

بررسی تأثیر شرایط اقلیمی بر صفات فیزیوشیمیایی میوه انار رقم‌های ملس ساوه و ملس یوسف‌خانی

فهیمة فیضی^۱، اسماعیل سیفی^{۲*}، فریال وارسته^۳، خدایار هممتی^۲ و حسین فریدونی^۴

۱، ۲ و ۳. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۴. پژوهشگر بخش نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۴/۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۲۴)

چکیده

در این پژوهش صفات فیزیوشیمیایی میوه رقم‌های ملس ساوه و ملس یوسف‌خانی پرورش‌یافته در مناطق ساری، علی‌آباد و ساوه در سال زراعی ۹۳-۹۲ بررسی شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام شد. نتایج نشان داد، رقم و منطقه رشد تأثیر معنی‌داری بر میزان فلاونوئید کل و فعالیت پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی) آب‌میوه نداشتند، اما چگالی و طول میوه، نسبت طول به قطر میوه، اسیدیته (pH) و هدایت الکتریکی آب‌میوه، مواد جامد محلول، شمار و درصد وزنی آریل، قطر و نسبت طول به قطر آریل، قطر و درصد وزنی بذر تحت تأثیر اثر متقابل قرار گرفتند. در رقم ملس یوسف‌خانی بذر کشیده‌تر و آنتوسیانین آب‌میوه بیشتر بود اما درصد آب‌میوه، وزن صد آریل، وزن آب صد آریل و طول آریل کمتری نسبت به رقم ملس ساوه داشت. در بین مناطق، ساری و علی‌آباد با شرایط آب‌وهوایی مرطوب‌تر میوه‌هایی با بیشترین درصد آب‌میوه، آنتوسیانین و ویتامین ث را داشتند. منطقه ساوه نیز با شرایط آب‌وهوایی نیمه‌خشک و کویری میوه‌هایی با بیشترین وزن و حجم و کمترین نسبت طول به قطر بذر و درصد رطوبت بذر را تولید کرد. افزون بر این، بیشترین وزن صد آریل، وزن صد بذر، طول آریل و بذر در میوه‌های پرورش‌یافته در منطقه ساری به دست آمد. منطقه علی‌آباد نیز میوه‌هایی با بیشترین میزان فنل کل را تولید کرد. به‌طور کلی، یافته‌های این پژوهش نشان داد، شرایط اقلیمی متفاوت می‌تواند بر کیفیت میوه، آریل و بذر انار تأثیر چشمگیری داشته باشد و انتخاب رقم‌ها باید با توجه به این اثرگذاری‌ها باشد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، شرایط آب‌وهوایی، فنل کل، منطقه رشد، ویتامین ث.

The study of climatic conditions effect on physicochemical properties of pomegranate fruits cultivars Malas-e-Saveh and Malas-e-Yousef-Khani

Fahimeh Feyzi¹, Esmail Seifi^{2*}, Feryal Varasteh³, Khodayar Hemmati² and Hossein Fereydooni⁴

1, 2, 3. Former M.Sc. Student, Associate Professor and Assistane Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

4. Researcher in Seed and Plant Section, Research Centre of Agriculture and Natural Resources, Gorgan, Iran

(Received: Jun. 25, 2016 - Accepted: Sep. 14, 2016)

ABSTRACT

In the present research, the physicochemical properties of cultivars Malas-e-Saveh and Malas-e-Yousef-Khani grown in different climatic conditions including Sari, Ali-Abad and Saveh were evaluated in 2014. This experiment was conducted based on factorial arrangement in completely randomized design. The results showed that cultivar and growth region did not have any significant effect on the content of total flavonoids and antioxidant capacity; however, these factors affected density and length of fruit, fruit length/diameter ratio, pH and EC of juice, total soluble solids (TSS), number and percent of arils, diameter and length/diameter ratio of arils and diameter and the percent of seed. Dispense Malas-e-Yousef-Khani cultivar had longer seed and higher anthocyanin content, but lower juice percentage, 100 aril weight, 100 aril water weight and aril length compared to Malas-e-Saveh cultivar. Among regions, Sari and Ali-Abad regions with more humid weather conditions had fruits with maximum juice percentage, anthocyanin and vitamin C. Saveh region with semi-arid conditions also produced fruits with maximum weight and volume and minimum length/diameter ratio of seed and seed moisture percentage. Furthermore, maximum amounts of 100 aril weight, 100 seed weight, aril and seed length were found in fruits grown in Sari region. Ali-Abad region produced fruits with maximum content of total polyphenol. Overall, the findings of this research showed that different climatic conditions showed some significant effects on the quality of fruit, aril and seed and cultivars must be selected regarding to this influences.

Keywords: Anthocyanin, climatic conditions, growth region, total polyphenol, vitamin C.

* Corresponding author E-mail: esmaeilseifi@yahoo.com

مقدمه

انار (*Punica granatum* L.) متعلق به کوچک‌ترین خانواده گیاهی یعنی پونیکاسه^۱ است. امروزه انار در سراسر جهان در مناطق نیمه گرمسیری و گرمسیری در شرایط اقلیمی بسیار متغیری پرورش می‌یابد، که نشان‌دهنده انعطاف‌پذیری، سازگاری و محدوده گسترده تنوع ژنتیکی آن است (Teixeira da Silva *et al.*, 2013). کشور ایران از نظر تنوع رقم‌های انار در جهان، رتبه اول را به خود اختصاص داده است (Mohammadi *et al.*, 2011)، افزون بر این، ایران بیشترین سطح زیر کشت در بین کشورهای تولیدکننده انار را داشته و انار ایران به دلیل کیفیت مرغوب، زیبایی ظاهری و رنگ درخشان دانه‌ها جایگاه ویژه‌ای دارد (Horticultural studies of Iran, 1995). این میوه در بسیاری از نقاط ایران و مناطق حاشیه کویری که تابستان‌های گرم و خشک، آفتاب سوزان و زمستان‌های به نسبت سرد و خاک شور دارد پرورش داده می‌شود. این دامنه گسترده سازگاری جزء ویژگی‌های مطلوب انار به شمار می‌آید (Mohammadi *et al.*, 2011). رقم‌های ملس ساوه و ملس یوسف‌خانی (از این پس در این نوشتار به ترتیب و اختصار ملس و یوسف‌خانی نام برده می‌شوند)، جزء رقم‌های تجاری و برتر، بومی شهرستان ساوه بوده و به مناطق دیگر مانند شمال کشور منتقل شده‌اند.

