مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۴ شماره ۴ صفحه‌های ۴۸۵ تا ۵۰۲ (۱۴۰۲)

مقاله پژوهشی

اثر پلیمر ابرجاذب و سیلیکات پتاسیم بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک و بیوشیمیایی گل نرگس "شهلا" در رژیم‌های آبیاری

Effect of Superabsorbent Polymer and Potassium Silicate on Morphophysiological and Biochemical Characteristics of Daffodil (*Narcissus tazetta* L. cv. Shahla) Flower under Irrigation Regimes

یحیی مشاهیری[۱]، معظم حسن‌پور اصیل[۱*]، محمدرضا خالدیان[۲] و محمدباقر فرهنگی[۳]

۱. گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲. گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۳. گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (hassanpurm@guilan.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۱۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۱۸

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر پلیمر ابرجاذب و سیلیکات پتاسیم بر بهبود تحمل به تنش خشکی و ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک گل نرگس شیراز یا شهلا، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی اجرا شد. یافته‌ها نشان دادند که اثر تیمار ۶ گرم در کیلوگرم خاک ابرجاذب و تیمار ۱ میلی‌مولار سیلیکات پتاسیم به‌ترتیب سبب کاهش زمان گلدهی به‌مدت ۱۳/۳۲ و ۹/۱ روز شد. بیشترین طول ساقه گل‌دهنده، مربوط به تیمار ۶ گرم در کیلوگرم خاک ابرجاذب به مقدار ۳۳/۲۶ سانتی‌متر و تیمار ۱ میلی‌مولار سیلیکات پتاسیم به مقدار ۳۰/۲۴ سانتی‌متر بود. تیمار ۶ گرم در کیلوگرم خاک ابرجاذب و تیمار ۱ میلی‌مولار سیلیکات پتاسیم، به‌ترتیب توانستند عمر گلجایی را ۵/۰۴ و ۲/۴۴ روز نسبت به شاهد افزایش دهند. بیشترین مقدار کلروفیل در تیمار ۶ گرم در کیلوگرم خاک ابرجاذب و تیمار ۱ میلی‌مولار سیلیکات پتاسیم به ترتیب به مقدار ۰/۱۸۳ و ۰/۱۸۰ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ بود. کاربرد همزمان تیمار ۶ گرم در کیلوگرم خاک ابرجاذب و۵۰ درصد ظرفیت مزرعه سبب کاهش پرولین به مقدار ۰/۱۳۸ میکرو مول در گرم وزن تر برگ و کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز به مقدار ۱/۷۲ واحد آنزیمی در میلی‌گرم وزن تازه برگ نسبت به عدم تیمار سیلیکات پتاسیم در شرایط ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه شد. به‌طور کلی، کاربرد ۶ گرم پلیمر ابرجاذب در کیلوگرم خاک و ۱ میلی‌مولار سیلیکات پتاسیم، در بهبود تمام ویژگی‌های گل نرگس، بهترین نتیجه را نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: پرولین، رژیم آبیاری، عمر گلجایی، فعالیت آنزیم کاتالاز، قندهای محلول کل.

مقدمه

نرگس شهلا یا نرگس شیراز (*Narcissus tazetta* L. cv. Shahla) متعلق به تیره آماریلیس[۱] یکی از مهم‌ترین گیاهان گل‌دار است که در هر گوشه‌ای از جهان به‌استثنای مناطق گرمسیر رشد می‌کند و به‌عنوان گل بریدنی[۲]، گیاه گلدانی و در فضای سبز کاربرد دارند (Liao *et al*., 2016). افزایش عمر گلجایی گل‌های بریدنی و حفظ کیفیت ظاهری آن‌ها در مدت زمان طولانی‌تر، با برخی تیمارهای پیش و پس از برداشت، علاقه مندی مصرف کنندگان به خرید گل بریدنی و بازارهای فروش را تحت تاثیر قرار می‌دهد. امروزه، پرورش گل نرگس به یک صنعت اشتغال‌زا و ارزآور تبدیل‌شده است و تلاش‌های فراوانی برای بالا بردن کمیت و کیفیت این گل در حال انجام است. گل‌های تازه برداشت‌شده نرگس بسیار جذاب بوده ولی

۱- Amarilidaceae

۲- Cut flower

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

عمر کوتاهی در حدود ۴ تا ۸ روز دارند. پیری گل‌ها بعد از برداشت یکی از محدودیت‌های عمده در بسیاری از گل‌های بریدنی است و هر عاملی که فرآیندهای تخریبی و فیزیولوژیکی را غیر فعال یا آن‌ها را کند کند، می‌تواند سبب بهبود عمر گلجایی گردد. بنابراین شرایط دوره پرورش گل نقش عمده‌ای در بهبود کیفیت و عمر گلجایی گل‌ها بعد از برداشت دارد (Li *et al*., 2012). آب یک منبع اقتصادی مهم در بسیاری از نقاط جهان، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. دسترسی ناکافی به آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، افزایش بهره‌وری مصرف آب را به‌عنوان یکی از محورهای اصلی کشاورزی پایدار در این مناطق ضروری ساخته است. کمبود آب مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی در سراسر جهان به‌ویژه محصولات باغبانی در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب شده و اثرات نامطلوبی بر رشد و نمو گیاه و سایر فرایندهای متابولیکی دارد. درصورتی‌که حداقل نیاز آبی گیاه بنا به دلایلی نتواند فراهم شود، گیاه با تنش خشکی مواجه شده و باعث کاهش ویژگی‌های کمی و کیفی محصولات باغبانی می‌شود. درنتیجه درک ساز و کار مورفولوژیک، فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و مولکولی تنش خشکی بهبود در عملکرد و کیفیت گیاه بسیار مهم و کمک‌کننده است (Kumar *et al*., 2019).

گیاهان در مقابله با شرایط خشکی، از ساز و کارهای فیزیولوژیکی گوناگونی استفاده می‌کنند. یکی از ساز و کارهای کارآمد که گیاه در شرایط کمبود آب از آن بهره می‌برد، تنظیم اسمزی است. تنظیم اسمزی، یک پدیده فیزیولوژیک است که در طی آن پتانسیل اسمزی بافت‌های تحت تنش در اثر انباشت مواد شیمیایی ازجمله برخی متابولیت‌ها مانند قندها، اسیدهای آمینه (به‌ویژه پرولین) و اسیدهای آلی کاهش می‌یابد و بنابراین فشار آماس یاخته‌ها در اندازه بهینه نگهداری می‌شود (Abobatta, 2019). از شاخص‌های فیزیولوژیک متأثر از تنش خشکی، محتوای کلروفیل برگ است. یکی از دلایلی که تنش خشکی رشد و توانایی فتوسنتزی گیاه را کاهش می‌دهد، اختلال در تعادل میان تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و ساز و کارهای دفاعی برطرف‌کننده این رادیکال‌هاست. گونه‌های اکسیژن فعال[1] (ROS) به‌طور بالقوه با بسیاری از ترکیب‌های یاخته‌ای واکنش داده و سبب خسارت به غشاء و ماکرو مولکول‌های ضروری مانند رنگدانه‌های فتوسنتزی، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و لیپیدها می‌شود، بنابراین مقدار آن‌ها باید در یاخته کنترل شود. گیاهان با ایجاد سازوکارهای حفاظتی متفاوتی ازجمله تجمع تنظیم‌کننده‌های اسمزی مانند پرولین و قندهای محلول و سیستم آنتی‌اکسیدانی که شامل ترکیب‌های آنزیمی (سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز و گلوتاتیون ردوکتاز) و غیر آنزیمی (اسید آسکوربیک، کاروتنوئیدها، آنتوسیانین، ترکیبات فنلی و گلوتاتیون)، معمولاً سطوح گونه‌های اکسیژن فعال را در یاخته در حد متعادل نگه می‌دارند و به این شیوه از تنش اکسیداتیو را کاهش می دهند (Chen *et al*., 2018). در پژوهشی، اثر کم‌آبیاری در سطوح ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی روی شب‌بو نشان داد که با افزایش تنش خشکی ارتفاع بوته، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، محتوای نسبی آب و میزان کلروفیل کل برگ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. همچنین فعالیت آنزیم کاتالاز، میزان آنتوسیانین، ترکیبات فنولی و میزان پرولین به دلیل تنش خشکی افزایش قابل‌توجهی نشان داد (Jafari *et al*., 2019).

یکی از راهکارهای مؤثر برای مقابله با شرایط کم‌آبی و کاهش اثرهای سوء تنش خشکی بر رشد و نمو گیاهان، افزودن برخی مواد مانند مواد ابرجاذب برای افزایش نگهداری و جذب آب در خاک است. این مواد ذخیره کننده آب وقتی در داخل خاک قرار می‌گیرند، آب آبیاری را بلافاصله جذب نموده و از فرو نشت آن جلوگیری می‌نمایند. پس از خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به آهستگی تخلیه شده و بدین ترتیب خاک به مدت طولانی و بدون نیاز به آبیاری دوباره، مرطوب می‌ماند. بنابراین، این مواد با کاهش دور آبیاری و کاهش مقدار آب مصرفی، کارایی آب مصرفی را افزایش می‌دهند. این ترکیبات پیامدهای سمی نداشته و بدون اینکه برای محیط‌زیست، محصولات، خاک و آب‌های زیرزمینی خطری داشته باشند، به مواد آلی خاک پیوسته و می‌توانند چندین سال در خاک دوام داشته باشند (Liao *et al*., 2018). یافته‌های پیشین پژوهشی بیانگر این است که استفاده از ابرجاذب در گل ژربرا سبب کاهش مصرف آب، بهبود ویژگی‌های خاک مانند، افزایش ظرفیت نگه‌داشت آب شده و همچنین یک فضای مناسب برای رشد بهتر ریشه‌ها در خاک فراهم کرد و سرانجام باعث

۱- Reactive Oxygen Species

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

افزایش طول و قطر ساقه گل، تعداد برگ، طول و عرض برگ، عمر گلجایی گل‌ها و بهبود برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی شد (Verma *et al*., 2019).

