

واکنش ارقام تجاری سیب‌زمینی به بیماری اسکب معمولی در اصفهان و فریدن

Response of Commercial Potato Cultivars to Common Scab Disease in Isfahan and Freydan

مهدی نصر اصفهانی^۱، مینا درستی^۲ و شکوفه انتشاری^۳

۱- دانشیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان
۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار، دانشگاه پیام نور اصفهان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۴/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۱۵

چکیده

نصر اصفهانی، م.، درستی، م. و انتشاری، ش. ۱۳۹۱. واکنش ارقام تجاری سیب‌زمینی به بیماری اسکب معمولی در اصفهان و فریدن. *مجله به‌نژادی نهال و بذر* ۱-۲۸: ۳۹۴-۳۸۳.

در این بررسی واکنش تعدادی از ارقام تجاری سیب‌زمینی مورد کشت کشور به بیماری اسکب در شرایط مزرعه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو منطقه اصفهان و فریدن در سال ۱۳۸۶ مورد ارزیابی قرار گرفت. واکنش ارقام در هفت طیف مختلف بر اساس دیاگرام‌های توصیفی NIAB (National Institute of Agricultural Botany, Cambridge) و با توجه به صفات درصد غده‌های آلوده، شدت و شاخص بیماری تعیین شد. میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن و با استفاده از نرم افزارهای SAS و SPSS مورد مقایسه قرار گرفتند و واکنش ارقام بر اساس شدت و شاخص بیماری تعیین شد. تفاوت معنی‌داری بین ارقام از نظر درصد آلودگی، شدت بیماری و شاخص بیماری مشاهده شد. از یازده رقم مورد آزمون در اصفهان ارقام میلوا و سانه کمترین شدت آلودگی و ارقام مارادونا و گرانولا بیشترین شدت آلودگی را داشتند. در فریدن از ۲۱ رقم مورد بررسی، ارقام کوزیما و سوناته کمترین شدت بیماری و ارقام آریندا و دیامانت بیشترین شدت بیماری را نشان دادند. تجزیه مرکب نیز نتایج مشابهی برای ارقام مشترک در دو منطقه نشان داد.

واژه‌های کلیدی: سیب‌زمینی، بیماری اسکب معمولی، مقاومت.

مقدمه

بررسی قرار داده‌اند (Douches *et al.*, 1996). در بعضی کشورها اگر زخم‌ها و آسیب‌های ناشی از بیماری اسکب بیش از ۵ درصد سطح غده را پوشانده باشند، محصول سیب‌زمینی رتبه کلاس بذری را کسب نخواهد کرد (Anonymous, 1996). واکر و همکاران (Walker *et al.*, 1938) تحقیقاتی در مورد حساسیت ارقام مورد کشت سیب‌زمینی در شرایط اقلیمی و هم‌چنین خاک‌های متفاوت انجام دادند. این تحقیق طی سه سال و در مناطق مختلف Antigo و Wisconsin آمریکا روی ارقام مختلف نسبت به بیماری اسکب انجام شد. در این آزمایش‌ها غده‌های برداشت شده در چهار دسته سالم، اسکب کم، متوسط و زیاد گروه‌بندی شدند. این آزمایش‌ها، آغازگر تعیین حساسیت و مقاومت در ارقام مختلف سیب‌زمینی بود.

امروزه برای مقایسه ترازهای مختلف مقاومت نسبت به بیماری اسکب، روش‌های مختلفی ارائه شده است. این روش‌های ارزیابی براساس میزان سطح پوشیده شده غدد و نوع جراحت متفاوت است. در یکی از این روش‌های اندازه‌گیری، هر غده براساس مقدار سطح بیمار آن دسته‌بندی و درجه‌بندی می‌شود (Emilsson and Gustafson, 1953). دسته‌ها به صورت سطحی (Superficial)، معمولی (Ordinary)، عمیق (Deep) و شدید (Elevated) معین شدند. روش مشابه دیگری به همین ترتیب ابتدا برای هر غده انجام، و بعد از

