



کاربرد سالیسیلیک اسید در مدیریت تلفیقی بیماری‌های 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 الکترونیکی نویسنده مسئول: (Email: bagherisa78@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۳/۷

تاریخ انجام اصلاحات: ۱۳۹۸/۷/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۷/۱۸

چکیده

از بیماری‌های مهم و اقتصادی سیب زمینی می‌توان پژمردگی باکتریایی، پوسیدگی نرم و ساق سیاه و برخی بیماری‌های قارچی مانند ریزوکتونیا و فوزاریوم را نام برد. بیماری‌های مذکور دارای گسترش جهانی و در آفریقا، آسیا، استرالیا، اروپا، آمریکای شمالی، آمریکای مرکزی و آمریکای جنوبی شیوع دارد. این بیماری‌ها در شرایط مختلف آب و هوایی در مزارع سیب زمینی و نیز در غده‌های انبارشده سیب زمینی سبب کاهش کمیت و کیفیت غده‌ها شده و هر ساله خسارت زیادی به این محصول مهم و استراتژیک وارد می‌سازند. با توجه به بذرزاد و خاکزاد بودن پاتوژن‌های مذکور، مبارزه شیمیایی با آن‌ها دشوار و تقریباً غیر ممکن است. بنابراین پیدا کردن راهی که بتواند بدون آلودگی محیط زیست و بر هم زدن اکوسیستم بیماری را کنترل نماید، ضروری به نظر می‌رسد. در تحقیقات زیادی که روی ماده سالیسیلیک اسید انجام شده است، القای مقاومت سیستمیک به وسیله استفاده خارجی از این ماده روی گیاه سیب زمینی در مقابل بیماری‌های مذکور بررسی شده است. در این مقاله، تحقیقات انجام شده در کاربرد سالیسیلیک اسید با نتایج کاربردی آن بر روی بیماری‌های مهم سیب زمینی آورده شده است که امید است با به کارگیری این روش‌ها، ضمن کاهش مصرف سموم با افزایش مقاومت به این بیماری‌ها از هدر رفت آب هم کاسته شود.

واژگان کلیدی: پژمردگی، سالیسیلیک اسید، سیب زمینی، فوزاریوم، ریزوکتونیا

مقدمه:

توسعه اقتصادی جامعه نوین بستگی به تولید گیاهان زراعی دارد زیرا تولیدات گیاهی به طور مستقیم و غیرمستقیم برای تأمین مواد غذایی مورد نیاز انسان، می-بایست در حال افزایش باشد. گیاه سیب زمینی با نام علمی *Solanum tuberosum* از مهم ترین منابع گیاهی دولپه در تغذیه انسان و چهارمین محصول کشاورزی و مهم جهان است، به طوری که پس از برنج، گندم و ذرت پر مصرف ترین ماده غذایی نزد مردم دنیا است و به دلیل عملکرد بالا در واحد سطح، انرژی و تعداد پروتئین تولیدی آن از گندم و برنج نیز بیشتر است (۱۰، ۱۱). عوامل زیادی از باکتری‌ها، قارچ‌ها، ویروس‌ها و مایکوپلاسماها سیب زمینی را آلوده می کنند. از میان این بیماری‌ها، بیماری‌های پژمردگی، پوسیدگی نرم، ساق سیاه و اسکب باکتریایی و از بیماری‌های قارچی بیماری‌های فوزاریومی و رایزوکتونایی اهمیت اقتصادی بالایی دارند.

