به‌زراعی کشاورزی
دوره ۲۲ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۹
صفحه‌های ۱۳۴-۱۱۹

بررسی تأثیر گلایسین‌بتائین بر رشد و عملکرد گل محمدی تحت تنش شوری

رستم یزدانی بیوکی[1*]، حسین بیرامی[1]
۱. استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۶/۲۴

چکیده
به‌منظور بررسی تأثیر گلایسین‌بتائین بر برخی ویژگی‌های رشدی و عملکرد گل محمدی آزمایشی به‌صورت 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 محلول‌پاشی (شاهد)، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین 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 گلایسین‌بتائین 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 تیمارشده با سطوح شوری ۲، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد که به‌ترتیب نسبت به تیمار ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر دارای حدوداً ۷/۵ عدد گل، ۲۹/۵ گرم گل در بوته و ٦ میلی‌گرم اسانس در بوته بالاتری برخوردار بودند. نتایج اثر متقابل شوری و گلایسین‌بتائین نشان داد که گیاهان تیمارشده با تنش شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر و ۱۰۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین بالاترین ارتفاع (۷۱ سانتی‌متر) و تیمار شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر و بدون مصرف گلایسین‌بتائین پایین‌ترین ارتفاع (٤٠ سانتی‌متر) را داشتند. به‌طورکلی کاربرد غلظت ۵۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین در شرایط بدون تنش شوری سبب تولید بالاترین وزن گل محمدی شد.

کلیدواژه‌ها: اسانس، عملکرد اسانس، گلبرگ، محلول‌پاشی، محلول‌های سازگار.

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

Rostam Yazdani Biouki[1], Hossein Beyrami[1]
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.

* نویسنده مسئول Email: r.yazdani @areeo.ac.ir

۱. مقدمه

گل محمدی (*Rosa damasena* Mill.) از خانواده Rosaseae 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 تحت‌تأثیر 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 (Ebrahimi & Sharifzadegan, 2016). Ali *et al.* (2014) با بررسی تنش شوری بر روی گل رز[1] 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[2] 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 تیمارشده 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 تنش اسمزی ناشی از شوری است، این تنظیم می‌تواند به‌واسطه تولید ترکیباتی مثل اسیدهای آمینه مانند گلایسین در اندام‌های هوایی و ریشه انجام شود (Showler *et al.*, 2010). گلایسین‌بتائین 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[3] در شرایط تحت تنش اقدام به ساخت و تجمع گلایسین‌بتائین می‌کنند (Annunziata, 2019).

مطالعات مختلف حاکی از نتایج مثبت کاربرد گلایسین‌بتائین 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 گلایسین‌بتائین 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 کلریدسدیم کاربرد ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین در مقایسه با تیمار شاهد سبب افزایش طول ساقه گیاه شد. Yildirim *et al.* (2015) با مطالعه تأثیر محلول‌پاشی غلظت‌های ۰، ۵، ۱۰ و ۲۵ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین و ۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم بر روی کاهو[4] گزارش کردند که گلایسین‌بتائین با کاهش اثرهای مخرب تنش شوری سبب بهبود رشد کاهو شد. Ibrahim (2004) با مطالعه کاربرد گلایسین‌بتائین و تنش شوری روی سورگوم[5] نشان داد که غلظت ۷۵ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین سبب کاهش اثرهای منفی تنش شوری شد. Kaya *et al.* (2013) گزارش کردند که کاربرد ۵۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین بر روی گیاه ذرت سبب کاهش

1. *Rosa damascina* var. *trigintipetala*
2. *Rosa Chinensis*
3. Poaceae
4. *Lactuca sativa* L.
5. *Sorghum bicolor* L. var. Hybrid 113

اثرهای تنش شوری شد. Abdelmotlb *et al.* (2019) با بررسی گلایسین‌بتائین بر کاهش اثرهای تنش شوری نشان دادند که محلول‌پاشی با گلایسین‌بتائین به‌طور معنی‌داری سبب افزایش رشد رویشی و عملکرد لوبیا سبز[1] شد. Armin & Miri (2014) گزارش کردند که محلول‌پاشی با غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد زیره[2] در شرایط دیم شد. Murmu *et al.* (2017) گزارش کردند که کاربرد گلایسین‌بتائین در شرایط تنش شوری سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان و متابولیت‌های گیاه شد، در واقع گلایسین‌بتائین 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.

گلایسین‌بتائین 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 گلایسین‌بتائین در گیاهان در معرض شوری به نقش تنظیم اسمزی گلایسین‌بتائین مربوط شود (Alasvandyari *et al.*, 2017).

