



## به زراعی کشاورزی

دوره ۱۶ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۳

صفحه‌های ۱۵۷-۱۶۸

# اثر مقادیر مختلف نیتروژن در محلول غذایی بر خصوصیات کمی و کیفی

## شمعدانی (*Pelargonium hortorum* cv. Bulles eye)

عزیزاله خندان میرکوهی<sup>۱\*</sup>، فرزانه کاظمی<sup>۲</sup>، مصباح بابالار<sup>۳</sup>، روح‌انگیز نادری<sup>۳</sup>

۱. استادیار، گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران-ایران
۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران-ایران
۳. استاد گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران-ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۲۷

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۱/۱۲/۲۶

### چکیده

به منظور تعیین اثر کاربرد محدود نیتروژن در کنترل ارتفاع و بهبود کیفیت گیاه شمعدانی (*Pelargonium hortorum* cv Bulles Eye)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۱-۹۲ اجرا شد. گیاهان در بستر کشت بر پایه پیت (به نسبت ۸۰ درصد حجمی پیت + ۲۰ درصد حجمی خاک زراعی با بافت لوم شنی) کشت شدند. تیمارها در قالب چهار سطح نیتروژن در محلول غذایی شامل ۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ میلی‌مولار نیتروژن اعمال شد. نسبت نیتروژن آمونیومی به نیتراتی یک به چهار در همه محلول‌های غذایی حفظ شد. در پایان آزمایش صفات ارتفاع، تعداد و طول شاخه جانبی، تعداد گل‌آذین، تعداد گل در گل‌آذین، طول دمگل (ساقه گل‌آذین در این مورد)، سرعت گلدهی، وزن تر و خشک شاخه و ریشه، تعداد برگ و سطح برگ، محتوای کلروفیل و آنتوسیانین‌های برگ، ارزیابی شد. نتایج واکاوی داده‌ها نشان داد که کاهش سطح نیتروژن تا ۱/۵ میلی‌مولار کیفیت گیاهان را به صورت منفی تحت تأثیر قرار نداد، درحالی‌که کاهش شدید نیتروژن تا یک میلی‌مولار، به کاهش معنادار وزن تر و خشک شاخه و ریشه، تعداد گل‌آذین، محتوای کلروفیل برگ، تعداد برگ، طول شاخه جانبی و همچنین افزایش طول دمگل انجامید و در نهایت به تولید گیاهانی با کیفیت بازارپسند منجر نشد. بنابراین کاهش سطح نیتروژن تا ۱/۵ میلی‌مولار، ضمن کاهش مصرف نیتروژن، برای دستیابی به گیاهانی با کیفیت مطلوب، توصیه‌شدنی و کاربردی است.

**کلیدواژه‌ها:** پیت، کلروفیل، گلدهی، محدودیت تغذیه، محلول غذایی.

## ۱. مقدمه

کاربرد بیش از اندازه کودهای شیمیایی در تولید محصولات گلخانه‌ای و تغذیه ثابت مواد گیاهی در محیط‌های کشت بدون خاک با تولید حجم زیادی از زهکش‌های حاوی عناصر معدنی، علاوه بر تحمیل هزینه و اتلاف منابع، موجب آلودگی خاک‌ها و آب‌های زیرزمینی و سطحی می‌شود [۱۰]. کنترل مصرف کودهای شیمیایی، هم به شکل کاهش غلظت محلول غذایی و هم به شکل محدودسازی کاربرد عناصر مصرفی، علاوه بر کیفی‌سازی گیاهان بستری، از نظر کاهش مشکلات زیست‌محیطی و صرفه‌جویی در مصرف و کاهش قیمت محصولات تولیدی، ضرورت دارد [۱۴، ۱۵].

شمعدانی‌ها (*Pelargonium sp.*) از جمله گیاهان پرطرفدار و رایج هستند که کاربردهای زینتی به عنوان گیاه گلدانی، باغچه‌ای، و سبدهای آویز و نیز کاربرد دارویی دارند. این گیاه جایگاه دوم را در تجارت بین‌المللی گیاهان باغچه‌ای داراست [۱۸]. تنوع این گیاهان در اندازه، رنگ برگ و گل، عادت رشد و نوع گلدهی، سبب شده که برای بسیاری از طراحی‌های فضای سبز نیز سازگار و مناسب باشند [۱۳]. به منظور افزایش رضایت مشتری، این گیاه و اغلب گیاهان زینتی گلدانی و باغچه‌ای باید دارای ظاهری فشرده و متراکم، مقاوم به تنش‌ها و عاری از بیماری‌ها باشند. گیاهانی که به طور متعادل رشد یافته‌اند و سیستم ریشه‌ای توسعه یافته‌ای دارند، در برابر نوسانات و تغییرات رطوبت خاک که طی جابه‌جایی رخ می‌دهد به خوبی مقاومت می‌کنند [۲]. شمعدانی‌های متراکم و پرشاخه با گلدهی زیاد و طولانی از نظر کیفی، نظر و رضایت مشتری را جلب می‌کند. برای اینکه دوره تولید گیاهان باغچه‌ای تا حد ممکن کوتاه شود، تولیدکنندگان آنها را زیر نور و دمای

بهینه و تغذیه تکمیلی پرورش می‌دهند تا به بیشترین سرعت رشد برسند. این وضعیت اغلب به تولید گیاهانی با شاخه‌های بلند و آبدار، سیستم ریشه‌ای ضعیف و خوب توسعه نیافته و حساس در برابر بیشتر تنش‌ها منجر می‌شود. بنابراین تولیدکنندگان ترجیح می‌دهند با پایین آوردن دما در انتهای دوره تولید درست قبل از انتقال، یا محدودیت تغذیه یا کاهش آبیاری، این گیاهان را مقاوم کنند. شاید، تغذیه و کوددهی کنترل‌شده‌ترین عاملی باشد که می‌تواند بر رشد شمعدانی‌ها و دیگر محصولات گلخانه‌ای و باغچه‌ای تأثیر بگذارد [۹].

