اثرات تیمار پلاسمای سرد بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی، آنتوسیانین و فلاونوئید پسته تازه رقم احمد آقایی (*Pistacia vera L.*) در طی انبارمانی

سمانه ملایی*[۱]، سید حسین میر دهقان[۲] ، فاطمه ناظوری[۳]، مهدی شریعت[۴]

[۱]دانشجوی دکتری فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، ایران

[۲]استاد گروه علوم باغبانی- فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، ایران

[۳]استادیار گروه علوم باغبانی- فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، ایران

[۴] استادیار گروه فیزیک- فوتونیک (پلاسما) ، دانشکده علوم پایه، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، ایران

*نویسنده مسئول: mollaeissss@gmail.com

چکیده

علاقه به توسعه روش‌های فیزیکی جایگزین برای ضدعفونی محصولات کشاورزی پس از برداشت تحت‌فشارهای بین‌المللی در حال افزایش برای جایگزینی روش‌های شیمیایی به‌دلیل اثرات سو آن برسلامت انسان و محیطزیست افزایش‌یافته است. در حال حاضر سیستم جدید پلاسما سرد برای جلوگیری از فساد بعد از برداشت و افزایش ماندگاری میوه و سبزی با حداقل پردازش در حال ارزیابی است. در این پژوهش تیمار پلاسمای سرد با سه نوع گاز ورودی (آرگون، اکسیژن، نیتروژن) بر پسته‌تازه رقم احمدآقایی اعمال و بررسی خصوصیات کیفی مغز پسته‌تازه در سه دوره زمانی (قبل از انبارمانی، ۲۵ روز پس از انبارمانی، ۵۰ روز پس از انبارمانی) صورت گرفت. پارامترهای آنتوسیانین، فلاونوئید، گایاکول پراکسیداز (GPX) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مورد بررسی قرار گرفت. تیمار پلاسما در بررسی آنتوسانین و فلاونوئید دارای بیشترین مقدار نسبت به شاهد بود، فعالیت آنزیم GPX بیشترین فعالیت را در ۲۵ روز پس از انبارمانی و در تیمار پلاسما با گاز ورودی آرگون نشان داد. تحقیق حاضر امکان استفاده از پلاسمای سرد جوی به‌عنوان یک تیمار غیر شیمیایی برای حفظ کیفیت تغذیه‌ای مغز پسته در طی انبارداری را بررسی کرده است.

کلمات کلیدی: آرگون، آنتوسیانین، پلاسمای سرد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی

مقدمه

پلاسماهای سرد جوی (atmospheric cold plasma) در سال‌های اخیر به‌عنوان یک فناوری جدید ضدعفونی در تحقیقات مواد غذایی و علوم بیولوژیکی موردتوجه بسیاری قرارگرفته است. هنگام انتقال نیرو به یک گاز خنثی، می‌توان بخشی از ذرات گاز را به ذرات باردار تبدیل کرد تا پلاسما تشکیل شود. پلاسما تولیدشده توسط میدان‌های الکتریکی یا الکترومغناطیسی معمولاً به‌عنوان یک تخلیه الکتریکی مشخص می‌شود. پلاسما (به‌عبارت صحیح‌تر ، پلاسما تخلیه گاز) را می‌توان به‌عنوان گاز جزئی یونیزه‌شده و حاوی ذرات خنثی ، الکترون‌های منفی و یون‌های مثبت رادیکال‌های آزاد و اتم‌ها توصیف کرد (Bárdos and Baránková, 2010). در رابطه با ضدعفونی سطحی، چندین مطالعه نشان داده است که فنّاوری پلاسمای سرد می‌تواند کیفیت میکروبیولوژیکی طیف وسیعی از میوه و سبزی از جمله خشکبارها را بهبود بخشد (Basaran *et al.*, 2008). مطالعه حاضر به‌منظور بررسی اثر پلاسمای سرد جوی بر محصول پسته تازه انجام‌شده است. اهداف این مطالعه بررسی پارامترهای الکتریکی تخلیه پلاسما از طریق مقایسه دو ولتاژ بار (۵ و ۷ ولت)، بررسی اثر گازهای مختلف ورودی پلاسما (آرگون، نیتروژن، اکسیژن) و بررسی تأثیر درمان با پلاسمای سرد بر برخی پارامترهای کیفی پسته تازه است.

