

بررسی نقش کندکننده رشد سوماجیک بر رشد رویشی و گلدهی دو ژنوتیپ نرگس

فاطمه خیری^۱، مهناز کریمی^{۱*}، ویدا چالوی^۱، زینب روئین^۲

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- گروه علوم باغبانی، دانشگاه ایلام

*karimi@sanru.ac.ir

چکیده

کاهش رشد رویشی به همراه بهبود خصوصیات فیزیولوژیکی به منظور تولید گیاهان زینتی پاکوتاه دارای اهمیت است. یکی از روش‌های کنترل رشد گیاه استفاده از ترکیبات کندکننده رشد است. به منظور بررسی اثر سوماجیک (یونیکونازول) بر روی گیاه نرگس آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۴۰۰ انجام شد. فاکتور اول سوماجیک (۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر به صورت کاربرد محلول پاشی برگساره و غوطه‌وری سوخ) و فاکتور دوم، دو ژنوتیپ نرگس بومی شمال ایران (شهلا شمال و پرپر شمال) بود. طبق نتایج آزمایش، بیشترین تعداد گل در ژنوتیپ پرپر و در تیمار سوماجیک ۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر به دست آمد. ارتفاع ساقه گلدهنده در تیمار سوماجیک ۱۰ میلی گرم در لیتر در کاربرد غوطه‌وری، کمترین بود که در مقایسه با شاهد ۳۷/۶۴ درصد کاهش نشان داد. همچنین کمترین طول و عرض برگ و بیشترین طول ریشه در تیمار سوماجیک ۱۰ میلی گرم در لیتر به صورت کاربرد غوطه‌وری مشاهده شد. بیشترین میزان کلروفیل در تیمار ۵ میلی گرم بر لیتر سوماجیک غوطه‌وری و بیشترین میزان کاروتنوئید در ژنوتیپ پرپر با محلول پاشی ۱۰ میلی گرم بر لیتر به دست آمد. بیشترین درصد نیتروژن با کاربرد سوماجیک ۱۰ میلی گرم در لیتر به صورت غوطه‌وری حاصل شد. بیشترین درصد فسفر با کاربرد سوماجیک ۵ میلی گرم در لیتر به صورت محلول-پاشی به دست آمد. پتاسیم و کلسیم در برگ به ترتیب در تیمار سوماجیک ۱۰ و ۵ میلی گرم در لیتر به صورت محلول پاشی در حداکثر بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از سوماجیک به عنوان کندکننده رشد به صورت غوطه‌وری سبب کاهش ارتفاع ساقه گلدهنده، کاهش رشد برگ، افزایش تعداد گلچه، محتوای کلروفیل و طول ریشه گردید

کلمات کلیدی: سوخ، عناصر برگ، کند کننده رشد، گلدهی، گیاه زینتی

مقدمه

نرگس (*Narcissus sp.*) گیاهی علفی، دائمی و سوخ‌دار از خانواده آماریلیداسه (Amaryllidaceae) است. دارای برگ‌های باریک و مسطح و گل‌هایی به رنگ سفید، زرد و نارنجی که در وسط آن یک فنجانک به رنگ‌های مختلف وجود دارد. مبدا پیدایش این گیاه اسپانیا و پرتغال و پراکنش آن از اروپا تا شرق آسیا است. در مناطق مدیترانه‌ای به خوبی رشد می‌کند. زادگاه طبیعی آن در ایران دشت‌ها و کوهپایه‌های زاگرس می‌باشد (آشوری و همکاران، ۱۳۹۷). در ایران گونه‌های بومی نرگس از جمله شهلا شمال، شهلا بهبهان، شهلا شیراز، پرپر شمال و ... رویش دارند (چهرازی و همکاران، ۱۳۸۶).

کنترل رشد گیاهان با اهداف مختلف از جمله تولید گیاهان پاکوتاه، افزایش تعداد گل، کاهش ارتفاع ساقه گلدهنده، کاهش اندازه و سطح برگ، تسريع در زمان گلدهی و ... صورت می‌گیرد. بدین منظور از روش‌های مکانیکی، تنظیم شرایط محیطی و

شیمیایی استفاده می‌شود. روش‌های شیمیایی مانند استفاده از کندکننده‌های رشد به دلیل قابلیت کاربردی بالاتر و کنترل بهتر رشد رویشی بیشتر مورد توجه قرار دارند. بسیاری از کندکننده‌های رشد مانع از تقسیم سلولی در زیر نواحی مرستم انتهایی ساقه و طول شدن بعدی سلول‌ها می‌شوند و در نتیجه موجب کاهش طول شدن ساقه می‌گردند (طهرانچی و مرادی، ۱۳۹۴; Atlar, 2006; Miller, 2011). ترکیبات تریازولی برای جلوگیری از بیوسنتز جیبرلین و استرول‌ها و در نهایت کنترل رشد گیاه کاربرد دارند. در گیاهان تیمار شده با ترکیب‌های تریازولی، غلظت کمتری از جیبرلین‌ها یافت می‌شود. تریازول‌ها ضمن جلوگیری از رشد ساقه در بسیاری از گیاهان باعث افزایش تیرگی رنگ سبز، افزایش ضخامت برگ، کاهش سطح برگ، تأخیر در پیری برگ و کاهش تنفس می‌شوند (Taiz and Zeiger, 2006; Lv et al., 2022). سوماجیک از مهمترین تریازول‌ها می‌باشد. این ماده در غلظت‌های مناسب با ممانعت از سنتز جیبرلین باعث کنترل رشد رویشی، افزایش تعداد گل، افزایش دوره گلدهی و تسریع زمان گلدهی می‌گردد. سوماجیک در غلظت‌های مناسب، با ممانعت از سنتز جیبرلین رشد رویشی را کنترل کرده و باعث ایجاد تعادل هورمونی، فتوسنتز و فعالیت آنزیمی شده است (Magome et al., 2004). از طریق افزایش نسبت ریشه به ساقه، افزایش ضخامت و محتوای کلروفیل برگ، کاهش سطح برگ، تأخیر در پیری برگ و کاهش تنفس موجب سازگاری مورفولوژیک شده و به گیاه این اجازه را می‌دهد تا شرایط تنش را بهتر تحمل کند (آقای و همکاران، ۱۳۹۹).

