بررسی اثر بازدارندگی رشد سایکوسل و یونیکونازول بر ویژگی‌های مورفولوژیک و بیوشیمیایی اطلسی (*Petunia hybrida* L.)

مهناز کریمی* و مریم احمدی

گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۲۰، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰۶/۰۲)

چکیده

کاهش رشد رویشی و کنترل ارتفاع بوته یکی از مهم‌ترین جنبه‌های تولید برخی از گیاهان زینتی است. بدین منظور برای بررسی نقش یونیکونازول و سایکوسل بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی بذر F_2 اطلسی رقم هانگ زیانگ، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به اجرا در آمد. فاکتور اول بازدارنده‌های رشد یونیکونازول (صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) و سایکوسل (صفر، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و فاکتور دوم روش استفاده (برگ‌پاشی و مصرف خاکی) بود. صفات مورد ارزیابی شامل: ارتفاع بوته، گسترش عرضی، تعداد شاخه جانبی، تعداد گل، قطر گل، زمان غنچه‌دهی، فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز (POD)، سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، میزان جیبرلین درونی، آنتوسیانین و فنل کل بود. کمترین ارتفاع بوته و میزان هورمون جیبرلین در تیمار یونیکونازول ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. مصرف خاکی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر یونیکونازول باعث تولید بیشترین تعداد گل و فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز شد. بوته‌های تیمارشده با ۵ میلی‌گرم در لیتر یونیکونازول بیشترین قطر گل و فنل کل را ایجاد کرد. اولین غنچه‌دهی مربوط به تیمار سایکوسل ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده برای بهبود صفات رویشی و زایشی اطلسی استفاده از یونیکونازول ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به‌صورت مصرف خاکی و غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل به‌صورت محلول‌پاشی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع گیاه، بازدارنده‌های رشد، جیبرلین، شاخه جانبی، فعالیت آنزیمی

مقدمه

کنترل رشد رویشی به‌منظور کاهش ارتفاع بوته یکی از مهمترین جنبه‌های تولید برخی از گیاهان زینتی است. با روش‌های مختلف از جمله ژنتیکی، کنترل شرایط محیطی و بازدارنده‌های رشد می‌توان اندازه گیاهان را محدود نمود. گل‌های فصلی به‌دلیل دارا بودن تنوع در شکل و رنگ گل در طراحی فضای سبز شهری مورد توجه هستند. اطلسی (*Petunia hybrida* L.) گیاهی از خانواده سیب‌زمینی‌سانان (Solanaceae) دارای رقم‌های دائمی و یکساله با تنوع در رنگ گل است. این گیاه به‌صورت گلدانی و باغچه‌ای تولید و عرضه می‌شود. معمولاً بوته‌های حاصل از بذرهای نسل دوم و سوم اطلسی رشد زیادی دارند که باعث بدشکلی گیاه در فضای سبز می‌شود (Chany, 2005; Cowling, 2010). برای بهبود کمی و کیفی محصولات کشاورزی استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی گسترش یافته است. این مواد در غلظت‌های بسیار کم قادرند برخی ویژگی‌های رشد و نمو گیاه را تنظیم نمایند؛

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: karimi.sanru@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.29.7]

همچنین باعث مقاومت به تنش‌های محیطی در گیاهان می‌شوند (Magome *et al*., 2004). بازدارنده‌های رشد سایکوسل (کلرومکوات کلراید) از مشتقات کولین است. این ترکیب از گروه ترکیبات آنیومی بوده و از پرمصرف‌ترین کندکننده‌های رشد به‌ویژه در اروپا است. این ماده برای کاهش خوابیدگی بوته و کنترل رشد رویشی گیاهان زینتی کاربرد فراوانی پیدا کرده است (Emam and Dastfal, 1997; Rabbi Angourani *et al*., 2013). در پژوهشی کاربرد کندکننده‌های رشد در گل مینا چمنی (*Belis perennis*) و ختمی گلدانی (potted Hibiscus rosa-sinensis L.) موجب کاهش ارتفاع شد (Magnitskiy *et al*., 2006; Nazardin, 2012). این مواد با ممانعت از سنتز جیبرلین منجر به کاهش سطح برگ، کاهش طول میانگره‌ها و درنتیجه کاهش رشد طولی می‌شوند. در پژوهشی دیگر کاربرد غلظت‌های مختلف سایکوسل و پاکلوبوترازول باعث کاهش ارتفاع در زنبق سیاه (*Iris nigricans* Dinsm.) شد (Al-Khassawneh *et al*., 2006). کاربرد سایکوسل در گیاه شمعدانی عطری (*Pelargonium graveolens* L. cv. Bourbon) باعث کاهش ارتفاع و افزایش عملکرد اسانس، درصد ماده خشک و نسبت برگ به ساقه گردید (Rabbi Angourani *et al*., 2013). غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل به‌طور معنی‌داری کلروفیل برگ، دوره گلدهی و قطر ریشه کوکب‌کوهی (*Rudbeckia hirta*) را افزایش داد (Hojjati *et al*., 2010). بازدارنده‌های رشد در برخی گیاهان زینتی و دارویی از جمله نرگس (*Narcissus* cv. 'Ice Follies')، سوسن (*Lilium longiflorum*) و فیسالیس (*Physalis peruviana*) به‌منظور تولید گیاهان زینتی پاکوتاه گلدانی مورد استفاده قرار گرفت. این مواد باعث کاهش ارتفاع و کاهش میزان جیبرلین و افزایش سایتوکنین در گیاهان شد (Demir and Chelikel, 2018; Bosch *et al*., 2016; Francescangeli *et al*., 2007).

