کارایی قارچ‌کش جدید پروکلراز علیه *Lecanicillium fungicola* (Preuss) Zare & Gams، عامل بیماری پوسیدگی خشک قارچ خوراکی دکمه‌ای

حسین خبازجلفایی*[1]، سعید نظری[2]، شیما عظیمی[1]

۱. بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهان، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران، ایران. ۲. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۸/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۱۸

چکیده

امروزه پرورش، تولید و مصرف قارچ خوراکی دکمه‌ای (*Agaricus bisporus* L.) در ایران جایگاه ویژه‌ای را در کنار سایر فعالیت‌های کشاورزی دارد. بیماری پوسیدگی خشک یا حباب خشک با عامل *Lecanicillium fungicola* از جمله بیماری‌های کلیدی قارچ خوراکی دکمه‌ای است. در این تحقیق، کارایی مقادیر مختلف (۰/۳، ۰/۶، ۰/۹، ۱/۲ و ۱/۵ گرم در متر مربع) قارچ‌کش جدید پروکلراز (اکورد® 50% WP) در مقایسه با قارچ‌کش پروکلراز (اسپورگون® 50% WP) (به مقدار ۰/۹ گرم در متر مربع) مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش طی سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار و هر تیمار در ۴ تکرار در سالن پرورش قارچ خوراکی موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور اجرا شد. مایه زنی بسترها با سوسپانسیون جدایه منتخب *L. fungicola* به غلظت 6×10^{5} اسپور در میلی‌لیتر بلافاصله بعد از دادن خاک پوششی و تیمار قارچ‌کش‌ها ۷ روز بعد از دادن خاک پوششی انجام شد. پس از ظهور کلاهک‌ها، وزن و تعداد آنها و نیز درصد وقوع بیماری به عنوان شاخص‌های مورد مطالعه، ارزیابی شدند. تجزیه واریانس داده‌های وزن و تعداد کلاهک‌های سالم و نیز درصد وقوع بیماری حاصل از آزمایش هر دو سال نشان داد که در سطح احتمال یک درصد بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد. همچنین، مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال یک درصد در هر دو سال نشان داد که تیمارهای اکورد ۵۰ درصد پودر وتابل به مقدار ۰/۹ گرم در متر مربع، ۷ روز بعد از دادن خاک پوششی و اسپورگون ۵۰ درصد پودر وتابل (۰/۹ گرم در مترمربع، ۷ روز بعد از دادن خاک پوششی) با تولید بیشترین محصول قارچ خوراکی از حیث تعداد و وزن کلاهک سالم و کمترین درصد وقوع بیماری نسبت به سایر تیمارها از کارآیی نسبی بالاتری برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: اکورد، بیماری حباب خشک، کنترل شیمیایی، *Agaricus bisporus*، *Lecanicillium fungicola*.

* **مسئول مکاتبات:** حسین خباز جلفایی، hkh_jolfaee@yahoo.com

The Efficacy of the New Fungicide Prochloraz against *Lecanicillium fungicola* (Preuss) Zare & Gams, the Agent of Dry Bubble Disease on Button Mushroom

Hossein Khabbaz Jolfaee[*1], Said Nazari[2], Shima Azimi[1]

1. Department of Plant Pathology, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran. 2. Agriculture Research, Education and extension Organization, Tehran, Iran.

Received: Oct. 30, 2013 Accepted: Dec. 9, 2013

Abstract

Nowadays a special attention has been paid to cultivation, production and consumption of button mushrooms (*Agaricus bisporus* L.) besides the other agricultural activities in the country. Dry rot or dry bubble disease with the causal agent *Lecanicillium fungicola* is one of the key diseases of button mushrooms. In the present study, the efficacy of different doses (0.3, 0.6, 0.9, 1.2 and 1.7 gr/m^2) of the new fungicide prochloraz (Accord® WP 50%) was compared with the older brand of prochloraz (Sporgon® WP 50%) (0.9 gr/m^2). This experiment was carried out in a completely randomized blocks design with eight treatments and four replicates in Iranian Research Institute of Plant Protection during 2012 and 2013. Substrates were inoculated with selected isolate of *L. fungicola* at a concentration of 6×10^5 spore/ml immediately after casing and fungicides treatments 7 days after that. When caps appeared, the weight and number of them and also disease incidence were evaluated as the efficiency indexes. Data analysis of weights and numbers of healthy caps and also disease incidence (%) obtained during the two years of the experiments, show that there is a significant difference between treatments (P=1%). Comparison of the means of both the years by Duncan test (P=1%) show that, Accord WP50%, at a rate of 0.9 gr/m^2, 7 days after casing and Sporgon WP 50% (0.9 gr/m^2, 7 days after casing) produced the most crops considering average caps numbers and weights and they had the lowest percent of disease incidence. Therefore they showed comparatively better efficacy.

