

اثر زمان برداشت و اندازه میوه بر ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی میوه انار (*Punica granatum*) رقم رباب نی ریز در قلعه تل باغملک

فاطمه رشنونزاد^۱، نوراله معلمی^{۲*}، و سید محمد حسن مرتضوی^۳

۱- دانشجوی کارشناس ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲- نویسنده مسئول: استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز (moalleminoor@gmail.com)

۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۲۶

چکیده

انار میوه‌ای نافرازگراست و برای داشتن بهترین عطر و طعم باید در مرحله رسیدگی کامل برداشت شود. به همین منظور آزمایشی جهت بررسی اثر زمان برداشت و اندازه میوه برای تعیین بهترین تاریخ برداشت و دستیابی به انار با کیفیت خوب در منطقه قلعه تل باغملک (استان خوزستان) انجام گردید. در این آزمایش، در سه مرحله (۱۵ مهرماه، ۱ آبان ماه و ۱۵ آبان ماه) میوه‌های انار برداشت و به سه اندازه بزرگ، متوسط و کوچک تقسیم شدند. نتایج حاصله نشان داد زمان برداشت و اندازه میوه بر وزن میوه، حجم میوه، میزان آنتوسیانین، میزان ویتامین ث، اسیدیتنه قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، نسبت مواد جامد محلول به اسیدیتنه قابل تیتر، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای مواد فنولی میوه انار رقم رباب نی ریز اثر معنی داری داشت. میزان مواد جامد محلول در برداشت سوم، ۱۶/۱۶ درصد بود و بین میوه‌های متوسط و کوچک تفاوت معنی داری مشاهده نشد. میزان اسیدیتنه قابل تیتراسیون، نسبت مواد جامد محلول به اسید به ترتیب ۱/۰۴ و ۱۶/۲ درصد بود. در مجموع نتایج به دست آمده بیانگر این است که میوه‌های متوسط برداشت سوم (اواسط آبان ماه) کیفیت بهتری نسبت به میوه‌های سایر برداشت‌ها داشتند.

کلید واژه‌ها: آنتی‌اکسیدان، اندازه، عملکرد، کیفیت.

مقدمه

انار با نام علمی *Punica granatum* از خانواده *Punicaceae*، درخت کوچکی است که در اقلیم‌های خشک، نیمه گرمسیری و مدیترانه‌ای رشد می‌نماید و باردهی خوبی نیز دارد. ایران از جمله کشورهای است که در ناحیه معتدل شمالی و نزدیک به ناحیه استوا قرار گرفته است (Mohseni, 2010). سطح زیر کشت انار در ایران حدود ۷۴۷۸۵/۶ هکتار، میزان تولید حدود ۳۹۶۹۸۳/۷ تن با متوسط عملکرد ۱۰/۷ تن در هکتار است (Paymard et al., 2014). انار نافرازگراست و

برای داشتن بهترین عطر و طعم باید در مرحله رسیدگی کامل برداشت شود (Palou et al., 2007). Weerakkody و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر بلوغ بر خصوصیات ظاهری و بیرونی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه انار رقم واندر فول^۱ در استرالیا را در دو سال پایی مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند محتوای فنول کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل آب انار به صورت معنی داری در طول رشد و بلوغ میوه کاهش می‌یابد. محتوای مواد جامد محلول، اسید آسکوربیک و

از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه وزن تازه میوه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. طول و قطر میوه‌ها، با استفاده از کولیس تعیین شد. حجم میوه از روش جابجایی مایعات (تغییر وزن) محاسبه گردید. جهت اندازه‌گیری آب میوه، پس از جداسازی پوست میوه از آریل و توزین آن، تعداد آریل و درصد آب میوه نسبت به وزن هر میوه بر اساس رابطه پیشنهادی به شرح زیر محاسبه شد (Zareii and Azizi, 2010).

$$100 \times (\text{میوه وزن} / \text{وزن پوست}) = \text{پوست درصد}$$

$$100 \times (\text{وزن پذر} + \text{وزن پوست}) - (\text{وزن میوه}) = \text{وزن میوه (درصد)}$$

مواد جامد محلول در آب میوه براساس درجه بریکس با رفراکتومتر^۱ دیجیتالی ATAGO مدل A.PAL-1 (ساخت ژاپن) تعیین گردید. از روش تیتراسیون با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال و معرف فنل فتالین جهت اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون آب انار بر اساس اسید غالب (اسید سیتریک) استفاده گردید (Mirdehghan and Rahemi, 2006). اندازه‌گیری ویتامین ث به روش تیتراسیون بر اساس دستورالعمل پیشنهادی Barakat و همکاران (۱۹۷۳) با استفاده از یدورپتاسیم، معرف نشاسته و تیتراسیون با سولفات مس ۰/۰۱ مولار صورت گرفت. میزان آنتوسیانین موجود در آب انار با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر^۲ و از روش اختلاف pH بین دو بافر به صورت میلی گرم در لیتر آب میوه اندازه‌گیری شد (Lako et al., 2007). محتوای فنول کل با استفاده از معرف فولین - سیلیکاته از روش Benzie and Strain (۱۹۹۶) و Biglari و همکاران (۲۰۰۸) تعیین شد. محتوای فنول کل بر اساس میلی گرم گالیک اسید در لیتر آب میوه بیان گردید. فعالیت آنتی‌کسیدانی از روش Guo و همکاران (۲۰۰۳) اندازه‌گیری شد. فعالیت

