مجله علمی ترویجی گل و گیاهان زینتی (۱۳۹۵)، ۱(۱): ۱-۷

معرفی سیستم بهینه ایروپونیک برای رشد گیاهچه‌های آنتوریوم

شهبانی زهرا، کافی محسن*، نادری روح انگیز

گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

* mkafi@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۰۳/۰۲، تاریخ بررسی مجدد: ۱۳۹٤/۰۷/۰۵، تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۱۰/۲٦

چکیده

برای بررسی اثر فواصل پاشش محلول غذایی، رنگ ظروف کشت و محلول‌پاشی برگی کلسیم بر صفات رویشی گیاهچه‌های آنتوریوم تولید شده در سیستم ایروپونیک، در این تحقیق تیمار زمان به عنوان عامل اصلی و تیمار رنگ ظروف کشت و محلول‌پاشی برگی کلسیم به عنوان عوامل فرعی مورد بررسی قرار گرفتند. تیمار زمان شامل دو سطح ۱) دو دقیقه پاشش، ۳۰ دقیقه عدم پاشش و ۲) دو دقیقه پاشش، ٤٥ دقیقه عدم پاشش محلول غذایی به ریشه‌های گیاهان، تیمار رنگ ظروف کشت شامل سه سطح: مشکی، آبی و قرمز و تیمار محلول‌پاشی برگی شامل دو مقدار: محلول‌پاشی برگی با آب مقطر (بدون کلسیم) و محلول‌پاشی برگی با نیترات کلسیم با غلظت ۱۰ میلی‌مولار بود. نتایج نشان داد، اثر رنگ ظروف کشت بر تعداد گیاهچه‌های تشکیل شده در این سیستم، در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بوده و رنگ آبی سبب تشکیل بیشترین تعداد گیاهچه روی ریشه شد و به عنوان روش تکثیر رویشی برای این گیاه قابل پیشنهاد است. اثر رنگ ظروف کشت بر طول دمبرگ، طول و عرض پهنک و تعداد ریشه معنی‌دار بوده بطوری‌که بیشترین طول دمبرگ و طول و عرض پهنک در رنگ قرمز ظروف کشت و کمترین طول و عرض پهنک در ظرف مشکی تشکیل شد، در حالی‌که بیشترین تعداد ریشه‌ها در رنگ مشکی ظروف کشت وجود داشت. بیشترین طول تک ریشه، در زمان پاشش طولانی‌تر محلول غذایی به ریشه‌ها مشاهده شد. به‌طورکلی، بیشترین تعداد گیاهچه در رنگ آبی ظروف کشت تشکیل شد اما صفاتی مانند طول دمبرگ و طول و عرض پهنک در رنگ قرمز ظروف کشت بیشترین بود.

کلمات کلیدی: آنتوریوم، رنگ (آبی، قرمز، مشکی)، فاصله پاشش، کشت بدون خاک، نیترات کلسیم

مقدمه

آنتوریوم با نام علمی *Anthurium andreanum* متعلق به تیره آراسه می‌باشد (Dufour & Guerin 2003). مزیت آن در گل‌آرایی به‌دلیل داشتن دمگل بسیار بلند، طول عمر زیاد گل بریده و طولانی بودن دوران گلدهی آن است (Ghasemi & Kafi 2008). به‌طورکلی دو نوع سیستم کشت و پرورش گیاهان وجود دارد، کشت در خاک و کشت بدون خاک (Ronaghi & Maftoon 2004). از جمله کشت‌های بدون خاک که بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد کشت هیدروپونیک و اخیرا کشت ایروپونیک (هوا کشت) می‌باشد. ایروپونیک نوع پیشرفته‌ای از هیدروپونیک بوده که ریشه‌های گیاهان در یک محفظه بسته قرار داشته و بطور متناوب با یک محلول غذایی کاملاً پودر شده

[Downloaded from flowerjournal.ir at 23:04 +0330 on Tuesday December 15th 2020]

[DOR: 20.1001.1.26765993.1395.1.1.8.1]

