مجله علوم باغبانی ایران
دوره ۴۴، شماره ۲، ۱۳۹۲ (۱۵۹-۱۴۹)

تاثیر محلول پاشی کلسیم، روی و بور بر ریزش قبل از برداشت و میزان قندها، عناصر غذایی و برخی صفات کمی و کیفی میوه در ارقامی از گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd.)

حسن خوش قلب[۱]، کاظم ارزانی[۲*]، محمد جعفر ملکوتی[۳] و محسن برزگر[۴]
۱، استادیارگروه علوم باغبانی دانشگاه صنعتی شاهرود، ۲، ۳، ۴، بترتیب استاد گروه علوم باغبانی، استاد گروه خاکشناسی و دانشیار گروه علوم صنایع غذایی دانشگاه تربیت مدرس
(تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۱۴ - تاریخ تصویب: ۹۱/۴/۲۵)

چکیده

تاثیر محلول پاشی عناصر کلسیم، روی و بور بر ریزش قبل از برداشت میوه، میزان قندها، غلظت کلسیم، روی و بور میوه و برخی خواص فیزیکوشیمیایی میوه در ۵ رقم از ارقام وارداتی گلابی آسیایی(*Pyrus serotina* Rehd.) به نام های 'KS'$_7$ ، 'KS'$_8$، 'KS'$_{11}$، 'KS'$_{12}$ و 'KS'$_{14}$ در شرایط آب و هوایی تهران مورد ارزیابی قرار گرفت. از یک ماه پس از تشکیل میوه تا رسیدن میوه، هر ۲ هفته یکبار درختان با عناصر کلسیم، روی و بور و مخلوط این سه عنصر با غلظت ۵ در هزار محلول پاشی شدند و در این دوره ریزش میوه ها نیز اندازه گیری شد. در زمان برداشت میوه قندهای مختلف میوه با دستگاه HPLC و عناصر غذایی نامبرده در برگ و میوه توسط دستگاه ICP اندازه گیری شد. کاربرد عناصر غذایی به طور معنی داری باعث کاهش ریزش میوه در تمام ارقام شد و مخلوط کلسیم، روی و بور با ۶/۳٪ ریزش بیشترین تأثیر را نسبت به ۱۷/۳٪ ریزش در شاهد داشت. در این مطالعه در تمام ارقام قند غالب میوه، فروکتوز بود و بعد از آن گلوگز، سوربیتول و ساکاروز بیشترین مقدار بود. کاربرد عناصر غذایی باعث افزایش معنی دار قندها در میوه شد بطوریکه در ارقام و تیمارهای غذایی مختلف فروکتوز ۱تا ۲/۵، گلوکز ۱ تا ۲/۱، سوربیتول ۲ تا ۳/۷ و ساکاروز ۰/۷ تا ۲/۲ درصد وزن تر میوه افزایش یافت. کاربرد عناصر غذایی به طور معنی داری باعث افزایش میزان مواد جامد محلول (بین ۱ تا ۲ درجه بریکس)، ۲-۱ درصد قند کل، ۰/۱۲-۰/۰۷ mg 100^{-1}g اسیدیته و ۱/۵g-۱ وزن خشک میوه را در ارقام مورد آزمایش افزایش داد. همچنین کاربرد کلسیم باعث افزایش سفتی میوه در ارقام مختلف گردید. محلول پاشی عناصر کلسیم، روی و بور تأثیر زیادی بر افزایش غلظت این عناصر در برگ و میوه ارقام مورد آزمایش داشت.

واژه های کلیدی: **اسیدیته، سفتی بافت، خواص فیزیکوشیمیایی، قند میوه، گلابی آسیایی.**

مقدمه

گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd.) گروه بزرگی از انواع گلابی ها را شامل می‌شوند که از شرق آسیا منشأ گرفته‌اند (Beutel, 1990; Hanamoto, 2001). غالب آنها دارای شکل گرد بوده و برخی دیگر همانند گلابی‌های اروپایی (*Pyrus communis* L.) گلابی شکل هستند . اگرچه معمولی‌ترین رنگ پوست در آنها قهوه‌ای- طلایی است ولی به رنگ‌های سبز، زرد

* نویسنده مسئول: کاظم ارزانی تلفن: ۴۸۲۹۲۰۹۴ E-mail: arzani_k@modares.ac.ir

و نارنجی نیز دیده می‌شوند (Arzani et al., 2008). این میوه ها دارای بافت متمایز و مشخصی نظیر گلابی بوده و به گلابی‌های ژاپنی نیز شهرت دارند (Shang & Chen, 2003; Arzani et al., 2009) در سال ۱۹۹۸، تعدادی پیوندک ارقام گلابی آسیایی توسط گروه باغبانی دانشگاه تربیت مدرس از کشور بلژیک به ایران وارد شد(Arzani, 2002; Arzani, 2005; Arzani, 2006). در ایران به دلیل جدید بودن این میوه جذابیت ویژه ای برای آن پیش بینی می شود(Arzani, 2006). از خصوصیات مهم ارقام وارداتی گلابی آسیایی تفاوت های میوه از نظر شکل، رنگ، تردی، صافی و زبری پوست، عطر و طعم، مزه میوه و همچنین زمان رسیدن میوه می‌باشد (Khoshghalb et al., 2008; Arzani, 2002; Crisosto et al., 1994b) و عمر پس از برداشت محصول نیز در ارقام مختلف متفاوت می‌باشد. شیرینی یکی از مهم ترین عوامل کیفیت در گلابی آسیایی است و تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار می‌گیرد که یکی از این عوامل میزان و نوع قند تجمع یافته در میوه است. عمده‌ترین قند در زمان رشد میوه ساکاروز می‌باشد و هر چه میوه بالغ‌تر شود تجمع ساکاروز کم تر شده و میزان فروکتوز افزایش می یابد (Tanase et al., 2001; Shang & Chen, 2003) . میزان قندها به طور مستقیم بستگی به کارایی فتوسنتز و مواد آسمیلات (مواد حاصل از فتوسنتز) و انتقال آن به میوه دارد. در جنس گلابی یک قند الکلی (سوربیتول) نیز سنتز می شود که ۶۰ تا ۹۰٪ مجموع کربوهیدرات ها را در این درختان شامل می شود و از برگ ها به تمام قسمت های گیاه منتقل می شود. سوربیتول در پدیده کنترل اسمزی و مقاومت به تنش کم آبی نقش داشته و در نواحی بین سلولی و واکوئل ها ذخیره می شود ولی ساکاروز در سیتوپلاسم سلول هم وجود دارد (Sanz et al., 2004). درضمن عوامل دیگری نیز وجود دارند که کیفیت میوه را در گلابی آسیایی تعیین می‌کنند که برخی از این فاکتورها شامل میزان مواد جامد محلول کل، اسیدیته کل، غلظت عناصر غذایی، فلاونوئیدها و مواد معطره، سفتی بافت، اتیلن، اسیدهای آمینه و میزان ویتامین‌ها می باشند (Crisosto et al., 1994a; Crisosto et al., 1994b; Arzani et al., 2011) . عناصر غذایی نقش مهمی را در افزایش کمیت، کیفیت، عمر انبارداری و کاهش آسیب های فیزیولوژیکی میوه در گلابی دار می باشند (Veltman et al., 2003) و از طرفی ریزش قبل از برداشت میوه را نیز کاهش می دهند (Anderea et al., 2004) . کاربرد کلرید کلسیم در گلابی باعث افزایش مقاومت میوه به آسیب های فیزیولوژیکی در هنگام انبارداری می شود و همچنین باعث افزایش پلی ساکاریدها در دیواره سلولی میوه شده و نفوذپذیری غشاء را افزایش می دهد. کلسیم باعث حفظ بهتر غشای سلولی و ثبات دیواره سلولی می شود (Malakouti & Tehrani, 2000) . نرم شدن میوه هنگام رسیدن به دلیل محلول شدن پکتین و تولید پلیمرهای ناهمگون دی گالاکترونیک اسید و متیل استر بوده که کاربرد کلسیم باعث جفت شدن پکتین های دمتوکسی شده و در نهایت باعث افزایش سفتی بافت می شود. عنصر بور نیز یکی از عناصر کلیدی در واکنش های فیزیولوژیکی شامل چوبی شدن دیواره سلولی، متابولیسم قندها، متابولیسم فنل ها، نفوذپذیری غشای سلولی شده و بعنوان یک آنتی اکسیدان عمل می کند. عنصر بور باعث رشد بهتر لوله گرده در سیب و گلابی می شود و باعث کاهش از دست رفتن رنگ در میوه و ریزش قبل از برداشت می شود و به حفظ ساختمان غشای سلولی کمک می کند. کاربرد بور باعث افزایش غلظت آسکوربات و ویتامین ث در گوشت میوه در حین رشد میوه و انبارداری می شود (Malakouti & Tehrani, 2000) . عنصر روی یکی از عناصر اصلی در گیاهان می باشد و در اکثر آنزیم ها شرکت دارد و در آنزیم های مربوط به فتوسنتز به عنوان کوفاکتور عمل می کند. در تشکیل آمینواسیدها و پروتئین ها در گیاهان نقش عمده ای دارد. عنصر روی در میوه ها هم باعث افزایش عملکرد و هم باعث افزایش کیفیت میوه می شود. عنصر روی در انبارداری و ماندگاری پس از برداشت میوه ها نقش مهمی را ایفا می کند زیرا روی به عنوان یک آنتی اکسیدان قوی در کاهش فعالیت اکسید کننده هایی نظیر پلی فنل اکسیداز عمل می کند که از عارضه قهوه‌ای شدن داخلی میوه (Internal Browning) به طور چشمگیری می کاهد (Malakouti, 2007) . هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی کاربرد عناصر کلسیم، روی و

