

ارزیابی تأثیر ضدعفونی غده بذری با ترکیبات شیمیایی در کنترل بیماری شانکر ریزوکتونیایی و شوره

سیاه سیب زمینی

مجتبی مرادزاده اسکندری ✉

بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد، ایران.

✉mmeplantpathologist@gmail.com

پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۲۵

بازنگری: ۱۴۰۰/۱۲/۱۷

دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۴

چکیده

بیماری شوره سیاه و شانکر ریزوکتونیایی سیب زمینی که توسط قارچ *Rhizoctonia solani* ایجاد می‌شود، یکی از شایع‌ترین و مهم‌ترین بیماری‌های این محصول در تمامی مناطق کشت سیب زمینی کشور می‌باشد. در این پژوهش، تأثیر ضدعفونی کردن غده‌های بذری سیب زمینی قبل از کاشت با قارچکش‌های ایپرودیون کاربندازیم WP 52.5%، تیابندازول WP 60%، تیوفانات متیل WP 70%، کاربوکسین تیرام FL 40%، کاربوکسین تیرام WP 75%، پنسی کورون WP 25%، فلودیوکسونیل FS 2.5%، مانکوزب WP 80% و کاربندازیم WP 50-60% در مهار بیماری در آزمایشگاه و گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. ایپرودیون کاربندازیم با غلظت ۲/۵ در هزار بالاترین درصد بازدارندگی (۷۱/۵ درصد) از جوانه‌زنی سختینه را داشته و در غلظت ۲۰ پی‌پی‌ام به میزان ۷۷/۵ درصد مانع از رشد میسلیم قارچ در محیط کشت سیب زمینی دکستروز آگار (PDA) شد. در گلخانه، بوته‌های حاصل از غده‌های تیمار شده با ایپرودیون کاربندازیم، تیابندازول و کاربوکسین تیرام FL 40% (هر کدام با غلظت ۲/۵ در هزار) با تولید غده‌های دختری با وزن حدود ۲۶۰-۲۷۰ گرم، تقریباً بدون وجود شانکر در ساقه زیرزمینی و با آلودگی صفر درصد در بوته‌ها، از موثرترین تیمارها بودند و تفاوت معنی‌داری نیز با یکدیگر نداشتند. در بررسی تعداد سختینه در سطح غده نیز ایپرودیون کاربندازیم، تیابندازول و کاربوکسین تیرام WP 75% هر کدام با غلظت ۲/۵ در هزار با میانگین تعداد سه سختینه روی هر غده، بیشترین تأثیر را در کاهش تعداد سختینه روی غده‌های دختری داشتند. به‌طور کلی، با توجه به نتایج به دست آمده، تمامی قارچکش‌های بررسی شده، تأثیر مثبتی در کنترل بیماری و افزایش محصول داشتند؛ ولی ایپرودیون-کاربندازیم با غلظت ۲/۵ در هزار به‌عنوان موثرترین قارچکش جهت کنترل بیماری شانکر ریزوکتونیایی سیب زمینی معرفی شد.

واژه‌های کلیدی: سختینه، قارچکش، جوانه‌زنی، ساقه زیرزمینی، غده دختری

Evaluation of the effect of potato seed disinfection with chemical compounds in control of rhizoctonia canker and black scurf of potato

Mojtaba Moradzade Eskandari ✉

Plant protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Training Center of Khorasan Razavi Province, Mashhad, Iran. ✉mmeplantpathologist@gmail.com

Received: 3 Feb 2022

Revised: 8 Mar 2023

Accepted: 5 May 2022

Abstract

Potato black scurf and rhizoctonia canker caused by *Rhizoctonia solani* is one of the most common diseases in all potato growing areas of Iran. Due to the importance of seed disinfection in the control of this disease, in this study, the effect of seed disinfection with fungicides Iprodione carbendazim WP52.5%, Thiabendazole WP60%, Thiophanate methyl WP70%, Carboxin thiram FL40%, Carboxin thiram WP75%, Pencycuron WP25%, Fludioxonil FS2.5%, Mancozeb WP80% and Carbendazim WP50-60% in the laboratory and greenhouse was investigated. Iprodione carbendazim with concentration of 2.5/1000 with 71.5% had the highest of percentage inhibition on germination of sclerotia and with a concentration of 20 ppm and 77.5%, inhibited the growth of fungal mycelium on potato dextrose agar (PDA) medium. In greenhouse, the plants from seed treatment with Iprodione carbendazim, Thiabendazole and Carboxin thiram FL40% each with a concentration of 2.5/1000 had the highest daughter tubers production with about 260-270 g. This treatments without any canker on underground stem and zero percent of infected plant were the most effective treatments and there was no significant difference between them. In the study of the number of sclerotia on the surface of the tuber, Iprodione carbendazim, Thiabendazole and Carboxin thiram WP75% each with a concentration of 2.5/1000 with an average of three sclerotia had the greatest effect on reducing the number of sclerotia on the daughter tubers. In general, according to the results, all studied fungicides had a positive effect on disease control and yield increase but Iprodione carbendazim with a concentration of 2.5/1000 was the most effective fungicide for controlling potato rhizoctonia canker.

Keywords: Fungicide, Daughter tuber, Sclerotium, Sprout, Underground stem

How to cite:

Moradzade Eskandari M. 2023. Evaluation of the effect of potato seed disinfection with chemical compounds in control of rhizoctonia canker and black scurf of potato *Journal of Applied Research in Plant Protection* 11 (4): 73–84.

مقدمه

با توجه به شرایط اقلیمی و بافت خاک ایران یکی از مهم‌ترین بیماری‌های سیب‌زمینی، شانکر ریزوکتونیایی و شوره سیاه با عامل *Rhizoctonia solani* Julius Kühn (1858) (فرم جنسی *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) است. خسارت ناشی از این بیماری در مناطق مختلف کشت سیب‌زمینی حدود ۳۴-۵ درصد برآورد شده‌است (Sharifi 2015). ریزوکتونیا، با حمله به ساقه، استولون و ریشه و در نتیجه تحت تاثیر قرار دادن اندازه و تعداد غده، باعث بروز خسارت کمی شده و با تولید غده‌های بدشکل و سختینه روی سطح غده، کیفیت محصول را نیز کاهش می‌دهد (Woodhall et al. 2007).

