مقاله پژوهشی

معرفی رقم جدید لایم‌ترش پارس متحمل به بیماری جاروک بر اساس ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و برخی عناصر معدنی

جواد فتاحی‌مقدم[۱]*، معصومه کیااشکوریان[۲]، طاهره رئیسی[۳] و مرتضی گل‌محمدی[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۱- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۱۸)

چکیده

لیموترش‌ها و لایم‌ترش‌ها از اقتصادی‌ترین تولیدهای باغی در جنوب ایران هستند. بیماری جاروک از عوامل محدودکننده تولید مکزیکن‌لایم است. در ارزیابی‌های مقدماتی، رقم لایم‌ترش پارس ویژگی‌های کیفی برتر همراه با تحمل به بیماری جاروک نشان داد. ارزیابی‌های تکمیلی شامل اندازه‌گیری ابعاد میوه (طول، عرض و ضخامت)، چگالی، ضخامت پوست میوه، وزن میوه، درصد عصاره، تعداد بذر، شاخص‌های رنگ پوست a^* و b^*، زاویه رنگ، کروما، CCI، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، شاخص تکنولوژی، آسکوربیک اسید، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل بود. همچنین عناصر معدنی در میوه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میوه لایم‌ترش پارس از نظر وزن، حجم، طول، قطر بزرگ و قطر کوچک بزرگ‌تر از مکزیکن‌لایم بودند. بر اساس شاخص a^*، رنگ پوست مکزیکن‌لایم منفی‌تر (سبزتر) از لایم‌ترش پارس بود. رقم لایم‌ترش پارس با ۵۲/۶۴ درصد نسبت به رقم مکزیکن با ۴۵/۷۱ درصد، آب‌میوه بیش‌تری داشت. محتوای اسید کل لایم‌ترش پارس مشابه شاهد بود. مقدار ویتامین ث رقم پارس با ۴۳/۹۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بطور جزئی بالاتر از مکزیکن‌لایم با ۳۸/۳۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بود. میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل میوه لایم‌ترش پارس مشابه با مکزیکن‌لایم بود. بررسی نتایج نشان داد که محتوای عناصر معدنی (به استثنا فسفر، منگنز و مس) لایم‌ترش پارس مشابه و یا بیش‌تر از مکزیکن لایم بود. لایم‌ترش پارس می‌تواند در مناطق هرمزگان، جنوب کرمان، بوشهر، سیستان و بلوچستان و فارس جایگزین درختان لیموترش و لایم‌ترش آلوده به جاروک شود.

کلمات کلیدی: ارزش غذایی، آزادسازی رقم، جاروی جادوگر، کیفیت میوه

۱- دانشیار گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

۲- محقق گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

۳- استادیار گروه مدیریت و فناوری تولید، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

۴- دانشیار گروه مدیریت و فناوری تولید، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

* پست الکترونیک: j.fattahi@areeo.ac.ir

مقدمه

لایم‌ترش در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری و مناطق معتدل از عرض ۴۰ درجه شمالی تا ۴۰ درجه جنوبی کشت می‌شود. لایم‌ترش تقریبا پنج درصد از تولید مرکبات دنیا را شامل می‌شود. تولید لیموترش و لایم‌ترش بخش مهمی از اقتصاد کشورهای خاورمیانه و هم‌چنین هند، پاکستان، برزیل و آرژانتین است. مقدار تولید و ارزش اقتصادی لایم در ۲۵ سال گذشته به دلیل تغییر دامنه آفات و عوامل بیماری‌زای نوسان داشته است (دانکرسلی[1] و همکاران، ۲۰۱۸).

بر اساس آمار فائو[2] (۲۰۱۹)، ایران با ۴۷۱۰۰۸ تن دهمین تولیدکننده لیموترش در جهان است و در جنوب غرب آسیا نیز یکی از نواحی اصلی و مهم پرورش مرکبات محسوب می‌شود (فائو، ۲۰۱۹). بیماری‌ها یکی از عوامل اصلی محدودکننده کشت و پرورش و تولید پایدار مرکبات در دنیا هستند (ماچادو[3] و همکاران، ۲۰۱۱). بیماری فیتوپلاسمایی جاروک از مهم‌ترین بیماری‌ها و عوامل تهدیدکننده درختان لیموترش و سایر ارقام تجاری مرکبات در جنوب کشور به‌ویژه در استان‌های هرمزگان، سیستان و بلوچستان، کرمان و شیراز به شمار می‌آید. براساس میزان خسارت وارد شده در سال‌های اخیر از این بیماری به عنوان مهم‌ترین بیماری گیاهی در سطح کشور یاد می‌شود. ارقام مقاوم می‌توانند نقش عمده‌ای در مدیریت بیماری داشته باشند و یکی از بهترین روش‌ها برای تولید پایدار، جایگزینی ارقام حساس با ارقام مقاوم است. به‌طورکلی برای حفظ تولید لیموترش توسعه ارقام مقاوم به عامل بیماری فیتوپلاسما ضروری است (حسن زاده‌خانکاهدانی[4] و همکاران، ۲۰۱۹). اولویت برنامه‌های اصلاح‌نژادی به علاقه تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان به ویژگی‌های ارقام جدید مانند عملکرد، کیفیت، مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی و اخیرا کیفیت حسی و ارزش غذایی میوه ارتباط دارد. مشتریان ارقام جدید از یکسو کشاورزان و از سوی دیگر مصرف کنندگان هستند. ترجیح مصرف‌کنندگان نیز برای میوه‌هایی با ظاهر، اندازه، عطر و طعم مطلوب و ارزش غذایی بالاتر می‌باشد (دناردی[5] و همکاران، ۲۰۲۰).

ارزیابی کیفیت میوه ژنوتیپ‌ها، جهت تکمیل اطلاعات همه جانبه از آنها با هدف تازه‌خوری و فرآوری اهمیت دارد. کیفیت میوه توسط مجموعه‌ای از ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی تعیین می‌شود. ظاهر میوه، ویژگی اولیه و اصلی در تعیین کیفیت لایم‌ترش‌ها برای مصرف تازه‌خوری است. شاخص‌های کیفیت شامل شدت و یکنواختی رنگ، اندازه، ظاهر خوب، صافی و نبود لکه روی پوست می‌شود. قیمت میوه تازه در اغلب کشورهای تولیدکننده لایم‌ترش براساس این فاکتورها و عرضه و تقاضای بازار تعیین می‌شود (لادو[6] و همکاران، ۲۰۱۴). بنابر توصیه‌های سازمان بهداشت جهانی، تقاضا برای لیموترش به عنوان منبع ترکیب‌های زیستی با ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و ویژگی‌های مطلوب طعم و مزه در رژیم غذایی روزانه افزایش یافته است (دانکرسلی و همکاران، ۲۰۱۸).

ریورا کابررا[7] و همکاران (۲۰۱۰) شاخص‌های اصلی کیفیت میوه‌های لایم‌ترش را میزان آب‌میوه و اندازه میوه بیان کردند. میوه‌های مکزیکن‌لایم لازم است حداقل ۴۲٪ آب میوه و اندازه‌ای در محدوده ۳۲ تا ۴۰ میلی‌متر را داشته باشند. نسبت TSS به TA شاخص مناسبی برای تعیین رسیدگی لایم‌ترش‌ها به‌نظر نمی‌رسد. این میوه‌ها با میزان آب‌میوه و اندازه مطلوب برای مصرف تازه‌خوری ترجیح داده می‌شوند.

