

## آلودگی به بیماریهای قارچی بذرزاد در ذرت هیبرید (*Zea mays* L.) در شرایط مختلف اقلیمی و مدیریت مختلف زراعی

عنایت رضوانی<sup>۱\*</sup>، فرشید حسنی<sup>۲</sup> و لیلیا زارع<sup>۳</sup>

۱- \*نویسنده مسوول: استادیار پژوهش موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج، ایران (e.rezvani@areo.ir)

۲- استادیار پژوهش موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج، ایران

۳- مربی بیماری شناسی گیاهی، موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۰۹

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۰۱

### چکیده

به منظور بررسی اثر عوامل محیطی در سال‌ها و مناطق مختلف کشت بر آلودگی به بیماریهای قارچی بذرزاد در ذرت هیبرید، آزمایشی در دو سال در سه منطقه اصلی تولید و مصرف بذر ایران در قالب طرح کرت‌های خرد شده اجرا شد. برای تنوع بیشتر شرایط محیطی، لاین‌های والدینی ذرت رقم ۷۰۴ در سه تیمار مختلف تاریخ کاشت و نیز پنج تیمار مختلف تراکم بوته والد مادری کشت شدند. پس از برداشت بذرها، آزمون آزمایشگاهی ارزیابی درصد آلودگی به قارچ‌های فوزاریوم، پنی سیلیوم و اسپریلوس که به بذر آسیب وارد می‌کنند انجام شد. نتایج نشان داد اثر منطقه کشت، تاریخ کشت و تراکم بوته بر روی درصد آلودگی معنی‌دار، اما در دو سال متفاوت بود. با افزایش تراکم بوته، درصد آلودگی‌های قارچی بطور معنی‌داری افزایش یافت. نمودارهای رگرسیون ساده و دو جمله‌ای بین داده‌های هواشناسی و درصد آلودگی‌ها نشان داد دما و رطوبت نسبی بسیار زیاد و بسیار کم موجب افزایش میزان آلودگی به فوزاریوم شد. در مورد قارچ پنی سیلیوم با افزایش رطوبت نسبی هوا، میزان آلودگی افزایش یافت. همچنین با افزایش ساعات آفتابی و یا کاهش میزان ابرناکی، میزان آلودگی کاهش یافت. تنها رابطه‌ای که در همه انواع قارچ‌های بیماری‌زا اثر مشابه داشت اثر میزان نزولات جوی در طی نمو و رسیدگی بذر بود که با افزایش نزولات، میزان آلودگی افزایش یافت. لذا برای کاهش آلودگی‌ها، تولید بذر ذرت حتی‌المكان باید در مناطقی انجام شود که میانگین ساعات آفتابی در طول دوره نمو بالاتر بوده و نیز از برخورد زمان برداشت با بارندگی‌های پاییزه اجتناب گردد.

**کلید واژه‌ها:** بذر ذرت، لاین مادری، سلامت بذر، فوزاریوم، پنی سیلیوم، اسپریلوس

### مقدمه

مزرعه مصرف می‌شود (Anonymous, 2012). حدود ۷۰ درصد کشت ذرت در ایران بصورت کشت دوم تابستانه در مناطق گرمسیری جنوب در ماه خرداد و تیر و در حداکثر دمای بالاتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد کاشته می‌شود. این مسئله موجب بروز برخی بدسبزی‌ها و کاهش شدید تراکم در این مناطق می‌شود. لذا نیاز است بذرهایی با کیفیت بالا برای کشت تابستانه تولید شود. در مناطق تولید بذر نیز امکان برخورد دوره پر شدن بذر با

ذرت در دامنه گسترده‌ای از شرایط محیطی کشت می‌شود و به دلیل عدم پنجه زنی و توانایی جبران فضای خالی، نیاز است از بذرهایی استفاده شود که کیفیت بالایی داشته باشند چون سبز نشدن هر بذر به منزله خالی ماندن فضایی از مزرعه و کاهش عملکرد است (Tekrony, et al, 1989). هر سال حدود ۱۵۰۰۰ تن بذر ذرت در ایران برای کشت حدود ۵۰۰۰۰۰ هکتار

شده است گونه *F. verticillioides* به عنوان گونه غالب شناسایی شده است ( Ghiasian et al., 2004; Zamani and Alizadeh, 2000). این بیماری در صورت مساعد بودن شرایط محیطی موجب خسارت اقتصادی مهمی به محصول و کاهش کمی و کیفی آن می‌گردد.

این قارچ در دانه تا قبل از جوانه زنی بصورت پنهان باقی می‌ماند. این بیماری که در سومین هفته بعد از ظهور کاکل‌ها آغاز و در هشتمین هفته به اوج خود می‌رسد، می‌تواند تا ۱۰۰ درصد محصول را از بین ببرد (Nankam and Pataky, 1996). این پاتوژن در حضور پاتوژن‌های دیگر و یا فاکتورهای تنش‌زا، بیماری‌زایی بسیار شدیدی را ایجاد می‌کند. شرایط مساعد برای ایجاد بیماری آب و هوای گرم و مرطوب و یا گرم و خشک است. دمای ۳۰ درجه سانتیگراد برای رشد قارچ عامل این بیماری مناسب است. در مناطق مرطوب بویژه زمانی که بارندگی بیش از حد طبیعی رخ دهد و در مرحله ظهور تارهای ابریشمی تا زمان برداشت طول بکشد، شدت بیماری افزایش می‌یابد (Leslie, 1991).

عواملی مثل خشکی، صدمات ناشی از حشرات، پرنده‌گان و کمبود نیتروژن باعث تشدید بیماری شده و همچنین خسارت این بیماری در صورت تماس بلال‌ها با سطح زمین افزایش می‌یابد. میزان کاهش محصول در گیاهان آلوده فاقد علائم نیز به علت تخریب بافت پارانشیم ساقه و آبدهی تدریجی گیاه می‌باشد. وقوع این بیماری در مناطق گرمسیری آمریکا تا ۵۶ درصد گزارش شده است. در مواقعی که برداشت ذرت به تأخیر می‌افتد، دانه‌های ذرت ممکن است بستری مناسب برای آلودگی به قارچ‌ها باشند و شیوع بیماری افزایش یابد (Parsons and Munkvold, 2012). همچنین ارقامی که دانه‌هایی با پریکارپ نازک دارند نسبت به ارقامی که پریکارپ ضخیم دارند حساس‌ترند، زیرا پریکارپ نازک اجازه دسترسی قارچ به درون بذرها را

دمای بالا و شرایط نامساعد محیطی و کاهش کیفیت بذر وجود دارد. اصطلاح کیفیت بذر یا ارزش کلی یک محموله بذر شامل اجزاء خلوص گونه و رقم، اندازه بذر، خلوص فیزیکی، جوانه‌زنی، قدرت بذر، محتوی رطوبتی بذر و سلامت و عاری از بیماری بودن بذر است (Hampton et al, 2013).

سلامت بذر یکی از شاخص‌های مهم کیفیت بذر است. بذر توانایی حمل پاتوژن‌هایی را دارد که قادرند تا اپیدمی‌های بسیار خطرناکی را در منطقه جدید ایجاد کنند و از طرف دیگر، موجب فرسودگی یا کاهش قوه نامیه بذر شوند. امروزه، بحث سلامت بذر به خاطر همین پتانسیل بذر در انتقال پاتوژن‌های گیاهی طی نقل و انتقالات بین‌المللی مطرح است و قوانین قرنطینه‌ای سختی در زمینه انتقال ژرم پلاسم اعمال می‌شود (Agarwal, 2006). حفظ کیفیت بذر ذرت نقش بسیار مهمی در افزایش محصول دارد و در این بین بیماری‌های بذرزداد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. ذرت به تعدادی از پوسیدگی‌های بلال و دانه حساس می‌باشد که گاهی در سطح وسیع، خسارت‌زا و مخرب می‌باشند. بیماری پوسیدگی خوشه فوزاریومی بلال یا *Fusarium ear rot* یکی از مهمترین بیماری‌های ذرت در سراسر جهان، به خصوص مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری به شمار می‌رود.

