نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال هفتم / شماره چهارم / زمستان ۱۳۹۶

اثر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر رشد، عملکرد وکیفیت میوه طالبی رقم شاه‌پسندی

محسن حیدری[۱]، نادیا بهره‌مند[۲*]، سید محمدجواد آروین[۳] و قاسم محمدی‌نژاد[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۳۰)

چکیده

تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در موارد زیادی اثرات مثبتی بر گیاهان مختلف داشته‌اند. به‌منظور بررسی اثر براسینواستروئید و اتفون روی رشدونمو گیاه طالبی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان در سال ۱۳۹۳ انجام شد. براسینواستروئید با چهارسطح (۰، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ میکرومولار) به‌صورت خیساندن بذر و اتفون با سه سطح (۰، ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر در مراحل ۴ و ۲۰ برگی) به‌شکل محلول‌پاشی انتخاب شدند. نتایج نشان داد اثر ساده براسینواستروئید، بر کلیهٔ صفات غیر از وزن خشک و محتوی نسبی رطوبت برگ و کیفیت میوه معنی‌دار است. بیشترین سطح برگ (۲۰۰ سانتی‌متر مربع)، وزن میوه در بوته (۲/۹ کیلوگرم) و عملکرد میوه (۵۰ هزار کیلوگرم در هکتار) به تیمار براسینواستروئید ۰/۷۵ میکرومولار تعلق داشت. افزایش ۵۰ درصد قندهای احیاء کننده، ۲۱ درصد پروتئین محلول برگ، ۲۳/۸ درصد کلروفیل، ۴۲ درصد تعداد میوه و کاهش ۱۲/۶درصد نشت یونی با کاربرد براسینواستروئید در مقایسه با شاهد مشاهده شد. کاربرد اتفون در مرحلهٔ ۲۰ برگی گیاه با افزایش ۵۲ درصد قندهای احیاء کننده، ۱۹/۱ درصد کلروفیل، ۱۴/۸ درصد تعداد میوه و کاهش ۱۵/۵ درصد نشت یونی بر عملکرد و کیفیت طالبی اثر نداشت. اثر متقابل دو تیمار بر محتوی کلروفیل a و کاروتنوئید به‌ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار شد. اگرچه براسینواستروئید ۰/۷۵ میکرومولار و کاربرد اتفون در مرحله ۲۰ برگی مؤثرترین تیمارها بودند اما براسینواستروئید با غلظت ۰/۷۵ میکرومولار می‌تواند عملکرد میوه طالبی را تا ۴۱ درصد افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: اتفون، براسینواستروئید، عملکرد، طالبی، کیفیت

۱ و ۳. به‌ترتیب دانش‌آموخته و استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۲. مربی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت
۴. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: nadiabahremand@ujiroft.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1396.7.4.6.7]
[DOI: 10.29252/jcpp.7.4.15]

مقدمه

طالبی با نام علمی کوکومیس‌ملو (*Cucumis melo* L.) یکی از سبزی‌های تیرهٔ کدوئیان (*Cucurbitaceae*)، گیاهی گرمادوست، دارای ریشه سطحی و حجیم، با ساقهٔ رونده که از نظر جایگاه تولید جهانی در بین سبزیجات، مقام هفتم را دارا است (۷). مقادیر بالای ویتامین ث و آ، خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالایی در طالبی ایجاد کرده است که مصرف آن در کاهش حملات و بیماری‌های قلبی و سرطان مکرراً توصیه شده است (۲۱ و ۳۵).

افزایش میزان تولید سبزی‌ها به‌عنوان منبع غذایی ارزان، قابل دسترس و در عین حال حاوی ترکیبات ضد سرطان و پیری در بدن انسان از موضوعات مورد توجه محققان از ابتدا تاکنون بوده است (۲۴).

تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی همواره اثرات رضایت‌بخشی بر عملکرد گیاهان داشته‌اند (۴۶). براسینواستروئید و اتیلن دو گروه از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی‌اند که درون گیاه و یا با استعمال خارجی وظایف و کاربردهای متعددی دارند (۲۷). براسینواستروئیدها اولین بار پس از سی سال مطالعه ازگرده گیاه کلزا جدا و ساختار کاملاً مشابهی با استروئیدهای حیوانی داشتند که براساس تعداد کربن به سه گروه ۲۷، ۲۸ و ۲۹ کربنی از قبیل براسینولید، کاستاسترون و تعداد زیادی از براسینواستروئیدهای دیگر که در بین آنها براسینولید از لحاظ ساختاری بالاترین فعالیت را دارا است، تقسیم می‌شوند. ساخت براسینواستروئیدها در گیاه از ترکیبی به‌نام کامپسترول شروع شده و طی یک‌سری واکنش‌های اکسیداسیون، احیا و هیدروکسیلاسیون انجام می‌شود (۹). براسینواستروئیدها در فعالیت‌های متابولیکی متعددی در گیاه مانند تقسیم و بزرگ شدن سلول، ساخت RNA، DNA، پروتئین، ترکیبات دیواره سلول، ساماندهی میکروتوبول‌ها، تثبیت نیتروژن و توزیع آن، جوانه‌زنی، تمایز آوندی، گل‌دهی، رشد لوله گرده، پاسخ به استرس و پیری دخالت دارند (۲). تنظیم بیان و نسخه‌برداری صدها ژن بر عهده براسینواستروئیدها ست که در سال‌های اخیر مقدمه‌ای جهت درک ملکولی و مکانیزم عمل آن شده است (۲۹). غوطه‌وری بذر خردل در براسینواستروئید (۲۴- اپی‌براسینولید) قبل از کاشت، رشد و کلیه پارامترهای فتوسنتزی را افزایش داده است (۴۵). افزایش ۲۷ درصدی ارتفاع گیاه و ۳۲ درصد عملکرد با کاربرد براسینواستروئید ۲۰۰ پی‌پی‌ام در گیاه گندم گزارش شده است (۱۲). اسپری براسینواستروئید در مرحله ۲ و ۴ برگی گیاه هندوانه، تشکیل سریع‌تر گل‌های ماده و افزایش ۶۶ درصد عملکرد را سبب شده است (۵۰). کاهش نفوذپذیری غشاء سلولی در هر دو حالت عادی و تنش و افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی در حالت تنش، تحت تزریق ۲۴- اپی براسینولید در لپه‌ها و برگ‌های اولیه گیاه کلزا گزارش شده است (۲۲).

تغییرات میوه گیلاس با محلول‌پاشی هموبراسینولید در مرحلهٔ گل‌دهی و تشکیل میوه با افزایش وزن، اندازه، رنگ و مواد جامد محلول نمایان شده است ولی بر نابسامانی‌های فیزیولوژیک میوه تأثیری نداشت (۱۳). در گوجه‌فرنگی افزایش ویتامین‌ث، مواد جامد محلول و محتوی لیکوپن توسط براسینولید، فعال‌ترین نوع براسینواستروئید مشاهده شده است (۶۱).

