

اثر محلول پاشی اسید جیبرلیک بر ویژگی‌های رشد و فیزیولوژیکی گیاه کوکب (*Dahlia variabilis*)

وحید عجمی

گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

هلیا خضری

گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

حسین جوادالمتقین

گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

حسن حیدری

گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

فاطمه اسماعیل جامی

گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

به منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه کوکب (*Dahlia variabilis*)، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار سطح جیبرلیک اسید (۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر) و چهار تکرار انجام شد. بذرها در سینی نشا کشت شدند و پس از رشد اولیه، به گلدان‌های مستقل منتقل شدند. پس از استقرار، تیمارها به صورت محلول پاشی هر سه روز یکبار اعمال شدند و آبیاری در شرایط ظرفیت زراعی انجام گرفت. پارامترهای مورد بررسی شامل طول ساقه، تعداد برگ، تعداد میانگره، تعداد شاخه جانبی و میزان نشت یونی بودند.

نتایج نشان داد که محلول پاشی جیبرلیک اسید تأثیر معنی داری بر رشد و توسعه گیاه کوکب دارد. با افزایش غلظت اسید جیبرلیک، طول ساقه به طور قابل توجهی افزایش یافت، به طوری که بیشترین ارتفاع ساقه در تیمار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر (۴۴/۱۶ سانتی متر) مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد (۲۱/۶ سانتی متر) افزایش معنی داری داشت ($p < 0.05$). تعداد برگ‌ها نیز با افزایش غلظت جیبرلیک اسید افزایش یافت و در تیمار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر به ۱۵/۶۷ عدد رسید. همچنین، تعداد میانگره و شاخه‌های جانبی نیز در تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر افزایش نشان دادند، اما تفاوت معنی داری بین این دو تیمار مشاهده نشد. از سوی دیگر، میزان نشت یونی در تیمار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر کمترین مقدار (۵۶ درصد) را نشان داد که بیانگر بهبود مقاومت غشای سلولی و کاهش تنش‌های فیزیولوژیکی بود.

به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که محلول پاشی جیبرلیک اسید، به ویژه در غلظت‌های بالاتر، باعث افزایش ویژگی‌های رشدی و بهبود فیزیولوژیکی گیاه کوکب شد. بنابراین، استفاده از جیبرلیک اسید می‌تواند به عنوان یک راهکار مؤثر در افزایش رشد و بهبود عملکرد این گیاه زینتی مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: جیبرلین، رشد گیاه، نشت یونی، تنظیم کننده رشد، ویژگی‌های مورفولوژیکی.

مقدمه

کوکب (*Dahlia variabilis*) یکی از مهم‌ترین گیاهان زینتی از خانواده Asteraceae است که به دلیل تنوع رنگی، زیبایی گل‌ها و قابلیت کشت در شرایط مختلف، به‌طور گسترده در سراسر جهان کشت و پرورش داده می‌شود (Kisvarga *et al.*, ۲۰۲۲). این گیاه دارای اهمیت اقتصادی و باغبانی قابل توجهی بوده و به‌عنوان یک گیاه زینتی در طراحی فضای سبز، باغ‌های شهری و گلکاری‌های تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد (Upreti, ۲۰۱۶). رشد و توسعه مطلوب گیاه کوکب تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله نوع بستر کشت، میزان آبیاری، تغذیه گیاهی و کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد قرار دارد (Marschner, ۱۹۹۵).

تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی ترکیباتی هستند که در مقادیر کم تأثیرات عمیقی بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاهان دارند (Taiz & Zeiger, ۲۰۱۴). اسید جیبرلیک (Gibberellic Acid, GA^۳) یکی از مهم‌ترین فیتوهورمون‌های گیاهی است که به دلیل نقش آن در تحریک تولید سلول‌ها، تسریع جوانه‌زنی، بهبود رشد رویشی و گلدهی، در بسیاری از مطالعات علمی مورد بررسی قرار گرفته است (Salisbury & Ross, ۱۹۹۲). این تنظیم‌کننده رشد ابتدا در قارچ *Gibberella fujikuroi* شناسایی شد و از آن زمان تاکنون به‌عنوان یک هورمون مؤثر در افزایش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان به‌ویژه گیاهان زینتی مورد استفاده قرار گرفته است (Upreti, ۲۰۱۶).