ارزش غذایی میوه بستگی به ترکیب‌هایی با خواص آنتی‌اکسیدانی در میوه‌ها دارد. این ترکیب‌ها ممکن است طی رسیدن میوه و یا بعد از برداشت از نظر کمی و کیفی تغییر نمایند. عموماً پوست میوه شامل غلظت بالاتری از مواد آنتی‌اکسیدانی است. پوست، نیمی از میوه را تشکیل می‌دهد و غنی از ترکیب‌های آنتی‌اکسیدان طبیعی چون فنل‌ها و فلاونوئیدها است (تومباس[8] و همکاران، ۲۰۱۰). میوه لیموترش و لایم‌ترش منبع خوبی از ویتامین ث است و خواص آنتی‌اکسیدانی زیادی دارد (قاسمی[9] و همکاران، ۲۰۰۹). در بررسی ترکیب‌های فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ۲۱ رقم مرکبات از جمله لیموترش مشخص شد که پوست مرکبات مقدار قابل توجهی از آنتی‌اکسیدان‌های فنلی دارد (رامفول[10] و همکاران، ۲۰۱۰).

1. Donkersley
2. FAO
3. Machado
4. Hassanzadeh Khankahdani
5. Denardi
6. Lado
7. Rivera-Cabrera
8. Tumbas
9. Ghasemi
10. Ramful

در بررسی لیموترش و ۱۲ رقم دیگر از مرکبات مشخص شد که همبستگی بین مواد فنلی و فلاونوئیدی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در بافت و یا پوست وجود ندارد (قاسمی و همکاران، ۲۰۰۹).

هدف از برنامه اصلاحی لیموترش و لایم‌ترش در پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، توسعه ژنوتیپ‌های جدید مقاوم به بیماری جاروک همراه با ویژگی‌های کمی و کیفی مطلوب میوه و سازگار با منطقه پرورش از طریق ارزیابی مجموعه ژرم‌پلاسم منطقه است. پس از انجام ارزیابی اولیه صفات کیفی میوه، ژنوتیپ‌های بومی و ناشناخته لیموترش شمال و جنوب کشور و بررسی تحمل یا حساسیت به بیماری جاروک لیموترش در مقایسه با رقم شاهد مکزیکن‌لایم (نوری‌زاده و همکاران، ۱۳۹۹) رقم پارس به عنوان رقم امیدبخش جهت جایگزینی با ارقام حساس موجود معرفی شد. این مطالعه نتایج ارزیابی تکمیلی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و ارزش غذایی رقم پارس در مقایسه با مکزیکن‌لایم طی دوسال منتهی به معرفی رقم در پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری است.

مواد و روش‌ها

در بازدیدهای میدانی از باغ‌های مرکبات مناطق جنوبی (استان‌های فارس، هرمزگان و کرمان) و کلکسیون مرکبات شمال ایران، بیش از ۱۰۰ ژنوتیپ محلی ناشناخته و بومی منطقه و ارقام تجاری از جمله تعدادی لایم‌ترش و لیموترش جمع‌آوری گردید و در سه اسکرین هاوس (زرقان و رامسر) دو کلکسیون باغی (میناب و جیرفت) نگهداری شد. پس از تعیین مشخصات کلی هر یک از ژنوتیپ‌ها، مورد ارزیابی‌های تکمیلی حساسیت به جاروک در شرایط کنترل شده و ویژگی‌های کمی و کیفی به‌عنوان رقم قرار گرفتند (داده‌ها نشان داده نشده است). در نتیجه مطالعه مقدماتی، رقم لایم‌پارس ویژگی‌های کیفی برتر همراه با تحمل به بیماری جاروک نشان داد. بنابراین، رقم پارس (شکل۱) بعنوان یک ژنوتیپ شبه‌طبیعی لایم از نظر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، ترکیب‌های زیست‌فعال و عناصر معدنی در مقایسه با شاهد مکزیکن‌لایم (شکل۲) طی دو سال مورد ارزیابی تکمیلی عمیق‌تر به شرح زیر قرار گرفت.

ویژگی‌های فیزیکی میوه

طول، دو قطر میوه و صفات مرتبط

برای اندازه‌گیری طول میوه (L) (فاصله گلگاه تا دم میوه) و قطر (W) و ضخامت میوه (T) بر حسب میلی‌متر از دستگاه کولیس مدل Digit-Cal ساخت سوئیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر استفاده شد (شکل ۵). سپس مقادیر میانگین قطر حسابی (Da)، میانگین قطر هندسی (Dg)، قطر هم‌ساز (Dh)، نسبت جانبی یا ضریب رعنایی[1] (Ra%)، کرویت میوه، مساحت رویه (S) با استفاده از معادله‌های ۱ تا ۶ محاسبه شدند (عبدالله[2] و همکاران، ۲۰۱۲).

۱) $D_a = \frac{(L + W + T)}{3}$ ۲) $D_g = (LWT)^{1/3}$

۳) $D_h = \frac{3}{\left(\frac{1}{\text{طول}}\right) + \left(\frac{1}{\text{قطر کوچک}}\right) + \left(\frac{1}{\text{قطر بزرگ}}\right)}$ ۴) $\%R_a = \left(\frac{W}{L}\right) \times 100$

۵) $S = \pi D_g^{\,2}$ ۶) $\emptyset = \frac{(LWT)^{1/3}}{L}$

حجم واقعی[3] (Vt)، حجم ظاهری[4] (Va)، خطای دو حجم

مقدار حجم واقعی با استفاده از اصل جابجایی آب بر حسب سانتی‌متر مکعب اندازه‌گیری شد. حجم ظاهری (Va) و درصد خطای حجم ظاهری به واقعی (ev) به ترتیب با استفاده از معادله‌های ۷ و ۸ مشخص شدند (رضوی و اکبری، ۱۳۹۷).

۷) $V_a = \frac{\pi}{۶} LWT$ ۸) $\%e_v = \frac{V_a - V_t}{V_t} \times ۱۰۰$

چگالی واقعی

چگالی واقعی با استفاده از رابطه $\rho_t = \frac{M_a}{V_t}$ تعیین شد (رضوی و اکبری، ۱۳۹۷). در این رابطه Ma جرم میوه و Vt حجم واقعی میوه است.

وزن میوه و درصد عصاره: عصاره میوه با استفاده از آب‌میوه‌گیر دستی استخراج شد و درصد عصاره با سنجش نسبت وزن عصاره به وزن میوه محاسبه شد.

شاخص تکنولوژی[5]

مقدار این شاخص از حاصل‌ضرب درصد عصاره در مواد جامد محلول تقسیم بر ۱۰۰ بدست آمد (کاسترچینی[6] و همکاران، ۲۰۱۷).

1. Aspect ratio
2. Abdullah
3. True volume
4. Apparent volume
5. Technology index
6. Castricini

شکل۱- میوه لایم‌ترش پارس

شکل۲- میوه مکزیکن‌لایم

ضخامت پوست

ضخامت پوست میوه با استفاده از دستگاه کولیس دیجیتال مدل Digit-Cal ساخت سوئیس بر حسب میلی‌متر با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

تعداد بذر

با یک برش عرضی در ناحیه قطر میوه بذرها از گوشت خارج و سپس شمارش شدند.

