دانش بیماری‌شناسی گیاهی (شاپای ا:۶۲۹۰-۲۵۸۸، شاپای چ: ۹۲۷۰-۲۲۵۱)
سال نهم، جلد ۲، بهار و تابستان ۱۳۹۹
Plant Pathology Science (eISSN:2588-6290, pISSN:2251-9270)
Vol. 9(2), 2020

Extensional Article

Biological control method of postharvest fungal diseases of apple

PARMIDA ALEAHMAD, LEILA EBRAHIMI✉
College of Aburaihan, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 12.11.2020 Accepted: 02.22.2021

Aleahmad P, Ebrahimi L (2020) Biological control method of postharvest fungal diseases of apple. Plant Pathology Science 9(2):95-107. DOI: 10.2982/PPS.9.2.95.

Abstract

Apple postharvest diseases are usually caused by a wide range of pathogenic fungi. Postharvest rot of this crop is one of the most important economic diseases and also one of the main factors in reducing the lifespan of this crop. In contrast, our current knowledge of the occurrence and latent contamination during storage and its epidemiology is limited. The pathogenic fungi *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum* causing gray mold and blue mold, respectively, are the most common pathogens in the cultivation areas, which are usually inhibited by the use of synthetic fungicides. However, due to the growing concern over the use of synthetic fungicides, alternative control measures such as using physical treatments, natural compounds, and biocontrol agents are highly desired. Although no method has been approved as a definitive method of postharvest diseases management, the effectiveness of yeasts such as *Candida saitoana*, bacteria such as *Rahnella aquatilis*, and fungal species such as *Trichoderma harzianum* has been suggested.

Key words: *Botrytis*, *Candida*, *Penicillium*, *Trichoderma*

✉Corresponding author: Le_ebrahimi@ut.ac.ir

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.9.2.10.0]
[DOI: 10.52547/pps.9.2.95]

مقاله ترویجی

روش مبارزه زیستی با بیماری‌های قارچی پس از برداشت سیب

پارمیدا آل احمد، لیلا ابراهیمی✉
پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۲۱ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۰۴
آل‌احمد پ، ابراهیمی ل (۱۳۹۹) روش مبارزه زیستی با بیماری‌های قارچی پس از برداشت سیب. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۹(۲): ۱۰۷-۹۵. DOI:10.2982/PPS.9.2.95.

چکیده

بیماری‌های پس از برداشت سیب، معمولاً توسط طیف وسیعی از قارچ‌ها به وجود می‌آیند. پوسیدگی پس از برداشت این میوه، مهم‌ترین دلیل کاهش طول عمر و ارزش اقتصادی آن به شمار می‌آیند. قارچ‌های *Botrytis cinerea* و *Penicillium expansum* به ترتیب عامل کپک خاکستری و کپک آبی، شایع‌ترین عامل‌های پوسیدگی بعد از برداشت میوه سیب شناخته شده‌اند. استفاده از سم‌های شیمیایی برای مبارزه با این قارچها می‌تواند اثرهای سوء بر سلامت مصرف‌کنندگان و محیط‌زیست داشته و سبب بروز مقاومت در قارچها و از بین رفتن جانداران مفید شود. بنابراین مبارزه زیستی با این قارچها به عنوان روشی مناسب برای مصرف کنندگان و سازگار با محیط زیست مورد توجه قرار گرفته است. کارآیی قارچ‌های *Candida saitoana* و *Trichoderma harzianum* و باکتری *Rahnella aquatilis* در مبارزه زیستی با این بیماری‌ها به اثبات رسیده است.

واژگان کلیدی: *Botrytis, Candida, Penicillium, Trichoderma*

مقدمه

سیب از مهم‌ترین میوه‌های دانه‌دار است که در سراسر دنیا به طور گسترده کشت می‌شود و به دلیل وجود مقدار بالای مواد مغذی مورد حمله انواع عوامل بیمارگر در مراحل مختلف، از کاشت تا مصرف قرار می‌گیرد. بیماری‌های پس از برداشت سیب هر ساله در سراسر دنیا باعث ضررهای شدید اقتصادی در هنگام نگهداری در انبار می‌شود که توسط طیف وسیعی از عوامل بیماری‌زای قارچی و برخی از باکتری‌ها و شبه‌قارچ‌ها ایجاد می‌شود (Wenneker and Thomma 2020). با وجود پیشرفت‌های صورت گرفته در فناوری نگهداری میوه‌های تازه بعد از برداشت، میزان تلفات ناشی از عوامل میکروبی در میوه‌های سیب از پنج تا ۲۰ درصد بسته به گونه و تکنولوژی مورد استفاده در بسته‌بندی و شرایط

✉مسئول مکاتبه: Le_ebrahimi@ut.ac.ir

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.9.2.10.0]
[DOI: 10.52547/pps.9.2.95]