جیبرلیک اسید یکی از مهم‌ترین هورمون‌های گیاهی در تنظیم و تسهیل رشد طولی گیاه است. افزایش تولید و آزادسازی این هورمون در گیاه، موجب تجزیه نشاسته و تبدیل آن به مواد مغذی موردنیاز گیاه شده و در نهایت فرآیند رشد طولی آغاز می‌شود (Sukifto *et al.*, ۲۰۲۰). پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که رشد گیاه تحت تأثیر جیبرلیک اسید قرار دارد؛ به‌طوری‌که در گونه‌هایی مانند *Arabidopsis* و گوجه‌فرنگی، جهش‌یافته‌های دارای نقص در ژن‌های بیوسنتزی این هورمون قادر به رشد طولی نیستند (Mitchum *et al.*, ۲۰۰۶). تیمار گیاه با جیبرلیک اسید باعث افزایش محتوای این هورمون درون‌زا و تغییر نسبت آن به اسید آبسزیک شده و در نتیجه به رشد گیاه کمک می‌کند (Ge *et al.*, ۲۰۲۳).

تحقیقات نشان داده محلولپاشی GA، انتقال مواد فتوسنتزی به آوندهای آبکش را تسریع مینماید. همچنین بیان شده که رشد طولی اندامهای هوایی که به‌واسطه GA در گیاهان مختلف رخ میدهد، در نتیجه افزایش تقسیم سلولی، تولید سلول‌ها و یا هر دو با هم میباشد (Betrand & Ernstsens, ۲۰۰۱). مطالعات زیادی نشان داده که جیبرلین‌ها با فرآیندهای گیاهی از جمله بروز جنسیت، پیری، پارتنوکاری، تولید هیپوکوتیل و ساقه، تولید شدن برگ، تشکیل گل و برخی از آنزیم‌های هیدرولیتیک مرتبط هستند. ولی به‌طور کلی افزایش رشد گیاهان از طریق تولید فواصل میانگره ساقه، بارزترین و مهمترین اثر جیبرلین‌ها به‌شمار می‌رود (Abd Elal *et al.*, ۲۰۰۸, Hays *et al.*, ۲۰۰۲).

مطالعات متعددی نشان داده‌اند که محلول‌پاشی جیبرلیک اسید می‌تواند تأثیرات مثبتی بر ویژگی‌های رشد و توسعه گیاهان داشته باشد. به‌عنوان مثال، تحقیقات نشان داده است که کاربرد جیبرلیک اسید در گیاهانی نظیر داوودی (*Chrysanthemum morifolium*) و آهار (*Zinnia elegans*) موجب افزایش ارتفاع ساقه، تعداد برگ و قطر ساقه شده است (Kisvarga *et al.*, ۲۰۲۲). علاوه بر این، این ترکیب قادر است با افزایش میزان تقسیم سلولی و کاهش پیری زودرس برگ‌ها، عملکرد گیاه را بهبود بخشد (Marschner, ۱۹۹۵). باین‌حال، اثرات دقیق جیبرلیک اسید بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه کوکب کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است و نیاز به بررسی بیشتری دارد.

در کنار بررسی اثرات جیبرلیک اسید بر رشد رویشی گیاه کوکب، یکی دیگر از جنبه‌های مهم مطالعه، ارزیابی تأثیر این هورمون بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی مانند نشت یونی است. نشت یونی شاخص مهمی برای ارزیابی سلامت و پایداری غشای سلولی گیاهان در شرایط مختلف محیطی محسوب می‌شود (Salisbury & Ross, ۱۹۹۲). افزایش نشت یونی نشان‌دهنده کاهش یکپارچگی غشای سلولی و آسیب‌پذیری بیشتر گیاه در برابر تنش‌های محیطی نظیر خشکی و شوری است (Taiz & Zeiger, ۲۰۱۴). مطالعاتی که بر روی سایر گیاهان انجام شده است نشان می‌دهد که جیبرلیک اسید قادر است با تقویت پایداری غشای سلولی، میزان نشت یونی را کاهش داده و مقاومت گیاه را در برابر عوامل محیطی افزایش دهد (Marschner, ۱۹۹۵).