شرایط آب‌وهوایی تأثیر بسزایی بر ساخت ترکیب‌های شیمیایی در محصولات باغی و دارویی دارد (Klein & Perry, 1982). در بررسی یازده نمونه انار پرورش یافته در شرایط مدیترانه‌ای و خشک فلسطین، در بیشتر نمونه‌ها میزان فعالیت پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی) و محتوای فنل کل، آنتوسیانین کل، مواد جامد محلول، گلوکز، فروکتوز و اسیدیته در آب‌میوه پرورش‌یافته در اقلیم مدیترانه‌ای در مقایسه با آن‌هایی که در اقلیم خشک پرورش یافته بودند، بیشتر بود. اگرچه، پوست میوه‌های اقلیم خشک فعالیت پاداکسندگی و محتوای فنل بیشتری را نشان دادند، اما شدت رنگ پوست آن‌ها در مقایسه با اقلیم

مدیترانه‌ای کمتر بود. نتایج بررسی‌ها نشان داد، شرایط آب‌وهوایی کیفیت میوه انار و ترکیب‌هایی که از نظر سلامتی سودمند هستند را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Schwartz *et al.*, 2009). بررسی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی میوه‌های انار رقم گلاواز^۲ در سال ۲۰۱۰ از نه منطقه مختلف غرب هرزگوین نشان داد، در بین مناطق «استولاک^۳» و «بیونا^۴» به‌طور معنی‌داری ویژگی‌های فیزیکی متمایزی داشتند. همچنین تفاوت‌های گسترده‌ای از نظر امتیاز حسی برای طعم میوه بین مناطق به‌دست آمد. به این ترتیب، نتایج نشان داد، منطقه، عملیات باغبانی و شرایط خرداقلیمی (میکروکلیمایی)، برخی صفات رقم‌های همسان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Gadze *et al.*, 2012). بر پایه بررسی (Amararatne *et al.*, 2012)، محتوای فنل کل و ویتامین ث در میوه‌های انار برداشت‌شده از منطقه خشک جنوب سریلانکا نسبت به یک منطقه معمول کشت انار در شمال غربی پایین‌تر بودند. اگرچه، فعالیت پاداکسندگی آب‌میوه انار در این دو منطقه همسان بود.

با توجه به تنوع رقم‌های انار و تنوع اقلیم در ایران و باوجود اطلاعات اندک در رابطه با تأثیر شرایط آب‌وهوایی بر صفات فیزیکیوشیمیایی میوه انار، این پژوهش باهدف بررسی تأثیر شرایط اقلیمی متفاوت سه منطقه ساری، علی‌آباد و ساوه بر مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی دو رقم ملس ساوه و ملس یوسف‌خانی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشکده تولید گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان بر پایه آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی صورت گرفت. میوه‌های رقم‌های ملس ساوه و ملس یوسف‌خانی از سه باغ تجاری انار در شهرستان‌های ساری، علی‌آباد و ساوه، در مرحله رسیدگی تجاری، در آبان ماه ۱۳۹۳ به‌طور تصادفی گردآوری و بی‌درنگ به

2. Glavas
3. Stolac
4. Buna

1. Punicaceae

دیجیتال (ABBE) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری ویتامین ث میوه انار به روش عیارسنجی (تیتراسیون) با محلول ید توسط واکنش اکسایش (اکسیداسیون) و احیاء صورت گرفت (Kashyap & Gautam, 2012). محتوای فنل کل آب‌میوه به روش Singleton & Rossi (1965) و فلاونوئید کل به روش Fawole & Opara (2013) اندازه‌گیری شدند. سنجش فعالیت پاداکسندگی با استفاده از معرف دی‌پی پی اچ ۰/۱ میلی‌مولار در متانول و بر پایه روش Sun & Ho (2005) انجام شد. میزان آنتوسیانین کل به روش اسیدیته افتراقی توصیف‌شده توسط Giusti & Wrolstad (2001) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری جذب محلول‌ها از دستگاه طیف‌سنج نوری (اسپکتروفتومتر، 2800UV/VIS) استفاده شد. داده‌های به‌دست‌آمده از این پژوهش توسط نرم‌افزار JMP 8 تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین‌ها بر پایه آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) انجام شد. داده‌هایی که به شکل شمار یا درصد بودند، در صورت نیاز به ترتیب به جذر و زاویه تبدیل شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر متقابل رقم و منطقه بر چگالی میوه، طول میوه، نسبت طول به قطر میوه، شمار آریل، درصد آریل، درصد بذر، قطر آریل، نسبت طول به قطر آریل، قطر بذر، اسیدیته، هدایت الکتریکی و مواد جامد محلول معنی‌دار بود (جدول ۲)، بنابراین در این صفات اثر متقابل ارائه شده است. در دیگر صفات، اثر متقابل معنی‌دار نشد و در نتیجه اثر ساده رقم و منطقه بیان شد.

آزمایشگاه منتقل شدند، از هر رقم، سه درخت انتخاب و از هر درخت نیز پنج میوه برداشت شد. همه درختان مورد برداشت از نظر فیزیولوژیکی سالم بوده و باغ‌های مورد آزمایش از نظر آبیاری، کوددهی، هرس و مبارزه با علف‌های هرز تحت مدیریت مناسب و پایدار بودند. مناطق نمونه‌برداری ساری، علی‌آباد و ساوه به ترتیب اقلیم‌های مرطوب، نیمه‌مرطوب و نیمه‌خشک دارند که می‌توانند معرف مناطق انارخیز کل کشور نیز باشند. جدول ۱ اطلاعات هواشناسی این مناطق را نشان می‌دهد.

وزن تر میوه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم، طول و قطر میوه، آریل (بخش خوراکی میوه) و بذر با کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و حجم میوه به روش جابه‌جایی مستقیم حجم آب (Shwartz *et al.*, 2009) اندازه‌گیری شدند. پس از جداسازی و توزین آریل‌ها، درصد آریل میوه نسبت به وزن کل میوه محاسبه شد. سپس صد عدد آریل رسیده و بدون آسیب توزین و توسط آب‌میوه‌گیری دستی آب‌گیری شدند و درصد آب‌میوه به‌طور تخمینی و نسبت به وزن کل میوه محاسبه شد. بذرهای به‌دست‌آمده نیز وزن شد و برای محاسبه درصد رطوبت، صد عدد بذر درون آون ۷۰ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت قرار گرفت (AOAC, 2005). شمار آریل میوه و درصد بذر نیز بر پایه وزن صد آریل و بذر و نسبت به وزن کل میوه محاسبه شد. اسیدیته (pH) آب‌میوه صاف‌شده با استفاده از دستگاه اسیدیته متر (pH-110 Labtron) و هدایت الکتریکی توسط هدایت‌سنج (Cond 315i/SET) و مواد جامد محلول با شکست‌سنج (رفراکتومتر)

جدول ۱. داده‌های هواشناسی مناطق مورد بررسی از دی ۱۳۹۲ تا آذر ۱۳۹۳ (منبع: سازمان هواشناسی کل کشور)
Table 1. Climatic data of studied regions during January and December 2014 (Source: Iran Meteorological organization)

	Precipitation (mm)	Average minimum temperature (°C)	Average maximum temperature (°C)	Average temperature (°C)	Minimum of temperature minimum (°C)	Maximum of temperature maximum (°C)	Average minimum humidity (%)	Average maximum humidity (%)
Saveh	84.14	12.61	24.67	20.12	-4.4	44	9.50	79.75
Sari	530.04	13.76	23.27	17.81	-5.40	38.20	33.17	99.25
Ali-Abad	496.70	12.54	23.89	17.39	-8.60	42.20	24.25	97.08

جدول ۲. اثر متقابل رقم و منطقه رشد بر برخی صفات فیزیکی و شیمیایی میوه، آریل و بذر انار

Table 2. The interaction effects of cultivar and growing regions on some physical and chemical properties of pomegranate fruit, aril and seed