انبارداری (دما، رطوبت و ...) متفاوت است و در مورد ارقام حساس تا ۵۰ درصد هم برآورد شده است (Janisiewicz and Korsten 2002). در سراسر دنیا قارچ‌های مختلفی از جمله: *Neofabraea alba*، *Neonectria ditissima*، *Colletotrichum acutatum*، *Cadophora malorum*، *Phytophthora* spp.، *Alternaria* spp.، *Fusarium* spp.، *Phacidium lacerum*، *Sphaeropsis pyriputrescens*، *Phacidiopycnis washingtonensis*، *Penicillium expansum*، *Monilinia fructigena* و *Botrytis cinerea* به عنوان بیمارگرهای پس از برداشت سیب گزارش شده‌اند (Wenneker and Thomma 2020). در ایران دو گونه *B. cinerea* و *P. expansum* به عنوان عوامل بیماریزای پس از برداشت سیب با خسارت اقتصادی گزارش شده‌اند. زخم‌های ناشی از حمله پرندگان، حشرات و صدمات فیزیکی ایجاد شده در قبل و حین برداشت، محل ورود این عوامل بیماری‌زا هستند که در نهایت باعث پوسیدگی قبل و پس از برداشت می‌شوند و حتی در مناطقی با تکنولوژی‌های بالای انبارداری هم خسارت‌زا هستند(Snowdon 1990). کاربرد بعضی قارچ‌کش‌های شیمیایی به طور چشم‌گیری باعث کاهش خسارت آنها می‌شود (Wenneker and Thomma 2020)، اما امروزه به دلیل خطرهای ناشی از سمیت قارچکش‌های شیمیایی بر سلامت مصرف‌کنندگان به دلیل دوره طولانی تجزیه و سرطان‌زا بودن (Janisiewicz and Korsten 2002)، پایداری در محیط‌زیست و تجمع در بافت میوه و بدن انسان، پیدایش جدایه‌های قارچی با مقاومت بالا، از بین رفتن ریزجانداران مفید، بروز آفتها و بیماری‌های ثانویه، استفاده از سمهای شیمیایی محدود شده است و راهکارهای جایگزین در حال مطالعه و توسعه هستند (Talibi et al. 2014). از بین روش‌های مختلف جایگزین مبارزه شیمیایی، کاربرد ریزجانداران متعارض برای مدیریت بیماری، محبوبیت زیادی در بین پژوهشگران یافته است، که در این مقاله یافته‌های جدید کاربردی روش‌های مبارزه زیستی با پوسیدگی‌های پس از برداشت سیب شرح داده شده‌اند.

بیماری‌های مهم قارچی پس از برداشت سیب

۱-کپک آبی

قارچ*Penicillium expansum* Link از شایع‌ترین و مخرب‌ترین بیمارگرهای پس از برداشت میوه‌های دانه‌دار است که باعث ایجاد پوسیدگی‌های شدید روی میوه‌ها در انبار و کاهش ماندگاری محصول می شود (Gholamnejad et al. 2009). همچنین این قارچ توکسین خطرناکی به نام پاتولین تولید می کند که سلامت انسان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (El-Ghaouth et al. 2004). این قارچ از راه زخم وارد بافت می‌شود ولی می‌تواند از میوه آلوده به پوست آسیب ندیده میوه‌های مجاور نیز رخنه کند. نشانه‌ها به صورت لکه‌های نرم، خیس، کمی تغییر رنگ یافته، به اندازه‌های مختلف و در هر جای میوه

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.9.2.10.0]
[DOI: 10.52547/pps.9.2.95]

ظاهر می‌شوند که در آغاز سطحی‌اند ولی به سرعت عمیق می‌شوند. در دمای اتاق بیشتر یا تمام میوه‌ها در طی چند روز فاسد می‌شوند. در ابتدا کپک سفیدی بر سطح پوست، نزدیک مرکز لکه به وجود می‌آید و شروع به تولید هاگ می‌کند. این ناحیه به رنگ آبی، سبز مایل به آبی یا سبز زیتونی درمی‌آید که با نواری از میسلیوم سفید احاطه شده است. در هوای گرم و مرطوب، قارچ روی لکه‌ها توسعه می‌یابد ولی در هوای خنک و خشک حتی اگر تمام میوه هم فاسد شود روی سطح آن کپک تشکیل نمی‌شود (Agrios 2005).

