

## تأثیر فرآیند درجه‌بندی بر گسترش بیماری‌های پس از برداشت پرتقال تامسون ناول

محمدحسین رزاقی<sup>۱</sup>، سیامک کلانتری<sup>۲\*</sup>، محمدعلی آقاجانی<sup>۳</sup> و علی‌رضا قدس‌ولی<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی و فضای سبز، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران و پژوهشگر، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

۲. دانشیار علوم باغبانی و فضای سبز، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳. استادیار بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

۴. دانشیار، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۷/۲۷)

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر مراحل مختلف فرآیند درجه‌بندی (سورتینگ) میوه‌ها بر گسترش بیماری‌های پس از برداشت پرتقال، تحقیقی در قالب دو آزمایش مستقل صورت پذیرفت. در آزمایش نخست، نمونه‌گیری از میوه‌ها در هنگام ورود به کارگاه (شاهد) و پس از پایان هر یک از مراحل شامل شستشو با غوطه‌وری در آب، شستشو با آب‌فشان آب گرم حاوی قارچ‌کش، واکس‌زنی، درجه‌بندی، همچنین با حذف مرحله شستشو با آب‌فشان آب گرم حاوی قارچ‌کش از دو مرحله پایانی فرآیند (واکس‌زنی، درجه‌بندی) انجام گرفت. میزان پوسیدگی میوه‌ها در سه مرحله (۷، ۱۴ و ۲۱ روز نگهداری در اتاقک رشد با شرایط مناسب برای رشد عامل‌های پوسیدگی) ارزیابی شد. در آزمایش دوم میوه‌های شاهد و محصول نهایی فرآیند درجه‌بندی (پرتقال واکس‌خورده در دو حالت استفاده و بدون استفاده از آب‌گرم حاوی قارچ‌کش) به مدت ۴۵ روز در سردخانه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیماری‌های کپک سبز، کپک آبی و پوسیدگی ترش بیماری‌های شایع پرتقال است. اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمار درجه‌بندی در دو حالت استفاده و بدون استفاده از آب‌گرم حاوی قارچ‌کش مشاهده نشد ( $P \leq 0/05$ ). تیمار شاهد با ۹/۵، ۳۳/۳ و ۳۳/۳ درصد رخداد کل بیماری‌ها، به ترتیب طی مراحل ارزیابی ۷، ۱۴ و ۲۱ روز، کمترین میزان را در بین تیمارها داشت. در آزمایش دوم نیز میزان رخداد بیماری به‌طور معنی‌داری ( $P \leq 0/05$ ) در میوه‌های شاهد کمتر از دو تیمار دیگر بود. به‌طور کلی فرآیند درجه‌بندی، در وضعیت کنونی، موجب افزایش بیماری‌های پس از برداشت شده و آب گرم حاوی قارچ‌کش و واکس نتوانسته‌اند که میزان پوسیدگی ایجادشده در نتیجه فرآیند درجه‌بندی را کاهش دهند.

**واژه‌های کلیدی:** رخداد بیماری، کپک آبی، کپک سبز، میانگین شدت بیماری.

## The effects of sorting on orange (Thomson navel) post-harvest diseases expansion

Mohammad Hossein Razzaghi<sup>1</sup>, Siamak Kalantari<sup>2\*</sup>, Mohammad Ali Aghajani<sup>3</sup> and Ali Reza Qodsevali<sup>4</sup>

1. Ph. D. Student, Department of Horticulture and Landscape, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran and Researcher, Department of Agricultural Engineering Research, Golestan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran

2. Associate Professor, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

3. Assistant Professor, Department of Plant Protection, Golestan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran

4. Associate Professor, Department of Agricultural Engineering Research, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran

(Received: Feb. 21, 2016 - Accepted: Oct. 18, 2016)

### ABSTRACT

In order to investigate the effect of different stages of sorting line on the development of orange post-harvest disease, two independent experiments were conducted. In the first experiment, fruit sampling was done upon arrival at the workshop (control) and after imposing each sorting line stage included washing with water immersion, washing with fungicide-containing hot water, waxing, sorting, as well as the elimination washing with hot water containing fungicides from the last two levels of the sorting stage (waxing, sorting). The fruit decay was assessed in three phases (7, 14 and 21 days after keeping the fruits at germinator). In the second experiment, the control fruit and final product of sorting (waxed oranges washed and unwashed with fungicide-containing hot water) were kept for 45 days in cold storage. The results showed that green mold, blue mold, and sour rot are the common diseases in the oranges. No significant difference was observed between the sorting treatments in the two modes of washed and unwashed with fungicide containing hot water. Furthermore the percent of disease incidence and mean disease severity increased over the time. Control treatments had 5.9, 33.3 and 33.3 percent of disease incidence in 7, 14 and 21 days evaluation steps, respectively. In the second experiment, the disease incidence was significantly lower in control compared to the other two treatments. In conclusion, it can be stated that sorting, as it is, increases post-harvest diseases and the rate of fruits decay cannot be reduced by using hot water containing fungicide and wax.

**Keywords:** green mold, blue mold, incidence, mean disease severity index.

## مقدمه

ایران در سال ۱۳۹۳ از ۱۴۹۷۵۸/۲ هکتار باغ بارور پرتقال، ۱۹۳۲۵۲۷/۹ تن محصول پرتقال تولید کرده که استان گلستان ۲/۶ درصد از کل سطح باغ‌های بارور و ۱/۹۵ درصد از کل تولید را داشته است (Ahmadi et al., 2015). پرتقال تامسون ناول، مهم‌ترین رقم پرتقال در استان گلستان است که بیشترین سطح زیر کشت پرتقال در این استان را به خود اختصاص می‌دهد. هدر رفت بالای پرتقال طی مرحله برداشت و پس از برداشت، یکی از مشکلات اصلی تولیدکنندگان پرتقال و تجار فعال در این زمینه است.

مرکبات به شماری از بیماری‌های قارچی پس از برداشت حساس هستند. مهم‌ترین این بیماری‌ها توسط گونه‌های پنیسیلیوم (*Penicillium digitatum*) و (*Penicillium italicum*) ایجاد می‌شوند که به ترتیب مسئول کپک‌های سبز و آبی‌اند (Valero and Serrano, 2010). کپک سبز و آبی قدرت نفوذ به بافت سالم میوه را ندارند از این رو برای ایجاد بیماری، نیازمند پوستی هستند که توسط دیگر عامل‌ها آسیب دیده باشد. به عبارت دیگر این عامل‌های بیماری‌زا از راه زخم‌هایی که طی برداشت و حمل‌ونقل‌های نامناسب در خطوط بسته‌بندی ایجاد شده‌اند به درون میوه نفوذ می‌یابند (Smilanick et al., 2005). زخم‌ها به‌طور معمول توسط آسیب‌های مکانیکی ایجاد می‌شوند. از این رو است که آسیب‌های مکانیکی وارده به پوست میوه توسط خار درخت، وسایل برداشت (قیچی و ...)، وسایل حمل‌ونقل (جعبه‌ها و ...) و دست‌ورزی‌های پس از برداشت (درجه‌بندی، واکس و ...) موجب فساد آن را فراهم می‌سازد (Bakai- Golan & Apelbaum, 1991; Smilanick et al., 1997; Zhang & Swingle, 2003; Kampp & Pedersen, 1990).

قارچ *Geotrichum candidum* که موجب بیماری انسان‌ها، حیوان‌ها و گیاهان می‌شود (Suprapta et al., 1996). این قارچ به‌عنوان یک بیماری گیاهی سبب ایجاد پوسیدگی ترش می‌شود (Harshenhorn et al., 1992) که دومین عامل پوسیدگی پس از برداشت مرکبات پس از پنیسیلیوم است، یکی از عامل‌های مهم هدر رفت پس از برداشت محصول مرکبات است که در خیلی از مناطق زیر کشت مرکبات گزارش شده

است (Brown & Eckert 1988; Harshenhorn et al., 1992). جدایه‌های این قارچ در خاک و در میوه‌های مرکبات آلوده موجود بوده و یک عامل بیماری‌زا برای پرتقال، لیمو، گریپ‌فروت، گوجه‌فرنگی، خیار و هویج است (Suprapta et al., 1995). این قارچ به دو نژاد آلوده‌کننده مرکبات (*citrus race*) و غیر آلوده‌کننده مرکبات (*non citrus race*) دسته‌بندی می‌شود که نژاد آلوده‌کننده مرکبات، *Geotrichum citri-aurantii*، عامل بیماری پوسیدگی ترش است (Butler et al., 1965; Suprapta et al., 1995).

