



بهینه‌سازی عمر گلجایی و رشد گلابول رقم 'White Prosperity' به‌روش آماده‌سازی و محلول‌پاشی

برگی تنظیم‌کننده‌های رشد در شرایط آب و هوایی خوزستان

گلناز امین^۱، محمدرضا صالحی سلمی^{۱*}، محمدحسین دانشور^۱، احمد زارع^۲

^۱ گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز

^۲ گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز

✉ salehi@asnrukh.ac.ir; mrsalehisalmi@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۷/۲، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۰/۴، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۵

چکیده

گلابول (*Gladiolus grandiflorus* L.) یکی از مهم‌ترین گل‌های بریدنی در ایران و سراسر جهان است. بهبود ویژگی‌های مورفولوژیک، بیوشیمیایی و پس از برداشت آن در صنعت گلکاری بسیار مهم است. بدین منظور رقم 'White Prosperity' گلابول تحت تیمار اسید جیبرلیک به‌صورت آماده‌سازی پدازه و محلول‌پاشی برگی با اسید سالیسیلیک قرار گرفت. طرح آزمایشی مورد استفاده به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار انجام گردید. غلظت‌های اسید جیبرلیک، صفر و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و اسید سالیسیلیک، صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که استفاده همراه آماده‌سازی با ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر ویژگی‌های میزان پروتئین و کربوهیدرات، جذب نیتروژن و پتاسیم، افزایش تعداد پدازه، عمر گلجایی اثر مثبتی داشت، به‌گونه‌ای که با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک این ویژگی‌ها افزایش یافت. همچنین نتایج نشان داد که تیمار آماده‌سازی با اسید جیبرلیک به‌تنهایی و یا محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک به‌تنهایی نسبت به استفاده هر دو تیمار، بر ویژگی‌های میزان سبزینه کل، جذب فسفر، طول و قطر گل‌آذین، وزن پدازه تأثیر بیشتری داشتند.

واژه‌های کلیدی: پدازه، پس از برداشت، غوطه‌ور، کیفیت گل، گل‌آذین، هورمون.

مقدمه

گلابول^۱ با گل‌هایی شامل گلچه‌های جذاب و ظریف، بسیار مورد علاقه مصرف‌کنندگان است. این گلچه‌ها به ترتیب در مدت زمان طولانی باز می‌شوند و از این‌رو کیفیت خوبی به‌عنوان گل بریدنی دارند (Yadav et al., 2015). امروزه تقاضا برای گل بریدنی گلابول، به دلیل طیف گسترده‌ای از رنگ‌ها، اندازه‌ها و شکل‌های گل در حال افزایش است (Roy et al., 2017). افزایش طول عمر گل‌های جداشده شامل برهمکنش دو فرآیند به‌ظاهر متضاد، رشد بهینه در وهله اول و تأخیر در فرآیندهای



پیری در مرحله دوم است (Yadav et al., 2015). پژوهش‌های فراوانی در خصوص افزایش کیفیت و کمیت گل‌های بریدنی انجام شده است (Holkar et al., 2018). در این بین، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی دارای اهمیت ویژه‌ای بوده، که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به اثرات مثبت اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک اشاره کرد (Sharma & Bhardwaj, 2007). غالباً تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در اندام‌های مختلف گیاهی، از سلولی به سلول دیگر یا از طریق آوندها در گیاهان انتقال می‌یابند و در محل هدف اثر می‌گذارند. همچنین با تنظیم نسبت نورساخت و تنفس می‌توانند رابطه بین رشد و نمو، کمیت و کیفیت را تحت تأثیر قرار دهند (Holkar et al., 2018).

به‌طور کلی استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان زمین‌رست به دو صورت آماده سازی اندام زیرزمینی (غوطه‌ورسازی) و محلول‌پاشی برگی صورت می‌گیرد. آماده سازی پدازه شامل خیساندن آن در یک محلول، برای تقویت، بهبود و تسریع ظهور گیاه است. تاکنون از این روش ساده و ارزان، در مورد پدازه گلاپول و با محلول‌های اسید سالیسیلیک، نترات پتاسیم و اسید جیبرلیک استفاده شده است (Hamid, 2023; Padamalatha et al., 2014). در پژوهشی کاربرد ۲۴-پی براسینولید به‌صورت آماده سازی پدازه و محلول‌پاشی برگی برای بهبود ویژگی‌های گل گلاپول رقم 'اسکار' مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بیشترین میزان جوانه‌زنی پدازه و ظهور گل‌آذین در غلظت یک میکرومولار ۲۴-پی براسینولید ایجاد گردید. بیشترین تعداد گلچه‌ها، طول گل‌آذین، وزن تر و خشک و عمر گلجایی نیز در همین تیمار مشاهده شد. همچنین نتایج این بررسی نشان داد بیشترین میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کاتالاز، پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز در ترکیب اسپری برگی با غلظت یک میکرومولار ۲۴-پی براسینولید و ۱ میکرومولار آماده سازی پدازه مشاهده شد (Mollaei et al., 2018). در بررسی دیگری اثر آماده سازی هورمونی پدازه‌های زعفران با ۶-بنزیل آمینوپورین، سایتوکینین و اسید جیبرلیک بر کیفیت و کمیت زعفران مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که آماده سازی با ۶-بنزیل آمینوپورین، گلدهی زعفران را به‌واسطه افزایش تعداد گل‌ها، وزن تر و خشک هر گل و کلاله بهبود بخشید. به‌علاوه طول کلاله با کاربرد جیبرلیک اسید در مقایسه با ۶-بنزیل آمینوپورین و نمونه‌های شاهد افزایش یافت. همچنین استفاده از ۶-بنزیل آمینوپورین و اسید جیبرلیک سبب افزایش کربوهیدرات‌های کل محلول در برگ و پیاز زعفران شد. به‌طور کلی این آزمایش نشان داد که افزایش عملکرد زعفران و کیفیت گل‌ها با افزایش میزان کربوهیدرات‌ها در پدازه‌ها با استفاده از ۶-بنزیل آمینوپورین مرتبط است (Ghorbani et al., 2021). با توجه به بررسی منابع و اهمیت اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک و همچنین جایگاه ویژه گلاپول در بین گل‌های بریدنی، این مطالعه با هدف تأثیر این دو تنظیم‌کننده‌ی رشد گیاهی در بهبود صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی گلاپول اجرا شد.

مواد و روش‌ها

تهیه مواد گیاهی: برای تهیه پدازه‌های گلاپول، به شرکت معتبر واردکننده نهاده‌های کشاورزی 'Robinia Garden' سفارش داده شد و پس از دریافت پدازه‌های رقم 'White Prosperity'، برای گذراندن دوره خفتگی، به مدت ۶ هفته در دمای ۷-۵ درجه سلسیوس نگهداری شد. پس از گذراندن دوره سرمادهی، پدازه‌های با قطر یکسان (۹-۷ سانتی‌متر) و با وزن مشابه تقریباً ۱۵ گرم برای آزمایش انتخاب شدند.

محل آزمایش و آماده‌سازی زمین: این آزمایش در مزرعه پژوهشی گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان واقع در ۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز و در حاشیه شرقی رودخانه کارون در سال زراعی ۱۳۹۸ انجام گردید. برای



آماده سازی، به زمین موردنظر کود حیوانی کاملاً پوسیده (به میزان ۳۰ تن در هکتار) اضافه و به خوبی مخلوط گردید. سپس کرت های به ابعاد ۲ متر در ۲ متر برای هر تکرار تهیه شد. به برخی از ویژگی های خاک در جدول ۱ اشاره شده است.

جدول ۱- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

Table 1- Physicochemical characteristics of the soil at the test site.

عمق نمونه برداری	مواد آلی	اسیدیته	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	بافت خاک
Sampling depth (cm)	Organic Matter (%)	pH	Potassium (mg/kg)	Phosphorus (mg/kg)	Nitrogen (%)	Texture
0-30	0.52	7.5	214	7.2	0.04	سیلتی رسی
30-60	0.28	7.4	167	6.4	1.7	سیلتی رسی
						Clay-Silt

جدول ۲ - وضعیت آب و هوایی محل آزمایش (شهر ملاثانی) از مهرماه ۱۳۹۸ تا شهریورماه ۱۳۹۹.

Table 2- Climate status of Molasani city from September 2019 to August 2020.

2019												2020											
شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر
August	July	June	May	April	March	February	January	December	November	October	September	August	July	June	May	April	March	February	January	December	November	October	September
35.9	39.3	41	39.4	35.7	28.8	20.9	13.9	13.4	14.3	20	29.10	35.9	39.3	41	39.4	35.7	28.8	20.9	13.9	13.4	14.3	20	29.10
Mean Tem. (°C)												Mean Tem. (°C)											
21	25.6	20	20.4	19	11.4	8	1	1.6	1	4	13.4	21	25.6	20	20.4	19	11.4	8	1	1.6	1	4	13.4
Min. Tem. (°C)												Min. Tem. (°C)											
43	47.8	49.6	54.3	48	41.4	32	27.9	25.6	27.5	34.4	41.8	43	47.8	49.6	54.3	48	41.4	32	27.9	25.6	27.5	34.4	41.8
Max. Tem. (°C)												Max. Tem. (°C)											
0	0	0	0	0	0.3	38.3	12.3	1.2	48.8	0	0	0	0	0	0	0	0.3	38.3	12.3	1.2	48.8	0	0
Total rain (mm)												Total rain (mm)											

کاربرد تیمارها: طرح آزمایشی مورد استفاده در این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی با ۴ تکرار (کرت) بود. تیمارها شامل آماده سازی پدازه ها در محلول اسید جیبرلیک (۰ و ۱۵۰ میلی گرم بر لیتر) و محلول پاشی با اسید سالیسیلیک در ۵ غلظت (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر) بود. در آذرماه ۱۳۹۸، پیش از کاربرد تیمارها و برای گندزدایی سطحی، ابتدا پدازه ها در محلول قارچ کش بنومیل (با غلظت ۵ در هزار) غوطه ور شدند. سپس پدازه ها به ۲ گروه



مساوی تقسیم گردیده و دسته اول پدازه‌ها در ظرف حاوی اسید جیبرلیک ۱۵۰ میلی گرم در لیتر و دسته دوم در ظرف حاوی آب مقطر قرار گرفتند. پس از گذشت ۲۴ ساعت، پدازه‌ها از محلول بیرون آورده شده و در زمین کشت و در عمق ۵ سانتی متری به فاصله ۲۵ سانتی متر از یکدیگر کشت شدند. پس از رویش، در مرحله ۳ تا ۴ برگ غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر) به صورت محلول پاشی برگی انجام شد. برای تماس بهتر با سطح برگ، به محلول‌های اسیدسالیسیلیک ماده توئین ۲۰ با غلظت ۰/۲٪ افزوده شد.

