

The effect of different amounts of *Lemna minor* Compost and putrescine on some Vegetative and Physiological Characteristics of *Hyacinthus orientalis*

Setare Sadeqinasab¹, Mahnaz Karimi^{ID}*², Hosein Moradi³

Received: 13 March 2024

Accepted: 24 October 2024

1 M.Sc. Student, Dept. of Horticultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
2 Assoc. Prof., Dept. of Horticultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
3 Assoc.e Prof., Dept. of Horticultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
Corresponding Author E-mail: karimi.sanru@gmail.com

Abstract

Background & Objectives: The use of organic and readily available compounds is effective in reducing harmful environmental effects and reducing the cost of product production. The purpose of this research was to investigate the role of compost obtained from *Lemna minor* and polyamine putrescine in improving the vegetative and physiological characteristics of Iranian hyacinth.

Materials and Methods: The experiment was conducted as a factorial in a completely randomized design in four replications. The first factor was compost (0, 25, 50 and 75% replacing peat moss in the control media) and the second factor was different concentrations of putrescine (0, 1 and 2 mM). The control treatment was a combination of peat moss and perlite (2:1 V/V).

Results: According to the obtained results, the highest number of flowers was recorded in the control treatment, 25% compost without putricin, the control substrate with 2 mM putricin and 75% compost without putricin. The highest number of leaves was observed in control and 1 mM putricin, 75% compost in both 1 and 2 mM putricin. The number of bulblet formed in the control bed, 25% compost in combination with 2 mM putricin and 50% compost in the presence of one and two millimolar putricin was the maximum. The highest amount of carotenoid was recorded in 50% compost in combination with 1 mM putricin. The highest amount of nitrogen in leaves was in 25, 50 and 75% compost combined with 1 mM putricin and 50% compost without putricin.

Conclusion: Despite the high vegetative and reproductive traits including the number of flowers and leaves in the control, the results of this research showed that compost in different percentages including 50 and 75% and in combination with one and two millimolar putricin improved some hyacinth traits.

Keywords: Bulb, Cut Flowers, Growth Media, Organic Fertilizer, Plant Height



This is an open-access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)

Copyright© 2026 Mahnaz Karimi E-mail: karimi.sanru@gmail.com

<https://doi.org/10.22034/saps.2024.60903.3195>



اثر مقادیر مختلف کمپوست عدسک آبی و پوتریسین بر برخی صفات رویشی و فیزیولوژیکی سنبل ایرانی

ستاره صادقی نسب^۱، مهناز کریمی^{۲*}، حسین مرادی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۳	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۳
--------------------------	-----------------------

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
- ۲- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
- ۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده

مقدمه و اهداف: استفاده از ترکیبات آلی و گیاهان محلی که در طی سال های زیادی در یک منطقه رشد کرده و در دسترس هستند در کاهش اثرات مخرب کودهای شیمیایی و کاهش هزینه تولید موثر می باشد. با توجه به بالا بودن هزینه پیت ماس مورد استفاده در تولید گیاهان زینتی هدف از پژوهش حاضر امکان سنجی استفاده از کمپوست عدسک آبی جایگزین پیت ماس در بستر کشت سنبل ایرانی (*Hyacinthus orientalis*) بود.

مواد و روش ها: آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار روی گیاه سنبل ایرانی انجام شد. فاکتور اول کمپوست تهیه شده از گیاه عدسک آبی (۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد جایگزین پیت ماس در بستر شاهد) و فاکتور دوم غلظت های مختلف پوتریسین (۰، ۱ و ۲ میلی مولار) بود. تیمار شاهد ترکیب پیت ماس و پرلیت (به نسبت ۲ به ۱ حجمی) در نظر گرفته شد.

یافته ها: با توجه به نتایج به دست آمده بیشترین تعداد گلچه در بستر شاهد، ۲۵ درصد کمپوست بدون پوتریسین، بستر شاهد با پوتریسین ۲ میلی مولار و ۷۵ درصد کمپوست بدون پوتریسین ثبت شد. بیشترین تعداد برگ در بستر کشت شاهد و پوتریسین یک میلی مولار، کمپوست ۷۵ درصد در هر دو پوتریسین یک و دو میلی مولار مشاهده شد. تعداد سوخک تشکیل شده در بستر شاهد، ۲۵ درصد کمپوست در ترکیب با پوتریسین دو میلی مولار و کمپوست ۵۰ درصد در حضور یک و دو میلی مولار پوتریسین در حداکثر بود. در کمپوست ۵۰ درصد در ترکیب با پوتریسین یک میلی مولار بیشترین مقدار کارتنوئید ثبت شد. بیشترین مقدار نیتروژن موجود در برگ در کمپوست ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد در ترکیب با یک میلی مولار پوتریسین و کمپوست ۵۰ درصد بدون پوتریسین بود. بیشترین میزان فسفر مربوط به بستر کشت شاهد و پوتریسین یک میلی مولار بود.

نتیجه گیری: با وجود بالا بودن صفات رویشی و زایشی از جمله تعداد گل و برگ در بستر کشت شاهد، نتایج این پژوهش نشان داد کمپوست عدسک آبی نیز در درصدهای مختلف از جمله ۵۰ و ۷۵ درصد و در ترکیب با پوتریسین یک و دو میلی مولار در بهبود برخی صفات مورد بررسی در گیاه سنبل ایرانی موثر بوده است.

واژه های کلیدی: بستر کشت، پلی آمین، سوخ، گیاه زینتی، مواد آلی

مقدمه

گل سنبل (*Hyacinthus orientalis*) متعلق به خانواده Hyacinthaceae می‌باشد. این گیاه در دسته‌بندی گیاهان سوخوار (اندام زیرزمینی پیازدار) در گروه بهار گل قرار دارد و بیشتر به صورت گل‌گلدانی و کشت در فضای آزاد مورد استفاده است (قاسمی قهساره و کافی ۲۰۰۸). سنبل ولایتی یا سنبل ایرانی بومی ایران بوده و از اسفند ماه گل‌های بنفش معطر این گیاه ظاهر می‌شود. در استان‌های شمالی کشور بویژه مازندران کشت و کار آن رایج است.

بستر کشت مناسب یکی از فاکتورهای اصلی در تولید گل و گیاه زینتی می‌باشد. بستر با بافت مناسب، با تاثیر روی میزان گسترش ریشه و بهبود جذب عناصر نقش مهمی در رشد و گلدهی گیاهان دارد (کافل و همکاران ۲۰۰۹). از اواخر دهه ۱۹۷۰ در سراسر جهان جست و جو برای جایگزینی بستر مناسب برای پیت ماس آغاز شده است. با توجه به کاهش منابع پیت در جهان و بالا بودن قیمت این ماده آلی، استفاده از منابع ارزان و بومی امری ضروری به نظر می‌رسد (بنیتو و همکاران، ۲۰۰۵). عدسک آبی (*Lemna minor* L.) گیاهی تک لپه‌ای، دائمی، آبی و شناور می‌باشد. این گیاه به دلیل دارا بودن فیبر فراوان، پروتئین و سیلیس باعث جذب بهتر مواد به خود می‌شود (وانگ و همکاران ۲۰۰۸). عدسک آبی اغلب در مزارع برنج شمال و آب‌های راکد گسترش پیدا کرده است و یک خطر بزرگ برای مزارع محسوب می‌شود. گیاهی تند رشد بوده و نسبت به شرایط سخت محیطی مقاوم است (دیانتی و همکاران ۲۰۱۲).

