

شناسایی برخی عوامل بیو کنترل باکتری عامل پوسیدگی نرم سیب زمینی

Identification of some Biocontrol agents on Potato Soft Rot

Bacterium

پریناز شیبانی^۱، رضا خاکور^۲، اکبر شیرزاد^{۱*}

Parinaz Sheibani¹, Reza Khakvar², Akbar Shirzad^{1*}

۱- گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان تبریز

۲- گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

1. Plant Protection Dept. Agriculture Faculty, Azarbijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.
2. Plant Protection Dept. Agriculture Faculty, Tabriz University, Tabriz, Iran.

* نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ashirzad98@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۲۷ - تاریخ پذیرش: ۹۵/۷/۱)

چکیده

از جمله عمده‌ترین عوامل خسارت‌زای سیب‌زمینی، باکتری‌های خاکزاد عامل پوسیدگی نرم (Soft rot) می‌باشند که دارای طیف میزبانی وسیع بوده و با تولید آنزیم پکتیناز باعث پوسیدگی نرم در غده‌های سیب‌زمینی می‌شوند. استفاده از باکتری‌های آنتاگونیست به عنوان یک جایگزین مناسب برای سموم شیمیایی در کنترل بیمارگرها اهمیت دارد. در این مطالعه ابتدا ۳۰ نمونه غده مشکوک به بیماری پوسیدگی نرم باکتریایی به همراه خاک اطراف غده‌ها از مزارع سیب‌زمینی جمع‌آوری و باکتری‌های عامل پوسیدگی نرم از غده‌های سیب‌زمینی، جداسازی شد. جدایه‌های باکتری بیمارگر با استفاده از روش‌های بیوشیمیایی و مولکولی به عنوان *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* شناسایی گردید. باکتری‌های آنتاگونیست هم از نمونه‌های خاک اطراف غده‌ها جداسازی و روی این باکتری بیمارگر، تست غربالگری کنترل انجام شد. از بین ۲۵۰ جدایه آنتاگونیست، هفت جدایه روی باکتری بیمارگر، هاله بازدارندگی تشکیل دادند. از این میان، دو جدایه 37G و 41E با بیش از ۵۰ درصد بازدارندگی رشد بیمارگر، بیشترین اثر آنتی‌بیوز و سه جدایه 36A، 37B و 34B بازدارندگی نزدیک به ۵۰ درصد نشان دادند اما جدایه 11A با بازدارندگی ۴۰ درصد به علت بیماری‌زایی بر روی غده سیب‌زمینی کنار گذاشته شد. جدایه‌های آنتاگونیست با استفاده از روش‌های شناسایی بیوشیمیایی، مورفولوژیکی و مولکولی به عنوان *Streptomyces* sp. شناسایی شدند. سه جدایه 37G، 41E و 36A کنترل قابل قبولی در تست گلخانه-ای روی عامل پوسیدگی نرم سیب‌زمینی نشان دادند. استرپتومایسزها با مکانیسم‌های بیوکنترلی مختلف در کنترل باکتری‌های بیمارگر پتانسیل خوبی دارند.

واژه‌های کلیدی

استرپتومایسز،
پکتوباکتریوم،
پوسیدگی نرم،
سیب زمینی،
کنترل بیولوژیکی

مقدمه

خسارت اقتصادی می‌گردند (Stevenson *et al.* 2001). چندین گونه باکتری به عنوان عامل پوسیدگی نرم شناسایی شده‌اند با این حال بیشترین خسارت مربوط به باکتری بیمارگر *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (*P.c.c.*) می‌باشد.

روش‌های معمول کنترل بیماری به استفاده از سموم شیمیایی محدود شده است ولی با توجه به احتمال پیدایش سویه‌هایی با بیماری‌زایی شدیدتر، خطر استفاده از سموم شیمیایی برای انسان و محیط زیست و هزینه زیاد روش‌های رایج کنترل، استفاده از روش‌های مناسب‌تر مانند کنترل بیولوژیک که همسو با کشاورزی پایدار است، ضروری می‌باشد. پژوهش‌های زیادی برای کنترل بیولوژیکی بیماری پوسیدگی نرم در سیب زمینی انجام شده است (جدول ۱).

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) از خانواده *Solanaceae* پس از گندم، برنج و ذرت چهارمین محصول عمده کشاورزی است (FAO 2014) و از نظر بازدهی نسبت به غلات، مواد غذایی و انرژی بیشتری در واحد سطح تولید می‌کند. سیب‌زمینی مورد حمله آفات و بیماری‌های زیادی قرار می‌گیرد که از جمله خسارت‌زاترین این عوامل، باکتری‌های عامل پوسیدگی نرم هستند. این باکتری‌ها با ترشح آنزیم‌های متعدد تجزیه‌کننده دیواره سلولی، به ویژه آنزیم‌های پکتیناز یا پکتولیتیک، باعث تجزیه پکتات کلسیم بین سلول‌ها و تخریب بافت‌های غده سیب‌زمینی می‌شوند و علاوه بر خسارت مستقیم، با ایجاد شرایط مساعد برای حمله سایر آفات و بیماری‌ها، سبب کاهش کمیت و کیفیت محصول و افزایش

جدول ۱- گزارشات مرتبط با کنترل بیولوژیکی عامل بیماری پوسیدگی نرم Table 1- Reports of biocontrolling of soft rot disease agents

| منبع | کنترل بیماری و مکانیسم کنترل | عامل بیوکنترل |
|--|---|--|
| Cronin <i>et al.</i> 1997 | کنترل پکتوباکتریوم عامل ساق سیاه سیب‌زمینی روی غده‌های سیب‌زمینی با تولید DAPG | <i>P. fluorescens</i> strain F113 |
| Trias <i>et al.</i> 2008 | آنتاگونیست باکتری <i>P. carotovora</i> در میوه‌ها و سبزیجات تازه | <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Lactobacillus buchneri</i> <i>Leuconostoc</i> spp |
| Sharga and Lyon 1998 | کنترل باکتری عامل پوسیدگی نرم با تولید آنتی‌بیوتیکها | <i>Bacillus subtilis</i> strain BS 107 |
| Cladera-olivera <i>et al.</i> 2004 | کنترل باکتری <i>P. carotovora</i> با تولید ماده باکتریوسین و تجزیه شدن دیواره سلولی باکتری | <i>Bacillus licheniformis</i> P40 |
| Jafra <i>et al.</i> 2006 | کنترل باکتری‌های <i>Pectobacterium</i> و <i>Dickeya</i> با روش Quorum Sensing و جلوگیری از ترشح آنزیم‌های پکتولیتیک | <i>Rhodococcus</i> spp <i>Ochrobacterium</i> spp <i>Delftia</i> spp |
| Epton <i>et al.</i> 1990 | کنترل گونه‌های پکتوباکتریوم در سیب‌زمینی با خاصیت شکارگری | <i>Bdellovibrio bacteriovorus</i> |
| Krzyzanowska <i>et al.</i> 2012 Czajkowski <i>et al.</i> 2009 | کنترل باکتری <i>Dickeya</i> sp. Biovar3 در غده‌های سیب‌زمینی | <i>Obesumbacterium</i> spp <i>Serratia plymuthica</i> A30 <i>Rhodococcus</i> spp <i>Pseudomonas</i> spp <i>Bacillus</i> spp <i>Lysinibacillus</i> spp |
| Hu <i>et al.</i> 2009 | کنترل بیمارگر <i>P.c.c.</i> در غده‌های گیاه <i>Pinellia ternata</i> | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Enterobacter asburiae</i> <i>Pantoea ananatis</i> <i>Mynoides odoratimimus</i> |
| Sturz <i>et al.</i> 1999 | کنترل بیمارگر <i>P. carotovorum</i> در سیب‌زمینی | <i>Curtobacterium luteum</i> <i>Pantoea agglomerance</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i> |
| Algeblawi and Adam 2013 | کنترل بیمارگر <i>P.c.c.</i> در سیب‌زمینی | <i>Bacillus subtilis</i> <i>Pseudomonas fluorescent</i> <i>Bacillus turingiensis</i> |
| Rahman <i>et al.</i> 2012 | کنترل بیمارگر <i>P.c.c.</i> در سیب‌زمینی | <i>Lactobacillus</i> sp. <i>Bacillus</i> sp. |