Cultivar × Region		Fruit density (g/cm ³)	Fruit length (mm)	Fruit length/diameter	Number of arils per fruit	Aril (%)	Seed (%)	Aril diameter (mm)	Aril length/diameter	Seed diameter (mm)	pH	EC (mmohs/cm)	Total soluble solids (°Brix)
Cultivar × Region		P = 0.049	P = 0.049	P = 0.006	P = 0.014	P = 0.001	P = 0.002	P < 0.001	P < 0.001	P = 0.038	P < 0.001	P = 0.002	P < 0.001
Malas	Sari	0.97 ^c	89.35 ^{bc}	0.93 ^{bcd}	533.32 ^{ab}	61.93 ^a	12.18 ^{bc}	8.54 ^b	1.43 ^b	3.26 ^{ab}	3.83 ^{ab}	4.22 ^{ab}	16.33 ^c
Malas	Ali-Abad	1.02 ^a	81.50 ^d	0.92 ^{cd}	499.12 ^b	61.18 ^a	12.97 ^b	8.43 ^b	1.36 ^d	3.21 ^b	3.47 ^c	4.31 ^a	17.23 ^a
Malas	Saveh	0.95 ^c	95.63 ^a	0.95 ^{abc}	595.55 ^a	56.13 ^b	10.57 ^d	8.73 ^a	1.37 ^{cd}	3.31 ^a	3.91 ^a	4.17 ^{ab}	16.73 ^{bc}
Yousef-Khani	Sari	0.97 ^c	88.42 ^c	0.91 ^d	502.68 ^b	52.52 ^c	11.45 ^{cd}	8.77 ^a	1.39 ^c	3.32 ^b	3.68 ^b	4.29 ^a	15.70 ^d
Yousef-Khani	Ali-Abad	1.00 ^{ab}	86.00 ^c	0.97 ^a	597.36 ^a	60.46 ^a	14.80 ^a	7.66 ^c	1.48 ^a	3.11 ^c	3.85 ^a	3.66 ^c	16.33 ^c
Yousef-Khani	Saveh	0.98 ^{bc}	92.77 ^{ab}	0.96 ^{ab}	521.79 ^{ab}	50.62 ^c	10.59 ^d	8.76 ^a	1.35 ^d	3.27 ^{ab}	3.80 ^{ab}	3.97 ^b	17.15 ^{ab}
Cultivar		P = 0.888	P = 0.849	P = 0.263	P = 0.933	P < 0.001	P = 0.178	P = 0.002	P = 0.037	P = 0.305	P = 0.364	P = 0.002	P = 0.006
Region		P < 0.001	P < 0.001	P = 0.016	P = 0.374	P < 0.001	P < 0.001	P < 0.001	P < 0.001	P < 0.001	P = 0.005	P = 0.018	P < 0.001

Means within each column followed by the same letter are not significantly different.

حرف‌های همسان در هر ستون بیانگر نبود اختلاف معنی‌دار هستند.

۱ (2012). در نتایج پژوهشی همسان، رقم رابی^۱ پرورش‌یافته در مراکش به‌طور معنی‌داری طول (۸۹/۲۰ میلی‌متر) و قطر (۹۶/۹۰ میلی‌متر) میوه^۱ بیشتری نسبت به طول و قطر میوه این رقم در آفریقای جنوبی داشت (Martinez et al., 2012).

شمار آریل در هر میوه بستگی به درصد تخمک‌هایی دارد که به‌طور موفقیت‌آمیزی لقاح یافته‌اند. بنا بر نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر متقابل رقم و منطقه بر شمار آریل و درصد وزنی آریل و بذر به ترتیب در سطوح احتمال ۵ درصد، ۰/۱ درصد و ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین شمار آریل از رقم ملس ساری و ساوه و رقم یوسف‌خانی علی‌آباد و ساوه (به ترتیب ۵۳۳/۳۲، ۵۹۵/۵۵، ۵۹۷/۳۶ و ۵۲۱/۷۹) به‌دست آمد (جدول ۲). همچنین، رقم ملس ساری و علی‌آباد و رقم یوسف‌خانی علی‌آباد بیشترین درصد آریل را داشتند. کمترین درصد آریل نیز در رقم یوسف‌خانی ساری و ساوه مشاهده شد. از نظر درصد بذر، رقم یوسف‌خانی علی‌آباد بیشترین درصد بذر (۱۴/۸۰ درصد) و رقم ملس ساوه و رقم یوسف‌خانی ساری و ساوه کمترین میزان را داشتند. در بررسی دیگر، شمار آریل‌های میوه در بین رقم‌های ملس و یوسف‌خانی ساوه تفاوت معنی‌داری نداشتند (Saei et al., 2014) که با نتایج این پژوهش همخوانی داشت. محققان دیگر در نتایج بررسی‌های خود شمار آریل میوه^۱ انار را از ۲۰۱ تا ۹۸۵ گزارش کردند (Wetzstein et al., 2011; Wani et al., 2012; Fawole & Opara, 2014).

بنابر نتایج این پژوهش، اثر متقابل رقم و منطقه بر چگالی و طول میوه در سطح احتمال ۵ درصد و بر نسبت طول به قطر میوه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. چگالی میوه رقم‌های ملس و یوسف‌خانی علی‌آباد (به ترتیب ۱/۰۲ و ۱/۰۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب) در مقایسه با چگالی این رقم‌ها در دیگر مناطق بیشتر بودند (جدول ۲). همچنین بیشترین طول میوه در رقم‌های ملس و یوسف‌خانی ساوه (به ترتیب ۹۵/۶۳ و ۹۲/۷۷ میلی‌متر) و کمترین طول میوه نیز در رقم ملس علی‌آباد (۸۱/۵۰ میلی‌متر) مشاهده شد. از نظر نسبت طول به قطر میوه، رقم یوسف‌خانی علی‌آباد و ساوه و نیز رقم ملس ساوه بیشترین میزان (به ترتیب ۰/۹۷، ۰/۹۶ و ۰/۹۵) را به خود اختصاص دادند. در نتایج پژوهش روی پانزده رقم انار ایران، چگالی میوه‌ها بین ۰/۸۷ تا ۰/۹۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب و طول میوه بین ۷۰/۲۰ و ۸۱/۶۰ میلی‌متر گزارش شد که نسبت به مقادیر این پژوهش کمتر بودند (Tehranifar et al., 2010a). این اختلاف‌ها به شرایط اقلیمی کشاورزی (اگر و کلیماتیک) نسبت داده شده است (Fawole & Opara, 2013). هرچقدر نسبت طول به قطر میوه به یک نزدیک‌تر باشد، میوه گردتر بوده و از نظر شکل زیباتر و یکنواخت‌تر است. در پژوهش‌های دیگر این نسبت بین ۰/۹۲ تا ۰/۹۹ گزارش شد که با نتایج این بررسی همخوانی دارد (Zarei, 2010; Amiryousefi et al., 2010).