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

۲. مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه کاربرد گلایسین‌بتائین بر کاهش اثر تنش شوری بر روی گل محمدی (منطقه محلات)، آزمایشی به‌صورت 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 میلی مولار و ۱۰۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین بود. به‌ترتیب برای تهیه غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین میزان ۳/۷۵ و ۷/۵ گرم گلایسین‌بتائین 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 ٦٠ 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 به‌مدت نه ماه بر گیاهان اعمال شد. جهت تهیه سطوح مختلف شوری از آب شهری (۰/٤٤٥ 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 (۰/٤٤٥ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر) استفاده شد.

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

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته خاک	کربن آلی (٪)	فسفر (٪)	پتاسیم (٪)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)
۳/٤٥	۷/۵۳	۰/۰۱	۵/۹۲	۱٤۱	۵۸/۱۸	۱۲/۸۲	۲۹

جدول ۲. خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

نسبت جذب سدیم	SO_4^{2-} ($meq\ l^{-1}$)	Cl^- ($meq\ l^{-1}$)	K^+ ($meq\ l^{-1}$)	Na^+ ($meq\ l^{-1}$)	HCO_3^- ($meq\ l^{-1}$)	CO_3^{2-} ($meq\ l^{-1}$)	Mg^{2+} ($meq\ l^{-1}$)	Ca^{2+} (meq l-1)	نسبت جذب سدیم	اسیدیته آب	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)
۳/۹	۹/۷۵	۱۷/۳۱	۰/۱	۱۱/۷٤	۲/۸۹	۰	۸/٤۲	۹/۷	۳/۹	۸/۰۵	۲/۸
۲۸/۸۳	۷/۸۲	۸٦/٤۸	۰/۲۱	۸۰/۷۳	۲/۷۷	۰	۱۲/۸۸	۳/۲٦	۲۸/۸۳	۸/۰۰	۱۰

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 مورداستفاده با مارک مرک و فرمول ($C_5H_{12}NO$) 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، وزن‌تر گل، وزن‌تر 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 سطح خاک تا جایی‌که 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

درون زودپزهای اسانس‌گیری ریخته شد و به‌ازای هر صد گرم گلبرگ تازه به میزان یک لیتر آب به آن اضافه شد و سپس به‌مدت سه ساعت و نیم به‌روش تقطیر با آب اسانس‌گیری شد. سپس جهت تعیین درصد اسانس، ابتدا شیشه رنگی خالی که مخصوص جمع‌آوری اسانس بود، وزن شد، بعداً اسانس هر تیمار درون شیشه ریخته شد در نهایت با کم‌کردن وزن شیشه از وزن کل، میزان اسانس برای صد گرم گلبرگ گل محمدی حاصل شد سپس عملکرد اسانس با حاصل‌ضرب عملکرد گل در درصد اسانس مطابق با رابطه (۱) محاسبه شد (Tabaei-aghdaei *et al.*, 2003):

(رابطه ۱) = عملکرد اسانس (میلی‌گرم در بوته)

۱۰ × درصد اسانس × عملکرد گل در بوته (گرم)

واکاوی آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS ver 9.2، مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel (2013) انجام شد.

۳. نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن بود که اثر ساده تیمار شوری بر کلیه صفات موردبررسی به‌جز تعداد شاخه در بوته و تعداد گلبرگ معنی‌دار بود (P<۰/۰۱) (جدول ۳). تیمار گلایسین‌بتائین نیز علاوه بر تعداد شاخه در بوته و تعداد گلبرگ بر ارتفاع و نسبت وزن گلبرگ به گل تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). اثر متقابل شوری و گلایسین‌بتائین تنها بر ارتفاع بوته، وزن گل، وزن گلبرگ، نسبت وزن گلبرگ به گل و درصد اسانس معنی‌دار بود (جدول ٤). اثر متقابل شوری و گلایسین‌بتائین تنها بر ارتفاع ، وزن گل، وزن گلبرگ، نسبت وزن گلبرگ به گل و درصد اسانس معنی‌دار بود.

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر تنش شوری و گلایسین‌بتائین بر صفات موردمطالعه در گیاه گل محمدی (*Rosa damascene* Mill)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه در بوته	تعداد گل در بوته	وزن تر گل	وزن تر گلبرگ
تیمارهای شوری	۳	۵۳۲/۹۳**	۰/۰۲ns	۱۰٤/٦۲**	۰/٦۵**	۰/۲۱**
گلایسین‌بتائین	۲	۷٤/٤۹ns	۰/۰۲ns	۸٤/۰۲**	۰/۲۸**	۰/۲۰**
شوری × گلایسین‌بتائین	٦	٦۸/۰۸*	۰/۱۳ns	۵/٦۵ns	۰/۰۲**	۰/۰۰۲**
خطا	۲٤	۲٤/۳۲	۰/۲۲	۲/۷۵	۰/۰۰٦	۰/۰۰۰۷
ضریب تغییرات (٪)		۸/۰٦	۹/۱۷	۷/۵۱	۲/۹۹	۱/۲۸

*، ** و ns: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار.