کنترل این بیماری به‌طور کامل امکان‌پذیر نیست ولی اعمال روش‌های مختلف با هدف مدیریت تلفیقی، بروز و شدت آن را به حداقل خواهد رساند (Sharifi 2015). تحقیقات نشان داده‌است که به‌کارگیری روش‌های مدیریتی مناسب، خسارت بیماری را به کمتر از دو درصد می‌رساند. پیش‌جوانه‌دار کردن غده‌های بذری قبل از کشت زیر نور فلورسنت، عمق کاشت کمتر از ۱۵ سانتی‌متر، کنترل بیولوژیک و ضدعفونی غده‌ها با ترکیبات مختلف از روش‌های مدیریت این بیماری می‌باشد (Sharifi 2015).

طی ۱۰ سال گذشته، تحقیقات گسترده‌ای روی ضدعفونی غده‌های بذری سیب‌زمینی با ترکیبات شیمیایی جهت کنترل بیماری شانکر ریزوکتونیایی صورت گرفته‌است. نتایج مطالعات نشان داد که تیمار غده‌های سیب‌زمینی با آزوکسی‌استروبین، ایپرودیون‌کاربندازیم، پنسی‌کورون، تیابندازول، تیوفانات‌متیل، فلودیوکسونیل، فلوتولانیل، مانکوزب و تیوفانات‌متیل+ کلروتالونیل نقش مثبتی در کنترل بیماری شانکر ریزوکتونیایی دارند (Hasani Moghadam et al. 2012; Djébali et al. 2010; Nasr esfahani 2012; Poor Jalal et al. 2014; Larkin et al. 2016; Soheili Moghadam et al. 2016; Arjmandian 2019; Moradzade Eskandari 2021).

به‌دلیل اهمیت اقتصادی بالای بیماری شوره سیاه و شانکر ریزوکتونیایی سیب‌زمینی و کنترل دشوار بیماری به‌علت خاک‌زاد و غده‌زاد بودن آن و همچنین با توجه به این‌که یکی از بهترین روش‌ها جهت پیشگیری و مبارزه با این بیماری، ضدعفونی غده بذری قبل از کشت با ترکیبات مناسب است؛ در این پژوهش، تاثیر ترکیبات شیمیایی ایپرودیون‌کاربندازیم WP 52.5%، تیابندازول WP 60%، تیوفانات‌متیل WP 70%،

کاربوکسین‌تیرام FL 40%، کاربوکسین‌تیرام WP 75%، پنسی‌کورون WP 25%، فلودیوکسونیل FS 2.5%، مانکوزب WP 80% و کاربندازیم WP 50-60% از نظر کارایی در کاهش و بازدارندگی رشد قارچ *R. solani* در آزمایشگاه و کنترل بیماری مذکور و برخی از پارامترهای رشد گیاه در گلخانه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

جدایه قارچ مورد آزمایش

در این مطالعه قارچ *R. solani* از کلکسیون بخش گیاهپزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی تهیه گردید. این جدایه شناسنامه‌دار و متعلق به AG-3 بوده و بیماری‌زایی آن قبلاً به اثبات رسیده بود (Safdel et al. 2016).

رقم سیب‌زمینی مورد استفاده

به دلیل غالب بودن کشت سیب‌زمینی رقم آگریا در منطقه، در این آزمایشات نیز از رقم آگریا استفاده شد.

ارزیابی تاثیر تیمارها بر جوانه زنی سختینه

در این قسمت توانایی ترکیبات مذکور در جلوگیری از جوانه زنی و زنده‌مانی اسکروت‌های قارچ سنجیده شد. برای این منظور غده‌های آلوده به اسکروت‌های قارچ *R. solani* از مزرعه آلوده به بیماری انتخاب و در آزمایشگاه با قارچکشی‌های مندرج در جدول ۱ و در تیمار شاهد با آب خالص ضدعفونی شدند. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار صورت گرفت و هر تکرار شامل پنج غده بود. غده‌های تیمار شده، پس از خشک شدن، در سینی‌های مجزا قرار گرفته و با پارچه مرطوب پوشانیده شده و به مدت چهار روز، درون کیسه پلاستیکی در دمای ۲۲ درجه سلسیوس نگهداری شدند. بعد از چهار روز، از هر غده، پنج اسکروت به‌طور تصادفی انتخاب و در ظروف پتری حاوی محیط کشت آب-آگار کشت شده و به دمای ۲۲ درجه سلسیوس انتقال یافتند. بعد از ۴۸ ساعت، تعداد اسکروت‌های زنده با میکروسکوپ شمارش و درصد بازدارندگی ترکیبات از جوانه زنی سختینه در محیط کشت آب-آگار با استفاده از فرمول درصد بازدارندگی محاسبه شد (Mantegen 1988).

$$100 \times \frac{\text{تعداد اسکروت زنده در هر تیمار} - \text{تعداد اسکروت های زنده در تیمار شاهد}}{\text{تعداد اسکروت های زنده در تیمار شاهد}} = \text{درصد بازدارندگی}$$

جدول ۱. غلظت‌های مورد استفاده از ترکیبات شیمیایی جهت تیمار غده‌های بذری.

Table 1. Concentrations of chemical compounds used for potato seed treatment.

Chemical materials	Kg(lit)/1000 kg seed
Carbendazim WP50-60%	1.5, 2, 2.5
Carboxin thiram FL40%	1, 2, 2.5
Carboxin thiram WP75%	1, 2, 2.5
Fludioxonil FS2.5%	0.4, 0.6, 1
Iprodione carbendazim WP 52.5%	1.5, 2, 2.5
Mancozeb WP80%	1.5, 2, 2.5
Pencycuron WP25%	1.25, 1.5, 2
Thiabendazole WP60%	1.5, 2, 2.5
Thiophanate-methyl WP70%	1.5, 2, 2.5

صورت گرفت. این بررسی‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲۸ تیمار و چهار تکرار انجام شد. غده‌های سیب‌زمینی دارای ۲۰-۳۰ درصد سطح پوشیده شده از سختینه انتخاب و ۲۴ ساعت قبل از کشت با ترکیبات موجود در جدول ۱ ضدعفونی شدند. غده‌های آلوده به‌عنوان شاهد منفی در نظر گرفته شدند. بعد از خشک شدن غده‌ها، یک حفره در خاک هر گلدان ایجاد و پس از کاشت غده‌های سیب‌زمینی، آبیاری انجام شد.

