مجله علوم كشاورزي ايران
جلد ۳۸، شماره ۲، سال ۱۳۸٦ (۲۵۰-۲۴۱)

انتخاب بهترين رقم گرده زا براي برخي از ارقام تجاري سيب ايراني

عليرضا طلايی*[۱]، بهاره واحدی[۲]، محمد علی عسگری[۳] و احمد ارشادی[۴]
۱، ۲، ۳، استاد، دانشجوی فوق ليسانس و مربی، پرديس كشاورزی و منابع طبيعی دانشگاه تهران
۴, استاديار دانشكده كشاورزی دانشگاه بوعلی همدان
(تاريخ دريافت: ۸۴/۳/۲۴ - تاريخ تصويب: ۸۵/۹/۱)

چكيده

اغلب ارقام سيب خودناباروركزارش شده‌اند، به طوری كه انتخاب و معرفي ارقام سازگار برای توليد محصول مناسب از اهميت ويژه‌ای برخوردار می‌باشد. اين پژوهش به منظور انتخاب مناسب‌ترين رقم گرده‌زا بر دو رقم سيب تجاري ايراني گلاب كهنز و شفيع آبادي كه به دليل زودرسي و عطر و طعم خاصی كه دارند مورد توجه مي‌باشند، انجام گرفت. در اين آزمايش تاثير ۵ رقم گرده‌زاي گلاب صحنه، گلاب كهنز، شفيع آبادي، نايون ارنگه و خورسيجان و همچنين گرده افشاني آزاد بر روي صفات كمي و كيفي دو رقم گلاب كهنز و شفيع آبادي در قالب دو طرح جداگانه بلوكهاي كامل تصادفي مورد بررسي قرار گرفت. نتايج اين پژوهش نشان داد كه گرده زاها بر درصد تشكيل ميوه، وزن ميوه و قند كل در رقم گلاب كهنز اثر معني داري داشتند. بالاترين درصد تشكيل ميوه، وزن ميوه و قند كل در رقم گلاب كهنز در نتيجه تاثير گرده رقم شفيع آبادي بدست آمد. همچنين منابع گرده اثرات معني داري بر درصد تشكيل ميوه، وزن ميوه، قطر، شكل، تعداد بذور و قند كل در رقم شفيع آبادي داشت. در اين تحقيق مشخص شد كه گرده گلاب كهنز در رقم شفيع آبادي بالاترين درصد تشكيل ميوه، وزن ميوه، قطر و قند كل را موجب شد. بيشترين تعداد بذر نيز مربوط به ميوه هاي حاصل از گرده افشاني آزاد بود. گلاب كهنز و شفيع آبادي بعد از خودگرده افشاني درصد تشكيل ميوه پاييني داشتند و خوداناسازگار تلقي شدند. با توجه به نتايج بدست آمده بهترين گرده زا براي رقم گلاب كهنز به ترتيب رقم شفيع آبادي و نايون ارنگه مي باشند. همچنين گلاب كهنز و گلاب صحنه به ترتيب مناسبترين گرده زا براي رقم شفيع آبادي هستند.

واژه هاي كليدي: رقم گرده زا، سيب زودرس ايراني، تشكيل ميوه، تعداد بذور، خوداناسازگاری

مقدمه

اغلب ارقام سيب خودناباروروند كه دليل اصلي آن خوداناسازگاري است (۲، ۴، ۱۷). ناسازگاري درسيب از نوع گامتوفيتيک مي‌باشد (۱۷). موارد خاصي از دگرناسازگاري در سيب گزارش شده است، كه البته اين حالت بين دو رقم با رابطه خويشاوندي نزديک بسيار محتمل‌تر مي‌باشد (۱۲). گزارش شده است كه خوداناسازگاري و دگرناسازگاري مطلق در سيب نادر است و ناسازگاري در اثر شرايط دمايي در زمان گرده افشاني تغيير مي‌كند (۳). از مهمترين خصوصياتي كه همواره مورد تاكيد محققان بوده است، همپوشاني گلدهي بين رقم اصلي و رقم گرده زا مي‌باشد (۵، ۱۰، ۱۲، ۱۶). به طوري كه متوسط زمان گلدهي به چهار دسته زودگل، متوسط تا زودگل، متوسط تا ديرگل و ديرگل تقسيم‌بندي شده و فقط ارقامي كه در يک گروه يا در دو گروه مجاور هم قرار دارند مي‌توانند بعنوان گرده‌زا براي يكديگر استفاده شوند (۱۲).

پديده زنيا در خشكبار مانند گردو، فندق و شاه بلوط گزارش شده است و در بين گونه‌هاي مختلف درختان ميوه نيز كه با حشرات گرده افشاني مي‌شوند، بيشترين مشاهدات درباره زنيا مربوط به سيب است و اثر دانه گرده بر اندازه،

* نويسنده مسئول: عليرضا طلائی تلفن:۰۲۶۱-۲۲۳۶۸۲۷ E-mail: atalaii@ut.ac.ir

شکل و میزان تکامل بذر سیب مشاهده شده است (۱۶). همچنین پدیده متازنیا در برخي از ارقام سیب گزارش شده است بدین ترتیب که کئولمانس و همکاران بعد از گرده افشاني رقم الستار[1] با استفاده از گرده‌هاي کوکسز اورنج پیپین[2]، ایدارد[3]، گلوستر[4] یا جیمز گریو[5] همبستگي مثبت بین وزن میوه و تعداد بذرهاي نمو یافته را گزارش کرده‌اند. تعداد بذور سقط شده (بذور مسطح) نیز تاثیر مثبتي در تغییر وزن میوه داشتند. همین نتیجه در رابطه با گلدن دلیشز[6] و ۹ رقم گرده زا بدست آمد. همبستگي بین تعداد بذر و وزن میوه نسبتا پایین بود، در حالیکه همبستگي تک تک گرده‌زاها با وزن میوه خیلي بیشتر بود. از این آزمایش چنین نتیجه گرفته شد که گرده‌زاها بطور مستقیم و مستقل از تعداد بذر بر وزن میوه تاثیر دارند. برخي از ارقام گرده‌زا مثل دلکورف[7]، فیستا[8] و رابینت[9] بطور کلي میوه‌هایي با وزن پایین تر تولید مي‌کنند، اما در برخي دیگر مثل فوجي[10] وزن میوه‌ها بالاتر است. اعلام شده است که بذرها احتمالا از طریق هورمونها تاثیر کمي و کیفي بر قدرت سینک تک تک میوه‌ها دارند (۹). ازطرف دیگر عدم تاثیر دانه گرده بر خصوصیات میوه نیز گزارش شده است (۴)، با این حال توصیه شده بود که وجود متازنیا در تحقیقات مورد بررسي قرار گیرد (۱۵).

