دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال سیزدهم، شماره چهل و چهارم، ۱۴۰۰

تأثیر نوع پایه، الگوی رشد میوه‌ها و تراکم سلولی پوست در بروز عارضه ترکیدگی قبل از برداشت مرکبات

مهرناز علیخانی[۱]، بابک باباخانی[۲]، بهروز گلعین[۳]، محمود اسدی[۱]، پروانه راهداری[۱]

دریافت:۹۹/۱۱/۱۱ پذیرش: ۹۹/۱۲/۲٤

چکیده

عارضه ترکیدگی قبل از برداشت میوه هر ساله موجب کاهش شدید عملکرد و افزایش پوسیدگی‌های قارچی در میوه مرکبات می‌شود، به همین منظور پژوهشی به‌منظور تعیین نقش پایه و عوامل فیزیکی مربوط به میوه‌ها در شدت ترک‌خوردگی صورت گرفت. به‌این منظور، پژوهشی در سال ۱۳۹۵ در قالب آماری طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار روی درختان ۱۵ ساله سه رقم نارنگی پیج، کارا و کادوکس (کلمانتین کادوکس) پیوندی روی چهار پایه نارنج، سیترنج، سیترومللو و کلئوپاتراماندارین در شرایط بدون آبیاری شهرستان تنکابن (باغ خصوصی) صورت گرفت. هدف از این پژوهش، بررسی نقش پایه و رابطه الگوی رشد میوه و تراکم سلول‌های پوست میوه بر وضعیت ترکیدگی قبل از برداشت میوه‌ها بود. نتایج این پژوهش نشان داد که هر دو عامل پایه و رقم در بروز ترکیدگی قبل از برداشت نقش بارزی داشته‌اند. بر اساس این نتایج، نارنج و سیترومللو به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین درصد ترکیدگی را داشته و سیترنج و کلئوپاتراماندارین هر دو در سطح مشابه و در بین این دو حد بوده‌اند. هم‌چنین الگوی رشد میوه، میزان ضخامت پوست و تراکم سلولی در ناحیه گل‌گاه ارقام مختلف سبب شد تا ارقام پیج و کادوکس به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین شدت ترکیدگی را داشته باشند. نتایج این بررسی هم‌چنین نشان داد که در میوه‌های ترک‌خورده هر رقم، تراکم سلولی پوست در ناحیه گل‌گاه میوه کم‌تر از میوه‌های ترک‌نخورده است.

واژه‌های کلیدی: ترک‌خوردگی، ضخامت پوست، گل‌گاه، نارنگی، نسبت طول به قطر

علیخانی، م.، ب. باباخانی، ب. گلعین، م. اسدی و پ. راهداری. ۱٤۰۰. تأثیر نوع پایه، الگوی رشد میوه‌ها و تراکم سلولی پوست در بروز عارضه ترکیدگی قبل از برداشت مرکبات. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤٤: ۱۲۷-۱۱٦.

۱- گروه زیست شناسی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران

۲- گروه زیست شناسی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران- مسئول مکاتبات. bbabakhani97@gmail.com

۳- گروه ژنتیک و بهنژادی، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، رامسر، ایران

مقدمه

ترکیدگی قبل از برداشت میوه که در مرکبات برای اولین بار در مورد پرتقال واشنگتن‌ناول گزارش شد، هرساله باعث بروز خسارت‌های سنگینی به برخی دیگر از محصولات مهم باغی از جمله گیلاس، هلو، انار، آلو، زردآلو و گوجه‌فرنگی می‌شود (آگوستی و همکاران، ۲۰۰۲؛ بوور و همکاران، ۱۹۹۲؛ لیپرت، ۲۰۱۱؛ اوپاران و همکاران، ۱۹۹۷). در این عارضه که منشأ فیزیولوژیک دارد، ترک و شکاف‌هایی اغلب عمودی که بیش‌تر از گل‌گاه میوه آغاز می‌شود، ابتدا در بخش بیرونی پوست میوه‌های بالغ اما نرسیده ایجاد می‌شود که در نهایت به بخش درونی پوست (میان‌بر) نیز گسترش یافته و سبب شکافته شدن گوشت میوه می‌شود (آگوستی و همکاران، ۲۰۰۲؛ بی‌نام، ۲۰۱۲؛ زور و همکاران، ۲۰۱٦). مطالعات قبلی تأیید کرده‌اند که ترک‌خوردن پوست میوه در مرحله قبل از برداشت، به‌طور عمده ناشی از فشار وارده از طرف بخش‌های داخلی میوه در مرحله رشد سریع گوشت است که بر پوست نازک و بیش از حد کشیده شده آن وارد می‌آید (بی‌نام، ۲۰۱۳؛ چیاراویپا و اسدودی، ۲۰۰۵؛ دیویس و آلبریگو، ۱۹۹٤؛ گارسیا-لوئیز و همکاران، ۲۰۰۱؛ گرینبرگ و همکاران، ۱۹۹۲؛ لیپرت، ۲۰۱۱). از آن‌جایی که ترکیدگی میوه‌ها در اواخر فصل رشد میوه‌ها رخ می‌دهد، بخش قابل توجهی از ماده خشک تولیدی درخت تلف می‌شود و به این ترتیب هر ساله خسارت اقتصادی زیادی متوجه تولیدکنندگان می‌شود (حیاتبخش و همکاران، ۱۳۸۲؛ آلملا و همکاران، ۱۹۹٤؛ باری و بوور، ۱۹۹۷؛ کرونجه و همکاران، ۲۰۱۳).

