

<https://dx.doi.org/10.22034/arpp.2023.16374>**تاثیر تیمار بذر با قارچکش‌های مختلف در کنترل بیماری‌های فوزاریومی ذرت**حسن مومنی^{۱*}، حسین براری^۲، حجت الله ربانی نسب^۳، همایون کاظمی^۱، حسین کربلایی خیای^۴

^۱بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. ^۲بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران. ^۳بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران. ^۴بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران. h.momeni@areeo.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۸ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۱/۲۲ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۰۱

چکیده

به منظور ارزیابی کارایی مدیریت شیمیایی بیماری‌های فوزاریومی ذرت، تحقیق حاضر با استفاده از هشت قارچکش شامل کربوکسین-تیرام (ویتاواکس تیرام، ۷۵٪ WP) به عنوان قارچکش مرجع، دیفنوکانازول (دیویدند ۳٪ FS)، تبوکونازول (راکسیل ۲٪ DS)، آزوکسی استروبین + دیفنوکانازول (ارتیواتاپ ۳۲.۵٪ SC)، تریفلوکستروبین (فلینت ۵۰٪ WG)، پروتیوکونازول + تبوکونازول (لاماردور ۴۰٪ FS)، فلودیوکسونیل + متالاکسیل ام (ماکسیم ایکس ال ۳.۵٪ FS) و آزوکسی استروبین + متالاکسیل ام (یونیفرم ۴۴.۶٪ SE) در سه فاز آزمایشگاه، اتاقک رشد و مزرعه انجام شد. کلیه قارچکش‌های مورد استفاده در این تحقیق در اغلب شاخص‌های مورد بررسی نسبت به شاهد بدون استفاده از قارچکش عملکرد و کارایی موثر و معنی‌داری در کنترل بیماری‌های *Fusarium* ذرت از خود نشان دادند و کاربرد آنها به صورت ضدعفونی بذور ذرت قبل از کشت توصیه می‌گردد. در بررسی‌های آزمایشگاهی موثرترین قارچکش‌ها نسبت به قارچکش مرجع کربوکسین-تیرام، ماکسیم و راکسیل بودند. موثرترین قارچکش‌ها در ارزیابی‌های اتاقک رشد، ماکسیم، لاماردور، ارتیواتاپ و دیویدند بودند که هر کدام در یک یا چند صفت نسبت به قارچکش مرجع کارایی موثرتری از خود نشان دادند. در بررسی‌های مزرعه‌ای در استان گلستان، قارچکش‌های ماکسیم، یونیفرم و ارتیواتاپ (به ترتیب با ۹۳/۹، ۹۱/۴ و ۸۸/۲ درصد کنترل)، در استان اردبیل ماکسیم و لاماردور (به ترتیب با ۵۱/۵ و ۴۱/۷ درصد کنترل) و در استان مازندران لاماردور و راکسیل (به ترتیب با ۵۴/۴ و ۴۳/۵ درصد کنترل) نسبت به شاهد آلوده برتری داشته و نسبت به قارچکش مرجع نیز در اغلب صفات کارایی بهتری از خود نشان دادند.

کلمات کلیدی: مدیریت، کنترل شیمیایی، ضدعفونی بذر، بیمارگر

The effect of seed treatment with different fungicides in controlling *Fusarium* diseases of cornHassan Momeni^{1*}, Hossein Barari², Hojjatollah Rabbaninasab³, Homayoon Kazemi¹, Hossein Karbalaee Khiavi⁴

¹Plant diseases Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran. ²Plant Protection Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Sari, Iran. ³Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Golestan, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Gorgan, Iran. ⁴Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Ardabil, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ardabil, Iran. h.momeni@areeo.ac.ir

Received: 8 January 2023

Revised: 11 February 2023

Accepted: 20 February 2023

Abstract

In order to evaluate the effectiveness of chemical control in the management of *Fusarium* diseases of corn, the present study was conducted using eight fungicides including Carboxin-Tiram (Vitavax -Tiram, 75% WP) as reference fungicide, Difenconazole (Dividend DS 3%), Tebuconazole (Raxil DS 2%), Azoxystrobin + Difenconazole (Ortiva Top SC 32.5%), Trifloxystrobin (Flint WG50%), Prothioconazole + Tebuconazole (Lamardur FS40%), Fludioxonil + Metaxyl M (Maxim XL FS) and Azoxystrobin + Metalaxyl M (Uniform SE 44.6 %) in three phases: laboratory, growth chamber and field. According to the results, all fungicides used in this research showed significant performance and effectiveness in control of *Fusarium* corn diseases compared to check in most of the traits evaluated, and application of them recommended as seed treatment before planting. In laboratory, Maxim and Raxil were considered as the most effective fungicides comparing the reference fungicide, Carboxin-Tiram. The most effective fungicides in growth chamber were Maxim, Lamardur, Ortivatop and Dividend, each of which showed higher efficiency than the reference fungicide in one or more traits. In field investigations in Golestan province, Maxim, Uniform and Ortivatop (with 93.9, 91.4 and 88.2% of check, respectively), in Ardabil province Maxim and Lamardur (with 51.5 and 41.7 % of check, respectively) and in Mazandaran province, Lamardur and Raxil (with 54.4% and 43.5% of check, respectively) were more effective compared with the infected control and showed better efficiency than the reference fungicide in most traits.

Key words: Management, Chemical control, Seed disinfection, Pathogen**How to cite:**

Momeni H, Barari H, Rabbaninasab H, Kazemi H, Karbalaee Khiavi H, 2023. The effect of seed treatment with different fungicides in controlling *Fusarium* diseases of corn. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 12 (3): 335-350.

مقدمه

بیماری‌های ایجاد شده توسط گونه‌های مختلف *Fusarium* موجب ایجاد پوسیدگی بذر، مرگ گیاهچه، پوسیدگی ساقه و نیز پوسیدگی بلال ذرت می‌شوند. برخی از گونه‌های *Fusarium* از جمله گونه *F. verticillioides* (Saccardo) Nirenberg قادرند در تمام مراحل رشد گیاه ذرت از بذر تا تولید بلال ایجاد آلودگی کنند. در خصوص ذرت گاهی چندین گونه با هم که در خاک یا بذور آلوده وجود دارند، موجب یک عارضه واحد از جمله پوسیدگی بذر و ریشه می‌شوند و تفکیک عامل دقیق بیماری مشکل است (Kabeere et al. 1997; Cotton & Munkvold, 1998; Lanubile et al. 2017).

گونه‌های مختلف *Fusarium* موجب آلودگی‌های بذور ذرت بخصوص در مناطق تولید بذر شده و همواره خسارت کمی و کیفی زیادی به این محصول وارد می‌کنند. هر چند گونه‌های متعدد *Fusarium* در کشور جداسازی و معرفی شده است (Chehri et al. 2010; Darvishnia et al. 2023) ولی چهار گونه اصلی *Fusarium* بیماری‌زا در ذرت‌کاری‌های ایران شامل *F. verticillioides* (Matsush.) Nirenberg، *F. proliferatum* (Wolenweber & Reinking) و *F. subglutinans* (Wolenweber & Reinking) *graminearum* Schwabe می‌باشند که مهمترین و گسترده‌ترین آنها در کشور گونه *F. verticillioides* می‌باشد (Momeni & Nazari 2016; Rezaei et al. 2023). این گونه در بسیاری از مناطق ذرت‌خیز دنیا نیز شیوع دارد (Omotayo & Babalola 2023). پوسیدگی ریشه و مزوکوتیل ذرت جزو بیماری‌های ابتدای فصل بوده که بلافاصله بعد از جوانه‌زنی بذر اتفاق می‌افتد و به دلیل آلودگی گیاهچه‌های ذرت با گونه‌های *Fusarium* تراکم اندک گیاه در مزرعه و کاهش عملکرد اتفاق می‌افتد (White et al. 1999). میزان مرگ گیاهچه در محصولات زراعی بین پنج تا ۸۰ درصد می‌باشد (Lamichhane et al. 2017). علاوه بر کاهش عملکرد از نظر بهداشتی نیز آلودگی به زهرابه‌های قارچی حاصل از عوامل این بیماری برای دام و انسان خطرناک است (Munkvold, 2003). در منطقه کمربند ذرت در آمریکا، گونه‌های *Fusarium* عامل بیماری از ۴۶٪ بذور فاقد علائم در زمان برداشت جداسازی شده است (Munkvold & Stahr 1994). وقوع گونه *F. verticillioides* بذرزداد در مزارع تجاری تولید بذر در مناطق مختلف برزیل بین هشت تا ۵۷٪ گزارش شده است (Goulart & Fialho 1999).

بذور آلوده در جابجایی عامل بیماری از منطقه آلوده به مناطق عاری از بیماری نقش اصلی را بر عهده دارند. هر چند به

دلیل بقایازاد بودن گونه‌های قارچ، حفظ بقایای آلوده در مزرعه نقش مهمی در دوام و بقای بیماری و گسترش آن دارد. با عنایت به اینکه تاکید اصلی در کشاورزی پایدار بر حفظ بقایا، پرهیز از شخم و جلوگیری از فرسایش خاک در قالب کشاورزی حفاظتی است، لذا در صورت وجود این بقایای آلوده و علف‌های هرز میزبان عامل بیماری حداقل در برخی سال‌ها شاهد افزایش بروز بیماری - های بقایازاد از جمله بیماری‌های *Fusarium* ذرت خواهیم بود (Craven & Nel 2017). البته تعادل میکروبی خاک به تدریج در جهت مدیریت بیماری می‌باشد و چنانچه سناریوهای مناسب تناوب در بستر کشاورزی حفاظتی اجرا شود بعد از استقرار مناسب میکروارگانیسم‌های مفید خاک، به تدریج از میزان آلودگی کاسته خواهد شد (Sturz et al. 1997; Page et al. 2013).

یکی از روش‌های اصلی مدیریت بیماری‌های *Fusarium* ذرت ممانعت از تنش‌های محیطی بخصوص تنش خشکی است (Pfardt et al. 2020). گیاه آلوده حتما در دوره‌هایی از رشد تحت تنش رطوبتی قرار می‌گیرد. البته تنش‌های مربوط به کمبود و بیش بود عناصر غذایی که با کاربرد نادرست کودها اتفاق می‌افتد، در میزان شیوع بیماری تاثیرگذار است. پرهیز از کشت در زمین - های دارای خاک متراکم و زه‌کشی مناسب زمین در مدیریت بیماری نقش دارد (Pfardt et al. 2020).

