مجله به‌زراعی کشاورزی، دوره ۱۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹۰، صص ۲۰-۹

تأثیر غلظت‌های مختلف جیبرلین و ۶- بنزیل‌آدنین روی خصوصیات کمی و کیفی گل مریم رقم پُرپَر

عزیزاله خیری [۱*]، احمد خلیقی [۲]، یونس مستوفی [۳] و روح‌انگیز نادری [۳]

تاریخ دریافت : ۸۹/۱/۲۰ و تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۳۰

(E-mail: kheiry@ut.ac.ir)

چکیده

گل مریم یکی از مهمترین گل‌های شاخه بریده در ایران و جهان است و در طول سال به دلیل داشتن گل‌های زیبا و خوشبو استفاده فراوانی در گل‌آرایی دارد. این تحقیق بر روی گل مریم رقم پرپر با هدف تولید گل‌هایی با کیفیت بالا به صورت آزمایش فاکتوریل چهار چهار بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه گروه باغبانی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران واقع در شهرستان پاکدشت در سال ۱۳۸۵ انجام شد. اسانس گل‌ها با استفاده از حلال هگزان استخراج شد. جیبرلیک اسید و بنزیل آدنین هر کدام با چهار سطح غلظت بر روی پیازها استفاده شد. نتایج حاصل از آزمایش اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها روی شاخص‌های اندازه‌گیری شده نشان داد. جیبرلین در غلظت‌های ۵۰۰ پی‌پی‌ام موجب افزایش طول ساقه گل‌دهنده، طول خوشه گل‌آذین و نیز موجب تسریع ظهور ساقه گل‌دهنده گردید. بنزیل‌آدنین در غلظت‌های ۵۰۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش ماندگاری، افزایش قطر ساقه گل‌دهنده، زیاد شدن تعداد گلچه‌ها و نیز سبب تسریع گل‌دهی شد. هر دو تنظیم‌کننده رشد میزان تولید اتیلن را کاهش، اما میزان جذب آب و قطر دومین گلچه را افزایش دادند. کاربرد هر دو تنظیم‌کننده رشد موجب کاهش میزان تولید اسانس گل‌ها شد، هر چند در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین مقدار اسانس گل‌ها بیشتر از آن در سایر غلظت‌ها بود.

کلمات کلیدی: اسانس، بنزیل آدنین، جیبرلیک اسید، کیفیت، گل مریم رقم پرپر

---

۱ - دانشجوی دکترای گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج – ایران (**نویسنده مسئول مکاتبات** *)

۲ - استاد گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج - ایران

۳ - دانشیار گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج - ایران

مقدمه

گل مریم (*Polianthes tuberosa* L.) بومی کشور مکزیک و یکی از مهمترین گل‌های شاخه بریده در دنیا است و برای کشت در باغ‌ها و پارک‌ها به‌ویژه در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری مورد استفاده قرار می‌گیرد. اسانس حاصل از گل‌های آن از قدیم مورد توجه بوده و یکی از ارزشمندترین ترکیبات تشکیل‌دهنده صنعت عطرسازی در جهان می‌باشد (۵).

پژوهش‌گران با روش‌های مختلف به‌نژادی و به‌زراعی در صدد افزایش کمیت و کیفیت گل‌ها و گیاهان زینتی هستند و در این بین، کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی[1] دارای اهمیت ویژه‌ای بوده که از مهم‌ترین آنها می‌توان به کاربرد وسیع جیبرلین‌ها[2] و سایتوکینین‌ها[3] در گیاهان زینتی اشاره کرد (۴). جیبرلین‌ها در افزایش طول ساقه گل‌دهنده در گل‌های شاخه بریده مؤثر بوده و در بیشتر گل‌های پیازی می‌تواند گل‌دهی را تسریع نموده و از سقط جوانه گل ممانعت به‌عمل می‌آورد (۳). در گل مریم طول ساقه گل یک عامل کیفی مهمی به شمار می‌آید که جیبرلین‌ها می‌توانند روی این شاخص اثرات مثبتی داشته باشند. البته تأثیر جیبرلین‌ها براساس نوع رقم و مرحله نموی جوانه گل، طول دوره تیمار سرمایی و نیز تفاوت بین جیبرلین‌های مورد استفاده و زمان کاربرد آنها متفاوت است (۴). یافته‌ها نشان داده‌اند که در پیازهای گل مریم پس از طی دوره رکود، مقدار جیبرلین‌های آزاد در پیازها افزایش می‌یابد (۳).

تیمار پیازها با مواد تنظیم‌کننده رشد، ظهور ساقه گل‌دهنده و نمو گل را تحریک نموده، ارتفاع گل و تعداد گلچه در گل‌آذین را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۴). کاربرد خارجی جیبرلین می‌تواند بخشی از نیاز سرمایی[4] پیازهای لاله را تأمین نماید. جیبرلین نمو مادگی را تحریک و باعث تولید اکسین می‌شود و این دو منجر به بلند شدن میان‌گره‌ها می‌شوند. اثر تحریکی جیبرلین در رشد ساقه لاله و گل‌دهی در پیازهای لاله فاقد ریشه و سرما ندیده به اثبات رسیده است (۵). کاربرد توأم جیبرلین و بنزیل آدنین موجب تمایز سریع‌تر گل آذین در جوانه انتهایی و جانبی گل شیپوری[5] شده و پاسخ این گل به کاربرد جیبرلین ارتباطی با اندازه غده، سن گیاه یا موقعیت مریستم ندارد. تغییر در میزان جیبرلین نقش اصلی را در انتقال از مرحله رویشی به مرحله زایشی بازی می‌کند و سایتوکینین‌ها نیز در تسریع و توسعه گل‌انگیزی در گل شیپوری دخالت دارند (۱۵). براساس گزارش‌ها کاربرد توأم جیبرلین و بنزیل‌آدنین در رقم کم‌پَر[6] گل مریم سبب افزایش دوام پس از برداشت گل‌ها و کاهش میزان تولید اتیلن شد (۱۳).

در مورد تأثیر مواد شیمیایی و تیمارهای مختلف بر روی کمیت و کیفیت اسانس و مواد معطر گیاهان گزارش‌هایی وجود دارد. استفاده از تیوسولفات نقره در نگهداری پس از برداشت گل مریم میزان عطر گل‌ها را به شدت کاهش می‌دهد، اما کاربرد اسید سیتریک میزان عطر گل‌ها را بهبود می‌بخشد (۱). میزان عطر گل‌های میمونی در شرایط تنش خشکی و دمایی متفاوت است (۲).

تیمار سایتوکنین‌ها سبب تأخیر در پیری برگ‌ها و گل‌ها می‌شود (۶). غلظت ۷۵ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک ماندگاری گل‌های بریده مریم رقم کم‌پر را افزایش می‌دهد (۱۱). سایتوکینین‌ها موجب کاهش حساسیت بافت گیاهی به اتیلن شده و موجب افزایش عمر انباری[7] گل‌ها می‌شوند. سایتوکینین‌های مصنوعی به‌طور عمده در به تأخیر انداختن پیری، مؤثرتر می‌باشند و احتمالاً علت آن، پایداری و ماندگاری بیشتر این ترکیبات می‌باشد (۱۴).