عملیات داشت: آبیاری بسته به شرایط جوی از لحاظ میزان بارندگی و رطوبت خاک و متناسب با نیاز گیاه انجام شد. وجین علف‌های هرز پنج بار در طی فصل رشد و به صورت دستی انجام گرفت. همچنین عملیات سله-شکنی نیز دو مرتبه انجام گرفت. کوددهی ازت به صورت سرک نیز در سه نوبت در مراحل مختلف رشد (شروع سبز شدن گیاه، چهار برگ و شروع گل دهی) و در هر مرحله ۱۰ گرم در مترمربع، انجام شد. همچنین برای جلوگیری از کلروز برگ، کود آهن به میزان ۱۰ گرم در مترمربع در مرحله چهار برگ به صورت محلول در آب استفاده شد.

اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک

طول ساقه گل‌دهنده، طول و قطر گل‌آذین، تعداد و طول برگ، وزن پدازه و تعداد پدازک‌ها در هنگام ظهور دومین گلچه گل‌آذین اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری شاخص‌های طولی از خط‌کش با دقت ۱ میلی متر و شاخص‌های وزنی از ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم استفاده گردید.

اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک

میزان سبزینه کل برگ: یک گرم نمونه‌ی برگ، ساییده و با استفاده از استون ۸۰٪ مخلوط هموژن از آن تهیه گردید. پس از سانتریفیوژ، فاز رویی جدا شده و مقادیر جذب سبزینه‌های a و b به ترتیب در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ قرائت شد (Arnon, 1949). و از مجموع آنها سبزینه کل محاسبه شد.

میزان کربوهیدرات محلول کل برگ: با استفاده از فنول-اسید سولفوریک و استاندارد گلوکز انجام شد. ابتدا یک گرم نمونه‌ی برگ‌ی توزین و سپس به آن اسید کلریک ۲/۵ نرمال افزوده شد و در بن‌ماری نگه داشته شد. برای خنثی‌سازی کربنات سدیم جامد اضافه شد و پس از افزودن آب مقطر سانتریفیوژ گردید. پس از افزودن فنول و اسیدسولفوریک، مجدد نمونه در بن‌ماری قرار داده شد. جذب محلول موجود در هر لوله در طول موج ۴۹۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید (Dubios, et al., 1956).

میزان پروتئین کل: با استفاده از کیت تشخیص پروتئین اندازه‌گیری انجام شد. بدین منظور ۲۰ میکرولیتر از هر نمونه به چاهک‌های پلیت اضافه گردید و سپس ۲۰۰ میکرولیتر از محلول نادرورد افزوده و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه انکوبه شد و جذب نمونه در طول موج ۵۹۵ نانومتر انجام شد. سپس با استفاده از منحنی استاندارد میزان پروتئین گلبرگ محاسبه شد (Bradford, 1976).

میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ: برای اندازه‌گیری نیتروژن ۰/۱ گرم نمونه برگ آسیاب و پس از گذاشتن در کاغذ صافی در لوله‌های مخصوص آزمایش قرار داده شد. سپس مقدار ۳/۵ میلی لیتر اسیدسولفوریک غلیظ به همراه یک گرم کاتالیزور،



شامل سولفات پتاسیم و سولفات مس و سلنیوم، به لوله‌ها اضافه شد. سپس با استفاده از هیتر برقی به مدت دو ساعت دمای آن به تدریج به ۴۰۰ درجه سلسیوس رسانده شد، تا عملیات هضم انجام شود. بعد از آن، نمونه‌ها در دمای اتاق قرار داده شدند، تا خنک شوند و به وسیله‌ی دستگاه کج‌دال (مدل V50، صنایع آزمایشگاهی بخشی، ساخت ایران) میزان نیتروژن نمونه محاسبه شد (Kjeldahl, 1883). برای اندازه‌گیری فسفر از روش Olsen و همکاران (1954) و از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل D20 Spectronic، ساخت آمریکا) استفاده شد. به این صورت که ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره به دست آمده با ۱۰ میلی‌لیتر نیترات آمونیم یک نرمال و دو میلی‌لیتر کلروقلع دو نرمال مخلوط و در نهایت با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۶۰ نانومتر قرائت گردید. پس از تهیه منحنی استاندارد، غلظت نهایی فسفر موجود در بافت برگ پس از قرارگیری در معادله خط به دست آمده از منحنی، محاسبه گردید. برای استخراج و اندازه‌گیری غلظت پتاسیم، نمونه‌های برگي سالم جمع‌آوری و در آزمایشگاه با آب مقطر شستشو شدند. نمونه‌های برگ در آون خشک و آسیاب شدند. پس از تهیه عصاره با روش هضم تر با نیتریک اسید غلیظ (۶۵٪)، غلظت پتاسیم با روش نشر شعله‌ای و با دستگاه فلیم‌فتومتر (مدل PFP7، ساخت انگلستان) اندازه‌گیری شد (Abdel-Shafey et al., 1994).

- **عمر گلجایی:** برای ارزیابی این ویژگی، گل‌ها از انتهای ساقه با چاقو تیز بریده شد و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد. سپس در بطری‌های شیشه‌ای حاوی ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول ساکارز ۱/۵٪ قرار گرفت. نحوه محاسبه عمر گلجایی بر اساس روز از فاصله زمانی هنگام برداشت تا زمان ۵۰٪ پژمردگی گلچه‌ها، انجام شد (Salehi et al., 2018).

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 آنالیز شدند و رسم نمودارها با نرم‌افزار اکسل انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون کمترین تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح ۵٪ انجام گردید.

نتایج

صفات مورفولوژیک برگ: نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که تیمار آماده سازی پدازه با اسید جیبرلیک، محلول‌پاشی برگي با اسید سالیسیلیک و برهمکنش این دو تیمار بر ویژگی‌های مورفولوژیک برگ شامل طول و تعداد برگ تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

سبزینه کل برگ: داده‌های خروجی آنالیز واریانس نشان داد که فاکتورهای آماده سازی اسید جیبرلیک (در سطح ۱٪)، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک (در سطح احتمال ۱٪) و برهمکنش آن‌ها (در سطح احتمال ۵٪) بر میزان سبزینه کل برگ تأثیرگذار بودند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین میزان سبزینه کل در تیمارهای مختلف نشان داد، در آن دسته از پدازه‌های غوطه‌ور شده در آب (بدون اسید جیبرلیک)، با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک محلول‌پاشی شده، میزان سبزینه کل افزایش یافت. به گونه‌ای که در این دسته بیشترین سبزینه کل به میزان ۱۰/۰۲ میلی گرم در گرم به وسیله محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۲۰۰ میلی گرم در لیتر به دست آمد. در دسته تیمارهای آماده سازی با اسید جیبرلیک ۱۵۰ میلی گرم در لیتر نیز روند مشابهی مشاهده شد، به گونه‌ای که کمترین میزان سبزینه کل (۷/۱۳ میلی گرم در گرم) در تیمار محلول‌پاشی با آب (بدون اسید سالیسیلیک) و بیشترین سبزینه کل (۱۰/۰۳ میلی گرم در گرم) در تیمار محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ۲۰۰ میلی گرم در لیتر به دست آمد (شکل ۱). همچنین از مقایسه تیمارهای با غلظت صفر اسید سالیسیلیک می‌توان استنباط کرد که اسید جیبرلیک تأثیر منفی بر میزان سبزینه کل گذاشته است.



جدول ۳- آنالیز واریانس ویژگی‌های مورفولوژیک، بیوشیمیایی و عمرگلجایی رقم 'White Prosperity'.

Table 3- Analysis of variance of morphological, biochemical and vasselife Gladiolus cv. 'White Prosperity'.

Mean Square میانگین مربعات							درجه	منابع تغییرات
فسفر	نیتروژن	کربوهیدرات	پروتئین	سبزینه کل	تعداد برگ	طول برگ	آزادی	Source of Variation
Phosphorous	Nitrogen	Soluble carbohydrate	Soluble protein	Total chlorophyll	Leaf number	Leaf lenght	df	
0.001	0.014	0.0042	0.096	0.29	0.057	5.18	2	تکرار Replication
0.08 **	0.62 **	0.52 **	5.46 **	12.8 **	0.065 ^{ns}	0.29 ^{ns}	1	اسیدجیرلیک (GA)
0.013 **	0.1 **	0.116 **	0.79 **	3.61 **	0.024 ^{ns}	0.91 ^{ns}	4	اسیدسالیسیلیک (SA)
0.007 **	0.03 **	0.111 **	0.66 **	1.85 *	0.46 ^{ns}	1.17 ^{ns}	4	GA × SA
0.002	0.008	0.013	0.075	0.66	0.019	1.31	18	خطا Error
13.27	5.55	9.4	6.4	9	4.71	3.93	CV (%)	ضریب تغییرات

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪.

^{ns}, * and **: non-significant and significant at the probability level of 5 and 1%, respectively.

جدول ۳. ادامه.

Table 3- continued.

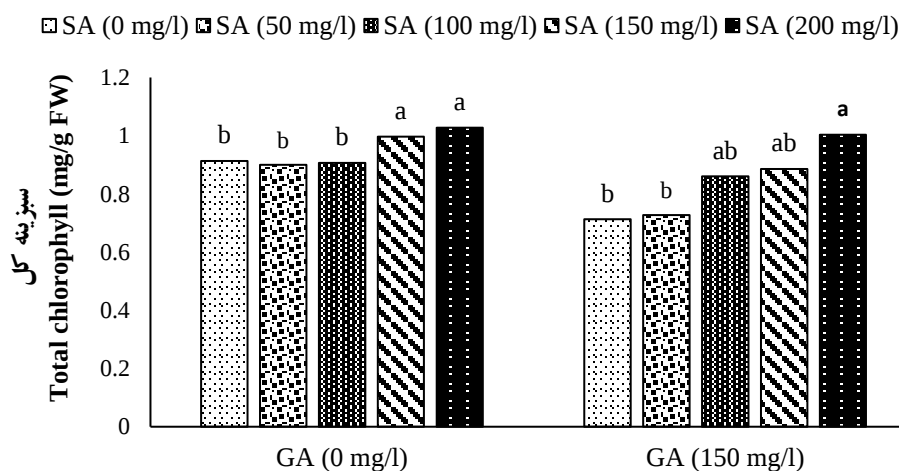
Mean Square میانگین مربعات							درجه	منابع تغییرات
عمرگلجایی	تعداد پدازک	وزن پدازه	قطر گل	طول گل آذین	طول ساقه	پتاسیم	آزادی	Source of Variation
Vase life	Cormlet number	Corm weight	Spike diameter	Spike lenght	Stem lenght	Potassium	df	
1.24	11.96	2.46	0.007	0.007	0.14	0.0023	2	تکرار Replication
12.03 **	1.54 ^{ns}	2.13 ^{ns}	2.78 **	0.3 **	7.5 **	0.083 **	1	اسیدجیرلیک (GA)
4.02 **	5.08 ^{ns}	4.54 ^{ns}	0.78 **	0.066 **	1.12 **	0.019 **	4	اسیدسالیسیلیک (SA)
3.96 **	3402 *	44.94 *	0.09 **	0.024 **	7.9 **	0.008 *	4	GA × SA
0.75	10.3	4.06	0.007	0.007	0.08	0.003	18	خطا Error
20.06	36.81	14.67	2.49	11.16	12.59	3.6	CV (%)	ضریب تغییرات

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪.