ازآنجا که گیاهان به‌طور متناوب در معرض تنش‌های مختلف محیطی مانند تنش خشکی قرار می‌گیرند، در چنین شرایطی، عدم تغذیه کافی با عناصر غذایی، اثر تنش خشکی را تشدید و پیچیده‌تر کرده و می‌تواند در صورت تنش شدید، گیاه را نیز تحت تأثیر قرار دهد. یکی از راهکارهای کاهش پیامدهای زیان‌بار تنش خشکی، استفاده از روش‌های درست تغذیه معدنی است که نقش فراوانی در مقاومت به تنش و افزایش عملکرد دارد. در همین راستا نقش برخی عناصر مانند سیلیسیم (Si) موردتوجه برخی متخصصین تغذیه گیاهی قرارگرفته است. سیلیسیم ازجمله ترکیب‌هایی است که سبب کاهش زیان‌های ناشی از خشکی می‌شود. باوجود فراوانی این عنصر در خاک، اغلب سیلیسیم به‌صورت نامحلول دی‌اکسید سیلیسیم (SiO_2) بوده و برای گیاهان قابل جذب نیست. فرم قابل‌جذب سیلیسیم برای گیاهان به‌صورت اسید سیلیسیک (H_4SiO_4)یا اسید مونوسیلیسیک $Si(OH)_4$ محلول است. گیاهان سیلیسیم موجود در خاک را به فرم‌های قابل دسترس گیاه[1] مانند اسید سیلیسیک یا اسید مونوسیلیسیک [$Si(OH)_4$ یا H_4SiO_4] توسط ریشه خود جذب می‌کنند. سیلیسیم توانایی آن را دارد که گیاهان را در برابر اثرات مضر تنش‌های زیستی و غیر زیستی حفظ کند (Verma *et al*., 2019). در پژوهشی روی نرگس شیراز، بررسی اثر سیلیسیم (سیلیکات پتاسیم) به‌صورت افشانش برگساره‌ای و همچنین اضافه کردن به خاک با غلظت‌های صفر، ۵ و ۷/۵ میلی‌مولار نشان داد که کاربرد سیلیسیم باعث بهبود وزن تر گل، قطر و طول ساقه گل دهنده، زمان گلدهی، ویژگی های ریشه، سطح برگ، اندازه و تعداد سوخ[2] نسبت به شاهد شد. همچنین با افزایش سطح سیلیسیم، رنگدانه‌های فتوسنتزی مانند کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (El-Kinany and Nassar, 2019).

در بررسی اثر سیلیسیم بر خصوصیات گلدهی، مورفولوژیک، آناتومی برگ و ویژگی‌های شیمیایی گیاه مریم[3] در شرایط تنش خشکی، دیده شد که با افزایش شدت تنش خشکی، زمان لازم (روز) برای جوانه زدن و زمان مورد نیاز تا مرحله گلدهی افزایش یافت. همچنین وزن تر و خشک سوخ، وزن تر گل، طول و قطر ساقه گل با کاربرد سیلیسیم در شرایط تنش خشکی نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد. مقدار کلروفیل، محتوای پروتئین کل و مقدار کربوهیدرات کل با افزایش تنش خشکی در گیاهان بدون تیمار با سیلیسیم کاهش یافت. همچنین محتوای پرولین در تنش خشکی بدون تیمار سیلیسیم افزایش یافت. با افزایش سطح تنش خشکی شاخص‌های اندازه‌گیری شده بافت برگ کاهش چشمگیری نشان داد و کاربرد سیلیسیم میانگین تعداد روزنه‌ها را افزایش داد (Shanan and El-Sadek, 2017). ایران یکی از منابع مهم ژنتیکی گونه‌ی *N. tazetta* L.است و گیاه نرگس یکی از محصول‌های مهم اقتصادی ایران به شمار می‌رود (Zargari, 2011). از سوی دیگر، بحران خشکسالی از چالش های جدی بخش تولید در کشاورزی است. بنابر این، آگاهی از میزان تحمل این گیاه به تنش خشکی و همچنین درک کامل و دقیق واکنش‌های فیزیولوژیکی گیاهان در برابر تنش‌های محیطی، برای اعمال روش‌های جدید در مدیریت تنش خشکی برای تولید بهینه محصول امری لازم و ضروری است. با توجه به اثرهای مفید کاربرد پلیمرهای ابرجاذب در خاک و محلول‌پاشی سیلیسیم، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر پلیمر ابرجاذب و سیلیسیم در بهبود مقاومت به تنش خشکی و برخی صفات ریخت‌شناسی، فیزیولوژیک و عمر گلجایی گل نرگس شهلا انجام شد.

مواد و روش‌ها

مادههای گیاهی و محل انجام پژوهش

این آزمایش از آبان ماه تا دی ماه ۱۳۹۹ به مدت ۹۰ روز در گلخانه پژوهشی شرکت دانش‌بنیان کشت و فرآوری گیاهان دارویی سینا، واقع در استان ایلام، شهرستان دره شهر انجام شد. در این تحقیق سوخ‌های نرگس شهلا با میانگین قطر چهار سانتی‌متر و طول پنج سانتی‌متر از شرکت تعاونی کشاورزی نرگس کاران واقع در شهرستان دره شهر، استان ایلام تهیه شدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایهٔ کاملاً تصادفی با سه عامل و سه تکرار و برای هر تکرار سه گلدان و در مجموع ۲۴۳ گلدان در نظر گرفته شد. عامل اول سیلیکات پتاسیم (Sigma-K_2O_3Si) در سه سطح شامل: صفر (تیمار

۱- Plant Available Form ۲- Bulb ۳- *Polianthes tuberosa* L.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

شاهد)، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار و به‌صورت افشانش هفتگی برگساره (یک هفته بعد از ظهور برگ‌ها) در ۵ نوبت انجام شد. عامل دوم رژیم آبیاری شامل سه سطح ۱۰۰ (شاهد)، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی (بعد از کشت سوخ‌ها تا زمان گلدهی) و عامل سوم شامل کاربرد پلیمر ابرجاذب A200 (شرکت الساپا) در سه سطح شامل: صفر (تیمار شاهد)، ۴ و ۶ گرم در کیلوگرم خاک بود. تمامی گلدان‌ها یک‌بار به‌طور کامل تا رسیدن به ظرفیت زراعی آبیاری شدند. سپس برای اعمال تیمار خشکی، با توزین روزانه گلدان‌ها و اضافه نمودن آب مصرفی با توجه به میزان کاهش آب نسبت به مقدار رطوبت مورد نظر آبیاری انجام شد. برای حذف اثر وزن رشد گیاه، تکرارهای اضافی از هر تیمار، در نظر گرفته شد. برای تعیین ظرفیت زراعی بستر کشت، نمونه خاک خشک به اندازه یک گلدان با وزن مشخص با ظرفیت حدود یک کیلوگرم از خاک پر شد. آب به‌صورت تدریجی به خاک گلدان اضافه شد تا به حالت اشباع رسید. ته گلدان دارای زهکش بود و آب ثقلی از آن خارج شد، برای جلوگیری از تبخیر سطح گلدان با فویل آلومینیمی پوشیده شد. سپس گلدان هر ۶ ساعت وزن شد. با ثابت شدن وزن، آن نقطه رطوبتی به عنوان ظرفیت زراعی در نظر گرفته شد. یک نمونه خاک برداشت شد و پس از وزن کردن، در آون کاملا خشک شد و مجدداً وزن آن ثبت گردید. اختلاف وزن خاک خشک و خاک مرطوب در نقطه ظرفیت زراعی به‌عنوان مقدار آب برای رسیدن خاک مزرعه به ظرفیت زراعی در مقدار خاک مشخص ثبت و مقدار ۷۵ و ۵۰ درصد از آن به‌عنوان سطوح کم‌آبیاری در نظر گرفته شد. برای پایش رطوبت خاک گلدان از روش وزن کردن استفاده شد (Miller and Donahue, 1990). پیش از کاشت، نمونه‌گیری از مخلوط خاکی برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان بررسی شد (جدول ۱).

جدول ۱ – نتایج واکاوی فیزیکی- شیمیایی مخلوط خاک به‌کار رفته در آزمایش.

Table 1- Results of physico-chemical analysis of soil mixture used in the experiment.

نیتروژن Nitrogen (%)	فسفر phosphorus (ppm)	پتاسیم Potassium (ppm)	سدیم Sodium (ppm)	هدایت الکتریکی EC ($dS\ m^{-1}$)	اسیدیته pH	بافت خاک Soil Texture	تخلخل خاک Soil porosity (%)	PWP (درصد جرمی)	FC (درصد جرمی)
0.07	37.4	251.6	0.11	2.5	6.32	لومی شنی Sandy loam	56.31	14.6	27.4

پیش از کشت، پوست خشک بیرونی (تونیک) سوخ‌های نرگس حذف و وزن آن‌ها ثبت شد. سپس سوخ‌ها با محلول قارچ‌کش بنومیل با غلظت دو در هزار (دو گرم پودر قارچ‌کش در یک لیتر آب) به مدت ۳۰ ثانیه گندزدایی شدند. پس از گندزدایی، کشت سوخ‌ها در گلدان‌های پلاستیکی ۴ لیتری (قطر دهانه گلدان ۱۹ سانتی‌متر و ارتفاع گلدان ۱۹ سانتی‌متر)، به‌صورت یک پیاز در هر گلدان انجام شد. خاک گلدان مخلوطی از خاک باغچه، ماسه و کود دامی کاملاً پوسیده به نسبت ۱:۱:۲ بود، تیمار پلیمر ابرجاذب به صورت ۴ و ۶ گرم در کیلوگرم خاک در آن‌ها اعمال شد. گیاهان در طول دوره آزمایش تغذیه‌ی دیگری نداشتند. میانگین دمای گلخانه در طول دوره رشد سوخ‌ها به ترتیب در روز و شب ۲±۲۳ و ۲±۱۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی در محدوده ۶۰-۵۵ درصد و مدت زمان روشنایی ۱۱ ساعت (هفت صبح تا شش بعد ازظهر) با شدت نوری برابر ۱۰۰۰ میکرو مول بر مترمربع بر ثانیه بود. ویژگی‌های اندازه‌گیری شده بعد از برداشت گل شامل:

روز تا گلدهی

روز تا گلدهی گیاهان در این پژوهش از فاصله کاشت سوخ‌ها تا شکوفایی گل برحسب روز ثبت شد.

