اثر هم‌افزایی شوری آب و تیمار اسید سالیسیلیک بر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوه انار در دوره انبارداری

مسلم جلالی[۱]، اصغر رمضانیان*[۲]
[۱] دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
[۲] دانشیار بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
* نویسنده مسئول: ramezanian@shirazu.ac.ir

چکیده

انار یکی از مهمترین محصولات باغی ایران است که به‌طور وسیع در مناطق خشک و نیمه خشک کشت می‌شود. در این مناطق، افزایش شوری آب و خاک باعث کاهش تولید و کیفیت محصولات باغبانی شده است. اسید سالیسیلیک نوعی تنظیم کننده رشد گیاهی است که استفاده از آن در سال‌های اخیر به دلیل بهبود مقاومت گیاهان به تنش‌ها در حال گسترش است. در این پژوهش اثرات سه سطح شوری آب (۲/۵، ۵/۵ و ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر) و محلول‌پاشی سه سطح اسید سالیسیلیک (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در دو زمان ۴۵ و ۷۵ روز بعد از مرحله تمام گل) بر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوه انار رقم رباب نی‌ریز در مدت سه ماه انبارمانی در ۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ درصد به صورت آزمایش تجزیه مرکب در زمان بر اساس فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و دو سال پی در پی بررسی شد. فاکتورهایی مانند آنتوسیانین، فنول کل، ویتامین ث و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در مدت سه ماه انبارمانی (هر ۳۰ روز یک‌بار) اندازه‌گیری شدند. بر اساس نتایج، در مدت انبارداری، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند آنتوسیانین، فنول کل و همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش یافت اما مقدار ویتامین ث کاهش یافت. همچنین افزایش سطح شوری آب و اسید سالیسیلیک به صورت هم‌افزایی باعث افزایش آنتوسیانین، فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی شد.

کلمات کلیدی: انار رقم رباب نی‌ریز، انبارمانی، تنش شوری، ویژگی‌های بیوشیمیایی

مقدمه

انار (*Punica granatum* L.) یکی از قدیمی‌ترین میوه‌های خوراکی است که به تیره Punicaceae تعلق دارد. این گیاه بومی ایران است و بعضی آن را بومی مناطق ایران تا هیمالیا در شمال هند می‌دانند. کشت انار در دنیا، در مناطق گرمسیری، نیمه گرمسیری و معتدل مدیترانه‌ای انجام می‌گیرد (Tehranifar *et al*., 2010). انار به‌طور وسیع در مناطق خشک و نیمه خشک ایران که اغلب با مشکل شوری آب و خاک درگیر هستند کشت می‌شود (Naeini *et al*., 2006). اسید سالیسیلیک به عنوان یک تنظیم کننده رشد در افزایش تحمل گیاه نسبت به تنش شوری نقش دارد. همچنین تأثیر مثبت اسید سالیسیلیک در کیفیت و نگهداری پس از برداشت برخی محصولات گزارش شده است. در پژوهشی نشان داده شد که با افزایش شوری، فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه انار افزایش یافت (Tavousi *et al* ., 2015). در گوجه-فرنگی تحت تنش شوری، پیش تیمار اسید سالیسیلیک باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز شده است (Szepesi *et al*., 2008). این پژوهش به منظور بررسی تاثیر شوری آب بر ترکیبات زیست‌فعال و همچنین پتانسیل اسید سالیسیلیک برای تعدیل اثرات نامطلوب شوری آب انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به مدت دو سال (۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) روی درختان ۷ ساله انار رقم رباب نی‌ریز انجام شد. آزمایش به صورت تجزیه مرکب در زمان بر اساس فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار صورت گرفت. تیمارها

IrHC2019

شامل سه سطح شوری آب (۲/۵، ۵/۵ و ۹/۵ دسی زیمنس بر متر) و سه غلظت اسید سالیسیلیک (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. برای اعمال تیمارهای شوری از ترکیب آب دو چاه محلی با شوری‌های مختلف استفاده شد و آبیاری به روش بابلر با دور ۷ روز انجام شد. محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در دو مرحله ۴۵ و ۷۵ روز بعد از مرحله تمام گل انجام شد. میوه‌ها در اوایل آبان ماه برداشت و به مدت ۹۰ روز در انبار ۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند. در هر زمان اندازه‌گیری (هر ۳۰ روز یک‌بار) فاکتورهای زیر مورد بررسی قرار گرفت.