این بیماری اولین بار در ذرت‌های پوسیده از نبراسکا مشاهده شد و عامل آن *Fusarium moniliforme* گزارش شد (Sheldon, 1904). گونه‌های متعددی از شبه‌جنس فوزاریوم موجب پوسیدگی بلال می‌شود ولی شبه‌گونه *Fusarium moniliforme* یا نام جدید آن *F. verticillioides* در اکثر مناطق، گونه غالب در ذرت است (Chulze et al., 2000).

این بیماری در ایران نیز در استان‌های شمالی و مناطق ذرت خیز شیوع دارد. در بررسی‌هایی که تا کنون بر روی عامل این بیماری در ایران انجام

چند گونه از آسپرژیلوس قادرند در مزرعه ذرت، بلال ها را آلوده کنند مانند *A. niger* که بیشتر عمومیت داشته و توده‌ای از اسپور به صورت پودر سیاهی تولید می کند که دانه ها و چوب بلال را می پوشاند. سایر گونه‌های آسپرژیلوس نظیر گونه‌های *A. glaucas* و *fluvus* معمولاً توده‌ی سبز لجنی از اسپور ایجاد می کنند که روی یا بین دانه‌ها به وجود می آید. بیشتر گونه‌های آسپرژیلوس تولید زهرابه‌هایی مانند آفلاتوکسین، فومونیسین و دیگر میکوتوکسین‌ها می کنند که برای پرندگان و پستانداران سمی و خطرناک است (Cardwellm, 2001). این مواد خطرات زیادی برای انسان و دام دارند و خسارت زیادی به صنعت بذر وارد می کنند (Bradley and Ames, 2001).

آزمایشات متعددی در مورد اثرات تاریخ کاشت و شرایط محیطی بر فوزاریوم خوشه ذرت به خصوص بر روی نمونه‌های حاصل از مناطق مختلف جغرافیایی انجام شده و افزایش بیماری در طول نمو و رسیدگی بذر گزارش شده است (Danielsen and Jensena, 1998; Parsons and Munkvold 2012).

هدف از اجرای این طرح مطالعه اثر شرایط محیطی مناطق عمده تولید بذر در سال‌های مختلف بر وضعیت سلامت بذر است. علاوه بر این برای ایجاد شرایط متنوع محیطی در هر منطقه از تاریخ‌های مختلف کاشت و نیز تراکم کشت در دو سال زراعی استفاده شد تا طیف متنوعی از شرایط محیطی در طول نمو بذر و رسیدگی ذرت ایجاد گردد و با مقایسه نتایج با آمار هواشناسی، راهکارهای موثری در تولید بذر عاری از بیماری‌های قارچی فراهم گردد.

### مواد و روش ها

این آزمایش در قالب طرح خرد شده نواری در سه تاریخ کاشت به عنوان فاکتور اصلی و پنج تراکم بوته به

میسر می سازد و این مشکل به خصوص هنگامی که حشرات آلودگی ایجاد کنند صادق است. بلال‌هایی که به طور کامل با پوشش بلال حفاظت نشده باشند حساسیت بیشتری نسبت به بلال های با پوشش کامل دارند. این قارچ نه تنها باعث کاهش عملکرد و استقرار ضعیف گیاهچه می شود بلکه باعث تولید میکوتوکسین نیز می شود که سلامت انسان و دام را نیز به خطر می اندازد (Kabeere et al., 1997; Nankam and Pataky 1996).

علاوه بر این تعدادی از قارچ‌های همراه بذر مانند جنس‌های مهم قارچ های انباری آسپرژیلوس و پنی سیلیوم می باشند که اغلب ساپروفیت بوده و قادر به حمله به بافت زنده نیستند اما روی سلول‌های مرده سطح بذر رشد کرده و زهرابه تولید می کنند. این عوامل باعث پوسیدگی بذر شده و ممکن است جنین را کشته و باعث کاهش کیفیت بذرها شوند و میزان پروتئین و هیدرات کربن بذر را کاهش دهند (Christensen and Kaufmann, 1979).

پوسیدگی‌های انباری توسط تعداد زیادی از قارچ ها به ویژه گونه‌های جنس *Penicillium* spp. و *Rhizopus* spp. به وجود می آیند. این پوسیدگی‌ها اغلب به تنهایی یا به همراه سایر قارچ ها به وجود می آید (Dharam, 1974). این نوع پوسیدگی ابتدا روی بلال‌هایی ایجاد می شود که به طور مکانیکی و یا توسط حشرات آسیب دیده‌اند و علامت مشخصه این بیماری عبارت است از وجود کپک پودر آبی رنگ مایل به سبز در فواصل یا روی دانه‌هایی که اغلب در نوک بلال واقعند. این علامت به پوسیدگی چشم آبی مشهور است و در دانه‌های انبار شده‌ای که رطوبت بالایی دارند زیاد است. این نوع پوسیدگی هنگامی پدیدار می گردد که بلال ها با میزان رطوبت بالایی در انبار نگه‌داری شوند و این موضوع می تواند به عنوان یک مسئله جدی بروز کند.

هر کرت شامل ۱۲ ردیف پنج متری والد مادری و شش ردیف والد پدری بین خطوط مادری با الگوی کشت بصورت چهار ردیف والد مادری و دو ردیف والد پدری بود. در بین هر تکرار و نیز تاریخهای مختلف کشت پنج ردیف والد مادری نرعیتم به عنوان مانع فیزیکی برای جلوگیری از تداخل گرده افشانی کشت شد. فواصل ردیفها ۷۵ سانتی متر و فواصل بوتهها ۱۸ سانتی متر بود. از بوتههای چهار ردیف وسط که مشابه شرایط مزارع کشاورزان است دو ردیف انتخاب گردید. بعد از برداشت، بلالها در هوای آزاد خشک شدند و پس از رسیدن به رطوبت ۱۴ درصد بذرها از بلال جدا شدند.

عنوان فاکتور فرعی در ایستگاههای تحقیقاتی در سه منطقه کرج، کرمانشاه، مغان و در دو سال (۱۳۹۱ و ۱۳۹۲) در چهار تکرار اجرا شد. در جدول ۱ آمار هواشناسی مکانهای آزمایش در طول دوره نمو و رسیدگی بذر ذرت در سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ ارائه شده است.

تیمارهای تاریخهای مختلف کشت والد مادری نرعیتم (لاین اینبرد B73) و والد پدری (لاین اینبرد Mo17) طبق دستورالعمل تولید بذر ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ بر اساس تجربیات هر منطقه بصورت کشت زود هنگام، کشت میانه و کشت تاخیری به شرح جدول ۲ و تیمار تراکم بوته در هر منطقه در ۵ سطح (۳۵۰۰۰، ۴۰۰۰۰، ۵۰۰۰۰ و ۶۰۰۰۰ بوته در هکتار) انجام شد.