بر این اساس، هدف از این پژوهش بررسی اثرات محلول پاشی جیبرلیک اسید بر ویژگی‌های رشد و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه کوکب است. در این مطالعه، تأثیر چهار غلظت مختلف جیبرلیک اسید (۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر) بر شاخص‌هایی همچون ارتفاع ساقه، تعداد برگ، تعداد میانگره، تعداد شاخه جانبی و میزان نشت یونی مورد بررسی قرار گرفت. فرضیه ما این است که محلول پاشی جیبرلیک اسید در غلظت‌های بالاتر، رشد و توسعه گیاه را افزایش داده و در عین حال موجب کاهش نشت یونی و بهبود پایداری غشای سلولی می‌شود. نتایج این پژوهش می‌تواند به بهبود عملکرد و کیفیت گیاه کوکب در شرایط زراعی و گلخانه‌ای کمک کند و راهکارهای بهتری برای مدیریت رشد این گیاه زینتی ارائه دهد.

روش تحقیق

طراحی و اجرای آزمایش

این پژوهش به منظور بررسی اثر محلول پاشی جیبرلیک اسید بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه کوکب (*Dahlia variabilis*) در سال ۱۴۰۳ مربوط به درس مهارت‌های گلکاری ۱ در شرایط گلخانه‌ای دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد طراحی و اجرا شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) با چهار سطح جیبرلیک اسید (۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر) و چهار تکرار انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل پنج گلدان بود و در مجموع ۸۰ گلدان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد گیاهی و آماده‌سازی بستر کشت

بذرهای گیاه کوکب از یک منبع معتبر تأمین شده و پیش از کاشت از نظر یکنواختی اندازه و سلامت بررسی شدند. به منظور افزایش یکنواختی جوانه‌زنی، بذرها به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر خیس‌اندازه شدند. پس از آن، بذرها در سینی‌های نشا حاوی ترکیب کوکوپیت و پرلیت (به نسبت ۷۰:۳۰) کاشته شدند و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد تحت شرایط کنترل‌شده نگهداری شدند.

پس از استقرار اولیه گیاهچه‌ها (حدود ۳ هفته پس از کاشت)، آن‌ها به گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۲۰ سانتی‌متر حاوی ترکیب خاک لوم، کوکوپیت و پرلیت (۵۰:۳۰:۲۰) منتقل شدند. به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز، تمامی گیاهان تحت یک برنامه تغذیه‌ای مشابه شامل محلول پاشی کود کامل ۲۰-۲۰-۲۰ (۱ گرم در لیتر) به صورت هفتگی قرار گرفتند.

اعمال تیمار جیبرلیک اسید

جیبرلیک اسید (GA_3) در چهار غلظت ۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر تهیه شد. برای انحلال بهتر این ماده، ابتدا مقدار مورد نظر در حجم کمی اتانول (۹۵٪) حل شد و سپس به حجم نهایی با آب مقطر رسانده شد. محلول پاشی جیبرلیک اسید روی برگ‌ها هر سه روز یکبار با استفاده از یک افشانه دستی استاندارد انجام شد. دقت شد که در هر مرحله، سطح برگ‌ها کاملاً مرطوب شود اما محلول بر روی خاک نریزد. این روند تا پایان دوره رشد رویشی (۸ هفته) ادامه یافت.

شرایط محیطی گلخانه

گیاهان در گلخانه‌ای با دمای روزانه 25 ± 2 درجه سانتی‌گراد و دمای شبانه 18 ± 2 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. رطوبت نسبی در محدوده ۶۰-۷۰ درصد و شدت نور در محدوده ۴۰۰-۶۰۰ میکرومول فوتون بر مترمربع بر ثانیه تنظیم شد. آبیاری گلدان‌ها در شرایط ظرفیت زراعی و با استفاده از آب شهری بدون کلر انجام شد.

صفات مورد بررسی

در پایان دوره تیماردهی، شاخص‌های رشد و فیزیولوژیکی زیر اندازه‌گیری شدند:

۱. ویژگی‌های مورفولوژیکی

- o ارتفاع ساقه (cm): با استفاده از خط‌کش مدرج از سطح خاک تا نوک ساقه اصلی اندازه‌گیری شد.
- o تعداد برگ: تعداد کل برگ‌های توسعه‌یافته شمارش شد.
- o تعداد میانگره: تعداد میانگره‌های تشکیل‌شده در طول ساقه اصلی شمارش شد.

o تعداد شاخه جانبی: تعداد شاخه‌های جانبی منشعب‌شده از ساقه اصلی ثبت شد.