الگوی ثابت پیروی نمی‌کند و ممکن است یک رقم تأثیر بیشتری از اقلیم بگیرد. همان‌طور که در این تحقیق، رقم ملس در هر سه منطقه میزان هدایت الکتریکی آب‌میوه همسانی داشت و بیشترین میزان را داشته، اما رقم یوسف‌خانی از نظر هدایت الکتریکی تحت تأثیر شرایط مناطق قرار گرفت و در هر یک از این مناطق میزان هدایت الکتریکی متفاوتی داشت. در بررسی تأثیر منطقه بر انار رقم گلاوا، میزان اسیدیته از ۲/۶۵ (منطقه استولاک) تا ۳/۲۶ (بیونا ۴) متغیر بود (Gadze *et al.*, 2012) که نسبت به مقادیر این تحقیق اندکی پایین‌تر است. در بررسی گروهی از نژادگان (ژنوتیپ)های انار گردآوری‌شده از منطقه پولیا^۱ در جنوب ایتالیا، بین دو سال آزمایش، شاخص اسیدیته اختلاف معنی‌داری نشان داد، به‌گونه‌ای که در سال ۲۰۱۳ نسبت به سال ۲۰۱۲ بالاتر بود. این اختلاف‌ها ممکن است به شرایط اقلیمی نسبت داده شود، چراکه تابستان ۲۰۱۳ نسبت به ۲۰۱۲ گرم‌تر بود و به‌احتمال دما میزان تجمع قند و اسیدهای آلی را در آریل‌ها تحت تأثیر قرار داده است (Ferrara *et al.*, 2014).

قسمت عمده مواد جامد محلول آب‌میوه را قند تشکیل می‌دهد، به‌طوری‌که ارتباطی مستقیم و قوی بین میزان مواد جامد محلول و میزان گلوکز و فروکتوز در انار وجود دارد (Shwartz *et al.*, 2009). نتایج به‌دست‌آمده نشان داد، اثر متقابل رقم و منطقه بر مواد جامد محلول در سطح ۰/۱ درصد معنی‌دار بود. رقم ملس علی‌آباد و رقم یوسف‌خانی ساوه بیشترین میزان مواد جامد محلول را داشتند (به‌ترتیب ۱۷/۲۳ و ۱۷/۱۵ درجه بریکس)، اما کمترین این میزان در رقم یوسف‌خانی ساری مشاهده شد (جدول ۲). در پژوهش انجام‌شده در فلسطین، میزان مواد جامد محلول در میوه‌های انار به‌دست‌آمده از منطقه نیویآر^۲ (دارای اقلیم مدیترانه‌ای تا نیمه‌گرمسیری) در مقایسه با میوه‌های آراوای جنوبی^۳ (دارای اقلیم خشک) در هر دو فصل بررسی بیشتر بود. دماهای محیط به‌احتمال زیاد به نسبت کمتری در نیویآر باعث افزایش گلوکز و

Tehranifar *et al.* (2010a) در بین رقم‌های مورد بررسی خود، تنوع گسترده‌ای از درصد آریل (۲۶/۳۰ تا ۶۱/۹۰ درصد) و بذر (۹/۹۰ تا ۲۰/۶۰ درصد) را به‌دست آوردند. در نتایج برخی بررسی‌ها تنوع کمتری از درصد آریل (۴۲/۲۶ تا ۶۱/۲۰ درصد) گزارش کردند (Zarei, 2010; Melgarejo-Sanchez *et al.*, 2015). در نتایج پژوهش دیگری روی شش رقم انار، از نظر درصد بذر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، به عبارت دیگر تأثیر رقم معنی‌دار نبود، هرچند رقم شیرین بی‌هسته بیشترین و رقم آقایی کمترین درصد بذر را داشتند (Zarei, 2010). در نتایج پژوهش‌های Tehranifar *et al.* (2010 a,b) درصد بذر از ۹/۴۰ تا ۲۰/۶۰ درصد متغیر بود.

نتایج این تحقیق نشان داد، اثر متقابل رقم و منطقه بر قطر آریل و نسبت طول به قطر آریل در سطح احتمال ۰/۱ درصد و بر قطر بذر در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. رقم‌های ملس و یوسف‌خانی ساوه و رقم یوسف‌خانی ساری قطورترین آریل‌ها را داشتند (جدول ۲). کمترین قطر آریل نیز در رقم یوسف‌خانی علی‌آباد به‌دست آمد. همچنین رقم یوسف‌خانی علی‌آباد بیشترین نسبت طول به قطر (۱/۴۸ میلی‌متر) و به عبارت دیگر کشیده‌ترین آریل را داشت. اما رقم‌های ملس و یوسف‌خانی ساوه و رقم ملس علی‌آباد کمترین این نسبت را داشتند. از نظر قطر بذر رقم‌های ملس و یوسف‌خانی ساوه و ساری بیشترین قطر بذر را داشته و کمترین این میزان در رقم یوسف‌خانی علی‌آباد به‌دست آمد. نتایج بررسی‌های دیگر نشان داد، قطر آریل و بذر به‌ترتیب از ۵/۷۸ تا ۱۰/۵۳ و ۱/۰۵ تا ۴/۲۹ میلی‌متر متغیر بود (Riyahi *et al.*, 2011; Fawole & Opara, 2014; Ferrara *et al.*, 2014; Khadivi-Khub *et al.*, 2015).

بنابر نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق، تأثیر متقابل رقم و منطقه بر میزان اسیدیته و هدایت الکتریکی به ترتیب در سطوح احتمال ۰/۱ درصد و ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین میزان اسیدیته آب‌میوه در رقم ملس ساری (۳/۸۳) و ساوه (۳/۹۱) و رقم یوسف‌خانی علی‌آباد (۳/۸۵) و ساوه (۳/۸۰) و کمترین آن در رقم ملس علی‌آباد (۳/۴۷) به‌دست آمد (جدول ۲). تفاوت دو رقم همواره در سه منطقه از یک

1. Puglia
2. Neue Ya'ar
3. Southern Arava

کنند و به‌طور معمول تحت تأثیر عامل‌هایی مانند سن درخت، بلوغ میوه و شرایط خرداقلیمی هستند (Fawole & Opara, 2014). در بررسی نمونه‌های انار فلسطین، وزن و حجم میوه در میوه‌هایی که در آراوای جنوبی پرورش یافته بودند نسبت به نیویآر در سال ۲۰۰۶ بیشتر بودند (Schwartz *et al.*, 2009). در این بررسی نیز میوه‌های اقلیم کویری ساوه نسبت به مناطق علی‌آباد و ساری که اقلیمی مرطوب‌تر دارند وزن و حجم بیشتری داشتند.

