تاثیر نانو کود سیلیسیوم بر خصوصیات مورفولوژی گل میمون (*Antirrhinum majus*) تحت تنش خشکی

سعیده اکبری[۱]، ساسان راستگو [۲]*، حمیدرضا نوریزدان[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج‌فارس، بوشهر

[۲] استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج‌فارس، بوشهر

[۳] استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج‌فارس، بوشهر

* نویسنده مسئول: rastgoo@pgu.ac.ir, snrastgoo@yahoomail.com

چکیده

خشک‌سالی و تنش ناشی از آن مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش محیطی است که هرساله خسارت‌های هنگفتی به محصولات کشاورزی وارد می‌کند. گل میمون ازجمله گیاهان زینتی پرطرفدار است که غالباً به‌صورت یک‌ساله کشت می‌شود. اثر سیلیسیوم بر تسکین اثرات زیان‌بار تنش خشکی در برخی از محصولات زراعی و باغی نشان داده‌شده است. به‌منظور بررسی اثر نانو کود سیلیسیوم بر برخی خصوصیات مورفولوژی گل میمون تحت تنش خشکی، آزمایشی با استفاده از نانو کود سیلیسیوم به‌صورت کاربرد به دو روش محلول‌پاشی برگی در سطوح صفر (شاهد)، ۲ و ۴ میلی‌لیتر بر لیتر و کودآبیاری در سطوح صفر (شاهد)، ۰/۱ و ۱ میلی‌لیتر بر لیتر و تنش خشکی در سطوح ۱۰۰ (شاهد)، ۷۵ و ۵۰ درصد رطوبت از ظرفیت زراعی خاک در خاکی با بافت لومی شنی اعمال شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در شش تکرار در شرایط گلخانه انجام شد. در این پژوهش صفات ارتفاع گل، تعداد گل، تعداد شاخه جانبی، قطر ساقه و ارتفاع ساقه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که شاخص‌های رشدی و برخی ویژگی‌های گل در اثر تنش خشکی کاهش یافتند. کاربرد هر دو روش محلول‌پاشی برگی و کودآبیاری نانوسیلسیوم صفات مورفولوژی گل میمون را نسبت به شاهد افزایش دادند ولی این افزایش در غلظت ۴ میلی‌لیتر بر لیتر محلول‌پاشی برگی به میزان بیشتری مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: *ظرفیت زراعی، تنش آبی، تغذیه سیلیسیومی، صفات گلدهی، ویژگی‌های رشدی*