Key words: Accord, Dry bubble, Chemical control, *Agaricus bisporus*, *Lecanicillium fungicola*.

[*] **Corresponding author:** Hossein Khabbaz Jolfaee, Email: hkh_jolfaee@yahoo.com

مقدمه

امروزه قارچ‌های خوراکی به خصوص قارچ‌خوراکی دکمه‌ای (*A. bisporus* L.) از نظر ارزش غذایی و اقتصادی یکی از محصولات مهم کشاورزی هستند. تولید سالانه قارچ‌های خوراکی در دنیا هفت میلیون و هفتصد هزار تن می‌باشد. ایران با تولید نود هزار تن در سال، هفتمین کشور از نظر تولید قارچ خوراکی در جهان است (FAO, 2012). قارچ‌های خوراکی همانند سایر محصولات کشاورزی دارای بیماری‌های زیانباری مثل پوسیدگی تر با عامل *Mycogone perniciosa*، بیماری تار عنکبوتی با عامل *Cladobotryum dendroides*، بیماری پوسیدگی قهوه‌ای با عامل *Thrichoderma harzianum* و لکه قهوه ای باکتریایی با عامل *Pseudomonas tolaasii* هستند که هر کدام می‌توانند تولید این محصولات را مورد تهدید جدی قرار دهند. در سال‌های اخیر، بیماری قارچی پوسیدگی خشک با عامل *Lecanicillium fungicola* (Preuss) Zare and Gams، سهم عمده‌ای در کاهش کمیت و کیفیت قارچ خوراکی در قارچ‌کاری‌های کشور داشته است (Khabbaz Jolfaee and Morad Ali, 2000). مهم‌ترین علامت این بیماری در بسیاری از سالن‌های پرورش قارچ خوراکی استان تهران، بد شکلی کلاهک می‌باشد (Khabbaz Jolfaee, 2004).

تولیدکنندگان قارچ، جهت کنترل بیماری پوسیدگی خشک از قارچ‌کش‌های بنومیل یا کاربندازیم و نیز فرمالین استفاده می‌کنند. از جمله قارچ‌کش‌های دیگری که در دنیا برای کنترل بیماری‌های پوسیدگی خشک، پوسیدگی نرم و بیماری تار عنکبوتی استفاده می‌شود، پروکلراز منگنز می‌باشد. پروکلراز، رایج‌ترین قارچ‌کشی است که از زمان ثبت آن یعنی سال ۱۹۷۷ (Tomlin, 2006) در کنار قارچ‌کش‌های دیگر مثل کاربندازیم، تیوفانات متیل، بنومیل، تیابندازول و کلروتالونیل در بسیاری از کشورها برای کنترل این بیماری‌ها استفاده می‌شود (Coutinho *et al.*, 2000; Bhatte *et al.*, 2001; Fletcher *et al.,* 1983; Maszkiewicz, 1992). پروکلراز، تریادیمفون، دلسن‌ام و کلروتالونیل قارچ‌کش‌هایی هستند که اگر بعد از دادن خاک پوششی بر علیه *Lecanicillium fungicola* به کار روند، می‌توانند میزان کلاهک‌های سالم را نسبت به شاهد تیمار نشده افزایش دهند (Gandy and Spencer, 1981). اگرچه کلروتالونیل نسبت به بسیاری از قارچ‌کش‌ها روی *L. fungicola* اثر بهتری دارد (Gandy *et al.,* 1981)، ولی در بررسی‌هایی دیده شده است که پروکلراز حتی بهتر از کلروتاونیل می‌تواند بیماری پوسیدگی خشک را کنترل نماید (Fletcher and Himes, 1981). پروکلراز علاوه بر پوسیدگی خشک، بیماری‌های پوسیدگی نرم و تار عنکبوتی قارچ خوراکی را نیز به خوبی کنترل می‌کند (Fletcher *et al.,* 1983; Zaayen, 1983; Russell, 1984; Jhune *et al*., 1991; Maszkiewicz, 1992) و در مقایسه با بنومیل و کاپتوفول در کنترل هر سه بیماری موفق‌تر است (Fletcher *et al.,* 1983). کارایی بالای قارچ‌کش پروکلراز از یک سو و بروز مقاومت در جمعیت بیمارگرهای مهم قارچی قارچ خوراکی مثل *L. fungicola*، *Cladobotryum dendroides* و *Trichoderma harzianum* به سایر قاچ‌کش‌های رایج مثل بنومیل، کاربندازیم، تیوفانات متیل، ایپردیون و کلروتالونیل (Fletcher and Yarham, 1976; Gea *et al.,* 1997; Coutinho *et al*., 2000; Grogan and Gaze, 2000; Romanie *et al.*, 2005) از سوی دیگر باعث شد تا مصرف پروکلراز افزایش یابد و در بسیاری از کشورها، به عنوان قارچ‌کش مؤثر علیه *L. fungicola* مورد استفاده قرار گیرد (Grogan *et al.*, 2000; Gea *et al.*, 2005). مزیت مهم دیگر پروکلراز داشتن خاصیت سمی کم روی قارچ‌های خوراکی (*A. bisporus* و *A. bitorquis*) است (Zaayen and Adrichem, 1982).