۲-کپک خاکستری

کپک خاکستری ناشی از قارچ *Botrytis cinerea* Pers. یکی از مخرب‌ترین بیماری‌هایی است که سبب پوسیدگی جزئی در فصل زراعی و پوسیدگی قابل توجه در انبار می‌شود. این قارچ دومین بیمارگر مخرب بعد از کپک آبی روی سیب است (Rosenberger 1990). فساد ناشی از این کپک در گلگاه یا دمگاه میوه‌ها یا از محل هر نوع زخمی آغاز می‌شود که ابتدا به صورت ناحیه لهیده مشخصی که اندکی بعد متمایل به قهوه‌ای می‌شود پدیدار می‌شود، عمیقاً در بافت نفوذ می‌کند و به سرعت توسعه پیدا می‌کند. در بیشتر میزبآنها و در شرایط رطوبت زیاد، لایه‌ای از کپک خاکستری یا خاکستری مایل به قهوه‌ای بر سطح نواحی فاسد ایجاد می‌شود. شرایط مطلوب برای این بیماری هوای خنک و مرطوب است و حتی در دمای صفر درجه سلسیوس هم به کندی رشدش را ادامه می‌دهد (Agrios 2005).

روشهای مبارزه زیستی با بیماری‌های پس از برداشت سیب

مبارزه زیستی (Biological control) به معنی کاربرد ریزجانداران متعارض با بیمارگرهای گیاهی است. جانداران مورد استفاده در مبارزه بیماری‌های پس از برداشت، یا به صورت اپی‌فیت در سطح میوه‌ها وجود دارند و یا به صورت انتخابی، در قبل یا بعد از آلودگی در محل قرار داده و استقرار می‌یابند. تأثیر وجود این ریزجانداران که به طور طبیعی روی میوه‌ها وجود دارند هنگامی مشخص می شود که میوه‌هایی که شسته شده‌اند نسبت به میوه‌های شسته نشده نشانه بیشتری نشان می‌دهند و سریع‌تر دچار آلودگی می‌شوند (Droby et al. 1998). عملیات مبارزه زیستی از طریق سازوکارهای مختلفی موجب تضعیف یا از بین رفتن بیمارگرها می‌شود که عبارتند از: پارازیته کردن مستقیم بیمارگرها، تولید آنتی‌بیوتیک (پادزیست) علیه بیمارگر، ایجاد رقابت در فضا و مواد غذایی، تولید آنزیم‌هایی که سلول‌های بیمارگر را مورد حمله قرار می‌دهد، القای مقاومت در گیاه میزبان، تحریک گیاه به تولید مواد مترشحه دفاعی و احتمالاً به کارگیری روش‌های دیگر که به خوبی برای ما شناخته

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.9.2.10.0]
[DOI: 10.52547/pps.9.2.95]

شده نیست (Agrios 2005). برخی از تلفیق چند روش و بعضی فقط با بکارگیری یکی از روش‌ها عامل بیمارگر را محدود و سرکوب می‌کنند (Parveen et al. 2016).

۱. پارازیته کردن مستقیم بیمارگرها یا فراانگلی (Hyperparasitism): در این مکانیزم جاندار متعارض، بیمارگر را شناسایی می‌کند و پس از تماس نزدیک با ترشح آنزیم‌های تجزیه‌کننده و یا رشد فعال درون بیمارگر باعث کاهش توانایی بیمارگر در ایجاد بیماری و تضعیف آن می‌شود. در این حالت بیمارگر و یا اندام‌های تکثیری آن را از بین می‌برد (Spadaro 2002). به عنوان مثال، سازوکار پیشنهادی برای مخمرهای *Pichia guilliermondii* و *Candida saitoana* در مقابله با *B. cinerea* توانایی اتصال به ریسه‌های بیمارگر و ترشح آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره سلولی آن است (El-Ghaouth et al. 1998).

۲. تولید مواد پادزیست (Antibiosis): از مهمترین روش‌های مبارزه زیستی است. این فعالیت در باکتری‌ها بیشتر از مخمرها و قارچ‌های رشته‌ای دیده می‌شود (Ramezani and Mahdian 2016). این سازوکار به دو صورت دیده می‌شود: ۱) اثر سمی مستقیم با ترشح آنتی‌بیوتیک‌ها، ۲) اثر سمی غیرمستقیم با تولید مواد فرار مانند اتیلن که در نتیجه فعالیت‌های متابولیکی ریزجانداران متعارض در محیط آزاد می‌شوند و روی بیمارگرها اثر می‌گذارند. امروزه گزارش‌های زیادی از غالب سودوموناس‌ها در دسترس است که توانایی آنها را در تولید مواد پادزیست مثل ۲ و ۴ دی‌استیل فلوروگلوسینول اثبات کرده‌اند (Iavicoli et al. 2003). همچنین تولید پیرول‌نیترین، یک ترکیب ضدقارچی در *Pseudomonas cepacia* به عنوان مکانیسم اصلی سرکوب B. *cinerea* و *P. expansum* پیشنهاد شده است (Janisiewicz and Roitman 1988). نحوه مقابله *Bacillus subtilis* با *B. cinerea* تولید برخی سیکلولیپوپپتیدها مثل fengecins حدس زده می‌شود (Ongena et al. 2005). قارچ *Aureobasidium pullulans* نیز توانایی تولید مواد پادزیست علیه *B. cinerea* و *P. expansum* را دارد (Castoria et al. 2001).