مواد و روش‌ها

پسته تازه رقم احمدآقایی از درختان پسته در باغ‌های اطراف شهرستان رفسنجان در جاده داوران تهیه شد. این تحقیق به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار صورت گرفت. در این پژوهش از سامانه مولد پلاسما از نوع تخلیه سد دی‌الکتریک (Dielectric barrier discharge) ساخت پژوهشکده فیزیک دانشگاه ولی عصر رفسنجان استفاده شد. دستگاه شامل یک الکترود ولتاژ بالا متصل به یک منبع تغذیه با ولتاژ حداکثر ۱۲ کیلوولت به شکل پالسی و فرکانس تقریبی ۲۰ کیلوهرتز است. با برقرار نمودن

اختلاف‌پتانسیل بین دو الکترود و درنتیجه ایجاد میدان الکتریکی نمونه‌ها تحت تیمار قرار گرفت. تیمار پلاسما سرد بر روی نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه انجام شد. فاکتورهای آزمایش به شرح زیر صورت گرفت: فاکتور اول تیمارها شامل: پلاسما با گاز ورودی آرگون با غلظت ۴ لیتر با فرکانس ۲۰ کیلوهرتز و با دو ولتاژ ۵ و ۷٫۵ کیلووات، پلاسما با گاز ورودی نیتروژن با غلظت. با فرکانس ۲۰ کیلوهرتز و با دو ولتاژ ۵ و ۷/۵ کیلووات ، پلاسما با گاز ورودی هوا با فرکانس ۲۰ کیلوهرتز و با دو ولتاژ ۵ و ۷/۵ کیلووات و شاهد، بدون اعمال پلاسما. فاکتور دوم زمان انبارمانی شامل: زمان اول بلافاصله بعد از اعمال تیمارها و قبل از انبارداری، زمان در فاصله ۲۵ روز بعد از انبارداری، زمان سوم در فاصله ۵۰ روز بعد از انبارداری. بعد از اتمام هرکدام از دوره‌های انبارمانی برگ خریدهای موردنظر اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: با استفاده ازDPPH به روش شرح داده‌شده توسط Brand-Williams و همکاران (۱۹۹۵) انجام شد. ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد به ۱ گرم میوه افزوده و پس از ورتکس، به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق گذاشته شد. بعد از سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه، ۱۰۰ میکرو لیتر از عصاره با ۹۰۰ میکرو لیتر از محلول DPPH (۵۰۰ میکرومولار در اتانول) آمیخته و سپس به مدت ۳۰ دقیقه در محیط تاریک قرار گرفت. در نمونه شاهد به‌جای عصاره از آب‌مقطر استفاده و سپس جذب مخلوط واکنش در طول‌موج ۵۱۵ نانومتر خوانده و سپس میزان فعالیت پاداکسندگی با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

۱۰۰× ((نمونه عدد×تصحیح ضریب عدد)/(کنترل عدد) −۱) = فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد)

عدد کنترل: DPPH 900 و آب مقطر ۱۰۰ میکرو لیتر
عدد ضریب تصحیح: آب مقطر ۹۰۰ و عصاره ۱۰۰ میکرو لیتر
عدد نمونه: DPPH 900 و عصاره ۱۰۰ میکرو لیتر

اندازه‌گیری فلاونوئیدکل: با روش کالیمتری کلرید آمونیوم اندازه‌گیری شد (Bor *et al.*, 2006). برای این منظور ۵۰ میکرولیتر از عصاره متانولی مغز میوه با ۱۰ میکرولیترآلومینیوم‌کلراید (۱۰٪)، ۱۰ میکرولیتر پتاسیم‌استات (۱مولار)، ۲۸۰ میکرولیتر آب‌دیونیزه مخلوط شد. نمونه‌ها به‌شدت تکان داده و سپس در دمای اتاق به مدت ۴۰ دقیقه نگهداری شدند. جذب مخلوط واکنش در طول‌موج ۴۱۵ نانومتر خوانده شد. میزان فلاونوئید کل بر اساس منحنی استاندارد کوئرستین تعیین شد.