غلظت محلول غذایی را که در پروژه‌های تجاری گلخانه‌ای استفاده می‌شود، می‌توان بدون هیچ خطر و اثر نامطلوبی بر تولید ژربرای گلدانی، حداقل تا ۵۰ درصد کاهش داد. علاوه بر این، مصرف کود به طور چشمگیری در تغذیه با محلول‌های رقیق‌تر کاهش می‌یابد [۲۰]. همچنین گزارش‌ها نشان می‌دهد که رشد نهال گیاهان چوبی توس (*Betula verrucosa*) و توسکا (*Alnus incana*) با کاربرد کنترل‌شده نیترات در سیستم هواکشت بدون تأثیرات منفی جانبی و علائم کمبود، کند شد [۸]. این اثر در گیاهان علفی نیز ممکن است با شدت بیشتر بروز داشته باشد.

کیفیت ظاهری یک گیاه زینتی را می‌توان با شمارش اندام‌های هوایی نظیر محورها و گل‌ها، یا بر پایه ویژگی‌های شکل کلی بوته (مجموعه‌ای از محورها و سیستم‌های برگ و گل) ارزیابی کرد. تغذیه با نیتروژن به عنوان ابزاری مناسب برای تغییر الگوی رشد و شاخه‌زایی کاربرد خواهد داشت [۶].

هدف از تحقیق حاضر، بررسی اثر کاربرد محدود نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی رشد گیاه زینتی شمعدانی معمولی است.

## ۲. مواد و روش‌ها

بدور گیاه زینتی شمعدانی معمولی (*Pelargonium hortorum* cv. Bulls eye) در اوایل مهر در سینی‌های کشت هفتادتایی در گلخانه‌های گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران کشت شد. در ابتدای پاییز، دانه‌های حاصل در مرحله رشد چهار تا شش‌برگی و ارتفاع شش تا هشت سانتی‌متر به گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۲ سانتی‌متر انتقال یافتند. محیط کشت گیاهان از مخلوط کردن ۲۰ درصد حجمی خاک زراعی با بافت لوم شنی و ۸۰ درصد حجمی پیت سیاه (هر دو با غربال دو میلی‌متری الک شدند)، تهیه شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پیت و خاک استفاده‌شده در جدول ۱ آمده است. دانه‌های کشت‌شده در گلدان‌ها در گلخانه با پوشش شیشه‌ای، در وضعیت نور طبیعی و دمای روز و شب به ترتیب  $25 \pm 3$  و  $18 \pm 3$  قرار گرفتند. مدت زمان پرورش گیاهان از آبان ۱۳۹۰ تا اردیبهشت ۱۳۹۱ در نظر گرفته شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار و سه گیاه در هر واحد آزمایش و در مجموع با ۳۶ گیاه انجام گرفت.

تیمار محدودیت نیتروژن در چهار سطح ۲/۵ (تیمار یک)، دو (تیمار دو)، ۱/۵ (تیمار سه) و ۱ میلی‌مولار (تیمار

چهار) اعمال شد. سطح ۲/۵ میلی‌مولار نیتروژن، به عنوان شاهد و سطح مطلوب در نظر گرفته شد [۱۷]. به دلیل اینکه در اکثر گیاهان، کاربرد ۲۰-۲۵ درصد نیتروژن آمونیومی به همراه نیتروژن نیتراتی توصیه شده است [۱۳]، بنابراین در همه تیمارها، سطح کاربرد ۸۰ درصد نیتروژن نیتراتی و ۲۰ درصد نیتروژن آمونیومی رعایت شد. دیگر عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در تیمارها مشابه بودند (جدول‌های ۲ و ۳). برای تهیه محلول‌های غذایی و تأمین عناصر پرمصرف از نمک‌های  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  و  $\text{KCl}$ ,  $\text{MgSO}_4$  استفاده شد. محلول‌های غذایی براساس فرمول شیمیایی رایج در تولید تجاری [۱۱]، با استفاده از آب گلخانه تهیه شدند (جدول ۴). مقدار نیتروژن در آب گلخانه کمتر از ۱۲ میلی‌گرم در لیتر بود. اسیدی شدن محیط کشت در طول دوره رشد گیاه شمعدانی از مشکلات آن ذکر شده است، بنابراین pH محلول‌های غذایی کمی بیش از معمول یعنی در حد  $6/5 \pm 0/3$  تنظیم شد [۱۷]. محلول‌دهی گیاهان براساس تخمین مقدار آب ازدست‌رفته از محیط کشت با روش اندازه‌گیری کاهش وزن گلدان‌های شاهد بدون گیاه و حاوی گیاه از هر تیمار به صورت دستی و پای گیاه (Top dressing) به صورت دو روز یک بار انجام گرفت.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پیت و خاک مزرعه استفاده‌شده در تهیه بستر کشت

