فصل‌نامه داروهای گیاهی

journal homepage: www.jhd.iaushk.ac.ir

تأثیر اسانس گیاه رزماری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکروبی اسفناج تازه پوشش گذاری شده

عاطفه عابدی، لیلا لک زاده*، مهدی عموحیدری

گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرضا، دانشگاه آزاد اسلامی ، شهرضا، ایران؛

*مسئول مکاتبات (E-mail:llakzadeh@yahoo.com)

شناسه مقاله

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۱/۱۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۴/۱۵

نوع مقاله: علمی - پژوهشی

موضوع: صنایع غذایی

کلید واژگان :

- ✓ *رزماری*
- ✓ *اسانس*
- ✓ *کنسانتره پروتئین آب پنیر*
- ✓ *اسفناج*

چکیده

مقدمه و هدف: افزایش ماندگاری در سبزی‌های آماده برای مصرف با توجه به اینکه ضایعات میوه و سبزی در کشور رو به افزایش است از اهمیت زیادی برخوردار است. هدف از تحقیق حاضر، تهیه پوشش‌های خوراکی از پروتئین آب پنیر و اسانس رزماری و تأثیر آن روی انبارمانی اسفناج می‌باشد.

روش تحقیق: در این تحقیق پوشش‌ها با ساخت یک محلول ۲ درصد از کنسانتره پروتئین آب پنیر در آب مقطر تهیه شدند. اسانس رزماری نیز به نسبت ۰/۳ و ۰/۶ درصد اضافه گردید. برای عمل پوشش دادن، اسفناج‌ها به مدت ۳ دقیقه درون محلول پوشش‌ها غوطه‌ور شده و پس از خشک شدن، درون ظروف یکبار مصرف قرار گرفتند. نمونه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش به مدت ۱۰ روز در یخچال نگهداری شدند. در روزهای ۱، ۳، ۶، ۸ و ۱۰ روز میزان کاهش وزن، pH، میزان کلی‌فرم و شمارش کلی باکتری‌های نمونه انجام شد.

نتایج و بحث: نتایج نشان داد که حداقل مقدار مهارکنندگی اسانس رزماری بر روی باکتری اشرشیاکلی ۱۰۰۰۰ppm بود ولی با توجه به آزمون حسی از درصدهای کمتر استفاده شد. پوشش اسانس رزماری در غلظت ۰/۶ درصد توانست میزان بار میکروبی کل و کلی‌فرم را در طی ۱۰ روز به ترتیب ۰/۵۷ و ۰/۲۳ log CFU/g کاهش دهد. همچنین کاهش میزان pH در این نمونه در روز آخر به میزان ۰/۴۶ از نمونه شاهد کمتر بود(P<۰/۰۵). استفاده از کنسانتره آب پنیر در پوشش نیز دارای باعث جلوگیری از افت وزن، کاهش ورود اکسیژن و تاثیرات ضدمیکروبی بود.

توصیه کاربردی/صنعتی: با توجه به نتایج این تحقیق، پوشش آب پنیر به همراه اسانس رزماری می‌تواند بر اساس ویژگی‌های ارگانولپتیکی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کیفیت و مدت زمان انبارداری اسفناج را تا مدت ۱۰ روز و چهار روز بیشتر از نمونه بدون پوشش حفظ نماید.

۱. مقدمه

اسفناج یکی از سبزی‌های مهم خانواده غازپایان (Chenopodiaceae) است که از نظر ارزش تغذیه‌ای به ویژه آنتی اکسیدان‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی در بین سایر سبزی‌های برگی دارای اهمیت بسیار زیادی است ولی به علت سطح زیاد برگ‌های اسفناج و زیاد بودن تبخیرآب، درصورت عدم وجود پوشش مناسب و مجاورت با سایر محصولات باغی، به سرعت پلاسیده، زرد و پیر شده، قارچها و باکتری‌های هوازی بر روی آن رشد کرده و در اثر فعالیت آنها بافت، عطر، طعم و ترکیبات مختلف محصولات دچار تغییر

می‌شوند و در نهایت کیفیت و بازارپسندی خود را از دست می‌دهند (Gil and Garrido. 2020). در این شرایط ضایعات زیادی تولید می شود که علاوه بر مسایل اقتصادی از نظر زیست محیطی نیز بسیار حایز اهمیت می باشد (Arvanitoyannis and Varzakas Theodoros, 2008). استفاده از بسته‌بندی فعال یک روش‌های موثر در افزایش عمر نگهداری محصولات رزاعی است. یکی از انواع سیستم های بسته‌بندی فعال پوشش‌های خوراکی ضد میکروبی می‌باشند که از مزایای این پوشش‌ها می‌توان به زیست کافت بودن، حفظ ایمنی غذا، به تعویق انداختن فساد و پلاسیدگی، حفظ ظاهر یا جلوه غذا، محافظت از مواد غذایی در برابر افت رطوبت، ممانعت از نفوذ اکسیژن اشاره کرد (Kaur and Pure, 2017; Raghav *et al.*, 2016).

