نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵، ص. ۳۵۷-۳۴۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 30, No. 2, Summer 2016, P. 348-357
ISSN: 2008 - 4730

بررسی اثر محلول‌پاشی جیبرلیک اسید تحت شرایط کم‌آبیاری بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و انبارمانی میوه انار (رقم شهوار)

یحیی سلاح‌ورزی[۱]- ذبیح‌اله زمانی[۲*]- علیرضا طلایی[۳]- محمدرضا فتاحی مقدم[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۱۴

چکیده

انار محصولی بومی ایران بوده که از ارزش صادراتی بالایی نیز برخوردار است. بحران خشکسالی در منطقه و خصوصاً حاشیه کویر که مورد کشت و کار انار قرار می‌گیرد به صورت فزاینده‌ای رو به گسترش می‌باشد. بدین سبب تحقیق حاضر در سال ۱۳۹۳ با سه سطح آبیاری شامل شاهد (۱۰۰ETc درصد)، کم‌آبیاری پایدار (۵۰ETc درصد در کل فصل رشد)، کم‌آبیاری تنظیم شونده (قطع آبیاری تا زمان تشکیل میوه و آبیاری کامل پس از آن) و دو غلظت محلول‌پاشی جیبرلیک اسید (۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام) با ۴ تکرار روی درختان ۷ ساله انار رقم شهوار در شهرستان تربت حیدریه به صورت آزمایش اسپلیت پلات بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام شد. پس از اندازه‌گیری عملکرد و اجزای آن، تعدادی میوه انار از هر تیمار به انبار سرد (دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد) منتقل و طی فواصل زمانی ۹ و ۱۸ هفته مورد ارزیابی کیفی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که وزن میوه، عملکرد کل، درصد آریل و آب میوه انار در تیمار کم‌آبیاری تنظیم شونده به ترتیب ۳۹/۶، ۱۷/۱، ۷/۹ و ۱۶/۶ درصد در مقایسه با شاهد بیشتر شد. از سوی دیگر هر چند تیمار کم‌آبیاری پایدار بیشترین میزان ترکیدگی (۹/۱ درصد) و کمترین وزن میوه (۲۰۵/۸ گرم) را نشان داد، اما محلول‌پاشی GA_3 توانست ضمن افزایش نسبی وزن، از شدت عارضه ترکیدگی نیز بکاهد. بررسی خصوصیات فیزیوشیمیایی میوه ها طی دوره انبارمانی نیز نشان از برتری تیمار کم‌آبیاری تنظیم شونده برای صفات شاخص رسیدگی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، آنتوسیانین کل و شاخص سرمازدگی داشت. همچنین تیمار محلول‌پاشی GA_3 توانست کاهش وزن میوه‌های حاصل از تیمارهای کم‌آبیاری را طی دوره انبارمانی اصلاح نماید و مقادیر آنتوسیانین کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی را نیز افزایش دهد. لذا به نظر می‌رسد با توجه به محدودیت منابع آبی در شرایط موجود، اتخاذ برخی راهکارهای کم‌آبیاری می‌تواند نتایج رضایت بخشی را در پی داشته باشد. ضمن آن‌که کاربرد GA_3 نیز توانایی جبران و اصلاح بخشی از اثرات نامطلوب این تیمارها را دارد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین کل، ترکیدگی میوه، قطع آبیاری، عملکرد، نیاز آبی

مقدمه

انار یکی از قدیمی‌ترین و محبوب‌ترین میوه‌های خوراکی است که به صورت گسترده‌ای در کشورهای دارای آب و هوای گرمسیری و نیمه‌گرمسیری از جمله بخش‌هایی از ایران کشت می شود. بر اساس آمار، سطح زیر کشت انار در ایران بیشتر از ۸۲ هزار هکتار بوده که با بیش از ۹۰۰ هزار تن بالاترین میزان تولید در دنیا را به خود اختصاص می‌دهد. از طرف دیگر ایران با میانگین ۲۵ هزار تن صادرات انار بالاترین سهم را در بین کشورهای تولید کننده دارا می‌باشد (۴).

قسمت‌های وسیعی از کشور ما که در محدوده کویر مرکزی و دشت کویر و کویر لوت واقع گردیده دارای شرایط آب و هوای خشک و نیمه‌گرمسیری است. بر این اساس کاشت اکثر محصولات باغی از نظر اقتصادی در این مناطق مقرون به صرفه نباشد. اما در چنین شرایطی درخت انار می‌تواند به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات مناطق خشک و نیمه‌گرمسیری اهمیت خاصی پیدا نماید. انار درختی نسبتا مقاوم به خشکی بوده که البته جهت داشتن عملکرد بالا و میوه‌های درشت نیاز به آبیاری مناسب و منظم دارد (۱۵).

یکی از راهکارهایی که طی سه دهه اخیر در راستای کشاورزی پایدار بسیار مورد توجه بوده است، استفاده از روش‌های کم‌آبیاری تنظیم شونده[۵] (RDI) و یا پایدار[۱] (SDI) می‌باشد. در واقع کم‌آبیاری

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجو دکتری، استادان و دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
(*-نویسنده مسئول: (Email: zzamani@ut.ac.ir

۵- Regulated deficit irrigation

تنظیم شونده در درختان میوه بر پایه کاهش آبیاری در دوره‌های مشخصی از مراحل نمو میوه (مراحل غیر حساس به تنش خشکی) استوار است که به دنبال آن کاهش مصرف آب را در پی دارد (۱۷). کم‌آبیاری تنظیم شونده در بسیاری از درختان میوه نظیر هلو (۱۴)، گلابی (۲۱)، زیتون (۲) و انگور (۳۱) با نتایج مناسبی همراه بوده است. علاوه بر امکان ذخیره و کاهش مصرف آب در زمان اعمال کم‌آبیاری تنظیم شونده، گزارشاتی مبنی بر بهبود خصوصیات کمی و حتی کیفی میوه تحت تاثیر RDI نیز وجود دارد که از آن جمله می‌توان به افزایش مواد جامد محلول (۲۵) و سفتی (۱۱) در سیب و همچنین رنگ میوه در زردآلو (۳۳) اشاره نمود. میوه‌های حاصل از تیمارهای کم‌آبیاری طی دوره انباری پاسخ‌های متفاوتی نشان می‌دهند. کانگ و همکاران (۱۹) با استفاده از تیمار RDI در سطح ۵۵ درصد نیاز آبی توانستند میزان ترکیدگی میوه انجیر و آلودگی‌های قارچی آن در انبار را کاهش دهند. پنا و همکاران (۲۶) نیز ضمن استفاده از تیمار SDI (ET_0) ۳۲ درصد) بر پاسخ‌های فیزیکوشیمیایی انار در دوره انباری گزارش کردند که کم‌آبیاری پایدار سبب بهبود طعم، ویژگی‌های کیفی و طول دوره انبارمانی می‌گردد.

