اثر تنظیم‌کننده‌های رشدگیاهی، تنک میوه، بور و کلسیم بر شاخص‌های رشد و عملکرد بذر هندوانه آجیلی

عصمت خدادادی[۱]، سید محمدجواد آروین*[۲]، روح الله عبدالشاهی[۳]، نادیا بهره مند[٤]

[۱]دانش‌آموخته گروه علوم باغبانی دانشگاه شهید باهنرکرمان، [۲] استاد گروه علوم باغبانی دانشگاه شهید باهنرکرمان، [۳] دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شهید باهنر کرمان، [٤] مربی گروه علوم باغبانی دانشگاه جیرفت

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۳، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹٦/۰٤/۳۱)

چکیده

هندوانه آجیلی با هدف تولید بذر در مناطق وسیعی از استان خراسان رضوی کشت می‌شود. به منظور بررسی امکان افزایش تولید بذر، دو آزمایش در تابستان سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. در سال اول، اثر جیبرلین (صفر و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و تعداد میوه (۱، ۲ و ۳ میوه در بوته) بر چهار توده هندوانه آجیلی بررسی شد. در سال دوم، تأثیر براسینواستروئید (صفر ، ۰/۵ و۱ میکرومولار)، جیبرلین (صفر و۵۰ میلی‌گرم در لیتر)، بور (صفر، ۰/۱ و۰/۲ درصد) و کلسیم (صفر و ۰/۲ درصد) بر رشد و تولید بذر یک توده (ژاپنی) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش اول نشان داد، جیبرلین سبب افزایش طول گیاه (٤۱۷ سانتی‌متر) نسبت به شاهد (۳٦۳ سانتی‌متر) شد. بیشترین وزن تراندام هوایی (۱۸۰۵ گرم در بوته) و شاخص کلروفیل (۵۷/۵) با کاربرد جیبرلین در توده ژاپنی بدست آمد. تعداد ۳ عدد میوه باقی مانده روی گیاه، بیشترین حجم (۱۲۵٤۵ میلی‌لیتر در بوته)، وزن میوه (۱۲۲۲۳ گرم در بوته) و وزن بذر (۳۰٤ گرم در بوته) را در توده ژاپنی ایجاد کرد. در آزمایش دوم، بیشترین محتوی نسبی رطوبت برگ (٦۷ درصد) و کمترین نشت یونی (۳۰ درصد) در تیمار ترکیبی براسینواستروئید ۰/۵ میکرومولار، بور ۰/۱ و کلسیم ۰/۲ درصد مشاهده شد. مؤثرترین تیمار در افزایش وزن تر اندام هوایی (۲٤۹۰ گرم دربوته)، محتوی کلروفیل برگ (۲۸/۲ میلی‌گرم برگرم وزن تر)، حجم (۸٤۸٦ میلی‌لیتر در بوته) و وزن میوه (۸۳٤۲ گرم در بوته) و وزن بذر (۲۲۸ گرم در بوته)، ترکیب براسینواستروئید ۰/۵ میکرومولار، جیبرلین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر، بور ۰/۱ و کلسیم ۰/۲ درصد بود. بطوری که این ترکیب تیماری، مقدار بذر را از حدود یک تن در هکتار (شاهد) به سه تن در هکتار افزایش داد و بنابراین این ترکیب تیماری جهت افزایش وزن بذر در هندوانه توصیه گردد

واژه‌های کلیدی: براسینواستروئید، بور، جیبرلین، کلسیم، وزن بذر

مقدمه

افزایش عملکرد و کیفیت محصول به منظور افزایش تولید و سودآوری با شیوه‌های متعدد از جمله بررسی نقش تنظیم کننده‌های رشد گیاهی همواره مورد توجه بوده است (Peng *et al.*, 2004). جیبرلین و براسینواستروئیدها دو گروه از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بوده که تنوع زیادی از لحاظ ساختمانی و طیف عمل دارند (Unamba *et al.*, 2009;Yun *et al.*, 2009). جیبرلین بر بزرگ شدن سلول، رشد طولی ساقه،

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

فعالیت کامبیوم، و گلدهی گیاه تأثیر می‌گذارد (اکبری و معلمی، ۱۳۸۹). اثر جیبرلین بر افزایش میزان محصول طالبی گزارش شده است (Randhawa and Singh, 1970). براسینواستروئیدها همان‌طور که از نامشان پیداست ترکیباتی استروئیدی مشابه استروئیدهای جانوری هستند (Khripach *et al.*, 2000). این تنظیم کننده با افزایش سرعت بازسازی ریبولوز بیس فسفات و افزایش میزان کلروفیل، فتوسنتز را در گیاه افزایش می‌دهد (Zhang *et al.*, 2008). نقش براسینواستروئید در تقسیم و طویل شدن سلول به همراه سایر هورمون‌های گیاهی مانند جیبرلین ثابت شده است (Aval'baev *et al.*, 2003). براسینواستروئید سبب افزایش ارزش اقتصادی میوه می‌شود (Peng *et al.*, 2004). افزایش تعداد میوه و عملکرد هندوانه با محلول‌پاشی براسینواستروئید در مرحله ۲ و ٤ برگی، با غلظت ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است (Susila *et al.*, 2012).

از طرف دیگر تنک میوه (حذف میوه اضافی) از تکنیک‌های بسیار مؤثر باغبانی جهت افزایش کمیت و کیفیت محصول بوده است (Domingos *et al.*, 2016). تنک میوه، سبب افزایش عملکرد خربزه شده است (Salehi *et al.*, 2014).

عنصر بور یکی از ریز مغذی‌هاست که کمبود آن در ساخت هورمون‌های گیاهی اختلال ایجاد می‌کند (Puzina, 2004). تقسیم سلولی، تولید بذر، تشکیل میوه و کیفیت آن، انتقال کلسیم، و انتقال مواد فتوسنتزی به وجود بر در گیاه بستگی دارد (Roghabadi and Pakkish, 2014; Mengel and Kirby, 1978). مصرف بور سبب افزایش رشد رویشی و عملکرد کلزا شده است (احمدی و جاویدی‌فر، ۱۳۷۷). نقش کلسیم را در تمام مراحل رشد و نمو گیاه مانند چرخه زایشی، اکسایش و کاهش، رفتارهای دوره‌ای، ایمنی، علامت‌دهی اولیه و پاسخ به تنش‌ها می‌توان مشاهده کرد (Hong-Bo *et al.*, 2008). محلول‌پاشی کلسیم مؤثرترین روش افزایش میزان کلسیم میوه است (Conway *et al.*, 2001). افزایش غلظت کلسیم تا ۰/٤ درصد سبب افزایش تعداد بذر میوه سیب شده است (Brookfield *et al.*, 1996). افزایش اندازه میوه و عملکرد انار تحت تأثیر کلسیم مشاهده شده است (Marathe *et al.*, 2017).

هندوانه (*Citrullus lanatus* Thunb.)، متعلق به تیره کدوئیان (cucurbitaceae) از سبزی‌های گرمسیری است که در سطح جهان به طور گسترده کشت می‌شود (Huh *et al.*, 2008). بذر هندوانه منبع غنی از اسیدهای آمینه و چرب است و به صورت تنقلات مصرف زیادی دارد (Hashemi *et al.*, 2017). روغن حاصل از بذر هندوانه از لحاظ خواص کیفی کاملاً مشابه روغن بادام است (Abaelu *et al.*, 1979). در برخی از مناطق دنیا این بذر جانشین بذر پسته و بادام در تهیه شیرینی‌ها یا چاشنی شده است (Tak and Jain, 2016). هندوانه آجیلی یکی از موارد مصرف تولید هندوانه در ایران (سومین کشور تولیدکننده هندوانه) بوده که در استان خراسان رضوی با سطح زیرکشت ۲٤۹۸۹ هکتار تولید و عملکرد متوسط آن در شرایط کشت دیم ۲۰٤ کیلوگرم در هکتار و در شریط کشت آبی ۷٦٦ کیلوگرم در هکتار است (بی‌نام، ۱۳۹۲). تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر تنظیم کننده‌های رشد براسینواستروئید و جیبرلین، تنک میوه و عناصر ضروری بور و کلسیم بر شاخص‌های رشد و میزان عملکرد بذر هندوانه آجیلی صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

دو آزمایش جداگانه در دو سال متوالی۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در هر تکرار ۱۰ بوته انجام شد. در سال اول، اثر تنک میوه با چهار سطح (عدم تنک و تعداد ۱، ۲ و۳ میوه باقیمانده روی بوته) و محلول پاشی بوته‌ها با جیبرلین با دو سطح (صفر و۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بر چهار توده هندوانه آجیلی (ژاپنی، فراقی ۱، فراقی۲ و گلیداغ) بررسی شد. در سال دوم، اثر ٢٤- اپی براسینولید با سه سطح (صفر ، ۰/۵ و۱ میکرومولار)، جیبرلیک اسید (GA_3) با دو سطح (صفر و۵۰ میلی‌گرم در لیتر)، بور بصورت بوراکس با سه سطح (صفر، ۰/۱ و۰/۲ درصد) و کلسیم از منبع نیترات کلسیم با دو سطح (صفر و۰/۲ درصد) بر توده برتر آزمایش

اول (توده ژاپنی) ارزیابی شد. در سال اول، جیبرلین دو مرتبه با فاصله یک هفته روی میوه‌های پیشتاز و برگ، در سال دوم براسینواستروئید قبل از گلدهی و بور و کلسیم دو مرتبه با فاصله دو هفته در آغاز گلدهی روی گیاه محلول‌پاشی شدند (Shah and Ahmad, 2007; Ferri *et al*., 2008; Susila *et al*., 2012; Manna and maity, 2016). برای اطمینان از اثربخشی تنظیم کننده‌ها از سورفکتانت استفاده شد. بذر توده ژاپنی (جابانی) از استان خراسان رضوی (شهرستان تربت حیدریه) و سه توده دیگر از سه منطقه در استان گلستان جمع‌آوری شد. مراحل کاشت و داشت گیاه با تفاوت ناچیز در مصرف کود و سم در دو سال یکسان بود. زمین شخم‌خورده، با دیسک و لولر تسطیح و جوی و پشته با نهرکن ایجاد شد. عرض پشته ۳ متر، طول ۲۱ و فاصله دو بوته روی ردیف ۱ متر انتخاب شد. داخل جوی و بخشی از پشته با مالچ پلاستیکی پوشانده و تعداد ٤ عدد بذر که ٢٤ ساعت در آب مقطر خیسانده شده، داخل حفره با عمق ۵ سانتی متر کاشته، روی آنها مخلوط خاک و ماسه ریخته و بوته‌های اضافی پس از سبزشدن حذف و در نهایت یک گیاه نگهداری شد. سال اول، در مرحله ۳-۲ برگی، ۲۰۰ کیلوگرم اوره و در مرحله ساقه‌دهی محلول‌پاشی با کود ۲۰- ۲۰ -۲۰، سال دوم، محلول‌پاشی با کود آکادین و بومین ۰/۵ درصد انجام شد. در آزمایش اول، شاخص‌های ارتفاع گیاه، وزن تر اندام هوایی یکماه قبل از برداشت میوه، شاخص کلروفیل، وزن و حجم میوه و وزن بذر و در آزمایش دوم، تعداد ساقه فرعی، وزن تر اندام هوایی، محتوی نسبی رطوبت برگ، نشت یونی، محتوی کلروفیل برگ، تعداد میوه، حجم و وزن میوه، وزن بذر، تعداد بذر پر و پوک در بوته و میوه اندازه گیری شد. برای اندازه گیری حجم میوه از سیلندر آب و محاسبه میزان افزایش حجم استفاده شد. شاخص کلروفیل یکماه قبل از برداشت با انتخاب ۵ بوته بطور تصادفی از هر پلات آزمایشی، با کلروفیل‌سنج مینولتا مدل SPAD-502، کلروفیل (Arnon, 1967)، نشت یونی (Kumar and Dey, 2011) و محتوی نسبی رطوبت برگ (Smart and Bingham, 1974) سنجیده شد. تجزیه داده‌ها با نرم‌افزارهای آماری MSTATC، MINITAB وSAS و مقایسه میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

