تأثیر تیمارهای اسپری آب بر فلاونوئید کل و رنگ پوست میوه سیب رقم گرانی اسمیت در طی ۹۰ روز انبار سرد

رقیه هدایتی*[۱]، داود بخشی[۲]، نادر پیرمرادیان[۳]، علی اعلمی[۴]
[۱*]دانشجو سابق کارشناسی ارشد گروه باغبانی، دانشگاه گیلان
[۲] دانشیار گروه باغبانی، دانشگاه گیلان
[۳] استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه گیلان
[۴] استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه گیلان
*نویسنده مسئول: hedayati.roghayeh@yahoo.com

چکیده

بررسی اثر متقابل متغیرهای محیطی به‌ویژه تغییرات رطوبت نسبی تاج درخت و شرایط انبار سرد بر واکنش‌های فیزیولوژیکی و ترکیبات بیوشیمیایی میوه در طول مدت انبارداری بسیار حائز اهمیت است. در این مطالعه تیمارهای رطوبتی با استفاده از اسپری آب در چهار رژیم شامل ۰ روز (شاهد)، ۷ روز، ۱۴روز، ۲۱ روز اسپری آب بر روی تاج درختان میوه سیب ' گرانی اسمیت ' اعمال شد. میوه‌های مربوط به هریک از تیمارهای رطوبتی اعمال‌شده در طی ۹۰ روز در انبار سرد نگه‌داری شدند. نتایج داده‌ها به‌خوبی نشان داد، فلاونوئید کل پوست و گوشت میوه تحت تأثیر تیمارهای رطوبتی قرار گرفتند. در میزان فلاونوئید کل پوست در تمام تیمارهای اسپری آب بعد از ۳۰ روز انبارداری تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. دوره‌های انبار داری بر کلروفیل‌های a و b تأثیر معنی‌داری داشت. اثر متقابل تیمارهای اسپری آب و دوره‌های انبارداری بر رنگدانه کاروتنوئید برخلاف کلروفیل در سطح احتمال ۵ ٪ معنی‌دار بود. نتایج به‌خوبی نشان می‌دهد رطوبت نسبی در طول فصل رشد به‌طور مستقیم و غیرمستقیم می‌تواند تأثیرات قابل‌توجهی بر کیفیت رنگ و خاصیت آنتی‌اکسیدانی در انبار سرد داشته باشد.

کلمات کلیدی: **متغیرهای محیطی، رشد و نمو میوه، رنگ میوه، ترکیبات فنلی**

مقدمه

سیب (*Malus domestica* Borkh.) از محصولات مهم باغی است. یکی از ارقام صادراتی سیب، رقم گرانی اسمیت می‌باشد. این رقم به‌دلیل طعم ترش، بافت سفت و پوست سبزرنگ جذاب در اکثر بازارهای جهانی از محبوبیت قابل‌توجهی بین مصرف‌کنندگان برخوردار است. سطح تولید این رقم در برخی مناطق کشور ازجمله استان قزوین به تدریج در حال افزایش است. رشد و توسعه بخش صادرات میوه وابسته به کیفیت است.

کیفیت پس از برداشت میوه سیب همانند سایر محصولات باغی وابسته به ژنتیک، نوع پایه، شرایط محیطی قبل از برداشت، شیوه‌های مدیریت باغ و شرایط نگه‌داری در انبار است (Varela *et al.*, 2008). در بسیاری از پژوهش‌های علمی به‌خوبی تأثیرات فیزیولوژیکی برخی پارامترهای محیطی مانند افزایش دما و کاهش رطوبت نسبی بر پتانسیل فتوسنتز، تغییرات در محتوای قندها، اسیدهای آلی، فلاونوئیدها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشخص شده است (Moretti *et al.*, 2010). گیاهان فقط به تغییرات حجم رطوبتی نسبی در محدوده، چند سانتی‌متری اطراف خود، به‌ویژه اطراف تاج واکنش نشان می‌دهند. تأثیر این رطوبت نسبی سطحی ممکن است کاملاً متفاوت از آن حجم رطوبتی در اتمسفر باشد. تغییرات متغیرهای محیطی کوتاه‌مدت و ناگهانی در طول فصل رشد تأثیرات بیش‌تری را نسبت به متغیرهای محیطی بلندمدت در میوه ایجاد می‌کند (Koch, 1984).

