



تأثیر پیش‌تیمارهای ازن و اسید سیتریک بر خصوصیات کیفی خیار در بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده

محمد میرزائی^۱، رضا طباطبایی کلور*^۲، علی متولی^۳، رضا اسماعیل زاده کناری^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، فناوری‌های پس از برداشت، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲. دانشیار، فناوری‌های پس از برداشت، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳. استادیار، فناوری‌های پس از برداشت، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۴. دانشیار، گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۲۶، تاریخ آخرین بازنگری: ۹۶/۶/۲۲، تاریخ پذیرش: ۹۶/۶/۲۵)

چکیده

یکی از بهترین روش‌های نگهداری میوه‌ها و سبزی‌ها در مقیاس کوچک استفاده از تکنولوژی بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده است. در این پژوهش، تأثیر پیش‌تیمارهای ازن و اسید سیتریک برای ضد عفونی محصول خیار در بسته با اتمسفر اصلاح شده حاوی دو ترکیب گازی MAP_۱ شامل O_۲ + ۱۰٪ + CO_۲ + ۱۵٪ + N_۲ + ۷۵٪ و جاذب رطوبت سیلیکاژل در دو وزن ۲/۵ و ۵ مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ها درون بسته‌هایی از جنس پلی اتیلن با ضخامت ۶ μm در دمای ۴ °C نگهداری شد. تأثیر تیمارهای مورد اشاره بر فاکتورهای pH، درصد کاهش وزن، سفتی بافت، مواد جامد محلول، کلروفیل، اسیدیته قابل تیتراسیون پس از ۲۰ روز نگهداری و هم‌چنین میزان ماندگاری نهایی محصول تا حد خرابی کامل و فساد در خیارهای بسته‌بندی شده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده نشان داد که نگهداری در بسته با اتمسفر اصلاح شده سبب حفظ کیفیت و افزایش عمر ماندگاری گردید. تغییرات میزان اسیدیته و مواد جامد محلول نشان داد که اثر پیش‌تیمار ازن و ترکیب گازی MAP_۱ و استفاده از ماده جاذب رطوبت به وزن ۵ گرم بهترین تأثیر را بر این دو پارامتر داشت. هم‌چنین تغییرات pH، سفتی بافت و کلروفیل نشان داد که استفاده از ترکیب گازی با CO_۲ بالاتر در MAP_۱ و استفاده از پیش‌تیمار ازن و ماده جاذب رطوبت به میزان ۵ گرم بهترین تأثیر را بر نمونه‌های خیار داشت. بیش‌ترین و کم‌ترین درصد میزان کاهش وزن به‌ترتیب به میزان ۱۳/۶ و ۳/۶ در نمونه‌های شاهد و تیمار ۱ شامل پیش‌تیمار ازن، جاذب رطوبت ۵ گرم و MAP_۱ اتفاق افتاد. مقایسه مدت ماندگاری کل نشان داد که ترکیب پیش‌تیمار اسید سیتریک، جاذب رطوبت ۲/۵ گرم و ترکیب گازی MAP_۲ با مدت زمان ۳۳ روز کم‌ترین مدت ماندگاری و ترکیب پیش‌تیمار ازن، جاذب رطوبت ۵ گرم و ترکیب گازی MAP_۱ با مدت زمان ۶۵ روز بیش‌ترین مدت ماندگاری را داشتند.

واژه‌های کلیدی: خیار، بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده، ازن، سیتریک اسید، سیلیکاژل.

۱- مقدمه

گسترده‌ای جهت افزایش زمان ماندگاری میوه‌ها و سبزیجات تازه مورد استفاده قرار گرفته است. این روش نگهداری، کیفیت تازه فراورده‌های غذایی را بدون عملیات حرارتی و شیمیایی میسر می‌کند [۵].

بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده مناسب برای بسته‌بندی‌های کوچک و خرده فروشی‌ها می‌باشد که یکی از مطمئن‌ترین روش‌ها برای نگهداری می‌باشد [۶]. بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده، یک نوع فناوری است که به دلیل استفاده از ترکیبات گازی مختلف، انواع فیلم‌های بسته‌بندی، دمای مناسب و پیش تیمارهای مختلف می‌تواند کیفیت تازه فراورده‌های غذایی را بدون عملیات حرارتی و شیمیایی مانند کنسرو کردن و خشک کردن، حفظ نماید [۵]. اکثر مواد غذایی در طی فرایندهای تولید، از نظر میکروبی و شیمیایی به شرایط نسبتاً پایداری می‌رسند. اما برخی از محصولات تازه مثل میوه و سبزیجات که قادر به تحمل شرایط حرارتی و برودتی نیستند و به علت ساختار بیولوژیکی خود تا مدت‌ها پس از چیده شدن عمل تنفس را انجام می‌دهند. البته عمل تنفس پس از چیدن کندتر شده ولی به طور کامل متوقف نمی‌شود و به فعالیت‌های شیمیایی درون محصول با روندی کندتر در حال انجام می‌باشد. [۷]. بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده در مقابل نفوذ عوامل خارجی و همچنین حفظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی می‌گردد [۸]. در کنار عملیات بسته‌بندی، فعالیت‌های آبی و رطوبت اطراف نمونه در تعیین رشد میکروارگانیسم‌ها در مواد غذایی مهم می‌باشند، بنابراین جاذب‌های رطوبت برای ممانعت از حضور آب در داخل بسته‌بندی فراورده‌های تازه می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند [۹].

مزایای بسته‌بندی مواد غذایی به روش اتمسفر اصلاح شده عبارتند از: ۱- افزایش عمر پس از برداشت و حفظ کیفیت محصولات. ۲- تنظیم گاز و بخار آب درون بسته. ۳- حفظ مواد غذایی در مقابل حشرات و میکروب‌ها. ۴- افزایش مقاومت بسته در مقابل نیروهای وارده مثل شوک فیزیکی و فشار وارده بر روی بسته. ۵- سهولت توزیع مواد غذایی بسته‌بندی شده در سطوح خرده فروش‌ها و مصرف کنندگان. ۶- جلوگیری و کاهش نابسامانی‌های فیزیولوژیک. ۷- سهولت سرد کردن مواد غذایی بسته‌بندی شده [۱۰]. در پژوهشی اثر ازن به عنوان یک