آنتوسیانین در طول بلوغ میوه افزایش می‌یابد، درحالی‌که اسیدیته قابل تیتراسیون، اسیدهای آلی و محتوای فنول کل کاهش می‌یابد. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که اگر انار در مرحله قبل از رسیدگی برداشت شود علاوه بر آن که عطر و طعم آن کامل نمی‌شود، پوست آن نیز، به سرعت تغییر رنگ داده و پوسته داخلی آن به رنگ قهوه‌ای در می‌آید. مهم‌ترین شاخص تعیین‌کننده‌ی رسیدگی در میوه انار مقدار اسید، قند و نسبت قند به اسید است (Mohseni, 2010). مهم‌ترین مناطق تولید انار در استان خوزستان شهرستان‌های باغملک، ایذه و رامهرمز است و بیش از ۹۰ درصد سطح زیر کشت انار منطقه را به خود اختصاص داده‌اند (Behzadi shahre babaki, 1998). با توجه به این‌که طی سال‌های گذشته ارقام انار بومی کشت می‌شده و اخیراً اقدام به کشت ارقام غیربومی نظیر رقم رباب نی‌ریز شده است و سطح زیر کشت روبه‌گسترش است به‌منظور برداشت به موقع انار جهت دستیابی به محصول با کیفیت و قابل عرضه به بازار، آزمایشی جهت بررسی اثر زمان برداشت بر کمیت و کیفیت انار جهت تعیین بهترین تاریخ برداشت در منطقه قلعه‌تل باغملک (استان خوزستان) انجام شد. درحالی‌که از خصوصیات کمی و کیفی این رقم در این منطقه اطلاعات چندانی در دست نمی‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک باغ در منطقه قلعه‌تل شهرستان باغملک (استان خوزستان) به‌صورت طرح فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه زمان برداشت به ترتیب (۱۵ مهرماه، ۱ آبان‌ماه و ۱۵ آبان‌ماه) و سه اندازه میوه بزرگ، متوسط و کوچک و در سه تکرار در سال ۱۳۹۲ انجام گرفت. میوه‌های برداشت شده به وسیله حلقه‌هایی به قطر ۶ سانتی‌متر برای میوه‌های کوچک، ۸ سانتی‌متر برای میوه‌های متوسط و بزرگتر از ۸ سانتی‌متر برای میوه‌های بزرگ به سه اندازه بزرگ، متوسط و کوچک تقسیم شدند. میوه‌های برداشت شده به آزمایشگاه تجزیه کیفی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز منتقل شدند. پس

1- Refractometer
2- Spectrophotometer

آنتالیا^۲ در طی رشد و بلوغ قطر میوه افزایش می‌یابد.

حجم میوه

بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها در هر سه زمان برداشت به ترتیب در (۱۵ مهرماه، ۱ آبان‌ماه و ۱۵ آبان‌ماه) بین سه اندازه میوه بزرگ، متوسط و کوچک در همان برداشت از لحاظ حجم میوه تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید، و حجم میوه‌های بزرگ بیشتر از میوه‌های متوسط و کوچک بود. حجم میوه با پیشرفت بلوغ میوه و تأخیر در برداشت افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول ۱). Gozlekci and kaynak (۲۰۰۰) گزارش کردند که در طی بلوغ میوه افزایش حجم دیده می‌شود و ارتباط نزدیکی بین وزن و حجم میوه وجود دارد. نتایج حاصل از این پژوهش در زمینه تغییرات حجم میوه در زمان‌های مختلف برداشت با نتایج Gozlekci and kaynak (۲۰۰۰) مطابقت دارد. در طی توسعه و بلوغ، میوه فرصت کافی برای رشد و بزرگ شدن را دارد و به مرور زمان وزن میوه افزایش می‌یابد و از آنجایی که همبستگی مثبت و قوی بین وزن میوه و حجم میوه به دست آمد (جدول ۴) ($r = +0.93^{**}$)، بنابراین افزایش حجم میوه مشاهده گردید.

آنتی‌اکسیدانی بر حسب میلی‌مول آهن II بر لیتر آب میوه بیان گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS (9.1)، مقایسه میانگین با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد و ضریب همبستگی با نرم‌افزار SPSS انجام گرفت.