تریازول‌ها از فعال‌ترین بازدارنده‌های رشد به‌شمار می‌آیند. این مواد از رشد طولی گیاه جلوگیری می‌کنند و مهم‌ترین پاسخ گیاه در برابر این ترکیب‌ها، کاهش رشد میان‌گره‌ها و درنتیجه کاهش ارتفاع گیاه است. از مهم ترین تریازول‌ها می‌توان به یونیکونازول اشاره کرد. تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد تریازول به‌دلیل ایجاد تعادل هورمونی، فتوسنتز و فعالیت آنزیمی است (Magome *et al*., 2004). در پژوهشی محلول‌پاشی ۲ میلی‌گرم در هکتار یونیکونازول در مرحله گیاهچه روی گیاه سویا (*Glycine max*) سبب افزایش معنی‌دار ماده خشک گردید (Yan-Hong, 2009). در پژوهشی غلظت‌های ۵ تا ۸۰ میلی‌گرم در لیتر یونیکونازول برای کنترل ارتفاع سنبل (*Hyacinth orientalis*) مورد بررسی قرار گرفت. غوطه‌ورکردن سوخ‌های سنبل در غلظت‌های بالای ٤٠ میلی‌گرم در لیتر سبب کنترل ارتفاع گیاه شد (Krug *et al*., 2005). در یک بررسی تیمار یونیکونازول ۲۵ میلی‌گرم در لیتر باعث کاهش تعداد برگ در کالانکوئه (*Kalanchoe thyrsiflora*) رقم گولد استایک شده است (Hwang *et al*., 2008). با توجه به نقش بازدارنده‌های رشد در بهبود صفات رویشی و زایشی گیاهان زینتی هدف از پژوهش حاضر بررسی برخی تغییرات بیوشیمایی و مورفولوژیکی گیاه اطلسی در پاسخ به محلول‌پاشی و مصرف در خاک یونیکونازول و سایکوسل بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به اجرا در آمد. فاکتور اول بازدارنده‌های رشد سایکوسل با نام تجاری کلرومکوات کلراید (صفر، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و یونیکونازول با نام تجاری سوماجیک (صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر)، فاکتور دوم روش استفاده این مواد (محلول‌پاشی برگی و یا مصرف خاکی) بود. به‌منظور انجام آزمایش، ابتدا بذر اطلسی F_2 رقم Haun Xiang در سینی کاشت با بستر کوکوپیت کشت گردید. پس از ظهور چهار برگ حقیقی، نشاءها به گلدان‌هایی با قطر دهانه ۱۲ سانتی‌متر با ترکیب خاکی مناسب (جدول۱) منتقل شدند. در مرحله چهار برگی هر گلدان با ١٦ میلی‌لیتر از بازدارنده‌های رشد تیمار شد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.29.7]

جدول۱- خصوصیات بستر مورد استفاده برای کاشت نشاء اطلسی

بافت خاک	کربن آلی	ماده‌آلی	ازت کل	هدایت‌الکتریکی	اسیدیته کل	فسفر	پتاسیم
		(٪)				(mg/kg)	
لوم	۰/۹٤	۱/٦۱	۰/۰۹	۱/۱٤	۷/۱	۵	۱۹۷

در تیمار شاهد از آب‌مقطر استفاده شد. پس از رشد کافی و تولید اولین غنچه گل، ارتفاع بوته، تعداد گل ظاهرشده در ماه اول گلدهی، گسترش عرضی (طول شاخه‌های جانبی)، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد روز تا ظهور اولین غنچه گل، قطر گل، فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز، فنل کل، آنتوسیانین، محتوای کلروفیل و جیبرلین درونی برگ مورد بررسی قرار گرفت. محتوای فنل کل با روش فولین سیوکالتیو تعیین گردید (Waterhouse and Laurie, 2006). برای اندازه‌گیری فعالیت سوپراکسید دیسموتاز (SOD, EC 1.15.1.1) نمونه بافت برگ در داخل یک هاون و در حضور نیتروژن مایع آسیاب شد و به دمای ۸۰ – درجه سانتی‌گراد منتقل گردید. ۰/۲ گرم نمونه منجمد با ۰/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم، ۰/۱ گرم پلی‌وینیل پیرولیدین (PVPP) و pH=۷ رقیق شد. همگن‌های حاصل در ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۵ دقیقه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد و بخش رویی برای سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز مورد استفاده قرار گرفت (Giannopolitis and Ries, 1997). برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز (POD, EC 1.11.1.7) ۰/۲ گرم از بافت تازه برگ در نیتروژن مایع آسیاب شد و در بافر پتاسیم فسفات ۰/۰۲ مولار با pH=٦/۸ در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد عصاره‌گیری گردید. سپس همگن حاصل در ۱۲۰۰۰ دور در دمای ٤-۲ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. محلول رویی جهت اندازه‌گیری فعالیت پراکسیداز مورد استفاده قرار گرفت. فعالیت آنزیم پراکسیداز با افزودن مقادیر مناسب از عصاره آنزیمی ۲۰ میکرولیتر، ٤٦۰ میکرولیتر محلول گایاکول و ٤۹۰ میکرولیتر هیدروژن پراکسید در طول‌موج ٤۷۰ نانومتر خوانده شد (Ghanati *et al*., 2002). جهت سنجش آنتوسیانین یک گرم از نمونه گیاهی در هاون چینی با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی کاملاً ساییده و عصاره در لوله‌های آزمایش سرپیچدار ریخته شد و به‌مدت ٢٤ ساعت در تاریکی و در یخچال قرار گرفت. سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه در ٤۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد. جذب محلول بالایی در طول‌موج ۵۵۰ نانومتر خوانده شد (Wagner, 1979). برای اندازه‌گیری جیبرلیک اسید درونی گیاه از روش Koshioka و همکاران (۱۹۸۳) استفاده شد. دو گرم نمونه برگ تازه با ۱۰۰ میلی‌میلی‌لیتر از متانول ۸۰ درصد همگن شد. پس از حذف متانول در ۳۵ درجه سانتی‌گراد ۲۰ میلی‌لیتر بافر فسفات با pH ۸ اضافه شد. اسیدیته با اضافه‌کردن هیدروکسید پتاسیم به ۹ رسید و استات اتیل اضافه شد. پس از جداکردن دو فاز در نهایت با کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) خوانده شد (Koshioka *et al*., 1983). مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد و با نرم افزار SAS مورد تجزیه قرار گرفت.