فعالیت‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی میوه‌ها و سبزیجات پس از برداشت ادامه داشته و ویژگی‌های میوه‌ها و سبزیجات از نظر تغذیه‌ای و ظاهر در طول فرایند نگهداری و حمل و نقل به علت از دست دادن رطوبت، قهوه‌ای شدن و پوسیدگی افت می‌کند، بنابراین ارزش تجاری این محصولات کاهش یافته و صدمات بسیاری را به تولید کننده وارد می‌نماید [۱]. به طور تقریبی میزان خرابی میوه‌جات و سبزی‌ها پس از برداشت و هنگام حمل و نقل در کشورهای توسعه یافته ۲۵-۲۰٪ می‌باشد و در کشورهای در حال توسعه به دلیل ناکافی بودن امکانات نگهداری و حمل و نقل میزان ضایعات بیش‌تر است [۲]. میزان تولید سبزی و صیفی‌جات در هر دوره از کشت به هزاران تن می‌رسد و از این میان خیار بالاترین میزان تولید محصولات گلخانه‌ای را در کشور به خود اختصاص داده است. ایران با تولید سالانه بیش از دو و نیم میلیون تن خیار پس از چین و ترکیه در رتبه سوم تولید این محصول در جهان قرار دارد [۳]. با توجه به تولید بالای این محصول در کشور، مدت ماندگاری کوتاه آن مشکلات اساسی در فرایندهای پس از برداشت آن به وجود آورده است که این مشکلات ناشی از کاربرد روش‌های سنتی و غیربهداشتی در فرایند نگهداری محصول برداشت شده می‌باشد. یکی از مهم‌ترین مشکلات موجود، چروکیدگی و از دست دادن آب و متعاقب آن کاهش ویتامین‌های موجود در خیار می‌باشد که در بازه زمانی برداشت محصول تا عرضه به مصرف‌کننده سبب کاهش کیفیت ظاهری و ارزش غذایی آن می‌گردند. به طور کلی به منظور رفع مشکلات موجود و به منظور نگهداری بیش‌تر این محصول به روش‌هایی مانند استفاده از دمای پایین، بسته‌بندی، پوشش‌دهی، استفاده از مواد نگهدارنده و پیش تیمارهای مختلف در طول فرایند بسته‌بندی می‌توان اشاره نمود [۴]. روش‌های متعددی به منظور نگهداری فراورده‌های غذایی وجود دارد که از جمله آن‌ها نگهداری در سردخانه‌ها، کنسرو کردن، خشک کردن، انجماد و استفاده از پوشش دهنده‌های نگهدارنده می‌توان اشاره کرد. از عیب‌های روش‌های اشاره شده می‌توان به هزینه‌های بالا، کیفیت کم، اجرایی نشدن در نگهداری با حجم کم و عدم دسترسی به این شرایط نام برد. امروزه از روش‌های مختلف بسته‌بندی به طور

به تنهایی و یا در تلفیق با تیمار امواج فراصوت روی قطعات تازه بریده شده کیوی برای انبارداری ۷ و ۱۴ روز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی نشان داد که استفاده از تیمارهای اسید سیتریک و اسید آسکوربیک بر سفتی بافت، اسید قابل تیتر، اسید آسکوربیک، مقدار فنل کل، ظرفیت آنتی اکسیدانی و کلونی باکتری کم تر اثر بهتری نسبت به تیمار شاهد مشاهده داشت [۱۷].

نتایج پژوهشی با کاربرد اتمسفر تعدیل یافته با مقادیر پایین O_2 و مقادیر بالای CO_2 و استفاده از ترکیب ضد میکروبی پرکلرین نشان داد که این شرایط فرایند رسیدگی میوه تمشک را کند و ویژگی های مطلوب میوه و بازار پسندهای آن را در مدت طولانی تری حفظ می نماید. به طور کلی با مقایسه صفات کیفی مورد بررسی میوه تمشک می توان گفت که استفاده از بسته بندی تحت اتمسفر اصلاح شده می تواند افت کیفیت و روند کاهش در خصوصیات کیفی آن را کند نماید [۱۸]. در پژوهش دیگری تاثیر نوع بسته بندی، اتمسفر اصلاح شده و دما بر کیفیت پس از برداشت گوجه فرنگی در طول دوره نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج پژوهش نشان داد که پوشش پلی پروپیلن به دلیل ضخامت کم تر و نفوذپذیری بیش تر به گاز اکسیژن نسبت به پوشش پلی اتیلن توانایی بیش تری در حفظ خصوصیات کمی و کیفی گوجه فرنگی دارد. همچنین از بین دو دمای ۴ °C و ۲۰ °C، دمای ۴ °C به دلیل کند نمودن تنفس، تبخیر و تعرق و کلیه فرایندهای متابولیکی در حفظ خصوصیات کمی و کیفی گوجه فرنگی بهتر از دمای ۲۰ °C بود [۶]. در پژوهشی دیگر به بررسی خواص خیار (سفتی بافت، افت وزن، آسیب های وارده به رنگ میوه بر اثر سرما و خواص حسی) در شرایط محیط و بسته بندی MAP پرداخته شد و نتایج نشان داد که تمامی این خواص در شرایط MAP بهتر از شرایط محیطی حفظ شدند [۱۹]. همچنین سفتی بافت میوه دابایی پس از ۸ روز نگهداری در دو نوع بسته بندی (خلاء و MAP) مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که میوه نگهداری شده در بسته بندی خلاء نسبت به بسته بندی MAP و هوای معمولی دارای نرمی بیش تری بود [۲۰]. در پژوهشی دیگر اثر بسته بندی MAP بر روی دانه های انار مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که طی فرایند نگهداری، غلظت

ماده ضد عفونی کننده برای آلودگی زدایی زعفران استفاده شد، برای این منظور تیمار ازن در ۴ سطح شامل صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ ppm در مدت زمان تماس صفر، ۱، ۲ و ۳ ساعت بر روی نمونه های زعفران اعمال گردید. نتایج آزمون های میکروبی نشان داد که با افزایش غلظت ازن و زمان تماس آن، شمارش کلی باکتری ها و کلیفرم ها کاهش یافت [۱۱]. در پژوهشی دیگر اثر گاز ازن را بر ماندگاری و خواص کیفی خیار، فلفل و کدو سبز بررسی شد. نتایج نشان داد خواص رنگ، بافت و کاهش وزن در خیار و کدو سبز تغییری پیدا نکردند و ثابت ماندند، هر چند که در فلفل محتویات شکر و فلونیک ها افزایش یافت [۱۲]. همچنین در فراوری اثر ازن و پرکلرین بر خواص کیفی کاهو پرداخته شد و نتایج نشان داد که ازن سبب حفظ بهتر خواص کیفی کاهو گردید و بهتر توانست آن را ضد عفونی کند [۱۳]. در پژوهشی اثر نوع بسته بندی و مواد رطوبت گیر در ۵ سطح شامل سیلیکاژل (g ۲/۵ و ۱/۲۵)، کلرید سدیم (g ۲/۵ و ۱/۲۵)، سیلیکاژل (g ۱/۲۵ به همراه ابر اسفنجی بر روی خصوصیات کمی و کیفی قارچ دکمه ای بررسی شد. نتایج نشان داد بیش ترین روشنایی رنگ محصول مربوط به سیلیکاژل g ۲/۵ با پوشش بسته بندی پروپیلن بود [۱۴].

