فصلنامه علمی – پژوهشی گیاه و زیست بوم
سال ۸، شماره ۳۳، زمستان ۱۳۹۱

تاثیر سیلیسیوم بر رشد، تبخیر و تعرق و عملکرد زایشی اطلسی ایرانی (*Petunia hybrida*)

حسن بیات[۱]*، سیدحسین نعمتی[۱]، یحیی سلاح‌ورزی[۲]، علی عبداللهی سعدآباد[۳]

چکیده

سیلیسیوم عنصری غیرضروری است که اثرات سودمند آن در محصولات مختلف گزارش شده است. بدین منظور و جهت بررسی عملکرد رویشی و زایشی اطلسی ایرانی (*Petunia hybrida*)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با چهار سطح سیلیسیوم (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ppm) طی دو مرحله رشد (۴-۶ و ۸-۱۰ برگی) با چهار تکرار در شرایط کنترل‌شده گلخانه انجام شد. روش کاربرد سیلیسیوم به صورت اسپری برگی و هر دو هفته یکبار بود. استفاده از سیلیسیوم تعداد گل بر روی بوته را به میزان ۷۳٪ افزایش داد. ارتفاع گیاه نیز تحت‌تاثیر سیلیسیوم و مرحله رشد افزایش پیدا کرد. اگرچه وزن تر، وزن خشک و وزن زیست توده با کاربرد سیلیسیوم افزایش یافتند، اما گیاهانی که از مرحله ۴-۶ برگی تحت تیمار سیلیسیوم قرار گرفتند، در مقایسه با گیاهانی که از مرحله ۸-۱۰ برگی اسپری روی آن‌ها انجام شد، از وزن تر، وزن خشک و زیست توده بالاتری برخوردار بودند. استفاده از سیلیسیوم وزن تر و خشک شاخساره و سطح برگ را به ترتیب ۵۷، ۳۷ و ۵۲ درصد افزایش، و میزان تبخیر و تعرق برگ‌ها را ۵۳٪ کاهش داد. بنابراین به‌نظر می‌رسد که استفاده از سیلیسیوم می‌تواند از طریق کاهش میزان تبخیر و تعرق و افزایش سطح برگ ویژه گیاه، وزن زیست توده کل را افزایش دهد که به دنبال آن تعداد گل در گیاه نیز افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: اسپری برگی، اطلسی، تبخیر، تعرق، سیلیسیوم

۱- دانشگاه فردوسی، گروه علوم باغبانی، مشهد، ایران
۲- دانشگاه فردوسی، مرکز تحقیقات انار، مشهد، ایران
۳- دانشگاه تبریز، گروه علوم باغبانی، تبریز، ایران
* مکاتبه‌کننده: (hassanbayat55@gmail.com)

تاریخ دریافت: زمستان ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: تابستان ۱۳۹۱

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

اطلسی (*Petunia spp.*) گیاهی یکساله، گلدار و زینتی متعلق به خانواده سولاناسه می‌باشد. این گیاه بومی امریکای جنوبی (مکزیک و آرژانتین) است که دارای ارقام گلدانی و ارقام مناسب برای کاشت در فضای سبز است. نوع بومی آن در ایران که به اطلسی ایرانی (*Petunia hybrida*) معروف است، از عطر دلپذیری برخوردار است. این گیاه مناسب کشت در فصول گرم سال است و به‌طور وسیع در سطح فضای سبز کشت می‌شود، که جزء مهم‌ترین و با ارزش‌ترین گیاهان فصلی به حساب می‌آید (خلیقی، ۱۳۷۳).