در دنیا برای کنترل *L. fungicola*، مقادیر ۳ گرم (Zaayen, 1983; Maszkiewicz, 1992)، ۱/۵ گرم (Zaayen and Adrichem, 1982; Russell, 1984)، یک گرم (Gandy and Spencer, 1981) و ۰/۶ گرم (Fletcher and Himes,

1981) از پروکلراز به ازاء هر متر مربع خاک پوششی پیشنهاد شده است.

در تحقیق حاضر، تاثیر مقادیر مختلف قارچ کش پروکلراز (اکورد® 50% WP) علیه بیماری پوسیدگی خشک با عامل *L. fungicola* در مقایسه با پروکلراز (اسپورگون® 50% WP) بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

جداسازی عامل بیماری: از سالن‌های پرورش پنج واحد تولیدی بزرگ قارچ خوراکی استان البرز (ملارد، صدف، پدم، آسیا و مهر چین) در مقاطع مختلف زمانی، بخصوص ماه‌های خرداد، تیر و مرداد که اوج بروز و ظهور بیماری است، بازدید بعمل آمد. در چین‌های اول و بخصوص دوم و سوم، نمونه کلاهک‌هایی که دارای علایم غیرطبیعی مثل بدشکلی یا قهوه‌ای شدن، وجود ریسه‌های کرکی در سطح کلاهک‌ها و نیز پوسته پوسته شدن پایه بودند (شکل ۱)، برداشته شد و در ظروف یکبار مصرف به آزمایشگاه منتقل گردید.

در آزمایشگاه، زیر هود میکروبیولوژیکی از بافت واجد علایم کلاهک‌های بیمار بدون ضدعفونی سطحی با مواد شیمیایی، قطعاتی برداشته و در تشتک پتری حاوی محیط کشت سیب زمینی دکستروز آگار (PDA) باضافه استرپتومایسین سولفات قرار داده شدند. تشتک‌ها درون کیسه‌های فریزر قرار گرفته و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردیدند.

شکل ۱- علایم بیماری پوسیدگی خشک روی قارچ خوراکی دکمه‌ای

A: بد شکلی کلاهک‌های قارچ *A. bisporus* در اثر بیماری پوسیدگی خشک، B: قهوه‌ای‌شدگی کلاهک‌های قارچ *A. bisporus* دراثر بیماری پوسیدگی خشک، C: پوسته پوسته شدن پایه قارچ *A. bisporus* و بار قارچ عامل بیماری روی کلاهک‌ها در اثر بیماری پوسیدگی خشک.

Fig 1. Symptoms of dry bubble disease on mushroom.
A: Deformation of caps involved in dry bubble disease, B: Brown spots on the caps involved in dry bubble, C: Scaled stalk and bodies of pathogen on caps.

خالص‌سازی، تک ریسه‌ای و نگهداری جدایه‌ها: پس از گذشت ۱۰ روز کلنی‌هایی به قطر حدود ۳ – ۴ سانتی‌متر و به رنگ سفید ظاهر شدند. در زیر بینوکلر با سوزن استریل تک ریسه هایی از کلنی قارچ برداشته و روی محیط کشت PDA کشت شد. ۵-۷ روز بعد، قطعه‌ای از کلنی‌های ریز و کاملاً مستقل رشد کرده، به لوله آزمایش مورب حاوی محیط کشت سیب زمینی دکستروز آگار منتقل گردید. جدایه‌ها در دمای ۴ درجه سانتی گراد یخچال نگهداری شدند.

شناسایی گونه: شناسایی گونه جدایه‌های منتخب با توجه به مشخصات پرگنه و مورفولوژی اندام‌های رویشی و زایشی غیرجنسی (کنیدیفر، فیالید و فیالوسپور) صورت گرفت (Zare and Gams, 2008).