مطالعات انجام گرفته در مورد این عارضه نشان داده است که استعداد ترکیدگی قبل از برداشت میوه برای همه انواع مرکبات یکسان نبوده و شدت این عارضه در پرتقال‌های نافدار و تعدادی از ارقام و دورگ‌های نارنگی از جمله نوآ[1]، مورکات[2]، الندیل[3] و ماریسول[4] بیش‌تر از ارقام دیگر مرکبات است (عدولی و همکاران، ۱۳۸۳؛ آگوستی و همکاران، ۲۰۰۲؛ اریکسون، ۱۹٦۸؛ گارسیا-لوئیز و همکاران، ۱۹۹٤؛ هادسون، ۱۹٦۷؛ خادیوی‌خوب، ۲۰۱۵؛ لیپرت، ۲۰۱۱؛ موپامبی، ۲۰۱۰؛ وبر، ۱۹٤۳). هم‌چنین مشاهدات انجام گرفته حاکی از یکسان نبودن شدت این پدیده در باغ‌های یک منطقه است که از پایه‌های مختلف استفاده شده است (حیاتبخش و همکاران، ۱۳۸۲؛ اشپیگل‌روی و گلداشمیت، ۳۱). بر اساس نتایج پژوهش‌های انجام گرفته، طیف وسیعی از عوامل باغی و محیطی از جمله تغذیه نامتعادل، شرایط اقلیمی گرم و مرطوب در فصل رشد و عرضه نامنظم آب را می‌توان از دلایل مهم بروز ترکیدگی قبل از برداشت میوه مرکبات عنوان کرد (آلملا و همکاران، ۱۹۹٤؛ باری و بوور، ۱۹۹۷؛ سیکو و همکاران، ۱۹۸۸؛ کرونجه و همکاران، ۲۰۱۳؛ گلداشمیت و جلیلی، ۱۹۹۲؛ خادیوی‌خوب، ۲۰۱۵؛ اینتریگلیولو و همکاران، ۱۹۹۱؛ اوگاوا، ۱۹۸۹؛ راوی‌کومار و رانجیت‌کومار، ۱۹۹۲؛ اسدودی و چیاراویپا، ۲۰۰۵). بر اساس مشاهدات انجام گرفته می‌توان اظهار داشت که تغییر الگوی پراکنش بارندگی در مناطق شمالی کشور و کمبود بارندگی در زمان نمو پوست میوه‌ها موجب شده است تا پوست میوه در باغ‌هایی که به صورت دیم نگهداری می‌شوند از گسترش کافی برخوردار نشده و لذا در اواخر فصل تابستان و متعاقب بارندگی‌های پاییزی شاهد ترک‌خوردگی‌های وسیع پوست میوه در ارقام پوست نازک و نافدار مرکبات و بویژه آن‌هایی که شکل میوه در آنها تا حدودی پخت است باشیم (حیاتبخش و همکاران، ۱۳۸۲؛ عدولی، ۱۳۸٦؛ آگوستی و همکاران، ۲۰۰۲؛ موپامبی، ۲۰۱۰؛ اوگاوا، ۱۹۸۹).

در پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تأثیر نوع پایه انتخابی برخصوصیات رشد و نموی میوه‌های سه رقم نارنگی شامل ارقام پیج[5]، کارا[6] و کلمانتین کادوکس[7] بر شدت ترکیدگی قبل از برداشت میوه‌ها، اقدام به مقایسه چهار پایه تجاری نارنج[8]، سیترنج[9]، سیترواملو[10] و کلئوپاترامانداریں[11] شده است. هم‌چنین اثرات ناشی از الگوی رشد و نموی و صفات فیزیکی میوه‌های این ارقام بر شیوع این عارضه بررسی گردیده و در مورد وجود همبستگی بین تراکم سلولی پوست میوه با وقوع ترک‌خوردگی میوه‌ها در مرحله قبل از برداشت پژوهش صورت گرفته است. به این ترتیب می‌توان بر اساس نتایج به‌دست آمده مناسب‌ترین پایه را با هدف کاهش ترکیدگی قبل از برداشت میوه‌های این ارقام در شرایط دیم شمال

1 Nova
2 Morcott
3 Elendale
4 Marisol

5 Page
6 Kara
7 Cadox
8 Sour orange
9 Citrange
10 Citrumelo
11 Cleopatra mandarin

کشور توصیه کرد تا میزان خسارت اقتصادی ناشی از این عارضه به حداقل خود کاهش بیابد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی سال ۱۳۹۵ به صورت دو آزمایش مستقل در قالب آماری طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار سه درختی در شرایط دیم شهرستان تنکابن – کترا (باغ خصوصی) که در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه شرقی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه شمالی قرار دارد، به انجام رسیده است. مواد گیاهی مورد استفاده در این پژوهش شامل درختان ۱۵ ساله سه رقم نارنگی شامل پیج، کارا و کادوکس پیوندی روی چهار پایه نارنج، سیترنج، سیترومللو و کلئوپاتراماندارین بوده است.

در آزمایش اول که به صورت فاکتوریل انجام گرفت، اثرات ساده و متقابل دو عامل پایه و رقم بر شدت ترکیدگی قبل از برداشت میوه‌ها بررسی شد. در این آزمایش، با هدف تعیین شاخص ترکیدگی هر یک از واحدهای آزمایشی، از اواخر تابستان و پیش از شروع بارندگی‌های فصلی عملیات جمع‌آوری، شمارش و ثبت میوه‌های ترک‌خورده درختان به صورت هفتگی آغاز و تا زمان برداشت محصول ادامه یافت. به این ترتیب، با تعیین تعداد کل میوه‌های هر درخت که شامل مجموع میوه‌های ترک‌خورده و چیده شده در زمان برداشت محصول است، درصد میوه‌های ترک‌خورده برای هر واحد آزمایشی مشخص شد.

در آزمایش دوم که با پایه نارنج (به عنوان رایج‌ترین پایه مرکبات کشور) انجام شد، مقایسه‌ای بین سه رقم نارنگی مورد بررسی از نظر الگوی رشد میوه، ضخامت پوست در ناحیه گل‌گاه و همچنین تراکم سلول‌های پوست گل‌گاه میوه‌ها با هدف تعیین نقش این عوامل در ترک‌خوردگی قبل از برداشت انجام شد. در این آزمایش برای تعیین الگوی رشد میوه، از زمان پایان ریزش جودرو (قبل از آغاز ترکیدگی میوه‌ها)، از هر درخت آزمایشی تعداد ۴۰ میوه به‌طور تصادفی از هر چهار طرف تاج پلاک‌گذاری و اندازه‌گیری قطر و طول آن‌ها به صورت ماهیانه انجام گرفت. اندازه‌گیری ضخامت پوست میوه در ناحیه گل‌گاه نیز به صورت ماهیانه و با نمونه‌گیری تصادفی از ۱۰ میوه جمع‌آوری شده از چهار طرف تاج انجام گرفت. میوه‌های جمع‌آوری شده در هر نوبت، پس از انتقال به آزمایشگاه فیزیولوژی (پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، رامسر)، از بخش استوایی به دو نیمه تقسیم و توسط کولیس دیجیتال (مدل Guanglu، تایوان) اندازه‌گیری دقیق ضخامت پوست در محل گل‌گاه انجام گرفت. در این آزمایش هم‌چنین به‌منظور تعیین تراکم سلول‌های پوست، در زمان یک ماه پس از آغاز ترکیدگی میوه‌ها، از هر واحد آزمایشی، تعداد ۲۰ میوه از دو گروه سالم و ترک خورده به‌طور تصادفی انتخاب و با استفاده از میکروسکوپ نوری (Nikon، ژاپن) و لام‌های مدرج نسبت به شمارش تعداد سلول‌های موجود در سطح یک میلی‌متر مربع از پوست اقدام و نتایج به‌دست آمده برای هر رقم با سایر ارقام مورد مقایسه قرار گرفت.

تجزیه آماری داده‌های به‌دست آمده از این دو آزمایش برای هر یک از صفات مورد بررسی با نرم‌افزار آماری SAS (نسخه 9.1) انجام و مقایسه میانگین تیمارها بر اساس آزمون اختلاف معنی‌دار توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای رسم شکل‌ها نیز از نرم‌افزار اکسل استفاده گردید.