کمپوست حاصل فعالیت بیولوژیکی میکرو ارگانیسم‌هایی است که توانایی شکستن مولکول‌های درشت مواد آلی را دارا می‌باشند و از دیرباز به دلیل اثرات اصلاح‌کنندگی منحصربه‌فردی که بر روی خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک و افزایش رشد گیاه دارد مورد توجه کشاورزان بوده است (سات و همکاران ۲۰۰۵). طبق گزارشی گیاه سنبل آبی که به عنوان علف هرز مهاجم در آبگیرهای شمال کشور بوده

است طی فرایندی به کمپوست تبدیل شد. درصدهای ۲۵ و ۵۰ درصد این کمپوست سبب بهبود صفات رویشی، گلدهی و عمر گلجایی در گیاه ژربرا (*Gerbera jamesonii*) شد (قربانعلی‌زاده و همکاران ۲۰۲۰). کاربرد صد درصد کمپوست سنبل آبی به عنوان بستر کشت گیاه لیلیوم (*Longiflorum* × *Asiatic*) سبب افزایش ماندگاری پس از برداشت گردید (رحمانی و همکاران ۲۰۲۰). طبق گزارشی استفاده از کمپوست گیاهی پيله بادام‌زمینی در بستر کشت گیاه کراساندرا (*Crossandra unduleafolia*) ارتفاع گیاه، تعداد برگ، طول ریشه، نسبت شاخساره به ریشه، وزن خشک کل، اولین گلدهی، تعداد گل، طول گل آذین و شاخص برداشت را بهبود داد (محجوب و همکاران ۲۰۰۶). کمپوست سنبل آبی تاثیر معنی‌داری در بهبود ویژگی‌های مورفولوژیک و رنگیزه‌های فتوسنتزی گل نرگس (*Narcissus* spp.) داشت (اکبرپور و همکاران ۲۰۲۳).

پلی آمین‌ها پلی‌کاتیون‌های آلی با وزن مولکولی کم، همراه با گروه‌های نیتروژنی آلفاتیک هستند که دارای حلقه‌های هیدرو کربنی متفاوت و دو یا چند گروه آمینی می‌باشند (خان و همکاران ۲۰۰۸). این مواد در جنین‌زایی، تشکیل ریشه، تشکیل دانه‌گرده، گل‌انگیزی، نمو زودتر میوه و القاء مقاومت در برابر تنش‌های زیستی نقش دارند (سود و ناگار ۲۰۰۸). یکی از مهمترین پلی آمین‌ها پوتریسین است که در گل‌انگیزی و افزایش ماندگاری گل‌ها موثر می‌باشد (وو و همکاران ۲۰۱۲). نقش پلی آمین‌ها در گلدهی و نمو گل در برخی محصولات باغبانی گزارش شده است. محلول پاشی برگی پوترسین در غلظت‌های مختلف موجب افزایش عملکرد گل و بهبود خصوصیات کمی و کیفی مانند افزایش ارتفاع، تعداد برگ، وزن تر و خشک گیاه در شب بو (یوسف و همکاران ۲۰۰۴) و افزایش طول ساقه گل-دهنده، تعداد ساقه، قطر ساقه، وزن تر و خشک ساقه و برگ، تعداد برگ و افزایش میزان کلروفیل در کوبک شد (محجوب و همکاران ۲۰۱۱). محلول پاشی برگی گلابول در سطح ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین، علاوه

تجزیه بهتر هر ۱۵ روز یکبار مخلوط زیر و رو شد تا گذشت حدود پنج ماه مواد به رنگ قهوه‌ای روشن درآمدند. بمدت یک هفته در زیر نور آفتاب خشک گردید و با قارچ کش ضد عفونی شد (کافل و همکاران ۲۰۰۹). خصوصیات کمپوست عدسک آبی در جدول یک ارائه شده است.

سوخ‌های سالم، یکدست و عاری از بیماری سنبل ایرانی بعد از ضد عفونی در قارچ‌کش مانکوزب (با غلظت یک در هزار بمدت یک دقیقه) در بسترهای مورد نظر در گلدان‌هایی با قطر دهانه چهارده سانتی‌متری کشت شدند. بستر شاهد (بستر پایه) مورد استفاده ترکیبی از پیت ماس+ پرلیت (به نسبت ۲ به ۱ حجمی) بود. در تیمارهای مورد استفاده، درصد مختلف کمپوست جایگزین پیت ماس در ترکیب بستر پایه گردید و میزان پرلیت ثابت ماند. بعد از کاشت سوخ، آبیاری با آب معمولی گلدان‌ها صورت گرفت و به مدت شش هفته در مکان تاریک و در دمای زیر ده درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. بعد از خروج از انبار گلدان‌ها به داخل گلخانه با دمای حدود 18 ± 2 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد منتقل شدند و محلول‌پاشی با غلظت‌های مورد نظر پوتریسین ($\text{NH}_2(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$ و cas نامبر 1-60-110، برند سیگما) دومرتبه صورت گرفت. اولین محلول‌پاشی در زمان ظهور جوانه‌های برگ و دومین مرحله پنج روز بعد از محلول‌پاشی اول تکرار شد. به منظور جلوگیری از نفوذ پلی آمین به داخل بستر کشت، روی بستر کشت پوشانده شد و محلول‌پاشی بمدت بیست ثانیه روی گیاه انجام شد.

زمانی که دو سوم غنچه‌های هر خوشه باز شد تعداد گلچه، تعداد برگ، طول برگ، طول کل ساقه گلدهنده، صفات ارتفاع (به ترتیب توسط خط کش و شمارش اندازه‌گیری می‌شوند)، طول ریشه، تعداد سوخک، وزن تر ریشه و حجم ریشه اندازه‌گیری شدند. برای تعیین حجم کل سوخ ابتدا استوانه مدرج ۲۰۰۰ میلی لیتری را تا حد مشخصی آب کرده و یادداشت شد و بعد سوخ را در استوانه مدرج انداخته و دوباره حجم را یادداشت کرده و از حجم قبلی کم کرده و عدد به دست آمده حجم کل سوخ است و بر حسب میلی لیتر ثبت شد.

بر بهبود صفات گل‌دهی و رویشی، موجب افزایش تعداد پدازک، وزن تر و خشک پدازه‌ها شد (ناهد و همکاران ۲۰۰۹).

بستر کشت پیت ماس یکی از گزینه‌های مناسب برای تولید گل و گیاهان زینتی می‌باشد اما بدلیل با لا بودن قیمت آن و وارداتی بودن این ترکیب، استفاده از منابع بومی و در دسترس می‌تواند هزینه تولید را کاهش دهد. با توجه به دردسترس بودن عدسک آبی در استان‌های شمالی کشور و سهولت تبدیل این گیاه به کمپوست شاید بتوان انتظار داشت که چالش زیست محیطی این گیاه تبدیل به فرصتی برای کارآفرینی و تولید اقتصادی گردد. لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی نقش بستر کشت کمپوست عدسک آبی در ترکیب با پوتریسین بر بهبود برخی صفات رویشی و فیزیولوژیکی سنبل ایرانی بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در پاییز و زمستان ۱۴۰۱ در گلخانه گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور و ۴ تکرار اجرا شد. بستر شاهد (بستر پایه) مورد استفاده ترکیبی از پیت ماس+ پرلیت (به نسبت ۲ به ۱ حجمی) بود. در تیمارهای مورد استفاده، درصد مختلف کمپوست جایگزین پیت ماس در ترکیب بستر پایه گردید و میزان پرلیت ثابت ماند. گیاه عدسک آبی از کانال‌های اطراف مزارع برنج در روستای قاجارخیل در شهر ساری در تیرماه سال ۱۴۰۱ جمع‌آوری شد. بعد از شستشو، بمدت پنج ساعت در معرض آفتاب قرار داده شد تا حدود ۵۰ درصد وزن اولیه کاهش یابد. گیاهان به قطعات ریزتر خرد شده و در سطل‌های پلاستیکی مشکی بزرگ ریخته شدند. روی پنج سانتی‌متر گیاه به ضخامت یک سانتی‌متر کود دامی کاملاً پوسیده، آهک (PH خاک تنظیم شده و میزان اسیدیته خاک را کنترل می‌کند) و خاکستر چوب ریخته شد. اینکار تا لایه‌ای به ارتفاع یک متر ادامه یافت و در نهایت با برگ خشک درختان و آهک پوشانده شدند. درب ظرف با پلاستیک مشکی بسته شد و برای هوادهی بهتر و برطرف کردن رطوبت یک لوله در وسط آن تعبیه شد. به منظور