نوع بستر کشت	بافت	وزن مخصوص ظاهری ( $\text{g cm}^{-3}$ )	pH	EC ( $\text{ds m}^{-1}$ )	ماده آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)
پیت خالص	-	۰/۱۵	۴/۵	۰/۷۵	۹۷	۰/۸	۳	۴
خاک مزرعه	لوم شنی	۱/۳۷	۷/۹	۱/۹	۰/۲۴	۰/۰۳	۰/۱۴	۱۱۰

جدول ۲. غلظت عناصر پر مصرف (میلی مولار) استفاده شده در محلول های غذایی

تیمار	نیترژن (N)	فسفر (P)	پتاسیم (K)	کلسیم (Ca)	منیزیم (Mg)	گوگرد (S)
۱	۲/۵	۰/۲	۰/۷۵	۲	۱	۱/۲۵
۲	۲	۰/۲	۰/۷۵	۲	۱	۱/۲۵
۳	۱/۵	۰/۲	۰/۷۵	۲	۱	۱/۲۵
۴	۱	۰/۲	۰/۷۵	۲	۱	۱/۲۵

جدول ۳. مقدار و منبع عناصر کم مصرف استفاده شده در تهیه محلول های غذایی

عنصر	مواد شیمیایی	مقدار مصرف (میلی گرم در لیتر)
آهن (Fe)	Fe-EDDHA	۱۰
بور (B)	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	۱/۵
منگنز (Mn)	MnSO <sub>4</sub>	۲
روی (Zn)	ZnSO <sub>4</sub>	۱
مس (Cu)	CuSO <sub>4</sub>	۰/۲۵
مولیبدن (Mo)	NH <sub>4</sub> MoO <sub>4</sub>	۰/۰۵

جدول ۴. تجزیه شیمیایی آب استفاده شده برای محلول سازی و مقدار عناصر موجود (میلی گرم در لیتر)

نیترات	آمونیم	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	سولفات	آهن	بور	منگنز	سدیم
۷	۱/۲	۰/۰۴	۰/۸۵	۱۲۰	۲۳	۱۰۳	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۰۱	۱۹

شد و بی درنگ وزن تر بدون گل آذین با ترازوی دیجیتالی ثبت و به آون ۷۰ درجه سلسیوس منتقل شد. پس از خارج شدن از آون، وزن خشک بخش هوایی اندازه گیری شد. میانگین سطح سه برگ جوان و خوب گسترش یافته از هر بوته با دستگاه سطح برگ سنج (ΔT-England) اندازه گیری و سپس با ضرب در تعداد برگ در هر بوته، سطح برگ کل

در مرحله نهایی رشد گیاه (شش ماه پس از انتقال به گلدان) ارتفاع گیاهان (سانتی متر) از سطح خاک تا بالاترین میانگرنه اندازه گیری شد. تعداد گل آذین، تعداد گل در گل آذین و طول دمگل (سانتی متر)، تعداد شاخه جانبی و طول شاخه جانبی (سانتی متر) در هر بوته اندازه گیری شد. سپس کل بخش هوایی از سطح خاک با چاقوی تیز بریده

بوته محاسبه شد. ریشه هر بوته زیر شیر آب و با استفاده از صافی های نیم میلی متری از خاک گلدان جدا شد، سپس آب سطحی ریشه ها به آرامی با استفاده از دستمال نرم گرفته و وزن تر ریشه ثبت شد. وزن خشک ریشه ها با قرار دادن در آون ۷۰ درجه سلسیوس به مدت یک شبانه روز اندازه گیری شد. تعداد گل شکوفا در گل آذین ها در شروع شکوفایی در هر بوته در یک زمان واحد، به عنوان شاخص سرعت گلدهی در نظر گرفته شد. شاخص آنتوسیانین های برگ مطابق روش واگنر [۱۹] با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۵۰ نانومتر و محتوای کلروفیل، براساس روش آرنون [۱] اندازه گیری شد. داده های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱) و میانگین های به دست آمده با استفاده از آزمون چنددامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

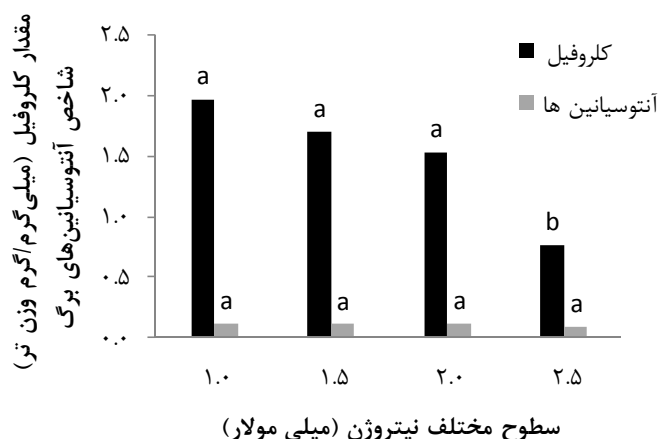
### ۳. نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس داده ها، تغییر در مقدار نیتروژن در محلول غذایی سبب تفاوت معنادار (در سطح ۱ و یا ۵ درصد) در همه صفات تحت ارزیابی به غیر از تعداد گل در گل آذین شد (جدول ۶). کاهش مقدار نیتروژن در محلول غذایی از ۲/۵ میلی مولار به سطح یک میلی مولار، موجب کاهش معنادار محتوای کلروفیل برگ شد که طی آن عارضه رنگ پریدگی و رنگ سبز روشن در برگ ها اتفاق افتاد (شکل ۱). تحقیقات نشان داده است که همبستگی مثبتی بین غلظت کلروفیل و غلظت نیتروژن محلول غذایی وجود دارد [۹]. غلظت کلروفیل در گیاهان حنا در برداشت نهایی، نشان دهنده پاسخ ویژه ای به افزایش سطح نیتروژن بود [۱۰]. براساس این گزارش بین غلظت های صفر و ۲ میلی مولار نیتروژن، غلظت کلروفیل به سرعت افزایش یافت و بعد از آن تا ۲۰ میلی مولار نیتروژن، کلروفیل به تدریج افزایش یافت. تیمار محلول های