در پژوهشی دیگر اثر سیتریک اسید را بر ماندگاری ازگیل ژاپنی بعد از ۳۵ روز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان ویتامین ث و TA بعد از ۳۷ روز به طور معنی داری کاهش یافت و اسید سیتریک تاثیری بر این صفات نداشت و میزان TSS تحت تاثیر این پیش تیمار قرار نگرفت اما TSS/TA به طور معنی داری در پایان انبارداری افزایش یافت همچنین نتایج نشان داد که اسید سیتریک ۱٪ با جلوگیری از قهوه ای شدن میوه ها و دارا بودن فعالیت آنتی اکسیدانی منجر به حفظ کیفیت بیش تر تغذیه ای میوه های ازگیل ژاپنی شده است [۱۵]. در پژوهشی دیگر به بررسی اثر پیش تیمارهای اسید سیتریک ۰/۳٪، اسید آسکوربیک ۰/۳٪، متابی سولفیت سدیم ۰/۴٪ اسید سیتریک ۰/۳٪ همراه با اسید آسکوربیک ۰/۳٪ بر زرد آلو بررسی شد، نتایج نشان داد که تیمار غوطه وری در اسید آسکوربیک همراه با اسید سیتریک به عنوان تیمار برتر انتخاب شد [۱۶]. اثر تیمارهای اسید اگزالیک و اسید سیتریک هر یک در غلظت های صفر، ۲، ۴ و 6 m.molL^{-1}

سپس گاز ازن با ۰/۷ ppm را به مدت ۲۵ دقیقه به‌طور مداوم به نمونه‌ها اعمال گردید.

نمونه‌های پیش‌تیمار شده به تعداد دو عدد درون بسته‌ها قرار گرفت و به منظور بررسی اثرات مواد جاذب رطوبت، تیمارهای ۲/۵ و ۵ از این مواد در درون بسته‌ها قرار گرفت. همچنین تیمار شاهد بدون هیچ عملیات پیش‌تیمار و ترکیبات گازی و مواد جاذب رطوبت در بسته‌های خلاء در محیط یخچال قرار گرفت. به منظور بررسی خواص کمی و کیفی محصول بسته‌بندی شده پارامترهای اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، درصد کاهش وزن، pH، کلروفیل و سفتی بافت بعد از ۲۰ روز، و همچنین مدت زمان ماندگاری مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای مورد استفاده در جدول (۱) آورده شده است.

۱-۲-۲- بررسی خصوصیات کیفی و کمی

۱-۱-۲- درصد کاهش وزن

به منظور اندازه‌گیری میزان کاهش وزن خیارها، نمونه‌ها ابتدا و انتهای آزمایش‌ها در زمان معین با استفاده از ترازوی دیجیتال مدلی 600 sky با دقت ۰/۰۱ g وزن‌گیری شدند. درصد کاهش وزن خیارها از طریق رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$(1) \quad \text{درصد کاهش وزن} = (w_1 - w_2) / w_2 \times 100$$

w_1 وزن اندازه‌گیری شده قبل از نگهداری در یخچال و w_2 وزن اندازه‌گیری شده در روز آخر ماندگاری و شروع گرفتن خواص کیفی آن می‌باشد [۲۱].

۱-۲-۲- سفتی بافت

میزان سفتی بافت میوه خیار با استفاده از دستگاه تست کشش- فشار ساخت شرکت سنتام ایران، مدل STM20 انجام گردید. این دستگاه قابلیت اعمال نیروی فشاری با سرعت ثابت ۵ mm/min را دارد. در این سامانه نیروی فشاری توسط یک نفوذ کننده به شکل میله‌ای با نوک استوانه‌ای به قطر ۸ mm و ارتفاع ۵ mm که به انتهای نیروسنج متصل بود اعمال گردید. نفوذ در هر میوه در چهار نقطه در راستای دو قطر عمود بر

اکسیژن در داخل بسته‌ها و اسیدیته دانه‌های انار کاهش و غلظت دی‌اکسید کربن افزایش یافت. میزان pH در روزهای اول افزایش ولی در ادامه با افزایش دی‌اکسید کربن کاهش یافت. همچنین میزان مواد جامد محلول تغییر معنی‌داری نداشت و پوسیدگی ظاهری هم پس از ۷ روز مشاهده شد و تا روز ۹ به شدت گسترش یافت [۱۶].

بررسی منابع مختلف نشان داد که تاکنون پژوهشی در مورد اثرات همزمان استفاده از پیش‌تیمارهای مختلف، مواد جاذب رطوبت و ترکیب گازهای مختلف به منظور نگهداری محصولات کشاورزی انجام نشده است. در این پژوهش سعی شده است تا با بکارگیری پیش‌تیمارهای مختلف (ازن و اسید سیتریک و تیمار شاهد) به همراه ترکیبات مختلف گازی (ترکیبات مختلف O_2 ، CO_2 و N_2) و استفاده از مواد جاذب رطوبت سیلیکاژل (در وزن‌های مختلف ۲/۵ و ۵ و تیمار شاهد) کیفیت ماندگاری محصول خیار در طول فرایند نگهداری مورد بررسی قرار گیرد.

۲- مواد و روش‌ها

خیار تازه از گلخانه در شهر ساری تهیه شد و در دمای $4^\circ C$ تا قبل از شروع آزمایش‌ها در یخچال نگهداری شد. خیارهای انتخاب شده ابتدا دست‌چین گردید و علاوه بر یکسانی نژاد، داری شکل‌های یکسان و هم اندازه بوده و قبل از شروع آزمایش‌ها تمامی خیارها شسته و با دستمالی نرم خشک گردید. به‌منظور انجام آزمایش‌ها از دو پیش‌تیمار ازن ۰/۷ ppm و اسید سیتریک ۱٪ به‌عنوان ضد عفونی‌کننده و همچنین دو ترکیب گازی O_2 ۱۰٪ + CO_2 ۱۵٪ + N_2 ۷۵٪ و O_2 ۱۵٪ + CO_2 ۱۰٪ + N_2 ۷۵٪ و نیز از سیلیکاژل ۵ و ۲/۵ استفاده شد. ماده بسته‌بندی از جنس پلی‌اتیلن با ضخامت ۶ μm و دمای نگهداری $4^\circ C$ در نظر گرفته شد.