در پژوهشی کندکننده‌های رشد کلرمکوات کلراید (سایکوسل) و سوماجیک برای کاهش ارتفاع گل آهار (*Zinnia elegans*) به کار برده شدند. در این آزمایش ارتفاع ساقه گل و سطح برگ در گیاهانی که سوماجیک به میزان ۱۰ میلی گرم در لیتر پای بوته استفاده شد، کاهش یافت. محتوای کلروفیل در گیاهان تیمار شده بیشتر بود (Alami and Karimi, 2020). کاربرد یونیکونازل ده میلی گرم در لیتر سبب کاهش ارتفاع ساقه، افزایش تعداد گل و تسریع در زمان گلدهی در لیلیوم (*Longiflorum × Asiatic*) شد (کریمی و همکاران، ۱۴۰۱). در پژوهشی برای کنترل ارتفاع دو رقم گیاه پامچال (*Primula malacoides*) اثرات دو تنظیم کننده رشد کلرمکوات کلراید (۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی گرم در لیتر) و سوماجیک (۲۵، ۵۰ یا ۷۵ میلی گرم در لیتر) به صورت محلول پاشی بررسی شد. هر دو تنظیم کننده رشد ارتفاع گیاه را کاهش دادند (Zhang et al., 2020). اثر سوماجیک بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گل صدتومانی (*Paeonia lactiflora*) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج پژوهش نشان داد که کاربرد سوماجیک می‌تواند باعث حفظ ثبات غشای سلولی و در نتیجه افزایش سازگاری گیاه گلدانی با محیط گردد. محتویات کلروفیل و کاروتنوئید کل در ابتدا افزایش یافت اما سپس کاهش یافته و در مرحله رنگبری به بالاترین سطح رسید و برگ‌ها ضخیم تر شدند. نتایج پژوهش این پژوهشگران نشان داد که محلول پاشی سوماجیک می‌تواند به طور موثر سازگاری محیطی گیاه گلدانی را بهبود ببخشد و محتویات رنگدانه فتوسنتزی را افزایش دهد (Zhijun et al., 2022). در آزمایشی، کاربرد خاکی ۱۰ میلی گرم در لیتر سوماجیک باعث افزایش تعداد گل در گیاه اطلسی (*Petunia Hybrida*) شد (کریمی و احمدی، ۱۳۹۸).

با توجه به اینکه دو ژنوتیپ نرگس (پرپر و شهلا شمال)، رشد رویشی زیادی داشته و بیشتر به صورت گل بریدنی عرضه می‌شوند هدف از پژوهش حاضر بررسی نقش سوماجیک بر کنترل رشد رویشی و در عین حال بهبود گلدهی و خصوصیات بیوشیمیایی در این دو ژنوتیپ بود. با کاهش رشد رویشی قابلیت استفاده این گیاه به صورت گلدانی نیز وجود خواهد داشت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در آبان ماه سال ۱۴۰۰ انجام گرفت. فاکتور اول سوماجیک (۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر به صورت محلول پاشی برگساره و غوطه‌وری سوخ) و فاکتور دوم دو ژنوتیپ نرگس (پرپر شمال و شهلا شمال) بود. ابتدا سوخ-های سالم و یکدست نرگس از مزرعه‌ای محلی (به مساحت یک هکتار با خاک لومی شنی) در شهر جویبار تهیه شد. سپس سوخ‌ها در محلول سه در هزار قارچ‌کش بردوفیکس به مدت پنج دقیقه قرار گرفتند. بستر کشت شامل ترکیب پیت‌ماس + پرلیت (۲ به ۱ حجمی) بود (کریمی و همکاران، ۱۴۰۱). هورمون سوماجیک (SIGMA-ALDRICH) از شرکت سارینا طب خریداری شد. به منظور اعمال تیمار سوماجیک به صورت کاربرد غوطه‌وری، سوخ‌ها قبل از کاشت در غلظت‌های مختلف سوماجیک به مدت یک ساعت غوطه‌ور شدند. برای کاربرد محلول پاشی، بعد از کاشت سوخ در گلدان، زمانی که ۱۰ سانتی متر ساقه از خاک بیرون آمد طی یک مرحله محلول پاشی با غلظت‌های مورد نظر سوماجیک انجام شد (Alami and Karimi, 2020). اندازه قطر دهانه گلدان‌ها ۱۲ سانتی متر بود. برای سوخ‌های مربوط به تیمار شاهد نیز از آب مقطر استفاده گردید. گلدان‌ها در گلخانه‌ای با دمای 20 ± 2 درجه سانتی گراد، رطوبت ۷۰ درصد قرار گرفتند. از نور طبیعی خورشید در طی پرورش استفاده شد. در طول رشد گیاهان کلیه عملیات از جمله آبیاری، کوددهی و مبارزه با آفات و بیماری‌ها به صورت یکسان انجام گرفت. حدود دو ماه بعد از کاشت و در شروع گلدهی، صفاتی شامل تعداد گلچه، ارتفاع ساقه گلدهنده (سانتی متر)، طول و عرض برگ (سانتی متر) و طول ریشه (سانتی متر)، کلروفیل (میلی گرم بر گرم وزن تر)، فنل کل (میلی گرم اسید گالیک بر وزن تر)، درصد عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم برگ مورد بررسی قرار گرفت. جهت عصاره‌گیری رنگیزه‌های کلروفیل و کارتنوئید از حلال متانول استفاده شد. با دستگاه پانچ ۶ دیسک از هر برگ تیمار آزمایشی جدا کرده و درون لوله حاوی ۸ میلی لیتر متانول قرار گرفتند. درب فالكون‌ها به خوبی بسته و به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شدند. جذب عصاره در طول موج‌های ۶۶۵/۲، ۶۵۲/۴ و ۴۷۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-1800 pc) قرائت شد (Carter and Knapp, 2001). برای اندازه‌گیری محتوای فنل، یک گرم برگ در متانول ۸۰٪ کوبیده شد. عصاره‌ها در فالكون به مدت ۴۸ ساعت روی شیکر قرار گرفتند. پس از سانتریفیوژ عصاره‌ها جدا شد و فولین و آب مقطر به آن‌ها اضافه و به مدت ۵ دقیقه ثابت نگه داشته شد. سپس سدیم کربنات اضافه گردید و به مدت نیم ساعت در حمام بخار قرار گرفتند. میزان جذب در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانده شدند.

برای اندازه‌گیری غلظت عناصر، نمونه برگ در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید و به صورت پودر درآمدند. پس از تهیه عصاره، پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم‌فوتومتری (مدل PFP7) اندازه‌گیری شد. کلسیم به روش تیتراسیون با اتیلن دی آمین تترا استیک اسید ۰/۰۱ مولار محاسبه گردید (Wahing et al., 1989). برای اندازه‌گیری نیتروژن از روش کج‌لدال استفاده شد. ۰/۲ گرم از برگ خشک با کمک اسید سولفوریک غلیظ در دمای ۳۶۰ درجه سانتی گراد به کمک کاتالیزور هضم و سپس درصد نیتروژن با دستگاه کج‌لدال اتوماتیک مدل ۳۲۰ قرائت گردید (Sharaf and El-Naggar, 2003). اندازه‌گیری فسفر نیز به روش کالریمتری انجام شد (Chapman and Pratt, 1961). تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.4 و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

مجله فرایند و کارکرد گیاهی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که غلظت‌های مختلف کندکننده رشد سوماجیک خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مورد بررسی در دو ژنوتیپ گل نرگس مورد آزمایش را تحت‌تاثیر قرار داده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر سوماجیک بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی دو ژنوتیپ نرگس پرپر و شهلای