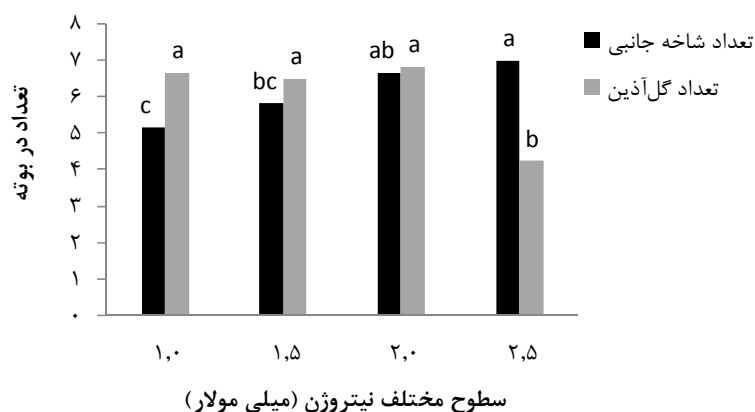
غذایی اثر معناداری بر محتوای آنتوسیانین های برگ نداشت (جدول ۶). حلقه تیره رنگ روی پهنک برگ های شمعدانی سبب افزایش جذابیت برگ ها می شود و از صفات کیفی مطلوب به شمار می آید. براساس نتایج، محدودسازی سطح نیتروژن در محلول غذایی اثر منفی بر محتوای آنتوسیانین های برگ نداشت (شکل ۱).

صفت تعداد شاخه جانبی در گیاه به طرز معناداری تحت تأثیر تیمار محلول غذایی قرار گرفت (جدول ۶). با کاهش نیتروژن تعداد شاخه های جانبی افزایش یافت (شکل ۲). براساس گزارش ها، ترکیب کمبود نیتروژن و روزهای کوتاه در گیاه آزالیا، نمو شاخه های جانبی در نزدیک طوقه گیاه را تحریک کرد، ولی کوددهی نیتروژنی در روزهای بلند، رشد طولی شاخه ها را افزایش داد [۵]. طی تحقیقاتی نشان داده شد که تغذیه با نیتروژن ممکن است ابزار مناسبی برای تغییر الگوی شاخه زایی در بوته رز باشد [۶]. اعمال محدودیت تغذیه با نیتروژن (کاربرد ۱۱ میلی مولار نیتروژن در طول دوره رشد، کاربرد ۱۱ میلی - مولار نیتروژن تا مرحله آغازش جوانه گل و حذف کامل نیتروژن)، نسبت شکوفایی جوانه در نواحی میانی و پایه شاخه اولیه و اصلی رز را افزایش داد و باز شدن جوانه در ناحیه انتهایی شاخه اصلی را به تأخیر انداخت و اثر درازمدتی بر کیفیت ظاهری بوته ها گذاشت.

کاهش نیتروژن از ۲/۵ به ۱/۵ میلی مولار، اثری بر تعداد گل آذین در بوته نداشت، ولی تیمار گیاهان با محلول غذایی حاوی ۱ میلی مولار نیتروژن موجب کاهش معنادار تعداد گل آذین شد (شکل ۲). با این حال تعداد گل در هر گل آذین تحت تأثیر محدودیت کاربرد نیتروژن قرار نگرفت (جدول ۶). چون کاهش تعداد گل در گل آذین به معنای تغییر قطر گل آذین است، استنباط می شود که محدودسازی نیتروژن در محلول غذایی، قطر گل آذین را به طور منفی متأثر ن ساخت.



شکل ۱. اثر سطوح نیتروژن بر محتوای کلروفیل کل و شاخص آنتوسیانین های برگ گیاه شمعدانی. حروف غیرمشابه نشان دهنده اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد است.



شکل ۲. اثر سطوح نیتروژن بر تعداد شاخه جانبی و تعداد گل آذین در هر گیاه شمعدانی. حروف غیرمشابه نشان دهنده وجود اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد است.

به طور مثبت با سطح نیتروژن بافت و غلظت نیتروژن در محلول غذایی ارتباط داشت و ارتباطی به سطوح فسفر یا پتاسیم نداشت. این نتیجه در عمل بیانگر امکان کنترل رشد گیاهان به وسیله محدودیت کاربرد نیتروژن است. به طور کلی، تأثیرات محرک رشد نیتروژن به افزایش طول شاخه می انجامد [۶].