محلول‌پاشی می‌شود (Christie & Nichols 2004). نور یکی از مهمترین عوامل محیطی برای رشد و بقای گیاهان است که فرآیندهایی همچون جوانه‌زنی بذر، رشد و عدم رشد محور زیر لپه، توسعه لپه، رشد کلروپلاست و زمان تا گلدهی را تنظیم می‌کند (Molas *et al*. 2006). 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 (Wang *et al*. 2007). 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 مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که سرعت تشکیل ریشه‌های مویین در pH کم و در نور سفید متوالی افزایش یافته است (Desimon *et al*. 2000b). در گل آنتوریوم کمبود کلسیم سبب رنگ پریدگی اسپات می‌شود (Board 2011). آنتوریوم را می‌توان به روش جنسی (بذر) و روش غیرجنسی (قلمه ساقه، پاجوش و کشت بافت) تکثیر کرد (Pradeepkumar 2008).بطور سنتی برای ازدیاد آنتوریوم از بذر، پاجوش و قلمه انتهایی استفاده می‌شود و سرعت افزایش با این روش‌ها بسیار کم می‌باشد. در ازدیاد بذری درصد زیوایی و تنژیدن بذر پایین بوده و ۳۰-۲۰ ٪ می‌باشد. از طرف دیگر گیاهان حاصل از بذر گوناگونی بسیاری در رنگ، کیفیت، عملکرد و زمان گلدهی نشان می‌دهند (Jahan *et al*. 2009). از آنجا که روشهای سنتی ازدیاد نیاز به صرف زمان زیادی داشته و در روش کشت بافت نیز نیاز به هزینه و استفاده از ترکیبات شیمیایی و هورمون‌های خاص بوده و بدلیل این‌که گیاه آنتوریوم دارای ریشه‌های هوایی است که به هوای کافی در ناحیه بستر نیازمند است از سیستم هوا کشت (ایروپونیک) برای بررسی تولید گیاهچه استفاده شد. بنابراین، هدف از این مطالعه بررسی اثر فواصل پاشش محلول غذایی، رنگ ظروف کشت و تأثیر کاربرد محلول‌پاشی برگی نیترات کلسیم بر تولید گیاهچه‌های آنتوریوم و بررسی صفات آنها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

