



## بررسی تأثیر گلیسین بتائین بر رشد و عملکرد گل محمدی تحت تنش شوری

رستم یزدانی بیوکی<sup>۱\*</sup>، حسین بیرامی<sup>۱</sup>

۱. استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۶/۲۴

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۲۲

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر گلیسین بتائین بر برخی ویژگی‌های رشدی و عملکرد گل محمدی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در گلخانه تحقیقاتی مرکز ملی تحقیقات شوری انجام گرفت. تیمارها شامل چهار سطح شوری ۲، ۵، ۸ و ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر و سه سطح بدون محلول پاشی (شاهد)، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلیسین بتائین بود. نتایج نشان داد که اثر ساده تنش شوری به‌جز بر تعداد شاخه در بوته و تعداد گلبرگ، اثر معنی‌داری بر سایر صفات مورد بررسی داشت. هم‌چنین اثر ساده کاربرد گلیسین بتائین علاوه بر تعداد شاخه در بوته و تعداد گلبرگ بر ارتفاع و نسبت وزن گلبرگ به گل تأثیر معنی‌داری نداشت. بیش‌ترین تعداد گل در بوته، عملکرد گل و عملکرد اسانس در گیاهان تیمار شده با سطوح شوری ۲، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد که به ترتیب نسبت به تیمار ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر دارای حدوداً ۷/۵ عدد گل، ۲۹/۵ گرم گل در بوته و ۶ میلی‌گرم اسانس در بوته بالاتری برخوردار بودند. نتایج اثر متقابل شوری و گلیسین بتائین نشان داد که گیاهان تیمار شده با تنش شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر و ۱۰۰ میلی‌مولار گلیسین بتائین بالاترین ارتفاع (۷۱ سانتی‌متر) و تیمار شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر و بدون مصرف گلیسین بتائین پایین‌ترین ارتفاع (۴۰ سانتی‌متر) را داشتند. به‌طور کلی کاربرد غلظت ۵۰ میلی‌مولار گلیسین بتائین در شرایط بدون تنش شوری سبب تولید بالاترین وزن گل محمدی شد.

**کلیدواژه‌ها:** اسانس، عملکرد اسانس، گلبرگ، محلول پاشی، محلول‌های سازگار.

## Investigating the Effects of Glycine Betaine on Growth and Flower Yield of Damask Rose under Salinity Stress

Rostam Yazdani Biouki<sup>1</sup>, Hossein Beyrami<sup>1</sup>

1. Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.

Received: August 13, 2019

Accepted: September 15, 2019

### Abstract

In order to investigate the effect of glycine betaine (GB) on some growth and yield traits of Damask Rose, an experiment has been conducted as factorial based on a completely randomized design with 3 replications at Research Greenhouse of National Salinity Research Center during 2018-19 growing season. The treatments include four levels of salinity: 2 (control), 5, 8, and 11 dS/m, and three levels of GB: without application (control), spraying with 50 mM, and 100 mM concentrations. Results show that the main effect of salinity stress has been significant on all studied characteristics, with the exception of branch number per plant and petal number. Moreover, the main effect of GB has been significant on all measured traits, except for branch number per plant, petal number, height, and petal weight/flower weight ratio. The highest flower number per plant, flower yield, and essential oil yield belongs to stressed plants at 2, 5, and 8 dS/m salinity, which have had about 7.5 flowers, 29.5 g flower weight per plant, and 6 mg essential oil per plant than 11 dS/m treatment, respectively. The interaction results between salinity stress and foliar application of glycine betaine show that the treated plants with 2 dS/m and 100mM GB have had the highest height (71 cm) and the treated plants with 10 dS/m and without application of GB have had the lowest height (40 cm). In general, the use of 50 mM GB and without salinity stress causes the highest Damask Rose weight.

**Keywords:** Essential oil, essential oil yield, osmoprotectants, petal, spraying.

## ۱. مقدمه

تنش اسمزی ناشی از شوری است، این تنظیم می‌تواند به واسطه تولید ترکیباتی مثل اسیدهای آمینه مانند گلايسين در اندام‌های هوایی و ریشه انجام شود ( Showler et al., 2010). گلايسين بتائين نقش مهمی را به‌عنوان یک محلول سازگار در گیاهان تحت انواع تنش‌های محیطی از جمله شوری دارد (Sakamoto, 2002). تعداد زیادی از هالوفیت‌ها و اندکی از محصولات زراعی مانند خانواده پوآسه<sup>۳</sup> در شرایط تحت تنش اقدام به ساخت و تجمع گلايسين بتائين می‌کنند (Annunziata, 2019).

مطالعات مختلف حاکی از نتایج مثبت کاربرد گلايسين بتائين بر روی ویژگی‌های رشدی گیاهان گوناگون تحت تنش شوری بوده است، به‌عنوان مثال Alasvandyari et al. (2017) با مطالعه غلظت‌های ۰، ۱۰، ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار گلايسين بتائين بر روی گلرنگ تحت سطوح تنش شوری ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم نشان دادند که گیاهان تحت تنش شوری ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم کاربرد ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار گلايسين بتائين در مقایسه با تیمار شاهد سبب افزایش طول ساقه گیاه شد. Yildirim et al. (2015) با مطالعه تأثیر محلول پاشی غلظت‌های ۰، ۵، ۱۰ و ۲۵ میلی‌مولار گلايسين بتائين و ۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بر روی کاهو<sup>۴</sup> گزارش کردند که گلايسين بتائين با کاهش اثرهای مخرب تنش شوری سبب بهبود رشد کاهو شد. Ibrahim (2004) با مطالعه کاربرد گلايسين بتائين و تنش شوری روی سورگوم<sup>۵</sup> نشان داد که غلظت ۷۵ میلی‌مولار گلايسين بتائين سبب کاهش اثرهای منفی تنش شوری شد. Kaya et al. (2013) گزارش کردند که کاربرد ۵۰ میلی‌مولار گلايسين بتائين بر روی گیاه ذرت سبب کاهش

گل محمدی (*Rosa damasena Mill.*) از خانواده Rosaceae درختچه‌ای چندساله با ارتفاع ۱ تا ۲ متر می‌باشد (Nazarolmolk et al., 2017). با توجه به ارزش اقتصادی گل محمدی و هم‌چنین به‌سبب گسترش شوری در بسیاری از نقاط کشور لازم است تا در زمینه توسعه گل محمدی در زمین‌های شور تحقیقات لازم انجام گیرید.

شوری یک از عمده‌ترین فاکتورهای محدودکننده رشد و عملکرد محصولات در سرتاسر جهان می‌باشد، به‌طوری‌که بیش از ۲۰ درصد کل اراضی تحت آبیاری کره زمین تحت تأثیر شوری هستند (Sobahan, 2016). بسیاری از پژوهش‌ها حاکی از مقاومت نسبی گل محمدی به شوری می‌باشد، مقاومت گل محمدی به شوری آب و خاک تا ۷ دسی‌زیمنس بر متر گزارش شده است (Ali et al., 2016). (Ebrahimi & Sharifzadegan, 2016). با بررسی تنش شوری بر روی گل رز<sup>۱</sup> نشان دادند که شوری سبب کاهش معنی‌داری در ارتفاع گیاه و تعداد شاخه‌های فرعی شد. Li et al. (2016) گزارش کردند که تنش شوری در گونه‌ای از رز چینی<sup>۲</sup> باعث کاهش معنی‌داری در مقدار آب برگ و هم‌چنین کاهش بیوماس گیاه شد. Safi et al. (2005) با بررسی تنش شوری بر روی رز نشان دادند که گیاهان بدون تنش در مقایسه با گیاهان تیمار شده با شوری ۲/۵-۳ دسی‌زیمنس بر متر دارای ارتفاع بیشتر و گل‌های بزرگ‌تر بودند.