مواد و روشها

جداسازی جدایه‌های باکتری بیمارگر از غده‌های سیب‌زمینی

در فصل زراعی سال ۱۳۹۲ حدود ۳۰ نمونه غده مشکوک به بیماری پوسیدگی نرم باکتریایی به همراه خاک اطراف غده‌ها از مزارع سیب‌زمینی استان آذربایجان شرقی (جدول ۲) با برچسب تاریخ و محل، جمع‌آوری شد. نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سانتی-گراد به آزمایشگاه منتقل شد و مراحل جداسازی انجام گرفت. جداسازی باکتری بیمارگر مطابق روش Schaad و همکاران (۲۰۰۱) انجام گرفت و با بازکشت خالص سازی شد. قطعات کوچک یک سانتی‌متری از غده‌های سیب‌زمینی (مرز بافت سالم و آلوده) تهیه شد. این قطعات ابتدا به مدت یک دقیقه در اتانول ۷۰ درصد و سپس در هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت سه دقیقه استریل سطحی شدند. این قطعات بعد از سه بار شستشو در آب مقطر بر روی کاغذ صافی خشک شده و بر روی محیط کشت‌های عمومی مثل NA جامد قرار گرفتند و به مدت ۴۸-۲۴ ساعت در دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس با بازکشت خالص سازی انجام گرفت.

شناسایی جدایه‌های بیمارگر با روشهای بیوشیمیایی و مولکولی

برای شناسایی جدایه‌های باکتری، آزمون‌های افتراقی شامل آزمون‌های گرم، اکسیداز، کاتالاز، تست رشد هوازی و بی‌هوازی (O/F)، تست لهانیدن سیب‌زمینی، مقاومت به آنتی‌بیوتیک اریترومايسين، رشد در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، تحمل شوری پنج درصد، هیدرولیز توئین ۸۰ درصد، هیدرولیز ژلاتین، لسیتین، کازئین، نشاسته، تولید ایندول، تولید گاز هیدروژن سولفور (H₂S) از سیستئین، تست توانایی استفاده از سیترات، واکنش اوره‌آز انجام شد (Schaad et al. 2001). در نهایت برای تعیین هویت دقیق باکتریها از روش مولکولی مبتنی بر PCR برای تشخیص اختصاصی استفاده شد (جدول ۳).

برای اولین بار در سال ۱۹۸۳ جهت جلوگیری از آلوده شدن غده‌های سیب‌زمینی به باکتری‌های عامل پوسیدگی نرم از باکتری‌های جدا شده از ریزوسفر سیب‌زمینی استفاده شد (Klopper 1983, Jafra et al. 2006). گونه‌های سودوموناد فلورسنت روی غده‌ها قادر به کاهش جمعیت باکتری عامل پوسیدگی نرم گزارش شده‌اند (Klopper 1983). باکتری‌های عامل کنترل بیولوژیک براساس توانایی‌شان به مهار رشد بیمارگر در شرایط آزمایشگاهی (antibiosis) و یا براساس غیرفعال کردن acyl-homoserine lactones (AHLs) که در QS بیمارگر نقش دارد، گروه‌بندی شده‌اند. گروه دوم با دارا بودن ژن AHL lactonase gene (aiiA) در مقابل طیف وسیعی از گونه‌های *Pectobacterium* spp. و *Dickeya* spp. موثر بودند و بررسی‌ها نشان داد که تجزیه AHLs در باکتری‌های آنتاگونیست به عنوان یک مکانیسم اساسی علیه بیمارگراساست (Krzyzanowska et al. 2012).

اکتینوباکتریها به علت تولید آنتی بیوتیک اهمیت اقتصادی زیادی دارند. این باکتری‌ها بر علیه بیمارگرهای باکتریایی از جمله *S. scabies* (Liu et al. 1996, Doumbou et al. 2001) و *Ralstonia solanacearum* (Bonjar et al. 2006) پتانسیل بیوکنترل خوبی نشان داده‌اند (McBride and Ensign 1987). در آزمایشی که توسط Baz و همکاران (۲۰۱۲) انجام شد، ۱۶ جدایه از ۲۰۰ جدایه مورد آزمون از اکتینوباکتریها در مهار *P.c.c.* فعال بودند. براساس توالی 16srRNA چهار جدایه با بیشترین مهار بیمارگر از جنس *Streptomyces* گزارش شدند.

در راستای کنترل بیولوژیکی عامل پوسیدگی نرم سیب-زمینی که یکی از بیماریهای رایج و مهم سیب‌زمینی در استان آذربایجان شرقی می‌باشد، تحقیق حاضر برای رسیدن به دو هدف اصلی انجام شد: الف) جداسازی، شناسایی و اثبات بیماری‌زایی جدایه‌های باکتریایی عامل پوسیدگی نرم سیب‌زمینی از مزارع و انبارهای سیب‌زمینی استان آذربایجان شرقی. ب) جداسازی و شناسایی عوامل بیوکنترل عامل پوسیدگی نرم سیب‌زمینی از خاک‌های منطقه.

جدول ۲- اطلاعات نمونه برداری غده‌های سیب‌زمینی و خاک اطراف غده‌ها Table 2- Information of potato tuber samples

| شماره نمونه | محل نمونه برداری | شماره نمونه | محل نمونه برداری |
|-------------|------------------------------------|-------------|------------------|
| ۱ | جاده سراب - روستای مهربان | ۱۶ | روستای اکین آباد |
| ۲ | جاده سراب-۱۰ کیلومتر مانده به سراب | ۱۷ | روستای اکین آباد |
| ۳ | سراب | ۱۸ | دوزدوزان |
| ۴ | دوزدوزان | ۱۹ | روستای کرگان |
| ۵ | سراب | ۲۰ | روستای عین الدین |
| ۶ | جاده بستان آباد - دوزدوزان | ۲۱ | روستای عین الدین |
| ۷ | بستان آباد | ۲۲ | جاده سراب |
| ۸ | جاده سراب- ۲ کیلومتر مانده به سراب | ۲۳ | بستان آباد |
| ۹ | سراب | ۲۴ | تیکمه داش |
| ۱۰ | سراب | ۲۵ | تیکمه داش |
| ۱۱ | روستای مهربان | ۲۶ | عین الدین |
| ۱۲ | جاده بستان آباد | ۲۷ | جاده بستان آباد |
| ۱۳ | بستان آباد | ۲۸ | تیکمه داش |
| ۱۴ | دوزدوزان | ۲۹ | جاده هروی - بیرق |
| ۱۵ | جاده باسمنج | ۳۰ | جاده هروی - بیرق |

جدول ۳- توالی آغازگرها برای PCR جهت شناسایی اختصاصی جدایه‌های باکتری Table 3- Primers sequence for PCR detecting bacteria

| ژن و محصول PCR | توالی آغازگرها | تشخیص باکتری |
|--------------------------------|--|--|
| پکتات لیاز (Pel Y) ۴۳۴ جفت باز | F: TTA CCG GAC GCC GAG CTG TGG CGT R: CAG GAA GAT GTC GTT ATC GCG AGT Darrasse et al. 1994 | <i>Pectobacterium caratovorum</i> subsp. <i>caratovorum</i> |
| ADE pel gene ۴۲۰ جفت باز | F: GAT CAG AAA GCC CGC AGC CAG AT R: CTG TGG CCG ATC (AGG ATG GTT TTG Nassar et al. 1996 | <i>Dickeya solani</i> |
| 16srRNA ۱۵۰۰ جفت باز | F: AGA GTT TGA TCC TGG CTC AG R: AAG GAG GTG ATC CAG CCG CA Li and DeBoer, 1995 | جهت انجام توالی‌یابی |

آغازگر 16srRNA جهت توالی‌یابی به موسسه IBMP-CNRS استراسبورگ فرانسه ارسال شد.

