کنترل پس از برداشت کپک سبز نارنگی و پرتقال با تیمارهای دمایی و نمک‌های کربنات و بی‌کربنات سدیم و پتاسیم*

CONTROL OF POST HARVEST GREEN MOLD OF ORANGES AND TANGERINES BY HEAT TREATMENTS, AND CARBONATE AND BICARBONATE SALTS

اعظم شکاری[۱**]، ضیاءالدین بنی‌هاشمی[۲]، محمد رضوی[۱] و عباس صبوروح منفرد[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۱/۱۶؛ تاریخ پذیرش:۱۳۹۰/۱۱/۱۲)

چکیده

هدف این بررسی تأثیر تیمارهای دمایی نمک‌های کربنات و بی‌کربنات سدیم و پتاسیم در التیام دهی زخم‌های میوه پرتقال محلی مازندران، پرتقال تامپسون ناول و نارنگی انشو، مایه‌زنی شده با *Penicillium digitatum* بود. اثر نمک‌های بیکربنات سدیم (SB) و پتاسیم (PB) یا و بدون هیپوکلریت سدیم با دو زمان غوطه‌وری و اثر تلفیقی آب گرم و کربنات سدیم (SC) و پتاسیم (PC)، دما و زمان غوطه‌ور شدن و هم‌چنین تأثیر هوای گرم ۳۷°C در پوسیدگی میوه پرتقال تامسون و محلی و نارنگی انشو مطالعه گردید. تمام تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌دار نشان دادند و موجب کنترل پوسیدگی می‌شوند. بهترین تیمارها برای پرتقال تامپسون کاربرد بیکربنات سدیم و پتاسیم تا ۴٪ به مدت ۳ دقیقه، Pc و Sc سه درصد و Pc و Sc چهاردرصد به مدت ۵ دقیقه در آب گرم ۵۳°C بود. در مورد پرتقال محلی نیز نتایجی تقریباً مشابهی به‌دست آمده برای نارنگی انشو بهترین تیمارها استفاده از SB چهاردرصد و هم‌چنین SB سه درصد و هیپوکلریت سدیم ۲۰۰ پی‌پی‌ام به مدت یک دقیقه بود. هوای گرم ۳۷°C بدون آسیب به میوه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در پرتقال تامپسون و محلی مانع از پوسیدگی میوه‌ها شد ولی به خاطر اثر نامطلوب روی نارنگی قابل توصیه نبود.

واژه‌های کلیدی: *Penicillium digitatum*، تیمار آب گرم و هوای گرم، پرتقال تامسون ناول، پرتقال محلی مازندران و نارنگی انشو

---

*: بخشی از طرح تحقیقاتی ارایه شده به مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور

**: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: azam_shekari@yahoo.com

۱. به‌ترتیب مربی و دانشیار پژوهشی بیماری‌شناسی گیاهی، بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهی، مؤسسهٔ تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور

۲. استاد بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۳. محقق واحد تحقیق و توسعه شرکت باغداری فجر ساری

مقدمه

کپک سبز مرکبات ناشی از *Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc. یکی از مهم‌ترین بیماری‌های خسارت زا در مرحله پس از برداشت میوه مرکبات در دنیا است (Palou *et al*. 2001, Smilanick *et al*. 1997, Zhang & Swingle 2003) آسیب‌های مکانیکی وارد شده به پوست میوه به‌وسیله خار درخت، قیچی و وسایل برداشت و هم‌چنین استفاده از جعبه‌های چوبی و وسایل حمل و نقل نامناسب به هنگام بازار رسانی موجبات فساد آن را فراهم می‌سازد (Barkai-Golan & Apelbaum, 1991, Palou *et al*. 2001, Smilanick *et al*. 1997) در سال‌های اخیر به لحاظ استفاده وسیع از قارچ‌کش‌های ایمازالیل، اورتوفنیل فنات سدیم و تیابندازول در سطوح تجارتی، مقاومت جدایه‌های پنی سیلیوم علیه این ترکیبات بروز نموده است، که این امر در کنار نگرانی‌های مربوط به خطر باقی‌مانده قارچ‌کش‌های سیستمیک برای سلامتی انسان و محیط زیست، محققان را برآن داشته است که در پی روش‌های جدید کنترل این بیماری باشند (Bus *et al*. 1991, Dezman *et al*. 1986, Palou *et al*. 2001). استفاده از آب گرم برای کنترل پوسیدگی پس از برداشت میوه‌های مرکبات به خوبی مطالعه شده است (Lurie, 1999, Palou *et al*. 2001, Smilanick *et al*. 1995, Smilanick *et al*. 1997, Smoot & Melvin 1965).

هم‌چنین نتایج مطالعات بسیاری حاکی از آن است که هنگامی که قارچ‌کش‌ها با آب گرم ترکیب می‌شوند، اثر آنها به میزان زیادی بهبود پیدا کرده و غلظت‌های کمتری از آنها برای کنترل مطلوب کپک سبز و آبی مورد نیاز است (Barkai-Golan & Apelbaum 1991, Palou *et al*. 2001, Smilanick *et al*. 1995, Smilanick *et al*. 1997, Smoot & Melvin 1965). اثر بی‌کربنات پتاسیم در آزمایشگاه تقریباً مشابه و قابل مقایسه با اثر غلظت‌های توصیه شده ایمازالیل و تیابندازول روی کپک سبز و آبی مرکبات گزارش شده است (Zhang & Swingle 2003). در این تحقیق ضمن تلاش برای معرفی مؤثرترین تیمار که از لحاظ فیزیولوژیک صدمه‌ای برای میوه‌ها نداشته باشد، اتخاذ روش کنترل ارزان، قابل دسترس و بی‌خطر برای سلامتی انسان و محیط زیست در خصوص کپک سبز میوه نارنگی و پرتقال در شمال کشور مدنظر بوده است.

روش بررسی

مایه‌زنی

میوه‌های نارنگی انشو، پرتقال محلی مازندران و پرتقال تامسون ناول از درختان باغ مهدشت ساری برداشت شد، به آزمایشگاه منتقل و میوه‌های زخمی حذف شد. میوه‌ها تا زمان تیماردهی در دمای ۵°C و رطوبت نسبی ۹۰٪ نگه‌داری شدند. قبل از تیمار، میوه‌ها با آب شسته شده و با الکل ۷۰٪ ضدعفونی و سپس در دمای اتاق خشک شدند (Mahmoodabadi *et al*. 2000, Palou *et al*. 2001, Smoot and Melvin 1965). جدایه‌های *Penicillium* از میوه‌های مرکبات استان مازندران که دارای علایم کپک سبز بودند، با کشت روی محیط MEA (عصاره مخمر مالت آگار) جداسازی و در محیط آب آگار تک اسپور گردید و براساس کلیدهای در دسترس شناسایی شدند (Ramirez and Martinez 1982; Raper *et al* 1988). یک جدایه *P. digitatum* که در آزمایش‌های اولیه بیشترین پیشرفت آلودگی را در میوه‌ها نشان داد، برای ادامه آزمایش انتخاب شد. جدایه مزبور در تشتک‌های پتری حاوی محیط MEA کشت شد و به مدت ۷ الی ۱۰ روز در دمای ۲۵°C نگه‌داری شد. سوسپانسیون اسپور با افزودن چند قطره توئین ۸۰ به غلظت ۰/۰۵٪ در آب مقطر

سترون و خراش دادن سطح پرگنه با میله شیشه‌ای سرکج سترون در تشتک پتری تهیه شد. سوسپانسیون اسپور از پارچه ململ سترون دو لایه عبور و با آب مقطر سترون رقیق گردید. به‌طوری‌که میزان جذب نور آن در طیف ۴۲۰ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر برابر با ۰/۱ (تقریباً برابر با ۱۰۶ × ۱ اسپور در میلی‌لیتر توسط لام گلبول شمار) بود. در مایه‌زنی‌های ۲۴ ساعت قبل از تیمار دو ساعت بعد از تیمار، زخمی به ابعاد ۵ ×۲ × ۱ میلی‌متر در پوست هر میوه نارنگی و پرتقال توسط اسکالپل سترون تا درون بافت آلبدوی میوه ایجاد شد. میوه‌ها با وارد کردن ۱۰ میکرولیتر از سوسپانسیون اسپور توسط میکروپیپت در داخل زخم‌های ایجاد شده مایه زنی شد (Palou *et al*. 2001, Smilanick *et al*. 1997, Zhang & Swingle, 2003) . در میوه‌های شاهد ۱۰ میکرومتر آب مقطر سترون به هر زخم اضافه شد. در مایه‌زنی‌های بعد از تیمار، میوه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق قرار گرفته، سپس به سردخانه انتقال یافت (Mahmoodabadi *et al*. 2000).