بیماری اسکب معمولی تقریباً در همه مناطق کشت سیب‌زمینی سرتاسر دنیا یافت می‌شود. این بیماری اثر قابل توجهی روی کیفیت و بازارپسندی محصول دارد (Hooker, 1981). در ایران نیز این بیماری حایز اهمیت است و نصر اصفهانی و مرتضوی‌بک (Nasar Esfahani and Mortazavi-Bak, 1998) میانگین آلودگی غده‌ها را در فریدن اصفهان ۳۴/۱۴ درصد تعیین کردند. تاکستر (Thaxter, 1892) برای نخستین بار، عامل این بیماری را از سیب‌زمینی‌های آلوده در ایالت Connecticut آمریکا جدا کرد. باکتری *Streptomyces scabies* جزء بیمارگرهای اصلی است که سیب‌زمینی را دچار اسکب می‌کند. باکتری *S. scabies* به ریشه و طوقه گیاهان غده‌ای مثل تربچه، هویج، هویج وحشی، چغندر و سیب‌زمینی حمله می‌کند (Goyer and Beaulieu, 1997). علاوه بر *S. scabies* بعضی گونه‌های دیگر جنس استرپتومایسیس مانند *S. acidiscabies* و *S. caviscabies* نیز اخیراً به عنوان عوامل بیماری اسکب سیب‌زمینی معرفی شده‌اند (Loria *et al.*, 1997).

یکی از مهم‌ترین تدابیر لازم برای کنترل بیماری اسکب معمولی، کاشت ارقام مقاوم سیب‌زمینی است (Mckee, 1963). محققان زیادی در سراسر دنیا، ارقام مختلف سیب‌زمینی را از نظر حساسیت به بیماری اسکب مورد

Pentland Javelin و Pentland Crown به عنوان نسبتاً مقاوم ارزیابی شدند.

با این وجود، به نظر می‌رسد که روش‌های عملکردی دیگری برای ارزیابی و اندازه‌گیری صحیح میزان مقاومت نسبت به بیماری اسکب ضروری هستند، زیرا متغیرهای فراوانی مانند دمای خاک (Stevenson *et al.*, 2001)، قدرت تهاجمی جدایه‌های اسکب (Keinath and Loria, 1990) و میزان رطوبت و pH خاک (Davis *et al.*, 1974) بر شدت بیماری اسکب تأثیر به‌سزایی دارند. این متغیرها هم‌چنین رده‌بندی و کمی کردن میزان مقاومت نسبت به این بیماری را دشوار می‌کند.

با توجه به اهمیت و گستردگی این بیماری و کاهش بازاریابی ناشی از خسارات حاصل از آن در مناطق سیب‌زمینی‌کاری مهم ایران (Nasr Esfahani and Mortazavi-Bak, 1998؛ Maleki, 2010؛ Hasani, and Taghavi, 2010) بررسی‌هایی روی این بیماری انجام و شدت آلودگی آن در ارقام تجاری مورد کشت کشور در دو منطقه اصفهان و فریدن در سطح مزرعه تعیین شد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی و مقایسه حساسیت ارقام تجاری سیب‌زمینی نسبت به بیماری اسکب، دو قطعه زمین مناسب با آلودگی بالا در دو منطقه اصفهان، در مزارع تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان و فریدن، در

آن یک شاخص کلی بیماری، بر اساس درصد سطح بیماری و نوع زخم‌ها پیشنهاد شد (Bjor and Roer, 1980). در بررسی‌های انجام شده در سال ۲۰۰۷ در Ontario آمریکا، ارقام Pike Superior، Keuka Gold، Norland و Gold rush به عنوان ارقام مقاوم و ارقام Snowden و NorDorra، Yukon Gold به عنوان حساس معرفی شدند. ضمناً ارقام Dakota Diamond، Brandon Russet، Rio Grande Russet، Blazer Russet، Premier Russet و Gemstar Stampede Russe به عنوان ارقام نسبتاً مقاوم برای کشت توصیه شدند (Bank, 2007). در تحقیق اسپنسر (Spencer, 2008)، در مورد انواع سیب‌زمینی سفید، ارقام Cal White، Shepody و Irish Cobbler به عنوان حساس و ارقام AC Ptarmigan و Eramosa و Superior به عنوان نسبتاً مقاوم، در انواع زرد، ارقام Yukon Gold و Bintje حساس و ارقام Dali، Albina، Agata، Adora، Sante و Provento نسبتاً مقاوم و در انواع قرمز، Red Pontiac، AC Peregrine و Sangre به عنوان ارقام حساس و ارقام Cal Red، Dark Red، Caribe، Chieftain، Cherry Red، Red Ruby، Red Cloud، Nordonna، Norland، Accent، Juliette، Arran Pilot، Viking، Golden Wonder، King Edward

