ماندگاری و برخی خصوصیات کیفی فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annum L.*) بسته‌بندی شده در اتمسفر اصلاح شده

صبا صادقی[۱]، مصطفی کرمی[۲*]، محمد سیاری[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته ی تکنولوژی پس از برداشت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا
۲- استادیار علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا
۳- دانشیار علوم باغبانی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۶/۰۲)

چکیده

امروزه، بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده به عنوان یکی از بهترین روش ها، جهت افزایش زمان نگهداری میوه و سبزیجات استفاده می‌شود. فلفل دلمه‌ای به عنوان منبع غنی از ویتامین ث یکی از سبزیجات بسیار فسادپذیر است که نیازمند حمل و نقل مناسب و مراقبت کافی جهت حفظ عمر انباری و کیفیت است. عمر انباری فلفل‌دلمه‌ای به علت از دست دهی سریع آب در طول ذخیره‌سازی طولانی مدت و حساسیت به سرمازدگی و پوسیدگی‌های شایع توسط دو میکروارگانیسم بوتریتیس و آلترناریا، محدود می‌شود. بنابراین با بهینه‌سازی روش‌های ماندگاری این محصول، می‌توان به مقدار زیادی از ضایعات آن کاست. در این پژوهش اثر تیمار بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده با سه ترکیب گازی شامل ترکیب گازی شاهد (ترکیب گازهای هوای معمولی که شامل ۲۱٪ اکسیژن، ۰/۰۳٪ دی‌اکسیدکربن و ۷۸٪ نیتروژن)، ترکیب گازی اولیه شامل ۱۰٪ اکسیژن، ۵٪ دی‌اکسیدکربن و ۸۵٪ نیتروژن و ترکیب گازی ثانویه متشکل از ۵٪ اکسیژن، ۱۰٪ دی اکسیدکربن و ۸۵٪ نیتروژن در پوشش پلی اتیلنی و نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد بر ویژگی های فلفل دلمه ای مانند درصد کاهش وزن، سفتی بافت، pH و مواد جامد محلول بررسی گردید. تاثیر این تیمارها در قالب طرح کاملا تصادفی و آزمایش فاکتوریل با سه تکرار روی صفاتی از قبیل درصد کاهش وزن، سفتی بافت، pH و مواد جامد محلول طی ۵ دوره ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ روز پس از برداشت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که پس از هر دوره انبارمانی نمونه‌های تیمار شده با اتمسفر اصلاح شده ۵٪ اکسیژن و ۱۰٪ دی‌اکسیدکربن به دلیل داشتن دی‌اکسیدکربن بیشتر و کم کردن تنفس، در حفظ خصوصیات کیفی برای فلفل دلمه‌ای مناسب‌تر بوده و به طورکلی نگهداری این محصول در بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده، سبب حفظ کیفیت و افزایش عمر ماندگاری آن گردید.

کلید واژگان: بسته بندی، فلفل دلمه، کاهش وزن، کپک زدگی، سفتی

* مسئول مکاتبات: mkarami@basu.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-18]

۱- مقدمه

فلفل دلمه‌ای ای با نام علمی(*capsicum annum L.*) گیاهی یکساله و متعلق به خانواده سولاناسه است که یکی از محبوب‌ترین و پر ارزش‌ترین محصولات کشاورزی در سراسر جهان محسوب می‌شود و به طور خاص در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جهان رشد می‌کند [۱]. فلفل دلمه‌ای سرشار از ویتامین های ضروری به ویژه ویتامین های A و C است [۲]. مواد معدنی، آنتی‌اکسیدان‌ها، کاروتنوئیدها و مواد فنولیک ارزش غذایی فلفل را افزایش داده، همچنین فلفل به عنوان یک ادویه، محرک گردش خون و ضد درد است که در صنعت داروسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳). با توجه به اینکه در مراحل پس از برداشت محصولات کشاورزی، همچنان فعالیت‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در میوه‌ها و سبزی‌ها ادامه دارد و ویژگی‌های کیفی از قبیل رطوبت، بافت و عطر و طعم این محصولات دچار افت می‌شود [٤]. نگهداری کوتاه مدت و بلند مدت میوه‌ها و سبزی‌ها در مراحل پس از برداشت، یک چالش مهم نیز محسوب می شود که یک راه حل مناسب، استفاده از سردخانه است اما در بسیاری از محصولات کشاورزی، انتقال به بازار بلافاصله پس از برداشت برای مصرف تازه خوری، یک مشکل تلقی می‌شود، که می‌توان آن را با بسته‌بندی مناسب و سازگار با قابلیت اصلاح اتمسفر داخلی بسته‌ها در هر محصول کنترل کرد به نحوی که کیفیت و ماندگاری محصول را نیز افزایش دهد [٥]. روش بسته‌بندی از فرآیندهای ساده و مؤثر برای محافظت از میوه‌ها و سبزی‌ها می‌باشد که موجب محافظت در مقابل نفوذ عوامل خارجی و همچنین حفظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی می‌شود [٦].

بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده همراه با دمای کم در زمان نگهداری، باعث افزایش طول عمر محصولات تازه می شود زیرا محصول بسته‌بندی شده در فیلم‌های پلیمری، از طریق تعامل طبیعی روند تنفس، تولید و مبادله گاز را در بسته محدود می‌کند [۷]. نگهداری فلفل دلمه‌ای در بسته‌بندی به طور قابل توجهی در کنترل سطح رطوبت آن موثر است و از دست‌دادن آب محصول را کاهش می‌دهد [۸]. این نوع بسته‌بندی یکی از روش‌های نگهداری مواد غذایی است که ضمن حفظ کیفیت طبیعی محصولات غذایی، افزایش عمرانباری را نیز موجب می‌شود. به عبارت دیگر، این نوع از بسته‌بندی یک تکنیک برای افزایش عمرماندگاری مواد غذایی تازه یا غذاهای فرآوری شده به وسیله تغییر ترکیب هوای اطراف محصول در بسته است [۹]. اثر بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده روی پس از برداشت گوجه‌فرنگی بررسی شد و گزارش گردید که این نوع بسته بندی تغییر در میزان اسیدیته، مواد جامد محلول، بافت، رنگ، فعالیت پلی‌گالاکتوروناز و روند پیری در مقایسه با میوه‌های بسته‌بندی نشده را به تاخیر انداخت [۱۰]. ملکی و همکاران (۱۳۹٦) در بررسی اثر استفاده از بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده با ترکیب گازی اکسیژن ۵٪ و دی‌اکسیدکربن۱۰٪ در خیار گزارش کردند که استفاده از این نوع بسته‌بندی، باعث افزایش مقاومت به سرمازدگی شده و محتوای قندهای فروکتوز، گلوکز و اسیدهای ارگانیک و مخصوصا اسید مالیک در سطوح بالاتری نسبت به نمونه‌های شاهد که در هوای معمولی نگهداری شده بودند، حفظ شد و شدت تنفس میوه‌ها، در بسته ها به طور قابل توجهی تحت تاثیر قرار گرفته و متوقف شد. نتایج نشان دهنده کاهش صدمات سرمایی و حفظ کیفیت در خیار به هنگام استفاده از این نوع بسته بندی‌ها بود [۱۱]. درپژوهشی دیگر، خسروشاهی (۱۳۹۳) اثر اتمسفر اصلاح شده روی زرشک را مورد بررسی قرار داده و گزارش نمود که استفاده از بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده، خصوصیات کیفی میوه زرشک را حفظ کرده و بالاترین بریکس و میزان آنتوسیانین را در شرایط اتمسفر اصلاح شده نشان داد و درصد کاهش وزن میوه‌ها، دارای کمترین مقدار بود؛ همچنین از لحاظ شمارش کلی در مقدار میکروارگانیسم‌ها و کپک و مخمر، اتمسفر اصلاح شده و دمای ٤ درجه سانتی‌گراد کمترین مقدار آلودگی را نشان داد. ارزیابی حسی در نمونه‌های با بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده نیز دارای بیشترین پذیرش بود و بهترین تیمار برای بسته‌بندی زرشک، بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده با ترکیب گازی۹۵٪ نیتروژن، ۵٪ اکسیژن و دمای ٤ درجه سانتی‌گراد اعلام گردید [۱۲].

با توجه به اینکه فلفل دلمه‌ای نسبت به سرمازدگی بسیار حساس است، دمای مناسب جهت نگهداری آن ۸ تا ۱۰ درجه‌سانتی‌گراد توصیه می گردد، همچنین در این دما نیز از دست دادن رطوبت سریع اتفاق افتاده، سرعت فعالیت متابولیکی میوه و عوامل بیماری‌زا بالا می‌باشد، بنابراین چروکیدگی و پوسیدگی در میوه ایجاد می‌شود که عمر پس از برداشت این میوه را محدود می‌نماید (۱۳). بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح‌شده همراه

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-18]

با دمای پایین بر افزایش عمر انباری و حفظ برخی ویژگی‌های کمی و کیفی فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای اجرا گردید.

۲- مواد و روش‌ها

این پژوهش تیرماه سال ۱۳۹۷ در آزمایشگاه و سردخانه گروه علوم باغبانی دانشگاه بوعلی سینا انجام گرفت. میوه‌های فلفل دلمه‌ای سبز رنگ رقم انزا چهار لپ در ساعات اولیه صبح از گلخانه‌ای واقع در روستای جامیشلو از توابع شهرستان رزن، استان همدان در مرحله سبز یکنواخت و با کیفیت مطلوب برداشت شدند. بسته‌بندی در زمان انتقال، با جعبه‌های کوچک و قرارگیری آن‌ها در ظروف یونولیتی بزرگ انجام شد، بلافاصله پس از انتقال میوه‌ها به سردخانه با دمای ۸ درجه‌سانتیگراد؛ برای بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده تعداد ۵ عدد برای هر بسته از میان فلفل‌های با رنگ و اندازه یکسان و بدون آسیب یا زدگی انتخاب شد. تمامی میوه‌های در نظر گرفته شده برای تیمارهای مختلف در این پژوهش با آب مقطر شستشو شده و پس از خشک شدن در دمای محیط آزمایشگاه داخل بسته‌های پلی اتیلنی قرار داده شدند. دو متغیر برای بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده در نظر گرفته شد که متغیر اول ترکیب گازی در سه سطح شامل ترکیب گازی شاهد (ترکیب گازهای هوای معمولی که شامل ۲۱٪ اکسیژن، ۰/۰۳٪ دی‌اکسیدکربن و ۷۸٪ نیتروژن)، ترکیب گازی اولیه شامل ۱۰٪ اکسیژن، ۵٪ دی‌اکسیدکربن و ۸۵٪ نیتروژن و ترکیب گازی ثانویه متشکل از۵٪ اکسیژن، ۱۰٪ دی اکسیدکربن و ۸۵٪ نیتروژن بود و متغیر دوم زمان انبارمانی در پنج سطح شامل صفر (روز برداشت محصول) ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ٤۰ روز پس از شروع انبارمانی انجام شد. میوه‌های سالم و یکسان پس از شستشو با آب مقطر و خشک شدن در بسته‌های پلی‌اتیلنی با ابعاد cm ۲۵×۳۵ قرارگرفتند. پس از بسته‌بندی میوه‌ها، نسبت‌های مشخص گاز توسط دستگاه مخلوط‌کننده درون بسته‌ها تزریق شد؛ سپس به وسیله دستگاه پرس به طور کامل از نفوذ و خروج گازها در اطراف و درب بسته ممانعت به عمل آمده و پس از انتقال بسته‌ها به سردخانه با دمای ۸ درجه سانتی‌گراد، در پایان هر دوره (روزهای ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ٤۰) انبارمانی میوه‌ها، از بسته خارج و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شدند.

