



## تأثیر غلظت و زمان محلول پاشی اپی براسینولید بر ریزش جوانه گل، میوه و برخی شاخص‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی پسته رقم "احمد آقایی"

فرشته برازش<sup>۱</sup>، حکیمه علومی<sup>۲</sup>، فاطمه نصیبی<sup>۳</sup>، خسرو منوچهری کلانتری<sup>۴</sup>، فاطمه دانشمند<sup>۵</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۴ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۶

### چکیده

ریزش جوانه گل و میوه، ناخندانی و پوکی از مهمترین ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی است که در درختان پسته مشاهده می‌شود. اهمیت استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد و نمو گیاهی برای کاهش این ناهنجاری‌های در گیاهان به اثبات رسیده است. در این پژوهش اثر محلول پاشی اپی براسینولید بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و میزان ریزش جوانه گل و میوه پسته رقم احمد آقایی بررسی گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در یک باغ تجاری در شهرستان رفسنجان - استان کرمان اجرا شد. تیماردهی به صورت محلول پاشی در دو مرحله (قبل و بعد از تمام گل) غلظت‌های صفر (شاهد)، ۰/۵ و ۱ میلی گرم در لیتر اپی براسینولید انجام شد. نتایج نشان داد که تیمار ۰/۵ میلی گرم در لیتر اپی براسینولید ریزش میوه و جوانه گل را کاهش داد، در حالی که وزن تر، خشک و عملکرد (وزن خشک میوه‌های خندان و ناخندان در شاخه) افزایش یافت. تیمار اپی براسینولید در مرحله اول باعث کاهش پوکی و افزایش خندانی در میوه‌های پسته گردید. اندازه‌گیری مقدار اتیلن نشان داد که تیمار این هورمون مقدار اتیلن میوه را به طور چشمگیری کاهش داد در حالی که بر صفات ریخت‌شناسی میوه تأثیر معنی‌داری نداشت. در این پژوهش ۰/۵ میلی گرم در لیتر اپی براسینولید در مرحله اول (یک هفته قبل از تمام گل) بهترین غلظت و زمان تیماردهی در درخت پسته رقم احمد آقایی در بهبود کیفیت میوه و کاهش ریزش جوانه گل و میوه بود.

واژه‌های کلیدی: اونس، پوکی میوه، درصد خندانی، نشر اتیلن

برازش، ف.، ح. علومی، ف. نصیبی، خ. منوچهری کلانتری و ف. دانشمند. ۱۳۹۶. تأثیر غلظت و زمان محلول پاشی اپی براسینولید بر ریزش جوانه گل، میوه و برخی شاخص‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی پسته رقم "احمد آقایی". مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۹: ۲۲۶-۲۱۹.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۲- استادیار، گروه اکولوژی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران -

مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: oloumi.ha@gmail.com

۳- استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۴- استاد، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۵- استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور تفت، تفت، ایران

## مقدمه

جنس پسته متعلق به خانواده *Anacardiaceae* می‌باشد و گونه *Pistacia vera* تنها گونه در این جنس می‌باشد که تولید میوه خوراکی می‌کند که از نظر تجاری قابل قبول است (صدافت و رحیمی، ۲۰۱۲، اسپیکل-ری، ۱۹۸۵). سالیان متمادی است که ایران اولین تولید کننده عمده پسته جهان است. میزان تولید پسته کشور نشان می‌دهد که تولید این محصول در سال ۲۰۱۴ حدود ۲۳۰ هزار تن بوده است. امروزه بهترین پسته در استان کرمان به ویژه شهرستان رفسنجان و حدود ۹۰ هزار هکتار از اراضی، زیرکشت این محصول قرار دارد و حدود ۶۶ هزار تن پسته در شهرستان رفسنجان و انار تولید می‌شود (انجمن پسته ایران، ۱۳۹۲). درختان پسته برخی از ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی از جمله ریزش جوانه گل و میوه، پوکی، بدشکلی، عدم گرده‌افشانی یا لقاح و اختلال در جنین را نشان می‌دهند. ریزش جوانه گل در طول سال زراعی پر محصول و نگهداری آن در سال زراعی کم محصول علت تناوب باردهی درختان پسته است.