اتفون یکی از ترکیبات آزاد کننده اتیلن و یک کند کننده رشد است که در شرایط اسیدی درآب حل شده، در دمای بالا و حالت قلیایی به اتیلن ود هیدروژن فسفات تبدیل و نسبت به سایر ترکیبات آزاد کننده، نفوذ و انتقال راحت‌تری دارد (۲۵). اتیلن تنها هورمون گازی شکل و یک هیدروکربن ساده اشباع نشده در گیاه است که از اسید آمینه متیونین ساخته شده است و فرآیندهای مختلفی مانند جوانه‌زنی، ریزش، رسیدن میوه، پیری، ریشه‌زایی قلمه و پاسخ به تنش را کنترل می‌نماید (۵۷). افزایش عملکرد سیب همراه با کاهش اندکی رشد رویشی، کاهش تعداد میوه و افزایش سایز میوه با کاربرد اتفون گزارش شده است (۴). اتیلن سبب تغییر جنسیت و افزایش تعداد گل ماده، تعداد میوه و محصول در خانواده کدوئیان می‌شود (۳۶). اتیلن سبب افزایش دوره رشد رویشی گیاه و در نهایت افزایش میزان زیست‌توده می‌شود (۳). کاهش رشد، رنگیزه‌های فتوسنتزی،

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1396.7.4.6.7]
[DOI: 10.29252/jcpp.7.4.15]

قند، مواد جامد محلول و ویتامین ث با محلول‌پاشی برگی اتفون در گیاه طالبی گزارش شده است (۴۰).

کاهش ۱۴ و ۲۳ درصد کلروفیل به‌ترتیب در سیر و پیاز تحت تأثیر اتفون مشاهده شده است (۳۹). تحقیقات نشان داده کاربرد اترل با سایر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، باعث افزایش عملکرد گیاه طالبی شده است (۱۱). با کاربرد اتفون، قطر میوه گوجه‌فرنگی (۶۱)، قطر میوه انجیر در مقایسه با محلول‌پاشی اکسین (۴۱) و مواد جامد محلول ذغال‌اخته افزایش یافته است (۵). مصرف اتفون در گیاه با تأثیر بر عمل آنزیم‌های پلی‌گالاکتروناز، پکتین متیل استراز و بتاگلوکوزیداز، سفتی میوه را کاهش می‌دهد (۳۱ و ۴۳).

با توجه به اثرات غیرقابل انکار تنظیم‌کننده‌های رشد و احتمال برهمکنش آنها در اغلب پدیده‌های درون گیاه، این تحقیق با هدف بررسی میزان تأثیر براسینواستروئید و اتفون به‌تنهایی و به‌صورت ترکیب بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه طالبی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان که در موقعیت جغرافیایی ۵۶ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی در ارتفاع ۱۷۵۴ متر از سطح دریا قرار گرفته است، در بهار سال ۱۳۹۳ به‌صورت فاکتوریل با سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. براسینواستروئید با چهار سطح (۰، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ میکرومولار) و اتفون با سه سطح (۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر در مراحل ۴ و ۲۰ برگی) انتخاب شدند. بذرها به‌مدت ۲۴ ساعت در براسینواستروئید خیسانده و اتفون در مراحل ۴ و ۲۰ برگی روی شاخساره گیاه (چهار بوته اول هر پشته در مرحله ۴ برگی و چهار بوته آخر در مرحله ۲۰ برگی) اسپری شدند. صفات سطح برگ، وزن تر و خشک برگ، وزن تر بوته، محتوی کلروفیل، کاروتنوئید، قندهای احیاء کننده، پروتئین، نشت یونی، محتوای نسبی رطوبت برگ، تعداد میوه در بوته، وزن میوه در بوته، عملکرد و شاخص‌های کیفی میوه از قبیل وزن میوه، قطر میوه، سفتی، مواد جامد محلول و وزن محتویات داخل حفره اندازه‌گیری شد. بذر رقم شاه‌پسندی (تند رشد، میان‌رس و با متوسط عملکرد ۳۰ – ۲۵ هزار کیلوگرم در هکتار) که در جنوب استان فارس به‌طورگسترده کشت می‌شود، از شرکت پارس سید خریداری شد. برای آماده‌سازی زمین، در پاییز شخم نسبتاً عمیقی زده شد، در اردیبهشت بعد از پاک‌سازی و هموارسازی، براساس نتایج آزمایش خاک محل اجرای تحقیق (جدول ۱)، میزان۲۰۰ کیلوگرم اوره، ۱۰۰کیلوگرم سوپر فسفات و۵۰ کیلوگرم پتاس به خاک اضافه و با دیسک مخلوط شد. با نهرکن پشته‌هایی با طول ۲۰ و عرض ۱/۵ متر ایجاد و سپس آبیاری انجام شد. داخل جوی‌ها مالچ سیاه کشیده و بذر به‌صورت کپه‌ای در دو طرف پشته در محل داغاب با فاصله بوته ۷۵ سانتی‌متر کشت شد. یک ماه بعد کود کامل (۲۰– ۲۰ –۲۰) به‌صورت سرک اضافه شد. مگس میوه با کاربرد سه مرتبه دیازینون در مرحله ظهور میوه و تریپس با دی‌کلروووس یک در هزار کنترل شد. آبیاری مزرعه با دور هفت روز یک‌بار انجام شد. ۴ هفته بعد از کاشت، سطح برگ، وزن تر و خشک، محتوای کلروفیل و کاروتنوئید، محتوی رطوبت نسبی برگ، نشت یونی، قند و پروتئین برگ اندازه‌گیری شد. وزن میوه در بوته، تعداد میوه در بوته و عملکرد در زمان رسیدگی فیزیولوژیک پس از ۷۵ روز و صفات کیفی میوه از قبیل قطر، سفتی، مواد جامد محلول، محتویات حفره و وزن میوه بعد از برداشت سنجیده شد. برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک از هر تیمار سه نمونه و صفات مربوط به میوه، پنج نمونه به‌طور تصادفی انتخاب شد. قطر میوه با کولیس، سفتی با پنترومتر و مواد جامد محلول با رفرکتومتر اندازه‌گیری شد. سطح برگ با اندازه‌گیری عرض و مساحت برگ با کاغذ شطرنجی و معادله آن با نرم‌افزار اکسل به‌دست آمد (Gliessman, 2014). کلروفیل و کاروتنوئید با روش لیچتندالر (۳۲)، محتوی نسبی رطوبت برگ، اسمارت و بینگهام (۴۸)، نشت یونی، کومار و دی (۳۰)، پروتئین، برادفورد (۸) و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1396.7.4.6.7]
[DOI: 10.29252/jcpp.7.4.15]

جدول ۱. نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش سال زراعی ۹۴-۹۳

بافت	اسیدیته	شوری	کربن	کربنات	سولفات	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس	کلر
		میلی‌موس	درصد	میلی‌گرم در کیلوگرم								
شنی لومی	۷/۵	۳/۹	۰/۱۸	۱۲۸	۱۵۵۴	۶/۹۲	۲۸۷	۰/۷۶	۰/۲۸	۲/۵۱	۰/۲۵	۴۷۴

قندهای احیاء کننده برگ با روش سموگی (۴۹) اندازه‌گیری شد. تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج

سطح برگ

براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر ساده براسینواستروئید بر صفت سطح برگ از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنی‌دار شده است (جدول ۲). براساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین میزان سطح برگ (۲۰۰ سانتی‌متر مربع) در بیشترین غلظت براسینواستروئید (۰/۷۵ میکرومولار) و کمترین (۱۵۰ سانتی‌متر مربع) در گیاه شاهد مشاهده شد (جدول ۳). غلظت ۰/۲۵ میکرومولار با شاهد و غلظت ۰/۵ و ۰/۷۵ میکرومولار باهم تفاوت معنی‌داری نداشتند.

وزن تر برگ

اثر ساده هر دو تنظیم‌کننده رشد براسینواستروئید و اتفون بر صفت وزن تر برگ به‌ترتیب در سطح یک و پنج درصد آماری معنی‌دار شده است (جدول ۲). بیشترین وزن تربرگ (۶/۱ گرم) در بیشترین غلظت براسینواستروئید و کمترین (۴/۹ گرم) در گیاه شاهد ثبت شد. مقدار وزن تر برگ در تیمار محلول‌پاشی اتفون و در مرحله ۲۰ برگی (۶ گرم) نسبت به تیمار دیگر (۵/۲ گرم) افزایش معنی‌داری نشان داد.

