

اثر کاربرد پاکلوبوترازول بر رشد رویشی و زایشی زردآلوی رقم 'لاسجردی'^۱

EFFECTS OF PACLOBUTRAZOL APPLICATION ON VEGETATIVE AND GENERATIVE GROWTH OF 'LASJERDY' APRICOT

علی اکبر صدیقی، غلامحسین داوری نژاد، مجید عزیزی و جواد آروین^۲

چکیده

در این پژوهش پاکلوبوترازول در ۴ غلظت ۰، ۱، ۱/۵ و ۲/۵ گرم ماده موثر برای هر درخت هنگام تمایز جوانه‌ها (تیرماه) به صورت کاربرد خاکی در سال های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ روی زردآلوی رقم 'لاسجردی' استفاده شد. صفت های مورد بررسی شامل دوره گل‌دهی، باروری، ویژگی های کمی میوه و رشد رویشی بودند. بر اساس نتایج به دست آمده شروع گلدهی در همه تیمارها نسبت به شاهد یک تا دو روز زودتر آغاز شد. در ویژگی های کمی میوه شامل طول میوه، طول هسته، حجم و وزن میوه در اثر اعمال تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده نشد، در حالی که عرض میوه و عرض هسته در تیمار کاربرد پاکلوبوترازول به صورت معنی‌داری افزایش یافت و باعث تغییر فرم میوه به حالت کروی‌تر گردید. درصد تشکیل میوه اولیه در تیمارهای پاکلوبوترازول به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت. همچنین مقدار رشد رویشی سرشاخه‌ها بسته به نوع تیمار پاکلوبوترازول ۴۰ تا ۵۰٪ نسبت به شاهد کاهش معنی دار داشت. واژه های کلیدی: پاکلوبوترازول، تشکیل میوه، زردآلو، شاخص گلدهی.

مقدمه

زردآلو با دارا بودن مقادیر زیادی پتاسیم و ویتامین های مختلف مثل ویتامین A، فسفر و حدود ۱۹ اسید آمینه دارای ارزش تغذیه ای بالایی در میان میوه ها می باشد (۲۸). افزایش عملکرد و کیفیت محصول یکی از فاکتورهای مهم در تولید اقتصادی زردآلو می باشد. پاکلوبوترازول^۲ که یک تریازول^۳ است در اوائل دهه ۱۹۸۰ توسط شرکت (آی. سی آی) انگلیس ساخته و مورد استفاده قرار گرفت، اثرهای بیولوژیکی کاربرد پاکلوبوترازول در واقع ناشی از کاهش جیبرلین داخلی در گیاه است. بر اساس گزارش های (۵، ۷، ۱۱، ۱۴، ۱۸، ۲۱) پاکلوبوترازول با ممانعت از اکسیداسیون کائورن^۴ به کائور نوئیک اسید^۵ در مسیر بیوسنتز جیبرلیک اسید اختلال ایجاد کرده، مانع تشکیل آن می شود.

پاکلوبوترازول اثرهای مفیدی روی ویژگی های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گونه‌های مختلف درختان میوه دارد. بارزترین ویژگی مورفولوژیکی کاربرد آن کاهش رشد رویشی است و به دنبال آن با تغییر در نحوه توزیع مواد به دست آمده از فتوسنتز سبب هدایت این مواد به سمت نقاط زایشی می شود در نتیجه جوانه گل بیشتری تشکیل شده و به دنبال آن رشد و تشکیل میوه افزایش می یابد (۱۶). به طور کلی اثر تریازول ها سبب کاهش رشد رویشی و کاهش رقابت بین اندام های رویشی و زایشی بر سر مواد فتوسنتزی می شود. بیشتر

تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۱/۲۳

تاریخ دریافت: ۸۷/۹/۲۶

۱- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیاران گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و دانشیار گروه

علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه باهنر کرمان، کرمان، جمهوری اسلامی ایران.

۶- Kaurenoic

۵- Kaurene

۴- Triazol

Paclobutrazol

گزارش های موجود حاکی از افزایش درصد میوه دهی و گل انگیزی با تیمار پاکلوبوترازول هستند هر چند که در تعدادی از آن ها اثر این تنظیم کننده رشد در این زمینه معنی دار نبوده است. استفتان و همکاران (۲۳) در سبب رقم 'گالا' کاهش محصول را گزارش کردند.

