

مدیریت بیماری پوسیدگی نرم باکتریایی سیب زمینی

عزیز باقری *^۱

^۱ مربی پژوهشی، بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

* آدرس پست الکترونیک نویسنده مسئول: (Email: bagherisa78@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۹/۲۰

تاریخ انجام اصلاحات: ۱۳۹۸/۱۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۲۲

چکیده

پوسیدگی نرم توسط باکتری *Pectobacterium (Erwinia) carotovorum subsp. carotovorum (P.c.c.)* ایجاد می شود و دامنه میزبانی این باکتری بسیار وسیع بوده و تعداد زیادی از گیاهان زینتی و زراعی مانند: ذرت، برنج، چغندر قند و نیز سبزیجات را آلوده می کند. این بیماری در اکثر مناطق سیب زمینی کاری کشور گزارش شده است. باکتری مولد بیماری پوسیدگی نرم می تواند بر روی غده های بذری، ذرات خاک، آب، روی بدن حشرات و ماشین آلات کشاورزی حمل شود. برخی علف های هرز در مزرعه به ویژه تاجریزی و تاج خروس می توانند پناهگاه باکتری عامل بیماری باشند. با کاشتن غده های آلوده، بیماری گسترش یافته و احتمال تولید غده های آلوده افزایش می یابد. باکتری عامل پوسیدگی نرم معمولاً از طریق منافذ طبیعی روی غده ها مانند عدسک متورم (ناشی از بالا بودن رطوبت خاک) وارد بافت غده می شود. غده های آلوده، باکتری ها را به خاک آزاد می کنند و باکتری ها می توانند از طریق جریان آب و جابجایی خاک به غده های دختری منتقل شوند. هم چنین باکتری عامل بیماری می تواند از انتهای ساقه غده ها و زخم ها نیز وارد غده ها شود. کاشت غده های بذری سالم و گواهی شده، مؤثرترین روش مدیریت بیماری است. مدیریت موفق این بیماری مستلزم داشتن دانش کافی در مورد عوامل، نحوه پراکنش و شیوع بیماری است. در این مقاله اهمیت بیماری پوسیدگی نرم سیب زمینی، پراکنش و شدت آلودگی، نشانه های بیماری، عوامل تشدید کننده، چرخه بیماری و مدیریت تلفیقی آن بر اساس پژوهش های انجام شده در ایران و جهان شرح داده شده است.

واژگان کلیدی: پوسیدگی نرم، سیب زمینی، مدیریت تلفیقی، *Pectobacterium*

مقدمه

سیب‌زمینی یکی از محصولات مهم غذایی و اقتصادی است که از نظر سطح زیر کشت بعد از گندم، برنج و ذرت در مقام چهارم قرار دارد. عوامل زیادی از باکتری‌ها، قارچ‌ها، ویروس‌ها و مایکوپلاسماها سیب‌زمینی را آلوده می‌کنند. در میان بیماری‌های باکتریایی سیب‌زمینی، بیماری پوسیدگی نرم به‌خصوص در انبار و مزارع تولید بذر سیب‌زمینی دارای اهمیت زیادی است. بیماری پوسیدگی نرم باکتریایی سیب‌زمینی دارای گسترش جهانی است. میزان خسارت از کشوری به کشور دیگر متفاوت و بستگی به ارزش اقتصادی محصول دارد. باکتری *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* در نواحی معتدله و گرمسیری انتشار وسیعی داشته و طیف وسیعی از گیاهان به‌ویژه گیاهانی که دارای اندام‌های ذخیره‌ای گوشتی و آبدار می‌باشند را آلوده می‌نماید (۱ و ۲).

از ویژگی‌های اصلی باکتری‌های مولد پوسیدگی نرم، تولید و ترشح آنزیم‌های منهدم‌کننده دیواره سلولی به‌ویژه آنزیم‌های پکتیناز یا پکتولیتیک است که موجب لهیده شدن بافت‌های گیاهی می‌گردند (۴). این بیماری در مزرعه و انبار، غده‌های سیب‌زمینی را آلوده کرده و سبب خسارت اقتصادی زیاد و کاهش کمیت و کیفیت محصول سیب‌زمینی می‌شود (۴). از نظر اقتصادی با توجه به مکانیسم بیماری‌زایی باکتری و نیز آلودگی که در بافت‌های گیاه ایجاد می‌کند، در صورت فراهم بودن شرایط دمایی (۱۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد) تمامی غده‌ها و بوته‌های آلوده در مزرعه و نیز