نتایج

ارتفاع بوته: طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) اثر بازدارنده‌های رشد بر ارتفاع بوته معنی‌دار و نوع کاربرد (مصرف خاکی و برگ‌پاشی) این مواد روی ارتفاع بوته معنی‌دار نبود. کمترین ارتفاع بوته به‌ترتیب با٣٦/٤۵ و ٣٦/٤٣ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد در یونیکونازول ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد (شکل ۱).

تعداد گل: اثر تیمارهای به‌کار رفته، نحوه کاربرد و برهمکنش آنها بر تعداد گل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد گل با٤٨/٢١ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد در یونیکونازول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر در مصرف خاکی بود. دیگر تیمارهای مورد استفاده در

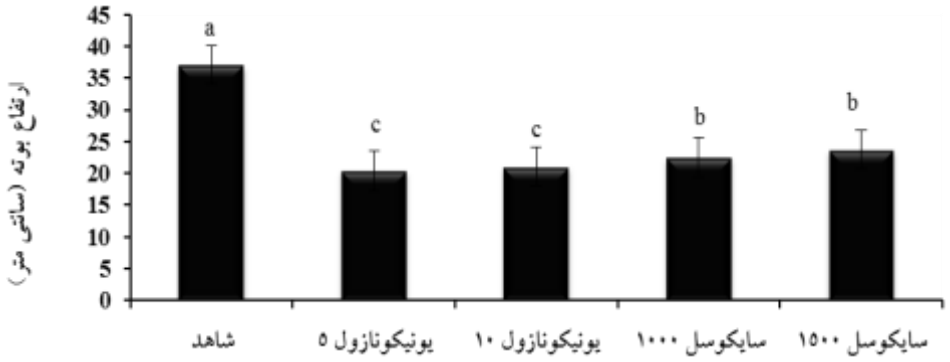
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.29.7]

جدول ۲- تجزیه واریانس ارتفاع بوته، تعداد گل، گسترش عرضی تعداد شاخه جانبی، زمان غنچه‌دهی و قطر گل گیاه اطلسی در حضور بازدارنده‌های رشد سایکوسل و یونیکونازول

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات					
		ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد گل	گسترش عرضی (سانتی‌متر)	تعداد شاخه جانبی	زمان غنچه دهی (روز)	قطر گل (میلی‌متر)
بازدارنده (A)	٤	٤٧٢ **	١٠٤ **	٦/٤٤ **	٢/٧٣ **	٤١٩ **	٥٠/٥ **
نوع کاربرد (B)	١	٦/٤٨ ns	٥٤/٠ **	١/١٢ ns	١/٦٢ *	٤٨/٠ ns	٨٤/٥ **
A * B	٤	٠/٤٣١ ns	٨/١٨ **	١/٣٢ ns	١/٩٧ **	١١/٥ ns	٤٢/٠ **
خطا	٣٩	٢/٦١	٠/٩٢٥	٠/٥٤٣	٠/٤١٢	١٤/٨	٥/٢٣
ضریب تغییرات (٪)		٦/٤٨	٣/٧٣	١٢/٥	٢١/٩	٦/٦٥	٤/٤٠

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، * معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ns عدم‌تفاوت معنی‌دار



شکل ۱- اثر یونیکونازول (۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) و سایکوسل (۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر ارتفاع بوته اطلسی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

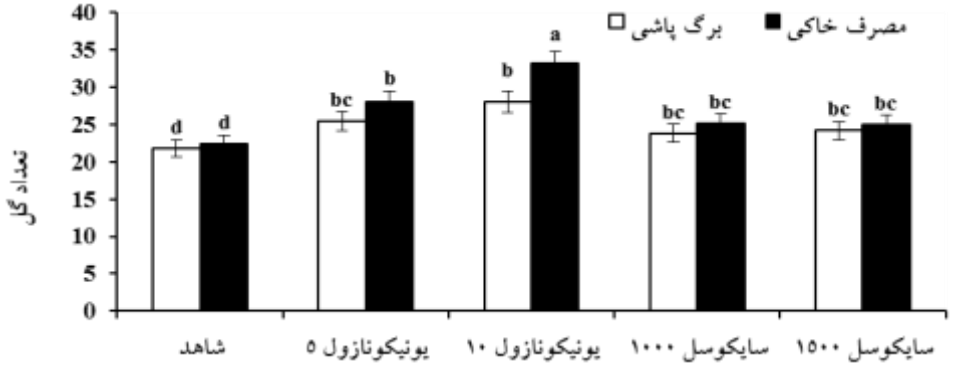
مقایسه با تیمار شاهد سبب افزایش تعداد گل در بوته‌های اطلسی شدند (شکل ۲).

گسترش عرضی: جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که اثر بازدارنده‌های رشد بر گسترش عرضی گل اطلسی معنی‌دار است. کمترین گسترش عرضی به‌ترتیب با ۲۸/۵۸ و ۲۵/۷۱ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد در غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل مشاهده شد. بیشترین گسترش عرضی در بوته‌های شاهد مشاهده شد. بین دو تیمار یونیکونازول ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل۳).

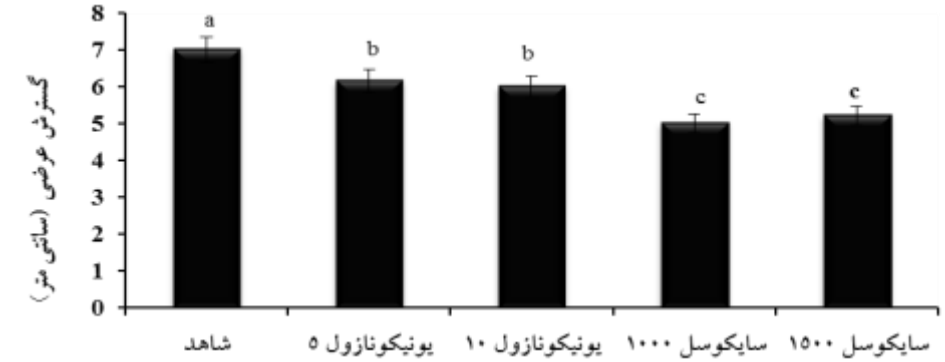
تعداد شاخه جانبی: نتایج حاصل از اثر بازدارنده‌های رشد، نوع کاربرد و برهمکنش آنها بر تعداد شاخه‌های جانبی معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین شاخه جانبی با ٤٨/٣٨ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد در بوته‌هایی بود که تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر یونیکونازول به‌صورت مصرف خاکی استفاده شده بود. بعد از این تیمار بوته‌های تیمارشده با ۵ میلی‌گرم در لیتر یونیکونازول دارای بیشترین شاخه جانبی بودند. کمترین شاخه جانبی با ۲۹ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد در ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل مصرف خاکی مشاهده شد (شکل ٤).

