

تأثیر بسته‌بندی در اتمسفر تعدیل یافته (MAP) و انبار سرد بر صفات کمی و کیفی دو رقم کاهو (*Lactuca sativa* L.)

نسیم فخاریان^۱، معظم حسن پورا صیل^{۲*}، محمد علی عسگری^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان

۲- استادیار گروه علوم و باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان

۳- مربی گروه علوم و باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

چکیده

نگهداری مواد غذایی همواره ذهن بشر را به خود مشغول کرده است به طوری که در طی سالیان دراز روش‌های متعدد را به منظور حفظ نیازمندی‌های خود به کار گرفته یا ابداع نموده است. از جمله این روش‌ها، نگهداری محصولات کشاورزی با استفاده از انبارهای سرد، پوشش‌های پلاستیکی و اتمسفر کنترل شده یا تعدیل یافته می‌باشد. در این پژوهش اثر بسته بندی با اتمسفر تعدیل یافته فعال با ۳٪ اکسیژن و ۱٪ دی اکسید کربن در پوشش پلی پروپیلن با دو ضخامت ۳۰ و ۴۰ میکرون و تیمارهای دمایی ۱ و ۴ درجه سانتی گراد در سردخانه با رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد و در مدت ۴ هفته بر روی دو رقم کاهو به نام‌های Cos و Crisphead، مورد بررسی قرار گرفته است. آزمایشات شامل درصد کاهش وزن، درصد رطوبت، درصد کلروفیل، درصد مواد جامد محلول، میزان ویتامین ث، میزان سدیم، میزان پتاسیم و میزان تولید اتیلن بود. در انتهای هفته چهارم و بعد از خروج کاهوها از سردخانه، تست کیفیت ظاهری و بازار پسندی نیز انجام شد. نتایج به دست آمده نشان داد که رقم Cos قابلیت نگهداری بهتری نسبت به رقم Crisp داشته است. هم‌چنین مدت زمان ۳ هفته و دمای ۱ درجه سانتی گراد انبار، در حفظ خصوصیات و نگهداری کاهوها اثر بهتری داشت. نتیجه بررسی اثر اتمسفر تعدیل یافته و پوشش پلی پروپیلن نشان داد که در رقم Cos تیمارهای پوشش ۴۰ میکرون بدون اتمسفر تعدیل یافته فعال و پوشش ۳۰ میکرون همراه با اتمسفر تعدیل یافته فعال و در رقم Crisp تیمارهای پوششی ۳۰ و ۴۰ میکرون بدون اتمسفر تعدیل یافته فعال بهترین نتایج را در حفظ خصوصیات کمی و کیفی کاهو داشتند.

کلید واژگان: بسته بندی با اتمسفر تعدیل یافته، پوشش پلی پروپیلن و کاهو.

۱- مقدمه

تولید تا مصرف دچار ضایعات می‌شوند. طبق گزارشات رسمی مقدار ضایعات در ایران ۶ برابر میزان متوسط ضایعات جهانی است [۱ و ۵]. گزارشات منتشر شده نشان می‌دهد که این میزان ضایعات برابر با ۳۵ تا ۷۰ درصد می‌باشد. این میزان ضایعات برای ۴۴ میلیون تن تولیدات کشاورزی در ایران، برابر با ۱۶/۵۲ میلیون تن محصول و معادل ۱۰۰ میلیون دلار است. این هزار هکتار و ۳۷۲ هزار تن برآورد شده است [۷]. میزان دور

ایران هفتمین تولید کننده محصولات باغبانی [۱ و ۲] و سومین کشور از لحاظ تنوع تولید در دنیا است [۳ و ۱]. میزان صادرات محصولات باغبانی ایران در سال ۲۰۰۲، ۶۰۰ میلیون دلار بوده است [۱ و ۵]. ولی متأسفانه ضایعات کشاورزی، نقش مهمی در اقتصاد کشاورزی بسیاری از کشورها دارد و بخش قابل توجهی از محصولات کشاورزی اعم از زراعی و باغی که با صرف نهاده‌های مختلف تولید می‌گردند، به دلایل مختلف در چرخه

*مسئول مکاتبات: hassanpurm@yahoo.com

ریز این محصول در حدود ۳۵ تا ۵۰ درصد گزارش شده که این امر ضرورت تحقیق در این زمینه را به خوبی روشن می‌سازد [۲]. کاهو به علت سطح زیاد برگ‌ها و زیاد بودن تبخیر آب، در صورت عدم وجود پوشش مناسب، به سرعت پیر، پلاسیده و زرد شده، کیفیت و بازاری پسندی خود را از دست می‌دهد [۸]. بسته بندی کاهو در پوشش‌های پلیمری و استفاده از اتمسفر تعدیل یافته^۱ علاوه بر ایجاد اتمسفر مناسب و حفظ رطوبت در اطراف محصول، باعث کاهش پلاسیدگی و اختلالات فیزیولوژیکی شده و اجازه نگهداری در سردخانه معمولی و حمل و نقل کم هزینه تر را به ما می‌دهد [۹]. بیشتر میوه‌ها و سبزی‌ها در رطوبت نسبی بالا (۹۵-۸۰ درصد) دارای کیفیت بهتری هستند ولی در این میزان رطوبت، شرایط بهتری برای رشد میکروارگانیسم‌های فاسد کننده ایجاد می‌گردد. کاهش دما در انبار و سرد کردن هوا باعث کاهش رشد عوامل بیماری زا، در رطوبت بالا می‌شود [۱۰، ۱۱ و ۱۲]. سرد کردن سریع مرکز کاهو، به دلیل وجود برگ‌های متراکم، با روش‌های معمولی مشکل است به همین دلیل استفاده از روش سرد کردن با خلاء توصیه شده است [۱۳، ۱۴ و ۱۵]. مارتینز و آرتز [۹] اثرات پوشش‌های پلی‌پروپیلن با ضخامت‌های ۳۰ و ۴۰ میکرون به صورت سوراخ‌شده و سوراخ نشده همراه با سرد کردن به وسیله خلاء^۲ و اتمسفر تعدیل یافته فعال با میزان ۵ درصد اکسیژن و صفر درصد دی‌اکسید کربن را بر روی کاهوی رقم Iceberg^۳ مورد آزمایش قرار داده و نشان دادند پوشش ۴۰ میکرون پلی‌پروپیلن سوراخ نشده بدون اتمسفر تعدیل یافته فعال و هم‌چنین پوشش ۳۰ میکرون سوراخ نشده همراه با اتمسفر تعدیل یافته فعال بهترین نتیجه را در حفظ کیفیت ظاهری^۴، جلوگیری از کاهش وزن و پژمردگی کاهو داشته است. سرد کردن با خلاء باعث کاهش در صورتی شدن رگبرگ کاهو^۵ در دوره انبار داری شده است. رینالدی و بندیتی [۳] اثر پوشش پلی‌اتیلن با ضخامت ۷۰ میکرون و دمای ۱۰ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد را بر روی کلم^۶ مورد بررسی قرار داده و گزارش کرده‌اند که کلم‌های نگهداری شده در ۱۰ درجه دادند ولی نمونه‌های موجود در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد تا

سانتی‌گراد بعد از ۵ روز کیفیت و بازاری پسندی خود را از دست پایان دوره ۲۰ روزه آزمایش کیفیت خود را حفظ کردند. اندازه‌گیری میزان pH، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، میزان ویتامین ث، نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته و درصد کاهش وزن در این مدت، نشان داد که درصد کاهش وزن در نمونه‌ها افزایش و مواد جامد محلول (بریکس) کاهش داشته است. میزان pH افزایش و سپس کاهش داشت و میزان ویتامین ث و اسیدیته قابل تیتراسیون کاهش و سپس افزایش نشان داده بود. بارت [۱۶] بیان کرد که استفاده از سیستم بسته‌بندی با اتمسفر تعدیل یافته، باعث حفظ بهتر اسید اسکوربیک، کلروفیل و رطوبت در کلم بروکلی می‌گردد. ناخسی و همکاران [۱۷] دریافتند که در گوجه فرنگی‌های بسته بندی شده در اتمسفر تعدیل یافته فعال، تغییر در میزان اسیدیته، مواد جامد محلول، بافت، رنگ و فعالیت پلی‌گالاکتوروناز، در مقایسه با میوه‌های بسته بندی نشده به تاخیر افتاده است. میزان تولید اتیلن کاهو بسیار ناچیز و در حد کمتر از $0.2 \mu\text{L/kg.h}$ در صفر تا ۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد [۱۸] ولی کاهو، یک گیاه حساس نسبت به اتیلن می‌باشد و با قرار گرفتن در معرض حد اکثر $10 \mu\text{L/L}$ واکنش نشان داده و روی رگبرگ‌ها نقاط خرمائی^۷ تولید می‌گردد [۱۹]. آبلز و همکارانش [۲۰] نشان دادند کاهش O_2 و افزایش CO_2 باعث کاهش تولید اتیلن و هم‌چنین کاهش میزان رسیدگی و پیری می‌گردد. کنتول و ساسلو [۱۸] در بررسی انجام شده روی نگهداری کیفیت پس از برداشت کاهو آن را جزء سبزی‌های حساس به اتیلن قرار داده و ذکر کرده‌اند که اتیلن باعث ایجاد لکه‌های بیرنگ در رگبرگ، نقاط خرمائی و پیری در کاهو می‌شود. این محققین نتیجه‌گیری کردند که عمر انباری کاهو، در دمای صفر درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۵ درصد انبار، بدون استفاده از پوشش ۲۱ روز خواهد بود، در حالی که این مدت در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد به ۱۴ روز تقلیل می‌یابد. هم‌چنین اکسیژن کم، میزان تنفس و اثرات اتیلن بر روی محصول را کاهش می‌دهد به طوری که استفاده از سیستم بسته‌بندی با اتمسفر تعدیل یافته فعال با ۱-۳ درصد اکسیژن و کمتر از ۵٪ دی‌اکسید کربن را برای کاهش تنفس و جلوگیری از تولید اتیلن موثر دانسته‌اند.

