گل و گیاهان زینتی (۱۴۰۳)، ۹(۲): ۲۰۷-۲۲۰

مقاله پژوهشی

اثر میزان کود کندرها در مراحل مختلف پرورش بر رشد و نمو شمعدانی معمولی (*Pelargonium* ×*hortorum* 'Maverik Star')

پریا دهخدایی[۱]، مسعود قاسمی قهساره[۲*]، سعید ریزی[۲]

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۲. گروه علوم باغبانی دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

mghasemi1352@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۲۴، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۶/۲۵، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۶/۲۵

چکیده

دستیابی به یک برنامه کودی دقیق در پرورش گیاهان گلدانی دارای اهمیت زیادی است. این موضوع در استفاده از کودهای کندرها که عناصر غذایی در یک بازه زمانی طولانی‌تر در اختیار گیاه قرار می‌گیرد اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. به همین منظور اثر کاربرد کود کندرهای فرموکمپلکس با فرمول 18-11-12 S+Mg+TE بر رشد و نمو شمعدانی مورد بررسی قرار گرفت. پژوهش به‌صورت طرح کاملا تصادفی در سه تکرار و با مصرف مقدارهای مختلف کود در طی سه مرحله (کاشت بذر (مرحله دانهالی)، انتقال نشا به گلدان (مرحله رشد رویشی)، انتقال گیاه به گلدان بزرگ‌تر تا گلدهی (مرحله رشد زایشی)) در بستر کاشت شامل ۱۰٪ پوسته برنج + ۴۰٪ پرلایت + ۵۰٪ پیت خزه با تیمارهای ۳، ۶ و ۹ کیلوگرم بر مترمکعب کود کندرها در مرحله دانهالی و مقدارهای صفر، ۳، ۶ و ۹ کیلوگرم بر مترمکعب در مراحل رویشی و زایشی انجام شد. بر اساس مقدار کود در هر مرحله تیمارها با کدهای سه عددی مشخص شد که هر عدد نمایانگر مقدار کود است. در پایان پس از ۶ ماه از زمان کاشت بذر صفاتی از جمله ارتفاع گیاه، تعداد برگ، قطر ساقه اصلی، تعداد انشعابات، وزن تر و خشک شاخساره و ریشه، تعداد گل، محتوای کلروفیل و عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج، مقدارهای مختلف کود کندرها باعث ایجاد تفاوت معنی‌دار در محتوای کلروفیل و تمام شاخص‌های رشد به جز قطر ساقه شمعدانی شد، اما تیمارهای مختلف بر محتوای نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ تاثیرگذار نبود. بیشترین ارتفاع (۴۱/۹ و ۴۴/۸ سانتی‌متر) به ترتیب در تیمارهای ۳ کیلوگرم بر مترمکعب در هر سه مرحله (تیمار ۳-۳-۳) و ۹ کیلوگرم بر مترمکعب در مراحل اول و دوم (تیمار ۹-۹-۰) و بیشترین تعداد گل آذین (۹/۳، ۱۰ و ۱۰/۶) به ترتیب در تیمارهای ۳-۳-۰، ۳-۳-۳ و ۶-۶-۶ مشاهده شد. به‌طور کلی، شمعدانی‌هایی که در دو یا سه مرحله کوددهی شدند، در اکثر صفات از جمله ارتفاع، تعداد برگ، تعداد گل، محتوای کلروفیل و وزن تر و خشک شاخساره و ریشه نسبت به شمعدانی‌هایی که فقط در یک مرحله کوددهی شدند برتری داشتند و بهترین کیفیت در تیمار ۳ کیلوگرم بر مترمکعب در هر سه مرحله (۳-۳-۳) مشاهده شد و مقدار بیشتر کوددهی اثر منفی داشت.

واژه‌های کلیدی: رشد، شمعدانی، کلروفیل، کوددهی، گلدهی.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.207]

مقدمه

شمعدانی‌ها از تیره ژرانیاسه[۱] به‌دلیل ویژگی‌های زینتی خود یک کالای ارزشمند در بازار باغبانی هستند. آنها به‌عنوان گیاهان درون‌خانه‌ای یا گیاهان بالکنی با تأثیر زینتی برای نمای بیرونی ساختمان‌ها مورد توجه هستند و افزون بر جنبه زینتی و به‌دلیل مقاومت خوب در برابر شرایط نامساعد محیطی، به‌عنوان گیاهانی که بخشی از فضای سبز شهری هستند، اهمیت دارند (Norman *et al*., 2009; García-Sogo *et al*., 2012; Zawadzińska & Salachna, 2018; Schroeter-Zakrzewska *et al*., 2021). شمعدانی به‌تقریب در هر خاکی رشد می‌کند و در طی زمستان نیاز چندانی به کوددهی ندارد. در سایر فصل‌ها، محلول‌پاشی ماهیانه با یک کود کامل و با غلظت کم، نتیجه رضایت بخش می‌دهد (Khalighi, 2008).

در کشت گلدانی با توجه به این‌که گیاهان مدت طولانی در گلدان قرار دارند لازم است به طور دایم پی‌اچ، هدایت الکتریکی و مقدار مواد غذایی بستر کشت گیاه پایش شود. در تولید نشاء به روش توپی نیز با توجه به حساسیت دانهال‌ها به زیادی نمک‌های محلول از یک سو و نیاز به عناصر غذایی کافی برای بیشینه رشد (Dole & Wilkins, 2005) از سوی دیگر، کوددهی آن باید با دقت انجام شود. نیاز کودی شمعدانی در مراحل مختلف نمو به صورت؛ خروج ریشه‌چه تا توسعه لپه‌ها ۵۰ تا ۷۵ میلی‌گرم بر لیتر، توسعه لپه‌ها تا تشکیل اولین برگ حقیقی ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و تشکیل برگ‌های حقیقی تا انتقال نشاء ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن از کودهای نیتروژن: فسفر: پتاسیم با نسبت‌های ۲۰:۱۰:۲۰ پیشنهاد شده است که با نسبت‌های ۱۴-۰-۱۴، ۱۵-۰-۱۵ یا ۱۵-۵-۱۵ قابل جایگزینی است. کودهای حاوی نیتروژن آمونیومی و یا فسفر زیاد باعث کشیدگی نشاء می‌شود (Ballseed, 2024). شمعدانی نیاز زیادی به منیزیوم و کلسیم دارد. همچنین به سمیت آهن و منگنز که در اثر جذب زیاد این عناصر در پی‌اچ‌های پایین رخ می‌دهد، حساس است و با علائم کاهش رشد، لکه‌های بافت مرده، بافت مردگی لبه‌های برگ و زردی یا قرمزی برگ‌های پایینی آشکار می‌شود (Dole & Wilkins, 2005). بنابراین برای بهبود تغذیه شمعدانی و رفع مشکلات ذکر شده در بالا می‌توان از کودهای کندرها استفاده کرد.

