doi: 10.22124/cr.2019.14079.1514

دانشگاه گیلان
دانشکده علوم کشاورزی

تحقیقات غلات

دوره نهم/ شماره سوم/ پاییز ۱۳۹۸ (۲۳۳-۲۲۱)

تأثیر تراکم سختینه‌های زمستان‌گذران بر شدت بیماری سوختگی غلاف و میزان خسارت محصول برنج

مریم خشکدامن[۱]، صدیقه موسی‌نژاد[۲*]، سیدعلی الهی‌نیا[۳]، علی‌اکبر عبادی[۴] و فریدون پاداشت دهکایی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۳۰

چکیده

بیماری سوختگی غلاف برگ برنج ناشی از *Rhizoctonia solani* AG1- IA یکی از بیماری‌های مهم برنج از لحاظ اقتصادی در دنیا محسوب می‌شود. پیش‌بینی تراکم مایه تلقیح و آگاهی از نحوه زمستان‌گذرانی عامل بیماری، مدیریت زراعی و کاهش استفاده از قارچ‌کش‌ها را در کنترل این بیماری به‌دنبال خواهد داشت. هدف از این تحقیق، بررسی اثر تراکم مایه تلقیح (سختینه) زمستان‌گذران بر میزان و شدت بیماری سوختگی غلاف و میزان خسارت محصول برنج در شرایط آب و هوایی استان گیلان بود. برای این منظور، یک آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزارع تحقیقاتی موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) طی دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۶ انجام شد. تیمارها به‌ترتیب شامل صفر، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ سختینه در یک کرت نه متر مربعی و رقم برنج مورد مطالعه، رقم اصلاح شده ایرانی شیرودی بود. نتایج نشان داد که تراکم مایه تلقیح (سختینه) تأثیر معنی‌داری بر توسعه بیماری سوختگی غلاف برگ برنج داشت و میزان بالای آن در مزرعه، منجر به افزایش بیماری و خسارت محصول در مراحل رشد برنج شد. بررسی تراکم سختینه‌های زمستان‌گذران طی دو سال اجرای آزمایش نیز نشان داد که میزان بارندگی‌های پس از برداشت محصول برنج در قدرت زنده‌مانی سختینه‌های قارچ تأثیر زیادی داشت و موجب کاهش آن‌ها شد. بنابراین، حذف و یا کاهش مایه تلقیح اولیه و پیش‌بینی میزان زنده‌مانی و بقاء عامل بیماری در شرایط مزرعه می‌تواند یکی از موثرترین راه‌کارها در مبارزه با بیماری سوختگی غلاف برگ برنج باشد.

واژه‌های کلیدی: پیش‌آگاهی، زنده‌مانی، مایه تلقیح، *Rhizoctonia solani* AG1- IA

۱- دانشجوی دکتری، گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲- استادیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳- استاد، گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۴- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
۵- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
* نویسنده مسئول: mousanejad@guilan.ac.ir

مقدمه

بیماری سوختگی غلاف (Sheath blight) برگ برنج توسط عامل قارچی *Rhizoctonia solani* Kühn (گروه آناستوموزی AG-1 IA) با فرم جنسی *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) ایجاد می‌شود. این بیماری بعد از بلاست دومین بیماری مهم قارچی برنج در سراسر دنیا به‌شمار می‌رود و تقریباً از همه کشورهای تولیدکننده برنج دنیا گزارش شده است، ولی در مناطق پر باران و گرم خسارت بیش‌تری وارد می‌کند (Hori, 1980). این بیماری برای اولین بار توسط میاک در سال ۱۹۱۰ از ژاپن گزارش شد و عامل بیماری را *Sclerotium irregular* نامید. این در حالی بود که این بیماری نخستین بار توسط Yuno در سال ۱۹۰۱ مشاهده شده بود. بعدها بیماری از فیلیپین، سریلانکا، چین، هندوستان و بسیاری از کشورهای آسیایی، آمریکا و ... گزارش شد (Ou, 1987). خسارت بیماری با توجه به شرایط آب و هوایی، مرحله رشدی گیاه، گسترش آلودگی و نوع واریته برنجی که کشت می‌شود، از درجات کم تا زیاد برآورد شده است. هر چند برآورد دقیقی از کاهش محصول توسط این بیماری در ایران صورت نگرفته، ولی این بیماری قادر است در ارقام حساس هنگامی که همه غلاف‌ها و سطح برگ‌ها آلوده شده باشند به‌میزان ۵۰ درصد خسارت ایجاد کند (Lee and Rush, 1983). در ایران اولین گزارش از بیماری سوختگی غلاف برگ در سال ۱۹۸۴ از استان مازندران توسط ترابی و بینش (Torabi and Binesh, 1984) منتشر شد. از آن به بعد این بیماری در شمال ایران نیز همانند سایر مناطق مهم برنج‌خیز به‌علت معرفی و کشت واریته‌های جدید پاکوتاه و حساس (Kobayashi *et al.*, 1997) و استفاده از مقادیر بیش‌تر کود نیتروژنه (Slaton *et al.*, 2003) که منجر به شدت بخشیدن بیماری می‌شود (Marchetti and Bollich, 1991; Okhovvat, 1999) توسعه یافت.

دو مرحله آلودگی با عناوین آلودگی اولیه و ثانویه برای این بیماری شناسایی شده است (Savary *et al.*, 1997). آلودگی اولیه توسط مایه تلقیح خاکزاد اتفاق می‌افتد و باعث ایجاد لکه در قسمت‌های پائینی گیاه می‌شود. مایه تلقیح خاکزاد شامل سختینه‌های زمستان‌گذران شناور در آب است که مایه تلقیح اصلی بیماری هستند (Palo, 1926; Hori, 1969; Hashiba and Mogi, 1975; Kozaka, 1975; Hashiba, 1984; Belmar *et al.*, 1987)، اگرچه میسلیوم‌های موجود در بقایا نیز می‌توانند به‌عنوان مایه تلقیح اولیه عمل کنند (Hori and Anraku, 1971; Mew *et al.*, 1980). آلودگی ثانویه توسط میسلیوم‌های هوایی که در محل لکه‌های ناشی از آلودگی اولیه روی برگ و غلاف گیاه تشکیل می‌شوند، ایجاد می‌شود (Kozaka, 1975; Hashiba, 1984). منبع دیگر آلودگی برای این بیماری، بازیدیوسپور است. بازیدیوسپورهای این قارچ در دما و رطوبت نسبی بالا تشکیل می‌شوند. عقیده بر این است که آلودگی ناشی از بازیدیوسپور در شرایط مزرعه اهمیت چندانی در اپیدمی بیماری ندارد (Kozaka, 1975). همچنین راه دیگر ایجاد آلودگی و بقای این قارچ به‌صورت میسلیوم روی بذرها (Seed borne) است که نقش مؤثری در زمستان‌گذرانی و پراکنش بیماری دارد (Ogoshi, 1987).