^{ns}, * and **: non-significant and significant at the probability level of 5 and 1%, respectively.



کربوهیدرات‌های محلول برگ: نتایج آنالیز واریانس نشان داد که فاکتورهای آماده سازی اسید جیبرلیک، محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک و برهمکنش آن‌ها در سطح احتمال ۱٪ بر میزان کربوهیدرات‌های محلول برگ تأثیرگذار بودند (جدول ۳). مقایسه میزان کربوهیدرات‌های محلول برگ گلابول نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین گیاهان محلول‌پاشی شده با غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک به همراه غوطه‌وری پدازه در آب مقطر (بدون اسید جیبرلیک) وجود نداشت. همچنین در آن دسته از تیمارها که آماده سازی پدازه با محلول اسید جیبرلیک ۱۵۰ میلی گرم در لیتر انجام شد، با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک محلول‌پاشی شده، میزان کربوهیدرات‌های محلول برگ افزایش یافت. به گونه‌ای که کمترین میزان این شاخص مربوط به محلول‌پاشی بدون سالیسیلیک اسید (آب مقطر) (۰/۷۷ میلی گرم بر گرم وزن تر) بود و بیشترین میزان این شاخص به مقدار ۱/۴۹ میلی گرم بر گرم وزن تر مربوط به محلول‌پاشی ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسیدسالیسیلیک بود (شکل ۲).

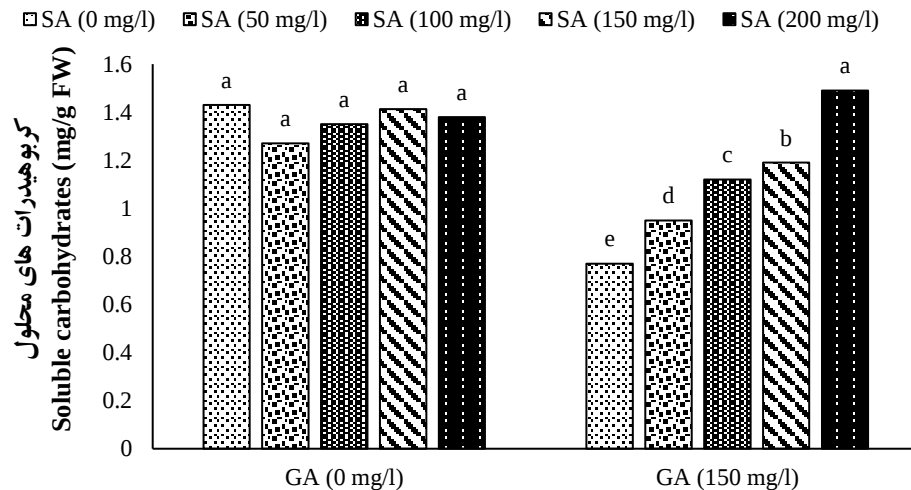


شکل ۱- تأثیر برهمکنش آماده سازی اسید جیبرلیک و محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک بر میزان سبزینه کل برگ گلابول. در هر دسته، ستون‌های با حروف مشترک براساس آزمون کمترین تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Figure 1- Interaction effect of gibberellic acid priming and salicylic acid spraying on total chlorophyll of *Gladiolus* leaf. In each category, columns with the same letters do not show a significant difference based on the LSD test at the 5% level.

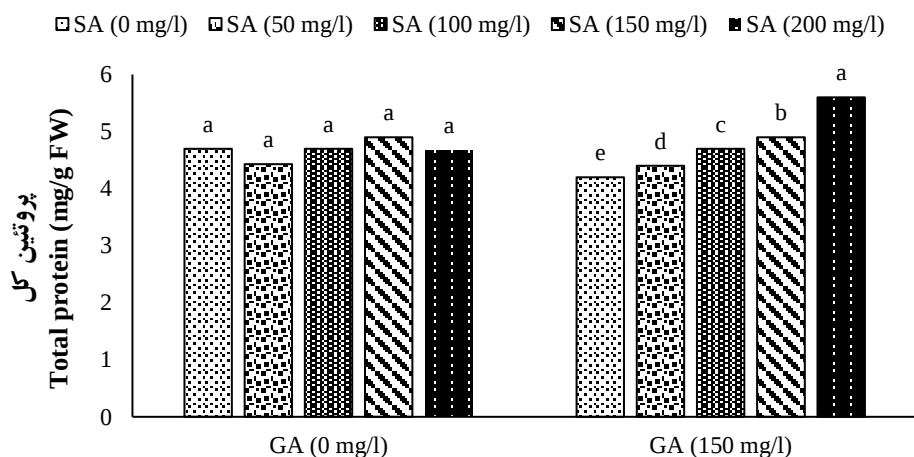
پروتئین محلول برگ: نتایج تجزیه واریانس اثر آماده سازی، محلول‌پاشی و برهمکنش آن‌ها بر میزان پروتئین برگ نشان داد که هر سه متغیر در سطح احتمال ۱٪ اثرگذار بودند (جدول ۳). مقایسه میانگین پروتئین محلول برگ گلابول نشان داد که در آن دسته از تیمارها که آماده سازی پدازه در آب مقطر (بدون اسید جیبرلیک) بود، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک تأثیر معنی‌داری بر میزان پروتئین برگ نداشت. با این وجود در آن دسته از تیمارها که پدازه‌ها در محلول ۱۵۰ میلی گرم در لیتر اسید جیبرلیک غوطه‌ور شدند، با کمک محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک، میزان پروتئین محلول برگ افزایش یافت. به گونه‌ای که کمترین غلظت پروتئین مربوط به محلول‌پاشی بدون اسید سالیسیلیک (آب مقطر) بود (۴/۲ میلی گرم بر گرم وزن تر) و بیشترین میزان این شاخص ۵/۶ میلی گرم بر گرم وزن تر مربوط به محلول‌پاشی ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسیدسالیسیلیک بود (شکل ۳).





شکل ۲- تأثیر برهمکنش آماده سازی اسید جیبرلیک و محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر میزان کربوهیدرات های محلول برگ گلابول. در هر دسته، ستون های با حروف مشترک براساس آزمون کمترین تفاوت معنی دار (LSD) در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

Figure 2- Interaction effect of gibberellic acid priming and salicylic acid spraying on soluble carbohydrates of Gladiolus leaf. In each category, columns with the same letters do not show a significant difference based on the LSD test at the 5% level.



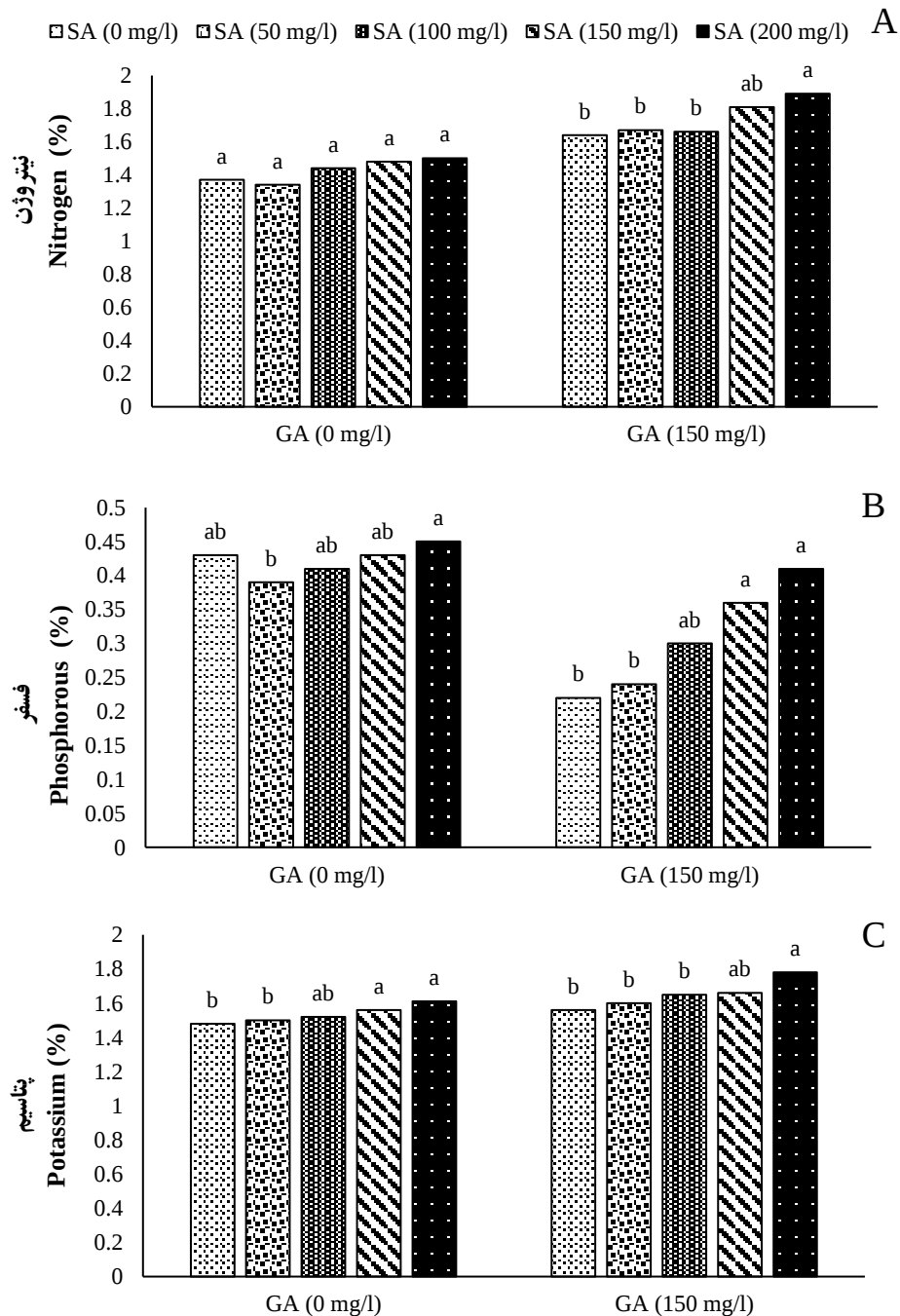
شکل ۳- تأثیر برهمکنش آماده سازی اسید جیبرلیک و محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر میزان پروتئین کل برگ گلابول. در هر دسته، ستون های با حروف مشترک براساس آزمون کمترین تفاوت معنی دار (LSD) در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

Figure 3- Interaction effect of gibberellic acid priming and salicylic acid spraying on total proteins of Gladiolus leaf. In each category, columns with the same letters do not show a significant difference based on the LSD test at the 5% level.

