

تأثیر روش کاربردی گرده‌افشانی تکمیلی بر صفات مورفولوژیکی میوه کیوی رقم هایوارد

مالک قاسمی^{۱*}، محمدعلی شیری^۲ و سمیه شاهنظری^۳

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۵ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۶)

چکیده

گرده‌افشانی تکمیلی می‌تواند کمیت و کیفیت میوه کیوی را بهبود بخشد. بنابراین، بررسی حاضر به منظور ارزیابی تأثیر روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی بر ویژگی‌های کمی و شاخصه‌های رنگ میوه کیوی رقم هایوارد انجام شد تا مؤثرترین و کاربردی‌ترین روش گرده‌افشانی تکمیلی معرفی شود. در این آزمایش از روش‌های گرده‌افشانی دستی با گرده جمع‌آوری شده از گل‌های نر (توموری) و همچنین روش گرده‌افشانی به صورت محلول‌پاشی با گرده خالص (جمع‌آوری شده از گل‌های پایه نر) و گرده‌افشانی به صورت محلول‌پاشی با گرده ناخالص (جمع‌آوری شده از ورودی لانه زنبورهای عسل در زمان باز شدن گل‌های پایه نر کیوی) استفاده شد. در مقایسه با میوه‌هایی که به صورت طبیعی گرده‌افشانی شده بودند، میوه‌های گرده‌افشانی شده توسط محلول‌پاشی با گرده ناخالص دارای تعداد بذر (۱۶/۸۵ درصد)، طول (۸/۵۰ درصد)، قطر (۱۳/۴۰ درصد)، حجم (۱۸/۶۸ درصد)، وزن (۱۴/۸۹ درصد) و ماده خشک (۱۰/۲۳ درصد) بیشتر و در عین حال چگالی (۴/۶۴ درصد) کمتری بودند. این امر می‌تواند به دلیل افزایش گرده‌افشانی کامل گل‌ها، تولید بذر بیشتر و افزایش تولید هورمون‌های رشد در داخل میوه باشد که باعث افزایش رشد دیواره تخمدان و در نتیجه رشد میوه شده است. همچنین، میوه‌های گرده‌افشانی شده به روش محلول‌پاشی با گرده ناخالص کمترین میزان شاخصه‌های رنگ L^* و a^* گوشت میوه (یعنی سبزی بیشتری) را نسبت به سایر میوه‌ها دارا بودند. بر اساس نتایج بررسی حاضر، به عنوان یک روش مؤثر و کاربردی می‌توان گرده‌افشانی تکمیلی به صورت محلول‌پاشی با گرده ناخالص را به منظور افزایش کمیت میوه کیوی رقم هایوارد در زمان برداشت به باغداران کیوی توصیه نمود.

کلمات کلیدی: اندازه میوه، حجم، شاخصه‌های رنگ، ماده خشک، وزن میوه

۱- پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

۲- پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

۳- پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

* پست الکترونیک: malekgh45@gmail.com

مقدمه

با توجه به مقادیر زیاد ویتامین ث، ترکیبات فنلی، مواد معدنی و اسیدهای آلی میوه کیوی از ارزش غذایی بالایی برخوردار بوده و همین امر باعث افزایش چشم‌گیر مصرف آن در سال‌های اخیر شده است (عدولی و همکاران، ۱۳۹۹؛ شیری^۱ و همکاران، ۲۰۱۶b). در سال ۲۰۲۰، سطح زیرکشت کیوی در جهان ۲۷۰۴۵۷ هکتار با تولید سالانه ۴۴۰۷۴۰۷ تن و عملکرد ۱۶۲۹۶ تن در هکتار گزارش شده است. در این بین، کشور ایران با تولید سالانه ۲۸۹۶۰۸ تن در مقام پنجم دنیا قرار دارد (FAO، ۲۰۲۲).

با توجه به اینکه کیوی‌فروت گیاهی دویپایه می‌باشد، برای بدست آوردن حداکثر محصول مرغوب و بازاری‌پسند در یک تاکستان، وجود پایه‌های نر و ماده تاک که گلدهی همزمانی داشته باشند، امری ضروری است. گرده‌های گل‌های نر تنها حدود ۲ تا ۳ روز پس از شکوفایی گل‌ها زنده بوده و قابلیت بارور کردن تخمک‌ها را دارند و گل‌های ماده هم به مدت ۷ تا ۹ روز بعد از شکوفایی گل، پذیرای گرده‌ها هستند. علاوه بر این، نسبت پایه‌های نر به ماده در تاکستان مهم بوده و موقعیت آن‌ها در بین تاک‌های ماده نیز در گرده‌افشانی اهمیت زیادی دارد (عدولی و همکاران، ۱۳۹۹؛ هوآنگ^۲، ۲۰۱۶).

گرده‌افشانی کامل گل‌ها نقش بسیار مهمی در افزایش کمی و کیفی محصول دارد، چرا که رابطه مستقیمی بین تعداد بذر و اندازه نهایی میوه وجود دارد و گرده‌افشانی ناکافی باعث تولید میوه‌های کوچک، نامرغوب و با کیفیت پایین از نظر بازاری‌پسندی می‌شود. به‌منظور بهبود گرده‌افشانی در کیوی، از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود، از جمله مبارزه با علف‌های هرز سطح باغ به منظور حذف گل‌هایی که جذابیت بیشتری در مقایسه با گل‌های کیوی برای زنبور عسل دارد، رعایت اصولی فاصله و نسبت درختان نر به ماده و گرده‌افشانی تکمیلی. به طور کلی، گل‌های کیوی برای گرده‌افشانی کافی نیازمند فعالیت حشرات به ویژه زنبور عسل است. بدین منظور، برای گرده‌افشانی مناسب یک هکتار باغ کیوی ۸ تا ۱۲ عدد کندو زنبور عسل لازم است (تاکونی^۳ و همکاران، ۲۰۱۶؛ گیانی و وانیا^۴، ۲۰۱۸؛ بروسارد^۵ و همکاران، ۲۰۲۱).