ویتامین ث

مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از آب میوه با ۱۰ میلی‌لیتر اسید متافسفریک ۱ درصد مخلوط شد، سپس یک میلی‌لیتر از محلول حاصل با ۹ میلی‌لیتر ۲ و ۶ دی کلرو ایندوفنول ۵۰ میکرومولار مخلوط و به مدت ۳۰ ثانیه تکان داده شد. میزان جذب نمونه در طول موج ۵۱۵ نانومتر قرائت شد (AOAC, 2000).

آنتوسیانین

ابتدا دو نمونه بافر با استفاده از محلول‌های کلریدپتاسیم (pH=1 و 0.025 M) و استات‌سدیم (pH=4.5 و 0.4 M) تهیه شد و میزان ۱ میلی‌لیتر از عصاره با ۴ میلی‌لیتر از بافرها به‌طور جداگانه مخلوط شد و سپس میزان جذب هر دو نمونه تهیه شده در طول موج‌های ۷۰۰ و ۵۱۰ نانومتر قرائت شد. میزان آنتوسیانین به صورت میکروگرم سیانیدین-۳-گلوکوزاید در یک میلی‌لیتر آب میوه گزارش شد (Lee *et al.*, 2005).

$$\text{Absorbance (A)} = (A_{510}-A_{700})_{pH1} - (A_{510}-A_{700})_{pH4.5}$$
$$\text{Total anthocyanin} = A \times 449.2 \times DF \times 1000/26900$$

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره میوه با ۹۰۰ میکرولیتر محلول DPPH ۰/۱میلی‌مولار مخلوط شد. پس از افزودن DPPH به سرعت به هم زده شد و در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه در شرایط تاریکی نگهداری شد. میزان جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. از محلول بافر تریس به عنوان Blank استفاده گردید. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به صورت درصد مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد DPPH محاسبه گردید (D'Abrosca *et al.*, 2007).

میزان فنول کل

میزان فنول کل با روش فولین سیوکالتیو اندازه‌گیری شد. به‌طور خلاصه ۶۰ میکرولیتر آب میوه با ۱۸۰ میکرولیتر از محلول ۵۰ درصد فولین سیوکالتیو مخلوط شد و به مدت ۳ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد. سپس ۹۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۲ درصد اضافه شد و جذب مخلوط واکنش در طول موج ۷۵۰ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری گردید (Meyers *et al.*, 2003).

آنالیز آماری

داده‌های به‌دست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹ مورد واکاوی قرار گرفته و میانگین‌ها توسط آزمون دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو سال نشان داد که اثر سال در میزان فنول کل، آنتوسیانین و فعالیت آنتی-اکسیدانی میوه معنی‌دار بود. بنابراین نتایج دو سال به صورت جداگانه ارائه شد. برهمکنش سطوح مختلف شوری و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر مقدار آنتوسیانین در مدت انبارمانی در هر دو سال و فنول کل در سال اول معنی‌دار بود و در سال دوم اثرات دوگانه بجز تیمار شوری در مدت انبارمانی معنی‌دار بود. اثرهای اصلی تیمار شوری، اسید سالیسیلیک و انبارمانی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه در سال اول معنی‌دار بود. در سال دوم اثر تیمار شوری معنی‌دار بود.

IrHC2019

با افزایش زمان انبارداری میزان آنتوسیانین، فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در هر دو سال افزایش یافت. نتایج برهمکنش شوری و اسید سالیسیلیک نشان داد که بیشترین میزان آنتوسیانین در سال اول مربوط به تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در شوری ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر در روز ۳۰ انبارمانی و در سال دوم مربوط به تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در شوری ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر در پایان دوره انبارمانی بود (جدول ۱). همچنین نتایج برهمکنش نشان داد بیشترین میزان فنول کل در سال اول مربوط به تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در شوری ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر در روز ۳۰ انبارمانی و در سال دوم مربوط به تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در شوری ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر در پایان دوره انبارمانی بود (جدول ۲). نتایج برهمکنش نشان داد بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی درسال اول مربوط به تیمار شوری ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر و اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در روز ۶۰ انبارمانی و در سال دوم بیشترین میزان مربوط به تیمار اسید سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم در لیتر در تیمار شوری ۹/۵ دسی زیمنس بر متر در روز ۹۰ انبارمانی بود (جدول ۳). افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل را می‌توان به افزایش میزان آنتوسیانین و فنول کل نسبت داد. در پژوهشی نشان داده شد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه انار در تیمار اسید سالیسیلیک در طول انبارمانی افزایش پیدا کرد (Sayyari *et al.*, 2017).

