



## به‌زرای کشاورزی

دوره ۱۹ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۶  
صفحه‌های ۷۸۵-۷۹۷

# اثر گرده‌افشانی تکمیلی بر تشکیل و کیفیت میوه کیوی رقم 'هایوارد'

سمانه جهان‌پناه<sup>۱</sup>، محمود قاسم‌نژاد<sup>۲\*</sup> و یونس ابراهیمی<sup>۳</sup>

۱. کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲. دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۳. استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات مرکبات، رامسر، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۳/۰۸

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۱۲/۲۴

### چکیده

گرده‌افشانی ناقص گل‌های کیوی ممکن است مهم‌ترین دلیل پایین بودن کیفیت و بازارپسندی آن باشد. در این پژوهش، تأثیر گرده‌افشانی تکمیلی با سوسپانسیون گرده و دانه گرده خشک بر ویژگی‌هایی مانند اندازه میوه، وزن میوه، تعداد بذر، درصد ماده خشک، سفتی بافت، مواد جامد محلول، ویتامین ث، مقدار عناصر معدنی میوه کیوی رقم 'هایوارد' ارزیابی شد. نتایج نشان داد گرده‌افشانی با دانه گرده خشک، و در مرحله ۶۰ درصد باز شدن کامل گل‌ها، درصد میوه‌های بازارپسند را در مقایسه با تیمارهای دیگر افزایش داده است. چنین میوه‌هایی تعداد بذر بیشتری داشتند (به ترتیب ۱۱ و ۵ درصد). در نتیجه به‌طور معناداری، اندازه، وزن، طول و قطر میوه بالاتری در مقایسه با شاهد و سوسپانسیون گرده نشان دادند. مقدار ویتامین ث میوه تحت تأثیر گرده‌افشانی قرار نگرفت، ولی درصد ماده خشک میوه‌هایی بالاتر بود که در مرحله ۶۰ درصد باز شدن کامل گرده‌افشانی شد. گرده‌افشانی با دانه گرده خشک در مقایسه با سوسپانسیون گرده مقدار کلسیم میوه را افزایش داد، که به دنبال آن باعث بهبود نسبت‌های نیتروژن به کلسیم، پتاسیم به کلسیم، مجموع پتاسیم و منیزیم به کلسیم و مجموع نیتروژن و پتاسیم به کلسیم شده است. در مجموع، به‌نظر می‌رسد گرده‌افشانی تکمیلی، به‌ویژه با دانه گرده خشک در مرحله ۶۰ درصد باز شدن کامل گل‌های کیوی رقم 'هایوارد' توانست باعث بهبود گرده‌افشانی و لقاح تخمک‌ها شود. چنین میوه‌هایی تعداد بذر بیشتری داشتند، در نتیجه، از سینک قوی‌تری برای تجمع آسمیلات‌ها و مواد معدنی به‌ویژه کلسیم برخوردار شدند. در مجموع، افزایش سود حاصل از گرده‌افشانی تکمیلی با دانه گرده خشک برابر با ۴۸,۸۰۰,۰۰۰ ریال در هر هکتار محاسبه شد.

**کلیدواژه‌ها:** بذر، دانه گرده، کلسیم، گرده‌افشانی مصنوعی، وزن میوه.

## ۱. مقدمه

تمایل به مصرف میوه کیوی به دلیل مقدار زیاد ویتامین ث، رنگیزه‌ها، ترکیبات فنلی، مواد آنتی‌اکسیدانی و مقدار بالای عناصر معدنی مثل فسفر، کلسیم، آهن و روی در سال‌های اخیر افزایش یافته است [۲۷]. از نظر اقتصادی، کیوی از جمله محصولات باغبانی صادراتی ایران است که در سطح وسیع در شمال ایران کشت می‌شود [۱]. علی‌رغم اینکه ایران یکی از مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده میوه کیوی جهان است، سهم کمی در صادرات جهانی داراست. دلایل متعددی برای آن وجود دارد، از جمله می‌توان به کیفیت پایین میوه‌های تولیدی اشاره کرد [۱]. در این خصوص، گرده‌افشانی کامل گل‌ها نقش بسیار مهمی 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 بازاریابی می‌شود [۲۴]. به منظور 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 [۱۷]. به طور کلی، گل‌های کیوی برای گرده‌افشانی کافی نیازمند فعالیت حشرات به‌ویژه زنبور عسل است. بدین منظور، برای گرده‌افشانی مناسب یک هکتار باغ کیوی تعداد ۸-۱۲ کندو زنبور عسل لازم است [۱۳]. اگر تعداد کندوها کمتر از این باشد، مشکل در گرده‌افشانی به‌وجود می‌آید. کیوی گیاهی دو پایه است که گل‌های نر و ماده آن روی دو گیاه مختلف تولید می‌شود. علاوه بر این، گل‌های نر و ماده کیوی شهدی تولید نمی‌کند و برای زنبور عسل خیلی جذاب نیست [۱۲]. همچنین، پژوهش‌های اخیر حاکی از آن است که زنبورهای عسل به مقدار زیادی در تمامی نقاط جهان در حال ازبین‌رفتن است. این پدیده به‌نام

سندرم یا ازبین‌رفتن کلنی‌های زنبور عسل معروف شده است [۸]. این مسئله به گرده‌افشانی ضعیف در درختان میوه، به‌ویژه در کیوی می‌انجامد.

تحقیقات قبلی نشان داد که هر گل کیوی برای گرده‌افشانی کامل نیاز به بازدید ۴۰ زنبور عسل دارد و تقریباً ۱۳,۰۰۰ دانه گرده برای هر گل به‌منظور تولید میوه بازاریابند کیوی نیاز است [۱۹]. بنابراین، اگر زنبور عسل به هر دلیلی به اندازه کافی وجود نداشته باشد (برای مثال، ازبین‌رفتن کلنی زنبور عسل)، نبود تعداد کافی کلنی عسل در باغ کیوی یا وجود بارندگی در زمان بازشدن گل‌ها می‌تواند از گرده‌افشانی تکمیلی استفاده کرد [۱۳]. بنابراین، گرده‌افشانی مصنوعی روش مناسبی در پاسخ به این مشکلات و بالابردن کیفیت میوه است.

به‌طور کلی، گرده‌افشانی مصنوعی به دو صورت دانه گرده خشک و سوسپانسیون دانه گرده (دانه گرده تر) انجام می‌شود. گرده‌افشانی به‌صورت خشک به عملکرد زنبورهای عسل کمک بسیاری می‌کند، به‌گونه‌ای 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 به‌طور مستقیم روی سطح کلاله قرار می‌گیرد [۱۳].