عناصر برگ: نتایج تجزیه واریانس اثرهای آماده سازی اسید جیبرلیک، محلول پاشی اسید سالیسیلیک و برهمکنش آنها بر میزان نیتروژن برگ نشان داد که هر سه متغیر در سطح احتمالی در صد اثرگذار بودند (جدول ۳). بررسی میزان عنصر نیتروژن برگ نشان داد که بین آن دسته از پدازه های غوطه ور شده در محلول آب مقطر (بدون اسید جیبرلیک) و محلول پاشی شده با غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک تفاوت معنی داری از نظر نیتروژن برگ وجود نداشت. برخلاف این روند، گیاهانی که پدازه آنها با

محلول اسید جیبرلیک آماده سازی شدند، با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک محلول پاشی شده، میزان عنصر نیتروژن برگ افزایش یافت. به گونه ای که بیشترین میزان این عنصر (۱/۸۹٪) در تیمار محلول پاشی شده با ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسیدسالیسیلیک بود، ولی اختلاف معنی داری با تیمار ۱۵۰ میلی گرم در لیتر اسیدسالیسیلیک وجود نداشت. همچنین کمترین میزان این عنصر (۱/۶۴٪) در گیاهان محلول پاشی شده با آب مقطر (بدون اسید سالیسیلیک) بود، با این وجود اختلاف معنی داری با تیمارهای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی گرم در لیتر سالیسیلیک اسید وجود نداشت (شکل ۴-۱). داده های خروجی از آنالیز واریانس نشان داد که فاکتورهای آماده سازی اسید جیبرلیک (در سطح احتمال ۱٪)، محلول پاشی اسیدسالیسیلیک (در سطح احتمال ۱٪) و برهمکنش آنها (در سطح احتمال ۵٪) بر میزان فسفر برگ تأثیرگذار بودند (جدول ۳). مقایسه میانگین فسفر برگ گلابول های تیمار شده با تنظیم کننده های رشد نشان داد که با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک، در دسته پدازه های تیمار شده با آب مقطر (بدون اسید جیبرلیک) روند تقریباً ثابت و پدازه های تیمار شده با اسید جیبرلیک ۱۵۰ میلی گرم در لیتر روندی افزایشی داشت. در دسته اول، بیشترین میزان فسفر برگ مربوط به تیمار ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسیدسالیسیلیک (۰/۴۵٪) و کمترین میزان مربوط تیمار ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک (۰/۳۹٪) بود. با وجود اختلاف معنی دار این دو تیمار با یکدیگر، با تیمارهای محلول پاشی شده با اسیدسالیسیلیک صفر، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی گرم در لیتر از نظر آماری تفاوت معنی داری نداشتند. در دسته دوم، کمترین میزان فسفر برگ (۰/۲۲٪) مربوط به تیمار محلول پاشی با آب مقطر (بدون اسید سالیسیلیک) بود، ولی با تیمارهای محلول پاشی ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر سالیسیلیک اسید اختلاف معنی داری نداشت. بیشترین میزان فسفر برگ مربوط به تیمار محلول پاشی ۲۰۰ میلی گرم در لیتر سالیسیلیک اسید بود، ولی با تیمارهای محلول پاشی ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی گرم در لیتر سالیسیلیک اسید اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۴-۲). نتایج آنالیز واریانس نشان داد که فاکتورهای آماده سازی اسید جیبرلیک در سطح احتمال ۱٪، محلول پاشی اسیدسالیسیلیک در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش آنها در سطح احتمال ۵٪ بر میزان پتاسیم برگ تأثیرگذار بودند (جدول ۱). مقایسه میانگین پتاسیم برگ گلابول های تیمار شده با تنظیم کننده های رشد نشان داد که در هر دو دسته با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک، میزان این شاخص روندی افزایشی داشت. به گونه ای که در هر دو دسته کمترین میزان پتاسیم (۱/۴۸٪) در پدازه های آماده سازی شده با آب مقطر و ۱/۳۶٪ در پدازه های آماده سازی شده با ۱۵۰ میلی گرم در لیتر اسید جیبرلیک) مربوط به گیاهان محلول پاشی شده با آب مقطر (بدون اسید سالیسیلیک) بود و بیشترین میزان پتاسیم برگ در هر دو دسته (۱/۶۱٪) در پدازه های آماده سازی شده با آب مقطر و ۱/۵۸٪ در پدازه های آماده سازی شده با ۱۵۰ میلی گرم در لیتر اسید جیبرلیک) مربوط به تیمار ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بود (شکل ۴-۳).





شکل ۴- تأثیر برهمکنش آماده سازی اسید جیبرلیک و محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر نیتر وژن (بالا)، فسفر (وسط) و پتاسیم (پایین) برگ گلابول. در هر دسته، ستون‌های با حروف مشترک براساس آزمون کمترین تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Figure 4- Interaction effect of gibberellic acid priming and salicylic acid spraying on nitrogen (up), phosphorous (middle), and potassium of Gladiolus leaf. In each category, columns with the same letters do not show a significant difference based on the LSD test at the 5% level.

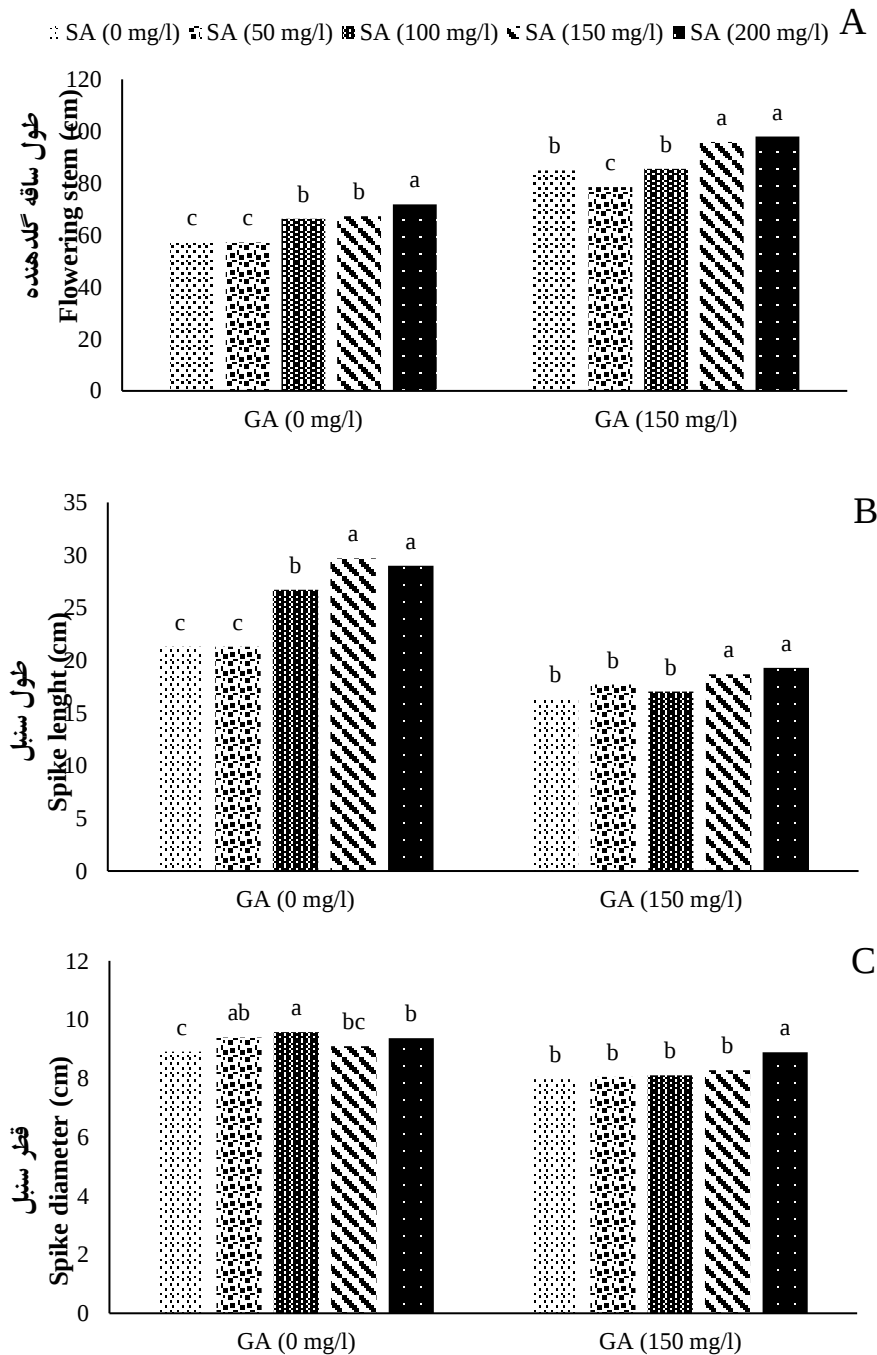
ویژگی‌های گل: نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تیمار آماده سازی پدازه‌ها در محلول اسید جیبرلیک بر طول ساقه گل‌دهنده، طول و قطر گل‌آذین در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی‌دار گذاشت. تیمار محلول پاشی با اسید سالیسیلیک نیز بر طول ساقه گل‌دهنده،



طول و قطر گل آذین در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی دار گذاشت (جدول ۳). همچنین برهمکنش تیمار آماده سازی و محلول پاشی بر طول ساقه گل دهنده، طول و قطر گل آذین در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی دار گذاشت (جدول ۳). بررسی طول ساقه ی گل دهنده گلابول در تیمارهای مختلف نشان داد که در آن دسته از تیمارها که آماده سازی پدازه در آب مقطر (بدون استفاده از اسید جیبرلیک) بود، محلول پاشی اسید سالیسیلیک تأثیر معنی داری بر طول ساقه ی گل دهنده برگ داشت. به گونه ای که بیشترین ساقه ی گل دهنده (۷۱/۸ سانتی متر) مربوط به تیمار مربوط به محلول پاشی ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بود. کمترین طول ساقه گل دهنده (۵۷/۱۲ سانتی متر) نیز مربوط به محلول پاشی بدون سالیسیلیک اسید (آب مقطر) بود، با این وجود اختلاف معنی داری بین این تیمار و تیمار محلول پاشی با ۵۰ میلی گرم در لیتر سالیسیلیک اسید وجود نداشت. همچنین در آن دسته از تیمارها که پدازه ها در محلول ۱۵۰ میلی گرم در لیتر اسید جیبرلیک غوطه ور شده بودند، با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک محلول پاشی شده، طول ساقه گل دهنده افزایش یافت. به گونه ای که کمترین طول (۷۸/۵۴ سانتی متر) مربوط به محلول پاشی با ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بود و بیشترین میزان این شاخص به طول ۹۷/۹۲ سانتی متر مربوط به محلول پاشی ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بود (شکل ۵-۵).