جداسازی باکتری‌های آنتاگونیست از خاک

حدود ۳۰ نمونه خاک، در فصل زراعی سال ۱۳۹۲ از خاک اطراف غده‌های سیب‌زمینی با برچسب تاریخ و محل جمع‌آوری، از مزارع سیب‌زمینی استان آذربایجان شرقی جمع‌آوری و تا زمان جداسازی باکتری‌ها در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای جداسازی باکتری‌ها از خاک، حدود سه گرم خاک اطراف غده وزن و در ۹۸-۹۵ میلی‌لیتر آب مقطر استریل حاوی

برنامه حرارتی PCR شامل یک مرحله واسرشتگی اولیه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت پنج دقیقه سپس یک برنامه ۳۰ چرخه‌ای با هر چرخه شامل مرحله اول واسرشتگی (Denaturation) دو رشته DNA به مدت ۳۰ ثانیه در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد، مرحله دوم اتصال آغازگرها (Annealing) به مدت ۴۵ ثانیه در دمای ۷۲، ۶۰ و ۵۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب برای ژنهای ADE، Y و 16srRNA و مرحله سوم گسترش (Extension) به مدت ۱ دقیقه در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد انجام شد و مرحله آخر شامل یک بسط نهایی در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه اضافه گردید. محصول واکنش با

رشد بیمارگر پس از هفت روز اندازه‌گیری گردید (Krzyzanowska et al. 2012).

شناسایی جدایه‌های آنتاگونیست

برای شناسایی باکتری‌های آنتاگونیست از روش‌های بیوشیمیایی، مورفولوژیکی و مولکولی (توالی یابی 16SrRNA مطابق جدول ۳) استفاده شد. تست‌های گرم، اکسیداز، کاتالاز، رشد هوازی و بی‌هوازی، هیدرولیز نشاسته، هیدرولیز کازئین، هیدرولیز ژلاتین، تست بیماری‌زایی بر روی غده سیب‌زمینی (Schaad et al. 2001) تست تولید ملانین و بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی شامل تعیین نوع زنجیره اسپور (Shirling and Gottlie 1966) و شکل و رنگ کلونی انجام شد.

نتایج

جداسازی باکتری بیمارگر از غده‌های سیب‌زمینی

در این بررسی از ۳۰ مزرعه سیب‌زمینی استان آذربایجان شرقی، غده‌های سیب‌زمینی رقم آگریا مشکوک به بیماری پوسیدگی نرم باکتریایی به همراه نمونه خاک اطراف غده‌ها به شرح جدول ۲ نمونه برداری به عمل آمد. باکتری‌های بیمارگر از غده‌های سیب-زمینی و باکتری‌های آنتاگونیست از نمونه‌های خاک جداسازی و خالص سازی شدند.

آزمون‌های افتراقی جهت شناسایی جدایه‌های بیمارگر

حدود ۴۰ جدایه باکتری بیمارگر از غده‌های سیب‌زمینی مشکوک به بیماری پوسیدگی نرم، جداسازی شدند سپس بر روی آنها آزمون‌های گرم، اکسیداز، کاتالاز، رشد هوازی و بی‌هوازی و تست بیماری‌زایی بر روی غده سیب‌زمینی انجام شد از بین جدایه‌های فوق ۱۰ جدایه باکتری با قدرت بیماری‌زایی بالا روی غده سیب‌زمینی انتخاب شدند و تست‌های تکمیلی مطابق با جدول ۴ بر روی آنها انجام گرفت.

۰/۸۵NaCl درصد سوسپانسیون گردید. سوسپانسیون ۱۵ دقیقه روی شیکر با ۲۵۰ دور در دقیقه نگهداری شد. سپس ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون خاک با رقت‌های 10^{-3} ، 10^{-4} و 10^{-5} بر روی محیط کشت‌های عمومی ریخته شد و در سطح محیط با استفاده از پیت پاستور استریل به‌طور یکنواخت پخش و در دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد به مدت هفت روز نگهداری شد (Krzyzanowska et al. 2012).

غربالگری جدایه‌های آنتاگونیست براساس خاصیت بازدارندگی علیه باکتری بیمارگر

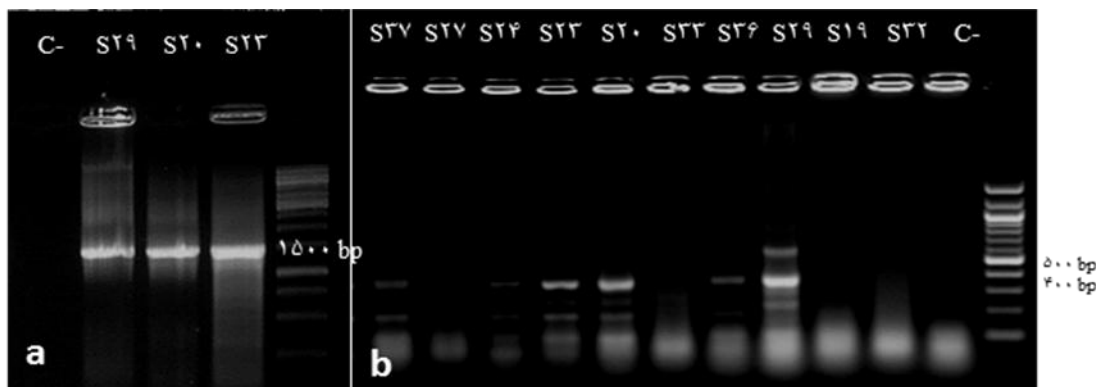
غربالگری با دو روش انجام شد: الف) روش کاغذ صافی: در روش کاغذ صافی، باکتری بیمارگر و آنتاگونیست به مدت ۲۴ ساعت در محیط کشت مایع NB کشت داده شدند. کاغذهای صافی استریل به قطر پنج میلی‌متر به کشت باکتری آنتاگونیست (با غلظت 10^8 cell/ml) آغشته شده و به مدت یک ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. ۱۰۰ میکرولیتر از کشت باکتری بیمارگر (با غلظت 10^8 cell/ml) بر سطح محیط کشت جامد NA به‌طور یکنواخت پخش شد. پس از خشک شدن سطح محیط، کاغذ صافی‌های آغشته به باکتری آنتاگونیست بر روی پتری حاوی کشت بیمارگر قرار داده شده و به مدت ۲۴-۴۸ ساعت در دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در نهایت، نواحی عدم رشد بیمارگر پس از هفت روز اندازه‌گیری شد (Nguyen and Ranamukhaarachchi 2010).