1. Modified Atmosphere
2. Vacuum cooling
3. Lactuca sativa var. capitata (type Crisphead or Iceberg)
4. Visual quality
5. Pink rib
6. Brassica oleraceae var. capitata

7. Russet spotting

رطوبت نمونه‌ها محاسبه گردید. سپس از پودر خشک، خاکستر و عصاره اسیدی تهیه شد و غلظت عنصر پتاسیم و سدیم (با دستگاه فلیم فتومتر مدل C۳۱۰ ساخت شرکت طیف آزمون پارس ایران) اندازه‌گیری و محاسبه گردید [۲۲]. میزان ویتامین ث نمونه‌ها به طریق تیتراسیون و از روش دی‌کلروفنل ایندوفنل و درصد مواد جامد محلول نیز با استفاده از دستگاه رفرکتومتر (مدل ۰۶۰۲۷۹ ساخت شرکت Ceti بلژیک) از عصاره تازه به دست آمد [۲۲ و ۳]. اندازه‌گیری کلروفیل نیز با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل ۶۴۰۵ ساخت شرکت Jenway انگلستان) انجام شد [۲۳]. برای اندازه‌گیری میزان تولید اتیلن، پس از اندازه‌گیری وزن و حجم کاهوها، هر نمونه به صورت جداگانه داخل ظرفهای پلاستیکی مجهز به سیتوم، که غیر قابل نفوذ نسبت به گاز^۴ بودند قرار گرفت. پس از ۵ روز یک نمونه از گاز بالای ظرف پلاستیکی توسط سوزن‌های دوسر به لوله‌های شیشه‌ای خلاء دار ۳ میلی‌لیتر^۵ کشیده شد و مقدار یک میلی‌لیتر از گاز داخل لوله‌ها به دستگاه گازکروماتوگرافی مدل GC-۱۴A ساخت شرکت Shimadzu ژاپن و با ستون Propak Q، تزریق شد. از گاز نیتروژن به عنوان گاز حامل استفاده شد. میزان تولید اتیلن بر اساس پیکولیت در کیلوگرم نمونه در ساعت (pl/kg/h) محاسبه شد [۲۴]. در انتهای هفته چهارم بعد از خروج نمونه‌ها از سردخانه، آزمون حس^۶ (دیداری) از لحاظ کیفیت ظاهری و بازار پسندی نمونه‌ها انجام گردید. در این آزمون، از ۳۵ نفر استفاده شد و ارزشگذاری بین اعداد ۱ تا ۵ صورت گرفت که عدد ۵ بهترین و عدد ۱ بدترین کیفیت ظاهری و بازار پسندی را نشان می‌داد. در نهایت میانگین اعداد به دست آمده ثبت گردید. داده‌ها پس از وارد کردن در محیط اکسل، جهت مقایسه میانگین، و تبدیل داده‌ها برای متغیر کیفی، در محیط SAS و با روش آزمون Tukey مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند از نظر آزمون tukey با یکدیگر تفاوت معنی داری ندارند.

با توجه به اثرات دمای پایین و پوشش‌های پلاستیکی و هم-چنین اتمسفر تعدیل یافته در نگهداری کاهو، در این پژوهش سعی شده است دما، ضخامت مناسب پوشش و اتمسفر مناسب در این محصول تعیین شده و با استفاده از روش‌های غیر شیمیایی، عمر انبار داری و نگهداری کاهو افزایش داده شود.

۲- مواد و روش‌ها

این آزمایش در پاییز و زمستان سال ۱۳۸۴ در آزمایشگاه گروه باغبانی دانشکده کشاورزی کرج و آزمایشگاه گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان انجام گرفت. بذر دو رقم کاهو (Cos^۱ و Crisphead^۲) در شهریور ماه در مزرعه‌ای در اطراف کرج کشت گردید و در آبان ماه برداشت شد. شاخص‌های برداشت کاهوها، درجه روز^۳ و حجم و سفتی سر کاهو بود [۲۱]. برگهای کثیف و خراب کاهوها از آنها جدا شد و به آزمایشگاه باغبانی دانشکده کشاورزی کرج منتقل گردید. آزمایش شامل ۱۰ تیمار، برای هر رقم کاهو، و سه تکرار بود که در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل انجام شد. هر واحد آزمایشی نیز شامل ۹ عدد کاهو بود. همه نمونه‌ها، به جز نمونه‌های تیمار شاهد، تحت تیمار سرد کردن اولیه با خلاء (با دستگاه تولید خلاء مدل ۲۰۰A. ساخت شرکت Henkelman هلند) قرار گرفتند. تیمارهای پوششی در سطوح ۳۰ و ۴۰ میکرون، همراه با اتمسفر تعدیل یافته فعال یا بدون آن و دما در سطوح ۱°C و ۴°C بر هر رقم اعمال شد و دو تیمار شاهد در دماهای ۱°C و ۴°C نگهداری شدند.

بررسی صفات کمی و کیفی کاهوها در زمان ورود نمونه‌ها به سردخانه و در فواصل زمانی معین (هفته‌ای یک بار) انجام شد. در هر سری آزمایش، یک نمونه از هر تیمار و تکرار به صورت تصادفی انتخاب شد و بعد از خروج از سردخانه به آزمایشگاه منتقل شده و به وسیله ترازوی دیجیتال (مدل GE۲۱۰۱. ساخت شرکت Sartorius کانادا) توزین گردید. سپس با توجه به وزن اولیه نمونه‌ها در زمان شروع انبارداری، درصد کاهش وزن محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری درصد رطوبت نمونه‌ها، یک برش از سطح تا عمق هر نمونه به صورت یکنواخت برداشته شد و بعد از خشک کردن در آون الکتریکی (مدل ST۵۰۵۰ ساخت شرکت Heracus آلمان) درصد

4. Gas less
5. Venoject
6. Panel test

1. Lactuca sativa var. longifolia (type Cos or Romain)
2. Lactuca sativa var. capitata (type Crisphead or Iceberg)
3. degree-day