در این پژوهش، تأثیر توام جیبرلین و بنزیل‌آدنین بر روی کیفیت، کمیت و به‌ویژه اسانس[8] گل مریم رقم پُرپَر[9] مورد بررسی قرار گرفت.

---

1 - Plant Growth Regulators

2 - Gibberellins

3 - Cytokinins

4 - Chilling Requirements

5 - Zantedeschia aethiopica

6 - Single

7 - Vase Life

8 - Essential Oils

9 - Double

مواد و روش‌ها

کلیه مراحل مزرعه‌ای این طرح در سال ۱۳۸۵ در مزرعه پژوهشی، واقع در محل گلخانه‌های گروه باغبانی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران به مرحله اجرا درآمد. مراحل آزمایشگاهی مربوط به شناسایی و آنالیز اسانس و اندازه‌گیری میزان اتیلن در آزمایشگاه‌های فارماکوگنوزی[1] و تجزیه و آنالیز دستگاهی دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی تهران به انجام رسید.

ارتفاع ساقه گل‌دهنده و طول محور گل‌آذین[2] از عوامل مهم در تعیین کیفیت و بازارپسندی گل‌ها مورد توجه بوده که این شاخص‌ها در تیمارهای مختلف در مرحله برداشت به دقت مورد ارزیابی و اندازه‌گیری قرار گرفت. قطر گلچه‌ها به عنوان یکی دیگر از شاخص‌های بازارپسندی و زیبایی گل‌ها مطرح بوده و هر اندازه گلچه‌ها درشت‌تر بازارپسندی گل‌ها بیشتر می‌باشد، به همین دلیل، قطر دومین گلچه در هر گل‌آذین به عنوان شاخص با استفاده از کولیس با دقت اندازه‌گیری شد. قطر ساقه گل‌دهنده نیز عامل مهمی در استحکام و دوام ساقه گل شاخه بریده بوده و ساقه‌های با قطر بیشتر گل‌آذین‌های مستقیم و بدون خمش تولید می‌کنند که این شاخص هم در تیمارهای مختلف در مرحله برداشت، از ۱۰ سانتی‌متری پایین ساقه با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. سایر آزمایش‌ها مانند، ماندگاری گل‌ها و میزان جذب خالص آب توسط گل‌ها برحسب میلی‌لیتر و تعداد گلچه‌ها در آزمایشگاه فیزیولوژی و فیزیولوژی پس از برداشت گروه باغبانی پردیس ابوریحان انجام شد. میزان اتیلن تولید شده توسط گل‌ها برحسب نانولیتر بر ساعت بر هر گرم وزن تر گل‌ها و میزان اسانس گل‌ها برحسب میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر گل‌ها اندازه‌گیری و یادداشت شد.

در این طرح از گل مریم رقم دابل[3] یا پرپر پا بلند استفاده شد که بهترین رقم مورد کشت به عنوان گل شاخه بریده[4] در ایران بوده و ساقه مستقیم و محکمی دارد. برای این کار، پیازهای تقریباً مشابه و هم‌اندازه با وزن تقریبی ۵۰ گرم تهیه و برای کشت آماده گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل چهار × چهار بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. هر بلوک دارای ۱۶ کرت و در هر کرت ۲۰ عدد پیاز و درمجموع ۹۶۰ عدد پیاز کاشته شد. پیازها پس از انتخاب به مدت ۳۰ دقیقه با محلول ۱/۵ در هزار قارچ‌کش ایپرودیون[5] ضدعفونی شده و سپس غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک و ۶- بنزیل آدنین تهیه و پیازها به مدت ۲۴ ساعت در غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰) و ۶- بنزیل آدنین (صفر، ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰) پی‌پی‌ام خیسانده شدند. برای غلظت‌های صفر پی‌پی‌ام هر تیمار از آب مقطر استفاده گردید. گل‌ها زمانی برداشت شد که در هر گل‌آذین دو عدد گلچه باز وجود داشت. اسانس‌گیری از گل‌ها با استفاده از روش استخراج با حلال[6] هگزان انجام شد. برای این کار، ۱۰۰ گرم از گلچه‌های تازه باز شده گل مریم از ناحیه دمگل جدا شده و پس از توزین و جدا نمودن گلبرگ‌ها بلافاصله درون یک بالن یک لیتری ریخته شدند. ابتدا ماده خام گیاهی در مجاورت حلال غیرقطبی هگزان در دمای ۴۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت روی هیتر مگنت‌دار قرار داده شد، پس از حل شدن اسانس موجود در گلبرگ‌ها در حلال، عصاره حاصل به‌وسیله دستگاه تقطیر در خلا تغلیظ و هگزان از عصاره جدا شد. در این مرحله، محلول به‌دست آمده کانکریت[7] نام دارد. کانکریت علاوه بر مواد معطر شامل موم‌ها و مواد رنگین گیاهی می‌باشد که برای خالص‌سازی ابتدا کانکریت با الکل اتیلیک آمیخته و تا رسیدن به دمای ۴۷ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد تا اسانس کاملاً در الکل حل شود. سپس، محلول حاصل صاف و از موم جدا گردید. در مرحله بعد، محلول الکلی جهت خارج نمودن حلال در خلا نسبی تقطیر و درنهایت اسانس خالص[8] حاصل گردید. داده‌ها پس از جمع‌آوری، با استفاده از نرم‌افزار Excel ثبت شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نمودار با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شد.

1 - Pharmacognosy
2 - Rachis
3 - Double
4 - Cut Flower
5 - Iprodione
6 - Solvent Extraction
7 - Concrete
8 - Absolute

نتایج و بحث

بررسی نتایج حاصل از اندازه‌گیری طول ساقه گل‌دهنده نشان داد که بین غلظت و نوع تنظیم‌کننده مورد استفاده اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۱). بیشترین طول ساقه گل‌دهنده برابر ۴۴/۵ سانتی‌متر در تیمار جیبرلین ۱۰۰ بنزیل‌آدنین ۵۰۰ پی‌پی‌ام و کمترین طول ساقه گل‌دهنده برابر ۷۸/۰۷ سانتی‌متر در تیمار جیبرلین صفر پی‌پی‌ام بنزیل آدنین ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام مشاهده شد.

نتایج نشان داد جیبرلین نقش اصلی را در افزایش طول ساقه گل‌دهنده ایفا نموده است، اما بنزیل آدنین به عنوان عامل کمکی در غلظت‌های مناسب جیبرلین موجب افزایش طول ساقه گل‌دهنده شده است (جدول‌های ۲ و ۴). تأثیر جیبرلین بر افزایش طول ساقه گل در گیاهان مختلف به اثبات رسیده و فقط غلظت مناسب آن در گیاهان متفاوت است، اما گزارش‌ها در مورد تأثیر بنزیل آدنین بر طول ساقه گل متناقض بوده و در موارد اندکی بر تأثیر مثبت آن اشاره شده و در اغلب موارد بی‌تأثیر گزارش شده است (جدول‌های ۳ و ۴) (شکل ۱) (۴).