۳. رقابت (Competition): منابع غذایی موجود در سطح میوه‌ها برای تمام ریزجانداران کافی نبوده و در نتیجه باعث ایجاد رقابت بین بیمارگرها و متعارض‌ها برای استقرار و تأمین مواد غذایی می‌شود (Liu et al. 2009). ریزجانداران غیربیمارگر، به خصوص مخمرها با اشغال سریع محل زخم‌ها و سطح میوه‌ها از ورود و تماس بیمارگرها جلوگیری می‌کنند. نقش پیشنهادی برای مخمر Cryptococcus *laurentii* رقابت بر سر مواد غذایی با *B. cinerea* است (Filonow et al. 1996). اشغال محل‌های آلودگی و رقابت بر سر مکان استقرار در مقابله با قارچ *B. cinerea* توسط مخمر *Candida oleophila* نیز گزارش شده است (Mercier and Wilson 1995).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.9.2.10.0]
[DOI: 10.52547/pps.9.2.95]

۴. مقاومت القایی: القای مقاومت در گیاهان میزبان توسط عوامل متعدی ایجاد می‌شود. از جمله حضور ریزجانداران متعارض، عوامل فیزیکی مانند گرما و نور UV-C، ترکیبهای شیمیایی مانند اسید سالیسیلیک (Palou et al. 2016) و بسیاری از مواد دیگر می‌باشد. به عنوان مثال، تحریک سیستم دفاعی گیاه میزبان در مقابل *B. cinerea* توسط Candida *saitoana* صورت می‌گیرد (El-Ghaoutht et al. 1998). مخمر باعث القا واکنش دفاعی در میزبان از طریق افزایش بیان ژن‌های دفاعی و در نتیجه آنزیم‌هایی مانند پروکسیداز و همپنین ترکیبهای فنلی علیه *P. expansum* می‌شود (Ebrahimi et al. 2013b).

جانداران موثر در مبارزه با پوسیدگی پس از برداشت سیب

۱. قارچها و مخمرها: برخی جدایه‌های قارچی از جمله قارچ‌های اندوفیت با تولید متابولیت‌های ثانویه و ترکیبها فرار قادر به مبارزه بیمارگرها می‌باشند. همچنین مخمرها دارای چندین ویژگی مثبت هستند که به سبب آنها به یکی از بهترین عوامل مبارزه زیستی شناخته شده‌اند. از جمله این که در شرایط خشک هم می‌توانند به مدت طولانی روی میوه‌ها زنده بمانند و دارای تحمل بالایی نسبت به تغییرات درجه حرارت هستند (Janisiewicz and Korsten 2002). در واقع مخمرها قادر به تولید پلی‌ساکاریدهای خارج سلولی هستند که موجب افزایش پایداری آنها و همچنین کاهش رشد سایر بیمارگرها می‌شود. علاوه بر این مخمرها می‌توانند به سرعت از مواد غذایی محیط استفاده کرده و سریع تکثیر شوند (Sharma et al. 2009).

۲. باکتری‌ها: برخی باکتری‌ها به دلیل تولید مواد ضدقارچی و ضدباکتریایی در مبارزه زیستی بیمارگرها استفاده می‌شوند (Ramezani and Mahdian 2016). برخی از باکتری‌ها اندوفیت بوده و با استقرار در داخل بافت‌های گیاهی، باعث ایجاد مقاومت داخلی علیه بیمارگرها می‌شوند (Liu et al. 2009). کارآیی باکتری‌ها به عنوان عامل مبارزه زیستی با پارامترهایی چون اثربخشی در غلظت پایین، پایداری ژنتیکی، استخراج آسان از سطح گیاهان یا خاک، ترشح آنزیم‌هایی مثل بتا ۱ و ۳ گلوکاناز، کیتیناز و پروتئاز که به ترتیب باعث تجزیه گلوکان، کیتین و پروتئین موجود در دیواره سلولی قارچها می‌شوند، تولید سیدروفورها که آهن را کلاته کرده و از دسترس بیمارگرها خارج می‌کند، تعیین می شوند (Carmona-Hernandez et al. 2019). تعدادی از قارچها و باکتری‌های موثر در مدیریت بیماریهای بعد از برداشت سیب در جدول ۱ نام برده شده‌اند.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.9.2.10.0]
[DOI: 10.52547/pps.9.2.95]

جدول ۱. برخی جانداران مورد استفاده در مبارزه بیمارگرهای پس از برداشت سیب.

Table 1. Some biocontrol agents to manage apple postharvest pathogens.

