

تأثیر محلول پاشی پاکلوبوترازول و هیدروژن پراکسید بر رشد، کیفیت و عملکرد میوه خربزه توده خاتونی

زهرا قهرمانی*، سمانه محمدی و طاهر برزگر

گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۲۸، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۰۵/۰۳)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تنظیم کننده رشد گیاهی پاکلوبوترازول و هیدروژن پراکسید بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه خربزه خاتونی آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل هرس (شاهد)، تراش بوته و محلول پاشی هیدروژن پراکسید در سه سطح (۲/۵، ۵ و ۷/۵ میلی مولار) و پاکلوبوترازول در سه سطح (۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی گرم در لیتر) بود که در دو مرحله چهار تا شش برگی و تشکیل میوه اعمال شد. نتایج نشان داد که محلول پاشی برگی هیدروژن پراکسید موجب افزایش میزان مواد جامد محلول شد. تیمار تراش اثر معنی داری بر خصوصیات رویشی و کیفیت میوه نداشت اما موجب افزایش عملکرد نسبت به گیاهان شاهد گردید. محلول پاشی پاکلوبوترازول موجب کاهش رشد و افزایش عملکرد و مواد جامد محلول میوه گردید. با توجه به اینکه بیشترین وزن تک میوه، عملکرد و مواد جامد محلول میوه با کاربرد غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر پاکلوبوترازول در مرحله چهار تا شش برگی به دست آمد و کمترین طول بوته نیز در این غلظت مشاهده شد می توان محلول پاشی ۱۰ میلی گرم در لیتر پاکلوبوترازول در مرحله چهار تا شش برگی را روشی جایگزین برای عمل تراش بوته‌ها که یک روش وقت گیر و پرهزینه برای کشاورزان است، پیشنهاد کرد. استفاده از غلظت ۷/۵ میلی مولار هیدروژن پراکسید موجب افزایش چشمگیر میزان مواد جامد محلول و ساکارز نسبت به شاهد شده که استفاده از این غلظت برای بهبود کیفیت میوه خربزه توصیه می شود.

واژه‌های کلیدی: تراش بوته، ساکارز، عملکرد میوه، مواد جامد محلول

مقدمه

(2007). گیاه خربزه حالت رونده دارد و شاخ و برگ زیادی تولید می کند، همچنین می تواند تعداد زیادی میوه در گره های ساقه فرعی و ساقه های جانبی ثانویه تشکیل دهد. تشکیل میوه زیاد در هر بوته خربزه موجب کوچک ماندن و نامرغوب شدن میوه می شود؛ بنابراین، کنترل و هدایت رشد رویشی (تعداد ساقه) و رشد زایشی (تعداد میوه) گیاه به منظور برقراری توازن بین اندام های تولیدکننده (برگ ها) و مصرف کننده (میوه ها) در

ایران یکی از کشورهای مهم تولیدکننده خربزه است که با تولید بیش از ۱۴۷۶۸۰۱ تن بعد از کشورهای چین و ترکیه مقام سوم تولید را به خود اختصاص داده است (FAO, 2014). اندازه و شیرینی میوه خربزه دو عامل اصلی در تعیین کیفیت و بازارپسندی میوه است که این دو عامل به شدت تحت تأثیر محل تشکیل میوه روی گیاه است (Salehi mohammadi,)

*نویسنده مسؤول، نشانی پست الکترونیکی: z.ghahremani@znu.ac.ir

مقدار قند پس از برداشت افزایش نمی‌یابد. بنابراین، اگر میوه در زمان برداشت به اندازه کافی بالغ نباشد، به سطح مطلوب رسیدگی نخواهد رسید و اگر بیش از حد رسیده باشد، عمر انبارمانی آن کم خواهد شد. شیرینی یا محتوای قند مهم‌ترین عامل تعیین کیفیت خوراکی میوه خربزه است (Mutton *et al.*, 1981) و از آنجا که قند میوه‌ها توسط فتوسنتز از برگ‌ها تأمین می‌شود یک روش برای افزایش شیرینی، افزایش بیوسنتز قند طی فتوسنتز است. هیدروژن پراکسید یکی از ترکیباتی است که در فعال‌شدن چرخه کالوین و متابولیسم قندها فاکتور کلیدی است که سطح فروکتوز، گلوکز و ساکارز را در برگ‌ها افزایش داده و نتیجه این افزایش، افزایش محتوای کل قندهای محلول در میوه خربزه است (Ozaki *et al.*, 2009). غلظت پایینی از هیدروژن پراکسید به‌عنوان سیگنال برای سنتز قندهای محلول عمل می‌کند و سبب افزایش محتوای قند محلول در برگ‌ها و میوه‌ها می‌شود (Ozaki *et al.*, 2009). گزارش شده است تیمار گیاهان طالبی و خربزه هانی‌دیو با هیدروژن پراکسید به‌طور قابل توجهی رنگ، ظاهر عمومی و عمر انبارمانی را بهبود بخشید (Ukuku, 2004). براین اساس و با توجه به اهمیت مصرف مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی و سبزی‌ها، تحقیقات کمتری در این زمینه بر روی گیاه و میوه‌های خربزه انجام شده است، این پژوهش با هدف بررسی اثر پاکلوبوترازول و هیدروژن پراکسید بر میزان کیفیت و مواد جامد محلول میوه خربزه، بررسی پاسخ‌های رشد، عملکرد و فیزیولوژیکی خربزه خاتونی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر پاکلوبوترازول و هیدروژن پراکسید بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه خربزه توده خاتونی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در سال ۱۳۹۴ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل پاکلوبوترازول در سه غلظت ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر، هیدروژن پراکسید در سه غلظت ۲/۵، ۵ و ۷/۵ میلی‌مولار، تیمار هرس (شاهد) و تراش بوته بود. جداول