۲. ویژگی‌های فیزیولوژیکی

o نشت یونی، با استفاده از دستگاه رسانایی سنج الکتریکی بر اساس روش Singh et al (۲۰۰۸) انجام شد. نمونه‌های برگ با وزن ۲۰۰ میلی‌گرم در ۱۰ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیرشده غوطه‌ور شدند و به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب ۴۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند. سپس رسانایی الکتریکی محلول (EC^۱) با استفاده از دستگاه رسانایی سنج خوانده شد. نمونه‌ها در حمام آب ۱۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفتند و قرائت رسانایی الکتریکی دوم (EC^۲) پس از سرد شدن محلول‌ها و رسیدن دمای محلول به دمای اتاق گرفته شد. نشت یونی با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$o \text{ نشت یونی } (\%) = (EC^1 / EC^2) \times 100$$

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ تجزیه و تحلیل شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت. نمودارها و تحلیل‌های تصویری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

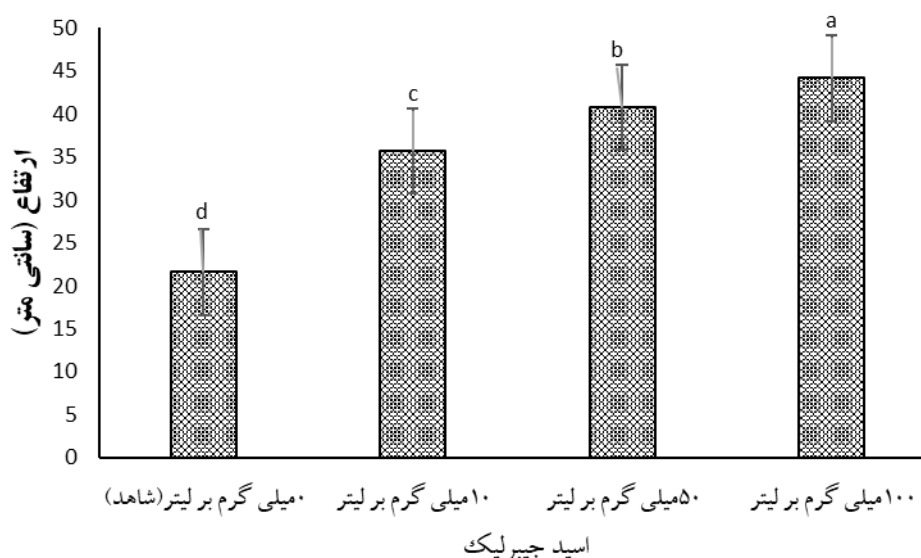
یافته‌ها

جداول، شکل‌ها و نمودارها

اثر جیبرلیک اسید بر ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه کوکب

۱. ارتفاع ساقه

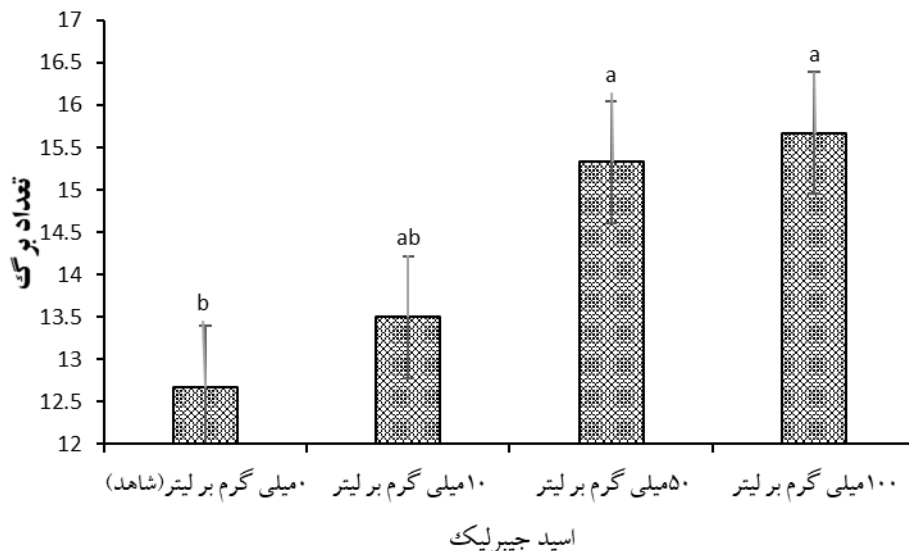
نتایج نشان داد که محلول پاشی جیبرلیک اسید تأثیر معنی‌داری بر افزایش ارتفاع ساقه گیاه کوکب داشت ($p < 0.05$). کمترین ارتفاع ساقه در تیمار شاهد (۰ میلی‌گرم در لیتر) مشاهده شد که میانگین آن ۲۱/۶ سانتی‌متر بود. در مقابل، بیشترین ارتفاع ساقه مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید بود که میانگین آن ۴۴/۱۶ سانتی‌متر ثبت شد. مقایسه تیمارها نشان داد که بین تیمار ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما هر دو تیمار به‌طور قابل‌توجهی از تیمار شاهد و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بلندتر بودند (شکل ۱).



