

افزایش عملکرد فیلم بسته بندی با استفاده از روش بسته بندی فعال حاوی ماده طبیعی گیاهی

بهجت تاج الدین^{1*}، حسین عراقی²

¹ موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
* نویسنده مسئول: behjat.tajeddin@yahoo.com b.tajeddin@areeo.ac.ir ;

² دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

چکیده

آلودگی های میکروبی، یکی از علت های اصلی ضایعات پس از برداشت تولیدات کشاورزی است. روش های مختلفی از جمله استفاده از قارچ کش ها برای مهار آلودگی های میکروبی وجود دارد، اما روش استفاده از قارچ کش ها، علاوه بر ایجاد مقاومت در عوامل بیماری زا باعث آلودگی های غذایی و زیست محیطی می شود، طوری که اکنون مقررات سختگیرانه ای برای باقیمانده میزان سموم در قسمت خوراکی محصولات تازه اعمال می شود. از طرف دیگر، مصرف کنندگان، محصولات ارگانیک بدون هیچ گونه آلودگی میکروبی را ترجیح می دهند. این دلایل، ضرورت جستجوی جایگزینی قارچ کش های طبیعی به جای قارچ کش های مصنوعی را در صنعت بسته بندی ایجاب می کند. بسته بندی فعال، از طریق آزادسازی و انتشار مواد ضد میکروبی در سطح میوه ها و سبزی ها، باعث حفظ ویژگی های حسی از جمله شادابی و درخشندگی تولیدات کشاورزی، افزایش عمر انباری و حفظ سلامت آن ها و در نتیجه کاهش ضایعات پس از برداشت می شود. استفاده از ترکیبات طبیعی مانند کارواکرول با خواص ضدقارچی در شبکه فیلم بسته بندی به عنوان یکی از راهکارهای مهار آلودگی های میکروبی مطرح است که در این مقاله به آن پرداخته می شود. مشاهدات نشان داد که محیط کشت حاوی فیلم بسته بندی بدون کارواکرال بیشترین و محیط کشت حاوی فیلم دارای 2 درصد کارواکرول کمترین قطر میسیلیوم را داشته اند.

واژه های کلیدی: آلودگی قارچی، بسته بندی فعال، عملکرد فیلم، ضایعات کشاورزی.

Increasing of the Packaging Film's Function using an Active Packaging Containing Natural Plant Material

Behjat Tajeddin^{1*}, Hosein Araghi²

¹ Agricultural Engineering Research Institute (EARI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

*Corresponding author: b.tajeddin@areeo.ac.ir ; behjat.tajeddin@yahoo.com

² Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

Abstract

Microbial contaminations are one of the major causes for the postharvest agricultural wastes. There are various methods, including the use of fungicides to control microbial contamination, but this method is causing resistance to pathogens as well as environmental problems. At present strict regulations are enforced regarding the minimum residue toxins levels in the edible portion of the fresh produce. On the other hand, consumers prefer the organic products without any microbial contaminations. These reasons are necessary to look for the natural fungicides in the packaging industry instead of synthetic fungicides. Active packaging, through the release of antimicrobial substances on the surface of fruits and vegetables, preserves the sensory properties such as the vitality and radiance of agricultural products, extending their shelf life and safety and thus decreasing the postharvest wastes. The use of natural compounds such as Carvacrol with the antifungal properties in the packaging film matrix is considered as one of the strategies for controlling microbial contaminations that is discussed in this article. Observations showed that the medium containing carvacrol-free packaging film had the highest and the medium containing 2% carvacrol had the lowest mycelium diameter.

Keywords: Active packaging, Agricultural wastes, Fungal contamination, Packaging function.

مقدمه

و دور نیز بسیار مهم است. جابجایی‌های طولانی‌مدت در دوره‌های بلندمدت ممکن است باعث افزایش ضایعات و در نتیجه تحمیل ضرر و زیان اقتصادی شود. تخمین زده شده است که حدود 20 الی 25 درصد میوه‌ها و سبزی‌ها در کشورهای در حال توسعه پس از برداشت از بین می‌رود که این آمار در کشورهای پیشرفته بسیار کمتر است [6]. بر اساس گزارش‌های سازمان خواربار کشاورزی سازمان ملل متحد (فائو¹)، یک سوم مواد غذایی تولیدی برای مصرف انسان، پس از برداشت، حین حمل و نقل و انبارداری توسط عوامل بیماری‌زا آلوده شده و از بین می‌رود [7].