افزایش کیفیت میوه تأثیر زیادی دارد (Kashi and Abedi, 1998). جالیزاران با تجربه، خیلی زود به اهمیت این موضوع پی می‌برند و اقداماتی به‌عنوان هرس و تراش بوته خربزه به‌عمل می‌آورند و با نگهداری دو میوه در هر بوته از گره‌های ششم تا هشتم به بعد، شرایط لازم برای درشت‌تر شدن و مرغوبیت ظاهری میوه را فراهم می‌کنند که با این اعمال زراعی روابط منبع - مخزن کربوهیدرات‌ها دستکاری می‌شود و تخصیص آسیمیلات‌ها به میوه‌ها افزایش می‌یابد (Barzegar *et al.*, 2013). با کاربرد نشانگر C^{13} در خربزه مشاهده شد که میوه‌های نگهداری‌شده در گره هفتم بیشترین مواد کربوهیدرات را دریافت کرده‌اند و این گره مناسب‌ترین گره برای نگهداری میوه معرفی شد (Barzegar *et al.*, 2013). امروزه مواد شیمیایی به‌ویژه مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی به‌منظور کنترل رشد و بهبود کیفیت میوه در محصولات باغی استفاده می‌شوند (Yamamuro, 1978). ثابت شده است که پاکلوبوترازول (PBZ) یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی مؤثر می‌باشد و به‌عنوان یک مهارکننده سنتز جیبرلین عمل می‌کند. هدف اصلی استفاده از آن، کاهش رشد گیاه به‌دلیل مسدودشدن مسیر واکنش تبدیل کائورن به کائرونیک‌اسید در مسیر سنتز ماده جیبرلین است (Salisbury and Ross, 1992). در سبزی‌ها، تحقیقات به تعداد کمی از گونه‌ها محدود می‌شود و نتایج امیدبخشی در هندوانه (Oh, 2008) و خیار (Shimotsuma and Jones, 1972) به‌دست آمده است. اطلاعات در مورد استفاده از پاکلوبوترازول در خربزه کم است. با این حال، گزارش شده که استفاده از پاکلوبوترازول طول میانگرمه، و محور ساقه‌چه را کنترل می‌کند و از رشد بیش از حد گیاهان خربزه جلوگیری می‌کند (Zhang *et al.*, 2006). اعمال پاکلوبوترازول بر درختان انبه (Alphoso *Mangoes*) بیشترین اثر را بر افزایش همه پارامترهای کیفی (آسکوربیک‌اسید، قند کل، قندهای احیاشده و مواد جامد محلول به‌جز اسیدیته) داشت (Vijayalakshmi and Srinivasan, 2000). مواد بازدارنده رشد عملکرد میوه را افزایش می‌دهد (Rademacher, 1995). مرحله بلوغ میوه در برداشت میوه خربزه از اهمیت اساسی برخوردار است، زیرا

جدول ۱- مشخصات شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

هدایت الکتریکی	اسیدیته	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	ماده آلی	کربنات کلسیم	نوع بافت
(dS/m)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(%)	(%)	(%)	
۱/۱۲	۷/۲۷	۰/۰۸	۴/۶	۱۵۴	۱/۸	۱/۱۱	۱۴/۰۹	لومی رسی شنی

جدول ۲- آمار هواشناسی مربوط به ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه زنجان در فصل زراعی ۱۳۹۴

پارامتر هواشناسی	خرداد	تبر	مرداد	شهریور
رطوبت نسبی (%)	۴۴	۴۲	۳۹	۵۲
بارندگی (mm)	۰/۳۳	۱/۱۳	۰/۰۰	۲/۹۳
درجه حرارت حداقل (°C)	۱۲/۹۵	۱۸/۵۳	۱۶/۱۴	۱۲/۵۸
درجه حرارت حداکثر (°C)	۳۱/۹۳	۳۴/۴۶	۳۵/۵۱	۳۰/۲۸

صفات مورد ارزیابی: طول ساقه سه بوته از هر کرت در اواخر فصل رشد (پس از برداشت میوه‌ها) بر حسب سانتیمتر اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری سطح برگ توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ مدل (DELTA-T DEVICES LTD, ENGLAND) انجام شد و سطح برگ بر حسب سانتی‌متر مربع محاسبه گردید. دو میوه از هر بوته پس از برداشت، با ترازوی دیجیتال وزن شد و وزن متوسط میوه بر حسب کیلوگرم ارزیابی گردید. پس از توزین تمام میوه‌های برداشت‌شده از بوته‌ها، عملکرد کل بر حسب تن در هکتار برآورد گردید.

میزان کلروفیل: اندازه‌گیری میزان کلروفیل a, b و کلروفیل کل با استفاده از استون و به‌روش آرنون انجام شد (Arnon, 1949). بدین منظور، مقدار ۰/۱ گرم از برگ گیاه جدا کرده و در هاون چینی قرار داده و ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ به‌نمونه اضافه و ساییده شد، سپس در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. میزان جذب عصاره استخراج جدا شده فوقانی حاصل از سانتریفیوژ در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Analytikjena Specord 250 خوانده و از طریق رابطه‌های ۱ تا ۳ محاسبه شد.

$$a = [12.7 \times A_{663} - 2.69 \times A_{645}] \times V/W \quad (1)$$

$$b = [22.9 \times A_{645} - 4.69 \times A_{663}] \times V/W \quad (2)$$

۱ و ۲ به ترتیب خصوصیات خاک محل آزمایش و آمار هواشناسی را در فصل رشد نشان می‌دهند. بعد از آماده‌شدن زمین در تاریخ ۳۰ اردیبهشت ماه، بذور خربزه خاتونی از شرکت مارکا تهیه شد و با فاصله ۲ متر بین ردیف‌ها و ۵۰ سانتی‌متر روی ردیف‌ها کشت شدند. طول هر کدام از کرت‌های آزمایشی ۲ متر بود. پس از سبزشدن بذور و رشد گیاهچه‌ها عمل تنک و خاک‌دهی پای بوته‌ها انجام شد. در مرحله چهار برگی و پس از ظهور دو ساقه فرعی در تمام تیمارها عملیات هرس (حذف ساقه اصلی از بالای دو ساقه فرعی و نگهداری دو ساقه فرعی) حدود ۳۰ روز پس از کشت انجام شد. جهت اعمال تیمار تراش تمام گل‌ها و ساقه‌های فرعی درجه دو که روی ساقه‌های درجه یک تشکیل شده بودند تا گره ششم حذف شده و بین گره ششم تا هشتم روی ساقه فرعی یک میوه نگه داشته و بقیه میوه‌ها حذف شدند. پنج روز پس از عمل هرس (در زمان ۴-۶ برگی)، مرحله اول محلول‌پاشی پاکلوبوترازول و هیدروژن پراکسید و در زمان تشکیل میوه نیز مرحله دوم محلول‌پاشی انجام شد. مقدار محلول‌پاشی روی برگ‌ها و ساقه به اندازه‌ای صورت گرفت که به‌حد ریزش قطرات محلول بعد از خیس‌شدن کامل برگ‌ها برسد. برداشت میوه‌ها از دهم شهریور شروع و برداشت‌های دوم و سوم به فاصله هفت روز از هم انجام گرفت.