عمق‌های یکسان قرار داده شدند و سپس روی غده‌ها به وسیله خاک پوشانیده شد. عملیات داشت شامل آبیاری، وجین علف‌های هرز، کوددهی مجدد و خاک‌دهی پای بوته‌ها و مبارزه با برخی از آفات مطابق شرایط محیطی مزرعه انجام شد.

جهت بررسی بیماری اسکب از هر تکرار تعداد ۲۰ عدد غده که دارای شکل و اندازه تقریباً یکنواختی بودند، به طور تصادفی انتخاب شد. برای ارزیابی دقیق، غده‌ها با آب شست و شو داده شدند و روی هر غده به طور جداگانه بررسی‌های لازم جهت شناسایی و تعیین وضعیت آلودگی بر اساس شاخص‌های مورد نظر انجام شد. داده‌ها از نظر وضعیت آلودگی در هفت طیف صفر، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ در نرم‌افزار Excel ثبت و پردازش شد. شاخص‌های مورد نظر بر اساس دیاگرام‌های توصیفی انستیتوی ملی گیاه‌شناسی کشاورزی انگلستان موسوم به NIAB به شرح زیر تعیین شد (Anonymous, 1996):

درصد غده‌های آلوده

برای تعیین درصد غده‌های آلوده، در هر مرحله پس از شمارش غده‌ها، تعداد غده‌های سالم و آلوده به تفکیک مشخص شدند، سپس درصد غده‌های آلوده محاسبه شد.

شدت بیماری

شدت بیماری در هر کرت از ضرب درصد غده‌های آلوده به ضریب مربوط طیف بیماری به‌دست آمد. طیف بیماری در

ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی رزوه، انتخاب شد. تیمارها شامل ارقام رایج تجاری سیب‌زمینی کشور بود که از بخش تحقیقات نهال و بذر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان تهیه شدند. یازده رقم مارادونا، گرانولا، سانتانا، بون، مارفونا، آگریا، کوزیما، شیپودی، راموس، سانته و میلوا در منطقه اصفهان و ۲۱ رقم آریندا، دیامانت، مارفونا، راموس، آگریا، کنبک، گرانولا، سانتانا، بون، کاسموس، مارادونا، مارکیز، پیکاسو، شیپودی، ساتینا، آتلانتیک، کایزر، میلوا، کنکورد، سوناته و کوزیما در شرایط فریدن مورد ارزیابی قرار گرفتند.

پس از آماده‌سازی زمین مزرعه به وسیله کودهای مختلف دامی و شیمیایی، ارقام مورد آزمون در اسفند ماه سال ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان با توجه به وضعیت دمایی هوا، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار کاشته شدند. در ایستگاه رزوه فریدن نیز ارقام مورد مطالعه در نیمه دوم اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۷ با توجه به شرایط آب و هوایی کشت شدند. در هر کرت هر رقم در یک ردیف کاشته شد. فاصله ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی متر و طول هر ردیف ۳ متر بود. غده‌ها با تراکم ۵/۳۳ بوته در متر مربع با فاصله ۲۵ سانتی متر و به صورت دستی کاشته شدند. برای کاشت ارقام ابتدا در سطح پشته‌ها، شیاریایی ایجاد شد و غده‌ها درون شیاریا در

این آزمایش صفر، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ نرم‌افزارهای SAS و SPSS و مقایسه میانگین‌ها در نظر گرفته شد. توسط آزمون چند دامنه دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

در هر دو منطقه و در تجزیه مرکب داده‌های دو منطقه، بین ارقام سیب‌زمینی مورد مطالعه از نظر درصد غده‌های آلوده، شدت بیماری و شاخص آلودگی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول‌های ۱، ۲ و ۳). این نتایج با گزارش راسل و همکاران (Russell et al., 2006) در خصوص واکنش متفاوت ارقام سیب‌زمینی نسبت به بیماری اسکب موافقت دارد.