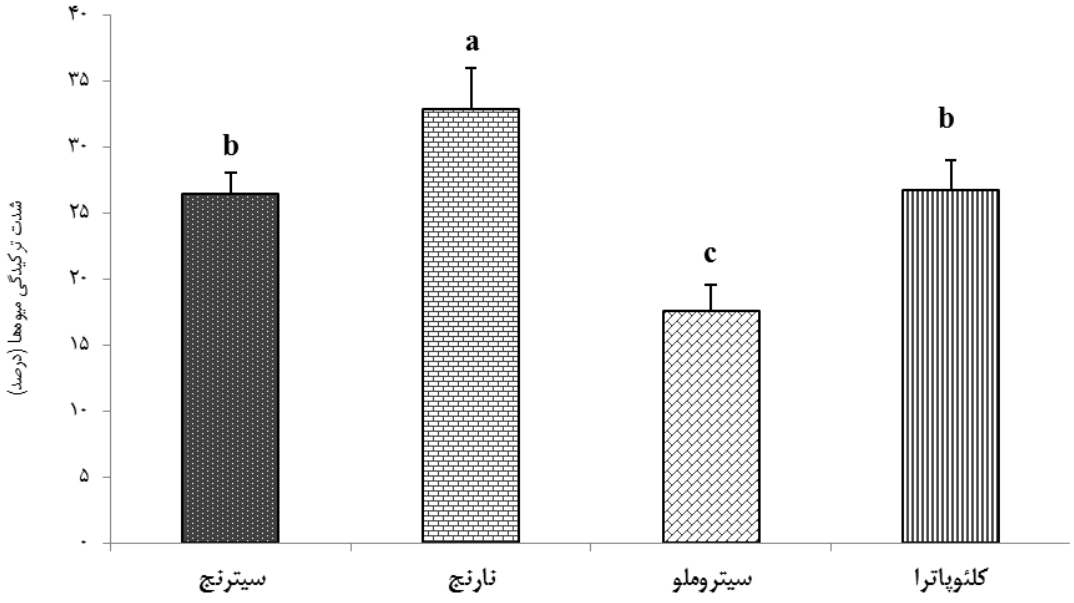
نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه آماری داده‌های مربوط به درصد ترکیدگی قبل از برداشت میوه در ترکیب‌های مختلف پایه و پیوندک (جدول شماره ۱) نشان می‌دهد که هر دو عامل پایه و رقم و هم‌چنین برهمکنش بین آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر شاخص ترکیدگی میوه‌ها در مرحله قبل از برداشت داشته است. بر اساس اطلاعات موجود در شکل شماره ۱ که میانگین درصد ترکیدگی ارقام نارنگی را برای هر یک از پایه‌ها نمایش می‌دهد می‌توان دریافت که استعداد پایه‌ها در کاهش ترکیدگی قبل از برداشت میوه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشته است. بر اساس این شکل، پایه‌های نارنج و سیترومللو به ترتیب با ۳۲/۹۱ و ۱۷/۵۴ درصد، بیش‌ترین و کم‌ترین شدت ترکیدگی قبل از برداشت را به‌طور متوسط برای ارقام موردنظر باعث شده‌اند و از این نظر، سیترنج و کلئوپاتراماندارین به ترتیب با میانگین درصد ترکیدگی ۲۶/۴۶ و ۲۶/۷۷ بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر، در جایگاه دوم قرار داشته‌اند.

جدول ۱- تجزیه واریانس داده‌های ترکیدگی میوه ارقام نارنگی روی پایه‌های مختلف

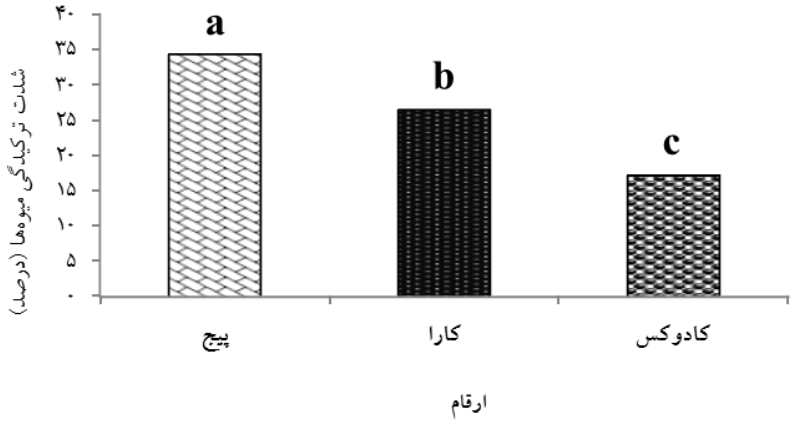
منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات ترکیدگی
تکرار	۲	٦/٦٣٢ ns
پایه	۳	٣٦٠/٢٩٦ **
خطای پایه	٦	١٤/٨٣٦
رقم	۲	١١٣٦/٦٢١ **
رقم × پایه	٦	٦٩/١٣ **
خطا	١٦	١٠/٥٤٢
کل	۳٥	