مقدمه

گل میمون، بانام علمی *Antirrhinum majus* از خانواده Scrophulariaceae بانام انگلیسی Snapdragon است. گیاهی علفی که اغلب به‌صورت یک‌ساله کشت می‌شود. گل‌ها به‌صورت سنبله در انتهای ساقه‌ی گل دهنده قرار می‌گیرند. گل میمون آفتاب دوست است اما به سایه نیز مقاوم است. رطوبت موردنیاز گیاه در حد ظرفیت مزرعه است چون به تهویه خاک بسیار حساس است. خاک مناسب خاک لومی شنی است و ازنظر نیاز دمایی نیازمند آب‌وهوای نسبتاً خنک است. تقسیم‌بندی این گیاه ازنظر ارتفاع غالباً به سه دستهٔ پاکوتاه (۲۰ سانتیمتر)، متوسط (۴۵ سانتیمتر) و پابلند (۶۵ سانتیمتر) صورت می‌گیرد. افزایش آن از راه بذر و قلمه می‌باشد. این گیاه برای رشد به مخلوطی از خاک باغچه و ماسه احتیاج دارد(Munir *et al*., 2004) . یکی از تنش‌های غیر زیستی بسیار مهم، تنش خشکی است. چون مقدار آب در خاک برای رشد مطلوب گیاه دارای حد بهینه است بنابراین به هر میزان از این حد کمتر و یا بیشتر شود رشد گیاه را کاهش داده و گیاه وارد تنش می‌شود. سیلیسیوم باعث افزایش تحمل تنش خشکی در گیاهان از طریق نگه‌داری تعادل آب گیاه، فعالیت فتوسنتزی، برافراشته نگه‌داشتن برگ‌ها و حفظ ساختمان آوندهای چوبی در شرایط تعرق بالا می‌شود (Lux *et al*., 2002). سیلیسیوم در شرایط تنش خشکی تاثیر بسیار زیادی در افزایش رشد و عملکرد و جذب برخی از عناصر در گیاه دارد و با رسوب در پوست، میزان تعرق را تا ۳۰ درصد کاهش می‌دهد و به این طریق از تلف شدن آب در شرایط کمبود آب و خشکی جلوگیری به عمل می‌آورد (Liange *et al*.,2015). فناوری نانو امروزه بسیار موردتوجه قرارگرفته و کاربرد منابع نانو سیلیسیومی با اندازه بسیار کوچک، به دلیل مطابقت و هماهنگی زمان و سرعت رهاسازی عناصر با نیاز غذایی گیاه (Derosa *et* *al*., 2010) و درنتیجه بهبود در کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی می‌تواند اثرات مهمی در گیاه ایجاد نماید با بروز تنش‌های محیطی، نانو ذرات سیلیس با افزایش در فعالیت آنزیم‌های اکسیدکننده و بالا بردن محتوای اسمولیت‌ها، در ایجاد مقاومت به انواع تنش‌های زنده و غیرزنده (تنش خشکی، شوری، سرما، گرما و فلزات سنگین) نقش مهمی را در گیاهان ایفا می‌کند (Amiri *et al*., 2014).

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر نانو کود سیلیسیوم بر میزان رشد و عملکرد گل میمون تحت شرایط تنش خشکی، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی در شش تکرار در سال ۱۳۹۸-۱۳۹۹ در گلخانه گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج‌فارس بوشهر اجرا شد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از استفاده از کاربرد نانو کود سیلیسیوم تهیه‌شده از شرکت خضراء به دو صورت محلول‌پاشی برگی از زمان چهار برگی شدن در سطوح صفر (شاهد)، ۲ و ۴ میلی‌لیتر بر لیتر و کودآبیاری در سطوح صفر (شاهد)، ۰/۱ و ۱ میلی‌لیتر بر لیتر شش بار طی مراحل رشد رویشی گیاه انجام شد. پس از پایان مرحله ششم تیمار نانو سیلیسیوم، تنش خشکی در سطوح ۱۰۰٪(شاهد)، ۷۵٪ و ۵۰٪ از ظرفیت زراعی خاک صورت گرفت. برای تعیین ظرفیت زراعی، مقداری از خاک مورداستفاده به مدت ۲۴ ساعت در آون و در دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شد. سپس خاک در گلدان ریخته شده و توزین شد. گلدان تا خارج شدن آب از زیر آن آبیاری شد، مجدداً بعد از ۲۴ ساعت گلدان توزین شد، افزایش وزن به‌دست‌آمده معرف حداکثر وزن ظرفیت زراعی است. سه‌چهارم این مقدار معرف ظرفیت زراعی خاک موردنظر است. نسبت‌های۱۰۰،۷۵ و۵۰ درصد ظرفیت زراعی بر این اساس محاسبه گردیدند. مخلوط خاکی تهیه‌شده از نوع لومی شنی با pH=۷/۵، EC=۵/۵۸، SP=۳۹ و CEC=۶/۵۲ با نسبت ۲:۱:۱ خاک باغچه، ماسه، کود حیوانی پوسیده پس از عبور از الک به گلدان‌هایی به حجم (7L) انتقال داده شد و اقدام به کشت نشاهای سه تا چهار برگی تهیه‌شده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر نانو کود سیلیسیوم روی گل میمون در شرایط خشکی نشان داد که اثرات ساده تنش خشکی و کاربرد نانو کود سیلیسیوم در تمام صفات موردمطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین نتایج نشان داد که اثر متقابل تنش خشکی و نانو کود سیلیسیوم برای صفات ارتفاع گل، تعداد گل و ارتفاع ساقه در سطح احتمال یک درصد و برای صفات قطر ساقه و تعداد شاخه جانبی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات موردبررسی در گل میمون