بررسی بوته‌ها و ارزیابی بیماری

پس از گذشت ۶۰ روز از زمان کشت، به منظور بررسی تاثیر ترکیبات مورد استفاده بر کنترل بیماری شانکر ریزوکتونیایی و فاکتورهای رشدی گیاه، شدت پوشش شانکر ساقه زیرزمینی، وزن غده‌های دختری، تعداد سختینه روی آنها و درصد بوته‌های آلوده مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تعیین شدت پوشش شانکر ساقه، تمام گیاهچه‌ها به همراه غده‌ها به آرامی و بدون صدمه زدن از گلدان‌ها خارج شده و ساقه زیرزمینی هر بوته مطابق سیستم درجه بندی لارکین (Khedler et al. 2015) مورد ارزیابی قرار گرفت: که در این سیستم ۰: عدم وجود علائم، ۱: قهوه‌ای شدن ساقه، ۲: شانکر بیش از ۲۵ درصد ساقه زیرزمینی، ۳: شانکر ۲۵-۷۵ درصد ساقه، ۴: شانکر ۷۵ درصد ساقه زیرزمینی، ۵: پوشیدگی کامل ریشه را شامل می‌شود. برای بررسی تعداد سختینه و وزن غده‌های دختری نیز تمام غده‌های هر گلدان مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه واریانس تمام داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام گرفت و میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد مقایسه آماری شدند.

ارزیابی تاثیر تیمارها بر رشد میسلیم بیمارگر در محیط کشت PDA

در این آزمایش غلظت‌های مورد نیاز از قارچ‌کش‌های (ایپرودیون کاربندازیم WP 52.5%، ۱۵ و ۲۰ پی‌پی‌ام)، پنسی‌کورو WP 25% (۲، ۵ و ۱۰ پی‌پی‌ام)، تیابندازول WP 60% (۲، ۵ و ۱۰ پی‌پی‌ام)، تیوفانات‌متیل WP 70% (۱۰، ۱۵ و ۲۰ پی‌پی‌ام)، فلودیوکسونیل FS 2.5% (۵، ۱۵ و ۳۰ پی‌پی‌ام)، کاربندازیم WP 50-60% (۵، ۱۵ و ۳۰ پی‌پی‌ام)، کاربوکسین‌تیرام FL 40% (۵، ۱۵ و ۲۰ پی‌پی‌ام)، کاربوکسین‌تیرام WP 75% (۵، ۱۵ و ۲۰ پی‌پی‌ام) و مانکوزب WP 80% (۵، ۱۵ و ۳۰ پی‌پی‌ام) در محیط کشت PDA تهیه و در شرایط استریل به داخل تشتک پتری (هر تیمار، چهار تکرار) انتقال یافتند. در تیمار شاهد به جای قارچ‌کش، از آب مقطر استریل استفاده شد. پس از منعقد شدن محیط کشت، یک حلقه به قطر پنج میلی‌متر از حاشیه محیط کشت چهار روزه قارچ *R. solani* در وسط هر تشتک پتری کشت گردید و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. در روز هشتم، رشد شعاعی میسلیم قارچ اندازه‌گیری شده و درصد بازدارندگی هر یک از تیمارها بر روی رشد میسلیم قارچ در محیط PDA از طریق فرمول زیر به‌دست آمد (Adnan et al. 2015).

بررسی‌های گلخانه‌ای

این بخش از آزمایش با هدف بررسی و مقایسه تاثیر ترکیبات مورد نظر بر کنترل بیماری شوره‌سیاه و شانکر ریزوکتونیایی و افزایش محصول سیب‌زمینی، به‌صورت ضدعفونی غده بذری

نتایج

بررسی‌های آزمایشگاهی

ارزیابی تاثیر تیمارها بر جوانه زنی سختینه: درصد بازدارندگی هر یک از تیمارها بر روی جوانه زنی سختینه، با شمارش تعداد سختینه زنده محاسبه شد. بدست آمده حاصل از تجزیه واریانس میانگین درصد بازدارندگی جوانه زنی سختینه قارچ *R. solani* هر یک از تیمارها نشان داد بین تیمارها و شاهد اختلاف معنی دار آماری در سطح پنج درصد وجود دارد (جدول ۲). قارچ کش ایپرودیون کاربندازیم با غلظت ۲/۵ در هزار اختلاف

معنی داری با سایر تیمارها داشته و با ۷۱/۵ درصد، بالاترین درصد بازدارندگی را بر روی جوانه زنی سختینه داشت. از طرفی، کاربندازیم با غلظت ۱/۵ در هزار با ۱۶/۷۵ درصد کمترین تاثیر را در ممانعت از جوانه زنی سختینه داشته ولی در عین حال، با تیمار شاهد اختلاف معنی داری نشان داد. درصد بازدارندگی سایر سموم در محدوده این دو مقدار بود. نتایج مربوط به درصد بازدارندگی هر یک از تیمارها بر روی جوانه زنی سختینه در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۲. تجزیه واریانس درصد بازدارندگی قارچکش‌های مورد استفاده برای ضدعفونی غده‌های سیب‌زمینی از جوانه زنی سختینه‌های قارچ

Rhizoctonia solani

Table 2. Variance analysis of inhibition percentage of fungicides used for potato seed treatment on *Rhizoctonia solani* sclerotia germination.

Variation resource	df	SS	MS	F Value
Treatment	27	5.11	0.18	57.15
Error	84	0.27	0.003	-
Coefficient of variation (CV)	13.19%			

جدول ۳. مقایسه میانگین تاثیر قارچ کش‌های مورد استفاده برای ضدعفونی کردن غده‌های سیب‌زمینی از جوانه زنی سختینه‌های قارچ *Rhizoctonia*

solani

Table 3. Comparison of average effect of fungicides used for potato seed treatment on *Rhizoctonia solani* sclerotia germination.

No.	Treatments	Inhibition of sclerotia germination (%)
1	Carbendazim WP50-60% (1.5/1000)	16.75 m
2	Carbendazim WP50-60% (2/1000)	19 lm
3	Carbendazim WP50-60% (2.5/1000)	23.5 klm
4	Carboxin thiram FL40% (1/1000)	35 hi
5	Carboxin thiram FL40% (2/1000)	47.25 ef
6	Carboxin thiram FL40% (2.5/1000)	67.25 ab
7	Carboxin thiram WP75% (1/1000)	39.25 gh
8	Carboxin thiram WP75% (2/1000)	52.25 de
9	Carboxin thiram WP75% (2.5/1000)	68 ab
10	Fludioxonil FS2.5% (0.4/1000)	22.25 klm
11	Fludioxonil FS2.5% (0.6/1000)	26.25 jkl
12	Fludioxonil FS2.5% (1/1000)	27.375 ijkl
1	Carbendazim WP50-60% (1.5/1000)	16.75 m
2	Carbendazim WP50-60% (2/1000)	19 lm
3	Carbendazim WP50-60% (2.5/1000)	23.5 klm
4	Carboxin thiram FL40% (1/1000)	35 hi
5	Carboxin thiram FL40% (2/1000)	47.25 ef
6	Carboxin thiram FL40% (2.5/1000)	67.25 ab
7	Carboxin thiram WP75% (1/1000)	39.25 gh
8	Carboxin thiram WP75% (2/1000)	52.25 de
9	Carboxin thiram WP75% (2.5/1000)	68 ab
10	Fludioxonil FS2.5% (0.4/1000)	22.25 klm

ادامه جدول ۳.