گرده‌افشانی مصنوعی به دو صورت دانه گرده خشک و سوسپانسیون دانه گرده (دانه گرده تر) انجام می‌شود. گرده‌افشانی به صورت خشک به عملکرد زنبورهای عسل کمک بسیاری می‌کند، به گونه‌ای که برای گرده‌افشانی گل‌های ماده نیاز به بازدید از گل‌های نر نیست، چرا که وجود دانه گرده روی گل‌های ماده باعث تحریک زنبورها و افزایش فعالیت آن‌ها می‌شود. علاوه بر این، گرده به طور مستقیم روی سطح کلاله فرارمی‌گیرد (جهان‌پناه و همکاران، ۱۳۹۶؛ عابدی‌قشلاقی و همکاران، ۱۳۹۷). روش گرده‌افشانی تر یا سوسپانسیون دانه گرده زمانی مفید است که زنبور عسل فعال و یا گل نر کافی در باغ وجود نداشته باشد. این روش، انتقال مستقیم گرده به کلاله را فراهم می‌کند. به علاوه، زمانی که سرما و رطوبت زیاد از جمله بارندگی فعالیت زنبور عسل را در دوره گرده‌افشانی محدود می‌کند، استفاده از گرده به صورت سوسپانسیون بسیار مفید است (عابدی‌قشلاقی و همکاران، ۱۳۹۷؛ آبات^۶ و همکاران، ۲۰۲۱). در این حالت می‌توان از مایع رقیق‌کننده و مغذی کمکی دانه گرده که باعث زنده‌مانی دانه گرده نیز می‌شود، در محلول سوسپانسیون استفاده کرد (گیانی و وانیا، ۲۰۱۸؛ آبات و همکاران، ۲۰۲۱).

در این بین می‌توان از عنصر بور نیز در تهیه سوسپانسیون دانه گرده استفاده نمود. عنصر بور یکی از ضروری‌ترین عناصر ریزمغذی است. این عنصر در تشکیل گل‌ها نقش حیاتی دارد. این عنصر وظیفه جذب یونی و انتقال کربوهیدرات‌ها را برعهده داشته همچنین در گرده‌افشانی، لقاح و توسعه میوه نقش ویژه دارد. مشخص شده است که استفاده از محلول‌پاشی بور می‌تواند باعث جذب سریع این عنصر در گل‌ها شده و در نتیجه گل‌ها حاوی مقدار کافی از بور در مراحل گلدهی و تشکیل میوه می‌شوند. در نتیجه، تولید گل‌ها و جوانه‌زنی لوله گرده افزایش می‌یابد و کمیت و کیفیت میوه بهبود می‌یابد (شریفی و راینا^۷، ۲۰۲۱).

از طرف دیگر در گرده‌افشانی مصنوعی می‌توان از بهترین نوع گرده استفاده کرد و کیفیت، اندازه و تقارن میوه کیوی را با انتخاب نوع ژنوتیپ، دانه گرده بهبود بخشید. گرده‌افشانی مصنوعی باعث افزایش تعداد دانه، افزایش اندازه میوه، افزایش وزن، افزایش ماده خشک میوه، کاهش در

5. Broussard
6. Abbate
7. Sharafi and Raina

1. Shiri
2. Houang
3. Tacconi
4. Gianni and Vania

تبخیر بیشتر از بارندگی است. نسبت درختان ماده به نر (هایوارد به توموری) کیوی ۸ به ۱ و فاصله درختان ۴×۶ متر به صورت داریستی از نوع تی بار (T-bar) تربیت شده‌اند. مدیریت تغذیه با توجه به نیاز کودی درختان و بر اساس توصیه‌های صورت گرفته توسط سیل^۱ و همکاران (۱۹۹۰) صورت گرفت. کنترل علف‌های هرز باغ به صورت مکانیکی طی چندین مرحله به صورت فیزیکی توسط دستگاه علف‌زن موتوری انجام شد. آبیاری به صورت قطره‌ای تحت فشار از اواسط اردیبهشت تا اواسط مهر ماه بر اساس نیاز آبی گیاهان انجام گرفت.

اجرای آزمایش

گل‌های نر از رقم توموری در اواخر اردیبهشت، قبل از باز شدن بساک، یعنی یک روز قبل از باز شدن گل‌ها جمع‌آوری و در پاکت‌های کاغذی ریخته و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد. پس از آن، گل‌ها به آرامی روی غربال کشیده شده تا پرچم‌ها جدا شوند. آنگاه به مدت ۲۴ ساعت در دسی‌کاتور با دمای ۳۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته شد تا خشک و دانه‌های گرده از آن جدا شود (برُغان^۲ و همکاران، ۲۰۱۱).

شروع گلدهی درختان کیوی 'هایوارد' از اول خرداد ماه بود و دوره گلدهی دو هفته به طول انجامید. با توجه به کاربردی بودن پژوهش، تمامی تاک‌ها تا زمانی که ۸۰ درصد گل‌ها شکوفا شدند به صورت طبیعی و توسط زنبور عسل و باد گرده‌افشانی شدند. سپس زمانی که ۸۰ درصد گل‌ها شکوفا شدن، تیمارهای گرده‌افشانی تکمیلی اعمال شد. در روش گرده‌افشانی دستی گرده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از قلم‌موی مخصوص به صورت دستی روی کلاله گل‌های ماده منتقل شد. لازم به ذکر است جهت آزمون زنده بودن دانه‌های گرده در روش‌های به کار رفته از محیط کشت بروبیکر (هولمن و بروبیکر^۳، ۱۹۲۶) استفاده شد.

در ادامه برای روش گرده‌افشانی به صورت محلول‌پاشی با گرده خالص از گرده‌های جمع‌آوری شده، محلول سوسپانسیون تهیه کرده و با سم‌پاش دستی روی گل‌های ماده محلول‌پاشی صورت گرفت. این محلول سوسپانسیون شامل ۰/۷۵ گرم در لیتر از گرده خالص جمع‌آوری شده همراه با نیترات کلسیم و اسیدبوریک ۰/۰۱ درصد (به منظور جلوگیری از ترکیب لوله گرده در اثر فشار اسمزی) بود.

هزینه‌های باغ و تضمین در گرده‌افشانی می‌شود (جهان‌پناه و همکاران، ۱۳۹۶؛ عابدی‌قشلاقی و همکاران، ۱۳۹۷). در این رابطه راجی امیرحسینی (۱۳۹۵) و جهان‌پناه و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که گرده‌افشانی تکمیلی در کیوی رقم هایوارد می‌تواند بر صفات مورفولوژیکی میوه تأثیر مثبتی داشته و نیز درصد میوه‌های بازارپسند را افزایش دهد. همچنین در پژوهش صورت گرفته توسط آبات و همکاران (۲۰۲۱) مشخص شد که در دو رقم کیوی طلایی AU Golden Sunshine و AU Gulf Coast Gold استفاده از گرده‌افشانی مصنوعی بیشترین درصد میوه‌ها و میوه‌های قابل فروش را به همراه داشت.