ریزش فرآیندی است که باعث جدایی اندام می‌شود و در هر زمان از رشد رویشی رخ می‌دهد و شامل ریزش برگ، گل و میوه است (کلاریک، ۲۰۱۰). ریزش در لایه‌های از پیش تعیین شده به نام منطقه ریزش رخ می‌دهد (روبرت و همکاران، ۲۰۰۲). شرایط نامطلوب زیست‌محیطی و رقابت برای کربوهیدرات‌ها و مواد مغذی از مهم‌ترین علل ریزش میوه است (خضری، ۲۰۱۰، آکار و اتی، ۲۰۰۷). برخی مکانیسم این پدیده را رقابت کربوهیدرات بین میوه در حال توسعه و جوانه‌های گل (اسپن و همکاران، ۲۰۰۸) و همچنین کمبود ماده مغذی (پیچونی، ۱۹۹۷) می‌دانند. در برخی مطالعات به نقش احتمالی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی توجه شده است (تاکدا و کران، ۱۹۸۰). از جمله فاکتورهایی که تکامل ریزش را تحت تأثیر قرار می‌دهند شامل اکسین و اتیلن می‌باشد. به طور معمول اکسین مهارکننده و اتیلن تحریک‌کننده ریزش می‌باشد (ورتیم، ۲۰۰۰). اتیلن باعث ریزش در گونه‌های درختی از جمله مرکبات می‌شود و مهارکننده‌های بیوسنتز آن مانند آمینو اتوکسی‌ونیل‌گلاسیسین (AVG) باعث کاهش ریزش در خرما (سوزوکی و همکاران، ۱۹۸۸) و مرکبات (اوگاتا و همکاران، ۲۰۰۲) می‌گردد.

براسینواستروئیدها گروهی از تنظیم‌کننده‌های رشد با اثرات زیستی قابل توجه می‌باشند (گروو و همکاران، ۱۹۷۷). براسینواستروئید از مشتقات آلفا-کلستون هستند که از مسیر موالونات سنتز شده و در تمام قسمت‌های گیاه (دانه گرده، برگ،

ساقه، ریشه، گل) یافت می‌شوند. بیش‌ترین مقدار این ترکیبات در اندام‌های زایشی (دانه گرده و بذر نارس) مشاهده شده است (کلاوس و ساس، ۱۹۹۸). نتایج واردینی و راوو (۲۰۰۲)، شیمادا و همکاران (۲۰۰۳)؛ مونتویا همکاران (۲۰۰۵) و نوماراو همکاران (۲۰۰۷) نشان داده است براسینواستروئید باعث افزایش توسعه دانه و میوه در گوجه‌فرنگی، نخود و آراییدوپسیس می‌شود. آزمایش‌ها نشان داد که براسینواستروئید در انگور سبب افزایش عملکرد می‌شود و خسارت سرمازدگی را کاهش می‌دهد و محلول پاشی گیاه در مرحله حبه رسیدن را سرعت می‌بخشد (سیمون و همکاران، ۲۰۰۶). اسپری گیاه توت‌فرنگی با براسینواستروئید تعداد گل‌ها، گل‌آذین‌ها و عملکرد را افزایش می‌دهد (بیپاتانا و همکاران، ۱۹۹۷).

در این پژوهش تأثیر محلول‌پاشی اپی‌براسینولید در دو مرحله قبل و بعد از تمام گل بر ریزش میوه و جوانه گل درخت پسته رقم احمدآقایی بعنوان یک محصول تجاری مهم مورد بررسی قرار گرفت. همچنین شاخص‌های رشد طولی و قطری شاخه و سطح برگ، درصد خندانی، پوکی، ریزش جوانه گل و میوه و میزان اتیلن در گروه‌های تحت تیمار براسینواستروئید و شاهد مقایسه گردید.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در باغ پسته ۱۸ ساله‌ای به وسعت دو هکتار در سی کیلومتری شهرستان رفسنجان در چهار تکرار در دو مرحله به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۳ انجام شد. تیمارها (بلوک‌ها) شامل سه سطح با غلظت‌های صفر (شاهد)، ۰/۵ و ۱ میلی گرم در لیتر اپی‌براسینولید به صورت پاششی روی سه شاخه در هر درخت بود. در این آزمایش از اپی‌براسینولید (Epibrassinolid) تولید شده توسط شرکت سیگما استفاده شد. محلول‌پاشی اول یک هفته قبل از تمام گل (تورم جوانه گل، تمام گل مرحله‌ای است که ۸۰ درصد گل‌ها باز شده‌اند) و در اواسط فروردین و محلول‌پاشی دوم پنج هفته بعد از تمام گل و در اواخر اردیبهشت انجام شد. تیماردهی به صورت محلول‌پاشی و یک مرتبه در مرحله اول روی جوانه‌های متورم و در مرحله دوم روی میوه‌های توسعه نیافته درخت‌های همسن پایه‌های بادامی و پیوندهای احمدآقایی انجام گرفت. شاخه‌های تیمار دیده در هر درخت توسط شاخص مشخص گردید. صفاتی همچون رشد طولی و قطری شاخه، سطح برگ، درصد خندانی و پوکی میوه، وزن تر میوه، عملکرد میوه در شاخه و انس، و میزان اتیلن میوه