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد گل	ارتفاع ساقه گل‌دهنده (سانتی متر)	طول برگ (سانتی متر)	عرض برگ (سانتی متر)	طول ریشه (سانتی متر)
سوماجیک (A)	۴	۰/۳۸ ^{ns}	۱۲۱/۷۵**	۹۸/۲۸**	۵/۶۶*	۴۸/۱۱**
ژنوتیپ (B)	۱	۴/۸۰**	۲۲/۵۳*	۳۲/۰۳*	۰/۰۳ ^{ns}	۱۳/۳۳ ^{ns}
A*B	۴	۱/۰۵*	۲/۶۱ ^{ns}	۱۱/۴۵ ^{ns}	۳/۵۳ ^{ns}	۱۳/۹۱ ^{ns}
خطا	۲۰	۰/۴۳	۲/۹۰	۵/۶۰	۱/۷۶	۸/۵۰
ضریب تغییرات (%)		۱۲/۱۹	۶/۸۱	۷/۷۲	۷/۰۵	۶/۶۰

ns و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

تعداد گلچه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد برهمکنش تیمار سوماجیک و ژنوتیپ نرگس در سطح احتمال پنج درصد بر تعداد گل معنی‌دار بود. بیشترین تعداد گل (۶ عدد) در ژنوتیپ پرپر و در تیمار سوماجیک ۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر به صورت محلول‌پاشی مشاهده گردید. با این حال تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مذکور با سوماجیک ۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر در کاربرد غوطه‌وری و تیمار شاهد در هر دو ژنوتیپ شهلای و پرپر نداشت (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سوماجیک بر تعداد گل در دو ژنوتیپ نرگس پرپر و شهلای

سوماجیک (میلی گرم در لیتر)	نوع کاربرد	ژنوتیپ	تعداد گلچه
۰			۵/۶۶ ^{ab}
۵	محلول‌پاشی		۶ ^a
۱۰		پرپر	۶ ^a
۵	غوطه‌وری		۵/۶۶ ^{ab}
۱۰			۵/۶۶ ^{ab}
۰			۵/۶۶ ^{ab}
۵	محلول‌پاشی		۴ ^c
۱۰		شهلای	۴/۶۶ ^{bc}
۵	غوطه‌وری		۵/۳۳ ^{ab}
۱۰			۵/۳۳ ^{ab}

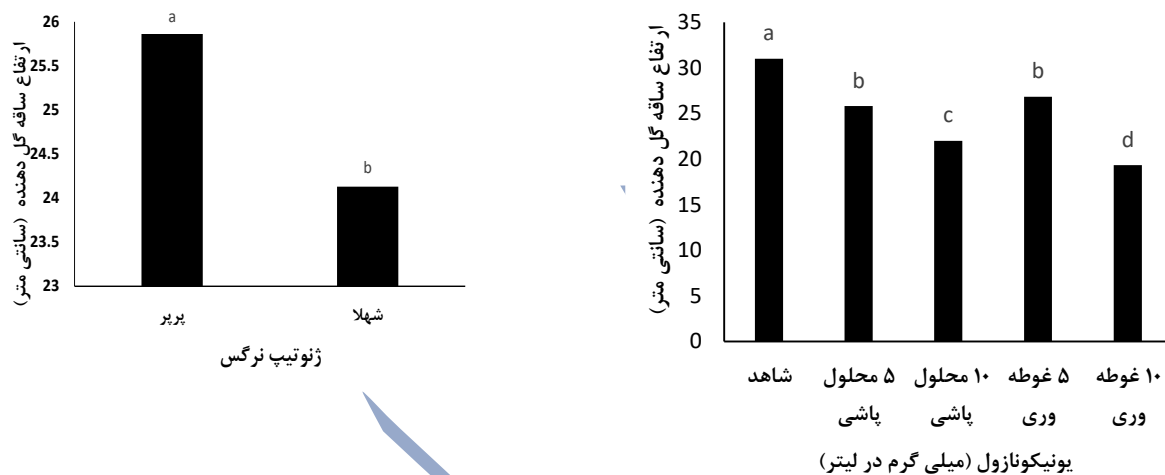
در هر ستون اعداد با حروف مشابه تفاوت معنی‌دار با یکدیگر در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

ارتفاع ساقه گل‌دهنده

بر اساس نتایج جدول ۱ برهمکنش تیمار سوماجیک و ژنوتیپ بر ارتفاع گیاه معنی‌دار نشد و اثر ساده تیمارها بر ارتفاع گیاه اثر داشت. کاربرد سوماجیک در سطح احتمال یک درصد و ژنوتیپ در سطح احتمال پنج درصد ارتفاع گیاه را تحت‌تاثیر قرار

مجله فرایند و کارکرد گیاهی

دادند. ارتفاع ساقه گلدهنده در تیمار سوماجیک ۱۰ میلی گرم در لیتر که به صورت خاکی استفاده شد دارای کمترین میزان بود که در مقایسه با شاهد ۳۷/۶۴ درصد کاهش نشان داد. ارتفاع ساقه گلدهنده گیاه در نرگس شهلا ۲۴/۱۳ سانتی متر و ژنوتیپ پرپر ۲۵/۸۶ سانتی متر به دست آمد (شکل ۱). در شکل ۲ مقایسه تیمار شاهد و سوماجیک ۱۰ میلی گرم بر لیتر در کاربرد غوطه‌وری نشان داده شده است.



شکل ۱- اثر سوماجیک و ژنوتیپ نرگس بر ارتفاع ساقه گلدهنده

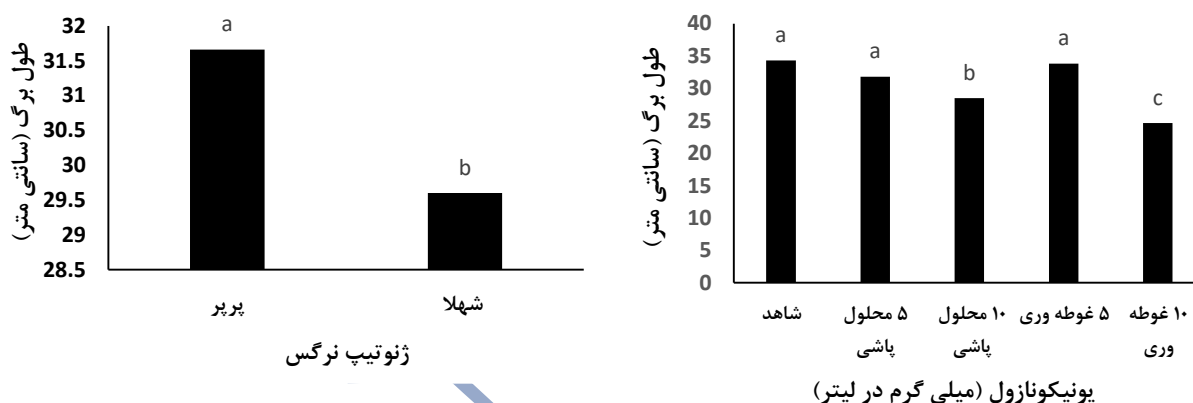


شکل ۲- مقایسه ارتفاع تیمار شاهد و سوماجیک (۱۰ میلی گرم در لیتر کاربرد غوطه‌وری)

طول برگ

برهمکنش تیمار سوماجیک و ژنوتیپ بر طول برگ معنی دار نشد. اثر ساده سوماجیک در سطح احتمال یک درصد و ژنوتیپ در سطح احتمال پنج درصد طول برگ را تحت تاثیر قرار دادند (جدول ۱).