شاخص بیماری

شاخص بیماری در این مطالعه برای هفت طیف بیماری صفر، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ بر این اساس محاسبه شد که به هر طیف بیماری نسبت به طیف قبل آن اهمیتی مضاعف داده می‌شود. برای تعیین این شاخص ضرایب صفر، ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ متناظر با طیف‌های صفر، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ در نظر گرفته شد. سپس شاخص بیماری از ضرب این ضرایب به تعداد غده‌های آلوده در هر کرت به‌دست آمد. تجزیه داده‌ها با استفاده از

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس درصد غده‌های آلوده، شدت بیماری و شاخص بیماری اسکب معمولی در ارقام سیب‌زمینی در فریدن

Table 1. Analysis of variance for percentage of infected tubers, disease severity and disease index of scab in potato cultivars in Freydan

Source	منبع	df.	Mean Square	F Value	Pr>F
Infected tuber percentage	درصد غده آلوده	20	211.24***	18.22	<.0001
Disease severity	شدت بیماری	20	0.01***	5.51	<.0001
Disease index	شاخص بیماری	20	7.50***	18.17	<.0001

Infected tubers %: R-Square=0.688403, Coeff Var=8.526416, Root MSE=2.335558, y1 Mean=0.861364

Disease severity: R-Square=0.860458, Coeff Var=13.55941, Root MSE=3.404785, y1 Mean=25.11012

Disease index: R-Square=0.85968, Coeff Var=14.38428, Root MSE=0.642412, y1 Mean=4.466071

درصد غده‌های آلوده

در فریدن کمترین میانگین درصد غده‌های آلوده مربوط به دو رقم کوزیما و سوناته بود که به ترتیب ۷۸ و ۸۵ درصد بود. رقم مارادونا نیز بیشترین درصد غده آلوده را داشت

(جدول ۴). سایر ارقام در حد واسط این دو گروه در طیف ۸۸-۹۷ قرار گرفتند. در اصفهان بیشترین درصد غده آلوده مشاهده شده مربوط به ارقام گرانولا، مارادونا و سانتانا بود. کمترین درصد غده آلوده نیز به ارقام سانتا و میلوا (به

جدول ۲- تجزیه واریانس درصد غده‌های آلوده، شدت بیماری و شاخص بیماری اسکب در ارقام سیب‌زمینی در اصفهان

Table 2. Analysis of variance for percentage of infected tubers, disease severity and disease index of scab in potato cultivars in Isfahan

Source	منبع	df.	Mean Square	F Value	Pr>F
Infected tuber percentage	درصد غده آلوده	10	0.03***	5.97	<.0001
Disease severity	شدت بیماری	10	176.26***	32.31	<.0001
Disease index	شاخص بیماری	10	5.07***	32.34	<.0001

Infected tubers %: R-Square=0.688403, Coeff Var=8.526416, Root MSE=2.335558, y1 Mean=0.861364

Disease severity: R-Square=0.916031, Coeff Var=15.4824, Root MSE=2.335558, y1 Mean=15.08523

Disease index: R-Square=0.91622, Coeff Var=14.92142, Root MSE=0.395926, y1 Mean=2.653409

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب درصد غده‌های آلوده، شدت بیماری و شاخص بیماری اسکب معمولی در ارقام سیب‌زمینی در اصفهان و فریدن

Table 3. Combined analysis of variance for percentage of infected tubers, disease severity and disease index of scab in potato cultivars in Isfahan and Freydan

S.O.V.	منبع تغییرات	df.	میانگین مربعات (MS)		
			درصد غده‌های آلوده	شدت بیماری	شاخص بیماری
Location (L)	منطقه	1	0.11**	67.25**	1982.53**
Rep. (location)	تکرار در منطقه	6	89.15**	1374.75**	43919.24**
Cultivar (C)	رقم	9	1.78**	7.41**	226.90**
L × C	منطقه × رقم	9	1.78**	4.98**	135.80**
Error	خطا	96	3.34	0.33	9.85
Total	کل	121			