## اندازه‌گیری اتیلن

مقدار اتیلن آزاد شده از میوه‌های جدا شده با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی اندازه‌گیری شد. بدین منظور از هر تیمار در هر تکرار سه میوه در لوله‌های شیشه‌ای که با درپوش پلاستیکی (سوباسیل) مسدود شده بودند به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. سپس یک میلی‌لیتر از نمونه گاز فضای بالای لوله با استفاده از سرنگ برداشته شد و به دستگاه کروماتوگراف گازی یونیزاسیون شعله و یک ستون شیشه‌ای بسته بندی شده با (۳۰۰-۱۰۰ Mesh) و فعال شده با آلومینا (۳.۴ cm o.d) ×۰ سانتیگراد) تنظیم شد. نیتروژن به عنوان فاز متحرک مورد استفاده قرار گرفت. از اتیلن ۹۹/۹ درصد به عنوان استاندارد استفاده شد (کلانتری و همکاران، ۲۰۰۰).

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی گرم در لیتر اپی‌براسینولید در سطح معنی‌داری ۵٪ باعث افزایش وزن تر، عملکرد میوه و بهبود انس در مقایسه با درختان شاهد شد (جدول ۱). در این پژوهش محلول‌پاشی در دو مرحله صورت گرفت و مشاهده شد که اپی‌براسینولید درصد زیادی از ریزش میوه و جوانه گل پسته رقم احمد آقایی را در مرحله اول محلول‌پاشی (تورم جوانه گل) کاهش داد (جدول ۲). غلظت ۰/۵ میلی گرم در لیتر در مرحله اول محلول‌پاشی بیش‌ترین تأثیر را بر این ویژگی‌ها داشت. اپی‌براسینولید همچنین باعث کاهش میزان اتیلن در مرحله اول نیز گردید (شکل ۱).

در این پژوهش اپی‌براسینولید بر روی صفات ریخت‌شناسی سطح برگ، رشد طولی و قطری شاخه تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). تیمار با غلظت‌های ۰/۵ و ۱ پی‌پی‌ام اپی‌براسینولید باعث کاهش درصد پوکی و افزایش درصد خندانی در مقایسه با درختان شاهد شد و براساس نتایج حاصله، هر دو غلظت تأثیر مشابهی در کاهش درصد پوکی و افزایش درصد خندانی نشان دادند (شکل‌های ۲-الف و ب).

سنجیده شد. برای محاسبه وزن تر میوه و عملکرد هر شاخه، از میوه‌های آن شاخه در موقع برداشت (اواخر شهریور) نمونه‌برداری شد و وزن تر آن‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی محاسبه گردید. برای سنجش وزن خشک میوه، پوست از میوه جدا شد و پس از خشک شدن کامل میوه وزن آن با استفاده از ترازوی دیجیتالی مجدداً اندازه‌گیری شد.

داده‌ها براساس آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و رویه GLM توسط نرم‌افزار آماری SAS بررسی و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۰۵ استفاده گردید.