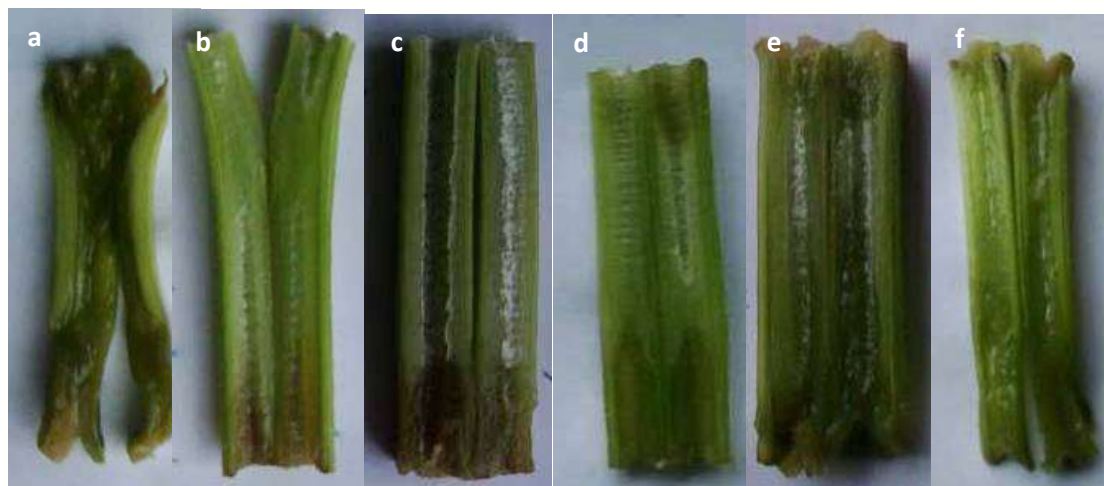
بیماری‌های قارچی و باکتریایی سیب زمینی دارای گسترش جهانی هستند. میزان خسارت آن‌ها از کشوری به کشور دیگر متفاوت و بستگی به ارزش اقتصادی محصول دارد. این بیماری‌ها در اکثر مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیری شیوع دارند (۶، ۷). مشخص شده است که سالیسیلیک اسید که به طور موضعی یا در کل گیاه تولید می شود، در ایجاد مقاومت اکتسابی کلی نقش اساسی ایفا می کند و باعث ایجاد مقاومت به دامنه نسبتاً وسیعی از عوامل بیماریزای گیاهی از جمله ویروس‌ها، قارچ‌ها و

باکتری‌ها می شود و سبب آغاز یک سلسله واکنش‌های دفاعی در گیاه می گردد (۱۱). اثر سالیسیلیک اسید بر کاهش بیماریزایی قارچی در گیاه سیب زمینی مطالعه شده است به طوری که هادی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کرده اند که سالیسیلیک اسید باعث کاهش خسارات ناشی از قارچ *Rhizoctonia solani* بر غده‌های سیب زمینی می-شود و میزان علائم آلودگی بیماری لکه سیاه (black scurf) روی غده‌های سیب زمینی را به میزان ۷۲ درصد کاهش می-دهد (۸، ۹). استفاده از سالیسیلیک اسید باعث تحریک بافت‌های گیاه برای بیان ژن مقاومت در برابر شرایط نامساعد و طیف وسیعی از بیماری‌های قارچی، باکتریایی، ویروسی، حشرات و تغذیه کنندگان سلول‌های آوند آبکشی می شود. به عنوان مثال: استفاده از سالیسیلیک اسید سبب مقاومت گیاه و کنترل بیماری ناشی از گال باکتری *Agrobacterium tumefaciens* بیماری آتشک گلایی (*Erwinia amylovora*)، بیماری لکه موجی (*Alternaria solani*) در گوجه فرنگی و میوه‌های گیلان در برابر پوسیدگی ناشی از *Monilia fructicola* می شود (۷).

بررسی تأثیر محلول پاشی سالیسیلیک اسید و اکسین بر عملکرد و صفات مورفولوژیکی سه رقم سیب زمینی نشان داد که تیمار سالیسیلیک اسید موجب افزایش ۵۸ درصدی عملکرد غده در رقم آگریا نسبت به سایر ارقام و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی شد. در همه ارقام، محلول-پاشی سالیسیلیک اسید موجب افزایش معنی دار وزن غده نسبت به شاهد (عدم مصرف تنظیم کننده رشد گیاهی) و اکسین گردید.

سبب کنترل بیماری پژمردگی شد (۶). در بررسی تأثیر مشتقات مختلف سالیسیلیک اسید روی بیماری ساق سیاه سیبزمینی، سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد و دیگر تیمارها تفاوت معنی داری نشان داد (شکل ۱ و ۲).