عامل‌های مرتبط با خود میوه، عامل‌های بیماری‌زا، هوا و شرایط پس از برداشت تعیین‌کننده رخداد و شدت بیماری‌اند (Eckert & Eaks, 1989). در میان این عامل‌ها، کمیت و کیفیت زادمایه قارچ‌ها اهمیت ویژه‌ای دارند. احتمال آلودگی به میزان زادمایه موجود در ناحیه حساس میوه بستگی دارد. این وابستگی برای کپک سبز (Wild and Eckert, 1982) مستند شده و نشان داده شده، میزان اسپور قارچ‌ها در مکان‌های بسته‌بندی به‌طور قطع روی میزان پوسیدگی تأثیرگذار است به‌ویژه بیماری‌زایی که به مکان‌های آسیب‌دیده وارد می‌شوند. بررسی‌های زیادی روی خطوط بسته‌بندی میوه (Garcia et al., 1994; Miller et al., 1991) صورت پذیرفته است. به‌طور کلی می‌توان بیان داشت که شمار ضربه‌های وارده به میوه‌ها هنگامی که در ماشین‌های خط بسته‌بندی عمل می‌شوند، افزایش می‌یابد (Arnal et al., 2002)، لیکن نواحی که در آن‌ها بیشترین میزان ضربه اعمال می‌شود می‌تواند متفاوت باشد.

میانگین دوساله رخداد بیماری‌های پرتقال رقم والنسیا در برزیل برای مراحل ورود (شاهد)، شستشو، سبز زدایی، میز بسته‌بندی و جعبه، به ترتیب ۱/۸، ۱/۶، ۲/۶، ۲/۱ و ۱/۹ درصد گزارش شده است. قارچ‌های مشاهده‌شده شامل *Lasiodiplodia*، *Alternaria*، *Penicillium digitatum*، *theobromae*، *Colletotrichum citri*، *Phomopsis citri* و *Fusarium spp.* بود. درصد رخداد بیماری در سال نخست ورودی، شستشو، سبز زدایی، میز بسته‌بندی، جعبه و میانگین مراحل به

متعارف قسمت‌های ورودی، شستشو، آفشان، واکس و درجه‌بندی دارند. از آنجا که بررسی‌های مقدماتی نشان داد که همه واحدهای درجه‌بندی مشکلات همسان دارند، این آزمایش در یک واحد درجه‌بندی، که با بیشترین واحدهای درجه‌بندی موجود در استان گلستان، از نظر ماشین‌های مورد استفاده و مدیریت همسانی داشت، صورت پذیرفت. دستگاه درجه‌بندی این واحد بر پایه اندازه (حجم) و توسط واگرایی صفحه‌های فلزی از یکدیگر میوه‌ها را جدا می‌کند. میوه‌های جدا شده پس از آن توسط کارگران درون سبدهای ویژه تک‌ردیفه چیده می‌شد.

#### نمونه‌گیری و انجام آزمایش نخست

واحدهای درجه‌بندی شامل قسمت‌های شستشو (غوطه‌وری)، آفشان و خشک‌کن، واکس و خشک‌کن، درجه‌بندی و بسته‌بندی هستند. در واحد درجه‌بندی مورد نظر در قسمت آفشان از آب گرم (۵۰-۴۵ درجه سلسیوس به مدت عبور میوه از آفشان که در حدود ۳۰ ثانیه بوده است) که حاوی قارچ‌کش تیابندازول (تکتو ۶۰ پودر و تابل ۱٪)، به میزان توصیه‌شده (۱/۵ در هزار)، استفاده می‌شد. از آنجا که ممکن است دیگر واحدهای درجه‌بندی از آب گرم حاوی قارچ‌کش استفاده نکنند لذا دو تیمار دیگر با حذف مرحله آفشان، به این تحقیق افزوده شد (شکل ۱).

تیمارها عبارت بودند از: ۱- ورودی (به‌عنوان شاهد)، ۲- شستشو (غوطه‌وری)، ۳- آب فشان (آب گرم حاوی قارچ‌کش همراه با برس، سپس خشک‌کن با استفاده از بادبزن)، ۴- واکس- با آفشان آب گرم حاوی قارچ‌کش (واکس همراه با برس، سپس خشک‌کن با استفاده از بادبزن)، ۵- درجه‌بندی- با آفشان آب گرم حاوی قارچ‌کش (درجه‌بندی و بسته‌بندی)، ۶- واکس- بدون آفشان آب گرم حاوی قارچ‌کش (واکس همراه با برس، سپس خشک‌کن با استفاده از بادبزن)، ۷- درجه‌بندی- بدون آفشان آب گرم حاوی قارچ‌کش (درجه‌بندی و بسته‌بندی) که در شکل ۱ قابل مشاهده است.

ترتیب ۱/۹، ۱/۱، ۲/۶، ۱/۰، ۰/۷ و ۱/۵ درصد و در سال دوم ۱/۷، ۲/۱، ۲/۶، ۳/۳، ۳/۲ و ۲/۶ گزارش شده است (Fischer et al., 2009). بر پایه بررسی‌های صورت پذیرفته توسط دفتر بررسی‌های زیربنایی، میانگین هدر رفت محصولات کشاورزی در ایران ۱۸/۵ درصد، مرکبات ۲۸/۹۳ و پرتقال ۳۰ درصد برآورد شده است (Totiaee & Soleimani, 2010).

کشورهای همسایه شمالی ایران، مانند ترکمنستان و قزاقستان یکی از بازارهای هدف این محصول استان هستند. محصولات صادراتی بنابه ضرورت باید درجه‌بندی شده و واکس زده شوند تا بازارپسندی لازم را داشته و توان رقابت با محصول کشورهایمانند ترکیه و پاکستان را نیز داشته باشند؛ لیکن فرآیند درجه‌بندی (سورتینگ) موجب کاهش عمر انبارمانی و افزایش پوسیدگی محصول پرتقال و در نتیجه نارضایتی تاجران شده است. بنابراین، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر هر یک از مراحل فرآیند درجه‌بندی بر میزان پوسیدگی پرتقال تامسون ناول در استان گلستان اجرا شد.

#### مواد و روش‌ها

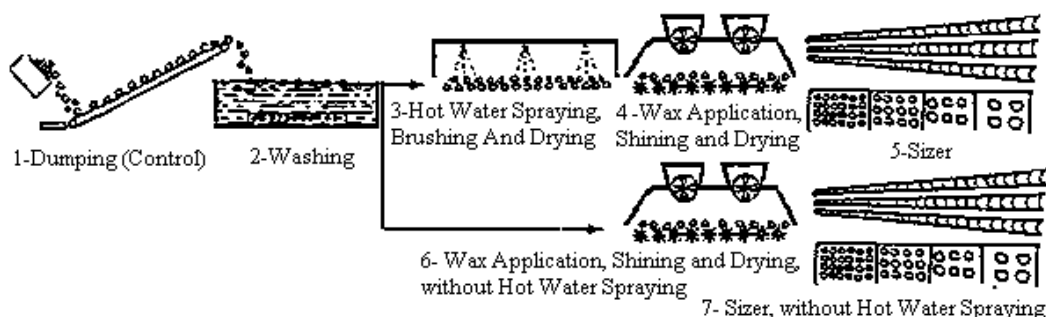
برای بررسی تأثیر فرآیند درجه‌بندی بر میزان خرابی میوه‌ها اندازه‌گیری نیروی وارده بر اثر ضربه با ابزار کروی که شمار و شدت نیروهای ناشی از ضربه‌ها را ثبت می‌کند، یک روش شناخته‌شده است؛ لیکن با توجه به نداشتن دسترسی به این ابزار در ایران، از روش مستقیم یعنی بررسی خود میوه استفاده شد. بدین منظور دو آزمایش متفاوت صورت پذیرفت در آزمایش نخست میوه‌ها درون اتاقک رشد (ژرمیناتور) و در آزمایش دوم درون سردخانه تجاری قرار گرفتند.

#### مواد و تجهیزات

۱. پرتقال: رقم تامسون ناول که از میوه‌های یک باغ در منطقه بندرگز استان گلستان که توسط کارگاه فرآیند درجه‌بندی مورد بررسی با استفاده از کارگران حرفه‌ای با قیچی برداشت شده بود، تأمین شد.

۲. اتاقک رشد: (Cleland International, Inc.) مدل 500T، ساخت آمریکا

۳. درجه‌بندی‌های موجود در استان گلستان به‌طور



شکل ۱. نمای کلی خط درجه‌بندی پرتقال و محل تیمارها و دریافت نمونه‌های آزمایش

Figure 1. General view of orange sorting line and the types of treatments and samples receiving points

### شاخص‌های مورد بررسی

#### درصد رخداد پوسیدگی میوه

این شاخص تعیین‌کننده شمار میوه پوسیده به کل میوه‌ها است (Campbell and Madden, 1990).

$$I = \frac{n}{N} \times 100$$

که در آن I درصد رخداد پوسیدگی، N شمار کل میوه‌های قرار داده شده در اتاقک رشد و n شمار میوه‌های پوسیده است.