جدول ٤. تجزیه واریانس اثر تنش شوری و گلایسین‌بتائین بر صفات مورد مطالعه در گیاه گل محمدی (*Rosa damascene* Mill)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد گلبرگ	نسبت وزن گلبرگ به وزن گل	عملکرد گل	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تیمارهای شوری	۳	۰/۱۰ns	۰/۰۰٦**	۱۷۱۰/۳٤**	۰/۰۰۰۰۱**	۷٤/۷۳**
گلایسین‌بتائین	۲	۰/۱۹ns	۱/۰۹ns	۱۰۹٦/۰۵**	۰/۰۰۰۰۰۷**	۱۰۲/۲۷**
شوری × گلایسین‌بتائین	٦	۰/۰٤ns	۰/۰۰۲**	۳٦/۵۰ns	۰/۰۰۰۰۰۲**	۲/٤۸ns
خطا	۲٤	۰/۱۳	۰/۰۰۰۵	۲٤/٤۳	۰/۰۰۰۰۰۰۳	۱/۲۸
ضریب تغییرات (٪)		۱/۰٦	۲/۹۷	۸/۲٤	۲/۱۹	۷/۵۷

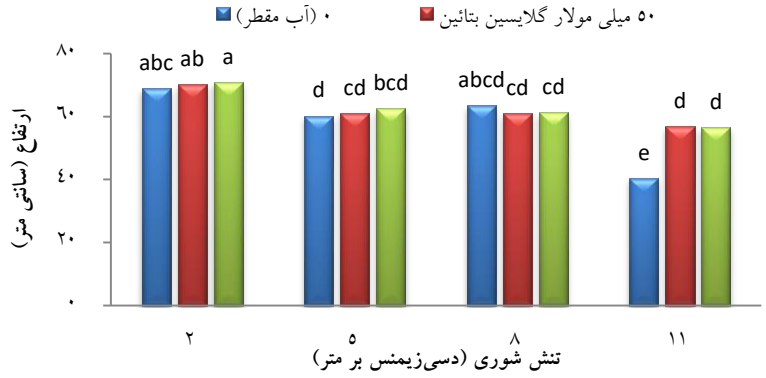
*، ** و ns: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار.

۳. ۱. ارتفاع بوته

گیاهان تحت تیمار شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر و ۱۰۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین از بالاترین ارتفاع بوته برخوردار بودند، که نسبت به پایین‌ترین ارتفاع که مربوط به گیاهان تیمارشده با شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر و بدون محلول پاشی با گلایسین‌بتائین بود، دارای ۷۵/۸۱ درصد برتری بودند (شکل ۱). گیاهان تیمارشده با غلظت‌های مختلف گلایسین‌بتائین 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 گلایسین‌بتائین با تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی با گلایسین‌بتائین از مقادیر بالاتر و معنی‌داری برخوردار بودند.

ارتفاع گیاهان تحت تنش شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر و کاربرد دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین نسبت به کاربرد گلایسین‌بتائین در دو سطح شوری ۵ و ۸ دسی‌زیمنس تفاوت معنی‌داری نداشتند که حاکی از مؤثربودن کاربرد گلایسین‌بتائین در شوری‌های بالاست. به‌نظر می‌رسد تأثیر گلایسین‌بتائین در شوری‌های پایین ناچیز بود و با افزایش شوری کاربرد گلایسین‌بتائین مؤثر بود. با افزایش شوری از ۲ به ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر سبب کاهش ۴۱/۳۸، ۱۹/۰۸ و ۲۰/۳۱ درصد به‌ترتیب در گیاهان تیمارشده با ۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین شد (شکل ۱).

مطالعات مختلف حاکی از کاهش ارتفاع با افزایش تنش شوری در گل رز گزارش شده است، رزها به‌طورکلی 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 گلایسین‌بتائین، 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).



شکل ۱. اثر متقابل سطوح تنش شوری و گلایسین‌بتائین بر ارتفاع گیاه گل محمدی (*Rosa damascene* Mill)

(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند.)

