

## بررسی تاثیر نوع دانه گرده بر تشکیل میوه و کیفیت آن در انبه (*Mangifera indica*)

منصوره شمیلی<sup>۱</sup>، محمد رضا فتاحی مقدم<sup>۲</sup> و علیرضا طلائی<sup>۳</sup>

۱- نویسنده مسؤول: استادیار گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه هرمزگان (mansoore.shamili@gmail.com)

۲- دانشیار گروه باغبانی دانشگاه تهران

۳- استاد گروه باغبانی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: ۹۰/۸/۱۵

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۱۷

### چکیده

انبه یکی از محصولات گرمسیر است که در جنوب ایران کشت و کار میشود و عملکرد کمتری در مقایسه با سایر مناطق مورد کشت و کار دارد. طبق گزارشات عملکرد این گیاه در اثر دگر گرده افشانی افزایش می یابد. هدف از این تحقیق مقایسه تاثیر خودگشنی، گرده افشانی کنترل شده و گرده افشانی آزاد بر رشد لوله گرده و تولید میوه در سه ژنوتیپ انبه موجود در ایران بود. پس از اعمال تیمارهای گرده افشانی، از گل های گرده افشانی شده در زمان های سه و هفت روز بعد از گرده افشانی، نمونه گیری انجام شد. رنگ آمیزی مادگی با آنیلین بلو و مطالعه وضعیت رشد لوله گرده با استفاده از میکروسکوپ فلورسنت انجام شد. درصد تشکیل میوه نهایی ۱۵ و ۹۰ روز پس از گرده افشانی شمارش گردید. میانگین طول، عرض، وزن و مواد جامد محلول میوه در تمام تیمارها ثبت گردید. خودگشنی در همه ژنوتیپ ها مانع تشکیل میوه گردید. بین خودگرده افشانی و گرده افشانی آزاد تفاوت معنی داری در مورد رشد لوله گرده و تشکیل میوه مشاهده شد. بالاترین میزان تشکیل میوه در ژنوتیپ های شماره یک و سه با دانه گرده ژنوتیپ شماره دو مشاهده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که نوع دانه گرده می تواند بر درصد تشکیل میوه و خصوصیات کمی و کیفی میوه انبه تاثیر گذار باشد، بطوریکه درصد تولید شده در حالت خودگشنی به طور معنی داری کمتر از حالت دگرگشنی است. به منظور افزایش راندمان تولید در این گیاه علاوه بر تاثیر مثبت گرده افشانی با دانه گرده غیر خودی، باید والد گرده دهنده مناسب برای هر رقم انتخاب و مورد توجه قرار گیرد.

**کلید واژه ها:** انبه، دانه گرده، دگر سازگاری، خود سازگاری، گرده افشانی، میوه

### مقدمه

ناسازگاری پدیده ای شناخته شده در گیاهان گل دار می باشد که از خودگشنی یا حتی دگرگشنی جلوگیری می نماید. وجود این پدیده در نیمی از نهاندانگان گزارش شده است (برویبکر<sup>۱</sup>، ۱۹۵۷).

یکی از مهمترین اهداف به منظور تولید تجاری درختان میوه، تعیین ارقام خود یا دگرناسازگار و در

نهایت معرفی گروه های سازگار از نظر گرده افشانی می باشد. از روش های متعددی مانند پوشاندن گل آذین، مشاهده میزان رشد لوله گرده سازگار در مسیر کلاله تا تخمدان با استفاده از میکروسکوپ فلورسنت، الکتروفورز و بررسی باندهای ریبونوکلئازهای خامه و همچنین پی سی آر<sup>۲</sup> اختصاصی آلل های مکان S<sup>۳</sup> برای تعیین سازگاری استفاده می شود (اورتگا و دیسنتا<sup>۳</sup>، ۲۰۰۴).

در گل آذین هایی که قبل از مرحله گلدهی کامل با کیسه مخصوص پوشانده شوند و از دگرگرده افشانی آنها ممانعت شود، هیچ میوه ای تشکیل نخواهد شد. اما خوشه هایی که در مرحله تمام گل با گرده های رقمی سازگار گرده افشانی کنترل شده داشته باشند، می توانند تا ۲۳/۴ درصد گل های تلقیح شده را به میوه تبدیل کنند (شارما و سینگ، ۱۹۶۵). اما موخرجی و همکاران (۱۹۶۸) در یک آزمایش طی سه سال با مقایسه توان خود گشنی و دگر گشنی در برخی ارقام انبه به این نتیجه رسیدند که در صورت پوشاندن گل آذین در رقم 'ایروین' هیچ میوه ای تولید نمی شود، ولی در رقم 'مایا' مقدار قابل توجهی میوه تشکیل گردید.

با توجه به این که متوسط عملکرد انبه در ایران حدود هشت تن در هکتار گزارش شده است در حالی که متوسط میزان عملکرد آن در دنیا ۱۵ تن در هکتار بوده است (آمارنامه فائو<sup>۱۰</sup>) و از طرفی طبق گزارشات موجود عملکرد میوه انبه در اثر دگرگرده افشانی افزایش می یابد (داگ و همکاران، ۲۰۰۰)، لذا مقایسه حالت های خودگشنی، گرده افشانی آزاد، کنترل شده و بررسی تاثیر آنها بر تشکیل، رشد میوه و کیفیت آن در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفته است.