جدول ۱- آمار هواشناسی دو ساله سه منطقه آزمایش از زمان گلدهی تا برداشت بذر ذرت در تاریخهای مختلف کشت  
Table 1. Meteorological Data from flowering to harvesting maize seed stages in different planting dates and three locations in two years

Location	Planting date	Average temperature after flowering (°C)		Average relative humidity after flowering (%)		Average sunshine after flowering (hours)		Average rainfall after flowering (mm)	
		2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Karaj	First	25.1	34.6	42	38.6	10.6	10.5	0.4	4.1
	Second	24.1	20.7	38.8	39.6	10.2	9.3	3.4	15.5
	Third	23.2	18.4	41.5	44.2	9.9	8.1	7.6	37.8
Kermanshah	First	23.5	23.3	19.6	14	9.4	10.1	0	0
	Second	23.2	22.9	21.6	19.8	9.5	10	5.6	0
	Third	22.8	22.7	24.1	21	9.5	9.9	5.6	0
Moghan	First	26.1	24.4	62.5	65	7.5	8	5.6	16.5
	Second	24.7	23.8	65.5	66	6.4	7.1	14	45
	Third	24	23.6	66.7	66	6.1	7.2	50	60
Average		24.07	22.71	42.47	41.57	8.78	8.91	92.2	179

جدول ۲- تاریخهای مختلف کشت والد مادری هیبرید ذرت در سه منطقه در دو سال زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

Table 2. Sowing dates of female parent of hybrid maize in three locations in 2012 and 2013

Location	Year	First planting date	Second planting date	Third planting date
Karaj	2012	1 May	13 May	28 May
	2013	21 April	20 May	11 June
Kermanshah	2012	4 May	11 May	17 May
	2013	3 May	13 May	19 May
Moghan	2012	9 May	24 May	8 June
	2013	14 May	30 May	14 June

برای برآزش داده‌ها از روش رگرسیون ساده و دو جمله‌ای استفاده و معادله خط برای هر پراکنش رسم گردید. برای ارزیابی معنی‌دار بودن یا نبودن مدل‌های رگرسیون، آزمون معنی‌داری مدل با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

### نتایج

بر اساس آزمون بارتلت، واریانس بین نتایج دو سال یکنواخت نبوده و امکان تجزیه مرکب دو ساله وجود نداشت. لذا تجزیه مکان‌ها در هر سال بطور جداگانه انجام شد. خلاصه جدول تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف اقلیمی و زراعی بر درصد آلودگی به قارچ‌های بیماری‌زا مرتبط با بذر در جدول ۳ آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود اثرات مناطق، تاریخ کاشت و تراکم‌های مختلف و اثرات متقابل بین آنها بر درصد آلودگی به قارچ‌ها در هر دو سال به جز اثر تاریخ کاشت بر آلودگی به فوزاریوم و پنی‌سیلیوم در سال دوم معنی‌دار بود. این بدین معنی است که میزان وقوع آلودگی به قارچ‌های بیماری‌زای مرتبط با بذر کاملاً تحت تاثیر سال، منطقه و اقلیم، تاریخ کشت و مدیریت‌های زراعی از جمله تراکم بوته قرار دارد. هر چند به دلیل غیر یکنواختی واریانس اشتباهات در سال‌های مختلف، امکان مقایسه آماری بین نتایج دو سال نبود ولی میانگین درصد آلودگی نشان داد که از نظر درصد آلودگی به فوزاریوم، در بین سال‌های مختلف تفاوت چندانی وجود نداشت. ولی در مورد سه قارچ دیگر، یعنی *Aspergillus flavus*، *Penicillium* و *Aspergillus niger* درصد آلودگی در سال دوم بیشتر از سال اول بود که این مساله را باید در تفاوت شرایط اقلیمی و آب و هوایی سال دوم نسبت به سال اول جستجو کرد. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود شرایط آب و هوایی سال اول و دوم در سه شاخص میانگین دما، رطوبت نسبی و ساعات آفتابی بعد از گلدهی تفاوت محسوسی نسبت به هم ندارند. ولی در سال دوم میانگین نزولات جوی بعد از گلدهی تقریباً دو برابر سال اول بوده است.

برای ارزیابی سلامت بذر از روش بلاتر انجماد استفاده شد که در این روش بر طبق اصول استاندارد انجمن بین-المللی بذر (ایستا) تعداد ۴۰۰ عدد بذر ذرت بصورت ۴ تکرار از هر نمونه روی ۳ عدد کاغذ بلاتر مرطوب در تشک‌های پتری کشت گردید و پس از نگهداری به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد به فریزر ۲۰- درجه سانتیگراد به مدت ۸-۶ ساعت و آن‌گاه به اتاقک رشد در دمای ۳۰-۲۰ درجه سانتیگراد و نور ان.یو.وی با دوره تاریکی و روشنایی ۱۲ ساعت انتقال داده شد. پس از مدت ۱۰-۷ روز نگهداری، بذرها مورد بررسی میکروسکوپی قرار گرفتند. براساس خصوصیات زیستی قارچ‌ها و چگونگی رشد آنها بر روی بذر با بزرگنمایی‌های متفاوت استریومیکروسکوپ قارچ‌های موجود روی هر بذر شناسایی گردید (Mathur and Kongsdal, 2003).

براساس معیارهای موجود در منابع قارچ‌شناسی (Nelson et ;Gerlach and Nirenberg, 1982) (Leslie and Summerell, 2006 ; al., 1983) شناسایی گونه‌های فوزاریوم انجام و گونه غالب تعیین شد.

گونه‌های اسپریلوس و پنی‌سیلیوم جدا شده با روش میکروسکوپی و ماکروسکوپی مورد بررسی قرار گرفت. تشخیص براساس ویژگی‌های کلنی و نیز ساختار میسلیم، اسپرانژیوفور، اسپرانژیوسپور، کونیدی، کونیدیوفور صورت پذیرفت. در صورت وجود موارد مشکوک بذور در محیط کشت‌های آگاردار مانند PDA یا MA کشت داده شد. در نهایت تعداد بذر آلوده بر حسب درصد گزارش گردید (Mathur and Kongdal, 2003).

ابتدا داده‌ها به روش جذر آرکسینوس نرمال شدند. سپس با انجام آزمون بارتلت، داده‌ها بصورت تجزیه مرکب مناطق در هر سال تجزیه شدند و مقایسه میانگین با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (ال اس دی<sup>۱</sup>) در نرم‌افزار SAS انجام شد. سپس نمودار پراکنش درصد آلودگی به بیماری‌های قارچی با داده‌های هواشناسی در نرم‌افزار اکسل انجام و

جدول ۳- خلاصه تجزیه واریانس مرکب مناطق در هر سال بر درصد آلودگی قارچی مرتبط با بذر ذرت تولیدی در سه تاریخ کاشت و پنج تراکم مختلف در مناطق کرج، کرمانشاه و مغان

Table 3. Combined analysis of variance of fungal infection in maize seed produced in three planting dates and five densities in Karaj, Kermanshah and Moghan in each year