شد. آب و استونیتریل با خلوص کروماتوگرافی و سایر موارد مورد استفاده از شرکت مرک تهیه گردید. یک گرم از استانداردهای خالص ساکارز، گلوکز و فروکتوز در یک بالن ژوژه ۱۰ میلی‌لیتری با استفاده از آب به حجم رسانده شد و محلول پایه A با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر تهیه گردید. سپس با رقیق کردن مناسب محلول A با آب، غلظت‌های استاندارد از ساکارز، گلوکز و فروکتوز تهیه شدند. از هر محلول سه بار (هر بار ۱۰ میکرولیتر) به دستگاه HPLC تزریق شد و منحنی کالیبراسیون با استفاده از سطح زیر پیک منحنی‌های مربوط به غلظت‌های استاندارد ترسیم گردید. قبل از تزریق نمونه و استاندارد با فیلتر سرسورنگی ۰/۲ میلی‌متری در ویال ۲ میلی‌متری صاف شد و به مقدار ۳۰ میکرولیتر از آن به دستگاه HPLC تزریق گردید.

آنالیز داده‌ها با نرم افزار آماری SAS V9.0 و مقایسه میانگین داده‌ها براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که در صفات سطح برگ، طول بوته، محتوای کلروفیل a، b و کل، وزن تک میوه، تعداد میوه در بوته، عملکرد، ضخامت گوشت میوه و مواد جامد محلول میوه، بین سطوح مختلف پاکلوبوترازول و هیدروژن پراکسید هم در مرحله چهار تا شش برگی و هم در مرحله تشکیل میوه اختلاف معنی‌داری وجود دارد؛ در حالیکه از نظر سفتی بافت میوه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

سطح برگ: با توجه به نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) بیشترین سطح برگ ($303/48 \text{ cm}^2$) در تیمار شاهد و کمترین میزان آن ($135/63 \text{ cm}^2$) در اثر کاربرد غلظت ۷/۵ میلی‌مولار هیدروژن پراکسید در زمان تشکیل میوه مشاهده شد. کاهش این صفت در اثر استفاده از پاکلوبوترازول در هر دو مرحله مشاهده شد که کمترین میزان آن در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر در اثر استفاده در مرحله چهار تا شش برگی بود. کاربرد هیدروژن پراکسید در هر دو مرحله سطح برگ را کاهش داد،

(۳) $V/W \times [20.2 \times A_{645} + 8.02 \times A_{663}] =$ کلروفیل کل
A برابر میزان جذب در طول موج مورد نظر، V حجم نهایی استون ۸۰ درصد برحسب میلی‌لیتر، W وزن تر برگ برحسب گرم است.

به‌طور یکسان در تمام میوه‌ها از قسمت وسط میوه، یک نمونه از گوشت میوه (مزوکارب به‌همراه آندوکارب) برداشته شد. سپس عصاره میوه تهیه شد و میزان مواد جامد محلول میوه با رفرکتومتر دستی (مدل Atago, NI, Japan) براساس درصد بریکس برآورد گردید (حسنی، ۱۳۶۹). سفتی بافت میوه با دستگاه سفتی‌سنج دستی مدل Mc cormic-FT 327 (ساخت کشور ایتالیا) اندازه‌گیری گردید. بدین منظور لایه پوست روی میوه از دو طرف قرینه حذف شد و نوک سفتی‌سنج با قطر ۱۱ میلی‌متر به‌داخل بافت میوه فشار داده شد و میزان سفتی بر حسب نیوتن بر متر مربع خوانده شد.

بعد از برداشت محصول ضخامت گوشت میوه (بعد از جداکردن پوست میوه) با استفاده از کولیس بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. پس از برش طولی میوه، با خط کش میلی‌متری صفات طول و قطر میوه و حفره داخلی میوه، اندازه‌گیری و مقادیر براساس سانتی‌متر ثبت گردید و در نهایت درصد گوشت میوه با استفاده از رابطه ۴ محاسبه گردید (Liu et al., 2004).

(۴) $[(a+b)^2 - (a'+b')^2] / [(a+b)^2]$ = درصد گوشت میوه
a = طول میوه، a' = طول حفره، b = قطر میوه، b' = قطر حفره
اندازه‌گیری قندهای محلول (ساکارز، فروکتوز و گلوکز) برای تیمار هیدروژن پراکسید، از دستگاه UHPLC ساخت شرکت KNAUER کشور آلمان مدل PLATIN blue به‌همراه پمپ PLATIN blue مجهز به دتکتور (Refractive Index (RI) مدل Smart، سیستم تزریق اتوماتیک مدل PLATIN blue و رابط نرم‌افزاری EZchrom استفاده شد. ستون آمین مورد استفاده Shodex Asahipak NH2p-50 4E با طول ۲۵۰ میلی‌متری و قطر داخلی ۴/۶ میلی‌متر بود. ماده خالص ساکارز (۹۹٪)، گلوکز (۹۹٪) و فروکتوز (۹۹٪) به‌عنوان استاندارد مرجع برای تجزیه با دستگاه HPLC از شرکت مرک آلمان تهیه

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف پاکلوبوترازول و هیدروژن پراکسید بر صفات رویشی، عملکرد و اجزای آن در گیاه خربزه توده خاتونی (میلی گرم در لیتر)