رنگ پوست میوه

رنگ پوست نقطه میانی میوه با اندازه‌گیری مولفه‌های L^*، a^* و b^*، زاویه رنگ (Hue angle) و کروما (Chroma) به کمک دستگاه کرومومتر مدل CR400–Minolta ساخت ژاپن تعیین شد. سپس شاخص رنگ برون‌بر میوه مرکبات با فرمول $CCI= 1000\ a^*/L^*.b^*$ محاسبه شد (جیمنز[1] و همکاران، ۱۹۸۱).

مواد جامد محلول[2]، اسیدیته قابل تیتراسیون[3]

مقدار TSS با استفاده از دستگاه قندسنج چشمی مدل Atago-ATC-20E ساخت ژاپن با دامنه ۲۰-۰ درصد اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری TA از روش عیارسنجی با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال استفاده شد (AOAC، ۲۰۰۲). پس از اندازه گیری TSS و TA نسبت TSS:TA محاسبه شد.

ویتامین ث

برای اندازه‌گیری ویتامین ث از روش تیتراسیون با محلول ۲و۶-دی‌کلروفنل‌ایندوفنل[4] استفاده شد. به یک گرم از عصاره میوه ۵ میلی‌لیتر متافسفریک اسید ۳ درصد جهت استخراج ویتامین ث اضافه شد. سپس با محلول رنگی ۲و۶-دی‌کلروفنل‌ایندوفنل تا ظهور رنگ صورتی کم رنگ که به مدت ۱۵ ثانیه پایدار بماند، تیتر شد. میزان ویتامین ث بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر محاسبه شد (لادانیا[5]، ۲۰۱۰).

عصاره‌گیری از پوست و گوشت میوه

یک گرم از بافت گوشت میوه با استفاده از حلال متانول (به نسبت ۱:۲) عصاره‌گیری شد. عصاره‌ها برای انجام آزمایش‌های بعدی در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

میزان فنل کل

اندازه‌گیری میزان فنل کل با روش فولین‌سیکالچو[6] و اسپکتروفتومتری به روش میرز[7] و همکاران (۲۰۰۳) با اندکی تغییر بر حسب میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم نمونه تر انجام شد.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت میوه از روش ویژگی خنثی کنندگی رادیکال آزاد DPPH (۲ و۲ دی‌فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل) اندازه‌گیری شد (براندویلیامز[8] و همکاران، ۱۹۹۵). فعالیت مهار رادیکال DPPH از فرمول درصد خنثی‌کنندگی رادیکال $DPPH =100(1–As/Ac)$ محاسبه شد. در این معادله Ac جذب رادیکال DPPH بدون عصاره به عنوان کنترل و As جذب DPPH به علاوه نمونه است.

عناصر معدنی میوه

بدین منظور در سه میوه یکنواخت و بدون آسیب از هر

1. Jimenez
2. Total soluble solid=TSS(Brix)
3. Total acid=TA
4. DCPIP
5. Ladaniya
6. Folin-ciocalteu
7. Meyers
8. Brand-Williams

ژنوتیپ، مقدار فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سدیم، آهن، منگنز، روی و مس در میوه‌ها اندازه‌گیری شدند. علاوه بر این مقدار ماده خشک نیز در نمونه میوه‌های لایم‌ترش اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین ترکیب معدنی، میوه‌ها با آب مقطر شسته و به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک شدند و درصد ماده خشک آن‌ها (فرمول ۱۰۰× (وزن تر / وزن خشک)= درصد ماده خشک) محاسبه شد.

در ادامه، نمونه‌های آون خشک شده با استفاده از آسیاب برقی پودر شدند. سپس، نمونه‌های پودر شده به روش خاکستر خشک تخریب و مقدار فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سدیم، آهن، منگنز، روی و مس موجود در نمونه‌های هضم شده تعیین شد (کالرا[1]، ۱۹۹۷). کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری، پتاسیم و سدیم با دستگاه فلیم‌فتومتر، فسفر به روش رنگ‌سنجی و آهن، منگنز، روی و مس با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند. غلظت عنصرهای معدنی ماکرو در میوه‌های لایم‌ترش بر حسب میلی‌گرم بر صد گرم میوه تازه و غلظت عنصرهای معدنی میکرو در میوه‌های لایم‌ترش بر حسب میکروگرم بر صد گرم میوه تازه محاسبه شد.

تجزیه آماری داده‌ها

پس از اطمینان از نرمال بودن، تجزیه آماری داده‌ها با آنالیز مرکب دوساله در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال متناظر انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی میوه

ویژگی‌های فیزیکی دو رقم میوه مورد بررسی در شکل۳ و جدول۱ آورده شده است. بررسی نتایج نشان داد اندازه میوه لایم‌ترش پارس (طول، قطر بزرگ و قطر کوچک) بطور معنی‌داری بیش‌تر از مکزیکن‌لایم (شاهد) بود. متوسط وزن و حجم میوه لایم‌ترش پارس به‌ترتیب با ۴۳ گرم و ۴۳/۷۰ سانتی‌متر مکعب بالاتر از مکزیکن‌لایم بود. داده‌های حاصل از میانگین قطرهای مختلف میوه نیز نشان داد که میانگین قطرهای حسابی، هندسی و هم‌ساز لایم‌ترش پارس بیش‌تر از مکزیکن‌لایم بودند. میزان دانسیته دو رقم نیز تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. مشخص بودن ابعاد میوه برای تعیین اندازه دیافراگم ماشین‌های فرآوری میوه، طرح سینی‌های بین لایه‌ای میوه، حجم و نوع جعبه یا کارتن بسته‌بندی اهمیت دارد (عبدالله و همکاران، ۲۰۱۲).

کرویت میوه

میزان کرویت میوه مکزیکن‌لایم تا حدودی بیش‌تر از لایم‌ترش پارس بود (جدول ۱). هرچه شکل میوه از کره دورتر باشد، هنگام تخلیه روی سطح صاف، چندان قادر به غلتیدن نبوده و تخلیه آن دشوارتر می‌شود (سینگ و ردی[2]، ۲۰۰۶).

ضریب رعنایی یا نسبت جانبی

داده‌ها نشان داد که میوه لایم‌ترش پارس با شاهد مکزیکن‌لایم از نظر ضریب رعنایی تفاوت معنی‌داری داشت. ضریب رعنایی لایم‌ترش پارس نسبت به شاهد کم‌تر بود که به معنای کشیدگی بیشتر شکل میوه و یا کرویت کم‌تر است (جدول۱). بالا بودن کرویت و ضریب رعنایی نشان می‌دهد که میوه روی سطح خود (نسبت به جوانب) بیش‌تر می‌غلتد (عبدالله و همکاران، ۲۰۱۲). با توجه به اینکه رابطه کاملا مثبتی بین کرویت و ضریب رعنایی میوه بود به نظر می‌رسد میوه‌های با شکل کروی دارای ضریب رعنایی بالاتری نیز هستند.

مساحت رویه

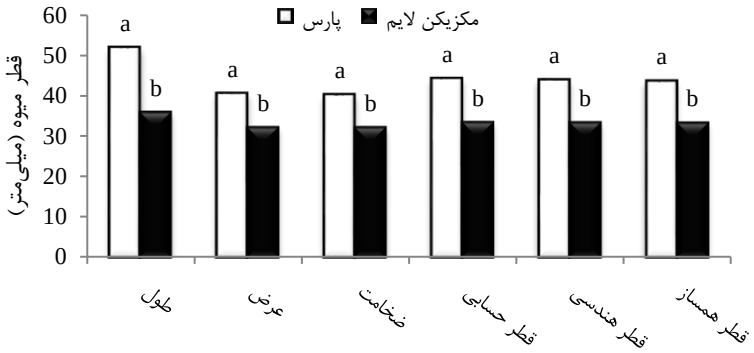
مساحت رویه میوه لایم‌ترش پارس بطور معنی‌داری بالاتر از شاهد مکزیکن‌لایم بود (جدول۱). دانستن اطلاعات سطح رویه میوه به انتخاب نوع و اندازه بسته‌ای که قرار است میوه در آنها بسته‌بندی شود و هم‌چنین تعداد میوه در هر بسته کمک خواهد کرد.