بیشترین میزان جذب آب برابر ۳۶/۸۹ میلی‌لیتر در تیمار جیبرلین ۵۰ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین ۱۰۰ پی‌پی‌ام و کمترین میزان جذب آب برابر ۱۸/۸ میلی‌لیتر در تیمار جیبرلین ۱۵۰ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین صفر پی‌پی‌ام برای هر شاخه بریده گل مریم به‌دست آمد. نتایج به‌دست آمده با آزمایش‌های دیگر پژوهش‌گران درخصوص تأثیر کاربرد سایتوکینین و جیبرلین در به تأخیر افتادن پیری و افزایش جذب آب بر روی گل نرگس مطابقت داشت (۷). در گل شیپوری هم کاربرد جیبرلین و بنزیل آدنین موجب افزایش جذب خالص آب و ماندگاری پس از برداشت گل‌ها شد (۱۵). به نظر می‌رسد بین جذب آب و ماندگاری گل‌ها ارتباط نزدیکی وجود داشته باشد و هر عاملی که میزان جذب آب را بهبود بخشد، بر ماندگاری گل‌ها مؤثر واقع شود.

جدول ۱ - تجزیه واریانس شاخص‌های مختلف گل مریم رقم پرپر

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول ساقه گل‌دهنده	طول گل آذین	قطر ساقه گل‌دهنده	تعداد گلچه‌ها در گل آذین	جذب خالص آب	قطر دومین گلچه	ماندگاری	کاشت تا ظهور ساقه گل‌دهنده	ظهور ساقه گل‌دهنده تا گلدهی	اتیلن $nl\ h^{-1}g^{-1}\ fw$	اسانس $mg\ 100g^{-1}$
بلوک	۲	۱۷۱/۸۳ n.s	۲/۶۲ n.s	۰/۱۵ n.s	۱/۲۶ n.s	۰/۲۰ n.s	۰/۰۴ n.s	۱/۲۱ n.s	۰/۶۵ n.s	۰/۰۷ n.s	۰/۰۹ n.s	۲/۴۱ n.s
جیبرلین	۳	۱۸۷۹۴/۲۵**	۱۰۹۱/۸۲**	۰/۴۹*	۱۴۳/۱۴**	۷۵۰/۰۰**	۱۲۳/۰۱**	۲۴/۴۰**	۴۰۰/۰۰**	۱۳/۰۵**	۳/۶۰**	۴۴۰/۰۱**
بنزیل آدنین	۳	۸۴۷/۸۳**	۴۵/۴۳*	۵۷/۳۴**	۳۲۴/۰۳**	۲۰۹/۹۲**	۸۷/۳۳**	۲۷/۴۹**	۸۸/۰۳**	۳۰/۰۴**	۳/۲۶**	۵۶۷/۷۷**
بنزیل آدنین × جیبرلین	۹	۱۸۵/۰۳*	۱۶/۶۷**	۰/۲۳ n.s	۷/۵۸**	۹۹/۷۱**	۱۰/۲۲**	۳/۴۴**	۷/۵۲**	۴/۳۵**	۲۴/۰۰**	۳۰/۰۹**
اشتباه	۱۲۶	۸۱/۵۳	۱/۸۸	۰/۰۶	۰/۵۷	۰/۸۲	۰/۰۸	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۶	۰/۰۴	۱۷/۱۳
CV	-	۸/۱۷	۴/۰۴	۲/۹۲	۲/۳۵	۳/۳۶	۰/۴۹	۶/۱۸	۰/۷۲	۲/۰۹	۲/۲۹	۱/۴۳

* - معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد ** - معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد ns - غیر معنی‌دار

جدول ۲ - مقایسه میانگین اثر اصلی جیبرلین روی شاخص‌های مختلف گل مریم رقم پرپر

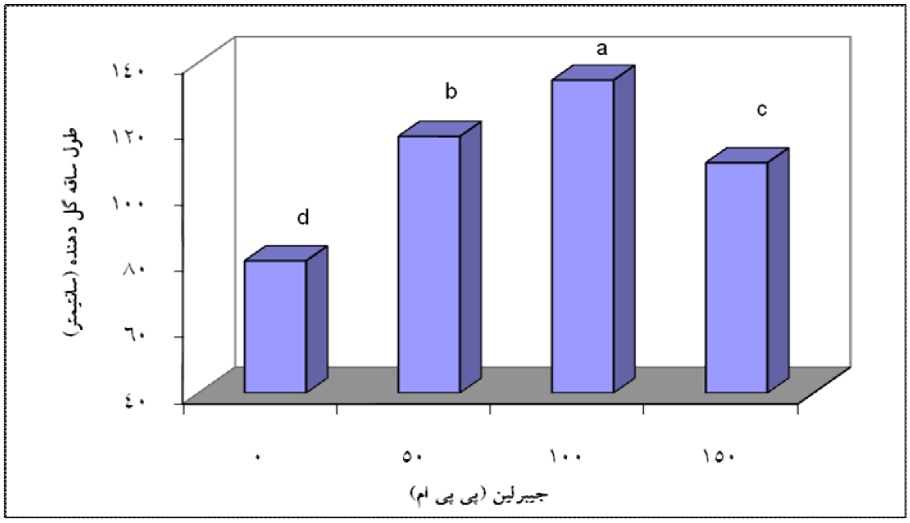
تیمارها	طول ساقه گل‌دهنده (سانتی‌متر)	طول محور گل آذین (سانتی‌متر)	قطر ساقه گل‌دهنده (میلی‌متر)	تعداد گلچه‌ها در گل‌آذین	جذب آب (میلی‌لیتر)	قطر دومین گلچه (میلی‌متر)	ماندگاری (روز)	کاشت تا ظهور ساقه گل‌دهنده (روز)	ظهور ساقه گل‌دهنده تا گلدهی (روز)	میزان اتیلن (نانولیتر بر ساعت بر گرم)	اسانس (میلی‌گرم)
جیبرلین صفر پی‌پی‌ام(a_1)	۷۹/۹۹ d	۲۸/۲۴ d	۸/۵۰ bc	۳۱/۴۴ c	۲۶/۱۵ c	۵۳/۲۰ d	۷/۵۸ b	۷۴/۲۸ a	۲۴/۷۵ a	۳/۶۳ a	۳۰۵/۵۵ a
جیبرلین ۵۰ پی‌پی‌ام(a_2)	۱۱۷/۶۴ b	۳۴/۰۶ b	۸/۷۱ a	۳۲/۶۷ b	۳۲/۸۰ a	۵۶/۱۲ b	۸/۹۱ a	۶۹/۸۵ b	۲۴/۷۲ a	۲/۷۴ c	۲۸۸/۷۰ c
جیبرلین ۱۰۰ پی‌پی‌ام(a_3)	۱۳۴/۶۵ a	۴۱/۳۶ a	۸/۵۹ b	۳۸/۸۰ a	۲۷/۴۸ b	۵۹/۲۷ a	۸/۸۷ a	۶۹/۷۵ b	۲۳/۸۳ b	۲/۰۸ d	۲۷۰/۴۸ d
جیبرلین ۱۵۰ پی‌پی‌ام(a_4)	۱۰۹/۶۵ c	۳۲/۱۰ c	۸/۴۴ c	۳۰/۱۱ d	۲۱/۷۲ d	۵۵/۶۲ c	۷/۳۶ b	۶۶/۱۳ c	۲۳/۵۸ c	۲/۸۴ b	۲۹۲/۳۶ b