مقایسه طول گل آذین گلابول نشان داد که اختلاف معنی داری بین گیاهان محلول پاشی شده با غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک به همراه غوطه وری پدازه در آب مقطر (بدون اسید جیبرلیک) وجود داشت. که کمترین طول گل آذین (۲۱/۳ سانتی متر) مربوط به گیاهان محلول پاشی شده با آب مقطر و ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بود. همچنین بیشترین طول گل آذین (۲۹/۷ سانتی متر) مربوط به تیمار ۱۵۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بود ولی با تیمار ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک اختلاف معنی داری نداشت. همچنین در آن دسته از تیمارها که آماده سازی پدازه با محلول اسید جیبرلیک ۱۵۰ میلی گرم در لیتر انجام شد، با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک محلول پاشی شده، طول گل آذین افزایش یافت. به گونه ای که کمترین میزان این شاخص مربوط به محلول پاشی بدون سالیسیلیک اسید (آب مقطر) بود (۱۶/۳ سانتی متر) و بیشترین میزان این شاخص به طول ۱۹/۳ سانتی متر مربوط به محلول پاشی ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بود (شکل ۵-۵). نتایج مقایسه میانگین قطر گل آذین گلابول در تیمارهای مختلف نشان داد، بین آن دسته از پدازه های آماده سازی شده با اسید جیبرلیک ۱۵۰ میلی گرم در لیتر، با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک محلول پاشی شده قطر گل آذین کل افزایش یافت. به گونه ای که در این دسته بیشترین قطر گل آذین به میزان ۸/۸۹ سانتی متر به وسیله محلول پاشی با اسید سالیسیلیک ۲۰۰ میلی گرم در لیتر به دست آمد و کمترین قطر گل آذین مربوط به تیمار محلول پاشی شده با آب مقطر (بدون اسید سالیسیلیک) بود ولی با تیمارهای محلول پاشی با ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک اختلاف معنی داری وجود نداشت. در تیمارهای آماده سازی با آب مقطر (بدون اسید جیبرلیک) روند متفاوتی مشاهده شد به گونه ای که با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک ابتدا قطر گل آذین روند افزایشی و سپس روند کاهشی داشت. کمترین قطر گل آذین (۸/۹۱ سانتی متر) در تیمار محلول پاشی با آب (بدون اسید سالیسیلیک) و بیشترین قطر گل آذین (۹/۵۷ سانتی متر) در تیمار محلول پاشی با اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی گرم در لیتر به دست آمد (شکل ۵-۵).





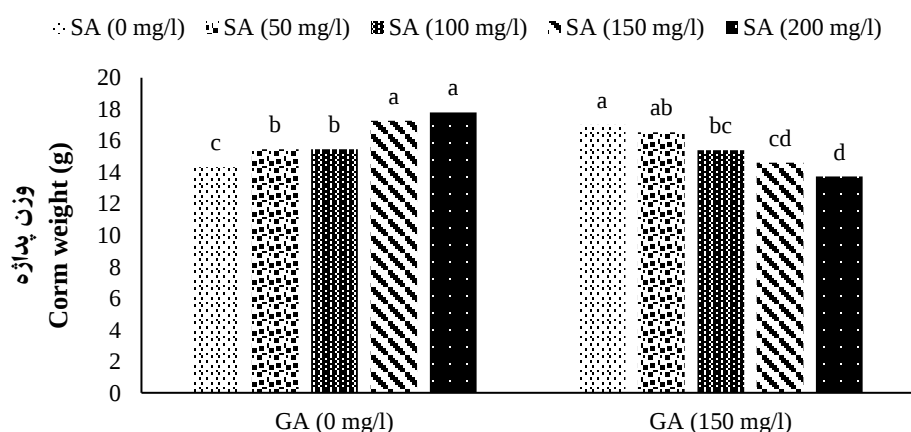
شکل ۵- تأثیر برهمکنش آماده سازی اسید جیبرلیک و محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر طول ساقه گل دهنده (بالا)، طول گل آذین (وسط) و قطر گل آذین (پایین) گلایول. در هر دسته، ستون‌های با حروف مشترک براساس آزمون کمترین تفاوت معنی دار (LSD) در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

Figure 5- Interaction effect of gibberellic acid priming and salicylic acid spraying on the length of flowering stem (up), length (middle), and diameter (down) of the flower of Gladiolus. In each category, columns with the same letters do not show a significant difference based on the LSD test at the 5% level.



وزن پدازه و تعداد پدازک: نتایج بررسی آنالیز واریانس نشان داد که اثر آماده سازی و اثر محلول پاشی بر تغییرات وزن پدازه و تعداد پدازک گلاپول معنی دار نبود. با این وجود برهمکنش این دو فاکتور تأثیر معنی داری بر وزن پدازه و تعداد پدازک در سطح ۵٪ ایجاد کرد (جدول ۳). مقایسه میانگین وزن پدازه گلاپول های تیمار شده با تنظیم کننده های رشد نشان داد که با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک، در دسته پدازه های تیمار شده با آب مقطر (بدون اسید جیبرلیک) روند افزایشی و پدازه های تیمار شده با اسید جیبرلیک ۱۵۰ میلی گرم در لیتر روندی کاهشی داشت. در دسته اول، بیشترین میزان وزن پدازه مربوط به تیمار ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک (۱۷/۸ گرم) و کمترین میزان مربوط تیمار آب مقطر (بدون اسید سالیسیلیک) (۱۴/۳۳ گرم) بود. در دسته دوم، بیشترین وزن پدازه (۱۷ گرم) مربوط به تیمار محلول پاشی با آب مقطر (بدون اسید سالیسیلیک) بود، ولی با تیمارهای محلول پاشی ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک اختلاف معنی داری نداشت. کمترین وزن پدازه مربوط به تیمار محلول پاشی ۲۰۰ میلی گرم در لیتر سالیسیلیک اسید بود، ولی با تیمارهای محلول پاشی ۱۵۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۶).

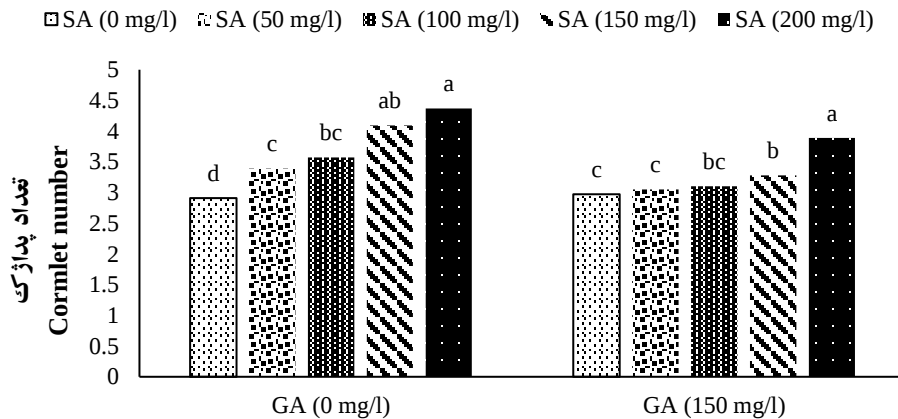
نتایج مقایسه میانگین تعداد پدازک در تیمارهای مختلف نشان داد، بین آن دسته از پدازه های غوطه ور شده در آب (بدون اسید جیبرلیک)، با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک محلول پاشی شده تعداد پدازک افزایش یافت. به گونه ای که در این دسته بیشترین تعداد به میزان ۴/۳۷ عدد و کمترین تعداد به میزان ۲/۹۱ عدد به ترتیب به وسیله محلول پاشی با اسید سالیسیلیک ۲۰۰ و صفر میلی گرم در لیتر به دست آمد. در تیمارهای آماده سازی با اسید جیبرلیک ۱۵۰ میلی گرم در لیتر نیز روند مشابه ای مشاهده شد، به گونه ای که کمترین میزان تعداد پدازک (۲/۹۷ عدد) در تیمار محلول پاشی با آب (بدون اسید سالیسیلیک) و بیشترین (۳/۸۹ عدد) در تیمار محلول پاشی با اسید سالیسیلیک ۲۰۰ میلی گرم در لیتر به دست آمد (شکل ۷). به طور کلی مشخص گردید که برهمکنش اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک اثر منفی بر وزن پدازه جدید و تعداد پدازک ها داشت. با این وجود تیمارهای که فقط یکی از این دو تنظیم کننده رشد در آنها به کاررفته بود، سبب بهبود این دو شاخص گردید.



شکل ۶- تأثیر برهمکنش آماده سازی اسید جیبرلیک و محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر وزن پدازه گلاپول. در هر دسته، ستون های با حروف مشترک براساس آزمون کمترین تفاوت معنی دار (LSD) اختلاف معنی داری ندارند.

Figure 6- Interaction effect of gibberellic acid priming and salicylic acid spraying on the corm weight of Gladiolus. In each category, columns with the same letters do not show a significant difference based on the LSD test at the 5% level.



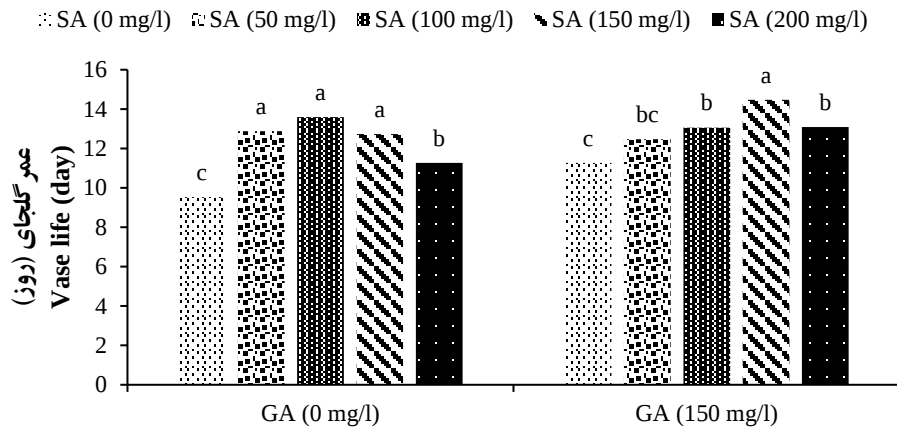


شکل ۷- تأثیر برهمکنش آماده سازی اسید جیبرلیک و محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر تعداد پدازک گلابول. در هر دسته، ستون‌های با حروف مشترک براساس آزمون کمترین تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Figure 7- The effect of gibberellic acid priming and salicylic acid spraying on the cormlets of Gladiolus
In each category, columns with the same letters do not show a significant difference based on the LSD test at the 5% level.

عمر گلجایی: نتایج تجزیه واریانس اثرهای آماده سازی اسید جیبرلیک، محلول پاشی اسید سالیسیلیک و برهمکنش آن‌ها بر عمر گلجایی نشان داد که هر سه متغیر در سطح احتمال ۱٪ اثرگذار بودند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در آن دسته از تیمارهای آماده سازی شده با آب مقطر (بدون اسید جیبرلیک)، با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک محلول پاشی شده تا میزان ۱۰۰ میلی گرم در لیتر، عمر گلجایی افزایش یافت و سپس روند کاهشی اتفاق افتاد. در این دسته، کمترین عمر گلجایی مربوط به غلظت صفر اسید سالیسیلیک بود (۹/۵۳ روز) و بیشترین عمر گلجایی با میزان ۱۳/۶ روز مربوط به غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بود، با این وجود با عمر گلجایی تیمارهای ۵۰ و ۱۵۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک اختلاف معنی‌داری نداشت. نتایج مقایسه تیمارهای آماده سازی شده با اسید جیبرلیک نشان داد که بیشترین عمر گلجایی مربوط به تیمار اسید سالیسیلیک ۱۵۰ میلی گرم در لیتر و کمترین عمر گلجایی مربوط به تیمار محلول پاشی با آب مقطر (بدون اسید سالیسیلیک) بود. با این وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمار صفر و ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک وجود نداشت (شکل ۸).