کاربرد این تنظیم کننده رشد به صورت خاکی نسبت به محلول پاشی اثر بیشتری در کاهش رشد شاخه، ارتفاع گیاه، طول میانگره ها و رشد شاخه های جانبی درختان انبه رقم 'بلانکو' داشته است (۳۰). پاکلوبوترازول می تواند به صورت محلولپاشی روی تاج درخت یا خیساندن سطح خاک یا کاربرد در شیارهای تنه درخت استفاده شود. بهترین نتیجه وقتی به دست آمده است که کاربرد به صورت خیساندن سطح خاک در منطقه ریشه بوده است. پاکلوبوترازول به صورت گسترده ای به عنوان یک بازدارنده رشد و موثر بر انگیزش گلدهی و کاهش طول شاخه در سبب و گلابی (۳۱) و کاهش طول شاخه در سبب (۲۴، ۲۵)، در مرکبات (۲) و در هلو (۱۰) گزارش شده است. با کاربرد پاکلوبوترازول تعداد شاخه در آلبالو کاهش یافته است. پاکلوبوترازول اثر مشابهی روی رشد شاخه در سایر درختان میوه دارد و باعث کاهش طول شاخه در زردآلو، گیلاس، شلیل، هلو و آلو می گردد (۶، ۱۰). (ارن، ۱۹۸۶). تریازول ها فتوسنتزی را از برگ ها به نفع ریشه تغییر می دهند و همچنین جذب مواد را در تغذیه گیاهی دستخوش تغییر می کنند (۹). ارزانی (۳) گزارش کرد که کاهش فعالیت انتهایی شاخه به عنوان مخزن جذب کربوهیدرات به وسیله تیمار پاکلوبوترازول اجازه می دهد که کربوهیدرات بیشتری به میوه ها اختصاص یابد. فلچر و همکاران (۱۱) گزارش کردند که کاهش رشد رویشی حاصل از تیمار پاکلوبوترازول سبب کاهش تقاضا برای مواد فتوسنتزی توسط شاخه های جوان می شود و این موضوع سبب کاهش رقابت بین رشد زایشی و رویشی شده و میزان محصول افزایش می یابد. با وجود کاهش ۴۰ تا ۵۰٪ رشد شاخه ها، اندازه میوه ها در هلو، شلیل و زرد آلو بدون تغییر بوده است. ارزانی (۳)، کوستا و همکاران، (۶)، (۱۰)، جرج و نیسن (۱۳) و منزیس و همکاران (۱۹) نشان دادند که پاکلوبوترازول به همراه کوددهی مناسب نیتروژن دار به طور معنی داری مواد جامد محلول (بریکس) را ۱۰ تا ۱۵٪ افزایش داده و کاهش در اندازه میوه را با افزایش محصول جبران کرده است. اثرهای فیزیولوژیک پاکلوبوترازول به دلیل تغییر توازن هورمون های درونی گیاه می باشد که موجب تغییر در زمان شکوفایی گل ها و جوانه های برگی و رسیدن میوه ها می گردد. پروبستیگ و میل (۲۰) گزارش کردند که کاربرد این ترکیب بر روی هلو، زردآلو و گیلاس باعث شد که اولین تاریخ شکوفه دهی ۱-۲ روز به جلو بیفتد، لیو و همکاران (۱۷) گزارش دادند که محلول پاشی درختان زردآلوی رقم 'گوانگ دونگ' با پاکلوبوترازول زمان گلدهی را ۲۰-۱۴ روز به تاخیر انداخت و سبب افزایش میوه دهی شد.

مواد و روش ها

این پژوهش در سال ۸۴-۸۵ در باغ امام رضا (ع) متعلق به آستان قدس رضوی در مشهد و روی زرد آلوی رقم 'لاسجردی' ۲۵ ساله در قالب طرح آماری بلوک های کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. دلیل انتخاب این رقم حساسیت شدید آن به سرمای بهاره بود. پاکلوبوترازول در ۴ غلظت: شاهد (آب)، ۱، ۱/۵ و ۲/۵ گرم ماده مؤثر برای هر درخت به کار رفت. به منظور ارزیابی اثرهای پاکلوبوترازول، شاخص های گلدهی، درصد تشکیل میوه و رشد سال جاری مورد نظر اندازه گیری شدند. زمان کاربرد پاکلوبوترازول بعد از زمان برداشت و اوایل زمان تشکیل جوانه های گل در تیره ماه بود. محلول پاکلوبوترازول در شعاع ۱ تا ۱/۵ متری اطراف تنه

درخت در عمق ۱۰-۵ سانتی متری سطح خاک پخش شد. سپس هر درخت با حدود ۲۰۰ لیتر آب آبیاری شد. بافت خاک سندی لوم^۱ با اسیدیته ۷/۹ بود.