زمان غنچه‌دهی: نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) حاکی از معنی‌دار بودن تیمار هورمونی بر زمان غنچه‌دهی (از

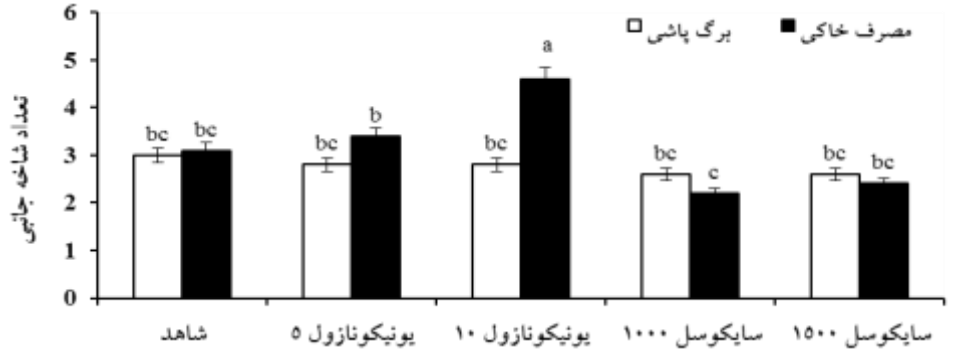
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.29.7]



شکل ۲- برهمکنش بازدارنده‌های رشد یونیکونازول (۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) و سایکوسل (۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و نوع کاربرد (مصرف خاکی یا برگ‌پاشی) بر تعداد گل در گیاه اطلسی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.



شکل۳- اثر یونیکونازول (۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) و سایکوسل (۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر گسترش عرضی بوته اطلسی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.



شکل ٤- برهمکنش بازدارنده‌های رشد یونیکونازول (۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر)، سایکوسل (۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و نوع کاربرد (مصرف خاکی یا برگ‌پاشی) بر تعداد شاخه جانبی در گیاه اطلسی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

زمان کاشت بذر تا تولید اولین غنچه) است. کمترین مدت زمان شروع تولید غنچه با ۲۰/۷۳ درصد کاهش نسبت به تیمار

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.29.7]

شاهد مربوط به تیمار سایکوسل ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. تفاوت معنی‌داری بین تیمار مذکور با تیمار سایکوسل ۱۰۰۰ و یونیکونازول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده نشد. طولانی‌ترین مدت زمان شروع تولید غنچه در تیمار شاهد مشاهده شد. بین تیمار شاهد و یونیکونازول ۵ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌دار نبود (شکل ۵).

قطر گل: بررسی قطر گل در بوته‌های اطلسی نشان داد که بازدارنده‌های رشد و روش استفاده این مواد می‌تواند در قطر گل مؤثر باشد. بیشترین قطر گل با ۱۵/۶۸ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد در یونیکونازول ۵ میلی‌گرم در لیتر به‌صورت مصرف خاکی بود (شکل ٦). کمترین قطر گل با ۳/۹۲ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد در مصرف خاکی سایکوسل ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد.

فعالیت آنزیم پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز: اثر تیمارهای مورد استفاده بر فعالیت هر دو آنزیم مورد بررسی معنی‌دار بود. اثر نوع کاربرد روی فعالیت آنزیم پراکسیداز معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در گیاهان تیمارشده با یونیکونازول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. تفاوت معنی‌داری بین دیگر تیمارها با تیمار شاهد در فعالیت آنزیم پراکسیداز مشاهده نشد (شکل A – ۷). کمترین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در تیمار شاهد بود (شکل B – ۷).

محتوای فنل و آنتوسیانین کل: اثر تیمار هورمونی، روش کاربرد و برهمکنش آنها بر محتوای آنتوسیانین کل معنی‌دار نبود. اثر ساده تیمار هورمونی بر میزان فنل کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین فنل کل با ۱۵/۱ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد در یونیکونازول ۵ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. کمترین فنل با ۳۰/۷٦ درصد کاهش نسبت به شاهد در سایکوسل ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. تفاوت معنی‌داری بین تیمار مذکور با تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر یونیکونازول وجود نداشت (شکل C – ۷).

جیبرلین برگ: طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر تیمارهای مورد استفاده بر میزان جیبرلین برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین میزان این هورمون در تیمار شاهد بود. تیمارهای یونیکونازول و سایکوسل دارای جیبرلین درونی کمتری نسبت به تیمار شاهد بودند. کمترین میزان جیبرلین درونی گیاه به‌ترتیب با ۲۷/۲۲ و ۲۷ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد در گیاهان تیمارشده با یونیکونازول ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد (شکل D – ۷).