سیلیسیوم دومین عنصر از نظر فراوانی در پوسته زمین و خاک است (Epstein, 1994). همه گیاهان در خاک‌های حاوی سیلیسیوم رشد می‌کنند، اما میزان این عنصر در گیاهان مختلف، بین ۰/۱ تا ۱۰ در صد وزن خشک گیاه متغیر است (Takahashi *et al.*, 1990). اگرچه سیلیسیوم در اکثر گیاهان به عنوان یک عنصر غیرضروری شناخته می‌شود ولی جذب این عنصر به‌وسیله گیاه اثرات مفیدی مانند افزایش مقاومت به آفات و بیماری‌ها (Ishiguro, 2001)، تحمل به استرس‌های غیرزنده (Lux *et al.*, 2002) بهبود کیفیت و عملکرد محصول (Korndorfer & Lepsch, 2009) را به همراه دارد. میزان تحرک سیلیسیوم در داخل گیاه زیاد نیست (Savant *et al.*, 1999) علاوه براین میزان این عنصر در خاک به دلیل فرآیند آبشویی کاهش پیدا می‌کند، به همین دلیل تأمین مداوم این عنصر در تمامی مراحل زندگی گیاه (به‌ویژه در مرحله رشد زایشی) و همچنین به منظور تأمین سلامت آن لازم و ضروری به نظر می‌رسد (Yoshida, 1975). استفاده از سیلیسیوم در تغذیه گیاه نیشکر باعث افزایش میزان قند در این گیاه می‌شود (Ayres, 1996). علاوه بر این کاربرد سیلیسیوم برخی خصوصیات کیفی گیاه مانند قطر گل، طول و قطر ساقه گل‌دهنده و سرعت گلدهی را در گیاهان ژربرا و آفتابگردان زینتی افزایش می‌دهد (Kamenidou *et al.*, 2002). در گیاه لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata*) کاربرد سیلیسیوم باعث افزایش استحکام ساقه گل‌دهنده می‌شود (Dakora & Nelwamondo, 2003). همچنین در چمن پاسپالوم (*Paspalum vaginatum*) استفاده از سیلیسیوم باعث بهبود رنگ برگ و تراکم گیاه شده و پاخوری[1] آن را از طریق تثبیت پلیمرهای پلی ساکاریدی و لیگنینی در دیواره سلولی بهبود می‌بخشد (Trenholm *et al.*, 2007). در گیاه گریپ‌فروت کاربرد سیلیسیوم در مرحله دانهالی باعث افزایش رشد آن می‌شود (Matichenkov & Calvert, 1999). کمبود سیلیسیوم در گیاه گوجه فرنگی باعث بدشکلی برگ‌ها، توقف رشد و گرده‌افشانی ضعیف می‌شود (Miyake & Takahashi, 1978). شواهد متعددی نشان می‌دهند که این عنصر بر رشد و عملکرد گیاهان تأثیر مثبت دارد (Liang, 1999; Ma, 2004). همچنین کاربرد سیلیسیوم در مرحله گلدهی گیاه برنج بیشترین تأثیر را در افزایش وزن هزاردانه، عملکرد و تعداد سنبله دارد (Noor *et al.*, 1995). تاکنون پژوهش‌های زیادی در ارتباط با نقش سیلیسیوم در افزایش مقاومت به استرس‌های زنده و غیرزنده انجام شده است، ولی تاکنون تحقیقی در مورد نقش سیلیسیوم در بهبود خصوصیات رویشی و

۱- Wear tolerance

Archive of SID

www.SID.ir

زایشی گیاه اطلسی منتشر نشده است. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی تأثیر سیلیسیوم بر تبخیر و تعرق، زیست توده کل و عملکرد زایشی اطلسی ایرانی در طی مراحل مختلف رشدی بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و تیمار سیلیسیوم

این آزمایش درگلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. بذرهای اطلسی با فاصله زمانی دو هفته‌ای در داخل سینی‌هایی که حاوی کوکوپیت بودند، کشت شدند. پس از اینکه گیاهچه‌ها به مرحله ۳-۴ برگی رسیدند، به داخل گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۱۲ سانتی‌متر منتقل شدند. بستر کاشت مورد استفاده ترکیبی از ۱ قسمت خاک لوم، ۱ قسمت خاکبرگ و ۱ قسمت ماسه بود. برای تأمین سیلیسیوم از منبع سیلیکات سدیم[1] استفاده شد، که روش کاربرد این ماده به صورت اسپری برگی و هر دو هفته یکبار تا قبل از مرحله گلدهی بود. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی با چهار سطح سیلیسیوم (۰، ۵۰، ۱۰۰و ۱۵۰ ppm) در طی دو مرحله رشدی ۴-۶ برگی (مرحله ۱) و ۸-۱۰ برگی (مرحله ۲) با ۴ تکرار انجام شد.

صفات اندازه‌گیری شده

سه هفته پس از ورود گیاهان به مرحله گلدهی، تعداد گل بر روی بوته و ارتفاع گیاه ثبت شدند. میزان تبخیر و تعرق در واحد سطح نیز با استفاده از دستگاه پکیج فتوسنتز (LCA4, ADC Biosentetic) اندازه‌گیری شد (Donahue *et al.*, 1997). وزن تر شاخساره و ریشه با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری و ثبت شدند و سپس نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا وزن خشک آنها بدست آید. سطح ویژه برگ نیز از نسبت سطح برگ به وزن خشک آن محاسبه شد.