جدول ۳ - مقایسه میانگین اثر اصلی بنزیل‌آدنین روی شاخص‌های مختلف گل مریم رقم پرپر

تیمارها	طول ساقه گل‌دهنده (سانتی‌متر)	طول محور گل آذین (سانتی‌متر)	قطر ساقه گل‌دهنده (میلی‌متر)	تعداد گلچه‌ها در گل‌آذین	جذب آب (میلی‌لیتر)	قطر دومین گلچه (میلی‌متر)	ماندگاری (روز)	کاشت تا ظهور ساقه گل‌دهنده (روز)	ظهور ساقه گل‌دهنده تا گلدهی (روز)	میزان اتیلن (نانولیتر بر ساعت بر گرم)	اسانس (میلی‌گرم)
بنزیل‌آدنین صفر پی‌پی‌ام (b_1)	۱۱۲/۵۰ a	۳۳/۵۲ b	۷/۱۶ d	۳۰/۳۰ c	۲۴/۲۷ d	۵۴/۹۹ d	۷/۰۸ c	۷۲/۸۲ a	۲۴/۲۵ b	۳/۱۰ a	۲۹۸/۲۸ a
بنزیل‌آدنین ۱۰۰ پی‌پی‌ام (b_2)	۱۰۶/۵۱ b	۳۴/۱۵ b	۸/۱۴ c	۳۲/۱۷ b	۳۰/۰۶ a	۵۶/۴۹ b	۹/۰۳ a	۷۰/۸۰ b	۲۳/۰۳ c	۲/۷۸ c	۲۸۳/۱۷ c
بنزیل‌آدنین ۵۰۰ پی‌پی‌ام (b_3)	۱۱۶/۴۱ a	۳۵/۳۸ a	۱۰/۱۷ a	۳۶/۵۳ a	۲۷/۵۴ b	۵۸/۶۹ a	۸/۸۱ a	۶۸/۷۴ c	۲۴/۳۶ b	۲/۴۲ d	۲۷۲/۸۹ d
بنزیل‌آدنین ۱۰۰۰پی‌پی‌ام (b_4)	۱۰۶/۵۲ b	۳۲/۷۱ c	۸/۷۶ b	۳۰/۰۳ c	۲۶/۳۰ c	۵۶/۰۵ c	۷/۶۷ b	۶۸/۶۶ c	۲۵/۲۵ a	۲/۹۹ b	۲۸۹/۲۸ b

جدول ۴ - مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف جیبرلین × بنزیل آدنین روی شاخص‌های مختلف گل مریم رقم پرپر

