

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

زهرا شهبانی^۱، محسن کافی^{۲*}، روح‌انگیز نادری^۳ و تکتیم‌سادات 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 ریشه گیاه آنتوریوم مطالعه شد. به دلیل اهمیت عنصر کلسیم در افزایش عمر و استحکام گل‌های بریده و حساسیت گل آنتوریوم به کمبود کلسیم و عارضه رنگ‌پریدگی اسپات، از محلول پاشی برگی نیترات کلسیم استفاده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی در سال ۱۳۸۹-۱۳۹۰ در گلخانه 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 محلول پاشی برگی در دو مقدار (محلول پاشی با آب مقطر "بدون کلسیم" و محلول پاشی با نیترات کلسیم با غلظت ۱۰ میلی‌مولار) به کار 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 محلول پاشی برگی نیترات کلسیم فقط بر صفت تعداد برگ در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنادار داشت و سبب کاهش تعداد برگ‌ها شد. رنگ مشکی محیط ریشه و محلول پاشی برگی با آب مقطر در بین تیمارهای بررسی شده بهترین تأثیر را بر ویژگی‌های رشدی گیاه آنتوریوم مطالعه شده داشت.

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

مقدمه

آراسه است (Dufour & Guerin, 2003). مزیت آن در گل‌آرایی داشتن دمگل بسیار بلند، طول عمر زیاد گل بریده و طولانی بودن دوران گل‌دهی آن است (Ghasemi & Kafi, 2008). به‌طور کلی، 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 از جمله

گل‌های بریده به‌منزله 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 andreaeanum* متعلق به خانواده

گیاه ژربرا بررسی و مشخص شد که محلول پاشی کلسیم عمر گل جای را افزایش و عارضه خمیدگی گردن گل را کاهش می‌دهد (Gerasopoulos & Chebli, 1999). محلول پاشی برگ‌گی 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 به صورت قبل و پس از برداشت بر روی گل آفتاب‌گردان شاخه‌بریده رقم Superior sunset نشان داد که کلسیم می‌تواند با تأخیر انداختن تخریب غشای سلولی سبب تأخیر پیری شود (Sergio, 2007). تأثیر محلول پاشی برگ‌گی 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 محلول پاشی برگ‌گی نیترات کلسیم با غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر ارتفاع گیاه بنت قنسول را به طور معناداری تا ۱۵/۳ درصد 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 محلول پاشی برگ‌گی نیترات کلسیم بر صفات رشدی گیاه آنتوریوم در سیستم اروپونیک است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه 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 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۳۱۶ متر از سطح دریا)، از اواخر آبان ۱۳۸۹ تا اواخر مرداد ۱۳۹۰ انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با پنج تکرار انجام شد. عوامل بررسی شده شامل پرتوهای نور در محیط ریشه و محلول پاشی برگ‌گی بود. برای اعمال تیمار پرتوهای نور در محیط ریشه از رنگ‌های مختلف ظروف کشت و در سه سطح مشک، آبی و قرمز استفاده شد. ظروف کشت استفاده شده همگی از جنس پلی‌اتیلن ضخیم و در اندازه ۴۰ لیتر دارای قطر مقطع ۲۸ سانتی‌متر بودند.