پی بردن به علت اصلی ضایعات پس از برداشت و اتخاذ روشی کارآمد برای مهار آن‌ها و حفظ کیفیت محصولات کشاورزی، مهم‌ترین گام در طول زنجیره تولید تا مصرف است [8]. آلودگی‌های میکروبی یکی از عامل‌های اصلی افزایش 30 درصدی ضایعات پس از برداشت طی مراحل مختلف زنجیره تولید شامل برداشت، جابجایی، بسته‌بندی، انبارداری، و مصرف است که باعث کاهش ارزش اقتصادی تولیدات کشاورزی می‌شود [9, 5].

بیماری‌هایی که در قسمت‌های مختلف گیاهان توسط عوامل بیماری‌زا ایجاد می‌شود تحت عنوان بیماری‌های پس از برداشت نامیده می‌شود که علامت‌های این آلودگی‌ها ممکن است در مزرعه یا طی مراحل برداشت، حمل و نقل، انبارداری و حتی پس از خرید توسط مصرف‌کننده اتفاق افتد. قدرت یک عامل بیماری‌زا برای شروع بیماری به عوامل متعددی از جمله شرایط میزبان و شرایط محیطی بستگی دارد [8]. آلودگی‌های میکروبی پس از برداشت نه تنها کمیت بلکه کیفیت میوه‌ها و سبزی‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد و ارزش غذایی آن‌ها با پیشرفت بیماری به تدریج کاهش می‌یابد [10]. از آنجایی که بیشتر میوه‌ها و تعدادی از سبزی‌ها ترکیباتی اسیدی هستند،

میوه‌ها و سبزی‌ها، از مهم‌ترین تولیدات کشاورزی بوده و منبع غنی از ویتامین‌ها، فیبرها و ترکیبات محرک سلامتی انسان هستند. این محصولات نه تنها به دلیل فراهم کردن مواد معدنی و ویتامین‌ها و اسیدهای آلی در رژیم غذایی بلکه به علت غنی بودن از آنتی-اکسیدان‌ها و فیبرها که اثرات مفیدی بر سلامت انسان دارند، از نظر اقتصادی و ارزش تغذیه‌ای خیلی مهم هستند. بنابراین، امروزه تقاضا برای محصولات تازه و سالم در سطوح مصرف‌کنندگان به دلیل افزایش آگاهی مردم در مورد اثرات سودمند محصولات تازه نسبت به محصولات فرآوری شده، چه از طریق ترویج فعالان حوزه سلامت و چه از طریق رسانه‌های جمعی، رو به افزایش است. علاوه بر این، میوه‌ها و سبزی‌ها با تنوع در رنگ، شکل، طعم و مزه مورد علاقه بسیاری از مصرف‌کنندگان با سلیقه‌ها و رژیم‌های مختلف هستند [11]. درخشندگی میوه‌ها و سبزی‌ها نیز یک عامل مهم در پذیرش آن‌ها توسط مصرف‌کننده‌ها است [2]. میوه‌ها و سبزی‌ها، بافت‌های زنده‌ای هستند که به دلیل محتوای رطوبتی بالا، سوخت و ساز فعال و طبیعت حساس، در برابر تنش‌های محیطی، آسیب‌های مکانیکی و حمله عوامل بیماری‌زا (پاتوژن‌ها) بسیار آسیب‌پذیر بوده و از این نظر، آن‌ها را محصولات فاسدشدنی در طبیعت معرفی کرده‌اند [3]. همین خصوصیات، عمر انباری میوه‌ها و سبزی‌ها را محدود می‌کند و باعث زوال تدریجی آن‌ها و تولید ضایعات کشاورزی می‌شود. بنابراین، اگر در زمان برداشت و پس از برداشت این محصولات فسادپذیر، به‌درستی با آن‌ها رفتار نشود ممکن است توسط مشتری پذیرفته نشوند [4].