بحث

تولید گیاهان پاکوتاه یکی از جنبه‌های زینتی در برخی گل‌های فصلی و گلدانی است. یک روش مؤثر برای کنترل ارتفاع گیاهان استفاده از بازدارنده‌های رشد گیاهی است (Chany, 2005) مکانیسم اثر بازدارنده‌های رشد جلوگیری از بیوسنتز جیبرلین است و به آنتی‌جیبرلین معروف‌اند. جیبرلین در تقسیم سلول و رشد طولی سلول‌ها نقش دارد (Keever, 1990; Jiang and Joyce, 2003; Chany, 2005). در پژوهش حاضر میزان جیبرلین درونی در گیاهان تیمارشده با یونیکونازول و سایکوسل کاهش پیدا کرد. یونیکونازول ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مؤثرترین تیمار در کاهش ارتفاع بودند. دلیل پاکوتاهی گیاهان تیمارشده با بازدارنده‌های رشد را می‌توان به کاهش سنتز جیبرلین مرتبط دانست. در پژوهش‌های مختلفی اثر پاکوتاه‌کنندگی بیشتر بازدارنده‌های رشد روی گیاهان زینتی گزارش شده است. در پژوهشی تیمار سایکوسل و پاکلوبوتراوزل باعث پاکوتاهی گیاه آسونیگا (*Tabernaemontana coronaria*) شد. در این بررسی میزان جیرلین در برگ گیاهان تیمارشده نسبت به شاهد کاهش نشان داده بود (Youssef and Abd El Aal, 2013). کاربرد یونیکونازول ارتفاع سنبل (*Hyacinth orientalis*) را کاهش داد (Krug *et al*., 2005).

در نتایج پژوهش حاضر تعداد شاخه‌های جانبی در تیمار یونیکونازول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر در مقایسه با شاهد معنی‌دار بود. گزارش شده است که بازدارنده‌های رشد طول میانگره‌ها را کاهش می‌دهند و غالبیت انتهایی را از بین می‌برند. (Keever, 1990; Jiang and Joyce, 2003; Chany,

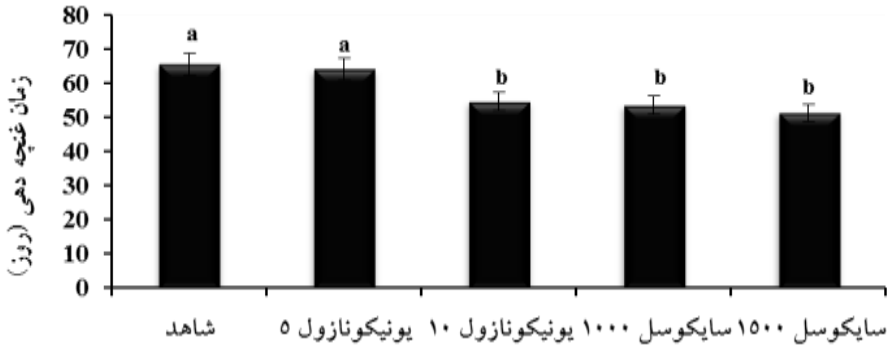
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.29.7]

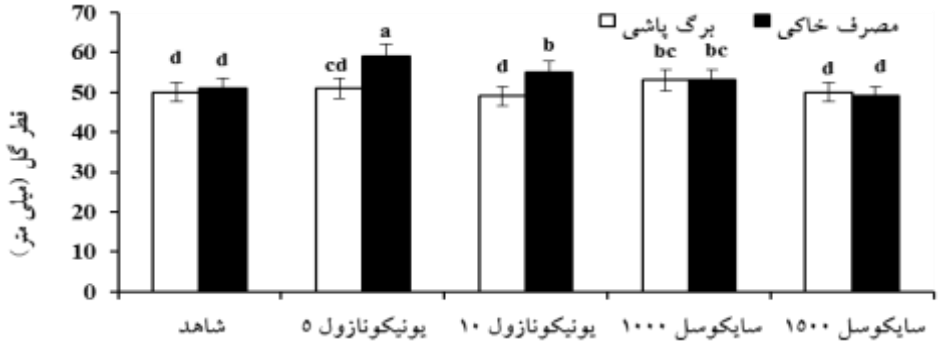
جدول ۳- تجزیه واریانس فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز، جیبرلین، آنتوسیانین و فنل در گیاه اطلسی در حضور بازدارنده‌های رشد سایکوسل و یونیکونازول

منابع تغییرات	درجه آزادی	پراکسیداز (واحد بر میلی‌گرم پروتئین)	سوپراکسید دیسموتاز (واحد بر میلی‌گرم پروتئین)	فنل (میلی‌گرم کوئرستین بر گرم وزن تر)	جیبرلین (میکروگرم بر گرم وزن تر)
بازدارنده (A)	٤	۰/۱۲۲ **	۰/٤۲۲ **	٤/۲٦ **	۲٤۸۱ **
نوع کاربرد (B)	۱	۰/۰۷۱ **	۰/۰۱۲ ns	۲/٦٥ ns	۰/۰۸۲ ns
A * B	٤	۰/۰۱۳ ns	۰/۰۱۱ ns	۰/۱۹۱ ns	۱/۹۸ ns
خطا	۳۹	۰/۱٤۰	۰/۰۰٤	۰/۸۲۲	۱/۸۹
ضریب تغییرات (٪)		۱/٤۱	۲/۸۰	۲۹/۳	۱/۲۱

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، * معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ns عدم تفاوت معنی‌دار



