تأثیر نانو سیلیس و انواع بسترهای کشت بر ویژگی‌های مورفولوژیک گل مغربی زیر تنش شوری

نیره هوشمند دهنوی*[۱]، رحیم نیکخواه[۲]، غلامرضا عبدی[۳]، علی محمد صنعتی[۴]، ناهید دوست بین[۱]

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

[۲]استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی خلیج فارس، بوشهر

[۳]استادیار گروه زیست و فناوری، پژوهشکده دانشگاه خلیج فارس، بوشهر

[۴]استادیار گروه محیط زیست،پژوهشکده دانشگاه خلیج فارس، بوشهر

*نویسنده مسئول: nayere8064@gmail.com

چکیده

تنش شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد و عملکرد در گیاهان است. گل مغربی از جمله گیاهان زینتی – دارویی است که به صورت یک‌ساله، دوساله و چندساله کشت می‌شود و از جمله گیاهان نیمه متحمل به شوری می‌باشد به منظور بررسی اثر نانو ذرات سیلیس و بسترهای کاشت بر برخی خصوصیات مورفولوژی گل مغربی تحت تنش شوری، آزمایشی با دو سطح نانو ذرات سیلیس (صفر و ۲ میلی‌مولار) به صورت محلول‌پاشی، دو سطح شوری (صفر و ۵/۵ دسی زیمنس بر متر)، و سه بستر کاشت خاک (شاهد)، جلبک سبز و کمپوست استفاده شده قارچ به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار درشرایط مزرعه انجام شد. در این پژوهش صفات ارتفاع گیاه، تعداد گل، قطر گل، وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه و سطح برگ اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که شاخص‌های رشدی و برخی ویژگی‌های گل مغربی در اثر تنش شوری کاهش یافتند. کاربرد بسترهای کاشت و نانو ذرات سیلیس در شرایط بدون تنش و تنش شوری باعث بهبود ویژگی‌های رویشی گیاه شد. بهترین نتایج در کاربرد توأم نانو ذرات سیلیس و بسترهای کاشت جلبک و کمپوست استفاده شده قارچ مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: جلبک، سطح برگ، کمپوست استفاده شده قارچ، نانوسیلیس

مقدمه

گل مغربی، با نام علمی *Oenothera biennis* از خانواده Onagraceae با نام انگلیسی Evening primrose است. گیاهی علفی یک‌ساله، دوساله و چندساله دارای برگ‌های نوک تیز، گل‌ها به صورت دو جنسه به رنگ زرد روشن که به صورت گل آذین خوشه‌ای در طول انشعابات ساقه قرار گرفته‌اند. میوه به صورت کپسول و حاوی مقدار زیادی بذر می‌باشد. گیاه به مکانی آفتابی و خشک و دارای خاک لومی جهت رشد احتیاج دارد (Patan *et al.*, 2020). یکی از تنش‌های غیر زیستی بسیار مهم، تنش شوری است. شوری زمانی است که غلظت نمک‌های محلول خاک در ناحیه ریشه به حدی بالا باشد که مانع از رشد بهینه گیاه گردد (Khan *et al.*, 2009). به نظر می‌رسد یکی از راه‌کارهای مفید کاهش اثرات زیان‌بار تنش شوری استفاده از روش‌های تغذیه معدنی از جمله تغذیه سیلیسیم باشد. گیاهان سیلیسیم را به فرم سیلیسیک اسید جذب می‌کنند که غلظت آن در خاک از ۰/۱ تا ۰/۶ میلی‌مولار (۲/۸ تا ۱۶/۹میلی‌گرم بر لیتر سیلیسیم) می‌باشد (Epstein, 1994). فناوری نانو ذرات یک علم جدید محسوب شده و امروزه نانو ذرات سیلیس بسیار مورد توجه قرار گرفته است و پژوهش‌های محدودی هم در این رابطه انجام شده است. با بروز تنش‌های محیطی، نانو ذرات سیلیس با افزایش در فعالیت آنزیم‌های اکسید کننده و بالا بردن محتوای اسمولیت‌ها، در ایجاد مقاومت به انواع تنش‌های زنده و غیر زنده (تنش شوری، خشکی، سرما، گرما و فلزات سنگین) نقش مهمی را در گیاهان ایفا می‌کند (Amiri *et al.*, 2014). از جمله سودمندی‌های حاصل از استفاده از کود جلبک دریایی در کشاورزی می‌توان به رشد و گسترش بیشتر ریشه‌ها، جوانه‌زنی بهتر و سریع‌تر بذرها، به تأخیر انداختن پیری میوه‌ها و افزایش عمر پس از برداشت محصولات، افزایش توان و مقاومت گیاهان در مقابل تنش‌های زنده و غیرزنده و افزایش کمیت و کیفیت میوه‌ها اشاره کرد (Norri and Keathley, 2006). کمپوست مصرف شده قارچ، نیز یکی دیگر از مواد آلی می‌باشد که می‌تواند در موارد مختلف کشاورزی و باغبانی به عنوان اصلاح کننده خاک در مزرعه و گلخانه مورد استفاده قرار گیرد که باعث بهبود ساختمان خاک، کاهش فشردگی، بهبود زهکشی و افزایش فعالیت میکروبی خاک می‌گردد (Peregrina *et al.*, 2009).