ns = معنی‌دار نیست ** = معنی‌دار در سطح ۱ درصد

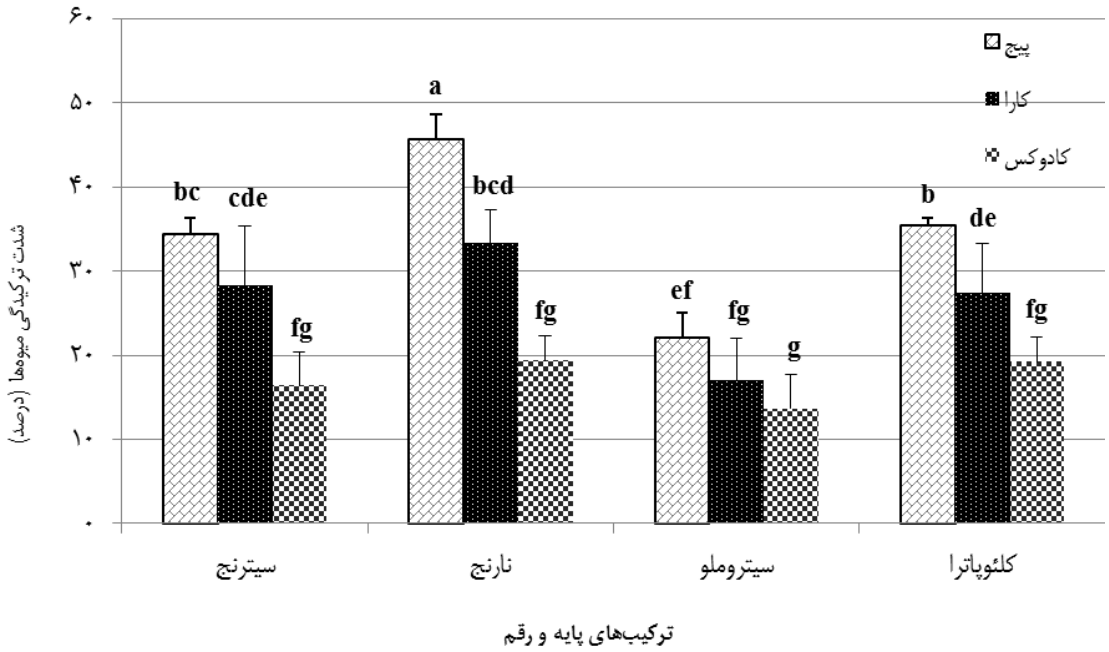


شکل ۱- مقایسه میانگین درصد ترکیدگی ارقام بررسی شده برای هر یک از پایه‌ها

اطلاعات مندرج در شکل شماره ۲ نیز می‌تواند به‌خوبی اختلاف بارز ارقام مورد بررسی را از حیث حساسیت به ترکیدگی قبل از برداشت میوه نشان بدهد. بر اساس این شکل، ارقام پیج و کادوکس به ترتیب با میانگین ترکیدگی برابر با ٣٤/٤٥ درصد و ۱۵/۳۲ درصد به عنوان حساس‌ترین و مقاوم‌ترین ارقام بررسی شده به ترک‌خوردگی قبل از برداشت میوه بوده و نارنگی کارا با ۲۸ درصد ترکیدگی در بین این دو رقم قرار داشته است. به این ترتیب معلوم می‌شود که بین پایه‌ها و ارقام، اختلاف کاملاً معنی‌داری از نظر حساسیت به عارضه ترکیدگی قبل از برداشت میوه وجود داشته است.



شکل ۲- مقایسه میانگین درصد ترکیدگی هر رقم در چهار پایه بررسی شده

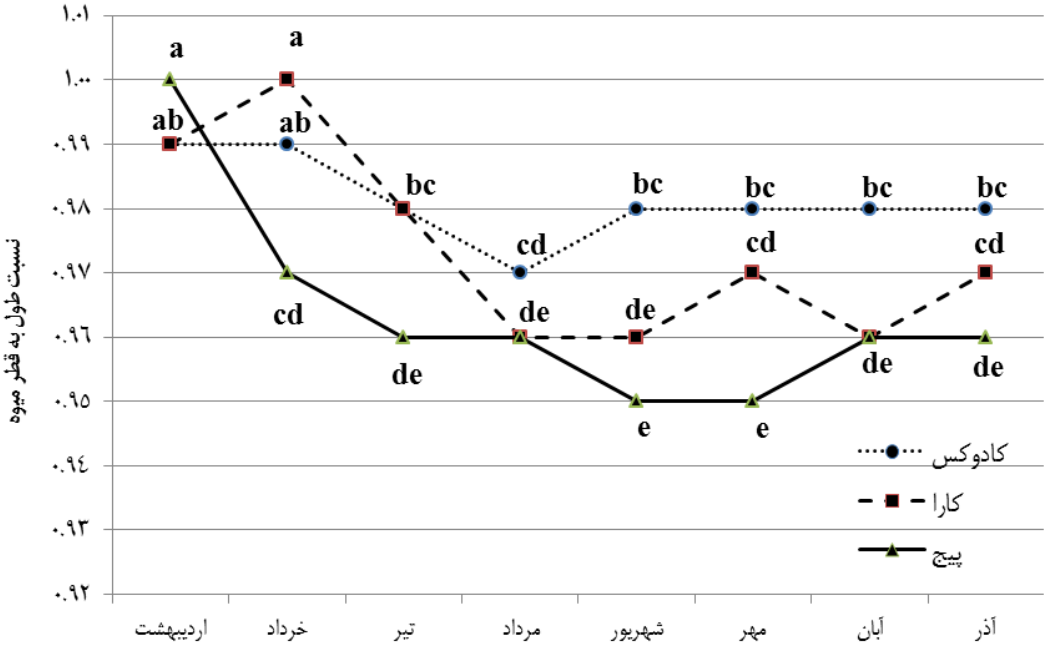


شکل ۳- برهمکنش پایه و رقم در ترکیدگی قبل از برداشت سه رقم نارنگی روی چهار پایه

بررسی برهمکنش اثرات پایه و رقم در شاخص ترکیدگی قبل از برداشت میوه (شکل شماره ۳) نشان می‌دهد که بالاترین درصد ترکیدگی قبل از برداشت معادل ٤٥/٦٥ درصد و مربوط به ترکیب پایه نارنج و رقم پیچ و کم‌ترین شاخص ترکیدگی (معادل٦٥ /١٣ درصد) نیز مربوط به ترکیب پایه سیترواملو و رقم کادوکس بوده است. علاوه بر این با بررسی این شکل معلوم می‌شود که در مورد پایه‌های نارنج، سیترنج و کلئوپاتراماندارین، شدت ترکیدگی میوه‌ها برای رقم کادوکس به صورت بارزی پایین‌تر از دو رقم دیگر بوده است. این در حالی است که در پایه سیتوملو، اگرچه درصد ترکیدگی میوه‌های رقم کارا با هر دو رقم دیگر یکسان بوده است، اما شدت ترکیدگی قبل از برداشت برای کادوکس، کاهش معنی‌داری را نسبت به پیچ نشان داده است. موضوع دیگر قابل

استفاده از شکل شماره ۳، ثابت ماندن نسبت طول به قطر میوه ارقام مورد بررسی از شهریور تا زمان برداشت است. هم‌چنین اطلاعات این شکل به‌خوبی نشان می‌دهد که در ماه‌های شهریور و مهر به عنوان دوران اوج ترکیدگی میوه‌ها، کم‌ترین نسبت طول به قطر میوه مربوط به رقم پیج بوده و ارقام کارا و کادوکس در جایگاه‌های بعدی قرار داشته‌اند.

نتیجه دیگر قابل استفاده عبارت از این است که بیش‌تر بودن شدت ترکیدگی رقم پیج نسبت به کارا تنها در مورد دو پایه نارنج و کلئوپاترا مشهود بوده و برای پایه‌های سیترومِلو و سیترنج، تفاوتی در شدت ترکیدگی میوه بین ارقام پیج و کارا که در سطح بالاتری از کادوکس بوده‌اند دیده نشده است. به این ترتیب می‌توان اظهار داشت که در پژوهش حاضر، رفتار نسبی ارقام مورد بررسی از نظر شیوع ترک‌خوردگی میوه‌ها وابسته به نوع پایه انتخابی بوده و از این نظر، بیش‌ترین و کم‌ترین ناهمگونی رفتار ارقام از نظر شدت ترکیدگی قبل از برداشت برای ارقام پیوندی به ترتیب مربوط به نارنج و سیترومِلو بوده است.