غده‌های آلوده در طول دوره انبارداری به تدریج از بین می‌روند. در غده‌های دختری آلوده، اگر آلودگی در مراحل اولیه رشد بروز نماید، غده عفونی شده و به مرور قبل از برداشت از بین می‌رود ولی اگر آلودگی در مراحل انتهایی رشد اتفاق افتد، غده‌های آلوده در داخل انبار به تدریج پس از گذشت ۲ تا ۳ ماه بسته به شدت آلودگی و دمای انبار، به‌طور کامل نابود می‌گردند. در روند صدور گواهی سلامت چنانچه درصد آلودگی به بیماری پوسیدگی نرم باکتریایی در انبار مساوی یا معادل ۰/۱ درصد باشد، آن توده غده سیب‌زمینی از چرخه تولید بذر حذف می‌شود که این مسئله از نظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت می‌باشد (۵).

ضرورت و اهمیت

بیماری پوسیدگی نرم باکتریایی سیب‌زمینی یکی از بیماری‌های مهم در اکثر مناطق سیب‌زمینی‌کاری جهان می‌باشد. این بیماری در مزرعه و انبار سبب آلودگی بوته‌ها و غده‌های سیب‌زمینی می‌شود. خسارت ناشی از این بیماری زیاد و بسته به رقم و شرایط مزرعه و انبار متفاوت است. به‌عنوان مثال، تخمین زده می‌شود که ۸۰ درصد از پوسیدگی‌های نرم ساقه و غده در آمریکای شمالی ناشی از این باکتری است (۶). بسته به شرایط ذخیره‌سازی غده‌ها (انبار)، خسارت این بیماری می‌تواند به ۱۰۰٪ برسد و در کشورهای گرمسیری که معمولاً شرایط انبارداری غده‌ها نامناسب است، شایع‌تر است. غده‌های سیب‌زمینی که در مزرعه آلوده به بیماری می‌شوند، کیفیت انبارداری ندارند و

باکتری‌های عامل این بیماری دارای دامنه میزبانی وسیعی بوده و قادرند تعداد زیادی از گونه‌های گیاهان زراعی و باغی را در طول فصل رشد و بعد از برداشت آلوده نموده و خسارت عمده‌ای به آن‌ها وارد نمایند. به دلیل داشتن میزبان‌های متعدد و بیولوژی ویژه‌ای که دارند، از بیماری‌های مهم و اقتصادی سیب‌زمینی و برخی محصولات دیگر می‌باشند و کنترل آن‌ها بسیار مشکل است. باکتری *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* (*P.c.c.*) در نواحی گرمسیری و معتدله، انتشار وسیعی داشته و طیف وسیعی از گیاهان خصوصاً گیاهانی که دارای اندام‌های ذخیره‌ای گوشتی و آبدار می‌باشند را آلوده می‌نماید (۶). بسیاری از گیاهان زینتی از قبیل سیکلامن، کوب، دیفن باخیا، فیلودندرون، داوودی، کلم چینی، کاهو، هویج، کرفس، موز، خیار، گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی، پیاز، ذرت و تنباکو ... از میزبان‌های آن می‌باشند (۷).

این گونه گسترش جهانی دارد و در ایران هم از تمامی مناطق سیب‌زمینی‌کاری کشور گزارش شده است (۳ و ۲). با توجه به گستردگی و اهمیت اقتصادی این بیماری و حمل و نقل و جابجایی گسترده غده‌های سیب‌زمینی در داخل کشور و محدود بودن پست‌های قرنطینه‌ای، خطر بروز و خسارت اقتصادی بیماری در مناطق سیب‌زمینی‌کاری کشور زیاد است. بنابراین داشتن اطلاعات کافی جهت شناسایی، تهیه و خرید غده‌های سالم بذری برای کشت توسط بهره‌برداران و نیز نگهداری

چنانچه دمای انبار نگهداری غده‌های آلوده بالاتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد باشد، آلودگی غده‌ها به شدت توسعه می‌یابد و غده‌های آلوده در مدت کوتاهی در انبار از بین می‌روند (۱، ۲ و ۳). در یک بررسی در هند، غده‌هایی که به صورت مصنوعی آلوده شده بودند تا ۹۸/۸ درصد از بین رفتند (۷). باکتری عامل بیماری بذرزاد و خاک‌زاد است و از طریق گیاه به گیاه دیگر یا حشرات به گیاه منتقل می‌شود و با تخریب دیواره سلولی، گیاه میزبان را از بین می‌برد. پوسیدگی نرم اگر به درستی مدیریت نشود، می‌تواند باعث ضرر و زیان سنگین در سیب‌زمینی‌های انبارشده شود و با از بین بردن کیفیت غده‌های بذری، پس از کشت سبب عدم سبز شدن، پژمردگی، قهوه‌ای شدن بافت‌های گیاهی، خشک شدن ساقه و مرگ گیاهان آلوده می‌شود.