در شمال ایران گرده‌افشانی گل‌های کیوی معمولاً به دلیل وقوع بارندگی و رطوبت زیاد در زمان گرده‌افشانی، تعداد کم کلنی‌های زنبور عسل و حشرات گرده‌افشان دیگر، همچنین رقابت بین گل‌های درختان مرکبات با کیوی به دلیل هم‌زمانی گلدهی در جلب زنبور عسل، در بعضی سال‌ها به خوبی صورت نمی‌گیرد. در نتیجه، نیاز به گرده‌افشانی مصنوعی تکمیلی وجود دارد (جهان‌پناه و همکاران، ۱۳۹۶؛ عابدی‌قشلاقی و همکاران، ۱۳۹۷). بنابراین، در پژوهش حاضر سعی شد تا تأثیر روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و شاخصه‌های رنگ پوست و گوشت میوه کیوی رقم هایوارد مورد ارزیابی قرار گرفته و یک روش کاربردی برای باغداران جهت انجام گرده‌افشانی تکمیلی توصیه گردد.

مواد و روش‌ها

مکان آزمایش

پژوهش حاضر روی درختان ۱۷ ساله کیوی 'هایوارد' (*Actinidia deliciosa* 'Hayward') در سال ۱۴۰۰ در پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری اجرا شد. این پژوهشکده در دامنه‌های شمالی رشته کوه البرز در شهر رامسر در عرض جغرافیایی ۵۴/۵۶ درجه شرقی و طول جغرافیایی ۴۰/۵۰ درجه شمالی واقع شده است. شهرستان رامسر دارای آب و هوای نیمه‌گرمسیری بوده، رطوبت نسبی آن بین ۵۵ تا ۱۰۰ درصد در نوسان می‌باشد. میزان بارندگی آن ۱۲۰۰ میلی‌متر در سال است که عمدتاً از شهریور تا اردیبهشت می‌بارد و در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد میزان

3. Holman and Brubaker

1. Sale
2. Borghezan

گرده‌های جمع‌آوری شده سوسپانسیونی تهیه شد و با سم‌پاش دستی روی گل‌های ماده محلول‌پاشی گردید. این محلول سوسپانسیونی شامل ۱/۵ گرم در لیتر از گرده ناخالص جمع‌آوری شده همراه با نیترات کلسیم و اسیدبوریک ۰/۰۱ درصد بود. لازم به ذکر است که درختان شاهد فقط به صورت طبیعی و توسط زنبور عسل و باد گرده‌افشانی شدند.

نیترات کلسیم و اسیدبوریک از جمله کودهای رایج در منطقه می‌باشند که با قیمت مناسبی به وفور یافت می‌شوند. به منظور اجرای روش گرده‌افشانی به صورت محلول‌پاشی با گرده محلول ناخالص، گرده‌ها در زمان باز شدن گل‌های نر کیوی (که در برخی سال‌ها تا اواسط خرداد ماه نیز ادامه دارد) به صورت تازه و با قرار دادن شانه‌ای در جلوی در ورودی کندوی زنبور عسل، تهیه شدند (شکل ۱). سپس از



شکل ۱- جمع‌آوری گرده گل‌های نر کیوی از جلوی کندوی زنبور عسل با استفاده از شانه مخصوص.

ارزیابی صفات

زمانی که میزان مواد جامد محلول میوه به ۶/۲ درصد رسید، میوه‌ها برداشت شده و ارزیابی‌های اولیه روی میوه صورت گرفت. برای اندازه‌گیری خصوصیات مورفولوژیکی میوه از هر واحد آزمایشی ۲۰ عدد میوه در مجموع ۶۰ عدد میوه برداشت شد. جهت تعیین طول و قطر میوه‌ها از کولیس دیجیتالی مدل Insize استفاده شد. جهت اندازه‌گیری قطر در تمامی میوه‌ها قطر بزرگ میوه مورد ارزیابی قرار گرفت. وزن تر و خشک میوه‌ها توسط ترازوی دیجیتالی مدل Sartorius اندازه‌گیری شد. چگالی میوه از طریق تقسیم وزن میوه بر حجم میوه (که از طریق غوطه‌ورسازی در آب داخل استوانه مدرج به دست آمد) محاسبه شد (شیری و همکاران، ۲۰۱۴).

برای اندازه‌گیری ماده خشک از هر تکرار ۱۰ میوه به طور تصادفی انتخاب شده، سپس از یک‌سوم میانی میوه‌ها برش‌های ۹ تا ۱۰ میلی‌متری آماده گردید. این برش‌ها پس از وزن کردن در داخل پتری‌دیش‌های شیشه‌ای گذاشته شده و در داخل آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. مدت زمان لازم برای رسیدن میوه‌ها به وزن ثابت تقریباً ۷۲ ساعت بود. بعد از خشک شدن نمونه‌ها، وزن آن‌ها اندازه‌گیری شده و درصد ماده خشک با فرمول زیر محاسبه شد (شیری و همکاران، ۲۰۱۴):

$$\text{درصد ماده خشک} = \frac{100 \times \text{وزن خشک}}{\text{وزن تر}}$$

برای اندازه‌گیری سفتی بافت میوه در ابتدا یک برش عرضی در بخش میانی میوه ایجاد شده و سپس با استفاده از دستگاه پنوترومتر (سفتی‌سنج) Effegi، مدل FTO11 با نوک (پروب) ۸ میلی‌متر میزان سفتی بافت در بخش مرکزی کیوی سنجیده شد (شیری و همکاران، ۲۰۱۶a). به این صورت که پروب دستگاه را روی گوشت سبز میوه قرار داده و پس از وارد کردن فشار یکنواخت عدد آن قرائت و ثبت شد.

رنگ پوست و گوشت میوه در زمان بلوغ تجاری (برداشت) مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور رنگ پوست و گوشت میوه در سه نقطه از میوه توسط دستگاه کرومومتر مدل CR-400 (Minolta, Japan) اندازه‌گیری شد.

آنالیز آماری

این پژوهش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار (هر تکرار شامل ۳ درخت) در باغ اجرا گردید. آنالیز آماری به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS (SAS Institute, 2002-2003, Version 9.1 Cary, NC) صورت گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد. لازم به ذکر

است که قبل از آنالیز آماری، داده‌ها از لحاظ نرمال بودن مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

تعداد بذر

مطابق نتایج مشخص شد که تعداد بذر میوه کیوی رقم هایوارد در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر اثر روش‌های گرده‌افشانی تکمیلی قرار داشت (جدول ۱). بیشترین تعداد بذر در میوه‌های گرده‌افشانی شده به روش محلول‌پاشی با گرده ناخالص (۱۰۳۸) و گرده خالص (۹۸۴) به دست آمد (شکل ۲ الف). در ادامه میوه‌هایی که به صورت دستی گرده‌افشانی شده بودند (۹۰۳) و میوه‌های حاصل از گرده‌افشانی طبیعی (۸۶۳) قرار داشتند که البته از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند.