آزمون بیماری‌زایی:

تهیه بسته‌های کمپوست مولد کلاهک: تعداد ۱۲ بلوک حاوی کمپوست بذرزنی شده با قارچ خوراکی دکمه‌ای از شرکت تولیدی ملارد دریافت گردید. بلوک‌ها بر اساس نقشه تصادفی شده، در سالن پرورش قارچ خوراکی موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تحت شرایط دمایی ۱± ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

تهیه سوسپانسیون جدایه‌ها: سه جدایه از مجموع جدایه‌های بدست آمده با توجه به تنوع شکل کلنی، انتخاب و بیماریزایی آنها مورد آزمون قرار گرفت. یک تشتک پتری از هر جدایه کشت شد. پس از ۱۰ روز به میزان ۱۰ میلی‌لیتر روی کلنی‌ها آب مقطر استریل اضافه گردید، سپس با لوپ به آرامی روی کلنی‌ها مالش داده شد تا پروپاگول‌ها در آب مقطر استریل شناور شدند. پس از آن، این سوسپانسیون در ارلن مایر ۱۰۰۰ میلی لیتری که حاوی ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر استریل بود، ریخته و کاملا با میله شیشه‌ای بهم زده شد. سپس با لام هموسیتومتر پروپاگول‌ها شمارش و غلظت سوسپانسیون 6×10^{5} اسپور در میلی‌لیتر تنظیم گردید (Fletcher *et al.,* 1983).

پاشش پروپاگول روی بسته‌ها: برای هر جدایه ۴ بلوک کمپوست بذر زنی و خاک پوششی داده شده اختصاص یافت. سپس روی خاک پوششی ۳ بسته مربوط به هر جدایه به میزان ۱۲۰ میلی لیتر از سوسپانسیون جدایه مربوطه و روی هر کدام از ۴ بسته شاهد، ۱۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل توسط اسپری پاش، پاشیده و روی بسته‌ها با نایلون پوشانده شد. دمای محیط ۱± ۲۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید (Fletcher *et al.,* 1983).

انتخاب مهاجم‌ترین جدایه: بعد از گذشت ۱۴ روز از پاشیدن پروپاگول‌ها، نایلون روی کیسه‌ها کنار زده و دمای سالن پرورش به ۱ ± ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی آن به ۹۰-۸۰ درصد رسانده شد. بعد از گذشت ۷ روز از این تغییر شرایط، کلاهک‌های قارچ شروع به ظهور نمودند. سپس جدایه‌ای که کلاهک‌های بیشتری را بیمار کرده و بیشترین علایم را روی کلاهک‌ها بوجود آورده بود به عنوان نامزد برای بررسی تاثیر قارچ‌کش‌ها انتخاب گردید.

آزمایش قارچ‌کش‌ها:

در این آزمایش تأثیر مقادیر مختلف قارچ‌کش پروکلراز (اکورد® 50% WP) با قارچ‌کش پروکلراز (اسپورگون® 50% WP) که به مقدار ۰/۹ گرم در متر مربع علیه بیماری پوسیدگی خشک ثبت شده است، مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آزمایش به شرح زیر بودند:

T1: بدون قارچ‌کش و بدون آلودگی، T2: بدون قارچ‌کش و با آلودگی، T3: اکورد ۵۰ درصد پودر وتابل (۰/۳ گرم در مترمربع)، T4: اکورد ۵۰ درصد پودر وتابل (۰/۶ گرم در مترمربع)، T5: اکورد ۵۰ درصد پودر وتابل (۰/۹ گرم در مترمربع)، T6: اکورد ۵۰ درصد پودر وتابل (۱/۲ گرم در مترمربع)، T7: اکورد ۵۰ درصد پودر وتابل (۱/۵ گرم در مترمربع)، T8: اسپورگون ۵۰ درصد پودر وتابل (۰/۹ گرم در مترمربع).

کلیه تیمارها ۷ روز بعد از دادن خاک پوششی اعمال شد. مقدار آب مصرفی به ازای هر متر مربع ۵۰۰ میلی‌لیتر محاسبه گردید (Khabbaz Jolfaee, 2004). برای هر تیمار، ۴ تکرار (هر تکرار یک بلوک کمپوست بذر زنی شده به وزن ۲۰ کیلوگرم) در نظر گرفته شد. در فروردین ماه سال اول، تعداد ۵۰ بلوک کمپوست بذر زنی شده با سوش A۱۵ قارچ خوراکی *A. bisporus* از شرکت ملارد و در آذر ماه سال دوم نیز همان تعداد بلوک بذر زنی شده با سوش ۵۱۲ همان قارچ خوراکی از شرکت آریا دریافت شد. در هر دو سال از بین ۵۰ بلوک، ۳۲ بلوک که از یکنواختی بالایی برخوردار بودند انتخاب شدند و در سالن پرورش قارچ خوراکی موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی

کشور بر اساس نقشه آزمایش قرار گرفتند. بعد از دو هفته خاک پوششی بسته‌ها ریخته شد. سپس سوسپانسیون جدایه منتخب *L. fungicola* به غلظت ۶×۱۰^{۵} اسپور در میلی‌لیتر و به میزان ۴۰ میلی لیتر روی هر بلوک کمپوست به ابعاد ۴۰ × ۶۰ سانتی‌متر پاشیده شد (Fletcher *et al.,* 1983). روی کیسه‌ها با نایلون پوشانده شد و دمای سالن ۱ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. پس از سپری شدن ۷ روز از اسپور پاشی، نایلون روی کیسه‌ها را برداشته و قارچ‌کش‌ها طبق تیمارهای آزمایش با سم پاش دستی ۰/۵ لیتری، روی بسته‌ها پاشیده شد. میزان محلول قارچ‌کش مصرفی برای هر بسته، ۱۲۰ میلی لیتر محاسبه گردید. به هر بسته از تیمارهای T1 و T2 نیز بجای قارچ‌کش، ۱۲۰ میلی لیتر آب پاشیده شد. سپس، دمای سالن ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی آن ۹۰ -۸۰ درصد تنظیم گردید. یک هفته بعد، کلاهک‌های قارچ، روی بسته‌ها ظاهر شدند. روزانه کلاهک‌های سالم و بیمار ظاهر شده، برداشت، شمارش، توزین و مورد یادداشت برداری قرار گرفتند (Fletcher *et al.,* 1983). آنالیز داده‌ها در برنامه آماری SAS (V. 9.1) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد صورت گرفت.

نتایج

گزینش مهاجم‌ترین جدایه *L. fungicola*: از مجموع نمونه‌های گرفته شده از سالن‌های پنج واحد تولیدی، تعداد ۱۲ جدایه از قارچ *L . fungicola* به دست آمد. سه جدایه انتخابی برای آزمون بیماری‌زایی موجب بروز لکه‌های قهوه‌ای، بدشکلی کلاهک و پوسته پوسته شدن پایه شدند، گرچه میزان و شدت این علایم روی کلاهک‌ها متفاوت بود. جدایه‌ای که قریب به اتفاق کلاهک‌های ظاهر شده روی بسته‌های مربوط به خود را بدشکل نمود (بیش از ۹۰ درصد)، L.f.2 بود که مجدداً از کشت کلاهک‌های واجد علایم بدست آمده از این آزمایش جداسازی شد و به‌عنوان نامزد برای آزمایش قارچ‌کش‌ها انتخاب گردید.

کارآیی قارچ‌کش: تجزیه واریانس داده‌های وزن و تعداد کلاهک‌های سالم و نیز درصد وقوع بیماری حاصل از آزمایش هر دو سال نشان داد که در سطح احتمال یک درصد بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۱). در سال اول، مقایسه میانگین‌های وزن و تعداد کلاهک‌های سالم به روش دانکن در سطح احتمال یک درصد نشان داد که تیمار اسپورگون (۰/۹ گرم در متر مربع، ۷ روز بعد از دادن خاک پوششی) و اکورد (۰/۹ گرم در مترمربع، ۷ روز بعد از دادن خاک پوششی) به ترتیب با تولید میانگین ۱۲۶۷/۱۳ گرم و ۱۱۱۷/۰۵ گرم کلاهک سالم قارچ خوراکی نسبت به سایر تیمارها برتر بودند. میانگین تعداد کلاهک نیز در این دو تیمار به ترتیب ۲۳/۷۵ و ۲۲/۵۰ کلاهک بود (جدول ۲). از نظر پایین بودن میانگین درصد وقوع بیماری، تیمارهای اسپورگون (۰/۹ گرم در متر مربع، ۷ روز بعد از دادن خاک پوششی)، اکورد (۰/۹ گرم در متر مربع، ۷ روز بعد از دادن خاک پوششی) و اکورد (۱/۲ گرم در متر مربع، ۷ روز بعد از دادن خاک پوششی) به ترتیب با ۵/۲۲، ۶/۱۹ و ۶/۷۲ درصد بیماری بهتر از سایر تیمارها ظاهر شدند و هر سه در پایین‌ترین گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). در سال دوم نیز مقایسه وزن کلاهک‌های سالم نشان داد که تیمارهای اکورد ۰/۹، اکورد ۰/۶، اسپورگون ۰/۹ و اکورد ۱/۲ به ترتیب با تولید ۴۰۱۶/۸۰، ۳۷۶۱/۱۰، ۳۷۴۱/۱۰ و ۳۷۲۴/۱۰ گرم کلاهک سالم دارای برتری نسبی بوده و هر ۴ تیمار در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). در این سال، میانگین تعداد کلاهک‌های سالم اکورد ۰/۹ و اکورد ۰/۶ نسبت به سایر تیمارها بالا و به ترتیب ۱۷۸/۷۵ و ۱۶۲/۷۵ کلاهک بود (جدول ۲). از نظر پایین بودن میانگین درصد وقوع بیماری، تیمارهای اکورد ۱/۲، اکورد