### مواد و روش ها

منطقه اصلی کشت انبه در ایران در استان هرمزگان می باشد که آب و هوای آن در مناطق کوهستانی گرم و خشک و در نواحی ساحلی و جلگه ها گرم و مرطوب است. این استان دارای زمستان های نسبتاً خشک (آذر، دی و بهمن) و تابستان های گرم (بقیه ماه های سال) می باشد. در این منطقه متوسط بارندگی سالانه ۱۴۸ میلی متر، متوسط رطوبت نسبی ۶۰ درصد، متوسط دمای سالانه ۲۶/۸°C، متوسط حداقل دمای سالانه ۲۲/۵°C، متوسط حداکثر دمای سالانه ۳۱/۳°C، حداقل مطلق دما

هرچند نظام خودناسازگاری در بسیاری از گیاهان مشخص و تفکیک شده است (بریویکر، ۱۹۵۷؛ کوپ<sup>۱</sup>، ۱۹۶۲؛ نایت و روجرز<sup>۲</sup>، ۱۹۵۵؛ اورتگا و دیسنتا، ۲۰۰۴؛ راموس و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۵)، اما تحقیقات انجام شده در گیاه انبه بسیار مختصر بوده و از نحوه توارث و یا مکانیسم آن اطلاعات دقیقی در دسترس نیست (آندرسون و همکاران<sup>۴</sup>، ۱۹۸۲؛ داگ و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۰۰؛ ایساراکراسیلا و کنسیدین<sup>۶</sup>، ۱۹۹۴؛ لاوی و همکاران<sup>۷</sup>، ۱۹۹۶؛ موخرجی و همکاران<sup>۸</sup>، ۱۹۶۱؛ پینتو و همکاران<sup>۹</sup>، ۲۰۰۴؛ پینتو و همکاران، ۲۰۰۴؛ ساخویبول و همکاران<sup>۱۰</sup>، ۲۰۰۰).

پوشاندن گل ها در باغ، بررسی آناتومی و ریخت شناسی مادگی، واکنش گرده به روش های رنگ آمیزی، جوانه زنی دانه گرده در محیط های کشت، جوانه زنی گرده روی کلالة و میزان نفوذ لوله گرده در تخمدان از جمله روش های قابل استفاده برای سنجش قوه نامیه دانه گرده و بررسی سازگاری گرده افشانی در انبه به شمار می آیند (داگ و همکاران، ۲۰۰۰؛ ایساراکراسیلا و کنسیدین، ۱۹۹۴؛ یانگ<sup>۱۱</sup>، ۱۹۴۲).

پژوهش های انجام شده روی اثر دانه گرده خودی یا غیرخودی در انبه نتایج متفاوتی نشان داده است (موخرجی و همکاران، ۱۹۶۸؛ شارما و سینگ<sup>۱۲</sup>، ۱۹۶۵؛ سینگ، ۱۹۶۱. سینگ (۱۹۶۱) عنوان داشت که فقط گل های گرده افشانی شده با گرده غیر خودی تشکیل میوه می دهند و این مساله نیاز به دگرگرده افشانی آنها را مشخص می سازد. نتایج تحقیق دیگری نشان داده است

- 1- Cope
- 2- Knight & Rogers
- 3- Ramos *et al.*
- 4- Anderson *et al.*
- 5- Dag *et al.*
- 6- Issarakraisila & Considine.
- 7- Lavi *et al.*
- 8- Mukhreji *et al.*
- 9- Pinto *et al.*
- 10- Sukhvibul *et al.*
- 11- Young
- 12- Sharma & Singh

13- Irwin

14- Maya

15- www.fao.org

دانه گرده مربوطه و به کمک قلم موی نقاشی ظریف بر روی سطح کلاله گل‌های باز شده انجام گرفت. پس از آن که سطح کلاله در تمامی گل‌های گرده افشانی شده به رنگ قهوه ای تیره متمایل شد (۷ روز بعد از گرده افشانی یعنی در تاریخ ۱۷ بهمن)، کیسه‌ها از روی گل آذین‌ها برداشته شد (موخر جی و همکاران، ۱۹۶۱).

این تحقیق در قالب دو آزمایش صورت گرفت. در آزمایش اول که به منظور بررسی تاثیر متقابل ژنوتیپ‌های گرده دهنده و گیرنده بر صفات کمی و کیفی میوه صورت گرفته بود، به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار طراحی گردید. سه ژنوتیپ گرده دهنده و سه ژنوتیپ گرده گیرنده به عنوان فاکتورهای اصلی در نظر گرفته شدند. در این آزمایش پس از برداشتن کیسه‌ها از روی شاخه‌ها به منظور ارزیابی میزان ریزش میوه‌ها و شمارش میوه‌های باقی مانده، تعداد میوه تشکیل شده در مرحله ۱۵ روز (شمارش اول) و ۹۰ روز (شمارش دوم) به ترتیب ۲۵ بهمن و ۱۴ اردیبهشت، پس از گرده افشانی در هر خوشه گل شمارش شد. همچنین در زمان برداشت میوه شاخص‌هایی نظیر طول، عرض، وزن میوه در تیمارهای مختلف گرده افشانی اندازه‌گیری شد. از جمله صفاتی که به عنوان صفات کیفی میوه انبه مورد توجه می‌باشند میتوان درصد مواد جامد محلول، اسید میوه و میزان ویتامین ث را برشمرد. از آنجا که به تاثیر دانه گرده بر میزان مواد جامد محلول انبه اشاره شده است (سینگ، ۱۹۸۲)، این صفت در این تحقیق نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور یک قطره از عصاره آب میوه بر منشور دستگاه انعکاس سنج دستی الپترون<sup>۱</sup> قرار داده شد و ضریب شکست نور توسط محلول قندی روی دستگاه قرائت شد (حسینی، ۱۳۷۸).

سپس داده‌های حاصله آنالیز گردید تا تاثیر عوامل ذکر شده بر درصد تشکیل میوه اولیه، درصد میوه نهایی

$3/6^{\circ}\text{C}$  و حداکثر مطلق دما  $48^{\circ}\text{C}$  است (زنده دل، ۱۳۸۴).

به منظور افزایش دقت و مدیریت هر چه بهتر گل آذین‌های مورد تیمار و در نتیجه حصول نتیجه مطلوب، درختان مورد ارزیابی از نمونه‌های موجود در مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان میناب واقع در استان هرمزگان انتخاب گردیدند. اندازه‌گیری کمیت‌ها و مشاهدات مورد نظر در آزمایشگاه باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان صورت گرفت.

بدین منظور سه ژنوتیپ انبه ۱۰ ساله پیوندی که منشا هندی داشته و در شرایط رشدی مطلوب بودند، انتخاب شدند. از آنجا که ژنوتیپ‌های انتخاب شده فاقد نام محلی و شناخته شده بودند، لذا با شماره‌های یک تا سه نام‌گذاری شدند.