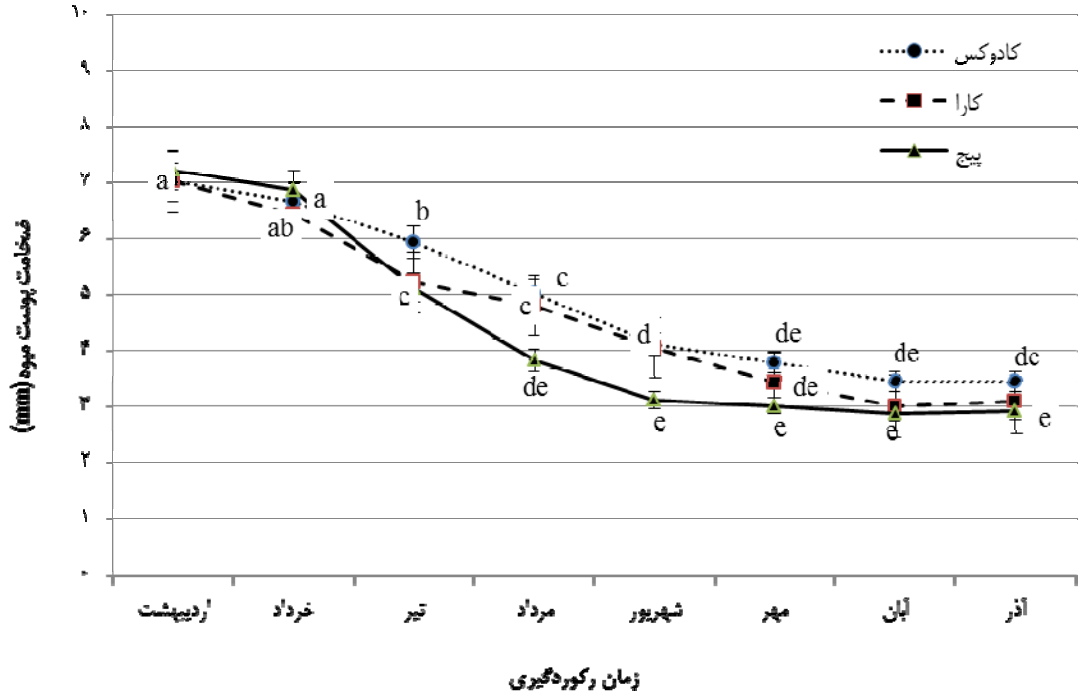


شکل ٤- الگوی نوسان فصلی نسبت طول به قطر میوه در نارنگی‌های پیج، کارا و کادوکس

یافته‌های حاصل از پایش الگوی رشد میوه ارقام مورد بررسی در طول فصل رشد (شکل شماره ٤) می‌تواند به‌خوبی تفاوت بارز موجود بین ارقام پیج، کارا و کادوکس را نشان بدهد. بر اساس این شکل، در کلیه این ارقام، نسبت طول به قطر میوه که معیاری برای نمایش شکل میوه محسوب می‌شود، از روندی کاهشی برخوردار بوده و در عین حال، اختلاف‌های معنی‌داری را از این نظر می‌توان بین ارقام مشاهده کرد. این شکل نشان می‌دهد که اگرچه در ابتدای تشکیل میوه‌ها (اردیبهشت) نسبت طول به قطر برای همه ارقام یکسان بوده است، اما در خرداد و تیر، رقم پیج نسبت به دو رقم دیگر از کاهش معنی‌داری در نسبت طول به قطر میوه برخوردار بوده و به عبارت دیگر میوه‌های نارنگی پیج در ماه‌های خرداد و تیر، بیش‌تر از دو رقم دیگر از حالت کروی خارج و به شکل پخت نزدیک‌تر شده‌اند. این شکل هم‌چنین نشان می‌دهد که اگرچه در مرداد ماه، نسبت طول به قطر برای همه ارقام در حد یکسانی قرار داشته است، اما در شهریوماه که مقارن با اوج ترکیدگی میوه‌ها بوده است، میوه‌های رقم کادوکس از افزایش معنی‌داری در نسبت طول

به قطر برخوردار شده ولی وضعیت دو رقم دیگر مشابه ماه قبل بوده است. با ادامه فصل و در مهر ماه، کم‌ترین نسبت طول به قطر مربوط به نارنگی پیچ بوده و دو رقم دیگر بدون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح بالاتری قرار داشته‌اند. در آبان ماه دو رقم پیچ و کارا از نظر نسبت طول به قطر یکسان و پایین‌تر از کادوکس قرار داشته و بالاخره در آذرماه کم‌ترین و بیش‌ترین نسبت طول به قطر به ترتیب مربوط به پیچ و کادوکس بوده و کارا از این نظر با هیچ‌یک از دو رقم دیگر اختلاف را نشان نداده است.

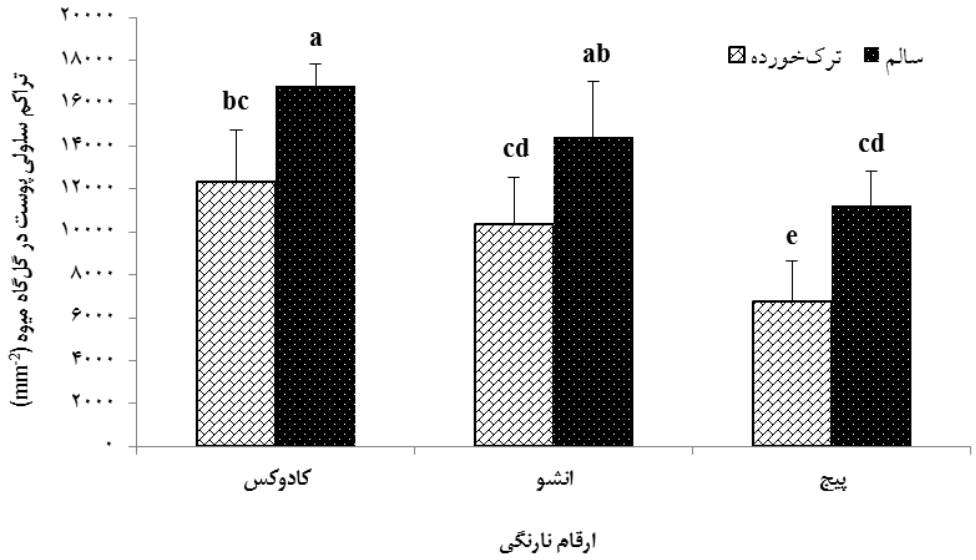
بررسی اطلاعات حاصل از شکل شماره ۵ نشان می‌دهد که از تیر ماه، بین ارقام نارنگی اختلاف معنی‌داری در ضخامت پوست میوه در ناحیه گل‌گاه بروز نموده و این ضخامت برای ارقام پیچ و کارا بدون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر، در سطح پایین‌تری از کادوکس قرار داشته است. این تفاوت در طول ماه‌های مرداد و شهریور شکل دیگری پیدا کرده و پوست میوه دو رقم کارا و کادوکس با ضخامتی مشابه با هم، بیش‌تر از پیچ بوده و از این زمان تا پایان فصل رشد، ضخامت پوست میوه‌ها در تمام ارقام مشابه یکدیگر و در پایین‌ترین سطح خود قرار داشته است.



شکل ۵- نمایش تغییرات ضخامت پوست میوه ارقام مورد بررسی در ناحیه گل‌گاه در طول فصل رشد

اطلاعات مندرج در شکل شماره ٦ نشان می‌دهد که در هر یک از ارقام مورد بررسی، میوه‌های ترک‌خورده از تراکم سلولی پایین‌تری در مقایسه با میوه‌های سالم همان رقم برخوردار بوده‌اند.