فنولوژی گل دهی

به منظور مطالعه روند گلدهی، قبل از باز شدن گل ها و در مرحله بالون یک درخت سالم و قوی انتخاب و روی آن ۴ شاخه در ۴ جهت درخت که هر شاخه دارای حدود ۱۰۰ گل بود انتخاب و علامتگذاری شد. هر روز بین ساعت های ۱۰ تا ۱۲ گل ها به طور دقیق مورد بازدید واقع و تعداد غنچه، تعداد گل های باز شده و تعداد گل هایی که کلاله آن ها به قهوه ای تغییر رنگ داده بود بایک لوپ قوی مشاهده و شمارش شدند. رشد سال جاری شاخه ها با انتخاب ۴ تا ۵ شاخه در قسمت میانی ارتفاع تاج هر درخت اندازه گیری شد. ویژگی های میوه دهی، تراکم میوه در طول شاخه و درصد تشکیل میوه اولیه و نهایی مورد ارزیابی قرار گرفت. صفات اندازه گیری شده توسط نرم افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل واقع و میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

در جدول شماره ۱ اثر تیمارهای پکلبوترازول بر ویژگی های فیزیکی میوه زردآلو مشاهده می شود که تیمارهای به کار برده شده نتوانسته است طول، قطر و حجم میوه، قطر گوشت، قطر هسته و نسبت گوشت به هسته را به طور معنی داری تغییر دهد، با این وجود قطر و گوشت میوه در تیمار یک گرم بیشتر بود. قطر هسته در تیمار ۲/۵ گرم بیشتر از سایر تیمارها بود. حجم میوه در بین تیمارها معنی دار نبود. و بیشترین حجم میوه را تیمار ۱ گرم و کمترین حجم را تیمار ۱/۵ گرم دارا بود در حالی که اندازه عرض میوه در تیمار ۱ گرم پکلبوترازول تفاوت معنی داری نسبت به شاهد داشت. بیشترین عرض هسته (۱/۸۱ سانتیمتر) در تیمار ۲/۵ گرم پکلبوترازول مشاهده شد که به طور معنی داری نسبت به شاهد افزایش یافته بود.

توجه به فاکتورهای طول، عرض، قطر و وزن میوه نشان می دهد که در تیمار ۱ گرم پکلبوترازول میوه های درشت تر و کروی تری تولید شد. در حالی که تیمار ۱/۵ و ۲/۵ گرم پکلبوترازول نسبت به شاهد میوه های کوچکتری را تولید کردند. در مجموع می توان گفت تیمارهای پکلبوترازول نسبت به تیمار شاهد باعث تغییر فرم میوه به حالت کروی تر شدند.

ارزانی (۳)، کوستا (۶) و ارز (۱۰) گزارش کردند که ویژگی های فیزیکی میوه، به ویژه اندازه میوه در هسته دارها تحت تاثیر پکلبوترازول قرار نمی گیرد. همچنین اسوبودا^۲ (۲۷) اظهار داشت که پکلبوترازول روی قطر عرضی میوه زردآلوی رقم 'لژونا' اثری ندارد. گزارش ارزانی (۱۹۹۴) که بیان داشت، کاهش فعالیت انتهایی شاخه به عنوان مخزن جذب هیدرات به وسیله تیمار پکلبوترازول اجازه می دهد که کربوهیدرات بیشتری به میوه ها اختصاص یابد، همچنین گزارش فلچر و همکاران (۱۱) مبنی بر اینکه کاهش رشد رویشی حاصل از تیمار پکلبوترازول سبب کاهش تقاضا برای مواد فتوسنتزی توسط شاخه های جوان می شود و این موضوع سبب کاهش رقابت بین رشد زایشی و رویشی شده و میزان محصول افزایش می یابد، می توان گفت به دلیل کاربرد حاکی پکلبوترازول و استقرار آن در آوندهای چوبی تنه، اثر بازدارندگی آن در سننژ جیبرلین می باشد که با توجه به نقش جیبرلین در افزایش تقسیم یاخته ای و رشد گیاه، کاربرد پکلبوترازول باعث محدودیت در رشد

اندام های رویشی می شود. و اندازه میوه با وجود کاهش سطح حیرالین درونی گیاه تحت تاثیر پاکلوبوترازول تغییر قابل توجهی نکرده است. تاثیر پاکلوبوترازول بر اندازه میوه، به صورت غیر مستقیم بوده است. چون روند منطقی بین تیمارها بر اساس میزان پاکلوبوترازول دیده نمی شود، ولی با توجه به گزارش ارزانی (۳) و فلچر و همکاران (۱۱) می توان گفت کاهش رقابت بین رشد رویشی و رویشی و اختصاص کربوهیدرات بیشتر به میوه ها سبب افزایش محصول گردیده و با ایجاد رقابت بین آن ها تغییراتی را در شکل نهایی سبب شده است، بر این اساس کروی تر بودن میوه در تیمار پاکلوبوترازول به دلیل بالا بودن میزان تشکیل میوه در این تیمارها می باشد.

جدول ۱- اثر پاکلوبوترازول بر برخی ویژگی های فیزیکی میوه زردآلو رقم 'لاسجردی'.

Table 1. Effect of paclobutrazol treatments on physical characteristics of fruit of 'Lasjerdy' apricot cultivar.