جهت سنجش محتوای فنل از معرف فولین سیوکالتیو استفاده شد. ابتدا بیست میکرولیتر به عصاره صد میکرولیتر معرف فولین-سیو کالتیو افزوده شد. سپس ۱/۶ میلی لیتر آب مقطر اضافه و پنج دقیقه استراحت به مخلوط مورد نظر داده شد. در ادامه سیصد میکرولیتر کربنات سدیم یک مولار به مخلوط اضافه کرده و به مدت سی دقیقه در حمام آب گرم چهلدرجه نگهداری شد. در نهایت جذب محلول در طول موج ۷۶۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر اندازه گیری و میزان فنل کل بر اساس میزان معادل میلی گرم اسید گالیک در گرم عصاره محاسبه شد (سلینکارد و سینگلتن، ۱۹۹۷). یک گرم از بافت برگ لیلیوم را توزین و در لوله‌های هضم ریخته و اسید سولفوریک به آن اضافه شد. سپس سه میلی‌لیتر مخلوط اسید سولفوریک و اسید سالیسیلیک اضافه شد. لوله روی دستگاه هضم با حرارت ۴۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و بعد از ۴۵ دقیقه و بعد از سرد شدن مقدار ۱۵ تا ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه نموده (شرف و الناکار ۲۰۰۳).

میزان عناصر کلسیم و پتاسیم در برگ با استفاده از دستگاه فلایم فتومتر، فسفر با اسپکترومتر و نیتروژن از روش کج‌دال استفاده شد (واهینگ و همکاران ۱۹۸۹). تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS ورژن ۹/۴ و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

اندازه‌گیری تبادل گاز (هدایت روزنه‌ای، تعرق، فتوسنتز) برگ‌های گل سنبل با استفاده از دستگاه LCi-SD ساخت انگلستان انجام شد. بدین منظور، جوان‌ترین برگ کاملاً توسعه یافته در هر تکرار مورد بررسی قرار گرفت. برگ در محفظه شیشه‌ای دستگاه (مجهز به حسگرهای دما و تراکم جریان فوتونی فتوسنتزی) قرار داده شد. هر برگ به مدت حداقل بیست ثانیه درون اتاقک اندازه‌گیری قرار گرفت تا گازها توسط تهویه کوچک داخل اتاقک به خوبی مخلوط شود و به اصطلاح هوای پایدار و یکنواختی را برای فتوسنتز ایجاد نماید. سپس از طریق لوله‌های متصل به حسگرهای دی اکسید کربن، فرآیند سنجش صفات فتوسنتزی انجام شد و میزان تبادل گاز گیاه ثبت گردید. تمامی اندازه‌گیری‌ها در بازه زمانی ۹ تا ۱۱ صبح، در روز صاف و آفتابی و دمای ۱۴ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت. با استفاده از این دستگاه پارامترهای سرعت فتوسنتز خالص A هدایت روزنه‌ای و میزان تعرق E قرائت گردید.

به منظور بررسی غلظت کارتنوئید ابتدا نیم گرم از برگ تازه گیاه با ده میلی لیتر متانول خالص ۹۹ درصد به وسیله هاون ساییده و سپس نمونه به مدت پانزده دقیقه با سرعت شش هزار دور در دقیقه سانتریفیوژ (Hettich (EBA 200, Germany) شد. پس از سانتریفیوژ، ترکیب صاف و مایع رویی جدا شد و در طول موج ۴۷۰ با دستگاه اسپکتوفتومتر مدل (UV_1800 PC) میزان جذب نمونه اندازه‌گیری شد. غلظت رنگدانه کارتنوئید بر حسب میلی‌گرم بر گرم برگ تازه محاسبه گردید (لیچنتالر و بوشمان ۲۰۰۱).

جدول ۱- برخی از خصوصیات کمپوست مورد استفاده در آزمایش

پتاسیم کل (mg.kg ⁻¹)	فسفر کل (mg.kg ⁻¹)	ازت کل (%)	مواد آلی (%)	کربن آلی (%)	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	اسیدیته	بستر کشت
۷۹۱۸	۲۰۰	۱/۹۲	۲۳/۱۹	۱۴/۶۴	۳/۴	۸	کمپوست

در بستر شاهد، ۲۵ درصد کمپوست بدون پوتریسین، بستر شاهد با پوتریسین ۲ میلی‌مولار و ۷۵ درصد کمپوست بدون پوتریسین ثبت شد (جدول ۳).

نتایج و بحث

تعداد گلچه: اثر کمپوست، پوتریسین و برهمکنش آنها بر تعداد گلچه معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین تعداد گلچه

گزارش شده اثر مثبت پلی آمین‌ها بر رشد از طریق افزایش تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها می‌باشد. احتمالاً در این تحقیق نیز افزایش تقسیم سلولی، بزرگ شدن سلول‌ها و افزایش بیوسنتز هورمون‌های درونی گیاه تحت تأثیر پلی آمین‌ها موجب افزایش طول برگ شده است. در این ارتباط، نتایج مشابهی از اثر پلی‌آمین‌ها، به خصوص پوترسین، بر طول برگ گیاهانی مانند لوبیا (ناسار و همکاران ۲۰۰۳)، شب بو (یوسف و همکاران ۲۰۰۴)، گلالیل (ناهد و همکاران ۲۰۰۹) و کوکب (محبوب و همکاران ۲۰۱۱) به دست آمده است. در پژوهشی با جایگزینی پیت ماس با کمپوست آزولا در بستر کشت گیاه زینتی پدیانتوس (*Pedilanthus tithymaloides* L.) ۲۵ درصد کمپوست آزولا بیشترین تأثیر مثبت روی تعداد برگ داشت (امیدی و همکاران ۲۰۱۷). کمپوست به دلیل بهبود جذب عناصر غذایی سبب رشد رویشی در گیاهان می‌شود (اکبرپور و همکاران ۲۰۲۳). در پژوهش حاضر کاربرد توام کمپوست و پوترسین در تعداد و طول برگ تأثیر معنی‌داری داشت، می‌توان چنین بیان کرد احتمالاً بستر کمپوست با فراهم کردن مواد غذایی سبب بهبود کارایی پوترسین در گیاه می‌شود و در نتیجه افزایش بیشتر تقسیم سلولی، بزرگ شدن سلول و در نهایت اندازه برگ را در پی دارد.

در پژوهشی استفاده از ۵۰ درصد کمپوست سنبل آبی در گل سوسن سبب تولید بیشترین غنچه شد (زورمان و همکاران ۲۰۲۱). در بررسی رحمانی و همکاران (۲۰۲۰) بیشترین تعداد غنچه در لیلیوم در بستر کشت ۲۵ و ۷۵ درصد سنبل آبی بدست آمد. کاربرد پوترسین موجب افزایش تعداد گل در داوودی (فرحی و همکاران ۲۰۱۲)، میخک (محبوب و همکاران ۲۰۱۱) و گلالیل (ناهد و همکاران ۲۰۰۹) شد.