۰/۹ و اسپورگون ۰/۹ به‌ترتیب از برتری بالایی برخوردار بودند و هر سه تیمار در گروه آماری d قرار گرفتند (جدول ۲). با توجه به نتایج به دست آمده از آزمایش سال اول و دوم، تیمارهای اکورد ۵۰ درصد پودر وتابل به مقدار ۰/۹ گرم در متر مربع و اسپورگون ۵۰ درصد پودر وتابل به مقدار ۰/۹ گرم درمتر مربع نسبت به سایر تیمارها از برتری نسبی بالایی برخوردار بودند.

جدول ۱- تجزیه واریانس داده‌های تعداد و وزن کلاهک‌های سالم (گرم) و درصد وقوع بیماری در سال‌های اول و دوم آزمایش.

Table 1. Analysis variance of number and weight of healthy caps and disease incidence (%) in the first and second year of study.

S.O.V.	D.F	Mean squares No. of caps		weight of caps (g)		Disease incidence (%)*	
		First year	second year	First year	second year	First year	second year
Block	3	17.44	116.61	7746.69	63821.39	47.37	11.63
Treatment	7	206.99**	5369.13**	565078.73**	3731402.43**	4837.31**	1326.40**
Error	21	12.44	214.82	9404.89	131398.03	63.29	13.68
(C.V. %)	-	27.33	11.30	14.30	12.09	23.46	17.12

** Significant at 1% level

جدول ۲- مقایسه میانگین داده های تعداد و وزن کلاهک‌های سالم (گرم) و درصد وقوع بیماری در سال‌های اول و دوم آزمایش.

Table 2. Mean comparison of number and weight of healthy caps and disease incidence (%) in the first and second year of study.

Treatment	Dosage (g/m^2)	Method of application	No. of caps*		Weight of caps (g)*		Disease incidence (%)*	
			First year	Second year	First year	Second year	First year	Second year
Accord 50% WP	0.9	Sprayed on casing soil (7-10 days after casing)	22.50a	178.75a	1117.05a	4016.80a	06.19d	05.45d
Sporgon 50% WP	0.9	Sprayed on casing soil (7-10 days after casing)	23.75a	136.75c	1267.13a	3741.10a	05.22d	05.87d
Accord 50% WP	1.2	Sprayed on casing soil (7-10 days after casing)	14.25b	156.75abc	0778.55b	3724.10a	06.72d	03.39d
Accord 50% WP	0.6	Sprayed on casing soil (7-10 days after casing)	10.00bcd	162.75ab	0623.80b	3761.10a	25.06c	15.44c
Accord 50% WP	0.3	Sprayed on casing soil (7-10 days after casing)	11.75bc	099.75d	0611.78b	2426.90b	61.34b	29.86b
Accord 50% WP	1.5	Sprayed on casing soil (7-10 days after casing)	11.75bc	128.00cd	0583.68b	2693.90b	09.63cd	21.21c
Non-inoculated control	-	-	05.75cd	104.75d	0270.88c	2326.40b	59.47b	35.66b
inoculated control	-	-	03.50d	069.75e	0171.08c	1277.30c	97.63a	55.91a

* Means followed with a similar letter are not significantly different at 1% level by Duncan's multiple range test α=1%.

بحث

در این بررسی، تیمارهای اکورد پودر وتابل ۵۰ درصد به میزان ۰/۹ گرم و اسپورگون پودر وتابل ۵۰ درصد به میزان ۰/۹ گرم در متر مربع خاک پوششی نسبت به سایر تیمارها از برتری نسبی بالایی برخوردار بودند. در شرایطی که جمعیت بیمارگر کم و شرایط محیطی برای گسترش آن نامساعد است (مثل دوره‌های کشت طی فصول پاییز و زمستان)، اکورد ۰/۶ نیز می‌تواند نتیجه مطلوب داشته باشد. این مقادیر با نتایج مطالعات Gandy and Spencer (1981)

و Fletcher and Himes (1981) که به ترتیب ۱ و ۰/۶گرم پروکلراز در هر متر مربع پیشنهاد کرده‌اند، مطابقت دارد. گرچه در خصوص کنترل جدایه‌های مهاجم‌تر *L. fungicola* موجود در برخی کشورها مقادیر مصرف ۱/۵ و حتی ۳ گرم در متر مربع پروکلراز نیز پیشنهاد شده است (Maszkiewicz, 1992; Russell, 1984).