برای محاسبه ریزش جوانه گل و میوه تعداد اولیه جوانه‌های گل در اواخر خرداد و تعداد نهایی در اواسط مرداد شمارش شد و درصد ریزش به صورت میانگین و از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$100 \times \frac{\text{تعداد جوانه گل اولیه} - \text{تعداد جوانه گل نهایی}}{\text{تعداد جوانه گل اولیه}} = \text{درصد ریزش جوانه}$$

تعداد اولیه میوه‌ها در اوایل اردیبهشت و تعداد نهایی در اواسط مرداد شمارش شد و درصد ریزش به صورت میانگین و از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$100 \times \frac{\text{تعداد میوه اولیه} - \text{تعداد میوه نهایی}}{\text{تعداد میوه اولیه}} = \text{درصد ریزش میوه}$$

جهت محاسبه درصد پوکی و خندانی میوه در هنگام برداشت تعداد میوه پوک و خندان شمارش و بر تعداد کل میوه تقسیم و درصد هر ویژگی محاسبه گردید.

رشد طولی و قطری شاخه و سطح برگ: طول هر برگ شامل ابتدای سطح برگ تا انتهای آن با استفاده خط‌کش محاسبه گردید. برای رشد طولی از ابتدا تا انتهای شاخه سال جاری در زمان برداشت اندازه‌گیری شد و برای رشد قطری با استفاده از کولیس قطر وسط شاخه‌های تیماردیده سال جاری (بین دو گره) محاسبه گردید.

اندازه‌گیری انس: انس (تعداد میوه خشک خندان معادل ۲۸/۳ گرم) از طریق رابطه زیر محاسبه گردید.

$$28.3 \times \frac{\text{تعداد میوه خندان}}{\text{وزن خشک خندان}} = \text{انس}$$

جدول ۱- برهمکنش محلول پاشی اپی براسینولید و زمان محلول پاشی بر میزان وزن تر و عملکرد در شاخه‌های پسته رقم "احمدآقایی"

تیمار	وزن تر (گرم)		عملکرد (گرم)		انس (گرم)	
	مرحله ۱*	مرحله ۲	مرحله ۱	مرحله ۲	مرحله ۱	مرحله ۲
شاهد	bc** <sup>a</sup> ۸/۴±۱۰۴/۵	c۳/۰±۹۵/۸	bc۳/۳±۴۱/۸	c۱/۲±۳۸/۳	a۰/۵±۲۶/۵	a۰/۷±۲۵/۲
اپی براسینولید (۵ میلی گرم در لیتر)	a۲۲/۵±۱۲۰/۵	b۲۱/۳±۱۱۶/۲	a۹/۰±۵۰/۳	bc۸/۵±۴۱/۷	b۰/۵±۲۳/۶	ab۰/۵±۲۴/۷
اپی براسینولید (۱ میلی گرم در لیتر)	bc۲۰/۱±۱۱۱/۴	bc۹/۲±۱۰۹/۰	bc۱۱/۳±۴۵/۵	bc۳/۷±۴۰/۵	ab۰/۳±۲۴/۰	ab۰/۴±۲۴/۶

\* مرحله ۱ = محلول پاشی یک هفته قبل از تمام گل، مرحله ۲ = محلول پاشی پنج هفته بعد از تمام گل است. \*\* اعداد شامل میانگین  $\pm$  خطای استاندارد می باشد. در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می باشند، در سطح ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۲- برهمکنش محلول پاشی اپی براسینولید و زمان محلول پاشی بر درصد ریزش جوانه‌های گل و میوه پسته رقم "احمدآقایی"

تیمار	ریزش جوانه‌های گل (%)		ریزش میوه (%)	
	مرحله ۱*	مرحله ۲	مرحله ۱	مرحله ۲
شاهد	a** <sup>a</sup> ۶/۹±۶۹/۰	ab۶/۰±۵۸/۱	a۷/۷±۴۰/۲	b۲/۹±۲۴/۶
اپی براسینولید (۵ میلی گرم در لیتر)	c۳/۳±۳۴/۸	bc۷/۶±۴۳/۲	c۲/۱±۱۶/۲	b۴/۰±۲۰/۲
اپی براسینولید (۱ میلی گرم در لیتر)	bc۳/۰±۴۱/۲	bc۵/۰±۴۶/۲	b۰/۵±۳۳/۴	b۱/۰±۲۱/۵

\* مرحله ۱ = محلول پاشی یک هفته قبل از تمام گل، مرحله ۲ = محلول پاشی پنج هفته بعد از تمام گل است. \*\* اعداد شامل میانگین  $\pm$  خطای استاندارد می باشد. در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می باشند، در سطح ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.