مزایاي اقتصادي استفاده از ارقام گرده‌زا در محصولات خودناسازگار موجب شد تا آزمایشات متعددي جهت تعیین ارقام گرده‌زاي مناسب براي رسیدن به بالاترین عملکرد و کیفیت انجام گیرد. از آنجائیکه روند تولید سیب در جهان روبه رشد است، تنها کشورهایي قادر به رقابت هستند که روشهاي تولیدي خود را تقویت کنند. علی رغم تشکیل گلهاي غیربارور در درخت، کاهش درصد تشکیل میوه بیشتر به دلیل عدم گرده افشاني مناسب مي‌باشد، بنابراین کشت ارقام گرده‌زا توام با رقم اصلي (گرده گیرنده) از جمله مواردي است که جهت دستیابي به محصول اقتصادي ضروري مي‌باشد. از طرفي دو رقم گلاب کهنز و شفیع آبادي از مهمترین ارقام تجاري زودرس سیب ایراني هستند که در اواخر بهار و اوایل تابستان به بازار عرضه مي‌شوند و هیچگونه رقابتي با ارقام رایج خارجي ندارند. هدف از انجام این آزمایش بررسي وضعیت خودناسازگاري در این دو رقم و انتخاب و معرفي گرده زاي مناسب مي باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق اثرات گرده‌هاي حاصل از ۵ رقم گلاب کهنز، شفیع آبادي، گلاب صحنه، نایون ارنگه و خورسیجان بعلاوه گرده افشاني آزاد بر روي دو رقم اصلي (گرده گیرنده) سیب تابستانه گلاب کهنز و شفیع آبادي پیوند شده بر پایه‌هاي M9 بررسي شد. درختان بصورت دو ردیفي کشت شده بودند که فاصله بین هر دو ردیف با دو ردیف بعدي ۳ متر و فاصله بین دو ردیف ۱/۵ متر و فاصله روي ردیف ۱/۲۵ متر بود. گرده ارقام گلاب صحنه، نایون ارنگه و خورسیجان از کلکسیون درختان میوه کمال آباد گرفته شد و گرده گلاب کهنز و شفیع آبادي از درختان موجود در مرکز تحقیقات گروه باغباني دانشکده کشاورزي (کرج) دانشگاه تهران تهیه گردید. بررسي‌ها بر روي درختان گلاب کهنز و شفیع آبادي در قالب دو طرح بلوک‌هاي کامل تصادفي مجزا صورت گرفت. هر آزمایش داراي ۶ تیمار بود که در سه تکرار و مجموعا ۱۸ واحد آزمایشي انجام گرفت. هر تکرار شامل یک درخت بود. در هر درخت دو شاخه در دو جهت مختلف که داراي موقعیت نسبي، تعداد گل و سطح برگ تقریبا مشابهي بودند، انتخاب گردید. در هر شاخه حدود ۴۰ گل انتخاب شد و زمانیکه گل‌ها به مرحله بالن[11] (آماده براي گرده افشاني) رسیدند، گلبرگ‌ها و پرچم‌ها حذف شدند. به دلیل عدم یکنواختي در باز شدن گلها، شاه گل‌ها حذف شدند و در هر خوشه ۴ گل براي انجام گرده افشاني مصنوعي نگه داشته شد. بلافاصله پس از

1. Elstar
2. Cox`s Orange Pippin
3. Idared.
4. Gloster
5. James Grieve
6. Golden Delicious
7. Delcorf
8. Fiesta
9. Rubinette
10. Fuji
11. Baloon = بادکنکي

حذف گلبرگ‌ها و پرچم‌ها گرده افشاني مصنوعي با استفاده از يک قلم موي ظريف انجام گرفت. هر درخت توسط يک رقم گرده‌زا گرده افشاني شده و يک درخت نيز بعنوان گرده افشاني آزاد درنظرگرفته شد.

براي اينکه در زمان گرده افشاني گرده لازم در اختيار داشته باشيم دو روز قبل از اينکه گل‌ها در درختان گلاب کهنز و شفيع آبادي به مرحله بالن برسند، شاخه‌هاي حاوي جوانه‌هاي درشرف بازشدن از درختان گرده زا جدا شدند و در محلول ۵% ساکارز و دماي اتاق قرار داده شدند. بعد از بازشدن گل‌ها با استفاده از پنس، بساک‌ها جدا شده و به مدت ۲۴ ساعت در دماي ۲۵ درجه سانتيگراد بر روي کاغذهاي روغني جداگانه براي هر تيمار در محلي بدور از تابش مستقيم آفتاب و باد قرار داده شدند. گرده بدست آمده در شيشه‌هاي جداگانه ريخته شده و تا زمان انجام گرده افشاني مصنوعي در يک دسيکاتور و در داخل يخچال نگه‌داري شد. در زمان تهيه گرده، تعداد پرچم در هر رقم نيز شمارش شد (۱) .

براي تعيين اثرات احتمالي متازنيا برخي از صفات کمي و کيفي ميوه مانند ميانگين وزن ميوه، ميانگين قطر ميوه، نسبت طول به قطر ميوه، تعداد بذر، pH آب ميوه، مقدار اسيد قابل تيتراسيون، قند کل (ازطريق روش فهلينگ)، مواد جامد محلول (با استفاده از رفرکتومتر)، درصد وزن خشک ميوه، درصد مواد معدني ميوه، ميزان توسعه رنگ در ميوه (به ترتيب از درجه ۱ با بيش از ۷۵% رنگ‌گيري تا درجه ۴ با کمتر از ۲۵% رنگ‌گيري) و ميزان سفتي ميوه اندازه‌گيري شد. يکي از فاکتورهاي مهم انتخاب گرده‌زاها همپوشاني گلدهي رقم گرده‌زا و رقم اصلي مي‌باشد. بر همين اساس زمان گلدهي و طول دوره گلدهي ارقام گرده‌زا و اصلي براي تعيين ميزان همپوشاني گلدهي ارقام تعيين شد. بازشدن ۱۰% گل‌ها بعنوان شروع گلدهي، ۶۰% به عنوان تمام گل (۱) و ريزش ۹۰% گل‌ها به عنوان اتمام دوره گلدهي در نظر گرفته شد. درصد تشکيل ميوه اوليه دو هفته بعد از بازشدن گلها، درصد تشکيل ميوه در مرحله دوم شمارش چهار هفته بعد از اندازه‌گيري اوليه و درصد تشکيل ميوه نهايي بلافاصله قبل از برداشت ميوه‌ها تعيين شد. تعداد گل‌هاي گرده‌افشاني شده بلافاصله پس از انجام تلقيح مصنوعي شمارش شده و به منظور بررسي روند ريزش ميوه، تعداد ميوه‌هاي باقيمانده بر روي درخت با فاصله ۱۵ روز يک بار تا زمان برداشت اندازه‌گيري شد.

نتايج بدست آمده از آزمايشات با استفاده از تجزيه واريانس طرح بلوکهاي کامل تصادفي و بوسيله نرم افزارهاي Minitab، Mstat-C، Excel و Spss مقايسه آماري شدند. براي مقايسه ميانگين‌ها از آزمون چنددامنه‌اي دانکن استفاده شد. همچنين ضرايب همبستگي بين کليه صفات محاسبه گرديد.