جدول «۱» اثر برهمکنش شوری و اسید سالیسیلیک بر آنتوسیانین (میکروگرم در گرم وزن تازه میوه) میوه در مدت انبارمانی

شوری ($ds\ m^{-1}$)		اسید سالیسیلیک ($mg\ L^{-1}$)	دوره انبارمانی (روز)				میانگین
			۰	۳۰	۶۰	۹۰	
		۰	۸/۲۱ $^{i-m+}$	۷/۶ $^{j-m}$	۸/۹۱ $^{f-m}$	۶/۲۵ ^{m}	۷/۷۴ D
	۲/۵	۵۰	۹/۱۰ ^{l}	۶/۳۵ ^{m}	۱۰/۰۴ $^{i-j}$	۷/۰۸ ^{lm}	۸/۱۴ D
		۱۰۰	۹/۹۴ ^{k}	۸/۲۷ $^{i-m}$	۱۲/۹۳ $^{a-d}$	۱۲/۵۰ $^{a-e}$	۱۰/۹۱ CB
		۰	۶/۲۴ ^{m}	۶/۷۸ ^{lm}	۷/۴۱ $^{j-m}$	۸/۳۶ $^{h-m}$	۷۰/۲۰ D
سال اول	۵/۵	۵۰	۸/۷۷ $^{g-m}$	۷/۸۸ $^{j-m}$	۷/۳۴ $^{j-m}$	۸/۶۷ $^{g-m}$	۸/۱۶ D
		۱۰۰	۱۰/۷۰ $^{d-i}$	۱۱/۰۴ $^{d-h}$	۱۳/۹۳ ^{abc}	۱۱/۹۴ $^{b-e}$	۱۱/۹۰ AB
		۰	۷/۲۵ ^{klm}	۱۲/۰۹ $^{a-e}$	۸/۰۸ $^{i-m}$	۱۱/۸۸ $^{b-e}$	۹/۸۳ C
	۹/۵	۵۰	۷/۳۱ $^{j-m}$	۱۳/۱۰ $^{a-d}$	۶/۷۵ ^{lm}	۱۲/۳۲ $^{a-e}$	۹/۸۷ C
		۱۰۰	۱۱/۵۲ ^{cde}	۱۱/۲۲ $^{c-g}$	۱۴/۲۰ ^{ab}	۱۴/۵۵ ^{a}	۱۳/۰۰ A
میانگین			۸/۸۷ C	۹/۳۷ BC	۱۰/۰۱ AB	۱۰/۴۰ A	
		۰	۴/۳۰ $^{o+}$	۴/۹۶ ^{no}	۹/۲۴ $^{h-m}$	۸/۰۷ $^{j-n}$	۶/۶۴ F
	۲/۵	۵۰	۷/۳۹ $^{j-o}$	۸/۱۴ $^{j-n}$	۱۰/۳۳ $^{e-g}$	۱۳/۵۱ $^{c-f}$	۹/۲۴ B
		۱۰۰	۹/۸۴ $^{g-l}$	۱۲/۹۰ $^{c-g}$	۶/۶۸ $^{k-o}$	۱۵/۵۵ ^{bc}	۱۱/۲۴ BC
		۰	۴/۹۸ ^{no}	۶/۰۷ ^{mno}	۱۱/۷۴ $^{d-i}$	۶/۵۱ $^{l-o}$	۷/۳۳ EF
سال دوم	۵/۵	۵۰	۵/۹۹ ^{mno}	۶/۵۰ $^{l-o}$	۱۳/۸۳ ^{cde}	۱۳/۳۸ $^{c-g}$	۹/۹۲ CD
		۱۰۰	۱۰/۷۰ $^{e-j}$	۶/۵۱ $^{l-o}$	۱۴/۳۷ ^{bcd}	۱۷/۷۸ ^{ab}	۱۲/۳۴ B
		۰	۸/۰۲ $^{j-n}$	۹/۱۸ $^{i-m}$	۹/۱۸ $^{i-m}$	۱۰/۱۵ $^{f-k}$	۹/۰۸ DE
	۹/۵	۵۰	۱۰/۹۲ $^{d-j}$	۱۵/۶۰ ^{bc}	۱۱/۸۰ $^{d-i}$	۱۲/۷۹ $^{c-h}$	۱۲/۷۷ B
		۱۰۰	۱۳/۸۶ ^{cde}	۱۳/۵۵ $^{c-f}$	۱۹/۳۷ ^{a}	۱۹/۵۵ ^{a}	۱۶/۵۸ A
میانگین			۸/۴۴ C	۹/۲۷ C	۱۱/۸۱ B	۱۳/۰۳ A	

