گل و گیاهان زینتی (۱٤۰۳)، ۹(۱): ۱-۱٦
مقاله پژوهشی

اثر محلول‌پاشی سلنیوم بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و فعالیت آنزیمی مینا چمنی (*Bellis perennis*) زیر تنش کم‌آبی

علی اکبر جباری، الهام دانائی*

گروه علوم باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار
dr.edanaee@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/٦/۱۷، تاریخ بازنگری: ۱٤۰۲/۱۰/۲۱، تاریخ پذیرش: ۱٤۰۲/۱۰/۲۳

چکیده

مینا چمنی (*Bellis perennis*) گیاهی چندساله و پاییزه است که به دلیل گل‌های فراوان و دوره گلدهی طولانی آن یکی از بهترین گزینه‌ها برای باغ‌های صخره‌ای، حاشیه باغچه‌ها و گلدان‌های پشت پنجره است. کم‌آبی یکی از عوامل تأثیرگذار بر کمیت و کیفیت گیاهان است. امروزه از ترکیبات مختلفی برای افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی استفاده می‌شود. یکی از این ترکیبات سلنیوم است که از راه افزایش ترکیبات و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، تحمل گیاه به تنش را افزایش می‌دهد. این آزمایش، برای بررسی اثر محلول‌پاشی سلنیوم بر ویژگی‌های رشدی، فیزیولوژیک و فعالیت آنزیمی مینا چمنی در شرایط تنش کم‌آبی در شهر کرج انجام شد. تیمارها شامل شاهد (بدون تنش) تنش کم‌آبی (۲۵، ۵۰ و ۷۵٪ ظرفیت زراعی) و محلول‌پاشی با سلنیوم به صورت سلنات سدیم (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. تنش کم‌آبی در مرحله ٦ تا ۸ برگی به‌کار رفت و محلول‌پاشی برگی سلنیوم در دو مرحله انجام شد، مرحله اول ٦ تا ۸ برگی و مرحله دوم با فاصله زمانی دو هفته پس از محلول‌پاشی مرحله اول و در پایان نمونه‌برداری در مرحله گلدهی کامل صورت گرفت. نتایج نشان داد که تیمارها تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های مورد ارزیابی داشتند. بیشترین وزن تر و خشک اندام هوایی (۱۳۵/۱۷- ۱٦/٤۲ گرم) و نشت یونی (۸٤/۳۵٪) در تیمار ظرفیت زراعی شاهد و سلنیوم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود. بیشترین وزن تر و خشک ریشه (۳۹/٤٦- ۵/۲۸ گرم)، محتوای آنتوسیانین گلبرگ (۰/۹۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر گلبرگ)، پروتئین (۳٤/۲ میکروگرم در گرم وزن تر گلبرگ)، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز (۵/٦۸ واحد آنزیم در گرم وزن تر گلبرگ)، سوپر اکسید دیسموتاز (۳/۲۷ واحد آنزیم در گرم وزن تر گلبرگ) و پراکسیداز (۱۰/۳۲ واحد آنزیم در گرم وزن تر گلبرگ) در تیمار ظرفیت زراعی ۷۵٪ و سلنیوم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد. بیشترین محتوای کلروفیل کل برگ (٦/٤۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) در تیمار ظرفیت زراعی ۵۰٪ و سلنیوم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و بیشترین میزان پرولین (۳۷/٤۵ میلی‌گرم در گرم وزن خشک برگ) در تیمار ظرفیت زراعی ۲۵٪ و سلنیوم ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان بیان نمود که محلول‌پاشی سلنیوم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر در تمامی سطوح تنش کم‌آبی موجب بهبود ویژگی‌های رشدی، فیزیولوژیک و فعالیت آنزیمی مینا چمنی شد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، پروتئین، ظرفیت زراعی، مینا چمنی.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]
[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.1]

مقدمه

مینا چمنی[۱] گیاهی چندساله، متعلق به تیره میناسانان[۲] و بومی اروپا و غرب آسیا است که به‌صورت وحشی در چمن‌زارها، زمین‌های مرطوب و مناطق جنگلی رشد می‌کند. این گیاه به دلیل کشت آسان، عدم نیاز به مراقبت زیاد و همچنین گل‌های فراوان بهترین گیاه برای باغ‌های صخره‌ای، حاشیه باغچه‌ها و گلدان‌های پشت پنجره است. این گونه دارای فصل گلدهی طولانی است و معمولاً گلدهی از آغاز تابستان تا پاییز ادامه دارد (Cohen-Sandler *et al*., 2014). مینا چمنی دارای گلبرگ‌هایی با رنگ‌های متنوعی نظیر قرمز، قرمز مایل به بنفش، سفید و یا رنگ های صورتی است (Ramezanzadeh *et al*., 2014). علاوه بر جنبه زینتی، برگ و سایر اندام این گیاه دارای خاصیت دارویی است و سرشار از ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی، آنتوسیانین، تانن و.. است و به‌عنوان تصفیه‌کننده خون، ملین، ضدالتهاب، آرامش‌بخش و در درمان رماتیسم کاربرد دارد (Ghorbani *et al*., 2022; Mosavi 2011).

تنش کم‌آبی جزء تنش‌های اصلی و مهم است که موجب کاهش تولیدات زراعی و باغی در سراسر جهان به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌شود و با ایجاد اختلال در تولید و حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن منجر به بروز تنش اکسیداتیو، خسارت به پروتئین‌ها، لیپیدهای غشاء و سایر اجزای سلولی می‌شود. گیاهان از طریق تولید ترکیبات آنتی‌اکسیدان و همچنین ترکیباتی که در تنظیم پتانسیل اسمزی مؤثر هستند، نظیر قندهای محلول، پتاسیم، اسیدهای آلی، کلرید و اسیدهای آلی آزاد از خود در برابر تنش محافظت می‌کنند (Ebrahimi *et al*., 2017; Rastegar *et al*., 2016). پژوهش‌ها نشان داده است که مقدار آب مصرفی گیاهان بسته به گونه و رقم، فصل رشد و روش کشت آن‌ها متفاوت است (Naseri Moghadam *et al*., 2020). در مطالعه‌ای در گیاه همیشه‌بهار[۳] تنش کم‌آبی وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، محتوای کلروفیل کل را کاهش داد، درحالی‌که محتوای پرولین را افزایش داد (Soroori & Danaee, 2023) همچنین مطالعات Naeemi Golzardi و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد تنش کم‌آبی موجب کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، محتوای نسبی آب و افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپر اکسید دیسموتاز در گل بابونه[۴] شد.

عناصر غذایی در فرآیندهای متابولیک و فیزیولوژیک گیاه نقش‌های مختلفی دارند.سلنیوم جزء عناصر غیرضروری برای گیاه است، درحالی‌که این عنصر دارای نقش مؤثری در افزایش رشد و سیستم آنتی‌اکسیدان آنزیمی و بهبود تحمل گیاه به تنش کم آبی دارد (Nawaz *et al*., 2014). سلنیوم از طریق تجزیه آنیون سوپر اکسید به پراکسید هیدروژن و یا از طریق آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز، گلوتاتیون اس ترانسفراز سطوح گونه‌های فعال اکسیژن را کاهش می‌دهد (Feng *et al*., 2013). در گیاه رزماری[۵] محلول‌پاشی سلنیوم محتوای کاروتنوئید، میزان کربوهیدرات، پروتئین، فعالیت آنزیم‌های گایاکول پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز را در شرایط تنش کم‌آبی افزایش داد (Shamsai *et al*., 2021). در پژوهشی دیگر در گیاه مریم‌گلی زینتی[۶] محلول‌پاشی سلنیوم فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز، محتوای نسبی آب برگ و غلظت رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی را افزایش داد (Beiramnvand *et al*., 2023). همچنین Razmavar و

۱- *Bellis perennis* ۲- Asteraceae ۳- *Calendula officinalis* L. ۴- *Tanacetum parthenium* L.
۵- *Rosmarinus officinalis* L. ۶- *Salvia spelendes*

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]
[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.1]

همکاران (2021) نیز تأثیر مثبت محلول‌پاشی سلنیوم بر وزن تر گل، محتوای نسبی آب و میزان آنتوسیانین در شمعدانی پیچ[۱] را گزارش نمودند.