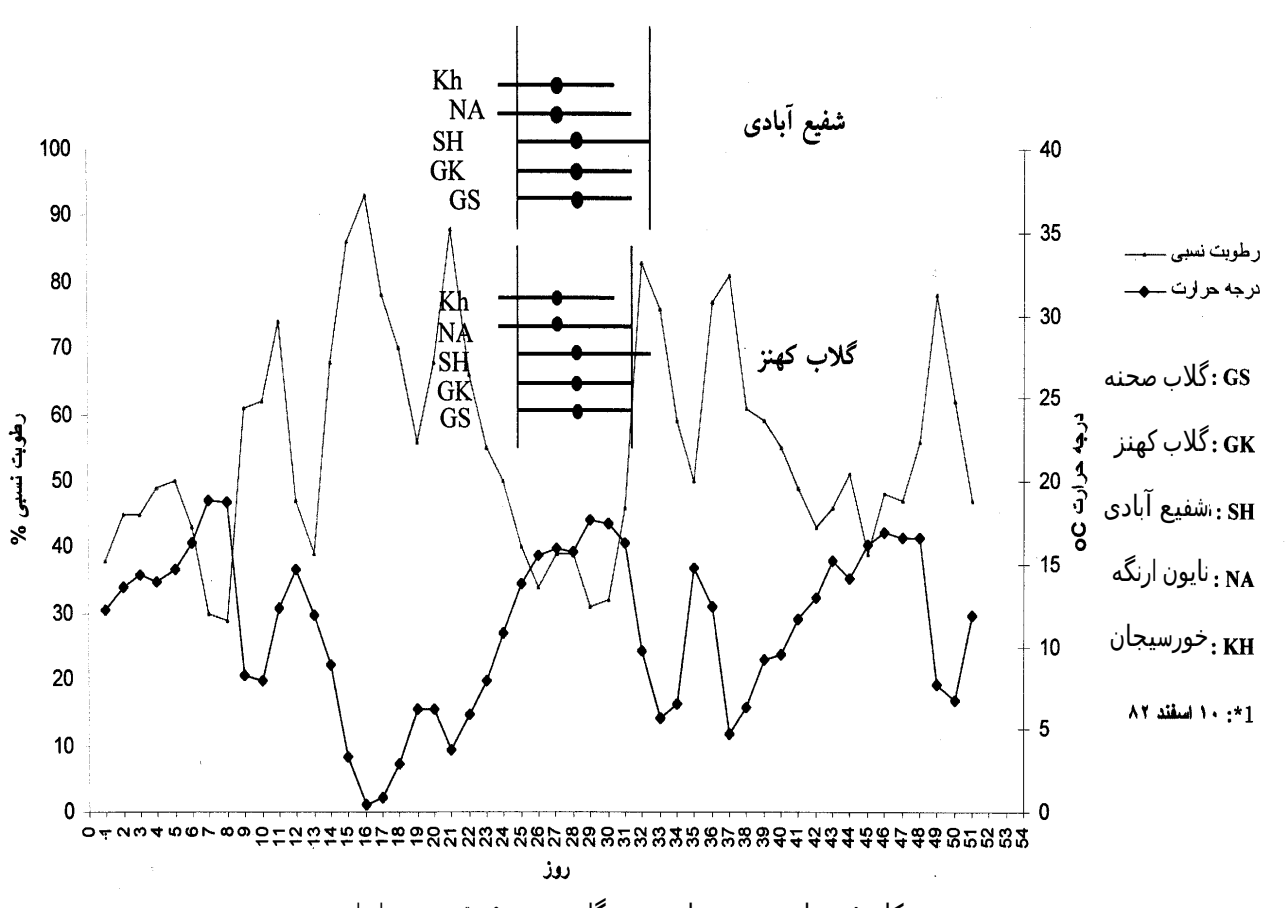
نتايج

مقايسه طول دوره گلدهي دو رقم گلاب کهنز و شفيع آبادي با ارقام انتخاب شده به عنوان گرده‌زا نشان داد که رقم گلاب کهنز به عنوان رقم اصلی (گرده گيرنده) کمترين همپوشاني را با رقم خورسيجان داشت که حدود ۸۳% بود و بيشترين همپوشاني را نيز به ميزان ۱۰۰% با رقم گلاب صحنه نشان داد. رقم شفيع‌آبادي نيز به عنوان رقم اصلی با رقم گلاب کهنز و گلاب صحنه ۹۲% همپوشاني گلدهي داشتند، در حاليکه ميزان همپوشاني اين رقم با رقم خورسيجان ۸۶% بود (شکل ۱). تعداد بساکها در همه ارقام مورد آزمايش ۲۰ عدد بود.

در جدول ۱ نتايج تجزيه واريانس در سيب رقم گلاب کهنز نشان مي‌دهد که اثر منابع مختلف گرده بر روي درصد تشکيل ميوه نهايي در سطح ۵% و بر روي درصد تشکيل ميوه اوليه، درصد تشکيل ميوه در مرحله دوم شمارش، وزن ميوه و قند کل ميوه در سطح ۱% معني‌دار گرديد. گرده زاها بر روي قطر ميوه، نسبت طول به قطر، درصد مواد خشک، مواد جامد محلول، pH آبميوه، تعداد بذر، اسيديته، توسعه رنگ ميوه، درصد مواد معدني و ميزان سفتي بافت ميوه اثر معني‌داري نداشتند. مقايسه ميانگين اثرات منابع مختلف گرده بر روي خصوصيات کمي و کيفي سيب گلاب کهنز در جدول ۲ آمده است. بيشترين درصد تشکيل ميوه اوليه و همچنين بالاترين درصد تشکيل ميوه در مرحله دوم

شمارش مربوط به گرده رقم شفیع آبادي بود که پس از آن با اختلاف معني‌داري گرده رقم‌های نایون ارنگه، خورسیجان و گرده افشاني آزاد به ترتیب بالاترین درصد تشکیل میوه اولیه را داشتند. در رقم گلاب کهنز ،کمترین درصد تشکیل میوه اولیه در اثر خود گرده‌افشاني و بیشترین درصد تشکیل میوه نهایي در اثر گرده افشاني با گرده رقم شفیع آبادي بدست آمد و پس از آن گرده افشاني آزاد، گرده ارقام نایون ارنگه و خورسیجان بدون اختلاف معني‌دار با یکدیگر بیشترین درصد تشکیل میوه نهایي را موجب شدند. کمترین درصد تشکیل میوه نهایي هم مربوط به خود گرده افشاني در رقم گلاب کهنز بود. بالاترین وزن میوه در اثر گرده رقم شفیع آبادي بدست آمد که با گرده افشاني آزاد اختلاف معني داري نداشت. بین دو رقم نایون ارنگه و خورسیجان از نظر میزان وزن میوه تفاوت معني دار وجود نداشت. کمترین میانگین وزن میوه در اثر خود گرده افشاني در رقم گلاب کهنز بدست آمد که اختلاف معني داري با گرده رقم گلاب صحنه نشان داد.

در جدول شماره ۳ نتایج تجزیه واریانس اثرات منابع مختلف گرده بر روي خصوصیات کمي و کیفي سیب رقم شفیع آبادي نشان داد که گرده زاهاي مختلف بر روي درصد تشکیل میوه در مراحل مختلف شمارش، وزن میوه، قطر میوه، نسبت طول به قطر میوه، تعداد بذر میوه و میزان قندکل در سطح ۱% اثرات معني داري داشتند. سایر صفات شامل مواد جامد محلول، pH آبمیـوه، اسیدیته قابل تیتراسیون، میزان توسعه رنگ، درصد مواد معدني و میزان سفتي بافت میوه تحت تاثیر گرده زاهاي مختلف تفاوت معني داري نشان ندادند. مقایسه میانگین اثرات منابع مختلف گرده بر روي خصوصیات کمي و کیفي سیب رقم شفیع آبادي در جدول ۴ آورده شده است.