بیشترین شاخص برداشت در رقم آگریا با تیمار سالیسیلیک اسید با ۸۳/۵ درصد به دست آمد (۲). در بررسی دیگری تأثیر سالیسیلیک اسید و کیتوزان بر القای مقاومت در نخود علیه عامل بیماری های پژمردگی و پوسیدگی فوزاریومی به صورت اسپری برگ انجام شد که



شکل ۱- علائم پوسیدگی نرم در ساقه در آزمایش ساقه های بریده

a: شاهد b: تیمار سالیسیلیک اسید c: تیمار ۲- هیدروکسی ۵- متوکسی بنزوئیک اسید d: تیمار ۵- آمینو ۲- هیدروکسی بنزوئیک اسید e: تیمار ۲- هیدروکسی ۳ و ۵ دی نیترو بنزوئیک اسید f: تیمار ۵- کلرو سالیسیلیک اسید



شکل ۲- علائم پوسیدگی نرم در ساقه در آزمایش تزریق باکتری به ساقه

a: شاهد b: تیمار سالیسیلیک اسید c: تیمار ۲- هیدروکسی ۵- متوکسی بنزوئیک اسید d: تیمار ۵- آمینو ۲- هیدروکسی بنزوئیک اسید e: تیمار ۲- هیدروکسی ۳ و ۵ دی نیترو بنزوئیک اسید f: تیمار ۵- کلرو سالیسیلیک اسید

مشتق ۵- کلرو سالیسیلیک اسید تفاوت معنی داری با شاهد نداشت و کمترین میزان افزایش مقاومت را سبب شد (۳). سالیسیلیک اسید بوته‌های سیب‌زمینی را در برابر بیماری فیتوپلازما و استرس، محافظت و شکل غده‌ها و فتوستنتر را تقویت می‌کند (۱۳). سالیسیلیک اسید می‌تواند نشانه‌های بیماری‌های باکتری ساق‌سیاه و پوسیدگی نرم را در بوته‌های سیب‌زمینی حاصل از کشت بافت کاهش دهد. در بررسی‌های آزمایشگاهی با افزودن ۲۵ تا ۵۰ میکروگرم سالیسیلیک اسید به محیط کشت بافت سیب-زمینی، بعد از ۱۴ روز هیچ کلنی باکتری دیده نشد ولی در محیط کشت شاهد بدون سالیسیلیک اسید بعد از سه روز، ۱۰۰ درصد ریشه گیاهان به باکتری عامل ساق‌سیاه آلوده شد (۵).

سالیسیلیک اسید یک هورمون گیاهی است که نقش مهمی در القای مقاومت گیاه در برابر انواع تنش‌های زنده و غیر زنده از طریق مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و مکانیسم‌های بیوشیمیایی دارد. در بررسی گیاهان تلقیح‌شده با قارچ فوزاریوم با حضور سالیسیلیک اسید، علائم پژمردگی فوزاریومی دیده نشد در صورتی که در گیاهان شاهد بدون سالیسیلیک اسید، نشانه‌های بیماری به‌وضوح دیده شد (۱۲). یک بررسی جهت تأثیر سالیسیلیک اسید در کاهش بیماری *Rhizoctonia solani* در غده‌های سیب‌زمینی مارفونا در گلخانه انجام شد. گیاهچه‌های سیب‌زمینی که در گلدان‌هایی با خاک استریل کشت شده بودند، با مقادیر صفر (شاهد)، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۵، ۱، ۲ و ۴ میکرولیتر

سالیسیلیک اسید محلول‌پاشی شدند و سپس با *R. solani* (سویه B121) مایه‌زنی شدند. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی با ۰/۲ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید منجر به کاهش ۷۳٪ علائم بیماری شوره سیاه در غده‌های سیب‌زمینی شد. علاوه بر این، شدت علائم بیماری با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد که با استفاده از ۲ میکرولیتر سالیسیلیک اسید در گیاهانی که به‌طور مصنوعی به قارچ آلوده شده‌اند، تعداد غده‌های سیب‌زمینی افزایش یافته است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، استفاده از سالیسیلیک اسید ۰/۲ - ۰/۵ میکرولیتر باعث کاهش تلفات غده ناشی از قارچ‌های ریزوکتونیا شد. سالیسیلیک اسید یکی از چندین هورمون گیاهی است که به‌عنوان یک سیگنال درون‌زا عمل می‌کند تا در گیاه در برابر بیماری‌ها و شرایط نامناسب و استرس‌زا، ایمنی ایجاد کند و باعث ایجاد مقاومت در برابر بیماری‌ها و عوامل نامساعد محیطی شود (۹).