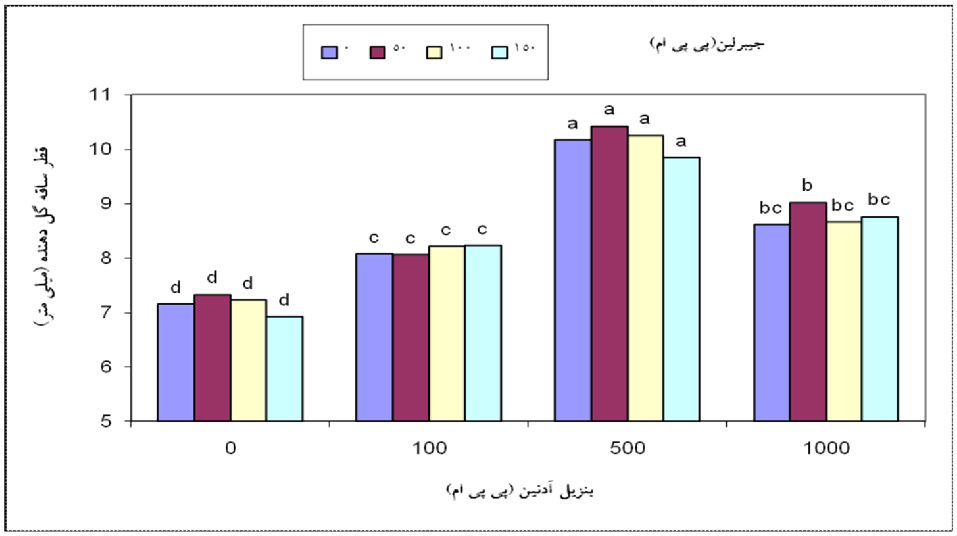
تیمارها	طول ساقه گل‌دهنده (سانتی‌متر)	طول محور گل آذین (سانتی‌متر)	قطر ساقه گل‌دهنده (میلی‌متر)	تعداد گلچه‌ها در گل‌آذین	جذب آب (میلی‌لیتر)	قطر دومین گلچه (میلی‌متر)	ماندگاری (روز)	کاشت تا ظهور ساقه گل‌دهنده (روز)	ظهور ساقه گل‌دهنده تا گل‌دهی (روز)	میزان اتیلن (نانولیتر بر ساعت بر گرم)	اسانس (میلی‌گرم)
$a_1 \times b_1$	۸۱/۳۳ d	۲۷/۵۱ e	۷/۱۵ d	۲۹/۵۵ gh	۲۱/۱۱ hi	۵۲/۷۰ i	۶/۰۰ f	۷۶/۰۵ a	۲۵/۲۲ ab	۳/۵۸ a	۳۰۰/۴۴ a
$a_1 \times b_2$	۸۰/۴۸ d	۲۷/۹۲ e	۸/۰۷ c	۳۱/۳۳ efg	۳۱/۳۳ b	۵۵/۲۲ g	۸/۶۶ bcd	۷۵/۲۲ a	۲۳/۵۵ cde	۳/۱۴ bc	۲۹۳/۲۴ abc
$a_1 \times b_3$	۸۰/۰۹ d	۲۹/۶۱ de	۱۰/۱۷ a	۳۵/۴۴ bc	۲۴/۸۹ fg	۵۷/۶۰ de	۸/۲۲ bcde	۷۳/۴۲ b	۲۴/۶۶ abcd	۲/۶۰ e	۲۹۰/۷۸ abc
$a_1 \times b_4$	۷۸/۰۷ d	۲۷/۹۲ e	۸/۶۱ bc	۲۹/۴۴ gh	۲۶/۷۸ def	۵۵/۲۶ g	۷/۴۴ def	۷۲/۴۱ bc	۲۵/۵۵ a	۳/۲۵ b	۲۹۶/۹۰ ab
$a_2 \times b_1$	۱۱۵/۵۰ bc	۳۲/۸۱ cd	۷/۳۳ d	۳۰/۴۴ fg	۳۰/۳۰ bc	۵۴/۲۶ h	۷/۳۳ def	۷۱/۲۵ cd	۲۵/۰۰ abc	۳/۲۲ b	۲۸۶/۳۳ abcd
$a_2 \times b_2$	۱۱۶/۷۰ bc	۳۵/۱۲ c	۸/۰۶ c	۳۲/۰۰ def	۳۶/۸۹ a	۵۵/۸۲ fg	۱۰/۵۵ a	۷۰/۴۸ de	۲۴/۵۵ abcd	۲/۱۲ f	۲۹۰/۰۰ abc
$a_2 \times b_3$	۱۲۲/۴۴ abc	۳۴/۱۷ c	۱۰/۴۲ a	۳۶/۷۸ b	۲۸/۹۲ bcd	۵۸/۱۱ cd	۹/۷۸ ab	۶۹/۲۷ ef	۲۴/۳۳ abcd	۲/۴۹ e	۲۸۰/۲۲ cde
$a_2 \times b_4$	۱۱۵/۹۴ bc	۳۴/۱۲ c	۹/۰۲ b	۳۱/۴۴ efg	۲۹/۴۰ bcd	۵۶/۲۸ f	۸/۰۰ cde	۶۸/۳۹ fg	۲۵/۰۰ abc	۲/۹۶ cd	۲۹۲/۵۰ abc
$a_3 \times b_1$	۱۳۷/۳۸ ab	۴۱/۹۱ ab	۷/۲۳ d	۳۳/۵۶ cde	۲۴/۲۵ fg	۵۷/۳۳ de	۸/۴۴ bcd	۷۲/۵۴ bc	۲۳/۵۵ cde	۲/۵۲ e	۲۶۲/۵۵ fg
$a_3 \times b_2$	۱۲۵/۷۸ abc	۳۹/۸۸ b	۸/۲۱ c	۳۳/۶۷ cde	۲۹/۰۰ bcd	۵۸/۴۹ c	۹/۴۴ abc	۷۱/۲۴ cd	۲۲/۱۱ ef	۲/۴۴ e	۲۷۵/۲۲ def
$a_3 \times b_3$	۱۴۴/۵۰ a	۴۴/۳۶ a	۱۰/۲۵ a	۳۹/۷۸ a	۲۸/۱۶ cde	۶۱/۸۳ a	۹/۱۱ abc	۶۶/۶۴ hi	۲۳/۸۸ bcd	۲/۰۸ f	۲۵۱/۴۴ g
$a_3 \times b_4$	۱۳۰/۹۷ ab	۳۹/۲۸ b	۸/۶۶ bc	۳۲/۲۲ def	۳۰/۲۰ bc	۵۹/۴۱ b	۸/۴۴ bcd	۶۸/۵۸ fg	۲۴/۷۷ abcd	۲/۵۱ e	۲۸۹/۶۰ abc
$a_4 \times b_1$	۱۱۵/۷۸ bc	۳۱/۸۷ cde	۶/۹۲ d	۲۷/۶۷ hi	۱۸/۸۰ i	۵۵/۶۴ fg	۷/۱۱ def	۶۷/۴۲ gh	۲۳/۲۲ def	۳/۰۸ bc	۲۸۳/۳۳ bcd
$a_4 \times b_2$	۱۰۳/۱۰ cd	۳۳/۶۵ cd	۸/۲۳ c	۳۱/۶۷ efg	۲۶/۱۹ ef	۵۶/۴۱ f	۷/۴۴ defg	۶۶/۲۴ hi	۲۱/۸۹ f	۲/۵۶ e	۲۸۹/۵۵ abc
$a_4 \times b_3$	۱۱۸/۱۰ abc	۳۳/۳۵ cd	۹/۸۴ a	۳۴/۱۱ cd	۲۳/۱۹ gh	۵۷/۲۱ e	۸/۱۱ cde	۶۵/۶۱ i	۲۴/۵۵ abcd	۲/۴۹ e	۲۶۹/۱۱ ef
$a_4 \times b_4$	۱۰۱/۱۱ cd	۲۹/۵۲ de	۸/۷۶ bc	۲۷/۰۰ i	۲۰/۴۰ i	۵۳/۲۳ i	۶/۷۸ ef	۶۵/۲۵ i	۲۵/۶۷ a	۲/۸۷ d	۲۹۹/۲۵ a



شکل ۱ - تأثیر غلظت‌های مختلف جیبرلین بر روی طول ساقه گل‌دهنده مریم رقم پرپر

نتایج تجزیه آماری و مقایسه اثر متقابل میانگین‌ها نشان داد که جیبرلین × بنزیل‌آدنین تأثیر کاملاً معنی‌داری بر روی تعداد گلچه‌های گل‌آذین در سطح یک درصد داشت (جدول-های ۱ و ۴). بیشترین تعداد گلچه‌های گل‌آذین در غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین × ۱۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلین و کمترین تعداد گلچه‌های گل‌آذین در غلظت ۱۵۰ پی‌پی‌ام جیبرلین ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین به‌دست آمد. بنزیل‌آدنین در غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام اثر زیادی در افزایش تعداد گلچه‌های گل‌آذین نسبت به سایر غلظت‌ها نشان داد.

نتایج تجزیه آماری و مقایسه اثر متقابل میانگین‌ها نشان داد که جیبرلین × بنزیل آدنین بر قطر ساقه گل‌دهنده تأثیر کاملاً معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ داشت (جدول‌های ۱ و ۴). بیشترین قطر ساقه گل‌دهنده در غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین × ۵۰ پی‌پی‌ام جیبرلین و کمترین قطر ساقه گل‌دهنده در غلظت ۱۵۰ پی‌پی‌ام جیبرلین × صفر پی‌پی‌ام بنزیل آدنین به‌دست آمد (شکل ۲). اما بنزیل‌آدنین در غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام اثر زیادی در افزایش قطر ساقه گل‌دهنده نسبت به سایر غلظت‌ها نشان داد و به‌طورکلی، بنزیل آدنین به دلیل افزایش تقسیم سلولی در افزایش قطر ساقه گل‌دهنده تأثیر خیلی بیشتری نسبت به جیبرلین داشت که جیبرلین بیشتر موجب افزایش رشد طولی می‌شود. این آزمایش با یافته‌های دانشمندان در مورد تأثیر بنزیل آدنین روی افزایش قطر ساقه رقم کم‌پر گل مریم و افزایش قطر ساقه گل‌دهنده و ماندگاری گل‌های میخک مطابقت داشت (۴، ۱۲، ۱۳ و ۱۶).