اوو (Ou, 1985) و ماتور (Mathur, 1983) انتقال عامل بیماری از بذر به گیاه برنج در شرایط مزرعه را در سطح پایین و ناچیز اعلام و دلیل آن را ناتوانی *Rhizoctonia solani* در ایجاد آلودگی سیستمیک (Naidu, 1983) یا نامناسب بودن شرایط محیط مزرعه برای توسعه بیماری اعلام کردند. در ایران در استان مازندران، درصد بذرهای آلوده رقم پرمحصول آمل ۲ بعد از برداشت بین ۲۲ تا ۳۹ درصد برآورد شده است (Binesh and Torabi, 1985). حتی هشت ماه بعد از برداشت محصول، قارچ عامل بیماری هنوز قابلیت ایجاد بیماری را داشت (۱۰ تا ۱۹ درصد بذرها آلوده بودند) و بعد از کشت بذرهای آلوده در خاک استریل، ۶ تا ۱۲ درصد نشاها آلوده شدند (Binesh and Torabi, 1985). همچنین مطالعاتی در رابطه با بقای عامل بیماری روی بذر و نقش مایه تلقیح بذرزاد در انتقال عامل بیماری از طریق بذر به نشا، در مزارع یوتاراخاند (Uttarakhand) هند صورت گرفت (Sivalimgam *et al.*, 2012). انتقال بیماری از بذر به نشا ۶/۲ درصد گزارش شد که مشابه نتایجی بود که پیشتر در ایران (Binesh and Torabi, 1985) به‌دست آمده بود. اعتقاد بر این است که در مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیر، مایه تلقیح اولیه و منبع اصلی ایجاد بیماری سوختگی غلاف، سختینه است (Palo, 1926; Hori and Anraka, 1971; Hashiba and Mogi, 1975; Kozaka, 1975; Hashiba, 1982; Roy 1986)، اما با این وجود به‌نظر می‌رسد که میسلیوم در بقایای گیاهی (Hori and Anraka, 1971; Mew *et al.*, 1980; Kobayashi *et al.*, 1995) و علف‌های هرز آلوده (Damodar Naidu *et al.*, 1983)

نیز نقش مهمی در ایجاد آلودگی داشته باشد. سختینه‌های قارچ در شرایط مناسب قادرند تا بیش از ۲۱ ماه زنده بمانند. در بهار سال بعد، طی عملیات گل‌آلود کردن و تسطیح زمین شالیزار، اغلب سختینه‌ها بالا می‌آیند، روی سطح آب شناور می‌شوند و به‌عنوان مایه تلقیح اولیه قارچ، انجام وظیفه می‌کنند. سختینه‌های شناور با جریان آب حرکت می‌کنند و در شالیزار گسترش می‌یابند (Hashiba and Mogi, 1975; Lee and Rudh, 1983). سختینه‌های موجود در خاک مزرعه در زمان نشا یا وجین در سطح آب شناور و در اطراف بوته‌های برنج در سطح آب جمع می‌شوند و به غلاف‌های پایینی در محل تماس با سطح آب می‌چسبند و پس از جوانه‌زنی، آلودگی اولیه را شروع می‌کنند. جوانه‌زنی سختینه‌ها در دمای ۳۲-۱۶ (بهینه ۳۰-۲۸) درجه سلسیوس و رطوبت نسبی بالا (بیش از ۹۵ درصد) انجام می‌شود. شدت آلودگی اولیه، رابطه نزدیکی با تعداد سختینه‌های چسبیده به گیاهان دارد.

کوبایاشی و همکاران (Kobayashi *et al.*, 1997) در مطالعات خود بیان کردند که در کشور ژاپن که دارای آب و هوای معتدل است، میسلیوم بعد از برداشت در شرایط سرد زمستان، قدرت زنده‌مانی خود را از دست می‌دهد، اما با این وجود ممکن است میسلیوم در مناطق گرمسیر قدرت زنده‌مانی خود را حفظ و پس از مهیا شدن دما و رطوبت در خلال فصل رویش به‌عنوان مایه تلقیح عمل کند. دامیکون و همکاران (Damicone *et al.*, 1993) تأثیر تراکم سختینه بر وقوع بیماری سوختگی غلاف در مزارع برنج می‌سی‌سی‌پی را مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها از ۶۵ مزرعه برنج که به‌مدت دو سال در تناوب با سویا بودند، نمونه‌برداری کردند. مطالعات آن‌ها نشان داد که گیاه سویا نیز به *Rhizoctonia solani* AG-1 IA حساس است. بنابراین، با کشت سویا به‌عنوان محصول تناوبی با برنج، جمعیت سختینه‌ها افزایش و به‌دنبال آن وقوع بیماری سوختگی غلاف نیز افزایش می‌یابد. به‌عبارت دیگر، بین تراکم و زنده‌مانی سختینه‌ها و وقوع بیماری یک رابطه خطی وجود داشت. بنابراین نتیجه‌گیری کردند که شدت آلودگی اولیه، رابطه نزدیکی با تعداد سختینه‌های در تماس با گیاه دارد، ولی توسعه بعدی بیماری بیش‌تر توسط شرایط محیطی و حساسیت گیاه میزبان تعیین می‌شود.

مدیریت بیماری سوختگی غلاف با ترکیب روش‌های زراعی و به‌کارگیری قارچ‌کش‌ها در مزرعه اجرا می‌شود (Willocquet *et al.*, 2000). کاربرد قارچ‌کش‌ها نه تنها به‌طور مستقیم خسارت وارده به محصول را کاهش می‌دهد، بلکه باعث کاهش محسوس سختینه که مهم‌ترین زادمایه اولیه این بیماری در بسیاری از مناطق هست نیز می‌شود. اما کاربرد قارچ‌کش‌ها با محدودیت‌هایی همراه است. بازرسی مزرعه و زمان درست کاربرد مواد شیمیایی، هزینه‌های تولید را افزایش می‌دهد. به هر حال، سمپاشی باید به‌درستی انجام گیرد تا کنترل موفقی حاصل شود. همچنین، کاربرد مداوم مواد شیمیایی آثار زیست‌محیطی مخربی را به‌همراه دارد. بنابراین، آگاهی از اپیدمیولوژی این بیماری، تعیین ارتباط بین شدت بیماری و خسارت ناشی از آن و تعیین آستانه خسارت اقتصادی بیماری، لازمه مدیریت مناسب آن با روش‌های زراعی است و می‌تواند استفاده از قارچ‌کش‌ها و مشکلات مربوط به آن‌ها را کاهش دهد. از جمله روش‌های زراعی که می‌تواند در مدیریت بیماری مؤثر باشد، پیش‌بینی میزان بیماری بر اساس تراکم سختینه‌های خاکزاد و در نهایت کشت در مکان‌هایی با حداقل آلودگی است. با توجه به این موضوع، تحقیق حاضر اجرا شد که هدف از آن، بررسی اثر تراکم سختینه‌های زمستان‌گذران، به‌عنوان یکی از زادمایه‌های اولیه خاکزاد، بر میزان وقوع و شدت بیماری سوختگی غلاف برگ برنج در شرایط مزرعه در استان گیلان و ارزیابی میزان خسارت محصول تحت این شرایط بود.