با توجه به نقش سلنیوم در کاهش اثرات تنش‌های محیطی، این پژوهش با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی سلنیوم بر صفات مورفوفیزیولوژیک، بیوشیمیایی و آنزیمی مینا چمنی تحت تنش کم‌آبی انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی اثر محلول‌پاشی سلنیوم بر صفات مورفوفیزیولوژیک، بیوشیمیایی و آنزیمی مینا چمنی در شرایط تنش کم‌آبی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه‌ای با میانگین دمای ۲± ۲۱ درجه سلسیوس، شرایط نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و رطوبت نسبی حدود ۶۰ تا ۷۰٪ در شهرستان گرمسار انجام شد. تیمارها شامل تنش کم‌آبی ((شاهد (بدون تنش)، ۲۵، ۵۰ و ۷۵٪ ظرفیت زراعی) و محلول‌پاشی سلنیوم به‌صورت سلنات سدیم (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. در این آزمایش بذور میناچمنی قرمز رقم Rob Roy تهیه شده از شرکت پاکان بذر اصفهان در سینی کشت حاوی کوکوپیت و پرلیت کشت شدند. در مرحله ۲ تا ٤ برگی نشاءها به گلدان پلاستیکی با قطر دهانه ۱۸ سانتی‌متر حاوی ٪۳۰ کوکوپیت، ۵۰٪ پیت‌ماس و ۲۰٪ پرلایت دانه‌ریز منتقل شدند و تا مرحله ٦ تا ۸ برگی به‌طور یکسان آبیاری شدند و تغذیه با محلول هوگلند نیز یک‌بار در هفته همراه با آب آبیاری، صورت گرفت (جدول ۱) . پس از این مرحله، تیمار تنش کم‌آبی به روش وزنی اعمال شد. ابتدا یکی از گلدان‌ها به‌طور تصادفی انتخاب و به‌طور کامل آبیاری شد، پس از خروج آب ثقلی و ثابت شدن وزن گلدان، نمونه‌ای از خاک گلدان برداشت (به‌عنوان وزن خاک مرطوب) و توزین شد، سپس نمونه خاک در آون با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس به مدت ٤٨ ساعت قرارگرفت و وزن خاک خشک اندازه‌گیری شد و طبق فرمول (۱) زیر ظرفیت زراعی اندازه‌گیری شد (Soroori *et al.*, 2021).

(۱) ظرفیت زراعی خاک = (وزن تر خاک- وزن خشک خاک/ وزن خشک خاک) ×۱۰۰

محلول‌پاشی برگی سلنیوم در دو مرحله انجام شد، مرحله اول در زمان شروع تنش (٦ تا ۸ برگی) و مرحله دوم با فاصله زمانی دو هفته پس از محلول‌پاشی مرحله اول. برای بهبود سطح تماس محلول سلنات سدیم با گیاه از توین ۲۰ به‌عنوان مویان استفاده شد. همچنین جهت جلوگیری از جذب خاکی، سطح بستر پیش از محلول‌پاشی پوشانده شد تا فقط جذب از طریق برگ‌ها و ساقه انجام شود. نمونه‌برداری در مرحله گلدهی کامل انجام شد.

جدول ۱- عناصر غذایی موجود در محلول غذایی هوگلند

Table 1- Nutrient elements in Hoagland nutrient solution

عناصر غذایی Nutrient elements	نیتروژن N	پتاسیم K	فسفر P	کلسیم Ca	گوگرد S	منیزیوم M	بور B	منگنز Mn	روی Zn	مس Cu	مولیبدن Mo	آهن Fe
غلظت (میلی‌گرم در لیتر) Concentration (mg l^{-1})	224	235	62	160	32	24	0.27	0.11	0.13	0.03	0.05	3

وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه

وزن تر اندام هوایی و ریشه بلافاصله پس از برداشت و وزن خشک اندام هوایی و ریشه پس از ۷۲ ساعت قرارگیری در آون ٦۰ درجه سلسیوس توسط ترازوی دیجیتالی با دقت یک صدم گرم توزین شد (Soroori & Danaee, 2023).

۱- *Pelargonium peltatum* L.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.1]

نشت یونی

برای اندازه‌گیری نشت یونی گلبرگ‌های مینا چمنی نمونه‌ها به مدت یک ساعت در دمای ۳۰ درجه سلسیوس در بن ماری قرار داده شدند و با استفاده از EC متر میزان EC_1 اندازه‌گیری شد و سپس نمونه‌ها در داخل اتوکلاو به مدت ۲۰ دقیقه با دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس جهت محاسبه EC_2 قرارگرفتند و درنهایت مقادیر نشت یونی از طریق فرمول (۲) زیر محاسبه شد (AllahverdiZadeh & Danaee, 2023).

$$\text{نشت یونی} = [\ 1- (EC_1/EC_2)\ ] \times 100 \quad (۲)$$

کلروفیل کل

محتوای کلروفیل کل برگ با استفاده از حلال استون ۸۰٪ استخراج شد. میزان جذب توسط دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج‌های ٦٤٥ و ٦٦٣ نانومتر، قرائت شد. محتوای کلروفیل کل برگ از طریق فرمول (۳) محاسبه و برحسب میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ یادداشت شد (Dareini *et al.*, 2014).

$$\text{کلروفیل کل برگ} = 20.2\ (A645\ nm) + 8/02\ (A663\ nm) + (V1000\times10) \quad (۳)$$

حجم استون نهایی =V، میزان جذب نور =A

آنتوسیانین

میزان آنتوسیانین گلبرگ‌ها با استفاده از محلول استخراج متانول و اسیدکلریدریک ۱ نرمال اندازه‌گیری شد و درنهایت جذب عصاره به‌دست‌آمده در دو طول‌موج ۵۳۰ و ٦٥٧ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، قرائت و از طریق فرمول (٤) زیر برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر گلبرگ محاسبه شد (Meng & Wang, 2004).

$$\text{آنتوسیانین گلبرگ} = A\ 530\ nm - 1/4\ A657\ nm \quad (٤)$$

میزان جذب نور= A

پرولین

میزان پرولین طبق روش شرح داده‌شده توسط Zangeneh و Salehi (2020) انجام شد و در طول موج ۵۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری و برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک بیان شد.

پروتئین

اندازه‌گیری پروتئین با استفاده از روش Mirakhorli و همکاران (2022) انجام شد و میزان جذب در طول‌موج ۵۹۵ نانومتر قرائت شد. میزان پروتئین برحسب میکروگرم بر میلی‌گرم وزن تر محاسبه شد.

فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپر اکسید دیسموتاز و پراکسیداز

برای سنجش آنزیم‌های کاتالاز از روش Abdossi و Danaee (2019)، سوپر اکسید دیسموتاز و پراکسیداز از روش Asgarian و همکاران (2021) استفاده شد و اعداد جذب به ترتیب در طول موج‌های ٢٤٠ ، ٥٦٠ و ۵۳۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد، سپس برحسب واحد آنزیم بر گرم وزن تر گلبرگ محاسبه شد.

واکاوی آماری داده‌ها

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.1]

آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱ و ۵٪ صورت گرفت و برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش کم‌آبی بر کلیه صفات مورد ارزیابی در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. همچنین اثر محلول‌پاشی سلنیوم بر وزن خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، محتوای کلروفیل کل، میزان پرولین، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپر اکسید دیسموتاز در سطح ۱٪ و بر وزن تر اندام هوایی، نشت یونی، میزان آنتوسیانین، پروتئین و فعالیت آنزیم پراکسیداز در سطح ۵٪ معنی‌دار شد. اثر متقابل تیمارها نیز بر وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، نشت یونی، محتوای کلروفیل کل برگ، میزان پرولین و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپر اکسید دیسموتاز و پراکسیداز در سطح ۱٪ معنی‌دار شد درحالی‌که میزان آنتوسیانین و پروتئین در سطح ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۲).