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر نانوسیلیس و بسترهای کاشت بر ویژگی‌های مورفولوژیک گل مغربی زیر تنش شوری طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس بوشهر آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل دو سطح نانوکود سیلیسیم (صفر، ۲ میلی مولار)، دو سطح تنش شوری (صفر، ۵/۵دسی زیمنس بر متر) بود که جهت اعمال تنش شوری از آب چاه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی استفاده و برای تنظیم EC از نمک NaCl استفاده گردید. در ابتدا بسترهای کاشت که حاوی شاهد (خاک)، جلبک سبز (ابتدا جلبک‌ها را از دریای بوشهر جمع آوری نموده پس از شست و شوی و خشک کردن در سایه به صورت کود به بستر کشت خاکی اضافه گردید) و کمپوست استفاده شده قارچ است را به نسبت یک به سه از مواد آلی، ماسه، خاک باغچه (نسبت‌ها به صورت حجمی – حجمی) آماده نموده، پس از آماده‌سازی بسترهای کاشت، آن را در زمین کشاورزی که از قبل به صورت کرت‌هایی با اندازه دو متر مربع آماده شده بود ریخته سپس نشاهای تهیه شده درکرت‌های آماده شده کاشته شدند. و زمانی که نشاها به مرحله ۳۰ برگی رسیدند از طریق محلول‌پاشی با غلظت‌های نانو کود سیلیس تیمار شدند و پس از اتمام مرحله تیمار نانوسیلیس شروع به اعمال تنش شوری به صورت هفته‌ای یک بار به همراه آبیاری شد. سپس با شروع گل‌دهی صفات وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، ارتفاع، تعداد گل (به دلیل گل آذین خوشه‌ای در گل مغربی از شروع گل‌دهی تا پایان گل‌دهی شمارش تعداد گل صورت گرفت)، قطرگل و سطح برگ (۱۰ برگ توسعه یافته به صورت تصادفی انتخاب و میانگین سطح برگ آن‌ها اندازه‌گیری شد) اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر بسترهای کشت، شوری و نانوسیلیس روی گل مغربی نشان داد که اثر ساده بلوک تنها برای صفات وزن تر و خشک اندام هوایی در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. اثر ساده بستر کشت در تمام صفات بجز وزن خشک اندام هوایی و هم‌چنین اثر ساده شوری در تمام صفات بجز وزن تر اندام هوایی و قطر گل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. سطوح نانوسیلیس تنها روی وزن تر و خشک اندام هوایی و تعداد گل در سطح احتمال یک درصد اختلاف آماری معنی‌داری را نشان داد. بررسی نتایج مشخص کرد که اثرات متقابل بستر کشت و شوری و همچنین بستر کشت و نانوسیلیس روی تمام صفات مورد بررسی معنی‌دار شد. اثر متقابل شوری و نانوسیلیس نیز روی تمامی صفات بجز ارتفاع و سطح برگ در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۱). با توجه به معنی‌دار بودن اختلاف بین فاکتورها و تیمارها از لحاظ صفات مورد مطالعه، به منظور مشخص شدن کیفیت تفاوت‌ها، از آزمون مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. با بررسی برهمکنش فاکتورهای بستر کشت و شوری بر ارتفاع، تعداد گل، قطر گل، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه و سطح برگ گل مغربی مشخص شد که تیمارهای مختلف از لحاظ ارتفاع اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند، به گونه‌ای که بیشترین ارتفاع مربوط به بستر جلبک بدون شوری (۱۱۲/۱۱) و کمترین ارتفاع مربوط به بستر خاک در هر دو سطح بدون شوری و شوری ۵/۵ دسی زیمنس با (۹۲/۰۵ و ۹۳/۷۲) در بستر کمپوست قارچ استفاده شده با شوری ۵/۵ دسی زیمنس (۹۵/۲۲) بود. حداکثر تعداد گل در بستر کشت جلبک بدون شوری (۱۱۸۸/۶) و حداقل آن مربوط به بستر خاک در هر دو سطح شوری (۴۴۳/۱ و ۴۵۴/۰) مشاهده شد. تیمارهای مختلف از لحاظ قطر گل اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند، به گونه‌ای که بیشترین قطر گل مربوط به بستر جلبک (۶۶/۳۱) و کمپوست استفاده شده قارچ (۶۳/۱۸) بدون شوری بود که با سایر تیمارهای که خود کمترین قطر گل را نشان دادند، اختلاف آماری معنی‌داری داشتند. بیشترین وزن تر اندام هوایی در بستر کشت کمپوست استفاده شده قارچ و جلبک بدون شوری مشاهده شد و با سایر تیمارها که حداقل وزن تر اندام هوایی را در محدوده ۲۵۸/۹۹ تا ۲۵۸/۰۴ گرم ثبت کردند، اختلاف آماری معنی‌داری داشت. تیمارهای مختلف از لحاظ وزن خشک اندام هوایی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند، به گونه‌ای که بیشترین وزن خشک اندام هوایی مربوط به بستر کشت کمپوست استفاده شده قارچ (۱۱۵/۶۸) بدون شوری و کمترین وزن خشک اندام هوایی مربوط به تیمار با شوری ۵/۵ دسی زیمنس در بستر کمپوست استفاده شده قارچ (۶۹/۸۸) و بستر جلبک (۶۸/۲۰) بود. حداکثر وزن تر ریشه در بستر کشت جلبک بدون شوری (۷۶/۵۶) و حداقل آن مربوط به تیمار با شوری ۵/۵ دسی زیمنس در هر دو بستر کمپوست استفاده شده قارچ (۴۳/۵۴)و خاک (۴۵/۸۶) مشاهده شد. حداکثر وزن خشک ریشه در بستر کشت