شکل ۸- اثر برهمکنش آماده سازی اسید جیبرلیک و محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر عمر گلجایی گلابول. در هر دسته، ستون‌های با حروف مشترک براساس آزمون کمترین تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Figure 8- Interaction effect of gibberellic acid priming and salicylic acid spraying on the vase life of *Gladiolus*. In each category, columns with the same letters do not show a significant difference based on the LSD test at the 5% level.

بحث

نتایج مقایسه میانگین میزان سبزینه کل نشان داد، با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک محلول پاشی شده، میزان سبزینه کل افزایش یافت. از سوی دیگر با مقایسه تیمارهای با غلظت صفر اسید سالیسیلیک استنباط شد که اسید جیبرلیک تأثیر منفی بر میزان سبزینه کل گذاشته است. به‌طور کلی استفاده از مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی می‌تواند روی بیوسنتز و حتی تجزیه سبزینه و در نتیجه به‌طور مستقیم روی نورساخت تأثیرگذار باشد. افزایش غلظت رنگدانه‌ها در گیاهانی که با اسید سالیسیلیک تیمار شده‌اند، احتمالاً به دلیل تأثیر این هورمون از طریق کاهش میزان تولید رادیکال‌های آزاد می‌باشد، که از تخریب سبزینه جلوگیری می‌کند. محققان پی بردند در گیاه شمع‌دانی عطری سبزینه و محتوای پرولین در همه‌ی تیمارهای اسید سالیسیلیک افزایش یافته است. ممکن است تأثیر اسید سالیسیلیک در مهار تخریب سبزینه مرتبط با مهار فعالیت آنزیم پراکسیداز باشد (Ayad *et al.*, 2010). اسید سالیسیلیک در غلظت‌های مناسب با کاهش تخریب رنگیزه سبزینه، افزایش توان آنتی‌اکسیدانی سلول و سنتز پروتئین‌های جدید از دستگاه نورساختی حمایت می‌کند (Popova *et al.*, 2003). اثرهای مثبت اسید سالیسیلیک به افزایش آسیمیلاسیون و درصد نورساخت و افزایش جذب مواد معدنی توسط گیاهان تنش دیده تحت تیمار اسید سالیسیلیک نسبت داده شده است (Szepesi *et al.*, 2005). اسید جیبرلیک در بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیک گیاه وارد شده و موجب اثرگذاری مطلوبی مانند تحریک تقسیم یاخته‌ای و طولیل شدن یاخته می‌شود. به‌نظر می‌رسد اسید جیبرلیک با افزایش کشش‌پذیری دیواره یاخته و با تغلیظ شیره یاخته‌ای از راه هیدرولیز نشاسته به قند، سبب کاهش پتانسیل آب در یاخته شده و موجب ورود آب بیشتر به درون یاخته و آماس سلول‌ها می‌گردد و در نتیجه سبب کاهش غلظت سبزینه در واحد حجمی می‌شود (Du Toit *et al.*, 2004). نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر با نتایج اثر اسید جیبرلیک روی گل شیپوری همسو (Janowska & Andrzejak, 2010) و روی گل میمون غیرهمسو بود (Chehrazai *et al.*, 2017).



نتایج نشان داد که آماده سازی اسید جیبرلیک و محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر میزان کربوهیدرات های محلول برگ تأثیرگذار بود. کربوهیدرات ها جزء بسیار مهم ذخیره ای و ساختاری در گیاهان هستند. کربوهیدرات ها به عنوان قندهای آزاد و پلی ساکارید ذخیره می شوند. این مواد منبع اصلی تغذیه گل ها و یک منبع انرژی برای تمام فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی در گیاهان هستند (Da Silva, 2003). پژوهش های پیشین نشان دادند که افزایش متابولیت های ثانویه مرتبط با تعادل بین منبع کربوهیدرات و مقصد مورد استفاده است؛ هر چه ارتباط منبع به مقصد بیشتر باشد، تولید متابولیت های ثانویه ای بیشتری ممکن است رخ دهد (Shui et al., 2009). نتایج نشان داد جیبرلین سبب بهبود ویژگی های مورفولوژی، ماده خشک و محتوای کربوهیدرات گیاهان مورد تیمار شد (Ghorbani Javid et al., 2021). همچنین به نظر می رسد تأثیر مثبت اسید سالیسیلیک بر میزان سبزینه کل، سبب افزایش کربوهیدرات های محلول شده است. در پژوهشی گزارش شده است که میزان قندهای محلول کل در تیمار با اسید سالیسیلیک به طور معنی داری افزایش یافته است (Hosseinzad Behbood et al., 2012). همچنین در گیاه مریم گلی بیشترین میزان قند در تیمار با سطوح بالای اسید سالیسیلیک در برگ ها بوده و کمترین میزان قندهای محلول در نمونه شاهد مشاهده شد (Gholami et al., 2013).

محتوای پروتئین در گیاهان برای رشد و نمو آنها بسیار مهم است، زیرا پروتئین ها تقریباً در تمام فرآیندهای بیولوژیکی از جمله ساختار سلولی، عملکرد و تنظیم نقش دارند. آنها با محافظت از ساختارهای سلولی و حفظ عملکردهای متابولیکی، نقش مهمی در واکنش گیاهان به تنش های محیطی مانند خشکی، شوری و دماهای شدید دارند. پروتئین ها همچنین در مسیرهای بیوشیمیایی مختلف مانند نورساخت، تثبیت نیتروژن و تنفس جدایی ناپذیر هستند و آن را به یک پارامتر کلیدی در تحقیقات گیاهی تبدیل کرده است (Trovato et al., 2021). مقایسه میانگین پروتئین محلول نشان داد که محلول پاشی اسید سالیسیلیک تأثیر معنی داری بر میزان پروتئین برگ نداشت. با این وجود در آن دسته از تیمارها که پدازه ها غوطه ور شده در محلول اسید جیبرلیک بودند، میزان پروتئین محلول برگ افزایش یافت. تأثیر اسید سالیسیلیک بر مقدار پروتئین های محلول ممکن است در گیاهان مختلف متفاوت و یا نتایج متناقض به سن و مرحله ی نموی گیاه و یا به روش آزمایش مرتبط باشد (Janda et al., 2007). کاربرد اسید سالیسیلیک در افزایش میزان پروتئین ها گزارش شده است. این اثرها به دلیل کاهش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی مانند پلی فنل اکسیداز و پراکسیداز، کاهش گلو تاتیون، باندهای پروتئینی و ترکیب های اکسید شده می باشد (Meher et al., 2011). افزایش میزان پروتئین های محلول به دلیل کاربرد اسید جیبرلیک به علت افزایش فعالیت آنزیم های دخیل در سوخت و ساز نیتروژن است. جیبرلین فرآیندهای متابولیکی مانند نورساخت، اسیدهای نوکلئیک، تجمع پرولین و ساخت پروتئین را تحریک می کند. همچنین ثابت شده است که این ماده، در مراحل رونویسی ژن و ترجمه نقش داشته و بنابراین سطوح پروتئین ها و آنزیم ها را بهبود می بخشد (Pourasadollahi et al., 2020).

اندازه گیری عناصر درشت مغذی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گل های زینتی ضروری است. این عناصر برای رشد و نمو گیاه حیاتی هستند. آنها در فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف از جمله نورساخت، جذب مواد مغذی و مقاومت در برابر تنش نقش حیاتی دارند. با تجزیه و تحلیل سطوح این عناصر، می توان بینشی در مورد وضعیت تغذیه گیاهان به دست آورد، که برای بهینه سازی شیوه های کوددهی و بهبود سلامت و زیبایی گیاه بسیار مهم است (Zeng & Wang, 2024). نتایج اثر برهمکنش آماده سازی اسید جیبرلیک، محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ نشان داد که هر سه عنصر در



سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر قرار گرفتند. مهم‌ترین مکان مصرف نیتروژن در گیاه سبزینه می‌باشد و در پژوهش‌های بسیاری مشخص گردیده است که کمبود نیتروژن سبب کاهش میزان سبزینه می‌شود. با توجه به اثرات مثبت جیبرلین و اسیدسالیسیلیک بر افزایش میزان سبزینه کل، جذب نیتروژن توسط گیاه افزایش پیدا می‌کند (Hernández-García et al., 2021). همچنین بیان شده است که جیبرلین و اسیدسالیسیلیک با جلوگیری از تخریب سبزینه، سبب افزایش میزان نیتروژن برگ‌ها می‌شود (Mozafari & Khalegh, 2016). گزارش شده است که اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک تنظیم‌کننده‌ی رشد، در شماری از گونه‌های مختلف گیاهی، با تحریک ریشه جذب برخی از مواد مغذی را افزایش می‌دهد (Martin-Mex et al., 2015). همچنین گزارش شده است که اسید سالیسیلیک باعث حفاظت آنزیم نیترات ردوکتاز و حفظ پروتئین‌های برگ می‌شود (Kawano et al., 2004). همچنین مشخص شد که اسید جیبرلیک و اسیدسالیسیلیک سبب افزایش پتاسیم برگ شدند. استفاده از تیمار اسیدسالیسیلیک و جیبرلین باعث تحریک و حجیم شدن سلول‌ها و اندام هوایی گیاه می‌شود، بنابراین برای این فرآیند نیاز به آب می‌باشد و مهم‌ترین عنصر تنظیم‌کننده آماس سلولی پتاسیم است (Emamverdian et al., 2020). پژوهشگران همچنین اظهار داشته‌اند که مصرف تنظیم‌کننده‌های رشد موجب کاهش نسبت سدیم به پتاسیم و نیز افزایش غلظت پتاسیم، کلسیم و بیوماس در گیاه و در نتیجه افزایش تقسیم میزان عناصر جذب‌شده بین سلول‌ها می‌شود (Davani et al., 2018). از مقایسه تیمار محلول‌پاشی با آب مقطر (بدون اسید سالیسیلیک) در دو دسته آماده سازی با آب مقطر و اسید جیبرلیک، مشخص شد که اسید جیبرلیک سبب کاهش میزان عنصر فسفر در برگ می‌شود. تاکنون گزارشی در ارتباط با تأثیر منفی جیبرلین بر جذب فسفر گزارش نشده است. با این وجود به نظر می‌رسد با توجه به افزایش سرعت رشد و تقسیم سلولی، میزان جذب این عنصر از محیط رشد ریشه با مشکل روبرو شده است. نتایج این پژوهش با بررسی‌های اخلاص در جذب برخی عناصر در اثر محلول‌پاشی اسید جیبرلیک همسویی داشت (El-Naby et al., 2020). همچنین به نظر می‌رسد اسیدسالیسیلیک با افزایش طول ریشه‌های فرعی و موئین، سبب افزایش جذب فسفر گردید (Emamverdian et al., 2020).