به منظور اعمال پیش‌تیمار اسید سیتریک، ابتدا محلول ۱٪ آماده و سپس خیارها به مدت ۵ دقیقه در آن غوطه‌ور گردید. سپس محصول تیمار شده با پارچه‌ای نرم خشک گردید. همچنین به‌منظور اعمال گاز ازن خیارها داخل یک ظرف پلاستیکی قرار داده شد به‌طوری که خیارها از هم فاصله داشته تا گاز بتواند با همه اطراف محصول ارتباط داشته باشد.

جدول (۱) مشخصات تیمارهای مورد استفاده در آزمایش
Table 1 Specification of treatments in experiments

ترکیب گازی درون بسته Gas composition inside the package	پیش تیمار Pre-treatment	تیمار Treatment
15%CO ₂ 10%O ₂ , 75% N ₂	ازن و جاذب رطوبت ۵g Ozone and moisture absorber 5g	T1
10%CO ₂ 15%O ₂ , 75% N ₂	ازن و جاذب رطوبت ۵g Ozone and moisture absorber 5g	T2
15%CO ₂ 10%O ₂ , 75% N ₂	ازن و جاذب رطوبت ۲/۵g Ozone and moisture absorber 2.5g	T3
10%CO ₂ 15%O ₂ , 75% N ₂	ازن و جاذب رطوبت ۲/۵g Ozone and moisture absorber 2.5g	T4
15%CO ₂ 10%O ₂ , 75% N ₂	ازن و جاذب رطوبت ۵g Ozone and moisture absorber 5g	T5
10%CO ₂ 15%O ₂ , 75% N ₂	ازن و جاذب رطوبت ۵g Ozone and moisture absorber 5g	T6
15%CO ₂ 10%O ₂ , 75% N ₂	ازن و جاذب رطوبت ۲/۵g Ozone and moisture absorber 2.5g	T7
10%CO ₂ 15%O ₂ , 75% N ₂	ازن و جاذب رطوبت ۲/۵g Ozone and moisture absorber 2.5g	T8
	بدون اعمال پیش تیمار without applying pretreatment	Control

هم و در دو طرف میوه صورت گرفت. متوسط حداکثر مقادیر ۰/۱ نرمال تا مشاهده رنگ صورتی پایدار تیترا شد. میزان سود مثبت شده توسط ثبات دیجیتالی بر حسب نیوتن گزارش شد [۱۸، ۴].

(۲) [۲۲] محاسبه گردید.

۳-۱-۲- مواد جامد محلول (TSS) (۲)
$$C = (V \times N \times E \times 100) / \text{اسیدیته}$$

مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفرکتومتر دستی مدل PR-101 اندازه گیری شد. دستگاه ابتدا با آب مقطر واسنجی گردید و سپس دو قطره از آب میوه در عدسی دستگاه قرار داده شد و درصد مواد جامد محلول بر حسب درجه بریکس به دست آمد [۱۶].

۲-۱-۵- عصاره pH

۴-۱-۲- اسیدیته قابل تیتراسیون مقادیر pH با استفاده از یک pH متر دیجیتالی sartorius مدل PB-11 اندازه گیری گردید. بدین منظور ابتدا pH متر با محلول های بافر ۴/۱، ۷ و ۹/۲ واسنجی گردید، سپس عصاره میوه را در بشر ریخته و پس از قرار دادن الکترودها در محل، مقدار ۵ mL از عصاره میوه ها پس از صاف کردن برداشته و ۱۰۰ mL آب مقطر و چند قطره فنل فتالین به عنوان شناساگر اضافه شد، سپس با استفاده از هیدروکسید سدیم

pH مورد نظر قرائت شد [۱۶].

مختلف را نشان می‌دهد. نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد که اثر بسته اصلاح شده به همراه پیش تیمارها و جاذب رطوبت سیلیکاژل بر خواص کاهش وزن، ماندگاری کل، مواد جامد محلول، pH و کلروفیل در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار بود و بر روی اسیدیته قابل تیتراسیون و سفتی بافت معنی‌دار نبوده است.

۲-۱-۶- اندازه‌گیری کلروفیل

برای تعیین میزان کلروفیل، نخست ۰/۵ g از نمونه در مجاورت ۱۰ mL استون ۸۰٪ ساییده، سپس محلول در دور ۶۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه سانتیفریوژ شد. سپس با دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-1800 PC) در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر میزان جذب ثبت شد. از استن ۸۰٪ به‌عنوان شاهد اسپکتروفتومتری استفاده شد [۲۳، ۲۴]. از رابطه زیر مقدار کلروفیل کل محاسبه شد.

۳-۱- درصد کاهش وزن

نتایج جدول (۲) نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری ($p < 0.001$) بین تیمارهای مختلف برای کاهش وزن وجود دارد که بیش‌ترین میزان درصد کاهش وزن با توجه به شکل (۱) مربوط به نمونه شاهد با ۱۴٪ و کم‌ترین میزان کاهش وزن مربوط به تیمار ۱ به مقدار ۰/۰۳٪ می‌باشد. در بررسی ترکیب گازها، ترکیب گازی MAP_2 کاهش وزن بیش‌تری نسبت به نمونه‌هایی با ترکیب گازی MAP_1 داشته‌اند، وجود CO_2 بیش‌تر در ترکیب گازی بسته مانع تنفس سریع بسته‌ها شده و فرایند پیری را به تاخیر می‌اندازد [۱۱]. هم‌چنین در مقایسه پیش‌تیمار ازن و اسید سیتریک، نمونه‌های پیش‌تیمار شده با ازن دارای افت وزنی کم‌تری بودند. پیش‌تیمار ازن سبب کاهش فعالیت بسیاری از باکتری‌های فساد پذیر محصول شده و خرابی و افت محصول را به تاخیر می‌اندازد [۱۳]. تاثیر مواد جاذب رطوبت در تمام نمونه‌های مورد بررسی به نسبت بیش‌تر بودنش (۵ g) اثر بهتری در جذب آب داخل بسته‌ها داشته است که همین امر باعث بهبود در ماندگاری و جلوگیری از افت وزن می‌گردد. نتایج کلی حاصل از مقایسه تیمارهای مختلف

(۳) = کلروفیل (mg/g.f.w)

$$20.2(A645) - 8.02(A6663) \times (V/1000) \times W$$

که در آن‌ها A، طول موج (نانومتر)، V، حجم نهایی محلول (میلی‌لیتر)، W، وزن نمونه (گرم).