روش گرده‌افشانی تر یا سوسپانسیون دانه گرده زمانی مفید است که زنبور عسل فعال و یا گل نر کافی در باغ وجود نداشته باشد [۲۲]. این روش، انتقال مستقیم گرده به کلاله را فراهم می‌کند. به‌علاوه، زمانی که سرما و رطوبت زیاد از جمله بارندگی فعالیت زنبور عسل را در دوره گرده‌افشانی محدود می‌کند، استفاده از گرده به‌صورت سوسپانسیون بسیار مفید است [۱۳]. از مایع رقیق‌کننده و مغذی کمکی دانه گرده و باعث زنده‌مانی دانه گرده، در محلول سوسپانسیون استفاده می‌کند. علاوه بر این، در محلول پاشی گرده، امکان غنی‌سازی دانه گرده با

این گل‌ها برای زنبور عسل می‌شود، به طوری که تعداد بذر در میوه کیوی در باغ گرده‌افشانی شده با دانه گرده خشک بیشتر به واسطه آثار زنبور عسل یا به کاربردن دانه گرده به‌تنهایی بود [۲].

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 به‌خوبی صورت نمی‌گیرد. در نتیجه، نیاز به گرده‌افشانی مصنوعی تکمیلی وجود دارد. بنابراین، هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر دانه گرده خشک و سوسپانسیون دانه گرده بر کیفیت میوه کیوی رقم 'هایوارد' بود.

## ۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۳ در باغ کیوی تجاری شرکت کشت و صنعت میثاق امداد، واقع در شهر کلاچای، استان گیلان روی درختان کیوی رقم 'هایوارد' انجام گرفت. شهر کلاچای از شمال به دریای خزر، از شرق به شهر چابکسر، از جنوب به ارتفاعات و جنگل‌های البرز و از غرب به شهرستان رودسر محدود شده و دارای طول جغرافیایی ۱۸-۰۴-۳۷ و عرض جغرافیایی ۵۷-۲۳-۵۰ است. ارتفاع آن از سطح دریا ۲۰ متر است.

نسبت درختان نر به ماده ۸:۱ بود. درختان باغ ۱۴ ساله و به‌صورت داریستی از نوع تی‌بار تربیت شده بود. تعداد درختان ماده ۳۶۴ عدد و درختان نر ۵۲ عدد در یک هکتار بود. فاصله درختان از یکدیگر ۴×۵/۶۰ متر و رقم گرده‌دهنده نر 'توموری' بود. برای گرده‌افشانی هشت کندو در هکتار استفاده شد، زمانی که ۱۰-۲۰ درصد گل‌ها باز شده بود. گل‌های نر در اواخر اردیبهشت، قبل از باز شدن

اضافه کردن عنصرهای غذایی از جمله بُر، کلسیم و روی به محلول سوسپانسیون دانه گرده وجود دارد [۲۲]. پژوهش‌های قبلی نشان داد که افزودن صمغ عربی و کلرید سدیم در محلول سوسپانسیون دانه گرده، باعث بهبود خاصیت سوسپانسیونی آن، افزایش جوانه‌زنی دانه گرده و رشد لوله گرده شده است [۲۵].

گرده‌افشانی مصنوعی باعث اطمینان باغدار از گرده‌افشانی کامل گل‌ها و کیفیت و شکل مناسب میوه‌های تولیدی می‌شود. با کاهش تعداد زنبورهای عسل در چین، این کشور شروع به انجام پروژه گرده‌افشانی مصنوعی در تولید میوه گلابی کرده است [۱۶]. در فلسطین اشغالی به‌منظور افزایش تولیدات در میوه خربزه درختی (پاپایا) گرده‌پاشی مصنوعی توصیه می‌شود [۲۹]. 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 [۲، ۱۶].

در کشور نیوزیلند از گرده‌افشانی مصنوعی برای تکمیل گرده‌افشانی طبیعی کیوی استفاده می‌شود. گزارش‌های قبلی از گرده‌افشانی مصنوعی در کیوی نشان داد که استفاده از این روش در باغ‌های کیوی باعث افزایش تعداد دانه، افزایش اندازه میوه، افزایش ماده خشک میوه، افزایش تعداد میوه‌های صادراتی، کاهش در هزینه‌های باغ و تضمین در گرده‌افشانی شد [۱۶]. همچنین، گرده‌افشانی مصنوعی در کیوی باعث افزایش وزن و اندازه میوه و تعداد دانه‌های موجود در کیوی می‌شود. گرده‌افشانی مصنوعی جایگزین مناسبی برای گرده‌افشانی طبیعی است و حتی می‌توان با مدیریت مناسب درختان گرده‌دهنده را از باغ حذف کرد [۱۳].

در گزارش‌های قبلی ثابت شده است که در کیوی به دلیل سطح کلاله زیاد در گل‌های ماده، گرده‌افشانی مصنوعی آسان‌تر و اثربخشی بیشتری دارد [۱۷]. به‌طور کلی، عدم تولید شهد در گل‌های کیوی باعث جذابیت کم

بود. برای این کار از قسمت انتهایی هر شاخه متوسط درخت کیوی، دو میوه و در مجموع هشت میوه از هر درخت برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. ویژگی‌هایی نظیر درجه‌بندی، تعداد بذر، طول، قطر، وزن میوه، درصد ماده خشک میوه، سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول، میزان عناصر معدنی مثل، نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، و فسفر بافت میوه ارزیابی شد. برای درجه‌بندی، میوه‌هایی با وزن ۹۰ و بالاتر از آن کیوی‌های درجه یک، میوه‌هایی با وزن ۷۰ تا ۹۰ گرم درجه دو و با وزن ۶۵ و کمتر از آن درجه سه تعیین شد [۱۴]. در نهایت، تعداد میوه‌های هر گروه بر اساس درصد بیان شد. برای شمارش تعداد بذر کیوی اجازه داده شد تا میوه‌ها به‌طور کامل نرم شود. سپس، له و از غربالی با منافذ ریز عبور داده شد. پس از خشک‌شدن تعداد بذرها شمارش شد. برای اندازه‌گیری طول و عرض میوه از دستگاه کولیس دیجیتالی (مدل Insize ساخت شرکت میتوتیو ژاپن) استفاده شد. سفتی گوشت میوه نیز با استفاده از دستگاه نفوذسنج (مدل FTO, 33) با نوک ۸ میلی‌متر در بخش مرکزی کیوی سنجیده و بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بیان شد [۱۱]. به‌منظور، تعیین میزان ماده خشک، نخست برش‌های ۱۰ میلی‌متری از قسمت میانی میوه‌ها تهیه شد. پس از محاسبه وزن تر، نمونه‌ها تا رسیدن به وزن ثابت در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد در آون خشک و درصد ماده خشک آن محاسبه شد [۱].