آزمایش بی‌کربنات سدیم و بی‌کربنات پتاسیم

از آنجایی‌که نمک‌های بی‌کربنات در دماهای بین ۲۰ −۱۰۰°C شروع به آزاد کردن گاز CO_2 نموده و تبدیل به نمک‌های کربنات می‌شوند، (Zhang & Swingle, 2003) در این آزمایش اثر بی‌کربنات سدیم (pH 8 - 8.3, Merck) و بی‌کربنات پتاسیم (pH 8.2 - 8.5, Merck) روی کنترل کپک سبز در دمای ۲۵°C بررسی شد. تیمارها ترکیبی از نمک‌های بی‌کربنات سدیم (SB) و پتاسیم (PB) ۳ و ۴٪، با یا بدون هیپوکلریت سدیم ۲۰۰ پی. پی. ام. و زمان غوطه‌ور شدن ۱ یا ۳ دقیقه بودند که در ۵ تکرار (هر تکرار ۴ میوه) بررسی شدند. ظروف پلاستیکی با گنجایش ۱۰ لیتر آب تهیه شده محلول نمک‌ها با غلظت‌های مورد نظر درست شد. میوه‌های مایه‌زنی شده در داخل سبدهای پلاستیکی قرار گرفته و در داخل محلول‌ها غوطه‌ور شد.

آزمایش اثر متقابل آب گرم، کربنات سدیم و کربنات پتاسیم و زمان غوطه‌ور شدن

آزمایش به صورت فاکتوریل با سطوح a زمان غوطه‌ور شدن، b دمای آب گرم و c غلظت نمک در ۵ تکرار بررسی شد. محلول کربنات سدیم (pH 11.3 - 11.5, Merck) و کربنات پتاسیم (pH 11.3 - 11.5, Merck) در غلظت‌ها و دماهای آب گرم مورد نظر در بن ماری با گنجایش ۱۰ لیتر تهیه شد. در طول آزمایش دمای درون محلول توسط سنسور حرارتی تنظیم و سعی شد تا انتهای آزمایش بیشتر از ۱°C تغییر نکند (Palou *et al*. 2001, Smilanick *et al*. 1997).

آزمایش هوای گرم

به این منظور از انکوباتور با دمای ۳۷°C و رطوبت نسبی ۷۰٪ در مدت زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت در ۵ تکرار (هر تکرار ۲ میوه) استفاده شد. آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. آزمایش دوم و سوم در دو حالت مایه‌زنی قبل و پس از تیمار انجام شد. میوه‌های تیمار شده در هوای آزاد خشک شده، سپس در کیسه‌های پلاستیکی دارای چندین سوراخ ۵ میلی‌متری بسته‌بندی گردید. میوه‌ها به مدت حدود ۳ هفته در دمای ۱۰°C و رطوبت نسبی ۸۰٪ نگهداری شده، پس از این مدت ارزیابی از میوه‌های پوسیده و تعیین درصد آلودگی انجام شد. آزمایش‌های برای میوه‌های نارنگی و دو رقم پرتقال به صورت جداگانه انجام شد. صدمه احتمالی تیمارهای حرارتی و گیاه‌سوزی محلول‌ها بر روی کیفیت میوه‌های تیمار شده بررسی گردید

(Mahmoodabadi *et al*. 2000, Palou *et al*. 2001, Smilanick *et al*. 1997, Zhang & Swingle 2003).

همه داده‌ها به Arcsinus تبدیل شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش‌های و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن یا LSD با نرم‌افزار SAS V9 انجام گردید (Mahmoodabadi *et al*. 2000).

نتایج

جداسازی، تشخیص و آزمون بیماری‌زایی جدایه‌های *Penicillium*

از مجموع ۲۵ جدایه پنی سیلیوم جداسازی شده از مرکبات مناطق مختلف استان مازندران، ۱۲ جدایه متعلق به گونه *Penicillium digitatum* Saccardo بود. از مایه‌زنی اولیه، ۶ جدایه که میزان پوسیدگی بالای ۶۰٪ ایجاد کردند، انتخاب شد. در مایه‌زنی مجدد جدایه‌ای از پرتقال محلی در بهشهر با میانگین پوسیدگی ۹۰٪ برای ادامه آزمایش انتخاب شد.

آزمایش بی‌کربنات سدیم و بی‌کربنات پتاسیم

در هر سه نوع میوه تیمارها با شاهد و با یکدیگر در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشتند. بهترین تیمارها برای پرتقال تامسون و پرتقال محلی استفاده از بی‌کربنات سدیم ۴٪ و بی‌کربنات سدیم ۳٪ هر دو با زمان غوطه‌ور شدن به مدت ۳ دقیقه بودند که به‌ترتیب باعث کاهش پوسیدگی به میزان ۶۷ و ۶۴/۶۸٪ در پرتقال تامسون و ۸۰/۱۶ و ۷۶/۰۴٪ در پرتقال محلی شدند. برای نارنگی انشو کاربرد بی‌کربنات سدیم ۴٪ به مدت ۱ دقیقه و بی‌کربنات سدیم ۳٪ + هیپوکلریت سدیم ۲۰۰ پی.پی.ام. به مدت ۱ دقیقه بهترین تیمارها بودند که به‌ترتیب باعث کاهش پوسیدگی به میزان ۵۹/۸۴ و ۵۸/۴۳٪ شدند (جدول ۱ و شکل ۱).