طول ساقه گل دهنده

این شاخص در تیمارهای مختلف در مرحله باز شدن گل از نوک پیاز تا زیر دمگل با استفاده از خط کش و برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

سطح برگ

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

جهت اندازه‌گیری سطح برگ، تمام برگ‌های هر تیمار با استفاده از دستگاه سطح سنج برگ[1] مدل (G.C.L BUBBLE THECH TANKS) ساخت انگلستان برحسب میلی‌متر مربع اندازه‌گیری شد.

عمر گلجایی

بدین منظور گل‌ها بعد از انتقال به آزمایشگاه، در زیر جریان آب به‌صورت مورب برش داده شد، سپس شاخه‌های هر تیمار داخل ارلن‌های حاوی ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر همراه با ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر محلول هیدروکسی کوئینولین‌سولفات در شرایط کنترل‌شده در دمای ۱±۲۳ درجه سلسیوس و شرایط نور سفید فلوروسنت با طول دوره نوری ۱۲ ساعت نگهداری شدند. عمر گلجایی از روز اول قرارگیری در محلول نگهداری تا هنگامی که ارزش زینتی خود را از دست دادند، با توجه به تغییر رنگ، پلاسیدگی گلبرگ‌ها و پژمردگی گل‌ها ارزیابی شد و برحسب روز محاسبه شد (Jokar and Hassanpour Asil, 2021).

درصد وزن تر نسبی گل

برای اندازه‌گیری وزن تر نسبی گل، وزن گل در روز اول پس از برداشت به‌منزله وزن تر پایه (روز صفر) در نظر گرفته شد. پس از آن تغییرها در روزهای بعد نسبت به این وزن سنجیده شد. به کمک ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم ساقه‌های گل در روزهای صفر، سوم، پنجم، هفتم و نهم پس از برداشت توزین گردید و وزن تر نسبی گل بر حسب درصد (رابطه ۱) محاسبه شد (Jokar and Hassanpour Asil, 2021).

(رابطه ۱): $\text{وزن تر نسبی} = (W_t / W_{t=0})\times 100$

که در آن W_t، وزن ساقه (g) در روزهای ۳، ۵، ۷، ۹ و $W_{t=0}$، وزن همان ساقه (g) در روز صفر است.

شاخص پایداری غشای یاخته‌ای[2]

ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر در فالکون ریخته شد و سپس یک گرم گلبرگ به آن اضافه گردید، نمونه‌ها در بن ماری در دمای ۳۰ درجه سلسیوس به مدت یک ساعت قرار گرفت و پس از خروج نمونه‌ها از بن ماری مقدار هدایت الکتریکی (EC_1) توسط دستگاه EC متر خوانده شد. سپس آن‌ها را داخل اتوکلاو با دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس و فشار ۱/۲ اتمسفر به مدت ۲۰ دقیقه قرار داده و دوباره مقدار هدایت الکتریکی (EC_2) خوانده شد. درنهایت شاخص پایداری غشای یاخته‌ای برحسب درصد (رابطه ۲) محاسبه شد (Shanan and El-Sadek, 2017).

(رابطه ۲): $\text{شاخص پایداری غشای یاخته‌ای (\%)} = [1-(EC_1/EC_2)]\times 100$

که در این رابطه EC_1 و EC_2 به ترتیب هدایت الکتریکی در دماهای ۳۰ و ۱۲۰ درجه سلسیوس است.

اندازه‌گیری مقدار کلروفیل کل

برای اندازه گیری مقدار کلروفیل یک گرم بافت برگ با کمک نیتروژن مایع در داخل هاون آسیاب شد و با ۵ میلی‌لیتر استن ۸۰ درصد مخلوط و همگن شد. محلول حاصل توسط کاغذ صافی واتمن شماره ۱ صاف‌شده و حجم محلول با استن به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس شدت جذب آن در طول‌موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (PG Instrument-Ltd T80 + UV/VIS spectrometer) خوانده شد. غلظت رنگیزه‌های کلروفیل a، b و کلروفیل کل با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد (Lichtenthder 1987).

Chl.a = 12.25 A663- 2.79A645
Chl.b = 21.51 A645- 5.1 A663
Chl.Toral = chl.a+chl.b

قندهای محلول کل

برای تعیین قند محلول کل ابتدا ۰/۵ گرم نمونه برگ را پس از برداشت گل‌ها در هاون چینی له کرده و مقدار ۵ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. فاز رویی جدا شد و دوباره با اضافه کردن ۵ سی‌سی اتانول ۷۰ درصد کاملا له کرده به محتویات لوله آزمایش اضافه شد. سپس در دستگاه سانتریفیوژ به مدت ۱۵ دقیقه در دور ۱۵۰۰ ناخالصی‌های آن به طور دقیق جدا گردید. عصاره حاصل برای

۱- Leaf Area Mater
۲- Cell membrane stability index

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

اندازه‌گیری قند مورد استفاده قرار گرفت. ۰/۲ میلی‌لیتر از عصاره تهیه شده یا استانداردها را برداشته و به آن ۳ میلی‌لیتر معرف آنترون (۱۵۰ میلی‌گرم آنترون در ۱۰۰ میلی‌لیتر سولفوریک اسید ۱۳ مولار) اضافه نموده و به مدت ۲۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از سرد شدن نمونه‌ها میزان جذب هر یک از آن‌ها در طول‌موج ۶۳۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Hedge and Hofreiter, 1962).

سنجش فعالیت کاتالاز

برای تهیه محلول عصاره‌گیری ۲۶/۸ میلی‌لیتر کلریدریک اسید ۰/۲ نرمال، ۰/۱ گرم سیستئین کلرید، ۱۷/۲ گرم ساکارز، ۰/۱ گرم اسکوربیک اسید و ۱/۲ گرم تریس مخلوط و حجم آن با آب مقطر به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد (اسیدیته ۷/۵). جهت استخراج عصاره آنزیمی یک گرم نمونه برگی در ۵ میلی‌لیتر محلول عصاره‌گیری داخل هاون آسیاب شد و به مدت ۳۰ دقیقه با ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتیگراد سانتریفیوژ و محلول رویی در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شد. برای سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز ۲/۵ میلی‌لیتر تامپون فسفات با اسیدیته ۷ (تهیه بافر فسفات ۵۰ مولار با pH برابر ۷ با نمک اسیدی پتاسیم دی هیدروژن فسفات (KH_2PO_4) و نمک بازی پتاسیم مونو هیدروژن فسفات (K_2HPO_4) به همراه PVPP و EDTA انجام شد) و ۰/۳ میلی‌لیتر آب اکسیژنه ۳ درصد ساخته شد. سپس ۰/۲ میلی‌لیتر از محلول عصاره‌گیری شده به مخلوط فوق اضافه شد. با افزودن آب‌اکسیژنه به مخلوط واکنش، واکنش شروع و کاهش در جذب آب‌اکسیژنه در مدت ۳۰ ثانیه در طول‌موج ۲۴۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. میزان فعالیت آنزیم با استفاده از ضریب خاموشی ۴۰ Mm Cm-1 با استفاده از (رابطه ۳) بر اساس سرعت مصرف هیدروژن پراکسید در دقیقه محاسبه گردید (Dhindsa *et al*., 1981).

(رابطه ۳): $A=\varepsilon bc$

A: معادل جذب خوانده شده، ε :ضریب خاموشی، c: غلظت H_2O_2 و b: عرض کووت (یک سانتی‌متر) است.

سنجش مقدار پرولین

مقدار پرولین با استفاده از روش رنگ سنجی اندازه‌گیری شد. برای این منظور ۰/۱ گرم بافت تازه برگی برداشت و با نیتروژن مایع در داخل هاون آسیاب گردید و به آن ۱/۵ میلی‌لیتر سولفوسالیسیلیک اسید ۳ درصد اضافه گردید. این مخلوط در ۱۲۰۰۰ دور بر دقیقه برای مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس به ۱ میلی‌لیتر از عصاره رویی ۱ میلی‌لیتر از معرف نین هیدرین (حاوی ۱/۲۵ گرم نین هیدرین در ۳۰ میلی‌لیتر استیک اسید و ۲۰ میلی‌لیتر فسفریک اسید ۶ مولار (۱۱/۸ آب مقطر + ۸/۲ اسید فسفریک) و ۱ میلی‌لیتر استیک اسید اضافه گردید و به مدت ۱ ساعت در حمام آب گرم ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. واکنش با گذاشتن داخل یخ متوقف شد. سپس ۲ میلی‌لیتر تولوئن به مخلوط اضافه گردید و به مدت ۲۰-۱۵ ثانیه ورتکس شد. در انتها میزان جذب نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد. در نهایت مقدار پرولین با استفاده از (رابطه ۴) محاسبه گردید (Bates et ., 1973).

(رابطه ۴): $$P = \frac{(N\times T)/115)/5}{M/5}$$

در این رابطه، P: مقدار پرولین (میکرومول بر گرم وزن تر)، N: عدد خوانده شده توسط اسپکتروفتومتر (میکروگرم بر لیتر)، T: مقدار تولوئن مصرفی (میلی‌لیتر) و M: وزن نمونه (گرم) است.