وزن تر و خشک اندام هوایی

نتایج نشان داد بیشترین وزن تر و خشک اندام هوایی به ترتیب با ۱۳۵/۱۷ – ۱٦/٤۲ گرم در تیمار ظرفیت زراعی شاهد و سلنیوم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و کمترین با ۹٤/۳٦ – ۱۰/۳۷ گرم در تیمار ظرفیت زراعی ۲۵٪ مشاهده شد (جدول ۳). تنش کم‌آبی با تغییر در محتوای کلروفیل، موجب خسارت به دستگاه فتوسنتزی می‌شود و درنتیجه با کاهش هدایت روزنه‌ای، کاهش تثبیت کربن و محدودیت جذب آب و عناصر غذایی وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه کاهش می‌یابد (Baghalian *et al.*, 2011). در گل همیشه‌بهار[1] نیز کاهش وزن تر و خشک در شرایط تنش کم‌آبی توسط Soroori و Danaee (۲۰۲۳) گزارش‌شده است. در این پژوهش محلول‌پاشی گیاه توسط سلنیوم به دلیل افزایش رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، افزایش تثبیت کربن و همچنین سنتز و هیدرولیز نشاسته و ساکارز موجب افزایش رشد و درنتیجه افزایش وزن تر و خشک گیاه شد (Rostami *et al.*, 2022). نتایج Zaji و همکاران (2019) در مورد تأثیر محلول‌پاشی سلنیوم در گیاه بادرشبی[2] نیز با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

وزن تر و خشک ریشه

نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین وزن تر و خشک ریشه به ترتیب با ۳۹/٤٦– ۵/۲۸ گرم مربوط به تیمار ظرفیت زراعی ۷۵٪ و سلنیوم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود، درحالی‌که کمترین وزن تر و خشک ریشه با ۲۵/۳۸ – ۳/٤۷ گرم در تیمار ۲۵٪ ظرفیت زراعی به دست آمد (جدول ۳). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، آبیاری در سطح ۷۵٪ ظرفیت زراعی موجب افزایش وزن تر و خشک ریشه شد که می‌تواند به این دلیل باشد که رفتار ریشه متأثر از تنش رطوبتی خاک بوده و با افزایش تنش رطوبتی به‌عنوان یک عامل محدودکننده، ریشه‌ها به دنبال رطوبت بوده اند و در نتیجه توسعه بیشتری یافته‌اند، اما با افزایش تنش کم‌آبی وزن تر و خشک ریشه کاهش یافت، زیرا فتوسنتز در گیاه کاهش می‌یابد درحالی‌که احتیاجات قندی برای تنظیم اسمزی در گیاهان افزایش یافته و به دنبال آن رشد ریشه کم می‌شود (Sodaii zadeh *et al.*, 2016). محلول‌پاشی سلنیوم در غلظت‌های پایین تقسیم سلولی را در سلول‌های مریستمی نوک ریشه تحریک می‌کند و موجب تحریک رشد ریشه و در

۱- *Calendula officinalis* L.
۲- *Dracocephalum moldavica* L.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]
[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.1]

نهایت افزایش وزن تر و خشک ریشه می‌شود (Rostami *et al.*, 2022). نتایج این پژوهش با نتایج Allahverdizadeh و Danaee(2023) در ارتباط با تنش کم آبی در گیاه پروانش[1] و Asgarian و همکاران (2021) در ارتباط با محلول‌پاشی سلنیوم بر گیاه همیشه‌بهار همسویی دارد.

نشت یونی

بررسی‌ها نشان داد، بیشترین نشت یونی (۸٤/۵۳٪) در تیمار ظرفیت زراعی شاهد و سلنیوم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و کمترین (۵۷/۳٤٪) در تیمار ظرفیت زراعی ۲۵٪ به دست آمد (شکل ۱). در شرایط تنش کم‌آبی به دلیل افزایش برخی ترکیبات فعال اکسیژن از قبیل رادیکال‌های سوپراکسید، هیدروژن پراکسید و رادیکال‌های هیدروکسیل، غشای سلولی در گیاهان آسیب می‌بیند و الکترولیت‌ها به بیرون از سلول تراوش می‌کنند و در نهایت موجب صدمه به گیاه می‌شوند (Aghaie *et al.*, 2018) مطابق با یافته‌های این پژوهش، در گل سوسن[2] نیز کاهش شاخص ثبات غشا یاخته‌ای در شرایط تنش کم‌آبی مشاهده شده است (Omidian *et al.*, 2020). از آنجایی که غشا سلولی یک غشا فسفولیپیدی می‌باشد و اسیدهای چرب و لیپیدها حساسیت بالایی به اکسیژن دارند درنتیجه واکنش آن با اکسیژن موجب تخریب غشا سلولی می‌شود، سلنیوم با افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان سبب پاک‌سازی اکسیژن فعال و کاهش پراکسیداسیون چربی‌های غشا می‌شود (Bybordi, 2016). Beiramnvand و همکاران (۲۰۲۳) گزارش نمودند که محلول‌پاشی سلنیوم در شرایط تنش کم‌آبی نشت الکترونیک را در گیاه مریم‌گلی زینتی کاهش داده است.

آنتوسیانین

نتایج نشان داد، بیشترین محتوای آنتوسیانین با ۰/۹۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر گلبرگ مربوط به تیمار ظرفیت زراعی ۷۵٪ و سلنیوم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و کمترین با ۰/٦٤ میلی‌گرم در گرم وزن تر گلبرگ در تیمار ظرفیت زراعی ۲۵٪ مشاهده شد (شکل ۲). افزایش محتوای آنتوسیانین در سطح ۷۵٪ ظرفیت زراعی می‌تواند به دلیل بروز تنش اکسیداتیو و افزایش آنتوسیانین در جهت محافظت گیاه در برابر گونه‌های فعال اکسیژن باشد، اما با شدت یافتن تنش و افزایش صدمات اکسیداتیو محتوای آنتوسیانین کاهش یافت (Aminifard *et al.*, 2020). نتایج Fabriki ourang و Mehrabad Pourbenab (2016) نیز نشان داد تنش خشکی موجب کاهش میزان آنتوسیانین گیاه مرزه[3] گردید. محلول‌پاشی گیاه توسط سلنیوم محتوای آنتوسیانین گلبرگ را افزایش داد، اگرچه مکانیسم تأثیر سلنیوم بر متابولیسم‌های ثانویه هنوز مشخص نیست، اما پژوهشگران گزارش نمودند که کاربرد سلنیوم موجب افزایش معنی‌داری در بیان ژن‌های UFGT و F3H که در متابولیسم آنتوسیانین شرکت دارند، می‌شود. همچنین افزایش آنتوسیانین می‌تواند نشان‌دهنده وجود تنش در اثر حضور سلنیوم باشد، در حالی که پژوهش‌ها نشان داده است که کاربرد سلنیوم بدون هیچ‌گونه سمیتی موجب افزایش متابولیت‌های ثانویه در گیاهان می‌شود (Liu *et al.*, 2022; Jalali *et al.*, 2017). مطابق با یافته‌های این پژوهش، محلول‌پاشی سلنیوم میزان آنتوسیانین شمعدانی پیچ را بهبود بخشید (Razmavar *et al.*, 2021) همچنین Jalali و همکاران (2022) نیز افزایش محتوای آنتوسیانین به‌لیمو[4] را با کاربرد سلنیوم گزارش نمودند.

