بررسی اثر پوشش ژل آلوئه‌ورا و میدان مغناطیسی بر خصوصیات کیفی و عمر پس‌ازبرداشت توت‌فرنگی

حامد کاوه[۱]، مریم قربان‌پور[۲*]

۱- استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه تربت حیدریه

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه تربت‌حیدریه

[*]ایمیل نویسنده مسئول: mghorbanpour99@gmail.com

چکیده

میوه توت‌فرنگی به دلیل تنفس، رطوبت و فعالیت متابولیکی بالا و نیز حساسیت به پوسیدگی های میکروبی و قارچی عمر انباری کوتاهی دارد، به طوری که عمر مفید پس از برداشت آن در دمای صفر الی ۴ درجه سانتی گراد تا ۵ روز است. به منظور مطالعه امکان کاهش ضایعات توت فرنگی با استفاده از ژل آلوئه ورا و میدان مغناطیسی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۳ فاکتور و ۴ تکرار، در بهار ۱۳۹۵ در آزمایشگاه تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه تربت حیدریه انجام شد. در این آزمایش میدان مغناطیسی در سه سطح صفر، ۳۰ و ۶۰ تسلا بعنوان فاکتور اول، ژل الوئه‌ورا (۵۰ درصد حجمی/ حجمی و صفر) به عنوان فاکتور دوم و طول مدت انبارداری به عنوان فاکتور سوم در نظر گرفته شد و تغییرات وزن، اندازه، pH و مواد جامد محلول طی زمان نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد پوشش میوه‌های توت‌فرنگی با ژل آلوئه-ورا باعث حفظ وزن میوه شده و میزان از دست رفتن آب میوه را به صورت معنی‌داری کاهش داد. میدان مغناطیسی نیز روی مقدار مواد جامد محلول تاثیر معنی‌داری داشت و در شدت پایین (۳۰ تسلا) توانست باعث حفظ بهتر مواد جامد محلول در میوه شود. بر اساس نتایج قرار دادن ژل آلوئه در معرض میدان مغناطیسی باعث شد کاهش اندازه میوه با شدت بیشتری رخ دهد.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته- پوشش‌های خوراکی- مواد جامد محلول

مقدمه

راهکارهای مختلفی به منظور تامین غذا برای جمعیت رو به رشد جهان از جمله افزایش سطح زیر کشت محصولات کشاورزی، افزایش عملکرد، استفاده از ارقام مناسب تر، مدیریت عملیات زراعی و غیره مورد توجه می‌باشد. یکی از مهم ترین راهکارهایی که کمتر مورد توجه قرار گرفته است، کاهش ضایعات پس از برداشت محصولات کشاورزی است. محصولات باغبانی به دلیل برخورداری از رطوبت بالا و ماهیت فیزیولوژیکی خاصی که دارند، فساد پذیر هستند و در دوره پس از برداشت بخش عمده ای از آن ها بین ۵ تا ۵۰ درصد از بین می رود (جلیلی مرندی، ۱۳۹۱). امروزه پیشرفت های قابل توجهی در زمینه فن آوری پس از برداشت صورت گرفته است، به کمک تکنیک های نوین پس از برداشت، می توان علاوه بر کاهش ضایعات، کیفیت محصولات باغی را طی زمان حمل و نقل، انبارداری و توزیع حفظ نمود. استفاده از تیمار های غیر شیمیایی و ترکیبات طبیعی، در کنار تکنولوژی صحیح برداشت، بسته بندی، جابه‌جایی و انبارداری از مهمترین راهکارهای موجود هستند که در جهت کاهش ضایعات مورد استفاده قرار می‌گیرند (راحمی،۱۳۸۴). گیاه توت فرنگی متعلق به جنس *Fragaria* و از خانواده *Rosaceae* و زیر خانواده *Rosoideae* می باشد، توت فرنگی به عنوان خوشمزه ترین و باطراوت ترین میوه از نظر میلیون ها نفر در سراسر جهان و به عنوان گیاهی زیبا و دوست داشتنی بخاطر میوه های قرمز زیبا و جذابش در باغ های خانگی و نیز به صورت تجاری کشت می شود. علاوه بر این میوه های توت‌فرنگی منبع غنی ویتامین ها و مواد معدنی است، بنابراین توت فرنگی در حال تبدیل شدن به میوه‌ای مهم در سبد میوه‌ی میلیون‌ها نفر از مردم جهان است (Sharma, 2002). موارد مصرف این میوه بسیار متعدد بوده و به صورت های تازه، یخ زده، فرآوری شده و به عنوان افزودنی به برخی فرآورده ها مثل ژله و بستنی مورد استفاده قرار می گیرد (Mercado, 2007). حدود۹۰ درصد وزن میوه توت فرنگی را آب تشکیل داده است. ترکیبات مختلف دیگری همچون پروتئین، چربی، کربوهیدرات ها، فیبرهای خوراکی، ویتامین های تیامین، ریبوفلاوین و املاح معدنی مثل کلسیم، پتاسیم و فسفر ده درصد باقی مانده از وزن این میوه را به خود اختصاص می دهند . همچنین بوی مطبوع این میوه ناشی از ۳۶۰ ترکیب فرار با غلظت مشخص است، که ۱۵ تا۲۰ ترکیب آن مثل اتیل و متیل استرها، فورانوز، آلدهیدهای شش کربنه، استیک اسید و دیگر اسیدهای آلیفاتیک و لینالول از اهمیت بیشتری برخوردار هستند(Pelayo *et al.*, 2003) . میوه توت فرنگی به دلیل خواص ارگانولپتیکی عالی، بسیارمورد استقبال واقع می‌شود اما به دلیل لطافت و حساسیت، بسیار آسیب پذیرو مستعد فساد سریع و لهیدگی است. تقریبا ۴۰ درصد از محصول توت‌فرنگی در اثر فساد آسیب می‌بینند، از این رو عمر پس از برداشت و طول عمر قفسه‌ای این میوه یک مرحله حساس به شمار می‌رود. در ایران نیز بیش از ۳۵ درصد از محصول توت فرنگی تولید شده به ضایعات تبدیل می شود که در صورت مساعد بودن شرایط برای گسترش عوامل بیماری زا تا ۸۵ درصد محصول تولیدی از بین خواهد رفت (بهنامیان و مسیحا، ۱۳۸۱). این میوه به دلیل برخورداری از بافت ظریف، محتوای رطوبتی بالا، غلظت قابل توجه قندها، اسیدهای آلی وتنفس شدید، به بیماری های قارچی و صدمات مکانیکی حساس می باشد. از طرفی تولید محصولات با کیفیت پایین، کمبود دانش و مهارت فنی در

