

## اثر اسید جیبرلیک و بنزیل آدنین بر کیفیت پسته تازه رقم احمدآقایی در شرایط انبار سرد

مجید اسماعیلی‌زاده\*، سمانه بختیاری‌زاده، سکینه رحیمی، سید حسین میردهقان

گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)، رفسنجان

\* نویسنده مسئول: [esmaeilizadeh@vru.ac.ir](mailto:esmaeilizadeh@vru.ac.ir)

### چکیده

هدف از انجام این آزمایش بررسی سطوح مختلف اسید جیبرلیک (GA) و بنزیل آدنین (BA) (۰، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) بر حفظ شاخص‌های رنگ قسمت‌های مختلف پسته و میزان کاهش وزن پسته تر رقم احمدآقایی در شرایط انبار سرد بود. برای این منظور آزمایشی به‌صورت فاکتوریل با دو فاکتور زمان انبارمانی و تنظیم‌کننده‌ی رشد در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با گذشت زمان ویژگی‌های ظاهری و شاخص‌های رنگ پوست سبز پسته کاهش و درصد کاهش وزن و پوسیدگی پوست سبز به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافت درحالی‌که تیمارهای GA و BA در مقایسه با شاهد ویژگی‌های ظاهری و شاخص‌های رنگ پوست سبز بهتر و درصد کاهش وزن و پوسیدگی پوست سبز کمتری داشت.

**کلمات کلیدی:** بنزیل آدنین، پوست تر، شاخص‌های رنگ، کاهش وزن

### مقدمه

نتایج حاصل از پژوهش‌های انجام شده مبین آن است، که شاخص‌های کیفی میوه‌ها به تدریج پس برداشت کاهش پیدا می‌کند که در نهایت باعث کاهش کیفیت خوراکی و ضایعات پس از برداشت می‌گردد. که بسیاری از این خسارت‌ها و تغییر در کیفیت فراورده‌ها در اثر فعالیت آنزیم‌ها و تغییرات متابولیکی درون بافت خوراکی است (Kalt et al., 1999). مهم‌ترین ناهنجاری که باعث کاهش کیفیت و در نهایت پژمردگی فراورده‌ها می‌گردد، کاهش وزن از طریق تبخیر از سطح فراورده می‌باشند (Galindo et al., 2004). علاوه بر از دست دادن آب، کاهش سفتی بافت میوه، تغییر رنگ و افزایش فعالیت قارچی و باکتریایی در میوه‌ها پس از برداشت گزارش شده است (Vicente et al., 2005). با توجه به اهمیتی که صادرات پسته تازه از نظر اقتصاد و ارزآوری دارد، اجرای طرح‌هایی در جهت افزایش ماندگاری پسته تازه و بسته‌بندی‌های مناسب در این زمینه دارای اهمیت فراوان است. در نتیجه شرایط نگهداری نامناسب یا طولانی شدن مدت‌زمان انبارداری، پوست رویی پسته تازه شکاف خورده و از طرفی مواد رنگی از پوست رویی پسته خارج شده و باعث بدرنگی پوست استخوانی می‌گردد (Ahmadi et al., 2014). در یک بررسی انجام شده روی عمر پس از برداشت میوه‌های تازه پسته رقم اکبری و اوحدی نشان داده شد که با افزایش دوره انبارمانی درصد کاهش وزن و فعالیت میکروبی افزایش و میزان سفتی پوست نرم و مغز پسته و همچنین ارزیابی پسته حسی کاهش پیدا کرد (Khatib et al., 2012). همچنین گزارش شده‌است که خصوصیات کیفی میوه پسته تازه رقم اوحدی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن‌ها نشان داد که با افزایش زمان انبارمانی مقدار اسیدهای چرب، کربوهیدرات‌ها و شاخص‌های رنگ پسته تازه تغییر پیدا کرد (Ahmadi et al., 2014). توماج و همکاران (۱۹۸۰) علت پایین بودن عمر انباری پسته تازه را تنفس بالای این فراورده می‌باشد که این شدت تنفس سبب ایجاد حرارت کرده و در نهایت سبب افزایش تبخیر از سطح فراورده و در نهایت افزایش رطوبت می‌شود که شرایط را برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها فراهم می‌کند کاربرد GA سبب افزایش قابل‌توجهی در سفتی بافت میوه گردید (Einhorn et al., 2013). همچنین گزارش شده است که کاربرد GA سبب افزایش کیفیت میوه و همچنین افزایش سفتی میوه گردید (Ozkaya et al., 2006). سفتی بافت میوه و همچنین میزان آب میوه آلبالو که با جیبرلین تیمار شده بودند به‌طور قابل‌توجهی در شرایط انبار نسبت به تیمار شاهد حفظ گردید (Zhang & Whiting, 2011). به‌طور کلی کاربرد GA<sub>3</sub> و BA به دلیل نقش این تنظیم‌کننده‌های رشد در پایداری غشا (Danaee et al., 2011). از آنجایی که گزارش‌های محدودی در زمینه پس از برداشت پسته تازه صورت گرفته است هدف از انجام این آزمایش