وزن خشک برگ

اثر ساده براسینواستروئید و اثر متقابل دو تیمار بر وزن خشک برگ از لحاظ آماری معنی‌دار نشد. اثر ساده اتفون بر وزن خشک برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین وزن خشک برگ (۲ گرم) در تیمار کاربرد اتفون در مرحلهٔ ۲۰ برگی گیاه و کمترین (۱/۸گرم) در گیاه شاهد و کاربرد اتفون در مرحله ۴ برگی وجود داشت.

وزن تر بوته

اثر ساده براسینواستروئید و اتفون بر صفت وزن تر بوته معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین مقدار وزن تر بوته به‌ترتیب مربوط به بیشترین غلظت براسینواستروئید (۱۰۰۰ گرم) و محلول‌پاشی اتفون در مرحلهٔ ۲۰ برگی (۱۰۰۰گرم) و کمترین (۸۴۰ گرم) در شاهد مشاهده شد.

تعداد میوه در بوته

اثر ساده هردو تنظیم‌کننده رشد گیاهی بر تعداد میوه موجود در بوته در سطح یک درصد آماری معنی‌دار گردید (جدول ۲). اما اثر متقابل این تیمارها معنی‌دار نبود. بیشترین تعداد میوه (۳ عدد) در بیشترین غلظت براسینواستروئید (۰/۷۵ میکرومولار) و کمترین (۲/۲ عدد) آن در گیاه شاهد مشاهده شد. سطوح مختلف اتفون از لحاظ تعداد میوه در بوته، نسبت به گیاه شاهد برتری داشته است، اما با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند. بیشترین تعداد میوه (۲/۹) در تیمار محلول‌پاشی اتفون در مرحله ۲۰ برگی گیاه و کمترین (۲/۲ عدد) در گیاه شاهد وجود داشت.

وزن کل میوه در بوته

اثر ساده براسینواستروئید بر وزن کل میوه در گیاه طالبی در تحقیق حاضر در سطح یک درصد آماری معنی‌دار شد و بیشترین

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1396.7.4.6.7]
[DOI: 10.29252/jcpp.7.4.15]

[DOI: 10.29252/jcpp.7.4.15] [DOR: 20.1001.1.22518517.1396.7.4.6.7] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر براسینواستروئید و اتفون بر صفات مورفولوژیک گیاه طالبی

منابع تغییر	درجه آزادی	سطح برگ	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر بوته	وزن میوه در بوته	وزن میوه	تعداد میوه در بوته	عملکرد	وزن محتویات حفره	قطر میوه	سفتی گوشت
بلوک	۲	۵۴۲^{ns}	۱/۱۹^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۸۶۷۰^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۰^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۱۶۳۷۷۴۵۴^{ns}	۴۰۸^{ns}	۵۶/۶^{ns}	۰/۴۲^{ns}
براسینواستروئید	۳	۴۹۳**	۳/۱۰**	۰/۰۷^{ns}	۷۶۶۷۴**	۱/۱۹**	۰/۰۰^{ns}	۱/۵۶**	۳۸۸۱۴۱۵۴۵**	۴۷۲*	۳/۴۰^{ns}	۰/۲۳^{ns}
اتفون	۲	۱۰۸۰^{ns}	۲/۸۰*	۰/۱۱*	۱۱۲۶۶۲**	۰/۲۹^{ns}	۰/۰۰^{ns}	۰/۲۷**	۵۲۳۴۷۴۸۶^{ns}	۴۶۲^{ns}	۱۲/۱^{ns}	۰/۰۰^{ns}
اثر متقابل	۶	۳۰۰^{ns}	۰/۴۹^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۱۰۰۱۴^{ns}	۰/۱۰^{ns}	۰/۰۰^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۳۳۹۱۷۵۶۰^{ns}	۱۳۶^{ns}	۲۰/۵^{ns}	۰/۰۳^{ns}
خطای کل	۳۵	۹۰۶	۰/۵۶	۰/۰۳	۹۵۰۲	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۰۴	۲۵۷۷۰۷۶۷	۱۳۴	۲۰/۶	۰/۴۳
ضریب تغییرات		۱۷/۳	۱۲/۹	۹/۲۰	۱۰/۱	۱۲/۰	۹/۴۸	۷/۷۰	۱۱/۲	۹/۱۱	۱۲/۱	۲۵/۸

ns* و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳. اثر ساده براسینواستروئید بر رشد، زیست‌توده، عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک طالبی

تیمار	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	پروتئین برگ (میلی‌گرم برگرم وزن تر)	محتویات حفره (گرم)	عملکرد (کیلوگرم درهکتار)	وزن میوه در بوته (کیلوگرم)
C	۱۵۰ ^{c}	۱۴/۰^{b}	۱۳۵^{a}	۳۸۰۰۰/۰^{c}	۲/۲۰^{c}
BR_1	۱۵۵^{bc}	۱۴/۵^{ab}	۱۱۵^{b}	۴۲۰۰۰/۰^{b}	۲/۵۰^{bc}
BR_2	۱۷۵^{ab}	۱۴/۵^{ab}	۱۲۰^{ab}	۴۳۰۰۰/۰^{b}	۲/۶۰^{b}
BR_3	۲۰۰ ^{a}	۱۶/۰^{a}	۱۲۱^{ab}	۵۰۰۰۰/۰^{a}	۲/۹۰^{a}

حروف غیرمشابه براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهند.

C: شاهد، BR1، BR2 و BR3 به‌ترتیب براسینواستروئید ۰/۲۵، ۰/۵۰ و ۰/۷۵ میکرومولار

(۲/۹ کیلوگرم) و کمترین مقدار (۲/۲ کیلوگرم) به‌ترتیب مربوط به بیشترین غلظت براسینواستروئید (۰/۷۵میکرومولار) و گیاه شاهد بود. اثر ساده اتفون و اثر متقابل براسینواستروئید و اتفون بر وزن کل میوه در بوته گیاه طالبی در این تحقیق معنی‌دار نبود.

وزن متوسط میوه

اثر ساده و متقابل تیمارها بر صفت وزن متوسط میوه در گیاه طالبی در تحقیق حاضر معنی‌دار نشد (جدول ۲).

عملکرد

اثر ساده براسینواستروئید بر عملکرد گیاه طالبی در تحقیق حاضر در سطح یک درصد آماری معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین (۵۰ هزار کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۳۸ هزار کیلوگرم د هکتار) مقدار عملکرد مربوط به بیشترین غلظت براسینواستروئید (۰/۷۵ میکرومولار) و گیاه شاهد بود (جدول ۳). اثر ساده اتفون و اثر متقابل براسینواستروئید و اتفون بر عملکرد کل معنی‌دار نبود.

وزن محتویات داخل میوه

وزن محتویات داخل میوه فقط تحت تأثیر کاربرد براسینواستروئید در سطح ۵ درصد آماری کاهش یافت. بیشترین وزن محتویات داخل میوه (۱۳۵ گرم) در تیمار شاهد و کمترین (۱۱۵ گرم) در کمترین غلظت براسینواستروئید (۰/۲۵ میکرومولار) درحالی‌که با دو غلظت دیگر براسینواستروئید تفاوت معنی‌داری نداشت، مشاهده شد (جدول ۳).

کیفیت میوه

در این آزمایش مشخص شد صفات اندازه‌گیری شده مربوط به کیفیت میوه طالبی از قبیل قطر میوه، میزان سفتی و مواد جامد محلول آن تحت تأثیر هیچ‌کدام از تیمارهای به‌کار گرفته شده براسینواستروئید یا اتفون قرار نگرفتند.