شکل ۱- مقایسه همپوشاني دوره گلدهي در ۵ رقم سیب ایراني

جدول ۱- تجزيه واريانس اثرات منابع گرده مختلف بر روي خصوصيات كمي وكيفي ميوه سيب رقم گلاب كهنز

منبع تغيير	درجه آزادي	درصد تشكيل ميوه اوليه	درصد تشكيل ميوه ثانويه	درصد تشكيل ميوه نهايي	وزن (گرم)	قطر (سانتی‌متر)	نسبت طول به قطر (%)	درصد وزن خشک (%)	مواد جامد محلول (B×)
تكرار	۲	۱۰/۶۶n.s.	۶/۷۸n.s.	۲۶/۰۴n.s.	۲۵/۸۱n.s.	۲/۶۷۳۹**	۱۳۶/۸۰n.s.	۱۸/۰۵۶*	۱۵/۶۶۱*
گرده زا	۵	۹۹۳/۳۱**	۹۶۸/۳۷**	۱۳۰/۹۴*	۱۴۱/۴۷**	/۲۸۰۶n.s.	۵۸/۵۸n.s.	۳/۵۵۶n.s.	n.s.۲/۵۹۰
خطا	۱۰	۱۸/۶۰	۸/۶۴	۲۵/۴۶	۶/۶۵	۰/۲۳۵۲	۵۹/۳۰	۲/۶۳۹	۲/۰۸۳
ضريب تغييرات	-	۵/۶۸	۷/۵۶	۴۸/۵۹	۴/۱۵	۹/۲۶	۸/۷۸	۱۰/۹۱	۸/۴۸

ادامه جدول ۱- تجزيه واريانس اثرات منابع گرده مختلف بر روي خصوصيات كمي وكيفي ميوه سيب رقم گلاب كهنز

منبع تغيير	درجه آزادي	pH آبميوه	تعداد بذر	قند كل	اسيديته×	توسعه رنگ	درصد مواد معدني	سفتي ميوه (سانتی‌متر/ كيلوگرم)
تكرار	۲	۰/۰۰۶۸۲۲n.s.	۱/۱۲۲n.s.	۱۴/۹۳۸**	۰/۰۰۱۸۵*	۰/۶۰۱۷n.s.	۰/۰۰۶۶۷n.s.	۱/۲۲۵۴**
گرده زا	۵	۰/۰۰۱۴۸۶n.s.	۴/۲۶۲n.s.	۲۰/۹۱۸**	۰/۰۰۰۸۹n.s.	۰/۱۳۸۳n.s.	۰/۰۰۸۰۰n.s.	۰/۱۰۰۷n.s.
خطا	۱۰	۰/۰۰۵۵۹۶	۱/۶۹۱	۰/۵۸۹	۰/۰۰۰۲۹	۰/۶۶۷۰	۰/۰۱۲۶۷	۰/۱۳۱۸
ضريب تغييرات	-	۱/۵۴	۳۸/۴۴	۶/۸۴	۹/۰۵	۳۵/۲۵	۴۲/۲۰	۷/۶۶

** : اختلاف معنى دار در سطح ۱ % * : اختلاف معنى دار در سطح ۵ % n.s. : عدم اختلاف معنى دار

× اسيديته قابل تيتراسيون

جدول ۲- مقايسه ميانگين اثرات منابع مختلف گرده بر روي خصوصيات كمي وكيفي سيب رقم گلاب كهنز

تيمار	درصد تشكيل ميوه اوليه (%)	درصد تشكيل ميوه ثانويه (%)	درصد تشكيل ميوه نهايي (%)	وزن (گرم)	قطر (سانتي متر)	نسبت طول به قطر (%)	وزن خشک (%)	مواد جامد محلول (Bx)
گلاب صحنه	۶۸/۷۰c	۲۰/۸۰c	۳/۳۰۰c	۵۷/۷۰c	۵/۰۶۷a	۹۴/۴۰a	۱۴/۳۳a	۱۶/۲۰a
گلاب كهنز	۴۲/۹۰d	۱۲/۰۷d	۲/۸۶۷c	۵۱/۸۰d	۴/۸۳۳a	۹۲/۱۳a	۱۴/۰۰a	۱۵/۹۷a
شفيع آبادي	۹۴/۵۷a	۵۶/۲۳a	۲۰/۴۰a	۷۰/۴۰a	۵/۶۰۰a	۸۵/۰۰a	۱۶/۸۳a	۱۸/۱۷a
نايون ارنگه	۸۵/۴۰b	۵۱/۲۳ab	۱۲/۰۳abc	۶۲/۸۰b	۵/۶۰۰a	۸۶/۱۳a	۱۵/۵۰a	۱۷/۶۷a
خور سيجان	۸۲/۴۷b	۴۷/۰۳b	۱۰/۴۰bc	۶۱/۹۰bc	۵/۲۰۰a	۸۴/۷۲a	۱۴/۵۰a	۱۷/۶۷a
گرده افشاني آزاد	۸۱/۶۳b	۴۵/۸۰b	۱۳/۳۰ab	۶۸/۵۰a	۵/۱۳۳a	۸۳/۹۰a	۱۴/۱۷a	۱۶/۴۰a

ادامه جدول ۲- مقايسه ميانگين اثرات منابع مختلف گرده بر روي خصوصيات كمي وكيفي سيب رقم گلاب كهنز

تيمار	pH آبميوه	تعداد بذر (No)	قند كل (گرم/۱۰۰cc)	اسيديته (گرم/۱۰۰cc)	توسعه رنگ	مواد معدني (%)	سفتي ميوه (سانتي متر/كيلوگرم)
گلاب صحنه	۴/۸۵۷a	۲/۲۶۷ab	۹/۶۱۷c	۰/۱۶a	۲/۰۶۷d	۰/۲۳۳۳a	۴/۸۱۶a
گلاب كهنز	۴/۸۲۷a	۱/۷۳۳b	۸/۲۰۰d	۰/۱۷a	۲/۳۳۳bc	۰/۲۳۳۳a	۴/۸۰۷a
شفيع آبادي	۴/۸۸۷a	۴/۸۳۳a	۱۵/۹۰a	۰/۲a	۲/۵۳۳ab	۰/۲۶۶۷a	۴/۸۷۱a
نايون ارنگه	۴/۸۷۳a	۳/۹۳۳ab	۱۲/۰۷b	۰/۲a	۲/۶۰۰a	۰/۳۶۶۷a	۴/۹۰۸a
خور سيجان	۴/۸۳۷a	۳/۳۰۰ab	۱۰/۵۳c	۰/۱۹a	۲/۲۳۳cd	۰/۲۶۶۷a	۴/۴۲۷a
گرده افشاني آزاد	۴/۸۵۷a	۴/۲۳۳ab	۱۰/۹۳bc	۰/۱۹a	۲/۱۳۳cd	۰/۲۳۳۳a	۴/۶۲۱a

جدول ۳- تجزيه واريانس اثرات منابع گرده مختلف بر روي خصوصيات كمي وكيفي ميوه سيب رقم شفيع آبادي

