ارزیابی تاثیر ژل آلوئه‌ورا به‌عنوان پوشش خوراکی بر ویژگی‌های میکروبی، فیزیکوشیمیایی و حسی توت‌فرنگی تازه طی انبارداری

آریو امامی فر *، **

استادیار، گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

(تاریخ دریافت: **93/5/3**، تاریخ پذیرش: **93/7/1**)

چکیده

توت‌فرنگی به دلایلی مانند رطوبت و فعالیت متابولیک بالا و فساد ناشی از رشد میکروارگانیسم‌ها، عمر نگه‌داری کوتاهی دارد. در این تحقیق از پوشش خوراکی بر پایه ژل آلوئه‌ورا در غلظت‌های متفاوت از ژل رقیق شده با آب مقطر (10، 40 و 70 درصد وزنی-وزنی)، به‌عنوان تیمار پس از برداشت، با هدف افزایش عمر نگه‌داری و کاهش سرعت تخریب ویژگی‌های کیفی توت‌فرنگی طی 16 روز انبار مانی در دمای 4 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 5 ± 75 درصد استفاده شد. پایداری میکروبی (تعداد کپک و مخمر و کل باکتری‌های مزوفیل هوازی)، خصوصیات فیزیکوشیمیایی (اسید آسکوربیک، کاهش وزن، آنتوسیانین، اسیدیته، pH و کل مواد جامد محلول) و ویژگی‌های حسی توت‌فرنگی پوشش داده‌شده با ژل آلوئه‌ورا پس از بسته‌بندی و پس از 4، 8، 12 و 16 روز از شروع انبارداری، در مقایسه با شاهد ارزیابی گردید. پوشش‌های آلوئه‌ورا به‌صورت معنی‌داری رشد میکروارگانیسم‌ها را به تاخیر انداخته و افت وزن و تخریب اسید آسکوربیک را نسبت به شاهد تا 16 روز پس از شروع انبارمانی کاهش دادند. بیش‌ترین فعالیت ضد میکروبی در میوه‌های پوشش‌دار شده با 70 درصد ژل آلوئه‌ورا مشاهد شد، اما در میزان تخریب اسید آسکوربیک به اندازه 44/6 میلی‌گرم در 100 گرم میوه و افت وزن به میزان14/1 درصد، نتایج مطلوبی تا پایان انبار مانی حاصل نشد. پوشش‌های حاوی40 درصد ژل آلوئه‌ورا علاوه‌بر کاهش بار میکروبی در توت‌فرنگی تازه (2/95 log cfu/g برای کپک و مخمر و 2/26 log cfu/g برای باکتری‌های مزوفیل هوازی) به‌صورت معنی‌داری ($p<0/05$) کم‌ترین میزان تخریب اسید آسکوربیک (53/1 میلی‌گرم در 100 گرم میوه) و درصد افت وزن (12 درصد) و بیش‌ترین امتیاز ویژگی‌های حسی را تا پایان 16 روز انبار مانی به خود اختصاص دادند.

واژه‌های کلیدی: توت‌فرنگی، ژل آلوئه‌ورا، انبار مانی، پوشش‌دهی.

* نویسنده مسئول: a.emamifar@uok.ac.ir

** استادیار، مرکزپژوهشی به نژادی و به زارعی توت‌فرنگی، دانشگاه کردستان

1- مقدمه

توت‌فرنگی میوه‌ای با ماندگاری کوتاه می‌باشد، به‌طوری که عمر مفید پس از برداشت آن در دمای صفر الی 4 درجه سانتی‌گراد تا 5 روز است [2-1]. این میوه به دلیل تنفس، رطوبت و فعالیت متابولیکی بالا و نیز حساسیت به پوسیدگی‌های میکروبی و قارچی، به‌خصوص کپک خاکستری حاصل از قارچ *بوتریتیس*[1]، بسیار فسادپذیر است [3]. ضایعات توت‌فرنگی از مرحله برداشت تا رسیدن به دست مصرف کننده حدود 30 درصد برآورد شده است، بنابراین کاهش سرعت تخریب ویژگی‌های کیفی آن، یکی از چالش‌های مهم محسوب می‌گردد [4]. مطالعات فراوانی در خصوص تیمارهای موثر، پیش و پس از برداشت، با هدف افزایش ماندگاری توت‌فرنگی صورت گرفته که می‌توان به‌کارگیری روش‌هایی از جمله انبار با اتمسفر کنترل شده [9, 5]، پرتودهی فرابنفش [10]، تیمارهای حرارتی [12-11]، فرا صوت [14-13] و استفاده از ترکیباتی نظیر پلی آمین ها[2] [15]، فنیل اتیل الکل[3] [16]، متیل جاسمونات[4] [18-17]، دی اکسیدکربن [19]، نیتریک اکسید[5] [20]، متیل سیکلوپروپن[6] [21] و مهارکننده‌های بیولوژیک نظیر سالیسیلیک اسید[7] [22] اشاره کرد. امروزه به‌کارگیری پوشش‌های خوراکی [24-23] و بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته [25]، بسته‌بندی‌های فعال[8] [26]، ضد میکروبی [27] و نانو ساختار [28] نیز توجه ویژه‌ای را در فناوری‌های پس از برداشت این محصول با ارزش، به خود جلب کرده است. پوشش‌دهی محصولات کشاورزی با فساد پذیری بالا، یکی از روش‌های متداول است که با کاهش سرعت خروج رطوبت محصول و شدت تنفس، سرعت تخریب ویژگی‌های کیفی نظیر سفتی بافت، عطر، طعم و خصوصیات حسی و در نهایت کاهش سرعت رشد میکروبی را در محصول به دنبال دارد [29]. یک پوشش مطلوب علاوه‌بر آن که بدون رنگ، عطر و طعم است، باید باعث کاهش سرعت خروج رطوبت غذای محتوی خود بوده و اثر نامطلوب بر سلامت مصرف کننده نداشته باشد[27]. آلژینات‌ها، کیتوزان، سلولز، کیتین، موسیلاژها، پروتئین‌های شیر، زئین ذرت به تنهایی و یا در ترکیب با سایر پوشش‌دهنده‌ها، نشاسته و واکس‌ها از جمله پوشش‌هایی هستند که تاکنون به‌طور گسترده در صنعت غذا مورد استفاده قرار گرفته‌اند [30]. هرناندز مونوز و همکاران (2008) ترکیب کیتوزان و گلوکونات کلسیم را به‌عنوان پوشش، جهت کاهش افت وزنی، حفظ سفتی بافت و در نهایت افزایش عمر نگه‌داری توت‌فرنگی تازه در انبار سرد به‌کار بردند [31]. پردونز و همکاران (2012) نیز از ترکیب کیتوزان و روغن لیمو برای پوشش‌دهی توت‌فرنگی تازه استفاده کردند و توانستند عمر انبارداری این میوه را تا 14 روز در دمای 5 درجه سانتی‌گراد افزایش دهند [32]. کامپوس و همکاران (2009) با به‌کارگیری پوششی از ترکیب نشاسته کاساوا و روغن کوپایبا برای توت‌فرنگی تازه، گزارش کردند که این نوع پوشش توانایی کاهش افت وزنی و ممانعت از رشد میکروارگانیسم‌های مزوفیل و سرمادوست را در دمای 11 درجه سانتی‌گراد و طی 12 روز انبارداری دارا می‌باشد [33]. به تازگی تمایلات فراوانی برای به‌کارگیری ژل آلوئه‌ورا در صنایع غذایی به‌خصوص صنایع نوشابه و بستنی‌سازی، به‌عنوان یک ترکیب فرا سودمند مشاهده شده است [34]. از سوی دیگر از این ژل به‌عنوان یک پوشش خوراکی با هدف افزایش ماندگاری میوه‌های تازه، نظیر نارنگی و برش‌های پاپایا، استفاده شده‌است[35-36]. والورد و همکاران (2005) گزارش کردند که پوشش‌دهی خوشه‌های انگور با استفاده از ژل آلوئه‌ورا رقیق شده با آب مقطر، به صورت یک واحد ژل و سه واحد آب مقطر (وزنی/ وزنی) به‌عنوان یک پوشش خوراکی، نه تنها اثر ممانعتی بر جلوگیری از رشد کپک‌ها و مخمرها در طول انبارداری دارد، بلکه با کاهش افت وزنی و ممانعت از چروکیدگی، افزایش عمر انبارداری میوه‌ها را در طی انبارداری به دنبال دارد [30]. مارتینز رومرو و همکاران (2006) نشان دادند که پوشش‌دهی میوه‌های گیلاس با ژل آلوئه‌ورا توانایی کاهش قهوه‌ای شدن ساقه‌ها، شدت تنفس و افت وزنی و افزایش پذیرش مصرف‌کنندگان را در مقایسه با میوه‌های بدون پوشش در طی انبارداری دارد [37]. نبی گل و اصغری (2013) ژل آلوئه‌ورا را به‌عنوان یک پوشش خوراکی برای افزایش طول عمر نگه‌داری دانه‌های انار مورد استفاده قرار