پروتئین کل برگ

اثر ساده براسینواستروئید در آزمایش حاضر بر محتوی پروتئین کل در برگ گیاه طالبی در سطح پنج درصد از لحاظ آماری معنی‌دار است (جدول ۴). مقایسه میانگین مربوط به این صفت نشان می‌دهد بیشترین مقدار پروتئین کل برگ (۱۶میلی‌گرم بر گرم وزن تر) به بیشترین غلظت براسینواستروئید به‌کار رفته در آزمایش (۰/۷۵ میکرومولار) و کمترین (۱۴ میلی گرم بر گرم وزن تر) به گیاه شاهد مربوط بوده است (جدول ۳). اثر ساده اتفون و اثر متقابل دو تیمار بر محتوی پروتئین برگ گیاه طالبی در این تحقیق معنی‌دار نشد.

قندهای احیاء کننده برگ

اثر براسینواستروئید و اتفون بر میزان قندهای احیاء کننده برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). بیشترین مقدار قندهای احیاء کننده در بیشترین غلظت براسینواستروئید (۵۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و کاربرد اتفون در مرحله ۲۰ برگی (۵۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و کمترین در هر دو حالت در گیاه شاهد (۳۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مشاهده شد (جدول ۵).

نشت یونی برگ

اثرساده هر دو تنظیم کننده در سطح یک درصد بر میزان نشت یونی برگ معنی‌دار شد (جدول ۴). کمترین نشت یونی (۳۱ درصد) در بیشترین غلظت براسینواستروئید و بیشترین (۳۵/۵ درصد) در شاهد مشاهده شد. کاربرد اتفون نسبت به گیاه شاهد برتری نشان داده است و نشت یونی را در برگ کاهش دادند. کمترین نشت یونی (۳۰ درصد) با کاربرد اتفون در مرحله ۲۰ برگی و بیشترین (۳۵/۵ درصد) در شاهد ثبت شد (جدول ۵).

محتوی نسبی رطوبت برگ

در تحقیق حاضراثر ساده و متقابل تیمارها بر محتوی نسبی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1396.7.4.6.7]
[DOI: 10.29252/jcpp.7.4.15]

[DOI: 10.29252/jcpp.7.4.15] [DOR: 20.1001.1.22518517.1396.7.4.6.7] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

جدول ۴. تجزیه واریانس اثر براسینواستروئید و اتفون بر صفات فیزیولوژیک گیاه طالبی

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	پروتئین محلول برگ	قند احیاء کننده برگ	نشت یونی برگ	محتوی نسبی رطوبت برگ	مواد جامد محلول میوه
بلوک	۲	۱/۸۰^{ns}	۳/۰۶^{ns}	۲/۲۶^{ns}	۰/۵۷^{ns}	۵/۰۰^{ns}	۴۱/۱۹^{ns}	۱/۴۰^{ns}	۳۳/۵۸^{ns}	۱/۸۰^{ns}
براسینواستروئید	۳	۲۴/۳۵**	۵/۸۳*	۵۰/۸۹**	۲/۰۰**	۱۲/۳۴*	۷۲۷/۷۰**	۱۰۴/۴۵**	۸۶/۸۰^{ns}	۱/۸۵^{ns}
اتفون	۲	۴۳/۳۰**	۵/۵۲*	۶۹/۳۷**	۳/۰۰**	۹/۳۶^{ns}	۱۸۱۲/۸۰**	۱۰۴/۶۷**	۳۵/۸۰^{ns}	۱/۳۴^{ns}
اثرمتقابل	۶	۵/۱۳**	۱/۹۶^{ns}	۱/۶۰^{ns}	۰/۱۵*	۳/۳۵^{ns}	۱۱۶/۴۹^{ns}	۲۱/۸۰^{ns}	۱۲/۲۰^{ns}	۸/۵۹^{ns}
خطای کل	۳۵	۱/۳۴	۱/۴۹	۲/۲۷	۱/۳۹	۳/۵۴	۷۹/۴۳	۹/۰۰	۲۸/۶۹	۴/۵۹
ضریب تغییرات		۷/۸۰	۱۴/۸۵	۶/۵۰	۵/۵۰	۱۲/۴	۱۷/۱۲	۹/۱۱	۶/۵۷	۱۲/۸

ns،* و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۵. اثر ساده براسینواستروئید و اتفون بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه طالبی

تیمار	وزن تربرگ (گرم)	وزن تر بوته (گرم)	تعداد میوه دربوته	قند های محلول (میلی‌گرم برگرم وزن تر)	نشت یونی (درصد)	کلروفیل کل (میلی‌گرم برگرم وزن تر)	کلروفیل ب (میلی‌گرم برگرم وزن تر)
C	۴/۹۰^{b}	۸۴۰^{c}	۲/۲۰^{d}	۳۹/۰^{b}	۳۵/۵^{a}	۲۱/۱^{c}	۷/۸۰^{c}
براسینواستروئید							
BR_1	۵/۵۰^{ab}	۸۹۰^{bc}	۲/۵^{c}	۵۲/۰^{a}	۳۲/۵ ^{b}	۲۳/۱^{c}	۷/۵۰^{bc}
BR_2	۶/۰۰ ^{a}	۹۰۰^{ab}	۲/۷^{b}	۵۳/۱^{a}	۳۲/۰ ^{bc}	۲۴/۰۰^{b}	۸/۴۰^{ab}
BR3	۶/۱۰^{a}	۱۰۰۰^{a}	۳^{a}	۵۴/۱^{a}	۳۱/۰ ^{c}	۲۶/۰۰^{a}	۸/۵۰^{a}
اتفون							
ET_1	۵/۲۰^{b}	۹۰۰^{b}	۲/۶^{ab}	۵۵/۰^{a}	۳۲/۰^{b}	۲۳/۰۰^{b}	۷/۸۰^{b}
ET_2	۶/۰۰^{a}	۱۰۰۰^{a}	۲/۹^{a}	۵۶/۰^{a}	۳۲/۰^{b}	۲۵/۰۰^{a}	۸/۸۰^{a}

حروف غیرمشابه براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهند. C: شاهد BR_1، BR_2 و BR_3 به‌ترتیب براسینواستروئید ۰/۲۵، ۰/۵۰ و ۰/۷۵ میکرومولار، ET_1 و ET_2 به‌ترتیب اتفون ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله ۴ و ۲۰برگی گیاه.

رطوبت برگ معنی‌دار نشد (جدول ۴).

کلروفیل

اثرساده هر دو تیمار بر میزان کلروفیل b و کلروفیل‌کل به‌ترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). بیشترین میزان کلروفیل کل در بیشترین غلظت براسینواستروئید (۲۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و کاربرد اتفون در مرحله ۲۰ برگی گیاه (۲۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و کمترین در گیاه شاهد (۲۱ میلی گرم برگرم وزن تر) مشاهد شد (جدول ۵). اثر متقابل بر محتوی کلروفیل a معنی‌دار بود. بیشترین میزان کلروفیل a (۲۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) با ترکیب کاربرد دیرتر اتفون در حضور بیشترین غلظت براسینواستروئید و کمترین (۱۲/۵) در گیاه شاهد ثبت شد (شکل ۱).