پروتئین آب پنیر یکی از انواع پلی‌مرهای خوراکی است که در تولید پوشش‌های خوراکی کاربرد دارد. وجود ترکیبات زیست فعال در پروتئین آب پنیر همچون لاکتوفرین، لاکتوپراکسیداز، پپتیدهای بیواکتیو سبب شده که این محصول کاربردهای مختلف تغذیه‌ای، پزشکی و صنعتی داشته باشد (Marshall *et al.*, 2004). پوشش پروتئین آب پنیر مانع خوبی در برابر ورود اکسیژن می‌باشد که این ویژگی سبب جلوگیری از رشد میکروب‌های هوازی و همچنین واکنش‌های آنزیمی می‌گردد (Jooyandeh, 2011).

یکی دیگر از اجزای مهم پوشش‌های خوراکی، ماده ضد میکروبی از جمله اسانس گیاهان دارویی می‌باشد. اسانس‌ها مخلوطی از ترکیبات روغنی فرار بوده که به عنوان یک متابولیت ثانویه در گیاهان دارویی ساخته می‌شوند. رزماری گیاهی است از خانواده نعنائیان، که به فرم بوته‌ای در تمام فصل‌های سال وجود دارد و می‌تواند در صنعت غذا کاربرد طعم دهندگی، ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی داشته باشد (Amin Afshar *et al.*, 2016). به طور کلی ماده اصلی موجود در اسانس‌ها ترپن‌ها می‌باشند که دارای اثر ضد میکروبی قوی هستند. در اسانس رزماری نیز انواع این مواد زیست فعال وجود دارد. در تحقیقی بر روی اجزای اسانس رزماری ۲۲ ترکیب در آن گزارش گردید و ترکیبات وربنون، آلفا پینن، کامفور، کامفن، ۱و۸- سینئول و بورنیل استات به عنوان بیشترین ترکیبات موجود در اسانس رزماری گزارش شدند (Jiang *et al.*, 2011). بنابراین استفاده از این اسانس می‌تواند در افزایش ماندگاری میکروبی موثر واقع گردد. در سال‌های اخیر مطالعات گسترده‌ای بر روی تأثیر پوشش خوراکی پروتئین آب پنیر به تنهایی و همراه با اسانس‌های گیاهی بر خصوصیات میوه‌ها صورت گرفته است. به عنوان مثال قویدل و همکاران (۲۰۱۳) اثر کنسانتره پروتئین آب پنیر بر روی ویژگی‌های رنگ و واکنش قهوه‌ای شدن سیب را بررسی کردند و اعلام کردند که پوشش از طریق کاهش ورود اکسیژن به محصول باعث کاهش تغییر رنگ و واکنش قهوه‌ای شدن در حین نگهداری برش‌های سیب گردید (Ghavidel *et al.*, 2013). پنجی و همکاران (۲۰۱۸) تاثیر پوشش خوراکی کنسانتره پروتئین آب پنیر و اسانس دانه گیاه زنیان بر ویژگی‌های میکروبی، فیزیکی-شیمیایی و حسی توت فرنگی تازه طی انبارمانی را بررسی کردند (Panji *et al.*, 2018).

اکثر مطالعات در مورد افزایش ماندگاری اسفناج، تأثیر بسته بندی اتمسفر اصلاح شده (MAP) در طول مدت ماندگاری و حفظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اسفناج را ارزیابی کرده‌اند (Mudau *et al.*, 2018). بر این اساس هدف در این مطالعه بررسی میزان تاثیر استفاده از پوشش خوراکی بر کیفیت اسفناج تازه و آماده برای مصرف با استفاده از خواص ضد میکروبی اسانس رزماری و ویژگی‌های پروتئین آب پنیر می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

در این مطالعه از باکتری *اشرشیاکلی* (*E.coli* ATCC 25922) خریداری شده از کلکسیون میکروبی پاستور تهران، کنسانتره پروتئین آب پنیر ژرمن پروت (German prot 8000) با خلوص ۸۰ درصد ، گلیسرول (مرک)، کلرید کلسیم (مرک)، محیط‌های کشت ویولت رد بایل آگار، نوترینت آگار، مولر هینتون براث و پلیت کانت آگار که همگی از شرکت کیولب کانادا تهیه شده بودند و گیاه رزماری کشت شده در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرضا استفاده شد.

۲-۱. روش اسانس گیری

برای استخراج اسانس رزماری از روش تقطیر با آب و دستگاه کلونجر استفاده شد و برای جمع آوری اسانس از ظروف شیشه‌ای و تیره رنگ استریل استفاده شد (Seydim and Sarikus, 2006).