الف) عامل، دامنه میزبانی و مناطق انتشار بیماری در ایران:

بیماری پوسیدگی نرم باکتریایی سیب‌زمینی معمولاً توسط نوعی باکتری به نام *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* ایجاد می‌شود ولی در برخی شرایط باکتری *Dickeya chrysanthemi* نیز قادر به ایجاد پوسیدگی نرم در غده‌های سیب‌زمینی می‌باشد (۱). این باکتری‌ها دامنه میزبانی گسترده‌ای دارند و به آسانی توسط غده‌های آلوده، بقایای گیاهی آلوده، باد، آب، ذرات و کلوئیدهای خاک، حشرات، نما تدها، ادوات کشاورزی و تردد کارگران در مزارع آلوده پخش و منتشر می‌شوند. عامل اصلی انتقال و پخش بیماری پوسیدگی نرم، غده‌های سیب‌زمینی و اندام‌های گیاهی آلوده است.

غده‌های سیب‌زمینی در انبارهای فنی و مناسب برای کاهش پراکنش و خسارت بیماری و افزایش تولید محصول با کیفیت و مقرون به صرفه امری ضروری و اجتناب ناپذیر می‌باشد.

(ب) نشانه‌های بیماری:

نشانه‌های بیماری روی شاخ و برگ و قسمت‌های زیرزمینی گیاه (ریشه) ظاهر می‌شود. باکتری‌های گروه *Carotovora* عموماً باعث ایجاد لهیدگی در بافت‌های پارانشیمی گیاه میزبان می‌شوند و علائم اولیه آن‌ها در گیاهان در حال رشد متفاوت می‌باشد (۱). نوع علائم و بروز آن‌ها بستگی به گونه گیاه، رقم، سن، درجه حرارت و درصد رطوبت نسبی دارد. علائم روی غده‌های سیب‌زمینی به صورت پوسیدگی نرم غده (*tuber soft rot*) ظاهر می‌شود. بوته‌هایی که غده آن‌ها پوسیدگی نرم دارد، اندام‌های هوایی رنگ‌پریده و زرد دارند (شکل ۱)، برگ‌ها لوله‌ای و زرد رنگ شده و به تدریج می‌میرند. غده‌های بذری بعد از کاشت و غده‌های دختری قبل از برداشت و هم‌چنین در انبار ممکن است مورد حمله باکتری مولد پوسیدگی نرم قرار گیرند.

آلودگی عمدتاً از طریق عدسک‌ها، زخم‌ها و یا انتهای استولون گیاه مادری صورت می‌گیرد. علائم روی عدسک‌ها به صورت زخم‌های نسبتاً فرورفته و به رنگ برنزه تا قهوه‌ای هستند و نواحی آب‌سوخته مدور به قطر تقریبی ۳-۶ میلی‌متر نیز در پیرامون آن‌ها مشاهده می‌شود. در شرایط خشک، زخم‌ها به صورت نامنظم و فرورفته و به رنگ قهوه‌ای تیره هستند. شرایط مرطوب (رطوبت نسبی بالای ۷۰ درصد)، توسعه زخم‌ها را تسریع می‌کند. درون غده بافت‌های پوسیده، نرم و مرطوب و به رنگ برنزه تا کرم‌رنگ و از بافت‌های سالم قابل تشخیص هستند. عموماً حاشیه زخم‌ها به رنگ قهوه‌ای تا سیاه دیده می‌شوند. در مراحل اولیه پوسیدگی، بافت‌های آلوده فاقد بو می‌باشند ولی با پیشرفت آلودگی، میکروارگانیسم‌های ثانویه نیز حمله کرده و از بافت پوسیده بوی بدی به مشام می‌رسد و بافت پوسیده حالت لزج و چسبنده پیدا می‌کند (شکل‌های ۲ تا ۵).



