اثر پاکلوبوترازول و سایکوسل بر رشد رویشی و گل‌دهی آهار (*Zinnia elegans*)

مریم حجتی، نعمت الله اعتمادی* و بهرام بانی نسب[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۸/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۲/۲۴)

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر پاکلوبوترازول (۵، ۱۵و۳۰ میلی‌گرم در لیتر) و سایکوسل(۵۰۰، ۱۰۰۰ و۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر رشد رویشی و گل‌دهی آهار، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع گیاه، تعداد و سطح برگ، تعداد و قطر گل، تعداد و طول انشعاب، میزان نسبی کلروفیل برگ‌ها، دوره گل‌دهی، وزن تر و خشک ریشه، تعداد، قطر و طول ریشه، میزان قند ریشه و اندام هوایی بودند. بر اساس نتایج، تیمارهای ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل باعث کاهش ارتفاع گردید. تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل بیشترین تعداد انشعاب و تعداد گل و هم‌چنین کمترین طول انشعاب را ایجاد کرد. کمترین وزن تر و وزن خشک ریشه، تعداد ریشه، طول ریشه و میزان قند اندام هوایی نیز مربوط به تیمار۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل بود. تیمار ۳۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول نیز بیشترین میزان کلروفیل برگ را دارا بود. بین شاهد و تیمارهای مختلف از نظر قطر گل، دوره گل‌دهی، تعداد و سطح برگ، قطر ریشه و میزان قند ریشه تفاوت معنی‌داری دیده نشد.

واژه‌های کلیدی: کند کننده رشد، آهار، دوره گل‌دهی، ارتفاع گیاه

مقدمه

گسترش شهرها و افزایش آلاینده‌های زیست محیطی باعث گردیده تا نقش گیاهان در فضاهای شهری هر روز افزایش یابد. در طراحی فضای سبز، گل‌های زینتی یک ساله و دائمی به‌علت تنوع رنگ و شکل، بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرند و تأثیر بیشتری در زیبایی محیط دارند. در بین گل‌های فصلی، گیاهان پاکوتاه و کرپه با گل‌های درشت از ارزش بیشتری برخوردار هستند. این گونه گیاهان که حاصل بذرهای F1 هستند و با هزینه بالا تهیه می‌شوند، به‌طور متداول پس از چند سال به‌دلیل تفرقه صفات کیفیت آنها کاهش می‌یابد. آهار با نام علمی *Zinnia elegans* از جمله گل‌های فصلی تابستانه از تیره کلاپرک سانان (Asteraseae) است که در گیاهان به‌دست آمده از بذرهای F2 و نسل‌های پس از آن، ارتفاع گیاهان افزایش و کیفیت گل‌ها کاهش می‌یابد. این گیاه به‌دلیل دوره گل‌دهی طولانی که از اواخر بهار تا اواسط پاییز ادامه داشته (۲۱ و ۳۰) و هم‌چنین تحمل زیاد به خشکی و گرمای هوا (۸) از ارزش بالایی در فضای سبز برخوردار است. با توجه به موارد ذکر شده دست‌یابی به راه حل‌هایی که ضمن کاهش ارتفاع گیاه، کیفیت گل را در حد مطلوب نگه دارد ضروری است. یکی از راه‌کارهای موجود برای کنترل ارتفاع گیاه، استفاده از کند

۱. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیاران علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: etemadin@cc.iut.ac.ir

کننده‌های رشد است (۲۶). این مواد تقسیم سلولی و طویل شدن سلول در بافت‌های هوایی گیاه را کند کرده و ارتفاع گیاه را کاهش می‌دهند (۴). سایکوسل و پاکلوبوترازول از مواد شیمیایی هستند که به‌طور وسیعی در کاهش رشد تعداد زیادی از گیاهان به‌کار می‌روند. به‌طور مثال غلظت‌های مختلف سایکوسل و پاکلوبوترازول سبب کاهش ارتفاع در زنبق سیاه شدند (۱). هم‌چنین گزارش شده است که پاکلوبوترازول در لوبیا، داوودی (۲) و سوسن شرقی (۱۰) از طویل شدن ساقه جلوگیری کرده است. در سیب‌زمینی نیز طول ساقه هوایی سیب‌زمینی در اثر کاربرد پاکلوبوترازول کاهش یافت(۳). پاکلوبوترازول، سبب کوتاه شدن طول گیاه فریزیا و در نتیجه عدم نیاز به قیم و مناسب شدن آن به‌عنوان یک گیاه گلدانی گردید(۱۱). سایکوسل نیز در شمعدانی (۲۸) و در ختمی چینی(۲۹) ارتفاع گیاه را کاهش داد. این مواد با جلوگیری از سنتز جیبرلین منجر به کاهش طول میانگره، سطح برگ و کاهش رشد می‌شوند (۱۹ و ۲۷). پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول و سایکوسل بر برخی ویژگی‌های رویشی و گل‌دهی آهار به‌منظور تولید گیاهانی با ارتفاع کوتاه‌تر و گل‌های بیشتر انجام شد.