۲-۲. اندازه گیری حداقل غلظت مهارکننده از رشد باکتری اشرشیاکلی

فعالیت ضدمیکروبی اسانس رزماری بر باکتری گرم منفی *اشریشیا کلی* با کمک تکنیک رقت سازی در لوله انجام شد .بدین صورت که ابتدا سوسپانسیون میکروبی تهیه شده با استفاده از محلول استاندارد ۵/۰ مک فارلند تنظیم شد. برای رقت سازی اسانس رزماری از دی‌متیل سولفواکساید به عنوان حلال استفاده گردید. بر این اساس ابتدا محلول ۲۰۰۰۰ppm از اسانس تهیه شد و بعد از آن محلول های مختلف تا غلظت ۲۵۰۰ppm تهیه شدند. سپس این رقت‌ها به محیط کشت مولرهینتون براث حاوی باکتری اضافه شد. پس از ۲۴ ساعت انکوبه‌گذاری در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، از لوله‌هایی که کدورت ناشی از رشد باکتری‌ها را نداشتند، کشت شعاعی تهیه گردید. رقتی از اسانس که توانسته بود از رشد میکروب‌ها ممانعت کند به عنوان حداقل غلظت مهارکنندگی مشخص شد (Fu *et al.*, 2007).

۲-۳. روش آماده سازی پوشش های خوراکی

ابتدا ۲ درصد از کنسانتره پروتئین آب پنیر در آب مقطر حل و به مدت ۳۰ دقیقه در ۹۰ درجه سانتی‌گراد در بن ماری حرارت داده شد. سپس گلیسرول به عنوان نرم کننده به میزان ۰/۷ درصد و ۱ درصد کلرید کلسیم به عنوان عامل استحکام به محلول حاصل اضافه شد. برای تیمارهای بعدی اسانس رزماری در دو غلظت ۶۰۰۰ ppm و ۳۰۰۰ اضافه شد و پس از همگن کردن محلول، پوشش دهی صورت گرفت. تعیین این دو غلظت اسانس بر اساس ویژگی‌های حسی و حدود نتایج آزمون حداقل غلظت مهارکنندگی بود. برای انتخاب میزان کنسانتره آب پنیر، ابتدا درصدهای ۱، ۲، ۳، ۵، ۷ از آن به روش بالا تهیه و در نهایت براساس آزمون حسی و ظاهر محصول بعد از ۱۰ روز درصد مناسب انتخاب شد (Perez-Gago *et al.*, 2005).

۲-۴. آماده سازی نمونه

مراحل آماده سازی شامل شستشو اولیه، ضدعفونی کردن اسفناج با محلول تجاری کنز شامل بنزالکونیوم کلراید، کوکوآمید، پروپیل بتائین و آب دیونیزه و غوطه‌ور کردن آن به مدت ۳ دقیقه در محلول پوشش خوراکی بود. سپس بعد از خارج کردن اسفناج‌ها از محلول اجازه داده شد در دمای آزمایشگاه قرار گرفته تا پوشش بر روی نمونه‌ها شکل گیرد. بعد از خشک شدن پوشش‌ها، نمونه ها در ظروف یکبار مصرف قرار گرفته و با سلوفان سطح آنها پوشانده شد. کل مرحله شکل‌گیری پوشش‌ها بر روی اسفناج و خشک شدن نمونه‌ها حدود یک ساعت طول کشید. نمونه‌ها به مدت ۱۰ روز در یخچال ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و به طور منظم آزمون‌های مختلف بر روی چهار تیمار شامل نمونه شاهد، نمونه حاوی کنسانتره آب پنیر، نمونه حاوی کنسانتره آب پنیر به همراه ۰/۳ و ۰/۶ درصد اسانس رزماری انجام گرفت.

۲-۵. آزمون‌های میکروبی (شمارش بار میکروبی و کلی‌فرم)

برای شمارش بار میکروبی و کلی‌فرم از استاندارد ملی ایران به شماره ۵۲۷۲ و ۹۲۶۳ استفاده شده و با روش پورپلیت و گرمخانه‌گذاری در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت و سپس شمارش کلنی‌ها انجام شد. این آزمون‌ها بعد از ضد عفونی کردن سبزیجات به منظور بررسی اثر پوشش‌دهی انجام شد.

۲-۶. درصد کاهش وزن

افت وزن نمونه‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت۰/۰۱±۱ گرم اندازه‌گیری شد. به این صورت که تفاوت بین وزن اولیه (زمان صفر) و وزن نهایی (در روز۱، ۳، ۶، ۸ و۱۰) محاسبه شد(Perez-Gago *et al.*, 2005).

۲-۷. تغییرات pH

با استفاده از pH متر (Metrohme) بعد از کالیبره کردن دستگاه اندازه گیری شد. به این صورت که ابتدا ۲ گرم اسفناج توزین و به اندازه‌های ریز خرد شدند و با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شده و pH عصاره پس از صاف کردن توسط کاغذ صافی قرائت شد (Piagentini *et al.*, 2003).