جیبرلین‌ها (GAs) خانواده بزرگی از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی هستند که در بسیاری از فرایندهای رشد و نمو گیاه از جمله رسیدن میوه، گلدهی و پیری موثر می‌باشند. کاربرد GA_3 در مراحل مختلف رشدی میوه (قبل از برداشت) سبب بهبود خصوصیات کمی و کیفی و همچنین انبارمانی محصولاتی چون انگور (۳۵)، گیلاس (۸) و خرما (۲۴) گردیده است. در مورد انار نیز مشخص شده است که کاربرد GA_3 در غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰و ۱۵۰ پی‌پی‌ام سبب کاهش ترکیدگی میوه می‌گردد (۲۳).

بنابراین آزمایش حاضر به منظور بررسی اثر کم‌آبیاری تنظیم شونده و محلول‌پاشی جیبرلیک اسید بر برخی خصوصیات میوه انار در زمان برداشت و همچنین بررسی تغییرات فیزیکوشیمیایی آن طی دوره انبارمانی مورد اجرا قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مکان آزمایش

پژوهش حاضر در سال ۱۳۹۳ در باغی به مساحت ۱۰ هکتار در شهرستان تربت حیدریه با موقعیت ۵۹ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و ۳۴ درجه و ۱۷ دقیقه شمالی انجام پذیرفت. فاصله کاشت درختان انار رقم شهوار در این باغ ۴×۳ متر و سن درختان در زمان انجام آزمایش برابر ۷ سال بود.

خاک باغ دارای بافت لومی شنی با حداقل عمق ۱/۲ متر بود که ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم آن به ترتیب برابر ۱۸/۲ و ۴/۵ درصد اندازه‌گیری شد. بدین منظور مقداری از خاک مورد استفاده در آزمایش را در دستگاه صفحات فشاری قرار داده و سپس پتانسیل‌های مختلفی از فشار (مکش) در محدوده ظرفیت زراعی (۰/۳۳- بار)، تا نقطه پژمردگی دائم (۱۵ – بار)، بر آن اعمال گردید. پس از ۲۴ ساعت نمونه ها خاک از دستگاه خارج شد. در مرحله بعد ابتدا وزن مرطوب و بعد وزن خاک آون خشک (دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت) اندازه گیری گردید.نهایتا درصد رطوبت وزنی خاک، در مکش اعمال شده، مورد محاسبه قرار گرفت.

تیمارها

سه تیمار آبیاری شامل: ۱) شاهد (۱۰۰درصد نیاز آبی در تمام طول فصل)، ۲) کم‌آبیاری پایدار یا SDI (۵۰ درصد نیاز آبی در تمام طول سال) ۳) کم‌آبیاری تنظیم شونده یا RDI (قطع آبیاری تا زمان تشکیل میوه و ۱۰۰ درصد نیاز آبی در بقیه فصل رشد) بودند.

تبخیر و تعرق مرجع (ET_0) با استفاده از ضریب تشتک تبخیر (۰/۸) و مقادیر تبخیر روزانه محاسبه گردید (۳). سپس با استفاده از مقادیر ماهیانه K_c انار (۱۷) نیاز آبی هردرخت به دقت تعیین شد. آبیاری درختان با استفاده از ۴ عدد قطره چکان ($4\ lh^{-1}$) هر سه روز یکبار صورت می‌پذیرفت. تیمارهای جیبرلیک اسید نیز به صورت محلول‌پاشی با آب معمولی (۰ پی‌پی‌ام) و GA_3 (۱۵۰پی‌پی‌ام) در پانزدهم اردیبهشت و پانزدهم شهریورماه به گونه‌ای انجام پذیرفت که سطح تمامی برگ‌ها با محلول مورد نظر کاملاً آغشته گردید.

نمونه‌برداری و اندازه‌گیری

در آبان‌ماه تعداد ۴۸ عدد میوه سالم و یکسان از هر تیمار برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید. سپس میوه‌ها به صورت تصادفی به سه گروه تقسیم شدند. گروهی از آن‌ها در همان روز مورد ارزیابی قرار گرفت و دو گروه دیگر به انبار سرد (دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد) منتقل شد. نهایتاً میوه‌ها طی دو زمان ۹ و ۱۸ هفته از انبار سرد خارج و جهت ارزیابی بهتر به مدت یک هفته نیز تحت شرایط معمولی (دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵ تا ۷۰ درصد) قرار گرفتند.

برخی خصوصیات فیزیکی مانند تعداد و وزن میوه، عملکرد، وزن پوست و آریل، درصد آب و در صد ترکیدگی میوه‌ها تنها در زمان برداشت مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. بنابراین نتایج آن‌ها به صورت یک آزمایش اسپیلت پلات (کرت اصلی: روش آبیاری و کرت فرعی: محلول‌پاشی GA_3) با ۴ تکرار بر پایه طرح کاملاً تصادفی ارائه گردید. اما در بخش پس از برداشت، تجزیه واریانس داده‌ها برای هر تاریخ نمونه‌برداری به صورت مستقل انجام شد.

۱- Sustained deficit irrigation

صفات مورد اندازه‌گیری در این بخش شامل: درصد کاهش وزن (۲۶)، شاخص رسیدگی (۲۰)، محتوای آنتوسیانین کل (۲۲) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۲۰) بود. از علایم مشخص سرمازدگی، لکه‌های قهوه‌ای رنگ موجود روی پوست میوه انار می‌باشد که براساس ارزیابی ظاهری در ۵ گروه جداگانه (۱: بدون علایم سرمازدگی، ۲: از ۱ تا ۲۵ درصد خسارت، ۳: از ۲۶ تا ۵۰ درصد خسارت، ۴: از ۵۱ تا ۷۵ درصد خسارت و ۵: از ۷۶ تا ۱۰۰ درصد خسارت) طبقه بندی می‌شوند. بنابراین به منظور بررسی خسارت سرمازدگی بر اساس رابطه ذیل از شاخص سرمازدگی استفاده شد (۳۰).

$$CI = \frac{\Sigma(ni \times i)}{N}$$

در این رابطه ni بیانگر تعداد میوه‌هایی است که علایم سرمازدگی را در شدت‌های مختلف i (۱ تا ۵) از خود نشان داده اند و N تعداد کل میوه‌ها را مشخص می‌کند.

در مورد کاهش وزن و شاخص سرمازدگی، اندازه‌گیری‌ها به صورت غیرتخریبی انجام و بنابراین نتایج در فواصل زمانی کمتر (سه هفته) ارایه گردید. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم افزار JMP8 (SAS Institute Cary, NC) صورت پذیرفت. مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون HSD (توکی) انجام گرفت و خطای استاندارد در شکل‌ها نیز به صورت (SE± میانگین) نشان داده شد.