مطلب دیگری که از این شکل قابل استفاده است، عبارت از پایین‌تر بودن تراکم سلولی پوست میوه‌های رقم پیچ نسبت به دو رقم دیگر است.



شکل ٦- مقایسه تراکم سلولی پوست گل‌گاه میوه ارقام نارنگی در دو وضعیت سالم و ترک‌خورده

از آن‌جایی که تنش آبی در مرحله توسعه پوست یکی از دلایل اصلی ترک‌خوردن قبل از برداشت میوه مرکبات بوده و از طرف دیگر، ناهنجاری‌های تغذیه‌ای نیز می‌تواند در بروز این عارضه از اهمیت بالایی برخوردار باشد، تأثیرگذار بودن نوع پایه انتخابی موضوعی پذیرفته شده محسوب می‌شود. به این ترتیب، بررسی‌های قبلی پژوهشگران ثابت کرده است که هر چقدر توان پایه در جذب آب از خاک بیش‌تر باشد، تنش رطوبتی کم‌تری در دوره‌های خشکی و به‌ویژه در زمان گسترش پوست متوجه میوه‌ها شده که می‌تواند شدت ترکیدگی را کاهش دهد (خادیوی‌خوب، ۲۰۱۵). موضوع مذکور می‌تواند توضیح مناسبی برای موفقیت پایه سیترومِلو در کاهش ترکیدگی قبل از برداشت میوه‌های ارقام مورد بررسی در پژوهش حاضر باشد که پیش از این نیز توسط پژوهشگران دیگر تأیید شده است (حیاتبخش و همکاران، ۱۳۸۲؛ عدولی، ۱۳۸٦).

درواقع پتانسیل بالای ریشه در این پایه موجب شده است تا اولاً در مرحله اول رشد میوه‌ها که به‌طور عمده مربوط به تقسیمات سلولی پوست است (اشپیگل‌روی و گلداشمیت، ۱۹۹٦) ، میوه‌های پیوندی روی سیترومِلو از وضعیت بهتری نسبت به سایر پایه‌ها برخوردار بوده و از توان بیش‌تری برای تحمل تنش خشکی ماه‌های مرداد و شهریور که بارندگی در حداقل خود قرار داشته است، برخوردار باشند. این وضعیت برای پایه نارنج تفاوت قابل توجهی داشته و میوه‌های پیوندی روی آن نتوانسته‌اند در دوره رشد اولیه میوه‌ها از توسعه مناسبی در پوست برخوردار شوند (حیاتبخش و همکاران، ۱۳۸۲). به این ترتیب در دوره دوم رشد میوه‌ها که افزایش حجم گوشت موجب بروز فشار بر پوست شده است، تحمل پوست میوه برای این فشار کم‌تر از میوه‌های پیوندی روی سیترومِلو بوده و لذا ترکیدگی از شیوع بالاتری برخوردار شده است (عدولی و همکاران، ۱۳۸۳؛ دیویس و آلبریگو، ۱۹۹٤؛ اشپیگل‌روی و گلداشمیت، ۱۹۹٦). دلیل دیگری که می‌تواند شدت بالای ترکیدگی قبل از برداشت میوه را در ارقام پیوندی روی این پایه توجیه نماید موضوع تأثیری است که نارنج در کاهش ضخامت پوست میوه ارقام پیوندی می‌گذارد (عدولی و همکاران، ۱۳۸۳؛ عدولی، ۱۳۸٦؛ دیویس و آلبریگو، ۱۹۹٤). به عبارت دیگر از آنجایی که استفاده از پایه نارنج سبب کاهش ضخامت پوست میوه‌ها می‌شود، مقاومت فیزیکی پوست به فشارهای درونی وارد شده از گوشت را کاهش داده و لذا ترکیدگی قبل از برداشت را تشدید کرده است.

بر اساس بررسی منابع موجود، سیترنج و کلئوپاتراماندارین نیز از نظر تحمل تنش خشکی وضعیت مطلوبی داشته و می‌توانند در دوره‌های کم‌آبی از پتانسیل بالاتری برای ادامه رشد و نمو برخوردار باشند (عدولی، ۱۳۸٦؛ هادسون، ۱۹٦۷؛ وبر، ۱۹٤۳). بنابراین می‌توان اظهار داشت که میوه‌های پیوندی روی این دو پایه در دوره‌های کم‌آبی، دسترسی بهتری از پایه نارنج به آب داشته و

تقسیم سلولی سلول‌های پوست میوه بهتر از نارنج انجام شده است و لذا در اواخر تابستان که به دلیل افزایش حجم و آب‌گیری میوه‌ها، بر پوست فشار وارد شده است، شدت ترکیدگی کم‌تر از نارنج و البته بیش‌تر از سیترواملو شده است.

نتایج تحقیقات محققان با پرتقال ناولینا و نارنگی نوآ نشان داده است که شکل میوه عامل تأثیرگذاری بر شیوع عارضه ترک‌خوردگی میوه‌ها بوده است. بر اساس این بررسی‌ها، هرچقدر شکل میوه از کروی کامل به سمت پخت شدن تمایل بیش‌تری پیدا کند، احتمال ترکیدگی قبل از برداشت افزایش می‌یابد (گلداشمیت و جلیلی، ۱۹۹۲؛ خادیوی‌خوب، ۲۰۱۵؛ اشپیگل‌روی و گلداشمیت، ۱۹۹٦). در بررسی انجام گرفته با نارنگی نوآ نیز معلوم شده است که میوه‌های این رقم در طول دوره نمو، به تدریج پخت‌تر شده و در شهریورماه که هم‌زمان با نقطه اوج ترکیدگی میوه‌هاست، نسبت طول به قطر میوه دچار کاهش محسوسی می‌شود. این بررسی هم‌چنین ثابت کرده است که در رقم مذکور، میوه‌های ترک‌خورده اغلب پخت‌تر از میوه‌های سالم بوده‌اند. این نتایج تا حدود زیادی با ارقام ناولینا و الندیل نیز مطابقت دارد (اپارا و همکاران، ۱۹۹۷) و نشان می‌دهد که اگر شکل میوه‌ها پخت بوده و یا بخشی حفره مانند در گل‌گاه میوه وجود داشته باشد، احتمال بروز تنش در میوه‌ها تشدید شده و ترکیدگی قبل از برداشت افزایش می‌یابد. شاهد این مدعا را می‌توان بزرگ‌تر بودن اندازه نسبی ناف در میوه‌های ترک‌خورده ارقام واشنگتن‌ناول و نوآ دانست که پیش از این به اثبات رسیده بود (گارسیالوئیز و همکاران، ۱۹۹٤؛ موپامبی، ۲۰۱۰). بر اساس یافته‌های فوق می‌توان بالاتر بودن شیوع ترکیدگی قبل از برداشت میوه‌ها را در رقم پیج تفسیر کرد. بر اساس شکل شماره ٤ نسبت طول به قطر میوه‌های پیج نسبت به دو رقم دیگر در ماه‌های شهریور و مهر که مصادف با اوج ترکیدگی میوه‌هاست کم‌تر بوده و به عبارت دیگر میوه‌ها پخت‌تر از دو رقم دیگر هستند. بنابراین مقاومت فیزیکی نارنگی پیج کم‌تر از دو رقم دیگر بوده که سبب تشدید ترکیدگی آن شده است. هم‌چنین دیده می‌شود که بین دو رقم کارا و کادوکس، نسبت طول به قطر رقم کارا در دوره بحرانی اواخر تابستان و اوایل پاییز، کم‌تر از کادوکس بوده و همین موضوع می‌تواند تفسیر مناسبی برای بالاتر بودن درصد ترکیدگی میوه‌های کارا در مقایسه با رقم کادوکس باشد.