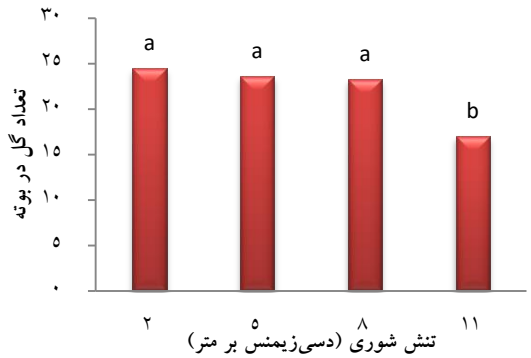
تأثیر مثبت گلایسین‌بتائین در افزایش ارتفاع گل محمدی در مطالعات بر روی سایر گیاهان گزارش شده است، به‌عنوان مثال Alasvandyari *et al.* (2017) با کاربرد سطوح ۰، ۱۰، ۳۰ و ٦۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین بر گیاه گلرنگ تحت سطوح شوری ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلریدسدیم گزارش کردند که گیاهان تحت تنش ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و محلول‌پاشی با ۳۰ و ٦۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین در مقایسه با تیمار شاهد دارای ارتفاع بالاتری بودند. گلایسین‌بتائین با حفظ محتوای آب یاخته به‌عنوان تنظیم‌کننده اسمزی در شرایط تنش عمل می‌کند، به‌طور کاربرد خارجی آن سبب تحمل به تنش در گیاه می‌شود (Adak, 2019). به‌نظر می‌رسد در مطالعه حاضر گیاهان تیمارشده با تنش شوری و گلایسین‌بتائین به سبب نقش مؤثر گلایسین‌بتائین در تنظیم اسمزی سبب کاهش اثرهای مخرب تنش شوری شده است.

۳. ۲. تعداد گل در بوته

گیاهان تحت تیمار سطوح شوری ۲، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۲). افزایش شوری از سطح ۲ به ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر سبب کاهش معنی‌دار ۳۰/٤٤ 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 گونه‌ای 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. هم‌چنین Cai *et al.* (2014) با کاربرد سطوح شوری ۱/۵، ٤ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر بر ارقام مختلف رز نشان دادند که افزایش شوری تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر سبب تفاوت معنی‌داری در تعداد گل مشاهده نشد.

Cha-um & Kirdmanee (2010) با کاربرد تنش شوری ۵ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بر گونه‌ای از رز گزارش کردند که با افزایش شوری تعداد گل به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و حساسیت به نمک در فرآیندهای زایشی را علت آن دانستند. به‌نظر می‌رسد در مطالعه حاضر به‌دلیل ماهیت گل محمدی، افزایش شوری تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر تأثیری بر گیاه نداشت و افزایش شوری تا ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر به‌علت کاهش جذب آب، رشد رویشی گیاه کاهش یافت و سبب کاهش تعداد گل شد، در واقع تعداد گل در گیاه به میزان رشد رویشی گیاه بستگی دارد و کاهش رشد رویشی در شرایط تنش شوری منجر به کاهش تعداد گل می‌شود (Dehghan & Rahimmalek, 2018).

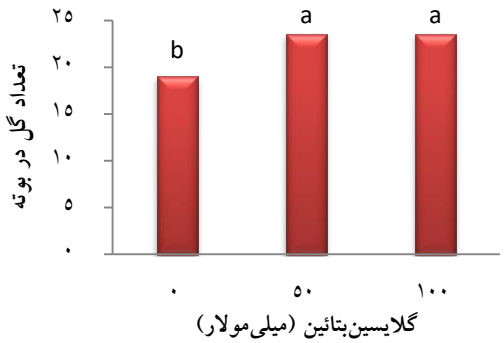


شکل ۲. اثر سطوح تنش شوری بر تعداد گل در بوته گیاه گل محمدی (*Rosa damascene* Mill)

(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند.)

کاربرد غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین تفاوت معنی‌داری بر تعداد گل در بوته گل محمدی نداشتند، اما کاربرد گلایسین‌بتائین نسبت به عدم کاربرد آن سبب افزایش ۲٤/۱۰ درصد در تعداد گل در بوته شد (شکل ۳). Giri (2011) گزارش کرد که کاربرد گلایسین‌بتائین در

اندام‌ها زایش گوجه‌فرنگی سبب تأثیر مثبت بر تعداد گل گیاه شد. به‌کاربردن گلایسین‌بتائین 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 گلایسین‌بتائین در بهبود و افزایش بخش‌های زایشی گیاه، به‌نظر می‌رسد در آزمایش حاضر، گلایسین‌بتائین با تجمع در بخش‌های گل‌دهی سبب افزایش تعداد گل در گیاه شد.