خطای دو حجم واقعی و ظاهری

میزان حجم ظاهری و خطای دو حجم در لایم‌ترش پارس بالاتر از مکزیکن‌لایم بود (جدول۱) که مشخص شد بین پوست و گوشت و یا در حفره مرکزی گوشت میوه فضای خالی وجود دارد. وجود این حالت به اضافه بالا بودن نیروی شناوری وارده به میوه پارس‌لایم توسط آب، سبب شناور شدن میوه در حوضچه‌های شستشو و یا کانال انتقال با آب

1. Kalra

2. Singh and Reddy



شکل۳- ابعاد و قطرهای میوه لایم‌ترش پارس و مکزیکن‌لایم. میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

جدول۱- ویژگی‌های فیزیکی میوه لایم‌ترش پارس و مکزیکن‌لایم

رقم	وزن میوه (g)	حجم (cm^3)	کرویت	ضریب رعنایی	مساحت رویه (mm^2)	حجم ظاهری (cm^3)	خطای دو حجم (%)
لایم‌ترش پارس	۴۳/۲۵ a	۴۳/۷ a	۰/۸۵ b	۷۷/۶۰ b	۱۹۲۷/۷۹ a	۴۴/۱۸ a	۴/۳۲ a
مکزیکن‌لایم	۱۹/۳۱ b	۲۱/۳۶ a	۰/۹۳ a	۸۹/۰۱ a	۱۱۰۳/۶۶ b	۱۹/۰۸ b	۱/۸۱ b

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

می‌شود (دانکرسلی و همکاران، ۲۰۱۸). در مقابل مکزیکن‌لایم کم‌ترین میزان خطای حجم را داشت و حجم واقعی و ظاهری آن نزدیک به هم بود که نشانه نداشتن فضای خالی در درون میوه و داشتن بافت متراکم است. در این حالت میوه به فشارهای درون جعبه، متحمل بوده و مانع ترک‌خوردگی پوست میوه می‌شود.

شاخص‌های رنگ پوست میوه

شاخص‌های رنگ پوست دو رقم میوه مورد بررسی در شکل۴ آورده شده است. بالا بودن مقدار L^* در رقم پارس نسبت به مکزیکن‌لایم به‌ترتیب با مقادیر ۶۷ و ۵۶/۶ نشان می‌دهد که پوست میوه پارس، سبز پررنگ و درخشنده‌تر است. شاخص L^* در لیموترش‌ها متفاوت از سایر مرکباتی است که میوه با رنگ پوست در طیف رنگی زرد تا نارنجی برداشت می‌شوند چرا که به‌دلیل سبز بودن پوست، مقدار آن کم‌تر است. در پژوهشی با برداشت پرشین‌لایم در دو مرحله رشدی با پوست سبز و زرد، مقادیر L^*، a^* و b^* برای پرشین‌لایم زرد به‌ترتیب ۷۵، ۳- و ۶۶/۱۸ و سبز به ترتیب ۷۱/۹، ۴/۵۶- و ۶۱/۸۷ گزارش شد (آنجوس[1] و همکاران، ۲۰۱۲). بر اساس شاخص a^* میزان سبزی رنگ پوست میوه پارس کم‌تر از مکزیکن‌لایم بود. مقادیر بالاتر فاکتور b^* نشان‌دهنده تمایل بیش‌تر به رنگ زرد است. شاخص رنگ‌گیری مرکبات در مکزیکن‌لایم با مقدار ۵/۶۷-، منفی‌تر از رقم پارس با مقدار ۲- بود. بر اساس روش جیمنز و همکاران (۱۹۸۱) مقدار نزدیک به صفر به معنی رنگ سبز-زرد (متوسط) است. با منفی‌تر شدن مقادیر CCI رنگ پوست میوه نیز متمایل به سبز تیره می‌شود.

رنگ پوست میوه ارتباط زیادی با قابلیت خوراکی میوه دارد. رنگ، صفت مهمی در کیفیت میوه است که پذیرش مصرف کننده را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اگرچه رنگ پوست به عنوان یکی از معیارهای رسیدگی استفاده می‌شود اما تنوع و تفاوت‌های زیادی بین نواحی رشد و کشورهای پرورش دهنده وجود دارد. به دلیل اینکه میوه لایم‌ترش‌ها به صورت سبز برداشت می‌شوند، وجود رنگ سبزینه مناسب سبب بازارپسندی میوه می‌شود. در میان شاخص‌های اندازه‌گیری شده دو شاخص a^* و CCI در گروه لایم‌ها مهم‌تر هستند (شکل۴).

ضخامت پوست و تعداد بذر

میانگین ضخامت پوست رقم پارس و نیز تعداد بذر این رقم در مقایسه با مکزیکن‌لایم به‌ترتیب بیش‌تر و کم‌تر بود، هرچند این اختلاف به لحاظ آماری معنی‌دار نبود (شکل۵). مخیم[2] و همکاران (۲۰۱۵) ضخامت پوست میوه لیموی آسام را ۳/۹-۳/۵ میلی‌متر گزارش نمودند. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌ها در لیموترش و لایم‌ترش‌ها و سایر انواع مرکبات بی‌بذری و کم بذری است. در مرکبات تعداد ۶-۱ بذر در هر

1. Anjos

2. Mukhim

جدول۲- شاخص‌های رنگ پوست میوه لایم‌ترش پارس و مکزیکن‌لایم

رقم	روشنایی	کروما	زاویه رنگ	شاخص a^*	شاخص b^*	شاخص CCI
لایم‌ترش پارس	۶۶/۹۹ a	۵۷/۰۸ a	۹۷/۳۵ b	-۷/۲ b	۵۶/۴۷ a	-۲ b
مکزیکن‌لایم	۵۶/۶ b	۵۲/۶۱ a	۱۰۷/۳۳ a	-۱۵/۴۸ a	۵۰/۲۳ a	-۵/۶۷ a

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری با هم ندارند.

میوه بعنوان بی‌بذر، ۱۰-۶ بذر در هر میوه بعنوان میوه کم‌بذر و میوه‌های با بیش از ۱۰ بذر پربذر در نظر گرفته می‌شود. در هر دو رقم با متوسط حدود ۴ بذر در میوه در گروه بی‌بذر قرار می‌گیرند (شکل۵). صفت بی‌بذری و یا کم‌بذری و پوست با ضخامت کم از صفات مطلوب برای لایم‌ترش‌ها برای تازه‌خوری و یا صنعت فرآوری محسوب می‌شود.