Con. Table 3.

No.	Treatments	Inhibition of sclerotia germination (%)
11	Fludioxonil FS2.5% (0.6/1000)	26.25 jkl
12	Fludioxonil FS2.5% (1/1000)	27.375 ijkl
13	Iprodione carbendazim WP 52.5% (1.5/1000)	56.375 cd
14	Iprodione carbendazim WP 52.5% (2/1000)	63.75 bc
15	Iprodione carbendazim WP 52.5% (2.5/1000)	71.5 a
16	Mancozeb WP80% (1.5/1000)	18.75 lm
17	Mancozeb WP80% (2/1000)	23.25 klm
18	Mancozeb WP80% (2.5/1000)	30.875 ijk
19	Pencycuron WP25% (1.25/1000)	30.75 hijk
20	Pencycuron WP25% (1.5/1000)	34.125 hij
21	Pencycuron WP25% (2/1000)	39 gh
22	Thiabendazole WP60% (1.5/1000)	56.625 cd
23	Thiabendazole WP60% (2/1000)	62.875 bc
24	Thiabendazole WP60% (2.5/1000)	69.5 ab
25	Thiophanate-methyl WP70% (1.5/1000)	44.5 gf
26	Thiophanate-methyl WP70% (2/1000)	51.25 def
27	Thiophanate-methyl WP70% (2.5/1000)	57.875 cd
28	Control	0 n

*Treatments with different letters have significant differences with each other in Duncan test ($P \leq 0.05$).

**Each number is an average of four replications.

در صد، بالاترین در صد بازدارندگی از رشد میسلیوم را در بین تیمارهای آزمایش شده دارد. قارچکش مانکوزب با غلظت پنج پی‌پی‌ام کمترین درصد بازدارندگی در حدود دو درصد داشت، با این حال اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد منفی نشان داد. در صد بازدارندگی رشد میسلیوم در سایر تیمارها در محدوده این دو قارچکش بود. نتایج آزمون دانکن حاصل از مقایسه میانگین در صد بازدارندگی تیمارها از رشد میسلیومی قارچ در جدول ۵ ارائه شده‌است.

ارزیابی تاثیر تیمارها بر رشد میسلیوم بیمارگر در محیط PDA مطابق نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس میانگین در صد بازدارندگی هریک از تیمارها بر روی رشد میسلیوم قارچ *R. solani* بین تمام قارچکش‌های استفاده شده جهت ضدعفونی غده سیب‌زمینی و نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۴). نتایج آزمون چند دامنه‌ای دانکن مربوط به درصد بازدارندگی غلظت‌های مختلف تیمارها از رشد میسلیومی قارچ ریزوکتونیا نیز نشان داد که ایپرودیون کاربندازیم با غلظت ۲۰ پی‌پی‌ام اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشته و با ۷۷/۵

جدول ۴. تجزیه واریانس درصد بازدارندگی قارچکش‌های مورد استفاده برای ضدعفونی غده‌های سیب‌زمینی بر روی رشد میسلیوم قارچ *Rhizoctonia solani*

Table 4. Variance analysis of inhibition percentage of fungicides used for potato seed treatment on *Rhizoctonia solani* mycelial growth.

Variation resource	df	SS	MS	F Value
Treatment	27	7.46	0.27	134.07
Error	84	0.17	0.002	-
Coefficient of variation (CV)	14.69%			

جدول ۵. مقایسه میانگین درصد بازدارندگی تیمارها بر روی رشد میسلیم قارچ *Rhizoctonia solani*.

Table 5. Comparison of percentage inhibition mean of treatments on mycelial growth of *Rhizoctonia solani*.

No.	Treatments	Inhibition of mycelial growth (%)
1	Carbendazim WP50-60% (5 ppm)	5.45 nopq
2	Carbendazim WP50-60% (15 ppm)	8.15 lmnop
3	Carbendazim WP50-60% (30 ppm)	17.75 ijk
4	Carboxin thiram FL40% (5 ppm)	12.65 klmn
5	Carboxin thiram FL40% (15 ppm)	41.25 f
6	Carboxin thiram FL40% (20 ppm)	62.25 cd
7	Carboxin thiram WP75% (5 ppm)	14.75 jkl
8	Carboxin thiram WP75% (15 ppm)	39.75 gf
9	Carboxin thiram WP75% (20 ppm)	61 d
10	Fludioxonil FS2.5% (5 ppm)	4.9 opq
11	Fludioxonil FS2.5% (15 ppm)	7 mnopq
12	Fludioxonil FS2.5% (30 ppm)	16 jk
13	Iprodione carbendazim WP 52.5% (10 ppm)	41.75 f
14	Iprodione carbendazim WP 52.5% (15 ppm)	67 bc
15	Iprodione carbendazim WP 52.5% (20 ppm)	77.5 a
16	Mancozeb WP80% (5 ppm)	2.3 pq
17	Mancozeb WP80% (15 ppm)	6.5 mnopq
18	Mancozeb WP80% (30 ppm)	13.25 klm
19	Pencycuron WP25% (2 ppm)	17.5 ijk
20	Pencycuron WP25% (5 ppm)	23.25 i
21	Pencycuron WP25% (10 ppm)	35 gh
22	Thiabendazole WP60% (2 ppm)	20.5 ij
23	Thiabendazole WP60% (5 ppm)	53.5 e
24	Thiabendazole WP60% (10 ppm)	69 b
25	Thiophanate-methyl WP70% (10 ppm)	10.75 klmno
26	Thiophanate-methyl WP70% (15 ppm)	29.75 h
27	Thiophanate-methyl WP70% (20 ppm)	59 d
28	Control	0 q

*Treatments with different letters have significant differences with each other in Duncan test ($P \leq 0.05$).