به‌منظور تجزیه عناصر معدنی از نمونه‌های خشک‌شده خاکستر و عصاره تهیه شد. مقدار کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری (تیتراکردن با محلول ۰/۰۱ نرمال EDTA)، پتاسیم با دستگاه فلیم‌فتومتر و فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتر (روش کالری‌متری) در طول موج ۴۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. میزان نیتروژن کل در میوه‌های خشک‌شده در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد با روش ماکرو کجلدال تعیین شد. مقدار عناصر معدنی میوه‌ها بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده

بساک، یعنی یک روز قبل از بازشدن گل‌ها جمع‌آوری و در پاکت‌های کاغذی ریخته و بلافاصله به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه گیلان منتقل شد. پس از آن، گل‌ها به آرامی روی غربال کشیده شد تا پرچم‌ها جدا شود. آنگاه به مدت ۲۴ ساعت در دسی‌کاتور با دمای ۳۰-۳۵ درجه سانتی‌گراد قرارگرفت تا خشک و دانه‌های گرده از آن جدا شود [۶].

محلول سوسپانسیون نگهدارنده دانه گرده شامل مخلوطی از ۲ درصد ساکاروز، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بوریک اسید، ۷۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات کلسیم، ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر کلرید سدیم و ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر صمغ عربی بود که با آب مقطر به حجم ۱ لیتر رسانده شد. میزان pH محلول روی ۷ تنظیم، سپس ۴ گرم دانه گرده به آن اضافه شد [۲۵]. در پایان، دانه گرده با سم‌پاش دستی در زمان ۶۰ درصد گلدهی، ۹۰ درصد گلدهی و ۶۰+۹۰ درصد گلدهی روی گل‌های ماده کیوی اسپری شد [۱۶]. برای گرده‌افشانی خشک هم دانه‌های گرده با نسبت سه قسمت پودر تالک و یک قسمت گرده (۱:۳) مخلوط شد [۱۶]. گرده‌ها با استفاده از قلم‌موی مخصوص به‌صورت دستی روی کلاله گل‌های ماده منتقل شد. تیمارها شامل گرده‌افشانی با سوسپانسیون دانه گرده و دانه گرده خشک بود که هر کدام در سه زمان ۶۰ درصد بازشدن گل‌ها، ۹۰ درصد بازشدن گل‌ها، و ۶۰+۹۰ درصد بازشدن گل‌ها گرده‌افشانی شد. تیمار شاهد شامل بدون گرده‌افشانی تکمیلی و تنها گرده‌افشانی آزاد بود.

برای انجام گرده‌افشانی، ۳۵ درخت یکنواخت انتخاب و گل‌های روی شاخه‌های متوسط، با طول تقریبی ۵۰ سانتی‌متر، در چهار جهت درخت (شمال، جنوب، شرق و غرب) نشانه‌گذاری شد. در مجموع، ۲۸۰ گل و در مرحله بعد میوه آن‌ها بررسی شد. زمانی که میزان مواد جامد محلول (TSS) میوه‌ها تقریباً به ۶/۲ درصد رسید، برداشت انجام شد [۷]. این زمان تقریباً مصادف با اوایل آبان ماه

## اثر گرده‌افشانی تکمیلی بر تشکیل و کیفیت میوه کیوی رقم 'هایوارد'

و گرده‌افشانی خشک) و فاکتور دوم، زمان گرده‌افشانی (۶۰ درصد بازشدن گل‌ها، ۹۰ درصد بازشدن گل‌ها و ۹۰+۶۰ درصد بازشدن گل‌ها) بود. داده‌ها در نهایت با نرم‌افزار SAS نسخه ۹٫۱ تجزیه و تحلیل شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد.

### ۳. نتایج و بحث

نتایج نشان داد که بیشترین درصد میوه‌های درجه یک (با بیش از ۹۰ گرم وزن)، مربوط به گرده‌افشانی با دانه گرده خشک و در مرحله ۶۰ درصد بازشدن گل‌ها بودند. بیشترین درصد میوه‌های کیوی درجه دو و سه مربوط به شاهد بود، یعنی بدون گرده‌افشانی تکمیلی و گرده‌افشانی با دانه گرده تر (سوسپانسیون دانه گرده) آن هم در مرحله ۹۰ درصد بازشدن کامل گل‌ها دیده شد. نتایج همچنین، نشان داد که گل‌های کیوی گرده‌افشانی شده با دانه گرده خشک بذر بیشتری نسبت به میوه‌های شاهد و گرده‌افشانی تر داشت. به علاوه، تعداد بذر میوه‌هایی بیشتر بود که در مرحله ۶۰ درصد گلدهی گرده‌افشانی شد (جدول ۱).

خشک بیان شد [۲۱]. برای اندازه‌گیری TSS، از دستگاه رفرکتومتر دیجیتالی مدل ۶۳۵ Euromex ساخت کشور ژاپن با دامنه صفر تا ۳۰ استفاده شد [۱]. برای اندازه‌گیری ویتامین ث میوه‌ها از روش تیتراکرن و با ۲ و ۶ دی‌کلروفنول ایندوفنول (DCIP) استفاده شد [۱].

برای برآورد اقتصادی تأثیر گرده‌افشانی تکمیلی، نخست درصد افزایش میانگین وزن میوه ناشی از گرده‌افشانی مصنوعی نسبت به شاهد محاسبه شد.

$100 \times \text{وزن میوه شاهد} / \text{وزن میوه شاهد} - \text{وزن میوه}$

حاصل از گرده‌افشانی تکمیلی = درصد افزایش وزن میوه

سپس، افزایش وزن میوه‌های حاصل از گرده‌افشانی مصنوعی در سطح یک هکتار به دست آمد. در ادامه، با ضرب آن در قیمت فروش یک کیلو محصول سال قبل (کیلوی ۱۰۰۰ تومان) و منهای هزینه لازم برای گرده‌افشانی مصنوعی در یک هکتار افزایش سود حاصل از گرده‌افشانی برای یک هکتار تعیین شد.