تیمار	سطح برگ (cm ²)	طول بوته (cm)	کلروفیل a (mg/100grFw)	کلروفیل b (mg/100grFw)
هرس (شاهد)	۳۰۳/۴۸ ^a	۵۱۴/۰ ^a	۱/۰۸ ^{dc}	۱/۲۵ ^{bc}
تراش	۲۶۲/۶۳ ^b	۴۶۱/۶ ^b	۱/۰۲ ^{dc}	۰/۸۴ ^e
محلول پاشی H ₂ O ₂ (میلی مولار) در چهار تا شش برگی				
۲/۵	۲۷۴/۲۰ ^b	۳۵۵/۰ ^f	۱/۰۷ ^{dc}	۱/۲۴ ^{bc}
۵	۱۹۹/۹۰ ^{de}	۲۹۵/۰ ^h	۱/۵۷ ^b	۰/۹۴ ^{de}
۷/۵	۱۹۷/۲۳ ^{def}	۲۸۲/۰ ^{hi}	۰/۹۲ ^{dc}	۰/۷۵ ^e
محلول پاشی PBZ (میلی گرم در لیتر) در چهار تا شش برگی				
۱۰	۱۶۰/۷۴ ^g	۲۵۵/۰ ^j	۱/۹۵ ^a	۱/۷۱ ^a
۲۰	۲۲۶/۴۱ ^c	۳۷۰/۰ ^{ed}	۱/۱۶ ^c	۱/۳۸ ^{bc}
۳۰	۲۱۱/۴۲ ^{dc}	۴۰۹/۶ ^d	۰/۹۶ ^{dc}	۰/۹۶ ^{de}
محلول پاشی H ₂ O ₂ (میلی مولار) در تشکیل میوه				
۲/۵	۲۰۵/۰۶ ^{de}	۳۶۲/۳ ^{ef}	۱/۱۸ ^c	۱/۲۶ ^{bc}
۵	۱۸۹/۸۸ ^{ef}	۲۸۲/۰ ^{hi}	۰/۹۶ ^{dc}	۱/۴۶ ^{ba}
۷/۵	۱۳۵/۶۳ ^h	۲۷۱/۰ ^h	۰/۷۹ ^d	۰/۹۱ ^{de}
محلول پاشی PBZ (میلی گرم در لیتر) در تشکیل میوه				
۱۰	۱۷۹/۷۰ ^f	۳۱۵/۰۰ ^g	۱/۸۳ ^a	۱/۷۰ ^a
۲۰	۲۶۴/۴۶ ^b	۳۷۱/۰ ^{ed}	۱/۰۷ ^{dc}	۱/۱۶ ^{dc}
۳۰	۲۷۳/۱۳ ^b	۴۰۹/۶ ^c	۰/۹۸ ^{dc}	۰/۹۶ ^{de}

حرف یا حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد.

سانتی متر) مشاهده شد. هیدروژن پراکسید در هر سه سطح و در هر دو زمان محلول پاشی این صفت را کاهش داد. پاکلوبوترازول هم در هر سه سطح طول بوته را نسبت به شاهد کاهش داد و این کاهش در مرحله چهار تا شش برگی بیشتر بود. اما افزایش غلظت پاکلوبوترازول اثر معکوس نشان داد (جدول ۳). غلظت مؤثر پاکلوبوترازول در کاهش رشد رویشی بسته به گونه و رقم متفاوت است (Beech *et al.*, 1989). در این تحقیق غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر پاکلوبوترازول اثر مثبتی بر روی گیاه داشت و موجب کاهش طول شاخه شد. کاهش ارتفاع ساقه با کاربرد پاکلوبوترازول در گیاه سیب زمینی گزارش شده است (Tekalign *et al.*, 2005). احتمالاً کاربرد

که با افزایش غلظت هیدروژن پراکسید این صفت روند کاهشی داشت. تیمار تراش نیز سبب کاهش این صفت نسبت شاهد شد (جدول ۳). کاهش سطح برگ توسط این ماده برای زیتون (Antognozzi and Perziosi, 1986) و توت فرنگی (Nishizawa, 1993) نیز گزارش شده است. به نظر می رسد پاکلوبوترازول با کاهش سطح جیبرلین میزان تقسیم شدن سلولی در صفحات مریستمی را کاهش داده و از این طریق موجب کاهش سطح برگ می گردد (Tekalign *et al.*, 2004).

طول بوته: کاربرد برگ هیدروژن پراکسید و پاکلوبوترازول در هر دو مرحله رشدی به طور معنی داری طول بوته را کاهش داد. بیشترین طول بوته در بوته های شاهد (۵۱۴

ادامه جدول ۳-

تیمار	کلروفیل کل (mg/100grFw)	تعداد میوه در بوته	وزن تک میوه (kg)	عملکرد کل (t.h ⁻¹)
هرس (شاهد)	۱/۳۸ ^c	۴/۶۰ ^{ba}	۱/۴۹ ^{cebd}	۶۸/۸۳ ^d
تراش	۱/۱۹۵ ^d	۲/۰۰ ^c	۳/۷۵ ^a	۷۵/۰۰ ^{cb}
محلول پاشی H ₂ O ₂ (میلی مولار) در چهار تا شش برگی				
۲/۵	۱/۲۲ ^d	۴/۶۰ ^{ba}	۱/۳۲ ^{feed}	۶۱/۰۰ ^{ef}
۵	۱/۰۲ ^{ef}	۴/۶۰ ^{ba}	۱/۲۱ ^{fe}	۵۶/۰۰ ^{gfh}
۷/۵	۰/۸۴ ^{fg}	۴/۳۰ ^b	۱/۲۳ ^{fed}	۵۲/۹۰ ^{gh}
محلول پاشی PBZ (میلی گرم در لیتر) در چهار تا شش برگی				
۱۰	۲/۳۷ ^a	۵/۰۳ ^a	۱/۶۳ ^b	۸۶/۶۶ ^a
۲۰	۱/۸۷ ^b	۵/۰۰ ^{ba}	۱/۵۴ ^{cb}	۷۷/۳۳ ^b
۳۰	۰/۹۲ ^{efg}	۵/۰۰ ^{ba}	۱/۳۰ ^{feed}	۶۵/۰۰ ^{ed}
محلول پاشی H ₂ O ₂ (میلی مولار) در تشکیل میوه				
۲/۵	۱/۰۸ ^{ed}	۴/۶۰ ^{ba}	۱/۳۵ ^{febd}	۵۸/۳۳ ^{gf}
۵	۰/۹۵ ^{efg}	۴/۳۰ ^b	۱/۲۷ ^{feed}	۵۵/۰۰ ^{gfh}
۷/۵	۰/۸۱ ^g	۴/۰۳ ^b	۱/۱۵ ^f	۵۰/۰۰ ^h
محلول پاشی PBZ (میلی گرم در لیتر) در تشکیل میوه				
۱۰	۱/۹۰ ^b	۵/۳۰ ^a	۱/۶۳ ^b	۸۶/۳۳ ^a
۲۰	۱/۴۴۷ ^c	۴/۶۰ ^{ba}	۱/۵۲ ^{cbd}	۷۰/۵۱ ^{cd}
۳۰	۰/۹۵۱ ^{efg}	۴/۰۶ ^{ba}	۱/۳۱ ^{feed}	۶۰/۶۶ ^{ef}

حرف یا حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد.

گیاهان نیز کاهش پارامترهای رشدی در اثر کاربرد هیدروژن پراکسید گزارش شده است (Bowler and Fluhr, 2000) که با نتایج این پژوهش همخوانی داشت.