شکل ۲- نشانه اولیه بیماری روی پوست غده



شکل ۱- نشانه بیماری روی اندام‌های هوایی

فقط زمانی آشکار می‌شوند که مقاومت طبیعی سیب‌زمینی آسیب دیده باشد (۶ و ۷). علت اصلی شیوع بیماری، زخم‌ها یا آسیب‌های مکانیکی غده‌های سیب‌زمینی است. این موارد معمولاً هنگام برداشت و طی مراحل درجه‌بندی غده‌ها توسط کارگران یا دستگاه اتفاق می‌افتد و به باکتری‌ها اجازه نفوذ به غده‌ها را می‌دهد. هنگامی که قطرات آب روی سطح غده‌ها جمع شود، باکتری‌ها می‌توانند دفاع طبیعی غده را شکسته و پوسیدگی غده را ایجاد کنند.

پوسیدگی نرم می‌تواند از ۱۶ تا بالاتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد رخ دهد. درجه حرارت بالا، شرایط ایده‌آل برای بروز بیماری را ایجاد می‌کند زیرا اکسیژن موجود در غده به سرعت با مقدار زیاد دی‌اکسیدکربن جایگزین و باعث ایجاد استرس در غده می‌شود. قرار گرفتن غده‌ها در معرض نور خورشید به بروز بیماری پوسیدگی نرم کمک می‌کند. از طرف دیگر، منابع آلودگی به این بیماری، خاک و غده‌های بذری آلوده سیب‌زمینی می‌باشند و وجود سایر بیماری‌ها در غده منجر به افزایش شدت بیماری پوسیدگی نرم می‌شود. چنانچه غده سالم در خاک آلوده کشت گردد، باکتری از طریق آب آبیاری پخش می‌گردد و از طریق زخم‌ها، روزنه‌های طبیعی ریشه، عدسک‌ها و جوانه‌های روی غده سیب‌زمینی به داخل ریشه یا غده نفوذ می‌کند و با تولید مقادیر زیادی از چندین آنزیم خارجی، شامل: پکتیناز، سلولاز و پروتئینازها، دیواره سلولی گیاهی را تجزیه کرده و مواد غذایی را برای رشد خود به بیرون رها می‌کنند. بافت‌های گیاهی آلوده، قهوه‌ای و به تدریج سیاه‌رنگ می‌شوند و



شکل ۳- فرورفتگی لکه‌های روی پوست با توسعه بیماری



شکل ۴- برش غده‌های آلوده



شکل ۵- غده‌های آلوده پس از سه ماه انبارداری

ج) چرخه بیماری:

باکتری‌هایی که باعث پوسیدگی نرم می‌شوند، ممکن است در گیاهان سیب‌زمینی و غده‌ها بدون علائم آشکار باقی بمانند (آلودگی پنهان). علائم باکتری‌های پوسیدگی نرم

در خاک از بین می‌روند. باکتری بیمارگر از غده‌های آلوده رها شده و خاک اطراف ریشه و غده‌های دیگر سیب‌زمینی را آلوده می‌کند. اگر مقدار آلودگی غده‌ها کم باشد و غده‌ها برداشت و در انبار نگهداری شوند، آلودگی در آن‌ها پیشرفت کرده و در صورتی که دمای انبار بیشتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد باشد، در مدت کوتاهی غده‌های آلوده از بین می‌روند.

نتایج کاربردی

به‌طور خلاصه نتایج کاربردی حاصل از مدیریت بیماری در سه مرحله قبل از کاشت، داشت و برداشت عبارتند از:

۱- قبل از کاشت:

انتخاب زمین مناسب (زمینی که بافت خاک مناسب داشته باشد، آب در اطراف ریشه بوته‌ها جمع نشود و آب به آسانی در آن نفوذ کند)، شخم عمیق، بذر سالم، ضدعفونی ابزار مورد استفاده برای برش غده‌های بذری (با محلول ۵۰ درصد وایتکس تجاری)، جلوگیری از غرقاب شدن مزرعه، اجتناب از کاشت در خاک‌هایی که آب در آن‌ها کم نفوذ می‌کند و کاشت در خاک‌هایی که زهکش مناسب دارند، نکات مهم پیشگیری از بیماری است. بیماری پوسیدگی نرم تاکنون از استان‌های همدان، کرمانشاه، کردستان، لرستان، چهارمحال و بختیاری، مرکزی، اصفهان، فارس، کرمان، تهران، زنجان، گلستان، آذربایجان شرقی و خراسان رضوی گزارش شده است. برای کاشت از غده‌های سالم و عاری از آلودگی استفاده شود. کاشت با دستگاه‌هایی که غده‌ها را زخمی نکند، انجام شود.