نتایج و بحث

صفات فیزیکی

وزن و اندازه میوه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که زمان برداشت، اندازه میوه و برهمکنش زمان برداشت و اندازه میوه بر وزن و قطر میوه اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۱). اگرچه زمان برداشت بر طول میوه اثر معنی‌داری نداشت، اما اندازه میوه اثر معنی‌داری بر طول میوه داشت (جدول‌های ۲ و ۳). کمترین و بیشترین وزن و قطر میوه بزرگ، متوسط و کوچک به ترتیب در زمان برداشت اول (۱۵ مهرماه) و در زمان برداشت سوم (۱۵ آبان‌ماه) حاصل شد. نتایج Paymard و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که زمان‌های مختلف برداشت سبب افزایش معنی‌دار وزن میوه می‌گردد. Gozlekci and kaynak (۲۰۰۰) گزارش کردند که در انار رقم هیکازنار^۱ در

جدول ۱- میانگین اثر بر همکنش زمان برداشت و اندازه میوه بر برخی خصوصیات فیزیکی میوه انار رقم رباب‌نی‌ریز

Table 1. Mean values of effects of harvesting time and fruit size on physical properties of Pomegranate fruit cv. 'Rabab Neiriz

۱۵ آبان November 5th			۱ آبان October 22th			۱۵ مهر October 6th			تیمار Treatment
کوچک Small	متوسط Medium	بزرگ Big	کوچک Small	متوسط Medium	بزرگ Big	کوچک Small	متوسط Medium	بزرگ Big	صفات Characteristics
121.4 ^g	225.1 ^d	358.3 ^a	112.9 ^h	205.6 ^e	291.9 ^b	105.36 ⁱ	170.02 ^f	258.4 ^c	وزن میوه (گرم) Fruit weight (gr)
57.1 ^{gh}	73.6 ^{de}	87.3 ^a	55.8 ^{hi}	71.7 ^e	81.8 ^b	55.2 ⁱ	67 ^f	76 ^{cd}	قطر میوه (میلی‌متر) Fruit diameter (mm)
300 ^{gh}	421 ^c	541.7 ^a	298.2 ^{hi}	404.4 ^d	449 ^b	280.11 ⁱ	351.9 ^f	358 ^{ef}	حجم میوه (سانتی‌متر مکعب) Fruit volume (cm ³)
1.37 ^{hi}	4.48 ^{be}	6.64 ^a	1.43 ^{gh}	3.7 ^{de}	4.39 ^c	1.03 ⁱ	3.2 ^f	3.46 ^{ef}	عملکرد (تن در هکتار) Yield (Ton hec ⁻¹)

در هر ردیف میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشد.

In each row, means with the similar letters are not significantly different at 5% level of probability using LSD.

جدول ۲- میانگین اثر زمان برداشت بر برخی خصوصیات فیزیکی انار رقم رباب نی‌ریز
Table 2. Mean values effect of harvesting time on physical properties of Pomegranate fruit cv. 'Rabab Neiriz'

زمان برداشت Harvesting time			صفات Characteristics
۱۵ آبان November 5th	۱ آبان October 22th	۱۵ مهر October 6th	
69.9 ^a	68.6 ^a	66.2 ^a	طول میوه (میلی‌متر) Fruit length (mm)
35.83 ^a	30.96 ^b	27.21 ^c	وزن ۱۰۰ آریل (گرم) 100 Aril weight (gr)
53.63 ^a	47.25 ^b	43.88 ^c	درصد پوست Peel %
42.18 ^c	47.74 ^b	50.1 ^a	درصد آب Fruit juice %

در هر ردیف میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشد.

In each row, means with the similar letters are not significantly different at 5% level of probability using LSD.

جدول ۳- میانگین اثر اندازه بر برخی خصوصیات فیزیکی انار رقم رباب نی‌ریز
Table 3. Mean values effect of fruit size on physical properties of Pomegranate fruit cv. Rabab Neiriz

اندازه میوه Fruit size			صفات Characteristics
کوچک Small	متوسط Medium	بزرگ Big	
56.32 ^c	69.3 ^b	79.1 ^a	طول میوه (میلی‌متر) Fruit length (mm)
26.94 ^c	32.25 ^b	34.81 ^a	وزن ۱۰۰ آریل (گرم) 100 Aril weight (gr)
46.21 ^b	49.47 ^a	49.08 ^a	درصد پوست Peel %
43.8 ^b	48.57 ^a	47.98 ^a	درصد آب Fruit juice %

در هر ردیف میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشد.

In each row, means with the similar letters are not significantly different at 5% level of probability using LSD.

آریل میوه انار شد و میزان آن در میوه‌های بزرگ، متوسط و کوچک به ترتیب ۳۴/۸۱، ۳۲/۲۵ و ۲۶/۹۴ گرم به‌دست آمد (جدول ۳). در این پژوهش بین وزن میوه با وزن ۱۰۰ آریل همبستگی بالایی به‌دست آمد، این مشاهدات با نتایج Sarkosh و همکاران (۲۰۰۶) و Begi و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد، که نشان‌دهنده این است که میوه‌های درشت‌تر دارای آریل‌های بزرگتری هستند.