واکاوی آماری داده‌ها

تجزیه واریانس داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS (۹.۱) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

روز تا گلدهی

مقایسه میانگین سطوح مختلف آبیاری نشان داد، کمترین زمان تا گلدهی (۷۶/۵۶ روز) مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه و بیشترین روز تا گلدهی مربوط به تیمار رژیم آبیاری ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه با میانگین ۸۷/۴۶ روز بود

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

(جدول ۲). به‌عبارت دیگر، تیمار ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه باعث تأخیر در گلدهی نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه به میزان ۱۰/۹ روز شد. نتایج مقایسه میانگین‌های سطوح مختلف ابرجاذب و سیلیکات پتاسیم نشان داد که تیمار ۶ گرم در کیلوگرم در خاک ابرجاذب با میانگین ۶۳/۴۶ روز توانست زمان تا گلدهی را نسبت به تیمار عدم استفاده از ابرجاذب، به‌طور معنی‌داری و در حدود ۱۴/۲ روز تسریع کند. همچنین، تیمار ۱ میلی‌مولار سیلیکات پتاسیم نیز توانست زمان گلدهی را به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد در حدود ۱۱/۲ روز تسریع کند (جدول ۲). تأخیر در گلدهی به علت تنش‌های چندگانه (عدم تعادل اسمزی، کمبود مواد غذایی و سمیت یاخته‌ای) است، که در اثر تنش خشکی اتفاق می‌افتد. تنش خشکی یک عامل محدودکننده در مرحله اولیه رشد گیاه و استقرار آن می‌باشد. تنش خشکی به‌دلیل تنش طولانی اعمال‌شده از زمان کاشت تا زمان گلدهی سبب بروز شرایط نامساعد محیطی مانند نبود رطوبت مورد نیاز برای رشد و توسعه طبیعی گیاه شده و باعث اثرات نامطلوبی بر رشد و عملکرد گیاه، کندی رشد و تأخیر در گلدهی می‌شود (Shanan and El-Sadek, 2017). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که تنش خشکی زمان مورد نیاز تا گلدهی در گل مریم را افزایش داد که نتایج پژوهش حاضر با آن همسو است (Shanan and El-Sadek, 2017). تنش خشکی به‌طور چشمگیری ویژگی‌های رشد مانند نسبت ریشه به شاخساره، سطح برگ و همچنین غلظت کلروفیل و سرعت فتوسنتز را کاهش می‌دهد. کاربرد سیلیسیم تأثیر تنش خشکی در این پارامترها را کاهش داده و تحمل به خشکی را با تنظیم بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی مهم در گیاهان، افزایش می‌دهد (Savvas and Ntatsi., 2015). در آزمایشی، تیمار سیلیسیم زمان مورد نیاز تا گلدهی را در گل نرگس کاهش داد که نتایج بررسی حاضر با آن همسو است (El-Kinany and Nassar, 2019). ابرجاذب به‌صورت مخازن ذخیره‌کننده آب وقتی در داخل خاک قرار می‌گیرد، آب آبیاری را به خود جذب نموده و از فرونشت آن جلوگیری می‌نماید و پس از خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به‌تدریج تخلیه‌شده و بدین ترتیب خاک به مدت طولانی و بدون نیاز به آبیاری دوباره، مرطوب می‌ماند و زمینه را برای رشد بیشتر گیاه فراهم می‌کند و درنهایت باعث زود گلدهی می‌شود (Milani *et al*., 2019).

طول ساقه گل‌دهنده

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین طول ساقه گل‌دهنده در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه با میانگین ۲۶/۱۵ سانتی‌متر و کوتاه‌ترین طول ساقه گل‌دهنده به ترتیب مربوط به تیمار آبیاری۵۰ درصد ظرفیت مزرعه با میانگین ۱۹/۱۴ سانتی‌متر و ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه با میانگین ۲۲/۱۸ سانتی‌متر بود. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها در تیمار ابرجاذب و سیلیکات پتاسیم نشان داد که بیشترین طول ساقه گل‌دهنده مربوط به تیمار ۶ گرم ابرجاذب در کیلوگرم خاک با میانگین ۳۳/۲۶ سانتی‌متر و تیمار ۱ میلی‌مولار سیلیکات پتاسیم با میانگین ۳۰/۲۴ سانتی‌متر بود (جدول ۲). طول ساقه یکی از معیارهای مهم و اصلی برای ارزیابی کیفیت گل بریدنی است. رشد ساقه گل‌دهنده به‌شدت به شرایط محیط رشد وابسته است. از آنجا که پدیده رشد حاصل فعالیت‌های حیاتی در شرایطی است که گیاه باید آب کافی در اختیار داشته باشد، در صورت عدم تأمین آب مورد نیاز، به‌دلیل کاهش فشار تورژسانس یاخته‌های در حال رشد کم می‌شود. تنش خشکی باعث کاهش تقسیم یاخته‌ای و طویل شدن یاخته‌ها می‌گردد و از این طریق سبب کوتاه شدن طول ساقه گل‌دهنده می‌شود (Milani *et al*., 2019). در آزمایشی تیمار تنش خشکی باعث کاهش طول ساقه گل‌دهنده در گل مریم شد که تحقیق حاضر با نتیجه این بررسی همسو است (Shanan and El-Sadek, 2017). بیشتر بودن طول ساقه گل‌دهنده در گیاهان تیمار شده با سیلیکات پتاسیم نسبت به عدم استفاده از سیلیکات پتاسیم، می‌تواند به نقش پتاسیم در بزرگ شدن و طویل شدن یاخته‌ها به‌عنوان بخشی از فرایند رشد یاخته‌ای مربوط باشد. همچنین، رابطه تنگاتنگی بین پتاسیم درون گیاه و رشد بافت‌های مریستمی وجود دارد که این امر رشد یاخته‌ها را به دنبال دارد و باعث افزایش طول ساقه گل‌دهنده می‌شود (Shanan and El-Sadek, 2017). نتایج پژوهشی نشان داد که سیلیسیم سبب افزایش طول ساقه گل‌دهنده در گل نرگس شده است که نتیجه‌های حاضر با این پژوهش همسو می‌باشد (El-Kinany and Nassar, 2019). پلیمر ابرجاذب با در اختیار گذاشتن تدریجی آب برای گیاه در موقع نیاز و جلوگیری از وقوع نوسانات رطوبتی از بروز تنش کم‌آبی در گیاه جلوگیری کرده و زمینه را برای رشد بهتر گیاه مهیا می‌کند (Milani *et al*., 2019). نتایج بررسی کاربرد پلیمر ابرجاذب

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

باعث افزایش طول ساقه گل‌دهنده در ژربرا شد که نتایج حاضر با نتیجه این بررسی در یک راستا می‌باشد (Verma *et al*., 2019).

سطح برگ

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین سطح برگ مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه با میانگین ۱۶/۰۰۷۳ سانتی‌متر مربع و کمترین سطح برگ مربوط به تیمار ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه با میانگین ۱۰/۰۰۸۳ سانتی‌متر مربع بود. نتایج مقایسه میانگین در تیمار ابرجاذب نشان داد که بیشترین سطح برگ در تیمار ۶ گرم ابرجاذب در کیلوگرم خاک با میانگین ۲۷/۰۰۸۳ سانتی‌متر مربع و کمترین سطح برگ مربوط به تیمار عدم استفاده از ابرجاذب با میانگین ۱۶/۱۰۸۲ سانتی‌متر مربع بود. همچنین بیشترین سطح برگ در تیمار سیلیکات پتاسیم به ترتیب مربوط به تیمار ۱ میلی‌مولار سیلیکات پتاسیم با میانگین ۲۷/۰۰۶۳ سانتی‌متر مربع و ۰/۵ میلی‌مولار سیلیکات پتاسیم با میانگین ۲۲/۰۰۱۷ سانتی‌متر مربع بود (جدول ۲). سطح برگ تعیین‌کننده سطح فتوسنتز برای رشد گیاه است و هر چه اندازه بزرگ‌تر باشد فتوسنتز افزایش می‌یابد و درنهایت موجب رشد بهتر گیاه و بهبود پارامترهای رشدی می‌شود، در شرایط کم‌آبی سطح برگ جهت جلوگیری از هدر رفت آب از طریق مکانیسم اجتناب کاهش می‌یابد (Abobatta, 2019).

بررسی نتایج گزارشی نشان داد که تیمار تنش خشکی سبب کاهش سطح برگ گل مریم می‌شود که پژوهش حاضر با آن همخوانی دارد (Shanan and El-Sadek, 2017). سیلیسیم با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو و افزایش مقدار کلروفیل برگ، باعث افزایش فتوسنتز می‌شود. انباشت مواد حاصل از فتوسنتز در گیاه، تقسیم و رشد یاخته‌های گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و باعث بهبود ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک می‌شود و سرانجام منجر به افزایش اندام‌های رویشی مانند سطح برگ می‌شود (Savvas and Ntatsi, 2015). در آزمایشی، محلول پاشی سیلیسیم روی گل نرگس سبب افزایش معنی‌دار سطح برگ شد که نتیجه تحقیق حاضر با آن همخوانی دارد (El-Kinany and Nassar, 2019). نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد پلیمر ابرجاذب نسبت به عدم استفاده از آن تأثیر مثبت و معنی‌داری بر سطح برگ دارد. این اثر مثبت به احتمال ناشی از جذب مقادیر قابل‌ملاحظه آب در ساختمان پلیمر و متعاقب آن آزاد شدن آب جذب‌شده در خاک اطراف ریشه گیاه در هنگام تنش خشکی و حذف تنش‌های رطوبتی است، به‌طوری‌که گیاه به نحو بهتری به رشد خود ادامه داده و عملکرد مطلوب به دست می‌آید (Milani *et al*., 2019). نتایج پژوهشی نشان داده که، کاربرد پلیمر ابرجاذب باعث افزایش سطح برگ در ژربرا می‌شود که نتایج آزمایش ما با آن همسو است (Verma *et al*., 2019).