ضایعات پس از برداشت در هر نقطه از زنجیره تولید و بازاریابی ممکن است رخ دهد [5]. از آنجایی که مقوله تولیدات کشاورزی یکی از پایه‌های مهم در تجارت بین‌المللی است، جابجایی و رساندن سالم آن به‌دست خواهان و مصرف‌کننده نهایی در نقاط نزدیک

¹ Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

اسانس‌های گیاهی، ترکیبات طبیعی استخراج شده از گیاهان هستند که مورد تأیید سازمان غذا و دارو بوده و چه به صورت مستقیم و چه در فاز بخار، اثرات ضد میکروبی دارند [17]. مواد ضد میکروبی مانند اسانس-های گیاهی و اجزای آن‌ها به صورت بخار از شبکه فیلم بسته‌بندی در فضای بسته آزاد شده و محصول و فضای آن را ضد عفونی می‌کنند. این پدیده، باعث مهار گسترش پوسیدگی و بیماری‌های پس از برداشت می‌شود [18]. کارواکرول، یک ترکیب فنولی است که ممکن است به عنوان ماده فعال با خواص ضد قارچی در برابر طیف وسیعی از عوامل بیماری‌زا در سیستم بسته‌بندی استفاده شود. به عبارت بهتر، کارواکرول، یکی از اجزای اصلی اسانس آویشن و مرزنجوش است که توانایی مهار طیف وسیعی از عوامل بیماری‌زا را دارد [19]. با توجه به موارد بالا، این مقاله به بررسی مشاهدات عینی ناشی از تاثیر فیلم بسته‌بندی فعال حاوی کارواکرال بر فعالیت قارچ‌های دخیل در عمر ماندگاری محصولات کشاورزی می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

طی پژوهشی، تاثیر فیلم بسته‌بندی حاوی 2 و 4 درصد کارواکرال روی دو قارچ *آلترناریا آلترناتا* و *بوتریتیس سینرا* بررسی شد که نتایج مشاهدات عینی آن در این مقاله ارائه می‌شود. این قارچ‌ها، از مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران به صورت کشت فعال تهیه شد. برای ارزیابی و مشاهده فعالیت ضد قارچی فیلم بسته‌بندی از جنس پلی‌اتیلن، حاوی 2 و 4 درصد کارواکرال، به روش دیسک [20]، قارچ‌های فوق در محیط کشت آگار قرار داده شد و به مدت سه روز در انکوباتور با دمای 25 درجه سلسیوس و در شرایط تاریکی قرار گرفتند (شکل 1). پس از سه روز، نمونه‌ها از انکوباتور خارج شده و با یکدیگر مقایسه شدند. علاوه بر این، برای مشاهده کاربرد تاثیر فیلم بسته‌بندی حاوی 2 و 4 درصد کارواکرال روی محصول کشاورزی، به عنوان نمونه، از دانه (آریل)‌های انار

بیشترین خسارت پس از برداشت محصولات مربوط به قارچ‌ها است [11].

نفوذ قارچ‌های آلوده‌کننده به داخل میوه‌ها و سبزی‌ها از راه‌های مختلفی امکان‌پذیر است ولی بیشترین نفوذ از طریق منافذ ایجاد شده در پوست رخ می‌دهد [12]. زمان بین آلودگی و ظهور علائم تحت عنوان دوره پنهان شناخته شده و پس از گذشت این مدت، علامت‌های آلودگی آشکار می‌شود [13]. توقف فعالیت قارچ آلوده‌کننده ممکن است در شروع آلودگی و یا در هر مرحله از رشد آن توسط عوامل مختلف بیرونی و درونی صورت پذیرد [14].

روش‌های مختلفی برای مهار بیماری‌های پس از برداشت و پوسیدگی محصولات کشاورزی در طول زنجیره غذایی وجود دارد که به طور مستقیم و غیر مستقیم از رشد عوامل بیماری‌زا جلوگیری می‌کند [14]. بسته‌بندی، یکی از این روش‌ها است که نقش اساسی آن به عنوان یک عامل فیزیکی، مانع ورود عوامل بیماری‌زا به محیط بسته‌بندی می‌شود [15]. با ترکیب کردن برخی از این روش‌ها، می‌توان بهتر عمل کرد و خطرات استفاده از قارچ‌کش‌های مصنوعی را کاهش داد [14]. یکی از راهکارهای جدید برای حفظ شادابی و درخشندگی تولیدات کشاورزی، استفاده از بسته‌بندی‌های فعال است [2]. در حقیقت، اتصال ترکیبات فعال به شبکه اصلی بسته‌بندی، اساس توسعه بسته‌بندی فعال است. بنابراین، بسته‌بندی فعال، روش یا نظامی است که ترکیباتی با نقش جاذب مواد از محصول بسته‌بندی شده یا ره‌کننده مواد به محصول بسته‌بندی شده را در بر می‌گیرد. در مورد میوه‌ها و سبزی‌ها، بسته‌بندی فعال از طریق آزادسازی و انتشار مواد ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدان در سطح آن‌ها [16]، باعث حفظ ویژگی‌های حسی (ارگانولوپتیکی)، افزایش عمر انباری و حفظ سلامت آن‌ها و در نتیجه کاهش ضایعات پس از برداشت می‌شود [2]. به عبارت دیگر، استفاده از ترکیبات فعال همراه با بسته‌بندی ممکن است آلودگی‌های قارچی و میکروبی را کاهش دهد [15].