تعداد برگ و طول برگ: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر پوترسین و برهمکنش بستر و پوترسین بر تعداد برگ‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد برگ در بستر کشت شاهد و پوترسین یک میلی‌مولار، کمپوست ۷۵ درصد در هر دو پوترسین یک و دو میلی‌مولار مشاهده شد (جدول ۳). اثر بستر کشت و برهمکنش بستر و پوترسین بر طول برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین طول برگ در کمپوست ۲۵ درصد در ترکیب با دو میلی‌مولار پوترسین، ۲۵ درصد کمپوست در ترکیب با پوترسین یک میلی‌مولار، ۷۵ درصد کمپوست در ترکیب با پوترسین یک و دو میلی‌مولار، کمپوست ۵۰ درصد در ترکیب با یک میلی‌مولار پوترسین و تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر کمپوست عدسک آبی و پوترسین بر برخی صفات مورد بررسی در گل سنبل ایرانی

میانگین مربعات							
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد گلچه	تعداد برگ	طول برگ	میزان فتوسنتز	هدایت روزنه‌ای	میزان تعرق
بستر (A)	۳	۱۹۵/۷۴*	۲/۰ ^{ns}	۱۹/۷**	۱۰/۸۵**	۳۲۵۱/۹۱**	۵/۶۸*
پوترسین (B)	۲	۷۰۷/۶۸**	۶/۲**	۱/۶ ^{ns}	۳۶/۷۳**	۶۰۱۷/۹۲**	۷/۴۸*
A×B	۶	۶۱۰/۷**	۵/۰**	۱۱/۲**	۱۹/۹۸**	۶۵۲/۸۶**	۲۰/۹۰**
خطا	۳۳	۳۴/۷۲	۱/۰۰	۲/۵۵	۰/۵۰	۱۴/۷۵	۰/۷۴
ضریب تغییرات (%)		۲۸/۳۲	۱۲/۲	۱۰/۱	۱۹/۹۴	۷/۷۳	۲۹/۹۲

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح پنج درصد و یک درصد است.

معنی‌دار در سطح پنج درصد بر صفات تعرق، فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای داشت (جدول ۲). بیشترین میزان

مقدار تعرق، میزان فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای: اثر ساده بستر کشت، پوترسین و برهمکنش آنها تأثیر

سلول را تأمین کرده و ظرفیت فتوسنتزی را با افزایش کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم دو بهبود می‌دهند (ژانگ و همکاران ۲۰۰۹). در پژوهش حاضر در نتایج آنالیز نیتروژن موجود در برگ (جدول ۷) افزایش نیتروژن در برخی بسترهای حاوی کمپوست ۵۰ و ۷۵ درصد در مقایسه با شاهد مشاهده شد که می‌توان بیان کرد همبستگی مثبتی بین افزایش نیتروژن برگ و فتوسنتز در گیاه وجود داشته است. پوتریسین در غلظت‌های مختلف با توجه به نوع گونه گیاهی و تیمارهای آزمایشی اثرهای مختلفی دارد. در این آزمایش پوتریسین ۲ میلی مولار زمانی که در بستر کشت حاوی ۵۰ و ۷۵ درصد کمپوست مورد استفاده قرار گرفت بیشترین افزایش فتوسنتز را سبب گردید.

فتوسنتز در بستر کشت ۷۵ درصد کمپوست و پوتریسین دو میلی مولار و بستر کشت ۵۰ درصد با پوتریسین دو میلی مولار ثبت شد. بیشترین مقدار هدایت روزنه‌ای در بستر شاهد حاوی پوتریسین دو میلی مولار به دست آمد. بیشترین میزان تعرق در کمپوست ۷۵ درصد با پوتریسین یک میلی مولار بدست آمد (جدول ۳). در پژوهش حاضر زمانی که کمپوست ۷۵ و ۵۰ درصد با ۲ میلی مولار پوتریسین استفاده شد تفاوت معنی‌داری در میزان فتوسنتز در مقایسه با دیگر تیمارها مشاهده شد. گزارش شده است پوتریسین اگر در غلظت مناسب استفاده شود به دلیل داشتن نیتروژن در ساختار خود، می‌تواند در افزایش رنگدانه کلروفیل و فتوسنتز موثر باشد (رابینوسکا و همکاران ۲۰۱۲). همچنین گزارش شده است پلی‌آمین‌ها از طریق تحریک سنتز ATP انرژی

جدول ۳- مقایسه میانگین برهمکنش کمپوست و پوتریسین بر صفات مورد بررسی در گل سنبل ایرانی

کمپوست (%)	پوتریسین (mmol)	تعداد گلچه	تعداد برگ	طول برگ (cm)	میزان فتوسنتز ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	هدایت روزنه‌ای	میزان تعرق ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)
۰	۰	۳۰/۰۰ a	۷/۲۵ d	۱۷/۱۶ ab	۵/۲۵ b	۵۲/۴۸d	۲/۲۶ c
۰	۱	۱۹/۰۰ b-d	۱۱/۰۰ a	۱۳/۵۰ cd	۲/۱۴ de	۳۸/۱۰e	۲/۰۳ c
۲	۲	۲۲/۲۵ a-c	۸/۷۵ b-d	۱۴/۶۵ b-d	۳/۵۱ c	۱۰۵/۸۹a	۴/۷۲b
۰	۰	۲۹/۵۰ a	۸/۷۵ b-d	۱۶/۸۷ ab	۲/۶۹ cd	۴۹/۲۱d	۲/۰۱c
۲۵	۱	۱۵/۰۰ cd	۷/۷۵ cd	۱۷/۶۲ a	۱/۴۵ e	۴۰/۷۶e	۱/۵۸c
۰	۲	۱۴/۲۵ cd	۸/۲۵ b-d	۱۷/۷۵ a	۳/۱۷ c	۶۶/۱۰c	۲/۱۲c
۰	۰	۲۰/۰۰ bc	۸/۰۰ cd	۱۳/۶۵ cd	۱/۴۶ e	۳۹/۲۵e	۲/۳۷c
۵۰	۱	۱۴/۲۵ cd	۸/۰۰ cd	۱۶/۰۰ a-c	۵/۷۱ b	۳۲/۱۲fg	۱/۷۶c
۰	۲	۱۹/۵۰ bc	۹/۰۰ b-d	۱۳/۶۵ cd	۷/۰۶ a	۷۳/۷۴b	۵/۲۱b
۰	۰	۲۵/۵۰ ab	۷/۷۵ cd	۱۴/۳۷ d	۱/۲۴ e	۲۷/۰۸g	۱/۷۴c
۷۵	۱	۵/۵۰ e	۹/۷۵ ab	۱۶/۵۰ ab	۱/۴۲ e	۱۷/۸۰h	۷/۴۸a
۰	۲	۱۱/۰۰ de	۹/۵۰ a-c	۱۶/۵۰ ab	۷/۴۳ a	۳۲/۶۶f	۱/۳۱c

در هر ستون اعدادی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند

پذیری غشا سلولی می‌شود که می‌تواند در افزایش تعرق نقش داشته باشد (رابینوسکا و همکاران ۲۰۱۲). در بررسی بیک خورمیزی و همکاران (۲۰۱۲) میزان تعرق در حضور نسبت‌های مختلف ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد. در پژوهشی کاربرد کمپوست بر بستر کشت گیاه عدس (*Lens culinaris*)

در پژوهش حاضر افزایش تعرق در بستر حاوی کمپوست ۷۵ درصد و یکی میلی مولار پوتریسین در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده شد. احتمالاً ساختار فیزیکی، شیمیایی و زیستی کمپوست سبب افزایش آب در بستر کشت می‌گردد که می‌تواند سبب افزایش تعرق در گیاهان شود. همچنین پوتریسین سبب افزایش نفوذ

مناسب موجب بهبود ساختار ریشه از طریق افزایش درصد ریشه‌های باریک و مویین و کاهش ریشه‌های ضخیم می‌شود. این تغییرات موجب بهبود جذب عناصر و افزایش غلظت آن‌ها در گیاه می‌شود (کوسانو و همکاران ۲۰۰۸).