بنابر نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش (جدول ۳)، اثر مستقل رقم بر وزن صد آریل و میزان آب صد آریل به‌ترتیب در سطوح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد معنی‌دار بود اما بر وزن تر صد بذر معنی‌دار نبود. همچنین اثر مستقل منطقه بر این صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. رقم ملس وزن تر صد آریل بیشتری (۴۵/۹۴ گرم) نسبت به رقم یوسف‌خانی (۴۲/۷۸ گرم) داشت، در بین مناطق مورد بررسی نیز مناطق ساری (۴۸/۵۱ درصد) و علی‌آباد (۳۸/۶۳ درصد) به‌ترتیب بالاترین و پایین‌ترین وزن صد آریل را داشته و با منطقه ساوه اختلاف معنی‌داری نشان دادند. همچنین بالاترین وزن تر صد بذر (۱۰/۰۵ گرم) در میوه‌های انار منطقه ساری به‌دست آمد، درحالی‌که کمترین این میزان مربوط به میوه‌های دو منطقه علی‌آباد و ساوه بود. افزون بر این رقم ملس وزن آب صد آریل بیشتری نسبت به رقم یوسف‌خانی داشت. در بین مناطق نیز میوه‌های انار مناطق ساری و ساوه بیشترین و میوه‌های انار منطقه علی‌آباد کمترین وزن آب صد آریل را داشتند. این میزان در دیگر تحقیقات از ۶۶/۷۰ تا ۱۴/۴۴ گرم متغیر بود (Caliskan & Bayazit, 2013; Ferrara *et al.*, 2014; Khadivi-Khub *et al.*, 2015). در نتایج پژوهش روی دوازده رقم پرورش‌یافته در هند، وزن صد آریل بین ۱۶/۶۷ و ۲۷/۸۲ گرم و وزن آب‌میوه صد آریل از ۷/۵۱ تا ۱۵/۲۵ گرم در رقم‌های مختلف متغیر بود که نسبت به نتایج این بررسی پایین‌تر بود (Chandra *et al.*, 2013). وزن تر صد بذر در بررسی ۸۷ نمونه انار بومی ایران بین ۲/۲۶ و ۷/۶۳ گرم گزارش شد (Khadivi-Khub *et al.*, 2015).

فروکتوز شده، درحالی‌که دماهای بالاتر از ۴۰ درجه سلسیوس (در آراوای جنوبی) می‌تواند میزان قند را کاهش دهد (Schwartz *et al.*, 2009).

اندازه میوه در بازارهای بین‌المللی، یکی از مهم‌ترین ویژگی‌ها برای مصرف تازه‌خوری به شمار می‌آید (Caliskan & Bayazit, 2013) و از مهم‌ترین ویژگی‌هایی است که در ترجیح مصرف‌کننده انار تأثیرگذار است (Holland *et al.*, 2009). نتایج این پژوهش نشان داد، اگرچه بین رقم‌های ملس و یوسف‌خانی از نظر وزن، حجم و قطر میوه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اما بین مناطق مورد بررسی از این نظر اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۳). بیشترین وزن (۴۷۵/۵۳ گرم) و حجم میوه (۴۹۳/۳۳ سانتی‌متر مکعب) در منطقه ساوه به‌دست آمد، منطقه علی‌آباد نیز کمترین وزن (۳۴۰/۵۰ گرم) و حجم میوه (۳۳۸/۹۰ سانتی‌متر مکعب) را به خود اختصاص داد. همچنین بیشترین قطر میوه در مناطق ساری و ساوه (به‌ترتیب ۹۶/۶۸ و ۹۸/۸۳ میلی‌متر) و کمترین قطر میوه در منطقه علی‌آباد (۸۸/۴۱ میلی‌متر) به‌دست آمد. Zarei (2010) بیشترین (۷۵/۴۳ میلی‌متر) و کمترین قطر میوه (۶۱/۸۳ میلی‌متر) را به‌ترتیب در رقم‌های شهوار و شیرین بی‌هسته گزارش کرد. در نتایج پژوهش روی شش رقم انار متعلق به استان مازندران، بیشترین و کمترین مقادیر قطر میوه به‌ترتیب در رقم ملس (۹۰/۰۲ میلی‌متر) و وحشی (۵۰/۹۱ میلی‌متر) گزارش شد (Nikdel, 2013) که کمی پایین‌تر از نتایج این تحقیق بودند. در نتایج پژوهش صورت گرفته توسط Fawole & Opara (2014)، وزن میوهی هشت رقم انار از ۲۷۴/۰۴ تا ۵۰۹/۸۲ گرم و حجم میوه از ۲۲۲/۵۲ تا ۵۰۹/۸۲ سانتی‌متر مکعب متغیر بود که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. نتایج ویژگی‌های فیزیکی اندازه‌گیری‌شده رقم‌های انار، نشان‌دهنده تنوع در ساختمان ریخت‌شناختی آن‌ها بوده است و این داده‌ها برای گزینش رقم‌ها و بازاریابی بر پایه اندازه و وزن کل میوه سودمند است. افزون بر این میوه‌های انار که با روش‌های باغداری مختلف تولید می‌شوند می‌توانند محدوده گسترده‌ای از اندازه‌ها را ایجاد

درصد) و ساری (۴۳/۷۵ درصد) بیشتر از منطقه ساوه بود (جدول ۴). نتایج بررسی‌های *Schwartz et al.* (2009) در فلسطین نشان داد، حجم آب‌میوه آریل‌ها طی دو سال در نیویآر (اقلیم مدیترانه‌ای تا نیمه‌گرمسیری) نسبت به آراوای جنوبی (اقلیم خشک) بیشتر بود، به‌احتمال در میوه‌های نیویآر آریل‌های بیشتری تشکیل شدند یا آریل‌ها آبدارتر بودند. در این بررسی نیز درصد آب‌میوه به‌دست‌آمده از منطقه ساوه که اقلیم نیمه‌خشک و کویری دارد نسبت به اقلیم‌های مرطوب‌تر ساری و علی‌آباد کمتر بود که با نتایج این محققان همخوانی دارد.

بنابر نتایج به‌دست‌آمده در این بررسی، اثر مستقل رقم بر میزان فنل معنی‌دار نبود اما منطقه رشد بر این میزان تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۱ درصد داشت. به‌طوری‌که میوه‌های انار منطقه علی‌آباد بیشترین میزان فنل کل (۹/۵۸ میلی‌گرم گالیک اسید بر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب‌میوه) را داشتند و کمترین این میزان در مناطق ساری و ساوه به‌دست آمد. افزون بر این از نظر میزان فلاونوئید بین رقم‌ها و مناطق تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در پژوهشی که ویژگی‌های فعال زیستی میوه‌های انار در مرحله خوراکی‌شان در منطقه خشک جنوبی (از سه منطقه) با یک منطقه رشد معمول انار در شمال غربی کشور سریلانکا مقایسه شد (*Amararatne et al.*, 2012)، محتوای فنل کل آب‌میوه انار به‌طور معنی‌داری در منطقه خشک جنوبی در مقایسه با شمال غربی کشور کمتر بود، که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. اما محتوای فنل کل میوه در بین سه منطقه نمونه‌گیری واقع در منطقه خشک جنوبی سریلانکا تفاوت معنی‌داری نداشتند.