Traits	S.O.V	Df	Mean Squares (After data transformation)	
			2012	2013
<i>Fusarium</i> ear infection (%)	Location	2	0.015 <sup>**</sup>	0.01 <sup>**</sup>
	Block(location)	9	0.0001 <sup>ns</sup>	0.00001 <sup>ns</sup>
	Planting date	2	0.0005 <sup>°</sup>	0.00004 <sup>ns</sup>
	Location× Planting date	4	0.0007 <sup>**</sup>	0.00005 <sup>ns</sup>
	Block× Planting date (Ea)	18	0.00008 <sup>ns</sup>	0.00004 <sup>ns</sup>
	Density	4	0.0008 <sup>**</sup>	0.0005 <sup>ns</sup>
	Planting date×density	8	0.0001 <sup>°</sup>	0.0004 <sup>**</sup>
	Location × density	8	0.0008 <sup>**</sup>	0.0006 <sup>**</sup>
	Location×Planting date×density	16	0.0001 <sup>**</sup>	0.0002 <sup>**</sup>
	E <sub>b</sub>	108	0.00007	0.00003
Mean (%)		61.4	60	
<i>Penicillium</i> infection (%)	Location	2	0.011 <sup>**</sup>	0.0075 <sup>**</sup>
	Block(location)	9	0.00004 <sup>ns</sup>	0.0001 <sup>ns</sup>
	Planting date	2	0.0001 <sup>**</sup>	0.00007 <sup>ns</sup>
	Location× Planting date	4	0.003 <sup>**</sup>	0.003 <sup>**</sup>
	Block× Planting date (Ea)	18	0.00006 <sup>ns</sup>	0.0001 <sup>**</sup>
	Density	4	0.008 <sup>**</sup>	0.0005 <sup>**</sup>
	Planting date×density	8	0.0011 <sup>**</sup>	0.001 <sup>**</sup>
	Location × density	8	0.0016 <sup>**</sup>	0.001 <sup>**</sup>
	Location×Planting date×density	16	0.0006 <sup>**</sup>	0.0007 <sup>**</sup>
	E <sub>b</sub>	108	0.00008	0.00009
Mean (%)		24.8	42.8	
<i>Aspergillus flavus</i> infection (%)	Location	2	0.19 <sup>**</sup>	0.0129 <sup>**</sup>
	Block(location)	9	0.00002 <sup>ns</sup>	0.00008 <sup>ns</sup>
	Planting date	2	0.0009 <sup>**</sup>	0.002 <sup>**</sup>
	Location× Planting date	4	0.0018 <sup>**</sup>	0.0009 <sup>**</sup>
	Block× Planting date (Ea)	18	0.0001 <sup>ns</sup>	0.0001 <sup>ns</sup>
	Density	4	0.007 <sup>**</sup>	0.0005 <sup>**</sup>
	Planting date×density	8	0.001 <sup>**</sup>	0.0008 <sup>**</sup>
	Location × density	8	0.002 <sup>**</sup>	0.0003 <sup>**</sup>
	Location×Planting date×density	16	0.001 <sup>**</sup>	0.0024 <sup>**</sup>
	E <sub>b</sub>	108	0.00007	0.0001

ادامه جدول ۳-

Traits	S.O.V	Df	Mean Squares(After data transformation)	
			2012	2013
	Mean (%)		8.7	12.3
<i>Aspergillus niger</i> infection (%)	Location	2	0.013 <sup>**</sup>	0.006 <sup>**</sup>
	Block(location)	9	0.00006 <sup>ns</sup>	0.00007 <sup>ns</sup>
	Planting date	2	0.003 <sup>**</sup>	0.0005 <sup>**</sup>
	Location× Planting date	4	0.001 <sup>**</sup>	0.0009 <sup>**</sup>
	Block× Planting date (Ea)	18	0.0001 <sup>ns</sup>	0.00006 <sup>ns</sup>
	Density	4	0.0006 <sup>**</sup>	0.0013 <sup>**</sup>
	Planting date×density	8	0.0007 <sup>**</sup>	0.00096 <sup>**</sup>
	Location × density	8	0.0015 <sup>**</sup>	0.002 <sup>**</sup>
	Location×Planting date×density	16	0.00057 <sup>**</sup>	0.002 <sup>**</sup>
	E <sub>b</sub>	108	0.00009	0.0001
	Mean (%)		10.4	13.5

<sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup> and <sup>ns</sup> superscript shows significant at 5%, 1% level and non-significant

سال اول، تاریخ کشت اول و در سال دوم، تاریخ کشت سوم بیشترین درصد آلودگی به فوزاریوم را دارا بودند. اما در مورد پنی سیلیوم، در سال اول، تاریخ کشت دوم بطور معنی داری آلودگی بالاتری داشت، اما در سال دوم اختلاف بین درصد آلودگی در تاریخ های مختلف کشت معنی دار نبود. همچنین تاریخ کشت سوم در سال اول و تاریخ کشت دوم در سال دوم بالاترین درصد آلودگی را دارا بودند.

در مورد اثر تراکم بوته بر درصد آلودگی نیز همانطور که در جدول ۶ مشاهده شد نتایج متفاوتی در سال های مختلف و نیز نوع آلودگی قارچی حاصل شد. در خصوص آلودگی به فوزاریوم، درصد آلودگی بذر به این بیماری در تراکم های ۶۰-۵۰ هزار بوته بیشترین میزان را داشت. اما تراکم های کم و زیاد میزان آلودگی کمتری را نشان دادند. ولی در مورد پنی سیلیوم، در سال اول در تراکم ۴۰۰۰۰ بوته و در سال دوم در تراکم های ۴۰۰۰۰ و ۷۰۰۰۰ بوته بالاترین آلودگی را ایجاد کرده بود. اما در مورد قارچ آسپرژیلوس، در سال اول تراکم ۷۰۰۰۰ بوته و در سال دوم تراکم ۶۰۰۰۰ بوته موجب ایجاد بالاترین درصد آلودگی شد. لذا اثر تراکم بوته بر

مقایسه میانگین درصد آلودگی قارچ های بیماری زا مرتبط با بذر در مناطق مختلف نشان داد که منطقه کرمانشاه بالاترین درصد و منطقه کرج کمترین درصد آلودگی به فوزاریوم را داشت. ولی در مورد آلودگی به پنی سیلیوم، منطقه کرمانشاه کمترین و منطقه مغان بیشترین آلودگی را داشت. در خصوص دو قارچ آسپرژیلوس نیز منطقه کرج بیشترین و منطقه کرمانشاه کمترین درصد آلودگی را نشان داده است (جدول ۴).

با مقایسه سال اول و دوم، می توان اینطور نتیجه گرفت که در سال دوم درصد فوزاریوم نسبت به سال اول، در کرمانشاه کاهش مشهود و در منطقه مغان افزایش زیادی داشت. با مقایسه نتایج حاصله با آمار هواشناسی، علت را می توان در تفاوت میزان نزولات جوی در منطقه دانست که در سال دوم، در کرمانشاه میزان نزولات جوی کاهش یافته ولی در منطقه مغان، بارندگی در سال دوم نسبت به سال اول افزایش زیادی داشت که باعث افزایش آلودگی فوزاریومی شد (جدول ۴).

در مورد اثر تاریخ کاشت بر درصد آلودگی قارچی مرتبط با بذر، همانطور که در جدول ۵ مشاهده شد در

مناطق عنوان شد. همچنین آزمایشی بر روی اثرات تاریخ کاشت و شرایط محیطی بر فوزاریوم خوشه ذرت انجام شد و نتیجه گرفته شد که در تاریخ کشت‌های زود میزان آلودگی بلال‌ها به فوزاریوم کمتر بوده و هر چه دوران گلدهی به شرایط مرطوب‌تر برخورد کند بر میزان آلودگی افزوده شد (Parsons and 2012, Munkvold).

در تحقیقی میدانی که بر روی نمونه‌های بذر ذرت شرکت‌های عمده تولید بذر منطقه مغان انجام شد میانگین درصد آلودگی به بیماری فوزاریوم ۷۳ درصد گزارش شد (Rezvani et al, 2010).