۱- *Catharanthus roseous* ۲- *Lilium* spp. ۳- *Satureja hortensis* L. ٤- *Lippia citriodora* L.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.1]

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی سلنیوم بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و آنزیمی مینا چمنی (*Bellis perennis*) در شرایط تنش کم‌آبی

Table 2- Analysis of variance of the effect of selenium foliar application on the morphophysiological and enzymatic activity of English daisy (*Bellis perennis*) under water deficit stress conditions

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Mean square											
		وزن تر اندام هوایی Fresh weight of aerial part	وزن خشک اندام هوایی Dry weight of aerial part	وزن تر ریشه Fresh weight of root	وزن خشک ریشه Dry weight of root	نشت یونی Ion leakage	آنتوسیانین Anthocyanin	کلروفیل کل Total chlorophyll	پرولین Proline	پروتئین Protein	کاتالاز Catalase	سوپراکسید دیسموتاز Superoxide Dismutase	پراکسیداز Peroxidase
تنش کم آبی Water deficit stress	3	546.78**	572.24**	481.82**	453.98**	469.34**	341.94**	268.92**	375.86**	137.23**	238.28**	392.36**	298.13**
سلنیوم Selenium	2	191.84*	175.92**	181.42**	142.71**	137.89*	128.63*	88.93**	137.12**	53.60*	143.32**	111.65**	110.43*
تنش کم آبی× سلنیوم Water deficit stress stress ×Selenium	6	121.58**	164.83**	110.86**	132.98**	107.76**	73.28*	76.25**	101.75**	44.01*	68.53**	89.23**	75.43**
اشتباه آزمایشی Error	24	0.5	0.3	0.27	0.24	0.45	0.31	0.47	0.21	0.24	0.50	0.38	0.44
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	10.43	9.65	9.38	11.03	10.16	9.54	11.23	10.73	9.12	10.53	10.36	9.47

**، * به ترتیب بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱٪ است

** and * represent significant difference at $P<0.05$ and $P<0.01$

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.1]

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سلنیوم بر برخی صفات مورفولوژیک مینای چمنی (*Bellis perennis*) در شرایط تنش کم‌آبی

Table 3-The effect of selenium on some morphological traits of English daisy (*Bellis perennis*) under water deficit stress conditions

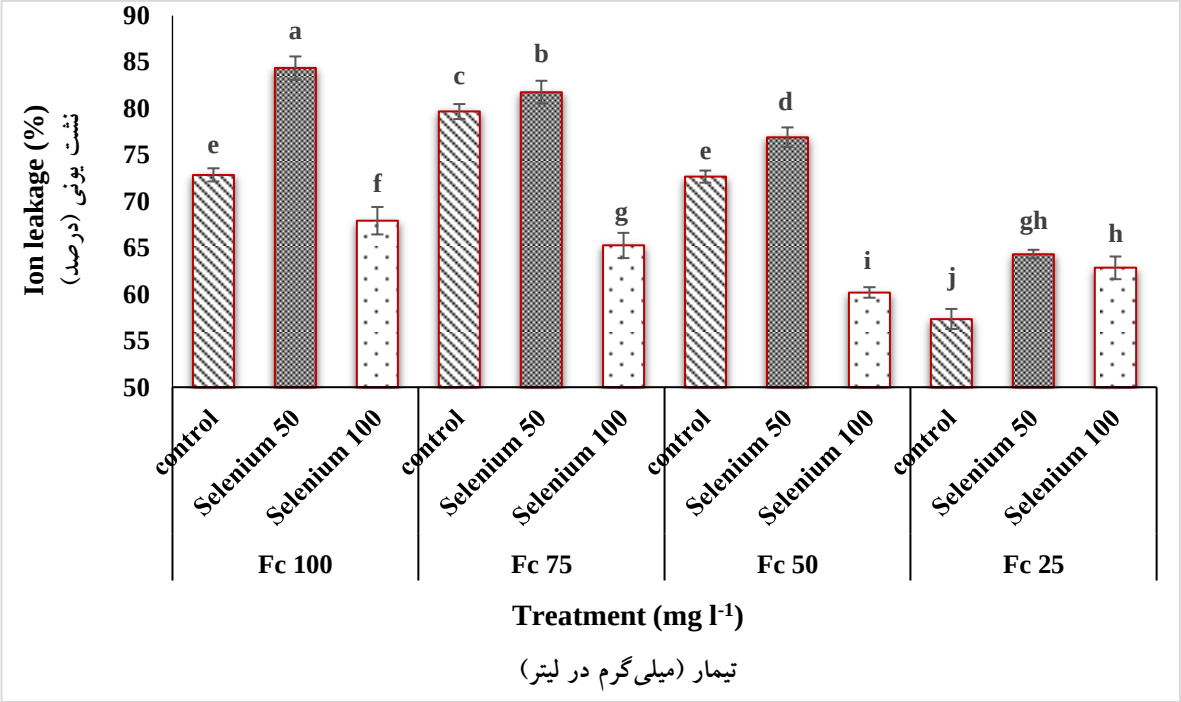
وزن خشک ریشه (گرم) Dry weight of root (g)	وزن تر ریشه (گرم) Fresh weight of root (g)	وزن خشک اندام هوایی (گرم) Dry weight of aerial part (g)	وزن تر اندام هوایی (گرم) Fresh weight of aerial part (g)	سلنیوم (میلی‌گرم در لیتر) Selenium (mg l^{-1})	تنش کم‌آبی (ظرفیت زراعی) Low water stress (Field capacity)
4.49^{e}	32.96^{e}	15.57^{b}	129.45^{c}	0	100% (Control)
5.12^{b}	37.92^{b}	16.42^{a}	135.17^{a}	50	
4.13^{g}	30.25^{g}	12.36^{g}	108.67^{f}	100	
4.79^{d}	36.41^{c}	14.19^{d}	115.82^{e}	0	75%
5.28^{a}	39.46^{a}	14.81^{c}	131.28^{b}	50	
3.95^{h}	28.74^{h}	11.78^{h}	107.49g	100	
4.37^{f}	31.78^{f}	12.79^{f}	112.91^{ef}	0	50%
4.96^{c}	34.73^{d}	13.43^{e}	122.63^{d}	50	
3.72^{ij}	26.35^{j}	11.04^{j}	103.65^{hi}	100	
3.61j	27.11^{ij}	10.37^{k}	94.36^{j}	0	25%
3.86^{i}	27.85^{i}	11.41^{i}	105.48^{h}	50	
3.47^{k}	25.38^{k}	10.98^{j}	101.29^{i}	100	

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

In each column, means with the same letters are not significantly different based on Duncan's test at 0.05

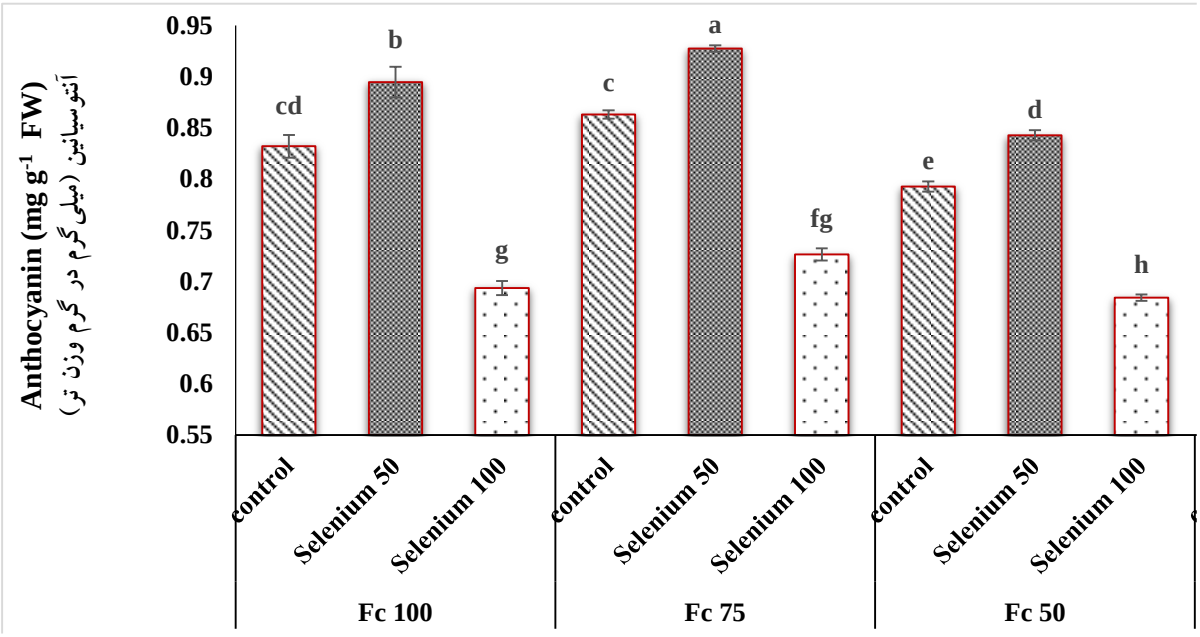
[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.1]



شکل ۱- اثر محلول‌پاشی سلنیوم بر نشت یونی گیاه مینا چمنی (***Bellis perennis***) در شرایط تنش کم‌آبی (میانگین‌های دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