برداشت، بسته بندی و نیز نبودن شرایط مساعد انتقال، انبارداری و بازاررسانی، این میوه را به شدت در معرض فساد قرار می دهد (Ferreira *et al*., 2008). تاکنون تیمارهای مختلفی جهت افزایش عمر انباری توت فرنگی به کار رفته است، از جمله استفاده از انبار سرد، تیمار کلسیم، انبارهای با اتمسفر کنترل شده ، تیمارهای گرمایی، دی اکسید کربن (Lara *et al*., 2006). و پوترسین (زکائی خسروشاهی و همکاران،۲۰۰۷). پژوهش های علمی و تجربیات عملی در بازارسانی تجاری این میوه نشان داده است که استفاده از روش های ذکر شده می تواند با کاستی هایی همراه باشد. به عنوان مثال دمای پایین سردخانه نمی تواند به تنهایی بیماری های قارچی میوه توت فرنگی را کنترل نماید، همچنین غلظت بالای دی اکسیدکربن ، سبب کاهش غلظت ترکیبات معطر، محتوای آنتوسیانین کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی آن می‌شود(Pelayo *et al*., 2003). کلرید کلسیم و شوک گرمایی نیز برخلاف اثرات مفیدشان در کنترل آلودگی های قارچی، به ترتیب سبب تلخی و شوری میوه و کاهش استحکام بافت میوه می شوند (Garcia *et al*., 1996; Hernandez-Munoz *et al*., 2006). از این رو به نظر می رسد که توجه به راهکارهای جدید برای طولانی تر کردن مدت نگه داری میوه توت فرنگی در عین حفظ کیفیت و ارزش غذایی آن ضروری باشد. یکی از رهیافت های نوین در بهبود عمر پس از برداشت میوه ها و سبزی ها، استفاده از تیمارهای فیزیکی و بیولوژیکی دردوره پس از برداشت فرآورده می باشد، این تیمارها علاوه بر حفظ کیفیت و ارزش غذایی فرآورده ، نقش مهمی در افزایش امنیت روانی مصرف کننده در زمینه استفاده از محصولی سالم ایفا می کنند. همچنین به طور موثری از کاهش کیفیت و کمیت میوه های تازه بین زمان برداشت و مصرف جلوگیری می‌کند. پوشش های خوراکی لایه های نازکی ازمواد قابل خوردن هستند که به عنوان محافظ یا پوشش زینتی روی سطح میوه ها و سبزی ها قرار می گیرند، این مواد اغلب از منابع گیاهی تهیه می شوند و ممکن است قادر به انتقال طعم ها به محصولات نیز باشند، همچنین با حفظ ویتامین ها موجب ارتقاء سطح سلامتی محصول می گردند (شریعتی فر ، ۱۳۸۵). یکی از فیلم‌ها یا پوشش‌های خوراکی که نظر محققان زیادی را به خود جلب کرده، ژل آلوئه‌ورا است. این ژل که از قسمت های داخلی برگ گیاه آلوئه استخراج می شود، شفاف، بی بو، بدون چسبندگی و دارای قدرت جذب بالاست .این ژل کاملا سالم و سازگار با محیط بوده و pH آن حدود ۴/۵ است حدود ۹۶ درصد ژل برگ آلوئه ورا آب و ۴ درصد حاوی تر کیباتی نظیر چربی های ضروری، آمینواسیدها، ویتامین ها، املاح، آنزیم و گلکیوپروتئین است. ژل آلوئه‌ورا جزو پوشش های پلی ساکاریدی بوده و دارای خصوصیاتی نظیر ایجاد لایه ی حفاظتی روی محصول، محافظت سلول های زیر لایه ی حفاظتی در مقابل صدمات مکانیکی، کاهش اتلاف آب میوه، کاهش سرعت عبور گازها از پوست میوه از طریق ایجاد پوشش روی عدسکها و روزنه ها و در نتیجه تغییر اتمسفر اطراف محصول است. این ژل به راحتی در آب حل می شود و قابلیت افزودن مواد دیگری نظیر قارچکش ها را نیز دارد .ژل آلوئه ورا به دلیل وجود ترکیبات مختلف از جمله ساپونین ها و اسید سالیسیلیک خاصیت ضد قارچی و ضد میکروبی داشته و باعث جلوگیری از رشد و تکثیر قارچ ها می شود. همچنین این ژل نقش مهمی در تنظیم فرآیندهای مختلف و افزایش مقاومت درونی گیاه دارد. ژل آلوئه ورا موجب کاهش تولید اتیلن در میوه های فرازگرا می شود. کاهش تولید اتیلن در میوه ی پوشش داده شده با ژل آلوئه ورا در نتیجه تغییر اتمسفر درونی است که شامل افزایش دی اکسید کربن و کاهش اکسیژن است. آلوئه ورا سبب کاهش فعالیت پکتین