1. *Botrytis*
2. Polyamines
3. Phenyl Ethyl Alcohol
4. Methyl jasmonate
5. Nitric oxide
6. 1-methylcyclopropene
7. Salicylic acid
8. Active packaging

داده و گزارش دادند که این نوع پوشش علاوه‌بر خاصیت ضدقارچی، توانایی کاهش افت وزنی و شدت تنفس در میوه‌ها را طی انبارداری تا 21 روز دارد [38]. مطالعات نشان داده که آلوئه‌ورا (*Aloe barbadensis* Miller) دارای ویژگی‌های ضدمیکروبی، ضد اکسیداسیونی، ضد ویروسی و ضدالتهابی می‌باشد [39]. دو محصول اصلی حاصل از برگ‌های تازه برداشت شده این گیاه شامل: بخش مایع، حاوی تراوش‌های زرد رنگ و تلخ مزه و بخش نیمه جامد (پالپ)، حاوی بافت پارانشیمی گیاه است [40]. سلول‌های بافت پارانشیمی برگ آلوئه‌ورا حاوی ژلی شفاف و چسبناک است که اغلب به‌عنوان پوشش خوراکی و یا در فرمولاسیون‌های غذایی به‌کار برده می‌شود [41]. شایان ذکر است که رطوبت بخش نیمه جامد (98/5 درصد آب) به‌طور معمول از ژل خالص آلوئه‌ورا (99/5 درصد آب) کم‌تر است [42]. امروزه کاهش ضایعات پس از برداشت محصولات تازه کشاورزی با هدف افزایش امنیت غذایی و جلوگیری از هدر رفت سرمایه، یکی از چالش‌های اساسی پیش روی جوامع می‌باشد [43]. هدف اصلی این تحقیق ارزیابی تاثیر ژل آلوئه‌ورا به‌عنوان پوشش خوراکی بر ویژگی‌های میکروبی، فیزیکوشیمیایی و حسی توت‌فرنگی تازه طی 16 روز انبارداری در دمای 4 درجه سانتی‌گراد است.

2- مواد و روش ها

2-1- برداشت توت‌فرنگی تازه

نمونه‌های توت‌فرنگی تازه رقم پاروس (*Fragaria ananassa c.v.* Paros) در مرحله بلوغ تجاری و هنگامی که به اندازه کامل خود رسیده و بیش از 75 ٪ سطح آن‌ها از نظر ظاهری (چشمی) قرمز رنگ شده بودند، درنیمه دوم اردیبهشت ماه سال 1392 از یک مزرعه صنعتی واقع در شهرستان سنندج در اوایل صبح، برداشت و حداکثر پس از 2 ساعت از زمان برداشت، در ظروف کوچک با عمق 10 سانتی‌متر، به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از جداسازی میوه‌های آلوده، فاسد و نارس، نمونه‌ها به سردخانه با دمای 4 درجه سانتی‌گراد تا زمان اجرای تیمار پوشش‌دهی منتقل شدند.

2-2- آماده سازی ژل آلوئه‌ورا

برگ‌های تازه آلوئه‌ورا بلافاصله پس از برداشت، با آب مقطر استریل شستشو داده شدند. نوک، انتها و لبه برگ‌ها بریده و سپس با استفاده از یک چاقوی دستی قسمت میانی برگ به‌صورت طولی برش داده شد و پوست و برگ‌ها از گوشت وسط برگ (فیله) که حاوی ژل می‌باشد جدا شد. فیله‌ها پس از جداسازی توسط یک مخلوط‌کن به مدت 5 دقیقه به خوبی خرد و مخلوط شدند. مخلوط حاصل پس از عبور از صافی پارچه‌ای، با هدف تولید ژل خالص، جمع‌آوری گردید. ژل خالص در دمای 75 درجه سانتی‌گراد به مدت 5 دقیقه پاستوریزه شد. غلظت‌های تحت بررسی (10، 40 و 70 درصد وزنی-وزنی) با افزودن آب مقطر استریل به ژل خالص تهیه گردید [30].

2-3- پوشش‌دهی با محلول حاوی ژل آلوئه‌ورا

800 عدد توت‌فرنگی با اندازه یکسان و هر یک با وزن متوسط 5 گرم، در محلول رقیق شده ژل آلوئه‌ورا با آب مقطر استریل در چهار غلظت (صفر (شاهد)،10، 40 و 70 درصد وزنی-وزنی) به مدت 5 دقیقه در دمای محیط (25 درجه سانتی‌گراد) غوطه‌ور شدند. میوه‌ها پس از انجام تیمار پوشش‌دهی از محلول خارج شده و به یک ظرف فلزی حاوی توری، جهت آبکش شدن، منتقل شدند. پس از 30 دقیقه و در دمای محیط، میوه‌ها که تا حدی خشک‌شده و رطوبت سطحی آن‌ها تبخیر شده بود در ظروف یکبار مصرف درب‌دار از جنس پلی اتیلن سبک با ضخامت ورق 350 میکرومتر و با ابعاد10×10×10 سانتی‌متر، بسته‌بندی (40 بسته، هر بسته حاوی 15 عدد توت‌فرنگی تازه با وزن متوسط 5 گرم) و به انبار سرد با دمای 1±4 درجه سانتی‌گراد (دمای یخچال) و رطوبت نسبی 5±75 درصد منتقل شدند [31، 44].

2-4- بررسی خصوصیات میکروبی، فیزیکوشیمیایی و حسی توت‌فرنگی پوشش داده شده در انبار

از بسته‌های حاوی توت‌فرنگی‌های پوشش داده شده و بدون پوشش (نمونه شاهد) قبل از انبارداری (لحظه صفر) و سپس 4، 8، 12 و 16 روز پس از انبارداری در سه تکرار جهت انجام آزمون‌های میکروبی، فیزیکوشیمیایی و حسی نمونه‌برداری گردید.

2-4-1- آزمون‌های میکروبی

به‌منظور بررسی میزان گسترش آلودگی میکروبی (فساد کپکی و باکتریایی) آزمون میکروبی برای نمونه‌های پوشش داده شده و شاهد اجرا شد. در این آزمون ابتدا مقدار ده گرم از نمونه توت‌فرنگی به یک ارلن با حجم 200 میلی‌لیتر حاوی 90 میلی‌لیتر آب پپتونه استریل (0/1 درصد وزنی-حجمی) برای تهیه رقت 10^{-1} منتقل و به خوبی مخلوط شد. سپس با استفاده از یک پیپت استریل، یک دهم میلی‌لیتر از رقت فوق جهت کشت میکروبی استفاده گردید. برای شمارش کپک‌ها و مخمرها از روش کشت سطحی و محیط کشت PDA, Scharlau Chemie, SA., Barcelona, Spain به همراه 10 درصد تارتاریک اسید استفاده شد. پتری‌های کشت داده شده به همراه پتری‌های شاهد به مدت 5 روز در دمای 25 درجه سانتی‌گراد در گرمخانه قرارداده شد. از محیط کشت PCA, Scharlau Chemie, S.A., Barcelona, Spain و روش کشت آمیخته برای شمارش باکتری‌های مزوفیل هوازی استفاده شد و پتری‌های کشت داده شده به مدت 3 روز در دمای 30 درجه سانتی‌گراد درگرمخانه نگه‌داری شدند. کلیه آزمایش‌ها در سه تکرار انجام و نتایج به‌صورت لگاریتم تعداد واحد کلنی میکروارگانیسم‌ها در هر گرم توت‌فرنگی (log (cfu/g گزارش شده است.

2-4-2- آزمون‌های فیزیکو شیمیایی

آنتوسیانین به روش چنگ وبرین [45] و اسید آسکوربیک به روش تیتراسیون با 2و6 دی کلروفنل ایندوفنل[1][46] و خصوصیات فیزیکو شیمیایی شامل اسیدیته، کل مواد جامد محلول و pH مطابق با روش‌های استاندارد AOAC اندازه گیری گردید[47,49].