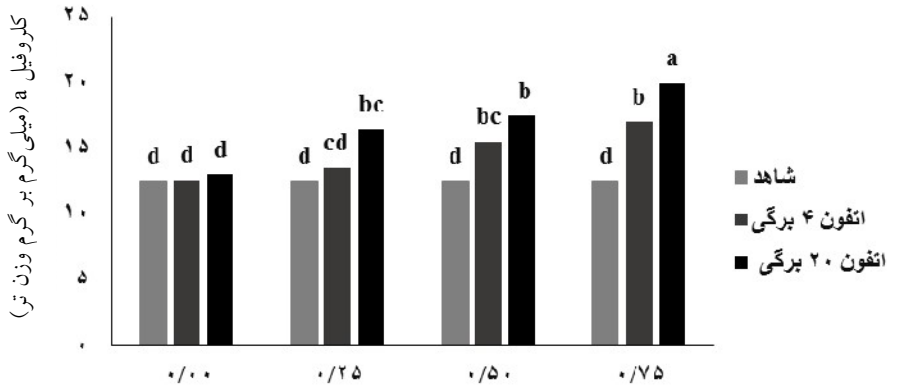
کاروتنوئید

اثر متقابل دو تیمار بر میزان کاروتنوئید برگ از لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). بیشترین مقدار (۴/۲ میلی‌گرم برگرم وزن تر) مربوط به بیشترین غلظت براسینواستروئید (۰/۷۵میکرومولار) در ترکیب با محلول‌پاشی دیرتر اتفون (مرحله ۲۰ برگی) و کمترین (۳/۱ میلی‌گرم برگرم وزن تر) در گیاه شاهد بدون مصرف تنظیم‌کننده بود (شکل ۲).

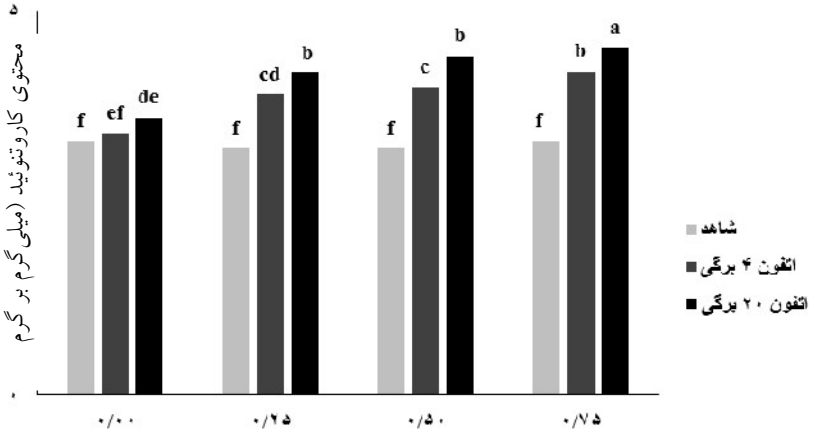
بحث

اثر رونق‌بخش براسینواستروئید بر بسیاری از صفات مورفولوژیک و فیزیولویک گیاه طالبی در این تحقیق مشاهده شده است. تنظیم‌کننده رشد براسینواستروئید با غلبه بر محدودیت روزنه‌ها، افزایش دی‌اکسید کربن و آنزیم کربنیک انهیدراز، کارایی فتوسنتز و تثبیت کربن را افزایش می‌دهد (۲۳). غوطه‌وری بذر خردل در براسینواستروئید (۲۴- اپی براسینولید) قبل از کاشت، رشد و کلیه پارامترهای فتوسنتز را افزایش داده است که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد (۴۵). نتایج مشابهی در گیاه باقلا (۵۱) و ذرت (۱۸) با محلول‌پاشی برگی براسینواستروئید مشاهده شده است. براسینواستروئید با جبران کمبود آب در گیاه فتوسنتز را افزایش می‌دهد (۵۸). انتظار می‌رفت که براسینواستروئید محتوی نسبی رطوبت برگ را افزایش دهد ولی نتایج این تحقیق با بررسی گیاه گوجه‌فرنگی که افزایش محتوی رطوبت نسبی با کاربرد براسینواستروئید را نشان داد و می‌تواند نتیجه تأثیر بر وضعیت روزنه‌ها در گیاه باشد کاملاً مغایرت داشت (۱۷). افزایش سطح برگ گیاه تحت اثر براسینواستروئید در این تحقیق می‌تواند ناشی از افزایش فتوسنتز، تقسیم و رشد سلول باشد. براسینواستروئید بر تقسیم و بزرگ شدن سلول تأثیر می‌گذارد (۷). برای توسعه سلول براسینواستروئید در غشاء عمل کرده و نرم شدن دیواره سلولی را ممکن می‌سازد (۲۶). افزایش سطح برگ با کاربرد براسینواستروئید در گیاه خلر گزارش شده است (۵۵). احتمالاً براسینواستروئید با بهبود وضعیت فتوسنتز که افزایش قندهای احیاء کننده، پروتئین محلول برگ و رنگیزه‌های فتوسنتزی در این تحقیق تأیید کننده این مطلب است، زیست‌توده گیاه و سطح برگ را افزایش داده است (۲۳). براسینواستروئید سبب افزایش رشد و زیست‌توده گیاه می‌شود (۱۵). افزایش وزن تر بوته درگیاه گندم با کاربرد براسینواستروئید گزارش شده است (۴۷). براسینواستروئید باعث افزایش وزن تر بوته گوجه‌فرنگی و زیست‌توده گیاه شده است (۶ و ۱۷). افزایش میزان قند تحت تأثیر براسینواستروئید در برگ گیاه تربچه گزارش شده است (۳۴). تحقیقات نشان داده براسینواستروئید قندهای محلول، میزان نشاسته، رونویسی ژن‌های فتوسنتز و فعالیت آنزیم‌های چرخه کالوین را افزایش می‌دهد (۲۳). قندهای احیاء کننده یکی از منابع اصلی غیر پروتئینی در اکثر سلول‌های گیاهی هستند و در دامنهٔ وسیعی از واکنش‌های بیوشیمیایی نقش دارند (۴۲). تحریک رشد گیاه در حضور براسینواستروئید توسط افزایش قند گیاه گزارش شده است (۵۹). افزایش پروتئین محلول برگ با افزایش غلظت براسینواستروئید احتمال دارد ناشی از تأثیر براسینواستروئید بر بیان و نسخه‌برداری بسیاری از ژن‌ها باشد. نتایج تأیید کننده این

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1396.7.4.6.7]
[DOI: 10.29252/jcpp.7.4.15]



شکل ۱. اثر براسینواستروئید و اتفون بر محتوی کلروفیل a. ستون‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند.



شکل ۲. اثر براسینواستروئید و اتفون بر محتوی کاروتنوئید. ستون‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

مطلب گزارش شده است (۲۹). افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی با کاربرد براسینواستروئید در این تحقیق با نتایج گزارش شده در گیاه ذرت مطابقت (۲۸) دارد، درحالی‌که با نتایج بررسی گیاه کلزا همراه با کاهش کلروفیلb و کاروتنوئید مغایر است (۲۲). براسینواستروئید از طریق اثر بر بیان ژن‌ها، سبب القای آنزیم‌های ساخت کلروفیل و کاهش تجزیه و تخریب رنگیزه‌ها می‌شود

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1396.7.4.6.7]
[DOI: 10.29252/jcpp.7.4.15]