شکل ۱- تأثیر محلول پاشی اپی براسینولید بر میزان اتیلن در مرحله اول محلول پاشی (یک هفته قبل از تمام گل). میانگین هر ستون که دارای حروف مشابه می باشند از نظر آماری تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند. خطوط عمودی روی هر ستون نشان‌دهنده  $\pm$  خطای استاندارد

طولی و قطری شاخه و سطح برگ نسبت به درختان شاهد نداشت. حصول این نتیجه احتمالاً به علت شرایط محیطی نامناسب و یا مرحله محلول پاشی و غلظت مورد استفاده برای رشد مناسب نبوده است. از طرفی تیمار اپی براسینولید با کاهش درصد پوکی و افزایش درصد خندانی باعث افزایش عملکرد و بهبود انس گردید. مشابه با نتایج پژوهش حاضر، گزارش شده

گزارش شده است که براسینواستروئیدها توانایی تحریک رشد را داشته و تسریع در رشد به علت تحریک تقسیم و توسعه سلولی است (هالیدی و همکاران، ۲۰۰۴). تأثیر براسینواستروئید بر روی رشد گیاه به مرحله رشد و نمو گیاه، نوع کاربرد و شرایط محیطی بستگی دارد (یوان و همکاران، ۲۰۱۰). هرچند که در این پژوهش تیمار اپی براسینولید تأثیر معنی داری بر رشد

سلولاز و اندوگلوکاناز دارد (روپرتیو همکاران، ۱۹۹۸). در این پژوهش نیز احتمال می‌رود که اپی براسینولید با تأثیر خود بر روی محتوای اتیلین و کاهش دادن آن و احتمالاً از طریق کاهش فعالیت آنزیم‌های سست کننده دیواره، ریزش را کاهش داده است. گزارش‌های متعددی در مورد رابطه براسینواستروئید با اتیلین وجود دارد و هر دو رابطه سینرژیسم و آنتاگونیسم دیده شده است (دسلاریزر لارسن، ۲۰۱۰). بعنوان مثال گزارش شده است کمبود براسینواستروئید در برگ آراییدوپسیس تالیانا و اسفناج منجر به افزایش سنتز اتیلین در این گیاهان می‌گردد (جرگوف و همکاران، ۲۰۱۰). رابطه سینرژیسم براسینواستروئیدها و اتیلین در تحریک طویل شدن هیپوکوتیل، القای پاسخ اپی‌ناستی و رسیدن میوه در گوجه‌فرنگی و انگور دیده شده است (وادینی و راوو، ۲۰۰۲، سیمون و همکاران، ۲۰۰۶، آرتکا و آرتکا، ۲۰۰۸، هانسن و همکاران، ۲۰۰۹).

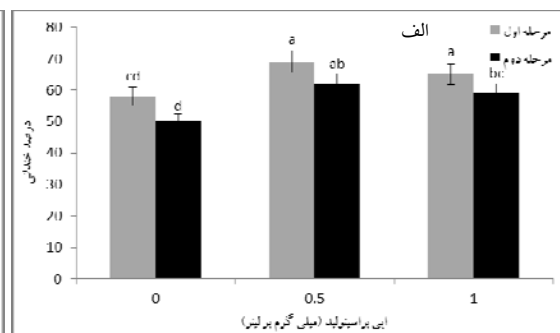
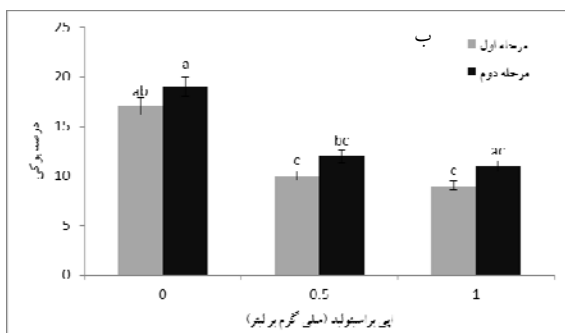
است که براسینواستروئید باعث بهبود افزایش وزن، طول میوه، حجم و چگالی میوه می‌گردد و بهبود ویژگی‌های کمی و افزایش عملکرد در براسینواستروئید به نوع کاربرد، مرحله رشد و نمو گیاه و شرایط محیطی بستگی دارد (پنگ و همکاران، ۲۰۰۴). تحقیقات نشان داده است که سطوح مختلف براسینواستروئید برون‌زا بر عملکرد، ویژگی‌های کیفی، وزن میوه و رنگ آن، عمر مفید میوه و بهبود آن تأثیرگذار است (کلوز و ساسی، ۱۹۸۸، کونگ-فو و همکاران، ۲۰۰۸). در میوه گیلاس مشاهده شده است که براسینواستروئید باعث تقسیم سلولی فعال و افزایش آنتوسیانین می‌شود. این یافته‌ها تایید کننده نقش تنظیمی براسینواستروئید در توسعه اولیه میوه گیلاس می‌باشد (روق‌آبادی و پاک‌کیش، ۲۰۱۴).