جلبک (۱۶/۷) بدون شوری و حداقل آن مربوط به سایر تیمارها بجز تیمار با شوری ۵/۵ میلی‌مولار در بستر جلبک مشاهده شد. حداکثر سطح برگ در بستر کشت کمپوست بدون شوری (۷۸/۹۴) و حداقل آن در بستر خاک با شوری۵/۵ مشاهده شد (جدول ۲). در شرایط تنش و بدون تنش استفاده کردن از کودهای زیستی نسبت به حالت استفاده نکردن از کود زیستی سبب افزایش صفت وزن تر بوته شد. به نظر می‌رسد که رشد کم، یک حالت سازگار کننده برای زنده ماندن گیاه در شرایط تنش است، به این دلیل که گیاه مواد غذایی و انرژی را به به جای استفاده در رشد شاخساره و ریشه، به سمت مولکول‌های نگهدارنده در برابر تنش هدایت می‌کند (Khalid, 2006). برهمکنش عامل‌های بسترکشت و نانوسیلیس به این صورت بود که بیشترین ارتفاع مربوط به بستر کشت جلبک و در هر دو سطح نانوسیلیس (۱۰۶/۸۸ و ۱۰۴/۵) بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد. هم‌چنین کمترین ارتفاع نیز متعلق به بسترهای کشت خاک (۸۸/۷۷) و بستر کمپوست استفاده شده قارچ (۹۵/۷۷) بدون نانوسیلیس بود. حداکثر تعداد گل در بستر کمپوست استفاده شده قارچ (۹۷۰/۸) وکمترین تعداد گل مربوط به بستر خاک بدون تیمار نانوسیلیس (۳۹۹/۱) حاصل شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. بیشترین قطر گل مربوط به بستر کشت جلبک (۶۵/۴۷) و کمپوست استفاده شده قارچ (۶۰/۹۰) در غلظت ۲ میلی‌مولار نانوسیلیس و کمترین قطر گل مربوط به بستر کشت خاک بدون تیمار نانو سیلیس (۵۲/۳۳) بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد. وزن تر اندام هوایی با افزایش غلظت نانوسیلیس از صفر به ۲ میلی‌مولار روندی صعودی داشت، بیشترین وزن تر اندام هوایی مربوط به بسترهای کشت کمپوست استفاده شده قارچ (۳۶۸/۶۴) و جلبک همراه با ۲ میلی‌مولار نانوسیلیس (۳۴۵/۵۵) بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد. هم‌چنین کمترین وزن تر اندام هوایی بسترهای کشت خاک بدون تیمار نانوسیلیس (۲۲۶/۰) حاصل شد. بیشترین وزن خشک اندام هوایی مربوط به بستر کشت کمپوست قارچ با غلظت ۲ میلی‌مولار نانوسیلیس (۱۰۶/۲۶) بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد. هم‌چنین کمترین وزن خشک اندام هوایی نیز متعلق به بسترهای کشت خاک (۸۶/۰۰) و کمپوست استفاده شده قارچ (۷۹/۳۰) و هم‌چنین در بستر کشت جلبک بدون تیمار نانو سیلیس (۸۳/۰۴) بود. حداکثر و حداقل وزن تر ریشه به ترتیب با میزان ۷۸/۲۴ و ۴۱/۸۹ مربوط به بستر جلبک با تیمار ۲ میلی‌مولار نانو سیلیس و بستر خاک بدون نانوسیلیس بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. حداکثر وزن خشک ریشه