نتایج بررسی حاضر با یافته‌های جهان‌پناه و همکاران (۱۳۹۶) که بیان نمودند گرده‌افشانی تکمیلی درختان کیوی رقم هایوارد باعث افزایش تعداد بذر میوه می‌شود، مطابقت دارد. همچنین آبات و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که در دو رقم کیوی طلایی AU Golden Sunshine و AU Gulf Coast Gold استفاده از گرده‌افشانی تکمیلی توانست تعداد بذر را افزایش دهد، همراستا با نتایج بررسی حاضر می‌باشد. در گرده‌افشانی تکمیلی با توجه به اینکه تعداد گرده بیشتری در سطح گل‌ها قرار می‌گیرد، تخمک بیشتری تلقیح شده و متعاقباً تعداد بذر تشکیل شده نیز افزایش پیدا می‌کند. از طرف دیگر، عدم اثرگذار بودن گرده‌افشانی دستی بر تعداد بذر میوه را می‌توان به احتمال آسیب دیدن قسمت‌های مختلف گل‌های کیوی‌فروت در زمان گرده‌افشانی دستی عنوان کرد (عابدی‌قشلاقی و همکاران، ۱۳۹۷).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی میوه کیوی رقم هایوارد.

میانگین مربعات		تعداد بذر	درجه آزادی	منابع تغییرات
حجم	قطر			
۳/۰۲ ^{ns}	۰/۳۳ ^{ns}	۰/۲۵ ^{ns}	۱۲۶۱ ^{ns}	۲ بلوک
۲۱۴/۵۵ ^{**}	۳۳/۱۳ ^{**}	۱۸/۳۱ ^{**}	۱۸۶۷۱ ^{**}	۳ گرده‌افشانی
۱/۱۳	۰/۴۶	۰/۲۹	۲۹۴	۶ خطای آزمایشی
۱۰/۰۷	۱۰/۲۵	۹/۸۱	۱۳/۸۱	- ضریب تغییرات

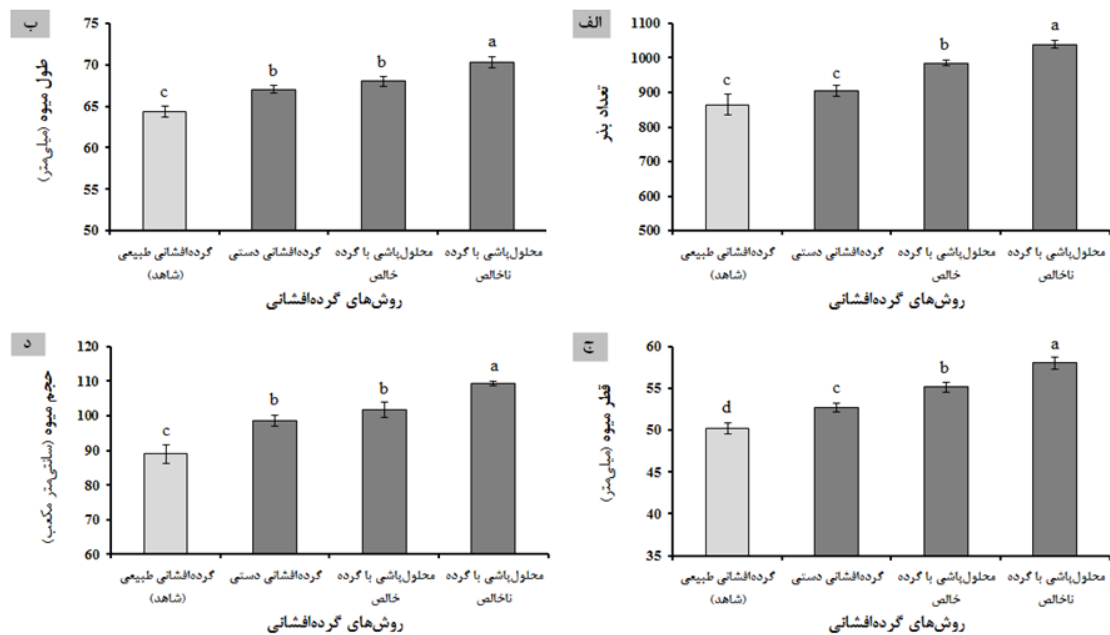
^{**} و ^{ns} به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و عدم معنی‌داری

اندازه میوه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر روش گرده‌افشانی تکمیلی بر طول میوه کیوی رقم هایوارد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسات میانگین داده‌ها حاکی از آن بود که در مقایسه با گرده‌افشانی طبیعی (۶۴/۳۲ میلی‌متر)، گرده‌افشانی تکمیلی توانست به طور معنی‌داری طول میوه را افزایش دهد (شکل ۲ ب). بیشترین طول میوه در میوه‌های گرده‌افشانی شده به روش محلول‌پاشی با گرده ناخالص (۷۰/۳۱ میلی‌متر) به دست آمد، در حالی که میوه‌های حاصل از گرده، گرده‌افشانی شده به روش محلول‌پاشی با گرده خالص (۶۷/۹۹ میلی‌متر) و دستی (۶۷/۰۵ میلی‌متر) با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ۲ ب).

گرده‌افشانی‌های تکمیلی توانست به طور معنی‌داری میزان قطر میوه را در مقایسه با گرده‌افشانی طبیعی افزایش دهد (شکل ۲ ج). بیشترین قطر میوه در میوه‌های گرده‌افشانی شده به روش محلول‌پاشی با گرده ناخالص (۵۸/۰۲ میلی‌متر) به دست آمد، سپس میوه‌های گرده‌افشانی شده به روش محلول‌پاشی با گرده خالص (۵۵/۱۳ میلی‌متر) و گرده‌افشانی دستی (۵۲/۷۳ میلی‌متر) قرار داشتند (شکل ۲ ج). میوه‌های گرده‌افشانی طبیعی (۵۰/۲۴ میلی‌متر) کمترین قطر میوه را دارا بودند.

تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن بود که حجم میوه به طور معنی‌دار و در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی قرار داشت (جدول ۱). میوه‌های گرده‌افشانی‌های تکمیلی شده در مقایسه با گرده‌افشانی طبیعی از حجم میوه بیشتری برخوردار بودند (شکل ۲ د). میوه‌های گرده‌افشانی شده به روش محلول‌پاشی با گرده ناخالص دارای بیشترین حجم



شکل ۲- اثر روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی بر تعداد بذر (الف)، طول (ب)، قطر (ج) و حجم (د) میوه کیوی رقم هایوارد در زمان برداشت. حروف مشترک نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطوح متناظر با آزمون دانکن می‌باشد. میله‌های هر ستون نشان‌دهنده خطای استاندارد (Standard Error) می‌باشد.