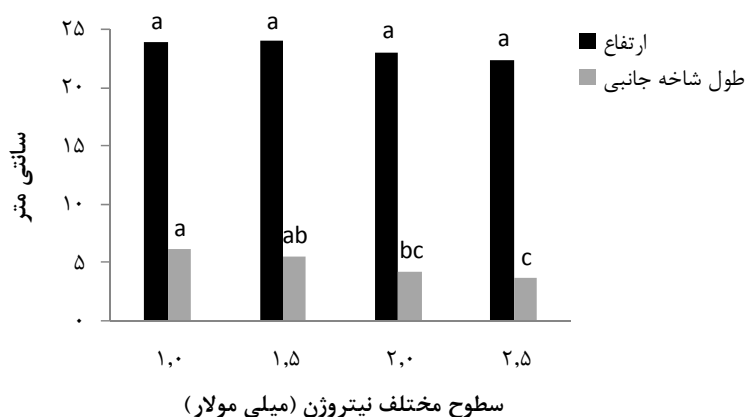
تیمار گیاهان با محلول های غذایی حاوی سطوح مختلف نیتروژن اثر معناداری بر ارتفاع گیاهان در مرحله برداشت

کاهش نیتروژن در محلول غذایی به طور معناداری طول شاخه جانبی را در شمعدانی متأثر ساخت (جدول ۶). تیمارهای حاوی ۱/۵ و ۱ میلی مولار نیتروژن در مقایسه با تیمار حاوی ۲/۵ میلی مولار نیتروژن، شاخه کوتاه تری داشتند (شکل ۳). در مطالعه ای درباره تغذیه دانه های تعدادی از گیاهان باغچه ای کاشته شده در سینی کشت، نشان داده شد که رشد دانه های گیاهان باغچه ای، به طور اساسی توسط نیتروژن تعیین می شود [۷]. رشد دانه ها

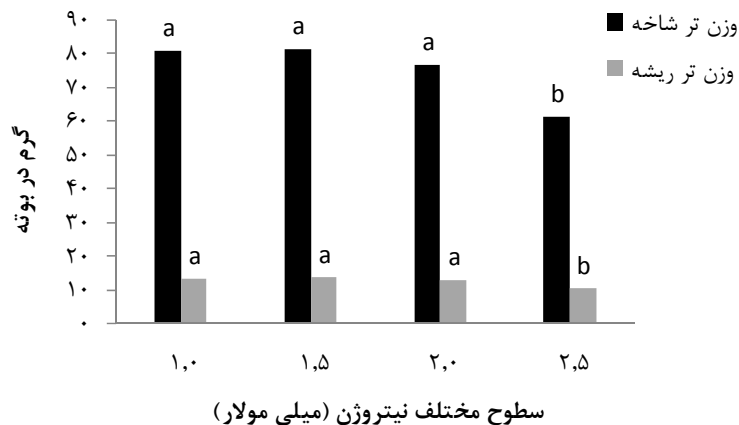
در ارتباط است. به عبارتی بیشتر تغییر ظرفیت فتوسنتزی برگ رقم‌ها، سن برگ‌ها و شرایط رشد، ممکن است به‌طور مستقیم به تفاوت در محتوای نیتروژن برگ مربوط باشد [۱۴]. در سلول‌های برگ سبز بیش از ۷۵ درصد کل نیتروژن آلی، به‌عنوان پروتئین در کلروپلاست‌ها قرار دارد. بنابراین کمبود نیتروژن به تشکیل کلروپلاست‌هایی با کارایی اندک فتوسنتزی منجر می‌شود. این مطالب با محتوای اندک نیتروژن در تیمار ۱ میلی‌مولار نیتروژن، رنگ‌پریدگی برگ‌ها به‌واسطه کاهش محتوای کلروفیل، ناکارایی سیستم فتوسنتزی و در نتیجه کاهش وزن تر و خشک گیاهان مطابقت دارد. رشد گیاه حنا در غلظت‌های کمتر از ۴ میلی‌مولار نیتروژن به‌شدت کاهش یافت و کیفیت گیاهان به‌واسطه کلروسیس یا توقف رشد، نامناسب بود [۱۰]. وزن تر شاخه در غلظت‌های صفر، ۲، ۴ و ۸ میلی‌مولار نیتروژن در روز ۴۹ بعد از کاشت تفاوتی نشان نداد، ولی در روز ۶۳ و مرحله برداشت، وزن شاخه با افزایش غلظت نیتروژن تا ۸ میلی‌مولار، به‌سرعت افزایش یافت [۱۰].

(شش ماه پس از انتقال نشا) نشان نداد (شکل ۳)، درحالی‌که کاهش نیتروژن از ۲/۵ میلی‌مولار میانگین ارتفاع گیاهان را در طول مدت کشت متأثر ساخت و میانگین ارتفاع گیاه کاهش یافت (داده‌ها نشان داده نشد). گزارش شده است که گیاه شمعدانی ظاهراً به‌واسطه سازوکارهای سازگاری ذاتی، تحت وضعیت تنش شدید جنبه‌های زینتی خود از جمله ارتفاع و شدت گلدهی را از دست نمی‌دهد [۳].