شکل ۱- اثر محلول پاشی غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر ارتفاع گیاه کوکب

۲. تعداد برگ

تعداد برگ‌های تشکیل شده نیز تحت تأثیر تیمارهای جیبرلیک اسید قرار گرفت، اما این اثر در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود. تعداد برگ‌ها در تیمار شاهد ۱۲/۳ برگ و در تیمار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر ۱۵/۶۷ برگ بود. هرچند افزایش تعداد برگ در تیمارهای بالاتر مشاهده شد، اما نتایج نشان داد که جیبرلیک اسید عمده‌تاً بر افزایش طول ساقه و فاصله میانگره‌ها مؤثر بوده و تأثیر مستقیمی بر افزایش تعداد برگ نداشته است (شکل ۲).



شکل ۲- اثر محلول پاشی غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر تعداد برگ گیاه کوکب

۳. تعداد میانگره

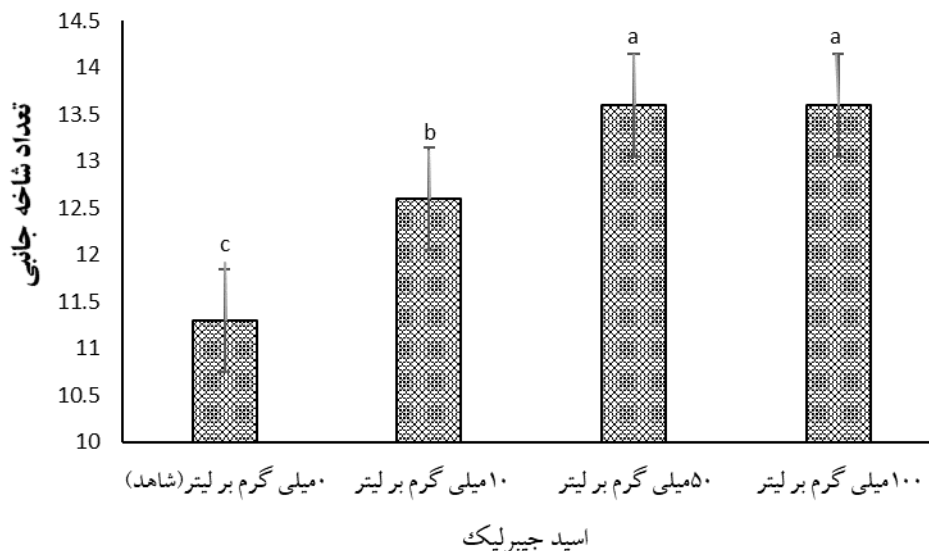
جیبرلیک اسید تأثیر مثبت و معنی‌داری بر افزایش تعداد میانگره‌ها داشت ($p < 0.05$). در تیمار شاهد میانگین تعداد میانگره‌ها ۶/۵ عدد بود، درحالی‌که در تیمار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر به ۱۰ عدد افزایش یافت. افزایش تعداد میانگره‌ها در تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر قابل توجه بود که نشان می‌دهد جیبرلیک اسید از طریق تحریک تقسیم سلولی و افزایش رشد طولی، موجب افزایش تعداد میانگره‌ها شده است (شکل ۳).



شکل ۳- اثر محلول پاشی غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر تعداد میانگره گیاه کوکب

۴. تعداد شاخه جانبی

نتایج نشان داد که کاربرد جیبرلیک اسید تأثیر معنی داری بر افزایش تعداد شاخه‌های جانبی نداشت ($p > 0.05$). میانگین تعداد شاخه‌های جانبی در تیمار شاهد ۲/۸ عدد و در تیمار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر ۳/۴ عدد بود. هرچند افزایش اندکی مشاهده شد، اما این افزایش از نظر آماری معنی دار نبود (شکل ۴).

