

آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز برنج

Pests, Diseases and Weeds Of Rice



افشین ولایی^۱، مهرداد عموقلی طبری^۲، سمیه نکاسی^۳، وحید خسروی^۴، حدیث شهبازی^۴، عبدالعلی کیلانی^۵، سعیده نوربخش^۱

۱۴۰۱

^۱ سازمان حفظ نباتات کشور، تهران، ایران

^۲ بخش تحقیقات گیاهپزشکی، معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران.

^۳ بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.

^۴ بخش تحقیقات گیاهپزشکی، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.

^۵ مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

به نام خدایوند جان و سر
که ز این برتر اندیش برنگذرد
خدایوند نام و خداوند جا
خدایوند روزی هر رهنا

بخدمت پادشاهان و سلاطین و امیران و بزرگان و
مقامات و اعیان و مشایخ و اولیای دین و
مقامات و اعیان و مشایخ و اولیای دین و
مقامات و اعیان و مشایخ و اولیای دین و

سپاسگزاری

شروع فعالیت در دفتر مجری طرح برنج در اوایل سال ۱۳۸۹ سرآغازی بود برای جمع آوری اطلاعات و مطالبی درباره عوامل خسارت زای محصول برنج، جهت بالابردن دانش فنی خود، پس از انتقال به سازمان حفظ نباتات و دسترسی به منابع معتبر بین المللی در سال ۱۳۹۳، بر آن شدم تا با ترجمه برخی از آنها ضمن ارتقاء دانش خود مجموعه ای کاربردی در حوزه برنج برای استفاده دیگران تدوین و ارائه نمایم. لذا با همراهی پیشکسوتان، کارشناسان و محققین عرصه گیاهپزشکی و زراعت کشور، با اراده ای مصمم و عزمی جزم در این راه گام برداشتم و در هر منزل توشه ای برای طی بهتر طریق به اندوخته هایم افزودم.

اینک که به افتخار بازنشستگی نایل آمده ام و در گستره انوار الطاف دوستان و همکاران گرامی، فرهیختگان عزیز، که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشیده و می بخشند و گردآوری مجموعه حاضر را میسر ساختند، و با توجه به غنای حاصل از این همراهی بر آنم تا به یاری کلمات از بذل لطف و عنایتشان تقدیر و تشکر نمایم.

مرا در مقابل این همه عنایت دوستان نه توان سپاس است و نه کلام وصف، ولی با تمام وجود از همه عزیزان بویژه جناب آقای مهندس بهمن ناصحی بدلیل حمایت و پشتیبانی های بی دریغشان در زمان تصدی دفتر مجری طرح برنج کشور، جناب آقای مهندس ناصر پیمانی جهت ویراستاری و مساعدت در ترجمه برخی از متون، جناب آقای مهندس ابراهیم قربان نژاد جهت پاسخگویی مسائل فنی در حوزه زراعت برنج، آقایان مهندس سید بهزاد موسوی و دکتر امید عسکری بدلیل کمک در مسائل آفات، بیماری ها و سموم و همچنین سرکارخانم مهندس معصومه علی پور شرفشاده و آقایان مهندس مهران دادخواهی پور، مهندس صدیف بابایی بواسطه در اختیار گذاشتن اطلاعات فنی و آماری زراعت برنج کشور و از همه عزیزانی که همواره مرا مورد لطف و محبت خود قرار داده اند، کمال تشکر را دارم.

افشین ولایی

اسفندماه سال ۱۴۰۱ خورشیدی

موضوع	صفحه
پیش گفتار.....	۷
مقدمه.....	۸
آفات برنج	
گونه‌های ساقه‌خوار برنج.....	۱۰
کرم ساقه‌خوار زرد برنج.....	۱۰
کرم ساقه‌خوار سفید برنج.....	۱۲
کرم ساقه‌خوار سر سیاه.....	۱۲
کرم ساقه‌خوار صورتی.....	۱۳
کرم ساقه‌خوار نواری برنج.....	۱۴
شکل شناسی و زیست شناسی کرم ساقه‌خوار نواری برنج.....	۱۵
روش‌های کنترل کرم ساقه‌خوار نواری برنج.....	۱۸
کنترل زراعی.....	۱۹
کنترل مکانیکی.....	۱۹
کنترل فیزیکی.....	۲۰
کنترل بیولوژیک.....	۲۱
شکارگرهای مهم مزارع برنج.....	۲۵
کنترل شیمیایی.....	۳۰
کرم سبز برگ‌خوار برنج.....	۳۳
شکل شناسی و زیست شناسی.....	۳۳
خسارت و علائم.....	۳۵
کنترل زراعی.....	۳۵
کنترل بیولوژیک.....	۳۶
کنترل شیمیایی.....	۳۶
پروانه تک نقطه‌ای برنج.....	۳۷
شکل شناسی و زیست‌شناسی.....	۳۷
خسارت و علائم.....	۴۰
مدیریت تک نقطه‌ای برنج.....	۴۰
مگس خزانه.....	۴۲
شکل شناسی و زیست شناسی.....	۴۲
خسارت و علائم.....	۴۴
مدیریت مگس خزانه برنج.....	۴۵
سرخرطومی ریشه برنج.....	۴۷
شکل شناسی و زیست شناسی.....	۴۷
مدیریت سرخرطومی ریشه برنج.....	۴۸
زنجرک سبز برنج.....	۴۹

۴۹	 شکل شناسی و زیست شناسی.....
۵۱	 مدیریت زنجیرک سبز برنج.....
۵۳	 ملخ آسیایی.....
۵۳	 شکل شناسی و زیست شناسی.....
۵۶	 مدیریت ملخ آسیایی.....
۵۷	 آبدزدک.....
۵۷	 شکل شناسی و زیست شناسی.....
۵۹	 مدیریت آبدزدک.....
۶۱	 شپشه برنج.....
۶۱	 شکل شناسی و زیست شناسی.....
۶۳	 مدیریت شپشه برنج.....
۶۴	 شپشه دنداندار برنج.....
۶۴	 شکل شناسی و زیست شناسی.....
۶۶	 مدیریت شپشه دنداندار برنج.....
۶۸	 کنه‌های برنج.....
۶۸	 کنه تارتن دو لکه‌ای.....
۷۰	 خسارت و علائم.....
۷۱	 استراتژی‌های مدیریت.....
۷۱	 کنترل شیمیایی.....
۷۳	 منابع بخش آفات.....

آفات مهم برنج

(با تاکید بر شرایط اقلیمی ایران)

مهرداد عموقلی طبری، افشین ولایی ، سعیده نوربخش

پیش‌گفتار:

گیاه برنج (*Oryza sativa* L.) از خانواده گرامینه^۱ یکی از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین محصولات زراعی است. دانه‌های آن به عنوان یکی از غذاهای اصلی مردم جهان محسوب می‌شود، به‌طوری‌که ۲۰ درصد انرژی و ۱۵ درصد پروتئین مصرفی مردم جهان را تأمین می‌کند. این گیاه پس از گندم بیشترین سطح زیر کشت (۱۶۵ میلیون هکتار) را در جهان به خود اختصاص داده و در ۱۱۷ کشور جهان کشت می‌شود که حدود ۹۰ درصد آن در قاره آسیا می‌باشد. بیش از ۲۰۰ میلیون خانوار روستایی در جهان با جمعیتی معادل یک میلیارد نفر به برنج به‌عنوان زراعت اصلی وابسته‌اند (FAO, 2022).

سطح زیر کشت برنج در ایران حدود ۸۹۲ هزار هکتار می‌باشد که در ۱۸ استان کشور کشت می‌شود، که ۷۰/۵ درصد آن در استان‌های مازندران و گیلان، ۲۳/۳ درصد در استان‌های خوزستان، گلستان، فارس و ۶/۲ درصد در مابقی استان‌ها کشت می‌شود (بی‌نام، ۱۳۹۹).

براساس آمار فائو، میزان خسارت آفات در زراعت برنج ۱۵ درصد، بیماری‌ها ۱۲ درصد و علف‌های هرز ۹ درصد اعلام شده است. در حالی‌که بررسی‌های دیگر نشان می‌دهد خسارت وارده به گیاه برنج توسط علف‌های هرز ۴۵ درصد، حشرات زیان‌آور ۳۰ درصد، بیماری‌های برنج ۲۰ درصد و سایر عوامل ۵ درصد می‌باشد (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹). عوامل مختلفی در بروز خسارت و میزان آن دخالت دارند که ممکن است با اتخاذ راهبردهای مدیریتی همواره در حال تغییر باشد. اما آنچه اهمیت موضوع را دوچندان می‌سازد کاهش قابل توجه محصول در جهان در اثر حمله‌ی عوامل زنده و غیر زنده است که امنیت غذایی جهان را مورد مخاطره قرار داده است. به همین دلیل بایستی به موازات تولید هر محصول کشاورزی، حفاظت از آن در مراحل مختلف رشدی گیاه همراه با شناخت کافی و درک درست از عوامل زیان‌آور بسیار ضروری است. از این رو اهتمام لازم در تهیه مجموعه حاضر برای استفاده کارشناسان، دانشجویان و سایر بهره‌برداران تدوین شده است.

^۱.Poaceae

^۲.Food Agriculture Organization, F.A.O.

مقدمه:

یکی از چالش‌های اساسی در تولید برنج، حمله‌ی عوامل خسارت‌زای زنده در مراحل مختلف کاشت، داشت، برداشت و پس از برداشت برنج (انبارها و سیلوها) است. از این رو حفظ و حراست از آن گامی اساسی و ضروری است. یکی از روش‌های مهم در کنترل عوامل خسارت‌زای فوق استفاده از آفت‌کش‌ها است. که سابقه مصرف آن به سال‌های ورود آن (گونه مهاجم) و یا طغیان آن (گونه بومی) در هر کشوری بر می‌گردد. اگر چه تاکید بر استفاده از روش‌های غیر شیمیایی توسط کشاورزان از ابتدای فعالیت‌های کشاورزی مد نظر بوده و مورد استفاده قرار می‌گرفت، با وجود این، هنوز به عنوان روش‌های سازگار با محیط زیست مورد تاکید است. روش‌های زراعی، مکانیکی، فیزیکی، بیولوژیکی از اهم موارد فوق می‌باشند. اما از آنجایی که هنوز روش شیمیایی نقش مهم در کنترل عوامل خسارت‌زای برنج داشته است لذا تداوم مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی در زیست بوم شالیزار موجب شده است تا میزان آلودگی‌های زیست‌محیطی افزایش یابد که همین امر، روند بر هم زدن تعادل طبیعی، نابودی دشمنان طبیعی و به خطر افتادن سلامتی انسان و غذای مورد استفاده آن تسریع شود. برای بر طرف شدن این نگرانی‌ها و یا به حداقل رساندن آن سازمان حفظ نباتات در هر کشور تشکیل شده است. این سازمان در کشور به عنوان یکی از نهادهای مهم و اثر گذار وزارت جهاد کشاورزی، نقش اساسی در تحقق امنیت غذایی و ایمنی غذا را به عهده دارد. از این رو وظایفی در برنامه راهبردی آن تکلیف شده است که برخی از مهمترین آن‌ها که می‌تواند در کنترل عوامل زنده خسارت‌زا موثر باشد اشاره می‌شود:

۱. توسعه مدیریت مبارزه و تعیین آستانه و سطح زیان اقتصادی با استفاده از سیستم‌های پیش‌آگاهی و شبکه‌های مراقبت.
۲. توسعه و ترویج روش‌های غیرشیمیایی، پی‌جویی روش‌های نوین و اصلاح و هدفمند نمودن روش‌های سنتی و بومی.
۳. توسعه کمی و کیفی مبارزه بیولوژیک از طریق اصلاح و رفع نواقص سیستم‌های موجود و بهره‌گیری بیشتر از علوم مختلف زیستی و محیطی.
۴. توجه بر رفع محدودیت تنوع سموم و در نظر گرفتن جنبه‌های مخرب زیست‌محیطی سموم پرخطر و تأکید بر انجام مطالعات تحقیقاتی در خصوص معرفی سموم کم‌خطر.

اولین اقدام اساسی و منطقی در انجام عملیات پیشگیری و مبارزه با آفات، تعیین آستانه و سطح زیان اقتصادی است، که با توجه به شرایط اکولوژیک هر منطقه اهمیت فراوان دارد.

آستانه زیان اقتصادی^۱

حدی از انبوهی آفت است که خسارت ناشی از آن قابل توجه بوده و تا حد مختصری ارزش اقتصادی پیدا می‌کند ولی باتوجه به مخارج مبارزه و عوارضی که بطور معمول عملیات مبارزه به همراه دارد، این حد از خسارت آفت قابل تحمل است.

سطح زیان اقتصادی^۲

حدی از انبوهی جمعیت آفت می‌باشد که زیان حاصل از آن غیر قابل تحمل است و ارزش آن را دارد که به طریق مصنوعی بخصوص کاربرد سموم شیمیایی اقدام به مبارزه نمود تا جمعیت آفت به زیر سطح آستانه اقتصادی کاهش یابد. سطح زیان اقتصادی تابع عوامل مختلفی مانند نوع گیاه میزبان، نوع آفت، شرایط اقتصادی و اجتماعی، روش‌های مبارزه و قیمت محصول بوده که در نظر گرفتن هر یک از آن‌ها در تعیین سطح زیان اقتصادی تأثیر بسزایی دارد.

چنانچه در هر منطقه نیاز به مبارزه با حشرات زیان‌آور باشد، لازم است علل بروز و طغیان آن را بدانیم. عواملی مانند کشت تک محصولی، ورود آفت به یک منطقه جدید فاقد دشمن طبیعی، شرایط آب و هوایی مناسب، استفاده بی‌رویه از حشره‌کش‌ها، تخریب جوامع زیستی و طبیعی، کشت گیاهان جدید در منطقه، بالا رفتن سطح زندگی و افزایش جمعیت، از بین رفتن دشمنان طبیعی در طغیان آفات نقش اساسی دارند که در نظر گرفتن این عوامل و مدیریت صحیح و به موقع آن‌ها بسیار ضروری است.

آفات حشره‌ای از نظر اهمیت اقتصادی خسارت به درجات مختلفی تقسیم می‌شوند که آفات درجه اول از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار بوده و به طور معمول آفات کلیدی نام‌گذاری می‌شوند که ساقه خوار نواری برنج، *Chilosuppressalis*، یکی از این آفات محسوب می‌شود. از طرفی دیگر در زیست بوم شالیزار آفات حشره‌ای دیگری ممکن است یافت شود که از نظر خسارت اقتصادی در سطح اول نباشند ولی با توجه به شرایط اکولوژیکی و محیطی استعداد خسارت بالا و مقطعی داشته که به اصطلاح آفات درجه دوم گفته می‌شود. از این دسته آفات می‌توان به شب پره تک‌نقطه‌ای، *Cirphisunipuncta*، و کرم سبزرنگ‌خوار برنج، *Narangaaenescens*، نام برد.

¹Economic Threshold Level

²Economic Injury Level

آفات مهم برنج

گونه های ساقه خوار برنج^۱:

پنج گونه از مخرب ترین گونه های ساقه خوار برنج در آسیا، در شکل ۱ ارایه شده است (Anonymous, 2013,2014):



کرم ساقه خوار سفید
Scirpophaga innotata (Walker)



کرم ساقه خوار زرد
Scirpophaga incertulas (Walker)



کرم ساقه خوار صورتی
Sesamia inferens (Walker)



کرم ساقه خوار سر تیره
Chilo polychrysus (Meyrick)



کرم ساقه خوار نواری
Chilo suppressalis (Walker)

شکل ۱. گونه های مهم ساقه خوار برنج در جهان (اقتباس از سایت IRRI)

کرم ساقه خوار زرد برنج (*Scirpophaga incertulas* (Walker)):

این آفت متعلق به راسته بال پولک داران (Lepidoptera)، خانواده کرامبیده (Crambidae) و جنس *Scirpophaga* می باشد.

^۱اقتباس از سایت موسسه بین المللی تحقیقات برنج، International Rice Research Institute, IRRI

این گونه بطور عمده در جنوب شرقی و شرق آسیا، چین، شبه قاره هند، پاکستان و افغانستان پراکنده است. این آفت همانند ساقه خوار نواری به برنج خسارت می‌زند. حشرات ماده ساقه‌خوار زرد تخم‌های خود را در نزدیکی نوک تیغه پهنک برگ می‌گذارند (Anonymous, 2013,2014).

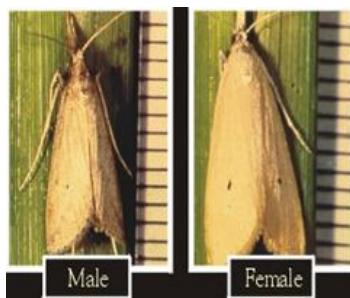
دوره جنینی تخم این آفت حدود ۸ روز و بصورت توده‌های بیضی شکل که هر دسته تخم حاوی ۲۰۰-۵۰ تخم می‌باشد (شکل ۲). دستجات تخم با موهائی که از مخرج حشره ماده خارج گردیده، پوشیده می‌شود (Anonymous, 2013,2014).



شکل ۲. مراحل مختلف رشدی کرم ساقه‌خوار زرد (اقتباس از سایت IRRI)

رنگ عمومی بدن لارو، کرم رنگ و کپسول سر قهوه‌ای متمایل به قرمز است. رنگ شفیره سفید مایل به زرد تا قهوه‌ای تیره در طول دوره رشد، می‌باشد. مرحله شفیره‌گی در داخل ساقه و اغلب در زیر سطح خاک (طوقه) است (Anonymous, 2013,2014).

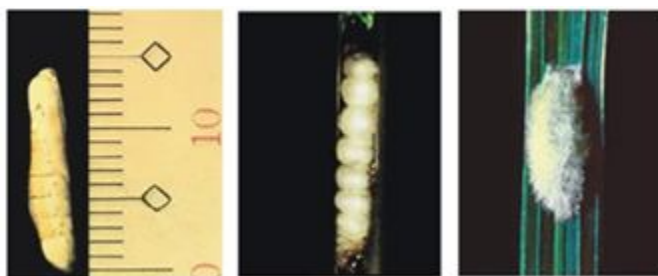
در حشرات بالغ تفاوت بین جنس‌ها در فرم و یا رنگ جنس است. جنس نر و ماده اغلب به عنوان ۲ گونه مختلف اشتباه گرفته می‌شوند. حشره نر قهوه‌ای روشن با تعداد زیادی نقطه‌های کوچک قهوه‌ای در نزدیکی نوک بال جلو است. جنس ماده زرد رنگ و به سمت نوک بال پر رنگ‌تر، و یک نقطه سیاه بسیار متمایز در مرکز هر یک از بال‌های جلو وجود دارد. بال‌های عقبی رنگ پریده یا به رنگ نی هستند (شکل ۳) (Anonymous, 2013,2014). این آفت دوره رشدی خود را حدود ۴۶ روز تکمیل می‌کند (Anonymous, 2013,2014).



شکل ۳. جنس نر (چپ) و ماده (راست) (اقتباس از سایت IRRI)

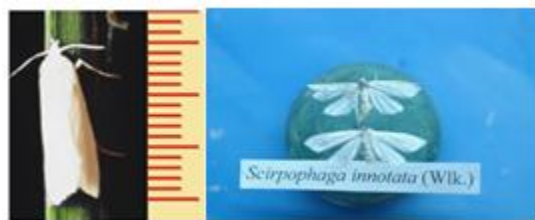
کرم ساقه‌خوار سفید برنج (*Scirpophaga innotata* (Walker) :

این آفت متعلق به راسته بال‌پولک‌داران (Lepidoptera)، خانواده کرامبیده (Crambidae) و جنس *Scirpophaga* است. این گونه در اندونزی، فیلیپین، مالزی و استرالیا یافت می‌شود. تخم‌ها در دستجات حدود ۱۰۰ تایی گذاشته شده و با موهای خاکستری ابریشمی پوشانده می‌شود (شکل ۴). حشرات ماده، تخم‌ها را در نزدیکی نوک تیغه برگ می‌گذارند. دوره جنینی حدود ۸ روز طول می‌کشد (Anonymous, 2013,2014).



شکل ۴. تخم، لارو و شفیره کرم ساقه‌خوار سفید (اقتباس از سایت IRRI)

زمان لازم برای رشد کامل لاروها حدود ۳۰ روز می‌باشد. شفیره نرم درشت و سفید رنگ است. دوره شفیره‌گی حدود ۸ روز به طول می‌انجامد. حشره بالغ به رنگ سفید، با اندامی کشیده و باریک می‌باشد و تا حدودی شبیه به پروانه ساقه‌خوار زرد می‌باشد، اما اثری از نقطه سیاه در بال جلو ندارد (شکل ۵). جلوی شکم پروانه ماده به رنگ سفید مایل به صورتی است. طول دوره زندگی کرم ساقه‌خوار سفید ۴۶ روز می‌باشد (Anonymous, 2013,2014).



شکل ۵. شب‌پره ساقه‌خوار سفید (اقتباس از سایت IRRI)

کرم ساقه‌خوار سر سیاه (*Chilo poly chrysus* (Meyrick) :

کرم ساقه‌خوار سر سیاه یکی از آفات مهم در کشورهای مالزی و تایلند محسوب شده و در سراسر جنوب شرقی آسیا، چین و هند نیز یافت می‌شود. این آفت متعلق به راسته بال‌پولک‌داران (Lepidoptera)، خانواده کرامبیده (Crambidae) و جنس *Chilo* است (Anonymous, 2013,2014).

این‌گونه از ساقه‌خوار تخم خود را در نیمه قاعده پهنک برگ و گاهی اوقات در غلاف برگ قرار می‌دهد. تخم‌ها، به‌طور مرتب وردیفی، در دسته‌های ۲۰ تا ۱۵۰ عددی گذاشته می‌شوند. لارو تازه از تخم بیرون آمده با تغذیه

فعال بعد از ۲۵ روز به اندازه کامل خود می‌رسد. لارو بالغ دارای سر سیاه و قفسه سینه بشقاب مانند می‌باشد (شکل ۶). لارو ساقه‌خوار سر سیاه دارای ۳ عدد نوار پشتی و ۲ عدد نوار جانبی راه‌راه قهوه‌ای می‌باشند (Anonymous, 2013,2014).



شکل ۶. مراحل رشدی کرم ساقه‌خوار سر سیاه (اقتباس از سایت IRRI)

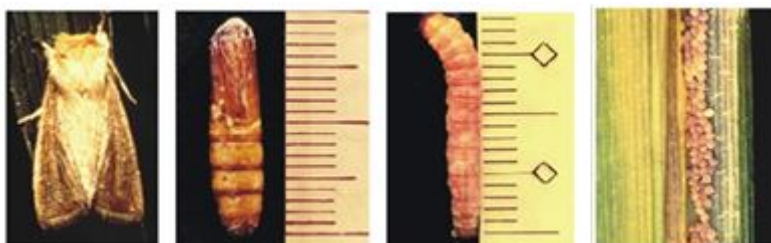
شفیره، زرد رنگ مایل به قهوه‌ای با ۲ برآمدگی مجزا در جلوی سر می‌باشد. حشره بالغ حدود ۵ روز بعد از دوره شفیرگی ظاهر می‌گردد.

حشره بالغ به رنگ زرد روشن با فلس‌های قهوه‌ای پراکنده و دارای چندین نقطه کوچک در نزدیکی نوک بال جلو است. طول دوره رشدی کامل این حشره حدود ۳۵ روز می‌باشد (Anonymous, 2013,2014).

کرم ساقه‌خوار صورتی (*Sesamia inferens* (Walker))

این آفت متعلق به راسته بال‌پولک‌داران (Lepidoptera)، خانواده نوکتوئیده (Noctuidae)، و جنس سزامیا (*Sesamia*) است.

ساقه‌خوار صورتی، در شبه قاره هند، چین، آسیای جنوب شرقی و شرق آسیا یافت می‌شود. این حشره پلی‌فاژ بوده و از میزبان‌های متعددی مانند نیشکر، ذرت، برنج، گندم، جو و علف‌های هرز تغذیه می‌کند. حشرات بالغ تخم‌های خود را بین غلاف برگ و ساقه می‌گذارند. بین تمام گونه‌های ساقه‌خوار، احتمالاً تنها گونه ساقه‌خوار صورتی است که از تخم خود به طور موثر محافظت می‌کند. تخم‌ها مانند مهره و ردیفی، معمولاً در دسته‌های ۱۰۰-۳۰ عددی گذاشته می‌شوند (شکل ۷). دوره جنینی در این گونه ۸ روز می‌باشد (Anonymous, 2013,2014؛ مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۷. مراحل مختلف رشدی کرم ساقه‌خوار صورتی (اقتباس از سایت IRRI)

لارو دارای سر نارنجی متمایل به قرمز، و رنگ بدن متمایل به ارغوانی، پشت آن سفید و شکم صورتی رنگ بوده، و دوره کامل لاروی حدود ۲۲ روز است. شفیره به رنگ قهوه‌ای تیره با رنگ بنفش در منطقه سر و انتها بدن است. دوره شفیره‌گی حدود ۸ روز به پایان می‌رسد. حشرات بالغ به رنگ قهوه‌ای روشن با علائم قهوه‌ای تیره مشخص می‌شود. از یک نقطه مرکزی در بال جلو، خطوط سیاه و سفید مایل به خاکستری به سمت نوک بال گسترش می‌یابد، و در انتها متصل به یک خط نازک تیره می‌گردد. بال‌های عقبی سفید هستند. دوره کامل زندگی کرم ساقه‌خوار صورتی حدود ۳۸ روز است (Anonymous, 2013, 2014).

کرم ساقه‌خوار نواری برنج *Chilo suppressalis* Walker

این حشره، متعلق به راسته بال‌پولک‌داران^۱، خانواده کرامبیده^۲، و جنس خیلو^۳ می‌باشد (شکل ۸). این آفت قادر است بوته‌های برنج را از خزانه تا زمان برداشت محصول، گیاه برنج را مورد حمله قرار دهد. این حشره در سراسر جهان پراکنده است، ولی در قاره آسیا به ویژه در شالیزارهای شمال و برخی از نقاط کشور بیشترین خسارت را ایجاد می‌کند. این گونه اولین بار در سال ۱۳۵۱ از مزارع برنج شهرستان تنکابن در غرب مازندران توسط ابرت^۴ حشره‌شناس آلمانی شناسایی گردید. در حال حاضر علاوه بر استان‌های شمالی در برخی از استان‌های اصفهان، آذربایجان شرقی، قزوین و زنجان وجود دارد. از همان ابتدا بیشترین فعالیت‌های تحقیقاتی بر روی این آفت و کنترل شیمیایی آن‌ها صورت گرفت و استفاده از فرمولاسیون گرانوله به دلیل تاثیر سریع، استفاده آسان و اثرات سو کمتر بر دشمنان طبیعی در شرایطی که مبارزه شیمیایی ضروری باشد توصیه می‌شود (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹؛ کمالی، ۱۳۵۹؛ زند و همکاران، ۱۳۹۸).



شکل ۸. لارو و پروانه ساقه‌خوار نواری برنج. *Chilo suppressalis* (Walker) (عکس از اینترنت)

^۱. Lepidoptera

^۲. Crambidae

^۳. *Chilo*

^۴Ebert

شکل شناسی و زیست شناسی:

این آفت زمستان را بصورت لاروهای بالغ داخل ساقه‌های باقی‌مانده برنج و یا درون علف‌های هرز داخل و اطراف مزرعه به سر می‌برد. مهمترین خسارت این آفت مربوط به مرحله لاروی آن است. این آفت دارای دو مرحله خسارت می‌باشد (Anonymous, 2013,2014؛ علی‌نیا، بهرامی، طبری، ۱۳۸۰؛ مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹):

۱- مرحله رویشی^۱

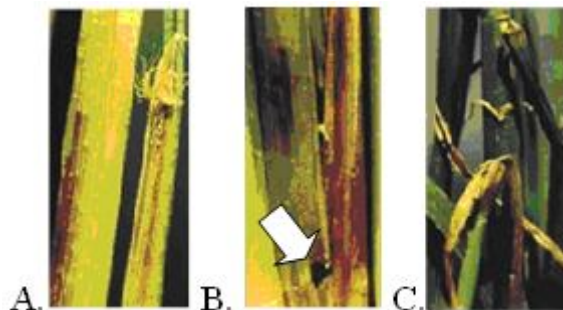
۲- مرحله زایشی^۲

مرحله اول: چنانچه کشت اول برنج مصادف با اواخر فروردین و یا اوایل اردیبهشت‌ماه باشد بطور معمول تغذیه لاروهای سنین اولیه از سطح برگ و ایجاد سوراخ‌های ریز در برگ و غلاف برگ می‌باشد، اما تغذیه لاروهای درشت از داخل ساقه موجب مرگ جوانه‌های مرکزی خواهد شد. در این حالت تغذیه لاروها از بافت درونی ساقه، موجب زرد و خشک شدن جوانه‌های مرکزی شده که در نهایت موجب مرگ جوانه‌های مرکزی خواهد شد که اصطلاحاً به آن Dead hearts می‌گویند. البته بروز مرگ جوانه‌های مرکزی فقط در نسل اول آفت نمی‌باشد، بلکه هرگاه کاشت نشاهای برنج به هر دلیلی به تاخیر بیافتد و یا قصد انجام کشت مجدد برنج در شالیزار مد نظر باشد، قابل مشاهده است. ولی آنچه که مسلم است این است که علائم فوق فقط در مرحله‌ی رویشی گیاه برنج اتفاق می‌افتد.

مرحله دوم: چنانچه در مرحله زایشی تغذیه لاروی مصادف با هر یک از مراحل مختلف آن مانند مرحله آبستنی، خروج خوشه، گل‌دهی و پرشدن دانه باشد یا بطور کامل خوشه پوک شده و یا بصورت نیمه پر در مزرعه نمایان خواهد شد، که به اصطلاح سر سفیدی خوشه‌ها یا White heads گویند. خوشه‌های سفید شده برنج در مزرعه حالت بر افراشته داشته و بخوبی نمایان هستند. برای ارزیابی و تخمین صحیح‌تر خسارت بوته‌ها در مزرعه توسط کشاورزان و کارشناسان حفظ نباتات بایستی بعد از مرحله پر شدن دانه انجام شود. اگر چه آسیب کرم ساقه‌خوار غالباً به اشکال مرگ جوانه‌های مرکزی (Dead hearts) و سر سفیدی خوشه (White heads) بیان می‌شود. با وجود این، لاروهای ساقه‌خوار قادرند سه نوع خسارت دیگر (شکل ۹) مانند غلاف برگ شفاف یا زرد، وجود سوراخ‌های ورودی و یا خروجی لارو در روی ساقه و از هم پاشیده شدن بافت‌های ریشه و یا ساقه‌های شکسته را بوجود آورند (Anonymous, 2013,2014).

¹Vegetative

²Reproductive



شکل ۹. سایر انواع خسارت لارو ساقه‌خوار برنج

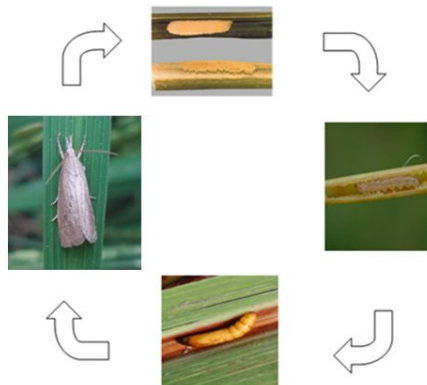
(A). زردشدن غلاف برگ، B. سوراخ‌های ورودی و خروجی، C. شکستن ساقه) (اقتباس از سایت IRRI)

لارو ساقه‌خوار ممکن است در داخل ساقه بدون شکسته شدن آن رشد نموده و تغذیه نماید (شکل ۱۰). در نتیجه این موضوع می‌تواند باعث کاهش قدرت گیاه، و بالا رفتن درصد دانه‌های پوک گردد.



شکل ۱۰. سوراخ ایجاد شده بر روی ساقه برنج توسط آفت ساقه‌خوار نواری (عکس از اینترنت)

چرخه زندگی ساقه‌خوار برنج شامل شامل تخم، لارو، شفیره و حشره کامل است (شکل ۱۱).



شکل ۱۱. چرخه زندگی کرم ساقه‌خوار برنج (عکس از اینترنت)

تقریباً دستجات تخم همه گونه‌های ساقه‌خوارهای برنج بین ۲۵۰-۵۰ عدد تخم در هر دسته می‌باشد، ولی این تعداد تحت تاثیر عوامل مختلف یکسان نیست. در برخی از گونه‌ها، حشره ماده می‌تواند چند توده تخم در هفته روی یا زیر تیغه برگ یا بین غلاف برگ و ساقه بگذارد. اکثر گونه‌های ساقه‌خوار تخم‌گذاری را در عصر انجام می‌دهند (Anonymous, 2013,2014).

لاروهای تازه از تخم خارج شده ابتدا از پارانشیم برگ تغذیه نموده، سپس وارد غلاف برگ می‌شوند و شروع به تغذیه از بافت‌های درونی آن می‌کنند. در چنین حالت بر روی غلاف برگ‌های آسیب دیده لکه‌های شفاف ظاهر می‌شوند که بعداً به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای ظهور کرده که در نهایت خشک می‌گردند. پس از چند روز، لاروها غلاف برگ را ترک نموده و با سوراخ کردن ساقه وارد آن می‌شوند (Anonymous, 2013,2014)، مجیدی و پاداشت، (۱۳۸۹).

لاروها از بافت‌های اطراف گره‌های ساقه تغذیه می‌کنند. در نتیجه ساقه‌های آلوده ضعیف‌تر شده و به آسانی می‌شکنند. گاهی اوقات لاروها بافت گره‌ها را می‌خورند که موجب خم شدن ساقه‌ها می‌شوند. برخی از لاروها از قسمت بالای گره ساقه خارج شده، و وارد خوشه دیگری می‌شوند و یا روی همان ساقه به بافت بین‌گره کناری می‌روند. با رشد ساقه‌ها، لاروهای ساقه‌خوار تا مرحله شفیره‌گی پنج بار پوست‌اندازی می‌کنند. لاروهای بالغ قبل از شفیرگی سوراخ‌هایی را در قسمت میان‌گره‌ها برای خروج پروانه‌ها ایجاد می‌کنند. معمولاً این سوراخ‌ها به وسیله تار نازک سفید رنگی پوشانده شده و تا خروج پروانه‌ها به راحتی قابل رویت نیستند (Anonymous, 2013,2014؛ مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).

لاروهای کامل ساقه‌خوار معمولاً درون کاه و کلش برنج تبدیل به شفیره می‌گردند. حشره بالغ این آفت حدود یک هفته زندگی کرده، پراکنده شده و با تخم‌ریزی موجب تکثیر خود می‌شود. حشره بالغ در بسیاری از گونه‌های ساقه‌خوار برنج شب‌پرواز هستند و به سمت نور (به خصوص به لامپ‌های ماوراء بنفش) جلب می‌شوند. آن‌ها همچنین پرواز کننده‌های قوی هستند. اکثر پروانه‌ها می‌توانند از ۸ تا ۱۶ کیلومتر پرواز کنند، همچنین با کمک باد می‌توانند مسافت‌های طولانی‌تر را طی نمایند. کرم ساقه‌خوار برنج به طور کلی حدود ۶ نسل در سال تولید می‌کند، اما تعداد نسل در سال بستگی به عوامل محیطی (در درجه اول دما و در دسترس بودن محصول برنج) دارد. گونه ساقه‌خوار نواری برنج در شمال ایران بر حسب اقلیم گیلان و مازندران ۳ تا ۴ نسل ایجاد می‌کند (Anonymous, 2013,2014، مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).

ساقه‌خوار نواری برنج، در ایران از مهم‌ترین گونه‌های ساقه‌خوار در زراعت برنج می‌باشد. (علی‌نیا، بهرامی، طبری، ۱۳۸۰؛ مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹). این آفت علاوه بر ایران در اغلب نقاط جهان به ویژه در شبه‌قاره هند، جنوب اروپا و جنوب شرق آسیا و چین یافت می‌شود. حشرات بالغ تخم خود را اغلب در نیمه قاعده برگ‌ها می‌گذارند، اما ممکن است روی سایر قسمت‌های برگ و حتی غلاف برگ نیز دیده شود. دوره جنینی تخم‌ها حدود ۵ روز است. لاروها طی ۲۵ روز کامل می‌شوند. لاروهای کامل دارای سر قهوه‌ای مایل به زرد و دارای ۳ نوار پشتی و ۲

نوار قهوه‌ای جانبی شکمی هستند، به همین دلیل ساقه خوار نواری^۱ نامیده می‌شوند (Anonymous, 2013,2014).



شکل ۱۲. مراحل مختلف رشدی ساقه‌خوار نواری از تخم تا حشره کامل (اقتباس از سایت IRRI)

دوره شفیره‌گی حدود ۶ روز به طول می‌کشد. البته مراحل مختلف رشدی این آفت و سایر ساقه‌خوارها بر حسب دما و رطوبت محیط تغییر می‌یابد. حشرات کامل بعد از اتمام دوره شفیره‌گی پدیدار می‌شوند. حشرات کامل متمایل به رنگ قهوه‌ای روشن (به رنگ نی) با فلس‌های نقره‌ای و چندین نقطه سیاه در نوک بال جلو و بال‌های عقبی به رنگ سفید مایل به زرد می‌باشند (شکل ۱۲). اندازه حشرات ماده درشت‌تر از حشرات نر است. چرخه زندگی ساقه‌خوار نواری برنج حدود ۵۵-۳۵ روز می‌باشد. در مناطق سرد چرخه زندگی این آفت کوتاه‌تر شده و تعداد نسل آن بین ۱ تا ۲ خواهد شد، در حالیکه چرخه این آفت در مناطق استوایی ممکن است در هر سال ۶ نسل یا بیشتر ایجاد شود. در ایران به ویژه در مناطق شمالی این آفت بر حسب شرایط اقلیمی و دفعات کشت برنج ۳ تا ۴ نسل تولید می‌کند. و طول دوره زمانی هر نسل بر حسب دما و رطوبت محیط متفاوت می‌باشد، بطوریکه نسل اول طولانی‌تر از نسل‌های آخر می‌باشد (Anonymous, 2013,2014).

روش‌های کنترل ساقه‌خوار نواری برنج:

برای کنترل ساقه‌خوار نواری برنج روش‌های ذیل بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (Anonymous, 2013,2014 ؛ مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹ ؛ کمالی، ۱۳۵۹). ولی ممکن است روش‌های دیگری که سازگار با محیط زیست است نیز استفاده شود:

- ۱- کنترل زراعی
- ۲- کنترل مکانیکی
- ۳- کنترل فیزیکی
- ۴- کشت ارقام مقاوم
- ۵- کنترل بیولوژیک
- ۶- کنترل شیمیایی

^۱ Striped Stem Borer, S.S.B.

کنترل زراعی:

کنترل زراعی آفات برنج شامل عملیات زراعی و اقداماتی می‌باشند که موجب کاهش تعداد جمعیت آفت در مزرعه برنج می‌شود:

- شخم و آب تخت:

شخم و غرقاب کردن پاییزه و زمستانه مزارع برنج، یکی از روش‌های موثر در کاهش جمعیت لاروهای زمستان‌گذران ساقه‌خوار نواری است. همچنین حذف علف‌های هرز در مزرعه برنج که به عنوان پناهگاه و غذا مورد استفاده اکثر آفات قرار می‌گیرد نیز در کاهش جمعیت این آفت و سایر آفات دیگر موثر می‌باشد.

- تناوب (کشت غیر برنج):

با توجه به اینکه حدود نیمی از سال اغلب مزارع برنج بدون کشت و کار باقی می‌ماند، برای بهره‌وری مناسب از اراضی برنج‌کاری، کشت گیاهانی نظیر کلزا، شبدر، باقلا، سیب‌زمینی، کاهو، سیر و نخودفرنگی در تناوب زراعی با برنج قابل توصیه است. این کار باعث برهم خوردن سیکل زندگی آفات مختلف بویژه کرم ساقه‌خوار خواهد شد.

کنترل مکانیکی:

- بازدید منظم از خزانه‌های برنج قبل از انتقال نشا به زمین اصلی و حذف دستجات تخم باعث می‌شود تا میزان آلودگی نشاها در زمین اصلی کاهش یابد.

- پایش مستمر نشاها بعد از انتقال به زمین اصلی به ویژه از هفته سوم تا زمان حداکثر پنجه زنی و حذف پنجه‌های آلوده، یکی دیگر از روش‌های موثر در کاهش جمعیت ساقه‌خوار می‌باشد.

- حذف علف‌های هرز در مزرعه و اطراف آن موجب کاهش میزان تخم‌ریزی و اختلال در چرخه زندگی ساقه‌خوار می‌شود.

- کاشت همزمان برنج در هر منطقه موجب کاهش تعداد نسل آفت و در نهایت کاهش خسارت آن می‌شود. - خسارت ساقه‌خوار به شدت تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار دارد. بنابراین زود یا دیر کاشتن نشاهای برنج باعث افزایش میزان آلودگی می‌شود.

- کاشت ارقام زودرس و میان‌رس در شالیزار قطع نظر از اینکه نیاز آبی کمتری خواهند داشت موجب کاهش دوره رویشی گیاه برنج شده و از ایجاد نسل جدید آفت و افزایش خسارت آن جلوگیری می‌کند، در حالی که کاشت ارقام دیررس، موجب افزایش خسارت، افزایش مصرف حشره‌کش‌ها و ظهور نسل‌های بیشتر آفت خواهد شد.

- تقسیط کودهای ازته (نیتروژنه)^۱ در دو تا سه مرحله موجب کاهش حساسیت برنج نسبت به ساقه‌خوار و بیماری‌ها خواهد شد. اگر همه کودهای ازته در اوایل رشد گیاه مصرف شوند قطع نظر از اینکه موجب اتلاف کود

^۱ برخی از کارشناسان استفاده از کودهای شیمیایی و آلی حاوی پتاسیم و سیلیکات را که موجب ضخیم شدن بافت ساقه‌های برنج شده و از نفوذ آفت به درون آن جلوگیری کرده، را توصیه می‌نمایند.

خواهد شد، باعث رشد رویشی بیشتر، نرم شدن بافت‌های گیاه و در نتیجه سهولت نفوذ لاروهای ساقه‌خوار به داخل ساقه گیاه برنج می‌شود.

- برداشت مکانیزه برنج، موجب افزایش مرگ و میر لاروهای موجود درون ساقه‌ها می‌شود. چنانچه امکان برداشت مکانیزه وجود نداشته باشد قرار دادن ساقه‌های بریده شده در معرض آفتاب نیز می‌تواند در از بین رفتن بخشی از لاروهای ساقه‌خوار کمک نماید.

کنترل فیزیکی:

- نصب تله‌های نوری

با نصب تله‌های نوری در کنار مزرعه و روی مرزها می‌توان به حضور اولین شب‌پره ساقه‌خوار و یا سایر شب‌پره‌های آفات و نوسانات جمعیت آن‌ها پی برد. همچنین از این روش می‌توان برای شکار انبوه حشرات کامل و جلوگیری از تخم‌ریزی آن‌ها روی بوته‌ها استفاده نمود. ارتفاع تله نوری از سطح زمین تا نوک لامپ باید حداقل ۱۵۰ سانتی‌متر باشد. روی لامپ یا هر منبع نوری باید پوششی که بتواند مانع از ریزش آب باران به داخل لامپ نصب شده شود. در زیر لامپ یک عدد تشت پلاستیکی به قطر حداقل یک متر قرار داده شود. داخل تشت به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر آب همراه با مقداری مواد شوینده مخلوط شود تا غرق شدن حشرات کامل در آب سریع‌تر صورت گیرد.

- نصب تله‌های فرمون جنسی:

یکی دیگر از روش‌های موثر در کاهش میزان آلودگی بوته‌ها به ساقه‌خوار نواری برنج، استفاده از تله‌های فرمونی با سازوکار متعدد می‌باشد. بدین نحو که برای پایش و تعیین نوسانات جمعیت حشرات کامل از تله دلتا (مثلی شکل)، اخلاال‌گر (اخلال در جفت‌یابی) و شکار انبوه استفاده می‌شود. در نوع دلتا به ازای هر ۵ تا ۱۰ هکتار دو عدد تله (یکی در ضلع غربی و یکی در ضلع شرقی) با ماده موثره سه میلی‌گرم در هر تله قرار داده می‌شود. معمولاً برای ارزیابی کارکرد ماده موثره و طول اثر آن باید شکار تله در مزرعه بررسی شود. ارتفاع محل نصب تله ۱۵۰ سانتی‌متر از سطح زمین می‌باشد. برای انواع تله‌های اخلاال‌گر و شکار انبوه با توجه به میزان ماده موثره و شرکت سازنده به ازای هر هکتار تعیین و استفاده می‌شود.

تله‌ها با توجه به پایش مستمر و ارزیابی کارایی آن‌ها، ممکن است هر ۶-۴ هفته براساس توصیه کارشناسان تعویض شوند. شرایط نگهداری فرمون‌ها تابع دمای محیط است لذا ماندگاری و اثربخشی فرمون‌ها چنانچه در دمای ۲۰-۱۰ درجه سانتی‌گراد باشد به مدت ۶ ماه، در دمای ۱۰-۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ماه، ۴-۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ماه و در دمای منفی ۱۸- درجه سانتی‌گراد بیشتر از ۲۴ ماه قابل نگهداری می‌باشند.

کشت ارقام مقاوم:

واکنش ارقام مختلف برنج نسبت به ساقه‌خوار نواری برنج متفاوت است. مطالعات نشان داده است که ارقام اصلاح‌شده پاکوتاه نسبت به ارقام بومی پابلند در برابر تغذیه کرم ساقه‌خوار متحمل‌ترند. برخی از ویژگی‌های مورفولوژیکی ارقام پاکوتاه مانند: ساقه‌های باریک، وجود لایه‌های بیشتری از بافت لیگنین در ساقه و غلاف برگ و تعداد زیادی از سلول‌های سیلیسی، باعث مقاومت بیشتر نسبت به ارقام پابلند در برابر خسارت کرم ساقه‌خوار می‌شوند. همچنین بین ارقام اصلاح‌شده پاکوتاه از نظر مقاومت به کرم ساقه‌خوار تفاوت وجود دارد، که برای تشخیص این تفاوت‌ها نیاز به روش دقیق غربال‌گری است. این نوع از بررسی‌ها در موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج^۱ و موسسه تحقیقات برنج ایران^۲ نسبت به ساقه‌خوار و سایر آفات انجام می‌شود. یکی از پدیده‌های ذاتی مهم در گیاه برنج قابلیت جبران پنجه‌های آسیب‌دیده می‌باشد که ممکن است در ارقام مختلف برنج این قابلیت متفاوت باشد از این رو می‌تواند در تحمل و مقاومت گیاه نسبت به آفات موثر باشد. همچنین صفات مختلفی از گیاه برنج در ایجاد مقاومت ذاتی و کاذب دخالت دارد. اگرچه تولید ارقام مقاوم به زمان طولانی و صرف هزینه زیاد نیاز است، ولی روشی به نسبت مناسب، کارآمد و بی‌خطر برای محیط‌زیست بوده و در دراز مدت مقرون به صرفه است.

کنترل بیولوژیک:

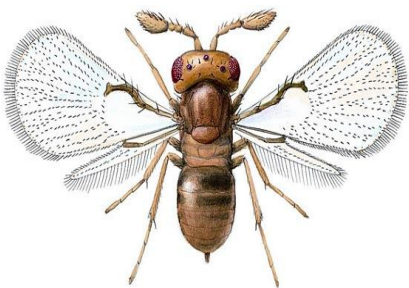
کنترل بیولوژیک استفاده یک موجود زنده علیه موجود زنده دیگر به منظور کاهش خسارت وارده به انسان و متعلقات آن در کشاورزی، پزشکی، دامپزشکی و غیره می‌باشد. با توجه به تأثیر منفی حشره‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی (پارازیتوئیدها و شکارگرها) در مزارع برنج و همچنین به دلیل کاهش تنوع و تعدد دشمنان طبیعی که منجر به طغیان آفات ثانویه می‌گردد و نیز به سبب اختلالات زیست محیطی مشکلات عدیده‌ای را ایجاد می‌کند. لذا استفاده از کنترل بیولوژیک پتانسیل کمتری برای صدمه به محیط زیست و یا موجودات غیرهدف نسبت به سموم شیمیایی دارند (بیات‌اسدی و همکاران، ۱۳۷۲؛ Anonymous, 2013, 2014).

تاریخچه استفاده از زنبور تریکوگراما *Trichogramma* sp. در کنترل آفات (شکل ۱۳)، به گذشته‌های دور بر می‌گردد. فلاندر (Flander) آمریکایی در سال ۱۹۲۶ برای تولید انبوه زنبور تریکوگراما از تخم بید غلات به عنوان میزبان واسط استفاده می‌نمود. در سه دهه اخیر این حشره مفید برای کنترل بسیاری از آفات در بیش از ۳۰ کشور جهان مورد استفاده قرار گرفته است. در دهه ۲۰۰۰ میلادی سالانه حدود ۳۰ میلیون هکتار از زمین‌های کشاورزی و جنگلی تحت پوشش کنترل بیولوژیکی آفات بوسیله زنبور تریکوگراما بوده است. اکثر جنس‌های شناخته شده زنبورهای خانواده تریکوگراماتید (Trichogrammatidae) دامنه میزبانی وسیعی دارند. گونه‌های جنس تریکوگراما تخم حشرات راسته بال‌پولک‌داران (بیش از ۲۰۰ گونه)، سخت‌بال‌پوشان، دوبالان، جوربالان و

¹. International Rice Research Institute, IRRI.

². Rice Research Institute of Iran, RRII.

ناجوربالان، زنبورهای گیاهخوار و بالتوری‌ها را انگلی نموده و از بین می‌برند (بیات‌اسدی و همکاران، ۱۳۷۲؛ Anonymous, 2013, 2014؛ Knutson, 1989).



شکل ۱۳. زنبور پارازیتوئید تخم تریکوگراما (عکس از اینترنت)

کنترل بیولوژیکی یک عامل بسیار مهم در مدیریت انبوهی ساقه‌خوار نواری است. مراحل مختلف رشدی ساقه‌خوار نواری به طور طبیعی در مزارع برنج مورد حمله بسیاری از دشمنان طبیعی مانند شکارچیان تخم، جیرجیرک‌ها، شکارچیان حشره بالغ، خفاش‌ها و عنکبوت‌ها، زنبورهای پارازیتوئید تخم ولارو، باکتری‌ها و قارچ‌های بیماری‌زا قرار می‌گیرند. بنابر این عدم استفاده از حشره‌کش‌های مایع یا استفاده کمتر از آن موجب حمایت از دشمنان طبیعی فوق در زیست بوم شالیزار می‌گردد (بیات‌اسدی و همکاران، ۱۳۷۲؛ Anonymous, 2013, 2014؛ Knutson, 1989).

کنترل بیولوژیکی با استفاده از زنبور تریکوگراما در مزارع برنج شمال کشور از اوایل دهه ۶۰ با شناسایی اکوتیپ‌هایی از زنبور تریکوگراما در نقاط مختلف و روی میزبان‌هایی مانند کرم ساقه‌خوار برنج، کرم سبزرنگ خوار برنج، کرم ساقه‌خوار ذرت و تعدادی دیگر از آفات بال‌پولک‌دار و با کوشش محققان موسسه تحقیقات گیاهپزشکی و موسسه تحقیقات برنج کشور آغاز شد. همزمان با اوج مصرف سموم، اولین طرح تحقیقات کاربردی در سال ۱۳۶۳ با مشارکت موسسات فوق با استفاده از زنبور پارازیتوئید تخم تریکوگراما به مرحله‌ی اجرا در آمد، و به عنوان اولین گام اساسی در جهت کاهش مصرف حشره‌کش‌ها در زیست بوم شالیزارهای شمال کشور برداشته شد.

با استفاده از طرح‌های تحقیقاتی دیگر طی سالهای ۶۷ تا ۷۲ کارآیی این پارازیتوئید در کنترل آفت ساقه‌خوار برنج در مزارع پایلوت آزمایشی به اثبات رسید. این طرح‌ها علاوه بر تأیید کارآیی زنبور تریکوگراما در کنترل جمعیت آفات مهم، توفیق رهاسازی آن‌ها بر حسب عوامل مختلف دیگر مانند زمان، میزان و دفعات رهاسازی را به همراه داشته است (اسدپور، ۱۳۹۰؛ بیات‌اسدی و همکاران، ۱۳۷۲).

رهاسازی زنبور تریکوگراما:

براساس تحقیقات انجام شده، رهاسازی زنبور تریکوگراما هنگام فعالیت شبپره ساقه‌خوار و مشاهده تخم آفت می‌باشد. این کار باتوجه به زیست‌شناسی آفت انجام می‌شود. برای این کار لازم است از ابتدای ظهور این آفت تله‌های نوری و یا فانوسی در مزارع برنج نصب شوند. لازم است هفته‌ای سه بار از تله‌های نوری بازدید شده و تعداد شبپره‌هایی که در شب شکار می‌شوند، شمارش و یادداشت‌برداری شوند (مجیدی، ۱۳۹۰).

نسل اول :

رهاسازی زنبور تریکوگراما در نسل اول آفت ساقه‌خوار از دو طریق امکان‌پذیر می‌باشد (مجیدی، ۱۳۹۰):
- وقتی که ۵۰ درصد از حالات رشدی ساقه‌خوار در نمونه‌برداری‌های انجام شده از بوته‌های برنج، به شفیله تبدیل شده باشند، اولین رهاسازی انجام می‌شود، رهاسازی دوم یک‌هفته تا ده روز بعد از رها سازی اول تکرار می‌شود. (مجیدی، ۱۳۹۰).

- و یا با توجه به آمار برداری از تله‌های نوری و قبل از اوج پرواز حشرات کامل در نسل اول رهاسازی صورت گیرد در صورت امکان می‌توان دومین رهاسازی را در همین نسل و به مدت یک هفته تا ۱۰ روز بعد انجام داد. البته باید اذعان داشت با توجه به تغییرات اقلیمی، دفعات کشت برنج، اثرات اقلیم بر بیواکولوژی ساقه‌خوار نواری برنج رهاسازی‌ها باید بر اساس شرایط روز و اطلاعات دریافت شده از شبکه مراقبت و پیش‌آگاهی انجام شود

نسل دوم:

اولین رهاسازی زنبور همزمان با ظهور شبپره ساقه‌خوار، و دومین رهاسازی، همزمان با اوج پرواز شبپره‌ها صورت می‌گیرد. ممکن است حسب ضرورت و یا امکانات تولید زنبور، دفعات رهاسازی افزایش یابد (مجیدی، ۱۳۹۰).

نسل سوم:

نظر به اینکه تداخل نسل دوم و سوم وجود دارد و نمی‌توان ایندو نسل را از یکدیگر تفکیک نمود و کاری بسیار دشوار می‌باشد، در ارقام دیررس یا ارقام اصلاح شده و پرمحصول، اولین رهاسازی زنبور در این مرحله با توجه به میزان شکار پروانه ساقه‌خوار از طریق تله‌های نوری یا فانوسی و همزمان با شروع فعالیت آفت و تکرار آن به فاصله پنج روز انجام شود (مجیدی، ۱۳۹۰).

برای هر هکتار از مزارع برنج ۱۰۰ عدد تریکوکارت لازم می‌باشد، فاصله هر تریکوکارت از یکدیگر ۱۰ متر بوده و در هر تریکوکارت حدود ۸۰۰ عدد زنبور بصورت پیش شفیله با تخم میزبان واسطه مانند بید غلات و یا هر میزبان واسطه مناسب دیگر می‌باشد (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹؛ مجیدی، ۱۳۹۰). با توجه به ماهیت دینامیک بیواکولوژی آفت و کارایی اکوتیپ‌های زنبور و نیاز بهره برداران برای تولید محصول سالم در شرایط کنونی تعداد زنبور در هر تریکوکارت و نیز دفعات رهاسازی به دو برابر نیز قابل افزایش است.

به‌طور کلی ۵ نوبت رهاسازی در ارقام زودرس و ۷ نوبت در ارقام میان‌رس و دیرکاشت با میزان یک گرم تخم پرازیت به بر اساس خروج حداقل ۸۰ هزار عدد زنبور در زمان‌های مناسب، خسارت آفت را به نحو مطلوبی کنترل می‌نماید (اسدپور، ۱۳۹۰؛ بیات‌اسدی و همکاران، ۱۳۷۲).

زنبور تریکوگراما را در کارت‌های مقوایی (تریکوکارت) که حاوی مرحله شفیره‌گی زنبور است در مزارع برنج روی نی معمولی (به ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر) در خزانه و یا غلاف برگ برنج در زمین اصلی نصب نمود، که ممکن است بین چند ساعت تا یک روز بعد از رهاسازی، حشره کامل زنبور خارج شود که بعد از این مرحله به جستجوی دستجات تخم ساقه‌خوار یا آفات دیگر می‌پردازد. زنبورها روی تخم‌های سالم و تازه می‌زبان، تخم‌ریزی می‌نمایند، که باعث انگلی شدن دستجات تخم ساقه‌خوار می‌شود. هر زنبور ماده تا ۸۰ عدد تخم می‌گذارد (اسدپور، ۱۳۹۰؛ بیات‌اسدی و همکاران، ۱۳۷۲، Knutson, 1989).

اهداف رهاسازی زنبور تریکوگراما:

۱. برای کنترل حشرات زیان‌آور پروانه‌ای مزارع برنج و آفات دیگر
۲. حفظ تعادل طبیعی
۳. حفظ دشمنان طبیعی در زیست بوم زراعی برنج
۴. سلامت انسان
۵. عدم آلودگی آب‌های سطحی، چاه و دریا و جلوگیری از مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف آلاینده‌های شیمیایی

چالش‌های کنترل بیولوژیکی با زنبور تریکوگراما :

۱. پرورش نسل‌های زیاد زنبور (پرورش زنبور در نسل‌های متعدد بیش از شش نسل) در آزمایشگاه و عادت کردن زنبور به ترکیبات شیمیایی متصاعد شده از تخم میزبان واسطه، باعث کاهش قدرت جستجوگری و در نهایت کاهش تخم‌گذاری روی آفت هدف می‌شود.
۲. استاندارد نبودن تعداد زنبور و دفعات رهاسازی زنبور در تریکوکارت‌ها.
۳. افزایش تعداد افراد نر (نرزیایی) در زنبورهای خارج شده از تریکوکارت‌ها (رعایت نکردن نسبت جنسی زنبور در هنگام پرورش).
۴. بی‌بال بودن زنبورها در بعضی از تریکوکارت‌ها.
۵. عدم رهاسازی به موقع زنبور تریکوگراما در مزرعه و عدم امکان نگهداری طولانی مدت زنبور در سردخانه یا یخچال (زنجیره سرد).

۶. عدم شناخت کافی کشاورزان از کارکرد زنبور تریکوگراما و نوع فعالیت آن، موجب عدم پذیرش و دریافت زنبور تریکوگراما توسط کشاورزان از تولیدکنندگان زنبور می‌شود.

۷. ناکافی و به روز نبودن بودن اطلاعات لازم درمورد زیست‌شناسی و نحوه فعالیت و تخم‌گذاری زنبور تریکوگراما روی میزبان.

راهکارهای پیشنهادی برای حل چالش‌های فوق:

۱. تهیه برنامه‌های رادیویی و تلویزیونی جهت شناساندن این عامل بیولوژیکی به کشاورزان.
۲. اگر چنانچه این زنبور در نسل‌های متعدد بیش از ۶ نسل پرورش داده می‌شوند لازم است به جای دستجات تخم میزبان واسط بید غلات از دستجات تخم آفت ساقه‌خوار استفاده شود.
۳. نسبت جنسی در این زنبور ۱ به ۱ می باشد، اما اگر این نسبت به سمت تولید افراد ماده سوق داده شود بسیار موثرتر خواهد شد.
۴. رعایت تعداد استاندارد زنبور تریکوگراما در تریکوکارت.
۵. رهاسازی زنبور تریکوگراما در مزرعه باید مبتنی بر اطلاعات به موقع از شکار پروانه‌ها در تله‌نوری و ثبت منحنی تغییرات جمعیت همراه با پایش مستمر وضعیت رشدی آفت در مزرعه باشد.
۶. با توجه به تغییرات آب و هوایی در سه دهه اخیر، زمان رهاسازی و تعداد زنبور علیه هر آفت بایستی بر اساس یک برنامه منظم و الگوی مناسب در هر منطقه صورت گیرد.

شکارگرهای مهم مزارع برنج:

یکی از شکارگرهای مهم مزارع برنج، ملخ‌های شاخک بلند (*Conocephalus* sp.) می‌باشند (شکل ۱۴) که از دستجات تخم ساقه‌خوار نواری برنج تغذیه می‌کنند (Anonymous, 2013, 2014؛ مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۱۴. ملخ شاخک بلند (*Conocephalus* sp.) (عکس از اینترنت)

دومین شکارگر مهم در زیست بوم شالیزار، حشره دعاخوان (*Mantis religiosa*) یا شیخک می باشد (شکل ۱۵) که سهم قابل توجهی در شکار شب پره های ساقه خوار برنج و شب پره های دیگر دارد (Anonymous, 2013,2014؛ مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۱۵. حشره دعاخوان *Mantis religiosa* (عکس از اینترنت)

حشره *Paederus fuscipes* معروف به دراکولا که از دستجات تخم و لاروهای سنین اولیه کرم ساقه خوار نواری برنج تغذیه می کند (شکل ۱۶) (Anonymous, 2013,2014؛ مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۱۶. *Paederus fuscipes* معروف به دراکولا (عکس از اینترنت)

سن شکارگر *Andrallus spinidens*، این حشره بوسیله خرطوم بلند خود که در زیر سر آن قرار دارد از محتویات داخل بدن میزبان (مرحله لاروی) بخصوص آفات پروانه ای تغذیه می کند (شکل ۱۷) (Anonymous, 2013,2014؛ مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۱۷. سن شکارگر *Andrallus spinidens* (عکس از اینترنت)

سیرسیرک‌ها یا *Metioche* sp. از شکارگرهای مهم دستجات تخم ساقه‌خوار نواری برنج (شکل ۱۸) و برخی دیگر از آفات می‌باشند (Anonymous, 2013,2014؛ مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۱۸. سیرسیرک شکارگر *Metioche* sp. (عکس از اینترنت)

آسیابک‌ها و سنجاقک‌ها از شکارگرهای مهم مزارع برنج می‌باشند (شکل ۱۹)، که با حمله به سایر حشرات زیان آور از قبیل پروانه‌ها، پشه‌ها و مگس‌ها از آن‌ها تغذیه می‌کنند (Anonymous, 2013,2014؛ مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۱۹. حشره کامل سنجاقک *Coenagrion* sp. (عکس از اینترنت)

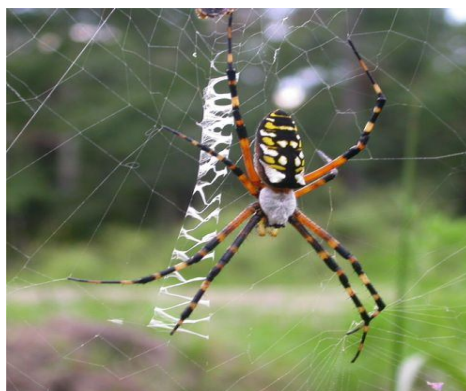
از شاخه بندپایان می‌توان عنکبوت‌ها را نام برد که بالغ بر ۳۰ گونه آن در مزارع برنج زندگی می‌کنند، و از شکارگرهای مهم شب‌پره‌های ساقه‌خوار نواری برنج می‌باشند (شکل ۲۰) عنکبوت گرگی *Lycosa* *pseudoannula* و *Tetragnatha* sp. جزء فراوان‌ترین گونه‌ها در مزارع برنج شمال کشور می‌باشند که نقش مهمی را در تعادل جمعیت حشرات زیان‌آور به‌عهده دارند (Anonymous, 2013,2014؛ مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



عنکبوت *Tetragnatha* sp.



عنکبوت گرگی *Lycosa pseudoannula*



عنکبوت *Argiope* sp.

شکل ۲۰. عنکبوت‌های شکارگر (عکس‌ها از اینترنت)

همچنین سوسک‌های *Ophionea* sp. متعلق به خانواده Carabidae که از لاروهای ساقه‌خوار نواری برنج تغذیه می‌کنند (شکل ۲۱) (Anonymous, 2013,2014).