** : Significant at 1% level of probability.

** : معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

Infected tubers %: R-Square=0.688403, Coeff Var=8.526416, Root MSE=2.335558, y1 Mean=0.861364

Disease severity: R-Square=0.916031, Coeff Var=15.4824, Root MSE=2.335558, y1 Mean=15.08523

Disease index: R-Square=0.91622, Coeff Var=14.92142, Root MSE=0.395926, y1 Mean=2.653409

مارفونا و مارادونا به ترتیب بیشترین درصد آلودگی را داشتند (جدول ۶). رقم کوزیما با ۷۹ درصد غده آلوده کمترین درصد آلودگی را به خود اختصاص داد. سایر ارقام در طیف‌های ۹۶-۸۱ درصد غده آلوده قرار گرفتند (جدول ۶).

ترتیب ۷۰ و ۶۷ درصد) تعلق داشت. سایر ارقام در حد فاصل ۷۰ تا ۹۰ درصد واقع شدند (جدول ۵).
نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های ده رقم مشترک در دو منطقه مشخص کرد که ارقام

جدول ۴- مقایسه میانگین درصد غده‌های آلوده، شدت بیماری و شاخص بیماری اسکب در ارقام سیب‌زمینی در فریدن

Table 4. Mean comparison of percentage of infected tubers, disease severity and disease index of scab in potato cultivar in Freydan

Cultivars	ارقام	شدت بیماری Disease severity	در صد غده آلوده Infected tubers %	شاخص بیماری Disease index
Arinda	آریندا	39.18a	98ab	6.97a
Diamont	دیامانت	36.43ab	96ab	6.53a
Marfona	مارفونا	34.37ab	98ab	6.30a
Ramos	راموس	32.56bc	95a-c	6.01a
Agria	آگریا	32.31bc	96ab	6.03a
Kennbec	کنبک	27.68cd	93a-c	4.95b
Granula	گرانولا	27.06de	91b-d	4.88bc
Santana	سانتانا	26.93de	97ab	4.72b-d
Boren	بورن	26.87de	96ab	4.61b-e
Casmos	کاسموس	26.25d-f	97ab	4.75b-d
Maradona	مارادونا	24.68d-g	100a	4.30b-f
Marekies	مارکیز	23.56d-g	95a-c	4.36b-f
Picasso	پیکاسو	22.62d-g	98ab	3.92b-f
Shepody	شپودی	22.62d-g	93a-c	3.96b-f
Satina	ساتینا	22.43d-g	88cd	3.85c-f
Atlantic	آتلانتیک	21.87e-g	98ab	3.81d-f
Kayzer	کایزر	20.81fg	91b-d	3.62ef
Milova	میلوا	19.68gh	96ab	3.41fg
Concord	کنکورد	14.93hI	91b-d	2.56gh
Sonate	سوناته	12.62I	85d	2.16h
Cosima	کوزیما	11.75I	78e	2.02h

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد هستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level (Duncan's multiple range test).

سیب‌زمینی‌کاری استان همدان به بیماری اسکب آلوده هستند. درصد آلودگی در برخی از مناطق این استان هم بسیار بالا و قابل توجه بوده است. در آزمایش مذکور غده‌های سیب‌زمینی آلوده

در این خصوص، علی‌رغم این که در ایران تحقیقات پراکنده‌ای در این زمینه انجام شده است، اما در سال ۱۳۷۹ در قالب یک طرح پژوهشی، مشخص شد که تمامی مناطق

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد غده‌های آلوده، شدت بیماری و شاخص بیماری اسکب در ارقام سیب‌زمینی در اصفهان

Table 5. Mean comparison of percentage of infected tubers, disease severity and disease index of scab in potato cultivars in Isfahan

Cultivars	ارقام	شدت بیماری Disease severity	در صد غده آلوده Infected tubers %	شاخص بیماری Disease index
Maradona	مارادونا	24.37a	93a	4.38a
Granula	گرانولا	23.43a	95a	3.93ab
Santana	سانتانا	22.25ab	92a	3.85ab
Boren	بورن	19.75ab	86a-c	3.45b
Marfona	مارفونا	16.50cd	90a	2.80c
Agria	آگریا	14.18de	90a	2.51cd
Cosima	کوزیما	12.56ef	80bc	2.27cd
Shepody	شپودی	10.81ef	90ab	1.92de
Ramos	راموس	9.12fg	77bc	1.65ef
Sante	سانته	6.62g	70cd	1.25f
Milova	میلوا	6.31g	67d	1.15f

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد هستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level (Duncan's multiple range test).