اندازه‌گیری آنتوسیانین مغز: برای اندازه‌گیری آنتوسیانین کل از روش تفاوت pH استفاده شد (Rapisarda *et al.*, 2000). در ابتدا۱ گرم از پوست‌رویی مغز پسته‌تر با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (متانول خالص و اسیدکلریدریک به نسبت ۹۹ به ۱) را داخل لوله فالکون ۵۰ میلی‌لیتری ریخته و توسط دستگاه LTURA-URAX مدل IKT18 ساییده تا به‌صورت مخلوط همگنی درآمد. سپس مخلوط را به مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ با دمای ۴ درجه سلسیوس و بادور ۴۵۰۰ قرار داده شد. سپس ۱ میلی‌لیتر از عصاره تهیه‌شده با متانول اسیدی را داخل لوله‌آزمایش ریخته و ۵ میلی‌لیتر از بافر با pH=1 به آن اضافه شد و سریع ورتکس شد. ۱ میلی‌لیتر دیگر از محلول تهیه‌شده را داخل لوله‌آزمایش دیگر ریخته شد و ۵ میلی‌لیتر از بافر با pH=4.5 را به آن اضافه و بلافاصله ورتکس شد. سپس میزان جذب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر قرائت و میزان اختلاف جذب نمونه رقیق‌شده طبق فرمول زیر محاسبه شد.

Ab = ((A510nm_A710nm)pH=1.0_(A510nm_A700nm)pH=4.5)

مقدار کل آنتوسیانین موجود در محلول طبق رابطه زیر محاسبه شد.

C(mg/100g)=Ab/eL×DF×V/G×100

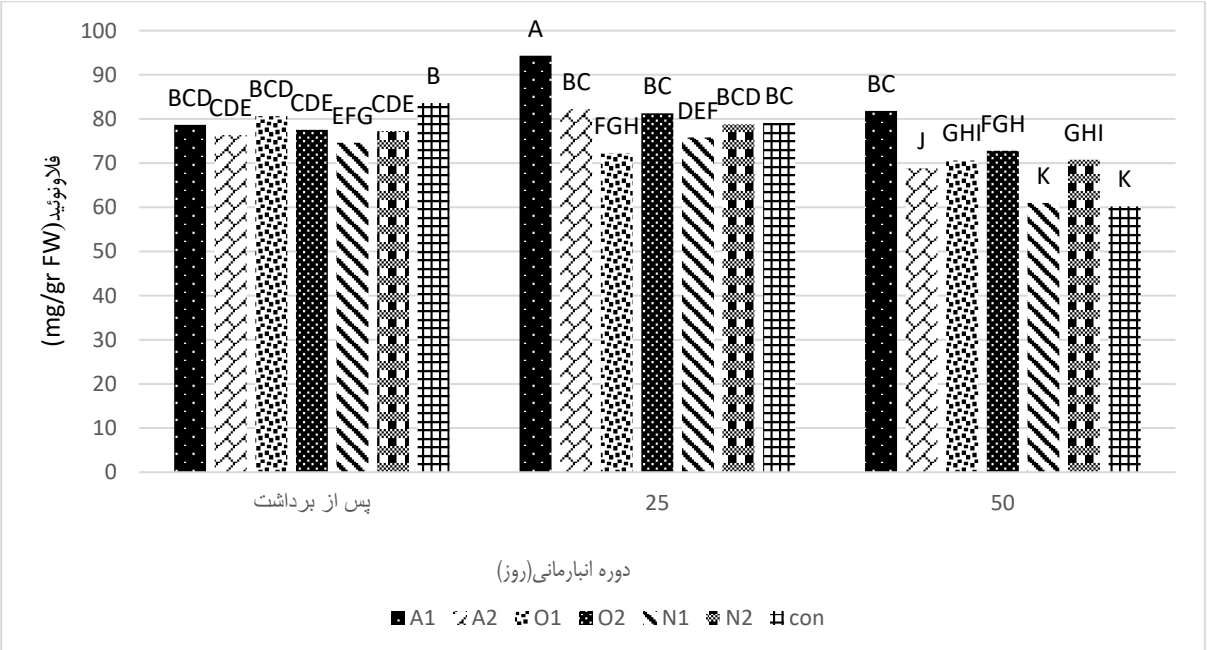
(e جذب مولی آنتوسیانین و برابر ۳۳۰۰۰ سانتی‌متر برمول، L طول مسیر طی شده در سل و برابر با ۱ سانتی‌متر، MW وزن مولی آنتوسیانین و برابر با ۴۴۹/۳۹ گرم برمول، DF ضریب رقیق‌سازی، V حجم نمونه، G وزن نمونه به میلی‌گرم)

اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز (GPX): فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز با استفاده از پیش ماده گایاکول اندازه‌گیری گردید. در این روش سه میلی‌لیتر مخلوط واکنش حاوی ۲/۷۷ میلی‌لیتر بافر پتاسیم فسفات ۵۰ میلی‌مولار (pH = ۷)، ۱۰۰ میکرو لیتر آب‌اکسیژنه ۱ درصد، ۱۰۰ میکرو لیتر گایاکول ۴ درصد و ۳۰ میکرو لیتر عصاره آنزیمی بود. افزایش جذب به دلیل اکسیداسیون گایاکول در طول‌موج ۴۷۰ نانومتر به مدت ۳ دقیقه اندازه‌گیری گردید. با استفاده از ضریب خاموشی تتراگایاکول (۲۵/۵ mM^{-1} cm) و فرمول A=εbc، مقدار تتراگایاکول تشکیل‌شده محاسبه شد (Plewa *et al*., 1991). یک واحد فعالیت آنزیمی برابر مقدار آنزیمی است که ۱ میلی‌مول گایاکول را در مدت ۱ دقیقه اکسید کند.

تجزیه داده‌ها: نتایج و داده‌های به‌دست‌آمده توسط نرم‌افزار کامپیوتری SAS تجزیه‌وتحلیل آماری شد و میانگین‌ها به‌وسیله آزمون LSD در سطح ۱ درصد مورد مقایسه قرار گرفت. نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزار EXCEL رسم و نتایج تفسیر شد.

نتایج و بحث

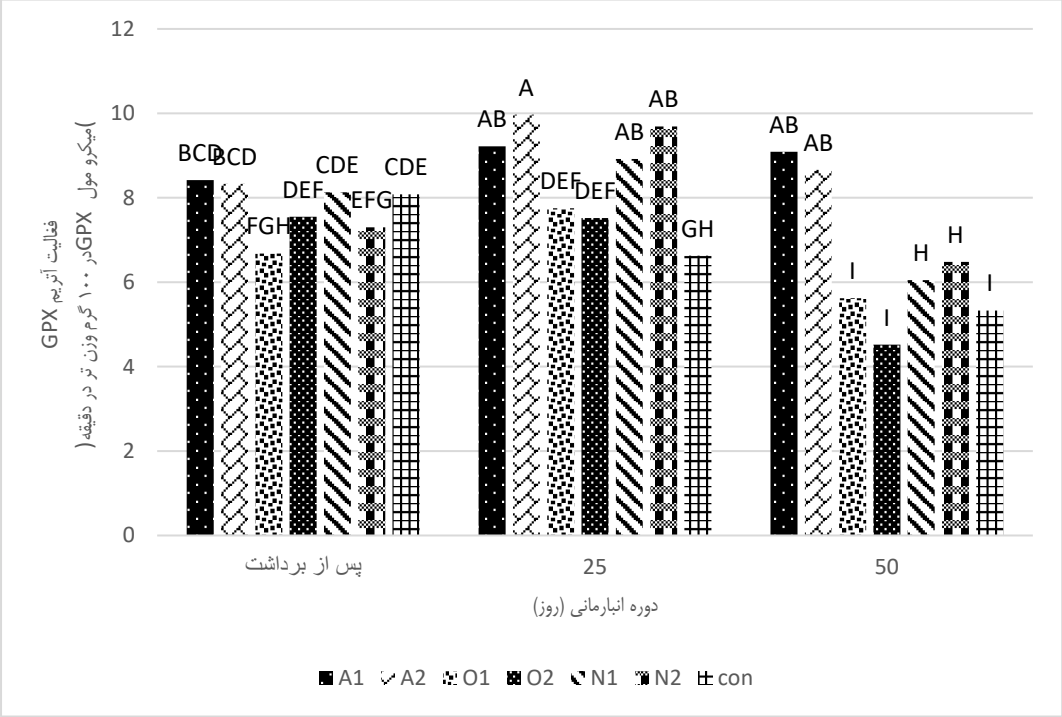
فلاونوئیدها: میزان فلاونوئید در این پژوهش در سه دوره انبارداری در نمونه‌های تیمارشده و شاهد اندازه‌گیری شد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد کاربرد پلاسمای سرد جوی سبب حفظ مقدار فلاونوئید مغز پسته در ۵۰ روز بعد از انبار گردید. در طی دوره ذخیره‌سازی در نمونه‌های شاهد میزان فلاونوئید کاهش یافت. مطالعه حاضر نشان داد که میزان فلانوئیدها در تیمار پلاسما با گاز ورودی آرگون درهر دو ولتاژ (۵ و ۷/۵) افزایش‌یافته است و در سایر تیمارها اگرچه افزایش معنی‌داری در میزان فلاونوئید دیده نشد اما نسبت به شاهد فلاونوئید ها تا روز ۵۰ انبارداری حفظ شدند. در مطالعه‌ای افزایش قابل‌توجهی از فلاونوئیدها (اسید پروتوکاتکوئیک ، لوتئولین و دیوسمتین) در کاهو در تیمار با پلاسما به مدت ۱۲۰ ثانیه مشاهده شد (Grzegorzewski *et al*., 2010) .