محتوای کلروفیل خربزه: با توجه به نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) بیشترین محتوای کلروفیل a، b و کلروفیل کل در گیاهان تیمار شده با غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر پاکلوبوترازول در مرحله چهار تا شش برگی مشاهده شد. کمترین محتوای کلروفیل a و کل در تیمار ۷/۵ میلی مولار هیدروژن پراکسید در مرحله تشکیل میوه و کمترین میزان کلروفیل b مربوط به تیمار ۷/۵ میلی مولار هیدروژن پراکسید در مرحله چهار تا شش برگی بود. تیمار تراش نیز منجر به کاهش محتوای کلروفیل نسبت به شاهد گردید (جدول ۳). افزایش محتوای کلروفیل

پاکلوبوترازول در غلظت پایین موجب ممانعت از سنتز جیبرلین می شود. جیبرلین یک هورمون محرک رشد است که بر توسعه پذیری دیواره سلولی، نفوذپذیری غشا، فعالیت آنزیم ها و فرآیند تولید سلول ها مؤثر می باشد (Taiz and Zeiger, 2002). کاهش در طول شاخه به علت کاهش در طول میانگره رخ می دهد. در آزمایش Zhang و همکاران (۲۰۰۶) نیز کاهش طول میانگره ها و طول ساقه در گیاه خربزه توسط پاکلوبوترازول مشاهده گردید. بنابراین می توان بیان نمود که کاهش طول میانگره ها به خاطر تأثیر فعالیت پاکلوبوترازول در تولید و بیوسنتز جیبرلین است. کاربرد یک میلی مولار هیدروژن پراکسید باعث ایجاد تنش اکسیداتیو و کاهش رشد و ارتفاع در گندم شد (نباتی و همکاران، ۱۳۹۵). در آزمایشی بر روی سایر

عملکرد کل در مقایسه با شاهد افزایش یافت که با نتایج این پژوهش که تیمار تراش موجب افزایش عملکرد نسبت به تیمار شاهد می‌گردد مطابقت دارد (Lolaei *et al.*, 2013). بطور کلی یک راه مؤثر برای بهبود عملکرد محصول، کنترل رشد رویشی است (Williams, 1988). در این پژوهش مشاهده شد که محلول پاشی پاکلوبوترازول موجب کاهش رشد رویشی گردید. پاکلوبوترازول با کاهش سطح جیبرلین میزان تقسیم سلولی را در صفحات مرستمی کاهش داده که به دنبال آن سطح برگ نیز کاهش می‌یابد (Yeshitela *et al.*, 2004). با توجه به اینکه پاکلوبوترازول یکی از انواع تریازول‌ها است که در بسیاری از گونه‌های گیاهی به منظور کاهش رشد رویشی مورد استفاده قرار گرفته است (Takaligen *et al.*, 2004) از این رو احتمالاً محلول پاشی پاکلوبوترازول با کاهش رشد رویشی و موجب افزایش عملکرد در خربزه گردیده است. گزارش شده است که پاکلوبوترازول رشد و نمو ساقه را کاهش و متوسط اندازه میوه و عملکرد شلیل را افزایش داد (Blanco, 1988). افزایش عملکرد میوه با کاربرد پاکلوبوترازول در سیب نیز گزارش شده است (Stinchcombe *et al.*, 1984) که مطابق با نتایج این پژوهش است. محققین اظهار داشتند اندازه و وزن میوه‌های زیتون با کاربرد پاکلوبوترازول افزایش یافت (Antognozzi and Perziosi, 1986). از طرفی نشان داده شد که هرس اصلی به‌تنهایی تأثیری در وزن متوسط میوه نداشت ولی در اثر حذف ساقه‌های فرعی ثانویه و نگه‌داشتن دو میوه روی بوته به‌طور قابل توجهی باعث افزایش وزن متوسط میوه‌ها شد (Durant and Lanza, 1988). برخلاف نتایج حاصل از این پژوهش، هیدروژن پراکسید موجب افزایش وزن میوه، اندازه میوه، آب میوه و بیومس میوه در گیاه گوجه‌فرنگی گردید (Bryce *et al.*, 1982).

ضخامت و درصد گوشت میوه: سطوح مختلف پاکلوبوترازول و هیدروژن پراکسید اثر معنی‌داری بر ضخامت گوشت میوه داشت. بیشترین ضخامت (۴/۰۷ cm) گوشت میوه در تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول در مرحله چهار تا شش برگی برگی و کمترین آن در غلظت ۲/۵

کل، a و b با کاربرد غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول مشاهده شده است که مشابه نتایج این پژوهش است (عموآقایی و شریعت، ۱۳۹۳). ممکن است افزایش کلروفیل در گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول به‌علت تأثیر این ماده در سنتز سایتوکینین باشد که سبب افزایش بیوسنتز کلروفیل و جلوگیری از تجزیه آن می‌شود. برخی محققان معتقدند پاکلوبوترازول موجب گسترش ریشه و در نتیجه ساخت بیشتر سایتوکینین و افزایش انتقال آن به اندام هوایی می‌شود که این امر به افزایش سنتز کلروفیل منجر می‌گردد. همچنین ممکن است پاکلوبوترازول از طریق تأثیر بر بیوسنتز ایزوپرنوئیدها به‌طور مستقیم بر بیوسنتز کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها تأثیر بگذارد (Fletcher *et al.*, 2000). افزایش غلظت هیدروژن پراکسید باعث شکسته‌شدن کلروپلاست‌ها و کاهش کلروفیل می‌شود. همچنین غلظت بالای هیدروژن پراکسید تشکیل پلاستیدهای جدید، کلروفیل a و کلروفیل b را کاهش داده و نسبت کلروفیل a به b را نیز تغییر داده است (Gratani and Varone, 2004). غلظت‌های بالای هیدروژن پراکسید محتوای کلروفیل را در برگ‌های جدا شده برنج کاهش داد (Upadhyaya *et al.*, 2007).