آزمایش اول، ارتفاع گیاه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر ساده توده و جیبرلین بر طول گیاه معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین طول گیاه در توده ژاپنی و فراقی ۲ (۳۹۵ سانتی‌متر) مشاهده شد. جیبرلین سبب افزایش معنی‌دار طول گیاه (٤١٧ سانتی‌متر) نسبت به شاهد (٣٦٣ سانتی‌متر) شد ($P\leq0.05$) تفاوت مورفولوژیک و فیزیولوژیک می‌تواند حاصل تفاوت ژنتیکی باشد (Huh *et al*., 2008). جیبرلین با تحریک طول ساقه شناخته می‌شود (Huang and Huang, 2005). افزایش طول میانگره و طول گیاه بامیه تحت اثر جیبرلین گزارش شده است (Unamba *et al*., 2009).

وزن تر اندام هوایی: براساس نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل توده و جیبرلین بر وزن تر اندام هوایی گیاه معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین وزن تر اندام هوایی در توده ژاپنی با کاربرد جیبرلین حاصل شد (جدول ۲). نتایج حاکی از آنست که توده‌های مورد بررسی از لحاظ وزن تر اندام هوایی، پاسخ یکسانی به کاربرد جیبرلین نشان نداده و توده ژاپنی نسبت به سایر توده‌ها برتری داشت. شاید اثر جیبرلین بر گسترش سلول سبب افزایش وزن تر اندام هوایی نیز شده است (Soad *et al*., 2010). افزایش وزن تر اندام هوایی گیاه ذرت با کاربرد جیبرلین مشاهده شده است (قدرت وهمکاران، ۱۳۸۸).

شاخص کلروفیل: اثر متقابل توده و جیبرلین بر شاخص کلروفیل گیاه معنی‌دار بود (جدول ۱). در این آزمایش، تفاوت توده‌های هندوانه آجیلی در پاسخ به اثر جیبرلین بر شاخص کلروفیل در گیاه کاملاً آشکار است. بیشترین شاخص کلروفیل را توده ژاپنی همراه با کاربرد جیبرلین داشت (جدول۲). در بررسی گیاه ذرت مشخص شد جیبرلین باعث افزایش محتوی کلروفیل شده است (قدرت و همکاران، ۱۳۸۸). جیبرلین فروپاشی کلروفیل را با ممانعت از تجزیه پروتئین، تجمع اسید آمینه و کاهش سرعت تنفس به تأخیر می‌اندازد (Soad *et al*., 2010).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تنک میوه و جیبرلین بر توده‌های هندوانه آجیلی در آزمایش اول

		میانگین مربعات					
منبع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	وزن تر اندام هوایی	شاخص کلروفیل	حجم میوه	وزن میوه	وزن بذر
توده	۳	۸۰۰**	۲٦۲۷۱۸**	۲۹۸**	۸۸۳۸٦٦۱۲**	۸۸۷۹۳۱٥۰**	۱۲۹۳٤**
تنک میوه	۳	۲۷۷^{ns}	۲۳۱٤ ^{ns}	۲/۲٦ ^{ns}	۱۳۲۹٦۱۱۱۳**	۱۳٥۳٦٥۷۳٤**	۱۳۳۸۳۳**
جیبرلین	۱	۹۳٥۲۸**	۱۲۲٦۷٦٥**	۱۳۸٦**	٦۸۰٥۹٤٤٤**	٦٥۹۹٥٦۸۸**	۳۸٥۰۳**
توده × تنک	۹	۳۷/۲ ^{ns}	۱۳۹۱ ^{ns}	۱/۸۱ ^{ns}	٦٦۷۹۸۹۳**	٦۷٥۸٤٦۸**	٤۷۲٦**
توده× جیبرلین	۳	۱٤۲ ^{ns}	۸۲۲۰٤**	۹۰/۱۰**	۱۰۳٥۸۰۱ ^{ns}	۸٥۸۰۸۸ ^{ns}	۱۳۲۱ ^{ns}
تنک× جیبرلین	۳	۱۹٤ ^{ns}	۱٥٥۳۹*	۱٤/۸٥*	۲۹٥٤٦٥٤ ^{ns}	۲٦۷۰٦۹٦ ^{ns}	٥۷۰ ^{ns}
توده× تنک× جیبرلین	۹	۱۷۰^{ns}	۱۹٤٤^{ns}	۲/۱۲^{ns}	٤٤۱۹٦٥ ^{ns}	٤۰۸۲۲۹ ^{ns}	۱۰٤ ^{ns}
خطا	۹۳	۱٥۳	٤٤٦۷	٥/۱۰	۱٤٤٥۲۰۹	۱۳۷۷٥۲٤	۱۲۰۸
ضریب تغییرات		۳/۱٦	٤/۳۹	٤/٦۹	۲۰/٦	۲۱/٦	۲۲/۱

ns، ** و * به ترتیب تفاوت در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهد.

جدول ۲- اثر متقابل توده و جیبرلین بر وزن تر اندام هوایی و شاخص کلروفیل در آزمایش اول

توده	جیبرلین (میلی‌گرم درلیتر)	شاخص کلروفیل (SPAD)	وزن تر اندام هوایی (گرم)
ژاپنی	۰	٤٥/۹^{d}	۱٤٥۹^{d}
	٥۰	٥۷/٥^{a}	۱۸۰٥^{a}
فراقی ۱	۰	٤۲/٦^{e}	۱۳٦٦^{e}
	٥۰	٤۸/۲^{c}	۱٥۲۷^{c}
فراقی ۲	۰	٤٦/٦^{cd}	۱٤۷۸^{cd}
	٥۰	٥۱/٥^{b}	۱٦۲٦^{b}
گلیداغ	۰	٤۳/٤^{e}	۱۳۸۱^{e}
	٥۰	٤۷/٦^{cd}	۱٥۰۹^{c}

حروف غیر مشابه براساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

حجم میوه (اندازه میوه): اثر متقابل توده و تنک برحجم میوه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین حجم میوه در توده ژاپنی با تعداد ۳ میوه باقیمانده روی گیاه حاصل شد (جدول ۳). تنک با دخالت در تقسیم سلولی و کاهش رقابت، اندازه میوه را کنترل می‌کند (Domingos *et al*., 2012) تنک میوه سبب افزایش اندازه میوه خربزه شده است (Salehi *et al*., 2014).

وزن میوه: اثر متقابل توده و تنک بر وزن میوه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین وزن میوه در توده ژاپنی با تعداد ۳ میوه باقیمانده روی گیاه حاصل شد (جدول ۳). کاهش رقابت در کسب مواد غذایی سبب افزایش وزن میوه می‌شود (Domingos *et al*., 2012). تنک میوه سبب افزایش وزن میوه در گیاه زیتون شده است (Fernandez *et al*., 2015).

وزن بذر: اثر متقابل توده و تنک بر وزن بذر در بوته

جدول ۳ - اثر متقابل توده و تنک میوه بر حجم میوه، وزن میوه و وزن بذر در آزمایش اول سال

توده	میوه باقیمانده دربوته	حجم میوه (میلی‌لیتر)	وزن میوه (گرم)	وزن بذر(گرم)
ژاپنی	عدم تنک	٦١٦٤^{cdef}	٥٧٥٥^{cde}	١٢٩^{fg}
	١	٥٢٢٨^{fg}	٤٨٣٢^{ef}	١٠٤^{gh}
	٢	٩٢٦١^{b}	٨٨٣١^{b}	٢٠٣^{cd}
	٣	١٢٥٤٥^{a}	١٢٢٣٣^{a}	٣٠٤^{a}
فراقی ١	عدم تنک	٣٨٤٩^{ij}	٣٤٥٠^{ghi}	١١٢^{gh}
	١	٣٠٩٩^{j}	٢٦٩٧^{i}	٨٤^{i}
	٢	٥٢٤١^{fg}	٤٨١٨^{ef}	١٤٢^{fg}
	٣	٧٣٥٩^{c}	٦٩٤٢^{c}	٢٤٥^{b}
فراقی ٢	عدم تنک	٤٥٢٤^{gh}	٤١١٥^{fg}	١٣٦^{fg}
	١	٣٣٥٩^{ij}	٢٩٦٣^{i}	٩٣^{hi}
	٢	٥٦٣١^{defg}	٥١٩٧^{def}	١٦٣^{ef}
	٣	٦٨٢٩^{cd}	٦٦٤١^{cd}	٢٣٧^{bc}
گلیداغ	عدم تنک	٤٦٥٨^{gh}	٤٢٥٠^{efg}	١٣٣^{fg}
	١	٣٠٠٥^{j}	٢٦٥٠^{i}	٨٣^{i}
	٢	٥٤٧٦^{efg}	٥٠٦٢^{def}	١٦١^{ef}
	٣	٦٧٢٥^{cde}	٦٢٧٠^{cd}	١٨١^{de}

حروف غیر مشابه براساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی دار در سطح احتمال ٥ درصد هستند.

معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین وزن بذر در توده ژاپنی با تعداد ۳ میوه باقیمانده روی گیاه حاصل شد (جدول ۳). احتمالاً افزایش میزان بذر حاصل کاهش رقابت در گیاه بوده است. افزایش وزن بذر کلزا با افزایش مواد فتوسنتزی در برگ و غلاف گیاه گزارش شده است (Wang *et al*., 2016).