تولید هورمون‌های مختلف رشدی از جمله اکسین، جیبرلین و سایتوکنین هستند. این هورمون‌ها می‌توانند از یک طرف به طور مستقیم میزان تقسیم سلولی را افزایش دهند و از طرف دیگر باعث بزرگ شدن سلول‌های تولیدی گردند. در اثر این پدیده دیواره تخمدان هم از نظر تعداد سلول و هم اندازه آن دچار تغییر شده و در نتیجه رشد میوه افزایش یافته و اندازه آن بزرگ‌تر می‌گردد (اووما، ۲۰۱۱؛ موکوالا و مانگن، ۲۰۱۸).

مطابق جدول ۲ مشخص شد که اثر نوع گرده‌افشانی تکمیلی بر وزن میوه کیوی رقم هایوارد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسات میانگین داده‌ها نشان داد که از لحاظ وزن میوه بین میوه‌های گرده‌افشانی‌های تکمیلی شده به روش دستی (۹۵/۱۴ گرم) و گرده‌افشانی طبیعی (۹۷/۹۸ گرم) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۳ الف). سنگین‌ترین میوه کیوی رقم هایوارد در روش گرده‌افشانی‌های تکمیلی شده بصورت محلول‌پاشی با گرده ناخالص (۱۱۱/۷۹ گرم) مشاهده شد که در ادامه میوه‌های گرده‌افشانی‌های تکمیلی شده بصورت محلول‌پاشی با گرده خالص (۱۰۴/۶۸ گرم) قرار داشتند (شکل ۳ الف).

میوه (۱۰۹/۳۲ سانتی‌مترمربع) بود. در ادامه میوه‌های گرده‌افشانی شده به روش محلول‌پاشی با گرده خالص (۱۰۱/۶۶ سانتی‌مترمربع) و گرده‌افشانی دستی (۹۸/۴۶ سانتی‌مترمربع) قرار داشتند که البته از لحاظ آماری به یکدیگر اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (شکل ۲ د). کمترین میزان حجم میوه در میوه‌های گرده‌افشانی طبیعی شده (۸۸/۹۰ سانتی‌مترمربع) به دست آمد.

بر اساس نتایج محققین مشخص شد که است که استفاده از گرده‌افشانی تکمیلی در کیوی می‌تواند اندازه میوه را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار دهد (جهان‌پناه و همکاران، ۱۳۹۶؛ آبات و همکاران، ۲۰۲۱). گرده‌افشانی ناکافی باعث تولید میوه‌های کوچک، نامرغوب و کیفیت پایین از نظر بازارپسندی می‌شود که دلیل آن به ارتباط نزدیک بین اندازه میوه و تعداد بذر مربوط می‌باشد (جهان‌پناه و همکاران، ۱۳۹۶؛ گیاننی و وانیا، ۲۰۱۸). در نتایج حاضر نیز مشخص شد که میوه‌هایی که گرده‌افشانی تکمیلی شده بودند از تعداد بذر بیشتری برخوردار بودند (شکل ۴ الف). مشخص شده است که هر قدر تعداد تخمک‌های بیشتری بارور شود، تعداد بذر بیشتری در میوه تشکیل می‌شود. بذرها منبع

ماده خشک

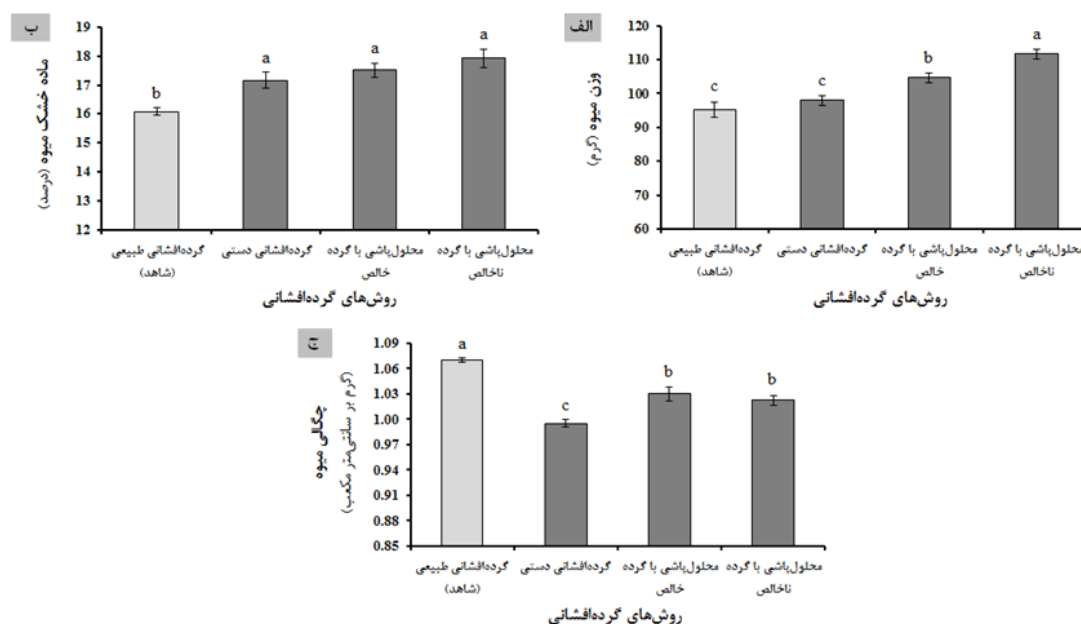
مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مشخص شد که اثر نوع گرده‌افشانی تکمیلی بر ماده خشک میوه کیوی رقم هایوارد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسات میانگین حاکی از آن که در مقایسه میوه‌هایی که به صورت

طبیعی گرده‌افشانی شده بودند (۱۶/۰۸ درصد)، میوه‌هایی که به صورت تکمیلی گرده‌افشانی شده بودند به طور معنی‌داری میزان ماده خشک میوه بیشتری داشتند، اما از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (شکل ۳ب).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی میوه کیوی رقم هایوارد

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
سفتی	چگالی	ماده خشک	وزن		
۰/۰۰۴۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۱۶ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۰/۷۷ ^{ns}	۲	بلوک
۰/۰۰۱۶ ^{ns}	۰/۰۰۲۹۱ ^{**}	۱/۸۵ ^{**}	۱۶۵/۵۶ ^{**}	۳	گرده‌افشانی
۰/۰۰۳۲	۰/۰۰۰۰۶	۰/۱۰	۰/۳۸	۶	خطای آزمایشی
۱۰/۷۸	۹/۷۸	۸/۹۱	۱۱/۶۰	-	ضریب تغییرات

^{**} و ^{ns} به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و عدم معنی‌داری.