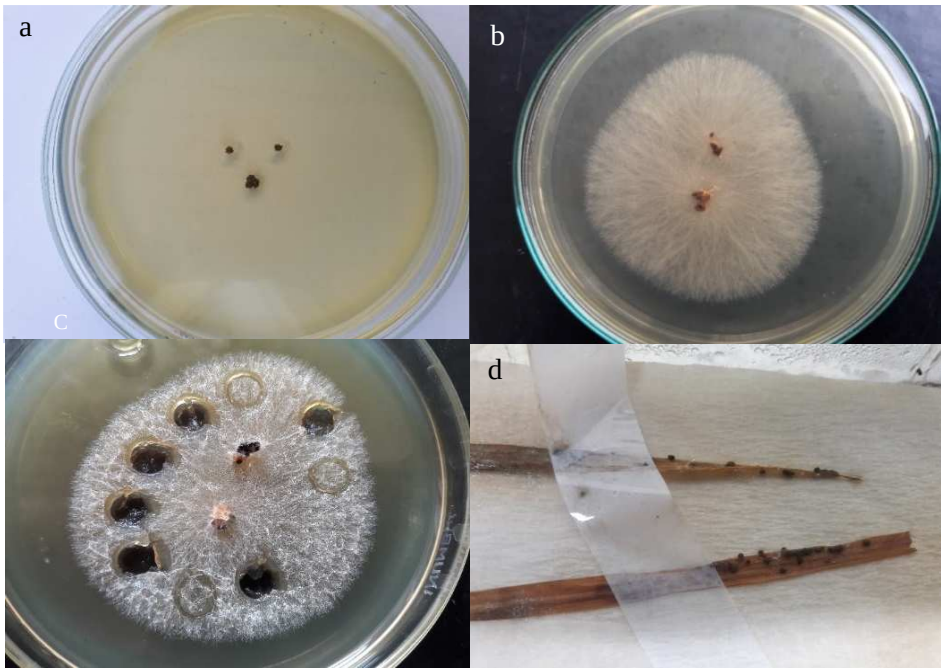
مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر تراکم سختینه‌های خاک‌زاد بر وقوع و شدت بیماری سوختگی غلاف برنج، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزارع تحقیقاتی موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) طی دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۶ انجام شد. رقم برنج مورد مطالعه، رقم شیرودی بود که در کرت‌هایی به ابعاد نه متر مربع (۳ × ۳ متر) به‌صورت چهار نشا در هر کپه و به‌فواصل ۲۰ × ۲۰ سانتی‌متر کشت شد. تیمارها به‌ترتیب شامل صفر، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ سختینه در کرت‌های نه متر مربعی بودند. به‌منظور جلوگیری از اختلاط و حرکت مایه تلقیح اولیه در کرت‌های آزمایشی، دور تا دور کرت‌ها پلاستیک کشیده و ورود و خروج آب برای هر کرت به‌صورت جداگانه در نظر گرفته شد. از سختینه‌های جدایه پرآزار G309 قارچ عامل بیماری سوختگی غلاف برنج (*Rhizoctonia solani* AG-1 IA) و از ژنوتیپ شش تعیین شده به‌کمک نه جفت آغازگر اختصاصی (Padasht-Dehkaei *et al.*, 2012)

SSR موجود در بخش گیاهپزشکی موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) استفاده شد.

تهیه مایه تلقیح

برای تکثیر سختینه‌های مورد نظر از روش برگ بریده برنج (Guleria *et al.*, 2007) استفاده شد (شکل ۱). برای این منظور، برگ‌های هم‌سن رقم سپیدرود (به‌عنوان رقم حساس به بیماری) به‌طول ۳۰ سانتی‌متر بریده شده و در محیط مرطوب درون ظرف‌های پلاستیکی حاوی سه برگ کاغذ صافی و ۷۰ میلی‌لیتر آب مقطر سترون قرار داده شدند، به‌طوری که دو انتهای هر برگ به‌کمک چسب کاغذی روی کاغذ صافی تثبیت شد. سپس قرصی به قطر ۵ میلی‌متر از کشت ۴۸ ساعته سختینه‌های جدایه پرآزار G309 (روی محیط کشت PDA) در قسمت میانی طول هر برگ قرار داده شد و برگ‌ها در انکوباتور در دمای ۳۰ درجه سلسیوس نگهداری شدند. در نهایت سختینه‌هایی که در طول برگ‌ها تشکیل شدند، جمع‌آوری و قبل از نشاکاری به تعداد مورد نظر با دست در داخل کرت‌های آزمایشی به‌طور یکنواخت اضافه شدند (شکل ۱).



شکل ۱- تهیه مایه تلقیح. a) کشت سختینه‌های جدایه پرآزار G309 روی محیط کشت PDA. b) کشت ۴۸ ساعته جدایه G309، c) انتقال قرص‌های پنج میلی‌متری از کشت ۴۸ ساعته جهت آلوده‌سازی برگ‌های رقم حساس سپیدرود، d) تشکیل سختینه‌ها روی برگ‌های رقم سپیدرود.

Figure 1. Inoculum preparation. a) Culture of G309 virulent isolate on PDA, b) 48 hours culture of G309 isolate, c) Transfering of 5 mm disks from germinated hyphal tips to center of the Sepidrood leaves, d) Sclerotia formation on Sepidrood leaves.

سنجش میزان بیماری

برای ارزیابی اثر تیمارها در توسعه بیماری سوختگی غلاف، یک هفته بعد از مشاهده اولین علایم بیماری در مزرعه تا مرحله برداشت هر ده روز یک‌بار در سطحی معادل چهار متر مربع از قسمت مرکزی هر کرت، شش بوته انتخاب و میزان شدت بیماری با محاسبه درصد ارتفاع نسبی آلودگی با استفاده از رابطه (۱) تعیین شد (Sharma *et al.*, 1990):

$$DS = \frac{IH}{TH} \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن، DS شدت بیماری، IH ارتفاع آلودگی در هر پنجه و TH ارتفاع هر پنجه است.

برای اندازه‌گیری میزان وقوع (شیوع) بیماری، ۲۵ پنجه از بوته‌های نمونه‌برداری شده، انتخاب و درصد پنجه‌های آلوده در هر کرت طبق رابطه (۲) محاسبه شد:

$$DC = \frac{ITN}{25} \times 100 \qquad (۲)$$

در این رابطه، DC میزان وقوع بیماری و ITN تعداد پنجه آلوده در ۲۵ پنجه نمونه‌گیری شده است.

جداسازی سختینه‌های زمستان‌گذران

پس از آماده‌سازی زمین برای انتقال نشا، در تاریخ‌های ۱۳۹۷/۲/۱۸ و ۱۳۹۸/۲/۶ به‌منظور جداسازی و شمارش سختینه‌های زمستان‌گذران، نمونه‌برداری از خاک مزرعه آزمایشی به‌شکل W از عمق ۷/۵ تا ۱۰ سانتی‌متر خاک و به‌قطر دو سانتی‌متر انجام شد. جداسازی و شمارش سختینه‌ها بر اساس روش وین‌هلد انجام شد (Weinhold, 1977). برای انجام این کار، از قسمت‌های مرکزی هر کرت به‌شکل W و نیز از حاشیه کرت‌های آزمایشی، نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه خاک‌های مربوط به هر کرت با هم مخلوط و به‌مدت چهار روز در هوای آزاد خشک شدند. پس از آن، خاک هر کرت وزن و کاملاً خرد شد و به‌مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر استریل نگهداری شد. برای جداسازی سختینه‌ها، آب روی نمونه خاک‌ها از الک‌های ۱۰، ۱۲، ۱۸، ۳۰ و ۶۰ مش عبور داده شد. مجدداً خاک باقیمانده در ته ظرف با آب مقطر استریل مخلوط و به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری و پس از آن از الک‌های مورد نظر عبور داده شد. سختینه‌های جدا شده در آب مقطر نگهداری و سپس روی کاغذ صافی خشک شدند. در بهار سال ۱۳۹۷، به تعداد سختینه‌های زنده جداسازی شده از قارچ *R. solani* AG1، سختینه روی برگ بریده، تکثیر و پس از آماده‌سازی زمین و قبل از نشاکاری در داخل کرت‌ها پخش شد. در نهایت در بهار سال ۱۳۹۸، مجدداً به‌منظور شمارش سختینه‌های زمستان‌گذران، از خاک کرت‌های آزمایشی نمونه‌برداری و سختینه‌های زنده و مرده جداسازی و شمارش شدند.