ضدعفونی بذور با قارچکش‌ها علیه تمام گونه‌های فوزاریوم بطور یکسان عمل نمی‌کند (Ocamb & Kommedahl 1994; Shin et al. 2014). بیشتر قارچکش‌های ضدعفونی بذر ذرت متعلق به گروه‌های آزول‌ها، فتالیمیدها، بنزیمیدازول‌ها، استروبیلورین‌ها و فنیل پیرول‌ها هستند. قارچکش‌های سیستمیک در گروه‌های متیل بنزیمیدازول کاربامات‌ها (MBC) که به عنوان بنزیمیدازول‌ها هم شناخته می‌شوند، استروبیلورین‌ها (Quinone outside inhibitors یا QoI) و مهارکننده‌های دمتیلاسیون (DMI) یا تریازول‌ها قرار دارند. قارچکش‌ها در این گروه‌ها قادر به نفوذ به پوشش بذر ذرت، به اندوسپرم، جنین، کولئوپتیل، ریشه‌چه و انتقال به آوند چوب هستند. برخی قارچکش‌های سیستمیک (پروکلراز، تیابندازول) خصوصیات ریشه‌کشی (eradicant) دارند و می‌توانند توسعه آلودگی را متوقف کنند (Boyacioglu et al. 1992; Masiello et al. 2019). طبق بررسی‌های Vanova et al. (2004) ترکیبی از قارچکش‌های آزول شامل تبوکونازول یا متکونازول و یا مخلوطی از متکونازول، فاموکسادون و فلوزیلازول موجب کاهش میزان مایکوتوکسین در مزرعه جو مبتلا به گونه‌های فوزاریوم

گردید (Vanova et al. 2004). طبق بررسی‌های Paul et al. (2011)، تیمارهای مختلف قارچکش اثرات متفاوتی روی میزان افزایش عملکرد هیبریدهای ذرت داشتند، به‌طوری‌که افزایش عملکرد بیشتری در مورد ترکیب دو قارچکش پروپیکونازول (Propiconazole) و تری‌فلوکسی‌استروبین (trifloxystrobin) مشاهده شد (Paul et al. 2011). طبق بررسی‌های Broders et al. (2007)، گونه‌های *Pythium* بیماری‌زا در ذرت درجات متفاوتی از حساسیت را نسبت به قارچکش‌های مختلف نشان دادند و این بیانگر آن است که زمانیکه این قارچکش‌ها بصورت جداگانه و منفرد استفاده می‌شوند، ممکن است قادر نباشند از آلودگی تمام گونه‌های *Pythium* در خاک جلوگیری کنند. طبق ارزیابی‌های صورت گرفته توسط Capo et al. (2020)، استفاده از قارچکش‌های فلودیوکسونیل، متالاکسیل‌ام، آزوکسی‌استروبین و تیابندازول بصورت ضدعفونی بذرها قبل از کاشت موجب پایداری بهتر گیاهچه‌های ذرت، بهبود وضعیت رشدی گیاه و عملکرد مناسب‌تر گیاه شد. عدم مدیریت بیماری حاصل از گونه‌های قارچی *F. verticillioides* و *F. graminearum* رشد و جمعیت گیاه ذرت را در مزرعه کاهش می‌دهد. در بررسی که توسط Acharya et al. (2018) انجام شد، مشخص گردید که استفاده از قارچکش‌هایی از قبیل متالاکسیل، پیراکلوس‌تروبین، فلودیوکسونیل و ایپکونازول در تلفیق با گیاه پوششی چاودار تاثیر مهمی در مدیریت بیماری‌های ایجاد شده توسط گونه‌های قارچی *Fusarium*، *Pythium* و *Rhizoctonia* در ذرت دارد.

مواد و روش‌ها

انتخاب جدایه‌های قارچی

چهار جدایه متعلق به گونه‌های اصلی *Fusarium* بیماری‌زا در مزارع ذرت ایران از میان جدایه‌های موجود در موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور که حاصل تحقیقات قبلی است، انتخاب گردید. طبق ارزیابی‌های مقدماتی جدایه‌های FS36 (متعلق به گونه *F. subglutinans*)، FP10 (متعلق به گونه *F. proliferatum*)، FV11 (متعلق به گونه *F. verticillioides*)، و FG124 (متعلق به گونه *F. graminearum*) که بیماری‌زایی آن‌ها اثبات شده بود، برای انجام آزمایشات کارایی قارچکش‌ها در این تحقیق استفاده شد.

انتخاب قارچکش‌ها

در این تحقیق قارچکش‌های جدید و مناسب ضدعفونی بذرها استفاده شدند. دوز مورد استفاده طبق توصیه شرکت سازنده و تیمارها شامل کاربوکسین-تیرام به عنوان قارچکش مرجع،

برای مدیریت این بیماری راه کارهای مختلفی وجود دارد که هر کدام مزایا و معایبی دارند. یکی از این روش‌ها استفاده از عوامل کنترل بیولوژیک است. در این خصوص رایزوباکتری‌ها و قارچ‌های تقویت کننده رشد گیاه (PGPR و PGPF) می‌توانند بصورت پایدار در مدیریت بیماری‌های خاک‌زاد نقش داشته باشند (Saravanakumar et al. 2017). استفاده از این راهکار به دلیل عدم استقرار تکنولوژی، در پهنه وسیع مناطق ذرت‌کاری کشور برای مدیریت بیماری در کوتاه‌مدت میسر نیست. سایر روش‌ها از جمله آفتاب‌دهی خاک (soil solarization) (Arie 2019) در بسیاری از مناطق ذرت‌کاری کشور از جمله مناطق شمال و شمال غرب کشور امکان‌پذیر نیست. در خصوص استفاده از ارقام مقاوم نیز در کشور محدودیت‌های جدی وجود دارد. متأسفانه محدودیت ژرم پلاسما در کشور وجود دارد و از طرف دیگر ماهیت بیماری و قارچ به نحوی است که استقرار مقاومت در برابر تعداد زیادی از ژن‌های غیراصلی عملاً کار سخت و وقت‌گیری است. هرچند در برخی از مراکز دنیا روی QTL‌ها کارهایی انجام شده

دیفنوكونازول، تبوكونازول، آزوكسى استروبین + دیفنوكونازول، فلودیوکسونیل + متالاکیل + آزوكسى استروبین + متالاکیل تریفلوکسی استروبین، پروتیوكونازول + تبوكونازول، ام بودند (جدول ۱).

جدول ۱. مشخصات قارچکش های مورد استفاده برای کنترل بیماری های فوزاریوم ذرت.

Table 1. Characteristics of fungicides used to control corn *Fusarium* diseases.

Common name	Trade name	Formulation	Dosage
Carboxin Thiram	Vitavax thiram	WP 75%	250 g per 100 kg corn seed
Difenoconazole	Dividend	FS 3%	100ml per 100 kg corn seed
Tebuconazole	Raxil	DS 2%	200 g per 100 kg corn seed
Azoxystrobin+ Difenoconazole	OrtivaTop	SC 32.5%	100ml per 100 kg corn seed
Trifloxystrobin	Flint	WG 50%	20 g per 100 kg corn seed
Prothioconazole+ Tebuconazole	Lamardor	FS 40%	15ml per 100 kg corn seed
Fludioxonil+Metalaxil M	Maxin XL	FS 3.5%	100ml per 100 kg corn seed
Azoxystrobin+Metalaxil M	Uniform	SE 44.6%	100ml per 100 kg corn seed

گرفته شد که دارای ریشه چه بیش از پنج میلی متر بود. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی برای هر جدایه و هر تیمار قارچکش با سه تکرار انجام شد. از نرم افزار SAS v.9.4 برای آنالیز داده ها استفاده شد (Munkvold & Omara 2002).

ارزیابی کارایی قارچکش ها در اتاقک رشد

ابتدا زادمایه چهار جدایه *Fusarium* متعلق به چهار گونه مختلف طبق روش Desjardin et al. (1995) با تغییراتی تولید شد. بدین منظور بذور گندم داخل کیسه هایی در ۱۲۱ درجه سلسیوس در دو روز پیاپی اتوکلاو شدند. سپس هر کیسه با گذاشتن ۱۰ قطعه از هر گونه قارچ به قطر نیم سانتی متر مایه زنی شدند. کیسه ها در تاریکی و دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ روز نگهداری شدند و هر روز محتویات کیسه مخلوط گردید. سپس بذور مایه زنی شده به مدت یک هفته خشک و در نهایت آسیاب شد.

بذور ذرت هیبرید تیمار شده با قارچکش مثل مرحله ارزیابی در تشتک پتری تهیه شد و در داخل هر یک از گلدان های کوچک یک اندازه با قطر دهانه هشت سانتی متر که با خاک استریل پر شده بودند، هفت عدد بذور هیبرید قرار گرفت. روی بذور با سه سانتی متر از زادمایه جدایه های قارچ *Fusarium* که معادل شش گرم بود، پوشانده شد. شاهد شامل بذور بدون تیمار با قارچکش بود که در گلدان های دارای زادمایه جدایه های مختلف قارچ قرار گرفت. تیمارها با چهار تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی اعمال شدند. گلدان ها بصورت تصادفی در اتاقک رشد در دمای ۲۲ درجه سلسیوس با ۵۰ درصد رطوبت نسبی و تناوب نوری دوازده ساعته قرار گرفتند. ظهور گیاهچه ها بعد از ۲۰ روز مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین صورت که گیاهچه ها از گلدان خارج و شسته شدند. طول ریشه اندازه گیری و سلامت ریشه ها طبق معیار ۱ تا

تیمار بذور ذرت با قارچکش

بذور ذرت هیبرید ۷۰۴ با قرار دادن در آب ۶۰ درجه سلسیوس به مدت پنج دقیقه ضدعفونی شدند. یک تیمار شاهد صرفاً با اعمال دمای ذکر شده و بدون ضدعفونی با قارچکش منظور شد. برای سایر تیمارهای قارچکشی محلول آبی هر کدام از قارچکش ها طبق توصیه شرکت سازنده قارچکش تهیه شد و ۵۰ گرم بذر هیبرید ذرت توسط هر یک از قارچکش ها تیمار شد؛ بدین صورت که داخل یک ارلن ۱۲۵ میلی لیتری که بخوبی مسدود شده بود، مخلوط بذور و قارچکش را به مدت پنج دقیقه با دقت هم زده تا قارچکش بصورت یکنواخت در سطح بذور قرار گیرد. (Rodriguez-Brljevich 2008).

ارزیابی کارایی قارچکش ها در آزمایشگاه

بدین منظور ابتدا محیط کشت های سیب زمینی دکستروز آگار (PDA) با هر یک از چهار جدایه متعلق به گونه های قارچ *Fusarium* کلونیزه گردید. به منظور ممانعت از رشد باکتری، سولفات استرپتومایسین (به میزان ۲۰۰ پی پی ام) به محیط کشت ها اضافه شد. برای این منظور ابتدا هر جدایه قارچ در محیط CLA (Carnation Leaf Agar) کشت داده شد و پس از اسپوردهی قارچ در این محیط، سوسپانسیون اسپور به اندازه ۱۰^۶ اسپور در هر میلی لیتر آب تهیه و در سطح محیط کشت PDA پخش گردید. محیط کشت ها به مدت چهار روز در تاریکی و دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند تا سطح آگار کاملاً توسط قارچ کلونیزه گردید (Munkvold & Omara 2002)، سپس بذور تیمار شده با قارچکش در سطح محیط کشت قرار گرفتند و به مدت دو هفته در تاریکی قرار داده شدند. ارزیابی کارایی تیمارها با اندازه گیری درصد جوانه زنی بذور، طول قسمت هوایی و طول ریشه چه بذور جوانه زده انجام شد. بذر جوانه زده، بذری در نظر

نتایج

ارزیابی نتایج در سه مرحله داخل محیط کشت حاوی پرگنه چهار گونه قارچ *Fusarium* داخل اتاقک رشد و در مزرعه انجام گرفت. در بررسی‌های محیط کشت و اتاقک رشد ارزیابی‌ها با تفکیک گونه‌های مختلف قارچ *Fusarium* و با هدف تاثیر قارچکشی‌ها روی هر یک از گونه‌ها انجام گرفت. در بررسی‌های مزرعه‌ای با توجه به آلودگی طبیعی مزارع در سه استان مورد ارزیابی از یک طرف و از طرف دیگر استفاده از بذور آلوده جمع‌آوری شده از مناطق مستعد بیماری، امکان تفکیک گونه‌ها در مزرعه برای ارزیابی فراهم نبود. بنابراین بررسی کارایی اثر قارچکشی‌ها در این مرحله بیانگر میزان کنترل‌کنندگی آنها روی کل *Fusarium* بیماری‌زای ذرت بود، ولی در مرحله محیط کشت و اتاقک رشد کنترل‌کنندگی روی هرگونه *Fusarium* بصورت مجزا ارزیابی شد.