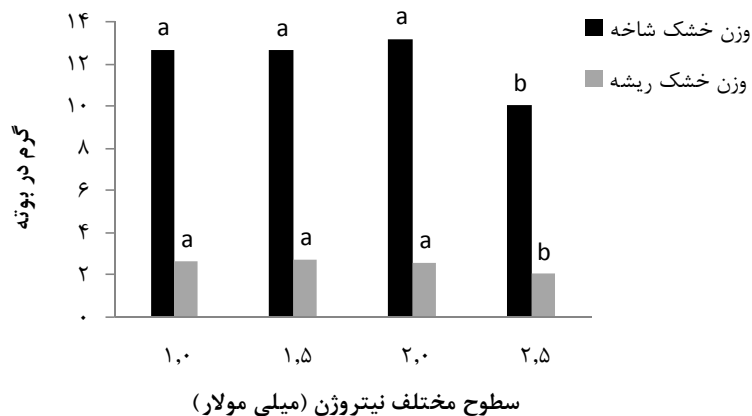
محدودسازی تغذیه نیتروژن، بر وزن تر ریشه و شاخه و وزن خشک شاخه در سطح ۱ درصد و وزن خشک ریشه در سطح ۵ درصد، به‌طور معناداری تأثیر گذاشت (جدول ۶). تیمار ۱ میلی‌مولار نیتروژن به کاهش وزن تر ریشه و شاخه در گیاه شمعدانی منجر شد (شکل ۴). فرایند بیوشیمیایی که از نظر کمی بیشترین نیاز را به نیتروژن دارد، فتوسنتز است. رایسکو که آنزیم دریافت‌کننده دی‌اکسید کربن است، بیش از نیمی از پروتئین کلروپلاست برگ گیاهان سه‌کربنی و احتمالاً تا یک‌چهارم آن را در گیاهان چهارکربنی در بر می‌گیرد. بنابراین، کاهش محتوای نیتروژن برگ همه گونه‌ها همیشه با نزول نسبت‌های فتوسنتز برگی



شکل ۳. اثر سطوح نیتروژن بر طول شاخه جانبی و ارتفاع گیاه شمعدانی. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد است.



شکل ۴. اثر تیمار محدودیت کاربرد نیتروژن بر وزن تر ریشه و شاخه گیاه شمعدانی. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد است.



شکل ۵. اثر سطوح نیتروژن بر وزن خشک ریشه و شاخه گیاه شمعدانی. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد است.

سایتوکینین با سن گیاه افزایش می‌یابد، در حالی‌که با متوقف شدن تأمین نیتروژن، صدور سایتوکینین از ریشه به سرعت با کاهش چشمگیر مواجه می‌شود. نیتروژن بر سطوح هورمون جیبرلین (GA) نیز اثر بارزی دارد. سایتوکینین برای حفظ سرعت زیاد رشد نوک شاخه و برگ‌های جوان که مراکز اصلی سنتز جیبرلین هستند،

محدودیت تغذیه گیاه شمعدانی با محلول ۱ میلی‌مولار نیتروژن در مقایسه با سطوح ۲/۵ تا ۱/۵ میلی‌مولار، به کاهش وزن خشک ریشه و شاخه گیاه شمعدانی نیز منجر شد (شکل ۵). نیتروژن بیشترین اثر را بر رشد ریشه و تولید سایتوکینین (CYT) در ریشه و انتقال آن به شاخه‌ها دارد [۱۲]. زمانی که تأمین نیتروژن پیوسته است، صدور

ضروری است. از این رو می توان نتیجه گرفت که تغییر در تغذیه ریشه ها به ویژه با نیتروژن، به طرز چشمگیری نه فقط سطوح هورمونی، بلکه توازن هورمون های گیاهی را نیز کنترل و تنظیم می کند و محدودسازی تغذیه نیتروژن با کاهش سطح این دو هورمون گیاهی، سبب کاهش رشد رویشی می شود [۱۲]. همبستگی مثبتی بین افزایش سطح نیتروژن محلول غذایی تا سطح ۸ میلی مولار و وزن ریشه گیاه زیتنی حنا وجود دارد [۱۰].

نتایج نشان داد که کاهش سطح نیتروژن در محلول غذایی، سطح برگ را در گیاه شمعدانی تحت تأثیر قرار نداد (جدول ۵). نیتروژن زیر حد مطلوب سبب کاهش هدایت هیدرولیکی خواهد شد، در نتیجه گیاه برای توسعه پهنک برگ با کمبود آب مواجه می شود. این اثر با فشار ریشه ای ارتباط مستقیم دارد. تأثیرات کمبود نیتروژن بر توسعه برگ در گونه های مختلف متفاوت است. این تفاوت به تنوع مورفولوژیکی گونه ها و مطابق با آن به تمایز در رقابت برای آب در دسترس گیاه به جهت تعرق و توسعه سلولی مربوط می شود [۱۲]. از آنجا که شمعدانی ها از مناطق دارای دوره های خشکی تکرارشونده منشأ یافته اند، برگ های گیاه، کرکدار و ساقه ها چوبی شده اند. بدیهی است که به واسطه شرایط تنش در بسیاری از موارد، گیاه ارزش زینتی خود را حفظ می کند. شمعدانی ها روزنه های بسیار حساسی دارند، بنابراین برگ ها می توانند آب خود را حفظ کنند. با مقایسه دو گیاه زیتنی حنا و شمعدانی مشخص شد که در وضعیت تنش خشکی، کاهش محتوای آب نسبی بافت های گیاه حنا در مقایسه با شمعدانی دو برابر زودتر اتفاق می افتد [۳]. با توجه به این موضوع، در وضعیت کمبود نیتروژن و به تبع آن کمبود آب، ممکن است کاهش سطح تعرق و تخصیص بیشتر آب در دسترس گیاه در جهت نمو و توسعه برگ، علت متأثر

نشدن صفت سطح برگ از محدودیت نیتروژن در تحقیق حاضر باشد.