Figure 1- The effect of selenium foliar application on the Ion leakage of English daisy (*Bellis perennis*) under water deficit stress conditions (Means with the same letters are not significantly different based on Duncan's test at 0.05)



شکل ۲- اثر محلول‌پاشی سلنیوم بر میزان آنتوسیانین گیاه مینا چمنی (***Bellis perennis***) در شرایط تنش کم‌آبی (میانگین‌ها دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

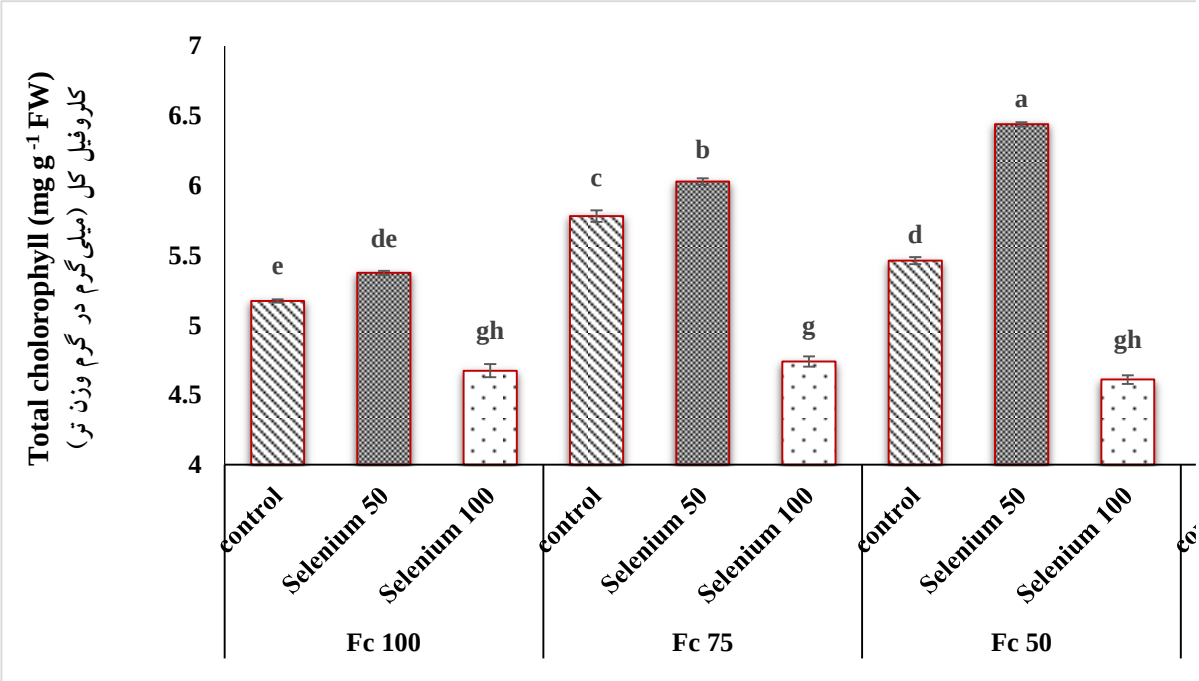
Figure 2- The effect of selenium foliar application on anthocyanin content of English daisy (*Bellis perennis*) under water deficit stress conditions (Means with the same letters are not significantly different based on Duncan's test at 0.05)

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.1]

کلروفیل کل

نتایج حاصل از نمودار ۳ نشان می‌دهد که در تیمار ظرفیت زراعی ۵۰٪ و سلنیوم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین محتوای کلروفیل کل (۶/۴۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) به‌دست آمد و کمترین نیز در تیمار ظرفیت زراعی ۲۵٪ (۴/۳۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) بود. در این پژوهش محتوای کلروفیل کل در سطح تنش کم‌آبی ۵۰٪ افزایش یافت و با افزایش شدت تنش از میزان آن کاسته شد که می‌تواند به دلیل کاهش آب در یاخته‌های مزوفیلی باشد که موجب افزایش تراکم سلول‌ها در واحد سطح شده و در نهایت سبب افزایش محتوای کلروفیل کل می‌گردد (Zhou *et al.*, 2017) و کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی در شرایط خشکی شدید ممکن است ناشی از کاهش سنتز کمپلکس اصلی رنگدانه کلروفیل، تخریب نوری کمپلکس پروتئینی رنگدانه‌های a و b که محافظت‌کننده دستگاه فتوسنتزی هستند، صدمه اکسیداتیو لیپیدهای کلروپلاست، رنگدانه‌ها و پروتئین‌ها یا افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز باشد (Sanjary Mijani *et al.*, 2015). همچنین افزایش محتوای کلروفیل کل در شرایط محلول‌پاشی سلنیوم نیز به دلیل اثر محافظتی آن بر آنزیم‌های کلروپلاست و بیوسنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی باشد (*et* Gholami *al.*, 2021). مطابق با نتایج این آزمایش، در گیاه آویشن دنایی[1] کاهش محتوای کلروفیل کل در شرایط تنش خشکی (Bahreininejad *et al.*, 2013) و افزایش محتوای کلرفیل کل با کاربرد سلنیوم در گل‌گاوزبان[2] گزارش‌شده است (*et al.*, Hosseinzadeh Rostam Kalaei 2021).



شکل ۳- اثر محلول‌پاشی سلنیوم بر محتوای کلروفیل کل گیاه مینا چمنی (*Bellis perennis*) در شرایط تنش کم‌آبی (میانگین‌ها دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

Figure 3- The effect of selenium foliar application on total chlorophyll content of English daisy (*Bellis perennis*) under water deficit stress conditions. Means with the same letters are not significantly different based on Duncan's test at 0.05)

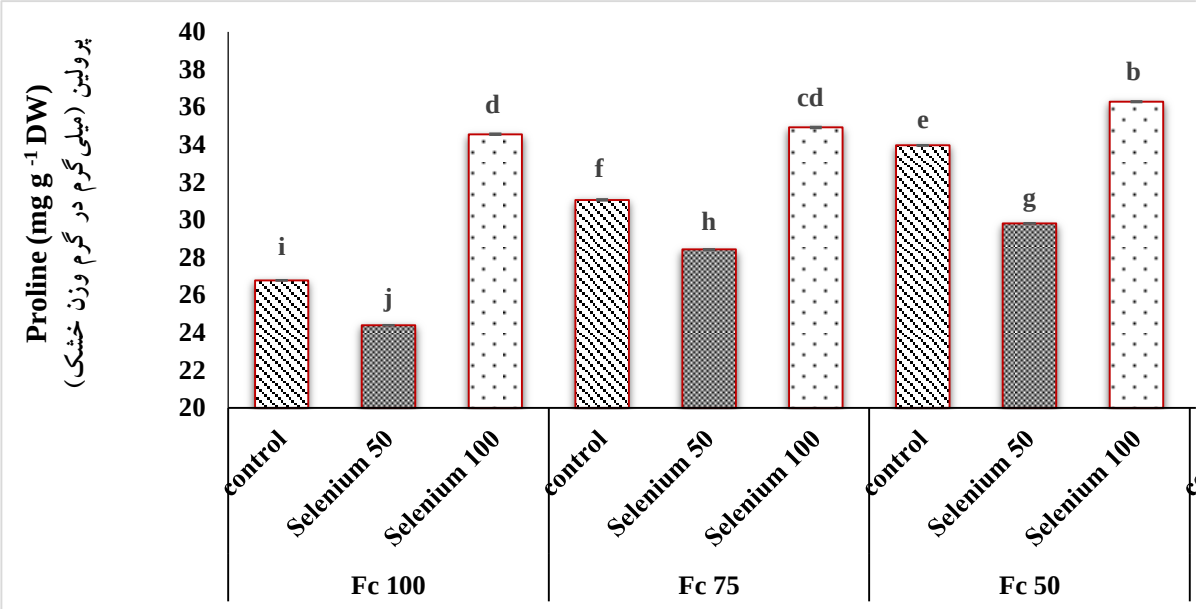
۱- *Thymus daenensi* ۲- *Echium amoenum* fisch. & C.A

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.1]

پرولین

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، بیشترین میزان پرولین (۲٤/۳۹ میلی‌گرم در گرم وزن خشک برگ) در تیمار ظرفیت زراعی ٪۲۵ و سلنیوم ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و کمترین (۳۷/٤۵ میلی‌گرم در گرم وزن خشک برگ) در تیمار ظرفیت زراعی شاهد و سلنیوم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد (شکل ٤). یکی از مکانیسم‌های کارآمد گیاه هنگام مواجه با خشکی تجمع مولکول‌های آلی نظیر پرولین، بتائین، کربوهیدرات‌ها و یون‌های معدنی همچون پتاسیم، کلسیم و سدیم جهت حفظ تورژسانس و آماس سلولی می‌باشد که در بین این مواد احتمالاً پرولین فراوان‌ترین تنظیم‌کننده اسمزی به شمار می‌آید (Moghadasan *et al.*, 2015). Zaji و همکاران (۲۰۱۹) بیان کردند سلنیوم با تنظیم میزان پرولین به‌عنوان یک اسمولیت نقش مهمی در کاهش اثرات تنش خشکی در گیاه دارد و موجب افزایش پرولین در شرایط تنش شوری در بادرشبویه شد.