Pathogen	Antagonistic agents	References
Penicillium expansum	*Pichia membranifaciens*	Chan et al. 2007
	Torulaspora delbrueckii	Ebrahimi et al. 2012a, b
	Trichoderma reesei	González-Estrada et al. 2018
	Trichoderma atroviride	
	Bacillus amyloliquefaciens	Carmona-Hernandez et al. 2019
	Pseudomonas fluorescens	
Botrytis cinerea	*Candida oleophila*	Mercier and Wilson 1994
	Sporobolomyces roseus	
	Filobasidium floriforme	Filonow et al. 1996
	Rhodosporidium toruloides	
	Cryptococcus humicola	
	Cryptococcus laurentii	Yu et al. 2008
	Metschnikowia fructicola	Pelliccia et al. 2011
	Debaryomyces hansenii	
	Rhodotorula mucilaginosa	Li et al. 2011
	Hanseniaspora opuntiae	Ruiz-Moyano et al. 2016
	Pichia guilliermondii	Li et al. 2016
	Candida sake	Arrarte et al. 2017
	Citeromyces matritensis	Kheireddine et al. 2018
	Cryptococcus flavescens	
	Aureobasidium pullulans	Mercier and Wilson 1994
	Clonostachys rosea	Reeh 2012
	Erwinia sp.	Kampp 1990
P. expansum and *B. cinerea*	*Candida guilliermondii*	McLaughlin et al. 1990
	Kloeckera apiculata	McLaughlin et al.1992
	Candida saitoana	El-Ghaouth et al. 1998
	Cryptococcus albidus	Fan and Tian 2001
	Metschnikowia pulcherrima	Spadaro et al. 2002, Ebrahimi et al. 2013a, b, Ruiz-Moyano et al. 2016
	Rhodotorula glutinis	Zhang et al. 2009
	Saccharomyces cerevisiae	Gholamnejad et al. 2009
	Candida membranifaciens	Gholamnejad et al. 2010
	Leucosporidium scottii	Vero et al. 2013
	Candida membranifaciens	Aminian et al. 2019a, b
	Pichia guilliermondii	
	Saccharomyces cerevisiae	
	Trichoderma harzianum	Batta 2003, 2004
	Burkholderia cepacia	Janisiewicz and Roitman 1988
	Pseudomonas syringae	Zhou et al. 2001
	Rahnella aquatilis	Calvo et al. 2007
	Bacillus subtilis	Wang et al. 2010

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.9.2.10.0]
[DOI: 10.52547/pps.9.2.95]



شکل ۱. مبارزه بیماری کپک آبی سیب توسط تیمارهای به ترتیب از سمت چپ: شاهد *Penicillium expansum*، مخمر *Metschnikowia pulcherrima*، بیمارگر+مخمر+متیل‌جاسمونات، شاهد سالم (عکس اصلی).

Figure 1. Biocontrol of apple blue mold disease using, respectively from left: *Penicillium expansum*, *Metschnikowia pulcherrima*, pathogen+yeast+methyl jasmonate, untreated control.

کاربرد سایر ترکیبهای زیستی در مبارزه با بیماری‌های پس از برداشت سیب

بعضی ترکیبها خاصیت میکروب‌کشی دارند و می‌توانند به تنهایی و یا در ترکیب با سایر عوامل مبارزه زیستی، اثر افزایشی داشته باشند. سیلیکون از جمله این موارد است که بازدارندگی ۱۰۰ درصدی از رشد *P. expansum* در شرایط آزمایشگاهی داشته و در ترکیب با دو مخمر *M. pulcherrima* و *T. delbrueckii* باعث افزایش اثر آنها شده است (Ebrahimi et al. 2012a, 2013a). همچنین پژوهشها نشان داده کاربرد آب گرم (۴۰ درجه سلسیوس) در ترکیب با سیلیکون اثربخشی بیشتری نسبت به سیلیکون دارد (Etebarian et al. 2013). متیل‌جاسمونات، یکی دیگر از این ترکیبها است، که به تنهایی باعث کاهش کپک آبی و در ترکیب با *M. pulcherrima* و *T. delbrueckii* منجر به بهبود عملکرد آنها شده است (شکل ۱) (Ebrahimi et al. 2012b, 2013b). گازهای CO_2 و ازن مانع جوانه‌زنی هاگ قارچ‌های *P. expansum* و *B. cinerea* شده و CO_2 خاصیت قارچ‌ایستایی و ازن خاصیت قارچ‌کشی دارد. این گازها در ترکیب با مخمرهای *C. membranifaciens*، *S. cerevisiae* و *P. guilliermondii* باعث افزایش کارآیی این مخمرها شده‌اند (Aminian et al. 2019a, b).