۲-۱-۷- ماندگاری

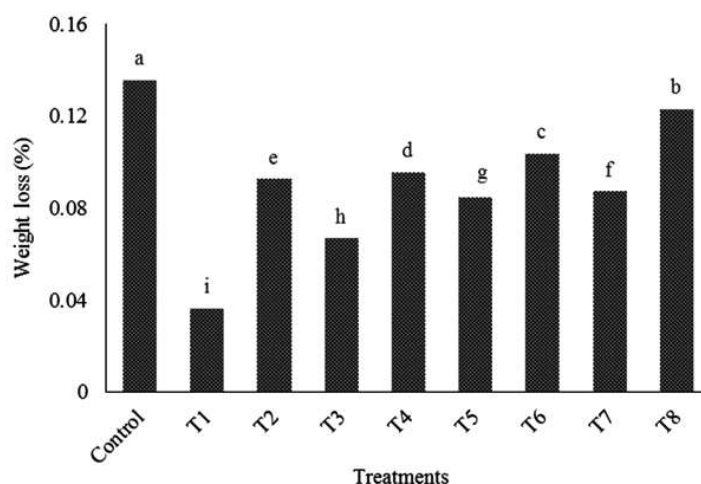
برای بررسی ماندگاری محصول یک سری از تکرارها همواره در همان شرایط نگهداری شده تا علائم فساد و خرابی کامل در آن‌ها ظاهر گردد.

۳- نتایج و بحث

جدول (۱) تجزیه واریانس نتایج حاصل از آزمایش‌های

جدول (۲) نتایج تجزیه واریانس داده‌ها
Table 2 The results of analysis of variance

میانگین مربعات Mean squares							درجه آزادی df	منبع تغییرات Source of variation
ماندگاری Shelf life	کلروفیل Chlorophyll	pH	اسیدیته قابل تیترات Titrable acidity	مواد جامد محلول Soluble solids	سفتی بافت Firmness (N)	کاهش وزن Weightloss(%)		
595.33 **	13.15 **	0.025 **	2.5 ns	1.117 **	0.005 ns	162.1 **	8	تیمار Treatment
0.0000	5.57	0.004	1.1111	0.1	0.0000	0.07	18	خطا Error
							26	ضریب تغییرات CV



شکل (۱) میزان کاهش وزن بر حسب درصد

Fig. 1 Percentage of weight loss

نشان داد که نمونه ازنه شده با ترکیب گازی MAP_1 و هم‌چنین دارای جاذب رطوبت ۵ g دارای کم‌ترین کاهش وزن بوده است که با نتایج [۳، ۱۸، ۱۹ و ۲۱] مطابقت دارد.

۳-۲- مواد جامد محلول

بررسی اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی نشان داد که تیمار شاهد دارای بیش‌ترین میزان مواد جامد محلول ۳/۶۶ و تیمار ۲ دارای کم‌ترین میزان مواد جامد محلول ۱/۸۳ بود. مواد جامد محلول تمامی تیمارها طی دوره نگهداری افزایش یافت که به نظر می‌رسد در اثر تنفس محصول در طی زمان نگهداری و متابولیسم تبدیل نشاسته به قند باشد [۲۵]. نتایج نشان داد که تیمارهای ازنه شده نسبت به تیمارهای اسید سیتریک به مقدار کم‌تری به میزان مواد جامد محلول آن‌ها اضافه شد و در بررسی ترکیب گازی نتایج نشان داد که ترکیب گازی MAP_2 به علت دارا بودن اکسیژن بیش‌تر و دی‌اکسید کربن کم‌تر، میزان مواد جامد محلول آن‌ها کم‌تر افزایش یافته است. هم‌چنین در بررسی ماده جاذب رطوبت تیمارهایی با وزن ۵ g اثر بهتری نسبت به تیمارهایی با وزن ۲/۵ g در حفظ مواد جامد محلول داشت. نتایج مشابهی توسط سایر پژوهشگران [۶، ۱۶] ارائه شده است.

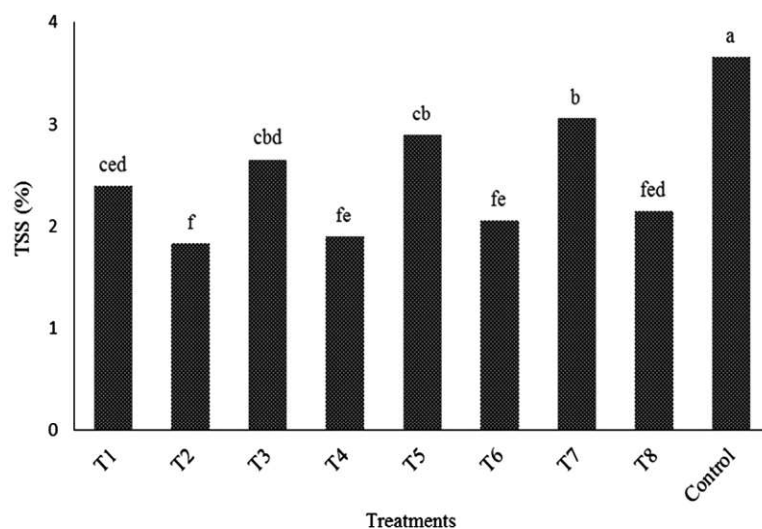
فرایند رسیدن محصول، حضور اسیدهای طبیعی در این مواد غذایی تازه به‌طور متابولیکی به ترکیباتی مانند قندها تبدیل می‌گردند که pH را افزایش داده و در نتیجه شرایط را برای فعالیت میکروارگانیسم‌های عامل فساد فراهم می‌نمایند و پایداری میکروبی و ماندگاری فرآورده‌های تازه را کاهش می‌دهد [۱۶]. نتایج نشان داد که بیش‌ترین افزایش pH به میزان ۶/۶۶ مربوط به نمونه شاهد و کم‌ترین میزان ۶/۳۹ مربوط به تیمار ازنه شده با ترکیب گازی MAP_1 و جاذب رطوبت ۵ g بود. در مقایسه پیش تیمارها نتایج نشان داد که ازن بهتر از اسیدسیتریک در نابودی میکروارگانیسم‌های عامل فساد موثر بوده است و عملکرد بهتری داشته است. مقایسه ترکیب گازی نشان داد که ترکیب با دی‌اکسید کربن بیش‌تر اثر بهتری در حفظ میزان pH داشته و مانع افزایش آن نسبت به pH میوه تازه داشته است، که به دلیل رشد باکتری‌های بی‌هوازی در طی انبارداری می‌باشد. این باکتری‌ها به‌طور معمول تجزیه‌کننده ترکیب‌های پروتئینی و تولیدکننده ترکیبات قلیایی هستند [۲۶]. هم‌چنین اثر ماده جاذب رطوبت با وزن ۵ g نسبت به وزن ۲/۵ g تاثیر بهتری بر تغییرات pH داشت. نتایج مشابهی توسط سایر پژوهشگران از جمله [۲۷، ۲۸] گزارش شده است.