شکل ٤- اثر محلول‌پاشی سلنیوم بر میزان پرولین گیاه مینا چمنی (*Bellis perennis*) در شرایط تنش کم‌آبی (میانگین‌ها دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

Figure 4- The effect of selenium foliar application on proline content of English daisy (*Bellis perennis*) under water deficit stress conditions. Means with the same letters are not significantly different based on Duncan's test at 0.05)

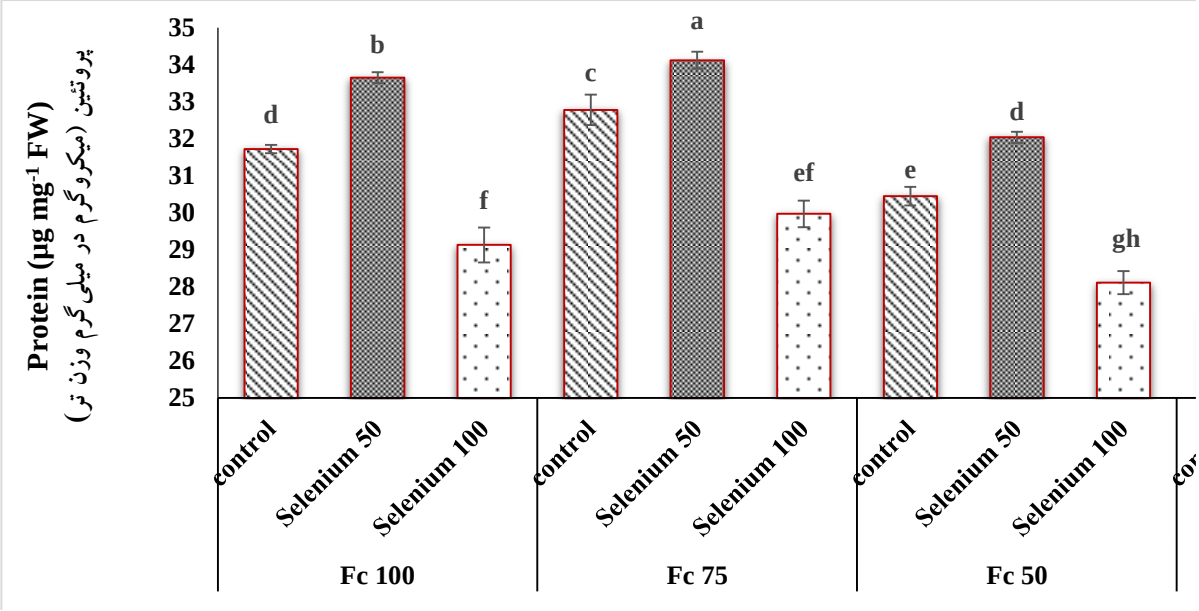
پروتئین

بررسی داده‌ها نشان داد، بیشترین پروتئین گلبرگ با ۳٤/۱۲ میکروگرم در میلی‌گرم وزن تر گلبرگ در تیمار ظرفیت زراعی ٪۷۵ و سلنیوم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و کمترین با ۲٦/۵۹ میکروگرم در میلی‌گرم وزن تر گلبرگ در تیمار ظرفیت زراعی ٪۲۵ و سلنیوم ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود (شکل ۵). کاهش میزان پروتئین می‌تواند به دلیل کاهش فتوسنتز و پیش ماده تولیدکننده پروتئین و در نهایت کاهش سنتز پروتئین باشد. همچنین تنش کم‌آبی بیان ژن‌های کد کننده پروتئازهای درون سلولی را القا کرده و سبب تجزیه پروتئین، تحریک مجدد نیتروژن و سنتز مواد محلول سازگار می‌گردد (Ganjeali, & Setayesh-Mehr 2013). پژوهشگران افزایش میزان پروتئین را با کاربرد سلنیوم به نقش آن در تحریک نسخه‌برداری آنزیم نیترات ردوکتاز

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.1]

نسبت دادند (Abedini *et al.*, 2021). Rashidy و همکاران (۲۰۲۱) تأثیر مثبت محلول‌پاشی سلنیوم را در افزایش پروتئین گلرنگ[1] تحت تنش کم‌آبی گزارش نمودند.



شکل ۵- اثر محلول‌پاشی سلنیوم بر میزان پروتئین گیاه مینا چمنی (*Bellis perennis*) در شرایط تنش کم‌آبی (میانگین‌ها دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

Figure 5- The effect of selenium foliar application on the protein content of English daisy (*Bellis perennis*) under water deficit stress conditions . Means with the same letters are not significantly different based on Duncan's test at 0.05)

فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپر اکسید دیسموتاز و پراکسیداز

نتایج نشان داد، بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز، سوپر اکسید دیسموتاز و پراکسیداز به ترتیب با ۵/۶۸، ۳/۲۷ و ۱۰/۳۲ واحد آنزیم در گرم وزن تر گلبرگ در تیمار ظرفیت زراعی ۷۵٪ و سلنیوم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و کمترین فعالیت آنزیم‌ها به ترتیب با ۳/۴۹ ، ۲/۰۳ و ۶/۶۹ واحد آنزیم در گرم وزن تر گلبرگ در تیمار ظرفیت زراعی ۲۵٪ مشاهده شد (جدول ٤). در شرایط تنش کم‌آبی به دلیل ایجاد تنش اکسیداتیو و افزایش ترکیبات گونه‌های فعال اکسیژن فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند کاتالاز، سوپر اکسید دیسموتاز و پراکسیداز در جهت افزایش مقاومت گیاه افزایش می‌یابد. آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز رادیکال‌های سمی O_2^- را به H_2O_2 تبدیل می‌کند که این ترکیب توسط آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی دیگر نظیر کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز به O_2 و آب تجزیه می‌شود (Ahmadizadeh *et al.*, 2011). محلول‌پاشی سلنیوم نیز از طریق افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی از گیاه در برابر تنش محافظت می‌کند (Hajiboland *et al.*,2014). افزایش فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و پراکسیداز با کاربرد سلنیوم در گیاه همیشه‌بهار توسط Asgarian و همکاران (2021) گزارش‌شده است. همچنین در پژوهشی دیگر توسط Beiramnvand و همکاران (2023) کاربرد سلنیوم در گیاه مریم‌گلی زینتی فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز را در شرایط تنش خشکی افزایش داد.