برای اندازه‌گیری درصد کاهش وزن میوه‌ها قبل از دوره انباری و پس از انجام تیمار در هر بار خروج از سردخانه به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم (مدل GR شرکت AND، ژاپن) در دوره‌های زمانی معین (روزهای ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ٤۰) وزن شدند.

سپس درصد کاهش وزن با فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{درصد کاهش وزن} = (W_1-W_2/\ W_1) \times 100$$

که در فرمول فوق الذکر:

w_1= وزن میوه قبل از دوره انبار

w_2= وزن میوه بعد از انجام تیمار و دوره خروج از انبار

برای اندازه‌گیری سفتی بافت میوه از دستگاه سفتی سنج دستی (واگنر مدل اف دی کا ۳۲، ایتالیا) استفاده شد که این کار با فشار دادن پرابی با قطر ۵ میلی‌متر در ۳ قسمت هر میوه انجام گرفت. سفتی بافت میوه بر اساس بیشترین نیروی لازم برای نفوذ میله در بافت فلفل و بر حسب کیلوگرم بر متر مربع بیان شد.

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول، ابتدا مقداری از بافت میوه رنده شده و پس از صاف کردن آب آن گرفته شد و با قرار گرفتن یک قطره از آب بافت روی دستگاه رفرکتومتر دستی (آتاگو مدل ان یک، ساخت ژاپن) در برابر روشنایی و در دمای اتاق انجام گرفت که مقدار این مواد برحسب درجه بریکس بیان شد [۱۳].

در خصوص اندازه گیری پی‌اچ در پایان هر دوره انباری، از دستگاه پی‌اچ سنج (مدل جنوی۳۳۲۰) استفاده شد. دستگاه قبل از هر بار اندازه‌گیری به وسیله بافر ٤ و ۷ کالیبره شد. پس از رنده و صاف کردن مقداری از بافت میوه، الکترود دستگاه در آب میوه قرار داده شد و عدد نشان داده شده روی مانتیور دستگاه پس از ثابت شدن قرائت گردید.

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار طراحی و به اجرا گذاشته شد، داده‌ها پس از جمع‌آوری و مرتب‌سازی با استفاده از نرم افزار SAS نسخه (۹/۲) و مقایسه میانگین داده‌ها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

۳- نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثرات ترکیبات گازی مختلف و زمان انبارمانی بر روی صفات مورد ارزیابی فلفل‌دلمه‌ای در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-18]

جدول (۱) آورده شده است. نتایج نشان داد که اثرات اصلی و برخی از اثرات فاکتورها بر روی صفات اندازه گیری شده در سطح احتمال ۵٪ یا ۱٪ معنی دار است.

Table 1 The results of variance analysis of the effects of different packaging treatments in combination with modified atmosphere packaging and shelf life on some quantitycal and qualiytical properties of belly pepper.

Changes Sources	Degree of freedom	Weight loss (%)	Hardness (Kg/m^2)	pH	Soluble solids (ºBrix)
Gas treatment	2	154.8**	0.4*	0.301**	0.35**
Shelf life	4	515.6**	1.76**	0.481**	1.12**
Gas treatment * Shelf life	8	14.9**	0.08 ns	0.186**	0.05**
Error	30	0.6	0.08	0.008	0.007
CV (%)	-	8.5	10.15	1.7	1.54

*, ** and ns represent significant differences at level of P<0.05, P<0.01 and not-significant, respectively.

۳-۱- درصد کاهش وزن

بررسی جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) در رابطه با فاکتور کاهش وزن بیانگر این مطلب است که اختلاف معنی‌داری درسطح یک درصد بین ترکیبات گازی مختلف و مدت زمان انبارمانی وجود دارد. با افزایش زمان انبارمانی، میزان از دست-دهی وزن در همه تیمارها افزایش یافت و بین زمان‌های مختلف انباری اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول۲) ولی این کاهش وزن در میوه‌های بسته‌بندی شده در اتمسفر اصلاح شده با اکسیژن ۵٪، دی‌اکسیدکربن۱۰٪ و نیتروژن ۸۵٪ نسبت به میوه‌های شاهد و تیمار شده با اکسیژن ۱۰٪، دی‌اکسیدکربن ۵٪ و نیتروژن ۸۵٪ اختلاف کمتر بود و کمترین کاهش وزن در زمان‌های مختلف انبارمانی، در تیمار اکسیژن ۵٪، دی‌اکسیدکربن ۱۰٪ و نیتروژن ۸۵٪ مشاهده شد و افت وزن، تنها در روز دهم انبارمانی بین دو تیمار اکسیژن ۱۰٪، دی‌اکسیدکربن ۵٪ و نیتروژن ۸۵٪ با تیمار اکسیژن ۵٪، دی‌اکسیدکربن ۱۰ ٪ و نیتروژن ۸۵٪ اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول۲).