منبع تغيير	درجه آزادي	تشكيل ميوه اوليه (%)	تشكيل ميوه ثانويه(%)	تشكيل ميوه نهايي(%)	وزن (گرم)	قطر (سانتی‌متر)	نسبت طول به قطر(%)	وزن خشک (%)	مواد جامد محلول
تكرار	۲	۳۰/۳۰n.s.	۲۱/٤٤n.s.	۲٦/۱٤٦**	۹٦/۹٥۲**	۰/۰۲۷۲۲n.s.	۸/۱۸٤n.s.	۱/۷٦۳۹n.s.	۰ / ۲۳۸٦ n.s.
گرده زا	٥	۱۱۱۱/۱۸**	٦٥۹/۸۸**	٤٤/۹۷۹**	۷۱/٥٥۰**	۰/۸۳۳٤۷**	۷٤/٤۷۷**	۰ / ۸۸۰٦ n.s.	۰ / ۳٦۷۸ n.s.
خطا	۱۰	۱۳/۰۰	۸/۳۲	۱/۲٥۰	۸/٦۱۹	۰/۰۲۷۸۹	۹/٥۷۰	۰/۹٦۳۹	۰/۱٦۷۷
ضريب تغييرات	-	٦/٤۳	۹/۰۹	۳٥/۰۸	٤/۲۸	۳/۰۲	۳/٥٤	۷/۱۷	۱۱/۱٦

ادامه جدول ۳- تجزيه واريانس اثرات منابع گرده مختلف بر روي خصوصيات كمي وكيفي ميوه سيب رقم شفيع آبادي

منبع تغيير	درجه آزادي	pH آبميوه	تعداد بذر	قند كل	اسيديته قابل تيتراسيون	توسعه رنگ	مواد معدني (%)	سفتي ميوه
تكرار	۲	۰ / ۰۳۲٥٥۰ *	۲ / ۱۹۷۹ *	۲۰ / ۴٥۰۱ **	۰ / ۰۰۱۴٦ **	۰ / ٥۱٥۱ n.s.	۰ /۰۱٥٥٥٦ n.s.	۰ / ۳۷٦۴ n.s.
گرده زا	٥	۰ / ۰۰۱٥٥۷ n.s.	۹ / ۹۲۳۳ **	٥ / ۲۸۸۱ **	۰ / ۰۰۰۴۴ n.s.	۰ / ۰٥۱٥ n.s.	۰ / ۰۰۷٥٥٦ n.s.	۰ / ۲۱۱۳ n.s
خطا	۱۰	۰/۰۰٥٤۹۷	۰/٥۱۲۷	۰/۷۹۲٥	۰/۰۰۰۱۷	۰/۲۰٤۸	۰/۰۰٤۸۸۹	۰/۱۷٥٥
ضريب تغييرات	-	۱/٥۱	۱۸/۲۸	۱۱/۱۰	٥/۴۰	۲۱/٦۲	۲۲/٤۷	۹/۹۲

** : اختلاف معنی دار در سطح ۱ % * : اختلاف معنی دار در سطح ۵ % n.s. : عدم اختلاف معنی دار

جدول ٤- مقايسه ميانگين اثرات منابع مختلف گرده بر روي خصوصيات كمي وكيفي سيب رقم شفيع آبادي

تيمار	تشكيل ميوه اوليه (%)	تشكيل ميوه ثانويه(%)	تشكيل ميوه نهايي (%)	وزن (گرم)	قطر (سانتي متر)	نسبت طول به قطر (%)	وزن خشک (%)	مواد جامد محلول (Bx)
گلاب صحنه	٦٥/۰۰b	۳۸/۷٥b	٦/٦٦۷b	۷۰/۷۰a	٥/۷٦۷b	۸۳/۷۰bc	۱٤/۱۷a	۱٥/٥۳a
گلاب كهنز	۸٦/٦۷a	٥٥/٤۲a	۱٦/۲٥a	۷٤/٤۰a	٥/۸٦۷a	۸۲/۱۳c	۱٤/۳۳a	۱۷/٤۷a
شفيع آبادي	۳۲/٥۰e	۱٥/۰۰d	۲/۰۸۳b	٦۲/۷۰b	٤/٤٦۷d	۹٦/۲۸a	۱۳/۰۰a	۱٥/۲۷a
نايون ارنگه	٤۲/۰۸d	۲۰/٤۲c	٥/۰۰۰b	٦٤/۸۷b	٥/٦٥۰c	۸۸/۱۰bc	۱٤/۳۳a	۱٥/٤۰a
خور سيجان	٤۸/۷٥c	۲٤/۱۷c	٥/۸۳۳b	٦٥/۲۳b	٥/٦٦۷bc	۸۸/٥۷b	۱۳/۳۳a	۱٥/٤۳a
گرده افشاني آزاد	٦۱/٦۷ b	۳٦/٦۷b	۱۲/۰۸a	۷۳/۲۰a	٥/۷٦۷b	۸٦/۰۰bc	۱٤/۰۰a	۱٦/۱۳a

ادامه جدول ٤- مقايسه ميانگين اثرات منابع مختلف گرده بر روي خصوصيات كمي وكيفي سيب رقم شفيع آبادي

تيمار	pH آبميوه	تعداد بذر (No)	قند كل (گرم/۱۰۰cc)	اسيديته (گرم/۱۰۰cc)	توسعه رنگ	مواد معدني (%)	سفتي ميوه (سانتی متر/كيلوگرم)
گلاب صحنه	٤/۹۲۳a	٤/۸۸۳a	۹/۰٦۷a	۰/۲٦a	۲/۳۸۳a	۰/۳۳۳۳a	٤/۷۳٤a
گلاب كهنز	٤/۹٥۳a	٥/٥۳۳a	۹/۸٦۷a	۰/۲٦a	۲/٦٦۷a	۰/۳٦٦۷a	٤/۰۰٥a
شفيع آبادي	٤/۸۸۷a	۱/۲٦۷c	٦/۳٦۷c	۰/۲۳a	۲/۳۷۷a	۰/۳۳۳۳a	٤/۱۲۳a
نايون ارنگه	٤/۹۱۰a	۲/۹۳۳b	۷/۰٦۷bc	۰/۲٤a	۲/۰٦۷a	۰/۲٦٦۷a	٤/۲۱۷a
خور سيجان	٤/۹۰۷a	۲/۹٥۰b	۷/۳۱۷bc	۰/۲٤a	۲/۱٥۰a	۰/۲۳۳۳a	٤/۲۲۱a
گرده افشاني آزاد	٤/۹۳۰a	٥/۹۳۳a	۸/٤۳۳ab	۰/۲٤a	۲/۱٦۷a	۰/۳۳۳۳a	٤/۰٤۰a

بيشترين درصد تشكيل ميوه اوليه و درصد تشكيل ميوه در مرحله دوم شمارش مربوط به گرده رقم گلاب كهنز و كمترين درصد مربوط به خودگرده افشاني در رقم شفيع آبادي بود. بعد از گرده گلاب كهنز به ترتيب گرده رقم گلاب صحنه، گرده افشاني آزاد،گرده ارقام خورسيجان و نايون ارنگه بالاترين درصد تشكيل ميوه اوليه و درصد