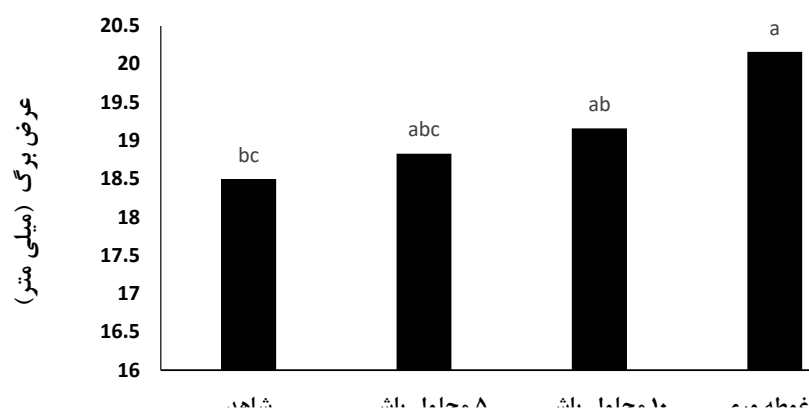
طول برگ در تیمار سوماجیک ۱۰ میلی گرم در لیتر به صورت کاربرد خاکی کمترین و در تیمار شاهد بیشترین بود که با تیمارهای ۵ میلی گرم در لیتر محلول پاشی و کاربرد غوطه وری تفاوت معنی داری نداشت. طول برگ در ژنوتیپ نرگس شهلا ۲۹/۶ سانتی متر و در ژنوتیپ پرپر ۳۱/۶۶ سانتی متر گزارش شد (شکل ۳).



شکل ۳- اثر سوماجیک و ژنوتیپ بر طول برگ در دو ژنوتیپ نرگس پرپر و شهلا

عرض برگ

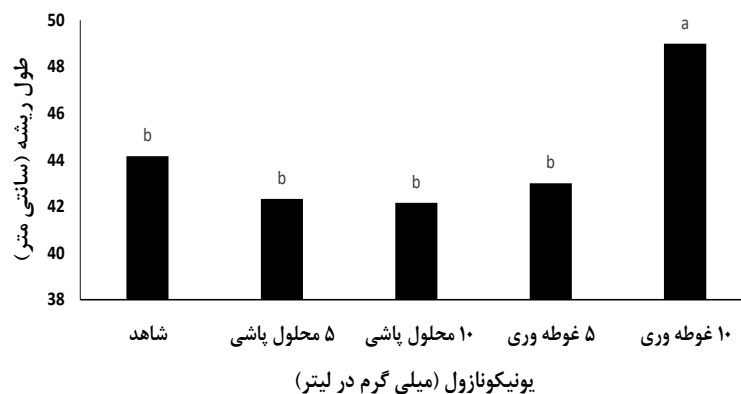
بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) برهمکنش سوماجیک و دو ژنوتیپ نرگس معنی دار نشد و تنها اثر ساده سوماجیک بر عرض برگ معنی دار شد. بیشترین عرض برگ در سوماجیک ۵ میلی گرم در لیتر به صورت کاربرد غوطه وری و کمترین آن در سوماجیک ۱۰ میلی گرم در لیتر به صورت کاربرد غوطه وری مشاهده شد (شکل ۴).



شکل ۴- اثر سوماجیک بر عرض برگ در گل نرگس

طول ریشه

طبق نتایج بدست آمده برهمکنش سوماجیک و ژنوتیپ نرگس معنی دار نبود. اثر ساده سوماجیک در سطح احتمال یک درصد بر طول ریشه معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین طول ریشه نسبت به سایر تیمارها که تفاوت معنی داری با هم نداشتند در تیمار سوماجیک ۱۰ میلی گرم در لیتر به صورت کاربرد غوطه وری به دست آمد (شکل ۵).



شکل ۵- اثر سوماجیک بر طول ریشه نرگس

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر سوماجیک و دو ژنوتیپ نرگس (پرپر و شهلا) بر میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی و میزان فنل

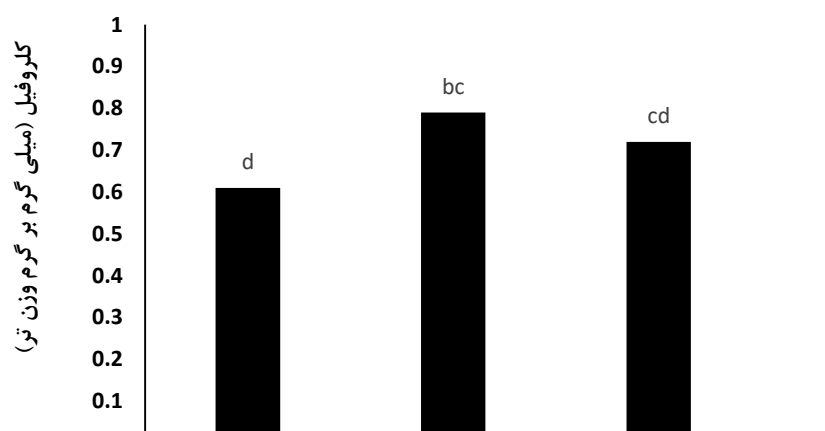
منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کاروتنوئید (میلی گرم بر گرم وزن تر)	فنل (میلی گرم اسید گالیک بر وزن تر)
سوماجیک (A)	۴	۰/۰۸۶**	۰/۶۰**	۰/۰۰۲۱**
ژنوتیپ (B)	۱	۰/۰۰۶۴ ns	۰/۴۱*	۰/۰۰۰۰۵ ns
A*B	۴	۰/۰۱۱ ns	۰/۲۶*	۰/۰۰۰۳۲ ns
خطا	۲۰	۰/۰۰۷۵	۰/۰۸۶	۰/۰۰۰۲۹
ضریب تغییرات (%)		۱۱/۱۴	۱۴/۱۳	۱۶/۹۵

ns و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

رنگیزه‌های فتوسنتزی

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) برهمکنش سوماجیک و ژنوتیپ نرگس بر میزان کلروفیل کل معنی دار نبود. اثر ساده سوماجیک در سطح احتمال یک درصد میزان کلروفیل کل را تحت تاثیر قرار داد. بیشترین میزان کلروفیل در تیمار ۵ میلی گرم بر لیتر کاربرد غوطه‌وری سوخ به دست آمد که با تیمار ۱۰ میلی گرم بر لیتر غوطه‌وری تفاوت قابل ملاحظه‌ای نشان نداد (شکل ۶).

برهمکنش سوماجیک و ژنوتیپ نرگس در سطح احتمال پنج درصد بر میزان کاروتنوئید معنی دار بود. بیشترین میزان کاروتنوئید در ژنوتیپ پرپر با محلول‌پاشی ۱۰ میلی گرم بر لیتر به دست آمد که با تیمارهای ۵ و ۱۰ میلی گرم بر لیتر غوطه‌وری در ژنوتیپ پرپر و ۵ میلی گرم بر لیتر غوطه‌وری و ۱۰ میلی گرم بر لیتر محلول‌پاشی در ژنوتیپ شهلای تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشت. میزان کاروتنوئید در تیمار برتر (ژنوتیپ پرپر با محلول‌پاشی ۱۰ میلی گرم بر لیتر سوماجیک) نسبت به شاهد ۷۳/۸۵ درصد افزایش داشت (جدول ۴).