شناسایی و تعیین تعداد سختینه‌های زنده

جهت تعیین تعداد سختینه‌های زنده، سختینه‌های زمستان‌گذران جداشده از خاک در مخلوطی از ۰/۲۶ درصد هیپوکلریت سدیم و ۱۰ درصد الکل اتانول (EtOH) به‌مدت پنج دقیقه ضدعفونی شده و سپس با آب مقطر استریل شستشو و روی کاغذ صافی استریل زیر هود استریل خشک شدند (Tuite, 1969). سختینه‌های ضدعفونی شده داخل پتری‌های حاوی محیط کشت PDA کشت و به‌مدت ۳۶ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند. سختینه‌های زمستان‌گذران جداشده از خاک، ابتدا بر اساس رنگ، اندازه و مورفولوژی زیر میکروسکوپ شناسایی شده بودند. سختینه‌ها دارای اشکال نامنظم و به رنگ‌های خردلی تا قهوه‌ای روشن بودند. بعد از رشد کلنی، ویژگی‌های مختلف هیف‌های جوان زیر میکروسکوپ مورد بررسی قرار گرفت. در این گونه قارچ مطالعه شده، رنگ میسلیوم‌ها قهوه‌ای تا بی‌رنگ و هیف‌ها در قاعده انشعابات، دارای فرورفتگی هستند و کمی بالاتر از این فرورفتگی‌ها دیواره عرضی تشکیل می‌شود.

اندازه‌گیری میزان عملکرد و خسارت محصول

برای تعیین میزان عملکرد برنج در تیمارهای مختلف، در فصل برداشت و هم‌زمان با رسیدگی کامل خوشه‌ها، محصول پنج متر مربع از هر کرت پس از حذف حاشیه برداشت و پس از خشک‌شدن و کاهش رطوبت آن به ۱۴ درصد، خرمن‌کوبی انجام شد. سپس محصول شلتوک هر کرت توزین و میزان عملکرد آن کرت مشخص شد. برای تعیین درصد خسارت محصول، میزان عملکرد در هر کرت با عملکرد در کرت شاهد مقایسه شد (رابطه ۳):

$$YDP = \frac{YC - YT}{YC} \times 100 \qquad (۳)$$

که در آن، YDP درصد خسارت در محصول هر تیمار، YC میزان محصول در تیمار شاهد بدون آلودگی و YT میزان محصول در هر تیمار است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد و میانگین تیمارها با آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

اولین علایم بیماری سوختگی غلاف برگ در سال اول اجرای تحقیق (۱۳۹۶) در تاریخ اول مردادماه و در سال دوم اجرای تحقیق (۱۳۹۷) در تاریخ ۲۸ تیرماه هم‌زمان با مرحله شکم‌دهی گیاه برنج مشاهده شد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر تراکم‌های مختلف سختینه روی شدت و وقوع بیماری سوختگی غلاف و مقایسه میانگین بین تیمارها طی دو سال اجرای آزمایش به‌ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ ارایه شده است. نتایج تجزیه واریانس در سال اول آزمایش نشان داد که تفاوت‌های معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بین تراکم‌های مختلف سختینه در هر سه مرحله ارزیابی (شکم‌دهی، خوشه‌دهی و خمیری‌شدن) وجود داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین تیمارها به روش توکی در سطح احتمال پنج درصد نیز نشان داد که تراکم‌های مختلف سختینه از نظر وقوع بیماری به جز مرحله شکم‌دهی که در سه گروه A، B و C تقسیم شدند (تراکم‌های ۲۴ و ۳۶ در یک گروه A قرار گرفتند)، در مراحل خوشه‌دهی و خمیری‌شدن در چهار گروه A، B، C و D قرار گرفتند (جدول ۲). از نظر شدت بیماری نیز تراکم‌های مختلف سختینه در سه گروه A، B و C قرار گرفتند، به‌طوری‌که تراکم‌های ۲۴ و ۳۶ سختینه در هر سه مرحله ارزیابی در دو گروه آماری متفاوت (به‌ترتیب A و C) تقسیم شدند (جدول ۲).

نتایج تجزیه واریانس اثر تراکم‌های مختلف سختینه روی شدت و وقوع بیماری سوختگی غلاف در سال دوم اجرای آزمایش نیز مانند سال اول، تفاوت‌های معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد بین تراکم‌های مختلف سختینه در هر سه مرحله ارزیابی (شکم‌دهی، خوشه‌دهی و خمیری شدن) نشان داد (جدول ۱). مقایسه میانگین بین تراکم‌های سختینه از نظر شدت و وقوع بیماری نیز نشان داد که به‌جز مرحله شکم‌دهی که تراکم‌های سختینه به سه گروه A، B و C تفکیک شدند (تراکم‌های ۲۴ و ۳۶ در یک گروه A قرار گرفتند)، در مراحل ظهور خوشه و خمیری‌شدن در چهار گروه متفاوت (A، B، C و D) قرار گرفتند (جدول ۲).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر تراکم‌های مختلف سختینه روی عملکرد و میزان خسارت محصول طی دو سال اجرای آزمایش در جدول ۳ و مقایسه میانگین بین تیمارها در جدول ۴ ارایه شده است. نتایج تجزیه واریانس در سال اول آزمایش (۱۳۹۶) نشان داد که تفاوت‌های معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بین تراکم‌های مختلف سختینه از نظر عملکرد و خسارت محصول وجود داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین بین تراکم‌های سختینه از نظر عملکرد در سه گروه آماری متفاوت (A، B و C) تقسیم شدند، به‌طوری‌که تراکم‌های ۲۴ و ۳۶ سختینه در دو گروه مجزا (به‌ترتیب گروه‌های A و B تقسیم شدند، اما بین دو تراکم صفر و ۱۲ سختینه، تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد و هر دو تراکم در یک گروه (C) قرار گرفتند (جدول ۴). در مقابل، مقایسه میانگین بین تراکم‌های سختینه از نظر میزان خسارت محصول، اگرچه تراکم‌ها را همانند عملکرد در سه گروه آماری تقسیم کرد، اما نتایج نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری بین دو تراکم ۲۴ و ۳۶ وجود نداشت و هر دو در یک گروه آماری (A) قرار گرفتند، در حالی‌که بین دو تراکم ۱۲ و صفر سختینه، تفاوت معنی‌داری مشاهده شد و این دو تراکم به‌ترتیب در گروه‌های B و C تفکیک شدند.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در سال دوم اجرای آزمایش (۱۳۹۷) نیز نشان داد که بین تراکم‌های مختلف سختینه تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر عملکرد و خسارت محصول وجود داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین بین تراکم‌ها با آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد نیز نشان داد که تراکم‌های مختلف سختینه از نظر هر دو صفت عملکرد و میزان خسارت محصول به سه گروه آماری تفکیک شدند، به‌طوری‌که تراکم ۳۶ سختینه در متر مربع به‌تنهایی در گروه A قرار گرفت، اما بین دو تراکم ۲۴ و ۱۲ سختینه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و هر دو در گروه دوم (B) قرار گرفتند و در نهایت تراکم صفر (تیمار شاهد) به‌تنهایی گروه سوم (C) را تشکیل داد (جدول ۴).

بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها طی دو سال اجرای آزمایش، می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش تراکم سختینه، وقوع و شدت بیماری افزایش و برعکس عملکرد محصول کاهش یافت. به‌عبارت دیگر، تراکم مایه تلقیح (سختینه) تأثیر زیادی بر توسعه بیماری سوختگی غلاف برگ برنج داشت و میزان بالای تراکم آن در مزرعه، منجر به افزایش بیماری و کاهش عملکرد محصول در مراحل رشد برنج شد. در هر دو سال اجرای آزمایش، رابطه مثبتی بین تراکم مایه تلقیح (سختینه) و بیماری وجود داشت، به‌طوری که شدت و وقوع بیماری و خسارت محصول در تراکم‌های بالای سختینه، بیش‌تر (شکل‌های ۲ و ۳) و عملکرد محصول (شکل ۳)، کم‌تر بوده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تراکم‌های مختلف سختینه بر شدت و وقوع بیماری در مراحل شکم‌دهی، خوشه‌دهی و خمیری‌شدن دانه طی دو سال اجرای آزمایش (۹۷-۱۳۹۶)

Table 1. Analysis of variance for the effect of different sclerotial densities on disease severity and incidence at booting, panicle emergence and grain filling stages in 2017-2018

Source of variations	df	Disease severity						Disease incidence					
		Booting		Panicle emergence		Grain filling		Booting		Panicle emergence		Grain filling	
		2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Replication	2	0.5^{ns}	2.32^{ns}	0.91^{ns}	0.33^{ns}	2.88^{ns}	6.64^{*}	4.08^{ns}	0.08^{ns}	2.25^{ns}	1.75^{ns}	1.08^{ns}	1.75^{ns}
Sclerotial density	3	410.70^{**}	305.77^{**}	1281.86^{**}	751.37^{**}	1486.26^{**}	1053.71^{**}	662.97^{**}	555.86^{**}	2126.56^{**}	1616.56^{**}	3702.31^{**}	2085.42^{**}
Error	6	1.84	1.01	0.88	1.62	1.41	1.20	0.97	1.19	1.81	5.31	1.64	1.42
CV (%)	-	8.09	7.19	3.21	6.00	3.78	4.32	4.68	5.78	3.58	7.31	2.70	3.38

^{ns}, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تراکم‌های مختلف سختینه بر شدت و وقوع بیماری در مراحل شکم‌دهی، خوشه‌دهی و خمیری‌شدن دانه طی دو سال اجرای آزمایش (۹۷-۱۳۹۶)

Table 2. Mean comparisons of different sclerotial densities on disease severity and incidence at booting, panicle emergence and grain filling stages in 2017-2018

Inoculum density	Disease severity (%)						Disease incidence (%)					
	Booting		Panicle emergence		Grain filling		Booting		Panicle emergence		Grain filling	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
36 sclerotia	25.22a	22.55a	44.32a	35.30a	48.32a	41.98a	32.33a	29.33a	58.67a	52.33a	78.67a	60.33a
24 sclerotia	24.36a	20.02a	43.36a	31.02b	46.02a	36.69b	30.66a	28.33a	54.00b	45.00b	68.67b	49.33b
12 sclerotia	17.42b	13.42b	28.99b	18.66c	31.62b	22.95c	21.33b	18.00b	37.33c	28.67c	42.33c	31.33c
0 sclerotia	0.00c	0.00c	0.00c	0.00d	0.00c	0.00d	0.00c	0.00c	0.00d	0.00d	0.00d	0.00d

Means followed by the similar letters in each column are not significantly different by Tukey's test at 5% probability level.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تراکم‌های مختلف سختینه بر عملکرد و میزان خسارت محصول در مراحل شکم‌دهی، خوشه‌دهی و خمیری شدن دانه طی دو سال اجرای آزمایش (۹۷-۱۳۹۶)

Table 3. Analysis of variance for the effect of different sclerotial densities on yield and yield loss at booting, panicle emergence and grain filling stages in 2017-2018

Source of variations	df	Yield		Yield loss	
		2017	2018	2017	2018
Replication	2	4769.57^{ns}	9290.99^{ns}	2.75^{ns}	2.34^{ns}
Sclerotial density	3	31819.58**	188289.54**	87.46**	46.17**
Error	6	6356.34	21.53	1.46	1.15
CV (%)	-	1.34	1.18	16.69	23.75

^{ns}, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تراکم‌های مختلف سختینه بر عملکرد و میزان خسارت محصول در مراحل شکم‌دهی، خوشه‌دهی و خمیری شدن دانه طی دو سال اجرای آزمایش (۹۷-۱۳۹۶)

Table 4. Mean comparisons of different sclerotial densities on yield and yield loss at booting, panicle emergence and grain filling stages in 2017-2018

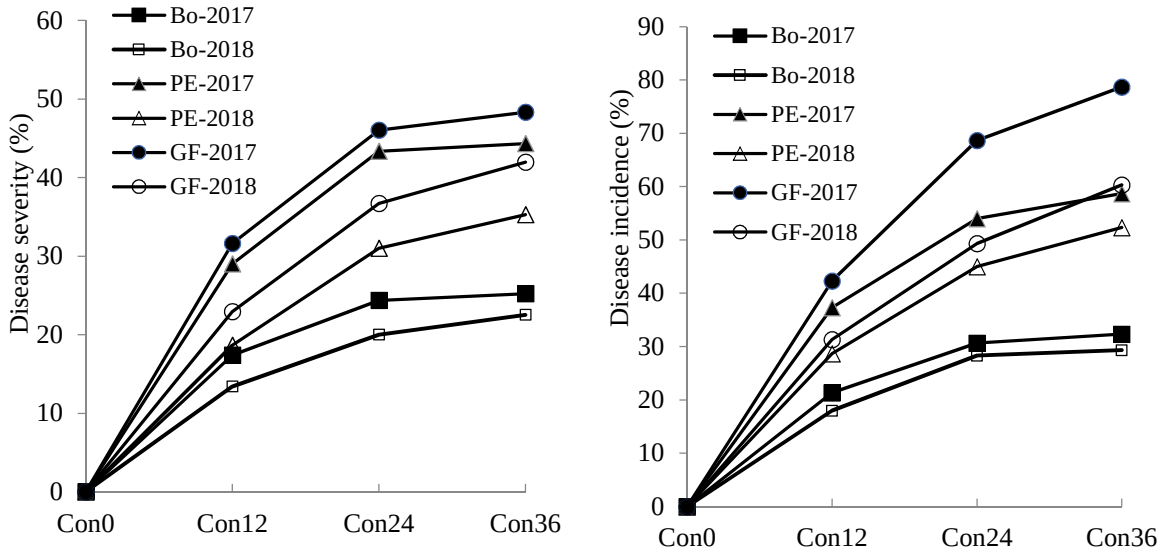
Inoculum density	Yield (kg.ha^{-1})		Yield loss (%)	
	2017	2018	2017	2018
36 sclerotia	6425a	6436a	12.42a	9.19a
24 sclerotia	6009b	6221b	10.00a	5.82b
12 sclerotia	5781c	6060b	6.48b	3.03b
0 sclerotia	5627c	5844c	0.00c	0.00c

Means followed by the similar letters in each column are not significantly different by Tukey's test at 5% probability level.