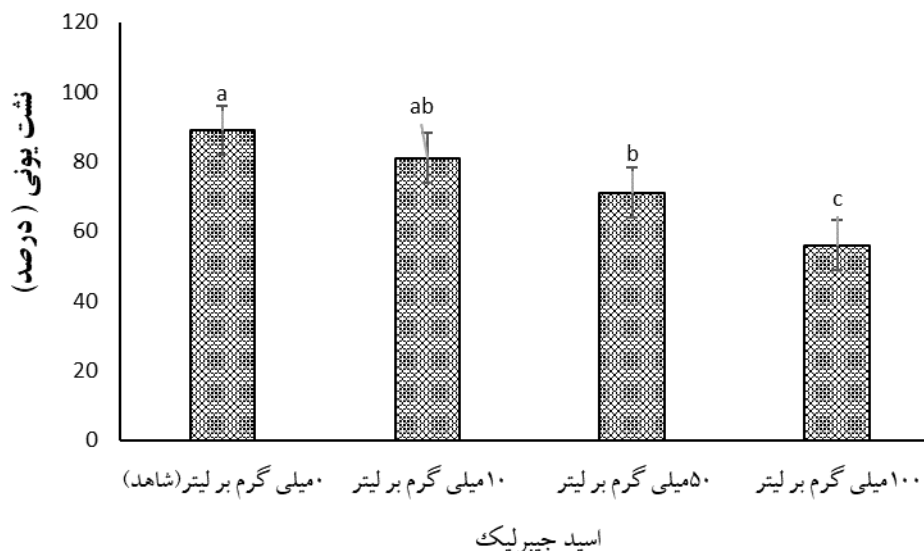


شکل ۴- اثر محلول پاشی غلظت های مختلف اسید جیبرلیک بر تعداد شاخه جانبی گیاه کوکب

اثر جیبرلیک اسید بر ویژگی های فیزیولوژیکی گیاه کوکب

۱. نشت یونی (شاخص مقاومت غشای سلولی)

نتایج نشان داد که نشت یونی برگ‌ها تحت تأثیر جیبرلیک اسید کاهش معنی داری داشت ($p < 0.05$). در تیمار شاهد، میزان نشت یونی ۷۸ درصد بود، در حالی که در تیمار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر به ۵۶ درصد کاهش یافت. این کاهش نشان دهنده تقویت مقاومت غشای سلولی در برابر تنش های محیطی و کاهش تخریب غشاهای سلولی تحت تأثیر جیبرلیک اسید است. بررسی داده ها نشان داد که کاهش نشت یونی در تیمار ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر بیشترین مقدار را داشت، در حالی که در تیمار ۱۰ میلی گرم در لیتر تفاوت معنی داری با شاهد مشاهده نشد (شکل ۵).



شکل ۵- اثر محلول پاشی غلظت های مختلف اسید جیبرلیک بر نشت یونی گیاه کوکب

۲. وضعیت ظاهری گیاهان در پاسخ به تیمارها

مشاهدات ظاهری نشان داد که گیاهان تیمار شده با جیبرلیک اسید، به ویژه در غلظت های ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر، دارای ساقه های بلندتر و سبزتر نسبت به گیاهان شاهد بودند. علاوه بر این، میزان طراوت و استحکام برگ ها در تیمارهای دارای جیبرلیک اسید بیشتر بود که احتمالاً به دلیل افزایش رشد سلولی و بهبود جذب آب و مواد مغذی بود.

نتیجه گیری کلی از یافته ها

به طور کلی، نتایج نشان داد که جیبرلیک اسید نقش مهمی در افزایش طول ساقه و تعداد میانگره ها در گیاه کوکب دارد. در حالی که اثر آن بر تعداد برگ ها و شاخه های جانبی چندان معنی دار نبود، اما در بهبود مقاومت غشای سلولی و کاهش نشت یونی مؤثر بود. بالاترین پاسخ رشد در تیمار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر مشاهده شد، اما از نظر آماری اختلاف آن با ۵۰ میلی گرم در لیتر در برخی صفات معنی دار نبود.