باتوجه به اثرهای مضر شوری، در بسیاری از مطالعات از روش‌های گوناگون جهت کاهش اثرهای مخرب تنش شوری استفاده شده است، که می‌توان استفاده از محلول‌های سازگار یا کاهنده تنش را نام برد. تجمع محلول‌های سازگار یکی از سازوکارهای مؤثر در کاهش

3. Poaceae

4. *Lactuca sativa* L.5. *Sorghum bicolor* L. var. Hybrid 1131. *Rosa damascina* var. *trigintipetala*2. *Rosa Chinensis*

## ۲. مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه کاربرد گلايسين بتائين بر کاهش اثر تنش شوری بر روی گل محمدی (منطقه محلات)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مرکز ملی تحقیقات شوری انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل چهار سطح شوری ۲ (شاهد)، ۵، ۸ و ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر و سه سطح محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد)، غلظت ۵۰ میلی‌مولار و ۱۰۰ میلی‌مولار گلايسين بتائين بود. به ترتیب برای تهیه غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلايسين بتائين میزان ۳/۷۵ و ۷/۵ گرم گلايسين بتائين در یک لیتر آب حل شد و مورد استفاده قرار گرفت. نهال‌های یک‌ساله گل محمدی در اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷ در گلدان‌هایی با حجم ۱۰۰ کیلوگرم (ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و قطر دهانه ۳۳ سانتی‌متر) خاک منتقل شد (جدول ۱). پس از استقرار اولیه و مراقبت از بوته‌ها، در اوایل شهریورماه ۱۳۹۸ تیمارهای شوری تا پایان زمان برداشت گل به مدت نه ماه بر گیاهان اعمال شد. جهت تهیه سطوح مختلف شوری از آب شهری (۰/۴۴۵ میکروزیمنس بر سانتی‌متر)، آب چاه مرکز ملی تحقیقات شوری (۲/۸ دسی‌زیمنس بر متر) و آب چشمه‌های کویر استان یزد استفاده شد، به این منظور قبل از آبیاری سطوح مختلف شوری با رقیق‌سازی آب شور تهیه و با توجه به نیاز آبیاری گلدان‌ها استفاده شد (جدول ۲).

ارزیابی شوری هر نوبت بعد از آبیاری که ۳۰ درصد زهکش داشت توسط قیف‌ها به شیشه هدایت و جمع‌آوری و بعد با دستگاه EC متر اندازه‌گیری شد تا از حد ۱/۵ برابر شوری تجاوز نکند. هم‌چنین جهت تهیه آب ۲ دسی‌زیمنس از آب شهر (۰/۴۴۵ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر) استفاده شد.

اثرهای تنش شوری شد. Abdelmotlb *et al.* (2019) با بررسی گلايسين بتائين بر کاهش اثرهای تنش شوری نشان دادند که محلول‌پاشی با گلايسين بتائين به طور معنی‌داری سبب افزایش رشد رویشی و عملکرد لوبیا سبز<sup>۱</sup> شد. Armin & Miri (2014) گزارش کردند که محلول‌پاشی با غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار گلايسين بتائين سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد زیره<sup>۲</sup> در شرایط دیم شد. Murmu *et al.* (2017) گزارش کردند که کاربرد گلايسين بتائين در شرایط تنش شوری سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان و متابولیت‌های گیاه شد، در واقع گلايسين بتائين علاوه بر نقش تنظیم‌کننده در فعالیت اسمزی، به‌عنوان اجزای اصلی در فعالیت آنزیمی با جلوگیری از تجزیه پروتئین‌ها، حفاظت از غشای سلولی و حفظ فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه در شرایط تنش سبب بهبود رشد گیاه می‌شود.

گلايسين بتائين با حفظ محتوای آب یاخته به‌عنوان تنظیم‌کننده اسمزی در شرایط تنش عمل می‌کند، به‌طوری‌که هم کاربرد خارجی و هم ساخت ژنتیکی آن توسط گیاه سبب تحمل به تنش در گیاه می‌شود (Adak, 2019). به‌نظر می‌رسد نقش عمده گلايسين بتائين در گیاهان در معرض شوری به نقش تنظیم اسمزی گلايسين بتائين مربوط شود (Alasvandyari *et al.*, 2017).

با توجه به گسترش روزافزون اراضی شور و هم‌چنین به‌سبب ارزش اقتصادی گل محمدی لازم است تا کاربرد گلايسين بتائين به‌صورت محلول‌پاشی در جهت کاهش اثرات شوری مورد بررسی قرار گیرد. به این منظور این تحقیق با هدف ارزیابی گلايسين بتائين بر برخی ویژگی‌های رشدی و عملکرد گل محمدی تحت سطوح مختلف شوری انجام شد.

1. *Phaseolus vulgaris* L.
2. *Cuminum cyminum*

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

هدایت الکتریکی ( $\text{dS.m}^{-1}$ )	اسیدیته خاک	کربن آلی (%)	فسفر (%)	پتاسیم (%)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)
۳/۴۵	۷/۵۳	۰/۰۱	۵/۹۲	۱۴۱	۵۸/۱۸	۱۲/۸۲	۲۹

جدول ۲. خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

نسبت جذب سدیم	$\text{SO}_4^{2-}$ ( $\text{meq l}^{-1}$ )	Cl <sup>-</sup> ( $\text{meq l}^{-1}$ )	$\text{K}^+$ ( $\text{meq l}^{-1}$ )	$\text{Na}^+$ ( $\text{meq l}^{-1}$ )	$\text{HCO}_3^-$ ( $\text{meq l}^{-1}$ )	$\text{CO}_3^{2-}$ ( $\text{meq l}^{-1}$ )	$\text{Mg}^{2+}$ ( $\text{meq l}^{-1}$ )	$\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{meq l}^{-1}$ )	نسبت جذب سدیم	اسیدیته آب	هدایت الکتریکی ( $\text{dS.m}^{-1}$ )
۳/۹	۹/۷۵	۱۷/۳۱	۰/۱	۱۱/۷۴	۲/۸۹	۰	۸/۴۲	۹/۷	۳/۹	۸/۰۵	۲/۸
۲۸/۸۳	۷/۸۲	۸۶/۴۸	۰/۲۱	۸۰/۷۳	۲/۷۷	۰	۱۲/۸۸	۳/۲۶	۲۸/۸۳	۸/۰۰	۱۰

سطح خاک تا جایی که اکثر شاخه‌ها رشد کرده بودند استفاده شد. تعداد شاخه در هر بوته نیز در پایان گلدهی در اواخر اردیبهشت‌ماه برای هر تیمار و تکرار شمرده شدند. اولین ظهور گل در تاریخ بیستم فروردین‌ماه بود و اتمام آن در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه بود که گل‌ها روزانه در اوایل صبح برداشت و شمارش و به‌عنوان تعداد گل در بوته گزارش شد. جهت برآورد تعداد گلبرگ‌ها و وزن تر گلبرگ در اواسط گلدهی برابر با اوایل اردیبهشت‌ماه از هر بوته ۱۰ عدد گل به‌طور تصادفی انتخاب و با حذف نهنج، گلبرگ‌ها از یکدیگر جدا و تعداد آن‌ها شمارش و سپس با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ توزین شد و در نهایت میانگین داده‌های حاصل از ۱۰ گل به‌عنوان تعداد گلبرگ و وزن تر گلبرگ گزارش شد (Masumi et al., 2014). وزن گل (شامل وزن نهنج) برای همه گل‌های هر بوته محاسبه و با ترازوی ۰/۰۱ گرم توزین و سپس میانگین آن به‌عنوان وزن گل گزارش شد. با تقسیم وزن گلبرگ به وزن گل، نسبت وزن گلبرگ به وزن گل برآورد شد. عملکرد گل از مجموع وزن تر گل‌های برداشت‌شده برای هر تیمار و تکرار به‌صورت گرم در بوته گزارش شد.

جهت تعیین درصد اسانس ابتدا گلبرگ‌های هر تیمار به آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی یزد منتقل شد سپس

جهت کنترل شوری، پس از هر دفعه آبیاری میزان زهکش به‌میزان ۳۰ درصد در نظر گرفته شد و توسط قیف‌ها به ظرف پلاستیکی هدایت و با دستگاه EC متر میزان شوری اندازه‌گیری شد تا از حدوداً ۱/۵ برابر شوری آب آبیاری بیش‌تر نشود.