در طول چند دهه گذشته در سراسر دنیا تغییرات متغیرهای محیطی و اثرات بالقوه آن در کیفیت محصولات مختلف یکی از مباحث مهم و جدی در بخش کشاورزی است (Adams *et al.*, 1990). بر اساس همین گزارش‌های موجود فرضیه‌های لازم برای مطالعه حاضر شکل گرفت. هدف از اسپری آب در این طرح افزایش رطوبت تاج در اوج ساعات تبخیر و تعرق روزانه درخت و بررسی تأثیر متقابل تغییرات رطوبت نسبی بعد از مرحله تمام گل و شرایط انبار سرد بود. آیا این مطالعه می‌تواند ارائه‌کننده یک دیدگاه کلی از نحوه روند تغییرات و تأثیرات مثبت و منفی بر شاخص های کیفی میوه در طی مدت‌زمان نگه‌داری در انبار سرد داشته باشد. زیرا تفکیک جز به جز تأثیر هر یک از عوامل محیطی بر شاخص‌های کمی و کیفی میوه به دلیل کنش و وابسته بودن هر یک از عوامل به عوامل دیگر، دشوار و نیازمند به استفاده از دستگاه‌های هوشمند و با صرف هزینه‌های سنگین است.

مواد و روش‌ها

این طرح پژوهشی به‌صورت اسپیلت پلات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای رطوبتی با چهار رژیم اسپری آب شامل بدون اسپری آب (۰روز)، ۷ روز اسپری آب، ۱۴روز اسپری آب،۲۱ روز اسپری آب بعد از مرحله تمام گل درختان میوه در یک باغ تجاری سیب رقم گرانی اسمیت در سال ۱۳۹۳ (اردیبهشت - خرداد) واقع در استان قزوین شهرستان آبیک اعمال شد. اسپری آب در ساعات گرم روز (بین ساعات ۱۲:۳۰تا۱۷:۳۰) با استفاده از سم پاش (TMS 600 F, IRAN) قابل‌حمل تراکتوری سه بار برای هر درخت تکرار گردید. در طول دوره اسپری آب رطوبت و دما تاج درختان بلافاصله با استفاده از رطوبت- دماسنج (PRÄZISIONS-HYGROMETR, Germany) ثبت شد. میوه‌ها بر اساس شاخص تقویمی (۱۶۰روز پس از مرحله تمام گل) برداشت و انبار شدند. میوه‌ها در طی چهار مرحله شامل: قبل از انبار (۰ روز)، ۳۰ روز، ۶۰ روز و ۹۰ روز از انبار سرد (با دمای $5\pm1^{\circ}C$ و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ ٪) برای بررسی و ارزیابی شاخص‌های فیزیولوژیکی در آزمایشگاه گروه باغبانی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان خارج شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها به کمک نرم‌افزار SAS نسخه۹/۳ انجام شد.

شاخص‌های اندازه‌گیری شده

میزان فلاونوئید کل پوست و گوشت میوه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (PG Instruments T 80 UV/VIS, England) در طول موج ۵۰۶ نانومتری قرائت شد (Yong *et al.*, 2008). میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئید نیز به‌ترتیب در طول موج‌های ۶۴۵،۶۷۰ و ۴۷۰ نانومتری با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (PG Instruments T 80 UV/VIS, England) ثبت شد (Lichtenthaler, 1987).

نتایج و بحث

با توجه به نتایج خلاصه شده جدول تجزیه واریانس داده‌ها، اثر متقابل تیمارهای اسپری آب و دوره‌های انبارداری بر میزان فلاونوئید کل پوست میوه در سطح احتمال ۵ ٪ و فلاونوئید کل گوشت میوه در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). فلاونوئید کل پوست میوه سیب بعد از ۶۰ و ۹۰ روز انبارداری در تیمارهای شاهد و ۷ روز اسپری آب تغییراتی ثابت، در تیمار ۱۴ روز روند کاهشی و در تیمار ۲۱ روز اسپری آب یک روند افزایشی مشاهده شد (جدول ۲). زیرا روند سنتز فلاونوئیدها به‌عنوان متابولیت ثانویه، به‌شدت از شرایط محیطی پیروی می‌کند (Bakhshi and Arakawa, 2006).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای اسپری آب در طی دوره‌های انبارداری بر روی شاخص‌های کیفی سیب 'گرانی اسمیت'