#### میانگین شدت بیماری

این شاخص نشان‌دهنده میزان پوسیدگی به صورت درصدی از سطح میوه است و با میانگین‌گیری از کل میوه‌ها به دست می‌آید (Campbell & Madden, 1990):

$$MS = \frac{\sum_{i=1}^n (n_i \times s_i)}{(N \times 100)} \times 100$$

که در آن MS (Mean Severity) میانگین شدت پوسیدگی و S شدت پوسیدگی هر میوه (درصد آلوده سطح میوه که به صورت چشمی اندازه‌گیری شده است) است.

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

بررسی آزمایش نخست در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار صورت پذیرفت. ده عدد پرتقال به عنوان مشاهده در سه تکرار برای هر تیمار برداشت شد. شمار کل نمونه‌های این تحقیق ۲۱۰ (۱۰×۷×۳) عدد بود. بررسی شاخص‌های پوسیدگی در سه هفته متوالی صورت پذیرفت. تجزیه و تحلیل آزمایش دوم با استفاده از طرح آزمایشی کرت‌های خرد شده در قالب طرح

هر عدد میوه برای جلوگیری از تماس با دیگر میوه‌ها به طور جداگانه توسط یک پاکت فریزر برداشت شده، آنگاه در پاکت محکم بسته شد و به مدت ۲۴ ساعت درون اتاقک رشد با میانگین دمایی  $25 \pm 3$  درجه سلسیوس و میانگین رطوبت  $85 \pm 10$  درصد قرار گرفت. پس از گذشت ۲۴ ساعت، در پاکت باز شد و میوه به مدت ۲۱ روز درون اتاقک رشد با شرایط مناسب برای رشد عامل‌های پوسیدگی قرار گرفت. برای ارزیابی، از شاخص‌های درصد رخداد<sup>۱</sup> و میانگین شدت بیماری<sup>۲</sup> برای تعیین نتایج تیمارهای اعمال شده، به فاصله‌های ۷، ۱۴ و ۲۱ روز پس از نگهداری میوه‌ها در اتاقک رشد استفاده شد (Fischer et al., 2009). نوع عامل بیماری‌زا از راه کشت و مشاهده‌های میکروسکوپی و با استفاده از منابع معتبر قارچ‌شناسی مانند Ellis (1976) تعیین شد.

### نمونه‌گیری و انجام آزمایش دوم

در آزمایش دوم میوه‌های شاهد و محصول نهایی فرآیند درجه‌بندی (پرتقال واکس خورده در دو حالت استفاده و بدون استفاده از آبه‌فشان آب‌گرم حاوی قارچ‌کش) به عنوان سه تیمار اصلی و اندازه میوه‌ها شامل سه گروه بزرگ (دوازده عدد درون هر جعبه)، متوسط (پانزده عدد درون هر جعبه) و کوچک (بیست عدد درون هر جعبه) به عنوان سه تیمار فرعی در نظر گرفته شد. جعبه حاوی میوه‌ها مدت ۴۵ روز در سردخانه تجاری مرکبات قرار گرفت. سپس درصد رخداد و میانگین شدت بیماری محاسبه شد.

1. Incidence (%)

2. Mean Disease Severity (%)

بیماری نیز افزایش یافت (جدول‌های ۱، ۲ و ۳). کپک سبز در هفته نخست به‌طور میانگین ۵۱/۵۶ درصد میوه‌ها را آلوده ساخت. کمترین میزان رخداد بیماری در میوه‌های تیمار شاهد و بیشترین آن در تیمار درجه‌بندی رخ داد. در پایان هفته اول در انتهای خط، یعنی قسمت درجه‌بندی، بین میوه‌های تیمار شده با آب گرم و قارچ‌کش و میوه‌های تیمار نشده با آب گرم و قارچ‌کش از نظر میزان رخداد کپک سبز، اختلاف آماری معنی‌داری ( $P \leq 0.05$ ) وجود نداشت (جدول ۱).

در هفته دوم شمار بیماری‌ها افزایش یافت. در این هفته بیماری‌های کپک آبی روی سبز و کپک آبی نیز مشاهده شد (جدول ۲). میزان آلودگی به بیماری کپک سبز هفته دوم به ترتیب ۷۲/۶۵ درصد بود که نسبت به هفته نخست ۴۰/۹ درصد افزایش داشت. رخداد کپک آبی تنها در میوه‌های تیمار شاهد مشاهده شد. با این وجود گسترش کپک آبی روی کپک سبز تا ۹۰ درصد در میوه‌های انتهای خط فرآیند درجه‌بندی مشاهده شد. رخداد میانگین کپک آبی روی سبز ۵۶/۵۴ درصد بود. کمترین میزان رخداد کپک آبی روی سبز مربوط به تیمار شاهد و بیشترین آن مربوط به تیمارهای درجه‌بندی بود. رخداد پوسیدگی ترش در این هفته ۵/۷۶ برابر هفته نخست بود. شاخص پوسیدگی کل نشان‌دهنده آن بود که تیمار شاهد کمترین و تیمارهای درجه‌بندی میوه‌های تیمار شده با آب گرم حاوی قارچ‌کش و میوه‌های تیمار نشده با آب گرم حاوی قارچ‌کش بیشترین میزان رخداد بیماری را داشته‌اند.

در پایان هفته سوم بیش از ۹۶ درصد میوه‌هایی که فرآیند درجه‌بندی را به پایان رسانده بودند دچار بیماری شدند. این میزان در مرحله واکس ۹۲ درصد بود که اختلاف معنی‌دار آماری ( $P \leq 0.05$ ) با مرحله درجه‌بندی نداشت (جدول ۳). استفاده از آب گرم حاوی قارچ‌کش و بدون استفاده از آن نیز تأثیر معنی‌داری ( $P \leq 0.05$ ) در این زمینه نگذاشت. میانگین میزان افزایش کپک سبز، کپک آبی روی سبز، کپک آبی و پوسیدگی ترش در این هفته نسبت به هفته پیش به ترتیب ۵/۴، ۱۳/۴، ۶۹/۹ و ۱۷/۲۵ درصد بوده است (جدول‌های ۱، ۲ و ۳).

کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار صفحه گسترده Excel آماده شد و با نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شد. برای عادی‌سازی توزیع داده‌ها از روش‌های تبدیل آرک‌سینوس، جذر یا لگاریتم داده‌ها<sup>۱</sup> استفاده شد (Yazdi Samadi et al., 2000).

## نتایج

### رخداد بیماری

در هفته نخست، بیماری کپک سبز<sup>۲</sup> و پوسیدگی ترش مشاهده شد (جدول ۱). بیماری پوسیدگی ترش تنها در تیمار آب‌فشان آب گرم و قارچ‌کش ظاهر مشاهده شد. به‌طور کلی با افزایش عملیات ماشینی، رخداد

۱. در آزمایش نخست برای عادی‌سازی توزیع داده‌های رخداد پوسیدگی ترش در هفته نخست و سوم از جذر داده‌ها و در هفته دوم از لگاریتم آرک سینوس جذر داده‌ها استفاده شد. از لگاریتم آرک سینوس جذر داده‌ها برای عادی‌سازی داده‌های رخداد کپک آبی در هفته دوم و سوم، و از آرک سینوس جذر داده‌ها برای تبدیل داده‌های شاخص پوسیدگی کپک سبز و کل در هفته نخست استفاده شد.