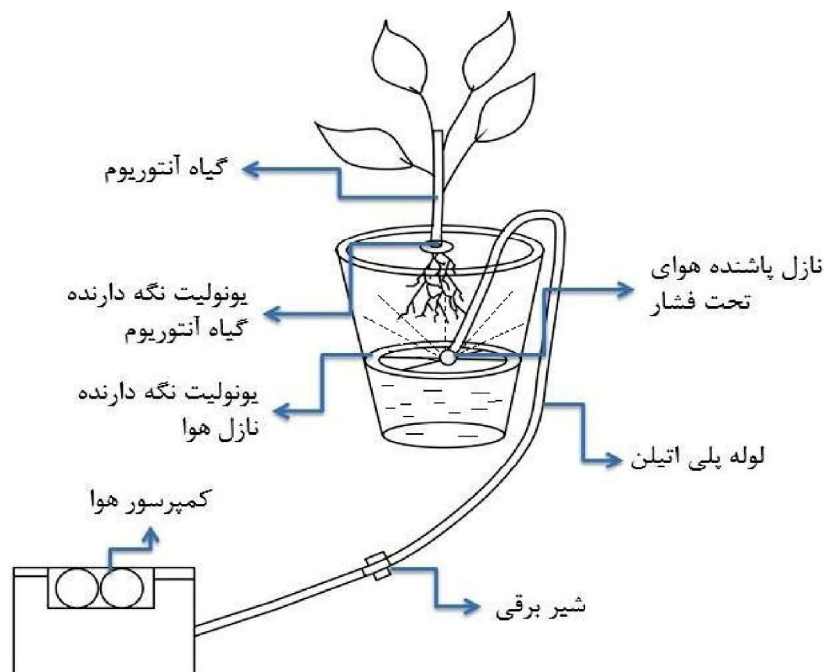
کشت‌های بدون خاک هستند که بیشتر به آن‌ها توجه شده است. اروپونیک نوع پیشرفته‌ای از هیدروپونیک است که در آن ریشه‌های گیاهان در یک محفظه بسته قرار دارند و به طور متناوب با یک محلول غذایی کاملاً پودر شده محلول پاشی می‌شود (Christie & Nichols, 2004). در این سیستم بهترین نوع هوارسانی وجود دارد و عمل پاشش محلول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

نور یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی برای رشد و بقای گیاهان است که فرایندهایی همچون جوانه‌زنی، بذری، رشد و رشد نکردن هیپوکوتیل، توسعه 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، طویل شدن ریشه‌های اولیه، نورگرایی منفی و مثبت، سبز شدن ریشه‌ها و تولید متابولیت‌های ثانویه را تنظیم کند (Molas *et al.*, 2006). تغییر در کیفیت نور به طور 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 ریشه گیاهچه‌های برنج، نشان داد که نور آبی می‌تواند رشد گیاه را از طریق تغییر در میزان هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها کنترل کند، به طوری که 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 خم شدن 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 کلرید کلسیم به صورت قبل و بعد از برداشت روی

غذایی استفاده شد بدین صورت 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 سپری شدن 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 به صورت اتوماتیک شروع به پرکردن هوای متراکم درون مخزن می‌کرد. گیاهچه‌های استفاده شده در این آزمایش، از کولتیوار Spice و در مرحله 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 باقی‌مانده بستر عاری شوند. برای استقرار گیاهان، در محفظه‌های کشت بریده شد و سپس یونولیت‌هایی به همین قطر و به صورت دو نیم‌دایره درون این سوراخ‌ها قرار گرفت تا گیاهان را به طور محکم و ثابت روی محفظه‌های کشت نگه دارد (شکل ۱).

تیمار محلول پاشی برگی در دو مقدار [محلول پاشی با آب مقطر (بدون کلسیم) و محلول پاشی با نترات کلسیم با غلظت ۱۰ میلی‌مولار] به کار 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 به کار رفت و لوله‌های پلی‌اتیلنی به قطر ۶ میلی‌متر به لوله‌های اصلی متصل شد تا هوا را به طور متناوب به ظروف کشت پلی‌اتیلنی ۴۰ لیتری وارد کنند. در قسمت پایین هر محفظه کشت یک نازل پاشش تورو (Toro Centurion Jet Australia) به کمک یونولیت روی سطح محلول غذایی شناور بود. برای فشرده کردن 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 به منظور اعمال زمان پاشش محلول



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

ماکرو: KH_2PO_4 (۱/۸)، KNO_3 (۲/۴)، $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (۳/۱)، NH_4NO_3 (۲)، MgSO_4 (۱/۱)، HNO_3 (برحسب میلی‌اکی‌والان در لیتر) و نمک‌های