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تکرار و دو درخت در هر تکرار انجام شد. فاکتور اول، نوع گرده‌افشانی (گرده‌افشانی آزاد، گرده‌افشانی تر

جدول ۱. اثر نوع و زمان گرده‌افشانی تکمیلی بر درصد میوه‌های بازارپسند و غیربازارپسند کیوی رقم 'هایوارد'

تیمار	درجه یک (%)	درجه دو (%)	درجه سه (%)
نوع گرده‌افشانی بدون گرده‌افشانی تکمیلی (شاهد)	۸/۸۰ c	۶۵/۶۳ a	۲۵/۵۷ b
گرده‌افشانی تر	۱۴/۹۸ b	۴۵/۴۳ b	۳۹/۵۷ a
گرده‌افشانی خشک	۴۴/۴۵ a	۴۹/۸۵ b	۵/۶۹ c
زمان گرده‌افشانی ۶۰ درصد گلدهی	۲۷/۸۵ a	۵۳/۳۳ a	۱۸/۸۰ c
۹۰ درصد گلدهی	۲۰/۲۷ b	۵۰/۲۹ b	۲۹/۴۲ a
۹۰+۶۰ درصد گلدهی	۱۹/۲۴ b	۵۶/۸۹ a	۲۳/۸۵ b

\* داده‌های با حروف مشابه در داخل هر ستون اختلاف آماری در سطح احتمال ۵ درصد را نشان می‌دهد

داشته باشد. در این پژوهش، میوه‌های حاصل از گرده‌افشانی تکمیلی خشک وزن طول و قطر بیشتری نسبت به میوه‌های شاهد و گرده‌افشانی با سوسپانسیون دانه گرده نشان داد. به نظر می‌رسد گرده‌افشانی با دانه‌های گرده خشک باعث افزایش عملکرد زنبورهای عسل شده است، 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 [۱۵].

گرده‌افشانی در مرحله ۶۰ درصد گلدهی درصد ماده خشک میوه را افزایش داد، اما نوع گرده‌افشانی اثر معناداری بر مقدار ماده خشک نداشت (جدول ۲). بالا بودن درصد ماده خشک میوه کیوی تأثیر مثبت و معناداری روی مزه، کیفیت انبارمانی و تمایل مصرف‌کننده به مصرف میوه کیوی دارد. گزارش‌های قبلی نشان داد که گرده‌افشانی تکمیلی با افزایش تعداد بذر درصد ماده خشک میوه را افزایش می‌دهد [۳۰].

گرده‌افشانی مهم‌ترین عامل در تولید میوه کیوی است. گرده‌افشانی ناکافی باعث تولید میوه‌های کوچک، نامرغوب و کیفیت پایین از نظر بازارپسندی می‌شود که به دلیل ارتباط نزدیک بین اندازه میوه و تعداد بذر است [۱۱]. هر قدر تعداد تخمک‌های بیشتری بارور شود، تعداد بذر بیشتری تشکیل می‌شود. در نتیجه، میوه‌هایی با اندازه بزرگ‌تر شکل می‌گیرد. به دلیل اینکه دانه‌های کیوی منبع تولید هورمون‌های رشد است، باعث افزایش رشد دیواره تخمدان و در نتیجه رشد میوه می‌شود [۲۴].

بر اساس نتایج به دست آمده، گل‌های کیوی گرده‌افشانی شده با دانه گرده خشک وزن، طول و قطر بیشتری نسبت به میوه‌های شاهد و گرده افشانی تر داشت. همچنین، بهترین زمان گرده‌افشانی تکمیلی در افزایش اندازه میوه به ترتیب در مرحله ۶۰ و ۹۰ درصد گلدهی بود (جدول ۲).

بر اساس قوانین و مقررات وضع شده در نیوزیلند، میوه صادراتی کیوی باید در زمان برداشت حداقل ۷۲ گرم وزن

جدول ۲. اثر نوع و زمان گرده‌افشانی تکمیلی بر خصوصیات کیفی میوه کیوی رقم 'هایوارد'

تیمار	تعداد بذر	وزن میوه (g)	قطر میوه (mm)	طول میوه (mm)	ماده خشک (%)	سفتی (kg/cm <sup>2</sup> )
نوع گرده‌افشانی						
بدون گرده‌افشانی تکمیلی (شاهد)	۸۹۸/۸۸ bc	۷۴/۵۴ b	۴۵/۸۷ b	۵۹/۹۲ b	۱۶/۲۹ a	۸/۰۷ a
گرده‌افشانی تر	۹۰۷/۶۷ b	۷۱/۶۴ b	۴۴/۷۴ b	۵۸/۷۹ b	۱۶/۲۳ a	۷/۷۴ ab
گرده‌افشانی خشک	۱۰۰۳/۳۳ a	۹۰/۲۹ a	۴۷/۱۸ a	۶۵/۱۷ a	۱۶/۲۹ a	۷/۴۲ b
زمان گرده‌افشانی						
۶۰ درصد گلدهی	۹۴۴/۶۰ a	۸۱/۹۶ a	۴۹/۴۷ a	۶۲/۹۴ a	۱۶/۶۳ a	۷/۹۵ a
۹۰ درصد گلدهی	۸۸۵/۶۷ b	۷۵/۴۶ b	۴۶/۱۸ a	۶۰/۶۹ b	۱۶/۰۰ b	۷/۶۱ b
۶۰+۹۰ درصد گلدهی	۹۱۳/۷۳ ab	۷۷/۸۴ ab	۴۵/۴۲ a	۶۰/۸۶ ab	۱۵/۸۲ b	۷/۶۷ ab

\* داده‌های با حروف مشابه در داخل هر ستون اختلاف آماری در سطح احتمال ۵ درصد را نشان نداد.

### اثر گرده‌افشانی تکمیلی بر تشکیل و کیفیت میوه کیوی رقم 'هایوارد'

معرض نور یا دمای بالا، که باعث غیرفعال کردن آنزیم هیدرولیزکننده سلولاز و پلی‌گالاکتورناز می‌شود، تاریخ برداشت و مقدار عناصر معدنی میوه در زمان برداشت [۱۰]. به نظر می‌رسد کمتر بودن سفتی میوه‌های حاصل از گرده‌افشانی تکمیلی نسبت به شاهد به دلیل درشت‌تر بودن اندازه میوه باشد، که با سفتی رابطه عکس دارد [۱۵].

نتایج این پژوهش نشان داد میوه‌های شاهد (بدون گرده‌افشانی تکمیلی) دارای نیتروژن، فسفر و منیزیم بالاتری بود، ولی میزان کلسیم و پتاسیم کمتری داشت. بالاترین مقدار کلسیم و پتاسیم در گرده‌افشانی خشک مشاهده شد (جدول ۳). زمان محلول‌پاشی تأثیری بر مقدار عناصر کلسیم، منیزیم و نیتروژن نداشت، در عوض مقدار پتاسیم در مرحله ۶۰ درصد گلدهی و فسفر در مرحله ۶۰ و ۹۰ درصد گلدهی بیشتر بود (جدول ۳).