طول بلندترین ریشه و تعداد سوخک: نتایج حاصل از اندازه‌گیری طول بلندترین ریشه هوایی نشان داد که اثر بستر کشت، پوتریسین و برهمکنش آن‌ها بر بلندترین ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۴). در تیمار شاهد با پوتریسین یک میلی‌مولار، کمپوست ۵۰ درصد بدون پوتریسین، بستر شاهد بدون پوتریسین و بستری حاوی ۲۵ درصد کمپوست در ترکیب با دو میلی‌گرم پوتریسین طول ریشه بیشترین بود (جدول ۵). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر بستر کشت و پوتریسین بر تعداد سوخک در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش آن‌ها در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بهترین نتیجه در تیمار ۲۵ درصد کمپوست در ترکیب با پوتریسین ۲ میلی‌مولار، بستر شاهد بدون پوتریسین، کمپوست ۵۰ درصد بدون پوتریسین و کمپوست ۵۰ درصد در ترکیب با ۱ میلی‌مولار پوتریسین بدست آمد (جدول ۵).

بستر کشت نقش مهمی در تولید سوخک در گیاهان سوخوار دارد. افزایش مناسب عناصر غذایی در بستر کشت می‌تواند سبب افزایش تولید سوخک گردد. در پژوهش حاضر کمپوست ۲۵ و ۵۰ درصد در غلظت یک میلی‌مولار پوتریسین تاثیر معنی‌داری در افزایش سوخک داشت. پلی آمین‌ها در گونه‌های مختلف گیاهی و تحت شرایط مختلف آزمایش اثرات متفاوتی خواهند داشت. به طوریکه در پژوهش حاضر پوتریسین در غلظت یک میلی‌مولار در گیاهان کشت شده در بستر حاوی کمپوست ۲۵ و ۵۰ درصد سبب افزایش تولید سوخک شد. کومارو همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که هر سه پلی-آمین اسپرمین، اسپرمیدین و پوترسین تعداد پدازک-های تولید شده در کشت درون شیشه‌ای گلایل را افزایش دادند. ناهد و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش کردند که تعداد پدازه و وزن تر و خشک پدازک‌های گلایل پس

(Medik) در شرایط تنش خشکی منجر به افزایش معنی-دار دی اکسید کربن درون سلول، فتوسنتز و تعرق در مقایسه با شاهد شد (احمدپور و همکاران ۲۰۱۹). گزارش‌ها نشان می‌دهد کودهای آلی حاوی میکروارگانیزم‌هایی است که منجر به افزایش سطح ورود آب به ریشه می‌شوند (ساینز و همکاران ۱۹۹۸ و الوان، ۲۰۰۱) و در نتیجه میزان تعرق کاهش شدیدی ندارد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر در بستر شاهد و دو میلی‌گرم در لیتر پوتریسین هدایت روزنه‌ای بیشترین بود. در بررسی انجام شده روی گیاه انگور هدایت روزنه‌ای در بستر کمپوست بیشتر از نمونه شاهد بود (صفری و همکاران ۲۰۲۲). کودهای آلی به دلیل تخلخل زیاد، ظرفیت بالای تهویه، زهکشی مناسب و ظرفیت بالای نگهداری آب با کاهش اثرات تنش‌زای محیطی مانند کاهش بسته شدن روزنه‌ها و تأمین دی اکسید کربن مورد نیاز برای آنزیم روبیسکو می‌تواند منجر به افزایش فتوسنتز خالص در گیاهان شود (اگلیدس و لندرا ۲۰۰۰).

وزن تر و حجم ریشه: اثر بستر و برهمکنش آن‌ها بر وزن تر ریشه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین وزن تر ریشه در بسترهای کشت شاهد، کمپوست ۲۵ درصد بدون پوتریسین و پوتریسین ۱ میلی‌مولار، بستر کشت ۵۰ درصد با پوتریسین ۱ میلی-مولار و کمپوست ۷۵ درصد با پوتریسین ۲ میلی‌مولار بدست آمد (جدول ۵). اثر بستر کشت و برهمکنش آن‌ها بر حجم ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین حجم ریشه در بستر شاهد بدون پوتریسین و بستر شاهد در ترکیب با پوتریسین ۲ میلی-مولار بود (جدول ۵).

بستر کشت نقش مهمی در توسعه ریشه گیاهان دارند. در بسترهای حاوی ترکیب مناسب از مواد آلی، به دلیل حفظ مناسب رطوبت و زهکشی مناسب، ریشه‌ها به خوبی توسعه پیدا می‌کنند. در پژوهش حاضر در بستر شاهد بدلیل تخلخل مناسب، حجم ریشه افزایش بیشتری در مقایسه با بسترهای حاوی کمپوست نشان داد. تحقیقات نشان می‌دهد پلی آمین‌ها در فرایند نمو ریشه دخالت دارند و کاربرد پلی‌آمین‌های خارجی در غلظت

خصوصیات گلدهی و رویشی گلایل، موجب افزایش تعداد پداژک و وزن تر و خشک پداژها شد (کومار و همکاران، ۲۰۱۱) نشان دادند که هر سه پلی آمین اسپرمین، اسپرمیدین و پوترسین تعداد پداژک های تولید شده در کشت درون شیشه ای گلایل را افزایش دادند.

از تیمار با پوترسین افزایش یافت. احتمالاً پوترسین می تواند میزان و یا متابولیسم تنظیم کننده های رشد گیاهی دیگر را که به طور مستقیم در غده زایی تأثیر دارند تغییر دهد و یا موجب حرکت ترکیبات فتوسنتزی به سمت پداژهای تشکیل شده گردد (رضوان پور و همکاران، ۲۰۱۶). محلول پاشی برگ ها با ۲۰۰ میلی گرم در لیتر پوترسین، علاوه بر اثرهای مثبت بر

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر کمپوست و پوتریسین بر صفات مورد بررسی در گل سنبل ایرانی

میانگین مربعات							منابع تغییر
فنل کل	کارتونوئید	تعداد سوخک	حجم ریشه	وزن تر ریشه	طول بلندترین ریشه	درجه آزادی	
۶۹/۰۸**	۱/۳۶**	۴۵/۶**	۲۱۰/۸۳**	۱۰۰/۱۴*	۱۵/۳**	۳	بستر (A)
۸۵/۶۱**	۰/۰۸ ^{ns}	۵۳/۰**	۱۴/۵۸ ^{ns}	۶/۱۴ ^{ns}	۲۴/۱**	۲	پوتریسین (B)
۳۳/۶۲**	۰/۱۶*	۴۹/۸*	۵۱/۸۳*	۴۸/۶۱*	۳۰/۰**	۶	A×B
۰/۹۶	۰/۰۵	۲/۰۰	۹/۹۳	۱۱/۲۷	۲/۴۷	۳۳	خطا
۲۵/۵۶	۱۰/۶۹	۱۶/۸	۲۹/۰۹	۲۴/۴۵	۲۳/۳۲		ضریب تغییرات (%)

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح پنج درصد و یک درصد است.

در پژوهش حاضر پوتریسین در غلظت یکی میلی مولار زمانی که با کمپوست ۵۰ درصد مورد استفاده قرار گرفت نقش موثری در حفظ رنگدانه کارتونوئید داشت. در پژوهشی کاربرد یک و دو میلی مولار پوتریسین سبب حفظ رنگدانه آنتوسیانین در گل میخک گردید. بیان شده است پلی آمین ها با کاهش دادن میزان تولید اتیلن در گیاهان سبب حفظ رنگدانه های گیاه و افزایش ماندگاری می شوند (کریمی و همکاران ۲۰۱۷).

در پژوهش حاضر در کمپوست ۷۵ درصد به همراه پوتریسین ۲ میلی مولار بیشترین فنل ثبت شد. بررسی ها نشان می دهد با افزایش مواد آلی در بستر کشت احتمال افزایش مواد فنلی وجود دارد (کامبل ۲۰۰۸). در پژوهشی اسپری برگی با پوترسین در گل گلایل، سبب افزایش محتوای کاروتنوئید و میزان فنل کل شد (عبدل عزیز ناهد ۲۰۰۹). در پژوهش قربانعلی زاده و همکاران (۲۰۲۰) کاربرد کمپوست ۱۰۰ درصد سنبل آبی سبب افزایش محتوای فنل گردید.