شکل ۲ – اثر غلظت‌های مختلف بنزیل آدنین و جیبرلین بر روی قطر ساقه گل‌دهنده برحسب میلی‌متر

بیشترین ماندگاری گل‌ها به مدت ۱۰/۵۵ روز در تیمار جیبرلین ۵۰ × بنزیل آدنین ۱۰۰ پی‌پی‌ام و کمترین ماندگاری به مدت شش روز در تیمار شاهد به‌دست آمد. لازم به ذکر است که بیشترین میزان جذب آب نیز مربوط به همین تیمار جیبرلین ۵۰ × بنزیل آدنین ۱۰۰ پی‌پی‌ام بود که نشان داد ارتباط نزدیکی بین ماندگاری پس از برداشت گل‌ها و میزان جذب آب آنها وجود داشت.

همچنین بررسی نتایج حاصل از آزمایش نشان داد بنزیل آدنین سبب کاهش میزان تولید اتیلن و نیز موجب افزایش جذب آب گردید (جدول ۴). این موارد می‌تواند دلایل افزایش دوام پس از برداشت گل‌ها در اثر کاربرد بنزیل آدنین را بیان نماید، زیرا کاربرد خارجی سایتوکنین به دلیل جبران کمبود داخلی سایتوکنین پیری را به تأخیر می‌اندازد (۱۰). هر دو ماده تنظیم‌کننده رشد میزان ماندگاری گل‌ها را افزایش دادند اما کاربرد توأم آنها درمقایسه با کاربرد هر یک از آنها به تنهایی ماندگاری بیشتری به گل‌ها بخشید.

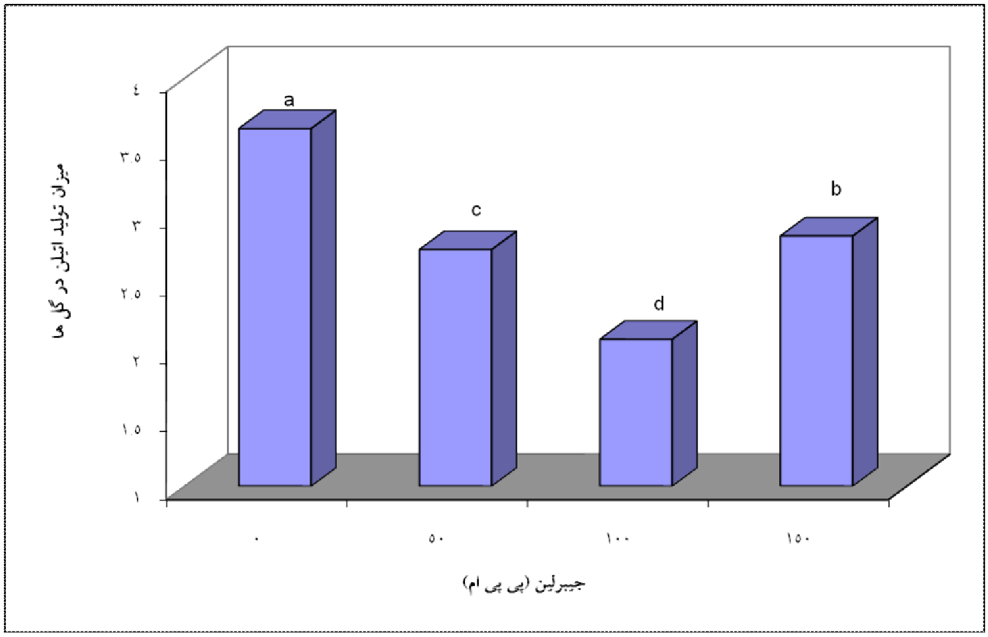
براساس گزارش محققین بنزیل آدنین اثر کاملاً معنی‌داری در افزایش تعداد گل‌ها در لیلیوم داشت. این تأثیر در کاربرد توأم جیبرلین با بنزیل آدنین به مراتب بیشتر بود (۸). پژوهش‌گران دیگر نیز با کاربرد بنزیل آدنین در گل مریم رقم کم‌پر به نتایج مشابهی در مورد افزایش تعداد گلچه‌ها دست پیدا کردند (۹ و ۱۲). نتایج دیگر آزمایش‌ها نشان داد تیمار قبل از کاشت پیازهای رقم کم‌پر گل مریم با جیبرلین، سبب افزایش ارتفاع گیاه، تعداد برگ‌ها و تعداد گلچه‌های هر گل‌آذین می‌گردد (۱۳).

به‌طورکلی، نتایج حاصل از آزمایش با گزارش‌های مذکور در مورد افزایش تعداد گلچه‌ها در گل‌آذین توسط جیبرلین و بنزیل آدنین مطابقت داشت، اما کاربرد توأم این دو ماده تنظیم‌کننده رشد گیاهی درمقایسه با کاربرد هر یک از آنها به تنهایی نتایج بهتری نشان داد. نکته قابل توجه دیگر این است که جیبرلین بیشتر از افزایش تعداد گلچه‌ها، طول خوشه گل‌آذین را افزایش داد و این موضوع باعث کم‌پشتی و کاهش جذابیت گل‌آذین شد، اما در هنگام کاربرد توأم هر دو تنظیم‌کننده رشد علاوه بر افزایش تعداد گلچه‌ها پرپشتی و زیبایی گل‌آذین نیز حفظ شد.

بنزیل آدنین تأثیر کاملاً معنی‌داری بر روی صفت قطر دومین گلچه در هر گل‌آذین داشت. بیشترین قطر گلچه‌ها در غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام بنزی آدنین و کمترین قطر گلچه‌ها در غلظت صفر پی‌پی‌ام بنزیل آدنین به‌دست آمد و به‌طورکلی، بنزیل آدنین در هر غلظتی موجب افزایش قطر گلچه‌ها گردید (شکل ۲). اثر هر دو تنظیم‌کننده رشد بر اندازه قطر دومین گلچه در هر گل‌آذین مثبت بود. بیشترین قطر گلچه به اندازه ۶۱/۸۳ میلی‌متر در تیمار جیبرلین ۱۰۰ بنزیل آدنین ۵۰۰ و کمترین قطر گلچه به اندازه ۵۲/۷ میلی‌متر در تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۴). براساس گزارش‌ها، غلظت داخلی بنزیل آدنین در دوره گل‌انگیزی و نمو گل‌ها نسبت به دوره رشد رویشی در گل مریم به مراتب بالاتر بوده و کاربرد بنزیل آدنین در گیاهان دارای رشد رویشی اندازه و نمو گل‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین جیبرلین سبب القاء گل‌انگیزی شده و سایتوکینین نمو و درشتی گل‌ها را سبب می‌شود (۷ و ۱۴). نتایج حاصل از آزمایش ما با نتایج پژوهش‌گران مذکور در مورد اثرات مثبت کاربرد جیبرلین و بنزیل آدنین بر کیفیت گل‌ها مطابقت داشت.

