مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۷، شماره ۱، سال ۱۳۹۰

ارزیابی مقاومت ارقام سیب‌زمینی نسبت به جدایه‌های قارچ عامل لکه‌موجی *(Alternaria solani)* و بررسی محتوای فنل کل در ارقام مقاوم و حساس

Evaluation of Resistance of Potato Cultivars to Isolates of *Alternaria solani* the Causal Agent of Early Blight and Study of Total Phenol Contents in Resistance and Susceptible Cultivars

حدیث شهبازی[۱]، حشمت‌الله امینیان[۲]، نوازالله صاحبانی[۲] و محمدرضا لک[۳]

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی و استادیار، دانشکده کشاورزی، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، پاکدشت
۳- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، اراک

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۷/۲۲

چکیده

شهبازی، ح.، امینیان، ح.، صاحبانی، ن.، و لک، م.ر. ۱۳۹۰. ارزیابی مقاومت ارقام سیب‌زمینی نسبت به جدایه‌های قارچ عامل لکه‌موجی *(Alternaria solani)* و بررسی محتوای فنل کل در ارقام مقاوم و حساس. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۷:** ۱۴ - ۱.

به منظور ارزیابی مقاومت ارقام رایج سیب‌زمینی استان مرکزی نسبت به بیماری لکه‌موجی، جدایه‌های قارچ عامل بیماری از مزارع آلوده شهرستان اراک تهیه شد. مقاومت نه رقم سیب‌زمینی به پنج جدایه قارچ عامل بیماری، در شرایط گلخانه‌ای در چهار تکراردر قالب طرح فاکتوریل در پایه کاملاً تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. ارقام مختلف سیب‌زمینی درجه‌های مختلفی از حساسیت و مقاومت را نسبت به عامل بیماری نشان دادند. دو رقم سیب‌زمینی مقاوم و حساس و دو جدایه قارچی با قدرت بیماریزایی بالا و پایین برای بررسی بیوشیمیایی محتوای فنل کل تولید شده پس از مایه زنی با عامل بیماری انتخاب شدند. محتوای فنل کل در این دو رقم ۲، ۴، ۶ و ۸ روز پس از مایه‌زنی اندازه‌گیری شد. بین محتوای فنل کل در زمان‌های مختلف بعد از مایه‌زنی در رقم سیب‌زمینی حساس (گرانولا) و مقاوم (دیاموند) تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. همچنین تفاوت معنی‌داری از نظر محتوای فنل کل در یک رقم، در مقابل جدایه‌های قارچ با قدرت بیماریزایی متفاوت وجود داشت. نتایج حاصل تفاوت در قدرت بیماریزایی دو جدایه را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: سیب‌زمینی، بیماری لکه‌موجی، مقاومت، محتوای فنل کل.

نویسنده مسئول: hshahbazi@ut.ac.ir **تلفن: ۰۹۱۸۳۶۱۲۹۲۱**

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

سیب‌زمینی گیاهی است با ارزش غذایی بالا که از نظر تولید و مصرف در جهان پس از گندم، ذرت، برنج و جو مقام پنجم را دارد و در ایران پس از گندم مقام دوم را به خود اختصاص داده است (Anonymous, 2009). به علت قدرت تولید بالا و سازگاری با دامنه بسیار وسیعی از اقلیم‌ها و به عنوان یک منبع غذایی تولید آن رو به افزایش است. سطح زیر کشت این محصول در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ حدود ۱۷۷ هزار هکتار برآورد شده که استان‌های همدان، اصفهان، اردبیل، کردستان و مرکزی به ترتیب مقام‌های اول تا پنجم را به خود اختصاص داده‌اند. میزان تولید سیب‌زمینی در کشور ۴/۷۱ میلیون تن گزارش شده‌است (Anonymous, 2009). این محصول از جایگاه ویژه‌ای در کشورمان برخوردار است به طوری که از میان ۱۴۰ کشور که هر ساله اقدام به تولید این محصول می‌کنند، ایران رتبه سیزدهم جهانی را داراست.

بیماری لکه‌موجی سیب‌زمینی با عامل *Alternaria solani* یکی از رایج‌ترین بیماری‌های سیب‌زمینی در مناطق سیب‌زمینی کاری است. میزبان‌های اصلی آن در گیاهان سولاناسه سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و فلفل هستند (Neergaard, 1945). این بیماری بیشترین خسارت را به سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی در آمریکا، استرالیا، فلسطین اشغالی، انگلستان و هند وارد می‌کند. سالیانه بین ۳۸ تا ۷۸ درصد محصول گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی در اثر این بیماری از بین می‌رود (Basu, 1974؛ Jones *et al.*, 1993؛ Datar and Mayee, 1972). در ایران میزان آلودگی گوجه فرنگی در مناطق جیرفت و کهنوج بین ۶۰ تا ۹۰ درصد گزارش شده است (Etebarian, 2002).