وزن ۱۰۰ آریل میوه

بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، وزن ۱۰۰ آریل در زمان برداشت اول (۱۵ مهرماه)، برداشت دوم (۱ آبان‌ماه) و برداشت سوم (۱۵ آبان‌ماه) به ترتیب ۲۷/۲۱، ۳۰/۹۶ و ۳۵/۸۳ گرم به‌دست آمد که بیشترین مقدار در مرحله سوم برداشت (۱۵ آبان‌ماه) و کمترین وزن ۱۰۰ آریل در مرحله برداشت اول (۱۵ مهرماه) مشاهده شد (جدول ۲). اندازه میوه سبب افزایش معنی‌دار وزن ۱۰۰

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین ویژگی‌های ارزیابی شده

Table 4. Correlation coefficients between evaluated characteristics

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	صفات Characteristics
											1	1
										1	0.930**	2
									1	0.856**	0.801**	3
								1	0.833**	0.954**	0.924**	4
							1	-0.018	-0.349*	-0.023	0.079	5
						1	-0.436*	0.296	0.520**	0.327*	0.142	6
					1	-0.724**	0.497**	-0.442*	-0.633**	-0.436*	-0.214	7
				1	-0.964**	0.812**	-0.556**	0.460**	0.675**	0.467**	0.272	8
			1	0.926**	-0.897**	0.758**	-0.499**	0.459**	0.688**	0.517**	0.317	9
		1	0.944**	0.934**	-0.865**	0.786**	-0.663**	0.436*	0.686**	0.456**	0.292	10
	1	-0.756**	-0.734**	-0.644**	0.580**	-0.708**	0.531**	-0.326*	-0.616**	-0.408*	-0.270	11
1	0.839**	-0.756**	-0.711**	-0.644**	0.569**	-0.801**	0.539**	-0.287	-0.520**	-0.371*	-0.189	12

(9) ویتامین ث (Vit C)
 (10) آنتوسیانین (Anthocyanin)
 (11) فعالیت آنتی‌اکسیدانی (Antioxidant activity)
 (12) مواد فنولی (Phenolic material)

(5) درصد آب (Fruit juice%)
 (6) مواد جامد محلول (TSS)
 (7) اسید قابل تیتر (TA)
 (8) شاخص طعم میوه (Fruit flavor index)

(1) وزن میوه (Fruit weight)
 (2) حجم میوه (Fruit volume)
 (3) وزن ۱۰۰ آریل (100 aril weight)
 (4) عملکرد (Yield)

* and ** Correlation is significant at the 5 and 1 % level.

* و ** همبستگی در سطح در ۵ و ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد.

درصد پوست

و کلیه میوه‌ها به شمار می‌آید. ضرایب همبستگی بین صفات نشان‌دهنده همبستگی منفی بالا بین درصد پوست و درصد آب میوه می‌باشد ($r = -0/896^{**}$)، (جدول ۴). به عبارت دیگر با افزایش درصد پوست میوه از میزان قسمت خوراکی میوه و آب میوه کاسته می‌شود. بنابراین با پیشرفت بلوغ میوه (تأخیر در برداشت) به دلیل افزایش وزن و درصد پوست میوه، میزان آب میوه در برداشت سوم نسبت به برداشت اول و دوم کاهش یافت.

عملکرد

طبق نتایج این پژوهش در هر سه زمان برداشت به ترتیب در (۱۵ مهرماه، ۱ آبان‌ماه و ۱۵ آبان‌ماه) بین سه اندازه میوه بزرگ، متوسط و کوچک در هر برداشت از لحاظ عملکرد تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید، و عملکرد میوه‌های بزرگ بیشتر از میوه‌های متوسط و کوچک بود. عملکرد میوه سه اندازه بزرگ، متوسط و کوچک انار با گذشت زمان افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول ۱). به طوری که کمترین و بیشترین عملکرد سه اندازه به ترتیب در زمان برداشت اول (۱۵ مهرماه) و زمان برداشت سوم (۱۵ آبان‌ماه) مشاهده شد. بیشترین ضریب همبستگی مثبت بین صفات عملکرد و حجم میوه به دست آمد ($r = +0/954^{**}$)، و هم‌چنین بین عملکرد و وزن میوه نیز همبستگی مثبت بالایی در سطح ۱ درصد نشان داد ($r = +0/920^{**}$)، (جدول ۴). در طی مرحله بلوغ و رسیدن میوه، درخت از شرایط نوری و تغذیه‌ای به نحو مطلوبی استفاده کرده، و وزن و عملکرد با پیشرفت بلوغ میوه افزایش معنی‌داری نشان می‌دهد.

صفات بیوشیمیایی

مواد جامد محلول

اثر زمان برداشت بر مواد جامد محلول میوه نشان داد بین سه زمان برداشت (۱۵ مهرماه، ۱ آبان‌ماه، ۱۵ آبان‌ماه) از لحاظ میزان مواد جامد محلول اختلاف معنی‌داری وجود دارد و با تأخیر در برداشت میزان مواد جامد محلول آب میوه افزایش معنی‌داری نشان داد. بیشترین و کمترین مواد جامد محلول به ترتیب در برداشت سوم (۱۵ آبان‌ماه) و برداشت اول (۱۵ مهرماه) مشاهده گردید

اثر زمان برداشت بر درصد پوست به وزن میوه نشان داد که بین سه زمان برداشت از نظر میزان درصد پوست میوه اختلاف معنی‌دار وجود دارد و کمترین درصد پوست به وزن میوه مربوط به اولین زمان برداشت در ۱۵ مهرماه بود (جدول ۲). اثر اندازه میوه بر درصد پوست به وزن میوه نشان داد کمترین درصد پوست به وزن میوه مربوط به میوه‌های کوچک بود و بین میوه‌های اندازه بزرگ و متوسط تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). در طول توسعه و بلوغ میوه، پوست و بافت اسفنجی میوه هم رشد بیشتری می‌کنند، بنابراین درصد پوست هم افزایش می‌یابد. نتایج این پژوهش با نتایج Paymard و همکاران (۲۰۱۰) در مورد اثر زمان برداشت بر سه رقم انار پوست سبز، پوست زرد و پوست قرمز مطابقت دارد.