متیل استراز، پلی گالاکتروناز و بتاگالاکتوزیداز می‌شود. این آنزیم ها سبب از بین رفتن دیواره ی سلولی گردیده و موجب نرم شدن میوه می شوند. ژل آلوئه ورا سبب حفظ محتوای مواد جامد محلول و اسیدهای آلی میوه می شود. این ژل ازکاهش وزن محصول جلوگیری نموده و رنگ میوه را حفظ می‌کند، همچنین کیفیت میوه های برداشت شده را حفظ کرده و عمر قفسه ای آنها را افزایش می دهد (جلیلی مرندی، ۱۳۹۱؛ Bourtoom, 2008). مطالعات نشان داده که آلوئه ورا (*Aloe barbadensis Miller*) دارای ویژگی های ضدمیکروبی، ضد اکسیداسیونی، ضد ویروسی و ضدالتهابی می باشد (Pal *et al*., 2013). والورد و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که پوشش دهی خوشه های انگور با استفاده از ژل آلوئه ورا رقیق شده با آب مقطر، به صورت یک واحد ژل و سه واحد آب مقطر(وزنی_ وزنی) به عنوان یک پوشش خوراکی، نه تنها اثر ممانعتی بر جلوگیری از رشد کپک ها و مخمر ها در طول انبارداری دارد، بلکه با کاهش افت وزنی و ممانعت از چروکیدگی، افزایش عمر انبارداری میوه ها را در طی انبارداری به دنبال دارد. در تحقیقی پوشش دهی میوه های گیلاس با ژل آلوئه ورا نشان داد این ژل توانایی کاهش قهوه ای شدن ساقه ها، شدت تنفس و افت وزنی و افزایش پذیرش مصرف کنندگان را در مقایسه با میو ه‌های بدون پوشش در طی انبارداری دارد (Martinez-Romero *et al*., 2006). در تحقیق دیگری ژل آلوئه ورا به عنوان یک پوشش خوراکی برای افزایش طول عمر نگه داری دانه های انار مورد استفاده قرار داده شد و نتایج نشان داد که این نوع پوشش علاوه بر خاصیت ضدقارچی، توانایی کاهش افت وزنی و شدت تنفس در میوه ها را طی انبارداری تا ۲۱ روز دارد (نبی گل و اصغری، ۲۰۱۳). یکی از روش‌های نوین در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی، اعمال میدان الکترومغناطیس می‌باشد. میدان های مغناطیسی از منابع مهم و پیچیده انرژی هستند که قادرند فرآیندهای زیستی را تحت تأثیر قرار دهند. ارگانیسم های زنده به واسطه داشتن یون ها و رادیکال های آزاد از این میدان ها بسیار تأثیر می پذیرند. بیشتر گزارشات حاکی از آن است که میدان های مغناطیسی سرعت رشد را کاهش می دهند و روی تقسیم سلولی، حساسیت نسبت به عوامل تنش زا، تغییر در سطح سلولی و درون سلولی، بالا بردن میزان جذب Ca^{++}، آنزیم ها و جریان های متابولیکی تأثیر دارند (Anggoro *et al*., 1999). میدان مغناطیسی علاوه بر نقش در جذب کاتیون ها، تأثیر مثبتی در جذب عناصر معدنی غیر متحرک داشته و می تواند جایگزینی برای مواد شیمیایی باشد که سبب کاهش توکسین های محصولات غذایی شده و موجب افزایش امنیت غذایی می‌گردد (Faten *et al*., 2009). تأثیر میدان های مغناطیسی بر میکروارگانیسم ها بسته به سویه و ویژگی های میدان مورد استفاده متفاوت است (Mehedintu *et al*., 1997). شدت های کم میدان مغناطیسی روی ارگانیسم های زنده مختلف اثر داشته است و بسیاری از اطلاعات بدست آمده از این آزمایشات در ارتباط با تأثیر میدان های الکترومغناطیسی روی ماکرومولکول ها یا سلول ها است. مطالعه درباره تأثیر میدان مغناطیسی بر ارگانیسم ها نشان می دهد که میدان مغناطیسی ضعیف تعادل بیوشیمیایی را در قارچ ها به هم می زند (Fiedler *et al*., 1995). هنگامی که آب مقطر و ژل در یک میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، برخی خواص و ویژگی های آن مثل چگالی، رسانایی الکتریکی، توانایی حل نمکها، سرعت ته نشین شدن ذرات جامد در آن، سرعت تبخیر ممکن است دستخوش تغییر گردد. مکانیسم تأثیر میدانهای مغناطیسی بر سلولهای زنده هنوز بطور دقیق مشخص نشده است، ولی باید گفت که اثرات مهاری یا تحریکی میدان مغناطیسی بر