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییر
سدیم	پتاسیم	ویتامین ث	درصد مواد جامد محلول	درصد رطوبت	درصد کلروفیل	درصد کاهش وزن		
(میلی گرم/۱۰۰ گرم قابل مصرف)								
۳۵,۲۲۶ ^{ns}	۱۲۸۰,۵۸*	۰,۱۱۱ ^{ns}	۰,۰۰۵ ^{ns}	۰,۴۳۶ ^{ns}	*۲۰,۹۰۸ ^{ns}	۰,۰۹۲ ^{ns}	۱	دما
۱۴۷,۴۱**	۱۸۵۷,۰۷**	۹,۴۲۳**	۴,۱۲۰**	۹,۹۰۱**	۱۴۴,۵۱۳	۴,۴۲۶**	۴	زمان
۳۳,۰۸۷**	۱۳۷۶,۹۷**	۳,۱۱۹**	۱,۳۰۲**	۴۳,۲۸۸**	۲۸۹,۵۵۰**	۴۰,۴۵۰**	۴	تیمار
**	۸۸۸۸,۲۳**	۱۵۵,۳۰۴**	۴۸,۴۸۱**	۳۱۶,۵۴۱**	۸۳۹۷۷,۹**	۰,۲۱۵*	۱	رقم
۲۲۷۴,۵۹	۱۰۳,۷۵۶ ^{ns}	۰,۰۱۳ ^{ns}	۰,۰۰۷ ^{ns}	۰,۱۴۱ ^{ns}	۷,۷۷۷ ^{ns}	۰,۰۱۵ ^{ns}	۴	دما × زمان
۲,۶۴۷ ^{ns}	۳۹۳,۹۱۷**	۰,۰۳۶ ^{ns}	۱,۵۶۶**	۰,۱۴۰ ^{ns}	۱۶,۸۶۴ ^{ns}	۰,۰۲۵ ^{ns}	۴	دما × تیمار
۲۲,۳۷۴**	۱۵,۴۳۳ ^{ns}	۰,۰۱۲ ^{ns}	۰,۱۲۴ ^{ns}	۰,۱۵۶ ^{ns}	۱۸,۷۵۰ ^{ns}	۰,۱۰۰ ^{ns}	۱	دما × رقم
۰,۰۰۴۹ ^{ns}	۱۱۴,۸۵۲*	۰,۳۰۸ ^{ns}	۰,۲۴۴**	۵,۲۶۳**	۲۹,۰۶۲**	۲,۷۸۴**	۱۶	زمان × تیمار
۵,۳۲۵**	۸۵,۱۱۴ ^{ns}	۱,۳۰۲**	۰,۵۳۷**	۰,۱۳۱ ^{ns}	۱۲۶,۳۱۴**	۰,۰۳۴ ^{ns}	۴	زمان × رقم
۱۴,۰۲۹**	۱۰۸,۸۰۵ ^{ns}	۰,۶۳۹*	۰,۹۵۳**	۰,۰۵۲ ^{ns}	۱۴۷,۴۰۹**	۰,۰۳۹ ^{ns}	۴	تیمار × رقم
۱۲,۵۵۴**	۴۱,۲۰۹ ^{ns}	۰,۰۰۸ ^{ns}	۰,۱۱۴ ^{ns}	۰,۰۷۹ ^{ns}	۵,۶۸۵ ^{ns}	۰,۰۱۳ ^{ns}	۱۶	دما × زمان × تیمار
۲,۱۰۶ ^{ns}	۱۷,۰۵۹ ^{ns}	۰,۰۰۳ ^{ns}	۰,۰۱۲ ^{ns}	۰,۰۵۹ ^{ns}	۶,۷۴۴ ^{ns}	۰,۰۵۰ ^{ns}	۴	دما × زمان × رقم
۴,۶۱۰ ^{ns}	۲۵۷,۴۴۳**	۰,۳۸۱ ^{ns}	۰,۶۰۳**	۰,۱۲۴ ^{ns}	۲۵,۹۳۲**	۰,۲۱۳**	۴	دما × تیمار × رقم
۸,۶۶۰**	۲۳,۲۱۵ ^{ns}	۰,۱۰۸ ^{ns}	۰,۰۸۲ ^{ns}	۰,۰۷۸ ^{ns}	۱۸,۲۳۸**	۰,۰۱۹ ^{ns}	۱۶	زمان × تیمار × رقم
۲,۶۹۹ ^{ns}	۲۷,۴۸۳ ^{ns}	۰,۰۰۸ ^{ns}	۰,۰۵۴ ^{ns}	۰,۰۶۰ ^{ns}	۶,۴۴۷ ^{ns}	۰,۰۵۶ ^{ns}	۱۶	دما × زمان × تیمار × رقم
۱,۳۵۸ ^{ns}	۶۲,۲۴۷	۰,۲۶۹	۰,۰۹۱	۰,۱۸۲	۷,۶۹۳	۰,۰۳۷	۲۰۰	خطای آزمایش
۳,۲۳۱								
۱۴,۲۹۶	۱۰,۰۵۱	۱۴,۸۵۲	۸,۶۲۴	۰,۴۵۰	۱۳,۱۲۱	۱۴,۰۲		CV

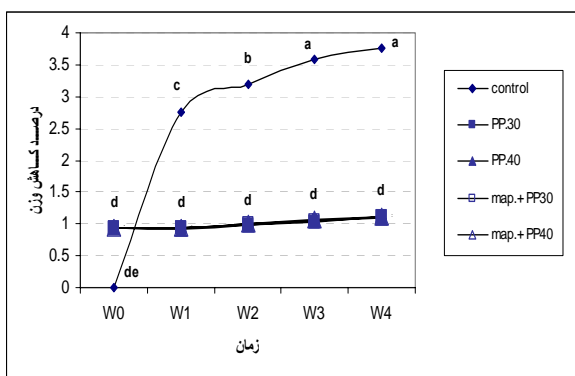
ns غیر معنی دار

• معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

• ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

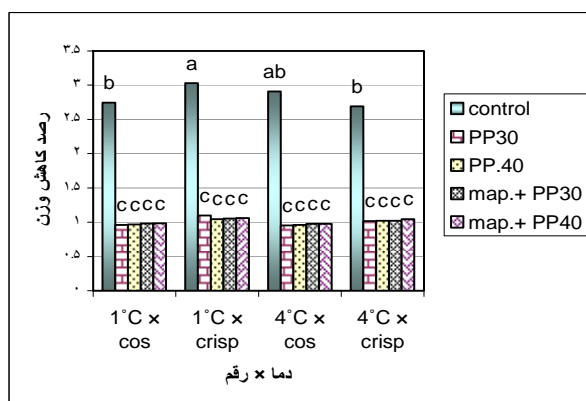
۳- نتیجه گیری و بحث

۱- درصد کاهش وزن



شکل ۱ اثر متقابل زمان نگهداری × تیمارهای پوششی و اتمسفری، بر درصد کاهش وزن کاهو.

Control = شاهد PP.30 و PP.40 = پوشش پلی پروپیلن با ضخامت‌های ۳۰ و ۴۰ میکرون و map.+ PP.30 و map.+ PP.40 = پوشش پلی پروپیلن با ضخامت‌های ۳۰ و ۴۰ میکرون + بسته بندی با اتمسفر تعدیل یافته W0 = زمان ورود کاهوها به انبار، W1 تا W4 = انتهای هفته اول تا انتهای هفته چهارم



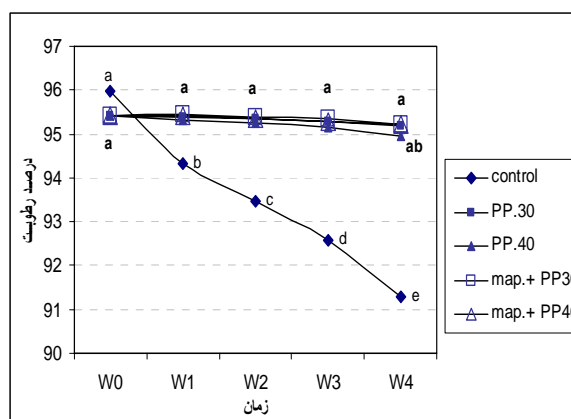
شکل ۲ اثر متقابل دمای سردخانه × رقم × تیمارهای پوششی و اتمسفری، بر درصد کاهش وزن کاهو.

Control = شاهد PP.30 و PP.40 = پوشش پلی پروپیلن با ضخامت‌های ۳۰ و ۴۰ میکرون و map.+ PP.30 و map.+ PP.40 = پوشش پلی پروپیلن با ضخامت‌های ۳۰ و ۴۰ میکرون + بسته بندی با اتمسفر تعدیل یافته

طبق نتایج به دست آمده برای کاهش وزن در طول زمان انبار داری، بین تیمار شاهد و تیمارهای پوششی و اتمسفری اعمال شده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ به وجود آمد (جدول ۱). بیشترین کاهش وزن در تیمار شاهد، در هفته چهارم مشاهده شد، به طوری که در انتهای هفته چهارم کاهوها حدود ۴٪ کاهش وزن پیدا کردند. تیمارهای پوششی اعمال شده همراه با اتمسفر تعدیل یافته فعال یا بدون آن، کاهش وزن کاهوها را در سطح ۱٪ کاهش وزن بعد از سرد کردن اولیه با خلاء ثابت نگه داشت (شکل ۱). هم چنین نتیجه گیری شد که اثر متقابل دما، تیمارهای پوششی و اتمسفری و رقم در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۱). کاهش وزن دو رقم در تیمار شاهد با سایر تیمارهای اعمال شده تفاوت معنی دار پیدا کرد و این کاهش وزن در رقم Crisp و در انبار ۱°C بیشتر بود (شکل ۲). تیمارهای پوششی همراه با اتمسفر تعدیل یافته فعال یا بدون آن، میزان کاهش وزن را در حداقل میزان نگه داشتند و با هم تفاوت معنی داری نشان ندادند (شکل ۲). چنین به نظر می رسد که استفاده از پوشش پلی پروپیلن با نفوذ پذیری مناسب به خوبی می تواند کاهش وزن را کنترل کرده و مانع از کم شدن وزن کاهو شود. مارتینز و آرتز [۹] نیز در آزمایشی بر روی پوششهای پلی پروپیلن و اتمسفر تعدیل یافته ثابت کردند که استفاده از پوششهای پلی پروپیلن سوراخ نشده با نفوذ پذیری مناسب می تواند باعث جلوگیری از کاهش وزن شود. ناخاسی و همکاران [۱۷] دریافتند که در گوجه فرنگی های بسته بندی شده در اتمسفر تعدیل یافته فعال، فعالیت پلی گالاکتوروناز به تاخیر افتاده و منجر به کاهش اساسی در از دست دادن وزن و فساد آن در مقایسه با میوه های بسته بندی نشده گردید.