گلایسین‌بتائین مورد استفاده با مارک مرک و فرمول ( $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{NO}$ ) تهیه شد. زمان محلول‌پاشی در سه مرحله شروع خزان در اوایل شهریورماه ۱۳۹۷ (هم‌زمان با اعمال تنش شوری)، مرحله رشد ساقه و تولید جوانه انتهایی در اوایل اسفندماه ۱۳۹۷ و مرحله شروع غنچه‌دهی در اوایل فروردین‌ماه ۱۳۹۸ انجام شد. در هر نوبت محلول‌پاشی برای اعمال تیمار ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین به‌ترتیب میزان ۷/۵ و ۱۵ گرم گلایسین‌بتائین در دو لیتر آب حل شد و سپس به وسیله سم‌پاش دستی به‌طور کامل روی گیاه محلول‌پاشی گردید (Vadizadeh et al., 2017).

در این آزمایش صفاتی از جمله ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد گل در بوته، وزن تر گل، وزن تر گلبرگ، تعداد گلبرگ، نسبت وزن گلبرگ به وزن گل، عملکرد گل، درصد اسانس و عملکرد اسانس ارزیابی شد. به این منظور جهت محاسبه ارتفاع بوته‌ها پس از پایان گل‌دهی در اواخر اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۸ از متر فلزی از

۵ درصد و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel (2013) انجام شد.

### ۳. نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن بود که اثر ساده تیمار شوری بر کلیه صفات مورد بررسی به جز تعداد شاخه در بوته و تعداد گلبرگ معنی دار بود ( $P < 0.01$ ) (جدول ۳). تیمار گلايسين بتائين نیز علاوه بر تعداد شاخه در بوته و تعداد گلبرگ بر ارتفاع و نسبت وزن گلبرگ به گل تأثیر معنی داری نداشت (جدول ۳). اثر متقابل شوری و گلايسين بتائين تنها بر ارتفاع بوته، وزن گل، وزن گلبرگ، نسبت وزن گلبرگ به گل و درصد اسانس معنی دار بود (جدول ۴). اثر متقابل شوری و گلايسين بتائين تنها بر ارتفاع، وزن گل، وزن گلبرگ، نسبت وزن گلبرگ به گل و درصد اسانس معنی دار بود.

درون زودپزهای اسانس گیری ریخته شد و به ازای هر صد گرم گلبرگ تازه به میزان یک لیتر آب به آن اضافه شد و سپس به مدت سه ساعت و نیم به روش تقطیر با آب اسانس گیری شد. سپس جهت تعیین درصد اسانس، ابتدا شیشه رنگی خالی که مخصوص جمع آوری اسانس بود، وزن شد، بعداً اسانس هر تیمار درون شیشه ریخته شد در نهایت با کم کردن وزن شیشه از وزن کل، میزان اسانس برای صد گرم گلبرگ گل محمدی حاصل شد سپس عملکرد اسانس با حاصل ضرب عملکرد گل در درصد اسانس مطابق با رابطه (۱) محاسبه شد (Tabaei-aghdai et al., 2003):

$$\text{رابطه ۱)} = \text{عملکرد اسانس (میلی گرم در بوته)} \times 10 \times \text{درصد اسانس} \times \text{عملکرد گل در بوته (گرم)}$$

و اکاوی آماری داده‌ها با نرم افزار SAS ver 9.2، مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر تنش شوری و گلايسين بتائين بر صفات مورد مطالعه در گیاه گل محمدی (*Rosa damascene* Mill)

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییرات
وزن تر گلبرگ	وزن تر گل	تعداد گل در بوته	تعداد شاخه در بوته	ارتفاع بوته		
۰/۲۱**	۰/۶۵**	۱۰۴/۶۲**	۰/۰۲ns	۵۳۲/۹۳**	۳	تیمارهای شوری
۰/۲۰**	۰/۲۸**	۸۴/۰۲**	۰/۰۲ns	۷۴/۴۹ns	۲	گلايسين بتائين
۰/۰۰۲**	۰/۰۲**	۵/۶۵ns	۰/۱۳ns	۶۸/۰۸*	۶	شوری × گلايسين بتائين
۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۶	۲/۷۵	۰/۲۲	۲۴/۳۲	۲۴	خطا
۱/۲۸	۲/۹۹	۷/۵۱	۹/۱۷	۸/۰۶		ضریب تغییرات (%)

ns، \*، \*\* و \*\*\* اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و نبود اختلاف معنی دار.

جدول ۴. تجزیه واریانس اثر تنش شوری و گلايسين بتائين بر صفات مورد مطالعه در گیاه گل محمدی (*Rosa damascene* Mill)

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییرات
عملکرد اسانس	درصد اسانس	عملکرد گل	نسبت وزن گلبرگ به وزن گل	تعداد گلبرگ		
۷۴/۷۳**	۰/۰۰۰۰۱**	۱۷۱۰/۳۴**	۰/۰۰۶**	۰/۱۰ns	۳	تیمارهای شوری
۱۰۲/۲۷**	۰/۰۰۰۰۰۷**	۱۰۹۶/۰۵**	۱/۰۹ns	۰/۱۹ns	۲	گلايسين بتائين
۲/۴۸ns	۰/۰۰۰۰۰۲**	۳۶/۵۰ns	۰/۰۰۲**	۰/۰۴ns	۶	شوری × گلايسين بتائين
۱/۲۸	۰/۰۰۰۰۰۰۳	۲۴/۴۳	۰/۰۰۰۰۵	۰/۱۳	۲۴	خطا
۷/۵۷	۲/۱۹	۸/۲۴	۲/۹۷	۱/۰۶		ضریب تغییرات (%)

ns، \*، \*\* و \*\*\* اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و نبود اختلاف معنی دار.

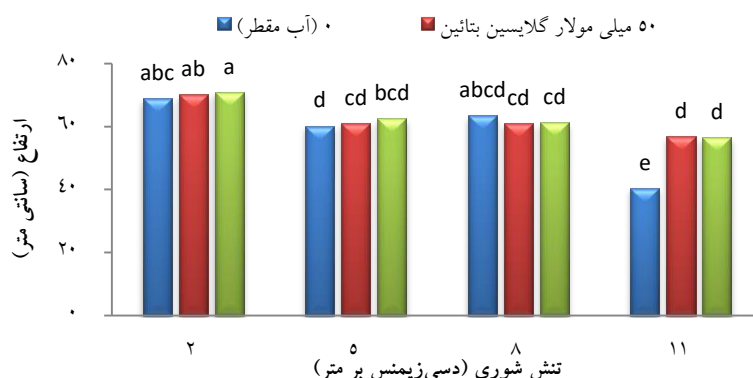
### ۳.۱. ارتفاع بوته

دسی‌زیمنس بر متر سبب کاهش ۴۱/۳۸، ۱۹/۰۸ و ۲۰/۳۱ درصد به ترتیب در گیاهان تیمار شده با ۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلايسين بتائين شد (شکل ۱).

مطالعات مختلف حاکی از کاهش ارتفاع با افزایش تنش شوری در گل رز گزارش شده است، رزها به‌طور کلی به شوری بالاتر از ۳ دسی‌زیمنس بر متر حساس هستند، اما در تعدادی از ارقام رز با افزایش شوری به بالاتر از ۳ دسی‌زیمنس بر متر کاهش عملکرد مشاهده نشد (Cabrera, 2003). (Cabrera & Perdomo, 2003) نشان دادند که ارتفاع گونه‌ای از گل رز تحت تأثیر شوری تا ۷ دسی‌زیمنس بر متر قرار نگرفت. Ebrahimi & Sharifzadegan (2016) بیان کردند که گل محمدی تا شوری ۷ دسی‌زیمنس بر متر رشد می‌کند. در مطالعه حاضر در سطح بدون کاربرد گلايسين بتائين، تا شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر کاهش ارتفاع در گل محمدی مشاهده نشد، اما با افزایش شوری تا ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر ارتفاع گیاه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، تنش شوری سبب کاهش فشار آماس یاخته‌ها می‌شود و بنابراین سبب تأثیر بر اندازه یاخته‌ها شد و در نتیجه ارتفاع بوته را کاهش می‌دهد (Mortezainajad et al., 2005).