در هر ردیف، ظروف کشت به وسیله لوله‌های پلی‌اتیلنی به هم متصل و محلول غذایی موجود در تمام ظروف کاملاً یکسان بود. محلول غذایی شامل نمک‌های

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 قاعده 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. اندازه 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 دوره کشت شمارش و ثبت شد. سطح برگ هر بوته در پایان دوره آزمایش توسط دستگاه ΔT England leaf area meter برحسب سانتی‌متر مربع اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن تر ریشه‌ها، آن‌ها از بوته مادری جدا و توزین شدند، سپس به مدت چهار روز در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و پس از خارج کردن 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 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و پس از خارج کردن آن‌ها از آون، وزن خشک شاخساره با ترازو اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها با کمک نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه‌های میانگین با کمک آزمون چنددامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کیفیت نور در محیط ریشه بر تعداد کل برگ در سطح احتمال ۱ درصد 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

میکرو: (۰/۴) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ، (۰/۶) $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ، (۱/۶) H_3BO_3 ، (۲/۴) $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ، (۵) EDTA-Fe، (۷/۲) $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (برحسب میلی‌گرم در لیتر) و نیز از یک ترکیب آلی با عنوان اسیدهیومیک مایع (هیومستر اسپانیایی با ۱۲ درصد وزنی / وزنی اسیدهیومیک و ۳ درصد وزنی / وزنی فولویک اسید) 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 برگ با نیترات کلسیم اعمال شد. محلول‌پاشی برگ در چهار مرحله و به‌صورت هفته‌ای یک‌بار انجام شد. محلول‌پاشی، صبح زود و در دمای ۲۲- ۱۸ درجه 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 برگ شدند. نمک نیترات کلسیم به‌کاررفته درصدهای نیتروژن و کلسیم به صورت مقابل داشت: نیتروژن کل (۱۵/۵ درصد) که شامل: نیترات ۱۴/۴ درصد و آمونیوم ۱/۱ درصد، اکسیدکلسیم (۲۶/۳ درصد) و کلسیم (۱۹ درصد) بود. به‌دلیل حساسیت گیاه آنتوریوم به دمای کمتر از ۱۳ درجه 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 خنک کردن گلخانه از سیستم پوشال و پنکه و دو کولر استفاده شد که خاموش و روشن شدن سیستم پوشال و پنکه نیز با ترموستات کنترل می‌شد تا دمای محیط به بیش از ۳۵ درجه سانتی‌گراد نرسد. به‌دلیل رطوبت‌پسند بودن گیاه آنتوریوم و به‌منظور افزایش رطوبت گلخانه از یک دستگاه رطوبت‌ساز در طول روز استفاده شد تا رطوبت در حد ۵۰ تا ۶۰ 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

با میانگین ۱۰/۵۰ مشاهده شد (جدول ۳). در گیاه ژبریا 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 تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در گیاه آنتوریوم