درصد آب میوه

بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، اثر زمان برداشت بر درصد آب میوه نشان داد که بین سه زمان برداشت از نظر میزان آب میوه اختلاف معنی‌دار وجود دارد و کمترین درصد آب میوه مربوط به سومین زمان برداشت در ۱۵ آبان‌ماه بود (جدول ۲). تأثیر اندازه میوه بر میزان درصد آب میوه به نحوی است که میزان آب میوه‌ها با کاهش اندازه میوه روند کاهشی نشان داد به طوری که در میوه‌های کوچکتر درصد آب کمتری وجود دارد. میزان درصد آب میوه بزرگ و متوسط تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۳).

Mahmodi Tabar و همکاران (۲۰۰۹) گزارش

کردند که کاهش درصد آب و افزایش درصد پوست با هم مرتبط هستند. بنابراین با افزایش درصد پوست، جذب آب توسط آریل‌ها کاهش می‌یابد. با توجه به این که در طول توسعه و بلوغ میوه افزایش وزن پوست و درصد پوست مشاهده گردید، احتمالاً رشد پوست و بخش اسفنجی باعث جذب کمتر آب توسط آریل‌ها و سپس درصد آب میوه نسبت به وزن کل میوه کاهش یافت. میزان زیاد آب میوه یک ویژگی مطلوب برای انار

اثر معنی داری نشان داد. با گذشت زمان و تأخیر در برداشت، اسیدیته قابل تیتراسیون سه اندازه میوه (بزرگ، متوسط و کوچک) روند کاهشی نشان داد و بیشترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در مرحله برداشت اول (۱۵ مهرماه) مشاهده شد. میوه‌های اندازه متوسط کمترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون را نشان داد (جدول ۶).

Fawole and Opara (۲۰۱۳) گزارش کردند که اسیدیته قابل تیتراسیون در طول بلوغ میوه کاهش می‌یابد. اسیدهای آلی در طول رشد و نمو میوه تجمع پیدا می‌کنند و در میوه‌های بالغ به‌عنوان سوبسترای تنفسی استفاده می‌شوند. نتایج حاصل از این پژوهش در زمینه تغییرات میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در زمان‌های مختلف برداشت با نتایج Fawole and Opara (۲۰۱۳)؛ Paymard و همکاران (۲۰۱۰)؛ Shwartz و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. کاهش اسیدهای آلی در طی بلوغ میوه در میوه‌های اندازه متوسط بیشتر است. با توجه به این که در این پژوهش، میوه‌های برداشت اول (اواسط مهرماه) دارای اسیدیته بالاتری نسبت به مراحل برداشت دوم (اوایل آبان ماه) و برداشت سوم (اواسط آبان ماه) می‌باشند، برای مصرف تازه‌خوری از کیفیت لازم برخوردار نمی‌باشند.

(جدول ۵). نتایج Shwartz و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که یکی از فرآیندهایی که در طی رسیدن میوه رخ می‌دهد هیدرولیز نشاسته به قندهای ساده است و مقدار قند را در میوه کاملاً بالغ انار ۱۲ تا ۱۶ درصد گزارش کردند. نتایج نشان داد که میانگین میزان مواد جامد محلول انار رقم رباب نی‌ریز ۱۳/۴۴ تا ۱۶/۱۶ درصد می‌باشد. اختلاف بین مقدار مواد جامد محلول ممکن است به علت تفاوت در زمان برداشت، در فصل رشد، شرایط جغرافیایی و نوع رقم باشد (Mirzayi, 2014). نتایج حاصل از این پژوهش در زمینه تغییرات مواد جامد محلول در زمان‌های مختلف برداشت با نتایج Gozlekci and kaynak (۲۰۰۰)؛ Shwartz و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. با توجه با این که در طی بلوغ میوه محتوای قندهای ساده در آب میوه انار افزایش می‌یابد، این افزایش قندهای محلول بر محتوای مواد جامد محلول کل، که یکی از مهم‌ترین پارامترهای مورد اندازه‌گیری در طول رسیدن میوه است تأثیر می‌گذارد. بین مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتر همبستگی منفی وجود دارد ($r = -0.724^{**}$).

اسیدیته قابل تیتراسیون

زمان برداشت و اندازه میوه و بر همکنش زمان برداشت و اندازه میوه بر اسیدیته قابل تیتراسیون میوه انار

جدول ۵- میانگین اثر زمان برداشت بر خصوصیات شیمیایی انار رقم

Table 5. Mean values of effects of harvesting time on chemical properties of Pomegranate fruit

زمان برداشت Harvesting time			صفات Characteristics
۱۵ آبان November 5th	۱ آبان October 22th	۱۵ مهر October 6th	
16.16 ^a	15.04 ^b	13.44 ^c	مواد جامد محلول TSS (%)
130.1 ^a	44.8 ^b	4.3 ^c	آنتوسیانین (میلی‌گرم در لیتر) Anthocyanin (mg/L)
2420.6 ^b	2758.5 ^b	4741.8 ^a	آنتی‌اکسیدان (میلی مول آهن ۲ در لیتر) Antioxidant (m mol Fe II/L)
911.8 ^b	955.02 ^b	1592.9 ^a	مواد فنولی (میلی‌گرم گالیک اسید در لیتر) Phenolic materials (mg GAE/L)
782.2 ^a	515.2 ^b	381.3 ^c	ویتامین ث (میلی‌گرم در لیتر) Vit C (mg/L)

در هر ردیف میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشد.