ب) در روش دوم غربالگری که بیشتر برای جدایه‌های اکتینومیست استفاده شد، ابتدا باکتری آنتاگونیست بر روی محیط کشت NA به‌صورت یک خط مستقیم کشت داده شد و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. سپس باکتری بیمارگر (با غلظت 10^8 cell/ml) که به مدت ۲۴ ساعت در محیط کشت NB کشت داده شده بود بر روی محیط حاوی باکتری آنتاگونیست اسپری شده و پتری به مدت هفت روز در دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. در نهایت، نواحی عدم

جدول ۴- نتایج آزمون‌های بیوشیمیایی بر روی جدایه‌هایی که تست بیماری‌زایی آنها روی سیب‌زمینی مثبت بود

Table 4- Results of biochemical tests on bacterial isolates whose pathogenicity test on potato were positive

| S37 | S36 | S33 | S32 | S29 | S27 | S24 | S23 | S20 | S19 | تست بیوشیمیایی |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------|
| + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | رشد در دمای ۳۷ |
| - | + | + | + | + | + | + | + | + | + | تحمل شوری ۵٪ |
| + | - | - | - | - | - | - | + | + | - | هیدرولیز توئین ۸۰٪ |
| - | - | - | - | + | - | + | + | + | - | هیدرولیز ژلاتین |
| - | - | - | - | - | - | + | + | + | - | هیدرولیز نشاسته |
| - | - | + | - | + | - | + | + | - | + | هیدرولیز کازئین |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | هیدرولیز لسیتین |
| + | - | - | - | + | - | - | + | + | - | مقاومت به اریترومایسین |
| - | + | + | - | - | - | + | - | - | + | تولید اندول |
| - | - | - | - | - | - | - | + | - | + | تولید H ₂ S |
| - | + | + | + | - | + | + | + | + | + | استفاده از سیترات |
| - | - | + | - | - | - | - | - | - | + | تست اوره‌آز |



شکل ۱- تصویر الکتروفورز محصول PCR روی جدایه‌های باکتری a: با آغازگرهای 16SrRNA b: با آغازگرهای Y

Fig 1- Electrophoresis of PCR products performed on bacterial isolates a. by 16SrRNA primers b. by Y primers

S29 و S23 که دارای بیشترین توان بیماری‌زایی بر روی غده‌ها بودند و از لحاظ نتایج تست‌های بیوشیمیایی و مولکولی با *P.c.c* مطابقت بیشتری داشتند، با استفاده از آغازگرهای 16SrRNA (جدول ۳) تکثیر شدند و با مشاهده محصول PCR ۱۵۰۰ جفت بازی (شکل ۱)، این محصول PCR پس از خالص سازی، جهت انجام توالی‌یابی ارسال شد.

جداسازی باکتری‌های آنتاگونیست از خاک اطراف غده‌ها

نزدیک به ۲۵۰ جدایه باکتری از ۳۰ نمونه خاک جداسازی شد. کلونی‌های متفاوت با اشکال متنوع و رنگ‌های زرد، سبز روشن،

روش‌های مولکولی جهت شناسایی جدایه‌های بیمارگر

برای شناسایی مولکولی ۱۰ جدایه باکتری بیماری‌زای فوق از PCR با آغازگرهای اختصاصی *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* و *D. solani* (مطابق جدول ۳). الکتروفورز محصول PCR با استفاده از آغازگرهای اختصاصی *D. solani* (ADE) نتیجه‌ای نشان نداد اما الکتروفورز محصول PCR روی شش جدایه S29، S20، S23، S24، S36، S37 و S20 با استفاده از آغازگرهای اختصاصی *P.c.c* (Y) باند ۴۳۴ جفت بازی را نشان داد (شکل ۱). از بین جدایه‌های فوق، جدایه‌های S20،

بازدارندگی قابل توجه به شرح جدول (۵) ایجاد کردند. تست غربالگری با سه تکرار برای هر جدایه انجام شد. جدایه IIA با هر دو روش غربالگری نتیجه یکسان ایجاد کرد و سایر جدایه‌ها با روش اسپری پاشی غربال شدند.

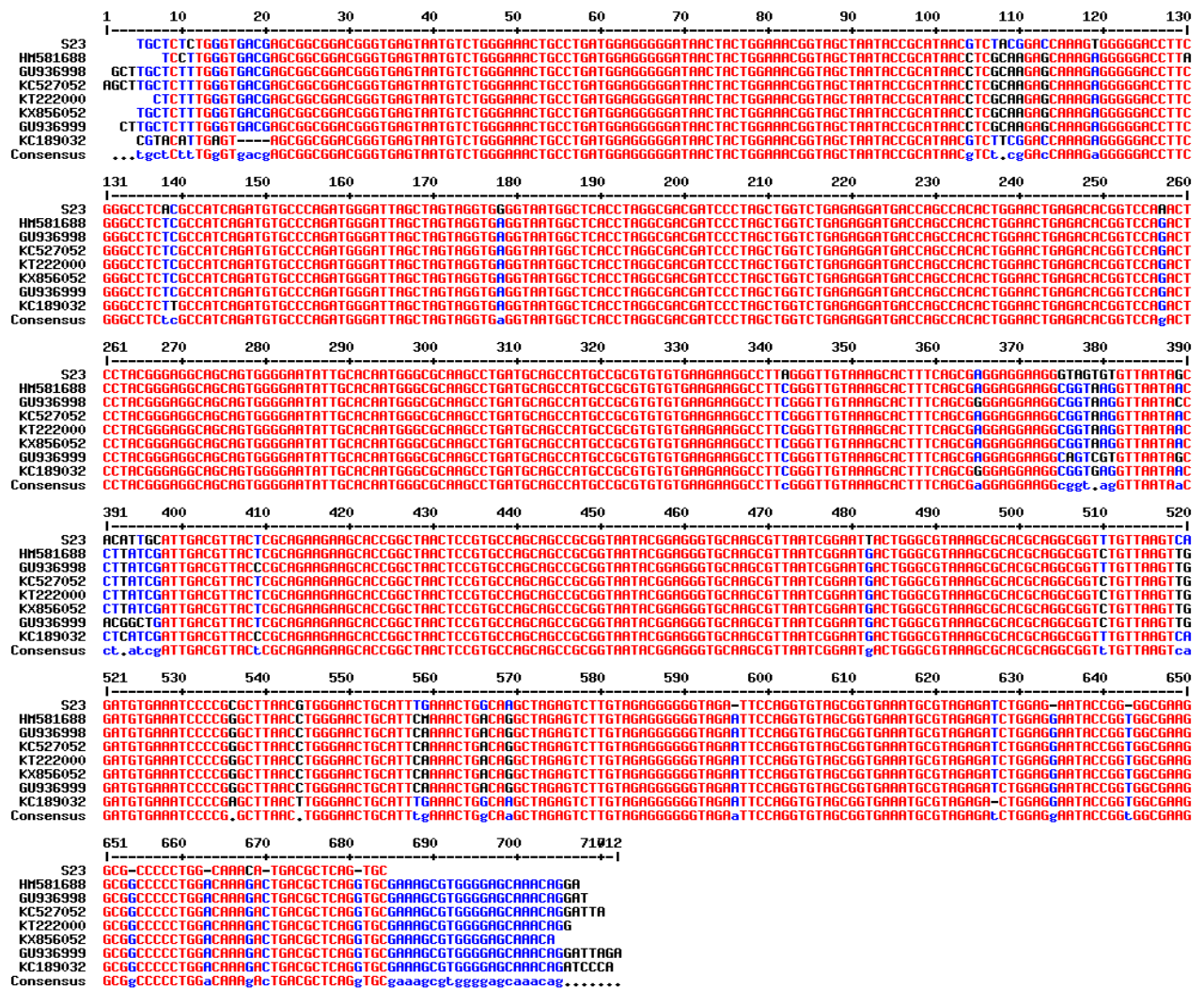
نارنجی و کرمی رنگ به دست آمد. از بین این جدایه‌ها نزدیک به ۳۰ جدایه دارای رشد رشته‌ای شکل بودند.

غربالگری خاصیت آنتاگونیستی جدایه‌ها بر روی باکتری بیمارگر

تست‌های افتراقی جهت شناسایی جدایه‌های آنتاگونیست

آزمون‌های بیوشیمیایی و مورفولوژیکی به کار رفته جهت شناسایی جدایه‌های آنتاگونیست در جدول ۶ و شکل ۳ و ۴ آمده است.