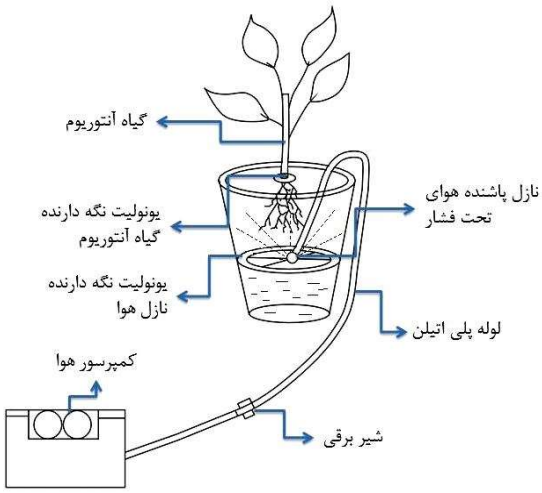
این تحقیق در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم و مهندسی باغبانی و فضای سبز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در شهر کرج انجام گرفت. این پژوهش به‌صورت طرح اسپلیت پلات فاکتوریل بر پایه کاملا تصادفی با پنج تکرار اجرا شد. دو تیمار زمانی به عنوان عوامل اصلی و تیمارهای رنگ‌های مختلف ظروف کشت و محلول‌پاشی برگی کلسیم به عنوان عوامل فرعی مورد بررسی قرار گرفت. زمان پاشش شامل دو سطح: (دو دقیقه پاشش، ۳۰ دقیقه عدم پاشش) و (دو دقیقه پاشش، ٤٥ دقیقه عدم پاشش) محلول غذایی به ریشه‌ها، رنگ ظروف کشت شامل سه سطح: (مشکی، آبی و قرمز) و محلول‌پاشی برگی کلسیم شامل دو مقدار: محلول‌پاشی کلسیم با غلظت ۱۰ میلی مولار بود. ظروف کشت مورد استفاده از جنس پلی‌اتیلن ضخیم و در اندازه ٤٠ لیتر با آب مقطر (بدون کلسیم) و محلول‌پاشی با نیترات بودند (شکل ۱). در این آزمایش از یک نوع جدید سیستم هوا کشت (ایروپونیک) استفاده شد (روش کافی–جوکار)، که محلول غذایی در ظروف کشت ثابت بود و فشار هوای وارد شده به ظروف کشت با برخورد به سطح محلول غذایی سبب پاشش آن به ریشه‌های آویخته گیاهان می‌گردید (شکل ۲). محلول غذایی شامل نمکهای عناصر پر مصرف: KH_2PO_4(۲٤٤/۸)، KNO_3 (۲٤۲/٤)، $Ca(NO_3)_2$ (۲٤٦)، NH_4NO_3 (۲٤۸)، $MgSO_4$ (۲٤۰) ، HNO_3 (٦۹/۳) (بر حسب میلی‌گرم در لیتر) و نمکهای عناصر کم مصرف: $CuSO_4,5H_2o$ (۰/٤)، $(NH_4)_6Mo_7O_{24},4H_2O$ (۰/٦)، H_3BO_3(۱/۲) (۱/٦)، $ZnSO_4,7H_2O$ (۲/٤)، $MnSO_4,4H_2O$ Fe-(٥) EDTA (بر حسب میلی‌گرم در لیتر) و نیز از یک ترکیب آلی با عنوان اسید هیومیک مایع (هیومستر اسپانیایی با ۱۲٪ وزنی/ وزنی اسید هیومیک و ۳٪ وزنی/ وزنی

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-10-31]
Downloaded from flowerjournal.ir at 23:04 +0330 on Tuesday December 15th 2020
[DOR: 20.1001.1.26765993.1395.1.1.8.1]

فولویک اسید) و با غلظت ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر استفاده شد. محلول غذایی در تمام ظروف کاملا یکسان بود. pH محلول روی ۵/۸ تنظیم شد.



شکل ۱- ظروف کشت مورد استفاده از جنس پلی‌اتیلن ضخیم و در اندازه ٤٠ لیتر برای رشد گیاهچه‌های آنتوریوم



شکل ۲- قسمتهای مختلف سیستم ایروپونیک مورد استفاده (Jowkar 2006)

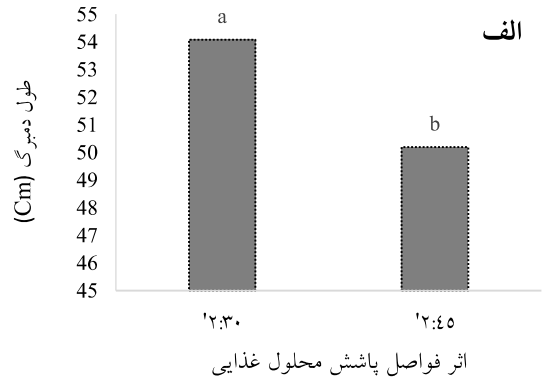
زمانی‌که گیاهان آنتوریوم در این سیستم ٤ تا ٦ برگ جدید تشکیل دادند، تیمار محلول‌پاشی برگی با نیترات کلسیم انجام شد. محلول‌پاشی برگی در چهار مرحله و به‌صورت هفته‌ای یک‌بار اجرا شد. زمان انجام محلول‌پاشی صبح زود و در دمای ۲۲-۱۸ درجه سانتی‌گراد گلخانه بود. مقدار محلول‌پاشی تا حدی بود که برگ‌های گیاه اشباع شده و محلول از سطح برگ ریزش می‌کرد. با تشکیل گیاهچه‌های آنتوریوم روی سطح ریشه گیاهان مادری، در یک زمان گیاهچه‌ها از ظروف کشت دارای رنگ‌های مختلف، جمع‌آوری و تعداد گیاهچه در هر ظرف شمارش و صفات هر یک اندازه‌گیری شد. صفات رویشی گیاهچه‌ها شامل تعداد برگ، طول دمبرگ که توسط خط‌کش و بر حسب سانتی‌متر (Dufour & Guerin 2003) اندازه‌گیری شد. طول پهنک از نوک پهنک تا محل اتصال دمبرگ به پهنک است که توسط خط‌کش و بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد (Dufour & Guerin 2003). عرض پهنک عریض‌ترین بخش پهنک است که توسط خط‌کش و بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد (Dufour & Guerin 2003). تعداد ریشه و نیز طول طویل‌ترین تک ریشه اندازه‌گیری شد که طول طویل‌ترین تک ریشه توسط خط‌کش و بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها با کمک نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسات میانگین با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