کلروفیل کل

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل کل در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه با میانگین ۰/۱۵۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ و کمترین مقدار کلروفیل کل متعلق به تیمار آبیاری۵۰ درصد ظرفیت مزرعه با میانگین ۰/۱۴۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ بود. مقایسه میانگین داده‌ها در تیمار ابرجاذب و سیلیکات پتاسیم نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل کل در تیمار ۶ گرم ابرجاذب در کیلوگرم خاک با میانگین ۰/۱۸۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ و در تیمار ۱ میلی‌مولار سیلیکات پتاسیم با میانگین ۰/۱۸۰ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ بود (جدول ۲). محتوای کلروفیل در گیاهان یکی از فاکتورهای مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی است. از صدمات اکسیداتیو مهمی که در شرایط کم‌آبیاری ایجاد می‌شود، تخریب مولکول کلروفیل است. به نظر می‌رسد که کاهش محتوای کلروفیل در اثر تنش خشکی به علت افزایش تولید رادیکال‌های فعال اکسیژن باشد که این رادیکال‌های آزاد باعث اکسایش و درنتیجه تجزیه این رنگیزه می‌گردد (Shanan and El-Sadek, 2017). در آزمایشی تیمار کم‌آبیاری مقدار کلروفیل گل شب‌بو را به‌طور معنی‌داری کاهش داد که نتیجه‌های ما با این نتیجه همسو می‌باشد (Jafari *et al*., 2019). با توجه به اینکه بیشترین کلروفیل برگ در کلروپلاست‌ها قرار دارد، سیلیسیم با حفظ یکپارچگی کلروپلاست‌ها، به ویژه گراناها باعث حفظ کلروفیل در این اندامک‌ها می‌شود. سیلیسیم باعث افزایش تأمین مواد غذایی و تعادل عناصر ماکرو و میکرو در یاخته می‌شود. بنابراین، باعث افزایش مقدار نیتروژن، منیزیم و آهن می‌گردد. منیزیم و نیتروژن در ساختار کلروفیل شرکت می‌کنند و آهن نیز یک عنصر ضروری

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

برای تشکیل کلروفیل است. آلفا آمینولوولینات[1] پیش ماده کلروفیل است. به احتمال سیلیسیم با افزایش این ماده باعث افزایش کلروفیل می‌شود (Savvas and Ntatsi, 2015). نتایج تحقیقاتی نشان داد استفاده از سیلیکات پتاسیم در گل نرگس باعث افزایش محتوای کلروفیل برگ می‌شود (El-Kinany and Nassar, 2019). کاربرد ابرجاذب با توانایی نگهداشت بالای آب می‌تواند اثرات تنش کم‌آبی را کاهش دهد. ابرجاذب به‌عنوان یک ماده جذب‌کننده آب و سایر محلول‌ها عمل می‌کند، به‌طوری‌که در جلوگیری از شستشوی عناصر غذایی از اطراف ریشه گیاه اثر مثبت داشته و باعث افزایش محتوای کلروفیل برگ می‌شود (Miller and Donahue, 1990). در گزارشی اثر ابرجاذب در فواصل آبیاری ۳، ۶ و ۹ روز بر جعفری گل‌درشت سبب افزایش محتوای کلروفیل شد که تایید کننده نتیجه این پژوهش است (Al-Obaidy *et al*., 2019).

عمر گلجایی

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با کاهش مصرف آب، عمر گلجایی کوتاه تر شد. به‌طوری‌که بیشترین عمر گلجایی گل مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه با طول عمر ۹/۱۱ روز و کمترین طول عمر گلجایی در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه مشاهده گردید. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که عمر گلجایی در تیمار ۶ گرم ابرجاذب در کیلوگرم خاک با میانگین ۱۳/۲۵ روز اختلاف معنی‌داری با شاهد با میانگین ۸/۲۵ روز داشت. همچنین تیمار ۱ میلی‌مولار سیلیکات پتاسیم با میانگین ۱۰/۵۵ روز اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد با میانگین ۸/۱۱ روز داشت و توانست عمر گلجایی گل را افزایش دهد (جدول ۲). قندها منبع اصلی تغذیه گل‌ها و منبع انرژی برای فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پس از جدا شدن از گیاه مادری هستند. کمبود کربوهیدرات‌ها، یکی از علل کاهش کیفیت پس از برداشت گل‌های بریدنی است. افزایش عمر گلجایی گل‌های بریدنی می‌تواند به‌علت افزایش سطح کربوهیدرات باشد. سیلیسیم با افزایش کلروفیل، فعالیت آنزیم روبیسکو و سطح برگ باعث افزایش فتوسنتز می‌شود. درنتیجه، افزایش مقدار کربوهیدرات و ذخایر فتوسنتزی سبب افزایش عمر گلجایی گل‌ها می‌گردد (Savvas and Ntatsi, 2015). افزایش تولید ماده خشک تابع آب قابل جذب در محیط ریشه و در نتیجه انتقال عناصر غذایی لازم از ریشه به برگ‌ها و سرانجام انجام فتوسنتز در شرایط بهینه است. پلیمر ابرجاذب با افزایش ظرفیت نگهداشت آب در خاک، یک فضای مناسب برای رشد بهتر ریشه‌ها در خاک فراهم کرده و با افزایش حرکت آب و مواد غذایی به‌طرف یاخته‌ها، زمینه را برای رشد بیشتر آن‌ها فراهم می‌کند و گیاه به نحو بهتری به رشد خود ادامه داده و درنهایت باعث افزایش عمر گلجایی گل‌ها می‌شود (Miller and Donahue, 1990). نتایج مطالعه حاضر با نتایج آزمایشی در گل ژربرا در مؤثر دانستن نقش ابرجاذب در افزایش عمر گلجایی مطابقت دارد (Verma *et al*., 2019).

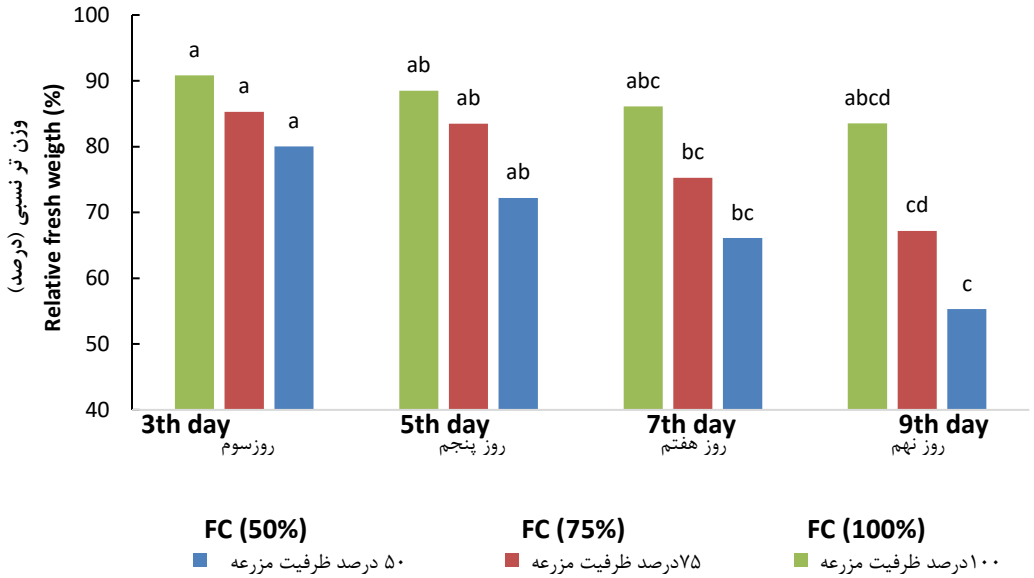
درصد وزن تر نسبی گل

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین کاهش درصد وزن تر نسبی روز نهم نسبت به روز سوم مربوط به تیمار ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه به مقدار ۲۴/۷۵ درصد بود و کمترین کاهش درصد وزن تر نسبی روز نهم نسبت به روز سوم مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه به مقدار ۷/۲۴ درصد بود (شکل ۱). همچنین نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با کاربرد ۴ و ۶ گرم ابرجاذب در کیلوگرم خاک، همچنین ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار سیلیکات پتاسیم در شرایط ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه، شیب کاهش وزن تر نسبی معنی‌داری در روز نهم نسبت به روز سوم مشاهده نشد (جدول ۳). یکی از عوامل مهم در تعیین کیفیت گل‌ها، وزن تازه آن‌ها است. وجود موادی مانند کربوهیدرات‌ها با نفوذ آب و توسعه یاخته‌ها رابطه مستقیمی دارد. با افزایش کربوهیدرات‌های داخل یاخته، پتاسیل اسمزی داخل یاخته منفی‌تر شده و سبب جذب بیشتر آب به داخل یاخته می‌گردد. با افزایش بیشتر نفوذ آب، آماس یاخته‌ها و شادابی گلبرگ‌ها افزایش خواهد یافت و در نتیجه باعث افزایش وزن تر نسبی گل‌ها می‌شود. تنش خشکی به‌طور چشمگیری غلظت کلروفیل و سرعت فتوسنتز را کاهش می‌دهد، کاربرد سیلیسیم تأثیر تنش خشکی را کاهش داده و با مقاومت به خشکی از طریق تنظیم بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی مهم در گیاهان مقدار کربوهیدرات و ذخایر فتوسنتزی را افزایش می‌دهد (Savvas and Ntatsi, 2015). پلیمر ابرجاذب با افزایش ظرفیت نگه‌داشتن آب در خاک می‌تواند اثرات مخرب تنش کم‌آبی را کاهش دهد و با تأمین آب مورد نیاز جهت انجام فرآیندهای فیزیولوژیکی از جمله فتوسنتز، سبب افزایش سطح کربوهیدرات

۱- α-aminolevulinate

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

شود (Savvas and Ntatsi, 2015). نتایج بررسی اثر سیلیسیم بر ویژگی‌های گیاه نرگس نشان داد که با کاربرد سیلیسیم میزان وزن تر نسبی نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد که نتیجه‌های ما با نتایج این بررسی همسو می‌باشد (El-Kinany and Nassar, 2019).



شکل ۱- تاثیر رژیم های آبیاری بر درصد وزن تر نسبی در روزهای سوم، پنجم، هفتم و نهم در گل نرگس شهلا. در هر ستون و برای هر عامل میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Fig. 1. Effect of irrigation regimes of relative fresh weight on the days 3th, 5th, 7th and 9th in *Narcissus tazetta* L. cv. Shahla. In each column and for each factor, the means that have at least one letter in common are not significantly different based on Tukey's multiple range test at P≤0.05.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده رژیم‌های آبیاری، ابرجاذب و سیلیکات پتاسیم بر شاخص‌های روز تا گلدهی، طول ساقه گل‌دهنده، سطح برگ، کلروفیل کل و عمر گلجایی در گل نرگس شهلا.