نتایج و بحث

اثر کم‌آبیاری و محلول‌پاشی جیبرلیک اسید بر خصوصیات میوه در هنگام برداشت

در آزمایش حاضر اثر کم‌آبیاری اعمال شده بر کلیه صفات مورد اندازه‌گیری در زمان برداشت در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود. اما محلول‌پاشی جیبرلیک اسید تنها در صفات وزن میوه، درصد آب میوه و ترکیدگی دارای اثر معنی‌دار بود و در مورد سایر صفات مورد اندازه‌گیری اختلافی نشان نداد (جدول ۱). همچنین نتایج حاضر در جدول ۱ نشان می‌دهد که برهمکنش کم‌آبیاری در محلول‌پاشی GA_3 نیز بر صفات وزن میوه و ترکیدگی میوه‌ها در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس خصوصیات میوه انار رقم شهوار

Table 1- ANOVA of pomegranate fruit (cv. Shahvar) properties

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Means of squares						
		تعداد میوه Fruit number	وزن میوه Fruit weight	عملکرد Yield	مقدار پوست Peel content	مقدار آریل Aril content	آب میوه Fruit juice	ترکیدگی میوه Fruit cracking
آبیاری Irrigation	2	957.7**	34481**	176.8**	100.2**	100.2**	116.9**	26.8**
خطای A Error A	9	48.5	100.1	19.6	7.8	7.8	3.3	0.8
جیبرلیک اسید GA_3	1	96.1ns	3096**	33.6ns	4.9ns	4.9ns	18.7*	48.4**
آبیاری×جیبرلیک اسید GA_3×Irrigation	2	11.3ns	544.2**	4.5ns	11.2ns	11.2ns	3.6ns	9.7**
خطای B Error B	9	73.1	50.2	8.2	3.11	3.11	2.3	1.6

* و ** به ترتیب نشانگر معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد و ns بیانگر عدم معنی‌داری است.

* and ** indicate significance at 5 and 1% level of probability respectively and ns means not significant.

تعداد میوه

براساس جدول ۲ تعداد میوه‌های شمارش شده در درختان شاهد با میانگین ۱۰۸/۳ عدد بیش از تیمارهای کم‌آبیاری پایدار (۹۳/۶ عدد) و تنظیم شونده (۸۷ عدد) بود.

در مناطق نیمه‌گرمسیر دوره گلدهی انار که منتج به محصول تجاری می‌گردد معمولاً یک‌ماه (از اردیبهشت تا خرداد) به طول می‌انجامد. گل‌های انار نیز در این دوره به صورت منفرد یا چندتایی در نوبت‌های مختلف ظهور می‌کنند. معمولاً گل‌های نوبت اول انار روی شاخه‌های سال قبل و گل‌های نوبت دوم و سوم آن روی شاخه‌های رشد سال جاری دیده می‌شود (۲۷). لذا به نظر می‌رسد تیمارهای کم‌آبیاری پایدار (SDI) و تنظیم شونده (RDI)به علت اعمال محدودیت رطوبتی در ابتدای فصل رشد، سبب کاهش رشد رویشی و

در نتیجه کاهش گل‌های حاصل از نوبت های دوم و سوم شده‌اند که در نتیجه آن تعداد میوه نهایی تشکیل شده در این تیمارها در مقایسه با شاهد به طور متوسط ۱۶درصد کمتر شده است. هرچند اینتریگ لیولو و همکاران (۱۷) برخلاف نتایج این پژوهش تعداد میوه نهایی انار در تیمارهای کم‌آبیاری را بیش از شاهد بیان کردند که البته ایشان نتوانستند توضیحی برای آن ارائه نمایند.

جدول ۲- اثر تیمارهای آبیاری و محلول‌پاشی جیبرلیک اسید بر خصوصیات میوه انار رقم شهوار

Table 2- Effect of irrigation and GA_3 application on pomegranate fruit (cv. Shahvar) properties

تیمار Treatment		تعداد میوه Fruit number	وزن میوه Fruit weight (g)	عملکرد Yield (Kg/tree)	مقدار پوست Peel content (%)	مقدار آریل Aril content (%)	آب میوه Fruit juice (%)	ترکیدگی میوه Fruit cracking (%)
آبیاری Irrigation	شاهد Control	108.3 a	237.8 b	25.6 b	35.1 a	64.8 b	36.6 b	5.9 b
	کم‌آبیاری پایدار SDI	93.6 b	205.8 c	20.7 c	28.3 b	71.6 a	35.6 b	9.1 a
	کم‌آبیاری تنظیم شونده RDI	87.0 b	332.1 a	30.1 a	30.0 b	70.0 a	42.7 a	6.0 b
جیبرلیک اسید GA_3 (ppm)	0	98.3 a	247.3 b	24.3 a	30.7 a	69.3 a	37.4 b	8.4 a
	150	94.3 a	270.0 a	26.7 a	31.6 a	68.4 a	39.2 a	5.6 b

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون و برای هر عامل از نظر آزمون HSD ($P<0.05$) معنی‌دار نیستند.

Means in each column, for each factor with the same letters are not significantly different using HSD ($P\leq 0.05$).

وزن میوه

براساس جدول ۳ و در مورد صفت وزن میوه، مشخص است که در صورت عدم محلول‌پاشی جیبرلیک اسید وزن میوه در تیمار RDI با میانگین ۳۱۱/۳ گرم بیشتر از دو تیمار SDI و شاهد بوده است. حال آنکه تحت شرایط محلول‌پاشی با جیبرلیک اسید وزن میوه در تمامی تیمارهای آبیاری افزایش یافته و در تیمار RDI با میانگین ۳۵۳ گرم به بالاترین مقدار خود رسیده است.

جدول ۳- اثر محلول‌پاشی GA بر وزن و ترکیدگی میوه انار رقم شهوار تحت شرایط کم‌آبیاری

Table 3- The effect of GA application on pomegranate fruit (cv. Shahvar) weight and cracking under deficit irrigation conditions

آبیاری Irrigation	جیبرلیک اسید GA_3 (ppm)	وزن میوه Fruit weight (g)	ترکیدگی میوه Fruit cracking (%)
شاهد control	0	230.7 c	7.1 b
	150	245.1 c	4.6 c
کم‌آبیاری پایدار SDI	0	199.8 d	11.7 a
	150	211.9 d	6.5 bc
کم‌آبیاری تنظیم شونده RDI	0	311.3 b	6.4 bc
	150	353.1 a	5.6 bc

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و برای هر عامل از نظر آزمون HSD ($P<0.05$) معنی‌دار نیستند.

Means in each column, for each factor with the same letters are not significantly different using HSD ($P\leq 0.05$).