شکل ۳. اثر گلایسین‌بتائین 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

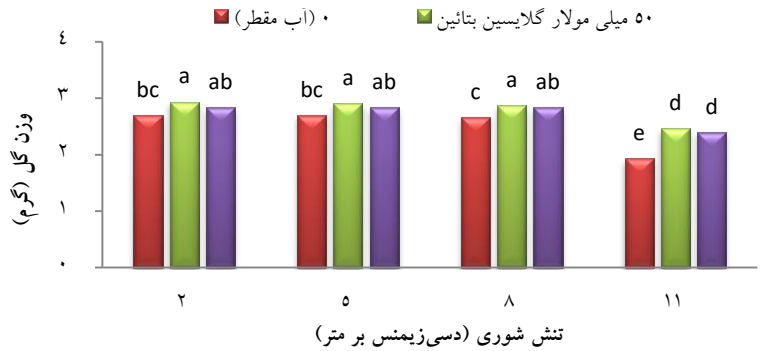
بیش‌ترین وزن گل مربوط به اثر متقابل سطوح شوری ۲، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس با غلظت ۵۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین بود (شکل ٤). هم‌چنین گیاهان تحت تیمار شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر و بدون کاربرد گلایسین‌بتائین با ۱/۹۳ گرم گل پایین‌ترین وزن گل را داشتند (شکل ٤). در کلیه سطوح شوری ۲، ۵، ۸ و ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر کاربرد گلایسین‌بتائین 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 گلایسین‌بتائین دارای اثر بیش‌تری بر تولید وزن گل داشت، اما تفاوت معنی‌دار با کاربرد غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار نداشت (شکل ٤). به‌نظر می‌رسد غلظت ۵۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین نسبت سایر سطوح گلایسین‌بتائین 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 گلایسین‌بتائین، افزایش اجزای عملکرد زیره را در شرایط دیم گزارش کردند. هم‌چنین Khayarbadi & Armin (2014) بالاترین میزان گل گاوزبان را با کاربرد گلایسین‌بتائین ۱۰۰ میلی‌مولار و عدم تنش شوری گزارش کردند.

در شرایط تنش با توجه به این‌که گلایسین‌بتائین در مهار اکسیژن فعال در مجموعه فتوسیستمII 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 گلایسین‌بتائین به سبب کاهش خسارت به فتوسیستمII و در نتیجه افزایش فتوسنتز و بهبود رشد زایشی گیاه باشد.

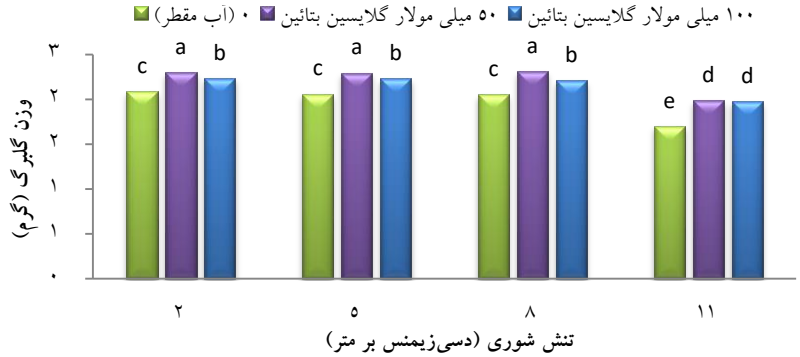
۳. ٤. وزن گلبرگ

بالاترین وزن گلبرگ مربوط به اثر متقابل شوری ۲، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر با ۵۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین و پایین‌ترین وزن گلبرگ در شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر و بدون کاربرد گلایسین‌بتائین مشاهده شد، که نسبت به بالاترین مقدار با کاهش ۲٦ درصد مواجه شد (شکل ۵).



شکل ٤. اثر متقابل سطوح تنش شوری و گلایسین‌بتائین 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 گلایسین‌بتائین بر وزن گلبرگ در گیاه گل محمدی (*Rosa damascene* Mill)

(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند.)

در تمامی سطوح شوری کاربرد گلایسین‌بتائین به‌طور معنی‌داری سبب افزایش وزن گلبرگ نسبت به عدم کاربرد گلایسین‌بتائین شد. گیاهان تحت تیمار غلظت ۵۰ میلی‌مولار نسبت به ۱۰۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین دارای وزن گلبرگ بیش‌تر و معنی‌داری بودند (شکل ۵). کاربرد گلایسین‌بتائین ۵۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) به‌ترتیب در سطوح ۲، ۵، ۸ و ۱۱ سبب افزایش ۱۰/۵۷، ۱۱/۱٦، ۱۲/٦۸ و ۱۷/۰۵ درصد در وزن گلبرگ شد (شکل ۵).