Table 2 The effect of MAP type (different combination of O_2, CO_2 and N_2) and the Time (day) on the weight loss (%) of belly pepper

	Time (day)			
Treatment	10	20	30	40
Blank	6.11 f	14.67 c	18.1 b	24.4 a
MAP 1	3.44 gh	6.57 f	12.7 d	17.5 b
MAP 2	2.25 h	4.64 g	10.8 e	14.7 c

Similar letters in each row or column indicate no significant differences (P>0.05).
Blank: Packaged fruits in and with cold-room atmosphere (about 21% O_2 and 78% N_2), MAP 1: O_2 (10%) + CO_2 (5%) + N_2 (85%), MAP 2: O_2 (5%) + CO_2 (10%) + N_2 (85%).

بر این اساس، تیمار با ترکیب گازی اکسیژن ۵٪، دی‌اکسیدکربن ۱۰٪ و نیتروژن ۸۵٪ بیشترین اثر و تیمار شاهد کمترین اثر را در حفظ آب میوه داشتند. ترکیب گازی اکسیژن ۵٪، دی‌اکسیدکربن ۱۰٪ و نیتروژن ۸۵٪ به دلیل اکسیژن کم و دی‌اکسیدکربن زیاد فرآیند تنفس سوخت و ساز را کم می‌کند که با کاهش فرآیند تنفس میزان از دست دادن آب و چروکیدگی محصول نیز کاهش می‌یابد و به دنبال آن ماندگاری محصول نیز افزایش می‌یابد. کاهش تنفس میوه‌ها و سبزیجات در ازای میزان اکسیژن کم و یا غلظت‌های بیشتر دی‌اکسیدکربن گزارش شده است [۱٤]. کاهش مقدار اکسیژن یا بالا بودن سطح دی‌اکسیدکربن آغاز نقطه فرازگرا را در برخی میوه‌ها به تاخیر انداخته و تولید دی‌اکسیدکربن را در میوه‌های غیرفرازگرا و سبزیجات کند می‌نماید [۱۵]. نانوپولو و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که ترکیب گازی بهینه برای بسته‌بندی و نگهداری با کیفیت بهتر فلفل دلمه‌ای شامل غلظت اکسیژن کمتر از ۲ درصد و دی‌اکسید کربن ۲ تا ۵ درصد می‌باشد [۱٦]. پژوهشگران متعددی مانند ملکی و همکاران (۱۳۹٦) در خیار و ایلیچ و همکاران (۲۰۱۷) در فلفل دلمه‌ای گزارش دادند که بهترین کیفیت میوه و کاهش وزن در غلظت‌های پایین اکسیژن بدست می‌آید [۱۱و ۱۷].

۳-۲- سفتی بافت

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار اتمسفر اصلاح شده در سطح پنج درصد و زمان انبارمانی در سطح یک درصد بر میزان سفتی معنی‌دار بود، در حالی‌که اثر متقابل این دو معنی‌دار نبود (جدول۱). میزان سفتی در نمونه‌های تیمار شده با ترکیب دوم (اکسیژن ۵٪، دی‌اکسیدکربن ۱۰٪ و

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-18]

نیتروژن ۸۵٪) نسبت به نمونه تیمار شده با ترکیب اول (اکسیژن ۱۰٪، دی‌اکسیدکربن ۵ ٪ و نیتروژن ۸۵٪) و شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (شکل۱). با افزایش زمان انبارمانی، میزان سفتی کاهش معنی‌داری یافت ولی در بین روزهای دهم تا بیستم نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل۲).

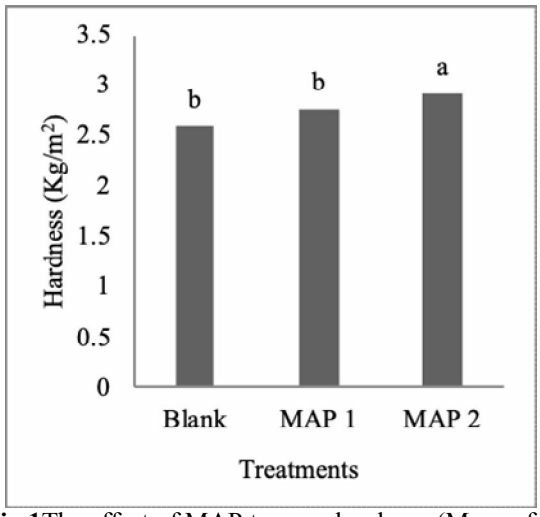

Fig 1 The effect of MAP type on hardness (Mean of days)

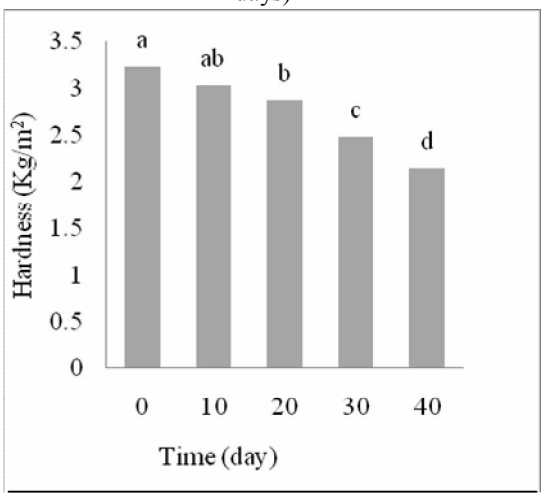

Fig 2 The effect of storage time on hardness (Mean of different packagings)