بررسی سطوح مختلف اسید جیبرلیک (GA) و بنزیل آدنین (BA) بر حفظ شاخص‌های رنگ قسمت‌های مختلف پسته و همچنین ارزیابی خصوصیات حسی و میزان کاهش وزن پسته رقم احمدآقایی در شرایط انبار سرد می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

نمونه‌های مورد نظر از درختان پسته باغ‌های منطقه نوق از توابع شهرستان رفسنجان تهیه شده و بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شدند. در آزمایشگاه دانه‌های پسته‌ای که دارای پوست سبز سالم بودند با دقت از خوشه جدا شدند به گونه‌ای که پوست سبز آن‌ها آسیب نبیند. سپس دانه‌های نارس و پوک جدا شده و دانه‌های سالم و مغزدار جهت انجام آزمایش انتخاب شدند. پس از جدا کردن پسته‌های نارس و پوک در ابتدا یکسری پارامترها به عنوان پارامترهای روز اول آزمایش مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و سپس بر اساس طرح آزمایشی مورد نظر بسته‌بندی جهت نگهداری در سردخانه انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. فاکتورها شامل زمان انبارمانی (روز اول و روز سی‌ام) و تیمار تنظیم‌کننده‌های رشد (شاهد، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین و بنزیل آدنین) و هر تکرار شامل ۱۵۰ گرم پسته بود که داخل ظروف یک‌بارمصرف قرار گرفت. تنظیم‌کننده‌های رشد بر اساس نوع تیمار روی میوه‌های پسته اسپری شدند و پس از توزین به همراه ظرف در سردخانه با دمای  $3 \pm 1$  درجه سلسیوس و رطوبت نسبی  $80 \pm 5$  درصد به مدت ۳۰ روز قرار گرفتند. در پایان آزمایش صفات کمی و کیفی زیر اندازه‌گیری شدند.

## کاهش وزن

کاهش وزن با اندازه‌گیری وزن میوه‌ها قبل (وزن اولیه) و پس از دوره‌ی انباری (وزن ثانویه) از طریق فرمول ۱-۳ محاسبه گردید (Gao et al., 2013).

$$\text{فرمول ۱-۱} \quad 100 \times (\text{وزن اولیه} / (\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه})) = \text{کاهش وزن (\%)}$$

## تغییر رنگ

تغییر رنگ میوه‌ها در طول مدت نگهداری بر اساس شاخص‌های  $L^*$ ،  $a^*$  و Chroma با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (Konica Minolta CR 400, Japan) اندازه‌گیری شد. از هر واحد آزمایشی ۸ عدد میوه به صورت تصادفی انتخاب شد و از هر میوه ۳ قسمت آن قرائت گردید. از شاخص‌های  $a^*$  و  $b^*$  برای محاسبه شاخص کروما به صورت زیر استفاده گردید (Esturk et al., 2011).