این بیماری همه ساله خسارت زیادی به سیب‌زمینی‌کاری‌های استان مرکزی که از قطب‌های مهم تولید سیب‌زمینی در ایران است وارد می‌کند. علائم بیماری به صورت لکه‌های قرمز تا قهوه‌ای متحدالمرکز با حاشیه روشن است. لکه‌ها به سرعت بزرگ شده و کل برگ را فرا می‌گیرد. گیاهان آلوده به سرعت برگ‌های خود را از دست می‌دهند و میزان تولید محصول در واحد سطح به شدت کاهش می‌یابد (Sherf and MacNab, 1986). این بیماری در انبار از طریق زخم موجود در غده‌ها سبب آلودگی و ایجاد پوسیدگی خشک می‌شود (Franc and Christ, 2001). قارچکش‌هایی که برای کنترل این توصیه شده‌اند گران قیمت هستند و در صورت تکرار سمپاشی، اثرشان کاهش می‌یابد (Cassells and Kowalski, 1998). با توجه به این امر، تولید ارقام سیب‌زمینی مقاوم به لکه‌موجی یکی از بهترین تدابیر مدیریتی برای کنترل این بیماری است. به نظر می‌رسد مقاومت به این بیماری وابسته به سن گیاهاست به طوری که با افزایش سن

Archive of SID

www.SID.ir

گیاه حساسیت آن به عامل بیمارگر افزایش می‌یابد (Douglas and Pavek, 1972؛ Pelletier and Fry, 1989). مقاومت گیاه به عامل توسط سیستم بیوشیمیایی گیاه ایجاد می‌شود که شامل تولید برخی ترکیبات دفاعی در مقابل حمله عامل بیماری است و امروزه به تفضیل مورد بررسی قرار گرفته است. از جمله مهمترین این ترکیبات، مواد فنلی هستند که معمولاً به طور کلی با عنوان فنل کل بررسی می‌شوند این مواد شامل تانن‌ها، فلاوونیدها و اسیدهای فنلی هستند که در برگ‌ها، ساقه‌ها و میوه‌های ارقام مقاوم تجمع می‌یابند (Bhatia *et al.*, 1972). تحقیقات زیادی در رابطه با بررسی اثر ترکیبات فنلی در مقاومت به عوامل بیماری‌زا انجام شده‌است که نشان می‌دهند مقاومت گیاه به عامل بیماری‌زا، وابسته به حضور مقادیر زیادی از ترکیبات فنلی است (Jain and Yadav, 2003؛ Parashar and Lodha, 2007). برای بررسی سیستم دفاع بیوشیمیایی ارقام مقاوم و حساس از شاخص محتوای فنل کل استفاده می‌شود و که نقش این شاخص در مقاومت در گیاهان مختلف گزارش شده است (Bhatia *et al.*, 1972؛ Gogoi *et al.*, 2001؛ Farkas and Kiraly, 1962).

هدف از انجام تحقیق حاضر، ارزیابی مقاومت برخی ارقام سیب زمینی رایج در ایران به جدایه های قارچ عامل بیماری لکه موجی سیب زمینی موجود بود. در راستای این هدف، رابطه بین فنل کل در دو رقم مقاوم و حساس در مقابل دو جدایه قارچی با قدرت بیماریزایی متفاوت نیز مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

غده‌های بذری ارقام سیب‌زمینی از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی شهرستان اراک و شرکت هفتاد قله اراک تهیه شد. غده‌های بذری با محلول ۲ در هزار تیابندازول (محصول شرکت گل سم گرگان) ضدعفونی و در گلدان‌هایی که قبلاً با هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد ضدعفونی شده و حاوی پیت و پرلیت بودند در گلخانه در دمای ۲±۲۶ درجه سانتی‌گراد کاشته شدند. برای هر یک از ارقام گیاهی، شاهد نیز در نظر گرفته شد. در تمامی آزمایش‌ها از گیاهان ۴۵ روزه استفاده شد.

برای جداسازی و تهیه جدایه‌های قارچ عامل بیماری، مزارع آلوده در شهرستان اراک در تابستان ۱۳۸۶ شناسایی و نمونه‌برداری از آن‌ها انجام شد. اندام‌های گیاهی آلوده، ضدعفونی سطحی شدند و در تشتک‌های پتری حاوی محیط‌های غذایی PDA (سیب‌زمینی- دکستروز- آگار)، PCA (سیب‌زمینی- هویج- آگار) و WA (آب-آگار) کشت داده شدند (Ghosta *et al.*, 2003). پرگنه‌های رشد کرده که مشخصات آلترناریا را داشتند، از طریق تک هاگ کردن و یا برداشتن نوک ریسه خالص شدند.

Archive of SID

www.SID.ir

شناسایی جدایه‌های قارچ عامل بیماری پس از کشت روی محیط غذایی PCA در دمای ۱±۲۴ درجه سانتی‌گراد زیر نور سفید فلورسنت با چرخه نوری ۸ ساعت روشنایی و ۱۶ ساعت تاریکی به مدت ۷-۵ روز با استفاده از کلید شناسایی قوستا و همکاران انجام شد (Ghosta *et al.*, 2003) انجام شد و آزمون بیماریزایی جدایه‌های قارچی انجام و بیماریزایی پنج جدایه قارچی به اثبات رسید. برای انجام آزمون ارزیابی مقاومت ارقام مختلف سیب‌زمینی از این پنج جدایه قارچی استفاده شد.

به منظور تهیه زادمایه جدایه‌های قارچ عامل بیماری جهت انجام آزمون ارزیابی مقاومت و اندازه‌گیری محتوای فنل کل، هر یک از جدایه‌ها به طور جداگانه به تشتک‌های پتری حاوی محیط PDA منتقل و در دمای ۱±۲۴ درجه سانتی‌گراد زیر نور سفید فلورسنت با چرخه نوری ۸ ساعت روشنایی و ۱۶ ساعت تاریکی در انکوباتور نگهداری شدند (Al-Mughrabi, 2004). پس از گذشت ۷-۶ روز سوسپانسیونی به غلظت 10^6 اسپور در هر میلی‌لیتر تهیه و برای آلوده‌سازی به روش محلول‌پاشی تمامی اندام‌های هوایی استفاده شد (Bokshi *et al.*, 2003؛ Nadia *et al.*, 2007). گیاهان شاهد تنها با استفاده از آب‌مقطر سترون محلول‌پاشی شدند.