بحث و نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که محلول پاشی جیبرلیک اسید تأثیر معنی داری بر ویژگی های رشدی و فیزیولوژیکی گیاه کوکب داشت. به طور کلی، افزایش غلظت جیبرلیک اسید منجر به بهبود صفات مورفولوژیکی از جمله افزایش ارتفاع ساقه، تعداد میانگره، تعداد برگ و تعداد شاخه های جانبی شد. بیشترین ارتفاع ساقه (۴۴/۱۶ سانتی متر) در غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد (۲۱/۶ سانتی متر) افزایش قابل توجهی داشت. این موضوع نشان دهنده نقش مهم جیبرلیک اسید در تحریک رشد طولی ساقه است که مطابق با یافته های (Marschner, ۱۹۹۵, Taiz & Zeiger, ۲۰۱۴) می باشد.

یکی از مکانیسم های اصلی جیبرلیک اسید در افزایش رشد ساقه، تحریک تقسیم سلولی در مریستم های انتهایی و افزایش طول سلول ها از طریق تنظیم بیان ژن های مرتبط با کشیدگی سلولی است (Salisbury & Ross, ۱۹۹۲). همچنین، این هورمون از طریق افزایش فعالیت آنزیم های مرتبط با متابولیسم نشاسته و قند، منجر به افزایش انرژی در سلول های در حال رشد می شود که در نهایت باعث افزایش ارتفاع ساقه و تعداد میانگره ها می شود.

افزایش تعداد برگ و میانگرمه در تیمارهای دارای جیبرلیک اسید نشان داد که این هورمون علاوه بر تأثیر بر طول ساقه، در توسعه ساختار رویشی گیاه نیز نقش دارد. افزایش تعداد برگ‌ها می‌تواند تأثیر مستقیمی بر میزان فتوسنتز داشته باشد، زیرا سطح فتوسنتزی گیاه افزایش یافته و در نتیجه جذب و تولید مواد فتوسنتزی بیشتر خواهد شد. این امر در نهایت منجر به افزایش تولید زیست‌توده و رشد کلی گیاه می‌شود. (Upreti, ۲۰۱۶)

از نظر فیزیولوژیکی، نشت یونی به‌عنوان یک شاخص مهم در تعیین پایداری غشای سلولی و میزان تنش وارد بر گیاه شناخته می‌شود. در این پژوهش، کاهش میزان نشت یونی در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید (۵۶ درصد کاهش) نشان داد که این هورمون می‌تواند موجب افزایش پایداری غشای سلولی و کاهش آسیب‌های اکسیداتیو شود. این نتایج با مطالعات Salisbury & Ross (۱۹۹۲) همخوانی دارد که نشان داده‌اند جیبرلیک اسید می‌تواند از طریق تنظیم مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانی و بهبود عملکرد غشاهای سلولی، مقاومت گیاه را در برابر تنش‌های محیطی افزایش دهد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، محلول‌پاشی جیبرلیک اسید تأثیر مثبتی بر رشد و ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه کوکب داشت. تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بهترین عملکرد را در افزایش ارتفاع ساقه، تعداد برگ و کاهش نشت یونی نشان دادند. بنابراین، استفاده از جیبرلیک اسید در غلظت‌های مناسب می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مؤثر برای بهبود رشد و کیفیت گیاه کوکب در شرایط کشت گلخانه‌ای توصیه شود. با این حال، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده تأثیرات بلندمدت این هورمون بر رشد و گل‌دهی گیاه کوکب مورد بررسی قرار گیرد و همچنین اثرات ترکیبی آن با سایر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مطالعه شود.

منابع (فونت B Nazanin - اندازه ۱۲ - پررنگ)

- Abd El-Aal, F. S., Shaheen, A. M., & Rizk, F. A. (۲۰۰۸). The effect of foliar application of GA³ and soil dressing of NPK at different levels on the plant productivity of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, ۴(۵), ۳۸۴-۳۹۱.
- Castro-Camba, R., Sánchez, C., Vidal, N., & Vielba, J. M. (۲۰۲۲). Plant development and crop yield: The role of gibberellins. *Plants*, ۱۱(۱۹), ۲۶۵۰.
- Davies, P. J. (Ed.). (۲۰۰۴). Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action!. *Springer Science & Business Media*.
- Hays, D. B., Yeung, E. C., & Pharis, R. P. (۲۰۰۲). The role of gibberellins in embryo axis development. *Journal of Experimental Botany*, ۵۳(۳۷۵), ۱۷۴۷-۱۷۵۱.
- Hedden, P., & Thomas, S. G. (۲۰۱۲). Gibberellin biosynthesis and its regulation. *Biochemical Journal*, ۴۴۴(۱), ۱۱-۲۵.
- Kisvarga, S., Farkas, D., Boronkay, G., Neményi, A., & Orlóci, L. (۲۰۲۲). Effects of biostimulants in horticulture, with emphasis on ornamental plant production. *Agronomy*, ۱۲(۵), ۱۰۴۳.
- Marschner, H. (۱۹۹۵). *Mineral nutrition of higher plants*.