۳-۴- کلروفیل

کلروفیل رنگ سبز گیاهان بوده که در طول فرایند انبارداری تخریب شده و موجب از بین رفتن رنگ سبز سبزی‌ها و افت

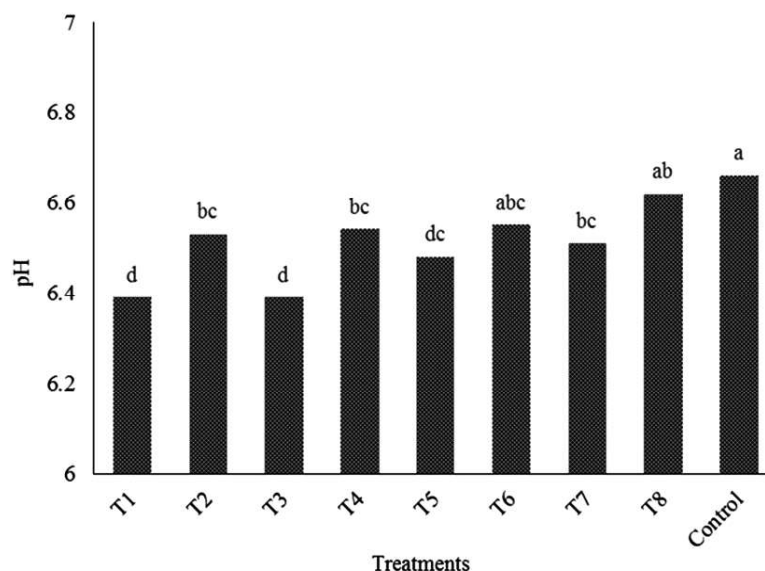
۳-۳- میزان pH

نتایج جدول (۱) نشان داد که اختلاف معنی‌داری ($p < 0.01$) بین تیمارهای مختلف در مقدار pH وجود دارد. در طول



شکل (۲) میزان کاهش وزن بر حسب درصد

Fig. 2 Percentage of weight loss



شکل (۳) میزان کاهش وزن بر حسب درصد

Fig. 3 Percentage of weight loss

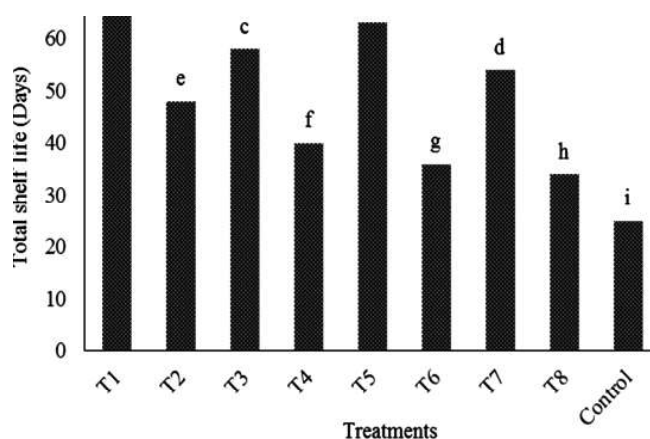
گازی MAP1 و جاذب رطوبت بیش تر ۵ g با مقدار ۹/۲۳ mg می‌باشد. مقایسه اثر پیش تیمارها نشان داد که پیش تیمار ازن اثر بهتری در حفظ کلروفیل خیار نسبت به اسید سیتریک داشته است، دلیل این امر آن است که ازن سبب کاهش میزان باکتری‌های سرماگرا شده که این باکتری‌ها در دمای یخچال نیز فعال بوده و سبب نابودی کلروفیل محصولات تازه می‌شوند. نتایج مشابهی توسط هنتسیس و هالپرن [۳۰] گزارش شد.

کیفیت آن‌ها می‌شود. پایداری رنگدانه‌ها تحت تاثیر ساختمان شیمیایی و غلظت آن‌ها، دمای نگهداری، حضور اکسیژن، رطوبت، نور، قندها، آنزیم‌ها، pH و حضور ترکیبات کمپوست شونده با آن‌ها است [۲۹]. نتایج داده‌های بدست آمده نشان داد که تمامی نمونه‌ها دارای کاهش میزان کلروفیل بودند. کم‌ترین مقدار کلروفیل مربوط به نمونه شاهد به میزان ۲/۰۹ mg بوده و بیش‌ترین مربوط به تیمار ۱ نمونه ازنه شده با ترکیب

مقایسه ترکیب‌های مختلف گازی، نمونه‌هایی که داری ترکیب گازی با دی اکسید کربن بیش تر MAP_1 ، نسبت به نمونه‌هایی که دارای دی اکسید کربن کم‌تر بودند رنگ سبز خود را بهتر حفظ کردند [۳۱]. همچنین، در مقایسه سطوح مختلف مواد جاذب رطوبت، نمونه‌هایی با میزان سیلیکاژل ۵ g رطوبت درون بسته‌ها را بهتر جذب کردند و مانع از صابونی شدن و از بین رفتن خواص کیفی از قبیل کلروفیل شدند. نتایج مشابهی توسط سایر پژوهش‌گران از جمله [۱۴، ۳۲، ۳۳] گزارش گردید.