گزارش‌های فراوانی در رابطه با کاهش وزن میوه در اثر به کارگیری راهبردهای مختلف کم‌آبیاری وجود دارد (۱۱، ۱۷ و ۲۲). در واقع همانند آنچه که در تیمار کم‌آبیاری پایدار این پژوهش اتفاق افتاد هر گونه محدودیت آبی سبب بسته‌شدن نسبی روزنه‌ها و کاهش جذب عناصر غذایی، کاهش فتوسنتز و در نتیجه کاهش رشد، خصوصا در طی دوره‌های رشد سریع می‌گردد (۲۹). اما در تیمار کم‌آبیاری تنظیم شونده به نظر می‌رسد تعداد کمتر میوه (جدول ۱) و در عین حال عدم وجود محدودیت رشدی برای میوه‌ها توانسته است دلیل افزایش وزن آن‌ها در مقایسه با دو تیمار دیگر باشد. از سوی دیگر محلول‌پاشی GA در این آزمایش سبب افزایش وزن در

میوه‌هایی که رشد کمتری داشته‌اند و در نتیجه پتانسیل بالاتری برای جبران رشد دارند، گردید. در واقع جیبرلیک اسید از طریق افزایش تقسیم سلولی سبب افزایش اندازه میوه می‌گردد (۸) و همچنین گزارش شده است که GA بوسیله هیدرولیز نشاسته و تبدیل آن به قندهای ساده سبب کاهش پتانسیل آب سلول و در نتیجه جذب آب و طویل شدن سلول‌ها می‌شود (۱۸).

عملکرد درخت

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها برای صفت عملکرد نشان داد که تیمار RDI و SDI با میانگین ۳۰/۱ و ۲۰/۷ کیلوگرم در هر درخت به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را از این نظر به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

معمولا عملکرد یا راندمان تولید هر درخت میوه، تابعی از دو صفت تعداد میوه و متوسط وزن میوه‌های آن درخت می‌باشد. بنابراین طبیعی است که تیمار SDI به علت تعداد و وزن میوه‌های کمتر در مقایسه با دو تیمار دیگر از عملکرد کمتری نیز برخوردار باشد و در مقابل تیمار RDI علیرغم تعداد میوه کمتر از شاهد به علت داشتن میوه‌های سنگین‌تر، دارای متوسط عملکرد بالاتری باشد. جیرونا و همکاران (۱۴) نیز بیان کردند که استفاده از تیمار RDI (کاهش آبیاری تا ۳۰ درصد در مرحله دوم رشد و یا پس از رسیدگی میوه) هیچ‌گونه کاهشی را در تولید و عملکرد درخت هلو بوجود نیاورده است.

درصد آریل و پوست

نتایج موجود در جدول ۲ برای صفات درصد پوست و آریل میوه انار نیز نشان می‌دهد که تیمارهای کم‌آبیاری پایدار و تنظیم شونده با میانگین حدود ۷۰ درصد، از میزان آریل بالاتری در مقایسه با تیمار شاهد (۱۰۰ETc درصد) برخوردار بودند و به همان نسبت درصد پوست در این دو تیمار کم‌آبیاری کمتر از شاهد بوده است.

هر چند جیرونا و همکاران (۱۴) در مورد هلو و کوئواس و همکاران (۱۰) برای ازگیل تفاوت معنی‌داری از نظر تشکیل میوه بین تیمارهای کم‌آبیاری با شاهد مشاهده نکردند، اما به نظر می رسد تعداد گل‌های کمتر ولی احتمالا قوی‌تر در تیمارهای کم‌آبیاری می تواند سبب تشکیل دانه بالاتر (تعداد آریل بیشتر) گردد. زیرا عمل لقاح در انار برای تشکیل هر آریل به صورت مستقل صورت می‌پذیرد (۳۴). از سوی دیگر به نظر می‌رسد کم‌آبیاری پایدار و کاهش ۵۰ درصدی آبیاری درخت در این تحقیق، سبب نازک‌شدن پوست و خشک شدن آن می‌گردد که البته این یافته در مورد پوست چندلایه و چرمی انار با گزارش ملیشو و همکاران (۲۲) در مورد این میوه مطابقت دارد. اما در مقابل روئیز سانچز و همکاران (۲۸) افزایش نسبت پوست به پالپ انگور را در اثر اعمال کم‌آبیاری تنظیم شونده گزارش کردند.

آب میوه

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها برای صفت آب میوه در جدول ۲ نشا ن می‌دهد که تیمار RDI با میانگین۴۲/۷ درصد بالاترین مقادیر این صفت را به خود اختصاص داده است و دو تیمار دیگر (شاهد و SDI) به لحاظ درصد آب میوه، اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان ندادند. از سوی دیگر محلول‌پاشی GA با غلظت ۱۵۰پی‌پی‌ام نیز سبب افزایش ۴/۸ درصدی آب میوه در مقایسه با شاهد شد.

به نظر می‌رسد درصد آب میوه انار به اندازه میوه، تعداد و همچنین محتوای آب آریل‌ها بستگی داشته باشد. بر این اساس انارهای حاصل از تیمار RDI به علت داشتن اندازه بزرگ‌تر میوه (۳۳۲/۱ گرم) و درصد آریل بالاتر (۷۰/۶ درصد) از آب میوه بیشتری هم برخوردار بودند. ولی در مقابل کم‌آبیاری پایدار به علت کاهش ۵۰ درصدی حجم آبیاری، احتمالاً سبب کاهش محتوای آب آریل‌ها شده و لذا در عین این‌که نسبت آریل در این تیمار بیشتر از شاهد بود اما مقدار آب میوه در دو تیمار مذکور اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. از سوی دیگر درصد آب میوه انار بر اثر محلول‌پاشی GA به طور معنی‌داری افزایش یافت. خلیل و علی (۱۸) نیز ضمن استفاده از GA در غلظت ۸۰ پی‌پی‌ام روی انار نتایج مشابه با تحقیق حاضر را گزارش نمودند. در واقع هیدرولیز نشاسته به قندهای ساده تر توسط GA سبب کاهش پتانسیل آب سلولی و در نتیجه جذب آب بیشتر در میوه می‌گردد (۸).

ترکیدگی میوه

بر اساس جدول ۳ مشخص گردید که تیمار کم‌آبیاری پایدار با ۱۱/۷درصد بیشترین مقادیر درصد ترکیدگی میوه‌های انار را نشان می‌دهد، از سوی دیگر محلول‌پاشی GA سبب کاهش ترکیدگی میوه‌های انار در همه تیمارها گردید. به گونه‌ای که در تیمار SDI تحت شرایط محلول‌پاشیGA عارضه ترکیدگی میوه‌ها ۴۴/۴ درصد کاهش یافت.