ارزیابی نتایج در آزمایشگاه

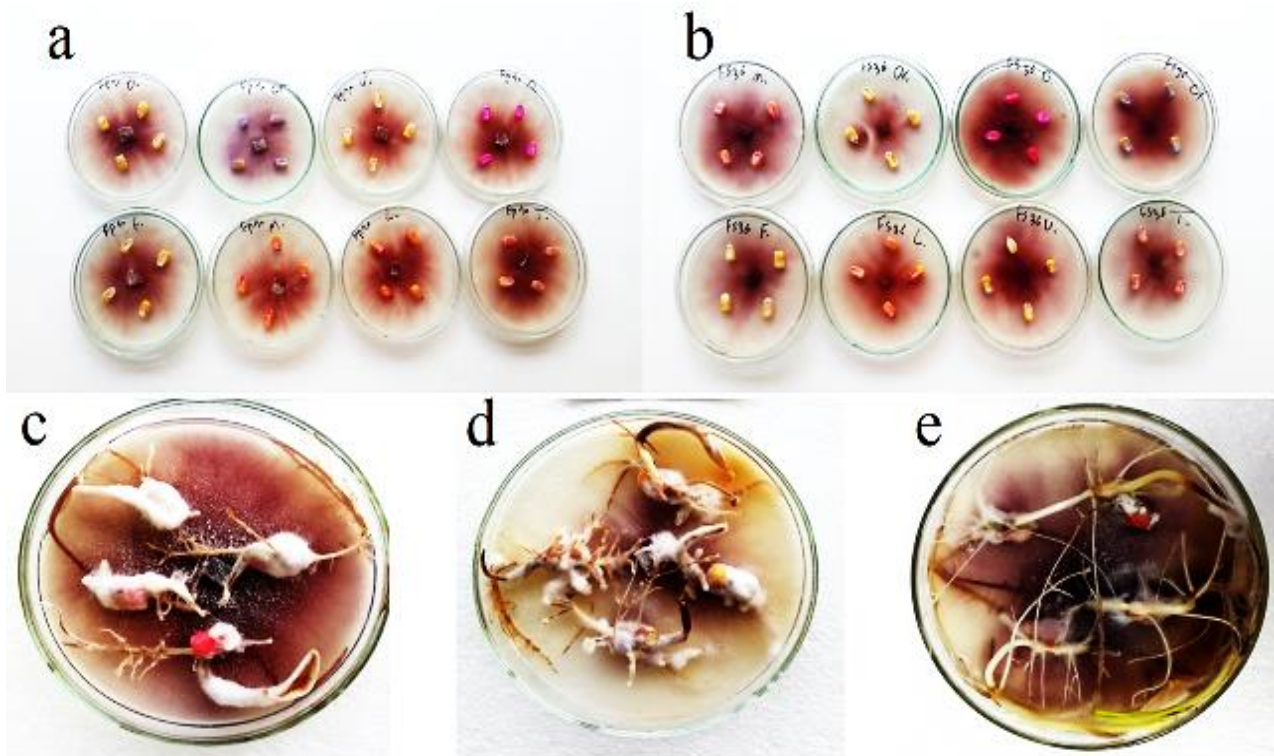
هدف از انجام این مرحله ارزیابی کارایی قارچکشی‌ها روی محافظت بذر در برابر چهار گونه اصلی قارچ *Fusarium* بیماری‌زا بود که در درون تشک‌های پتری حاوی محیط کشت انجام گرفت (شکل ۱). نتایج آماری صفات مورد ارزیابی شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات به ترتیب در جداول ۲ و ۳ منعکس شده است. طبق جدول ۳ در ارزیابی‌های صورت‌گرفته در مورد *F. subglutinans* در هر سه خصوصیت مورد ارزیابی شامل درصد جوانه‌زنی، طول قسمت هوایی و طول ریشه، تیمارهای قارچی نسبت به شاهد در گروه‌های جداگانه‌ای قرار گرفتند و کارایی بهتری داشتند. در این میان قارچکشی ماکسیم از نظر درصد جوانه‌زنی و میزان طول ریشه بهترین کارایی را داشت و قارچکشی راکسیل از نظر طول قسمت هوایی کارایی بهتری نسبت به سایر قارچکشی‌ها از خود نشان داد. در سه گونه دیگر قارچی کارایی قارچکشی ماکسیم در هر سه صفت مورد مطالعه بهتر از سایر قارچکشی‌ها بود، هر چند کلیه قارچکشی‌های مورد ارزیابی نسبت به شاهد بدون استفاده از قارچکشی، کارایی معنی‌دار و مثبتی در کنترل بیماری داشتند.

۵ ارزیابی شدند (Munkvold & Omara 2002; Da Silva et al. 2016) بطوری که: (۱) ریشه‌های جانبی به خوبی توسعه پیدا کرده و ریشه علایم پوسیدگی کم و ناچیز نشان دادند؛ (۲) ریشه‌های جانبی به خوبی توسعه پیدا کرده و کمتر از ۲۰ درصد ریشه علایم پوسیدگی نشان دادند؛ (۳) ریشه‌های جانبی کاهش پیدا کرده و بین ۲۰ تا ۴۰ درصد ریشه علایم پوسیدگی نشان دادند؛ (۴) ریشه‌های جانبی کم پشت و پراکنده و بیش از ۴۰ درصد ریشه علایم پوسیدگی نشان دادند. (۵) فاقد ریشه‌های جانبی و بیش از ۶۰ درصد ریشه علایم پوسیدگی نشان دادند.

کل گیاه نیز در دمای ۱۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت درون آون خشک و سپس وزن خشک گیاه جهت مقایسه تیمارها اندازه‌گیری شدند. آنالیز واریانس بر اساس داده‌های مربوط به درصد جوانه‌زنی، طول ریشه و قسمت هوایی، وزن خشک گیاه و شاخص آلودگی ریشه به دست آمد. از نرم افزار SAS v.9.4 برای آنالیز داده‌ها استفاده شد.

ارزیابی کارایی قارچکشی‌ها در مزرعه

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آزمایشی درسه استان مازندران، گلستان و اردبیل انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل بذور ذرت هیبرید ۷۰۴ آلوده به *Fusarium* بود که به تفکیک با قارچکشی‌های مختلف این تحقیق تیمار شده بود. این بذور طی سنوات قبل از بلال‌های ذرت آلوده به بیماری جداسازی شده بود و قبل از استفاده در این تحقیق جهت اطمینان بیشتر، آلوده بودن آنها با کشت روی محیط کشت بررسی گردید. بذور تیمار شده در کرت‌های آزمایشی شامل پنج خط هفت متری به فاصله خطوط ۷۵ سانتی‌متر با فاصله بین بذور ۲۰ سانتی‌متر، کشت شدند. تیمارها در طول فصل رشد از نظر آلودگی به بیماری مرتباً رصد شد و یادداشت‌برداری‌های لازم انجام گرفت (Rodriguez-Brljevech 2008) میانگین درصد آلودگی، میانگین وزن هزار دانه، میانگین تعداد ردیف در بلال در هر تیمار، میانگین تعداد دانه در هر ردیف بلال در هر تیمار و نهایتاً عملکرد دانه در هکتار برای هر تیمار محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم افزار SAS v.9.4 انجام شد.



شکل ۱. ارزیابی کارایی قارچ‌کش‌های مختلف برای محافظت از بذر ذرت در برابر فوزاریوم‌های ذرت در تشتک پتری حاوی پرگنه‌های مختلف قارچ‌های *Fusarium* a و b) بذور تیمار شده با قارچ‌کش‌های مختلف در محیط کشت PDA حاوی پرگنه قارچ *F. proliferatum* (a) و *F. subglutinans* (b) قرار گرفته‌اند. c، d و e) جوانه‌زدن بذور تیمار شده با قارچ‌کش دیویدند (c)، قارچ‌کش ماکسیم (d) و قارچ‌کش راکسیل (e) و تولید ریشه و قسمت هوایی در تشتک پتری‌های حاوی محیط کشت قارچ *F. subglutinans* (c و e) و *F. verticillioides* (d).

Figure 1. Evaluating the effectiveness of different fungicides to control corn diseases in Petri medium containing different strains of *Fusarium* fungi. a and b) Seeds treated with different fungicides were placed in PDA culture medium containing *F. proliferatum* (a) and *F. subglutinans* (b). c, d and e) Germination of seeds treated with fungicide Dividend (c), Maxim (d) and Raxil and root and aerial part production in Petri dishes containing *F. subglutinans* (c and e) and *F. verticillioides* (d).

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در بررسی کارایی قارچ‌کش‌ها به منظور کنترل بیماری ذرت ناشی از قارچ *Fusarium* شامل گونه‌های *F. verticillioides*، *F. proliferatum*، *F. graminearum*، *F. subglutinans* در تشتک پتری حاوی محیط کشت قارچ.

Table 2. Variance analysis of traits evaluated in the study of the efficacy of fungicides to control *Fusarium* disease of corn caused by *F. subglutinans*, *F. graminearum*, *F. proliferatum* and *F.m verticillioides* species in Petri dishes containing fungal culture medium.

Source of variations	Df	MS											
		<i>Fusarium verticillioides</i>			<i>Fusarium subglutinans</i>			<i>Fusarium graminearum</i>			<i>Fusarium proliferatum</i>		
		¥a	¥b	¥c	¥a	¥b	¥c	¥a	¥b	¥c	¥a	¥b	¥c
Repeat	2	0.13	0.94	0.27	1.88	0.33	0.33	1.89	0.59	0.32	2.30	2.05	0.26
Treatment	8	15.78	2.91	5.51	13.28	2.49	3.51	13.87	7.83	7.37	18.16	4.06	4.08
Error	16	2.51	0.29	1.26	1.63	0.77	1.19	1.74	0.79	0.54	1.56	0.39	0.48
F value	-	6.26*	9.95*	4.3 *	*	3.22*	2.9 *	7.99*	9.89*	13.67*	11.67*	10.14*	8.49*
CV (%)	-	21.68	16.23	32.37	8.16	18.37	24.71	34.01	20.22	22.08	18.54	18.99	22.89

¥ Data transformation was done using the formula $\sqrt{X + 0.5}$ *: Significant at level of 5%; a Seed germination, b Length of aerial part, c Root length.

