chebli, B. (1999). Effects of pre and postharvest calcium applications on the vase life of cut gerberas. *Journal of Horticultural Science & Biology*, 74, 78-81.
12. Ghasemi ghahsare, M. & Kafi, M. (2008). *Practical and scientific floriculture*. (2nd ed.). Isfahan. Golbon. (In Farsi).
13. Jowkar, A. (2006). *A Study on the most appropriate nutrient solution and spray time in aeroponic culture of Rose*. M.Sc . Thesis. Faculty of Agricultural Science and Technology. University of Tehran, Iran. (In Farsi).
14. Loracnis, H., Benitez, B. & Domini, M. E. (2007). Effect of an oligalacturonide mixture on *Anthurium andreanum* growth and development. *Cultivos Tropicales*, 28(4), 83-86.
15. Molas, M. L., Kiss, J. Z. & Correll M. J. (2006). Gene profiling of the red light signalling pathways in roots. *Journal of Experimental Botany*, 57(12), 3217–3229.
16. Nelson, P. V. & NiedzielaJr, C. E. (1998). Effect of ancymidol in combination with temperature regime, calcium nitrate, and cultivar selection on calcium deficiency symptoms during hydroponic forcing of tulip. *Scientia Horticulturae*, 74, 207–218.
17. Ronaghi, A. & Maftoon, M. (2004). *Hydropoic: Practical guidance for hydroponic producer*. Shiraz university. 273 pp. (In Farsi)..
18. Roostaie, A. (2006). *Culture out the soil. (Hydroponic Culture*). Tehran university jehad. 436 pp. (In Farsi).
19. Sergio, J. S. N. (2007). *Effects of pre- and postharvest calcium supplementation on longevity of sun flower* (*Helianthus annuus* CV. superior sunset). M.Sc. Thesis. Faculty of the louisiana state university.
20. Wang, Y. X., Wang, Z., Suo, B., GU, Y. J., Wang, H. H., Chen, Y. H. & Dai, Y. X. (2007). Discussion on Photoreceptor for negative phototropism in rice roots. *Rice Science*, 14(4), 315-318.
21. Winston, E & Pathmanathan, U. (2008). Morphophysiological characteristics associated with vase life of cut flowers of Anthurium. *Horticulturae Science*, 43(3), 825–831.

Archive of SID

www.SID.ir