کارتونوئید و فنل کل: طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر بستر کشت و برهمکنش بستر و پوتریسین بر محتوای کارتونوئید و فنل معنی دار بود (جدول ۴). بیشترین کارتونوئید در بستر حاوی ۵۰ درصد کمپوست در ترکیب با ۱ میلی مولار پوتریسین، کمپوست ۵۰ درصد بدون پوتریسین و تیمار شاهد مشاهده شد. در کمپوست ۷۵ درصد با پوتریسین دو میلی مولار بیشترین فنل ثبت شد (جدول ۵).

از شاخص های اصلی و تعیین کننده در کیفیت پس از برداشت گل ها و بازاریابی آنها وجود رنگدانه است. از مهم ترین رنگدانه هایی که در ماندگاری گل های شاخه بریده اهمیت دارند، می توان کاروتنوئیدها، کلروفیل و آنتوسیانین ها را نام برد (البرز و همکاران ۲۰۱۵). غلظت های مختلف پلی آمین ها در گونه های مختلف گیاهان اثرات متفاوتی بر انواع رنگدانه های گیاهی دارند. کمپوست دارای عناصر غذایی مناسب برای بهبود کیفیت رنگدانه های گیاه است (قربانعلی زاده و همکاران، ۲۰۲۰).

جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش کمپوست و پوتریسین بر صفات مورد بررسی در گل سنبل ایرانی

کمپوست (%)	پوتریسین (mmol)	طول بلندترین ریشه (cm)	وزن تر ریشه (g)	حجم ریشه (ml)	تعداد سوخک	کارتونئید (mg.g ⁻¹)	فنل کل (mg.g ⁻¹)
۰	۰	۱۶/۵۰ ab	۱۳/۲۳ a	۱۹/۷۵ a	۱۱/۲۵ ab	۲/۴۲ a-c	۲/۶۹ de
۰	۱	۱۸/۰۵ a	۱۳/۲۵ a	۱۲/۲۵ cd	۳/۲۵ f	۲/۱۹ cd	۲/۹۷ d
۰	۲	۱۲/۶۵ c-e	۱۳/۹۷ a	۱۸/۲۵ ab	۷/۰۰ de	۲/۱۸ cd	۷/۵۴ b
۲۵	۰	۱۴/۶۵ b-d	۱۳/۶۰ a	۱۰/۰۰ c-e	۳/۵۰ f	۲/۴۲ a-c	۲/۸۲ de
۲۵	۱	۱۱/۶۵ ef	۹/۵۴ a-d	۱۴/۵۰ bc	۳/۰۰ f	۲/۳۷ a-d	۱/۴۳ e
۲۵	۲	۱۶/۳۲ ab	۷/۸۵ b-d	۷/۷۵ d-f	۱۲/۲۵ a	۲/۲۷ cd	۲/۰۱ de
۵۰	۰	۱۷/۶۵ a	۶/۶۱ c-e	۸/۵۰ de	۱۲/۰۰ ab	۲/۷۰ ab	۱/۸۹ de
۵۰	۱	۱۳/۸۲ c-e	۱۰/۹۱ a-c	۹/۷۵ de	۱۱/۷۵ ab	۲/۷۱ a	۱/۵۳ e
۵۰	۲	۱۲/۳۲ de	۲/۷۸ e	۳/۷۵ f	۸/۵۰ cd	۲/۳۶ b-d	۲/۲۳ de
۷۵	۰	۱۴/۱۵ b-d	۸/۱۳ b-d	۹/۲۵ de	۹/۰۰ cd	۱/۷۹ ef	۵/۴۱ c
۷۵	۱	۹/۸۲ f	۴/۹۸ de	۶/۰۰ ef	۶/۲۵ e	۱/۵۱ f	۱/۷۵ de
۷۵	۲	۱۵/۰۰ cd	۱۲/۰۵ ab	۱۰/۲۵ c-e	۱۰/۰۰ bc	۲/۰۷ de	۱۳/۸۷ a

در هر ستون اعدادی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند

غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم برگ:

طبق نتایج آنالیز واریانس اثر بستر و برهمکنش آن‌ها بر میزان نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و اثر پوتریسین در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). بیشترین نیتروژن برگ در تیمارهای حاوی کمپوست ۲۵ درصد با پوتریسین یک میلی‌مولار، کمپوست ۵۰ درصد بدون پوتریسین و کمپوست ۷۵ درصد، کمپوست ۵۰ درصد در ترکیب با یک میلی‌مولار پوتریسین بدست آمد (جدول ۷). نتایج حاصل از اندازه‌گیری فسفر نشان داد که اثر بستر کشت، پوتریسین و برهمکنش آن‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار شده است (جدول ۶). بیشترین مقدار فسفر در بستر کشت شاهد با پوتریسین یک میلی‌مولار و کمترین مقدار فسفر در بستر

۲۵ درصد کمپوست در ترکیب با دو میلی‌مولار پوتریسین بدست آمد (جدول ۷). طبق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۶) اثر بستر کشت و پوتریسین در سطح ۵ درصد و برهمکنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد بر میزان عنصر پتاسیم برگ معنی‌دار بوده است. بیشترین میزان عنصر پتاسیم برگ مربوط به گیاهان کشت شده در بستر شاهد در ترکیب با دو میلی‌گرم در لیتر پوتریسین بود (جدول ۷). اثر بستر کشت و پوتریسین بر میزان کلسیم اثر معنی‌دار نشان نداد. برهمکنش این تیمارها در سطح یک درصد بر کلسیم برگ معنی‌دار بوده است. در بستر شاهد در ترکیب با یک میلی‌مولار پوتریسین میزان کلسیم در حداکثر بود (جدول ۶).

جدول ۶- تجزیه واریانس اثر کمپوست و پوتریسین بر صفات مورد بررسی

در گل سنبل ایرانی					
میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم
بستر (A)	۳	۱/۸۵**	۰/۰۱۳**	۰/۰۹۱*	۰/۰۲۹ ^{ns}
پوتریسین (B)	۲	۱/۰۵*	۰/۰۱۷**	۰/۰۶۹*	۰/۰۰۳ ^{ns}
A×B	۶	۱/۰۷**	۰/۰۰۵**	۰/۰۷۵**	۰/۰۶۱**
خطا	۳۳	۰/۱۲	۰/۰۰۰۸	۰/۰۱۱	۰/۰۰۷
ضریب تغییرات (%)		۱۲/۵۷	۷/۱۳	۶/۱۱	۹/۹۵

^{ns}، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح پنج درصد و یک درصد است.

جدول ۷- مقایسه میانگین برهمکنش کمپوست و پوتریسین بر صفات مورد بررسی در گل سنبل ایرانی

کمپوست (%)	پوتریسین (mmol)	نیترژن (%)	فسفر (%)	پتاسیم (%)	کلسیم (%)
۰	۰	۱/۸۶f	۰/۳۵ef	۱/۹۱ab	۰/۸۷b-d
۰	۱	۲/۷۷b-d	۰/۵۱a	۱/۷۸b-d	۱/۱۱a
۰	۲	۲/۱۴ef	۰/۴۴b	۲/۰۵a	۰/۸۲cd
۰	۰	۲/۵۲c-e	۰/۳۴ef	۱/۸۹b	۰/۹۰b-d
۲۵	۱	۳/۵۶a	۰/۳۹cd	۱/۸۷b	۰/۸۱cd
۲۵	۲	۲/۲۸d-f	۰/۳۲f	۱/۵۶e	۰/۸۰de
۰	۰	۳/۵۸a	۰/۳۷de	۱/۸۵bc	۰/۸۵b-d
۵۰	۱	۳/۱۳ab	۰/۴۱bc	۱/۷۰c-e	۰/۶۸e
۵۰	۲	۲/۹۰bc	۰/۴۱bc	۱/۶۷de	۰/۹۵b
۰	۰	۳/۴۹a	۰/۳۹cd	۱/۷۹b-d	۰/۹۳bc
۷۵	۱	۲/۵۲c-e	۰/۳۹cd	۱/۵۹e	۰/۸۴b-d
۷۵	۲	۲/۶۷b-d	۰/۳۶cd	۱/۷۹b-d	۰/۹۰b-d

در هر ستون اعدادی با حروف مشابه تفاوت معنی داری با هم در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند

ژبربا با کمپوست سنبل آبی مشاهده شد (قربانعلی زاده و همکاران ۲۰۲۰). در پژوهش هاشم مرتضوی و همکاران (۲۰۲۱) تیمارهای پلی آمینی تأثیری بر میزان کلسیم شاخساره زنبق بلومجیک نداشتند.