منبع تغییرات	درجه آزادی	فلاونوئید کل پوست (mg cat equ/1 g FW)	فلاونوئید کل گوشت (mg cat equ/1 g FW)	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل (a+b)	کاروتنوئید
A	۳	۰/۰۱ ns	۰/۰۲*	۱/۶ ns	۰/۰۰۳ ns	۱/۸۱ ns	۰/۲۴ ns
B	۳	۰/۲۶**	۰/۱۵**	۱۰/۴**	۵/۸**	۳/۷۴**	۲/۴**
(A×B)	۹	۰/۰۳*	۰/۰۱*	۱/۸ ns	۰/۲۸ ns	۲/۰۶ ns	۰/۴۲*
خطای آزمایشی	۲۴	۰/۰۰۹	۰/۰۰۴	۰/۸۳	۰/۴۱	۱/۹۲	۰/۴۱
ضریب تغییرات (٪)		۵/۶	۴/۷	۲۱	۲۱	۱۸/۶	۱۳/۶

R: بلوک، A: تیمارهای اسپری آب، B: دوره‌های انبارداری، ** در سطح ۱٪، * در سطح ۵٪ معنی‌دار و ns بی‌معنی است.

کاهش فلاونوئید کل در طی انبارداری می‌تواند نتیجه افزایش فعالیت رادیکال‌های آزاد در پاسخ به تنش‌های فیزیولوژیکی ضمن مرحله رسیدن و پیری باشد. هم‌چنین امکان دارد افزایش سنتز در برخی از فلاونوئیدها در طول انبارداری برای تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی صورت گیرد. در این مطالعه میزان فلاونوئید کل پوست نسبت به فلاونوئید کل گوشت میوه بیش‌تر است. زیرا تنوع بالایی از فلاونوئیدها عمدتاً در پوست سنتز می‌شود (Rodrigues *et al.*, 2010).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای اسپری آب در طی دوره‌های انبارداری بر روی شاخص‌های کیفی سیب رقم گرانی اسمیت

تیمارهای اسپری آب	دوره‌های انبارداری (روز)	فلاونوئید کل پوست	فلاونوئید کل گوشت	کاروتنوئید	دوره‌های انبار داری (روز)	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل (a+b)
۰ روز	۰	۱/۶fe	۱/۲h	۳/۳ba	۰	۵/۷۷a	۳/۹۷a	۹/۷۴a
	۳۰	۲/۰۳ab	۱/۵ab	۲/۸bc	۳۰	۴/۲۶b	۲/۹۲b	۷/۰۹b
	۶۰	۱/۸dec	۱/۴edfc	۲/۶c	۶۰	۴/۰۶b	۲/۷۵b	۶/۸۲b
	۹۰	۱/۷fde	۱/۴egdf	۲/۴dc	۹۰	۴/۶۳b	۲/۳۳b	۶/۰۷b
۷ روز	۰	۱/۶fe	۱/۳gfh	۳/۳ba				
	۳۰	۲/۰۵a	۱/۴ebdfc	۲/۰d				
	۶۰	۱/۹bdac	۱/۵bdac	۲/۶c				
	۹۰	۱/۸bdc	۱/۴gfh	۲/۶dc				
۱۴ روز	۰	۱/۶fe	۱/۲h	۳/۷a				
	۳۰	۱/۹bac	۱/۶a	۲/۳dc				
	۶۰	۱/۸bdac	۱/۵ebdac	۳/۴a				
	۹۰	۱/۶f	۱/۶a	۳/۵a				
۲۱ روز	۰	۱/۵f	۱/۳h	۲/۷bc				
	۳۰	۱/۸dc	۱/۵abc	۲/۴dc				
	۶۰	۱/۹bdac	۱/۵bdac	۲/۵dc				
	۹۰	۱/۹bac	۱/۴gf	۲/۴dc				

اعدادی که دارای حروف مشابه‌اند تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

دوره‌های انبارداری بر میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل (a+b) میوه در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). بیش‌ترین میزان کلروفیل a، b و (a+b) قبل از انبارداری مشاهده شد. بعد از ۳۰ روز انبارداری کاهش یافته بود. (جدول ۲). میزان کلروفیل a، b و (a+b) هر سه هماهنگ به یک میزان تحت تأثیر دوره‌های انبارداری قرار گرفته

بود. اثر متقابل تیمارهای اسپری آب و دوره‌های انبارداری بر میزان کاروتنوئید میوه در سطح احتمال ۵ ٪ معنی‌دار بود (جدول۱). با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها بیش‌ترین میزان کاروتنوئید در تیمارهای ۱۴ روز و ۲۱ روز اسپری آب به ترتیب قبل از انبارداری و بعد از ۳۰ روز انبارداری مشاهده شد. کم‌ترین میزان کاروتنوئید در تیمار ۷ روز اسپری آب بعد از ۳۰ روز انبارداری مشاهده شد (جدول ۲).