کودها مواد مغذی مورد نیاز گیاه را تامین می‌کنند و استفاده از آنها باعث افزایش عملکرد می‌شود (Kasraian, 2013). گیاهان مختلف نیازهای متفاوتی به عناصر غذایی دارند و مقدار این نیاز بستگی شدیدی به عملکرد به دست آمده یا مورد انتظار از گیاه دارد (Kasraian, 2013). از مسایل تولید و پرورش گیاهان گلدهنده گلدانی، تامین عناصر غذایی در طول دوره تولید و همچنین پس از ارایه آنها به بازار است. تامین عناصر از طریق مصرف محلوهای غذایی دوام زیادی نداشته و نیاز به تکرار برنامه کوددهی دارد اما با کاربرد کودهای کندرها می‌توان برنامه کوددهی را برای کل دوره رشد گیاه آسان‌تر نمود (Girardi *et al*., 2003).

اولین گروه کودهای کندرهای تجاری، کودهای نیتروژنی بودند و پس از آن کودهای فسفر و پتاسیم نیز مورد استفاده قرار گرفتند (Obreza & Rouse, 2006). کودهای کندرها یا کودهایی که به صورت کنترل شده مواد غذایی خود را آزاد می‌سازند، بیشتر از ترکیبات شیمیایی حاوی عناصر غذایی (معمولا نیتروژن) هستند که به‌دلیل حلالیت کم در آب و تجزیه کند توسط میکرواورگانیسم‌ها عناصر خود را نسبت به کودهای عادی با تاخیر آزاد می‌سازند (Sartain, 2004; Kasraian, 2013).

۱- Geraniaceae

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.207]

در استفاده از کودهای معمولی، گیاهان فقط بخشی از مواد مغذی را مصرف می‌کنند و بقیه در اثر باران، آبیاری، تثبیت، تبخیر و غیره در محیط از بین می‌روند که افزون بر اثرات منفی بر فیزیولوژی و رشد گیاهان، مشکلات زیست محیطی، اقتصادی و بهداشتی را به همراه دارد. اما استفاده از کودهای کندرها و یا کنترل‌رها باعث کاهش هدر رفت عناصر غذایی و نیز به حداقل رساندن اثرات منفی ذاتی و خطر آلودگی محیطی همراه مصرف زیاد کود به روش معمولی می‌شود (Fertahi *et al*., 2021). این کودهای با راندمان افزایش یافته به آرامی عناصر غذایی را مطابق با نیاز گیاه آزاد می‌کنند. افزون بر این، با مصرف کودهای کندرها، گیاهان به دلیل نبود وجود تنش اسمزی یا سوختن ریشه و برگ ناشی از غلظت بالای نمک‌های محلول با کودهای معمولی، از مزایای کود استفاده می‌کنند. مزایای احتمالی دیگر این کودها شامل بهبود کیفیت خاک و سرعت جوانه زنی و در عین حال کاهش خمیدگی ساقه و آلودگی به بیماری است. کودهای کندرها می‌توانند با بهبود دسترسی به عناصر غذایی و تجمع مواد پروتئینی در گیاهان منجر به بازده بالاتر می‌شوند (Trenkel, 2010).

با کاربرد کودهای کندرها می‌توان باعث کاهش هدررفت عناصر غذایی شد که باعث کاهش ۲۰ تا ۳۰ درصدی میزان مصرف نسبت به مقدار توصیه شده کودهای معمولی می‌شود. همچنین می‌توان از نظر نیروی کار، زمان و انرژی صرفه‌جویی کرد. در واقع، یک مرتبه کاربرد کود کندرها می‌تواند نیازهای مواد مغذی محصول را برای یک فصل کامل برآورده کند، بنابراین دفعات کاربرد را کاهش داده و باعث صرفه جویی در هزینه‌های کوددهی می‌شود. افزون بر اینها، انبار و جابجایی کودها نیز راحت تر است (Trenkel, 2010). از فواید کاربرد این کودها می‌توان به کاهش آبشویی عناصر غذایی (Vendrame, 2004; Engelsjord *et al*., 1997)، افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی (Morgan *et al*., 2009; Marhaut *et al*., 2006) و کاهش هزینه کارگری (Mikkelsen &. Bruulsema, 2005) اشاره کرد. پژوهش‌ها در گیاهان بنت القنسول[۱] (Blythe *et al*., 2002)، حنای گینه نو[۲] (Richards & Reed, 2004) و گونه دیگری از حنا[۳] (Andiru *et al*., 2013) نشان داده که کاربرد کودهای کندرها در مقایسه با کودهای محلول در آب باعث بهبود کیفیت گیاهان شده است. در آزمایشی روی حنای گینه نو، کاربرد کود کندرها با فرمول NPK (Mgo,S) ۱۲-۱۱-۱۸ در پنج سطح (۰، ۱/۵، ۳، ۴/۵ و ۶ کیلوگرم بر مترمکعب) و اسید هیومیک در سه سطح (۰، ۲ و ۴ کیلوگرم بر مترمکعب) نشان داد که بیشترین ارتفاع نشا و وزن‌تر ساقه در تیمار ۳ کیلوگرم کود کندرها به همراه ۴ کیلوگرم اسید هیومیک بر متر مکعب مشاهده شد (Mohammadi *et al*., 2015).

در گیاهان زینتی گل‌دهنده که در طی دوره پرورش بسته به میزان و مرحله رشد چندین مرتبه بازکاشت می‌شوند، تغییر نیاز کودی و چگونگی مصرف کودهای کندرها در این گیاهان یک مسئله است. اما بر اساس بررسی منابع انجام شده گزارش‌های اندکی در این مورد وجود دارد. بنابراین باتوجه به سودمندی قابل توجه کود کندرها و مشخص نبودن شیوه مصرف آن در مراحل مختلف پرورش گل شمعدانی، در این پژوهش اثر مقادیر مختلف کود کندرهای فرموکمپلکس[۴] در مراحل مختلف پرورش شمعدانی بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی شمعدانی مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش از تیمار کودکندرها در سه مرحله رشد گیاه استفاده شد تا تاثیر و تداوم کاربرد کودکندرها از زمان کاشت بذر تا گلدهی شمعدانی بررسی شود.

۱- *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch

۲- *Impatiens hawkeri* W.Bull

۳- *Impatiens walleriana*

۴- Fermocomplex

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.207]

مواد و روش‌ها

پژوهش در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد از ابتدای پاییز تا اوایل بهار سال بعد به‌صورت طرح کاملا تصادفی با ۱۲ تیمار با سه تکرار (یک گیاه در هر تکرار) انجام شد. تیمارها شامل کود کندرهای فرموکمپلکس با فرمول ۱۲- ۱۸-۱۱ گوگرد+منیزیوم+عناصر کم‌مصرف در چهار سطح صفر، ۳، ۶ و ۹ کیلوگرم بر مترمکعب آمیخته کاشت در سه مرحله شامل کاشت بذر در سینی کشت توپی (مرحله دانهالی)، انتقال نشاء به گلدان با قطر ۱۲ سانتی‌متر (مرحله رشد رویشی) و انتقال به گلدان نهایی (قطر ۲۰ سانتی‌متر) (مرحله رشد زایشی) بود. مقدارهای ۳، ۶ و ۹ کیلوگرم بر مترمکعب کود کندرها در مرحله دانهالی و مقدارهای صفر، ۳، ۶ و ۹ کیلوگرم بر مترمکعب در مراحل رشد رویشی و زایشی به‌کار رفت. بر اساس مقدار کود در هر مرحله تیمارها با کدهای سه عددی مشخص شد که هر عدد نمایانگر مقدار کود است. در ابتدای آزمایش ۱۲ گیاه برای هر سطح کودی در نظر گرفته شد (۳ گیاه برای هر تیمار). نیمی از گیاهان کوددهی شده در هر مرحله برای کاربرد تیمارهای مراحل دوم و سوم با همان میزان کوددهی استفاده شدند (جدول ۱).