آزمایش اثر متقابل آب گرم، کربنات سدیم و کربنات پتاسیم و زمان غوطه‌ور شدن

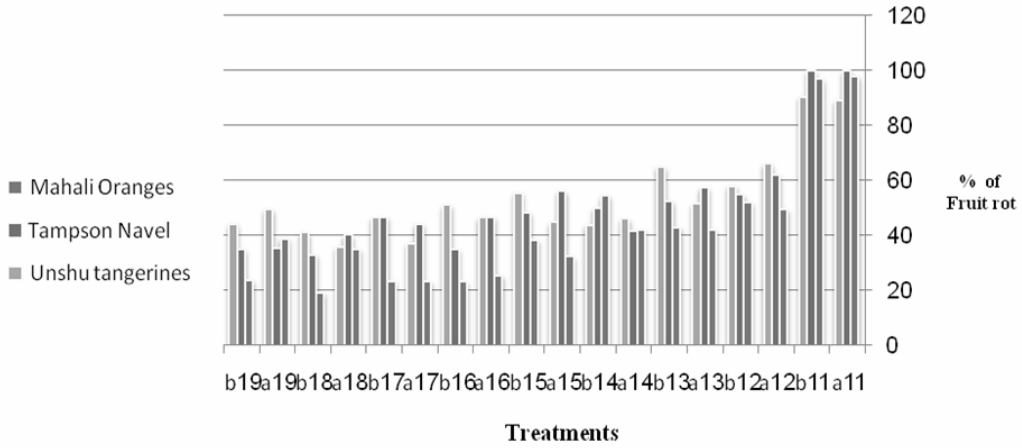
پرتقال تامسون

در آزمایش‌های مایه‌زنی قبل از تیمار فاکتورهای a, b, c در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. سطوح فاکتور a در دو گروه A (۱ و ۳ دقیقه) و B (۵ دقیقه) قرار گرفتند. سطوح فاکتور b سه گروه A (۲۵°C و ۳۷°C)، B (۴۵°C) و C (۵۳°C) را تشکیل دادند. سطوح فاکتور c نیز در چهار گروه A (غلظت صفر نمک)، B (PC4%)، BC (PC3%)و (SC4%) و C (SC3%) قرار گرفتند (جدول ۲). اثر متقابل فاکتورهای a, b, c در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. بر این اساس کاربرد کربنات سدیم ۳ و ۴٪ و کربنات پتاسیم ۳ و ۴٪ در آب گرم ۵۳°C به مدت ۵ دقیقه، کربنات پتاسیم ۴٪ و کربنات سدیم ۴٪ در آب گرم ۵۳°C به مدت ۳ دقیقه و کربنات پتاسیم ۳٪ در آب گرم ۴۵°C به مدت ۵ دقیقه با میانگین پوسیدگی صفر٪ به عنوان بهترین تیمارها بودند (جدول ۳ و شکل ۲). در آزمایشات مایه‌زنی پس از تیمار، در سطح احتمال ۱٪ فاکتور c معنی‌دار و فاکتورهای a و b معنی‌دار نبودند. در سطح احتمال ۵٪ هر سه فاکتورa, b, c معنی‌دار بود. سطوح فاکتور a در سطح احتمال ۵٪ در دو گروه A (۱ و ۳ دقیقه) و B (۵ دقیقه) قرار گرفتند. سطوح فاکتور b سه گروه A (۵۳°C)، AB (۲۵°C و ۴۵°C) و B (۳۷°C) را تشکیل دادند. سطوح فاکتور c در چهار گروه A (غلظت صفر نمک)، B (PC4%)، C (SC3%) و D(SC4%) و (PC3%) قرار گرفتند (جدول ۲). اثر متقابل فاکتورهای a, b, c در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. بهترین تیمار کاربرد کربنات سدیم ۴٪ در آب گرم ۵۳°C به مدت ۵ دقیقه با میزان پوسیدگی ۵۰٪ بود (جدول۴).

جدول ۱. مقایسه میانگین تیمارهای مختلف نمک‌های بی‌کربنات سدیم و پتاسیم برمیزان پوسیدگی میوه‌های پرتقال تامسون، پرتقال محلـی و نارنگی انشو با استفاده از روش LSD (α=5%)

Table 1. Comparison of means of different treatment of Sodium and Potassium Bicarbonates on fruit rot of Tampson navel, Mahali oranges, and Unshu tangerines based on LSD (α=5%) test

درصد پوسیدگی میوه % of fruit rot			کد تیمارها Treatments code	تیمارها Treatments
Tampson navel	Mahali	Unshu Tangerines		
100.00 a	98.00 a	89.00 a	11a	Control whithout salt for 1 min
100.00 a	97.00 a	90.50 a	11b	Control whithout salt for 3 min
62.00 b	49.50 bc	66.00 b	12a	PB3% for 1 min
54.75 bcd	52.00 bc	58.00 cd	12b	PB3% for 3 min
57.50 bc	42. 00 cd	51.50 def	13a	NaClo 200ppm + PB3% for 1 min
52.50 cde	43. 00 bcd	65.00 bc	13b	NaClo 200ppm + PB3% for 3 min
41.50 efg	42.00 bcd	46.00 efg	14a	PB4% for 1 min
50.16 cdef	54.50 b	44.33 efg	14b	PB4% for 3 min
56.00 cde	32.25 defg	44.66 efg	15a	NaClo 200ppm + PB4% for 1 min
49.66 cdef	38.66 de	56.00 de	15b	NaClo 200ppm + PB4% for 3 min
46.66 defg	25.50 efg	46.50 efg	16a	SB3% for 1 min
35.31 fg	23.25 fg	51.33 def	16b	SB3% for 3 min
44.25 efg	23.66 fg	37.00 g	17a	NaClo 200ppm + SB3% for 1 min
46.65 Defg	23.25 fg	46.50 efg	17b	NaClo 200ppm + SB3% for 3 min
40.15 efg	35.13 def	35.75 g	18a	SB4% for 1 min
33.00 g	19.25 g	41.00 fg	18b	SB4% for 3 min
36.33 fg	37.5 de	49.5 defg	19a	NaClo 200ppm + SB4% for 1 min
34.91 fg	24.58 fg	44.25 efg	19b	NaClo 200ppm + SB4% for 3 min



شکل ۱. میزان پوسیدگی میوه‌های پرتقال تامسون، پرتقال محلی و نارنگی انشو در اثر بی‌کربنات سدیم و بی‌کربنات پتاسیم

Fig. 1. Effect of Sodium and Potassium Bicarbonates on fruit rot of Tampson navel, Mahali oranges, and Unshu tangerines

پرتقال محلی

فاکتورهای a, b, c در آزمایش‌های مایه‌زنی قبل از تیمار در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. سطوح فاکتور a در سه گروه A (۱ دقیقه)، AB (۳ دقیقه) و B (۵ دقیقه) قرار گرفتند. سطوح فاکتور b در چهار گروه A (۲۵°C)، B (۳۷°C)، C (۴۵°C) و D (۵۳°C) قرار گرفتند. سطوح فاکتور c در دو گروه A (غلظت صفر نمک) و B (PC4%) ((SC3%)، (PC3%) و (SC4%)) قرار گرفتند (جدول ۲). اثر متقابل فاکتورهای a, b, c در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. بهترین تیمارها با میانگین پوسیدگی صفر٪ عبارت بودند از: کاربرد کربنات پتاسیم ۴٪، کربنات سدیم ۳٪ و کربنات سدیم ۴٪ در آب گرم ۵۳°C به مدت ۵ دقیقه، کربنات سدیم ۳٪ در آب گرم ۵۳°C به مدت ۱ و ۳ دقیقه، کربنات پتاسیم ۳٪ در آب گرم ۴۵°C به مدت ۳ دقیقه (جدول ۵ و شکل ۲).

نارنگی انشو

در آزمایش‌های مایه‌زنی قبل از تیمار فاکتورهای b , c در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. فاکتور a در سطح احتمال ۱ و ۵٪ معنی‌دار نبود. سطوح فاکتور b سه گروه A (۲۵°C و ۳۷°C)، AB (۴۵°C) و B (۵۳°C) را شامل شدند. سطوح فاکتور c هم در دو گروه A (غلظت صفر نمک) و B ((SC4%)، (SC3%)، (PC4%) و (PC3%)) قرار گرفتند (جدول ۲). اثر متقابل فاکتورهای a, b, c در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. بهترین تیمارها عبارت بودند از: کربنات پتاسیم ۴٪ و کربنات سدیم ۴٪ در آب گرم ۵۳°C به مدت ۳ دقیقه و کربنات پتاسیم ۳ و ۴٪ در آب گرم ۵۳°C به مدت ۵ دقیقه که به‌ترتیب باعث میانگین پوسیدگی به میزان ۱۲، ۱۴، ۱۶ و ۱۸٪ شدند (جدول ۶ و شکل ۲). در آزمایش‌های مایه‌زنی پس از تیمار، فاکتور c و b در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود، فاکتور a و اثرمتقابل فاکتورهای a, b, C در سطح احتمال ۱ و ۵٪ معنی‌دار نبودند. در سطح احتمال ۵٪ سطوح فاکتور b سه گروهA (۵۳°C)، AB (۲۵°C و ۴۵°C) و B (۳۷°C) را تشکیل دادند. سطوح فاکتور c در دو گروه A ((غلظت صفر نمک، (SC4%) و (SC3%))، B ((PC4%) و (PC3%)) قرار گرفتند (جدول ۲).

جدول ۲. مقایسه میانگین تیمارهای مختلف آب گرم، کربنات سدیم و کربنات پتاسیم و زمان غوطه‌ور شدن برمیزان پوسیدگی در مایــه‌زنــی قبل و پس از تیمار میوه‌های پرتقال تامسون، پرتقال محلی و نارنگی انشو با استفاده از روش LSD (α=5%)

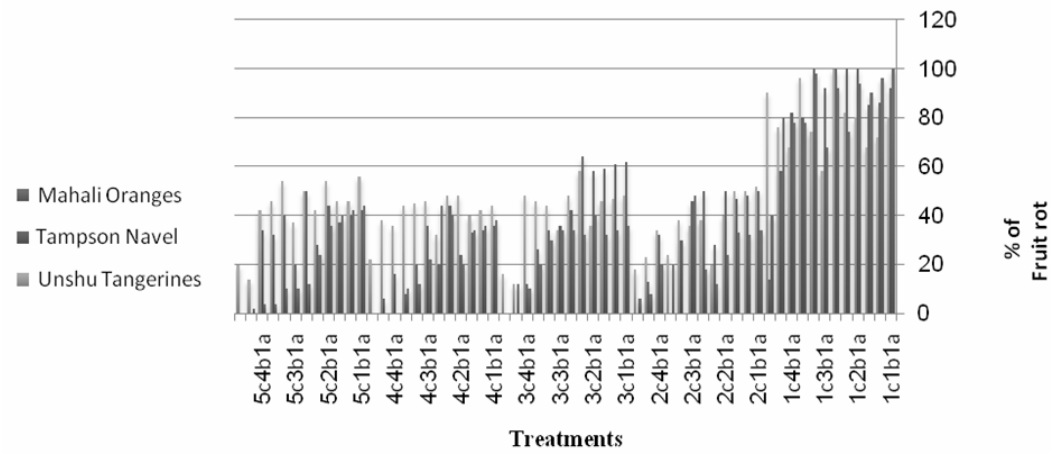
Table 2. Comparison of means of different treatment of hot water, Sodium and Potassium carbonates, and flooding time on fruit rot of Tampson navel, mahali oranges, and Unshu tangerines in before and after treatments inoculations based on LSD (α=5%) test