جدایه‌های آنتاگونیست نسبت به باکتری بیمارگر S23 (P. *carotovorum* subsp. *carotovorum*) غربال شدند و قطر هاله بازدارندگی اندازه‌گیری شد. از بین ۲۵۰ جدایه، ۱۴ جدایه خاصیت آنتاگونیستی نشان دادند که از بین آن‌ها هفت جدایه هاله



شکل ۲- زیرهمچینی توالی جدایه اول بیمارگر جداسازی شده در این تحقیق (S23) با توالی های هفت جدایه *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* از ژن بانک. بین ۶۸۰ باز مقایسه شده کمتر از ۵ درصد اختلاف مشاهده می‌شود. تهیه شده با استفاده از نرم افزار آنالین <http://multalin.toulouse.inra.fr>







Fig 2- Alignment of 16SrRNA sequences of isolated pathogen (S23) and seven *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* isolates from GeneBank. There is 5% difference among 680 bases. Performed on <http://multalin.toulouse.inra.fr>.

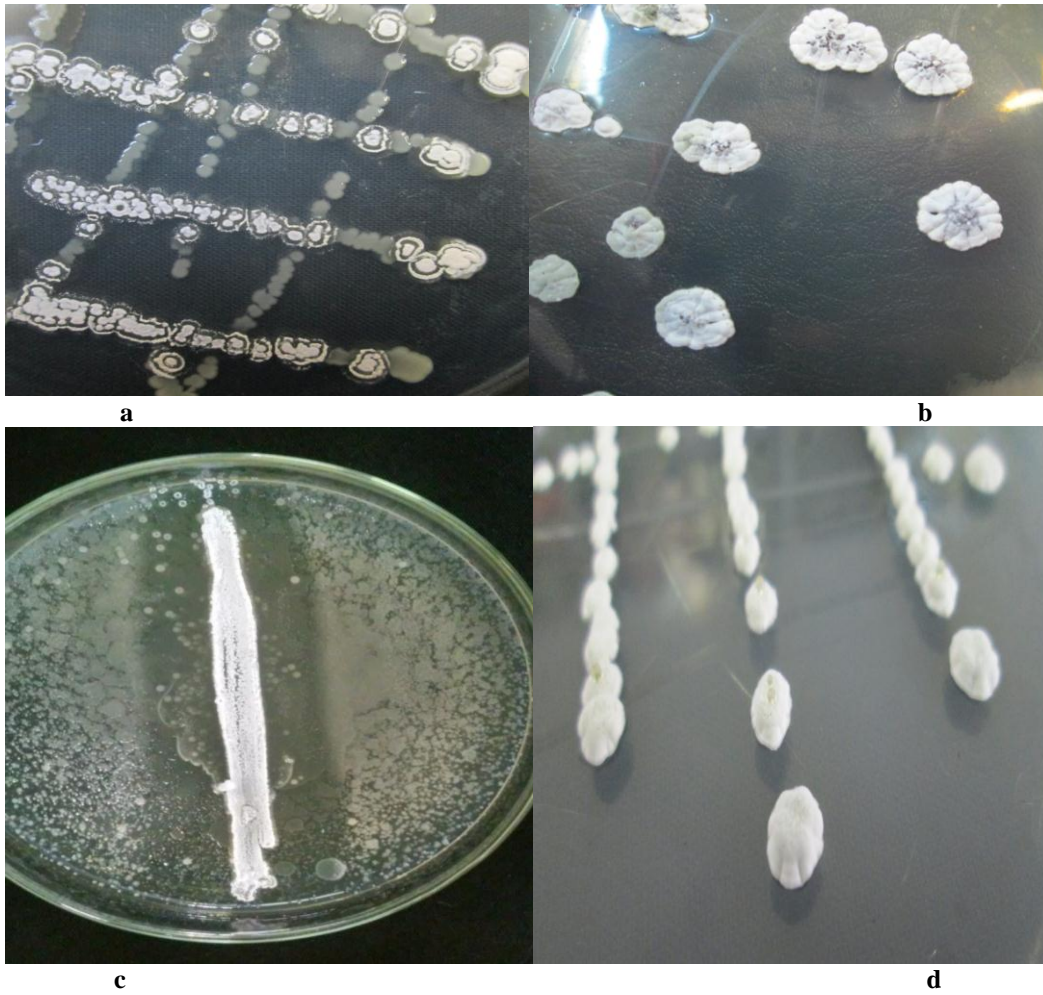
[DOR: 20.1001.1.25885073.1394.4.1.7.5] [Downloaded from gebsj.ir on 2025-08-23]

جدول ۵- قطر هاله بازدارندگی ایجاد شده توسط جدایه‌های آنتاگونیست روی باکتری S23

| درصد بازدارندگی | قطر هاله بازدارندگی (cm) | جدایه آنتاگونیست |
|-----------------|--------------------------|------------------|
| ۵۰ | ۱/۵ | 37G |
| ۵۱ | ۱/۵ | 26A |
| ۴۲ | ۱ | 37B |
| ۴۰ | ۱ | 11A |
| ۴۱ | ۱ | 36A |
| ۵۵ | ۱/۵ | 41E |
| ۴۳ | ۱ | 34B |

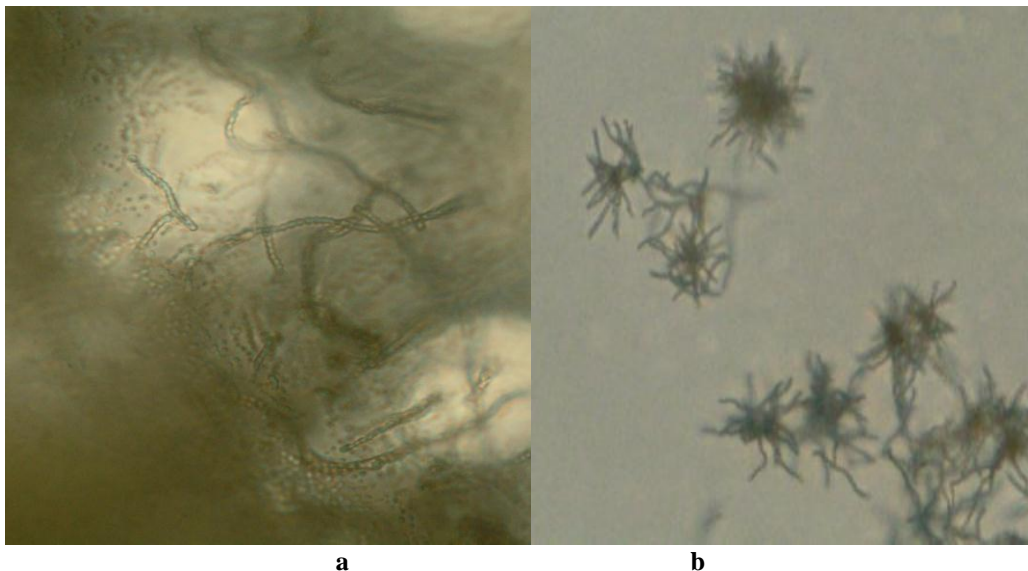
جدول ۶- نتایج آزمون‌های بیوشیمیایی و مورفولوژیکی برای جدایه‌های باکتری آنتاگونیست

| 34B | 41E | 36A | 11A | 37B | 26A | 37G | آزمون‌ها |
|---|---|---|-----|---|---|---|--|
| + | + | + | + | + | + | + | گرم |
| - | - | - | - | - | - | - | اکسیداز |
| + | + | + | + | + | + | + | کاتالاز |
| O | F | O | F | F | O | F | O/F |
| - | - | - | + | - | - | - | بیماری‌زایی |
| + | + | + | + | + | + | + | هیدرولیز نشاسته |
| + | - | + | + | + | + | + | هیدرولیز کازئین |
| + | + | + | + | + | + | + | هیدرولیز ژلاتین |
| - | + | - | - | + | - | - | تولید ملانین |
| flexuous convex | flexuous umbonate | flexuous raised | - | flexuous convex | flexuous umbonate | flexuous umbonate | شکل اسپور نوع کلونی |
|  |  |  | - |  |  |  | Convex Umbonate Raised Convex Umbonate |