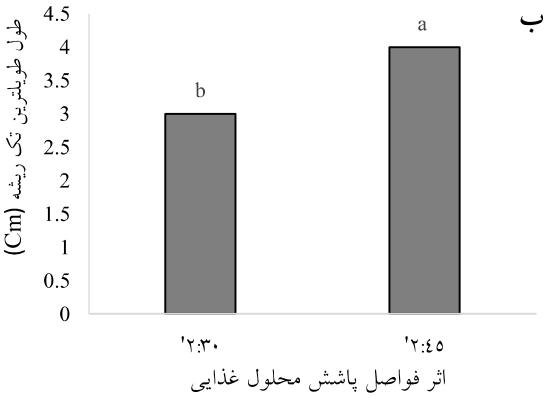
نتایج و بحث

نتایج نشان داد اثر فواصل پاشش محلول غذایی بر طول دمبرگ و طول طویل‌ترین تک ریشه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بوده، به‌طوری‌که طول طویل‌ترین تک ریشه در فاصله پاشش طولانی‌تر با (میانگین ٤ سانتی‌متر) بیشتر از فاصله پاشش کوتاه‌تر با (میانگین ۳ سانتی‌متر) بود (شکل ۳- الف). گیاه آنتوریوم علاوه بر ریشه‌های معمولی دارای ریشه‌های هوایی می‌باشد، ممکن است در شرایط فاصله پاشش طولانی‌تر با دسترسی به هوای بیشتر در ناحیه ریشه به رشد بیشتر تک ریشه گیاهچه‌ها منجر شده و یا به علت کمتر بودن میزان عناصر غذایی در دسترس، میزان رشد ریشه برای دریافت عناصر غذایی بیشتر تحریک شده باشد. طول دمبرگ در فاصله پاشش کوتاه‌تر محلول غذایی به ریشه‌ها با (میانگین ۳/٦٦ سانتی‌متر) بیشتر از فاصله پاشش طولانی‌تر با میانگین (۳/۰۳ سانتی‌متر) بود

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-10-31]
Downloaded from flowerjournal.ir at 23:04 +0330 on Tuesday December 15th 2020
[DOR: 20.1001.1.26765993.1395.1.1.8.1]

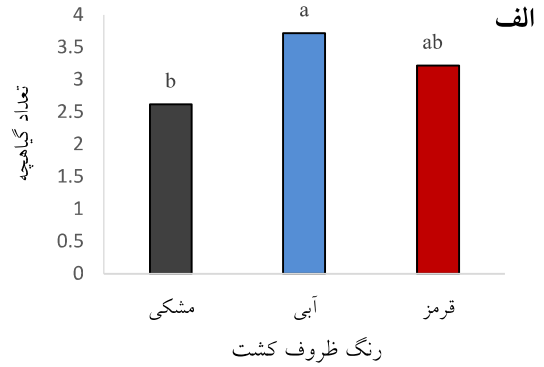
(شکل ۳- ب). ممکن است در تیمار زمان پاشش کوتاه‌تر با دسترسی بیشتر مواد غذایی به گیاه طول دمبرگ افزایش نشان داده باشد.