درصد آلودگی به قارچ‌ها سایر شرایط آب و هوایی و محیطی بستگی داشته و به تنهایی قابل تفسیر نیست. ولی بطور کلی در مورد فوزاریوم، با افزایش تراکم، درصد وقوع این بیماری افزایش یافته است

تحقیقات دیگر در این زمینه نیز نتایج مشابهی را نشان می‌دهد. از جمله جوانه زنی و آلودگی بذر ذرت ۳۵ نمونه از سه منطقه جغرافیایی کاستاریکا بررسی شد و گزارش شد جوانه‌زنی و آلودگی فوزاریوم از ۱۲ تا ۹۸ درصد بین مناطق مختلف متفاوت بود (Danielsena and Funck-Jensena, 1998). علت عمده تفاوت بین نمونه‌ها در کیفیت بذر، تنوع ژنتیکی استرین‌های فوزاریوم در جمعیت‌های طبیعی و تفاوت‌های اقلیمی بین

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر ساده منطقه تولید بر درصد آلودگی‌های قارچی مرتبط با بذر ذرت در سه تاریخ کاشت و پنج

تراکم مختلف در سه منطقه کرج، کرمانشاه و مغان

Table 4. Comparison of simple effect of location on maize seed fungal infection in three planting dates and five density in Karaj, Kermanshah and Moghan in two years

Traits	Location	Mean (%)	
		2012	2013
Fusarium ear infection (%)	Karaj	18.5	18
	Kermanshah	69	55
	Moghan	41	50
	LSD (0.05)	3.3	2.2
	Penicillium infection (%)	Karaj	25.5
Penicillium infection (%)	Kermanshah	12.5	27
	Moghan	40.4	47
	LSD (0.05)	2.2	3
	Aspergillus flavus infection (%)	Karaj	25.5
Aspergillus flavus infection (%)	Kermanshah	2.4	9.1
	Moghan	4.9	6.3
	LSD (0.05)	1.4	1.8
	Aspergillus niger infection (%)	Karaj	21
Aspergillus niger infection (%)	Kermanshah	3	6.5
	Moghan	11	14.7
	LSD (0.05)	1.6	1.8



جدول ۵- مقایسه میانگین اثر ساده تاریخ کاشت بر درصد آلودگی قارچی مرتبط با بذر ذرت در سه منطقه کرج، کرمانشاه و مغان

Table 5. Comparison of simple effect of planting date on maize seed fungal infection in three locations (Karaj, Kermanshah and Moghan)

Traits	Location	Average of infection (%)	
		2012	2013
Fusarium ear infection (%)	Karaj	45	40.2
	Kermanshah	40	38.5
	Moghan	37	42
	LSD(0.05)	3.2	2.24
	Karaj	23	42
Penicillium infection (%)	Kermanshah	26.5	43.2
	Moghan	24	42.6
	LSD(0.05)	2.2	30.6
	Karaj	7.5	13.2
<i>Aspergillus flavus</i> infection (%)	Kermanshah	7.4	14.5
	Moghan	11.7	7.2
	LSD(0.05)	1.3	1.77
	Karaj	6	11.2
<i>Aspergillus niger</i> infection (%)	Kermanshah	10.5	16.3
	Moghan	15.5	13.2
	LSD(0.05)	1.54	1.77

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر ساده تراکم بوته بر درصد آلودگی قارچی مرتبط با بذر ذرت در سه منطقه کرج، کرمانشاه و مغان

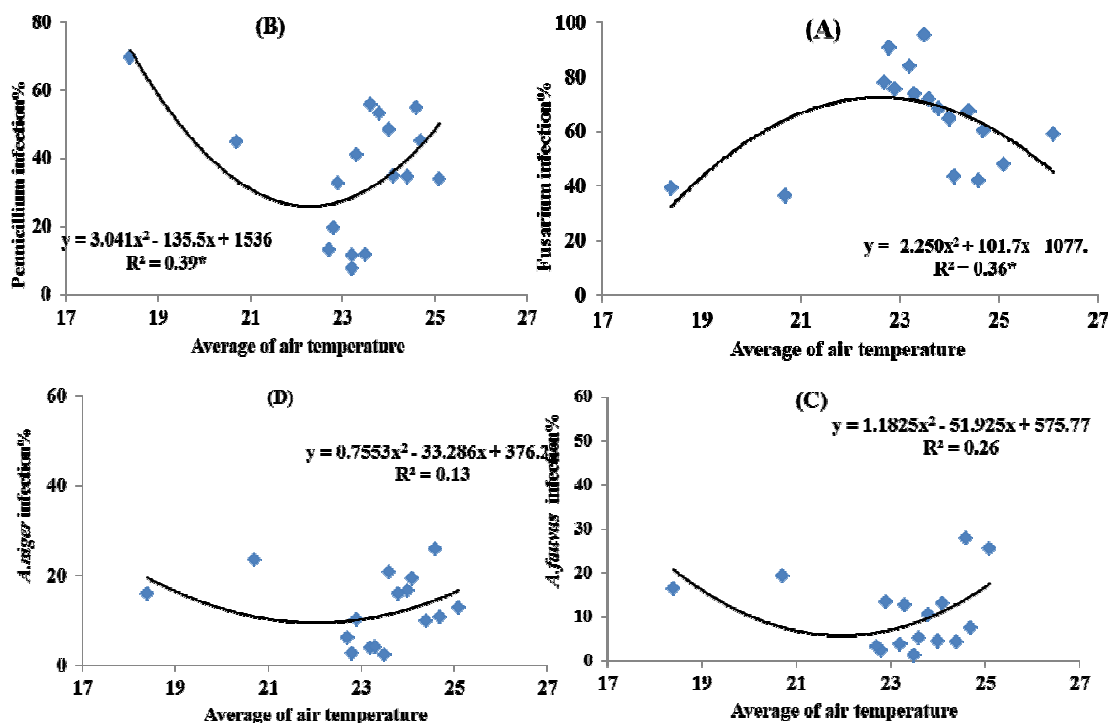
Table 6. Comparison of plant density simple effect on maize seed fungal infection in three locations (Karaj, Kermanshah and Moghan)

Traits	Plant density	Average of infection (%)	
		2012	2013
Fusarium ear infection (%)	35000	51	59
	40000	63	62
	50000	68	67.5
	60000	66.5	60.5
	70000	56	51.2
	LSD (5%)	3.7	2.24
Penicillium infection (%)	35000	27.5	43
	40000	51	48.3
	50000	25.5	35
	60000	9	40
	70000	17	45.4
	LSD (5%)	2.9	3
<i>Aspergillus flavus</i> infection (%)	35000	11.7	16.4
	40000	6.8	9.1
	50000	11.7	9.7
	60000	6.8	11.1
	70000	6.7	10.4
	LSD (5%)	1.34	1.8
<i>Aspergillus niger</i> infection (%)	35000	11.6	11.1
	40000	8.5	11.1
	50000	10.8	17.1
	60000	7.4	19.7
	70000	14.7	9.1
	LSD (5%)	1.4	1.7

تراکم بیش از حد، سبب افزایش رطوبت و مهیا شدن شرایط مناسب برای رشد و توسعه بیشتر قارچ می‌شود. شدت بیماری در هر منطقه می‌تواند تحت شرایط آب و هوایی باشد و این شرایط توسعه بیماری را کاهش یا افزایش می‌دهد. در آزمایش جاری شرایط محیطی برای بروز بیماری در سال اول مهیاتر بود.