طول ساقه‌ی گل‌دهنده، و طول و قطر گل‌آذین از عامل‌های مهم در تعیین کیفیت و بازارپسندی گل‌ها است (Mollaei et al., 2018). آماده سازی اسید جیبرلیک با ایجاد تغییرات بیوشیمیایی، بر بیان ژن، سنتز پروتئین و RNA مداخله می‌کند. همچنین بر جابه‌جایی مواد ذخیره‌شده توسط آنزیم‌های متابولیک و انتقال قند و اسیدهای آمینه به نقاط رشد و نمو تأثیر می‌گذارد (Hartmann et al., 2014). در پژوهشی مشخص گردید آماده سازی سوخ‌های لاله در ۱۰۰ میلی گرم در لیتر اسید جیبرلیک سرعت سبز شدن را افزایش و در نتیجه طول ساقه گل‌دهنده به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Ramzan et al., 2014). اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک ماده شبه هورمونی شناخته شده است، بنابراین به نظر می‌رسد این ماده با تأثیر بر مریستم‌های رویشی و زایشی موجب افزایش تعداد گلچه‌ها می‌گردد. در گزارشی بیان شده است که اسید سالیسیلیک تعداد واحدهای زایشی را در گیاه افزایش می‌دهد (Zamaninejad et al., 2013). اسید سالیسیلیک تقسیم یاخته‌ای درون مریستم انتهایی گیاه را افزایش می‌دهد و باعث افزایش ارتفاع ساقه گل‌دهنده می‌شود. در پژوهشی مشخص شد، غلظت ۵۰ میلی گرم اسیدسالیسیلیک طول ساقه گل لیلیوم را افزایش داد و با افزایش غلظت، این میزان روند کاهشی خواهد داشت (Janowska & Andrzejak, 2010). از دیگر اثرهای مفید اسید سالیسیلیک روی گل، احتمالاً در رابطه با انتقال بیشتر مواد آسیمیلات نورساختی به اندام‌های زایشی در طول دوره رشد بوده، که در نتیجه باعث افزایش حجم گل شده است (Eraslan et al., 2007). اسید سالیسیلیک از راه افزایش



سنتز پروتئین‌ها و ظهور باندهای ایزوزایم‌های جدید باعث القا و افزایش شمار جوانه گل می‌شود (Martin-Mex et al., 2015) و به احتمال شمار گلچه‌ها در گل گلابول به این دلیل افزایش یافته است. افزایش شمار گل در گیاه تکمه‌ای در نتیجه‌ی محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک (۲۰۰ میلی گرم در لیتر) گزارش شده است (Kamali et al., 2012)، همچنین در گزارش دیگری بیان شد، شمار گلچه در گل بریدنی لیلیوم در اثر کاربرد اسید سالیسیلیک (۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر) کاهش یافت (Mollaei et al., 2018)، که با نتایج این آزمایش همخوانی ندارد.

نتایج نشان داد که اثر آماده سازی اسید جیبرلیک و اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر تغییرات وزن پدازه و تعداد پدازک گلابول معنی‌دار نبود. با این وجود برهمکنش این دو فاکتور بر وزن پدازه و تعداد پدازک تغییر معنی‌داری ایجاد کرد. در بررسی‌های مختلفی نشان داده شده که استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشدی، تکثیر رویشی و افزایش اندام‌های ذخیره‌ای نیز سوخت و پدازک را نسبت به شرایط طبیعی بهبود بخشیده است (Solgi et al., 2015). با این حال، اثربخشی از تنظیم‌کننده‌های رشدی به نوع هورمون، گونه گیاهی، رقم، روش کاربرد و سایر شرایط محیطی بستگی دارد (Ram et al., 2002). یکی از تنظیم‌کننده‌های که بر ذخیره مواد غذایی در اندام زیرزمینی تأثیرگذار است، اسید جیبرلیک می‌باشد. در پژوهش‌های متعددی گزارش شده است که محلول‌پاشی اسید جیبرلیک از ذخیره مواد غذایی جلوگیری می‌کند. با این وجود در این پژوهش با مقایسه غلظت صفر اسید سالیسیلیک، در دو دسته تیمار آماده سازی با آب مقطر و با اسید جیبرلیک مشخص گردید اسید جیبرلیک سبب افزایش وزن پدازه گردید. علت را این گونه می‌توان بیان کرد که آماده سازی اسید جیبرلیک سبب افزایش رشد اولیه و در نتیجه رسیدن سریع‌تر به مرحله ذخیره‌سازی مواد می‌شود. با توجه به اینکه در شرایط آب و هوایی خوزستان این مرحله با شروع گرم شدن هوا مصادف است، پس بنابراین رشد سریع‌تر سبب ذخیره‌سازی پدازه در شرایط خنک می‌شود. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش Bazrafkan و Daneshvar (2016) همسویی داشت (Bazrafkan & Daneshvar, 2016). سالیسیلیک اسید با افزایش سطح برگ، افزایش رنگدانه‌های نورساختی و افزایش نورساخت باعث افزایش میزان کربوهیدرات می‌شود. کربوهیدرات‌ها فرایندهای اصلی را تقویت می‌کند، نظیر حفظ ساختار و فعالیت میتوکندری، تنظیم میزان آب، و تأمین انرژی لازم برای ذخیره‌سازی در اندام‌ها (Abdul Qados, 2015).

پیری گل مرحله نهایی نموی است ولی می‌تواند توسط عوامل زیوا و نازیوای پیش و پس از برداشت تحت تأثیر قرار گیرد (Karampour et al., 2019). نتایج نشان داد که در آن دسته از تیمارهای آماده سازی شده با آب مقطر با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک محلول‌پاشی شده عمر گلجایی افزایش و سپس روند کاهشی اتفاق افتاد. همچنین مقایسه تیمارهای آماده سازی شده با اسید جیبرلیک نشان داد که با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک محلول‌پاشی شده عمر گلجایی افزایش یافت. گزارش شده است که اسید سالیسیلیک از طریق افزایش میزان جذب محلول، میزان وزن تر گل و عمر پس از برداشت را در گل بریدنی رز افزایش داد (Alaey et al., 2011). Ramezani و همکاران (2014) بیان کردند مصرف ۰/۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک در گل‌های رز از طریق افزایش جذب محلول نگه‌دارنده، افزایش وزن تازه نسبی گل، حفظ پایداری غشای گلبرگ‌ها و افزایش میزان کل کربوهیدرات‌های محلول ساقه، منجر به افزایش عمر گلجایی شد (Ramezani et al., 2014). اثرات اسید جیبرلیک در کاهش فعالیت آنزیم‌های اکسیدکننده به اثبات رسیده است. همچنین اسید جیبرلیک از طریق کاهش پراکسیده شدن لیپید، بهبود استحکام دیواره سلولی گلبرگ، در افزایش ماندگاری گلابول اثر مثبت داشت. درواقع اسید جیبرلیک موجب افزایش



هیدرولیز نشاسته و ساکارز که قسمت اعظم ماده خشک گلبرگ‌ها هستند به فروکتوز و گلوکز می‌گردد که مورد مصرف برای باز شدن گلچه‌ها هستند و منجر به تأخیر در تغییر رنگ گلبرگ‌ها و افزایش طول عمر گل می‌گردد (Robiza-Swider et al., 2004).

نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادها

گلایول به دلیل داشتن خوشه جذاب و بلند، یکی از محبوب‌ترین گل‌های بریدنی است. نتایج نشان داد استفاده توأم آماده سازی با ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بر ویژگی‌های میزان پروتئین و کربوهیدرات، جذب نیتروژن و پتاسیم، افزایش تعداد پدازه، عمرگلجایی اثر مثبتی داشت، به گونه‌ای که با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید این ویژگی‌ها افزایش یافت. همچنین نتایج نشان داد که عملیات آماده سازی با اسید جیبرلیک به تنهایی و یا محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک به تنهایی نسبت به استفاده هر دو تیمار، بر ویژگی‌های میزان سبزینه کل، جذب فسفر، طول و قطر گل‌آذین، وزن پدازه تأثیر بیشتری داشتند. پیشنهاد می‌شود در بررسی‌های آینده نظرات خریداران گل بریده و همچنین بررسی اقتصادی در این زمینه صورت گیرد.

تشکر و قدرانی

این مقاله برگرفته‌شده از پایان‌نامه دانشجویی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی می‌باشد. بدین وسیله از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان تقدیر می‌گردد.

منابع

- Abdel-Shafey, H. I., Hegemann, W., Teiner, A. (1994). Digestion with concentrated HNO_3 and H_2O_2 . *Environment Management and Health*, 5, 21-24.
- Abdul Qados, A. M. S. (2015). Effects of Salicylic acid on growth, yield and chemical contents of pepper (*Capsicum annum* L.) plants grown under salt stress conditions. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 8, 107-113.
- Alaey, M., Babalar, M., Naderi, R., Kafi, M. (2011). Effect of pre and postharvest salicylic acid treatment on physio-chemical attributes in relation to vase-life of rose cut flowers. *Postharvest Biology and Technology*, 61, 91-94.
- Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24, 1-15.
- Ayad, H. S., Reda, F., Abdalla, M. S. A. (2010). Effect of putrescine and zinc on vegetative growth, photosynthetic pigments, lipid peroxidation and essential oil content of geranium (*Pelargonium graveolens* L.). *World Journal of Agricultural Sciences*, 6, 601-608.
- Bazrafkan, M., Daneshvar, M. H. (2016). Interaction of plant growth regulators and nitrogen on characteristics of *Gladiolus hybrida* cv. White Friendship. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 17, 147-154. (In Persian)
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.
- Chehrazhi, M., Hosseini, H. R., Hashemi, E., Asadi-vafa, K. (2017). The effects of gibberellic acid on some morpho-physiological characteristics of two varieties of white and yellow flowers (Alba and Apollo) Snapdragon (*Antirrhinum majus*). *Iranian Journal of Horticultural Science*, 48, 265-273. (In Persian).
- Da Silva, J. A. T. (2003). The cut flower, postharvest condition. *Journal of Biological Sciences*, 3, 406-442.
- Davani, D., Nabipour, M., Roshanfekar Dezfouli, H. (2018). The effect of cytokinin and auxin hormones on the distribution and accumulation of chlorine and some macro-elements in different sectors of maize in different planting patterns in saline condition. *Journal of Water and Soil*, 32, 110-112. (In Persian).