(۱۹۹۸) در دو سال متوالی مشخص شد که بیماری به طور متوسط روی ۳۴/۱۴ درصد غده‌های تولیدی در فریدن و اصفهان وجود داشت بنابراین شدت و توسعه بیماری روی سطح غده‌ها باید به عنوان معیارهایی برای تعیین مقاومت و حساسیت ارقام در نظر گرفته شوند.

شدت بیماری

بررسی شدت بیماری اسکب روی غده‌های سیب‌زمینی در فریدن مشخص کرد که رقم آریندا رقم آریندا با شدت بیماری ۳۹/۱۸ بیشترین مقدار را داشت و رقم دیامانت با میانگین

به اسکب، در آزمایشگاه بررسی و گونه *S. scabies* از نمونه‌های همدان شناسایی و معرفی شد (گزارش منتشر نشده، موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، ۱۳۷۹). لازم به ذکر است که درصد غده آلوده ملاک عمل برای تشخیص حساسیت ارقام نسبت به بیماری نیست، چرا که صرفاً وجود آلودگی روی غده‌ها را نشان می‌دهد بدون آن که به مقدار بیماری روی غده‌ها توجه داشته باشد. در بررسی‌های انجام شده در استان اصفهان (فریدن) توسط نصر اصفهانی و مرتضوی بک

ارقام Yukon Gold و Bintje حساس و ارقام Island، Dali، Albina، Agata، Adora، Sunshine، Penta، Provento و Sante نسبتاً مقاوم و در انواع قرمز، ارقام AC Peregrine، Red Pontiac و Sangre حساس بودند.

شاخص بیماری

بر اساس نتایج حاصل از شاخص بیماری و تطبیق آن با نتایج حاصل از شدت بیماری کماکان، روند همسانی در تفکیک ارقام مشاهده شد. در فریدن بیشترین میانگین شاخص بیماری متعلق به رقم آریندا با ۶/۹۷ بود. البته این رقم با ارقام دیامانت با ۶/۵۳، مارفونا با ۶/۳۰، آگریا با ۶/۰۳، و راموس ۶/۰۱ در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین شاخص بیماری نیز در سه رقم کنکوردا، سوناته و کوزیما مشاهده شد که به ترتیب دارای مقادیر ۲/۵۶، ۲/۱۶ و ۲/۰۲ بودند. سایر ارقام مورد آزمون در طیف ۳/۴۱ تا ۴/۹۵ قرار گرفتند (جدول ۴).

در اصفهان نیز بیشترین شاخص بیماری متعلق به ارقام مارادونا (۴/۳۸)، گرانولا (۳/۹۳)، سانتانا (۳/۸۵) و بورن (۳/۴۵) بود. کمترین شاخص بیماری در چهار رقم میلوا، سانتا، راموس و شیودی به ترتیب با میانگین ۱/۱۵، ۱/۲۵، ۱/۶۵، ۱/۹۲ مشاهده شد (جدول ۵). نتایج حاصل از تجزیه مرکب مشخص کرد شاخص بیماری مانند مراحل قبلی، مؤید نتایج حاصل از شدت بیماری بود و بین ارقام از این نظر اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۶). این نتایج با گزارش اسپنسر (۲۰۰۸) در

شدت بیماری ۳۶/۴۳ در مرتبه بعدی قرار گرفت. کمترین شدت بیماری مورد مشاهده متعلق به سه رقم کنکوردا، سوناته و کوزیما به ترتیب با میانگین شدت بیماری ۱۴/۹۳، ۱۲/۶۲ و ۱۱/۷۵ درصد بود (جدول ۴). در اصفهان نیز ارقام مارادونا با ۲۴/۳۷ و گرانولا با ۲۳/۴۳ بیشترین میانگین شدت آلودگی را داشتند. در مرتبه بعدی نیز ارقام سانتانا با شدت بیماری ۲۲/۲۵ و بورن با شدت بیماری ۱۹/۷۵ قرار گرفتند. کمترین شدت بیماری مشاهده شده متعلق به ارقام شیودی، راموس، سانتا و میلوا به ترتیب با میانگین شدت بیماری ۱۰/۸۱، ۹/۱، ۶/۶۲ و ۶/۳۱ بود (جدول ۵).