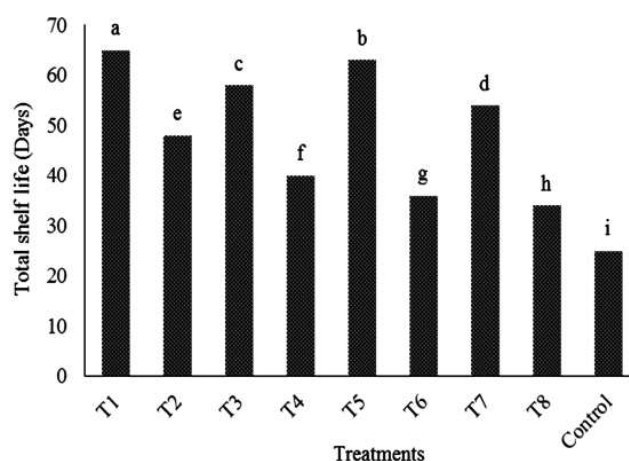
۳-۵- ماندگاری

در این پژوهش علاوه بر بررسی خواص کیفی محصول خیار،



شکل (۴) میزان کلروفیل

Fig. 4 The amount of Chlorophyll



شکل (۵) میزان ماندگاری کل

Fig. 5 The amount of total shelf life

روش بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده و نیز پیش تیمارها می‌توانند موجب حفظ کیفیت محصول و افزایش طول دوره ماندگاری شود. اصلاح اتمسفر درون بسته با تزریق مقادیر مناسبی از اکسیژن، دی‌اکسید کربن و گاز بی‌اثر نیتروژن موجب ایجاد شرایط محیطی مناسبی برای حفظ خصوصیات فیزیکی و کیفی محصول شد. ترکیب گازی با میزان اکسیژن بیش‌تر سبب حفظ بهتر مواد جامد محلول گردید در حالی که در ترکیب گازی با میزان دی‌اکسید کربن بیش‌تر پارامترهایی مانند درصد کاهش وزن، کلروفیل و pH بهتر حفظ گردید. همچنین، حضور جاذب رطوبت موجب تعادل فعالیت‌های آبی و رطوبت اطراف محصول درون بسته گردید به طوری که افزایش میزان جاذب رطوبت تاثیر مثبتی بر خصوصیات کیفی بر جای گذاشت. استفاده از پیش تیمارهای اسید سیتریک و ازن نیز بر حفظ خواص کیفی محصول تاثیرگذار بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده، استفاده از این پیش تیمارها توانست افت کیفیت و روند کاهش در خصوصیات کیفی را کند نماید؛ به طوری که پیش تیمار ازن بهتر از اسید سیتریک توانست پارامترهای کیفی را حفظ کند. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که تغییر و اصلاح شرایط محیطی درون بسته بر کیفیت و ماندگاری محصول تاثیرگذار است.

از باکتری‌های فساد پذیر محصول شده و خرابی و افت محصول را به تاخیر می‌اندازد. ازن با اکسیداسیون تصاعدی ترکیبات حیاتی، سلول میکروب‌ها را تخریب کرده و از رشد آنها جلوگیری می‌کند و زمان ماندگاری میوه‌ها و سبزیجات را افزایش می‌دهد [۱۱]. همچنین بررسی ترکیب گازی، تیمارها نشان داد که تیمارهایی با ترکیب اکسیژن بیش‌تر MAP_2 نسبت به تیمارهایی با ترکیب اکسیژن کم‌تر I_2 دارای مدت ماندگاری کم‌تری بودند، وجود CO_2 بیش‌تر در ترکیب گازی بسته مانع تنفس سریع بسته‌ها شده و فرآیند پیری را به تاخیر می‌اندازد [۶]. همچنین اثر مواد جاذب رطوبت با وزن بیش‌تر ۵ g اثر بهتری در جذب رطوبت داخل بسته‌ها داشته و از میزان صابونی شدن بسته‌ها جلوگیری کرده و مدت زمان ماندگاری کل افزایش یافت، افزایش رطوبت باعث تشدید رشد میکروارگانیسم‌ها شده [۱۴]. نتایج مشابهی توسط سایر پژوهش‌گران از جمله [۱۶-۱۸] گزارش شد.

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت حفظ کیفیت محصول در دوره نگهداری و عرضه به بازار، نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از

منابع

- [1] Jianglian, D., Shaoying, Z. (2013). Application of chitosan based coating in fruit and vegetable preservation: A review. *J. Food Process Technol.*, 4, 163-171.
- [2] Trias, R., Baneras, L., Montesinos, E., Badosa, E. (2010). Lactic acid bacteria from fresh fruit and vegetables as biocontrol agents of phytopathogenic bacteria and fungi. *Int. Microb.*, 112, 901-906.
- [3] شهدادی ساردو، ع؛ صداقت، ن؛ تقی‌زاده، م؛ میلانی، ا. (۱۳۹۳) بررسی اثر بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده و پوشش خوراکی کیتوزان بر ویژگی‌های رنگی و بافت سنجی خیار گلخانه‌ای طی دوره نگهداری. سومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی، قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان. ص ۳۸-۴۴.
- [4] Guerra, M., Magdaleno, R., and Casquero, P.A. (2011). Effect of site and storage conditions on quality of industrial fresh pepper. *Sci. Hort.*, 130, 141-145.
- [5] Manolopoulou, H., Xanthopoulos, G., Douros, N., Lambrinos, G. (2010). Modified atmosphere packaging storage of green bell peppers: Quality criteria. *Biosys. Eng.*, 106, 535-543.
- [۶] طباطبایی کلور، ر؛ ابراهیمیان، آ؛ هاشمی، ج. (۱۳۹۵) بررسی تاثیر دما، نوع بسته‌بندی و اتمسفر اصلاح شده بر خصوصیات کیفی گوجه فرنگی. علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۳ جلد ۱۳، شماره ۵۱، ص ۱-۱۳.
- [۷] ابراهیمی، ح؛ صانعی شریعت‌پناهی، م؛ ضیاءالحق، ح. ر. (۱۳۹۲) بررسی اثر رقم میوه و پیش تیمار آماده سازی بر