نارنگی انشو مایه زنی پس از تیمار Unshu tangerines Inoculation after treatment پوسیدگی میوه fruit rot (Arcsin)	نارنگی انشو مایه زنی قبل از تیمار Unshu tangerines Inoculation before treatment پوسیدگی میوه fruit rot (Arcsin)	پرتقال محلی مایه زنی قبل از تیمار Mahali oranges Inoculation before treatment پوسیدگی میوه fruit rot (Arcsin)	پرتقال تامسون مایه زنی پس از تیمار Tampson navel Inoculation after treatment پوسیدگی میوه fruit rot (Arcsin)	پرتقال تامسون مایه زنی قبل از تیمار Tampson navel Inoculation after treatment پوسیدگی میوه fruit rot (Arcsin)	کد فاکتور Factor code	فاکتور Factor
54.39 a	31.50 a	26.22 a	78.59 a	34.47 a	a1	1 min
53.65 a	30.72 a	24.18 ab	77.73 a	30.10 a	a2	3 min
51.90 a	32.42 a	20.84 b	71.44 b	23.77 b	a3	5 min
54.83 ab	34.36 a	33.69 a	77.17 ab	37.13 a	b1	25˚c
48.87 b	35.42 a	27.48 b	72.34 b	39.02 a	b2	37˚c
52.01 ab	31.11 ab	21.40 c	75.27 ab	28.77 b	b3	45˚c
58.55 a	25.30 b	12.41 d	78.89 a	12.87 c	b4	53˚c
62.35 a	63.23 a	66.62 a	89.39 a	70.55 a	c1	No salt
41.73 b	20.93 b	12.57 b	62.52 d	19.62 bc	c2	٪PC3
40.12 b	24.05 b	15.42 b	81.64 b	24.33 b	c3	٪PC4
60.85 a	24.10 b	12.69 b	72.43 c	13.63 c	c4	٪SC3
61.53 a	25.44 b	11.42 b	73.61 c	19.12 bc	c5	٪SC4

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل آب گرم، کربنات سدیم و کربنات پتاسیم و زمان غوطه‌ور شدن برمیزان پوسیدگی در مایه‌زنی قبل از تیمار میوه‌های پرتقال تامسون با استفاده از روش LSD (α=5%)

Table 3. Comparison of means of effect of hot water, Sodium and Potassium carbonates, and immersion time on fruit rot of Tampson navel in before treatments inoculations based on LSD (α=5%) test

درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments	درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments	درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments	درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments	درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments
42 efghijklmn	a1b1c5 SC4% 25°c 1min	36 ghijklmnop	a1b1c4 SC3% 25°c 1min	62 def	a1b1c3 PC4% 25°c 1min	50 defghijk	a1b1c2 PC3% 25°c 1min	92 Ab	a1b1c1 no salt 25°c 1min
40 fghijklmn	a2b1c5 SC4% 25°c 3min	34 ghijklmnopq	a2b1c4 SC3% 25°c 3min	61 defg	a2b1c3 PC4% 25°c 3min	48 defghijkl	a2b1c2 PC3% 25°c 3min	86 Ab	a2b1c1 no salt 25°c 3min
37 ghijklmnop	a3b1c5 SC4% 25°c 5min	33 hijklmnopq	a3b1c4 SC3% 25°c 5min	59 defgh	a3b1c3 PC4% 25°c 5min	47 efghijkl	a3b1c2 PC3% 25°c 5min	85 Bc	a3b1c1 no salt 25°c 5min
44 defghij	a1b2c5 SC4% 37°c 1min	24 jklmnopq	a1b2c4 SC3% 37°c 1min	58 defghi	a1b2c3 PC4% 37°c 1min	50 defghijk	a1b2c2 PC3% 37°c 1min	100 A	a1b2c1 no salt 37°c 1min
28 ijklmnopq	a2b2c5 SC4% 37°c 3min	44 efghijklmn	a2b2c4 SC3% 37°c 3min	64 de	a2b2c3 PC4% 37°c 3min	28 jklmnopq	a2b2c2 PC3% 37°c 3min	100 A	a2b2c1 no salt 37°c 3min
50 defghijk	a3b2c5 SC4% 37°c 5min	20 klmnopq	a3b2c4 SC3% 37°c 5min	42 efghijklmn	a3b2c3 PC4% 37°c 5min	50 defghijk	a3b2c2 PC3% 37°c 5min	100 A	a3b2c1 no salt 37°c 5min
20 klmnopq	a1b3c5 SC4% 45°c 1min	36 ghijklmnop	a1b3c4 SC3% 45°c 1min	36 ghijklmnop	a1b3c3 PC4% 45°c 1min	46 efghijklm	a1b3c2 PC3% 45°c 1min	92 Ab	a1b3c1 no salt 45°c 1min
40 fghijklmno	a2b3c5 SC4% 45°c 3min	20 klmnopq	a2b3c4 SC3% 45°c 3min	34 ghijklmnop	a2b3c3 PC4% 45°c 3min	30 hijklmnopq	a2b3c2 PC3% 45°c 3min	100 A	a2b3c1 no salt 45°c 3min
32 jhijklmnop	a3b3c5 SC4% 45°c 5min	8 opq	a3b3c4 SC3% 45°c 5min	26 jklmnopq	a3b3c3 PC4% 45°c 5min	0 q	a3b3c2 PC3% 45°c 5min	80 Bc	a3b3c1 no salt 45°c 5min
34 ghijklmnop	a1b4c5 SC4% 53°c 1min	16 lmnopq	a1b4c4 SC3% 53°c 1min	12 nopq	a1b4c3 PC4% 53°c 1min	32 hijklmnopq	a1b4c2 PC3% 53°c 1min	82 Bc	a1b4c1 no salt 53°c 1min
0 q	a2b4c5 SC4% 53°c 3min	6 pq	a2b4c4 SC3% 53°c 3min	0 q	a2b4c3 PC4% 53°c 3min	13 mnopq	a2b4c2 PC3% 53°c 3min	58 Cd	a2b4c1 no salt 53°c 3min
0 q	a3b4c5 SC4% 53°c 5min	0 q	a3b4c4 SC3% 53°c 5min	0 q	a3b4c3 PC4% 53°c 5min	0 q	a3b4c2 PC3% 53°c 5min	14 Lmnopq	a3b4c1 no salt 53°c 5min



شکل ۲. میزان پوسیدگی میوه‌های پرتقال تامسون، پرتقال محلی و نارنگی انشو در اثر متقابل آب گرم، کربنات سدیم و کربنات پتاسیم و زمان غوطه‌ور شدن

Fig. 2. Effect of hot water, Sodium and Potassium carbonates, and immersion time on fruit rot of Tampson navel, Mahali oranges, and Unshu tangerines

آزمایش هوای گرم

در هر سه نوع میوه تیمارهای هوای گرم مایه‌زنی شده قبل از تیمار همگی با شاهد در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشتند. در پرتقال تامسون و نارنگی انشو شاهدهای آزمایش با میانگین پوسیدگی ۱۰۰٪ و در پرتقال محلی به‌ترتیب با میانگین پوسیدگی ۷۴ و ۷۷٪ به همراه تیمارهای هوای گرم مایه‌زنی شده پس از تیمار در یک گروه قرار گرفتند. در پرتقال تامسون، تیمارهای هوای گرم قبل از تیمار به مدت ۷۲، ۴۸ و ۲۴ ساعت به‌ترتیب با میزان پوسیدگی به میزان ۵، ۵ و ۸ درصد؛ در پرتقال محلی تیمارهای هوای گرم به مدت ۷۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت به‌ترتیب با میزان پوسیدگی به میزان صفر، ۱۱ و ۲۵ درصد و بالاخره درمورد نارنگی تیمار هوای گرم به مدت ۴۸، ۷۲ و ۲۴ ساعت به‌ترتیب با میزان پوسیدگی به میزان صفر، ۵ و ۶۷ درصد اولین تا سومین میزان کنترل را دارا بودند. ولی تیمار هوای گرم به مدت ۷۲ ساعت در پرتقال تامسون، و به مدت ۷۲ ساعت و ۴۸ ساعت در پرتقال محلی و نارنگی انشو منجر به ایجاد آثار نامطلوبی روی میوه‌ها گردید (جدول ۷ و شکل ۳).