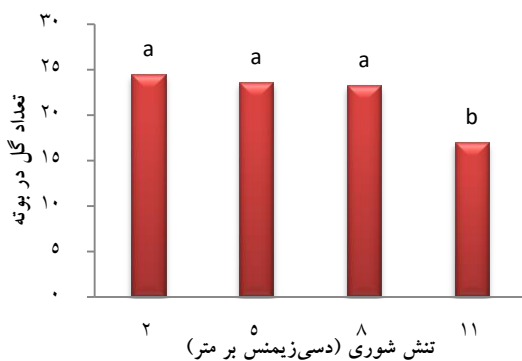
گیاهان تحت تیمار شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر و ۱۰۰ میلی‌مولار گلايسين بتائين از بالاترین ارتفاع بوته برخوردار بودند، که نسبت به پایین‌ترین ارتفاع که مربوط به گیاهان تیمار شده با شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر و بدون محلول پاشی با گلايسين بتائين بود، دارای ۷۵/۸۱ درصد برتری بودند (شکل ۱). گیاهان تیمار شده با غلظت‌های مختلف گلايسين بتائين در سه سطح تنش شوری ۲، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند و تنها در شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلايسين بتائين با تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی با گلايسين بتائين از مقادیر بالاتر و معنی‌داری برخوردار بودند.

ارتفاع گیاهان تحت تنش شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر و کاربرد دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلايسين بتائين نسبت به کاربرد گلايسين بتائين در دو سطح شوری ۵ و ۸ دسی‌زیمنس تفاوت معنی‌داری نداشتند که حاکی از مؤثر بودن کاربرد گلايسين بتائين در شوری‌های بالاست. به‌نظر می‌رسد تأثیر گلايسين بتائين در شوری‌های پایین ناچیز بود و با افزایش شوری کاربرد گلايسين بتائين مؤثر بود. با افزایش شوری از ۲ به ۱۱



شکل ۱. اثر متقابل سطوح تنش شوری و گلايسين بتائين بر ارتفاع گیاه گل محمدی (*Rosa damascene Mill*) (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).

تأثیر مثبت گلايسين بتائين در افزایش ارتفاع گل محمدی در مطالعات بر روی سایر گیاهان گزارش شده است، به عنوان مثال Alasvandyari *et al.* (2017) با کاربرد سطوح ۰، ۱۰، ۳۰ و ۶۰ میلی مولار گلايسين بتائين بر گیاه گلرنگ تحت سطوح شوری ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار کلرید سدیم گزارش کردند که گیاهان تحت تنش ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار کلرید سدیم و محلول پاشی با ۳۰ و ۶۰ میلی مولار گلايسين بتائين در مقایسه با تیمار شاهد دارای ارتفاع بالاتری بودند. گلايسين بتائين با حفظ محتوای آب یاخته به عنوان تنظیم کننده اسمزی در شرایط تنش عمل می کند، به طور کاربرد خارجی آن سبب تحمل به تنش در گیاه می شود (Adak, 2019). به نظر می رسد در مطالعه حاضر گیاهان تیمار شده با تنش شوری و گلايسين بتائين به سبب نقش مؤثر گلايسين بتائين در تنظیم اسمزی سبب کاهش اثرهای مخرب تنش شوری شده است.



شکل ۲. اثر سطوح تنش شوری بر تعداد گل در بوته گیاه گل محمدی (*Rosa damascene* Mill)  
(میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی دار ندارند.)

کاربرد غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار گلايسين بتائين تفاوت معنی داری بر تعداد گل در بوته گل محمدی نداشتند، اما کاربرد گلايسين بتائين نسبت به عدم کاربرد آن سبب افزایش ۲۴/۱۰ درصد در تعداد گل در بوته شد (شکل ۳). Giri (2011) گزارش کرد که کاربرد گلايسين بتائين در

تأثیر مثبت گلايسين بتائين در افزایش ارتفاع گل محمدی در مطالعات بر روی سایر گیاهان گزارش شده است، به عنوان مثال Alasvandyari *et al.* (2017) با کاربرد سطوح ۰، ۱۰، ۳۰ و ۶۰ میلی مولار گلايسين بتائين بر گیاه گلرنگ تحت سطوح شوری ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار کلرید سدیم گزارش کردند که گیاهان تحت تنش ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار کلرید سدیم و محلول پاشی با ۳۰ و ۶۰ میلی مولار گلايسين بتائين در مقایسه با تیمار شاهد دارای ارتفاع بالاتری بودند. گلايسين بتائين با حفظ محتوای آب یاخته به عنوان تنظیم کننده اسمزی در شرایط تنش عمل می کند، به طور کاربرد خارجی آن سبب تحمل به تنش در گیاه می شود (Adak, 2019). به نظر می رسد در مطالعه حاضر گیاهان تیمار شده با تنش شوری و گلايسين بتائين به سبب نقش مؤثر گلايسين بتائين در تنظیم اسمزی سبب کاهش اثرهای مخرب تنش شوری شده است.

### ۲.۳. تعداد گل در بوته

گیاهان تحت تیمار سطوح شوری ۲، ۵ و ۸ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۲). افزایش شوری از سطح ۲ به ۱۱ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش معنی دار ۳۰/۴۴ درصد در تعداد گل در بوته گل محمدی شد (شکل ۲).

افزایش شوری سبب کاهش تعداد گل در بوته گیاه رز شد (Cai *et al.*, 2014). Ali *et al.* (2014) با تأثیر تنش شوری بر گونه ای از گل رز گزارش کردند که افزایش شوری سبب کاهش تعداد گل شد که دلیل آن را کاهش جذب آب در تنش شوری عنوان کردند. هم چنین Cai *et al.* (2014) با کاربرد سطوح شوری ۱/۵، ۴ و ۸ دسی زیمنس بر متر بر ارقام مختلف رز نشان دادند که افزایش شوری تا ۸ دسی زیمنس بر متر سبب تفاوت معنی داری در تعداد گل مشاهده نشد.

گل داشت، اما تفاوت معنی‌دار با کاربرد غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار نداشت (شکل ۴). به‌نظر می‌رسد غلظت ۵۰ میلی‌مولار گلاسیسین‌بتائین نسبت سایر سطوح گلاسیسین‌بتائین دارای برتری بود.

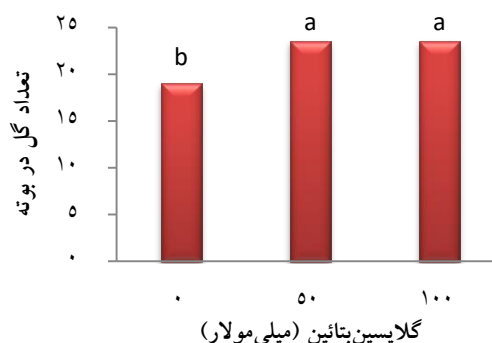
Cabrera & Perdomo (2003) با مطالعه تأثیر تنش شوری بر گونه‌ای از گل رز گزارش کردند که افزایش شوری تا ۷ دسی‌زیمنس بر متر تأثیری بر وزن گل گیاه نداشت. ایجاد تنش با تأثیر منفی بر گیاه سبب کاهش رشد گیاه می‌شود (Moghbli et al., 2016). به‌نظر می‌رسد در مطالعه حاضر به‌دلیل اثرهای مخرب شوری و محدودیت آب برای گیاه سبب کاهش اندازه و رشد اندام‌های گل محمدی شده است. Armin & Miri (2014) با مطالعه محلول‌پاشی با غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار گلاسیسین‌بتائین، افزایش اجزای عملکرد زیره را در شرایط دیم گزارش کردند. هم‌چنین Khayarbadi & Armin (2014) بالاترین میزان گل گاوزبان را با کاربرد گلاسیسین‌بتائین ۱۰۰ میلی‌مولار و عدم تنش شوری گزارش کردند.