آزمایش دوم، تعداد انشعاب (ساقه فرعی): اثر متقابل براسینواستروئید، جیبرلین، بور و کلسیم بر تعداد انشعاب در گیاه معنی‌دار بود (جدول ٤). ساقه اصلی یا انشعابات ساقه، جایگاه تشکیل میوه در گیاه است (Susila *et al*., 2012). ترکیب براسینواستروئید ۱ میکرومولار، جیبرلین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر، بور ۰/۱ درصد و کلسیم ۰/۲ درصد بیشترین تعداد انشعاب (۱۵/۳عدد) را در برداشت (جدول ۵). کاملاً آشکار است که تنظیم کننده‌های رشد گیاهی و عناصر غذایی به تنهایی عمل نمی‌کنند (Avalbaev *et al*., 2003). کمبود بور در ساخت هورمون‌های گیاهی اختلال ایجاد می‌کند (Puzina, 2004). نقش براسینواستروئید در تقسیم و طویل شدن سلول به همراه سایر هورمون‌های گیاهی مانند جیبرلین ثابت شده است (Avalbaev *et al*., 2003). افزایش رشد با براسینواستروئیدها با افزایش محتوای اسید نوکلئیک، فعالیت پلیمراز و ساخت پروتئین همراه است (Bajguz, 2000). اثر جیبرلین در گسترش سلول سبب افزایش تعداد انشعاب در هندوانه شده است (*al*., 2012 Susila *et*). عنصر بور رشد رویشی را در گیاه کلزا افزایش داده است (احمدی و جاویدفر، ۱۳۷۷).

وزن تر اندام هوایی: اثر متقابل براسینواستروئید، جیبرلین، بور و کلسیم بر وزن تر اندام هوایی گیاه معنی‌دار بود (جدول٤). براسینواستروئید ۰/۵ میکرومولار، جیبرلین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر، بور ۰/۱ درصد و کلسیم ۰/۲ بیشترین درصد وزن تر اندام هوایی (۲٤۹۰ گرم) را داشت (جدول ۵). براسینواستروئید قادر است سرعت فتوسنتز، رشد و عملکرد گیاه را تغییر دهد (Hayat *et al*., 2001). براسینواستروئید

جدول ٤ – تجزیه واریانس اثر براسینواستروئید، جیبرلین، بور و کلسیم بر ویژگی‌های توده ژاپنی در آزمایش دوم

		میانگین مربعات				
منبع تغییر	درجه آزادی	تعداد انشعاب ساقه	وزن تر اندام هوایی	محتوی نسبی رطوبت	نشت یونی	تعداد میوه
براسینواستروئید	۲	۱۷/٦**	۳۸۱۲۷۳**	٦۳۷**	۲۳۷**	۰/۱٤^{ns}
جیبرلین	۱	۱۰۱**	۲۳۲۰۲٦۷**	۱۱۲**	۱۱۸**	۰/۰۲^{ns}
بور	۲	۱۰**	٤٤۸۸۹۲**	٦٦/۰**	۷۲/۹**	۲*
کلسیم	۱	۳/۵۲^{ns}	٤٤٤۰۸^{ns}	۹۷/٤**	٦۸/۵**	٤/۲۸**
براسینو × جیبرلین	۲	۱٦/۳**	۵۳۹٤۲۸**	۰/۲۷^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۰/۷۵^{ns}
براسینو× بور	٤	٦/٦٦*	۱۷٦٤۲۸**	۱٦/۰**	۹۳/۹**	۳/۵۰**
براسینو× کلسیم	۲	۲/۳۱^{ns}	۱٤۲۵۸۵*	٤۱/۸۷**	۳۰/۱**	۱/۳۲^{ns}
جیبرلین × بور	۲	۱۸/۵**	۵۰۹٤۸٤**	۰/۰۱^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/٦۷^{ns}
جیبرلین × کلسیم	۱	۱/٤٤^{ns}	۱۲۱۳۳۷^{ns}	۰/۲۳^{ns}	۲/۲۵^{ns}	۰/۳۹^{ns}
بور × کلسیم	۲	۲/۷۹^{ns}	۳۸۰۵۲^{ns}	۲۹/۷**	۲۱/۷*	۱/۲۹^{ns}
براسینو× جیبرلین × بور	٤	۵/۸۸*	۱۱۵۸۸۲*	۰/۱۵^{ns}	۰/۲٦^{ns}	۳/۱۵**
براسینو× بور× کلسیم	٤	۷/۱۰**	۲۵٤۲٤۸**	۱۱/۵*	۱۰۷**	۱/۵۰*
جیبرلین× بور × کلسیم	۲	۷/۲۵*	۱۰۰۵۵۹^{ns}	۰/۰۰٤^{ns}	۲/۵۳^{ns}	۰/۲۹^{ns}
براسینو× جیبرلین × کلسیم	۲	۷/۱۲*	۲۳٦۲۵٦**	۰/۰۰۲^{ns}	۲/۳۷^{ns}	۳/۲۱**
براسینو× جیبرلین× بور× کلسیم	٤	۱۲/۸**	۲۳۵۳۷۰**	۰/۰۱^{ns}	۲/٦۵^{ns}	۱/۱۰^{ns}
خطا	۷۰	۱/۹۵	٤٤۸٦۹	۳/۵۸	۵/۵۵	۰/٤۷۵
ضریب تغییرات		۱۲/۵	۱۲/٤	۳/۱٤	٦/۳۰	۲٦/۲

ns، ** و * به ترتیب تفاوت در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهد.

محتوای آب اندام‌های گیاه را افزایش می‌دهد (Khripach *et al.*, 2000). افزایش وزن تر اندام هوایی گوجه‌فرنگی با کاربرد براسینواستروئید مشاهده شده است (Damghan, 2009). شاید جیبرلین با گسترش سلولی سبب افزایش وزن تر اندام هوایی شده است (Soad *et al.*, 2010). جیبرلین به طرز معنی‌داری باعث افزایش وزن تر اندام هوایی زیتون نسبت به گیاه شاهد شده است (اکبری و معلمی، ۱۳۸۹). کلسیم سبب افزایش کارایی فتوسنتز در گیاه می‌شود (Marathe *et al.*, 2017).

محتوی نسبی رطوبت برگ: اثر متقابل براسینواستروئید، بور و کلسیم بر محتوی نسبی رطوبت برگ معنی‌دار بود (جدول ٤). بیشترین محتوی نسبی رطوبت (٦۷ درصد) با ترکیب براسینواستروئید ۰/۵ میکرومولار، بور ۰/۱ درصد و کلسیم ۰/۲ درصد و کمترین (۵۱ درصد) در شاهد بود (جدول ٦). محتوی نسبی رطوبت شاخصی از وضعیت آب درون بافت گیاه است و میزان مقاومت گیاه را در شرایط کمبود آب نشان می‌دهد (Zhang *et al.*, 2008). در گوجه‌فرنگی افزایش محتوی نسبی رطوبت با کاربرد براسینواستروئید می‌تواند نتیجه تأثیر بر وضعیت روزنه‌ها در گیاه باشد (Hayat *et al.*, 2001). کلسیم در علامت‌دهی و پاسخ به تنش‌ها در گیاه ایفای نقش می‌کند (Hong - Bo *et al.*, 2012). بور در انتقال کلسیم

جدول ۵- اثر متقابل براسینواستروئید، جیبرلین، بور و کلسیم بر ویژگی‌های توده ژاپنی در آزمایش دوم

تیمار				صفت	
براسینواستروئید (میکرومولار)	بور (درصد)	کلسیم (درصد)	جیبرلین (میلی‌گرم بر لیتر)	تعدادشاخه فرعی دربوته	وزن تر اندام هوایی (گرم دربوته)
۰	۰	۰	۰	۹/۱۰^{ik}	۱۴۳۰^{hm}
۰	۰	۰	۵۰	۱۱/۳^{ci}	۱۷۶۰^{cj}
۰	۰	۰/۲	۰	۱۲/۷^{af}	۱۹۸۰^{be}
۰	۰	۰/۲	۵۰	۱۱^{di}	۱۷۲۳^{dk}
۰	۰/۱	۰	۰	۱۰/۷^{ej}	۱۶۱۳^{el}
۰	۰/۱	۰	۵۰	۹/۳^{hk}	۱۴۶۷^{im}
۰	۰/۱	۰/۲	۰	۹/۳^{hk}	۱۴۳۰^{hm}
۰	۰/۱	۰/۲	۵۰	۱۳/۷^{ad}	۲۰۱۷^{be}
۰	۰/۲	۰	۰	۹/۰۰^{ik}	۱۲۸۳^{lm}
۰	۰/۲	۰	۵۰	۱۱/۳^{ci}	۱۶۸۷^{dl}
۰	۰/۲	۰/۲	۰	۱۰^{fk}	۱۵۰۳^{gm}
۰	۰/۲	۰/۲	۵۰	۷/۷۰^{k}	۱۱۷۳^{m}
۰/۵	۰	۰	۰	۹/۷۰^{gk}	۱۵۴۰^{fm}
۰/۵	۰	۰	۵۰	۱۴^{ac}	۲۱۴۵^{ac}
۰/۵	۰	۰/۲	۰	۸/۲^{jk}	۱۱۹۲^{m}
۰/۵	۰	۰/۲	۵۰	۱۴^{ac}	۲۰۹۰^{bd}
۰/۵	۰/۱	۰	۰	۹/۰۰^{ik}	۱۳۵۷^{jm}
۰/۵	۰/۱	۰	۵۰	۱۳^{ae}	۱۹۴۳^{cf}
۰/۵	۰/۱	۰/۲	۰	۱۱/۷^{bi}	۱۷۲۳^{dk}
۰/۵	۰/۱	۰/۲	۵۰	۱۴/۳^{ab}	۲۴۹۰^{a}
۰/۵	۰/۲	۰	۰	۱۰/۷^{di}	۱۵۴۰^{fm}
۰/۵	۰/۲	۰	۵۰	۱۲/۳^{bh}	۱۸۳۳^{ch}
۰/۵	۰/۲	۰/۲	۰	۱۱/۷^{bi}	۱۶۸۷^{dh}
۰/۵	۰/۲	۰/۲	۵۰	۱۳^{ae}	۱۹۴۳^{cf}
۱	۰	۰	۰	۱۰^{fk}	۱۶۱۳^{el}
۱	۰	۰	۵۰	۱۲^{bh}	۱۶۵۰^{el}
۱	۰	۰/۲	۰	۹/۳^{hk}	۱۳۹۳^{im}
۱	۰	۰/۲	۵۰	۱۰/۷^{ei}	۱۷۹۷^{ci}
۱	۰/۱	۰	۰	۱۱/۳^{ci}	۱۸۳۳^{ch}
۱	۰/۱	۰	۵۰	۱۴/۳^{ab}	۲۳۴۷^{ab}
۱	۰/۱	۰/۲	۰	۹/۳۰^{hk}	۱۴۳۰^{hm}
۱	۰/۱	۰/۲	۵۰	۱۵/۳^{a}	۲۱۶۳^{ac}

ادامه **جدول ۵-**

تیمار				صفت	
براسینواستروئید (میکرومولار)	بور (درصد)	کلسیم (درصد)	جیبرلین (میلی‌گرم بر لیتر)	تعدادشاخه فرعی دربوته	وزن تر اندام هوایی (گرم دربوته)
۱	۰/۲	۰	۰	۱۲^{bh}	۱۹۰۷^{cg}
۱	۰/۲	۰	۵۰	$۹/۰۰^{ik}$	۱۳۲۰^{km}
۱	۰/۲	۰/۲	۰	$۱۰/۳^{ek}$	۱۵٤۰^{fm}
۱	۰/۲	۰/۲	۵۰	$۱۲/۳^{bg}$	۱۷۲۳^{dk}

حروف غیر مشابه براساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

دخالت دارد (Mengel and Kirby, 1978).