استفاده از دز بالای قارچ‌کش‌های اکورد و اسپورگون و نیز سایر قارچ‌کش‌ها در پروسه تولید قارچ خوراکی می‌تواند به شدت روی وزن و تعداد کلاهک قارچ خوراکی اثر منفی داشته باشد. چراکه میزبان (قارچ خوراکی) نیز قارچ بوده و این قارچ‌کش‌ها روی رشد رویشی و فیزیولوژی آن نیز اثر منفی دارند. لذا مصرف اکورد بیش از ۱/۲ گرم در متر مربع خاک پوششی می‌تواند عملاً منجر به کاهش عملکرد شود. این در حالی است که میزان بیماری ممکن است با افزایش دز مصرف قارچ‌کش، کاهش معنی‌داری در بر نداشته باشد.

سال اول آزمایش از فروردین ۱۳۹۰ شروع شد و زمان هوادهی و ظهور کلاهک‌ها مصادف با دمای بالای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. این دما برای ظهور کلاهک‌های قارچ خوراکی بسیار نامطلوب ولی برای رشد و گسترش بیمارگر و ناقلین بیماری از جمله مگس‌ها (که همواره در سالن‌های پرورش قارچ خوراکی وجود دارند) بسیار مناسب است (Oei, 2003). همین عامل باعث شد که در سال اول، به جای ۳ چین، یک چین محصول قارچ خوراکی (کلاهک) برداشت شده و تعداد و وزن کلاهک‌های قارچ خوراکی بسیار پایین و درصد وقوع بیماری در شاهد بدون سم‌پاشی و با آلودگی مصنوعی نزدیک صد در صد (۹۷/۶۳ درصد) باشد. سال دوم آزمایش از آذر ماه شروع شد و تا دی و اوایل بهمن ادامه داشت. در این ماه‌ها که دمای هوا پایین است، شرایط برای پرورش قارچ خوراکی بسیار مناسب می‌باشد. در عوض دمای پایین شرایط مناسبی برای ظهور و گسترش بیماری پوسیدگی خشک نیست. به همین علت وزن و تعداد کلاهک قارچ خوراکی طی سال دوم در تیمارهای سم‌پاشی شده در حد مطلوب بود. در مقابل درصد وقوع بیماری حتی در شاهد بدون سم‌پاشی و با آلودگی مصنوعی پایین بود.

از نظر تئوریکی، در بررسی‌های بیماری‌زایی و آزمایش بیمارگرکش‌ها، شاهد بدون سم‌پاشی و بدون آلودگی باید حداکثر عملکرد و کمترین بیماری را داشته باشد و بر این اساس در این آزمایش انتظار این بود که حداکثر وزن و تعداد کلاهک و حداقل درصد وقوع بیماری (در حد صفر) مربوط به شاهد بدون سم‌پاشی و بدون آلودگی باشد ولی عملا با توجه به جداول مقایسه میانگین‌ها، این شاهد دارای وزن و تعداد کلاهک کم و درصد وقوع بیماری بیشتر از انتظار می‌باشد. دلیل اصلی این است که در سالن پرورش قارچ خوراکی، از زمان ظهور سرسنجاقی‌ها (pin heads) که نهایتاً به کلاهک تبدیل می‌شوند باید هوا در چرخش باشد و در این چرخش هوا، آلودگی به طور طبیعی از کیسه‌های آلوده به کیسه‌های سالم منتقل می‌شود و چون شاهد بدون سم‌پاشی و بدون آلودگی، قارچ‌کشی در خاک پوششی ندارد لذا بیمارگر با استقرار در سطح آن بر فیزیولوژی و رشد رویشی و زایشی قارچ خوراکی اثر منفی گذاشته در نتیجه وزن و تعداد کلاهک تولیدی کم و درصد وقوع بیماری بیشتر می‌شود. بررسی مراحل پرورش قارچ خوراکی نشان داده است که در شرایط طبیعی، ۴۵ روز بعد از مصرف پروکلراز، کمتر از ۱۵ درصد ماده مؤثره آن در خاک پوششی باقی می‌ماند (Papadopulos, 2006). به همین علت، جهت بهره‌گیری از حداکثر کارایی پروکلراز در کنترل *L. fungicola*، توجه به مدیریت صحیح سالن‌های پرورش از اهمیت بالایی برخوردار است.

References:

Anonymous. 2012. Mushroom and truffles production. World Wide Web Electronic Publication. http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/*/E. [Accessed on 2013-09-19].

Bhatt, N., Singh, R. P. and van Griensven, L. J. L. D. 2000. Chemical and biological management of major fungal pathogens of *Agaricus bisporus*. 15th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi, 15-19 May, Maastricht, Netherlands, pp. 587-593.

Coutinho, L. N., Kruppa, P. C. and Figueiredo, M. B. 2000. Fungicides action on mycelial growth of *Verticillium fungicola*, dry bubble causal agent of edible mushrooms (*Agaricus bisporus* and *Agaricus bitorquis*). *Summa Phytopathologica*. 26: 368-373. (In Portuguese with English Summary).