نمودار۱- تأثیر نوع پلاسما و زمان نگهداری بر میزان فلاونوئید مغز پسته تازه ، A1: پلاسما با گاز آرگون و ولتاژ۵ ولت، A2: پلاسما با گاز آرگون و ولتاژ۷ ولت، O1: پلاسما با گاز اکسیژن و ولتاژ۵ ولت، O2: پلاسما با گاز اکسیژن و ولتاژ۷ ولت، N1: پلاسما با گاز نیتروژن و ولتاژ۵ ولت،N2: پلاسما با گاز نیتروژن و ولتاژ۷ ولت، C: شاهد

فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز (GPX): نتایج داده‌های مربوط به فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز نشان داد تیمار پلاسما فعالیت این آنزیم آنتی‌اکسیدان را نسبت به شاهد افزایش دادند. بالاترین میزان فعالیت این آنزیم در تیمار پلاسما با گاز وردی آرگون و ولتاژ

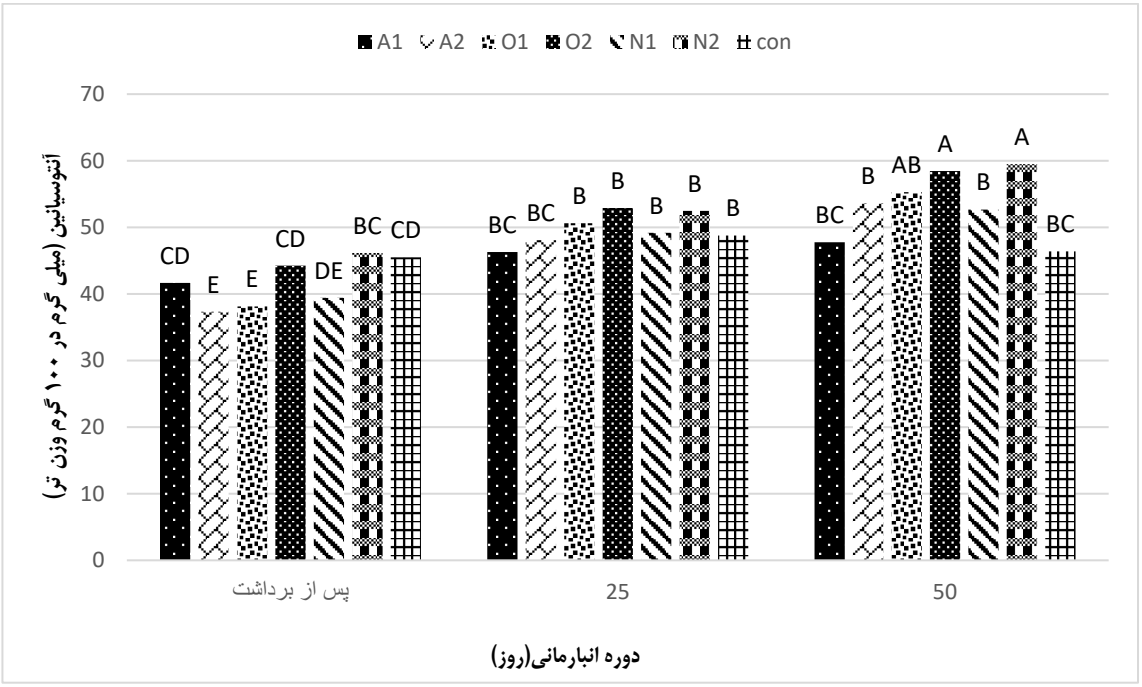
۷/۵ و در ۲۵ روز پس از انبارداری به‌دست آمد که فعالیت این آنزیم را نسبت به شاهد افزایش داد. بیشترین فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز در هر سه نوع پلاسما در ۲۵ روز پس از انبارداری مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با اولین روز انبارداری داشت. در ۵۰ روز پس از انبارداری در همه تیمارها و شاهد کاهش در میزان فعالیت آنزیم GPX مشاهده شد. بااین‌وجود کمترین فعالیت آنزیم در ۵۰ روز پس از انبارداری مربوط به تیمار شاهد بود. تابش اشعه ماورا بنفش و ROS تولیدشده در فرآیند یونیزاسیون تیمار با پلاسمای سرد می‌تواند به‌عنوان حذف‌کننده‌های غیرزنده عمل کند که در تنظیم پاسخ‌های استرس در گیاهان شرکت می‌کنند. دوز کم اشعه ماورا بنفش می‌تواند باعث تحریک هورمسیس(Hormesis) و ایجاد واکنش‌های مفید در بافت گیاه شود (Li *et al*., 2019).