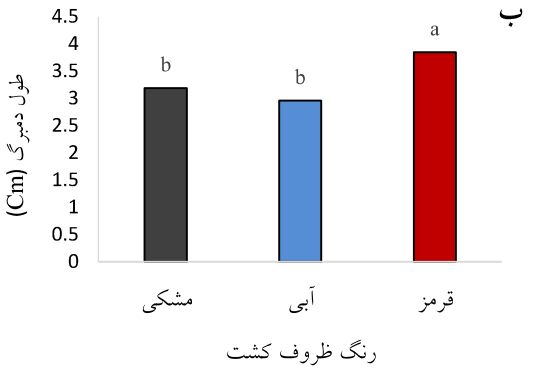


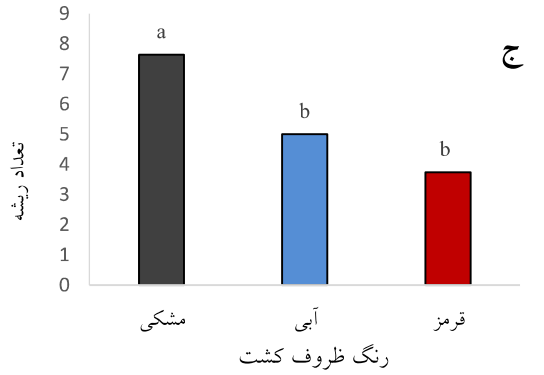


شکل ۳- اثر فواصل پاشش محلول غذایی بر صفات الف) طول طویلترین تک ریشه ب) طول دمبرگ آنتوریوم فواصل پاشش شامل دو سطح: (دو دقیقه پاشش، ۳۰ دقیقه عدم پاشش) و (دو دقیقه پاشش، ٤٥ دقیقه عدم پاشش)

اثر رنگ ظروف کشت بر تعداد گیاهچه، طول و عرض پهنک در سطح احتمال ۱٪ و بر طول دمبرگ و تعداد ریشه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. بیشترین تعداد گیاهچه در رنگ آبی ظروف کشت با (میانگین ۳/۷۲ عدد) و کمترین آن در رنگ مشکی ظروف با (میانگین ۲/٦۲ عدد) مشاهده شد (شکل ٤- الف). بیشترین طول دمبرگ در رنگ قرمز و کمترین آن در رنگ آبی ظروف کشت به‌ترتیب با (میانگین‌های ۳/۸۵ و ۲/۹٦ سانتی‌متر) وجود داشت (شکل ٤- ب). تعداد ریشه‌ها در رنگ مشکی محیط ریشه با (میانگین ۷/٦٤ عدد) بیشترین و در تیمار رنگ قرمز با (میانگین ۳/۷٤ عدد) کمترین بود (شکل ٤- ج).







شکل ٤- اثر رنگ ظروف کشت بر صفات الف) تعداد گیاهچه، ب) طول دمبرگ، ج) تعداد ریشه آنتوریوم آنتوریوم

کاربرد 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 (Wang *et al.* 2007). احتمالاً به علت افزایش تعداد

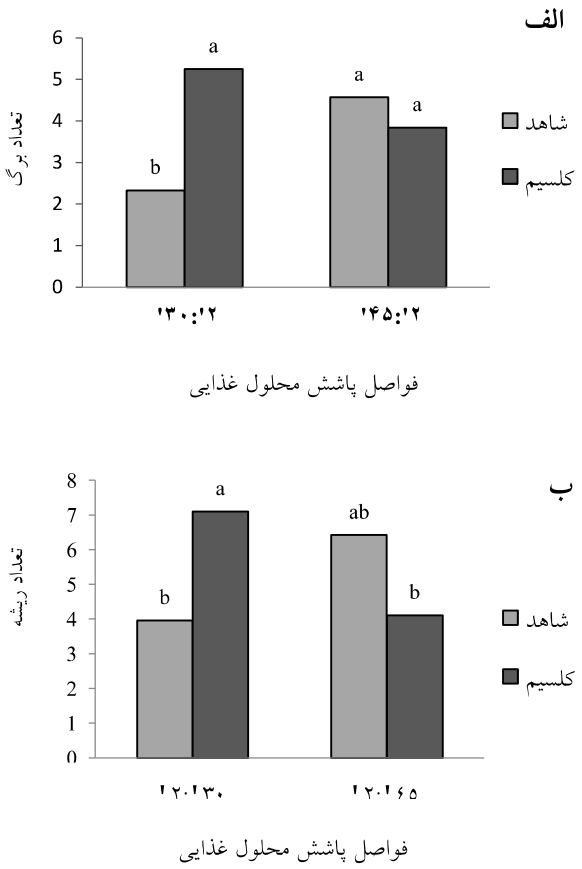
[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-10-31]
Downloaded from flowerjournal.ir at 23:04 +0330 on Tuesday December 15th 2020
[DOR: 20.1001.1.26765993.1395.1.1.8.1]