به نظر می‌رسد گرده‌افشانی تکمیلی توانست تعداد بذر بیشتری در میوه تشکیل دهد و به دنبال آن سینک قوی‌تری در میوه‌ها برای جذب آسیمیلات‌ها به وجود آید، در نتیجه درصد ماده خشک میوه افزایش یابد [۱۸]. همچنین، به نظر می‌رسد تأثیر کم گرده‌افشانی تکمیلی در مرحله ۹۰ درصد گلدهی ممکن است به واسطه توانایی پایین پذیرش دانه گرده و تخمدان کوچک‌تر و تعداد تخمک‌های کمتر گل‌های آخر فصل باشد [۲۳]. به نظر می‌رسد اضافه کردن بیش از اندازه دانه گرده روی سطح کلانه گل‌های ماده کیوی تأثیر منفی روی ویژگی‌های کیفی میوه‌ها داشته باشد. نتایج نشان می‌دهد که سفتی بافت میوه‌های شاهد به‌طور معناداری بیش از میوه‌های حاصل از گرده‌افشانی خشک است (جدول ۲). به‌طور کلی، عوامل مختلفی باعث بهبود سفتی بافت میوه‌ها می‌شود، از جمله قرارگرفتن در

جدول ۳. اثر نوع گرده‌افشانی و زمان گرده‌افشانی بر میزان و نسبت عناصر غذایی میوه کیوی رقم 'هایوارد'

تیماها	N	P	K	Mg	Ca	N/Ca	K/Ca	k+Mg/Ca	N+K/Ca
	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)				
نوع گرده‌افشانی									
بدون گرده‌افشانی	۱۶۳۸ a	۱۹۲ a	۶۵۸ b	۱۹۲ a	۲۵۸ b	۶/۳۷ a	۲/۵۵ ab	۳/۳۰ a	۸/۹۳ a
گرده‌افشانی تر	۱۳۱۷ c	۲۰۵ a	۶۴۱ b	۱۲۵ b	۲۳۷ c	۵/۸۴ b	۲/۷۴ a	۳/۲۹ a	۸/۵۰ a
گرده‌افشانی خشک	۱۵۰۷ b	۲۰۶ a	۷۴۰ a	۱۰۳ c	۳۰۴ a	۴/۹۵ c	۲/۴۵ b	۲/۷۹ b	۷/۳۲ b
زمان گرده‌افشانی									
۶۰ درصد گلدهی	۱۵۶۲ a	۲۰۴ a	۷۶۲ a	۱۱۵ a	۲۸۰ a	۵/۵۶ b	۲/۶۹ a	۳/۱۳ ab	۸/۲۵ ab
۹۰ درصد گلدهی	۱۴۹۳ ab	۲۰۱ a	۶۶۴ b	۱۴۸ a	۲۸۰ a	۵/۳۱ b	۲/۳۸ b	۲/۹۴ b	۷/۷۰ b
۶۰+۹۰ درصد گلدهی	۱۴۰۷ b	۱۹۸ b	۶۱۴ c	۱۴۴ a	۲۳۴ a	۶/۲۸ a	۲/۶۷ a	۳/۳۰ a	۸/۸۰ a

\* داده‌ها با حروف مشابه در داخل هر ستون اختلاف آماری در سطح احتمال ۵ درصد را نشان نداد.

نسبت نیتروژن به کلسیم (N/Ca)، پتاسیم به کلسیم (K/Ca)، مجموع پتاسیم و منیزیم به کلسیم (K+Mg/Ca) و مجموع نیتروژن و پتاسیم به کلسیم (N+K/Ca) بیشتری نسبت به میوه‌های گرده‌افشانی شده با گرده خشک داشت (جدول ۳). این نشان‌دهنده افزایش کلسیم در میوه‌های گرده‌افشانی شده با دانه گرده خشک است که باعث افزایش نسبت‌ها شده است. کلسیم ماده معدنی مهم در کیوی است که با کیفیت میوه ارتباط مثبت دارد [۹، ۱۱].

وضعیت متعادل عناصر معدنی در گیاهان به نسبت‌های N/Ca و K/Ca نیز بستگی دارد. در میوه کیوی نسبت بین کلسیم و نیتروژن از میزان هر کدام از این دو عنصر به‌تنهایی مهم‌تر است [۱۳]. نسبت عناصر غذایی معیاری کلیدی و مهم در پیش‌بینی کیفیت میوه‌ها در زمان برداشت است، به‌طوری که درصد ضایعات و سرعت نرم‌شدن بافت میوه طی مدت انبارمانی با نسبت بالای N/Ca و K/Ca درون میوه‌ها در زمان برداشت ارتباط مستقیم دارد [۲۶]. پتاسیم و منیزیم در جذب توسط گیاه رقابت کاتیونی آنتاگونیستی با کلسیم دارند که باعث می‌شود در اثر افزایش جذب پتاسیم و منیزیم، کیفیت میوه‌ها به‌علت کاهش جذب کلسیم کاهش پیدا کند [۴]. گزارش‌های قبلی مبنی بر ارتباط منفی بین نسبت بالای K+Mg/Ca با کیفیت میوه و عمر پس از برداشت آن‌ها نتایج به‌دست‌آمده را تأیید می‌کند [۱].

نتایج هم‌بستگی داده‌ها (جدول ۴) نشان داد که هم‌بستگی مثبت و معناداری بین تعداد بذر با وزن میوه و اندازه میوه وجود دارد (به‌ترتیب،  $r=0/52^{**}$ ،  $r=0/39^{**}$ )، به‌شکلی که میوه‌های با بیش از ۱۰۰۰ دانه، اندازه بسیار خوب و بازارپسندی دارد. همچنین، هم‌بستگی مثبت و معناداری بین سفتی بافت میوه و میزان ماده خشک میوه در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد ( $r=0/33^{**}$ ). نتایج این پژوهش، با یافته‌های پژوهش‌های قبلی هم‌خوانی دارد که نشان دادند، هم‌بستگی مثبت بین ماده خشک با سفتی بافت میوه کیوی وجود دارد [۳].