شکل ۲۱. سوسک‌های *Ophionea* sp. شکارگر لارو کرم ساقه‌خوار (عکس از اینترنت)

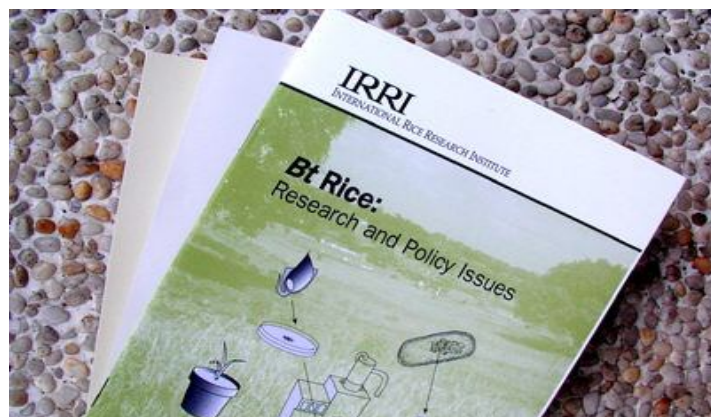
قارچ‌ها و باکتری‌ها حشره خوار (آنتموفازها) جهت کاربرد بیولوژیک:

در کنترل بیولوژیک ساقه خوار نواری برنج و سایر آفات برنج در فصل زراعی و بعد از برداشت برنج یکی دیگر از عوامل بیمارگر در زیست بوم شالیزار یافت می‌شوند که نقش مهمی را در کاهش انبوهی آفات و حفظ تعادل طبیعی محیط زیست به عهده دارند. که مهمترین آن‌ها عبارتند از:

عوامل بیمارگر قارچی *Paecilomyces farinosus* و *Beauveria bassiana* و *Metarhizium anisopliae* این قارچ‌ها می‌توانند تمام مراحل رشدی آفت ساقه‌خوار را مورد حمله قرار داده و موجب مرگ آن‌ها شوند (Anonymous, 2013, 2014؛ مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).

محققین اظهار داشتند که قارچ *Beauveria bassiana* می‌تواند به‌عنوان اولین انتخاب کنترل میکروبی در آزمایشات صحرایی برای ساقه‌خوارها و کرم برگ‌پیچان‌ها باشد. همچنین برخی بیان می‌کنند که در مدیریت ساقه‌خوارها و برگ‌خوارها دو گونه قارچ *Paecilomyces farinosus* و *Beauveria bassiana* که به‌آسانی تولید انبوه می‌شوند، از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشند (Anonymous, 2013, 2014).

باکتری *Bacillus thuringiensis* Ber. بیش از ۵۰ سال بعنوان یک حشره‌کش میکروبی برای کنترل حشرات زیان‌آور مصرف می‌شود. امروزه Bt در جهان یکی از موفقیت‌آمیزترین حشره‌کش‌های میکروبی در کنترل آفات گیاهان زراعی و جنگل می‌باشد. طبق گزارش IRRI در سال ۲۰۱۲ کشت برنج تراریخته با ژن BT در چندین کشور تحت بررسی می‌باشد (شکل ۲۲) (Anonymous, 2013, 2014).



شکل ۲۲. نمونه نشریات IRRI در باره BT (اقتباس از سایت IRRI)

روشهای حفاظت و حمایت از دشمنان طبیعی در مزارع برنج:

۱. به محض مشاهده علائم آلودگی بوته‌های برنج به ساقه خوار نیاز به کنترل شیمیایی نیست. محققین بررسی نمودند که روش‌های مختلف غیر شیمیایی برای کنترل این آفات موجود است. بنابراین یکی از راهکارهای مهم برای حفظ و حمایت دشمنان طبیعی عدم استفاده غیر ضروری از حشره کش‌ها است. مگر در مواردی که اعمال سایر روش‌های غیر شیمیایی پاسخ مناسب ندهد و انبوهی جمعیت آفت به آستانه و سطح زیان اقتصادی برسد. در آن صورت کنترل شیمیایی ضروری خواهد بود.
۲. در صورت امکان از محلول‌پاشی اجتناب شود.
۳. از حشره‌کش‌های انتخابی استفاده گردد تا حداقل سمیت روی پرداتورها و پارازیتوئیدها داشته باشد.
۴. استفاده از حداقل دز حشره‌کش‌ها، که تأثیر بیشتری روی آفت داشته اما روی حشرات مفید کمترین تأثیر را داشته باشد.
۵. از فرمولاسیون گرانول که معمولاً اثرات کمتری نسبت به محلول‌پاشی روی دشمنان طبیعی دارند، استفاده گردد.
۶. از سمپاشی‌های اوایل فصل زراعی بخصوص از محلول‌پاشی سموم بدلیل استقرار دشمنان طبیعی جداً خودداری گردد.
۷. از جمع‌آوری و سوزاندن علف‌های هرز روی مرزها در زمان فعالیت دشمنان طبیعی، خودداری نموده و آفت و دشمنان طبیعی از آن‌ها به عنوان پناهگاه استفاده می‌کنند.

کنترل شیمیایی:

در خزانه برنج بطور معمول با توجه به اینکه در اغلب موارد تهیه نشاء در زیر پوشش پلاستیکی انجام می‌گیرد، آلودگی به کرم ساقه‌خوار و سایر آفات کاهش یافته و نیازی به سمپاشی نخواهد بود. اما در صورت

مشاهده آلودگی گیاهچه‌ها به دستجات تخم می‌توان نشاء آلوده را با دست جمع‌آوری و آنها را از بین برد (Anonymous, 2013,2014؛ مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹؛ عموقلی طبری، ۱۳۹۸).

برای کنترل شیمیایی ساقه خوار نواری برنج در خزانه کشت اول که نشاها زیر پوشش پلاستیکی پرورش می‌یابند، نیازی نمی‌باشد. همچنین میزان انبوهی آفت زمستان‌گذران بسیار پایین است (عموقلی طبری، ۱۴۰۰).

در زمین اصلی با استفاده از داده‌های شکار حشرات کامل در تله‌های نوری و پایش مستمر وضعیت رشدی آفت در مزرعه و تجمیع آن‌ها برای تصمیم‌گیری و اقدام مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین تعیین میزان درصد آلودگی مرگ جوانه مرکزی Dead Heart برای کنترل شیمیایی مناسب نیست ولو اینکه میزان آن از دو درصد بالاتر باشد. زیرا در این مرحله مبارزه مکانیکی (کندن پنجه‌های آلوده) از اهمیت بالایی برخوردار است. که می‌توان حداکثر در دو نوبت در هفته‌های سوم و پنجم برای ارقام زودرس و میان‌رس و برای ارقام دیررس در هفته‌های پنجم و هفتم انجام داد که زمان بحرانی مبارزه مکانیکی است (عموقلی طبری، ۱۳۹۸). همچنین گیاه برنج در این مرحله قابلیت ترمیم خسارت وارده را دارد. از طرف دیگر ممکن است مرحله رشدی لارو از سنین سه به بعد باشد که کنترل شیمیایی نه تنها موثر نیست بلکه موجب افزایش هزینه و ایجاد مخاطرات زیست محیطی می‌شود. در مرحله زایشی علی‌رغم مشاهده خوشه‌های سفید شده White Head الزامی به کنترل شیمیایی نیست. زیرا ممکن است گیاه در مرحله پر شدن دانه باشد. و ثانیاً مرحله رشدی آفت در سنین بالای لاروی باشد. اما محاسبه میزان آلودگی بوته‌ها برای ارزیابی و مقایسه کارایی روش‌های کنترلی و یا تخمین میزان خسارت احتمالی محصول در شرایط کنونی مورد استفاده قرار گیرد (عموقلی طبری، ۱۳۹۸).

نحوه محاسبه درصد آلودگی White Head و Dead Heart:

$$\text{تعداد بوته‌های آلوده} \times \text{تعداد ساقه‌های آلوده} \times ۱۰۰ \\ \text{W.H یا D.H} = \frac{\text{مجموع بوته‌های شمارش شده} \times \text{تعداد ساقه‌های در بوته‌های}}{\text{تعداد بوته‌های آلوده} \times \text{تعداد ساقه‌های آلوده} \times ۱۰۰}$$

کنترل شیمیایی در صورتی مناسب و منطقی خواهد بود که با در نظر گرفتن متغیرهای مختلف همراه باشد. لذا قبل از کنترل شیمیایی باید از اجرای درست روش‌های غیر شیمیایی علیه آفات مطمئن بود. همچنین زمان مبارزه شیمیایی و دفعات کاربرد آن باید بر اساس اطلاعات لازم و منظم از طرف کمیته پیش‌آگاهی و مراقبت هر منطقه تعیین شود (عموقلی طبری، ۱۳۹۸). اما حسب ضرورت کارشناس منطقه برای ارقام زودرس و میان‌رس حداکثر یک‌بار سمپاشی توصیه نماید. و برای ارقام دیررس یا دیرکاشت که به‌طور با نسل‌های دوم و سوم ساقه‌خوار مواجه می‌شوند دو بار سمپاشی ضرورت پیدا کند (عموقلی طبری و همکاران، ۱۳۹۷).

آخرین لیست سموم ثبت شده و مجاز جهت مبارزه با ساقه‌خوار نواری برنج عبارتند از:

لیست سموم توصیه شده جهت مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج

سموم توصیه شده	نام تجاری	فرمولاسیون	مقدار مصرف در هکتار	توضیحات
کارتاپ	پادان	G 4%	۳۰-۴۰ کیلوگرم	مبارزه غیرشیمیایی: زمان‌بندی تاریخ کاشت در ارقام زود،
فیپرونیل	ری‌جنت	G 0.2%	۲۰ کیلوگرم	میان و دیررس به منظور تنظیم و کوتاه شدن دوره برداشت،
فیپرونیل	چیلوکیل	SC 5%	۱-۵/۰ لیتر	شخم، آب تخت اراضی و انهدام علف‌های هرز حاشیه مزارع
ماترین	روی‌اگرو	SL 0.6%	۲ لیتر	قبل از شکار اولین پروانه انجام شود.
تبوفنوزاید	میمیک	SC 20%	۱ لیتر	مبارزه بیولوژیک: با استفاده از زنبور تریکوگراما ۳-۴ نوبت با
				توجه به دستورالعمل توصیه می‌شود.
				از کارتاپ در نوبت دوم با نظر کارشناس و به میزان ۴۰ کیلوگرم
				استفاده شود.
				ماترین برای سن شکارگر <i>spinidens</i> . A که از دشمنان
				طبیعی این آفت است، بسیار خطرناک است و ضرورت دارد
				توصیه‌های لازم به مصرف‌کننده در زمان مصرف بشود.
				فیپرونیل 5% SC جهت کنترل نسل دوم آفت تصویب شده
				است.

در حال حاضر (از تاریخ ۱۴۰۱/۷/۱) حشره‌کش دیازینون از لیست سموم مجاز برای کنترل شیمیایی ساقه‌خوار نواری برنج خارج شده است. برای جایگزینی آن هم‌زمان بررسی تعدادی از سموم جدید در حال مطالعه است که در صورت تایید می‌توانند در لیست سموم مجاز قرار گیرند (مجیدی، عموقلی طبری، ۱۴۰۱). از سوی دیگر به دلیل حمایت و حفاظت از دشمنان طبیعی که در قسمت هوایی اندام‌های گیاه برنج فعالیت می‌کنند، استفاده از محلول‌های سمی به جز در موارد ضروری، توصیه نمی‌شود (مجیدی، عموقلی طبری، ۱۴۰۱). همچنین به دلیل حضور طولانی لاروها درون ساقه برنج، کنترل شیمیایی به ویژه محلول‌پاشی با سموم غیر سیستمیک مؤثر نمی‌باشد. گاهی اوقات لازم است آستانه اقتصادی برای تعیین زمان سمپاشی مورد استفاده قرار گیرد، اما تعیین آستانه برای کرم ساقه‌خوار و تغییرات پیوسته متغیرهای مرتبط با آن، دشوار است. در مرحله رویشی، ارقام با پنجه بالا (۱۰ پنجه یا بیشتر) در صورت آلودگی به ساقه‌خوار نواری می‌توانند خسارت وارده را در صورت وجود کود و آب کافی جبران نمایند (Anonymous, 2013, 2014; Pathak and Khan, 1994).

کرم برگ‌خوار سبز برنج *Naranga aenescens* Moore.

این آفت در رده حشرات، راسته Lepidoptera، خانواده Noctuidae، زیر خانواده Eustrotiinae و جنس *Naranga* قرار دارد.

کرم برگ‌خوار سبز برنج آفتی است تک‌خوار و به‌نسبت مهم در کشورهای جنوب و شرق آسیا (چین، ژاپن، کره، تایوان، هندوستان، فیلیپین و...) و ایران می‌باشد ولی جزء آفات درجه دوم محسوب می‌گردد. این آفت اولین بار توسط پازوکی در سال ۱۳۵۰ در مزارع برنج مازندران و سپس در سال ۱۳۵۷ در گیلان مشاهده و گزارش شد (شکل ۲۳) و هم‌اکنون در استان‌های گیلان و مازندران انتشار دارد (Anonymous, 2013, 2014)، مجیدی و پاداشت، (۱۳۸۹).



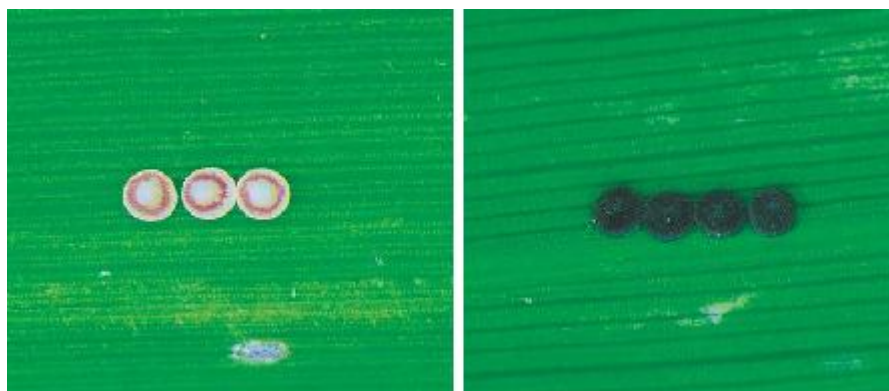
شکل ۲۳. شب پره‌های برگ‌خوار سبز برنج *Naranga aenescens* Moore (عکس از اینترنت)

شکل‌شناسی و زیست‌شناسی کرم برگ‌خوار سبز برنج :

کرم برگ‌خوار سبز برنج یا نارانگا از آفات درجه دوم در زراعت برنج محسوب می‌شود (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹). برخی از تغییرات آب‌وهوایی و روش‌های زراعی، می‌تواند آفت *N. aenescens* را به‌عنوان یکی از مخرب‌ترین آفات مزارع برنج تبدیل نماید (Anonymous, 2013, 2014). در شرایط مناسب آب‌وهوایی، آفت برای مدت طولانی (تقریباً در تمام مراحل فنولوژی برنج) از برگ برنج تغذیه و باعث وارد آمدن خسارت شدید به گیاه برنج می‌گردد.

کرم برگ‌خوار سبز برنج زمستان را به‌صورت شفیره در غلاف و بقایای بوته‌های برنج و یا روی خاک مزرعه می‌گذراند (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹). دوره شفیرگی در اردیبهشت ماه ۴ تا ۶ روز است. حشرات کامل آفت در اوایل اردیبهشت‌ماه پس از پاشیدن بذر جوانه‌زده برنج در خزانه‌ها، ظاهر شده و تخم‌ها در اواخر اردیبهشت‌ماه در مدت ۵ تا ۶ روز تفریخ می‌شوند. پروانه ماده یک روز پس از خروج از شفیره قادر به تخم‌ریزی بوده و تخم‌های خود را روی برگ و بندرت زیر برگ برنج در دو ردیف موازی یا یک ردیف به‌طور منفرد و یا به‌صورت دسته‌ای قرار می‌دهد. دسته‌های تخم اکثراً شامل ۲۱-۳ عدد تخم می‌باشند و در بیشتر موارد روی برگ‌های انتهایی

بالائی گیاه گذاشته می‌شوند. هر حشره ماده تا ۲۰۰ عدد تخم می‌گذارد. تخم‌ها کروی و دارای خطوط طولی بوده، ابتدا زرد رنگ سپس تیره می‌شوند (شکل ۲۴) (Anonymous, 2013, 2014, مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۲۴. دستجات تخم شب پره برگ‌خوار سبز برنج (عکس از اینترنت)

این آفت دارای سه سن لاروی است که همه آن‌ها از برگ برنج تغذیه می‌کنند. لاروهای جوان کم تحرک بوده و از پارانشیم رویی برگ تغذیه می‌کنند و سبب بوجود آمدن لکه‌های طولی باریک و زرد رنگ می‌گردند. لاروهای سنین بالا از حاشیه برگ شروع به تغذیه کرده و از تمام قسمت‌های آن به استثنای رگبرگ اصلی تغذیه می‌نمایند (شکل ۲۵). لاروها به رنگ سبز روشن تا سبز مایل به زرد می‌باشند. نوارهای روشنی در طول بدن و پشت آن‌ها وجود دارد. لاروها هنگام راه رفتن حرکات موجی دارند. لاروها در ساعات خنک روز و یا هنگام شب از برگ‌ها تغذیه می‌کنند، به‌طوری که تمام پارانشیم برگ را می‌خورند و تنها یک رگبرگ باقی می‌گذارند (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹، Anonymous, 2013, 2014, Van Den Berg *et al.*, 1992).



شکل ۲۵. سمت راست لارو و سمت چپ شفیره برگ‌خوار سبز برنج (عکس از اینترنت)

لاروها پس از کامل شدن به طرف نوک برگ حرکت می‌نمایند و در آنجا با چسبانیدن برگ‌ها به همدیگر پيله‌ای ساخته و درون آن به شفیره تبدیل می‌شوند. این حشره علاوه بر برنج از علف‌های هرز سوروف

Echinochloa sp. و شال‌دم. *Hordeum bulbosum* L. و ارزن وحشی. *Eleusinesp.* نیز تغذیه می‌نماید. تراکم این آفت در زیر درخت‌ها و نقاط سایه‌دار مزرعه بیشتر است. این حشره در سال ۳ تا ۴ نسل ایجاد می‌کند. پروانه‌های نسل اول معمولاً در فروردین‌ماه ظاهر می‌گردد. پرواز پروانه‌های نسل دوم آفت اواخر اردیبهشت‌ماه و پروانه‌های نسل سوم از اوایل تیرماه و همزمان با شروع نسل دوم ساقه‌خوار نواری برنج قابل مشاهده است. در اواخر تیرماه و گاهی اوایل مردادماه به حداکثر تراکم خود می‌رسند. در زمان فعالیت لاروهای نسل سوم این آفت، گیاه برنج در مرحله ظهور خوشه بوده و در صورت خسارت بوته‌ها، برگ جدیدی تولید نمی‌کنند. تراکم آفت نیز در طی سه نسل افزایش یافته و خسارت شدیدتری به گیاه برنج وارد می‌کند، دوره هر نسل بطور تقریب چهار هفته طول می‌کشد (Anonymous, 2013, 2014، مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).

خسارت و علائم کرم برگ‌خوار سبز برنج:

لاروهای این شب‌پره پس از خروج از تخم ابتدا از پارانیشیم بین رگبرگ‌های گیاه برنج تغذیه می‌نمایند (شکل ۲۶). لاروهای سن دوم کناره‌های برگ را خورده و به حالت کنگره‌ای تبدیل می‌کنند. در خسارت شدیدتر فقط رگبرگ‌های اصلی باقی می‌مانند. این آفت در اثر تغذیه از حاشیه و پهنک برگ باعث اختلال در فرآیند فتوسنتز می‌گردد (Anonymous, 2013, 2014، مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۲۶. نحوه خسارت کرم سبز برگ‌خوار برنج (عکس از اینترنت)

کنترل زراعی:

تغذیه لاروهای این حشره از برگ برنج، بندرت باعث کاهش عملکرد محصول می‌شود. در اغلب موارد احتیاج به عملیات زراعی جهت کنترل این آفت نمی‌باشد. همچنین اجتناب از مصرف زیاد کودهای ازته در مزارع برنج موجب کاهش حساسیت گیاه برنج به این آفت و در نتیجه کاهش خسارت می‌شود، زیرا عدم توجه به

توصیه فوق، گیاه برنج سبزتر و لطیف‌تر شده و لاروها به راحتی از برگ‌ها تغذیه کرده و شرایط را برای رشد و نمو لاروها مطلوب‌تر می‌نماید (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).

کنترل بیولوژیک:

تخم‌های این حشره بوسیله زنبور تریکوگراما *Trichogramma* sp. انگلی می‌شوند. در ایران یک زنبور پارازیتوئید تخم به نام *T. rhenana* و یک زنبور از خانواده Ichneumonidae با نام علمی *Itopectis naranyae* که لارو و شفیره این آفت را پارازیت می‌کند، نیز گزارش شده است. این زنبور روی شفیره‌های زمستان‌گذران جمع‌آوری شده است. درصد پارازیتسم حاصل از فعالیت این زنبور روی شفیره‌های این آفت بیش از ۷۰ درصد بوده است. همچنین از مهم‌ترین دشمنان طبیعی کرم برگ‌خوار سبز برنج در مزارع برنج سن‌شکارگر *Andrallus spinidens* می‌باشد (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹). پوره و حشرات بالغ این سن از لارو این آفت تغذیه می‌نماید. همچنین قارچ *Beauveria bassiana* به لاروهای این آفت در مزرعه برنج حمله نموده و موجب مرگ آن‌ها می‌شود (Anonymous, 2013, 2014).

کنترل شیمیایی:

البته سمپاشی علیه آفت ساقه‌خوار نواری برنج، باعث کنترل این حشره نیز می‌شود. ولی چنانچه مبارزه شیمیایی ضرورت پیدا کند سم حشره‌کش تری کلروفن (دیپترکس) ۸۰٪ SP به میزان ۱ کیلوگرم در هکتار جهت کنترل این آفت به محض مشاهده اولین علائم خسارت، توصیه گردیده است. ولی به‌طور معمول جمعیت این آفت در مزارع برنج به اندازه‌ای نیست که نیاز به کنترل شیمیایی باشد.

پروانه تک نقطه ای برنج (*Mythimna unipuncta* (Cirphisunipuncta Haworth.))



شکل ۲۷. پروانه تک نقطه ای برنج (*Mythimna unipuncta* (Cirphisunipuncta Haworth.)) (عکس از اینترنت)

پروانه تک نقطه ای برنج با نام علمی (*Mythimna unipuncta* (Cirphisunipuncta Haworth)) در رده حشرات، راسته Lepidoptera، خانواده Noctuidae، و جنس Mythimna قرار دارد. در سال ۱۳۴۱ توسط برومند از شالیزارهای شرق گیلان در منطقه لنگرود جمع آوری و شناسایی گردید (شکل ۲۷). این آفت چندین خوار (پلی فاژ) بوده و در شمال آمریکا، جزایر هاوایی، برخی از مناطق آمریکای جنوبی، استرالیا، نیوزلند، چین، ژاپن، اندونزی، کره، فیلیپین، هندوستان، پاکستان، فرانسه، پرتغال، انگلستان و شمال و شرق آفریقا انتشار دارد. به غیر از برنج به محصولات دیگر مانند یونجه، شبدر، جو، ذرت، ارزن، چاودار، یولاف، سورگوم، نیشکر و گندم نیز در مناطق مختلف خسارت وارد می نماید. گزارش هایی از تغذیه لارو این آفت از تاج خروس، سیب، لوبیا، خیار، پیچ امین الدوله، جعفری، فلفل، کلم، سیب زمینی، و شلغم وجود دارد. همچنین در شرایط آزمایشگاه از چغندر، هویج، کاهو، پیاز، هویج، نخود فرنگی، خشخاش، تربچه و تمشک تغذیه نموده است (Anonymous, 2013, 2014، مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).

شکل شناسی و زیست شناسی پروانه تک نقطه ای برنج:

تخم های این حشره کروی، به رنگ زرد و دارای نقوش مشبک می باشند. این حشره تخم های خود را بصورت دسته ای و تا ۱۰۰ عدد در ردیف های طولی در برگ قرار می دهد. اندازه تخم ها ۰/۵ تا ۰/۶ میلی متر می رسد (Anonymous, 2013, 2014، مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۲۸. تخم‌های پروانه تک نقطه‌ای برنج (عکس از اینترنت)

لاروها به رنگ سبز روشن (زیتونی) تا تیره قابل مشاهده هستند. سر لارو قهوه‌ای مایل به سبز با تعدادی شبکه تیره می‌باشد (شکل ۲۹). لاروها با علامت شبیه به A در جلوی پیشانی تشخیص داده می‌شوند. در طول بدن لاروهای بالغ چند نوار خاکستری تا سیاه مشاهده می‌گردد. در طرفین بدن دو نوار روشن کم رنگ طولی وجود دارد که از پشت قفس سینه شروع تا بخش انتهایی ادامه دارد. اندازه لاروهای کامل به ۳۳ تا ۴۰ میلی‌متر می‌رسد (Anonymous, 2013, 2014، مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۲۹. لارو پروانه تک نقطه‌ای برنج (عکس از اینترنت)

این حشره زمستان را به صورت لارو و گاهی شفیره در خاک می‌گذراند. در شرایط گیلان پروانه‌های آفت شب‌ها فعالیت داشته و دارای خاصیت نورگرایی مثبت (فتوپرديسم) بوده و با سرعت زیادی به طرف نور پرواز می‌نمایند. حشرات ماده این آفت تخم‌های خود را در دسته‌های ۸۰-۲۰ و گاهی ۱۰۰ عددی در روی یا زیر برگ قرار می‌دهند. هر دو جنس نر و ماده ممکن است چندین بار جفت‌گیری نموده و هر حشره ماده ۴۰۰ تا ۲۰۰۰ عدد تخم در طی یک دوره ۲ تا ۳ هفته می‌گذارد (Anonymous, 2013, 2014، مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹). ماده‌ها تخم‌های خود را در جاهای باریک و تنگ مانند بین غلاف برگ و ساقه می‌گذارند. تخم‌ها در دمای بین ۱۵-۲۵ درجه سانتی‌گراد تفریخ می‌شوند. در دو سن لاروی اول و دوم، لاروها تا حدودی دسته‌جمعی حرکت

نموده و در طول روز از برگ‌های جوان تغذیه می‌نمایند. در سن سوم لاروی، لاروها به‌صورت منفرد حرکت کرده و در شب تغذیه می‌نمایند. لاروهای نوزاد اکثراً در بین غلاف برگ مخفی می‌شوند و از سن دوم تا سوم از حالت اختفا (مخفی‌گاه) خارج می‌شوند. لاروهای نوزاد (نئونات) ابتدا از پارانشیم بین رگبرگ‌های سطوح فوقانی تغذیه می‌نمایند، اما لاروهای سنین بعدی از همه قسمت‌های برگ تغذیه می‌کنند. این حشرات فقط شب‌ها تغذیه می‌نمایند. لاروها روزها گیاه میزبان خود را رها کرده و به زیر کلوخه‌های خاک، شکاف‌های زمین، محل اتصال برگ به ساقه، زیر برگ‌ها و یا پایه گیاهان مخفی شده و شب‌ها از پناهگاه خود خارج شده و کلیه قسمت‌های سبز گیاه را مورد حمله و تغذیه قرار می‌دهند. این آفت دارای ۶ یا ۷ سن لاروی است. شب‌پره‌های نسل اول در اوایل مردادماه و شب‌پره‌های نسل دوم در اواخر شهریورماه ظاهر می‌شوند. طول دوره رشد لاروی بین ۲۰ و ۶۵ روز در دمای ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد متغیر بوده ولی بطور معمول در ایران بین ۱۹ تا ۲۵ روز می‌باشد. سپس در عمق ۱۰-۲ سانتی‌متر خاک تبدیل به شفیره می‌گردند. البته برخی از شفیره‌ها را می‌توان در محل طوقه برنج بین پنجه‌ها مشاهده نمود (برخلاف شفیره ساقه خوار که داخل ساقه تشکیل می‌شود). شفیره تک نقطه‌ای به رنگ خرمایی روشن تا خرمایی تیره و طول آن ۱۷ تا ۲۰ میلی‌متر است (شکل ۳۰). در انتهای بدن شفیره ۴ عدد خار وجود داشته که ۲ عدد آن در وسط قرار گرفته و بلندتر است (Anonymous, 2013, 2014)، مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹، ۲۰۱۳، Cabrera *et al.*).

این آفت در شالیزارهای شمال ایران جزء آفات درجه دوم محسوب می‌شود. زمستان‌گذرانی این حشره به‌صورت لارو و ندرتاً شفیره در خاک بوده و در شرایط شمال کشور پروانه تک نقطه‌ای برنج دارای ۲ تا ۴ نسل در سال می‌باشد. این آفت به Army worm معروف است (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹). البته با توجه به مصرف بی‌رویه حشره‌کش‌های غیر مجاز مانند سایپرمتترین، لاروین و استامی پراید در سال‌های اخیر برای کنترل ساقه خوار برنج توسط برخی کشاورزان، و از بین رفتن دشمنان طبیعی، خسارت قابل توجهی از این آفت روی برنج گزارش شده است (عمواقلی طبری و مجیدی، ۱۴۰۱).



شکل ۳۰. شفیره تک نقطه‌ای برنج (عکس از اینترنت)

خسارت و علائم آن:

لارو این آفت از قسمت‌های مختلف گیاه برنج از قبیل برگ، خوشه‌ها و سایر اندام‌های هوایی برنج تغذیه می‌کند. خسارت آن در شالیزارهای شمال ایران به‌خصوص در استان گیلان در اواخر مردادماه یا اوایل شهریورماه که معمولاً مصادف با زمان ظهور خوشه برنج می‌باشد اتفاق می‌افتد. در این هنگام لاروها خوشه‌های برنج را بشدت مورد حمله قرار داده و در اثر تغذیه از خوشه‌چه‌ها موجب قطع و ریزش آنها می‌گردد (شکل ۳۱) در نتیجه مقدار زیادی خوشه به همراه دانه به زمین می‌ریزند (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۳۱. خسارت لارو تک نقطه‌ای برنج (عکس از اینترنت)

مدیریت شب‌پره تک نقطه‌ای برنج

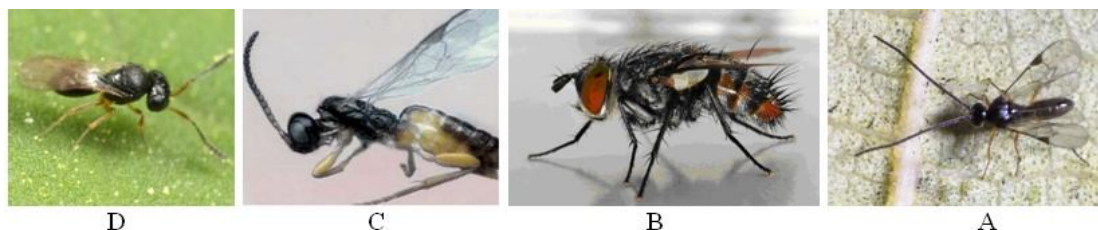
کنترل زراعی:

- کاشت گیاهان غیر برنج مانند سبزی‌ها، صیفی‌ها، گرامینه مانند ارزن و ... در اطراف مزارع برنج (برای تامین نیاز مصرفی کشاورزان) (عمواقلی طبری و مجیدی، ۱۴۰۱).
- خشک نمودن چمن‌زارها یا باتلاق‌ها به‌منظور جلوگیری از تجمع لاروها و نیز از بین بردن علف‌های هرز حاشیه مزارع برنج از جمله اقداماتی است که می‌تواند جمعیت این آفت را کاهش دهد (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).
- شکار با استفاده از تله‌های نوری، چون این آفت در شب پرواز می‌کند و نسبت به نور گرایش دارد.
- ایجاد گودال در مسیر حرکت لاروها.
- پخش طعمه مسموم و یا گردپاشی.
- از بین بردن علف‌های هرز اطراف مزرعه در خرداد ماه.

کنترل بیولوژیک:

برای کنترل بیولوژیکی این آفت در شالیزار می‌توان از ظرفیت‌های موجود و طبیعی استفاده نمود. برای مثال رهاسازی زنبور تریکوگراما یکی از گزینه‌های موثر می‌باشد. از آنجایی که از این موجود زنده برای کنترل ساقه

خوار نواری در مزرعه برنج استفاده می‌شود چنانچه با زمان ظهور حشرات کامل آفت تک نقطه‌ای و تخم‌ریزی آن در روی بوته‌های برنج همراه باشد به عنوان یک عامل در کاهش میزان آلودگی این آفت موثر است. همچنین می‌توان از مگس *Winthemia* sp. از خانواده Tachinidae که پارازیتوئید لارو شب‌پره تک نقطه‌ای برنج، و زنبور *Telenomus minimus* از خانواده Scelionidae که پارازیتوئید تخم پروانه تک نقطه‌ای، و زنبور *Cotesiaruficrus* (Haliday) پارازیتوئید لارو شب‌پره تک نقطه‌ای برنج، و زنبورهای جنس *Apanteles* sp. در مبارزه بیولوژیک با این آفت استفاده نمود (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹، عباسی‌پور و تقوی، ۱۳۸۳).



شکل ۳۲. A. *Apanteles* sp.، B. *Winthemia* sp.، C. *Cotesiaruficrus*، D. *Telenomus minimus*. (عکس از اینترنت)

کنترل شیمیایی:

یکی از نکات مهم در کنترل شیمیایی این آفت، تعیین زمان مناسب سمپاشی، ضرورت سمپاشی، و عدم استفاده از سموم غیرمجاز در زیست بوم شالیزار است. بر این اساس استفاده از حشره‌کش‌های غیر مجاز در مزارع برنج علیه ساقه خوار نواری در کشت مجدد برنج مانند سایپرمترین، لاروین، استامی پراید و دورسبان که به غلط در برخی از مزارع برنج بکار گرفته می‌شود اجتناب نمود. زیرا یکی از پیامدهای منفی آن از بین رفتن دشمنان طبیعی و طغیان آفات درجه دو مانند شب‌پره تک نقطه‌ای است (عمواقلی طبری و مجیدی، ۱۴۰۱).

مناسب‌ترین زمان سمپاشی بر علیه این آفت مرحله پنجه‌زنی و قبل از خوشه‌دهی برنج به محض مشاهده اولین علائم، می‌باشد. چون در این مرحله بوته‌های برنج کوتاه و کم‌شاخ و برگ بوده و بخوبی به سموم آغشته شده و باعث تماس بیشتر آفت با سموم می‌گردد که موجب از بین رفتن آنها می‌شود. در مرحله زایشی گیاه برنج (تشکیل خوشه‌ها) اگر آفت طغیان نمود لازم است مزارع برنج سمپاشی گردند (Anonymous, 2013, 2014، مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).

حشره‌کش مالاتیون EC 50% به میزان ۲ لیتر در هکتار جهت کنترل شیمیایی این آفت، توصیه می‌گردد. مناسب‌ترین زمان محلول‌پاشی هم به دلیل فعالیت لاروها در غروب و شب هنگام به محض مشاهده اولین علائم خسارت می‌باشد.

مگس خزانه *Ephydra afghanica* Dahl.



شکل ۳۳. مگس خزانه (عکس از اینترنت)

مگس خزانه با نام علمی *Ephydra afghanica* Dahl. از راسته Diptera، خانواده Ephydridae و جنس *Ephydra* می‌باشد. برای اولین بار در سال ۱۹۶۱ توسط Dahl شناسایی شد. در ایران نخستین بار در سال ۱۳۶۲ از مزارع برنج روستای کعب‌جان اصفهان جمع‌آوری گردید (شکل ۳۳). این حشره به مگس آب‌شور معروف است چون اغلب در سواحل باتلاق‌های شور و قلیایی و اطراف چشمه‌های آب گرم و آب معدنی به‌طور فراوان یافت می‌شوند. این حشره در حال حاضر در مزارع برنج استان‌های فارس و اصفهان (در استان‌های شمالی بصورت محدود در خزانه‌های سنتی و باتلاقی می‌تواند وجود داشته باشد) وجود دارد. این حشره مهم‌ترین آفت برنج در خزانه محسوب شده و در برخی از سال‌ها باعث وارد شدن خسارت فراوان به خزانه‌ها گشته که منجر به تجدید کشت می‌شود (دامادزاده و حسن‌پور، ۱۳۷۰، مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).

شکل‌شناسی و زیست‌شناسی مگس خزانه:



شکل ۳۴. مگس خزانه (عکس از اینترنت)

این حشره، مگسی است با سر عریض و طول ۴ میلی‌متر روی بدن آن کمی خاکستری‌رنگ می‌باشد (شکل ۳۴). چشم‌ها مرکب، کوچک و قهوه‌ای تیره بوده، رگبال‌ها زرد رنگ بوده و شکم به رنگ قهوه‌ای خاکستری است. وسط پیشانی براق و دارای شاخک‌ها با موهای کرکدار می‌باشد. پاها به‌جز قسمت پیش‌ران پاهای میانی و عقبی که خاکستری است بقیه زرد رنگ می‌باشند. پنجه انتهایی دارای یک جفت ناخن دراز و فاقد بالشتک بین ناخن‌ها است. پنجمین حلقه پشتی شکم در نرها ۲/۵ برابر حلقه چهارم است و گوشه جلویی زیری آن تشکیل برآمدگی اسکروتینی را می‌دهد. در نرها لبه ثانویه بسیار کشیده، استوانه‌ای و نسبتاً مضرس است. مگس‌های ماده پس از انجام جفت‌گیری، تخم‌های خود را بر روی سطح آب می‌ریزند که فوراً به عمق آب می‌رود. تخم‌ها به رنگ سفید شیری، بیضوی، سطح آن مشبک و تقریباً یک میلی‌متر طول و ۰/۲ میلی‌متر عرض دارد. دوره جنینی تخم ۲ تا ۶ روز می‌باشد. لاروها استوانه‌ای شکل و بدون پا بوده رنگ لارو تازه کرم‌روشن و لاروهای کامل مایل به زرد می‌باشند (شکل ۳۵) (دامادزاده و حسن‌پور، ۱۳۷۰، مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۳۵. لارو مگس خزانہ برنج (عکس از اینترنت)

شفیره‌ها دارای دو جفت قلاب شکمی انتهایی می‌باشند (شکل ۳۶) که سبب آویزان و ثابت شدن شفیره‌ها به ریشه برنج می‌شود. رنگ این شفیره‌ها قهوه‌ای می‌باشد. دوره شفیرگی ۷-۵ روز است. این آفت در شرایط مزرعه برنج چهار نسل در سال دارد. دوره زندگی از مرحله تخم تا حشره کامل ۱۶ تا ۱۹ روز است که این دوره با تغییرات جمعیت حشرات کامل در مزرعه تقریباً مطابقت دارد. دوره زندگی هر نسل ۲۰ تا ۳۰ روز طول می‌کشد (دامادزاده و حسن‌پور، ۱۳۷۰، مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۳۶. شفیره مگس خزانہ برنج (عکس از اینترنت)

این حشره زمستان را به صورت تخم‌های مقاوم به خشکی در داخل خاک مزارع برنج به سر می‌برد. زمان ظهور حشرات کامل هر نسل به ترتیب اوایل خردادماه، اواخر خردادماه، اواخر تیرماه و اواسط مردادماه می‌باشد و با توجه به زمان نشاءکاری ۱ تا ۲ نسل از زندگی حشره در خزانه و بقیه در زمین اصلی طی می‌شود. این حشره در اصفهان دارای ۴ نسل در سال می‌باشد. در مناطق شمالی فعالیت لاروها در خزانه‌ها از اوایل تا اواسط اردیبهشت‌ماه شروع شده و پس از انتقال به بستر اصلی فعالیت در مزارع اصلی آغاز می‌گردد (دامادزاده و حسن‌پور، ۱۳۷۰، مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).

خسارت و علائم:

این مگس نیمه‌آبی بوده و در مزارعی که آبیاری می‌شود زندگی کرده و در مرحله رویشی گیاه برنج از برگ‌های مرکزی تغذیه می‌کند. خسارت بطور عمده در خزانه و به صورت زردی و سپس پوسیدگی گیاه ظاهر می‌گردد. لاروهای مگس خزانه به ریشه نشاها حمله می‌کنند و با تغذیه از آنها باعث زردی و پژمردگی نشاها گردیده و پس از تکمیل رشد در همان محل به شفیره تبدیل می‌شوند. در مواقعی که جمعیت زیاد است تمام نشاهای داخل خزانه زرد شده و از بین می‌روند (دامادزاده و حسن‌پور، ۱۳۷۰، مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹). از زمانی که خزانه‌های کشت اول برنج در استان‌های شمالی کشور به صورت ایستگاهی (عرض دو متر و طول ۱۵-۲۰) زیر پوشش پلاستیکی تهیه می‌شود، آلودگی گیاهچه‌ها به مگس خزانه در حد صفر می‌باشد بخصوص اگر مکان خزانه در محیط ماندابی، همراه با تجزیه مواد آلی نباشد. لذا حدود دو دهه است که نیاز به کنترل شیمیایی علیه مگس خزانه نمی‌باشد. ولی در برخی از نقاط که کشاورزان احداث خزانه را در مکان‌های نامناسب (ماندابی، باتلاقی، مواد آلی در حال تجزیه، سایه انداز زیاد، زیر درختان و بدون پوشش پلاستیکی (شکل ۳۷) در نظر می‌گیرند این آفت در چنین مکانی امکان ایجاد آلودگی و خسارت قابل مشاهده است (عمواقلی طبری و همکاران، ۱۳۹۸).



شکل ۳۷. خسارت مگس خزانه برنج در خزانه (عکس از اینترنت)

مدیریت مگس خزانه :

کنترل زراعی:

۱- یکی از عوامل گسترش و خسارت مگس خزانه به گیاهچه‌های برنج، استفاده از خزانه سنتی برای تهیه نشاها است. به همین دلیل تاکید می‌شود از خزانه‌های زیر پلاستیک جهت تهیه نشاء استفاده شود (عمواقلی طبری و همکاران، ۱۳۹۸).

۲- برای جلوگیری از آب‌ماندگی در خزانه سطح آن باید (دو شیب ملایم) باشد.

۳- در صورت آلودگی خزانه به این آفت ابتدا با خشکاندن آب خزانه به مدت ۲۴ ساعت و سپس خشک نگه داشتن خزانه در شب و آبیاری ملایم با ارتفاع کمتر از یک سانتی‌متر در روز به مدت ۲ روز می‌توان باعث مرگ تعداد زیادی از لاروهای این مگس در خزانه شد.

کنترل بیولوژیک:

زنبور پارازیتوئید *Urolepiss* از خانواده *Pteromalidae* یکی از عوامل مهم در کنترل بیولوژیک این آفت محسوب می‌شود (شکل ۳۸). این زنبور قادر است حدود ۵۰ تا ۵۵ درصد شفیره‌های مگس خزانه را کنترل نماید (دامادزاده و حسن‌پور، ۱۳۷۰).



شکل ۳۸. زنبور پارازیتوئید از خانواده *Pteromalidae* (عکس از اینترنت)

کنترل شیمیایی:

در صورت آلودگی شدید خزانه به این آفت و عدم توفیق در کاهش میزان آلودگی آن به روش‌های غیر شیمیایی، می‌توان از سم تری‌کلروفن (دیپترکس) $SP\ 80\%$ به میزان ۱ کیلوگرم در هکتار به صورت محلول‌پاشی با فشار ملایم در خزانه استفاده نمود. در مناطق جنوب کشور، با توجه به فعالیت پارازیتوئیدها، حتی‌المقدور سمپاشی انجام نشود و در صورت لزوم، با نظر کارشناس و با احتیاط انجام شود.

سرخرطومی ریشه برنج. *Hydronomus sinuaticollis* Faust.



شکل ۳۹. سرخرطومی ریشه برنج. *Hydronomus sinuaticollis* Faust.

(اقتباس از <http://www.agroatlas.ru> Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia Neighboring Countries).

این حشره متعلق به راسته سخت بالپوشان (Coleoptera) خانواده سرخرطومی‌ها (Curculionidae) و جنس *Hydronomus* می‌باشد.

این آفت بیشتر در قسمت جنوبی بخش اروپایی روسیه، قفقاز، آسیای میانه و جنوب قزاقستان انتشار دارد. در ایران برای اولین بار در سال ۱۳۴۸ از مزارع برنج ممسنی استان فارس جمع آوری و اکنون در جنوب استان فارس و استان خوزستان وجود دارد (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹، Anonymous, 2014a).

شکل شناسی و زیست شناسی سرخرطومی ریشه برنج:

طول بدن این حشره ۷-۴/۵ میلی‌متر و به رنگ سیاه و خاکستری تیره، پوشیده شده با فلس‌های خاکستری مایل به قهوه‌ای می‌باشد. گاهی اوقات قسمت بالایی اولین بند سینه^۱ دارای نوار روشن در وسط و دو نوار روشن جانبی می‌باشد. بالپوش لکه‌لکه‌ای (خال خال نامنظم) گاهی با دو لکه روشن جانبی، خرطوم تا حدی کوتاه‌تر از بند اول سینه، و روی آن شاخک‌ها قرار دارند. چشم‌ها در پهلوی سر قرار دارد (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹، Baitenov, 1974). تخم این حشره سفیدرنگ و کشیده و کمی خمیده شبیه دانه برنج، و ابعاد آن به طول ۰/۷ و عرض ۰/۳ میلی‌متر می‌باشد (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).

لاروها به رنگ سفید دارای سر قهوه‌ای روشن و بدون پا بوده، و اندازه آن از ۵ تا ۱۲ میلی‌متر می‌باشد. روی مفاصل بندهای ۲ تا ۵ شکمی برجستگی مثلثی شکل دیده می‌شود (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).

این آفت دوره شفیره‌گی نسبتاً طولانی، از اواسط فروردین‌ماه تا اواسط خردادماه دارد. سرخرطومی ریشه برنج در مناطق سردسیر مانند روسیه، قفقاز، آسیای میانه و جنوب قزاقستان دارای یک نسل بوده ولی در ایران در شرایط استان‌های فارس و خوزستان دو نسل ایجاد می‌کند (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹، Baitenov, 1974). اولین نسل این آفت در اواسط مردادماه ظهور پیدا کرده که مصادف با ظهور خوشه‌های برنج می‌باشد (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹). به‌همین منظور خسارت نسل اول بیش از نسل دوم است. نسل دوم این آفت در مهرماه ظاهر شده که مصادف با سفت و سخت شدن دانه‌ها و زمان برداشت محصول است. سرخرطومی‌های حاصل از نسل اول جهت

^۱pronotum

تولید مثل در اواسط شهریورماه جفت‌گیری و به قسمت ریشه مهاجرت کرده و اواخر شهریورماه تخم‌ریزی می‌کنند. لاروهای نسل دوم از اواسط مهرماه به عمق ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متری زمین منتقل شده و تا بهار در خاک باقی می‌مانند (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).

در مناطق سرد به‌نظر می‌رسد اولین حشرات بالغ این آفت پس از باران از اواسط اردیبهشت‌ماه، جفت‌گیری می‌نمایند. حشرات بالغ با پرواز کردن و حرکت با آب کانال‌های آبیاری می‌توانند منتقل شوند. پرواز دسته جمعی این آفت در درجه حرارت هوا بیش از ۲۸-۳۰ درجه سانتی‌گراد در شب رخ می‌دهد. حشرات بالغ تا اواخر تیرماه با ماده چسبناکی که از خود ترشح می‌کنند تخم‌های خود را که به تعداد ۵ تا ۱۵ عدد است در زیر آب به قاعده ساقه می‌چسبانند. لاروها در داخل ریشه زندگی می‌کنند. لاروها بعد از تغذیه از ریشه و بعد از تخلیه آب، از ریشه خارج می‌گردند و از بستر خاک اطراف ریشه برای دیپوز (زمستان‌گذرانی) استفاده می‌نمایند. سرخرطومی برنج دارای ۴ سن لاروی می‌باشد. تراکم لارو از ۱۰ تا ۴۰ عدد در هر گیاه می‌رسد. این آفت معمولاً با لارو سن آخر در عمق ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک به خواب زمستانی می‌رود (Baitenov, 1974, Anonymous, 2014a). حشره بالغ و لارو این آفت قادرند به ریشه برنج خسارت وارد نمایند. حشرات بالغ از برگ‌ها و پارانشیم برگ در شب و در طول روز از ساقه تغذیه می‌کنند. خسارت اصلی این آفت مربوط به دوران لاروی آن‌ها می‌باشد که از ریشه و طوقه تغذیه می‌نمایند. این آفت در خزانه فعالیت نداشته و به‌محض انتقال نشاء به زمین اصلی جمعیت آن ازدیاد پیدا کرده به‌طوری‌که در مردادماه به اوج خود می‌رسند (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹، Baitenov, 1974).

مدیریت تلفیقی سرخرطومی ریشه برنج :

کنترل زراعی:

- یکی از روش‌های مهم در کاهش جمعیت لاروهای این آفت که در سطح خاک تجمع دارند شخم پاییزه در مزارع برنج است. از دیگر روش‌های موثر در افزایش تلفات لاروها، کاشت زود هنگام برنج می‌باشد. تناوب زراعی با محصولات علوفه‌ای یا جالیزی و آیش گذاشتن زمین، یکی از دیگر روش‌های موثر در کنترل سرخرطومی ریشه برنج می‌باشد. زیرا این آفت علاقه زیادی به تغذیه از برنج دارد و در صورت نبود میزبان اصلی جمعیت آن به‌شدت کاهش پیدا می‌کند. البته این آفت از علف‌های هرز مرغ (*Cynodon dactylon*) و شبدر وحشی (*Trifolium Pratense*) هم تغذیه می‌نماید که در صورت تناوب و یا آیش باید علف‌های هرز فوق را از بین برد

- برای پایش جمعیت آفت و بررسی تغییرات آن، نصب تله نوریدر مزرعه شالیزاری مورد نیاز است. (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹، Baitenov, 1974).

کنترل شیمیایی:

در صورت رعایت روش‌های زراعی نیاز چندانی به مبارزه شیمیایی با این آفت نیست. ولی در صورت نیاز می‌توان از یکی از حشره‌کش‌های فسفره مورد تأیید سازمان حفظ نباتات کشور استفاده نمود.

زنجرک سبز برنج، *Cicadellaviridis*L.



شکل ۴۰. زنجرک سبز برنج *Cicadella viridis*L. (عکس از اینترنت)

این حشره متعلق به راسته ناجوربالان Hemiptera، خانواده Cicadellidae و جنس *Cicadella* می‌باشد. در اکثر مناطق برنج‌خیز مانند جنوب و جنوب‌شرق آسیا، جنوب اروپا، شرق و جنوب دریای مدیترانه و ایران گسترش دارد (شکل ۴۰). این آفت به‌دلیل ناقل بودن بیماری‌های ویروسی^۱ مانند بیماری کوتولگی برنج و بیماری زرد ویروسی برنج و همچنین گسترش بیماری‌های قارچی و باکتریایی از آفات به نسبت مهم در شمال کشور محسوب می‌گردد (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹، ۲۰۱۳، ۲۰۱۴، Anonymous).

شکل شناسی و زیست شناسی زنجرک سبز برنج:

حشرات بالغ به رنگ سبزروشن دارای لکه‌های سیاه‌وسفید یا بدون لکه بوده، طول بدن حشرات بالغ نر ۵-۷ میلی‌متر و در ماده ۷ تا ۹ میلی‌متر می‌باشد، تغذیه از قسمت‌های بالایی بوته برنج صورت می‌گیرد. دارای بدن کشیده، باریک و سبزرنگ است، چشم‌ها مرکب بزرگ به‌رنگ قهوه‌ای مایل به خاکستری و شاخک‌ها مویی شکل است. این حشره در پیشانی دارای دوچشم ساده با لکه لوزی‌شکل می‌باشد. قطعات دهانی آن از نوع مکنده و یک خرطوم باریک و بلند به‌رنگ قهوه‌ای تشکیل شده است. بال‌ها غشایی و نیمه شفاف و در قسمت انتها به‌طور خفیفی دودی بوده و ابتدای بال رویی سبز رنگ می‌باشد. طول بال از طول بدن بیشتر است، رنگ شکم سبز و از ۷ حلقه مجزا تشکیل شده است (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹، ۲۰۱۳، ۲۰۱۴، Anonymous).

^۱شواهد این موضوع در ایران مورد بررسی قرار نگرفته است با این حال در سایت IRRI به آدرس: <http://www.knowledgebank.irri.org/training/fact-sheets/pest-management/insects/item/green-leafhopper> بدان اشاره شده است.

تخم‌ها سفید تا سبز شفاف در اطراف رگ‌برگ میانی و یا غلاف برگ برنج یا گرامینه‌های سبز شده اطراف مزرعه گذاشته می‌شود. تخم‌ها در دسته‌های ۱۰ تا ۱۵ عددی و مرتب شده در یک ردیف گذاشته می‌شوند (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹، 2013, 2014, Anonymous).

پوره‌ها ابتدا شفاف سپس به رنگ سفید مایل به زرد، و به تدریج سبز تغییر رنگ می‌دهند (شکل ۴۱). این حشره دارای ۵ سن پورگی می‌باشد (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹، 2013, 2014, Anonymous).



شکل ۴۱. پوره زنجرک سبز برنج (عکس از اینترنت)

این حشره، زمستان را به صورت تخم زیر پوست درختان میوه و در مکان‌های مرطوب به سر می‌برد. این آفت از شیر ساقه برنج تغذیه می‌کند و ماده‌ای سمی از خود ترشح کرده و وارد گیاه می‌کند و باعث زرد شدن آن قسمت از برنج می‌شود. اگر در مرحله شیری از دانه تغذیه کند باعث پوک شدن دانه می‌شود. به دلیل تغذیه از شیر نباتی عوارضی از قبیل اختلالات فیزیولوژیکی، لکه‌های زرد یا قهوه‌ای روی برگ‌ها، حالت سوختگی در برگ و انتقال بیماری ویروسی ایجاد می‌شود (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹، 2013, 2014, Anonymous).

بوته‌های مورد حمله قرار گرفته به رنگ زرد کم‌رنگ تبدیل شده و در نتیجه ممکن است رشد آنها نیز متوقف شوند. اگر به بوته‌های برنج ضربه زده شود تعداد زیادی از زنجرک‌ها به داخل آب شالیزار پرش می‌نمایند (Anonymous, 2013, 2014).

پوره‌ها و افراد بالغ شیر گیاهی را از آوند آبکش می‌مکند (میزان اسید آمینه در شیر آوند آبکش از آوند چوبی بیشتر است). این عمل باعث اختلال در حمل مواد غذایی در گیاه شده در نتیجه موجب تضعیف گیاه و کاهش تعداد پنجه‌های بارور می‌شود (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹، 2013, 2014, Anonymous).

هجوم سنگین این آفت موجب پژمرده و خشک شدن کامل برنج می‌گردد. همچنین به دلیل سوراخ‌های ایجاد شده در گیاه به واسطه تغذیه زنجرک، گیاه مستعد آلودگی‌های قارچی و باکتریایی می‌شود. زنجرک‌ها به دلیل انتقال بیماری‌های ویروسی (یکی از عوامل انتقال بیماری‌های ویروسی برنج، پوره‌ها و زنجرک‌های بالغ می‌باشند)، از آفات مهم محسوب می‌شوند (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹، 2013, 2014, Anonymous).

زنجبرک‌های سبز در محیط‌های مرطوب و پر باران و تالاب‌ها حضور دارند. اما در اراضی مرتفع و کوهستانی گسترش آن‌ها کم است. پوره‌ها و حشرات بالغ به جای سطح رویی برگ از سطح پشتی برگ تغذیه می‌کنند. آن‌ها برای تغذیه، کناره برگ را به جای غلاف برگ و وسط برگ ترجیح می‌دهند. آن‌ها همچنین بوته‌های برنجی که مقدار زیادی کود نیتروژنه مصرف نموده‌اند را نیز ترجیح می‌دهند (Anonymous, 2013, 2014).

مدیریت تلفیقی زنجبرک سبز برنج:

کنترل زراعی: استفاده از ارقام مقاوم برنج به زنجبرک و بیماری‌های ویروسی.

- کاهش دفعات کشت برنج در یک سال زراعی و کشت هم‌زمان چند محصول در مزارع آلوده به زنجبرک.
 - اجتناب از کاشت برنج در اوج فعالیت (با استفاده از آمار درازمدت منطقه) برای جلوگیری از آلودگی بیشتر.
 - بکارگیری تله نوری جهت تعیین تغییرات جمعیت آفت و برآورد میزان آلودگی.
 - مصرف بهینه کود نیتروژنه (با استفاده از ¹LCC) برای جلوگیری از مصرف بیش از حد نیتروژن که کمک به شیوع جمعیت آفت می‌نماید (شکل ۴۲).
 - کنترل علف‌های هرز و میزبان‌های زنجبرک مانند اویارسلام و سوروف.
 - انجام تناوب زراعی با یک محصول غیر برنج.
- کشت مخلوط برنج با سویاباغت کاهش طغیان زنجبرک‌ها در برنج می‌شود (Anonymous, 2013, 2014).



شکل ۴۲. راهنمای رنگ برگ LCC (اقتباس از سایت IRRI)

کنترل بیولوژیک:

تعداد زیادی از شکارگرهای مزارع برنج از قبیل سن‌های آبی جنس *Microvelia* sp.، سنجاقک‌ها، آسیابک‌ها و عنکبوت‌ها، دشمنان طبیعی زنجبرک‌ها بوده و از این حشره تغذیه می‌کنند. در کشورهای جنوب

¹ راهنمای (دیاگرام) رنگ برگ جهت مصرف از LCC Leaf Color Chart

و جنوب شرق آسیا از قارچ‌های بیماری‌زا مانند *Beauveria bassiana* و *Metarhizium anisopliae* جهت کنترل زنجبرک استفاده می‌شود (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).

کنترل شیمیایی:

با کنترل شیمیایی ساقه‌خوار نواری برنج بطور معمول این آفت هم کنترل می‌شود. ولی در صورت نیاز با نظر کارشناس حفظ نباتات می‌توان از سموم سیستمیک استفاده نمود (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).

ملخ آسیایی (ملخ مهاجر) *Locusta migratoria* L.



شکل ۴۳. ملخ آسیایی *Locusta migratoria* L. (عکس از اینترنت)

این حشره متعلق به راسته راست‌بالان Orthoptera، خانواده Acrididae، و جنس *Locusta* قرار دارد. ملخ مهاجر دارای ۷ منطقه زیستگاه ثابت در آسیای میانه و روسیه است. مناطق جنگلی و استپی جنوب و ناحیه جنگلی اروپای روسیه، قفقاز، جنوب سبیری، قزاقستان، و اخیراً در مناطق شمالی دریای خزر و داغستان و همچنین در شمال چین گسترش دارد (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹؛ Sergeev, 1986).

شکل‌شناسی و زیست‌شناسی:

طول بدن در حشرات نر ۳۵-۵۰ میلی‌متر و ماده‌ها ۴۵-۵۵ میلی‌متر می‌باشند (شکل ۴۴). پیشانی عمودی، قسمت بالایی اولین بند سینه صلیبی‌شکل، بال‌های جلویی کشیده و دارای نقطه‌های کوچک قهوه‌ای‌رنگ که در نرها ۴۳/۵-۵۶ و در ماده‌ها ۴۹-۶۱ میلی‌متر طول دارند. بال‌های عقبی شفاف مایل به زرد، ران‌های عقبی در قسمت داخلی قاعده آن به رنگ آبی‌تیره می‌باشد. طول ران عقبی ۲۲-۲۶ میلی‌متر در نرها و ۲۰-۳۲ میلی‌متر در ماده‌ها می‌باشد. ساق پا عقبی زرد مایل به قرمز می‌باشد. قفسه سینه با توده متراکم از موهای کوتاه در سطح زیری پوشیده شده است. رنگ‌آمیزی این حشره می‌تواند متفاوت باشد، بطور معمول به رنگ سبز، قهوه‌ای، زرد، یا خاکستری مشاهده می‌شود. این آفت دارای دو فاز اجتماعی، مهاجر (gregarious phase) با نام *Migratoria migratoria* L. و انفرادی (solitary phase) با نام *Migratoria danica* L. است (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹؛ Sergeev, 1986).



شکل ۴۴. فاز مهاجر (سمت راست) فاز انفرادی (سمت چپ) ملخ آسیایی (عکس از اینترنت)

این حشره دارای کپسول تخم است (شکل ۴۵) که تخم‌های خود را درون آن قرار می‌دهد. کپسول تخم بزرگ، کمی خمیده، گاهی اوقات مستقیم، طول کپسول ۵۰-۸۵ میلی‌متر، و قطر آن ۷-۱۰ میلی‌متر می‌باشد (Sergeev, 1986).



شکل ۴۵. کپسول‌های تخم ملخ آسیایی درون خاک (اقتباس از Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia Neighboring Countries. <http://www.agroatlas.ru>)

کپسول به شکل یک ستون سفید صورتی‌رنگ آغشته به ترشح کف‌آلود که حاوی ۱۲۰-۴۰ تخم بوده، می‌باشد. دیواره کپسول نرم، حصیری شکل، به رنگ قهوه‌ای-صورتی، و روی آن پودری با ذرات خاک می‌باشد. تخم‌ها نازک و به وسیله مایع لزج به هم چسبیده‌اند، در هر دو انتهای باریک‌تر بوده، زردرنگ کمی براق و درخشان، طول آن‌ها ۷-۸ میلی‌متر، در ۴ ردیف طولی با زاویه ۴۵-۴۰ درجه به دیوارهای جانبی چسبیده و مرتب شده‌اند. غلاف تخم در عمق ۵-۸ میلی‌متر زیر سطح خاک قرار می‌گیرند. خاک‌های شنی سبک مناسب برای قرار دادن تخم‌ها می‌باشد (Sergeev, 1986).

این حشره دارای ۵ سن پورگی می‌باشد. پوره‌های جوان قهوه‌ای خاکستری بوده و پوره‌های بالغ در تراکم‌های پایین به رنگ سبز تا قهوه‌ای و در تراکم‌های زیاد به رنگ نارنجی مایل به قهوه‌ای دیده می‌شوند (شکل ۴۶). دو

نوار سیاه افقی باریک و برجسته در پشت چشم‌های مرکب قابل مشاهده می‌باشد. همچنین یک نوار سیاه افقی پهن در کناره‌های جانبی پیش قفس سینه که تا قاعده بال توسعه یافته است وجود دارد (Sergeev, 1986).



شکل ۴۶. پوره ملخ آسیایی (عکس از اینترنت)

این آفت زمستان‌گذرانی را به صورت تخم می‌گذرانند. خروج از تخم در اکثر ناحیه‌های استقرار آن در اواخر اردیبهشت‌ماه تا اواسط خردادماه مشاهده شده است. خروج از تخم سریع است، پس از ۴-۵ روز به اتمام می‌رسد. دوره پورگی ۳۵-۴۵ روز (به‌عنوان مثال، ۷-۸ روز برای هر سن) طول می‌کشد. حداکثر تراکم حشره در گله‌های مهاجر ۸۰۰۰۰ عدد بر مترمربع در پوره سن ۱ و ۷۰۰۰ عدد بر مترمربع در پوره سن ۵ می‌رسد. در پوشش گیاهی فقیر پوره سن ۵ بیش از ۳ کیلومترمسافت در روز را طی می‌کند. افراد بالغ در اوایل تیرماه و یا در آغاز مردادماه ظاهر می‌شوند. پرواز دسته جمعی گله حدود ۱۰ روز پس از ظهور بال شروع می‌شود. جفت‌گیری ۲-۴ هفته پس از ظهور بال، و ماده‌ها از اواخر مردادماه و شهریورماه به بعد شروع به تخم‌ریزی می‌نمایند. هر فرد ماده به‌طور متوسط ۲-۳ (تا ۵) غلاف در مناطقی با آب و هوای گرم (غلاف تخم حاوی ۶۰-۸۰ عدد تخم (حداکثر ۱۲۰ عدد تخم در غلاف) در درون خاک برجا می‌گذارد. تخم‌ریزی بیشتر در کنار نه‌رها و در اطراف آب انجام می‌گیرد. هر فرد ۳۰۰-۵۰۰ گرم علوفه سبز در طول زندگی خود می‌خورد. این حشره پلی‌فاژ می‌باشد. در صورت فقدان علوفه غلات مورد علاقه خود، آنها را می‌توانید بر روی بسیاری از گیاهان خانواده‌ها مختلف پس از خروج از تخم مشاهده نمود. این حشره بیشتر از گیاهان خانواده گرامینه مانند برنج، ذرت، نی و همچنین جگن و پنبه و تغذیه می‌کند. پویایی جمعیت این آفت رابطه بسیار نزدیکی با تغییرات تعادل آب در مناطق تولید مثل اصلی دارد و سیلاب‌های فصلی و فصول خشک باعث کاهش و یا گسترش عرضه مواد غذایی در مناطق اصلی برای تولید مثل می‌گردد. هم ملخ‌های بالغ و هم پوره‌ها شبانه فعالیت می‌نمایند. آنها در میان شاخ و برگ برنج هنگام شب تغذیه می‌نمایند و در طول روز، در زیر گیاه پنهان می‌شوند (مجیدی و پادداشت، ۱۳۸۹؛ Sergeev, 1986).

علائم وجود ملخ در برنج را می‌توان از آثار تغذیه روی برگ و ساقه، از بین رفتن بخش‌های بزرگی از لبه برگ‌ها و قطع خوشه‌ها، پی برد. پوره‌ها و افراد بالغ در فاز مهاجر به شدت به گندم، چاودار، جو، جو دوسر، ذرت، برنج، ارزن، ذرت خوشه‌ای، یونجه، نخود فرنگی، حبوبات، لوبیا سبز، سویا، شبدر، چغندر، سیب‌زمینی، توتون و

تنباکو، کلم، خیار، هندوانه، خربزه، پنبه، کتان، پالم روغنی، سبزیجات و سایر محصولات کشاورزی آسیب می‌رسانند. البته این آفت بندرت به شالیزارهای ایران حمله می‌نماید و خسارت آن نیز قابل ملاحظه نمی‌باشد. اما ممکن است با تغییر شرایط اکولوژیکی از آفات درجه دوم برنج محسوب گردد. شیوع این آفت بطور معمول در زمان خشکسالی رخ می‌دهد (Sergeev, 1986).