†تفاوت بین میانگین‌های با حروف مشابه (حروف کوچک برای برهمکنش‌ها و حروف بزرگ برای اثرهای اصلی) در سطح ۵٪ آزمون دانکن معنی‌دار نیستند.

جدول «۲» اثر برهمکنش شوری و اسید سالیسیلیک بر فنول کل (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) میوه‌ها در مدت انبارمانی

شوری ($ds\ m^{-1}$)		اسید سالیسیلیک ($mg\ L^{-1}$)	دوره انبارمانی (روز)				میانگین
			۰	۳۰	۶۰	۹۰	
		۰	۲۷۹/۲ $^{m+}$	۴۱۲/۳ ^{kl}	۴۵۶/۳ $^{i-l}$	۴۲۰/۱ ^{jkl}	۳۹۲ F
سال اول	۲/۵	۵۰	۲۹۴/۱ ^{m}	۴۱۰/۳ ^{kl}	۴۳۶/۷ $^{i-l}$	۵۲۴/۱ $^{e-g}$	۴۱۶/۳ EF
		۱۰۰	۲۸۲/۱ ^{m}	۴۲۶/۹ ^{jkl}	۴۹۷/۰ $^{f-i}$	۵۸۰/۷ ^{cde}	۴۴۶/۷ DE
	۵/۵	۰	۴۵۱/۶ $^{i-l}$	۴۱۷/۱ ^{jkl}	۴۳۸/۲ $^{i-l}$	۵۸۲/۲ ^{cde}	۴۷۲/۳ CD
							۵۰۰/۶ B

IrHC2019

		۵۰	۳۹۳/۱ l	۴۴۷/۳ i-l	۴۶۶/۹ h-k	۶۰۵/۵ abc	۴۷۸/۲ CD
		۱۰۰	۵۶۶/۱ cde	۴۶۸/۵ hk	۶۱۰/۱ abc	۵۶۱/۱ c-f	۵۵۱/۴ B
		۰	۴۰۴/۱ kl	۴۷۹/۷ g-j	۴۸۱/۹ g-j	۶۰۴/۰ bcd	۴۹۲/۴ C
	۹/۵	۵۰	۴۳۵/۸ i-l	۶۵۹/۰ ab	۵۴۰/۰ d-g	۶۱۶/۸ abc	۵۶۲/۸ AB
		۱۰۰	۴۹۴/۳ ghi	۶۶۹/۶ a	۵۹۴/۲ bcd	۶۱۸/۳ abc	۵۹۴/۱ A
میانگین			۴۰۰/۱ C	۴۸۷/۸ B	۵۰۲/۴ B	۵۶۸/۱ A	
		۰	۳۳۸/۱ op†	۴۳۳/۳ klm	۵۸۵/۱ eh	۷۲۸/۰ ab	۵۲۰/۹ CD
	۲/۵	۵۰	۳۶۵/۸ m-p	۴۲۸/۰ k-n	۵۶۱/۲ f-i	۶۵۳/۲ b-e	۵۰۲/۰ D
		۱۰۰	۲۹۵/۹ p	۴۸۱/۸ i-l	۵۶۵/۸ fgh	۷۳۸/۸ a	۵۲۰/۶ CD
		۰	۴۰۴/۹ l-o	۳۸۹/۲ mno	۵۳۱/۹ ghi	۷۱۴/۵ abc	۵۱۰/۱ CD
سال دوم	۵/۵	۵۰	۴۱۵/۰ l-o	۵۱۶/۳ hij	۵۹۹/۵ dg	۷۲۲/۷ ab	۵۶۳/۴ B
		۱۰۰	۴۴۲/۱ j-m	۵۷۹/۵ e-h	۶۲۴/۴ def	۷۰۹/۲ abc	۵۸۸/۸ AB
		۰	۳۸۴/۰ nop	۳۸۸/۲ mno	۵۳۲/۵ hi	۷۳۱/۲ ab	۵۰۰/۰ D
	۹/۵	۵۰	۳۹۴/۰ mo	۵۰۶/۷ h-k	۵۶۰/۰ f-i	۷۳۴/۲ ab	۵۴۸/۹ BC
		۱۰۰	۴۳۱/۴ klm	۶۳۶/۱ c-f	۶۶۷/۵ a-d	۷۴۱/۰ a	۶۱۹/۰ A
میانگین			۳۸۱/۸ D	۴۸۴/۴C	۵۸۰/۹ B	۷۱۹/۲ A	