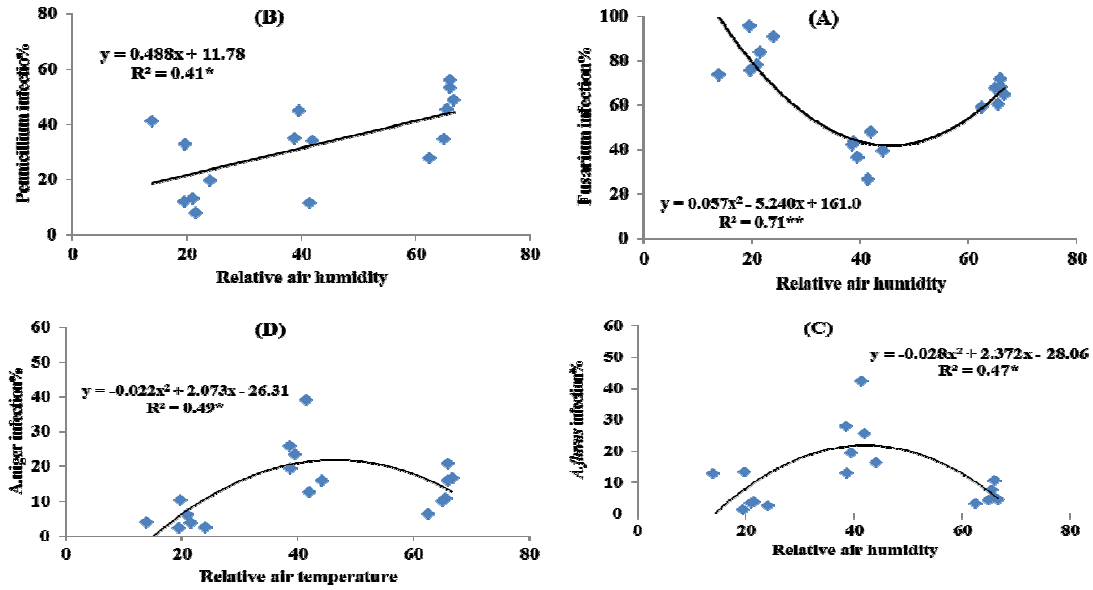
شرایط مساعد برای ایجاد بیماری آب و هوای گرم و مرطوب و گرم و خشک است. دمای ۳۰ درجه سلسیوس برای رشد قارچ عامل این بیماری مناسب است. در مناطق مرطوب بویژه زمانی که بارندگی بیش از حد طبیعی رخ دهد و ظهور تارهای ابریشمی تا زمان برداشت طول می‌کشد، بیماری افزایش می‌یابد (Momeni, 2014). لذا تاریخ مناسب کشت ذرت با توجه به هر منطقه بایستی مشخص گردد.

شکل‌های ۱ تا ۴ اثر شرایط آب و هوایی از زمان گلدهی و شروع تشکیل بذر تا برداشت بر درصد وقوع بیماری‌های قارچی را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود همه مدل‌های ارائه شده به دلیل تلفیق اثر یک داده‌ها هواشناسی با سایر شرایط اقلیمی از توجیه مدل قوی نبوده و برخی مدل‌ها به دلیل ضریب تبیین پایین معنی‌دار نیستند. فقط مدل اثر رطوبت نسبی هوا بر درصد آلودگی همه قارچ‌ها معنی‌دار است که نشان دهنده اهمیت رطوبت نسبی هوا بر فعالیت این قارچ‌هاست. با افزایش دمای هوا در طول این دوره، ابتدا درصد آلودگی به فوزاریوم افزایش یافت. ولی با افزایش زیاد دما، میزان وقوع این بیماری کاهش یافت. لذا به نظر می‌رسد میانگین دمای حدود ۲۳ درجه سلسیوس در طول نمو و رسیدگی بذر شرایط مطلوبی را برای توسعه این قارچ در ذرت فراهم می‌کند.



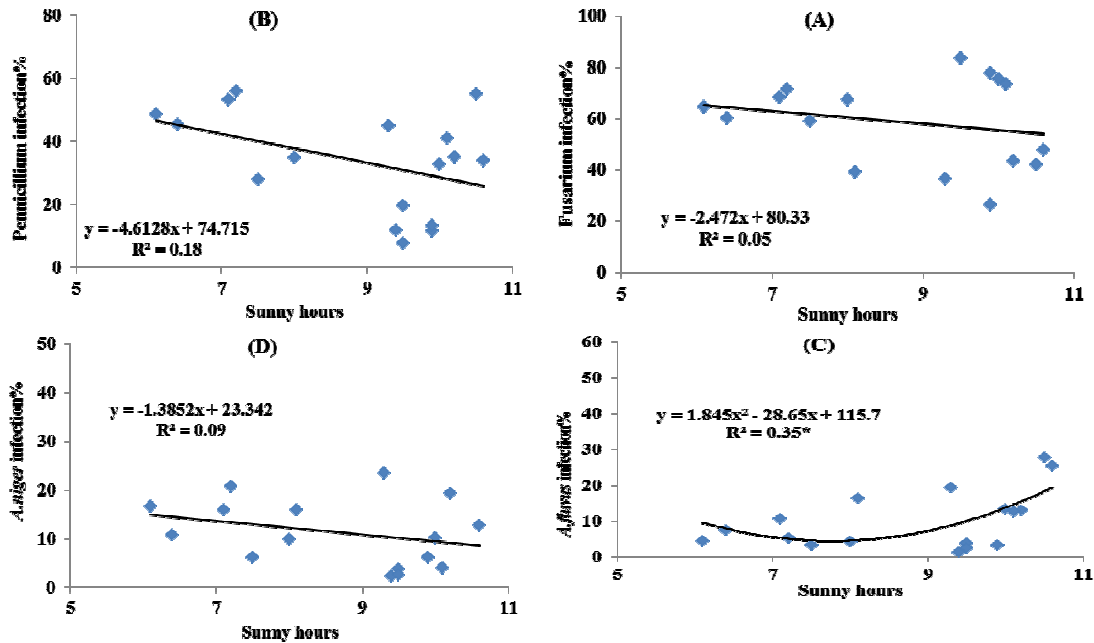
شکل ۱- اثر میانگین دما هوا در طی نمو و رسیدگی بذر ذرت بر درصد وقوع بیماری‌های قارچی مرتبط با بذر (الف) درصد آلودگی به فوزاریوم (ب) درصد آلودگی به پنی‌سیلیوم (ج) درصد آلودگی به *آسپرژیلوس فلاووس* (د) درصد آلودگی به *آسپرژیلوس نایجر*. \* و \*\* به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری ضریب تبیین در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

Figure 1. Effect of average of air temperature during seed development and maturity on the fungal infection percentage in maize seed (A) *Fusarium* (B) *Penicillium* (C) *A. fluvus* (D) *A. niger*. \* and \*\* superscript shows significant level at 5%, 1% .