بر اساس نتایج به‌دست آمده در این دو آزمون و با توجه به اینکه منبع اولیه و اصلی آلودگی به بیماری سوختگی غلاف برگ برنج، سختینه‌های خاکزاد شناور در داخل مزرعه (Palo, 1926; Hori, 1969; Hashiba and Mogi, 1975; Kozaka, 1975; Hashiba, 1984; Belmar *et al.*, 1987) و یا میسلیوم‌های موجود در بقایا هستند (Hori and Anraku, 1971; Mew *et al.*, 1980)، می‌توان نتیجه گرفت که حذف و یا کاهش مایه تلقیح اولیه بیماری، می‌تواند یکی از مؤثرترین راه‌کارها در مبارزه با بیماری سوختگی غلاف برگ برنج باشد، به‌طوری‌که با ایجاد تناوب و کشت محصولات غیر برنج که میزبان قارچ عامل بیماری نباشند و نیز غرقاب مزارع در زمستان جهت از بین رفتن سختینه‌ها (Palo, 1926; Roy, 1986) و عدم کشت ارقام پرمحصول حساس به بیماری در زمین‌های آلوده، می‌توان تراکم مایه تلقیح بیماری را کاهش داد. در همین رابطه، بلمار و همکاران (Belmar *et al.*, 1987) تأثیر تراکم مایه تلقیح اولیه و اثر تناوب در کاهش قارچ *Rhizoctonia solani* AG-1 IA را مطالعه و گزارش کردند که یک ارتباط خطی معنی‌داری بین تعداد سختینه‌های قارچ و وقوع بیماری در مرحله ظهور خوشه برنج وجود داشت.

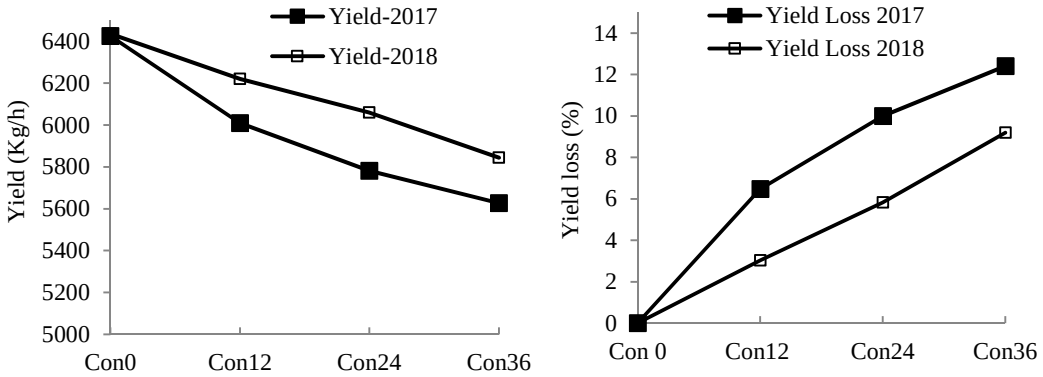
دامیکون و همکاران (Damicone *et al.*, 1993) تأثیر تراکم سختینه بر وقوع بیماری سوختگی غلاف در مزارع برنج می‌سی‌سی‌پی را مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها از ۶۵ مزرعه برنج که به‌مدت دو سال در تناوب با سویا بودند، نمونه‌برداری کردند و نشان دادند که گیاه سویا نیز به *Rhizoctonia solani* AG-1 IA حساس است. بنابراین با کشت سویا به‌عنوان محصول تناوبی با برنج، به‌دلیل افزایش جمعیت سختینه‌ها، وقوع بیماری سوختگی غلاف افزایش می‌یابد. آن‌ها نتیجه‌گیری کردند که بین تراکم و زنده‌مانی سختینه و وقوع بیماری رابطه خطی وجود دارد.

به‌منظور بررسی تراکم سختینه‌های زمستان‌گذران در بهار دو سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ و در مرحله آخر آماده‌سازی زمین برای انتقال نشا، نمونه‌برداری از خاک مزرعه انجام و تعداد سختینه‌های زنده و مرده شمارش شدند. از بین الک‌های استفاده شده، سختینه‌ها با الک ۳۰ مش (شش میلی‌متر) جداسازی شدند. تعداد کل سختینه‌های جداسازی شده و تعداد سختینه‌های زنده و مرده طی دو سال اجرای آزمایش در جدول ۵ ارایه شده است.



شکل ۲- ارتباط بین تراکم مایه تلقیح با شدت و وقوع بیماری. Con0، Con12، Con24 و Con36 به‌ترتیب صفر (شاهد)، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ عدد سختینه در کرت (۹ مترمربع)، BO، PE و GF به‌ترتیب مراحل آبستنی، ظهور خوشه و خمیری‌شدن دانه.

Figure 2. Relationship between inoculum density and disease severity and incidence. Con0, Con12, Con24 and Con36 are 0 (control), 12, 24 and 36 sclerotia per plot (9 m^2), respectively; BO, PE and GF are booting, panicle emergence and grain filling stages.



شکل ۳- ارتباط بین تراکم مایه تلقیح با عملکرد و خسارت محصول. Con0، Con12، Con24 و Con36 به‌ترتیب صفر (شاهد)، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ عدد سختینه در کرت (۹ مترمربع).

Figure 3. Relationship between inoculum density and rice yield and yield loss. Con0, Con12, Con24 and Con36 are 0 (control), 12, 24 and 36 sclerotia per plot (9 m^2).

نتایج نشان داد که تعداد سختینه‌های جداسازی شده در بیش‌تر کرت‌های آزمایشی در هر دو سال ۹۷ و ۹۸ از تعداد سختینه‌هایی که در بهار ۹۶ به داخل کرت‌های آزمایشی اضافه شده بود، کم‌تر بودند. با توجه به ماهیت بافت سختینه قارچ، کاهش تعداد سختینه طی این سال‌ها می‌تواند به‌دلیل عدم شناور شدن سختینه‌ها در لایه‌های بالایی و مناسب سطح خاک و مناسب نبودن اندازه سختینه‌ها برای ایجاد بیماری باشد. همچنین، شاید به این دلیل باشد که تمام سختینه‌هایی که در سال اول به داخل کرت‌های آزمایشی اضافه شدند، نتوانستند به غلاف‌های پایینی بوته‌های داخل کرت‌ها بچسبند و باعث ایجاد آلودگی و تشکیل مجدد سختینه شوند. تحقیقاتی که در این زمینه توسط سایر محققین صورت گرفته است، می‌تواند این دلایل را تأیید کند. طبق تحقیقات هاشیبا و موجی (Hashiba and Mogi, 1975) سختینه‌های *R. solani* که در محل بافت آلوده تشکیل می‌شوند در ابتدا متراکم هستند و در