آنتوسیانین‌ها رنگ‌دانه‌های پلی‌فنلی محلول در آب و منشأ اولیه رنگ‌های قرمز و بنفش - آبی جذاب بسیاری از میوه‌ها، از جمله آریل‌ها و پوست انار هستند و فعالیت پاداکسندگی قابل توجهی نشان می‌دهند (*Shwartz et al.*, 2009). نتایج نشان داد، اثر مستقل رقم و منطقه بر میزان آنتوسیانین، به‌ترتیب در سطوح احتمال ۰/۱ درصد و ۵ درصد معنی‌دار بود. رقم یوسف‌خانی آنتوسیانین کل بیشتری نسبت به رقم ملس داشت. همچنین میوه‌های انار مناطق ساری و علی‌آباد بیشترین میزان آنتوسیانین کل را به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

نتایج این بررسی نشان داد، اثر مستقل رقم بر طول آریل، طول بذر و نسبت طول به قطر بذر در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود اما بر درصد رطوبت بذر تأثیر معنی‌داری نداشت. اثر مستقل منطقه نیز بر طول آریل، طول بذر و نسبت طول به قطر بذر در سطح احتمال ۰/۱ درصد و بر درصد رطوبت بذر در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. رقم ملس طول آریل و بذر بیشتری (به‌ترتیب ۱۱/۷۹ و ۷/۴۶ میلی‌متر) نسبت به رقم یوسف‌خانی (به‌ترتیب ۱۱/۶۸ و ۷/۵۴ میلی‌متر) داشت (جدول ۳). در بین مناطق نیز ساری بیشترین طول آریل و بذر میوه (به‌ترتیب ۱۲/۱۰ و ۷/۶۳ میلی‌متر) را به خود اختصاص داد. کمترین طول آریل در منطقه علی‌آباد (۱۱/۲۷ میلی‌متر) و کمترین طول بذر نیز در مناطق علی‌آباد و ساوه (به‌ترتیب ۷/۴۷ و ۷/۴ میلی‌متر) به‌دست آمد. همچنین رقم یوسف‌خانی نسبت طول به قطر بذر بیشتری در مقایسه با رقم ملس داشت. میوه‌های انار مناطق ساری و علی‌آباد نیز بیشترین و منطقه ساوه کمترین نسبت طول به قطر بذر را به خود اختصاص دادند. افزون بر این، بیشترین درصد رطوبت بذر مربوط به میوه‌های انار مناطق ساری و علی‌آباد بود و کمترین این میزان در میوه‌های انار منطقه ساوه مشاهده شد. در بررسی دوازده رقم انار پرورش‌یافته در اقلیمی نیمه‌خشک در هند، طول آریل از ۰/۹۴ تا ۱/۰۹ سانتی‌متر متغیر بود و رقم‌های گانش^۱ و 'G-137' به‌طور معنی‌داری آریل بزرگ‌تری داشتند (*Chandra et al.*, 2013). محدوده طول بذر نیز در تحقیقات مختلف از ۵/۵۴ تا ۸/۸۰ میلی‌متر است (*Riyahi et al.*, 2011; *Fawole & Opara*, 2014; *Ferrara et al.*, 2014; *Khadivi-Khub et al.*, 2015).

میزان بالای آب‌میوه از دیدگاه صنعتی، یک صفت مطلوب به شمار می‌آید (*Wetzstein et al.*, 2011). بنابر نتایج به‌دست‌آمده، اثر مستقل رقم و منطقه بر درصد آب‌میوه به‌ترتیب در سطوح احتمال ۰/۱ درصد و ۵ درصد معنی‌دار بود. رقم ملس درصد آب‌میوه بیشتری نسبت به رقم یوسف‌خانی داشت. همچنین درصد آب‌میوه در میوه‌های انار مناطق علی‌آباد (۴۶/۶۶)

جدول ۳. اثر مستقیم رقم و منطقه رشد بر برخی صفات فیزیکی میوه، آریل و بذر انار

	Fruit weight (g)	Fruit volume (cm ³)	Fruit diameter (mm)	Fresh weight of 100 aril (g)	Fresh weight of 100 seed (g)	Juice amount of 100 aril (g)	Aril length (mm)	Seed length (mm)	Seed length/diameter (mm)	Seed moisture (%)
Cultivar	<i>P</i> = 0.998	<i>P</i> = 0.938	<i>P</i> = 0.690	<i>P</i> = 0.002	<i>P</i> = 0.144	<i>P</i> = 0.023	<i>P</i> = 0.018	<i>P</i> = 0.044	<i>P</i> = 0.027	<i>P</i> = 0.096
Malas	417.29	428.27	94.89	45.94	9.10	35.59	11.79	7.46	2.32	55.53
Yousef-Khani	417.24	426.95	94.38	42.78	9.42	32.97	11.68	7.54	2.37	58.39
Region	<i>P</i> < 0.001	<i>P</i> < 0.001	<i>P</i> < 0.001	<i>P</i> < 0.001	<i>P</i> < 0.001	<i>P</i> < 0.001	<i>P</i> < 0.001	<i>P</i> < 0.001	<i>P</i> < 0.001	<i>P</i> = 0.007
Sari	435.77 ^b	450.60 ^b	96.68 ^a	48.51 ^a	10.05 ^a	37.08 ^a	12.10 ^a	7.63 ^a	2.35 ^a	58.92 ^a
Ali-Abad	340.50 ^c	338.90 ^c	88.41 ^b	38.63 ^c	8.65 ^b	29.51 ^b	11.27 ^c	7.47 ^b	2.40 ^a	58.89 ^a
Saveh	475.53 ^a	493.33 ^a	98.83 ^a	45.94 ^b	9.09 ^b	36.26 ^a	11.80 ^b	7.40 ^b	2.27 ^b	53.07 ^b
Cultivar × Region	<i>P</i> = 0.213	<i>P</i> = 0.114	<i>P</i> = 0.216	<i>P</i> = 0.067	<i>P</i> = 0.054	<i>P</i> = 0.094	<i>P</i> = 0.549	<i>P</i> = 0.072	<i>P</i> = 0.298	<i>P</i> = 0.094

Means within each column followed by the same letter are not significantly different.

حرف‌های همسان در هر ستون بیانگر نبود اختلاف معنی‌دار هستند.

جدول ۴. اثر مستقیم رقم و منطقه رشد بر برخی صفات فیزیکی و شیمیایی آب‌میوه انار

	Juice (%)	Total polyphenol (mg GAE/100 ml)	Total flavonoid (mg GAE/100 ml)	Total anthocyanin (mg C ₃ G/100 ml)	Antioxidant activity (%)	Vitamin C (mg/100ml)
Cultivar	<i>P</i> = 0.001	<i>P</i> = 0.334	<i>P</i> = 0.100	<i>P</i> < 0.001	<i>P</i> = 0.557	<i>P</i> = 0.825
Malas	46.33	7.53	1.96	27.21	90.01	2.019
Yousef-Khani	42.05	7.99	2.36	42.19	87.68	2.039
Region	<i>P</i> = 0.016	<i>P</i> < 0.001	<i>P</i> = 0.150	<i>P</i> = 0.045	<i>P</i> = 0.235	<i>P</i> < 0.001
Sari	43.75 ^a	7.10 ^b	1.83	33.49 ^{ab}	85.88	2.18 ^a
Ali-Abad	46.66 ^a	9.58 ^a	2.32	40.07 ^a	93.62	2.12 ^a
Saveh	42.16 ^b	6.60 ^b	2.34	30.54 ^b	87.05	1.79 ^b
Cultivar × Region	<i>P</i> = 0.278	<i>P</i> = 0.457	<i>P</i> = 0.663	<i>P</i> = 0.122	<i>P</i> = 0.134	<i>P</i> = 0.467

Means within each column followed by the same letter are not significantly different.

حرف‌های همسان در هر ستون بیانگر نبود اختلاف معنی‌دار هستند.