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی در آزمایش تاثیر تیمار بذور با قارچکشی‌ها در محیط کشت‌های آلوده به چهار گونه قارچ *Fusarium* شامل *F. verticillioides* و *F. proliferatum* *F. graminearum* *F. subglutinans*

Table 3. Mean comparison of traits evaluated in testing the effect of seed treatment with fungicides in culture media infected with four species of *Fusarium*, including *F. subglutinans*, *F. graminearum*, *F. proliferatum* and *F. verticillioides*.

	<i>Fusarium subglutinans</i>			<i>Fusarium proliferatum</i>		
	a*	b	c	a	b	c
Uniform	58.33±8.33 ^{bc}	13.67±3.48 ^a	9.33±2.96 ^{bc}	58.33±8.33 ^{ab}	12±2.08 ^{ab}	9.33±4.00 ^b
Vitavax/Thirm	41.67±8.33 ^c	11.33±2.33 ^a	9.33±4.00 ^{bc}	33.33±8.33 ^b	8.67±0.88 ^b	8±1.00 ^b
Raxil	75±14.43 ^{ab}	20.33±6.23 ^a	14.33±5.21 ^{ab}	50±13.82 ^b	21.67±6.01 ^a	12.67±1.45 ^b
OrtivaTop	50±0.00 ^{bc}	17±3.79 ^a	8.33±3.33 ^{bc}	50±14.43 ^b	14.67±5.17 ^{ab}	8.33±1.67 ^b
Lamardor	41.67±7.22 ^c	14.33±2.96 ^a	10±4.00 ^{bc}	41.67±14.43 ^b	12.33±3.93 ^{ab}	6.67±1.67 ^b
Flint	66.67±8.33 ^{ab}	12.67±2.67 ^a	12.67±2.67 ^{ab}	50±0.00 ^b	9.33±0.67 ^b	7±0.00 ^b
Dividend	41.67±8.33 ^c	10±0.00 ^a	8.33±2.40 ^{bc}	66.67±8.33 ^{ab}	14±4.51 ^{ab}	13±6.00 ^b
Maxim	91.67±8.33 ^a	19±5.03 ^a	30.33±9.94 ^a	91.67±8.33 ^a	21.67±3.33 ^a	26.67±3.33 ^a
Control	0.00±0.00 ^d	0±0.00 ^b	0±0.00 ^c	0±0.00 ^c	0±0.00 ^c	0±0.00 ^c

	<i>Fusarium verticillioides</i>			<i>Fusarium graminearum</i>		
	a	b	c	a	b	c
Uniform	75±0.00 ^{ab}	14.33±2.33 ^{abc}	16±6.00 ^b	58.33±8.33 ^{ab}	25±5.00 ^b	20±5.00 ^{bc}
Vitavax/Thiram	33.33±8.33 ^b	7.33±1.45 ^d	7.67±2.67 ^{bc}	25±0.00 ^c	8±1.00 ^{de}	9±3.06 ^d
Raxil	58.33±16.6 ^{ab}	18±3.79 ^{ab}	11±3.79 ^b	66.67±8.33 ^{ab}	21.67±7.26 ^{bc}	19.33±2.96 ^{bc}
OrtivaTop	66.67±16.6 ^{ab}	13.33±1.67 ^{abcd}	15.67±7.68 ^b	50±0.00 ^{abc}	20±2.59 ^{bcd}	22.67±1.45 ^b
Lamardor	50±14.43 ^{ab}	11±2.08 ^{bcd}	8±1.00 ^{bc}	58.33±16.67 ^{abc}	22±6.66 ^{bc}	15±4.62 ^{bcd}
Flint	58.33±8.33 ^{ab}	11±3.06 ^{bcd}	11.67±3.33 ^b	33.33±8.33 ^{bc}	10.67±2.33 ^{cd}	10.67±2.33 ^{cd}
Dividend	91.67±8.33 ^a	7.67±0.33 ^{cd}	11.67±1.6 ^b	33.33±8.33 ^{bc}	8±1.00 ^{de}	11.67±1.67 ^{bcd}
Maxim	91.67±8.33 ^a	21±2.08 ^a	41.67±8.33 ^a	91.67±8.33 ^a	49.33±5.67 ^a	49.33±3.48 ^a
Control	0±0.00 ^c	0±0.00 ^e	0±0.00 ^c	0±0.00 ^d	0±0.00 ^e	0±0.00 ^e

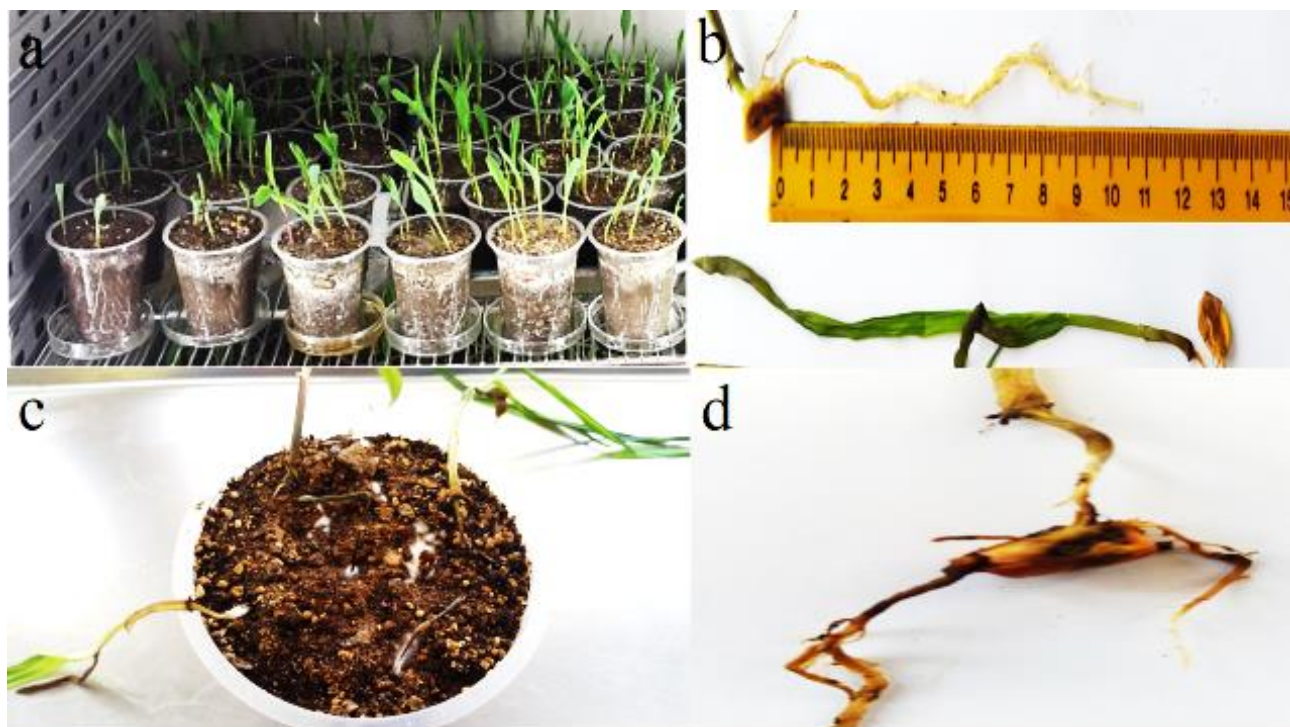
* Mean comparison was done based on Duncan's test at the level of 5%. Means with at least one common letter have no significant difference. ^a Seed germination (%), ^b Length of aerial part (mm), ^c Root length (mm).

ارزیابی نتایج در اتافک رشد

کارایی قارچکشی‌ها روی گونه‌های مختلف *Fusarium* در اتافک رشد نیز ارزیابی شد (شکل ۲). پس از تجزیه واریانس (جدول ۴) و معنی‌دار شدن تفاوت تیمارها، مقایسه میانگین صفات در این مرحله نیز انجام گرفت (جدول ۵).

در کنترل قارچ *F. subglutinans* (جدول ۴ و ۵) از نظر درصد جوانه‌زنی هر چند قارچکشی ماکسیم کارایی بالایی از خود نشان داد ولی سایر قارچکشی‌ها غیر از فلینت که با شاهد در یک گروه (b) قرار گرفتند با وجود قرارگرفتن در گروه دیگری (ab)، تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد از خود نشان ندادند. از نظر میانگین طول قسمت هوایی تمامی قارچکشی‌ها تاثیر مثبت و معنی‌داری داشتند. از نظر طول ریشه نیز غیر از کربوکسین تیرام

و ارتیواتاپ بقیه کارایی بهتری نسبت به شاهد از خود نشان دادند. از نظر وزن خشک و شاخص آلودگی نیز غیر از ماکسیم بقیه کارایی معنی‌داری نسبت به شاهد نداشتند. برای قارچ *F. proliferatum* (جدول ۴ و ۵)، غیر از قارچکشی‌های یونیفرم، راکسیل و دیویدند بقیه قارچکشی‌ها از نظر کارایی تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد داشتند. از نظر طول قسمت هوایی تمام قارچکشی‌ها کارایی بهتری نسبت به شاهد داشتند و در این خصوص قارچکشی لاماردور کاراترین بود. از نظر طول ریشه نیز تمام قارچکشی‌ها نسبت به شاهد کارایی معنی‌دار و مثبتی داشتند. در مورد وزن خشک غیر از قارچکشی کربوکسین تیرام در بقیه موارد تغییر معنی‌داری نسبت به شاهد مشاهده نشد. از نظر شاخص آلودگی نیز همگی قارچکشی‌ها به همراه شاهد در یک گروه قرار گرفتند.



شکل ۲. ارزیابی کارایی قارچ کش های مختلف در کنترل بیماری های *Fusarium* ذرت در اتاقک رشد. (a) گلدان های حاوی تیمارهای مختلف قارچ کش بصورت تصادفی داخل فضای اتاقک رشد قرار گرفتند. (b) اندازه گیری طول ریشه و اندام هوایی حاصل از تیمارهای مختلف قارچ کشی. (c) وضعیت جوانه زنی تیمارهای مختلف قارچ کشی که در معرض زادمایه آلوده هر کدام از گونه های مختلف قارچ *Fusarium* قرار گرفته اند. (d) ریشه سیاه شده حاوی علائم آلودگی به بیماری *Fusarium* ریشه ذرت.

Figure 2. Evaluating the effectiveness of different fungicides in controlling *Fusarium* diseases of corn in the growth chamber. a) Pots containing different fungicide treatments were randomly placed inside the growth chamber. b) Measurement of root and aerial part length resulting from different fungicidal treatments. c) Germination status of different fungicidal treatments that have been exposed to the inoculum of different *Fusarium* species. d) Blackened root containing symptoms of *Fusarium* infection.

جدول ۴. تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در بررسی کارایی قارچ کش ها به منظور کنترل بیماری های ذرت ناشی از گونه های *Fusarium* *F. verticillioide*s و *F. graminearum*، *F. proliferatum*، *subglutinans* در اتاقک رشد.