از آن‌جا که بیمارگر هوازاد است و در شرایط گلخانه برای نفوذ به داخل برگ نیاز به رطوبت بالا دارد، پس از مایه‌زنی هر یک از گلدان‌های حاوی گیاهان مایه‌زنی شده، به مدت ۲۴ ساعت درون یک محفظه پلاستیکی با رطوبت در حد اشباع قرار داده شدند (Bokshi *et al.*, 2003؛Pelletier and Fry, 1989).

برای ارزیابی مقاومت ارقام سیب‌زمینی به جدایه‌های قارچ در بهار ۱۳۸۷ آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی چهار تکرار انجام شد. این آزمون با پنج جدایه قارچی اراک (A)، موت‌آباد (M)، نوازن (N)، امان‌آباد (AM) و هزاوه (H) که بیماریزایی آن‌ها قبلاً به اثبات رسیده بود و نه رقم سیب‌زمینی رایج منطقه به نام‌های آگریا، دیاموند، سانتانا، ساتینا، گرانولا، سانته، میلوا، مارادونا و لیدی‌رزتا انجام شد. برای هر یک از ارقام مورد آزمایش گیاه شاهد در نظر گرفته‌شد. یادداشت‌برداری از بیماری در قسمت‌های هوایی گیاه و روند گسترش آن، با استفاده از روش رتبه‌بندی پیشنهاد شده توسط رودریگز و همکاران (Rodriguez *et al.*, 2007) با کمی انجام شد.

برای استخراج ترکیبات فنلی، مقدار ۰/۵ گرم برگ تازه به صورت تصادفی از قسمت‌های مختلف گیاه تهیه شد. برگ‌ها در داخل بوته چینی ریخته شدند و پس از اضافه کردن ۵ میلی‌لیتر متانول، با استفاده از نیتروژن مایع کاملاً له شدند. پس از به دست آمدن یک مخلوط یکنواخت، عصاره حاصل در ۴۰۰۰×g به مدت پنج دقیقه سانتریفیوژ شدو از محلول بالایی حاصل برای اندازه‌گیری محتوای فنل کل

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده شد. به یک میلی‌لیتر از عصاره به دست آمده پنج میلی‌لیتر آب مقطر، ۲۵۰ میکرولیتر معرف فولین، یک میلی‌لیتر محلول کربنات سدیم اشباع و یک میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. پس از یک ساعت نگهداری در دمای اتاق، مقدار جذب نور با طول موج ۷۲۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر خوانده شد (Malick and Singh, 1980). لوله‌های شاهد شامل آب و معرف بود و از هر نمونه عصاره در سه نوبت جذب قرائت و به دلیل معنی‌دار نبودن تفاوت سه تکرار، میانگین آن‌ها در محاسبات منظور شد.

برای تهیه منحنی استاندارد و معادله رگرسیون فنل کل از روش سیورز و همکاران (Seevers *et al.*, 1971) استفاده شد. بدین منظور غلظت‌های ۵،۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۸۰ میکروگرم اسید کافئیک (Fluka, Germany)، تهیه وجذب نوری آن در دستگاه اسپکتوفوتومتر خوانده و در نهایت میزان ترکیبات فنلی موجود در نمونه‌ها به صورت میلی‌گرم اسید کافئیک در هر گرم وزن تر گیاه تعیین شد.

به منظور ارزیابی محتوای فنل کل نمونه‌برداری از هر تیمار آزمایشی با چهار تکرار و به صورت کاملاً تصادفی ۲، ۴، ۶ و ۸ روز پس از مایه‌زنی در یک زمان خاص از روز انجام شد.

این آزمایش به روش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. برای ارزیابی شدت بیماری روی ارقام مختلف سیب‌زمینی با جدایه‌های قارچ عامل بیماری دو فاکتور ۹ × ۶ (رقم گیاهی × جدایه قارچی) و محتوای فنل کل سه فاکتور ۴× ۳ × ۲ (روز × جدایه قارچی × رقم گیاهی) استفاده شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین ها با روش آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

جدول ۱ نحوه درجه‌بندی شدت بیماری روی گیاهان سیب‌زمینی را در گلخانه نشان می‌دهد.

نتایج این بررسی نشان داد که بین نه رقم مختلف سیب‌زمینی و بین جدایه‌ها (پنج جدایه مختلف قارچ و شاهد) و اثر متقابل آن‌ها از نظر شدت بیماری ارقام اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد وجود دارد (جدول ۲).

در این آزمایش با استفاده از مقایسه میانگین‌ها در آزمون دانکن، رقم دیاموند با میانگین شدت بیماری ۱۳/۳۳ به عنوان مقاوم‌ترین رقم مورد آزمایش و رقم گرانولا با شدت ۴۵/۵۰ به عنوان حساس‌ترین رقم شناخته شدند (جدول ۳). از میان پنج جدایه قارچ، جدایه A (۴۵/۲۷) به عنوان جدایه با قدرت بیماریزایی بالا و جدایه N (۱۶/۱۶) باقدرت بیماریزایی پایین معرفی شدند (جدول ۴ و شکل ۱).