شکل ۶- اثر سوماجیک بر میزان کلروفیل برگ نرگس

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سوماجیک بر میزان کاروتنوئید در دو ژنوتیپ نرگس پرپر و شهلای

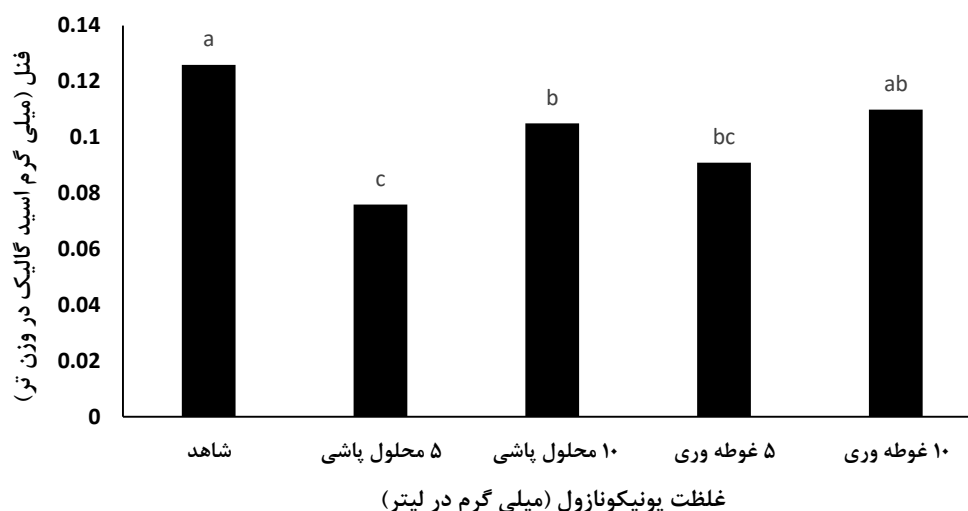
ژنوتیپ	نوع کاربرد	سوماجیک (میلی گرم در لیتر)	کاروتنوئید (میلی گرم بر گرم وزن تر)
کاروتنوئید			
		۰	۱/۵۳ d
	محلول‌پاشی	۵	۱/۸۶ bcd
	پرپر	۱۰	۲/۶۶ a
	غوطه‌وری	۵	۲/۳۰ ab
		۱۰	۲/۶۱ a
		۰	۱/۷۰ cd
	محلول‌پاشی	۵	۱/۹۶ bcd
شهلای		۱۰	۲/۲۰ abc
	غوطه‌وری	۵	۲/۱۶ abc
		۱۰	۱/۷۶ cd

مجله فرایند و کارکرد گیاهی

در هر ستون اعداد با حروف مشابه تفاوت معنی دار با یکدیگر در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

محتوای فنل

بر اساس نتایج جدول ۳ برهمکنش سوماجیک و ژنوتیپ نرگس بر محتوای فنل کل معنی دار نشد. کاربرد سوماجیک در سطح احتمال یک درصد محتوای فنل کل را تحت تاثیر قرار داد. بیشترین محتوای فنل در تیمار شاهد به دست آمد که با تیمار ۱۰ میلی گرم بر لیتر به صورت کاربرد غوطه وری تفاوت قابل ملاحظه ای نداشت (شکل ۷).



شکل ۷- اثر سوماجیک بر محتوای فنل

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر سوماجیک بر میزان عناصر برگی در دو ژنوتیپ نرگس پرپر و شهلا

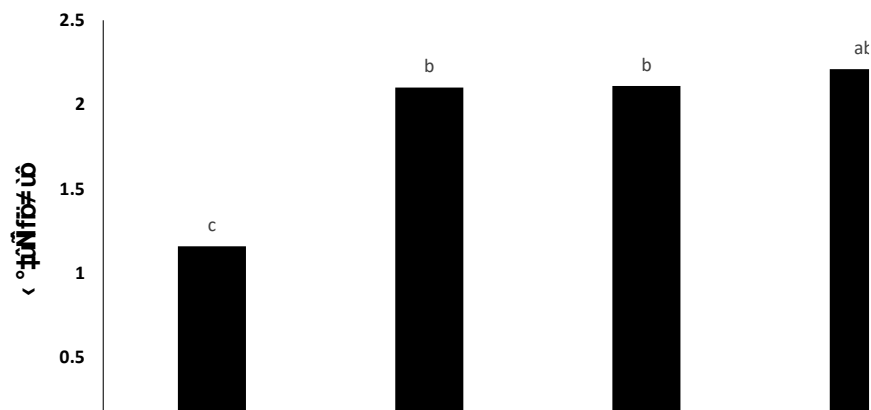
منابع تغییرات	درجه آزادی	نیترژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم
کاربرد سوماجیک (A)	۴	۱/۲۹**	۰/۰۰۹۲**	۱/۰۰۴۵**	۰/۰۳۵**
گونه (B)	۱	۰/۰۱۲ ns	۰/۰۰۰۰۱۳ ns	۰/۰۲۵ ns	۰/۰۴۴*
A*B	۴	۰/۰۲۷ ns	۰/۰۰۰۴۳ ns	۰/۰۵۶ ns	۰/۰۳۲*
خطا	۲۰	۰/۰۱۹	۰/۰۰۱۵	۰/۰۲۶	۰/۰۰۷۹
ضریب تغییرات (%)		۷/۱۱	۱۲/۲۲	۴/۲۴	۶/۵۰

ns و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

عناصر برگی نیترژن، فسفر و پتاسیم و کلسیم

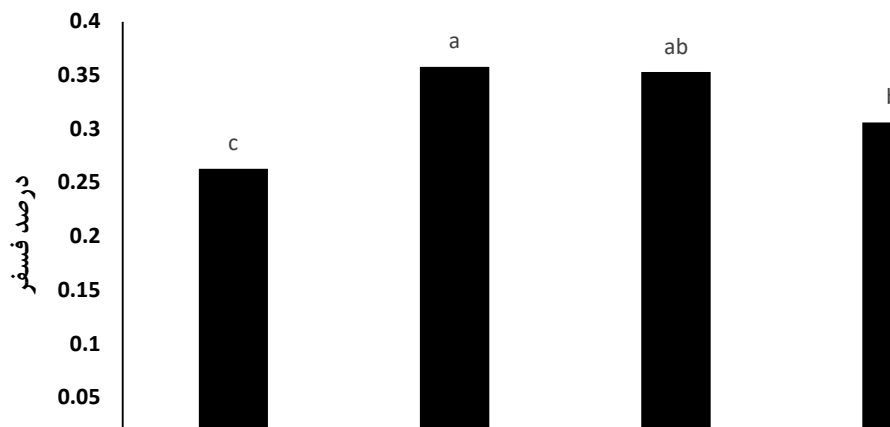
در بین عناصر، برهمکنش سوماجیک و ژنوتیپ نرگس بر میزان کلسیم برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی دار و بر میزان نیترژن، فسفر و پتاسیم غیر معنی دار بود. اثر ساده سوماجیک در سطح احتمال یک درصد بر میزان عناصر نیترژن، فسفر و

پتاسیم معنی دار بود (جدول ۵). بیشترین درصد نیتروژن با کاربرد سوماجیک ۱۰ میلی گرم در لیتر به صورت کاربرد غوطه‌وری حاصل شد (شکل ۸).