شکل ۳- اثر روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی بر وزن (الف)، چگالی (ب) و ماده خشک (ج) میوه کیوی رقم هایوارد در زمان برداشت.

حروف مشترک نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطوح متناظر با آزمون دانکن می‌باشد. میله‌های هر ستون نشان‌دهنده خطای استاندارد (Standard Error) می‌باشد.

می‌توان از دو جهت بحث نمود. مورد اول، همان طوری که در بالا اشاره شد، افزایش تعداد بذر در میوه است. با افزایش تعداد بذر در میوه، میوه به سینک قوی تبدیل شده و در نتیجه مواد فتوسنتزی و کربوهیدرات‌های بیشتری را جذب خواهد کرد. این امر به نوبه خود باعث افزایش وزن و میزان ماده خشک میوه خواهد شد (اووما، ۲۰۱۱؛ موکوالا و مانگن، ۲۰۱۸). مورد دوم، در اثر گرده‌افشانی کامل گل‌ها، بیان برخی ژن‌ها مانند سوکروز سینتاز، تری هالوز-۶-فسفات سینتاز، فروکتوکیناز، بتا گلوکوزیداز، بتافروکتوفورانوزیداز،

تأثیر مثبت و معنی‌داری گرده‌افشانی تکمیلی بر وزن و ماده خشک میوه کیوی قبلاً هم توسط راجی امیرحسینی (۱۳۹۵)، جهان‌پناه و همکاران (۱۳۹۶) و آبات و همکاران (۲۰۲۱) گزارش شده است. مشخص شده است که بین وزن و میزان ماده خشک میوه کیوی رقم هایوارد ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد به طوری که با افزایش وزن میوه، میزان ماده خشک نیز افزایش پیدا می‌کند (شیری، ۱۳۹۴؛ شیری و همکاران، ۲۰۱۴). افزایش وزن و در نتیجه افزایش میزان ماده خشک میوه در اثر گرده‌افشانی تکمیلی را

بستگی دارد. در برخی موارد عنوان می‌شود که بین ماده خشک و چگالی میوه ارتباط معنی‌داری وجود دارد (شیری، ۱۳۹۴)، اما در مطالعه حاضر، هیچ ارتباط معنی‌داری بین درصد ماده خشک و چگالی میوه مشاهده نشد. به طور کلی، پائین بودن چگالی میوه در میوه‌هایی که گرده‌افشانی تکمیلی شده بودند را می‌توان به دلیل افزایش بیشتر حجم میوه در مقایسه با وزن میوه دانست.

سفتی بافت

نتایج نشان داد که سفتی بافت میوه در زمان برداشت تحت تأثیر اثر روش گرده‌افشانی تکمیلی قرار نگرفت (جدول ۲). سفتی بافت میوه یک معیار کلیدی مهم جهت بررسی مناسب بودن میوه‌های کیوی برای مصرف و صادرات است. همین‌طور نرم شدن بافت میوه‌های کیوی یکی از عوامل اصلی محدودکننده عمرانبارمانی میوه‌ها است. بطوری که نرم شدن سریع میوه‌های کیوی در سردخانه در دمای صفر درجه سانتی‌گراد دوره فروش این محصول را کاهش می‌دهد و موجب ضررهای اقتصادی می‌شود. به طور کلی، عوامل مختلفی باعث بهبود سفتی بافت میوه‌ها می‌شود، از جمله مدیریت تغذیه و آبیاری باغات، انجام هرس تابستانه، زمان برداشت و همچنین میزان عناصر غذایی میوه در زمان برداشت (شیری، ۱۳۹۴؛ عدولی و همکاران، ۱۳۹۹؛ هوانگ، ۲۰۱۶). در بررسی حاضر به نظر می‌رسد که روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی نتوانسته‌اند بر عوامل مرتبط با سفتی بافت میوه، تأثیر معنی‌داری داشته باشند. از طرف دیگر بین اندازه میوه و سفتی بافت میوه ارتباط منفی و معنی‌داری گزارش شده است (شیری، ۱۳۹۴؛ شیری و همکاران، ۲۰۱۶a). در نتیجه، می‌توان معنی‌دار نبودن اثر گرده‌افشانی تکمیلی بر سفتی بافت میوه می‌تواند را به اندازه درشت میوه در زمان برداشت در این تیمارها باشد.

شاخصه‌های رنگ میوه

تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن بود که شاخصه‌های رنگ پوست میوه تحت تأثیر روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی قرار نداشتند (جدول ۳). در بین گرده ناخالص با سایر میوه‌ها از لحاظ شاخصه‌های a^* و L^* اختلاف معنی‌داری داشت، به طوری که کمترین میزان شاخصه‌های a^* و L^* (به ترتیب ۱۷/۸۵- و ۵۶/۸۶) در این میوه‌ها مشاهده شد (جدول ۴). چنین میوه‌هایی دارای گوشت سبب‌تری نسبت به بقیه بودند که در میوه کیوی فروت

گلیکوژن فسفاتاز و آلفا آمیلاز افزایش می‌یابد. در نتیجه این امر، فعالیت برخی آنزیم‌های سنتزی افزایش پیدا می‌کند که این امر باعث افزایش تولید برخی ترکیبات و همچنین افزایش تبدیل مواد جامد محلول به مواد جامد غیرمحلول شده و در نتیجه باعث افزایش وزن و ماده خشک میوه می‌گردد (دنگ^۱ و همکاران، ۲۰۲۲).

یکی از شاخص‌های کیفی میوه کیوی افزایش مقدار ماده خشک آن است، زیرا بالا بودن میزان ماده خشک نه تنها کیفیت تازه‌خوری میوه کیوی را بالا می‌برد، بلکه به عنوان یک عامل مهم در افزایش ماندگاری پس از برداشت میوه کیوی نیز محسوب می‌شود (شیری، ۱۳۹۴). به طور کلی حداقل درصد ماده خشک میوه جهت برداشت کیوی ۱۵ درصد در نظر گرفته می‌شود (عدولی و همکاران، ۱۳۹۹؛ هوانگ، ۲۰۱۶). در این پژوهش درصد ماده خشک میوه‌ها بالاتر از این مقدار بود (شکل ۱۱).

چگالی میوه

چگالی میوه کیوی رقم هایوارد به طور معنی‌دار و در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی قرار گرفت (جدول ۲). گرده‌افشانی تکمیلی به طور معنی‌داری چگالی میوه را کاهش داد (شکل ۳b). بالاترین چگالی میوه در میوه‌های گرده‌افشانی طبیعی شده (۱/۰۷۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و کمترین چگالی میوه در میوه‌های گرده‌افشانی دستی (۰/۹۹۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب) به دست آمد. میوه‌های گرده‌افشانی شده به روش محلول‌پاشی با گرده خالص (۱/۰۳۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و ناخالص (۱/۰۲۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب) از لحاظ چگالی میوه مابین دو تیمار دیگر بودند و از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ۳b).