2-4-3- آزمون حسی

ویژگی‌های رنگ، طعم و پذیرش کلی نمونه‌ها با استفاده از روش آزمون لذت بخشی و با درجه بندی کیفی 5 امتیازی، ارزیابی گردید. در این ارزیابی عدد 5 خیلی خوب، عدد 4 خوب، عدد 3 متوسط، عدد 2 ضعیف و عدد 1 بسیار ضعیف را نشان می‌داد. داده‌های حاصل از آزمایشات بر اساس آنالیز واریانس و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن جهت مقایسه میانگین‌ها در سطح 5٪ تجزیه و تحلیل گردید.

2-5- تحلیل آماری

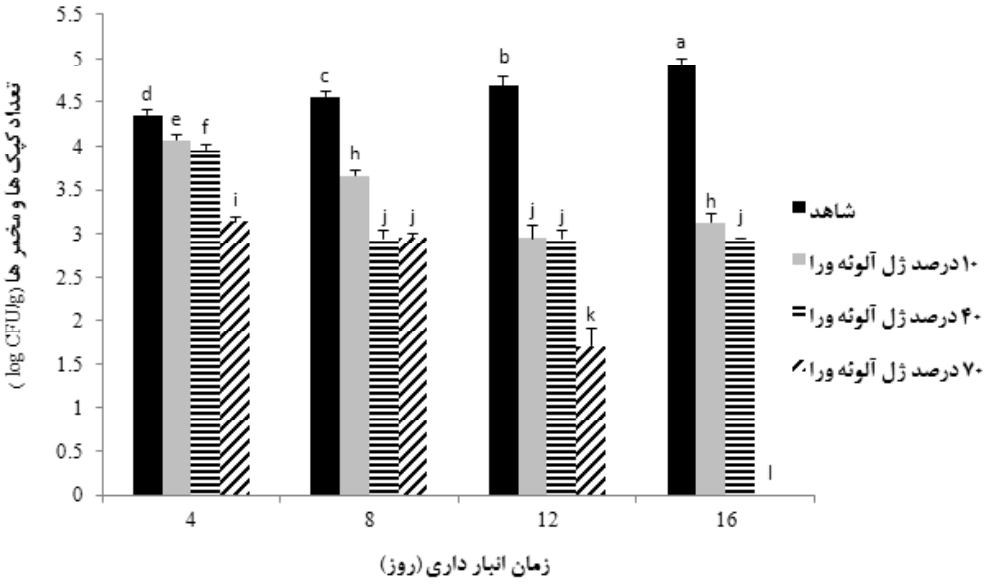
این تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح آماری کاملاً تصادفی با دو تیمارغلظت ژل آلوئه‌ورا (در چهار سطح صفر (شاهد)،10، 40 و 70 درصد وزنی-وزنی) و زمان انبارداری (در پنج سطح 0، 4، 8، 12و 16 روز پس از برداشت) و در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای تغییرات وزنی، pH، اسیدیته، اسید آسکوربیک، مقدار مواد جامد محلول، شمارش کپک و مخمر و کل باکتری‌های مزوفیل هوازی و خصوصیات حسی در پایان هر دوره انبارداری مورد بررسی قرار گرفت و نتایج بر اساس آنالیز واریانس داده‌ها و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن جهت مقایسه میانگین‌ها در سطح 5٪ تجزیه و تحلیل شد.

3- نتایج و بحث

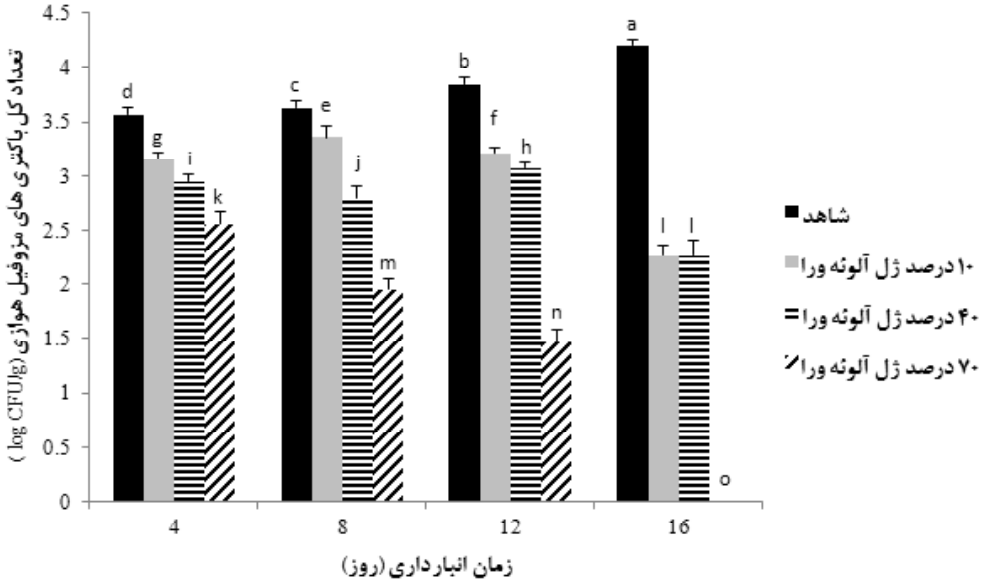
3-1- نتایج آزمون‌های میکروبی

کیفیت میکروبی توت‌فرنگی تازه پوشش‌دار شده و بدون پوشش، با شمارش کپک و مخمرها و کل باکتری‌های مزوفیل هوازی، یعنی شمارش کلی باکتری ها، ارزیابی گردید. متوسط تعداد کپک‌ها و مخمرها و باکتری‌ها در توت‌فرنگی‌های بسته‌بندی شده قبل از انبارداری (لحظه صفر) به ترتیب 3/83 log cfu/g و 3/24 log cfu/g بود. تغییر در تعداد این دو گروه از میکروارگانیسم‌ها در توت‌فرنگی‌های پوشش‌دهی شده با ژل آلوئه‌ورا در مقایسه با توت‌فرنگی‌های بدون پوشش و غوطه‌ور در آب مقطر خالص (نمونه شاهد)، به ترتیب در شکل‌های 1 و 2 نشان داده شده‌است. با مشاهده این شکل‌ها می‌توان دریافت که تعداد کلنی‌های کپک و مخمر و باکتری‌های هوازی در نمونه شاهد، از ابتدا تا پایان روز 16 انبارداری روند افزایشی را دنبال می‌کند، به‌طوری که پس از چهار روز انبارداری تعداد آن‌ها تا یک سیکل لگاریتمی افزایش می‌یابد. روند افزایشی تعداد کلنی‌ها پس از چهار روز در توت‌فرنگی‌های پوشش داده‌شده با غلظت‌های 10 و 40 درصد شتاب کم‌تری نسبت به شاهد دارد و این درحالی است که در توت‌فرنگی‌هایی با پوشش 70 درصد

1. 2,6-dichloroindophenol



شکل (1) مقایسه میانگین های اثر غلظت ژل آلوئه ورا و زمان انبار داری بر تعداد کپک ها و مخمرهای توت فرنگی تازه طی 16 روز



شکل (2) مقایسه میانگین های اثر غلظت ژل آلوئه ورا و زمان انبار داری بر تعداد کل باکتری های مزوفیل هوازی توت فرنگی تازه طی 16 روز