همان‌طوری که در این پژوهش مشاهده شد، کاهش فرآیند تنفس در میوه‌های نگهداری شده در اتمسفر اصلاح شده با اکسیژن کمتر (اکسیژن ۵٪، دی اکسیدکربن۱۰٪ و نیتروژن ۸۵٪) مهمترین علل کاهش کمتر سفتی در نمونه‌های تیمار شده به نمونه‌های شاهد می‌باشد. کاهش اکسیژن سبب کاهش فرآیند تنفس می‌شود، به همین دلیل بیشترین میزان سفتی بافت در ترکیب گازی اکسیژن ۵٪، دی‌اکسیدکربن ۱۰٪ و نیتروژن ۸۵٪ به‌دست آمد ولی با این وجود اختلاف معنی داری بین ترکیب گازی اکسیژن ۱۰٪، دی‌اکسیدکربن ۵٪ و نیتروژن ۸۵٪ با شاهد مشاهده نشد. احتمال می‌رود تیمار با اتمسفر اصلاح شده در بسته‌بندی با پوشش پلی اتیلنی، به علت تبادل گازها که در داخل و خارج بسته صورت می پذیرد موجب ورود اکسیژن به بسته شده باشد و با افزایش غلظت اکسیژن، اختلاف معنی‌داری در سفتی بافت بین دو ترکیب گازی اول نسبت به شاهد ایجاد نشده باشد.

گونزالس-آگلار و همکاران (۲۰۰٤) گزارش دادند که نگهداری فلفل دلمه‌ای برش داده شده با استفاده از روش بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده نسبت به روش بسته‌بندی در خلاء، منجر به نقصان کمتر در کیفیت ظاهری و سفتی بافت فلفل دلمه‌ای گردیده است. آنها همچنین گزارش دادند که که کاهش سفتی بافت میوه فلفل دلمه‌ای در طول نگهداری احتمالاً مربوط به گسترش رشد قارچ‌ها و افزایش متابولیسم و در نتیجه فعالیت آنزیمی می‌باشد. از سوی دیگر پیری محصول توسط اتیلن نیز شتاب گرفته که منجر به تغییرات قابل توجهی در بافت محصول می‌گردد [۱۸]. شهدادی و همکاران (۱۳۹٦) نیز گزارش دادند که غلظت بهینه گاز اکسیژن برای حفظ کیفیت و بهبود عمر انباری خیار ۵/۸ درصد می‌باشد، همچنین آن‌ها نشان دادند که با افزایش غلظت گاز اکسیژن سفتی کمتر می‌شود [۱۹]. نتایج ما با نتایج رنو و چیدانند (۲۰۱۳) و سمر و همکاران (۲۰۱۷) نیز در مورد اثر اتمسفر اصلاح شده بر سفتی بافت نیز همخوانی دارد [۲۰و ۲۱].

۳-۳- pH بافت

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر تیمار اتمسفر اصلاح شده، زمان انبارمانی و اثر متقابل این دو در سطح یک درصد بر میزان پی‌اچ فلفل دلمه‌ای معنی‌دار بود (جدول۱). با افزایش زمان انبارمانی میزان پی‌اچ در همه‌ی نمونه‌ها افزایش یافت .در همه‌ی نمونه‌ها بین روزهای دهم و بیستم انبارمانی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۳). در ترکیب گازی اکسیژن ۵٪، دی‌اکسیدکربن ۱۰٪ و نیتروژن ۸۵٪ بین روزهای دهم، بیستم و سی‌ام انبارمانی اختلاف معنی‌داری در pH مشاهده نشد (جدول۳). بیشترین میزان پی‌اچ در روز چهلم تیمار شاهد با میزان ٦/۱۳ بدست آمد. میزان پی‌اچ در نمونه-های تیمار شده کمتر از نمونه‌ی شاهد بود و در بین نمونه‌های تیمار شده هم کمترین میزان پی‌اچ مربوط به ترکیب گازی با اکسیژن ۵٪، دی‌اکسیدکربن ۱۰٪ و نیتروژن ۸۵٪ بود (جدول ۳).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-18]

Table 3 The effect of MAP type (different combination of O_2, CO_2 and N_2) and the Time (day) on the pH of belly pepper

	Storage Time (day)				
Treatment	0	10	20	30	40
Blank	5.01 ^{g}	5.14 ^{efg}	5.18 ^{dfg}	5.74 ^{b}	6.13 ^{a}
MAP 1	5.01 ^{g}	5.08 ^{fg}	5.11 ^{efg}	5.25 ^{cde}	5.34 ^{c}
MAP 2	5.01 ^{g}	5.04 ^{fg}	5.10 ^{efg}	5.15 ^{efg}	5.32 ^{cd}

Similar letters in each row or column indicate no significant differences (P>0.05).
Blank: Packaged fruits in and with cold-room atmosphere (21% O_2, 78% N_2), MAP1: O_2 (10%) + CO_2 (5%) + N_2 (85%), MAP2: O_2 (5%) + CO_2 (10%) + N_2 (85%).