جدول ۱- واکاوی شیمیایی کود کندرهای فرموکمپلکس مورد استفاده در آزمایش.

Table 1- Chemical analysis of slow-release Fermocomplex fertilizer used in the experiment.

نیتروژن	فسفر	پتاسیم	منیزیم	گوگرد	آهن	مس	روی	منگنز	بور
N (%)	P (%)	K (%)	MgO (%)	SO_3^{2-} (%)	Fe (mg L^{-1})	Cu (mg L^{-1})	Zn (mg L^{-1})	Mn mg L^{-1}))	B (mg L^{-1})
12	11	18	0.5	21.5	1500	150	1000	750	50

ابتدا بذرهای شمعدانی (*Pelargonium× hortorum* 'Maverik Star') از شرکت Syngenta flowers خریداری شده از یک تامین کننده بذر در ایران، در سینی کاشت ۴۸ خانه با ابعاد (۵/۵ × ۵/۵ × ۶ سانتی‌متر) در بستر کاشت (شامل ٪۱۰ پوسته برنج + ٪۴۰ پرلایت + ٪۵۰ پیت خزه (Mohammadi *et al.*, 2015) به همراه مقدارهای مختلف کود کندرها کاشته شدند. پوسته برنج پیش از استفاده شستشو و با اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه گندزدایی شد. با توجه به نبود عناصر غذایی در بستر اولیه و نیاز دانهال به مواد غذایی، سطح کوددهی صفر در مرحله اول در نظر گرفته نشد. پس از ۳ ماه از زمان کاشت بذر، نشاهای ۶ تا ۸ برگی به گلدان‌هایی با قطر ۱۲ و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر با بستر کاشت مشابه مرحله قبل منتقل و کوددهی با کود کندرها در چهار سطح (صفر، ۳، ۶ و ۹ کیلوگرم بر مترمکعب) انجام شد (جدول ۲). در مرحله دوم کاشت بر خلاف مرحله اول، تیمار بدون کود کندرها نیز در نظر گرفته شد تا کافی بودن یا نبودن کوددهی مرحله اول برای رشد گیاهان در مرحله دوم مشخص شود. با گذشت ۲ ماه از مرحله دوم، زمانی که گیاهان در حال ورود به فاز زایشی بودند را به گلدان بزرگتر (قطر ۲۰ و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر) با همان بستر منتقل و تیمارهای کوددهی با چهار سطح (صفر، ۳، ۶ و ۹ کیلوگرم بر مترمکعب) برای آن‌ها تکرار شد. جدول ۲ مقدار کوددهی و تعداد مشاهدات (گیاهان) در هر مرحله و کد/ رمز تیمارهای مربوطه را نشان می‌دهد.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.207]

در آخر پس از گذشت ۶ ماه از زمان کاشت بذر گیاهان شمعدانی، ارتفاع گیاه (خط‌کش)، تعداد برگ، قطر ساقه اصلی (با استفاده از کولیس)، تعداد انشعابات، وزن تر و خشک شاخساره و ریشه، تعداد گل، سبزینگی (عدد اسپد[1]) و تجزیه عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ‌های بالغ اندازه‌گیری شد.

جدول ۲- تیمارها و تکرارها در مراحل آزمایش.

Table 2- Treatments and repetitions in the test stages.

رمز تیمارها Treatments code	مقدار کود Amount of fertilizer ($kg\ m^{-3}$)			تکرار Replication
	مرحله دانهالی Seedling stage	مرحله رویشی Vegetative stage	مرحله زایشی Reproductive stage	
0-0-3	3	0	0	3
3-0-3			3	3
0-3-3		3	0	3
3-3-3			3	3
0-0-6	6	0	0	3
6-0-6			6	3
0-6-6		6	0	3
6-6-6			6	3
0-0-9	9	0	0	3
9-0-9			9	3
0-9-9		9	0	0
9-9-9			9	0

رمز تیمارها نشان دهنده مقدار کود مورد استفاده از راست به چپ به ترتیب در مراحل اول، دوم و سوم.

The codes of the treatments indicate the amount of fertilizer used from right to left in the first, second, and third stages respectively.

برای تخمین محتوای کلروفیل با اسپد (UK CL-01 chlorophyll meter, Hansatech instroments, Pentney, UK) از میانگین چهار خوانش از سه برگ کامل بالای هر گیاه استفاده شد. برای اندازه‌گیری محتوای نیتروژن برگ ۰/۵ گرم برگ خشک و پودر شد و از روش تیتراسیون پس از مراحل هضم و تقطیر، به کمک سیستم کلدال استفاده شد. برای اندازه‌گیری فسفر و پتاسیم از عصاره ۰/۵ گرم از نمونه خشک پودر استفاده شد. برای تهیه عصاره، نمونه‌ها در کوره به مدت یک ساعت

۱- SPAD

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.207]

در دمای ۲۵۰ درجه و ۳ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس خاکستر شدند. پس از خنک شدن، ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال به هر نمونه اضافه و سپس با افزودن آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد و در پایان عصاره صاف شد. عصاره تهیه شده برای اندازه‌گیری پتاسیم به روش فلیم‌فتومتری استفاده گردید. برای اندازه گیری فسفر به ۱۰ میلی‌لیتر عصاره بافت، ۱۰ میلی‌لیتر معرف آمونیوم-وانادومولیبدات (حل کردن ۲۲/۵ گرم هپتامولیبدات آمونیوم در ۴۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۱/۲۵ گرم متاوانادات آمونیوم در ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر، سپس دو محلول به فلاسک ۱ لیتری منتقل و پس از سرد شدن ۲۵۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ به آن افزوده و رساندن به حجم یک لیتر با آب مقطر) در یک فلاسک ۱۰۰ میلی‌لیتری اضافه و محلول به حجم رسانده شد. پس از ۳۰ دقیقه جذب نمونه‌ها در طول موج ۴۱۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر (T80 UV/Vis PG Instruments) خوانده شد. نمودار استاندارد با استفاده از محلول‌های تهیه شده از پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات رسم و مقدار فسفر نمونه‌ها با استفاده از اعداد خوانده شده از اسپکتروفتومتر و نمودار استاندارد تعیین شد (Estefan *et al.*, 2013).

واکاوی داده ها

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.4 مورد واکاوی و تحلیل قرار گرفتند و میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند.