اندازه‌گیری چگالی میوه، روشی سریع، آسان و ارزان برای ارزیابی جنبه‌های مختلف کیفیت میوه به شمار می‌آید. این صفت به ویژه برای مراکز سورتینگ و بسته‌بندی اهمیت خاصی دارد. چگالی میوه کیوی به عوامل مختلفی از جمله، تغذیه، آبیاری، هرس، گرده‌افشانی و شرایط آب و هوایی شاخه‌های رنگ گوشت میوه کیوی رقم هایوارد، فقط شاخصه‌های a^* و L^* تحت تأثیر روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی قرار گرفتند (جدول ۳).

مقایسات میانگین داده‌های مربوط به گوشت میوه نشان داد که فقط میوه‌های گرده‌افشانی شده به روش محلول‌پاشی با

میوه اثر معنی‌داری نداشتند، اما شاخصه‌های رنگ L^* و a^* گوشت میوه به طور معنی‌داری تحت تأثیر روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی قرار گرفتند. میوه‌های گرده‌افشانی شده به روش محلول‌پاشی با گرده ناخالص کمترین میزان شاخصه‌های رنگ L^* و a^* گوشت میوه را نسبت به سایر میوه‌ها دارا بودند. اثرگذاری کم گرده‌افشانی دستی بر برخی صفات را می‌توان به احتمال آسیب دیدن قسمت‌های مختلف گل‌های کیوی فروت در زمان گرده‌افشانی دستی عنوان کرد. علاوه بر این، سایر عوامل مانند شرایط باغ و آب و هوایی نیز می‌تواند بر اثرات گرده‌افشانی دستی تأثیرگذار باشد. از طرف دیگر، اثرگذاری کمتر گرده‌افشانی توسط محلول‌پاشی گرده خالص در مقایسه با گرده ناخالص را می‌توان به احتمال آسیب دیدن دانه گرده در طول فرآیند آماده‌سازی و نگهداری آن مرتبط دانست، در حالی که در محلول‌پاشی با گرده ناخالص، گرده به صورت تازه جمع‌آوری و بلافاصله مصرف می‌شود. در نهایت، با توجه به کاربردی و همچنین آسان بودن جمع‌آوری دانه گرده از ورودی کندوی زنبور عسل با استفاده از دستگاه جمع‌آوری کننده گرده و همچنین با توجه به اثرات معنی‌دار گرده‌افشانی توسط محلول‌پاشی دانه گرده جمع‌آوری شده با این روش (گرده ناخالص) در افزایش اندازه، بهبود کیفیت میوه در زمان برداشت، می‌توان به باغداران استفاده از این روش را به عنوان گرده‌افشانی تکمیلی در باغات کیوی توصیه نمود.

رقم هایوارد که رنگ سبز گوشت میوه از مشخصه‌های کیفی مهمی به شمار می‌آید، می‌تواند یک مزیت شمرده شود. اگرچه رنگ میوه تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله تغذیه، نوع هرس و شدت نور دریافتی توسط میوه قرار دارد اما اثر گرده‌افشانی بر رنگ میوه کیوی قبلاً نیز توسط سیل^۱ و همکاران (۲۰۱۳) در میوه توت‌فرنگی گزارش شده است. در صورت انجام گرده‌افشانی کامل گل‌ها با توجه به افزایش ورود مواد کربوهیدراتی به میوه، مواد اولیه جهت سنتز ترکیباتی رنگی، افزایش می‌یابد. از طرف دیگر، در صورت گرده‌افشانی کامل، بیان برخی ژن‌ها و متعاقب آن فعالیت برخی آنزیم‌های مسئول سنتز رنگ میوه نیز افزایش می‌یابد. در نتیجه این عوامل، انتظار می‌رود که در اثر گرده‌افشانی کامل گل‌ها، رنگ میوه تغییر یابد (اووما، ۲۰۱۱؛ موکوالا و مانگن، ۲۰۱۸).

نتیجه‌گیری کلی

در بررسی حاضر مشخص شد که استفاده از روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی در مقایسه با گرده‌افشانی طبیعی توانست اندازه میوه کیوی رقم هایوارد در زمان برداشت را به طور مثبت و معنی‌داری تحت تأثیر قرار دهد. در بین روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی، گرده‌افشانی به روش محلول‌پاشی با گرده ناخالص بیشترین تأثیر را بر طول، قطر، حجم، وزن، چگالی و ماده خشک میوه داشت. همچنین، در حالی که روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی بر شاخصه‌های رنگ (L^* ، a^* ، b^* ، C^* و h°) پوست

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی بر شاخصه‌های رنگ پوست و گوشت میوه کیوی رقم هایوارد در زمان برداشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	رنگ پوست					رنگ گوشت				
		L^*	a^*	b^*	C^*	h°	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
گرده‌افشانی	۳	۵۳/۴۹ ^{ns}	۵/۳۷ ^{ns}	۱۱/۴۰ ^{ns}	۶۵/۰۳ ^{ns}	۶۳/۷۱ ^{ns}	۲۹/۳۲ ^{**}	۶/۴۸ ^{**}	۸/۰۹ ^{ns}	۱۱/۹۳ ^{ns}	۷۲/۵۳ ^{ns}
بلوک	۲	۱۱/۷۶ ^{ns}	۱/۹۶ ^{ns}	۴/۲۳ ^{ns}	۱۴/۱۲ ^{ns}	۱۰/۵۷ ^{ns}	۲/۰۶ ^{ns}	۰/۷۴ ^{ns}	۱/۵۷ ^{ns}	۲/۳۶ ^{ns}	۱۴/۵۸ ^{ns}
خطای آزمایشی	۶	۴۱/۳۸	۳/۱۵	۷/۶۲	۴۱/۰۶	۵۰/۶۲	۴/۷۹	۱/۰۵	۵/۴۲	۸/۰۴	۴۳/۷۵
ضریب تغییرات	-	۱۳/۰۸	۸/۷۵	۹/۴۲	۱۲/۰۶	۱۰/۶۷	۸/۴۷	۷/۹۶	۱۱/۳۸	۱۴/۰۷	۶/۸۹

^{**} و ^{ns} به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و عدم معنی‌داری.