نمودار- تأثیر نوع پلاسما و زمان نگهداری بر فعالیت GPX مغز پسته تازه ، A1: پلاسما با گاز آرگون و ولتاژ۵ ولت، A2: پلاسما با گاز آرگون و ولتاژ۷ ولت، O1: پلاسما با گاز اکسیژن و ولتاژ۵ ولت، O2: پلاسما با گاز اکسیژن و ولتاژ۷ ولت، N1: پلاسما با گاز نیتروژن و ولتاژ۵ ولت،N2: پلاسما با گاز نیتروژن و ولتاژ۷ ولت، C: شاهد

آنتوسیانین مغز: بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد میزان آنتوسیانین در پسته‌های تازه تیمار شده با پلاسما در هر سه نوع گاز ورودی و هر دو ولتاژ از ابتدای انبارداری تا ۵۰ روز پس از انبارمانی روند صعودی داشته است و بیشترین میزان انتوسیانین (۵۹,۴۹٪) مربوط به تیمار پلاسما با گاز ورودی نیتروژن با ولتاژ ۷/۵ وکمترین میزان مربوط به شاهد (۴۶,۳۸٪) است.

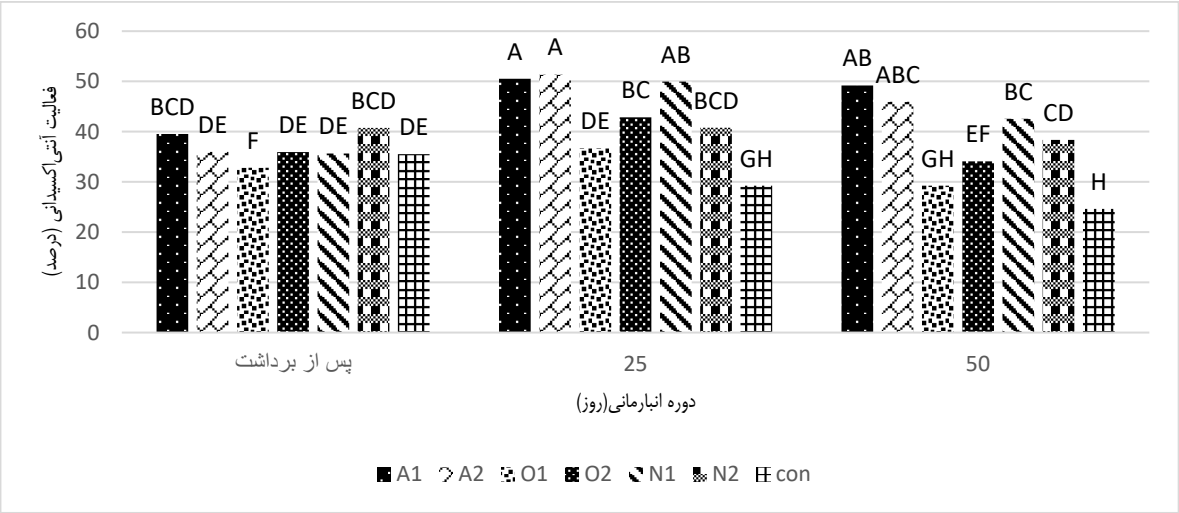
ترکیبات آنتی‌اکسیدانی فراوانی از انواع مختلف در محصولات تازه وجود دارد. این آنتی‌اکسیدان‌ها شاخص مواد مغذی بسیار مهمی هستند و برخی از آن‌ها ازجمله آنتوسانین‌ها عمده‌ترین رنگ‌دانه‌های موجود در محصولات تازه هستند. ترکیبات آنتی‌اکسیدانی محصولات تازه برای کیفیت حسی و ماندگاری آن‌ها حیاتی است. در مطالعه‌ای گزارش‌شده است که میزان آنتوسیانین‌های آب انار پس از تیمار با پلاسما ٪۳۵-۳۱ افزایش یافت. در این پژوهش افزایش مشاهده‌شده در محتوای آنتوسیانین را به دلیل بهبود قابلیت استخراج که در اثر اختلال در ساختارهای سلولی میوه که معمولاً سبب آزاد شدن آب درون‌سلولی می‌شود و دلیل احتمالی دیگر برای افزایش آنتوسیانین ها را در ساختار شیمیایی و پایداری متناظر آن‌ها عنوان کردند (Kovačević *et al*., 2016) .