۲- درصد رطوبت

بررسی نتایج حاصل از تجزیه آماری نشان می‌دهد که تیمارهای پوششی و اتمسفری در طول زمان، در میزان رطوبت کاهوها مؤثر بوده‌اند. به طوری که بین تیمار شاهد و سایر تیمارها اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ به وجود آمده است (جدول ۱). همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود در تیمار شاهد رطوبت نمونه‌ها در طی ۴ هفته، کاهش معنی دار پیدا کرد و از ۹۶٪ در شروع آزمایش به ۹۱٪ در انتهای هفته چهارم رسید ولی نمونه‌هایی که دارای پوشش بودند (با اتمسفر تعدیل یافته فعال یا بدون آن) تا انتهای زمان انبار داری نسبت به زمان شروع، تفاوت معنی داری پیدا نکردند و پوشش‌های به کار برده شده به خوبی توانستند رطوبت نمونه‌ها را حفظ کنند (میزان تراوایی پوشش پلی‌پروپیلن نسبت به بخار آب در دمای 35°C و رطوبت نسبی ۹۵٪ و در ضخامت ۲۵ میکرون، $10-12 \text{ g/m}^2/\text{day}/\text{atm}$ می‌باشد [۲۵]) (شکل ۳). این نتیجه با آزمایشات مارتینز و آرتز [۹]، که نشان دادند استفاده از پوشش پلی‌پروپیلن می‌تواند باعث حفظ رطوبت کاهو شود هماهنگی دارد. سید حاجی زاده [۲۶] نیز گزارش کرد که استفاده از سیستم بسته بندی با اتمسفر تعدیل یافته در سیب، ارقام گلاب و شفیق آبادی می‌تواند باعث جلوگیری از تبخیر و حفظ رطوبت میوه گردد.



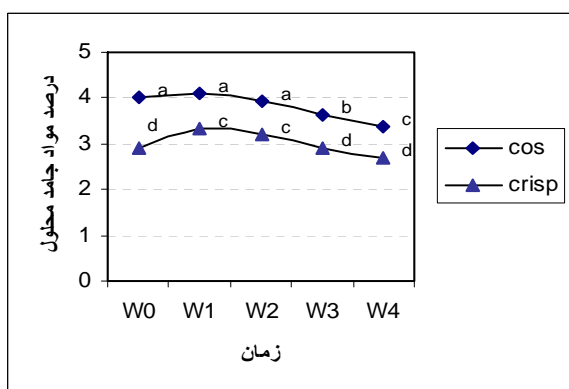
شکل ۳ اثر متقابل زمان نگهداری × تیمارهای پوششی و اتمسفری، بر درصد رطوبت کاهو.

Control = شاهد PP.30 و PP.40 = پوشش پلی‌پروپیلن با ضخامت‌های ۳۰ و ۴۰ میکرون و map.+ PP. 30 و map.+ PP. 40 = پوشش پلی‌پروپیلن با ضخامت‌های ۳۰ و ۴۰ میکرون + بسته بندی با اتمسفر تعدیل یافته W0 = زمان ورود کاهوها به انبار W1 تا W4 = انتهای هفته اول تا انتهای هفته چهارم

۳- درصد کلروفیل

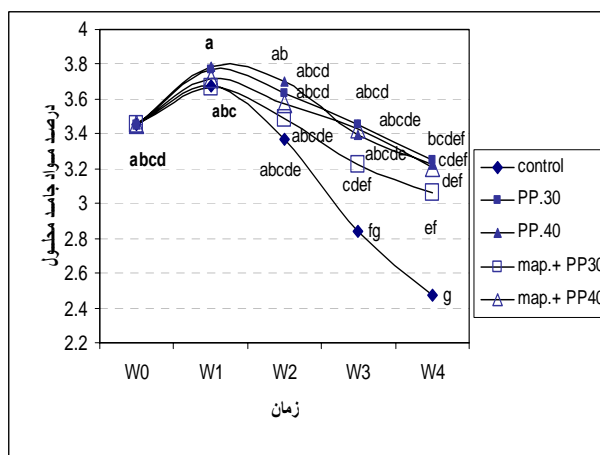
بررسی نتایج حاصل از اندازه‌گیری کلروفیل نشان می‌دهد که اثر متقابل دمای نگهداری، تیمارهای پوششی و اتمسفری مختلف و رقم، بر میزان کلروفیل در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شده است (جدول ۱). بر اساس مقایسه میانگین‌ها، میزان کلروفیل رقم Cos تفاوت معنی داری با رقم Crisp نشان داد به طوری که میزان کلروفیل رقم Cos در سطح بالاتری قرار داشت. هم چنین اثر متقابل زمان نگهداری، رقم و تیمارهای پوششی و اتمسفری اعمال شده، بر میزان کلروفیل، تفاوت معنی داری را در سطح احتمال ۱٪ نشان داد (جدول ۱). در شکل ۴ مشاهده می‌شود که در طی مدت ۴ هفته نگهداری کاهوها، میزان کلروفیل رقم Cos در تمام تیمارها به غیر از تیمار شاهد، کاهش جزئی پیدا کرد به نظر می‌رسد استفاده از تیمارهای پوششی همراه با اتمسفر تعدیل یافته فعال یا بدون آن، با کاهش فعالیت‌های بیولوژیکی و آنزیمی گیاه از فعالیت کلروفیلاز و تجزیه کلروفیل جلوگیری می‌کند (میزان نفوذپذیری پوشش پلی‌پروپیلن نسبت به اکسیژن، دی‌اکسید کربن و نیتروژن در دمای 35°C و رطوبت نسبی ۹۵٪ و در ضخامت ۲۵ میکرون به ترتیب، ۶۴۰۰-۱۳۰۰، ۲۱۰۰۰-۷۷۰۰ و $680 \text{ cm}^3/\text{m}^2.\text{day}.\text{atm}$ می‌باشد [۲۵]). در تیمار شاهد میزان کاهش، معنی دار بود به طوری که مقدار کلروفیل از $42/53\%$ به $23/76\%$ رسید. میزان کلروفیل نمونه‌های رقم Crisp، به غیر از هفته دوم و سوم در سایر زمانهای نگهداری، تفاوت معنی داری با هم نداشتند (شکل ۴). این نتیجه با نتایج مورتی و همکارانش [۲۳] هماهنگی دارد. آنها نتیجه‌گیری نمودند که در کلم‌هایی که تحت تاثیر اتمسفر تعدیل یافته فعال قرار گرفتند، اگرچه میزان کلروفیل کاهش داشت ولی میزان این کاهش ۴۵٪ کمتر از تیمار شاهد بود. بارتر و همکارانش [۱۶] نیز ثابت کردند که استفاده از بسته بندی با اتمسفر تعدیل یافته فعال در کلم بروکلی باعث حفظ بهتر کلروفیل و رطوبت در محصول می‌گردد.

حفظ مقدار قابل توجهی از مواد جامد محلول نسبت به نمونه-های بدون پوشش شده است. سید حاجی زاده [۲۶] در بررسی بر روی اثر بسته بندی با اتمسفر تعدیل یافته فعال نشان داد که میوه های بسته بندی شده در دمای 1°C و ترکیب گازی $1\% \text{O}_2 + 4\% \text{CO}_2$ و پوشش پلی پروپیلن، میزان مواد جامد محلول را بهتر از سایر تیمارها حفظ کرده اند. هم چنین این محقق نتیجه گیری کرد که مقادیر مواد جامد محلول روند کاهشی نشان داده ولی این تغییرات کاهشی نسبت به میوه های تیمار شاهد با سرعت کمتری اتفاق افتاده است.



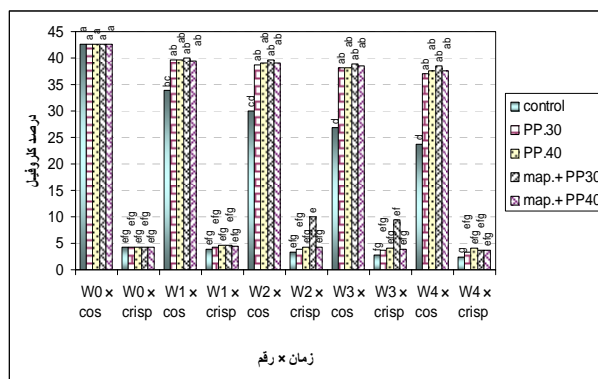
شکل ۴ اثر متقابل زمان نگهداری × رقم بر درصد مواد جامد محلول کاهو.