درصد آب‌میوه

رقم پارس با ۵۲/۶۴ درصد نسبت به رقم مکزیکن ۴۵/۷۱ بطور معنی‌داری میزان آب‌میوه بیش‌تری داشت (جدول ۲). گزارش شده است که درصد عصاره لیموترش Kaghzi در زمان برداشت ۳۵/۲ درصد و مکزیکن‌لایم ۲۷ درصد بود (آبیسینگه[1] و همکاران، ۲۰۰۷ و بیسن[2] و همکاران، ۲۰۱۲). از آنجایی که درصد آب‌میوه در زمان رسیدگی لیموها باید ۳۰ درصد باشد (باروس[3] و همکاران، ۲۰۱۲ و لادانیا، ۲۰۰۸)، میوه‌های هر دو ژنوتیپ از نظر میزان آب‌میوه در سطح بالایی قرار دارند. ریوراکابررا و همکاران (۲۰۱۰) شاخص‌های اصلی بلوغ میوه‌های لیمو/لایم‌ترش را میزان آب‌میوه و اندازه میوه به صورت حداقل ۴۲٪ آب میوه و ۳۲ تا ۴۰ میلی‌متر اندازه میوه بیان داشتند.

شاخص تکنولوژی

نتایج نشان داد که میوه پارس با مکزیکن‌لایم از نظر شاخص تکنولوژی (بین ۴/۳۱ تا ۴/۷۰ درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول۲). این صفت نیز یکی از شاخصه‌های کیفی مهم در لیموترش‌ها است. هرچه میزان عددی آن بالا باشد، کیفیت آب‌میوه بهتر خواهد بود. هم‌چنین بالا بودن این عدد باید بیش‌تر متأثر از میزان آب میوه تا میزان مواد جامد محلول باشد. در پژوهشی گزارش شد که شاخص تکنولوژی میوه در لیموترش اورکا (متوسط ۲/۵ درصد) طی زمان‌های مختلف برداشت تغییر معنی‌داری داشت. بدین‌صورت که مقدار آن طی رسیدن افزایش یافت هر چند از نظر کمی مقدار آن مشابه لیموی لیسبون (متوسط ۳ درصد) طی برداشت و عمرقفسه‌ای بود (سیدقاسمی و فتاحی‌مقدم، ۱۳۹۸). با توجه به اینکه شاخص تکنولوژی (TI) نشان‌دهنده کیفیت آب‌میوه است (کلوگه[4] و همکاران، ۲۰۰۳)، می‌توان گفت مقادیر بالاتر آن به معنی بهتر بودن کیفیت آب‌میوه برای صنایع تبدیلی است.

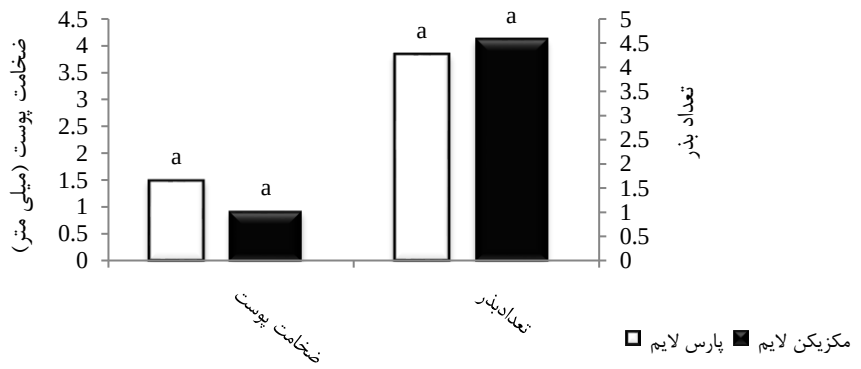
میزان TSS، TA و TSS/TA

بررسی نتایج نشان داد که میزان TSS و TSS/TA در مکزیکن‌لایم به‌ترتیب با میانگین ۱۰/۱۲ و ۱/۴۸ بالاتر از رقم پارس بود. میوه رقم پارس از نظر TA با میزان تقریبا ۷ درصد تفاوت معنی‌داری با مکزیکن‌لایم نشان نداد (جدول ۲). یکی از شاخصه‌های کیفی مهم در لیموترش‌ها میزان اسیدیته قابل تیتراسیون است که مقدار آن در دو رقم مشابه بود (جدول ۲). در پژوهشی میزان اسیدیته لیموترش‌های کوک‌اورکا و خوشه‌ای به ترتیب با متوسط ۶ و ۳/۵ درصد گزارش شد (سیدقاسمی و فتاحی‌مقدم، ۱۳۹۸). در گزارشی مقادیر TA و TSS در رقم اورکا به‌ترتیب با مقادیر ۷/۸ و ۹/۱۵ درصد و برای لیموترش لیسبون با مقدار ۶/۱۳ و ۸ بیان شد (پرز-پرز[5] و همکاران، ۲۰۰۵). به‌طورکلی بالا بودن TA در لیموترش‌ها نسبت به سایر ارقام مرکبات و هم‌چنین نسبت به میزان TSS اهمیت زیادی دارد. لایم‌ترش پارس از این نظر در جایگاه برتری قرار داشت.

ویتامین ث

مقدار ویتامین ث رقم پارس با ۴۳/۹۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم کمی بالاتر از مکزیکن‌لایم با ۳۸/۳۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بود ولی اختلاف مشاهده شده معنی‌دار نبود (جدول ۳). گرنستین[6] و همکاران (۲۰۰۱)، مقدار ویتامین ث در گوشت لیموترش را ۴۷/۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گزارش نمودند. در گزارشی دیگر میزان ویتامین ث در

1. Abeysinghe
2. Bisen
3. Barros
4. Kluge
5. Perez-Perez
6. Gorinstein



شکل۵- میزان ضخامت پوست و تعداد بذر لایم‌ترش پارس و مکزیکن‌لایم. میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

میوه ارقام لیموترش لیسبون و اورکا، به‌ترتیب ۳۱/۳۹ و ۴۰/۶۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه بیان شد (سیدقاسمی و فتاحی‌مقدم، ۱۳۹۸). به‌طورکلی میزان اسیدهای آلی و به‌ویژه آسکوربیک اسید (ویتامین ث) در لیمو/لایم‌ترش‌ها بالاست که نشان از ارزش غذایی بالای آنها است.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه

میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه لایم‌ترش پارس با ۳۴/۳۸ درصد تفاوت معنی‌داری با مکزیکن‌لایم با مقدار ۴۶/۲۱ درصد نداشت (جدول ۳). میزان ترکیب‌های مفیدی چون آسکوربیک‌اسید، ترکیب‌های فنلی و کاروتنوئیدها تعیین‌کننده ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در مرکبات است که سهم هر یک از این ترکیب‌های در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ارقام مختلف مرکبات متفاوت است (سو[1] و همکاران، ۲۰۰۸). زندکریمی[2] و همکاران (۲۰۱۱) با ارزیابی بعضی ترکیب‌های بیوشیمیایی ارقام پرشین‌لایم و لایم‌رودان و دو رقم لیموترش لیسبون و میر در جنوب ایران گزارش کردند که آب‌میوه ارقام لیموترش فعالیت آنتی‌اکسیدانی برابر با ۶۰ درصد و بالاتر از ارقام لایم‌ترش داشتند. درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی پرشین‌لایم و لایم رودان به‌ترتیب ۳۶/۷ و ۳۲/۵۲ درصد بود. رقم لایم‌ترش پارس نیز که از گروه لایم است، مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مشابه گزارش اخیر داشت.