پاکلوبوترازول (گرم در درخت)				تیمار صفات Characteristic
2/5	1/5	1	0	
4.217a	4.077a	4.237a	4.16a	طول میوه (cm) Fruit length
3.940ab	3.757b	4.030a	3.750b	عرض میوه (cm) Fruit width
3.327a	3.240 a	3.483a	3.363a	قطر میوه (cm) Fruit diameter
31.96ab	28.71b	34.76 a	29.76b	وزن میوه (g) Fruit weight
2.537a	2.483a	2.493a	2.470a	طول هسته (cm) Seed length
1.810a	1.743bc	1.800ab	1.713c	عرض هسته (cm) Seed width
1.340a	1.240a	1.247a	1.273a	قطر هسته (cm) Seed diameter
2.407a	2.227ab	2.310ab	2.157b	وزن هسته (g) Seed weight
1.983a	1.997a	2.233a	2.023a	قطر گوشت (cm) Pericarp diameter
32.72a	29.82a	35.86a	30.83a	حجم میوه (cm ³) Fruit volume
0.8967b	0.8767b	0.8833 b	0.9832a	قطر شاخه (cm) Branch diameter
1.507a	1.613a	1.793a	1.627a	نسبت گوشت به هسته Flesh/pith

Means in each row with the same letter has no significant difference at 5 % probability-using DNMRT.

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشابه هستند با هم اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ با آزمون دانکن ندارند.

مغایر با نتایج به دست آمده از پژوهش های ارزانی (۳)، کوستا (۶) و آرز (۱۰) که اظهار داشتند، ماده بازدارنده رشد، پاکلوبوترازول میانگین وزن میوه را افزایش داده است، نتایج این آزمایش روند منطقی از افزایش وزن هر میوه تحت تاثیر کاربرد مقادیر بیشتر پاکلوبوترازول را نشان نمی دهد.

درصد تشکیل میوه نهایی (Fruit set) در شکل ۱ نشان داده شده است بر اساس جداول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها، درصد تشکیل میوه در سطح ۵٪ بین تیمارهای شاهد و تیمار ۱ گرم پاکلوبوترازول اختلاف معنی داری نداشت. ولی تیمارهای پاکلوبوترازول ۱/۵ گرم و ۲/۵ گرم ماده موثره برای هر درخت از نظر درصد تشکیل میوه در سطح بالاتری نسبت به تیمار شاهد بودند. این اختلاف معنی دار بود.

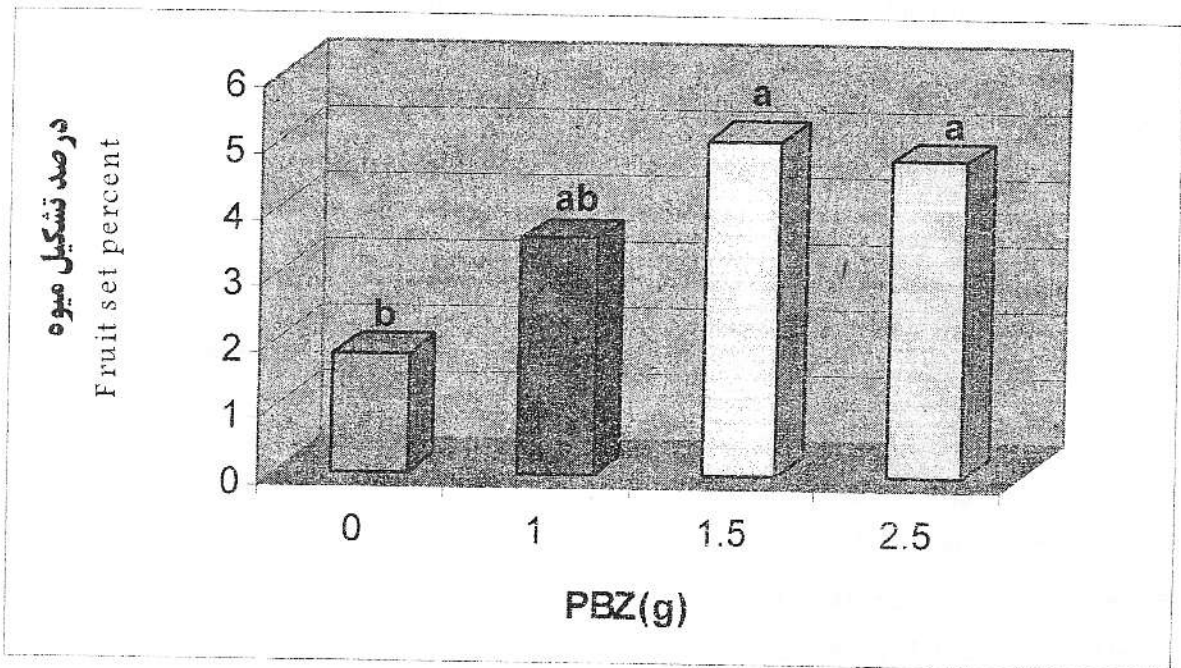


Fig. 1. Effect of paclobutrazol treatments on the percentage of final fruit set. Means in each column with the same letters are not significantly different at 5% probability using DNMRT.