بالا بودن مقدار کلسیم و پایین بودن مقدار نیتروژن در میوه‌های کیوی گرده‌افشانی شده به‌روش خشک مزیت تلقی می‌شود. به‌نظر می‌رسد بهبود گرده‌افشانی با کاربرد دانه گرده خشک و آن هم در مرحله ۶۰ درصد بازشدن گل‌های کیوی باعث افزایش تعداد تخمک‌های بارور و تشکیل بذر شده است. در نتیجه، با افزایش تعداد بذر سینک قوی در میوه‌ها برای جذب آسمیلات‌ها و مواد معدنی تشکیل می‌شود، چرا که بذر منبع هورمون‌هایی مثل اکسین‌ها و سايتوکنین‌هاست و باعث افزایش انتقال مواد معدنی به‌ویژه کلسیم به میوه می‌شود [۲۰].

نیتروژن هم از مهم‌ترین عناصر معدنی در تولید میوه کیوی است و باعث افزایش عملکرد خواهد شد، ولی مقدار زیاد آن موجب نرم‌شدن زودهنگام میوه در انبار می‌شود. در واقع، عامل اصلی عمر انبارمانی میوه کیوی عنصر نیتروژن است. نیتروژن میوه‌ها در زمان برداشت به‌طور قابل‌توجهی با سرعت نرم‌شدن میوه‌ها در سردخانه ارتباط دارد [۲]. میزان بالای نیتروژن با کیفیت ضعیف میوه کیوی مرتبط است. همین‌طور تحقیقات قبلی نشان داد منیزیم در نرم‌شدن میوه‌های کیوی در انبار تأثیر معناداری نداشته است. گزارش‌های دیگر نشان داد که در میوه کیوی بین مقدار فسفر با سایر عناصر غذایی در زمان برداشت هیچ رابطه‌ای وجود ندارد [۲۸]. در این پژوهش، ارتباطی بین فسفر با سفتی بافت مشاهده نشد (جدول ۴). به‌طور کلی، اگرچه عناصر معدنی تنها بخش کوچکی از وزن خشک میوه را تشکیل می‌دهد، همین مقدار کم ممکن است بر کیفیت درونی میوه اثر قابل‌توجهی داشته باشد. به‌علاوه، پژوهش‌های قبلی نشان داد که در کیوی مقدار پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر بر ماندگاری پس از برداشت میوه مؤثر است [۴].

در به‌دست‌آوردن نسبت‌های عناصر غذایی نتایج نشان داد که گیاهان شاهد (بدون گرده‌افشانی تکمیلی) و گیاهان گرده‌افشانی شده به‌روش تر و شاهد به‌طور معناداری،



اثر گرده‌افشانی تکمیلی بر تشکیل و کیفیت میوه کیوی رقم 'هایوارد'

جدول ۳. همبستگی بین صفات کمی و کیفی میوه کیوی رقم 'هایوارد' در زمان برداشت

N	K	Mg	Ca	p	تعداد دانه	سفتی	ماده خشک	طول میوه	قطر میوه	وزن میوه	وزن میوه
					۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
											۰/۵۹ <sup>***</sup>
								۱	۰/۵۷ <sup>***</sup>	۰/۸۳ <sup>***</sup>	۰/۸۳ <sup>***</sup>
							۱	۰/۲۴ <sup>ns</sup>	۰/۱۳ <sup>ns</sup>	۰/۳۰ <sup>*</sup>	۰/۳۰ <sup>*</sup>
				۱	۰/۳۳ <sup>*</sup>	-۰/۳۵ <sup>*</sup>	-۰/۸۱ <sup>ns</sup>	-۰/۳۵ <sup>*</sup>	-۰/۲۴ <sup>ns</sup>	-۰/۲۴ <sup>ns</sup>	-۰/۲۴ <sup>ns</sup>
			۱	-۰/۳۵ <sup>*</sup>	۰/۳۱ <sup>*</sup>	۰/۳۹ <sup>***</sup>	۰/۲۱ <sup>ns</sup>	۰/۳۹ <sup>***</sup>	۰/۲۱ <sup>ns</sup>	۰/۵۳ <sup>***</sup>	۰/۵۳ <sup>***</sup>
				۱	-۰/۴۳ <sup>***</sup>	-۰/۱۴ <sup>ns</sup>	-۰/۴۳ <sup>***</sup>	-۰/۲۰ <sup>ns</sup>	۰/۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۱۹ <sup>ns</sup>	۰/۱۹ <sup>ns</sup>
			۱	-۰/۱۸ <sup>ns</sup>	-۰/۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۲۵ <sup>*</sup>	-۰/۵۱ <sup>***</sup>	۰/۵۱ <sup>***</sup>	-۰/۵۲ <sup>***</sup>	۰/۵۷ <sup>***</sup>	۰/۵۷ <sup>***</sup>
		۱	-۰/۳۳ <sup>*</sup>	-۰/۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۱۷ <sup>ns</sup>	-۰/۳۰ <sup>*</sup>	-۰/۴۶ <sup>***</sup>	-۰/۴۶ <sup>***</sup>	-۰/۱۲	-۰/۴۹ <sup>***</sup>	-۰/۴۹ <sup>***</sup>
	۱	-۰/۱۶ <sup>ns</sup>	-۰/۵۷ <sup>*</sup>	-۰/۱۶ <sup>ns</sup>	۰/۱۸ <sup>ns</sup>	-۰/۴۴ <sup>***</sup>	۰/۳۰ <sup>*</sup>	۰/۳۱ <sup>ns</sup>	۰/۳۱ <sup>ns</sup>	۰/۴۲ <sup>***</sup>	۰/۴۲ <sup>***</sup>
۱	-۰/۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۱۵ <sup>ns</sup>	۰/۳۳ <sup>*</sup>	۰/۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۲۳ <sup>ns</sup>	۰/۲۶ <sup>ns</sup>	۰/۲۶ <sup>ns</sup>	۰/۳۶ <sup>*</sup>	۰/۱۷ <sup>ns</sup>	۰/۱۷ <sup>ns</sup>

بهدارهای کشاورزی

به‌تنهایی بر سفتی بافت میوه تأثیر ندارد، زیرا به‌طور متضاد با کلسیم، سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم نیز بر سفتی بافت میوه مؤثرند [۱۰]. گزارش‌های قبلی نشان دادند که هم‌بستگی منفی و معناداری بین سفتی میوه و نیتروژن و پتاسیم وجود دارد، اما در این پژوهش رابطه معناداری بین سفتی با نیتروژن و پتاسیم مشاهده نشد.