جدول ۴- مقایسات میانگین اثر روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی بر شاخصه‌های رنگ پوست و گوشت میوه کیوی رقم هایوارد در زمان برداشت

رنگ گوشت					رنگ پوست					روش‌های گرده‌افشانی
L*	a*	b*	C*	h°	L*	a*	b*	C*	h°	
۵۹/۴۲a	-۱۵/۶۴b	۴۰/۸۱a	۴۴/۰۶a	۱۱۰/۳۹a	۴۵/۸۸a	۵/۰۴a	۳۳/۷۸a	۳۲/۱۸a	۷۹/۸۲a*	گرده‌افشانی طبیعی
۵۹/۲۶a	-۱۴/۰۸b	۴۱/۷۹a	۴۵/۱۴a	۱۱۰/۲۸a	۴۴/۶۳a	۵/۱۷a	۳۲/۰۷a	۳۲/۰۳a	۷۸/۷۱a	گرده‌افشانی دستی
۵۸/۱۷a	-۱۵/۲۵b	۴۰/۹۳a	۴۴/۸۶a	۱۱۱/۰۷a	۴۵/۰۶a	۵/۰۹a	۳۳/۲۶a	۳۳/۰۷a	۷۹/۲۶a	محلول پاشی خالص
۵۶/۸۶b	-۱۷/۸۵a	۳۹/۰۸a	۴۵/۰۳a	۱۱۰/۸۴a	۴۵/۱۳a	۵/۲۸a	۳۳/۷۱a	۳۳/۲۷a	۷۹/۶۵a	محلول پاشی ناخالص

* در هر ستون حروف مشترک نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد آزمون دانکن می‌باشد.

منابع

- جهان‌پناه، س.، قاسم‌نژاد، م. و ابراهیمی، ی. ۱۳۹۶. اثر گرده‌افشانی تکمیلی بر تشکیل و کیفیت میوه کیوی رقم هایوارد. به زراعی کشاورزی، ۱۹(۳): ۷۸۵-۷۹۷.
- راجی امیرحسینی، ف. ۱۳۹۵. اثر گرده‌افشانی مصنوعی با استفاده از مخلوط خشک دانه گرده بر تشکیل و کیفیت میوه کیوی رقم هایوارد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه گیلان، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی.
- شیری، م.ع. ۱۳۹۴. مطالعه کارایی زمان محلول پاشی کلسیم بر کیفیت و انبارمانی میوه کیوی (*Actinidia deliciosa*) رقم 'هایوارد'. رساله دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، ۱۶۱ ص.
- عابدی‌قشلاقی، ا.، فرزام، ا.، جوادی‌مجدد، د. و داداش‌زاده، ب. ۱۳۹۷. عوامل گرده‌افشان در کیوی‌فروت. نشریه فنی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان. شماره ۵۳۷۶۷. ۱۶ ص.
- عدولی، ب.، قاسمی، م.، عابدی‌قشلاقی، ا.، فیفایی، ر. و داداش‌زاده، ب. ۱۳۹۹. اصول باغبانی در پرورش کیوی‌فروت. پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی، به شماره ۵۸۴۹۷. ۱۸۰ ص.
- Abbate, A.P., Campbell, J.W., Vinson, E.L. and Williams, G.R., 2021. The pollination and fruit quality of two kiwifruit cultivars (*Actinidia chinensis* var. *chinensis* 'AU Golden Sunshine' and 'AU Gulf Coast Gold') (Ericales: Actinidiaceae) grown in the southeastern United States. *Journal of Economic Entomology*, 114(3): 1234-1241.
- Borghazan, M., Clauman, A.D., Steinmacher, D.A., Guerra, M.P. and Orth, A.I., 2011. *In vitro* viability and preservation of pollen grain of kiwi (*Actinidia chinensis* var. *deliciosa* (A. Chev.) A. Chev). *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 11: 338-344.
- Broussard, M.A., Goodwin, M., McBrydie, H.M., Evans, L.J. and Pattermore, D.E., 2021. Pollination requirements of kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch.) differ between cultivars 'Hayward' and 'Zesy002'. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 49(1): 30-40.
- Deng, L., Wang, T., Hu, J., Yang, X., Yao, Y., Jin, Z., Huang, Z., Sun, G., Xiong, B., Liao, L. and Wang, Z., 2022. Effects of pollen sources on fruit set and fruit characteristics of 'Fengtangli' plum (*Prunus salicina* Lindl.) based on microscopic and transcriptomic analysis. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(21): 12959.
- FAO. 2022. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Gianni, T. and Vania, M., 2018. Artificial pollination in kiwifruit and olive trees. *Pollination in Plants*, 59-66.
- Holman, R.M. and Brubaker, F., 1926. *On the longevity of pollen*. Oakland, CA, USA: University of California Press, 13: 179-204.
- Huang, H. 2016. *Kiwifruit: The genus ACTINIDIA*. Academic Press, Elsevier Inc. 350 p.
- Mokwala, P.W. and Mangena, P. eds., 2018. *Pollination in Plants*. BoD-Books on Demand, 130 p.
- Ouma, G., 2011. *Flowering, Pollination, and Fruit set in Fruit Trees*. LAP LAMBERT Academic Publishing, 144 p.
- Sale, P. R. 1990. *Kiwifruit Growing*. Wellington, New Zealand. GP Books. 84 p.

- Seal, A.G., Dunn, J.K., De Silva, H.N., McGhie, T.K. and Lunken, R.C.M. 2013. Choice of pollen parent affects red flesh colour in seedlings of diploid *Actinidia chinensis* (kiwifruit). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 41(4): 207-218.
- Sharafi, Y. and Raina, M. 2021. Effect of boron on pollen attributes in different cultivars of *Malus domestica* L. *National Academy Science Letters*, 44: 189-194.
- Shiri, M.A., Ghasemnezhad, M., Fatahi Moghadam, J. and Ebrahimi, R. 2016a. Effect of CaCl₂ Sprays at Different Fruit Development Stages on Postharvest Keeping Quality of “Hayward” Kiwifruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(4): 624-635.
- Shiri, M.A., Ghasemnezhad, M., Fatahi Moghadam, J. and Ebrahimi, R. 2016. Enhancing and maintaining nutritional quality and bioactive compounds of “Hayward” kiwifruit: comparison of the effectiveness of different CaCl₂ spraying times. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(5): 850-862.
- Shiri, M.A., Ghasemnezhad, M., Fattahi Moghaddam, J. and Ebrahimi, R. 2014. Fruit growth and sensory evaluation of Hayward kiwifruit in response to preharvest calcium chloride application and orchard location. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 79(3): 183-189.
- Tacconi, G., Michelotti, V., Cacioppo, O. and Vittone, G. 2016. Kiwifruit pollination: The interaction between pollen quality, pollination systems and flowering stage. *Journal of Berry Research*, 6(4): 417-426.