۲-۸. میزان کلروفیل

برای استخراج کلروفیل ۲/۵ گرم از برگ توزین شده و در هاون چینی قرار داده شد. پس از افزودن ۱ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد،

برگ کاملا ساییده شده و حجم آن با استون ۸۰ درصد به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. محلول حاصل با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید. جذب نوری محلول فوقانی با دستگاه اسپکتروفتومتری (T70-uv/vi PGinstruments ltd TES-135) در طول موج های ۶۶۲ نانومتر برای کلروفیل a و۶۴۵ نانومتر برای کلروفیلb قرائت گردید. برای محاسبه ی میزان کلروفیل a و b از بر حسب میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر نمونه از روابط زیر استفاده شد و کلروفیل کل از مجموع کلروفیل a و b به دست آمد (Gonçalves *et al.*, 2009).

a: (۲۲/۳۸× $A_{۶۶۲}$+ ۳/۶۴× $A_{۶۴۵}$) (رابطه ۱)

b: (۳۰/۳۸× $A_{۶۴۵}$+ ۶/۵۸× $A_{۶۶۲}$) (رابطه ۲)

در روابط فوق A عدد خوانده شده در طول موج مورد نظر است.

۲-۹. تجزیه و تحلیل آماری

تیمار ها در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفته و نتایج با استفاده از روش‌های آنالیز واریانس یک طرفه ANOVA مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در صورت معنادار بودن تفاوت، مقایسه بین میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد. بررسی‌های آماری در سطح اطمینان ۹۵ درصد و آنالیز های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS statistic.20 انجام گرفته و نمودارها با نرم افزار EXCEL رسم گردیده است.

۳. نتایج و بحث

۳-۱. حداقل غلظت مهارکننده از رشد باکتری اشرشیاکلی

حداقل غلظت مهارکننده از رشد در این تحقیق برای باکتری *اشرشیا کلی* ۱۰۰۰۰ppm بود. در مطالعات دیگر حداقل غلظت مهار کنندگی اسانس رزماری بر *اشرشیا کلی* ۳۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر گزارش شده است (Amin Afshar *et al.*, 2016). این تفاوت می‌تواند مربوط به منطقه کشت گیاه، شرایط کشت گیاه، تفاوت در روش کار و تعداد متفاوت باکتری باشد. در این مطالعه از غلظت‌های کمتر رزماری برای تهیه پوشش‌های ضدمیکروبی استفاده شد، زیرا بر اساس استاندارد شماره ۱۰۰۸۲ تعداد حداکثر مجاز باکتری کلی فرم در سبزیجات log CFU/g ۱۰۰ می‌باشد و همچنین در پوشش‌های خوراکی ویژگی‌های حسی از جهت پذیرش مصرف کننده نیز مهم می‌باشد و استفاده از مقادیر بالای اسانس می‌تواند طعم و مزه اسفناج را تغییر دهد. بنابراین در این مطالعه برای انتخاب میزان اسانس از ترکیب نتایج ویژگی‌های ضد میکروبی آن و امتیازات حسی ارزیاب‌ها استفاده شد (Buneaet *al.*, 2008).

۳-۲. میزان بار میکروبی کل

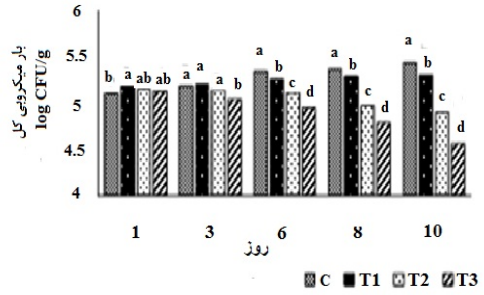
بار میکروبی کل در یک ماده غذایی می تواند شاخصی برای مدت زمان ماندگاری آن باشد. در اسفناج با توجه به شکل ۱ بیشترین میزان بار میکروبی کل مربوط به نمونه شاهد و کمترین میزان آن مربوط به نمونه ۰/۶ درصد اسانس بود. همچنین در روز اول، نمونه پوشش‌دهی شده با پروتئین آب پنیر میزان بار میکروبی کل بیشتر از نمونه شاهد داشته که مطابق شکل ۴ می‌تواند بدلیل pH بالاتر نمونه باشد ولی به تدریج بدلیل وجود مواد زیست فعال با خاصیت ضد میکروبی در آب پنیر این تیمار توانسته است به طور معنی‌داری بار میکروبی را نسبت به نمونه شاهد کنترل کند. نتایج این تحقیق با مطالعه‌ای که درخصوص پوشش‌دهی با کنسانتره آب پنیر و اسانس زنیان بر روی توت فرنگی انجام گرفته است همخوانی دارد (Panji *et al.*, 2018).

تیمارهای حاوی اسانس رزماری به ویژه اسانس۰/۶ درصد به دلیل داشتن سینامالدئید و کامفور به عنوان اجزای اصلی رزماری با خواص ضدباکتری و ضداکسیدانی مناسب، بهترین اثر ضد میکروبی را داشته و می‌توانند باعث اختلال در غشای سیتوپلاسمی میکروارگانیسم‌ها شوند. این خواص در مطالعات دیگر از جمله استفاده از اسانس رزماری در گوشت مرغ و شمارش باکتری *کل* در آن به اثبات رسیده است (Raeisi *et al.*, 2016). البته اسانس رزماری تا روز دهم نگهداری نمونه‌ها نه تنها از افزایش بار میکروبی کل بصورت موثر جلوگیری کرد بلکه توانست بار میکروبی در تیمار حاوی اسانس رزماری ۶۰۰۰ ppm را که در روز اول log CFU/g ۳/۵۴ بود در روز دهم به log CFU/g ۳/۳۱ برساند.