تجزیه آماری

داده‌های بدست‌آمده از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار JMP4 آنالیز شدند. مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون LSD انجام شد و نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج

تعداد گل

نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از سیلیسیوم باعث افزایش تعداد گل بر روی بوته می‌شود (جدول ۱). با افزایش غلظت سیلیسیوم تا ۱۰۰ppm تعداد گل بر روی بوته افزایش یافت، ولی در ادامه و با کاربرد غلظت ۱۵۰ ppm سیلیسیوم مقدار آن کاهش یافت. استفاده از غلظت ۱۰۰ppm سیلیسیوم تعداد گل بر روی بوته را به میزان ۷۳٪ افزایش داد (جدول ۲).

تبخیر و تعرق

تبخیر و تعرق برگ‌ها با کاربرد سیلیسیوم کاهش یافت (جدول ۱). با افزایش غلظت سیلیسیوم میزان تبخیر و تعرق به‌طور نزولی کاهش یافت، به‌طوری‌که با کاربرد غلظت ۱۵۰ppm آن به پایین‌ترین حد خود رسید (جدول ۲). همچنین گیاهان بزرگ‌تر تبخیر و تعرق بیشتری نسبت به گیاهان کوچک‌تر داشتند (جدول ۳).

۱- Sodium silicate

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در اطلسی ایرانی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		تعداد گل	تبخیر و تعرق (mmol H_2O m^{-2} s^{-1})	ارتفاع (cm)	سطح برگ (cm^2)	وزن تر شاخساره (g/plant)	وزن خشک شاخساره (g/plant)	وزن تر ریشه (g/plant)	وزن خشک ریشه (g/plant)	زیست توده (g/plant)	نسبت ریشه به شاخساره
سیلیسیوم	۳	۸/۷**	۰/۰۶**	۴/۲^{ns}	۲۲۴۳/۹ *	۲/۲**	۷۰/۱**	۳/۳**	۹/۴**	۰/۱**	۴۶۰۷**
مرحله رشد	۱	۲/۵**	۰/۰۴*	۱۰/۹^{ns}	۸۷۳۶ ^{ns}	۱/۷**	۲۰/۲**	۱/۹**	۷/۳**	۰/۰۰۱^{ns}	۵۶/۴^{ns}
سیلیسیوم × مرحله رشد	۳	۰/۲^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۴۷/۱**	۲۴۹۷/۶ns	۰/۰۰۵^{ns}	۵/۴**	۰/۵**	۰/۶**	۰/۰۰۷^{ns}	۱۲۲۰^{ns}
خطای آزمایشی	۲۴	۰/۳	۰/۰۱	۵/۵	۲۴۴۶/۸	۰/۰۹	۰/۸	۰/۰۶	۰/۱	۰/۰۰۳	۵۸۹/۴

*، ** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪، ۱٪ و عدم معنی‌داری

جدول ۲- تاثیر سطوح مختلف سیلیسیوم بر میانگین صفات مورد ارزیابی در اطلسی ایرانی

سیلیسیوم (ppm)	تعداد گل روی بوته	تبخیر و تعرق (mmol H_2O m^{-2} s^{-1})	ارتفاع (cm)	سطح برگ (cm^2)	وزن تر شاخساره (g/plant)	وزن خشک شاخساره (g/plant)	وزن تر ریشه (g/plant)	وزن خشک ریشه (g/plant)	وزن زیست توده (g/plant)	نسبت ریشه به شاخساره
۰	۳^{c}	۰/۳۹^{a}	۱۴/۶^{a}	۱۴۳^{b}	۱۵/۴^{b}	۲/۲b	۱/۴d	۰/۳d	۲/۶c	۰/۰۹c
۵۰	۵^{a}	۰/۳۳^{ab}	۱۵^{a}	۱۵۹^{b}	۱۷/۸^{b}	۲/۴b	۶/۶b	۱/۳b	۳/۶b	۰/۳۵ab
۱۰۰	۵/۲^{a}	۰/۲۱^{b}	۱۳/۸^{a}	۲۱۸^{a}	۲۴/۲^{a}	۳/۵a	۹/۱a	۱/۹a	۵/۴a	۰/۳۸a
۱۵۰	۳/۸^{b}	۰/۱۸^{b}	۱۵/۶^{a}	۱۵۴^{b}	۱۶/۲^{b}	۲/۴b	۵/۲c	۰/۸۲c	۳/۳b	۰/۲۸b