Table 2- Results of mean comparison simple effects of irrigation regimes, superabsorbent and potassium silicate on day to flowering, flowering stem height, leaf area, total chlorophyll, vase life in *Narcissus tazetta* L. cv. Shahla.

تیمارها Treatments	روز تا گلدهی Day to flowering (day)	طول ساقه گل دهنده Flowering stem height (cm)	سطح برگ Leaf area (cm^2)	کلروفیل کل Total chlorophyll (mg^{-1} g FW)	عمر گلجایی Vase life (day)
رژیم‌های آبیاری (درصد) Deficit irrigation regimes (%)					
100	76.56^{c}	26.15^{a}	16.0073^{a}	0.157^{a}	9.11^{a}
75	82.55^{b}	22.18^{b}	13.0083^{b}	0.149^{b}	7.22^{b}
50	87.46^{a}	19.14^{c}	10.0083^{c}	0.141^{c}	6.55^{c}
ابرجاذب (گرم در کیلوگرم خاک) Superabsorbent (g kg^{-1} soil)					
Control (شاهد)	77.42^{c}	25.43^{b}	16.1082^{c}	0.155^{c}	8.21^{b}
4	66.36^{d}	30.19^{a}	23.0017^{b}	0.175^{b}	12.22^{a}
6	63.24^{e}	33.26^{a}	27.0083^{a}	0.183^{a}	13.25^{a}
سیلیکات پتاسیم (میلی‌مولار) Potassium silicate (mmol)					
Control (شاهد)	77.67^{c}	25.17^{b}	15.3093^{c}	0.156^{c}	8.11^{b}
0.5	70.53^{d}	29.1^{a}	22.0017^{b}	0.172^{b}	10.22^{a}
1	67.46^{d}	30.24^{a}	27.0063^{a}	0.180^{a}	10.55^{a}

† In each column and for each factor, the means that have at least one letter in common are not significantly different based on Tukey's multiple range test at P≤0.05.

†در هر ستون و برای هر عامل میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده رژیم‌های آبیاری، ابرجاذب و سیلیکات پتاسیم بر شاخص‌های وزن تر نسبی و پایداری غشای یاخته‌ای در گل نرگس شهلا.

Table 3. Results of mean comparison of simple effects of irrigation regimes, superabsorbent and potassium silicate on relative fresh weight and cell membrane stability indexes in *Narcissus tazetta* L. cv. Shahla.

تیمارها Treatments		وزن تر نسبی (درصد) Relative fresh weight (%)				شاخص پایداری غشای یاخته‌ای (درصد) Cell membrane stability index (%)			
		روز سوم 3th day	روز پنجم 5th day	روز هفتم 7th day	روز نهم 9th day	روز سوم 3th day	روز پنجم 5th day	روز هفتم 7th day	روز نهم 9th day
رژیم‌های آبیاری(درصد ظرفیت مزرعه) Irrigation regimes (%FC)	ابرجاذب (گرم در کیلوگرم خاک) Superabsorbent (g kg^{-1} soil)								
100	0	90.79^{a}	88.50^{ab}	86.12^{abc}	83.55^{abcd}	79.71^{a}	77.50^{ab}	76.63^{abc}	74.52^{abcd}
100	4	95.30^{a}	93.50^{ab}	91.35^{abc}	90.20^{abcd}	80.56^{a}	79.67^{ab}	77.47^{abc}	75.39^{abcd}
100	6	97.30^{a}	96.50^{ab}	96.35^{abc}	93.20^{abcd}	82.59^{a}	79.38^{ab}	78.51^{abc}	78.41^{abcd}
75	0	85.30^{a}	83.50^{ab}	75.35^{bc}	69.20^{cd}	74.82^{a}	70.59^{ab}	65.56^{bc}	61.55^{cd}
75	4	86.50^{a}	83.50^{ab}	80.50^{abc}	78.10^{abcd}	77.36^{a}	75.61^{ab}	75.39^{abc}	72.52^{abcd}
75	6	91.79^{a}	90.70^{ab}	88.70^{abc}	86.70^{abcd}	79.73^{a}	78.46^{ab}	76.64^{abc}	75.48^{abcd}
50	0	80.05^{a}	72.20^{ab}	66.10^{bc}	55.30^{c}	72.48^{a}	65.71^{ab}	60.43^{bc}	54.49^{c}
50	4	83.30^{a}	80.30^{ab}	78.30^{abc}	75.17^{abcd}	77.57^{a}	75.53^{ab}	73.51^{abc}	71.61^{abcd}
50	6	85.50^{a}	82.30^{ab}	79.30^{abc}	75.22^{abcd}	80.53^{a}	78.45^{ab}	75.34^{abc}	73.38^{abcd}
رژیم‌های آبیاری(درصد ظرفیت مزرعه) Irrigation regimes (%FC)	سیلیکات پتاسیم (میلی‌مولار) Potassium silicate (mmol)								

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

100	0	89.79 a	88.50 ab	86.12 abc	84.12 abcd	79.23 a	77.11 ab	76.22 abc	73.84 abcd
100	0.5	85.50 a	83.50 ab	82.50 abc	79.10 abcd	80.46 a	78.43 ab	76.54 abc	75.52 abcd
100	1	90.79 a	90.10 ab	88.40 abc	86.10 abcd	81.27 a	80.45 ab	79.61 abc	78.03 abcd
75	0	84.40 a	81.35 ab	72.21 bc	64.10 cd	74.30 a	70.50 ab	64.50 bc	60.50 cd
75	0.5	85.50 a	82.50 ab	80.50 abc	78.50 abcd	76.85 a	74.60 ab	73.90 abc	71.32 abcd
75	1	89.19 a	89.10 ab	87.29 abc	85.31 abcd	79.87 a	78.51 ab	76.25 abc	74.59 abcd
50	0	79.15 a	70.55 ab	66.41 bc	60.35 c	73.80 a	64.76 ab	60.54 bc	53.20 c
50	0.5	84.50 a	82.60 ab	80.20 abc	78.90 abcd	78.71 a	77.86 ab	75.20 abc	73.70 abcd
50	1	86.50 a	84.10 ab	81.60 abc	79.30 abcd	79.64 a	79.10 ab	77.40 abc	75.69 cd

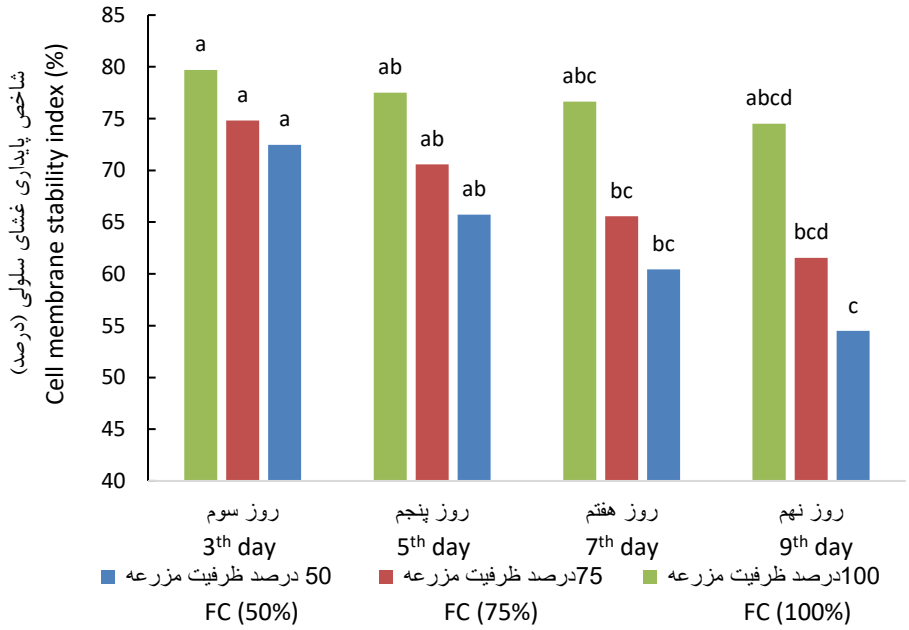
† In each column and for each factor, the means that have at least one letter in common are not significantly different based on Tukey's multiple range test at P≤0.05.

†در هر ستون و برای هر عامل میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

شاخص پایداری غشای یاخته‌ای

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین کاهش شاخص پایداری غشای یاخته‌ای روز نهم نسبت به روز سوم مربوط به تیمار ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه به مقدار ۱۷/۹۹ درصد بود و کمترین کاهش شاخص پایداری غشای یاخته‌ای روز نهم نسبت به روز سوم مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه به مقدار ۵/۱۹ درصد بود (شکل ۲). همچنین نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با کاربرد ۴ و ۶ گرم ابرجاذب در کیلوگرم خاک، همچنین در تیمار ۵/. و ۱ میلی‌مولار سیلیکات پتاسیم در شرایط ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه، شیب کاهش شاخص پایداری غشای یاخته‌ای معنی‌داری در روز نهم نسبت به روز سوم مشاهده نشد (جدول ۳). یکی از اثرات تنش‌های محیطی نظیر خشکی افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن و القای تنش اکسیداتیو است. گونه‌های فعال اکسیژن منجر به اکسایش لیپیدهای غشا و تغییر در نفوذپذیری غشا (نشت یونی) و خسارت به یاخته می‌گردند. تنش کم‌آبی با تأثیری که به غشاء سیتوپلاسمی می‌گذارد، سبب ایجاد آسیب به غشاء سیتوپلاسمی می‌شود که این مسئله سبب نشت محتویات یاخته به فضای بین یاخته‌ای، و درنهایت سبب مرگ یاخته می‌شود. افزایش مقدار کربوهیدرات‌های محلول باعث کاهش خسارت اکسیداتیو و حفظ ساختار غشا یاخته می‌شود (Savvas and Ntatsi, 2015). نتایج حاصله با آزمایش انجام‌شده در گل مریم که نشان داد تنش خشکی سبب کاهش شاخص پایداری غشای یاخته می‌شود، همخوانی دارد (Bahadoran and Salehi, 2015). به نظر می‌رسد که در شرایط تنش کم‌آبی سیلیسیم با افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی، فعالیت آنزیم روبیسکو و ظرفیت فتوسنتزی، کاهش تنش اکسیداتیو و حفاظت ماکرو مولکول‌هایی نظیر پروتئین‌ها و غشای کلروپلاستی و غشای یاخته‌ای باعث افزایش فتوسنتز شده و به‌تبع آن مقدار قندهای محلول موجود در گیاهان را افزایش داده و میزان تنش اکسیداتیو وارد شده به غشا را کاهش می‌دهد (Savvas and Ntatsi, 2015). کاربرد ابرجاذب در شرایط تنش خشکی سبب بهبود شرایط فیزیکی خاک و افزایش ذخیره آب در خاک می‌شود و از این طریق میزان پایداری غشاء یاخته‌ای افزایش می‌یابد (Milani *et al*., 2019).