نتایج همچنین نشان داد بین ارقام سیب‌زمینی،

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- درجه‌بندی شدت بیماری لکه‌موجی(*Alternaria solani*) روی گیاه سیب‌زمینی در گلخانه (Rodriguez *et al.*, 2007)

Table 1. Scale for disease severity of early blight (*Alternaria solani*) on potato plants in greenhouse (Rodriguez *et al.*, 2007)

شدت بیماری Disease severity	توصیف علائم Description of symptoms
10	لکه‌ها روی تعدادی از برگ‌های پایینی و آلودگی ده درصد سطح کل برگ‌ها Spots on lower leaves and infection of 10 percent of total leaves surface
20	لکه‌ها روی اغلب برگ‌های پایینی و آلودگی بیست درصد سطح کل برگ‌ها Spots on most of the lower leaves and infection of 20 percent of total leaves surface
30	لکه‌ها روی تمام برگ‌های پایینی و تعدادی از برگ‌های میانی و آلودگی سی درصد سطح کل برگ‌ها Spots on all lower and some of the middle leaves and infection of 30 percent of total leaves surface
40	توسعه زخم‌های بلایت روی برگ‌های پایینی به صورت واضح و آلودگی چهل درصد سطح کل برگ‌ها Clearly developed blight lesions in lower leaves and infection of 40 percent of total leaves surface
50	گسترش زخم‌های بلایت از برگ‌های پایینی به سمت برگ‌های میانی و آلودگی پنجاه درصد سطح کل برگ‌ها Blight lesions in lower leaves spread to some middle leaves and infection of 50 percent of total leaves surface
60	پیشرفت زخم‌های بلایت در تمام برگ‌های پایینی و اغلب برگ‌های میانی و آلودگی شصت درصد سطح کل برگ‌ها Blight lesions developed in all inferior and most of the middle leaves and infection of 60 percent of total leaves surface
70	پیشرفت زخم‌های بلایت در تمام برگ‌های پایینی و برگ‌های میانی و آلودگی هفتاد درصد سطح کل برگ‌ها Blight lesions developed in all lower and middle leaves and infection of 70 percent of total leaves surface
80	پیشرفت زخم‌های بلایت در تمام برگ‌های پایینی و برگ‌های میانی و گسترش آن به سمت برگ‌های بالایی و آلودگی هشتاد درصد سطح کل برگ‌ها Blight lesions developed in all lower and middle leaves and spread to upper leaves and infection of 80 percent of total leaves surface
90	پیشرفت زخم‌های بلایت در تمام برگ‌های های بالایی و آلودگی نود درصد سطح کل برگ‌ها Blight lesions developed in upper leaves and infection of 90 percent of total leaves surface
100	بلایت کامل (مرگ گیاه) و آلودگی صد در صد سطح کل برگ‌ها Total blight (death of the plant) and infection of 100 percent of total leaves surface

تیمارهای عامل بیماری، روزهای نمونه‌برداری و اثر متقابل آن‌ها در محتوای ترکیبات فنلی کل برگ اختلاف معنی‌داری ($p<0.01$) وجود دارد (جدول ۵). در روزهای مختلف در مقابل جدایه‌های مختلف میزان محتوای فنل کل متفاوت بود و تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد داشت.

بر اساس نتایج به دست آمده، محتوای فنل کل در رقم سیب‌زمینی دیاموند در مقابل جدایه قارچی A پس از مایه زنی شروع به افزایش کرد و در روز چهارم به بیشترین مقدار رسید، سپس در روزهای ششم و هشتم کاهش یافت و در روز هشتم در مقایسه با سایر روزهای اندازه‌گیری به کمترین مقدار خود رسید. محتوای فنل کل در رقم دیاموند در مقابل جدایه قارچی N در روز دوم پس از مایه‌زنی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- تجزیه واریانس شدت بیماری در برگ‌های ارقام سیب‌زمینی مایه‌زنی شده با جدایه‌های قارچ *A. solani* در گلخانه

Table 2. Variance analysis of disease severity scores on leaves of potato cultivars inoculated with isolates of *A. solani* in greenhouse

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Mean square
Cultivar	رقم	8	2290.62**
Isolate (2 fungal isolates + control)	جدایه	5	8718.88**
Cultivar × isolate	رقم × جدایه	40	97.84*
Error	خطا	162	21.60

* و **: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪. * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین شدت بیماری لکه موجی روی برگ‌های ارقام سیب‌زمینی مایه‌زنی شده با جدایه‌های قارچ *A. solani*

Table 3. Comparison of mean severity of early blight disease on leaves of potato cultivars inoculated with isolates of *A. solani*

ارقام سیب زمینی Potato cultivars	میانگین شدت بیماری Mean disease severity
Granula	45.50a
Santana	39.16b
Sante	34.58c
Milva	30.00d
Maradona	26.66e
Satina	25.00e
Lady rozeta	21.25f
Agria	17.50g
Diamond	13.33h

میانگین‌ها با حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار هستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Means with similar letters are not significantly different (Duncan's multiple range test).

گیاه توسط عامل بیماری به بیشترین مقدار رسید و سپس شروع به کاهش کرد به طوری که در روز هشتم به کمترین مقدار خود در مقایسه با سایر روزهای نمونه‌گیری رسید، میزان محتوای فنل کل در مقابل جدایه‌های متفاوت بود و در مقابل جدایه N محتوای فنل کل بیشتری مشاهده شد.