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه مرکب در دو منطقه، دو رقم مارفونا و گرانولا بیشترین شدت بیماری را داشتند و از نظر آماری نیز در یک گروه قرار گرفتند و با سایر ارقام مورد آزمون اختلاف معنی‌دار داشتند و کمترین شدت بیماری مربوط به رقم کوزیما بود (جدول ۶). این نتایج با گزارش اسپنسر (۲۰۰۸) در مورد رقم سانتا موافقت دارد. اما، رقم شیودی که در شرایط اصفهان نسبتاً مقاوم بود بر اساس گزارش نامبرده و با توجه به شرایط آن منطقه واکنش مقاوم داشت. در تحقیق اسپنسر (Spencer, 2008) مشخص شده بود که در انواع سیب‌زمینی سفید، ارقام Cal، White، Shepody و Irish Cobbler حساس و ارقام AC، Ptarmigan و Eramosa و Superior نسبتاً مقاوم بودند. در انواع زرد،

جدول ۶- مقایسه میانگین درصد غده‌های آلوده، شدت بیماری و شاخص بیماری اسکب در ارقام سیب‌زمینی در فریدن و اصفهان

Table 6. Mean comparison of percentage of infected tubers, disease severity and disease index of scab in potato cultivars in Freydan and Isfahan

Cultivars	ارقام	شدت بیماری Disease severity	در صد غده آلوده Infected tubers %	شاخص بیماری Disease index
Marfona	مارفونا	25.43a	96a	4.55a
Granula	گرانولا	25.25a	93b	4.41a
Santana	سانتانا	24.59b	95a-b	4.28a
Maradona	مارادونا	24.53b	96a	4.34a
Boren	بورن	23.31b-c	91b	4.03a-b
Agria	آگریا	23.25b-c	94a-b	4.27a
Ramos	راموس	20.84c	86c	3.83b
Shepody	شیپودی	16.71d	91b	2.94c
Milova	میلاوا	13.00de	81c-d	2.28c-d
Cosima*	کوزیما	12.15e	79d	2.15d

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد هستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level (Duncan's multiple range test).

غده‌های آلوده، شدت بیماری و شاخص بیماری، چنین مشخص شد که رابطه مستقیم بین درصد غده‌های آلوده و شدت بیماری اسکب وجود نداشت. به طور مثال در فریدن، بیشترین درصد غده آلوده متعلق به رقم مارادونا بود در صورتی که بیشترین شدت بیماری در این منطقه، متعلق به ارقام آریندا، دیامانت و مارفونا اختصاص داشت. ارتباط بین شدت بیماری و شاخص بیماری بسیار زیاد بود و بیانگر هم‌خوانی آن‌ها در تفکیک و طبقه‌بندی ارقام برای مقاومت بود. بنابراین، درصد غده آلوده صرفاً آلودگی آن گیاه را به بیماری نشان می‌دهد و بیانگر وجود بیماری

خصوص تفاوت ارقام گوناگون سیب‌زمینی شامل زرد، سفید و قرمز از نظر واکنش به بیماری اسکب هم‌خوانی دارد. راسل و همکاران (Russell *et al.*, 2006) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. در انگلستان ارقام Colleen و Pentland Javelin که به عنوان ارقام دیررس و ارقام Osprey و Casmos به عنوان ارقام میان‌رس معرفی شده‌اند و همچنین ارقام Harmony ، Remarka و Admiral مقاوم به اسکب معرفی شده‌اند (Anonymous, 1996). در جمع‌بندی نتایج در خصوص درصد

سطوح مقاومت در ارقام سیب‌زمینی در گزارش‌های اکثر پژوهشگران نشان داده شده است (Christ and Haynes, 2002). تعیین شاخص بیماری همراه با شدت بیماری می‌تواند ارقام مورد آزمون را به طور شفاف‌تر و با دقت بیشتری از نظر مقاومت تفکیک کند.