(۲۹). در این تحقیق کاهش نشت یونی با افزایش غلظت براسینواستروئید با نتایج کاربرد براسینواستروئید در گیاه فلفل کاملاً هم‌خوانی دارد (۱۹). براسینواستروئید مالون دی‌آلدئید، پراکسیداسیون چربی‌ها را کاهش و ثبات غشاءهای سلولی را افزایش و در نتیجه نشت یونی را کاهش می‌دهد. براسینواستروئید روی خصوصیات الکتریکی، نفوذپذیری، پایداری، پمپ پروتون و آنزیم‌های غشاء تأثیر می‌گذارد (۳۳). براسینواستروئید گیاه را در برابر تنش‌های وارده محافظت می‌کند (۳۸ و ۴۵). در تحقیق حاضر، افزایش وزن تر بوته، تعداد میوه در بوته و افزایش وزن کل میوه در بوته، افزایش عملکرد کل در گیاه طالبی را پیش‌بینی می‌کرد که احتمالاً ناشی از اثر مثبت براسینواستروئید بر تقسیمات سلولی و افزایش غذاسازی به‌علت بهبود خواص مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه بوده است. حداکثر عملکرد گوجه‌فرنگی با دوبار کاربرد براسینواستروئید به‌صورت خیساندن بذر و محلول‌پاشی برگی در مرحله گل‌دهی حاصل شده است (۳۸). اسپری براسینواستروئید در مرحله ۲ و ۴ برگی گیاه هندوانه، تشکیل سریع‌تر گل‌های ماده و افزایش ۶۶ درصد عملکرد را سبب شده است (۵۰). افزایش عملکرد با کاربرد براسینواستروئید در گیاه گندم گزارش شده است (۱۲). وزن تر و خشک برگ و وزن بوته گیاه طالبی در این تحقیق تحت اثر اتفون افزایش نشان داد. به‌کار بردن اتفون با طولانی کردن دوره رشد سبب افزایش زیست‌توده می‌شود (۱). اتفون سبب تأخیر یا توقف تقسیم سلول در مریستم ریشه و شاخه می‌شود (۴۰). اتفون سبب افزایش آنزیم نیترات ریداکتاز و افزایش جذب نیتروژن و گوگرد و در نتیجه افزایش فتوسنتز در گیاه خردل شده است (۲۰). افزایش تعداد گل درهندوانه تحت تأثیر اتفون گزارش شده است (۳۲). اتفون یک ترکیب کند کننده رشد است و به‌عنوان یک ترکیب ضدجیبرلین عمل می‌کند و تسریع گل‌دهی را به‌همراه دارد (۴۰). اتفون با تأثیر بر فتوسنتز عملکرد گیاه گندم را افزایش داده است (۴۷). در این تحقیق مشخص شد که اتفون با اینکه اثرات مثبتی بر افزایش بسیاری از صفات گیاه از قبیل میزان قند برگ، کاهش نشت یونی، افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و افزایش تعداد میوه که احتمالاً حاصل تغییر جنسیت گل‌های نر به ماده بوده است اما قادر نبوده عملکرد گیاه طالبی را افزایش دهد. اتیلن سبب تغییر جنسیت و افزایش تعداد گل ماده، تعداد میوه و محصول در هندوانه شده است (۳۲). اتیلن با افزایش فتوسنتز میزان قندهای احیاء کننده را در گیاه افزایش می‌دهد (۲۰). کاهش نشت یونی با اثر اتفون بر تراوایی غشاء را از طریق تثبیت برروی قطب‌های چربی‌دوست غشاء می‌توان توجیه کرد (۵۲). کاهش محتوی مالون‌ها و نشت یونی تحت اثر اتفون در گوجه‌فرنگی گزارش شده است (۶۰). افزایش عملکرد سیب همراه با کاهش اندکی رشد رویشی، کاهش تعداد میوه و افزایش سایز میوه با کاربرد با نتایج تحقیق مغایر است (۲). کاهش ۱۴ و ۲۳ درصد کلروفیل به‌ترتیب در سیر و پیاز تحت تاثیر اتفون مشاهده شده است که با نتایج حاصل مطابقت ندارد (۳۳). اتیلن با تأثیر بر بیان ژن آنزیم‌های ساخت رنگیزه‌های فتوسنتزی سبی افزایش آنها و در مرحله رسیدن میوه با کاهش آنزیم‌های ساخت کلروفیل و تأثیر بر پراکسیدازها، فروپاشی کلروفیل را تسریع می‌کند (۱۰ و ۵۴). شاید افزایش وزن خشک برگ نسبت به شاهد نشانی از تجمع مواد غذایی در برگ گیاه باشد که به دلایل متعددی مثل تاخیر بلوغ تحت اثر اتفون اتفاق افتاده است (۳). قابل ذکر است براسینواستروئید و اتفون بر خواص کمی و کیفی میوه غیر از محتویات درون میوه که در گیاه شاهد با کمترین عملکرد از سایر تیمارها بیشتر بوده است، اثر معنی‌داری نداشته و بیانگر اثر براسینواستروئید البته با کمترین غلظت بر افزایش قسمت خوراکی میوه است. توصیه می‌شود کاربرد براسینواستروئید در سایر مراحل توسعه گیاه و و کاربرد اتفون در مراحل گل‌دهی، میوه‌دهی و پس از برداشت در مطالعات آینده با نتایج این تحقیق مقایسه شود.

نتیجه‌گیری

در شرایط این تحقیق براسینواستروئید و اتفون بر ویژگی‌های رشد و زیست‌توده گیاه طالبی از قبیل سطح برگ، وزن تر و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1396.7.4.6.7]
[DOI: 10.29252/jcpp.7.4.15]

خشک، رنگیزه های فتوسنتزی و خصوصیات فیزیولوژیک مانند قندهای احیاء کننده، پروتئین‌های محلول برگ و میزان نشت یونی تأثیرات مختلفی گذاشتند. مؤثرترین تیمارهای قابل مشاهده، براسینواستروئید ۰/۷۵ میکرومولار و محلول‌پاشی اتفون در مرحلهٔ ۲۰ برگی گیاه بود. در نهایت کاربرد براسینواستروئید با این غلظت در افزایش عملکرد گیاه طالبی نقش کاملاً مشخصی داشت.