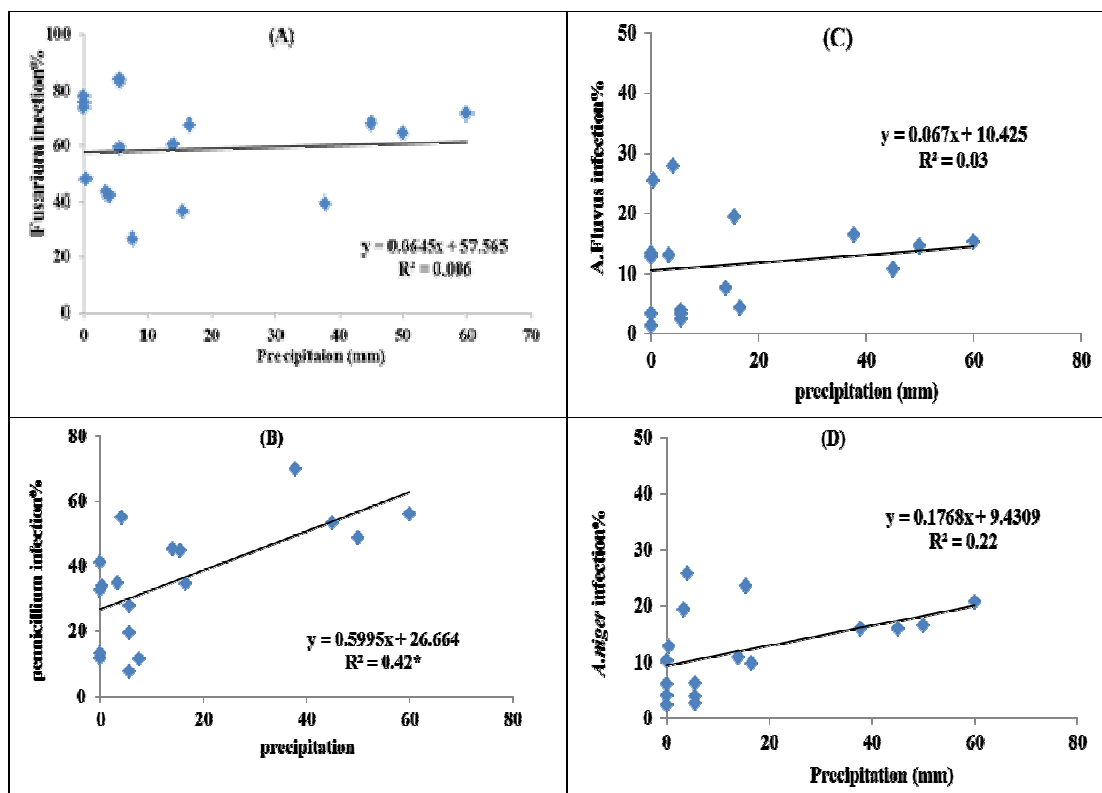
شکل ۲- اثر میانگین رطوبت نسبی هوا در طی نمو و رسیدگی بذر ذرت بر درصد وقوع بیماری‌های قارچی مرتبط با بذر (الف) درصد آلودگی به فوزاریوم (ب) درصد آلودگی به پنی‌سیلیوم (ج) درصد آلودگی به *آسپرژیلوس فلاووس* (د) درصد آلودگی به *آسپرژیلوس نایجر*. \* و \*\* به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری ضریب تبیین در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

Figure 2. Effect of average of air humidity during seed development and maturity on the fungal infection percentage in maize seed (A) *Fusarium* (B) *Penicillium* (C) *A. fluvus* (D) *A. niger*. \* and \*\* superscript shows significant level at 5%, 1% .



شکل ۳- اثر میانگین ساعات آفتابی در طی نمو و رسیدگی بذر ذرت بر درصد وقوع بیماری‌های قارچی مرتبط با بذر (الف) درصد آلودگی به فوزاریوم (ب) درصد آلودگی به پنی‌سیلیوم (ج) درصد آلودگی به *آسپرژیلوس فلاووس* (د) درصد آلودگی به *آسپرژیلوس نایجر*. \* و \*\* به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری ضریب تبیین در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

Figure 3. Effect of the number of sunny hours during seed development and maturity on the fungal infection percentage in maize seed (A) *Fusarium* (B) *Penicillium* (C) *A. fluvus* (D) *A. niger*. \* and \*\* superscript shows significant level at 5%, 1% .



شکل ۴- اثر مقدار نزولات جوی در طی نمو و رسیدگی بذر ذرت بر درصد وقوع بیماری‌های قارچی مرتبط با بذر (الف) درصد آلودگی به فوزاریوم (ب) درصد آلودگی به پنی‌سیلیوم (ج) درصد آلودگی به آسپرژیلوس فلاووس (د) درصد آلودگی به آسپرژیلوس نایجر. \* و \*\* به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری ضریب تبیین در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

Figure 4. Effect of the number of sunny hours during seed development and maturity on the fungal infection percentage in maize seed (A) *Fusarium* (B) *Penicillium* (C) *A. fluvus* (D) *A. niger*. \* and \*\* superscript shows significant level at 5%, 1% .

رشد و نمو قارچ کمک شایانی می‌کند که طبعاً این عوامل در افزایش میزان قارچ تاثیر گذار خواهد بود. این موارد در گزارش زمانی و همکاران ( Zamani et al, 2014).

گونه‌های قارچ آسپرژیلوس در تمامی نمونه‌ها وجود داشتند و درصد بالایی از آلودگی را شامل می‌شدند. این گونه‌ها تأثیر زیادی بر کیفیت و کمیت محصول دارند، چه در مزرعه و چه در انبار تعدادی از قارچ‌های همراه بذر مانند *Aspergillus sp.* مواد سمی به نام میکوتوکسین ترشح می‌کنند که باعث مسمومیت و بیماری در انسان و حیوانات می‌شود. میکوتوکسین‌ها مولکول‌های کوچکی هستند که وجود

گاهی کشت زود هنگام سبب می‌شود گیاه از زخمهای ناشی از حشرات بگریزد و لذا میزان بیماری کاهش یابد.

وجود آلودگی بالا در منطقه حاصلخیز را شاید بتوان به شرایط آب و هوایی مساعد آن منطقه برای رشد و تکثیر هر چه بیشتر قارچ نسبت داد. به طوری که رطوبت کافی و دمای معتدل و گرمی هوا در زمان تشکیل و رشد بلال‌های ذرت شرایط مناسبی را برای فعالیت و رشد قارچ فراهم می‌سازد. از طرفی تولید بذر و استفاده از لاین‌های والدین ذرت جهت تولید بذر هیبرید مورد نیاز کشور در سطح وسیع و حساسیت بالای لاین‌های ذکر شده نیز به فراهم کردن شرایط تکثیر و

منطقه تولید بذر ذرت در کشور، تاریخ کاشت طوری طراحی گردد که از برخورد زمان برداشت با بارندگی‌های اواسط و اواخر پاییز اجتناب گردد و به‌علاوه از بالابردن تراکم بوته برای افزایش عملکرد جلوگیری شود. همچنین از کشت زود هنگام و برخورد زمان نمو بذر با دماهای بالا و نیز تاخیر زیاد در کاشت و برخورد این دوره با دمای پایین جلوگیری شود. تولید بذر ذرت هم حتی‌المکان در مناطقی انجام شود که میانگین ساعات آفتابی در طول دوره نمو بیشتر باشد. رعایت چنین شرایطی برای تولید بذر ذرت می‌تواند در کنار سایر عوامل مربوط به بهداشت مزارع، از توسعه بیماری‌های قارچی مرتبط با بذر جلوگیری نماید.

### سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از ریاست محترم، مدیران و کارکنان موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال و نیز کارشناسان آزمایشگاه ملی بذر که در اجرای این طرح همکاری و کمک شایانی نمودند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

آنها در غذای انسان و دام یکی از نگرانی‌های مهم در تجارت جهانی است و هر ساله باعث خسارت اقتصادی و بهداشتی فراوانی می‌شود (Parsons and Munkvold, 2012).