In each row, means with the similar letters are not significantly different at 5% level of probability using LSD.

جدول ۶- میانگین اثر بر همکنش زمان برداشت و اندازه میوه بر برخی خصوصیات شیمیایی میوه انار
 Table 7. Mean values effects interaction of harvesting time and fruit size on chemical properties of Pomegranate Fruit

۱۵ آبان November 5th			۱ آبان October 22th			۱۵ مهر October 6th			تیمار Treatment
کوچک Small	متوسط Medium	بزرگ Big	کوچک Small	متوسط Medium	بزرگ Big	کوچک Small	متوسط Medium	بزرگ Big	صفات Characteristics
1.05 ^{fg}	1.04 ^g	0.98 ^h	1.79 ^{bc}	1.34 ^e	1.78 ^c	1.95 ^a	1.48 ^d	1.99 ^a	اسیدیته قابل تیتر TA%
15.29 ^b	16.2 ^a	15.82 ^a	8.41 ^{ef}	11.81 ^c	8.08 ^f	6.78 ^h	9.03 ^{de}	6.91 ^{gh}	شاخص طعم Flavor index

در هر ردیف میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشد.

In each row, means with the similar letters are not significantly different at 5% level of probability using LSD.

اندازه متوسطی که مربوط به برداشت سوم (اواسط آبان‌ماه) بودند کیفیت بهتری داشتند و میزان آنتوسیانین بیشتری نسبت به برداشت‌های اول (اواسط مهرماه) و دوم (اواخر مهرماه) نشان دادند (جدول ۷). نتایج نشان داد سطح آنتوسیانین‌ها در طی بلوغ میوه افزایش، در حالی که سطح فنول کل کاهش می‌یابد و همبستگی منفی بین این دو پارامتر وجود دارد ($r = -0.756^{**}$)، که با نتایج Shwartz و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد (جدول ۴). احتمالاً حلقه فلاویلیوم^۱ مورد نیاز برای آنتوسیانین‌ها از ترکیبات فنولی ساخته می‌شود و این پدیده منجر به کاهش محتوای فنول و افزایش سطح آنتوسیانین‌ها در طی بلوغ میوه می‌گردد. نتایج حاصل از این پژوهش در زمینه تغییرات میزان آنتوسیانین در زمان‌های مختلف برداشت با نتایج Fawole and Opara (۲۰۱۳)؛ Mahmodi Tabar و همکاران (۲۰۰۹)؛ Paymard و همکاران (۲۰۱۰)؛ Shwartz و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. ثبات آنتوسیانین‌ها با دما، pH، نور و اکسیژن تغییر می‌کند و به تخریب توسط آنزیم‌های اکسیدکننده حساس می‌باشند (Tatari et al., 2011). با توجه به این که در سه زمان مختلف، برداشت انار صورت گرفت، میوه‌های اندازه متوسطی که مربوط به برداشت سوم (اواسط آبان‌ماه) بودند کیفیت بهتری داشتند و میزان آنتوسیانین بیشتری نسبت به برداشت‌های اول (اواسط مهرماه) و دوم (اواخر مهرماه) نشان دادند. در طی بلوغ

نسبت مواد جامد محلول به اسید (شاخص طعم)

با گذشت زمان و تأخیر در برداشت میزان نسبت مواد جامد محلول به اسید سه اندازه میوه (بزرگ، متوسط و کوچک) روند افزایشی نشان داد. بیشترین میزان نسبت قند به اسید در مرحله برداشت سوم (۱۵ آبان‌ماه) و در میوه‌های اندازه متوسط مشاهده شد. میزان قند به اسید در زمان برداشت سوم (۱۵ آبان‌ماه) در سه اندازه بزرگ، متوسط و کوچک به ترتیب ۱۵/۸۲، ۱۶/۲۵ و ۱۵/۲۹ می‌باشد که بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب مربوط به میوه‌های اندازه متوسط و کوچک بود (جدول ۶). بیشترین ضریب همبستگی منفی بین صفات نسبت مواد جامد محلول به اسید و اسیدیته قابل تیتر آب میوه به دست آمد ($r = -0.964^{**}$)، (جدول ۴). در هر سه زمان برداشت میوه‌های اندازه متوسط از میزان اسیدیته قابل تیتراسیون کمتری برخوردار بودند و هر چه میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه کمتر باشد، نسبت مواد جامد محلول به اسید آن بالاتر است و میوه از کیفیت بهتری برخوردار است. با تأخیر در برداشت مواد جامد محلول افزایش و اسیدیته قابل تیتراسیون کاهش یافت، بنابراین نسبت قند به اسید افزایش می‌یابد.