فنل کل میوه

میزان فنل کل عصاره میوه رقم پارس نیز با مقدار ۰/۵۷ میلی‌گرم در گرم وزن تازه اختلاف معنی‌داری با مکزیکن‌لایم با مقدار ۰/۴۹ میلی‌گرم نداشت (جدول ۳). ترکیب‌های زیست‌فعال موجود در پوست و گوشت میوه نیز علاوه بر داشتن ارزش غذایی سبب بالا بردن تحمل میوه به شرایط تنش پس از برداشت نیز می‌شوند (ناچک و شهیدی[3]، ۲۰۰۶). رقم پارس از نظر محتوای ترکیب‌های ارزشمند تفاوت معنی‌داری با رقم تجاری مکزیکن‌لایم نداشت. نتایج مطالعه‌ای نشان داد که میزان پلی‌فنل کل در لیموترش‌ها بالاتر از لایم‌ترش‌ها بود. هیچ اختلاف معنی‌داری بین میزان پلی‌فنل کل دو رقم لایم (پرشین لایم و لایم‌رودان به‌ترتیب با ۳۳/۲۵ و ۳۱/۶۶ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک) مشاهده نشد (زندکریمی و همکاران، ۲۰۱۱). هم‌چنین قاسمی و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی میزان ترکیب‌های فنلی و فلاونوئیدی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت ۱۳ گونه مرکبات میزان فنل کل در پوست و گوشت لیموترش به‌ترتیب ۲۲۳ و ۱۲۲ میلی گرم بر گرم وزن خشک گزارش کردند (قاسمی و همکاران، ۲۰۰۹).

مقدار عناصر معدنی میوه لایم‌ترش پارس در مقایسه با مکزیکن‌لایم

مقدار عناصر معدنی و ماده خشک دو رقم لایم‌ترش مورد بررسی در جدول ۴ آورده شده است. همان‌طور که در جدول ۴ ملاحظه می‌شود درصد ماده خشک مکزیکن‌لایم (۱۷ درصد) در مقایسه با درصد ماده خشک لایم‌ترش پارس (۱۵

1. Xu
2. Zandkarimi
3. Naczk and Shahidi

جدول۲- ویژگی‌های شیمیایی میوه لایم‌ترش پارس و مکزیکن‌لایم

رقم	میزان آبمیوه (٪)	شاخص تکنولوژی	مواد جامد محلول (٪)	اسیدیته کل (٪)	مواد جامد محلول به اسید
لایم‌ترش پارس	۵۲/۶۴ a	۴/۳۱ a	۸/۱۸ b	۶/۷۲ a	۱/۲۴ a
مکزیکن‌لایم	۴۵/۷۱ b	۴/۷۰ a	۱۰/۱۲ a	۶/۹۴ a	۱/۴۸ a

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری با هم ندارند.

جدول۳ –میزان ترکیبات زیست فعال میوه لایم‌ترش پارس و مکزیکن‌لایم

رقم	ویتامین ث (mg/100gr F.W)	فنل کل (mg/gr F.W)	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (٪)
لایم‌ترش پارس	۴۳/۹۵ a	۰/۵۷ a	۳۴/۳۸ a
مکزیکن‌لایم	۳۸/۳۳ a	۰/۴۹ a	۴۶/۲۱ a

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری با هم ندارند.

درصد) بیش‌تر بود. در ادامه مقدار عناصر معدنی میوه دو رقم مطالعه شده، آورده شده است.

مقدار فسفر میوه

مقدار فسفر مکزیکن‌لایم (۲۲ میلی‌گرم بر صدگرم میوه تازه) در مقایسه با مقدار این عنصر در لایم‌ترش پارس (۱۷ میلی‌گرم بر صدگرم میوه تازه) بیش‌تر بود. میوه مرکبات منبع با ارزشی به لحاظ فسفر می‌باشد که همراه با یون کلسیم در تشکیل دندان و استخوان‌ها مشارکت دارد (تاکدا[1] و همکاران، ۲۰۰۴). علاوه بر این، مطالعات نشان می‌دهد که بین فسفر و ویژگی‌های کیفی میوه مرکبات ارتباط وجود دارد.

مقدار پتاسیم میوه

میوه مرکبات منبعی غنی از پتاسیم می‌باشند. این عنصر در تنظیم بالانس آب و الکترولیت، بالانس اسید-باز در بدن انسان دخیل می‌باشد (پل[2] و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج نشان داد که مقدار پتاسیم در مقایسه با سایر عناصر ماکرو در میوه لیموترش بیش‌ترین بود. علاوه بر این، بررسی نتایج نشان داد که مقدار پتاسیم در لایم‌ترش پارس (۲۳۴ میلی‌گرم بر صدگرم میوه تازه با مقدار این عنصر معدنی در مکزیکن‌لایم (۲۳۸ میلی‌گرم بر صدگرم میوه تازه) اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول۴). لیموترش در بین ارقام مختلف مرکبات غالباً به عنوان منبعی غنی از پتاسیم در نظر گرفته می‌شود (باروس و همکاران، ۲۰۱۲ و چک[3] و همکاران، ۲۰۲۰). طبق منابع موجود با تغذیه برگی پتاسیم عملکرد، مقدار قند و آسکوربیک اسید میوه پرتقال و نارنگی افزایش یافت. علاوه براین، میوه‌ها با مقدار کافی پتاسیم نسبت به میوه‌های با مقدار پتاسیم کم‌تر، معمولا پوستی ضخیم‌تر دارند (لستر[4] و همکاران، ۲۰۱۰).

مقدار سدیم میوه

علاوه بر پتاسیم، سدیم نیز در تنظیم بالانس آب و الکترولیت در بدن انسان مشارکت دارد. مقدار سدیم در لایم‌ترش پارس (۶/۴ میلی‌گرم بر صدگرم میوه تازه) در مقایسه با مقدار سدیم در میوه مکزیکن‌لایم (۰/۸ میلی‌گرم بر صدگرم میوه تازه) کم‌تر بود که این امر برای افرادی با مشکلات فشار خون، بسیار حائز اهمیت است (باگورست[5]، ۲۰۰۳). نسبت بین سدیم به پتاسیم نقش مهمی در حفظ تعادل الکترولیت سلول‌های انسان ایفا می‌کند (لادانیا، ۲۰۰۸).

مقدار کلسیم میوه

طبق گزارشات قبلی، میوه مرکبات در مقایسه با میوه‌های دیگر از قبیل سیب، هلو، هندوانه، مانگو، موز و گلابی منبع با ارزشی به لحاظ کلسیم که نقش مهمی در ساختار و استحکام استخوان‌ها ایفا می‌کند، می‌باشند (باگورست، ۲۰۰۳). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مقدار کلسیم در لایم‌ترش پارس (۵۰ میلی‌گرم بر صدگرم میوه تازه) در مقایسه با مکزیکن‌لایم (۵۹ میلی‌گرم بر صدگرم میوه تازه) اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول۴). به طورکلی با توجه به حضور پررنگ اسید سیتریک در میوه مرکبات به‌ویژه لیمو/لایم‌ها، این ترکیب با کلات کردن کلسیم و ممانعت از رسوب این کاتیون به شکل نمک‌های نامحلول، باعث افزایش جذب کلسیم می‌گردند (لادانیا، ۲۰۰۸).

1. Takeda
2. Pohl
3. Czech
4. Lester
5. Baghurst

مقدار منیزیم میوه

مقدار منیزیم در میوه لایم‌ترش پارس (۲۹ میلی‌گرم بر صدگرم میوه تازه) در مقایسه با مکزیکن‌لایم (۲۵ میلی‌گرم بر صدگرم میوه تازه) اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول۴). منیزیم در ساختار میتوکندری و دیگر آنزیم‌های مهم در انتقال انرژی وجود دارد. در برخی منابع اثر منیزیم بر ویژگی‌های کیفی میوه مرکبات، بررسی شده است. در واقع با افزایش کاربرد کود منیزیم، مقدار اسیدیته میوه مرکبات افزایش یافته ولی دیگر ویژگی‌های کیفی میوه متأثر از کاربرد منیزیم نبوده است (ماس[1] و همکاران، ۱۹۷۴).