†تفاوت بین میانگین‌های با حروف مشابه (حروف کوچک برای برهمکنش‌ها و حروف بزرگ برای اثرهای اصلی) در سطح ۵٪ آزمون دانکن معنی‌دار نیستند.

جدول «۳» اثر برهمکنش شوری و اسید سالیسیلیک بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد) میوه در مدت انبارمانی

شوری ($ds\ m^{-1}$)	اسید سالیسیلیک ($mg\ L^{-1}$)	دوره انبارمانی (روز)				میانگین
		۰	۳۰	۶۰	۹۰	
	۰	۴۲/۴۴ m†	۴۹/۲۷ i-m	۵۷/۲۷ d-h	۶۱/۰۲ b-e	۵۲/۵۰C
۲/۵	۵۰	۴۵/۹۸ klm	۵۱/۷۷ g-i	۶۰/۲۳ b-f	۶۲/۱۷ b-e	۵۵/۰۴BC
	۱۰۰	۵۰/۸۰ h-l	۵۷/۷۱ c-h	۵۹/۹۹ b-f	۶۱/۸۰ b-e	۵۷/۳۴B
	۰	۴۹/۷۹ i-l	۵۳/۵۴ f-j	۶۱/۷۵ b-e	۵۹/۷۹ b-f	۵۶/۲۲ B
۵/۵	۵۰	۴۳/۸۰ lm	۵۹/۵۳ b-f	۵۷/۹۰ c-g	۶۱/۲۴ b-e	۵۵/۶۱ BC
	۱۰۰	۴۷/۳۰ j-m	۵۵/۰۵ e-i	۶۰/۵۸ b-f	۶۴/۳۲ a-d	۵۶/۸۱ B
	۰	۴۵/۳۹ klm	۵۸/۵۴ b-g	۶۵/۵۳ ab	۵۹/۷۵ b-f	۵۷/۳۰ B
۹/۵	۵۰	۴۹/۵۹ im	۵۸/۵۴ b-g	۵۷/۴۸ c-h	۶۲/۳۶ b-e	۵۶/۹۹ B
	۱۰۰	۴۹/۷۲ im	۶۴/۷۹ abc	۷۰/۰۴ a	۶۳/۹۲ a-d	۶۲/۱۲ A
میانگین		۴۷/۱۶ C	۵۶/۵۲ B	۶۱/۱۹ A	۶۱/۷۶ A	
	۰	۴۹/۲۸ h-k†	۵۷/۲۷ f-k	۵۸/۱۴ d-k	۶۱/۲۸ c-i	۵۶/۴۹ D
۲/۵	۵۰	۵۵/۰۲ g-l	۶۰/۲۳ d-j	۶۰/۱۸ d-j	۶۳/۸۹ b-f	۵۹/۸۳ BCD
	۱۰۰	۵۳/۸۸ i-l	۵۹/۹۹ d-j	۶۳/۱۰ b-f	۴۱/۴۶ c-h	۵۹/۶۱ BCD
	۰	۵۲/۱۱ kl	۶۱/۷۵ c-g	۶۰/۹۰ d-i	۶۲/۹۹ b-f	۵۹/۴۴ BCD
۵/۵	۵۰	۵۲/۹۴ jkl	۵۷/۷۹ e-k	۵۹/۴۲ d-k	۶۳/۶۵ b-f	۵۸/۴۵ CD
	۱۰۰	۵۴/۰۸ h-l	۶۰/۵۸ d-i	۵۹/۵۱ d-k	۶۸/۶۷ abc	۶۰/۷۱ BC
	۰	۵۵/۰۶ g-l	۶۵/۵۳ a-d	۶۸/۷۰ abc	۷۰/۱۹ ab	۶۴/۸۷ A
۹/۵	۵۰	۵۶/۴۶ f-l	۵۷/۴۸ f-k	۶۵/۱۶ a-e	۷۲/۵۳ a	۶۲/۹۱ AB
	۱۰۰	۶۰/۱۱ d-j	۷۰/۰۴ ab	۵۷/۹۲ e-k	۷۰/۴۹ ab	۶۴/۶۴ A
میانگین		۵۴/۳۲ C	۶۱/۱۹ B	۶۱/۴۵ B	۶۶/۱۳ A	