کاربرد گلایسین‌بتائین با غلظت ۵۰ میلی‌مولار در تمامی سطوح شوری نسبت به دو سطح دیگر گلایسین‌بتائین دارای برتری بود. اما در شوری ۱۱ دسی‌زیمنس کاربرد گلایسین‌بتائین 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 ٤ 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. به‌نظر 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 گلایسین‌بتائین مطابق با نتایج این مطالعه در

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 Abdelmotlb *et al.* (2019) بر لوبیا سبز افزایش رشد گیاه را گزارش کردند. به‌نظر می‌رسد در مطالعه حاضر باتوجه به این‌که گلایسین‌بتائین در شرایط تنش از منابع مهم نیتروژن در گیاه محسوب می‌شود (Giri, 2011) و هم‌چنین به‌واسطه مهار رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن[1] (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 گلایسین‌بتائین بود (شکل ٦). 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. باتوجه به این‌که وزن گل شامل وزن دمگل نیز بود و با افزایش شوری کاهش بیش‌تری در وزن گل مشاهده شد (شکل ٤) و لذا سبب افزایش این نسبت در شوری بالاتر (۱۱ دسی‌زیمنس بر متر) شد.

۳. ٦. عملکرد گل

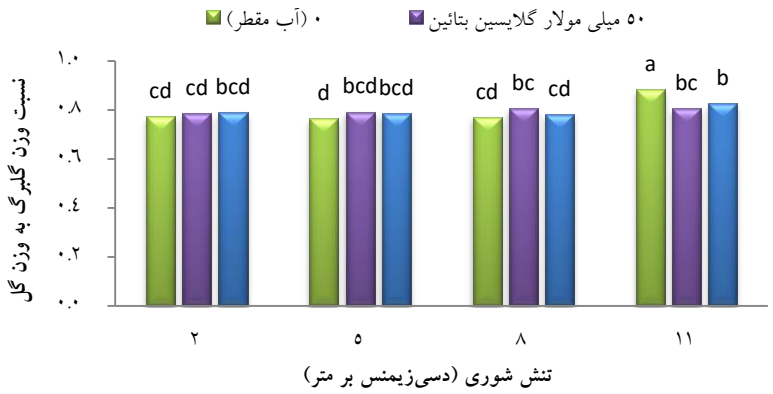
گیاهان تحت تیمار سطوح ۲، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر بدون تفاوت معنی‌دار از بالاترین عملکرد گل در بوته برخوردار بودند (شکل ۷). شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر با کاهش ٤۲/۹۰ درصد نسبت به تیمار شاهد سبب تولید پایین‌ترین عملکرد گل شد (شکل ۷). تنش شوری رشد و نمو گیاهی را محدود می‌کند و به موجب آن سبب کاهش وزن تر گیاه 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 تیمارشده با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر نسبت به تیمار شاهد از عملکرد گل بالاتری برخوردار بودند (شکل۸). محلول‌پاشی با ۵۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین نسبت به بدون کاربرد گلایسین‌بتائین سبب افزایش ۳۵/۳۰ درصد عملکرد گل در بوته شد (شکل ۸).

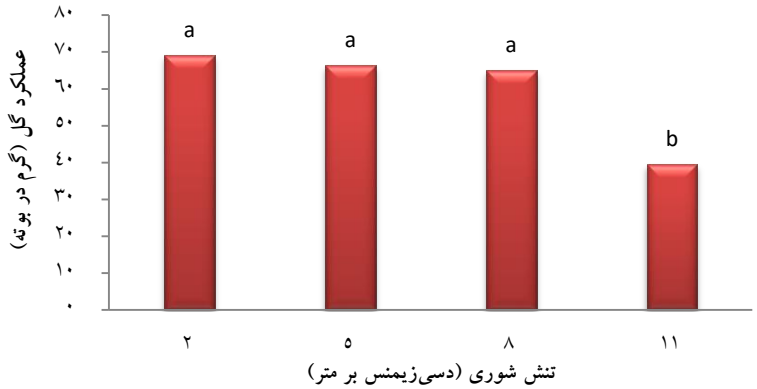
Armin & Miri (2014) گزارش کردند که محلول‌پاشی با غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد زیره در شرایط دیم شد. نقش عمده گلایسین‌بتائین در گیاهان در معرض شوری به نقش تنظیم اسمزی گلایسین‌بتائین مربوط می‌شود (Alasvandyari *et al.*, 2017). ممکن است در مطالعه حاضر به سبب نقش مؤثر گلایسین 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).