کاهش سطح نیتروژن موجب کاهش تعداد برگ گیاه می شود (جدول ۶). به طور کلی، تأثیرات محرک رشد نیتروژن به افزایش طول شاخه، تعداد برگ و سطح برگ می انجامد [۶]. در گیاه شمعدانی معمولی، در اثر کمبود نیتروژن، رشد و نمو گیاه کند می شود. در حالی که برگ های پایین تر گیاه به سبز روشن تغییر رنگ می دهند و برگ های بالایی سبز می مانند، کلروسیس در برگ های قدیمی تر از حاشیه ها گسترش می یابد و به آهستگی به سمت داخل برگ پیشروی می کند. همان طور که در تحقیق حاضر نیز مشاهده شد، تجمع رنگدانه های قرمز یا صورتی به جای کلروسیس، اتفاق افتاد و در نهایت حاشیه های برگ قهوه ای و نکروزه شد و در نهایت بخش بزرگی از پهنک برگ تخریب شد و گیاه برگ های پایینی خود را از دست داد که با نتایج گزارش شده همخوانی دارد [۴].

طول دمگل در شمعدانی صفتی کیفی در مرحله بازاررسانی محسوب می شود. هر چه این صفت تناسب بیشتری با اندازه گیاه و اندازه گل آذین داشته باشد، مطلوب تر است. به دلیل تعداد زیاد گلچه در گل آذین و شکل توپی گل ها با قطر به نسبت زیاد، دمگل های خیلی بلند، با ضربات کوچکی در زمان آبیاری یا جابه جایی گلدان ها شکسته می شوند که از بین رفتن بسیاری از گل ها را در پی خواهد داشت. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کاهش نیتروژن تا سطح ۱/۵ میلی مولار سبب تغییر معنادار در طول دمگل نشد، ولی کاهش بیشتر سطح نیتروژن تا ۱ میلی مولار موجب افزایش معنادار طول دمگل شد (جدول ۶). کاهش نیتروژن محلول غذایی در سطوح ۱/۵ و ۱ میلی مولار نیز به طور معناداری موجب تأخیر در شکوفایی گل آذین شد (جدول ۶).

جدول ۵. تجزیه واریانس مربوط به تأثیر سطوح مختلف فسفر

میانگین مربعیات													
شاخص	کلوفیل	وزن خشک	وزن تر	وزن	وزن تر شاخه	وزن شاخه	تعداد گل	تعداد	تعداد	تعداد برگ	سطح برگ کل	طول دمگل	طول شاخه
آنتوسیانین‌ها	کل	ریشه	ریشه	ریشه	ریشه	ریشه	گل آذین	گل آذین	گل آذین	در بوته	در بوته	طول دمگل	طول شاخه
درجه آزادی	ارقیاع	درجه آزادی	ارقیاع	درجه آزادی	ارقیاع	درجه آزادی	ارقیاع	درجه آزادی	ارقیاع	درجه آزادی	ارقیاع	درجه آزادی	ارقیاع
۰/۰۰۰۲۶*	۰/۰۶*	۰/۱۸*	۴/۰۳*	۲/۴۴ <sup>ns</sup>	۱۸۵۷۹*	۱۸۵۷۹*	۵۳۷۳ <sup>ns</sup>	۱/۷۵*	۲۳/۲۵**	۷۸/۹۶ <sup>ns</sup>	۵۵۳۲۴/۶ <sup>ns</sup>	۸/۴۵*	۰/۱۲ <sup>ns</sup>
۰/۰۰۰۷۹*	۰/۷۴**	۰/۴۱*	۱۰/۵۸**	۱۰/۶۰**	۵۲۳/۶**	۵۲۳/۶**	۶۵۷۹ <sup>ns</sup>	۳/۳۳*	۶/۱۱**	۳۶۴/۵**	۵۰۳۳۹۸**	۱۶/۵۲*	۹/۵۱**
۰/۰۰۰۰۴	۰/۱۵	۰/۰۴	۰/۹۱	۱/۴	۳۲/۰۱	۳۲/۰۱	۳۷/۸۳۳	۰/۴۲	۰/۵۲	۲۵/۹۷	۳۱۶۶۴/۵۸	۲/۴۳	۰/۷۲
۱۷/۵۲	۲۵/۴۸	۸/۳۱	۷/۹۱	۱۰/۲۰	۷/۷۶	۷/۷۶	۱۳/۱۶	۱۸/۱۶	۱۶/۰۹	۱۱/۰۶	۱۵/۷۶	۱۸/۸۷	۱۵/۷۸
تکرار													
محلون													
غذایی													
خطا													
ضرب تغییرات (%)													

\*, \*\* و \*\*\* به ترتیب نشان‌دهنده تفاوت معنادار در سطح ۵ درصد، ۱ درصد و نبود تفاوت معنادار است.