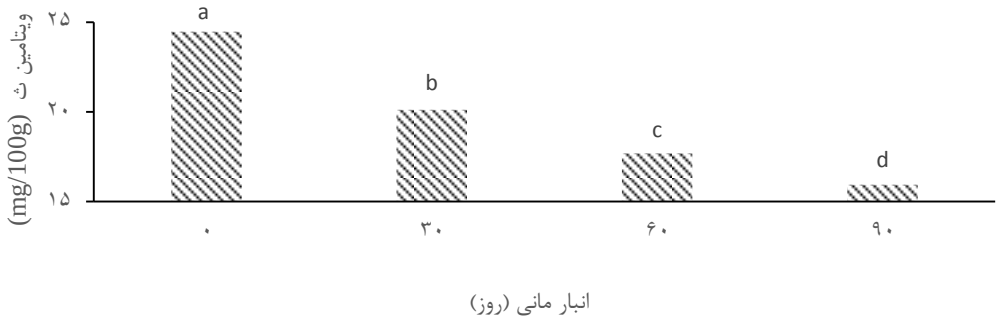
†تفاوت بین میانگین‌های با حروف مشابه (حروف کوچک برای برهمکنش‌ها و حروف بزرگ برای اثرهای اصلی) در سطح ۵٪ آزمون دانکن معنی‌دار نیستند.

ویتامین ث

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو سال نشان داد که اثر سال بر ویتامین ث میوه معنی‌دار نبود. بنابراین نتایج دو سال به صورت میانگین ارائه شد. نتایج نشان داد که مدت زمان انبارمانی بر مقدار ویتامین ث میوه معنی‌دار بوده است. تاثیر سطوح مختلف شوری و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر ویتامین ث میوه نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. اثر برهمکنش سطوح مختلف شوری و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر ویتامین ث میوه معنی‌دار نبود.

IrHC2019

در مدت انبارمانی ویتامین ث کاهش یافت که در پایان انبارمانی این کاهش به ۳۴/۸درصد رسید (شکل ۱). در انار کاهش اسید آسکوربیک هم در طول انبار سرد و هم در دماهای بحرانی اتفاق می‌افتد (Ramezanian *et al*., 2010). کاهش ویتامین ث در مدت انبارمانی در بیشتر میوه‌ها اتفاق می‌افتد که ناشی از ناپایداری اسید آسکوربیک و حساسیت آن به اکسیژن، نو، دما و تنش‌های زیستی و محیطی می‌باشد (Kabasakalis *et al*., 2000).



شکل «۱» مقدار ویتامین ث (میلی‌گرم در صد گرم) میوه در مدت انبارمانی. ستون‌های دارای حروف مشابه در سطح ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

به طور کلی نتایج نشان داد که اسید سالیسیلیک و شوری به صورت هم‌افزایی باعث افزایش آنتوسیانین، فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی شدند در مدت انبارمانی شد.

منابع

محمدیان، م.، ابراهیمی نوکنده، س. و جمال امیدی، م. ۱۳۹۲. اثر سطوح مختلف شوری بر برخی آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی سه رقم بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.). ۲۴(۶): ۷۱-۵۱.