### ۱.۳. برآورد اقتصادی

نتایج نشان داد که گرده‌افشانی تکمیلی گل‌های کیوی با دانه گرده خشک میانگین وزن میوه را به‌طور معناداری در مقایسه با شاهد (۲۱/۱۲ درصد) افزایش داده است، ولی سوسپانسیون دانه گرده تأثیری در افزایش میانگین وزن میوه نداشته است. با توجه به عملکرد ۲۵ تنی درختان شاهد در هکتار میزان افزایش وزن حاصل از گرده‌افشانی تکمیلی برابر با ۵۲۸۰ کیلوگرم است. با توجه به قیمت فروش میوه کیوی در سال گذشته (۱۰۰۰ تومان) مقدار افزایش درآمد حاصل از گرده‌افشانی ۵,۲۸۰,۰۰۰ تومان است. اگر از این میزان هزینه جمع‌آوری، تهیه و آماده‌سازی دانه گرده، همچنین هزینه گرده‌پاشی در هکتار کم شود (تقریباً ۴۰۰ هزار تومان) سود خالص برابر ۴,۸۸۰,۰۰۰ تومان در هکتار در گرده‌افشانی با دانه گرده خشک به‌دست می‌آید.

### ۴. نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که بیشترین درصد میوه‌های درجه یک یا ممتاز (با بیش از ۹۰ گرم وزن) زمانی به‌دست خواهد آمد که گرده‌افشانی تکمیلی با دانه گرده خشک در مرحله ۶۰ درصد بازشده گل‌ها انجام شد. اما، سوسپانسیون دانه گرده به‌همراه شاهد، یعنی بدون گرده‌افشانی تکمیلی، کمترین درصد میوه‌های درجه یک را داشت. بیشترین تعداد بذر در میوه‌ها زمانی به‌دست آمد که گل‌ها در مرحله ۶۰ درصد

میزان ماده خشک بالا در زمان برداشت یکی از عوامل مثبت و تأثیرگذار بر سفتی بافت میوه‌هاست. بر اساس رگرسیون مرحله‌ای بین ماده خشک و سفتی بافت میوه کیوی در زمان برداشت نیز این نتیجه گزارش شد که هم‌بستگی مثبتی بین سفتی بافت میوه و ماده خشک وجود دارد [۱۰].

نتایج وجود هم‌بستگی مثبت و معنادار بین مقدار کلسیم میوه با درصد ماده خشک در سطح احتمال ۵ درصد را نشان داد ( $r=0/25^*$ ). هم‌بستگی منفی و معناداری بین مقدار منیزیم و پتاسیم با درصد ماده خشک ( $r=-0/30^*$ ،  $r=-0/44^*$ ) و مقدار کلسیم ( $r=-0/22^*$ ،  $r=-0/57^*$ ) در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد.

طبق نتایج به‌دست آمده پتاسیم و منیزیم با کلسیم رقابت کاتیونی آنتاگونیسمی در جذب و انتقال دارد [۴]. میزان پتاسیم میوه‌های کیوی برداشت‌شده از درخت با میزان ماده خشک میوه‌ها ارتباط منفی دارد. مقدار ماده خشک در میوه کیوی نیز مهم است و به‌طور مثبت با مزه و تمایل مصرف‌کننده ارتباط دارد و کیفیت میوه را در دوره انبارمانی تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۱].

در این پژوهش بین نیتروژن و ماده خشک ارتباط مثبت و معناداری مشاهده نشد. نتیجه حاضر با تحقیقات قبلی مغایرت دارد که گزارش کردند، بین نیتروژن و ماده خشک ارتباط منفی و معناداری وجود دارد [۵]. پژوهش‌های قبلی نشان داد که رابطه‌ای مستقیم بین کلسیم با سفتی بافت میوه کیوی وجود دارد [۳]. میزان کلسیم میوه با سفتی بافت آن به‌ویژه پس از انبارمانی به‌علت نقش کلسیم در حفظ ساختار دیواره سلولی و نفوذپذیری غشا ارتباط دارد. اما، در این پژوهش هم‌بستگی معناداری بین کلسیم با سفتی بافت میوه دیده نشد. یافته‌های مشابهی با نتایج پژوهش حاضر وجود دارد که نبود ارتباط میان میزان کلسیم را با سفتی بافت میوه نشان می‌دهد. به‌نظر می‌رسد میزان کلسیم

- kiwifruit cv, Hayward based on mineral composition of fruitlets and mature fruits. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 431-441. [in Persian]
- Bangerth T (1979) Calcium -related physiological disorders of plants. Annual Review of Physiology. 17: 97-122.
  - Barker A and Pilbeam D (2007) Handbook of plant nutrition. CRC Press. Boca Raton, USA. 632 p.
  - Borghazan M, Clauman AD, Steinmacher DA, Guerra MP and Orth AI (2011) *In vitro* viability and preservation of pollen grain of kiwi. Crop Breeding and Applied Biotechnology. 11: 338-344.
  - Burdon J, McLeod D, Lallu N, Gamble G, Petley M and Gunson A (2004) Consumer evaluation of Hayward kiwifruit of different at-harvest dry matter contents. Postharvest Biology and Technology. 34: 245-255.
  - Chensheng L, Kenneth MW and Richard AC (2012) In situ replication of honey bee colon collapse disorder. Bulletin of Insectology. 65: 258-266.
  - Clark CJ, Smith GS and Walker GD (1987) The form, distribution and seasonal accumulation of calcium in kiwifruit leaves. New Phytologist. 105: 477-486.
  - Feng J, MacKay BR and Maguire KM (2003) Variation in firmness of packed in Hayward kiwifruit. Acta Horticulturae. 610: 211-218.
  - Feng J (2003) Segregation of Hayward kiwifruit for storage potential. PhD Thesis, Massey University. Palmerston North, New Zealand. 488 P.
  - Ferguson AR (1984) Kiwifruit: a botanical review. Horticultural Reviews. 6: 1-64.
- تمام گل با دانه گرده خشک گرده‌افشانی شد. چنین میوه‌های وزن، طول و قطر بیشتری نسبت به شاهد و گرده‌افشانی تر داشت. گرده‌افشانی تکمیلی گل‌های کیوی با دانه گرده خشک با افزایش مقدار کلسیم میوه باعث کاهش نسبت نیتروژن به کلسیم (N/Ca)، پتاسیم به کلسیم (K/Ca)، مجموع پتاسیم و منیزیم به کلسیم (K+Mg/Ca) و مجموع نیتروژن و پتاسیم به کلسیم (N+K/Ca) و در مجموع باعث بهبود تعادل عناصر غذایی میوه شد. به‌طور کلی، به‌نظر می‌رسد که گل‌های کیوی دیرتر باز شده، کیفیت و توانایی پذیرش دانه گرده کمتری نشان داد. بنابراین، انجام گرده‌افشانی در مرحله ۶۰ درصد گلدهی درخت نسبت به مرحله ۹۰ درصد باز شدن گل‌ها باعث بهبود اکثر صفات کیفی میوه کیوی رقم 'هایوارد' شده است، اگرچه اختلاف معناداری با انجام گرده‌افشانی با ۶۰+۹۰ روز نشان نداد. همچنین، انجام گرده‌افشانی تکمیلی با دانه‌های گرده خشک، با افزایش لقاح تخمک‌ها تعداد بذر بیشتری را در میوه تشکیل داد. چنین میوه‌هایی سینک قوی‌تری داشت. این خود به افزایش ویژگی‌های کیفی و بهبود تعادل عناصر غذایی میوه انجامید. در مجموع، افزایش سود حاصل از گرده‌افشانی تکمیلی با دانه گرده خشک برابر با ۴,۸۸۰,۰۰۰ تومان در هکتار محاسبه شد.