بررسی‌های انجام شده با رقم نوآ نشان داده است که ترکیدگی ارتباطی به ضخامت پوست میوه در قسمت استوایی آن ندارد ولی ثابت شده است که میوه‌های ترک‌خورده در قسمت گل‌گاه خود دارای پوست نازک‌تری نسبت به میوه‌های ترک‌نخورده هستند. نتایج تحقیقات انجام شده حاکی از این است که عدم قابلیت انعطاف کافی در لایه برون‌بر پوست یکی از عوامل اصلی ترکیدگی میوه است (باری و بوور، ۱۹۹۷؛ خادیوی‌خوب، ۲۰۱۵). بررسی‌های انجام شده نشان داده‌اند که ارقامی که پوست نازک‌تری دارند از حساسیت بالاتری به ترکیدگی قبل از برداشت برخوردارند (کرونجه و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج پژوهش حاضر نیز در همین راستا قابل تفسیر است. همانگونه که از شکل شماره ۵ برمی‌آید، در زمان بروز ترکیدگی قبل از برداشت که مصادف با ماه‌های مرداد و شهریور است، پوست نارنگی پیج در محل گل‌گاه به نحو بارز و معنی‌داری از دو رقم دیگر نازک‌تر بوده و همین موضوع می‌تواند دلیل خوبی برای بیش‌تر بودن ترکیدگی این رقم نسبت به دو رقم دیگر (شکل ۲) باشد.

لازم به ذکر است که فرآیند توسعه پوست میوه مرکبات تنها محدود به اولین دوره از رشد میوه‌هاست که مربوط به حدود یک ماه بعد از تشکیل میوه بوده و در این دوران که مقارن با ماه‌های اردیبهشت و اوایل خرداد است، انجام تقسیمات شدید سلولی در پوست سبب می‌شود تا این بخش حدود سه‌چهارم از قطر میوه را شامل شود. این در حالی است که در دومین مرحله رشد میوه‌ها، حجم گوشت روند افزایشی داشته و با فشاری که بر پوست وارد می‌آورد سبب کشیدگی و نازک شدن پوست می‌شود. به همین دلیل لازم است کلیه عملیاتی که به‌منظور کاهش شدت ترکیدگی برای بهبود وضعیت پوست میوه‌ها انجام می‌شود در ابتدای فصل رشد و مقارن با زمان تقسیم سلولی در پوست باشد (دلال و همکاران، ۲۰۱۳). بررسی‌های انجام گرفته نشان داده است که میزان تحمل پوست میوه در برابر فشارهای وارد شده از طرف گوشت تا حدود زیادی تابع تعداد سلول‌های پوست در واحد سطح میوه است که هرچه بیشتر باشد نمو پوست تقویت شده و تحمل آن به فشارهای درونی بیشتر خواهد بود. بدیهی است که تقسیم سلولی در پوست میوه در همان مراحل اولیه نمو میوه‌ها متوقف می‌شود و لذا هر عاملی که باعث محدود شدن توسعه سلول‌های پوست شود موجب افزایش خسارت ترکیدگی خواهد شد (خادیوی‌خوب، ۲۰۱۵؛ اشپیگل‌روی و گلداشمیت، ۱۹۹٦). بر اساس اطلاعات حاصل از شکل شماره ٦ که نشان‌دهنده پایین‌تر بودن تراکم سلولی پوست گل‌گاه میوه‌های ترک‌خورده در مقایسه با میوه‌های سالم رقم مشابه

است، می‌توان اظهار داشت که ترکیدگی قبل از برداشت میوه‌ها می‌تواند با موضوع تراکم سلولی در منطقه گل‌گاه میوه در ارتباط باشد. هم‌چنین پایین‌تر بودن تراکم سلولی میوه‌های پیچ نسبت به دو رقم دیگر می‌تواند نشانه خوبی برای وجود ارتباط معنی‌دار شاخص ترکیدگی با تراکم سلولی پوست میوه باشد.

نتیجه گیری

از مجموعه نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر می‌توان اظهار داشت که پدیده فیزیولوژیک ترکیدگی قبل از برداشت میوه در بین ارقام مورد بررسی از تفاوت معنی‌داری برخوردار بوده است که می‌تواند ناشی از اختلاف آن‌ها در الگوی رشد و نموی (شکل میوه) و میزان ضخامت پوست باشد. این پژوهش هم‌چنین معلوم کرد که تراکم سلول‌های پوست میوه می‌تواند نقش معنی‌داری در بروز این پدیده داشته باشد. در هر حال، نقش پایه در بروز این عارضه کاملاً معنی‌دار شده و معلوم شد که استفاده از سیترومللو می‌تواند شدت این عارضه را کاهش دهد.

منابع

ابراهیمی، ی. ۱۳٦۹. نتایج بررسی ترکیدگی میوه مرکبات در شمال ایران. انتشارات مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر. ١٤ صفحه.

حیاتبخش، ع.، ر. فیفایی و ب. عدولی. ۱۳۸۲. بررسی اثرات پایه‌های مختلف در عملکرد کمی و کیفی نارنگی پیج. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری. ٥٦ صفحه.

عدولی، ب.، س. راهب، و ب. گلعین. ۱۳۸۳. ارقام و پایه‌های مرکبات. انتشارات سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران، ۱۵ صفحه.

عدولی، ب. ۱۳۸٦. ترکیدگی قبل از برداشت میوه در مرکبات (نشریه فنی). شورای انتشارات پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری. شماره ٤، ۱۲ صفحه.

عدولی، ب. ۱۳۸۷. پایه‌های متحمل به سرما در مرکبات. انتشارات سازمان جهاد کشاورزی مازندران. ١٦ صفحه.

Agusti, M., A. Martinez-Fuentes and C. Mesejo. 2002. Citrus fruit quality: Physiological basis and techniques of improvement. Agrociencia. 6(2): 1-16.

Almela, V., S. Zaragoza and E. Primo-Millo. 1994. Hormonal control of splitting in Nova mandarin fruit. J. of Hort. Sci. 69(6): 969-973.