مدیریت تلفیقی آفت

کنترل زراعی:

- غرقاب کردن بقایای برنج بر روی زمین و شخم زدن زمین برای از بین بردن کپسول‌ها.
- استفاده از طعمه سمی با آب نمک و سبوس برنج.
- حذف فیزیکی افراد بالغ در طول شب که در اثر تغذیه بی حرکت شده‌اند (Sergeev, 1986).

کنترل بیولوژیک:

استفاده و حمایت از عوامل بیولوژیکی مانند زنبور پارازیتوئید *Scelionid* sp. و گونه‌های خاصی از قارچ *Entomophthora* spp. و همچنین جانوران بسیاری از قبیل پرندگان، قورباغه‌ها، عنکبوت‌ها، خفاش، موش، گراز، مار و... از ملخ تغذیه می‌نمایند (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹؛ Sergeev, 1986).

کنترل شیمیایی:

به دلیل اینکه این آفت جزء آفات اصلی برنج محسوب نمی‌گردد، بطور معمول احتیاج به کنترل شیمیایی آن نمی‌باشد. ولی در صورت نیاز به سم‌پاشی علیه آن، از سموم مجاز و ثبت شده کشور که در محصولات دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌توان از:

مالاتیون EC 57% به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار

و فنیتروتیون (سومی تیون) EC 50% به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار

استفاده نمود. قبل از سمپاشی لازم است، کانون‌های آلوده را شناسایی و سپس اقدام به مبارزه شیمیایی نمود.

آبدزدک *Gryllotalpa gryllotalpa* L.



شکل ۴۷. آبدزدک *Gryllotalpa gryllotalpa* L. (عکس از اینترنت)

این حشره متعلق به راسته راست‌بالان Orthoptera، خانواده Gryllotalpidae و جنس *Gryllotalpa* می‌باشد. این آفت در اروپا گسترش داشته و تا شرق آمریکا هم دیده شده است (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹، Zhantiev, 1991).



شکل ۴۷. آبدزدک در مزرعه برنج (عکس از اینترنت)

شکل‌شناسی و زیست‌شناسی:

طول بدن به‌طور معمول در جنس نر حدود ۴۰ میلی‌متر و در جنس ماده ۴۵ میلی‌متر می‌باشد ولی بیش از ۶۰ میلی‌متر هم گزارش گردیده است (Zhantiev, 1991; Bouchard, 2004). رنگ بدن آن قهوه‌ای روشن تا قهوه‌ای

تیره و در قسمت زیرین زرد رنگ که با موهای ریز مخملی پوشیده شده است. پاهای جلویی^۱ قدرتمند و برای حفر خاک تکامل یافته است (شکل ۴۷). قاب بال یا بال‌های جلویی^۲ به اندازه نیمی از طول شکم و بال زیرین شفاف و مشبک و چین خورده پلیسه‌دار و دارای رگ‌بال بوده و به دلیل اینکه این حشره به‌طور معمول در زیر زمین بسر می‌برد بندرت استفاده می‌شود. حشره کامل در انتهای بدن دارای دو استتاله است که طول آنها تقریباً به اندازه شاخک‌ها می‌باشد (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹؛ Bouchard, 2004؛ Zhantiev, 1991). تخم این حشره به رنگ سفید شیری و بیضوی شکل می‌باشد (شکل ۴۸). اندازه تخم‌ها ۳ تا ۴ میلی‌متر بوده و در زیر خاک به صورت دسته‌ای به تعداد زیاد (۳۰۰ تا ۶۰۰ عدد) توسط جنس ماده گذاشته می‌شوند (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۴۸. دستجات تخم آبدزدک درون لانه زیر خاک (عکس از اینترنت)

این حشره دارای دگردیسی ناقص است و پوره‌های آن شبیه حشرات بالغ بوده فقط فاقد بال، و از آنها کوچک‌تر می‌باشند. این حشره ۵ سن پورگی دارد (شکل ۴۹) (Zhantiev, 1991).



شکل ۴۹. از راست به چپ مراحل تخم، پوره و حشره بالغ آبدزدک (عکس از اینترنت)

¹Forelegs

²Elytra

زمستان‌گذرانی این آفت به‌صورت حشره کامل یا پوره‌های سن آخر درون خاک می‌باشد. در بهار با گرم شدن هوا حشرات نر از خاک خارج و آماده جفت‌گیری می‌گردند. حشره ماده پس از جفت‌گیری داخل خاک لانه‌های تخم را ایجاد کرده و درون آنها تخم‌ها را قرار می‌دهد. حشره ماده حداکثر سه لانه ساخته و تعداد تخم‌ها در لانه‌های اولی بیشتر از لانه‌های بعدی می‌باشد. فعالیت این آفت درون خاک در طول شب بوده و برای پیدا کردن ریشه و دانه گیاهان تونل و دالان ایجاد، و در روز استراحت می‌نماید. این حشره دارای خاصیت هم‌خواری بوده و حشرات بالغ از پوره‌ها تغذیه می‌نمایند (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).

آبدزدک از پنجه، ریشه، طوقه و همچنین دانه گیاه برنج تغذیه می‌کند. مزارع آلوده به این آفت با کاهش پنجه، نشاء قطع شده از طوقه، کاهش رشد نشاء، نشاء مرده، نشاءهای گمشده، ریشه‌های آسیب دیده، روبرو بوده و این حشره با ایجاد دالان‌های زیرزمینی موجب خارج شدن آب از دسترس گیاه و نیز با جابجا کردن خاک اطراف ریشه باعث عدم تماس کامل آن با خاک و در نتیجه پژمردگی و خشک شدن گیاه، می‌شود. پوره‌ها از ریشه محصولات کشاورزی تغذیه کرده و به آنها آسیب وارد می‌نمایند. آبدزدک یک آفت پلی‌فاژ بوده و از ریشه و طوقه گیاهان زراعی و زینتی تغذیه می‌نماید (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹؛ Bouchard, 2004).

آبدزدک در تمام محیط‌های برنج‌کاری دیده می‌شود ولی در مزارع غیر غرقاب و مرتفع با خاک مرطوب شایع‌تر است. در مزارع برنج آب گرفته و غرقاب، آبدزدک معمولاً در حال شنا کردن دیده می‌شود. آنها بطور معمول درون سوراخ‌های موجود بر روی مرزها و روی زمین اصلی که ورودی آن با انبوهی از خاک مشخص می‌باشد، وجود دارند (Bouchard, 2004).

مدیریت تلفیقی:

کنترل زراعی

- حفظ آب در مزرعه (غرقاب کردن) که موجب ترک زمین توسط پوره‌ها و افراد بالغ می‌گردد.
- شخم زدن مزرعه جهت از بین بردن لانه‌های حاوی تخم.
- شکار این آفت شب هنگام با استفاده از تله‌های زمینی (قوطی‌های خالی) که به شکل قیف می‌باشند.
- قراردادن برگ یا توده‌های کود حیوانی در نقاط مختلف مزرعه در پائیز، باعث تجمع آبدزدک در آنها شده و می‌توان در اوایل بهار و قبل از گرم شدن هوا آبدزدک‌های جمع شده را از بین برد (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹، Zhanatiev, 1991).

• کنترل بیولوژیک:

این آفت توسط زنبورهای پارازیتوئیدی از خانواده *sphecidae* و سوسک‌های شکارگر از خانواده *Carabidae*، کنترل می‌گردند (شکل ۵۰) (Bouchard, 2004).



شکل ۵۰. سمت راست، سوسک از خانواده *carabidae*، سمت چپ، زنبور از خانواده *sphecidae* (عکس از اینترنت)

کنترل شیمیایی:

سموم گرانولی که جهت مبارزه شیمیایی با کرم ساقه‌خوار مصرف می‌گردد می‌تواند در کنترل آبدزدک هم نقش مثبتی داشته باشد. ولی در صورت نیاز به مبارزه شیمیایی جداگانه، بر اساس فهرست سموم مجاز کشور جهت تهیه طعمه مسموم استفاده شود.

کاربرد طعمه مسموم در هنگام غروب و هم زمان با خروج حشرات از خاک به میزان ۵ گرم در متر مربع می‌باشد.

شپشه برنج *Sitophilus oryzae* L.



شکل ۵۱. شپشه برنج *Sitophilus oryzae* L. (عکس از اینترنت)

شپشه برنج (*Sitophilus oryzae*) آفات مهم انباری برنج بوده و در سراسر مناطق گرم جهان دانه‌های گندم، برنج، و ذرت را مورد حمله قرار می‌دهد (شکل ۵۱). این آفت از راسته *Coleoptera*، خانواده *Curculionidae*، و جنس *Sitophilus* می‌باشد. البته گونه مربوط به ذرت *S. zeamais* است. این حشره در همه جا یافت می‌شود و به عبارتی گسترش جهانی داشته و یا *Cosmopolite* می‌باشد. در اثر ارتباطات و مبادلات بین‌المللی در حال حاضر تقریباً در تمام نقاط جهان انتشار دارد (Pathak and Khan 1994، مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).

شکل‌شناسی و زیست‌شناسی:

حشرات بالغ حدود ۲ تا ۵ میلی‌متر طول با پوزه بلند می‌باشند. رنگ بدن قهوه‌ای تیره و روشن، روی هر بالپوش دو لکه بزرگ به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شود. خرطوم نرها نسبت به ماده‌ها ضخیم‌تر و کوتاه‌تر است. شپشه برنج بالغ قادر به پرواز بوده، و می‌تواند تا دو سال زنده بماند ولی به‌طور معمول ۴ تا ۵ ماه عمر می‌کند. ماده‌ها ۶-۲ تخم در روز می‌گذارند (Dolzhenko 2004؛ Pathak and Khan 1994). تخم‌های این آفت سفید و بیضی شکل است. ماده‌ها با جویدن دانه‌های برنج با استفاده از فک پایین قوی خود، در آن سوراخی را ایجاد نموده و تخم خود را درون آن می‌گذارد و با ترشحات خود سوراخ ایجاد شده را می‌پوشانند. طول دوره تخم حدود ۳ روز می‌باشد (شکل ۵۲) (Pathak and Khan 1994).



شکل ۵۲. از چپ به راست مراحل تخم، لارو، شفیره و حشره بالغ شپشه برنج (عکس از اینترنت)

لارو این آفت کرمی شکل، خمیده، پهن و سر نسبت به بدن بسیار کوچک می‌باشد. دوران لاروی و شفیرگی داخل دانه سپری می‌گردد (شکل ۵۳). لاروها در داخل دانه با تغذیه و خالی کردن آن توسعه می‌یابند. دوره لاروی به‌طور متوسط حدود ۱۸ روز طول می‌کشد. سپس در مرکز دانه تبدیل به شفیره شده و ۶-۲ روز بعد از دانه خارج می‌گردد (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۵۳. شفیره شپشه برنج داخل دانه (عکس از اینترنت)

چرخه زندگی کامل فقط ۲۶ تا ۳۲ روز در طول ماه‌های گرم تابستان است، اما نیاز به یک دوره بسیار طولانی در آب‌وهوای سرد دارد (Pathak and Khan 1994). خسارت این آفت در درجه اول مربوط به دوران لاروی آن می‌باشد ولی حشره بالغ با تغذیه از دانه‌ها باعث ایجاد خسارات بیشتری می‌شوند (شکل ۵۴) (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۵۴. سوراخ ریز ایجاد شده بر روی دانه توسط شیشه برنج (راست) و حشره کامل بر روی برنج (چپ)
(عکس از اینترنت)

مدیریت تلفیقی آفت

- بهره بردن از فرمون‌های جلب کننده و همچنین استفاده از تله‌های چسبنده.
- یکی از روش‌های کنترل محصولاتی که احتمال آلوده شدن آنها زیاد است، نگهداری در ظروف پلاستیکی، شیشه‌ای و فلزی ضد آفت می‌باشد.
- ضدعفونی انبارهای خالی با استفاده از ترکیباتی نظیر:
 - پیریمیفوس متیل (آکتلیک) EC 50% به میزان ۲ گرم ماده مؤثره به ازای هر مترمربع.
 - استفاده از قرص‌های حاوی فسفید آلومینیوم (فستوکسین) Blnket 56% به میزان ۳ تا ۵ گرم فسفین در هر مترمکعب فضای مسدود.
 - پودر سیلیس (درای ساید) P 80% به میزان ۱-۲ در هزار در انبارهای خالی.
 - مالاتیون EC 57% به میزان ۲ گرم ماده مؤثره به ازای هر مترمربع.
 - اسپینوساد (تریسر) SC 24% به میزان ۱ گرم ماده مؤثره در مترمربع. (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹، Pathak and Khan 1994):

شپشه دنداندار برنج *Oryzaephilus surinamensis* L.



شکل ۵۵. شپشه دنداندار برنج (سمت راست ماده و سمت چپ نر) (عکس از اینترنت)

این آفت از راسته Coleoptera، خانواده Silvanidae، و جنس *Oryzaephilus* بوده و یکی از مهم‌ترین آفات انباری به شمار می‌آید. به مانند شپشه برنج گسترش جهانی داشته و در همه‌جا یافت می‌گردد. این حشرات آرد غلات را بیشتر ترجیح می‌دهند. در طول سال در انبارها، سیلوها، فروشگاه‌ها و منازل بر روی محصولات انباری از جمله برنج دیده می‌شود (Pathak and Khan 1994؛ مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).

شکل‌شناسی و زیست‌شناسی:

حشرات بالغ این آفت، دارای بدن کشیده و باریک که حدود ۴/۵ میلی‌متر طول داشته، به رنگ‌های قرمز روشن تا قهوه‌ای روشن دیده شده و سطح بدن آن از کرک‌های قهوه‌ای رنگ پوشیده شده است (شکل ۵۵). بهترین مشخصه آن پیش‌گرده آن که بیضی شکل و در دو طرف مجهز به ۶ دندان نوک تیز که اولین دندان بزرگ‌تر از بقیه است، می‌باشد. چشم‌ها سیاه رنگ و کوچک بوده و شاخک‌ها ۱۱ بندی و چماقی است. بر روی سطح پیش‌گرده سه خط طولی برجسته وجود دارد. سطح بال‌پوش‌ها دارای خطوط موازی می‌باشند. ران پای عقبی در نرها دارای یک خار می‌باشد که ماده‌ها فاقد آن هستند (Dolzhenko 2004).

تخم‌های کوچک، کشیده، باریک و سفید رنگ بوده، و در مدت ۳ تا ۵ روز لاروها ظاهر می‌گردند. لاروها بعد از ظهور از دانه‌ها تغذیه می‌کنند. در فصل تابستان، طول دوره رشد و نمو از تخم تا حشره کامل در حدود ۴ هفته است. جنس ماده این آفت در بین دانه غلات و مواد غذایی ۴۵ تا ۲۷۵ عدد تخم می‌گذارد. در سال ۳ تا ۴ نسل ایجاد می‌کند. در مناطق گرمسیر تعداد نسل‌ها به ۶ تا ۸ نسل هم می‌رسد. طول دوره زندگی آن حدود ۶ تا ۱۰ ماه است ولی ممکن است تا ۳ سال عمر نماید (Pathak and Khan 1994).

لارو این حشره دراز و کشیده است به رنگ قرمز مایل به زرد و در پشت هر یک از بندهای بدن دو لکه تیره متقارن وجود دارد. تمام بدن پوشیده از موهای کوتاه و بلند است (شکل ۵۶) (Pathak and Khan 1994؛ مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۵۶. لارو شپشه دنداندار برنج (عکس از اینترنت)

رنگ شفیره سفید و طول آن حدود ۳ میلی‌متر است. کناره‌های جانبی قفسه سینه و شکم حامل ۶ دندانه است و انتهای شکم مجهز به یک جفت زائده انتهایی^۱ می‌باشد (شکل ۵۷) (مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).



شکل ۵۷. شفیره شپشه دنداندار برنج (عکس از اینترنت)

حشره کامل بسیار فعال است. به تمام فرآورده‌های گیاهی مانند گندم، برنج، ذرت، جو، آرد، سیوس، ماکارونی، نان، بیسکویت، میوه‌های خشک، دانه‌های روغنی، گیاهان داروئی خشک، کلکسیون‌های تاریخی طبیعی و... حمله می‌کند. این حشرات حتی به حشرات زنده انباری دیگر نیز حمله می‌کند و شکاری محسوب می‌شود. حشره کامل در عین حال خسارت چندانی وارد نمی‌کند ولی لاروها بسیار حریص بوده و خسارات فراوانی را وارد می‌نمایند (Pathak and Khan 1994، مجیدی و پاداشت، ۱۳۸۹).

^۱Urogomphie

مدیریت تلفیقی

کنترل زراعی و روش‌های بهداشتی:

این حشرات می‌توانند محصولات دانه‌ای را در هر جا مانند انبار، مزرعه یا سیلوهای ذخیره‌ای، آلوده نمایند. بهترین روش کنترل، پیشگیری و ذخیره نکردن محموله‌های آلوده می‌باشد. تمام محموله‌های باز را از لحاظ این آفت می‌بایستی مورد بررسی دقیق قرار داد. از بین بردن محموله‌های آلوده و شستشوی محل نگهداری با مواد شوینده، ذخیره سازی محموله‌های باز در کیسه های پلاستیکی بزرگ برای جلوگیری از آلوده شدن آن به حشرات ماده تخم‌گذار، از روش‌های پیشگیری موثر می‌باشند (Pathak and Khan 1994). انبار کردن بهداشتی و مناسب نقش مهمی در محدود کردن فعالیت گونه‌های مختلف *Oryzaephilus* دارد (Pathak and Khan 1994).

نکات بهداشتی که باید رعایت گردند عبارتند از:

- حذف باقی‌مانده‌های آلوده سال قبل ضروری است، همچنین پر کردن تمامی ترک‌ها و شکاف‌ها موجود، ذخیره‌سازی دانه‌ها با کیفیت خوب که درصد شکسته آن کم می‌باشد می‌تواند باعث کاهش آلودگی گردد.
- جهت ضدعفونی انبارهای خالی همانند شیشه برنج می‌توان از ترکیباتی نظیر:
 - پیریمیفوس متیل (آکتلیک) EC 50% به میزان ۲ گرم ماده مؤثره به ازای هر مترمربع.
 - استفاده از قرص‌های حاوی فسفید آلومینیوم (فستوکسین) Blnket 56% به میزان ۳ تا ۵ گرم فسفین در هر مترمکعب فضای مسدود.
 - مالاتیون EC 57% به میزان ۲ گرم ماده مؤثره به ازای هر مترمربع.
 - اسپینوساد (تریسر) SC 24% به میزان ۱ گرم ماده مؤثره در مترمربع.
 - و فسفید منیزیوم (دگش‌پلیت) Plate 56% به میزان ۵-۶ قرص به ازای هر تن محصول و یا ۱-۲ قرص برای هر مترمکعب فضای انبار استفاده کرد.

عوامل کنترل کننده بیولوژیک نمی‌توانند تمام گونه‌های *Oryzaephilus* spp. را با هم کنترل نمایند. ولی بکارگیری *Xylocoriscursitans* و *Xflavipes* از راسته Hemiptera موفقیت‌هایی را در آزمون‌های میدانی برای کنترل بیولوژیک جمعیت باقی‌مانده از *O. surinamensis* در پی داشته است (شکل ۵۸) (Pathak and Khan 1994; Dolzhenko 2004).



شکل ۵۸. سمت راست *X. cursitans* سمت چپ *X. flavipes* (عکس از اینترنت)

کنه‌های برنج Rice mites



شکل ۵۹. کنه تارتن دو لکه‌ای *Tetranychus urticae* (عکس از اینترنت)

از کنه‌های مضر برنج، ۳۸ گونه متعلق به شش خانواده Acaridae، Tarsonemidae، Eriophyidae، Oribatulidae و Laelapidae، بوده که حدود ۷۰ درصد فون کنه‌های جمع‌آوری شده از مزارع و محیط‌های انباری برنج را تشکیل می‌دهند (اربابی و برادران، ۱۳۹۲).

خسارت کنه‌های مضر از زمان تهیه نشاء در زیرتونل‌های پلاستیکی تا انتقال آنها به مزرعه، نگهداری شلتوک و برنج در انبارها و حتی فرآورده‌های آرد برنج گزارش شده است (اربابی و برادران، ۱۳۹۲؛ اردشیر، ۱۳۹۱). در ایران بیشترین علایم خسارت کنه برنج در مرحله تهیه نشاء توسط کنه تارتن دو لکه‌ای *Tetranychus urticae* گزارش شده است (اربابی و برادران، ۱۳۹۲؛ اردشیر، ۱۳۹۱). از کنه‌های تارتن، گونه *Oligonychus oryzae* Hirst. جزء مهمترین آفات مزارع برنج می‌باشد که پراکنش آن از کشورهای هند، مالزی، تایوان، فیلیپین و ژاپن گزارش شده است (Anonymous, 2013, 2014).

خسارت دیگر کنه‌ها در زمان انبار کردن محصول برنج رخ می‌دهد. در انبارهای برنج استان‌های شمالی کشور کنه انباری *Acarus siro* از اهمیت زیادی برخوردار است (اربابی و برادران، ۱۳۹۲؛ اردشیر، ۱۳۹۱). مطالعات نشان می‌دهد خسارت کنه‌ها در شرایط انباری و مزرعه‌ای به شرایط جغرافیایی و سابقه فعالیت آفت کنه در مناطق مختلف جهان بستگی دارد (اربابی و برادران، ۱۳۹۲).

کنه تارتن دو لکه‌ای *Tetranychus urticae*

این کنه توزیع جهانی دارد و در تمام نقاط جهان یافت می‌شود. این کنه بسیار کوچک بوده کمتر از نیم میلی‌متر و به سختی با چشم غیر مسلح به صورت نقاط سبز رنگ در سطح زیرین برگ و بعضی اوقات بر روی ساقه قابل مشاهده است (شکل ۵۹). اندازه جنس ماده بالغ آن در حدود ۰/۴ میلی‌متر می‌باشد. این کنه قابلیت انعطاف پذیری بسیار به شرایط اقلیمی و میزبان گیاهی دارد. این کنه آفت محصولات بسیار زیادی مانند گیاهان

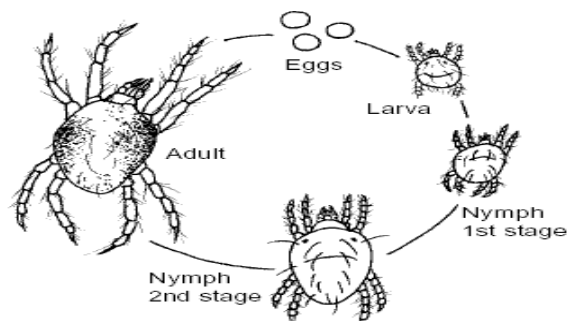
زینتی، صیفی و سبزیجات، گیاهان دارویی، توت فرنگی، نشاء و نهال در شرایط گلخانه‌ای و بسیاری از محصولات زراعی، باغی و گیاهان غیر مثمر فضای سبز به شمار می‌آید. فعالیت این کنه در سطح زیرین برگ و تخم‌های آن روی شبکه‌های تارهای تنیده شده یا در زیر آن در تماس با سطح برگ گذاشته می‌شود (شکل ۶۰). این کنه قادر است در هر دقیقه تعداد قابل توجه‌ای سلول‌های گیاهی برگ را تهی از سبزینه نماید و علائم تغذیه به صورت لکه‌های سوزنی زرد رنگ مشخص بوده که با افزایش دامنه خسارت، رنگ پدیدگی سلول‌ها به صورت لکه‌های زرد رنگ و در نهایت موجب خشک شدن برگ گیاه میزبان می‌شود. کنه‌های تارتن (Tetranychidae) و کنه‌های تارسونومیده (Tarsonemidae) به علت دوره رشدی کوتاه و توانایی در ایجاد نسل‌های متعدد در مدت زمان کوتاهی قادرند تا ده هزار برابر بیشتر بر روی گیاه میزبان خود جمعیت ایجاد نمایند. در شرایط طغیانی جمعیت گونه‌های هر دو خانواده از کنه‌های مضر که اشاره شدند، قادرند در شرایط مزرعه‌ای خسارت جدی به محصول برنج وارد نمایند (Livshits and Mitrofanov, 1984).



شکل ۶۰. دو عدد تخم شفاف کنه تارتن دولکه‌ای (عکس از اینترنت)

نحوه تولید مثل کنه‌های تارتن و گونه کنه تارتن دو نقطه‌ای *Tetranychus urticae* از طریق روش Arrhenotoky، که بدون آنکه تلقیح شوند تخم ریزی به شکل بکرزایی داشته باشند و تخم‌های بارور نشده به کنه نر تبدیل می‌گردد، کنه‌های نر در ادامه با کنه‌های ماده جفت گیری نموده و ترکیب بیشتری از جمعیت کنه‌های ماده که عامل خسارت محسوب می‌شوند را بوجود می‌آورند. شکل تخم کنه *T. urticae* کروی و شفاف (مانند مروارید) می‌باشد، که با افزایش دوره تفریح دو لکه قرمز رنگ که چشم‌های مرحله لاروی کنه محسوب می‌شود روی بدنه تخم کنه قبل از تفریح بخوبی قابل مشاهده می‌باشد. مراحل نابالغ این کنه شامل مرحله لاروی که دارای سه جفت پا، مرحله اول پورگی^۱ و مرحله دوم پورگی^۲ دارای چهار جفت پا می‌باشد، که بطور معمول در کنه‌های نر مرحله دوم پورگی دیده نمی‌شود. همچنین بین مراحل رشدی یک مرحله استراحت برای تغییرات فیزیولوژیک کنه‌ها وجود دارد (شکل ۶۱) (Livshits and Mitrofanov, 1984).

^۱protonymph
^۲deutonymph



شکل ۶۱. چرخه زندگی کنه تارتن دو لکه‌ای (عکس از اینترنت)

خسارت و علائم:

با افزایش جمعیت، تحت تأثیر دمای بالا و کاهش رطوبت، کنه‌های تارتن برای تأمین رطوبت بدن خود اقدام به تغذیه از سبزینه نشاء برنج کرده و با علایمی مانند مرگ گیاهچه برنج توأم می‌گردد. تغذیه کنه‌ها از برگ‌ها و سایر اندام‌های برنج سبب از بین رفتن سبزینه و بروز علایم زرد و قهوه‌ای، برنزه شدن برگ‌ها می‌شود (شکل ۶۲). در اثر خسارت ابتدا برگ‌های پایینی بوته برنج خشک، و با افزایش جمعیت کنه‌ها، باعث کاهش کمی و کیفی محصول برنج می‌شود (Livshits and Mitrofanov, 1984؛ اربابی و برادران، ۱۳۹۲).



شکل ۶۲. تغییر رنگ زرد یا قهوه‌ای در غلاف برگ برنج در اثر فعالیت کنه (اقتباس از سایت IRRI)

خسارت در انبار:

تنوع گونه‌ای کنه‌های انباری در جهان، بالغ بر ۴۸ گونه از ۳۵ جنس و ۲۶ خانواده اعلام شده است. از ۵ گونه کنه‌های خسارت‌زا متعلق به خانواده Acaridae که از انبارهای برنج جهان گزارش شده‌اند، فقط حضور و فعالیت گونه *Acarus siro* Linn. در تمامی انبارهای برنج با رطوبت ۷۰ الی ۸۰ درصد مشاهده می‌شود (شکل ۶۳). مناطق شمالی کشور با توجه به رطوبت بالای محیطی، شرایط مساعدی می‌توانند برای فعالیت کنه‌های خسارت‌زا فراهم سازد (اربابی و برادران، ۱۳۹۲).



شکل ۶۳. کنه *Acarus siro* (راست)، فعالیت این کنه بر روی بذر (چپ) (عکس از اینترنت)

استراتژی‌های مدیریت

- شخم کلش‌ها پس از برداشت محصول
- آیش مزارع آلوده
- تناوب با محصول جایگزین
- تمیز کردن ماشین‌آلات قبل از استفاده در مزارع دیگر و غیرآلوده
- نمونه‌برداری ۱۵ روز پس از کاشت
- استفاده از آب و شستشوی بوته‌های برنج آلوده
- اجتناب از کشت دوم در مزارع آلوده
- استفاده از کنه‌های شکارگر برای کنترل بیولوژیک کنه‌های تارتن (Livshits and Mitrofanov, 1984):

کنترل شیمیایی:

لازم به ذکر است به دلیل اینکه خسارت کنه در مزارع برنج (شکل ۶۴) به‌طور رسمی از طرف موسسات تحقیقات برنج کشور و گیاه‌پزشکی اعلام نگردیده، مبارزه شیمیایی برای کنه برنج توصیه نشده است.

- در موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج (IRRI) جهت کنترل کنه از سمومی مانند *Spiromesifen*^۱ به میزان ۷۲ گرم ماده موثره در هکتار در مزارع برنج استفاده می‌گردد (Anonymous, 2013, 2014).

^۱ حشره کش و کنه کش از مشتقات اسید tetronic با نام تجاری Oberon® که در IRRI مصرف می‌گردد. استفاده از کنه‌کش‌های ارگانیک مانند Bio mite، GC mite با غلظت یک در هزار، در IRRI توصیه شده است.



شکل ۶۴. اثرات فعالیت کنه بر روی بوته برنج (عکس‌ها از اینترنت و سایت IRRI)

منابع بخش آفات:

- اربابی، م. و برادران، پ. ۱۳۹۲. مروری بر اهمیت کنه‌ها در مزارع و محیط‌های برنج ایران و جهان. نشریه ترویج گیاهپزشکی، سال هفتم، شماره ۹، صفحه ۳۰-۲۱.
- اردشیر، ف. ۱۳۹۱. بررسی فن کنه‌های برنج انبار شده در استان مازندران. نشریه گیاهپزشکی کاربردی، جلد ۱، شماره ۱، صفحه ۴۲-۳۵.
- اسدپور، ح. ۱۳۹۰. بررسی عوامل اقتصادی - اجتماعی مؤثر در گسترش فناوری مبارزه بیولوژیک علیه آفت کرم ساقه خوار در مزارع برنج استان مازندران. نشریه اقتصادکشاورزی و توسعه، سال نوزدهم، شماره ۷۶. ۲۲ صفحه.
- بیات‌اسدی، ه.، ع. م.، عرب، ا.، نجفی، ص.، علوی‌پور و م. ولی‌پور. ۱۳۷۲. گزارش طرح تحقیقاتی، اجرائی مبارزه بیولوژیک با استفاده از زنبور تریکوگراما علیه کرم ساقه‌خوار برنج در سال زراعی ۷۱-۷۰. انتشارات سازمان کشاورزی استان مازندران. ۳۳ صفحه
- بی‌نام. ۱۳۷۷. دستورالعمل اجرایی کشت توأم ماهی و برنج. انتشارات اداره کل آموزش و ترویج.
- بی‌نام. ۱۳۹۹. آمارنامه کشاورزی ایران. وزارت جهاد کشاورزی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۸۹ صفحه.
- تکاسی، س. و کازرونی منفرد، ا. ۱۳۹۹. علف‌های هرز مهم در زراعت برنج و پهنه‌های آبی شمال ایران. نشریه مروج. شماره ۱۵۸ و ۱۵۹.
- پاداشت دهکایی فریدون، کبری تجددی طلب، مریم حسینی چالشتی، محمد ربیعی، ناصر شرفی، حسن شکری واحد، محمدرضا عزیززاده، فرامرزی علی نیا، محسن عمرانی، مسعود کاوسی، فرزاد مجیدی شیل سر، مجید نحوی، محمدرضا یزدانی، امیرحسین افشار، داود صیدی، میثم علیجانی، مراد محمدی، زهید ناصری ملکی، ۱۳۹۴، راهنمای برنج (کاشت، داشت، برداشت) و پس از برداشت، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی موسسه تحقیقات برنج کشور و ۵۲۰ صفحه
- داماد زاده، م. و ح. حسن پور ۱۳۷۰. معرفی و زیست شناسی مگس خزانه برنج در اصفهان. نشریه آفات و بیماری‌های گیاهی. جلد ۵۹ شماره‌های ۱ و ۲ صفحه ۶۲-۵۵.
- زند، ا. ن. نظام آبادی، م.ع. باغستانی، پ. شیمی و س. ک. موسوی. ۱۳۹۸. راهنمای کنترل شیمیایی علف‌های هرز ایران. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۱۶ صفحه.
- طبری، م. علی‌نیا، ف. و قهاری، ح. ۱۳۸۹. عدم استفاده از حشره‌کش‌ها علیه کرم ساقه‌خوار، *Chilo suppressalis* (Walker (Lep.: Pyralidae) در خزانه‌های برنج استان مازندران. حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)، ۴۳ (۳): ۲۳۴-۲۴۱.
- عباسی‌پور، ح. و ع. ح. تقوی. ۱۳۸۳. بررسی‌های مرفولوژیک و بیولوژیک زنبور پارازیتوئید *Cotesia ruficrus* (Haliday) پارازیتوئید داخلی-تجمعی لارو شب پره تک نقطه‌ای برنج *Mythimna unipuncta* (Haworth) (Lep.: Noctuidae) نشریه پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. شماره ۶۲، صفحه ۲۴-۱۸.
- عرفانی مقدم، ر.، نبی‌پور، ع. و نوری، م.ز. ۱۳۹۷. دستورالعمل تولید برنج سالم در شرایط کشاورزی پایدار. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور.
- علی نیا، ف. م. بهرامی، و م. عمواقلی طبری. ۱۳۸۰. آفت‌ها و بیماری‌های مهم برنج و روش‌های کنترل آنها. مدیریت ترویج و مشارکت‌های مردمی جهاد کشاورزی استان مازندران. ۲۴ صفحه.
- عمواقلی طبری، م. علی‌نیا، ف. و دادپور، ه. ۱۳۹۷. مدیریت کرم ساقه خوار نواری، *Chilo suppressalis* W.، در کشت مجدد برنج (با شرایط اقلیمی مازندران)، دستورالعمل فنی، انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور، شماره فروست مرکز اطلاعات و مدارک علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۵۳۸۸۷-۱۳۹۷، ۸/۴/۲-۵۳۸۸۷ صفحه.
- عمواقلی طبری، م. ۱۳۹۸. کنترل ساقه‌خوار نواری برنج، *Chilo suppressalis* W. به روش مکانیکی، دستورالعمل فنی، انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور، شماره فروست مرکز اطلاعات و مدارک علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۵۵۵۸۴-۱۳۹۸، ۹/۲/۲۴-۵۵۵۸۴ صفحه.
- عمواقلی طبری، م. ۱۴۰۰. توری پارچه‌ای، راهکاری موثر برای کنترل کرم ساقه‌خوار در خزانه کشت مجدد برنج، مجله تحقیقی - ترویجی شالیزار، دوره سوم، شماره ۲، ۵ صفحه.
- عمواقلی طبری، م. زاغی، ع. و ولایی، ا. ۱۴۰۰. مدیریت کرم سبب برگ‌خوار برنج، *Naranga aenescens* Moore، دستورالعمل اجرایی، ۴۰۰۰۲۱۱۵، ۶ صفحه.

عمواقلی طبری، م. و مجیدی شیل سر، ف. ۱۴۰۱. مدیریت تلفیقی شب‌پره تک نقطه‌ای برنج در شالیزار، مجله ترویجی شالیزار، شماره ۱: بهار و تابستان ۱۴۰۱، ۵ صفحه.

فاضلی، م.ج. ۱۳۷۰. بررسی بیولوژی سزامیا و روش‌های کنترل آن در مزارع برنج در استان فارس. نشریه آفات و بیماری های گیاهی. جلد ۵۹ شماره‌های ۱ و ۲ صفحه ۳۲-۲۳.

قهاری، حسن و مهرداد طبری. ۱۳۸۷. ارزیابی میزان مقاومت ارقام برنج به کرم سبز برگ‌خوار (*Naranga aenescens* Moore)، مجله علمی- پژوهشی دانشور، جلد اول، شماره اول، صفحات ۱-۱۲.

کربلایی، م.ت. ۱۳۸۷. مدیریت توأم کشت برنج و پرورش اردک در شالیزار. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور.

کمالی، ک. ۱۳۵۹. آفات و بیماری‌های برنج و روش‌های مبارزه با آنها. دانشگاه جندی شاپور، دانشکده کشاورزی. ۴۵۳ صفحه.

گروه مؤلفان موسسه تحقیقات برنج کشور. ۱۴۰۰. مدیریت زراعی شالیزار. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور.

مجیدی، ف. و پاداشت، ف. ۱۳۸۹. راهنمای برنج آفات و بیماری‌ها. دفتر مجری طرح برنج کشور و دفتر خدمات تکنولوژی آموزشی، ۱۵۰ صفحه.

مجیدی شیل سر، ف. و عمواقلی طبری، م. ۱۳۹۸. دستورالعمل تهیه مدل پیش‌آگاهی آفت کرم ساقه خوار نواری برنج در مناطق مختلف کشور، انتشارات سازمان حفظ نباتات کشور، ۳ صفحه.

مجیدی، ف. ۱۳۹۰. دستورالعمل رهاسازی زنبور تریکوگراما علیه آفت ساقه خوار برنج. موسسه تحقیقات برنج کشور.

مجیدی شیل سر، ف. و عمواقلی طبری، م. ۱۴۰۱. بررسی کارایی حشره‌کش گرانول تیوسایکلام هیدروژن اکسالات (ویبرانت) در کنترل کرم ساقه‌خوار نواری برنج در شرایط مزرعه‌ای، مرکز ثبت اطلاعات و مدارک علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۶۱۹۲۲۸-۱۴۰۱/۴/۲۸، ۳۹ صفحه.

نصیری، م. خسروی، و. عمواقلی طبری، م. محمدیان، م. رستمی، م. و عمرانی، م. ۱۴۰۰. مدیریت فنی تولید محصول برنج، نشریه فنی، شماره ۶۰، انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور، شماره فروست مرکز اطلاعات و مدارک علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۶۰۴۲-۱۴۰۰، ۴۳/۵/۱۹ صفحه.

ولایی، ا. زاغی، ع. و عمواقلی طبری، م. ۱۳۹۷. کرم ساقه خوار نواری برنج، *Chilo suppressalis* W.، دستورالعمل اجرایی، انتشارات سازمان حفظ نباتات کشور، ۹۷۰۹۴۰، ۸ صفحه.

Anonymous, (2013, 2014). IRRI. <http://www.knowledgebank.irri.org/pests-and-diseases>

Anonymous, (2014a). Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia Nighboring Countries. <http://www.agroatlas.ru>

Baitenov, M.S. (1974). The weevils (Coleoptera: Attelabidae, Curculionidae) of the Middle Asia and Kazakhstan. Alma-Ata: Nauka, 286 p.

Bouchard, R.W., Jr. (2004). Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest. Water Resources Center, University of Minnesota, St. Paul, MN. 208 pp.

Cabrera, J.G., M. García, Hernández-Crespo., G. P. Farinós., F. Ortego. And P. Castañera. (2013). Resistance to Bt maize in *Mythimna unipuncta* (Lepidoptera: Noctuidae) is mediated by alteration in Cry1Ab protein activation. The Authors. Published by Elsevier Ltd. Volume 43, Issue 8, August 2013, Pages 635-643.

Dolzhenko, V.I., ed. (2004). Methodical recommendations on registration tests of insecticides, acaricides, molluscocides and rodenticides in agriculture. Collective of authors. St.-Petersburg: VIZR, 363 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2022) WWW.FAO.org/faostat/en/#data/QCL

Knutson, A. E. and F. E. Gilstrap. (1989). Predators and parasites of the southwestern corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) in Texas corn. J. Kansas Entomol. Soc. 62:511-520.

Knutson, A., (1998). The Trichogramma Manual. Texas A&M University System. 44 p.

Livshits I.Z., Mitrofanov V.I. (1984). Order Acariformes. In: Kopaneva L.M., ed. Keys to harmful and useful insects and mites on the fruiters and berry crops in the USSR. Leningrad: Kolos. 288 p.

Pathak., M. D. Khan Z. R.. (1994). Insect Pests OF RICE. International Rice Research Institute (IRRI). 89 p.

Sergeev M.G. 1986. Regularities in distribution of orthopterous insects of Northern Asia. Novosibirsk: Nauka. 238 pp.

van den Berg, H., Shepard, B. M., Litsinger, J. A. & Pantua, P. C. (1992). Acceptance of eggs of *Rivula atimeta*, *Naranga aenescens* [Lep.: Noctuidae] and *Hydrellia philippina* [Dipt.: Ephydriidae] by insect predators on rice. Look Inside Get Access Entomophaga, Walters, D.R. and Zhantiev, R.D. (1991). Mole Crickets (Orthoptera, Gryllotalpidae) of the European part of the USSR and the Caucasus. Zool. Zhurn., 70(6), p. 69-76.

بیماری‌های مهم برنج

(با تاکید بر شرایط اقلیم ایران)

وحید خسروی، افشین ولایی و حدیث شهبازی

بیماری‌های برنج

۷۸	مقدمه
۷۹	بیماری بلاست برنج
۷۹	اهمیت بیماری بلاست برنج
۸۰	علائم بیماری
۸۲	عامل و چرخه بیماری
۸۳	عوامل مؤثر در گسترش بیماری بلاست برنج
۸۶	مدیریت بیماری
۸۹	کنترل بیولوژیک
۹۰	کنترل شیمیایی
۹۲	بیماری پوسیدگی طوقه برنج (ژیبرلا)
۹۳	علائم بیماری
۹۴	عامل و چرخه بیماری
۹۵	عوامل مؤثر در گسترش بیماری
۹۶	مدیریت بیماری
۹۸	بیماری شیت بلایت (سوختگی غلاف برنج)
۹۸	علائم بیماری
۹۹	عامل و چرخه بیماری
۱۰۱	عوامل مؤثر در گسترش بیماری
۱۰۳	مدیریت بیماری
۱۰۵	بیماری لکه‌قهوه‌ای
۱۰۵	علائم بیماری
۱۰۷	عامل و چرخه بیماری
۱۰۸	عوامل مؤثر در گسترش بیماری
۱۰۹	مدیریت بیماری
۱۱۱	بیماری سیاهک دروغی یا سیاهک کاذب
۱۱۲	علائم بیماری
۱۱۳	عامل و چرخه بیماری
۱۱۳	عوامل مؤثر در گسترش بیماری
۱۱۴	مدیریت بیماری
۱۱۶	بیماری‌های قارچی برنج با اهمیت کمتر در ایران
۱۱۶	بیماری پوسیدگی ساقه برنج
۱۱۹	بیماری سوختگی گیاهچه برنج
۱۲۰	بیماری سیاهک برگ برنج
۱۲۱	بیماری لکه‌قهوه‌ای سرکوسپورایی برگ برنج
۱۲۳	بیماری سوختگی لکه‌ای برگ برنج

۱۲۵	بیماری آبسوختگی برگ برنج (لکه برگی آلترناریای)
۱۲۶	بیماری لکه سفید خطی (رگ سفید) برگ برنج
۱۲۷	بیماری لکه نقطه‌ای غلاف برنج
۱۲۷	بیماری لکه موجی غلاف برگ
۱۲۹	بیماری پوسیدگی غلاف طوقه (پاخوره)
۱۳۱	بیماری خال (لکه) غلاف برگ برنج
۱۳۱	بیماری سفیدک دروغی برنج
۱۳۲	بیماری جرب (اسکب) برنج
۱۳۴	بیماری سیاهک ناقص برنج
۱۳۵	بیماری تغییر رنگ دانه برنج
۱۳۸	نماتدهای بیماری‌زای مهم برنج
۱۴۲	بیماری‌های باکتریایی مهم برنج
۱۵۰	بیماری ویروسی مهم برنج
۱۵۳	بیماری‌های فیزیولوژیکی و کمبود مواد غذایی
۱۵۷	منابع بخش بیماری‌ها

مقدمه:

پس از گندم، برنج دومین غله مهم در دنیا به حساب می‌آید (Miah *et al.*, 2013). بیش از نیمی از جمعیت جهان به برنج به عنوان محصول اصلی غذا وابسته هستند و نزدیک به ۳/۵ میلیارد نفر برای ۲۰ درصد کالری مورد نیاز روزانه خود به برنج متکی هستند (IRRI, 2010). کشورهای جهان باید تا سال ۲۰۲۵ بیش از ۲۵ درصد تولید برنج را افزایش دهند تا نیازهای غذایی جمعیت رو به افزایش را برآورده کنند (Fahad *et al.*, 2018). آسیا حدود ۹۰ درصد از کل تولید برنج کشت شده در بیش از ۱۴۳ میلیون هکتار را از آن خود کرده است. بیماری‌های برنج از مشکلات عمده تولید این گیاه در اغلب مناطق کشت برنج هستند. برنج در تمام مراحل رشد در معرض بیماری‌های مختلفی قرار دارد که در نهایت سبب کاهش کمیت و کیفیت محصول می‌شوند. برخی از قارچ‌های بیمارگر گیاهی با تولید زهرابه‌های قارچی سبب آلودگی بذرها و تولید می‌شوند که می‌تواند برای سلامت انسان و دام خطرناک باشد (Desjardins *et al.*, 2000). لذا تشخیص به موقع و مدیریت صحیح بیماری‌های برنج علاوه بر اینکه سبب کاهش خسارت محصول می‌شود، سبب تولید محصول سالم نیز می‌شود.

بیماری‌های متعددی در برنج شناخته شده‌اند ولی بسیاری از آنها از اهمیت خاصی برخوردار نیستند. در صورت وجود عامل بیماری‌زا، میزان و شدت بیماری بستگی به شرایط محیطی و حساسیت رقم برنج دارد. بسته به نوع عامل بیماری‌زا، بیماری‌های برنج به صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند:

- بیماری‌های قارچی، مانند بیماری‌های بلاست، سوختگی غلاف (شیت بلایت)، پوسیدگی طوقه (باکانه)، لکه قهوه‌ای، سیاهک دروغی، پوسیدگی ساقه و پوسیدگی غلاف برنج.
 - بیماری‌های باکتریایی، مانند بیماری‌های سوختگی باکتریایی برگ، رگ نواری باکتریایی برگ و پوسیدگی قهوه‌ای باکتریایی غلاف برنج.
 - بیماری‌های ویروسی، مانند بیماری‌های ویروس نواری برگ برنج، کوتولگی ویروسی و تانگرو. بیماری‌های ویروسی توسط حشرات ناقل منتقل می‌شوند. برای مثال بیماری کوتولگی ویروسی نواری برگ برنج توسط زنجری که به نام *Laodelphax striatellus* به گیاه برنج منتقل می‌شود (IRRI, 2014).
- برخی عارضه‌ها در گیاه برنج توسط عوامل غیرزنده مانند کاهش یا افزایش دما، کمبود یا بیش‌بود مواد غذایی و ... ایجاد می‌شوند که به آنها بیماری‌های فیزیولوژیک می‌گویند.
- از مهم‌ترین بیماری‌های شایع برنج در ایران می‌توان به بیماری بلاست، سوختگی غلاف (شیت بلایت)، پوسیدگی فوزاریومی طوقه، لکه‌قهوه‌ای و سیاهک دروغی برنج اشاره کرد.

بیماری‌های قارچی برنج با اهمیت بیشتر

بیماری بلاست^۱ برنج

اهمیت بیماری بلاست برنج

بیماری بلاست یکی از مهم‌ترین بیماری‌های برنج در تمامی مناطق برنج‌کاری دنیا است که در صورت وجود شرایط محیطی مناسب، سبب بروز اپیدمی و خسارت شدید بر روی ارقام حساس می‌شود. این بیماری تاکنون از ۸۵ کشور دنیا گزارش شده است. از آنجا که عامل بیماری بلاست برنج قدرت سازگاری فوق‌العاده‌ای با شرایط محیطی مختلف دارد، تقریباً در هر منطقه‌ای از دنیا که برنج به‌صورت تجارتي و در مقیاس وسیع کشت می‌شود، این بیماری وجود دارد. چنانچه در برخی کشورهای خاورمیانه که برنج در شرایط حرارتی بالا و رطوبت نسبی پایین به صورت غرقابی کشت می‌شود، قارچ عامل این بیماری فعال است و بدون اینکه علائمی از بیماری روی برگ‌ها و سایر بافت‌های گیاه ظاهر شود، گره‌های ساقه برنج را درست در بالای سطح آب آلوده می‌کند (پادداشت دهکایی، ۱۳۸۹، IRRI 2012).

در ایران این بیماری اولین بار در سال ۱۳۲۸ توسط شریف از لاهیجان گزارش شد و تا سال ۱۳۴۸ که بیماری بلاست برنج در شهرستان رودسر سبب بروز خسارت قابل توجهی به محصول برنج شد، اهمیت چندانی نداشت. از دید برخی بیماری‌شناسان، شیوع اولین خسارت قابل توجه بیماری بلاست برنج در ایران، همزمان با آغاز مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه در سال‌های ۴۷-۱۳۴۶ تا ۱۳۴۸، با هم مرتبط است. بیماری بلاست برنج در ایران علاوه بر سه استان شمالی گیلان، مازندران و گلستان در بسیاری از مناطق برنج‌خیز دیگر مانند فارس، خوزستان و کهگیلویه و بویراحمد نیز گزارش شده و حتی در برخی از سال‌ها با مساعد شدن شرایط محیطی، این بیماری به صورت اپیدمی در آمده و موجب بروز خسارت سنگین به محصول برنج می‌شود (پادداشت دهکایی، ۱۳۸۹).

خسارت بیماری بلاست برنج در سال ۱۳۵۳ تقریباً ۱۰ درصد کل محصول برنج استان گیلان برآورد شد. بیماری بلاست برنج در مرحله رویشی در آلودگی‌های شدید علاوه بر کاهش کمی محصول، سبب دیررسی می‌شود و در مرحله زایشی علاوه بر خسارت کمی و کیفی مانند کوچک شدن دانه، گچی شدن و افزایش درصد خرد، سبب کاهش قیمت محصول در بازار می‌شود. هر ساله بیماری بلاست در ارقام حساس برنج دیده می‌شود و در بعضی از سال‌ها به علت تداوم بارندگی و کاهش دما در تابستان در زمان خوشه‌دهی خسارت شدیدی را در ارقام زودرس و زود کاشت به بار می‌آورد، به‌طوری‌که در صورت عدم کنترل بیماری، محصول بعضی مزارع و حتی برخی روستاها قابل برداشت نمی‌باشد. در سال ۱۳۷۳ در استان گیلان اپیدمی بیماری بلاست برنج رخ داد. در این سال بیشترین خسارت در مزارع شهرستان رودسر، در شالیزارهای زود کشت و در ارقام زودرس محلی که در

¹ Blast Disease

مرحله ظهور خوشه و خوشه‌دهی بودند، مشاهده شد در حالی که ارقام اصلاح شده مقاوم هیچ‌گونه خسارت و علایمی از بیماری نشان ندادند (پاداشت دهکایی، ۱۳۸۹).

به دلیل اهمیت بیماری بلاست، برنج تحقیقات گسترده‌ای جهت مدیریت آن از جمله شناسایی و معرفی انواع قارچ‌کش‌های شیمیایی، شناسایی منابع ژنی مقاومت و تهیه ارقام اصلاح شده مقاوم، معرفی سیستم‌های پیش‌آگاهی و بررسی عوامل اثرگذار در شدت و کاهش بیماری مانند عناصر غذایی، رطوبت، حرارت و... صورت گرفته است (پاداشت دهکایی، ۱۳۸۹، IRRI 2012). در سال‌های اخیر کنترل بیولوژیک این بیماری نیز موضوع تحقیق بسیاری از محققین بوده است.

علائم بیماری بلاست برنج

بیماری بلاست قادر است به تمام قسمت‌های هوایی گیاه برنج در مرحله رویشی و زایشی مانند برگ، گره (بند)، گردن خوشه و دیگر بخش‌های خوشه حمله نماید. ولی علائم مشخص آن بیشتر بر روی برگ‌ها مشاهده می‌شود. در روی برگ‌های برنج (در خزانه و مزرعه) ابتدا نقاط ریز قرمز تیره تا قهوه‌ای دیده می‌شود، در این مرحله علائم بیماری بلاست مشابه به علائم بیماری لکه‌قهوه‌ای است. با گذر زمان لکه‌های بلاست بزرگ شده، در مرکز پهن و به تدریج تا دو انتها باریک و در اصطلاح دوکی شکل تا لوزی می‌شوند (شکل ۱ الف). لکه‌ها در مرکز خاکستری مایل به سفید (گاهی رنگ) و در حاشیه قهوه‌ای تا قهوه‌ای مایل به قرمز قابل مشاهده هستند (شکل ۱ الف و ب). بسته به درجه حساسیت رقم برنج، شرایط محیطی و سن لکه‌ها، شکل و رنگ لکه‌ها متفاوت است. در ارقام حساس در شرایط محیطی مساعد لکه‌ها بزرگ شده، به یکدیگر پیوسته و سطح وسیعی از برگ را پوشانده و منجر به سوختگی برگ می‌شود (شکل ۱ ج). زیاده‌روی در مصرف کودهای نیتروژنه و تراکم کشت بالا در واحد سطح، نه تنها سبب تشدید بیماری بلاست برگ و افزایش خسارت می‌شود، بلکه بدلیل افزایش رطوبت در کانوپی گیاه، روی بندها یا گره‌های پایینی ساقه، (نزدیک سطح ایستابی در مزرعه) لکه‌های بلاست بند به رنگ خاکستری مایل به سیاه تا قهوه‌ای تیره مایل به سیاه (شکل ۱ د) پدیدار می‌شود. ساقه‌های آلوده به بیماری بلاست بند (گره) نسبت به خوابیدگی ساقه (ورس) حساس هستند. بیماری بلاست برنج می‌تواند به یقه، برگ و پرچم نیز حمله کرده و سبب بروز لکه قهوه‌ای مایل به قرمز تا قهوه‌ای تیره بر روی یقه^۱ شود (شکل ۱ س). علائم بیماری بلاست برنج بر روی غلاف برگ برنج به ندرت در مزارع مشاهده می‌شود.

^۱ که به Collar blast معروف است.



شکل ۱- علائم بیماری بلاست برنج. الف) علائم بارز بیماری بلاست برنج بر روی برگ، ب) بلاست برگ، ج) سوختگی سطح وسیعی از برگ‌های برنج توسط لکه‌های بهم پیوسته بلاست، د) بلاست بند (گره) ساقه، س) علائم بیماری بلاست بر روی یقه برگ پرچم برنج (الف، ب و ج از ج. شهبازی، د و س از اینترنت).

بیشترین خسارت بیماری بلاست هنگامی است که گردن خوشه یا خوشه آلوده شود (شکل ۲). روی گردن خوشه، لکه‌های قهوه‌ای‌رنگ در محل بند گردن پدید آمده و پیش‌روی می‌کنند. بلاست گردن می‌تواند دور تا دور گردن و یا بخشی از آنرا در بر گیرد (شکل ۲ الف و ب). در صورتی که دور تا دور گردن را در بر گیرد، گردن خوشه پوسیده شده و خوشه از همین نقطه شکسته و آویزان می‌شود (شکل ۲ د). میزان خسارت بیماری بلاست گردن بستگی به زمان بروز آلودگی دارد. اگر آلودگی بلافاصله پس از ظهور خوشه اتفاق بیافتد، به علت پوسیدگی گردن و قطع جریان شیره غذایی از ساقه به خوشه، دانه‌بندی صورت نمی‌گیرد و خوشه بطور کامل پوک و به رنگ سفید در می‌آید (پاداشت دهکایی و همکاران ۱۳۹۴ الف). در این صورت خوشه شبیه به حالت خوشه سفیدی در خسارت نسل دوم کرم ساقه‌خوار برنج می‌باشد، ولی علائم قهوه‌ای شدن گردن خوشه آن را از خسارت خوشه سفیدی کرم ساقه‌خوار جدا می‌کند (IRRI, 2012). در صورتی که اگر آلودگی دیرتر و پس از مرحله شیری و خمیری شدن دانه ظاهر شود، خسارت وارده کمتر خواهد بود و دانه‌های کمتری پوک می‌شوند، و دانه‌های تولیدی تا حدود زیادی کوچکتر شده و حالت شکنندگی دارند که منجر به افزایش خرد برنج (نیم‌دانه) در مرحله تبدیل شلتوک به برنج سفید می‌شود (IRRI 2012، پاداشت دهکایی و همکاران ۱۳۹۴ الف). بنابراین علاوه بر خسارت کمی، خسارت کیفی نیز ایجاد می‌کند. سنبلیچه‌ها نیز مورد حمله قارچ عامل بیماری

بلاست قرار گرفته و ۴-۵ روز پس از آلودگی، علائم بیماری بلاست ظاهر می‌شود و دانه‌های سنبلیچه را پوک می‌نماید (شکل ج).



شکل ۲- علائم بیماری بلاست برنج الف) بلاست گردن، ب) سفید شدن خوشه در اثر بیماری بلاست گردن خوشه، ج) آلودگی بخشی از خوشه به بیماری بلاست، د) شکستن و آویزان شدن خوشه به دلیل بلاست گردن.
(عکس الف از اینترنت، ب، ج و د از ح. شهبازی)

عامل و چرخه بیماری بلاست برنج

عامل بیماری بلاست برنج *Pyricularia oryzae* (Cook) Sacc (فرم جنسی *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr)، یک قارچ همی‌بیوتروف و هتروتال از شاخه آسکومیکوتا است (شکل ۳). در مناطقی مانند ایران که در بیشتر مناطق فقط یک‌بار در سال برنج کشت می‌شود، قارچ عامل بیماری در بقایای گیاهی و بذور آلوده زمستان‌گذرانی می‌کند و در فصل زراعی بعد با مساعد شدن شرایط محیطی مجدداً سبب آلودگی می‌شود. آلودگی بذر در مواردی که ضدعفونی بذر به درستی انجام شود، اهمیت چندانی ندارد. اما بقایای گیاهی آلوده به عنوان عامل اصلی شروع آلودگی در مزرعه محسوب می‌شوند. قارچ عامل بیماری که زمستان را بصورت میسلیم در بقایای گیاهی سپری کرده، در اواخر خردادماه با مساعد شدن حرارت محیط، کنیدی‌های فراوانی تولید می‌کند که به آسانی از کنیدیوفرها جدا شده، با باد پخش شده و روی برگ‌های جوان گیاه برنج مستقر می‌شوند.

کنیدی‌ها با جذب آب، جوانه زده و با تولید اپرسوریوم^۱ در بافت برگ نفوذ می‌کنند. سه تا چهار روز پس از نفوذ، اولین علائم بیماری آشکار می‌شود (Agrios, 2005; Wilson and Talbot, 2009).

اگر شرایط جهت رشد و تکثیر بیمارگر فراهم باشد سه تا هشت روز پس از ظهور آلودگی، در مرکز خاکستری تا کاهی رنگ لکه‌ها، نقاط سیاه رنگی دیده می‌شود که همان کنیدیوفر و کنیدی‌های قارچ بیمارگر هستند. کنیدی‌ها توسط قطرات باران به گیاهان مجاور و توسط باد به مزارع مجاور و مناطق دورتر منتقل شده (Ou, 1985b; Bonman, 1992) و می‌توانند چرخه بعدی بیماری را آغاز کرده و بیماری را گسترش دهند (پاداشت دهکایی ۱۳۷۸، IRRI 2012; Bonman and Garrity 1992).

بلاست برنج در هر کجا که برنج کشت شده باشد وجود دارد، اما شدت این بیماری بسیار متغیر بوده و بستگی به شرایط آب‌وهوایی و سیستم کشت دارد. محیط‌هایی با دوره‌های شبنم مکرر و طولانی مدت و با هوای خنک در طی روز، برای گسترش بیماری بلاست برنج مطلوب‌تر می‌باشند. این امر به ویژه برای مناطق مرتفع و دیم در نواحی گرمسیری و استوایی، و همچنین مناطق کشت آبی در اکوسیستم‌های معتدل بیشتر دیده می‌شود (پاداشت دهکایی ۱۳۷۸، IRRI 2012).



شکل ۳- کنیدیوفر و کنیدی‌های قارچ عامل بیماری بلاست برنج (عکس از اینترنت)

عوامل مؤثر در گسترش بیماری بلاست برنج

نوع رقم برنج، زمان و تراکم کاشت، عوامل محیطی، شرایط تغذیه‌ای، و شدت بیماری‌زایی قارچ عامل بیماری در ایجاد آلودگی، گسترش و همه گیر شدن بیماری بلاست برنج مؤثر هستند که تاثیر برخی از آنها به شرح زیر است:

¹ appressorium

رقم برنج

معمولاً ارقام محلی مانند هاشمی، طارم محلی، بی‌نام، علی کاظمی، صدری، رضا جو، لاهیجانی جو، سنگ طارم و ... حساس و بیشتر ارقام اصلاح شده مانند شیرودی، سپیدرود، رش و تیساً مقاوم به بیماری بلاست هستند (پاداشت دهکایی ۱۳۷۸، شهبازی ۱۴۰۰، شهبازی و همکاران ۱۴۰۰، پورامیر و همکاران ۱۴۰۰).

زمان و تراکم کاشت

معمولاً در مزارعی که نشاکاری زودتر انجام می‌شود از بیماری بلاست برگ برنج جلوگیری می‌شود اما بدلیل همزمانی مرحله خوشه‌دهی آنها با مرحله پنجه‌زنی و شکم گیاهان در سایر مزارع برنج، بلاست خوشه خسارت‌هایی را وارد می‌سازد. البته این امر به شدت تحت تاثیر شرایط آب و هوایی است. به‌طوری‌که در استان گیلان در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ به دلیل بارش‌های مردادماه، بلاست خوشه خسارت شدیدی را متوجه مزارع متوسط و دیر کشت کرده است. کاشت متراکم نیز با افزایش رطوبت در تاج‌پوشش (کانوپی) گیاه، شرایط را برای گسترش بیماری بلاست برگ برنج مساعد می‌کند (شهبازی ۱۴۰۰، پورامیر و همکاران، ۱۴۰۰).

دما و رطوبت

ایجاد آلودگی و گسترش بیماری بلاست رابطه تنگاتنگی با دما و بخصوص رطوبت دارد. بهترین درجه حرارت جهت جوانه‌زنی اسپورها ۲۵-۲۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت بالای ۹۲ درصد است. افزایش رطوبت به بیش از ۹۳ درصد موجب افزایش اسپورزایی می‌شود و هر چه طول دوره پایداری رطوبت روی برگ بیشتر باشد میزان اسپورزایی و تعداد اسپورهای رها شده افزایش می‌یابد و در نهایت منجر به گسترش بیماری می‌شود (پاداشت دهکایی، ۱۳۸۹).

باد، باران و میزان ابرناکی هوا

نقش باد در گسترش بیماری متفاوت است. آسیب‌های وارده به قسمت‌های سطحی گیاه توسط بادهای شدید به نفوذ قارچ عامل بیماری کمک می‌نماید، از طرف دیگر باد به عنوان محرک تبخیر در گیاه، سیلیسی شدن بافت برگ و تجمع سایر مواد رشدی را در گیاه افزایش داده که باعث افزایش مقاومت گیاه می‌شود. همچنین باد شدید می‌تواند سبب رهاسازی کنیدی‌های قارچ عامل بیماری و گسترش بیماری شود. کاهش میزان نورآفتاب و افزایش میزان ابرناکی هوا در مرحله حساس، به افزایش آلودگی کمک می‌کند. لکه‌های کوچک و فعال در تاریکی و هوای ابری تشکیل می‌شود. باران به پراکنده شدن اسپورهای قارچ عامل بیماری کمک کرده و همچنین سبب افزایش رطوبت در مزرعه می‌شود (پاداشت دهکایی، ۱۳۸۹، IRRI 2012).

نیترژن

کودهایی که سرعت جذب بالایی دارند مانند کودهای نیترژنه اگر یک‌باره به خاک افزوده شوند و یا مصرف خیلی دیر یا در حرارت پایین آنها در مراحل اولیه رشد و یا در خاک‌های ماسه‌ای یا زمین‌های کم عمق، تاثیر بیشتری در توسعه بیماری بلاست برنج دارند (Ou, 1985b; Bonman and Garrity, 1992). مصرف بیش از حد کودهای نیترژنه بدون توجه به میزان نیاز خاک و مقادیر فسفر و پتاسیم مصرف شده، موجب افزایش رشد

رویشی گیاه و به دنبال آن افزایش رطوبت نسبی و رطوبت برگ در تاج پوشش (کانوپی) برنج می شود. افزایش نیتروژن سبب افزایش در جوانه زنی، تشکیل اپرسوریوم و اسپوردهی (کنیدی زایی) قارچ عامل بیماری بلاست در روی گیاه برنج می شود (Ishiguro, 1994; Teng, 1994). شدت بیماری بلاست به میزان عناصر موجود در خاک، شرایط آب و هوایی، زمان و میزان مصرف کودهای نیتروژنه بستگی دارد (پاداشت دهکایی ۱۳۷۸، پاداشت دهکایی ۱۳۸۹، شهبازی ۱۴۰۰).