میزان آنتوسیانین

بین سه زمان برداشت (۱۵ مهرماه، ۱ آبان‌ماه، ۱۵ آبان‌ماه) از لحاظ میزان آنتوسیانین اختلاف معنی‌داری وجود دارد و با تأخیر در برداشت میزان آنتوسیانین آب میوه افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول ۵). میوه‌های

معنی داری نشان داد.

فعالیت آنتی اکسیدانی

بیشترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در مرحله برداشت اول (۱۵ مهرماه) مشاهده شد. میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در زمان های برداشت دوم و سوم به ترتیب در (۱ آبان ماه و ۱۵ آبان ماه) تفاوت معنی داری نداشتند (جدول ۵). اندازه میوه تأثیر معنی داری بر میزان فعالیت آنتی اکسیدانی نداشت (جدول ۷).

میزان مواد فنولی

بیشترین میزان مواد فنولی در مرحله برداشت اول (۱۵ مهرماه) مشاهده شد. میزان مواد فنولی در زمان های برداشت دوم و سوم به ترتیب در (۱ آبان ماه و ۱۵ آبان ماه) تفاوت معنی داری نداشتند (جدول ۵). اندازه میوه تأثیر معنی داری بر میزان مواد فنولی نداشت (جدول ۷). نتایج نشان داد که محتوای فنول کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی به مرحله بلوغ وابسته است. همبستگی قوی بین ظرفیت آنتی اکسیدانی و محتوای مواد فنولی به دست آمد ($r=+0/893^{**}$) (جدول ۴).

میوه (تأخیر در برداشت) میزان مواد فنولی کاهش و حلقه فلاویلیوم مورد نیاز برای ساخته شدن آنتوسیانین ها از ترکیبات فنولی به وجود می آید، بنابراین ترکیبات آنتوسیانین در انار رقم رباب نی ریز افزایش یافت.

میزان ویتامین ث

با پیشرفت بلوغ میوه میزان ویتامین ث افزایش معنی داری نشان داد، بیشترین و کمترین میزان ویتامین ث در مرحله برداشت سوم و برداشت اول به ترتیب در (۱۵ آبان ماه و ۱۵ مهرماه) مشاهده شد. بین سه زمان برداشت از لحاظ میزان ویتامین ث تفاوت معنی دار وجود داشت (جدول ۵). ویتامین ث نقش های بیولوژیکی فراوانی در میوه دارد از جمله کنترل پاسخ های اکسایشی و کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی، هم چنین سبب جلوگیری از قهوه ای شدن بافت میوه می شود. میزان ویتامین ث در انار رقم واندرفول^۱ و راش هاپرد^۲ در طی بلوغ میوه افزایش می یابد (Shwartz *et al.*, 2009). در حالی که Kulkarni and Aradhya (۲۰۰۵) و Paymard و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که با توسعه و بلوغ میوه انار میزان ویتامین ث کاهش

جدول ۷- میانگین اثر اندازه میوه بر خصوصیات شیمیایی انار

Table 6. Mean values of effects of fruit size on chemical properties of Pomegranate fruit

صفات Characteristics	اندازه میوه Fruit size		
	کوچک Small	متوسط Medium	بزرگ Big
مواد جامد محلول TSS (%)	15.33 ^a	14.76 ^a	14.55 ^a
آنتوسیانین (میلی گرم در لیتر) Anthocyanin (mg/L)	57.5 ^b	62.3 ^a	59.4 ^b
آنتی اکسیدان (میلی مول آهن ۲ در لیتر) Antioxidant (m mol Fe II/L)	3300.5 ^a	3455.8 ^a	3164.7 ^a
مواد فنولی (میلی گرم گالیک اسید در لیتر) Phenolic materials (mg GAE/L)	1125.8 ^a	1171.3 ^a	1162.5 ^a
ویتامین ث (میلی گرم در لیتر) Vit C (mg/L)	557.3 ^a	596.4 ^a	528 ^a

در هر ردیف میانگین های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد آزمون LSD معنی دار نمی باشد.

In each row, means with the similar letters are not significantly different at 5% level of probability using LSD.

- 1- Wonderfu
2- Rosh-Hapered

محلول، نسبت مواد جامد محلول به اسید (شاخص طعم)، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای مواد فنولی میوه انار رقم رباب نی‌ریز در شرایط آب و هوایی باغملک (استان خوزستان) اثر معنی‌داری دارد. در مجموع نتایج حاصل بیانگر این است که میوه‌های با اندازه متوسط در برداشت سوم (اواسط آبان‌ماه)، از کیفیت بهتری نسبت به میوه‌های برداشت شده اواسط مهرماه و اوایل آبان‌ماه برخوردار بودند.

سپاسگزاری

بدینوسیله نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز به خاطر تأمین اعتبار لازم و هم‌چنین جناب آقای فاضل هزاروند بخاطر انجام این پژوهش در باغ انار ایشان، ابراز می‌دارد.

