مطالعه‌ی تاثیر تیمار اتانول در محل تاج میوه‌ی انار با هدف کاهش بروز آلودگی به منظور بهینه‌سازی امکان استفاده از دماهای بالاترِ انبار در راستای کاهش آسیب‌های ناشی از تنش سرمازدگی

عزیزه مسیّب‌زاده[1*]، مصباح بابالار[2]، ذبیح‌اله زمانی[3]، امیر موسوی[4] و محمّدرضا فتّاحی‌مقدّم[5]

۱، ۲، ۳ و ۵ - به ترتیب دانشجوی دکتری، استاد، استاد و دانشیار گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده‌ی علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران و ۴) دانشیار، پژوهشکده‌ی زیست فنّاوری کشاورزی، پژوهشگاه ملّی مهندسی ژنتیک و زیست فنّاوری.

* نویسنده مسئول: mosayebzadeh@ut.ac.ir

چکیده

یکی از راهکارهای پیشنهاد شده برای مهار صدمات ناشی از تنش سرمازدگی در دوره‌ی پس از برداشتِ میوه‌ها استفاده از دماهای بالاترِ انبار است که صرفه‌جویی در منابع انرژی را نیز در پی خواهد داشت؛ با این حال بروز آلودگی در شرایط یاد شده محدودیّت قابل توجّهی خواهد بود. سوال این است که آیا استفاده از یک تیمار گندزدا قابلیّت بهبود شرایط یاد شده را خواهد داشت. محصولات مختلفِ زیادی از طریق غوطه‌وری در اتانول گندزدایی شده‌اند ولی ساختار میوه‌ی انار و محلّ بروز آلودگی در آن شرایطی را فراهم ساخته که بتوان سطح تماسّ میوه با اتانول و همچنین هزینه‌های تیمار را کاهش داد. در این پژوهش اثر فروبریِ تاج میوه‌ی انار در اتانول و انتقال به ظرف‌های پر شده با پوشال کاغذی (تیمار اتانول) با دو شاهدِ I (میوه‌هایی که بدون دریافت هیچ تیماری داخل ظرف‌های خالی قرار گرفتند) و II (میوه‌هایی که بدون دریافت هیچ تیماری داخل ظرف‌های پر شده با پوشال کاغذی قرار گرفتند) مقایسه شد. ارزیابی‌های ما نشان داد که تیمار با اتانول بروز آلودگی در محلّ تاج و متعاقباً تمام میوه را به طور کامل متوقّف کرد. نتایج بدست آمده از نشت یونی در بافت‌های مختلف نشان می‌دهد که پوست و پلاسنتا در میوه‌های شاهد I بیشترین آسیب احتمالی را در محلّ غشاهای سلّولی دریافت کرده‌اند. با وجودی که میزان نشت یونی آریل‌ها تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها نشان نداد ولی مقادیر عددی از پایین‌تر بودن آن در میوه‌های تیمارشده با اتانول نسبت به دو گروه دیگر حکایت می‌کند. تحلیل کلّیِ نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که تیمار تاج میوه‌ی انار با اتانول علی‌رغم اثرات نامطلوب بر پوست قابلیّت حمایت از آریل‌ها را داشته است.