از هر درخت دو گل آذین جهت تعیین میزان خود گرده افشانی، چهار گل آذین جهت دگر گرده افشانی کنترل شده و دو گل آذین جهت گرده افشانی آزاد (از جهات مختلف درخت) در نظر گرفته شد. به منظور جلوگیری از گرده افشانی ناخواسته (در حالت خود گرده افشانی و دگر گرده افشانی کنترل شده)، قبل از شکفتن گل‌ها (۲۰ دی ماه در منطقه مورد ارزیابی)، شاخه‌های انتخاب شده با استفاده از کیسه‌های پارچه‌ای توری پوشانده شدند. بعد از پوشاندن گل آذین‌های درختان مورد بررسی، تعدادی از گلهای هریک از ژنوتیپ‌های گرده دهنده در مرحله بالونی (نزدیک به باز شدن که در ای منطقه ۹ بهمن بود) به منظور تهیه دانه گرده جمع‌آوری شدند.

زمانی که نیمی از گل‌های روی درخت باز شده و شروع به تغییر رنگ از قرمز به قهوه ای کردند (۱۰ بهمن)، به عنوان مرحله آمادگی مادگی برای پذیرایی دانه گرده در نظر گرفته شد (پینتو و همکاران، ۲۰۰۴). عمل گرده افشانی کنترل شده با انتقال دستی دانه گرده ارقام گرده دهنده از ظروف شیشه ای کوچک حاوی

نفوذ به تخمدان در زیر میکروسکوپ فلورسنت مدل لسیا دی ام ال بی-۲<sup>۳</sup> بررسی و تصویر آن ثبت گردید. حضور یا عدم حضور لوله گرده در خامه و تخمدان در حداقل ۵ نمونه تخمدان از هر تیمار ثبت گردید (پینتو و همکاران، ۲۰۰۴؛ ساخویبول و همکاران، ۲۰۰۰).

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده های مرتبط با تشکیل میوه اولیه و نهایی و همچنین صفات اندازه گیری شده در تیمارهای مختلف گرده افشانی در جداول ۱ تا ۴ آورده شده است. بر اساس نتایج جدول ۱ اثر تیمارها روی درصد تشکیل میوه ژنوتیپ های مورد بررسی در شمارش اول (۱۵ روز) در سطح ۵ درصد معنی دار می باشد. مقایسه میانگین اثر تیمارهای گرده افشانی روی درصد تشکیل میوه در شمارش های اول و دوم در جدول ۲ آورده شده است. گرده افشانی ژنوتیپ ۱ با گرده ژنوتیپ ۲ بیشترین میانگین درصد تشکیل میوه را داشت (۸ درصد). گرده افشانی آزاد در هر سه ژنوتیپ میزان متوسطی از درصد تشکیل میوه را به همراه داشت. نتایج این آزمایش نشان داد که در تیمار پوشش کامل گل آذین های ژنوتیپ ۱، ۲، ۳ علیرغم خودگرده افشانی مصنوعی هیچ میوه ای تشکیل نشد (جدول ۲). متوسط تعداد میوه در خوشه در صورت انجام گرده افشانی کنترل شده با گرده غیر خودی، در زمان ۱۵ روز بعد از گرده افشانی برابر با ۵/۳ عدد بود. متوسط درصد میوه ۱۵ روز بعد از گرده افشانی در تیمار گرده افشانی آزاد برابر ۴ درصد بود. سینگ و همکاران (۱۹۸۲) نیز بعد از پوشاندن گل آذین و انجام گرده افشانی خودی در چند رقم انبه در هندوستان درصد تشکیل میوه را صفر اعلام نمود. همچنین بررسی های انجام شده روی ارقام 'لانگرا'، 'داهشاری'، 'چاوسا' و 'بمبئی گرین' نشان

و صفات ارزیابی شده مورد بررسی قرار گیرد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد. محاسبات مورد نیاز با استفاده از نرم افزار SAS (9.1) انجام گردید.

آزمایش دوم به منظور مشاهده میکروسکوپی تاثیر تیمارهای اعمال شده (سه ژنوتیپ گرده دهنده و سه ژنوتیپ گرده گیرنده) بر جوانه زنی دانه گرده و میزان رشد لوله گرده صورت گرفت.

از آنجا که لقاح در گل های انبه معمولاً تا ۲۴ ساعت بعد از گرده افشانی صورت می گیرد و تا سه روز بعد از گرده افشانی کامل می شود، نمونه گیری به منظور تهیه اسلاید جهت مشاهده نفوذ لوله گرده سه روز بعد از گرده افشانی انجام شد. اما به منظور اطمینان از رشد لوله گرده و مشاهده نفوذ آن می توان هفت روز بعد از گرده افشانی نیز نمونه هایی را تهیه و مشاهده نمود (شارما و سینگ، ۱۹۶۵). بدین منظور تعداد ۱۰ عدد گل از هر تیمار، در روزهای سوم و هفتم پس از گرده افشانی جمع آوری و در محلول تثبیت کننده<sup>۱</sup> (الکل اتیلیک ۷۰ درصد، فرمالین و اسید استیک گلاسیال به نسبت ۱۸:۱:۱) قرار داده شدند و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شدند. در مرحله بعد به کمک پنس و چاقوی برش آزمایشگاهی خامه از تخمدان جدا شده، سپس خامه و تخمدان سه بار (با فاصله زمانی یک ساعت) در آب مقطر شسته و در دمای اتاق نگهداری شدند. نمونه ها به محلول سولفیت سدیم<sup>۲</sup> پنج درصد منتقل شده و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری گردیدند (لاوی و همکاران، ۱۹۹۶). روز بعد به منظور حذف ماده تثبیت کننده، نمونه ها به مدت پنج دقیقه در فشار یک اتمسفر اتوکلاو گردیده و سپس به کمک پنس به یک اسلاید میکروسکوپی منتقل شده و بعد از له کردن نمونه ها، رنگ آمیزی آنها با یک قطره آنیلین بلو انجام گرفت. جوانه زنی دانه گرده بر کلاله، رشد لوله گرده در خامه و

3- Leica DM LB-2

4- Langra

5- Dashehari

6- Chausa

1- Fixative

2- Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>

زمان ریزش می کنند (چادها و پال<sup>۲</sup>، ۱۹۸۶؛ ساخویبول و همکاران، ۱۹۹۹).

در جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس تاثیر نوع گرده گیرنده بر صفات میوه آمده است. اثر تیمارها روی میانگین صفات در سطح ۵ درصد معنی دار شده است (جدول ۴). متوسط وزن میوه حدود ۱۸۴/۷۳ گرم در گرده افشانی کنترل شده و ۱۴۳/۸۶ گرم در گرده افشانی آزاد مشاهده شد. متوسط طول میوه در دو گرده افشانی کنترل شده و گرده افشانی آزاد به ترتیب ۸/۶ و ۷/۴۷ سانتی متر بود. مقدار مواد جامد محلول با متوسط ۱۰/۶ درصد در گرده افشانی کنترل شده و ۱۰/۲۹ درصد در گرده افشانی آزاد حاصل شد. نتایج این تحقیق نشان داد که صفات وزن میوه، طول میوه، عرض میوه و مواد جامد محلول تحت تاثیر والد مادری قرار می گیرند و ژنوتیپ شماره سه بیشترین میزان را در صفات مذکور داشت. علاوه بر آن والد پدری نیز می تواند بر وزن میوه تاثیر گذار باشد که دانه گرده ژنوتیپ شماره دو این تاثیر را بر میوه ژنوتیپ شماره سه داشت.

سینگ (۱۹۸۲) نشان داد که در صورتی که در برنامه تلاقی درختان انبه رقم 'داهشاری'<sup>۳</sup> به عنوان والد پدری انتخاب شود نتایج حاصله مواد جامد محلول بالاتر (۲۵ درصد) و در صورتی که رقم 'نیلام'<sup>۴</sup> به عنوان والد گرده دهنده استفاده شود میزان این مواد کمتر (۱۸ درصد) خواهد بود. به گزارش داگ و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی اثر نوع دانه گرده بر خصوصیات کمی میوه انبه، به جز در یک رقم که در آنها نتایج حاصل از دگرگشتی وزن بذر و پریکارپ دو برابر حالت خودگشتی بود، در سایر ارقام تفاوتی بین دو حالت گرده افشانی وجود نداشت. نتایج پینتو و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که تشکیل میوه می تواند متاثر از والد انتخاب شده و ناسازگاری آنها متفاوت باشد.

دهنده جزئی بودن درصد تشکیل میوه بعد از خودگشتی (۶۵/۰-۰ درصد) در مقایسه با دگرگشتی (۶/۴-۲۳/۴ درصد) بود (آندرسون و همکاران، ۱۹۸۲).

نتایج تحقیقات انجام شده در ارقام مختلف انبه نشان داده است که اوج ریزش میوه در انبه در دو زمان (۱۴ روز بعد از گرده افشانی و ۲۸ تا ۹۰ روز بعد از گرده افشانی) اتفاق می افتد (پینتو و همکاران، ۲۰۰۴؛ ساخویبول و همکاران، ۱۹۹۹؛ ساخویبول و همکاران، ۲۰۰۰).

در زمان ریزش اول حدود ۷۵-۹۲ درصد میوه چه ها که طولی حدود نیم سانتی متر دارند میریزند. وقوع این ریزش ناشی از آن است که در زمان تشکیل میوه های جدید، که اغلب تا دو هفته بعد از گرده افشانی می باشد، میزان اکسین بسیار کم است و در نتیجه ماندگاری میوه های تشکیل شده را کاهش می دهد. از روز ۱۴ تا ۲۸ میزان اکسین افزایش چشمگیری یافته و در این زمان ریزش مشاهده نمیشود. پس از آن از روز ۲۸ تا ۹۰ روز بعد از گرده افشانی مجددا مقدار این هورمون کاهش می یابد که باعث موج دوم ریزش می گردد. در این زمان که در اغلب ارقام مصادف با ۶ هفته بعد از گرده افشانی است میوه ها به طول ۲/۵-۲ سانتی متر و به اندازه فندق هستند که ۱۰-۷ درصد آنها ریزش میکنند. نوع ژنوتیپ و دانه گرده نیز بر میزان ریزش تاثیر گذار است (چادها و پال، ۱۹۸۶).

علاوه بر آن میوه چه های تازه تشکیل شده مقدار بالایی از بازدارنده ها (مثل آبسایزیک اسید) را از زمان گرده افشانی تا ۱۴ روز بعد از آن در خود دارند. سپس کاهش شدید در روز ۱۴ و سپس افزایش مجدد در روز ۲۸ تا ۹۰ و پس از آن تا رسیدن به زمان بلوغ میوه، بازدارنده ها همچنان در مقدار کم باقی می ماند. وجود میزان بالای بازدارنده ها در میوه از رشد و نمو آنها ممانعت به عمل می آورد و میوه های ضعیف تر در این

2- Chadha & Pal

3- Dashehari

4- Nilum

1- Bambaai Green

شمیلی و همکاران: بررسی تاثیر نوع دانه گرده بر تشکیل میوه...

گرده افشانی آزاد و کنترل شده ژنوتیپ ها تفاوت معنی داری بین جوانه زنی دانه گرده بر سطح کلانه مشاهده شد.

همان طور که در شکل های ۱ تا ۴ مشاهده می شود بیشترین میزان جوانه زنی دانه گرده در خامه گل هایی صورت گرفته که دانه گرده غیر خودی را به صورت کنترل شده دریافت کرده بودند. همچنین توانایی این دانه های گرده از نظر تولید لوله گرده و رشد بعدی آن در خامه بیشتر از دو حالت دیگر بود. در انواع گرده افشانی کنترل شده با دانه گرده غیر خودی رشد لوله گرده تقریباً تا انتهای مادگی مشاهده گردید.