فسفرو پتاسیم

فسفر معمولاً روی بیماری بلاست تأثیری ندارد ولی در مواقعی که مصرف نیتروژن زیاد باشد، افزایش مصرف فسفر موجب تشدید بیماری بلاست می شود. زمانی که مقدار پتاسیم در برگ گیاه کم است، افزایش مصرف آن در مقاومت گیاه تغییر ایجاد می کند اما این تغییر معنی دار نیست (پاداشت دهکایی ۱۳۸۹).

سیلیس

سیلیس به علت اثر مثبتی که بر روی رشد گیاه برنج دارد یک عنصر ضروری برای آن به شمار می آید (پاداشت دهکایی ۱۳۷۸). افزایش سیلیس سبب افزایش مقاومت گیاه در برابر بیماری ها و برخی آفات می شود. این عنصر سبب افزایش محصول، جلوگیری از سمیت ناشی از آهن و منگنز و تسهیل در جذب فسفر توسط گیاه می شود. سیلیس به صورت منوسیلیسیک (Si(OH)_4) جذب گیاه می شود و به دلیل عدم جابجایی، در بافت های مسن انباشته می شود (Datnoff, 1994). بنابراین برگ های جوان برنج نسبت به برگ های پیر سیلیس کمتری در سلول های خود دارند و نسبت به بیماری بلاست برگ بسیار حساس تر هستند (Datnoff 1994، پاداشت دهکایی ۱۳۷۸). بیش از ۹۰ درصد سیلیس در برنج به صورت سیلیکاژل در اپیدرم سنتز می شود و وجود سیلیس کافی در اپیدرم گیاه برنج، از آن در برابر نفوذ مکانیکی قارچ محافظت می کند. مقدار زیاد آن در گیاه به عنوان یک فاکتور در مکانیسم مقاومت به بیماری بلاست و لکه قهوه ای برنج مطرح است اما همیشه ارقامی که دارای سیلیس زیاد در برگ هستند مقاوم نمی باشند. این موضوع بیانگر آن است که بحث مقاومت خیلی گسترده تر از مکانیزم مقاومت محافظتی است (Ou, 1985b; Gangopadhyay and Padmanabhan, 1987; IRRI, 2012)، پاداشت دهکایی ۱۳۷۸، پاداشت دهکایی ۱۳۸۹).

نژادهای بیمارگر

یکی دیگر از عوامل مهم احتمال بروز بیماری بلاست در ژنوتیپ های مختلف برنج کشت شده در حال حاضر، مربوط به تنوع بیمارگر و اثر متقابل آنها تعیین شده است. سیستم عامل بیماری بلاست برنج یک سیستم مدل پایه برای مطالعات توسط زیست شناسان است. قارچ عامل بیماری بلاست، با تنوع زیاد، موجب جلب توجه در علم ژنتیک بیمارگر و تکامل است. وجود نژادهای فیزیولوژیکی قارچ عامل بیماری (*P. oryzae*) بدین گونه است که واکنش ارقام به قارچ در دشت و در مناطق تپه ای متفاوت است (پاداشت دهکایی ۱۳۸۹).

مدیریت بیماری:

مطالعه دقیق چرخه بیماری بلاست برنج، کمک شایانی در انتخاب استراتژی مدیریت این بیماری می‌کند. برای مثال شدت بیماری بلاست در مرحله رویشی گیاه (بلاست برگ)، به ایجاد آلودگی اولیه (آلوده شدن برگ سالم توسط اسپور بیمارگر) و میزان اسپورزایی (مقدار اسپور تولید شده توسط یک لکه بلاست در طول یک دوره آلودگی) بستگی دارد. کنترل این دو عامل شناخته شده موجب کنترل مؤثر بیماری می‌شود (پاداشت دهکایی ۱۳۸۹، IRRI 2012).

پیش‌آگاهی

جهت پیش‌آگاهی اطلاعات دقیق هواشناسی و استفاده از وسایل هشدار دهنده مانند اسپورتراپ از الزامات می‌باشد. پیش‌آگاهی یک بیماری می‌تواند به زارع کمک کند که در مورد استفاده یا عدم استفاده از روش‌های مدیریت آن بیماری تصمیم‌گیری نماید و در صورت استفاده از روش‌های مدیریتی، زمان کاربرد صحیح آن روش‌ها را تعیین نماید. تحقیقات زیادی به منظور پیش‌آگاهی بیماری بلاست برنج در کشورهای مختلف انجام شده است که در غالب این مطالعات از عواملی مانند خصوصیات گیاه میزبان (رقم برنج)، تعداد اسپورهای شکار شده و فاکتورهای آب‌وهوایی به خصوص رطوبت (متوسط رطوبت نسبی روز یا شب)، طول دوره شب‌نم روی برگ، دما (متوسط دمای روز یا شب)، میزان بارندگی و ساعات آفتابی، متوسط تابش خورشید، مجموع روزهای آفتابی، برای پیش‌آگاهی بیماری استفاده کرده‌اند. در طول مدت رشد گیاه با توجه به متوسط درجه حرارت، رطوبت نسبی هوا و تعداد اسپور قارچ عامل بیماری در هوا می‌توان چگونگی پیشرفت بیماری را مشخص نمود. بروز بیماری بلاست و افزایش میزان آلودگی با بالا رفتن حداکثر رطوبت نسبی هوا (بیش از ۹۰ درصد) همراه است و نکته مهم در این مورد، مجموع ساعات رطوبت نسبی بیش از ۹۰ درصد در طی چند روز متوالی می‌باشد. بالا رفتن رطوبت نسبی هوا موجب افزایش تعداد اسپور در هوا می‌شود. تغییرات درجه حرارت، پیوسته موجب نوسان تعداد اسپور موجود در هوا می‌شود، به‌طوری که با پایین رفتن متوسط درجه حرارت تعداد اسپور بیشتری شمارش می‌شود. تغییرات میزان آلودگی با ابری بودن هوا و بارندگی نیز در ارتباط است. در روزهای قبل از بارندگی و ابری بودن هوا پیشرفت بیماری کند می‌باشد، ولی پس از بارندگی و در صورت کافی بودن میزان اسپور، بر میزان آلودگی بلاست برگ به طور قابل ملاحظه‌ای افزوده می‌شود. به کمک دستگاه اسپورتراپ (شکل ۴) تراکم اسپورهای هوازداد در مزارع به صورت روزانه اندازه‌گیری می‌شود (IRRI, 2012).



شکل ۴. یک نمونه دستگاه اسپورتراپ (عکس از اینترنت)

داده‌های آب‌وهوایی شامل مقدار بارندگی (بر حسب میلی‌متر)، بیشینه و کمینه درجه حرارت روزانه، بیشینه و کمینه رطوبت نسبی روزانه و تعداد ساعات، آفتابی از ایستگاه‌های هواشناسی دریافت می‌شود. سپس ارتباط بین جمعیت اسپورهای شکار شده با فاکتورهای آب‌وهوایی مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد و مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر آب‌وهوایی در جمعیت اسپورهای عامل بیماری بلاست برنج شناسایی و در نهایت پیش‌آگاهی بیماری صورت می‌گیرد (IRRI, 2012).

تعدادی از مدل‌های پیش‌بینی بیماری بلاست برنج مبتنی بر شبیه‌سازی رایانه‌ای طراحی شده و در دسترس هستند که می‌توان به LEAFBLAST (Choi *et al.*, 1988)، EPIBLAST (Kim and Kim, 1993) و EPIBLA (Manibhushanrao and Krishnan, 1991) اشاره کرد.

تهیه رقم‌های مقاوم

با توجه به مشکلات آفت‌کش‌ها، استفاده از ارقام مقاوم به عنوان رویکرد پایدار و دوستدار محیط زیست، بیش از سایر روش‌ها در کنترل بیماری بلاست برنج مورد توجه است (Rijal and Devkota, 2020). ارقام مقاوم برنج احتمالاً از طریق تداخل بین فرایندهای ابتلا به آلودگی و اسپورزایی، ایجاد مقاومت می‌کنند (IRRI, 2012). ژنتیک مولکولی مقاومت در برابر بلاست به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است، پیش از این نزدیک به ۱۰۰ ژن مختلف مقاومت و بیش از ۳۵۰ جایگاه صفت کمی (QTL)^۱ از ۲۳ ژن مقاومت شناسایی شده است (Fukuoka *et al.* 2014; Rijal and Devkota 2020). عموماً در توسعه ارقام برنج، متخصصین اصلاح‌نباتات از مقاومت عمودی و افقی^۲ استفاده می‌کنند. ارقامی که از مقاومت عمودی برخوردارند، مقاومت‌شان به بیماری بلاست توسط یک یا چند ژن اصلی کنترل می‌شود که بادوام نیستند (Hittalmani *et al.*, 2000; Yong-feng *et al.*, 2004)، زیرا نژادهای جدید بیمارگر می‌توانند به سرعت تکامل یافته و بر مقاومت عمودی میزبان غلبه نمایند. مقاومت افقی ترکیبی از ژن‌های مقاومت با طیف، وسیع بوسیله چند ژن است که می‌تواند یک روش

^۱Quantitative trait loci

^۲Horizontal Resistance

امیدبخش به منظور توسعه مقاومت باشد (IRRI, 2012, پاداشت دهکایی ۱۳۸۹). سابقه درخشان موسسه تحقیقات برنج کشور در معرفی رقم‌های مقاوم به بیماری بلاست برنج در سال‌های قبل نشان داده است که ارقام اصلاحی در استان‌های شمالی ایران در صفت مقاومت به این بیماری بسیار پایدار هستند. بیشتر ارقام اصلاح شده مانند شیرودی، فجر، سپیدرود، رش و تیساً مقاوم به بیماری بلاست هستند (پاداشت دهکایی و همکاران ۱۳۹۴ الف، اله‌قلی‌پور ۱۴۰۱، شهبازی و همکاران ۱۴۰۰). در برخی منابع کاشت توأم ارقام متحمل و حساس به صورت نواری و یا مخلوط (IRRI, 2012) نیز توصیه شده است.

مدیریت زراعی

- ضدعفونی بذر

از آنجا که عامل بیماری بلاست برنج می‌تواند در بذور آلوده زمستان‌گذرانی کند، استفاده از بذور سالم و عاری از عامل بیماری (IRRI, 2012) و ضدعفونی بذر پیش از کاشت می‌تواند در مدیریت بیماری موثر باشد. هیچ قارچ‌کشی منحصراً جهت کنترل زادمایه بذرزاد این بیماری ثبت نشده است اما ضدعفونی معمول بذر با یکی از قارچ‌کش‌های ثبت شده جهت ضدعفونی بذر برنج می‌تواند تاثیرگذار باشد (شهبازی ۱۴۰۰، پورامیر و همکاران ۱۴۰۰) (توضیحات در بخش مدیریت بیماری پوسیدگی طوقه برنج).

- زمان کاشت

در مزارعی که زود کاشت هستند بیماری بلاست برگ توسعه کمتری داشته و میزان آن کمتر از مزارع دیر کاشت است، اما در مزارع زود کاشت بدلیل همزمانی مرحله خوشه‌دهی آنها با مرحله پنجه‌زنی و شکم گیاهان در سایر مزارع برنج، در معرض آلودگی بیشتری قرار می‌گیرند و امکان خسارت بیماری بلاست خوشه در آنها بیشتر است (IRRI, 2012, پاداشت دهکایی ۱۳۸۹). از این‌رو توصیه می‌شود در صورت امکان زمان مناسب نشاکاری بر اساس نوع رقم مورد نظر تعیین شود (شهبازی ۱۴۰۰، پورامیر و همکاران ۱۴۰۰).

- تنظیم فاصله کاشت

تراکم بیش از حد سبب افزایش رطوبت در سطح پوشش گیاهی شده که موجب گسترش بیشتر بیماری بلاست برنج می‌شود (IRRI, 2012). بنابراین فاصله مناسب کاشت بر حسب نوع رقم مورد نظر تعیین گردد (شهبازی ۱۴۰۰، پورامیر و همکاران ۱۴۰۰).

- مدیریت تغذیه گیاه

کودهای نیتروژنه به میزان توصیه شده براساس نوع رقم برنج و آزمون خاک (متناسب با کودهای پتاسیم و فسفر)، به صورت پایه (همزمان با نشاکاری) و دست کم دو بار تقسیط، در سطح مزرعه به صورت یکنواخت پخش شود و از انباشت کود در یک منطقه خاص جلوگیری شود (شهبازی ۱۴۰۰، پورامیر و همکاران ۱۴۰۰). کاربرد کودهای سیلیسی (به عنوان مثال، سیلیکات کلسیم)، برای خاک‌هایی که دچار کمبود این عنصر هستند، موجب کاهش شدت بیماری بلاست برنج می‌شود. کاه و کلش ارقام برنج با محتوای سیلیکون بالا، می‌تواند به

عنوان یک منبع ارزان این کود در نظر گرفته شود. برگرداندن بقایای گیاه برنج به خاک می‌تواند بخشی از نیاز کودی سیلیس را تامین کند (IRRI, 2012).

- مدیریت آبیاری و رطوبت خاک

آبیاری با آب سرد سبب افزایش حساسیت گیاه به بیماری بلاست برنج می‌شود. دمای آب آبیاری نباید کمتر از ۱۴-۱۳ درجه سانتی‌گراد باشد (IRRI, 2012). از طرفی حساسیت به بیماری بلاست رابطه معکوسی با میزان رطوبت خاک دارد بنابراین خشک نگهداشتن زمین سبب تشدید بیماری بلاست می‌شود (IRRI, 2012).

- رعایت بهداشت زراعی

جمع‌آوری بقایای گیاهی آلوده و یا زیر خاک کردن آنها با شخم پاییزه، که سبب کاهش میسلیم‌های زمستان‌گذران قارچ و علف‌های هرز خانواده غلات به عنوان میزبان‌های ثانویه آن می‌شود، در مدیریت بیماری بلاست برنج تاثیرگذار است.

کنترل بیولوژیک

کنترل زیستی بیماری بلاست با استفاده از جدایه‌های بومی *Trichoderma* (جوادی و همکاران ۱۳۹۳)، جدایه‌های غیر بیماری‌زای قارچ *P. oryzae* (Ashizawa et al., 2005) و *Exserohilum monoceras* (Tsukamoto et al., 1999) مورد مطالعه قرار گرفته است. برخی قارچ‌های جدا شده از فیلوسفر برنج با القای مقاومت در گیاه برنج مانع از بروز آلودگی بیماری بلاست برنج می‌شوند (Ohtaka et al., 2008). سویه‌هایی از باکتری *Pseudomonas fluorescens* (Karthikeyan and Gnanamanickam, 2008)، *Bacillus polymyxa* (Prabavathy et al., 2006)، *B. licheniformis* (Tendulkar et al., 2007) و *Streptomyces* sp. PM5 فعالیت ضد قارچی داشته و سبب کنترل بیماری بلاست برنج در خزانه و گلخانه شدند. هر چند کنترل زیستی بیماری بلاست برنج نسبت به کاربرد قارچ‌کش‌های شیمیایی، مطلوب، کم هزینه و از نظر زیست محیطی بی‌خطر است اما تا کنون اثربخشی آن‌ها در آزمایش‌های مزرعه‌ای در مقیاس بزرگ و طولانی مدت به اثبات نرسیده است. علاوه بر این، آسیب پذیری عوامل کنترل زیستی در برابر نوسانات محیطی می‌تواند کارایی آنها را به خطر اندازد. در نهایت، عوامل کنترل زیستی امیدبخش باید از نظر تأثیرشان بر بیماری بلاست در فلور بومی ارزیابی شوند و باید مراقب بود که استقرار سویه‌های غیر بیماری‌زای بیمارگرهای قارچی، منجر به جهش در ژن‌های بیماری‌زایی نشود (Skamnioti and Gurr, 2009). در حال حاضر در کشور ما، قارچ‌کش زیستی کانگ‌می® حاوی باکتری *Bacillus subtilis* با فرمولاسیون پودر و تابل، با میزان ۱۸۰ گرم در هکتار برای کنترل بیماری بلاست برنج ثبت و توصیه شده‌است.

کنترل شیمیایی

تحقیقات فراوانی بر روی روش‌های مختلف مدیریت بیماری بلاست برنج در سطح دنیا به‌خصوص در موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج (IRRI) و کشورهای آسیایی برنج خیز مانند ژاپن صورت گرفته است، با این حال هنوز هم بیماری بلاست مهمترین بیماری برنج در سطح جهان بوده و خسارت فراوانی را به این محصول وارد می‌نماید. به همین دلیل قارچ‌کش‌های زیادی جهت کنترل شیمیایی بیماری بلاست برنج معرفی شده‌اند و در سطح وسیعی در مناطق برنج خیز دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند. در ایران نیز در دهه‌های اخیر قارچ‌کش‌های زیادی جهت مدیریت شیمیایی بیماری بلاست مورد بررسی و ثبت قرار گرفته‌اند و برخی از آنها مانند ادیفنوس EC ۵۰٪ (هینوزان) بعد از چندین سال مصرف به علت پر خطر بودن، از لیست آفت‌کش‌های مجاز کشور حذف شدند. لیست قارچ‌کش‌های ثبت شده جهت کنترل بیماری بلاست برنج به شرح جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱- قارچ‌کش‌های ثبت شده جهت کنترل بیماری بلاست برنج

نام عمومی	نام تجاری	فرمولاسیون	مقدار مصرف (در هکتار)
تری‌سیکلازول	بیم	WP 75%	۵۰۰ گرم
کارپروپامید	وین	SC 30%	۴۰۰ میلی‌لیتر
تیوفانات‌متیل+تری‌سیکلازول	ویستا	WP 72.5%	۴۰۰-۵۰۰ گرم
تری‌فلوکسی‌استروبین ^۱ +تیبوکونازول	ناتیوو ^۲	WG 75%	۱۶۰ گرم
تری‌فلوکسی‌استروبین+تیبوکونازول	تیلما	SC 37.5%	۳۲۰ میلی‌لیتر
ایزوپروپرو تیولون	فوجی‌وان	EC 40%	۱/۲۵ لیتر
<i>Bacillus subtilis</i>	کانگ می	WP	۱۸۰ گرم

در کنترل شیمیایی بلاست برنج باید به نکات زیر توجه نمود:

- در صورت کشت ارقام محلی و حساس به بیماری بلاست، با تداوم شرایط مناسب برای توسعه بیماری بر اساس پیش‌بینی هواشناسی شامل دما، بارندگی، رطوبت و ابری بودن، در خزانه به محض مشاهده علائم و در مزرعه در مرحله پنجه‌زنی، در صورت مشاهده لکه‌های اولیه بیماری و مساعد بودن شرایط محیطی، همچنین برای جلوگیری از خسارت بلاست گردن و خوشه، در زمان ظهور ۲۰ درصد خوشه‌ها، می‌توان مزارع برنج را با یکی از قارچ‌کش‌های ثبت شده در کشور برای این بیماری، سمپاشی نمود (شهبازی ۱۴۰۰، پورامیر و همکاران ۱۴۰۰).
- در صورت مهیا بودن شرایط گسترش بیماری، با رعایت تناوب در کاربرد قارچ‌کش‌ها، سمپاشی پس از ۱۰ روز تکرار شود.

^۱trifloxystrobin

^۲Nativo

- در کاربرد قارچ‌کش‌ها در طول یک فصل زراعی تناوب رعایت شود زیرا استفاده مکرر از قارچ‌کش‌ها با مکانیسم عمل مشابه منجر به ظهور جمعیت‌های مقاوم عامل بیماری می‌شود (IRRI, 2012). پاداشت دهکایی (۱۳۸۹).
- بهترین زمان مصرف قارچ‌کش تریسیکل‌ازول و کارپروپامید قبل از شروع آلودگی و یا همزمان با مشاهده اولین علائم آلودگی در مرحله برگ و آغاز ظهور خوشه می‌باشد (IRRI, 2012)، پاداشت دهکایی (۱۳۸۹).
- غوطه‌ور کردن ریشه نشاءهای برنج در محلول قارچ‌کش کارپروپامید به نسبت ۴ میلی‌لیتر در یک لیتر آب به مدت دو الی سه ساعت، گیاه برنج را در مقابل بیماری بلاست برگ به‌طور کامل محافظت می‌نماید به‌طوری که نیازی به سمپاشی در مزرعه در مرحله برگ نمی‌باشد (پاداشت دهکایی ۱۳۸۹).



شکل ۵. غوطه‌ور کردن ریشه نشاءهای برنج در محلول قارچ‌کش کارپروپامید (عکس از اینترنت)

بیماری پوسیدگی طوقه برنج (ژیبرلا)^۱

اهمیت بیماری

بیماری پوسیدگی طوقه یا بیماری باکانه^۲ برنج یک بیماری بذرزاد است که به طور گسترده‌ای در تمام مناطق برنج خیز دنیا شامل آسیا، آفریقا، و شمال آمریکا وجود داشته (Damiconi *et al.*, 1992) و رو به گسترش است. بیماری پوسیدگی طوقه برنج یکی از مهم‌ترین بیماری‌های بذرزاد برنج در مناطق برنج‌کاری سراسر دنیا به خصوص مشرق زمین بوده و در کشور ایران نیز گسترش زیادی دارد. نام این بیماری در کشورهای مختلف متفاوت می‌باشد و به نام‌های پوسیدگی ریشه و بیماری سر سفید^۳ (Saremi *et al.*, 2008)، بیماری سوختگی فوزاریومی^۴، بیماری طویل شدن^۵، فوزاریوز^۶ و ساقه سفید در چین^۷، پالایلاک^۸ (رایزمن^۹) در گویان بریتانیا^{۱۰}، پوسیدگی طوقه^{۱۱} در فیلیپین، اوتوک نا (گیاهچه‌نر)^{۱۲} در ژاپن، باکانه در ایالات متحده آمریکا، آفریقا و استرالیا، پوسیدگی طوقه باکانه در آفریقا و سیلان^{۱۳} و گیاه دیوانه^{۱۴} و پوسیدگی طوقه در هند معروف است (Singh and Sunder, 1997). این بیماری تقریباً در تمام مناطق کشت برنج در جهان از جمله آفریقا، استرالیا، گویان بریتانیا، کامرون، هند، ایتالیا، ساحل عاج، ژاپن، کنیا، نیجریه، سورینام، تانزانیا، تایلند، ترینیداد، اوگاندا، ایالات متحده آمریکا، ونزوئلا، ویتنام، برزیل، سیلان، اندونزی، فیلیپین، مکزیک، چین، مالزی، تایوان، پاکستان، ایران، اسپانیا، بنگلادش، نپال و هند گزارش شده است (Singh and Sunder, 1997). این بیماری اولین بار در سال ۱۸۲۸ از ژاپن گزارش شد و در سال ۱۸۹۸ توسط محقق ژاپنی به نام شتارو هوری^{۱۵} عامل قارچی آن شناسایی شد (Hori, 1898). این بیماری برای اولین بار در ایران در سال ۱۳۴۳ توسط ابراهیم‌نسب از مزارع برنج شهرستان فومن در استان گیلان گزارش شد (ابراهیم‌نسب، ۱۳۴۳). این بیماری علاوه بر استان گیلان از استان‌های مازندران، فارس، زنجان، اصفهان، کهگیلویه و بویراحمد و آذربایجان شرقی نیز گزارش شده است (IRRI, 2014)، پاداشت دهکایی (۱۳۸۹).

این بیماری معمولاً در بسیاری از مناطق آسیای جنوب شرقی دیده می‌شود، اما درصد آلودگی معمولاً اندک است (Singh and Sunder, 2012). با این حال، در شرایط مساعد بسته به نوع رقم گیاهی، ۵۰-۲۰ درصد

¹Rice Foot Rot Disease

²Bakanae

³white head disease

⁴Fusarium blight

⁵elongation disease

⁶Fusariosis

⁷white stalk

⁸palay lalake

⁹man rice

¹⁰British Guiana

¹¹foot rot

¹²otoke nae (male seedling)

¹³Ceylon

¹⁴foolish plant

¹⁵Shotaro Hori

کاهش عملکرد در ژاپن، ۷۰ درصد در استرالیا، ۳/۷-۱۴/۷ درصد در تایلند، ۲۳-۵ درصد در اسپانیا، ۴/۹۵-۳ درصد در هند، ۴۰ درصد در نپال (Singh and Sunder, 1997) و ۵۸-۶/۸ درصد در پاکستان (Yasin et al., 2003) خسارت به محصول برنج وارد می‌سازد. در سال ۱۳۴۳ خسارت این بیماری در استان گیلان ۵-۸ درصد تخمین زده شد (ابراهیم‌نسب، ۱۳۴۳). این بیماری تا پیش از تهیه و ترویج ارقام اصلاح شده حساس، بیماری مهمی به شمار نمی‌رفت اما پس از تهیه و کشت برخی ارقام اصلاح شده نظیر خزر که حساس به این بیماری می‌باشد، با سرعت بیشتری در سطح استان گیلان توسعه و اهمیت پیدا کرد. به‌طوری که میانگین خسارت این بیماری در مزارع استان گیلان در رقم اصلاح شده خزر و رقم محلی بی‌نام به ترتیب ۱۲/۶ و ۵/۵ درصد تعیین شد (پاداشت‌دهکایی، ۱۳۷۲).

علائم بیماری:

بیماری پوسیدگی طوقه یکی از بیماری‌های مهم برنج است که از مرحله جوانه‌زنی، خزانه تا شالیزار روی برنج دیده می‌شود (Ogawa, 1988). این بیماری هم در محصول اصلی و راتون، هم در بستر بذر و هم در مزرعه بروز می‌کند. در بهار با مساعد شدن هوا و کشت بذر همزمان با جوانه‌زدن بذر، قارچ نیز رشد خود را آغاز کرده و به موازات رشد نشاء فعالیت می‌کند. جوانه‌ها و ریشه‌های اولیه در اثر بیماری کم‌کم قهوه‌ای شده، سپس می‌میرند (پاداشت‌دهکایی ۱۳۸۹، Singh and Sunder, 2012; Webster and Gunnell, 1992). گیاهچه‌های آلوده ضعیف، سبز روشن تا زرد و بلندتر از گیاهچه‌های سالم هستند. چنین گیاهچه‌هایی قبل یا بعد از نشاکاری می‌میرند (Singh and Sunder, 2012). نسبت اسید جیبرلیک و اسید فوزاریک عامل تعیین کننده برای افزایش طول گیاه برنج است (Singh, 1974). قارچ عامل بیماری پوسیدگی طوقه برنج در شرایط محیطی اسیدی مقادیر متفاوتی جیبرلین تولید می‌کند که سبب قد کشیدگی در نشاء و بوته‌های برنج در خزانه و مزرعه شده و در نهایت منجر به مرگ آن‌ها می‌شود. در حالی که در شرایط قلیایی بالا این قارچ بیمارگر تولید اسید فوزاریک می‌کند که سبب کوتاهی قد بوته می‌شود (پاداشت‌دهکایی و همکاران ۱۳۹۴ الف). به همین دلیل در برخی مزارع بوته‌های به‌شدت آلوده، کوتاه و کم پنجه هستند (Singh and Sunder, 2012). از آنجا که خاک‌های استان‌های شمالی ایران بیشتر اسیدی هستند، افزایش طول بوته‌ها می‌تواند یکی از راه‌های تشخیص بوته‌های آلوده از سالم در مزارع آلوده باشد.

درخزانه گیاهچه‌های آلوده از گیاهان سالم بلندتر، باریک‌تر و سبز روشن تا زرد رنگ هستند. در قسمت پایینی گیاهان آلوده توده سفید رنگ پنبه‌ای که شامل میسلیم‌های قارچ بیمارگر است، مشاهده می‌شود. گیاهچه‌های آلوده دارای لکه‌هایی روی طوقه هستند و می‌توانند قبل از انتقال گیاهچه به زمین اصلی یا بلافاصله پس از آن سبب مرگ گیاهچه شوند.

در مزرعه نیز گیاهان آلوده ارتفاع بلندتری داشته و چند سانتی‌متر از گیاهان طبیعی بلندتر هستند. ساقه آنها نازک‌تر بوده و دارای برگ‌های سبز روشن تا زرد رنگ هستند. اغلب گیاهان بیمار پنجه‌های کمتری دارند و برگ‌های آنها یکی پس از دیگری خشک و پژمرده می‌شود و در عرض چند هفته می‌میرند (Singh and Sunder, 2012). وجود رشد میسلیم‌های سفید یا صورتی رنگ، ریشه‌های ناخواسته از میانگروه‌های پایینی

(Ou, 1985a) و زوایای بازتر برگ با ساقه (Imura, 1940; Webster and Gunnell, 1992) از دیگر ویژگی‌های تشخیصی بیماری است. در ساقه‌های آلوده، میسلیم سفید مایل به صورتی قارچ بیمارگر مشاهده می‌شود (شکل ۶). ساقه‌های آلوده قهوه‌ای و پوسیده می‌شوند و پنجه‌های آلوده می‌میرند (شکل ۶)، در همین کپه، پنجه‌های سالم می‌توانند باقی بمانند (شکل ۶). اگر گیاهان تا مرحله بلوغ زنده بمانند، بوته‌های آلوده زودتر به خوشه رفته و دانه‌هایی پوک و یا نیمه پر تولید می‌کنند (Singh and Sunder, 2012). باید به این نکته توجه کرد که علائم بسته به میزان آلودگی در مزرعه و تعداد بوته‌های آلوده، رقم برنج، نژاد قارچ عامل بیماری و شرایط محیطی متفاوت است (Webster and Gunnell, 1992; IRRI, 2014; پاداشت دهکایی، ۱۳۸۹).



شکل ۶- الف) علائم بیماری پوسیدگی طوقه در مرحله جوانه‌زنی، ب) ساقه‌های آلوده قهوه‌ای شده و می‌میرند و ساقه‌های سالم باقی می‌مانند، ج) وجود میسلیم سفید مایل به صورتی قارچ بیمارگر در ساقه‌های آلوده، د) تولید ریشه‌های نابجا در گره‌های پایین ساقه، س) افزایش ارتفاع ساقه آلوده (الف، ب و ج از ج. شهبازی، د و س از اینترنت).

عامل و چرخه بیماری

دو گونه *F. Proliferatum* (فرم جنسی *Gibberella fujikuroi*) گونه‌های غالب این بیماری در گیلان و مازندران تشخیص داده شده‌اند. زمستان‌گذرانی این قارچ بیمارگر به صورت اسپور یا میسلیم در بذر و بقایای گیاهی آلوده برنج می‌باشد (پاداشت دهکایی، ۱۳۸۹).

این بیماری یک بیماری تک چرخه‌ای (مونو سیکل) است (Matic *et al.*, 2017) که به هر دو صورت بذرزاد و خاکزاد منتقل می‌شود، اما آلودگی ناشی از بذر از اهمیت بیشتری برخوردار است زیرا جمعیت زادمایه بیمارگر در خاک با گذشت زمان به سرعت کاهش می‌یابد (Singh and Sunder, 2012). در ساقه‌های آلوده یا مرده در مزرعه همزمان با گلدهی و رسیدن برنج، تولید بالای کنیدی (اسپور غیرجنسی) (Ou, 1985a) صورت می‌گیرد. کنیدی‌های هوازاد و آسکوسپورهایی (Sun, 1975) که از مرحله خوشه‌دهی تا برداشت در هوا پخش می‌گردند سبب آلوده‌سازی بذر می‌شوند. بیشترین میزان آزادسازی آسکوسپورها از گیاهان بیمار در هوا در ساعات ۳-۱ بامداد و یا در طول بارندگی در روز صورت می‌گیرد (Yu and Sun, 1976). اسپورها جوانه‌زده، به صورت بین سلولی در کلاله و بساک طی ۴۸ ساعت رشد کرده و سرانجام به تخمدان رسیده و آن را آلوده می‌سازند (Yu and Sun, 1976). قارچ عامل این بیماری علاوه بر بذر، می‌تواند در بقایای آلوده گیاهی به صورت هیف‌های با دیواره ضخیم یا ماکروکنیدیوم دوام آورد ولی در خاک دوره زندگی نسبتاً کوتاهی دارد (Singh and Sunder, 2012). در ابتدای بهار با جوانه‌زنی بذر، قارچ عامل بیماری گیاهچه جوان برنج را از طریق ریشه و طوقه آلوده می‌کند و در بافت‌های آلوده به‌صورت سیستمیک گسترش می‌یابد. این بیمارگر با تولید برخی ترکیبات مانند جیبرلیک اسید سبب اختلال در رشد میزبان می‌شود. هورمون جیبرلین به‌عنوان یک هورمون گیاهی منجر به تنظیم مراحل رشد گیاه شامل جوانه‌زنی بذر، رشد ساقه، تشکیل گل می‌شود. به همین دلیل بوته‌های آلوده بلندتر از بوته‌های سالم دیده می‌شوند (Singh and Sunder, 2012).

عوامل موثر در گسترش بیماری

از عوامل تأثیر گذار در گسترش این بیماری علاوه بر استفاده از بذور ضدعفونی نشده و آلوده به بیماری، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

رطوبت خاک و دما

بیماری در فصل گرما و هنگامی که سطح آب در مزرعه پایین باشد شدیدتر است. در خزانه نیز خاک بسیار مرطوب از رشد بیماری جلوگیری می‌کند، به‌طوری‌که کمترین میزان آلودگی در بسترهای غرقابی مشاهده می‌شود (Stodola, 1958; Singh and Sunder, 2012). گیاهچه‌های بلند و رنگ پریده تنها در شرایط خاک مرطوب رشد می‌کنند در حالی که در خاک خشک رشدشان متوقف می‌شود (Singh and Sunder, 2012). در مزارع آلوده در طول گلدهی، آلودگی دانه در دمای بالا افزایش می‌یابد (Hino and Furuta, 1968; Takeuchi, 1972). pH مناسب برای تولید جیبرلین که سبب طویل شدن بوته‌ها می‌شود، ۴/۳ است. در حالی که pH مناسب برای تولید فوزاریک اسید که باعث کوتاهی می‌شود، ۹ می‌باشد. مقدار این مواد با نوع جدایه قارچ متفاوت بوده، فوزاریک اسید و سایر ترکیبات در حرارت ۳۳ درجه سانتی‌گراد به مقدار زیاد تولید می‌شوند (Webster and Gunnell, 1992، صارمی، ۱۳۸۳).

نوع رقم و تراکم کاشت

در هند شیوع بیماری در ارقام معطر به ویژه محلی در مقایسه با ارقام و هیبریدهای پرمحصول بدون عطر بیشتر گزارش شده است (Singh and Sunder, 2012). اما در ایران این بیماری تا پیش از تهیه و ترویج ارقام حساس، بیماری مهمی به شمار نمی‌رفت اما پس از تهیه و کشت برخی ارقام اصلاح شده مانند خزر که حساس به این بیماری است، با سرعت بیشتری در سطح استان گیلان توسعه و اهمیت پیدا کرد (پاداشت دهکایی، ۱۳۷۲). گسترش بیماری در خزانه رابطه مستقیمی با میزان بذر مصرفی در واحد سطح دارد به‌طوری‌که با افزایش تراکم کاشت بذرها، بیماری با شدت بیشتری مشاهده می‌شود (Ou, 1985a).

کود نیتروژنه

کاربرد بیش از حد کودهای نیتروژنه بدون توجه به نیاز کودی گیاه و میزان پتاسیم و فسفر خاک سبب افزایش رشد قارچ و حساسیت گیاه و تحریک به توسعه بیماری می‌شود (Webster and Gunnell, 1992; Singh and Sunder, 2012).

مدیریت بیماری:

مدیریت زراعی

- رعایت بهداشت زراعی: جمع آوری بقایای گیاهی آلوده و یا زیر خاک کردن آنها می‌تواند سبب کاهش جمعیت زمستان‌گذران قارچ عامل این بیماری در بقایای گیاهی شود.
- عدم کاشت ارقام با حساسیت بالا: در مزارعی که سابقه آلودگی وجود دارد از کشت متوالی ارقام حساس مانند خزر جلوگیری شود و حتما بذور پیش از کشت بر اساس توضیحات ضدعفونی شوند.
- تهیه بذر سالم: در صورت امکان از بذور گواهی شده استفاده شود و یا بذر از مزارع سالم که سابقه آلودگی به بیماری را ندارند، تهیه شود.
- حذف نشاهای آلوده در خزانه و عدم انتقال آنها به زمین اصلی (مزرعه).

سبک و سنگین کردن و ضدعفونی بذر:

سبک و سنگین کردن بذور برنج در محلول آب نمک و به دنبال آن ضدعفونی بذور با قارچ‌کش‌های ثبت شده یک روش معمول و کارآمد برای مدیریت بیماری‌های بذرزاد و پرورش نشای سالم می‌باشد. به این منظور توصیه می‌شود به شرح زیر اقدام شود:

۱. سبک و سنگین کردن بذر: برای جداسازی بذور سالم از بذور نیمه پر، پوک، ضعیف و چروکیده از آب و نمک استفاده می‌شود. به این منظور به ازای هر یک لیتر آب، ۱۶۵ گرم نمک به آن اضافه کرده و بخوبی حل شود. اگر وسایل دقیق جهت اندازه‌گیری حجم آب و میزان نمک در دسترس نبود برای اطمینان از مناسب بودن غلظت نمک می‌توان از یک عدد تخم‌مرغ خام و تازه استفاده کرد. پس از تهیه محلول، تخم‌مرغ را در آن غوطه‌ور نموده، هنگامی که به اندازه یک سکه از تخم‌مرغ بیرون از محلول باشد، غلظت مورد نظر مناسب سبک و سنگین کردن بذور برنج است. بذور را داخل محلول آب نمک ریخته، بذور سالم در ظرف ته‌نشین شده و بذور پوک،

ضعیف و چروکیده در سطح آب شناور می‌شوند. پس از حذف بذور شناور، بذور سالم با آب شیرین شسته و برای جوانه‌دار کردن آماده می‌شوند. سپس بذور به مدت ۲۴ ساعت در آب ولرم با درجه حرارت حدود ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد به حالت غرقاب قرار می‌گیرند. در این مرحله معمولاً هر کیلوگرم بذر در ۱/۵ لیتر آب خیسانده می‌شود.

۲. ضدعفونی بذر: بذور مرحله قبل پس از ۲۴ ساعت از آب خارج و به مدت ۲۴ ساعت در محلول یکی از قارچ‌کش‌های ثبت شده جهت ضدعفونی بذر برنج (جدول ۲) قرار می‌گیرند.

جدول ۲- قارچ‌کش‌های ثبت شده جهت کنترل بیماری پوسیدگی طوقه برنج

نام عمومی	نام تجاری	فرمولاسیون	مقدار مصرف
کاربوکسین تیرام	ویتاواکس تیرام	WP 75%	۲ در هزار
تیوفانات‌متیل تیرام ^۱	همایکت	WP 80%	۳ در هزار
تری‌فلومیزول ^۲	تری‌فمین	EC 15%	۳۳۰ میلی‌لیتر برای ۱۰۰ کیلوگرم بذر
فلودیوکسونیل ^۳	سلسست	FS 2.5%	۲۰۰ میلی‌لیتر برای ۱۰۰ کیلوگرم بذر
اکسید مس	نوردوکس*	WG 75%	۱۳۰ گرم برای ۱۰۰ کیلوگرم بذر

* کاربرد قارچ‌کش نوردوکس[®] به صورت بذر مال می‌باشد از خیساندن بذر در محلول قارچ‌کش پرهیزید.

¹Thioplanate-methyl thiram

²Triflumizole

³Fludioxonil

بیماری سوختگی غلاف برگ برنج (شیت بلایت)^۱

اهمیت بیماری

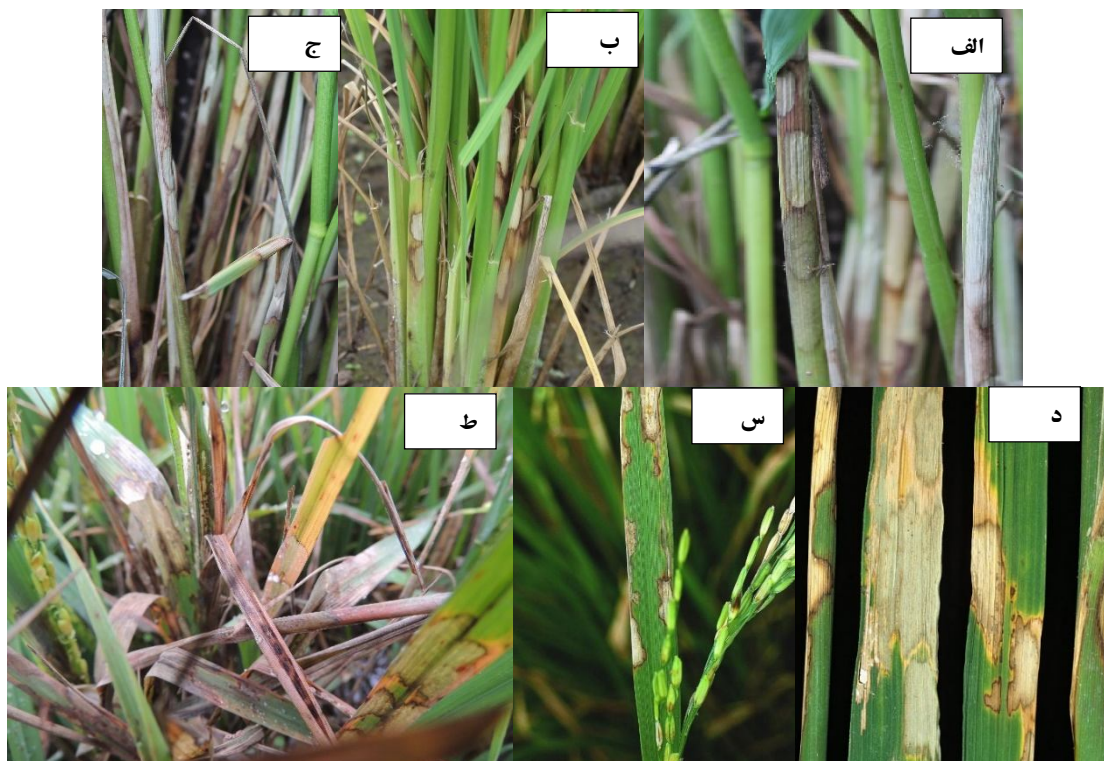
بیماری سوختگی غلاف برگ برنج یا شیت بلایت به عنوان یک بیماری مهم و اقتصادی محسوب شده و مهمترین بیماری برنج پس از بیماری بلاست بیان می‌شود (Webster and Gunnell, 1992; IRRI, 2012). این بیماری برای اولین بار توسط میاک در سال ۱۹۱۰ از ژاپن گزارش شد، در حالی که برای اولین بار توسط یانو در سال ۱۹۰۱ توصیف شد. این بیماری در تمام مناطق تولید برنج رو به گسترش بوده و در کشورهای معتدل، نیمه گرمسیری و گرمسیری رخ می‌دهد، ولی در مناطق پر باران و گرم خسارت بیشتری وارد می‌نماید. بیماری شیت بلایت برنج در ایران در سال ۱۳۶۰ روی ارقام پر محصول در مازندران و سپس در گیلان مشاهده شد. این بیماری علاوه بر سه استان برنج‌خیز شمال کشور، از استان‌های فارس، اصفهان و چهارمحال و بختیاری هم گزارش شده است (پاداشت دهکایی ۱۳۸۹؛ Webster and Gunnell, 1992). این بیماری سبب کاهش قابل توجه عملکرد و کیفیت محصول می‌شود (Lee, 1983; Nagarajkumar *et al.*, 2004). در صورت عدم مبارزه با این بیماری، سبب کاهش ۱۰ تا ۳۰ درصد عملکرد برنج می‌شود (Xue-Wen *et al.*, 2008) و در صورت کشت مداوم ارقام حساس در مزارع آلوده، خسارت آن به ۵۰ درصد نیز می‌رسد (Qingzhong *et al.*, 2001). فقط در چین، حدود ۱۵ تا ۲۰ میلیون هکتار از سطح زیرکشت برنج تحت تأثیر این بیماری قرار می‌گیرد که باعث از دست رفتن ۶ میلیون تن غلات در سال می‌شود (Xue-Wen *et al.*, 2008). کاشت انواع برنج حساس به بیماری شیت بلایت در ایالات متحده آمریکا منجر به کاهش عملکرد حدود ۵۰ درصد در کرت‌های آزمایشی شد (Prasad and Eizenga, 2008; Xue-Wen *et al.*, 2008). در سال ۲۰۰۱ حدود ۵۰ تا ۶۶ درصد از مزارع برنج آرکانزاس آلوده به این بیماری بودند که در نهایت ۵ تا ۱۵ درصد عملکرد این مزارع در اثر بیماری شیت بلایت کاهش یافت (Annou *et al.*, 2005; TAN *et al.*, 2007). به طور کلی از زمان معرفی ارقام پرپنجه، پاکوتاه تا نیمه پاکوتاه و پر محصول و کاربرد سطوح بالای کودهای نیتروژنه در مزارع برنج، خسارت ناشی از این بیماری در مناطق برنج‌کاری افزایش یافته است (Taheri and Tarighi, 2011).

علائم بیماری

علائم بیماری شیت بلایت معمولاً از مرحله پنجه‌زنی تا مرحله شیری شدن دانه در گیاه برنج مشاهده می‌شود. ابتدا بر روی غلاف برگ در محل تماس با سطح آب لکه‌های دایره تا بیضی شکل آب‌سوخته سبز تا خاکستری ظاهر می‌شود (شکل ۷ الف). با توسعه بیماری، مرکز لکه‌ها خاکستری مایل به سفید و حاشیه آنها به رنگ قهوه‌ای دیده می‌شود. این علائم معمولاً به عرض ۰/۵ تا ۱ سانتی‌متر و طول ۱ تا ۳ سانتی‌متر بر روی غلاف برگ برنج قابل مشاهده هستند (شکل ۷ ب). در شرایط مساعد محیطی لکه‌ها به یکدیگر پیوسته و علاوه بر این که سطح وسیعی از غلاف را می‌پوشانند (شکل ۷ ج)، آلودگی به برگ نیز سرایت می‌کند (شکل ۷ د). برگ‌های

^۱ Rice Sheath Blight Disease

آلوده به سرعت خشک شده و از بین می‌روند (شکل ۷ ط). آلودگی پنجه‌های جوان باعث نابودی آنها می‌شود. در اثر این بیماری سطح برگ تاج‌پوشش (کانوپی) به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد که در نهایت سبب کاهش عملکرد محصول می‌شود (Webster and Gunnell, 1992; IRRI, 2014). در ارقام بسیار حساس، آلودگی اولیه به سرعت در گیاه گسترش یافته، ساقه و پنجه گیاهان آلوده ضعیف شده و ممکن است ورس کنند، پس از ظهور خوشه نیز پیشرفت بیماری می‌تواند منجر به آلودگی برگ پرچم شود (شکل ۷ س) (Webster and Gunnell, 1992; IRRI, 2014).



شکل ۷- الف) علائم اولیه بیماری شیت بلایت بر روی غلاف برگ برنج، ب) لکه‌های شیت بلایت برنج با حاشیه قهوه‌ای رنگ و مرکز خاکستری مایل به سفید، ج) پیوستن لکه‌های شیت بلایت برنج به یکدیگر و از بین رفتن سطح وسیعی از غلاف برگ برنج، د) سرایت بیماری سوختگی غلاف برنج (شیت بلایت) به برگ برنج، س) علائم بیماری سوختگی غلاف برنج (شیت بلایت) بر روی غلاف برگ انتهایی (برگ پرچم)، ط) آلودگی شدید به بیماری سوختگی غلاف برنج (شیت بلایت) (عکس الف، ب و ج از ح. شهبازی، د، س و ط از اینترنت).

عامل و چرخه بیماری

بیماری سوختگی غلاف برنج (شیت بلایت) یک بیماری قارچی است که عامل آن *Rhizoctonia solani* AG1-IAKuhn (فرم جنسی *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk) است. قارچ عامل بیماری، خاکزی و

آبزی بوده که به صورت اسکروت (سختینه)^۱ در خاک و میسلیوم در بقایای گیاهی زمستان‌گذرانی می‌کند. اسکروت‌ها در ابتدای تشکیل سفید و پنبه مانند هستند و پس از کامل شدن سفت، محکم و قهوه‌ای تا قهوه‌ای تیره می‌شوند (شکل ۸). اسکروت‌های بیمارگر قادر هستند در خاک در شرایط محیطی نامساعد برای چندین سال زنده بمانند.



شکل ۸- اسکروت‌های جوان (سفید رنگ و پنبه‌ای) و بالغ (قهوه‌ای و سخت) شیت بلایت برنج (عکس راست از اینترنت و عکس چپ از ح. شهبازی)

انتقال بیماری از طریق خاک آلوده، آب آبیاری و جابجایی بافت‌های گیاهی آلوده صورت می‌گیرد. این بیمارگر قادر است به صورت بذرزاد نیز ایجاد بیماری کند. بقایای گیاهی شناور بر روی سطح آب آبیاری به عنوان منبع زادمایه آلودگی بوده و می‌تواند باعث آلودگی غلاف‌های پایین‌تر شوند (Webster and Gunnell, 1992). در شرایط محیطی مناسب اسکروت‌ها جوانه‌زده، تولید میسلیوم می‌کنند. رشته‌های میسلیوم بیمارگر در رطوبت بالا و دمای بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد، غلاف‌های پایینی گیاه برنج را آلوده کرده و بر روی غلاف برگ در محل تماس با سطح آب لکه‌های دایره تا بیضی شکل آب‌سوخته سبز تا خاکستری ظاهر می‌شود. کم‌کم بیماری گسترش یافته، مرکز لکه‌ها خاکستری مایل به سفید با حاشیه قرمز مایل به قهوه‌ای می‌شود و قسمت‌های بالایی گیاه را درگیر می‌کند و منجر به گسترش عمودی بیماری می‌شود. این بیمارگر قادر است از یک پنجه به پنجه دیگر در یک گیاه یا بین گیاهان مجاور به صورت افقی گسترش یابد. در صورت مساعد بودن شرایط محیطی و حساس بودن میزبان، سرعت گسترش رشته‌های میسلیوم و به دنبال آن پیشرفت بیماری بسیار سریع است به طوری که در شرایط مزرعه گسترش افقی بیماری به طور متوسط تا ۲۰ سانتی‌متر در روز برآورد شده است (Savary *et al.*, 1995). گیاهان آلوده معمولاً در یک الگوی دایره‌ای در مزرعه یافت می‌شوند، زیرا قارچ اسپور تولید نمی‌کند و از یک گیاه به گیاه دیگر از طریق میسلیوم منتقل می‌شود (Webster and Gunnell, 1992). زمانیکه لکه‌های بیماری در غلاف به هم متصل شوند، برگ‌ها زرد تا نارنجی شده و در نهایت می‌میرند (Webster and Gunnell, 1992). گسترش افقی بیماری در تمام مراحل رشدی به‌ویژه در زمانی که تراکم بوته‌ها بیشتر

^۱توده فشرده از میسلیوم Sclerotia

است (مرحله حداکثر پنجه‌زنی و ساقه‌دهی) و گسترش عمودی بیماری در مرحله زایشی یا پس از ظهور خوشه‌ها صورت می‌گیرد (شهبازی، ۱۴۰۰). فرم جنسی این قارچ و تولید بازیدیوسپور (اسپور جنسی) بر روی گیاهان میزبان بیمار در طبیعت به ندرت مشاهده می‌شود. اگر چه بازیدیوسپورها با باد پراکنده می‌شوند اما نقش مهمی در شروع بیماری سوختگی غلاف برگ برنج ندارند (Sneh *et al.*, 1991). عامل بیماری سوختگی غلاف برنج، دامنه میزبانی وسیعی دارد و قادر است بسیاری از علف‌های هرز موجود در مزرعه را آلوده کند. این گیاهان آلوده می‌توانند به عنوان کانون آلودگی در سال زراعی بعد عمل کنند (Damicone *et al.*, 1992; Webster and Gunnell, 1992).

عوامل مؤثر در گسترش بیماری

عوامل زیر می‌توانند در گسترش بیماری تأثیر گذار باشند:

رقم برنج و تراکم کاشت

کنترل بیماری سوختگی غلاف برنج به دلیل سطح پایین مقاومت ذاتی ارقام برنج در برابر این بیماری، گستره میزبانی وسیع بیمارگر، توانایی آن برای زنده ماندن طولانی مدت در خاک و تنوع ژنتیکی بالای آن دشوار است (Taheri *et al.*, 2007). اگرچه مقاومت ژنتیکی نسبی در برابر بیماری سوختگی غلاف در برنج گزارش شده است اما هیچ ژن اصلی مسئول مقاومت، یافت نشده است (Kumar *et al.*, 2003). پس نمی‌توان بیماری سوختگی غلاف برنج را به طور مؤثر با اصلاح ارقام برنج کنترل کرد (Taheri and Tarighi, 2011). از طرفی ویژگی‌های ریخت‌شناسی (مورفولوژیکی) کلی گیاه نیز توسعه بیماری را تحت تأثیر قرار می‌دهد و ارقام پابلند نسبت به ارقام نیمه پا کوتاه متحمل‌تر هستند. به‌طوری که توسعه کشت ارقام پاکوتاه و نیمه پاکوتاه و حساس و مصرف بیش از اندازه کود نیتروژنه سبب گسترش بیماری سوختگی غلاف برگ برنج شده است (پاداشت دهکایی و همکاران ۱۳۹۴ الف). در شرایط محیطی مناسب، توسعه بیماری وابسته به خصوصیات گیاه (تراکم گیاه، تعداد پنجه، زاویه و طول برگ) است که می‌توانند تقابل گیاه و بیمارگر را تحت تأثیر قرار دهند (پاداشت دهکایی و همکاران ۱۳۹۴ الف). نتایج یک پژوهش در ایران نشان داد که ارقام خارجی به نام‌های ۸۵ Jasmine، Pecos، Teqing و Tetep مقاوم و رقم خارجی Swarna و ارقام ایرانی موسی طارم، حسن‌سرای، جمشیدجو، خزر، شیرودی، D4 (ارقام محلی و اصلاح‌شده ایرانی) و فوجی‌مینوری حساس به بیماری سوختگی غلاف برنج هستند (Padasht-Dehkaei *et al.*, 2013). کاشت متراکم و کاشت ارقام پرپنجه به سبب حفظ رطوبت در داخل تاج گیاه باعث افزایش بیماری می‌شود (Yellareddygar *et al.*, 2014)، پاداشت دهکایی و همکاران، ۱۳۹۴ الف).

مرحله رشدی گیاه

در مورد حساس‌ترین مرحله رشدی گیاه برنج به بیماری سوختگی غلاف برگ نظرات متناقضی وجود دارد. والدز معتقد است که گیاه برنج در تمام مراحل رشد به ویژه در مرحله رویشی مستعد به آلودگی به *R. solani* است

(Valdez, 1955). در حالی که برخی بر این باور هستند که علائم بیماری سوختگی غلاف برنج معمولاً در شرایط مزرعه تا زمانی که گیاهان به مرحله حداکثر پنجه‌زنی نرسند، ظاهر نمی‌شوند. در مرحله پنجه‌زنی، تاج گیاه گسترده شده، رطوبت بالا در تاج گیاه حفظ می‌شود و در نتیجه به توسعه مطلوب بیماری کمک می‌کند (Ou, 1985b; Rush, 1992). مطالعه‌ای در استان گیلان نشان داد که در بین پنج مرحله مختلف رشد برنج، آلوده‌سازی گیاهان در مراحل پنجه‌دهی و گلدهی منجر به بروز حداکثر شدت بیماری و کاهش عملکرد دانه می‌شود (Khoshkdaman *et al.*, 2021). به طور کلی می‌توان گفت بیماری سوختگی غلاف برگ برنج در مزرعه دارای گسترش افقی و عمودی است. گسترش افقی بیماری در تمام مراحل رشدی به‌ویژه در مرحله حداکثر پنجه‌زنی و ساقه‌دهی یعنی زمانی که تراکم بوته‌ها بیشتر است و گسترش عمودی بیماری در مرحله زایشی یا پس از ظهور خوشه‌ها صورت می‌گیرد (پاداشت دهکایی و همکاران ۱۳۹۴ الف، شهبازی ۱۴۰۰).

زادمایه بیمارگر

گسترش و شدت بیماری به مقدار زادمایه اولیه بیمارگر موجود در خاک (به‌صورت اسکروت) و بقایای گیاهی (به‌صورت اسکروت و میسلیوم) باقی‌مانده در مزرعه بستگی دارد (Yellareddygar *et al.*, 2014). با افزایش تراکم زادمایه بیمارگر (میسلیوم و اسکروت) در مزرعه، بروز و شدت بیماری به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. اگر زادمایه اولیه بیماری به‌صورت اسکروت باشد نسبت به زمانی که زادمایه اولیه به‌صورت میسلیوم است، بیماری سریع‌تر گسترش می‌یابد (Khoshkdaman *et al.*, 2020). اسکروت‌ها می‌توانند در خاک تا دو سال زنده بمانند و در طی آماده‌سازی مزرعه و غرقاب شدن مزرعه، همراه با آب پخش شوند (Webster and Gunnell, 1992; Brooks, 2007). در زمین شالیزار در طول غرقاب دائمی، اسکروت‌ها می‌توانند شناور شده و از طریق آب در داخل مزرعه یا مزارع مجاور حرکت کنند (Yellareddygar *et al.*, 2014).

شرایط محیطی

میزان گسترش بیماری سوختگی غلاف برگ برنج رابطه بسیار نزدیکی با شرایط آب و هوایی دارد. در تمام مراحل رشدی برنج مجموع روزهایی که حداقل دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد است و همچنین مجموع ساعات که دمای هوا بالای ۲۵ درجه سانتی‌گراد است، با میزان توسعه بیماری ارتباط مستقیم دارد (Webster and Gunnell, 1992)، پاداشت دهکایی ۱۳۸۹).

رطوبت نسبی بالا در کانوپی گیاه (۸۵-۱۰۰٪)، درجه حرارت بالا (۲۸-۳۲ درجه سانتی‌گراد) همراه با شرایط غرقاب طولانی مدت برای بروز و گسترش بیماری مناسب است (Webster and Gunnell, 1992; IRRI, 2014). وزش باد و شناور ماندن بقایای گیاهی در آب نیز بر گسترش بیماری تاثیر گذار هستند (Damicone *et al.*, 1992; Webster and Gunnell, 1992; Chowdhury and Sarkar, 2006)، پاداشت دهکایی ۱۳۸۹).

شرایط تغذیه‌ای گیاه

کاربرد بیش از اندازه کودهای نیتروژنه به گسترش بیماری سوختگی غلاف برگ برنج کمک می‌کند (Webster and Gunnell, 1992; IRRI, 2014; Yellareddygar *et al.*, 2014). گیاه برنج تحت تاثیر غلظت‌های بالای نیتروژن، از یک سو تعداد پنجه‌های بیشتری تولید می‌کند و از سوی دیگر دوره سبزی‌نگی آن افزایش یافته و بلوغ گیاه به تاخیر می‌افتد و در نهایت سبب افزایش حساسیت گیاه به عوامل بیماری‌زا و آفات می‌شود. کاربرد بیش از اندازه کودهای نیتروژنه با افزایش تراکم پنجه و حفظ رطوبت در داخل تاج برنج، توسعه و گسترش بیماری سوختگی غلاف برنج را تسهیل می‌کند (Savary *et al.*, 1995; Tang *et al.*, 2007; Yellareddygar *et al.*, 2014). از طرفی با افزایش میزان سیلیس در خاک، تعداد کل لکه‌های بیماری سوختگی غلاف بر روی غلاف برگ برنج در تمام مراحل رشد گیاه کاهش می‌یابد (Rodrigues *et al.*, 2003).

مدیریت بیماری

مدیریت زراعی

ضد عفونی بذر: عامل بیماری سوختگی غلاف برگ برنج می‌تواند به صورت بذرزاد نیز از سالی به سال دیگر انتقال یابد (Mew and Misra, 1994; Mew and Gonzales, 2002). ضد عفونی بذر توسط قارچ‌کش‌های توصیه شده (لیست شده در جدول ۲) می‌تواند سبب از بین رفتن زادمایه اولیه این بیمارگر در بذر شود. اجتناب از کشت ارقام با حساسیت بالا: در حال حاضر هیچ رقم برنج مقاومی به این بیماری در دسترس نمی‌باشد. ارقام پاکوتاه و نیمه پاکوتاه و پرپنجه (مانند شیروودی) نسبت به ارقام پابلند و کم پنجه (مانند ارقام محلی) حساس‌تر هستند. توصیه می‌شود در مناطق آلوده از کشت ارقام پاکوتاه و پرپنجه اجتناب شود (IRRI, 2014). پاداشت دهکایی و همکاران ۱۳۹۴ الف، شهبازی ۱۴۰۰).
رعایت تراکم کاشت: کاشت متراکم شرایط را برای گسترش بیماری مساعد می‌کند. توصیه می‌شود در هنگام کاشت، فاصله مناسب نشاها بسته به نوع رقم برنج (به‌خصوص ارقام پر پنجه) رعایت شود. در صورت کشت ارقام پر پنجه فاصله بین نشاها بیشتر در نظر گرفته شود (شهبازی ۱۴۰۰).
مصرف بهینه کود نیتروژنه: کودهای نیتروژنه براساس نوع رقم برنج و آزمون خاک، به صورت پایه و حداقل دو بار تقسیط، به صورت یکنواخت در مزرعه پخش شوند (شهبازی ۱۴۰۰).
رعایت بهداشت زراعی: حذف بقایا و علف‌های هرز آلوده (به عنوان میزبان عامل بیماری) از داخل مزرعه و اطراف آن، شخم بقایای گیاهی و غرقاب نمودن مزارع پس از برداشت می‌تواند در کاهش زادمایه اولیه بیمارگر موثر باشد (پاداشت دهکایی و همکاران ۱۳۹۴ الف، شهبازی ۱۴۰۰).
آیش گذاشتن و دیسک‌زدن زمین برای کنترل رشد علف‌هرز، موجب کاهش عامل بیماری در خاک می‌شود. کنترل مناسب علف‌های هرز بخصوص در حاشیه مزارع و کانال‌های آبیاری، زهکشی مناسب شالیزارها می‌تواند در

مدیریت بیماری تاثیر گذار باشد. این بیمارگر دامنه وسیع میزبانی دارد و تناوب با سویا سبب افزایش زادمایه اولیه بیمارگر در خاک می شود (IRRI, 2014، پاداشت دهکایی و همکاران ۱۳۹۴ الف).

مدیریت شیمیایی

زمانی که ۲۰٪ بوته های برنج در مرحله شکم آلوده به بیماری پوسیدگی غلاف برگ باشند سمپاشی با یکی از قارچ کش های ثبت شده در کشور برای این بیماری، توصیه می شود. لیست قارچ کش های ثبت شده در کشور برای کنترل بیماری سوختگی غلاف برگ برنج، به شرح جدول ۳ می باشد.

جدول ۳- قارچ کش های ثبت شده جهت کنترل بیماری سوختگی غلاف برگ برنج

نام عمومی	نام تجاری	فرمولاسیون	مقدار مصرف
ایپرودیون + کاربندازیم	رورال تی اس	WP 52.5%	یک کیلوگرم در هکتار
پروپیکونازول	تیلت	EC 25%	یک لیتر در هکتار
تریفلوکسی استروبین + تبوکونازول	ناتیوو	WP 75%	۱۶۰ گرم در هکتار
تیفلوزامید	آچمز	SC 24%	۳۰۰ میلی لیتر در هکتار

در صورت مهیا بودن شرایط گسترش بیماری، با رعایت تناوب در کاربرد قارچ کش ها، سمپاشی ۱۵-۱۰ روز بعد تکرار شود.

بیماری لکه‌قهوه‌ای برنج^۱

اهمیت بیماری

بیماری لکه‌قهوه‌ای برنج از مهمترین بیماری‌های قارچی بذرزاد برنج است و در تمام مناطق برنج‌خیز دنیا شایع است. اغلب رقم‌های برنجی که در دنیا کشت می‌شوند به این بیمارگر حساس می‌باشند (Ou, 1985b; Webster and Gunnell, 1992). بیماری لکه‌قهوه‌ای به دلیل بذرزاد بودن، در خزانه از بذور آلوده، به نشاها حمله می‌کند و سبب از بین رفتن آنها می‌شود. در مزرعه نیز از ابتدای کاشت تا زمان برداشت، در تمام مراحل رشد گیاه برنج را مورد حمله قرار می‌دهد (Ou, 1985b). بیماری لکه‌قهوه‌ای یکی از مخرب‌ترین بیماری‌ها است که منجر به کاهش شدید عملکرد در سطح جهانی می‌شود (Arshad *et al.*, 2008). میزان خسارت این بیماری در کشور های مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی گوناگون، متفاوت می‌باشد. این بیماری، عامل قحطی تاریخی بنگال در سال ۱۹۴۳ بود که با کاهش ۵۰ تا ۹۰ درصدی محصول، منجر به مرگ نزدیک به ۳ میلیون نفر شد (Padmanabhan, 1973). در ژاپن، قارچ عامل بیماری لکه‌قهوه‌ای به عنوان یکی از عوامل اصلی سوختگی نشا در جعبه‌های نشا و سوختگی خوشه در نظر گرفته می‌شود (Ou, 1985b). این بیماری در مناطقی که کمبود آب داشته و یا خاک‌هایی با کمبود عناصر غذایی به ویژه سطح نیتروژن پایین، شدیدتر است (Barnwal *et al.*, 2013). این بیماری سبب کاهش کمی و کیفی عملکرد دانه می‌شود (Savary *et al.*, 2000). این بیماری به طور گسترده در سراسر مناطق کشت برنج رخ می‌دهد و سبب کاهش شدید عملکرد در کنار بیماری بلاست می‌شود (Sharma and Bambawale, 2008). اگر اقدامات کنترلی به موقع صورت نگیرد این بیماری سبب افت عملکرد ۱۸/۷۵ تا ۲۲/۵ درصدی محصول می‌شود (Kamal and Mia, 2009). در آمریکا نیز خسارت قارچ عامل بیماری لکه‌قهوه‌ای روی برنج وحشی در مراحل طولیل شدن میانگره‌ها تا بلوغ بذور تا ۷۴٪ نیز گزارش شده است (Johnson and Percich, 1992). بیماری لکه‌قهوه‌ای به طور گسترده در سراسر شبه قاره هند رخ می‌دهد (Reddy *et al.*, 2011) اما شواهد نشان می‌دهد که شدت بیماری در مناطق مستعد خشکسالی، شدیدتر است (Savary *et al.*, 2005).