نشت یونی: اثر متقابل براسینواستروئید، بور و کلسیم بر میزان نشت یونی برگ معنی‌دار بود (جدول ٤). کمترین نشت یونی (۳۰ درصد) در تیمار براسینواستروئید ۰/۵ میکرومولار، بور ۰/۱ درصد و کلسیم ۰/۲ درصد و بیشترین (٤۵ درصد) در شاهد وجود داشت (جدول ٦). نشت یونی پدیده ای نمایانگر میزان خسارت سلول بوده و علت آن تغییر حالت غشا از سیال به حالت ژله‌ای است. در این فرآیند انتقال یکسری از مولکول‌های آمفیفیلیک از سیتوپلاسم به غشا سبب افزایش و خروج آنها باعث توقف نشت یونی خواهد شد که در شرایط نوسانات آبی در طول شبانه روز رخ می‌دهد و در گیاهان مقاوم معمولاً موقتی است (Black and Prithard, 2002). براسینواستروئید با افزایش پایداری غشاهای سلولی سبب کاهش نشت یونی می‌شود (Khripach *et al*., 2000). براسینواستروئید نشت یونی را در گیاه فلفل کاهش داده است (Houimli *et al*., 2010). کلسیم با تأثیر بر سیالیت غشا سلول سبب کاهش نشت یونی می‌شود (Mengel and Kirby, 1978). میزان نشت یونی در انبه تحت تأثیر کاربرد کلسیم کاهش یافته است (Khaliq *et al*., 2016). عنصر بور بر میزان تراوایی غشاهای سلولی تأثیر می‌گذارد (Marschner, 2011).

محتوی کلروفیل برگ: اثر متقابل براسینواستروئید، جیبرلین، بور و کلسیم بر صفات مربوط به میزان کلروفیل در گیاه (شاخص کلروفیل، کلروفیل a، b و کل) معنی‌دار بود (جدول ۷). بیشترین مقادیر شاخص کلروفیل (٦۱)، کلروفیل a، b و کل (۱۸/۵، ۹/۷ و ۲۸/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در تیمار براسینواستروئید ۰/۵ میکرومولار، جیبرلین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر، بور ۰/۱ درصد و کلسیم ۰/۲ درصد بود (جدول ۸). براسینواستروئید سبب القای آنزیم‌های ساخت کلروفیل و کاهش تجزیه و تخریب رنگیزه می‌شود (Alam *et al*., 2007; Munzi *et al*., 2009). براسینواستروئید محتوای کلروفیل را در گیاه ذرت افزایش داده است (قدرت و همکاران، ۱۳۸۸). جیبرلین فروپاشی کلروفیل را به تأخیر می‌اندازد (Soad *et al*., Swaroop *et al*., 2010; 2007). کمبود بور باعث کاهش کلروفیل می‌شود (Shoeib and El-Sayed, 2003). نقش بور در ممانعت از تخریب کلروفیل، متابولیسم اسیدهای نوکلئیک، متابولیسم و انتقال قندها، تراوایی غشا، تنظیم هورمون‌های گیاهی واضح است (Marschner, 2011). افزایش محتوی کلروفیل انگور و بادام با مصرف عنصر بور گزارش شده است (Nyomora *et al*., 1997; Shoeib and El-Sayed, 2003).

تعداد میوه: اثر متقابل براسینو استروئید، بور و کلسیم بر تعداد میوه در بوته معنی‌دار بود (جدول ٤). بیشترین تعداد میوه (۳/٦ عدد) در ترکیب براسینواستروئید ۰/۵ میکرومولار، بور ۰/۱ درصد و کلسیم ۰/۲ درصد مشاهده شده است (جدول٦). شاید براسینواستروئید با افزایش تقسیمات سلولی، تعداد میوه را افزایش داده است (Avalbaev *et al*., 2003). افزایش تعداد میوه و عملکرد هندوانه با کاربرد

جدول ٦- اثر متقابل براسینواستروئید، بور و کلسیم بر ویژگی‌های توده ژاپنی در آزمایش دوم

تیمار				صفت	
براسینواستروئید (میکرومولار)	بور (درصد)	کلسیم (درصد)	تعداد میوه دربوته	نشت یونی (درصد)	محتوی نسبی رطوبت برگ (درصد)
۰	۰	۰	۱/۷۵^{bcde}	٤٥^{a}	٥١^{h}
۰	۰	۰/۲	۲/۱٦^{be}	۳۹^{cd}	٥٤^{g}
۰	۰/۱	۰	۲/٥۰^{b}	٤۰^{bc}	٥٥^{g}
۰	۰/۱	۰/۲	۱/۱۷^{de}	٤۳^{b}	٥۹^{ef}
۰	۰/۲	۰	۱/٦٦^{bcde}	۳۹^{cde}	٥٥^{g}
۰	۰/۲	۰/۲	۱/۸۳^{bcde}	٤۱^{bc}	٥۸^{f}
۰/٥	۰	۰	۲/۳۳^{bc}	۳٦^{def}	٦۱^{de}
۰/٥	۰	۰/۲	۱/۸۳^{bcde}	۳٥^{fg}	٦٥^{ab}
۰/٥	۰/۱	۰	۱/٥۰ ^{cde}	۳٦^{ef}	٦٤^{bc}
۰/٥	۰/۱	۰/۲	۳/٦٦^{a}	۳۰^{h}	٦۷^{a}
۰/٥	۰/۲	۰	۲/۱۰^{bcd}	۳۹^{cde}	٦۲^{cd}
۰/٥	۰/۲	۰/۲	۱/۸۳^{bcde}	٤۱^{bc}	٦٤^{bc}
۱	۰	۰	۱/۸۳^{bcde}	۳٦^{ef}	٦۱^{de}
۱	۰	۰/۲	۱/٥۰^{cde}	۳٥^{fg}	٦۱^{de}
۱	۰/۱	۰	۱/۸۳ ^{bcde}	۳۲^{gh}	٦۱^{de}
۱	۰/۱	۰/۲	۲/۱٦^{bc}	۳۲^{gh}	٦٤^{bc}
۱	۰/۲	۰	۱/٦٦^{bcde}	۳٤^{fg}	٦۳^{bcd}
۱	۰/۲	۰/۲	۱/۱۰^{e}	۳٥^{fg}	٥۸^{f}

حروف غیر مشابه براساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

براسینواستروئید گزارش شده است (Susila *et al.*, 2012). کلسیم سبب بهبود گرده‌افشانی و لقاح در گیاه می‌شود (Ferri *et al.*, 2008).

حجم میوه: اثر متقابل براسینواستروئید، جیبرلین، بور و کلسیم بر حجم میوه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۹). ترکیب براسینواستروئید ۰/۵ میکرومولار، جیبرلین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر، بور ۰/۱ درصد و کلسیم ۰/۲ درصد، حداکثر حجم میوه در بوته (۸٤۸٦ میلی لیتر) و حجم متوسط میوه (۸٤۸٦ میلی لیتر) را در بین تیمارها داشت (جدول ۱۰). افزایش اندازه اندام‌های گیاهی حاصل افزایش تقسیم و بزرگ شدن سلول است (Salisbury and Ross, 1992) نقش براسینواستروئید در تقسیم و طویل شدن سلول به همراه سایر هورمون‌های گیاهی ثابت شده است (Avalbaev *et al.*, 2003). جیبرلین با افزایش اندازه سلول توانایی افزایش اندازه میوه را داراست (Randhawa and Singh, 1970). جیبرلین موجود در بذر میوه‌های جوان سبب افزایش حجم میوه طی دوره تکامل

جدول ۷ – تجزیه واریانس اثر براسینواستروئید، جیبرلین، بور و کلسیم بر ویژگی‌های کلروفیل در آزمایش دوم

		میانگین مربعات			
منبع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل کل	کلروفیل a	کلروفیل b	شاخص کلروفیل
براسینواستروئید	۲	٤۳/۹**	۱۷/۸**	٤/۳۸*	۷۰/٥**
جیبرلین	۱	۲٥٦**	۱۲٥**	۲۷/۲**	۳۹۳**
بور	۲	٥۸/۷**	۲۲/۷**	٦/۸٦**	۷٦/۲**
کلسیم	۱	۱/۸۱^{ns}	۰/۸۱^{ns}	۰/۷۱^{ns}	٤/٤۰^{ns}
براسینو × جیبرلین	۲	٤٤/۷**	۱۸/۳۳**	٤/۹۱*	٦۸/۷**
براسینو× بور	٤	۱٥/٥^{ns}	٦/٤۱^{ns}	۱/٥٦^{ns}	۲٦/۰^{ns}
براسینو× کلسیم	۲	۱۹/۸^{ns}	۹/٦٦^{ns}	۱/۸٦^{ns}	۲۷/٦^{ns}
جیبرلین × بور	۲	۲٥/٤*	۷/٥۱^{ns}	۳/۸۸*	٤۱/٤*
جیبرلین × کلسیم	۱	۲۲/٥^{ns}	۹/۳٦^{ns}	٤/٤۰*	۳۰/۹^{ns}
بور × کلسیم	۲	۱٥/۱^{ns}	۷/۷٤^{ns}	۰/۹۸^{ns}	۲۱/۳^{ns}
براسینو× جیبرلین × بور	٤	۱۷/٦^{ns}	٦/۸۷^{ns}	۳/۳۹*	۲۷/٤^{ns}
براسینو× بور× کلسیم	٤	٥۹/۱**	۲۳/۹**	۷/٤۷**	۸٥/۷**
جیبرلین× بور × کلسیم	۲	۲٤/۸*	۹/۱۰^{ns}	۳/۰۱^{ns}	٤۰/٤*
براسینو× جیبرلین × کلسیم	۲	۱۸/٦^{ns}	٥/۹۷^{ns}	۱/۹۱^{ns}	۲٤/٥^{ns}
براسینو× جیبرلین× بور× کلسیم	٤	٥٥/۰**	۲۳/٦**	٥/۳۳**	۷۸/۸**
خطا	۷۰	۷/۳۱	۳/٥۸	۱/۰۲	۱۰/۸۰
ضریب تغییرات		۱٤/۰	۱٤/۸	۱٥/۳	٦/٥۰

ns، ** و * به ترتیب تفاوت در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهد.

می‌شود (Domingos *et al.*, 2012). افزایش حجم (اندازه) میوه‌های مرکبات با کاربرد جیبرلین گزارش شده است (Huang and Huang, 2005). نقش عنصر بور در تقسیم سلولی، متابولیسم اسیدهای نوکلئیک (ساخت پروتئین)، متابولیسم و انتقال قندها، تراوایی غشا، تنظیم هورمون‌های گیاهی مانند ساخت اکسین شناخته شده است (Marschner, 2011). کلسیم با افزایش کارآیی فتوسنتز و انتقال هیدرات کربن سبب افزایش اندازه میوه می‌شود (Ferri *et al.*, 2008). افزایش اندازه میوه انار تحت تأثیر کلسیم مشاهده شده است (Marathe *et al.*, 2017).