باید به این مورد توجه شود که به طور متوسط صدگرم از میوه لایم‌ترش پارس ۲/۵، ۵/۰، ۵/۰، ۸/۰ و ۰/۴ درصد از مقدار توصیه شده دریافت روزانه[2] (سطحی از دریافت روزانه عناصر معدنی که برای تأمین نیاز افراد سالم کافی بوده و از بروز بیماری‌ها جلوگیری می‌کند) به‌ترتیب برای عناصر فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و سدیم را تأمین می‌کنند. این در حالی است که به طور متوسط صدگرم میوه مکزیکن‌لایم ۳/۲، ۵/۱، ۵/۹، ۶/۸، ۰/۵ درصد از مقدار توصیه شده دریافت روزانه به‌ترتیب برای عناصر فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و سدیم را تأمین می‌کنند (میریز[3] و همکاران، ۲۰۰۶).

مقدار آهن میوه

فراوان‌ترین عنصر میکرو در میوه ارقام لایم‌ترش بررسی شده، عنصر آهن بود. در واقع این اطلاعات برای افرادی با نیاز آهن بالا بسیار ارزشمند می‌باشد. مقدار آهن در میوه لایم‌ترش پارس (۲۶۸ میکروگرم در صدگرم میوه تازه) در مقایسه با مکزیکن‌لایم (۲۴۰ میکروگرم در صدگرم میوه تازه) بیش‌تر بود (جدول۴).

مقدار روی میوه

عنصر میکروی مهم دیگر که نقش پررنگی در حفاظت از بدن در برابر تنش‌های اکسیداتیو دارد، عنصر روی می‌باشد (چاساپیس[4] و همکاران، ۲۰۱۲). مقدار روی در میوه لایم‌ترش پارس (۲۸۱ میکروگرم در صدگرم میوه تازه) در مقایسه با میوه مکزیکن‌لایم (۱۸۲ میکروگرم در صدگرم میوه تازه) به طور معنی‌داری بیش‌تر بود.

مقدار منگنز میوه

مقدار منگنز در میوه لایم‌ترش پارس (۲۱ میکروگرم در صدگرم میوه تازه) کم‌تر از مقدار این عنصر در مکزیکن‌لایم (۶۶ میکروگرم در صدگرم میوه تازه) یافت شد.

مقدار مس میوه

مقدار عنصر مس یافت شده در لایم‌ترش پارس (۸۱ میکروگرم در صدگرم میوه تازه) در مقایسه با مقدار عنصر مس یافت شده در میوه مکزیکن‌لایم (۱۰۲ میکروگرم در صدگرم میوه تازه) کم‌تر بود (جدول۴).

باید به این مورد توجه شود که به طور متوسط صدگرم میوه پارس، ۱/۵، ۱/۲، ۳/۵، ۰/۹ درصد از مقدار توصیه شده دریافت روزانه به‌ترتیب برای عناصر آهن، منگنز، روی و مس برای بانوان، ۳/۴، ۰/۹، ۲/۶، ۰/۹ درصد از مقدار توصیه شده دریافت روزانه به‌ترتیب برای عناصر آهن، منگنز، روی و مس برای آقایان را تأمین می‌کنند. به طور متوسط صدگرم میوه مکزیکن‌لایم، ۱/۳، ۳/۷، ۲/۳ و ۱۱/۴ درصد از مقدار توصیه شده دریافت روزانه به‌ترتیب برای عناصر آهن، منگنز، روی و مس برای بانوان و ۰/۳، ۲/۹، ۱/۷ و ۱۱/۴ درصد از مقدار توصیه شده دریافت روزانه به ترتیب برای عناصر آهن، منگنز، روی و مس برای آقایان را تأمین می‌کنند (اتن و همکاران، ۲۰۰۶).

نتیجه‌گیری کلی

رقم لایم‌ترش پارس در مقایسه با مکزیکن‌لایم دارای صفات کیفی برتری مانند میزان آب‌میوه، اسیدهای آلی، ویتامین ث و عناصر معدنی بالاتر است. هم‌چنین تحمل خوبی نسبت به عامل بیماری جاروک لیموترش نسبت به مکزین‌لایم دارد. میوه‌ها از نظر ظاهری و عملکرد شبیه به مکزین‌لایم می‌باشند. بنابراین لایم‌ترش پارس می‌تواند در مناطقی از جنوب ایران شامل استان‌های هرمزگان، جنوب کرمان، بوشهر، سیستان و بلوچستان و فارس جایگزین درختان آلوده لیموترش یا لایم‌ترش به بیماری جاروک شود.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از پروژه تحقیقاتی با شماره مصوب ۱۷-۰۱۴-۳۳-۰۵۱-۹۴۰۱۳-۹۵۰۸۶۹پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری (رامسر) و با حمایت مالی معاونت فناوری ریاست‌جمهوری بوده که کمال سپاسگزاری را دارد.

1. Moss
2. Dietary reference intake (DRI)
3. Meyers
4. Chasapis

جدول۴- مقدار ماده خشک و عناصر معدنی میوه‌ی ارقام مکزیکن‌لایم و پارس

رقم	ماده خشک	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	سدیم	آهن	منگنز	روی	مس
	(٪)	(mg/100gr FW)					(µg/100gr FW)			
مکزیکن‌لایم	۱۷a	۲۲a	۲۳۸a	۵۹a	۲۵a	۸a	۲۴۰b	۶۶a	۱۸۲b	۱۰۲a
لایم‌ترش پارس	۱۵b	۱۷b	۲۳۴a	۵۰a	۲۹a	۶/۴b	۲۶۸a	۲۱b	۲۸۱a	۸۱b

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری با هم ندارند.

منابع

رضوی، م.ع. و اکبری، ر. ۱۳۹۷. خواص بیوفیزیکی محصولات کشاورزی و مواد غذایی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۳۰۴ ص.

سیدقاسمی، س.ا. و فتاحی‌مقدم، ج. ۱۳۹۸. تغییر برخی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و آنتی‌اکسیدانی دو رقم لیموترش لیسبون و اورکا (*Citrus limon* cvs. Lisbon and Eureka) طی فرایند رسیدگی و عمرقفسه‌ای در شمال ایران. پژوهش‌های صنایع غذایی (دانش کشاورزی)، ۲۹ (۳): ۹۹-۱۴۴.

نوری‌زاده، س.، خاک‌ور، ر.، گل‌محمدی، م.، بنی‌هاشمیان، س.م. و فقیهی، م.م. ۱۳۹۹. ارزیابی واکنش چند ژنوتیپ پرشین‌لایم به '*Candidatus* Phytoplasma aurantifolia'در شرایط گلخانه. فصلنامه بیماری‌های گیاهی، ۵۶ (۴): ۳۴۵-۳۵۸.

Abdullah, M.H.R.O., Ch'ng, P.E. and Yunus, N.A. 2012. Some physical properties of Musk Lime (*Citrus microcarpa*). International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering, 6(12): 1122-1125.