Morvan-Bertrand, A., Ernstsens, A., Lindgård, B., Koshioka, M., Le Saos, J., Boucaud, J., ... & Junttila, O. (۲۰۰۱). Endogenous gibberellins in *Lolium perenne* and influence of defoliation on their contents in elongating leaf bases and in leaf sheaths. *Physiologia Plantarum*, ۱۱۱(۲), ۲۲۵-۲۳۱.

Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (۱۹۹۲). *Plant Physiology*, Wadsworth Pub. Com., Inc., Belmont, California-USA.

Singh, A., & Roychoudhury, A. (۲۰۲۳). Absciscic acid in plants under abiotic stress: Crosstalk with major phytohormones. *Plant cell reports*, ۴۲(۶), ۹۶۱-۹۷۴.

Singh, A., Kumar, J., & Kumar, P. (۲۰۰۸). Effects of plant growth regulators and sucrose on post harvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of gladiolus. *Plant Growth Regulation*, ۵۵, ۲۲۱-۲۲۹.

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy, A. (۲۰۱۴). *Plant Physiology and Development*. Sinauer Associates. Inc., Publishers Sunderland, Massachusetts. pp, ۷۶۱.

Upreti, K. K., & Sharma, M. (۲۰۱۶). Role of plant growth regulators in abiotic stress tolerance. *Abiotic stress physiology of horticultural crops*, ۱۹-۴۶.

Wang, F., Chen, J., Tang, R., Wang, R., Ahmad, S., Liu, Z., & Peng, D. (۲۰۲۳). Research progress on anthocyanin-mediated regulation of 'black'phenotypes of plant organs. *Current Issues in Molecular Biology*, ۴۵(۹), ۷۲۴۲-۷۲۵۶.

The Effect of Gibberellic Acid Foliar Application on the Growth and Physiological Characteristics of Dahlia (*Dahlia variabilis*)

Vahid Ajami

Department of Horticultural Science and Landscape Engineering,
Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Heliya Khezri

Department of Horticultural Science and Landscape Engineering,
Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Hossein Javadolmotaghin¹

Department of Horticultural Science and Landscape Engineering,
Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Hassan Heydari

Department of Horticultural Science and Landscape Engineering,
Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Fatemeh Esmaeiljani

Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

To investigate the effect of different concentrations of gibberellic acid on the morphological and physiological characteristics of *Dahlia variabilis*, an experiment was conducted in a completely randomized design with four levels of gibberellic acid (0, 10, 50, and 100 mg/L) and four replications. *Dahlia* seeds were initially sown in seedling trays and, after initial growth, were transferred to individual pots. Once established, the treatments were applied as foliar sprays every three days, while irrigation was maintained at field capacity. The evaluated parameters included stem length, leaf number, internode number, lateral shoot number, and ion leakage.

The results showed that foliar application of gibberellic acid had a significant effect on the growth and development of *Dahlia* plants. With increasing gibberellic acid concentration, stem length increased significantly, with the highest stem height observed in the 100 mg/L treatment (44.16 cm), which showed a significant increase compared to the control treatment (21.6 cm) ($p < 0.05$). The number of leaves also increased with higher gibberellic acid concentrations, reaching 15.67 in the 100 mg/L treatment. Similarly, the number of internodes and lateral shoots increased in the 50 and 100 mg/L treatments, although no significant difference was observed between these two treatments. On the other hand, ion leakage was lowest in the 100 mg/L treatment (5.6%), indicating improved cell membrane stability and reduced physiological stress.

Overall, the findings of this study demonstrated that foliar application of gibberellic acid, particularly at higher concentrations, enhanced growth characteristics and physiological improvements in *Dahlia* plants. Therefore, gibberellic acid can be considered an effective strategy for promoting growth and improving the performance of this ornamental plant.

Keywords: Gibberellin, plant growth, ion leakage, growth regulator, morphological characteristics

¹ - Corresponding Author