کلمات کلیدی: دمای انبار، تنش سرمازدگی، هدررفت انرژی، آلودگی، اتانول

مقدّمه

یکی از مهمّترین عوامل محدود کننده‌ی انبارداری میوه‌ی انار تنش سرمازدگی است (۴). از علایم قابل مشاهده‌ی این تنش می‌توان به قهوه‌ای شدن پوست، فرورفتگی‌های سطحی، رنگ‌پریدگی آریل‌ها و قهوه‌ای شدن پرده‌های غشایی جدا کننده‌ی آریل‌ها اشاره کرد (۴). در حال حاضر کمترین دمای امن برای نگهداری میوه‌ی انار پنج درجه‌ی سانتی‌گراد برای دو ماه است (۴)؛ همچنین تحقیقات زیادی از طریق اعمال تیمارهای تکمیلی به منظور القای مقاومت به سرمازدگی و امکان انبارکردن میوه در دماهای پایین‌تر و مدّت زمان بیشتر انجام شده است (۱، ۱۳، ۱۵ و ۱۶). با این حال به نظر می‌رسد حذف عامل تنش‌زا نیز بتواند مسیر دیگری از مطالعات را به خود اختصاص دهد (۱۲).کیدر و همکاران (۸) بیان کرده‌اند که به شرط مدیریّت مناسبِ آلودگی‌های قبل از برداشت می‌توان انار را در ده درجه‌ی سانتی‌گراد بدون بروز علایم سرمازدگی نگهداری کرد. با توجّه به اینکه بخش اعظم انرژی استفاده شده در کشاورزی به دوره‌ی پس از برداشت اختصاص داشته (۱۴) و مطالعات متعدّدی برای امکان کاهش مصرف انرژی در دوره‌ی پس از برداشت (مخصوصاً دوره‌ی انبارمانی) صورت گرفته است (۵ و ۱۷)، به نظر می‌رسد مسیر دوّم مسیر معقول‌تری باشد چرا که ضمن اجتناب از پدیده‌ی سرمازدگی، صرفه‌جویی در منابع انرژی را نیز در پی خواهد داشت. مطالعات

پیشین ما (منتشر نشده) نشان داد که می‌توان میوه‌ی انار را بدون بروز علایم قابل مشاهده‌ی تنش سرمازدگی به مدّت نه هفته در دمای دوازده درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری کرد؛ ولی در ادامه، بروز آلودگی در میوه‌ها که عمدتاً از محلّ تاج آنها آغاز می‌شد محدودیّت قابل توجّهی بود. سوال این بود که آیا استفاده از یک تیمار گندزدا قابلیّت بهبود شرایط یاد شده را خواهد داشت. از تیمارهای گندزدا در دوره‌ی پس از برداشتِ میوه‌ها می‌توان به تیمارهای حرارتی، تیمارهای تابشی و استفاده از ترکیبات شیمیاییِ ایمن نظیر اتانول اشاره کرد (۷).گزارش‌ها نشان می‌دهند که انواع روش‌های تیمار با اتانول توانسته است آلودگی را در محصولات مختلف مهار کند (۳)؛ ضمن اینکه تیمار با اتانول باعث مهار اتیلن داخلی در خربزه (۱۰) و حفظ کیفیّت گلچه‌های کلم بروکلی (۱۸) نیز شده است. اخیراً کاپِتاناکو و همکاران (۹) امکان استفاده از بخار اتانول جهت حفظ کیفیّت آریل‌های جدا شده‌ی میوه‌ی انار را مطالعه کرده‌اند ولی تا آنجا که ما اطّلاع داریم هیچ گزارشی مبنی بر تیمار میوه‌ی کامل انار با اتانول وجود ندارد. نخستین و ساده‌ترین گزینه‌ی قابل اجرای پیشِ روی ما غوطه‌ورکردنِ میوه در اتانول بود، با این حال ساختار میوه‌ی انار و محلّ بروز آلودگی در آن شرایطی را فراهم ساخت تا سطح تماسّ میوه با اتانول و همچنین هزینه‌های تیمار را کاهش دهیم.