مربوط به بستر جلبک با تیمار ۲ میلی‌مولار نانوسیلیس و حداقل آن نیز در نبود نانوسیلیس و در بسترهای خاک و کمپوست استفاده شده قارچ مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. بیشترین سطح برگ در محدوده ۷۴/۷۶ تا ۷۵/۰۶ سانتی‌متر مربع مربوط به بستر کمپوست قارچ در هر دو سطح نانوسیلیس و همچنین غلظت ۲ میلی‌مولار نانوسیلیس در بستر کشت جلبک بود. کم‌ترین سطح برگ نیز در بستر خاک بدون تیمار نانوسیلیس مشاهده شد (جدول ۳). نتایج حاصل از برهمکنش شوری و نانوسیلیس بر تعداد گل نیز حاکی از این بود که حداکثر و حداقل تعداد گل به ترتیب در تیمار بدون شوری و نانوسیلیس با غلظت ۲ میلی‌مولار و شوری ۵/۵ بدون تیمار نانوسیلیس مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. حداکثر قطر گل در غلظت ۲ میلی‌مولار نانوسیلیس بدون شوری و شوری ۵/۵ مشاهده شد و با سایر تیمارها که کمترین قطر گل را به خود اختصاص دادند، اختلاف آماری معنی‌داری داشتند. وزن تر اندام هوایی حاکی از این بود که در محدوده ۲۶۱/۸۷ تا ۳۲۸/۵۳ گرم، کمترین وزن تر در شوری ۵/۵ بدون تیمار نانو سیلیس بدست آمد و با سایر تیمارها که همگی بیشترین وزن تر را نشان دادند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری داشت. بیشترین وزن خشک اندام هوایی مربوط به شوری ۵/۵ میلی‌مولار با حضور نانوسیلیس مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را از نظر آماری نشان داد. کمترین وزن خشک اندام هوایی نیز در تیمار بدون شوری و شوری ۵/۵ بدون تیمار نانوسیلیس دیده شد. بیشترین و کمترین وزن تر ریشه به ترتیب در تیمار بدون شوری همراه با ۲ میلی‌مولار نانوسیلیس و شوری ۵/۵ بدون تیمار نانوسیلیس مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را از نظر آماری نشان داد. بیشترین وزن خشک ریشه در تیمار بدون شوری همراه با ۲ میلی‌مولار نانوسیلیس و کمترین وزن خشک ریشه در شوری ۵/۵ بدون اعمال نانوسیلیس و همچنین همراه با ۲ میلی‌مولار نانوسیلیس حاصل شد (جدول۴). نتایج سایر محققین مبنی بر تأثیر افزایش شوری بر کاهش صفات رویشی نظیر طول ساقه، طول ریشه، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه، طول میانگره و بیوماس گیاه دارویی نعناع با نتایج این آزمایش هم‌خوانی دارد(Khorasaninejad *et al.*, 2010). هم‌چنین در تحقیقی دیگر محلول‌پاشی غلظت ۱ گرم در لیتر نانواکسید سلیسیم در کلیه سطوح شوری (۶، ۳، ۱ دسی زیمنس بر متر) باعث افزایش معنی‌دار ۳۰ تا ۶۰ درصدی وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه ریحان گردیده است (Kalteh *et al.*, 2014).