نتایج

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) مقادیر مختلف کود کندرها در مراحل مختلف باعث ایجاد تفاوت معنی‌دار در صفات اندازه‌گیری شده به جز قطر ساقه شمعدانی و محتوای نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ شد. مصرف کود به میزان ۹ کیلوگرم بر مترمکعب در مرحله دوم باعث از بین رفتن گیاهان گردید.

بیشترین ارتفاع (۴۱/۹ و ۴۴/۸ سانتی‌متر) گیاه شمعدانی در تیمارهای ۳-۳-۳ و ۹-۹-۰ بود که با تیمارهای ۳-۰-۳ و ۶-۶-۶ تفاوت معنی‌داری نداشتند. کمترین ارتفاع (۱۲/۸ سانتی‌متر) در تیمار ۳-۰-۰ مشاهده شد که با تیمارهای ۶-۰-۰ و ۹-۰-۰ اختلافی نداشت. بیشترین تعداد انشعابات شاخه اصلی (۱۳) در تیمار ۳-۳-۳ و کمترین تعداد انشعابات (۱، ۲، ۱/۳، ۱/۶ و ۱/۳) در تیمارهای ۳-۰-۰، ۳-۰-۳، ۰-۰-۶، ۶-۰-۶ و ۹-۰-۰ مشاهده شد. تعداد برگ در تیمارهای ۳-۳-۰، ۳-۳-۳ و ۶-۶-۶ حداکثر (به ترتیب ۹۴، ۹۸/۶ و ۱۰۱/۳) و در تیمارهای ۳-۰-۰، ۶-۰-۰ و ۹-۰-۰ حداقل (به ترتیب ۱۴/۳، ۲۷/۷ و ۱۹) بود. بیشترین تعداد گل آذین (۹/۳، ۱۰ و ۱۰/۶) به ترتیب در تیمارهای ۳-۳-۰، ۳-۳-۳ و ۶-۶-۶ و کمترین تعداد گل آذین (۰/۶) در تیمار ۳-۰-۰ وجود داشت (جدول ۴).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین مقدار کلروفیل (عدد اسپد) (۳۶/۹) و مربوط به تیمار ۹-۹-۰ بود که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای ۶-۶-۰ (۳۵/۰)، ۳-۳-۳ (۲۸/۸) و ۳-۳-۰ (۲۸/۸) نداشت و کمترین مقدار (۵/۶) مربوط به تیمار ۶-۶-۰ بود که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای ۶-۰-۰ (۶/۹)، ۳-۰-۰ (۷/۴)، ۳-۰-۳ (۷/۹) و ۹-۰-۰ (۸/۵) نداشت (جدول ۴).

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.207]

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف کود کندرهای فرموکمپلکس بر شاخص‌های مورفولوژیک و محتوای نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه شمعدانی رقم 'Maverik Star'.

Table 3- The variance analysis of the effect of different levels of slow-release Fermocomplex fertilizer on morphological indices and nitrogen, phosphorus, and potassium content of *Pelargonium× hortorum* 'Maverik Star'.

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Mean Squares											
		ارتفاع گیاه P.H.	تعداد انشعابات B. No.	تعداد برگ L. No.	تعداد گل F. No.	قطر ساقه S.D.	وزن تر شاخساره S.F.W.	وزن خشک شاخساره S.D.W.	وزن تر ریشه R.F.W.	وزن خشک ریشه R.D.W.	کلروفیل Chl.	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K
تیمار Treatment	9	418.23**	66.25**	3185.42**	38.20**	16.9ns	3959.12**	87.26**	361.88**	14.69**	486.28**	0.007ns	0.0007ns	0.001ns
خطا Error	20	8.42	0.6	80.2	1.46	2.16	43.19	2.77	27.31	0.89	21.6	0.003	0.0007	0.002
ضریب تغییرات CV (%)		9.81	14.61	15.54	22.42	13.08	13.59	15.95	13.18	16.9	27.9	3.39	10.72	3.38

F. No.: number of Flowers, L. No.: number of leaves, B. No.: Number of branches, P.H.: Plant Height, S.D.: Stem diameter, F.F.W.: Flower fresh weight, S.F.W.: Shoot fresh weight, S.D.W.: Shoot dry weight, R.F.W.: Root fresh weight, R.D.W.: Root dry weight, Chl.: Chlorophyll (SPAD value), K: Potassium, P: phosphorus, N: Nitrogen.

ns و **: به ترتیب: معنی‌دار در سطح ۵٪ و عدم معنی‌داری.

ns and **: Significant at the 5% and non-significance respectively.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.207]

جدول ۴- اثر سطوح مختلف کود کندرهای فرموکمپلکس بر شاخص‌های ارتفاع، تعداد انشعابات ساقه، تعداد برگ، تعداد گل و محتوای کلروفیل برگ گیاه شمعدانی 'Maverik Star'.

Table 4- Effect of different levels of Fermocomplex fertilizer on plant height, number of stem branches, number of leaves, number of flowers, and leaf chlorophyll content of *Pelargonium× hortorum* 'Maverik Star'.

تیمارها Treatments	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	تعداد انشعابات Branches number	تعداد برگ Leaf number	تعداد گل Flower number	کلروفیل (عدد اسپد) Chlorophyll (SPAD value)
0-0-3	12.8^{f}	1^{f}	14.3^{d}	0.6^{e}	7.4^{c}
0-3-3	41.3^{ab}	11.6^{b}	98.6^{a}	9.3^{a}	28.8^{a}
3-0-3	21.6^{de}	2^{f}	27.6^{d}	2.6^{cde}	7.9^{c}
3-3-3	41.9^{a}	13^{a}	94^{a}	10^{a}	28.8^{a}
0-0-6	17.4^{ef}	1.3^{f}	54.3^{c}	3^{cd}	6.9^{c}
6-0-6	25.6^{d}	1.6^{f}	44^{c}	4.6^{c}	5.6^{c}
0-6-6	35.5^{c}	6.6^{d}	7^{b}	5.6^{b}	35^{a}
6-6-6	36.8^{bc}	10^{c}	101.3^{a}	10.6^{a}	18.1^{b}
0-0-9	17.8^{e}	1.3^{f}	19^{d}	1.6^{de}	8.5^{c}
0-9-9	44.8^{a}	4.3^{e}	52.6^{c}	5.6^{c}	36.9^{a}
9-0-9*	–	–	–	–	–
9-9-9*	-	-	-	-	-

در هر ستون میانگین‌های دارای دستکم یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند. رمز تیمارها نشان دهنده مقدار کود مورد استفاده از راست به چپ به ترتیب در مراحل اول، دوم و سوم. * گیاهان با تیمارهای ۹-۰-۹ و ۹-۹-۹ از بین رفتند.

In each column, means with the same letters are not significantly different at P≤ 5% according to LSD. The codes of the treatments indicate the amount of fertilizer used from right to left in the first, second and third stages respectively* Plants died with 9-0-9 and 9-9-9 treatments.