$$\text{chroma} = \sqrt{a^2 + b^2}$$

## فرمول ۲-۱

## درصد پوسیدگی

نحوه ارزیابی این صفت با نمره دادن (رنگ قرمز طبیعی نمره صفر، رنگ قرمز تیره نمره ۱، قهوه‌ای روشن ۲، قهوه‌ای تیره نمره ۳، کپک‌زدگی با لکه‌های سیاه نمره ۴، و سیاه شدن کامل ۵) انجام و در نهایت میزان درصد خسارت به صورت زیر محاسبه گردید (Ahmadi et al., 2014).

$$(\% \text{تعداد نمونه}) / (\text{میانگین مجموع مربعات} * 100) = \text{درصد خسارت}$$

## تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش‌ها با نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

## نتایج و بحث

### شاخص‌های رنگ پوست نرم

نتایج تجزیه واریانس بین تیمارها نشان داد که اثر دوره انبارمانی و اثر متقابل آن با تنظیم‌کننده‌های رشد جیبرلین و بنزیل آدنین بر شاخص درخشندگی، شاخص کروما و شاخص هیو معنی‌دار گردید. بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمارها با

افزایش مدت‌زمان انبارمانی خصوصیات رنگ پوست نرم پسته به‌طور قابل توجهی کاهش پیدا کرد. اما با کاربرد جیبرلین و بنزیل آدنین مقدار این کاهش کمتر بود. (جدول ۱).

جدول ۱- اثر انبارمانی، جیبرلین و بنزیل آدنین بر شاخص‌های رنگ پوست نرم، کاهش وزن و درصد پوسیدگی پسته تر رقم

احمدآقایی

Storage period (day)	Treatment	L*	Chroma	Hue	Wight loss (%)	Rot percentage
0	Control(mg/l)	70.25 <sup>a</sup>	22.92 <sup>a</sup>	2.11 <sup>a</sup>	0.01 <sup>d</sup>	0.01 <sup>f</sup>
	GA 75	69.25 <sup>a</sup>	22.92 <sup>a</sup>	2.20 <sup>a</sup>	0.01 <sup>d</sup>	0.01 <sup>f</sup>
	GA 150	69.91 <sup>a</sup>	22.71 <sup>ab</sup>	2.16 <sup>ab</sup>	0.01 <sup>d</sup>	0.01 <sup>f</sup>
	BA 75	70.30 <sup>a</sup>	22.93 <sup>a</sup>	2.11 <sup>a</sup>	0.01 <sup>d</sup>	0.01 <sup>f</sup>
	BA 150	70.30 <sup>a</sup>	22.93 <sup>a</sup>	2.11 <sup>a</sup>	0.01 <sup>d</sup>	0.01 <sup>f</sup>
30	Control(mg/l)	59.31 <sup>c</sup>	20.14 <sup>c</sup>	-3.65 <sup>f</sup>	9.34 <sup>a</sup>	25.53 <sup>a</sup>
	GA 75	63.52 <sup>b</sup>	20.84 <sup>c</sup>	-1.67 <sup>e</sup>	9.16 <sup>b</sup>	20.67 <sup>b</sup>
	GA 150	62.53 <sup>bc</sup>	21.32 <sup>b</sup>	-0.80 <sup>d</sup>	8.95 <sup>b</sup>	17.41 <sup>c</sup>
	BA 75	62.37 <sup>bc</sup>	20.96 <sup>bc</sup>	0.26 <sup>c</sup>	8.79 <sup>bc</sup>	14.37 <sup>d</sup>
	BA 150	61.82 <sup>bc</sup>	20.62 <sup>c</sup>	1.012 <sup>b</sup>	8.47 <sup>c</sup>	5.15 <sup>e</sup>

می‌باشد. LSD در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون

تغییر در شاخص‌های رنگ پوست سبز پسته را نیز می‌توان به افزایش تنفس و تغییر در مقدار کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها نسبت داد که سبب تیرگی رنگ مغز پسته می‌شود (Kader et al., 1982). حسنی (۲۰۱۶) علت تغییر در شاخص‌های رنگ مغز پسته را تغییر در مقدار رنگیزه‌های مغز پسته نظیر مقدار آنتوسیانین، کلروفیل و کارتنوئید ذکر کردند. به‌طوری‌که در شرایط انبار مقدار این رنگیزه‌ها به‌طور قابل توجهی کاهش پیدا کرد. گزارش شده است که کاربرد GA<sub>3</sub> و BA، بسته به دمای انبار سبب تغییر در سرعت تنفس می‌شود به‌طوری‌که کاربرد این دو تنظیم‌کننده رشد در شرایط دمای بالا سبب افزایش نرخ تنفس و در دمای پایین سبب کاهش نرخ تنفس می‌شود (Alexopoulos et al., 2007).