در گرده افشانی ژنوتیپ های مورد بررسی هیچ لوله گرده ای مشاهده نشد و حضور دانه های گرده بر سطح کلانه این گل ها بسیار ناچیز یا صفر بود. در این بررسی از ۳۰۰ گلی که در مرحله قبل از باز شدن (در همه ژنوتیپ ها) با استفاده از پوشش توری پوشانده شده بودند، هیچ میوه ای بدست نیامد.

هر چند روش مزرعه ای پوشاندن گل آذین و شمارش بعدی درصد تشکیل میوه ها، به دلیل سهولت و پائین بودن هزینه ها روشی است که در بسیاری از آزمایشات به کار می رود، اما به دلیل این که گاهی نتایج کاملاً صحیحی ارائه نمی دهد، لازم است که همراه با یکی دیگر از روش های موجود ارزیابی شود (اورتگا و دیستتا، ۲۰۰۴). در این آزمایش مشاهده میکروسکوپی رشد یا عدم رشد لوله گرده خامه نیز بررسی گردید. تاثیر سه تیمار دانه گرده خودی، آزاد یا کنترل شده بر جوانه زنی دانه گرده و رشد لوله گرده با استفاده از میکروسکوپ فلورسنت مورد مقایسه قرار گرفت.

جوانه زنی گرده بر کلانه و رشد لوله گرده در خامه سه ژنوتیپ انبه مورد بررسی که با آنیلین بلورنگ آمیزی شده است در شکل های ۱ تا ۴ آورده شده است. نتایج نشان داد که ترکیب نوع گرده و ژنوتیپ والد مادری تاثیر معنی داری بر جوانه زنی دانه گرده روی کلانه و رشد آن در خامه داشته اند. بین سه حالت خودگشنی،

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تیمار نوع دانه گرده روی درصد تشکیل میوه انبه در زمان های مختلف پس از گرده افشانی

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
درصد میوه در شمارش اول	درصد میوه در شمارش دوم		
۰/۷۰**	۰/۰۵*	۲	ژنوتیپ گرده گیرنده
۰/۴۱**	۰/۰۶*	۲	ژنوتیپ گرده دهنده
۰/۰۷	۰/۰۱	۴	گرده گیرنده × گرده دهنده
۰/۱۲	۰/۰۳	۸	اشتباه
۲۴/۵۸	۱۸/۳۱		ضریب تغییرات (%)

\* معنی دار در سطح ۵٪ \*\* معنی دار در سطح ۱٪

جدول ۲ - مقایسه میانگین اثر تیمار نوع دانه گرده روی درصد تشکیل میوه انبه در زمان های مختلف پس از گرده افشانی

تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۶ شماره ۲، تابستان ۹۲	تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۶ شماره ۲، تابستان ۹۲	تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۶ شماره ۲، تابستان ۹۲	تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۶ شماره ۲، تابستان ۹۲
تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۶ شماره ۲، تابستان ۹۲	تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۶ شماره ۲، تابستان ۹۲	تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۶ شماره ۲، تابستان ۹۲	تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۶ شماره ۲، تابستان ۹۲
تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۶ شماره ۲، تابستان ۹۲	تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۶ شماره ۲، تابستان ۹۲	تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۶ شماره ۲، تابستان ۹۲	تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۶ شماره ۲، تابستان ۹۲
۰ c	۰ c	ژنوتیپ ۱ گرده دهنده	ژنوتیپ ۱ گرده گیرنده
۳ a	۸ a	ژنوتیپ ۲ گرده دهنده	ژنوتیپ ۱ گرده گیرنده
۲ b	۴ b	ژنوتیپ ۳ گرده دهنده	ژنوتیپ ۱ گرده گیرنده
۲ b	۷ b	گرده افشانی آزاد	ژنوتیپ ۱ گرده گیرنده
۱ b	۲ b	ژنوتیپ ۱ گرده دهنده	ژنوتیپ ۲ گرده گیرنده
۰ c	۰ c	ژنوتیپ ۲ گرده دهنده	ژنوتیپ ۲ گرده گیرنده
۲ b	۴ b	ژنوتیپ ۳ گرده دهنده	ژنوتیپ ۲ گرده گیرنده
۱ b	۲ b	گرده افشانی آزاد	ژنوتیپ ۲ گرده گیرنده
۲ b	۵ b	ژنوتیپ ۱ گرده دهنده	ژنوتیپ ۳ گرده گیرنده
۱ b	۳ b	ژنوتیپ ۲ گرده دهنده	ژنوتیپ ۳ گرده گیرنده
۰ c	۰ c	ژنوتیپ ۳ گرده دهنده	ژنوتیپ ۳ گرده گیرنده
۳ a	۸ a	گرده افشانی آزاد	ژنوتیپ ۳ گرده گیرنده

در هر ستون، میانگین های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ نمی باشند.

حد واسط این دو قرار داشتند به طوری که در برخی نمونه ها هیچ اثری از لوله گرده یا بقایای آن مشاهده نشد، در حالی که برخی نمونه ها رشد جزئی و برخی رشد کامل آن را تا رسیدن به تخمدان داشتند.

مطالعات میکروسکوپی در ترکیب های تلاقی ناسازگار انبه گویای این مطلب بوده که رشد و نمو تخمک به دلیل وجود نوعی خودناسازگاری متوقف می شود (موخرجی و همکاران، ۱۹۶۸). طبق گزارشات موجود، سلول تخم در ارقام انبه ناسازگار قبل از مرحله تقسیم سلولی سقط می شود، گاهی نیز پس از تقسیم های نسبتاً زیاد سلول تخم، سقط جنین اتفاق می افتد (کوپ، ۱۹۶۲).

بر اساس سایر گزارشات جوانه زدن دانه گرده انبه روی کلاله، ۱۲ ساعت بعد از گرده افشانی اتفاق می افتد. ۱۸ ساعت بعد از گرده افشانی ۴۰ درصد در حالت

هر چند گزارش هایی از وجود پارتنوکاری در انبه وجود دارد اما با توجه به این که هیچ میوه فاقد بذری از این آزمایش حاصل نشد وقوع پدیده پارتنوکاری در ژنوتیپ های مورد بررسی بعید به نظر می رسد (چادها و پال، ۱۹۸۶؛ پیونو، ۱۹۱۷).