مواد و روش‌ها

در فروردین ماه ۱۳۸۶ بذرهای آهار در سینی نشاء با بستر کشت پیت ماس کشت گردید و این سینی‌ها در گلخانه ازدیاد با میانگین دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از حدود یک ماه و در حالی که گیاهان حدود ۱۵ سانتی‌متر ارتفاع داشتند به گلدان‌های نشایی با ترکیب بستر ۲ قسمت خاک لوم، ۱ قسمت ماسه و ۱ قسمت کود پوسیده دامی انتقال یافتند. گلدان‌ها پس از دو هفته نگه‌داری در گلخانه به هوای آزاد منتقل شدند. پس از استقرار کامل گیاهان و در حالی که نشاءها در مرحله ظهور جوانه گل انتهایی بودند، محلول پاشی با پاکلوبوترازول در غلظت‌های ۵، ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر و سایکوسل در غلظت‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر صورت گرفت. به منظور جلوگیری از جذب مستقیم محلول از طریق ریشه، در حین محلول پاشی سطح خاک گلدان‌ها با روزنامه ضخیم پوشانده شد و در تیمار شاهد از آب مقطر به‌جای محلول شیمیایی استفاده گردید. پس از یک هفته گیاهان به مزرعه‌ای در محوطه اطراف گلخانه‌های دانشکده کشاورزی که دارای بافت سیلتی لومی با pH ۷/۹ و EC ۲/۴ دسی زیمنس بر متر بود منتقل گردیدند. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. در هر تکرار ۲۴ گیاه در نظر گرفته شد به‌طوری که در هر کرت ۸ گیاه در مرکز و ۱۶ گیاه در اطراف آنها کاشته شد. به‌منظور حذف اثر حاشیه‌ای اندازه‌گیری‌ها روی ۸ گیاه اصلی صورت گرفت. ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد گل، تعداد انشعاب و قطر گل پس از کاشت در محل اصلی تا اواخر دوره رشد هر دو هفته یک بار اندازه‌گیری شد. مدت زمان گل‌دهی نیز در طول دوره رشد ومیزان نسبی کلروفیل برگ‌ها (با استفاده از دستگاه کلروفیل متر Ltd Instrument Hansatech) و طول انشعابات بوته‌ها در مراحل پایانی رشد یادداشت گردید. در پایان آزمایش گیاهان از خاک خارج و وزن تر و خشک ریشه اندازه‌گیری شد. سطح برگ با استفاده از دستگاه Leaf Area Meterو تعداد، قطر و طول ریشه با دستگاه Delta- T SCAN image analysis اندازه‌گیری شدند. میزان قندهای محلول در اندام‌های هوایی و ریشه با استفاده از روش اسیدسولفوریک و فنل (۲۰) تعیین گردید. داده‌های حاصل با نرم افزار SAS تجزیه شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار(LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج

صفات مربوط به اندام هوایی

نتایج نشان داد اگر چه غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول و سایکوسل سبب کاهش ارتفاع گیاه نسبت به شاهد شدند ولی فقط در تیمارهای ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل این کاهش معنی‌دار بود که به‌ترتیب باعث کاهش۳۰/۰۵