۳-۳. میزان کلی فرم

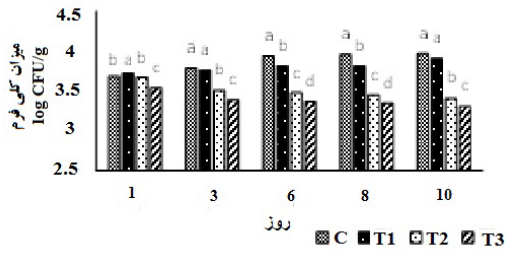
کلی فرم‌ها به عنوان شاخص کیفیت بهداشتی غذا و آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به شکل ۲ در همه روزها بهترین تیمار، نمونه حاوی ۰/۶ درصد اسانس رزماری و بعد از آن نمونه حاوی ۰/۳ درصد اسانس بوده است. غلظت‌های اسانس رزماری به

خوبی توانستند در مدت زمان ۱۰ روز سبب کاهش تعداد کلی فرم‌ها شوند که این نتیجه با توجه به بیماری زا بودن تعدادی از کلی فرم‌ها از نظر سلامت مصرف کنندگان بسیار مهم می‌باشد. تاثیر اسانس رزماری بر تعداد کلی‌فرم‌ها در مقادیر ۳ و ۵ درصد در گوشت مرغ نگهداری شده در دمای یخچال نشان داد که با وجود افزایش شمارش کلی فرم‌ها در نمونه شاهد، عصاره رزماری به ویژه در مقدار ۵ درصد توانست در تمام طول مدت آزمایش میزان آلودگی به کلی فرم‌ها را در کمتر از حد مجاز تعریف شده توسط سازمان دامپزشکی کشور نگه دارد (Mahmoudi Hashemi *et al.*, 2015). همچنین در مطالعه‌ای دیگر، فیلم حاوی اسانس آویشن به طور معنی‌داری باعث کاهش جمعیت *E.coli* در برگ‌های اسفناج تازه به مدت ۵ روز در زیر سطح قابل تشخیص شد (Issa *et al.*, 2017).



شکل۱. تغییرات بار میکروبی کل اسفناج در طی ۱۰ روز ماندگاری

* حروف کوچک (a, b, c, d) نشان دهنده تفاوت معنی داری (P<۰/۰۵) بین تیمارها می‌باشد.*(c: نمونه شاهد، T_1: دارای پوشش پروتئین آب پنیر، T_2: پوشش پروتئین آب پنیر حاوی ۰/۳درصد اسانس رزماری ، T3: پوشش پروتئین آب پنیر حاوی ۰/۶ درصد اسانس رزماری)

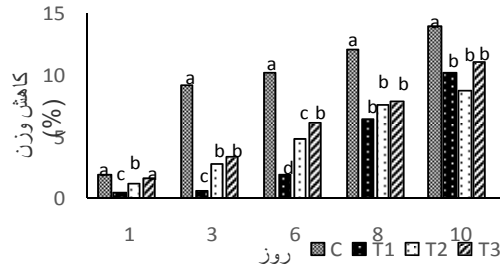


شکل۲. تغییرات میزان کلی فرم اسفناج در طی ۱۰ روز ماندگاری

حروف کوچک (a, b, c, d) نشان دهنده تفاوت معنی داری (P<۰/۰۵) بین تیمارهامی باشد.(c: نمونه شاهد، T_1: دارای پوشش پروتئین آب پنیر، T_2: پوشش پروتئین آب پنیر حاوی ۰/۳درصد اسانس رزماری ، T3: پوشش پروتئین آب پنیر حاوی ۰/۶ درصد اسانس رزماری)

۳-۴. کاهش وزن

وزن محصول پس از برداشت در اثر تبخیر به تدریج کاهش می‌یابد ولی اگر این کاهش زیاد باشد محصول شادابی و طراوت خود را از دست می‌دهد و ارزش اقتصادی و قابلیت فروش آن در بازار تقلیل می‌یابد. استفاده از پوشش‌های خوراکی به علت ایجاد یک مانع، می‌تواند افت وزن ناشی از تبخیر رطوبت را کاهش دهد (Perez-Gago *et al.*, 2005). بر این اساس در مطالعه حاضر، با توجه به شکل۳، با گذشت زمان افت وزن در همه نمونه‌ها روند افزایشی نشان می‌دهد. در تمام روزها بیشترین کاهش وزن مربوط به نمونه شاهد بوده که با تیمارهای دیگر به دلیل عدم وجود کنسانتره آب پنیر بر روی نمونه، اختلاف معناداری نشان داده است (P<۰/۰۵). در نمونه‌های پوشش داده شده به دلیل به وجود آمدن یک غشا نیمه تراوا نسبت به نمونه شاهد، کاهش انتقال رطوبت و از دست رفتن آب مشاهده می‌شود.