تناسب مناسب بین محتوای کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها تعیین‌کننده رنگ سبز میوه سیب رقم گرانی اسمیت است. در طول رسیدن در سیب‌های سبزرنگ غلظت کلروفیل‌ها کاهش و کاروتنوئید افزایش می‌یابد (Abbott, 1999). عوامل تأثیرگذار بر میزان کاروتنوئیدها میوه می‌توان به نوع رقم، میزان بلوغ میوه و شرایط محیطی مراحل رشد اشاره کرد (Tanaka *et al.*, 2008).

نتایج پژوهش حاضر بسیار جالب توجه است هرکدام از تیمارهای رطوبتی اعمال‌شده نسبت به شاهد، نتایج متمایزی در افزایش و کاهش میزان فلاونوئیدهای کل پوست و گوشت میوه در طول مدت نگه‌داری داشتند. از طرف دیگر موجب تضعیف فعالیت‌های متابولیکی مرتبط با مرحله رسیدن در طول ۹۰ روز انبار سرد شدند، که تضمین‌کننده یک انبارداری موفق و اقتصادی است.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان و آقای قاسم حاجیان مدیر مجموعه باغ‌های حاجیان آبیک به خاطر همکاری در این پژوهش صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Adams, R. M., Rosenzweig, C., Peart, R. M., Ritchie, J. T., McCarl, B. A. and Glyer, J. D. 1990. Global climate change and US agriculture. Nature; 345: 219–224.

Abbott, J.A. 1999. Quality measurement of fruit and vegetables. Postharvest Biology and Technology; 15: 207-225.

Bakhshi, D. and Arakawa, O. 2006. Effects of UV-B irradiation on phenolic compound accumulation and antioxidant activity in ‘Jonathan’ apple influenced by bagging, temperature and maturation. Journal of Food, Agriculture & Environment; 4: 75-79**Koch, K.E.1984.** Production and environmental factors affecting the brix/acid ratio. Plant Cell and Environment; 7: 647-653.

Lichtenthaler, H.K., Meier, D. and Buschmann, C. 1984. Development of chloroplasts at high and low light quanta fluence rates. Isr. J. Botany; 33: 185-194.

Moretti, C.L., Calbo, A.G. and Sargent, S.A. 2010. Climate changes and potential impacts on postharvest quality of fruit and vegetable crops: A review. Food Research International; 43: 1824-1832.

Rodrigues, A.S., Perez-Gregorio, M., Falcon, M.G., Gandara, J.S. and Almeida, D.P. 2010. Effect of postharvest practices on flavonoid content of red and white onion cultivars. Food Control; 21: 878–884.

Tanaka, Y., Sasaki, N. and Ohmiya, A. 2008. Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains and carotenoids. Plant Growth Regulation; 54: 733–749.

Varela, P., Salvador, A. and Fiszman, S. 2008. Shelf-life estimation of ‘Fuji’apples: The behavior of recently harvested fruit during storage at ambient conditions. Postharvest Biology and Technology; 50: 64-69.

Yong, S.P., Soon, T. J., Seong, G.K., Buk, G.H., Patricia, A.A. and Fernando, T. 2008. Antioxidants and proteins in ethylene-treated kiwifruits. Food Chemistry; 107: 640–648.

The Effect of Water Spray on the Total Flavonoid and Skin Color of Smith Variety Apples during 90 Days of Cold Storage

Roghayeh Hedayati[1*], Davood Bakhshi[2], Nader Pirmoradian[3], Ali Aelami[4]

[1*] Graduated MSc student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan

[2]Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan

[3]Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Guilan

[4]Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan

[*]*Corresponding Author: Hedayati.roghayeh@yahoo.com*

Abstract

Interaction of environmental factors, particularly relative humidity of canopy on physiological and biochemical composition of fruits during storage period is important. In this study, humidity treatments using water spray in four levels were applied on Granny Smith apples. The treatments were 0-day (control), 7-day, 14-day, 21-day water spray. Fruits of treated trees were kept in cold storage for 90 days. According to the results, the changes of total flavonoid of skin and flesh were affected by water spray. Total flavonoid content of fruit skin in all treatments was significantly different after 30-days of storage. Chlorophyll a and b were affected by storage period. Interaction between water spray and storage period had significant effect at the 5% level on carotenoids, unlike chlorophyll. Results indicated that relative humidity during growing season directly or indirectly affect qualitative indices of fruit such as color and antioxidant activity during cold storage.

Keywords: **environmental variables, fruit growth, fruit color, phenolic compounds**