وزن میوه: اثر متقابل براسینواستروئید، جیبرلین، بور و کلسیم بر وزن میوه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۹). براسینواستروئید ۰/٥ میکرومولار، جیبرلین ٥۰ میلی‌گرم در لیتر، بور ۰/۱ درصد و کلسیم ۰/۲ درصد، حداکثر وزن میوه در بوته (۸۳٤۲ گرم) و وزن متوسط میوه (۸۳٤۲ گرم) را داشت (جدول ۱۰). براسینواستروئید با افزایش سرعت بازسازی ریبولوز بیس فسفات و افزایش میزان کلروفیل، فتوسنتز را در گیاه افزایش می‌دهد (Zhang *et al.*, 2008). براسینواستروئید در تقسیم سلولی و تنظیم توسعه اولیه میوه نیز توجیه مناسبی است (Avalbaev *et al.*, 2003). براسینواستروئید سبب

جدول ۸- اثر متقابل براسینواستروئید، جیبرلین، بور و کلسیم بر ویژگی‌های توده ژاپنی در آزمایش دوم

تیمار				صفت		
براسینواستروئید (میکرومولار)	بور (درصد)	کلسیم (درصد)	جیبرلین (میلی‌گرم بر لیتر)	شاخص کلروفیل(SPAD)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل a	کلروفیل b
۰	۰	۰	۰	۴۶^{jm}	۱۵/۹^{in}	۱۰/۵^{hk}	۵/۴۰^{ei}
۰	۰	۰	۵۰	۵۰^{dl}	۱۹/۱^{defl}	۱۲/۶^{df}	۶/۵۰^{di}
۰	۰	۰/۲	۰	۵۴^{bh}	۲۲/۳^{bf}	۱۴/۶^{bg}	۷/۷۰^{bd}
۰	۰	۰/۲	۵۰	۵۰^{dl}	۱۹/۲^{dl}	۱۳/۲^{bi}	۶/۰۱^{di}
۰	۰/۱	۰	۰	۵۲^{ck}	۲۰/۷^{bj}	۱۳/۴^{bi}	۷/۳۰^{bf}
۰	۰/۱	۰	۵۰	۴۷^{im}	۱۶/۸^{gn}	۱۱/۲^{fk}	۵/۶۰^{ei}
۰	۰/۱	۰/۲	۰	۴۶^{jm}	۱۵/۶^{in}	۱۰/۱^{ik}	۵/۵۰^{ei}
۰	۰/۱	۰/۲	۵۰	۵۷^{ac}	۲۴/۸^{ac}	۱۶/۳^{ac}	۸/۵۰^{ac}
۰	۰/۲	۰	۰	۴۵^{lm}	۱۴/۴^{mn}	۹/۲۰^{jk}	۵/۲۰^{gi}
۰	۰/۲	۰	۵۰	۵۳^{di}	۲۱/۴^{bh}	۱۴/۳^{bg}	۷/۱۰^{cg}
۰	۰/۲	۰/۲	۰	۴۷^{hm}	۱۶/۵^{hn}	۱۰/۹^{gk}	۵/۶۰^{ei}
۰	۰/۲	۰/۲	۵۰	۴۳^{m}	۱۴/۳^{n}	۹/۲۰^{jk}	۵/۱۰^{gi}
۰/۵	۰	۰	۰	۵۱^{ck}	۱۹/۶^{cl}	۱۲/۹^{cj}	۶/۷۰^{ci}
۰/۵	۰	۰	۵۰	۵۶^{ad}	۲۳/۶^{ad}	۱۵/۷^{ad}	۷/۹۰^{ad}
۰/۵	۰	۰/۲	۰	۴۳^{m}	۱۳/۴^{mn}	۸/۶۰^{k}	۴/۸۰^{i}
۰/۵	۰	۰/۲	۵۰	۵۵^{af}	۲۲/۵^{bf}	۱۴/۸^{bf}	۷/۷۰^{bd}
۰/۵	۰/۱	۰	۰	۴۶^{jm}	۱۵/۵^{jn}	۱۰/۲^{ik}	۵/۳۰^{fi}
۰/۵	۰/۱	۰	۵۰	۵۱^{ck}	۱۹/۸^{ck}	۱۳/۱^{ci}	۶/۷۰^{ci}
۰/۵	۰/۱	۰/۲	۰	۵۳^{bi}	۲۱/۴^{bh}	۱۴/۲^{bh}	۷/۲۰^{bf}
۰/۵	۰/۱	۰/۲	۵۰	۶۱^{a}	۲۸/۲^{a}	۱۸/۵^{a}	۹/۷۰^{a}
۰/۵	۰/۲	۰	۰	۴۸^{gm}	۱۷/۴^{fn}	۱۱/۴^{ek}	۶/۰۰^{di}
۰/۵	۰/۲	۰	۵۰	۵۴^{bg}	۲۲/۲^{bg}	۱۴/۸^{bf}	۷/۴۰^{be}
۰/۵	۰/۲	۰/۲	۰	۵۰^{dl}	۱۸/۶^{dm}	۱۲/۴^{dj}	۶/۲۰^{di}
۰/۵	۰/۲	۰/۲	۵۰	۵۶^{ad}	۲۳/۵^{ae}	۱۵/۶^{ad}	۷/۹۰^{ad}
۱	۰	۰	۰	۴۹^{fm}	۱۸/۲^{em}	۱۲/۷^{cj}	۵/۵۰^{ei}
۱	۰	۰	۵۰	۴۹^{gm}	۱۸/۳^{dm}	۱۲/۸^{ci}	۵/۵۰^{ei}

حروف غیر مشابه براساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

ادامه جدول ۸

تیمار					صفت		
براسینواستروئید (میکرومولار)	بور (درصد)	کلسیم (درصد)	جیبرلین (میلی‌گرم بر لیتر)	شاخص کلروفیل(SPAD)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل a	کلروفیل b
۱	۰	۰/۲	۰	٤٦^{jm}	۱۵/۹^{in}	۱۰/٤^{ik}	۵/۵۰^{ei}
۱	۰	۰/۲	۵۰	۵۱^{cl}	۱۹/۷^{cl}	۱۲/۸^{cj}	٦/۹۰^{ch}
۱	۰/۱	۰	۰	۵۲^{ck}	۲۰/۱^{ck}	۱۳/۲^{bi}	٦/۹۰^{ch}
۱	۰/۱	۰	۵۰	۵۹^{ab}	۲٦^{ab}	۱٦/۸^{ab}	۹/۲۰^{ab}
۱	۰/۱	۰/۲	۰	٤۷^{im}	۱٦/۱^{hn}	۱۱/۲^{fk}	٤/۹۰^{hi}
۱	۰/۱	۰/۲	۵۰	۵٦^{ae}	۲۳/۱^{ae}	۱۵/۱^{ae}	۸/۱۰^{ad}
۱	۰/۲	۰	۰	۵۲^{cj}	۲۰/۸^{bi}	۱۳/۵^{bi}	۷/۳۳^{be}
۱	۰/۲	۰	۵۰	٤۵^{km}	۱٤/۹^{kn}	۹/۷۰^{ik}	۵/۲۰^{gi}
۱	۰/۲	۰/۲	۰	٤۸^{gm}	۱٦/۹^{gn}	۱۰/۹^{gk}	٦/۱۰^{di}
۱	۰/۲	۰/۲	۵۰	۵۰^{dl}	۱۸/۸^{dm}	۱۲/۵^{dj}	٦/۳۰^{di}

حروف غیر مشابه براساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

افزایش وزن میوه گیلاس شده است (Roghabadi and Pakkish, 2014). اگرچه جیبرلین با ویژگی تحریک رشد طولی ساقه شناخته می‌شود، اما مثل اکسین‌ها توانایی افزایش اندازه میوه را نیز داراست (Randhawa and Singh, 1970). جیبرلین سبب افزایش وزن میوه انگور شده است (Domingos *et al.*, 2012). شاید عنصر بور با تولید کمپلکس با قندها، انتقال کلسیم، بهبود گرده افشانی و لقاح سبب افزایش وزن میوه شده است (Marschner, 2011). عنصر بور در بادام با افزایش وزن میوه، عملکرد را تا ۵۳ درصد افزایش داده است (Nyomora *et al.*, 1997). نقش کلسیم در افزایش کارایی فتوسنتز، متابولیسم کربوهیدرات و رشد زایشی مشخص شده است (Conway *et al.*, 2001). افزایش وزن میوه خرمالو با کاربرد بور و کلسیم گزارش شده است (Ferri *et al.*, 2008).

وزن بذر: اثر متقابل براسینواستروئید، جیبرلین، بور و کلسیم بر وزن بذر در بوته معنی‌دار بود (جدول ۹). بیشترین میانگین وزن بذر در بوته (۲۲۸ گرم) و وزن بذر در میوه (۲۲۸ گرم) مربوط به ترکیب براسینواستروئید ۰/۵ میکرومولار، جیبرلین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر، بور ۰/۱ درصد و کلسیم ۰/۲ درصد بود (جدول ۱۱ و۱۲). شاید براسینواستروئید با افزایش فتوسنتز در گیاه، وزن بذر را افزایش داده است (Zhang *et al.*, 2008). بور و کلسیم سبب بهبود رشد زایشی در گیاه می‌شوند (Ferri *et al.*, 2008). وزن بذر در گیاه کلزا با مصرف بور افزایش یافته است (احمدی و جاویدفر، ۱۳۷۷).

تعداد بذر پر: اثر متقابل براسینواستروئید، جیبرلین، بور و کلسیم بر تعداد بذر پر در بوته معنی‌دار بود (جدول ۹). بیشترین تعداد بذر پر در بوته (۱۰۰٤ عدد) و وزن بذر پر در میوه (۱۰۰٤ عدد) مربوط به ترکیب براسینواستروئید ۰/۵ میکرومولار، جیبرلین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و بور ۰/۱ درصد و کلسیم ۰/۲ درصد بود (جدول ۱۱ و۱۲). براسینواستروئید سبب افزایش غذاسازی در گیاه می‌شود (Zhang *et al.*, 2008). شاید بور با دخالت در متابولیسم و انتقال فراورده‌های فتوسنتز سبب تجمع مواد غذایی در بذرهای تشکیل شده باشد (Marschner, 2011). کلسیم در افزایش کارایی فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی دخالت دارد (Conway *et al.*, 2001). افزایش غلظت کلسیم، سبب افزایش تعداد بذر میوه سیب شده است (Brookfield *et al.*, 1996).

تعداد بذر پوک: اثر متقابل براسینواستروئید، جیبرلین، بورو کلسیم بر تعداد بذر پوک در بوته معنی‌دار بود (جدول ۹).