محتوای فنل کل در رقم سیب‌زمینی گرانولا در مقابل جدایه‌های قارچی A و N روند مشابهی داشت اما میزان آن متفاوت بود، به‌طوری که پس از مایه‌زنی افزایش یافت و در روز چهارم به بیشترین مقدار و در روز هشتم در مقایسه با سایر روزهای اندازه‌گیری، به کمترین مقدار خود رسید. میزان محتوای فنل کل در مقابل این دو جدایه نیز متفاوت بود و در مقابل جدایه N محتوای فنل کل بیشتری مشاهده

Archive of SID

www.SID.ir

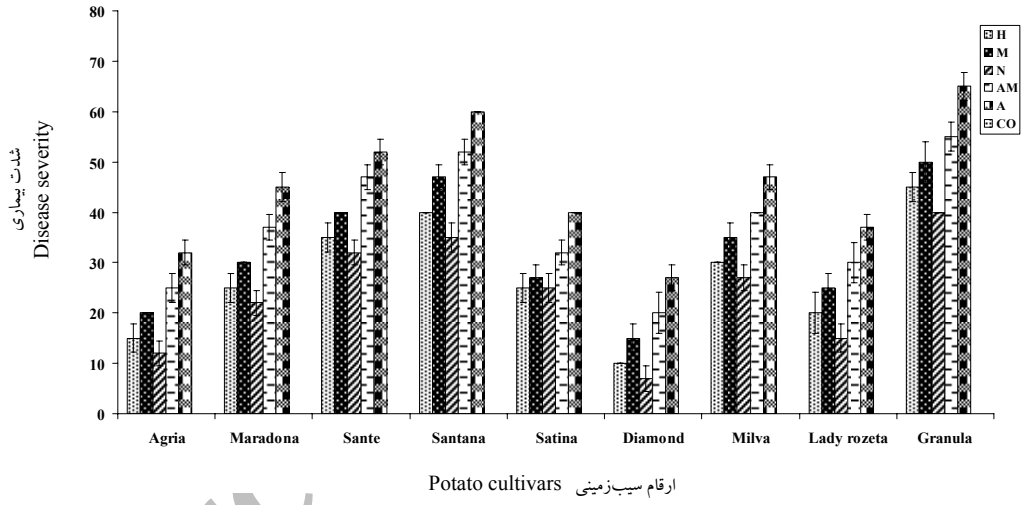
جدول ۴- مقایسه میانگین شدت بیماری ایجاد شده توسط جدایه‌های مختلف قارچ *A. solani* روی برگ‌های ارقام مختلف سیب‌زمینی

Table 4. Comparison of mean disease severity of isolates of *A. solani* on leaves of potato cultivars (multiple range test)

تیمارها Treatments	میانگین شدت بیماری Mean **disease severity**
Arak isolate (A)	45.27a
Amanabad isolate (AM)	37.77b
Motabad isolate (M)	31.22c
Hezave isolate (H)	27.22d
Navazen isolate (N)	16.16e
Control with sterile water (CO)	0.00f

میانگین‌ها با حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار هستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Means with similar letters are not significantly different (Duncan`s multiple range test).



شکل ۱- شدت بیماری در برگ‌های ارقام سیب‌زمینی شاهد و مایه‌زنی شده با جدایه‌های قارچ عامل لکه‌موجی سیب‌زمینی در گلخانه

جدایه‌ها: H: هزاوه؛ M: موت‌آباد؛ N : نوازن؛ AM: امان‌آباد؛ A: اراک؛ CO: شاهد

Fig. 1. Disease severity scores of greenhouse-grown potato cultivars inoculated with early blight fungus isolates (H, M, N, AM, or A) and Control (CO)
For isolates name see Table 4.

شد. در تمام موارد اندازه‌گیری شده میزان محتوای فنل کل در هر دو رقم در مقابل دو جدایه قارچی متفاوت بود و اختلاف معنی‌داری با شاهد داشتند. بیشترین میزان در مقابل جدایه قارچی N در رقم دیاموند بود (شکل ۲ و جدول ۶).

شرایط مختلف تنش‌های محیطی و داخلی، سبب فعال شدن مکانیسم‌های مختلف پاسخ

www.SID.ir

جدول۵- تجزیه واریانس محتوای فنل کل در برگ‌های رقم‌های سیب‌زمینی شاهد و مایه‌زنی شده با جدایه‌های قارچ عامل لکه موجی سیب‌زمینی در روزهای مختلف نمونه‌برداری

Table 5. Variance analysis of total phenol compounds in potato cultivars inoculated with early blight fungus isolates and control in different days after inoculation

S.o.v.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Mean square
Cultivar	رقم	1	0.114**
Isolate(2 fungal isolates + control)	جدایه	2	0.022**
Day	روز	3	0.010**
Cultivar × Isolate	رقم × جدایه	2	0.005**
Cultivar × Day	رقم × روز	3	0.016**
Isolate × Day	جدایه × روز	6	0.005**
Cultivar × Isolate × Day	رقم × جدایه × روز	6	0.004**
Error	خطا	72	0.0007

**: معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

**: Significant at 1% probability level.

جدول ۶ - محتوای فنل کل در برگ‌های رقم‌های سیب‌زمینی شاهد و مایه‌زنی شده با جدایه‌های قارچ لکه‌موجی سیب‌زمینی در روزهای مختلف بعد از مایه‌زنی

Table 6. Total phenol compounds in potato cultivars inoculated with early blight fungus isolates and control in different days after inoculation