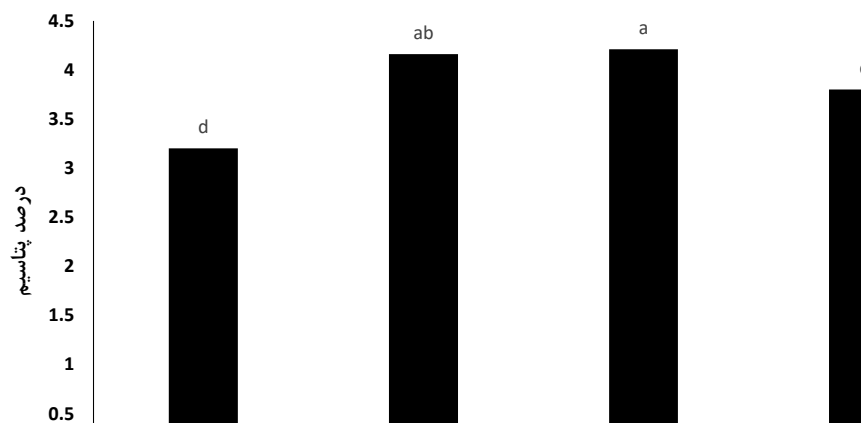


شکل ۸- اثر سوماجیک بر درصد نیتروژن برگ نرگس

بیشترین درصد فسفر با کاربرد سوماجیک ۵ میلی گرم در لیتر به صورت محلول‌پاشی به دست آمد که با کاربرد سوماجیک ۱۰ میلی گرم در لیتر با کاربرد غوطه‌وری و محلول‌پاشی تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشت (شکل ۹). بیشترین درصد پتاسیم برگ در تیمار سوماجیک ۱۰ میلی گرم در لیتر به صورت محلول‌پاشی بود که با کاربرد سوماجیک ۵ میلی گرم در لیتر به صورت محلول‌پاشی تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده نشد (شکل ۱۰). بیشترین درصد کلسیم در تیمار سوماجیک ۵ میلی گرم در لیتر به صورت محلول‌پاشی در ژنوتیپ شهلا مشاهده شد (جدول ۷).



شکل ۹- اثر سوماجیک بر درصد فسفر برگ نرگس



شکل ۱۰- اثر سوماجیک بر درصد فوسفور برگ نرگس

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر سوماجیک بر میزان عنصر کلسیم برگ در دو ژنوتیپ نرگس پرپر و شهلای

سوماجیک (میلی گرم در لیتر)	نوع کاربرد	گونه	درصد کلسیم
۰			۱/۴۲ ab
۵	محلول پاشی	پرپر	۱/۴۲ ab
۱۰			۱/۴۱ ab
۵	غوطه وری		۱/۴۰ abc
۱۰			۱/۳۸ abc
۰			۱/۱۴ d
۵	محلول پاشی	شهلا	۱/۵۱ a
۱۰			۱/۴۵ ab
۵	غوطه وری		۱/۲۵ cd
۱۰			۱/۳۰ bc

در هر ستون اعداد با حروف مشابه تفاوت معنی دار با یکدیگر در سطح احتمال پنج درصد ندارند

بحث

کنترل رشد رویشی گیاهان زینتی به روش‌های مختلفی از جمله با کنترل دمای محیط، ایجاد تنش خشکی و استفاده از ترکیبات مختلف کندکننده رشد صورت می‌گیرد. از مهمترین کندکننده‌های رشد می‌توان به کلرمکوات کلراید، آلاز، پاکلوپوترازول و سوماجیک اشاره نمود هر کدام از این ترکیبات بسته به گونه گیاهی، غلظت و روش کاربرد تاثیر متفاوتی در گیاهان دارند. مزیت استفاده از کندکننده‌های رشد بهبود ظاهر با حفظ شکل و اندازه گیاه مطابق با اندازه گلدان می‌باشد (Arteca, 1996). این ترکیبات سطوح ایندول استیک اسید درون‌زا، اسید جیبرلیک، تقسیم و رشد سلولی را در طی رشد گیاه کاهش می‌دهند (Lv et al., 2022). تریازول‌ها ضمن جلوگیری از رشد ساقه در بسیاری از گیاهان باعث افزایش رنگدانه کلروفیل، افزایش ضخامت برگ، کاهش سطح برگ، تأخیر در پیری برگ و کاهش تنفس می‌شوند (Kamoutsis et al., 1999).

در پژوهش حاضر ارتفاع ساقه گل‌دهنده و طول برگ هر دو ژنوتیپ نرگس شهلا و پرپر کاهش نشان داد. مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر کاربرد سوماجیک در گیاه سوسن (کریمی و همکاران، ۱۴۰۱)، اطلسی (احمدی و کریمی، ۱۳۹۸) و آهار (Alami and Karimi, 2020) سبب کاهش ارتفاع ساقه و طول برگ شد. محلول‌پاشی سوماجیک ۵ تا ۲۰ میلی‌گرم در لیتر روی گیاه کالانکوه دو هفته پس از هرس ارتفاع ساقه را کاهش داد به طوری که ارتفاع گیاه نسبت به گیاهان شاهد ۶۳ درصد کمتر شد (Currey and Erwin, 2012). سازوکار عمومی تریازول‌ها از جمله سوماجیک جلوگیری از بیوسنتز جیبرلین و استرول‌هاست. تریازول‌ها با دخالت در سه مرحله‌ی اول مسیر اکسیداسیون انت کورن از تبدیل انت کورنول به انت کورنوتیک اسید و ترکیب‌های اکسیدشده‌ی بعدی جلوگیری کرده و بازدارنده‌ی تولید اسید جیبرلیک می‌باشند. در گیاهان تیمار شده با ترکیبات تریازولی، غلظت کمتری از جیبرلین‌ها یافت می‌شود، این امر از نقش بازدارنده‌ی تریازول‌ها در ساخت (سنتز) جیبرلین حمایت می‌کند. در نتیجه کاهش در ارتفاع ساقه و رشد رویشی گیاه اتفاق می‌افتد (Fletcher et al., 2000; Ahmad et al., 2019).