اگر در زمان کاشت، دمای خاک بالا باشد بهتر است قبل از کاشت، آبیاری سبک انجام شده تا خاک مرطوب و خنک شود و سپس کاشت انجام گیرد.

۲- طول مدت داشت:

اگر تا زمان ظهور گیاهچه‌ها نیاز به آبیاری باشد، به‌مقدار نیاز انجام شود و از آبیاری زیاد پرهیز شود. از مصرف مقدار زیاد کود نیتروژن خودداری شود. نیتروژن باعث افزایش شاخ و برگ می‌شود که به‌نوبه خود باعث افزایش رطوبت درون محصول زراعی و افزایش میزان بیماری خواهد شد. برداشت محصول ۷-۱۰ روز بعد از خشک شدن سرشاخه‌های محصول انجام شود. این تأخیر زمانی باعث بلوغ پوست غده می‌شود. هنگامی که رطوبت خاک بالاست، برداشت نشود. تا حد امکان در هنگام برداشت از ماشین‌هایی که غده‌ها را زخمی نکنند، استفاده شود و در هنگام حمل و نقل دقت شود که به غده‌ها آسیبی وارد نگردد تا از بروز زخم و متعاقباً نفوذ باکتری جلوگیری شود.

۳- بعد از برداشت:

غده‌های انبارشده در دمای ۱۵-۱۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲-۱ هفته برای التیام یافتن زخم‌های روی پوست نگهداری و سپس زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد با تهویه مناسب نگهداری شود.

از روی هم قراردادن گونی‌های سیب‌زمینی تا ارتفاع زیاد خودداری شود زیرا بافت غده‌هایی که در گونی‌های پائینی قرار دارند، آسیب دیده و سریع آلوده می‌شوند.

دستورالعمل کاربردی

۱۰- از انبار کردن غده‌های آبگزیده و دارای پوسیدگی صورتی خودداری شود.

۱۱- انبارها و لوازم ذخیره‌سازی غده‌ها ضدعفونی شوند. برای ضدعفونی انبار می‌توان از آجرهای آماده فرمالدئید موجود در بازار و یا از وایتکس استفاده کرد.

۱۲- از جمع شدن قطرات آب بر روی توده ذخیره‌شده، جلوگیری شود.

۱۳- فضای انبار به‌طور مناسب تهویه شود.

۱۴- غده‌ها به‌مدت ۲-۳ هفته در دمای ۱۳-۱۰ درجه سانتی‌گراد با جریان هوای مناسب تهویه شوند تا پوست غده‌های زخمی التیام یابد.

۱۵- از شستن غده‌ها قبل از ذخیره کردن پرهیز شود.

۱۶- در صورت نیاز به شستشوی غده‌ها، از آب کلردار استفاده شود و غده‌ها بیش از ۲/۵ تا ۵ سانتی‌متر در آب غوطه‌ور نشوند.

۱۷- غده‌ها قبل از بسته‌بندی کاملاً خشک شوند.

۱۸- غده‌ها در کیسه‌های توری بسته‌بندی شوند.

۱۹- در مزارع و خاک‌هایی که از قبل احتمال آلوده بودن را دارند، بهتر است ارقام مقاوم و یا متحمل به بیماری کشت شوند. در بررسی آزمایشگاهی انجام‌شده، ارقام: کندور، دیامانت، آرانکا، مورن، سانته و کوزیما تحمل بیشتری به عامل بیماری نشان دادند ولی در بررسی‌های گلخانه‌ای، ارقام: ریمارکا و مارفونا متحمل و ارقام: آنولا، استت، آجیبا، ایلونا، فاموزا و آریزا نسبتاً حساس و ارقام: سینجا، سرناد، ایدول، کندور، رومانو، آرانکا و دیامانت حساس بودند. در

کنترل باکتری عامل بیماری به‌دلیل بذرزاد و خاک‌زاد بودن و پایداری آن در خاک و بقایای آلوده گیاهی و نیز داشتن میزبان‌های متعدد، مشکل می‌باشد. بنابراین بیماری را بایستی به‌صورت تلفیقی و با به‌کارگیری اصول علمی و دقیق به‌شرح زیر کنترل کرد:

۱- غده‌های آلوده کشت نشوند. کاشت غده‌های سیب‌زمینی سالم در زمین‌های عاری از بیماری انجام شود. در زمین‌هایی که سابقه آلودگی دارند، حداقل تناوب دو ساله با گیاهان غیر میزبان مانند غلات و حبوبات رعایت شود.