بور و مخلوط آن ها بر میزان قندهای مختلف، عناصر غذایی و برخی صفات کمی و کیفی میوه در برخی ارقام جدید گلابی آسیایی در ایران در زمان برداشت بوده است و همچنین اثر محلول پاشی عناصر مذکور بر میزان ریزش قبل از برداشت میوه نیز مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

این پژوهش شامل چند آزمایش در زمینه فیزیولوژی و فیزیولوژی پس از برداشت میوه برخی ارقام وارداتی پنج رقم گلابی آسیایی به نام های 'KS'$_7$ ، 'KS'$_8$، 'KS'$_{11}$، 'KS'$_{12}$ و 'KS'$_{14}$ می‌باشد که تیمارها و نمونه‌گیری آنها از کلکسیون رقم های وارداتی گلابی آسیایی (Arzani, 2000; Arzani, 2006; Arzani, 2013) واقع در باغ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس در سال ۱۳۸۵ انجام شد. از زمان احداث کلکسیون شماره ۱ (۱۳۷۸) و شماره ۲ (۱۳۸۲) تا کنون (۱۳۹۱) تمام ارقام وارداتی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در باغ تحقیقاتی دانشکده موجود می باشند. آزمایش به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. فاکتور اول تعداد ۵ رقم و فاکتور دوم ۵ سطح محلول پاشی با عناصر کلسیم، روی و بور و مخلوط این سه عنصر و همینطور بدون محلول پاشی (شاهد) در نظر گرفته شد. بدین منظور در طول فصل رویشی چهار درخت یکسان و هم سن (درختان ۵ ساله) بعنوان یک تکرار و درمجموع ۲۰ درخت برای هر رقم در ۴ تکرار از درختان قطعه کلکسیون انتخاب و علامت‌گذاری شدند. میوه ها در زمان بلوغ فیزیولوژیکی در حالت تغییر رنگ سبز به قهوه ای، زرد و یا سبز کم رنگ بسته به رقم، سفتی میوه و میزان مواد جامد محلول مناسب برداشت شدند (میوه ها در دمای ۱°C و رطوبت نسبی ۸۵-۸۰٪ نگهداری شدند)، در هر پنج رقم از میوه های سالم و تقریبا هم اندازه، نمونه‌گیری انجام و جهت اندازه گیری خصوصیات فیزیکی (حجم، سفتی بافت، وزن خشک میوه) و خصوصیات شیمیایی (میزان اسیدیته، مواد جامد محلول و قندهای ساکارز، فروکتوز و گلوکز) اقدام گردید. در هنگام تشکیل میوه و طول دوره رشد آن تعداد میوه ها شمارش و از دو ماه قبل از برداشت تعداد میوه های ریزش کرده محاسبه شد. از دو ماه قبل از برداشت میوه تقریباً هر ماه یکبار از برگ درختان نمونه برداری و میزان عناصر غذایی موجود در آنها اندازه گیری شد.

محلول پاشی

از یک ماه پس از تشکیل میوه تا زمان برداشت هر ۲ هفته یکبار با محلول های غذایی کلرید کلسیم ($CaCl_2$) ، سولفات روی ($ZnSO_4$) ، بور و مخلوط این عناصر (کلسیم، روی و بور) به غلظت ۵ در هزار برای هر عنصر و همینطور بدون محلول پاشی (شاهد) برروی شاخساره و میوه های درختان محلول پاشی انجام گرفت.

اندازه‌گیری قندها و اسیدهای آلی توسط دستگاه HPLC

برای اندازه گیری قندها ابتدا مقدار ۲۰ گرم از میوه با ۱۵۰ میلی لیتر آب مخصوص HPLC مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه در حمام بن‌ماری و در دمای ۴۰°C عصاره‌گیری گردید. عصاره حاصله به مدت ۱۵ دقیقه (۴۰۰۰ دور در دقیقه) سانتریفوژ شد. با استفاده از سرنگ چند میلی‌لیتر از محلول روئی برداشته و پس از عبور از صافی ۰/۴۵ میکرومتر جهت حذف ذرات معلق، در لوله‌های اپندرف ریخته شد. لوله‌ها تا زمان تجزیه در دمای ۸۰°C- نگهداری شدند. جهت تجزیه قند از دستگاه HPLC مدلWaters (ساخت آمریکا) استفاده شد. مواد با سرعت ۱ میلی‌لیتر در دقیقه و دمای ۴۰°C از ستون مخصوص کربوهیدرات‌ها ساخت شرکت سوپلکو ژل کالیفرنیا (Supelcogel CA) باابعاد ۷/۸ × ۳۰۰ میلی متر عبور داده شد. به منظور تعیین غلظت کمی قندهای نمونه‌های مورد نظر از روش رسم منحنی درجه‌بندی برای هر قند استفاده شد.

اندازه گیری میزان عناصر غذایی

در هنگام برداشت از میوه های سالم درختان نمونه گیری و میزان عناصر غذایی کلسیم، روی و بور آن ها اندازه گیری شد. عناصر کلسیم، روی و بور برگ هم یک ماه قبل از برداشت اندازه گیری شد. تجزیه عناصر غذایی برگ و میوه ها در آزمایشگاه شیمی- تجزیه و خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس انجام گردید. برای اندازه گیری مواد معدنی ابتدا برگ ها و میوه ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد خشک و

آسیاب شده و سپس با روش هضم توسط اسید سولفوریک و اسید سالسیلیک عصارهٔ آن ها تهیه شد (Emami, 1996). اندازه گیری عناصر روی و بور توسط دستگاه (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry) ICP-OES (ساخت شرکت واریان استرالیا) انجام شد. اندازه‌گیری کلسیم به روش جذب اتمی (Atomic Absorption) صورت گرفت که ابتدا محلول های استاندارد آنها توسط دستگاه جذب اتمی (Shimadzu, Japan) رسم گردید و سپس میزان آن در برگ و میوه بصورت درصد ماده خشک محاسبه شد.