در سال ۱۹۵۶ این بیماری برای اولین بار توسط پتراک از ایران گزارش شد و سپس در سال ۱۹۶۶ توسط شریف و ارشاد از نواحی ساحلی دریای خزر گزارش شد (Ershad, 1995). این بیماری در تمام مناطق کشت برنج کشور به‌ویژه در استان‌های شمالی (استان‌های گیلان، مازندران و گلستان)، اصفهان، چهارمحال و بختیاری، آذربایجان شرقی و زنجان وجود دارد (پاداشت دهکایی ۱۳۸۹).

علائم بیماری

این بیماری از مرحله گیاهچه تا خوشه‌دهی به گیاه برنج حمله می‌کند. علائم بارز این بیماری بر روی برگ‌ها دیده می‌شود. ولی علاوه بر آن علائم بر روی غلاف برگ، خوشه‌ها، گردن خوشه و بذر نیز دیده می‌شود. علائم بر

¹ Rice Brown Spot Disease

روی برگ به صورت لکه‌های گرد تا بیضی شکل می‌باشد که به صورت یکنواخت در سطح برگ پراکنده شده‌اند. لکه‌های جوان گرد و کوچک، به قطر ۰/۱ تا ۰/۵ سانتی‌متر و به رنگ قرمز تا قهوه‌ای تیره هستند. علائم این بیماری بر روی گیاهچه‌های متراکم در خزانه‌هایی که از تغذیه مناسبی برخوردار نیستند، به وضوح قابل مشاهده می‌باشد. در صورت برطرف نشدن کمبود مواد غذایی، لکه‌ها به حدی افزایش می‌یابند که سبب زردی و سوختگی برگ‌ها می‌شوند. در نشاهای جوان، قارچ عامل بیماری لکه‌های قهوه‌ای، گرد و کوچک تولید می‌کند. نشا آلوده از رشد باز مانده و یا از بین می‌رود. به‌طوری‌که اغلب خزانه آسیب دیده را می‌توان از راه دور با ظاهر سوخته به دلیل مرگ گیاهچه (نشا) تشخیص داد. در مزرعه بر روی برگ‌های مسن‌تر، قارچ عامل بیماری تولید لکه‌های بیضی شکل به رنگ قهوه‌ای روشن با مرکز خاکستری می‌کند که توسط یک حاشیه قهوه‌ای زرد رنگ احاطه شده است (شکل ۹). در ارقام به نسبت حساس، لکه‌ها به طول ۴-۱ میلی‌متر و در ارقام حساس و بسیار حساس، لکه‌ها به طول ۱۴-۵ میلی‌متر، می‌رسد. در ارقام مقاوم، قارچ عامل بیماری لکه‌های کم‌رنگ کوچک ایجاد می‌نماید (Webster and Gunnell, 1992; IRRI, 2014; Sunder *et al.*, 2014)، پاداشت دهکایی، ۱۳۸۹).



شکل ۹. نمونه‌هایی از برگ‌های برنج آلوده به بیماری لکه‌قهوه‌ای (عکس از ج. شهبازی)

در آلودگی‌های شدید، لکه‌های موجود بر روی برگ به یکدیگر پیوسته، سطح وسیعی از برگ را در بر گرفته و سبب از بین رفتن آن می‌شوند. اگر در مرحله زایشی گیاه شرایط آب و هوایی و تغذیه‌ای برای عامل بیماری

مساعد باشد، این بیمارگر با حمله به گردن خوشه منجر به بروز لکه قهوه‌ای بر روی آن و پوسیدگی گردن و محور خوشه می‌شود. این قارچ بیمارگر قادر است پوشینه‌های بذر^۱ را نیز آلوده و سبب ایجاد نقاط بیضی‌شکل قهوه‌ای تیره متمایل به سیاه، و آلوده شدن دانه‌ها و سیاهی آنها شود. بیماری لکه‌قهوه‌ای برنج سبب کاهش تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه نسبت به خوشه‌های سالم می‌شود (Webster and Gunnell 1992; IRRI, 2014، پاداشت دهکایی، ۱۳۸۹).

عامل و چرخه بیماری

عامل بیماری لکه‌قهوه‌ای برنج قارچ *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker می‌باشد. این بیماری بیشتر اوقات در طبیعت از طریق بذر منتقل می‌شود (Padmanabhan, 1949; Chattopadhyay, 1951) و در دو مرحله بیماری ظاهر می‌شود: الف) آلودگی اولیه در مرحله گیاهچه در خزانه و ب) آلودگی ثانویه پس از نشاکاری در مزرعه در مرحله پنجه‌زنی و مراحل بعدی رشد (Sreenivasaprasad *et al.*, 2001). در سال ۱۹۵۳ گزارش شد که عامل بیماری لکه‌قهوه‌ای برنج فقط در بذر زنده می‌ماند (Padmanabhan, 1953). تحقیقات بعدی نشان داد این قارچ بیمارگر در بقایای گیاهی آلوده در مزرعه نیز زنده می‌ماند (Chattopadhyay and Chakrabarti, 1954).

قارچ عامل بیماری لکه‌قهوه‌ای برنج در قسمت‌های آلوده گیاه از جمله کاه و کلش و بقایای گیاهی به مدت ۲ تا ۳ سال زنده می‌ماند و به عنوان منبع زادمایه اولیه بیمارگر عمل می‌کند (Ou, 1985b). برخی علف‌های هرز خانواده گرامینه که میزبان این بیمارگر هستند نیز به عنوان منبع زادمایه اولیه بیمارگر گزارش شده‌اند (Biswas *et al.*, 2008). در ابتدای فصل، عفونت اولیه معمولاً توسط بذر آلوده آغاز می‌شود (Bernaux, 1981; Sharma and Maheshwari, 1982; Damicone *et al.*, 1992) که به صورت لکه‌های نکروزه روی کلئوپتیل و غلاف برگ‌های اولیه گیاهچه برنج ظاهر می‌شود. در لکه‌های اولیه اسپوره‌های قارچ تولید شده، در هوا پراکنده و سبب بروز عفونت ثانویه و ایجاد لکه‌های بعدی روی برگ‌ها می‌شوند (Ou, 1985b). آلودگی می‌تواند بین درجه حرارت ۱۶ و ۳۶ درجه سانتی‌گراد رخ دهد؛ اما درجه حرارت مطلوب بین ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (Webster and Gunnell, 1992; IRRI, 2014)، پاداشت دهکایی، ۱۳۸۹). عواملی مانند سن گیاه، عناصر غذایی خاک و میزان کوددهی، روش کاشت، زمان کاشت، دما، نور و رطوبت در ایجاد بیماری مؤثر، است. در مراحل اولیه رشد گیاه برنج، فقط لکه‌های کوچک بر روی برگ ایجاد می‌شود اما پس از تشکیل خوشه، لکه‌های بزرگ ایجاد می‌شود. گیاه برنج در مراحل خمیری و بلوغ نسبت به این بیماری حساس‌تر است (Ou, 1985b; Jha, 2001)، اما دانه برنج در مراحل گلدهی و شیری نسبت به مراحل خمیر نرم یا بلوغ حساس‌تر می‌باشد.

¹glumes

(Ou, 1985b). در شرایطی که گیاه تحت تاثیر کمبود دو عنصر N یا K قرار دارد، شدت بیماری لکه‌قهوه‌ای افزایش می‌یابد (Sunder *et al.*, 2014).

عوامل موثر در گسترش بیماری

شرایط محیطی

مطالعه شرایط آب‌وهوایی که سبب همه‌گیر شدن بیماری لکه‌قهوه‌ای در بنگال در سال ۱۹۴۲ شد، نشان داد که این بیماری با بارش بیش از نرمال، رطوبت بالا، دوره‌های طولانی آب‌وهوای ابری و دمای بالاتر از حد متوسط در طول گلدهی رابطه مستقیم دارد (Webster and Gunnell, 1992). برگ میزبان باید برای ۸ تا ۲۴ ساعت مرطوب بماند تا قارچ عامل بیماری لکه‌قهوه‌ای نفوذ کند (Luo, 1996). اگر چه برای نفوذ در سطح گیاهان و ایجاد آلودگی و انتشار بیماری آب مورد نیاز است، اما در شرایطی که آب وجود نداشته باشد ولی رطوبت نسبی بالا (حدود ۸۹ درصد) باشد، آلودگی ایجاد می‌شود. از طرفی تنش آبی سبب افزایش حساسیت برنج به بیماری لکه‌قهوه‌ای می‌شود (Webster and Gunnell, 1992; Dariush *et al.*, 2020a). پاداشت دهکایی (۱۳۸۹).

شرایط تغذیه‌ای

بیماری لکه‌قهوه‌ای بیشتر در برنج‌هایی که در خاک با کمبود مواد مغذی مانند پتاسیم، منگنز، منیزیم، سیلیس، آهن و کلسیم رشد کرده‌اند، دیده می‌شود. گزارش شده است هر دو سطح بالا و پایین نیتروژن باعث افزایش حساسیت گیاه برنج به لکه‌قهوه‌ای می‌شود. هر چند برخی محققان معتقدند که کاهش عملکرد در ارتباط با این بیماری عمدتاً بدلیل کمبود مواد مغذی است که گیاه برنج را به این بیماری مستعد نموده است و خود بیماری تأثیر چندانی در کاهش عملکرد ندارد (پاداشت دهکایی، ۱۳۸۹؛ IRRI, 2014; Webster and Gunnell, 1992)، اما به‌طور کلی می‌توان گفت بیماری لکه‌قهوه‌ای برنج بیشتر در خاک‌هایی با pH بالا، مواد آلی کم و سطوح پایین نیتروژن، منگنز، سیلیس و آهن در دسترس و ظرفیت تبادل کاتیونی پایین رخ می‌دهد (Wang *et al.*, 1979; Kauraw and Samantaray, 1982; Holanda *et al.*, 2002; Sunder *et al.*, 2014).

ژنوتیپ میزبان

مقاومت ذاتی یا القایی گیاهان میزبان به عنوان ابزاری مقرون به صرفه، کارآمد و سازگار با محیط زیست برای مقاومت در برابر بیماری لکه‌قهوه‌ای برنج در نظر گرفته می‌شود (Roy *et al.*, 2021). هیچ ژن اصلی برای ایجاد مصونیت در برابر بیماری لکه‌قهوه‌ای برنج یافت نشده است (Sato *et al.*, 2008) اما QTL‌های بسیاری گزارش شده‌اند که ایمنی در برابر بیماری لکه‌قهوه‌ای برنج را بدنبال دارند. جایگاه صفات کمی (QTL) حاکم بر مقاومت در سال ۲۰۱۶ توسط Mizobuchi و همکاران بررسی شد و یک رقم ایندیکا بومی هند به نام CH45، سطح

بالایی از مقاومت جزئی را نشان داد (Mizobuchi *et al.*, 2016). برخی ارقام مانند تادوکان^۱ و تتپ^۲، IR64، IR50، یوزن^۳ و تکینگ^۴ نیز نسبتاً مقاوم گزارش شدند (Sato *et al.*, 2008, 2015; Satija *et al.*, 2005; Mizobuchi *et al.*, 2016). در مطالعه‌ای که در سال ۱۳۹۶-۱۳۹۷ بر روی برخی ژنوتیپ‌های برنج در ایران صورت گرفت، ۱۳ ژنوتیپ غریب سیاه ریحانی، قشنگه، گرده^۵، شاهپسند، ندا، سنگ طارم، حسنی، دشت، گهر، کانتو ۵۱، خزر، کوهسار و محمدی چپرسر، مقاومت به بیماری لکه‌قهوه‌ای را در هر دو شرایط تنش آبی و آبیاری معمول در مرحله گیاهچه نشان دادند (Dariush *et al.*, 2020b). منبع ژن مقاومت به بیماری لکه‌قهوه‌ای در برخی ارقام آسیایی و آفریقایی برنج یافت شده است و می‌توان از آنها به عنوان والدین در برنامه‌های اصلاحی برای توسعه ارقام برنج مقاوم به این بیماری استفاده کرد (Nneke, 2012; Yaqoob, 2012). اما باید به این نکته توجه کرد که تفاوت در سطح حساسیت ارقام و توسعه نژادهای جدید بیمارگر محدودیت شدیدی در اصلاح ارقام متحمل ایجاد می‌کند (Kamal and Mia, 2009).

مدیریت بیماری

مدیریت تغذیه گیاه

میزان مواد مغذی در اختیار گیاه و فرار از تنش غذایی، نقش بسیار مهمی در مدیریت بیماری لکه‌قهوه‌ای برنج ایفا می‌کند (Huber and Wilhelm, 1988). با افزایش یا کاهش مصرف کود، توسعه بیماری نیز تغییر می‌کند (Walters and Bingham, 2007). تغذیه متعادل بهترین رویکرد برای کاهش بروز بسیاری از بیماری‌ها، به ویژه بیماری لکه قهوه‌ای برنج است (Carvalho *et al.*, 2010). به این منظور توصیه می‌شود پیش از کشت برنج، آزمون خاک صورت گرفته و بر اساس نیاز کودی خاک و نوع رقم برنج، تغذیه مناسب خاک و مزرعه صورت گیرد و هر گونه اختلال غذایی خاک برطرف شود.

مدیریت آبیاری و رطوبت خاک

از آنجا که کمبود آب در مرحله گیاهچه سبب افزایش شدت بیماری در ژنوتیپ‌های مختلف برنج می‌شود (Dariush *et al.*, 2020a). در صورت امکان از هرگونه تنش آبی در مزرعه جلوگیری شود.

جلوگیری از کشت ارقام با حساسیت بالا

همانطور که نتایج تحقیقات قبلی نشان داد، ارقام مختلف برنج ایرانی، حساسیت متفاوتی به بیماری لکه‌قهوه‌ای دارند (Dariush *et al.*, 2020a, 2020b). به این منظور توصیه می‌شود در صورت پیش‌بینی تنش آبی (عدم وجود منبع آبی مطمئن) و دمای بالا در طول فصل زراعی، از کشت ارقام با حساسیت بالا جلوگیری شود.

¹Tadukan

²Tetep

³Usen

⁴Teqing

⁵Gerdeh

کنترل شیمیایی:

ضدعفونی بذر

از آنجا که بیماری لکه‌قهوه‌ای یک بیماری بذرزاد است، استفاده از بذور سالم و عاری از عامل بیماری و ضدعفونی بذر پیش از کاشت می‌تواند در مدیریت این بیماری در خزانه و جلوگیری از انتقال آن به مزرعه موثر باشد (Webster and Gunnell, 1992; Sreenivasaprasad *et al.*, 2001). پاداشت ده‌کایی، ۱۳۸۹). به این منظور می‌توان ضدعفونی بذر برنج را با قارچ‌کش کاربوکسین تیرام WP 75% (با نام تجاری ویتاواکس تیرام) که به میزان ۲ در هزار برای این بیماری ثبت شده (بر اساس توضیحات ضدعفونی بذر برنج در بخش مدیریت بیماری پوسیدگی طوقه برنج) انجام داد.

بیماری سیاهک دروغی^۱ برنج

اهمیت بیماری

بیماری سیاهک دروغی برنج که با نام‌های سیاهک کاذب و سیاهک سبز هم شناخته می‌شود (Webster and Gunnell, 1992). در تمام مناطق گرمسیری برنج کاری آسیا و در کشورهای ایتالیا، استرالیا، کاستاریکا، جمهوری دومینیکن، پاناما، مکزیک، آمریکای جنوبی و ایالات متحده آمریکا یافت می‌شود. این بیماری به طور کلی یک بیماری جزئی بوده و زیاد مهم محسوب نمی‌شود. اما در کشورهای هند، برمه، پرو و فیلیپین همه‌گیری آن گزارش شده است. این بیماری اولین بار در دهه ۱۸۷۰ از هند گزارش شد (Cooke, 1878; Tanaka *et al.*, 2008). این بیماری اولین بار در سال ۱۹۹۷ در آرکانزاس، بزرگترین ایالت تولید کننده برنج در ایالات متحده آمریکا، ثبت شد (Cartwright *et al.*, 1998).

در ایران بیماری سیاهک دروغی برنج برای اولین بار در سال ۱۳۷۶ در شهرستان بابل روی ارقام نعمت، ندا و خزر، و سپس در سال ۱۳۷۷ در مزارع برنج شهرستان آمل مشاهده شد (ایزدیار و همکاران، ۱۳۷۷). در استان گیلان بیماری سیاهک دروغی برنج برای اولین بار توسط پاداشت دهکایی در سال ۱۳۸۳ از مزارع شهرستان صومعه‌سرا گزارش شد (پاداشت دهکایی، ۱۳۸۹). بیماری سیاهک دروغی برنج زمانی به عنوان یک بیماری جزئی با وقوع پراکنده در مناطق برنج‌کاری طبقه‌بندی می‌شد اما به دلیل کاشت گسترده ارقام و هیبریدهای پرمحصول، استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی و تغییر شرایط اقلیمی جهانی و منطقه‌ای، به یکی از مخرب‌ترین بیماری‌های غلات در بیشتر مناطق برنج‌کاری دنیا تبدیل شده است (Rush *et al.*, 2000; Brooks *et al.*, 2010; Singh and Pophaly, 2010; Guo *et al.*, 2012; Ladhalakshmi *et al.*, 2012; Jecmen and TeBeest, 2015). این بیماری نه تنها با کاهش عملکرد کمی و کیفی دانه سبب بروز خسارت می‌شود، بلکه با تولید مایکوتوکسین در گیاهان آلوده سبب آلودگی دانه‌های برنج و کاه گیاهان به این مواد سمی شده و به عنوان یک تهدید برای سلامتی انسان و حیوانات مطرح است. قارچ عامل بیماری سیاهک دروغی برنج قادر به تولید مایکوتوکسین‌های اوستیلوکسین‌ها^۲ و اوستیلاژینوئیدین‌ها^۳ می‌باشد (Koiso *et al.*, 1994; Nakamura *et al.*, 1994; Zhou *et al.*, 2012; Lu *et al.*, 2015; Wang *et al.*, 2016, 2017, 2019; Sun *et al.*, 2017). این مایکوتوکسین‌ها برای انسان و حیوانات به شدت خطرناک است. به عنوان مثال، اوستیلوکسین A بازدارنده‌ی تجمع میکروتوبول‌ها و تشکیل اسکلت سلول‌های یوکاریوتی است و در موش‌های مورد آزمایش سبب آسیب به کلیه و کبد شد (Ludueña *et al.*, 1994; Nakamura *et al.*, 1994).

¹ False Smut

²Ustiloxins

³Ustilaginoidins

علائم بیماری

علائم این بیماری پس از گلدهی گیاه برنج و پس از آنکه سنبلیچه‌ها توسط قارچ پوشیده شدند، مشاهده می‌شود. دانه‌های آلوده تبدیل به توده (توپ) اسپور مایل به زرد می‌شوند که با گذشت زمان به رنگ نارنجی مایل به زرد، سپس سبز تا سبز تیره و در زمان بلوغ به سبز مایل به سیاه رنگ تبدیل می‌شود (شکل ۱۰) (Atia, 2004). توپ‌های اسپور مخملی شکل، ابتدا کوچک هستند سپس رشد کرده (به قطر ۱ سانتی‌متر یا بیشتر) و میان گلوم‌ها پشت سر هم قرار می‌گیرند. سیاهک دروغی برنج از طریق جایگزینی جزئی یا کامل دانه‌ها با توده اسپور خود، تأثیر مستقیمی بر عملکرد و کیفیت دانه می‌گذارد (Webster and Gunnell, 1992). در مرکز توپ اسپور، یک اسکروت سیاه، نامنظم و سخت توسعه می‌یابد (Webster and Gunnell, 1992). توپ‌های اسپور سیاهک دروغی برنج توسط یک غشا پوشیده می‌شوند. زمانی که این غشا باز شود اسپورهای پودری سبز تیره که به کلامیدوسپور معروف هستند، خارج می‌شود (شکل ۱۱) (Atia, 2004). به‌طور کلی در یک خوشه تنها چند دانه از خوشه مبتلا به سیاهک دروغی می‌باشند و معمولاً دانه‌های مجاور به توپ سیاهک، عقیم هستند (Webster and Gunnell, 1992; Dhua et al., 2015) که سبب کاهش قابل توجه عملکرد می‌شوند (Dhua et al., 2015).



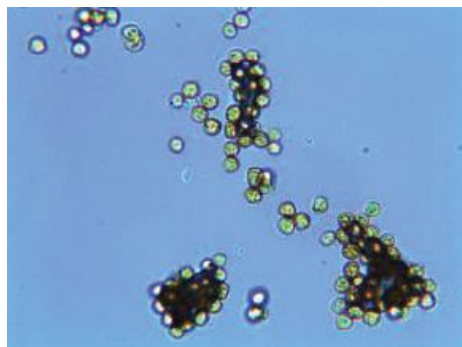
شکل ۱۰. توپ اسپور قارچ سیاهک دروغی برنج قرار گرفته در خوشه برنج (عکس از اینترنت)



شکل ۱۱. توپ اسپور قارچ عامل بیماری سیاهک دروغی برنج با غشاء ترک خورده (عکس از اینترنت)

عامل و چرخه بیماری

عامل بیماری سیاهک دروغی قارچ *Ustilaginoidea virens* (Cooke) Takah. است. این قارچ بیمارگر در چرخه زندگی خود تولید کلامیدوسپورها و اسکروت می‌کند. کلامیدوسپورها که دیواره ضخیم دارند تا ۴ ماه و اسکروت‌ها مدت طولانی‌تری می‌توانند در مزرعه زنده مانده و زمستان‌گذرانی کنند (Biswas, 2001a). کلامیدوسپورها (اسپورهای غیر جنسی یا کنیدی) کروی تا بیضی شکل می‌باشند. آنها در اوایل رنگ پریده و تقریباً صاف، و در زمان بالغ شدن سبز زیتونی و دارای زگیل به ابعاد $4/6 \times 3/5$ میکرومتر هستند (تصویر ۱۲) (Webster and Gunnell, 1992). در شرایط مساعد محیطی اسکروت‌ها در سطح یا زیر خاک جوانه زده و اجسام بارده جنسی بنام آسکوکارپ را تشکیل می‌دهند. در آسکوکارپ اسپورهای جنسی به نام آسکوسپور تولید می‌شود که به آلودگی‌های اولیه کمک می‌کنند (Singh and Dubey, 1984). برخی از گونه‌های علف‌های هرز در مزرعه برنج نیز ممکن است به عنوان میزبان ثانویه بیمارگر عمل کنند که در این صورت می‌توانند منبع مهم زادمایه بیمارگر از یک فصل زراعی، به فصل زراعی آتی باشند. نتایج قبلی حاکی از آن بود که قارچ هم از طریق بذر و هم از خاک منتقل می‌شود و حتی اگر علائم عفونت تا مرحله گلدهی در برنج مشاهده نشود، می‌تواند به گلچه‌ها حمله کند (TeBeest *et al.*, 2011). با این حال، دانش ما از چرخه بیماری و فرآیندهای آلودگی *U. virens* ناقص و گاهی متناقض است (Guo *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2014). این قارچ معمولاً در اوایل مرحله گلدهی به گلچه حمله می‌کند، اما می‌تواند به دانه بالغ نیز حمله نماید. بنا به گزارش‌ها، آسکوسپورها و کلامیدوسپورهای بیمارگر به ترتیب در ایجاد آلودگی اولیه و ثانویه نقش مهمی دارند (Singh and Dubey, 1984; Webster and Gunnell, 1992). پاداشت دهکایی، ۱۳۸۹).



شکل ۱۲. کلامیدوسپورهای (کنیدی‌های) قارچ عامل بیماری سیاهک دروغی برنج در زیر میکروسکوپ (عکس از اینترنت)

عوامل مؤثر در گسترش بیماری

ژنوتیپ میزبان

ارقام برنج نقش مهمی در میزان آلودگی به بیماری سیاهک دروغی برنج ایفا می‌کنند (Singh *et al.*, 1987; Biswas, 2001b). ژنوتیپ‌های برنج زودرس از آلودگی به این بیماری فرار می‌کنند در حالی که در ژنوتیپ‌های دیررس، آلودگی به این بیماری بیشتر است (Singh and Khan, 1989).

شرایط محیطی

از عوامل محیطی تشدید کننده بیماری که موجب گسترش آن می شود می توان به بارندگی و رطوبت زیاد محیط و وزش باد اشاره نمود (Webster and Gunnell, 1992)، پاداشت دهکایی (۱۳۸۹). کلامیدوسپوره های موجود در توپ اسپور، به راحتی توسط باد و بارندگی پراکنده می شوند و به سنبلچه های در حال رشد برنج به ویژه ارقام برنج دیررس حمله می کنند (Ikegami, 1960; Fan *et al.*, 2010). بنابراین، اپیدمی بیماری سیاهک دروغی برنج معمولاً زمانی رخ می دهد که مرحله آبستنی^۱ برنج با روزهای بارانی همزمان می شود (Wang *et al.*, 2019).

شرایط تغذیه ای

میزان کود نیتروژنه مصرفی به صورت مستقیم بر شدت بیماری سیاهک دروغی برنج تأثیر می گذارد (Datnoff, 1994). کاربرد غلظت های بالای کود نیتروژنه در مزارع برنج سبب می شود که دیواره سلول های میزبان نازک تر شده و عوامل بیماری زا به راحتی به آن نفوذ کنند (Patel *et al.*, 1992; Cartwright *et al.*, 1999). نتایج پژوهش های مختلف وقوع بالای بیماری سیاهک دروغی برنج و تعداد بالای دانه های آلوده را در مقادیر بالای نیتروژن و وقوع پایین بیماری و تعداد کم دانه های آلوده را در مقادیر کم نیتروژن مصرفی نشان دادند (Atia, 2004; Rani *et al.*, 2015; Wang *et al.*, 2019).

میزبان های ثانویه^۲

میزبان های ثانویه (جایگزین) یک بیمارگر معمولاً نقش مهمی در چرخه بیماری دارند. پیش از این، علف های هرز شالیزاری مانند *Digitaria marginata* (Shetty and Shetty, 1985)، *Panicum trypheron* (Shetty and Shetty, 1987)، *Echinochloa crus-galli* و *Imperata cylindrical* (Atia, 2004) به عنوان میزبان های ثانویه *U. virens* گزارش شده اند. با این حال، یک بررسی نشان داد که بروز آلودگی در این میزبان های جایگزین به صورت بالقوه در طبیعت بسیار نادر است (Deng *et al.*, 2015). با این حال، وجود *U. virens* در علف های هرز با استفاده از PCR تایید (Zhou *et al.*, 2006) و کلنیزاسیون اپی فیتیک روی سطح برگ علف های هرز توسط این بیمارگر (Fan *et al.*, 2014) به اثبات رسیده است، که نشان می دهد علف های هرز شالیزاری به روشی غیر متعارف به چرخه بیماری سیاهک دروغی برنج کمک می کنند (Wang *et al.*, 2019).

مدیریت بیماری

مدیریت زراعی

- رعایت بهداشت زراعی و مدیریت علف های هرز: جمع آوری بقایای گیاهی آلوده و یا زیر خاک کردن آنها می تواند سبب کاهش جمعیت زمستان گذران عامل این بیماری در بقایای گیاهی شود.
- مدیریت علف های هرز در مزرعه برنج سبب کاهش جمعیت میزبان ثانویه بیمارگر، کاهش جمعیت زمستان گذران بیمارگر و کاهش زادمایه بیمارگر در طول فصل زراعی می شود (Wang *et al.*, 2019).

¹booting stage

²Alternative hosts

طول فصل زراعی نیز حاشیه مزرعه و جوی‌های آبیاری تمیز و عاری از علف‌های هرز نگه داشته شوند تا میزبان‌های ثانویه حذف شوند (Wang et al., 2019).

- عدم کاشت ارقام با حساسیت بالا: در مزارعی که سابقه آلودگی وجود دارد از کشت متوالی ارقام حساس جلوگیری شود و حتما بذور پیش از کشت بر اساس توضیحات ضدعفونی ضدعفونی شوند. ارقام برنج دیررس با خوشه بزرگ و تعداد دانه بالا مستعد ابتلا به بیماری سیاهک دروغی برنج هستند (Wang et al., 2019).
- تهیه بذر سالم و عاری از بیماری: در صورت امکان از بذور گواهی شده استفاده شود و یا بذر از مزارع سالم که سابقه آلودگی به بیماری را ندارند تهیه شود (Webster and Gunnell, 1992؛ پاداشت دهکایی، ۱۳۸۹).
- مصرف بهینه کود نیتروژنه، کود نیتروژنه به میزان توصیه شده براساس نوع رقم برنج و آزمون خاک (متناسب با کودهای پتاسیم و فسفر)، به صورت پایه (همزمان با نشاکاری) و دست کم دو بار تقسیط، در سطح مزرعه یکنواخت پخش شود و از انباشت کود در یک منطقه خاص جلوگیری شود.
- تنظیم تاریخ کاشت در مناطق با سابقه آلودگی، در مناطق آلوده در مزرعه برنج زود کاشت نسبت به برنج دیر کاشت توپ‌های اسپور کمتری تولید می‌شود (Wang et al., 2019).

مدیریت شیمیایی

ضدعفونی بذر: تنها قارچ‌کش کاربوکسین تیرام (ویتاواکس تیرام) 75% WP به میزان ۱ کیلوگرم در هزار، از سوی سازمان حفظ نباتات کشور جهت کنترل زادمایه بذرزاد این بیماری ثبت شده است اما ضدعفونی معمول بذر با هر یک از قارچ‌کش‌های ثبت شده برنج می‌تواند در مدیریت این بیماری تاثیرگذار باشد (به توضیحات سبک و سنگین کردن بذر و ضدعفونی بذر در مدیریت بیماری پوسیدگی طوقه برنج مراجعه شود). شایان ذکر است که در مناطق دارای سابقه آلودگی، ضدعفونی بذر کارایی محدودی در جلوگیری از وقوع بیماری سیاهک دروغی برنج دارد (Song et al., 2021). به همین دلیل استفاده از قارچ‌کش‌ها در مرحله آبستنی گیاه یا استفاده تلفیقی از قارچ‌کش‌ها و مدیریت زراعی می‌تواند کنترل بهتری برای این بیماری به دنبال داشته باشد (Song et al., 2021). محلول پاشی با قارچ‌کش‌های شیمیایی در مزرعه بیماری را بطور کامل کنترل نمی‌کند اما تا حدودی می‌تواند درصد توپ‌های اسپور را کاهش دهد. به این منظور توصیه می‌شود در مناطقی که سابقه آلودگی به این بیماری وجود دارد از قارچ‌کش پروپیکونازول استفاده شود (پاداشت دهکایی و همکاران، ۱۳۹۴ الف).

بیماری‌های قارچی برنج با اهمیت کمتر در ایران

برخی از این بیماری‌ها در کشور ما با اهمیت کمتری وجود دارند برخی به‌صورت موردی دیده شده‌اند و یا هنوز گزارش نشده‌اند. به همین دلیل در این بخش جهت آشنایی با آنها، به صورت مختصر معرفی می‌شوند.

بیماری پوسیدگی ساقه^۱ برنج

اهمیت بیماری

بیماری پوسیدگی ساقه برنج اولین بار در سال ۱۸۷۶ از ایتالیا و سپس در سال‌های ۱۹۱۰ تا ۱۹۲۰ از برخی کشورهای آسیایی و آمریکا گزارش شد. در اروپا و آمریکا خسارت این بیماری در برخی موارد به بیش از ۸۰ درصد می‌رسد (Jiten and Chhetry, 2006). این بیماری در سال ۱۹۹۲ در ایالت کالیفرنیا سبب از بین رفتن بیش از ۲۲ درصد محصول شد. در کشور هند نیز خسارت این بیماری ۵ تا ۱۵ درصد و در برخی شرایط تا ۷۵ درصد محصول نیز بیان شده است (Jiten and Chhetry, 2006). در حال حاضر این بیماری در تمام کشورهای برنج‌خیز جهان، اروپا، جنوب آفریقا، آمریکا، و آسیا گزارش شده و در حال گسترش است (Webster and Gunnell, 1992; Jiten and Chhetry, 2006). این بیماری در بیشتر مزارع برنج‌کاری استان‌های گیلان و مازندران پراکنده است و سبب بروز خسارت روی ارقام محلی و اصلاح‌شده می‌شود (جوان‌نیکخواه، ۱۳۷۴). در سال ۱۳۷۲ این قارچ از مزارع استان آذربایجان شرقی گزارش شد (بهروزین و اسدی، ۱۳۷۲). میزان آلودگی مزارع برنج استان گیلان به این بیماری در سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۳۷۴ در رقم بی‌نام ۱۵/۵۷ درصد، در رقم خزر ۱۲/۷۴ درصد و به طور متوسط ۱۵/۴۵ درصد برآورد شد (جوان‌نیکخواه، ۱۳۷۴). این قارچ در سال ۱۳۸۹ از مزارع برنج استان فارس نیز گزارش شد (رئوفی و همکاران، ۱۳۸۹).

علائم بیماری:

ابتدا لکه‌های سیاه و نامنظم کوچک روی غلاف خارجی برگ نزدیک به سطح تماس با آب مشاهده می‌شود. با گذشت زمان بیماری پیشرفت کرده، لکه‌ها گسترش یافته و به غلاف‌های داخلی و ساقه نفوذ می‌کند (شکل ۱۳) (Webster and Gunnell, 1992; IRRI, 2014). بعد از آلودگی ساقه در نزدیک به سطح ایست‌آبی فاصله چند میان گره نیز آلوده می‌شود و بعد از پوسیدگی به رنگ سیاه در می‌آیند. آلودگی ساقه و پوسیدگی میان گره‌ها سبب خوابیدگی (ورس) و افتادن ساقه‌ها می‌شود. ساقه‌های آلوده معمولاً کوتاه‌تر هستند. آلودگی ساقه می‌تواند موجب پر نشدن خوشه، تشکیل دانه‌های سفید و گچی و افزایش درصد پوکی دانه‌ها شود. در آلودگی‌های شدید مرگ پنجه رخ می‌دهد (Webster and Gunnell, 1992; IRRI, 2014) (پاداشت دهکایی،

¹ Stem Rot

۱۳۸۹). در بافت غلاف برگ بیمار و درون ساقه‌های آلوده تعداد زیادی سختینه (اسکلروت) ریز و سیاه تولید می‌شود (شکل ۱۴) (Webster and Gunnell, 1992) ، پاداشت دهکایی، ۱۳۸۹).



شکل ۱۳. تصویر سمت راست مراحل اولیه و سمت چپ مرحله پیشرفته بیماری پوسیدگی ساقه برنج (عکس از اینترنت)



شکل ۱۴. سختینه‌های (اسکلروت‌های) ریز و سیاه رنگ قارچ عامل بیماری پوسیدگی ساقه برنج در داخل ساقه (تصویر سمت راست) و بر روی غلاف برگ (تصویر سمت چپ) (عکس از اینترنت)

عامل و چرخه بیماری:

فرم جنسی قارچ عامل بیماری *Magnaporthe salvinii* و فرم غیرجنسی آن *Nakataea sigmoidea* همچنین فرم اسکلروت‌دار آن *Sclerotium oryzae* می‌باشد (Webster and Gunnell, 1992؛ پاداشت دهکایی ۱۳۸۹). قارچ عامل بیماری در بقایای گیاهی و در خاک به صورت سختینه (اسکلروت) زمستان‌گذرانی می‌کند. پس از آبیاری و غرقاب شدن مزارع برنج، اسکلروت‌ها در سطح آب شناور می‌شوند. آلودگی معمولاً در نزدیکی خط ایست‌آبی، جایی که غلاف برگ‌ها با آب در تماس هستند، رخ می‌دهد. ورود قارچ عامل بیماری از طریق زخم‌ها و خراش‌های سطح گیاه صورت می‌گیرد (Webster and Gunnell, 1992; IRRI, 2014). اولین علائم این بیماری در اواسط مرحله پنجه‌زنی مشاهده می‌شود (IRRI, 2014). علائم آن به شکل لکه‌های نامنظم سیاه و تیره در غلاف برگ‌ها شروع می‌شود و به تدریج بزرگ می‌شود. در نهایت، قارچ به داخل غلاف برگ و ساقه نفوذ و موجب پوسیدگی غلاف برگ و ساقه می‌شود (Webster and Gunnell, 1992; IRRI, 2014). آلودگی ساقه

می‌تواند موجب، پر نشدن خوشه، تشکیل دانه‌های سفید و گچی، و در موارد شدید، منجر به مرگ پنجه شود (Webster and Gunnell, 1992; Groth and Hollier, 2010). در بافت غلاف برگ بیمار و درون ساقه‌های آلوده تعداد زیادی اسکروت ریز و سیاه تولید می‌شود. لکه‌های قهوه‌ای و سیاه رنگ ممکن است در میان گره‌های اول و دوم ساقه توسعه یافته باعث خوابیدگی (ورس) و شکستن ساقه شود (Webster and Gunnell, 1992). پاداشت دهکایی، (۱۳۸۹). اسکروت‌ها به‌وفور در بافت بیمار یافت شده و کنیدیوم و آسکوسپورها در گیاهان آلوده تولید می‌شوند که ممکن است موجب آلودگی بیشتر شوند. مشاهدات مزرعه‌ای و مطالعات گلخانه‌ای نشان داده است که اگر گیاه برنج در مرحله طویل شدن گره آلوده شود، بیشترین کاهش عملکرد را خواهد داشت (Webster and Gunnell, 1992; IRRI, 2014؛ پاداشت دهکایی، ۱۳۸۹).

عوامل موثر در گسترش بیماری

پوسیدگی ساقه یکی از بیماری‌های مهم برنج است که قادر است در تمام مراحل رشدی برنج، این گیاه را آلوده کرده و سبب کاهش شدید عملکرد شود. شیوع این بیماری و شدت آن با تعداد اسکروت‌های موجود در لایه فوقانی خاک در یک مزرعه قبل از کاشت و میزان کود نیتروژنه و زمان آلودگی رابطه مستقیم (Webster and Gunnell, 1992) و با میزان پتاسیم (K) در دسترس گیاه رابطه معکوس دارد. مزارع برنج با سطوح پایین پتاسیم در نتیجه کود دهی ناکافی پتاسیم، مستعد ابتلا به بیماری پوسیدگی ساقه هستند (Chethana and Kumar, 2019).

مدیریت بیماری:

- رعایت بهداشت زراعی: جمع آوری بقایای گیاهی آلوده و یا زیر خاک کردن آنها می‌تواند سبب کاهش جمعیت اسکروت‌های زمستان‌گذران عامل این بیماری در بقایای گیاهی شود.
- غرقاب زمستانه: با انجام غرقاب، محتوای آب در خاک مزرعه افزایش یافته و سرعت تجزیه اسکروت‌ها افزایش می‌یابد (Hussain and Ghaffar, 1989). فرآیند خیس کردن و خشک کردن متناوب خاک نیز به کاهش قابلیت بقا اسکروت‌ها کمک می‌کند (Keim and Webster, 1975).
- شخم عمیق: شخم عمیق، اسکروت‌ها را تا عمق ۲۵-۲۰ سانتی‌متری مدفون می‌کند و در نتیجه دسترسی به سطح زمین را از دست می‌دهند. این عمل به‌طور موثر سبب کاهش درصد بالایی از زادمایه اولیه در دسترس می‌شود (Webster *et al.*, 1976). با این حال، دفن کم عمق بقایای آلوده ممکن است موجب زنده ماندن اسکروت‌های قارچ عامل بیماری شود (Webster and Gunnell, 1992).
- مصرف بهینه کود نیتروژنه متناسب با کود پتاسیم: خسارت این بیماری در خاک‌هایی که کمبود پتاسیم داشته و میزان بالایی کود نیتروژن دریافت کرده‌اند، شدیدتر می‌باشد (Martínez, 2021).
- در ایران هیچ‌گونه قارچ‌کشی برای مدیریت بیماری پوسیدگی ساقه برنج به ثبت نرسیده است و جهت کنترل این بیماری، مدیریت تلفیقی توصیه می‌شود.

بیماری سوختگی گیاهچه^۱ برنج

این یک بیماری نسبتاً جدید است و با تولید نشاء در سینی نشاء در خزانه و بانک نشاء ارتباط دارد. در ژاپن، بروز و شدت بیماری با افزایش پرورش نشاء در سینی‌های نشاء (نشاء جعبه‌ای) و گسترش کشت مکانیزه، افزایش پیدا کرد. دما و رطوبت نسبی بالا در زمان پرورش نشاء در این روش تولید می‌تواند موجب مساعد شدن شرایط بروز آلودگی شود (Webster and Gunnell, 1992).

علائم اولیه بیماری شامل بروز نقطه‌های قهوه‌ای بر روی کلئوپتیل است که کلروز و پژمرده شدن برگ دوم یا سوم نشاء را به دنبال دارد. با ادامه شرایط مساعد، رنگ نشاء آلوده قهوه‌ای مایل به قرمز شده و در نهایت خشک می‌شود. در این بیماری رشد ریشه متوقف شده و موجب مرگ ناگهانی گیاهچه یا نشاء می‌شود (شکل ۱۵) (Webster and Gunnell, 1992).

این بیماری یک بیماری پیچیده است که چندین قارچ، باکتری و شبه قارچ در رابطه با بروز آن جداسازی و معرفی شده‌اند. قارچ‌های *Rhizoctonia solani*, *Curvularia* spp., *Fusarium* spp., *Cochliobolus miyabeanus*، *Sclerotium rolfsii* Sacc.، Kuhn. و چند قارچ بیماری‌زای دیگر و حتی باکتری *Pseudomonas plantarii* می‌توانند عامل این بیماری باشند (Webster and Gunnell, 1992; Groth and Hollier, 2010). در منابع این طور بیان شده است که استفاده از ترکیبات آهن می‌تواند برای کنترل این بیماری مفید باشد (Webster and Gunnell, 1992).



شکل ۱۵. بیماری سوختگی گیاهچه برنج (عکس از اینترنت)

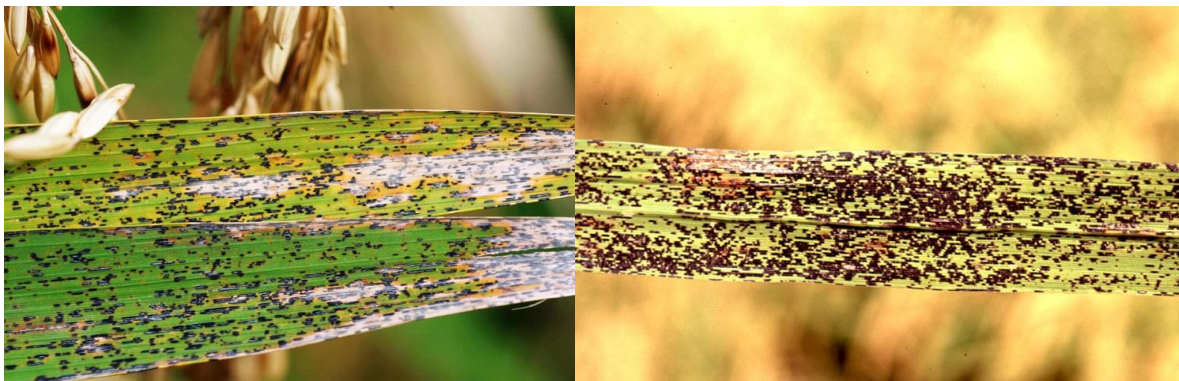
^۱ Seedling Blight

بیماری سیاهک برگ^۱ برنج

سیاهک برگ در بسیاری از مناطق برنج‌خیز جهان یافت می‌شود ولی به‌عنوان یک بیماری جزئی محسوب می‌شود. قارچ عامل بیماری تولید نقاط و یا رگه کوچک تیره در موازات رگ‌برگ، در زیر اپیدرم برگ و گاهی اوقات در غلاف برگ می‌کند. که ممکن است دارای هاله طلایی تیره یا قهوه‌ای روشن باشد. نوک برگ‌های آلوده خشک و خاکستری رنگ می‌شود و با رشد گیاه، ممکن است لکه‌ها در غلاف فوقانی برگ هم بوجود آید (شکل ۱۶) (Webster and Gunnell, 1992).

عامل این بیماری قارچ *Eballistra oryzae* (Syd. & P. Syd.) R. Bauer, Begerow, A. Nagler & Oberw (مترادف *Entyloma oryzae* Syd. & P. Syd.) می‌باشد (Webster and Gunnell, 1992). قارچ در بقایای برنج زنده می‌ماند. آلودگی معمولاً در اواخر فصل رشد رخ می‌دهد. سطوح بالای نیتروژن در گیاه، به خصوص در اواخر رشد گیاه، به گسترش این بیماری کمک می‌کند (Webster and Gunnell, 1992). یکی از میزبان‌های این قارچ نوعی برنج وحشی به‌نام *Wild Rice (Zizania aquatic L.)* است (Webster and Gunnell, 1992).

در صورت ضرورت، استفاده از ارقام مقاوم بهترین روش مدیریت این بیماری است. کاربرد محلول برخی قارچ کش‌ها بر روی برگ برنج در کنترل سیاهک برگ موثر نشان داده، اما مقرون به صرفه نیست (Webster and Gunnell, 1992).



شکل ۱۶. علائم بیماری سیاهک برگ برنج (عکس از اینترنت)

¹ Leaf Smut

بیماری لکه‌قهوه‌ای سرکوسپورایی برگ^۱ برنج

اهمیت بیماری

این بیماری اولین بار در سال ۱۹۶۰ از کشور ژاپن گزارش شد. این بیماری از مناطق مهم کشت برنج در آسیا، آفریقا، استرالیا و آمریکای شمالی، مرکزی و جنوب آمریکا گزارش شده است (Webster and Gunnell, 1992). بیماری لکه‌قهوه‌ای سرکوسپورایی برنج به دلیل بروز پراکنده، به عنوان یک بیماری جزئی در نظر گرفته می‌شود (Tullis, 1937; Ryker and Jodon, 1940). با این حال، شیوع شدید آن در سال‌هایی که آب‌وهوا به‌طور کلی مرطوب و گرم است در تگزاس و لوئیزیانا به ثبت رسیده است (Yingling *et al.*, 2006; Groth, 2008; Zhou and Jo, 2014). این بیماری به لکه توری سرکوسپورایی^۲ هم معروف است که در آلودگی‌های شدید سبب کاهش عملکرد محصول تا ۴۰ درصد هم شده است (Webster and Gunnell, 1992).

علائم بیماری

عامل این بیماری به برگ‌ها، غلاف‌های برگ، میانگره‌ها، انشعابات خوشه و خوشه حمله می‌کند. این بیمارگر بر روی برگ‌ها لکه‌های کوتاه، خطی، باریک و قهوه‌ای رنگ موازی با رگبرگ‌های برگ ایجاد می‌کند. در غلاف برگ آلوده در اثر قهوه‌ای شدن رگبرگ‌های برگ، لکه قهوه‌ای بزرگی ایجاد می‌شود (شکل ۱۷). تغییر رنگ قهوه‌ای روشن تا خرمایی در اطراف گره خوشه یکی دیگر از علائم این بیماری است. شدت این بیماری از سالی به سال دیگر متفاوت است. معمولاً با نزدیک شدن به بلوغ گیاه برنج، بیماری به اوج خود می‌رسد و منجر به مرگ زودرس برگ‌ها و غلاف برگ‌ها می‌شود (Tullis, 1937; Ryker and Jodon, 1940; Chakrabarti, 1964; Ou, 1985b; Biswas, 2006; Groth and Hollier, 2010; Zhou and Jo, 2014). این بیماری در برنج دیر کاشت یا در محصول راتون (و یا کشت دوم برنج) شدیدتر است (Zhou and Jo, 2014).



شکل ۱۷. علائم بیماری لکه قهوه‌ای سرکوسپورایی برگ برنج (عکس از اینترنت)

^۱ Narrow brown leaf spot (NBLS)

^۲ Cercospora net spot

عامل و چرخه بیماری

عامل این بیماری قارچ *Cercospora jansean* (مترادف *Cercospora oryzae*, *Sphaerulina oryzina*)، بذرزاد است و در کاه و کلش آلوده برنج نیز قادر به زمستان‌گذرانی می‌باشد. در طول فصل زراعی نیز اسپوره‌های آن با باد منتقل می‌شود (Uppala and Zhou, 2018). قارچ عامل بیماری از طریق روزنه‌های برگ به درون بافت میزبان نفوذ کرده و رشد می‌نماید. علایم بیماری ممکن است ۳۰ روز پس از آلودگی ظاهر شود و سپس توسعه یابد. اگر چه برنج در تمام مراحل رشد مستعد آلودگی به این قارچ است، ولی در مرحله ظهور خوشه تا بلوغ احتمال ابتلا به بیماری بیشتر است. این بیماری با استفاده از ارقام مقاوم کنترل می‌شود (Webster and Gunnell, 1992).

مدیریت بیماری

- رعایت بهداشت زراعی: جمع آوری بقایای گیاهی آلوده و یا زیر خاک کردن آنها می‌تواند سبب کاهش جمعیت زمستان‌گذران عامل این بیماری در بقایای گیاهی شود.
- مصرف بهینه کود نیتروژنه متناسب با کودهای پتاسیم و فسفر
- کاشت ارقام مقاوم و حفظ یک برنامه اصلاحی مناسب، برای مدیریت این بیماری توصیه می‌شود (Webster and Gunnell, 1992; Zhou and Jo, 2014). اما باید به این نکته هم توجه کرد که مقاومت نسبت به این بیماری پایدار نیست زیرا قارچ بیمارگر قادر است به سرعت نژادهای جدید تولید کند (Sah and Rush, 1988; Groth and Crowley, 2007).

بیماری سوختگی لکه‌ای برگ^۱ برنج

اهمیت بیماری

این بیماری به اسامی دیگری مانند سوختگی نوک برگ، خال مرگ نوک برگ، سوختگی قهوه‌ای برگ شناخته شده است. در جنوب ایالات متحده آمریکا، آمریکای لاتین، غرب آفریقا و در سراسر آسیا این بیماری وجود داشته و پتانسیل این را دارد که عملکرد به طور قابل توجهی کاهش دهد (Webster and Gunnell, 1992). این بیماری در برخی سالها می‌تواند تا ۳۰ درصد سبب کاهش محصول شود (Ou, 1985b; Filippi and Prabhu, 2005).

علائم بیماری

علائم به صورت ضایعات خاکستری مایل به قهوه‌ای یا قرمز که بطور متناوب گسترش یافته در بافت برگ دیده می‌گردد. ضایعات از نوک یا لبه برگ ایجاد می‌شوند. گاهی ضایعات به شکل لکه‌های قهوه‌ای مایل به زرد با حاشیه زرد و طلایی در لبه برگ تشکیل می‌شود. نواحی آسیب دیده خشک شده و برگ ظاهر سوخته پیدا می‌کند (شکل ۱۸) (Webster and Gunnell, 1992; Groth et al., 2010).



شکل ۱۸. علائم بیماری سوختگی لکه‌ای برگ برنج (عکس از اینترنت)

عامل و چرخه بیماری

عامل بیماری قارچ *Microdochium oryzae* (= *Rhynchosporium oryzae*) می‌باشد (Webster and Gunnell, 1992). قارچ عامل بیماری در بذر و بقایای گیاهی زنده می‌ماند. علف‌هرز سوروف *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. یک میزبان جایگزین برای این قارچ است و به عنوان یک منبع آلودگی محسوب می‌شود. کنیدی‌های *M. oryzae* روی سطح برگ گیاه برنج جوانه می‌زنند و در تماس با روزنه‌ها ساختارهایی شبیه اپرسوریوم ایجاد می‌کنند که از آن هیف‌های زیر روزنه‌ای به وفور در فضاهای بین سلولی رشد می‌کند تا سلول

¹ Leaf Scald

های مزوفیل را کلنیزه کند (Filippi and Prabhu, 2005). ۷۲ ساعت پس از نفوذ قارچ، کنیدیوفورهای رشد کرده از روزنه‌ها خارج شده و شروع به تولید کنیدیوم می‌کنند (Filippi and Prabhu, 2005). علائم سوختگی برگ در این بیماری شامل لکه‌های پهن تا مستطیلی شکل زیتونی رنگ با هاله‌های قهوه‌ای روشن و فاقد حاشیه های مشخص در نوک برگ یا لبه آن است (Filippi and Prabhu, 2005). توسعه بیماری معمولاً در اواخر فصل بر روی برگ بالغ رخ می‌دهد (Webster and Gunnell, 1992).

عوامل موثر برگسترش بیماری

شرایط مطلوب برای وقوع اپیدمی سوختگی برگ، دوره‌های بارندگی شدید و شب‌نم طولانی بر روی برگ، دمای بین ۲۴ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد، فاصله کم بین بوته‌ها و مقادیر بالای نیتروژن است (Filippi and Prabhu, 2005).

مدیریت بیماری

- رعایت بهداشت زراعی: جمع آوری بقایای گیاهی آلوده و یا زیر خاک کردن آنها می‌تواند سبب کاهش جمعیت زمستان‌گذران عامل این بیماری در بقایای گیاهی شود (Ou, 1985b; Filippi and Prabhu, 2005; Araujo *et al.*, 2016).
- مصرف بهینه کود نیتروژنه متناسب با کودهای پتاسیم و فسفر و اجتناب از کوددهی نیتروژن بیش از نیاز خاک و رقم گیاهی (Ou, 1985b; Filippi and Prabhu, 2005; Araujo *et al.*, 2016).
- در مقابل استفاده از کودهای حاوی سیلیس سبب کاهش شدت بیماری می‌شود (Araujo *et al.*, 2016).
- استفاده از ارقام با سطوح بالای مقاومت پایه (Ou, 1985b; Filippi and Prabhu, 2005; Araujo *et al.*, 2016).
- ضد عفونی بذر (Ou, 1985b; Filippi and Prabhu, 2005; Araujo *et al.*, 2016).

بیماری آبسوختگی برگ برنج (لکه برگی آلترناریایی)^۱

این بیماری بر روی بذور برنج برای اولین بار در آرژانتین (Winter *et al.*, 1974) سپس در جنوب ایالات متحده آمریکا مشاهده شد و بعدها از تمام مناطق برنج خیز جهان گزارش شد و در حال گسترش می باشد (Webster and Gunnell, 1992).

این بیماری بر روی برگ برنج تولید نقاط گرد یا بیضی شکل به قطر ۱۰-۳ میلی متر می کند، که در ابتدا به رنگ قهوه ای مایل به زرد بوده بعد خاکستری روشن می شود، که توسط یک نوار قهوه ای تیره احاطه شده است. نقطه های سیاه کوچک (اسکلروت) در مراکز لکه های قدیمی تر تولید می شوند. قارچ تولید لکه های مشابه در گلوم ها کرده، فقط نوار حاشیه آن پهن تر است (شکل ۱۹) (Webster and Gunnell, 1992; Groth *et al.*, 2010).

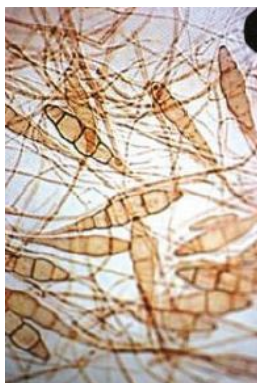
عامل بیماری قارچ *Alternaria padwickii* (Ganguly) Ellis است (شکل ۲۰). این بیمارگر به صورت میسلیم و اسکلروت روی بذور، در بقایای گیاهی و خاک زنده می ماند و زمستان گذرانی می کند. در فصل زراعی نیز آلودگی به این بیماری از طریق اسپورهای موجود در هوا رخ می دهد (Webster and Gunnell, 1992; Gutiérrez *et al.*, 2010). این بیمارگر باعث مهار جوانه زنی بذر، مرگ گیاهچه یا ایجاد لکه بر روی دانه های تولیدی می شود (Gutiérrez *et al.*, 2010).

هیچ گونه توصیه کنترلی خاصی جهت مدیریت این بیماری در دسترس نیست، اما قارچ کش های ضد عفونی کننده بذر و شستشو بذور با آب گرم و کشت ارقام مقاوم سبب کاهش این بیماری می شوند (Webster and Gunnell, 1992).



شکل ۱۹. علائم بیماری آبسوختگی برگ برنج (عکس از اینترنت)

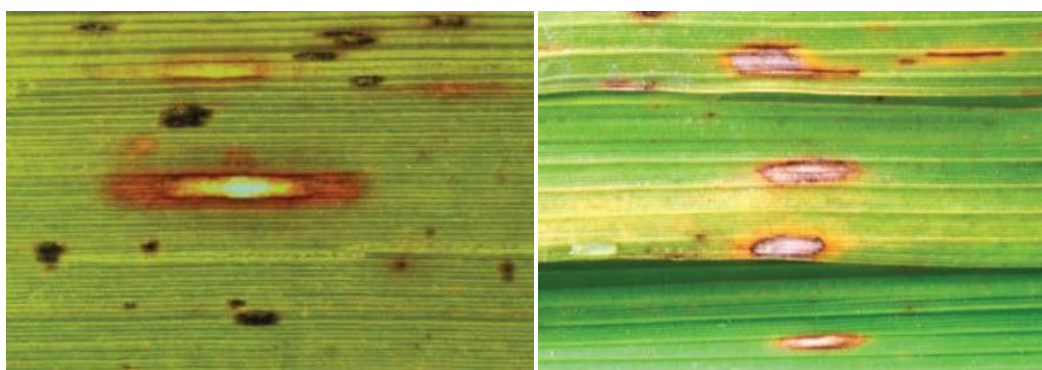
^۱ Alternaria leaf spot (Stackburn)



شکل ۲۰. اسپور قارچ عامل بیماری آبسوختگی برگ برنج (عکس از اینترنت)

بیماری لکه سفید خطی (رگ سفید) برگ^۱ برنج

عامل این بیماری قارچ *Deighton & Shaw* *Mycovellosiella oryzae* (مترادف *Ramularia oryzae*) می باشد (Webster and Gunnell, 1992; Groth *et al.*, 2010). این بیماری از طریق لکه‌های خطی و مستطیلی کوچک به ابعاد ۱ تا ۳ در ۰/۵ میلی‌متر، به رنگ سفید تا خاکستری روشن که توسط نوار قهوه‌ای بسیار باریک احاطه شده است، در دو سطح برگ تشخیص داده می‌شود. در آلودگی شدید خطوط بلند تمام سطح برگ را می‌پوشاند. لکه‌های جوان ممکن است بر روی سطح برگ سفید و در سطح زیرین برگ قهوه‌ای رنگ باشند (شکل ۲۱) (Webster and Gunnell, 1992; Groth *et al.*, 2010).
اطلاعات دقیقی در مورد اپیدمیولوژی و یا کنترل این بیماری در دسترس نیست (Webster and Gunnell, 1992).



شکل ۲۱. علائم بیماری لکه سفید خطی (رگ سفید) برگ برنج (عکس از اینترنت)

¹ White leaf streak

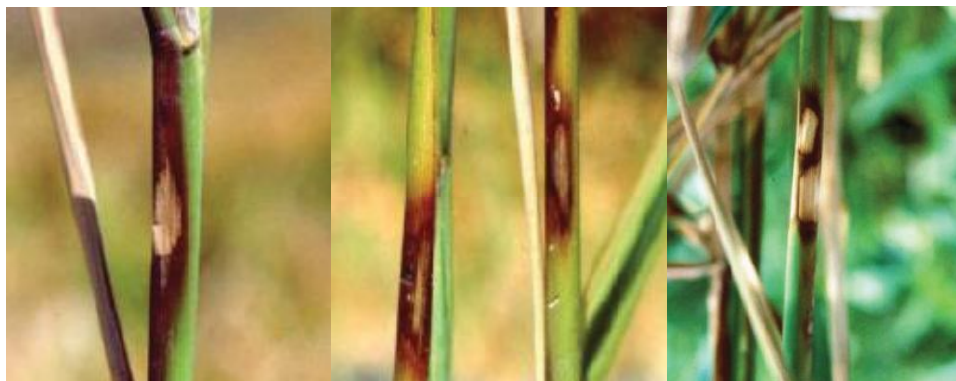
بیماری لکه نقطه‌ای غلاف^۱ برنج

این بیماری اولین بار در سال ۱۹۳۸ از ایالات متحده گزارش شده و در ژاپن، تایوان، تایلند، ویتنام، کامبوج، فیلیپین، برزیل، و آفریقا هم دیده شده است. این بیماری شبیه بیماری سوختگی غلاف بوده ولی نسبت به آن اهمیت کمتری دارد (Webster and Gunnell, 1992).

علائم به شکل لکه‌هایی در غلاف برگ و گاهی اوقات بر روی تیغه برگ می‌باشند. لکه‌ها به شکل نقاط بیضی شکل به طول ۰/۵-۲ سانتی‌متر و عرض ۰/۵-۱ سانتی‌متر هستند. این علائم ممکن است سبز کم‌رنگ، کرم، یا سفید، با لبه یا حاشیه پهن تیره به رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز باشد. این لکه‌ها معمولاً جداگانه بوده و با هم یکی نمی‌شوند (شکل ۲۲) (Webster and Gunnell, 1992; Groth et al., 2010).

عامل این بیماری قارچ *Rhizoctonia oryzae* Ryker & Gooch است (Webster and Gunnell, 1992; Groth et al., 2010). بیمارگر به صورت اسکروت و میسلیم در بقایای گیاهی و خاک زنده مانده و زمستان‌گذرانی می‌کند. عامل بیماری پنجه برنج را چند سانتی‌متر بالاتر از سطح آب، آلوده می‌نماید. گسترش علائم بیماری از بافت آلوده به بافت سالم در گیاه مجاور در مزرعه به ویژه در شرایط ابری و بارانی صورت می‌گیرد (Webster and Gunnell, 1992; Groth et al., 2010).

این بیماری از اهمیت کمی برخوردار است بنابراین تلاش خاصی جهت کنترل آن صورت نمی‌گیرد. به نظر می‌رسد ارقام مقاوم به بیماری سوختگی غلاف برگ برنج به این بیماری هم مقاوم هستند. قارچ‌کش‌هایی که جهت کنترل بیماری سوختگی غلاف برگ برنج مورد استفاده قرار می‌گیرند، برای کنترل بیماری لکه نقطه‌ای غلاف هم از کارایی خوبی برخوردارند (Webster and Gunnell, 1992).



شکل ۲۲. علائم بیماری لکه نقطه‌ای غلاف برگ برنج (عکس از اینترنت)

بیماری لکه موجی غلاف برگ^۲ برنج

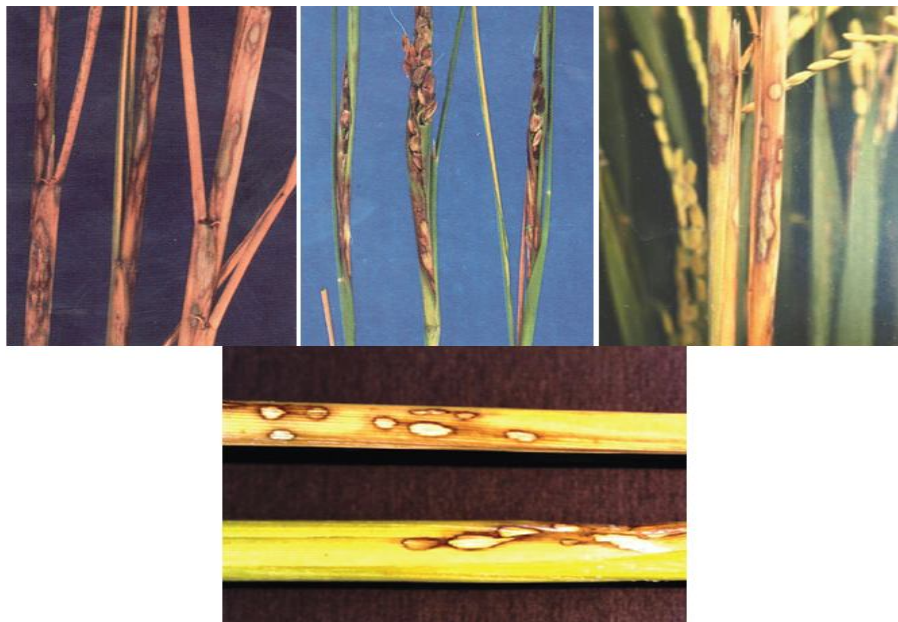
لکه موجی غلاف برگ برنج، به بیماری اسکروت قهوه‌ای هم معروف است. این بیماری از ژاپن، چین، ویتنام، تایلند، هند، و کالیفرنیا آمریکا گزارش شده است (Webster and Gunnell, 1992).