غلظت‌های مختلف بنزیل آدنین تأثیر معنی‌داری در میزان تولید اتیلن گل‌ها در سطح یک درصد داشت. باتوجه به جدول مقایسه میانگین‌ها تیمار شاهد بیشترین میزان تولید اتیلن و تیمار جیبرلین ۱۰۰ بنزیل آدنین۵۰۰ پی‌پی‌ام، کمترین میزان تولید اتیلن را داشت. میزان تولید اتیلن توسط به‌کارگیری جیبرلین در غلظت۱۰۰ پی‌پی‌ام تقریباً به نصف میزان تولید اتیلن در تیمار شاهد رسید (شکل ۳). ماندگاری گل‌ها ارتباط نزدیکی با میزان تولید اتیلن آنها دارد و در مورد گل مریم کاربرد جیبرلین و بنزیل آدنین موجب کاهش میزان تولید اتیلن گل‌ها و افزایش ماندگاری پس از برداشت گل‌ها شد (۱۰ و ۱۱).

بررسی نتایج حاصل از تجزیه آماری اثرات متقابل تنظیم‌کننده رشد و غلظت نشان داد که بین این دو در میزان تولید اسانس گل‌ها تأثیر کاملاً معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۱). کمترین میزان اسانس مربوط به تیمار جیبرلین ۱۰۰ × بنزیل آدنین ۵۰۰ پی‌پی‌ام به میزان ۲۵۱/۴۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر گل‌ها ($mg.100g^{-1}$) و بیشترین میزان اسانس در تیمار شاهد (جیبرلین صفر × بنزیل آدنین صفر پی‌پی‌ام) به میزان ۳۰۰/۴۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر گل‌ها ($mg.100g^{-1}$) به‌دست آمد (جدول ۴).

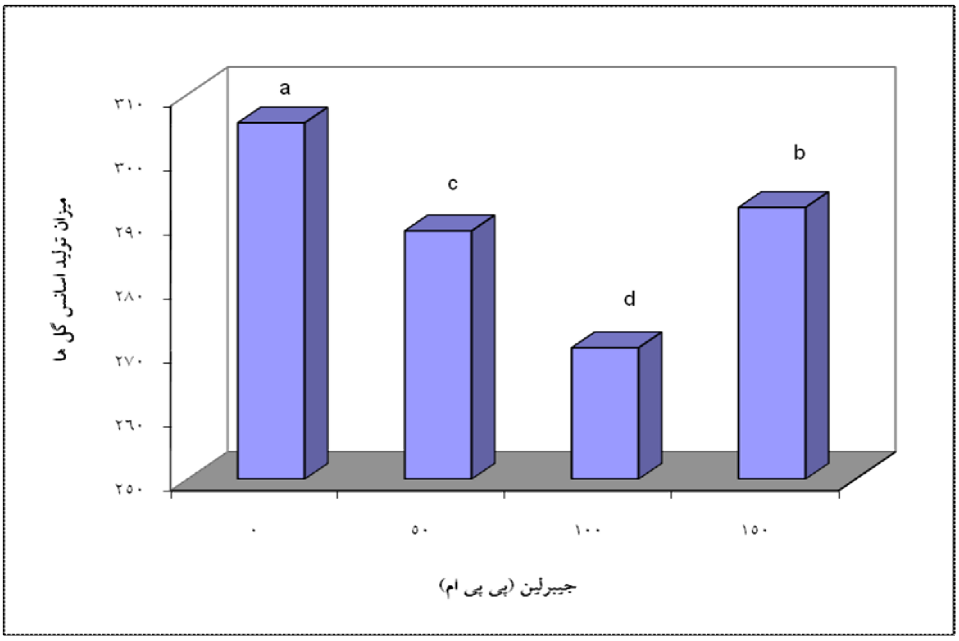


شکل ۳ - تأثیر غلظت‌های مختلف جیبرلین بر میزان تولید اتیلن در گل‌های بریده مریم (نانولیتر بر ساعت بر گرم وزن تر)

کاربرد هر دو تنظیم‌کننده رشد گیاهی در غلظت‌های مورد استفاده، باعث کاهش میزان اسانس قابل استخراج گل‌ها شد اما میزان کاهش اسانس در غلظت‌های مختلف متفاوت بود. به عنوان مثال، تیمار جیبرلین ۱۰۰ × بنزیل‌آدنین ۵۰۰ پی‌پی‌ام هر چند در مورد بیشتر صفات کمی نتیجه بهتری را نشان داد، اما در مورد اسانس، کمترین میزان اسانس در این تیمار به‌دست آمد. بین تیمار شاهد (بیشترین میزان اسانس) و تیمار جیبرلین ۱۵۰ × بنزیل آدنین ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

گزارش‌های زیادی در مورد تأثیر تیمارهای کودی، شرایط آب و هوایی، سموم آفات نباتی و مواد نگهدارنده و تنظیم‌کننده رشد گیاهی بر روی کمیت و کیفیت روغن‌های اسانسی و مواد معطر گیاهان وجود دارد. به طور مثال، گزارش شده استفاده از تیوسولفات نقره در نگهداری پس از برداشت گل مریم میزان عطر گل‌ها را به شدت کاهش می‌دهد، اما کاربرد اسید سیتریک میزان عطر گل‌ها را بهبود می‌بخشد (۱). براساس گزارشات به‌دست آمده میزان عطر گل‌های میمونی در شرایط تنش خشکی و دمایی متفاوت است (۲).

اما نکته مهم این است که در تیمار جیبرلین ۱۰۰ × بنزیل آدنین ۵۰۰ پی‌پی‌ام، میزان اسانس گل‌ها نظیر میزان اتیلن حاصل از گل‌ها در این غلظت به کم‌ترین مقدار رسید و نمودار حاصل از میزان تولید اتیلن شباهت زیادی به نمودار میزان اسانس گل‌ها داشت (شکل ۴). این موضوع می‌تواند حاکی از ارتباط نزدیک بین میزان تولید اتیلن و مواد اسانسی گل‌ها باشد. لذا به نظر می‌رسد هر نوع تنشی که به افزایش میزان تولید اتیلن گل‌ها منجر شود میزان تولید مواد اسانسی گیاه را افزایش دهد. همچنین، بین کیفیت ظاهری (مانند طول ساقه، طول خوشه و درشتی گلچه‌ها) و میزان اسانس قابل استخراج گل‌ها ارتباط متقابل و معکوسی وجود داشت، زیرا با افزایش صفات کمی میزان اسانس کاهش نشان داد. این موارد نشان می‌دهد هر نوع تغییر در شرایط رشدی گیاهان به طور مستقیم در میزان تولید مواد معطر آنها دخالت داشته و ممکن است به کاهش یا افزایش عطر گیاهان منجر شود. در این آزمایش، بنزیل آدنین سبب کاهش میزان اسانس حاصل از گل‌ها شد اما در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام در مقایسه با غلظت‌های ۱۰۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین میزان اسانس افزایش نشان داد و شاید در غلظت‌های بالاتر مقدار اسانس حاصل باز هم افزایش یابد که مستلزم بررسی بیشتر در این زمینه می‌باشد.