شکل ۵ اثر متقابل زمان نگهداری × رقم بر درصد مواد جامد محلول کاهو.



شکل ۶ اثر متقابل زمان نگهداری × تیمارهای پوششی و اتمسفری بر درصد مواد جامد محلول در کاهو.

Control = شاهد PP.30 و PP.40 = پوشش پلی پروپیلن با ضخامت های ۳۰ و ۴۰ میکرون و map.+ PP. 30 و map.+ PP. 40 = پوشش پلی پروپیلن با ضخامت های ۳۰ و ۴۰ میکرون + بسته بندی با اتمسفر تعدیل یافته. W0 = زمان ورود کاهوها به انبار W1 تا W4 = انتهای هفته اول تا انتهای هفته چهارم



شکل ۴ اثر متقابل زمان نگهداری × رقم × تیمارهای پوششی و

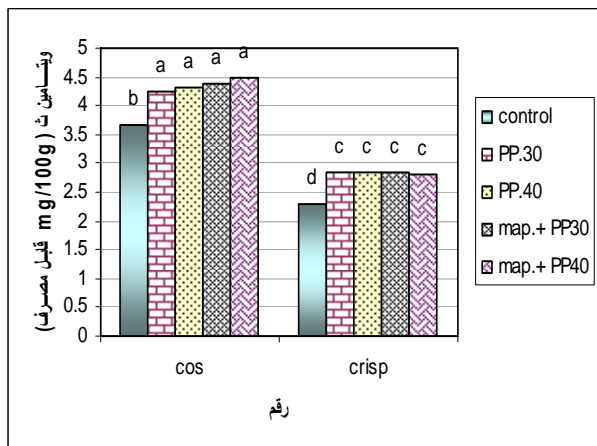
اتمسفری، بر درصد کلروفیل کاهو

Control = شاهد PP.30 و PP.40 = پوشش پلی پروپیلن با ضخامت های ۳۰ و ۴۰ میکرون و map.+ PP. 30 و map.+ PP. 40 = پوشش پلی پروپیلن با ضخامت های ۳۰ و ۴۰ میکرون + بسته بندی با اتمسفر تعدیل یافته W0 = زمان ورود کاهوها به انبار W1 تا W4 = انتهای هفته اول تا انتهای هفته چهارم

۴- درصد مواد جامد محلول

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که در هر دو رقم، بین زمانهای مختلف اندازه گیری در طول مدت نگهداری کاهو-ها، از نظر میزان مواد جامد محلول اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ به وجود آمد (جدول ۱)، به طوری که مقدار آن در رقم Cos از ۴/۰۲٪ به ۳/۳۷٪ رسید. در رقم Crisp، میزان مواد جامد محلول، افزایش و سپس کاهش دیده شد و در نهایت مقدار آن از ۲/۸۸٪ در زمان شروع انبار داری به ۲/۷۱٪ در انتهای هفته چهارم رسید (شکل ۵). هم چنین مشاهده می شود که اثر زمان نگهداری بر روی تیمارهای اعمال شده در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است (جدول ۱). مطابق شکل ۶، در تمام تیمارها درصد مواد جامد محلول در انتهای هفته اول، افزایش جزئی داشت که معنی دار نبود و به نظر می رسد در اثر کاهش میزان آب بوده و سپس دچار کاهش شد. میزان افت مواد جامد محلول در تیمار شاهد در حد معنی داری بیشتر از سایر تیمارها بود مشاهده می شود که در تیمارهای پوششی همراه با اتمسفر تعدیل یافته فعال یا بدون آن، به دلیل کاهش میزان تنفس و مصرف قندها افت مواد جامد محلول با روند کندتری اتفاق افتاده است. همچنین مشاهده شد که در تیمار پوششی ۳۰ و ۴۰ میکرون بدون اتمسفر تعدیل یافته فعال حفظ مواد جامد محلول، اندکی بهتر بود. باتو و تامسون [۲۷] مشاهده کردند که استفاده از پوشش پلی اتیلن ۵۰ میکرون در گوجه فرنگی، بعد از ۶۰ روز نگهداری در انبار سرد، باعث

۵- میزان ویتامین ث



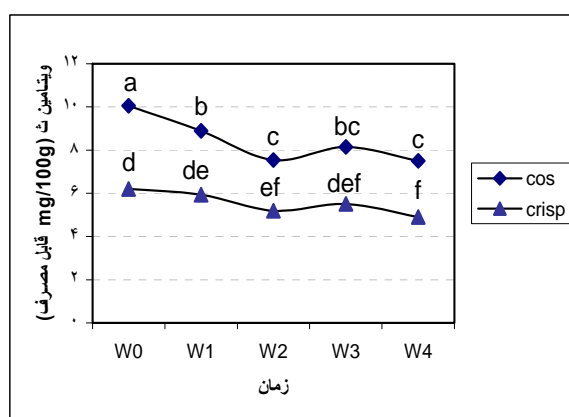
شکل ۸ اثر متقابل رقم × تیمارهای مختلف، بر میزان ویتامین ث کاهو.

Control = شاهد، PP.30 و PP.40 = پوشش پلی پروپیلن با ضخامت‌های ۳۰ و ۴۰ میکرون، map.+ PP. 30 و map.+ PP. 40 = پوشش پلی پروپیلن با ضخامت‌های ۳۰ و ۴۰ میکرون + بسته بندی با اتمسفر تعدیل یافته آدامیکی [۲۸] در تحقیق بر روی کاهو، شرایط مناسب برای نگهداری کاهو را ایجاد اتمسفری با ۳٪ CO₂ و ۱٪ O₂ و دمای ۱°C ذکر کرده است. وی هم چنین ثابت کرده است که در این شرایط می‌توان کاهو ها را به مدت ۲۱ روز با کمترین میزان کاهش در ویتامین ث، نسبت به کاهو های نگهداری شده بدون اتمسفر تعدیل یافته، نگهداری کرد.

۶- میزان پتاسیم

طبق بررسی نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل مدت زمان نگهداری کاهو ها در تیمارهای پوششی و اتمسفری اعمال شده بر میزان پتاسیم نمونه‌ها، در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شده است (جدول ۱). شکل ۹ نشان می‌دهد که میزان پتاسیم در انتهای هفته اول نسبت به زمان ورود به انبار کاهش یافت ولی در انتهای هفته سوم افزایش پیدا کرد و مجدداً دچار کاهش شد. میزان این تغییرات جزئی بود و در نهایت میزان پتاسیم در نمونه‌ها از ۸۲ میلی گرم در زمان شروع انبارداری به حدود ۷۰ میلی گرم در انتهای هفته چهارم رسید. مشاهده می‌شود که تیمار شاهد دارای میزان پتاسیم بیشتری نسبت به تیمارهای اعمال شده بود. چنین به نظر می‌رسد که تیمارهای پوششی و اتمسفری تأثیری در نگهداری میزان پتاسیم نداشت. بررسی نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان پتاسیم در کاهو نشان می‌دهد که در دو رقم، میزان پتاسیم با هم تفاوت معنی داری دارند (جدول ۱) مطابق شکل ۱۰ میزان پتاسیم رقم Cos بالاتر

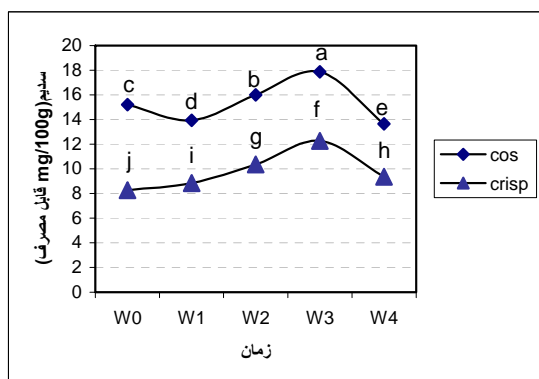
بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، اثر متقابل زمان نگهداری و رقم بر میزان ویتامین ث کاهو در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شده است (جدول ۱). میزان ویتامین ث، در هر دو رقم، از زمان ورود به سردخانه تا انتهای هفته دوم کاهش معنی دار پیدا کرد ولی در دو هفته بعدی، افزایش و سپس کاهش جزئی داشت و تقریباً در یک میزان حفظ شد (ثابت ماند). مطابق شکل ۷ میزان ویتامین ث در رقم Cos از ۱۰/۰۶ میلی گرم در شروع زمان انبار داری به ۷/۵۰ میلی گرم در انتهای هفته دوم رسید و تقریباً ثابت ماند. در رقم Crisp افت میزان ویتامین ث کمتر بود و از ۶/۲ میلی گرم در زمان ورود به سردخانه به ۴/۹۰ میلی گرم در انتهای دوره انبار داری رسید. هم چنین بررسی نتایج از همین جدول نشان می‌دهد که اثر متقابل تیمارهای پوششی و اتمسفری در رقم نیز بر میزان ویتامین ث در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شده است (جدول ۱). بر اساس شکل ۸ تیمارهای پوششی همراه با اتمسفر تعدیل یافته فعال و یا بدون آن به خوبی توانستند کاهش میزان ویتامین ث در کاهو را کنترل کنند به طوری که در هر دو رقم، نتایج به دست آمده از این تیمارها با تیمار شاهد، اختلاف معنی دار پیدا کرد. این نتایج با آزمایشات رینالدی و بندیتی [۳] هماهنگی دارد. این محققین اثر پوشش پلی اتیلن را در مدت ۲۰ روز و در دمای ۱°C بر روی کلم مورد آزمایش قرار دادند و نتیجه گیری کردند که در طول این مدت میزان ویتامین ث و اسیدیت به ترتیب کاهش و افزایش نشان داده است.