¹ Sheath spot

² Aggregate Sheath spot

علائم بیماری

این بیماری از طریق لکه‌های بیضی شکل با رنگ سبز متمایل به خاکستری تا کاهی رنگ در مرکز و حاشیه قهوه‌ای، مشخص می‌شود. علائم این بیماری شبیه به علائم بیماری سوختگی غلاف برنج (شیت بلایت) ناشی از قارچ *Rhizoctonia solani* Kuhn و لکه نقطه‌ای غلاف برنج (Sheath Spot) ناشی از قارچ *Rhizoctonia oryzae* Ryker & Gooch است (شکل ۲۳ و ۲۴) (Webster and Gunnell, 1992). لکه‌های این بیماری کوچکتر از لکه‌های بیماری سوختگی غلاف برگ برنج است و معمولاً چند لکه با هم وجود می‌آیند (Webster and Gunnell, 1992; Groth *et al.*, 2010). اغلب این لکه‌ها گسترش پیدا کرده و یکی می‌شوند. در ابتدا، لکه‌ها در غلاف برگ‌های پایینی در سطح ایستابی بوجود آمده و حدود ۰/۵ تا ۴ سانتی‌متر طول دارند. با پیشرفت بیماری، لکه‌ها به صورت عمودی گسترش یافته تا به غلاف برگ‌های بالایی گیاه برنج می‌رسند (تصویر ۲۶). غلاف برگ‌های بیمار به طور کلی زرد رنگ شده و می‌میرند. گاهی اوقات، قارچ سبب پوسیدگی ساقه و یا آلوده شدن محور سنبله خوشه شده، که منجر به تولید بذور عقیم می‌شود (Webster and Gunnell, 1992).



شکل ۲۳. علائم بیماری لکه موجی غلاف برگ برنج (عکس از اینترنت)



شکل ۲۴. علائم (a) بیماری سوختگی غلاف برنج با عامل *R. solani*, (b) بیماری لکه موجی غلاف برگ برنج با عامل *R. oryzae-sativae* و (c) بیماری لکه غلاف برنج با عامل *R. oryzae* (Latif et al., 2022) (عکس از اینترنت)

عامل و چرخه بیماری

عامل این بیماری قارچ *Ceratobasidium oryzae-sativa* (مترادف *Rhizoctonia oryzae-sativae*) می‌باشد (Webster and Gunnell, 1992; Groth et al., 2010). این قارچ بیمارگر شرایط نامساعد زمستان را به صورت میسیلوم روی بقایای گیاهی در سطح خاک مزرعه و حاشیه آن و سختینه (اسکلروت) در خاک تا فصل رشد بعدی، سپری می‌کند (Webster and Gunnell, 1992؛ امیرميجانی و همکاران، ۱۳۹۲). در استان گیلان، امکان بقا و زنده ماندن سختینه‌های بیمارگر در دماهای زیر صفر به اثبات رسیده است (امیرميجانی و همکاران، ۱۳۹۲). علاوه بر این، این قارچ بیمارگر برخی علف‌های هرز کشیده برگ را آلوده می‌کند که می‌توانند به‌عنوان منبع آلودگی محسوب شوند. در کالیفرنیا، ارقام نیمه پاکوتاهی یافت شده است که نسبت به ارقام پابلند بیشتر مستعد ابتلا به این بیماری هستند. برخلاف بیماری سوختگی غلاف برگ برنج (شیت بلایت)، کاربرد نیتروژن اضافی بر توسعه این بیماری اثری ندارد (Webster and Gunnell, 1992). به دلیل کم اهمیت بودن این بیماری اقدامات کنترلی خاصی برای آن صورت نمی‌گیرد، ولی حذف کاه و کلش محصول قبلی برنج که پناهگاه سختینه‌ها می‌باشد جلوی گسترش این بیماری را تا حد زیادی می‌گیرد (Webster and Gunnell, 1992).

بیماری پوسیدگی غلاف طوقه^۱ (پاخوره)

بیماری پوسیدگی غلاف طوقه برنج، پوسیدگی طوقه، پوسیدگی غلاف سیاه (Hamid and Ghazanfar, 2022) یا پاخوره برنج از ایالات متحده آمریکا، ژاپن، هند، استرالیا، فیلیپین و آفریقا گزارش شده است. این بیماری یک بیماری کم اهمیت بوده اما گاهی اوقات سبب بروز خسارت جدی به ارقام حساس برنج می‌شود. علایم آن تا حدودی مشابه بیماری پوسیدگی ساقه بوده و با آن اشتباه گرفته می‌شود (Webster and Gunnell, 1992). علائم این بیماری معمولاً در زمان افزایش طول میان‌گره مشهود خواهد شد. این بیماری غلاف برگ را تحت تاثیر قرار داده و باعث تغییر رنگ آن به قهوه‌ای تیره و سیاه می‌شود (Webster and Gunnell, 1992; Groth et al., 2010).

¹Crown sheath rot

al., 2010). علائم ایجاد شده به سمت طوقه گسترش می‌یابد. آلودگی ساقه و طوقه موجب کاهش و یا توقف پنجه‌زنی، پرشدن ناقص دانه، و رسیدگی زودرس می‌شود. در این بیماری توده‌های میسلیمی تیره در سطح داخلی غلاف‌های بیمار و در ساقه قابل مشاهده است (شکل ۲۵) (Webster and Gunnell, 1992). علائم در نزدیکی خط ایست‌آبی گسترش می‌یابد و با شدت گرفتن بیماری موجب ورس گیاهان می‌شود (Webster and Gunnell, 1992; Groth et al., 2010).

عامل بیماری قارچ *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx & D. Olivier var. *graminis*. اطلاعات اندکی از قارچ (Webster and Gunnell, 1992; Groth et al., 2010). این قارچ در بقایای برنج آلوده و شاید بر روی برخی گیاهان میزبانی که در تناوب با برنج قرار می‌گیرند، ادامه حیات می‌دهد. همچنین آلودگی به این قارچ از برخی علف‌های هرز مانند گندم، مرغ (Cynodon)، لویی (Typha latifolia) و گونه‌های از جنس *Axonopus*, *Chloris*, *Pennisetum* و *Triticum*, *Stenotaphrum* گزارش شده است. حساسیت ارقام مختلف برنج به این قارچ متفاوت است و در صورت آلودگی خاک مزرعه به این بیمارگر، نباید ارقام حساس را کشت نمود (Webster and Gunnell, 1992).



شکل ۲۵. علائم بیماری پوسیدگی غلاف طوقه (پاخوره) برنج (عکس از اینترنت)

در صورت کاشت ارقام حساس در مزرعه و استفاده بیش از حد از کودهای نیتروژنه ممکن است خسارت بیماری افزایش یابد (Hamid and Ghazanfar, 2022). کاشت متراکم، شرایط را برای گسترش بیماری مساعد می‌کند. توصیه می‌شود در هنگام کاشت، فاصله مناسب نشاها بسته به نوع رقم برنج (به‌خصوص ارقام پر پنجه) رعایت

شود. در صورت کشت ارقام پر پنجه فاصله میان نشاها بیشتر در نظر گرفته شود. از کودهای نیتروژنه باید به درستی استفاده شود و از کوددهی بیش از حد خودداری شود (Hamid and Ghazanfar, 2022).

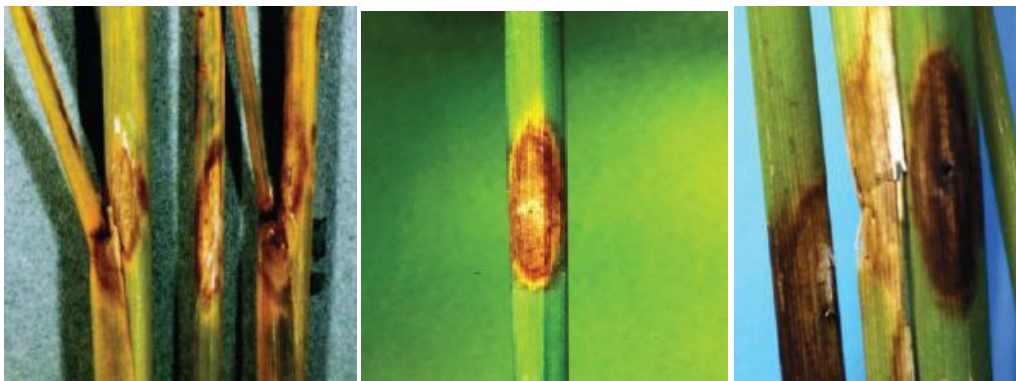
بیماری خال (لکه) غلاف برگ^۱ برنج

این بیماری از ژاپن، برمه، چین، هند، مالزی، سریلانکا، تایلند، فیلیپین، سیرالئون، سوازیلند (کشوری در جنوب آفریقا)، فیجی و جزایر سلیمان گزارش شده است (Webster and Gunnell, 1992).

عامل آن قارچ *Pyrenochaeta oryzae* Shirai ex Miyake می باشد (Webster and Gunnell, 1992; Groth et al., 2010).

این بیماری معمولاً در اواخر پنجه زنی رخ می دهد. در ابتدا لکه های بزرگ، قهوه ای، مستطیلی، در حدود ۲/۵ سانتی متر طول، در غلاف برگ مشخص می شود. با پیشرفت بیماری، لکه ها بزرگتر شده و طول آن گاهی تا ۱۰ سانتی متر نیز می رسد، و رنگ مرکز آن مایل به خاکستری می شود (شکل ۲۶) Webster and Gunnell, (1992).

اسپوره های قارچ احتمالاً با جریان آب پراکنده می شوند. لکه ها بیشتر در مکان هایی که زنجبرک های سبز تخم گذاری نموده اند، بوجود می آید. این بیماری یکی از بیماری های کم اهمیت برنج محسوب شده، برای همین بررسی جهت کنترل آن صورت نگرفته است (Webster and Gunnell, 1992).



شکل ۲۶. علایم بیماری خال غلاف برگ برنج (عکس از اینترنت)

بیماری سفیدک دروغی^۲ برنج

بیماری سفیدک دروغی برنج از ایتالیا، هند، چین، ژاپن، کره، تایوان، و ایالات متحده آمریکا گزارش شده است. این بیماری یکی از بیماری های کم اهمیت برنج محسوب می شود (Webster and Gunnell, 1992).

در این بیماری روی برگ گیاهان آلوده ممکن است نقاط زرد تا سفید بوجود آید. برگ پرچم و برگ های فوقانی هم ممکن است به صورت خمیده و پیچ خورده (فر مانند)، شوند. خوشه هایی که موفق به ظهور شوند پیچ خورده و

¹ Sheath blotch

² Downy Mildew

سبز باقی می‌مانند. خوشه‌های نامنظم، برای خروج از غلاف برگ ناتوان بوده و به هم می‌پیچند، خوشه‌ها خیلی کوچک بوده و سبز باقی‌مانده و بدون بذر هستند (شکل ۲۷) (Webster and Gunnell, 1992).

عامل بیماری سفیدک دروغی برنج قارچ *Sclerophthora macrospora* (Sacc.) Thirumalachar, Shaw & Narasimhan است (Webster and Gunnell, 1992; Groth *et al.*, 2010). قارچ عامل این بیماری دارای دامنه میزبانی وسیعی بوده و بسیاری از گیاهان گرامینه مانند جودوسر (یولاف)، جو، گندم، ذرت، ارزن، و چاودار را آلوده می‌کند. قارچ در بقایای میزبان آلوده در خاک زنده مانده و می‌تواند باعث آلودگی گیاهچه برنج شود. این قارچ بیمارگر به ساقه‌چه حمله کرده و اولین برگ نشاء را آلوده می‌نماید. قارچ در گیاه برنج به صورت سیستمیک رشد کرده و انتشار می‌یابد (Webster and Gunnell, 1992).

تولید اسپور و ایجاد آلودگی در دماهای پایین ($18-23^{\circ}\text{C}$) و رطوبت بالا، و جوانه‌زنی اسپور در آب آزاد بهتر صورت می‌گیرد. احتمال بروز بیماری در نشاء برنج در سیستم غرقاب به پایین‌ترین حد خود می‌رسد. به‌طور کلی اقدامات کنترلی برای این بیماری رایج نمی‌باشد (Webster and Gunnell, 1992).



شکل ۲۷. علائم بیماری سفیدک دروغی برنج بر روی خوشه برنج (عکس از اینترنت)

بیماری جرب (اسکب) برنج^۱

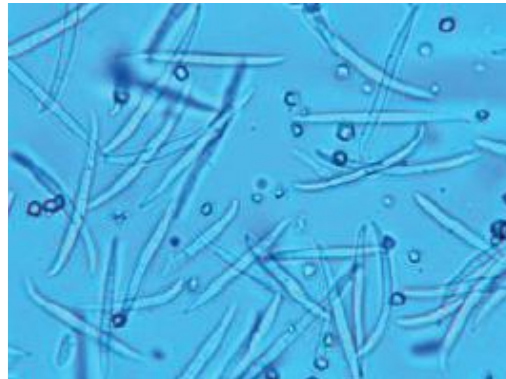
بیماری جرب یا اسکب برنج که به آن سوختگی خوشه^۲ هم گفته می‌شود یکی از اولین بیماری‌های ثبت شده برنج است و از بسیاری از مناطق برنج‌خیز دنیا گزارش شده است. این بیماری معمولاً بیماری جدی محسوب نمی‌شود، ولی اگر شرایط مطلوب باشد گسترش یافته و می‌تواند باعث خسارت زیادی شود (Webster and Gunnell, 1992).

عامل این بیماری قارچ *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch. است که فرم غیرجنسی آن *Fusarium graminearum* Schwabe. می‌باشد (شکل ۲۸) (Webster and Gunnell, 1992). عامل بیماری در ابتدا باعث

^۱Rice Scab

^۲Head blight

ایجاد ضایعات سفید یا یک تغییر رنگ سفید در گلومها می‌شود. مناطق آسیب دیده متمایل به زرد می‌شوند. دانه‌های آلوده روشن، چروکیده، و شکننده بوده و ممکن است عقیم باشند (شکل ۲۹). بر اساس گزارشات، این قارچ می‌تواند با آلودگی گره‌های ساقه‌های برنج سبب پوسیدگی سیاه‌رنگ آنها شده و در نهایت منجر به شکستگی ساقه شود. هیچ کنترل خاصی برای این بیماری توصیه نشده و صورت نمی‌گیرد (Webster and Gunnell, 1992).



شکل ۲۸. کنیدی قارچ عامل بیماری سوختگی خوشه یا جرب برنج (عکس از اینترنت)



شکل ۲۹. علایم بیماری سوختگی خوشه یا جرب برنج در خوشه برنج (عکس از اینترنت)

بیماری سیاهک ناقص برنج^۱

بیماری سیاهک ناقص برنج در سال ۱۸۹۶ از ژاپن و در سال ۱۸۹۹ از ایالات متحده آمریکا گزارش شد. این بیماری در کشورهای زیادی از جمله هند، برمه، چین، مالزی، نپال، پاکستان، مکزیک، ترینیداد، برزیل، ونزوئلا، پاناما و سیرالئون وجود دارد (Webster and Gunnell, 1992).

پیش از این، بیماری سیاهک ناقص برنج به عنوان یک بیماری پایدار اما کم اهمیت در نظر گرفته می‌شد (Webster and Gunnell, 1992; Carris *et al.*, 2006; Tsuda *et al.*, 2006). همیشگی بر بیماری‌های اصلی برنج مانند بیماری بلاست، بررسی نشده باقی مانده بود (Leung *et al.*, 2003; Slaton *et al.*, 2004; Brooks *et al.*, 2009). پس از معرفی برنج هیبرید در دهه ۱۹۷۰، شیوع بیماری سیاهک ناقص برنج در شالیزارها بیشتر شد. این بیماری امروزه در تمام کشورهای برنج‌خیز در سراسر آسیا، اقیانوسیه، اروپا، آمریکا و آفریقا گزارش شده و توزیع جهانی دارد (Carris *et al.*, 2006; Brooks *et al.*, 2009). این بیماری از لحاظ کمی (عملکرد) و کیفی سبب بروز خسارت می‌شود (Webster and Gunnell, 1992). بیماری سیاهک ناقص برنج هر ساله سبب کاهش ۵ تا ۲۰ درصد محصول شده و آلودگی ۴۰ تا ۶۰ درصد بذور تولیدی را به دنبال دارد (Wang *et al.*, 2015). علیرغم کاهش بالای عملکرد برنج در سراسر جهان ناشی از این بیماری، اطلاعات محدودی در مورد شناسایی، مسیر آلودگی و کنترل شیمیایی آن در دسترس است. در سال ۲۰۰۸ وزارت کشاورزی ایالات متحده آمریکا (USDA) تصریح کرده است که هر برنجی که حاوی بیش از ۳ درصد آلودگی به بیماری سیاهک ناقص برنج باشد را نمی‌توان به عنوان برنج پخته شده استفاده کرد (Anders *et al.*, 2008).

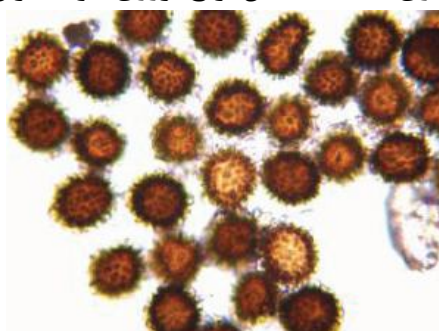
عامل این بیماری قارچ *Tilletia horrida* Takah (مترادف Padwick & A. Neovossia horrida (Takah. Khan) می‌باشد (Wang *et al.*, 2015; Chen *et al.*, 2016). در سیاهک ناقص آندوسپرم دانه توسط توده سیاه و دوده مانند اسپور جایگزین می‌شود (شکل ۳۰) که کلامیدوسپور نامیده می‌شود (شکل ۳۱). معمولاً قارچ عامل بیماری بطور تصادفی فقط چند دانه در خوشه گیاه برنج را تحت تاثیر قرار می‌دهد. قبل یا در طول برداشت، کلامیدوسپورها از دانه‌های آلوده پراکنده شده و سبب آلودگی دانه‌های سالم، بقایای محصول، و همچنین خاک می‌شوند (Webster and Gunnell, 1992).

کنترل این بیماری بسیار دشوار است. حساسیت ارقام برنج در ابتلا به این بیماری متفاوت است (Webster and Gunnell, 1992). کاربرد بیش از حد کود نیتروژنه و عمق زیاد آب پای بوته برنج در زمان گلدهی باعث افزایش بروز بیماری در مناطقی که سابقه آلودگی داشته‌اند، می‌شود (Webster and Gunnell, 1992).

¹ Rice kernel smut



شکل ۳۰. علائم بیماری سیاهک ناقص برنج بر روی خوشه برنج (عکس از اینترنت)



شکل ۳۱. اسپور (کلامیدوسپور) قارچ عامل بیماری سیاهک ناقص برنج در زیر میکروسکوپ (عکس از اینترنت)

بیماری تغییر رنگ دانه^۱ برنج

بیماری تغییر رنگ دانه برنج که به "تغییر رنگ گلوم"^۲ یا "خوشه کثیف"^۳ نیز معروف می‌باشد، سبب کاهش عملکرد اقتصادی قابل توجه محصول برنج می‌شود (Mew *et al.*, 2004; Arshad *et al.*, 2009; Prabhu *et al.*, 2012; Ashfaq *et al.*, 2013; Bodalkar and Awadhiya, 2014).

این بیماری به طور کلی از مراحل اولیه پر شدن دانه تا مرحله بلوغ دیده می‌شود (Yadahalli and Konnur, 2018). تغییر در عملیات کاشت و داشت برنج، معرفی ارقام پرمحصول، تغییر شرایط آب و هوایی، افزایش

¹ Seed discoloration

² glume discolouration

³ dirty panicle

مصرف کودهای شیمیایی تأثیر زیادی بر توسعه این بیماری داشته است (Yadahalli and Konnur, 2018). آلودگی‌های میکروبی یکی از علل اصلی این بیماری است (Agarwal et al., 1989). تغییر رنگ دانه برنج بر صفات کیفی و کمی آن تأثیر می‌گذارد (Sumangala et al., 2009; Tariq et al., 2016). عوامل بیماری‌زای مرتبط با تغییر رنگ دانه‌های برنج بر قدرت جوانه‌زنی، سلامت بذر، کیفیت بذر، شکل ظاهری بذر و پتانسیل عملکرد محصول برنج تأثیر می‌گذارند (Ou, 1985b; Misra et al., 1990). قارچ‌های عامل تغییر رنگ دانه برنج با ایجاد تغییرات فیزیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در دانه‌ها، سبب کاهش ارزش غذایی آنها می‌شوند (Narain, 1992).

تغییر رنگ دانه‌های برنج بیماری پیچیده‌ای است. طیف وسیعی از قارچ‌ها و باکتری‌ها با آلوده‌سازی سطحی (پوسته بذر) یا داخلی بذر یا هر دو سبب تغییر رنگ، قهوه‌ای یا سیاه شدن تمام و یا بخشی از بذر می‌شوند (شکل ۳۲). همزمانی مرحله خوشه برنج با بارندگی‌های آخر فصل به‌ویژه در مرحله خمیری شدن و رسیدن، سبب شیوع این بیماری می‌شود (پاداشت دهکایی و همکاران، ۱۳۹۴ ب). بیمارگرهایی که از بذور برنج جداسازی شده‌اند در دو گروه بیمارگرهای اصلی و بیمارگرهای کم اهمیت قرار می‌گیرند. قارچ‌ها مهم‌ترین عوامل بیمارگر بذرزاد هستند. بیش از ۸۰ گونه قارچ همراه با بذر برنج معرفی شده است، که حدود ۲۰ گونه بر روی برنج بیمارگر می‌باشند (Imolehin, 1983). قارچ‌های همراه با بذر برنج علاوه بر آنکه سبب کاهش قدرت جوانه‌زنی بذر، مرگ نشای برنج در خزانه، ایجاد بیماری‌هایی مانند پوسیدگی طوقه برنج، تغییر رنگ خوشه و بذر و کاهش وزن هزار دانه می‌شوند، برخی مانند فوزاریوم‌ها تولید زهرابه‌های قارچی می‌کنند که ممکن است به انسان و حیوانات اهلی آسیب بزنند (Neergaard, 1986; Sunani et al., 2019).

در استان مازندران قارچ‌های *Fusarium* spp.، *Curvularia* sp.، *Alternaria padwickii*، *Bipolaris oryzae*، *Alternaria* spp.، *Nigrospora* spp.، *Penicillium* sp. و *Aspergillus* spp. به‌عنوان عوامل ایجاد بیماری تغییر رنگ در خوشه‌ها و بذور برنج (خسروی و همکاران، ۱۳۸۹) و در استان گیلان قارچ‌هایی از جنس *Cladosporium* شامل گونه‌های *C. angustisporum*، *C. cladosporioides*، *C. oxysporum*، *C. tenuissimum* و *C. perangustum*، از جنس *Bipolaris* گونه‌های *B. oryzae*، *B. cynodontis*، *B. chloridis*، *B. sorghicola* و *B. tripogonis* و گونه‌های *Curvularia clavata*، *Epicoccum nigrum*، *Fusarium lateritium* و *Acremonium hyalinulum* و گونه‌هایی از جنس‌های *Acremonium*، *Epicoccum*، *Penicillium*، *Curvularia*، *Fusarium* و *Aspergillus* به‌عنوان عامل تغییر رنگ دانه برنج تشخیص داده شدند (پاداشت دهکایی و همکاران، ۱۳۹۴ ب). در سایر کشورهای برنج‌خیز نیز قارچ‌هایی مانند *Cochliobolus*، *miyabeanus*، *Curvularia* spp.، *Fusarium* spp.، *Microdochium oryzae* و *Sarocladium oryzae* به عنوان عامل بیماری دانه‌های رنگی برنج جداسازی و شناسایی شدند (Webster and Gunnell, 1992; Groth et al., 2010).

فعالیت و توسعه قارچ‌ها علت ایجاد لکه‌های رنگی و تغییر رنگ یافته بر روی دانه و پوسته آن می‌شود. در صورت شدت بالای آلودگی، دانه‌ها بوی تعفن هم می‌گیرند (Groth et al., 2010).



شکل ۳۲. خوشه برنج آلوده به بیماری تغییر رنگ دانه برنج (عکس از اینترنت)

شدت این بیماری علاوه بر شرایط آب و هوایی، به نوع رقم برنج و نوع کشت نیز بستگی دارد. شدت این بیماری در کشت مستقیم برنج در بستر مرطوب بیشتر از کشت نشایی برنج ارزیابی شد (شهبازی و همکاران، ۱۴۰۱). شیوع بیماری دانه‌های رنگی در ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت است که می‌تواند ناشی از تفاوت در زمان خوشه‌دهی و پر شدن دانه در آنها باشد زیرا مصادف شدن مرحله خوشه برنج با بارندگی آخر فصل به ویژه در مرحله خمیری شدن و رسیدن سبب شیوع بیماری تغییر رنگ می‌شود (پاداشت دهکایی، ۱۳۹۴ ب؛ شهبازی و همکاران، ۱۴۰۱).

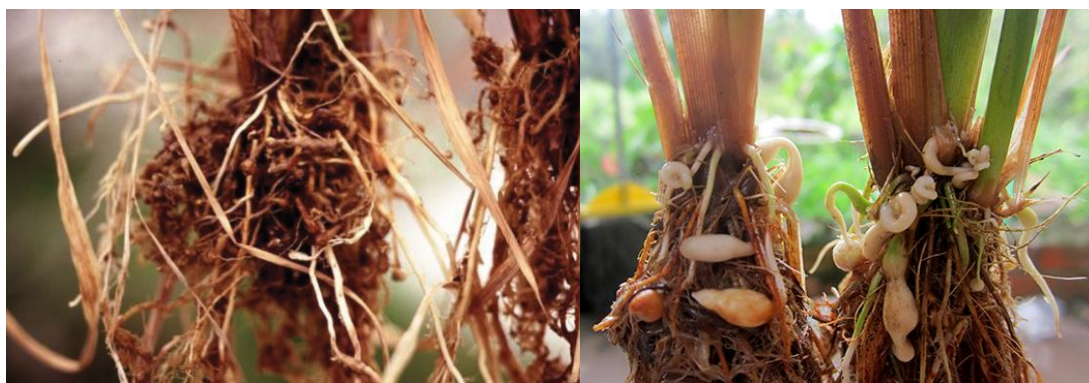
از آنجا که مصادف شدن رسیدن محصول و برداشت آن با باران‌های آخر فصل در هر دو کشت نشایی و مستقیم شرایط را برای توسعه این بیماری فراهم می‌کند، پیشنهاد می‌شود برای پیش‌گیری از خسارت این بیماری، در صورت مهیا بودن شرایط (از جمله آب)، کشت برنج در اولین فرصت در فصل زراعی انجام شود (شهبازی و همکاران، ۱۴۰۱). از آنجا که دوره رشدی ارقام برنج با یکدیگر متفاوت است، پیشنهاد می‌شود در مناطقی که دارای باران‌های آخر فصل هستند و امکان کشت زود هنگام وجود ندارد، در صورت امکان از ارقام زودرس استفاده شود (شهبازی و همکاران، ۱۴۰۱).

نماتدهای بیماری‌زای مهم برنج

بیماری نماتدی ریشه گرهی^۱ برنج

این بیماری به نماتد گره ریشه معروف است که بیشتر در شرایط خشکه کاری برنج دیده می‌شود. علائم اندام هوایی ابتلا به گونه‌های مختلف این نماتد در برنج شامل کلروز و پژمردگی برگ، عقب افتادن بلوغ، کاهش پنجه زنی و رشد می‌باشد. در این بیماری بر روی ریشه‌ها گره‌های متورم ایجاد شده که از طویل شدن ریشه نیز جلوگیری می‌نماید (شکل ۳۳) (Webster and Gunnell, 1992).

عامل: چندین گونه نماتد از جنس *Meloidogyne* spp. در برنج وجود دارد (Webster and Gunnell, 1992; Groth et al., 2010). مانند: *M. incognita* (Kofoid & White)، *M. arenaria* (Neal) Chitwood، *M. oryzae* Maas, Sanders & Dede، *M. graminicola* Golden & Birchfield. Chitwood، *M. javanica* (Treub.) Chitwood و *M. salasi* Lopez (Webster and Gunnell, 1992). با این حال، *M. graminicola* به دلیل توانایی آن برای زنده ماندن در شرایط خاک غرقاب، مضرترین گونه نماتد ریشه گره‌ای برای کشت برنج آسیایی در نظر گرفته می‌شود (Bridge et al., 2005; Mantelin et al., 2017). این نماتد در خزانه‌های برنج و برنج‌های کشت شده در خشکه کاری یافت می‌شود، اما در سیستم‌های تولید برنج آبی و آب‌های عمیق نیز گسترده است. کاهش عملکرد ناشی از *M. graminicola* بسته به شدت بیماری و رقم بین ۲۸ تا ۸۷ درصد است (Bellafiore et al., 2015).



شکل ۳۳. ریشه‌های برنج آلوده به نماتد (سمت چپ)، گره‌های (گال‌های) قلاب مانند بر روی ریشه برنج آلوده به نماتد *Meloidogyne graminicola* (سمت راست) (عکس از اینترنت).

مدیریت زراعی: اگر چه *M. graminicola* می‌تواند در شرایط غرقابی زنده بماند و تولید مثل کند، اما شرایط غرقابی مداوم از مرحله نشا (گیاهچه) تا بلوغ می‌تواند به جلوگیری از آلودگی ریشه‌های برنج کمک کند. تناوب زراعی با گیاهان غیر میزبان مانند سیب‌زمینی شیرین، لوبیا چشم بلبلی، کنجد، کرچک، آفتابگردان، سویا،

¹ Root knot nematode

شلغم، گل کلم، خردل و نخود به مدت حداقل ۱۲ ماه می‌تواند جمعیت نماتد را کاهش دهد (Webster and Gunnell, 1992; Dutta et al., 2012; Mantelin et al., 2017).

مدیریت زیستی: عوامل کنترل زیستی مختلف مانند قارچ‌های مفید مانند *Purpureocillium* sp. و باکتری‌های مفید مانند *Bacillus* sp. و *Catenaria anguillulae*, *T. virens*, *Trichoderma harzianum* عوامل بالقوه کنترل زیستی نماتد *M. graminicola* هستند (Pankaj et al., 2015; Mantelin et al., 2017; Bui et al., 2020).

در موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج (IRRI) جهت مدیریت این بیماری نماتدی از ارقام مقاوم به نماتد و در صورت لزوم از نماتدکش هم استفاده می‌شود (IRRI, 2014).

بیماری نماتدی نوک سفیدی برگ^۱ برنج

بیماری نماتد نوک سفیدی برگ برنج از بسیاری از کشورهای آفریقایی که کشت برنج در آنها در حال توسعه است، و همچنین از شمال، مرکز و جنوب قاره آمریکا و از آسیا، اروپا و اقیانوس آرام گزارش شده است (Webster and Gunnell, 1992; Groth et al., 2010). تأثیر اقتصادی این نماتد بذرزاد در کشورها مختلف متفاوت است (Bridge et al., 2005).

در بیماری نوک سفیدی برگ برنج، نوک برگ به اندازه ۳-۵ سانتی‌متر سفید می‌شود. قسمت‌های سفید در نهایت نکروز و تکه‌تکه می‌شوند. بخش مرکزی و قاعده برگ‌های آلوده گاهی اوقات سبز تیره می‌شوند که از حالت طبیعی برگ تیره‌تر است (Webster and Gunnell, 1992). برگ‌های فوقانی بیشتر تحت تأثیر این بیماری قرار می‌گیرند به‌طوری که برگ پرچم اغلب پیچیده شده و مانع ظهور خوشه می‌شود. علائم دیگر این بیماری شامل کاهش طول خوشه، کاهش تعداد دانه در خوشه، عقیم شدن گل‌ها، بدشکلی بذور، کوتولگی بوته، عقب افتادن بلوغ و رسیدگی دانه است. علائم نوک سفیدی برگ ممکن است شبیه خسارت حشرات و یا سایر نماتدها مانند *Ditylenchus angustus* (Butler) به نظر رسد. کاهش عملکرد در اثر این بیماری متغیر بوده و بستگی به رقم برنج، شرایط محیطی (و آب و هوایی)، شیوه‌های کشت و دیگر عوامل دارد. در مزارع آلوده، خسارت این بیماری به‌طور متوسط از ۱۰ تا ۳۰ درصد برآورد شده است. کاهش عملکرد حداکثر ۷۰ درصد در ارقام حساس و حداقل ۲۰ درصد در ارقام نسبتاً مقاوم گزارش شده است (Webster and Gunnell, 1992).

عامل این بیماری نماتد *Aphelenchoides besseyi* Christie است. در مرحله پنجه‌زنی، این نماتد به صورت انگل خارجی از جوانه‌های کناری^۲ راس ساقه^۳ تغذیه می‌کند. همانطور که گیاه رشد می‌کند، نماتد با استفاده از لایه‌های آب موجود در سطح گیاه، به سمت برگ‌ها حرکت می‌کند. این نماتد سبب سفید شدن ۳ تا ۵ سانتی‌متر بالای برگ و در نهایت نکروز می‌شود (شکل ۳۴) (Bridge et al., 2005). سپس به خوشه در حال

^۱ White tip nematode

^۲ axillary buds

^۳ shoot apical site

رشد مهاجرت می‌کند و قبل از گرده افشانی وارد سنبلیچه می‌شود و از جنین، لودیکول‌ها، تخمدان‌ها و پرچم‌ها تغذیه می‌کند (Huang and Huang, 1972). این نماتد می‌تواند از دانه نیز تغذیه کند و در هنگام رسیدن دانه‌ها، نماتدها در داخل دانه‌ها وارد مرحله زندگی بدون آب^۱ می‌شود. بدین صورت این نماتدها از طریق بذر پخش می‌شوند. این نماتدها می‌توانند در بذور خشک تا سه سال نیز زنده بمانند (Bridge *et al.*, 2005). نماتد *Aphelenchoides* spp. در چرخه زندگی خود چندین مرتبه پوست اندازی می‌کند و این چرخه در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، طی ۸ تا ۱۲ روز کامل می‌شود. این نماتد به صورت اختیاری می‌تواند از قارچ‌ها نیز تغذیه کند. علاوه بر سفیدی نوک برگ، نماتد *A. besseyi* سبب کاهش اندازه و بنیه گیاه، بدشکلی برگ پرچم، عقیمی و ریز شدن تا عقیم شدن دانه‌ها نیز می‌شود (Perry and Moens, 2006; Moens and Perry, 2009).



شکل ۳۴. علایم بیماری نماتد نوک سفیدی برگ برنج (عکس از اینترنت)

^۱anhydrobiosis

از آنجا که نماتد *A. besseyi* بذرزاد است، شستشو بذر با آب گرم بهترین روش کنترل این بیماری است. برای مقادیر کم بذر، قرار گیری بذر خشک در آب گرم به مدت ۵۰-۱۰ دقیقه در دمای 55°C -۶۱ درجه سانتی گراد، و برای مقادیر زیاد بذر، قرارگیری بذر خشک به مدت ۲۴ ساعت در آب سرد و سپس ۱۵ دقیقه در آب با درجه حرارت

53°C -۵۱ درجه سانتی گراد، بدون تأثیر بر جوانه زنی، سبب از بین بردن این نماتد می شود. کاربرد نماتدکش- های شیمیایی برای بذر هم مؤثر است. حذف بقایای گیاهی و علف های هرز، کشت ارقام مقاوم و کشت مستقیم بذر در مزرعه غرقاب نیز برای کنترل نماتد *A. besseyi* توصیه می شود (Webster and Gunnell, 1992).

بیماری‌های باکتریایی مهم برنج

بیماری سوختگی باکتریایی برگ^۱ برنج

اهمیت بیماری

بیماری سوختگی باکتریایی برگ برنج (BB) بومی قسمت‌هایی از آسیا و بخش‌هایی از غرب آفریقا است. این بیماری در مناطق گرمسیری و معتدل شایع است و در استرالیا، آمریکای لاتین و دریای کارائیب نیز گزارش شده است (Mew *et al.*, 1993). خسارات ناشی از بیماری سوختگی باکتریایی برگ برنج به دنبال کشت گسترده انواع برنج پاکوتاه پرپنجه با عملکرد بالا و نیاز کود نیتروژنه بالا در دهه ۱۹۶۰ به طور قابل توجهی افزایش یافت. به‌طوریکه قبل از معرفی ارقام مقاوم و اجرای اقدامات قرنطینه سختگیرانه در ژاپن، خسارت بیماری سوختگی باکتریایی برگ برنج بین ۲۰ تا ۳۰ درصد و تا ۵۰ درصد گزارش شده است (Ou, 1972). در کشورهای گرمسیری بیماری سوختگی باکتریایی برگ برنج خسارت بیشتری وارد می‌کند. در گزارش‌هایی از فیلیپین، اندونزی و هند بسته به شرایط آب و هوایی، مکان و رقم برنج، تلفات ناشی از این بیماری در نشاهایی که به تازگی به زمین اصلی منتقل شده‌اند، ۶۰ تا ۷۵ درصد برآورد شده است (Reddy *et al.*, 1979; Ou, 1985b). علاوه بر کاهش عملکرد، این بیماری ممکن است با تداخل در مرحله بلوغ گیاه، بر کیفیت دانه نیز تأثیر بگذارد (Ou, 1985b; Goto, 2012).

باکتری عامل این بیماری در ایران اولین بار در سطح جنس در سال ۱۳۴۵ توسط خوارزمی از بذر برنج گزارش شد. سپس در سطح گونه در سال ۱۳۶۲ توسط ذاکری و همکاران جداسازی و شناسایی شد. در ادامه زیرگونه (پتوار)^۲ آن در سال ۱۳۸۷ توسط قاسمی و همکاران و در سال ۱۳۸۷ توسط خشکدامن و همکاران شناسایی و معرفی شد.

علائم بیماری

بیماری سوختگی باکتریایی برگ برنج سبب بروز علائم مختلفی در گیاه برنج می‌شود. این بیماری در هر مرحله‌ای از رشد گیاه می‌تواند رخ دهد (Webster and Gunnell, 1992; Groth *et al.*, 2010). در ابتدا رگه‌هایی روی برگ‌های برنج ایجاد می‌شود که از نوک و حاشیه آن پخش می‌شود (شکل ۳۵). این رگه‌ها بزرگتر می‌شوند و در نهایت یک ماده شیری رنگ آزاد می‌کنند که همان اوز^۳ باکتری است (شکل ۳۶). مراحل پایانی آلودگی با لکه‌های سفید مایل به خاکستری روی برگ‌ها مشخص می‌شود که در نهایت منجر به خشک شدن و مرگ برگ‌ها می‌شود. در گیاهچه‌های برنج، بیماری سوختگی باکتریایی برگ سبب خشک شدن و پژمردگی برگ‌ها می‌شود و معمولاً در عرض دو تا سه هفته مرگ گیاهچه را دنبال دارد. اگر چه ممکن است گیاهان بالغ در اثر آلودگی زنده بمانند اما عملکردشان کاهش می‌یابد (Sanya *et al.*, 2022).

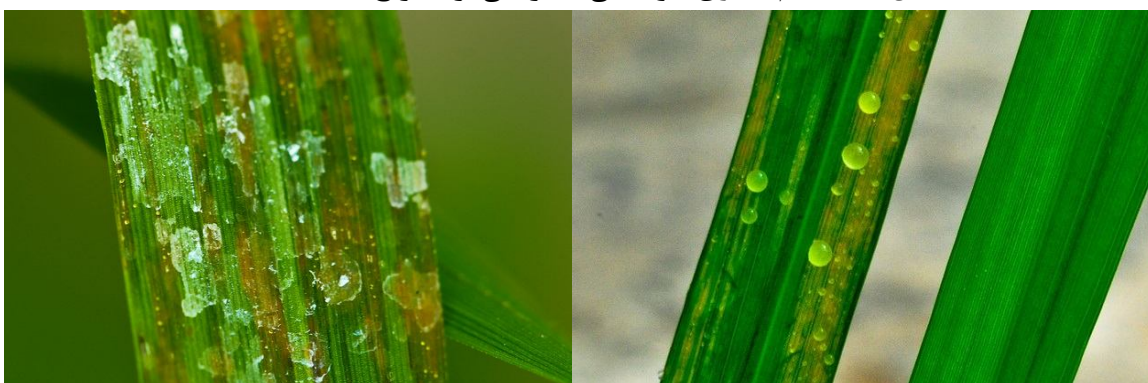
^۱ Bacterial Leaf Blight (BB)

^۲ pathovar

^۳ ooze



شکل ۳۵. علائم بیماری سوختگی باکتریایی برگ برنج (IRRI, 2022a)



شکل ۳۶. تراوشات (سمت راست) و تراوشات خشک شده (سمت چپ) باکتری عامل بیماری سوختگی باکتریایی برگ برنج (IRRI, 2022a)

عامل بیماری

باکتری *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Xoo) عامل بیماری سوختگی باکتریایی برگ برنج (BB) است (IRRI, 2022a; Sanya *et al.*, 2022). این باکتری در بذر و کاه و کلش آلوده زنده می ماند. همه گونه های وحشی جنس برنج می توانند میزبان این بیماری باشند و به عنوان منابع آلودگی عمل نمایند. باکتری از طریق روزنه ها و یا زخم وارد میزبان شده و در بافت پارانشیم تکثیر می یابد (Webster and Gunnell, 1992). باکتری بیمارگر موجود در تراوشات (اوز) سطح برگ گیاهان آلوده، توسط باران و باد پخش شده و سبب گسترش بیماری می شود (Webster and Gunnell, 1992; IRRI, 2022a). شرایط بارانی، رطوبت نسبی بالا (بیش از ۷۰ درصد) و دمای بالا (۲۵-۳۴ درجه سانتی گراد) برای بروز و گسترش این بیماری مطلوب است. مصرف بالای کودهای نیتروژنه در ارقام حساس برنج سبب افزایش خسارت این بیماری می شود (IRRI, 2022a).

مدیریت بیماری

- رعایت بهداشت زراعی: حذف بقایای هرز آلوده (به عنوان میزبان عامل بیماری) از داخل مزرعه و اطراف آن می‌تواند در کاهش زادمایه اولیه بیمارگر موثر باشد (IRRI, 2022a).
- کشت ارقام مقاوم (Webster and Gunnell, 1992; IRRI, 2022a).
- ضدعفونی بذر (Webster and Gunnell, 1992)
- مصرف بهینه کود نیتروژنه (IRRI, 2022a): کود نیتروژنه به میزان توصیه شده براساس نوع رقم برنج و آزمون خاک (متناسب با کودهای پتاسیم و فسفر)، به صورت پایه (همزمان با نشاکاری) و دست کم دو بار تقسیط، در سطح مزرعه یکنواخت پخش شود و از انباشت کود در یک منطقه خاص جلوگیری شود.

بیماری رگ نواری باکتریایی برگ^۱ برنج

اهمیت بیماری

بیماری رگ نواری باکتریایی برگ (BLS) همانند بیماری سوختگی باکتریایی برگ برنج (BB) بومی قسمت‌هایی از آسیا و بخش‌هایی از غرب آفریقا است. این بیماری تا حد زیادی به مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری آسیا، از جمله جنوب چین، تایلند، مالزی، هند، ویتنام، فیلیپین و اندونزی محدود است، اما بر مناطق برنج‌کاری شمال استرالیا نیز تأثیر می‌گذارد (Singh *et al.*, 1980; Fahy and Persley, 1983; Ou, 1985b; Awoderv *et al.*, 1991; Lacy, 1994). و به یک مشکل مهم در بخش‌هایی از غرب آفریقا تبدیل شده است (Nino-liu *et al.*, 2006). کاهش عملکرد ناشی از بیماری رگ نواری باکتریایی برگ برنج معمولاً بسته به رقم برنج و شرایط آب و هوایی بین ۰ تا ۲۰ درصد متغیر است (Ou, 1985b). در صورت نبود باد و باران شدید، گسترش ثانویه بیماری رگ نواری باکتریایی برگ محدود شده و شدت بیماری به سرعت کاهش می‌یابد زیرا رشد برگ‌های جدید در گیاه می‌تواند خسارت وارد شده را جبران کند (Ou, 1985b).

علائم بیماری

علائم این بیماری در ابتدا به صورت لکه‌های خطی آسوخته بین رگبرگ‌های برگ ظاهر می‌شود. این رگه‌ها در ابتدا سبز تیره بوده، سپس به رنگ قهوه‌ای روشن تا خاکستری متمایل به زرد در می‌آیند. لکه‌ها هنگامی که در برابر نور نگه داشته شوند، شفاف هستند. در شرایط محیطی مناسب، بیماری گسترش یافته و ممکن است کل برگ را در بر گرفته، برگ قهوه‌ای شده (شکل ۳۷) و می‌میرد. در شرایط مرطوب ممکن است قطرات زرد تراوش باکتریایی که حاوی توده‌هایی از سلول‌های باکتریایی (اوز) است، روی سطح برگ‌ها مشاهده شود (IRRI, 2022b).

¹ Bacterial Leaf Streak (BLS)



شکل ۳۷. علائم بیماری رگ نواری باکتریایی برگ برنج (IRRI, 2022b).

عامل بیماری

باکتری *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* (Xoc) عامل بیماری رگ نواری باکتریایی (BLS) برگ برنج است (Poulin *et al.*, 2015). این بیماری در مناطق برنج خیز با دمای و رطوبت بالا رخ می‌دهد. عامل بیماری در بذر و بقایای آلوده گیاهی و آب زمستان‌گذرانی کرده و به فصل زراعی بعد منتقل می‌شود (Xie and Mew, 1998; IRRI, 2022b). این بیمارگر در مراحل اولیه، از حداکثر پنجه‌زنی تا شروع خوشه‌دهی، گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هر چه زمان آلودگی به مرحله بلوغ گیاه نزدیک‌تر باشد میزان خسارت کاهش یافته و بیماری تأثیر کمتری بر عملکرد محصول دارد. هنگامی که شدت بیماری بالا باشد، برگ‌های آلوده قهوه‌ای و خشک می‌شوند که سبب کاهش سطح فتوسنتزی گیاه شده و در نهایت منجر به کاهش عملکرد می‌شود (IRRI, 2022b). از بین دو بیماری باکتریایی رگ نواری و سوختگی برگ برنج، بیماری باکتریایی رگ نواری از نظر اقتصادی اهمیت کمتری دارد و شدت بیماری و بروز خسارت آن، به رطوبت و کود نیتروژن بستگی دارد و هر چه این دو عامل به‌صورت همزمان بالاتر باشد میزان خسارت بالاتر است (Opina and Exconde, 1971; Ou, 1985b). با این حال، تحت شرایط محیطی مساعد، بیماری رگ نواری برگ برنج می‌تواند به اندازه بیماری سوختگی برگ برنج مخرب باشد (Nino-liu *et al.*, 2006). برای مدیریت هر دو بیماری، کاشت بذر سالم و عاری از بیمارگر بسیار مهم است. این دو بیمارگر باکتریایی می‌توانند به طور همزمان نیز یک گیاه را بیمار کنند. در این شرایط بذر تولیدی آلوده به هر دو باکتری خواهد بود. متأسفانه این دو بیمارگر ارتباط نزدیکی با هم دارند و از نظر ریخت‌شناسی و ژنتیکی به سختی قابل تشخیص هستند (Mew *et al.*, 1993; Goto, 2012). در واقع *X. oryzae* pv. *oryzicola* و *X. oryzae* pv. *oryzicola* با هیبریداسیون DNA:DNA، بیش از ۹۰ درصد شباهت را نشان می‌دهند (Swings *et al.*, 1990).

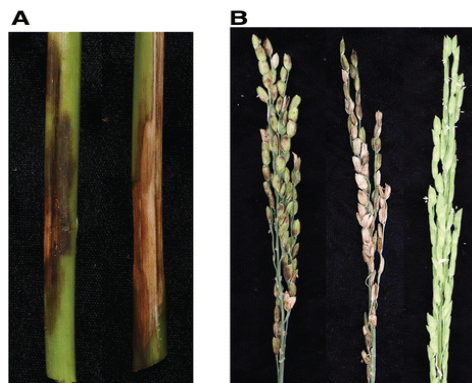
بیماری سوختگی (بازدگی) باکتریایی خوشه^۱ برنج

اهمیت بیماری

این بیماری اولین بار در سال ۱۹۵۶ در ژاپن شناسایی و بیماری پوسیدگی دانه^۲ باکتریایی برنج نامگذاری شد. سپس بیماری سوختگی باکتریایی خوشه برنج در تمام مناطق کشت برنج جهان، از جمله کشورهایی در آسیا، آفریقا، و آمریکای مرکزی و جنوبی گزارش شد (Groth *et al.*, 2010; Ham *et al.*, 2011; Zhou-qi *et al.*, 2016; Zhou, 2019). این بیماری کشت برنج در لوئیزیانا، آرکانزاس و تگزاس در ایالات متحده آمریکا را نیز تحت تأثیر قرار داده است (Nandakumar *et al.*, 2009). در صورت وجود شرایط مساعد محیطی، این بیماری بسته به رقم، سبب کاهش عملکرد در حدود ۱۰ تا ۷۵ درصد می‌شود (Fory *et al.*, 2014; Shew *et al.*, 2019).

علائم بیماری

عامل این بیماری می‌تواند در هر مرحله از رشد گیاه برنج، از گیاهچه تا بلوغ، سبب بیماری شود. در مراحل اولیه رشد گیاه، باکتری سبب پوسیدگی بذر، کوتولگی و کلروز در گیاهچه‌ها می‌شود و در مراحل رویشی، سبب پوسیدگی غلاف (شکل ۳۸) و بروز لکه‌های خاکستری با حاشیه قهوه‌ای در برگ‌ها می‌شود (Iiyama *et al.*, 1995; Nandakumar *et al.*, 2009). مخرب‌ترین اثر این بیماری در بافت‌های زایشی گیاه برنج رخ می‌دهد که در آن باکتری سبب تغییر رنگ سنبلیچه‌ها و اختلال در رشد دانه‌ها می‌شود (شکل ۳۹) (Nandakumar *et al.*, 2009; Wamishe, 2015). در موارد شدید، کل خوشه زرد تا کاهی رنگ شده و بیشتر دانه‌ها پوک می‌شوند. در مزرعه خوشه‌های سالم که دانه‌های‌شان پر و سنگین است، در نتیجه وزن دانه خوشه‌ها خم می‌شوند، اما خوشه‌های آلوده به این بیماری به علت عدم پر شدن دانه، سبک بوده و به حالت ایستاده باقی می‌مانند (Nandakumar *et al.*, 2009). این بیماری با تأثیر بر رشد دانه به طور مستقیم سبب کاهش عملکرد محصول می‌شود (Fory *et al.*, 2014).



شکل ۳۸. علائم بیماری سوختگی باکتریایی خوشه برنج ناشی از باکتری *Burkholderia glumae* در A، غلاف و B، علائم در خوشه. خوشه‌های سبز سالم (راست)، تغییر رنگ سنبلیچه‌ها (سمت چپ) و سنبلیچه‌های پر نشده کاهی رنگ (مرکز) (Ortega and Rojas, 2021)

^۱ Bacterial panicle blight

^۲ Grain rot



شکل ۳۹. علایم بیماری سوختگی باکتریایی خوشه برنج (عکس از اینترنت)

بیماری سوختگی باکتریایی خوشه در مزرعه به صورت یک الگوی دایره‌ای شکل توسعه می‌یابد که خوشه‌های موجود در مرکز این دایره به شدت آلوده و عقیم (پوک) هستند (شکل ۴۰). این بیماری با طولانی شدن شرایط آب‌وهوایی گرم و خشک در تابستان توسعه می‌یابد. در شرایطی که درجه حرارت در طول روز بیش از ۳۲ درجه سانتی‌گراد و در شب ۲۵ درجه سانتی‌گراد یا بالاتر باشد، این بیماری گسترش می‌یابد. سطوح بالای نیتروژن نیز به توسعه بیماری کمک می‌کند (Groth et al., 2010).



شکل ۴۰. سمت راست الگوی دایره‌ای با مرکز بشدت آلوده مزرعه برنج به بیماری سوختگی باکتریایی خوشه برنج، سمت چپ آلوده شدن دانه‌های بیمار به قارچ‌ها و سایر باکتری‌ها و سیاه و تیره شدن آن‌ها (عکس از اینترنت)

عامل بیماری

عامل این بیماری باکتری *Burkholderia glumae* است که بذرزاد و خاک‌زی است. اگر چه از خوشه‌های آلوده گونه‌های *B. plantarii* و *B. gladioli* نیز جداسازی شده‌اند (Nandakumar et al., 2009; Ortega and Rojas, 2021)، با این حال، *B. glumae* از *B. plantarii* و *B. gladioli* شایع‌تر و خطرناک‌تر است (Nandakumar et al., 2021). زیست‌شناسی *B. glumae* و چرخه بیماری آن به طور کامل شناخته نشده است (Ortega and Rojas, 2021). با این حال، تحقیقات نشان می‌دهد که مقصد

نهایی باکتری *B. glumae* بافت زایشی است و دانه‌های آلوده پس از کاشت به منبع آلودگی جدید در مزرعه تبدیل می‌شوند (Ortega and Rojas, 2021). اگر چه این رایج‌ترین مسیر پذیرفته شده آلودگی است، اما تحقیقات جدید نشان داده که باکتری *B. glumae* و قارچ *Fusarium graminearum* یک رابطه همزیستی دارند که باعث افزایش شدت بیماری این دو بیمارگر می‌شود (Jung et al., 2018). به‌نظر می‌رسد این باکتری برای زنده ماندن تا زمان تشکیل دانه بر روی برگ و غلاف برنج زندگی می‌کند و با رشد گیاه بر روی خوشه رفته و گسترش می‌یابد. علایم اولیه این بیماری به‌صورت لکه‌های قهوه‌ای روشن بر روی پوسته دانه ظاهر می‌شود. ساقه زیر خوشه دانه‌های آلوده، سبز باقی می‌ماند. تغییر رنگدانه و سبز باقی ماندن ساقه ویژگی کلیدی تشخیص این بیماری در اوایل فصل است. دانه‌های آلوده به‌طور یکنواخت بر روی خوشه توزیع می‌شوند. با گذشت زمان، دانه‌های بیمار به قارچ‌ها و سایر باکتری‌ها آلوده شده و به رنگ خاکستری و سیاه یا صورتی تغییر رنگ داده که در این صورت تشخیص آن دشوار است (شکل ۴۰). در این بیماری خوشه‌ها کوچک مانده و دانه‌ها به‌درستی پر نمی‌شوند در نتیجه خوشه‌ها به‌دلیل سبکی وزن به طرف پایین خم نمی‌شوند. حساس‌ترین مرحله رشدی گیاه برنج به ایجاد آلودگی به این بیماری، حدود شش روز پس از گل‌دهی می‌باشد (Groth et al., 2010).

مدیریت بیماری

از آنجا که هیچ‌گونه کنترل شیمیایی برای مدیریت سوختگی باکتریایی خوشه برنج توصیه نشده است (Groth et al., 2010)، مدیریت زراعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اقدامات زراعی جهت مدیریت این بیماری شامل کاشت زود هنگام برنج در فصل بهار (به دلیل خنکی هوا در زمان ظهور سنبله و پر شدن دانه) و استفاده مناسب از کودهای نیتروژنه است (Groth et al., 2010; Wamishe, 2015). از آنجا که باکتری عامل این بیماری بذرزاد است، موثرترین اقدام جهت مدیریت بیمارگر، اجتناب از کاشت بذور آلوده و تهیه بذره‌ای عاری از عامل بیماری‌زا است (Groth et al., 2010; Wamishe, 2015).

بیماری پوسیدگی باکتریایی طوقه^۱ برنج

این بیماری اولین بار در سال ۱۹۷۷ از ژاپن گزارش گردید. عامل بیماری پوسیدگی باکتریایی طوقه برنج باکتری *Erwinia chrysanthemi* می‌باشد. این بیماری به ندرت مشاهده می‌شود (Groth et al., 2010; Goto, 2012). اولین علائم این بیماری در مرحله پنجه‌زنی ظاهر می‌شود و تا پس از مرحله گل‌دهی ادامه می‌یابد (Groth et al., 2010; Goto, 2012; Shankar et al., 2021).

در منطقه طوقه گیاه برنج پوسیدگی نرم سیاه‌رنگ یا قهوه‌ای تیره ایجاد شده و به‌صورت رگه‌هایی تا گره‌های پایینی ساقه ادامه یافته و موجب فساد آن‌ها می‌شود (شکل ۴۱). مشخصه دیگر این بیماری بوی متعفن، پوسیدگی نرم و از بین رفتن تعدادی پنجه در یک زمان می‌باشد. همچنین ریشه‌های گیاه از بین رفته و سیاه

¹ Crown Rot

می‌شوند و در گره‌های بالای طوقه ریشه نابجا بوجود می‌آید و در حالت حاد و پیشرفته گیاه از بین می‌رود (Webster and Gunnell, 1992; Groth *et al.*, 2010; Shankar *et al.*, 2021).

درجه حرارت بالا، تنش رطوبتی و مصرف بیش از حد کودهای نیتروژنه منجر به افزایش شدت بیماری در مزارع آلوده می‌شود. تغییر رنگ طوقه در این بیماری مشابه کاربرد اشتباه علف‌کش‌های هورمونی مانند علف‌کش-4, 2, D, است. تنها روش پیشنهادی جهت کنترل این بیماری تخلیه آب مزرعه برای تشویق به توسعه ریشه و ساقه است (Groth *et al.*, 2010).



شکل ۴۱. علائم بیماری پوسیدگی باکتریایی طوقه برنج (عکس از اینترنت)

بیماری ویروسی مهم برنج

بیماری ویروسی تانگرو برنج^۱

اهمیت بیماری

تانگرو مهمترین بیماری ویروسی برنج است که از طریق زنجرک^۲ (بخصوص زنجرک سبز) منتقل می‌شود. جنوب شرقی آسیا یکی از آن مناطقی است که تانگرو شیوع بالایی دارد (Ling, 1972; Daud *et al.*, 2013) و یکی از مضرترین و مخرب‌ترین بیماری‌های برنج در این منطقه به شمار می‌رود. طغیان این بیماری می‌تواند هزاران هکتار برنج را تحت تأثیر قرار دهد به طوری که طغیان این بیماری در مراحل اولیه رشد برنج می‌تواند سبب بروز خسارت ۱۰۰ درصدی شود. میزان خسارت این بیماری به رقم و مرحله رشدی برنج، زادمایه اولیه ویروس، شرایط محیطی و جمعیت ناقل بستگی دارد (Azzam and Chancellor, 2002; Daud *et al.*, 2013). یکی از محدودیت‌ها در مدیریت بیماری تانگرو فقدان علائم در مراحل اولیه بیماری است (Gnanamanickam, 2009). بسیاری از کشاورزان در جنوب و جنوب شرق آسیا به دلیل آسیب شدید این بیماری و دشواری کنترل آن، تانگرو را به عنوان یک بیماری سرطانی می‌شناسند (Warburton *et al.*, 1997; Azzam and Chancellor, 2002). این بیماری در سال ۱۹۸۲ تنها در بخش کوچکی از کشور مالزی، بیش از ۲۰۳۰۰ هکتار از مزارع برنج را تحت تأثیر قرار داد و سبب کاهش عملکرد و بروز خسارت حدود ۱۰ میلیون دلاری (دلار آمریکا) شد (Warburton *et al.*, 1997; Daud *et al.*, 2013).

عامل و علائم بیماری

این بیماری توسط ترکیبی از دو ویروس Rice Tungro Bacilliforme Virus (RTBV) و Rice Tungro Spherical Virus (RTSV) ایجاد می‌شود. زنجرک سبز با تغذیه از گیاه آلوده، ویروس‌های بیماری تانگرو را دریافت کرده و به مدت چند روز با تغذیه از گیاهان سالم می‌تواند ویروس‌ها را به آنها منتقل کند. ویروس‌ها در بدن زنجرک سبز باقی نمی‌مانند مگر اینکه این حشره دوباره از گیاه آلوده تغذیه کند و دوباره ویروس‌ها را بدست آورد. آلودگی به این بیماری در طول تمام مراحل رشد گیاه برنج رخ می‌دهد، اما بیشتر در مرحله رویشی به ویژه در پنجه‌زنی دیده می‌شود (Webster and Gunnell, 1992; IRRI, 2014). بیماری تانگرو سبب تغییر رنگ برگ، توقف رشد، کاهش تعداد پنجه و افزایش دانه‌های پر نشده و عقیم می‌شود (Webster and Gunnell, 1992; IRRI, 2014). از علائم دیگر این بیماری کوتاهی قد، تأخیر در گلدهی، تأخیر در بلوغ، کاهش تعداد پنجه، خوشه‌های کوچک، دانه‌های نیمه پر، وجود خوشه عقیم و دارای لکه‌های قهوه‌ای می‌باشد (شکل ۴۲) (IRRI, 2014). میزان کوتاهی ارتفاع گیاه و تغییر رنگ برگ در ارقام مختلف برنج متفاوت است و بستگی به گونه ویروس، سن گیاه، زمان آلودگی و شرایط محیطی دارد. برخی ارقام به این بیماری

¹ Rice tungro disease

² Leaf hoppers

مقاومت نشان داده و هیچ تغییر رنگی در آنها رخ نمی‌دهد و یا تغییر رنگ بسیار جزئی است که با ادامه رشد گیاه علائم از بین می‌رود (IRRI, 2014). در موارد زیادی علائم بیماری تانگرو با اختلالات فیزیولوژیکی اشتباه گرفته می‌شود (IRRI, 2014). برای شناسایی این بیماری علاوه بر تغییر رنگ برگ‌ها، باید وجود زنجبرک را بررسی نمود. تغییر رنگ برگ به رنگ زرد یا نارنجی یکی از نشانه‌های این بیماری می‌باشند. تغییر رنگ از نوک برگ آغاز شده و به قسمت پایین‌تر برگ می‌رسد. تغییر رنگ در برگ‌های آلوده نیز ممکن است به‌صورت ابلق و یا راه‌راه (کلروز بین رگبرگ) ظاهر شود (IRRI, 2014).



شکل ۴۲. علائم بیماری ویروسی تانگرو برنج و مزرعه آلوده (عکس از اینترنت)

بروز بیماری تانگرو به در دسترس بودن منابع زادمایه ویروس و جمعیت ناقل وابسته است. به غیر از گیاهان آلوده برنج در مزرعه، سایر منابع زادمایه اولیه برای بیماری ویروسی تانگرو عبارتند از: بقایای کاه و کلش محصول آلوده قبلی و علف‌های هرز و برنج‌های آلوده مزارع برنج مجاور (IRRI, 2014). اگر نشاهای برنج قبل از انتقال به مزرعه در خزانه آلوده شوند، می‌توانند به عنوان منبع انتشار ویروس عمل کنند (IRRI, 2014). در صورت وجود آلودگی در مزرعه، این بیماری به سرعت در بوته‌های جوان برنج گسترش می‌یابد. زیرا زنجبرک ناقل بیماری ترجیح می‌دهد از گیاهان جوان برنج تغذیه نماید (IRRI, 2014).

مدیریت بیماری

جهت مدیریت این بیماری باید اقدامات پیشگیرانه صورت گیرد زیرا هنگامی که بوته‌های برنج آلوده شدند دیگر نمی‌توان آنها را درمان نمود. اقدامات پیشگیرانه برای کنترل تانگرو از اقدامات مستقیم کنترل بیماری موثرتر است. استفاده از حشره‌کش برای کنترل حشرات اغلب موثر نیست، چرا که انواع حشرات به‌طور مداوم در مزارع اطراف در حرکت هستند (IRRI, 2014). اقدامات عملی‌تر در حال حاضر، شامل (IRRI, 2014):

- کشت ارقام مقاوم به ویروس تانگرو و یا زنجبرک ناقل مقرون به صرفه‌ترین راه‌کار برای مدیریت این بیماری است. انواع ارقام برنج مقاوم به بیماری تانگرو در کشورهای فیلیپین، مالزی، اندونزی، هند و بنگلادش وجود دارد.
- تنظیم و همزمانی تاریخ کاشت مزارع در یک منطقه در مدیریت این بیماری موثر است. کاشت دیر هنگام (نسبت به تاریخ کشت مناسب منطقه) و یا کاشت ارقام با دوره رشد طولانی (دیررس) در مناطق آلوده

سبب افزایش خسارت این بیماری می‌شود. کشت زود هنگام برنج و یا کاشت ارقام زودرس سبب فرار گیاه از این بیماری می‌شود. زیرا اوج جمعیت آفت ناقل همزمان با بلوغ گیاه می‌شود و از آنجا که بافت گیاه دیگر مناسب تغذیه آفت نیست، گسترش این بیماری ویروسی محدود می‌شود (پاداشت دهکایی و همکاران، ۱۳۹۴ الف).