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ با هم تفاوت معنی‌داری ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص‌های رشدی

نتایج این پژوهش نشان داد که ارتفاع گیاه تحت‌تأثیر سیلیسیوم و مرحله رشد قرار گرفت (جدول ۱). گیاهانی که از مرحله ۱ شروع به تیمار با غلظت‌های ۵۰ppm و ۱۰۰ سیلیسیوم شدند، در مقایسه با گیاهانی که از مرحله ۲ تحت تیمار با همین غلظت‌های سیلیسیوم قرار گرفتند دارای ارتفاع بیشتری بودند. ولی این روند در مورد تیمار ۱۵۰ppm سیلیسیوم برعکس بود، به‌طوری‌که گیاهان مرحله ۲ نسبت به گیاهان مرحله ۱ دارای ارتفاع بیشتری بودند (شکل ۱). کاربرد سیلیسیوم باعث افزایش سطح برگ فعال فتوسنتزی شد (جدول ۱). ولی در بین غلظت‌های استفاده شده فقط تأثیر تیمار ۱۰۰ ppmسیلیسیوم از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۳- تأثیر مراحل مختلف رشد بر میانگین صفات مورد ارزیابی در اطلسی ایرانی

مرحله رشد	وزن خشک شاخساره (g/plant)	وزن تر ریشه (g/plant)	وزن خشک ریشه (g/plant)	وزن زیست توده (g/plant)	نسبت ریشه به شاخساره
مرحله ۱	۲/۴b	۶/۵a	۱/۳a	۴/۳a	۰/۲۸a
مرحله ۲	۲/۹a	۴/۶b	۰/۸b	۳/۲b	۰/۲۷a
مرحله۱	۴b	۰/۲۳b	۱۴/۱a	۱۵۸a	۱۶/۵b
مرحله ۲	۴/۵a	۰/۳۱a	۱۵/۳a	۱۶۱a	۲۰/۳a

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ با هم تفاوت معنی‌داری ندارند.

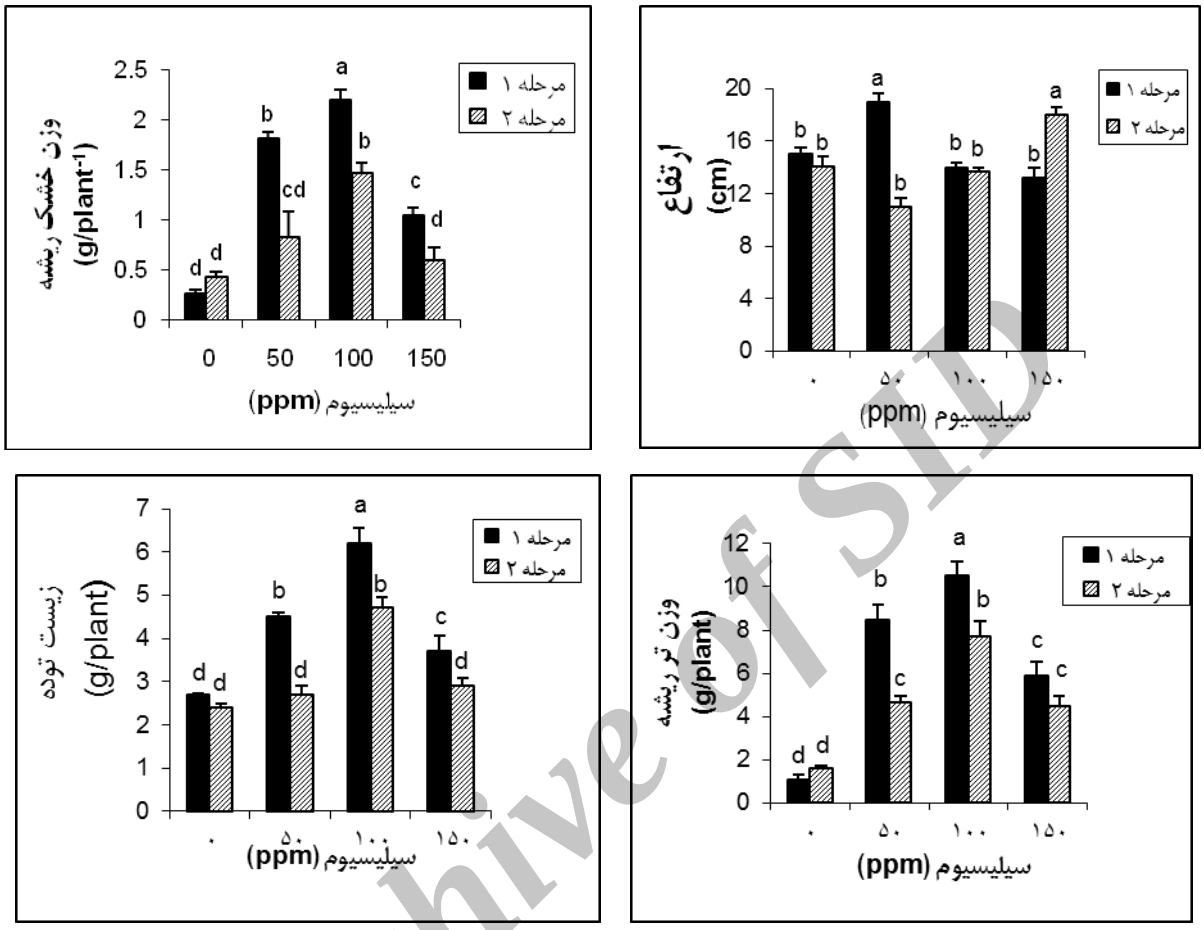
وزن تر و خشک شاخساره تحت‌تأثیر سیلیسیوم قرار گرفتند (جدول ۱). استفاده از غلظت ۱۰۰ppm سیلیسیوم بیشترین تاثیر را در افزایش وزن تر و خشک شاخساره (۵۹ درصد بیشتر از شاهد) داشت (جدول ۴).