تعداد کلیه میکروارگانیسم‌ها سیر نزولی دارد تا جایی که پس از 16 روز، لگاریتم تعداد کپک و مخمرها و کل باکتری‌های هوازی مزوفیل به صفر می‌رسد. در نمودار شکل‌های 1 و 2 مشاهده می‌گردد که قدرت ضد میکروبی پوشش‌های حاوی 40 درصد ژل آلوئه‌ورا در مقایسه با 10 درصد آن، به‌صورت معنی‌داری (p<0/05) بیش‌تر است. این در حالی است که تفاوت معنی‌داری (p<0/05) در تعداد کپک‌ها و مخمرها (2/95 log cfu/g) بین توت‌فرنگی‌های پوشش داده با 10 درصد و یا 40 درصد ژل آلوئه‌ورا، پس از 12 روز انبارداری در دمای 4 درجه سانتی‌گراد، مشاهده نمی‌گردد. علاوه‌بر آن تفاوت آماری معنی‌داری (p<0/05) نیز در تعداد کل باکتری‌های هوازی (2/26 log cfu/g) بین توت‌فرنگی‌های پوشش داده با 10 درصد و یا 40 درصد ژل آلوئه‌ورا، پس از 16 روز انبارداری، مشاهده نمی‌شود. شکل‌های 1و 2 به ترتیب نشان می‌دهند که جمعیت کپک‌ها و مخمرها و از طرفی کل باکتری‌های مزوفیل هوازی، پس از 16 روز انبارداری، در نمونه‌های بدون پوشش توت‌فرنگی به ترتیب به (4/94 log cfu/g) و (4/2 log cfu/g) می‌رسد که با نتایج روزن و کدر (1989) و هم‌چنین رایت و کدر (1997) هم‌خوانی دارد [50,5]. پس می‌توان چنین نتیجه گرفت که با به‌کارگیری پوشش حاوی 70 درصد ژل آلوئه‌ورا برای توت‌فرنگی تازه، کاهش معنی‌داری در رشد کلیه میکروارگانیسم‌ها در مقایسه با نمونه شاهد مشاهده می‌گردد تا جایی که پس از 16 روز، لگاریتم تعداد کپک و مخمرها و کل باکتری‌های هوازی مزوفیل به صفر می‌رسد. فرو و همکاران (2003) نیز نشان دادند که ژل آلوئه‌ورا اثر ضد میکروبی قوی بر طیف گسترده باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی و هم‌چنین کپک‌ها و مخمرها دارد [51]. بر طبق مشاهدات گارسیا و همکاران (2006)، آنتراکوئینون[1] ماده موثر در ژل آلوئه‌ورا است که نقش ضد میکروبی ایفا می‌کند [52]. در حالی که وو و همکاران (2006) دی هیدروکسی آنتراکوئینون[2] و رینولد و داوچ (1999) ساپونین[3] را به‌عنوان عامل اصلی ضد میکروب اعلام کردند [53-54]. پوگ و همکاران (2001) اعلام کردند که آسمانان[4] نیز ترکیبی با ساختمان پلی ساکاریدی حاصل از حاصل از گیاه آلوئه‌وراست که به‌صورت غیرمستقیم نقش ضدمیکروبی خود را با تحریک فاگوسیتوز لکوسیت‌ها انجام می‌دهد [55]. وانگ و همکاران (1998) با مطالعه اثر ژل آلوئه‌ورا بر فعالیت باکتری *هلیکوباکتر پیلوری*[1]، تاثیر آنتراکوئینون بر کاهش فعالیت آنزیم آریل آمین ان استیل ترانسفراز[2] این باکتری را عامل اصلی مکانیسم ضدمیکروبی بیان کردند [56]. تحقیقات دیگر در خصوص اثر ضد قارچی ژل آلوئه‌ورا نشان می‌دهد که عصاره ژل آلوئه‌ورا اثر ضد قارچی مطلوبی بر رشد کپک *آسپرژیلوس فلاوس*[3] دارد [57]. سیترا و همکاران (2011) با مطالعه اثر ضد میکروبی ژل آلوئه‌ورا بر پاتوژن‌های گیاهی، غلظت 0/35 درصد از این ژل را بهینه تشخیص دادند [58]. نتایج تحقیقات دیگر در خصوص اثرات ضد قارچی ژل آلوئه‌ورا نشان می‌دهد که این ژل توانایی نابودی 15 الی 20 درصد اسپورهای کپک *پنیسیلیوم*[4]، *بوتریسیس* و *آلترناریا*[5] را دارد [59]. جاسورودریگز و همکاران (2005) اعلام کردند که ژل آلوئه‌ورا توانایی نابودی 22 الی 38 درصد میسیلیوم‌های پاتوژن‌های گیاهی از قبیل *ریزوکتنیا* [6]، *فوزاریوم*[7] و *کولتوتریکوم*[8] را دارد [40]. کاستیلو و همکاران (2010) گزارش نمودند که محلول پاششی ژل آلوئه‌ورا بر خوشه‌های انگور پیش از برداشت به سبب جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها، کاهش شدت تنفس و در نهایت تاخیر در فساد را در طی انبارداری به دنبال دارد[60]. مارتینز رومرو و همکاران (2013) دریافتند که پوشش‌دهی دانه‌های میوه انار با ژل آلوئه‌ورا توانایی تاخیر در رشد کپک‌ها و مخمرها و هم‌چنین باکتری‌های مزوفیل هوازی را در دمای 3 درجه سانتی‌گراد و تا 12 روز انبارداری را دارا می‌باشد [61]. بنابراین نتایج تحقیقات منتشر شده با نتایج این بخش از تحقیق که بر نقش ضدقارچی و ضد باکتریایی ژل آلوئه‌ورا گواهی می‌دهد منطبق می‌باشد.

1. Anthraquinone
2. 1,4-Dihydroxyanthraquinone
3. Saponine
4. Acemannan

1. *Helicobacter pylori*
2. Arylamine N-acetyltransferase
3. *Aspergillus flavus*
4. *Penicillium*
5. *Althernaria*
6. *Rhizoctonia*
7. *Fusarium*
8. *Colletotrichum*

3-2-نتایج آزمون‌های خصوصیات فیزیکوشیمیایی(کاهش وزن، اسید آسکوربیک، اسیدیته، pH، موادجامد محلول، آنتوسیانین)

3-2-1- اسید آسکوربیک

میزان اسید آسکوربیک یکی از مهم‌ترین فاکتورهای سنجش کیفیت توت‌فرنگی تازه می‌باشد. به‌طور معمول، مقدار اسید آسکوربیک در توت‌فرنگی تازه، با توجه به نوع رقم، در محدوده 26-84 میلی‌گرم در هر صد گرم، قرار دارد [61-62]. این مقدار با افزایش زمان انبارداری کاهش می‌یابد [63]. همان‌طور که در نمودار شکل 3 مشاهده می‌گردد، با افزایش زمان انبارداری در دمای 4 درجه سانتی‌گراد، در تمامی نمونه‌های توت‌فرنگی پوشش‌دار و یا بدون پوشش، اسید آسکوربیک روند نزولی معنی‌داری ($p<0/05$) را طی می‌کند. در پایان 16 روز انبارداری، میزان اسید آسکوربیک در نمونه شاهد (بدون پوشش) 42 درصد (35/86 میلی‌گرم در 100 گرم) کاهش یافته است، در حالی که در نمونه‌های پوشش داده شده به ترتیب در غلظت‌های 10 درصد ژل آلوئه‌ورا، 32/5 درصد (42/85 میلی‌گرم در 100 گرم)، 40 درصد ژل آلوئه‌ورا، 28 درصد (44/60 میلی‌گرم در 100 گرم) و70 درصد ژل آلوئه‌ورا، 14/3 درصد (53/10 میلی‌گرم در 100 گرم)، سرعت تخریب اسید آسکوربیک، کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد. پلازا و همکاران (2006) فرایندهای اکسیداتیو را عامل اصلی انهدام اسید آسکوربیک در بافت میوه‌ها بیان داشتند و دریافتند که این فرایندها در حضور نور، اکسیژن، حرارت و آنزیم‌های اکسید کننده تسریع می‌گردند[64]. با پوشش‌دهی توت‌فرنگی‌ها با ژل آلوئه‌ورا، میزان نفوذ اکسیژن به درون بافت میوه کاهش می‌یابد که در نتیجه، کاهش فعالیت آنزیم‌های اکسیدکننده اسید آسکوربیک و در نهایت کاهش میزان نابودی اسید آسکوربیک در توت‌فرنگی‌های پوشش‌دار شده با ژل را به دنبال خواهد داشت. آدتونجی و همکاران (2012) با به‌کارگیری ژل آلوئه‌ورا به‌عنوان پوشش برای میوه آناناس، کاهش نفوذپذیری به اکسیژن را عامل مهمی در افزایش ماندگاری اسید آسکوربیک بیان داشتند[34]. آترس و همکاران (2010) نیز مهم‌ترین عامل ماندگاری اسید آسکوربیک در میوه‌جات تازه پوشش‌دار شده را کاهش میزان نفوذ پذیری به اکسیژن گزارش نمودند [65].