Association of Official Analytical Chemist. 2000. Official methods of analysis 5th ed. Washington, D.C., U.S.A.

D'Abrosca, B., Pacifico, S., Cefarelli,G., Mastellone, C., & Fiorentino, A. 2007. 'Limocella' apple, an Italian apple cultivar: Phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity. Food Chemistry, *104*, 1333-1337.

Kabasakalis, V., Siopidou, D., & Moshatou E. 2000. Ascorbic acid content of commercial fruit juices and its rate of loss upon storage. Food Chemistry. *70*, 325-328.

Lee, J., Durst, R.W., & Wrolstad, R.E. 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. Journal of AOAC International, *88*(5), 1269-1278.

Meyers, K. J., Watkins, C. B., Ptitts, M. P., & Liu, R. H. 2003. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, *51*, 6887-6892.

Naeini, M. R., Khoshgoftarmanesh, A. H., & Fallahi, E. 2006. Partitioning of chlorine, sodium, and potassium and shoot growth of three pomegranate cultivars under different levels of salinity. Journal of Plant Nutrition, *29*(10), 1835-1843.

Ramezanian, A., Rahemi, M., Maftoun, M., Bahman, K., Eshghi, S., Safizadeh, M. R., & Tavallali, V. 2010. The ameliorative effects of spermidine and calcium chloride on chilling injury in pomegranate fruits after long-term storage. Fruits, *65*(3), 169-178.

Sayyari, M., Valero, D., & Serrano, M. 2017. Pre-storage salicylic acid treatment affects functional properties, unsaturated/saturated fatty acids ratio and chilling resistance of pomegranate during cold storage. International Food Research Journal, *24*(2). 637-642.

Szepesi, A., Poór, P., Gémes, K., Horváth, E., & Tari, I. 2008. Influence of exogenous salicylic acid on antioxidant enzyme activities in the roots of salt stressed tomato plants. Acta Biologica Szegediensis, *52*, 199-200.

Tavousi, M., Kaveh, F., Alizadeh, A., Babazadeh, H., & Tehranifar, A. 2015. Effects of drought and salinity on yield and water use efficiency in pomegranate tree. Journal of Materials and Environmental Science, *6*(7), 1975-1980.

IrHC2019

Tehranifar, A., Zarei, M., Nemati, Z., Esfandiyari, B., & Vazifeshenas, M. R. 2010. Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. Scientia Horticulturae, *126*(2), 180-185.

Synergistic Effect of Water Salinity and Salicylic Acid Treatment on Pomegranate Antioxidant Property during Storage

Moslem Jalali[1], Asghar Ramezanian[2*],

[1] Previous student of the Department of Horticultural Science, School of Agriculture, Shiraz University
[2] Associate Professor of the Department of Horticultural Science, School of Agriculture, Shiraz University
[*]*Corresponding Author: Ramezanian@shirazu.ac.ir*

Abstract

Pomegranate is one of the most important horticultural crops in Iran, which widely cultivated in arid and semi-arid regions. In these areas, increasing soil and water salinity has reduced the productivity and quality of horticultural crops. Salicylic acid is a plant growth regulator and its uses increased in recent years due to increase of plant resistance against stresses. In this study, the effects of three levels of saline water (2.5, 5.5 and 9.5 dS m^{-1}) and salicylic acid spray with 3 levels (0, 50 and 100 mg L^{-1} were applied in 45 and 75 days after full bloom) on some biochemical properties of pomegranate fruit of Rabab-e-Neyriz cultivar at harvest time and during the three months of storage at 5 ºC and 90% RH studied in a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications during two consecutive years. Salicylic acid solutions were applied in 45 and 75 days after full bloom. Parameters such as anthocyanin, total phenol, vitamin C and antioxidant activity were measured during three months of storage. During storage, anthocyanin, total phenol and antioxidant activity increased but vitamin C decreased. Also, increasing the level of water salinity and salicylic acid increased synergistically anthocyanin, total phenol and antioxidant activity.

***Keywords*:** Biochemical characteristics, Pomegranate, Rabab-e-Neyriz, Salicylic acid, Salinity stress, Storage.

IrHC2019