نتیجه‌گیری

بیماری‌های پس از برداشت سیب توسط طیف وسیعی از قارچها ایجاد می‌شوند که گاهی باعث از بین رفتن تا ۵۰ درصد میوه‌ها می‌شوند. قارچ‌های *Botrytis cinerea* و *Penicillium expansum* به ترتیب عامل کپک خاکستری و کپک آبی، شایع‌ترین عامل‌های پوسیدگی بعد از برداشت میوه سیب

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.9.2.10.0]
[DOI: 10.52547/pps.9.2.95]

در ایران شناخته شده‌اند. استفاده از سم‌های شیمیایی برای مبارزه با این قارچها می‌تواند اثرهای سوء بر سلامت مصرف‌کنندگان و محیط‌زیست داشته و سبب بروز مقاومت در قارچها و از بین رفتن جانداران مفید شود. بنابراین مبارزه زیستی با این قارچها به عنوان روشی مناسب برای مصرف کنندگان و سازگار با محیط زیست مورد توجه قرار گرفته است. کارآیی قارچ‌های *Candida saitoana* و *Trichoderma harzianum* و باکتری*Rahnella aquatilis* در مبارزه زیستی با این بیماری‌ها به اثبات رسیده است. برای نتیجه‌گیری بهتر، باید این ریزجانداران متعارض را با روش‌های دیگر از جمله استفاده از روش‌های فیزیکی مثل استفاده از اشعه و گازها، ترکیبهای طبیعی و غیره تلفیق کرد، تا ضمن کاهش مصرف سمهای شیمیایی و خطرهای ناشی از مصرف آنها برای محیط‌زیست و مصرف‌کنندگان، از پیشرفت و وقوع این بیماری‌ها جلوگیری کرد.

References منابع

1. Agrios GN (2005) Plant pathology. Elsevier Academic Press, Burlington, MA, USA, 344p.
2. Aminian H, Sadeghi R, Sheikh M, Ebrahimi L (2019a) Control of apple blue and gray molds using antagonistic yeasts and CO2. First Iranian Plant Pathology Congress, 31 August- 1 September, University of Tehran, Karaj, Iran. (In Persian with English Abstract).
3. Aminian H, Sadeghi R, Sheikh M, Ebrahimi L (2019b) Investigation of the antagonistic yeasts and ozone effect in controlling apple blue and gray molds. First Iranian Plant Pathology Congress, 31 August-1 September, University of Tehran, Karaj, Iran. (In Persian with English Abstract).
4. Arrarte E, Garmendia G, Rossini C, Wisniewski M, Vero S (2017) Volatile organic compounds produced by Antarctic strains of *Candida sake* play a role in the control of postharvest pathogens of apples. Biological Control 109:14-20.
5. Batta YA (2003) Postharvest biological control of apple gray mold by *Trichoderma harzianum* Rifai formulated in an invert emulsion. Crop Protection 23:19-26.
6. Batta YA (2004) Effect of treatment with *Trichoderma harzianum* Rifai formulated in invert emulsion on postharvest decay of apple blue mold. International Journal of Food Microbiology 96:281-288.
7. Calvo J, Calvente V, de Orellano ME, Benuzzi D, de Tosetti MIS (2007) Biological control of postharvest spoilage caused by *Penicillium expansum* and *Botrytis cinerea* in apple by using the bacterium *Rahnella aquatilis*. International Journal of Food Microbiology 113:251-257.
8. Carmona-Hernandez S, Reyes-Pérez JJ, Chiquito-Contreras RG, Rincon-Enriquez G, Cerdan-Cabrera CR, Hernandez-Montiel LG (2019) Biocontrol of postharvest fruit fungal diseases by bacterial antagonists: A review. Agronomy 9:121.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.9.2.10.0]
[DOI: 10.52547/pps.9.2.95]