Anonymous. 2012. Recent trends in nutritional management in horticultural crops (Quality aspects of K nutrition in horticultural crops). Available online by: http//www.ipi-potash.com.

Anonymous. 2013. Citrus fruit cracking. University of California Press. Available online by: www.ceventura.ucanr.ed

Barry, G. H. and H. P. Bower. 1997. Manipulation of fruit set and stylar-end fruit split in Nova mandarin hybrid. Sci. Hortic. 70 (2): 243-250.

Bower, J. P., J. Gilfillan and S. Skinner. 1992. Fruit splitting in Valencia and it's relationship to the pectin status of the rind. In: Proceedings of 7th International Society for Citriculture, 8-13 March. Acireale, Italy, pp. 511-514.

Chiarawipa, R. and S Sdoodee. 2005. Fruit splitting occurrence of Shogun mandarin (*Citrus reticulata* Blanco cv.Shogun) in southern Thailand and alleviation by calcium and boron sprays. J. of Sci. and Technol. 27(4): 719-730.

Cicco, V., F. Intrigliolo, A. Ippolito, S. Vanadia and A. Guiffrida. 1988. Factors in 'Navelina' orange splitting. In Proceeding of 6th International Citrus Congress, Middle East. 1: 535-540.

Cronje, P.R., O. P. J. Stander and K. Theron. 2013. Fruit splitting in Citrus. *In*: Janick J (Ed.), Hort. Rev. John Wiley and Sons. 41: 177-200.

Dalal, R. P. S., B. S. Beniwal and S. E. Sehrawa. 2013. Seasonal variation in growth, leaf physiology and fruit development in Kinnow, a mandarin hybrid. J. Plant Studies. 2(1): 72-77.

Davies, F. S. and L. G. Albrigo. 1994. Citrus. CAB International, axon. UK. P. 254.

Erickson, H. 1968. The general physiology of citrus. *In*: Reuther W, Batchelor LD and Webber HJ (Eds.), The Citrus Industry. Vol. 2. Anatomy, Physiology, Genetics, and Reproduction. University of California Division of Agricultural Science. Berkeley, California. pp. 86-100.

Garcia-Luis, A., A. Duarte, I. Porras, L. Garcia and J. L. Guardiola. 1994. Fruit splitting in Nova hybrid mandarin in relation to the anatomy of the fruit and fruit set treatments. Sci. Hortic. 57(3): 215-231.

Garcia-Luis, A., A. M. M. Duarte, M. Kanduser and J. L. Guardiola. 2001. The anatomy of the fruit in relation to the propensity of citrus species to split. Sci. Hortic. 87(1-2): 33-52.

Goldschmidt, E. E. and D. Galili. 1992. Fruit splitting in Murcott tangerines: control by reducing water supply. In: Proceedings of 7th International Society for Citriculture, 8-13 March. Acireale, Italy, pp. 657-660.

Greenberg, J., Y. Hertzano and G. Eshel. 1992. Effects of 2,4-DP, ethephon and NAA on fruit size and yield of Star Ruby Red grapefruit. In Proceedings of 7th International Society for Citriculture, 8-13 March. Acireale, Italy, pp. 520-523.

Hodgson, R.W. 1967. Horticultural varieties of citrus. *In*: Reuther W, Webber HJ and Batchelor LD (Eds.) The Citrus Industry. Vol. I. History, World Distribution, Botany, and Varieties. University of California, Division of Agricultural Science, Berkeley, California, pp. 431-591.

Khadivi-Khub, A. 2015. Physiological and genetic factors influencing fruit cracking. Acta Physiolo. Plant. 37: 1718.

Intrigliolo, F., V. Cicco, S. Vanadia, A. Ippolito and V. De-Cicco. 1991. Effects of water stress and potassium on 'Navelina' orange splitting. Agri. Medit. 121: 24-31.

Lippert, T. 2011. Citrus rind splitting. California University Press. Available online by: www. ccmg.ucdavis.edu.

Mupambi, G. 2010. Studies to reduce the size of the navel-end opening of navel oranges. Stellenbosch University, M.S. Thesis.

Ogawa, K. 1989. The causes and prevention of fruit splitting in navel oranges. Agri. and Hort. 8: 951-954.

Opara, L.U., C. J. Studman and N. H. Banks. 1997. Fruit skin splitting and cracking. In: Janick, J. (Ed.), Horticultural Reviews. Vol. 19. (pp. 217-262). John Wiley and Sons.

Ravi-Kumar, S. and D. J. Ranjit-Kumar. 1992. Splitting of lemons in relation to nutrient status. Haryana J. of Hort. Sci. 1(2): 43-45.

Sdoodee, S. and R. Chiarawipa. 2005. Fruit splitting occurrence of Shogun mandarin (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun) in southern Thailand and alleviation by calcium and boron sprays. Songklanakarin J. of Sci. and Technol. 27: 719-730.

Spiegel-Roy, P. and E. E. Goldschmidt. 1996. Biology of citrus. Cambridge University Press. p. 230.

Webber, H.J. 1943. Cultivated varieties of citrus. *In*: Webber HJ and Batchelor LD (Eds.) The Citrus Industry. University of California Press, California, pp. 475-668.

Zur, N., L. Shlizerman, G. Ben-Ari and A. Sadka. 2016. Use of magnetic resonance imaging (MRI) to study and predict splitting in citrus. The Hort. J. Prev. Available online by: http://www.jshs.jp/.

Effect of rootstock type, fruit growth pattern and cell intensity of peel on pre-harvest fruit splitting in citrus

M. Alikhani[1], B. Babakhani[1], B. Golein[2], M. Asadi[1], P. Rahdari[1]

Received: 2021-1-30 Accepted: 2021-3-14

Abstract

Since pre-harvest fruit splitting each year causing a significant reduction in yield and the prevalence of fungal rot in citrus fruits, it was necessary to have a research in order to determine the effect of rootstock and also, physical traits of fruits on severity of pre-harvest fruit splitting. For this purpose, a research was performed at 2016 on RCBD statistical design with three blocks of three mandarin cultivars (Page, Kara and Cadoux) grafted on four rootstocks (Sour orange, Citrange, Citrumelo and Cleopatra mandarin) under dry farming condition in Tonekabon city (private orchard). The aim of this study was to investigate about the role of rootstock, growth pattern of fruits and cell density of fruit peel on pre-harvest fruit splitting. Obtained results showed that, both two investigated factors had significant effects on this disorder. According to results, sour orange and citrumelo caused highest and lowest fruit splitting respectively and two other rootstocks with no significant difference were at intermediate level in this regard. Significant role of growth pattern, thickness and cell density of peel at stylar end of fruits on pre-harvest fruit splitting, caused that Page and Cadoux have the highest and lowest percent of fruit splitting respectively. Results also showed that cell density on peel of the splitted fruits were lower than healthy ones.

Key words: Length per diameter ratio, mandarin, peel thickness, splitting, stylar end

1- Department of Biology, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon Iran
2- Department of Genetic and Breeding, Citrus and Sub-tropical Fruits Research Center, Ramsar, Iran