با توجه به این‌که ترکیب اتمسفری با اکسیژن کم، روند پیری را به تاخیر انداخته و موجب کاهش تنفس میوه می‌شوند، در نتیجه اسیدآلی کمتری استفاده می‌شود و پی‌اچ میوه افزایش کمتری نسبت به نمونه‌ی شاهد یافت. میزان پی‌اچ در تیمارهای مختلف اتمسفر اصلاح شده با وجود اینکه به جز زمان سی‌ام اختلاف معنی‌داری باهم نداشت ولی در ترکیب گازی اکسیژن ۵٪، دی‌اکسیدکربن ۱۰٪ و نیتروژن ۸۵٪ کمتر بود که دلیل آن شدت کم تنفس به دلیل اکسیژن کم در این ترکیب گازی نسبت به ترکیب گازی اکسیژن۱۰٪ ، دی‌اکسیدکربن ۵٪ و نیتروژن ۸۵٪ بود. پیش از این کیدر و واتکینز (۲۰۰۰) اعلام کرده بودند که تفاوت پی‌اچ در یافته‌های محققین ممکن است به تاثیرات مختلف اکسیژن افزایش یافته روی سرعت تنفس در محصول وابسته باشد [۲۲].

توسلی و همکاران (۱۳۹۲) تاثیر ترکیبات گازی مختلف بر روی انار را بررسی کرده و گزارش دادند که کاهش اکسیژن در ترکیب گازی سبب کاهش تنفس در محصول می‌شود که به دنبال آن باعث به تأخیر انداختن کاهش کیفیت و افزایش پی‌اچ در طول انباری می‌شود. البته توصیه کردند که کاهش اکسیژن نباید به حدی باشد که سبب بروز تنفس غیرهوازی شود که سبب افزایش پیری میوه و افزایش پی‌اچ میوه و کاهش کیفیت میوه می‌شود [۲۳]. گزارش‌های مشابهی توسط واهمار و آناپور (۲۰۱۳) در پاپایا و طباطبایی‌کلور و همکاران (۱۳۹۵) در گوجه‌فرنگی ارائه شده است که نشان می‌دهد اتمسفر اصلاح شده سبب افزایش کمتر پی‌اچ در محصولات تیمار شده نسبت به نمونه‌های شاهد شده و کم کردن اکسیژن تا حد معینی سبب کاهش تنفس و پیری محصول و به دنبال آن کم کردن افزایش پی‌اچ طی دوره انباری می‌شود [۲۴و ۵].

۳-٤- مواد جامد محلول

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار اتمسفر اصلاح شده، زمان انبارمانی و اثر متقابل این دو در سطح یک درصد بر میزان مواد جامد محلول معنی‌دار بود (جدول۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در نمونه‌های شاهد، با افزایش زمان انبارمانی، میزان مواد جامد محلول افزایش یافت و بین زمان‌های مختلف انبارمانی به جز روزهای صفر و دهم انبارمانی اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول٤). میزان افزایش مواد جامد محلول در نمونه‌های قرار گرفته شده تحت اتمسفر اصلاح شده نسبت به نمونه‌های شاهد به طور معنی‌داری کمتر بود. بین دو ترکیب گازی اتمسفری استفاده شده هم با وجود این‌که میزان مواد جامد محلول در ترکیب گازی اکسیژن ۵٪، دی‌اکسیدکربن ۱۰٪ و نیتروژن ۸۵٪ کمتر بود ولی اختلاف معنی‌داری بین آنها در زمان‌های مختلف انباری مشاهده نشد (جدول٤). بین روزهای دهم و بیستم انبارمانی نمونه‌های تیمار شده، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و بیشترین میزان مواد جامد محلول در طول انباری مربوط به تیمار شاهد با میزان ٦/٤٣ در روز چهلم انبارمانی بود.

Table 4 The effect of MAP type (different combination of O_2, CO_2 and N_2) and the Time (day) on the Brix (%) of belly pepper

	Storage Time (day)				
Treatment	0	10	20	30	40
Blank	5.20 ^{f}	5.29 ^{ef}	5.59 ^{d}	5.96 ^{b}	6.43 ^{a}
MAP 1	5.20 ^{f}	5.21 ^{ef}	5.35 ^{e}	5.58 ^{d}	5.88 ^{bc}
MAP 2	5.20 ^{f}	5.22 ^{ef}	5.27 ^{ef}	5.57 ^{d}	5.81 ^{c}

Similar letters in each row or column indicate no significant differences (P>0.05).
Blank: Packaged fruits in and with cold-room atmosphere, MAP 1: O_2 (10%) + CO_2 (5%) + N_2 (85%), MAP 2: O_2 (5%) + CO_2 (10%) + N_2 (85%).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-18]

طبق نتایجی این پژوهش، مواد جامد محلول در همه نمونه‌ها در طی دوره انباری افزایش یافت که به نظر می‌رسد به دلیل اثر تنفس محصول در طی زمان انبارمانی بر متابولیسم تبدیل نشاسته به قند و افزایش از دست‌هی آب میوه می باشد. به نظر می رسد علت نبود اختلاف معنی دار در میزان مواد جامد محلول بین دو نوع اتمسفر بسته بندی، نفوذپذیری بسته های پلی اتیلنی نسبت به گازها و افزایش غلظت اکسیژن در بسته بوده است. میزان مواد جامد محلول در میوه‌های تیمار شده نسبت به میوه‌های شاهد افزایش کمتری داشت که به دلیل ممانعت از سوخت‌وساز مربوط به تبدیل نشاسته به قند و کاهش از دست‌دهی آب در نمونه‌های تیمار شده توسط ترکیب گازی بود.