**Each number is an average of four replications.

داشتند. بوته‌های سمپاشی شده با قارچ‌کش کاربندازیم با دو غلظت ۱/۵ و ۲ در هزار دارای کمترین وزن غده‌های دختری (حدود ۱۶۳ گرم) بودند و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند، با این حال هر دو قارچ‌کش نسبت به وزن غده‌ها در نمونه شاهد (۱۲۴ گرم) اثر معنی‌داری در افزایش وزن غده‌های دختری داشتند. سایر تیمارها نیز باعث افزایش وزن غده‌ها شدند. نتایج مربوط به تجزیه واریانس و مقایسه میانگین وزن غده دختری با استفاده از آزمون دانکن به ترتیب در جداول ۶ و ۷ ارائه شده است.

مقایسه میانگین وزن غده دختری

حدود ۶۰ روز بعد از کشت سبب زمینی‌ها در گلدان، میانگین وزن غده‌های دختری در هر یک از تیمارها اندازه‌گیری شده و با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد مقایسه آماری صورت گرفت. نتایج نشان داد که وزن غده‌های دختری حاصل از گیاهان تیمار شده با سموم ایپروودیون کاربندازیم، کاربوکسین تیرام ۴۰٪ FL، کاربوکسین تیرام ۷۵٪ WP و تیابندازول هر کدام با غلظت ۲/۵ در هزار تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته و بالاترین وزن در حدود ۲۶۰-۲۷۰ گرم را

جدول ۶. تجزیه واریانس وزن غده‌های دختری حاصل از گیاهان تیمار شده.

Table 6. Variance analysis of daughter tubers weight from treated plants.

Variation resource	df	SS	MS	F Value
Treatment	27	0.64	0.024	38.12
Error	84	0.05	0.00006	-
Coefficient of variation (CV)	1.07%			

جدول ۷. مقایسه میانگین وزن غده‌های دختری حاصل از گیاهان تیمار شده براساس گرم.

Table 7. Comparison of average daughter tubers weight from treated plants (gram).

No.	Treatments	Daughter tubers weight (gr)
1	Carbendazim WP50-60% (1.5/1000)	162.18 i
2	Carbendazim WP50-60% (2/1000)	162.18 i
3	Carbendazim WP50-60% (2.5/1000)	185.35 h
4	Carboxin thiram FL40% (1/1000)	219.28 cdef
5	Carboxin thiram FL40% (2/1000)	237.16 bc
6	Carboxin thiram FL40% (2.5/1000)	271.64 a
7	Carboxin thiram WP75% (1/1000)	231.2 bcde
8	Carboxin thiram WP75% (2/1000)	245 b
9	Carboxin thiram WP75% (2.5/1000)	278 a
10	Fludioxonil FS2.5% (0.4/1000)	193.19 h
11	Fludioxonil FS2.5% (0.6/1000)	201 fgh
12	Fludioxonil FS2.5% (1/1000)	214.78 defg
13	Iprodione carbendazim WP 52.5% (1.5/1000)	234.42 bcd
14	Iprodione carbendazim WP 52.5% (2/1000)	249.46 b
15	Iprodione carbendazim WP 52.5% (2.5/1000)	272.27 a
16	Mancozeb WP80% (1.5/1000)	198.6 gh
17	Mancozeb WP80% (2/1000)	201.83 fgh
18	Mancozeb WP80% (2.5/1000)	214.28 defg
19	Pencycuron WP25% (1.25/1000)	213.8 defg
20	Pencycuron WP25% (1.5/1000)	211.35 efg
21	Pencycuron WP25% (2/1000)	228.56 bcde
22	Thiabendazole WP60% (1.5/1000)	242.1 b
23	Thiabendazole WP60% (2/1000)	247.74 b
24	Thiabendazole WP60% (2.5/1000)	279.25 a
25	Thiophanate-methyl WP70% (1.5/1000)	226.98 bcde
26	Thiophanate-methyl WP70% (2/1000)	236.59 bc
27	Thiophanate-methyl WP70% (2.5/1000)	243.78 b
28	Control	124.16 j

*Treatments with different letters have significant differences with each other in Duncan test ($P \leq 0.05$).

**Each number is an average weight of all daughter tubers related to each treatment with four replications.

قارچکش ایپرودیون کاربندازیم، تیابندازول و کاربوکسین تیرام ۷۵٪ WP هر کدام با غلظت ۲/۵ در هزار، با میانگین تعداد سه سختینه بیشترین تاثیر را در کاهش تعداد سختینه روی غده‌های دختری داشتند. کمترین تاثیر ترکیبات در جلوگیری از تشکیل سختینه بر سطح غده‌های دختری مربوط به فلودیوکسونیل با

بررسی وضعیت تعداد سختینه سطح غده
نتایج نشان داد که همه تیمارها باعث کاهش تولید سختینه بر سطح غده‌های دختری در مقایسه با شاهد شدند. با محاسبه میانگین تعداد سختینه سطح غده با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد، مشخص شد که سه

غلظت ۰/۴ در هزار بود. اما بین این قارچ کش با نمونه شاهد در از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تعداد سختینه سطح غده سطح پنج درصد تفاوت معنی داری وجود داشت که حاکی از موثر (جدول ۸ و ۹) سایر تیمارها اختلاف معنی داری با یکدیگر بودن این ترکیب نسبت به شاهد است. طبق نتایج بدست آمده نداشتند.

جدول ۸. تجزیه واریانس تعداد سختینه قارچ *Rhizoctonia solani* بر روی سطح غده.

Table 8. Variance analysis of the number of *Rhizoctonia solani* sclerotia on the surface of tuber.

Variation resource	Df	SS	MS	F Value
Treatment	27	4.85	0.17	43.21
Error	84	0.34	0.004	-
Coefficient of variation (CV)	7.36%			

جدول ۹. مقایسه میانگین تعداد سختینه قارچ *Rhizoctonia solani* بر روی سطح غده.

Table 9. Comparison of average number of *Rhizoctonia solani* sclerotia on the surface of tuber.