منابع تغییرات (S.V)	درجه آزادی (DF)	میانگین مربعات (MS)				
		ارتفاع گل	**تعداد گل**	**ارتفاع ساقه**	**قطر ساقه**	**تعداد شاخه جانبی**
بلوک	۵	۰/۰۰۱	۰/۹۳	۰/۲۴	۰/۱۳	۰/۲۳
تنش خشکی	۲	۰/۳۹**	۱۹۸/۵۷**	۱۳/۹۷**	۳/۲۱**	۱۲/۸۴**
خطای a	۱۰	۰/۰۰۰۸	۲/۰۴	۰/۳۷	۰/۰۴	۰/۰۶
کاربرد نانو کود سیلیسیم	۵	۰/۱۲**	۱۸۵/۱۷**	۱۶/۰۵**	۲/۷۸**	۱۸/۵۷**
تنش خشکی × کاربرد نانو کود سیلیسیم	۱۰	۰/۱۰**	۱۹/۰۳**	۱/۱۴**	۰/۱۲*	۰/۶۳*
خطا	۷۵	۰/۰۰۱	۰/۹۲	۰/۲۷	۰/۰۶	۰/۲۶
ضریب تغییرات (٪)	-	۱/۲۸	۶/۰۱	۴/۲۶	۸/۳۸	۸/۳۱

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

با توجه به معنی‌دار بودن اثر فاکتورها بر صفات موردمطالعه، به‌منظور مشخص شدن میزان اثر تیمارهای هر عامل بر صفات اندازه‌گیری شده، از آزمون مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد (جدول ۲). با بررسی برهمکنش فاکتورهای خشکی و کاربرد نانو کود سیلیسیوم بر ارتفاع گل میمون مشخص شد که تیمارهای مختلف ازلحاظ ارتفاع گل اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند، به‌گونه‌ای که بیشترین و کمترین ارتفاع گل مربوط به تیمار کودآبیاری به ترتیب در سطوح صفر و ۵۰ درصد تنش خشکی به میزان ۳/۲۳ و ۲/۶۳ سانتی‌متر مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). به نظر می‌رسد تنش خشکی از طریق کاهش سرعت رشد گیاه موجب کاهش ارتفاع می‌شود و هر چه زمان اعمال تنش به مراحل انتهایی فصل رشد نزدیک‌تر باشد تنش اثر کمتری بر ارتفاع گیاه دارد (Yadollahi *at al*., 2015). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش خشکی و کاربرد نانوسیلسیوم بر تعداد گل نشان داد که بیشترین تعداد گل مربوط به تیمار بدون تنش خشکی در غلظت‌های ۲ و ۴ میلی‌لیتر بر لیتر محلول‌پاشی برگی نانوسیلسیوم به ترتیب با مقدار ۲۲/۹۱ و ۲۲/۰۸ میلی‌متر بود کمترین تعداد گل نیز در غلظت صفر تمام تیمارها و همچنین غلظت ۴ میلی‌لیتر بر لیتر محلول‌پاشی برگی در تنش ۵۰ درصد مشاهده شد (جدول۲). با بررسی برهمکنش فاکتورهای خشکی و کاربرد نانوسیلسیوم بر ارتفاع ساقه مشخص شد که تیمارهای مختلف ازلحاظ ارتفاع ساقه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند، به‌گونه‌ای که بیشترین ارتفاع ساقه مربوط به تیمار بدون تنش در غلظت ۴ میلی‌لیتر بر لیتر محلول‌پاشی برگی (۱۴/۳۳ سانتی‌متر) و غلظت ۱ میلی‌لیتر بر لیتر کودآبیاری (۱۳/۷۹ سانتی‌متر) بود. غلظت‌های صفر هر دو روش محلول‌پاشی برگی (۱۰/۰۴ سانتی‌متر) و کودآبیاری (۱۰/۲۹) در تنش ۵۰ درصد نیز کمترین ارتفاع ساقه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). نتایج نشان داد که با افزایش خشکی قطر ساقه کاهش معنی‌داری یافت. برهمکنش فاکتورهای خشکی و کاربرد نانوسیلسیوم به این صورت بود که بیشترین قطر ساقه در تیمار بدون خشکی مربوط به غلظت‌های ۲ و ۴ محلول‌پاشی برگی و ۱ و ۰/۱ میلی‌لیتر بر لیتر کودآبیاری و همچنین در خشکی ۲۵ درصد مربوط به غلظت ۴ میلی‌لیتر بر لیتر محلول‌پاشی برگی بود. کمترین قطر ساقه نیز در غلظت‌های صفر هر دو نوع کاربرد برگی و آبیاری نانوسیلسیوم در خشکی ۲۵ و ۵۰ درصد و همچنین غلظت ۰/۱ میلی‌لیتر بر لیتر کودآبیاری در خشکی ۵۰ درصد مشاهده شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش خشکی و کاربرد نانوسیلسیوم بر تعداد شاخه جانبی نشان داد که حداکثر تعداد شاخه جانبی در غلظت ۴ میلی‌لیتر بر لیتر محلول‌پاشی برگی در تیمارهای بدون خشکی (۸/۱۶) و خشکی ۲۵ درصد (۷/۶۶) مشاهده شد. حداقل تعداد شاخه نیز مربوط به غلظت صفر کودآبیاری در خشکی ۲۵ درصد (۴/۵) و همچنین در خشکی ۵۰ درصد و غلظت صفر هر دو کاربرد برگی (۴/۱۶) و کودآبیاری (۴/۳۳) نانوسیلسیوم بود (جدول ۲).