در پژوهش حاضر کاربرد سوماجیک ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به صورت غوطه‌وری و محلول‌پاشی سبب افزایش طول ریشه در مقایسه با تیمار شاهد شد. کندکننده‌های رشد سبب رشد ریشه و تولید سیتوکینین در ریشه گیاه می‌شوند. افزایش رشد ریشه گیاهان تیمار شده ممکن است به دلیل افزایش عرضه کربوهیدرات به ریشه به دلیل کاهش تقاضا برای رشد در قسمت‌های هوایی گیاه باشد. همچنین سوماجیک، محتوای درون‌زای اکسین‌ها را با تأثیر بر افزایش فعالیت اکسیدازها و پراکسیدازها کاهش می‌دهد، اما منجر به افزایش محتوای درون‌زای اسید آبسزیک در گیاه می‌گردد (Fletcher et al., 2000; Yan-Hong et al., 2009). از آنجایی که اسید آبسزیک بر ریشه‌زایی موثر است خود نیز می‌تواند دلیلی بر افزایش ریشه‌زایی در گیاهان تیمار شده با سوماجیک باشد. تیمار سوماجیک بر روی گل آهار باعث افزایش طول ریشه گیاه گردید (Alami and Karimi, 2020).

در پژوهش حاضر کاربرد سوماجیک توانست تعداد گل را در دو ژنوتیپ پرپر و شهلا افزایش دهد. کندکننده‌های رشد با جلوگیری از سنتز جیبرلین در گیاه که اثر بازدارندگی بر گل‌آغازی دارند، سبب تسریع گل‌آغازی و در نتیجه زود گلدهی و افزایش دوره گلدهی در برخی گیاهان می‌گردد (Armitage, 1998). همچنین کارایی و رشد ریشه در جذب عناصر غذایی در تیمارهایی که از کندکننده رشد سوماجیک استفاده شده است نیز ممکن است خود دلیلی بر افزایش تعداد گل باشد. کاربرد کندکننده رشد پاکلوپوترازول و کلرمکوات کلراید باعث افزایش هورمون سایتوکینین در گیاه آسونیکا گردید. این هورمون در توسعه و نمو گل موثر است (Youssef and Abd El-Aal, 2013).

در پژوهش حاضر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاهان تیمار شده با سوماجیک در مقایسه با تیمار شاهد بیشتر بود. بررسی‌ها نشان می‌دهد سایتوکینین‌ها سنتز کلروفیل را تحریک می‌کنند. با توجه به نقش کندکننده‌ها در افزایش سایتوکینین، می‌توان تأثیر آن‌ها را در افزایش سنتز کلروفیل مربوط به افزایش سطوح سایتوکینین دانست (Fletcher et al., 2000; Miller, 2011). در پژوهشی بیشترین محتوای کلروفیل در گیاه آهار در سوماجیک ۱۰ میلی‌گرم در لیتر ثبت گردید که با نتایج پژوهش ما در یک راستا است (Alami and Karimi, 2020).

بیان شده است بازدارنده‌های رشد با افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی باعث افزایش مواد فنلی می‌شوند (Zhang et al., 2007). در پژوهش حاضر نیز استفاده از سوماجیک محتوای مواد فنلی برگ را افزایش داد. در پژوهشی روی گل سوسن بیشترین محتوای فنل کل با ۵۸/۳۳ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد در تیمار سوماجیک ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به روش غوطه‌وری سوخ مشاهده شد که با نتایج به‌دست آمده در پژوهش ما مطابقت دارد (کریمی و همکاران، ۱۴۰۱).

سوماجیک ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مولکولی فتوستت، متابولیسم کربن - نیتروژن و انتقال سیگنال هورمون گیاهی را برای افزایش مقاومت به تنش‌ها تنظیم می‌کند. تیمار سوماجیک می‌تواند باعث افزایش غلظت نیتروژن، غلظت کلروفیل و سرعت خالص فتوستتزی می‌شود (Ahmad et al., 2019; Jiang et al., 2021). علت افزایش غلظت عناصر معدنی با کاربرد سوماجیک می‌تواند به دلیل تأثیر مستقیم تنظیم‌کننده‌های رشد بر افزایش رشد طولی و قطری ریشه و در نتیجه افزایش جذب عناصر نیز می‌باشد (Yan-Hong et al., 2009). از آنجایی که افزایش تعداد گل ناگزیر با جذب مواد معدنی در ارتباط است بنابراین کاربرد سوماجیک می‌تواند دلیلی بر افزایش مواد معدنی نیز در گیاه نرگس هم باشد.

نتیجه‌گیری کلی

سوماجیک ارتفاع بوته، طول و عرض برگ را کاهش داده و سبب افزایش رشد ریشه، محتوای کلروفیل، مواد معدنی و فنلی در گیاه نرگس شده است. بیشترین تعداد گلچه در ژنوتیپ پرپر و کمترین ارتفاع در ژنوتیپ شهلا مشاهده شد. استفاده از سوماجیک در غلظت‌های ۵ و ۱۰ میلی‌گرم به صورت غوطه‌وری سوخ به منظور تولید گیاهان پاکوتاه نرگس توصیه می‌شود تا بتوان علاوه بر تولید گل‌های شاخه بریدنی، گیاهان پاکوتاه نرگس را همراه با سوخ در گلدان عرضه نمود.

منابع

- آشوری، مرجان، ولی‌پور، علی، و نامداری، رضا (۱۳۹۷). اصول کاشت و پرورش گل نرگس و آشنایی با خواص دارویی آن. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی، ۲۸ ص.
- آقای، فاطمه، سیدشریفی، رئوف، و نریمانی، حامد (۱۳۹۹). ارزیابی عملکرد، محتوای کلروفیل و مولفه‌های پر شدن دانه گندم در شرایط شوری خاک، کاربرد سوماجیک و کودهای زیستی. مجله به زراعی کشاورزی، ۲۶۹-۲۲، ۲۸۲.
- <https://doi.org/10.22059/jci.2020.286632.2252>
- چهرازی، مهرانگیز، نادری، روح‌انگیز، شاه‌نجات، علی اکبر و حسنی، محمد اسماعیل (۱۳۸۶). بررسی تنوع ژنتیکی گل نرگس بومی و غیر بومی با استفاده از نشانگر RAPD. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۸(۴)، ۲۲۵-۲۳۶.
- طهرانچی، مریم، و مرادی، پژمان (۱۳۹۴). تأثیر سطوح مختلف پاکوبوترازول بر رشد رویشی و گلدهی رعنا زیبا. سومین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه.
- کریمی، مهناز، سلیمی، فاطمه، و پاکدین پاریزی، علی (۱۴۰۱). ارزیابی اثر غلظت‌های مختلف و روش کاربرد سوماجیک و کلرمکوات کلراید بر رشد رویشی و خصوصیات بیوشیمیایی دورگ لیلیوم (*Longiflorum* × *Asiatic* cv. Eyeliner). مجله علوم باغبانی، ۳۶(۴)، ۹۳۷-۹۴۸. DOI:10.22067/JHS.2022.75071.1133
- کریمی، مهناز و احمدی، مریم (۱۳۹۸). بررسی اثر بازدارندگی رشد کلرمکوات کلراید و سوماجیک بر ویژگی‌های مورفولوژیک و بیوشیمیایی اطلسی (*Petunia hybrida* L.). فرایند و کارکرد گیاهی، ۸(۳۲)، ۳۶۵-۳۷۶. DOR:20.1001.1.23222727.1398.8.32.29.7
- Ahmad, I., Kamran, M., Yang, X. N., Meng, X. P., Ali, S., Ahmad, S., Zhang, X. D., Bilegjargal, B., Ahmad, B., Liu, T. N., et al. (2019). Effects of applying uniconazole alone or combined with manganese on the photosynthetic efficiency, antioxidant defense system, and yield in wheat in semiarid regions. *Agricultural Water Management*, 216, 400-414. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.02.025>
- Alami, E., & Karimi, M. (2020). The effect of cycocel and uniconazole on some morphological and biochemical properties of zinnia. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 7(1), 81-91. <https://doi.org/10.22059/ijhst.2020.285768.307>