نتایج مشاهده میکروسکوپی میزان جوانه زنی دانه گرده و رشد لوله گرده با ارزیابی مزرعه ای درصد تشکیل میوه تطابق داشت. همان طور که انتظار می رفت در گل های خودگشن شده جوانه زنی دانه گرده یا رشد لوله گرده مشاهده نشد در حالی که در حالات گرده افشانی کنترل شده با دانه گرده غیر خودی بسته به ترکیب تلاقی به کار رفته میزان متفاوتی از تشکیل میوه مشاهده گردید. نمونه های حاصل از گرده افشانی آزاد

شمیلی و همکاران: بررسی تاثیر نوع دانه گرده بر تشکیل میوه...

به گزارش موخر جی و همکاران (۱۹۶۸) با وجود اینکه مطالعات اولیه انجام شده بر میزان رشد لوله گرده در حالت خودگشنی و دگرگشنی حاکی از یکسانی آن در دو حالت بود، اما بررسی میزان رشد تخمک و اندوسپرم نشان داد که اندوسپرم انواع خودگشن ۱۵ روز بعد از گرده افشانی از بین می‌رود، در حالی که در گل های دگرگشن چنین مساله ای مشاهده نشد. همچنین آشکار شده که تا روز دهم بعد از گرده افشانی تفاوتی در اندازه تخمک در میوه های خودگشن و دگرگشن وجود ندارد، اما بعد از آن اندازه تخمک در دگرگشن ها سه برابر خودگشن ها است.

بر اساس یافته های کوپ (۱۹۶۲)، نایت و روجرز (۱۹۵۵)، راموس و همکاران (۲۰۰۵) در گیاه کاکائو لوله گرده والدین سازگار و ناسازگار میزان رشد مشابهی داشته و دانه گرده را به سمت تخمک هدایت می‌کند، اما در صورت وجود ناسازگاری گرده موفق به ترکیب شدن با تخمک نشده یا پس از تلقیح سلول تخم سقط می‌گردد.

خودگشنی و ۷۰ درصد در حالت دگرگشنی، ورود لوله گرده به خامه صورت می‌گیرد (۲۴ ساعت بعد از گرده افشانی، ۹۰ درصد خودگشن ها و ۱۰۰ درصد دگرگشن ها). به ترتیب روز سوم و چهارم پس از دگرگشنی و خودگشنی، تلقیح صورت می‌گیرد و در روز پنجم سلول تخم و اندوسپرم تشکیل می‌شوند. روز دهم کیسه جنینی و اندوسپرم شروع به نمو می‌نمایند (ساخوبول و همکاران، ۱۹۹۹).

به گزارش شارما و سینگ (۲۰۰۵) در خودگشنی بعد از ۱۵ روز نمو غیرعادی تخمک‌ها مشاهده می‌شود (کیسه جنینی عریض، اندوسپرم کم نمو یافته و از بین می‌رود)، ولی در دگرگشنی هیچ نوع ناهنجاری در میوه‌چه‌های همان سن رخ نمی‌دهد. تخمک ۱۵ روز بعد از گرده افشانی شروع به تقسیم شدن می‌نماید. در روز ۲۵ پیش جنین و اندوسپرم در اکثر خودگشن ها کاملاً از بین رفته ولی در دگرگشن ها، رشد کامل تخمک صورت می‌گیرد. زمانی که میوه‌چه‌ها به طول ۵ سانتی‌متر می‌رسند، تعداد اندکی از انواع خودگشن رشد طبیعی دارند، در این مرحله رشد و نمو پیش جنین کمتر از مورد مشابه در دگرگشن ها است.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل ژنوتیپ های گرده دهنده و گرده گیرنده بر صفات کمی و کیفی میوه انبه

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
مواد جامد محلول	عرض میوه	طول میوه	وزن میوه		
۳/۶۷ <sup>**</sup>	۳/۴۱ <sup>**</sup>	۶/۰۴ <sup>*</sup>	۸۷۱۱ <sup>**</sup>	۲	ژنوتیپ گرده گیرنده
۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۸۱	۱۷۶۹ <sup>**</sup>	۲	ژنوتیپ گرده دهنده
۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۵۴	۵۷۸	۴	گرده گیرنده × گرده دهنده
۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۹۴	۱۳۳/۲۷	۸	اشتباه
۴/۰۲	۵/۶۸	۱۲/۱۷	۶/۶۳		ضریب تغییرات (%)

\* معنی دار در سطح ۵٪ \*\* معنی دار در سطح ۱٪



## جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ های گرده دهنده و گرده گیرنده روی صفات کمی و کیفی میوه انبه

ژنوتیپ گرده گیرنده	ژنوتیپ گرده دهنده	وزن میوه (گرم)	طول میوه (سانتی متر)	عرض میوه (سانتی متر)	مواد جامد محلول (درصد)
ژنوتیپ ۱	ژنوتیپ ۲	۱۶۰/۶۱ b	۶/۸۰ b	۴/۸۰ c	۹/۰۰ b
ژنوتیپ ۱	ژنوتیپ ۳	۱۴۲/۶۳ b	۷/۱۰ ab	۴/۶۰ c	۹/۷۰ ab
ژنوتیپ ۱	گرده آزاد	۱۴۵/۲۰ b	۷/۱۰ ab	۴/۸۰ c	۹/۲۰ b
ژنوتیپ ۲	ژنوتیپ ۱	۱۵۲/۴۷ b	۷/۴۰ ab	۵/۶۰ b	۱۰/۷۰ ab
ژنوتیپ ۲	ژنوتیپ ۳	۱۲۰/۳۲ b	۷/۴۰ ab	۵/۵۰۵ b	۱۱/۵۰ a
ژنوتیپ ۲	گرده آزاد	۹۸/۶۲ c	۷/۲۰ ab	۵/۶۰ b	۱۱/۵۰ a
ژنوتیپ ۳	ژنوتیپ ۱	۲۳۷/۲۸ a	۱۰/۶۰ a	۶/۳۰ a	۱۰/۲۰ ab
ژنوتیپ ۳	ژنوتیپ ۲	۲۶۲/۸۵ a	۹/۱۰ a	۶/۹۰ a	۱۰/۵۰ ab
ژنوتیپ ۳	گرده آزاد	۱۸۷/۶۱ b	۸/۵۰ a	۶/۵۰۵ a	۱۰/۰۰ ab

در هر ستون، میانگین های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ نمی باشد.