تشكيل ميوه در مرحله دوم شمارش را موجب شدند. بالاترين درصد تشكيل ميوه نهايي با استفاده از گرده گلاب كهنز و گرده افشاني آزاد بدست آمد كه پس از آن به ترتيب گرده ارقام گلاب صحنه، خورسيجان و نايون ارنگه قرار داشتند. كمترين درصد تشكيل ميوه نهايي نيز مربوط به خود گرده افشاني در رقم شفيع آبادي بود. بيشترين ميزان وزن ميوه مربوط به ميوه هاي حاصل از تلقيح با گرده گلاب كهنز بود كه با ميوه هاي حاصل از گرده افشاني آزاد و گرده رقم گلاب صحنه اختلاف معني داري نداشتند. كمترين ميزان وزن ميوه در اثر خود گرده افشاني در رقم شفيع آبادي بدست آمد. بيشترين ميزان قطر ميوه مربوط به گرده رقم گلاب كهنز بود. پس از آن گرده رقم گلاب صحنه و گرده افشاني آزاد بدون اختلاف معني داري بيشترين ميزان قطر ميوه را داشتند. كمترين ميزان قطر ميوه در اثر خود گرده افشاني در گرده رقم شفيع آبادي بدست آمد. بالاترين نسبت طول به قطر در اثر خود گرده افشاني در رقم شفيع آبادي حاصل شد كه از اين نظر با ساير گرده زاها تفاوت معني دار داشت. كمترين نسبت طول به قطر مربوط به گرده رقم گلاب كهنز بود كه با رقم گلاب صحنه، گرده افشاني آزاد و نايون ارنگه تفاوت معني دار نداشت. بالاترين تعداد بذر به ترتيب حاصل از گرده افشاني آزاد، گرده رقم گلاب كهنز و گرده رقم گلاب صحنه بود كه از اين نظر تفاوت معني داري بين آنها وجود نداشت. كمترين تعداد بذر نيز در اثر خود گرده افشاني دررقم شفيع آبادي حاصل شد. ميزان قند كل در ميوه هاي گرده افشاني شده با گرده رقم گلاب كهنز بيشترين مقدار بود و پس از آن گرده رقم گلاب صحنه و گرده افشاني آزاد بالاترين ميزان قند كل را داشتند. كمترين ميزان قند كل در اثر خود گرده افشاني دررقم شفيع آبادي بدست آمد.

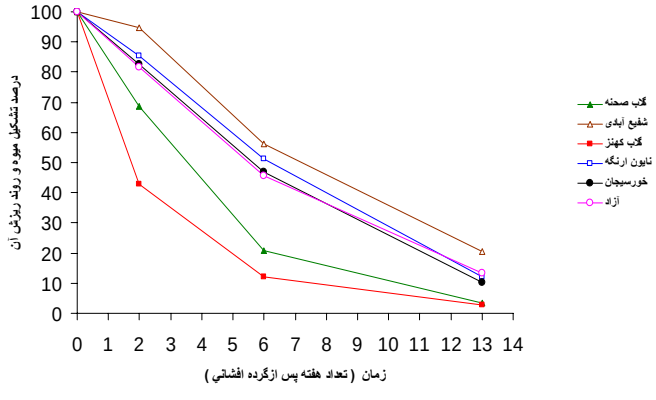
همبستگي بين تعداد بذور و برخي از صفات كمي و كيفي سيب رقم گلاب كهنز و شفيع آبادي در جدول ۵ آمده است. به طوريكه ملاحظه مي گردد بغير از شاخص نسبت طول به قطر در ساير شاخص ها اين همبستگي به صورت مثبت مي باشد.

در شكل‌هاي ۲ و ۳ روند ريزش دو رقم گلاب كهنز و شفيع آبادي در زمانهاي مختلف نشان داده شده است كه بيشترين ميزان ريزش در هر دو رقم در اثر خود گرده افشاني مي باشد.

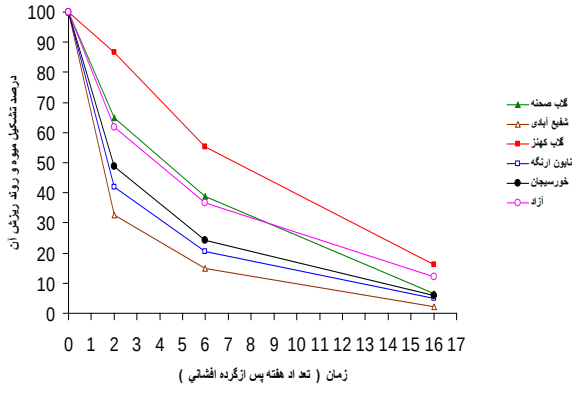
جدول ۵- همبستگي بين تعداد بذور و برخي از صفات كمي و كيفي سيب ارقام گلاب كهنز و شفيع آبادي

تيمار	درصد تشكيل ميوه اوليه	درصد تشكيل ميوه در مرحله دوم شمارش	درصد تشكيل ميوه نهايي	وزن ميوه	قطر ميوه	نسبت طول به قطر	ميزان قند كل
گلاب كهنز	۰/٦٤٨**	۰/۷۱۰**	۰/۷۳۸**	۰/۷۰۸**	۰/۳۷۹	-۰/۳۲۳	۰/۵۹۵**
شفيع آبادي	۰/۷۹۲**	۰/۷۸٤**	۰/٦۳۳**	۰/۵۳۲*	۰/٦۳٦**	-۰/۷۲۰**	۰/۵٦۹*

**: در سطح ۱% معنی دار *: در سطح ۵% معنی دار



شكل ۲- روند ريزش ميوه (با توجه به گلهاي گرده افشاني شده دستي) در سيب گلاب كهنز با استفاده از منابع گرده مختلف



شكل ۳- روند ريزش ميوه (با توجه به گلهاي گرده افشاني شده دستي) در سيب شفيع آبادي با استفاده از منابع گرده مختلف

بحث

ارقام مورد بررسي در اين تحقيق از نظر گلدهي همپوشاني مطلوبي با ارقام اصلي داشتند، به طوريكه بيش از ۸۰% همپوشاني بين رقم گرده زا و رقم اصلي وجود داشت كه طبق گزارش سولتز (۱۹۹۶a) اين ميزان همپوشاني مي‌تواند شرايط لازم براي تشكيل ميوه كافي را فراهم آورد.

تاثير منابع مختلف گرده بر روي تشكيل ميوه در هر دو رقم گلاب كهنز و شفيع آبادي مشاهده شد و درصد تشكيل ميوه پس از خودگرده افشاني كمتر از دگرگرده افشاني بود كه با گزارش دويت و همكاران (۱۹۹۶) هماهنگي دارد. آنها اعلام كردند كه خودگرده افشاني همواره موجب تشكيل ميوه كمتري مي شود. نيكي (۱۹۹۶) ارقام سيب را بر اساس ميزان خودباروري به سه دسته خودبارور (بيش از ۱۰% تشكيل ميوه)، نيمه خودبارور (۱۰-۶%) و خودنابارور (كمتر از ۵% تشكيل ميوه) تقسيم كرده كه بر طبق اين گروه‌بندي مي‌توان دو رقم گلاب كهنز و شفيع آبادي را به ترتيب با ۲/۹% و ۲/۱% تشكيل ميوه نهايي حاصل از خود گرده‌افشاني جزو ارقام خود نابارور دانست.