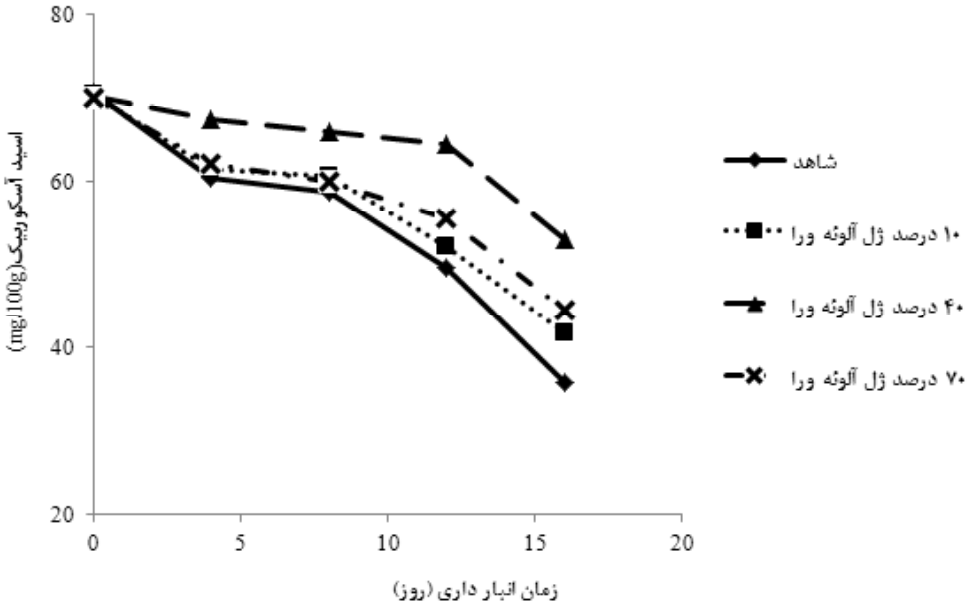
3-2-2- کاهش وزن

کنترل کاهش وزن میوه‌ها و سبزی‌های تازه یکی از مهم‌ترین اهداف پوشش‌دهی است. تغییرات کاهش وزن توت‌فرنگی تازه در طی انبارداری، با پوشش و یا بدون پوشش، در نمودار شکل 4 آمده است. با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا تا 70 درصد میزان کاهش وزن، در توت‌فرنگی‌های پوشش داده شده، کاهش می‌یابد که البته بر طبق گزارشات ارگون و ساتیچ (2012) مقدار کاهش وزن بسته به نوع محصول رقم و خصوصیات بافت آن می‌تواند متفاوت باشد [66]. مطابق با نمودار شکل 4 پوشش‌دهی توت‌فرنگی تازه با ژل آلوئه‌ورا به شکل معنی‌داری بر کاهش میزان افت وزنی محصول در انبار موثر می‌باشد، به‌طوری که در پایان 16 روز انبارداری میزان افت وزنی به میزان 14، 12و 16 درصد، به ترتیب برای میوه‌های پوشش داده شده با ژل آلوئه‌ورا با غلظت‌های 10، 40 و 70 درصد قابل محاسبه است. همان‌طور که اشاره شده به‌کارگیری پوشش‌هایی با غلظت 40 درصد ژل، کم‌ترین کاهش وزن میوه‌ها را به دنبال داشته است. پوشش‌دهی با ژل آلوئه‌ورا، کاهش سرعت خروج رطوبت محصول به محیط را به دنبال دارد. یامان و بایوندریلی (2002) مهم‌ترین مکانیسم کاهش وزن را تبخیر آب در سطح محصول بیان داشتند [67]. محبی و همکاران (2011) نیز مهم‌ترین اثر مثبت پوشش‌دهی محصولات تازه کشاورزی را تشکیل لایه ممانعتی در برابر تبخیر و انتشار آب از بافت محصول به محیط اطراف اعلام کردند [68]. نتایج تحقیقات منتشر شده در خصوص اثرات مثبت ژل آلوئه‌ورا برکاهش میزان افت وزن محصولات تازه کشاورزی از قبیل انگور، گیلاس، سیب و پاپایا در طی نگه‌داری در انبار سرد منطبق می‌باشد [30، 35، 37 و 66].

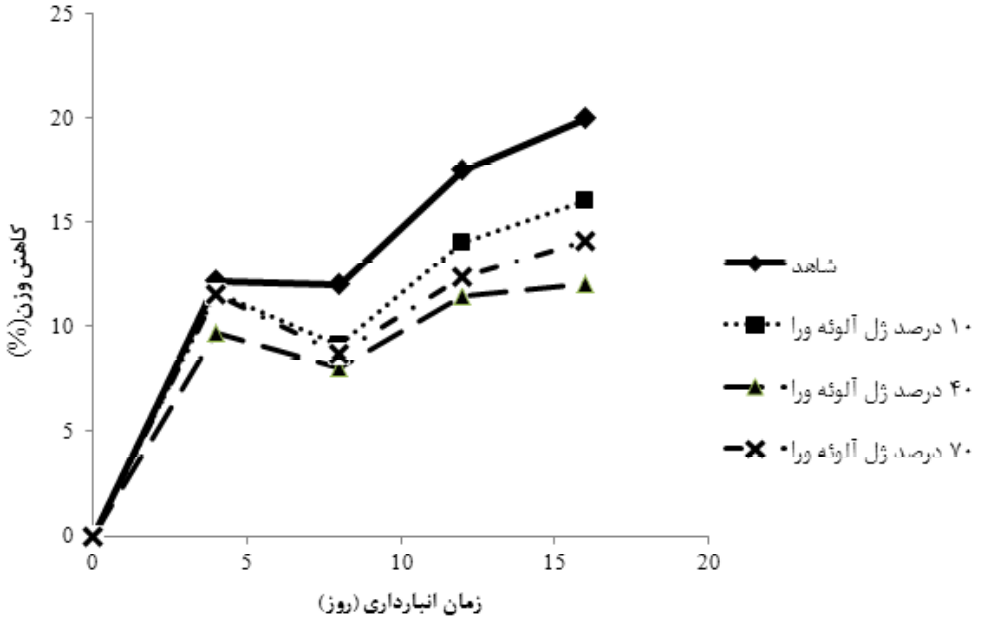
3-2-3- اسیدیته، pH، موادجامد محلول و آنتوسیانین

میزان آنتوسیانین در توت‌فرنگی معیار مهمی برای سنجش میزان رسیدگی است. مهم‌ترین آنتوسانین موجود در توت‌فرنگی پلارگونیدین 3 گلوکوزید[1] می‌باشد [61]. به‌طور معمول مقدار آنتوسیانین در توت‌فرنگی تازه با توجه به نوع رقم در محدوده 12/4-44/2 میلی‌گرم در هر صد گرم قرار دارد[44]. مقایسه میانگین‌های میزان آنتوسیانین در جدول 1 نشان می‌دهد که تفاوت

1. Pelargonidin-3-O-glucoside



شکل (3) مقایسه میانگین های اثر غلظت ژل آلوئه ورا و زمان انبارداری بر مقدار اسید آسکوربیک توت فرنگی تازه طی 16 روز



شکل (4) مقایسه میانگین های اثر غلظت ژل آلوئه ورا و زمان انبارداری بر کاهش وزن توت فرنگی تازه طی 16 روز