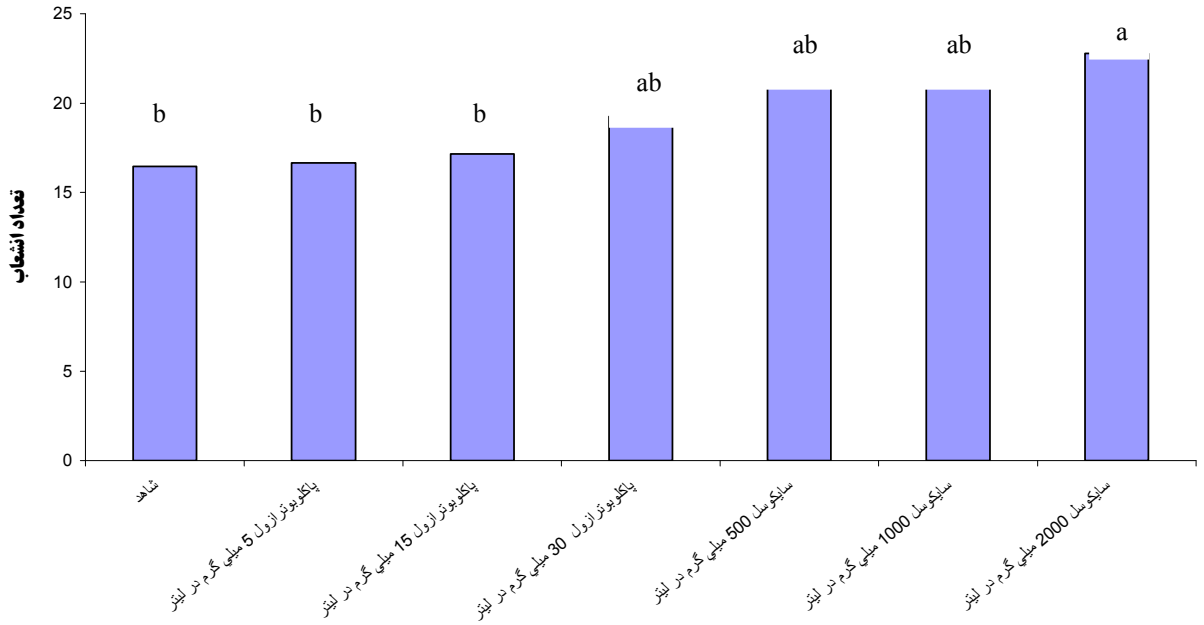
جدول۱. مقایسه میانگین صفات مربوط به اندام هوایی در غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول و سایکوسل

تیمار / صفات	شاهد	پاکلوبوترازول (میلی‌گرم در لیتر)			سایکوسل (میلی‌گرم در لیتر)		
		۵	۱۵	۳۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰
ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	۴۰/۵۳ a *	۳۷/۸۴ a	۳۵/۱۴ ab	۳۴/۲۴ ab	۳۷/۱۷ a	۲۸/۳۵ b	۲۸/۲۴ b
تعداد انشعاب	۱۳/۳۴ b	۱۳/۴۴ b	۱۳/۷۷ b	۱۴/۳۵ ab	۱۶/۵ ab	۱۶/۱۹ ab	۱۷/۷۱ a
طول انشعابات (سانتی‌متر)	۲۴/۲ a	۲۱/۷۲ ab	۲۱/۱۶ ab	۲۰/۳۵ abc	۲۱/۱۴ ab	۱۷/۸۶ bc	۱۶/۱۲ c
میزان نسبی کلروفیل برگ‌ها	۶/۶۴ b	۶/۹۸ b	۱۰/۱۴ ab	۱۲/۰۱ a	۷/۲۸ b	۸/۶۵ ab	۹/۵۷ ab
تعداد برگ	۷۲/۶۲ a	۷۶/۹۵ a	۷۴/۸۹ a	۷۸/۲۹ a	۸۰/۹۸ a	۷۳/۱۸ a	۷۹/۲ a
سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	۱۱۳/۸ a	۱۰۹۹/۲۷a	۱۰۹۲/۳۹a	۹۶۳/۰۴a	۸۳۱/۶۵a	۷۸۰/۲۴a	۷۶۵/۹۵a
تعداد گل	۵/۱۱ b	۵/۳ b	۵/۸۳ ab	۶/۴۷ ab	۶/۱۶ ab	۶/۳۴ ab	۷/۳۹ a
قطر گل (سانتی‌متر)	۷/۱۵ a	۶/۶۱ a	۷/۰۸ a	۷/۳۶ a	۷/۴۳ a	۷/۱۵ a	۷/۰۸ a
دوره گل‌دهی (روز)	۱۰۷/۰۴ a	۱۰۵/۲۹ a	۱۰۵/۲۹ a	۱۰۷/۶۶ a	۱۰۳/۵۴ a	۱۰۵/۲۹ a	۱۰۸/۷۵ a
میزان قند اندام هوایی (میلی‌گرم برگرم ماده خشک)	۵/۹۶ a	۵/۵۳ ab	۵/۴۶ ab	۵/۴۲ ab	۵/۲۳ a	۵/۲۱ ab	۴/۳۱ b

* : در هر ردیف میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌دار ندارند.

و۳۰/۳۲ درصدی ارتفاع گیاه نسبت به شاهد شدند (جدول ۱). شمارش تعداد انشعابات جانبی نیز نشان داد از بین همه تیمارها، فقط سایکوسل در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش معنی‌دار تعداد انشعابات نسبت به شاهد گردید (جدول ۱). شمارش تعداد انشعاب در پایان آزمایش نیز نشان داد تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل بیشترین تعداد انشعاب(۲۲ عدد) را ایجاد کرد (شکل ۱)

طول انشعابات نیز با روندی مشابه ارتفاع گیاه تحت تأثیر کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد کاهش یافت، به‌نحوی که کوتاه ترین انشعابات مربوط به کاربرد سایکوسل در غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود (جدول ۱). نتایج هم‌چنین نشان داد میزان نسبی کلروفیل برگ هر چند تحت تأثیر غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول و سایکوسل نسبت به شاهد افزایش یافت، اما فقط در تیمار ۳۰ میلی‌گرم در لیتر



شکل ۱. تأثیر غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول و سایکوسل بر تعداد انشعاب آهار در پایان دوره رشد گیاهان

پاکلوبوترازول این افزایش معنی‌دار بود (جدول ۱). کاربرد کند کننده‌های رشد اثر معنی‌داری بر تعداد و سطح برگ نداشت (جدول ۱).

شمارش تعداد گل نیز نشان داد از بین تیمارها تنها سایکوسل در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش معنی‌دار ۴۲/۶۶ درصدی تعداد گل نسبت به شاهد گردید. کند کننده‌های رشد تأثیر معنی‌داری بر قطر گل و طول دوره گل‌دهی نداشتند.

قند اندام هوایی نیز تنها با تیمار سایکوسل ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کاهش معنی‌دار یافت (جدول ۱).

صفات مربوط به ریشه

غلظت‌های ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم در لیترپاکلوبوترازول و ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل سبب کاهش معنی‌دار وزن تر ریشه نسبت به شاهد گردیدند (جدول ۲). کمترین وزن خشک ریشه نیز مربوط به کاربرد سایکوسل ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و کمترین تعداد وطول ریشه مربوط به غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل بود. هیچ کدام از تیمارها بر قطر ریشه و میزان قند ریشه تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲).

بحث

پاکلوبوترازول و سایکوسل از انواع کند کننده‌های رشد گیاهی می‌باشند که در بسیاری از گونه‌های گیاهی به‌منظور کاهش رشد رویشی مورد استفاده قرار گرفته اند (۱۰ و۲۸). در این پژوهش فقط کاربرد سایکوسل با کاهش ارتفاع، افزایش تعداد انشعاب و هم‌چنین کاهش طول انشعابات باعث پاکوتاهی و بوته‌ای شدن آهار شد. کارلویک و همکاران (۱۵) نیز کاهش ارتفاع داوودی در اثر محلول پاشی اندام هوایی با سایکوسل در غلظت‌های ۲۰۰۰، ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر را گزارش نمودند. در آزمایش‌های کرامر و بریدجن (۶) و لاتیمر (۱۷) نیز محلول پاشی اندام هوایی درختچه *Mussaenda* با غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و گل حنا و جعفری با غلظت‌های ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول تأثیر معنی‌داری بر کاهش ارتفاع نداشته است. تایاما و کارور (۳۱) نیز عدم تأثیر محلول پاشی اندام هوایی با پاکلوبوترازول بر ارتفاع شمعدانی را گزارش کرده‌اند در حالی که در آزمایش آنها کاربرد خاکی

جدول ۲. مقایسه میانگین صفات مربوط به ریشه در غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول و سایکوسل