اندازه گیری برخی صفات فیزیکوشیمیایی میوه

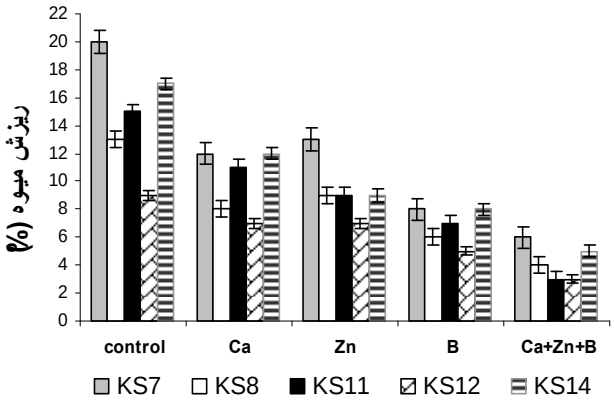
برای تعیین حجم و وزن میوه‌ها، از ترازوی دقیق استفاده شد. حجم میوه به روش اندازه‌گیری وزن مایع هم‌حجم تعیین شد (Arzani, 1994). برای اندازه‌گیری سفتی بافت میوه، پس از حذف لایه نازکی از پوست میوه، از سفتی سنج (Penetrometer) مدل Wagner با پروب به قطر ۲ میلی متر استفاده گردید. برای اندازه‌گیری مقدار مواد جامد محلول از قندسنج رومیزی مدل A.Kruss Optronic (ساخت آلمان)، و قند سنج قابل حمل مدل ۹۷۰۳ ساخت ژاپن (برای اندازه گیری در باغ) استفاده گردید. اسیدیته قابل تیتر بر اساس میلی‌گرم اسید مالیک در ۱۰۰ گرم بافت میوه توسط تیتراسیون عصاره میوه گلابی با محلول سود ۰/۱ نـرمال تا رسیدن به پهاش ۸/۳ تعیین گردید. پس از ثبت و مرتب سازی داده‌ها در نرم افزار Excel، تجزیه داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها در سطوح مختلف احتمال (۰/۰۱ و ۰/۰۵)به منظور مقایسهٔ میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گردید.

نتایج

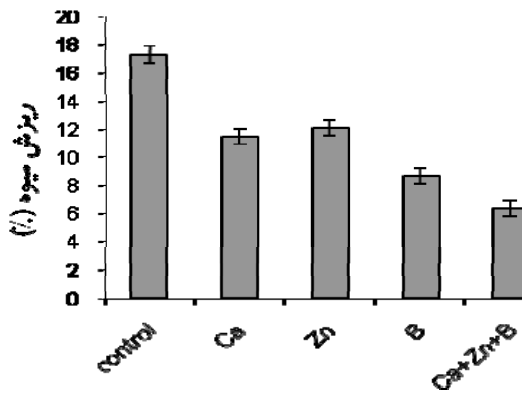
نتایج تحقیق انجام شده در مورد اثر محلول پاشی با عناصر کلسیم، روی و بور و مخلوط این سه عنصر بر کاهش ریزش قبل از برداشت میوه ها و برخی صفات کمی و کیفی ارقام مورد مطالعه به شرح ذیل می باشد.

ریزش قبل از برداشت میوه ها

محلول پاشی با عناصر کلسیم، روی و بور و مخلوط این سه عنصر تأثیر معنی داری (P< ۰/۰۱) بر کاهش ریزش قبل از برداشت میوه ها داشت و اختلاف بین ارقام نیز در این صفت معنی دار بود (P< ۰/۰۵) (شکل۲). بیشترین تاثیر در کاهش ریزش قبل از برداشت در میوه ها به ترتیب مربوط به کاربرد مخلوط سه عنصر (۶/۳٪ ریزش)، بور(۸/۶٪ ریزش)، کلسیم (۱۲/۱٪ ریزش)، روی (۱۱/۵٪ ریزش) و تیمارشاهد (۱۷/۳٪ ریزش) بود. البته اختلاف اثر روی و کلسیم معنی دار نبود(P< ۰/۰۵)(شکل ۱ و ۲).



شکل۱- مقدار ریزش قبل از برداشت میوه در ارقام گلابی آسیایی در تیمارهای غذایی کلسیم، روی، بور و مخلوط آن ها



شکل۲- تأثیر تیمارهای غذایی کلسیم، روی، بور و مخلوط آن ها بر مقدار ریزش قبل از برداشت میوه در ارقام گلابی آسیایی

در بین ارقـام مـورد آزمـایش در مجمـوع تیمـارهای انجـام شده متـوسط مقدار ریزش میوه ها در ارقام ‘KS'_7 ، ‘KS'_8، ‘KS'_{11}، ‘KS'_{12} و ‘KS'_{14} به ترتیب ۱۱/۸، ۸، ۹، ۶/۲ و ۱۰/۲ مشاهده شد که بیشترین ریزش در رقم ‘KS'_7 و کمترین آن در رقم ‘KS'_{12} بود.

میزان قندها

به منظور تعیین غلظت کمی قندهای نمونه‌های مورد نظر از روش رسم منحنی درجه‌بندی برای هر قند استفاده شد. مهمترین قندها در گلابی آسیایی مورد مطالعه به ترتیب خروج از ستون HPLC عبارت بودند از ساکاروز (دقیقه ۱۰/۸۱)، گلوکز (دقیقه ۱۲/۹۶)، فرو کتوز (دقیقه ۱۶/۲۳) و سوربیتول (دقیقه ۲۴/۵۱). شکل ۳ یک نمونه از کروماتوگرام قندهای جداسازی شده از میوه گلابی آسیایی رقم'KS_7' توسط دستگاه HPLC را نشان می دهد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اختلاف در میزان قندهای گلوکز، فروکتوز، ساکاروز و سوربیتول هم در ارقام مورد آزمایش و هم در تیمارهای غذایی معنی دار می باشد ($P< ۰/۰۱$). در تمام ارقام مجموع قندهای محلول به ترتیب مقدار شامل فروکتوز، گلوکز، سوربیتول و ساکاروز بود (جدول۱).

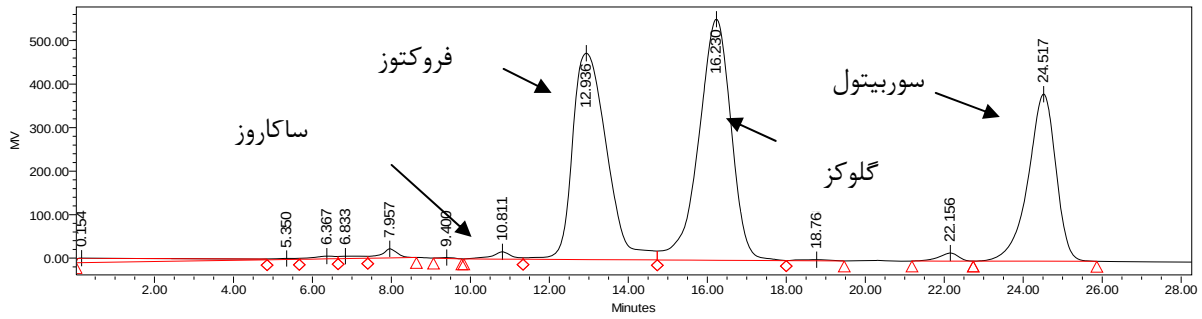
جدول۱- تأثیر تیمارهای غذایی کلسیم، روی و بور و مخلوط آن ها بر میزان قندهای گلوکز، فروکتوز، ساکاروز و سوربیتول در ارقام گلابی آسیایی