شکل ۲- تاثیر رژیم های آبیاری بر شاخص پایداری غشای یاخته‌ای در روزهای سوم، پنجم، هفتم و نهم در گل نرگس شهلا. در هر ستون و برای هر عامل میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Fig. 2. Effect of irrigation regimes of cell membrane stability index on the days 3th, 5th, 7th and 9th in *Narcissus tazetta* L. cv. Shahla. In each column and for each factor, the means that have at least one letter in common are not significantly different based on Tukey's multiple range test at P≤0.05.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

قندهای محلول کل

نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان داد که افزایش سطوح ابرجاذب با کاهش اثر تنش آبی، مقدار قندهای محلول کل را در تمام سطوح مختلف کم آبی کاهش داد. به‌طوری‌که با افزودن ۶ گرم ابرجاذب در کیلوگرم خاک سبب کاهش مقدار قندهای محلول کل به مقدار ۱/۹۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ در سطح ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه و ۲/۱۶ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ در سطح ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه شد. همچنین اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و سطوح مختلف سیلیکات پتاسیم نشان داد که افزایش سطوح مختلف سیلیکات پتاسیم در جهت کاهش اثرات تنش سبب افزایش مقدار قندهای محلول کل در رژیم‌های مختلف آبیاری شد. به‌طوری‌که بیشترین مقدار قندهای محلول کل با افزودن ۱ میلی‌مولار سیلیکات پتاسیم در سطوح ۵۰ و ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه به مقدار ۱۰/۵۹ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ و ۸/۱۹ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ به دست آمد (جدول ۴). یکی از راهکارهای مقابله با تنش‌های خشکی، افزایش تولید ترکیب‌های محلول سازگار است. قندهای محلول به‌عنوان محافظت‌کننده‌های اسمزی، ثبات دهنده غشاهای یاخته و حفظ‌کننده تورژسانس یاخته عمل می‌کنند. به نظر می‌رسد در شرایط تنش کم‌آبی سیلیسیم با افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی، سطح برگ، فعالیت آنزیم روبیسکو و ظرفیت فتوسنتزی، کاهش تنش اکسیداتیو و حفاظت ماکرو مولکول‌هایی نظیر پروتئین‌ها و غشای کلروپلاستی و غشای یاخته باعث افزایش فتوسنتز شده و به‌تبع آن مقدار قندهای محلول موجود در گیاهان را افزایش می‌دهد (Liang *et al*., 2007). نتایج بررسی گل مریم در زمینه نقش سیلیسیم در افزایش مقدار قندهای محلول کل تحت تنش خشکی، با نتایج مطالعه حاضر همسو می‌باشد (Shanan and El-Sadek, 2017). همچنین، تجمع مواد جامد محلول در یاخته در اثر کمبود آب آبیاری، سبب افزایش مقدار قندهای محلول و کاهش پتانسیل اسمزی شده درنتیجه، به حفظ و جذب آب توسط یاخته کمک می‌کند. استفاده از مواد پلیمری ابرجاذب با ذخیره و حفظ رطوبت در خاک و در دسترس قرار دادن تدریجی آن برای گیاهان از بروز آثار کم آبی جلوگیری می‌کنند (Milani *et al*., 2019).

سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف رژیم‌های آبیاری و ابرجاذب نشان داد که افزایش سطوح ابرجاذب، سبب کاهش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در تمام سطوح مختلف تنش آبی شد. به‌طوری‌که با افزودن ۶ گرم ابرجاذب در کیلوگرم خاک در سطوح مختلف ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه میزان فعالیت آنزیم کاتالاز به ترتیب ۲/۳۰ و ۲/۴۰ واحد آنزیمی در میلی‌گرم وزن تازه برگ بود. همچنین برهمکنش رژیم‌های مختلف آبیاری و سیلیکات پتاسیم، نشان داد که با افزایش سطوح سیلیکات پتاسیم، سبب کاهش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در تمام سطوح مختلف تنش آبی شد. به‌طوری‌که با افزودن ۱ میلی‌مولار سیلیکات پتاسیم میزان فعالیت کاتالاز در سطوح مختلف ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه به ترتیب ۲/۵۰ و ۲/۷۰ واحد آنزیمی در میلی‌گرم وزن تازه برگ بود (جدول ۴). در این تحقیق میزان فعالیت آنزیم کاتالاز با افزایش تنش خشکی افزایش قابل‌ملاحظه‌ای پیدا کرد. به نظر می‌رسد فعالیت آنزیم کاتالاز ازاین‌جهت افزایش یافت تا به‌عنوان اسمولیت سازگار و آنزیم ضد رادیکال‌های آزاد اکسیژن، ضمن محافظت از ماکرو مولکول‌ها و غشاهای یاخته، آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد اکسیژن که در اثر تنش خشکی به وجود آمده را خنثی کند (Chen *et al*., 2018). در آزمایشی تیمار تنش خشکی بر گل شب بو سبب افزایش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز شد که نتیجه‌های ما با نتایج این بررسی همسو می‌باشد (Jafari *et al*., 2019). پلیمر ابرجاذب ضمن برخورداری از سرعت و ظرفیت زیاد جذب آب مانند آب‌انبارهای مینیاتوری عمل کرده و در موقع نیاز ریشه به‌راحتی آب را در اختیار آن قرار می‌دهند و سبب بازماندن روزنه‌ها به مدت طولانی می‌شود و با تثبیت مناسب دی‌اکسید کربن و افزایش فتوسنتز مانع تنش‌های ناشی از نوسانات رطوبتی در گیاه می‌گردد (Milani *et al*., 2017).

پرولین

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش تنش آبی مقدار پرولین برگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، به‌طوری‌که کمترین مقدار پرولین در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه با میانگین ۰/۵۹۴ میکرومول بر گرم وزن تر برگ و بیشترین مقدار آن در تیمار ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه با میانگین ۰/۷۷۸ میکرومول بر گرم وزن تر برگ بود (جدول ۴). اثر متقابل رژیم‌های آبیاری و سطح مختلف ابرجاذب نشان داد که افزایش سطوح ابرجاذب، سبب کاهش تولید پرولین در سطوح

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

مختلف تنش آبی شد. به‌طوری‌که با افزودن ۶ گرم ابرجاذب در کیلوگرم خاک در سطوح ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه سبب کاهش تولید پرولین به ترتیب به مقدار ۰/۱۰ و ۰/۱۳۸ میکرومول بر گرم وزن تر برگ نسبت به عدم استفاده از ابرجاذب شد. همچنین اثر متقابل سطوح مختلف رژیم‌های آبیاری و سطوح مختلف سیلیکات پتاسیم نشان داد که افزایش سطوح مختلف سیلیکات پتاسیم سبب کاهش تولید پرولین در سطوح مختلف تنش آبی شد. به‌طوری‌که با افزودن ۱ میلی‌مولار سیلیکات پتاسیم در سطوح مختلف ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه سبب کاهش تولید پرولین به ترتیب به مقدار ۰/۰۸۲ و ۰/۱۲۸ میکرومول بر گرم وزن تر برگ نسبت به عدم استفاده از ابرجاذب شد (جدول ۴). پرولین یکی از ترکیبات محافظت‌کننده غشاهای یاخته است که در مواجهه گیاه با تنش خشکی مقدار آن افزایش می‌یابد و باعث کاهش اثرات منفی تنش می‌شود (Ahmed and Fahmy, 2019). نتایج به‌دست‌آمده با نتایج آزمایش‌های دیگر پژوهشگران در خصوص افزایش محتوای پرولین تحت تنش خشکی در گل مریم، همخوانی دارد (Bahadoran and Salehi, 2015). احتمالاً در شرایط تنش کم آبیاری سیلیسیم در اطراف یاخته‌های نگهبان روزنه و در دیواره آن‌ها رسوب می‌کند و مانع از باز شدن کامل روزنه‌ها می‌شود و از این طریق تعرق روزنه‌ای را کاهش داده و سبب حفظ آب گیاه شده و از بروز آثار تنش ازجمله افزایش پرولین جلوگیری می‌کنند (Liang *et al*., 2015). نتایج مطالعه حاضر با نتایج پژوهشی روی گل مریم در رابطه با نقش سیلیسیم در کاهش محتوای پرولین تحت تنش خشکی همسو می‌باشد (Shanan and El-Sadek., 2017). به‌طور میانگین در هر سطح از کم‌آبیاری، مصرف ابرجاذب باعث کاهش محتوای پرولین گیاه شد. این موضوع نشان می‌دهد که ابرجاذب باعث تعدیل اثرات منفی خشکی بر گیاه می‌شود. با مصرف پلیمر ابرجاذب، تجمع پرولین نیز در گیاه کاهش یافت. در واقع مواد پلیمری با در اختیار گذاشتن تدریجی آب به گیاه، از وقوع نوسانات رطوبتی و بروز تنش کم‌آبی در گیاه جلوگیری کرده و زمینه را برای کاهش تجمع پرولین در گیاهان تحت تنش کم‌آبی مهیا می‌کنند (Ahmed and Fahmy, 2019).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل رژیم‌های آبیاری×ابرجاذب و رژیم‌های آبیاری×سیلیکات پتاسیم بر قندهای محلول کل برگ، کاتالاز و پرولین در گل نرگس شیراز شهلا.