بر اساس نتايج اين تحقيق بالاترين درصد تشكيل ميوه نهايي در دو رقم گلاب كهنز و شفيع آبادي در اثر دگر گرده‌افشاني با گرده يكديگر بدست آمد كه مشابه اين نتايج توسط ارشادي (۱۳۸۱) نيز اعلام گرديده است و اين نشان دهنده تقارب و شدت ضريب قدرت هماهنگي گرده افشاني بين اين دو رقم مي‌باشد. با توجه به اينكه بلوكهاي درختان گلاب كهنز و شفيع آبادي بطور متناوب قرار گرفته بودند لذا گرده‌افشاني آزاد تا حدودي دربرگيرنده دگر گرده افشاني بين اين دو رقم مي‌باشد، به همين دليل در هر دو رقم شفيع آبادي و گلاب كهنز تيمار گرده افشاني آزاد نسبت به ساير گرده‌زاها درصد تشكيل ميوه نهايي بالاتري را موجب شد (جداول ۲ و ۴). از طرفي در رقم گلاب كهنز درصد تشكيل ميوه نهايي با استفاده از گرده شفيع آبادي و نيز در رقم شفيع آبادي درصد تشكيل ميوه حاصل از گرده رقم گلاب كهنز بيشتر از گرده افشاني آزاد بود كه بنا بر گزارش سولتز (۱۹۹۶a) دليل آن مي‌تواند تعداد دانه‌هاي گرده بيشتری باشد كه در گرده افشاني دستي بر روي كلاله قرار مي‌گيرند.

مشاهدات بدست آمده در اين تحقيق نشان مي‌دهد كه دو رقم گلاب كهنز و شفيع آبادي با يكديگر كاملا سازگارند، در حاليكه رقم گلاب كهنز با گلاب صحنه و رقم شفيع آبادي با دو رقم نايون ارنگه و خورسيجان نيمه سازگارند كه نتايج گزارش ارشادي (۱۳۸۱) راتائيد مي‌كند. وي بر اساس بررسي ايزوآنزيم ريبونوكلئازها و كاربرد نشانگرهاي اختصاصي مبتني بر پي سي آر اعلام داشت كه ژنوتيپ خودناسازگاري سيب گلاب كهنز S1S3a ، گلاب صحنه S3aS9a، شفيع آبادي S4Sx، نايون ارنگه S4S20 و خورسيجان S4Sx مي‌باشد. بطوريكه ملاحظه مي‌گردد ارقام گلاب كهنز و گلاب صحنه داراي يک آلل خودناسازگاري مشترک بوده و نيمه سازگار مي‌باشند. همچنين دو رقم نايون ارنگه و خورسيجان داراي يک آلل خودناسازگاري مشترک با رقم شفيع آبادي مي‌باشند، بنابراين اين دو رقم نيز با رقم شفيع آبادي نيمه سازگارند، در حاليكه دو رقم گلاب كهنز و شفيع آبادي هيچ آلل S مشتركي ندارند و سازگارند. گلدوي و همكاران نيز (۲۰۰۱) نتايج مشابهي را در ارقامي كه داراي يک آلل S مشترک بودند و به عبارتي نيمه سازگار مي‌باشند بدست آوردند. با توجه به اينكه خودناسازگاري در سيب از نوع گامتوفيتيک است، انجام لقاح فقط توسط نيمي از گرده‌هاي ارقام نيمه سازگار امكان‌پذير است كه فاقد آلل خودناسازگاري مشترک با رقم اصلي باشند، به همين دليل ارقام سازگار كه هيچ آلل S مشتركي نداشتند درصد تشكيل ميوه بالاتري را نشان دادند.

گزارشات متفاوت و متضادي در رابطه با تاثير منابع مختلف گرده بر روي خصوصيات كمي و كيفي ميوه سيب وجود دارد. برخي از محققين اثر متازنيا را بر وزن ميوه (هيبارد، ۱۹۳۳)، اندازه ميوه و تعداد بذر (تيدمن، ۱۹۳۸) گزارش كرده‌اند (نقل از چرچ و ويليامز، ۱۹۸۳). برخي ديگر اين تاثير را غير منطقي دانسته و تفاوت در خصوصيات كمي و كيفي ميوه را فقط بدليل تفاوت در تعداد بذر مي‌دانند (۱۵). نتايج بدست آمده در اين آزمايش نشان مي‌دهد كه در دو رقم گلاب كهنز و شفيع آبادي ميزان وزن ميوه حاصل از خود گرده افشاني كمتر از دگرگرده افشاني بود. رجمن (۱۹۸۳)، عباس و همكاران (۱۹۹۵) و ارشادي

(۱۳۸۱) نيز به نتايج مشابهي دست يافتند. در اين آزمايش ميزان قند كل در ميوه‌هاي سيب رقم گلاب كهنز و شفيع‌آبادي پس از خود گرده افشاني كمتر از دگرگرده افشاني بود كه با گزارش ارشادي (۱۳۸۱) هماهنگ است. در رقم شفيع آبادي ميوه‌هاي بدست آمده از طريق خودگرده افشاني قطر و تعداد بذر كمتر و نسبت طول به قطر بيشتري در مقايسه با ميوه‌هاي حاصل از دگر گرده‌افشاني داشتند. نتايج مشابهي نيز توسط عباس و همكاران (۱۹۹۵)، دويت و همكاران (۱۹۹۶) و ارشادي (۱۳۸۱) گزارش شده است. در رقم گلاب كهنز ارقام گرده‌زا بر روي قطر، نسبت طول به قطر، درصد وزن خشک، مواد جامد محلول، pH، تعداد بذر، اسيديته قابل تيتراسيون، توسعه رنگ، درصد مواد معدني و سفتي تاثير معني‌دار نداشتند. در رقم شفيع آبادي نيز درصد وزن خشک، مواد جامد محلول، pH، اسيديته قابل تيتراسيون، توسعه رنگ، درصد مواد معدني و سفتي ميوه تحت تاثير گرده زاهاي مختلف تفاوت معني داري را نشان ندادند. دپاتر و همكاران (۱۹۹۶) اعلام كردند كه گرده‌هاي ارقام ديسكاوري، دلكورف، كوكسز اورنج پيپين و الستار تاثير معني‌داري بر وزن، مواد جامد محلول، اسيديته و سفتي بافت ميوه‌هاي ارقام كوكسز اورنج پيپين، رودبوسكوپ و جوناگلد نداشتند.