نمودار۳- تأثیر نوع پلاسما و زمان نگهداری بر آنتوسانین مغز پسته تازه ، A1: پلاسما با گاز آرگون و ولتاژ۵ ولت، A2: پلاسما با گاز آرگون و ولتاژ۷ ولت، O1: پلاسما با گاز اکسیژن و ولتاژ۵ ولت، O2: پلاسما با گاز اکسیژن و ولتاژ۷ ولت، N1: پلاسما با گاز نیتروژن و ولتاژ۵ ولت،N2: پلاسما با گاز نیتروژن و ولتاژ۷ ولت، C: شاهد

فعالیت آنتی‌اکسیدانی مغز: در بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی مغز پسته‌های تازه تیمار شده با پلاسما تفاوت معنی‌دار با نمونه‌های تیمار نشده مشاهده شد. بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در۲۵ روز پس از انبارمانی در همه تیمارها به‌ویژه نمونه‌های تیمار شده با پلاسما با گاز آرگون (ولتاژ ۵ و ۷/۵) و پلاسما با گاز ورودی نیتروژن (ولتاژ۵) مشاهده شد در ۵۰ روز پس از انبارمانی میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در همه تیمارها به‌جز پلاسمای آرگون که تقریباً ثابت مانده بود، کاهش در میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده شد. در تیمار شاهد تا ۲۵ روز پس از انبارمانی تغییر معنی‌داری نسبت به‌زمان پس از برداشت مشاهده نشد اما در ۵۰ روز پس از انبارمانی سیر نزولی در فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده شد.

در حقیقت ، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی تحت تأثیر شدت پلاسما، زمان درمان و پاسخ زیست فعال محصول تازه است. تیمار با پلاسما می‌تواند ترکیبات آنتی‌اکسیدانی را حفظ کند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی به تغییرات ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، پاسخ استرس بافتی و فعالیت آنزیمی ناشی از پلاسما بستگی دارد. مطالعات نشان می‌دهد که اگر احتباس ترکیبات آنتی‌اکسیدانی پس از تیمار با پلاسما بالا بماند، فعالیت‌های مربوط به آنتی‌اکسیدان نیز در سطح بالا باقی می‌مانند (Lee *et al*., 2018).



نمودار۴-تأثیر نوع پلاسما و زمان نگهداری پرفعالیت آنتی‌اکسیدانی مغز پسته تازه ، A1: پلاسما با گاز آرگون و ولتاژ۵ ولت، A2: پلاسما با گاز آرگون و ولتاژ۷ ولت، O1: پلاسما با گاز اکسیژن و ولتاژ۵ ولت، O2: پلاسما با گاز اکسیژن و ولتاژ۷ ولت، N1: پلاسما با گاز نیتروژن و ولتاژ۵ ولت،N2: پلاسما با گاز نیتروژن و ولتاژ۷ ولت، C: شاهد

نتیجه‌گیری: تیمار با پلاسما به روشی مناسب می‌تواند کیفیت میوه و سبزی‌ها پس از برداشت را حفظ یا حتی بهبود بخشد. بعد از تیمارهای مناسب با پلاسما ، هر دو کیفیت حسی و تغذیه‌ای به‌خوبی حفظ می‌شوند. تیمار با پلاسمای سرد با اثرات ضدعفونی‌کنندگی، برای افزایش ماندگاری میوه‌ها و سبزی‌ها مفید است؛ بنابراین ، تیمار با پلاسمای سرد باید یک فناوری جایگزین جدید برای کاهش ضایعات کشاورزی فراهم کند.