شکل۳.تغییرات کاهش وزن (٪) نمونه‌های اسفناج در طی ۱۰ روز ماندگاری

حروف کوچک (a, b, c, d) نشان دهنده تفاوت معنی داری (P<۰/۰۵) بین تیمارهامی باشد.(c: نمونه شاهد، T_1: نمونه پوشش داده شده با پروتئین آب پنیر، T_2: پوشش پروتئین آب پنیر حاوی ۰/۳درصد اسانس رزماری ، T3: پوشش پروتئین آب پنیر حاوی ۰/۶ درصد اسانس رزماری)

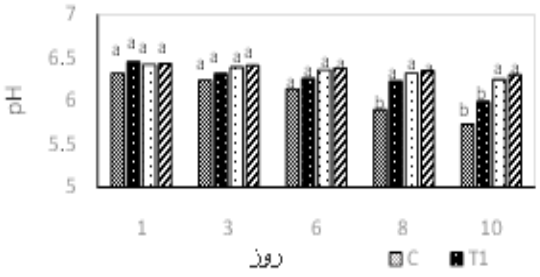
در نمونه‌های پوشش داده شده با اسانس و پروتئین آب پنیر تا روز ششم به صورت معنی‌دار افت وزن بیشتری نسبت به تیمار آب پنیر دیده شد که می‌تواند به دلیل تغییر ساختار پوشش توسط اسانس باشد (Asghari Marjanlou *et al.*, 2009). عدم اختلاف آماری بین کاهش وزن تیمارهای پوشش دار در روزهای ۸ و ۱۰ می‌تواند به دلیل کاهش رطوبت و تبخیر کمتر آب از نمونه ها در این روزها باشد. در مطالعه انجام شده روی ماندگاری سیب از طریق پوشش دهی با کنسانتره پروتئین آب پنیر نیز بیان شد که پوشش‌دهی سیب باعث کاهش معنی‌دار در میزان افت وزن در

مقایسه با گروه شاهد می‌شود که با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد (Perez-Gago *et al.*, 2005).

۳-۵. تغییرات pH

یکی از فاکتورهای مهم در طی ماندگاری موادغذایی pH است که عواملی از جمله شرایط بیوشیمیایی محصول، سرعت تنفس و فعالیت متابولیکی میکروب‌ها بر روی آن موثر است. در این مطالعه تا روز ششم اختلاف معناداری در بین تیمارها دیده نمی‌شود که می‌تواند به این دلیل باشد که واکنش‌های بیوشیمیایی موثر در تولید اسید در این مدت کوتاه هنوز تاثیر خود را نگذاشته‌اند. افزایش اسید می‌تواند در اثر سنتز اسیدهای آلی غالب یعنی اسید اگزالیک و اسید مالیک در اثر فعالیت‌های میکروبی و شیمیایی باشد (Rami *et al.*, 2016).

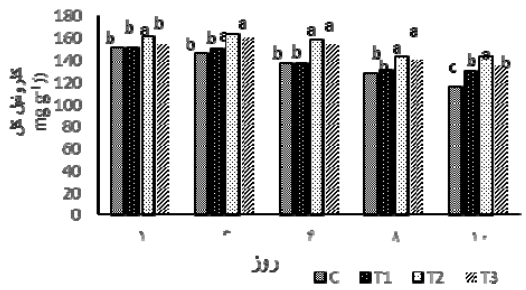
در روزهای پایانی تغییر بیشتری در میزان این فاکتور دیده شد و کمترین تغییرات مربوط به نمونه حاوی اسانس بود که می‌تواند به دلیل فعالیت ضد میکروبی اسانس در جلوگیری از فعالیت متابولیکی میکروب‌ها و تولید اسید باشد. همچنین پروتئین آب پنیر با کاهش ورود اکسیژن سبب کاهش فرایند تنفس و جلوگیری از کاهش pH در اسفناج می‌شود. مشابه این مطالعه، در اسفناج بسته بندی شده با اتمسفر تغییر یافته نیز در نمونه حاوی مقدار ۱۵٪ دی اکسید کربن و اکسیژن کمتر مقدار pH بالاتری گزارش شد (Darani *et al.*, 2015).



شکل۴.تغییرات pH نمونه های اسفناج در طی ۱۰ روز ماندگاری
حروف کوچک (a, b, c, d) نشان دهنده تفاوت معنی داری (P<۰/۰۵) بین تیمارهامی باشد.(c: نمونه شاهد، T_1: نمونه پوشش داده شده با پروتئین آب پنیر، T_2: پوشش پروتئین آب پنیر حاوی ۰/۳درصد اسانس رزماری ، T3: پوشش پروتئین آب پنیر حاوی ۰/۶ درصد اسانس رزماری)