Abeysinghe, D.C., Li, X., Sun, C., Zhang, W., Zhou, C. and Chen, K. 2007. Bioactive compounds and antioxidant capacities in different edible tissues of citrus fruit of four species. Food chemistry, 104(4) 1338-1344.

Anjos, M.C.S.D., Faskomy, T.L., Miranda, A.M., Gonçalves, A.C., Rego, C.A., Soares, A.G. and Fonseca, M.J.O. 2012. Physical and chemical characterization of Persian lime fruit harvested at two stages of maturity. In XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on 934 (pp. 901-904).

AOAC. 2002. Official Methods of Analysis, 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C, USA.

Baghurst, K. 2003. Commonwealth scientific and industrial research organization (Australia), health sciences and nutrition, horticulture Australia. Update of Citrus Health Benefits Literature Review. Sydney: Horticulture Australia.

Barros, H.R., Ferreira, T.A.P. and Genovese, M.I. 2012. Antioxidant capacity and mineral content of pulp and peel from commercial cultivars of citrus from Brazil. Food Chemistry, 134(4): 1892–1898.

Bisen, A., Pandey, S.K. and Patel, N. 2012. Effect of skin coatings on prolonging shelf life of kagzi lime fruits (*Citrus aurantifolia* Swingle). Journal of food science and technology, 49(6): 753-759.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C.L.W.T. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food science and Technology, 28(1): 25-30.

Castricini, A., Silva, J.T.A., Silva, I.P. and Rodrigues, M.G.V. 2017. Quality of 'Tahiti' acid lime fertilized with nitrogen and potassium in the semiarid region of Minas Gerais. Revista Brasileira de Fruticultura, 39(2): 1-10.

Chasapis, C.T., Loutsidou, A.C., Spiliopoulou, C.A. and Stefanidou, M.E. 2012. Zinc and human health: an update. Archives of toxicology, 86: 521-534.

Czech, A., Zarycka, E., Yanovych, D., Zasadna, Z., Grzegorczyk, I. and Kłys, S. 2020. Mineral content of the pulp and peel of various citrus fruit cultivars. Biological Trace Element Research, 193: 555-563.

Denardi, F., Kvitschal, M.V., Hawerroth, M.C. and Argenta, L.C. 2020. SCS427 Elenise: late-ripening apple variety of good storability and resistance to Glomerella Leaf Spot. Agropecuária Catarinense, 33(2): 32-36.

Donkersley, P., Silva, F.W., Carvalho, C.M., Al-Sadi, A.M. and Elliot, S.L. 2018. Biological, environmental and socioeconomic threats to citrus lime production. Journal of Plant Diseases and Protection, 125: 339-356.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO STAT). 2019. Citrus fruit fresh and processed annual statistics. Commodities and Trade Division, Rome, Italy.

Ghasemi, K., Ghasemi, Y. and Ebrahimzadeh, M.A. 2009. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus species peels and tissues. Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences, 22(3): 277-281.

Gorinstein, S., Martín-Belloso, O., Park, Y.S., Haruenkit, R., Lojek, A., Ĉíž, M., Caspi, A., Libman, I. and Trakhtenberg, S. 2001. Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits. Food chemistry, 74(3): 309-315.

Hassanzadeh Khankahdani, H., Bahrami, H.R., Faghihi, M.M. and Bagheri, A. 2019. Reaction of some commercial citrus species and Iranian lime biotypes to witches' broom disease of lime. Crop Protection, 122: 23–30.

Jimenez, C.M., Cuquerella, J. and Martinez-Javaga, J.M. 1981. Determination of a color index for citrus fruit de-greening. Proceedings of International Society of Citriculture, 2: 750-753.

Kalra, Y.P. 1997. Handbook of reference methods for plant analysis. CRC, London, UK.

Kluge, R.A., Jomori, M.L.L., Jacomino, A.P., Vitti, M.C.D. and Padula, M., 2003. Intermittent warming in 'Tahiti'lime treated with an ethylene inhibitor. Postharvest Biology and Technology, 29(2): 195-203.

Ladaniya, M.S. 2010. Citrus fruit: Biology, technology and evaluation. San Diego, CA: Academic Press (Elsevier).

Lado, J., Rodrigo, M.J. and Zacarías, L. 2014. Maturity indicators and citrus fruit quality. Stewart Postharvest Review, 10(2): 1-6.

Lester, G.E., Jifon, J.L. and Makus, D.J. 2010. Impact of potassium nutrition on food quality of fruits and vegetables: A condensed and concise review of the literature. Better Crops, 94(1) 18-21.

Machado, F.L.C., de Oliveira, V.S. and da Costa, J.M. 2011. Postharvest quality of grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.) produced from initial plantings in Ceará state, Brazil. Revista Ciencia Agronomica, 42(4): 965-970.

Meyers, K.J., Watkins, C.B., Pritts, M.P. and Liu, R.H., 2003. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. Journal of agricultural and food chemistry, 51(23): 6887-6892.

Moss, G.I. and Higgins, M.L. 1974. Magnesium influences on the fruit quality of sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). Plant and Soil, 41: 103-112.

Mukhim, C., Nath, A., Bidyut, C.D. and Swer, T.L. 2015. Changes in physico-chemical properties of assam lemon (*Citrus limon* burm.) at different stages of fruit growth and development. Bioscan, 10(2): 535-537.

Naczk, M. and Shahidi, F. 2006. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, 41(5): 1523-1542.

Meyers, L.D., Hellwig, J.P. and Otten, J.J. 2006. Dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements. National Academies Press.

Perez-Perez, J.G., Castillo, I.P., Garcia-Lidon, A., Botia, P. and Garcia-Sanchez, F. 2005. Fino lemon clones compared with the lemon varieties Eureka and Lisbon on two rootstocks in Murcia (Spain). Scientia Horticulturae, 106(4): 530-538.

Pohl, H.R., Wheeler, J.S. and Murray, H.E. 2013. Sodium and potassium in health and disease. Interrelations between essential metal ions and human diseases, pp.29-47.

Ramful, D., Bahorun, T., Bourdon, E., Tarnus, E. and Aruoma, O.I. 2010. Bioactive phenolics and antioxidant propensity of flavedo extracts of Mauritian citrus fruits: Potential prophylactic ingredients for functional foods application. Toxicology, 278(1): 75-87.

Rivera-Cabrera, F., Ponce-Valadez, M., Sanchez, F., Villegas-Monter, A. and Perez-Flores, L. 2010. Acid limes. A review. Fresh produce, 4(1): 116-122.

Singh, K.K. and Reddy, B.S. 2006. Post-harvest physico-mechanical properties of orange peel and fruit. Journal of food engineering, 73(2): 112-120.

Takeda, E., Taketani, Y., Sawada, N., Sato, T. and Yamamoto, H. 2004. The regulation and function of phosphate in the human body. Biofactors, 21(1-4): 345-355.

Tumbas, V.T., Ćetković, G.S., Đilas, S.M., Čanadanović-Brunet, J.M., Vulić, J.J., Knez, Ž. and Škerget, M. 2010. Antioxidant activity of mandarin (*Citrus reticulata*) peel. Acta periodica technologica, (41): 195-203.

Xu, G., Liu, D., Chen, J., Ye, X., Ma, Y. and Shi, J. 2008. Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China. Food chemistry, 106(2): 545-551.

Zandkarimi, H., Talaie, A., Fatahi, R., Jaime, A. and da Silva, T. 2011. Evaluation of some lime and lemon accessions by using morphological characterization in Hormozgan Province (Iran). Fresh Produce, 5(1): 69-76.