عملکرد و اجزای عملکرد: بیشترین تعداد میوه در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول و کمترین در تیمار تراش مشاهده شد. هیدروژن پراکسید با افزایش غلظت موجب کاهش تعداد میوه نسبت به شاهد شد. بیشترین وزن تک میوه در تیمار تراش و سپس در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول در هر دو مرحله مشاهده گردید. با افزایش غلظت پاکلوبوترازول تأثیر معکوس بر وزن میوه داشت. هیدروژن پراکسید وزن تک میوه را در هر دو مرحله کاهش داد. بیشترین مقدار عملکرد در تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول در هر دو مرحله و کمترین مقدار در غلظت ۷/۵ میلی‌مولار هیدروژن پراکسید در مرحله تشکیل میوه مشاهده گردید. تیمار تراش نیز موجب افزایش عملکرد نسبت به شاهد گردید. در آزمایشی با نگهداری یک، دو یا سه ساقه در هر بوته به این نتیجه رسیدند که با نگهداری دو ساقه در هر بوته مقدار

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف پاکلوترازول و هیدروژن پراکسید بر کیفیت میوه خربزه توده خاتونی

تیمار	درصد گوشت میوه (%)	ضخامت گوشت میوه (cm)	سفتی بافت میوه (N/m ²)	مواد جامد محلول (%)
هرس (شاهد)	۴۵/۸۰ ^a	۳/۵۳ ^{bac}	۲/۹۴ ^a	۱۲ ^{cd}
تراش	۴۵/۸۵ ^a	۳/۸۵ ^{ba}	۲/۸۴ ^a	۱۱/۷۱ ^{cd}
محلول پاشی H ₂ O ₂ (میلی مولار) در چهار تا شش برگگی				
۲/۵	۳۹/۱۳ ^{ba}	۳/۲۸ ^{bc}	۲/۸۱ ^a	۱۲/۵۵ ^{cb}
۵	۴۳/۱۶ ^{ba}	۳/۴۲ ^{bc}	۲/۷۷ ^a	۱۳/۰۷ ^b
۷/۵	۴۱/۶۵ ^{ba}	۳/۳۳ ^{bc}	۳/۲۵ ^a	۱۵/۵۶ ^a
محلول پاشی PBZ (میلی گرم در لیتر) در چهار تا شش برگگی				
۱۰	۴۳/۷۹ ^{ba}	۳/۷۶ ^{bac}	۳/۵ ^a	۱۲/۵۵ ^{cb}
۲۰	۴۴/۰۱ ^{ba}	۴/۰۷ ^a	۲/۸۸ ^a	۱۱/۵ ^d
۳۰	۴۴/۲۴ ^{ba}	۳/۱۶ ^c	۳ ^a	۱۱/۴۶ ^d
محلول پاشی H ₂ O ₂ (میلی مولار) در تشکیل میوه				
۲/۵	۴۵/۹۴ ^a	۲/۴۵ ^d	۲/۷۷ ^a	۱۱/۷ ^{cd}
۵	۴۳/۴۶ ^{ba}	۳/۲ ^{bc}	۲/۹۳ ^a	۱۵ ^a
۷/۵	۳۷/۵۸ ^b	۳/۲ ^{bc}	۲/۹۳ ^a	۱۵ ^a
محلول پاشی PBZ (میلی گرم در لیتر) در تشکیل میوه				
۱۰	۴۲/۵۳ ^{ba}	۳/۷ ^{bac}	۳/۴۳ ^a	۱۲/۰۶ ^{cd}
۲۰	۴۳/۵۳ ^{ba}	۳/۲ ^c	۳/۱۵ ^a	۱۱/۸ ^{cd}
۳۰	۴۳/۶۷ ^{ba}	۳/۲۶ ^{bc}	۲/۷۹ ^a	۱۱/۴۶ ^d

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی دار بین تیمارها می‌باشد.

می‌دهد که با کاربرد پاکلوترازول و هیدروژن پراکسید مقدار مواد جامد محلول افزایش می‌یابد. به‌طوریکه بیشترین میزان مواد جامد محلول در غلظت ۷/۵ میلی مولار هیدروژن پراکسید در هر دو مرحله مشاهده شد. در غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر پاکلوترازول در هر دو مرحله مقدار مواد جامد محلول نسبت به شاهد افزایش داشت و با افزایش غلظت پاکلوترازول مقدار آن کاهش نشان داد. تیمار تراش هم موجب کاهش این صفت نسبت به شاهد شد. افزایش مقدار مواد جامد محلول در مرحله چهار تا شش برگگی نسبت به مرحله تشکیل میوه محسوس بود. در مورد افزایش مواد جامد محلول توسط پاکلوترازول گزارشات متناقضی در دست است. برای مثال گزارش شده که کاربرد پاکلوترازول در غلظت ۲۰۰۰-۳۰۰۰

میلی مولار هیدروژن پراکسید در مرحله تشکیل میوه مشاهده شد. تیمار تراش موجب افزایش ضخامت گوشت میوه نسبت به شاهد شد (جدول ۴). همچنین بیشترین میزان درصد گوشت میوه در تیمار ۲/۵ میلی مولار هیدروژن پراکسید در زمان تشکیل میوه مشاهده شد که با میزان آن در تیمار شاهد و تیمار تراش تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۴). نتایج آزمایش فوق با نتایج سایر پژوهش‌ها که طی آن افزایش قطر گوشت در زردآلو توسط پاکلوترازول گزارش گردید، مطابقت دارد (صدیقی و همکاران، ۱۳۸۷).

سفتی بافت میوه: براساس نتایج بین تیمارها از نظر سفتی بافت میوه اختلاف معنی داری مشاهده نشد.

مواد جامد محلول: نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴) نشان

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف هیدروژن پراکسید بر قندهای محلول میوه خربزه توده خاتونی

هیدروژن پراکسید (میلی مولار)	ساکارز (mg/ml)	فروکتوز (mg/ml)	گلوکز (mg/ml)
۰	۴۲ ^c	۲۳/۰۶ ^c	۲۸/۴۸ ^a
۲/۵	۷۶/۶ ^b	۱۸/۱۲۱ ^c	۲۳/۴۸۵ ^b
۵	۷۷/۶۵ ^b	۲۰/۲۵۲ ^{ab}	۲۲/۷۸ ^b
۷/۵	۸۷/۸ ^a	۲۴/۴۸۶ ^a	۲۰/۳۶۷ ^b

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد.

نتیجه گیری

بر اساس پژوهش حاضر نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین بین سطوح مختلف هیدروژن پراکسید و پاکلوبوترازول و تیمار تراش بر صفات اندازه گیری شده نشان داد که اثر مثبت محلول پاشی برگ‌گی هیدروژن پراکسید بر افزایش مقدار مواد جامد قابل توجه بود. تیمار تراش اثر مثبت بر کیفیت میوه نداشت اما وزن میوه را افزایش داد. محلول پاشی پاکلوبوترازول نیز موجب کاهش برخی خصوصیات رشد رویشی (سطح برگ و طول بوته) و افزایش مواد جامد محلول (در غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر در مرحله چهار تا شش برگ‌گی) و همچنین افزایش عملکرد نسبت به گیاهان شاهد گردید. از آنجایی که استفاده از غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر پاکلوبوترازول در مرحله چهار تا شش برگ‌گی وزن تک میوه بالاتری نسبت به سایر غلظت‌ها داشت و تعداد شاخه‌های فرعی را نیز نسبت به سایر غلظت‌های به کار برده شده کاهش داد و همچنین موجب افزایش عملکرد نسبت به تیمار شاهد و سایر غلظت‌های این ماده گردید و با توجه به اینکه هدف اصلی تولید محصول با عملکرد بالا و کیفیت مطلوب است؛ استفاده از غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر پاکلوبوترازول در مرحله چهار تا شش برگ‌گی مناسب بوده و از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه می باشد. استفاده از غلظت ۷/۵ میلی مولار هیدروژن پراکسید نیز موجب افزایش چشمگیر میزان مواد جامد محلول و ساکارز نسبت به شاهد شد که استفاده از این غلظت برای بهبود کیفیت میوه خربزه توصیه می شود.

ppm مقدار اسید میوه را کاهش داد (Burg and Burg, 1962).