رشد بافتها، به عواملی نظیر گونه و اندام گیاهی، فرکانس و نوع میدان، مدت زمان تیمار و سایر عوامل تنش زا بستگی دارد (Belyavskaya, 2004). به نظر می رسد میدان الکترومغناطیس به عنوان یک تنش مصنوعی موجب واکنش گیاه که همان متابولیسم ثانویه و تولید مواد موثره است می شود. در تحقیقی مشخص شد میزان فنول آلوئه ورا به عنوان ماده موثره این گیاه دارویی پس از قرار دادن نمونه ها در معرض میدان مغناطیسی به مدت ۳۰ دقیقه به طور معنی‌داری افزایش یافت (Faten *et al.*, 2009). امروزه کاهش ضایعات پس از برداشت محصولات تازه کشاورزی با هدف افزایش امنیت غذایی و جلوگیری از هدر رفت سرمایه، یکی از چالش های اساسی پیش روی جوامع می باشد. در این تحقیق به بررسی تاثیر ژل آلوئه ورا و میدان مغناطیسی برحفظ کیفیت و ماندگاری میوه توت فرنگی پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۳ فاکتور و ۴ تکرار، در بهار ۱۳۹۵ درآزمایشگاه تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه تربت حیدریه انجام شد. در این آزمایش میدان مغناطیسی در سه سطح صفر، ۳۰ و ۶۰ تسلا بعنوان فاکتور اول، ژل الوئه‌ورا (در دو سطح صفر و ۵۰ درصد حجمی/حجمی) به عنوان فاکتور دوم و طول مدت انبارداری به عنوان فاکتور سوم در نظر گرفته شد.

انتخاب نمونه: میوه هایی که بیش از ۸۰ درصد سطح آن قرمز رنگ بودند، انتخاب شدند. سپس میوه ها از نظر اندازه و یکنواختی تفکیک شده و پس از حذف میوه‌های نرم، آسیب دیده و غیریکنواخت، میوه های سالم، هم اندازه و همرنگ برای انجام تیمار آماده شدند.

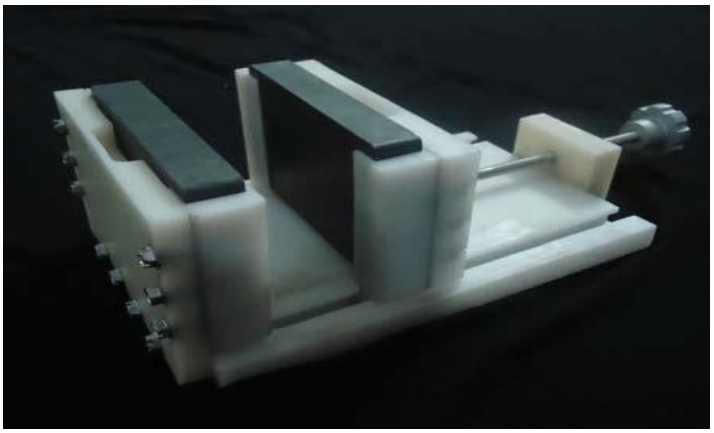
تهیه ژل: برای تهیه ژل آلوئه‌ورا برگ های تازه آلوئه ورا بلافاصله پس از برداشت، با آب مقطر استریل شستشو داده شدند. نوک، انتها و لبه برگ ها بریده و سپس با استفاده از یک چاقوی دستی قسمت میانی برگ به صورت طولی برش داده شد و پوست و برگ ها از گوشت وسط برگ (فیله) که حاوی ژل می باشد جدا شد. فیله ها پس از جداسازی توسط یک مخلوط کن به خوبی خرد و مخلوط شدند و مخلوط حاصل پس از عبور از صافی ، جمع آوری و با آب مقطر به نسبت ۵۰ درصد رقیق گردید.

اعمال تیمارها: برای اعمال میدان مغناطیسی دو آهن‌ربای قوی (شکل ۱) در نظر گرفته شد. سپس محلول ژل آلوئه ورا درون بشر ریخته شده و هر کدام جداگانه به مدت ۲ دقیقه تحت تاثیر میدان مغناطیسی ۳۰ و ۶۰ تسلا قرار داده شد، آب مقطر(بعنوان غلظت صفر ژل) تحت تیمار میدان مغناطیسی نیز به همین روش آماده شد. میوه های توت فرنگی به مدت ۲ دقیقه درون محلول ژل آلوئه ورا فرو برده شده و در دمای اتاق جهت خشک شدن سطح میوه ها قرار داده شدند. میوه های تیمار شده در ظروف یکبار مصرف درب دار قرار گرفتند و بلافاصله به یخچال منتقل شدند.

اندازه‌گیری صفات وزن، قطر، ارتفاع، pH و مواد جامد محلول میوه‌ها پس از ۳، ۶، ۷ و ۸ روز بعد از بسته‌بندی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای اندازه گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفرکتومتر استفاده شد و pH آب میوه با دستگاه pH متر دیجیتال اندازه گیری شد. برای تعیین درصد کاهش وزن میوه از فرمول زیر استفاده شد.

۱۰۰ × وزن اولیه / (وزن ثانویه – وزن اولیه) = درصد کاهش وزن

داده ها با استفاده از نرم افزار sas مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد.