شکل ۱- اثر پاکلوبوترازول بر درصد میوه نهایی. ستون هایی که دارای حروف مشترک هستند از نظر آماری در سطح ۵٪ با آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

شکل ۲ نشان دهنده عملکرد درخت بر اساس سطح مقطع شاخه است. مقادیر متفاوت پاکلوبوترازول به طور معنی داری باعث افزایش عملکرد میوه در درخت شده است. این نتایج با یافته های جرج و هایک (۱۲) مطابقت دارد، آنان مشاهده کردند که محصول درختان میوه هسته دار ۲۵٪ بازدهی اقتصادی بیشتری داشت. بدین طریق که پاکلوبوترازول رقابت بین میوه و رشد رویشی را کاهش می دهد. جرج و نیسن (۱۳) و منزیس و همکاران (۱۹) نیز نشان دادند پاکلوبوترازول به همراه کود دهی مناسب نیتروژن دار به طور معنی داری مواد جامد محلول (بریکس) را ۱۰ تا ۱۵٪ افزایش داد و کاهشی که در اندازه میوه دیده شد با افزایش بار محصول جبران گردید.

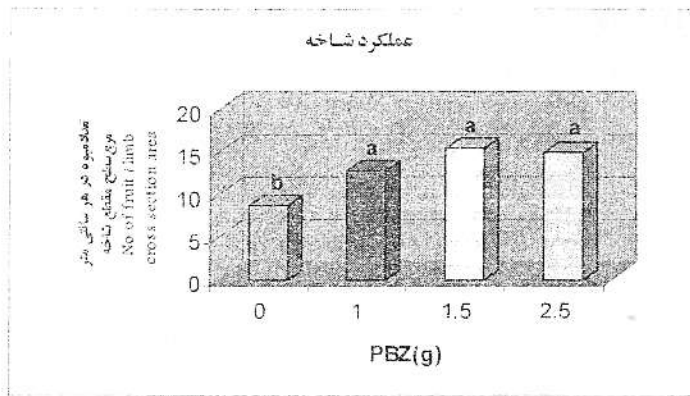


Fig. 2. Effects of paclobutrazol on yield efficiency on the basis of trunk cross section area (TCSA) of branches. Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% probability level using DNMRT.

شکل ۲- اثر پاکلوبوترازول بر میانگین عملکرد در سطح مقطع شاخه. ستون هایی که دارای حروف مشترک هستند از نظر آماری در سطح ۵٪ با آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

تاثیر تیمارها بر طول شاخه فصل جاری معنی دار بود (شکل ۳). طول شاخه فصل جاری در تیمارهای پاکلوبوترازول نسبت به شاهد کمتر بود به طوری که کمترین طول شاخه (۸۲/۰۸ سانتیمتر) در تیمار ۲/۵ گرم پاکلوبوترازول و بیشترین طول شاخه (۱۶۳/۵ سانتیمتر) در تیمار شاهد مشاهده شد. بین تیمارهای پاکلوبوترازول از این نظر تفاوت معنی داری وجود نداشت (شکل ۳).

نتایج این آزمایش با یافته‌های کاو و زانگ (۸)، روی درختان هلو، ارزانی (۳)، لهن و همکاران (۱۵) در مورد درخت سیب، کری و همکاران (۷) در مورد هلو و آلو و سینق و باتاچرجی (۲۲) روی انبه مطابقت دارد که همگی نشان از کاهش رشد شاخه های فصل جاری در اثر کاربرد پاکلوبوترازول می باشد. در این آزمایش نیز پاکلوبوترازول باعث ۴۰ تا ۵۰٪ کاهش در رشد سرشاخه‌ها شد. استفان و همکاران (۲۳)، ورنر (۳۰) ارزانی (۳) نیز کاهش رشد شاخه را در اثر کاربرد پاکلوبوترازول نشان دادند که علت آن ایجاد اختلال در مسیر بیوسنتز جیبرلین و تغییر مسیر مصرف مواد بیوسنتزی از مناطق رشدی به مناطق زایشی و در نهایت کاهش رشد رویشی است.