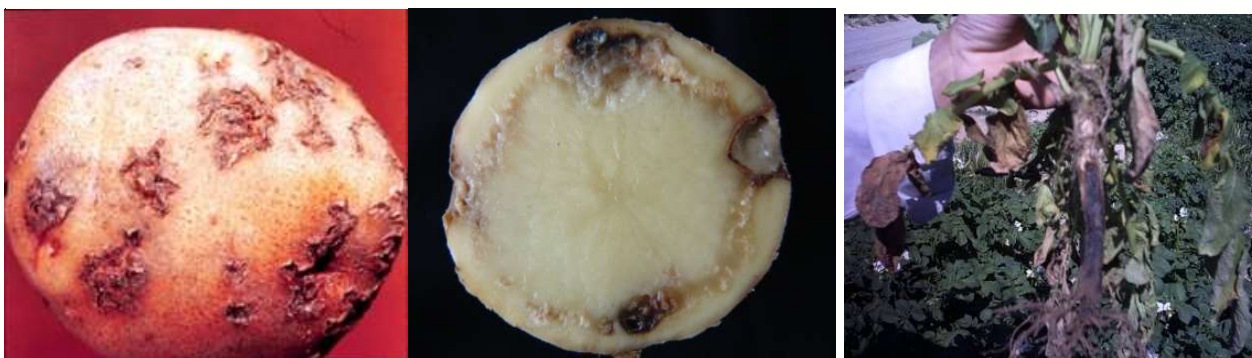
ضرورت و اهمیت

برخی بیماری‌های باکتریایی، قارچی و ویروسی سیب‌زمینی از بیماری‌های مهم و اقتصادی این محصول مهم می‌باشند که هر ساله در مزرعه و انبار سبب خسارت و کاهش کمیت و کیفیت غده‌های سیب‌زمینی می‌شوند. این بیماری‌ها تاکنون از مناطق عمده سیب‌زمینی‌کاری ایران شامل: استان‌های فارس، تهران، البرز، همدان، آذربایجان شرقی، کرمان، چهارمحال و بختیاری، مازندران و زنجان

مقاومت به دامنه نسبتاً وسیعی از عوامل بیماریزای گیاهی از جمله ویروس‌ها، قارچ‌ها و باکتری‌ها می‌شود.

عامل بیماری پژمردگی باکتریایی سیب‌زمینی *Ralstonia solanacearum* عامل بیماری پوسیدگی نرم *Pectobacterium carotovorum* و عامل بیماری اسکب *Streptomyces scabies* می‌باشد (شکل ۳). این باکتری‌ها دامنه میزبانی گسترده‌ای دارند و به آسانی تو سط غده‌های آلوده، بقایای گیاهی آلوده، باد، آب، ذرات و کلونیدهای خاک، حشرات، نماتد، ادوات کشاورزی و تردد کارگران در مزارع آلوده پخش و منتشر می‌شوند (۶).

گزارش شده است. غده‌های سیب‌زمینی آلوده به این بیماری‌ها، کیفیت انبارداری ندارند و چنانچه انبار شوند، در انبار از بین می‌روند (شکل ۳). بیماری‌های مذکور در مزارع سیب‌زمینی به‌ویژه در مزارع تولید بذر بسیار حائز اهمیت می‌باشند. با توجه به بذرزاد بودن عوامل این بیماری‌ها، اهمیت بیماری در مزارع تولید بذر سیب‌زمینی و کلاس-های مختلف بذری بیشتر است. با بالا بردن مقاومت گیاه می‌توان خسارت بیماری‌ها را کاهش داد. یکی از موادی که در گیاه تولید می‌شود، سالیسیلیک اسید است که به‌طور موضعی یا در کل گیاه تولید می‌شود و در ایجاد مقاومت اکتسابی کلی، نقش اساسی ایفا می‌کند و باعث ایجاد



شکل ۳- علائم بیماری‌های باکتریایی (الف- ساق سیاه، ب- پژمردگی باکتریایی، ج- اسکب باکتریایی)