تیمار / صفات	شاهد	پاکلوبوترازول (میلی‌گرم در لیتر)			سایکوسل (میلی‌گرم در لیتر)		
		۵	۱۵	۳۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰
وزن تر ریشه (گرم)	۱۷/۷ a *	۱۳/۷۷ abc	۱۳/۱۶ bc	۱۰/۷۸ dc	۱۶/۲۵ ab	۱۱/۹۴ dc	۸/۵۸ d
وزن خشک ریشه (گرم)	۱۱/۵۱ a	۴/۲۳ b	۴/۱۹ b	۳/۸۲ bc	۱۰/۸۳ a	۳/۴۶ bc	۲/۵۵ c
تعداد ریشه	۵۳۷۴۱ a	a۴۶۷۴۴	a۴۲۷۹۹	۳۷۸۶۸ ab	ab۳۶۰۸۱	b۲۳۲۶۹	۲۰۱۹۱ b
طول ریشه (میلی‌متر)	۱۲۴۷۵ a	۱۰۳۶۱ ab	۱۰۱۱۵ ab	۸۹۵۴ ab	۱۱۱۳۸ ab	۵۶۶۸ b	۵۳۳۲ b
قطر ریشه (میلی‌متر)	۲/۵۷ a	۲/۶ a	۲/۷۸ a	۲/۸۱ a	۲/۶۳ a	۲/۶۶ a	۲/۷۱ a
قند ریشه (میلی‌گرم برگرم ماده خشک)	۵/۷۱ a	۵/۵۷ a	۵/۵۹ a	۵/۶۵ a	۵/۳۱ a	۵/۴۱ a	۵/۷۸ a

*: در هر ردیف میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌دار ندارند.

پاکلوبوترازول سبب کاهش ارتفاع گردید. در کاربرد خاکی، پاکلوبوترازول به‌راحتی جذب ریشه شده و از سنتز جیبرلین جلوگیری می‌کند (۶). در این روش پاکلوبوترازول به‌آسانی از طریق آوند چوبی منتقل می‌شود، ولی زمانی که پاکلوبوترازول از طریق محلول پاشی اندام هوایی جذب می‌شود باید حداقل تا رسیدن به ساقه، از طریق آوندهای آبکش منتقل شود و بعد از آن امکان ورود پاکلوبوترازول به آوندهای چوبی فراهم می‌شود(۲). بنابراین، در این پژوهش کاهش و یا عدم تأثیر پاکلوبوترازول بر ویژگی‌های اندام هوایی، ممکن است در اثر انتقال ضعیف این ترکیب از آوند آبکش به آوند چوب باشد. در مورد کاربرد کند کننده‌های رشد باید به این مسأله توجه داشت که علاوه بر نوع کندکننده رشد عواملی همچون نوع گیاه، غلظت کندکننده، زمان و تعداد دفعات کاربرد بر ارتفاع گیاه تأثیرگذار هستند(۶). این احتمال نیز وجود دارد که دلیل عدم تأثیر پاکلوبوترازول به‌خاطر غلظت‌های پایین آن بوده است. در آزمایش گیانفاگنا و وولستر (۱۰) نیز غلظت‌های پایین پاکلوبوترازول تأثیری بر ارتفاع سوسن شرقی نداشتند در حالی که افزایش غلظت باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع گردید. در این پژوهش کاربرد سایکوسل هم‌چنین سبب افزایش تعداد وکاهش طول انشعابات شد. نتایج آزمایش رید و همکاران (۲۴) نیز نشان داد که تعداد انشعاب گل جعفری در اثر سایکوسل افزایش یافت. ممکن است افزایش مقدار سیتوکینین در اثر کاربرد کندکننده‌ها، دلیل افزایش تعداد انشعاب باشد(۹). پژوهش‌های مختلف نیز بیانگر این است که تریازول‌ها کمتر بر تعداد انشعاب تأثیرگذار هستند (۷). در آزمایش روسنی پینتو و همکاران (۲۵) سایکوسل و پاکلوبوترازول طول انشعابات آهار را کاهش دادند. به‌نظر می‌رسد در این پژوهش، عدم تأثیر پاکلوبوترازول بر کاهش معنی‌دار طول انشعابات پایین بودن

غلظت‌های کاربردی باشد.

در تحقیق حاضر بیشترین میزان نسبی کلروفیل برگ در تیمار ۳۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول مشاهده گردید. به‌طور کلی، کند کننده‌های رشد باعث افزایش کلروفیل برگ‌ها می‌شوند (۸ و ۲۵). به‌نظر می‌رسد علت افزایش میزان کلروفیل، تأثیر کندکننده‌های رشد بر افزایش سنتز کلروفیل در نتیجه افزایش میزان سیتوکینین باشد(۱۳). گزارش‌های روسنی پینتو و همکاران (۲۵) و کیور و کوکس (۱۶) نیز نشان می‌دهد پاکلوبوترازول سبب افزایش میزان کلروفیل می‌گردد. سایکوسل در آزمایش‌های شانکس (۲۹) و سمنیوک و تایلور (۲۸) بر روی ختمی چینی و شمعدانی نیز سبب افزایش میزان کلروفیل گردید.