Table 4. Variance analysis of traits evaluated in the study of the efficacy of fungicides to control diseases of corn caused by *Fusarium subglutinans*, *F. proliferatum*, *F. graminearum* and *F. verticillioide*s in growth chamber.

Source of variance	Df	MS									
		<i>Fusarium subglutinans</i>					<i>Fusarium proliferatum</i>				
		a¥	b	c	d¥	e	a	b¥	c¥	d¥	e
Repeat	3	0.63	137.07	94.96	0.07	239.48	47.73	7.73	0.83	0.14	245.56
Treatment	8	6.22	7500.15	4801.25	0.2	711.21	1484.24	24.72	8.82	0.15	281.05
Error	24	3.78	302.19	140.79	0.08	238	308.11	5.41	1.23	0.09	253.91
F value	-	1.64*	24.82 *	34.10 *	2.39*	2.99 *	4.82 *	4.57 *	7.16*	1.78*	1.11 ns
CV (%)	-	28.64	19.16	25.79	30.18	19.34	30.96	24.77	19.34	26.59	18.85
Source of variance	Df	MS									
		<i>Fusarium graminearum</i>					<i>Fusarium verticillioide</i> s				
		a¥	b¥	c¥	d¥	e	a¥	b	c	d	e
Repeat	3	0.73	6.7	2.41	0.02	50.89	0.53	597.96	240.52	0.12	132.56
Treatment	8	7.64	38.76	30.42	0.82	745.13	7.06	10769.17	8345.05	1.67	612.53
Error	24	1.56	5.19	3.81	0.06	133.85	2.94	483.44	216.87	0.09	124.81
F value	-	4.9 *	7.46 *	7.98 *	14.37*	5.57 *	2.4 *	22.28 *	38.48 *	16.92*	4.91 *
CV (%)	-	17.37	23.63	31.07	20.56	13.77	26.28	24.72	30.39	24.18	13.26

¥ Data transformation was done using the formula $\sqrt{X}$; *: Significant at level of 5%; ns: not significant; a Seed germination, b Length of aerial part, c Root length, d Dry weight, e Infection index.

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی در آزمایش تاثیر تیمار بذور با قارچکشی‌ها در گلدان‌های آلوده به چهار گونه قارچ *Fusarium* شامل *F. verticillioide* و *F. graminearum*, *F. proliferatum*, *F. subglutinans* در اتاقک رشد.

Table 5. Mean comparison of traits evaluated in testing the effect of seed treatment with fungicides in infected pots with four species of *Fusarium*, including *F. subglutinans*, *F. proliferatum*, *F. graminearum* and *F. verticillioide* in growth chamber.

<i>Fusarium subglutinans</i>					
	a *	b	c	d	e
Uniform	53.75±12.17 ^{ab}	74.25±6.87 ^{cd}	40.75±1.57 ^c	0.77±0.15 ^b	80.75±9.37 ^a
Vitavax -Thiram	50±12.12 ^{ab}	87.25±9.49 ^c	22±4.59 ^d	0.75±0.20 ^b	84.75±7.28 ^a
Raxil	57.25±17.62 ^{ab}	116.75±19.22 ^b	48.75±4.69 ^c	1.46±0.42 ^{ab}	76.5±10.82 ^a
OrtivaTop	42.75±20.73 ^{ab}	61.5±1.50 ^d	17.25±6.25 ^d	0.75±0.35 ^b	83.5±11.00 ^a
Lamardor	42.75±11.64 ^{ab}	137±9.00 ^{ab}	75.5±15.12 ^b	1.28±0.54 ^{ab}	78.5±9.00 ^a
Flint	32.25 ±7.25 ^b	54±4.06 ^d	18±1.66 ^d	0.65±0.15 ^b	93.5±2.60 ^a
Dividend	64.25±10.83 ^{ab}	121.75±3.94 ^b	68.75±3.72 ^b	1.29±0.22 ^{ab}	75.5±7.41 ^a
Maxim	82.25±3.35 ^a	147.5±3.75 ^a	114±4.45 ^a	1.90±0.04 ^a	49.5±3.71 ^b
Control	25.25±3.87 ^b	16.5±1.66 ^e	9±1.78 ^d	0.46±0.05 ^b	95.5±0.87 ^a
<i>Fusarium proliferatum</i>					
	a	b	c	d	e
Uniform	46.25±12.17 ^{bc}	74±19.05 ^{ab}	32±8.23 ^{ab}	1.09±0.09 ^{ab}	85.75±6.98 ^a
Vitavax -Thiram	53.5±6.70 ^b	100.5±12.37 ^{ab}	31.75±3.59 ^{ab}	2.02±0.42 ^a	90±3.29 ^a
Raxil	46.5±3.50 ^{bc}	87.5±9.35 ^{ab}	49.75±2.63 ^a	1.62±0.35 ^{ab}	87.25±2.93 ^a
OrtivaTop	71.5±8.37 ^{ab}	149.5±29.54 ^{ab}	50.5±13.02 ^a	1.33±0.17 ^{ab}	72.75±8.23 ^a
Lamardor	71.25±10.14 ^{ab}	159 ±54.45 ^a	42.25±9.03 ^a	2±0.62 ^{ab}	70.75±16.17 ^a
Flint	67.75±6.92 ^{ab}	103.75±20.35 ^{ab}	44.25±11.51 ^a	0.94±0.24 ^{ab}	87±4.88 ^a
Dividend	46.25±12.17 ^{bc}	75±25.14 ^b	17.75±1.25 ^b	0.81±0.28 ^b	89.25±3.07 ^a
Maxim	85.75±5.92 ^a	116±34.73 ^{ab}	47±00.00 ^a	1.19±0.56 ^{ab}	81.25±11.77 ^a
Control	21.5±4.33 ^c	16.5±5.11 ^c	6.75±0.25 ^c	0.93±0.31 ^{ab}	97±00.00 ^a
<i>Fusarium graminearum</i>					
	a	b	c	d	e
Uniform	35.75 ±9.23 ^{cd}	53.5±20.68 ^c	12.25±6.09 ^{de}	0.43±0.13 ^d	94±00.00 ^a
Vitavax -Thiram	60.5±6.70 ^{abc}	101.75±12.63 ^{bc}	35.25±6.43 ^{bcd}	1.13±0.21 ^c	92.75±1.75 ^a
Raxil	67.75±12.17 ^{ab}	129.75±20.04 ^{ab}	60.5±16.92 ^b	2.19±0.38 ^{ab}	78.5±9.82 ^a
OrtivaTop	53.5±3.50 ^{bc}	119.5±22.46 ^{ab}	58.25±9.44 ^b	1.87±0.20 ^{bc}	81.5±5.42 ^a
Lamardor	53.5±3.50 ^{bc}	125±23.78 ^{ab}	60.5±17.09 ^b	2.34±0.38 ^{ab}	77.75±8.23 ^a
Flint	50.25 ±13.62 ^{bc}	70.25±25.45 ^{bc}	19.75±6.87 ^{cde}	0.43±0.13 ^d	94.75±1.44 ^a
Dividend	57.25±11.64 ^{bc}	137.5±38.36 ^{ab}	59.5±21.62 ^{bc}	3.12±0.62 ^a	89±4.24 ^a
Maxim	89.5±3.50 ^a	201.5±28.57 ^a	129.75±20.75 ^a	2.42±0.38 ^{ab}	52.75±7.73 ^b
Control	21.5±4.33 ^d	12.75±3.71 ^d	5±0.91 ^e	0.33±0.03 ^d	95±2.00 ^a
<i>Fusarium verticillioide</i>					
	a	b	c	d	e
Uniform	25.25±3.35 ^{bc}	34±4.64 ^{fg}	19.75±3.25 ^{def}	0.51±0.16 ^{ef}	89.5±0.50 ^a
Vitavax -Thiram	53.75±13.08 ^{abc}	84.25±19.10 ^{de}	41.5±9.84 ^{cd}	1.39±0.15 ^{cd}	87.75±6.16 ^a
Raxil	57.25±12.96 ^{ab}	144.25±20.64 ^{ab}	68.25±9.65 ^b	1.43±0.08 ^{bc}	82.75±6.69 ^a
OrtivaTop	46.5±16.99 ^{abc}	102.75±3.75 ^{cd}	41.75±12.33 ^{cd}	1.50±0.24 ^{bc}	88.5±6.13 ^a
Lamardor	46.25±10.57 ^{abc}	125.5±23.38 ^{bc}	52±4.00 ^{bc}	1.90±0.00 ^b	81.25±9.53 ^a
Flint	39.25±9.04 ^{bc}	53.5±3.50 ^{ef}	15.75±2.36 ^{ef}	1.30±0.10 ^{cd}	92±5.00 ^a
Dividend	42.75±11.64 ^{bc}	79.25±3.09 ^{de}	33.5±7.64 ^{cde}	0.91±0.06 ^{de}	86±5.97 ^a
Maxim	82.25±3.75 ^a	167.75±6.92 ^a	118.5±7.76 ^a	2.42±0.30 ^a	53.75±3.30 ^b
Control	21.5±4.33 ^c	9.25±1.65 ^g	4.75±1.03 ^f	0.36±0.10 ^f	97±00.00 ^a

* Mean comparison was done based on Duncan's test at the level of 5%. Means with at least one common letter have no significant difference. ^a Seed germination (%), ^b Length of aerial part (mm), ^c Root length (mm), ^d Dry weight (g), ^e Infection index (%)

خشک غیر از یونیفرم و فلینت سایر قارچکشی‌ها کارایی بهتری نسبت به شاهد داشتند. از نظر شاخص آلودگی غیر از قارچکشی ماکسیم که کمترین شاخص آلودگی را نشان داد سایر قارچکشی‌ها با شاهد در یک گروه قرار گرفتند.

در مورد *F. graminearum* (جدول ۴ و ۵)، از نظر جوانه‌زنی غیر از یونیفرم سایر قارچکشی‌ها کارایی بهتری نسبت به شاهد از خود نشان دادند. از نظر طول قسمت هوایی همه قارچکشی‌ها کارایی مناسبی نسبت به شاهد داشتند. از نظر طول ریشه و وزن

آلودگی نیز ماکسیم با کمترین میزان آلودگی نسبت به شاهد عملکرد و کارایی معنی‌داری داشت ولی سایر قارچ‌کش‌ها در یک گروه به همراه شاهد قرار گرفتند

ارزیابی نتایج در مزرعه

برای اطمینان از اینکه اثرات تیمارها در مکان‌های مختلف انجام آزمایش معنی‌دار هستند، تجزیه مرکب داده‌ها مطابق با جدول ۶ انجام شد.