مواد و روش‌ها

میوه‌های انارِ 'ملس ساوه' از یک باغ تجاری واقع در حومه‌ی شهر ساوه برداشت شده و بلافاصله به گروه علوم باغبانی واقع در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل شدند. میوه‌ها به مدّت یک شب در محلّی خنک نگهداری شده و صبح روز بعد به آزمایشگاه تغذیه و متابولیسمِ گروه علوم باغبانی منتقل شدند. در ابتدا میوه‌های سالم که از نظر ظاهری عاری از هر نوع ترک‌خوردگی یا آفتاب‌سوختگی بودند از بقیّه جدا شده و با استفاده از یک دستمال پنبه‌ای لطیف پاک شدند. سپس عملیّات بسته‌بندی به طور کاملاً تصادفی روی تک‌تک میوه‌ها و بعد از ثبت وزن اوّلیّه‌ی آنها انجام شد. روش کار به این صورت بود که تعدادی ظرف یک و نیم لیتری تهیّه و به سه گروه مساوی تقسیم شدند. دو گروه از ظرف‌های یاد شده با پوشال کاغذی (کاغذِ مومی استفاده شده در شیرینی‌پزی) پُرشدند. تعدادی از میوه‌ها بدون دریافت هیچ تیماری داخل ظرف‌های فاقد پوشال (شاهد I) و تعداد دیگری داخل ظرف‌های دارای پوشال (شاهد II) قرار گرفتند. گروه سوّم میوه‌ها از طریق فروبریِ ده ثانیه‌ایِ تاج در اتانول هفتاد درصد تیمار شده و سپس داخل ظرف‌های دارای پوشال قرار گرفتند (تیمار اتانول). دهانه‌ی ظرف‌ها با سلفون پوشانده شده و با استفاده از یک شابلون مقوایی و سرنگ پزشکی، بیست و پنج حفره به قطر یک میلی‌متر بر روی آنها ایجاد شد. میوه‌ها به انباری با دمای دوازده درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵±۸۵ درصد منتقل شده و نمونه‌برداری هر سه‌هفته یکبار انجام شد. بلافاصله بعد از اینکه میوه‌ها از انبار خارج شدند مورد ارزیابی‌های کمّی و کیفی قرار گرفتند. میوه‌ها از نظر وجود یا عدم وجودِ آلودگی در محلّ تاج ارزیابی شده و درصد کاهش وزن آنها با یک ترازوی دیجیتال و فرمول ۱۰۰ x [وزن اوّلیّه/(وزن اوّلیّه- وزن ثانویّه)] محاسبه شد. شادابی پوست میوه و درخشندگی آریل‌ها به روش چشمی و استحکام بافت و طعم آریل‌ها به روش حسّی و برمبنای معیاری از پنج تا یک نمره‌دهی شد (پنج: عالی، چهار: خوب، سه: قابل قبول، دو: ضعیف و یک: غیرقابل قبول). به منظور محاسبه‌ی میزان نشت‌یونی پوستِ میوه از روش مَک‌کالوم و مَک‌دونالد (۱۱) با تغییر در روش نمونه‌برداری استفاده شد. بدین ترتیب که به جای اینکه نمونه‌برداری تنها از منطقه‌ی استوایی میوه انجام شود در جهت طولی و در سه وجه میوه با زاویه‌ی ۱۲۰درجه انجام گردید. روش یاد شده برای پلاستا و آریل‌ها نیز استفاده شد و به منظور یکسان‌سازی شرایط، نتایج بدست آمده بر اساس درصد نشت‌یونی به ازای گرمِ بافت گزارش گردید. برای اندازه‌گیری میزان مادّه‌ی خشکِ پوست که تابعی از میزان رطوبت در بافت است از روش خشک کردن نمونه‌ها در آون استفاده شد. طرّاحی این آزمایش به صورت آزمایشِ فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. داده‌های بدست آمده از دو فاکتورِ شیوه‌ی نگهداری و زمان نمونه‌برداری با نرم‌افزار SAS 9.2 مورد

تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای مقایسه‌ی میانگین‌ها نیز از نرم‌افزار MSTATC و روش چنددامنه‌ای دانکن در سطح $P\leq 0.05$ استفاده شد.