شکل ۷ اثر متقابل زمان نگهداری × رقم بر میزان ویتامین ث کاهو. W0 = زمان ورود کاهو ها به انبار W1 تا W4 = انتهای هفته اول تا انتهای هفته چهارم

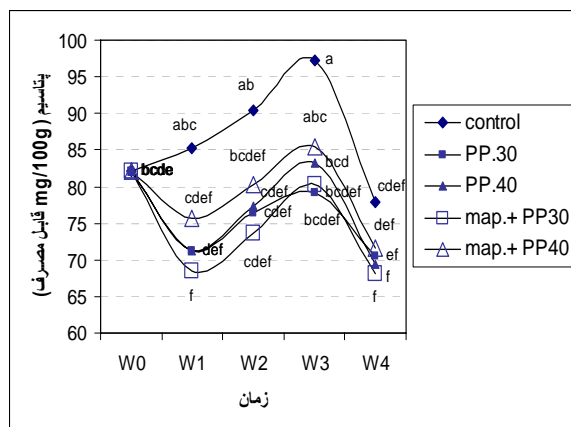
۷- میزان سدیم

بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان می‌دهد که اثر مدت زمان نگهداری نمونه‌ها بر میزان سدیم در دو رقم کاهو دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ بوده است (جدول ۱). میزان سدیم رقم Cos در سطح بالاتری نسبت به رقم Crisp قرار داشت. هم‌چنین میزان سدیم در طول انبارداری، افزایش و سپس کاهش معنی داری داشت، به طوری که مقدار آن در رقم Cos از ۱۵/۲۰ میلی‌گرم در شروع آزمایش به ۱۷/۸۵ میلی‌گرم در انتهای هفته سوم و ۱۳/۶۳ میلی‌گرم در انتهای هفته چهارم رسید. در رقم Crisp نیز همین الگوی تغییرات دیده شد و میزان سدیم آن از ۸/۲۷ میلی‌گرم در شروع آزمایش به ۱۲/۲۷ میلی‌گرم در انتهای هفته سوم و ۹/۳۵ میلی‌گرم در انتهای هفته چهارم رسید. می‌توان اظهار داشت که علت این افزایش، کاهش میزان آب و تجمع سدیم در نمونه بوده است (شکل ۱۱). جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر متقابل دمای سردخانه و رقم و تیمارهای پوششی و اتمسفری بر میزان سدیم در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شده است (جدول ۱). تیمارهای پوششی و اتمسفری در دماهای مختلف، تفاوت معنی داری با هم نداشتند و اختلاف بین آنها بسیار جزئی بود. به نظر می‌رسد در رقم Cos، دمای ۱°C و تیمار پوششی ۴۰ میکرون بدون اتمسفر تعدیل یافته فعال نتیجه بهتری داشته است و در رقم Crisp، تیمار پوششی ۳۰ میکرون بدون اتمسفر تعدیل یافته فعال کمی بهتر از سایر تیمارها بوده است و دماهای انبار تفاوت معنی داری در میزان کلسیم آن، ایجاد نکرده است (شکل ۱۲). چیه‌سا و همکارانش [۲۹] نیز در بررسی اثر تیمارهای دمایی بر روی کاهو نشان دادند که تیمار دمایی ۱°C بهتر از دمای ۸°C می‌تواند باعث حفظ سدیم در نمونه‌ها شود.



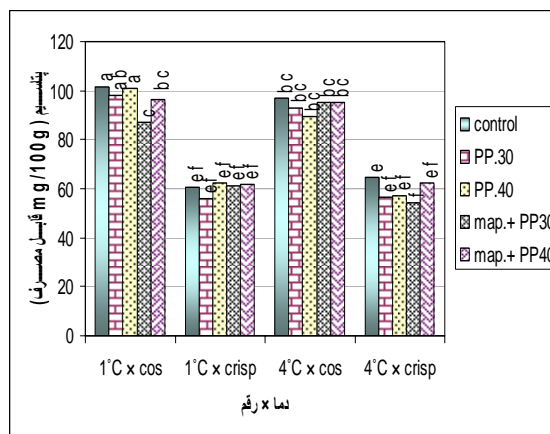
شکل ۱۱ اثر متقابل زمان نگهداری × رقم بر میزان سدیم کاهو
W0= زمان ورود کاهوها به انبار W1 تا W4= انتهای هفته اول تا انتهای هفته چهارم

از رقم Crisp بود. تیمارهای پوششی و اتمسفری اعمال شده در حفظ میزان پتاسیم تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند. تحقیقات چیه‌سا و همکارانش [۲۹] نیز نشان داد که میزان پتاسیم در کاهوی برگ‌گی تغییر قابل توجهی نشان نداد و دماهای ۱°C و ۴°C انبار تفاوت معنی داری در حفظ پتاسیم ندارند.



شکل ۹ اثر متقابل زمان نگهداری × تیمارهای پوششی و اتمسفری، بر میزان پتاسیم کاهو.

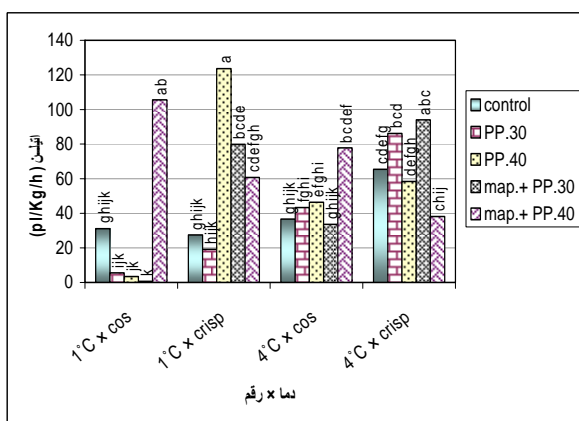
Control= شاهد PP.30 و PP.40= پوشش پلی‌پروپیلن با ضخامت‌های ۳۰ و ۴۰ میکرون map.+ PP. 40 و map.+ PP. 30 = پوشش پلی‌پروپیلن با ضخامت‌های ۳۰ و ۴۰ میکرون+ بسته بندی با اتمسفر تعدیل یافته W0= زمان ورود کاهوها به انبار W1 تا W4= انتهای هفته اول تا انتهای هفته چهارم



شکل ۱۰ اثر متقابل دمای سردخانه × رقم × تیمارهای پوششی و اتمسفری، بر میزان پتاسیم کاهو.

Control= شاهد PP.30 و PP.40= پوشش پلی‌پروپیلن با ضخامت‌های ۳۰ و ۴۰ میکرون map.+ PP. 40 و map.+ PP. 30 = پوشش پلی‌پروپیلن با ضخامت‌های ۳۰ و ۴۰ میکرون+ بسته بندی با اتمسفر تعدیل یافته

۴ °C نسبت به دمای ۱ °C، بیشتر می‌باشد. هم چنین استفاده از پوشش پلی پروپیلن را برای کاهش میزان تولید اتیلن مناسب تر دانسته است. این محقق اظهار داشت که پتانسیل بسته بندی در اتمسفر تعدیل یافته، در جلوگیری از افزایش تولید اتیلن بستگی به رقم مورد استفاده دارد. آهارونی [۳۰] نیز نتیجه گیری نمود که استفاده از دمای پایین و کاهش میزان O₂، میزان تولید اتیلن و هم چنین حساسیت گیاهان مختلف به اتیلن را کاهش می‌دهد.