جدول ۹ – تجزیه واریانس اثر براسینواستروئید، جیبرلین، بور و کلسیم بر ویژگی‌های زایشی هندوانه آجیلی توده ژاپنی در آزمایش دوم

		میانگین مربعات				
منبع تغییر	درجه آزادی	حجم میوه در بوته	وزن میوه در بوته	وزن بذردر بوته	تعداد بذر پردر بوته	تعداد بذر پوک در بوته
براسینواستروئید	۲	٤٥٠٦٦٢٧٢**	٥٣٦٥٢٩٦٢**	٢٤٩٦٩*	٣٨١٥٨٤**	١١٢٩٣٤**
جیبرلین	١	٥٨٦٣٢١٢*	٩٤٢٥٨٥٩**	٨٤٦٢**	٢٢٣٩٥١**	٣٩٦٧٦٠**
بور	٢	١٤١٧٩٧٤٨**	١٢٥٦٩٧٧**	١٠٤٣٣**	٣٥٦٣٩٢**	١٢٢٠٥^{ns}
کلسیم	١	٣٥٧٩٩٥^{ns}	١٨٤٠٨^{ns}	١٥١^{ns}	١٢١٦٠^{ns}	١٦٤٧٧^{ns}
براسینو × جیبرلین	٢	١٠٣٣٣٣٤٥**	٩٩٥٣٠٨٤**	٩٥٨٥**	٢٩٨٣٤٨**	١٤١٦٢٨**
براسینو× بور	٤	١٠٢٩٣٧١٤**	٨٠٩٩٥٨٠**	٦٨٧٥**	١٤٧٩٣٤**	٧٨٠٦١٣**
براسینو× کلسیم	٢	٥٢٨٥٣٥٨**	٤٠٣٥١٥٤*	٤٩٨٠**	٦٤٣٨٧*	٩٨٦٣^{ns}
جیبرلین × بور	٢	٣٩٤٣٩٠٣*	١٢٧٢٨٩١^{ns}	١٣١٩^{ns}	٥٢٧٢١^{ns}	٥٨٢٦١**
جیبرلین × کلسیم	١	٦٩٧٠٧٧٦**	٣٤٣٨٢٦٧*	١١٣٤^{ns}	٤٨٧٢٦^{ns}	٣٥٩٣٤*
بور × کلسیم	٢	٧٧٣٨٨٢٠**	١١٤٦٦١٥١**	٤٥٢٣**	٦٤١٥٨*	٩٤٨٤٤**
براسینو× جیبرلین × بور	٤	٣٥٢٤٠١٦**	١٢٠٣٣٥٠^{ns}	١١٢٧^{ns}	٣١١٢٧^{ns}	٥٨٠٧٣**
براسینو× بور× کلسیم	٤	١٢١٤٥٦٣٠**	٨٢٥٨٠٤٣**	٦٥٣٢**	١٥٣٤٤٠**	٢٠٦٩٤*
جیبرلین× بور × کلسیم	٢	١٩٨٨٧٢١^{ns}	٨٧٦٧٢٤^{ns}	١١٤٩^{ns}	٥٨١٣٠^{ns}	٤٥٨٧٢**
براسینو× جیبرلین × کلسیم	٢	٥٩٣٧٥٤٨**	٥٢٥٠٥٨٧**	٣٢٨٩**	٥٢٥٠٥٨٧**	٥٩٣٧٥٤٨**
براسینو× جیبرلین× بور× کلسیم	٤	٣١٠٢٧٥٨**	٢٥٧٤٨٩٧*	٣٦٢٨**	١٢٧٨٠٢**	١٥٨٩٠٩**
خطا	٧٠	٨٣٩٣٣٠	٨٢٤٠٠٠	٧٨٣	٢٠٢٢٩	٧٠٩٣
ضریب تغییرات		٢١/٣	٢٤/٣	٢٣/٨	٢٤/٣	٢١/٣

ns، ** و * به ترتیب تفاوت در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهد.

جدول ۱۰- اثر متقابل براسینواستروئید، جیبرلین، بور و کلسیم بر ویژگی‌های توده ژاپنی در آزمایش دوم

تیمار					صفت	
براسینواستروئید (میکرومولار)	بور (درصد)	کلسیم (درصد)	جیبرلین (میلی‌گرم بر لیتر)	حجم میوه دربوته (میلی‌لیتر)	وزن میوه دربوته (گرم)	متوسط حجم میوه (میلی‌لیتر)	متوسط وزن میوه (گرم)
۰	۰	۰	۰	٢٣٧٠^{mq}	١٩٤٢^{mo}	١٤٢٢^{i}	١١٥٨^{hj}
۰	۰	۰	٥٠	٢٨١٧^{kq}	٢٥٠٧^{klmo}	١٥٦١^{i}	١٣٨٧^{hj}
۰	۰	۰/٢	۰	٤٧٨٣^{fj}	٣٧٩٦^{el}	١٨٦١^{gi}	١٤٧٩^{hj}
۰	۰	۰/٢	٥٠	٣٤١٧^{io}	٢٩١١^{ho}	٢٣٥٨^{ei}	٢٠٣٩^{ei}
۰	۰/١	۰	۰	٣٦١٢^{ho}	٢٧٠٦^{io}	١٤٤٢^{i}	١٠٦٣^{ij}
۰	۰/١	۰	٥٠	٢٧١٧^{mq}	٢٠١١^{mo}	١٥٢٨^{i}	١٠٨١^{j}
۰	۰/١	۰/٢	۰	١٨٦١^{oq}	١٥٣٩^{no}	١٤٥٢^{i}	١٢٤٠^{hj}

حروف غیر مشابه براساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

ادامه جدول ۱۰

تیمار				صفت		
براسینواستروئید (میکرومولار)	بور (درصد)	کلسیم (درصد)	جیبرلین (میلی‌گرم بر لیتر)	حجم میوه دربوته (میلی‌لیتر)	وزن میوه دربوته (گرم)	متوسط حجم میوه (میلی‌لیتر)	متوسط وزن میوه (گرم)
۰	۰/۱	۰/۲	۵۰	۳۷۱۷^{gn}	۳۱٤۳^{gm}	۳۷۱۷^{bf}	۳۱٤۳^{bf}
۰	۰/۲	۰	۰	۵۲۰۸^{di}	٤۰٦۱^{dk}	٤۱۰۸^{bd}	۳۲۳۱^{be}
۰	۰/۲	۰	۵۰	٤۸۸۳^{ej}	٤۳۹۸^{dj}	۲٤٤۲^{di}	۲۱۹۹^{ei}
۰	۰/۲	۰/۲	۰	۲٦٤۸^{mq}	۱۹٤۸^{mo}	۱۱۹٦^{i}	۸٤۷^{j}
۰	۰/۲	۰/۲	۵۰	۲۰۳۳^{mq}	۱۳۸۵^{no}	۱٦٦۷^{i}	۱۱٦۲^{hj}
۰/۵	۰	۰	۰	٤٦۹٦^{fj}	۳۸۲۷^{el}	۱۷۷۱^{hi}	۱٤۳۸^{hj}
۰/۵	۰	۰	۵۰	٦۹٦۵^{abc}	٦۷۸۷^{b}	۳۹۵۲^{be}	۳۸۳۸^{bd}
۰/۵	۰	۰/۲	۰	۳۱۷۵^{jq}	۲۸۱۵^{io}	۲٦۳۳^{di}	۲۳۱۵^{ei}
۰/۵	۰	۰/۲	۵۰	۵۱٤۲^{di}	۵۰۰۲^{df}	۲٦۰۳ ^{di}	۲۵۰٤^{di}
۰/۵	۰/۱	۰	۰	٤۰۲٤^{fm}	۳٦٤۸^{fm}	۲۷۰۳ ^{di}	۲٤۷۵^{di}
۰/۵	۰/۱	۰	۵۰	۵٤٦۷^{cg}	۵۱۲۳^{cf}	٤۳۳۳^{bc}	٤۰٦۲^{bc}
۰/۵	۰/۱	۰/۲	۰	۷۳۱۲^{ab}	٦٦۷۸^{bc}	۲۸۹۵^{ci}	۲۷۰۷^{ch}
۰/۵	۰/۱	۰/۲	۵۰	۸٤۸٦^{a}	۸۳٤۲^{a}	۸٤۸٦^{a}	۸۳٤۲^{a}
۰/۵	۰/۲	۰	۰	٤۱۰٦^{fm}	۳۷۰۷^{em}	۳٤۲۳^{bi}	۳۰۹۰^{bg}
۰/۵	۰/۲	۰	۵۰	۵۵۸۳^{cf}	۵۱٤۵^{cf}	۲٤۵۸^{di}	۲۲۸۰^{ei}
۰/۵	۰/۲	۰/۲	۰	٤۷۲٤^{fk}	٤۳۸۲^{dj}	٤۷۲٤^{b}	٤۳۸۲^{b}
۰/۵	۰/۲	۰/۲	۵۰	٦٦۱٤^{be}	۵٤۷۱^{be}	۲۵۱۹^{di}	۲۰۹۰^{ei}
۱	۰	۰	۰	٤۵۵٦^{fk}	۳٤٤۳^{el}	۲٤۹۷^{di}	۲۱۳٦^{ei}
۱	۰	۰	۵۰	۲۱۳۳^{mq}	۲۱۸۳^{mo}	۱۸۰۰^{hi}	۱۸۲٤^{ei}
۱	۰	۰/۲	۰	۳٤۱۰^{ip}	۲۰۷۷^{mo}	۲۷۲۷^{ci}	۱۵۷۸^{fi}
۱	۰	۰/۲	۵۰	۳۱۲۷^{jq}	۲٦۱۹^{jo}	۲۰٦۳^{fi}	۱۷۰۱^{ei}
۱	۰/۱	۰	۰	۵۲۵۳^{cg}	٤٤۲۲^{di}	۱۷۷۰^{hi}	۱۵۱۳^{gi}
۱	۰/۱	۰	۵۰	٦٦۳۷^{bd}	٤۹۱۰^{dg}	۱۷۲۹^{hi}	۱۲۸۰^{hij}
۱	۰/۱	۰/۲	۰	٤۳٤۰^{fg}	٤٦۲۳^{dh}	۳۵۵۳^{bg}	۳۸۹۸^{bd}
۱	۰/۱	۰/۲	۵۰	٦۷٦۰^{bd}	۵۸۰۳^{bd}	۲۲۵۳^{fi}	۱۹۳٤^{ei}
۱	۰/۲	۰	۰	۵۵۲۰^{cf}	٤٤۸۷^{di}	۲۳٦٤^{ei}	۱۸۷۲^{ei}
۱	۰/۲	۰/۲	۵۰	۱۷٦٤^{pq}	۱٦۸٦^{no}	۱۷٦٤^{hi}	۱٦۸٦^{ei}
۱	۰/۲	۰/۲	۰	۱٤۸۱^{q}	۱۳۳۸^{o}	۲٤۷۵^{di}	۲۲۵۹^{ei}
۱	۰/۲	۰/۲	۵۰	۳۲۰۷^{jq}	۳۰۵۱^{ho}	۲۲۵۷^{fi}	۲۰۹۹^{ei}

حروف غیر مشابه براساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

جدول ۱۱- اثر متقابل براسینواستروئید، جیبرلین، بور و کلسیم بر ویژگی‌های توده ژاپنی در آزمایش دوم