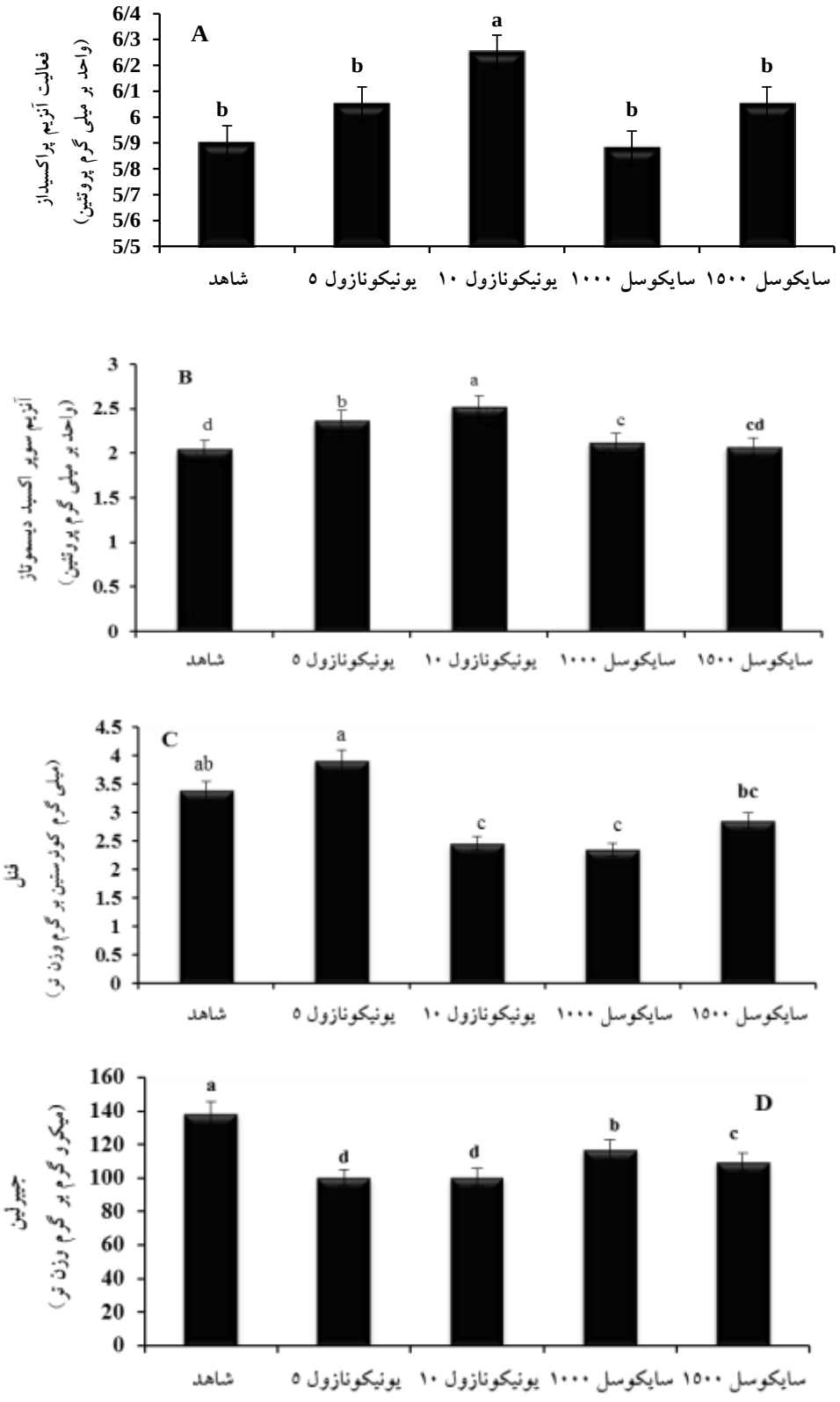
شکل ۵- اثر یونیکونازول (۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) و سایکوسل (۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر زمان غنچه‌دهی در اطلسی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.



شکل ٦- برهمکنش بازدارنده‌های رشد یونیکونازول (۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر)، سایکوسل (۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و نوع کاربرد (مصرف خاکی یا برگ‌پاشی) بر قطر گل گیاه اطلسی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

2005; Cowling, 2010). همچنین بیان شده بازدارنده‌های رشد از طریق افزایش هورمون سیتوکنین باعث افزایش شاخه‌های جانبی و تعداد گل می‌شوند (Opik and Rolf, 2005; Rossini et al., 2005; Gopim et al., 2009). بنابراین می‌توان

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.29.7]



شکل۷- اثر یونیکونازول (۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) و سایکوسل (۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر فعالیت آنزیم پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز، فنل و جیبرلین در گیاه اطلسی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.29.7]

چنین بیان کرد که به‌دلیل از بین‌رفتن غالبیت انتهایی در بوته-های اطللسی تیمارشده با یونیکونازول، جوانه‌های جانبی فعال-شده و به‌همین دلیل تعداد شاخه جانبی افزایش نشان داد. همچنین در پژوهش حاضر احتمالاً به‌دلیل افزایش هورمون سیتوکنین توسط یونیکونازول تعداد شاخه جانبی بیشتری تولید شد. این نتایج مطابق با نتایج به‌دست آمده روی گیاه برگ نو (*Ligustrum vulgare*) و فیسالیس (*Physalis peruviana*) بود (Steinberg *et al*., 1991; Bosch *et al*., 2016).

کاربرد کندکننده‌های رشد باعث افزایش هورمون سیتوکنین درونی در گیاه آسونیگا (*Tabernaemontana coronaria*) گردید. این هورمون در تقسیم سلولی، توسعه و نمو گل مؤثر است (Youssef and Abd El Aal, 2013). در بوته‌های اطلسی تیمارشده با یونیکونازول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نیز احتمالاً به‌دلیل افزایش سیتوکنین درونی و همچنین تولید بیشتر شاخه‌های جانبی تعداد گل افزایش نشان داد. گزارش شده است که مصرف خاکی یونیکونازول در افزایش تقسیم سلولی، توسعه و نمو گل نسبت به کاربرد محلول‌پاشی برگی تأثیر سریع‌تری دارد (Barrett, 2001). در بررسی حاضر برگ‌پاشی سایکوسل مؤثرتر از مصرف خاکی در تولید شاخه‌های جانبی عمل کرد. تأثیر بازدارنده‌های رشد به تعداد دفعات استفاده، شرایط محیطی، حساسیت گونه و رقم به این مواد و روش کاربرد بستگی دارد (Rossini pinto *et al*., 2005). احتمالاً با توجه به نوع گونه و رقم مورد استفاده در این پژوهش محلول‌پاشی سایکوسل در بهبود صفات مورد بررسی بهتر از مصرف خاکی عمل کرد. در آزمایشی نیز محلول‌پاشی سایکوسل به غلظت ۲۸۵ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش قطر گل در اوستئوسپرموم (*Osteospermum ecklonis*) شد (Olsen and Anderson, 1995). در این بررسی نیز مصرف برگی بهتر از مصرف خاکی بود. در پژوهشی جذب سریع‌تر سایکوسل و پاکلوبوترازول از طریق اندام‌های هوایی گزارش شده است (Opik and Rolf, 2005; Rossini pinto *et al*., 2005; Gopim *et al*., 2009).