در شرایط تنش با توجه به این‌که گلاسیسین‌بتائین در مهار اکسیژن فعال در مجموعه فتوسیستم II نقش دارند، لذا از تجزیه مولکولی پروتئین‌های تنظیم‌کننده جلوگیری می‌کنند (Yildirim et al., 2015)، بنابراین ممکن است علت افزایش وزن گل محمدی در نتیجه محلول‌پاشی با گلاسیسین‌بتائین به سبب کاهش خسارت به فتوسیستم II و در نتیجه افزایش فتوسنتز و بهبود رشد زایشی گیاه باشد.

#### ۴.۳. وزن گلبرگ

بالاترین وزن گلبرگ مربوط به اثر متقابل شوری ۲، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر با ۵۰ میلی‌مولار گلاسیسین‌بتائین و پایین‌ترین وزن گلبرگ در شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر و بدون کاربرد گلاسیسین‌بتائین مشاهده شد، که نسبت به بالاترین مقدار با کاهش ۲۶ درصد مواجه شد (شکل ۵).

اندام‌ها زایش گوجه‌فرنگی سبب تأثیر مثبت بر تعداد گل گیاه شد. به‌کاربردن گلاسیسین‌بتائین سبب تجمع آن در بافت‌های مریستم و سپس انتقال آن به جوانه گل‌ها خواهد شد و سبب افزایش رشد و افزایش تعداد گل خواهد شد (Annunziata, 2019). باتوجه به نقش مثبت گلاسیسین‌بتائین در بهبود و افزایش بخش‌های زایشی گیاه، به‌نظر می‌رسد در آزمایش حاضر، گلاسیسین‌بتائین با تجمع در بخش‌های گل‌دهی سبب افزایش تعداد گل در گیاه شد.



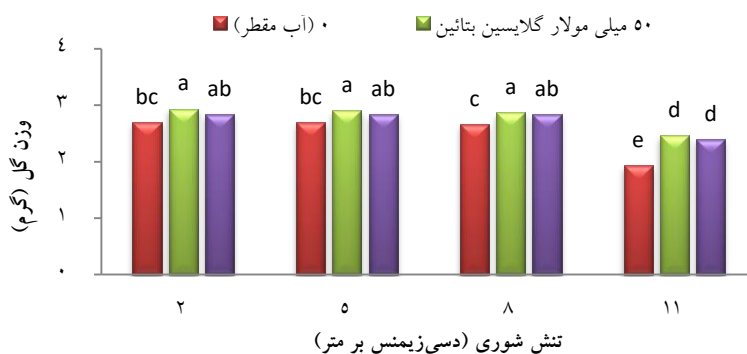
شکل ۳. اثر گلاسیسین‌بتائین بر تعداد گل در بوته گیاه گل محمدی (*Rosa damascene Mill*) (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).

#### ۳.۳. وزن گل

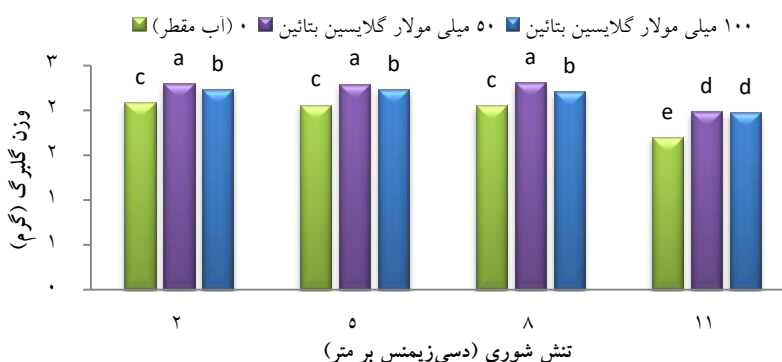
بیش‌ترین وزن گل مربوط به اثر متقابل سطوح شوری ۲، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس با غلظت ۵۰ میلی‌مولار گلاسیسین‌بتائین بود (شکل ۴). هم‌چنین گیاهان تحت تیمار شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر و بدون کاربرد گلاسیسین‌بتائین با ۱/۹۳ گرم گل پایین‌ترین وزن گل را داشتند (شکل ۴). در کلیه سطوح شوری ۲، ۵، ۸ و ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر کاربرد گلاسیسین‌بتائین نسبت به عدم کاربرد آن سبب تولید وزن گل بیشتری شد. هر چند که در تمامی سطوح تنش شوری، کاربرد غلظت ۵۰ میلی‌مولار نسبت به ۱۰۰ میلی‌مولار گلاسیسین‌بتائین دارای اثر بیشتری بر تولید وزن



بررسی تأثیر گلايسين بتائين بر رشد و عملکرد گل محمدی تحت تنش شوری



شکل ۴. اثر متقابل سطوح تنش شوری و گلايسين بتائين بر وزن هر گل در گیاه گل محمدی (*Rosa damascene Mill*) (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).



شکل ۵. اثر متقابل سطوح تنش شوری و گلايسين بتائين بر وزن گلبرگ در گیاه گل محمدی (*Rosa damascene Mill*) (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).

برتری بود. اما در شوری ۱۱ دسی‌زیمنس کاربرد گلايسين بتائين نتوانست وزن گلبرگ را به اندازه سایر سطوح شوری افزایش دهد.

Shahbani et al. (2018) با کاربرد سطوح شوری بر رز مینیاتوری نشان دادند که تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر وزن گل را کاهش داد و علت آن را تأثیر شوری بر محدودیت آب برای توسعه یاخته‌ای و تجمع عناصر مضر در گیاه عنوان کردند. به نظر می‌رسد در آزمایش حاضر افزایش شوری تا ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر به سبب اثرهای مضر شوری سبب کاهش رشد زایشی و وزن گلبرگ شده باشد. کاربرد گلايسين بتائين مطابق با نتایج این مطالعه در

در تمامی سطوح شوری کاربرد گلايسين بتائين به طور معنی‌داری سبب افزایش وزن گلبرگ نسبت به عدم کاربرد گلايسين بتائين شد. گیاهان تحت تیمار غلظت ۵۰ میلی‌مولار نسبت به ۱۰۰ میلی‌مولار گلايسين بتائين دارای وزن گلبرگ بیش‌تر و معنی‌داری بودند (شکل ۵). کاربرد گلايسين بتائين ۵۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) به ترتیب در سطوح ۲، ۵، ۸ و ۱۱ سبب افزایش ۱۰/۵۷، ۱۱/۱۶، ۱۲/۶۸ و ۱۷/۰۵ درصد در وزن گلبرگ شد (شکل ۵).

کاربرد گلايسين بتائين با غلظت ۵۰ میلی‌مولار در تمامی سطوح شوری نسبت به دو سطح دیگر گلايسين بتائين دارای

نمو گیاهی را محدود می‌کند و به موجب آن سبب کاهش وزن تر گیاه و به‌ویژه اندام‌زایشی می‌شود، یکی از آثار کوتاه‌مدت شوری، کاهش رشد در نتیجه پدیده اسمزی می‌باشد که به‌نوبه خود موجب کاهش توسعه یاخته‌ای می‌شود (Baniasadi et al., 2016). به‌نظر می‌رسد در مطالعه حاضر تنش شوری سبب کاهش توسعه و رشد گیاه و به موجب آن کاهش رشد گل‌ها و در نتیجه کاهش عملکرد گل شده است.

در تحقیق موردبررسی گل محمدی (رقم محلات) مقاومت خوبی به تنش شوری داشت به‌طوری‌که نسبت به سایر رزها همچون رز مینیاتوری، تا سطح تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس کاهشی در عملکرد نداشت، که می‌توان این مقاومت به تنش، را به ماهیت این گیاه نسبت داد، به‌طوری‌که بسیار از مطالعات حاکی از مقاومت گل محمدی به تنش می‌باشد (Moghbli et al., 2016).