تیمار				صفت		
براسینواستروئید (میکرومولار)	بور (درصد)	کلسیم (درصد)	جیبرلین (میلی‌گرم بر لیتر)	وزن بذر در بوته (گرم)	تعداد بذر پر بوته	تعداد بذر پوک بوته
۰	۰	۰	۰	۶۹^{hk}	۲۷۶^{lm}	۲۵۳^{di}
۰	۰	۰	۵۰	۸۱ ^{hk}	۳۴۵^{hm}	۲۸۱^{dh}
۰	۰	۰/۲	۰	۱۲۲^{ci}	۵۸۳^{hm}	۳۳۸^{df}
۰	۰	۰/۲	۵۰	۱۰۱^{ek}	۳۱۳^{dj}	۲۶۵^{di}
۰	۰/۱	۰	۰	۱۱۴^{di}	۶۱۸^{ci}	۱۷۲^{fk}
۰	۰/۱	۰	۵۰	۷۲^{hk}	۳۳۶^{im}	۱۷۷ ^{fk}
۰	۰/۱	۰/۲	۰	۶۷^{ik}	۲۷۸^{lm}	۷۶^{ki}
۰	۰/۱	۰/۲	۵۰	۱۰۹^{dj}	۵۶۷^{dk}	۲۵۱^{di}
۰	۰/۲	۰	۰	۱۲۴^{ch}	۵۶۵ ^{dk}	۲۰۶^{fgl}
۰	۰/۲	۰	۵۰	۱۴۰^{bg}	۵۹۱^{cj}	۱۹۸^{fl}
۰	۰/۲	۰/۲	۰	۸۸^{gk}	۳۶۷^{fm}	۲۱۵ ^{fl}
۰	۰/۲	۰/۲	۵۰	۵۴^{k}	۲۰۵^{lm}	۱۸۴ ^{fl}
۰/۵	۰	۰	۰	۱۲۲^{ci}	۵۸۱^{di}	۴۰۵^{cd}
۰/۵	۰	۰	۵۰	۱۸۳^{ab}	۷۸۲^{ad}	۱۱۴^{hl}
۰/۵	۰	۰/۲	۰	۱۱۳^{di}	۴۱۸^{em}	۱۲۲^{gl}
۰/۵	۰	۰/۲	۵۰	۱۳۷^{bg}	۵۶۸^{dk}	۶۳۶^{ab}
۰/۵	۰/۱	۰	۰	۸۷^{gk}	۳۶۶^{fm}	۱۱۴^{hk}
۰/۵	۰/۱	۰	۵۰	۱۴۷^{be}	۶۳۶^{cg}	۵۱۱^{bc}
۰/۵	۰/۱	۰/۲	۰	۱۷۸^{ab}	۶۸۷^{be}	۲۳۵^{ek}
۰/۵	۰/۱	۰/۲	۵۰	۲۲۸^{a}	۱۰۰۴^{a}	۲۸۷^{dg}
۰/۵	۰/۲	۰	۰	۹۰^{fk}	۳۷۵^{fm}	۱۳۵^{gl}
۰/۵	۰/۲	۰/۲	۰	۱۶۰^{bd}	۷۷۱^{ad}	۷۴۶^{a}
۰/۵	۰/۲	۰/۲	۰	۱۲۳^{cg}	۴۲۹^{em}	۵۶^{i}
۰/۵	۰/۲	۰/۲	۵۰	۱۸۸^{ab}	۸۶۵^{ac}	۳۳۳^{df}
۱	۰	۰	۰	۱۰۰^{ek}	۳۷۷^{fm}	۸۷^{jl}
۱	۰	۰	۵۰	۷۳^{hk}	۲۹۷^{km}	۱۱۳^{hl}
۱	۰	۰/۲	۰	۸۴^{gk}	۳۵۷^{gm}	۱۸۳^{fgl}
۱	۰	۰/۲	۵۰	۸۸ ^{gk}	۳۶۵^{fm}	۱۸۸ ^{fl}
۱	۰/۱	۰	۰	۱۴۴^{bf}	۶۸۷^{be}	۲۷۵^{dh}
۱	۰/۱	۰	۵۰	۱۸۴^{ab}	۹۴۰^{ab}	۳۸۹^{ce}
۱	۰/۱	۰/۲	۰	۱۳۸^{bg}	۶۲۱^{ch}	۹۹^{jl}
۱	۰/۱	۰/۲	۵۰	۱۷۶^{bc}	۷۶۸^{ad}	۵۲۱^{bc}
۱	۰/۲	۰	۰	۱۴۶^{be}	۶۴۴^{cf}	۲۷۵^{dh}
۱	۰/۲	۰	۵۰	۵۶^{jk}	۲۲۹^{lm}	۱۵۵^{gl}
۱	۰/۲	۰/۲	۰	۴۶^{k}	۱۷۷^{m}	۴۸^{l}
۱	۰/۲	۰/۲	۵۰	۹۶^{ek}	۴۶۴^{em}	۱۲۶^{gl}

حروف غیر مشابه براساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

جدول ۱۲- اثر متقابل براسینواستروئید، جیبرلین، بور و کلسیم بر ویژگی‌های توده ژاپنی در آزمایش دوم

تیمار				صفت	
براسینواستروئید (میکرومولار)	بور (درصد)	کلسیم (درصد)	جیبرلین (میلی‌گرم بر لیتر)	وزن بذر در میوه (گرم)	تعداد بذر پرشده در میوه	تعداد بذر پوک در میوه
۰	۰	۰	۰	۴۱^{g}	۱۶۶^{g}	۱۵۶^{cd}
۰	۰	۰	۵۰	۴۴^{fg}	۱۹۰^{g}	۱۵۲^{cd}
۰	۰	۰/۲	۰	۴۸^{fg}	۲۲۸^{fg}	۱۳۱^{cd}
۰	۰	۰/۲	۵۰	۶۹^{cg}	۱۹۶^{g}	۱۵۹^{cd}
۰	۰/۱	۰	۰	۴۵^{fg}	۲۴۳^{eg}	۶۸^{d}
۰	۰/۱	۰	۵۰	۴۰^{g}	۱۹۹^{g}	۱۱۹^{d}
۰	۰/۱	۰/۲	۰	۵۹^{efg}	۲۴۸^{eg}	۵۳^{d}
۰	۰/۱	۰/۲	۵۰	۱۰۹^{be}	۵۶۷^{b}	۲۵۱^{bc}
۰	۰/۲	۰	۰	۹۸^{bf}	۴۵۰^{be}	۱۶۶^{cd}
۰	۰/۲	۰	۵۰	۷۰^{cf}	۲۹۵^{dg}	۹۹^{d}
۰	۰/۲	۰/۲	۰	۳۸^{g}	۱۶۲^{g}	۹۸^{d}
۰	۰/۲	۰/۲	۵۰	۴۴^{fg}	۱۶۴^{g}	۱۴۷^{cd}
۰/۵	۰	۰	۰	۴۶^{fg}	۲۱۸^{fg}	۱۵۲^{cd}
۰/۵	۰	۰	۵۰	۱۰۸^{be}	۴۴۷^{be}	۶۴^{d}
۰/۵	۰	۰/۲	۰	۹۲^{bg}	۳۴۷^{cg}	۱۰۱^{d}
۰/۵	۰	۰/۲	۵۰	۶۹^{cg}	۲۷۸^{eg}	۳۰۷^{ab}
۰/۵	۰/۱	۰	۰	۶۰^{eg}	۲۵۵^{eg}	۷۴^{d}
۰/۵	۰/۱	۰	۵۰	۱۱۵^{bd}	۴۹۴^{bd}	۳۸۸^{a}
۰/۵	۰/۱	۰/۲	۰	۷۰^{cg}	۲۷۱^{eg}	۸۹^{d}
۰/۵	۰/۱	۰/۲	۵۰	۲۲۸^{a}	۱۰۰۴^{a}	۲۸۷^{ab}
۰/۵	۰/۲	۰	۰	۷۶^{bg}	۳۱۴^{dg}	۱۱۳^{d}
۰/۵	۰/۲	۰	۵۰	۷۱^{cg}	۳۳۹^{dg}	۳۱۲^{ab}
۰/۵	۰/۲	۰/۲	۰	۱۲۳^{b}	۴۲۹^{bf}	۵۶^{d}
۰/۵	۰/۲	۰/۲	۵۰	۷۲^{bg}	۳۳۳^{dg}	۱۲۴^{d}
۱	۰	۰	۰	۵۶^{eg}	۲۱۰^{fg}	۵۵^{d}
۱	۰	۰	۵۰	۶۲^{eg}	۲۴۶^{eg}	۸۶^{d}
۱	۰	۰/۲	۰	۶۵^{dg}	۲۶۷^{eg}	۱۴۷^{cd}
۱	۰	۰/۲	۵۰	۵۹^{eg}	۲۴۰^{eg}	۱۳۲^{cd}
۱	۰/۱	۰	۰	۴۷^{fg}	۲۱۹^{fg}	۸۸^{d}
۱	۰/۱	۰	۵۰	۴۷^{fg}	۲۴۱^{eg}	۹۹^{d}
۱	۰/۱	۰/۲	۰	۱۱۹^{bc}	۵۴۴^{bc}	۸۶^{d}
۱	۰/۱	۰/۲	۵۰	۵۸^{eg}	۲۵۵^{eg}	۱۷۴^{cd}
۱	۰/۲	۰	۰	۶۲^{eg}	۲۷۵^{eg}	۱۱۹^{d}
۱	۰/۲	۰	۵۰	۵۶^{eg}	۲۲۹^{fg}	۱۵۵^{cd}
۱	۰/۲	۰/۲	۰	۷۷^{dg}	۲۹۷^{dg}	۸۳^{d}
۱	۰/۲	۰/۲	۵۰	۶۸^{dg}	۳۱۶^{dg}	۸۶^{d}

حروف غیر مشابه براساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

بیشترین تعداد بذر پوک در بوته (۷٤٦ عدد) و بذر پوک در میوه (۷٤٦ عدد) در تیمار براسینواستروئید ۰/۵ میکرومولار، جیبرلین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و بور ۰/۲ درصد و کلسیم صفر درصد بود (جدول ۱۱ و۱۲). از مقایسه تیمارهایی که بیشترین تعداد بذر پر و پوک را دارند بنظر می‌رسد پوک شدن بذرتحت تاثیر تغییر غلظت بور و کلسیم (غلظت زیاد بور و فقدان کلسیم) در گیاه افزایش یافته که نقش بور و کلسیم را در انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی به خوبی نشان می‌دهد (Ferri *et al*., 2008).

نتیجه‌گیری

در این تحقیق، اثرات اصلی براسینواستروئید، جیبرلین، بور و کلسیم بر اکثر صفات مربوط به رشد، ویژگی‌های فیزیولوژیک، زایشی و عملکرد توده ژاپنی معنی‌دار بوده، اما اثرات متقابل این تیمارها مؤثرتر واقع شده است. بطوریکه ترکیب براسینواستروئید ۰/۵ میکرومولار، جیبرلین۵۰ میلی‌گرم در لیتر، بور ۰/۱ درصد و کلسیم ۰/۲ درصد، میانگین وزن بذر توده ژاپنی (۳٦۳۲ کیلوگرم در هکتار) را نسبت به شاهد (۱۱۰٤ کیلوگرم در هکتار) ۳/۲۸ برابر افزایش داده است و می‌تواند جهت افزایش عملکرد بذر هندوانه آجیلی توصیه گردد.