Fawole and Opara (۲۰۱۳) گزارش کردند محتوای مواد فنولی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در طول بلوغ میوه کاهش و با هم همبستگی مثبتی دارند. کاهش در محتوای مواد فنولی به اکسیداسیون پلی‌فنول‌ها به وسیله پلی‌فنول اکسیداز در طول بلوغ میوه مربوط می‌شود. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با روش‌های مختلف سبب مهار رادیکال‌های آزاد و کاهش مکانیسم اکسیداسیون می‌شود. اگرچه مکانیسم عمل به وسیله ترکیباتی است که هنوز مشخص نیست.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد زمان برداشت و اندازه میوه بر برخی خصوصیات مورد بررسی مانند وزن میوه، قطر میوه، حجم میوه، میزان آنتوسیانین آب میوه، میزان ویتامین ث، اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد

References

1. Bagi, F., Abdosi, V., and Alighasemi, A. (2010). Study of morphological and biochemical characteristics of the fruits of some Iranian local pomegranate cultivars under Isfahan climatic conditions. *Journal of Horticultural Science and Technology*, 11(4): 277-294. [In Farsi]
2. Barakat, M.Z., Shehab, S.K., Darwish, N., and El-Zoheiry, E. 1973. A new titrimetric method for the determination of vitamin C. *Analytical Biochemistry*, 53(1): 245-251.
3. Behzadi Shahre Babaki, H. 1998. Distribution and diversity of pomegranate in Iran. Publish Agricultural Education Karaj. 265 p. [In Farsi]
4. Benzie, I.F. and Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1): 70-76.
5. Biglari, F., AlKarkhi, A.F., and Easa, A.M. (2008). Antioxidant activity and phenolic content of various date palms (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. *Food Chemistry*, 107(4): 1636-1641.
6. Fawole, O.A. and Opara, U.L. (2013). Effects of maturity status on biochemical content, polyphenol composition and antioxidant capacity of pomegranate fruit arils (cv. 'Bhagwa'). *South African Journal of Botany*, 85: 23-31.
7. Gozlekci, S. and Kaynak, L. (2000). Physical and chemical changes during fruit development and flowering in pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivar Hicaznar grown in Antalya region. *Options Mediterraneennes. Serie A, Seminaires*

- Mediterraneens, 42: 79-85.
8. Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J., and Jiang, Y. (2003). Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition Research*, 23(12): 1719-1726.
 9. Kulkarni, A.P. and Aradhya, S.M. (2005). Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. *Food Chemistry*, 93(2): 319-324.
 10. Lako, J., Trenerry, V.C., Wahlqvist, M., Wattanapenpaiboon, N., Sotheeswaran, S., and Premier, R. (2007). Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. *Food Chemistry*, 101(4): 1727-1741.
 11. Mahmoodi Tabar, S., Tehranifar, A., Davarynejad, G.H., Nemati, S.H., and Zabihi, M.R. 2009. Aril Paleness, New physiological disorder in pomegranate fruit (*Punica granatum* L.): Physical and chemical changes during exposure of fruit disorder. *Horticultural Environmental*, 50(4): 300-307.
 12. Mirdehghan, S.H. and Rahemi, M. 2006. Changes in physic-chemical attributes of pomegranate during fruit growth and development. *Indian Journal of Horticulture*. 63(2): 122-125.
 13. Mirzaee, S. 2014. Sugar and anthocyanin characterization of four Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties using HPLC System. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*, 4: 248-253.
 14. Mohseni, E. 2010. Pomegranate production guide. Publish Agricultural Education, 156-157. [In Farsi]
 15. Palou, L., Crisosto, C.H., and Garner, D. (2007). Combination of postharvest antifungal chemical treatments and controlled atmosphere storage to control gray mold and improve storability of 'Wonderful' pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, 43(1): 133-142.
 16. Paymard, F., Hydari, M., Daneshvar, M., and Moallemi, N. 2014. Effects of harvesting time on physical and biochemical properties of (*Punica granatum* .L) in Khuzestan. *Journal of Horticultural Science*, 28(1): 71-79. [In Farsi]
 17. Sarkosh, A., Zamani, Z., Fatahimoghadam, R., Ebadi, E., Saei, E., Tabatabayi, S., and Akrami, S. 2006. Study of morphological and biochemical characteristics of some pomegranate genotype fruit. *Journal of Horticultural Science and Technology*, 10(4): 1-13. [In Farsi]
 18. Shwartz, E., Glazer, I., Bar-Ya'akov, I., Matityahu, I., Bar-Ilan, I., Holland, D., and Amir, R. (2009). Changes in chemical constituents during the maturation and ripening of two commercially important pomegranate accessions. *Food Chemistry*, 115(3): 965-973.
 19. Tatari, M., Ghazvini, R., Ghasemnezhad, M., Mosavi, S., and Tabatabayi, S. 2011. Morphological and biochemical characteristics of fruit in some pomegranate

- cultivars in climatical conditions of saveh. *Journal Seed and Plant*, 27(1): 69-87. [In Farsi]
20. Weerakkody, P., Jobling, J., Infante, M.M.V., and Rogers, G. 2010. The effect of maturity, sunburn and the application of sunscreens on the internal and external qualities of pomegranate fruit grown in Australia. *Scientia horticulture*, 124(1): 57-61.
 21. Zareii, M. and Azizi, M. 2010. Study of physical and chemical properties of pomegranate cultivar six in ripening stage. *Journal of Horticultural Science*, 24(2): 175-183. [In Farsi]