منابع

طلائی، ع.، عسکری سرچشمه، م. ع.، بهادران، ف. و شرافتیان، د. ۱۳۸۳. مطالعه آثار تیمارهای آب گرم و پوشش پلی‌اتیلن روی عمر انبارمانی و های کیفی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه هلو رقم آمسدن پس از برداشت. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). کیفیت میوه انار (رقم ملس ساوه). مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۵ (۲)، ۳۷۷-۳۶۹.

Bárdos L, Baránková H.2010. Cold atmospheric plasma: Sources, processes, and applications. Thin Solid Films, 30-518(23):6705-13.

Basaran P, Basaran-Akgul N, Oksuz L. 2008. Elimination of Aspergillus parasiticus from nut surface with low pressure cold plasma (LPCP) treatment. Food Microbiology, 1-25(4):626-32.

Bor, J.Y., Chen, H.Y., Yen, G.C., 2006. Evaluation of antioxidant activity and inhibitory effect on nitric oxide production of some common vegetables. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(5):1680-1686.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C.L. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food science and Technology, 1-28(1):25-30.

Kovačević, D.B, Putnik, P., Dragović-Uzelac, V., Pedisić, S., Jambrak, A.R., Herceg, Z. 2016. Effects of cold atmospheric gas phase plasma on anthocyanins and color in pomegranate juice. Food Chemistry, 190:317-23.

Lee, T., Puligundla, P., Mok, C. 1018. Intermittent corona discharge plasma jet for improving tomato quality. Journal of Food Engineering, 1:223-74.

Li, X., Li, M., Ji, N., Jin, P., Zhang, J., Zheng, Y., Zhang, X., Li, F. 2019. Cold plasma treatment induces phenolic accumulation and enhances antioxidant activity in fresh-cut pitaya (*Hylocereus undatus*) fruit. LWT, 115:108447

Plewa, M. J., Smith, S. R., Wagner, E. D. 1991. Diethyldithiocarbamate suppresses the plant activation of aromatic amines into mutagens by inhibiting tobacco cell peroxidase. Mutation Research, 247: 57-64.

Rapisarda, P., Fanella, F., Maccarone, E. 2000. Reliability of analytical methods for determining anthocyanins in blood orange juices. Journal Agricultural Food Chemistry, 48: 249-252.

Effects of cold plasma treatment on antioxidant activity, anthocyanin and flavonoid of fresh pistachio cv. Ahmad Aghaei (*Pistacia vera* L.) cultivar during storage

Samane Mollaei[1], Dr. Seyed Hosein Mirdehghan[2], Dr. Fatemeh Nazori[3] , Dr. Mehdi Shariat[3]

1- Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Kerman, Iran

2- Professor, Department of Horticulture, Vali-e-Asr University Rafsanjan

3- Assistant Professor, Department of Horticulture, Vali-e-Asr University Rafsanjan

4- Assistant Professor, Department of Physics, Vali-e-Asr University Rafsanjan

**Corresponding Author:mollaeissss@gmail.com*

Abstract

currently the new cold plasma method is being evaluated to prevent post-harvest contamination and increase shelf life in fruits and vegetables with the aim of eradicating all microorganisms and increasing post-harvest life. The present study investigated the possibility of using cold atmospheric plasma as a non-chemical treatment to maintain the nutritional quality of pistachio kernels during storage. In this study, cold plasma treatment (argon, oxygen, nitrogen) was applied to fresh pistachios and the quality characteristics of fresh pistachios were studied in three time periods (at harvest, 25 days after storage, 50 days after storage). The parameters of anthocyanin, flavonoid and antioxidant activity were examined. Compared to the plasma treatment control with the highest amount of dantosanine and flavonoids, GPX showed the highest amount of plasma treatment with argon gas in 25 days after storage. Therefore, cold plasma treatments can be offered as an alternative to chemical methods, a rapid and practical protocol for increasing the quality of fresh pistachios during storage.

***Keywords*:** argon, antioxidant activity, anthocyanin, cold plasma