گیاهچه‌ها در تیمار رنگ آبی ظروف کشت، طول دمبرگ هر گیاهچه تشکیل شده، کاهش نشان داده باشد. اثر هر گیاهچه تشکیل شده، کاهش نشان داده باشد. اثر متقابل فواصل پاشش در محلول‌پاشی برگی کلسیم بر تعداد برگ در سطح احتمال ۱٪ و بر تعداد ریشه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود به‌طوری‌که بیشترین تعداد برگ در تیمار دو دقیقه پاشش، ۳۰ دقیقه عدم پاشش محلول غذایی و محلول‌پاشی برگی کلسیم با (میانگین ۵/۲۵ عدد) و کمترین آن در زمان دو دقیقه پاشش، ۳۰ دقیقه عدم پاشش محلول غذایی و محلول‌پاشی برگی با آب مقطر با (میانگین ۲/۳۳ عدد) وجود داشت (شکل۵- الف). بیشترین تعداد ریشه در تیمار دو دقیقه پاشش، ۳۰ دقیقه عدم پاشش محلول غذایی و محلول‌پاشی برگی با کلسیم با (میانگین ۷/۱۰ عدد) و کمترین آن در تیمار دو دقیقه پاشش، ۳۰ دقیقه طول پهنک مربوط به تیمار زمان دو دقیقه پاشش، ۳۰ دقیقه عدم پاشش محلول غذایی و رنگ قرمز ظروف و محلول‌پاشی برگی با آب مقطر با (میانگین ۱/۵٤ سانتی‌متر) و کمترین آن مربوط به تیمار زمان دو دقیقه پاشش، ٤٥ دقیقه عدم پاشش محلول غذایی و رنگ مشکی ظروف و محلول‌پاشی برگی با نیترات کلسیم با (میانگین ۰/۲۷ سانتی‌متر) بود (شکل ٦- الف). بیشترین عرض پهنک در تیمار دو دقیقه پاشش، ۳۰ دقیقه عدم پاشش محلول غذایی و رنگ قرمز ظروف و محلول‌پاشی برگی با آب مقطر با (میانگین ۱/٦٥ سانتی‌متر) و کمترین آن در تیمار دو دقیقه پاشش، ۳۰ دقیقه عدم پاشش محلول غذایی و رنگ مشکی ظروف و محلول‌پاشی برگی با نیترات کلسیم و نیز زمان دو دقیقه پاشش، ۳۰ دقیقه عدم پاشش محلول غذایی و رنگ مشکی ظروف و محلول‌پاشی برگی با آب مقطر با (میانگین ۰/۱۱ سانتی‌متر) مشاهده شد (شکل ٦- ب). در ظروف مشکی، بدلیل عدم وجود نور، پهنک گیاهچه‌های شکل گرفته حالت اتیوله داشته و کوچک بودند و کمترین طول و عرض را نشان دادند.