نتیجه گیری کلی

در پژوهش حاضر بیشترین تعداد گلچه در بستر شاهد، ۲۵ درصد کمپوست بدون پوتریسین، بستر شاهد با پوتریسین ۲ میلی مولار و ۷۵ درصد کمپوست بدون پوتریسین ثبت شد. بیشترین تعداد برگ در بستر کشت شاهد و پوتریسین یک میلی مولار، کمپوست ۷۵ درصد در هر دو پوتریسین یک و دو میلی مولار مشاهده شد. تعداد سوخک تشکیل شده در بستر شاهد، ۲۵ درصد کمپوست در ترکیب با پوتریسین دو میلی مولار و کمپوست ۵۰ درصد در حضور یک و دو میلی مولار پوتریسین در حداکثر بود. در کمپوست ۵۰ درصد در ترکیب با پوتریسین یک میلی مولار بیشترین مقدار کارتنوئید ثبت شد. بیشترین مقدار نیترژن موجود در برگ در کمپوست ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد در ترکیب با یک میلی مولار پوتریسین و کمپوست ۵۰ درصد بدون پوتریسین بود. بیشترین میزان فسفر مربوط به بستر

تحقیقات نشان می دهد که کاربرد پلی آمین های خارجی در غلظت مناسب در فرایند نمو ریشه دخالت دارند و با بهبود رشد ریشه سبب افزایش جذب عناصر می شوند. از سوی دیگر، پلی آمین ها می توانند به عنوان منبع نیترژن اضافی برای گیاه عمل کنند و موجب افزایش رشد گیاه شوند (کوسانو و همکاران ۲۰۰۸ و وو و همکاران ۲۰۱۲). در پژوهش حاضر پوتریسین در غلظت یک میلی مولار در بستر حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد توانست نیترژن برگ را افزایش دهد. در بررسی کمپوست سنبل آبی بر روی گیاه ژبربا بیشترین مقدار نیترژن در بستر ۵۰ درصد ثبت شد (قربانعلی زاده و همکاران ۲۰۲۰). در خصوص عناصر فسفر و کلسیم موجود در برگ، بیشترین افزایش در گیاهان کاشته شده در بستر شاهد به همراه پوتریسین یک میلی مولار ثبت شد.

در پژوهشی کاربرد ۵۰ میلی گرم در لیتر پوتریسین سبب افزایش غلظت نیترژن، پتاسیم و فسفر در برگ های گلایل شد (ناهد و همکاران ۲۰۰۹). گزارش شده که افزایش فسفر و پتاسیم در فریزیا موجب افزایش وزن تر و رشد پدازه می شود (توماس و همکاران ۱۹۹۸). بیشترین میزان عنصر کلسیم در بستر ۵۰ درصد کمپوست با ۵۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید در گل

عدسک آبی و پوتریسن روی دیگر گونه های زینتی مورد بررسی قرار گیرد.

سیاسگزاری

بدین وسیله از تمام حمایت ها و مساعدت های دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری جهت فراهم آوردن امکانات لازم برای اجرای این پژوهش، تشکر و قدردانی می گردد.

کشت شاهد و پوتریسن یک میلی مولار بود. با توجه به نتایج بدست آمده در خصوص امکان سنجی استفاده از کمپوست عدسک آبی جایگزین پیت ماس می توان چنین بیان کرد کمپوست عدسک آبی در درصدهای مختلف در بهبود برخی صفات مورد بررسی نقش مثبتی داشته است و با توجه به گران بودن پیت ماس می توان از کمپوست عدسک آبی بویژه در درصد ۵۰ و ۷۵ درصد استفاده نمود. کاربرد پوترسین نیز توانست در بهبود برخی صفات موثر باشد. با این حال توصیه می شود کمپوست

منابع مورد استفاده

- Abdel Aziz Nahad G, Taha Lobna S and Ibrahim Soad M. M. 2009. Some studies on the effect of putrescine, ascorbic acid and thiamine on growth, flowering and some chemical constituents of gladiolus plants at Nubian. *Ozean. Journal of Applied Sciences*, 2: 169-179.
- Ahmadpour r, armand n, hosseinzadeh s.r and rigi g. 2019. Influence of compost fertilizer on some photosynthetic parameters of lentil (*Lens culinaris* Medik.) in three growth stages under drought stress. *journal of plant research (iranian journal of biology)*, 31(4), 916-926(In Persian with English Abstract). DOR: 20.1001.1.23832592.1397.31.4.2.4
- Aggelide S.M, and Londra P.A. 2000. Effect of compost produced from town wastes and sewage sludge on the Physical Properties of a Lomy and Clay soil. *Bioresource Technology*, 71: 235-259. DOI:10.1016/S0960-8524(99)00074-7
- Akbarpour M, Karimi M and Jalili B. 2023. Morphological and Physiological Response of Daffodil (*Narcissus jonquilla* cv. German) to Water Hyacinth Compost and Humic Acid. *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, 32(4):129-142. Doi/10.22034/SAPS.2022.47818.2731 (In Persian with English Abstract).
- Alborz Z, Habibi F and Mortazavi S. N. 2015. Effect of putrescine and spermine spraying on increasing vase life of alstroemeria (cv. Sukari). *Journal of Crops Improvement*, 17(1).(In persian).DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2015.54804>
- Arancon N.Q, Edwards C, Dick R and Dick L. 2007. Compost Tea Production and plant growth impacts. *Biocycle*, 48:51-52.
- Benito M, Masaguer A, De Antonio R and Moliner A. 2005. Use of pruning waste compost as a component in soilless growing media. *Bioresource Technology*, 96:597-603. DOI: 10.1016/j.biortech.2004.06.006
- Beyk Khurmizi A, Ganjali A.A, Abrishamchi P and Parsa M. 2012. Effect of vermicompost on photosynthesis and transpiration rate and water use efficiency of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under salinity stress, *Jurnal of Agroecology*, 4(3):223-235. (In persian). DOI: 10.22067/JAG.V4I3.15311
- Campbell N.S. 2008. The use of rock dust and composted materials as soil fertility amendments. M.Sc tesis, University of Glasgow. 402 pp.
- Diyanati R. A, Yazdani Cherati J and Belarak D. (2012). Effect of sorbitol on phenol removal rate by lemna minor. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 21(2), 58-65. (In Persian with English Abstract).
- Elvan L.M. 2001. Effect of soil water regimes and inoculation with mycorrhizae on growth and nutrients content of maize plant. *Zagazig journal Agricultural Research*, 28: 163-172.