نتیجه‌گیری کلی:

همان‌گونه که در نتایج نیز بیان شد کاربرد توام نانوسیلیس و موادآلی توانست باعث بهبود و افزایش صفات مورد بررسی قرار گیرد بنابراین پیشنهاد می‌شود که از غلظت‌های مختلف نانوسیلیس و سطوح مختلف شوری در پژوهش‌های دیگر استفاده گردد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت و نانوسیلیس بر صفات گل مغربی.

بستر کشت	نانو سیلیس (mM)	وزن تر اندام هوایی (g)	وزن خشک اندام هوایی (g)	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	ارتفاع (cm)	تعداد گل	قطر گل (mm)	سطح برگ (cm^2)
خاک	۰	۲۲۶/۰ e	۸۶/۰۰ bc	۴۱/۸۹ d	۹/۱۹ cd	۸۸/۷۷ d	۳۹۹/۱ f	۵۲/۳۳ d	۶۰/۹۸ c
	۲	۳۲۱/۸ bc	۹۴/۴۱ b	۶۰/۶۰ b	۱۰/۴۸ c	۹۷/۰۰ c	۴۹۸/۰ e	۵۷/۸۲ bc	۶۶/۲۳ b
جلبک	۰	۲۷۱/۳۸ d	۸۳/۰۴ c	۵۲/۰۹ c	۹/۹۹ c	۱۰۶/۸۸ a	۸۱۶/۴ c	۵۳/۱۹ d	۶۷/۸۷ b
	۲	۳۴۵/۵۵ ab	۹۲/۳۵ b	۷۸/۲۴ a	۱۵/۴۴ a	۱۰۴/۵ ab	۸۶۴/۰ b	۶۵/۴۷ a	۷۴/۸۸ a
کمپوست استفاده شده قارچ	۰	۲۹۱/۷۸ cd	۷۹/۳۰ c	۵۲/۴۲ c	۸/۱۱ d	۹۵/۷۷ cd	۵۹۳/۶ d	۵۶/۲۸ cd	۷۴/۷۶ a
	۲	۳۶۸/۶۴ a	۱۰۶/۲۶ a	۵۷/۴۱ bc	۱۳/۱۹ b	۹۹/۱۶ bc	۹۷۰/۸ a	۶۰/۹۰ b	۷۵/۰۶ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با یک‌دیگر ندارند (آزمون دانکن).

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات شوری و نانوسیلیس بر صفات گل مغربی.

شوری (ds/m)	نانو سیلیس (mM)	وزن تر اندام هوایی (g)	وزن خشک اندام هوایی (g)	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	تعداد گل	قطر گل (mm)
۰	۰	۳۱۵/۴۷ a	۷۴/۸۸ c	۶۱/۸۷ b	۱۲/۱۲ b	۷۳۰/۸۱ b	۵۵/۸۲ b
	۲	۳۱۶/۴۸ a	۹۶/۴۰ b	۷۱/۱۱ a	۱۳/۸۵ a	۸۳۹/۸۱ a	۶۰/۳۴ a
۵/۵	۰	۲۶۱/۸۷ b	۷۵/۵۰ c	۴۲/۲۹ d	۸/۵۹ c	۵۰۷/۰ d	۵۴/۲۷ b
	۲	۳۲۸/۵۳ a	۱۱۴/۲۶ a	۵۳/۱۶ c	۹/۷۲ c	۶۸۳/۷۴ c	۶۰/۲۴ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با یک‌دیگر ندارند (آزمون دانکن).

منابع

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

Epstein, E. 1994. The anomaly of silicon in plant biology. Proceeding of the national academy of science, 91: 11-17.

Kalteh, M., Alipour, Z.T., Ashraf, S., Marashi, A.M., and Falah, N.A. 2014. Effect of silica nanoparticles on basil (*Ocimum basilicum*) Under salinity stress. Journal of Chemical Health Risks, 4(3): 49-55.

Khalid, K.A. 2006. Influence of water stress on growth, essential oil and chemical composition of herbs (*Ocimum* sp.). International Agrophysics, 20(4): 289-296.

Khan, N.A., Nazar, R., Anjum, N.A. and 2009. Growth, photosynthesis and antioxidant metabolism in mustard (Brassica juncea L.) cultivars differing in ATP-sulfurylase activity under salinity stress. Scientia Horticulturae, 122(3): 455-460.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات بستر کشت و شوری بر صفات گل مغربی.