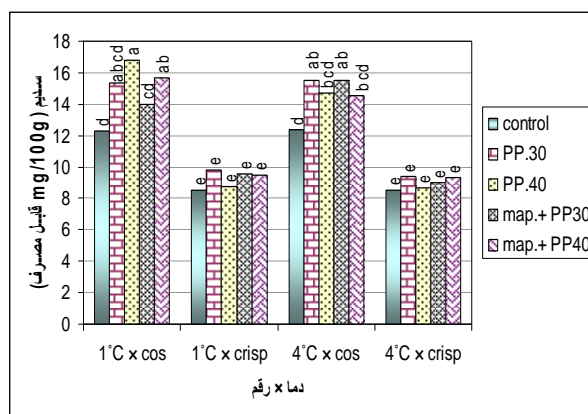


شکل ۱۳ اثر متقابل دمای سردخانه × رقم × تیمارهای پوششی و

اتمسفری، بر میزان تولید اتیلن در کاهو پس از ۴ هفته انبار مانی. Control = شاهد PP.30 و PP.40 = پوشش پلی پروپیلن با ضخامت های ۳۰ و ۴۰ میکرون map.+ PP. 30 و map.+ PP. 40 = پوشش پلی پروپیلن با ضخامت های ۳۰ و ۴۰ میکرون + بسته بندی با اتمسفر تعدیل یافته

۹- کیفیت ظاهری و بازارپسندی

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بعد از ۴ هفته انبار مانی، اثر متقابل دمای سردخانه، تیمارهای پوششی و اتمسفری مختلف و رقم در سطح احتمال ۰.۵٪ معنی دار شده است (جدول ۲). بررسی اعداد بدست آمده نشان دهنده آن است که دو رقم در میزان کیفیت ظاهری و بازار پسندی دارای اختلاف بارز شده‌اند و کیفیت رقم Cos در انتهای مدت انبار داری بهتر بوده و از بازارپسندی بیشتری برخوردار شده است. آلمیدا و والنت [۳۱] نیز در بررسی اثر پوشش و دمای ۱ °C بر روی ارقام صاف و چین دار جعفری نشان دادند که کاهش رطوبت و افت کیفیت ظاهری در رقم چین دار در حد معنی داری بیشتر از رقم صاف بود.



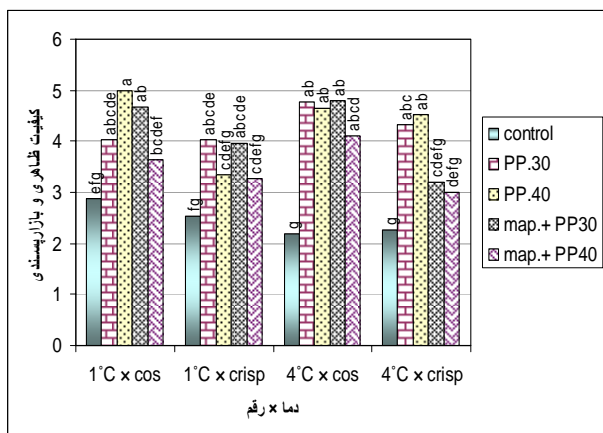
شکل ۱۲ اثر متقابل دمای سردخانه × رقم × تیمارهای پوششی و

اتمسفری، بر میزان سدیم کاهو.

Control = شاهد PP.30 و PP.40 = پوشش پلی پروپیلن با ضخامت های ۳۰ و ۴۰ میکرون map.+ PP. 30 و map.+ PP. 40 = پوشش پلی پروپیلن با ضخامت های ۳۰ و ۴۰ میکرون + بسته بندی با اتمسفر تعدیل یافته

۸- میزان تولید اتیلن

میزان تولید اتیلن در کاهو بسیار ناچیز است [۱۸]. کاهش اکسیژن و دمای محیط نیز باعث کم شدن تولید آن در گیاه می‌گردد [۳۰]. در این آزمایش نیز تولید اتیلن در ۳ هفته اول انبار داری بسیار ناچیز و غیر قابل اندازه گیری بود و فقط در هفته چهارم تولید اتیلن دیده شد با توجه به اینکه از نظر بیولوژیکی نمی‌توان میزان تولید اتیلن را صفر در نظر گرفت، نتایج اندازه گیری هفته چهارم آورده شده است. طبق نتایج تجزیه واریانس جدول ۲، اثر دمای سردخانه، تیمارهای پوششی و اتمسفری اعمال شده و رقم و هم چنین اثرات متقابل آنها، بر میزان تولید اتیلن، در سطح احتمال ۰.۵٪ دارای تفاوت معنی دار شده است (جدول ۲). بررسی شکل ۱۳ نشان می‌دهد که میزان تولید اتیلن در دمای ۱ °C و در رقم Cos کمتر بود. هم چنین مشاهده می‌شود که کمترین میزان تولید اتیلن در رقم Cos، در دمای ۱ °C و در تیمار پوششی ۳۰ میکرون همراه با اتمسفر تعدیل یافته فعال یا بدون آن و تیمار پوششی ۴۰ میکرون بدون اتمسفر تعدیل یافته فعال بوده است. در رقم Crisp تیمار پوششی ۳۰ میکرون بدون اتمسفر تعدیل یافته فعال در دمای ۱ °C نتیجه بهتری را در کاهش تولید اتیلن نشان داد. این نتیجه با نتایج سید حاجی زاده [۲۶] مطابقت دارد. وی در بررسی روی اثر بسته بندی با اتمسفر تعدیل یافته فعال با ترکیبات مختلف گازی و دو نوع پوشش و دو دمای ۱ °C و ۴ °C بر روی دو رقم سیب نشان داد که میزان تولید اتیلن در دمای



شکل ۱۴ اثر متقابل دمای سردخانه × رقم × تیمارهای مختلف، بر کیفیت ظاهری و بازارپسندی کاهو پس از ۴ هفته انبارمانی.

Control = شاهد PP.30 و PP.40 = پوشش پلی پروپیلن با ضخامت- های ۳۰ و ۴۰ میکرون و map.+ PP. 30 و map.+ PP. 40 = پوشش پلی- پروپیلن با ضخامت های ۳۰ و ۴۰ میکرون+ بسته بندی با اتمسفر تعدیل یافته

۴- نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش می توان گفت رقم Cos قابلیت نگهداری بهتری نسبت به رقم Crisp داشت. همچنین با توجه به استفاده از پوشش پلاستیکی، دما و رطوبت مناسب و با توجه به اینکه تولید اتیلن تا انتهای هفته سوم بسیار ناچیز و غیر قابل اندازه گیری بود، مدت سه هفته، به عنوان مناسب ترین زمان برای نگهداری کاهو در سردخانه پیشنهاد می شود. در رقم Cos، تیمارهای پوشش ۴۰ میکرون بدون اتمسفر تعدیل یافته فعال و پوشش ۳۰ میکرون همراه با اتمسفر تعدیل یافته فعال، در دمای ۱ درجه سانتی گراد و در رقم Crisp، تیمارهای پوشش ۳۰ و ۴۰ میکرون بدون اتمسفر تعدیل یافته فعال بهترین نتایج را در حفظ خصوصیات کمی و کیفی داشتند. به نظر می رسد با توجه به میزان نفوذپذیری پوشش پلی پروپیلن و تنفس کاهو که در حد متوسط قرار دارند و همچنین اعمال رطوبت و دمای مناسب، پوشش به تنهایی اتمسفر مناسب را در اطراف کاهوها ایجاد می کند که از نظر اقتصادی نیز مناسب تر است.

جدول ۲ تجزیه واریانس داده های حاصل از اندازه گیری شاخص کیفی کاهو پس از ۴ هفته انبارمانی

میانگین مربعات		منابع تغییر	
کیفیت ظاهری	اتیلن	دما	رقم
وبازار پسندی	(pl/kg/h)	آزمایش	تیمار
panel teste			
۰,۲۵۳ ^{ns}	۲۱۹۰,۷۰۸**	۱	دما
۷,۶۱۸**	۴۹۰۲,۶۶۳**	۴	تیمار
۵,۷۰۴**	۱۲۸۰۹,۱۷۱**	۱	رقم
۰,۸۸۳**	۳۴۶۱,۳۱۹**	۴	دما × تیمار
۰,۱۲۱ ^{ns}	۱۴,۹۹۰ ^{ns}	۱	دما × رقم
۰,۵۵۹**	۶۱۹۳,۶۵۹**	۴	تیمار × رقم
۰,۳۹۷*	۳۴۹۲,۴۳۷**	۴	دما × تیمار × رقم
۰,۱۴۱	۱۲۴,۷۴۸	۴	خطای آزمایش
			۰
			CV
	۱۰,۰۱۹	۲۳,۱۲۳	

ns غیر معنی دار * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد
** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

طبق آمار به دست آمده در رقم Cos، تیمار پوششی ۴۰ میکرون بدون اتمسفر تعدیل یافته فعال در دمای ۱°C و تیمار پوششی ۳۰ میکرون همراه با اتمسفر تعدیل یافته فعال در هر دو دما بهترین نتیجه را داده اند. رقم Crisp با تیمار پوششی ۴۰ میکرون بدون اتمسفر تعدیل یافته فعال در دمای ۴°C مناسب تر بوده است. بین تیمارهای انجام شده و تیمار شاهد نیز تفاوت معنی دار شده است (شکل ۱۴). سید حاجی زاده [۲۶] نیز در تحقیق خود نتیجه گیری کرده که استفاده از پوشش های پلی پروپیلن در حفظ کیفیت ظاهری و بازارپسندی بهتر از پوشش پلی اتیلن می باشد.