- Faraji A, Esmailpoor B, Sefidkon F, Abaszadeh B and Khavazy K. 2015. Effect of salicylic acid and putrescine on growth and essential oil compounds of summer savory (*Satureja hortensis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 31(4): 709-722. (In Persian with English Abstract). DOI. 10.22092/ijmapr.2015.102687
- Ghasemi Ghahsare, M. and Kafí, M. 2008. Scientific and practical floriculture. 280 p.
- Ghorbanalizade F, Karimi M, Ghasemi K and Hatami M. 2020. Evaluation the Effect of Water Hyacinth and Humic Acid Compost on some Morphophysiological and Biochemical Properties of Gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus. cv. Artist). Journal Of Horticultural Science, 34(2): 335-347. (In Persian with English Abstract). DOI. 10.22067/jhorts4.v34i2.87001
- Kafle M. R, Kafle G, Balla M.K and Dhakal L. 2009. Results of an experiment of preparing compost from invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in Rupa Lake area, Nepal. Journal of Wetlands Ecology, 17-19.. DOI. 10.3126/jowe.v2i1.1852.
- Karimi M, Akbari F and Heidarzade A. 2017. Protective effects of polyamines on regulation of senescence in spray carnation cut flowers (*Dianthus caryophyllus*'Spotlight'). Acta agriculturae Slovenica. 109 (3): 509-5015. doi.10.14720/aas.2017.109.3.03
- Khan AS, Singh Z, Abbasi NA and Swinny EE. 2008. Pre or postharvest application of putrescine and low temperature storage affect fruit ripening and quality of Agelino plum. Science of Food and Agriculture, 88: 1687- 1695. DOI. 10.1002/jsfa.3265
- Kumar S, Awasthi V and Kanwar J.K. 2007. Influence of growth regulators and nitrogenous compounds on in vitro bulblet formation and growth in oriental lily. Horticulture Science, 34(2): 77- 83. DOI. 10.17221/1853-HORTSCI
- Kumar, A., L.M.S. Palni and A. Sood. 2011. Factors affecting in vitro formation of cormlets in *Gladiolus hybridus* Hort. and their field performance. Acta Physiol. Plant. 33: 509-515
- Kusano T, Berberich T, Tateda C and Takahashi Y. 2008. Polyamines: Essential factors for growth and survival. Planta, 228: 367-381. DOI. 10.1007/s00425-008-0772-7
- Lichtenthaler H. K and Buschmann C. 2001. Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. Current protocols in food analytical chemistry, 1(1): F4-3. DOI. 10.1002/0471142913.faf0403s01
- Mahgoub M.H, El-Aziz N.G and Mazhar A. 2011. Response of *Dahlia pinnata* L. plant to foliar spray with putrescine and thiamine on growth, flowering and photosynthetic pigments. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 10: 769-775.
- Mahgoub M.H, El-Ghorab E.H and Bekheta M.H. 2006. Effect of some bioregulators on the endogenous phytohormones, chemical composition, essential oil and its antioxidant activity of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). Journal of Essential Oil-Bearing Plants, 31: 4229-4245. DOI. 10.1080/0972060X.2006.10643494
- Mortazavi S. H, Arghavani M, Asil M. H and Kheiri A. 2021. Effect of polyamines on morphophysiological characteristics of Dutch iris (*Iris hollandica*'Blue Magic') cut flower. Iranian Journal of Horticultural Science, 52(2): 269-280. (In Persian with English Abstract). DOI. 10.22059/ijhs.2020.287494.1701
- Nahed G.A.A, Lobna S.T and Soad M.M.I. 2009. Some studies on the effect of putrescine, ascorbic acid, and thiamine on growth, flowering and some chemical constituents of gladiolus plants at nubaria. Ozean, Agricultural and Food Sciences, 2:169-179.
- Nassar A.H, El-Tarabily K.A and Sivasithamparam K. 2003. Growth promotion of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by a polyamine-producing isolate of *Streptomyces griseoluteus*. Plant Growth Regulation, 40: 97 – 106. DOI. 10.1023/A:1024233303526

- Omidi J, Abdolmohammadi S, Bakhshipour M. and Sheykhpour M. 2017. Replacement of peat-perlite-sand with azolla compost in the growing medium of *Pedilanthus tithymaloides*. Scientific Research Applied Biology, 8(32):13-20. (In Persian with English Abstract).
- Rubinowska K., Pogroszewska E and Michalek W. 2012. The effect of polyamines on physiological parameters of post - harvest quality of cut stems of Rosa 'Red Berlin'. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus 11: 81-93.
- Rahbarian R, Khavari-nejad R, Ganjeali A, Bagheri A.R and Najafi F. 2011. Drought stress effects on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and water relations in tolerant and susceptible chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. Acta Biologica Cracoviensia-Series Botanica, 53: 47-56. (In Persian with English Abstract). DOI. 10.2478/v10182-011-0007-2
- Rahmani F, Karimi M and Moradi H. 2020. Effect of Wood Chips Compost and Humic Acid on Growth, Flowering and Vase Life of Lily (*Longiflorum* × Asiatic) cv. Nashville. Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production, 30(3):185-202. (In Persian with English Abstract). DOI. 20.1001.1.24764310.1399.30.3.11.6.
- Rezvanypour S, Hatamzadeh A, Elahinia S. A and Asghari H. R. 2016. Effect of exogenous polyamines on growth, flowering and corm production of Golden Wave and Blue Sea cultivars of freesia. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture, 7(27). (In Persian with English Abstract). DOI. 10.18869/acadpub.ejgcs.7.27.63
- Safari A, Fatem A, Saiedi M and Kolahchi Z. 2022. Effect of drought stress on water use efficiency of grapevines (*Vitis vinifera* L.) cultivar 'Bidaneh Ghermrz' under different fertilizer treatments. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 35(4): 836-847. (In Persian with English Abstract). DOI. 20.1001.1.23832592.1401.35.4.10.0
- Sainz M.J, Taboada-Castro M.T and Vilarino A. 1998. Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. Plant and Soil, 205: 85- 92. DOI. 10.1023/A:1004357330318
- Sharaf AI and El-Naggar AH. 2003. Response of Carnation plant to phosphorus and boron foliar fertilization under greenhouse conditions. Alexandria Journal of Agricultural Sciences. 48(1): 147-158.
- Slinkard K and Singleton V. L. 1977. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. American journal of enology and viticulture, 28(1): 49-55. DOI. 10.5344/ajev.1977.28.1.49
- Sood S and Nagar P. K. 2008. Post-harvest alteration in polyamins and ethylene in two diverse rose species. Acta Physiology Plant, 30: 243-248. DOI. 10.1007/s11738-007-0113-7
- Thomas M, Matheson S and Spurway M. 1998. Nutrition of container grown freesias. Journal of Plant Nutrition, 21: 2485-2496. DOI. 10.1080/01904169809365581
- Walinga I, Van Vark W, Houba V.J.G and Van der Lee J.J. 1989. Plant Analysis Procedures. Part 7, Department of Soil Science and Plant Nutrition. Wageningen Agricultural University, 197-200.
- Wang L, Zhou Q, Ding L and Sun Y. 2008. Effect of cadmium toxicity on nitrogen metabolism in leaves of *Solanum nigrum* L. as a newly found cadmium hyperaccumulator. Journal of hazardous materials, 154(1-3), 818-825. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.10.097>
- Wu Q.S, Zou U.N, Liu M and Cheng K. 2012. Effects of exogenous putrescine on mycorrhiza, root system architecture, and physiological traits of *Glomus mosseae*-colonized trifoliolate orange seedlings. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 40: 80-85. DOI. 10.15835/nbha4027926
- Yordanov I, Velikova V and Tsonev T. 2003. Plant responses to drought and stress tolerance. Bulgharestan Journal of Plant Physiology, 2: 187-206.
- Youssef A.A, Mahgoub M.H and Talaat I.M. 2004. Physiological and biochemical aspects of *Matthiola incana* L. plants under the effect of putrescine and kinetin treatments. Egyptian Journal of Applied Sciences, 19: 492-510.

- Zhang R.H, Li J, Guo S.R and Tezuka T. 2009. Effects of exogenous putrescine on gas exchange characteristics and chlorophyll fluorescence of NaCl-stressed cucumber seedlings. *Photosynthesis Research*, 100: 155-162. DOI. 10.1007/s11120-009-9441-3
- Zorman H, karimi M and moradi H. 2021. The effect of water hyacinth compost and humic acid on morphological and biochemical properties in lily flower (*Longiflorum*×*Asiatic* cv. Eyeliner). *Plant Process and Function*, 10 (45): 19. (In Persian with English Abstract).
- dor: 20.1001.1.23222727.1400.10.45.2.0