- شخم و دیسک زدن کاه و کلش آلوده بلافاصله پس از برداشت به کاهش زادمایه اولیه بیمارگر کمک می‌کند.

بیماری‌های فیزیولوژیکی و کمبود مواد غذایی

بیماری خوشه ایستاده^۱

بیماری خوشه ایستاده یک اختلال فیزیولوژیکی مرسوم و پیچیده در گیاه برنج است که بر کشت این محصول در سراسر جهان تأثیر می‌گذارد (Atkins, 1974). در این بیماری خوشه راست و ایستاده و یا کمی خمیده قرار می‌گیرد، که علت آن عقیمی بذور است. پوسته‌های دانه تحلیل رفته منقاری شکل می‌شود (شکل ۴۳)، در مواردی نیز ممکن است گیاه به خوشه نرود (Groth *et al.*, 2010). اولین بار این بیماری در سال ۱۹۱۲ از ایالت‌های جنوبی ایالات متحده آمریکا عمدتاً آرکانزاس، لوئیزیانا و تگزاس گزارش شد. این بیماری در کشورهای مانند استرالیا، ژاپن، پرتغال، آرژانتین و تایلند نیز گزارش شده است (Yan *et al.*, 2010). علت دقیق این اختلال فیزیولوژیکی در گیاه برنج هنوز به درستی درک نشده و در دست بررسی است. مطالعات نشان داده‌است که در حضور آرسنیک، علائم این بیماری در برنج بروز می‌یابد (Rahman *et al.*, 2008; Groth *et al.*, 2010; Tang *et al.*, 2020; Chhabra *et al.*, 2021). دی‌متیل‌آرسنات^۲ (DMA) نسبت به آرسنیک معدنی سمیت کمتری در گیاهان برنج ایجاد می‌کند اما کاربرد طولانی مدت علف‌کش‌های حاوی DMA و پتانسیل تجمع آن‌ها در خاک منجر به آلودگی خاک به دوزهای بالاتر آن می‌شود (Chhabra *et al.*, 2021). در یک تحقیق افزودن دی‌متیل-آرسینیک اسید به خاک در مراحل پنجه‌زنی تا گلدهی سبب بروز بیماری خوشه ایستاده در برنج شد (Tang *et al.*, 2020).



شکل ۴۳. بیماری خوشه ایستاده برنج (عکس از اینترنت)

خسارت سرما^۳

از آنجا که منشاء گیاه برنج مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است، این گیاه نسبت به سایر غلات مانند گندم (*Triticum aestivum* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.) به تنش سرما حساس‌تر است (Xie *et al.*, 2012). با توجه به شرایط آب‌وهوایی استان‌های برنج‌خیز در ایران، در ابتدای فصل کاشت به ویژه در خزانه، دمای پایین و

^۱Straighthead disease of rice

^۲dimethyl arsenate (DMA)

^۳Cold damage

سرماى بهاره مى‌تواند سبب بروز خسارت شود. مشخصه بارز اين خسارت در گياهچه برنج، تشكيل نوار يا باند سفيد بر روى برگ و محل تماس با خاك در طول دوره سرما است (شكل ۴۴). سرمازدگى در اثر درجه حرارت پايين پس از ظهور گياهچه بوجود مى‌آيد و معمولاً در سيستم كشت مستقيم به‌صورت خشكه‌كارى بيشتر ديده مى‌شود (Groth *et al.*, 2010).

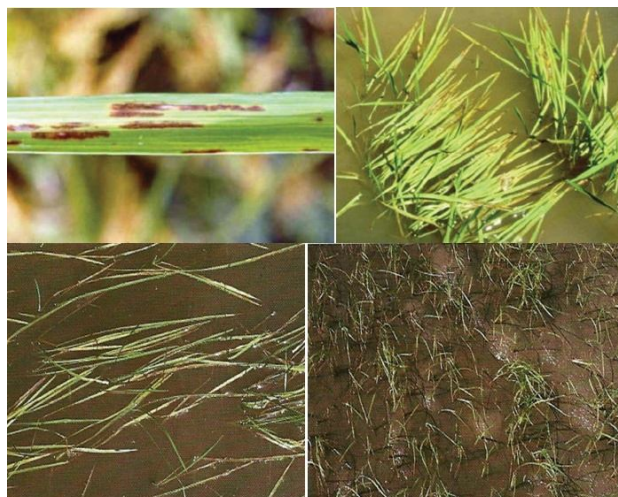


شكل ۴۴. اثرات سرماى اول فصل بر گياهچه برنج (Webster and Gunnell, 1992)

كمبود روى يا برنزه شدن^۱

اثرات كمبود روى به‌صورت لكه‌هاى خطى به‌رنگ قهوه‌اى متمايل به قرمز در سطح برگ مشاهده مى‌شود، و با گسترش آن نقاط قهوه‌اى متمايل به بنفش در برگ‌هاى مسن و برگ‌هاى پايينى شناور روى آب زرد مى‌شوند و در صورت شدت يافتن، نشاءها از بين رفته و به زير آب مى‌روند (شكل ۴۵ و ۴۶) Webster and Gunnell, 1992; Groth *et al.*, 2010).

¹Bronzing



شکل ۴۵. کمبود روی در مراحل اولیه رشد برنج به صورت پژمردگی توأم با تغییر رنگ برگ‌ها بروز می‌نماید (Webster and Gunnell, 1992)



شکل ۴۶. نشانه‌های مشخص تغییر رنگ برگ‌ها به رنگ قهوه‌ای تیره بر اثر کمبود عنصر روی در برنج (Webster and Gunnell, 1992)

کمبود ازت

نشانه‌های مشخص آن تغییر رنگ برگ به صورت سبز روشن و بروز حالت زردی در برگ‌های مسن‌تر برنج می‌باشد (شکل ۴۷) (Webster and Gunnell, 1992).



شکل ۴۷. قطعه وسطی کمبود ازت را در مقایسه با قطعه سمت چپ که در آن ازت کافی مصرف شده است نشان می‌دهد (Webster and Gunnell, 1992)

کمبود فسفر

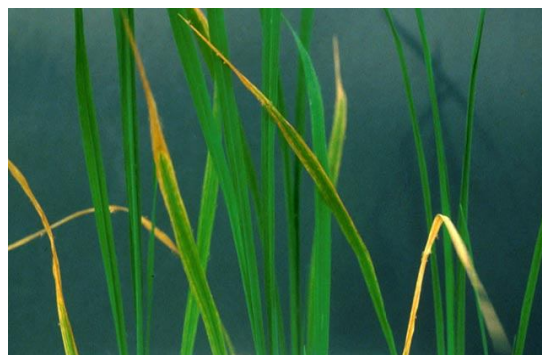
کمبود شدید فسفر در برنج بصورت کوتاه ماندن و از بین رفتن گیاه نمایان می‌شود (شکل ۴۸) Webster (and Gunnell, 1992).



شکل ۴۸. قطعه پائینی کمبود شدید فسفر را در مقایسه با قطعه بالائی نشان می‌دهد
(Webster and Gunnell, 1992)

کمبود پتاسیم

کمبود پتاسیم در برنج به صورت کلروزه شدن بین رگبرگ‌ها و ظهور نقاط قهوه‌ای در نوک برگ‌های مسن بروز می‌کند (شکل ۴۹) Webster and Gunnell, 1992).



شکل ۴۹. کمبود پتاسیم در برگ برنج (اقتباس از سایت IRRI)

منابع بخش بیماری ها:

- ابراهیم نسب، ف. ۱۳۴۳. پوسیدگی طوقه برنج. نشریه اختصاصی شماره ۳ موسسه بررسی آفات و بیماری های گیاهی.
- آقاجانی، م. ع. ۱۳۸۴. بیماری سـوختگی غـلاف بـرنج. نشریه فنی دفتر هماهنگی و ترویج معاونت ترویج و نظام بهره برداری وزارت جهاد کشاورزی. ۲۳ صفحه
- اله قلی پور، م.، حسینی، م.، اقلیدی، ا.، صیادی، م. و صیادی، م. ۱۴۰۱، خصوصیات مهم برخی از ارقام محلی، اصلاح شده و خارجی برنج، ۱۰۵ صفحه.
- امیرمیجانی، ا.، خداپرست، س.ا.، پاداشت دهکایی، ف. و ربیعی، ب. ۱۳۹۲. بررسی زیست شناسی قارچ *Rhizoctonia sativae-oryzae* عامل لکه موجی غلاف برگ برنج در استان گیلان. بیماریهای گیاهی، ۴۹(۱): ۵۰-۴۱
- ایزدیار، م.، م. بهرامی و ج. ارشاد. ۱۳۷۷. پیدایش سیاهک دروغی برنج در مزارع شالیکاری مازندران. بیماری های گیاهی ۳۴: ۲۳۹-۲۳۸.
- بهداد، ا. ۱۳۷۷. عوامل بیماریزا و بیماری های مهم گیاهی ایران. ناشر نشر یادبود اصفهان. ۴۷۲ صفحه.
- بهروزین، م. و اسدی، پ. ۱۳۷۲. گزارشی از بیماریهای مهم برنج در استان آذربایجان شرقی. خلاصه مقالات یازدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. صفحه ۱۰۹.
- پاداشت دهکایی، ف. ۱۳۷۲. بررسی بیماری پوسیدگی طوقه برنج (*Gibberella fujikuroi*) در استان گیلان. پایان نامه کارشناسی ارشد بیماری شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- پاداشت، ف.، ع. شریفی، ق. حجارود، م. ایزدیبار و م. اخوت. ۱۳۷۵. بررسی اثر چند قارچ کش در کنترل بیماری پوسیدگی طوقه برنج در گیلان. مجله بیماری های گیاهی. جلد ۳۲ شماره های ۲-۳ صفحه ۲۷۷-۲۶۸.
- پاداشت دهکایی، ف. ۱۳۷۸. آثار نیتروژن و سیلیس روی بیماری بلاست برنج، مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۰(۴): ۷۴۲-۷۳۵.
- پاداشت دهکایی، ف. ۱۳۸۹. بیماریهای مزارع برنج. در: ف. مجیدی و ف. پاداشت دهکایی. (مؤلفان). راهنمای آفات و بیماریهای برنج. (صفحه های ۱۴۳-۸۴). انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- پاداشت دهکایی، ف.، تجددی طلب، ک.، حسینی چالشتی، م.، ربیعی، م.، شرفی، ن.، شکری واحد، ح.، علیزاده، م.، علی نیا، ف.، عمرانی، م.، کاوسی، م.، مجیدی شیل سر، ف.، نحوی، م.، یزدانی، م.، افشار، ا.، صیدی، د.، علیجانی، م.، محمدی، م. و نصری ملکی، ز. ۱۳۹۴ الف، راهنمای برنج (کاشت، داشت، برداشت و پس از برداشت)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی موسسه تحقیقات برنج کشور و ۵۲۰ صفحه
- پاداشت دهکایی، ف.، علیزاده، م.ر.، حبیبی، ف.، خداپرست، س.ا.، الهی نیا، س. ع.، امینی، م.، م.، داریوش، س.، پورفرهنگ، ح. و پیشداد، م. ۱۳۹۴ ب. شناسایی عوامل قارچی تغییر رنگ دانه برنج در مزرعه و اثر آن بر خواص مهندسی و کیفی دانه. موسسه تحقیقات برنج کشور. ۸۲ صفحه
- پورامیر، ف.، علامه، ع.، یزدانی، م.ر.، مجیدی، ف.، شکری واحد، ح.، یعقوبی، ب.، محمودسلطانی، ش.، خشکدامن، م.، شهبازی، ح.، ۱۴۰۰، دستنامه فنی مدیریت زراعی شالیزار، بخش سوم مدیریت مراحل کاشت و داشت، انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور، ۱۱۵-۶۵.
- جوادی، ل.، نعیمی، ش.، رضایی، س. و خسروی، و. ۱۳۹۳. کنترل بیولوژیک بیماری بلاست برنج با استفاده از جدایه های بومی *Trichoderma* در استای مازندران. مهار زیستی در گیاهپزشکی، ۲(۱): ۱۵-۱.
- جوان نیکخواه، م. ۱۳۷۴. اتیولوژی بیماری پوسیدگی ساقه برنج در گیلان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. ۱۲۰ صفحه.
- خسروی، و.، نعیمی، ش.، خداپرست، س.ا.، رستمی، م.، عمرانی، درویش زاده، ن.، زارع، ل. و م. بهرامی. ۱۳۸۹. بررسی بیماری تغییر رنگ خوشه های برنج. موسسه تحقیقات برنج کشور - معاونت مازندران. ۳۲ صفحه.
- رئوفی، ف.، خسروفر، ف. و نجفی پور، گ. ۱۳۸۹. شناسایی قارچ مولد پوسیدگی ساقه برنج در استان فارس. نشریه دنیای میکروبها، ۳(۲): ۱۴۳-۱۳۶.
- شهبازی، ح. ۱۴۰۰، بیماری بلاست برنج، نشر آموزش (مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی)، ۸ صفحه
- شهبازی، ح.، ترنگ، ع.، پاداشت دهکایی، ف.، حسینی چالشتی، م.، اله قلی پور، م.، خشکدامن، م. و همکاران. ۱۴۰۰. واکنش ۱۰۹ لاین برنج به بیماری بلاست. دانش بیماری شناسی گیاهی؛ ۱۱ (۱): ۲۴-۳۵.
- شهبازی، ح.، پورامیر، ف. و موسوی قلعه رودخانه، س.ا. ۱۴۰۱. مطالعه بیماری رنگی شدن دانه برنج در برخی ارقام برنج در دو روش کاشت نشا یی و مستقیم. دومین کنگره بیماری شناسی ایران، ۱۵-۱۲ شهریور، تهران، صفحه ۱۲۸.
- صارمی، ح. ۱۳۸۳. بررسی بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه برنج در استان های گیلان و زنجان و معرفی ارقام نسبتاً مقاوم به بیماری. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی. صفحه ۵۱-۴۱.

Agarwal, P.C., Mortensen, C.N., and Mathur, S.B. (1989) Seed-borne diseases and seed health testing of rice. *Seed-borne Dis seed Heal Test rice*.
Agrios, G.N. (2005) Plant pathology 5th Edition: Elsevier Academic Press. *Burlington, Ma USA* 79-103.
Aiping Zheng., Runm ao Lin., Danhua Zhang and Ping Li. (2013). The evolution and pathogenic mechanisms of the rice sheath blight pathogen. *NATURE COMMUNICATIONS*. 4:1424

Anders, M.M., Brooks, S., Yeater, K.M., Watkins, K.B., and Mccarty, D. (2008) Reducing false smut (*Ustilagoidea virens*) and kernel smut (*Neovossia horrida*) disease severity through crop management practices. *AAES Res Ser 571 BR Wells Rice Res Stud*.

- Anonymous, (2012). IRRI. http://www.knowledgebank.irri.org/factsheetsPDFs/Pest_Management/fs_blast.pdf
- Anonymous, (2013, 2014). IRRI. <http://www.knowledgebank.irri.org/pests-and-diseases>
- Anonymous, (2014b). Rice Diseases in Mississippi: A Guide to Identification. <http://msucares.com/pubs/publications/p1840.htm>.
- Araujo, L., Paschoalino, R.S., and Rodrigues, F.Á. (2016) Microscopic aspects of silicon-mediated rice resistance to leaf scald. *Phytopathology* **106**: 132–141.
- Arshad, H.M.I., Khan, J.A., and Jamil, F.F. (2008) Screening of rice germplasm against blast and brown spot diseases. *Pakistan J Phytopathol.*
- Arshad, H.M.I., Khan, J.A., Naz, S., Khan, S.N., and Akram, M. (2009) Grain discoloration disease complex: a new threat for rice crop and its management. *Pak J Phytopathol* **21**: 31–36.
- Ashfaq, M., Ali, A., Siddique, S., Haider, M.S., Ali, M., Hussain, S.B., et al. (2013) In vitro antibacterial activity of *Parthenium hysterophorus* against isolated bacterial species from discolored rice grains. *Int J Agric Biol* **15**: 1119–1125.
- Ashizawa, T., Zenbayashi, K., and Sonoda, R. (2005) Effects of preinoculation with an avirulent isolate of *Pyricularia grisea* on infection and development of leaf blast lesions caused by virulent isolates on near-isogenic lines of Sasanishiki rice. *J Gen Plant Pathol* **71**: 345–350.
- Atia, M.M.M. (2004) Rice false smut (*Ustilaginoidea virens*) in Egypt/Falscher Reisbrand (*Ustilaginoidea virens*) in Ägypten. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz/Journal Plant Dis Prot* **71**: 71–82.
- Atkins, J.G. (1974) Rice Diseases of the Americas: A Review of Literature.
- Awoderv, V.A., Bangura, N., and John, V.T. (1991) Incidence, distribution and severity of bacterial diseases on rice in West Africa. *Int J Pest Manag* **37**: 113–117.
- Azzam, O. and Chancellor, T.C.B. (2002) The biology, epidemiology, and management of rice tungro disease in Asia. *Plant Dis* **86**: 88–100.
- Barnwal, M.K., Kotasthane, A., Magculia, N., Mukherjee, P.K., Savary, S., Sharma, A.K., et al. (2013) A review on crop losses, epidemiology and disease management of rice brown spot to identify research priorities and knowledge gaps. *Eur J Plant Pathol* **136**: 443–457.
- Bellafore, S., Jougl, C., Chapuis, E., Besnard, G., Suong, M., Vu, P.N., et al. (2015) Intraspecific variability of the facultative meiotic parthenogenetic root-knot nematode (*Meloidogyne graminicola*) from rice fields in Vietnam. *C R Biol* **338**: 471–483.
- Bernaux, P. (1981) Susceptibility of rice glumes to *Pyricularia oryzae* Cav. and *Drechslera oryzae* (Br. de Haan) Sub. et Jain: Differences in susceptibility during glume development and their consequences for disease transmission.
- Biswas, A. (2001a) False smut disease of rice: a review. *Environ Ecol* **19**: 67–83.
- Biswas, A. (2001b) Field Reaction of Hybrid Rice Varieties to False Smut(FSm) and Kernel Smut(KSm) Diseases in West Bengal, India. *Environ Ecol* **19**: 229–230.
- Biswas, A. (2006) Narrow brown leaf spot disease of rice: a review. *J Mycopathol Res* **44**: 113–115.
- Biswas, S.K., Ratan, V., SRIVASTA, S.S.L., and Singh, R. (2008) Influence of seed treatment with biocides and foliar spray with fungicides for management of brown leaf spot and sheath blight of paddy. *Indian Phytopathol* **61**: 55–59.
- Bodalkar, C. and Awadhiya, G.K. (2014) Assessment of percent grain discoloration in important rice varieties. *Int J Curr Res Biosci Plant Biol* **1**: 61–64.
- Bonman, J. and Garrity, D. (1992) Effects of nitrogen timing and split application on blast disease in upland rice. *Plant Dis* **76**: 384–389.
- Bonman, J.M. (1992) Durable resistance to rice blast disease—environmental influences. In *Breeding for Disease Resistance*. Springer, pp. 115–123.
- Bridge, J., Plowright, R.A., and Peng, D. (2005) Nematodeparasitesof rice. *PlantParasiticNematodesinSubtropicalandTropical Agriculture. Wallingford, UK CABInternational.*
- Brooks, S.A. (2007) Sensitivity to a phytotoxin from *Rhizoctonia solani* correlates with sheath blight susceptibility in rice. *Phytopathology* **97**: 1207–1212.
- Brooks, S.A., Anders, M.M., and Yeater, K.M. (2009) Effect of cultural management practices on the severity of false smut and kernel smut of rice. *Plant Dis* **93**: 1202–1208.
- Brooks, S.A., Anders, M.M., and Yeater, K.M. (2010) Effect of furrow irrigation on the severity of false smut in susceptible rice varieties. *Plant Dis* **94**: 570–574.
- Bui, H.X., Hadi, B.A.R., Oliva, R., and Schroeder, N.E. (2020) Beneficial bacterial volatile compounds for the control of root-knot nematode and bacterial leaf blight on rice. *Crop Prot* **135**: 104792.
- Carris, L.M., Castlebury, L.A., and Goates, B.J. (2006) Nonsystemic bunt fungi—*Tilletia indica* and *T. horrida*: a review of history, systematics, and biology. *Annu Rev Phytopathol* **44**: 113–133.
- Cartwright, R.D., Lee, F.N., Chlapeccka, R.M., and Vann, S.R. (1998) First report of false smut of rice in Arkansas. In *Proc. 30th Annu. RTWG Meeting.*
- Cartwright, R.D., Lee, F.N., Ross, W.J., Vann, S.R., Overton, R., and Parsons, C.E. (1999) Evaluation of rice germplasm for reaction to kernel smut, false smut, stem rot, and black sheath rot of rice. *Res Ser Agric Exp Stn* 157–168.
- Carvalho, M.P., Rodrigues, F.A., Silveira, P.R., Andrade, C.C.L., Baroni, J.C.P., Paye, H.S., and Loureiro Junior, J.E. (2010) Rice resistance to brown spot mediated by nitrogen and potassium. *J Phytopathol* **158**: 160–166.
- Chakrabarti, N.K. (1964) The relation between host nutrition and *Cercospora* leaf spot of rice. *Sci Cult* **30**: 458–459.

- Chakrabarti, N.K., 2001. Epidemiology and disease management of brown spot of rice in India. In *Major Fungal Diseases of Rice* (pp. 293-306). Springer, Dordrecht.
- Chattopadhyay, S.B. (1951) Helminthosporium disease of paddy—seed as source of infection. In *Proceedings of the 38 th Indian Science Congress*. p. 142.
- Chattopadhyay, S.B. and Chakrabarti, N.K. (1954) Survival of Helminthosporium oryzae Breda de Haan in the field in nature. In *Proceedings of the 41 st Indian Science Congress*. p. 123.
- Chen, Y., Yang, X., Yao, J., Kyaw, E.P., Zhang, A.-F., Li, Y.-F., et al. (2016) Simple and rapid detection of Tilletia horrida causing rice kernel smut in rice seeds. *Sci Rep* **6**: 1–8.
- Chethana, B.S. and Kumar, M.K. (2019) Rice stem rot Sclerotium hydroph hum Sace isolated and characterized in Southern Karnataka. *Oryza-An Int J Rice* **56**: 242–245.
- Chhabra, R., Goyal, P., Singh, T., and Vij, L. (2021) Understanding straighthead: a complex physiological disorder of rice (Oryza sativa L.). *Acta Physiol Plant* **43**: 1–14.
- Choi, W.J., Park, E.W., and Lee, E.J. (1988) LEAFBLST: A computer simulation model for leaf blast development on rice. *Korean J Plant Pathol (Korea R)*.
- Chowdhury, A.K. and Sarkar, S.C. (2006) Performance of different fungicides on the management of sheath blight of rice. *Pestic Res J* **18**: 157–158.
- Clayton A. Hollier., Charles M., Donald E. Groth. (1998). Sheath Blight of Rice. Louisiana State University Agricultural Center.
- Cooke, M.C. (1878) Some extra-European fungi. *Grevillea* **7**: 3.
- Cui, Z., Zhu, B., Xie, G., Li, B., and Huang, S. W. 2016. Research status and prospect of Burkholderia glumae, the pathogen causing bacterial panicle blight. *Rice Sci*. 22:111-118.
- Damicone, J., Moore, B., Fox, J., and Sciumbato, G. (1992) Rice diseases in Mississippi: A guide to identification. *Publ Ext Serv Mississippi State Univ*.
- Dariush, S., Darvishnia, M., Ebadi, A.-A., Padasht-Dehkaei, F., and Bazgir, E. (2020a) Screening brown spot resistance in rice genotypes at the seedling stage under water stress and irrigated conditions. *Arch Phytopathol Plant Prot* **53**: 247–265.
- Dariush, S., Darvishnia, M., Ebadi, A.-A., Padasht-Dehkaei, F., and Bazgir, E. (2020b) Screening rice genotypes for brown spot resistance along with yield attributing characters and its association with morphological traits. *J Crop Prot* **9**: 381–393.
- Datnoff, L.E. (1994) Influence of mineral nutrition of rice on disease development. *Rice pest Sci Manag* 89–100.
- Daud, S.M., Jozani, H.J., and Arab, F. (2013) A review on predicting outbreak of tungro disease in rice fields based on epidemiological and biophysical factors. *Int J Innov Manag Technol* **4**: 447.
- Deng, Q., Yong, M., Li, D., Lai, C., Chen, H.-M., Jing, F.A.N., and Hu, D. (2015) Survey and examination of the potential alternative hosts of Villosiclava virens, the pathogen of rice false smut, in China. *J Integr Agric* **14**: 1332–1337.
- Desjardins, A.E., Manandhar, H.K., Plattner, R.D., Manandhar, G.G., Poling, S.M., and Maragos, C.M. (2000) Fusarium species from Nepalese rice and production of mycotoxins and gibberellic acid by selected species. *Appl Environ Microbiol* **66**: 1020–1025.
- Dhua, U., Dhua, S.R., and Sahu, R.K. (2015) Precise disease severity assessment for false smut disease of rice. *J Phytopathol* **163**: 931–940.
- Don Groth., Clayton Hollier and Chuck Rush (2010). Rice Disease Identification. Louisiana AgCenter Rice Research. 39 p.
- Dutta, T.K., Ganguly, A.K., and Gaur, H.S. (2012) Global status of rice root-knot nematode, Meloidogyne graminicola. *African J Microbiol Res* **6**: 6016–6021.
- Ershad, D. (1995) Fungi of Iran. Ministry of Agriculture. *Agric Res Educ Ext Organ* **10**: 874.
- Fahad, S., Ihsan, M.Z., Khaliq, A., Daur, I., Saud, S., Alzamanan, S., et al. (2018) Consequences of high temperature under changing climate optima for rice pollen characteristics-concepts and perspectives. *Arch Agron Soil Sci* **64**: 1473–1488.
- Fahy, P.C. and Persley, G.J. (1983) Plant bacterial diseases: a diagnostic guide.
- Fan, R., Wang, Y., Liu, B., Zhang, J., Wang, H., and Hu, D. (2010) The process of asexual spore formation and examination of chlamydospore germination of Ustilaginoidea virens. *Mycosystema* **29**: 188–192.
- Fan, J., Guo, X.Y., Huang, F., Li, Y., Liu, Y.F., Li, L., Xu, Y.J., Zhao, J.Q., Xiong, H., Yu, J.J. and Wang, W., (2014). Epiphytic colonization of Ustilaginoidea virens on biotic and abiotic surfaces implies the widespread presence of primary inoculum for rice false smut disease. *Plant Pathology*, 63(4), pp.937-945.
- Filippi, M.C. and Prabhu, A.S. (2005) Escaladura do Arroz e seu controle Circular Técnica 72. *St Antônio Goiás GO Embrapa Arroz e Feijão*.
- Fleet N. Lee and M. C. Rush. (1983). Rice Sheat Blight: A Major Rice Disease. *Plant Disease*. Vol 67 NO. 7: 829-832.
- F.N. Lee, K.A.K. Moldenhauer, and S.B. Belmar. (2009). The ‘Taggart’ Rice Variety Has Enhanced Blast Field Resistance. *Arkansas Agricultural Experiment Station (AAES) Research Series*. 581. p.65-68.
- Fory, P.A., Triplett, L., Ballen, C., Abello, J.F., Duitama, J., Aricapa, M.G., et al. (2014) Comparative analysis of two emerging rice seed bacterial pathogens. *Phytopathology* **104**: 436–444.
- Fukuoka, S., Yamamoto, S.-I., Mizobuchi, R., Yamanouchi, U., Ono, K., Kitazawa, N., et al. (2014) Multiple functional polymorphisms in a single disease resistance gene in rice enhance durable resistance to blast. *Sci Rep* **4**: 1–7.
- Gangopadhyay, S. and Padmanabhan, S.Y. (1987) Breeding for disease resistance in rice., Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd.

- Gnanamanickam, S.S. (2009) Biological control of rice diseases, Springer Science & Business Media.
- Goto, M. (1992) Fundamentals of Bacterial Plant Pathology. San Diego: Academic Press.
- Goto, M. (1979). Bacterial foot rot of rice caused by a strain of *Erwinia chrysanthemi*. *Phytopathology* 69: 213-216.
- Goto, M. (2012) Fundamentals of bacterial plant pathology, Academic Press.
- Groth, D. and Hollier, C.. (2010) NBLS of Rice LSU AgCenter Pub 3105, Available at: <http://www.lsuagcenter.com/NR/rdonlyres/BA9CBCB0-085B-4211-A422>.
- Groth, D. and Crowley, L.A. (2007) The Narrow brown leaf spot outbreak and its control in 2007. *Rice Res Station Crowley, LA*.
- Groth, D., Hollier, C., and Rush, C. (2010) Rice Disease Identification. Louisiana AgCenter Rice Research.
- Groth, D.E. (2008) An epidemic of NBLS on rice in 2006 in Louisiana and its control. In *Proc. Rice Tech. Wrkg. Grp.* p. 85.
- Guo, X., Li, Y., Fan, J., Li, L., Huang, F., and Wang, W. (2012) Progress in the study of false smut disease in rice. *J Agric Sci Technol A* 2: 1211.
- Gutiérrez, S.A., Carmona, M.A., and Reis, E.M. (2010) Methods for detection of *Alternaria padwickii* in rice seeds. *J Phytopathol* 158: 523–526.
- Ham, J.H., Melanson, R.A., and Rush, M.C. (2011) *Burkholderia glumae*: next major pathogen of rice? *Mol Plant Pathol* 12: 329–339.
- Hamid, M.I. and Ghazanfar, M.U. (2022) Integrated Management of Rice Diseases. In *Modern Techniques of Rice Crop Production*. Springer, pp. 401–421.
- Hino, T. and Furuta, T. (1968) Studies on the control of bakanae disease of rice plants, caused by *Gibberella fujikuroi*. II. Influence on flowering season on rice plants and seed transmissibility through flower infection. *Bull Chugoku Agric Exp Sta E* 2: 96–110.
- Hittalmani, S., Parco, A., Mew, T. V., Zeigler, R.S., and Huang, N. (2000) Fine mapping and DNA marker-assisted pyramiding of the three major genes for blast resistance in rice. *Theor Appl Genet* 100: 1121–1128.
- Holanda, F.S.R., Mendonca, M. da C., Melo, A.S., Cassetari, N.D., Carvalho, J.G. de, Bertoni, J.C., et al. (2002) Influence of the availability of nutrients and irrigation water on the severity of brown spot and leaf scald in rice crops. *Rev Ensaios-e-Ciencia* 85–96.
- Hori, S. (1898) Some observations on ‘Bakanae’ disease of the rice plant. *Mem Agric Res Sta* 12: 110–119.
- Huang, C.S. and Huang, S.P. (1972) Bionomics of white-tip nematode, *Aphelenchoides besseyi* in rice florets and developing grains. *Bot Bull Acad Sin* 13: 1–10.
- Huber, D.M. and Wilhelm, N.S. (1988) The role of manganese in resistance to plant diseases. In ‘Manganese in Soils and Plants’ (RD Graham, RJ Hannan, NC Uren, eds.).
- Hussain, S. and Ghaffar, A. (1989) Effect of crop rotation on the population and viability of sclerotia *Sclerotium oryzae*, the cause of stem rot of rice. *Pakistan J Bot* 21: 318–322.
- Iiyama, K., Furuya, N., Takanami, Y., and Matsuyama, N. (1995) A role of phytotoxin in virulence of *Pseudomonas glumae* Kurita et Tabei. *Japanese J Phytopathol* 61: 470–476.
- Ikegami, H. (1960) Studies on the false smut of Rice, IV. Infection of the false smut due to inoculation with chlamydospores and ascospores at the booting stage of Rice plants. *Res Bull Gifu Coll Agric*.
- Imolehin, E.D. (1983) Rice seedborne fungi and their effect on seed germination. *Plant Dis* 67: 1334–1336.
- Imura, J. (1940) On the angles between blades and culms in the accelerated rice seedlings caused by *Gibberella fujikuroi*. *Japanese J Phytopathol* 10: 45–48.
- IRRI, (2009). The Disease: Narrow Brown Leaf Spot. Available at: Accessed on 4/27/2015.
<http://www.knowledgebank.irri.org/smta/index.php/importance-of-seed-health-in-seed-germplasm-exchange-mainmenu-84/269>
- IRRI, A.C. (2010) Global Rice Science Partnership (GRiSP). *Counc Partnersh Rice Res Asia Metro Manila, Philipp*.
- IRRI, (International Rice Research Institute) (2012) http://www.knowledgebank.irri.org/factsheetsPDFs/Pest_Management/fs_blast.pdf.
- IRRI, (International Rice Research Institute) (2014) . <http://www.knowledgebank.irri.org / pests-and-diseases>.
- IRRI, (2022a) Rice knowledge bank: Bacterial blight. Available at: <http://www.knowledgebank.irri.org/decision-tools/rice-doctor/rice-doctor-fact-sheets/item/bacterial-blight>.
- IRRI, (2022b) Rice knowledge bank: Bacterial leaf streak. Available at: <http://www.knowledgebank.irri.org/training/fact-sheets/pest-management/diseases/item/bacterial-leaf-streak>.
- IRRI, (2022c). Rice knowledge bank: Tungro. Available at: <http://www.knowledgebank.irri.org/training/fact-sheets/pest-management/diseases/item/bacterial-leaf-streak>.
- Ishiguro, K. (1994) Using simulation models to explore better strategies for the management of blast disease in temperate rice pathosystems. 188.
- Jagadeeshwar R and Varma N R G. (2014). Crown rot of rice: A newly emerging disease in Musi belt area of Telangana state. *Plant Disease Research* 29: 227.
- Jecmen, A.C., and TeBeest, D.O. (2015) First report of the occurrence of a white smut infecting rice in Arkansas. *J Phytopathol* 163: 138–143.
- Jecmen, A.C. and TeBeest, D.O. (2015) First report of the occurrence of a white smut infecting rice in Arkansas. *J Phytopathol* 163: 138–143.
- Jha, A.C. (2001). Development And Management Of Brown Spot Of Rice Caused By *Drechslera Oryzae* (Breda De Haan) Subramanian And Jain.
- Jiten, K. and Chhetry, G.K.N. (2006) Production of sclerotia by *Sclerotium oryzae* and incidence and susceptibility of rice cultivars under field conditions. *J Mycopathol Res* 44: 85–89.
- Johnson, D.R. and Percich, J.A. (1992) Wild rice domestication, fungal brown spot disease, and the future of commercial production in

- Minnesota. *Plant Dis* **76**: 1193–1198.
- Jung, B., Park, J., Kim, N., Li, T., Kim, S., Bartley, L.E., et al. (2018) Cooperative interactions between seed-borne bacterial and air-borne fungal pathogens on rice. *Nat Commun* **9**: 31.
- Kamal, M.M. and Mia, M.A.T. (2009) Diversity and pathogenicity of the rice brown spot pathogen, *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoem. in Bangladesh assessed by genetic fingerprint analysis. *Bangladesh J Bot* **38**: 119–125.
- Karthikeyan, V. and Gnanamanickam, S.S. (2008) Biological control of *Setaria* blast (*Magnaporthe grisea*) with bacterial strains. *Crop Prot* **27**: 263–267.
- Kauraw, L.P. and Samantaray, R.N. (1982) Occurrence of brown spot in rice in relation to nutritional soil status. *Int Rice Res News* **7**: 16.
- Keim, R. and Webster, R.K. (1975) Fungistasis of sclerotia of *Sclerotium oryzae*. *Phytopathology* **65**: 283–287.
- Khoshkdaman, M., Mousanejad, S., Elahinia, S.A., Ebadi, A.-A., and Padasht-Dehkaei, F. (2020) Impact of soil-borne inoculum on sheath blight disease development in rice. *J Crop Prot* **9**: 625–635.
- Khoshkdaman, M., Mousanejad, S., Elahinia, S.A., Ebadi, A.A., and Padasht-Dehkaei, F. (2021) Sheath blight development and yield loss on rice in different epidemiological conditions. *J plant Pathol* **103**: 87–96.
- Kim, C.K. and Kim, C.H. (1993) The rice leaf blast simulation model EPIBLAST. In *Systems approaches for agricultural development*. Springer, pp. 309–321.
- Koiso, Y., Li, Y.I.N., Iwasaki, S., HANAKA, K., Kobayashi, T., Sonoda, R., et al. (1994) Ustiloxins, antimitotic cyclic peptides from false smut balls on rice panicles caused by *Ustilagoidea virens*. *J Antibiot (Tokyo)* **47**: 765–773.
- Kumar, K.K., Poovannan, K., Nandakumar, R., Thamilarasi, K., Geetha, C., Jayashree, N., et al. (2003) A high throughput functional expression assay system for a defence gene conferring transgenic resistance on rice against the sheath blight pathogen, *Rhizoctonia solani*. *Plant Sci* **165**: 969–976.
- Lacy, G.H. (1994) Bacterial Plant Pathology: Cell and Molecular Aspects. *Bioscience* **44**: 775–777.
- Ladhalakshmi, D., Laha, G.S., Singh, R., Karthikeyan, A., Mangrauthia, S.K., Sundaram, R.M., et al. (2012) Isolation and characterization of *Ustilagoidea virens* and survey of false smut disease of rice in India. *Phytoparasitica* **40**: 171–176.
- Latif, M.A., Nihad, S.A.I., Mian, M.S., Akter, S., Khan, M.A.I., and Ali, M.A. (2022) Interaction among sheath diseases complex of rice and ribosomal DNA analysis for the differentiation of *Rhizoctonia solani*, *R. oryzae* and *R. oryzae-sativae*. *Plant Stress* **5**: 100100.
- Lee, F.N. (1983) Rice sheath blight: a major rice disease. *Plant Dis* **67**: 829–832.
- Leung, H., Zhu, Y., Revilla-Molina, I., Fan, J.X., Chen, H., Pangga, I., et al. (2003) Using genetic diversity to achieve sustainable rice disease management. *Plant Dis* **87**: 1156–1169.
- Ling K. C., (1972). Rice Virus Diseases, International Rice research LosBahos. Laguna, Philippines, Manila, Philippines, , pp. 18.
- Lu, S., Sun, W., Meng, J., Wang, A., Wang, X., Tian, J., et al. (2015) Bioactive bis-naphtho- γ -pyrones from rice false smut pathogen *Ustilagoidea virens*. *J Agric Food Chem* **63**: 3501–3508.
- Ludueña, R.F., Roach, M.C., Prasad, V., Banerjee, M., Koiso, Y., Li, Y., and Iwasaki, S. (1994) Interaction of ustiloxin A with bovine brain tubulin. *Biochem Pharmacol* **47**: 1593–1599.
- Luo, W. (1996) Simulation and measurement of leaf wetness formation in paddy rice crops, Wageningen University and Research.
- Manibhushanrao, K. and Krishnan, P. (1991) Epidemiology of blast (EPIBLA): a simulation model and forecasting system for tropical rice in India. In *International Rice Research Conference, Seoul (Korea Republic), 27-31 Aug 1990*. IRRI.
- Mantelin, S., Bellaïre, S., and Kyndt, T. (2017) *Meloidogyne graminicola*: a major threat to rice agriculture. *Mol Plant Pathol* **18**: 3.
- Martínez, S. (2021) Stem rot management by nitrogen and potassium fertilization and effect on grain yield and quality of rice in Uruguay. *Can J Plant Pathol* **43**: 783–793.
- Matic, S., Gullino, M.L., and Spadaro, D. (2017) The puzzle of bakanae disease through interactions between *Fusarium fujikuroi* and rice. *Front Biosci* **9**: 333–344.
- Mew, T.W., Alvarez, A.M., Leach, J.E., and Swings, J. (1993) Focus on bacterial blight of rice. *Plant Dis* **77**: 5–12.
- Mew, T.W. and Gonzales, P.G. (2002) A handbook of rice seedborne fungi. International Rice Research Institute, Los Baños (Philippines) and Science Publishers. Inc, Enf.
- Mew, T.W., Leung, H., Savary, S., Vera Cruz, C.M., and Leach, J.E. (2004) Looking ahead in rice disease research and management. *CRC Crit Rev Plant Sci* **23**: 103–127.
- Mew, T.W. and Misra, J.K. (1994) A manual of rice seed health testing, Int. Rice Res. Inst.
- Miah, G., Rafii, M.Y., Ismail, M.R., Puteh, A.B., Rahim, H.A., Asfaliza, R., and Latif, M.A. (2013) Blast resistance in rice: a review of conventional breeding to molecular approaches. *Mol Biol Rep* **40**: 2369–2388.
- Misra, J.K., Jergon, E.B., and Mew, T.W. (1990) Organisms causing rice seed discoloration and their possible effect on germinability. *Rice Seed Heal News*.
- Mizobuchi, R., Fukuoka, S., Tsushima, S., Yano, M., and Sato, H. (2016) QTLs for resistance to major rice diseases exacerbated by global warming: brown spot, bacterial seedling rot, and bacterial grain rot. *Rice* **9**: 1–12.
- Moens, M. and Perry, R.N. (2009) Migratory plant endoparasitic nematodes: a group rich in contrasts and divergence. *Annu Rev Phytopathol* **47**:

- Moffett, M.L. and Croft, B.J. (1983) *Xanthomonas*. In: Plant Bacterial Diseases (Fahy, P.C. and Persley, G.J., eds), p. 393. New York: Academic Press
- Mohanty, S.K. and Chakrabarti, N.K. (1976) Occurrence of seed borne fungi in high yielding rice varieties, *Journal of Experimental Agriculture* **1**, 49-50.
- Nagarajkumar, M., Bhaskaran, R., and Velazhahan, R. (2004) Involvement of secondary metabolites and extracellular lytic enzymes produced by *Pseudomonas fluorescens* in inhibition of *Rhizoctonia solani*, the rice sheath blight pathogen. *Microbiol Res* **159**: 73–81.
- Nakamura, K., Izumiyama, N., Ohtsubo, K., Koiso, Y., Iwasaki, S., Sonoda, R., et al. (1994) “Lupinosis”-Like lesions in mice caused by ustiloxin, produced by *Ustilago violacea*: A morphological study. *Nat Toxins* **2**: 22–28.
- Nandakumar, R., Shahjahan, A.K.M., Yuan, X.L., Dickstein, E.R., Groth, D.E., Clark, C.A., et al. (2009) *Burkholderia glumae* and *B. gladioli* cause bacterial panicle blight in rice in the southern United States. *Plant Dis* **93**: 896–905.
- Narain, A. (1992) Recent advances of few minor diseases of rice posing threats. *Indian J Mycol Plant Pathol* **22**: 1–26.
- Neergaard, P. (1986) Screening for plant health. *Annu Rev Phytopathol* **24**: 1–17.
- Nino-liu, D.O., Ronald, P.C., and Bogdanove, A.J. (2006) *Xanthomonas oryzae* pathovars: model pathogens of a model crop. *Mol Plant Pathol* **7**: 303–324.
- Nneke, N.E. (2012) Screening lowland rice varieties for resistance to brown spot disease in Enyong creek rice field in Akwa Ibom state of Nigeria. *Glob J Pure Appl Sci* **18**: 5–10.
- Ogawa, K. (1988) Damage by «Bakanae» disease and its chemical control. *Japan Pestic Inf* **13**–15.
- Ohtaka, N., Kawamata, H., and Narisawa, K. (2008) Suppression of rice blast using freeze-killed mycelia of biocontrol fungal candidate MKP5111B. *J Gen Plant Pathol* **74**: 101–108.
- Opina, O. and Exconde, O. (1971) Assessment of yield loss due to bacterial leaf streak of rice. *Philipp Phytopathol* **7**: 35–39.
- Ortega, L. and Rojas, C.M. (2021) Bacterial Panicle Blight and *Burkholderia glumae*: From pathogen biology to disease control. *Phytopathology* **111**: 772–778.
- Ou, S.H. (1972) Rice Diseases (Kew, Surrey: Commonwealth Mycological Institute).
- Ou, S.H. (1985a) Bakanae disease and foot rot. *Rice Dis Surrey, Kew Commonw Mycol Inst* **262**–272.
- Ou, S.H. (1985b) Rice diseases 2nd edition. *Commonw Mycol Inst*.
- Padasht-Dehkaei, F., Willocquet, L.T., Ebadi, A.A., Ghodsi, M., Dariush, S., Doudabeinajad, E., and Pourfarhang, H. (2013) Study on partial resistance to sheath blight disease (*Rhizoctonia solani* AG1-IA) in Iranian and selected exotic cultivars of rice. *Iran J Plant Prot Sci* **44**..
- Padmanabhan, S.Y. (1949) Occurrence of fungi inside Rice kernels. *Curr Sci* **18**..
- Padmanabhan, S.Y. (1953) Specialization in pathogenicity of *Helminthosporium oryzae* and *Pyricularia oryzae*. In *Proceedings of the 49th Indian Science Congress, Part IV, p18*.
- Padmanabhan, S.Y. (1973) The great Bengal famine. *Annu Rev Phytopathol* **11**: 11–24.
- Pankaj, H.K.S., Singh, K., and Lal, J. (2015) Management of rice root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola* in rice (*Oryza sativa*). *Indian J Agric Sci* **85**: 701–704.
- Parsons, C. E., J. C. Robinson, J. A. Yingling, and R. D. Cartwright. (2009). Effectiveness of New Foliar Fungicides to Control Sheath Blight of Rice, Arkansas Agricultural Experiment Station (AAES) Research Series. 581. p. 69-75.
- Patel, K. V., Vala, D.G., Mehta, B.P., and Patel, T.C. (1992) Effect of nitrogen doses on incidence of false smut of rice. *Indian J Mycol Plant Pathol*.
- Perry, R.N. and Moens, M. (2006) Plant nematology., CABI.
- Poulin, L., Grygiel, P., Magne, M., Gagnevin, L., Rodriguez-R, L.M., Forero Serna, N., et al. (2015) New multilocus variable-number tandem-repeat analysis tool for surveillance and local epidemiology of bacterial leaf blight and bacterial leaf streak of rice caused by *Xanthomonas oryzae*. *Appl Environ Microbiol* **81**: 688–698.
- Prabavathy, V.R., Mathivanan, N., and Murugesan, K. (2006) Control of blast and sheath blight diseases of rice using antifungal metabolites produced by *Streptomyces* sp. PM5. *Biol Control* **39**: 313–319.
- Prabhu, A.S., Barbosa Filho, M.P., Datnoff, L.E., Snyder, G.H., Berni, R.F., Rodrigues, F.A., and Dallagnol, L.J. (2012) Silicon reduces brown spot severity and grain discoloration on several rice genotypes. *Trop Plant Pathol* **37**: 409–414.
- Prasad, B. and Eizenga, G.C. (2008) Rice sheath blight disease resistance identified in *Oryza* spp. accessions. *Plant Dis* **92**: 1503–1509.
- Qingzhong, M., Zhiheng, L., Heying, W., Shushen, Z., and Songhong, W. (2001) Research progress in rice sheath blight. *Journal Shenyang Agric Univ* **32**: 376–381.
- Rahman, M.A., Hasegawa, H., Rahman, M.M., Miah, M.A.M., and Tasmin, A. (2008) Straighthead disease of rice (*Oryza sativa* L.) induced by arsenic toxicity. *Environ Exp Bot* **62**: 54–59.
- Rani, R., Sharma, V.K., Pannu, P.P.S., and Lore, J.S. (2015) Influence of nitrogen fertilizer dose on false smut of rice (*Oryza sativa*) caused by *Ustilago violacea*. *Indian J Agric Sci* **85**: 1003–1006.
- Reddy, A.P.K., Mackenzie, D.R., Rouse, D.I., and Rao, A. V (1979) Relationship of bacterial leaf blight severity to grain yield of rice. *Phytopathology* **69**: 967–969.

- Reddy, C.S., Laha, G.S., Prasad, M.S., Krishnaveni, D., Castilla, N.P., Nelson, A., and Savary, S. (2011) Characterizing multiple linkages between individual diseases, crop health syndromes, germplasm deployment, and rice production situations in India. *F Crop Res* **120**: 241–253.
- Rijal, S. and Devkota, Y. (2020) A review on various management method of rice blast disease. *Malaysian J Sustain Agric* **4**: 14–18.
- Rodrigues, F.Á., Vale, F.X.R., Datnoff, L.E., Prabhu, A.S., and Korndörfer, G.H. (2003) Effect of rice growth stages and silicon on sheath blight development. *Phytopathology* **93**: 256–261.
- Robert K. Webster and Pamela S. Gunnell (1992). Compendium of Rice Diseases. University of California, Davis. 62 p.
- Roy, S., Mili, C., Talukdar, R., Wary, S., and Tayung, K. (2021) Seed Borne Endophytic Fungi Associated with Some Indigenous Rice Varieties of North East India and Their Growth Promotion and Antifungal Potential. *Indian J Agric Res* **55**: 603–608.
- Rush, M.C. (1992) Sheath blight. *Compend rice Dis* 22–23.
- Rush, M.C., Shahjahan, A.K.M., Jones, J.P., and Groth, D.E. (2000) Outbreak of false smut of rice in Louisiana. *Plant Dis* **84**: 100.
- Ryker, T.C. and Jodon, N.E. (1940) Inheritance of resistance to *Cercospora oryzae* in Rice. *Phytopathology* **30**.
- Sah, D. and Rush, M. (1988) Physiological races of *Cercospora oryzae* in the Southern United States. *Plant Dis* **72**: 263.
- Sanya, D.R.A., Syed-Ab-Rahman, S.F., Jia, A., Onésime, D., Kim, K.-M., Ahohuendo, B.C., and Rohr, J.R. (2022) A review of approaches to control bacterial leaf blight in rice. *World J Microbiol Biotechnol* **38**: 113.
- Saremi, H., Ammarellou, A., Marefat, A., and Okhovvat, S.M. (2008) Binam a rice cultivar, resistant for root rot disease on rice caused by *Fusarium moniliforme* in Northwest, Iran. *Int J Bot*.
- Satija, A., Chahal, S.S., and Pannu, P.P.S. (2005) Evaluation of rice genotypes against brown leaf spot disease. *PLANT Dis Res* **20**: 163.
- Sato, H., Ando, I., Hirabayashi, H., Takeuchi, Y., Arase, S., Kihara, J., et al. (2008) QTL analysis of brown spot resistance in rice (*Oryza sativa* L.). *Breed Sci* **58**: 93–96.
- Sato, H., Matsumoto, K., Ota, C., Yamakawa, T., Kihara, J., and Mizobuchi, R. (2015) Confirming a major QTL and finding additional loci responsible for field resistance to brown spot (*Bipolaris oryzae*) in rice. *Breed Sci* **65**: 170–175.
- Savary, S., Castilla, N.P., Elazegui, F.A., McLaren, C.G., Ynalvez, M.A., and Teng, P.S. (1995) Direct and indirect effects of nitrogen supply and disease source structure on rice sheath blight spread. *Phytopathology* **85**: 959–965.
- Savary, S., Castilla, N.P., Elazegui, F.A., and Teng, P.S. (2005) Multiple effects of two drivers of agricultural change, labour shortage and water scarcity, on rice pest profiles in tropical Asia. *F Crop Res* **91**: 263–271.
- Savary, S., Willocquet, L., Elazegui, F.A., Teng, P.S., Van Du, P., Zhu, D., et al. (2000) Rice pest constraints in tropical Asia: characterization of injury profiles in relation to production situations. *Plant Dis* **84**: 341–356.
- Shankar, M., Naaiik, R.V.T.B., Sumalini, K., and Shankaraiah, M. (2021) Assessment of integrated disease management for bacterial crown rot on rice. *Indian J Plant Prot* **49**: 209–211.
- Sharma, O.P. and Bambawale, O.M. (2008) Integrated management of key diseases of cotton and rice. *Integr Manag Dis caused by fungi, phytoplasma Bact* 271–302.
- Sharma, S.K. and Maheshwari, S.K. (1982) Efficacy of fungicides for the control of brown spot. *Int Rice Res Notes* **7**.
- Shetty, S.A. and Shetty, H.S. (1985) An alternative host for *Ustilaginoida virens* (Cke.) Tak. *Int Rice Res News* **10**.
- Shetty, S.A. and Shetty, H.S. (1987) Role of *Panicum trypheron* in annual recurrence of false smut of rice. *Trans Br Mycol Soc* **88**: 409–411.
- Shew, A.M., Durand-Morat, A., Nalley, L.L., Zhou, X.-G., Rojas, C., and Thoma, G. (2019) Warming increases Bacterial Panicle Blight (*Burkholderia glumae*) occurrences and impacts on USA rice production. *PLoS One* **14**: e0219199.
- Sigee, D.C. (1993) Bacterial Plant Pathology: Cell and Molecular Aspects. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Singh, A.K. and Pophaly, D.J. (2010) An unusual rice false smut epidemic reported in Raigarh District, Chhattisgarh, India. *Int Rice Res Notes* **35**: 1–3.
- Singh, D. V, Banerjee, A.K., Kishun, R., and Abidi, A.B. (1980) Effect of bacterial leaf streak on the quantitative and qualitative characters of rice. *Indian J Mycol Plant Pathol* **10**: 67–68.
- Singh, G.S., Singh, R.N., and Singh, A. (1987) Status of false smut (FS) of rice in eastern Uttar Pradesh India. *Int Rice Res News*.
- Singh, R. and Sunder, S. (2012) Foot rot and bakanae of rice: an overview. *Rev Plant Pathol* **5**: 565–604.
- Singh, R. and Sunder, S. (1997) Foot rot and bakanae of rice: retrospects and prospects. *Int J Trop Plant Diseases* **15**: 153–176.
- Singh, R.A. and Dubey, K.S. (1984) Sclerotial germination and ascospore formation of *Claviceps oryzae sativae* in India. *Indian Phytopathol*.
- Singh, R.N. and Khan, A.T. (1989) Field resistance to false smut (FS) and narrow brown leaf spot (NBLS) in eastern Uttar Pradesh. *Irrigation Newsletter* **14**: 16–17.
- Singh, T.K.S. (1974) Role of gibberellic acid, fusaric acid and pectic enzymes in the foot-rot disease of rice. *Riso*.
- Skamnioti, P. and Gurr, S.J. (2009) Against the grain: safeguarding rice from rice blast disease. *Trends Biotechnol* **27**: 141–150.
- Slaton, N.A., Gbur Jr, E.E., Cartwright, R.D., DeLong, R.E., Norman, R.J., and Brye, K.R. (2004) Grain yield and kernel smut of rice as affected by pre-flood and midseason nitrogen fertilization in Arkansas. *Agron J* **96**: 91–99.
- Sneh, B., Burpee, L., and Ogoshi, A. (1991) Identification of *Rhizoctonia* species., APS press.
- Song, J.-H., Wang, Y.-F., Yin, W.-X., Huang, J.-B., and Luo, C.-X. (2021) Effect of chemical seed treatment on rice false smut control in field.

- Sreenivasaprasad, S., Johnson, R., and Chakrabarti, N.K. (2001) Epidemiology and disease management of brown spot of rice in India. *Major fungal Dis rice Recent Adv* 293–306.
- Stodola, F.H. (1958) Source book on gibberellin, 1828-1957, Agricultural research service, US Department of Agriculture.
- Sumangala, K., Patil, M.B., Nargund, V.B., and Ramegowda, G. (2009) Effect of grain discoloration of quality parameters of rice. *J Plant Dis Sci* **4**: 33–37.
- Sun, S.K. (1975) The disease cycle of rice bakanae disease in Taiwan. In *Proc. Natl. Sci. Counc. Repub. China*. pp. 245–255.
- Sun, W., Wang, A., Xu, D., Wang, W., Meng, J., Dai, J., et al. (2017) New ustilaginoidins from rice false smut balls caused by *Villosiclava virens* and their phytotoxic and cytotoxic activities. *J Agric Food Chem* **65**: 5151–5160.
- Sunani, S.K., Bashyal, B.M., Kharayat, B.S., Prakash, G., Krishnan, S.G., and Aggarwal, R. (2019) Identification of rice seed infection routes of *Fusarium fujikuroi* inciting bakanae disease of rice. *J Plant Pathol* 1–9.
- Sunder, S., Singh, R.A.M., and Agarwal, R. (2014) Brown spot of rice: an overview. *Indian Phytopathol* **67**: 201–215.
- Swings, J., Van den Mooter, M., Vauterin, L., Hoste, B., Gillis, M., Mew, T.W., and Kersters, K. (1990) Reclassification of the Causal Agents of Bacterial Blight (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) and Bacterial Leaf Streak (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzicola*) of Rice as Pathovars of *Xanthomonas oryzae* (ex Ishiyama 1922) sp. nov., nom. rev. *Int J Syst Evol Microbiol* **40**: 309–311.
- Taheri, P., Gnanamanickam, S., and Höfte, M. (2007) Characterization, genetic structure, and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. associated with rice sheath diseases in India. *Phytopathology* **97**: 373–383.
- Taheri, P. and Tarighi, S. (2011) Cytomolecular aspects of rice sheath blight caused by *Rhizoctonia solani*. *Eur J Plant Pathol* **129**: 511–528.
- Takeuchi, S. (1972) Climatic effect on seed infection of rice plant with bakanae disease and disinfection with organic mercury compounds. *Proc Kansai Plant Prot Soc* **14**: 14–19.
- Tan, W., Zhang, W., Ou, Z., Li, C., Zhou, G., Wang, Z., and Yin, L. (2007) Analyses of the temporal development and yield losses due to sheath blight of rice (*Rhizoctonia solani* AG1. 1a). *Agric Sci China* **6**: 1074–1081.
- Tanaka, E., Ashizawa, T., Sonoda, R., and Tanaka, C. (2008) *Villosiclava virens* gen. nov., comb. nov., the teleomorph of *Ustilaginoidea virens*, the causal agent of rice false smut. *Mycotaxon* **106**: 491–501.
- Tang, Q., Peng, S., Buresh, R.J., Zou, Y., Castilla, N.P., Mew, T.W., and Zhong, X. (2007) Rice varietal difference in sheath blight development and its association with yield loss at different levels of N fertilization. *F Crop Res* **102**: 219–227.
- Tang, Zhong, Wang, Y., Gao, A., Ji, Y., Yang, B., Wang, P., et al. (2020) Dimethylarsinic acid is the causal agent inducing rice straighthead disease. *J Exp Bot* **71**: 5631–5644.
- Tariq, J.A., Ismail, M., Ahmed, N., Hafiz-ur-Rehman, B., and Arain, M.A. (2016) Evaluation of rice germplasm against brown spot caused by *Helminthosporium oryzae* in Sindh. *Int J Agric Appl Sci*.
- TeBeest, D.O., Jecmen, A., and Dittmore, M. (2011) Infection of rice by the false smut fungus, *Ustilaginoidea virens*. *BR Wells Rice Res Ser Agric Exp Stn Univ Arkansas* **591**: 70–81.
- Tendulkar, S.R., Saikumari, Y.K., Patel, V., Raghotama, S., Munshi, T.K., Balam, P., and Chattoo, B.B. (2007) Isolation, purification and characterization of an antifungal molecule produced by *Bacillus licheniformis* BC98, and its effect on phytopathogen *Magnaporthe grisea*. *J Appl Microbiol* **103**: 2331–2339.
- Teng, P.S. (1994) Epidemiological basis for blast management.
- Tsuda, M., Sasahara, M., Ohara, T., and Kato, S. (2006) Optimal application timing of simeconazole granules for control of rice kernel smut and false smut. *J Gen Plant Pathol* **72**: 301–304.
- Tsukamoto, H., Tsutsumi, F., Onodera, K., Yamada, M., and Fujimori, T. (1999) Biological control of rice leaf blast with *Exserohilum monoceras*, a pathogen of *Echinochloa* species. *Japanese J Phytopathol* **65**: 543–548.
- Tullis, E.C. (1937) *Cercospora oryzae* on Rice in the United States. *Phytopathology* **27**.
- Uppala, L. and Zhou, X.-G. (2018) Field efficacy of fungicides for management of sheath blight and narrow brown leaf spot of rice. *Crop Prot* **104**: 72–77.
- Valdez, R.B. (1955) Sheath spot of rice. *Philipp Agric* **39**: 317–336.
- Walters, D.R. and Bingham, I.J. (2007) Influence of nutrition on disease development caused by fungal pathogens: implications for plant disease control. *Ann Appl Biol* **151**: 307–324.
- Wamish, Y. (2015) Bacterial panicle blight of rice in Arkansas. *FSA (University Arkansas (System) Coop Ext Serv* 7580.
- Wang, N., Ai, P., Tang, Y., Zhang, J., Dai, X., Li, P., and Zheng, A. (2015) Draft genome sequence of the rice kernel smut *Tilletia horrida* strain QB-1. *Genome Announc* **3**: e00621-15.
- Wang, T.C.L., Hsu, Y.S., and Lin, C.H. (1979) Study of relationship between soil fertility and brown leaf spot in rice. *Soils Fertil Taiwan*.
- Wang, W.-M., Fan, J., and Jeyakumar, J.M.J. (2019) Rice false smut: an increasing threat to grain yield and quality. *Prot rice grains post-genomic era* 89–108.
- Wang, X., Fu, X., Lin, F., Sun, W., Meng, J., Wang, A., et al. (2016) The contents of ustiloxins A and B along with their distribution in rice false smut balls. *Toxins (Basel)* **8**: 262.

- Wang, X., Wang, J., Lai, D., Wang, W., Dai, J., Zhou, L., and Liu, Y. (2017) Ustiloxin G, a new cyclopeptide mycotoxin from rice false smut balls. *Toxins (Basel)* **9**: 54.
- Warburton, H., Palis, F.L., and Villareal, S. (1997) Farmers' perceptions of rice tungro disease in the Philippines. *Pest Manag Pract rice farmers Asia*, ed KL Heong MM Escalada 129–141.
- Webster, P.K. and Gunnell, P.S. (1992) Compendium of Rice Diseases; American Phytopathological Society Press: St. Paul, MN, USA 110.
- Webster, R.K., Bolstad, J., Wick, C.M., and Hall, D.H. (1976) Vertical distribution and survival of *Sclerotium oryzae* [stem rot of rice] under various tillage methods [Cultural contrl, fungus diseases]. *Phytopathology*.
- Wilson, R.A. and Talbot, N.J. (2009) Under pressure: investigating the biology of plant infection by *Magnaporthe oryzae*. *Nat Rev Microbiol* **7**: 185–195.
- Winter, W.E., Mathur, S.B., and Neergaard, P. (1974) Seedborne organisms of Argentina: a survey. *Plant Dis Report* **58**: 507–511.
- Xie, G., Kato, H., and Imai, R. (2012) Biochemical identification of the OsMKK6–OsMPK3 signalling pathway for chilling stress tolerance in rice. *Biochem J* **443**: 95–102.
- Xie, G.L. and Mew, T.W. (1998) A leaf inoculation method for detection of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* from rice seed. *Plant Dis* **82**: 1007–1011.
- Xue-Wen, X.I.E., Mei-Rong, X.U., Jin-Ping, Z., Yong, S.U.N., Ling-Hua, Z.H.U., Jian-Long, X.U., et al. (2008) Genetic background and environmental effects on QTLs for sheath blight resistance revealed by reciprocal introgression lines in rice. *Acta Agron Sin* **34**: 1885–1893.
- Yadahalli, K.B. and Konnur, J.A. (2018) Survey for incidence and severity of grain discolouration of paddy in northern parts of Karnataka. *Lead Pap Pap* **44**:
- Yan, W., Agrama, H., Jia, M., Fjellstrom, R., and McClung, A. (2010) Geographic description of genetic diversity and relationships in the USDA rice world collection. *Crop Sci* **50**: 2406–2417.
- Yaqoob, M. (2012) Reaction of rice genotypes to brown spot disease pathogen *Cochliobolus miyabeanus* under drought conditions. *Mycopath* **9**:
- Yasin, S., Khan, T., Akhtar, K.M., Anwer, M., and Ahmad, M. (2003) Economic evaluation of bakanae disease of rice. *Mycopath (Pakistan)*.
- Yellareddygar, S.K.R., Reddy, M.S., Kloepper, J.W., Lawrence, K.S., and Fadamiro, H. (2014) Rice sheath blight: a review of disease and pathogen management approaches. *J Plant Pathol Microbiol* **5**: 1.
- Yingling, J.A., Cartwright, R.D., Parsons, C.E., Sutton, E.A., Wilson, C.E., Smith Jr, S., et al. (2006) Evaluation of rice germplasm for reaction to disease across Arkansas. *BR Wells Rice Res Ser Arkansas Agric Exp Station Univ Arkansas Div Agric Fayettev* 163–177.
- Yong-feng, L.I.U., Zhi-yi, C., Ming, H.U., Lian, L.I., and You-zhou, L.I.U. (2004) Distribution of *Magnaporthe grisea* Population and Virulence of Predominant Race in Jiangsu Province, China. *Rice Sci* **11**: 324–330.
- Yu, K.S. and Sun, S.K. (1976) Ascospore liberation of *Gibberella fujikuroi* and its contamination of rice grains. *Plant Prot Bull Taiwan* **18**: 319–329.
- Zhang, Y., Zhang, K., Fang, A., Han, Y., Yang, J., Xue, M., et al. (2014) Specific adaptation of *Ustilaginoidea virens* in occupying host florets revealed by comparative and functional genomics. *Nat Commun* **5**: 3849.
- Zhou-qi, C., Bo, Z., Guan-lin, X., Bin, L., and Shi-wen, H. (2016) Research status and prospect of *Burkholderia glumae*, the pathogen causing bacterial panicle blight. *Rice Sci* **23**: 111–118.
- Zhou, L., Lu, S., Shan, T., Wang, P., Sun, W., Chen, Z., and Wang, S. (2012) Chemistry and biology of mycotoxins from rice false smut pathogen. *Mycotoxins Prop Appl hazards* 109–130.
- Zhou, X.-G. (2019) Sustainable strategies for managing bacterial panicle blight in rice. In *Protecting rice grains in the post-genomic era*. IntechOpen London, UK.
- Zhou, X.G. and Jo, Y.K. (2014) Disease management. *Texas rice Prod Guidel Texas AgriLife Res Texas AgriLife Extension B-6131* 44â.
- Zhou, Y.L., Xie, X.W., Wang, S., Pan, Y.J., Liu, X.Z., Yang, H., et al. (2006) Detection of *Ustilaginoidea virens* from rice field and plants by nested PCR. *J Agric Biotechnol* **14**: 542–545.