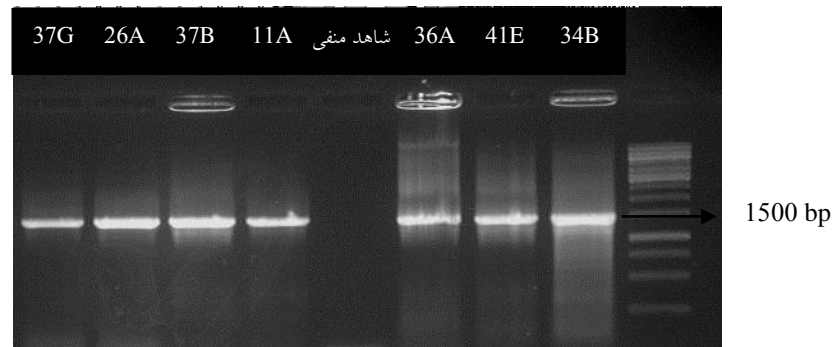
شکل ۳- تصاویر کلونی‌های باکتری‌های آنتاگونیست (a) تصویر کلونی umbonate، (b) تصویر کلونی raised و (c) تصویر کلونی convex و (d) تصویرهاله بازدارندگی ایجاد شده توسط جدایه‌های باکتری آنتاگونیست روی باکتری بیمارگر S23

Fig 3- The morphology of colonies of antagonist bacteria



شکل ۴- تصاویر رشد رشته‌ای و اسپور جدایه‌های باکتری آنتاگونیست در میکروسکوپ نوری :a 400x :b 1000x

Fig 4- The morphology of spores of antagonist bacteria



شکل ۵- تصویر الکتروفورز محصول PCR با آغازگرهای 16srRNA روی باکتری‌های آنتاگونیست
Fig 5- Electrophoresis of PCR products on antagonist bacteria with 16srRNA primers

شناسایی مولکولی جدایه‌های آنتاگونیست:

روی باکتری‌های آنتاگونیست با استفاده از آغازگرهای 16srRNA جهت انجام توالی‌یابی، آزمون PCR انجام شد (شکل ۴). پس از مشاهده باندهای ۱۵۰۰ جفت بازی، محصول PCR خالص سازی شد و به مرکز تحقیقات IBMP-CNRS فرانسه ارسال گردید.

توالی‌های DNA به دست آمده از توالی‌یابی با توالی‌های موجود در Gene Bank با استفاده از *nucleotide blast* مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه به شرح زیر بود:

جدایه 11A متعلق به جنس *Bacillus sp.* می‌باشد که به علت مثبت بودن تست بیماری‌زایی بر روی غده سیب‌زمینی کنار گذاشته شد. جدایه‌های 37G, 37B, 34B و 41E با احتمال ۹۸ درصد متعلق به جنس *Streptomyces sp.* هستند.

های گیاهی از اهمیت روزافزونی برخوردار کرده است. در این راستا شناسایی، جداسازی و استفاده از عوامل آنتاگونیست بومی مناطق آلوده کشور که دارای قدرت بالقوه مهار عوامل بیماری‌زا باشند بسیار ضروری است. یک عامل بیوکنترلی قوی باید با تولید آنزیم‌ها و آنتی‌بیوتیک‌های کارآمد که تاثیر طولانی مدت نیز دارند، با تولید اندام‌های مقاوم و اسپورهایی که مقاوم به شرایط گرما و خشکی هستند بقای خود را در شرایط نامساعد تضمین کند. علاوه بر آن قادر به حل مواد مغذی، عناصر کم مصرف و تثبیت نیتروژن اتمسفر بوده و با فعال نمودن چندین مکانیسم بیوکنترلی قادر به افزایش تحمل به آهن، شوری و فلزات سنگین باشد (Chet *et al.*, 1997). مکانیسم‌های بیوکنترلی که عوامل آنتاگونیست در خاک بر علیه بیمارگرهای خاک‌زاد به کار می‌برند اغلب پیچیده بوده و بیشترین ویژگی کنترلی آن‌ها اغلب به تولید آنتی‌بیوتیک نسبت داده شده است (Howell *et al.*, 1988).

این مطالعه به منظور بررسی پتانسیل باکتری‌های آنتاگونیست جدا شده از خاک اطراف غده‌های سیب‌زمینی آلوده جهت کنترل پکتوباکتریوم انجام شد. استدلال بر این است که موفقیت یک عامل بیوکنترلی در کنترل بیمارگر بستگی به اشغال آشیان اکولوژیکی بیمارگر توسط آنتاگونیست، استفاده از همان منابع کربن و نیتروژن یا انطباق و تکثیر در شرایط محیطی یکسان دارد (Völksch and May 2001). بنابراین تصور ما برای پیدا کردن آنتاگونیست این است که آنتاگونیست‌های بالقوه بیشتر در اطراف بافت‌های آلوده به بیمارگر در مقایسه با بافت‌های سالم حضور دارند. بنابراین در این تحقیق، ابتدا از مزارع مختلف استان

بحث

در سال‌های اخیر استفاده بیش از حد از سموم شیمیایی در کشاورزی، باعث بروز مشکلات زیست محیطی و ظهور سویه‌های مقاوم در برابر عوامل بیماری‌زا شده است (Ardakani 2009). از این رو تلاش برای یافتن روش‌های جایگزین با کاهش اثرات سوء بر محیط زیست از استراتژی‌های کشاورزی پایدار محسوب می‌شود. که از آن به عنوان مدیریت تلفیقی بیماری‌ها یاد می‌شود. حفظ منابع طبیعی و کاستن از مواد آلاینده هوا، خاک و آب، استفاده از روش‌های طبیعی و بیولوژیک را جهت کنترل بیماری-

در تحقیقی دیگر اثر آنتاگونیستی باکتری *Streptomyces olivaceus* را بر علیه قارچ *Rhizoctonia solani* AG-3 بررسی کردند و مشاهده کردند اثر مهارى قابل توجهی در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای از خود نشان می‌دهد (Sabaratnam and Traquair 2002).

در تحقیقی روی بیماری کپک سفید لوبیا ناشی از قارچ *Sclerotinia sclerotium* انجام شد، از بین جدایه‌های اندوفیت جداسازی شده از گیاهان خانواده بقولات، جدایه‌های *Streptomyces* sp. توان بازدارندگی از رشد میسلیم قارچ را نزدیک به ۶۰ درصد از خود نشان دادند که این نشانگر فعالیت کیتینازی باکتری‌های *Streptomyces* sp. است (Gholami et al. 2014). در تحقیقی که توسط Bonjar و همکاران (۲۰۰۶) انجام شد از بین ۱۷۰ جدایه جداسازی شده از خاک، تنها باکتری *Streptomyces coralus* strain 63 اثر مهارکنندگی قابل توجهی بر علیه *Ralstonia solanacearum* در شرایط آزمایشگاهی از خود نشان داد. در تحقیقی دیگر، *Streptomyces melanosporofaciens* strain EF-70 عامل اسکب معمولی سیب‌زمینی، پتانسیل بیوکنترلی بالایی از خود نشان داد (Doubou et al. 2001). در آزمایشی دیگر برای مهار *P.c.c.*، چهار جدایه متعلق به جنس *Streptomyces* معرفی شدند (Baz et al. 2012). اکتینومیست‌ها به علت دارا بودن ترکیبات بالقوه در ممانعت یا حذف بیمارگرهای گیاهی متعدد، به‌ویژه قارچ‌ها و باکتری‌های بیمارگر خاک‌زاد شناسایی شده‌اند.