میزان آنتوسیانین میوه‌های پوشش داده شده با شاهد در طی زمان‌های نمونه برداری (هر چهار روز یک‌بار) از نظر آماری معنی‌دار نیست، اما تا پایان زمان انبارداری (روز شانزدهم)، میزان آنتوسیانین به تدریج در تمامی نمونه‌های پوشش‌دار شده و شاهد، روند نزولی معنی‌داری ($p<0/05$) را طی می‌کند. افت میزان آنتوسیانین در نمونه‌های شاهد و پوشش‌دار شده را می‌توان به نوع رقم و فعالیت آنزیم‌های اکسیداسیونی میوه در طی انبارداری مرتبط دانست [2]. بر طبق جدول1، با افزایش زمان انبارداری اسیدیته به‌صورت تابعی از زمان انبارداری روند کاهشی معنی‌دار رنگ میوه‌ها ایجاد نمی‌کند. این موضوع با نتایج حاصل از ارزیابی حسی رنگ توسط مصرف‌کنندگان نیز هم‌خوانی خوبی دارد (جدول 2). افزایش غلظت پوشش‌های ژل آلوئه‌ورا، شدت افت اسیدیته نمونه‌های توت‌فرنگی را طی انبارداری کاهش می‌دهد که البته دلیل آن را می‌توان کاهش شدت تنفس در میوه‌های پوشش داده شده نسبت به شاهد بیان کرد. وارگاس و همکاران نیز (2006) با پوشش‌دهی توت‌فرنگی توسط کیتوزان روند مشابهی را از کاهش اسیدیته در طی انبارداری گزارش نمودند [2]. در تمامی تیمارها، به جز تیمار غلظت ژل آلوئه‌ورا 70 درصد، تا 8 روز پس از انبارداری میزان اسیدیته تفاوت آماری معنی‌داری نشان نمی‌دهد ولی با افزایش زمان انبارداری تا 16 روز، بیش‌ترین افت اسیدیته در نمونه‌های شاهد مشاهده می‌گردد که نشان دهنده افزایش سرعت تجزیه اسیدها و ترکیبات آلی در نمونه شاهد می‌باشد. از طرف دیگر میزان اسیدیته در نمونه پوشش داده شده با غلظت 70 درصد ژل آلوئه‌ورا، تا 12 روز، به‌طورتقریبی، روند ثابتی را طی می‌کند. مطابق با جدول1، پس از 16 روز انبارداری، بیش‌ترین افت اسیدیته در نمونه‌های شاهد، و کم‌ترین آن در توت‌فرنگی‌های پوشش داده شده با غلظت 70 درصد ژل آلوئه‌ورا می‌باشد. به نظر می‌رسدکه پوشش‌دهی با آلوئه‌ورا با کندکردن فرایندهای مرتبط با رسیدن میوه، سرعت تخریب اسیدهای آلی را کاهش دهد[62]. همان‌طور که در جدول 1 مشاهده می‌گردد، مقدار pH توت‌فرنگی ها پس از پوشش‌دهی و در طی انبارداری تغییر معنی‌دار ($p<0/05$) و محسوسی نسبت به شاهد نشان نمی‌دهد. پایین‌ترین مقدار pH، پس از 16 روز انبارداری، در نمونه شاهد (3/10) مشاهده می‌گردد. این نتیجه با نتایج مقدار اسیدیته نمونه‌های شاهد که پس از 16 روز انبارداری به کم‌ترین درصد اسیدیته (0/64 درصد) رسیدند، هم‌خوانی دارد. الکساندر و همکاران (2012) نیز گزارش کردند که مقدار pH توت‌فرنگی در طی انبارداری در دمای یخچال، تا 14 روز تغییرات محسوسی ندارد [44]. با توجه به جدول 1 در تمامی نمونه‌ها، مقدار مواد جامد محلول تا 4 روز پس از انبارمانی تفاوت آماری معنی‌داری ($p<0/05$) را نشان نداده و از ثبات نسبی برخوردار است. با افزایش زمان انبارداری مواد جامد محلول به‌صورت تابعی از زمان انبارداری، روند افزایشی را طی می‌کند؛ به‌طوری که در روزهای 8 و 12 از انبارداری، افزایش میزان مواد جامد محلول در نمونه‌های پوشش داده شده با شدت کم‌تر و در نمونه‌های شاهد با شدت بیش‌تری، ظاهر می‌گردد. بررسی روند تغییرات مواد جامد محلول نمونه‌های پوشش داده شده و شاهد در پایان انبارداری (روز شانزدهم) افزایش بسیار کم‌تری را از خود نشان می‌دهد. دلیل افزایش میزان مواد جامد محلول را می‌توان به تخریب کربوهیدرات‌ها و شروع فساد میوه‌ها و از طرف دیگر شکسته شدن اسید به قند در طول تنفس میوه نسبت داد، که البته با به‌کارگیری پوشش‌های آلوئه‌ورا و کاهش شدت تنفس از روند افزایشی ملایم‌تری پیروی می‌کند [۶۹،۲]. مالی و گروسمان (2003) نیز با به‌کارگیری پوشش‌هایی از جنس نشاسته بر روی توت‌فرنگی اعلام کردند که میزان انهدام مواد جامد محلول در میوه‌ها، نسبت به توت‌فرنگی‌های بدون پوشش کاهش می‌یابد و علت آن را کم شدن شدت تنفس، به دلیل حضور پوشش، گزارش نمودند [69].

3-3 خصوصیات حسی

مطابق با جدول2، به‌کارگیری ژل آلوئه‌ورا در هیچ غلظتی اثر معنی‌داری بر نتایج ارزیابی حسی رنگ توت‌فرنگی ندارد. این نتیجه با بی‌معنی بودن تغییرات غلظت آنتوسیانین با به‌کارگیری ژل آلوئه‌ورا در مقایسه با شاهد، مطابقت دارد (جدول1). سارانو و همکاران (2005) نیز گزارش کردند که غلظت آنتوسیانین در میوه گیلاس رابطه مستقیمی با شدت و کیفیت رنگ آن دارد [70].

جدول (1) مقایسه میانگین های اثر متقابل غلظت ژل آلوئه ورا و زمان انبارداری بر بعضی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی توت فرنگی تازه

غلظت ژل آلوئه ورا (درصد)	زمان انبارداری (روز)	آنتوسیانین (میلی گرم در 100 گرم)	مواد جامد محلول (درصد)	اسیدیته (درصد)	pH
0	0	23/00 a	4/23 i	0/81 def	3/26 bcd
	4	19/50 bdc	4/25 i	0/82 cde	3/26 bcd
	8	19/10 bdcef	7/00 defg	0/83 bcd	3/35 bcd
	12	17/33 defg	7/80 bcd	0/75 hg	3/37 abcd
	16	16/60 efgh	6/00 fgh	0/64 i	3/10 cd
10	0	23/00 a	5/60 h	0/80 def	3/34 bcd
	4	20/75 abc	5/53 h	0/87 b	3/35 bcd
	8	18/06 cdefg	7/15 cdef	0/86 bc	3/71 a
	12	15/50 ghi	7/14 cdef	0/77 hg	3/41 abc
	16	14/16 ih	5/36 hi	0/67 i	3/14 dc
40	0	23/00 a	8/99 ab	0/81 def	3/14 dc
	4	20/20 abcd	9/50 a	0/83 bcd	3/14 dc
	8	16/62 efgh	6/20 efgh	0/81 def	3/13 dc
	12	16/41 fgih	7/30 cde	0/74 hg	3/25 dc
	16	13/66 i	6/40 efgh	0/72 h	3/60 ab
70	0	21/00 ab	5/67 h	0/92 a	3/05 d
	4	20/93 ab	6/00 fgh	0/94 a	3/23 dc
	8	19/25 bdce	9/00 ab	0/92 a	3/39 abcd
	12	18/75 bcdef	8/25 bc	0/93 a	3/16 dc
	16	15/81 gih	5/80 gh	0/78 efg	3/21 dc

حروف مشابه نشان دهنده تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد می‌باشند

جدول (2) مقایسه اثرات اصلی غلظت ژل آلوئه ورا بربعضی از خصوصیات حسی توت فرنگی تازه طی انبارداری

منابع تغییرات	رنگ	طعم	پذیرش کلی
غلظت ژل آلوئه ورا (درصد)			
0	3/96 a	2/78 ab	2/46 b
10	3/63 a	2/46 b	2/48 b
40	3/80 a	3/20 a	3/26 a
70	3/935 a	2/86 ab	2/86 ab

حروف مشابه نشان دهنده تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد می‌باشند

بیش‌ترین امتیاز پذیرش کلی و طعم از دیدگاه ارزیاب‌ها به تیمار 40 درصد ژل آلوئه‌ورا تعلق گرفت. بنابراین می‌توان دریافت که تیمار پوشش‌دهی توت‌فرنگی با غلظت 40 درصد ژل آلوئه‌ورا، علاوه‌بر مطلوب بودن از نظر خواص فیزیکو شیمیایی و میکروبی، از نظر حسی نیز از سایر تیمارها و در مقایسه با شاهد مطلوب‌تر به نظر می‌رسد.

4- نتیجه گیری

این تحقیق نشان داد که پوشش‌دهی توت‌فرنگی تازه با ژل آلوئه‌ورا روشی جدید در نگه‌داری و افزایش طول عمر نگه‌داری توت‌فرنگی تازه در دمای 4 درجه سانتی‌گراد است. سرعت رشد میکروبی در توت‌فرنگی تازه با پوشش‌دهی توسط ژل آلوئه‌ورا کاهش می‌یابد. استفاده از پوشش‌های خوراکی حاوی 40 درصد ژل آلوئه‌ورا توانایی افزایش طول عمر نگه‌داری توت‌فرنگی تازه را تا 16 روز بدون تاثیر منفی در اکثر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ویژگی‌های حسی در دمای 4 درجه سانتی‌گراد دارد. به هر صورت، به‌کارگیری ژل آلوئه‌ورا، به‌عنوان پوشش خوراکی با هدف افزایش عمر ماندگاری و پس از برداشت توت‌فرنگی تازه برای نگه‌داری در زمان‌های طولانی، موثر نمی‌باشد. بنابراین باید روش‌های تکمیلی برای افزایش طول عمر ماندگاری این محصول استراتژیک، به همراه پوشش‌دهی با ژل آلوئه‌ورا، با غلظت 40 درصد، به‌کار گرفته شود.

5- تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مرکز پژوهشی به نژادی و به زراعی توت‌فرنگی دانشگاه کردستان تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

[1] Jiang, Y. M., Joyce, D.C., Terry, L.A. (2001). 1-Methylcyclopropene treatment affects strawberry fruit decay. *Postharvest Biol. Tec.*, 23, 227–232.

[2] Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A., González-Martínez, C. (2006). Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coating. *Postharvest Biol. Tec.*, 41, 164-171.

[3] Aday, M.S., Caner, C. (2011). The Applications of 'active packaging and chlorine dioxide' for extended shelf life of fresh strawberries. *Packag. Technol. Sci.*, 24, 123-136.

[4] Park, S.I., Stan, S.D., Daeschel, M.A., Zhao, Y. (2005). Antifungal coatings on fresh strawberries (*Fragaria ananassa*) to control mold growth during cold storage. *Food Sci.*, 70, 202-207.

[5] Wright, K. P., Kader, A.A. (1997). Effect of slicing and controlled-atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. *Postharvest Biol. Tec.*, 10, 39-48.

[6] Perez, A.G., Sanz, C. (2001). Effect of high-oxygen and high-carbon-dioxide atmosphere on strawberry flavor and other quality traits. *J. Agr. Food Chem.*, 49, 2370-2375.

[7] Pelayo, C., Ebeler, S.E., Kader, A.A. (2003). Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5C in air or air+20KPa CO_2. *Postharvest Biol. Tec.*, 27, 171-183.

[8] Almenar, E., Del-Valle, V., Hernández-Muňoz, P., Lagarón, J. M., Catalá, R., Gavara, R. (2007). Equilibrium modified atmosphere packaging of wild strawberries. *J. Sci. Food Agr.*, 87, 1931–1939.

[9] Odriozola-Serrano, I., Soliva-Fortuny, R., Martín-Belloso, O. (2010). Changes in bioactive composition of fresh-cut strawberries stored under super atmospheric

N., Wang, X.X., Zheng, Y. H. (2005). Effects of methyl jasmonate on postharvest decay in strawberry fruit and the possible mechanisms involved. *ISHS Acta Hortic*., 712, 693-698.

[19] Harker, F.R., Elgar, H.J., Watkins, C.B, Jakson, P.J., Hallett, I.C. (2000). Physical and mechanical changes in strawberry fruit after high carbon dioxide treatments. *Postharvest Biol. Tec*., 19, 139 - 46.

[20] Zhu, S., Zhou, S.H. (2007). Effect of nitric oxide on ethylene production in strawberry fruit during storage. *Food Chem*., 100, 1517–1522.

[21] Bower, J.H., Biasi, W.V., Mitcham, E.J. (2003). Effect of ethylene and 1-MCP on the quality and storage life of strawberries. *Postharvest Biol. Tec*., 28, 471-423.

[22] Zhang, H., Ma, L., Turner, M., Xu, H., Zheng, X., Dong, Y., Jiang, S. (2010). Salicylic acid enhances bio control efficacy of *Rhodotorula glutinis* against postharvest *Rhizopus* rot of strawberries and the possible mechanisms involved. *Food Chem*., 122, 577-583.

[23] Tanada-Palmu, S.P., Grosso, C.R.F. (2005). Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*fragaria. ananassa*) quality. *Postharvest Biol. Tec*., 36, 199-208.

[24] Del-Vallea, V., Hernández-Muñozb, P., Guardac, A., Galottod, M. J. (2005). Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus* indica) and its application to extend strawberry (*fragaria ananassa*) shelf-life. *Food Chem*., 91, 751–756.

[25] Caner, C., Aday, M.S. (2009). Maintaining quality of fresh strawberries through various modified atmosphere packaging. *Packag. Technol. Sci*., 22, 115–122.

[26] Almenar, E., Catala, R., Hernandez-Muñoz, P., Gavara, R. (2009). Optimization of an active package for wild strawberries based on the release of 2-nonanone. *LWT - Food Sci. Tec*., 42, 587–593.

oxygen, low-oxygen or passive atmospheres. *J. Food Compos. Anal*., 23, 37–43.

[10] Erkan, M., Wang, Y.S., Wang, Y.C. (2008). Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit. *Postharvest Biol.Tec*., 48, 163-171.

[11] Vicente, A.R., Martinez, G.A., Civello, P.M., Chaves, A. R. (2002). Quality of heat-treatment strawberry fruit during refrigerated storage. *Postharvest Biol. Tec*., 25, 59-71.

[12] Lara, I., Garcia, P., Vendrell, M. (2006). Post-harvest heat treatments modify cell wall composition of strawberry (*Fragaria ananassa* Dach.) F*ruit. Sci. Hortic*., 109, 48-53.

[13] Cao, S., Ho, Z., Pang, B., Wang, H., Xie, H., Wu, F. (2010). Effect of ultrasound treatment on fruit decay and quality maintenance in strawberry after harvest. *Food Control*, 21, 529–532.

[14] Aday, M. S., Temizkan, R., Büyükcan, M. B., Caner, C. (2013). An innovative technique for extending shelf life of strawberry: Ultrasound. *LWT - Food Sci. Technol.*, 52, 93–101.

[15] Ponappa, T., Scheerens, J.C., Miller, A.R. (1993). Vacuum infiltration of polyamines increases firmness of strawberry slices under various storage conditions. *J. Food Sci*., 58, 361-364.

[16] Mo, E.K., Sung, C.K. (2007). Phenyl Ethyl alcohol (PEA) application slows fungal growth and maintains aroma in strawberry. *Postharvest Biol. Tec*., 45, 234 - 239.

[17] Ayala-Zavala, J.F., Wang, S.Y., Wang, C.Y., Gonzalez-Aguilar, G.A. (2005). Methyl jasmonate in conjunction with ethanol treatments increased antioxidant capacity, aroma compounds and postharvest life of strawberry fruit. *Eur. Food Res. Int*., 22, 1438-1443.

[18] Zhang, F.S., Wang, X.Q., Ma, S.L., Cao, S.F., Li,

Bio-Tech. Genet., 12, 39-43.

[35] Marpudi, S.L, Abirami, L.S.S, Pushkala, R., Srividya, N. (2011). Enhancement of storage life and quality maintenance of papaya fruits using Aloe vera based antimicrobial coating. *Indian. J. Biotechnol*., 10, 83-89.

[36] Navarro, D., Díaz-Mula, H.M., Guillén, F., Zapata, P. J., Castillo, S., Serrano, M., Valero, D., Martínez-Romero, D. (2011). Reduction of nectarine decay caused by *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* and *Penicillium digitatum* with Aloe vera gel alone or with the addition of thymol. *Int. J. Food Microbiol*., 151, 241–246.

[37] Martinez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J.M., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D., Serrano, M. (2006). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: a new edible coating. *Postharvest Biol. Tec*., 39, 93–100.

[38] Nabigol, A., Asghari, A. (2013). Antifungal activity of Aloe vera gel on quality of minimally processed pomegranate arils. International *Int. J. Agron. Plant Prod*., 4, 833-838.

[39] Pal, S. Sahrawat, A. Prakash, D. (2013). Aloe vera: composition, processing and medicinal properties. *Int. J. Curr. Discover Innov.*, 2, 106-122.

[40] Jasso de Rodriguez, D., Hernandez-Castillo, R., Rodriguez-Gracia, Angulo-Sanchez, J. L. (2005). Antifungal activity in vitro of Aloe vera pulp and liquid fraction against plant pathogenic fungi. *Ind. Crop Prod*., 21, 81–87.

[41] Castillo, S., Navarro, D., Zapata, P.J., Guillén, F., Valero, D., Serrano, M., Martínez-Romero, M. (2010). Antifungal efficacy of Aloe vera in vitro and its use as a preharvest treatment to maintain postharvest table grape quality. *Postharvest Biol. Tec*., 57, 183–188.

[27] Mehyar, G.F., Han, J.H. (2011). Active Packaging for Fresh-Cut Fruits and Vegetables, in Modified Atmosphere Packaging for Fresh-Cut Fruits and Vegetables, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.