قویدل و همکاران (۲۰۱۳) در میوه سیب گزارش دادند که چون میزان رطوبت میوه با افزایش زمان نگهداری کاهش می‌یابد، میزان مواد جامد محلول هم زیاد می‌شود. یک توضیح احتمالی برای کاهش مشاهده شده در محتوای مواد جامد محلول می‌تواند در نتیجه تخریب قندها طی نگهداری طولانی مدت باشد [۲۵]. دیاز-مولا و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش دادند که اتمسفر اصلاح شده، متابولیسم میوه و میزان تنفس را کاهش می‌دهد که منجر به حفظ و نگهداری سوبستراهای تنفس گردیده و به نوبه خود فرآیند رسیدن پس از برداشت را به تاخیر می‌اندازد [۲٦]. حفظ مواد جامد محلول و افزایش کمتر آن در میوه‌های تیمار شده تحت اتمسفر اصلاح شده توسط ملکی و همکاران در خیار (۱۳۹٦) و سمر و همکاران در آناناس (۲۰۱۷) نیز گزارش شده است. سمر و همکاران (۲۰۱۷) گزارش دادند که میزان مواد جامد محلول آناناس در طول دوره نگهداری روند افزایشی داشت اما این روند در اواخر دوره نگهداری کاهشی بود که دلیل آن را مصرف قندهای محلول طی فرآیند تنفس دانستند [۲۱و ۱۱].

٤- نتیجه‌گیری کلی

بررسی نتایج بدست آمده از این پژوهش بیانگر آن است که استفاده از بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده با ترکیب گازی شامل ۵٪ اکسیژن و ۱۰٪ دی‌اکسیدکربن نسبت به ترکیب‌گازی حاوی ۱۰٪ اکسیژن و ۵٪ دی‌اکسیدکربن و نمونه شاهد که با گازهای طبیعی جو اتمسفر پر شده بود، توانایی بیشتری در حفظ خصوصیات کمی و کیفی فلفل دلمه‌ای دارد. بر اساس نتایج حاصل، چنین به نظر می‌رسد که بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده با میزان اکسیژن کم و دی‌اکسیدکربن بیشتر به دلیل وجود اکسیژن کمتر، باعث محدودسازی میزان تنفس و در نتیجه آن ایجاد یک اتمسفر مطلوب و حفظ خصوصیات کیفی فلفل‌دلمه‌ای شده است. از بین دو ترکیب گازی داخل بسته‌ها که روی میوه‌ها اعمال شد، ترکیب گازی ثانویه با میزان ۵٪ اکسیژن و ۱۰٪ دی‌اکسیدکربن به دلیل کند کردن فرایند تنفس، تبخیر، تعرق، سایر فرایندهای متابولیکی و درنتیجه تأخیر در پیری بافت محصول، در حفظ خصوصیات کیفی موثرتر واقع شد. بنابراین بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده در پوشش پلی اتیلنی و ترکیب گازی ۵٪ اکسیژن و ۱۰٪ دی‌اکسیدکربن و به طور هممزمان نگهداری در دمای ۸ درجه سانتیگراد به عنوان یکی از بهترین فرایندهای پس از برداشت در فلفل دلمه‌ای در جهت افزایش عمر انباری آن توصیه می‌شود.

۵- منابع

[1] Lim, C. S., Kang, S. M., Cho, J. L., Gross, K. C., and Woolf, A. B. (2007). Bell pepper (*Capsicum annuum L.*) fruits are susceptible to chilling injury at the breaker stage of ripeness. Horticultural Science, 42(7), 1659-1664.

[2] Howard, L. R., Smith, R. T., Wagner, A. B., Villalon, B., and Burns, E. E. (1994). Pro-vitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsicum annuum*) and processed jalapenos. Journal of Food Science, 59(2), 362-365.

[3] Manson, J. R., Bean, N. J., Shah, P. S., and Clark, L. (1991). Taxon-specific differences in responsiveness to capsaicin and several analogues: correlates between chemical structure and behavioral aversiveness. Journal of Chemical Ecology, 17 (12), 2539-2551.

[4] Jianglian, D., and Shaoying, Z. (2013). Application of chitosan based coating in fruit and vegetable preservation: a review. Journal of Food Processing and Technology, 4(5), 163-171.

[5] Tabatabaei, R., Ebrahimian, A., and Hashemi, S. J. (2016). Investigation on the effect of temperature, packaging material and modified atmosphere on the quality of tomato. Food Science and Technology, 13 (51), 1-1.

[6] Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H., and Hosseini, S. M. H. (2010). Effect of

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-18]

chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chemistry, 120(1), 193-198.

[7] Saltveit, M. E. (1997). A summary of CA and MA requirements and recommendations for harvested vegetables. In Saltveit (Ed.), Vegetables and ornamentals Davis, CA: University of California. Journal of Postharvest Horticulture, 18, 11-12.

[8] Scully, A., and Horsham, M. (2006). Emerging packaging technologies for enhanced food preservation. Food Science and Technology, 2(20), 16-19.

[9] Bechtel, W. G., and Meisner, D. F. (1954). Staling studies of bread made with flour fraction. Effect of crumb moisture and of tailing search. Cereal Chemistry, 31, 176.

[10) Nakhasi, S., Schlimme, D., and Solomos, T. (1991). Storage potential of tomatoes harvested at the breaker stage using modified atmosphere packaging. Journal of Food Science, 56(1), 55-59.

[11] Maleki, G., Sedaghat, N., Farhoodi, M., and Mohebbi, M. (2017). The effect of modified atmosphere packaging (MAP) on some propreties of Royal cucumber. Science and Technics of Packaging, 8 (22), 78-85.