گیاهان تیمار شده با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلیسین‌بتائین بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر نسبت به تیمار شاهد از عملکرد گل بالاتری برخوردار بودند (شکل ۸). محلول‌پاشی با ۵۰ میلی‌مولار گلیسین‌بتائین نسبت به بدون کاربرد گلیسین‌بتائین سبب افزایش ۳۵/۳۰ درصد عملکرد گل در بوته شد (شکل ۸).

Armin & Miri (2014) گزارش کردند که محلول‌پاشی با غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار گلیسین‌بتائین سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد زیره در شرایط دیم شد. نقش عمده گلیسین‌بتائین در گیاهان در معرض شوری به نقش تنظیم اسمزی گلیسین‌بتائین مربوط می‌شود (Alasvandyari et al., 2017). ممکن است در مطالعه حاضر به سبب نقش مؤثر گلیسین‌بتائین در افزایش پتانسیل اسمزی، سبب جذب آب توسط گیاه و آماس یاخته‌ها شده است و در نتیجه رشد و افزایش عملکرد گیاه را در پی داشته است (Kadkhodaie et al., 2014).

بسیاری از تحقیقات دارای اثرهای مثبت بر روی افزایش و رشد اندام‌های زایشی بوده است، به‌طوری‌که Armin & Miri (2014) بر روی زیره، Yildirim et al. (2015) بر روی کاهو و Abdelmotib et al. (2019) بر لوبیا سبز افزایش رشد گیاه را گزارش کردند. به‌نظر می‌رسد در مطالعه حاضر با توجه به این‌که گلیسین‌بتائین در شرایط تنش از منابع مهم نیتروژن در گیاه محسوب می‌شود (Giri, 2011) و همچنین به‌واسطه مهار رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن<sup>۱</sup> (ROS) آثار مضر آن‌ها را کاهش می‌دهد (Kaya et al., 2013)، لذا می‌تواند نقش مؤثری در افزایش رشد و توسعه اندام‌های زایشی به‌ویژه گل باشد (Annunziata, 2019).

### ۳.۵. نسبت وزن گلبرگ به وزن گل

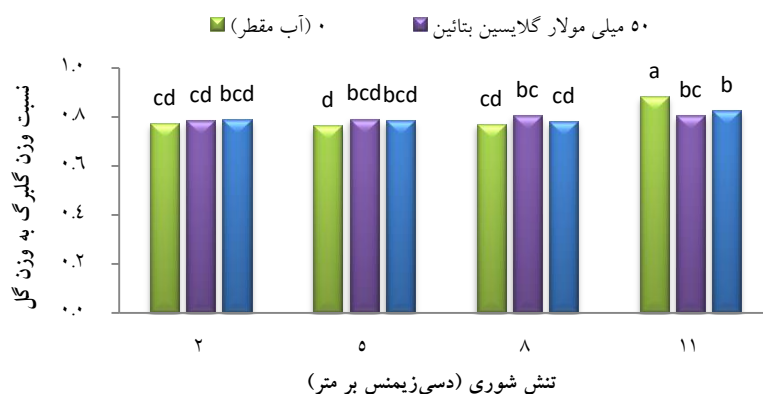
بالاترین نسبت وزن گلبرگ به گل مربوط به اثر متقابل تنش شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر و بدون کاربرد گلیسین‌بتائین بود (شکل ۶). پایین‌ترین نسبت وزن گلبرگ به وزن گل مربوط به سطوح شوری ۲، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر بود. مطابق با نتایج این تحقیق، Asgari et al. (2017) کاهش وزن دمگل گونه‌ای از رز را با افزایش تنش شوری گزارش کردند. با توجه به این‌که وزن گل شامل وزن دمگل نیز بود و با افزایش شوری کاهش بیشتری در وزن گل مشاهده شد (شکل ۴) و لذا سبب افزایش این نسبت در شوری بالاتر (۱۱ دسی‌زیمنس بر متر) شد.

### ۳.۶. عملکرد گل

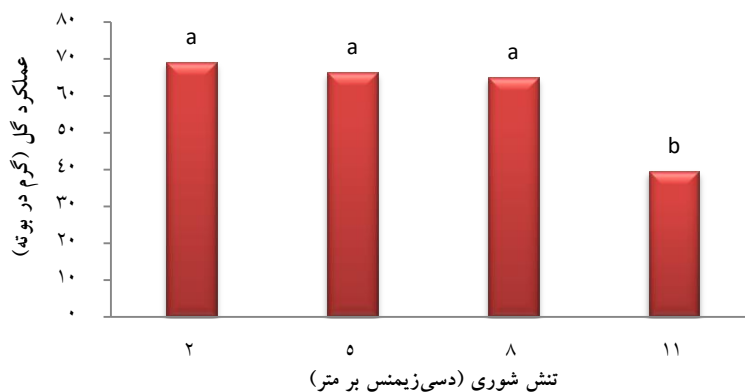
گیاهان تحت تیمار سطوح ۲، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر بدون تفاوت معنی‌دار از بالاترین عملکرد گل در بوته برخوردار بودند (شکل ۷). شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر با کاهش ۴۲/۹۰ درصد نسبت به تیمار شاهد سبب تولید پایین‌ترین عملکرد گل شد (شکل ۷). تنش شوری رشد و

1. Reactive oxygen species

بررسی تأثیر گلايسين بتائين بر رشد و عملکرد گل محمدی تحت تنش شوری



شکل ۶. اثر متقابل سطوح تنش شوری و گلايسين بتائين بر نسبت وزن گلبرگ به وزن گل در گیاه گل محمدی (*Rosa damascene Mill*) (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).



شکل ۷. اثر سطوح تنش شوری بر عملکرد گل در گیاه گل محمدی (*Rosa damascene Mill*) (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).



شکل ۸. اثر گلايسين بتائين بر عملکرد گل در گیاه گل محمدی (*Rosa damascene Mill*) (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).

### ۳.۲. درصد اسانس

افزایش سطح شوری سبب افزایش معنی دار درصد اسانس شد، به طوری که بالاترین درصد اسانس در گیاهان تحت تیمار شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر و سه سطح گلاسیسین‌بتائین و پایین‌ترین درصد اسانس با تفاوت ۰/۰۰۶ درصد در تیمار شاهد تنش شوری و گلاسیسین‌بتائین مشاهده شد (شکل ۹). کاربرد سطوح مختلف گلاسیسین‌بتائین نسبت به عدم کاربرد آن تأثیر معنی داری در افزایش درصد اسانس داشت (شکل ۹). گیاهان تیمار شده با غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلاسیسین‌بتائین در سطوح پایین تنش شوری (۲ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر) به طور معنی داری درصد اسانس بالاتری نسبت به تیمار شاهد داشتند، به طوری که کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلاسیسین‌بتائین به ترتیب در سطح تنش شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر سبب افزایش ۱۴/۲۸ و ۱۹/۰۴ درصد و در سطح تنش شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب سبب افزایش ۸/۶۹ و ۱۱/۳۰ درصد نسبت به عدم کاربرد گلاسیسین‌بتائین شد (شکل ۹).