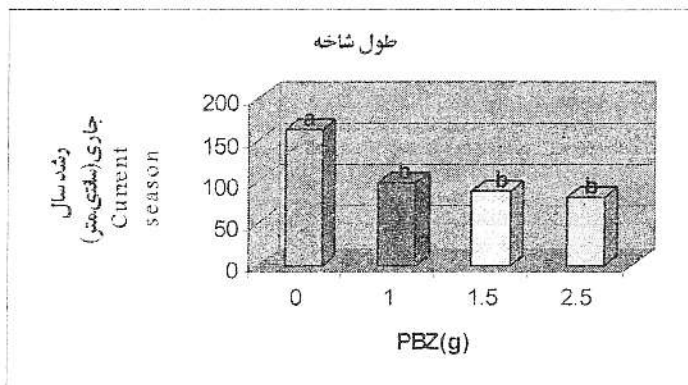


Fig. 3. Effects of paclobutrazol on shoot length. Means in each column with the same letters are not significantly different at 5% probability using DNMRT.

شکل ۳- اثر پاکلوبوترازول بر رشد طولی شاخه در فصل جاری. ستون هایی که دارای حروف مشترک هستند از نظر آماری در سطح ۵٪ با آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

دینامیک گلدهی

با توجه به شکل های ۴ و ۵ می توان دریافت که پاکلوبوترازول بر زمان باز شدن گل، اوج و پایان گلدهی درختان اثر گذار بوده است و بر خلاف انتظار سبب شده در همه تیمارها گل ها یک یا دو روز زود تر از شاهد شکفته شوند. گزارش های پروبستینگ و میل، (۲۰)، وبستر^۱ (۲۹) و ارزانی و روستا (۴) نیز جلو افتادن گلدهی در اثر تیمار پاکلوبوترازول را تایید نموده است. این یافته ها بر خلاف نظر لیو و همکاران، (۱۷) می باشد. از آنجایی که در این آزمایش پاکلوبوترازول در زمان گل انگیزی استفاده شده است می توان گفت پاکلوبوترازول با تاثیر بر جوانه های گل سبب پیشرفت در مراحل تکمیلی گل دهی شده است و در اوایل فصل بهار با مساعد شدن شرایط مورد نیاز برای شکوفایی، گل ها در مقایسه با شاهد حدود دو روز زودتر باز شده اند. در مورد مغایرت اخیر تفاوت نوع رقم نیز می تواند یکی از عوامل این تضاد در نتایج به دست آمده باشد.

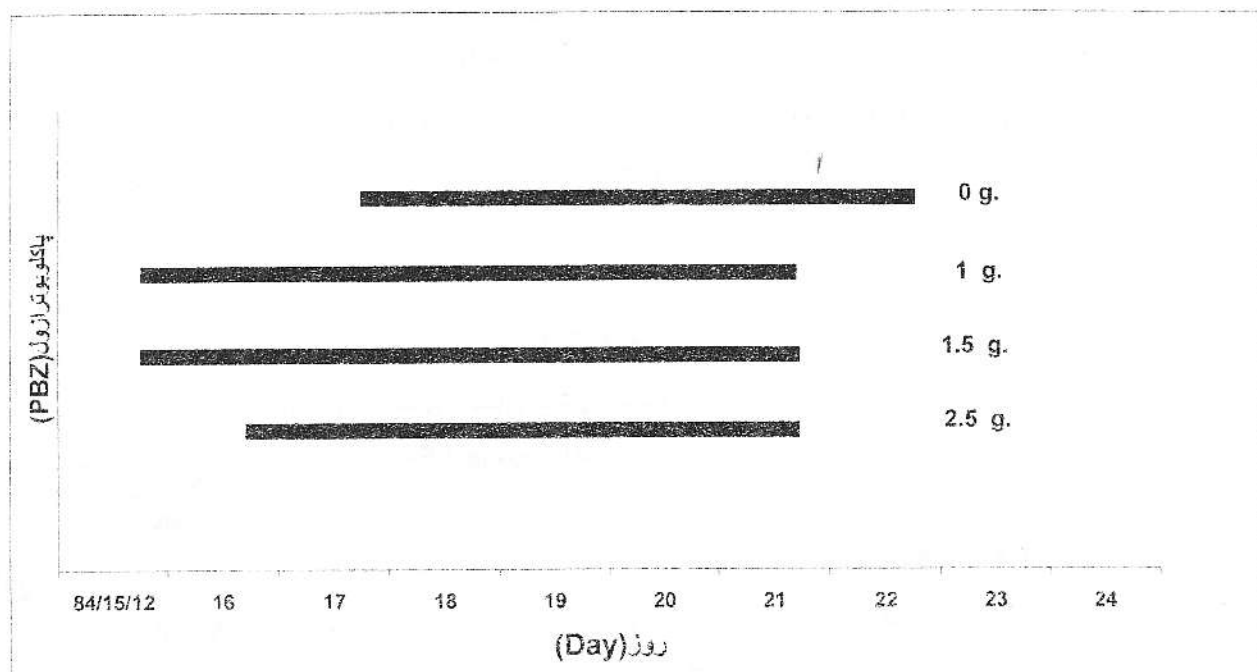


Fig. 4. Effects of paclobutrazol on flowering time of apricot.