No.	Treatments	Number of sclerotia
1	Carbendazim WP50-60% (1.5/1000)	14.31 ab
2	Carbendazim WP50-60% (2/1000)	13.28 bc
3	Carbendazim WP50-60% (2.5/1000)	10.9 cde
4	Carboxin thiram FL40% (1/1000)	9.65 defg
5	Carboxin thiram FL40% (2/1000)	6.68 jk
6	Carboxin thiram FL40% (2.5/1000)	3.78 m
7	Carboxin thiram WP75% (1/1000)	7.62 hij
8	Carboxin thiram WP75% (2/1000)	5.78 kl
9	Carboxin thiram WP75% (2.5/1000)	3.06 n
10	Fludioxonil FS2.5% (0.4/1000)	12.15 bcd
11	Fludioxonil FS2.5% (0.6/1000)	11 cde
12	Fludioxonil FS2.5% (1/1000)	10.81 cde
13	Iprodione carbendazim WP 52.5% (1.5/1000)	7.68 ghij
14	Iprodione carbendazim WP 52.5% (2/1000)	5.65 kl
15	Iprodione carbendazim WP 52.5% (2.5/1000)	3.1 mn
16	Mancozeb WP80% (1.5/1000)	11.75 bcde
17	Mancozeb WP80% (2/1000)	10.78 cde
18	Mancozeb WP80% (2.5/1000)	9.43 efgh
19	Pencycuron WP25% (1.25/1000)	10.18 def
20	Pencycuron WP25% (1.5/1000)	9.25 efghi
21	Pencycuron WP25% (2/1000)	8.375 fghij
22	Thiabendazole WP60% (1.5/1000)	7.28 ij
23	Thiabendazole WP60% (2/1000)	5.28 kl
24	Thiabendazole WP60% (2.5/1000)	2.62 n
25	Thiophanate-methyl WP70% (1.5/1000)	7.59 ghij
26	Thiophanate-methyl WP70% (2/1000)	5.84 kl
27	Thiophanate-methyl WP70% (2.5/1000)	4.75 l
28	Control	17.31 a

*Treatments with different letters have significant differences with each other in Duncan test ($P \leq 0.05$).

**Each number is an average number of sclerotia of all daughter tubers related to each treatment with four replications.

بررسی میانگین شدت پوشش شانکر ساقه زیرزمینی

بر اساس نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین شدت پوشش شانکر ساقه زیرزمینی با استفاده از آزمون دانکن مشخص شد که تمامی قارچکش‌ها قادر به کنترل شانکر ساقه زیرزمینی هستند. لازم به ذکر است که قارچ‌کش‌های ایپرودیون کاربندازیم، کاربوکسین تیرام ۴۰٪ FL و تیابندازول هر کدام با غلظت ۲/۵ در هزار با ۱ درصد پوشش شانکر ساقه، بیشترین تاثیر را در

کاهش بیماری شانکر ریزوکتونیایی داشتند. قارچ‌کش کاربندازیم با غلظت ۱/۵ در هزار با حدود ۱۵ درصد آلودگی کمترین تأثیر را در کاهش شدت شانکر ساقه نسبت به شاهد داشت ولی دارای اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد (میانگین شدت بیماری ۲۱ درصد) بود. نتایج مربوط به تجزیه واریانس و مقایسه میانگین شدت پوشش شانکر ساقه زیرزمینی به ترتیب در جداول ۱۰ و ۱۱ ارائه شده است.

جدول ۱۰. تجزیه واریانس شدت پوشش شانکر ساقه زیرزمینی حاصل از قارچ *Rhizoctonia solani* در گیاهان تیمار شده.

Table 10. Variance analysis of severity of stem canker from *Rhizoctonia solani* in treated plants.

Variation resource	df	SS	MS	F Value
Treatment	27	15.76	0.58	5.98
Error	84	8.20	0.09	-
Coefficient of variation (CV)	82.14%			

جدول ۱۱. مقایسه میانگین شدت پوشش شانکر ساقه زیرزمینی حاصل از قارچ *Rhizoctonia solani* در گیاهان تیمار شده.

Table 11. Comparison of the mean severity of stem canker from *Rhizoctonia solani* in treated plants.

No.	Treatments	Stem canker severity
1	Carbendazim WP50-60% (1.5/1000)	15.1 ab
2	Carbendazim WP50-60% (2/1000)	13.86 abc
3	Carbendazim WP50-60% (2.5/1000)	5.1 bcde
4	Carboxin thiram FL40% (1/1000)	2.6 defg
5	Carboxin thiram FL40% (2/1000)	1.11 g
6	Carboxin thiram FL40% (2.5/1000)	1 g
7	Carboxin thiram WP75% (1/1000)	1.46 fg
8	Carboxin thiram WP75% (2/1000)	1 g
9	Carboxin thiram WP75% (2.5/1000)	1.11 g
10	Fludioxonil FS2.5% (0.4/1000)	5.03 bcde
11	Fludioxonil FS2.5% (0.6/1000)	2.93 defg
12	Fludioxonil FS2.5% (1/1000)	4.5 cdef
13	Iprodione carbendazim WP 52.5% (1.5/1000)	1.4 fg
14	Iprodione carbendazim WP 52.5% (2/1000)	1.2 g
15	Iprodione carbendazim WP 52.5% (2.5/1000)	1 g
16	Mancozeb WP80% (1.5/1000)	5.5 bcd
17	Mancozeb WP80% (2/1000)	3.14 defg
18	Mancozeb WP80% (2.5/1000)	3.4 defg
19	Pencycuron WP25% (1.25/1000)	2.76 defg
20	Pencycuron WP25% (1.5/1000)	2.61 defg
21	Pencycuron WP25% (2/1000)	1.77 defg
22	Thiabendazole WP60% (1.5/1000)	1.4 fg
23	Thiabendazole WP60% (2/1000)	1.05 g
24	Thiabendazole WP60% (2.5/1000)	1 g
25	Thiophanate-methyl WP70% (1.5/1000)	1.6 efg
26	Thiophanate-methyl WP70% (2/1000)	1.67 defg
27	Thiophanate-methyl WP70% (2.5/1000)	1.15 g
28	Control	21.57 a

*Treatments with different letters have significant differences with each other in Duncan test ($P \leq 0.05$).

** Each number is an average of four replications.

بررسی آلودگی بوته‌ها

نتایج مقایسه میانگین میزان آلودگی بوته‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد (جدول ۱۲) نشان داد که در بوته‌های حاصل از غده‌های ضدعفونی شده با ایپرودیون کاربندازیم، کاربوکسین تیرام ۴۰٪ FL و تیابندازول هر کدام با غلظت ۲/۵ در هزار، میانگین تعداد بوته آلوده صفر بود و

درصد آلودگی این سه قارچ‌کش اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. کاربندازیم با دو غلظت یک و دو در هزار کمترین تاثیر را در کنترل بیماری داشت و ۷۵ درصد باعث بروز آلودگی در بوته‌ها شد. با این حال اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد داشت. نتایج مربوط به تجزیه واریانس درصد بوته آلوده نیز در جدول ۱۳ ارائه شده است.

جدول ۱۲. مقایسه میانگین درصد بوته آلوده در بوته‌های حاصل از غده‌های تیمار شده.

Table 12. Comparison of mean percentage of infected plants which disinfected with treatments.