۲. جنس پنسیلیوم به سری‌های مختلف از جمله *Digitata* و *Italica* تقسیم‌بندی می‌شود. *P. digitatum* تنها گونه موجود در سری *digitata* است که ویژگی‌های منحصر به فردی نیز دارد. ساختمان کنیدیوفور آن نامنظم، منشعب و بسیار بزرگ و کنیدی‌ها نیز بزرگ، بیضی تا استوانه‌ای شکل و به رنگ سبز زیتونی هستند. این گونه که سبب پوسیدگی کپک سبز (*Green Mold*) می‌شود در محیط کشت *Czapek agar* رشد ضعیفی دارد. *P. Italicum* که یکی از گونه‌های سری *Italica* و عامل پوسیدگی کپک آبی (*Blue Mold*) است. کنیدی‌های بیضی تا استوانه‌ای (که از این نظر مانند *P. Digitatum* است)، دیواره‌های صاف، که در زنجیره‌های موازی به یکدیگر چسبیده‌اند و رنگ آن‌ها خاکستری تا سبز آبی است. تفاوت *P. Italicum* با *P. Digitatum* در وضعیت بندهای کنیدیوفورها، نحوه انشعاب کنیدیوفورها که در *p. Italicum* یک به دوشاخه است و در نهایت رنگ پرگنه (کلونی) است (Frisvad & Samson, 2004). در این تحقیق از تمایز رنگ برای شناسایی آن‌ها استفاده شده است. *Geotrichum candidum* قارچی است که عامل پوسیدگی ترش (*Sour rot*) است. مسیلیوم این قارچ سفیدرنگ و بندبند، بدون کنیدیوفور، کنیدی‌ها (آرتروسپورها) بی‌رنگ، تک‌یاخته‌ای، استوانه‌ای کوتاه با انتهای قطع‌شده است، که از راه قطعه‌قطعه شدن ریشه‌ها تشکیل می‌شوند (Ellis, 1976). در دمای ۲۵-۳۰ درجه سلسیوس، پس از گذشت دو روز ناحیه آسیب‌دیده روی میوه به‌صورت لهدگی (نرم و آبدار شدن پوست) است که به‌راحتی از پنسیلیوم قابل تشخیص نیست، پس از گذشت سه روز حالت آبله مانند ایجاد شده که به دلیل بسیار نرم و آبدار بودن آن از پنسیلیوم قابل شناسایی است. در حالت پیشرفته این بیماری رنگ منطقه خراب شده زرد خامه‌ای است و به دلیل نبود مسیلیوم مشخص از دیگر بیماری‌ها قابل تشخیص است (Reuther et al., 1989).

میانگین شاخص کل رخداد بیماری در طول زمان در اتاقک رشد به ترتیب ۵۳/۰، ۷۸/۸۳، ۸۰/۹۶ و میزان افزایش هفته دوم نسبت به اول ۴۸/۷ و هفته سوم نسبت به دوم ۲/۷ درصد بود (شکل ۲).

جدول ۱. مقایسه میانگین‌های رخداد بیماری‌های پس از برداشت (درصد) میوه پرتقال درجه‌بندی‌شده در پایان هفته نخست نگهداری در اتاقک رشد

Table 1. Mean comparison of the post- harvest disease incidence (percent) of sorted orange fruit in the end of first week keeping in germinator

Treatment	First Week								
	Total			Sour Rot			Green Mold		
	mean	±	S.E.	mean	±	S.E.	mean	±	S.E.
1 Control	9.5 <sup>b</sup>	±	4.8	0.0 <sup>b</sup>	±	0.0	9.5 <sup>b</sup>	±	4.8
2 Soaking	23.2 <sup>b</sup>	±	10.7	0.0 <sup>b</sup>	±	0.0	23.2 <sup>b</sup>	±	10.7
3 Spraying	30.0 <sup>b</sup>	±	10.0	13.3 <sup>a</sup>	±	3.3	20.0 <sup>b</sup>	±	5.8
4 Wax	69.2 <sup>a</sup>	±	10.8	0.0 <sup>b</sup>	±	0.0	69.2 <sup>a</sup>	±	10.8
5 Sorting	76.5 <sup>a</sup>	±	9.2	0.0 <sup>b</sup>	±	0.0	76.5 <sup>a</sup>	±	9.2
6 Wax Without Spraying	76.7 <sup>a</sup>	±	18.6	0.0 <sup>b</sup>	±	0.0	76.7 <sup>a</sup>	±	18.6
7 Sorting Without Spraying	85.9 <sup>a</sup>	±	7.1	0.0 <sup>b</sup>	±	0.0	85.9 <sup>a</sup>	±	7.1

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های رخداد بیماری‌های پس از برداشت (درصد) میوه پرتقال درجه‌بندی‌شده در پایان هفته دوم نگهداری در اتاقک رشد

Table 2. Mean comparison of the post- harvest disease incidence (percent) of sorted orange fruit in the end of second week keeping in germinator

Treatment	Second Week									
	Total		Sour Rot		Blue Mold		Blue Mold on Green Mold		Green Mold	
	mean	± S.E.	mean	± S.E.	mean	± S.E.	mean	± S.E.	mean	± S.E.
1 Control	33.3 <sup>d</sup>	± 17.2	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	9.5 <sup>a</sup>	± 4.8	19.1 <sup>c</sup>	± 9.5	33.3 <sup>c</sup>	± 17.2
2 Soaking	59.7 <sup>c</sup>	± 5.0	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	51.4 <sup>b</sup>	± 8.5	59.7 <sup>b</sup>	± 5.0
3 Spraying	73.3 <sup>bc</sup>	± 6.7	66.7 <sup>a</sup>	± 13.3	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	3.3 <sup>c</sup>	± 3.3	30.0 <sup>a</sup>	± 10.0
4 Wax	89.2 <sup>ab</sup>	± 5.8	3.3 <sup>b</sup>	± 3.3	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	75.8 <sup>a</sup>	± 5.8	89.2 <sup>a</sup>	± 5.8
5 Sorting	96.3 <sup>ab</sup>	± 3.7	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	96.3 <sup>a</sup>	± 3.7	96.3 <sup>a</sup>	± 3.7
6 Wax without spraying	100.0 <sup>a</sup>	± 0.0	3.3 <sup>b</sup>	± 3.3	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	93.3 <sup>a</sup>	± 3.3	100.0 <sup>a</sup>	± 0.0
7 Sorting without sprayin	100.0 <sup>a</sup>	± 0.0	3.3 <sup>b</sup>	± 3.3	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	90.0 <sup>a</sup>	± 10.0	100.0 <sup>a</sup>	± 0.0

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های رخداد بیماری‌های پس از برداشت (درصد) میوه پرتقال درجه‌بندی‌شده در پایان هفته سوم نگهداری در اتاقک رشد

Table 3. Mean comparison of the post- harvest disease incidence (percent) of sorted orange fruit in the end of third week keeping in germinator

Treatment	Third Week														
	Total			Sour Rot			Blue Mold			Blue Mold on Green Mold			Green Mold		
	mean	±	S.E.	mean	±	S.E.	mean	±	S.E.	mean	±	S.E.	mean	±	S.E.
1 Control	33.3 <sup>d</sup>	±	17.2	9.5 <sup>b</sup>	±	4.8	9.5 <sup>a</sup>	±	4.8	23.8 <sup>c</sup>	±	12.6	33.3 <sup>c</sup>	±	17.2
2 Soaking	67.6 <sup>c</sup>	±	5.1	4.2 <sup>b</sup>	±	4.2	0.0 <sup>b</sup>	±	0.0	63.9 <sup>b</sup>	±	1.4	67.6 <sup>b</sup>	±	5.1
3 Spraying	73.3 <sup>bc</sup>	±	6.7	66.7 <sup>a</sup>	±	13.3	3.3 <sup>ab</sup>	±	3.3	16.7 <sup>c</sup>	±	8.8	43.3 <sup>c</sup>	±	3.3
4 Wax	92.5 <sup>ab</sup>	±	3.8	10.0 <sup>a</sup>	±	5.8	0.0 <sup>b</sup>	±	0.0	89.2 <sup>a</sup>	±	5.8	92.5 <sup>a</sup>	±	3.8
5 Sorting	100.0 <sup>a</sup>	±	0.0	7.4 <sup>b</sup>	±	7.4	0.0 <sup>b</sup>	±	0.0	100.0 <sup>a</sup>	±	0.0	100.0 <sup>a</sup>	±	0.0
6 Wax without spraying	100.0 <sup>a</sup>	±	0.0	26.7 <sup>ab</sup>	±	12.0	3.3 <sup>ab</sup>	±	3.3	96.7 <sup>a</sup>	±	3.3	100.0 <sup>a</sup>	±	0.0
7 Sorting without spraying	100.0 <sup>a</sup>	±	0.0	3.3 <sup>b</sup>	±	3.3	0.0 <sup>b</sup>	±	0.0	96.7 <sup>a</sup>	±	3.3	100.0 <sup>a</sup>	±	0.0

میانگین‌های با حرف‌های همسان در هر ستون از نظر آماری (به روش دانکن) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% level of probability (by using Duncan).

است که این کپک در هفته اول موفق به رشد نشده و آغاز رشد آن از هفته دوم آن هم در شمار معدودی از تیمارها بوده و پیشرفت اصلی این بیماری در هفته سوم رخ داده است. پوسیدگی ترش دارای میانگین شدت ۰/۴۳، ۲/۸۷ و ۶/۵۸ به ترتیب در هفته نخست، دوم و سوم آزمایش بود (جدول‌های ۴، ۵ و ۶).