در این آزمایش نیز به نظر می‌رسد تیمار کم‌آبیاری پایدار به علت محدودیت ۵۰ درصدی رطوبت خاک در تمامی فصل رشد، از حساسیت بیشتری در برابر ترکیدگی میوه، خصوصاً به علت بارش‌های آخر فصل برخوردار باشد. در مقابل تیمارهای شاهد (۱۰۰ETcدرصد) و RDI به علت داشتن شرایط مطلوب رطوبتی در مقایسه با تیمار SDI، به میزان کمتری دچار تغییر ناگهانی محتوی رطوبتی شده (۱) و لذا ترکیدگی در میوه‌های آن‌ها در حداقل است. از سوی دیگر به نظر می رسد محلول‌پاشی درختان با GA ضمن افزایش استحکام و ضخامت پوست (۸) الاستیسیته و انعطاف کوتیکول و پوست میوه را

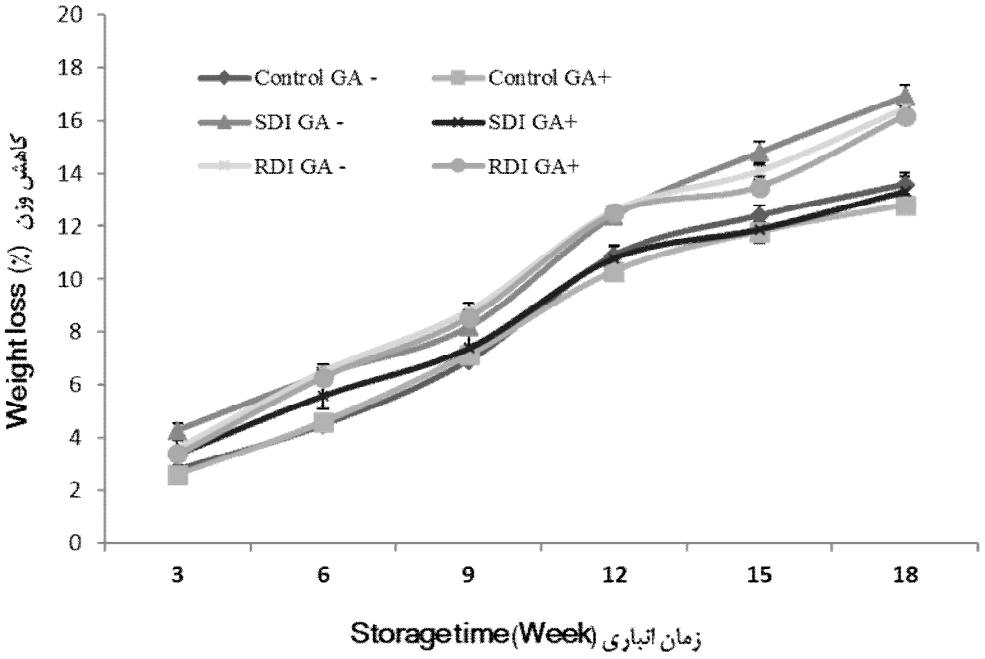
نیز افزایش می‌دهد (۱۸) و در نتیجه از این طریق می‌تواند سبب کاهش ترکیدگی میوه گردد.

اثر کم‌آبیاری و محلول‌پاشی بر خصوصیات میوه در دوره انبارمانی

کاهش وزن

درصد کاهش وزن میوه‌های حاصل از تیمارهای مختلف طی دوره انبارمانی در شکل ۱ نشان داده شده است. تیمار SDI و RDI در صورت عدم کاربرد GA بیشترین درصد کاهش وزن را در زمان‌های مختلف نشان دادند. حال آنکه با استفاده از محلول‌پاشی GA در دوره قبل از برداشت، افت وزن در تیمار SDI جبران شده و به سطح شاهد رسید ولی در مورد RDI حتی در صورت استفاده از جیبرلیک اسید هم مقادیر این صفت کاهش نیافت. این اختلاف تیمارهای مذکور در شروع دوره انبارمانی کم و حتی غیر معنی‌دار بود و عملاً از هفته نهم بود که کاهش وزن در تیمارهای کم‌آبیاری سرعت گرفت.

از مهم‌ترین دلایل کاهش وزن میوه ها در انبار می‌توان به نازک یا ناقص بودن کوتیکول اشاره نمود (۲۰). کریسوستو و همکاران (۹) بر خلاف نتایج این پژوهش عنوان کردند که میوه‌های هلو حاصل از تیمارهای کم‌آبیاری دارای کوتیکول پیوسته و ضخیم‌تری بوده و لذا مقادیر کاهش وزن در این میوه‌ها در مقایسه با شرایط آبیاری بهینه در حداقل بوده است. اما در مورد انار چنان‌که توضیح داده شد احتمال ترکیدگی میوه در اثر بارش‌های پایان فصل در تیمارهای کم‌آبیاری بیشتر بوده (جدول ۱) و بنابراین احتمال ظهور و وجود ترکیدگی‌های ریز (Microcracking) و از بین رفتن پیوستگی کوتیکول در این میوه‌ها نیز بیشتر خواهد بود. از سوی دیگر نسبت حداقلی پوست به آریل در تیمارهای کم‌آبیاری در مقایسه با شاهد نیز می تواند دلیلی دیگر بر افت سریع وزن میوه‌های مذکور در انبار باشد. در عین حال محلول‌پاشی GA توانست ضمن حفظ کیفیت پوست میوه در انبار (۱۲)، از سرعت کاهش وزن آن‌ها بکاهد. چادهاری و همکاران (۷) ضمن کاربرد قبل از برداشت GA_3 در غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام روی میوه چیکو نشان دادند که درصد افت وزن میوه ها طی دوره انبارمانی شدیدا کاهش یافته است.



شکل ۱- اثر محلول‌پاشی GA_3 بر کاهش وزن میوه انار رقم شهوار تحت شرایط کم‌آبیاری در زمان‌های مختلف انبارمانی

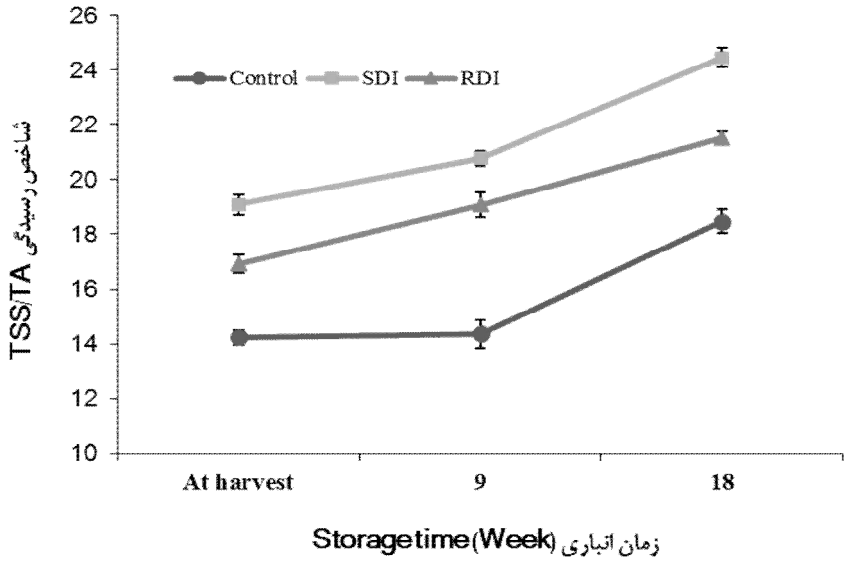
Figure 1- The effect of GA_3 application on pomegranate (cv. Shavar) weight loss under deficit irrigation at different storage periods

شاخص رسیدگی

نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهد که اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر شاخص طعم (TSS/TA) در زمان‌های مختلف انبارمانی در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود. بر این اساس، تیمارهای کم‌آبیاری خصوصاً SDI سطح بالاتری از نسبت TSS/TA را دارا بودند. همچنین با افزایش دوره انبارمانی بر مقادیر صفت مذکور

افزوده شد به گونه‌ای که نسبت TSS/TA در شاهد، SDI و RDI در هفته هجدهم در مقایسه با زمان برداشت به ترتیب برابر ۲۹/۷، ۲۸/۱ و ۲۷/۱ درصد افزایش نشان دادند (شکل ۲).