به‌طورکلی نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق حاکی از تاثیر گذاری هر دو روش کاربرد نانوسیلسیوم نسبت به عدم استفاده از نانوسیلسیوم در افزایش صفات رشدی و مورفولوژیکی گل میمون بود که در تنش خشکی ۲۵ درصد غلظت ۴ میلی‌لیتر بر لیتر محلول‌پاشی برگی و ۱ میلی‌لیتر بر لیتر کودآبیاری و در تنش خشکی ۵۰ درصد، غلظت ۴ میلی‌لیتر بر لیتر محلول‌پاشی برگی نانوسیلیسیوم نسبت به سایر تیمارها نتیجه بهتری نشان داد. تنش خشکی موجب کاهش جذب آب و به‌تبع آن کاهش جذب عناصر غذایی می‌شود که تیمار با سیلیسیوم با بهبود روابط آبی گیاه و جذب مناسب‌تر آب از طریق افزایش جذب فسفر و تحریک ریشه‌زایی به‌وسیله فسفر، افزایش فتوسنتز و تولید ماده غذایی بیشتر و همچنین ایجاد مقاومت در گیاه در برابر اشعه UV و همچنین بیماری‌های قارچی منجر به افزایش وزن‌تر و خشک گیاهان می‌شود (Liang *et al*., 2015). در پژوهشی اثر کاربرد سیلیسیوم در شرایط تنش خشکی برای بهبود خصوصیات رشدی گیاه ریحان مؤثر بود که به سبب تاثیر سیلیسیوم در بهبود فرآیندهای فیزیولوژیکی و به دنبال آن کاهش اثرهای تخریبی ناشی از تنش خشکی بود (Sodaeeizadeh *et al*.,2019) که با داده‌های پژوهش انجام‌شده همخوانی داشت. همچنین ارزیابی اثر سیلیسیوم و تنش آبی بر صفات کیفی و بیوشیمیایی گل رز بریدنی نشان داد که گیاهان پرورش‌یافته در تیمار آبیاری ۱۰۰٪، قطر شاخه، تعداد شاخه‌های ممتاز و قطر گل، بیشتری نسبت به گیاهان رشد یافته در شرایط تنش آبی داشتند (Dolatkhahi *et al*.,2018) که با داده‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر کاربرد نانو کود سیلیسم به دو روش محلول‌پاشی برگی و کودآبیاری بر صفات گل میمون تحت سطوح مختلف تنش خشکی