بحث

در آزمایش بی‌کربنات سدیم و بی‌کربنات پتاسیم در اکثریت قریب به اتفاق موارد غلظت ۴٪ بی‌کربنات سدیم و بی‌کربنات پتاسیم اثر بهتری در کنترل کپک سبز در هر سه نوع میوه نسبت به غلظت ۳٪ این نمک‌ها داشت. به جز چند استثنا غوطه‌ور کردن میوه‌ها در محلول‌های نمکی مشابه به مدت ۳ دقیقه باعث کنترل بیشتری نسبت به مدت ۱ دقیقه شد. روی هر سه نوع میوه غلظت‌های مشابه بی‌کربنات سدیم اثر کنترلی بیشتری نسبت به غلظت‌های بی‌کربنات پتاسیم داشتند، در برخی موارد حتی غلظت ۳٪ بی‌کربنات سدیم منجر به کنترل بیشتری نسبت به غلظت ۴٪ بی‌کربنات پتاسیم گردید. در غالب موارد افزودن هیپوکلریت سدیم اثر کنترلی نمک‌ها را کاهش داد، این امر در مورد غوطه‌ور کردن میوه‌ها در محلول‌های نمکی به مدت

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل آب گرم، کربنات سدیم و کربنات پتاسیم و زمان غوطه‌ور شدن برمیزان پوسیدگی در مایه‌زنـی پـس از تیمار میوه‌های پرتقال تامسون با استفاده از روش LSD (α=5%)

Table 4. Comparison of means of effect of hot water, Sodium and Potassium carbonates, and immersion time on fruit rot of Tampson navel in after treatments inoculations based on LSD (α=5%) test

درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments	درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments	درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments	درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments	درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments
100 a	a1b1c5 SC4% 25°c 1min	100 a	a1b1c4 SC3% 25°c 1min	100 a	a1b1c3 PC4% 25°c 1min	64 hijk	a1b1c2 PC3% 25°c 1min	100 A	a1b1c1 no salt 25°c 1min
98 abc	a2b1c5 SC4% 25°c 3min	97 abc	a2b1c4 SC3% 25°c 3min	98 abc	a2b1c3 PC4% 25°c 3min	62 ijk	a2b1c2 PC3% 25°c 3min	99 Ab	a2b1c1 no salt 25°c 3min
97 abc	a3b1c5 SC4% 25°c 5min	96 abc	a3b1c4 SC3% 25°c 5min	97 abc	a3b1c3 PC4% 25°c 5min	60 jk	a3b1c2 PC3% 25°c 5min	99 Ab	a3b1c1 no salt 25°c 5min
70 fghijk	a1b2c5 SC4% 37°c 1min	88 abcdefg	a1b2c4 SC3% 37°c 1min	100 a	a1b2c3 PC4% 37°c 1min	94 abcd	a1b2c2 PC3% 37°c 1min	100 A	a1b2c1 no salt 37°c 1min
74 defghijk	a2b2c5 SC4% 37°c 3min	70 fghijk	a2b2c4 SC3% 37°c 3min	100 a	a2b2c3 PC4% 37°c 3min	80 abcdefgh	a2b2c2 PC3% 37°c 3min	100 A	a2b2c1 no salt 37°c 3min
82 bcdefghi	a3b2c5 SC4% 37°c 5min	90 abcdef	a3b2c4 SC3% 37°c 5min	70 ghijk	a3b2c3 PC4% 37°c 5min	78 cdefghij	a3b2c2 PC3% 37°c 5min	100 A	a3b2c1 no salt 37°c 5min
90 abcdef	a1b3c5 SC4% 45°c 1min	90 abcdef	a1b3c4 SC3% 45°c 1min	92 abcde	a1b3c3 PC4% 45°c 1min	72 efghijk	a1b3c2 PC3% 45°c 1min	100 A	a1b3c1 no salt 45°c 1min
92 abcde	a2b3c5 SC4% 45°c 3min	82 bcdefghi	a2b3c4 SC3% 45°c 3min	94 abcd	a2b3c3 PC4% 45°c 3min	96 abcde	a2b3c2 PC3% 45°c 3min	100 A	a2b3c1 no salt 45°c 3min
100 a	a3b3c5 SC4% 45°c 5min	68 ghijk	a3b3c4 SC3% 45°c 5min	90 abcdef	a3b3c3 PC4% 45°c 5min	70 ghijk	a3b3c2 PC3% 45°c 5min	100 A	a3b3c1 no salt 45°c 5min
90 abcdef	a1b4c5 SC4% 53°c 1min	82 bcdefghi	a1b4c4 SC3% 53°c 1min	90 abcdef	a1b4c3 PC4% 53°c 1min	100 a	a1b4c2 PC3% 53°c 1min	100 A	a1b4c1 no salt 53°c 1min
100 a	a2b4c5 SC4% 53°c 3min	90 abcdef	a2b4c4 SC3% 53°c 3min	100 a	a2b4c3 PC4% 53°c 3min	90 abcdef	a2b4c2 PC3% 53°c 3min	100 A	a2b4c1 no salt 53°c 3min
50 k	a3b4c5 SC4% 53°c 5min	90 abcdef	a3b4c4 SC3% 53°c 5min	98 abc	a3b4c3 PC4% 53°c 5min	84 abcdefgh	a3b4c2 PC3% 53°c 5min	100 A	a3b4c1 no salt 53°c 5min

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل آب گرم، کربنات سدیم و کربنات پتاسیم و زمان غوطه‌ور شدن برمیزان پوسیدگی در مایه‌زنی قبل از تیمار میوه‌های پرتقال محلی با استفاده از روش LSD (α=5%)

Table 5. Comparison of means of effect of hot water, Sodium and Potassium carbonates, and immersion time on fruit rot of Mahali oranges in before treatments inoculations based on LSD (α=5%) test

درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments	درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments	درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments	درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments	درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments
44	a1b1c5 SC4% 25°c 1min	38	a1b1c4 SC3% 25°c 1min	36	a1b1c3 PC4% 25°c 1min	34	a1b1c2 PC3% 25°c 1min	100	a1b1c1 no salt 25°c 1min
fgh		ghij		ghijk		ghijkl		A	
42	a2b1c5 SC4% 25°c 3min	36	a2b1c4 SC3% 25°c 3min	34	a2b1c3 PC4% 25°c 3min	32	a2b1c2 PC3% 25°c 3min	96	a2b1c1 no salt 25°c 3min
gh		ghijk		ghijkl		ghijklm		Ab	
40	a3b1c5 SC4% 25°c 5min	34	a3b1c4 SC3% 25°c 5min	32	a3b1c3 PC4% 25°c 5min	33	a3b1c2 PC3% 25°c 5min	90	a3b1c1 no salt 25°c 5min
gh		ghijkl		ghiklm		ghijklm		Abcd	
36	a1b2c5 SC4% 37°c 1min	20	a1b2c4 SC3% 37°c 1min	40	a1b2c3 PC4% 37°c 1min	24	a1b2c2 PC3% 37°c 1min	94	a1b2c1 no salt 37°c 1min
ghijk		ghijklmno		ghi		ghijklmno		Ab	
24	a2b2c5 SC4% 37°c 3min	40	a2b2c4 SC3% 37°c 3min	32	a2b2c3 PC4% 37°c 3min	12	a2b2c2 PC3% 37°c 3min	74	a2b2c1 no salt 37°c 3min
ghijklmno		ghi		ghijklm		ijklmno		De	
12	a3b2c5 SC4% 37°c 5min	44	a3b2c4 SC3% 37°c 5min	34	a3b2c3 PC4% 37°c 5min	18	a3b2c2 PC3% 37°c 5min	92	a3b2c1 no salt 37°c 5min
ijklmno		gh		ghijkl		hijklmno		Abc	
10	a1b3c5 SC4% 45°c 1min	22	a1b3c4 SC3% 45°c 1min	34	a1b3c3 PC4% 45°c 1min	48	a1b3c2 PC3% 45°c 1min	68	a1b3c1 no salt 45°c 1min
jklmno		ghijklmno		ghijkl		fg		Ef	
10	a2b3c5 SC4% 45°c 3min	12	a2b3c4 SC3% 45°c 3min	30	a2b3c3 PC4% 45°c 3min	0	a2b3c2 PC3% 45°c 3min	98	a2b3c1 no salt 45°c 3min
jklmno		ijklmno		ghijklmn		o		A	
4	a3b3c5 SC4% 45°c 5min	10	a3b3c4 SC3% 45°c 5min	20	a3b3c3 PC4% 45°c 5min	20	a3b3c2 PC3% 45°c 5min	78	a3b3c1 no salt 45°c 5min
mno		jklmno		hijklmno		ghijklmno		Cd	
4	a1b4c5 SC4% 53°c 1min	0	a1b4c4 SC3% 53°c 1min	10	a1b4c3 PC4% 53°c 1min	20	a1b4c2 PC3% 53°c 1min	78	a1b4c1 no salt 53°c 1min
mno		o		jklmno		hijklmno		Cde	
2	a2b4c5 SC4% 53°c 3min	0	a2b4c4 SC3% 53°c 3min	12	a2b4c3 PC4% 53°c 3min	8	a2b4c2 PC3% 53°c 3min	80	a2b4c1 no salt 53°c 3min
no		o		ijklmno		klmno		Bcd	
0	a3b4c5 SC4% 53°c 5min	0	a3b4c4 SC3% 53°c 5min	0	a3b4c3 PC4% 53°c 5min	6	a3b4c2 PC3% 53°c 5min	40	a3b4c1 no salt 53°c 5min
o		o		o		lmno		Gh	

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل آب گرم، کربنات سدیم و کربنات پتاسیم و زمان غوطه‌ور شدن برمیزان پوسیدگی در مایه‌زنی قبل از تیمار میوه‌های نارنگی انشو با استفاده از روش LSD (α=5%)

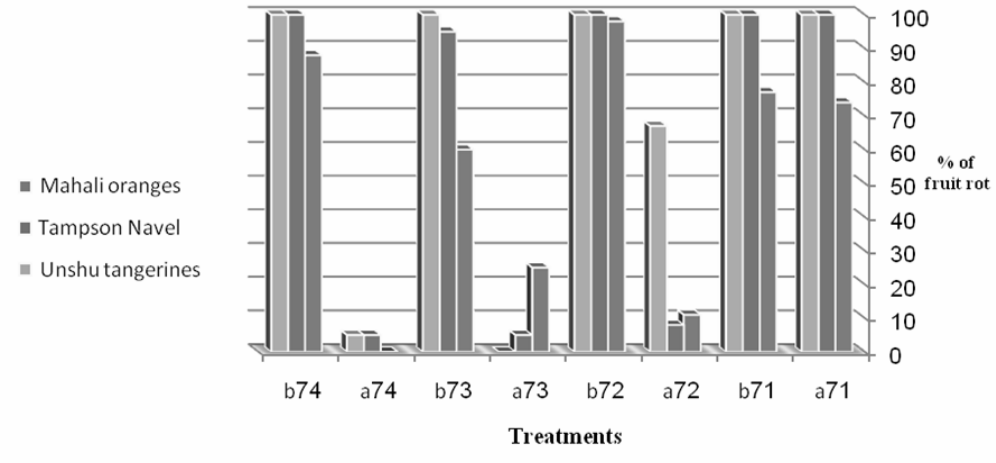
Table 6. Comparison of means of effect of hot water, Sodium and Potassium carbonates, and immersion time on fruit rot of Unshu tangerines in before treatments inoculations based on LSD (α=5%) test

درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments	درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments	درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments	درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments	درصد پوسیدگی میوه % of Fruit rot	تیمارها Treatments
56 efg	a1b1c5 SC4% 25°c 1min	44 ghijk	a1b1c4 SC3% 25°c 1min	48 ghi	a1b1c3 PC4% 25°c 1min	52 fg	a1b1c2 PC3% 25°c 1min	80 Bc	a1b1c1 no salt 25°c 1min
46 ghij	a2b1c5 SC4% 25°c 3min	42 ghijkl	a2b1c4 SC3% 25°c 3min	47 ghi	a2b1c3 PC4% 25°c 3min	50 fgh	a2b1c2 PC3% 25°c 3min	72 Cd	a2b1c1 no salt 25°c 3min
46 ghij	a3b1c5 SC4% 25°c 5min	40 ghijklm	a3b1c4 SC3% 25°c 5min	46 ghij	a3b1c3 PC4% 25°c 5min	50 fgh	a3b1c2 PC3% 25°c 5min	68 Cde	a3b1c1 no salt 25°c 5min
54 fg	a1b2c5 SC4% 37°c 1min	48 ghi	a1b2c4 SC3% 37°c 1min	36 ghijklm	a1b2c3 PC4% 37°c 1min	40 ghijklm	a1b2c2 PC3% 37°c 1min	80 Bc	a1b2c1 no salt 37°c 1min
42 ghijkl	a2b2c5 SC4% 37°c 3min	48 ghi	a2b2c4 SC3% 37°c 3min	58 efg	a2b2c3 PC4% 37°c 3min	20 ijklm	a2b2c2 PC3% 37°c 3min	82 Bc	a2b2c1 no salt 37°c 3min
50 gh	a3b2c5 SC4% 37°c 5min	32 ghijklm	a3b2c4 SC3% 37°c 5min	48 ghi	a3b2c3 PC4% 37°c 5min	38 ghijklm	a3b2c2 PC3% 37°c 5min	100 A	a3b2c1 no salt 37°c 5min
37 ghijklm	a1b3c5 SC4% 45°c 1min	46 ghij	a1b3c4 SC3% 45°c 1min	34 ghijklm	a1b3c3 PC4% 45°c 1min	36 ghijklm	a1b3c2 PC3% 45°c 1min	58 Efg	a1b3c1 no salt 45°c 1min
54 fg	a2b3c5 SC4% 45°c 3min	45 ghij	a2b3c4 SC3% 45°c 3min	44 ghijk	a2b3c3 PC4% 45°c 3min	38 ghijklm	a2b3c2 PC3% 45°c 3min	74 Cd	a2b3c1 no salt 45°c 3min
46 ghij	a3b3c5 SC4% 45°c 5min	44 ghijk	a3b3c4 SC3% 45°c 5min	46 ghij	a3b3c3 PC4% 45°c 5min	24 hijklm	a3b3c2 PC3% 45°c 5min	96 Ab	a3b3c1 no salt 45°c 5min
42 ghijkl	a1b4c5 SC4% 53°c 1min	36 ghijklm	a1b4c4 SC3% 53°c 1min	48 ghi	a1b4c3 PC4% 53°c 1min	34 ghijklm	a1b4c2 PC3% 53°c 1min	68 Def	a1b4c1 no salt 53°c 1min
14 lm	a2b4c5 SC4% 53°c 3min	38 ghijklm	a2b4c4 SC3% 53°c 3min	12 lm	a2b4c3 PC4% 53°c 3min	23 hijklm	a2b4c2 PC3% 53°c 3min	76 Bcd	a2b4c1 no salt 53°c 3min
20 ijklm	a3b4c5 SC4% 53°c 5min	22 hijklm	a3b4c4 SC3% 53°c 5min	16 klm	a3b4c3 PC4% 53°c 5min	18 jklm	a3b4c2 PC3% 53°c 5min	90 Ab	a3b4c1 no salt 53°c 5min

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر هوای گرم بر میزان پوسیدگی در مایه‌زنی قبل و پس از تیمار میوه‌های پرتقال تامسون، پرتقال محلی و نارنگی انشو با استفاده از روش دانکن (α=5%)

Table 7. Comparison of means of effect of hot air on fruit rot of Tampson navel, Mahali oranges, and Unshu tangerines in before and after treatments inoculations based on Duncan's test (α=5%)