اکتینومیست‌ها، پروکاریوت‌هایی هستند که قدرت تولید متابولیت‌های مختلفی را دارا هستند. استرپتومایسزها از لحاظ اقتصادی مهم هستند زیرا از حدود ۱۰۰۰۰ آنتی‌بیوتیک شناخته شده، ۵۵ درصد آن‌ها توسط این جنس تولید می‌شود. علاوه بر آنتی‌بیوتیک‌ها و آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی، از دیگر ویژگی‌های شاخص این باکتری‌ها که آن‌ها را جهت کنترل برخی از عوامل خسارت‌زای قارچی مناسب نموده است، ترشح آنزیم کیتیناز می‌باشد؛ به گونه‌ای که این باکتری‌ها تجزیه‌کننده اصلی کیتین و عامل اصلی برگرداندن این ماده سخت به چرخه طبیعت

آذربایجان شرقی نمونه‌های غده سیب‌زمینی و خاک همراه آن‌ها نمونه‌برداری شد. بیمارگر *Pectobacterium caratovorum* subsp. *caratovorum* از بین غده‌های آلوده به پوسیدگی نرم جداسازی، شناسایی و به‌صورت مولکولی با توالی‌یابی تایید گردید. سپس جدایه‌های باکتری آنتاگونیست از خاک اطراف همان غده‌ها جداسازی و غربال گردید. با آزمایش بر روی اثر آنتی‌بیوز ۲۵۰ جدایه جداسازی شده از خاک اطراف غده‌ها بر روی باکتری بیمارگر، توانستیم جدایه‌های استرپتومایسز 37G و 41E با درصد بازدارندگی ۵۵ و ۵۰ بر روی *P.c.c.* تحت شرایط آزمایشگاهی، به عنوان عوامل کنترل بیولوژیک موثر بر باکتری *P.c.c.* معرفی نماییم.

تاکنون در طی تحقیقات مختلف عوامل بیوکنترلی زیر برای *P.c.c.* معرفی شده است:

باکتری‌های *Lactobacillus plantarum*، *Lactobacillus acidophilus*، *Leuconostoc spp.*، *Lactobacillus buchneri* جدا شده از میوه‌ها و سبزیجات تازه در شرایط آزمایشگاهی نسبت به *P. carotovora* فعالیت آنتاگونیستی نشان دادند که به تولید پراکسید هیدروژن و اسیدی شدن محیط نسبت داده شده است (Trias et al. 2008). باکتری‌های *Delftia spp.*، *Ochrobacterium spp.*، *Rhodococcus spp.* با استفاده از مکانیسم *quorum sensing* قادر به کنترل باکتری‌های پکتولیتیک شدند (Jafra et al. 2006). باکتری *P. fluorescens* strain F113 تولید کننده 2, 4-*diacetylphloroglucinol* (DAPG) و باکتری *Bacillus subtilis* strain BS 107 به علت فعالیت گسترده آنتی‌بیوتیکی قادر به مهار رشد باکتری بیمارگر بودند (Cronin et al. 1997; Sharga and Lyon 1998).

قبلا مطالعات اندکی از فعالیت آنتاگونیستی *Actinobacteria* گزارش شده است (El Karkouri et al. 2010). از آن جمله می‌توان به معرفی *Streptomyces olivaceus* به عنوان عامل بیوکنترل بیمارگرهای خاک‌زاد اشاره کرد. این باکتری به علت دارا بودن ژن‌های کدکننده متابولیت‌های فعال بیولوژیکی پتانسیل خوبی برای کنترل بیولوژیکی بیمارگرهای خاک‌زاد محسوب می‌شود (Shahidi and Aghighi 2005).

طریق Quorum sensing بیماری را مهار کنند (Mahmoudi 2011) .
 از این رو استرپتومایسزها گزینه خوبی برای حفاظت
 محصول سیب‌زمینی در برابر *P.c.c.* هستند زیرا علاوه بر کنترل
 کندگی بالای بیمارگر، هیچ گونه بیماری‌زایی توسط این عوامل
 در انسان و حیوانات گزارش نشده است و می‌توانند در برنامه
 کنترل تلفیقی این بیماری مفید باشند. در واقع هدف بلند مدت در
 کنترل پوسیدگی نرم باکتریایی بررسی و انتخاب جدایه‌های موثر
 در کنترل بیماری و ادغام آن‌ها با استراتژی‌های دیگر از جمله
 ارقام مقاوم، بذور سالم، شیوه‌های زراعی، از جمله خاک‌ورزی و
 تناوب زراعی برای کنترل بیماری است.

منابع

- Algeblawi A, Adam F** (2013) Biological control of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* by *Pseudomonas*, *Bacillus thuringiensis* and *Bacillus subtilis*. International Journal of Chemical, Environmental and Biological 1: 2320-4087.
- Ardakani SS, Heydari A, Khorasani NA, Arjmandi R, Ehteshami M** (2009) Prepathogen of new biofungicides using antagonistic bacteria and mineral compounds for controlling cotton seedlings damping-off disease. Journal of Plant Protection Research 49: 1-8.
- Baz M, Lahbabi D, Samri S, Val F, Hamelin G, Madore I, Bouarab K, Beaulieu C** (2012) Control of potato soft rot caused by *Pectobacterium carotovorum* and *Pectobacterium atrosepticum* by Moroccan actinobacteria isolates. World J Microbiol Biotechnol. 28:303-311.
- Bonjar SGH, Zamanian S, Aghighi S, Farrokhi PR, Mahdavi MJ, Saadoun I** (2006) Antibacterial activity of Iranian *S. coralus* strain 63 against *R. solanacearum*. J Biol Sci. 6:127-129.
- Chet I, Inbar J, Hadar I** (1997) Fungal antagonists and mycoparasites. Environmental and microbial relationships Springer-Verlag, Berlin, Germany. 165-184.
- Cladera-Olivera F, Caron GR, Brandelli A** (2004) Bacteriocin-like substance production by *Bacillus licheniformis* strain P40. Lett Appl Microbiol. 38: 251-256.

هستند (Deshpande 1986). از طرف دیگر این باکتری‌ها توانایی
 زنده ماندن در شرایط محیطی گوناگون را دارا هستند و این
 فاکتور در موفقیت آنها به عنوان عوامل بیوکنترل نقش مهمی دارد
 (McBride and Ensign 1987).

اکتینومیست‌ها علاوه بر مهار پکتوباکتریوم توسط آنتی-
 بیوز، با مکانیسم‌های دیگری مثل القای مقاومت در گیاه می‌توانند
 با بیماری مقابله کنند و جمعیت بیمارگر را در زیر سطح مورد نیاز
 برای توسعه علایم حفظ می‌کنند (Baz et al. 2012). از طرف
 دیگر *Streptomyces* ها دارای توانایی تخریب AHL تولید شده
 توسط *P.c.c.* هستند از این رو این قابلیت را دارند که بتوانند از

- Cronin D, Moenne-Loccoz Y, Fenton A, Dunne C, Dowling DN, O'Gara F** (1997) Ecological interaction of a biocontrol *Pseudomonas fluorescens* strain producing 2,4-diacetylphloroglucinol with the soft rot potato pathogen *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. FEMS Microbiology Ecology. 23: 95-106.
- Czajkowski R, Grabe G, Van Der Wolf JM** (2009) Distribution of *Dickeya* spp. and *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* in tubers of naturally infected seed potatoes. European Journal of Plant Pathology. 125: 263-75.
- Darrasse A, Priou S, Kotoujansky A, Bertheau Y** (1994) PCR and restriction fragment length polymorphism of a *pel* gene as a tool to identify *Erwinia carotovora* in relation to potato diseases. Appl Environ Microbiol, 60(5):1437-1443.
- Deshpande MV** (1986) Enzymatic degradation of chitin and biological application J. Sci. Ind. Res. 45: 273-281.
- Doumbou CL, Salove MKH, Crawford DL, Beaulieu C** (2001) Actinomycetes, promising tools to control plant diseases and to promote plant growth. Phytoprotection 82:85-102.
- El Karkouri A, El Hassani FZ, El Mzibri M, Benlemlih M, El Hassouni M** (2010) Isolation and identification of an actinomycete strain with a biocontrol effect on the phytopathogenic *Erwinia chrysanthemi* 3937VIII responsible for soft rot disease. Ann Microbiol. 60: 263-268.
- Epton HS, Walker NM, Sigeo DC** (1990) Bdellovibrio: a potential control agent for soft rot and blackleg of potato. In: Klement Z, ed. 7th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria, Budapest, Hungary, June, 207-212.