مقادیر این صفت به عنوان شاخص طعم و یا شاخص رسیدگی میوه انار در زمان برداشت مورد توجه است. نکته قابل توجه آن‌که در زمان برداشت نسبت TSS/TA در تیمار کم‌آبیاری پایدار بیش از دو تیمار دیگر بوده و از این لحاظ می‌توان به نقش کم‌آبیاری در نمو فیزیولوژیکی و رسیدن میوه اشاره نمود. افزایش شاخص طعم میوه انار طی دوره انبارمانی بیشتر به تغییرات محتوای مواد جامد محلول یا قند محلول میوه نسبت داده می‌شود (۲۰). در واقع تنش خشکی ناشی از محدودیت آبیاری سبب تجزیه نشاسته و تجمع قندهای ساده در سلول می‌گردد (۱۱). اما از سوی دیگر اثر کم‌آبیاری بر TA بسیار مبهم و غیرمشخص است و در بسیاری از منابع عدم تغییر TA در اثر کم‌آبیاری گزارش شده است (۱۶ و ۲۲). جیبرلیک اسید نیز می‌تواند بوسیله افزایش قدرت میوه در جذب کربوهیدرات‌ها از طریق تاثیر بر آوندها سبب افزایش مواد جامد محلول شود (۱۸).



شکل ۲- اثر محلول‌پاشی GA_3 بر نسبت TSS/TA میوه انار رقم شهوار در زمان‌های مختلف انبارمانی

Figure 2- The effect of GA_3 application on TSS:TA ratio of pomegranate fruit (cv. Shahvar) at different storage periods

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

اثر تیمارهای مختلف آبیاری و محلول‌پاشی جیبرلیک اسید بر صفات فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای آنتوسیانین کل میوه انار طی سه زمان انبارمانی در جدول ۴ گزارش شده است. برهمکنش آبیاری و GA تنها در زمان برداشت برایفعالیت آنتی‌اکسیدانی معنی‌دار شد. بر این اساس، کم‌آبیاری پایدار تحت شرایط محلول‌پاشی GA با افزایش ۴۸/۵ درصدی نسبت به شاهد (ETc ۱۰۰درصد، بدون GA) بالاترین مقدار این صفت را نشان داد.

گزارشات زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد تنش خشکی می‌تواند به عنوان یک تنش اکسیداتیو سبب تحریک سیستم آنتی‌اکسیدانی گیاهان شود (۲۹). لریبی و همکاران (۲۰) مشابه با نتایج این تحقیق گزارش کردند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی آب میوه انار تحت شرایط کم‌آبیاری افزایش می‌یابد. از سوی دیگر افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در اثر جیبرلیک اسید نیز معمولاً به افزایش محتوی ترکیبات فنولیکی نسبت داده می‌شود (۲۴ و ۳۲) که تحت شرایط خشکی در گیاه سنتز و تولید می شوند (۲۹).

آنتوسیانین کل

در مورد آنتوسیانین کل نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که تغییرات این صفت تنها در اواسط دوره انبارمانی (هفته نهم) معنی‌دار بوده و در تاریخ‌های نمونه‌بردای دیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). بیشترین میزان آنتوسیانین کل در تیمار کم‌آبیاری پایدار و عدم محلول‌پاشی GA بدست آمد. در واقع محلول‌پاشی GA سبب کاهش آنتوسیانین کل در شاهد، SDI و RDI نسبت به شرایط عدم محلول‌پاشی گردید.

جدول ٤- برهمکنش تیمار کم‌آبیاری و محلول‌پاشی GA_3 بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی و آنتوسیانین کل میوه انار رقم شهوار در زمان‌های مختلف انبارمانی

Table 4- Interaction between deficit irrigation and GA_3 application on antioxidant activity and total anthocyanin content of pomegranate fruit (cv. Shahvar) at different times of storage

آبیاری Irrigation	جیبرلیک اسیدGA_3 (ppm)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی Antioxidant activity (%)			آنتوسیانین کل Total anthocyanin (mg/100ml)		
		برداشت At harvest	هفته نهم 9^{th} week	هفته هجدهم 18^{th} week	برداشت At harvest	هفته نهم 9^{th} week	هفته هجدهم 18^{th} week
شاهد Control	0	36.94 e	31.73	30.47	5.52	6.79 b	5.83
	150	43.52 c	33.41	31.80	5.14	5.51 c	5.14
کم‌آبیاری پایدار SDI	0	48.09 b	34.73	32.05	5.77	8.63 a	5.77
	150	54.84 a	32.93	33.09	6.77	8.31 a	5.45
کم‌آبیاری تنظیم شونده RDI	0	37.85 de	32.80	31.27	5.52	7.37 b	6.08
	150	41.36 cd	33.74	30.55	4.89	5.82 c	5.58
		**	Ns	Ns	Ns	**	Ns

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آزمون HSD ($P<0.05$) معنی‌دار نیستند.