در آزمایش حاضر بیشترین قطر گل در مصرف خاکی یونیکونازول ۵ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد. سایکوسل ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مؤثرتر از سایکوسل ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در افزایش قطر گل‌ها بود. احتمالاً با کاربرد کندکننده‌های رشد هورمون سیتوکنین درونی افزایش یافته و درنتیجه افزایش تقسیم سلولی نمو و توسعه گل و افزایش قطر گل اتفاق می‌افتد.

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش حاکی از افزایش میزان فنل کل در گیاهان تیمارشده با یونیکونازول ۵ میلی‌گرم در لیتر بود. مطابق با این یافته‌ها، در انبه (*Mangifera indica*) تیمارشده با تریازول‌ها میزان متابولیت‌های ثانویه از جمله فنل افزایش نشان داد. ترکیبات فنلی در گیاه *Ocimum sanctum* با کاربرد تریازول‌ها افزایش نشان داد (Jiang and Joyce, 2003; Gopi *et al*., 2009). بازدارنده‌های رشد با افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی باعث افزایش مواد فنلی می‌شوند (Zhang *et al*., 2007).

در بررسی حاضر میزان فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز در تیمار یونیکونازول بیشتر از دیگر تیمارها بود. بین تیمار شاهد و یونیکونازول ۵ و سایکوسل تفاوت معنی‌داری در فعالیت آنزیمی مشاهده نشد. مطابق با یافته‌های حاضر تیمار یونیکونازول ۵۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در گیاه سویا شد (Zhang *et al*., 2007). یونیکونازول با بهبود فعالیت آنتی‌اکسیدانی از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز پراکسیداسون لیپیدها و تخریب غشاء را به تأخیر می‌اندازد (Leul and Zhou, 1999) کاهش سطح جیبرلین داخلی پیش‌نیاز القاء گلدهی است که با محلول‌پاشی با بازدارنده‌های رشد به‌دست می‌آید. در پژوهشی نشان داده شد که زودگلدهی در یاسمن (*Jasminum multiflorum*) به‌دلیل عمل ضدجیبرلینی سایکوسل است (Murali and Narayan Gowda, 1988). در بررسی حاضر کمترین مدت زمان شروع غنچه‌دهی در تیمارهای ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر یونیکونازول مشاهده شد. مطابق با نتایج حاضر یونیکونازول تأثیر بیشتری بر توسعه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.29.7]

گل‌ها و افزایش طول ریشه در مقایسه با شاهد در ختمی چینی نشان داد (Nazardin *et al*., 2012).

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان از برتری تیمار یونیکونازول و سایکوسل در کنترل ارتفاع و بهبود برخی از ویژگی‌های رشدی و گلدهی اطلسی رقم هان زیانگ نسبت به تیمار شاهد دارد. بهترین تیمار در کاهش ارتفاع، افزایش تعداد گل، افزایش تعداد شاخه جانبی، رشد عرضی و بیشترین فعالیت آنزیمی در تیمار یونیکونازول ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بود. در گیاهان پاکوتاه‌شده هورمون جیبرلین به‌طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد کاهش نشان داد. در تیمار یونیکونازول مصرف خاکی و در سایکوسل محلول‌پاشی برگی در بیشتر صفات بهتر عمل کرد.

منابع

AL-Khassawneh, N. M. and Shibli, R. A. (2006) Growth and flowering of black iris (*Iris nigricans* Dinsm.) following treatment with plant growth regulators. Scientia Horticulture 107: 187-193.

Barrett, J. E. (2001) Mechanisms of action. In: Tips on Regulating Growth of Floriculture Crops (ed. Gaston, M. L.) Pp. 32-47. Ball Publishing, Batavia.

Bosch, E., Lorena Cuquel, F. and Tognon, G. B. (2016) Physalis size reduction for potted ornamental plant use. Ciencia Agrotecnologia 40: 555-564.

Chany, W. R. (2005) Growth retardants: A promising tool for managing urban trees. Environmental Toxicology and Chemistry 29: 1224-1236.

Cowling, W. (2010) The challenge of breeding canola hybrids- new opportunities for WA growers. Western Australian Pty Ltd, Agribusiness Crop.

Demir, S. and Celikel, F. G. (2018) The effects of ethephon foliar spray on plant height of Narcissus cv. 'Ice Follies' Anadolu Journal of Agricultural Sciences 33: 184-190.

Emam, Y. and Dastfal, M. (1997) Above and below ground responses of winter barley plants to chlormequat in moist and drying soil. Crop Research 14: 457-470.

Francescangeli, N., Marinangeli, P. and Curvetto, N. (2007) Short communication. Paclobutrazol for height control of two Lilium L.A. hybrids grown in pots. Spanish Journal of Agricultural Research 5: 425-43.

Ghanati, F., Morita, A. and Yokota, H. (2002) Induction of suberin and increase of liginin content by exess boron in tabacco cell. Soil Science and Plant Nutrition 48: 357-364.

Giannopolitis, C. and Ries, S. (1997) Superoxid desmutase. I. Occurrence in higher plant. Plant Physiology 59: 309-314.

Gopi, R., Jaleel, C. A., Divyanair, V., Azooz, M. and Panneerselvam, R. (2009) Effect of paclobutrazol and ABA on total phenol contents in different parts of holy basil (*Ocimum sanctum*). Academic Journal of Plant Sciences 2: 97-101.

Hwang, S. J., Lee, Y. L., Sivanesan, I. and Jeong, B. R. (2008) Growth control of kalanchoe cultivars Rako and Gold Strike by application of paclobutrazol and uniconazole as soaking treatment of cuttings. African Journal of Biotechnology 7: 4212-4218.

Hojjati, M., Etemadi, N. and Baninasab, B. (2010) Effect of paclobutrazol and cycocel on vegetative growth and flowering of rudbeckia. Journal of Horticultural Sciences 24: 122-127.

Jiang, Y. and Joyce, D. C. (2003) ABA effects on ethylene production, PAL activity, anthocyanin and phenolic contents of strawberry fruit. Plant Growth Regulation 39: 171-174.