اتیلین به عنوان هورمون ریزش شناخته شده است و گزارش شده است که عملکرد آن در ریزش از طریق اثری است که بر روی آنزیم‌های سست کننده دیواره سلولی مثل پلی‌گالاکتروناز،

جدول ۳- برهم کنش محلول پاشی اپی براسینولید با زمان محلول پاشی بر میزان رشد طولی، رشد قطری و سطح برگ در شاخه‌های پسته رقم "احمد آقایی"

تیمار	رشد طولی (سانتی متر)		رشد قطری (میلی متر)		سطح برگ (سانتی متر مربع)	
	مرحله ۱*	مرحله ۲	مرحله ۱	مرحله ۲	مرحله ۱	مرحله ۲
شاهد	a**۲/۲±۱۵/۴	a۲/۳±۱۷/۹	b۰/۴±۵/۱	b۰/۲±۵/۵	a۹۲±۶۷/۸	a۴/۸±۶۷/۲
اپی براسینولید (۰/۵ پی پی ام)	a۱/۷±۲۰/۳	a۰/۵±۱۸/۰	a۰/۱±۶/۴	ab۰/۲±۵/۸	a۳/۰±۷۳/۰	a۶/۵±۶۹/۱
اپی براسینولید (۱ پی پی ام)	a۱/۸±۱۹/۹	a۱/۳±۱۸/۰	ab۰/۲±۵/۶	ab۰/۱±۵/۸	a۴/۱±۷۱/۳	a۲/۳±۶۸/۵

\* مرحله ۱ = محلول پاشی یک هفته قبل از تمام گل، مرحله ۲ = محلول پاشی پنج هفته بعد از تمام گل است. \*\* اعداد شامل میانگین  $\pm$  خطای استاندارد می‌باشد. در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند، در سطح ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.



شکل ۲- تأثیر محلول پاشی اپی براسینولید بر درصد خندانی و پوکی میوه (ب) در شاخه‌های پسته رقم "احمد آقایی". BR = براسینواستروئید (میلی گرم در لیتر)، مرحله اول: محلول پاشی یک هفته قبل از تمام گل، مرحله دوم: محلول پاشی پنج هفته بعد از تمام گل. میانگین هر ستون که دارای حروف مشابه می‌باشند از نظر آماری اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند. خطوط عمودی روی هر ستون نشان‌دهنده  $\pm$  خطای استاندارد

## نتیجه‌گیری

شده است. بر اساس نتایج این پژوهش بهترین غلظت برای تیماردهی براسینواستروئید غلظت ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر و بهترین زمان تیماردهی یک هفته قبل از تمام گل می‌باشد.

با توجه به نتایج کلی به نظر می‌رسد که تیمار ای‌براسینولید از طریق کاهش مقدار اتیلن باعث کاهش ریزش میوه و جوانه گل گردیده و از این طریق باعث بهبود عملکرد درختان تیمار