فعالیت پاداکسندگی گیاهان به‌طور عمده به دلیل وجود رنگ‌دانه‌ها، ویتامین‌ها (به‌طور معمول اسید آسکوربیک) و تانن‌ها است. حفظ فعالیت پاداکسندگی کل ممکن است با کاهش تخریب آنتوسیانین‌ها، اسید آسکوربیک و تانن‌ها توجیه شود (Barman *et al.*, 2014). آنتوسیانین‌ها، اسید آسکوربیک و فنل‌ها به‌تنهایی یا در ترکیب با هم مسئول فعالیت پاداکسندگی رقم‌ها هستند (Kulkarni *et al.*, 2004). بنا بر نتایج به‌دست‌آمده در این بررسی، اثر مستقل رقم و منطقه بر فعالیت پاداکسندگی معنی‌دار نبود. بنابراین، از نظر درصد فعالیت پاداکسندگی بین رقم‌ها و مناطق تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). اما تفاوت معنی‌داری از نظر فعالیت پاداکسندگی بین ۱۵ رقم انار ایران (بین ۱۶ تا ۵۴/۴ درصد) مشاهده شد (Tehranifar *et al.*, 2010a) که در مقایسه با این پژوهش پایین‌تر بود. در کشور سریلانکا ظرفیت پاداکسندگی میوه انار در بین مناطق جنوب و شمال تفاوت معنی‌داری نداشت (Amararatne *et al.*, 2012) که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. تفاوت یافته‌های محققان ممکن است ناشی از عامل‌هایی همچون رقم‌های

در فلسطین، آنتوسیانین میوه‌های انار به‌دست‌آمده از نیویار در مقایسه با میوه‌های آراوای جنوبی به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (Schwartz *et al.*, 2009). میزان آنتوسیانین بیشتر در میوه‌های نیویار می‌تواند در ارتباط با دماهای به نسبت کمتر در این زیستگاه در مقایسه با آراوای جنوبی طی دوران نمو و رسیدن میوه باشد. دما عامل مهمی است که تجمع آنتوسیانین را در گیاهان تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین میزان کمتر آنتوسیانین در آریل‌های انارهای پرورش‌یافته در آراوای جنوبی به‌طور عمده به دلیل اثر دماهای بالا در این زیستگاه بر چرخه زیست‌ساخت (بیوسنتز) و همچنین تخریب آنتوسیانین بوده یا ممکن است به دلیل تنش اکسایشی (اکسیداتیو) بالا باشد که می‌تواند فعالیت‌های پرکسیداز را تحریک کند. بنا بر یافته‌های دیگر محققان (Akerstrom *et al.*, 2010)، تأثیر عرض جغرافیایی بر میزان آنتوسیانین ناشی از ترکیب عامل‌های محیطی مانند دما و نور است. در این تحقیق نیز مناطق ساری و علی‌آباد با داشتن عرض جغرافیایی بالاتر نسبت به ساوه میزان آنتوسیانین بیشتری داشتند.

شرایط منطقه قرار گیرد. بر پایه یافته‌های این پژوهش، رقم و منطقه رشد بر بیشتر صفات کیفی رقم‌های مورد بررسی تأثیرگذار بودند. منطقه ساوه با شرایط نیمه‌خشک و کویری میوه‌های انار سنگین‌تر و بزرگ‌تر و بذره‌های با طول و رطوبت کمتر نسبت به مناطق دیگر که در شرایط مرطوب‌تر قرار داشتند، دارد. در مقابل، منطقه علی‌آباد بیشترین میزان فنل آب‌میوه را داشت و منطقه ساری نیز آنتوسیانین و ویتامین ث آب‌میوه بیشتری نسبت به منطقه نیمه‌خشک ساوه داشت. بدین ترتیب، شرایط آب‌وهوایی مرطوب‌تر شمال کشور، قابلیت تولید میوه‌های انار آبدارتر و آب‌میوه با ویژگی‌های دارویی بالایی دارند که باید مورد توجه قرار گیرند. همچنین بنا بر نتایج این تحقیق، رقم ملس با داشتن آریل‌های درشت، سنگین و آبدار به‌منظور تولید آب‌میوه مناسب‌تر است. با توجه به توانایی سازگاری انار به شرایط آب‌وهوایی مختلف و باوجود رقم‌ها و شرایط اقلیمی متنوع در ایران، داده‌های دقیق از چگونگی تأثیر شرایط آب‌وهوایی بر صفات کیفی این میوه ناکافی است. بنابراین، برای درک بهتر سازوکار دقیق آن‌ها، تحقیقات بیشتر در این زمینه توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

از آقایان مهندس میرزنده‌دل، خاکزاد و طباطبایی به دلیل در اختیار قرار دادن نمونه‌های گیاهی، تشکر و قدردانی می‌گردد.

مختلف انار و روش استخراج نمونه به‌کاررفته در آزمایش‌ها باشد (Tehranifar et al., 2010b).

اسید آسکوربیک (ویتامین ث) عملکردهای زیست‌شناختی بسیاری در میوه‌ها دارد و نقش‌های مهمی نیز در بسیاری از جنبه‌های مهار اکسایش و احیاء و فعالیت پاداکسندگی به‌ویژه در جلوگیری از قهوه‌ای شدن بافت‌ها ایفا می‌کند (Kulkarni & Aradhya, 2005). بنابر نتایج به‌دست‌آمده، اثر مستقل رقم بر میزان ویتامین ث معنی‌دار نبود، اما اثر مستقل منطقه رشد بر این میزان، در سطح احتمال ۰/۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین ویتامین ث مربوط به میوه‌های انار مناطق ساری و علی‌آباد و کمترین آن مربوط به منطقه ساوه بود (جدول ۴). در نتایج پژوهشی همسان، ویتامین ث آب‌میوه انار منطقه خشک جنوبی سریلانکا (۶/۳-۸/۴ میلی‌گرم بر لیتر) به‌طور معنی‌داری نسبت به نمونه‌های منطقه رشد معمول انار در شمال غربی کمتر بودند (Amararatne et al., 2012) که با نتایج به‌دست‌آمده از این بررسی همخوانی دارد، به این ترتیب که میزان ویتامین ث میوه‌های انار مناطق شمالی کشور بیشتر از منطقه نیمه‌خشک ساوه بود.

نتیجه‌گیری کلی

انار به دلیل فعالیت پاداکسندگی و محتوای ترکیب‌های ضدسرطانی بالا یکی از محبوب‌ترین و سالم‌ترین میوه‌های خوراکی به‌شمار می‌آید. صفات کیفی مهم این میوه می‌تواند تحت تأثیر ژنتیک و

REFERENCES

1. Akerstrom, A., Jaakola, L., Bang, U. & Jaderlund, A. (2010). Effects of latitude-related factors and geographical origin on anthocyanidin concentrations in fruits of *Vaccinium myrtillus* L. (bilberries). *Journal of agricultural and food chemistry*, 58, 11939-11945.
2. Amararatne, D., Weerakkody, W. & Jayakody, J. (2012). Bioactive properties of fruit juice of pomegranate (*Punica granatum*) grown in dry regions of Sri Lanka. *Tropical Agricultural Research*, 23, 370-375.
3. Amiryousefi, M., Zarei, M., Azizi, M. & Mohebbi, M. (2012). Modelling some physical characteristics of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit during ripening using artificial neural network. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14, 857-867.
4. Association Official Analytical Chemists (AOAC). (2005). Official methods of analysis, 18th edit., Washington, DC, USA.
5. Barman, K., Asrey, R., Pal, R., Kaur, C. & Jha, S. (2014). Influence of putrescine and carnauba wax on functional and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits during storage. *Journal of food science and technology*, 51, 111-117.
6. Caliskan, O. & Bayazit, S. (2013). Morpho-pomological and chemical diversity of pomegranate accessions grown in eastern mediterranean region of turkey. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15, 1449-1460.