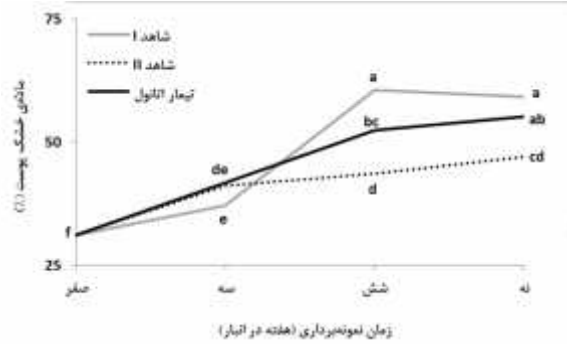
نتایج و بحث

بر اساس نتایج بدست آمده مشخّص شد که تیمار با اتانول بروز آلودگی در محلّ تاج و متعاقباً تمام میوه را به طور کامل متوقّف کرد؛ این در حالی بود که میوه‌های شاهد I در هفته‌ی نهم و میوه‌های شاهد II از هفته‌ی ششم به بعد با آلودگی روبرو شدند (جدول ۱). ارزیابی‌های ظاهری ما نشان داد که هیچ یک از میوه‌ها تا پایان آزمایش قهوه‌ای شدن را در سطح خارجی و داخلی پوست و یا سطح پلاسنتا نشان ندادند. مشخّص شد که در پایان آزمایش میوه‌های شاهد II پوست شادابتری نسبت به دو گروه دیگر داشتند (جدول ۱). با گذر زمان میوه‌ها با کاهش وزن رو به رشدی مواجه بودند که شیب آن برای میوه‌های شاهد II کندتر بود (شکل ۱). به احتمال زیاد این موضوع به محتوای رطوبتی بالاتر در این میوه‌ها مربوط بوده است که با نتایج به دست آمده از درصد مادّه‌ی خشک پوست (شکل ۲) همخوانی دارد. به نظر می‌رسد حفظ شادابی پوست و بروز زودتر آلودگی در میوه‌های شاهد II نیز ناشی از محتوای بالاتر رطوبتی باشد. شاید حضور پوشال در اطراف این میوه‌ها به حفظ رطوبت آنها کمک کرده باشد. به نظر می‌رسد تیمار با اتانول به کاهش محتوای رطوبتی میوه‌ها انجامیده که با استناد به مقاله‌ی چِن و همکاران (۲) به رقیق شدن لایه‌ی کوتیکولی (۶) مربوط می‌شود. نتایج بدست آمده از نشت یونی در بافت‌های مختلف نشان می‌دهد که پوست (شکل ۳) و پلاسنتا (شکل ۴) در میوه‌های شاهد I بیشترین آسیب احتمالی را در محلّ غشاهای سلّولی دریافت کرده‌اند. با وجودی که میزان نشت یونی آریل‌ها تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها نشان نداد ولی مقادیر عددی از پایین‌تر بودن آن در میوه‌های تیمارشده با اتانول نسبت به دو گروه دیگر حکایت می‌کند که این فاصله با میوه‌های شاهد I بیشتر بود (جدول ۱). با توجّه به مطالب اشاره شده و نتایج بدست آمده از شاخص استحکام بافت آریل که از برتری میوه‌های تیمارشده با اتانول حمایت می‌کند (جدول ۱) به نظر می‌رسد تیمار با اتانول علی‌رغم اثرات نامطلوب بر پوست قابلیّت حمایت از آریل‌ها را داشته است. در هر حال تیمار تاج میوه‌ی انار با اتانول و یا هر عامل گندزدای دیگر قابلیّت مطالعات بیشتر را دارد.

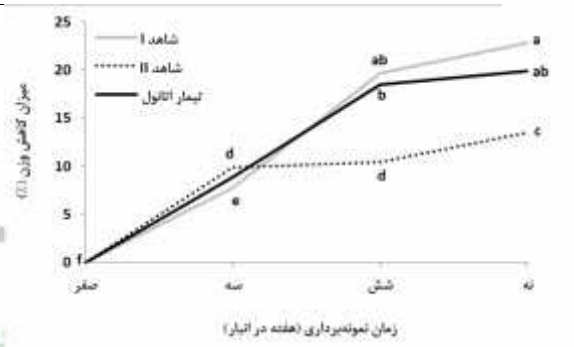
جدول ۱. میانگین‌های بدست آمده از اثرات ساده و متقابلِ شیوه‌ی نگهداری و زمان نمونه‌برداری بر صفات مورد ارزیابی

شیوه‌ی نگهداری	زمان نمونه‌برداری (هفته در انبار)	آلودگی تاج میوه	شاخص شادابی پوست میوه	شاخص درخشندگی آریل	شاخص استحکام بافت آریل	شاخص طعم آریل	نشت یونی آریل (٪)
شاهد I	صفر	0^{c}	5^{a}	5^{a}	5^{a}	5^{a}	54.72^{ab}
شاهد I	سه	0^{c}	5^{a}	5^{a}	5^{a}	5^{a}	62.26^{a}
شاهد I	شش	0^{c}	4^{b}	5^{a}	5^{a}	5^{a}	52.53^{ab}
شاهد I	نه	0.44^{a}	3^{d}	4.44^{b}	3.78^{c}	3.89^{b}	60.60^{ab}
شاهد II	صفر	0^{c}	5^{a}	5^{a}	5^{a}	5^{a}	54.72^{ab}
شاهد II	سه	0^{c}	5^{a}	5^{a}	5^{a}	5^{a}	50.17^{ab}
شاهد II	شش	0.22^{b}	4^{b}	5^{a}	5^{a}	5^{a}	51.96^{ab}
شاهد II	نه	0.44^{a}	3.67^{c}	4.33^{b}	3.78^{c}	3.56^{b}	62.03^{a}