شکل ۴- اثر پاکلوبوترازول در زمان گلدهی زردآلوی رقم 'لاسجردی'.

جوانشاه (۱) رفتار دوگانه برخی درختان میوه را با تیمار پاکلوبوترازول (تاخیر یا تسریع گلدهی) را مربوط به سطح جیبرلین درونی گیاه و نقش های متفاوت هورمون جیبرلین با توجه به غلظت های کم و بسیار کم آن در گیاه می داند. در نهایت می توان بیان داشت که پاکلوبوترازول به عنوان تنظیم کننده رشد و افزایش میوه دهی در زردآلو بسیار موثر است، و تاخیر گلدهی را در زردآلو سبب نمی گردد.

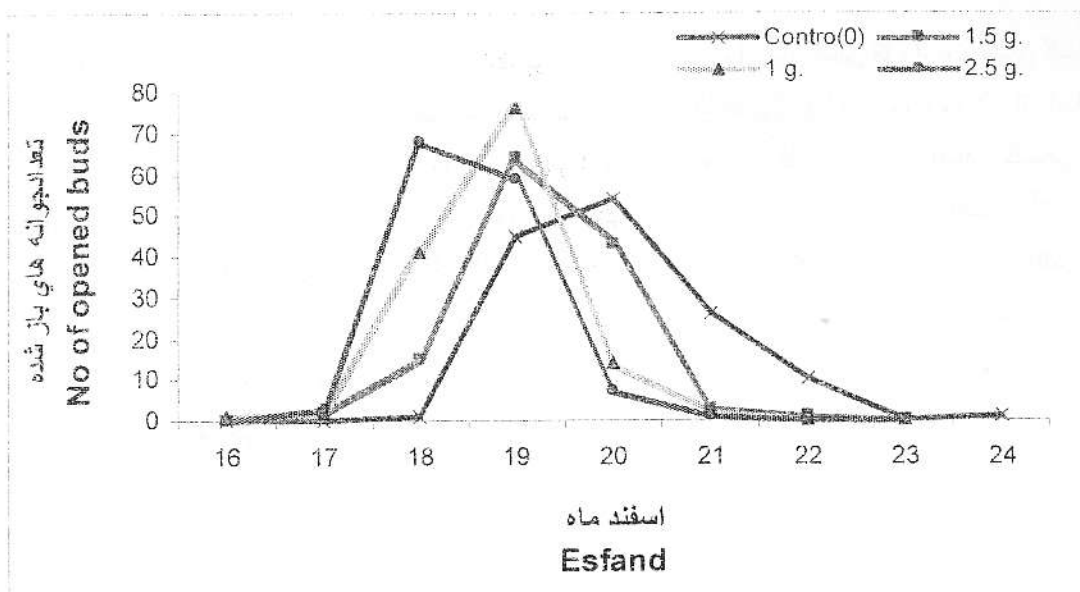


Fig. 5. Effects of paclobutrazol on flowering trend of "Lasjerdy" apricot.

نمودار ۵- اثر پاکلوبوترازول بر روند گلدهی زردآلوی رقم 'لاسجردی'.

سپاسگزاری

این پژوهش با همکاری سازمان باغ های آستان قدس رضوی و در باغ امام رضا (ع) انجام شده است. از همکاری صمیمانه مسئولین مربوط سپاسگزاری می گردد.

REFERENCES

منابع

1. جوانشاه، ا. ۱۳۷۹. مطالعه گلدهی پسته و روشهای به تاخیر اندازی آن به منظور جلوگیری از سرمازدگی بهاره. پایان نامه دکتری (باغبانی). دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
2. Aron, Y., S.P. Monselise, R. Goren, J. Costo 1985. Chemical control of vegetative growth in citrus by paclobutrazol. *HortScience* 20:96-98.
3. Arzani, K. 1994. Horticultural and physiological aspect of vigor control in apricot (*Prunus armeniaca* L.) under orchard and controlled, Massey University. New Zealand.
4. Arzani K. and H.R. Roosta. 2004. Effects of paclobutrazol on vegetative and reproductive growth and leaf mineral content of mature apricot (*Prunus armeniaca* L.) trees. *J. Agr. Sci. Technol.* 6:43-45.
5. Arzani, K., D. Wood and G.S. Lawes, 2000. Influence of first season application of paclobutrazol, root pruning and regulated deficit irrigation on second season flowering and fruiting of mature 'Sundrop' apricot tree. *Acta Hort.* 516:75-82.
6. Costa, C., R. Biasi, A. Ramina, and P. Tonutti, 1986. Effect of paclobutrazol soil applications on growth and fruiting of nectarine (cv. Independence). *Acta Hort.* 179:567-570.
7. Curry, E.A, A.N. Reed, and M.W. Williams. 1989. Transitory control of vegetative growth of pome and stone fruit trees with less persistent triazole derivatives. *Acta Hort.* 239:229-233.