### میانگین شدت بیماری

میانگین شدت بیماری کپک سبز در پایان هفته نخست، دوم و سوم به ترتیب ۳۲/۴۸، ۶۳/۶۱ و ۶۸/۸۰ بود (جدول ۴). میانگین مقادیر میانگین شدت بیماری کپک آبی روی سبز تیمارهای مختلف ۰، ۱۲/۴۹ و ۱۶/۲۴ بوده است. میانگین شدت گسترش کپک آبی نشان‌دهنده آن

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های شدت متوسط بیماری‌های پس از برداشت (درصد) میوه پرتقال سورت شده در پایان هفته نخست نگهداری در اتاقک رشد

Table 4. Mean comparison of the post-harvest mean disease severity (percent) of sorted orange fruit in the end of first week keeping in germinator

Treatment	First Week					
	Total		Sour Rot		Green Mold	
	mean	± S.E.	mean	± S.E.	mean	± S.E.
1 Control	6.7 <sup>c</sup>	± 3.7	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	6.7 <sup>c</sup>	± 3.7
2 Soaking	13.3 <sup>c</sup>	± 6.7	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	13.3 <sup>c</sup>	± 6.7
3 Spraying	7.2 <sup>c</sup>	± 0.9	3.0 <sup>a</sup>	± 1.2	4.2 <sup>c</sup>	± 0.5
4 Wax	36.9 <sup>b</sup>	± 6.9	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	37.2 <sup>b</sup>	± 6.7
5 Sorting	55.7 <sup>ab</sup>	± 13.5	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	55.7 <sup>ab</sup>	± 13.5
6 Wax without spraying	40.8 <sup>ab</sup>	± 11.8	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	40.8 <sup>ab</sup>	± 11.8
7 Sorting without spraying	69.4 <sup>a</sup>	± 3.3	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	69.4 <sup>a</sup>	± 3.3

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های شدت متوسط بیماری‌های پس از برداشت (درصد) میوه پرتقال سورت شده در پایان هفته دوم نگهداری در اتاقک رشد

Table 5. Mean comparison of the post-harvest mean disease severity (percent) of sorted orange fruit in the end of second week keeping in germinator

Treatment	Second Week									
	Total		Sour Rot		Blue Mold		Blue Mold on Green Mold		Green Mold	
	mean	± S.E.	mean	± S.E.	mean	± S.E.	mean	± S.E.	mean	± S.E.
1 Control	27.0 <sup>c</sup>	± 15.1	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	5.2 <sup>a</sup>	± 2.7	2.6 <sup>d</sup>	± 1.3	21.7 <sup>c</sup>	± 12.6
2 Soaking	50.9 <sup>b</sup>	± 8.9	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	8.9 <sup>c</sup>	± 3.4	50.9 <sup>b</sup>	± 8.9
3 Spraying	26.1 <sup>c</sup>	± 2.1	19.2 <sup>a</sup>	± 3.0	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	0.3 <sup>d</sup>	± 0.3	6.9 <sup>c</sup>	± 2.2
4 Wax	82.6 <sup>ab</sup>	± 6.1	0.2 <sup>b</sup>	± 0.2	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	11.3 <sup>bc</sup>	± 0.4	82.5 <sup>a</sup>	± 6.0
5 Sorting	95.7 <sup>a</sup>	± 4.3	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	26.6 <sup>a</sup>	± 0.9	95.6 <sup>a</sup>	± 4.5
6 Wax without spraying	91.4 <sup>a</sup>	± 1.3	0.1 <sup>b</sup>	± 0.1	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	18.4 <sup>ab</sup>	± 4.1	91.0 <sup>a</sup>	± 1.2
7 Sorting without spraying	97.4 <sup>a</sup>	± 2.2	0.7 <sup>b</sup>	± 0.7	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	19.2 <sup>ab</sup>	± 4.0	96.7 <sup>a</sup>	± 2.0

جدول ۶. مقایسه میانگین‌های شدت متوسط بیماری‌های پس از برداشت (درصد) میوه پرتقال سورت شده در پایان هفته سوم نگهداری در اتاقک رشد

Table 6. Mean comparison of the post-harvest mean disease severity (percent) of sorted orange fruit in the end of third week keeping in germinator

Treatment	Third Week									
	Total		Sour Rot		Blue Mold		Blue Mold on Green Mold		Green Mold	
	mean	± S.E.	mean	± S.E.	mean	± S.E.	mean	± S.E.	mean	± S.E.
1 Control	32.9 <sup>d</sup>	± 17.0	0.3 <sup>b</sup>	± 0.1	5.7 <sup>a</sup>	± 2.9	14.1 <sup>cd</sup>	± 1.8	27.0 <sup>c</sup>	± 14.1
2 Soaking	67.0 <sup>bc</sup>	± 5.4	0.8 <sup>b</sup>	± 0.83	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	9.5 <sup>bc</sup>	± 3.3	66.1 <sup>b</sup>	± 6.0
3 Spraying	47.1 <sup>cd</sup>	± 9.4	37.0 <sup>a</sup>	± 10.8	1.0 <sup>ab</sup>	± 1.0	0.8 <sup>d</sup>	± 0.6	9.1 <sup>c</sup>	± 1.8
4 Wax	88.8 <sup>ab</sup>	± 6.0	2.3 <sup>b</sup>	± 1.6	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	14.1 <sup>b</sup>	± 2.3	86.4 <sup>a</sup>	± 4.7
5 Sorting	100 <sup>a</sup>	± 0.0	0.7 <sup>b</sup>	± 0.7	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	28.7 <sup>a</sup>	± 1.3	99.3 <sup>a</sup>	± 0.7
6 Wax without spraying	100 <sup>a</sup>	± 0.0	4.2 <sup>ab</sup>	± 2.4	1.3 <sup>ab</sup>	± 1.3	24.4 <sup>a</sup>	± 2.9	94.5 <sup>a</sup>	± 1.9
7 Sorting without spraying	99.9 <sup>a</sup>	± 0.1	0.7 <sup>b</sup>	± 0.7	0.0 <sup>b</sup>	± 0.0	22.2 <sup>a</sup>	± 2.5	99.3 <sup>a</sup>	± 0.8

میانگین‌های با حرف‌های همسان در هر ستون از نظر آماری (به روش دانکن) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% level of probability (by using Duncan).

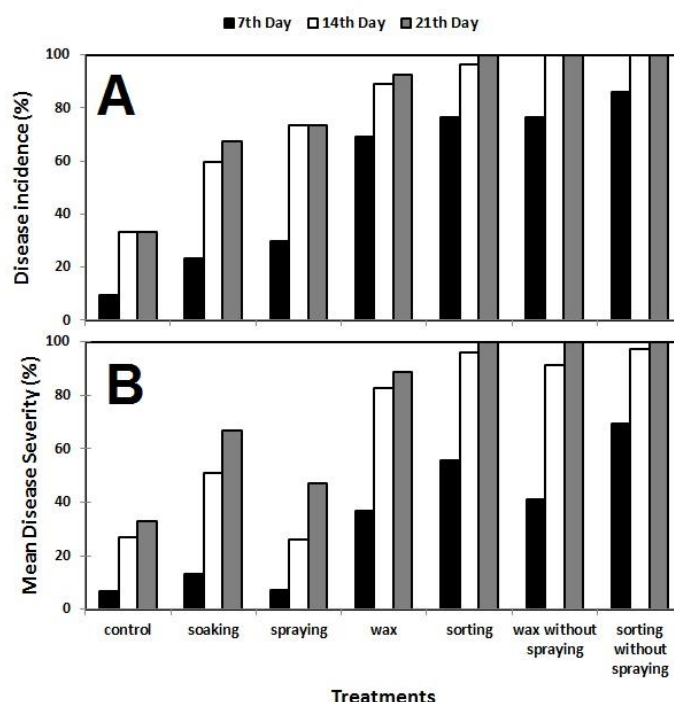
کپک آبی به صورت منفرد یا گسترش یافته روی کپک سبز مشاهده شد؛ میانگین شدت همه عوامل‌های بیماری‌زا به جز گسترش تنه‌های کپک آبی، شامل کپک سبز، کپک آبی روی سبز<sup>۱</sup>، پوسیدگی ترش و میانگین شدت کل عوامل‌های بیماری‌زا، در تیمار ورودی کمینه

همه صفات مورد بررسی تحت تأثیر معنی‌دار تیمارها ( $P \leq 0.05$ ) قرار داشته‌اند. مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده آن است، میانگین شدت عامل بیماری‌زای کپک سبز در تیمار ورودی کمترین (۶/۶۷، ۲۱/۷۱ و ۲۶/۹۵ به ترتیب برای هفته نخست، دوم و سوم) و در تیمار درجه‌بندی بدون آب گرم حاوی قارچ‌کش بیشترین میزان (۶۹/۴۳، ۹۶/۷۳ و ۹۹/۳ به ترتیب برای هفته نخست، دوم و سوم) بوده است (جدول‌های ۴، ۵ و ۶). در هفته دوم و سوم، عامل بیماری‌زای

۱. در آغاز کپک سبز میوه را آلوده ساخته، آنگاه در قسمت‌هایی که پیشتر توسط کپک سبز آلوده شده بود کپک آبی گسترش یافته، که این موضوع به صورت جداگانه و به عنوان کپک آبی روی سبز ارائه شده است.