- Du Toit, E. S., Robbertse, P. J., Niederwieser, J. G. (2004). Plant carbohydrate partitioning of *Lachen alia* cv. Ronina during bulb production. *Scientia Horticulturae*, 102, 433-440.
- Dubios, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. T., Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28, 350-356.
- El-Naby, S. K. M., Abdelkhalek, A., Baiea, M. H. M., Amin, O. A. (2020). Response of Valencia orange trees grown under sandy soil to mitigation of heat stress by melatonin, Gibberellin and Salicylic acid application. *Plant Archives*, 20, 2252-2258.
- Emamverdian, A., Ding, Y., Mokhberdoran, F. (2020). The role of salicylic acid and gibberellin signaling in plant responses to abiotic stress with an emphasis on heavy metals. *Plant Signaling and Behavior*, DOI, 10.1080/15592324.2020.1777372.
- Eraslan, F., Inal, A., Gunes, A., Alpaslan, M. (2007). Impact of exogenous salicylic acid on the growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. *Scientia Horticulturae*, 113, 120-128.
- Gholami, R., Kashefi, B., Saeedi, S. (2013). The effect of acid-salicylic foliar application in reducing the effects of salinity on the growth traits of *Salvia limbata* L. *Journal of Plant Echo-Physiology*, 5, 63-73. (In Persian).
- Ghorbani Javid, M., Hoseinifard, M. S., Allahdadi, I., Soltani, E. (2021). Hormonal priming with BAP and GA₃ induces improving yield and quality of Saffron flower through promotion of carbohydrate accumulation in corm. *Journal of Plant Growth Regulation*, DOI, 10.1007/s00344-020-10286-y.
- Hamid, A. (2023). Investigating the effect of humic acid and gibberellic acid foliar spraying on the yield and content of essential oil and some characteristics of peppermint medicinal plant (*Mentha piperita* L.). *Research in Plant Metabolites*, 1, 59-71.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., Geneve, R. L. (2014). Principles of propagation from seeds. Pp. 211-261, In: Hartman HT, Kester DE (eds.), *Plant Propagation: Principles and Practices*, 8th ed. Pearson Prentice Hall, Harlow.
- Hernández-García, J., Miguel, A., Blázquez, A. (2021). Origin and evolution of gibberellin signaling and metabolism in plants. *Seminars in Cell and Developmental Biology*, 109, 46-54.
- Holkar, S., Kumar, P., Chandrashekar, S. Y., Ganapathi, M. (2018). Effect of benzyl adenine and gibberellic acid on flowering and flower quality attributes of Gladiolus. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 7, 944-950.
- Hosseinzad Behbood, A., Paparzadeh, N., Dilamghani, K. (2012). Effect of salicylic acid on growth parameters, osmolites and osmotic potential in radish under salinity stress. *Journal of Plant Research*, 27, 23-40. (In Persian).
- Janda, T., Horvath, G., Szalai, G., Paldi, E. (2007). Role of salicylic acid in the induction of abiotic stress tolerance. Pp: 62-98, In: Hayat S., Ahmad A (eds.), *Salicylic Acid, A plant Hormone*. Springer Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- Janowska, B., Andrzejak, R. (2010). Effect of gibberellic acid spraying and soaking of rhizomes on the growth and flowering of calla lily (*Zantedeschia Spreng*). *Acta Agrobotanica*, 63, 155-160.
- Kamali, M., Kharrazi, S. M., Salahvarzi, Y., Tehranifar, A. (2012). Effect of salicylic acid on the growth and some of morpho-physiological traits of *Gomphrena* under salinity stress. *Journal of Horticultural Science*, 26, 104-112. (In Persian).
- Karampour, F., Salehi Salmi, M., Abdanan Mehdizadeh, S., Mehdi Khanlou, K. (2019). Investigation of physiological and enzymatic events during senescence of *Polianthes tuberosa* L. flower under salicylic acid and sodium nitroprusside treatments. *Plant Process and Function*, 7, 31-44. (In Persian)
- Kawano, T., Furuichi, T., Muto, S. (2004). Controlled free salicylic acid levels and corresponding signaling mechanisms in plants. *Plant Biotechnology*, 21, 319-335.
- Kjeldahl, J. (1883). A new method for the determination of nitrogen in organic matter. *Analytical Chemistry*, 22, 366-382.
- Martin-Mex, R., Nexticapan-Garcez, A., Villanueva-Couoh, E., Uicab-Quijano, V., Vergara Yoisura, S., Larque-Saavedra, E. (2015). Salicylic acid stimulates flowering in micropropagated *Gloxinia* plants. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 38, 115-118.



- Meher, H. C., Gajbhiye, V. T., Singh, G. (2011). Salicylic acid-induced glutathione status in tomato crop and resistance to root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. *Journal of Xenobiotics*, 1, 22-28.
- Mollaei, S., Farahmand, H., Tavassolian, I. (2018). The effects of 24-epibrassinolide corm priming and foliar spray on morphological, biochemical, and postharvest traits of sword lily. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 59, 325-333.
- Mozafari, V., Khalegh, F. (2016). Effects of gibberellic acid and nitrogen on some physiology parameters and micronutrients concentration in pistachio under salt stress. *Journal of Water and Soil*, 30, 955-967. (In Persian).
- Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanabe, F. S., Dean, L. A. (1954). Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction With Sodium Bicarbonate. USDA, Cire. 939, U. S. Gover. Prin. Office, Washington DC.
- Padamalatha, T., Reddy, G. S., Chandrasekhar, R., Shankar, A. S., Chaturvedi, A. (2014). Effect of pre-planting soaking with chemicals and plant growth regulators on vegetative growth, flowering and postharvest life in gladiolus. *Indian Journal of Agricultural Research*, 48, 301-306.
- Popova, L., Ananieva, V., Hristova, V., Christov, K., Geovgieva, K., Alexieva, V., Stoinova, Z. (2003). Salicylic acid and methyl jasmonate-induced protection on photosynthesis to paraquat oxidative stress. *Bulgarian Journal of Plant Physiology, Special issue*, 133-152.
- Pourasadollahi, A., Siosemardeh, A., Hosseinpanahi, F., Sohrabi, Y. (2020). Effect of spraying of growth regulators on water use efficiency, some osmolites and physiological traits of potato in drought stress conditions. *Journal of Plant Process and Function*, 9, 329- 345. (In Persian).
- Ram, R., Mukherjee, D., Manuja, S. (2002). Plant growth regulators affect the development of both corms and cormels in gladiolus. *HortScience*, 37, 343-344.
- Ramezani, A., Mirdehghan, S. H., Roshanzamir, N. (2014). Investigation of preharvest application of salicylic acid and methyl jasmonate on quantitative and qualitative characteristics of cut rose flower. *Journal of Crops Improvement*, 16, 573- 583. (In Persian).
- Ramzan, F., Younis, A., Riaz, A., Ali, S., Siddique, M. I., Lim, K. B. (2014). Pre-planting exogenous application of gibberellic acid influences sprouting, vegetative growth, flowering, and subsequent bulb characteristics of 'Ad-Rem' tulip. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 55, 479-488.
- Robiza-Swider, J., Lukaszewska, A., Skutnik, E., Rybka, Z., Wachowicz, M. (2004). Lipoxigenase in Senescing cut leaves of *Zantedeschia aethiopica* Spr. and Hosta 'Undulata Erromena' treated with GA₃ or BA. *Acta Physiologiae Plantarum*, 26, 411-415.
- Roy, S., Fatmi, U., Mishra, S., Singh, R. (2017). Effect of pre plant soaking of corms in growth regulators on sprouting, vegetative growth and corm formation in gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6, 1135-1138.
- Salehi, M. R., Falehi Hoseini, M., Heidari, M., Daneshvar, M. H. (2018). Extending vase life of cut rose (*Rosa hybrida* L.) cv. Bacara by essential oils. *Advances in Horticultural Science*, 32, 61-69.
- Sharma, P., Bhardwaj, R. (2007). Effect of 24-epibrassinolide on seed germination, seedling growth and heavy metal uptake in *Brassica juncea* L. *General and Applied Plant Physiology*, 33, 59-73.
- Shui, Y.C., Feng, X., Yan, W. (2009). Advances in the study of flavonoids in *Ginkgo biloba* leaves. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3, 248-1252.
- Solgi, M., Dastyari, K., Hadavi, E. (2015). The evaluation effects of some vegetative propagation methods and plant growth regulators on bulblet production rate in crown imperial (*Fritillaria imperialis* L.). *Journal of Horticulture, Forestry, and Biotechnology*, 19, 1-6.
- Szepesi, A., Csiszar, J., Bajkan, S., Gemes, K., Horvath, F., Erdei, L., Deer, A. K., Simon, M. L., Tari, I. (2005). Role of salicylic acid pre-treatment on the acclimation of tomato plants to salt- and osmotic stress. *Acta Biologica Szegediensis*, 49(1-2), 123-125.
- Trovato, M., Funck, D., Forlani, G., Okumoto, S., Amir, R. (2021). Editorial: Amino Acids in Plants: Regulation and Functions in Development and Stress Defense. *Frontiers in Plant Science*, 12, 772810.
- Yadav, S., Kumar, P. N., Arora, A., Kumar, R. (2015). Effect of protease inhibitors on physiological and biochemical changes influencing keeping quality in gladiolus. *Indian Journal of Horticulture*, 72, 92-99.



- Zamaninejad, M., Khorasani, S. K., Moeini, M. J., Heidarian, A. R. (2013). Effect of salicylic acid on morphological characteristics, yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) under drought condition. *European Journal of Experimental Biology*, 3, 153-161.
- Zeng, T., Wang, C. (2024). Ornamental plant physiology and molecular biology. *Horticulturae*, 10, 532.





Optimizing vase-life and growth of *Gladiolus grandiflorus* L. 'White Prosperity' via corm priming and foliar application of PGRs under Khuzestan Climate Condition

Golnaz Amin¹, Mohamadreza Salehi Salmi^{1*}, Mohamad Hosein Daneshvar¹, Ahmad Zare²

1. Department of Horticultural Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz

2. Plant Production and Genetics Department Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz

✉ salehi@asnrukh.ac.ir; mrsalehisalmi@gmail.com

Received: 2024/09/23, Revised: 2024/12/24, Accepted: 2024/12/25

Abstract

Gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.) is one of the most important cut flowers in Iran and globally. Improving its morphological, biochemical, and post-harvest characteristics is crucial in the floriculture industry. For this purpose, the 'White Prosperity' cultivar was treated with gibberellic acid (GA₃) as a priming agent and foliar spraying with salicylic acid (SA). The experimental design was a factorial arrangement in a randomized complete block design with four replications. The concentrations of GA₃ were 0 and 150 mg L⁻¹, and the concentrations of SA were 0, 50, 100, 150, and 200 mg L⁻¹. The results showed that the combined use of priming with 150 mg L⁻¹ of GA₃ and spraying with 200 mg L⁻¹ of SA positively affected protein and carbohydrate content, nitrogen and potassium absorption, the number of cormlets, and vase life. Increasing the concentration of SA enhanced these characteristics. Additionally, the results indicated that priming with GA₃ alone or spraying with SA alone had a greater effect on total chlorophyll content, phosphorus absorption, inflorescence length, and diameter, and shoot weight compared to the combined treatments.

Keywords: Corm, Flower quality, Hormone, Immersion, Inflorescence, Post-harvest.