** نشانگر معنی‌داری در سطح احتمال خطای یک درصد و Ns بیانگر عدم معنی‌داری است.

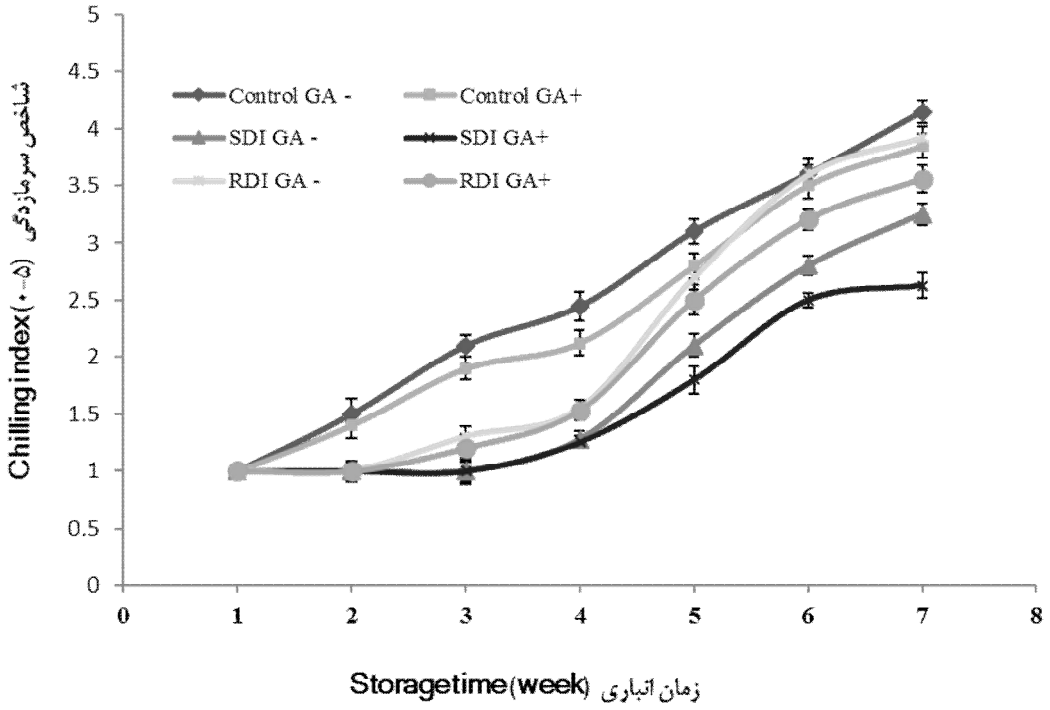
Means in each column followed by the same letters are not significantly different using HSD ($P\leq 0.05$).
** indicate significant ($P\leq 0.01$) and Ns means not significant.

افزایش مقادیر آنتوسیانین کل در آب میوه انار تا اواسط دوره انبارمانی را می‌توان به ادامه فعالیت بیوسنتزی ترکیبات فنولیک و فرایند رسیدگی میوه انار مرتبط دانست (۱۳). همچنین طی این دوره فعالیت آنزیم‌های دخیل در مسیر بیوسنتزی آنتوسیانین مانند فنیل‌آلانین آمونیالیاز (PAL) و فلاونوئید-۳-گلوزیل ترانسفراز (GT) افزایش می‌یابد (۲۰). این در صورتی است که تحت شرایط انبارمانی بلند مدت (۱۸ هفته) مطابق با نتایج این پژوهش، احتمالاً اکسیداسیون آنزیمی آنتوسیانین‌ها اتفاق افتاده و از مقادیر آن شدیدا کاسته می‌گردد (۵). از سوی دیگر گزارشاتی در مورد تاثیر تنش‌های آبی خصوصا کوتاه مدت بر افزایش محتوی آنتوسیانین کل در انار نیز وجود دارد (۱۷). در مقابل محلول‌پاشی GA در این آزمایش، محتوای آنتوسیانین را در تمامی تیمارهای آبیاری کاهش داد که می‌تواند به نقش GA در بازدارندگی بیوسنتز آنتوسیانین و کاهش رنگ‌گیری میوه برگردد (۲۰ و ۲۲). هر چند که خلیل و علی (۱۸) گزارش کردند که آنتوسیانین کل در انار در اثر محلول‌پاشی GA با غلظت ۸۰ پی‌پی‌ام معادل ۷۴ درصد افزایش پیدا نمود که البته می‌تواند به علت تفاوت در غلظت و زمان پاشش جیبرلیک اسید باشد.

شاخص سرمازدگی

نتایج مقایسه میانگین داده‌های حاصل از محاسبه شاخص سرمازدگی میوه‌های انار در فواصل مختلف از زمان برداشت مشخص کرد که میوه‌های مربوط به تیمار SDI تا هفته نهم انبارمانی هیچ‌گونه علائم سرمازدگی را نشان ندادند و از آن پس نیز این تیمار توانست تا پایان آزمایش (هفته هجدهم) شاخص سرمازدگی را در حداقل حفظ کند این در حالی است که بالاترین خسارت انباری ناشی از سرمازدگی در شاهد بود. در محلول‌پاشی GA، شاخص سرمازدگی در تیمارهای شاهد، SDI و RDI به ترتیب برابر ۷/۳، ۱۸/۷ و۱۰/۲ درصد کاهش یافت (شکل ۳).

تیمارهای کم‌آبیاری در این آزمایش به خوبی توانستند از شدت خسارت سرمازدگی در دوره طولانی مدت انباری کم کنند. لریبی و همکاران (۲۰) و پنا و همکاران (۲۶) نیز نتایج مشابهی را در مورد کاهش شاخص سرمازدگی انار در اثر استفاده از راهبرد کم‌آبیاری بدست آوردند. همچنین گزارش شده است که تنش حاصل از کم‌آبیاری پایدار سبب بیان ژنتیکی نوعی از پروتئین‌ها (LateEmbryogenesis Abundant Proteins) شده که می‌توانند سبب حفاظت پروتئین‌ها و غشاء سلولی شوند (۶). از سوی دیگر تنش خشکی چنان‌که گفته شد می‌تواند به عنوان یک تنش اکسیداتیو سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی شده که به همراه افزایش محتوای آنتوسیانینی و ترکیبات فنولیکی می‌تواند کاهش شاخص سرمازدگی در میوه ها را فراهم نماید (۲۰). پنا و همکاران (۲۶) در این زمینه بیان کردند که میوه‌های انار با رنگ‌گیری ضعیف در مقایسه با میوه‌هایی که رنگ‌گیری در آن‌ها در اثر تیمارهای کم‌آبیاری افزایش یافته است به سرمازدگی انباری حساسیت بیشتری دارند. محلول‌پاشی با جیبرلیک اسید نیز می تواند تا اندازه‌ای ضمن حفظ کیفیت پوست و سفتی میوه (۱۲) شدت خسارت سرمازدگی در انبار را کاهش دهد.



شکل ۳- اثر محلول‌پاشی GA بر شاخص سرمازدگی میوه‌های انار رقم شهوار تحت شرایط کم‌آبیاری در زمان‌های مختلف انبارمانی

Figure 3- The effect of GA application on chilling index of pomegranate fruit (cv. Shahvar) under deficit irrigation at different times of storage

منابع

1- Abd El-Rahman I.E. 2010. Physiological studies on cracking phenomena of Pomegranates. Journal of Applied Sciences Research, 6:696-703.

2- Alegre S., Marsal J., Mata M., Arbones A., and Girona J. 2002. Regulated deficit irrigation in olive trees (*Oleaeuropea* L. cv. 'Arbequina') for oil production. ActaHorticulturae, 586:259-262.

3- Allen R.G., Pereira R.S., Raes D., and Smith M. 1998. Crop Evapotranspiration Guidelines for Computing Crop Water Requirements, v. 56. FAO Irrigation and Drainage 56, Rome.

4- Anonymous. 2013. Statistical Book of Horticultural Fruits in Iran. http:// http://dpe.agri-jahad.ir

5- Artes F., Villaescusa R., and Tudela J. 2000. Modified atmosphere packaging of pomegranate. Journal of Food Science, 65:1112–1116.