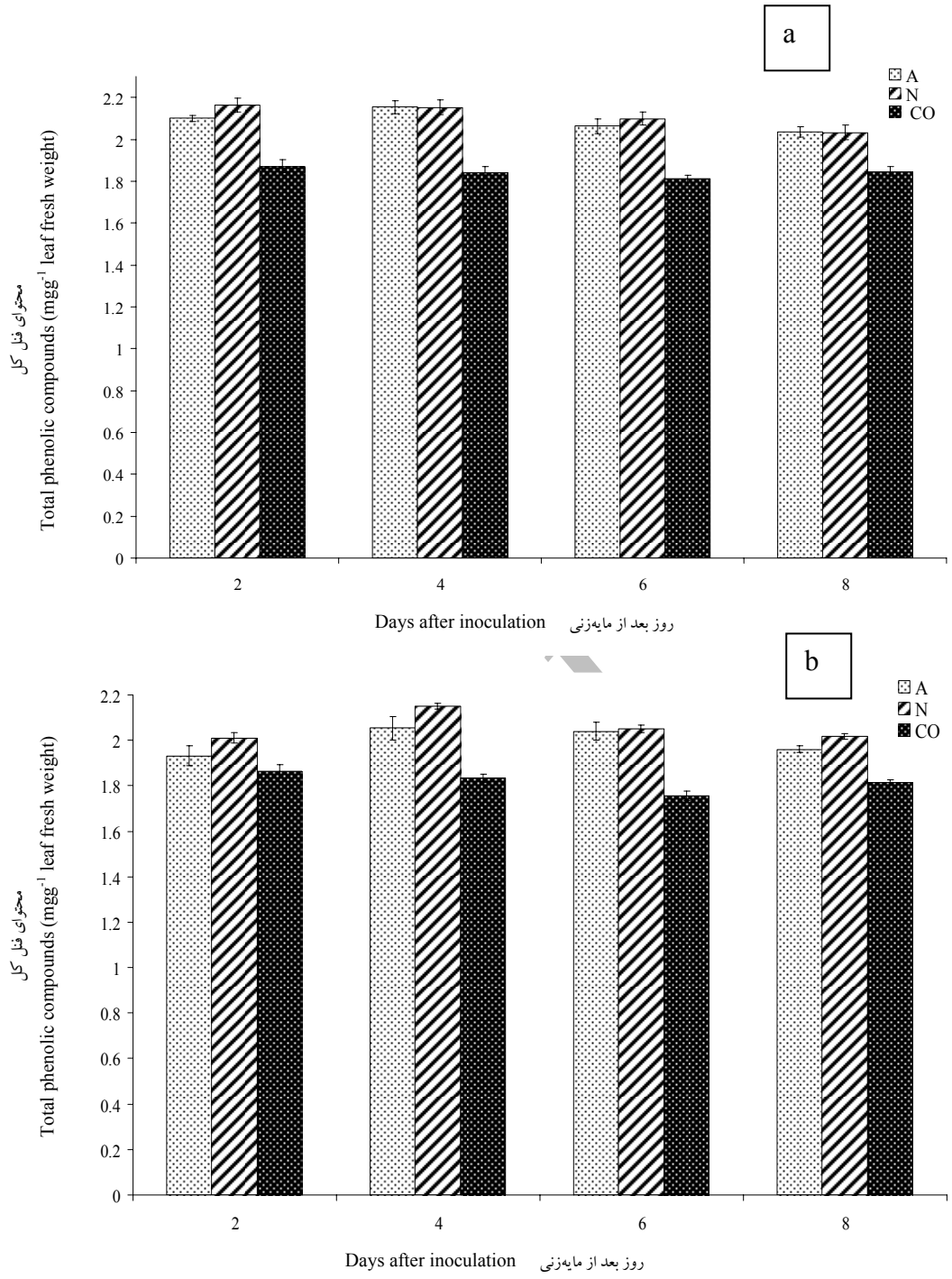
Day after inocutation	Treatment					
	DA	DN	DCO	GA	GN	GCO
2	2.100b	2.161a	1.187fg	1.932f	2.011e	1.863fg
4	2.154a	2.154a	1.842gh	2.053cd	2.149a	1.834ghi
6	2.063bc	2.099b	1.810hij	2.040cde	2.051cde	1.756ij
8	2.036de	2.033de	1.847fgh	1.960ef	2.016e	1.815hij

DA: رقم دیاموند(D) مایه‌زنی شده با جدایه اراک(A)؛ DN: رقم دیاموند(D) مایه‌زنی شده با جدایه نوازن(N)؛ DCO: رقم دیاموند (D) شاهد بدون تیمار قارچی؛ GA: رقم گرانولا(G) مایه‌زنی شده با جدایه اراک(A)؛ GN: رقم گرانولا(G) مایه‌زنی شده با جدایه نوازن(N)؛ GCO : رقم گرانولا(G) شاهد بدون تیمار قارچی.

DA: Diamond inoculated with isolate A; DN: Diamond inoculated with isolate N; DCO: Diamond sprayed with sterile water; GA: Granula inoculated with isolate A; GN: Granula inoculated with isolate N; GCO: Granula sprayed with sterile water.