شکل۱- دستگاه مورد استفاده برای اعمال میدان مغناطیسی

نتایج و بحث

کاهش وزن

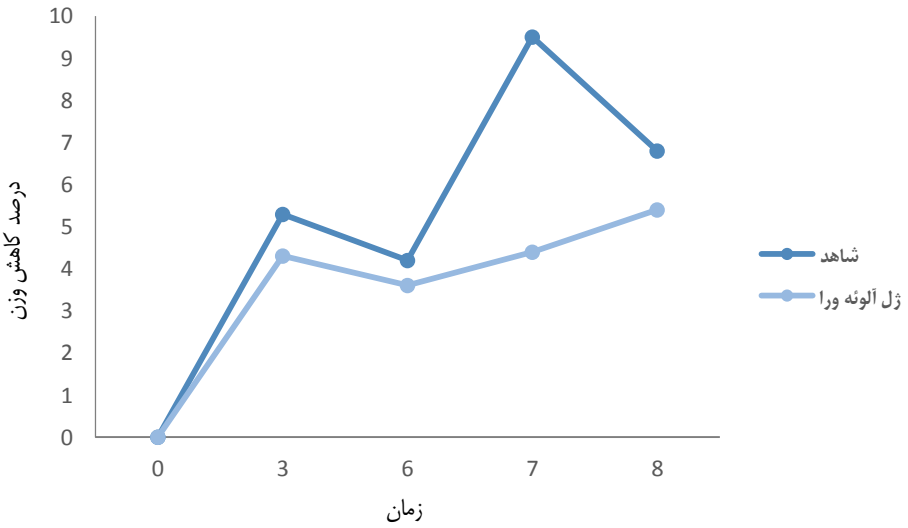
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده های مربوط به میوه های توت فرنگی (جدول ۱) نشان داد که کاربرد ژل آلوئه ورا و میدان مغناطیسی روی کاهش وزن میوه طی زمان انبارداری در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی داری داشته است. مقایسه میانگین داده های مربوط به وزن نشان داد که میوه ها ی تیمار شده با ژل آلوئه درصد کاهش وزن کمتری را نسبت به میوه‌های شاهد در طی مدت نگهداری داشته‌اند (شکل ۲). این اثرات با نتایج به دست آمده در مورد پوششهای خوراکی دیگر مشابه بود. مکانیسم این پوشش‌ها بر اساس خواص هیگروسکوپیک است که سبب تشکیل یک مانع برای انتشار آب بین میوه و محیط می شود (Morillon *et al.* 2002). ژل آلوئه عمدتاً ترکیبی از پلی ساکاریدها است و به عنوان یک مانع فیزیکی در برابر خروج آب عمل می‌کند (نی و همکاران ،۲۰۰۴). نتایج تحقیقات منتشر شده در خصوص اثرات مثبت ژل آلوئه ورا برکاهش میزان افت وزن

محصولات تازه کشاورزی از قبیل انگور، گیلاس، سیب و پاپایا در طی نگه داری در انبار سرد با نتایج این تحقیق منطبق می باشد (Valverde *et al*., 2005; Marpudi *et al*., 2011; Martinez-Romero *et al*., 2006; Ergun and Satici, 2012). بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، تیمار میدان مغناطیسی به طور معنی‌داری باعث افزایش افت وزن میوه شده است، و با افزایش شدت میدان مغناطیسی کاهش وزن با شدت بیشتری صورت گرفته است (شکل ۳).

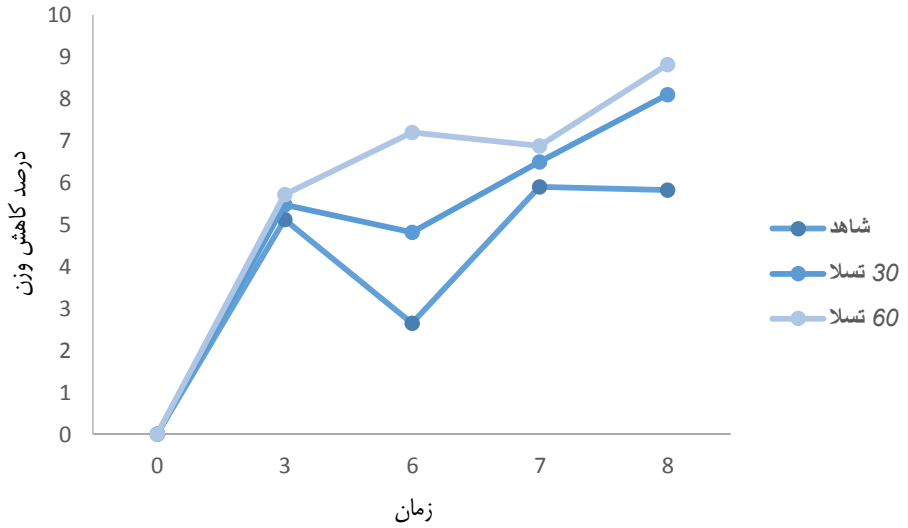
جدول۱- تجزیه واریانس مربوط به تاثیر ژل آلوئه‌ورا و میدان مغناطیسی بر صفات توت‌فرنگی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات مربوط به صفات مختلف				
		وزن	ارتفاع	قطر	TSS	PH
میدان مغناطیسی	۲	۱۶/۰۳**	۷/۴۹^{ns}	۱۹/۷ ^{ns}	۷/۲**	۰/۰۰۶^{ns}
ژل آلوئه‌ورا	۱	۳۱/۰۹**	۲۳**	۱۴۶/۹**	۱/۱^{ns}	۰/۰۱۱^{ns}
زمان	۴	۳۸/۰۸**	۱۱۴**	۵۸/۱**	۳/۲۶*	۰/۹۱**
میدان×ژل	۲	۰/۱۲^{ns}	۵۴**	۶/۵**	۱/۰۳^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}
میدان×زمان	۸	۰/۵^{ns}	۲/۰۶^{ns}	۱/۶^{ns}	۱/۴۰^{ns}	۰/۰۱۶*
ژل×زمان	۴	۱/۰۸^{ns}	۳/۹^{ns}	۰/۷۲^{ns}	۱/۱۷^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}
میدان×ژل×زمان	۸	۰/۵۹^{ns}	۱/۶۴^{ns}	۰/۳۹^{ns}	۰/۵۵^{ns}	۰/۰۲۷**
خطا	۹۸					