No.	Treatments	Infected plants (%)
1	Carbendazim WP50-60% (1.5/1000)	75 b
2	Carbendazim WP50-60% (2/1000)	75 b
3	Carbendazim WP50-60% (2.5/1000)	56 bc
4	Carboxin thiram FL40% (1/1000)	25 cdef
5	Carboxin thiram FL40% (2/1000)	12.5 def
6	Carboxin thiram FL40% (2.5/1000)	0 f
7	Carboxin thiram WP75% (1/1000)	25 cdef
8	Carboxin thiram WP75% (2/1000)	6.25 ef
9	Carboxin thiram WP75% (2.5/1000)	12.5 def
10	Fludioxonil FS2.5% (0.4/1000)	45 cd
11	Fludioxonil FS2.5% (0.6/1000)	27 cdef
12	Fludioxonil FS2.5% (1/1000)	44 cd
13	Iprodione carbendazim WP 52.5% (1.5/1000)	25 cdef
14	Iprodione carbendazim WP 52.5% (2/1000)	12.5 def
15	Iprodione carbendazim WP 52.5% (2.5/1000)	0 f
16	Mancozeb WP80% (1.5/1000)	39 cde
17	Mancozeb WP80% (2/1000)	25 cdef
18	Mancozeb WP80% (2.5/1000)	39 cde
19	Pencycuron WP25% (1.25/1000)	44 cd
20	Pencycuron WP25% (1.5/1000)	25 cdef
21	Pencycuron WP25% (2/1000)	19 def
22	Thiabendazole WP60% (1.5/1000)	19 def
23	Thiabendazole WP60% (2/1000)	6.25 ef
24	Thiabendazole WP60% (2.5/1000)	0 f
25	Thiophanate-methyl WP70% (1.5/1000)	31 cdef
26	Thiophanate-methyl WP70% (2/1000)	27 cdef
27	Thiophanate-methyl WP70% (2.5/1000)	21 def
28	Control	98 a

*Treatments with different letters have significant differences with each other in Duncan test ($P \leq 0.05$).

** Each number is an average of four replications.

جدول ۱۳. تجزیه واریانس درصد بوته آلوده در بوته‌های حاصل از غده‌های تیمار شده.

Table 13. Variance analysis of percentage of infected plants which disinfected with treatments.

Variation resource	Df	SS	MS	F Value
Treatment	27	9.89	0.36	7.23
Error	84	4.25	0.05	-
Coefficient of variation (CV)	68.94%			

بحث

در این پژوهش، تاثیر ضدعفونی غده بذری سیب‌زمینی با سه غلظت از قارچ‌کش‌های ایپرودیون کاربن‌دازیم، پنسی‌کورون، تیابندازول، تیوفانات متیل، فلودیوکسونیل، کاربن‌دازیم، کاربوکسین‌تیرام با دو فرمولاسیون FL و WP و مانکوزب در مقایسه با تیمار شاهد (آب) بر روی مهار بیماری شانکر ریزوکتونیایی سیب‌زمینی در گلخانه و تاثیر آن‌ها بر روی جوانه‌زنی سختینه و رشد میسلیم قارچ در محیط PDA بررسی شد. در بررسی‌های آزمایشگاهی، قارچ‌کش ایپرودیون کاربن‌دازیم با غلظت ۲/۵ در هزار با دارا بودن ۷۱/۵ درصد بالاترین درصد بازدارندگی بر روی جوانه‌زنی سختینه داشته و با غلظت ۲۰ پی‌پی‌ام در محیط PDA به میزان ۷۷/۵ درصد مانع از رشد میسلیم قارچ در محیط PDA شد. در پژوهش‌های دیگر نیز تاثیر مثبت ایپرودیون کاربن‌دازیم در کنترل رشد میسلیم‌های قارچ *R. solani* ثابت شده بود (Akhlaghi et al. 2016; Hosseini et al. 2020). سایر تیمارها نیز اثر بخشی مثبتی در کاهش رشد میسلیم و جوانه‌زنی سختینه‌های قارچ *R. solani* داشتند که این نتایج با پژوهش‌های قبلی مطابقت داشت (Leach et al. 1985; Ayazpour et al. 2005; Hosseini et al. 2020; Mousavi Mirk et al. 2020).

در آزمایش گلخانه‌ای نیز سه قارچ‌کش ایپرودیون کاربن‌دازیم، تیابندازول و کاربوکسین‌تیرام 40% FL هر کدام با غلظت ۲/۵ در هزار، با تولید غده‌های دختری با وزن حدود ۲۶۰-۲۷۰ گرم، کمترین شدت پوشش شانکر ساقه زیر زمینی و آلودگی بوته صفر درصد، بیشترین تاثیر را داشته و تفاوت معنی‌داری نیز با یکدیگر نداشتند. در بررسی تعداد سختینه سطح غده نیز سه قارچ‌کش ایپرودیون کاربن‌دازیم، تیابندازول و کاربوکسین‌تیرام 75% WP هر کدام با غلظت ۲/۵ در هزار با میانگین تعداد سه سختینه بیشترین تاثیر را در کاهش تعداد سختینه روی غده‌های دختری داشتند. با این حال سایر قارچ‌کش‌های آزمایش شده دارای تاثیر مثبتی در افزایش وزن غده‌های دختری، کاهش شدت پوشش شانکر ساقه زیر زمینی، تعداد سختینه سطح غده و درصد آلودگی بوته‌های سیب زمینی بودند. در مطالعات قبلی صورت گرفته، استفاده از قارچ‌کش ایپرودیون کاربن‌دازیم، پنسی‌کورون و

تیابندازول در ضدعفونی غده‌های سیب زمینی، اثر به‌سزایی در کاهش بیماری شانکر ساقه و شوره سیاه سیب‌زمینی و همچنین افزایش محصول داشت (Errampalli et al. 2001; Bains 2002; Nasr esfahani 2012; Larkin et al. 2016; Arjmandian 2019). نیز ضدعفونی غده‌های بذری با قارچ‌کش ایپرودیون کاربن‌دازیم، دارای بهترین اثر در کاهش آلودگی بوته‌ها و نیز شدت بیماری بود. به‌طوری‌که با اعمال این روش، به میزان ۷۱ درصد از بروز بیماری و نیز ۴۷ درصد از شدت بیماری شانکر ساقه کاسته شد. در آزمایش دیگری، با ضدعفونی غده سیب‌زمینی با سموم شیمیایی همچون پنسی‌کورون، اکثر سختینه‌های چسبیده به سطح غده‌ها از بین رفت (Wicks et al. 1995; Rauf et al. 2007; Mantocon 2008).