### کاهش وزن

نتایج تجزیه واریانس بین تیمارها نشان داد که اثر زمان انبارمانی و تیمار تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و برهمکنش بین آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر درصد کاهش وزن میوه‌های پسته رقم احمدآقایی داشت. مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که با افزایش مدت‌زمان انبارمانی درصد کاهش وزن میوه‌های پسته به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. و کاربرد GA و BA سبب کاهش از دست دادن وزن میوه در شرایط انبار گردید (جدول ۱).

به‌طور کلی کاهش وزن عمدتاً به‌وسیله تنفس، تعرق و فعالیت‌های متابولیکی در میوه تنظیم می‌شود (Manthe et al., 1992). در یک بررسی انجام شده روی پسته تازه نشان داده شد که وزن پسته‌های تازه رقم احمد آقایی در شرایط انبار به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (Nazoori et al., 2015). گزارش شده است انرژی مازاد تولید شده از فرایند تنفس به‌صورت گرما از فراورده خارج می‌شود که این گرما سبب افزایش تبخیر و تعرق از سطح فراورده می‌گردد و در نتیجه با افزایش تنفس نرخ کاهش وزن فراورده نیز افزایش پیدا می‌کند (Dharmasena & Kumari, 2006) و از آنجایی تیمار GA در دمای پایین انبار سبب کاهش نرخ تنفس می‌گردد در نتیجه سبب کاهش نرخ از دست دادن آب می‌گردد (Alexopoulos et al., 2007).

### درصد پوسیدگی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که زمان انبارمانی، تیمار تنظیم‌کننده‌های رشد و برهمکنش بین آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر درصد پوسیدگی میوه‌های پسته تازه رقم احمدآقایی در سطح احتمال یک درصد داشت نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که با انبارمانی درصد پوسیدگی به‌طور قابل توجهی افزایش پیدا کرد در صورتی‌که کاربرد GA و BA درصد پوسیدگی را به‌طور قابل توجهی کاهش داد. بیشترین درصد پوسیدگی در شرایط انبار در تیمار شاهد و کمترین درصد پوسیدگی در تیمار ۱۵۰ درصد BA مشاهده گردید (جدول ۱). این نتایج با نتایج خطیب و همکاران (۲۰۱۲) بر روی پسته

تازه مبنی بر افزایش درصد پوسیدگی در شرایط انبارمانی مطابقت دارد. معمولاً فعالیت آنزیم‌های کینیناز و B-1 و ۳ اندوگلوکناز در بافت پوست سبب ایجاد مقاومت در برابر قارچ‌ها می‌شود (Gonzalez-Aguilar et al., 2004). در یک بررسی انجام شده روی مرکبات نشان داده شد که کاربرد جیبرلین سبب کاهش قابل توجهی در درصد پوسیدگی میوه گردید (Ritenour et al., 2005) که این نتایج با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

### نتیجه‌گیری کلی

در مجموع نتایج پژوهش حاضر نشان داد که نگهداری پسته تازه، موجب کاهش ویژگی‌های ظاهری و شاخص‌های رنگ پوست تر و افزایش در صد پوسیدگی پوست سبز و درصد کاهش وزن آن شد اما کاربرد BA و GA سبب بهبود پارامترهای مذکور در شرایط انبار با دمای پایین گردید.