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.



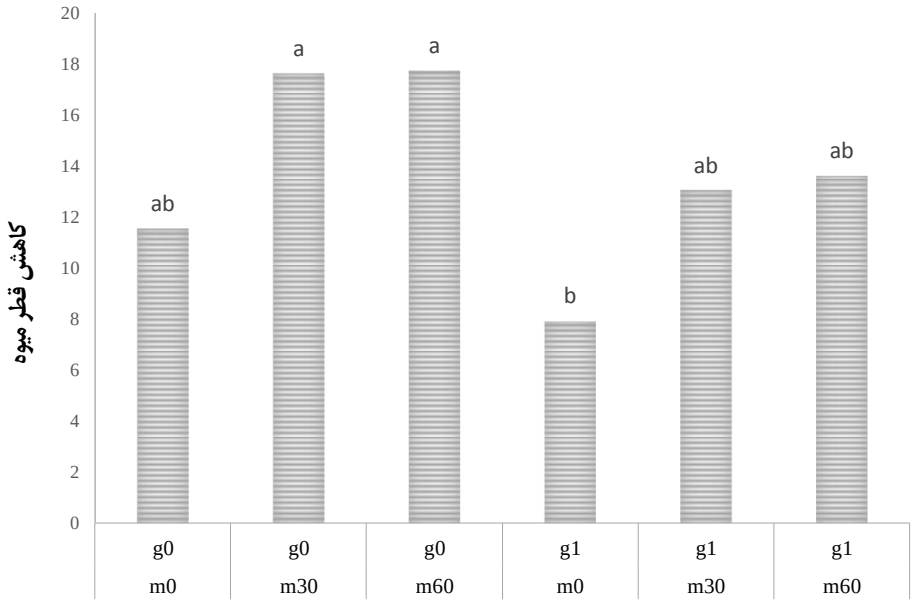
شکل۲- مقایسه میانگین مربوط به اثر پوشش ژل آلوئه‌ورا بر کاهش وزن میوه توت‌فرنگی



شکل۳- مقایسه میانگین مربوط به اثر میدان مغناطیسی بر کاهش وزن میوه توت‌فرنگی

ارتفاع و قطر میوه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس(جدول ۱) نشان داد کاربرد ژل آلوئه‌ورا و اثر متقابل میدان مغناطیسی و ژل بر ارتفاع و قطر میوه که بیانگر حجم و اندازه میوه هستند معنی‌دار بوده است. میوه‌های تیمار شده با ژل آلوئه کاهش ارتفاع و قطر کمتری را نسبت به شاهد نشان دادند. کمترین میزان کاهش قطر میوه مربوط به کاربرد ژل آلوئه بدون اعمال میدان مغناطیسی بود و اعمال میدان مغناطیسی چه همراه با ژل و چه بدون پوشش ژل باعث کاهش بیشتر حجم میوه شد (شکل ۴). هنگامی که آب مقطر و ژل در یک میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، برخی خواص و ویژگی های آن مثل چگالی، رسانایی الکتریکی، توانایی حل نمکها، سرعت ته نشین شدن ذرات جامد در آن، سرعت تبخیر ممکن است دستخوش تغییر گردد (Belyavskaya, 2004). در تحقیقی مشخص شد میزان فنول آلوئه ورا به عنوان ماده موثره این گیاه دارویی پس از قرار دادن نمونه ها در معرض میدان مغناطیسی به مدت ۳۰ دقیقه به طور معنی‌داری افزایش یافت (Burton and Noble, 1993). مکانیسم تأثیر میدانهای مغناطیسی بر سلولهای زنده هنوز بطور دقیق مشخص نشده است، ولی می‌توان گفت که اثرات مهاری یا تحریکی میدان مغناطیسی بر رشد بافتها، به عواملی نظیر گونه و اندام گیاهی، فرکانس و نوع میدان، مدت زمان تیمار و سایر عوامل بستگی دارد.