آب فرو می‌روند. با گذشت تقریباً ۳۰ روز از تشکیل آن‌ها، با کاهش محتویات سلولی لایه بیرونی، روی سطح آب شناور می‌شوند و در اطراف غلاف‌های پایینی گیاه تجمع می‌یابند و باعث ایجاد بیماری می‌شوند. شناوری سختینه‌ها با تعداد سلول‌های توخالی لایه بیرونی مرتبط است. سختینه‌های شناور نقش مهمی در گسترش بیماری سوختگی غلاف در گیاه برنج دارند و به‌عنوان یک منبع اولیه و مهم در ایجاد بیماری در نظر گرفته می‌شوند. هوری و آنراکو (Hori and Anraku, 1971) بیان کردند که سختینه‌ها در سطوح مختلف خاک وجود دارند. ۶۰ تا ۷۰ درصد سختینه‌ها در کم‌تر از یک سانتی‌متری سطح خاک وجود دارند. طبق یافته‌های آن‌ها، توانایی جوانه‌زنی در سختینه‌های سطح خاک بهتر از لایه‌های پایین‌تر است. همچنین آن‌ها بیان کردند که ارتباط مستقیمی بین اندازه سختینه و توانایی زنده ماندن آن‌ها وجود دارد.

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، تفاوت زیادی بین تعداد سختینه‌های زنده جداسازی شده در سال ۱۳۹۸ با سال ۱۳۹۷ مشاهده شد. با توجه به اطلاعات هواشناسی به‌دست آمده از ایستگاه تحقیقات هواشناسی نزدیک محل اجرای آزمایش (جدول ۶)، تنها تفاوت آشکاری که از نظر اطلاعات هواشناسی بین این دو سال وجود داشت، میزان بارندگی به‌ویژه در ماه‌های پایانی سال ۹۷ و بهار ۹۸ بود (میانگین بارندگی برای سال‌های ۹۷ و ۹۸ به‌ترتیب ۳/۰۸ و ۵/۵۴ میلی‌متر بود). به‌نظر می‌رسد که با افزایش میزان بارندگی، قدرت زنده‌مانی سختینه‌ها کاهش یافته است. این نتایج با یافته‌های پالو (Palo, 1926) و روی (Roy, 1986) مطابقت داشت. مطابق با یافته‌های این محققین، زنده‌مانی سختینه‌ها در خاک‌های خشک و غرقاب متفاوت است، به‌طوری‌که سختینه‌ها می‌توانند تا ۲۱ ماه زنده‌مانی خود را در خاک‌های خشک حفظ کنند، اما قدرت زنده‌مانی آن‌ها در خاک‌های غرقاب کم‌تر از هفت ماه است.

جدول ۵- تعداد سختینه‌های جداسازی شده، زنده و مرده در کرت‌های آزمایشی

Table 5. Number of isolated, viable and dead sclerotia from experimental plots in this study during 2017-2019

Year	No. of plot	Plot with 12 sclerotia density			Plot with 24 sclerotia density			Plot with 36 sclerotia density		
		Added	Viable	Dead	Added	Viable	Dead	Added	Viable	Dead
2017	1	12	12	0	24	24	0	36	36	0
	2	12	12	0	24	24	0	36	36	0
	3	12	12	0	24	24	0	36	36	0
2018	1	15	9	6	19	16	3	35	31	4
	2	10	6	4	22	18	4	39	30	9
	3	11	6	5	17	13	4	32	29	3
2019	1	7	3	4	11	4	7	18	5	13
	2	6	4	2	10	4	6	21	7	14
	3	5	2	3	9	2	7	16	6	10

جدول ۶- اطلاعات هواشناسی دوره پس از برداشت محصول تا زمان نشاکاری مجدد طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۶

Table 6. Meteorological data from rice harvest to re-transplantation during 2017-2019

Month	Number of days	Temperature (ºC)				Relative humidity (%)				Rainfall	
		Minimum		Maximum		Minimum		Maximum		2017-18	2018-19
		2017-18	2017-18	2017-18	2017-18	2017-18	2017-18	2017-18	2017-18		
Sep.	30	14.19	16.33	22. 16	24.81	70.93	67.27	98.93	98.23	9.46	5.88
Oct.	30	12.79	11.22	21.46	19.15	65.37	70.30	94.57	95.50	0.89	5.06
Nov.	30	5.50	9.06	14.86	14.95	67.40	75.00	95.33	93.93	2.38	3.88
Dec.	30	5.33	4.01	12.93	15.58	71.33	60.13	96.33	92.93	2.22	3.66
Jan.	30	3.62	4.66	10.70	12.89	75.10	73.63	95.53	95.70	6.40	7.19
Feb.	29	7.32	5.93	15.17	16.05	69.72	60.79	91.55	94.79	1.43	4.88
Mar.	31	8.59	9.90	18.77	17.00	57.45	71.23	92.48	96.60	0.68	4.32
Apr.	5	10.82	6.55	18.56	13.53	40.65	65.50	94.60	91.33	1.20	9.45
Average	-	8.52	8.46	16.83	16.75	67.84	67.96	94.92	94.88	3.08	5.54

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که تراکم سختینه‌ها تأثیر زیادی بر توسعه بیماری سوختگی غلاف برگ برنج دارد و تراکم زیاد آن در مزرعه، منجر به افزایش بیماری و خسارت محصول خواهد شد. همچنین، نتایج این تحقیق نشان داد که میزان بارندگی‌های پس از برداشت محصول، در قدرت زنده‌مانی سختینه‌ها تأثیر زیادی دارد و زنده‌مانی آنها را کاهش می‌دهد. بنابراین، حذف و یا کاهش مایه تلقیح اولیه و پیش‌بینی میزان بقاء عامل بیماری در شرایط مزرعه، می‌تواند یکی از موثرترین راه‌کارها جهت مبارزه با بیماری سوختگی غلاف برگ برنج باشد.

References

Belmar, S. B., Jones, R. K. and Starr, J. L. 1987. Influence of crop rotation on inoculum density of *Rhizoctonia solani* and sheath blight incidence in rice. **Phytopathology** 77: 1138-1143.

Binesh, H. and Torabi, M. 1985. Mode of transmission of rice sheath blight through seeds and reaction of rice cultivars to the disease. **Iranian Journal of Plant pathology** 21: 15-25. (In Persian with English Abstract).

Damicone, J. P., Patel, M. V. and Moore, W. F. 1993. Density of sclerotia of *hizoctonia solani* and incidence of sheath blight in rice fields in Mississippi. **Plant Disease** 77: 257-260.

Damodar Naidu, V., Koteswara Rao, D. and Srihari Rao, K. 1983. Disease management. Outbreak of sheath blight of rice in west Godavari district in Andhra Pradesh. **Rice Research Newsletter** 4: 3-4.

Guleria, S., Aggarwal, R., Thind, T. S. and Sharma, T. R. 2007. Morphological and pathological variability in rice isolates of *Rhizoctonia solani* and molecular analysis of their genetic variability. **Journal of Phytopathology** 155: 657-661.