وزن تر و خشک ریشه و وزن زیست توده کل تحت‌تأثیر سیلیسیوم و مرحله رشد قرار گرفت (جدول ۱). گیاهانی که از مرحله ۱ شروع به تیمار با سیلسیوم شدند در مقایسه با گیاهانی که از مرحله ۲ اسپری روی آنها انجام شد به مراتب دارای وزن تر و خشک ریشه و زیست توده بالاتری بودند. در بین غلظت‌های مختلف استفاده شده تأثیر تیمار ۱۰۰ppmسیلیسیوم در بهبود صفات فوق بیشتر از سایر تیمارها و شاهد بود (شکل ۲).

نتایج این پژوهش نشان داد که ارتفاع گیاه تحت‌تأثیر سیلیسیوم و مرحله رشد قرار گرفت (جدول ۱). گیاهانی که از مرحله ۱ شروع به تیمار با غلظت‌های ۵۰ppm و ۱۰۰سیلیسیوم شدند، در مقایسه با گیاهانی که از مرحله ۲ تحت تیمار با همین غلظت‌های سیلیسیوم قرار گرفتند دارای ارتفاع بیشتری بودند. ولی این روند در مورد تیمار ۱۵۰ppm سیلیسیوم برعکس بود، به‌طوری‌که گیاهان مرحله ۲ نسبت به گیاهان مرحله ۱ دارای ارتفاع بیشتری بودند (شکل ۱).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- تاثیر سطوح مختلف سیلیسیوم بر وزن خشک و تر ریشه، وزن زیست توده و ارتفاع اطلسی ایرانی در طی دو مرحله رشد

نتایج این پژوهش نشان داد که سیلیسیوم بر میزان نسبت ریشه به شاخساره موثر بود (جدول ۱). استفاده از سیلیسیوم تا غلظت ppm ۱۰۰ باعث افزایش نسبت ریشه به شاخساره شد و توانست نسبت ریشه به شاخساره را ۳/۲ برابر نسبت به شاهد افزایش دهد ولی در ادامه و با افزایش غلظت سیلیسیوم تا ppm ۱۵۰ این نسبت کاهش یافت (جدول ۴). افزایش بیشتر وزن تر ریشه در مقایسه با وزن تر ساقه باعث افزایش نسبت ریشه به شاخساره در گیاهان تیمار شده با سیلیسیوم شد.