دستور العمل ترویجی

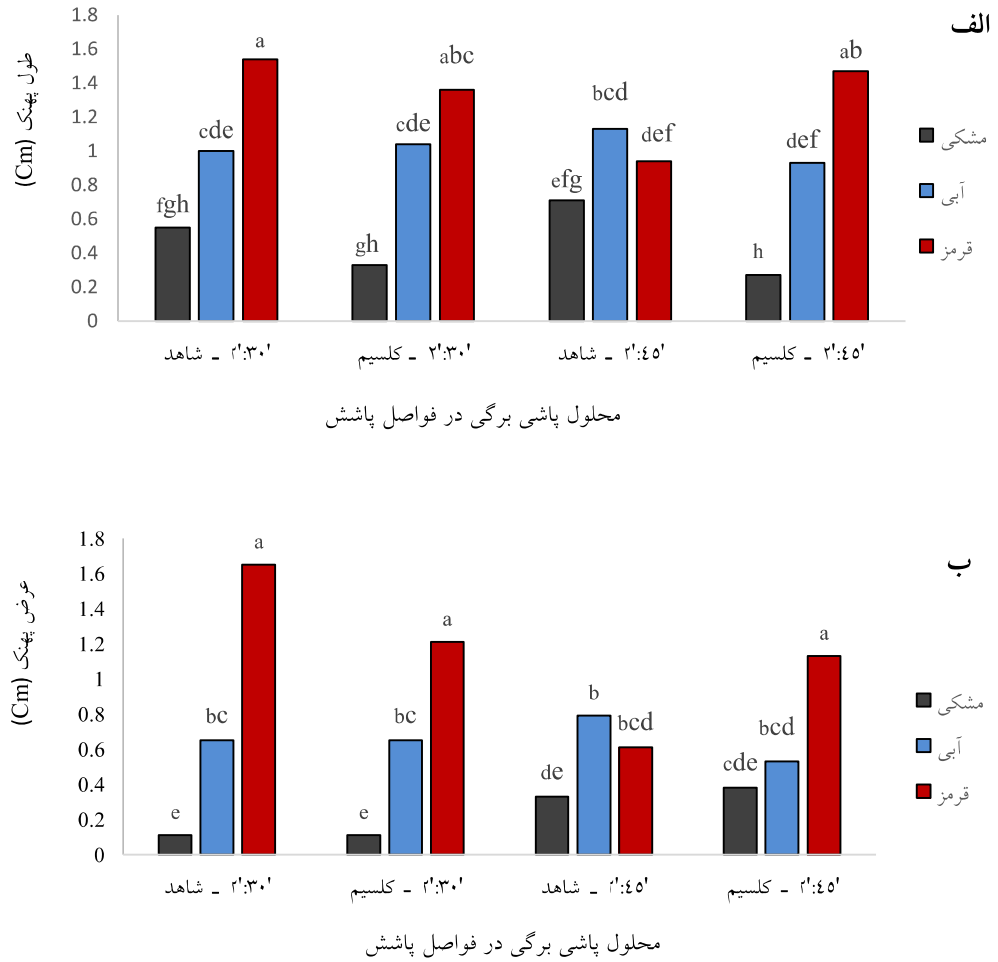
جهت افزایش کیفیت گیاهچه‌های آنتوریوم تولید شده در سیستم هواکشت (ایروپونیک)، موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

۱. استفاده از رنگ آبی ظروف کشت جهت افزایش تعداد گیاهچه‌های تولیدی
۲. استفاده از رنگ قرمز ظروف کشت جهت افزایش صفات رویشی گیاهچه‌های تولید شده مانند طول دمبرگ و طول و عرض پهنک



شکل ۵- اثر متقابل فواصل پاشش محلول غذایی در محلول پاشی برگی کلسیم بر الف) تعداد برگ و ب) ریشه آنتوریوم فواصل پاشش شامل دو سطح: (دو دقیقه پاشش، ۳۰ دقیقه عدم پاشش) و (دو دقیقه پاشش، ٤٥ دقیقه عدم پاشش)

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-10-31]
Downloaded from flowerjournal.ir at 23:04 +0330 on Tuesday December 15th 2020
[DOR: 20.1001.1.26765993.1395.1.1.8.1]



شکل ٦- اثر متقابل فواصل پاشش محلول غذایی در رنگ ظروف کشت در محلول پاشی برگی کلسیم بر الف) طول پهنک و ب) عرض پهنک آنتوریوم

فواصل پاشش شامل دو سطح: (دو دقیقه پاشش، ۳۰ دقیقه عدم پاشش) و (دو دقیقه پاشش، ٤٥ دقیقه عدم پاشش)

منابع

Board N (2011). Tropical, subtropical fruits and flowers cultivation. Dehli: National institute of industrial research. pp 590.