Hashiba, T. 1982. Sclerotial morphogenesis in the rice sheath blight fungus *(Rhizoctonia solani).* **Bulletin of the Hokuriku National Agricultural Experiment Station** 24: 29-83.

Hashiba, T. 1984. Forecasting model and estimation of yield loss by rice sheath blight disease. **Japan Agricultural Research Quarterly** 18: 92-98.

Hashiba, T. and Mogi, S. 1975. Developmental changes in sclerotia of the rice sheath blight fungus. **Phytopathology** 65: 159-62.

Hori, M. 1969. On forecasting the damage due to sheath blight of rice plants and the critical point for judging the necessity of chemical control of the disease. **Review Plant Protection Research** 2: 70-73.

Hori, M. 1980. Sheath blight of rice. In: Rice protection in Japan. Text for Group Training Course on Control of Rice Diseases and Insect Pests. Part 1: Plant Pathology. pp: 80-87.

Hori, M. and Anraku, M. 1971. Studies on the forecasting techniques of sheath blight. **Yamaguchi Agricultural Experiment Station Special Bulletin** 24: 1-138.

Kobayashi, T., Ijiri, T., Mew, T. W., Maningas, G. and Hashiba, T. 1995. Computerized forecasting system (BLIGHTASIRRI) for rice sheath blight disease in the Philippines. **Annual of the Phytopathological Society of Japan** 61 (6): 562-568.

Kobayashi, T., Mew, T. W. and Hashiba, T. 1997. Relationship between incidence of rice sheath blight and primary inoculum in the Philippines: mycelia in plant debris and sclerotia. **Annual Phytopathological Society of Japan** 63: 324-327.

Kozaka, T. 1975. Sheath blight in rice plants and its control. **Review of Plant Protection Research** 8: 69-80.

Lee, N. and Rush, M. C. 1983. Rice sheath blight a major rice disease. **Plant disease** 67 (7): 829-832.

Marchetti, M. A. and Bollich, C. N. 1991. Quantification of the relationship between sheath blight severity and yield loss in rice. **Plant disease** 75: 773-775.

Mathur, S. C. 1983. Fungal diseases of rice in India. In: Hussain A., Singh, K., Singh, B. P. and Agnihortri, V. P. (Eds.). Recent advances in plant pathology. pp: 368.

Mew, T. W., Rosales, A. M. and Elazegui, F. A. 1980. Ecology of rice sheath blight pathogen: Saprophytic survival. **International Rice Research Newsletter** 5: 15-16.

Naidu, V. D. 1983. Sheath blight occurrence in rice nurseries. **International Rice Research Newsletter** 8: 10.

Ogoshi, A. 1987. Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kuhn. **Annual Review of Phytopathology** 25: 125-143.

Okhovvat, S. M. 1999. Cereal diseases (barley, wheat, rice, corn and sorghum). Tehran University Press, Tehran, Iran. (In Persian).

Ou, S. H. 1985. Rice diseases. (2nd Ed.). Common sheath blight of rice. International Rice Research Newsletter 6: 14.

Ou, S. H. 1987. Rice diseases. CAB International, Wallingford, UK. 380 p.

Padasht-Dehkaei, F., Ceresini, E. P. C., Zala, M., Okhovvat, S. M., Nikkhah, M. J. and McDonald, B. A. 2012. Population genetic evidence that basidiospores play an important role in the disease cycle of rice-infecting populations of *Rhizoctonia solani* AG-1 IA in Iran. **Plant Pathology** 62: 49-58.

Palo, M. A. 1926. *Rhizoctonia* disease of rice. I. A study of the disease and the influence of certain conditions upon the viability of the sclerotial bodies of the causal fungus. **Philippine Agriculture** 15: 361-75.

Roy, A. K. 1986. Survival of sclerotia of *Rhizoctonia solani* f.sp. *Sasakii* in relation to moisture regime of soil. **Indian Phytopathology** 39 (2): 259-263.

Savary, S., Willocquet, L. and Teng, P. S. 1997. Modelling sheath blight epidemics on rice tillers. **Agricultural Systems** 55: 395-384.

Sharma, N. R. and Teng, P. S. 1996. Rice sheath blight: Effect of crop growth stage on sheath blight disease development and yield loss. **International Rice Research Newsletter** 15 (6): 19-20.

Slaton, N. A., Cartwright, R. D., Meng, J., Gbur, E. E. and Norman, R. J. 2003. Sheath blight severity and rice yield as affected by nitrogen fertilizer rate, application method, and fungicide. **Agronomy Journal** 95: 1489-1496.

Torabi, M. and Binesh, H. 1984. Sheath blight disease of rice: Study on causal organism, distribution and susceptibility of some rice cultivars in north provinces of Iran. **Iranian Journal of Plant Pathology** 20: 6-8. (In Persian with English Abstract).

Tuite, J. 1969. Plant pathological methods. Burgess, Minneapolis, MN.

Weinhold, A. R. 1977. Population of *Rhizoctonia solani* in agricultural soils determined by a screening procedure. **Phytopathology** 67: 566-569.

Willocquet, L., Fernandez, L. and Savary, S. 2000. Effect of various crop establishment methods practiced by Asian farmers on epidemics of rice sheath blight caused by *Rhizoctonia solani*. **Plant Pathology** 49: 346–354.

doi: 10.22124/cr.2019.14079.1514

University of Guilan
Faculty of Agricultural Sciences

Cereal Research
Vol. 9, No. 3, Autumn 2019 (221-233)

The effect of overwintering sclerotial density on severity of sheath blight disease and rice yield loss

Maryam Khoshkdaman[1], Sedigheh Mousanejad[2*], Seyed Ali Elahinia[3], Ali Akbar Ebadi[4] and Fereidoun Padasht Dehkaei[5]

Received: June 8, 2019 Accepted: September 21, 2019

Abstract

Sheath blight disease of rice caused by *Rhizoctonia solani* AG-1 IA, has been recognized as one of the most economically important rice diseases in the worldwide. Predicting inoculum density and understanding their survival will lead to agronomic management and reducing the application of fungicides in controlling this disease. The objective of this study was to investigate the effect of overwintering sclerotial density on rate and density of sheat blight disease and rice yield loss in weather conditions of Guilan province, Iran. For this purpose, a field experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in research fields of Rice Research Institute of Iran (RRII), Rasht, Iran, during 2017-2019. Treatments were 0, 12, 24 and 36 sclerotia in a plot of 9 m^2, respectively, and the studied variety was the Iranian improved variety, Shiroudi. The results showed that inoculum (sclerotial) density had a significant effect on the development of rice sheat blight and its high density in the field resulted to increased disease and yield loss in rice growth stages. Study on the overwintering sclerotial densities during two years of experiment also showed that the amount of post-harvest rainfall had a significant effect on the survival of sclerotia and reduced them. Therefore, elimination or reduction of primary inoculum and prediction of survival rate of the disease agent under field conditions can be one of the most effective strategies in controlling rice sheath blight disease.

Keywords: Forecasting, Inoculum, *Rhizoctonia solani* AG1- IA, Viability

1. M. Sc. Student, Dept. of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Assist. Prof., Dept. of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Prof. Dept. of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
4. Research Assist. Prof., Rice Research Institute of Iran (RRII), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
5. Research Assist. Prof., Rice Research Institute of Iran (RRII), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
[*] Corresponding author: mousanejad@guilan.ac.ir