- Armitage, A. M. (1998). Chlormequat-induced early flowering of hybrid geranium: the influence of gibberellic acid. *Horticultural Science*, 21, 116-118.
- Arteca, R. N. (1996). Plant growth substances: Principles and Application, Chapman and Hall, Inc. New York, USA, 332 pp.
- Atlar, S. (2006). Effect of uniconazole and gibberellic acid on height control of some bedding plants. *AGRIS*.
- Carter, G. A., & Knapp, A. K. (2001). Leaf optical properties in highest plants: Linking spectral characteristics to stress and chlorophyll concentration. *American Journal of Botany*, 88(4), 677-684.
- Chapman, H. D., & Pratt, P. F. (1961). Method of analysis for soils, plants and waters. University of California. Division of agricultural Sciences.
- Currey, C. J., & Erwin, J. E. (2012). Foliar applications of plant growth regulators affect stem elongation and branching of 11 kalanchoe species. *Horticulture Technology*, 22(3), 338-44. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.22.3.338>.
- Fletcher, R. A., Gilley, A., Sankhla, N., & Davis, T. D. (2000). Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Horticultural Reviews*, 24, 55-138. <https://doi.org/10.1002/9780470650776.ch3>.
- Jiang, Y., Sun, Y., Zheng, D., Han, C., Cao, K., Xu, K., Liu, S., Cao, Y., & Feng, N. (2021). Physiological and transcriptome analyses for assessing the effects of exogenous uniconazole on drought tolerance in hemp (*Cannabis sativa* L.). *Scientific Reports*, 11: 14476. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93820-6>.
- Kamoutsis, A. P., Chronopoulou-Sereli, A. G., & Paspatis, E. A. (1999). Paclobutrazol affects growth and flower bud production in gardenia under different light regimes. *Horticultural Science*, 34, 674-675.
- Lv, R., Zhang, W., Xie, X., Wang, Q., Gao, K., Zeng, Y., Zeng, Y., Pan, X., & Shang, Q. (2022). Foliar application uniconazole enhanced lodging resistance of high-quality indica rice (*Oryza sativa* L.) by altering anatomical traits, cell structure and endogenous hormones. *Field Crops Research*, 277, 108425. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108425>
- Magome, H., Yamaguchi, S., Hanada, A., Kamiya, Y. & Odadoi, K. (2004). Dwarf and delayed flowering, a novel Arabidopsis mutant deficient in gibberellins biosynthesis because of over expression of a putative AP2 transcription factor. *Plant Journal*, 37, 720-729. doi: 10.1111/j.1365-313x.2003.01998.x.
- Miller, W.B. (2011). Website for the Flower Bulb Research Program. Cornell University, Ithaca, NY, USA.
- Sharaf, A. I., & El-Naggar, A. H. (2003). Response of Carnation plant to phosphorus and boron foliar fertilization under greenhouse conditions. *Alexandria Journal of Agricultural Sciences*, 48 (1), 147-158. DOR: <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22516433.2021.11.4.2.5>
- Taiz, L., & E. Zeiger. (2006). Plant Physiology. 4th edition. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, 852 pp.
- Wahing, I. W., Van, V. J. G., Houba, J. J., & Van der, L. (1989). Soil and plant analysis a series of syllabi. part 7, plant analysis procedure. Wageningen Agriculture University.
- Yan-Hong, Y., Wen-Yu, Y. & Zhang, J. (2009). Effect of spraying uniconazole on dry matter accumulation and distribution of soybean after blooming. *World Applied Sciences Journal*, 6(3), 449-456.
- Youssef, A. S. M., & Abd El-Aal, M. M. M. (2013). Effect of paclobutrazol and cycocel on growth, flowering, chemical composition and histological features of potted *Tabernaemontana coronaria* Stapf plant. *Journal of Applied Sciences Research*, 9: 5953-5963.
- Zhang, M., Yang, J., Pan, H. & Pearson, B. J. (2020). Dwarfing Effects of Chlormequat Chloride and Uniconazole on Potted Baby Primrose. *American Society for Horticultural Science*, 30(5), 536-543. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04646-20>

Zhang, M., Liusheng, D., Tian, X., Zhongpei, H., Jianmin, L., Baomin, W. & Zhaohu, L. (2007). Uniconazole-induced tolerance of soybean to water deficit stress in relation to changes in photosynthesis, hormones and antioxidant system. *Journal of Plant Physiology*, 164, 709-717. DOI: 10.1016/j.jplph.2006.04.008.

Zhijun, D., Jianzhou, G. & Xiaonan, Y. (2022). Effects of uniconazole on the physiological characteristics and microstructure of potted *Paeonia lactiflora*. *Journal of Beijing Forestry University*, 44(7), 117-125. DOI: 10.12171/j.1000-1522.20210325

Investigating the role of Sumagic growth retarder on vegetative growth and flowering of two narcissus genotypes

Fatemeh Kheiri¹, Mahnaz Karimi^{1*}, Vida Chalavi¹, Zeynab Roein²

¹ Dept. of Horticultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

² Dept. of Horticultural Sciences, Ilam University, Ilam, Iran

* karimi@sanru.ac.ir

Abstract

It is important to reduce the height of ornamental plants in order to produce short plants. One of the height control methods is the use of growth inhibitors. In order to investigate the effect of sumagic (uniconazole) on the growth and biochemical characteristics of daffodil, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications. The first factor was sumagic (5 and 10 mg L⁻¹, as foliar spraying and bulb immersion application), and the second factor was two genotypes of narcissus native to Iran (Shahla Shomal and Porpar Shomal). According to the results of the experiment, the highest number of flowers was obtained in the Porpar genotype and in the treatment of sumagic 5 and 10 mg L⁻¹. The height of the flowering stem was the lowest in the treatment of sumagic 10 mg L⁻¹ in immersion application, which showed a decrease of 37.64% compared to the control. Also, the lowest leaf length and the highest root length were observed in the treatment of sumagic 10 mg L⁻¹ in immersion application. The highest amount of chlorophyll was obtained in the treatment of 5 mg L⁻¹ sumagic immersion, and the highest amount of carotenoid was obtained in the Porpar genotype with 10 mg L⁻¹ foliage spraying. The phenol content was at the maximum in the control and was not significantly different from the 10 mg L⁻¹ sumagic. The highest percentage of nitrogen was obtained in sumagic at 10 mg L⁻¹ immersion. The highest percentage of phosphorus was obtained with the application of 5 mg L⁻¹ sumagic. The results of the present study showed that the use of sumagic can reduce the height of the daffodil plant and improve its physiological and biochemical characteristics.

Keywords: Bulb, Daffodil, Flowering, Growth retarder, Ornamental plant