آلترناتا و *بوتریتیس سینیرا* در شکل 1، مشاهده می‌شود. به عبارت دیگر، این شکل تاثیر فیلم فعال حاوی کارواکرول را در بازدارندگی رشد دو نمونه قارچ در شرایط آزمایشگاهی روی محیط کشت آگار، پس از سه روز قرار گرفتن در دمای 25 درجه سلسیوس انکوباتور نشان می‌دهد. میزان رشد قارچ‌ها با اندازه‌گیری قطر هاله‌های رشد میسیلیوم روی محیط کشت تعیین شد. مشاهدات عینی نشان داد که بیشترین قطر میسیلیوم در نمونه شاهد (محیط کشت حاوی فیلم بسته‌بندی بدون کارواکرال) و کمترین قطر هنگام استفاده از فیلم حاوی 2 درصد کارواکرول است. از آنجایی که استفاده از اسانس‌های گیاهی در مهار بیماری‌های پس از برداشت میوه‌ها نه تنها اثر سویی ندارد بلکه طول دوره انبارداری آن‌ها را نیز افزایش می‌دهد [23]، برای بررسی تاثیر فیلم حاوی ماده ضدقارچی کارواکرول روی یک محصول کشاورزی، دانه‌های انار داخل ظرف حاوی فیلم فوق قرار گرفتند. با توجه به نتایج مشاهدات عینی، مشخص شد که فیلم حاوی کارواکرال مانع گسترش آلودگی‌های قارچی روی دانه‌های انار پس از شش روز نگهداری در دمای 25 درجه سلسیوس شد. شکل شماره 2، عدم آلودگی دانه‌های انار را پس از شش روز نگهداری در دمای اتاق، داخل ظرف حاوی فیلم دارای کارواکرول 2 درصد نشان می‌دهد. در صورتی که دانه‌های انار بسته‌بندی شده توسط فیلم معمولی پس از سه روز کاملاً دچار پوسیدگی شدند (شکل 3). نصیری طالشی و همکاران (1395)، بازدارندگی از رشد قارچ *بوتریتیس سینیرا* را با استفاده از اسانس گیاه رازیانه نشان دادند [23].

استفاده شد. بدین‌صورت که همراه دانه‌های انار در ظرف بسته‌بندی، قطعه‌ای از فیلم فعال فوق با چسب دو طرفه به قسمت بالای بسته از طرف داخل چسبانده شد. نمونه‌ها، در دمای 25 درجه سلسیوس به مدت 6 روز قرار گرفتند (شکل 2).