کاربرد پاکلوبوترازول بر محتوای مواد جامد محلول میوه سیب و مرکبات تأثیری نداشت (Sansavini et al., 1986; Diegado et al., 1986). استفاده از هیدروژن پراکسید به طور قابل توجهی می تواند مقدار کل مواد جامد محلول را در میوه های خربزه افزایش دهد (Ozaki et al., 2009).

قندهای محلول: نتایج مقایسه میانگین محتوای قندها

(جدول ۵) نشان داد تیمار ۷/۵ میلی مولار هیدروژن پراکسید بیشترین مقدار ساکارز و فروکتوز و تیمار شاهد بیشترین مقدار گلوکز را دارا بودند (جدول ۵). اعمال H_2O_2 بیرونی (۵-۵۰ میلی مولار) می تواند آنزیم های کلیدی سوخت و ساز قند نظیر chloroplasticfructose-1,6-bisphosphatase، sucrosephosphate synthase، cytosolicfructose-1,6-bisphosphatase و اینورتاز را در برگ های خربزه فعال کند (Ozaki et al., 2009). همچنین Ozaki و همکاران (۲۰۰۹) بیان داشتند که واکنش گونه های اکسیژن فعال نظیر H_2O_2 می تواند در فعال شدن چرخه کالوین و متابولیسم قندها فاکتور کلیدی باشد. بنابراین سوخت و ساز قندها با چندین آنزیم کلیدی تحریک می شود. شواهد دیگری نیز نشان می دهد که تیمار با H_2O_2 منجر به جذب مواد مغذی از طریق ریشه ها می شود و ممکن است باعث فعال شدن چرخه کالوین و سوخت و ساز قندها شود (Aonuma, 1993; Koga, 1999). همچنین نتایج برخی گزارش ها نشان می دهد که تیمار با H_2O_2 فعالیت SPS را افزایش می دهد و از این طریق مقدار قند میوه های گوجه فرنگی و خربزه بدون هر گونه اثر منفی بر رشد گیاه و بهره وری میوه افزایش می یابد (Okazki et al., 2009).

منابع

- حسنی، ز. (۱۳۶۹) روش‌های متداول در تجزیه مواد غذایی. چاپ اول، انتشارات دانشگاه شیراز.
- صدیقی، ع.، داوری نژاد، غ.، عزیزی، م. و آروین، ج. (۱۳۸۷) اثر کاربرد پاکلوبوترازول بر رشد رویشی و زایشی زردآلوی رقم لاسجردی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران ۹۰:۲۴۰-۲۳۲.
- عموآقایی، ر. و شریعت، ا. (۱۳۹۳) اثر رقم، سرما و پاکلوبوترازول بر رشد، محتوای کلروفیل و جراحی غشای سلول در گیاهچه لوبیا. زیست‌شناسی گیاهی ایران ۲۲: ۹۰-۷۷.
- نباتی، ج.، زارع مهرجردی، م.، باقری، ع.، کافی، م. و معصومی، ع. (۱۳۹۵) بررسی اثر تنش خشکی و هیدروژن پراکسید بر خصوصیات مورفولوژیک ۱۲ ژنوتیپ نخود. ششمین همایش ملی حیوانات، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، خرم‌آباد.
- Antognozzi, E. and Preziosi, P. (1986) Effects of Paclobutrazol (PP333) on nursery trees of olive. *Acta Horticulturae* 179: 583-586.
- Aonuma, T. (1993) Plant physiological activity accelerator for greenhouse culture. IPDL in Japan Patent Office. Publication 05-213686
- Arnon, D. (1949) Copper enzyme polyphenoloxides in isolated chloroplast in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology* 24: 1-15.
- Barzegar, T., Badeck, F. W., Delshad, M., Kashi, A., Berveiller, D. and Ghashghaie, J. (2013) 13C-labelling of leaf photoassimilates to study the source-sink relationship in two Iranian melon cultivars. *Scientia Horticulturae* 151: 157-164.
- Rizvi, S. J. H. and Rizvi, V. (1992) *Allelopathy in Plants: Basic and Applied Aspects*. Chapman and Hall, London.
- Beech, M. G., Crisp, C. M. and Wickenden, M. F. (1989) The control of vegetative vigor in strawberries by use of Paclobutrazol. In: *Manipulation of Fruiting* (ed. Wright, C. J.) Butterworths, London.
- Blanco, A. (1988) Control of shoot growth of peach and nectarine trees with Paclobutrazol. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 63: 201-207.
- Bowler, C. and Fluhr, R. (2000) The role of calcium and activated oxygens as signals for controlling cross-tolerance. *Trends Plant Science* 5: 241-246.
- Bryce, J. H., Focht, D. D. and Stolzy, L. H. (1982) Soil aeration and plant growth response to urea peroxide fertilization, *Journals in Soil Science* 134: 111-116.
- Burg, S. P. and Burg, E. A. (1962) Role of ethylene in fruit ripening. *Journal of Plant Physiology* 37: 179-189.
- Durant, A. and Lanza, A. M. R. (1988) Pruning of muskmelon under protected cultivation. *Horticultural Science Abstracts* 959.
- Diegado, R., Casamayor, R., Rodriguez, J.L., Cruz, P. and Fajardo, R. (1986) Paclobutrazol affects en oranges under tropical conditions. *Acta Horticulturae* 179: 537-544.
- FAO (2014) *FAO statistical yearbook: World food and agriculture*.
- Fletcher, R. A., Gilley, A., Sankhla, N. and Davis, T. D. (2000) Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Horticultural Review* 24: 56-138.
- Gratani, L. and Varone, L. (2004) Leaf key traits of *Erica arborea* L., *Erica multiflora* L. and *Rosmarinus officinalis* L. co-occurring in the Mediterranean maquis. *Flora* 199:58-69.
- Kashi, A. and Abedi, B. (1998) Examined the effects of pruning and fruit thinning on yield and quality of melon. *Iranian Journal of Agriculture Science* 29: 619-626.
- Koga, J. (1999) Plant growth promotion and plant growth promotive agent composition. IPDL in Japan Patent Office. Publication Number Search 11-071214.
- Liu, L., Kakihara, F. and Kato, M. (2004) Characterization of six varieties of *Cucumis melo* L. based on morphological and physiological characters, including shelf-life of fruit. *Euphytica* 135: 305-313.
- Lolaei, L., Mobasheri, S., Bemana, R. and Teymori, N. (2013) Role of Paclobutrazol on vegetative and sexual growth of plants. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 5: 958-961
- Mutton, L. L., Cullis, B. R. and Blakeney, A. B. (1981) The objective definition of eating quality in rockmelon (*Cucumis melo*). *Journal of Science and Food Agriculture* 32: 385-391.
- Nishizawa, T. (1993) The effect of paclobutrazol on growth and yield during first year greenhouse strawberry production. *Scientia Horticulturae* 54: 267-274.
- Oh, J. (2008) Growth regulator effects on watermelon chilling resistance, flowering, and fruiting. Master Thesis, Raleigh, Graduate Faculty of North Carolina State University, North Carolina.