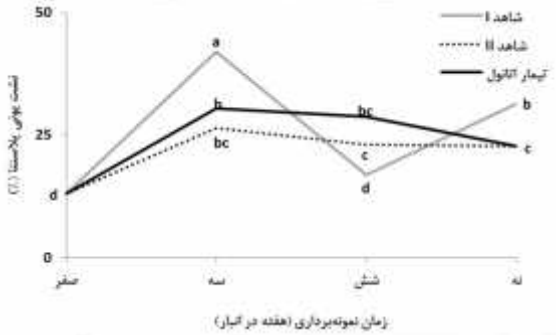
تیمار اتانول	صفر	0^{c}	5^{a}	5^{a}	5^{a}	5^{a}	54.72^{ab}
تیمار اتانول	سه	0^{c}	5^{a}	5^{a}	5^{a}	5^{a}	49.73^{ab}
تیمار اتانول	شش	0^{c}	4^{b}	5^{a}	5^{a}	5^{a}	47.34^{b}
تیمار اتانول	نه	0^{c}	3^{d}	4.56^{ab}	4.11^{b}	3.89^{b}	60.43^{ab}



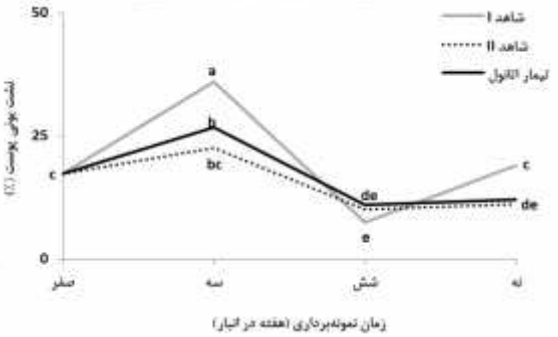
شکل ۱. تغییرات درصد کاهش وزن میوه‌ها در انبار



شکل ۲. تغییرات درصد مادّه‌ی خشک پوست میوه‌ها در انبار



شکل ۳. تغییرات درصد نشت یونی پوست میوه‌ها در انبار



شکل ۴. تغییرات درصد نشت یونی پلاستنای میوه‌ها در انبار

منابع

۱. میردهقان، س. ح. و راحمی، م. ۱۳۸۱. کاهش خسارت سرمازدگی میوه انار (Punica granatum L.) با گرمادهی متناوب. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۳(۱): ۷۵-۸۰.

2. Chen, G., Komatsuda, T., Ma, J. F., Li, C., Yamaji, N. and Nevo, E. 2011. A functional cutin matrix is required for plant protection against water loss. Plant Signaling and Behavior. 6(9): 1297-1299.
3. Dao, T. and Dantigny, P. 2011. Control of food spoilage fungi by ethanol. Food Control. 22(3): 360-368.
4. Elyatem, S. and Kader, A. A. 1984. Postharvest physiology and storage behaviour of pomegranate fruits. Scientia Horticulturae. 24(3): 287-298.
5. Hafner, A., Stale Nordtvedta, T. and Rumpf, I. 2011. Energy saving potential in freezing applications by applying cold thermal energy storage with solid carbon dioxide. Procedia Food Science. 1(1): 448-454.
6. Holser, R. A. and Akin, D. E. 2008. Extraction of lipids from flax processing waste using hot ethanol. Industrial Crops and Products. 27(3): 236-240.
7. Janisiewicz, W. J. and Conway, W. S. 2010. Combining biological control with physical and chemical treatments to control fruit decay after harvest. Stewart Postharvest Review. 6(1): 1-16.
8. Kader, A. A., Chordas, A. and Elyatem, S. 1984. Responses of pomegranates to ethylene treatment and storage temperature. California Agriculture. July-August: 14-15.
9. Kapetanakou, A. E., Stragkas, I. G. and Skandamis, P. N. 2015. Developing an antimicrobial packaging of ready-to-eat pomegranate arils based on vapors of brandy or distillery ethanol. Food Research International. 69(2015): 141-150.