- [8] Hemphill, D. 2004. Lettuce. Commercial Vegetable Production Guides. USA Oregon State University Publishing. 230 P.
- [9] Martinez, J.A., and Artes, F. 1999. Effect of packaging treatments and vacuum-cooling on quality of winter harvested Iceberg lettuce. *Food Research International*. 32:621-627.
- [10] Bachmann, J. and Earles, R. 2000. Postharvest handling of fruits and vegetables. ATTRA—National sustainable agriculture information service. 19p. Available in: <http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/postharvest.pdf>.
- [11] Byczynski, L. 1997. Storage crops extend the season. *Growing for market*. 84:1,4-5.
- [12] Wilson, L.G., Boyette, M.D. and Estes, E.A. 1995. Postharvest handling and cooling of fresh fruits, vegetables and flowers for small farms. Leaflets 800-804. North Carolina cooperative extension service. USA 17p.
- [13] Gorini, F., Borinelli, G. and L.Uncini. 1974. Some trials of salad precooling. *Acta Horticultural (ISHS)* 38:465-490.
- [14] Rennie, T.J., Vigneault, C., Raghavan, G.S.V. and Dell, J.R. 2001. Effects of pressure reduction rate on vacuum cooled lettuce quality during storage. Department of agricultural and biosystems engineering, Macdonald campus, McGill University. Canada.
- [15] Turk, R. and Celik, E. 1993. The effect of vacuum precooling on the half cooling period and quality characteristic of Iceberg lettuce. *Acta Horticultural. (ISHS)* 343:321-324.
- [16] Barth, M.M., Karbel, E.L., Perry, A.K. and Schmidt, S.J. 1993. Modified atmosphere packaging affects ascorbic acid, enzyme activity and market quality of broccoli. *Journal of Food Science*. 58, 140-143.
- [17] 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),172-176.
- [18] Cantwell, M., and Suslow, T. 2002. Lettuce, Romaine or Cos. Recommendation for Maintaining postharvest quality. Postharvest Technology. Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, CA 95616-8683.
- [19] Wills, R.B.H. 1998. Enhancement of senescence in non-climacteric fruit and

۵- سپاسگزاری

از تحصیلات تکمیلی دانشگاه گیلان برای تامین نیازهای مالی این پژوهش سپاس گزار می‌شود. هم‌چنین از همکاری مهندس احمدی، مهندس یزدانی و آقای پناهی، به ترتیب مربی گروه باغبانی، کارشناس و تکنسین آزمایشگاه دانشکده علوم باغبانی دانشگاه تهران، برای راهنمایی‌های صمیمانه و در اختیار گذاشتن امکانات مورد نیاز در این پژوهش، سپاسگزاری می‌شود.

۶- منابع

- [1] Anonymous. 2003. Export or import, which one should we select? *Sarzamin-e-sabz*. :11-5
- [2] Jowkar, M.M., Mohammadpour, H., Farshadfar, Z and Jowkar, A. 2005. A look at postharvest in Iran. *Acta Horticultural. (ISHS)* 682:2177-2182.
- [3] Rinaldi, M.M. and Benedetti, B.C. 2004. Effects of low density polyethylene packaging and temperature in the conservation of fresh-cut cabbage. *Engineering Agriculture*. Volume 24, Number 2.
- [4] Sullivan, G.H., Davenport, L.R. and Julian, J.W. 1996. Precooling: Key factor for assuring quality in new fresh market vegetable crops. *Progress in New Crops. (ASHS)* 127:521-524.
- [5] Rouh-al-Amin, A. 2003. Agricultural waste is six times more than the worlds mean. *Keshavarz*. 283: 13. In Jowkar, M.M., Mohammadpour, H., Farshadfar, Z and Jowkar, A. 2005. A look at postharvest in Iran. *Acta Horticultural. (ISHS)* 682:2177-2182.
- [6] Shayesteh, R. 2003. Preventing losses is the main issue. *Keshavarz*. 286: 7. In Jowkar, M.M., Mohammadpour, H., Farshadfar, Z and Jowkar, A. 2005. A look at postharvest in Iran. *Acta Horticultural. (ISHS)* 682:2177-2182.
- [7] Unknown, 2003-2004. Statistic of Agriculture. Vol. 1. Agronomy and Horticultural Crops. Deputy of Planning and Economic. Division of Statistic and Information Technology, Jahade-Keshavarzi Ministry, Tehran. Iran.

- [26] Seyed hajizadeh, H., 2005. Effect of Packaging in Modified Atmosphere on Tissue and Physico-Chemical Traits of Two Iranian Apple Cultivars "Golab-e- Kohanz and Shafiabadi". M.Sc. Thesis, University of Tehran.
- [27] Batu, A.A. and K. Thompson. 1998. Effect of modified atmosphere packaging on postharvest qualities of pink tomatoes. *Journal of Agriculture and Forestry*. 22: 365-372
- [28] Adamicki, F.(1989). Przechowywanie warzyw w kontrolowanej atmosferze. *Biuletyn Warzywniczy Supplement I*:107-113
- [29] Chiesa, A., Frezza, D., Moccia, S., Oberti, A., Fraschina, A. and Diaz, L. 2005. Vegetable production technology and postharvest quality. *Acta Horticultural. (ISHS)* 682:565-572.
- [30] Aharoni, N. 2004. Packaging, modified atmosphere (MA) and controlled atmosphere (CA) principles and applications. International Research and Development Course on Postharvest Biology and Technology. The Volcani Center, Israel
- [31] Almeida, D.P.F. and Valente, C.S. 2005. Storage life and water loss of plain and curled leaf parsley. *Acta Horticultural.(ISHS)* 682: 1199-1202.
- vegetables by low ethylene levels. *Acta Horticultural. (ISHS)* 464:159-164.
- [20] Abeles, F.B., Morgan, P.W. and Saltveit, J.M.E. 1992. *Ethylene in plant biology*. 2nd Ed., Academy Press, San Diego, California, USA.
- [21] Ryall, A.L. and Lipton, W.J. 1979. Handling transpiration and storage of fruits and vegetables. Vol. 1. 2nd Ed. *Vegetables and melons*. AVIPub. Co, Westport. United States Department of Agricultural, Davis, USA.
- [22] Hossaini, Z., 1994. *Common Methods in Food Analysis*. Shiraz University Press. No. 261, 210 pp.
- [23] Moretti, C.L., Araujo, A.L and Mattos, L.M. 2003. Evaluation of different oxygen, carbon dioxide and nitrogen combinations employed to extend the shelf life of fresh-cut collard greens. *Horticulture*. Volume 21(4), 234-239.
- [24] Jefferey, D., Smith, C., Goodenough, P., Prosser, I. and Greerson, D. 1984. Ethylene independent and ethylene dependent biochemical changes in ripening tomatoes. *Plant physiology*. 74:32-40
- [25] Han, J.H. 2000. Antimicrobial food packaging. *Food Technologi*. 54(3):56-65

Effect of Modified Atmosphere Packaging and Cold Storage on Quality and Quantity Characteristics of Two Varieties of Lettuce (*Lactuca sativa* L.)

Fakharian ,N.¹ , Hassanpour Asil ,M.² * , Asgari ,M.A.³

1-Former MSc. Student and Assis. Profesors of Hort. Department College of Agric., University of Guilan

2- Res Instructor of Hort. Department College of Agric., Tehran Univ., Karag, Iran.

Food protection has always captured the mans mind. In a way that, through many years he has used different ways and methods in protecting his needs such as preservation of agricultural products by cold storage, shrink wrapping and controlled or modified atmosphere packaging. In this investigation, effects of modified atmosphere packaging (MAP) with 3% O₂ and 1% CO₂ in polypropylene film with two thicknesses, 30 and 40 micron., and temperature treatments, 1 and 4°C in cold storage with 85-90% relative humidity, for 4 weeks on two types of lettuce (Cos and Crisphead) were considered. The experiments as well as percentage of weight loss, humidity, chlorophyll, total soluble solids, Vitamin C, sodium and potassium content and rate of ethylene production were performed. In the end of fourth week and after exit the cases from cold storage, apparent quality and marketable tests were done too. Experiments were done weekly, in five times, from beginning to end of storing. The results showed that the potential of storing for type Cos was better than type Crisp. Furthermore three weeks storage in 1°C had the better effects on lettuce varieties. The result of analysis effect of MAP and polypropylene film showed that in Type Cos passive MAP in 40 micron polypropylene and active MAP in 30 micron polypropylene and in Type Crisp passive MAP in 40 and 30 micron polypropylene were the best treatments for preservation of quality and quantity characteristics of lettuce types.

Key words: Modified atmosphere packaging, Shrink wrapping and Lettuce.

*Corresponding author E-mail address: hassanpurm@yahoo.com