درصد پوسیدگی میوه % of fruit rot			کد تیمارها Treatments code	تیمارهاTreatments
Tampson navel	Mahali	Unshu Tangerine		
100 a	74 ab	100 a	71a	Control Room temperature for 24 hours Inoculation before treatment
100 a	77 ab	100 a	71b	Control Room temperature for 24 hours Inoculation after treatment
8 b	11 d	67 b	72a	Hot air (37°C) for 24 hours Inoculation before treatment
100 a	98 a	100 a	72b	Hot air (37°C) for 24 hours Inoculation after treatment
5 b	25. cd	0 c	73a	Hot air (37°C) for 48 hours Inoculation before treatment
95 a	60 bc	100 a	73b	Hot air (37°C) for 48 hours Inoculation after treatment
5 b	0 d	5 c	74a	Hot air (37°C) for 72 hours Inoculation before treatment
100 a	92 ab	100 a	74b	Hot air (37°C) for 72 hours Inoculation after treatmen



شکل ۳. میزان پوسیدگی میوه‌های پرتقال تامسون، پرتقال محلی و نارنگی انشو در اثر هوای گرم

Fig. 3. Effect of hot air on fruit rot of Tampson navel, Mahali oranges, and Unshu tangerines

۳ دقیقه بیشتر و ملموس‌تر از مدت ۱ دقیقه بود. درحالی‌که *اسمیلانیک و همکاران* (Smilanick *et al.* 1999) نشان دادند که افزودن هیپوکلریت سدیم ۲۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر به بی‌کربنات سدیم به طور معنی‌داری باعث بهبود کنترل کپک سبز لیمو می‌شود. تقریباً همگی تیمارهای این آزمایش بهترین سطح کنترل بیماری را روی پرتقال محلی داشتند، پرتقال تامسون و نارنگی انشو بسته به نوع تیمارها به تناوب در ردیف دوم و سوم قرار می گرفتند (شکل ۱). این نتایج با پژوهش‌های دیگر در این زمینه قابل مقایسه است. هم‌چنین تحقیقات *سورنسون* (Sorenson 2000) نشان داد، استفاده از کربنات سدیم ۳٪ باضافه هیپوکلریت سدیم با نسبت ppm ۲۰۰ به مدت ۳۵ ثانیه و شستشوی میوه با آب دارای فشار بالا، میزان آلودگی به کپک سبز را در پرتقال ۷۸/۷٪ کاهش می‌دهد. *پالو و همکاران* (Palou *et al.* 2001) نیز نشان دادند که غلظت‌های ۲ تا ۴٪ بی‌کربنات سدیم در آب با دمای $20^{\circ}C$، آلودگی کپک آبی پرتقال را بیش از ۵۰٪ کاهش می‌دهند؛ در شرایطی که میزان آلودگی تیمار شاهد برابر با ۱۰۰٪ بود.

در آزمایش بررسی اثر متقابل آب گرم، کربنات سدیم و کربنات پتاسیم و زمان غوطه‌ور شدن روی کپک سبز اکثریت تیمارها سطح کنترل بهتری روی پرتقال محلی داشتند، پرتقال تامسون و نارنگی انشو بسته به نوع تیمارها به تناوب در ردیف دوم و سوم قرار گرفتند (شکل ۲). تیمارهای بدون نمک در هر سه نوع میوه به جز موارد استثنایی کمترین ممانعت از پو سیدگی را داشتند. استفاده از هر یک از نمک‌ها با اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد منجر به کنترل بهتر بیماری شد، هر چند بین نمک‌ها و غلظت‌های مختلف آنها به جز در مورد پرتقال تامسون اختلاف آماری معنی‌دار وجود نداشت. تیمارهای با آب گرم $53^{\circ}C$ و $45^{\circ}C$ به‌ترتیب و به‌طور مشخص و معنی‌داری در هر سه نوع میوه سطح کنترلی بهتری به‌ترتیب نسبت به آب با دمای $25^{\circ}C$ و $37^{\circ}C$ ایجاد کردند. در مورد پرتقال تامسون و پرتقال محلی در تیمارهای مشابه از نظر دو فاکتور دیگر، غوطه‌ور شدن به مدت ۵ دقیقه در اکثر موارد باعث کنترل بهتری شد. در نارنگی انشو زمان‌های غوطه‌ور شدن اختلاف معنی‌داری به نمایش نگذاشتند. بهترین تیمارها در پرتقال تامسون و پرتقال محلی به میزان ۱۰۰٪ و در نارنگی انشو به میزان ۸۵-۷۷/۵٪ باعث کاهش پوسیدگی نسبت به شاهد خود گردیدند. این نتایج با پژوهش‌های مشابه در این زمینه قابل مقایسه است. *اسمیلانیک و همکاران* (Smilanick *et al.* 1997) اثر غلظت‌های کربنات سدیم، دما و زمان غوطه‌ور شدن را روی کنترل پس از برداشت کپک سبز پرتقال ارزیابی نموده و نشان دادند کربنات سدیم درصد آلودگی کپک سبز را در کل آزمایش‌های از حدود ۷۰٪ به ۱۰ تا ۲۰٪ تقلیل می دهد. غلظت‌های ۴ و ۶٪ کربنات سدیم اثر بهتری نسبت به غلظت ۲٪ آن داشتند.

بهترین ترکیب دما و غلظت ترکیب دمای ۴۰/۶ با کربنات سدیم ۴ یا ۶٪، یا دمای $43/3^{\circ}C$ با کربنات سدیم ۴ یا ۶٪ بود که به‌ترتیب منجر به ایجاد پوسیدگی به میزان ۱۷، ۱۲/۴، ۱۳/۴ و ۹/۵٪ گردیدند. هم‌چنین نتایج مطالعات *پالو و همکاران* (Palou *et al.* 2001) در کنترل پس از برداشت کپک آبی و سبز پرتقال حاکی از آن است که تیمار میوه‌های پرتقال با کربنات سدیم ۳ یا ۴٪ به مدت ۱۵۰ ثانیه در محلول با دمای $45^{\circ}C$، آلودگی کپک سبز را به میزان بیش از ۹۰٪ کاهش می‌دهد. در تحقیق ایشان تیمار با آب با دمای $65^{\circ}C$ کپک آبی را کنترل کرد اما باعث آسیب شدید میوه‌ها شد. هم‌چنین *اسمیلانیک و همکاران* (Smilanick *et al.* 1999) طی تحقیقی دیگر

نشان دادند که کربنات سدیم و بی‌کربنات سدیم به‌طور معنی‌داری باعث کنترل بهتر کپک سبز نسبت به کربنات پتاسیم یا آمونیوم می‌شود. اما کربنات سدیم و بی‌کربنات سدیم تفاوت معنی‌داری با یکدیگر در کنترل کپک سبز نداشتند. در مطالعات ایشان میوه‌ها تنها در تیمارهای بی کربنات سدیم ۳٪ در دماهای آب گرم $56^{\circ}C$ و $61^{\circ}C$ به مدت ۳ دقیقه صدمه دیدند. *ژنگ و سوینگل* (Zhang & Swingle. 2003) با بررسی کنترل کپک سبز روی پرتقال در فلوریدا بیان داشتند؛ غلظت ۳/۴٪ کربنات سدیم و کربنات پتاسیم به‌طور مشابهی باعث کاهش ۷۲ درصدی آلودگی می‌گردد. *محمودآبادی و همکاران* (Mahmoodabadi *et al*. 2000) هم حداکثر التیام دهی زخم‌های مایه‌زنی شده لیمو شیرین را در آب با دمای $25^{\circ}C$ و $45^{\circ}C$ به‌ترتیب با ۲۱/۵ و ۸/۷۵٪ پوسیدگی گزارش کردند.