در گونه *F. verticillioide* (جدول ۴ و ۵)، صرفاً دو قارچ‌کش ماکسیم و راکسیل از نظر جوانه‌زنی عملکرد معنی‌دار و مثبت نسبت به شاهد داشتند و تفاوت سایر تیمارها با شاهد معنی‌دار نبود هر چند در گروه‌های جداگانه‌ای قرار گرفتند. از نظر طول قسمت هوایی و وزن خشک غیر از قارچ‌کش یونیفرم سایر قارچ‌کش‌ها کارایی معنی‌داری نسبت به شاهد داشتند. از نظر طول ریشه نیز غیر از یونیفرم و فلینت سایر قارچ‌کش‌ها عملکرد معنی‌داری نسبت به شاهد از خود نشان دادند. از نظر شاخص

جدول ۶. تجزیه واریانس مرکب صفات مورد ارزیابی در بررسی کارایی قارچ‌کش‌ها به منظور کنترل بیماری ذرت ناشی از قارچ *Fusarium* در سه منطقه شامل استان‌های مازندران، گلستان و اردبیل.

Table 6. Combined variance analysis of evaluated traits in the study of the efficacy of fungicides to control corn *Fusarium* disease in three regions including Mazandaran, Golestan and Ardabil provinces.

Source of variance	Df	MS				
		a	b	c	d	e
Repeat	2	168.67	5.88	2398.33	15051.55	6769385.83
Treatment (Place)	6	10.97	0.14	9.89	307.19	1426465.72
Treatment	9	50.29	1.50	571.24	1395.05	4787277.39
Treatment * Place	18	16.86	1.21	220.05	711.14	2161646.58
Error	54	6.99	0.41	86.18	127.46	409160.9
F value (Treatment * Place)	-	2.41*	2.97*	11.67*	5.58*	5.28*
CV (%)	-	6.71	4.34	27.33	3.93	10.63

*: Significant at level of 5% ; ^a Number of seeds per row per ear; ^b Number of rows per ear; ^c Mean disease; ^d One thousand seed weight

^e Yield



شکل ۳. ارزیابی کارایی قارچ‌کش‌ها برای کنترل بیماری‌های *Fusarium* ذرت در مزرعه آزمایشی مرکز آموزش شهید روحانی استان گلستان. (a) گیاهچه آلوده به بیماری در کنار دو گیاهچه سالم. (b) وضعیت کلی مزرعه در مرحله ۶ برگ. (c) وضعیت مزرعه در مرحله گیاه کامل.

Figure 3. Evaluating the efficacy of fungicides to control *Fusarium* corn diseases in the experimental farm of Shahid Rouhani Education Center in Golestan province. a) A seedling infected with the disease next to two healthy seedlings. b) The general state of the field at the 6-leaf stage. c) The state of the field at the adult plant stage.

جدول ۷. تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در بررسی کارایی قارچکش‌ها به منظور کنترل بیماری *Fusarium* ذرت در استان‌های مازندران، گلستان و اردبیل.

Table 7. Variance analysis of traits evaluated in the study of the efficacy of fungicides to control *Fusarium* corn diseases in Mazandaran, Golestan and Ardabil provinces.

Source of variance	Df	MS (Mazandaran)				
		a	b	c	d	e
Repeat	2	15.63	0.05	14	443.33	4022936.03
Treatment	9	23.78	0.49	142.06	703.7	6601419.91
Error	18	12.17	0.26	42.69	124.81	829387.23
F value	-	1.95*	1.88*	3.33*	5.64*	7.96*
CV (%)		9.34	3.54	25.4	4.24	16.11
Source of variance	Df	MS (Golestan)				
		a	b	c	d	e
Repeat		6.23	0.23	11.46	95.49	157352.49
Treatment		31.77	1.04	861.23	1830.05	1672354.12
Error		2.3	0.08	5.77	183.16	267242.49
F value		13.81*	12.22*	149.38*	9.99*	6.26*
CV (%)		3.61	1.91	17.53	4.64	85.8
Source of variance	Df	MS (Ardabil)				
		a	b	c	d	e
Repeat		03.11	13.0	2.4	74.382	63.99108
Treatment		46.28	39.2	04.8	58.283	52.836796
Error		51.6	87.0	11.8	41.74	08.130853
F value		37.4*	73.2*	99.0*	81.3*	39.6*
CV (%)		57.6	46.6	52.34	81.2	52.5

*: Significant at level of 5%; ^a Number of seeds per row per ear; ^b Number of rows per ear; ^c Mean disease; ^d One thousand seed weight ^e Yield

تمامی تیمارهای قارچکش نسبت به شاهد بذر آلوده عملکرد مناسب و معنی‌داری داشتند. در این استان از نظر کارایی مدیریت بیماری به ترتیب قارچکش‌های ماکسیم، یونیفرم و اریوتاتپ با ۹۳/۹، ۹۱/۴ و ۸۸/۲ درصد کنترل بیماری نسبت به شاهد به ترتیب بهترین کارایی را داشتند. غیر از قارچکش کربوکسین تیرام سایر قارچکش‌ها نسبت به شاهد بذر آلوده عملکرد مناسب و معنی‌داری از خود نشان دادند. عملکرد تیمارهای قارچکشی شامل اریوتاتپ، فلینت، دیویدند و ماکسیم نسبت به شاهد بذر آلوده مثبت و معنی‌دار بود.

در استان اردبیل (جداول ۷ و ۸)، غیر از قارچکش ماکسیم (۵۱/۵) درصد کنترل‌کنندگی نسبت به شاهد) سایر تیمارهای قارچکشی نسبت به شاهد بذر آلوده از نظر درصد آلودگی تفاوت معنی‌داری نداشتند، هر چند در گروه متفاوت (ab) نسبت به شاهد بذر آلوده (a) قرار گرفتند. قارچکش لاماردور نیز با ۴۱/۷ درصد کنترل‌کنندگی نسبت به شاهد در مقام بعدی قرار داشت. از نظر میانگین وزن هزار دانه تیمارهای کربوکسین تیرام، لاماردور، دیویدند و ماکسیم نسبت به شاهد عملکرد معنی‌داری داشتند. از نظر تعداد ردیف دانه در بلال صرفاً لاماردو با شاهد بذر آلوده تفاوت معنی‌دار و مثبت نشان داد. از نظر تعداد دانه در

با توجه به اینکه طبق تجزیه مرکب اثرات تیمارها در مکان‌های مختلف انجام آزمایش معنی‌دار شد لذا تجزیه واریانس مناطق اجرای آزمایش بصورت جداگانه بررسی شد.

در ارزیابی‌های مزرعه‌ای استان مازندران (جداول ۷ و ۸)، از نظر درصد آلودگی غیر از دو قارچکش فلینت و کربوکسین تیرام سایر قارچکش‌ها با کارایی معنی‌دار و مثبت نسبت به شاهد در گروه‌های مختلفی قرار گرفتند. دو قارچکش لاماردور و راکسیل به ترتیب با ۵۴/۴ و ۴۳/۵ درصد کنترل بیماری نسبت به شاهد کارایی بهتری از خود نشان دادند. از نظر میانگین وزن هزار دانه همه قارچکش‌ها به استثنای اریوتاتپ تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد شامل بذر آلوده بدون ضدعفونی داشتند. از نظر میانگین تعداد ردیف دانه در هر بلال غیر از قارچکش لاماردور و اریوتاتپ سایر قارچکش‌ها نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری از خود نشان ندادند. از نظر میانگین تعداد دانه در هر ردیف بلال نسبت به شاهد بذر آلوده تفاوت معنی‌داری در تیمارها مشاهده نشد و از نظر عملکرد در هکتار نیز تیمارهای کربوکسین تیرام، اریوتاتپ، لاماردور و ماکسیم عملکرد معنی‌داری نسبت به شاهد بذر آلوده از خود نشان دادند.

در استان گلستان (جداول ۷ و ۸) (شکل ۳)، از نظر درصد آلودگی، میانگین تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در هر ردیف

هر ردیف در بلال قارچ‌کش‌های ماکسیم، یونیفرم و کربوکسین- تیمارهای قارچ‌کشی تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد بذر آلوده تیرام عملکرد معنی‌دار و متفاوتی نسبت به شاهد بذر آلوده داشتند. از نظر عملکرد در هکتار غیر از دیویدند و ارتیواتاپ سایر

جدول ۸. مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی در بررسی کارایی قارچ‌کش‌ها به منظور کنترل بیماری *Fusarium* ذرت در استان‌های گلستان، مازندران و اردبیل.

Table 8. Mean comparison of traits evaluated in the study of the efficacy of fungicides to control *Fusarium* corn diseases in Golestan, Mazandaran and Ardabil provinces.

Mazandaran					
	a*	b	c	d	e
Uniform	37.8±1.22 ^{abc}	14.07±0.37 ^{abc}	23.01±7.14 ^{bcd}	266.67±6.67 ^{abc}	5034.3±361.78 ^{bcd}
Vitavax -Thiram	40.07±1.12 ^{ab}	14.53±0.13 ^{abc}	28.61±2.47 ^{abc}	273.33±3.33 ^{ab}	7440.6±627.95 ^a
Raxil	37.93±0.29 ^{abc}	14.23±0.50 ^{abc}	22.51±1.26 ^{bcd}	283.33±8.82 ^a	4745.3±1070.56 ^{cd}
OrtivaTop	39.67±1.67 ^{ab}	14.93±0.35 ^{ab}	25.17±6.20 ^{bcd}	246.67±6.67 ^{cd}	6015.3±678.70 ^{abc}
Lamardor	36.4±1.29 ^{abc}	15±0.20 ^a	18.19±3.06 ^{cd}	266.67±3.33 ^{abc}	6912±595.90 ^{ab}
Flint	32.1±4.65 ^c	14±0.23 ^{bc}	32.58±1.72 ^{ab}	266.67±6.67 ^{abc}	3915.4±464.61 ^d
Dividend	36.33±0.58 ^{abc}	14.4±0.23 ^{abc}	25.13±2.67 ^{bcd}	270±5.77 ^{abc}	5018.9±422.52 ^{bcd}
Maxim	38.67±1.27 ^{abc}	14.53±0.13 ^{abc}	26.19±0.36 ^{bcd}	256.67±14.53 ^{bc}	6976.4±727.75 ^{ab}
Control 1	33.55±2.65 ^{bc}	13.97±0.26 ^c	39.86±2.19 ^a	230±0.00 ^d	3214.7±292.45 ^d
Control 2	40.87±1.94 ^a	15±0.20 ^a	15.94±3.36 ^d	273.33±6.67 ^{ab}	7255.2±576.69 ^a
Golestan					
	a	b	c	d	e
Uniform	34.31±0.50 ^d	16±0.00 ^a	5.14±0.33 ^{ef}	290.13±13.18 ^{bc}	5566.1±569.47 ^{cde}
Vitavax -Thiram	44.09±0.04 ^{ab}	15±0.00 ^c	17.33±0.50 ^b	261.8±0.98 ^{de}	5164±128.74 ^{de}
Raxil	43.78±1.89 ^{ab}	15±0.00 ^c	12.38±0.50 ^c	277.1±7.41 ^{cd}	5248.7±402.12 ^{de}
OrtivaTop	43.38±1.50 ^{ab}	15.67±0.33 ^{ab}	7.05±3.94 ^{de}	330.33±1.86 ^a	7068.8±201.89 ^a
Lamardor	41.85±0.92 ^b	15.33±0.33 ^{bc}	11.24±0.83 ^{cd}	295.23±4.09 ^{bc}	5629.6±265.18 ^{cde}
Flint	42.84±0.76 ^{ab}	15±0.00 ^c	7.62±0.69 ^{de}	290.7±11.94 ^{bc}	6031.7±109.97 ^{bcd}
Dividend	43.62±0.79 ^{ab}	15±0.00 ^c	11.43±0.33 ^{cd}	289±12.98 ^{bc}	5735.5±455.40 ^{cd}
Maxim	45.14±0.29 ^a	15.33±0.33 ^{bc}	3.62±0.76 ^{ef}	310.53±2.47 ^{ab}	6412.7±96.99 ^{abc}
Control 1	38.36±0.58 ^c	14±0.00 ^d	60±1.75 ^a	251.67±3.47 ^e	4719.6±76.31 ^e
Control 2	42.54±0.52 ^{ab}	16±0.00 ^a	1.14±0.33 ^f	321.87±1.50 ^a	6814.8±76.31 ^{ab}
Ardabil					
	a	b	c	d	e
Uniform	39.67±2.40 ^{abc}	14.67±0.67 ^{abc}	9.03±1.28 ^{ab}	305.93±2.45 ^{abc}	6765.7±475.21 ^{ab}
Vitavax -Thiram	43.33±0.33 ^a	15.33±0.67 ^{ab}	8.78±3.40 ^{ab}	310.33±4.33 ^{ab}	6725.3±170.54 ^{ab}
Raxil	36.67±0.67 ^{bcd}	14.67±0.67 ^{abc}	7.61±1.89 ^{ab}	300.97±5.20 ^{bc}	7216±158.01 ^a
OrtivaTop	38.67±1.20 ^{abcd}	13.33±0.67 ^c	9.18±1.60 ^{ab}	299.57±6.44 ^{bc}	5957.7±97.43 ^{cd}
Lamardor	38.67±1.45 ^{abcd}	16±0.00 ^a	6.94±0.69 ^{ab}	310.9±5.87 ^{ab}	6505.3±95.36 ^{bc}
Flint	37.67±0.88 ^{bcd}	14±0.00 ^{bc}	7.92±0.51 ^{ab}	303.03±9.51 ^{abc}	6611.3±195.54 ^{abc}
Dividend	36±0.58 ^{cd}	14±0.00 ^{bc}	7.59±1.94 ^{ab}	314.97±3.10 ^{ab}	6128.7±29.76 ^{bcd}
Maxim	41.33±1.20 ^{ab}	15.33±0.67 ^{ab}	5.77±1.31 ^b	319.1 ±2.05 ^{ab}	7286.7±157.05 ^a
Control 1	33.67±2.33 ^d	14±0.00 ^{bc}	11.9±0.32 ^a	289.33±5.36 ^c	5610±162.11 ^d
Control 2	43±2.31 ^a	13.33±0.67 ^c	7.75±0.28 ^{ab}	321.02±9.49 ^a	6721±192.54 ^{ab}