بیشترین وزن تر (۹۵/۵، ۹۴/۶ و ۸۷/۹ گرم) و خشک شاخساره (۱۶/۵، ۱۹/۳ و ۱۶/۷ گرم) به ترتیب در تیمارهای ۳-۳-۰، ۳-۳-۳ و ۶-۶-۶ و کمترین وزن تر (۷/۱ گرم) در تیمار ۳-۰-۰ مشاهده شد که با تیمارهای ۶-۰-۰ و ۹-۰-۰ تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵).

بیشترین وزن تر (۵۷/۸ گرم) و خشک (۸/۹ گرم) ریشه در تیمار ۳-۰-۳ و کمترین وزن تر ریشه (۲۵/۵، ۲۷/۳ و ۲۷/۳ گرم) در تیمارهای ۹-۹-۰، ۶-۶-۰ و ۳-۰-۰ و کمترین وزن خشک ریشه (۲/۷، ۳/۲، و ۳/۴ گرم) در تیمارهای ۹-۹-۰، ۳-۰-۰، ۶-۶-۰ مشاهده شد (جدول ۵).

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.207]

جدول ۵- اثر سطوح مختلف کود کندرهای فرموکمپلکس بر وزن تر و خشک ریشه و شاخساره گیاه شمعدانی 'Maverik Star'.

Table 5- The effect of different levels of slow-release Fermocomplex fertilizer on the fresh and dry weight of root and shoot of *Pelargonium× hortorum* 'Maverik Star'.

وزن خشک ریشه Roor dry W. (g)	وزن تر ریشه Root fresh W. (g)	وزن خشک شاخساره Shoot dry W. (g)	وزن تره شاخساره Shoot fresh W. (g)	تیمارها Treatments
3.2^{f}	27.3^{e}	3.4^{f}	7.1^{e}	0-0-3
8.93^{a}	57.85^{a}	7.57^{bcd}	18.9^{cd}	3-0-3
6.29^{cd}	45.88^{bc}	16.75^{a}	87.96^{a}	0-3-3
9.6^{bcd}	48.4^{b}	19.3^{a}	94.6^{a}	3-3-3
8.1^{ab}	47.33^{b}	6.1^{def}	14.65^{cd}	0-0-6
7.4^{abc}	45.56^{bc}	8.56^{bcd}	24.63^{c}	6-0-6
3.46^{f}	27.3^{e}	9.77^{bc}	62.4^{b}	0-6-6
3.8^{ef}	33.4^{de}	16.5^{a}	95.5^{a}	6-6-6
5.2^{de}	37.7^{cd}	5.3^{ef}	13.3^{de}	0-0-9
2.7^{f}	25.5^{e}	11^{b}	64.2^{b}	*0-9-9
–	–	-	–	9-0-9
-	-	-	-	*9-9-9

میانگین‌های هر ستون که دارای دستکم یک حرف مشترک باشند تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون LSD ندارند. رمز تیمارها نشان دهنده مقدار کود مورد استفاده از راست به چپ به ترتیب در مراحل اول، دوم و سوم. * گیاهان با تیمارهای ۹-۰-۹ و ۹-۹-۹ از بین رفتند.

The averages of each column that have at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% level based on the LSD test. The codes of the treatments indicate the amount of fertilizer used from right to left in the first, second and third stages respectively. * Plants died with 9-0-9 and 9-9-9 treatments.

بحث

نیاز عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد گیاه می‌تواند متفاوت باشد. در این آزمایش بیشترین ارتفاع گیاه شمعدانی در تیمارهای ۳-۳-۳ و ۹-۹-۰ و کمترین ارتفاع در تیمار ۳-۰-۰ مشاهده شد. افزایش مقدار کود در مراحل اول و دوم تا سطح ۶ کیلوگرم بر مترمکعب باعث افزایش و مقدار بیشتر از آن باعث کاهش ارتفاع شد. بیشترین تعداد انشعابات شاخه اصلی در تیمار ۳-۳-۳ و کمترین انشعابات ساقه در تیمارهای ۳-۰-۰، ۳-۰-۳، ۶-۰-۰، ۶-۰-۶ و ۹-۰-۰ مشاهده شد. افزایش ارتفاع و وزن گیاه تاج خروس[۱] با کاربرد کود کندرها گزارش شده است (Zhang *et al*., 2014). مقایسه کاربرد کود معمولی Azofoska با فرمول 13.6 + micro + 19.1 + 6.4 با دو نوع کود کندرهای ازموکوت با فرمول‌های 15-10-12-2-Micro و 15-8-10-3-Micro و کود کندرهای پلیون[۲] با فرمول 17-11-19-Micro در فرزیای گلدانی[۳] نشان داده که کودهای کندرهای ازموکوت[۴] ارتفاع گیاه، طول گل آذین و تعداد گل را افزایش داده است (Zurawik & Placek, 2011) مقایسه فرمول‌های کودی آنها نشان دهنده نقش بیشتر نیتروژن در

۱- *Celosia cristata* L. ۲- Polyon ۳- *Freesia* Eckl. ex Klatt ۴- Osmocote

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.207]

رشد است. در این آزمایش نیز با توجه به بیشتر بودن نیتروژن کود فرموکمپلکس نسبت به دیگر عناصر، با افزایش مقدار آن تا سطح ۶ کیلوگرم بر متر مکعب در مرحله دوم بیشترین ارتفاع و تعداد انشعاب حاصل شده است.

تعداد برگ در تیمارهای ۳-۳-۰، ۳-۳-۳ و ۶-۶-۶ حداکثر و در تیمارهای ۳-۰-۰، ۶-۰-۰ و ۹-۰-۰ حداقل بود. کاربرد کود ازموکوت (15N-9P-9K) تعداد برگ آزالیا[1] را افزایش داده است (Matysiak & Bielenin, 2005). بیشترین تعداد گل آذین در تیمارهای ۳-۳-۰، ۳-۳-۳ و ۶-۶-۶ و کمترین تعداد گل آذین در تیمار ۳-۰-۰ وجود داشت. با افزایش مقدار کود تا سطح ۶ کیلوگرم بر مترمکعب در هر سه مرحله تعداد گل افزایش یافت. نتایج آزمایشی روی گل سوسن شرقی[2] هم نشان داد که کود کندرهای مولتیکوت[3] (Mgo ۳-۲۱-۱۸-۱۶) تا ۲ گرم بر لیتر باعث افزایش ارتفاع، تعداد جوانه گل و وزن تر گل سوسن شده است (Treder, 2005). با افزایش مصرف دو نوع کود کندرهای نوتریکوت[4] فرمول‌های (N13) 10.8K : 5.7P : 13N یا 18N : 2.6P : 6.6K در بستر نهایی *Actinotus helianthi* در گلدان، تا حد ۱۰ کیلوگرم بر مترمکعب تعداد ساقه، ساقه گل دهنده، گل و غنچه افزایش یافته در حالی که مقدار توصیه شده توسط کارخانه سازنده ۲ کیلوگرم بر مترمکعب بوده است (Richter & Offord, 2006) و نتایج این آزمایش به آن همسو بود. بیشترین وزن تر و خشک شاخساره در تیمارهای ۳-۳-۰، ۳-۳-۳ و ۶-۶-۶ و کمترین وزن تر و خشک در تیمارهای ۳-۰-۰، ۰-۰-۶ و ۹-۰-۰ مشاهده شد. کاربرد کود کندرها با نسبت ۱۸ نیتروژن- ۶ فسفر- ۶ پتاسیم ارتفاع و وزن تر پنج نوع بید زینتی (*Salix* spp.) را افزایش داد (Saska & Kuzovkina, 2014). استفاده از کود بازیکوت با فرمول N13- $P_2O_5$16- K_2O16 قطر ساقه و وزن خشک دانهال کاج[5] را بیشتر کرده است (Pavinato *et al.*, 2014). نکته مهم دیگری که از نتایج استنباط می‌شود و از اهداف این آزمایش بود، تفاوت در مراحل کوددهی است که نشان داد کوددهی در مرحله دوم روی رشد گیاه اثر ویژه دارد به‌طوری که عدم کوددهی در مرحله دوم (به مدت ۲ ماه) در مقایسه با انجام این کار باعث اثر منفی روی رشد اندام هوایی شده ولی این اثر منفی حتی با مصرف کود در مرحله سوم جبران نگردید.