رقم	نوع قند	شاهد	کلسیم	روی	بور	کلسیم+روی+بور
'KS'$_7$	فروکتوز	۶/۱۱±۰/۵۲e	۶/۵۳±۰/۳۲d	۷/۱۴±۰/۵۶c	۷/۸۰±۰/۷۲b	۸/۲۰±۰/۵۲a
	گلوکز	۵/۴۲±۰/۲۲e	۵/۸۵±۰/۲۲d	۶/۳۲±۰/۳۲c	۶/۸۵±۰/۵۶b	۷/۱۲±۰/۴۴a
	ساکاروز	۱/۲۴±۰/۱۲d	۱/۶۷±۰/۱۷c	۱/۷۲±۰/۲۵c	۱/۹۴±۰/۲۶ b	۲/۱۵±۰/۲۳a
	سوربیتول	۵/۴۵±۰/۱۲e	۵/۹۶±۰/۱۷d	۶/۳۶±۰/۲۵c	۷/۷۴±۰/۲۶ b	۹/۱۱±۰/۲۳a
'KS'$_8$	فروکتوز	۵/۱۲±۰/۴۱c	۵/۵۹±۰/۳۷b	۶/۷۴±۰/۳۶ab	۶/۶۵±۰/۲۷ab	۶/۹۰±۰/۴۲a
	گلوکز	۴/۱۲±۰/۲۲c	۴/۵۲±۰/۲۲bc	۴/۹۲±۰/۲۲b	۵/۰۵±۰/۲۲a	۵/۳۲±۰/۲۲a
	ساکاروز	۰/۴۲±۰/۰۵e	۰/۶۵±۰/۰۶d	۰/۸۷±۰/۰۶a	۰/۹۴±۰/۰۶ b	۱/۱۵±۰/۰۸a
	سوربیتول	۴/۱۳±۰/۱۷e	۴/۸۶±۰/۱۷d	۵/۲۶±۰/۲۱c	۵/۶۴±۰/۱۶ b	۶/۸۱±۰/۱۷a
'KS'$_{11}$	فروکتوز	۶/۱۲±۰/۲۲c	۶/۶۳±۰/۲۹bc	۶/۹۴±۰/۲۶b	۷/۴۰±۰/۲۶a	۷/۷۴±۰/۴۰a
	گلوکز	۴/۴۷±۰/۱۳e	۴/۸۵±۰/۱۳d	۵/۱۲±۰/۱۹c	۵/۹۲±۰/۳۴b	۶/۵۵±۰/۳۲a
	ساکاروز	۱/۸۵±۰/۱۱d	۲/۲۷±۰/۱۱c	۲/۳۲±۰/۱۵b	۲/۴۴±۰/۰۹b	۲/۹۷±۰/۰۸a
	سوربیتول	۵/۶۵±۰/۲۴e	۵/۹۸±۰/۲۴d	۶/۸۶±۰/۱۷c	۷/۲۱±۰/۳۲b	۷/۸۱±۰/۳۲a
'KS'$_{12}$	فروکتوز	۴/۸۶±۰/۱۲d	۵/۲۳±۰/۱۲c	۵/۱۲±۰/۱۴bc	۵/۵۶±۰/۰۸b	۶/۱۵±۰/۱۲a
	گلوکز	۳/۹۲±۰/۱۰e	۴/۵۷±۰/۰۷d	۴/۹۹±۰/۰۷b	۴/۸۱±۰/۰۶b	۵/۳۴±۰/۰۸a
	ساکاروز	۰/۲۸±۰/۰۲d	۰/۵۹±۰/۰۳c	۰/۵۲±۰/۰۳c	۰/۷۴±۰/۰۷ b	۱/۰۲±۰/۰۷a
	سوربیتول	۳/۴۸±۰/۱۸e	۴/۰۴±۰/۱۹d	۴/۳۶±۰/۲۹c	۵/۷۱±۰/۲۹ b	۶/۱۴±۰/۱۵a
'KS'$_{14}$	فروکتوز	۴/۷۱±۰/۴۱e	۵/۴۹±۰/۳۴d	۶/۲۸±۰/۶۳c	۶/۷۰±۰/۳۶b	۷/۲۲±۰/۴۱a
	گلوکز	۲/۶۶±۰/۰۷e	۳/۲۱±۰/۰۷d	۳/۶۲±۰/۰۹cd	۳/۸۹±۰/۰۷b	۴/۴۱±۰/۰۸a
	ساکاروز	۴/۲۷±۰/۱۷e	۴/۷۱±۰/۱۴d	۴/۷۶±۰/۱۱c	۵/۱۴±۰/۵۲b	۶/۶۷±۰/۵۲a
	سوربیتول	۴/۵۸±۰/۲۸c	۶/۵۶±۰/۳۳c	۶/۹۱±۰/۶۵b	۶/۷۴±۰/۶۵ b	۷/۲۳±۰/۷۴a

البته تفاوت گلوکز و سوربیتول معنی دار نبود. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می شود کاربرد عناصر غذایی کلسیم، روی، بور و مخلوط کلسیم، روی و بور باعث افزایش مقدار قند کل میوه در زمان برداشت میوه شد و اختلاف میزان قند کل نیز در تیمار با عناصر غذایی نسبت به شاهد معنی دار بود ($P< ۰/۰۱$) (شکل۳).

کاربرد مخلوط سه عنصر بیشترین تأثیر را در افزایش فروکتوز، گلوکز، سوربیتول و ساکاروز و همچنین قند کل در هر پنج رقم دارا بود و در بین اثر عناصر غذایی تیمارشده اثر مخلوط سه عنصر، بور، روی و کلسیم به ترتیب بیشترین مقدار بود (شکل۳). در تیمار مخلوط سه عنصر، بور، روی و کلسیم میزان فروکتوز در رقم 'KS_7' بیشترین و ارقام 'KS_{11}' و 'KS_{14}' به ترتیب در رتبه بعدی بودند (به ترتیب ۸/۲۰٪، ۷/۷۴٪ و ۷/۲۲٪ وزن تر میوه). میزان گلوکز نیز در رقم 'KS_7' بیشترین و ارقام 'KS_{11}' و 'KS_{12}' به ترتیب در رتبه بعدی بودند (به ترتیب ۷/۱۲٪، ۶/۵۵٪ و ۵/۳۴٪ وزن تر میوه). میزان سوربیتول در رقم 'KS_7' بیشترین و ارقام 'KS_{11}' و 'KS_{14}' به ترتیب در رتبه بعدی بودند (به

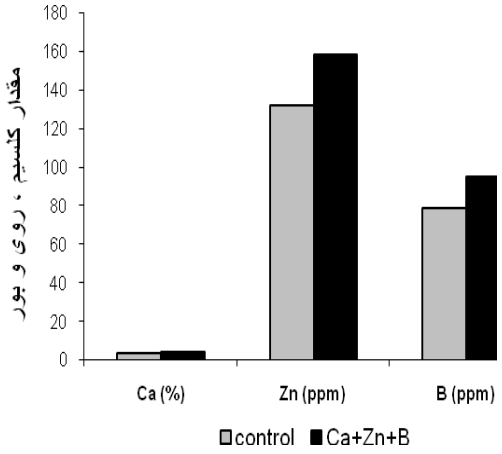
ترتیب ۹/۱۱٪، ۷/۸۱٪ و ۷/۲۳٪ وزن تر میوه). از نظر میزان ساکاروز در ارقام گلابی آسیایی در رقم ’KS_{14}‘ بیشترین (۶/۶۷ ٪ وزن تر) و ارقام ’KS_{11}‘ (۲/۹۷ ٪ وزن تـــر) و ’KS_7‘ (۲/۱۵ ٪ وزن تـر) در رتبه هـــای بعـــدی بودنـــد.