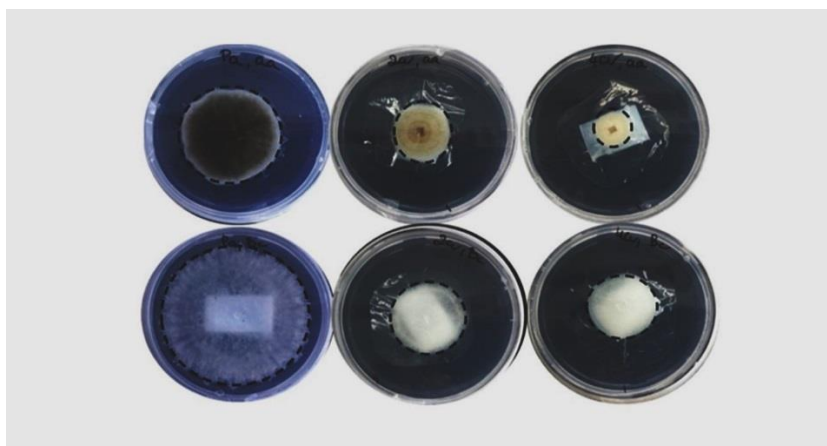
نتایج و بحث

قارچ *بوتریتیس سینیرا* (*Botrytis cinerea*)، یک عامل بیماری‌زای نکروتروفیک² گیاهی با گستردگی جهانی است که بیش از ۲۰۰ محصول مهم اقتصادی مثل سبزی‌ها، گیاهان زینتی، غده‌ها و میوه‌ها از جمله توت‌فرنگی، انگور و غیره را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این قارچ، عمدتاً به برگ‌ها، گل‌ها و میوه‌های محصولات کشاورزی حمله می‌کند و مسئول خسارت‌های جدی قبل و پس از برداشت محصولات است. بیماری ناشی از این قارچ، یک تهدید جدی و دائمی در گوجه‌فرنگی‌های مزرعه‌ای و گلخانه‌ای در بسیاری از کشورهای دنیا است که در ابتدا معمولاً برگ‌ها را آلوده می‌کند. رشد قارچ در دمای 15 الی 20 درجه سلسیوس اتفاق می‌افتد. رطوبت نسبی زیاد، رطوبت آزاد در سطح گیاهان، دمای ملایم، مدت استقرار گیاه و فعالیت‌های انسان در طول دوره مهم‌ترین عواملی هستند که باعث گسترش این قارچ می‌شوند [21].

از طرفی دیگر، قارچ *آلترناریا* بیش از 275 گونه دارد که گونه غالب آن در اکثر خاک‌ها و بافت‌های گیاهی *آلترناتا* (*Alternaria alternata*) است. این گونه گسترش جهانی داشته و بیشتر میوه‌ها و سبزی‌ها را مورد حمله قرار می‌دهد این قارچ با تولید آنزیم‌های سلولاز و پکتین متیل‌استراز و گالاکتوناز دیواره سلولی را تجزیه کرده و با تولید اسیدآلترناریک، سلول میزبان را از بین می‌برد، مواد غذایی مورد نیاز خود را جذب می‌کند و روی میزبان تاثیر می‌گذارد [22].

نتایج مشاهدات عینی تاثیر فیلم بسته‌بندی حاوی 0، 2 و 4 درصد کارواکرال روی دو نمونه قارچ *آلترناریا*

² Necrotrophic pathogen



شکل 1- تصویر بالا: رشد قارچ *آلترناریا آلترناتا* در ظرف دارای فیلم فعال از چپ به راست (شاهد، 2 درصد کارواکرول، 4 درصد کارواکرول) تصویر پایین: رشد قارچ *بوتریتیس سینرا* در ظرف دارای فیلم فعال از چپ به راست (شاهد، 2 درصد کارواکرول، 4 درصد کارواکرول)



شکل 2- دانه‌های انار پس از شش روز نگهداری در بسته‌بندی فعال حاوی 2 درصد کارواکرول در دمای اتاق



شکل 3- دانه‌های انار پس از سه روز نگهداری در بسته‌بندی معمولی در دمای اتاق

نتیجه‌گیری

با توجه به هدف اصلی استفاده از فناوری‌های پس از برداشت که کاهش ضایعات و حفظ کیفیت محصول از نظر حسی و ارزش غذایی آن از زمان برداشت تا رسیدن به دست مصرف‌کننده است، یکی از بهترین گزینه‌ها برای این منظور، استفاده از اسانس‌های گیاهی و اجزای آن‌ها مانند کارواکرول در صنعت بسته‌بندی است که بتواند به صورت مهار شده از رشد عوامل بیماری‌زا جلوگیری کند. نتایج مشاهدات عینی این پژوهش نشان داد که رشد قارچ‌های *آلترناریا آلترناتا* و *بوتریتیس سینرا* پس از چند روز در فیلم فعال حاوی کارواکرول به طور قابل توجهی مهار شد. هم چنین، مشاهدات عینی حاصل از کاربرد این فیلم روی نمونه‌های انار نشان داد که استفاده از این فناوری، به خوبی پوسیدگی دانه‌های انار را در روزهای اول نگهداری مهار می‌کند. بنابراین، با این روش یعنی استفاده از فیلم های بسته بندی فعال حاوی ترکیبات ضدقارچی، می‌توان به طور قابل توجهی بیماری‌های پس از برداشت محصولات کشاورزی را مهار کرد.

منابع

- [1] Wills, R.B.H., McGlasson, W.B., Graham, D., Joyce D.C. Postharvest - an introduction to the physiology and handling of fruits. Vegetables and Ornamentals, CAB International Oxfordshire, UK, 2007, 227 pp.
- [2] Ribeiro-Santos, R., Andrade, M., Ramos de Melo, N., Sanches-Silva, A. Use of essential oils in active food packaging: Recent advances and future trends. Trends in Food Science & Technology, 2017, 132-140.
- [3] Kader, A.A. Postharvest technology of horticultural crops-an overview from farm to fork. Ethiopian Journal of Applied Science and Technology, 2013, 1, 1-8.
- [4] Kays, S.J., Paull. R.E. Postharvest biology. Exon Press, USA, 2004, 568 pp.
- [5] Prusky, D. Reduction of the incidence of postharvest quality losses, and future prospects. Food Security, 2011, 3:463-474.
- [6] Kader, A.A. Increasing food availability by reducing postharvest losses of fresh produce. Acta Horticulturae, 2005, 682:2169-2175.
- [7] Gastavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U. Global Food Losses and Food Waste.