Christie CB, Nichols MA (2004). Aeroponics: A production system and research tool. Acta Hort. 648: 185-190.

Desimone S, Oka Y, Inoue Y (2000a). Effect of light on root hair formation in *Arabidopsis thaliana* phytochrome-deficient mutants. J Plant Res. 113: 63-69.

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. J plant Res. 113: 45-53.

Dufour L, Guerin V (2003). Growth, developmental features and flower production of *Anthurium andreanum* Lind.in tropical conditions. Sci Hort. 98: 25–35.

Ghasemi ghahsare M, Kafi M (2008). Practical and scientific floriculture. (2nd ed.) Isfahan. Golbon. (In Persian).

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-10-31]
Downloaded from flowerjournal.ir at 23:04 +0330 on Tuesday December 15th 2020
[DOR: 20.1001.1.26765993.1395.1.1.8.1]

Jahan MT, Islam MR, Ruseli Kh, Mamun ANK, Ahmed G, Hakim L (2009). *In vitro* clonal propagation of anthurium (*Anthurium andraeanum* L.) using callus culture. Plant Tissue Cult Biotech. 19(1): 61-69.

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 Persian).

Molas ML, Kiss JZ, Correll MJ (2006). Gene profiling of the red light signalling pathways in roots. J Exp Bot. 57(12): 3217–3229.

Pradeepkumar T, Suma JB, Satheesan KN (2008). Managment of horticultural crops: New Dehli: New India Publishing.

Ronaghi A, Maftoon M (2004). Hydropoic: Practical guidance for hydroponic producer. Shiraz University. (In Persian).

Wang YX, Wang Z, Suo B, GUYJ, Wang HH, Chen YH, Dai YX (2007). Discussion on photoreceptor for negative phototropism in rice roots. Rice Sci. 14(4): 315-318.

Introducing an Optimized Aeroponic System to Increase the Growth Rate of Anthurium

Shahbani Zahra, Kafi Mohsen*, Naderi Roohangiz

Department of Horticulture, Agriculture Science and Natural Resources University of Tehran

* mkafi@ut.ac.ir

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-10-31]
Downloaded from flowerjournal.ir at 23:04 +0330 on Tuesday December 15th 2020

[DOR: 20.1001.1.26765993.1395.1.1.8.1]

Abstract

An investigation was desined to study the effect of nutrient spray interval, color of planting container and foliar Calcium spray on vegetative traits of Anthurium plantlets which were cultured in aeroponic system. In this study, nutrient spray interval was considered as the main plot and color of container and foliar spray were as the sub plots. Nutrient spray intervals were at two levels: 1) two minutes spray, 30 minutes none spraying and 2) two minutes spray, 45 minutes none spraying to the plants' roots. Container's colors were black, blue or red and foliar spray treatments included two values: spray with distilled water (without Calcium) and spray with Calcium Nitrate with the concentration of 10 mM. The results revealed that the effect of the color of the container was significant at 1% level and the blue color resulted in the highest number of plantlets formed on roots. The effect of the color of the container on petiole length, blade length and width and root number was also significant. The highest petiole length and blade length and width were formed in red containers. The maimum numbers of roots were observed in black containers. The longest length of single roots was observed in longer nutrient spray intervals. In conclusion, the maximum number of plantlets was formed in blue color containers but the highest length of petioles and maximum length and width of blades were observed in red containers.

Keywords: Anthurium, Calcium Nitrate, Color (Black, Blue, Red), Soilless Culture, Spray interval