[28] Yang, F.M., Li, H.M., Li, F., Xin, Z.H., Zhao, L.Y., Zheng, Y.H., Hu, Q.H. (2010). Effect of Nano-Packing on Preservation Quality of Fresh Strawberry (*Fragaria ananassa Duch. cv Fengxiang*) during Storage at 4 °C. *J. Food Sci*., 75, 236–240.

[29] Bifani, V., Ramírez, C., Ihl, M., Rubilar, M., García, A., Zaritzky, N. (2007). Effects of murta (*Ugni molinae* Turcz) extract on gas and water vapor permeability of carboxymethylcellulose-based edible films. *LWT - Food Sci. Tec*., 40, 1473-1481.

[30] Valverde, J.M., Valero, D., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Castillo, S. Serrano, M. (2005). Novel coating based on Aloe vera gel to maintain table grape quality and safety. *J. Agric. Food Chem*., 53, 7807–7813.

[31] Hernández-Munoz, P., Almenar, E., Valle, V.D., Velez, D., Gavara, R. (2008). Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chem*., 110, 428-35.

[32] Perdones, A, Sánchez-González, L, Chiralt, A, Vargas, M. (2012). Effect of chitosan–lemon essential oil coatings on storage keeping quality of strawberry. *Postharvest Biol. Tec*., 70, 32-41.

[33] Campos, R.P., Rodovalho, M.D.A. (2009). Coating on 'Camarosa' organic strawberries stored at low temperature. *Braz. J. Food Technol*., 12, 60-67.

[34] Adetunji, C.O., Fawole, O.B., Arowora, K.A., Nwaubani, S.I, Ajayi, E.S., Oloke, J. K., Majolagbe, O.M., Ogundele, B.A, Aina J.A., Adetunji, J.B. (2012). Effects of edible coatings from Aloe vera gel on quality and postharvest physiology of *ananas comosus* (*L.*) fruit during ambient storage. *Global J. Sci. Front Res.*

E., Rahman, S.R, Stimson, W.H. (2003). In vitro susceptibilities of *Shigella flexneri* and *Streptococcus pyogenes* to inner gel of *Aloe barbadensis* Miller. Antimicrob. *Agents Ch.*, 43, 1137-1139.

[52] Garcia-Sosa, K., Villarreal-Alvarez, N., Lubben, P., Peña-Rodriguez, L. M. (2006). Chrysophanol, an antimicrobial anthraquinone from the root extract of *Colubrina greggii*. *J. Mex. Chem. Soc.*, 50, 76-78.

[53] Wu, Y.W., Ouyang, J., Xiao, X.H, Gao, W.Y, Liu, Y. (2006). Antimicrobial properties and toxicity of anthraquinones by microcalorimetric bioassay. *Chin. J. Chem.*, 24, 45-50.

[54] Reynolds, T., Dweck, A. C. (1999). Aloe vera leaf gel: a review update. *J. Ethnopharmacol.*, 68, 3-37.

[55] Pugh, N., Ross, S.A., Elsohly, M.A, Pasco, D.S. (2001). Characterisation of Aloeride, a new high molecular weight polysaccharide from Aloe vera with potent immunostimulatory activity. *J. Agric. Food Chem.*, 49, 1030-1034.

[56] Wang, H.H, Chung, J.G., Ho, C.C., Wu, C.T., Chang, S.H. (1998). Aloe-emodin effects on arylamine N-acetyl transferase activity in the bacteria *Heliobacter pylori*. *Planta Med.*, 64, 176-178.

[57] Babaei, A., Manafi, M.,Tavafi, H. (2013). Study on effect of Aloe vera leaf extracts on growth of *Aspergillus flavus*. *Ann. Rev. Res. Biol.*, 3, 1091-1097.

[58] Sitara, U., Hassan, N., Naseem, J. (2011). Antifungal activity of aloe vera gel against plant pathogenic fungi. *Pakistan J. Bot.*, 43, 2231-2233.

[59] Saks, Y., Barkai-Golan, R. (1995). Aloe vera gel activity against plant pathogenic fungi. *Postharvest Biol. Tec.*, 6, 159-165.

[60] Castillo, S., Navarro, D., Zapata, P.J., Guillén, F., Valero, D., Serrano, M., Martínez-Romero, D. (2010). Antifungal efficacy of Aloe vera in vitro and its use as a preharvest treatment to maintain postharvest table

[42] Eshun, K., He, Q. (2004). Aloe vera: a valuable ingredient for the food, pharmaceutical and cosmetic industries-a review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 44, 91–96.

[43] Kader, A.A. (2005). Increasing food availability by reducing postharvest losses of fresh produce. *Acta Hort.*, 682, 2169-2176.

[44] Alexandre, E.M.C., Brandao, T.R.S., Cristina L. M.S. (2012). Efficacy of non-thermal technologies and sanitizer solutions on microbial load reduction and quality retention of strawberries. *J. Food Eng.*, 108, 417-426.

[45] Cheng, G., Breen, P. (1991). Activity of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and concentrations of anthocyanins and phenolics in developing strawberry fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 116, 865-869.

[46] AOAC. (2002). Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg. Vitamin C (ascorbic acid) in vitamin preparations and juices: 2, 6 dichloroindophenol titrimetric method final action. 17 th ed., Method 967.21.

[47] AOAC. (2000) a. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Fruits and fruit products. Solids (Soluble) in Fruits and Fruit Product: Refractometer Method. Virginia, USA. 7p.

[48] AOAC. (2000) b. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Fruits and fruit products-Acidity (Titratable) of Fruit Products. Association of Official Analytical Chemists.11p.

[49] AOAC. (1990). Official Methods of Analisys, 15ª th ed.,Vegetables/Acidified Foods. Association of Official Analytical Chemists, Washington, USA.

[50] Rosen, J.C., Kader, A.A. (1989). Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits. *J. Food Sci.*, 54, 656-659.

[51] Ferro, V.A., Bradbury, F., Cameron, P., Shakir,

grape quality. *Postharvest Biol. Tec*., 57, 183–188.

[61] Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F., Díaz-Mul, H.M., Zapata, P.J., Valero, D., Serrano, M. (2013). Aloe vera gel coating maintains quality and safety of ready-to-eat pomegranate arils. *Postharvest Biol. Tec*., 86, 107–112.

[61] Cordenunsi, B.R., Genovese, M.I., Nascimiento, J.R.O., Hassimotto, N.M.A., Santos, R.J., Lajolo, F. M. (2005). Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant capacity of three strawberry cultivars. *Food Chem*., 91, 113– 121.

[62] Mahmood, T, Anwar, F., Abbas, M., Boyce , M. C., Saari, N. (2012). Compositional variation in sugars and organic acids at different maturity stages in selected small fruits from Pakistan. *Int. J. Mol. Sci*., 13, 1380-1392.

[63] Koyuncu, M.A. (2004). Quality changes of three strawberry cultivars during the cold storage. *Eur. J. Hort. Sci*., 65, 193–200.

[64] Plaza, L., Sánchez-Moreno, C., Elez-Martínez, P., De Ancos, B., Martín-Belloso, O., Cano, M. P. (2006). Effect of refrigerated storage on vitamin C and antioxidant activity of orange juice processed by high-pressure or pulsed electric fields with regard to low pasteurization. *Eur. Food Res. Tec*., 223, 487–493.

[65] Atress, A.S.H., El-Mogy, M.M., Aboul-Anean, H. E., Alsanius, B. W. (2010). Improving strawberry fruit storability by edible coating as a carrier of thymol or calcium chloride. *J. Hortic. Sci. Ornam. Plants*, 2, 88-97.

[66] Ergun, M., Satici, F. (2012). Use of *aloe vera* gel as biopreservative for ‘granny smith’ and ‘red chief’ apples. *J. Anim. Plant Sci*., 22, 363-368.

[67] Yaman, Ö., Bayoindirli, L. (2002). Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. *LWT - Food Sci. Tec*., 35, 146–150.

[68] Mohebbi, M., Ansarifar, E., Hasanpour, N., Amiryousefi, M. R. (2012). Suitability of aloe vera and gum tragacanth as edible coatings for extending the shelf life of button mushroom. *Food Bioprocess Tec*., 5, 3193-3202.

[69] Mali, S., Grossmann, M.V.E., 2003. Effects of yam starch films on storability and quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa*). *J. Agric. Food Chem.* 51,7005-7011.

[70] Serrano, M., Martinez-Romero, D., Castillo, S., Guillen, F., Valero, D. (2005). The use of antifungal compounds improves the beneficial effect of MAP in sweet cherry storage. *Innov. Food Sci. Emerg. Tec*., 6, 115–123.