منابع

هولمز، م. ر. ج. (۱۳۷۷) تغذیه گیاه روغنی کلزا. ترجمه احمدی، م. ر. و جاویدی فر، ف. انتشارات شرکت سهامی خاص کشت و توسعه دانه‌های روغنی.

اکبری چرمهینی، س. و معلمی، ن. (۱۳۸۹) تأثیر اسید جیبرلیک بر رشد رویشی نهال‌های زیتون. نشریه علوم باغبانی ۲٤: ۱۸۸-۱۸٤.

آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی. (۱۳۹۲) نتایج آمارگیری نمونه ای محصولات باغی سال ۱۳۹۰. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی ۱۱۰.

قدرت، و.، تدین، ب. و جعفری، م. (۱۳۸۸) بررسی اثر تنظیم کننده‌های رشد ایندول بوتیریک اسید و جیبرلیک اسید بر برخی صفات فیزیولوژیکی ذرت. همایش ملی آب، خاک، گیاه و مکانیزاسیون کشاورزی.دزفول، ایران.

Abaelu, A. M., Makinde, M. A. and Akinrimisi, E. O. (1979) Melon seed protein. I. Study of amino acid composition of defatted meal. Nutrition Reports International Journal 20:605–613.

Alam, M. M., Hayat, S., Ali, B. and Ahmad, A. (2007) Effect of 28-homobrassinolide treatment on nickel toxicity in Brassica juncea. Photosynthetica 1:139-142.

Arnon, A. N. (1967) Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal 23:112-121.

Avalbaev, A. M., Bezrukova, M. V. and Shakirova, F. M. (2003) Effect of brassinosteroids on the hormonal balance in wheat seedlings. Doklady Biological Sciences 1:337-339.

Aval'baev, A. M., Bezrukova, M. V and Shakirova, F. M. (2003) Effect of brassinosteroids on the hormonal balance in wheat seedlings. Doklady Biological Sciences 39:337-339.

Bajguz, A. (2000) Effect of brassinosteroids on nucleic acids and protein content in cultured cells of *Chlorella vulgaris*. Plant Physiology and Biochemistry 38:209-215.

Black, M. and Prithard, H. W. (2002) Desication and survival in plants drying without dying. Pp.413. CABI in the National, London UK.

Brookfield, P. L., Ferguson, I. B., Watkins, C. B. and Bowen, J. H. (1996) Seed number and calcium concentrations of ‘Braeburn’apple fruit. Journal of Horticultural Science 71:265-271.

Conway, W. S., Sams, C. E. and Hickey, K. D. (2001) Pre-and postharvest calcium treatment of apple fruit and its effect on quality. In International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants. Merano, Italy.

Damghan, I. R. (2009) Exogenous application of brassinosteroid alleviates drought-induced oxidative Stress in *Lycopersicon escuLentum* l. General and Applied Plant Physiology 35:22-34.

Domingos, S., Nobrega, H., Raposo, A., Cardoso, V., Soares, I., Ramalho, J. C., Leitao, A. E., Oliveira, C. M. and Goulao, L. F. (2016) Light management and gibberellic acid spraying as thinning methods in seedless table grapes (*Vitis vinifera* L.): Cultivar responses and effects on the fruit quality. Scientia Horticulturae 201:68-77.

Fernandez, F. J., Ladux, J. L. and Searles, P. S. (2015) Dynamics of shoot and fruit growth following fruit thinning in olive trees: same season and subsequent season responses. Scientia Horticulturae 192:320-330.

Ferri, V. C., Rombaldi, C. V., Silva, J. A., Pegoraro, C., Nora, L., Antunes, P. L., Girardi, C. L. and Tibola, C. S. (2008) Boron and calcium sprayed on 'Fuyu' persimmon tree prevent skin cracks, groove and browning of fruit during cold storage. Ciencia Rural 38: 2146-2150.

Hashemi, S. M. B., Khaneghah, A. M., Koubaa, M., Lopez-Cervantes, J., Yousefabad, S. H. A., Hosseini, S. F., Karimi, M., Motazedian, A. and Asadifard, S. (2017) Novel edible oil sources: Microwave heating and chemical properties. Food Research International 92:147-153.

Hayat, S., Ahmad, A ., Mobin, M., Hussain, A. and Fariduddin, Q. (2001) Photosynthetic rate, growth, and yield of mustard plants sprayed with 28-homobrassinolide. Photosynthetica 38: 469-471.

Hong ‐ Bo, S., Li ‐ Ye, C. and Ming ‐ An, S. (2008) Calcium as a versatile plant signal transducer under soil water stress. BioEssay 30:634-641.

Houimli, S. I. M., Denden, M. and Mouhandes, B. D. (2010) Effects of 24-epibrassinolide on growth, chlorophyll, electrolyte leakage and proline by pepper plants under NaCl-stress. EurAsian Journal of Biosciences 4:96-104.

Huang, J. H. and Huang, L. (2005) The application of GA3 in citrus orchards. South China Fruits 3:32-36.

Huh, Y. C., Solmaz, I., Sari, N. and Pitrat, M. (2008) Morphological characterization of Korean and Turkish watermelon germplasm.proceedings of the 9th meeting on genetics and breeding of cucurbitaceae. france.

Khaliq, G., Mohamed, M. T. M., Ghazali, H. M., Ding, P. and Ali, A. (2016) Influence of gum arabic coating enriched with calcium chloride on physiological, biochemical and quality responses of mango (*Mangifera indica* L.) fruit stored under low temperature stress. Postharvest Biology and Technology 111:362-369.

Khripach,V., Zhabinskii, V. and deGroot, A. (2000) Twenty years of brassinosteroids: steroidal plant hormones warrant better crops for the XXI century. Annals of Botany 86: 441-447.

Kumar, S. and Dey, P. (2011) Effects of different mulches and irrigation methods on root growth, nutrient uptake, water-use efficiency and yield of strawberry. Scientia Horticulturae 127:318-324.

Manna, D. and Maity, T. K. (2016) Growth, yield and bulb quality of onion (*Allium cepa* L.) in response to foliar application of boron and zinc. Journal of Plant Nutrition 39:438-441.

Marathe, R. A., Sharma, J., Murkute, A. A. and Babu, K. D. (2017) Response of nutrient supplementation through organics on growth, yield and quality of pomegranate. Scientia Horticulturae 214:114-121

Marschner, H. (2011) Marschner's mineral nutrition of higher plants. Academic press. Germany.

Mengel, K. and Kirkby, E. A. (1978) Principles of plant nutrition. Springer, Netherlands.

Munzi, S., Pirintsos, S. A. and Loppi, S. (2009) Chlorophyll degradation and inhibition of polyamine biosynthesis in the lichen *Xanthoria parietina* under nitrogen stress. Ecotoxicology and Environmental Safety 72:281-285.

Nyomora, A. M., Brown, P. H. and Freeman, M. (1997) Fall foliar-applied boron increases tissue boron concentration and nut set of almond. Journal of the American Society for Horticultural Science 122:405-410.

Peng, J., Tang, X. and Feng, H. (2004) Effects of brassinolide on the physiological properties of litchi pericarp (*Litchi chinensis* cv. nuomoci). Scientia horticulturae 101:407-416.

Puzina, T. I. (2004) Effect of zinc sulfate and boric acid on the hormonal status of potato plants in relation to tuberization. Russian Journal of Plant Physiology 51:209-215.

Randhawa, K. S. and Singh, K. (1970) Effect of maleic hydrazide, naphthalene-acetic acid and gibberellic acid applications on vegetative growth and yield of muskmelon (*Cucumis melo* L.). Indian Journal of Horticulture 27:195-200.

Roghabadi, M. A. and Pakkish, Z. (2014) Role of brassinosteroid on yield, fruit quality and postharvest storage of ‘tak danehe mashhad’sweet cherry (*Prunus avium* L.). Agricultural Communications 2:49-56.

Salehi, R., Kashi, A., Lee, J. M. and Javanpour, R., (2014) Mineral concentration, sugar content and yield of Iranian ‘Khatooni’melon affected by grafting, pruning and thinning. Journal of Plant Nutrition 37:1255-1268.

Salisbury, F. B. and Ross, C. W. (1992) Plant Physiology. 4th Ed. Belmont, CA. Wadsworth.

Shah, S. H. and Ahmad, I. (2007) Responses of *Nigella sativa* to foliar application of gibberellic acid and kinetin. Biologia plantarum 51:563-566.

Shoeib, M. M. and El-Sayed, A. (2003) Response of “Thompson Seedless” grape vines to the spray of some nutrients and citric acid. Minia Journal of Agricultural Research and Development 23:681-698.

Smart, R. E. and Bingham, G. E. (1974) Rapid estimates of relative water content. Plant Physiol 53:285-260.

Soad, M., Lobna, S. T. and Farahat, M. M. (2010) Vegetative growth and chemical constituents of croton plants as affected by foliar application of benzyl adenine and gibberellic acid. Journal of American Science 6:126-130.

Susila, T., Reddy, S. A., Rajkumar, M., Padmaja, G. and Rao, P. V. (2012) Effects of sowing date and spraying of brassinosteroid on yield and fruit quality characters of watermelon.World Journal of Agricultural Sciences 8:223-228.

Swaroop, K., Singh, K. P. and Raju, D. V. S. (2007) Vegetative growth, flowering and seed characters of African marigold (*Tagetes erecta* Linn.) as influenced by different growth substances during mild off seasons. Journal of Ornamental Horticulture 10:268-270.

Tak, J. and Jain, S. (2016) Nutrient potential of watermelon (*Citrullus lanatus*) seeds and its incorporation in product preparation. Food Science Research Journal 7:202-206.

Unamba, C. I. N., Ezeibekwe, I. O. and Mbagwu, F. N. (2009) Comparative effect of the foliar spray and seed soaking application method of gibberellic acid on the growth of *Abelmoschus esculentus* (*Okra Dwarf*). Journal of American Science 5:133-140.

Wang, C., Hai, J., Yang, J., Tian, J., Chen, W., Chen, T., Luo, H. and Wang, H. (2016) Influence of leaf and silique photosynthesis on seeds yield and seeds oil quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.). European Journal of Agronomy 74:112-118.

Yun, H. S., Bae, Y. H., Lee, Y. J., Chang, S. C., Kim, S. K., Li, J. and Nam, K. H. (2009) Analysis of phosphorylation of the BRI1/BAK1 complex in Arabidopsis reveals amino acid residues critical for receptor formation and activation of BR signaling. Molecules and cells 27:183-190.

Zhang, M., Zhai, Z., Tian, X., Duan, L. and Li, Z. (2008) Brassinolide alleviated the adverse effect of water deficits on photosynthesis and the antioxidant of soybean (*Glycine max* L.). Plant growth regulation 56:257-264.