تعداد و سطح برگ تحت تأثیر هیچ یک از تیمارها قرار نگرفتند. آزمایش روسنی پنیتو و همکاران (۲۵) روی رقم 'لی‌لی‌پوت' آهار نیز نشان داد تعداد برگ تحت تأثیر کاربرد سایکوسل و پاکلوبوترازول قرار نمی‌گیرد. به احتمال چنان چه کندکننده‌ها نتوانند فعالیت مریستم زیر انتهایی را کاهش دهند، آغازیدن برگ، تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد (۲۵). در آزمایش روسنی پینتو و همکاران (۲۵) پاکلوبوترازول و سایکوسل تأثیر معنی‌داری بر کاهش سطح برگ آهار رقم 'لی‌لی‌پوت' نداشتند که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. با توجه به نتایج هر دو آزمایش که روی آهار انجام شده به‌نظر می‌رسد پاکلوبوترازول و سایکوسل در آهار تأثیری بر سطح برگ ندارند.

تعداد گل نیز تنها تحت تأثیر سایکوسل در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت. ماتسوکیس وکرونوپولوسرلی (۲۲)، نیز افزایش تعداد گل شاه پسند درختی را در اثر کاربرد سایکوسل مشاهده کردند. ترکیبات تریازولی همچون پاکلوبوترازول تأثیری بر تعداد گل در گیاهان علفی ندارند (۷). تأثیر کندکننده‌های رشد بر قطر گل نیز به تعداد دفعات استفاده از کند کننده‌ها، شرایط محیطی، حساسیت رقم به کند کننده و روش کاربرد بستگی دارد (۲۵). در آزمایش السن و اندرسون (۲۳)، محلول‌پاشی اندام هوایی گیاه "calypso" *Osteospermum ecklonis*. با پاکلوبوترازول ۳۲ میلی‌گرم در لیتر و سایکوسل ۲۸۵ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش قطر گل گردید. این در حالی است که گیلبرتز (۱۲) کاهش قطر گل داوودی در اثر محلول‌پاشی اندام هوایی با پاکلوبوترازول در غلظت‌های ۳۰ و ۶۰ میلی‌گرم در لیتر را گزارش کرد. نتایج آزمایش روسنی پینتو و همکاران (۲۵) نیز عدم تأثیر کاربرد سایکوسل و پاکلوبوترازول بر قطر گل آهار رقم لی‌لی‌پوت' را نشان داد که با نتایج این آزمایش مشابه می‌باشد. دوره گل‌دهی نیز تحت تأثیر ترکیبات تریازولی همچون پاکلوبوترازول قرار نمی‌گیرد (۷). گزارش‌های گیانفاگنا و وولستر (۱۰ و ۱۱) و کوکس و کیور (۵) عدم تأثیر پاکلوبوترازول بر دوره گل‌دهی سوسن شرقی، فریزیا و شمعدانی را نشان دادند. البته در برخی موارد نتایج متفاوت نیز مشاهده شده است. به‌طوری که در آزمایش هامید و ویلیامز (۱۴)، پاکلوبوترازول سبب افزایش دوره گل‌دهی *Swainsona formosa* گردید. در آزمایش کرامر و بریدجن (۶) محلول پاشی اندام هوایی درختچه *Mussaenda* با پاکلوبوترازول، باعث تأخیر در گل‌دهی و کاهش دوره گل‌دهی شد، هم‌چنین در آزمایش الخاساونه و همکاران (۱) دوره گل‌دهی زنبق سیاه، تحت تأثیر سایکوسل قرار نگرفت.

در آزمایش هامید و ویلیامز (۱۴) محلول پا شی اندام هوایی *Swainsona formosa* با پاکلوبوترازول، وزن تر ریشه را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. در آزمایش لاتیمر (۱۷) نیز محلول‌پاشی اندام هوایی گل حنا و جعفری با پاکلوبوترازول باعث کاهش وزن خشک ریشه شد.