- FAO Statistical Yearbooks** (2013). Available on: <http://faostat.fao.org>
- Gholami M, Khakvar R, Niknam G** (2014) Use of gram positive endophyte bacteria in biocontrol of bean white mold disease caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. Agriculture Scientific Journal 37(3):1-12. In Persian.
- Howell CR, Beier RC, Stipanovic RD** (1988) Production of ammonia by *Enterobacter cloacae* and its possible role in the control of *Pythium* preemergence damping off by the bacterium. Phytopathology 78:1075-1078.
- Hu X, Fang Q, Li S, Wu J, Chen J** (2009) Isolation and characterization of endophytic and rhizosphere bacterial antagonists of soft rot pathogen from *Pinellia ternata*. Federation of european microbiological societies. FEMS Microbiol Lett. 295:10-6.
- Jafra S, Przynsowa J, Czajkowski R, Michta A, Garbeva P, van der Wolf JM** (2006) Detection and characterization of N-acyl homoserine lactone-degrading bacteria from the potato rhizosphere. Canadian Journal of Microbiology 52: 1006-1015.
- Klopper JW** (1983) Effect of seed piece inoculation with growth promoting rhizobacteria on population of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* on potato roots and in daughter tubers. Phytopathology 73: 217-219.
- Krzyzanowska DM, Potrykus M, Golanowska M, Polonis K, Gwizdek-Wisniewska A** (2012) Rhizosphere bacteria as potential biocontrol agents against soft rot caused by various *Pectobacterium* and *Dickeya* spp. strains. Plant Pathology 94(2): 367-378.
- Li X, DeBoer SH** (1995) Selection of polymerase chain reaction primers from an RNA intergenic spacer region for specific detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*. Phytopathology 85:837-842.
- Liu DQ, Anderson NA, Kinkel LL** (1996) Selection and characterization of strains of *Streptomyces* suppressive to the potato scab pathogen. Can J Microbiol. 42:487-502.
- Mahmoudi E, Tabatabaei BE, Venturi V** (2011) Virulence attenuation of *Pectobacterium carotovorum* using N-Acyl-homoserine Lactone degrading bacteria isolated from potato rhizosphere. Plant Pathology. 27(3): 242-248.
- McBride MJ, Ensign JC** (1987) Effects of intracellular trehalose content on *Streptomyces griseus* spores. J Bacteriol. 169(11):4995-5001.
- Nassar A, Darrasse A, Lemattre M, Kotoujansky A, Dervin C, Vedel R, Bertheau Y** (1996) Characterization of *Erwinia chrysanthemi* by pectinolytic isozyme polymorphism and restriction fragment length polymorphism analysis of PCR-amplified fragments of *pel* genes. Appl. Environ. Microbiol. 62:2228-2235.
- Nguyen MT, Ranamukhaarachchi SL** (2010) Soil-Borne Antagonists for Biological Control of Bacterial Wilt Disease Caused by *Ralstonia solanacearum* in Tomato and Pepper. Journal of Plant Pathology, 92:395-406.
- Rahman MM, Ali ME, Khan AA, Akanda AM, Kamal Uddin MD, Hashim U, Abd Hamid SB** (2012) Isolation, characterization and identification of biological control agent for potato soft rot in Bangladesh. The Scientific World. 42: 6-12.
- Sabaratnam S, Traquair JA** (2002) Formulation of a *Streptomyces* biocontrol agent for the suppression of *Rhizoctonia* damping-off in tomato transplants. Biol. Cont. 23: 245-253.
- Schaad NW, Jones JB, Chun W** (2001) Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. 3rd. Ed. APS Press, St. Paul, MN. USA.
- Shahidi GH, Aghighi S** (2005) Chitinolytic and microsclerostatic activity of Iranian strains of *Streptomyces plicatus* and *Frankia* sp. on Olive isolate of *Verticillium dahliae*. Biotechnology 4:108-113.
- Sharga BM, Lyon GD** (1998) *Bacillus subtilis* BS 107 as an antagonist of potato blackleg and soft rot bacteria. Canadian Journal of Microbiology 44: 777-783.
- Shirling EB, Gottlieb D** (1966) Methods for characterization of *Streptomyces* species. Int J Syst Bacteriol. 16:313-340.
- Stevenson WR, Loria R, Franc GD, Weingartner DP** (2001) Compendium of Potato Diseases. APS net. 2: 144-146.
- Sturz AV, Christie BR, Matheson BG, Arsenault WJ, Buchanan NA** (1999) Endophytic bacterial communities in the periderm of potato tubers and their potential to improve resistance to soil-borne plant pathogens. Plant Pathol. 48: 360-369.
- Trias R, Bañeras L, Montesinos E, and Badosa E** (2008) Lactic Acid Bacteria from Fresh Fruit and Vegetables as Biocontrol Agents of Phytopathogenic Bacteria and Fungi. Int Microbiol. 11: 231-236.
- Völksch B, May R** (2001) Biological control of *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* by epiphytic bacteria under field conditions. Microb. Ecol. 41: 132-139.

Identification of some Biocontrol agents on Potato Soft Rot Bacterium

Parinaz Sheibani¹, Reza Khakvar², Akbar Shirzad^{*1}

1. Plant Protection Dept. Agriculture Faculty, Azarbijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.

2. Plant Protection Dept. Agriculture Faculty, Tabriz University, Tabriz, Iran.

* **Corresponding Author:** ashirzad98@yahoo.com

Abstract

One of the most important factors causing damage to potato is the soil-borne soft rot bacteria which have a wide host range and produce pectinase enzyme causing soft rot in potato tubers. Use of antagonistic bacteria is important as an alternative to chemical in control of pathogens. In this study, 30 samples of potato tubers suspected to be infected with soft rot bacteria along with surrounding soil samples were collected from potato farms in East Azarbaijan province. Then the soft rot bacteria were isolated from potato tuber samples. Pathogenic bacterial isolates were identified as *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* using biochemical and molecular methods. The antagonistic bacteria were isolated from soil samples around the tubers then screening test was performed on pathogen bacterium under laboratory conditions. Seven of 250 antagonists isolated from soil, formed inhibition zone on the pathogen. Two of them, 37G and 41E, with more than 50% inhibition on pathogen growth, show the most effective antibiosis and other three isolates 37B, 36A and 34B showed inhibition of nearly 50% but 11A isolate with 40% inhibition was excluded because of pathogenic activity on potato tubers. The antagonistic bacteria were identified as *Streptomyces* sp using biochemical, morphological and molecular methods. *Streptomyces* are good potential for control of plant pathogenic bacteria due to different biocontrol mechanisms, including the induction of host plant resistance and the ability to destroy the AHL.

Key words: Potato, Soft rot, *Pectobacterium*, Biocontrol, *Streptomyces*