دستورالعمل کاربردی

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

کنترل عوامل بیماری ذکر شده به دلیل بذرزاد و خاکزاد بودن و پایداری زیاد آن‌ها در خاک و بقایای آلوده گیاهی و نیز داشتن میزبان‌های متعدد، مشکل می‌باشد. بنابراین این بیماری‌ها را بایستی به‌صورت تلفیقی و با به‌کارگیری اصول علمی و دقیق به‌شرح زیر کنترل کرد:

- ۲- رعایت اصول بهداشت زراعی در کشت سیب زمینی: در کاشت سیب زمینی بایستی از غده‌های سالم استفاده کرد. اگر قرار است غده‌ها قاچ شوند، بایستی چاقویی که با آن غده‌ها قاچ می‌شوند با مایع ضد عفونی کننده مثل وایتکس یا الکل ضد عفونی شود. در پائیز پس از برداشت محصول سیب زمینی بایستی بقایای بوته‌ها و غده‌های آلوده در مزرعه همراه علف‌های هرز از مزرعه جمع‌آوری و در گودالی دفن شوند.
- ۳- در مزرعه سیب زمینی به دقت علف‌های هرز کنترل شوند. برخی از علف‌های هرز مانند تاجریزی سیاه، تاجریزی قرمز، یک گونه آلاله، یک گونه علف هفت‌بند، پنیرک، ماشک، سلمه‌تره و یک گونه خرفه میزبان واسط عوامل بیماریزا هستند و سبب افزایش جمعیت بیمارگرها می‌شوند.
- ۴- آبیاری مزرعه به صورت بارانی و با مهارت و دقت انجام شود (به نحوی که کمترین رواناب ایجاد گردد). از زیاد آب دادن و غرقاب کردن مزرعه اجتناب شود.
- ۵- در خاک‌هایی که از قبل احتمال آلوده بودن را دارند، بهتر است ارقام مقاوم و یا متحمل (فرسیا، دیامانت و موندیال) به بیماری کشت شوند (۱).

نتایج کاربردی

به طور خلاصه شخم عمیق، کنترل علف‌های هرز، از بین بردن سیب زمینی‌های پوسیده و بقایای گیاهی، کنترل انتشار عامل بیماری با آب آبیاری، حداقل عملیات زراعی بعد از ظهور گیاهچه‌ها، کنترل نماتدها، ضد عفونی ابزار آلات و ادوات کشاورزی و

- ۶- تحقیقات زیادی نشان دادند که سالیسیلیک اسید هم می‌تواند به عنوان یک ماده غذایی باعث افزایش عملکرد سیب زمینی و هم با القای مقاومت گیاه سیب زمینی، سبب کاهش خسارت بیماری‌ها شود. بنابراین با محلول پاشی سالیسیلیک اسید به صورت پیشگیری و قبل از وقوع بیماری در مزرعه سیب زمینی می‌توان عملکرد را بالا برد و خسارت بیماری‌های سیب زمینی را کم کرد (۴ و ۲).

- ۷- طبق تحقیقات انجام شده، اسپری سالیسیلیک اسید با غلظت ۱۶۰ گرم در ۴۰۰ لیتر آب برای یک هکتار سبب بالا رفتن مقاومت سیب زمینی در برابر بیماری‌های باکتریایی (شکل ۲ و ۳)، قارچی، ویروسی، میکوپلاسمایی و استرس‌های محیطی می‌شود و تأثیر خوبی در کنترل عوامل بیماریزا و عوامل استرس‌زا دارد. در بررسی میزان مقاومت القاشده در روش تزریق عامل بیماری پوسیدگی نرم سیب زمینی به ساقه، تیمار سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد ۸۴/۷ درصد دارای بافت سالم گیاهی بیشتر بود (۳).

شستن کفش‌ها و غیره، در معرض قرارگیری خاک شخم زده در برابر حرارت تابستانی، استفاده از بذر سالم، کاشت در زمین‌های عاری از بیماری و محلول پاشی مزرعه با سالیسیلیک اسید بیشترین تاثیر را در کنترل بیماری‌ها دارند. سالیسیلیک اسید هم اثر تغذیه

مذکور دارند، بایستی نهایت سعی و تلاش خود را جهت تهیه غده‌های بذری سالم سیب‌زمینی به کار گیرند تا دچار خسارت و زیان نشوند. آلودگی به بیماری‌های گیاهی علاوه بر کاهش تولید محصول سبب کاهش کارایی مصرف آب در مزرعه هم می‌شوند.