8. Cao, S.Y. and W.j. Zhang. 1992. Effect of paclobutrazol on vegetative growth, flowering, fruiting and yield of peach. *Plant Physiol. Comm.* 28:20-32
9. Davis, T.D., G.L. Steffens, and N. Sankhla, 1988. Triazole plant growth regulators. *Hort. Rev.* 10:63-105.
10. Erez, A. 1986. Growth control with paclobutrazol of peach grown in a meadow orchard system. *Acta Hort.* 160:217-224.
11. Fletcher, R. A., A. Gilley, N. Sankhla, and TD. Davis. 2000. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Hort. Rev.* 24:55138.
12. George, A.P. and S. Hieke, 1996. Control of tree growth in low-chill stone fruit using paclobutrazol: a synopsis of research findings over the past 5 years. *Acta Hort.* 436: 339-345.
13. George, A.P. and R. J. Nissen. 1992. Effects of water stress, nitrogen, and paclobutrazol on flowering, yield, and fruit quality of the low chill peach cultivar 'Flordaprince'. *Hort Sci.* 49:197-209.
14. Hedden, P and J.E. Graebe. 1985. Inhibition of gibberellin biosynthesis by paclobutrazol in cell-free homogenates of *Cucurbita maxima* endosperm and *Malus pumila* embryos. *J. Plant Growth Reg.* 13:9-11.
15. Lehman, L.J., C.R. Untath, and E. Young. 1990. Mature "Starkrimson Delicious" apple tree response to paclobutrazol application method. *HortScience* 25:429-430.
16. Lever, B.G. 1986. 'Cultar'-A technical overview. *Acta Hort.* 179:459-466.
17. Liu, X. J. Zheng, D. Qiu, D. Yang, and Q. Fu, (1998). A study on regulating flowering period and pollination of apricot. *J. Fujian Academy Agr. Sci.*, :108-111.
18. Marshall, J.G., R.G. Rutledge, E. Blumwald, and E.B. Dumbroff, 2000. Reduction in turgid water volume in jack pine, white spruce and black spruce in response to drought and paclobutrazol. *Tree Physiol.* 20:701-707.
19. Menzies, R., R.J. Nissen, and A.P. George. 2002. Crop regulation and blossom thinning to increase fruit size and market returns of low and medium chill stone fruit Horticulture Australia Limited, SF, Final Report.
20. Proebsting, E. L. and H. H. Mills. 1985. Cold Resistance in peach, apricot and cherry as influenced by soil-applied paclobutrazol. *HortScience* 20:88-90.
21. Rademacher, W., 1995. Growth retardants: biochemical features and applications in horticulture. *Acta Hort.* 394:57-73.
22. Singh, V.K. and A.K. Bhattacharjee. 2005. Genotypic response of mango yield to persistence of paclobutrazol in soil. *Sci. Hort.* 106:53-59.
23. Steffens, G., F. Jacobs and M. Engeihaupt. 1993. Size, flowering and fruiting of mature own-rooted 'Gala' apple trees treated with paclobutrazol sprays and trunk drenches. *Sci. Hort.* 56:13-21.
24. Steffens, G. L. and S.Y. Wang, 1984. Physiological changes induced by paclobutrazol in apple. *Acta Hort* 146:135-142.
25. Sterrett, J.P. 1985. Paclobutrazol: a promising growth inhibitor for injection into woody plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110:4-8.
26. Subhadrabandhu, S., J. Rakngan, and N. Pipattanawongs. 1990. Effect of paclobutrazol on growth, flowering and yield of Japanese apricot (*Prunus armeniaca*). *Acat Hort.* 279:389-398.
27. Svoboda, A. 1999. Influence of chemicals for fruit thinning on reduction of excessive fruit set in the apricot (*Prunus armeniaca* L.) of cultivar Lejune. *Zah. Hort. Sci.* 26:73-79.
28. Tamassy, I. and M. Zayan. 1983. Soluble proteins and amino acids as related to cold hardiness in some apricot cultivars belonging to different groups. *Acta Hort.* 121:141-152.

29. Webster, A.D. 1990. The influence of paclobutrazol on the growth and cropping of sweet cherry cultivars. Hort. Sci., 65:519-527.
30. Werner, H. 1993. Influence of paclobutrazol on growth and leaf nutrient content of mango (cv. Blanco). Acta Hort. 341:225-231.
31. Williams, M.W. and L.J. Edgerton, 1983. Vegetative growth control of apple and pear trees with ICI PP333 (paclobutrazol) a chemical analog of bayleton. Acta Hort. 137:111-116.