۱- *Carthamus tinctorius* L.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.1]

جدول ٤- اثر سلنیوم بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مینا چمنی (*Bellis perennis*) در شرایط تنش کم‌آبی

Table 4- The effect of selenium on the activity of antioxidant enzymes of English daisy (*Bellis perennis*) under water deficit stress conditions

تنش کم آبی (ظرفیت زراعی) Water deficit stress (Field capacity)	سلنیوم (میلی‌گرم در لیتر) Selenium (mg l^{-1})	فعالیت آنزیم کاتالاز (واحد آنزیم بر گرم) Catalase enzyme activity (Unit enzyme g^{-1})	فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز (واحد آنزیم بر گرم) Superoxide dismutase enzyme activity (Unit enzyme g^{-1})	فعالیت آنزیم پراکسیداز (واحد آنزیم بر گرم) Peroxidase enzyme activity (Unit enzyme g^{-1})
100% (Control)	0	4.75^{d}	2.71^{e}	8.53^{e}
	50	5.12^{c}	3.12b	9.04^{d}
	100	3.98^{f}	2.43^{g}	7.68^{g}
75%	0	5.43^{b}	2.97^{c}	9.35^{c}
	50	5.68^{a}	3.27^{a}	10.32^{a}
	100	4.11^{ef}	2.37^{h}	8.05f^{g}
50%	0	3.82^{g}	2.53^{fg}	8.36^{f}
	50	4.98^{d}	2.86^{d}	9.86^{b}
	100	3.67^{h}	2.26^{hi}	7.13^{hi}
25%	0	3.49^{i}	2.03^{j}	6.69^{j}
	50	4.23^{e}	2.59^{f}	7.45^{h}
	100	3.61^{h}	2.17^{i}	7.02^{i}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

In each column, means with the same letters are not significantly different based on Duncan's test at 0.05

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد، تنش کم‌آبی کلیه صفات مورد ارزیابی به‌جز پرولین را کاهش داد، درحالی‌که محلول‌پاشی گیاه توسط سلنیوم صفات مورد ارزیابی را در شرایط تنش کم‌آبی بهبود بخشید، بطوریکه بیشترین وزن تر و خشک اندام هوایی، نشت یونی در تیمار ظرفیت زراعی شاهد و سلنیوم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود. بیشترین وزن تر و خشک ریشه، محتوای آنتوسیانین گلبرگ، پروتئین، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز در تیمار ظرفیت زراعی ۷۵٪ و سلنیوم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد. بیشترین محتوای کلروفیل کل برگ در تیمار ظرفیت زراعی ۵۰٪ و سلنیوم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و بیشترین میزان پرولین در تیمار ظرفیت زراعی ۲۵٪ و سلنیوم ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.1]

به‌طورکلی محلول‌پاشی سلنیوم با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر در کلیه سطوح تنش کم‌آبی تأثیر مثبتی بر خصوصیات رشدی، فیزیولوژیک و آنزیمی گیاه مینا چمنی در شرایط تنش کم‌آبی داشته است.

منابع

Abdossi, V., Danaee, E. (2019). Effects of Some Amino Acids and Organic Acids on Enzymatic Activity and Longevity of *Dianthus caryophyllus* cv. Tessino on at Pre-Harvest Stage. *Journal of Ornamental Plants, 9*(2), 93-104.

Abedini, M., Garebaghi, M., Moradkhani, S. (2021). The effect of root and foliar application of selenium on some physiological and biochemical responses of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt stress. *Journal of Plant Environmental Physiology, 16*(62), 95-108. (In Persian).

Aghaie, P., Tafreshi, S. A. H., Ebrahimi, M. A., Haerinasab, M. (2018) Tolerance evaluation and clustering of fourteen tomato cultivars grown under mild and severe drought conditions. *Scientia Horticulturae, 232*, 1-12.

Ahmadizadeh, M., Valizadeh, M., Zaefizadeh, M., Shahbazi, H. (2011). Antioxidative protection and electrolyte leakage in Durum wheat under drought stress condition. *Journal of Applied Sciences Research, 7*(3), 236-246.

Allahverdizadeh, S., Danaee, E. (2023). Effect of humic acid and vermicompost on Some vegetative indices and proline content of *Catharanthus roseous* under low water stress. *Environment and Water Engineering, 9* (1), 141-152. (In Persian).

Aminifard, M. H., homeyra, H., bayat, H., Samadzade, A. R. (2020). Investigation of antioxidant activities and biochemical characteristics of drought-stressed fenugreek (*Trigonella foenum- graecum* L.) in response to biopotasse and iron sulfate. *Journal of Plant Environmental Physiology, 15*(57), 39-52. (In Persian).

Asgarian, H., Abdossi, V., Danaee, E., Ladan Moghadam, A. (2021). Effects of using humic acid and selenium on some morphophysiological characteristics of *Calendula officinalis* L. under salinity stress. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, *37*(4), 596-611. (In Persian).

Baghalian, K., Abdoshah, SH., Khalighi-Sigaroodi, F., Paknejad, F. (2011). Physiological and phytochemical response to drought stress of German chamomile (*Matricari arecutita* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, *49*(20), 201-207.

Bahreininejad, B. Razmjoo, J. & Mirza, M .(2013). Influence of water stress on morpho-physiological and phytochemical traits in *Thymus daenensis*. *International Journal of Plant Production, 7 (1),* 151-166.

Beiramnvand, F., Zahedi, B., Rezaei Nejad, A. (2023). Investigation of the effect of selenium foliar application on morphophysiological and biochemical characteristics of ornamental salvia under irrigation regime. *Plant Process and Function*, *11* (47), 323-339. (In Persian).

Bybordi, A. (2016). Effect of Zeolite, Selenium and Silicon on yield, yield components and some physiological traits of Canola under salt stress conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research, 14(1),* 154-170. (In Persian).

Cohen-Sandler, R., Furness, T., Gearing, S., Moore, J. (2016). Negative effects of pollution on English daisy (*Bellis perennis*) height and flower number. *Journal of Emerging Investigators.*1-5.

Dareini, H., Abdossi, V., Danaee, E. (2014). Effect of some essential oils on postharvest quality and vase life of gerbera cut flowers (*Gerbera Jamesonii* cv. Sorbet). *European Journal of Experimental Biology, 4(3)*, 276-280.

Ebrahimi, M., Zamani, G., Alizadeh, Z. (2017). A study on the effects of water deficit on physiological and yield-related traits of pot marigold (*Calendula officinalis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, *33*(3), 492-508. (In Persian).

Fabriki ourang, S., Mehrabad-Pourbenab, S. (2016). The effects of drought and salt stresses on some morphological and biochemical parameters of savory (*Satureja hortensis* L.). *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*, *4*(3), 23-35. (In Persian).

Feng, R., Wei, C., Tu, S. (2013). The roles of selenium in protecting plants against abiotic stresses. *Environmental and Experimental Botany, 87*, 58-68.

Gholami, S., Amini Dehaghi, M., Rezazadeh, A. R. (2021). Effect of different concentrations of selenium on germination characteristics and proline content of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd) under drought stress. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, *14*(4), 1029-1040. (In Persian).

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.1]

Ghorbani, N., Moradi, H., Kanani, M., Ashnavar, M. (2022). Total flavonoids and phenolic compounds of English daisy (*Bellis Perennis* L.) affected by foliar application of Nano-Phosphorus fertilizers. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, *9*(4), 405-414.

Hajiboland, R., Keivanfar, N., Jodmand, A., Rezaei, H., Nezhadmohammad, Y. 2014. Effect of selenium treatment on drought tolerance of canola plant. *Journal of Plant Research, 27*(4): 557-568. (In Persian).

Hosseinzadeh Rostam Kalaei, M, Abdossi, V, Danaee, E. (2021). Investigation of different selenium sources on phytochemical characteristics of *Echium amoenum* fisch. & C.A. Mey. as a medicinal herb of Iran. *Food and Health, 4*(2): 1-7.

Jalali, M., Abdollahi Moghaddam, H., sohrabi, F. (2022). Effect of concentration and type of selenium application on the quantity and quality of essential oil of Lemon verbena (*Lippia citriodora* L.). *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, *35*(3), 496-510. (In Persian).

Liu, D., Li, H., Wang, Y., Ying, Z., Bian, Z,. Zhu,W., Liu,W., Yang, L., Jiang, D. (2017). How exogenous Selenium affects anthocyanin accumulation and biosynthesis-related gene expression in purple lettuce. *Polish Journal of Environmental Studie. 26*, 717–722

Meng, X., Wang, X. (2004). Relation of flower development and anthocyanin accumulation in *Gerbera hybride*. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, *79*, 131-137.

Mirakhorli, T., Oraghi Ardebili, Z., Ladan-Moghadam, A., Danaee, E. (2022). Nitric oxide improved growth and yield in soybean (Glycine max) by mediating physiological, anatomical, and transcriptional modifications. *Journal of Plant Growth Regulation*, *41*(3), 1331-1343.