تاثیر پذیری متفاوت قارچ فوزاریوم نسبت به دو قارچ دیگر در مورد اثر تغییرات رطوبت نسبی نیز تکرار شد و رطوبت نسبی بالا و پایین میزان آلودگی به این قارچ را افزایش داد شد. در مورد قارچ پنی‌سیلیوم با افزایش رطوبت نسبی هوا، میزان آلودگی افزایش یافت ولی در مورد قارچ آسپرژیلوس، رطوبت نسبی بسیار بالا موجب کاهش درصد آلودگی شد. بین درصد وقوع بیماری‌های قارچی و میانگین ساعات آفتابی در طی نمو و رسیدگی نیز رابطه منفی برقرار بود و با افزایش ساعات آفتابی و یا کاهش میزان ابرناکی، میزان آلودگی کاهش یافت. تنها رابطه‌ای که در همه انواع قارچ‌های بیماری‌زا اثر مشابه داشت میزان نزولات جوی در طی نمو و رسیدگی بذر بود که با افزایش نزولات، میزان آلودگی افزایش یافت.

با توجه به نتایج به‌دست آمده، لازم است در هر

### REFERENCES

- Agarwal, V.D. 2006. Seed Health. International Book Distributing Co., Charbagh, Lucknow, India.
- Anonymus.2012. 10 year's performance report of seed and plant certification and registration research institute of Iran. seed and plant certification and registration research institute press. 80 p. (in Farsi).
- Bradley, C. A., and Ames, K. A. 2010. Effect of foliar fungicides on corn with simulated hail damage. Plant Disease 94: 83-86.
- Cardwell, K. F. 2001. Mycotoxin contamination of foods in Africa: Anti-nutritional factors. Food and Nutrition Bulletin, 21: 488-492.
- Christensen, C.M., and Kaufmann, H.H. 1969. Grain storage. The role of fungi in quality loss. Minneapolis: University. Minnesota Press. 153 p.

- Chulze, S.N., Ramirez, M.L., Torres, and A., Leslie, J.F. 2000. Genetic variation in fusarium Section Liseola from no-till maize in Argentina. Applied and Environmental Microbiology, 66: 5312-5315
- Danielsena, S., and Funck-Jensena, D. 1998. Relationships between seed germination, fumonisin content, and Fusariumverticillioides infection in selected maize samples from different regions of Costa Rica. Plant Pathology, 47: 609–614.
- Dharam, Vir. 1974. Study of some problems associated with postharvest fungal spoilage of seeds and grains. In Current Trends in Plant Pathology, S.P. Raychaudhury and J.P. Verma (eds.), Lucknow: Botany Department, Lucknow University. 221-226 p.
- Gerlach, W., and Nirenberg, H. 1982. The Genus Fusarium, A Pictorial Atlas. Mitteilungen Biologischender Bundesanstalt Land-und orstwirtschaft, Berlin, 406 pp.
- Ghiasian, S. A., Kord-Bacheh, P., Rezayat, S. M., Maghsood, A. H.,and Taherkhani, H. 2004. Mycoflora of Iranian Maize harvested in the main population area in Iran. Mycopathologia, 158: 113-121.
- Hampton, J. G., Boelt, B., Rolston, M. P., and Chastain, T. G. 2013. Effects of elevated CO2 and temperature on seed quality. Journal of Agricultural Science, 151: 154–162
- Kabeere, F., Hampton, J. G., and Hill, M. 1997. Transmission of *Fusarium graminearum* (Schwabe) from maize seeds to seedlings. Seed science and technology, 25: 245-252.
- Leslie, J. F. 1991. Mating populations in *Gibberella fujikuroi* (Fusarium section Liseola). Phytopathology, 81: 1058-1060.
- Leslie, J. F., and Summerell, B. A. 2008. The Fusarium laboratory manual. Blackwell Publishing. First Edition, 388pp.
- Mathur, S.B., and Kongsdal, O. 2003. Common laboratory seed health testing methods for detecting fungi. International Seed Testing Association (ISTA), 425pp.
- Momeni, H. 2014. Management of corn ear rot disease caused by fusarium *Fusarium verticilluides*. Ministry of Jihad-e-Agriculture. Iran. 14 pp. (In Farsi).
- Nankam, C. and Patakya, J.K. 1996. Resistance to kernel infection by *Fusarium moniliforme* in the sweet corn inbred 125b. Plant Disease, 80: 593-598.
- Nelson, P.E., Toussoun, T.A., and Marasas, W.F.O. 1983. Fusarium Species: An Illustrated Manual for Identification. Pennsylvania State University. 226 p.
- Parsons, M. W., and Munkvold, G.P. 2012. Effect of planting date and environmental factors on fusarium ear rot symptoms and fumonisin B1 accumulation in maize grown in six North American locations. Plant Pathology, 61: 1130-1142.
- Rezvani, E., Rahmani, m., Sheidaii, S., Zareian, A., and Zare, L. 2010. Effect of fusarium (*Fusarium* spp) infection on seed germination of hybrid maize and relation of seed size on this infection. 11<sup>th</sup> Iranian Congress on Agronomy and Plant Breeding. (In Farsi).

Sheldon, J.L. 1904. A corn mold (*Fusarium moniliforme*) Annual report of the Nebraska Agricultural Experimental Station. 17: 23-32.

Tekrony, D.M., Egli, D.B., and Wickham, D.A. 1989. Corn seed vigor effect on no-tillage field performance. II. Plant growth and grain yield. Crop Science, 29: 1528-1531.

Zamani, M., and Alizadeh, A. 2000. Identification of *Fusarium* species causing ear rot of corn in Sari and Karaj. Iranian Journal of Plant Pathology, 36: 17-29.

Zamani, M., Rahjoo, V and Choukan, R. 2014. Comparison of resistance and susceptibility of maize advanced genotypes to *fusarium moniliforme* in Iran. Proceeding on 58<sup>th</sup> International Symposium on Crop Protection, Gent, Belgium. P. 72.

## Seed-born fungi infection of hybrid maize seed (*Zea mays* .L) in different climates and agronomic management

E. Rezvani<sup>1\*</sup>, F. Hassani<sup>2</sup> and L. Zare<sup>3</sup>

1. \* **Corresponding author:** Assistant Professor, Seed and Plant Certification and Registration Research Institute (SPCRI), Karaj, Iran (e.rezvani@areeo.ac.ir)
2. Assistant Professor, Seed and Plant Certification and Registration Research Institute (SPCRI), Karaj, Iran
3. Instructor of Plant Pathology, Seed and Plant Certification and Registration Research Institute (SPCRI), Karaj, Iran

Received: 20 February 2016

Accepted: 30 October 2016

---

### Abstract

In order to evaluate the effect of environmental conditions in different areas and years on seed-borne fungal diseases of hybrid maize seed, a two-year experiment was performed in sub-plot design in three main areas of maize seed production areas in Iran. Parental lines of 704 hybrid were cultivated in three planting dates and five different female densities for more diversity of environmental conditions. Assessment of *Fusarium* ear rot, *Penicillium* and *Aspergillus* infection was done after harvesting. The results showed that the effect of planting areas, planting date and plant density on the percentage of seed fungal infection was significant and different. By increasing the plant density, fungal infection significantly increased. Simple and binomial regression model between meteorological data and infection showed that very high and very low temperatures and relative humidity increased seed *Fusarium* infection. Increasing the relative humidity caused an increment in the rate of *Penicillium* infection. It was found that the percentage of fungal infection was reduced by increasing sunny hours or decreasing the degree of cloudiness. All the fungal infections were increased by increasing rainfall during the development and maturity of maize seeds. Thus, for decreasing the infections, it is more appropriate to produce the maize seeds in the regions that have a higher average of sunny hours during development and avoid simultaneous the harvest time and a rain fall.

**Keywords:** *Maize seed, Female line, Seed health, Fusarium, Penicillium, Aspergillus*