بیشترین وزن تر و خشک ریشه در تیمار ۳-۰-۳ و کمترین وزن ریشه در تیمارهای ۳-۰-۰، ۶-۶-۰ و ۹-۹-۰ مشاهده شد. مقایسه تیمارهای ۳-۰-۳ و ۳-۳-۰ نشان می‌دهد که عدم مصرف کود در مرحله دوم رشد، بر عکس رشد اندام هوایی، رشد ریشه بیشتری را باعث شده است که می‌تواند ناشی از کمبود عناصر غذایی در مرحله دوم و یا تامین عناصر بیشتر ناشی از فراهمی بیشتر عناصر غذایی با کود بیشتر به کار رفته در مرحله سوم باشد. اما مقایسه تیمارهای ۳-۰-۳ و ۳-۳-۳ نشان می‌دهد که رشد ریشه در تیمار ۳-۰-۳ بیشتر بوده و که این نشان می‌دهد کمبود عناصر غذایی در مرحله دوم رشد ریشه را تحریک کرده است. مقایسه رشد ریشه در مقدارهای ۶ و ۹ کیلوگرم در مراحل مختلف رشد نیز بیانگر این نکته است. از سوی دیگر سطوح کود بیشتر از ۳ کیلوگرم بر مترمکعب روی رشد ریشه اثر منفی داشت که شاید ناشی حساسیت ریشه به شوری ناشی از این مقدار کود در اطراف ریشه باشد.

۱- *Rhododendron yakushimanum* Nakai ۲- *Lilium* sp. ۳- Multicote ۴- Nutricote ۵- *Pinus elliottii* Engel

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.207]

بیشترین مقدار کلروفیل برگ به ترتیب در تیمارهای ۹-۹-۰، ۶-۶-۰ و ۳-۳-۳ و کمترین مقدار در تیمارهای ۳-۰-۰، ۳-۳-۰، ۶-۰-۰، ۶-۰-۶ و ۹-۰-۰ مشاهده شد. نتایج نشان می‌دهد که مصرف کود فرموکمپلکس تا سطح ۹ کیلوگرم بر متر مکعب در مرحله دوم کلروفیل برگ را افزایش داده است اما مقدار کود در مرحله سوم نباید از ۳ کیلوگرم بر متر مکعب بیشتر شود. مصرف اوره معمولی و نیز نوع کنترل‌رها شونده محتوی کلروفیل برگ را در داودی افزایش داده است (Zhu *et al*., 2012). بیشترین محتوای کلروفیل کل در گل حنای گینه نو در تیمار ۴/۵ کیلوگرم کود کندرها با فرمول N18 -K12-P11- MgO 2.7- S8 به همراه ۲ کیلوگرم اسید هیومیک بر متر مکعب مشاهده شد (Rizi *et al*., 2014). نیتروژن یکی از اجزای تشکیل دهنده‌ی ساختار کلروفیل است (Marschner, 2011). پژوهشگران مختلف گزارش کرده‌اند که افزایش سطح نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ کلروفیل را افزایش می‌دهد (Chenard *et al*., 2005; Zhao *et al*., 2001). منیزیم نیز جزء مرکزی کلروفیل است. این عنصر همچنین در فعالیت‌های آنزیمی که در مربوط به انتقال انرژی در گیاه است، شرکت می‌کند. در طی فتوسنتز، کربوهیدرات‌ها تولید می‌شوند، که اساس و پایه‌ای برای ساخت تمام مواد آلی دیگر تولید شده در گیاه هستند (Kasraian, 2013).

هر یک از عناصر به‌کار رفته در ترکیب کود فرموکمپلکس در رشد و نمو گیاه نقش خاص خود را دارند. نیتروژن که بیشترین سهم را در این کود دارد، محرک رشد گیاه و جزء ضروری پروتئین‌ها است. بنابراین، در بیشتر فرآیندهای رشد و نمو گیاه نقش دارد. از سوی دیگر، تامین این عنصر برای گیاه در جذب عناصر غذایی دیگر نیز مهم می‌باشد. نیتروژن سبب افزایش سطح برگ می‌شود که به‌دنبال آن میزان جذب و اثر بخشی نور خورشید افزایش یافته و بنابراین گلدهی، بلوغ فیزیولوژیکی، ارتفاع و تولید ماده خشک را در گیاهان مختلف افزایش می‌دهد (Krishnippa, 1989). به‌عنوان موتور رشد گیاه بوده و کارایی آن خیلی زود پس از استفاده مشاهده می‌شود. این عنصر سبزینگی برگ‌ها و رشد گیاه را افزایش می‌دهد (Kasraian, 2013). فسفر بخشی از اسید نوکلئیک است و برای تشکیل دانه، میوه و رشد ریشه بسیار مهم است و در افزایش تعداد برگ در مراحل اولیه رشد گیاه شرکت دارد (Harris, 1992). این عنصر مسئول انتقال انرژی برای فرایندهای متابولیسم در گیاه است (Babaji *et al*., 2007). پتاسیم وظایف متعددی در گیاه دارد. این عنصر سبب فعال شدن ۶۰ آنزیم مختلف می‌شود. بنابراین پتاسیم نقش حیاتی در ساخت کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها دارد (Kasraian, 2013). این عنصر برای سنتز کربوهیدرات، انتقال و حرکت قند از برگ‌ها به سایر قسمت‌های گیاه ضروری است (Nityamanjari, 2018). گوگرد نیز جزء اصلی در پروتئین بوده و همچنین در سنتز کلروفیل نقش دارد (Kasraian, 2013). لازم به ذکر است که، رشد گیاه وابسته به تامین مقدار کافی هر یک از عناصر غذایی است و اگر مقدار کافی از آنها وجود نداشته باشد، عامل محدود کننده محصول است. در کشاورزی، این مساله برای نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم و گوگرد اتفاق می‌افتد. بنابراین، این عناصر باید به شکل کودهای معدنی استفاده شوند تا عملکرد مناسب حاصل شود (Kasraian, 2013). نوع کود، میزان مصرف، محدوده زمانی کاربرد و محل مصرف، همگی از عوامل بسیار مهم در مدیریت مواد مغذی هستند (Lakshani *et al*., 2023). با توجه به نتایج بدست آمده این آزمایش، در گیاهانی که یک بار کود دهی شدند به‌خاطر کمبود عناصر غذایی رشد مناسبی نداشتند.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.207]