۲- آبیاری مزرعه به‌صورت بارانی یا قطره‌ای و با مهارت و دقت انجام شود به‌نحوی که کمترین رواناب ایجاد گردد. از زیاد آب دادن و غرقاب کردن مزرعه اجتناب شود.

۳- رعایت اصول بهداشت زراعی، تغذیه مناسب مزارع سیب‌زمینی و کنترل علف‌های هرز مزرعه به‌ویژه علف‌های هرز تاجریزی و تاج‌خروس ضروری می‌باشد.

۴- زمانی که پوست غده‌ها سفت و کامل شده، برداشت انجام شود.

۵- از برداشت محصول در شرایط مرطوب خودداری شود.

۶- وقتی دمای هوا و خاک زیر ۲۱ درجه سانتی‌گراد باشد، برداشت انجام شود.

۷- از کوبیدن و له کردن غده‌ها جلوگیری شود.

۸- غده‌های برداشت‌شده به‌سرعت خشک شوند.

۹- قبل از جمع‌آوری و انبار کردن غده‌ها، خاک و ذرات چسبیده به غده‌ها تمیز شوند.

شود، غده‌ها زخمی شده و در انبار آلوده می‌شوند. هنگام برداشت بایستی غده‌ها خشک باشند. وجود آب آزاد روی غده‌ها خصوصاً در ناحیه چشم‌ها باعث نفوذ باکتری عامل بیماری به داخل غده شده و بیماری ایجاد می‌شود.

بررسی‌های سه‌ساله واکنش ارقام به P.C.C ، رقم مورن نسبت به بقیه ارقام آزمون‌شده تحمل بیشتر و رقم کندور حساسیت بیشتر نشان دادند (۱).

۲۰- هنگام برداشت بایستی دقت شود که غده‌های سیب-زمینی زخمی نشوند. اگر برداشت در خاک خشک انجام

مراجع

- ۱- باقری، ع. و ظفری، د.م. ۱۳۸۴. ارزیابی و شناسایی ارقام سیب‌زمینی مقاوم به بیماری ساق‌سیاه (پوسیدگی نرم). پژوهش کشاورزی آب، خاک و گیاه در کشاورزی، جلد ۵، شماره ۲: ۱۷-۲۶.
- ۲- کاظمی، ف.، خداکرمیان، غ.، باقری، ع. و قاسمی، ا. ۱۳۹۰. الگوی rep-PCR استرین‌های *Pectobacterium* جداشده از سیب‌زمینی دارای علائم بیماری‌های پوسیدگی نرم و ساق‌سیاه در استان همدان. فناوری زیستی در کشاورزی، دوره ۲، شماره ۱: ۴۷-۵۲.
- ۳- یادگاری، س.ح. و معرفت، ع. ۱۳۹۳. مطالعه خصوصیات فنوتیپی و ژنوتیپی باکتری‌های متعلق به خانواده *Enterobacteriaceae* عامل پوسیدگی نرم سیب‌زمینی در استان کرمانشاه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته بیماری‌شناسی گیاهی. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، گروه گیاهپزشکی، دانشگاه رازی کرمانشاه.
4. Goto, M. 1992. Fundamentals of bacterial plant pathology. *Academic Press Inc.* Shizuoka Japan. 342p.
5. Louis hirsch, R., Miller, S. and Halterman, D. 2018. An Inquiry-Based Investigation of Bacterial Soft rot of Potato. *The American Biology Teacher*, Vol. 80, No. 8: pp. 594–599, ISSN 0002-7685, electronic ISSN 1938-4211.
6. Perombelon, M.C.M. and Kelman, A. 1980. Ecology of the soft rot *Erwinias*. *Annual Review of Phytopathology*, 18: 361-386.
7. Prajapat, R., Marwall, A. and Nath Jha, P. 2013. *Erwinia carotovora* associated with Potato: A Critical appraisal with respect to Indian perspective. *International Journal of Current Microbiology Applied Science*, 2 (10): 83-89.