بستر کشت	شوری (ds/m)	وزن تر اندام هوایی (g)	وزن خشک اندام هوای (g)	وزن تر ریشه(g)	وزن خشک ریشه(g)	ارتفاع (cm)	تعداد گل	قطر گل (mm)	سطح برگ (cm^2)
خاک	۰	۲۸۸/۹۶^{b}	۱۰۰/۷۶^{b}	۵۶/۶۳ ^{c}	۱۰/۱۵ ^{c}	۹۳/۷۲ ^{bc}	۴۵۴/۰ ^{e}	۵۶/۲۲ ^{b}	۶۶/۶۵ ^{d}
	۵/۵	۲۶۴/۲۲^{b}	۷۹/۸۴^{c}	۴۵/۸۶^{d}	۹/۵۲ ^{c}	۹۲/۰۵ ^{c}	۴۴۳/۱ ^{e}	۵۳/۹۳ ^{b}	۶۰/۵۶ ^{e}
جلبک	۰	۳۶۶/۹۳^{a}	۱۰۷/۱۸ ^{b}	۷۶/۵۶^{a}	۱۶/۷ ^{a}	۱۱۲/۱۱ ^{a}	۱۱۸۸/۶^{a}	۶۶/۳۱ ^{a}	۷۵/۳۹ ^{b}
	۵/۵	۲۵۸/۹۹^{b}	۶۸/۲۰ ^{d}	۵۳/۷۷ ^{c}	۸/۷۴ ^{c}	۹۹/۲۷ ^{b}	۴۹۱/۷ ^{d}	۵/۳۵ ^{b}	۶۷/۳۶ ^{d}
کمپوست استفاده شده قارچ	۰	۳۶۲/۳۹^{a}	۱۱۵/۶۸ ^{a}	۶۶/۲۹^{b}	۱۲/۱۱ ^{b}	۹۹/۷۲ ^{b}	۸۵۱/۲^{b}	۶۳/۱۸ ^{a}	۷۸/۹۴ ^{c}
	۵/۵	۲۹۸/۰۴^{b}	۶۹/۸۸^{d}	۴۳/۵۴^{d}	۹/۱۹ ^{c}	۹۵/۲۲ ^{bc}	۷۱۳/۲ ^{c}	۵۴/۰۰ ^{b}	۷۰/۸۸ ^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با یک‌دیگر ندارند (آزمون دانکن).

Khorasaninejad, S., Mousavi, A., Soltanloo, H., Hemmati, K., Khalighi, A. 2010. The effect of salinity stress on growth parameters, essential oil yield and constituent of peppermint (Mentha piperita L.). World Applied Sciences Journal, 11(11): 1403-1407.

Patan, A., Saranya, V., Bharathi, V., Yuvaraj, V.A. 2020. Oenothera biennis (Genus oenothera)-A ethnobotanical review. Research Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 12(1): 47-51.

Peregrina, F., Larrieta, C.,Martin, I., Martinez-Vidaurre, J.M., Garcia Escudero, E. 2009. Effect of application spent mushroom compost as organic amendment in vineyard soil of the origin denomination rioja. (Spain) Gheophysical Research Abstract, 11: 368-5.

Effect of nanosilica and culture media types on morphological properties of evening primrose under salinity stress

Nayereh Hooshmand[1]*, Rahim Nikkhah[2], Gholamreza Abdi[3], Ali Mohammad Sanati[4], Nahid doostbin[1]
[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 Biology and Technology, Persian Gulf University Research Institute, Bushehr
[4]Assistant Professor, Department of Environment, Persian Gulf University Research Institute**,** Bushehr
**Corresponding Author: Nayere8064@gmail.com*

Abstract

Salinity stress is one of the most important factors limiting growth and yield in plants. Evening primrose is one of the ornamental-medicinal plants that is planted as an annual, biennial and perennial plant and is one of the semi-resistant plants. To investigate the effect of silica nanoparticles and culture media types on some morphological characteristics of evening primrose under salinity stress an experiment with two levels of silica nanoparticles (0 and 2 mM) as foliar application, two salinity levels (0 and 5.5 dS/m), and three soil culture media (control), green algae and spent mushroom compost was factorial based on a randomized complete block design with three replications in field conditions. In this study, plant height, number of flowers, flower diameter, fresh and dry weight of aerial parts and roots and leaf area were measured. The results showed that growth characteristics and some characteristics of evening primrose decreased due to salinity stress. Application of culture media and silica nanoparticles under salinity stress and salinity-free stress conditions improved the vegetative characteristics of the plant. The best results were observed in the combined application of silica nanoparticles and algae and Spent Mushroom Compost.

***Keywords*:** Algae, Leaf surface, Nanosilica, Spent mushroom compost.