7. Chandra, R., Lohakare, A. S., Karuppanan, D. B., Maity, A., Vikram Singh, N. & Jadhav, V. T. (2013). Variability studies of physico-chemical properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) using a scoring technique. *Fruits*, 68, 135-146.
8. Fawole, O. A. & Opara, U. L. (2013). Changes in physical properties, chemical and elemental composition and antioxidant capacity of pomegranate (cv. Ruby) fruit at five maturity stages. *Scientia Horticulturae*, 150, 37-46.
9. Fawole, O. A. & Opara, U. L. (2014). Physicomechanical, phytochemical, volatile compounds and free radical scavenging properties of eight pomegranate cultivars and classification by principal component and cluster analyses. *British Food Journal*, 116, 544-567.
10. Ferrara, G., Giancaspro, A., Mazzeo, A., Giove, S. L., Matarrese, A. M. S., Pacucci, C., Punzi, R., Trani, A., Gambacorta, G. & Blanco, A. (2014). Characterization of pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes collected in Puglia region, Southeastern Italy. *Scientia Horticulturae*, 178, 70-78.
11. Gadze, J., Prlic, M., Bulic, M., Leko, M., Barbaric, M., Vego, D. & Raguz, M. (2012). Physical and chemical characteristics and sensory evaluation of pomegranate fruit of (*Punica granatum* L.) cv. "Glavas". *Pomologia Croatica*, 17, 87-98.
12. Giusti, M. M. & Wrolstad R. E. (2001). Unit F1.2.1-13. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. In: R.E. Wrolstad, & S.J. Schwartz (eds.), *Current protocols in food analytical chemistry*. Wiley, New York, NY, USA.
13. Holland, D., Hatib, K. & Bar-Ya'akov, I. (2009). Pomegranate: botany, horticulture, breeding. In: J. Janick, (Ed.), *Horticultural Reviews*, volume 35, pp. 127-191. J. Wiley & Sons, New Jersey.
14. Horticultural studies of Iran (1995). Ministry of Agriculture, Branch of horticultural affairs. (in Farsi)
15. Kashyap, G. & Gautam, M. (2012). Analysis of vitamin C in commercial and natural substances by iodometric titration found in nimar and malwa region. *Journal of Scientific Research in Pharmacy*, 1, 77-78.
16. Khadivi-Khub, A., Kameli, M., Moshfeghi, N. & Ebrahimi, A. (2015). Phenotypic characterization and relatedness among some Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) accessions. *Trees*, 29, 893-901.
17. Klein, B. & Perry, A. (1982). Ascorbic acid and vitamin A activity in selected vegetables from different geographical areas of the United States. *Journal of Food Science*, 47, 941-945.
18. Kulkarni, A. P. & Aradhya, S. M. (2005). Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. *Food chemistry*, 93, 319-324.
19. Kulkarni, A. P., Aradhya, S. M. & Divakar, S. (2004). Isolation and identification of a radical scavenging antioxidant-punicalagin from pith and carpellary membrane of pomegranate fruit. *Food chemistry*, 87, 551-557.
20. Martinez, J. J., Hernandez, F., Abdelmajid, H., Legua, P., Martinez, R., El Amine, A. & Melgarejo, P. (2012). Physico-chemical characterization of six pomegranate cultivars from Morocco: processing and fresh market aptitudes. *Scientia Horticulturae*, 140, 100-106.
21. Melgarejo-Sanchez, P., Martinez, J. J., Legua, P., Martinez, R., Hernandez, F. & Melgarejo, P. (2015). Quality, antioxidant activity and total phenols of six Spanish pomegranates clones. *Scientia Horticulturae*, 182, 65-72.
22. Mohammadi, M. J., Azimi, M. H. & Khodabandehlou, F. (2011). *The Executive and Pictorial Manual of Pomegranate Cultivation and Culture*. Agricultural Education and Extension Press, Tehran, 260 pp. (in Farsi)
23. Nikdel, K. (2013). *The study of physical and chemical characteristics of some pomegranate cultivars and the influence of harvesting time on them*. M. Sc. Thesis. Department of Horticulture. Faculty of Agriculture Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 91 pp. (in Farsi)
24. Riyahi, R., Rafiee, S., Dalvand, M. & Keyhani, A. (2011). Some physical characteristics of pomegranate, seeds and arils. *Journal of Agricultural Technology*, 7, 1523-1537.
25. Saei, H., Sharifani, M. M., Dehghani, A., Seifi, E. & Akbarpour, V. (2014). Description of biomechanical forces and physiological parameters of fruit cracking in pomegranate. *Scientia Horticulturae*, 178, 224-230.
26. Schwartz, E., Tzulker, R., Glazer, I., Bar-Ya'akov, I., Wiesman, Z., Tripler, E., Bar-Ilan, I., Fromm, H., Borochoy-Neori, H. & Holland, D. (2009). Environmental conditions affect the color, taste, and antioxidant capacity of 11 pomegranate accessions' fruits. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57, 9197-9209.
27. Shwartz, E., Glazer, I., Bar-Ya'akov, I., Matityahu, I., Bar-Ilan, I., Holland, D. & Amir, R. (2009). Changes in chemical constituents during the maturation and ripening of two commercially important pomegranate accessions. *Food chemistry*, 115, 965-973.
28. Singleton, V. & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.

29. Sun, T. & Ho, C.-T. (2005). Antioxidant activities of buckwheat extracts. *Food chemistry*, 90(4), 743-749.
30. Tehranifar, A., Zarei, M., Esfandiyari, B. & Nemati, Z. (2010a). Physicochemical properties and antioxidant activities of pomegranate fruit (*Punica granatum*) of different cultivars grown in Iran. *Horticulture Environment and Biotechnology*, 51, 573-579.
31. Tehranifar, A., Zarei, M., Nemati, Z., Esfandiyari, B. & Vazifeshenas, M. (2010b). Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 126, 180-185.
32. Teixeira da Silva, J. A., Singh Rana, T., Narzary, D., Verma, N., Meshram, D. T. & Ranade, S. A. (2013). Pomegranate biology and biotechnology: A review. *Scientia Horticulturae*, 160, 85-107.
33. Wani, I. A., Bhat, M., Lone, A. A., Ganaie, S. A., Dar, M., Hassan, G., Mir, M. & Umar, I. (2012). Screening of various pomegranate (*Punica granatum* L.) selections of Kashmir valley. *African Journal of Agricultural Research*, 7, 4324-4330.
34. Wetzstein, H. Y., Zhang, Z., Ravid, N. & Wetzstein, M. E. (2011). Characterization of attributes related to fruit size in pomegranate. *HortScience*, 46, 908-912.
35. Zarei, M. (2010). *Investigation of physicochemical properties, bioactive compounds and antioxidant activity of different parts of fruit six pomegranate cultivars during development*. M. Sc. Thesis. Department of Horticulture. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. 109 pp. (in Farsi)