Table 4- Mean comparisons of interaction effects of irrigation regimes×superabsorbent and irrigation regimes×potassium silicate on total soluble sugar of leaf, catalase and prolin in *Narcissus tazetta* L. cv. Shahla.

تیمارها Treatments		قندهای محلول کل برگ Total soluble sugar of Leaf (mg^{-1} g FW)	کاتالاز Catalase (Umg^{-1} FW)	پرولین Proline (µmol g^{-1} FW)
رژیم‌های آبیاری (درصد ظرفیت مزرعه) Deficit irrigation regimes (%FC)	ابرجاذب (گرم در کیلوگرم خاک) Superabsorbent (g kg^{-1} soil)			
100	0	7.20 bc	1.81d	0.594 d
100	4	7.18 bc	1.72d	0.581 d
100	6	7.17 bc	1.69d	0.579 d
75	0	9.15a	3.50b	0.730b
75	4	7.30 bc	2.70c	0.640c
75	6	7.23 bc	2.30c	0.630c
50	0	9.63 a	4.12a	0.778a
50	4	7.53 b	2.90c	0.670c
50	6	7.47 b	2.40c	0.640c
رژیم‌های آبیاری (درصد ظرفیت مزرعه) Deficit irrigation regimes (%FC)	سیلیکات پتاسیم (میلی مولار) Potassium silicate (mmol)			
100	0	7.09 c	1.83d	0.612 d
100	0.5	7.12 c	1.74 d	0.607 d
100	1	7.20 c	1.67 d	0.600 d
75	0	8.28b	3.60b	0.742b
75	0.5	8.70 b	2.90c	0.672c
75	1	8.93 b	2.50 c	0.660c
50	0	8.84 b	4.05a	0.780a
50	5	10.08 a	3.06 c	0.720b
50	1	10.29a	2.70 c	0.658c

† In each column and for each factor, the means that have at least one letter in common are not significantly different based on Tukey's multiple range test at P≤0.05.

†در هر ستون و برای هر عامل میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشـان داد که رژیم‌های مختلف آبیاری تأثیر مخربی بر صفت‌های رشدی و گلدهی گل نرگس داشت. تیمار ابرجاذب با کاهش مقدار پرولین، کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز و افزایش قندهای محلول کل، همچنین سیلیکات پتاسیم با کاهش مقدار پرولین، کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز و افزایش قندهای محلول کل سبب کاهش اثرات مخرب ناشی از کم آبیاری در گیاه نرگس شدند. افزودن ۶ گرم ابرجاذب در کیلوگرم خاک و کـاربرد ۱ میلی‌مولار سیلیکات پتاسیم هرکدام به‌صورت جداگانه عمر گلجایی گل نرگس را افزایش داد. همچنین، صفات کیفی گل مانند وزن تر نسـبی، پایداری غشای یاخته‌ای، طول ساقه گل‌دهنده، مقدار کلروفیل کل و زمان تا گلدهی را بهبـــود بخشـــیدند. با توجه بـه نتایج به‌دست‌آمده می‌تـوان توصـیه کـرد کـه پلیمر ابرجاذب و سیلیکات پتاسیم به دلیل نداشتن مشکلات زیست‌محیطی و کم‌هزینه بودن برای افزایش کیفیت و عمر گلجایی گل نرگس شهلا در شرایط کم آبیاری استفاده شود.

منابع References

Abobatta, W.F. (2019). Drought adaptive mechanisms of plants – a review. *Advances in Agriculture and Environmental Sciences, 2*(1), 62−65.

Ahmed, S.S., & Fahmy, A.H. (2019). Applications of natural polysaccharide polymers to overcome water scarcity on the yield and quality of Tomato fruits. *Journal of Soil Science and Agricultural Engineering*, *10*(4), 199–208.

Al-Obaidy, H., Karimian, Z., Samiei, L., & Tehranifar, A. (2019). Application of superabsorbent and mulch on some traits of African marigold (*Tagetes erecta*) under irrigation intervals. *Journal of Ornamental Plants, 3*(9), 153-164.

Bahadoran, M., & Salehi, H. (2015). Growth and flowering of two tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cultivars under deficit irrigation by saline water. *Journal of Agricultural Science and Technology, 17*(2), 415-426.

Bates, L.S., Walderen, R.P., & Taere, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Journal of Plant and Soil, 39*, 205-207.

Chen, D., Wang, S., Yin, L., & Deng, X. (2018). How does silicon mediate plant water uptake and loss under water deficiency. *Review of Plant Science, 5*(9), 281.

Dhindsa, R.S., Plumb-Dhinds, D., & Thorpe, T.A. (1981). Leaf senescence correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. *Journal of Experimental Botany, 32*(126), 93-101.

El-Kinany, R.G., & Nassar, M.K.A. (2019). Effects of silicon levels and application methods on growth and quality characteristics of (*Narcissus tazetta* L.). *Alexandria Journal of Agricultural Science, 64*(4), 231-243.

Hedge, J.E., & Hofreiter, B.T. (1962). In: Whistler, R.L. and B. Miller. (Ed.). Carbohydrate Chemistry. Academic Press, New York, 17-22.

Jafari, S., Hashemi Garmdareh, S.E., & Azadegan, B. (2019). Effects of drought stress on morphological, physiological, and biochemical characteristics of stock plant (*Matthiola incana* L.). *Journal of Horticultural Science, 253*, 128–133.

Jokar, N.Kh., & Hassanpour Asil, M. (2021). Effect of application of gibberellic acid and vermicompost on some morphological and biochemical characteristics of Daffodil Flower (*Narcissus tazetta* L.). *Journal of Horticultural Science and Technology, 22*(1), 55–64. (In Persian).

Kumar, R., Berwal, M.K., & Saroj, P.L. (2019). Morphological, physiological, biochemical and molecular facet of drought stress in horticultural crops. *International Journal of Bioresource and Stress Management, 10*(5), 545-560.

Li, X.F., Shao, X.H., Deng, X.J., Wang, Y., Zhang, X.P., Jia, L.Y., & Xu, L. (2012). Necessity of high temperature for the dormancy release of *Narcissus tazetta* var. *chinensis*. *Journal of Plant Physiology, 169*(14), 1340-1347.

Liang, Y., Nikolic, M., Belanger, R., Gong, H., & Song, A. (2015). Silicon in Agriculture: From Theory to Practice. Springer, 235 p.

Liang, Y., Sun, W., Zhu, Y., & Christie, P. (2007). Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants. *Reviews in Environmental Pollution, 147*, 422-428.

Liao, R., Wu, W., Ren, S., & Yang, P. (2016). Effects of superabsorbent polymers on the hydraulic parameters and water retention properties of soil. *Journal of Nanomaterials, 37*, 1-11.

Lichtenthder, H.K. (1987). Cholorophylls and carotenoids, pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology, 148*, 350-382.

Miller, R.W., & Donahue, R.L. (1990). Soils: An Introduction to Soils and Plant Growth. 6th Edition. Prentice-Hall International. (UK) Ltd. London.

Milani, P., Franca, D., Balieiro, A.G., & Faez, R. (2017). Polymers and its applications in agriculture. *Polymers, 27*, 10-20.

Savvas, D., & Ntatsi, G. (2015). Biostimulant activity of silicon in horticulture. *Scientia Horticulturae, 196*, 66-81.

Shanan, T.N., & El-Sadek, Z.H. (2017). Influence of silicon on tuberose plants under drought conditions. *Journal of Agricultural Research, 6*(2), 348-360.

Verma, A.K., Sindhu, S.S., Kumar, A., & Singh, A. (2019). Conditioning effects of biodegradable superabsorbent polymer and vermiproducts on media properties and growth of gerbera. *Journal of Ecological Engineering, 132*, 23–30.

Zargari, A. (2011). Medicinal Plants. Tehran University Publications, 653-854p.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 24 (2): 485-502 (2023)
Research article

Effect of Superabsorbent Polymer and Potassium Silicate on Morphophysiological and Biochemical Characteristics of Daffodil (*Narcissus tazetta* L. cv. Shahla) Flower under Irrigation Regimes

Yahya Mashahiri[1], Moazzam Hassanpour Asil[*1], Mohammad Reza Khaledian[2] and Mohammad Bagher Farhangi[3]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Department of Soil Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
* Corresponding Author, Email: (hassanpurm@guilan.ac.ir)

To evaluate the effect of superabsorbent polymer and potassium silicate on improving drought stress resistance and morpho-physiological characteristics of daffodil (*Narcissus tazetta* L. cv. Shahla), a factorial experiment was conducted with a completely randomized design. The results showed that the effect of superabsorbent at 6 g kg^{-1} soil and 1 mM potassium silicate treatment, decreased the time to flowering by 13.32 and 9.1 days, respectively. The maximum flowering stem height (30.24 cm) related to the treatment of superabsorbent at 6 g kg^{-1} soil was 33.26 cm and the treatment of 1 mM potassium silicate. The treatment of superabsorbent 6 g kg^{-1} soil and 1 mM potassium silicate increased the vase life by 5.04 and 2.44 days, respectively, compared to the control. The highest amount of chlorophyll was 0.183 and 0.180 mg^{-1} g FW in the treatment of superabsorbent 6 g kg^{-1} soil and 1 mM potassium silicate, respectively. Simultaneous application of superabsorbent 6 g kg^{-1} soil and farm capacity (50%), decreased proline by 0.138 µmol g^{-1} FW and decreased catalase activity by 1.72 Umg^{-1} FW was compared to the non-treatment of the superabsorbent polymer in the condition of farm capacity (50%). In general, the best results for improving all characteristics of *Narcissus tazetta* were obtained with the application of 6 g kg^{-1} soil superabsorbent polymer and 1 mM potassium silicate.

Keywords: Catalase enzyme, Proline, Regimes irrigation, Total soluble sugar, Vase life.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-25]