- Ozaki, K. A. U., Tomoko, T., Shinagawaa, F., Yoshito, T., Takabeb, T., Takahisa, H., Tasuku, H. and Ashwani, K. R. (2009) Enrichment of sugar content in melon fruits by hydrogen peroxide treatment. *Journal of Plant Physiology* 166: 569-578.
- Rademacher, W. (1995) Growth retardants: Biochemical features and applications in horticulture. *Acta Horticulturae* 394: 57-69.
- Salehi Mohammadi, R. (2007) Physiological responses of Iranian melon (*Cucumis melo* Group Inodorous cv Khatooni) on different cucurbit rootstocks. PhD. Thesis, Faculty of Agriculture, Tehran University, Iran.
- Salisbury, F. B. and Ross, C. W. (1992) *Plant Physiology*. Wadsworth, Belmont.
- Sansavini, S., Bonomo, R., Finotti, A. and Palara, U. (1986) Foliar and soil application of paclobutrazol on gloster apple. *Acta Horticulturae* 179: 489-496
- Shimotsuma, M. and Jones, C. (1972) Effects of ethephon and daylength on sex expression of muskmelon and watermelon. *Hortscience* 7: 72-73.
- Stinchcombe, G. R., Copas, E., Williams, R. R. and Arnold, G. (1984) The effects of paclobutrazol and daminozide on the growth and yield of cider apple trees. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 59: 323-327.
- Taiz, L. and Zeiger, E. (2002) *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Tekalign, T., Hammes, S. and Robbertse, J. (2005) Paclobutrazol-induced leaf, stem and root anatomical modification in potato. *Hort Science* 40: 1343-1346.
- Tekalign, T., and Hammes, P. S. (2004) Response of potato grown under non inductive condition to paclobutrazol: shoot growth, chlorophyll content, net photosynthesis assimilate partitioning, yield, quality and dormancy. *Plant Growth Regulation* 43: 227-236.
- Ukuku, D. U. (2004) Effect of hydrogen peroxide on microbial quality and appearance of whole and fresh cut melons contaminated with *Salmonella* spp. *Int. International Journal of Food Microbiology* 95: 137-146.
- Upadhyaya, H., Khan, M. H. and Panda, S. K. (2007) Hydrogen peroxide induces oxidative stress in detached leaves of *Oryza sativa* L. *General and Applied Plant Physiology* 33: 83-95.
- Vijayalakshmi, D. and Srinivasan, P. S. (2000) Improving the quality attributes of 'off' year Alphonso mango through chemicals and growth regulators. *Orissa Journal of Horticultural* 28: 31-33.
- Williams, M. W. (1988) Cultural and chemical control of vegetative growth of deciduous fruit trees: Introduction to workshop. *Horticultural Science* 175:121-126.
- Yamamuro, K. (1978) Effect of growth regulators on fruit setting of watermelon. *Bulletin of Ibaraki ken Horticultural Experiment Station* 7: 1-15.
- Yeshitela, T., Robbertse, P. J. and Stassen, P. J. C. (2004) Paclobutrazol suppressed vegetative growth and improved yield as well as fruit quality of 'Tommy Atkins' mango (*Mangifera indica*) in Ethiopia. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 32:281-293.
- Zhang, W. X., Lin, T. J., Gu, H. F. and Jin, C. Y. (2006) Research of Paclobutrazol application on melon in autumn cultivation. *China Cucurbits and Vegetables* 4: 9-11.

Effect of paclobutrazol and hydrogen peroxide on growth, quality and yield of melon fruit (*Cucumis melo* cv. khatooni)

Zahra Ghahremani*, Samaneh Mohammadi, Taher Barzegar

Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

(Received: 19/08/2017, Accepted: 25/07/2018)

]

Abstract

In order to investigate the effect of plant growth regulator paclobutrazol and hydrogen peroxide on growth, yield and fruit quality of melon (cv. Khatooni), this experiment was set out in a randomized complete block design with three replications in the research farm of University of Zanjan. Treatments included pruning (control), thinning, three levels of hydrogen peroxide (2.5, 5 and 7.5 mM) and paclobutrazol at three levels (10, 20 and 30 mg.L⁻¹) in 4 -6 leaf and fruit set stages. The results showed that foliar application of hydrogen peroxide increased the total soluble solids content. Thinning treatment had no significant effect on growth and fruit quality but increased yield compared to the control plants. Foliar application of paclobutrazol reduced growth but increased yield fruit and total soluble solids content compared to the control plants. According to results, the highest fruit weight, fruit yield and total soluble solid and the lowest number of stem and plant length were obtained with application of paclobutrazol 10 mg.L⁻¹ at 4 to 6 leaf stage, so foliar application of paclobutrazol (10 mg.L⁻¹ at 4 to 6 leaf stage) can be proposed instead of plant thinning practice which requires too much time and labor for the farmers. Also using hydrogen peroxide 7.5 mM increased total soluble solids contents, sucrose and fructose dramatically that it is recommended to improve quality of melon fruit.

Keywords: Fruit yield, Plant thinning, Sucrose, Total soluble solid

Corresponding author, Email: z.ghahremani@znu.ac.ir