به طور کلی براساس نتایج بررسی‌های گلخانه‌ای و آزمایشگاهی می‌توان به این نتیجه رسید که تمامی قارچ‌کش‌های آزمایش شده تاثیر مثبتی در افزایش وزن غده‌های دختری، کاهش شدت پوشش شانکر ساقه زیر زمینی، تعداد سختینه سطح غده و درصد آلودگی بوته‌های سیب‌زمینی داشتند ولی در سطح گلخانه، سه قارچ‌کش ایپرودیون کاربن‌دازیم، تیابندازول، و کاربوکسین‌تیرام بیشترین تاثیر را در کنترل بیماری داشته و در عین حال تفاوت معنی‌داری نیز با یکدیگر نداشتند، بنابراین می‌توان این ترکیبات را جایگزین یکدیگر کرد. در بررسی‌های آزمایشگاهی نیز، ایپرودیون کاربن‌دازیم بهترین تیمار در ممانعت از رشد میسلیمی و جوانه‌زنی سختینه بود. بنابراین در این آزمایش، با توجه به نتایج بدست آمده قارچ‌کش ایپرودیون کاربن‌دازیم با غلظت ۲/۵ در هزار به‌عنوان موثرترین قارچ‌کش جهت کنترل بیماری شانکر ریزوکتونیایی سیب‌زمینی معرفی شد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از همکاری کلیه کارکنان و تکنسین‌های آزمایشگاه بیماری‌های گیاهی بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی در طول اجرای آزمایشات و همچنین سرکار خانم مهندس فاطمه زرنندی (همکار پژوهشی) به‌خاطر همکاری در نوشتار مقاله سپاسگزاری می‌شود.

References

- Adnan M, Chohan S, Perveen R, Mehmood MA, Naz S, et al., 2015. Chemotherapy of black scurf of potato through tuber treatment. *Pakistan Journal of Phytopathology* 27 (1): 1-6.
- Akhlaghi M, Rouhani H, Moradzade Eskandari M, Mehdikhani moghaddam E, 2016. Evaluation of the

efficacy of commercial and native isolates of *Trichoderma* in controlling fusarium wilt of cucumber. 22rd Iranian Plant Protection Congress, August 27-30, Karaj, Iran. P. 350.

Arjmandian A, 2019. Effective methods of controlling rhizoctonia canker of potato stem. *Journal of Potato*

- Applied Science Promotion* 1 (3): 23–31.
- Ayazpour K, Mojdehi H, Hassanzadeh N, 2005. Evaluation of the effect of several fungicides on the control of *Rhizoctonia solani*, the cause of death of sour lemon seedlings in Jahrom Fars. *Agricultural science*. 11 (3): 145–157.
- Bains P.S, Benny Paul H.S, Lynch D.R, Kawchuk L.M, Schaupmeyer C.A, 2002. Rhizoctonia disease of potatoes (*Rhizoctonia solani*): Fungicidal efficacy and cultivar susceptibility. *American Journal of Potato Research* 79: 99–106.
- Djébali N, Belhassen T, 2010. Field study of the relative susceptibility of eleven potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties and the efficacy of two fungicides against *Rhizoctonia solani* attack. *Crop Protection* 29 (9): 998–1002.
- Errampalli D, Johnston H.W, 2001. Control of tuber-borne black scurf [*Rhizoctonia solani*] & common scab [*Streptomyces scabies*] of potatoes with a combination of sodium hypochlorite & thiophanate-methyl preplanting seed tuber treatment. *Canadian Journal of Plant Pathology* 23: 68–77.
- Hasani moghadam M, Arjmandian A, Soheili B, Azimi H, Sharifi K, 2012. Evaluation of damage and different methods for management of potato rhizoctonia canker. *Iranian Research Institute of Plant Protection* 51pp (in Persian).
- Hosseini F, Bazgir E, Darvishnia M, 2020. Effect of fungicides carbendazim, Oxy Klrvm and Rural in control of fungi *Rhizoctonia solani* Kuhn cause seed rot and damping bean. *4rd National Conference on Science and Technology of Agriculture, Natural Resources and Environment in Iran*. P. 15.
- Larkin RP, 2016. Impacts of biocontrol products on *Rhizoctonia* disease of potato and soil microbial communities, and their persistence in soil. *Crop Protection* 90: 96–105.
- Leach S.S, Murdoch C.W, 1985. Evaluation of thiabendazole and pentachloronitrobenzene for control of the *Rhizoctonia* disease complex on white potato (*Solanum tuberosum* L.). *American Potato Journal* 62: 459–469.
- Mantegen J, 1988. Effective of chemical treatments in the control potato black scurf (*R. solani* Kuhn), *Boletintecio Estacion Experimental Agropecucis Balcarce* 97. 15pp.
- Mantocon DJ. 2008. Fungicide soil application efficiency for the control of black scurf (*Rhizoctonia solani*) on three potato cultivars. *Journal of Applied Horticulture* 10: 146–148.
- Mousavi Mirk L, Shirzad A, Mohammadi D, 2020. Combined effect of several synthetic fungicides with several biological agents in controlling the death of cotton rhizoctonia seedlings. *Genetic Engineering and Biosafety Journal* 8 (1): 23–11.
- Nasr esfahani M, 2012. Comparison of cultural and chemical measures of controls on rhizoctonia disease of potato. *Plant Protection Journal* 3 (4): 359–375 (in Persian with English abstract).
- Rauf C.A, Ashraf M, Ahmad I, 2007. Management of black scurf disease of potato. *Pakistan Journal of Botany* 39: 1353.
- Safdel J, Moradzade Eskandari M, Azad Disfani F, Derakhshan A, 2016. Investigation on *Bacillus subtilis* commercial and native isolates in causal agent control of potato black scurf. *3rd National Meeting on Biocontrol in Agriculture and Natural Resources*, February 2-3, Mashhad, Iran. P. 114.
- Sharifi K, 2015. The guideline for identification and management of potato stem canker and black scurf (*Rhizoctonia solani*). *Iranian Research Institute of Plant Protection*. 23pp (in Persian).
- Soheili Moghadam B, Karbalaee khiavi H, Hasanpanah D, 2016. Potato diseases in Ardabil and their integrated pest management. *Jihad agricultural organization of Ardabil province. Agricultural extension coordination management*. 111pp (in Persian).
- Wicks TJ, Morgan B and Hall B, 1995. Chemical and biological control of *Rhizoctonia solani* on potato seed tubers. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 35: 661–664.
- Woodhall JW, Lees AK, Edwards SG, Jenkinson P, 2007. Infection of potato by *Rhizoctonia solani* effect of anastomosis group. *Plant Pathology* 57: 897–905.



This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)