در این پژوهش، تنها تیمارهای سایکوسل ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تعداد و طول ریشه را به‌طور معنی‌دار کاهش دادند. به‌طور کلی ترکیبات تریازولی سبب کاهش طول ریشه می‌شوند (۷). ویلیامسون و کاستون (۳۴) نیز کاهش طول ریشه هلو در اثر پاکلوبوترازول و عدم تأثیر آن بر تعداد ریشه را گزارش کردند.

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، تیمارهای مختلف

تأثیری بر قطر ریشه و میزان قند ریشه نداشتند. در مورد تأثیر پاکلوبوترازول بر صفات مربوط به ریشه گزارش‌های اندکی موجود است. این گزارش‌ها نشان می‌دهد تأثیر پاکلوبوترازول بر ریشه بین گونه‌های مختلف گیاهی متفاوت است (۳۳).

افزایش غلظت پاکلوبوترازول سبب انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ‌ها به ریشه‌ها می‌شود (۳۲). سایکوسل نیز با کاهش رشد اندام هوایی، کربوهیدرات بیشتری را به ریشه منتقل مکند (۱۸). میزان قند اندام هوایی فقط تحت تأثیر تیمار سایکوسل ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کاهش معنی‌دار نسبت به شاهد نشان داد. در تیمار شاهد نسبت میزان قند اندام هوایی به‌میزان قند ریشه ۱/۰۴ بود که حاکی از بیشتر بودن میزان قند اندام هوایی نسبت به ریشه است، در سایر تیمارها، در نتیجه کاهش قند اندام هوایی این نسبت کمتر بود به‌طوری که در تیمار سایکوسل ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر این نسبت به ۰/۷۴ کاهش یافت. با توجه به نتایج به‌دست آمده به‌نظر می‌رسد به غلظت‌های بالاتری از این دو ماده جهت افزایش میزان قند ریشه نسبت به شاهد نیاز باشد. در آزمایش‌های وانگ و همکاران (۳۲) و بالامانی و پووایا (۳) نیز پاکلوبوترازول بر مقدار ساکاروز، گلوکز و فروکتوز اندام‌های هوایی سیب و سیب‌زمینی بی‌تأثیر بوده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده، کاربرد پاکلوبوترازول و سایکوسل بر رشد رویشی و گل‌دهی گیاه آهار موثر است. تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل، ضمن کاهش ارتفاع گیاه باعث افزایش تعداد گل و تعداد انشعاب شد اگر چه طول انشعابات در این تیمار کم شده ولی گیاهان با ارتفاع کمتر سطح بیشتری را پوشش دادند. بنابر این استفاده از سایکوسل با غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر جهت کوتاه کردن و بهبود ویژگی‌های کیفی گیاه آهار پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

بخشی از هزینه‌های اجرای این پژوهش توسط سازمان پارک‌ها و فضای سبز تأمین گردیده است که بدین وسیله تشکر می‌گردد.

منابع مورد استفاده

1. AL-Khassawneh, N. M., N. S. Karam and R. A. Shibli. 2006. Growth and flowering of black iris (*Iris nigricans* Dinsm.) following treatment with plant growth regulators. Sci. Hort. 107: 187-193.
2. Barrett, J. E. and C.A. Bartuska. 1982. PP333 effects on stem elongation dependent on site of application. Hortscienc 17: 737-738.
3. Balamani, V. and B.W.Poovaiah. 1985. Retardation of shoot growth and promotion of tuber growth of potato plants by paclobutrazol. Amer. Pot. J. 62: 363-369.
4. Catchey, H. M. 1964. Physiology of growth retarding chemicals. Annu. Rev. Plant Physiol. 15: 271-302.
5. Cox, D. A. and G. J. Keever. 1988. Paclobutrazol inhibits growth of zinnia and geranium. HortScience 23: 1029-1030.
6. Cramer, C. S. and M. P. Bridgen. 1998. Growth regulator effects on plant height of potted *Mussaenda* Qeen Sirikit. HortScience 33: 78-81.
7. Davis. T. D., G. L. Steffens and N. Sankhla. 1988. Triazole plant growth regulators. Hort. Rev. 10: 63-105.
8. Dole, J. M. and H. F. Wilkins. 2005. Floriculture: Principles and Species. Prentice Hall, USA.
9. Fletcher, R., A. Gilley, N. Sankhla and T.D. Davis. 2000. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. Hort. Rev. 24: 55-138.
10. Gianfagna,T.J and G. J. Wulster. 1986. Comparative effects of Ancymidol and Paclobutrazol on easter lily. HortScience 21: 463-464.
11. Gianfagna,T. J. and G. J. Wulster. 1986. Growth retardants as an aid to adapting freesia to pot culture. HortScience 21: 263-264.
12. Gilbertz, D.A. 1992. Chrysanthemum response to timing of paclobutrazol and uniconazole sprays. HortScience 27: 322-323.
13. Gopi, R., R. Sridharan, R. Somasundaram, G. M. Alagu lakshmanan and R. Panneerselvam. 2005. Growth and