داشته است. تیمارهای شستشو و آbfشان با تیمارهای واکس، واکس بدون آbfشان و درجه بندی اختلاف معنی دار آماری ( $P \leq 0.05$ ) دارند. با توجه به نتایج، می توان استنباط کرد با افزایش عملیات فرآیند درجه بندی، میانگین شدت بیماری ها نیز افزایش خواهد یافت (شکل ۲). بدین ترتیب کمترین میانگین شدت بیماری در تیمار شاهد و بیشترین آن در تیمار درجه بندی، مشاهده شد. روند میانگین شدت بیماری در طول زمان نیز یک روند افزایشی است (شکل ۲).

و در تیمارهای درجه بندی بدون آbfشان (میوه هایی که با آب گرم حاوی قارچ کش شسته نشده اند)، بیشینه بود، گرچه در بیشتر موارد، تیمارهای درجه بندی برای میوه های شسته شده با آب گرم حاوی قارچ کش و همچنین برای میوه هایی که با آب گرم حاوی قارچ کش تیمار نشده اند، اختلاف معنی دار آماری نداشته اند. مقایسه میانگین های شدت عامل بیماری زای پوسیدگی ترش در هفته نخست مشخص می سازد که تنها تیمار آbfشان بر این بیماری تأثیر



شکل ۲. پیشرفت کل بیماری های پرتقال در طول زمان در مراحل مختلف خط درجه بندی بر پایه متغیرهای مختلف اندازه گیری بیماری: میزان رخداد (A) و میانگین شدت بیماری (B).

Figure 2. The progress of orange diseases over time in different stages of sorting line based on different disease measured indices: incidence (A) and mean disease severity (B).

ترتیب که میوه های شاهد، به ترتیب ۵۸/۶ و ۵۲/۰ درصد رخداد کمتری نسبت به محصول نهایی فرآیند درجه بندی در دو حالت بدون استفاده و استفاده از آbfشان آب گرم و قارچ کش داشتند. شدت میانگین پوسیدگی تیمار شاهد به ترتیب ۶۸/۲ و ۷۶/۸ درصد کمتر از تیمارهای محصول نهایی فرآیند درجه بندی در دو حالت بدون استفاده و استفاده از آbfشان آب گرم و قارچ کش بود. اندازه میوه تأثیر معنی داری روی رخداد و شدت پوسیدگی نداشت (جدول ۷).

رخداد و میانگین شدت بیماری در میوه های نگهداری شده در سردخانه (آزمایش دوم)

در پایان دوره انبارمانی ۴۵ روزه، اختلاف میان تیمارهای اصلی (شاهد و محصول نهایی فرآیند درجه بندی در دو حالت استفاده و بدون استفاده از آbfشان آب گرم و قارچ کش) بر پایه رخداد و شدت پوسیدگی، معنی دار ( $P \leq 0.01$ ) بود (جدول ۷). میزان رخداد و شدت متوسط پوسیدگی در میوه های تیمار شاهد کمتر از دو تیمار دیگر بود (جدول ۸)؛ به این



جدول ۷. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) درصد رخداد و شدت بیماری پرتقال پس از انبارمانی در سردخانه

Table 7. Variance analysis (mean square) incidence and mean disease severity of orange after cold storage

S.O.V	df	Incidence (%)	Mean Disease Severity (%)
Sorting	2	5279.22 **	819.82 *
Error Sorting	6	26.95 <sup>ns</sup>	92.41 <sup>ns</sup>
Size	2	121.84 <sup>ns</sup>	60.07 <sup>ns</sup>
Sorting × Size	4	61.19 <sup>ns</sup>	176.57 <sup>ns</sup>
Error	12	65.04	117.10
Cv	-	13.45	55.29

ns و \*\* و \* به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۵ درصد، ۱ درصد و نداشتن اختلاف است.

\*, \*\* and ns: indicate significant differences at the level of five percent, one percent and nondifferent, respectively.

جدول ۸. مقایسه میانگین‌های شاخص‌های بیماری‌های پس از برداشت میوه پرتقال سورت شده پس از انبارمانی در سردخانه

Table 8. Mean comparison of the post- harvest disease indices of sorted orange fruit after cold storage

Factor A	Incidence (%)	Mean Disease Severity (%)	Factor B	Incidence	Mean Disease Severity (%)
Control	32.71 <sup>c</sup>	6.42 <sup>b</sup>	Small	56.36 <sup>a</sup>	22.68 <sup>a</sup>
Sorted fruit without hot water and fungicide spraying	79.01 <sup>a</sup>	20.19 <sup>a</sup>	Medume	59.84 <sup>a</sup>	18.55 <sup>a</sup>
Sorted fruit with hot water and fungicide spaying	68.19 <sup>b</sup>	27.72 <sup>a</sup>	Large	63.71 <sup>a</sup>	17.49 <sup>a</sup>

میانگین‌های با حرف‌های همسان در هر ستون از نظر آماری (به روش دانکن) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% level of probability (by using Duncan).

درصد رخداد همچنین افزایش آن در هفته‌های مختلف، مشخص است که شتاب رخداد بیماری با گذشت زمان کاهش یافته است (شکل ۲). این بدان معنی است که گرچه رخداد بیماری روندی افزایشی دارد، لیکن میزان افزایش در بازه زمانی مشخص روندی کاهش یافته دارد. متوسط رخداد بیماری (کپک سبز و آبی) برای پرتقال‌های خونی که پس از اعمال تیمار دمایی (دماهای ۵، ۱۰ و ۲۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۵ روز) به مدت ۲۵ روز در دمای محیط نگهداری شدند، به ترتیب ۸/۳، ۱۳/۳، ۲۰/۶، ۳۰/۶، ۴۳/۹ و ۶۵/۰ برای روزهای ۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ نگهداری گزارش شده است (Rab et al., 2012) که یک روند افزایشی همخوان با یافته‌های این تحقیق دارد.

تغییرات شدت متوسط بیماری نیز به‌طور کلی افزایشی است لیکن شیب آن با گذشت زمان کاهش می‌یابد. اختلاف بین درصد رخداد و شدت متوسط در زمینه این بیماری نشان‌دهنده آن است که کپک‌ها میوه‌ها را آلوده ساخته‌اند، لیکن شدت آلودگی‌ها از درصد رخداد کمتر بوده است.

بررسی رخداد و شدت کل عامل‌های بیماری‌زا نشان‌دهنده آن است که میوه پس از مرحله شستشو مبتلا به بیماری می‌شود. گرچه با افزایش شمار عملیات درصد میوه‌های آلوده افزایش می‌یابد؛ لیکن در بیشتر موارد اختلاف معنی‌دار آماری بین آن‌ها

## بحث

به دلیل فراهم بودن شرایط، رشد بسیار سریع کپک سبز رخ داده است. گسترش کپک آبی نیازمند شرایط متفاوتی با کپک سبز است این قارچ در دمای پایین‌تر، نسبت به کپک سبز رخداد بیشتری دارد؛ دلیل این امر کاهش رشد کپک سبز و امکان رشد کپک آبی در دمای پایین است (Brown, 2011). به همین دلیل در دمای بالا کپک آبی مغلوب رشد سریع کپک سبز شده و در نهایت به‌عنوان یک عامل بیماری روی قسمت‌هایی از میوه که به کپک سبز آلوده شده، گسترش می‌یابد. در پیشاور پاکستان برای پرتقال خونی که پس از اعمال تیمار دمایی (دماهای ۵، ۱۰ و ۲۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۵ روز) به مدت ۲۵ روز در محیط نگهداری شده، بیشترین و میانگین شیوع کپک سبز ۷۰ و ۲۷/۲۲ درصد و بیشترین و میانگین شیوع کپک آبی روی پرتقال خونی به ترتیب ۷۶/۳۷ و ۳۳/۰۶ درصد گزارش شده است (Rab et al., 2012). علت اختلاف این تحقیق با نتایج Rab et al. (2012) می‌تواند به منطقه مربوط باشد به‌گونه‌ای که در کالیفرنیا آمریکا نیز پوسیدگی ناشی از کپک آبی بسیار کمتر از کپک سبز بیان شده است (Brown, 2011).