Moghadasan, S., Safipour Afshar, A., Saeid Nematpour, F. (2015). The role of Mycorrhiza in drought tolerance of Marigold (*Calendula officinalis* L.). *Journal of Crop Ecophysiology*, *9*(36(4)), 521-532. (In Persian).

Mosavi, S., Nezami, S., Izadi Darbandi, E., Nezami, A., Yousefsani, M., Keykha Akhar, F. (2011). Evaluation of freezing tolerance of English Daisy (*Bellis perennis*) under controlled conditions. *Water and Soil*, *25*(2), 380-387. (In Persian).

Naeemi Golzard, M., Ghanbari Jahromi, M., Kalateh Jari, S. (2023). Effect of biochar and vermicompost on growth parameters and physiological characteristics of Feverfew (*Tanacetum parthenium* L.) under drought stress. *Journal of Ornamental Plants*, *13*(2), 109-120.

Naseri Moghadam, A., Bayat, H., Aminifard, M. H., Moradinezhad, F. (2020). Effect of drought and salinity stress on flower quality, biochemical changes and ions concentration of *Narcissus tazetta* cv. 'Shahla'. *Journal of Plant Production Research*, *27*(1), 207-221. (In Persian).

Nawaz, F., Ashraf, M. Y., Ahmad, R., Waraich, E. A., Shabbir, R. N. (2014). Selenium (Se) regulates seedling growth in wheat under drought stress. *Advances in Chemistery*. 1-7.

Omidian, M., Roein, Z., Shiri, M A. (2020). Improvement of some physiological parameters of lily (*Lilium* spp.) under deficit irrigation conditions using foliar application of spermidine. *Plant Process and Function*, *9* (36), 315-330. (In Persian).

Ramezanzadeh, F., Mohammadi Torkashvand, A., Khakipour, N. (2014). The effect of organic media and fertilization method on the yield and nutrients uptake of *Bellis perennis* L. *Journal of Ornamental Plants*, *4*(3), 133-144.

Rashidy, S. (2021). The study Effect of teratments salicylic acid and selenium on physiological and agronomic characteristics of safflower in drought stress conditions. *Journal of Plant Environmental Physiology*, *16*(64), 127-140. (In Persian).

Rastegar S, Zakeri, O, Zakeri, B. (2016). Effects of drought stress on vegetative growth and biochemical changes of six ornamental species in tropical. *Plant Process and Function, 5* (16), 157-164(In Persian).

Razmavar, Z., Naderi, R., Abdossi, V., Ladanmoghadam, A., Nematollahi, F. (2021). Selenium improves physiology, biochemistry, and quality characteristic of flowers in Ivy Geranium (*Pelargonium peltatum* L.). *Journal of Ornamental Plants*, *11*(2), 99-108.

Rostami, M., Abbaspour, H., Safipour, A., Taheri, G. (2022). Effect of selenium on growth and some physiological traits of basil under arsenic stress conditions. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, *35*(4), 823-835. (In Persian).

Zangeneh, M., Salehi, H. (2020). Effect of different levels of deficit-irrigation on proline changes and antioxidant enzymes in Narcissus indigenous population (*Narcissus tazetta* L. var. Shahla). *Flower and Ornamental Plants, 5* (2), 123-138. (In Persian).

Sanjary-Mijani, M., Syrosmehr, A., Fakhery, B. (2015). Effect of drought stress and humic acid on some

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.1]

physiological characteristics of hibiscus (*Hibiscus sabdarifa*). *Crops Improvement*, *2*, 403-414. (In Persian).

Setayesh-Mehr, Z., Ganjeali, A. (2013). Effects of drought stress on growth and physiological characteristics of Dill (*Anethum graveolens* L.). *Journal of Horticultural Science*, *27*(1), 27-35. (In Persian).

Shamsai, A. A., Aran, M., Fakheri, B. A. (2021). The effect of foliar application of selenium on physiological and biochemical characteristics of Rosemary under drought stress. *Crop Science Research in Arid Regions*, *2*(2), 127-140. (In Persian).

Sodaii zadeh, H., Shamsaie, M., Tajamoliyan, M., Mirmohammady maibody, A M., Hakim zadeh, M A. (2016). The effects of water stress on some morphological and physiological characteristics of *Satureja hortensis*. *Plant Process and Function*, *5* (15), 1-12. (In Persian).

Soroori, S., Danaee, E. (2023). Effects of foliar application of Citric Acid on morphological and phytochemical traits of *Calendula officinalis* L. under drought stress conditions. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, *10*(3): 361-374.

Soroori, S., Danaee, E., Hemmati, K., Ladan Moghadam, A. (2021). Effect of foliar application of Proline on morphological and physiological traits of *Calendula officinalis* L. under drought stress. *Journal of Ornamental Plants*, *11*(1), 13-30.

Zaji, B., Khavarinejad, R.A., Saadatmand, S., Iranbakhsh, A.R.(2019). Investigation of some morphological and physiological responses of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) to selenium under salinity. *Journal of plant Environmental Physiology*, *14*(56): 13-27. (In Persian).

Zhou, R., Yu, X., Ottosen, C. O., Rosenqvist, E,. Zhao, L., Wang, Y., Wu, Z. (2017). Drought stress had a predominant effect over heat stress on three tomato cultivars subjected to combined stress. *BMC Plant Biology*, *17*, 1-13.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.1]

Flower and Ornamental Plants (2024), 9(1): 1-16
Research article

Effect of selenium foliar application on the morphophysiological characteristics and enzyme activities of English daisy (*Bellis perennis*) under water deficit stress

Ali Akbar Jabari, Elham Danaee*

Department of Horticultural Sciences, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar
dr.edanaee@yahoo.com
Received: 2023/09/08, Revised: 2024/01/11, Accepted: 2024/01/13

Abstract

English daisy (*Bellis perennis*) is a perennial and autumn plant that is one of the best options for rock gardens, garden borders, and window pots due to its abundant flowers and long flowering period. Water deficit is one of the factors affecting the quantity and quality of plants. Today, various compounds are used to increase the tolerance of plants to environmental stresses; one of these compounds is selenium, which increases the plant's tolerance to stress by increasing antioxidant compounds and enzymes. To investigate the effect of selenium foliar application on the growth, physiological and enzymatic activity of English daisy (*Bellis perennis*) under water deficit stress, an experiment was conducted at Karaj, Iran. The treatments included drought stress (control (no stress), 75, 50 and 25% field capacity) and foliar application of selenium in a form of selenat sodium (zero, 50 and 100 mg L^{-1}). Water deficit stress was applied at the 6-8 leaf stage and selenium foliar application was performed in two stages, the first stage was carried out at 6-8 leaf stage and the second stage was done with a time interval of two weeks after the first stage foliar spraying, and finally sampling was done at the full flowering stage. The results showed that the treatments had significant effects on the evaluated traits. The highest fresh and dry weights of aerial parts (16.42-135.17 g), and cell membrane stability index (84.35%) were observed in the treatment of control field capacity and selenium 50 mg L^{-1}. The highest fresh and dry weights of roots (5.28-39.46 g), petal anthocyanin level (0.92 mg g^{-1} FW petal), protein (34.2 µg g^{-1} FW petal), catalase activity (68 5.1 enzyme units g^{-1} FW petal), superoxide dismutase (3.27 enzyme units g^{-1} FW petal) and peroxidase (10.32 enzyme units g^{-1} FW petal) were obtained in 75% fild capacity and 50 mg L^{-1} selenium. The highest total chlorophyll content (6.43 mg g^{-1} FW leaf) in the treatment of 50% field capacity and 50 mg L^{-1}selenium and the highest amount of proline (37.45 mg g^{-1} DW leaf) in the treatment of 25% field capacity and selenium were observed at 100 mg L^{-1}. According to the results of this research, it can be stated that selenium foliar application (50 mg L^{-1}) in all levels of water deficit stress improved the growth, physiological characteristics and enzyme activities of English daisy under water deficit stress.

Keywords: Anthocyanin, *Bellis perennis*, Field capacity, Protein.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOI: 10.61882/flowerjournal.9.1.1]