photosynthetic characteristics as affected by triazoles in *Amorphophallus campanulatus*. Gen. Appl. Plant Physiol. l31: 171-180.
14. Hamid, M. M. and R. R. Williams. 1997. Effect of different types and concentrations of plant growth retardants on Sturt' sdesert pea (*Swainsona formosa*) Sci. Hort. 71: 79-85
15. Karlovic, K., I. Vrsek, Z. Sindrak and V. Zidovec. 2004. Influence of growth regulators on the height and number of inflorescence shoots in the chrtysanthemum cultivar Revert. Agric. Conspec. Sci. 69: 63-66.
16. Keever, G. J. and D. A. Cox. 1989. Growth inhibition in marigold following drench and foliar- applied paclobutrazol. HortScience 24: 390.
17. Latimer, J.G. 1991. Growth retardants affect landscape performance of zinnia, impatiens, and marigold. HortScience 26: 557-560.
18. Leclerc.M., C. D. Caldwell and R. R. Lade. 2006. Effect of plant growth regulators on propagule formation in *Hemerocallis* spp. and *Hosta* spp. HortScience 47: 651-653.
19. Magnitskiy, S.V., C. C. Pasian, M. A. Bennett and J. D. Metzger. 2006. Controlling plug height of verbena, celosia, and pansy by treating seeds with paclobutrazol. HortScienc 47: 158-167.
20. Malik, C. P. and M. B. Singh. 1980. Plant Enzymology and Histo- Enzymology- a Text Manual. Kalyani Pub., New Delhi, India.
21. Mcdonald, E. 2002. The 400 Best Garden Plants. Quantum Pub., London.
22. Matsoukis, A. and A. Chronopoulou- Sereli. 1998. Interaction of chlormequat chloride and photosynthetic photon flux on the growth and flowering of *Lantana camara* subsp. *camara*. Phytochem. Anal. 12: 58-63.
23. Olsen, W.W and A. S. Andersen. 1995. The influence of five growth retardants on growth and post production qualities of O*steospermum ecklonis* cv.' *calypso*'. Sci. Hort. 62: 263- 270.
24. Read, P. E., V. L. Herman and D. A.Heng. 1974. Slow- release chlormequat: a new concept in plant growth regulators. HortScience 9: 55-57.
25. Rossini pinto, A. C., T.d. J.D. Rodrigues, I. C. Leits and J. C. Barbosa. 2005. Growth retardants on development and ornamental quality of potted.' *Liliput*' *Zinnia elegans* JACQ. Sci. Agric. 62 : 337- 345.
26. Sachs, R.M. and W. P. Hackett. 1972. Chemical inhibition of plant height. HortScience 7: 440-447.
27. Sanderson, K. C. 1973. Screening chemicals for controlling growth and flowering of *Forsythia intermedia* zabel. HortScience 8: 477-479.
28. Semeniuk, P. and R. Taylor. 1970. Effects of growth retardants on growth of geranium seedlings and flowering. HortScience 5: 393-394.
29. Shanks, J. B. 1972. Chemical control of growth and flowering in Hibiscus. HortScience 7: 574.
30. Swarup, V. 2003. Garden Flowers. Director, National Book Trust, India.
31. Tayama, H. K. and S. A. Carver. 1990. Zonal geranium growth and flowering responses to six growth regulators. HortScience 25: 82-83.
32. Wang, S. Y., J. K. Byun, G. L. Steffens. 1985. Controlling plant growth via the gibberellin biosynthesis system –II. Biochemical and physiological alterations in apple seedlings. Physiol. Plant 63: 169-175.
33. Whipker, B. E., R. T. Eddy, F. Heraux and P. A. Hammer. 1995. Chemical growth retatdants for height control of pot Asters. HortSceince 30: 1309.
34. Williamson, J.G., D. C. Coston and L.W. Grims. 1986. Growth responses of peach roots and shoots to soil and foliar-applied paclobutrazol. HortScience 21:1001-1003.