شکل ۴ - تأثیر غلظت‌های مختلف جیبرلین بر روی مقدار اسانس گل‌ها برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر گل‌ها

به‌طورکلی، هر دو تنظیم‌کننده رشد پیری گل‌ها را به تعویق انداختند. جیبرلین در غلظت‌های مناسب موجب افزایش طول ساقه گل‌دهنده، طول خوشه گل‌آذین و نیز موجب تسریع ظهور ساقه گل‌دهنده گردید. بنزیل آدنین در غلظت‌های مناسب باعث افزایش ماندگاری، قطر ساقه گل‌دهنده، تعداد گلچه‌ها و نیز موجب تسریع گل‌دهی شد. بیشترین طول ساقه گل‌دهنده، طول خوشه گل‌آذین، تعداد گلچه‌ها، قطر دومین گلچه و کمترین میزان تولید اتیلن در تیمار جیبرلین ۱۰۰ × بنزیل‌آدنین ۵۰۰ پی‌پی‌ام به‌دست آمد. ارتباط نزدیکی بین میزان تولید اتیلن و اسانس گل‌ها وجود داشت، زیرا بیشترین میزان تولید اتیلن و اسانس در تیمار شاهد و کمترین میزان تولید اتیلن و اسانس در تیمار جیبرلین ۱۰۰ × بنزیل آدنین ۵۰۰ پی‌پی‌ام به‌دست آمد. لذا، هدف از کاربرد مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی در گل مریم باید مشخص شود. اگر هدف پیش‌رس کردن گل باشد، در این صورت میزان غلظت مصرف تنظیم‌کننده رشد برای این منظور متفاوت از غلظت مصرفی برای تولید گل‌های با کیفیت بالا خواهد بود و اگر هدف تولید عطر و اسانس باشد، اصولاً استفاده از این مواد با غلظت‌های مذکور توصیه نمی‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از خانم‌ها طاهره و زهره احمدفام بابت همکاری در انجام طرح قدردانی می‌گردد.

References

1 . Anjum MA, Naveed F, Shakeel F and Amin Sh (2003) Effect of Some Chemicals on Keeping Quality and Vaselife of Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) Cut Flowers. Research (Science), Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan. 12(1): 01-07.

2 . Bushue L, Mann C, Gorenstein N and Dudareva N (1999) Floral scent production in Antirrhinum majus. American Society of Plant Physiologists, Rockville, MD. 80 p.

3 . Chang Sh, Tsang Ch and Wen Sh (2006) Gibberellins in relation to flowering in Polianthes tuberosa. Physiol Plant. 112(3): 429-432.

4 . Davis PJ (1988) Plant hormones and their role in plant growth and development. Kluwer Academic Poblishers. 432 p.

5 . Dehertogh A and LeNard M (1993) The Physiology of Flower Bulbs. Elsevier science Publishers, The Netherlands. 812 p.

6 . De LC and Dhiman KR (2005) Effect of leaf manures and GA_3 on growth, flowering and longevity of Tuberose. Ornamental Horticulture 4(1): 50-52.

7 . Donald H, Mingfang Yi, Xinjia Xu and Michael R (2006) Role of ethylene in perianth senescence of daffodil (*Narcissus pseudonarcissus*). Postharvest Biology and Technology 32: 269-280.

8 . Kiyoshi O (1987) Effects of gibberellins and benzylandenine on dormancy and flowering of Lilium speciosum. Kanagawa Horticultural Experimental Station, Ninomiya, Nakagun, Kanagawa. Pp. 259-01.

9 . Kushal R and Arora JS (2000) Effects of harvesting stage, BAP and GA_3 on bud opening and vase life of tuberose. Ornamental Horticulture 3: 111-113.

10 . Mukhopadhyay A and Bankar GJ (1983) Regulation of growth and flowering in *Polianthes tuberosa* L. with giberellic acid and Ethrel spray. Scientia Horticulturae (Amsterdam) 19: 149-152.

11 . Nagarja GS and Gowda JV (1998) Influence of growth regulators on vase life of tuberose CV. Single. Current Research University of Agriculture Science 27: 147-148.

12 . Nagarja GS, Gowda JV and Farooqui A (2003) Effects of Growth Regulators on growth and Flowering of Tuberose cv. Single. Karantaka Journal of Agriculture Science 12: 236-238.

13 . Preeti H and Gogoi S (1997) Effects of preplant chemical treatment of bulbs on growth and flowering of Polianthes tuberosa cv. single. Annuals Biology 13: 145-149.

14 . Shuo-Tsang Ch and Wen-Shaw Ch (1999) Changes in cytokinin activities before, during and after floral initiation in Polianthes tuberosa. Plant Physiology and Biochemistry 37(9): 679-684.

15 . Skutnik EW, Lukaszewska AL and Margrethe S (2003) Effect of growth regulators on postharvest characteristics of Zantedeschia aethiopica. Postharvest Biology and Technology 21: 241-246.

16 . William E (2001) Role of Cytokinins in Carnation Flower Senescence. Plant Physiology 59: 707-709.

Journal of Crops Improvement, Vol. 13, No. 1, Spring 2011

Effects of gibberellic acid (GA_3) and benzyladenine on tuberose quality and quantity

A. Kheiry [1*], A. Khalighi [2], Y. Mostofi [3] and R. Naderi [3]

(E-mail: kheiry@ut.ac.ir)

Abstract

Tuberose is one of the most important floral crops in Iran. Long spikes of fragrant flowers make it excellent for cut flower. Due to the beauty and sweet fragrance of flowers, it used in all seasons for flower arrangements. Production of high quality flowers and vase life extension is important for competition in world markets. For this reason this research was conducted on *Polianthes tuberosa* var Double base on factorial experiment in RCB (randomized complete block design) with three replications. Both gibberellic acid (GA_3) and benzyl adenine (BA) were sprayed on bulbs and foliage of plants at four concentration levels. Results showed that gibberellic acid and benzyl adenine treatments had significant differences in all of the measured indices at one percent level. Gibberellic acid increased stem and rachis length in some concentrations and also accelerated flower stalk emerge. Benzyl adenine increased stem diameter, floret numbers and vase life and preceded flowering. Both of these plant growth regulators improved water uptake by cut flowers and increased diameter of second floret but decreased ethylene production of the flowers. Essential oils of flowers were extracted by solvent extraction method. Both of the plant growth regulators had negative effects on essential oils of flowers, but in 1000 $mg.l^{-1}$ of BA essential oils of flowers were higher than other concentrations.

Keywords: Benzyl adenine, Essential oils, Gibberellic acid, *Polianthes tuberosa* var. Double, Quality

---

- Ph.D. Student of Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj - Iran

(* Corresponding Author)

2 – Professor, Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj - Iran

3 - Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj - Iran