Dehghan & Rahimmalek (2018) با کاربرد سطوح مختلف شوری ۰/۵، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر بر گیاه دارویی بومادران گزارش کردند که افزایش شوری تا سطح ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر باعث افزایش اسانس گیاه شد و علت آن را کم شدن سطح برگ‌ها و متراکم شدن غدد ترشحی اسانس در گیاهان تحت تنش شوری عنوان کردند. در واقع گیاه برای جبران شرایط تنش، میزان متابولیت‌های ثانویه را افزایش می‌دهد (Moghbli et al., 2016). ممکن است در مطالعه حاضر افزایش میزان اسانس با بالارفتن سطوح شوری به سبب نقش سازوکار دفاعی گیاه در مقابل تنش باشد. Murmu et al. (2017) گزارش کردند که در شرایط تنش شوری تولید آنتی‌اکسیدان و متابولیت‌های گیاه افزایش می‌یابد. افزایش درصد اسانس گل محمدی به واسطه محلول پاشی با گلاسیسین‌بتائین را می‌توان به تجمع مقادیر زیاد

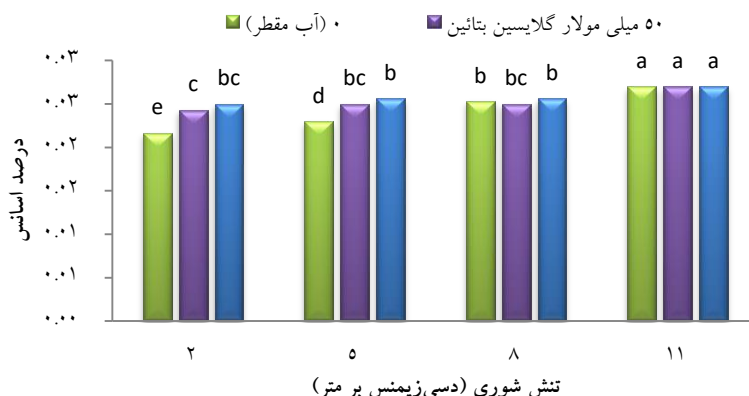
متابولیت‌های ثانویه جهت حفظ تعادل اسمزی یاخته‌ای و همچنین به سبب نقش تنظیم‌کننده گلاسیسین‌بتائین و افزایش میزان آنتی‌اکسیدان‌های مرتبط با تنش نسبت داد (Einset & Connolly, 2009).

### ۳.۸. عملکرد اسانس

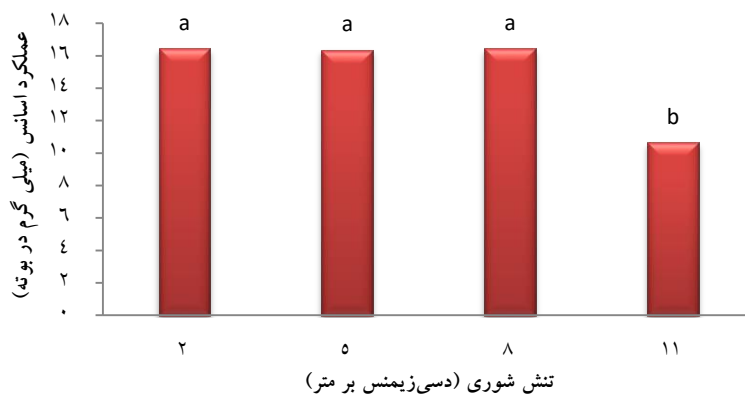
نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تیمار شوری حاکی از آن بود گیاهان تحت تیمار سطوح ۲، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی داری از لحاظ عملکرد اسانس نداشتند (شکل ۱۰). افزایش تنش شوری تا سطح ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر سبب کاهش معنی دار عملکرد اسانس شد، به طوری که این کاهش نسبت به تیمار شاهد برابر با ۳۵/۱۷ درصد بود (شکل ۱۰). با توجه به این که گیاهان تحت تنش شوری ۲، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر دارای عملکرد بالاتری بودند (شکل ۷)، لذا عملکرد اسانس در این گیاهان بیش تر بود (شکل ۱۰)، هرچند که گیاهان تحت سطوح پایین تر شوری از درصد اسانس کمتری برخوردار بودند اما با توجه به برتری افزایش عملکرد در آن‌ها سبب افزایش معنی دار عملکرد اسانس آن‌ها شد (شکل ۱۰). Masumi et al. (2014) رابطه معنی داری را بین افزایش عملکرد گل با عملکرد اسانس گل محمدی را گزارش کردند.

نتایج اثر ساده گلاسیسین‌بتائین نشان داد هرچند که کاربرد دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلاسیسین‌بتائین با یکدیگر تفاوت معنی داری بر عملکرد اسانس نداشت، اما افزایش غلظت گلاسیسین‌بتائین نسبت به تیمار شاهد سبب افزایش معنی دار عملکرد اسانس شد، به طوری که محلول پاشی گیاهان با غلظت ۵۰ میلی‌مولار گلاسیسین‌بتائین سبب افزایش ۴۳/۷۹ درصد نسبت به تیمار شاهد شد (شکل ۱۱).

بررسی تأثیر گلايسين بتائين بر رشد و عملکرد گل محمدی تحت تنش شوری



شکل ۹. اثر متقابل سطوح تنش شوری و گلايسين بتائين بر درصد اسانس در گیاه گل محمدی (*Rosa damascene Mill*) (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).



شکل ۱۰. اثر سطوح تنش شوری بر عملکرد اسانس در گیاه گل محمدی (*Rosa damascene Mill*) (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).



شکل ۱۱. اثر گلايسين بتائين بر عملکرد اسانس در گیاه گل محمدی (*Rosa damascene Mill*) (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند).

#### ۶. منابع

- Abdelmotlb, N.A., Abdel-All, F.S., Abd EL-Hady S.A., EL-Miniawy, S.M. & Ghoname, A.A. (2019). Glycine betaine and sugar beet extract ameliorated salt stress adverse effect on green bean irrigated with saline water. *Middle East Journal of Applied*, 9(1), 142-154.
- Adak, N. (2019). Effects of glycine betaine concentrations on the agronomic characteristics of strawberry grown under deficit irrigation conditions. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2), 3753-3767. [https://doi.org/10.15666/aeer/1702\\_37533767](https://doi.org/10.15666/aeer/1702_37533767)
- Alasvandyari, F., Mahdavi, B. & Madah Hosseini, S. (2017). Glycine betaine affects the antioxidant system and ion accumulation and reduces salinity-induced damage in safflower seedlings. *Archives of Biological Sciences*, 69(1), 139-147. <https://doi.org/10.2298/ABS160216089A>
- Ali, E.F., Bazaid, S.A. & Hassan, F.A.S. (2014). Salinity tolerance of taif roses by gibberellic acid (GA3). *International Journal of Science and Research*, 3(11), 184-192. <https://doi.org/10.2298/ABS160216089A>
- Annunziata, M.G., Ciarmiello, L.F., Woodrow, P., Dell'Aversana, E. & Carillo, P. (2019). Spatial and temporal profile of glycine betaine accumulation in plants under abiotic stresses. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1-13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00230>
- Armin, M. & Miri, H.R. (2014). Effects of glycine betaine application on quantitative and qualitative yield of Cumin under irrigated and rain-fed cultivation. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17(4), 708-716. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2014.884949>
- Asgari, F., Motarshaezadeh, B. & Kalatehjari, S. (2017). Investigation the effect of silicon on morphological and physiological characteristics of (*Rosa chinensis var.minima*) Meilandina prince. *4<sup>th</sup> International conference on applied research in chemistry science and biology*, p. 12. (in Persian)
- Baniasadi, F., Safari, V. & Maghsoudimod, A. A. (2015). Effect of putrescine and salinity on morphological and biochemical traits and pigment content of marigold plant (*Calendula officinalis* L.). *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture Soilless Culture Research Center*, 6(1), 125-134. (in Persian)
- Cabrera, R.I. (2003). Demarcating salinity tolerance in greenhouse roses. *Acta Horticulture*, 609, 51-57. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.609.5>

افزایش غلظت گلیسین بتائین سبب افزایش عملکرد اسانس شد که علت آن را می توان هم به علت تأثیر مثبت گلیسین بتائین در افزایش عملکرد گیاه (شکل ۸) و هم به واسطه نقش مؤثر گلیسین بتائین در افزایش درصد اسانس (شکل ۹) نسبت داد.