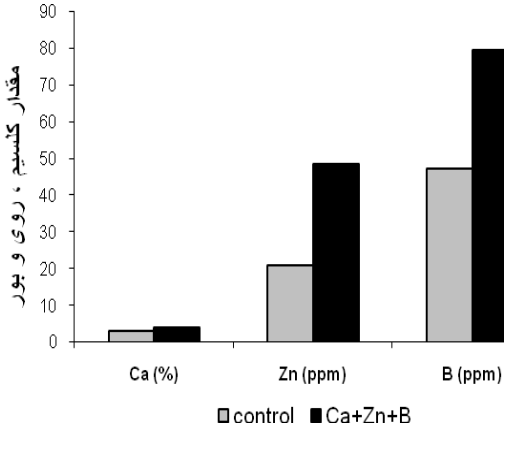
شکل۳- یک نمونه از کروماتوگرام قندهای جداسازی شده از میوه گلابی آسیایی رقم’KS_7‘ توسط دستگاه HPLC

غلظت کلسیم، روی و بور در میوه و برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اختلاف در مقدار کلسیم، روی و بور میوه و برگ هم در ارقام مورد آزمایش و هم در تیمارهای غذایی معنی دار می باشد($P< ۰/۰۱$). کاربرد عناصر غذایی باعث افزایش غلظت آن ها در برگ درختان شد که در شکل ۴ تأثیر کاربرد ترکیب کلسیم، روی و بور را بر غلظت این عناصر در برگ ارقام گلابی آسیایی نشان می دهد. همانطور که در جـــدول ۲ و شکل ۵ نشـــان داده شده است کـاربرد عناصر کلسیم، روی، بور و مخلوط روی، بور و کلسیم اثر معنی داری بر غلظت روی، بور و کلسیم در میوه ارقام مورد آزمایش داشت و باعث افزایش مقدار عناصر مذکور در میوه شد. کاربرد کلسیم، روی و بور و مخلوط سه عنصر به طور معنی داری ($P< ۰/۰۱$) باعث افزایش بین ۱ تا ۱/۵ درصدی کلسیم ، ۱۰ تا ۴۵ پی پی ام روی و ۱۲ تا ۵۴ پی پی ام بور در میوه ارقام مورد آزمایش شد. متوسط مقدار کلسیم، روی و بور به ترتیب در ارقام ’KS_7‘، ’KS_{12}‘ و ’KS_{14}‘ بیشترین مقدار بود.



شکل۴- تأثیر کاربرد مخلوط عناصر غذایی کلسیم، روی، بور و تیمار شاهد بر مقدار کلسیم، روی و بور در برگ ارقام گلابی آسیایی



شکل۵- تأثیر کاربرد مخلوط عناصر غذایی کلسیم، روی، بور و تیمار شاهد بر مقدار کلسیم، روی و بور در میوه ارقام گلابی آسیایی

جدول۲- تأثیر تیمارهای غذایی کلسیم، روی و بور و مخلوط آن ها بر میزان کلسیم، روی و بور میوه در ارقام گلابی آسیایی

رقم	عنصر	شاهد	کلسیم	روی	بور	کلسیم+روی+بور
‘KS’$_7$	کلسیم(٪)	۳/۱۸±۰/۱۸c	۴/۱۷±۰/۱۸a	۳/۱۴±۰/۱۶c	۳/۴۰±۰/۱۷b	۳/۹۶±۰/۱۶a
	روی(ppm)	۲۷±۰/۸۱d	۳۲±۰/۸۹c	۶۵±۰/۶۴b	۲۹±۰/۳۶d	۷۲±۰/۹۱a
	بور(ppm)	۳۹±۰/۹۲d	۳۶±۰/۷۷d	۴۲±۰/۷۵c	۸۴±۱/۲۶ b	۹۳±۲/۲۳a
‘KS’$_8$	کلسیم(٪)	۳/۵۸±۰/۳۲c	۴/۲۲±۰/۲۳b	۳/۳۸±۰/۲۴c	۳/۶۶±۰/۲۱c	۴/۵۶±۰/۱۷a
	روی(ppm)	۱۹±۰/۷۴d	۲۲±۱/۱۲c	۴۱±۱/۱۷b	۲۳±۰/۴۱c	۵۳±۱/۴۱a
	بور(ppm)	۴۲±۱/۱۲c	۳۸±۱/۲۷d	۴۵±۱/۳۲c	۵۸±۱/۳۳ b	۶۳±۱/۳۱a
‘KS’$_{11}$	کلسیم(٪)	۲/۹۱±۰/۵۲d	۳/۹۷±۰/۳۲a	۳/۳۵±۰/۵۶c	۳/۶۵±۰/۷۲b	۴/۰۶±۰/۵۲a
	روی(ppm)	۱۲±۰/۳۲e	۲۱±۰/۶۵d	۳۷±۰/۹۲b	۳۲±۰/۷۶c	۴۱±۰/۸۷a
	بور(ppm)	۴۹±۲/۱۲c	۴۶±۲/۱۷c	۳۸±۲/۱۲d	۵۷±۲/۱۲b	۶۱±۳/۲۱a
‘KS’$_{12}$	کلسیم(٪)	۳/۲۴±۰/۷۷b	۴/۳۲±۰/۵۴a	۳/۲۱±۰/۵۶b	۳/۳۵±۰/۷۲b	۴/۴۱±۰/۵۶a
	روی(ppm)	۳۱±۲/۱۴c	۳۲±۲/۱۱c	۴۳±۳/۱۲a	۳۶±۲/۲۶b	۴۲±۱/۲۴a
	بور(ppm)	۶۷±۴/۰۱c	۷۱±۴/۵۴c	۸۴±۵/۴۰b	۹۴±۶/۰۴a	۸۷±۵/۲۷b
‘KS’$_{14}$	کلسیم(٪)	۲/۳۳±۰/۴۷d	۳/۳۳±۰/۴۲b	۳/۱۴±۰/۷۶c	۲/۴۱±۰/۱۴d	۳/۵۶±۰/۴۱a
	روی(ppm)	۱۶±۰/۷۹b	۱۶±۰/۷۴b	۳۲±۲/۳۲a	۱۸±۰/۴۶b	۳۴±۰/۳۱a
	بور(ppm)	۴۲±۱/۳۱c	۴۷±۱/۰۷c	۴۸±۱/۲۵c	۹۱±۳/۰۴b	۹۵±۴/۰۷a

برخی خواص کمی و کیفی در میوه

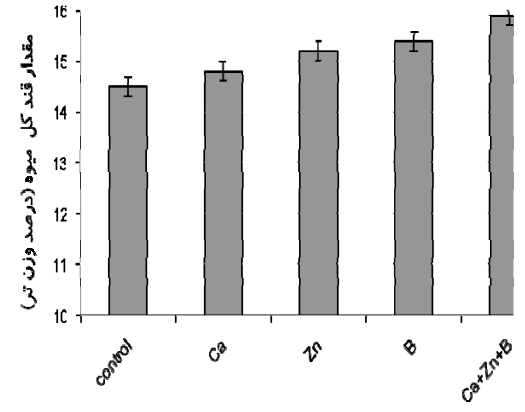
تفاوت صفات وزن خشک، سفتی میوه، مواد جامد محلول و میزان اسیدیته در ارقام مورد آزمایش در هنگام برداشت میوه معنی دار بود (P< ۰/۰۱). همانطور که در جدول ۲ و شکل های ۶ و۷ نشان داده شده است در تمام ارقام کاربرد عناصر غذایی روی، بور و مخلوط کلسیم، روی و بور باعث افزایش وزن خشک، سفتی میوه، مواد جامد محلول، میزان اسیدیته، قند کل و حجم میوه نسبت به شاهد شد. در تمام ارقام کاربرد مخلوط کلسیم، روی و بور بیشترین تأثیر را در افزایش فاکتورهای نامبرده داشت و پس از آن در مورد وزن خشک، مواد جامد محلول و میزان اسیدیته کاربرد بور، روی و کلسیم به ترتیب بیشترین تأثیر را دارا بود و در مورد افزایش سفتی میوه کاربرد کلسیم، بور و روی بیشترین تأثیر را داشت.