نتیجه‌گیری

یکی از ضرورت‌های تولید گیاهان با کیفیت، تغذیه مناسب در مرحله نشایی و مراحل بعدی رشد است. با توجه به نتایج این آزمایش شمعدانی‌هایی که در دو یا سه مرحله کوددهی شدند به‌دلیل دسترسی داشتن به عناصر غذایی کافی، از رشد بالاتری برخوردار بودند و بهترین نتیجه در بیشتر شاخص‌ها مربوط به مصرف کود کندرها به مقدار ۳ کیلوگرم بر مترمکعب در هر سه مرحله پرورش گیاه (تیمار ۳-۳-۳) مشاهده شد و مصرف بیشتر از این مقدار اثر معنی‌داری روی کیفیت گیاهان نداشت و گاهی با اثر منفی همراه بود. همچنین نتایج نشان داد که عدم مصرف کود در مرحله دوم رشد اندام هوایی را کاهش داد به‌طوری که این اثر منفی حتی با مصرف کود در مرحله سوم جبران نگردید. ولی عدم کوددهی در مرحله دوم رشد ریشه را تحریک کرد. با این حال سطوح کود بیشتر از ۳ کیلوگرم بر مترمکعب روی رشد ریشه اثر منفی داشت. بنابراین با توجه به این که استفاده از کودهای کندرها دارای مزایایی از جمله افزایش کارایی و کاهش آبشویی عناصر غذایی، کاهش آلودگی‌های زیست محیط و کاهش هزینه‌های کارگری و عدم نیاز به کوددهی توسط مصرف کننده نهایی گیاهان گل‌دهنده گلدانی است، مصرف ۳ کیلوگرم بر مترمکعب بستر کاشت برای استفاده در تمام مراحل پرورش گل شمعدانی پیشنهاد می‌شود.

منابع

Andiru, G.A., Pasian, C.C., Frantz, J.M., Jourdan, P. (2013). Longevity of controlled release fertilizer influences the growth of bedding impatiens. *HortTechnology*, *23*, 157-164.

Babaji, B.A., Amanas, E.B., Falaki, A.M., Chiezey, U.F., Mahmud, M., Mahadi, M.A., Muhammad. A.A. (2007). Contributions of shoot N, P and K to tuber yield of Irish potato (*Solanum tuberosum* L.) at Samaru, Nigeria. *Nigerian Journal of Agricultural Biological Science*, *2*, 21-25.

Ballseed (2024). Ornamental Plants Plug Growing Chart. https://www.ballseed.com/PDF/OrnamentalPlants-PlugGrowingChart.pdf. Accessed 30 June 2024.

Blythe, E.K., Mayfield, J.L., Wilson, B.C., Vinson, E.L., Sibley, J.L. (2002). Comparison of three controlled release nitrogen fertilizers in greenhouse crop production. *Plant Nutrition*, *25*, 1049-1061.

Chenard, C.H., Kopsell, D.A., Kopsell, D.E. (2005). Nitrogen concentration affects nutrient and carotenoid accumulation in parsley. *Journal of Plant Nutrition*, *28*(2), 285–297. https://doi.org/10.1081/PLN-200047616.

Dole, M., Wilkins, H. (2005). *Floriculture: Principles and* Species, 2nd edition. Prentice Hall."Inc. Upper Saddle River, USA. 1023p.

Engelsjord, M.E., Fostad, O., Singh, B.R. (1997). Effects of temperature on nutrient release from slow release fertilizers. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, *46*,179-187.

Estefan, G, R. Sommer, Ryan, J. (2013). *Methods of Soil, Plant, and Water Analysis, A Manual for the West Asia and North Africa Region*. ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas), Beirut, Lebanon. 242 p.

Fertahi, S., Ilsouk, M., Zeroual, Y., Oukarroum, A., Barakat, A. (2021). Recent trends in organic coating based on biopolymers and biomass for controlled and slow release fertilizers. *Journal of Controlled Release*, *330*, 341-361.

García-Sogo, B., Pineda, B., Roque, E., Antón, T., Atarés, A., Borja, M., Beltrán, J.P., Moreno, V., Cañas. L.A., (2012). Production of engineered long-life and male sterile *Pelargonium* plants. *BMC Plant Biology*, *12*, 156.

Girardi, E.A., Mourão Filho, F.A.A. (2003). Emprego de fertilizantes de liberação lenta na formação de pomares de citros. *Revista Laranja*, *24*, 507-518.

Harris, P.M. (1992). *The Potato Crop: The Scientific Basis for Improvement*. Springer Science & Business Media. 927p.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.207]

Kasraian, A. (2013). Fertilizers and their use, A Pocket Guide for Extension Officers. Shiraz Islamic Azad University Press (Translated in Persian).

Khalighi, A., 2008. *Floriculture, Cultivation of Iran's Ornamental Flowers*. Rozbahan Press. 392 pp. (In Persian).

Krishnippa, K.S. (1989). Effect of fertilizer applications on dry matter and N, P and K accumulation in potato at different stages of growth. *Mysore Journal of Agricultural Science*, *23*, 349-345.

Lakshani, N., Wijerathne, H.S., Sandaruwan, C., Kottegoda, N., Karunarathne, V. (2023). Release Kinetic Models and Release Mechanisms of Controlled-Release and Slow-Release Fertilizers. *ACS Agricultural Science & Technology*, Vol 3(11).

Marhaut, D.J., Blythe, E.K., Newman, J.P., Albano, J.P. (2006). Nutrient release from leachate electrical conductivity, pH, and nitrogen, Phosphorous, and Potassium concentrations. *HortScience*, *41*, 780-787.

Marschner, H. (2011). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic press. 651p.

Matysiak, B., Bielenin, M. (2005). Effect of nutrient solution composition on growth, flowering, nutrient status and cold hardiness of *Rhododendron yakushimanum* grown on ebb-and-flow benches. *European Journal of Horticultural Science*, *70*, *35-42*.

Mikkelsen, R.L., Bruulsema, T.W. (2005). Fertilizer use for horticultural crop in the U.S. during the 20th century. *HortTechnology*, *15*, 24-30.

Mohammadi, L., Rizi, S., Mohammad Khani, A., Barzegar, R. (2015). Production of New Guinea henna (*Impatiens hawkeri*) plug seedlings using frankincense fertilizer and humic acid. In: 9th Horticultural Science Congress. 5-8 February. Iran, Ahvaz. (In Persian).

Morgan, K.T., Cushman, K.F., Sato, S. (2009). Release mechanisms for slow and controlled release fertilizers and strategies for their use in vegetable production. *HortTechnololgy*, *19*, 100-120.