#### ۴. نتیجه گیری

نتایج نشان داد که گل محمدی تا شوری ۸ دسی زیمنس بر متر کاهشی در تعداد گل در بوته، عملکرد گل و عملکرد اسانس نسبت به شوری ۲ دسی زیمنس بر متر نشان نداد، علاوه بر آن درصد اسانس با افزایش شوری تا سطح ۱۱ دسی زیمنس بر متر افزایش یافت. در تمامی سطوح شوری، کاربرد گلیسین بتائین نسبت به عدم کاربرد آن سبب بهبود ارتفاع، تعداد گل، عملکرد گل و میزان اسانس گل محمدی شد. ممکن است در مطالعه حاضر افزایش میزان اسانس با بالارفتن سطوح شوری به سبب نقش سازوکار دفاعی گیاه در مقابل تنش باشد. هم چنین، به نظر می رسد گلیسین بتائین می تواند در برابر تنش شوری از سلول محافظت کرده و با افزایش مکانیسم های تحمل به شوری، شرایط بهتری را برای رشد گیاه و بهبود عملکرد گل در محیط شور فراهم کند. افزایش درصد اسانس گل محمدی به واسطه محلول پاشی با گلیسین بتائین را می توان به تجمع مقادیر زیاد متابولیت های ثانویه جهت حفظ تعادل اسمزی یاخته ای و هم چنین به سبب نقش تنظیم کننده گلیسین بتائین و افزایش میزان آنتی اکسیدان های مرتبط با تنش نسبت داد. به طور کلی کاربرد گلیسین بتائین نقش مثبتی در بهبود عملکرد گل محمدی و میزان اسانس این گیاه در شرایط تنش شوری داشت.

#### ۵. تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

- Cabrera, R.I. & Perdomo, P. (2003). Reassessing the salinity tolerance of greenhouse roses under soilless production conditions. *HortScience*, 38, 533-536.  
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.38.4.533>.
- Cai, X., Niu, G., Starmana, T. & Hall, C. (2014). Response of six garden roses (*Rosa × hybrida* L.) to salt stress. *Scientia Horticulturae*, 168, 27-32.  
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.12.032>
- Cha-Um, S. & Kirdemane, C. (2015). In Vitro Flowering of Miniature Roses (*Rosa x hybrida* L. 'Red Imp') in Response to Salt Stress. *European Journal of Horticultural Science*, 75(6), 239-245.
- Dehghan, A. & Rahimmalek, M. (2018). The effect of salt stress on morphological traits and essential oil content of Iranian and foreign yarrow (*Achillea millefolium* L.) genotypes. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 9(2), 23-38. (in Persian)
- Ebrahimi, M. & Sharifzadegan, H. (2016). Introduce of principles of Golmohammadi planting. *Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ministry of Agriculture-Jihad*, p. 20. (in Persian)
- Einset, J. & Connolly, E.L. (2009). Glycine betaine enhances extracellular processes blocking ROS signaling during stress. *Plant Signaling & Behavior*, 4(3), 197-199.  
<https://doi.org/10.4161/psb.4.3.7725>
- Giri, J. (2011). Glycinebetaine and abiotic stress tolerance in plants. *Plant Signaling & Behavior*, 6(11), 1746-1751.  
<https://doi.org/10.4161/psb.6.11.17801>
- Ibrahim, A.H. (2004). Efficacy of exogenous glycine betaine application on sorghum plants grown under salinity stress. *Acta Botanica Hungarica*, 46(3), 307-318.  
<https://doi.org/10.1556/ABot.46.2004.3-4.5>
- Kadkhodaie, H., Sodaiezhadeh, H., Mosleh arani, A. (2014). The effects of exogenous application of glycine betain on growth and some physiological characteristics of *Brossica napus* under drought stress in field condition. *Desert Ecosystem Engineering Journal*, 3(4), 79-90.
- Kaya, C., Sonmez, O., Aydemir, S., Dikilitas, M. (2013). Mitigation effects of glycinebetaine on oxidative stress and some key growth parameters of maize exposed to salt stress. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38, 188-194.  
<https://doi.org/10.3906/tar-1205-18>
- Khayarbadi, E. & Armin, M. (2014). Salinity stress mitigation by glycin in peppermint (*Boago officinalis*). M.Sc. dissertation. Faculty of Agriculture and Veterinary. Islamic Azad University of Sabzevar Branch Iran. (in Persian)
- Li, X., Wan, S., Kang, Y., CHen, X. & Chu, L. (2016). Chinese Rose (*Rosa chinensis*) Growth and Ion Accumulation under Irrigation with Waters of Different Salt Contents. *Agricultural Water Management*, 163, 180-189.  
<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.09.020>
- Masumi, Z., Zandi, P. & Tabaei Aghdaei, S.R. (2014). The quantity and quality of essential oil, yield and yield components of seven genotypes of rose (*Rosa damascene* Mill.) in Fars Province. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 30(1), 186-197. (in Persian)
- Moghbeli Mehni Dareroodi, A., Delbari, M. & Koochi, N. (2016). Investigation of Vegetative and Reproductive Characteristics of Damask Rose in Different Irrigation Regimes through Surface and Subsurface Drip Irrigation. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 46(4), 673-683. (in Persian)
- Mortezainajad, F., Khavarinajad, R.A. & Emami, M. (2005). Evaluation of some performance parameters and proline rice varieties under salt stress. *New Agricultural Science*, 2(4), 65-70. (in Persian)
- Murmu, K., Murmu, S., Kumar Kundu, C. & Sekhar Bera, P. (2017). Exogenous proline and glycine betaine in plants under stress tolerance. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(9), 901-913.  
<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.609.109>
- Nazarolmolk, E., Zahedi, B. & Zeinali, H. (2017). Relations between flower yield and its components in 10 genotypes of damask rose in Golpayegan. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 48(2), 243-249. <https://doi.org/10.22059/ijhs.2017.127919.801>
- Safi, M., Fardous, A., Muddaber, M., EL-Zuraiqi, S., AL-hadidi, L. & Bashabshehah, I. (2005). Effect of Treated Saline Water on Flower Yield and Quality of Roses *Rosa hybrida* and Carnation *Dianthus caryophyllus*. *ScienceAsia*, 31, 335-339.  
<https://doi.org/10.2306/scienceasia1513-1874.2005.31.335>
- Sakamoto, A. & Murata, N. (2002). The role of glycine betaine in the protection of plants from stress: clues from transgenic plants. *Plant, Cell & Environment*, 25, 163-171.  
<https://doi.org/10.1046/j.0016-8025.2001.00790.x>
- Shahbani, Z., Khosh-Khui, M., Salehi, H., Kafi, M., Kamgar Haghghi, A.A. & Eshghi, S. (2018). Effects of salinity stress on morphological and

- physiological characteristics of miniature rose (*Rosa chinensis* Jacq. var. *minima* Rehd.), *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 19(1), 41-52. (in Persian)
- Showler, A.T. & Castro, B.A. (2010). Influence of drought stress on Mexican rice borer (Lepidoptera: Crambidae) oviposition preference in sugarcane. *Crop Protection*, 28, 722-727. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.07.014>
- Sobahan, M.A., Akter, N., Murata, Y. & Munemasa, S. (2016). Exogenous proline and glycinebetaine mitigate the detrimental effect of salt stress on rice plants. *Silpakorn University Science and Technology Journal*, 10(3), 38-43. <https://doi.org/10.14456/sustj.2016.11>
- Tabaei-aghdaei, S.R., Rezaee, M.B. & Jaymand, K. (2003). Evaluate the variation in components flowers and essential oil yield Damask rose genotypes in Kashan. *Iranian Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 11(2), 219-234. (in Persian)
- Vadizadeh, P., Sarajoughi, M. & Mir Taheri, S.M. (2017). Study of salicylic acid and glycine effect on some agronomic traits of Alfalfa under wet stress conditions. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 13(2), 2-14. (in Persian)
- Yildirim, E., Ekinci, M., Turan, M., Dursun, A., Kul, R. & Parlakova, F. (2015). Roles of glycine betaine in mitigating deleterious effect of salt stress on lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Archives of Agronomy and Soil Science*, 61(12), 1673-1689. <https://doi.org/10.1080/03650340.2015.1030611>.