کاربرد کلسیم، روی و بور و مخلوط سه عنصر (جداول ۱ و ۳) به طور معنی داری (P< ۰/۰۱) باعث افزایش میزان مواد جامد محلول (بین ۱ تا ۲ درجه بریکس)، و قندهای فروکتوز، گلوکز، سوربیتول و ساکاروز و قند کل و همچنین وزن خشک میوه (۱ تا ۱/۵ گرم) را در ارقام مورد آزمایش افزایش داد. همچنین با توجه به رقم کاربرد کلسیم به همراه روی و بور موجب افزایش سفتی میوه و افزایش مواد جامد مجلول میوه شد بطوریکه در رقم ‘KS_8’ سفتی بافت میوه به ۱۹/۵ نیوتن و میزان مواد جامد محلول در رقم ‘KS_7’ به ۱۷/۷ درجه بریکس افزایش یافت (جدول ۳).

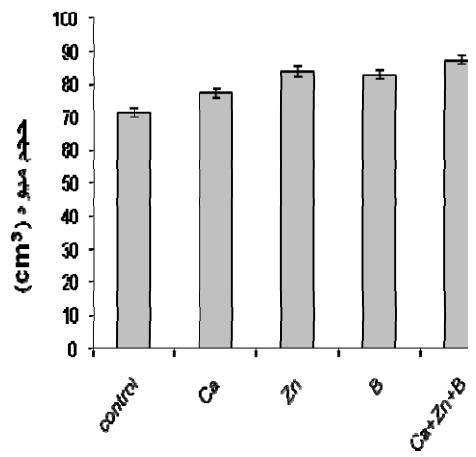
جدول۳- تأثیر تیمارهای غذایی کلسیم، روی و بور و مخلوط آن ها بر برخی صفات کمی و کیفی در ارقام گلابی آسیایی

رقم	خواص میوه	شاهد	کلسیم	روی	بور	کلسیم+روی+بور
‘KS’$_7$	سفتی (N)	۱۳/۲۰±۰/۵۲d	۱۶/۴۰±۰/۵۲a	۱۴/۳۰±۰/۸۴c	۱۴/۹۰±۰/۳۳b	۱۶/۵۰±۰/۳۱a
	مواد جامد محلول(^{o}Brix)	۱۵/۶۰±۰/۴۱e	۱۶/۳۰±۰/۸۷d	۱۶/۸۰±۰/۲۵c	۱۷/۱۰±۰/۴۲b	۱۷/۷۰±۰/۶۴a
	اسیدیته (mg 100^{-1}g)	۰/۲۴±۰/۰۴e	۰/۲۶±۰/۰۶d	۰/۲۸±۰/۰۵c	۰/۳۰±۰/۰۶ b	۰/۳۲±۰/۰۳a
	وزن خشک(g)	۱۶/۶۸±۰/۱۴c	۱۶/۹۸±۰/۵۷b	۱۷/۱۴±۰/۳۱ab	۱۷/۳۱±۰/۲۹a	۱۷/۳۲±۰/۴۳a
‘KS’$_8$	سفتی (N)	۱۸/۱۰±۰/۳۲d	۱۹/۲۰±۰/۸۹a	۱۸/۳۰±۰/۸۲c	۱۸/۷۰±۰/۷۶b	۱۹/۵۰±۰/۴۸a
	مواد جامد محلول(^{o}Brix)	۱۴/۱۴±۰/۹۰d	۱۴/۹۸±۰/۳۰c	۱۵/۱۲±۰/۷۰b	۱۵/۲۱±۰/۳۰b	۱۵/۴۴±۰/۴۰a
	اسیدیته (mg 100^{-1}g)	۰/۳۲±۰/۰۱b	۰/۳۱±۰/۰۴b	۰/۳۴±۰/۰۲ab	۰/۳۵±۰/۰۴ a	۰/۳۷±۰/۰۲a
	وزن خشک(g)	۲۱/۴۸±۰/۷۷d	۲۲/۱۱±۰/۷۷c	۲۲/۴۱±۰/۴۱b	۲۲/۵۱±۰/۸۷ab	۲۲/۷۶±۰/۷۳a
‘KS’$_{11}$	سفتی (N)	۱۴/۰۰±۰/۲۷d	۱۶/۷۰±۰/۴۲a	۱۴/۴۰±۰/۵۶c	۱۴/۹۰±۰/۶۵b	۱۶/۵۰±۰/۴۲a
	مواد جامد محلول(^{o}Brix)	۱۶/۲۰±۰/۳۲d	۱۶/۵۰±۰/۵۴c	۱۶/۵۵±۰/۵۲c	۱۶/۸۵±۰/۵۸b	۱۷/۳۱±۰/۵۴a
	اسیدیته (mg 100^{-1}g)	۰/۲۱±۰/۰۲d	۰/۲۰±۰/۰۳d	۰/۲۳±۰/۰۵c	۰/۲۵±۰/۰۲b	۰/۲۸±۰/۰۳a
	وزن خشک(g)	۱۵/۱۰±۰/۳۲d	۱۵/۳۴±۰/۳۳c	۱۵/۹۸±۰/۳۶b	۱۶/۱۰±۰/۴۶ b	۱۶/۳۲±۰/۱۳a
‘KS’$_{12}$	سفتی (N)	۱۷/۲۰±۰/۲۴d	۱۷/۹۰±۰/۴۱b	۱۷/۴۰±۰/۱۹c	۱۷/۶۰±۰/۵۱c	۱۸/۲۰±۰/۳۴a
	مواد جامد محلول(^{o}Brix)	۱۵/۲۰±۰/۱۲c	۱۵/۶۰±۰/۳۱b	۱۵/۷۰±۰/۳۰b	۱۵/۸۰±۰/۴۶b	۱۶/۳۰±۰/۴۹a
	اسیدیته (mg 100^{-1}g)	۰/۳۶±۰/۰۲c	۰/۳۶±۰/۰۴c	۰/۳۹±۰/۰۵b	۰/۳۷±۰/۰۴c	۰/۴۲±۰/۰۱a
	وزن خشک(g)	۲۸/۶۶±۰/۴۲c	۲۹/۲۲±۰/۵۸b	۲۹/۷۰±۰/۸۵ab	۲۹/۷۱±۰/۵۴ab	۲۹/۸۴±۰/۴۳a

	سفتی (N)	۱۵/۲۰±۰/۲۲d	۱۶/۲۰±۰/۳۲a	۱۵/۵۰±۰/۴۶c	۱۵/۸۰±۰/۳۲b	۱۶/۴۰±۰/۳۲a
	مواد جامد محلول(°Brix)	۱۵/۰۰±۰/۳۲e	۱۵/۵۰±۰/۳۲d	۱۵/۹۰±۰/۳۲c	۱۶/۳۰±۰/۴۶b	۱۶/۶۰±۰/۳۸a
'KS'$_{14}$	اسیدیته ($mg\ 100^{-1}g$)	۰/۲۰±۰/۰۱d	۰/۲۲±۰/۰۳c	۰/۲۶±۰/۰۱b	۰/۲۵±۰/۰۲b	۰/۲۸±۰/۰۳a
	وزن خشک(g)	۱۹/۱۷±۰/۱۹d	۱۹/۶۸±۰/۱۸c	۲۰/۱۰±۰/۱۵b	۱۹/۸۷±۰/۱۷ b	۲۰/۳۲±۰/۳۲a