## منابع

- ماهنامه داخلی انجمن پسته ایران وزارت جهاد کشاورزی سال ششم-آبان ماه ۱۳۹۲. شماره ۹۳.
- Acar, I. and S. Eti. 2007. Abscission of pistachio flowers and fruits as affected by different pollinators. *Pak J. Biol. Sci.* 10: 2920-2924.
- Arteca, R.N. and J.M. Arteca. 2008. Effects of brassinosteroids, auxin, and cytokinin on ethylene production in *Arabidopsis thaliana* plants. *J. Exp. Bot.* 59: 3019-3026.
- Clous, S.D. and M. Sasse. 1998. Brassinosteroids: Essential regulators of plant growth and development. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 49: 427- 451.
- Deslauriers, S.D. and P.B. Larsen. 2010. FERONIA is a key modulator of brassinosteroid and ethylene responsiveness in *Arabidopsis hypocotyls*. *Mol. Plant.* 3: 626-640.
- Gergoff, G, A.Chaves, and C.G. Bartoli. 2010. Ethylene regulates ascorbic acid content during dark-induced leaf senescence. *Plant Sci.* 178: 207-212.
- Grove, M.D., G.F. Spencer, W.K. Rohwedder, N. Mandava, J.F. Worley, J. Warthen, G.L. Steffens, J.L. Flippen-Anderson and J.C. Cook. 1979. Brassinolide, a plant growth-promoting steroid isolated from *Brassica napus* pollen. *Nature.* 281: 216-217.
- Halliday, K.J. 2004. Plant hormones: The interplay of brassinosteroids and auxin. *Cur. Biol.* 14: 1008-1010.
- Hansen, M., H.S. Chae and J.J. Kieber. 2009. Regulation of ACS protein stability by cytokinin and brassinosteroid. *Plant J.* 57: 606-614.
- Kalantari, Kh. M., R.A. Smith and M.A. Hall. 2000. The effect of water stress on 1-(malonylamino) cyclopropane carboxylic acid concentration in plant tissues. *Plant Growth Regul.* 31: 183-193.
- Khezri, M., A. Talaei, A. Javanshah and F. Hadavi. 2010. Effect of exogenous application of free polyamines on physiological disorders and yield of 'Kaleh-Ghoochi' pistachio shoots (*Pistacia vera* L.). *Sci. Hortic.* 125: 270-276.
- Kolaric, J. 2010. Abscission of young apple fruits (*Malus domestica* Borkh.). *Rev. Agric.* 7: 31-36.
- Montoya, T., T. Nomura, T. Yokota, K. Farrar, K. Harrison, J.G.D. Jones, T. Kaneta, Y. Kamiya, M. Szekeres and G.J. Bishop. 2005. Patterns of Dwarf expression and brassinosteroid accumulation in tomato reveal the importance of brassinosteroid synthesis during fruit development. *Plant J.* 42: 262-269.
- Nomura, T., M. Ueno, Y. Yamada, S. Takatsuto, Y. Takeuchi and T. Yokota. 2007. Roles of brassinosteroids and related mRNAs in pea seed growth and germination. *Plant Physiol.* 143: 1680-1688.
- Ogata, T., T. Hirota, S. Shiozaki, S. Horiuchi, K. Kawase, and M. Ohashi. 2002. Effects of 2 aminoethoxyvinylglycine and high temperatures on fruit set and fruit characteristics of heat-cultured Satsuma mandarin. *Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 71: 348-354.
- Peng, J., X. Tang, and H. Feng. 2004. Effects of brassinolide on the physiological properties of litchi pericarp (*Litchi chinensis*). *Sci. Hortic.* 101: 407-416.
- Pichioni, G.A., P.H. Brown, S.A. Weinbaum and T.T. Muraoka. 1997. Macro nutrient allocation to leaves and fruit of mature, alternate-bearing pistachio trees: Magnitude and seasonal patterns at the whole-canopy level. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 122: 267-274.
- Pipattana W.N., N. Fujishige, K. Yamane and R. Ogata. 1996. Effect of brassinosteroid on vegetative and reproductive growth in two day-neutral strawberries. *Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 65(3): 651-654.
- Quing-Fu, F., W. Hua-Mao, K. Shi, Y. Hong-Zhou, T. Asami and J. Quan-Yu, 2008. A role of brassinosteroids in early fruit development in cucumber. *J. Exp. Bot.* 9: 2299-2308.
- Robert, J.A., K.A. Elliot and Z.H. Gonzalez-Carranza. 2002. Abscission, dehiscence and other cell separation processes. *Annu. Rev. Plant Biol.* 53: 131-58.
- Roghabadi, M. and Z. Pakkish. 2014. Role of Brassinosteroid on yield, fruit quality and postharvest storage of 'TakDanehe Mashhad' sweet cherry (*Prunus savium* L.). *Agric. Commun.* 2(4): 49-56.