* Mean comparison was done based on Duncan's test at the level of 5%. Means with at least one common letter have no significant difference. Control 1: untreated infected seed; Control 2: untreated uninfected seed; ^a Number of seeds per row per ear; ^b Number of rows per ear; ^c Mean disease (%); ^d One thousand seed weight (g); ^e Yield (kg/h).

بحث

هر چند بیشتر مطالعات صورت گرفته در مورد ارزیابی کارایی قارچکشی‌های مختلف در مدیریت بیماری‌های فوزاریومی ذرت بصورت ضدعفونی بذر در مزرعه انجام شده است (Munkvold & O'Mara 2002; Jespers *et al.* 1993; Biradar *et al.* 1994; در تحقیق حاضر علاوه بر انجام آزمایشات مزرعه‌ای در سه نقطه اصلی شیوع بیماری در ایران، آزمون‌های تکمیلی در درون تشتک پتری و نیز اتاقک رشد انجام شد که اطلاعات بیشتری در زمینه عملکرد قارچکشی‌های مورد بررسی در شرایط کنترل شده ارائه کرده است. قارچکشی‌های مورد استفاده همگی در اغلب شاخص‌های مورد بررسی نسبت به شاهد بدون استفاده از قارچکشی عملکرد و کارایی موثر و معنی‌داری در کنترل بیماری‌های *Fusarium* ذرت از خود نشان دادند و کاربرد آنها به صورت ضدعفونی بذر ذرت قبل از کاشت توصیه می‌گردد.

نتایج به دست آمده از این تحقیق با نتایج حاصل از تحقیقات سایر محققین در مناطق مختلف دنیا مطابقت دارد. جهت ممانعت از کاهش تراکم گیاه به دلیل بیماری‌های گیاهچه‌ای، تقریباً تمام بذر کشت شده در کمر بند ذرت آمریکا با قارچکشی‌ها ضدعفونی می‌شوند که به عنوان پوشش بذر مورد استفاده قرار می‌گیرد (Pedersen *et al.* Munkvold & O'Mara, 2002; 1986). ضدعفونی بذر با قارچکشی‌ها سطح حفاظت شده‌ای را برای گیاهچه فراهم می‌کند که کلونیزه شدن رایزوسفر را توسط گونه‌های فوزاریوم کاهش داده و به دنبال آن آلودگی ریشه و بیماری گیاهچه را کاهش می‌دهد (Baird *et al.* 1994). مشابه تحقیق حاضر، Munkvold & Omara (2002) نیز کارایی دیفنوکونازول و فلودیوکسونیل را نسبت به گونه‌های خاکزاد *Fusarium* بررسی و اثبات کردند. فلودیوکسونیل جزو اصلی قارچکشی ماکسیم در تحقیق حاضر است. سیستمیک بودن این قارچکشی‌ها نقش موثری در کاهش آلودگی بذر و گیاهچه توسط گونه‌های *Fusarium* خاکزاد ایفا کرده و از کلونیزه کردن گیاهچه‌های در حال جوانه زدن ممانعت کردند (Jespersen *et al.* 1994; Biradar *et al.* 1993). در بررسی و تحقیق حاضر نیز قارچکشی‌های مورد استفاده در سه منطقه کارایی بالایی در بهبود میزان جوانه زنی داشتند. Falaco *et al.* (2011) اثر قارچکشی کینتوزن (quintozene) و ترکیب قارچکشی‌های فلودیوکسونیل (fludioxonil) و متالاکسیل ام (Metalaxyl-M) را در کاهش تولید میزان میکوتوکسین فومانیزین و نیز ممانعت از رشد میسیلیوم قارچ *F. verticillioides* در آزمایشگاه اثبات کردند. Brothers *et al.* (2007). حساسیت ۲۸ جدایه قارچ *F.*

graminearum را که از ذرت و سویا جداسازی شده بودند، نسبت به قارچکشی‌های آزوکسی استروبین، تری‌فلوکسی استروبین، فلودیوکسونیل و کاپتان بصورت ضدعفونی بذر مورد ارزیابی قرار دادند. مشابه نتایج حاصل از این تحقیق، قارچکشی‌های مورد استفاده آنها نیز کارایی معنی‌داری در کنترل بیماری داشتند (Brothers *et al.* 2007). آزوکسی استروبین که از اجزای اصلی قارچکشی‌های ارتیواتاپ و تری‌فلوکسی استروبین می‌باشد نیز بصورت جداگانه با نام تجاری فلینت در این تحقیق استفاده شد. طبق بررسی‌های (Parera & Canliffe 1994)، درصد جوانه زنی بذر ذرت شیرین تیمار شده با قارچکشی‌های ایمازالیل، کاپتان، آپرون و تیرام نسبت به بذر تیمار نشده بیشتر بوده است (Parera & Cantliffe 1994).

Mehrian *et al.* (2005) نیز اثر چند قارچکشی را بصورت ضدعفونی بذر برای بیماری‌های بذرزاد ذرت مورد بررسی قرار دادند. آنها در این ارزیابی از قارچکشی‌های کاربوکسین تیرام، ایمازالیل، نیکونازول، دی‌نیکونازول، دیفنو کونازول و بنومیل استفاده کردند. طبق نتایج به دست آمده قارچکشی نیکونازول از لحاظ کنترل بیماری‌ها و بهبود عملکرد محصول به مراتب بهتر از بقیه بود و دی‌نیکونازول نیز تاثیر نسبتاً خوبی از نظر کنترل عوامل بیماری‌زایی داشته است (Mehrian *et al.* 2005).

ضدعفونی بذر با قارچکشی‌ها به سه صورت Seed disinfection یا کنترل زادمایه بذرزاد که درون بافت بذر یا بافت پوشش بذر مستقر شده است، Seed disinfestation یا کنترل بیمارگرهای بذرزاد موجود در سطح بذر و Seed protection یا محافظت بذر در مقابل قارچ‌های فرصت طلب که تحت شرایط محیطی مناسب می‌توانند موجب بلایت گیاهچه و پوسیدگی بذر شده یا موجب آلودگی سیستمیک بدون علائم شوند، انجام می‌گیرد. بنابراین لازم است در سبب قارچکشی‌های مورد استفاده دامنه‌ای از تمام این سموم مورد استفاده قرار بگیرد. تنوع قارچکشی‌های مورد استفاده در این تحقیق مزیتی را فراهم می‌کند تا با استفاده متناوب از قارچکشی‌های معرفی شده از بروز مقاومت در طول زمان جلوگیری شود ضمن اینکه با توجه به کارکرد هر قارچکشی امکان مدیریت بیماری در مراحل مختلف توسعه بیماری فراهم‌تر است. البته امکان ایجاد مقاومت در کاربرد قارچکشی به صورت تیمار بذری به مراتب نسبت به کاربرد هوایی آن کمتر است با این وجود مواردی از مقاومت در شبه قارچها نسبت به آنها در دنیا گزارش شده است (Lamichhane *et al.* 2020).

در این تحقیق جدیدترین قارچکشی‌های مناسب برای

به تنهایی موجب جلوگیری از خسارت نخواهد شد (Da silav et al. 2016). در مجموع بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق قارچ کش ماکسیم با دوز مصرف ۱ در هزار (۱۰۰ میلی لیتر در ۱۰۰ کیلوگرم بذر ذرت) بهترین کارایی را در میان تمام قارچ کش های مورد استفاده در این تحقیق داشت و استفاده از آن بصورت ضد عفونی بذر ذرت قبل از کشت توصیه می گردد. این قارچ کش در سه فاز آزمایشگاه، اتاقل رشد و مزرعه کارایی بالاتری نسبت به سایر قارچ کش های مورد استفاده در این تحقیق نشان داد. قارچ کش های لاماردور، یونیفرم، ارتیواتاپ و راکسیل نیز از نظر کارایی مدیریت بیماری موثر بودند ولی نسبت به ماکسیم کارایی کمتری داشتند. دو قارچ کش دیویدند و فلینت مورد استفاده در این تحقیق نیز در بسیاری از صفات نسبت به شاهد و نیز قارچ کش مرجع کارایی بهتری داشتند.