- خواص کیفی برگه زرد آلو. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، جلد ۹، شماره ۳، ص ۲۶۹-۲۶۰.
- [8] Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H. and Hosseini, S.M.H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chem.*, 120, 193-198.
- [9] Kerry, J., Butler, P. (2008). *Smart packaging technologies for fast moving consumer goods*, 2nd ed., Springer, New York, pp 32-56.
- [10] Sharon, P.S., Martha, C.S. (2010). *Post-harvest technology of horticultural crops*. 1st ed., Mehra Offset Press, New Delhi, India, pp 112-120.
- [۱۱] اکبری، م.؛ نعمت‌شاهی، م.؛ حدادخداپرست، م.؛ جاهد، ع. (۱۳۹۳) تاثیر ازن بر کیفیت میکروبی و نابودی لاروهای زنده در زعفران. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، جلد ۲۴، شماره ۳، ص ۱۵۱-۱۶۱.
- [12] Glowacz, M., Colgan, R., Rees, D. (2015). Influence of continuous exposure to gaseous ozone on the quality of red bell peppers, cucumbers and zucchini. *Postharvest Biol. Technol.*, 99, 1-8.
- [۱۳] بک محمدپور، م.؛ پیغمبر دوست، ه.؛ علیرضالو، ک. (۱۳۹۴) فراوری سبزی و ریحان با ماندگاری بالا با استفاده از روش نوین ضد عفونی. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی. جلد ۲۵، شماره ۳، ص ۲۱-۲۸.
- [۱۴] کریمی، ن.؛ مشرف، ل.؛ ملک، س. (۱۳۹۳) اثر نوع پوشش بسته بندی و مواد رطوبت گیر بر عمر نگهداری قارچ دکمه‌ای. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۵، شماره ۳، صفحه ۱-۱۲.
- [۱۵] نجم‌آبادی، ن.؛ هاشم آبادی، د.؛ قاسم‌نژاد، م. (۱۳۹۲) تاثیر تیمار پس از برداشت سیتریک اسید بر کیفیت میوه ازگیل ژاپنی. همایش ملی مهندسی و مدیریت کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی پایدار، همدان، ص ۱-۱۰.
- [۱۶] ابراهیمی، ع. م.؛ همدی، ن.؛ قبادی، س. (۱۳۹۲) تعیین عمر ماندگاری و خصوصیات کیفی دانه‌های انار بسته‌بندی شده تحت اتمسفر اصلاح شده. بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران. شیراز، ص ۳۱-۳۸.
- [۱۷] منصوری، آ.؛ خادمی، ا. (۱۳۹۳) اثر تیمارهای اسیدهای آلی به تنهایی یا همراه با امواج فراصوت در افزایش عمر قفسه‌های برش‌های تازه میوه کیوی. نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی، جلد ۵، شماره ۱۸، ص ۵۳-۵۹.
- [۱۸] یوسفی، ق.؛ صادقی، س.؛ کرمی، ز.؛ امام جمعه، ز.؛ جوکی، م. (۱۳۹۲) بررسی اثر بسته‌بندی در اتمسفر تعدیل یافته بر ماندگاری و حفظ خصوصیات کیفی تمشک با روش سطح پاسخ. محصولات غذایی فناوری تغذیه، جلد ۱۱، ص ۴۵-۵۶.
- [19] Manjunatha, M., Anurag, R.K. (2014). Effect of modified atmosphere packaging and storage conditions on quality characteristics of cucumber. *J. Food Sci. Technol.*, 51, 3470-3475.
- [20] Ding, P. (2013). Physico-chemical changes in dabai (*Canarium odontophyllum* Miq.) fruit during modified atmosphere storage. *Int. Food Res. J.*, 20, 3033-3040.
- [۲۱] قهرمانی چرمهینی، ا.؛ صداقت، ن.؛ کوچکی، آ.؛ میلانی، ا. (۱۳۹۳) تاثیر پوشش خوراکی کیتوزان و بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده بر افت وزنی، سفتی بافت و خواص حسی لفلل دلمه‌ای به روش سطح پاسخ. سومین همایش علوم و صنایع غذایی، مشهد، ص ۱۲۳-۱۲۷.
- [22] Ghasemnezhad, M., Ashour Nezhad, M., Gerailoo, S. (2011). Changes in postharvest quality of loquat (*Eriobotrya japonica*) fruits influenced by chitosan. *Hort. Environ. Biotech.*, 52, 40-45.
- [23] Raeini, M., Shiukhy, S. (2014). Evaluation of the effect of geographical aspects and fruit location within orange tree canopy on Sangin orange fruit quality. *J. Agric. Meteo.*, 2, 57-66.
- [۲۴] مرتضوی، م.؛ نجفی، س.؛ مقیمی، ز.؛ بدوی، م.؛ بستانی، ن.؛ امیری، ح.؛ مقدم، ا. (۱۳۹۲) مقایسه روش‌های مختلف استخراج و اندازه‌گیری غلظت کلروفیل‌های a, b و کل در سبزی‌ها. هشتمین کنگره علوم باغبانی ایران، همدان، ص ۱۳۴-۱۳۹.
- [۲۵] رامی، آ.؛ شیخ‌لوئی، ح.؛ یوسفی، ع. (۱۳۹۵) اثر بسته‌بندی

با اتمسفر تغییر داده شده (MAP) و بره‌موم (پروپولیس) بر برخی خصوصیات اسفناج رقم ورامین ۸۸ در طی نگهداری. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه، شماره ۶۱، دوره ۱۳، ص ۴۸-۵۵.

[26] Zahran, A.H., Hassanein, R.A., Abdelwahab, A.T. (2015). Effect of chitosan on biochemical composition and antioxidant activity of minimally processed wonderful pomegranate arils during cold storage. *Food Qual.*, 88, 241-248.

[27] Tudela, J., Marn, A., Garrido, Y., Cantwell, M., Marna, S., Medina-Martnez, M., Gil, I. (2013). Offodour development in modified atmosphere packaged baby spinach is an unresolved problem. *Postharvest Biol. Technol.*, 75, 75-85.

[28] Kader, A.A., Watkins, C.B. (2000). Modified atmosphere packaging toward 2000 and beyond. *Hort. Technol.*, 10, 483-486.

[۲۹] شریفی، ا؛ ایوز، م. (۱۳۹۰) بررسی عوامل موثر در تخریب رنگ میوه‌ها و سبزیجات. بیستمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، تهران، ص ۱۸۳-۱۸۸.

[30] Hantsis, Z.E. and Halpern, M. (2007). Culturable psychrotrophic bacterial communities in raw milk and their proteolytic and lipolytic traits. *Appl. Environ. Microbiol.*, 73, 7162-7168.

[31] Darani, S., Fazel, M., Keramat, J. (2014). Investigation of the influence of MAP on some physicochemical properties of spinach (*spinacia oleracea* L.) during preservation. *Food Sci. Technol.*, 3, 69-79.

[32] Glowacza, M., Mogrena, L.M., Readea, J.H., Cobba, A.H., James, M., Monaghana, A. (2013). Can hot water treatments or maintain postharvest quality of spinach leaves. *Postharvest Biol. Technol.*, 81, 23-28.

[۳۳] رستگار، س؛ صادقی لاری، ع. (۱۳۹۴) اثر آب مغناطیسی بر جوانه زنی و خصوصیات رشد اولیه بذر گوجه فرنگی. نشریه پژوهشی آب در کشاورزی، جلد ۲۹، شماره ۳، ص ۴۰۹-۴۱۷.