دانه گرده و در نهایت تشکیل میوه نمی باشد، بلکه انتخاب گرده دهنده های مختلف نیز نتایج متفاوتی را به همراه خواهد داشت. تشکیل میوه بالای گل های دگرگشن در برخی تیمارها می تواند گواهی بر وجود نوعی ماده محرک یا بازدارنده در ترکیبات مختلف گرده افشانی باشد.

با بررسی و مقایسه مزرعه ای و میکروسکوپی سه الگوی گرده افشانی (گرده افشانی خودی، گرده افشانی کنترل شده و گرده افشانی آزاد) و با توجه به تفاوت معنی دار بین میوه های تولید شده، می توان این چنین نتیجه گیری کرد که به کار بردن هر تکنیکی که باعث کمک به گرده افشانی کنترل شده این گیاه گردد، می تواند نقش موثری در افزایش عملکرد این محصول در واحد سطح داشته باشد. در ضمن نتایج این بررسی عدم نیاز به اخته کردن را در برنامه های بعدی تلاقی این گیاه آشکار ساخت که انجام مطالعات تکمیلی در این زمینه مورد نیاز می باشد. در صورت انجام گرده افشانی

این محققین اشاره کرده اند که ارتباط بین سلول های تخمک و گرده توسط بافت مادری صورت می گیرد که می تواند باعث تاخیر یا ممانعت از رسیدن دانه گرده به تخمک از سطح کلاله تا بافت تخمدان گردد.

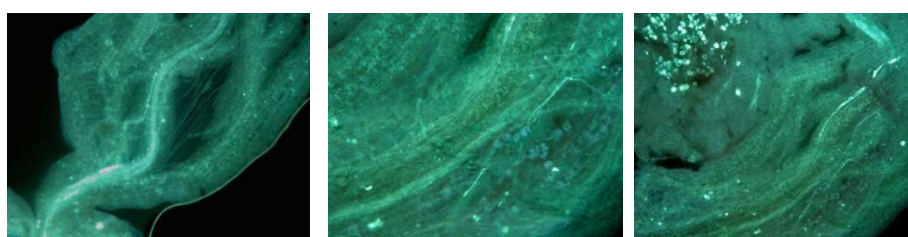
نتایج آزمایشات انجام شده در انبه نیز موید وجود رفتار مشابهی بوده است. در انبه نیز هرچند نوعی ممانعت از جوانه زنی گرده در سطح کلاله اعمال می شود که از نفوذ بعدی آن جلوگیری می نماید ولی گاهی حتی بعد از تشکیل میوه چه های اولیه نیز احتمال بروز ناسازگاری، سقط جنین و ریزش میوه چه ها وجود دارد که انجام آزمایشات تکمیلی به منظور تعیین و تایید ماهیت این پدیده در انبه ضروری است (شارما و سینگ، ۱۹۶۵؛ ساخویبول و همکاران، ۱۹۹۹).

نتایج این تحقیق آشکار ساخت که جوانه زنی و نفوذ دانه گرده در حالت دگرگشن و خودگشن تفاوت قابل ملاحظه ای با یکدیگر دارند. همچنین حضور دانه گرده بر خامه به تنهایی عامل تعیین کننده در جوانه زنی، رشد

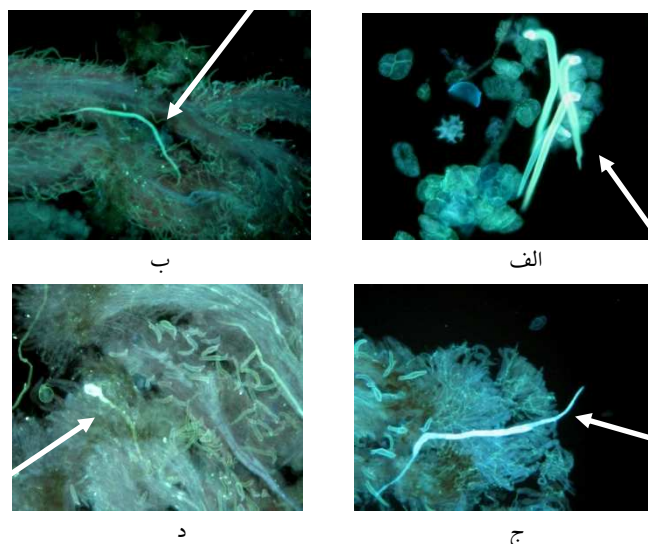
شمیلی و همکاران: بررسی تاثیر نوع دانه گرده بر تشکیل میوه...



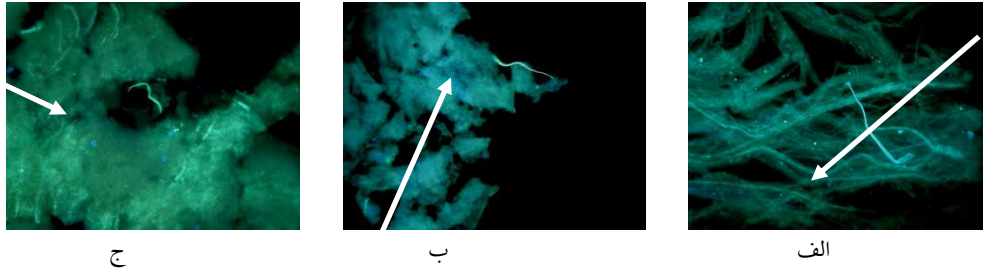
شکل ۱- جوانه زنی گرده بر کلاله و رشد لوله گرده در خامه سه ژنوتیپ انبه مورد بررسی که با آنیلین بلورنگ آمیزی شده است. الف)، ب)، ج) به ترتیب: کلاله حاصل از گرده افشانی ژنوتیپ یک، ژنوتیپ دو، ژنوتیپ سه