شکل۶- تأثیر تیمارهای غذایی کلسیم، روی، بور و مخلوط آن ها بر مقدار قند کل (مجموع گلوکز، فروکتوز، سوربیتول و ساکاروز) میوه در ارقام گلابی آسیایی



شکل۷- تأثیر کاربرد مخلوط عناصر غذایی کلسیم، روی، بور و تیمار شاهد بر حجم میوه ارقام گلابی آسیایی

بحث

در هنگام رشد و نمو میوه گلابی آسیایی و با حرکت مواد فتوسنتزی به سمت میوه ها، بخش اعظم این مواد به صورت قندهای پلی ساکاریدی و ساکاریدی در میوه ذخیره شده که با رسیدن میوه قندهای پلی ساکاریدی نیز با عمل تنفس به قندهای ساده نظیر گلوکز و فروکتوز تبدیل می شوند. گزارش شده است در ابتدای رشد و نمو میوه در گلابی آسیایی عمده ترین قند میوه ساکاروز می باشد که با بلوغ و رسیدن میوه تبدیل به قند های ساده تر می شود (Murayama et al., 2002) . همچنین در تحقیقات انجام گرفته مشخص شده است میزان قندها بر خصوصیات دیگر میوه از جمله وزن تر و خشک، نارسایی فیزیولوژیکی، رنگ میوه، مواد جامد محلول کل، سفتی بافت و غیره تأثیر می گذارد (Murayama et al., 2002; Shang & Chen, 2003; Arzani, 2005; Khoshghalb et al., 2008; Arzani et al., 2011; Arzani, 2013) . در پژوهش حاضر، تیمارهای غذایی کلسیم، روی و بور و مخلوط آن ها بر کاهش مقدار ریزش میوه در ارقام گلابی آسیایی تاثیر زیادی داشت (شکل های ۲و۳). در این پژوهش به نظر می رسد در اثر کاربرد عناصر غذایی، میزان فتوسنتز افزایش و در نتیجه باعث تجمع مواد کربوهیدراته بیشتری در میوه شده که متعاقب آن سهم بیشتری از مواد آسمیلاته به میوه ها می رسد. عنصر بور یکی از عناصر کلیدی در واکنش های فیزیولوژیکی مانند متابولیسم قندها و استحکام غشای پلاسما در گلابی می باشد و باعث افزایش ویتامین ث در گوشت میوه در حین رشد میوه و انبارداری می شود و به عنوان یک آنتی اکسیدان عمل می کند (Malakouti & Tehrani, 2000) . عنصر روی نیز در اکثر آنزیم ها شرکت دارد و در آنزیم های مربوط به فتوسنتز به عنوان کوفاکتور عمل می کند و باعث افزایش عملکرد و هم باعث افزایش کیفیت میوه می شود. همچنین به نقل از Malakouti (2007) کاربرد کلسیم نیز باعث افزایش پلی ساکاریدها و مواد جامد غیر قابل محلول در الکل در دیواره سلولی میوه می شود و نفوذپذیری غشاء را افزایش می دهد. به دلایل نامبرده کاربرد مخلوط سه عنصر اثر بیشتری داشته و بعد از آن به علت نقش بور در متابولیسم قندها اثر آن بیشتر از کلسیم و روی می باشد (شکل۳). در این تحقیق در هر پنج رقم گلابی آسیایی مورد آزمایش در زمان رسیدن میوه قند غالب فروکتوز بود و سپس قندهای گلوکز، سوربیتول و ساکاروز به ترتیب بیش ترین مقدار بود (جدول۱) که با تحقیقات Sanz et al.,

(2004) و Chen et al., (2007) بر نوع و میزان قندها در گلابی آسیایی مطابقت دارد (Hanamoto, 2001; Arzani et al., 2011) . در پژوهشی که بر میزان و نوع قندهای موجود در عصاره گلابی انجام شد قند غالب فروکتوز (۱۱/۲ میلی گرم در ۱۰۰میلی لیتر) بود و سپس قندهای گلوکز و ساکاروز به ترتیب بیشترین مقدار بود (۱/۳۵ و ۰/۲۶ میلی گرم در ۱۰۰میلی لیتر)(Hanamoto, 2001). میزان قندها و اسیدهای آلی باعث تغییر در عطر و طعم میوه، استحکام، رنگ و ظاهر میوه ها نیز می شود (Hudina & Stampar, 2004) . میزان قندها به طور مستقیم بستگی به کارایی فتوسنتز و میزان مواد حاصل از فتوسنتز، انتقال قندها به آوندها و پارانشیم های میوه دارد. در این تحقیق کاربرد عناصر غذایی باعث افزایش غلظت قندهای فروکتوز، گلوکز، سوربیتول و ساکاروز شد (جدول۱) و از طرفی میزان قند کل را نیز افزایش داد (شکل۶) که بیشترین اثر را در افزایش قندها کاربرد هم زمان سه عنصر داشت و به ترتیب بور، روی و کلسیم بیشترین اثر را دارا بودند. به نظر می رسد از دلایل مهم افزایش غلظت قندها در میوه بالا رفتن کارایی فتوسنتز و تجمع بیشتر قندها در میوه باشد، به ویژه عنصر بور که نقش زیادی در فتوسنتز و سنتز کربوهیدرات ها دارا بوده و از همین جهت کاربرد مخلوط عناصر کارایی بیشتری در افزایش فتوسنتز و قندها دارا بود. به دلایل نامبرده در نقش عناصر غذایی به کار رفته در ارقام مورد آزمایش در افزایش قندها، افزایش معنی دار میزان مواد جامد محلول و وزن خشک میوه نیز توجیه پذیر است زیرا افزایش این صفات رابطه مستقیم با افزایش قندها دارد (جدول۳) و از طرفی به علت نقش فتوسنتز در میزان اسیدهای آلی، افزایش نسبی اسیدیته میوه ارقام گلابی آسیایی در تیمار کاربرد عناصر غذایی نیز ممکن است به همین دلیل باشد.

همچنین دلیل افزایش سفتی میوه در اثر کاربرد کلسیم، افزایش پکتین های غیر محلول و افزایش استحکام دیواره سلولی میوه بوده که افزایش سفتی میوه را به همراه دارد و نتایج به دست آمده در کاربرد عناصر غذایی با تحقیقات انجام شده قبلی تطابق دارد (Arzani, 2013) . در این آزمایش تأثیر کاربرد عناصر غذایی کلسیم، روی و بور بر غلظت آن ها در برگ و میوه بررسی شد. مقدار استاندارد کلسیم در برگ گلابی بین ٪۱/۵-۱ می‌باشد Malakouti) (& Tehrani, 2000، غلظت استاندارد روی در برگ گلابی حدود ۸۰ پی پی ام می‌باشد (Childers et al., 1995) . مقدار کلسیم در برگ هر پنج رقم بالاتر از حد استاندارد بود که به نظر نگارنده احتمال داده می‌شود کارایی جذب کلسیم در ارقام مورد آزمایش بالا باشد. در این پژوهش کاربرد کلسیم، روی و بور باعث افزایش غلظت آن ها در برگ و میوه ارقام مورد آزمایش شد (جدول ۲ و شکل های ۴ و ۵). افزایش کلسیم می تواند به افزایش عمر انباری و کاهش آسیب های فیزیولوژیکی کمک نماید.