در بررسی اثر هوای گرم روی کپک سبز مایه‌زنی شده قبل از تیمار به استثنا تیمار هوای گرم به مدت ۴۸ ساعت همگی تیمارها بهترین سطح کنترل بیماری را روی پرتقال محلی داشتند، پرتقال تامسون و نارنگی انشو به جز در مورد تیمار هوای گرم به مدت ۷۲ ساعت نتایج مشابهی داشتند (شکل۳). به دلیل تفاوت جنس پوست میوه‌ها تیمارهای با زمان‌های مشخص از نظر اثر روی انواع میوه‌ها از نظم خاصی تبعیت نمی کردند. *محمودآبادی و همکاران* (Mahmoodabadi *et al*. 2000) در بررسی اثر گرمادرمانی بر التیام زخم‌های عمیق مایه‌زنی شده با کپک آبی کمترین درصد التیام دهی را در میوه‌های لیمو شیرین نگه‌داری شده به مدت ۴۸ و ۷۲ ساعت در دمای $20^{\circ}C$ با اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها مشاهده کردند. گرچه تمام تیمارهای دمای $35^{\circ}C$ به طور معنی‌داری نسبت به دمای $20^{\circ}C$ میزان آلودگی را کاهش داد. در آزمایش اثر متقابل آب گرم، کربنات سدیم و کربنات پتاسیم و زمان غوطه‌ور شدن روی کپک سبز میوه‌های مایه‌زنی شده پس از تیمار در پرتقال تامسون و نارنگی انشو سطح کنترل کل تیمارها بسیار پایین بود. تیمار با آب گرم $53^{\circ}C$ به‌طور معنی‌داری در هر دو نوع میوه سطح کنترلی کمتری به‌ترتیب نسبت به آب با دمای $37^{\circ}C$ و $45^{\circ}C$ و $25^{\circ}C$ ایجاد کرد. در آزمایش بررسی اثر هوای گرم روی هر یک از سه نوع میوه مورد آزمایش مایه‌زنی شده پس از تیمار هیچ یک از تیمارها با شاهد اختلاف آماری معنی‌دار نداشتند.

بنابر اظهار بسیاری از پژوهشگران به نظر می‌رسد که تشکیل مواد لیگنین و فنل که به عنوان سد در برابر نفوذ قارچ عمل می‌کنند و هم‌چنین تجمع مواد ضد قارچی در پوست میوه که ممکن است از رشد قارچ جلوگیری به‌عمل آورد، در دمای پایین بسیار کندتر از دمای بالا انجام می‌گیرد (Mahmoodabadi *et al*. 2000). به همین دلیل آزمایش‌های مربوط به مایه‌زنی پس از تیمار در تحقیق حاضر گنجانده شد تا در صورت مشاهده، تأثیر احتمالی تیمارهای حرارتی روی فیزیولوژی دفاع ساختاری میوه‌ها را مورد مطالعه قرار گیرد. ولی همان‌طور که قبلاً ذکر شد، در مایه‌زنی‌های پس از تیمار، تیمارهای آب گرم با دمای بالاتر نسبت به دماهای پایین‌تر به‌طور معنی‌داری اثر کنترلی کمتری داشتند و در تیمارهای هوای گرم هم این قبیل تیمارها اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند. در واقع کاربرد تیمارهای هوای گرم و آب گرم بعد از مایه‌زنی قادر به تغییر فیزیولوژی دفاعی میوه به نحوی که مقاومت بیشتری به کپک سبز نسبت به شاهد نشان دهد، نبود. این تیمارها ظاهراً تنها روی بیمارگر تأثیر می‌گذارند. هیچ یک از نمک‌ها و دماهای آب گرم مورد استفاده در این تحقیق باعث صدمه به میوه‌ها نشدند.

جدول ۸. خلاصه بهترین تیمارهای نمک‌ها، آب گرم و هوای گرم در کنترل کپک سبز پرتقال تامسون، پرتقال محلی و نارنگی انشو

Table 8. The best treatments of salts, hot waerr, and hot air on control of green mold of Tampson navel, Mahali oranges, and Unshu tangerines

نوع میوه Fruit type نوع تیمار Treatment	پرتقال تامسون Tampson Navel	پرتقال محلی مازندران Mahali oranges	نارنگی انشو Unshu tangerines
Bicarbonate salts	SB3% for 3 min	SB3% for 3 min	1-SB4% for 1 min 2- SB3% + Naclo 200ppm, 1 min
% of Control	٪64.68	٪76.04	1-59.84% 2-58.43%
Carbonate salts and hot water	1-Sc3%, 53˚C, 5 min 2-PC3%, 45 0r 53˚c, 5 min	1-Sc3%, 53˚C for 3 min 2-PC3%, 45 0r 53˚c, 3 min	1-Sc3%, 53˚C for 3 min 2-PC4%, 53˚c, 3 min
% of Control	٪1-100% 2-100	٪1-100% 2-100	1-85% 2-77.5%
Hot air	Hot air (37°C) for 24 hours	Hot air (37°C) for 24 hours	.Not recommended
% of Control	92%	85.14 5	-

محققان زیادی در دماها، زمان‌ها و غلظت‌های نمک مشابه یا بیشتر از موارد آزمایش ما میوه‌های مرکبات را غوطه‌ور نموده و صدمه‌ای به میوه‌ها گزارش نکرده‌اند (Houck 1967; Palou *et al*. 2001, Smoot & Melvin, 1965, Zhang & swingle 2003). تیمار هوای گرم به مدت ۲۴ ساعت نیز صدمه‌ای به میوه‌ها نزد، اما تیمارهای با مدت ۴۸ ساعت در میوه‌های پرتقال محلی و نارنگی و ۷۲ ساعت در هر سه نوع میوه مورد آزمایش علیرغم کنترل بیماری منجر به ایجاد لکه‌های آبسوخته به‌ویژه در محل‌های مایه‌زنی و زخم‌ها شدند. صدمات در حدی بود که این تیمارها توصیه نمی‌شوند. *محمودآبادی و همکاران* در استفاده از هوای گرم با دمای ۳۵°C به مدت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت ایجاد صدمه در میوه‌ها را مشاهده نکردند (Mahmoodabadi *et al*. 2000).

یادداشت‌برداری نتایج آزمایش‌ها از حدود ۳ هفته پس از تیمار میوه‌ها آغاز شد و داده‌های مربوط به زمانی‌که شاهدهای آزمایش‌ها ۱۰۰٪ پوسیدگی نشان دادند برای تجزیه و تحلیل آماری استفاده شدند؛ یادداشت‌برداری تا حدود ۲ ماه پس از آن ادامه داشت. نتایج به‌دست آمده در این مدت فرضیه خاصیت بازدارندگی نمک‌های کربناتی و بی‌کربناتی و تیمارهای دمایی را به‌جای خاصیت قارچ‌کشی آنها که توسط *زنگ و سوینگل* در سال ۲۰۰۳ و *پالو و همکاران* در سال ۲۰۰۱ بررسی شده بود، تقویت کرد (Palou *et al*. 2001; Zhang & Swingle 2003). زیرا با گذشت زمان اثر بازدارنده این تیمارها در حال کاهش بود و میزان پوسیدگی افزایش پیدا کرد. در ایران برداشت میوه‌ها، بسته‌بندی و انتقال به محل‌های بسته‌بندی، نگه‌داری و بازارهای فروش با وجود گران بودن محصول با نهایت بی‌دقتی انجام شده و زخم‌های فراوانی روی میوه‌ها ایجاد می‌شود که دلیل مهم آن ناآگاهی افراد ذیربط در خصوص ارتباط بیماری با ایجاد زخم است. هنوز باغداران کم بضاعت به‌جای سردخانه‌ها از انبارهایی با شرایط بد دمایی و رطوبتی و آلوده به قارچ استفاده می‌کنند. درجه‌بندی میوه‌ها از لحاظ اندازه، سالم یا زخمی و آلوده بودن به مفهوم واقعی صورت نمی‌گیرد و به میزان زیادی از بسته‌بندی‌های نامناسب و وسایل حمل و نقل آلوده استفاده می‌شود. برای رسیدن به نتیجه مطلوب باید با افزایش سطح آگاهی باغداران و اصناف مرتبط با حمل و نگه‌داری میوه‌ها زیان‌های مربوط به عدم رعایت مراقبت‌های بهداشتی را به حداقل رساند. با توجه به این‌که در برخی موارد تیمارهای

مؤثر از نظر آماری اختلاف معنی‌دار نداشتند، در جدول ۸ به‌طور خلاصه بهترین تیمارها در کنترل پس از برداشت کپک سبز مرکبات که بیشترین امکان صرفه‌جویی را دارند ارایه شده‌اند.

سپاسگزاری

نگارندگان از راهنمایی‌ها و کمک‌های ارزشمند جناب آقای دکتر حشمت‌اله رحیمیان و کمک‌های بی‌دریغ آقایان مهندس عرب، مهندس داوری، مهندس رعایت پناه و مهندس قاسمی صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

جهت ملاحظه به صفحات (56-55) متن انگلیسی مراجعه شود.