۳-۶.کلروفیل

اسفناج تازه دارای مقادیر مناسبی کلروفیل می‌باشد که با گذشت زمان با توجه به این که کلروفیل ترکیبی حساس است و می‌تواند در طی فرایند انبارداری تخریب گردد، کاهش می‌یابد. این شرایط موجب از بین رفتن رنگ سبز سبزی‌ها و افت کیفیت آن‌ها می‌شود و در نهایت در عدم بازار پسندی آن‌ها نیز اثر دارد. مطابق مطالعات انجام شده فاکتورهای زیادی مانند دما، یون‌های فلزی و آنزیم‌ها بر روی تجزیه کلروفیل موثر هستند. در این میان تجزیه کلروفیل در دماهای پایین و pH قلیایی، کاهش می‌یابد (Rami *et al.*, 2016; Nisha *et al.*, 2004). با توجه به شکل ۵ میزان کلروفیل در طی نگهداری روند کاهشی نشان می‌دهد و در تمام روزها نمونه حاوی رزماری ۰/۳ درصد و بعد از آن نمونه رزماری ۰/۶ درصد از جهت پایداری کلروفیل بهتر بوده است. کمترین میزان کلروفیل کل در طی ۱۰ روز به طور معنی‌دار مربوط به نمونه شاهد بود. بالاترین مقدار کلروفیل در نمونه‌های پوشش داده شده با اسانس می‌تواند بدلیل pH بالاتر این نمونه‌ها (شکل۴) و اثر جلوگیری کننده پروتئین آب پنیر برای ورود اکسیژن و فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده باشد.



شکل۵. تغییرات کلروفیل کل در نمونه های اسفناج در طی ۱۰ روز
حروف کوچک (a, b, c, d) نشان دهنده تفاوت معنی داری (P<۰/۰۵) بین تیمارهامی باشد.(c: نمونه شاهد، T_1: نمونه پوشش داده شده با پروتئین آب پنیر، T_2: پوشش پروتئین آب پنیر حاوی ۰/۳درصد اسانس رزماری ، T_3: پوشش پروتئین آب پنیر حاوی ۰/۶ درصد اسانس رزماری)

رامی و همکاران (۲۰۱۶) طی پژوهشی در خصوص استفاده از بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده و بره موم در نگهداری اسفناج بیان کردند که با افزایش میزان بره موم و با کاهش اکسیژن به ۱۵ درصد میزان باقی‌ماندن کلروفیل افزایش می‌یابد (Rami *et al.*, 2016). بررسی اثر پوشش کیتوزان بر روی فلفل سبز نیز نشان داد که اثر ضد میکروبی کیتوزان سبب حفظ محتوی کلروفیل در فلفل

می‌گردد (Gholammipourfard *et al.*, 2010). از طرف دیگر در برخی از مطالعات گزارش شده است که غلظت بالای اسانس باعث سوختگی در سطح میوه شده و به عنوان یک عامل تنش‌زا باعث افزایش فعالیت‌های حیاتی سلول و کاهش کلروفیل می‌گردد (Asghari Marjanlou *et al.*, 2009).

۴. نتیجه‌گیری

بسته‌بندی فعال یکی از روش‌های نوین و کارآمد در افزایش کیفیت و ماندگاری محصولات می‌باشد. بر این اساس در این مطالعه از پوشش حاوی آب پنیر و اسانس برای افزایش ماندگاری اسفناج استفاده شد. نتایج نشان داد که بالاترین اثر ضد میکروبی در ارتباط با نمونه پوشش داده شده با پروتئین آب پنیر و حاوی اسانس بود که با افزایش غلظت این اثر بیشتر مشاهده شد. همچنین اضافه کردن اسانس در مقدار ۰/۳ درصد توانست با جلوگیری از کاهش pH در اثر فعالیت ضد میکروبی به حفظ کلروفیل و بهتر بودن رنگ کمک کند. پروتئین آب پنیر نیز به دلیل ایجاد یک لایه بر روی محصول ضمن جلوگیری از افزایش افت وزن، سبب شفافیت ظاهر محصول گردید. بنابراین استفاده از این نوع پوشش خوراکی به ویژه مخلوط کنسانتره آب پنیر و مقدار ۰/۳ درصد اسانس می‌تواند در حفظ تازگی و کیفیت اسفناج در بسته بندی آماده برای مصرف موثر باشد.

۵. منابع

Amin Afshar, M.H., Mahasti, P. and Emam Djomeh, Z. 2016. Identification of forming compounds, minimum inhibitory concentration and encapsulation of rosemary officinalis essential oil cultivated in Shiraz. *Journal of Medicinal Plants*, 15(60): 112-122. [In Farsi]

Arvanitoyannis, L.S. and Varzakas Theodoros, H. 2008. Vegetable waste management: treatment methods and potential uses of treated waste. *Elsevier*, 11:703-761.

Asghari Marjanlou, A.A.F., Mostoufi, Y., Shoeybi, Sh. And Maghoumi, M. 2009. Effect of basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil on gray mold control and postharvest quality of strawberry (cv. Selva). *Journal of Medicinal Plants*, 8(29):131-139. [In Farsi]

Bunea, A., Andjelkovic, M., Socaciu, C., Bobis, O., Neacsu, M., Verhé, R. and Camp, J.V. 2008. Total and individual carotenoids and phenolic acids content in fresh, refrigerated and processed spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Food Chemistry*, 15(2): 649-56.