روند رخداد بیماری در طول زمان برای همه تیمارها افزایشی بود (شکل ۲). به‌رغم اختلاف در

الکترونی گرفته شده نیز نشان‌دهنده پوشیده شدن ریشه‌ها توسط واکس است (Montero, 2010). به همین دلایل نتیجه این تحقیق عکس تصور مرسوم که استفاده از آب گرم، سم و واکس را مؤثر در کاهش درصد میوه‌های پوسیده در میوه‌ها و به‌ویژه مرکبات می‌دانند را بیان می‌دارد.

متوسط رخدادهای پوسیدگی کل در مراحل ورودی، شستشو، آبفشان، واکس و درجه‌بندی ۳۳/۳۳، ۶۷/۵۹، ۷۳/۳۳، ۹۲/۵ و ۱۰۰/۰۰ بوده است که خیلی بیشتر از اعداد گزارش شده برای میانگین دوساله رخدادهای بیماری‌های پرتقال رقم والنسیا در برزیل برای مراحل ورود (شاهد)، شستشوی، سبز زدایی، میز بسته‌بندی و جعبه، به ترتیب ۱/۸، ۱/۶، ۲/۶، ۲/۱ و ۱/۹ درصد (Fischer et al., 2009) است. در هر دو تحقیق کمترین میزان رخدادهای بیماری در میوه‌های شاهد رخ داده است که نشان‌دهنده تأثیر مثبت فرآیند درجه‌بندی بر افزایش رخدادهای بیماری است. تفاوت مرحله ورودی (شاهد) در این تحقیق با دیگر منابع (Fischer et al., 2009; Rab et al., 2012) نیز بیانگر مشکل تولید مرکبات در ایران است. باغداران ایرانی اهمیتی به آسیب‌ها و هدررفت پس از برداشت نداده و هیچ اقدامی در دوران رشد میوه به‌منظور افزایش قابلیت انبارمانی آن انجام نمی‌دهند. نتیجه این امر هدر رفت بالای این محصول در فرآیند انبارمانی است. از سوی دیگر درصد بالای رخدادهای بیماری در این تحقیق و اختلاف زیاد آن با میزان گزارش شده برای برزیل، بیانگر مشکلات و کاستی‌های این صنعت در ایران است. تجهیزات نامناسب مانند نوع برس‌ها (Njombolwana et al., 2013)، استفاده نامناسب و ناکافی از سموم و واکس (Njombolwana et al., 2013) و مقاومت جدایه‌های قارچی مواردی هستند که می‌توانند میزان بالای هدر رفت میوه‌های درجه‌بندی‌شده و اختلاف شدید آن‌ها با یافته‌های دیگر تحقیقات (Fischer et al., 2009) را بیان دارند، لیکن اثبات آن نیازمند تحقیقات بیشتری است.

اسکن میکروسکوپی پرتقال‌های ارگانیک که با آب گرم برس‌زنی شده بودند، نشان داد که واکس طبیعی میوه پخش شده و ترک‌ها و روزنه‌ها با آن پوشانده

وجود ندارد. گرچه برس زدن، حذف ریشه و اسپور را افزایش می‌دهد، با این وجود باز هم ممکن است شماری اسپور و ریشه بر سطح میوه مشاهده شود (Montero, 2010). همچنین آب گرم نیز باعث نفوذ بهتر قارچ‌کش از راه پوستک (کوتیکول) می‌شود (Riederer & Schreiber, 1995)، لیکن زخم‌هایی که شامل تنها چند غده چربی باشد برای ایجاد یک عفونت کافی است (Brown, 1994). از این رو به نظر می‌رسد که ریشه‌ها و اسپورهای باقی‌مانده امکان دسترسی مناسب به مکان زخم را یافته‌اند. نتایج این تحقیق با بسیاری از تحقیق‌ها (Palou, 2001; Smilanick et al., 1997; Shekari et al., 2012) مغایرت دارد که دلیل آن بنا بر تحقیق (Smilanick et al., 1997) می‌تواند کاربرد نادرست از نظر میزان سم مصرفی، مقاومت جدایه‌های کپک به سم، دمای آب گرم و مدت‌زمان اعمال آن بوده باشد. میزان باقی‌مانده ایمازالیل پس از تیمار ۳۰ تا ۶۰ ثانیه‌ای در آب گرم برای کنترل هاگ‌زایی کپک سبز کافی است ولی باقی‌مانده این سم پس از تیمار ۱۵ ثانیه‌ای در آب گرم برای کنترل مؤثر هاگ‌زایی کپک سبز نیازمند اضافه کردن سم به واکس نیز است. کنترل جدایه‌های مقاوم نیازمند باقی ماندن ۷/۹ میلی‌گرم ایمازالیل بر میلی‌لیتر میوه گزارش شده است (Smilanick et al., 1997). گرچه شماری از مشاهده‌ها نشان‌دهنده آن است که ممکن است واکس به‌تنهایی، به‌عنوان یک بازدارنده راه جلوگیری از جوانه زدن اسپورها و آلوده شدن میوه‌ها، پوسیدگی ناشی از کپک سبز و آبی را کاهش دهد (Waks et al., 1985)؛ لیکن بررسی‌هایی نیز در دسترس است که نشان می‌دهد، واکس کارنوبا (Carnauba) به‌طور شایان توجهی شمار میوه‌های تانگارین فاسد شده را افزایش داده است (Montero, 2010). در بررسی پوسیدگی انار نیز عنوان شده که میزان پوسیدگی میوه‌های واکس‌خورده نسبت به میوه‌هایی که هیچ‌گونه عملیاتی ندیده بودند به‌طور چشم‌گیری بیشتر بود (Shakeri et al., 2007). Montero (2010) دلیل این امر را ناشی از تأثیر حفاظتی واکس بر عامل بیماری‌زا، همچنین افزایش تثبیت عامل بیماری‌زا روی سطح میوه دانسته است. تصاویری که با میکروسکوپ

کپک آبی روی سبزه، پوسیدگی ترش و در نهایت کپک آبی بود. با گذشت زمان شاخص‌های رخداد بیماری و شدت متوسط بیماری افزایش داشته، لیکن میزان افزایش در فاصله‌های زمانی یکسانی کاهش یافته بود. میزان بیماری‌ها با افزایش عملیات ماشینی افزایش داشت. بررسی شاخص کل پوسیدگی نشان‌دهنده آن است، میوه پس از مرحله شستشو مبتلا به بیماری می‌شود. گرچه با افزایش شمار عملیات درصد میوه‌های آلوده افزایش می‌یابد؛ لیکن در بیشتر موارد اختلاف معنی‌دار آماری بین آن‌ها وجود نداشت.

بنا بر نتایج این پژوهش، مرحله درجه‌بندی، در وضعیت کنونی، عامل گسترش بیماری‌های پس از برداشت است. این وضعیت به احتمال قوی در اثر آسیب به پوست میوه، با ایجاد محل نفوذ قارچ‌ها، ممکن می‌شود. از آنجاکه میزان پوسیدگی در پایان قسمت درجه‌بندی برای کارگاه‌های بسته‌بندی اهمیت دارد و در صورت ورود میوه به خط، پوسیدگی در مقایسه با میوه دست‌نخورده (شاهد) افزایش می‌یابد بهتر آن است که میوه‌ها بدون عملیات دست‌ورزی انبار شوند.

شده‌اند، در نتیجه ورود بیمارگرها کاهش یافته است (Porat et al., 2000). Williams et al. (1994) نیز بیان کردند که آب گرم سبب حذف آلودگی و حفظ کیفیت پرتقال والنسیا شده است؛ لیکن باید توجه کرد که این موضوع با دمای آب مورد استفاده رابطه دارد. نتایج قرار دادن میوه‌های نارنگی به مدت سه دقیقه در آب گرم نشان داد که دمای ۵۴-۵۰ درجه سلسیوس، واکس سطحی را صاف کرده، دمای ۵۶ درجه سلسیوس تا حدی موجب حذف واکس شده و دمای ۵۸ درجه سلسیوس به‌طور کلی آن را حذف کرده است (Schirra & D'hallewin, 1997). با توجه به اینکه دمای آب گرم به کار گرفته‌شده در این آزمایش، ۵۰-۴۵ درجه سلسیوس بوده است و به نظر می‌رسد این دما برای صاف کردن واکس سطحی و حذف عامل‌های بیماری‌زا کافی نبوده، لذا تأثیری در کاهش پوسیدگی نداشته است.