10. Liu, W. W., Qi, H. Y., Xu, B. H., Li, Y., Tian, X. B., Jiang, Y. Y. and Xu, X. F. 2012. Ethanol treatment inhibits internal ethylene concentrations and enhances ethyl ester production during storage of oriental sweet melons (*Cucumis melo* var. makuwa Makino). Postharvest Biology and Technology. 67(2012): 75-83.
11. McCollum, T.G. and McDonald, R.E. 1991. Electrolyte leakage, respiration, and ethylene production as indices of chilling injury in grapefruit. HortScience. 26(9): 1191-1192.
12. McGlasson, W. B., Scott, K. J. and Mendoza, D. B. 1979. The refrigerated storage of tropical and subtropical products. International Journal of Refrigeration. 2(6): 199-206.
13. Mirdehghan, S. H. and Rahemi, M. 2005. Effect of hot water treatment on reducing chilling injury of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit during storage. Acta Horticulturae. 682: 887-892.
14. Parikh, J. K. and Syed, S. 1988. Energy use in the post-harvest food (PHF) system of developing countries. Energy in Agriculture. 6(4): 325-351.
15. Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Serrano, M. and Valero, D. 2009. Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. Postharvest Biology and Technology. 53(3): 152-154.
16. Sayyaria, M., Castillob, S., Valerob, D., Diaz-Mulac, H. M. and Serranoc, M. 2011. Acetyl salicylic acid alleviates chilling injury and maintains nutritive and bioactive compounds and antioxidant activity during postharvest storage of pomegranates. Postharvest Biology and Technology. 60(2): 136-142.
17. Stritih, U. and Butala, V. 2010. Experimental investigation of energy saving in buildings with PCM cold storage. International Journal of Refrigeration. 33(8): 1676-1683.
18. Xu, F., Chen, X., Jin, P., Wang, X., Wang, J. and Zheng, Y. 2012. Effect of ethanol treatment on quality and antioxidant activity in postharvest broccoli florets. European Food Research and Technology. 235(5): 793-800.

The effect of ethanol treatment in the crown of pomegranate fruit with the aim of reducing the incidence of infection in order to optimize the use of higher temperatures for reducing the damages caused by chilling stress

A. Mosayyebzadeh[1*], M. Babalar[2], Z. Zamani[3], A. Mousavi[4] and M. R. Fattahi Moghadam[5]

1, 2, 3 and 5- Respectively Ph. D. Student, Professor, Professor and Associate Professor, Department of Horticultural Science and Landscape, Faculty of Agricultural Science and Engineering, University College of Agriculture and Natural resources, University of Tehran, Iran AND 4) Associate Professor, Department of Plant Biotechnology, National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology (NIGEB),Tehran, Iran.
*Corresponding author: mosayebzadeh@ut.ac.ir

Abstract

One of the proposed solutions to prevent the damages caused by chilling stress during the postharvest storage of fruits is the utilization of higher storing temperatures that will lead to saving of energy resources as well; however, infection incidence in the mentioned condition would be a significant restriction. The question is whether the use of a disinfectant treatment will have the ability to improve the mentioned condition. Many different products are disinfected by soaking in ethanol solution but the fruit structure and the primary place of infection incidence in pomegranate provides a condition for reducing contacting surface of fruits with ethanol and treatment costs. In this study the effect of dipping the crown of pomegranate fruits in ethanol solution and transferring them to containers filled with paper strips (ethanol treatment) were compared with control I (fruits without receiving any treatment transferred to empty containers) and control II (fruits without receiving any treatment transferred to containers filled with paper strips). Our observations indicate that the infection in the crown and subsequently whole surface of the ethanol treated pomegranate fruits has not appeared. The results of ion leakage in different tissues suggests that husk and placenta in control I fruits have received the most possible damage at the cell membrane. Although the samples did not show significant differences between the amounts of ion leakage of arils, but the ethanol treated fruits showed lower numeric values compared to other groups. Total analysis of the results showed that ethanol treatment in the crown of pomegranate fruits despite of adverse effects on fruit husk has ability to support arils.

Key words: Storage temperature, Chilling stress, Energy loss, Infection, Ethanol