سطوح تنش خشکی	کاربرد نانوسیلیسیم	غلظت (میلی‌لیتر بر لیتر)	ارتفاع گل (cm)	تعداد گل	ارتفاع ساقه (cm)	قطر ساقه (mm)	تعداد شاخه جانبی
شاهد	محلول‌پاشی برگی	۰	۳/۱۶ ^{bc}	۱۲/۱۶ ^{gh}	۱۲/۴۵ ^{bcde}	۲/۷۸ ^{ef}	۶/۰ ^{efgh}
		۲	۲/۹۸ ^{fg}	۲۲/۹۱ ^{a}	۱۲/۶۶ ^{bcd}	۳/۶۶ ^{a}	۷/۱۶ ^{bc}
		۴	۳/۰ ^{f}	۲۲/۰۸ ^{a}	۱۴/۳۳ ^{a}	۳/۶۳ ^{a}	۸/۱۶ ^{a}
	کودآبیاری	۰	۲/۸۸ ^{i}	۱۳/۶۶ ^{f}	۱۱/۳۷ ^{h}	۲/۸۰ ^{ef}	۵/۶۶ ^{fghi}
		۰/۱	۳/۲۳ ^{a}	۱۹/۳۳ ^{bc}	۱۲/۴۷ ^{bcde}	۳/۳۷ ^{abcd}	۶/۳۳ ^{efg}
		۱	۳/۱۳ ^{cd}	۲۰/۲۵ ^{b}	۱۳/۷۹ ^{a}	۳/۵۵ ^{ab}	۷/۰ ^{cd}
۲۵ درصد ظرفیت زراعی خاک	محلول‌پاشی برگی	۰	۲/۹ ^{hi}	۱۱/۶۶ ^{h}	۱۱/۵۵ ^{gh}	۲/۲۶ ^{h}	۵/۶۶ ^{fghi}
		۲	۲/۹۸ ^{fg}	۱۸/۰ ^{d}	۱۲/۲۵ ^{cdef}	۳/۳۰ ^{bcd}	۶/۳۳ ^{ef}
		۴	۲/۹۸ ^{fg}	۱۶/۱۶ ^{e}	۱۳/۱۲ ^{b}	۳/۴۳ ^{abc}	۷/۶۶ ^{ab}
	کودآبیاری	۰	۳/۲ ^{ab}	۱۳/۱۶ ^{fg}	۱۱/۷ ^{fgh}	۲/۵۷ ^{fgh}	۴/۵ ^{j}
		۰/۱	۳/۱۰ ^{d}	۱۸/۰ ^{d}	۱۱/۸۶ ^{efgh}	۲/۸۲ ^{ef}	۶/۱۶ ^{efgh}
		۱	۳/۱ ^{d}	۱۸/۵ ^{cd}	۱۲/۹۳ ^{bc}	۳/۲۹ ^{bcd}	۶/۵ ^{de}
۵۰ درصد ظرفیت زراعی خاک	محلول‌پاشی برگی	۰	۳/۰۵ ^{e}	۱۰/۸۳ ^{h}	۱۰/۰۴ ^{i}	۲/۴۳ ^{gh}	۴/۱۶ ^{j}
		۲	۲/۷۳ ^{j}	۱۶/۵ ^{e}	۱۲/۱۶ ^{defg}	۳/۰۹ ^{de}	۶/۵ ^{de}
		۴	۲/۹۴ ^{gh}	۱۲/۰ ^{gh}	۱۲/۸۲ ^{bcd}	۳/۱۶ ^{cd}	۷/۱۶ ^{bc}
	کودآبیاری	۰	۲/۶۳ ^{k}	۱۱/۰ ^{h}	۱۰/۲۹ ^{i}	۲/۳۰ ^{h}	۴/۳۳ ^{j}
		۰/۱	۲/۹۸ ^{fg}	۱۳/۸۳ ^{f}	۱۱/۴۵ ^{h}	۲/۵۷ ^{fgh}	۵/۳۳ ^{i}
		۱	۲/۹۱ ^{hi}	۱۸/۰۸ ^{d}	۱۲/۸۴ ^{bcd}	۲/۶۷ ^{fg}	۵/۶۶ ^{fghi}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف متفاوت اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن نشان می‌دهند.