Keever, G. J., Foster, W. J. and Stephenson, C. (1990) Paclobutrazol inhibits growth of woody landscape plants. Journal of Environmental Horticulture 8: 41-47.

Koshioka, M., Harda, J., Noma, M., Sassa, T., Ogiama, K., Taylor, J. S., Rood, S. B., Legge, R. L. and Pharis, R. P. (1983) Reversed – phase C_{18} high performance liquid chromatography of acidic and conjugated gibberellins. Journal Chromatgr 256: 101-115.

Krug, B. A., Whipker, B. E., McCall, I. and Dole, J. M. (2005) Comparison of flurprimidol to etephon, paclobutrazol and uniconazole for hyacinth height control. Horticulture Technology 15: 872-874.

Leul, M. and Zhou, W. J. (1999) Alleviation of waterlogging damage in winter rape by uniconazole application: effects on enzyme activity, lipid peroxidation, and membrane integrity. Journal Plant Growth Regulation 18: 9-14.

Magome, H., Yamaguchi, S., Hanada, A., Kamiya, Y. and Odadoi, K. (2004) Dwarf and delayed flowering, a novel arabidopsis mutant deficient in gibberellins biosynthesis because of over expression of a putative AP2 transcription factor. Plant Journal 37: 720-729.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.29.7]

Magnitskiy, S. V., Pasian, C. C., Bennett, M. A. and Metzger, J. D. (2006) Controlling plug height of verbena, celosia, and pansy by treating seeds with paclobutrazol. Horticulture Science 47: 158-167

Murali, T. P. and Narayana Gowda, J. V. (1988) Effect of certain growth regulators on growth, composition and flowering in kakada (*Jasminum multiflorum*). M Sc. Thesis. University of Agricultural Sciences, Bangalore.

Nazardin, A. (2012) Plant growth retardants effect on growth and flowering of potted hibiscus *rosa-sinensis* L. Journal of Tropical Plant Physiology 4: 29-40.

Olsen, W. W. and Andersen, A. S. (1995) The influence of five growth retardants on growth and post production qualities of *Osteospermum ecklonis* cv. calypso. Scientia Horticulturae 62: 263-270.

Opik, H. and Rolfe, S. (2005) The Physiology of Flowering Plants. Cambridge University Press.

Rabbi Angourani, H., Mortazavi, S. N., Rabiei, V. and Zangahani, E. (2013) Effect of cycosel and naphthalene acetic acid on some vegetative characteristics and on essential oil yield in rose-scented geranium (*Pelargonium graveolens* L. cv. Bourbon). Iranian Journal of Horticuitural Sciences 44: 209-216.

Rossini Pinto, A. C., Rodrigues, T. D., Leits, I. C. and Barbosa, J. C. (2005) Growth retardants on development and ornamental quality of potted *Zinnia elegans* 'Liliput'. Scientia Agriculturae 62: 337-345.

Steinberg, S. L., Zajicek, J. M. and Mc Farland, M. J. (1991) Short-term effect of uniconazole on the water relations and growth of ligustrum. Journal of the American Society for Horticultural Science 116: 460-464.

Waterhouse, A. L. and Laurie, V. F. (2006) Oxidation of wine phenolics a critical evaluation and hypotheses. American Journal of Enology and Viticulture 57: 306-313.

Wagner, G. J. (1979) Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids and anthocyanin in protoplasts. Plant Physiology 64: 88-93.

Yan-Hong, Y., Wen-Yu, Y. and Zhang, J. (2009) Effect of spraying uniconazole on dry matter accumulation and distribution of soybean after blooming. World Applied Sciences Journal 6: 449-456.

Youssef, A. S. M. and Abd El-Aal M. M. M. (2013) Effect of paclobutrazol and cycocel on growth, flowering, chemical composition and histological features of potted *Tabernaemontana coronaria* Stapf plant. Journal of Applied Sciences Research 9: 5953-5963

Zhang, M., Liusheng, D., Tian, X., Zhongpei, H., Jianmin, L., Baomin, W. and Zhaohu, L. (2007) Uniconazole-induced tolerance of soybean to water deficit stress in relation to changes in photosynthesis, hormones and antioxidant system. Journal of Plant Physiology 164: 709-717.

Zhou, W. J. and Leul, M. (1999) Uniconazole-induced tolerance of rape plants to heat stress in relation to changes in hormonal levels, enzyme activities and lipid peroxidation. Plant Growth Regulation 27: 99-104.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.29.7]

The effect of inhibitory growth of cycocel and uniconazole on morphological and biochemical characteristics of petunia (*Petunia hybrida* L.)

Mahnaz Karimi*, Maryam Ahmadi

Department of Horticultural Sciences, Faculty of crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

(Received: 11/03/2019, Accepted: 24/08/2019)

Abstract

Decreasing vegetative growth and controlling plant height is one of the most important aspects of the production of some ornamental plants. To study the role of uniconazole and cycocel on some morphological and biochemical characteristics of F_2 petunia seed cv. haun xiang, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design using five replications at Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. The first factor was plant growth retardants of uniconazole (0, 5 and 10 mg L^{-1}) and cycocel (0, 1000 and 1500 mg L^{-1}), and the second factor was application type (leaf spraying and soil use). The studied traits were plant height, lateral branch number, flower number, flower diameter, budding time, peroxidase (POD) and superoxide dismutase (SOD) enzyme activity, endogenous gibberellins, total anthocyanin and total phenol content. The lowest plant height and gibberellin were observed in uniconazole 5 and 10 mg L^{-1}. The highest number of flowers, and enzyme activity was in 10 mg L^{-1} of uniconazole in soil use. The treated plants with 5 mg L^{-1} of uniconazole produced the highest flower diameter and total phenol. The onset of flowering was observed at 1500 mg L^{-1} of cycocel. According to the results of this study, for improving the vegetative and flowering characteristics of petunia seed, the use of 5 and 10 mg L^{-1} of uniconazole as soil use and spraying with 1500 mg L^{-1}cycocel is recommended

Key words: Enzymes activity, Gibberellin, Lateral branch, Plant growth retardants, Plant height

Corresponding author, Email: karimi.sanru@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.29.7]