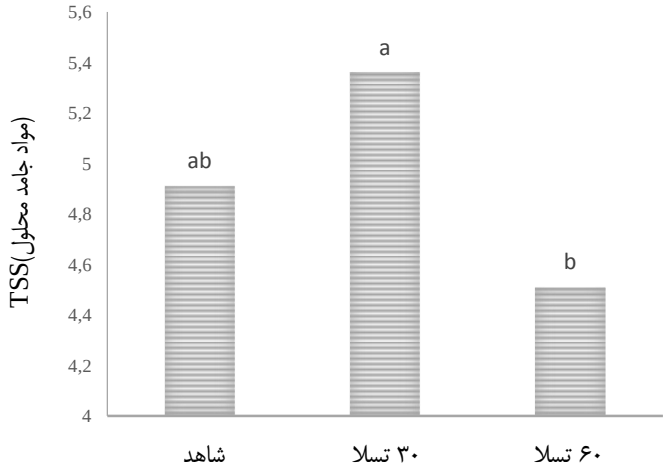


شکل٤- مقایسه میانگین مربوط به اثرات متقابل ژل آلوئه‌ورا و میدان مغناطیسی بر کاهش قطر میوه توت‌فرنگی

g0= شاهد، g1= پوشش ژل، m0= شاهد، m30= ۳۰ تسلا و m60= ٦٠ تسلا

مواد جامد محلول(TSS)

بررسی نتایج حاصل از اندازه گیری مواد جامد محلول درمیوه توت فرنگی(جدول ۱) نشان داد که میدان مغناطیسی تاثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر میزان مواد جامد محلول داشته است. بر اساس مقایسه میانگین‌ها، TSS میوه‌هایی که با میدان مغناطیسی با شدت ۳۰ تسلا تیمار شده بودند، نسبت به شدت ۶۰ تسلا به طور معنی‌داری بهتر حفظ شده بود ولی نسبت به شاهد تفاوت معنی-داری مشاهده نشد (شکل ۵). در واقع افزایش شدت میدان مغناطیسی باعث کاهش میزان مواد جامد محلول در میوه توت فرنگی شد. ژل آلوئه و اثرات متقابل تیمارها باعث تغییر معنی داری در میزان مواد جامد محلول نشده است.

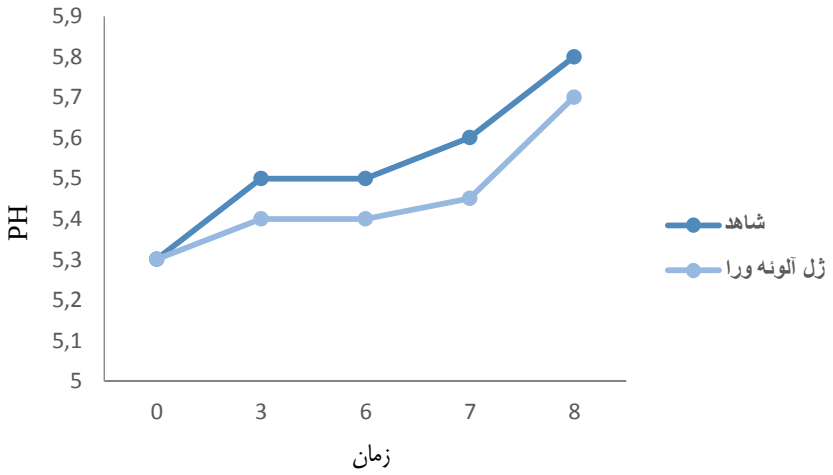


شکل۵- مقایسه میانگین مربوط به اثر میدان مغناطیسی بر مواد جامد محلول میوه توت‌فرنگی

pH میوه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میوه های توت فرنگی نشان داد (جدول ۱) که pH میوه ها ی تیمارشده با ژل آلوئه و میدان مغناطیسی اختلاف معنی داری را نسبت به میوه های شاهد نداشتند. هرچند ژل آلوئه باعث حفظ بهتر اسیدیته میوه شد اما از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با شاهد مشاهده نشد. بر اساس نتایج، زمان نگهداری در یخچال باعث اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد بین میوه ها گردیده است. بر اساس نتایج، گذشت زمان باعث افزایش pH میوه شده است. هرناندز_ موناز و همکاران (۲۰۰۶) بیان نمودند که باگذشت زمان، میزان اسیدیته میوه ها کاهش می یابد که این کاهش مربوط

به سرعت تنفس میوه ها و استفاده ازاسیدهای آلی در واکنشهای آنزیمی تنفس می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد کاربرد ژل آلوئه باعث ایجاد تغییرات ایجاد در اسیدیته میوه شده است، البته از لحاظ آماری این تفاوت معنی دار نمی‌باشد (شکل ۶).



شکل٦- مقایسه میانگین مربوط به اثر پوشش ژل آلوئه‌ورا بر pH میوه توت‌فرنگی

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که پوشش دادن توت فرنگی با ژل آلوئه‌ورا باعث افزایش طول عمر انباری این میوه پرطرف‌دار اما حساس در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد می‌شود. ژل آلوئه می‌تواند به عنوان یک ماده طبیعی و بی‌ضرر باعث حفظ کیفیت و ماندگاری میوه توت فرنگی شود. در مورد اثر میدان مغناطیسی و اثر متقابل تیمارها نتیجه مطلوبی به دست نیامد. هنگامی که آب مقطر و ژل در یک میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، برخی خواص و ویژگی های آن مثل چگالی، رسانایی الکتریکی، توانایی حل نمکها، سرعت ته نشین شدن ذرات جامد در آن، سرعت تبخیر ممکن است دستخوش تغییر گردد. مکانیسم تأثیر میدانهای مغناطیسی بر سلولهای زنده هنوز بطور دقیق مشخص نشده است، ولی می‌توان گفت که اثرات مهاری یا تحریکی میدان مغناطیسی، به عواملی نظیر گونه و اندام گیاهی، فرکانس و نوع میدان، مدت زمان تیمار و سایر عوامل بستگی دارد. همه این عوامل می‌تواند دلیل تاثیر منفی میدان مغناطیسی بر عملکرد ژل آلوئه‌ورا که اثرات مفید آن به عنوان پوشش خوراکی بر حفظ کیفیت و ماندگاری پس‌ازبرداشت محصولات مختلف پیش از این ثابت شده باشد.