Fletcher, J. T. and Hims, M. J. 1981. Dry bubble disease control. *Mushroom Journal*. 100: 138.

Fletcher, J. T., Hims, M. J. and Hall, R. J. 1983. The control of bubble diseases and cobweb disease of mushrooms with prochloraz. *Plant Pathology*. 32: 123-131.

Fletcher, J. Y. and Yarham, D. J. 1976. The incidence of benomyl tolerance in *Verticillium fungicola*, *Mycogone perniciosa* and *Hypomyces rosellus* in mushroom crops. *Annals of Applied Biology*. 84: 343-353.

Gandy, D. G. and Spencer, D. M. 1981. Fungicide evaluation for control of dry bubble, caused by *Verticillium fungicola* on commercial mushroom strains. *Scientia Horticultura*. 14: 107-115.

Gandy, D. G., Spencer, D. M. and Bisset, P. 1981. Control of dry bubble *Verticillium fungicola* by fungicides. Investigations into biological control of *V. fungicola*. False truffle disease of the edible mushroom. 1979 Annual Report of the Glasshouse Crops Research Institute, 145- 148. Littlehampton, Sussex, U.K.

Gea, F. J., Navarro, M. J. and Tello, J. C. 2005. Reduced sensitivity of the mushroom pathogen *Verticillium fungicola* to prochloraz - manganese *in vitro*. *Mycological Research*. 109: 741-745.

Gea, F. J., Tello, J. C. and Honrubia, M. 1997. *In vitro* sensitivity of *Verticillium fungicola* to selected fungicides. *Mycopathologia*. 136: 133-137.

H. M. and Gaze, R. H. 2000. Fungicide resistance among *Cladobotryum* spp., causal agents of cobweb disease of the edible mushroom, *Agaricus bisporus*. *Mycological Research*. 104: 357-364.

Grogan, H.M., Keeling, C. and Jukes, A.A. 2000. *In vivo* response of the mushroom pathogen *Verticillium fungicola* (dry bubble) to prochloraz-manganese. Proceedings of Brighton Crop Protection Conference - Pests and Diseases 2000, pp. 273-278.

Jhune, C. S., Kim, G. P. and Cha, D.Y. 1991. Studies on the chemical control of *Mycogone perniciosa* Magn. in cultivation of mushroom *Agaricus bisporus* (Lang.) Sing. *Korean Journal of Mycology*. 19: 85-90.

Khabbaz Jolfaee, H. 2004. Study on the chemical control of wet bubble disease of *Agaricus bisporus*. Final Report of Research, 31 pp., Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran, (In Persian with English Summary).

Khabbaz Jolfaee, H. and Morad Ali, M. F. 2000. Applied Cultivation of Mushroom-Identification and Control of Diseases and Pests. Agricultural Sciences Press, Tehran, Iran, 207 pp. (In Persian with English Summary).

Maszkiewicz, J. 1992. Suitability of Sporgon 50 WP and fundazol 50 WP for the control of mushroom wet bubble disease. *Biuletyn Warzymiczy*. 39: 181-185. (In Polish with English Summary)

Oei, P. 2003. Mushroom Cultivation, Backhuys Publishers Leiden, The Netherlands, 429 pp.

Papadopoulos, G. 2006. The fate of prochloraz in mushroom casing. Ph.D. Thesis, University of Reading, UK.

Romaine, C. P. D, Royse, D. J. and Schlagnhaufer, C. 2005. Super pathogenic Trichoderma resistant to Topsin M found in Pennsylvania and Delaware. *Mushroom News*. 53: 6-9.

Russell, P. 1984. Sporogon on mushrooms. *Mushroom Journal*. 141: 299-300.

Tomlin, C. D. D. 2006. The pesticide manual: a world compendium, 14th edition. The British Crop Protection Council. 1349 pp.

Tu, C. C., Liao, Y. M., Grabbe, K. and Hilber, O. 1989. Major diseases of cultivated mushroom and their control in Taiwan. *Mushroom Science*. 12: 615-626.

Zaayen, A. Van. 1983. Procholoraz (Sporogon), a new fungicide in mushroom culture. *Champignon Cultuur*. 27: 163-167. (In Dutch with English Summary)

Zaayen, A. Van and Van Adrichem, J. C. J. 1982. Procholoraz for control of fungal pathogens of cultivated mushrooms. *Netherlands Journal of Plant Pathology*. 88: 203-213.

Zare, R. and Gams, W. 2008. A revision of the *Verticillium fungicola* species complex and its affinity with the genus *Lecanicillium*. *Mycological Research*. 112: 811-824.