- [17] Vergis, J., Gokulakrishnan, P., Agarwal, R.K., Kumar, A. Essential oils as natural food antimicrobial agents: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **2015**, 55:1320–1323.
- [18] Peretto, G., Du, W.X., Avena-Bustillos, R.J., Sarreal, S.B.L., Hua, S.S.T., Sambo, P., McHugh, T.H. Increasing strawberry shelf-life with carvacrol and methyl cinnamate antimicrobial vapors released from edible films. *Postharvest Biology and Technology*, **2014**, 89:11–18.
- [19] Rao, A., Zhang, Y., Muend, S., Rao, R. Mechanism of antifungal activity of terpenoid phenols resembles calcium stress and inhibition of the TOR pathway. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, **2010**, 54(12): 5062–5069.
- [20] محمدی، ا.، اخلاقی فیض‌آباد، س.ه.، پدramنیا، ا. بررسی اثر بازدارندگی برگ رزماری بر قارچ بوتریتیسی سینرا/ برای افزایش ماندگاری میوه توت‌فرنگی. نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی، 10 (1)، 10-1397-1.
- [21] ماوندادی، ا.، خواجه‌علی، ج.، شریف‌نسی، ب. کارایی قارچ‌کش‌های رایج در کنترل کپک خاکستری گوجه‌فرنگی. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، 6 (24)، 189-1394.
- [22] حسین‌نیا، ع.، محمدی، ع. بررسی بیماری‌زایی گونه *Alternaria alternata* روی برگ و کورم زعفران در آزمایشگاه و گلخانه. نشریه زراعت و فناوری زعفران، 6 (1)، 62-72. 1395.
- [23] نصیری‌طالشی، س.ج.، مهدیان، ص.ع.، تاجیک قنبری، م.ع.، علیان، س.ا. بررسی مقاومت تجارتهی توت فرنگی در برابر *Botrytis cinerea* و تاثیر کنترلی اسانس رازیانه و قارچ‌کش ایپرودیون-کاربندازیم روی آن. کنترل بیولوژیک آفات و بیماری‌های گیاهی، 5 (1)، 37-1395.
- Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, **2011**.
- [8] Wu, C.T. An Overview of Postharvest Biology and Technology of Fruits and Vegetables. Workshop on Technology on Reducing Post-harvest Losses and Maintaining Quality of Fruits and Vegetables, **2010**, 2-11.
- [9] Droby, S., Wisniewski, M., Macarasin, D., Wilson, C. Twenty years of postharvest biochemical research: is it time for a new paradigm? *Postharvest Biology and Technology*, **2009**, 52, 137-145.
- [10] Tripathi, A., Sharma, N., Sharma, V., Alam, A. A review on conventional and non-conventional methods to manage postharvest diseases of perishables. *Researcher*, **2013**, 5(6): 6-19.
- [11] Pitt, J., Hocking, A.D. *Fungi and Food Spoilage*. Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, **1999**, 593 pp.
- [12] Schagbauer, H.E. Holz, G. Infection and colonization of plum blossom by *Monilinia laxa*. *Phytophylactica*, **1990**, 22: 419–422.
- [13] Berger, R.D., Bartz, J.A. Analysis of monocyclic pathosystems with *Erwinia* – *Lycopersicon* as the model. *Phytopathology*, **1982**, 72:365-369.
- [14] Vincelli, P.C. *Fundamental principles of plant pathology for agricultural producers*. University of Kentucky, College of Agriculture, **1994**, 7 pages.
- [15] Aquino, S., Mistriotis, A., Briassoulis, D., Di Lorenzo, M.L., Malinconico, M., Palma, A. Influence of modified atmosphere packaging on postharvest quality of cherry tomatoes held at 20 °C. *Postharvest Biology and Technology*, **2016**, 115:103-112.
- [16] Pereira de Abreu, D.A., Cruz, J.M., Paseiro Losada, P. Active and intelligent packaging for the food industry. *Food Reviews International*, **2012**, 28:146-187.