[12] Khosrowshahi, S. (2014). Evaluation of Modified Atmosphere Packaging (MAP) on physic-chemical and microbial properties of fresh Barberry. M. Sc. Thesis, Faculty of agriculture and natural resources, University of Ferdowsi, Mashhad, Iran.

[13] Xing, Y., Li, X., Xu, Q., Yun, J., Lu, Y., and Tang, Y. (2011). Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annuum L.*). Food Chemistry, 124(4), 1443-1450.

[14] Wang, C. Y. (1990). Physiological and biochemical effects of controlled atmosphere on fruits and vegetables. Food Preservation by Modified Atmospheres, 197-223.

[15] Nielsen, T. and Leufvén, A. (2008). The effect of modified atmosphere packaging on the quality of Honeoye and Korona strawberries. Food Chemistry, 107, 1053–1063.

[16] Nolopoulou, G., and Xanthopoulos, N. (2010). Modified atmosphere packaging storage of green bell peppers: Quality criteria. Biosystem Engineering, 106(4), 535-543.

[17] Ilic, Z., Sunic, L., and Fallik, E. (2017). Quality Evaluation and Antioxidant Activity of Mini Sweet Pepper Cultivars during Storage in Modified Atmosphere Packaging (MAP). Printed in Romania. All rights reserved, 22(3), 12214-12223.

[18] González-Aguilar, G. A., Ayala-Zavala, J. F., Ruiz-Cruz, S., Acedo-Félix, E., and Dıaz-Cinco, M. E. (2004). Effect of temperature and modified atmosphere packaging on overall quality of fresh-cut bell peppers. LWT-Food Science and Technology, 37(8), 817-826.

(19] Shahdadi, A., Sedaghat, N., Taghizadeh, M., and Milani, E. (2017). Effect of packaging type and chitosan edible coating on the physico-chemical and sensory characteristics of Royal Greenhouse cucumber during storage conditions. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 13 (2), 363-378.

[20) Renu, R., and Chidanand, D. V. (2013). Effect of Modified Atmosphere Storage Conditions on Biochemical Parameters of Bell Pepper. International Journal of Agriculture and Food Science Technology, 4(9), 915-922.

[21] Samar, A., Shaarawi, M. A., and Khaled, S. N. (2017). Effect of Modified Atmosphere Packaging on Fruit Quality of "Wonderful" Pomegranate under Cold Storage Conditions. Middle East Journal of Agriculture Research, 6(2), 495-505.

[22] Kader, A. A., and Watkins, C. B. (2000). Modified atmosphere packaging toward 2000 and beyond. Horticultural Technology, 10(3), 483–6.

[23] Tavassoli, S., Barzegar, M., and Hamidi, Z. (2013). Effect of packaging with modified atmosphere method on physicochemical properties and shelf life of pomegranate seeds. 21st National Congress of Science and Technology, Iran, 7-9 Nov, Shiraz University.

[24] Waghmare, R. B., and Annapure, U. S. (2013). Combined effect of chemical treatment and/or modified atmosphere packaging (MAP) on quality of fresh-cut papaya. Postharvest Biology and Technology, 85, 147-153.

[25] Ghavidel, R. A., Davoodi, M. G., and Adib, A. F. (2013). Effect of selected edible coatings to extend shelf-life of fresh-cut apples. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 6(16), 1171-1178.

[26] Diaz-Mula, H. M., Martinez-Romero, D., Castillo, S., Serrano, M., and Valero, D. (2011). Modified atmosphere packaging of yellow and purple plum cultivars. 1. Effect on organoleptic quality. Postharvest Biology and Technology, 61, 103-109.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-18]

Shelf life and some qualitative characteristics of Belly Pepper (*capsicum annum L.*) packed in modified atmosphere

Sadeghi, S. [1], Karami, M. [2*], Sayyari, M. [3]

1. Graduated M.Sc. of Postharvest Technology, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
2. Assistant professor, Faculty of Food Science and Technology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
3. Associated professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

(Received: 2019/06/02 Accepted:2019/08/24)

Today, packaging in the modified atmosphere is used as one of the newest types of packaging to increase the shelf life of fruits and vegetables. Sweet peppers, as a rich source of vitamin C, are one of the most perishable vegetables that require proper transportation and care for shelf life and quality. The shelf life of pepper is limited due to the rapid loss of water during long storage, and the sensitivity to frostbite and common spoilage by Botrytis and Alternaria microorganisms. Therefore, by optimizing the durability of this product, it can be possible to lower a large amount of its waste.
In this study, the effect of packaging in a modified atmosphere with three gas combinations containing a combination of conventional gas (which contains 21% oxygen, 0.03% carbon dioxide and 78% nitrogen), the primary gas composition consists of 10% oxygen, 5% carbon dioxide And 85% nitrogen and secondary gas composition consisting of 5% oxygen, 10% carbon dioxide and 85% nitrogen in polyethylene film and maintaining at 8 °C and 95% relative humidity on some properties of belly pepper was evaluated.
The effects of these treatments were evaluated in a completely randomized design with factorial experiment and three replications on traits such as weight loss, texture hardness, pH and solids content during 0, 10, 20, 30 and 40 days after harvest. The results showed that, after each storage period, 5% oxygen treated and 10% carbon dioxide treated treatments were better suited for maintaining quality characteristics for pepper, due to more carbon dioxide and lower respiration, and generally keeping the product in packaging with Modified atmosphere, preserving quality and prolonging its shelf-life.

Keywords: Packaging, Pepper, Weight loss, Mold, Hardness

*Corresponding Author E-Mail Address: mkarami@basu.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-18]