#### نتیجه‌گیری

بیشترین میزان رخداد به ترتیب مربوط به کپک سبزه،

#### REFERENCES

- Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Ebadzadeh, H., Hoseinpour, R., Hatami, F., Abdshah, H., Rezaei, M. M., Kazemifar, R. & Fazli Estabragh, M. (2015). *Agricultural statistics data, third volume, horticultural products*. Ministry of Jahade-Agriculture. (in Farsi)
- Arnal, L., Rio, M. A. & Del Ven Drell, M. (2002). Effects of packing line operations on some quality attributes of Persimmon fruit cv. "Rojo Brillante". In: Bellini E. (ed.), Giordani E. (ed.). *First Mediterranean Symposium on persimmon*. Zaragoza: CIHEAM, 2002. p. 113-117.
- Barkai-Golan, R. & Apelbaum, A. (1991). Synergistic effects of heat and sodium ophenyl phenate treatment to inactivate *Penicillium* spores and suppress decay in citrus fruits. *Tropical Science*, 31, 229- 233.
- Brown, G. E. (2011). *Blue Mold*. PP134, one of a series of the Plant Pathology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Original publication date June 1994. Reviewed April 2003. Reviewed February 2011 by Mark Ritenour. Retrieved 1-1-2016, from <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Brown, G. E. & Eckert, J. W. (1988). *Sour rot*. In: Whiteside JO, Gransey SM, Timmer LW (eds) *Compendium of citrus diseases*. American Phytopathological Society, St. Paul, MN, pp 37-38.
- Butler, E. E., Webster, R. K. & Eckert, J. W. (1965). Taxonomy, pathogenicity and physiological properties of the fungus causing sour rot of citrus. *Phytopathology*, 55, 1262-1268.
- Campbell, C. L. & Madden, L. V. (1990). *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. John Wiley & Sons, New York.
- Eckert, J. W. & Eaks, I. L. (1989). *Postharvest disorders and diseases of citrus fruits*. In W. Reuter, E. C. Calavan, & G. E. Carman (Eds.), *The citrus industry*. v.5 (pp. 179-260). Berkeley, CA, EE UU: University of California Press.
- Ellis, M. B. (1976). *More Dematiaceous Hyphomycetes*. C.A.B International Mycological Institute, Kew, 507 PP.
- Fischer, I. H., Ferreira, M. D., Spósito, M. B. & Amorim, L. (2009). Citrus postharvest diseases and injuries related to impact on paking lines. *Scientia Agricola (Piracicaba, Braz.)*, 66(2), 210-217. From <http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/5139>
- Frisvad, J. C., Robert, A. & Samson, R. A. (2004). Polyphasic taxonomy of *Penicillium* subgenus *Penicillium* A guide to identification of food and air-borne terverticillate *Penicillia* and their mycotoxins. *Studies in Mycology*, 49, 1-174.

12. Garcia, J. L., Barreiro, P., Ruiz-Altisent, M. & Vicente, M. (1994). Use of electronic fruits to evaluate fruit damage along the handling process. *XII CIGR World Congress an AGen'94 Conference on Agricultural Engineering*, 29 august-1 September, Milan (Italia), Report n. 94-G-045.
13. Hershenhorn, J., Dori, S. & Barash, I. (1992). Association of *Geotrichum citri-aurantii* with citrus groves in Israel. *Phytoparasitica*, 20, 31-36.
14. Ishii, H. & Hollomon, D. W. (2015). *Fungicide Resistance in Plant Pathogens: Principles and a Guide to Practical Management*. Springer Japan. Page 451.
15. Kampp, J. & Pedersen, J. (1990). Quality of imported and domestic fruits and vegetables in the Danish retail trade with special reference to mechanical damages. In: *Proceedings of the 22<sup>nd</sup> International Conference on Agricultural Mechanization*. Zaragoza. Vol. II pp: 9-16.
16. Miller, W. M. & Wagner, C. (1991). Florida citrus packing line studies with an instrumented sphere. *Applied Engineering in Agriculture*, 7(5), 577-581.
17. Miller, W. M. & Wagner, C. (1991). Impact studies in Florida citrus packinghouses using an instrumented sphere. In: *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 104, 125-127.
18. Montero, C. R. S., Antes, R. B., Schwarz, L. L., Santos, L. C. D., Santos, R. P. D. & Bender, R. J. (2010). Complementary physical and chemical treatments as an alternative to fungicide use to control postharvest decay incidence and fruit quality of Montenegrina tangerines. *Crop Protection*, 29, 1076-1083.
19. Palou, L., Smilanick, J. L., Usall, J. & Vinas, I. (2001). Control of postharvest blue and green molds of oranges by hot water, sodium carbonate and sodium bicarbonate. *Plant Disease*, 65, 371-376.
20. Porat, R., Daus, A., Weiss, B., Cohen, L., Fallik, E. & Droby, S. (2000). Reduction of postharvest decay in organic citrus fruit by a short hot water brushing treatment. *Postharvest Biology and Technology*, 18(2), 151-157.
21. Rab, A., Sajid, M., Ullah Khan, N., Nawab, K., Arif, M. & Khan Khattak, M. (2012). Influence of storage temperature on fungul prevalence and quality of citrus fruit (CV. Blood Red). *Pakistan Journal of Botany*, 44(2), 831-836.
22. Reuther, W., Calavan, E. C. & Carman, G. E. (1989). *The citrus industry, volume V*. University of California. p. 384.
23. Riederer, M. & Schreiber, L. (1995). *Waxes in the transport barriers of plant cuticles*. In: Hamilton, R.J. (Ed.), *Waxes: Chemistry, Molecular Biology and Functions*. The Oily Press, Dundee, Scotland, pp. 131-156.
24. Schirra, M. & D'hallewin, G. (1997). Storage performance of Fortune mandarins following hot water dips. *Postharvest Biology and Technology*, 10(3), 229-238.
25. Shakeri, M., Mirhosseini, S. M. R. & Dehghani, F. (2007). Assessment Several Fungicides to Control Pomegranate Fruitrots. *Pajouhesh & Sazandegi*, 74, 165-171. (in Farsi)
26. Shekari, A., Banihashemi, Z. A. D., Nazerian, A. & Sabour Rouh Monfared, A. (2012). Distribution, population density, and virulence of citrus gummosis and brown rot in mazandaran in province. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 48(1), 165-181. (in Farsi)
27. Smilanick, J. L., Mansour, M. F., Margosan, D. A., Gabler, F. M. & Goodwin, W. R. (2005). Influence of pH and NaHCO<sub>3</sub> on effectiveness of imazalil to inhibit germination of *Penicillium digitatum* and to control postharvest green mold on citrus fruit. *Plant Disease*, 89, 640-648.
28. Smilanick, J. L., Mackey, B. E., Reese, R., Vsall, J. & Margosan, D. A. (1997). Influence of concentration of soda ash, temperature and immersion period on the control of postharvest green mold of oranges. *Plant Disease*, 81, 379-382.
29. Suprapta, D. N., Arai, K. & Iwai, H. (1996). Parasitic specialization of *Geotrichum candidum* citrus race. *Mycoscience*, 37, 105-107.
30. Suprapta, D. N., Arai, K. & Iwai, H. (1995). Distribution of *Geotrichum candidum* citrus race in citrus groves and non-citrus fields in Japan. *Mycoscience*, 36, 277-282.
31. Totiaee, A. & Soleimani, A. (2010). *Regarding the consumption pattern of "reducing waste agricultural products"*. Infrastructure studies office. Report No. 9981. 22 pages. (in Farsi)
32. Valero, D. & Serrano, M. (2010). *Postharvest biology and technology for preserving fruit quality*. Boca Raton, Florida: CRC Press-Taylor & Francis.
33. Waks, J., Schiffmann-Nadel, M., Lomaniec, E. & Chalutz, E. (1985). Relation between fruit waxing and development of rots in citrus fruit during storage. *Plant Disease*, 69, 869-870.
34. Wild, B. L. & Eckert, J. W. (1982). Synergy between a benzimidazole-sensitive isolate and benzimidazole-resistant isolates of *Penicillium digitatum*. *Phytopathology*, 72, 1329-1332.
35. Williams, M. H., Brown, M. A., Vesk, M. & Brady, C. (1994). Effect of postharvest heat treatments on fruit quality, surface structure, and fungal disease in Valencia oranges. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 34(8), 1183-1190.
36. Yazdi Samadi, B., Rezaei, A. & Valyzadeh, M. (2000). *Statistical designs in agricultural research*. 3th ed. Pages 259-264. (in Farsi)
37. Zhang, J. & Swingle, P. (2003). Control of green mold Florida citrus fruit using bicarbonate salts. In: *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 116, 475-478.