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر شاخساره	وزن تر ریشه	وزن خشک شاخساره	وزن خشک ریشه	میانگین مربعات		
						سطح برگ	طول دمگل	طول اسپات
تکرار	۲	۳۴/۹۳ ^{ns}	۳۹/۶۷ ^{ns}	۱/۵۵ ^{**}	۰/۷۸ ^{ns}	۴۶۲۷۸/۶۳ ^{ns}	۴/۱۰ ^{ns}	۱/۱۹ ^{ns}
کیفیت نور در محیط ریشه	۲	۲۰۲/۶۱ ^{**}	۶۳۲/۹۲ [*]	۴/۲۳ ^{**}	۳/۶۵ [*]	۳۸۸۶۵/۳۹ ^{ns}	۱۰۵/۱۰ ^{ns}	۴/۰۳ ^{ns}
محلول پاشی برگ کلسیم	۱	۰/۰۸ ^{ns}	۴۷/۲۱ ^{ns}	۰/۶۳ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۲۸۶۴۴/۲۱ ^{ns}	۱/۸۰ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}
کیفیت نور در محیط ریشه*محلول پاشی برگ کلسیم	۲	۷۶/۹۰ [*]	۱۶۱/۰۴ ^{ns}	۰/۹۱ [*]	۰/۸۲ ^{ns}	۴۳۳۰۷/۸۹ ^{ns}	۸۵/۸۲ ^{ns}	۱/۱۱ ^{ns}
خطا	۱۰	۱۲/۶۴	۱۱۰/۷۲	۰/۲۰	۰/۶۶	۲۰۲۷۰/۶۳	۳۱/۶۶	۲/۵۵
درصد ضریب تغییرات	-	۷/۵۸	۱۴/۳۷	۶/۰۹	۱۳/۶۱	۲۱/۹۶	۳۱/۷۴	۲۷/۲۶

***، * و ns به ترتیب نشان‌دهنده تفاوت معنادار در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و وجودنداشتن تفاوت معنادار است.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در گیاه آنتوریوم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		طول دمبرگ	طول پهنک	عرض پهنک
تکرار	۴	۸/۵۷ [*]	۲/۷۰ [*]	۱/۹۲ [*]
کیفیت نور در محیط ریشه	۲	۶/۱۹ ^{ns}	۴/۸۱ ^{**}	۳/۶۴ ^{**}
محلول پاشی برگ کلسیم	۱	۰/۶۱ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۳۸ ^{ns}
کیفیت نور در محیط ریشه*محلول پاشی برگ کلسیم	۲	۵/۵۱ ^{ns}	۰/۵۳ ^{ns}	۰/۶۴ ^{ns}
خطا	۲۰	۲/۰۱	۰/۷۲	۰/۵۵
درصد ضریب تغییرات	-	۱۲/۴۳	۱۰/۳۷	۹/۸۹

***، * و ns به ترتیب نشان‌دهنده تفاوت معنادار در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و وجودنداشتن تفاوت معنادار است.

آبی محیط ریشه وجود داشته است. اثر کیفیت نور در محیط ریشه بر عرض پهنک در سطح احتمال ۱ درصد 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 به علت 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)، به طوری که 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 به دلیل افزایش تعداد برگ‌ها در این تیمار باشد. در گیاه ژبریا و در شرایط

نور آبی می‌تواند رشد گیاه را از طریق تغییر در میزان هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها کنترل کند، به طوری که 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)، به طوری که 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 به طوری که طویل‌ترین پهنک در رنگ

در سطح احتمال ۵ درصد 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 به شرطی که رنگ محیط ریشه بیشتر (میانگین ۶/۷۰ گرم) و رنگ آبی محیط ریشه کمترین (میانگین ۵/۱۵ گرم) وزن خشک ریشه را نشان داد (جدول ۳).

اروپونیک، شرایط تاریکی در محیط ریشه 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 ۱ درصد 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

جدول ۳. مقایسه میانگین اثرات اصلی در صفات اندازه‌گیری شده در گیاه آنتوریوم

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

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

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 پونه کوهی با میانگین ۲۳ درصد افزایش داد (Dordas, 2009).

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 ۱ درصد 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

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات اصلی در صفات اندازه‌گیری شده در گیاه آنتوریوم

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

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

(Areolla et al., 2008). در گیاه پونه کوهی کاربرد محلول‌پاشی برگی نیترات کلسیم روی ارتفاع گیاه مؤثر بود به طوری که در شاهد گیاهان کوتاه‌تر بودند و در طول ۲ سال، ارتفاع گیاه ۱۰ درصد افزایش داشت

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 فنسول را به‌طور معنادار تا ۱۵/۳ درصد افزایش داد