9. Castoria R, De Curtis F, Lima G, Caputo L, Pacifico S and De Cicco V (2001) *Aureobasidium pullulans* (LS-30), an antagonist of postharvest pathogens of fruits: Study on its modes of action. Postharvest Biological Technology 22:7-17.
10. Chan Z, Qin G, Xu X, Li B, Tian S (2007) Proteome approach to characterize proteins induced by antagonist yeast and salicylic acid in peach fruit. Journal of Proteome Research 6:1677-1688.
11. Droby S, Cohen L, Daus A, Weiss B, Horev B, Chalutz E, Shachnai A (1998) Commercial testing of Aspire: a yeast preparation for the biological control of postharvest decay of citrus. Biological Control 12:97-101.
12. Ebrahimi L, Aminian H, Etebarian HR, Sahebani N (2012a) Control of apple blue mould disease with *Torulaspora delbrueckii* in combination with Silicon. Archives of Phytopathology and Plant Protection 45:2057-2065.
13. Ebrahimi L, Etebarian HR, Aminian H, Sahebani N (2012b) Enhancement of biocontrol activity of *Torulaspora delbrueckii* with methyl jasmonate against apple blue mould disease. Archives of Phytopathology and Plant Protection 45:2355-2363.
14. Ebrahimi L, Etebarian HR, Aminian H and Sahebani N (2013a) Biological control of apple blue mold disease with *Metschnikowia pulcherrima* alone and in combination with silicon and its mechanisms of antagonism. Iranian Journal of Plant Pathology 49:39-40. (In Persian with English Abstract).
15. Ebrahimi L, Etebarian HR, Aminian H, Sahebani N (2013b) Effect of *Metschnikowia pulcherrima* and methyl jasmonate on apple blue mold disease and the possible mechanisms involved. Phytoparasitica 41:515-519.
16. El-Ghaouth A, Wilson CL, Wisniewski M (1998) Ultrastructural and cytochemical aspects of the biological control of *Botrytis cinerea* by *Candida saitoana* in apple fruit. Phytopathology 88:282-291.
17. El-Ghaouth A, Wilson CL, Wisniewski ME (2004) Biologically based alternatives to synthetic fungicides for the postharvest diseases of fruit and vegetables. pp.511-535. In: SA Naqvi (ed.), Diseases of Fruit and Vegetables, Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
18. Etebarian HR, Farhangian-Kashani S, Ebrahimi L (2013) Combination of silicon and hot water to control of postharvest blue mould caused by *Penicillium expansum* in apple. International Journal of Agriculture 3:72.
19. Fan Q, Tian S (2001) Postharvest biological control of grey mold and blue mold on apple by *Cryptococcus albidus* (Saito) Skinner. Postharvest Biology and Technology 21:341-350.
20. Filonow AB, Vishniac HS, Anderson JA, Janisiewicz WJ (1996) Biological control of *Botrytis cinerea* apple by yeasts from various habitats and their putative mechanisms of antagonism. Biological Control 7:212-220.
21. Gholamnejad J, Etebarian HR, Sahebani N (2010) Biological control of apple blue mold with *Candida membranifaciens* and *Rhodotorula mucilaginosa*. African Journal of Food Science 4:1-7.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.9.2.10.0]
[DOI: 10.52547/pps.9.2.95]

22. Gholamnejad J, Etebarian HR, Roustaee A, Sahebani NA (2009) Biological control of apples blue mold by isolates of *Saccharomyces cerevisiae*. Journal of Plant Protection Research 49:270-275.
23. González-Estrada R, Blancas-Benítez F, Montaño-Leyva B, Moreno-Hernández C, Romero-Islas LDC, Romero-Islas J, Gutierrez-Martinez P (2018) A review study on the postharvest decay control of fruit by *Trichoderma*. Trichoderma-The Most Widely Used Fungicide 63.
24. Iavicoli A, Boutet E, Buchala A, Métraux JP (2003) Induced systemic resistance in Arabidopsis thaliana in response to root inoculation with *Pseudomonas fluorescens* CHA0. Molecular Plant-Microbe Interaction 16:851-858.
25. Janisiewicz WJ, Korsten L (2002) Biological control of postharvest diseases of fruits. Annual Review of Phytopathology 40:411-441.
26. Janisiewicz WJ, Roitman J (1988) Biological control of blue mold and gray mold on apple and pear with *Pseudomonas cepacia*. Phytopathology 78:1697-1700.
27. Kampp J (1990) Biological control of gray mold. Biologisk control of graskimmel. Pp. 90-5-6. The Institute of Biotechnology, Kolding, Denmark.
28. Kheireddine A, Essghaier B, Hedi A, Dhieb C, Zouaoui NS (2018) New epiphytic yeasts able to reduce grey mold disease on apples. Plant Protection Science 54:248-257.
29. Li BQ, Peng HM, Tian SP (2016) Attachment capability of antagonistic yeast *Rhodotorula glutinis* to *Botrytis cinerea* contributes to biocontrol efficacy. Frontiers in Microbiology 7:601.
30. Li RP, Zhang HY, Liu WM, Zheng XD (2011) Biocontrol of postharvest gray and blue mold decay of apples with *Rhodotorula mucilaginosa* and possible mechanisms of action. International Journal of Food Microbiology 146:151-156
31. Liu B, Qiao H, Huang L, Buchenauer H, Han Q, Kang Z, Gong Y (2009) Biological control of take-all in wheat by endophytic *Bacillus subtilis* E1R-j and potential mode of action. Biological Control 49:277-285.
32. McLaughlin RJ, Wilson CL, Chalutz E, Kurtzman CP, Fett WF, Osman SF (1990) Characterization and reclassification of yeasts used for biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables. Applied and Environmental Microbiology 56:3583-3586.
33. McLaughlin RJ,Wilson CL, Droby S, Ben-Arie R, Chalutz E (1992) Biological control of postharvest diseases grape, peach and apple with the yeasts, *Kloeckera apiculata* and *Candida guilliermondi.* Plant Disease 76:470-473.
34. Mercier J, Wilson CL (1994) Colonization of apple wounds by naturally occurring microflora and introduced *Candida oleophila* and their effect on infection by *Botrytis cinerea* during storage. Biological Control 4:138-144.
35. Mercier J, Wilson CL (1995) Effect of wound moisture on the biocontrol by *Candida oleophila* of gray mold (*Botrytis cinerea*) of apple. Postharvest Biological Technology 6:9-15.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.9.2.10.0]
[DOI: 10.52547/pps.9.2.95]