نتایج مقادیر اندازه گیری شده بر میوه در این تحقیق با مطالعات قبلی صورت گرفته در خصوص غلظت عنصر روی در میوه ارقام آسیایی مطابقت داشت. در این پژوهش کاربرد روی تأثیر زیادی بر افزایش غلظت روی در برگ و میوه ارقام گلابی داشت(جدول ۲). در مورد غلظت بور در میوه با مقایسه ای که با تحقیقات Chen et al., (2007) در ترکیبات ۸ رقم گلابی آسیایی و اروپایی انجام شد، مشخص شد که غلظت بور در میوه ارقام مورد آزمایش و به ویژه در ارقام آسیایی پایین تر از غلظت بور در هشت رقم گلابی مطالعه شده بود و محدوده غلظت بور در این هشت رقم ۱۵۰ تا ۳۰۰ پی پی ام بوده است. با وجود محلول پاشی و بالا رفتن غلظت بور در برگ و میوه ارقام مورد تحقیق بازهم غلظت آن کمی پایین تر از تحقیقات قبلی صورت گرفته بود که به نظر می رسد به دلایل ژنتیکی و کارایی پایین تر جذب بور باشد.

سپاسگزاری

مواد گیاهی و میوه مورد استفاده در این پژوهش از پروژه ملی گلابی آسیایی به شماره ۸۴۰۰۶ (صندوق پژوهشگران کشور) که توسط گروه باغبانی دانشگاه تربیت مدرس در دست اجراست تامین شده است که بدین‌وسیله تشکر می گردد. همچنین از آزمایشگاه گروه باغبانی و صنایع غذایی دانشگاه تربیت مدرس که در کلیه مراحل انجام این

پژوهش همکاری‌های لازم را به عمل آوردند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Anderea, C., Susana, C., Fonseca, A. & Morais, B. (2004). Effect of preharvest, harvest and postharvest factor on the quality of pear (cv. Rocha) stored under controlled atmosphere conditions. *Journal of Food Engineering*, 64, 161-172.
2. Arzani, K. (1994). *Horticultural and physiological aspects of vigor control in apricot* (*Prunus armeniaca* L.) *under orchard and controlled environment conditions*. Ph.D. Thesis. Department of Plant Science, Massey University. New Zealand.
3. Arzani, K. (2000). Introduction and study on the propagation and quarantine aspects of some Asian pear (*Pyrus serotina*) cultivars in Iran. In: Proceedings of *The Second Iranian Horticultural Sciences Congress*, 19 - 21 Sept., Karaj, Iran, pp. 43-44.
4. Arzani, K. **(**2002). Introduction of some Asian pear cultivars (*Pyrus pyrifolia*) to Iran. *Acta Horticulturae*, 596, 278-290.
5. Arzani, K. (2005)**.** Progress in National Asian pear project: Study on the adaptation of some Asian pear (*Pyrus serotina* Rhed) cultivars under Iran environmental conditions. *Acta Horticulturae*, 671, 209-212.
6. Arzani, K. (2006). *Introduction, propagation, quarantine inspection and evaluation and onset of study on the adaptation of some of Asian pear (Pyrus serotina) cultivars in Iran, Phase 1: Germplasm Introduction and propagation*. Final Report on the National Research Project (Grant No. NRCI 4225), Tarbiat Modares Unioversity (TMU) & National Research Council of Islamic Republic of Iran. 140 pages (In Farsi).
7. Arzani, K., Khoshghalb, H., Malakouti, M.J. & Barzegar, M. (2008). Postharvest physicochemical changes and properties of Asian (*Pyrus serotina* Rehd.) and European (*Pyrus communis* L.) pear cultivars. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 49(4), 244-252.
8. Arzani, K., Khoshghalb, H., Malakouti, M. J. & Barzegar, M. (2009). Polyphenoloxidase activity, polyphenol and ascorbic acid concentrations and Internal Browning in Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) fruit during storage in relation to time of harvest. *European Journal of Horticultural Science*, 74 (2),61–65.
9. Arzani, K., Khoshghalb, H., Malakouti, M. J. & Barzegar, M. (2011). Total oxalate-soluble pectin concentration in Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd) fruit in relation to ripening, storage and Internal Browning disorder. *Journal of Agricultural Science and Technology (JAST)*, 13,611-626.
10. Arzani, K. (2013). Introduction, propagation, quarantine evaluation and onset of some Asian pear cultivars (*Pyrus serotina* Rhed.) compatibility evaluation under Iran environmental conditions: Phase 2 Compatibility evaluations under different set of environmental conditions. Final Report on the National Asian pear project at Tarbiat Modares University (TMU), Project No. 84006 with the support of National Science Foundation Organization (INSF ORG) of Iran (In Farsi).
11. Beutel, J. A. **(**1990). Asian Pear: In: *Advances in New Crops*, eds. Janick, J. and Simon, J. E. , (pp.304-309). Portland: Timber USA.
12. Chen, J., Wang, Z., Wub, J., Wang, Q. & Hu, X. (2007). Chemical compositional of eight pear cultivars grown in China. *Food Chemistry*, 104, 268-275.
13. Childers, N. F., Morris, J. R. & Sibbett, G. S. **(**1995). *Modern Fruit Science*. University of Florida, USA. 632p.
14. Crisosto, C. H., Day, K. R., Sibbet, S., Garner, D. & Crisosto, G. (1994a). Late harvest and delayed cooling induce internal browning of YaLi and Seuri Chinese pears. *HortScience*, 29, 667-670.
15. Crisosto, C. H., Garner, D., Crisosto, M., Sibbet, S. & Day, K. R. **(**1994b). Early harvest prevents internal browning in Asian pears. *California Agriculture*, 48, 17-19.
16. Emami, A. (1996). *Plant and mineral analysis manual*. p. 1-50. Soil and Water Research Institute of Iran, Tehran, Iran. (In Farsi)
17. Hanamoto, Y. (2001). Leap of Tottori 'Nijisseiki' pear to the world. In: The Proceedings of *the International Symposium on Asian Pear*. 25-29 August, Kuaryoshi, Tottori, Japan (Abstract, p.13).
18. Hudina, M. & Stampar, F. (2004). Free sugar and sorbitol content in pear (*Pyrus communis* L.) cv. 'Williams' during fruit development using different treatment. *Acta Horticulturae*, 576, 279-288.
19. Khoshghalb, H., Arzani, K., Tavakoli, A., Malakouti, M.J. & Barzegar, M. (2008). Quality of some Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) fruit in relation to pre-harvest $CaCl_2$, Zn and B sprays, harvest time, ripening and storage conditions. *Acta Horticulturae*, 800, 1027-1034.
20. Malakouti, M., & Tehrani, V. M. (2000). *The role of micronutrients on increasing yield and quality improvement of agricultural crops in the minor crops with the major impacts.* Second Edition, Tarbiat Modares University (TMU) Press, 292 pages.

21. Malakouti, M. J. (2007). Zinc is a neglected element in the life cycle of plants. *Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology*, 1(1) , 1-12.
22. Murayama, M., Katsumata, T., Horiuchi, O. & Fukushima, T. (2002) . Relationship between fruit softening and cell wall polysaccharides in pears after different storage periods, *Postharvest Biology and Technology*, 26, 15–21**.**
23. Sanz, M. L., Villamiel, M. & Castro, I. (2004). Inositols and carbohydrates in different fresh fruit juices. *Food Chemistry*, 87, 325–328
24. Shang, S. h. & Chen, P. M. (2003). Storage disorder and ripening behavior of ‘ Doyenne du Comice’ pear in relation to storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 28, 281-29424.
25. Tanase, K., Shiratake, K. & Yamaki, S. (2001). The mechanism of sucrose metabolism and accumulation in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) fruit. Pear. In: The Proceedings of *the International Symposium on Asian Pear*. 25-29 August, Kuaryoshi, Tottori, Japan (Abstract, p.21).
26. Veltman, R., Lentheric, L., Van der Plas, H. & Peppelenbos, W. (2003). Internal browning in pear fruit (*Pyrus communis* L. cv Conference) may be a result of a limited availability of energy and antioxidants. *Postharvest Biology and Technology*, 28, 295–302.