منابع مورد استفاده

1. Alam, M. M., S. Hayat, B. Ali and A. Ahmad. 2007. Effect of 28-homobrassinolide treatment on nickel toxicity in *Brassica juncea*. *Photosynthetica* 1: 139-142.
2. Ali, B., S. Hayat and A. Ahmad. 2007. 28-Homobrassinolide ameliorates the saline stress in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Environmental and Experimental Botany* 59(2): 217-223.
3. Almodares, A., R. Taheri and S. Adeli. 2008. Stalk yield and carbohydrate composition of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cultivars and lines at different growth stages. *Malaysian Applied Biology Journal* 37:31-36.
4. Atay, A. N. and F. Koyuncu. 2016. Manipulating regular bearing in 'Golden delicious'/M9 apple trees using GA4+ 7 and Ethephon. *International Journal of Fruit Science* 1: 10-22.
5. Ban, T., M. Kugishima, T. Ogata, S. Shiozaki, S. Horiuchi and H. Ueda. 2007. Effect of ethephon (2-chloroethylphosphonic acid) on the fruit ripening characters of rabbiteye blueberry. *Scientia Horticulturae* 112(3):278-281.
6. Behnamnia, M., K. M. Kalantari and J. Ziaie. 2009. The effects of brassinosteroid on the induction of biochemical changes in *Lycopersicon esculentum* under drought stress. *Turkish Journal of Botany* 33(6):417-428.
7. Bianchi, T., L. Guerrero, M. Gratacos-Cubarsi, A. Claret, J. Argyris, J. Garcia-Mas and M. Hortos. 2016. Textural properties of different melon (*Cucumis melo* L.) fruit types: Sensory and physical-chemical evaluation. *Scientia Horticulturae* 201:46-56.
8. Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* 72(1-2): 248-254.
9. Clouse, S. D. 2011. Brassinosteroids. The Arabidopsis Book, The American Society of Plant Biologists. United States of America.
10. Costa, M. L., P. M. Civello, A. R. Chaves and G. A. Martínez. 2005. Effect of ethephon and 6-benzylaminopurine on chlorophyll degrading enzymes and a peroxidase-linked chlorophyll bleaching during post-harvest senescence of broccoli (*Brassica oleracea* L.) at 20 C. *Postharvest Biology and Technology* 35(2): 191-199.
11. Devi, Y. R. and P. Madhanakumari. 2015. Effect of plant growth regulators on flowering and yield of muskmelon (*Cucumis melo* L.). *Plant Archives* 15(2): 899-901.
12. Eleiwa, M. E., S. O. Bafeel and S. A. Ibrahim. 2011. Influence of brassinosteroids on wheat plant (*Triticum aestivum* L.) production under salinity stress conditions. I-growth parameters and photosynthetic pigments. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 5(5):58-65.
13. Engin, H., Z. Gokbayrak and M. Sakaldas. 2016. Effects of 22S, 23S-Homobrassinolide and Gibberellic Acid on Occurrence of Physiological Disorders and Fruit Quality of 'Summit'and 'Regina'Sweet Cherries. *Erwerbs-Obstbau* 1-8.
14. Gliessman, S. R. 2014. Field and Laboratory Investigations in Agroecology. CRC Press. United States of America.
15. Hayat, S., A. Ahmad, M.Mobin, A. Hussain and Q. Fariduddin. 2001. Photosynthetic rate, growth, and yield of mustard plants sprayed with 28-homobrassinolide. *Photosynthetica* 38(3): 469-471.
16. Hayat, S., B. S. A. Ali, Hasan and A. Ahmad. 2007. Brassinosteroid enhanced the level of antioxidants under cadmium stress in *Brassica juncea. Environmental and Experimental Botany* 60(1): 33-41.
17. Hayat, S., S. Yadav, A. S. Wani, M. Irfan and A. Ahmad. 2011. Comparative effect of 28-homobrassinolide and 24-epibrassinolide on the growth, carbonic anhydrase activity and photosynthetic efficiency of *Lycopersicon esculentum*. *Photosynthetica* 49(3): 397-404.
18. Hola, D., O. Rothova, M. Kovova, L. Kohout and M. Kvasnica. 2010. The effect of brassinosteroids on the morphology, development and yield of field-grown maize. *Plant Growth Regulation* 61(1): 29-43.
19. Houimli, S. I. M., M. Denden and B. D. Mouhandes. 2010. Effects of 24-epibrassinolide on growth, chlorophyll, electrolyte leakage and proline by pepper plants under NaCl-stress. *EurAsian Journal of Bioscience* 4: 96-104.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1396.7.4.6.7]
[DOI: 10.29252/jcpp.7.4.15]

20. Iqbal, N., N. A. Khan, R. Nazar and J. A. T. Silva. 2012. Ethylene-stimulated photosynthesis results from increased nitrogen and sulfur assimilation in mustard types that differ in photosynthetic capacity. *Environmental and Experimental Botany* 78:84-90.
21. Ismail, H. I., K. W. Chan, A. A. Mariod and M. Ismail. 2010. Phenolic content and antioxidant activity of cantaloupe (*Cucumis melo*) methanolic extracts. *Food Chemistry* 119(2): 643-647.
22. Janeczko, A., G. Gullner, A. Skoczowski, F. Dubert and B. Barna. 2007. Effects of brassinosteroid infiltration prior to cold treatment on ion leakage and pigment contents in rape leaves. *Biologia Plantarum* 51(2):355-358.
23. Jiang, Y. P., F. Cheng, Y. H. Zhou, X. J. Xia, K. Shi and J. Q. Yu. 2012. Interactive effects of CO_2 enrichment and brassinosteroid on CO_2 assimilation and photosynthetic electron transport in *Cucumis sativus*. *Environmental and Experimental Botany* 75: 98-106.
24. Jones, A. D. and G. Ejeta. 2016. A new global agenda for nutrition and health: the importance of agriculture and food systems. *Bulletin of the World Health Organization* 94(3): 228.
25. Khorshidi, S. and G. Davarynejad. 2010. Influence of Preharvest Ethephon Spray on Fruit Quality and Chemical Attributes of'Cigany'Sour Cherry Cultivar. *Journal of Biological and Environmental Sciences* 4(12).
26. Khripach, V., V. Zhabinskii and A. Groot. 2000. Twenty years of brassinosteroids: steroidal plant hormones warrant better crops for the XXI century. *Annals of Botany* 86(3): 441-447.
27. Koca, N. and S. Karaman. 2015. The effects of plant growth regulators and L-phenylalanine on phenolic compounds of sweet basil. *Food Chemistry* 166: 515-521.
28. Kocova, M., O. Rothova, D. Hola, M. Kvasnica and L. Kohout. 2010. The effects of brassinosteroids on photosynthetic parameters in leaves of two field-grown maize inbred lines and their F1 hybrid. *Biologia Plantarum* 54(4): 785-788.
29. Krishna, P., B. D. Prasad and T. Rahman. 2017. Brassinosteroid Action in Plant Abiotic Stress Tolerance. *Brassinosteroids: Methods and Protocols* 193-202.
30. Kumar, S. and P. Dey. 2011. Effects of different mulches and irrigation methods on root growth, nutrient uptake, water-use efficiency and yield of strawberry. *Scientia Horticulturae* 127(3): 318-324.
31. Lee, S. G. and K. Dalko. (2008) Ethephon application induces symptoms of fruit tissue degeneration in watermelon. *Journal of Plant Biology* 51(5):337-340.
32. Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology* 148: 350-382.
33. Liu, Y., H. Jiang, Z. Zhao and L. An. 2011. Abscisic acid is involved in brassinosteroids-induced chilling tolerance in the suspension cultured cells from *Chorispora bungeana*. *Journal of Plant Physiology* 168(9): 853-862.
34. Mahesh, K., P. Balaraju, B. Ramakrishna and S. S. R. Rao. 2013. Effect of brassinosteroids on germination and seedling growth of radish (*Raphanus sativus* L.) under PEG-6000 induced water stress. *American Journal of Plant Sciences* 4(12): 2305.
35. Mallek-Ayadi, S., N. Bahloul and N. Kechaou. 2016. Characterization, phenolic compounds and functional properties of *Cucumis melo* L. peels. *Food Chemistry* 221: 91-97.
36. Manzano, S., C. Martinez, J. M. Garcia, Z. Megias and M. Jamilena. 2014. Involvement of ethylene in sex expression and female flower development in watermelon (*Citrullus lanatus*). *Plant Physiology and Biochemistry* 85: 96-104.
37. Munzi, S., S. A. Pirintsos and S. Loppi. 2009. Chlorophyll degradation and inhibition of polyamine biosynthesis in the lichen *Xanthoria parietina* under nitrogen stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72(2): 281-285.
38. Ogweno, J. O., X. S. Song, K. Shi, W. H. Hu, W. H. Mao, J. Q. Zhou, Y. H. Yu and S. Nogues. 2008. Brassinosteroids alleviate heat-induced inhibition of photosynthesis by increasing carboxylation efficiency and enhancing antioxidant systems in *Lycopersicon esculentum*. *Journal of Plant Growth Regulation* 27(1): 49-57.
39. Ouzounidou, G., A. Giannakoula, M. Asfi and I. Ilias. 2011. Differential responses of onion and garlic against plant growth regulators. *Pakistan Journal of Botany* 43(4): 2051-2057.
40. Ouzounidou, G., P. Papadopoulou, A. Giannakoula and I. Ilias. 2008. Plant growth regulators. *Journal of Botany* 40(3): 1185-1193.
41. Owino, W. O., Y. Manabe, F. M. Mathooko, Y. Kuboand and A. Inaba. 2006. Regulatory mechanisms of ethylene biosynthesis in response to various stimuli during maturation and ripening in fig fruit (*Ficus carica* L.). *Plant Physiology and Biochemistry* 44(5): 335-342.
42. P-Netto, A. B., C. T. A. Cruz-Silva, S. Schaefer, J. A. Ramirez and L. R. Galagovsky. 2006. Brassinosteroid-stimulated branch elongation in the marubakaido apple rootstock. *Trees* 20(3): 286-291.
43. Prasanna, V., T. N. Prabha and R. N. Tharanathan. 2007. Fruit ripening phenomena–an overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 47(1): 1-19.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1396.7.4.6.7]
[DOI: 10.29252/jcpp.7.4.15]