Darani, S., Fazel, M. and Keramat, J. 2015. Survey on the effect of MAP on the some physicochemical quality of spinach during preservation. *Periodical New Science and Technical Food*, 1(3): 69-79. [In Farsi]

Fu, Y., Zu, Y., Chen, L.Y., Shi, X.G., Wang, Z. and Sun, S. Efferth, T. 2007. Antimicrobial activity of clove and rosemary essential oils alone and in combination. *Physiotherapy Research*, 21: 989-994.

Ghavidel, R., Ghiafeh Davoodi, M., Fahim AdibAsl, A., Tanoori, T. and Sheykholeslami, Z. 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.

Gholammipourfard, K., Kamari, S., Ghasemnezhad, M. and Ghazvini, R.F. 2010. Effect of chitosan coating on weight loss and postharvest quality of green pepper. *Acta Horticulturae*, 877: 821-826. [In Farsi]

Gil, M. I. and Garrido, Y. 2020. Fresh and fresh-cut mature spinach. In controlled and modified atmospheres for fresh and fresh-cut produce. 1st ed. Academic Press, pp. 551-555.

Gonçalves, E.M., Cruz, R.M.S., Abreu, M., Brandao, T.R.S. and Silva, C.L.M. 2009. Biochemical and color changes of watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.) during freezing and frozen storage. *Journal of Food Engineering*, 93: 32–39.

Institute of standards and industrial research of Iran. 2007. Microbiology of food and animal feeding stuffs- horizontal method for the enumeration of coliforms- colony- count technique. 9263.

Institute of standards and industrial research of Iran. 2008. Packed fresh vegetable to ready for use-specifications and test methods. 10082.

Iranian National Standardization Organization. 2015. Microbiology of the food chain horizontal method for the enumeration of microorganisms. 5272-1.

Issa, A., Ibrahim, S.A. and Tahergorabi, R. 2017. Impact of sweet potato starch-based nanocomposite

packaging film. *Journal of food science*, 68(2): 602-606.

Raeisi, M., Tabaraei, A., Hashemi, M. and Behnampour, N. 2016. Effect of sodium alginate coating incorporated with nisin, *Cinnamomum zeylanicum*, and rosemary essential oils on microbial quality of chicken meat and fate of listeria monocytogenes during refrigeration, *International Journal of Food Microbiolog*, 238:139-145.

Raghav, P.K., Agarwal, N. and Saini, M. 2016. Edible coating of fruits and vegetables: A review. *International Journal Scientific Research and Modern Education*, 1(1): 2455-5630.

Rami, A., Sheikhloie, H. and Yousefi, A.R. 2016. Evaluation of the effect of modified atmosphere packaging (MAP) and propolis on some properties of spinach cultivar of varamin 88 during preservation. *Food Science and Technology*, 13(61): 1-15. [In Farsi]

Seydim A.C .and Sarikus G. 2006. Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oils. *Food Research International* 39(5): 639-644.

films activated with thyme essential oil on the shelf-life of baby spinach leaves. *Foods*. 6(6): 43

Jiang, y., Wu, N., Fu, Y.J., Wang, W., Lue, M., Zhao, C.J., Zu, Y.J. and Liu, X.L. 2011. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Rosemary. *Environmental Toxicology and pharmacology*, 32(1): 63-68.

Jooyandeh, H. 2011. Whey protein films and coatings: A review. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(3): 296-301.

Kaur, S. and Pure, D. 2017. Active and intelligent packaging: A boon to food packaging. *International Journal Food Science and Nutrition*, 2(4): 15-18.

Mahmoudi Hashemi, M., Delfani, F. and Jokar, M. 2015. Antimicrobial and antioxidant effects of rosemary extract on quality and shelf life of raw chicken during refrigerated storage. *Journal of Food Science and Technology*, 4(15): 131-142. [In Farsi]

Marshall, K. 2004. Therapeutic applications of whey protein. *Alternative Medicine Review*, 9(2):136-156.

Mudau, A. R., Soundy, P., Araya, H.T. and Mudau, F. N. 2018. Influence of modified atmosphere packaging on postharvest quality of baby spinach (*Spinacia oleracea* L.) Leaves. *Hort Science*, 53(2): 224-230.

Nisha, P., Singhal, R. S. and Pandit, A. B. 2004. A study on the degradation kinetics of visual green colourin spinach (*Spinacia oleracea* L.) and the effect of salt therein. *Journal of Food Engineering*, 64: 135–142.

Panji, M., ghajarbeygi, P., Mahmoudi, R. and Shahsavari, S. 2018. Effect of whey protein concentrate edible coating and *Trachyspermum copticum* essential oil on the microbial, physicochemical and organoleptic characteristics of fresh strawberries during storage. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences*, 23: 53-66. [In Farsi]

Perez-Gagoa, M.B., Serrab, M., Alonsoa, M., Mateosb, M. and del Rio, M.A. 2005. Effect of whey protein- and hydroxypropyl methylcellulose-based edible composite coatings on color change of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*, 36: 77-85.

Piagentini, A., Güemes, D.andPirovani, M. 2003. Mesophilic aerobic population of fresh-cut spinach as affected by chemical treatment and type of