منابع

بهمنیان، م. , و مسیحا , س .۱۳۸۱ . توت فرنگی. چاپ اول. انتشارات ستوده. تبریز.

جلیلی مرندی، ر. ۱۳۹۱. فیزیولوژی بعداز برداشت. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه ۳: ۶۲۴.

راحمی، م. ۱۳۸۴. فیزیولوژی پس از برداشت (مقدمه ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه ها و سبزی ها و گیاهان زینتی). تالیف : ویلس، مک گلاسون، گراهام و جویس. چاپ سوم .انتشارات دانشگاه شیراز، ۴۳۷ ص.

شریعتی فر، م. ۱۳۸۵. استفاده از پوشش های خوراکی برای افزایش طول عمر نگهداری محصولات فسادپذیر (بررسی کاهش وزن، ارزیابی حسی و مقاومت بافت نمونه های پوشش داده شده گوجه فرنگی در منطقه اصفهان) شانزدهمین کنگره ملی صنایع غذایی ایران(اولین کنگره منطقه ای).

Anggoro, B., P. Pakpahan., M. F. D. Kusnoaji., K. T. Sirait. 1999. Influence of 50 Hz magnetic field on growth of mushroom species: shitake (Lentinus edodes) and oyster (Pleoretus ostreatus). Eleventh international symposium 1:356-359.

Belyavskaya, N. A. 2004. Biological effects due to weak magnetic field on plants. Advances in space Research 1566–1574.

Bourtoom, T. 2008. Edible films and coatings: characteristics and properties. International Food Research Journal 15(3): 112-120.

Ergun, M., F. Satici. 2012. Use of aloe vera gel as biopreservative for granny smith and red chief apples. Jornal of Anim. Plant Science 22: 363-368.

Faten, D., J. Al-Khayri., E. Hassan. 2009. Static Magnetic Field Influence on Elements Composition in Date Palm (Phoenix dactylifera). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 5: 161-166.

Ferreira, M. D., S. A. Sargent., J. K. Brecht., C. K. Chandler. 2008. Strawberry fruit resistance to simulated handling. Science Agriculture 65: 490-495.

Fiedler, U., U. Grobner., H. Berg. 1995. Electrosimulation of yeast during fermentation. Bioelectrochem Bioenerg 38:423-425.

Garcia, J.M., S. Herrera and A. Morilla. 1996. Effects of postharvest dips in calcium choloride on strawberry. Agricultural and food Chemistry 44: 30-33.

Hernandez-Munoz, P., E. Almenar., M. J. Ocio., R. Gavara. 2006. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (Fragaria x ananassa). Postharvest Biological Technology 39: 247-53.

Hernandez-Munoz, P., E. Almenar., V. Del Valle., D. Velez., R. Gavra. 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (Fragaria× ananassa) quality during refrigerated storage. Food Chem 110: 428-435.

Lara, I., P. Garcia., and M. Vendrell. 2004. Modifications in cell wall composition after cold storage of calcium-treated strawberry (Fragaria × ananassa Duch.) fruit. Postharvest Biology and Technology 34: 331-339.

Marpudi, S. L., L. S. S. Abirami., R. Pushkala., N. Srividya. 2011. Enhancement of storage life and quality maintenance of papaya fruits using Aloe vera based antimicrobial coating. Indian. Jovnal of Biotechnol 10: 83-89.

Martinez-Romero, D., N. Alburquerque., J. M. Valverde., F. Guillen., S. Castillo., D. Valero., M. Serrano. 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: a new edible coating. Postharvest Biology Technology 39: 93–100.

Mehedintu, M., H. Berg. 1997. Proliferation response of yeast Saccharomyces cerevisiae. On electromagnetic field parameters. Bioelectrochem Bioenerg 43:67-70.

Morillon, V., F. Debeaufort., G. Blond., M. Capelle., A. Voilley. 2002. Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible films: A review. Crit Rev Food Science Nutr 42: 67-89.

Nabigol, A., and A. Asghari. 2013. Antifungal activity of Aloe vera gel on quality of minimally processed pomegranate arils. International Jornal of Agron. Plant Prod 4: 833-838.

Pelayo, C., S.E. Ebeler., A.A. Kader. 2003. Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5C in air or air+20KPa CO2. *Postharvest Biological Technology* 27: 171-183.

Sharma, R.R. 2002. Growing Strawberry. International Book Distributing Co. Indian, p. 164.

Valverde, J. M., D. Valero., D. Martinez-Romero., F. Guillen., S. Castillo., M. Serrano. 2005. Novel edible coating based on Aloe vera gel to maintain table grape quality and safety. Agricultueral Food Chemistry 53: 7807-7813.

Valverde, J. M., D. Valero., D. Martinez-Romero., F. Guillen., S. Castillo., M. Serrano. 2005. Novel coating based on Aloe vera gel to maintain table grape quality and safety. Jornal of Agricultuer Food Chem 53: 7807–7813.