گیاهی می‌شود. یک بخش از تنش‌های محیطی، عوامل بیماری‌زا هستند که سبب تولید مولکول‌های زیستی در سلول‌ها شده که خود باعث فعال شدن سیستم دفاع بیوشیمیایی گیاه

www.SID.ir



شکل ۲- محتوای فنل کل در برگ‌های سیب‌زمینی رقم دیاموند (a) و گرانولا (b) مایه‌زنی شده با جدایه‌های اراک (A) و نوازن (N) قارچ *A. solani* و شاهد **(CO)**

Fig. 3. Total phenol compounds in leaves of potato cultivars Diamond (a) and Granula (b) after inoculation with Arak isolate (A) and Navazen isolate (N) of *A. solani* and control (CO)
Results are the means of four replications. Error bars denote standard error.

www.SID.ir

می‌شوند. میزان ترکیبات بیوشیمیایی تولید شده در گیاهان مختلف و همچنین ارقام مختلف یک گیاه متفاوت است. این تفاوت در پاسخ گیاه به بیمارگر، سبب تفاوت در شدت بیماری ایجاد شده می‌شود، بنابراین یکی از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین روش کنترل بیماری‌های گیاهی استفاده از ارقام گیاهی با مقاومت بالا است.

در این تحقیق پس از آن‌که بیماریزایی جدایه‌های به اثبات رسید، واکنش نه رقم سیب‌زمینی نسبت به آن‌ها در گلخانه ارزیابی شد. همان‌طور که انتظار می‌رفت ارقام مورد واکنش‌های متفاوتی نسبت به جدایه‌های عامل بیماری نشان دادند.

ارقام دیاموند، آگریا، لیدی‌رزتا، ساتینا، مارادونا، میلوا، سانته، سانتانا و گرانولا به ترتیب کمترین تا بیشترین شدت بیماری را داشتند و هیچ یک از ارقام مورد آزمایش بدون آلودگی نبودند (جدول ۳).

این نتایج با نتایج بررسی انجام شده توسط نصر اصفهانی و همکاران (Nasr Esfahani *et al.*, 2008) روی برخی ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی در منطقه فریدن مطابقت داشت.

پژوهشگران زیادی نقش ترکیبات فنلی و افزایش این ترکیبات را در ارتباط با مقاومت گیاهان مختلف، تحت تاثیر عوامل بیماری‌زای قارچی مطالعه و بررسی کرده‌اند (Farkas and Kiraly, 1962؛ Jain and Yadav, 2003؛ Parashar and Lodha, 2007). علاوه بر اثر مستقیم فنل‌ها روی عوامل بیماری‌زای قارچی، ترکیبات فنلی به کمک آنزیم پراکسیداز به فرمی با سمیت بیشتر (کینون‌ها) تبدیل می‌شوند (Gogoi *et al.*, 2001). روند بیماریزایی عمدتا به واسطه زمان و مدت وقوع واکنش‌ها تعیین می‌شود. از جمله واکنش‌های مهم گیاهی در برابر عوامل بیماری‌زا، تولید و افزایش مواد فنلی است. صدمه سریع به سلول‌ها می‌تواند به آزاد شدن سریع و فعالیت ترکیبات فنلی منجر و باعث جلوگیری موثر از فعالیت عامل بیماری شود. از طرفی اگر صدمه دیدن سلول‌ها و آزاد شدن ترکیبات فنلی به تدریج و فعالیت آن‌ها با تاخیر انجام شود گسترش بیشتر بیمارگر و نهایتا توسعه علائم بیماری را به دنبال خواهد داشت. مترن و کنوسال (Matern and Kneusal, 1988) نشان دادند که اولین مرحله از واکنش‌های دفاعی گیاه میزبان شامل تجمع سریع ترکیبات فنلی در محل آلودگی است که رشد عامل بیماری را کند یا محدود می‌کند، رنگل و همکاران (Rengel *et al.*, 1994) ترکیبات فنلی موجود در ریشه را در میزان حساسیت ارقام گندم به قارچ عامل بیماری پاخوره گندم دخیل دانستند. در تحقیق حاضر، در برگ‌های گیاهان آلوده به جدایه‌های قارچی در مقایسه با برگ‌های گیاهان سالم، محتویات فنل کل بیشتری مشاهده شد. تحقیقات زیادی در رابطه با بررسی اثر ترکیبات فنلی در مقاومت به عوامل بیماریزا انجام شده است که نشان

Archive of SID

www.SID.ir

می‌دهد مقاومت گیاه به بیمارگر، وابسته حضور مقادیر زیادی از ترکیبات فنلی است (Jain and Yadav, 2003؛ Parashar and Lodha, 2007؛ Meena *et al*., 2008) که با نتایج حاصل از این تحقیق مبنی بر این‌که مقدار محتویات فنل کل در رقم مقاوم بیشتر از رقم حساس است مطابقت دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که محتوای فنل کل در یک گیاه، در مقابل جدایه‌های مختلف یک قارچ متفاوت بوده و با گیاه شاهد تفاوت معنی‌داری دارد. در مقابل جدایه قارچی ضعیف‌تر میزان محتوای فنل کل بیشتر بوده و گسترش این جدایه قارچی توسط مقدار بیشتری از محتوای فنل کل محدود می‌شود. سینگ (Singh, 2004) نیز افزایش ترکیبات فنلی را در رابطه با مقاومت، در گونه‌های جنس Brassica گزارش کرد.

سپاسگزاری

از آقای دکتر حسن‌رضا اعتباریان به خاطر راهنمایی‌های ارزنده‌شان، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

References

Al-Mughrabi, K. I. 2004. Sensitivity of Jordanian isolates of *Alternaria solani* to mancothane. Phytopathology Mediterranea 43: 14–19.

Anonymous, 2009. Agricultural Statistics, Vol. 1. 2007-08 Cropping Seasons. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran (in Persian).