44. Shao, H. B., Chu, L. Y., Lu, Z. H. and C. M. Kang. 2008. Primary antioxidant free radical scavenging and redox signaling pathways in higher plant cells. *International Journal of Biological Sciences* 4(1): 8.
45. Sharma, A., V. Kumar, R. Singh, A. K. Thukral and R. Bhardwaj. 2016. Effect of seed pre-soaking with 24-epibrassinolide on growth and photosynthetic parameters of *Brassica juncea* L. in imidacloprid soil. *Ecotoxicology and Environmental Safety*133: 195-201.
46. Sharma, P. and R. Bhardwaj. 2007. Effect of 24-epibrassinolide on seed germination, seedling growth and heavy metal uptake in *Brassica juncea* L. *General and Applied Plant Physiology* 33(1-2): 59-73.
47. Shekoofa, A. and Y. Emam. 2010. Effects of nitrogen fertilization and plant growth regulators (PGRs) on yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) cv. Shiraz. *Journal of Agricultural Science and Technology* 10: 101-108.
48. Smart, R. E. and G. E. Bingham. 1974. Rapid estimates of relative water content. *Plant Physiology* 53(2): 258-260.
49. Somogyi, M. 1952. Determination of reducing sugars by Nelson–Somogyi method. *Journal of Biological Chemistry* 200: 245.
50. Susila, T., A. Reddy, M. Rajkumar, G. Padmaga and P. V. Rao. 2012. Effects of sowing data and spraying of brassinosteroid on yield and fruit quality characters of watermelon. *World Journal of Agricultural Sciences* 8:223-228.
51. Talaat, N. B. and A. M. Abdallah. 2010. Effect of 28-homobrassinolide and 24-epibrassinolide on the growth, productivity and nutritional value of two faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars. *Archives of Agronomy and Soil Science* 56(6): 649-669.
52. Thao, N. P., M. I. R. Khan, N. B. A. Thu, X. L. T. Hoang, M. Asgher, N. A. Khan and L. S. P. Tran. 2015. Role of ethylene and its cross talk with other signaling molecules in plant responses to heavy metal stress. *Plant Physiology* 169(1): 73-84.
53. Wang, H. H., F. E. N. G. Tao, X. X. Peng, M. L. Yan, P. L. Zhou and X. K. Tang. 2009. Ameliorative effects of brassinosteroid on excess manganese-induced oxidative stress in *Zea mays* L. leaves. *Agricultural Sciences in China* 8(9): 1063-1074.
54. Wisutiamonkul, A., C. Ampomah-Dwamena, A. C. Allan and S. Ketsa. 2017. Carotenoid accumulation in durian (*Durio zibethinus*) fruit is affected by ethylene via modulation of carotenoid pathway gene expression. *Plant Physiology and Biochemistry*. 115: 308-319.
55. Xiong, J. L., H. Y. Kong, N. A. Akram, X. Bai, M. Ashraf, R. Y. Tan, H. Zhu, K. H. Siddique, Y. C. Xiong and N. C. Turner. 2016. 24-epibrassinolide increases growth, grain yield and β-ODAP production in seeds of well-watered and moderately water-stressed grass pea. *Plant Growth Regulation* 78(2): 217-231.
56. Xu, C., Y. Gao, B. Tian, J. Ren, Q. Meng and P. Wang. 2017. Effects of EDAH, a novel plant growth regulator, on mechanical strength, stalk vascular bundles and grain yield of summer maize at high densities. *Field Crops Research* 200: 71-79.
57. Zhang, M., J. A. C. Smith, N. P. Harberd and C. Jiang. 2016. The regulatory roles of ethylene and reactive oxygen species (ROS) in plant salt stress responses. *Plant Molecular Biology* 91(6): 651-659
58. Zhang, M., Z. Zhai, X. Tian, L. Duan and Z. Li. 2008. Brassinolide alleviated the adverse effect of water deficits on photosynthesis and the antioxidant of soybean (*Glycine max L.*). *Plant Growth Regulation* 56(3): 257-264.
59. Zhang, Y. and J. He. 2015. Sugar-induced plant growth is dependent on brassinosteroids. *Plant Signaling and Behavior* 10(12): 1082700.
60. Zhao, D., L. Shen, B. Fan, M. Yu, Y. Zheng, S. Lv and J. Sheng. 2009. Ethylene and cold participate in the regulation of LeCBF1 gene expression in postharvest tomato fruits. *FEBS letters* 583(20): 3329-3334.
61. Zhu, T., W. R. Tan, X. G. Deng, T. Zheng, D. W. Zhang and H. H. Lin. 2015. Effects of brassinosteroids on quality attributes and ethylene synthesis in postharvest tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology* 100: 196-204.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1396.7.4.6.7]
[DOI: 10.29252/jcpp.7.4.15]

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 7, No. 4, Winter 2018, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Effect of Plant Growth Regulators on Growth, Fruit Yield and Quality in Cantaloupe Plant (*Cucumis melo* Var. *Cantaloupensis* cv. Shahpasandi)

M. Heidari[1], N. Bahremand[2*], S. M. J. Arvin[3] and GH. Mohamadinejad[4]

(Received: December 29-2016; Accepted: May 20-2017)

Abstract

Plant growth regulators may leave positive effects on different plants. A factorial experiment using RCBD was conducted to study the impact of brassinosteroied (Br) and ethephon on growth and development of cantaloupe (Shahpasandi) in 2014, in Kerman University Research Station, Kerman, Iran. Three levels of Br (0, 0.5 and 0.75 mM) as seed soaking and two levels of ethphon (0 and 250 mg/l) as foliar spray at 4- and 20-leaf stage were used. Br was effective on all examined traits with the exception of leaf relative water content, leaf dry weight and fruit quality. Br at 0.75 mM was most effective, producing the highest amount of leaf area (200 cm^2/plant), fruit weight per plant (2.9 kg) and total fruit yield per hectare (50 tons). Relative to control, Br increased fruit reducing sugars concentration, leaf soluble protein contents, leaf chlorophyll concentration, and fruit number by 50%, 21%, 23.8% and 42%, respectively. Ethephon treatment applied at 20-leaf stage increased fruit reducing sugar concentration, leaf chlorophyll, and fruit number by 52%, 19.1% and 14.8%, respectively. Interactive effects of the two factors was significant for chlorophyll a and carotenoids concentrations. However, Br at 0.75 mM level and ethephon applied at 20-leaf stage were more effective than other treatments but Br at 0.75 mM increased the fruit yield by 41%.

Keywords: Brassinosteroied, Cantaloupe, Ethephon, Quality, Yield

1, 3. Graduated Student and Professor, Respectively, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.
2. Lecturer, Department of Horticultural Science, University of Jiroft, Jiroft, Iran.
4. Associate Professor, Department of Agronomy and Plan Breeding, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.
*. Corresponding Author, Email: nadiabahremand@ujiroft.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1396.7.4.6.7]
[DOI: 10.29252/jcpp.7.4.15]