## منابع

- عاشوری م، قاسم‌نژاد م، ابراهیمی ر و صبوری ع (۱۳۹۲) ارزیابی عمر انبارمانی میوه کیوی رقم 'هایوارد' بر اساس ترکیب معدنی میوه‌چه‌ها و میوه‌های بالغ. مجله علوم باغبانی ایران. ۴: ۴۴۱-۴۳۱.
- Anonymous (2012) EP Pruning. Eastpack World Class Orchard to Market. 123: 1-16.
- Ashouri M, Ghasemnezhad M, Ebrahimi R and Sabouri A (2012) Evaluation of storage life in

13. Ferguson IB, Throp TG, Barnet AM, Boyd LM and Triggs CM (2003) Inorganic nutrient concentrations and physiological pitting in 'Hayward' kiwifruit". Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 78: 497-504.
14. Food and Agriculture Organization. (2009). Agriculture Production in FAO. from <http://www.fao.org/faostat>.
15. Goodwin M (2012) Pollination of crop in Australia and New Zealand. Rural Industries Research and Development Corporation. 136 p.
16. Hii MJW (2004) Kiwifruit flower pollination, wind pollination efficiencies, and sprayer jet applications. Ph.D Thesis. University of Canterbury.
17. Hopping ME and Jerram EM (1979) Pollination of kiwifruit (*Actinidia chinensis*. Planch.): stigma-style structure and pollen tube growth. New Zealand Journal of Botany. 17: 233-240.
18. Hopping ME and Hacking NJA (1983) A comparison of pollen application methods for artificial pollination of kiwifruit. Acta Horticulturae. 139: 41-47.
19. Hopping ME and Jerram EM (1980) Supplementary pollination of tree fruit. New Zealand Journal of Agriculture Research. 23: 517-521.
20. Hopkirk G, Harker FR and Harman JE (1990) Calcium and the firmness of kiwifruit. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 18: 215-219.
21. Jones J (2001) Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. CRC Press, Boca Raton, USA. 384 p.
22. Jutamane K, Krisanapook K, Phutanon L and Pichakum A (2000) Anther dehiscence, pollen viability and pollen germination of three mango cultivars with different fruit set characters. Acta Horticulturae. 553-558.
23. Lai R, Woolley DJ, Lawes GS (1990) The effect of inter-fruit competition, type of fruiting lateral and time of anthesis on fruit growth of kiwifruit. Journal of Horticultural Science. 65: 87-96.
24. Lawes S and Woolley D (1990) Remarkable gain in fruit size achieved. New Zealand Kiwifruit. 64: 26.
25. Kyeong HL and Sang HL (2013) Effect of sodium chloride, PGDO and Arabic gum in pollen liquid diluent on suspensibility of kiwi pollen. Journal of Applied Botany and Food Quality. 86: 133-137.
26. Prasad M and Spiers TM (1991) The effect of nutrition on the storage quality of kiwifruit (a review). Acta Horticulturae. 297: 579-585.
27. Sherry Kao MW (2006) A comparative study of antioxidant and physicochemical properties of blackberry and Kiwifruit. Degree of Master of Science. 120 p.
28. Shiri MA, Ghasemnezhad M, Fatahi Moghadam J and Ebrahim R (2015) Efficiency of CaCl<sub>2</sub> spray at different fruit development stages on the fruit mineral nutrient accumulation cv. Hayward kiwifruit. Journal of Elementology. 21(1): 195-209.
29. Tomer E (2005) La papaya en Israel. VI Jornadas Andaluzas de Frutos Tropicales Torre del Mar. Málaga, Spain. 6-7.
30. Woodward TJ and Clearwater MJ (2008) Relationships between 'Hayward' kiwifruit weight and dry matter content. Postharvest Biology and Technology. 48: 378-382.



## Crops Improvement

(Journal of Agricultural Crops Production)

Vol. 19 ■ No. 3 ■ Autumn 2017

### The effect of supplemental pollination on fruit set and the quality of Hayward kiwifruit

*Samaneh Jahanpanh<sup>1</sup>, Mahmood Ghasemnezhad<sup>2\*</sup> and Iones Ebrahim<sup>3</sup>*

1. M.Sc., Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran

2. Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran

3. Assistant Professor, Citrus Research Institute, Ramsar, Iran

Received: March 14, 2016

Accepted: May 28, 2016

#### Abstract

Incomplete pollination of kiwifruit flowers could be the main limiting factor which reduces marketable kiwifruit quality. Therefore, at the current study effect of pollen suspension and dry pollen as supplemental artificial pollination were evaluated on characteristics such as fruit size, fruit weight, seed number, dry matter percent, tissue firmness, total soluble solid, and vitamin C content, mineral nutrient elements such as nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium of Hayward Kiwifruit. The results showed that pollination with dry pollen, at the 60% of full bloom stage, increased marketable fruits in compare to other treatments. There are more seed number in these fruits (11% and 5% respectively), which result to increase fruit size, length and diameter as compare to pollen suspension and control. Fruit vitamin C could not affect by pollination, but fruit dry matter of flowers which pollinated at 60% of full bloom was the higher than the other treatments. Supplemental pollination with dry pollen increased fruit calcium, which resulted to improve nitrogen to calcium, potassium to calcium, the sum of potassium and magnesium to calcium, the sum of nitrogen and potassium to calcium ratios. Overall, it seems that supplemental pollination, especially with dry pollen at 60% of full bloom stage, could improve pollination and ovules fertilization. In conclusion, the same fruits have more seed number and strength sink for accumulation assimilate and mineral elements especially calcium. Overall, the profit of supplemental pollination with dry pollen was calculated about 48,800,000 Rials per hectare.

**Keywords:** artificial pollination, calcium, fruit weight, pollen grain, seed.