شکل ۲- الف)، ب)، ج) به ترتیب: خامه حاصل از گرده افشانی ژنوتیپ یک، ژنوتیپ دو، ژنوتیپ سه



شکل ۳- الف) جوانه زنی دانه های گرده انبه ژنوتیپ سه و رشد آنها روی سطح کلاله ژنوتیپ یک. ب) طول شدن لوله گرده ژنوتیپ سه در سطح خامه ژنوتیپ دو. ج) طول شدن لوله گرده ژنوتیپ دو در سطح خامه ژنوتیپ یک. د) طول شدن لوله گرده ژنوتیپ یک در سطح خامه ژنوتیپ سه (فلش ها لوله گرده را نشان می دهند)



شکل ۴- الف)، ب)، ج) به ترتیب: جوانه زنی نسبی دانه های گرده بر سطح کلاه در گرده فشانی باز ژنوتیپ های یک، دو و سه (فلش ها لوله گرده را نشان می دهند)

کنترل شده توجه به این نکته ضروری است که اگر تعداد اندکی گل در تعداد زیادی گل آذین تلاقی داده شوند نتیجه به مراتب بیشتر از زمانی است که تعداد زیادی گل در تعداد اندکی گل آذین تیمار شده باشند. (موخرجی و همکاران، ۱۹۶۸).

### منابع

۱. حسینی، ز. ۱۳۷۸. روش های متداول در تجزیه مواد غذایی. انتشارات دانشگاه شیراز، ص ۲۱۰.
۲. زنده دل، ح. ۱۳۸۴. راهنمای ایرانگردی استان ها و شهرها: استان هرمزگان، جلد ۲۶، نشر ایرانگردان، ص ۴۹.
3. Anderson, D.L., Sedgley, H., Short, J.R.T., and Allwood, A.J. 1982. Insect pollination of mango in northern Australia. *Australian Journal of Agriculture Research*, 33: 541-548.
4. Brewbaker, J.L. 1957. Pollen cytology and self-incompatibility systems in plants. *Heredity*, 48: 271-277.
5. Chadha, K.L., and Pal, R.N. 1986. CRC hand book of flowering, *Mangifera indica*. Halvey, Ac. (ed), CRC Press, 5: 211-230.
6. Cope, F.W. 1962. The mechanism of pollen incompatibility in *Theobroma Cacao*. *The Journal of Heredity*, 17: 157-182.
7. Dag, A., Eisenstein, D., and Gazit, S. 2000. Effect of temperature regime on pollen and the effective pollination of Kent mango in Israel. *Scientia Horticulturae*, 86: 1-11.
8. Issarakraisila, M., and Considine, J.A. 1994. Effect of temperature on pollen viability in mango Cv. Kensington. *Annual Botany*, 73: 231-240.
9. Knight, R., and Rogers, H.H. 1955. Incompatibility in *Theobroma cacao*. *Heredity*, 9: 69-72.
10. Lavi, U., Kaufman. D., Sharon, D., Adato, A., Tomer, E., Gazit, S., and Hillel, J. 1996. Mango breeding and genetics: Review. *Acta Horticulture*, 455: 268-276.

11. Mukhreji, S.K., Majumder, P.K., and Chatterjee, S.S. 1961. An improved technique of mango hybridization. *Indian Journal of Horticulture*, 18:302-304.
12. Mukherji, S.K., Singh, R.N., Majumder, P.K., and Sharma, D.K. 1968. Present position regarding breeding of mango (*Mangifera indica* L.) in India. *Euphytica*, 17: 462-467.
13. Ortega, E., and Dicenta, F. 2004. Suitability of four different methods to identify self-compatible seedlings in an almond breeding program. *Journal of Horticulture Science and Biotechnology*, 79: 747-753.
14. Pinto, A.C.Q., Andrade, S.R.M., and Venturoli, S. 2004. Fruit set success of three mango cultivars using reciprocal crosses. *Acta Horticultura*, 645:299-301.
15. Pinto, A.C.Q., Andrade, S.R.M., Ramos, V.H., and Cordeiro, M.C.R. 2004. Inter varietal hybridization in mango: Techniques, main results and their limitations. *Acta Horticultura*, 645:327-330.
16. Popenoe, W. 1917. The pollination of the mango. USDA, Washington DC, *Bulletin*, 542: 23-65.
17. Ramos, A.R., Giorgini, A., Venturieri, A., Cuco, S.M., and Castro, N.M. 2005. The site of self-incompatibility action in cupuassu (*Theobroma grandiflorum*). *Revista Brasil Botany*, 28:569-578.
18. Sharma, R.R., and Singh, R.N. 1965. Self incompatibility in mango. *Horticulture Report*, 15: 108-118.
19. Singh, G. 1961. Pollination, pollinators and fruit setting in mango. *Indian Journal of Agriculture Science*, 37:330-335.
20. Singh, G. 1982. Insect pollinators of mango and their role in fruit setting. *Proceedings second international symposium on mango*.
21. Singh, Z., Gill, M.I.S., and Dhillon, B.S. 1993. In vivo pollination and pollen tube growth in malformed and healthy flowers of mango. *Indian Journal of Horticulture Science*, 50: 93-96.
22. Sukhvibul, N., Whiley, A.W., Smith, M.K., Hetherington, S.E., and Vithanage, V. 1999. Effect of temperature on inflorescence and floral development in four mango cultivars *Scientia Horticulture*, 82:67-84.
23. Sukhvibul, N., Whilley, A.W., Vithanage, V., Smith, M.K., Doogan, V.J., and Hetherington, S.E. 2000. Effect of temperature on pollen germination and pollen tube growth of four cultivars of mango (*Mangifera indica* L.). *Journal of Horticulture Science and Biotechnology*, 75: 214-222.
24. [www.fao.org](http://www.fao.org): Food and Agriculture Organization of the United Nations
25. Young, T.W. 1942. Investigations of the unfruitfulness of the Haden mango in Florida. *Proc. of Florida State Horticulture Science*, 55: 106-110.