1. Reactive oxygen species



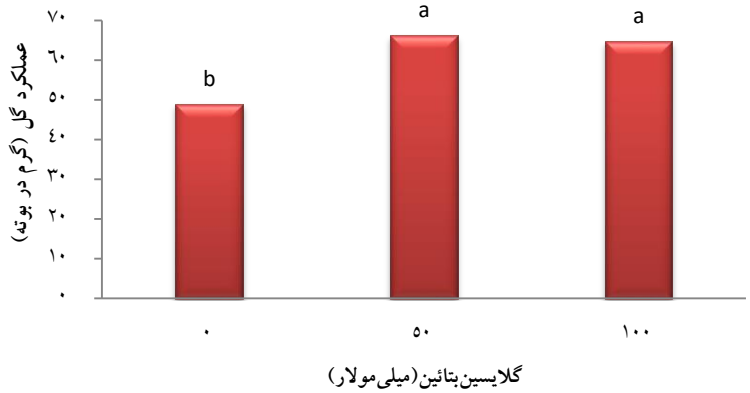
شکل ٦. اثر متقابل سطوح تنش شوری و گلایسین‌بتائین بر نسبت وزن گلبرگ به وزن گل در گیاه گل محمدی (*Rosa damascene* Mill)

(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 گلایسین‌بتائین 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. ۷. درصد اسانس

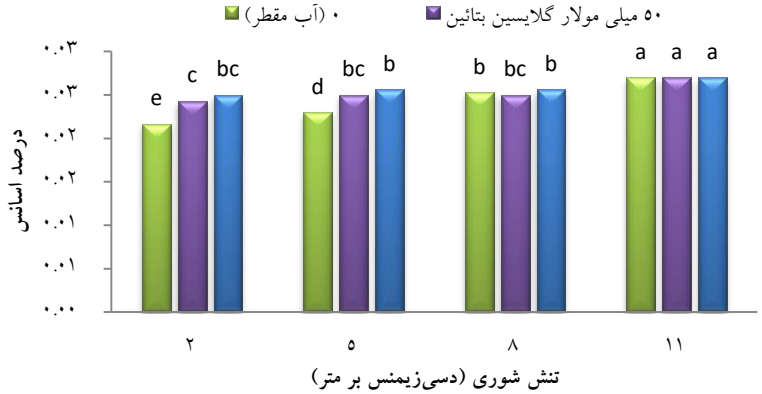
افزایش سطح شوری سبب افزایش معنی‌دار درصد اسانس شد، به‌طوری‌که بالاترین درصد اسانس در گیاهان تحت تیمار شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر و سه سطح گلایسین‌بتائین و پایین‌ترین درصد اسانس با تفاوت ۰/۰۰٦ درصد در تیمار شاهد تنش شوری و گلایسین‌بتائین مشاهده شد (شکل ۹). کاربرد سطوح مختلف گلایسین‌بتائین نسبت به عدم کاربرد آن تأثیر معنی‌داری در افزایش درصد اسانس داشت (شکل ۹). گیاهان تیمارشده با غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین در سطوح پایین تنش شوری (۲ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر) به‌طور معنی‌داری درصد اسانس بالاتری نسبت به تیمار شاهد داشتند، به‌طوری‌که کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین به‌ترتیب در سطح تنش شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر سبب افزایش ١٤/٢٨ و ١٩/٠٤ درصد و در سطح تنش شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب سبب افزایش ۸/٦۹ و ۱۱/۳۰ درصد نسبت به عدم کاربرد گلایسین‌بتائین 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 کم‌شدن سطح برگ‌ها و متراکم‌شدن 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 به‌واسطه محلول پاشی با گلایسین‌بتائین را می‌توان به تجمع مقادیر زیاد متابولیت‌های ثانویه جهت حفظ تعادل اسمزی یاخته‌ای و هم‌چنین به سبب نقش تنظیم‌کننده گلایسین‌بتائین و افزایش میزان آنتی‌اکسیدان‌های مرتبط با تنش نسبت داد (Einset & Connolly, 2009).

۳. ۸. عملکرد اسانس

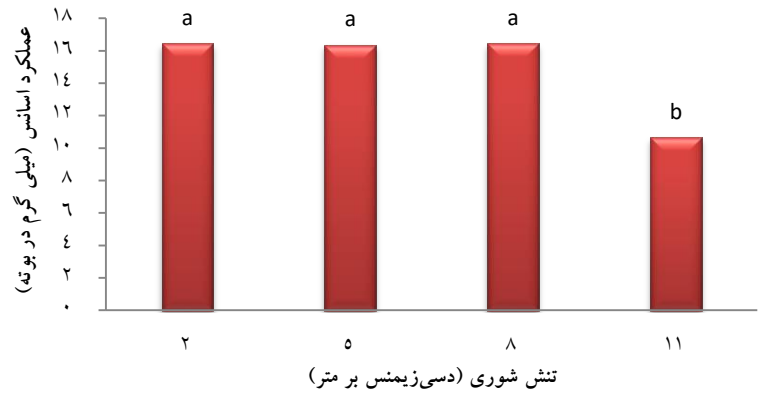
نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تیمار شوری حاکی از آن بود گیاهان تحت تیمار سطوح ۲، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد اسانس نداشتند (شکل ۱۰). افزایش تنش شوری تا سطح ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر سبب کاهش معنی‌دار عملکرد اسانس شد، به‌طوری‌که این کاهش نسبت به تیمار شاهد برابر با ۳۵/۱۷ درصد بود (شکل ۱۰). با توجه به این‌که 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 بیش‌تر بود (شکل ۱۰)، هرچند که گیاهان تحت سطوح پایین‌تر شوری از درصد اسانس کم‌تری برخوردار بودند اما باتوجه به برتری افزایش عملکرد در آن‌ها سبب افزایش معنی‌دار عملکرد اسانس آن‌ها شد (شکل ۱۰). Masumi *et al.* (2014) رابطه معنی‌داری را بین افزایش عملکرد گل با عملکرد اسانس گل محمدی را گزارش کردند.