۲). اثر متقابل کیفیت نور در محیط ریشه در محلول پاشی برگی بر میزان وزن تر شاخساره در سطح احتمال ۵ درصد معنادار بود (جدول ۱) و بیشترین مقدار وزن تر شاخساره مربوط به تیمار رنگ مشکی محیط ریشه و محلول پاشی برگی با آب مقطر با (میانگین ۵۷/۱۳ گرم) و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار رنگ قرمز محیط ریشه و محلول پاشی برگی با آب مقطر با (میانگین ۳۹/۲۳ گرم) بود (جدول ۵). اثر متقابل کیفیت نور در محیط ریشه در محلول پاشی برگی بر وزن خشک شاخساره در سطح احتمال ۵ درصد معنادار بود (جدول ۱)، به طوری که تیمار رنگ مشکی محیط ریشه و محلول پاشی برگی با آب مقطر بیشترین و تیمار رنگ قرمز محیط ریشه و محلول پاشی برگی با آب مقطر کمترین وزن خشک شاخساره را به ترتیب با (میانگین‌های ۸/۴۵ و ۶/۰۹ گرم) نشان داد (جدول ۵). اثر متقابل کیفیت نور در محیط ریشه در محلول پاشی برگی بر وزن تر و خشک ریشه اثر معنادار نداشت (جدول ۱).

(Dordas, 2009). تیمار محلول پاشی برگی بر صفت طول پهنک اثر معناداری نداشت (جدول ۲). تأثیر محلول پاشی برگی بر عرض پهنک معنادار نبود (جدول ۲). کاربرد محلول پاشی برگی بر وزن تر شاخساره تأثیر معناداری نداشت (جدول ۱). کاربرد محلول پاشی برگی بر وزن خشک شاخساره اثر معنادار نداشت (جدول ۱). کاربرد محلول پاشی برگی نیترات کلسیم میزان وزن خشک گیاه پونه کوهی را در مقایسه با شاهد، به میزان ۲۲ درصد افزایش داد (Dordas, 2009). تیمار محلول پاشی برگی بر وزن تر و خشک ریشه اثر معنادار نشان نداد (جدول ۱). اثر متقابل کیفیت نور در محیط ریشه در محلول پاشی برگی بر تعداد کل برگ معنادار نبود (جدول ۲). اثر متقابل کیفیت نور در محیط ریشه در محلول پاشی برگی بر طول دمبرگ معنادار نبود (جدول ۲). اثر متقابل کیفیت نور در محیط ریشه در محلول پاشی برگی بر طول پهنک معنادار نبود (جدول ۲). اثر متقابل کیفیت نور در محیط ریشه در محلول پاشی برگی بر عرض پهنک معنادار نبود (جدول ۲).

جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات متقابل در صفات اندازه‌گیری شده در گیاه آنتوریوم

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

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

احتمالاً نیاز به بررسی در زمان طولانی‌تری بوده باشد. دو گونه آنتوریوم *Anthurium andreaeanum* 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 جوانه جانبی در هر گره تولید می‌کند، این مرحله 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).

تأثیر کیفیت نور در محیط ریشه، محلول پاشی برگی و اثر متقابل کیفیت نور در محیط ریشه در محلول پاشی برگی بر صفات زایشی گیاه مانند، طول دمگل، طول اسپات، عرض اسپات و اندازه گل معنادار نبود (جدول ۱). در گل لاله گیاهانی که با نیترات کلسیم پیش‌رس شدند با داشتن ساقه‌های گل‌دهنده بلندتر برای استفاده تجاری مناسب‌تر بودند (Nelson, 1998). از آنجا که گیاه آنتوریوم گیاهی کندرشد است و گیاهچه‌های آزمایش شده در مرحله رشد رویشی و در فاز منوپودیال رشدی بودند، برای تأثیر تیمارها بر صفات زایشی

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی 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 دیواره 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 *Anthurium 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. & Niedziela Jr, 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). *Hydroptic: 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.