6- Bray E.A. 1993. Molecular responses to water deficit. Plant Physiol, 103:1035–1040.

7- Choudhury S., Ray D.P., Das B.K., and Sahu G.S. 2003. Effect of pre and post harvest chemical treatments on ripening, quality and storage life of sapota (*Manilkaraachras*) cv. Pala ', Orissa Journal of Horticulture, 31: 54 – 57.

8- Cline J.A., and Trought M. 2007.Effect of gibberellic acid on fruit cracking and quality of 'Bing' and 'Sam' sweet cherries. Canadian Journal of Plant Science, 87:545–550.

9- Crisosto C.H., Johnson R.S., Luza J.G., and Crisosto G.M., 1994. Irrigation regimes affect fruit soluble solids concentration and rate of water loss of 'O'Henry' peaches. HortScience 29:1169–1171.

10- Cuevas J., Canete M.L., Pinillos V., Zapata A.J., Fernandez M.D., Gonzalez M., and Hueso J.J. 2007. Optimal dates for regulated deficit irrigation in 'Algerie' loquat (*Eriobotryajaponica*Lindl.) cultivated in Southeast Spain. Agricultural Water Management, 89:131-136.

11- Ebel R.C., Proebsting E.L., and Patterson M.E., 1993. Regulated deficit irrigation may alter apple maturity, quality, and storage life. HortScience, 28:141–143.

12- EL-Otmani M., and CogginsC.W.Jr. 1991. Growth regulators effect on retention of quality of stored citrus fruits. ScientiaHorticulturae, 45:261– 272.

13- Gil M.I., Garcia-Viguera C., Artes F., and Tomas-Barberan F.A. 1995. Changes in pomegranate juice pigmentation during ripening. Journal of Science Food Agriculture, 68:77–81.
14- Girona J., Gelly M., Mata M., Arbones A., Rufat J., and Marsal J. 2005. Peach tree response to single and combined deficit irrigation regimes in deep soils. Agricultural Water Management, 72:97-108.
15- Holland D., Hatib K., and Bar-Yaakov I. 2009. Pomegranate: botany, horticulture and breeding. Horticultural Reviews, 35:127–191.
16- Intrigliolo D.S., and Castel J.R. 2011. Response of plum trees to deficit irrigation under two crop levels: Tree growth, yield and fruit quality. Irrigation Science, 29:443–454.
17- Intrigliolo D.S., Bonet L., Nortes P.A., Nicolas E., and Bartual J. 2013. Pomegranate trees performance under sustained and regulated deficit irrigation. Irrigation Science, 31: 959-970.
18- Khalil H.A., and Aly H.S.H. 2013. Cracking and fruit quality of pomegranate (*Punicagranatum* L.) as affected by pre-harvest sprays of some growth regulators and mineral nutrients. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants, 5:71–76.
19- Kong M., Lampinen B., Shackel K., and Crisosto C.H. 2013. Fruit skin side cracking and ostiole-end splitting shorten postharvest life in fresh figs (*Ficuscarica* L.), but are reduced by deficit irrigation. Postharvest Biology and Technology, 85:154-161.
20- Laribi A.I., Palou L., Intrigliolo D.S., Nortes P.A., Rojas-Argudo C., Taberner V., Bartual J., and Pérez-Gago M.B. 2013. Effect of sustained and regulated deficit irrigation on fruit quality of pomegranate Cv. 'Mollar De Elche' at harvest and during cold storage. Agricultural Water Management, 125: 61-70.
21- Mitchell P.D., Jerie P.H., and Chalmers D.J. 1984. Effects of regulated water deficits on pear tree growth, flowering, fruit growth and yield. Journal of the American Society for Horticultural Science, 109:604-606.
22- Mellisho C.D., Egea I., Galindo A., Rodriguez P., Rodriguez J., Conejero W., Romojaro F., and Torrecillas A. 2012. Pomegranate (*Punicagranatum* L.) fruit response to different deficit irrigation conditions. Agricultural Water Management, 114:30-36.
23- Mohamed A.K.A. 2004. Effect of gibberellic acid (GA3) and benzyladinine (BA) on splitting and quality of Manfalouty fruits. Assuit Journal of Agricultural Sciences, 35:11–21.
24- Mohamed S.A., Awad M.A., and Al-Qurashi A.D. 2014. Antioxidant activity, antioxidant compounds, antioxidant and hydrolytic enzymes activities of 'Barhee' dates at harvest and during storage as affected by pre-harvest spray of some growth regulators. ScientiaHorticulturae, 167**:**91-99.
25- Mpelasoka B.S., Behboudian M.H., and Mills T.M., 2001. Effects of deficit irrigation on fruit maturity and quality of 'Braeburn' apple. ScientiaHorticulturae, 90:279–290.
26- Pena M.E., Artes-Hernandez F., Aguayo E., Martinez-Hernandez G.B., Galindo A. Artes F., and Gomez P.A. 2013. Effect of sustained deficit irrigation on physicochemical properties, bioactive compounds and postharvest life of pomegranate fruit (cv. 'Mollar de Elche'). Postharvest Biology and Technology, 86:171–180.
27- RahmatiShahri A. 2014. Determination of phonological stages, microphenology and dynamics of pomegranate flower cv. Ardestani and White in Mahvelat area. MSc Thesis. Ferdowsi University of Mashhad.
28- Ruiz-Sanchez M.C., Domingo R., and Castel J.R. 2010. Deficit irrigation in fruit trees and vines in Spain: A review. Spanish Journal of Agricultural Research, 8: 5–20.
29- Selahvarzi Y., Goldani M., Nabati J., and Alirezaii M. 2011. Effect of exogenous application of ascorbic acid on physiochemical changes under salt stress in oregano (*Origanummajorana* L.). Iranian Journal of Horticultural Science, 42:159-167. (In Persian with English abstract).
30- Selahvarzi Y., and Tehranifar A. 2013. Effect of essential oil of some medicinal plants and polyethylene packaging on quality and pomegranate shelf life. Journal of Horticultural Science, 27: 318-325. (In Persian with English abstract).
31- Stoll M., LOveys B., and Dry P. 2000. Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine. Journal of Experimental Botany, 51:1627-1634.
32- Sun T., and Gubler F. 2004. Molecular mechanism of gibberellin signaling in plants. Annual Review of Plant Biology, 55:197–223.
33- Torrecillas A., Domingo R., Galego R., and Ruiz-Sanchez M.C. 2000. Apricot tree response to irrigation withholding at different phenological periods. ScientiaHorticulturae, 85:201-215.
34- Wetzstein H.Y., Ravid N., Wilkins E., and Martinelli A.P. 2011. A morphological and histological characterization of bisexual and male flower types in pomegranate. Journal of the American Society for Horticultural Science, 136: 83-92.
35- Zoffoli J.P., Latorre B.A., and Naranjo P. 2009. Preharvest applications of growth regulators and their effect on postharvest quality of table grapes during cold storage. Postharvest Biology and Technology, 51:183–192.