Basu, P.K. 1974. Measuring early blight, its progress and influence on fruit losses in nine tomato cultivars. Canadian Plant Disease Survey 54: 45-51.

Bhatia, I., Uppal, D., and Bajaj, K. 1972. Study of phenolic contents of resistant and susceptible varieties of tomato (*Lycopersicum esculentum*) in relation to early blight disease. Indian Phytopathology 25: 231-235.

Bokshi, A. I., Morris, S.C., and Deverall, B. J. 2003. Effects of benzothiadiazole and acetylsalicylic acid on *ß*-1,3-glucanase activity and disease resistance in potato. Plant Pathology 52: 22–27.

Cassells, A., and Kowalski, B. 1998. Strategies for the evaluation of variation as a source of resistance to early and late blight of potato. pp .50-60. In: Khurana, P., Chandra, R., and Mahesh, D. (eds.) Comprehensive Potato Biotechnology. Malhotra Publishing, New Delhi, India.

Datar, V. V., and Mayee, C. D. 1972. Conidial dispersal of *Alternaria solani* in tomato. Indian Phytopathology 35: 68-70.

Archive of SID

www.SID.ir

Douglas, D., and Pavek, J. 1972. Screening potatoes for field resistance to early blight. Amercian Potato Journal 49**:** 1-6.

Etebarian, H. R. 2002. Vegetable Disease and Their Control. 2th edition. Tehran University Publication, Tehran, Iran. 599 pp. (in Persian).

Farkas, G. L., and Kiraly, Z. 1962. Role of phenolic compounds in the physiology of plant disease and disease resistance. Phytopathology 44: 105-151.

Franc, G. D., and Christ, B. J. 2001. Early blight. pp. 3-20. In: Stevenson, W.R., Loria, R., Franc, G.D., and Weingartner, D.P. (eds.) Compendium of Potato Diseases. APS Press, St Paul, Minnesota, USA.

Ghosta, Y., Ershad, D., Zare, R., and Mohammadi Goltape, E. 2003. Taxonomic study on Alternaria species in Iran(2). Rostaniha 4(3-4) 105-121. (in Persian).

Gogoi, R., Singh, D.V., and Sivastava, K. D. 2001. Phenolic as a biochemical basis of resistance in wheat against karnal bunt. Plant Pathology 50: 470-476.

Jain, A. K., and Yadav, H. S. 2003. Biochemical constituents of finger millet genotype associated with resistant to blast caused by *Pyricularia grisea*. Annual Plant Protection Science 11: 70- 74.

Jones, J. B., Jones, J. P., Stall, R. E., and Zitter, T. A. 1993. Compendium of Tomato Diseases. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA.

Malick, C. P., and Singh, M. B. 1980. Plant Enzymology and Histo- Enzymology. Kalyani Publisher, New Delhi. 280pp.

Matern, U., and Kneusal, R. E. 1988. Phenolic compounds in plant disease resistance. Phytoparasitica 16: 153-170.

Meena, R. K., Patni, V., and Arora, D. K. 2008. Study on phenolics and their oxidative enzyme in *Capsicum annuum* L. infected with Geminivirus. Asian Journal of Experimntal Science 223: 307-310.

Nadia, G., El-Gamal, F., Abd-El-Kareem , Y. O., Ftouh, N., and El-Mougy, S. 2007. Induction of systemic resistance in potato plants against late and early blight diseases using chemical inducers under greenhouse and field conditions. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 32: 73-81.

Nasr Esfahani, M., Ansaripour, B., Salehi, H., and Almasi, H. 2008. Susceptibility assessment of potato genotypes to early blight disease in Isfahan(Feraydan) conditions. Proceedings of the 18th Iranian Plant Protection Congress, Hamedan,

Archive of SID

www.SID.ir

Iran. pp. 102.(in Persian)

Neergaard, P. 1945. Danish Species of Alternaria and Stemphylium: Taxonomy, Parasitism, Economic Significance. Oxford University Press, London, UK. 260-287.

Parashar, A., and Lodha, P. 2007. Phenolics estimation in *Foeniculum vulgare* infected with Ramularia blight. Annual Plant Protection Science 15: 396- 398.

Pelletier, J., and Fry, W. 1989. Characterization of resistance to early blight in three potato cultivars: Incubation period, lesion expansion rate, and spore production. Phytopathology 9: 511-517.

Rengel, D., Graham, R., and Pedler, J. 1994. Time-course of biosynthesis of phenolics and lignin in root of wheat genotypes differing in manganese efficiency and resistance to take-all fungus. Annals of Botany 74: 471-477.

Rodriguez, N. V., Kowalski, B., Rodriguez, L. G., Caraballoso, I. B., Suarez, M. A., Perez, P. O., Quintana, C. R., Gonzalez, N., and Ramos, R. Q. 2007. *In vitro* and *ex vitro* selection of potato plantlets for resistance to early blight. Phytopathology 155: 582–586.

Seevers, D. M., Daly, J. M., and Catedral, F. S. 1971. The role of peroxidase isozyme in resistance to wheat stem rust disease. Plant Physiology 48: 353-360.

Sherf, A. F., and MacNab, A. A. 1986. Vegetable Diseases and Their Control. John Wiley and Sons, New York, USA.

Singh, H.V. 2004. Biochemical transformation in *Brassica* spp. due to *Peronospora parsitica* infection. Annals of Plant Protection Science 12: 301-304.

Archive of SID

www.SID.ir