36. Ongena M, Jacques P, Toure Y, Destain J, Jabrane A, Thonart P (2005) Involvement of fengycin-type lipopeptides in the multifaceted biocontrol potential of *Bacillus subtilis*. Applied and Environmental Microbiology 69:29-38.
37. Palou L, Ali A, Fallik E, Romanazzi G (2016) GRAS, plant-and animal-derived compounds as alternatives to conventional fungicides for the control of postharvest diseases of fresh horticultural produce. Postharvest Biology and Technology 122:41-52.
38. Parveen S, Wani AH, Bhat MY, Koka JA (2016) Biological control of postharvest fungal rots of rosaceous fruits using microbial antagonists and plant extracts-a review. Czech Mycology, 68.
39. Pelliccia C, Antonielli L, Corte L, Bagnetti A, Fatichenti F, Cardinali G (2011) Preliminary prospection of the yeast biodiversity on apple and pear surfaces from Northern Italy orchards. Annals of Microbiology 61:965-972.
40. Ramezani A, Mahdian S (2016) Biological Control of Post-Harvest Citrus Diseases. Plant Pathology Science 5:14-25.
41. Reeh KW (2012) Commercial bumble bees as vectors of the microbial antagonist *Clonostachys osea* for management of *Botrytis blight* in wild blueberry (*Vaccinium angustifolium*) (PhD diss.). 99p.
42. Rosenberger DA (1990) Blue Mold. Pp.54-55. In: AL, Jones HS, Aldwinckle (eds.). Compendium of Apple and Pear Diseases. St. Paul, American Phytopathological Society Press.
43. Ruiz-Moyano S, Martin A, Villalobos MC, Calle A, Serradilla MJ, Cordoba MG, Hernandez A (2016) Yeasts isolated from figs (*Faicus carica* L.) as biocontrol agents of postharvest fruit diseases. Food Microbiology 57:45-53.
44. Sharma R, Singh D, Singh R (2009) Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: Biologyical Control 50:205-221.
45. Snowdon AL (1990) Pome fruits. Pp.170-218. In: AL Snowdon (ed.). A colour Atlas of Post-Harvest Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables, General Introduction and Fruits. London.
46. Spadaro D, Vola R, Piano S, Gullino ML (2002) Mechanisms of action and efficacy of four isolates of the yeast *Metschnikowia pulcherrima* active against postharvest pathogens on apples. Postharvest Biology and Technology 24:123-134.
47. Talibi I, Boubaker H, Boudyach EH, Ait Ben Aoumar A (2014) Alternative methods for the control of postharvest citrus diseases. Journal of Applied Microbiology 117:1-17.
48. Vero S, Garmendia G, González MB, Bentancur O, Wisniewski M (2013) Evaluation of yeasts obtained from Antarctic soil samples as biocontrol agents for the management of postharvest diseases of apple (*Malus domestica*). FEMS Yeast Research 13:189-199.
49. Wang Y, Xu Z, Zhu P, Liu Y, Zhang Z, Mastuda Y, Toyoda H, Xu L (2010) Postharvest biological control of melon pathogens using *Bacillus subtilis* EXWB1. Journal of Plant Pathology 92:645-652

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.9.2.10.0]
[DOI: 10.52547/pps.9.2.95]

50. Wenneker M, Thomma BP (2020) Latent postharvest pathogens of pome fruit and their management: from single measures to a systems intervention approach. European Journal of Plant Pathology 156:663-681.
51. Yu T, Zhang H, Li X and Zheng X (2008) Biocontrol of *Botrytis cinerea* in apple fruit by *Cryptococcus laurentii* and indole-3-acetic acid. Biological Control 46:171-177.
52. Zhang H, Wang L, Ma L, Dong Y, Jiang S, Xu B, Zheng X (2009) Biocontrol of major postharvest pathogens on apple using *Rhodotorula glutinis* and its effects on postharvest quality parameters. Biological Control 48:79-83.
53. Zhou T, Chu CL, Liu WT, Schaneider KE (2001) Postharvest control of blue mold and gray mold on apples using isolates of *Pseudomonas syringae*. Canadian Journal of Plant Pathology 92:645-652.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.9.2.10.0]
[DOI: 10.52547/pps.9.2.95]