بحث و نتیجه‌گیری

تعداد گل

نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی برگی سیلیسیوم تعداد گل بر روی بوته را افزایش می‌دهد. Reezi *et al* (2009) و Hwang *et al* (2005) گزارش کردند که کاربرد سیلیسیوم در محلول غذایی رز باعث افزایش تعداد گل بر روی بوته می‌شود که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. افزایش

Archive of SID
www.SID.ir

تعداد گل در اثر کاربرد سیلیسیوم، ممکن است به دلیل افزایش محتوای کلروفیل برگ‌ها و افزایش سطح برگ فعال فتوسنتزی که درنهایت منجر به بهبود فتوسنتز می‌شود، باشد (Na & Jiashu, 2001).

تبخیر و تعرق

کاربرد سیلیسیوم میزان تبخیر و تعرق برگ‌ها را کاهش داد. نتایج مشابهی نیز توسط پژوهشگران دیگر در گیاهان بنفشه آفریقایی (Mc Avoy & Bemard, 1998) و رز (Gillman & Zlesak, 2000) گزارش شده است. کاهش میزان تبخیر و تعرق برگ‌ها به خاصیت ضدتعرقی ایجاد شده در اثر اسپری برگی سیلیسیوم بر می‌گردد. با کاهش تبخیر و تعرق، آب در داخل گیاه حفظ شده که درنهایت شادابی گیاه را به همراه دارد (Gillman & Zlesak, 2000).

شاخص‌های رشدی

نتایج این پژوهش نشان داد که شاخص‌های رشدی گیاه با کاربرد سیلیسیوم افزایش پیدا کردند. براساس گزارشات Gong *et al* (2003) استفاده از سیلیسیوم در بستر کشت گیاه گندم باعث افزایش سطح برگ و درنهایت افزایش فتوسنتز می‌شود. این افزایش سطح برگ ممکن است به دلیل تأثیر سیلیسیوم در افزایش تقسیم و طویل‌شدن سلولی باشد (Epstien, 1994). علاوه بر این Kamenidou *et al* (2009 a,b) بیان کردند که استفاده از سیلیسیوم در کشت هیدروپونیک آفتابگردان زینتی و ژربرا باعث افزایش قطر گل می‌شود. آنها همچنین گزارش کردند که میزان سیلیسیوم در قسمت‌های هوایی گیاه مانند برگ، گل و ساقه گل‌دهنده به طور معنی‌داری از گیاهان شاهد بیشتر است، که نشان می‌دهد سیلیسیوم در اندام‌های هوایی بیشتر جذب شده است. از طرف دیگر تأثیر سیلیسیوم در افزایش تعداد و اندازه سلول در گیاه نیشکر نیز گزارش شده است (Elawad *et al.*, 1982). دیفرولیک و فرولیک اسید به عنوان باندهای عرضی پلی‌ساکاریدهای زمینه‌ای نقش موثری را در کاهش انعطاف‌پذیری دیواره سلول از طریق ایجاد اختلال در فرآیند تجزیه آنزیمی پلی‌ساکاریدهای زمینه‌ای دارند (Fry, 1986). Hussein *et al* (2002) گزارش کردند که محلول‌پاشی برگی سیلیسیم در گیاه یولاف میزان دیفرولیک اسید را در پلی‌ساکاریدهای زمینه‌ای کاهش می‌دهد، بنابراین به‌نظر می‌رسد که سیلیسوم از طریق کاهش باندهای عرضی فنولیک اسیدی پلی‌ساکاریدهای زمینه‌ای باعث افزایش انعطاف‌پذیری دیواره سلول گشته و اندازه سلول افزایش می‌یابد.

سیلیسیوم نه تنها در شرایط طبیعی (Hossain *et al.*, 2002)، بلکه تحت شرایط تنش نیز باعث افزایش رشد گیاه می‌شود (Rodrigues *et al.*, 2003; Agurie *et al.*, 1992). این افزایش رشد تحت‌تاثیر نوع گیاه و غلظت سیلیسیوم مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ali *et al.*, 2009). سیلیسیوم از طریق اصلاح وضعیت آب گیاه (Romero-Aranda *et al.*, 2006)، افزایش تقسیم و طویل‌شدن سلول‌ها (Elawad *et al.*, 1982)، افزایش فتوسنتز (Ng & Jiashu, 2001) و تقویت سیستم دفاعی گیاه (Zhu *et al.*, 2004) باعث افزایش رشد گیاه می‌شود.