منابع

Amiri, A., Bagheri, A., khaje, M.,Najafabadi Pour, F., and Yadollahi, P. 2014. Eeffect of silicone foliar application on yield and antioxidant enzymes activity of safflower under limited irrigation conditions. J. of Crop Production Research. 5: 4. 361-373. (In Persian).

DeRosa, M.R., C. Monreal, M. Schnitzer, R. Walsh and Y. Sultan. 2010. Nanotechnology in fertilizers. Nat. Nanotech. 5(2): 91.

Dolatkhahi, A., Shoor, M., Bannayan, M., Tehranifar, A., & Alizadeh, A. (2018). Effect of silicon on qualitative and biochemical attributes of cut rose grown under water scarcity. Journal of Soil and Plant Interactions-Isfahan University of Technology, 9(1), 1-12.

Liang, Y., Nikolic, M., Bélanger, R., Gong, H., & Song, A. (2015). Silicon-Mediated Tolerance to Drought and Low-Temperature Stress. In Silicon in Agriculture (pp. 143-159). Springer Netherlands.

Lux, A., Luxová, M., Hattori, T., Inanaga, S., & Sugimoto, Y. (2002). Silicification in sorghum (Sorghum bicolor) cultivars with different drought tolerance. Physiologia Plantarum, 115(1), 87-92.

Munir, M., Jamil, M., Baloch, J. and Khattak, K. 2004. Growth and Flowering of Antirrhinum majus L. under Varying Temperatures. International Journal of Agriculture and Biology, 6(1): 173-178.

Sodaeeizadeh, h., mosleh, a. a., & yazdani, b. r. (2019). Effect of Silicon on Some Characteristics of Purple Basil (Ocimum basilicum) Under Drought Stress.

Yadollahi, P., Asgharipour, M. R., Kheiri, N., & Ghaderi, A. (2015). Effects of drought stress and different types of organic fertilizers on the yield and yield components of safflower (Carthamus tinctorius L). Journal of Oil Plants Production, 1(2), 27-40.

Effect of silicon nano fertilizer on morphological properties of snapdragon under water stress conditions

Saeedeh akbari[1], Sasan Rastgoo[2]*, Hamidreza Nooryzdan[3]
[1] Master student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf, Bushehr
[2] Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf, Bushehr
[3] Assistant Professor, Department Of Plant Genetic and production engineering, Agriculture and natural resources, Persian Gulf University, Bushehr
**Corresponding Author:* rastgoo@pgu.ac.ir, snrastgoo@yahoomail.com

Abstract

Drought and its resulting stress is the most important and common environmental stress that causes huge damage to agricultural products every year. Snapdragon is one of the most popular ornamental plants that is often cultivated as an annual product. Silicon has been shown to alleviate detrimental effects of drought in many agricultural and horticultural crops. In order to investigate the effect of nano-silicon fertilizer on some morphological characteristics of snapdragon under drought stress, an experiment was conducted using the application of nano-silicone fertilizer in two ways; foliar spraying at 0 (control), 2 and 4 mL/L and fertigation at 0 (control), 0.1 and 1 mL/L. Drought stress was performed at 100% (control), 75% and 50% of soil field capacity. The experiment was carried out as split plots in the basis of randomized complete block design with six replications under greenhouse conditions. In this study, flower height, number of flowers, number of lateral branches, stem diameter and stem height were measured. The results showed that growth characteristics and some flower characteristics were reduced due to drought stress. Application of both foliar application and nanosilicon fertigation increased the morphological traits of snapdragon compared to the control, but this increase was observed at a concentration of 4 mL/ L foliar application.

Keywords: Field capacity, water stress, silicon nutrition, flowering traits, growth characteristics