Nityamanjari, M. (2018). Effect of Fertilizers on Growth and Productivity of Potato-A Review. *International Journal of Agriculture Sciences*, 10, 5183-5186.

Norman, D.j, Huang, Q., Yuen, J.m., Mangravita-Novo, A., Byrne, D. (2009). Susceptibility of geranium cultivars to *Ralstonia solanacearum*. *HortScience*, *44*,1504-1508.

Obreza, T.A., Rouse, R.E. (2006). Long term response of hamlin orange trees to controlled release N fertilizers. *Horticultural Science*, *41*, 423-426.

Pavinato, P.S., Mondardo, j.T., Marangon, R.J., Herrera, W.F.B., Brun, E.J., Martin, T.N. (2014). Growth and nutrient uptake by slash pine seedlings under Phosphate fertilizer sources. *Revista Brasileira de Ciencias Agrarias*, *9*,103-109.

Richards, D.L., Reed, D.W. (2004). New Guinea impatiens growth response and nutrient release from controlled release fertilizer in recirculating subirrigation and top watering system. *HortScience*, *39*, 280-286.

Richter, L., Offord, C.A. (2006). Effect of slow-release fertilizer on the growth of containerized flannel flower (*Actinotus helianthi* La bill.). *Applied Horticulture*, *8*,21-24.

Rizi, S., Mohammadi, L., Mohammad Khani, A., Barzegar, R. (2014). Positive reaction of New Guinea henna (*Impatiens hawkeri*) to the application of slow-release and humic acid fertilizer in hydroponic bed. In: The First National Specialized Conference of Agricultural and Environmental Sciences of Iran. April 2014. Iran, Ardabil. (In Persian).

Sartain, J.B., Hall, W.L., Littell, R.C., Hopwood, E.W. (2004). New tools for the analysis and characterization of slow-release fertilizers. *In:* Hall, W.L., Robarge, W.P. (ed.). *Environmental Impact of Fertilizer on Soil and Water*. American Chemical Society, pp.180-195.

Saska, M.M., Kuzovkina. Y.A., (2014). Ornamental Willow growth response across five concentrations of controlled release fertilizer. *HortTechnology*, *24*, 53-57.

Schroeter-Zakrzewska, A., Wolna-Maruwka, A., Kleiber, T., Wróblewska, H., Głuchowska, K. (2021). Influence of compost from post-consumer wood on development, nutrition state of plants, microbiological and biochemical parameters of substrates in zonal pelargonium (*Pelargonium zonale*). *Agronomy*, *11*, 994. https://doi.org/10.3390/agronomy11050994

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.207]

Treder, J. (2004). Growth and quality of oriental lilies at different fertilization levels. In: *IX* International Symposium on Flower Bulbs, *673*, 297-302.

Trenkel M.E. (2010). *Slow-and Controlled-release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture*. International Fertilizer Industry Association (IFA). 160p.

Vendrame, W., Moore, K.K., Broschat, T. K. (2004). Interaction of light intensity and controlled release fertilization rate on growth and flowering of two New Guinea impatiens cultivars. *HortTechnology*, *14*(4), 491-495.

Zawadzińska, A., Salachna, P. (2018). Ivy pelargonium response to media containing sewage sludge and potato pulp. *Plant Soil and Environment*, *64*, 180-185.

Zhang, G.Q., Li-shui, N.I.E., Pan-pan, L.U.O. (2014). Effects of slow-release fertilizer Cuiyun No. 1 and equal nutrition of fast-release fertilizer on *Celosia cristata* L. by pot experiment. *Journal of Northeast Forestry University*, *42*(5), 52-55.

Zhao, D., Oosterhuis, D.M., Bednarz, C.W. (2001). Influence of potassium deficiency on photosynthesis, chlorophyll content, and chloroplast ultrastructure of cotton plants. *Photosynthetica*, *39*(1), 103–109. https://doi.org/10.1023/A:1012404204910

Zhu L. Wang J., Gau X. (2012). Application of controlled released urea combined with conventional urea on physiological indices, yield and quality of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, *41*, 22-26. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20123200040

Zurawik, P., Placek, M. (2011). The influence of fertilization on quality of inflorescences of easy pot freesia (*Freesia* Eckl. ex Klatt) grown from adventitious corms. *Acta Agrobotanica*, *64* (3), 59–66.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.207]

Flower and Ornamental Plants (2024), 9(2): 207-220
Research article

Impact of slow-release fertilizer amounts at various cultivation stages on the growth and development of zonal geranium (*Pelargonium* × *hortorum* 'Maverik Star')

Parya Dehkhodaei[1], Masoud Ghasemi Ghehsareh[2*], Saeid Reezi[3]

1. Department of Horticultural Science, Bu-Ali Sina University, Hamedan
2. Department of Agriculture Sciences, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord
mghasemi1352@gmail.com

Received: 2024/07/17, Revised: 2024/09/25, Accepted: 2024/09/25

Abstract

Achieving a precise fertilization program is very important in potted plant cultivation. This issue becomes more important in the use of slow-release fertilizers, which provide nutrients to the plant for a longer period. For this purpose, the effect of applying Fermocomplex, a slow-release fertilizer with an 18-11-12 S+Mg+TE formula, on the growth and development of geranium was investigated. The research was done in a completely randomized design and with the use of different amounts of fertilizer during three stages (planting seeds (seedling stage), transferring seedlings to pots (vegetative stage), and transferring plants to final pots until flowering (reproductive stage)) in a medium including 10% rice husk + 40% perlite + 50% peat moss. In the first stage, the treatments included 3, 6, and 9 kg m-3, and in the second and third stages, they included 0, 3, 6, and 9 kg m-3 of fertilizer. Based on the amount of fertilizer at each stage, the treatments were identified with three-digit codes, each number representing the amount of fertilizer. After 6 months of seed sowing, growth indices were measured, including plant height, leaf number, stem diameter, number of branches, fresh and dry weight of shoots and roots, number of flowers, and chlorophyll, nitrogen, phosphorus, and potassium content of leaves. Based on the results, different amounts of fertilizer caused significant differences in chlorophyll content and all growth indices except the stem diameter but did not affect the amount of leaf nitrogen, phosphorus, and potassium. The greatest plant heights (41.9 cm and 44.8 cm) were observed in the treatments with 3 kg m^{-3} across all three stages (treatment 3-3-3) and 9 kg m^{-3} in the first and second stages (treatment 9-9-0), respectively. Similarly, the highest number of inflorescences (9.3, 10, and 10.6) was recorded in treatments 3-3-0, 3-3-3, and 6-6-6, respectively. In general, plants that were fertilized in two or three stages, in most traits such as height, chlorophyll content, number of leaves, number of flowers, fresh and dry weight of shoot and root, were superior to plants that were fertilized in only one stage. The best growth was observed with the consumption of 3 kg m-3 fertilizer in all three stages (3-3-3 treatment), and a higher amount of fertilizer.

Keywords: Chlorophyll, Fertilization, Flowering, Geranium, Growth.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.2.207]