هر چند ضد عفونی بذر با قارچ کش های مناسب تاثیر بسزایی در کاهش بیماری های بذر زاد و خاکزاد در بسیاری از محصولات زراعی دارد ولی گاهی این قارچ کش ها به خصوص آنهایی که حالت سیستمیک دارند می توانند موجب کاهش جمعیت یا نابودی اندوفیت های مفید در گیاه شود. بنابراین در استفاده از این قارچ کش ها باید احتیاط های لازم را مد نظر قرار داد (Ayesha et al. 2021).

ضد عفونی بذر ذرت مورد استفاده قرار گرفت، ولی از آنجاییکه بیماری با تنوع و قدرت متفاوتی ممکن است در زمان های مختلف بروز کند، لذا همواره باید به دنبال سموم موثرتر، کاراتر و کم-خطرتر بود. لذا آزمایش سموم جدیدتر که در آینده در دنیا و کشورمان معرفی خواهند شد، توصیه می گردد. بیشترین میزان وقوع قارچ های بذر زاد *Fusarium* در بذر ذرتی است که از نظر اندازه نسبت به سایر بذر کوچکتر هستند (Rodriguez-Brljevich 2008). بنابراین جدا کردن این بذر طی عملیات بوجاری می تواند کیفیت بذر را افزایش داده و امکان بروز بلایت گیاهچه، ضعف و کاهش تراکم گیاه را بخصوص در ابتدای فصل کاهش دهد. تیمار بذر با قارچ کش جبرانی برای کیفیت پایین بذر نیست (Lamichhane et al. 2020). مدت زمان بین تیمار بذر و کاشت باید حداقل زمان ممکن باشد. معمولاً طولانی شدن این زمان اثرات نامناسب از جمله کاهش قدرت جوانه زنی بذر و در مواردی اثرات گیاهسوزی به دنبال دارد. البته گاهی خسارت به گیاهچه های ذرت صرفاً به دلیل عوامل قارچی *Fusarium* نیست. در برخی موارد نماتدهای مولد زخم از جمله گونه *Pratylenchus penetrans* Cobb حالت سینرژیستی با قارچ *Fusarium* دارد و معمولاً خسارت حاصل از بیماری قارچی را تشدید می کند. در این موارد استفاده از تیمار بذر با قارچ کش ها

References

- Acharya, J, Bakker, MG, Moorman, TB, Kaspar, TC, Lenssen, AW, et al., 2018. Effects of fungicide seed treatments and a winter cereal rye cover crop in no till on the seedling disease complex in corn. *Canadian Journal of Plant Pathology* 40 (4): 481–49.
- Arie, T, 2019. *Fusarium* diseases of cultivated plants, control, diagnosis, and molecular and genetic studies. *Journal of Pesticide Science* 44(4): 275–281.
- Ayesha, MS, Suryanarayanan, TS, Nataraja, KN, Prasad, SR, Shaanker, RU, 2021 Seed treatment with systemic fungicides: Time for Review. *Frontiers in Plant Science* 12: 654512. Doi: 10.3389/fpls.2021.654512.
- Baird, RE, Nankam, C, Fallah Moghaddam, P, Pataky, JK, 1994. Evaluation of seed treatments on Shruken-2 sweet corn. *Plant Disease* 78: 817–821.
- Biradar, DP, Pedersen, WL, Rayburn, AL, 1994. Nuclear DNA analysis of maize seedlings treated with the triazole fungicide, triticonazole. *Pesticide Science* 41: 291–295.
- Boyacioglu, D, Hettiarachchy, NS, Stack, RW, 1992. Effect of three systemic fungicides on deoxynivalenol (vomitoxin) production by *Fusarium graminearum* in wheat. *Canadian Journal of Plant Science* 72: 93–101.
- Broders, KD, Lipps, PE, Paul, PA, Dorrance, AE, 2007. Characterization of *Pythium* spp. associated with corn and soybean seed and seedling disease in Ohio. *Plant Disease* 91: 727–735.
- Capo, L, Zappino, A, Reyneri, A, Massimo Blandino, M. 2020. Role of the fungicide seed dressing in controlling seed-borne fusarium spp. infection and in enhancing the early development and grain yield of maize. *Agronomy* 10: 784; Doi: 10.3390/agronomy10060784
- Chehri, K, Salleh, B, Soleimani, M J, Darvishnia, M, Zafari, D, et al, 2010. Six new *Fusarium* species isolated from maize in Iran. *Rostaniha* 11(1): 69–81
- Cotten, TK, Munkvold, GP, 1998. Survival of *Fusarium moniliforme*, *F. proliferatum*, and *F. subglutinans* in maize stalk residue. *Phytopathology* 88:550–555.

- Craven, M, Nel, AA, 2017. Effect of conservation agriculture associated crop rotation systems on root and crown rot severity and respective soil-borne pathogens of maize (*Zea mays* L.) in the Highveld area of South Africa. *South African Journal of Plant and Soil* 34(2): 87–95.
- Darvishnia M, Senshenas S, Bazgir E, Darvishnia F, 2023. Identification of *Fusarium verticillioides* fumonisin B1 mycotoxin and the effects of pH, relative humidity and light on its production on maize substrate. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 11(4):15–27.
- Da silva, MP, Tylka, GL, Munkvold, GP, 2016. Seed treatment effects on maize seedlings coinfecting with fusarium spp. and *pratylenchus penetrans*. *Plant diseases* 100: 431–437.
- Goulart, ACP, Fialho, WFB, 1999. Incidence and control of *Fusarium moniliforme* Sheldon in corn seeds. *Revista Brasileira de Sementes* 21: 216–221.
- Jespers, ABK, Davidse, LC, De Waard, MA, 1993. Biochemical effects of the phenylpyrrole fungicide fenpiclonil in *Fusarium sulphureum* (Schlecht). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 45:116–129.
- Kabeere, F, Hill, MJ, Hamptom, JG, 1997. The transmission of *Fusarium subglutinans* from maize seeds to seedlings. *Australasian Plant Pathology* 26:126–130.
- Lamichhane, JR, Durr, C, Schwanck, AA, Robin, MH, Sarthou, JP, et al, 2017. Integrated management of damping-off diseases. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 37: 10.
- Lamichhane, JR, You, MP, Laudinot, V, Barbetti, MJ, Aubertot, JN, 2020. Revisiting sustainability of fungicided seed treatment for field crops. *Plant Diseases* 104: 610–623.
- Lanubile A, Maschietto V, Borrelli VM, Stagnati L, Logrieco AF, et al., 2017. Molecular basis of resistance to *fusarium* ear rot in Maize. *Frontiers in plant science*. 8:1774. doi: 10.3389/fpls.2017.01774.
- Masiello, M, Somma, S, Ghionna, V, Logrieco, AF, Moretti, A, 2019. In vitro and in field response of different fungicides against *Aspergillus flavus* and *Fusarium* species causing ear rot disease of Maize. *Toxins* 11(1).
- Mehrian, F, Zamani, M, Forotan, A, Mirhoseini Moghadam, SA. 2005. Study the effect of some fungicides to control corn seed borne diseases. Final report of research project. Iranian Research Institute of Plant Protection. 30 pp.
- Momeni, H, Nazari, F, 2016. Population genetic structure among Iranian isolates of *Fusarium verticillioides*. *Journal of Plant Pathology & Microbiology* 7: 355. doi:10.4172/2157–7471.1000355.
- Munkvold, GP, 2003. Epidemiology of *Fusarium* diseases and their mycotoxins in maize ears. *European Journal of Plant Pathology* 109: 705–713.
- Munkvold, G, Desjardins, AE, 1997. Fumonisin in maize, can we reduce their occurrence? *Plant Disease* 81: 556–565.
- Munkvold, GP, O'Mara, JK, 2002. Laboratory and growth chamber evaluation of fungicidal seed treatments for maize seedling blight caused by *Fusarium* species. *Plant Disease* 86:143–150.
- Munkvold, GP, Stahr, HM, 1994. Ear rots and mycotoxins in Iowa corn. *Phytopathology* 84:1064.
- Munkvold, GP, white, DG, 2016. Compendium of Corn diseases. 4th edition. APS press, 105 pp.
- Ocamb, CM, Kommedahl, T, 1994. Rhizosphere competence of *Fusarium* species colonizing corn roots. *Phytopathology* 84:166–172.
- Omotayo, OP, Babalola OO, 2023. *Fusarium verticillioides* of maize plant: potentials of propitious phytomicrobiome as biocontrol agents. *Frontiers in Fungal Biology* 4:1095765. Doi: 10.3389/ffunb.2023.1095765.
- Page, K, Dang, Y, Dalal, R, 2013. Impacts of conservation tillage on soil quality, including soil-borne crop diseases, with a focus on semi-arid grain cropping systems. *Australasian Plant Pathology* 42: 363–377.
- Parera, CA, Cantliffe, DJ, 1994. Presowing seed treatments to enhance supersweet corn seed and seedling quality. *HortScience* 29(4): 277–278.
- Pedersen, WL, Perkins, JM, White, DG, 1986. Evaluation of captan as a seed treatment for corn. *Plant Disease* 70: 45–49.
- Pfordt, A, Romero, LR, Schiwek, S, Karlovsky, P, Tiedemann, AV, 2020. Impact of environmental conditions and agronomic practices on the prevalence of *Fusarium* species associated with ear- and stalk rot in maize. *Pathogens* 9: 236. Doi: 10.3390/pathogens9030236.
- Rezaei A, Asghari A, Moharramnejad S, Nasrollahzadeh

- Asl V, Yusefi M, 2023. Impact of *Fusarium verticillioides* on superoxide dismutase activity and leaf proteins of two corn lines by two-dimensional gel electrophoresis. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 12(1):59–69.
- Rodriguez-Brljevich, C, 2008. Interaction of fungicide seed treatments and the *Fusarium*-maize (*Zea mays* L.) pathosystem. MSc Thesis, Plant Pathology, Iowa State University. USA.
- Saravanakumar, K, Li, Y, Yu, C, wang, Q, Wang, *et al.*, 2017. Effect of *Trichoderma harzianum* on maize rhizosphere microbiome and biocontrol of *Fusarium* Stalk rot. *Scientific Reports* 7: 1771.
- Shin, JH, Han, JH, Lee, JK, Kim, KS, 2014. Characterization of the Maize stalk rot pathogens *Fusarium subglutinans* and *F. temperatum* and the effect of fungicides on their mycelial growth and colony formation. *The Plant Pathology Journal* 30(4): 397–406. Doi: 10.5423/PPJ.OA.08.2014.0078.
- Sturz, A, Carter, MR, Johnston, HW, 1997. A review of plant disease, pathogen interactions and microbial antagonism under conservation tillage in temperate humid agriculture. *Soil & Tillage Research* 41(3-4): 169–189.
- Vanova, M, Hajslova, J, Havlova, P, Matusinsky, P, Lancova, *et al*, 2004. Effect of spring barley protection on the production of *Fusarium* spp. mycotoxins in grain and malt using fungicides in field trials. *Plant, Soil & Environment* 50(10): 447–455.
- Xia, Y, Wang, B, Zhu, L, Wu, W, Sun S, *et al*, 2022. Identification of a *Fusarium* ear rot resistance gene in maize by QTL mapping and RNA sequencing. *Frontiers in Plant Science* 13:954546. Doi: 10.3389/fpls.2022.954546.



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