جدول ۶. اثر سطوح نیتروژن بر تعداد برگ، طول دمگل و شاخص سرعت گلدهی گیاه شمعدانی

میانگین صفات در سطوح مختلف نیتروژن (میلی مولار)				صفت
۱	۱/۵	۲	۲/۵	
۴۸/۸۳b	۵۰/۸۳ab	۵۱/۱۷a	۵۲/۳۳a	تعداد برگ در بوته
۱۵/۷۳a	۱۴/۶۰b	۱۴/۱۷b	۱۴/۲۳b	طول دمگل (سانتی متر)
۲/۴۵b	۳/۱۱b	۷/۲۲a	۸/۵۶a	شاخص سرعت گلدهی

حروف غیرمشابه نشان دهنده اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد است.

### ۱.۳. نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که گیاهان تغذیه شده با محلول های حاوی ۲/۵، ۲، ۱/۵ و ۱ میلی مولار نیتروژن، در مرحله برداشت (شش ماه پس از انتقال نشا) اختلاف معناداری در ارتفاع نداشتند. از آنجا که پایین ترین سطح نیتروژن (۱ میلی مولار) موجب تأثیر منفی بر وزن خشک و تر گیاه، طول شاخه جانبی، تعداد گل آذین و محتوای کلروفیل برگ شد، گیاهان حاصل به لحاظ فشردگی و تراکم اندک بوته، برگ های رنگ پریده و تعداد برگ و گل کمتر از کیفیت بصری و بازارپسندی کافی برخوردار نبودند، در نتیجه این سطح نیتروژن به دلیل تأثیر منفی بر کیفیت گیاه توصیه نمی شود. ولی چون کاهش کاربرد نیتروژن تا سطح ۱/۵ میلی مولار به جز صفت طول شاخه جانبی و زمان شکوفایی، اثر منفی بر دیگر صفات بررسی شده نداشت، کاهش مصرف نیتروژن تا سطح ۱/۵ میلی مولار را می توان برای تولید گیاهان شمعدانی با کیفیت مطلوب توصیه کرد.

### منابع

2. Borch K., Brown K.M, and Lynch J.P. (1998) Improving bedding plants quality and stress resistance with low phosphorus. HortTechnology. 8: 575-579.
3. Chylinski W.K., Lukaszewska A.J., and Kutnik K. (2007) Drought response of two bedding plants. Acta Physiol Plant. 29: 399-406.
4. Frantz J., Locke J., and Pitchy D. (2006) Geranium nutrient deficiencies: A Visual Primer for Groer Diagnosis & Correction. www.ofa.org
5. Fustec J., Beaujard F. (2000) Effect of photoperiod and nitrogen supply on basal shoots development in *Rhododendron catawbiense*. Biologia Plantarum. 43: 511-515.
6. Huché-Théliera L., Boumazab R., Demotes-Mainarda S., Caneta A., Symoneaux R. and Guérina V. (2011) Nitrogen deficiency increases basal branching and modifies visual quality of the rose bushes. Scientia Horticulturae. 130: 325-334.
7. Iersel M.W., Bverly R.B., Thomas P.A., Latimer J.G., and Mills H.A. (1998) Fertilizer effect on the growth of impatiens, petunia, salvia, and vinca plug seedling. HortScience. 33: 678-682.
1. Arnon, D.I., (1949) Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology. 24: 1-15.

8. Ingestad T. (1981) Nutrition and growth of birch and grey alder seedlings in low conductivity solutions and at varied rates of nutrient addition. *Physiol. Plant.* 52: 454-466.
9. Kang J.G., and Iersel M.W. (2004) Nutrition solution concentration affects shoot: root ratio, leaf area ratio, and growth of subirrigated salvia (*Salvia splendens*). *HortScience.* 39: 49-54.
10. Kent M.W., and Reed D.W. (1996) Nitrogen nutrition of new Guinea impatiens 'Barbados' and spathiphyllum 'Petite' in a Subirrigation system. *American Society for Horticultural Sciences.* 121: 816-819.
11. Khandan-Mirkohi, A. (2009) Characteristics of phosphorus uptake kinetics of poinsettia and marigold. *Scientia Horticulturae.* 122: 251-257.
12. Marschner H. (1986) Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London. P. 446.
13. Raymond C.A. (2004) Factors affecting media pH and nutrient uptake in geraniums. University of Maryland, College Park P. 206.
14. Sinclair T.R., and Vadez V. (2002) Physiological traits for crop yield improvement in low N and P environments. *Plant and Soil.* 245: 1-15.
15. Sonneveld, C. & Voogt, W. (2010). Plant nutrition of greenhouse crops. Springer-Verlag New York, LLC. pp 313-344.
16. Stephens D.W., Whitehead D., Turnbull M.H., Millard P. (2001) Effects of nitrogen supply on phenology and carbon assimilation in young *Nothofagus fusca*. *New Zealand Journal of Botany.* 39: 617-630.
17. Taylor M.D., Nelson P.V., Frantz J.M., and Rufty T.W. (2010) Phosphorus deficiency In *Pelargonium*: Effects on nitrate and ammonium uptake and acidity generation. *Plant Nutrition.* 33: 701-712.
18. FloraHolland (2011) Facts and figures. Available online at: <http://www.floraholland.com/en/>. Accessed 05 January 2013.
19. Wagner G.J. (1979) Content and vacuole/extravacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanin in protoplasts. *Plant Physiol.* 64: 88-93.
20. Zheng Y., Graham T., Richard S., and Dixon M. (2004) Potted gerbera production in a subirrigation system using low-concentration nutrient solution. *HortScience.* 39: 1283-1286.