- Ruperti, B., C. Bonghi, P. Tonotti and A. Ramina. 1998. Ethylene biosynthesis in peach fruitlet abscission. *Plant. Cell. Environ.* 21: 731-737.
- Sedaghat, S. and M. Rahemi. 2012. Root regeneration in Pistachio rootstock is affected by Auxin and Polyamines. *J. Nuts.* 3(3): 55-61.
- Shimada, Y., H. Goda, A. Nakamura, S. Takatsuto, S. Fujioka and S. Yoshida. 2003. Organ-specific expression of brassinosteroid biosynthetic genes and distribution of endogenous brassinosteroids in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 131: 287-297.
- Spann, T.M., R.H. Beede and T.M. De Jong. 2008. Seasonal carbohydrate storage and mobilization in bearing and non-bearing pistachio (*Pistacia vera*) trees. *Tree Physiol.* 28: 207-213.
- Spiegel-Ray, P. 1985. *Pistacia* in CRC handbook of flowering. 40: 87-93.
- Suzuki, A., Iwanaga, H., Murakami, Y. and Maotani, T. 1988. Relationship between changes in ethylene evolution and physiological drop of persimmon fruit. *Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 57:167-172.
- Symons, G.M., C. Davies, Y. Shavrukov, I.B. Dry, J.B. Reid and M.R. Thomas. 2006. Grapes on steroids. Brassinosteroids are involved in grape berry ripening. *Plant Physiol.* 140: 150-158.
- Takeda, F. and J.C. Crane. 1980. Abscisic acid in pistachio as related to inflorescence bud abscission. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 105: 573-576.
- Vardhini, B.V. and S.S.R. Rao. 2002. Acceleration of ripening of tomato pericarp discs by brassinosteroids. *J. Photochem. Photobiol.* 61: 843-847.
- Wertheim, S.J. 2000. Developments in the chemical thinning of apple and pear. *Plant Growth Regul.* 31: 85-100.
- Yuan, G., C. Jia, Z. Li, B. Sun and Q. Wang. 2010. Effect of brassinosteroids on drought resistance and abscisic acid concentration in tomato under water stress. *Plant Physiol J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 6(1): 123-128.

## Effect of concentration and the time of foliar application of Epibrassinolid on flower buds and fruit abscission and some morphological and physiological parameters of pistachio tree (*Pistacia vera* L. cv. "Ahmad-Aghai")

F. Barazesh<sup>6</sup>, H. Oloumi<sup>7</sup>, F. Nasibi<sup>8</sup>, Kh. M. Kalantari<sup>9</sup>, F. Daneshmand<sup>10</sup>

Received: 2015-11-25 Accepted: 2016-2-25

### Abstract

Flower buds and fruit abscission, production of blankness, non-split and deformed nuts are the most important physiological disorder in pistachio trees. The importance of plant growth regulators in alleviation of these disorders has been proved. In this project the effects of epibrassinolid on alleviation of some of these problems in "Ahmad- Aghai" cultivar has been studied. The experiment was performed as factorial based on completely randomized design with 3 replicates in a commercial orchard at Rafsanjan (Kerman Province). The treatments consist of 0 (control), 0.5 and 1 (mg ml<sup>-1</sup>) epibrassinolid treatment in two stages (before and after full bloom). 0.5 (mg ml<sup>-1</sup>) epibrassinolid decreased the bud and fruit abscission while increased the fresh and dry weight and yield of branches. Epibrassinolid in the first stage decreased the blank fruit production and increased the split fruits. Epibrassinolid treatment obviously decreased the amount of ethylene in fruits while it had no significant effect on morphological characteristics. 0.5 mg ml<sup>-1</sup> epibrassinolid was the best concentration and the first stage (a week before full bloom) was the best time for treatment in Ahmad- Aghai cultivar trees.

**Key Words:** Fruit blankness, fruit splitting percentage, ethylene emission, ounce

---

6- Master Graduate Student, Department of Biology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

7- Assistant Professor, Department of Ecology, Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran

8- Assistant Professor, Department of Biology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

9- Professor, Department of Biology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

10- Assistant Professor, Department of Biology, Payam e Noor University of Taft, Taft, Iran