اثرات مفید سیلیسیوم در افزایش وزن زیست توده در گیاهان مختلفی مانند

Archive of SID

www.SID.ir

گندم (Tahir *et al.*, 2006) و آهار (Kamenidou *et al.*, 2009) گزارش شده است که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. علاوه بر این استفاده از سیلیسیوم در کشت هیدروپونیک گیاه ذرت باعث افزایش وزن تر و خشک ریشه و وزن تر و خشک شاخساره می‌شود (Parveen & Ashraf, 2010). تحقیقات نشان می‌دهد که تغذیه گیاه برنج با سیلیسیوم باعث حفظ فعالیت فتوسنتزی می‌شود (Agurie *et al.*, 1992). علاوه بر این کاربرد سیلیسیوم در محلول غذایی گیاه خیار باعث افقی‌تر شدن برگ‌ها و به دنبال آن جذب بیشتر نور و افزایش فتوسنتز می‌شود (Adatia & besford, 1986). افزایش میزان فتوسنتز باعث ذخیره بیشتر مواد کربوهیدراته و درنهایت افزایش وزن خشک گیاه می‌شود.

با کاربرد سیلیسیوم تعداد گل بر روی بوته، ارتفاع بوته، وزن خشک و تر شاخساره، وزن خشک و تر ریشه، وزن زیست توده کل و سطح برگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. از طرف دیگر این ماده میزان تبخیر و تعرق را کاهش داد که می‌تواند به حفظ آب در داخل گیاه و شادابی آن کمک کند. در بین غلظت‌های استفاده شده کاربرد تیمار ۱۰۰ ppm سیلیسیوم در مرحله ۴-۶ برگی در مقایسه با سایر تیمارها نتایج بهتر و مطلوب‌تری را در برداشت.

منابع

خلیقی،ا. ۱۳۷۶. گلکاری (پرورش گیاهان زینتی ایران). انتشارات گلشن. تهران. ۳۶۰ صفحه.

Adatia,M.H., and R.T.Besford. 1986. The Effects of silicon on Cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. Annuals of Botany. 58:343-351.

Agurie,S., W.Agara, F.Kubota, and P.B.Kaufman. 1992. Physiological role of Silicon in photosynthesis and dry matter production in rice plants. Jpn. J. Crop Sci. 61:200-206.

Ali,A., S.M.A.Basra, R.Ahmad, and A.Wahid. 2009. Optimizing silicon application to improve salinity tolerance in wheat. Soil Envi. 28:136-144.

Ayres,A.S. 1996. Calcium silicate slage as a growth stimulator for sugarcane on low silicon soils. Soil Sci. 101:216-227.

Dakora,F.D., and A.Nelwamondo. 2003. Silicon nutrition promotes root growth and tissue mechanical strength in symbiotic cowpea. Functional Plant Biology. 30:947-953.

Donahue,R.A., M.E.Poulson, and G.E.Edwards. 1997. A method for measuring whole plant gas exchange in *Arabidopsis thaliana*. Photosynth Res., 52:263–269.

Elawad,S.H., J.J.Street, and G.J.Gascho. 1982. Response of sugarcane to silicate source and rate. I. Growth and yield. Agron. J. 74:481-484.

Epstein,E. 1994. The anormaly of silicon in plant biology. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 91:11 17.

Archive of SID

www.SID.ir

Fry,S.C. 1986. Cross-linking of matrix polymers in the growing cell walls of angiosperms. Annu. Rev. Plant Physiol. 37:165-186.

Gillman,J.H., and D.C.Zlesak. 2000. Applications of sodium silicate to rose (rosa 'Nearly Wild') cuttings decreases leaflet drop and increases rooting. Hort. Sci. 35:773-776.

Gong,H.J., K.M.Chen, G.C.Chen, S.M.Wang, and C.L.Zhang. 2003. Effects of silicon on growth of wheat under drought. J. plant.nutr. 26:1055-1063.

Hossein,M.T., M.Ryuji, K.Soga, S.Wakabayashi, S.Kamisaka, K.Fuji, R.Yamamoto, and T.Hoson. 2002. Growth promotion and increase in cell wall extensibility by silicon in rice and some *Poaceae* seedlings. J. Plant Res. 115:23-27.

Hwang,S.J., B.R.Jeong, and H.M.Park. 2005. Effects of potassium silicate on the growth of miniature Rose 'Pinocchio' grown on rockwool and its cut flower quality. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 74:242-247.