نتایج اثر ساده گلایسین‌بتائین نشان داد هرچند که کاربرد دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین با یکدیگر تفاوت معنی‌داری بر عملکرد اسانس نداشت، اما افزایش غلظت گلایسین‌بتائین نسبت به تیمار شاهد سبب افزایش معنی‌دار عملکرد اسانس شد، به‌طوری‌که محلول پاشی گیاهان با غلظت ۵۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین سبب افزایش ٤٣/٧٩ درصد نسبت به تیمار شاهد شد (شکل ۱۱).



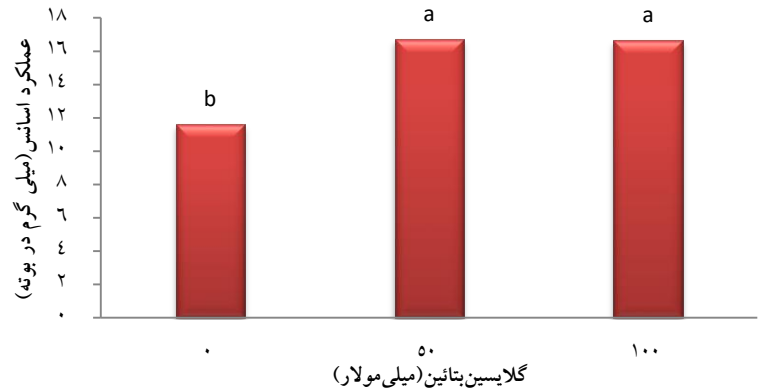
شکل ۹. اثر متقابل سطوح تنش شوری و گلایسین‌بتائین بر درصد اسانس در گیاه گل محمدی (*Rosa damascene* Mill)

(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 گلایسین‌بتائین بر عملکرد اسانس در گیاه گل محمدی (*Rosa damascene* Mill)

(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌دار ندارند.)

افزایش غلظت گلایسین‌بتائین سبب افزایش عملکرد اسانس شد که علت آن را می‌توان هم به‌علت تأثیر مثبت گلایسین‌بتائین در افزایش عملکرد گیاه (شکل ۸) و هم به‌واسطه نقش مؤثر گلایسین‌بتائین در افزایش درصد اسانس (شکل ۹) نسبت داد.

٤. نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که گل محمدی تا شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر کاهشی در تعداد گل در بوته، عملکرد گل و عملکرد اسانس نسبت به شوری ۲ دسی‌زیمنس 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 گلایسین‌بتائین 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. هم‌چنین، به‌نظر می‌رسد گلایسین‌بتائین می‌تواند در برابر تنش شوری از سلول محافظت کرده و با افزایش مکانیسم‌های تحمل به شوری، شرایط بهتری را برای رشد گیاه و بهبود عملکرد گل در محیط شور فراهم کند. افزایش درصد اسانس گل محمدی به‌واسطه محلول‌پاشی با گلایسین‌بتائین را می‌توان به تجمع مقادیر زیاد متابولیت‌های ثانویه جهت حفظ تعادل اسمزی یاخته‌ای و هم‌چنین به سبب نقش تنظیم‌کننده گلایسین‌بتائین و افزایش میزان آنتی‌اکسیدان‌های مرتبط با تنش نسبت داد. به‌طورکلی کاربرد گلایسین‌بتائین نقش مثبتی در بهبود عملکرد گل محمدی و میزان اسانس این گیاه در شرایط تنش شوری داشت.

٥. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

٦. 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

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., Motarashaezadeh, B. & Kalatehjari, S. (2017). Investigation the effect of silicon on morphological and physiological characteristics of (*Rosa chinensis var.minima*) Meillandina prince. *4th Internatonal 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

Cabrera, R.I. & Perdomo, P. (2003). Reassessing the salinity tolerance of greenhouseroses 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. & Kirdemanee, 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., Sodaeizadeh, 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 un- der 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. & Koohi, 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 Haghighi, 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.