### منابع

- Ahmadi, Z., Mirdehghan, S., Hokmabadi, H. & Shamshiri, M. (2014). Nano Packaging and Edible Coating Used For Improvement of Shelf Life and Quality of Individual Fresh Pistachio Nuts. *Journal of Horticultural Science*. 27(4): 367-374. (In Farsi)
- Danaee, E., Mostofi, Y., & Moradi, P. 2011. Effect of GA<sub>3</sub> and BA on postharvest quality and vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii*. cv. Good Timing) cut flowers. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 52(2): 140-144.
- Dharmasena, D. A. N., & Kumari, A. H. M. R. R. (2006). Suitability of charcoal-cement passive evaporative cooler for banana ripening. *Journal of Agricultural Sciences*, 1(1). 1-10.
- Esturk, O., Ayhan, Z. & Ustunel, M. A. (2011). Modified Atmosphere Packaging of 'Napoleon' Cherry: Effect of Packaging Material and Storage Time on Physical, Chemical, and Sensory Quality. *Food Bioprocess Technology*, 5: 1295-1304.
- Galindo, F. G., Herppich, W., Gekas, V. & Sjöholm, I. (2004). Factors affecting quality and postharvest properties of vegetables: Integration of water relations and metabolism. *Critical reviews in food science and nutrition*, 44(3), 139-154.
- Gao, P., Zhu, Z. & Zhang, P. (2013). Effects of chitosan-glucose complex coating on postharvest quality and shelf life of table grapes. *Carbohydrate Polymers*, 95: 371-378.
- Kader, A. A., Heintz, C. M., Labavitch, J. M. & Rae, H. L. (1982). Studies related to the description and evaluation of pistachio nut quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 107: 812-816.
- Kalt, W., Forney, C. F., Martin, A. & Prior, R. L. (1999). Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(11), 4638-4644.
- Khatib, H., Mirdehghan, S. & Doraki, N. (2012). The Effect of Uv-C Irradiation on the Quality and Shelf Life of Fresh Pistachio Nut Cultivars (Ohadi and Akbari). *Journal of Horticultural Science*, 25(4): 243-252.
- Nazoori, F., Kalantari, S., Koraki, N., Talaie, A. & Javanshah, A. (2015). Effect of Harvest Time, Processing Type and Storage Condition on Preservation Fresh and Dried Pistachios Nuts. *Agricultural crop management*, 16(4), 793-807 (in Farsi).
- Ozkaya, O., Dundar, O. & Kuden, A. (2006). Effect of preharvest gibberellic acid treatments on postharvest quality of sweet cherry. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 4(1), 189.
- Toumadje, A., Crane, J. C. & Kader, A. A. (1980). Respiration and ethylene production of the developing 'Kerman' pistachio fruit. *HortScience*, 15(6), 725-727.
- Vicente, A. R., Pineda, C., Lemoine, L., Civello, P. M., Martinez, G.A. & Chaves, A. R. 2005. UV-C treatments reduce decay, retain quality and alleviate chilling injury in pepper. *Postharvest Biology and Technology*, 35(1), 69-78.
- Zhang, C., & Whiting, M. (2011). Pre-harvest foliar application of Prohexadione-Ca and gibberellins modify canopy source-sink relations and improve quality and shelf-life of 'Bing' sweet cherry. *Plant Growth Regulation*, 65(1), 145-156.

## Effect of GA and BA on Quality of Fresh Pistachio cv. Ahmadagae in Cold Storage Conditions

M. Esmailizadeh\*, S. Bakhtiarizadeh, S. Rahimi, S.H. Mirdehghan

Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-E-Asr University, Rafsanjan, Iran

\*Corresponding Author: [esmailizadeh@vru.ac.ir](mailto:esmailizadeh@vru.ac.ir)

### Abstract

The purpose of this research is to study the effects of gibberellic acid and benzyladenin (0, 75 and 150 mg/l) on quality and increasing the shelf life of fresh pistachio nut. A completely randomized design was applied with a factorial arrangement include of two factors: diurnal storage (0 and 30 days) and plant growth regulator (control, 75 and 150 mg/l GA and BA) with three replications. The results showed that the color indices of hull significantly decreased while the percentage of rot and percent of weight loss increased while BA and GA treatments had the better fruit appearance and color indices and lower weight loss and rot percentage of fruit compare to control. .

**Keywords:** BA, Color indices, Hull, Weight loss