نتايج حاصل از اين تحقيق نشان مي‌دهد كه در رقم شفيع‌آبادي تعداد بذور در ميوه‌هاي حاصل از گرده افشاني با گرده ارقام نايون ارنگه و خورسيجان كمتر از تعداد بذر ميوه‌هاي حاصل از گرده رقم گلاب كهنز و گلاب صحنه بود. درصد تشكيل ميوه، وزن، قطر و قند كل نيز در ميوه‌هاي بدست آمده با استفاده از گرده نايون ارنگه و خورسيجان كمتر از ميوه‌هاي حاصل از گرده گلاب كهنز و گلاب صحنه بود. از طرفي گرده رقم خورسيجان سبب توليد ميوه‌هايي با نسبت طول به قطر بيشتر در مقايسه با گرده رقم گلاب كهنز شد. از آنجائيكه دو رقم نايون ارنگه و خورسيجان با رقم شفيع آبادي نيمه سازگارند، بنابراين تعداد بذور كمتري تشكيل مي‌دهند و احتمال دارد كه تعداد بذور بر ساير صفات مثل درصد تشكيل ميوه، وزن، قطر، قند كل و نسبت طول به قطر اثر گذارد. طبق جدول ۵ بررسي همبستگي بين تعداد بذور و صفات كمي و كيفي ميوه در رقم شفيع آبادي نشان مي‌دهد كه بين تعداد بذور با درصد تشكيل ميوه، وزن، قطر و ميزان قند كل همبستگي مثبت وجود دارد. همچنين بين نسبت طول به قطر و تعداد بذور همبستگي منفي وجود دارد. در رقم گلاب كهنز نيز تعداد بذور، درصد تشكيل ميوه، وزن و قند كل در ميوه‌هاي حاصل از گرده شفيع آبادي بيشتر از ميوه‌هاي بدست آمده با استفاده از گرده گلاب كهنز بود و بين تعداد بذور با درصد تشكيل ميوه، وزن و قند كل در رقم گلاب كهنز همبستگي مثبت مشاهده شد. همچنين وجود همبستگي مثبت بين تعداد بذر و درصد تشكيل ميوه توسط دپاتر و همكاران (۱۹۹۶) و ارشادي (۱۳۸۱) و بين تعداد بذر و وزن ميوه توسط كئولمانس و همكاران (۱۹۹۶) گزارش شده است. از طرفي ارشادي (۱۳۸۱) نيز اعلام كرده است كه قطر ميوه با تعداد بذور همبستگي مثبت داشته و نسبت طول به قطر ميوه با تعداد بذور همبستگي منفي نشان داده است.

تعداد بذور بر شدت ريزش نيز اثر دارند. ميوه‌هاي با رشد كند و حاوي بذور كمتر عموما بدليل اينكه قادر به رقابت نيستند زودتر مي‌ريزند. عباس و همكاران (۱۹۹۵) اعلام كردند كه اغلب ريزشها در ۶-۴ هفته اول رشد ميوه اتفاق مي‌افتد. در رقم گلاب كهنز به غير از ميوه‌هاي گرده افشاني شده با رقم شفيع آبادي در ساير موارد بيشترين شدت ريزش در ۲ هفته اول پس از تمام گل اتفاق افتاده است. در رقم شفيع آبادي نيز به غير از گرده گلاب كهنز در ساير گرده‌زاها بيشترين شدت ريزش در ۲ هفته اول پس از تمام گل بوده است. هنگاميكه بدليل ناسازگاري رقم گرده زا تشكيل ميوه اوليه در اين دو رقم كمتر بوده است، نتيجتاً رقابت بين ميوه‌چه‌ها كاهش يافته و شدت ريزش كمتر مي‌شود. در حاليكه بدليل اينكه دو رقم گلاب كهنز و شفيع آبادي كاملا سازگارند، تشكيل ميوه اوليه افزايش يافته و ريزش در ۴ تا ۶ هفته بعد از تمام گل شدت مي‌يابد.

با توجه به نتايج بدست آمده ارقام شفيع آبادي و نايون ارنگه به ترتيب بعنوان بهترين گرده زا براي رقم گلاب كهنز معرفي مي شوند. بهترين گرده‌زا براي رقم شفيع آبادي رقم گلاب كهنز مي‌باشد و پس از آن رقم گلاب صحنه قرار دارد.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشکده کشاورزی و همکاران محترم مرکز تحقیقات گروه علوم باغبانی که در تسهیل انجام این پژوهش کمک نموده‌اند, تشکر و قدردانی بعمل می‌آید. همچنین از مسئولین محترم شورای قطبهای علمی وزارت علوم, تحقیقات و فناوری که بخشی از هزینه‌های انجام این تحقیق را در قالب طرح قطب علمی باغبانی تامین نموده‌اند, سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده **REFERENCES**

۱. ارشادي، ا. ۱۳۸۱. بررسي گرده‌افشاني و تشكيل ميوه و ارزيابي ارقام سيب ايراني با استفاده از نشانگرهاي مولكولي. پايان‌نامه دكتري، دانشكده كشاورزي, دانشگاه تهران.

2. Abbas, M.T., S. Habib, & M. T. Wahdan. 1995. Effect of self and open pollination on fruit set, anatomical development of ovules and fruit characters of some imported apple cultivars. Zagazig. Jour. Agr. Res. Vol 22 (93): 859-868
3. Alston, F.H. 1996. Incompatibility alleles and apple pollination. Acta Horticulturae 423: 119-124
4. Church, R.M. & R. R. Williams. 1983. Comparison the compatibility and metaxenia effect of several desert apple and ornamental Malus cultivars with Cox`s Orange Pippin. Journal of Horticultural Science. 58 (3): 343-347
5. Church, R.M., R. R. Williams, & L. Andrews. 1983. Comparison of flowering dates and pollen release characteristics of several Malus cultivars used as pollinators for Cox`s Orange Pippin apple. Journal of Horticultural Science. 58 (3): 349-353
6. De Putter, H., H. Kemp, & A. De Jager. 1996. Influence of pollinizer on fruit characteristics of apple. Acta Horticulturae 423: 211-218
7. De Witte, K., J. Vercammen, G. Van Daele, & J. Keulemans. 1996. Fruit set, seed set and fruit weight in apple as influenced by emasculation, self – pollination and cross – pollination. Acta Horticulturae 423: 177-184
8. Goldway, M., D. Schneider, H. Yehuda, A. Matityahu, D. Eisikowitch, & R. A. Stern. 2001. The effect of apple S – allele compatibility on fruit set levels in non – optimal fertilization conditions. Acta Horticulturae 561: 231-234
9. Keulemans, J., A. Brusselle, R. Eyssen, J. Vercammen, & G. Van Daele. 1996. Fruit weight in apple as influenced by seed number and pollinizer. Acta Horticulturae 423: 201-210
10. Nyeki, J., A. Terpo, M. Toth, F. Gyuro, & M. Soltesz. 1982. Flowering biological and growth characteristics of Malus species and cultivars. Acta Botanica Akademiae Scietiarum Hungaricae Vol 28 (3-4): 347-359
11. Nyeki, J. 1996. Pollination and fertilization 153-184 in: Nyeki, J. & SoltezT M. Floral biology of temperate zone fruit trees and small fruits. Akademiai kiado pub. P377.
12. Paprstein, F. & J. Blazek. 1996. Pollination relations of new apple cultivars. Acta Horticulturae 423: 135-144
13. Rejman, A. 1983. The influence of pollinators on fruit set and some characters of close apples. Acta Horticulturae 139: 29-32
14. Soltesz, M. 1996 a. Flowering 80-131in: Nyeki, J. and Soltesz, M. (eds.) Floral biology of temprate zone fruit trees and small fruits. Akademiai Kiado Pub. P 80-131
15. Soltesz, M. 1996 b. Requirements for successful fruit set in orchards in: Nyeki, J. and Soltesz, M. (eds.) Floral biology of temprate zone fruit trees and small fruits. Akademiai Kiado Pub. P 257-286
16. Soltesz, M. 1997. Laws of bloom phenology by apple. Acta Horticulturae 437: 451-456
17. Spiegel - Roy, P. & F. H. Alston. 1982. Pollination requirement of new apple cultivars. Journal of Horticultural Science. 57 (2): 145-150