در محصول سیب‌زمینی دارد و هم از آلودگی محصول به عوامل بیماریزا پیشگیری می‌کند. با توجه به اینکه مقدار مصرف سالیسیلیک اسید در هکتار بسیار کم و ناچیز (۱۶۰ گرم در هکتار) است، استفاده از این ماده از نظر زیست محیطی نسبت به سموم ارجحیت دارد. کشاورزان با توجه به اهمیت اقتصادی که بیماری‌های

مراجع

- 1- باقری، ع. و تقوی، س. م. ۱۳۷۹. بررسی خصوصیات جدایه‌های عامل پژمردگی باکتریایی سیب‌زمینی و گوجه فرنگی در استان فارس و ارزیابی مقاومت تعدادی از ارقام سیب‌زمینی و گوجه فرنگی نسبت به آن‌ها. بیماری‌های گیاهی. ۳۶: ۲۴۴-۲۳۳.
- 2- حمیدی، ر.، صدقی، م.، تقوی، د. و سفالیان، ا. ۱۳۹۳. تأثیر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و اکسین بر عملکرد و صفات مورفولوژیکی سه رقم سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) پژوهش در گیاهان زراعی، جلد ۲، شماره ۱: ۶۴-۷۶.
- 3- شکرانیان، م. ر.، سلیمانی پری، م. ج. و باقری، ع. ۱۳۸۶. بررسی امکان القای مقاومت میزبانی در سیب‌زمینی در مقابل بیماری ساق‌سیاه با استفاده از سالیسیلیک اسید در منطقه همدان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه بوعلی سینا همدان. ۱۰۴ صفحه.
- 4- عمارلو، ا. و مشایخی، ک. ۱۳۹۲. بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر روی برخی از صفات پس از برداشت غده‌های سیب‌زمینی. دومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان.
5. Czajkowski, R., van der Wolf, J.M., Krolicka, A., Ozymko, Z., Narajczyk, M., Kaczynska, N. and Lojkowska, E. 2015. Salicylic acid can reduce infection symptoms caused by *Dickeya solani* in tissue culture grown potato (*Solanum tuberosum* L.) plants. Eur J Plant Pathol., 141:545-558.
6. Elphinstone, J.G. 2005. The current bacterial wilt situation: A global view. Pp.9-28. In: C. Allen P. Prior and Hayward A.C (Eds.). Bacterial wilt disease and the *Ralstonia solanacearum* species complex. APS Press, MN, USA.
7. Faize, F. and Faize, M. 2018. Functional Analogues of Salicylic Acid and Their Use in Crop Protection. Agronomy, 8(1), 5.
8. Flody, J. 2007. New pest Response Guidelines: *Ralstonia solanacearum* race 3 biovar 2. USDA-APHIS-PPQ, Emergency and Domestic Programs, Riverda Ie, MD. http://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/index.shtml.
9. Hadi, M. R. and Balali, G. R. 2010. The effect of salicylic acid on the reduction of *Rizoctonia solani* damage in potato. American-Eurasian Journal Agricultural and Environmental Sciences, 7(4): 492-496.
10. Hadi, M. R., Balali, G. R. and Taheri, R. 2008. The effect of Salicylic acid on the reduction of *Rizoctonia solani* damage in potato. In: Proceedings of the 1st National Seminar of potato, Ardabil, Iran (in Persian).
11. Jellis, S. 1992. Multiple resistance to diseases and pests in potatoes. Euphytica, 63: 51-58.
12. Jendoubi, W., Harbaoui, K. and Hamada, W. 2015. Salicylic acid-induced resistance against *Fusarium oxysporum* f. sp. *pradicis lycopersici* in hydroponic grown tomato plants. Journal of New Sciences, Volume 21(5). Published September.

Phytoplasma-associated Stress and Improves Tuber Photosynthate Assimilation. American Journal of Potato Research, 88(2):175-183.

13. Sánchez-Rojo, S., López-Delgado, H.A., Mora-Herrera, M.H., Almeyda-León, H.A., Araceli Zavaleta-Mancera, H. and Espinosa-Victoria, D. 2011. Salicylic Acid Protects Potato Plants-from