است، در حالی که شدت بیماری بیانگر توسعه بیماری و روند آن در مراحل مختلف رشد گیاه و تراکنش بین ارقام و بیماری است. در این تحقیق مشخص شد که با اندازه‌گیری شدت بیماری اسکب روی غده‌های سیب‌زمینی می‌توان مقاومت یا حساسیت ارقام را تعیین کرد. ارتباط مثبت شدت بیماری اسکب با

References

- Anonymous, 1996.** Diseases Assessment Manuel for Crop Variety Trials. National Institute of Agricultural Botany, Cambridge, U.K.
- Bank, E. 2007.** Potato field guide. Publication 823, Queen's Printer for Ontario. Ministry of Agriculture and Food, Ontario, Canada.
- Bjor, T., and Roer, L. 1980.** Testing the resistance of potato varieties to common scab. *Potato Research* 23: 33-47.
- Christ, B. J., and Haynes, K. G. V. 2002.** Inheritance to early blight disease in a diploid potato population. *Plant Breeding* 120: 169-172.
- Davis, J. R., McMaster, G. M., Callihan, R. H., Garner, J.G., and McDole, R. E. 1974.** The relationship of irrigation timing and soil treatments to control potato scab. *Phytopathology* 64: 1404-1410.
- Douches, D. S., Mass, D., Jastrzebski, K., and Chase, R. W. 1996.** Assessment of potato breeding progress in the USA over the last century. *Crop Science* 36: 1544- 1552.
- Emilsson, B., and Gustfsson, N. 1953.** Scab resistance in potato varieties. *Acta Agriculturae Scandanavia* 3: 33-52.
- Goyer, C., and Beaulieu, C. 1997.** Taxonomic studies on streptomycetes causing potato common scab. *Canadian Journal of Plant Pathology* 18: 107-201.
- Hasani, S., and Taghavi, S. M. 2010.** Pathogenicity characteristics of *Streptomyces* strains the casual agent of common scab in Fars and Hamedan provinces. Proceedings of the 19th Iranian Congress of Plant Protection, Tehran, Iran. Page 489 (in Persian).

- Hooker, W. J. 1981.** Common scab. pp. 33-34. In: Hooker, W. J. (ed.) Compendium of Potato Diseases. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.
- Keinath, A. P., and Loria, R. 1990.** Melanin producing *Streptomyces* spp. respond to potato plant growth and differentially to potato cultivars. Canadian Journal of Microbiology 36: 279-285.
- Loria, R., Bukhalid, R. A., Fry, B. A., and King, R. R. 1997.** Plant pathogenicity in the genus *Streptomyces*. Plant Disease 81: 836–846.
- Maleki, K. 2010.** Biological control of *Streptomyces scabies* the casual agent of potato scab disease in Hamedan province. Proceedings of the 19th Iranian Congress of Plant Protection. Tehran, Iran. Page 464 (in Persian).
- Mckee, R. K. 1963.** Scab resistance of potato varieties. Plant Pathology 12: 106-109.
- Nasr Esfahani, M. 1998.** Suseptibility assesment of dominant potato cultivars to common scab disease. Proceedings of the 19th Iranian Congress of Plant Protection. Tehran, Iran. Page 167 (in Persian).
- Russell, A. G., Fred, B. W., Wallace, A. R., and Falloon, R. E. 2006.** Susceptibility of potato cultivars and germplasm lines to powdery scab in New Zealand. New Zealand Institute for Crop and Food Research.
- Spencer, R. 2008.** Cultivars of potato that are less likely to develop scab. Ag- Info Centre, Albert Agriculture Rural Development, USA.
- Stevenson, W. R., Loria, R., Franc, G. D., and Weingartner, D. P. 2001.** Compendium of Potato Diseases, 2nd ed. APS Press. St. Paul, Minnesota, USA.
- Thaxter, R. 1892.** The Potato scab. Connecticut Agriculture Experimental Station Report 1891. pp. 153-160.
- Walker, J. C., Larson, R. H., and Albert, A. R. 1938.** Studies of resistance to potato scab in Wisconsin. American Journal of Potato Research 15: 246- 252.