Ishiguro,K. 2001. Review of research in Japan on the roles of silicon in conferring resistance against rice blast. P. 277–291. In Datnoff L.E., Snyder G.H., Korndorfer G.H. (ed.) Silicon in agriculture. Elsevier, Amsterdam,The Netherlands.

Kamenidou,S., T.J.Cavins, and S.Marek. 2009. Silicon supplements affect floricultural quality traits and elemental nutrient concentrations of greenhouse produced gerbera. Sci. Hort. 123:390-394.

Kamenidou,S., T.J.Cavins, and S.Marek. 2009. Evaluation of silicon as a nutritional supplement for greenhouse zinnia production. Sci. Hort. 119:297-301.

Korndorfer,G.h., and I.Lepsch. 2001. Effect of silicon on plant growth and crop yield. Plant. sci. 8:133-147.

Liang,Y.C. 1999. Effects of silicon on enzyme activity and sodium, potassium and calcium concentration in barely under salt stress. Plant. Physiol. 29:217-224.

Lux,A., M.Luxova, T.Hattori, S.Inanaga, and Y.Sugimoto. 2002. Silicification in sorghum (Sorghum bicolor) cultivars with different drought tolerance. Physiol Plant. 115:87-92.

Ma,J.F. 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plant to biotic and abiotic stresses. Soil. Sci. 50:11-18.

Matichenkov,V., and D.Calvert. 1999. Silicon fertilizers for citrus in florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 112:5-8.

McAvoy,R.J., and B.B.Bernard. 1996. Silica sprays reduce the incidence and severity of bract necrosis in poinsettia. Hort. Science. 31:1146-1149.

Miyake,Y., and E.Takahashi. 1978. Silicon deficiency of tomato plant. Soil Sci. plant Nutr. 24:175-189.

Ng,L., and C.Jiashu. 2001. Effects of silicon on earliness and photosynthetic characteristics of melon. Acta Hort. Sinica. 28:421–424.

Archive of SID

www.SID.ir

Noor,M., H.Miah, T.Yoshuda, and Y.Yamamoto. 1995. Studies on the response of rice to silicon nutrition at different growth stage under water culture condition. Res. Rep. Kochi Univ. 44:40-51.

Parveen,N., and M.Ashraf. 2010. Role of silicon in mitigating the adverse effects of salt stress on growth and photosynthetic attributes of two Maize (*Zea mays* L.) cultivars grown hydroponically. Pak. J. Bot. 42:1675-1684.

Reezi,S., M.Babalar, and S.Kalantari. 2009. Silicon alleviates salt stress, decreases malondialdehyde content and affects petal color of salt stressed cut rose (Rosa x hybrid L.) 'Hot Lady'. African Journal of Biotechnology. 8:1502-1508.

Rodrigues,F.A., F.X.R.Vale, G.H.Korndorfer, A.S.Prabhu, L.E.Datnoff, A.M.A.Oliveira, and L.Zambolim. 2003. Influence of silicon on sheath blight of rice in Brazil. Crop Prot. 22:23-29.

Romero-Aranda,M.R., O.Jurado, and J.Cuartero. 2006. Silicon alleviates the deleterious salt effect on tomato plant growth by improving plant water status. J. Plant Physiol. 163:847-855.

Savant,N.K., G.H.Korndorfer, L.E.Datnoff, and G.Snyder. 1999. Silicon nutrition and sugarcane production: A review. J. Plant Nutrition. 22:1853-1903.

Tahir,M.A., T.Rahmatullah, M.Aziz Ashraf, S.Kanwal, and A.Muhammad. 2006. Beneficial effects of silicon in wheat under salinity stress-pot culture. Pak. J. Bot. 38:1715-1722.

Takahashi,E., J.F.Ma, and Y.Miyake. 1990. The possibility of silicon as an essential element for higher plants.Comments. Agric. Food. Chem. 2:99-122.

Trenholm,L.E., R.R.Duncan, R.N.Carrow, and G.H.Snyder. 2001. Influence of silica on growth, quality, and wear tolerance of seashore paspalum. Plant Nutrition. 24:245-259.

Yoshida,S. 1975. The physiology of silicon in rice. Taipei: Food and Fertilization Technology Center, (FFTC. Technical Bulletin, 25).

Zhu,Z., G.Wei, J.Li, Q.Qian, and J.Yu. 2004. Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). Plant, Sci. 167:527-533.

Archive of SID

www.SID.ir