علف‌های هرز مهم برنج

(با تاکید بر شرایط اقلیمی ایران)

افشین ولایی، سمیه تکاسی، عبدالعلی گیلانی

علف‌های هرز مزارع برنج

۱۶۸	مقدمه
۱۶۸	مشکلات ناشی از حضور علف‌های هرز در مزارع برنج
۱۶۹	اهداف کنترل علف‌های هرز در زراعت برنج
۱۷۰	تاریخچه حضور علف‌های هرز در مزارع برنج ایران
۱۷۱	طبقه‌بندی علف‌های هرز مزارع برنج
۱۷۵	دوره بحرانی کنترل علف‌هرز برنج
۱۷۶	روش‌های کنترل علف‌های هرز
۱۷۶	پیشگیری
۱۷۸	کنترل فیزیکی
۱۸۱	کنترل زراعی
۱۸۳	کنترل بیولوژیک
۱۸۵	کنترل شیمیایی
۱۸۵	اصول کلی کاربرد علف‌کش‌ها در شالیزار
۱۸۶	روش‌های مصرف علف‌کش‌ها
۱۸۶	معرفی علف‌کش‌های ثبت و توصیه شده در ایران
۱۹۵	مدیریت تلفیقی علف‌هرز برنج
۱۹۶	مدیریت علف‌هرز در خزانه برنج
۲۰۲	مدیریت علف‌های هرز در سیستم کشت مستقیم برنج
۲۱۴	مشخصات علف‌های هرز مهم برنج
۲۵۶	منابع بخش علف‌های هرز

مقدمه

تولید پایدار محصولات کشاورزی و تأمین امنیت غذایی با حداقل اثرات مضر زیست محیطی در جامعه جهانی امروز بسیار مورد توجه می‌باشد. برنج محصولی استراتژیک در ایران است و برای افزایش تولید و کاهش هزینه‌ها، به حداقل رساندن کاهش رقابت علف‌های هرز ضروری می‌باشد.

تعریف علف‌هرز

تعاریف مختلفی برای علف‌های هرز توسط مراکز علمی دنیا مانند انجمن علوم علف‌های هرز آمریکا^۱ (WSSA)، انجمن پژوهش علف‌های هرز اروپا^۲ (EWRS) و دانشگاه‌ها ارائه گردیده است که به چند نمونه اشاره می‌شود.

- گیاهانی هستند که در طبیعت ماندگار بوده و با آنکه از شرایط اکولوژیکی آن سود می‌برند، ولی با رویش خودبخودی در مکان‌های ناخواسته به تولیدات کشاورزی، منابع طبیعی و سایر موارد آسیب می‌رسانند.
- گیاهانی هستند که دارای اثرات منفی اکولوژیکی و اقتصادی بوده و در اکوسیستم‌های طبیعی یا مدیریت شده یافت می‌شوند.
- در یک زیست‌بوم زراعی به هر گونه گیاهی غیر از گیاه زراعی مورد نظر، علف‌هرز گویند، یا علف هرز گیاهی است که به طور ناخواسته خارج از مکان اصلی می‌روید.

در صورت عدم کنترل به موقع، علف‌های هرز باعث وارد شدن خسارات شدید به محصول برنج می‌شوند. در خصوص اهمیت علف‌های هرز در زراعت برنج اشاره به این نکته کافی است که در شمال کشور حدود ۹۹ درصد شالیکاران حداقل از یک علف‌کش و یک بار وجین دستی علاوه بر غرقاب و عملیات خاک‌ورزی قبل کشت، برای مدیریت علف‌های هرز استفاده می‌کنند (یعقوبی و یوسفی، ۱۳۸۷).

مشکلات ناشی از حضور علف‌های هرز در مزارع برنج

علف‌های هرز در زراعت برنج به روش‌های مختلف موجب بروز خسارت می‌شوند (Juraimi et al., 2013):

- ۱- برای کسب آب، مواد غذایی، نور و فضا با برنج رقابت می‌کنند و عامل عمده کاهش عملکرد و خسارت در زراعت برنج هستند.
- ۲- موجب بروز خسارت کیفی در محصول برنج شامل ریز شدن دانه، تغییر رنگ و طعم دانه و کاهش بازارپسندی آن می‌شوند.

¹ Weed Science Society of America

² European Weed Research Society

- ۳- میزبان برخی آفات و بیماری‌های برنج می‌باشند.
- ۴- موجب اختلال در عملیات زراعی مانند آبیاری و کوددهی می‌شوند.
- ۵- باعث ایجاد مزاحمت در برداشت محصول برنج می‌شوند.
- ۶- موجب بالا رفتن هزینه‌های بوجاری و تمیزکردن محصول برداشت شده می‌شوند.

حدود ۳۵۰ گونه گیاهی به‌عنوان علف‌های هرز برنج گزارش شده‌اند که علف‌هرز باریک‌برگ سوروف به‌عنوان مهم‌ترین علف‌هرز مزارع برنج شناخته شده است. اکوسیستم‌های مختلف برنج و شیوه‌ی کشت برنج، عمدتاً تعیین‌کننده گونه/گروه غالب علف‌های هرز، میزان رقابت علف‌های هرز با برنج و در نهایت، روش‌های مورد نیاز کنترل آنها می‌باشند. استفاده گسترده از علف‌کش‌ها باعث تغییر در جمعیت علف‌های هرز می‌شود، گونه‌های علف‌هرز در مزارع برنج به‌تدریج جایگزین یکدیگر می‌شوند و ترکیب و تسلط گونه‌ها تغییر می‌یابد. به‌ویژه استفاده مکرر از علف‌کش‌های با نحوه عمل مشابه، موجب غالبیت برخی گونه‌های هرز شده و ترکیب علف‌های هرز مزرعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مدیریت آب و روش کشت نیز بر توالی علف‌های هرز و الگوی توزیع آنها در مزارع برنج تأثیرگذارند. برای مثال، عدم وجود آب کافی در کشت مستقیم برنج موجب تغییر، غلبه و تنوع گونه‌های علف‌هرز در مزارع برنج می‌شود. تغییر روش کشت از سنتی نشائی به کشت مستقیم (بعد از سال ۱۹۸۰) منجر به تغییرات شدید فلور علف‌های هرز و کنترل آنها از آسان به سخت (مانند برنج قرمز) شده است.

اهداف کنترل علف‌های هرز در زراعت برنج

- آماده‌سازی زمین و ایجاد بستری مناسب برای کشت بذر یا نشاء برنج
- جلوگیری از کاهش عملکرد برنج ناشی از رقابت علف‌های هرز
- حفظ خلوص، کیفیت و بازارپسندی دانه برداشت شده
- جلوگیری از غنی شدن بانک بذر علف‌های هرز در خاک
- ممانعت از رشد علف‌های هرزی که میزبان آفات، جوندگان (موش‌ها) و عوامل بیماری‌زا هستند.
- جلوگیری از رشد علف‌های هرز در کانال‌های آبیاری که باعث مسدود کردن کانال‌ها، ممانعت از جریان آب و هدر رفتن آب می‌شوند.

تاریخچه حضور علف‌های هرز در مزارع برنج ایران

مزارع برنج، به‌ویژه در شمال ایران به‌دلیل شرایط خاص اکولوژیکی و سیستم تک‌کشتی برنج دارای علف‌های هرز اختصاصی هستند. تحقیقات در خصوص علف‌های هرز و علف‌کش‌های برنج در ایران از دهه ۱۳۴۰ شروع شد (یعقوبی و یوسفی، ۱۳۸۷). در دهه ۱۳۴۰ سه گونه علف‌هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli*)، اویارسلام (*Cyperus difformis*) و بندواش (*Paspalum distichum*) به‌عنوان علف‌های هرز خسارت‌زای برنج مطرح بودند. در سال ۱۳۵۴، ۱۵ گونه علف‌هرز در شالیزارهای استان گیلان گزارش شدند. در سال ۱۳۶۰، برای اولین بار جگن‌های چندساله یا پی‌زورها (*Scirpus* sp.) به‌عنوان علف‌های هرز جدید شالیزار گزارش شدند. پس از آن به‌تدریج بر تعداد علف‌های هرز پهن‌برگ افزوده شد و در سال ۱۳۶۸ علف‌هرز سل‌واش (*Monochoria vaginalis*) به‌عنوان علف‌هرز جدید شالیزار و فلور ایران شناسایی و معرفی گردید. در بررسی‌های دهه ۸۰ نیز گونه جدیدی از سوروف به نام سوروف هوشمند (*E. oryzicola*) گزارش شد (شکل ۱). در سال ۱۳۴۷ اولین علف‌کش اختصاصی برنج ثبت شد. هم‌اکنون ۲۶ فرمولاسیون علف‌کش انتخابی برای کنترل شیمیایی علف‌های هرز در برنج ثبت شده است.



شکل ۱. سوروف برنج یا سوروف هوشمند (عکس از اینترنت)

علاوه بر شناسایی علف‌های هرز جدید و ثبت علف‌کش‌ها، همواره کارآیی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز مورد ارزیابی قرار گرفته و اثرات سوء احتمالی آن‌ها بر ارقام برنج نیز مطالعه شده است. در همین راستا علف‌کش پی‌پروفوس+توفوردی (ریلوف‌اچ) به‌دلیل اثرات گیاه‌سوزی (در دماهای پایین) و نقش علف‌کش تیوبنکارب (ساترن) در ایجاد عارضه کوتولگی برنج ایران، اولین بار از مؤسسه تحقیقات برنج گزارش شد (یعقوبی و یوسفی، ۱۳۸۷).

طبقه‌بندی علف‌های هرز مزارع برنج

علف‌های هرز بر اساس چرخه زندگی، شکل ظاهری (مورفولوژی)، زیستگاه، فیزیولوژی، گیاه‌شناسی، روش تکثیر، فصل رویش، بومی و غیربومی بودن طبقه‌بندی می‌شوند (صانعی شریعت پناهی، ۱۳۸۴؛ میرکمالی ۱۳۸۹؛ یعقوبی و یوسفی، ۱۳۸۷) (جدول ۱)، که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌شود.

- بر اساس چرخه زندگی

بر این اساس علف‌های هرز مزارع برنج به دو دسته یک‌ساله‌ها و چندساله‌ها تقسیم می‌شوند.

علف‌های هرز یک‌ساله

این گیاهان، کلیه فرایندهای زندگی را در یک سال یا کمتر از آن طی می‌کنند، دوره رشد را با بذر آغاز و در پایان دوره با تشکیل بذر کامل می‌کنند. مانند: سوروف.

علف‌های هرز چندساله

این گروه از گیاهان بیش از دو سال زندگی می‌کنند و هر سال توسط اندام‌های زیرزمینی مانند پیاز، غده، ریزوم و استولون رشد مجدد می‌کنند. این گیاهان هم با بذر و هم با اندام‌های رویشی تکثیر می‌یابند. ریشه‌کن کردن این دسته از گیاهان به دلیل دارا بودن اندام‌های رویشی زیرزمینی اغلب مشکل می‌باشد. مانند: پیזור، بندواش، قاشق واش، تیرکمان آبی و مرغ.

- بر اساس شکل ظاهری (مورفولوژی)

علف‌های هرز بر اساس شکل ظاهری به دو دسته باریک‌برگ و پهن‌برگ تقسیم می‌شوند.

باریک برگ‌ها

این دسته از گیاهان دارای برگ‌های باریک با رگبرگ‌های موازی هستند، مانند جگن‌ها و گراس‌ها (گرامینه‌ها). جگن‌ها شباهت زیادی به گراس‌ها به ویژه در مراحل اولیه رشد پس از جوانه‌زنی دارند، وجه تمایز این دو گروه، مدتی پس از رشد نمایان می‌شود، برای مثال جگن‌ها دارای ساقه سخت توپر و سه گوش (سه‌وجهی) و گرامینه‌ها دارای ساقه گرد و توخالی هستند (شکل ۲). مهم‌ترین جگن‌ها شامل اوپارسلام *Cyperus difformis* و پیזורها (*Scirpus macronatus* و *S. juncoideus* و *S. maritimus*) هستند. مهم‌ترین گراس‌ها نیز در شالیزارهای ایران سوروف و بندواش می‌باشند.



شکل ۲. برش ساقه یک نوع جگن (سمت راست) برش ساقه یک نوع گراس (سمت چپ) (عکس از اینترنت)

پهن برگ‌ها

این دسته از گیاهان دارای برگ‌های گسترده پهن با رگبرگ‌های منشعب هستند که شبکه‌ای به هم تنیده دارند، مانند: تیرکمان آبی، سل واش، گوشاب.

پهن برگ‌های هرز شالیزار به دو گروه تک‌لپه‌ای و دولپه‌ای تقسیم می‌شوند. پهن برگ‌های تک‌لپه‌ای از نظر ساختمان گل، ریشه و دارا بودن رگبرگ‌های موازی مشابه تک‌لپه‌ای‌های باریک برگ هستند، اما دارا بودن برگ‌های پهن، آنها را از نظر ظاهری شبیه پهن برگ‌ها نشان می‌دهد. لازم به یادآوری است تک لپه‌ای‌های پهن برگ از نظر واکنش به علف‌کش‌ها شبیه به پهن برگ‌های دولپه‌ای هستند. علف‌های هرز مهم تک‌لپه‌ای پهن برگ شامل قاش‌واش، تیرکمان آبی، سل واش و گوشاب یا روغن واش می‌باشند. مهمترین علف‌های هرز پهن برگ دو لپه‌ای شالیزارهای ایران نیز شامل گل‌آردی، آمانیا، گل مرواریدی، دونیش و برجیا هستند. معمولاً جگن‌ها و پهن برگ‌های تک لپه‌ای در شرایط ماندابی و باتلاقی جزء علف‌های هرز غالب هستند، در حالی که در اراضی دارای زه‌کش طبیعی، باریک برگ‌ها و پهن برگ‌های دو لپه‌ای فراوانی بیشتری دارند.

- بر اساس زیستگاه

علف‌های هرز بر اساس زیستگاه (محل زندگی) به سه گروه گیاهان خشکی‌زی (مانند مرغ و بندواش)، آب‌زی (مانند لویی، عدسک آبی، شبدر آبی و تیرکمان آبی) و نیمه آب‌زی (مانند سوروف) تقسیم می‌شوند.

- بر اساس مشخصات فیزیولوژیکی

گیاهان بر اساس فیزیولوژی به دو گروه سه کربنه و چهار کربنه تقسیم می‌شوند. علف‌های هرز مهم سه کربنه شالیزار شامل شبدر آبی، تیرکمان آبی، سل واش، علف ارزنی و برنج قرمز می‌باشند. علف‌های هرز مهم چهار کربنه نیز شامل سوروف، اویارسلام و مرغ هستند.

- بر اساس مشخصات گیاه‌شناسی

در این تقسیم‌بندی علف‌های هرز به تک‌لپه‌ای‌ها، دولپه‌ای‌ها، سرخس‌ها و جلبک‌های سبزآبی تقسیم می‌شوند.

علف‌های هرز تک‌لپه‌ای

این دسته از گیاهان دارای برگ‌هایی با رگبرگ‌های موازی هستند. تعداد اجزای گل در آنها سه یا مضربی از سه و به هم پیوسته بوده و عموماً کشیده‌برگ هستند. ساقه آنها تو خالی یا ماشوره‌ای است. نقاط رشدی در کشیده‌برگ‌ها با غلاف برگ پوشانده شده است و دارای ریشه‌های رشته‌ای و افشان هستند.

تیره‌های مهم علف‌های هرز تک‌لپه‌ای عبارتند از:

- تیره گرامینه (*Poaceae*) مانند سوروف، مرغ، بندواش
- تیره بارهنگ‌آبی (*Alismataceae*) مانند قاشق‌واش، تیرکمان‌آبی
- تیره سنبل‌آبی (*Pontederiaceae*) مانند سل‌واش
- تیره هزارنی (*Butomaceae*) مانند هزار نی
- تیره گوشاب (*Potamogetonaceae*) مانند گوشاب (روغن‌واش)
- تیره لویی (*Tephaceae*) مانند لویی
- تیره جگن‌ها (*Cyperaceae*) مانند اوپارسلام، پیذر، سوف، علف ارزنی

علف‌های هرز دولپه‌ای

این دسته از گیاهان دارای برگ‌های پهن با رگبرگ‌های منشعب هستند. تعداد اجزا گل در آنها چهار یا پنج‌تایی و یا مضربی از آن می‌باشد.

تیره‌های مهم علف‌های هرز دو لپه‌ای عبارتند از:

- تیره هفت‌بند (*Polygonaceae*) مانند هفت‌بند
- تیره خردل (*Brassicaceae*) مانند اوتره
- تیره تاج‌خروسیان (*Amaranthaceae*) مانند گل‌مروریدی
- تیره الاتیناسه (*Elatinaceae*) مانند برجیا
- تیره ورث‌آبی (*Sphenocleaceae*) مانند ورث‌آبی
- تیره لیتراسه (*Lythraceae*) مانند ساقه‌قرمز، روتالا
- تیره گل‌مغربی (*Onagraceae*) مانند خرفه آبی
- تیره گل‌میمون (*Scrofulariaceae*) مانند سیزاب آبی
- تیره مرکبان (*Compositae*) مانند دو نیش و گل آردی

سرخس‌ها

سرخس‌هایی که در شالیزارهای ایران هستند شامل آزولا (*Azolla filiculoides*) از تیره آزولا (*Azollaceae*)، شبدر چهارپر (*Marsilea quadrifolia*) از تیره (*Marsileaceae*)، سرخس‌شناور (*Salvinia natans*) از تیره سالوینیاسه (*Salviniaceae*) می‌باشند.

- بر اساس روش تکثیر

علف‌های هرز به دو روش می‌توانند تکثیر یابند، تکثیر جنسی و تکثیر غیرجنسی.

تکثیر جنسی

در این روش، گیاهان با داشتن اندام‌های نر و مادگی تولید بذر نموده و بذر بقای آنها را تضمین می‌کند. مانند سوروف

تکثیر غیر جنسی

در این روش، ازدیاد گیاهان بدون دخالت اندام نر و مادگی و به‌وسیله اندام‌هایی رویشی مانند ریزوم (قیاق)، غده (اویارسلام) و... صورت می‌گیرد.

جدول ۱. مهمترین علف‌های هرز مزارع برنج ایران (یعقوبی و یوسفی، ۱۳۸۷؛ زند و همکاران، ۱۳۹۸)

ردیف	نام علف هرز	نام علمی	خانواده	چرخه زندگی	فتوسنتز
۱	سوروف	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae	یکساله	C ₄
۲	سوروف برنجی	<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link.	Poaceae	یکساله	C ₄
۳	سوروف هوشمند	<i>Echinochloa oryzicola</i> (Ard.) Fisher.	Poaceae	یکساله	C ₄
۴	برنج‌وحشی یا برنج قرمز	<i>Oriza sativa</i> L.	Poaceae	یکساله	C ₃
۵	اویارسلام زرد	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae	دائمی	C ₄
۶	اویارسلام	<i>Cyperus globosus</i> Aubl.	Cyperaceae	دائمی	C ₄
۷	اویارسلام بذری	<i>Cyperus difformis</i> L.	Cyperaceae	یکساله	C ₄
۸	اویارسلام	<i>Cyperus fuscus</i> L.	Cyperaceae	یکساله	C ₄
۹	اویارسلام	<i>Cyperus longus</i> L.	Cyperaceae	دائمی	C ₄
۱۰	پیزر	<i>Scripus spp.</i>	Cyperaceae	یکساله یا دائمی	C ₄
۱۱	بندواش	<i>Paspalum distichum</i> L.	Poaceae	دائمی	C ₃
۱۲	قاش‌واش یا بارهنگ آبی	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	Alismataceae	دائمی	C ₃
۱۳	قاش‌واش یا بارهنگ آبی	<i>Alisma lanceolatum</i>	Alismataceae	دائمی	C ₃
۱۴	گل مرواریدی	<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R.Br.	Amaranthaceae	یکساله	C ₃
۱۵	سل‌واش	<i>Monochoria vaginalis</i> (Burm.f.)C.Presl ex Kunth.	Pontederiaceae	دائمی	C ₃
۱۶	گوشاب یا روغن‌واش	<i>Potamogeton spp.</i>	Potamogetonaceae	دائمی	C ₃
۱۷	گل آردی	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	Asteraceae	یکساله	C ₃

C ₃	دائمی	Alismataceae	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	تیرکمان آبی	۱۸
C ₃	دائمی	Alismataceae	<i>Sagittaria trifolia</i>	تیرکمان آبی	۱۹
C ₃	یکساله	Lythraceae	<i>Ammannia multiflora</i> Roxb.	ساقه قرمز یا آمانیا	۲۰
C ₃	دائمی	Cyperaceae	<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem et Schult.	سوف	۲۱
C ₄	یکساله یا دائمی	Cyperaceae	<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl.	علف ارزنی	۲۲
C ₃	دائمی	Marsileaceae	<i>Marsilea quadrifolia</i> L.	شیدر آبی	۲۳
*	یکساله	Salvinaceae	<i>Salvinia natans</i> (L.) Allioni.	سرخس شناور	۲۴
*	دائمی	Poaceae	<i>Phragmites australis</i> Cav. (Trin).	نی	۲۵
C ₃	دائمی	Typhaceae	<i>Typha latifolia</i> L.	لویی	۲۶
*	یکساله	Sphenocleaceae	<i>Sphenoclea zeylanica</i> Gaerth.	ورث آیزی، علف غاز	۲۷
C ₄	دائمی	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	مرغ	۲۸
C ₃	یکساله	Astraceae	<i>Bidens tripartite</i> L.	دونیش، دودندانه	۲۹
*	یکساله	Elatinaceae	<i>Bergia ammannioides</i> Heyne ex Roth.	سرخابی یا برجیا	۳۰
C ₃	یکساله	Lythraceae	<i>Rotala indica</i> (Wild.) Koehne.	روتالا	۳۱
*	دائمی	Araceae	<i>Lemna minor</i> L.	عدسک آبی	۳۲
C ₃	یکساله	Polygonaceae	<i>Polygonum persicaria</i> L.	هفت بند	۳۳
C ₄	یکساله	Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	خرفه	۳۴
C ₃	یکساله یا دائمی	Plantaginaceae	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	سیزاب آبی	۳۵
C ₃	دائمی	Typhaceae	<i>Sparganium erectum</i> L.	نی خاردار یا نی توپی	۳۶

* اطلاعات دقیقی در دست نیست.

دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در کشت برنج

دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز^۱ به عنوان مدت زمانی در چرخه رشد گیاه زراعی تعریف می‌شود که طی آن، برای جلوگیری از دست دادن عملکرد غیرقابل قبول، علف‌های هرز باید کنترل شوند (Chauhan and Johnson, 2011). این مدت، فاصله زمانی بین دو دوره شامل دوره تداخل یا وجود علف‌های هرز و دوره عاری از علف‌های هرز است. به عبارتی، دوره تداخل علف‌های هرز، حداکثر مدت زمانی است که طی آن، علف‌های هرز پس از کاشت محصول می‌توانند با محصول، بدون ایجاد کاهش عملکرد غیرقابل قبول، حضور داشته باشند. در مقابل، دوره عاری از علف‌هرز، مدت زمان مورد نیاز برای محصول به‌منظور پیشگیری از کاهش عملکرد ناشی از علف‌های هرز است. با دانستن دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در هر محصول می‌توان طوری برنامه‌ریزی کرد که تنها در آن دوره، عملیات کنترل انجام شود تا هزینه‌ها کاهش یابد.

عوامل متعددی در طول دوره بحرانی اثرگذارند، مانند رقم برنج، روش کشت، گونه‌های علف‌های هرز، درصد آلودگی علف‌های هرز. برای مثال طول دوره بحرانی در روش کشت مستقیم برنج، طولانی‌تر از روش کشت نشائی برنج است (Singh et al., 2014). همچنین در سال‌هایی که آلودگی به علف‌های هرز بیشتر باشد، مدت زمان دوره بحرانی طولانی‌تر خواهد بود. صالحی و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای به محاسبه دوره بحرانی کنترل

¹ Critical period for weed control

علف‌های‌هرز در شهرهای محمودآباد و آمل در مازندران پرداختند و بیان کردند که این دوره در محمودآباد روزهای ۲۲ تا ۵۹ و در آمل روزهای ۱۵ تا ۵۴ روز بین مراحل ابتدا تا انتهای پنجه‌زنی برنج بود، این نتایج نشان می‌دهد که دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز در آمل نسبت به محمودآباد زودتر شروع شد، لذا برنامه کنترلی علف‌های‌هرز در آمل نیز باید زودتر شروع می‌شد. به‌طور کلی، طول دوره بحرانی خسارت علف‌های‌هرز در کشت نشایی برنج تا ۶-۴ هفته پس از نشاءکاری و در کشت مستقیم برنج تا ۹-۶ هفته پس از کاشت بذر برنج می‌باشد.

روش‌های کنترل علف‌های‌هرز در کشت نشایی برنج

پیشگیری

پیشگیری، اساسی‌ترین روش کنترل علف‌های‌هرز است. هدف این روش، کاهش ورود و گسترش علف‌های‌هرز به مزرعه است (Buhler, 2002). پیشگیری شامل اقدامات زیر می‌باشد:

الف- استفاده از بذر گواهی‌شده برنج در مدیریت علف‌های‌هرز نقش مهمی دارد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۸؛ پاداشت و همکاران، ۱۳۹۴). بذر گواهی شده عاری از بذور سایر ارقام و بذر علف‌های‌هرز می‌باشد، در نتیجه مشکل علف‌های‌هرز در خزانه به‌میزان زیادی کاهش می‌یابد. بذور خودمصرفی به‌ویژه بذور تهیه شده از مزارع برداشت شده با کمباین معمولاً دارای آلودگی بیشتری به بذر علف‌های‌هرز هستند. در صورتی‌که، کشاورزی بخواهد بذر مورد نیاز کشت سال بعد را از مزرعه خود تهیه کند، یکی از اقدامات پیشگیرانه این است که یک منطقه مناسب و عاری از علف‌هرز داخل مزرعه را برای جمع‌آوری بذر انتخاب کند. احداث خزانه در محل‌های غیر آلوده و یا استفاده از خاک مناطق غیرآلوده در صورت آلوده بودن زمین اصلی به بذور علف‌های‌هرز نیز می‌تواند یک اقدام پیشگیرانه بسیار مؤثر باشد و گسترش علف‌های‌هرز را بسیار محدود کند.

ب- کنترل علف‌های‌هرز روی مرزها، حاشیه مزرعه (شکل ۳)، کانال‌های آبیاری و تجهیزات کشت و کار، نایلون کشی مرزها (شکل ۴)، ایجاد مرزهای باریک به جای مرزهای عریض بین کرت‌ها (شکل ۵)، لایروبی کانال‌های آبیاری و بتنی کردن کانال‌های آبیاری (شکل ۶) از اقدامات پیشگیرانه مؤثر جهت جلوگیری از ورود بذر و اندام‌های رویشی علف‌های‌هرز به مزرعه است.



شکل ۳- کنترل علف‌های هرز جاده‌ها و حاشیه مزارع (عکس از اینترنت)



شکل ۴- نایلون کشی مرزها به منظور جلوگیری از رویش علف‌های هرز (عکس از س. تکاسی)



شکل ۵- استفاده از مرزهای باریک به جای مرزهای عریض (عکس از اینترنت)



شکل ۶- لایروبی کانال‌ها و استفاده از کانال‌های بتنی به کاهش مشکلات علف‌های هرز کمک می‌کند (عکس از اینترنت)

کنترل فیزیکی

کنترل فیزیکی با انجام وجین علف‌های هرز به صورت دستی یا مکانیکی با کاربرد ابزارهای مکانیکی انجام می‌شود.

- وجین دستی علف‌های هرز

انجام دوبار وجین دستی در زمان‌های ۲۰-۱۵ و ۳۵-۳۰ روز پس از انتقال نشاء، مناسب‌ترین زمان برای وجین دستی علف‌های هرز در برنج نشایی می‌باشد. از مزایای این روش بی‌خطر بودن برای محیط زیست، حذف و پاک‌سازی کامل علف‌های هرز، تهویه خاک و قرار گرفتن اکسیژن بیشتر در اختیار ریشه برنج می‌باشد (یوسف‌نیا و همکاران، ۱۳۹۴). از محدودیت‌های این روش نیز پرزحمت، زمان‌بر و هزینه‌بر بودن آن است (شکل ۷). بین ۱۵ تا ۲۰ کارگر در روز برای وجین دستی علف‌های هرز یک هکتار شالیزار مورد نیاز می‌باشد (که بستگی به میزان آلودگی مزرعه به علف‌هرز دارد). تأخیر در انجام وجین دستی به دلیل کمبود نیروی کارگری در زمان مورد نیاز کنترل نیز ایجاد مشکل می‌کند.



شکل ۷- وجین دستی علف‌های هرز شالیزار (عکس از اینترنت)

- وجین مکانیکی علف‌های هرز

در این روش، کنترل علف‌های هرز سبز جوان بین ردیف‌های برنج با کاربرد ابزارهای مکانیکی انجام می‌گیرد (شکل ۸). در سیستم کشت نشایی، کنترل مکانیکی دوبار در زمان‌های ۲۲-۲۰ و ۳۲-۳۰ روز پس از انتقال نشاء توصیه می‌شود. از مزایای این روش، بی‌خطر بودن برای محیط‌زیست، نیاز به نیروی کارگری کمتر نسبت به روش حذف دستی و در نتیجه کم‌هزینه تر بودن است. اما از محدودیت‌های روش کنترل مکانیکی این است که فقط در کشت ردیفی برنج قابل اجرا است و گیاهان روی ردیف کشت و نزدیک به بوته برنج باید به‌صورت دستی حذف شوند. یکی از ادوات کنترل مکانیکی در شالیزار، کونویدور (شکل ۸) است که در کشت ماشینی و ردیفی برنج، حدود ۳ هفته بعد از نشاءکاری در زمانی که اندازه علف‌های هرز کمتر از ۱۰ سانتی‌متر باشد، به‌کار می‌رود. از مزایای کاربرد کونویدور، کنترل مناسب علف‌های هرز، جابجایی آب شالیزار و تخلیه گازهای مضر تولید شده در زیر لایه غرقاب که منجر به افزایش اسیدیته خاک شده و مانع مهمی برای جذب عناصر غذایی می‌باشد، است که در نتیجه باعث افزایش عملکرد برنج می‌شود. در زمان اجرای کنترل مکانیکی، ارتفاع آب مزرعه بایستی ۲-۳ سانتی‌متر باشد، علف‌های هرز جوان و تازه سبز شده و در مرحله ۳-۴ برگی باشند (عرفانی و همکاران، ۱۳۹۷).

اقدامات دیگر کنترل فیزیکی شامل:

حذف دستی علف‌های هرز قبل از برداشت محصول برنج از مزرعه

حذف دستی علف‌های هرز از محصول برداشت شده قبل از خرم‌نکوبی

بوجاری شلتوک بعد از خرم‌نکوبی

قرار دادن بذور در محلول آب نمک ۱۵ درصد (شکل ۹) قبل از کشت و جداسازی بذور سبک علف‌های هرز می‌باشند.



شکل ۸- کنترل مکانیکی علف‌های هرز در شالیزار (شکل سمت راست) و کونویدر (شکل سمت چپ) (عکس از اینترنت)



شکل ۹- مراحل استفاده از محلول آب نمک برای جداسازی بذر علف‌های هرز از بذر برنج (عکس از اینترنت)

کنترل زراعی

کنترل زراعی شامل انتخاب رقم برنج با قدرت رقابتی بالا، انتخاب تراکم مناسب کشت، مدیریت آب، مدیریت کوددهی، انتخاب بذر باکیفیت و بسیاری موارد دیگر می‌باشد. روش‌های کنترل زراعی برای محیط‌زیست خطری ندارند. هدف کنترل زراعی ایجاد شرایط مناسب برای افزایش قدرت رقابت گیاه برنج در برابر علف‌های هرز، ممانعت از رشد علف‌های هرز و به حداقل رساندن خسارت آنها است (Juraimi et al., 2013). برخی از روش‌های کنترل زراعی علف‌های هرز در ادامه به‌طور مختصر بیان می‌شوند:

- زمان‌بندی عملیات کنترل

کنترل علف‌های هرز در شالیزار باید در دوره بحرانی رقابت علف‌های هرز با برنج انجام شود (Chauhan and Johnson, 2011). طول دوره بحرانی خسارت علف‌های هرز همان طور که در بالا اشاره شد در کشت نشایی برنج تا ۶-۴ هفته پس از نشاءکاری و در کشت مستقیم برنج تا ۹-۶ هفته پس از کاشت بذر برنج است.

شخم

معمولاً دو تا سه مرحله شخم در شالیزارها انجام می‌شود. شخم مرحله اول که در پاییز صورت می‌گیرد و موجب از بین رفتن بذور علف‌های هرز مانند سوروف می‌شود، اگر این شخم عمیق باشد، سبب می‌گردد که بذر علف‌های هرز به اعماق خاک رفته و در صورت جوانه زدن قادر به خروج از خاک نگردند. مرحله دوم و سوم شخم زدن که همراه با گل‌خرابی (پادلینگ)^۱ زمین است، اگر به درستی انجام شود، می‌تواند در کنترل رشد علف‌هرز بسیار مؤثر باشد.

- انتخاب رقم برنج

انتخاب رقم برنج با قدرت رقابتی بالا در برابر علف‌های هرز یک ابزار امن و کم هزینه برای مدیریت علف‌های هرز محسوب می‌شود. رقابت علف‌های هرز و برنج اغلب با صفاتی مانند ارتفاع اولیه گیاه، توانایی پنجه زنی، زیست‌توده اولیه، قدرت رشد اولیه، شاخص سطح برگ، ویژگی‌های ریشه و آللوپاتی مرتبط است. به‌طور کلی، ارقام با توانایی پنجه‌زنی بالا، سرعت رشد بالا، شاخص سطح برگ بالا، دارا بودن برگ‌های بلند، دارای برتری رقابتی نسبی در برابر علف‌های هرز هستند (علاء و همکاران، ۱۳۹۳)، اما در عین حال یافته‌های متناقض نیز گزارش شده است. Juraimi و همکاران (2013) نیز بیان کردند که ارقامی که سرعت رشد اولیه بالا، شاخص سطح برگ بیشتر، برگ‌های بلند و افتاده‌تری داشته باشند در رقابت با علف‌های هرز موفق‌تر عمل می‌کنند.

^۱ Paddling خاک‌ورزی شدید خاک در شرایط مرطوب

- روش کشت

کشت نشایی برنج، امکان کنترل مؤثر علف‌های هرز و برتری رقابتی برنج را در برابر علف‌های هرز نسبت به کشت مستقیم برنج فراهم می‌کند. نگه داشتن آب به ارتفاع ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر از زمان کشت و در طول استقرار برنج، به‌طور معنی‌داری سبزشدن علف‌های هرز باریک‌برگ و برخی جگن‌ها را کاهش می‌دهد، در نتیجه منجر به کاربرد کمتر علف‌کش‌ها می‌شود (Juraimi et al., 2013). غرقاب در شالیزار به‌تنهایی حدود ۴۰-۶۰ درصد، سبب کاهش خسارت علف‌های هرز می‌شود. در سال‌هایی که آب به اندازه کافی فراهم باشد، بهتر است که مزارع را از زمان انتقال نشاء تا زمانی که کانوپی برنج کاملاً بسته شود، به‌طور مداوم غرقاب نگه داشت. علاء و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که در شرایط رقابت علف‌های هرز (عدم کنترل علف‌های هرز)، افت عملکرد برنج در کشت مستقیم و نشایی به‌ترتیب ۶۶ و ۱۴ درصد می‌باشد. حالت غرقاب همچنین نوسانات دمایی شب و روز در خاک و ورود اکسیژن و نور به خاک را کاهش می‌دهد، در نتیجه میزان تحریک جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز باریک‌برگ و برخی جگن‌ها کاهش می‌یابد (گل‌محمدی و همکاران، ۱۳۹۰). تسطیح مناسب زمین در زمان آماده‌سازی بستر برای جلوگیری از خشک شدن برخی نقاط مزرعه ضروری است، زیرا علف‌های هرز در مناطق خشک قادر به جوانه‌زنی و استقرار می‌باشند (شکل ۱۰). نکته قابل توجه در بهره‌گیری از غرقاب این است که علف‌های هرزی مانند سل واش و روغن واش مقاوم به غرقاب هستند و غرقاب موجب تحریک رویش و رشد اندام‌های هوایی آنها می‌شود. بر این اساس، در زمین‌هایی که آلوده به سل واش یا روغن واش باشند، باید از غرقاب دائم پرهیز شود. آبیاری تناوبی یا کاهش مدت زمان غرقاب منجر به کاهش رشد این دسته از علف‌های هرز می‌شود.

جایگزین کردن روش کشت مکانیزه با ماشین نشاکار در مقایسه با نشاکاری دستی نیز امکان استفاده از ماشین‌های وجین‌کن را فراهم می‌کند و در کاهش هزینه‌های کنترل علف‌های هرز بسیار مؤثر است (پاداشت و همکاران، ۱۳۹۴).



شکل ۱۰- تسطیح نامناسب زمین و خشک ماندن برخی نقاط مزرعه پس از غرقاب باعث ایجاد شرایط مناسب برای جوانه زنی بذر علف‌های هرز می‌شود (عکس از اینترنت)

- تراکم کشت

یکی از اصول مهم در زراعت برنج، انتخاب تراکم مطلوب کشت برای رسیدن به حداکثر عملکرد است. این امر از طریق کاهش رقابت علف‌های هرز و استفاده بهینه از منابع میسر می‌شود. نور مهم‌ترین عامل در رقابت برنج با علف‌های هرز می‌باشد و با تنظیم تراکم کشت می‌توان سهم نور دریافتی توسط علف‌های هرز را کاهش داد. با افزایش تراکم برنج، میزان نفوذ نور به زیر کانوپی برنج کاهش می‌یابد. از طرفی نیز باید توجه داشت که افزایش تراکم کشت باعث ایجاد رقابت زود هنگام بین بوته‌های برنج می‌شود و منجر به کاهش عملکرد، ورس زود هنگام و عدم تلقیح دانه را در پی خواهد داشت. انتخاب تراکم مناسب کاشت به رقم برنج و همچنین روش کشت (دستی یا ماشینی) بستگی دارد. برای مثال، برای رقم برنج کشوری، فاصله مناسب نشاکاری برای روش سنتی 20×20 سانتی‌مترمربع و برای روش ماشینی 15×30 سانتی‌مترمربع توصیه شده است (نصیری و همکاران، ۱۳۹۸، پاداشت و همکاران ۱۳۹۴) به‌طور کلی در نشاکاری دستی برای ارقام محلی و اصلاح‌شده تعداد ۲-۴ عدد نشاء در هر کپه و برای ارقام هیبرید ۱-۲ عدد در هر کپه و فاصله کاشت را در ارقام محلی 20×20 سانتی‌مترمربع، در ارقام اصلاح شده و هیبرید 25×25 سانتی‌مترمربع توصیه کرده‌اند.

- مدیریت کوددهی

کوددهی باعث بهبود رشد گیاه برنج می‌شود، اما باید در نظر داشت که علف‌های هرز در مصرف مواد کودی، سریع‌تر و بیشتر از گیاه زراعی عمل می‌کنند (رضوانی و همکاران، ۱۳۹۲). برای مثال، مصرف زیاد کود ازته منجر به ورس گیاه برنج در زمان رسیدن و همچنین افزایش وقوع خسارت ناشی از آفات و بیماری‌ها خواهد شد (پاداشت و همکاران، ۱۳۹۴). با مصرف مقدار صحیح کود می‌توان خطرات ناشی از کاربرد این مواد شیمیایی بر محیط‌زیست، هزینه‌های تولید و آلودگی بیشتر علف‌های هرز را در مزرعه کاهش داد و به عملکرد مطلوب برنج رسید. بهتر است با آزمایش خاک، با توجه به رقم مورد کشت (محلی یا پر محصول) مقدار مورد نیاز کودهای فسفات، پتاس و ازت مورد نیاز زمین را تعیین کرد. همچنین به‌کار بردن کود در زمان و با روش مناسب ضرورت دارد، به‌نحوی که گیاه برنج بتواند بیشترین بهره را از کود مورد نظر ببرد. برای مثال توصیه شده است که کود اوره را نباید یک‌باره استفاده کرد و بهتر است در سه نوبت (۴۰ درصد قبل از نشاکاری در مزرعه در شرایط بدون آب و مخلوط آن با خاک، ۳۰ درصد در اوایل پنجه‌زنی قبل از وجین اول و ۳۰ درصد نیز در اواخر پنجه‌زنی و در مرحله ظهور جوانه اولیه خوشه) مصرف گردد. مقدار مورد نیاز کود اوره نیز برای ارقام محلی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و برای ارقام پرمحصول ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار بیان شده است (عرفانی و همکاران، ۱۳۹۷).

کنترل بیولوژیک

کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز با استفاده از عوامل زیستی انجام می‌گیرد. این روش کنترل با استفاده از عوامل بیولوژیکی گیاه‌خوار مانند ماهی، قورباغه، میگو، اردک (شکل ۱۱) و خوک برای کنترل علف‌های هرز در برنج

غرقابی در چند کشور دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اندونزی، سیستم پرورش برنج و ماهی موجب کنترل مناسب جگن‌هایی مانند اویارسلام *Cyperus iria* و علف ارزنی *Fimbristylis miliacea* شده است. کنترل علف‌های هرز با علف‌کش‌های زیستی^۱ نیز در دنیا در حال توسعه است و موجب کاهش وابستگی به علف‌کش شیمیایی می‌گردد. برای مثال عامل بیوکنترل مؤثر برای کنترل سوروف، قارچ *Exserohilum monocerus* and *Setosphaeria sp. Cf. rostrata* است، این قارچ به‌طور مؤثری می‌تواند *Leptochloa* را نیز بدون ایجاد هر گونه آسیب به گیاه برنج کنترل نماید. کشت و پرورش توأم اردک با برنج یا ماهی با برنج نیز در شالیزارها برای مبارزه با علف‌های هرز و آفات نیز یکی از روش‌های کنترل بیولوژیک می‌باشد که در کشور ما نیز به‌صورت محدود در برخی از شالیزارها انجام می‌شود. در کشت توأم اردک و برنج، زمان مناسب برای رهاسازی جوجه اردک‌ها، زمانی است که نشاء‌های برنج بعد از نشاکاری، استقرار لازم را پیدا کرده باشند. زمان رهاسازی به شرایط شالیزار، رقم برنج، شرایط نشاء‌های برنج دارد و معمولاً یک تا دو هفته پس از نشاکاری است. تعداد جوجه اردک‌ها نیز برای هر هکتار بستگی به میزان تراکم و انواع علف‌های هرز شالیزار دارد. به‌طور معمول، جوجه اردک‌های ده روزه تا دو هفته‌ای به تعداد ۲۵۰ تا ۳۰۰ عدد به ازای هر هکتار، در شالیزار رها شده و تا زمان ظهور خوشه برنج آنجا می‌مانند (البته در ارقام پابند مانند طارم تا ۱۵-۱۰ روز قبل از برداشت هم قابل نگهداری هستند). جوجه اردک‌ها از گیاهچه‌های علف‌های هرز، آزولا و همچنین از لارو آفات برنج تغذیه نموده و باعث کاهش آنها می‌گردند، در ضمن باید توجه داشت که اردک‌ها در طول دوره رشد خود نیاز به غذای کمکی نیز دارند (کربلایی، ۱۳۸۷).

در رابطه با کشت توأم برنج و ماهی نیز تراکم مناسب رهاسازی بچه ماهی‌ها (در هکتار) ۷۰۰-۱۰۰۰ قطعه به وزن متوسط ۴۰-۵۰ گرم در زمان ۲۰-۳۰ روز بعد از نشاکاری می‌باشد. ماهی‌ها از لارو آفات مانند کرم ساقه‌خوار برنج و کرم برگ‌خوار برنج... و همچنین از علف‌های هرزی مانند آزولا، عدسک‌آبی و... تغذیه می‌نمایند (بی‌نام، ۱۳۷۷).



شکل ۱۱- تغذیه اردک در شالیزار از علف‌های هرز (عکس از اینترنت)

^۱ Bioherbicides

کنترل شیمیایی

یکی از آسان‌ترین، موثرترین و کم هزینه‌ترین روش‌های کنترل علف‌های هرز، کنترل شیمیایی است. کنترل شیمیایی با اینکه پیامدهایی نظیر مقاومت علف‌های هرز به علفکش‌ها، تغییر گونه علف‌های هرز و ازدیاد جمعیت گونه‌های هرز متحمل به علفکش، اثرات مخرب زیست محیطی را در پی دارد، بیشترین سهم را در کنترل علف‌های هرز مزارع برنج دنیا دارد (Saha, 2005). محوریت مدیریت علف‌های هرز شالیزار در ایران بر کنترل شیمیایی استوار است و شالی‌کاران با بهره‌گیری از علفکش‌ها، حدود ۹۰ درصد در زمان مورد نیاز برای وجین‌دستی صرفه‌جویی می‌کنند. مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز شالیزار مستلزم انتخاب علفکش مناسب با توجه به شرایط رویش برنج و علف‌های هرز و همچنین نوع علف‌های هرز است. عدم توجه به انتخاب علفکش مناسب موجب نرسیدن به نتیجه دلخواه در مبارزه با علف‌های هرز می‌شود.

اصول کلی کاربرد علفکش‌ها در شالیزار

- علف‌های هرز شالیزار باید از زمان کاشت برنج تا زمانی که تاج پوشش محصول بسته شود، کنترل شوند.
- علفکش‌ها برای کاربرد زود هنگام در محصول طراحی شده‌اند (زمانی که کنترل علف‌های هرز بسیار مهم است). برخی علفکش‌ها باید قبل از سبز شدن علف‌های هرز به کار روند (پیش‌رویشی هستند)، برخی نیز باید بر روی علف‌های هرزی که سبز شده‌اند، به کار روند (پس‌رویشی هستند).
- همیشه باید دستورالعمل و برچسب علفکش مطالعه شود. برچسب علفکش حاوی اطلاعات بسیار مهمی است و مشخص می‌کند که آیا علفکش برای گیاه برنج، انتخابی است؟ آیا علفکش تماسی است یا سیستمیک؟ علفکش در چه مرحله رشدی برنج باید به کار رود؟ علفکش چه علف‌های هرزی را کنترل خواهد کرد؟ روش کاربرد علفکش به چه صورت است؟ برای مثال برخی علفکش‌ها بر روی شاخساره علف‌های هرز باید به کار روند، علفکش‌های گرانولی از طریق خاک فعالیت می‌کنند و از طریق ریشه علف‌های هرز جذب می‌شوند، برخی دیگر از علفکش‌ها هستند که هم در خاک و هم روی شاخساره فعالیت دارند مانند تیوبنکارب و بن سولفورون متیل.
- مدیریت آب در زمان سمپاشی با توجه به نوع علفکش بسیار مهم می‌باشد. برای مثال شرایط کاربرد علفکش‌های خاک مصرف در آب ایستاده و علفکش‌های برگ مصرف در شرایط بدون آب است.
- آب مصرفی برای سمپاشی باید بر اساس مقدار توصیه شده باشد.
- باید از آب تمیز و عاری از املاح و مواد معلق برای سمپاشی استفاده کرد.
- پاشش علفکش در مزرعه باید به صورت یکنواخت صورت گیرد، به ویژه در کاربرد علفکش‌های پس‌رویشی لازم است که فشار سمپاش ثابت، سرعت پاشش مناسب و یکنواخت باشد.
- قبل از سمپاشی اطمینان حاصل شود که نازل سمپاش درست کار می‌کند و پاشش یکنواخت ایجاد می‌کند.

- عملیات پاشش سموم پس‌رویشی از ارتفاع ۵۰ سانتی متری بالای هدف (علف‌های هرز) انجام شود.
- باید تلاش کرد که انتقال علف‌کش به مناطق غیرهدف را تا جای ممکن کاهش داد، بدین صورت که با فشار مناسب (۲-۲/۵ بار) سمپاشی کرد. همچنین در زمانی که باد شدید می‌وزد، سمپاشی انجام نگیرد و از جریان آب از مزارع سمپاشی شده به مناطق غیر هدف پرهیز شود.
- عمود بر جهت وزش باد سمپاشی صورت گیرد تا علف‌کش بر روی کاربر ریخته نشود.
- اطمینان حاصل شود که تناوب در کاربرد علف‌کش‌ها اعمال می‌شود، تا از بروز مقاومت به علف‌کش‌ها در علف‌های هرز جلوگیری شود.

روش‌های مصرف علف‌کش‌ها در شالیزار

دو روش کلی برای کاربرد علف‌کش‌ها وجود دارد، کاربرد شاخساره و کاربرد خاک مصرف.

- کاربرد شاخساره ای

علف‌کش‌های برگ مصرف لازم است که بر روی شاخساره علف‌های هرز رویش یافته (معمولاً مرحله ۲ تا ۴ برگی علف‌های هرز) پاشش شوند. در این روش لازم است که قبل از انجام عملیات سمپاشی، آب مزرعه تخلیه شده باشد و حداقل ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از سمپاشی (بستگی به علف‌کش دارد)، مزرعه مجدداً غرقاب شود. علف‌کش‌هایی مانند سای هالوفوپ-بوتیل، بیس‌پیریپاک سدیم به این روش به کار می‌روند.

- کاربرد خاک مصرف

کاربرد علف‌کش در آب (در شرایط غرقاب مزرعه) صورت می‌گیرد. این علف‌کش‌ها را می‌توان قبل یا بعد از نشاکاری (قبل یا ابتدای جوانه‌زنی علف‌های هرز) به کار برد. علف‌کش‌هایی مانند اگزا‌دiazون، تیوبنکارب، پرتیلاکلر به این روش به کار می‌روند.

معرفی علف‌کش‌های ثبت و توصیه شده شالیزار در ایران (یعقوبی، ۱۴۰۰):

تیوبنکارب EC 50% و G 6%

تیوبنکارب علف‌کشی پیش‌رویشی، خاک‌پاش و بازدارنده سنتز چربی است. سوروف، جگن‌های یک‌ساله، پهن‌برگ‌های یک‌ساله را به خوبی کنترل می‌کند.

زمان توصیه شده کاربرد علف‌کش تیوبنکارب، حدود ۴-۷ روز پس از نشاکاری و قبل از دوبرگی شدن سوروف است (تیوبنکارب باید بعد از نشاکاری و بعد از غرقاب استفاده شود و تا سه روز از خروج آب جلوگیری گردد).

مقدار توصیه شده تیوبنکارب EC 50%: ۵-۶ لیتر در هکتار

مقدار توصیه شده تیوبنکارب G 6%: ۵۰ کیلوگرم در هکتار

موارد منع کاربرد علف‌کش تیوبنکارب:

- کاربرد تیوبنکارب قبل از نشاکاری یا هم زمان با نشاکاری یا با فاصله کمتر از ۲ روز بعد از نشاکاری توصیه نمی‌شود.
- اراضی شالیزاری که در زمستان یا بیشتر طول سال حالت باتلاقی دارند، مناسب برای کاربرد تیوبنکارب نیستند.

مولینیت EC 71%

مولینیت علف‌کشی پیش‌رویشی، خاک‌پاش و بازدارنده سنتز چربی است. مولینیت بیشتر برای کنترل سوروف تا مرحله دو برگگی (در کشت نشایی و مستقیم) در مزارع برنج مصرف می‌شود.

مقدار توصیه شده مولینیت EC 71%: ۵-۶ لیتر در هکتار

زمان توصیه شده کاربرد این علف‌کش در خزانه، قبل از کشت و در مزرعه، قبل از ۲ برگگی سوروف است.

اگزادیازون SL 12%

اگزادیازون علف‌کش پیش‌رویشی، خاک‌پاش، تماسی و از خانواده اکسیدازول‌ها (بازدارنده PPO) است. سوروف، علف‌های هرز پهن‌برگ یک‌ساله و جگن‌های یک‌ساله را به‌خوبی کنترل می‌کند.

زمان توصیه شده کاربرد این علف‌کش، قبل یا بعد از نشاکاری است (در صورت نشاکاری دستی، کاربرد علف‌کش قبل از نشاکاری توصیه نمی‌شود). بهترین زمان کاربرد، حدود ۲-۵ روز پس از نشاکاری تا قبل از ۲ برگگی علف‌های هرز می‌باشد.

مقدار توصیه شده اگزادیازون SL12%: ۳/۵-۴ لیتر در هکتار

اکسادیارژیل EC 30% و WG 80%

اکسادیارژیل علف‌کشی پیش‌رویشی، خاک‌پاش و از خانواده اکسیدازول‌ها (بازدارنده PPO) است. این علف‌کش برای کنترل علف‌های یک‌ساله شالیزار ثبت شده است. سوروف، علف‌های هرز پهن‌برگ یک‌ساله و جگن‌های یک‌ساله را به‌خوبی کنترل می‌کند.

زمان توصیه شده کاربرد این علف‌کش، ۶ روز بعد از نشاکاری است. بهترین زمان کاربرد این علف‌کش نیز حدود ۵-۲ روز پس از نشاکاری تا قبل از ۱/۵ برگی علف‌های هرز می‌باشد.

مقدار توصیه شده علف‌کش اکسادیارژیل EC 30%: ۳-۳/۵ لیتر در هکتار

مقدار توصیه شده علف‌کش اکسادیارژیل WG 80%: ۱۵۰-۱۲۵ گرم در هکتار

پروپانیل EC 36%

پروپانیل علف‌کشی پس‌رویشی، برگ‌پاش، تماسی از خانواده آمیدها و بازدارنده فتوسنتز (PSII) است. پروپانیل مخصوص کشت نشایی است و سوروف را کنترل می‌کند.

زمان کاربرد علف‌کش: ۷-۴ روز پس از نشاکاری و تا مرحله ۲ برگی سوروف

مقدار توصیه شده پروپانیل EC36%: ۱۵-۱۰ لیتر در هکتار

بن‌سولفورون متیل DF 60%

بن‌سولفورون متیل علف‌کشی سیستمیک، انتخابی، بازدارنده سنتز آنزیم استولاکتات سینتاز (ALS) از خانواده سولفونیل‌اوره‌ها است و از طریق ریشه و برگ جذب می‌شود. این علف‌کش در کشت نشایی و مستقیم قابل استفاده است. علف‌های هرز پهن‌برگ و جگن‌ها را کنترل می‌کند.

مقدار توصیه شده بن‌سولفورون متیل DF60%: ۷۵-۵۰ گرم در هکتار

روش کاربرد: این علف‌کش را می‌توان هم به‌صورت پیش‌رویشی در آب مزرعه به روش قطره‌پاشی به‌کار برد و هم به‌صورت سمپاشی بر روی علف‌های هرز سمپاشی کرد که در این صورت علف‌کش را باید به همراه ۱۰۰ تا ۲۰۰ لیتر آب پاشید.

توفوردی SL 72%

توفوردی، علف‌کشی سیستمیک، برگ‌مصرف از خانواده فنوکسی کربوکسیلیک اسیدها (اکسین مصنوعی) است. علف‌های هرز پهن‌برگ و جگن‌ها را کنترل می‌کند.

مقدار توصیه شده توفوردی SL72%: ۳-۱/۵ لیتر در هکتار

زمان توصیه شده کاربرد علف‌کش: در مرحله ۵-۷ برگی شدن برنج

توجه: از مصرف توفوردی در نزدیکی مزارع پنبه و گوجه فرنگی (به‌طور کلی مزارع حساس به توفوردی) و همچنین دمای کمتر از ۱۲ درجه سانتی‌گراد خودداری شود.

سینوسولفورون WG 20%

علف‌کشی خاک‌پاش، بازدارنده سنتز آنزیم استولاکتات سینتاز (ALS) از گروه سولفونیل اوره‌ها است. علیه علف‌های هرز پهن‌برگ و جگن‌ها ثبت شده است. دز بالای سینوسولفورون جهت مبارزه با علف‌های هرز مقاوم‌تر مانند تیرکمان آبی به کار برده می‌شود.

مقدار توصیه شده سینوسولفورون WG20%: ۱۵۰-۱۰۰ گرم در هکتار

زمان توصیه شده کاربرد علف‌کش: در مرحله ۵-۷ برگی شدن برنج

آنیلوفوس+اتوکسی سولفورون SC 31.5%

بخش اتوکسی سولفورون، بازدارنده سنتز آنزیم استولاکتات سینتاز (ALS) و بخش آنیلوفوس، بازدارنده تقسیم سلول و اسیدهای چرب زنجیره بلند است. این علف‌کش علیه سوروف، علف‌های هرز پهن‌برگ و جگن ثبت شده است.

مقدار توصیه شده آنیلوفوس+اتوکسی سولفورون SC 31.5%: ۳ لیتر در هکتار

زمان توصیه‌شده کاربرد علف‌کش: ۶ روز پس از نشاکاری

پرتیلاکالر EC 50%

پرتیلاکالر علف‌کشی خاک‌پاش از خانواده کلرواستامیدها (بازدارنده تقسیم سلولی) است. پرتیلاکالر، علف‌کش اختصاصی سوروف است. در کشت نشایی برنج دارای حدود ۹۵ درصد کارایی در کنترل سوروف است. جگن‌های یک‌ساله را نیز بسیار خوب کنترل می‌کند، ولی در کنترل جگن‌های چندساله مانند پیزور، کارایی نسبی دارد. پرتیلاکالر در کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ شالیزار مانند قاشق‌واش، روغن‌واش، سل‌واش، تیرکمان آبی، فاقد کارایی یا دارای کارایی کم می‌باشد.

دوز توصیه شده پرتیلاکالر EC 50%: ۱/۵-۲ لیتر در هکتار

زمان توصیه شده کاربرد علف‌کش: ۶ روز پس از نشاکاری و حداکثر تا مرحله‌ی یک و یک‌ونیم برگی علف‌های هرز یک‌ساله (سوروف)

بنتازون SL 48% و بنتازون + ام سی پی آ SL 46%

بنتازون، علف‌کشی انتخابی، تماسی، پس‌رویشی، برگ‌مصرف از خانواده بنزوتیادیازیون‌ها و بازدارنده فتوسنتز (PSII) و بخش ام سی پی آ از خانواده فنوکسی کربوکسیلیک اسیدها (اکسین مصنوعی) است. علف‌های هرز پهن‌برگ و جگن‌ها را کنترل می‌کند.

زمان توصیه شده کاربرد علف‌کش: مرحله ۵-۷ برگی برنج

مقدار توصیه شده علف‌کش بنتازون SL 48%: ۳-۴ لیتر در هکتار

مقدار توصیه شده علف‌کش بنتازون + ام سی پی آ SL 46%: ۲-۲/۵ لیتر در هکتار

پنوکسولام SC 24%

پنوکسولام، علف‌کشی سیستمیک از خانواده تریازولوپیریمیدین سولفونامید و بازدارنده سنتز آنزیم استولاکتات سینتاز (ALS) است. برای کنترل علف‌های هرز سوروف، جگن‌ها و پهن‌برگ توصیه شده است.

روش توصیه شده کاربرد علف‌کش: به دو روش برگ‌پاش و خاک‌پاش قابلیت کاربرد دارد که کارایی روش برگ‌پاش بیشتر از خاک‌پاش بیان شده است.

مقدار توصیه شده پنوکسولام SC 24%: ۱۵۰ میلی‌لیتر در هکتار

زمان توصیه شده کاربرد علف کش: مرحله ۷-۵ برگی برنج

بیس پایریباک سدیم 10% OF (نومینی)؛ بیس پایریباک سدیم 40% SC (کلین وید)؛ بیس پایریباک سدیم 12.5% SC (وجین)

بیس پایریباک سدیم، علف کشی پس رویشی، برگ پاش، از خانواده سولفونیل اوره ها و بازدارنده سنتز آنزیم استولاکتات سینتاز (ALS) است. سوروب، جگن ها و پهن برگ ها را به خوبی کنترل می کند.

مقدار توصیه شده علف کش نومینی: ۲۵۰ میلی لیتر در هکتار در کشت مستقیم و نشایی

مقدار توصیه شده علف کش کلین وید: ۶۵ میلی لیتر در هکتار در کشت مستقیم و نشایی

زمان مناسب کاربرد نومینی و کلین وید: ۲-۴ برگی علف های هرز.

مقدار توصیه شده علف کش وجین: ۲۸۰-۳۲۰ میلی لیتر در هکتار در کشت مستقیم و نشایی

زمان مناسب کاربرد وجین: برگ پاشی در مرحله ۳-۲ برگی.

تاخیر در کاربرد، موجب کاهش کارایی علف کش در کنترل علف های هرز می شود. کاربرد علف کش تا مرحله ۶ برگی علف های هرز میسر است که نیاز به کاربرد دز بالاتر علف کش دارد. همچنین برای کنترل علف های هرز روی مرزها و راه های عبور و مرور داخل مزرعه یا کانال های آبیاری نیز می توان از دز بالاتر بیس پایریباک سدیم برای سمپاشی استفاده کرد.

تریافامون+اتوکسی سولفورون 30% WG

علف کشی خاک پاش از خانواده سولفونیل اوره ها و بازدارنده سنتز آنزیم استولاکتات سینتاز (ALS) است. تمام علف های هرز شالیزار را کنترل می کند. در کنترل سوروب، پهن برگ ها و جگن های یک ساله، کارایی بسیار خوب دارد (حدود ۹۵ درصد یا بیشتر). در کنترل علف هرز بندواش نیز کارایی بسیار خوب دارد (۹۰ درصد). در کنترل جگن های غده دار (پیروز)، کارایی آن حدود ۷۵ درصد است.

مقدار توصیه شده تریافامون+اتوکسی سولفورون 30% WG: ۱۵۰-۱۰۰ گرم ماده تجاری در هکتار (۱۰۰ گرم در هکتار برای کنترل علف های هرز یک ساله و ۱۵۰ گرم در هکتار برای کنترل علف های هرز چندساله)

زمان توصیه شده مناسب کاربرد علف‌کش: ۷-۳ روز پس از نشاکاری (کاربرد قبل از نشاکاری توصیه نمی‌شود).

فلوستوسولفورون WG 10%

فلوستوسولفورون، علف‌کشی خاک‌پاش از خانواده سولفونیل اوره‌ها و بازدارنده سنتز آنزیم استولاکتات سینتاز (ALS) است. تمام علف‌های هرز شامل سوروف، جگن‌ها و پهن‌برگ‌ها به استثنای بندواش را به‌خوبی کنترل می‌کند (حدود ۹۰ درصد).

زمان مناسب کاربرد علف‌کش: ۳ روز پس از نشاکاری (در صورت عدم رویش زود هنگام علف‌های هرز بهتر است زمان کاربرد علف‌کش یک هفته پس از نشاکاری باشد).

مقدار توصیه شده فلوستوسولفورون WG 10%: ۳۰۰ گرم در هکتار

روش کاربرد: این علف‌کش با فرمولاسیون گرانول (ذرات جامد ریز) می‌باشد. برای کاربرد، ابتدا علف‌کش را در مقدار کمی آب حل کرده، بعد با اضافه کردن آب و به هم زدن متوالی حجم محلول را بیشتر می‌کنند و به روش قطره‌پاشی در شرایط غرقاب زمین به کار می‌برند.

پندی‌متالین EC 33%

پندی‌متالین، علف‌کشی از خانواده دی‌نیتروآنیلین‌ها و بازدارنده تقسیم سلولی است. برای کنترل سوروف در کشت نشایی برنج توصیه شده است. علاوه بر سوروف برای کنترل طیف وسیعی از علف‌های هرز یک‌ساله باریک‌برگ، پهن‌برگ و جگن نیز توصیه می‌شود.

مقدار توصیه شده پندی‌متالین EC 33%: ۲/۵-۳/۵ لیتر در هکتار

زمان مناسب کاربرد علف‌کش: ۱-۳ روز قبل از نشاکاری است. فقط از رویش بذر علف‌های هرز ممانعت به‌عمل می‌آورد. بنابراین مصرف زودهنگام این علف‌کش قبل از رویش علف‌های هرز ضروری است. وجود غرقاب هنگام کاربرد علف‌کش به‌منظور توزیع یکنواخت علف‌کش در کرت برنج ضروری است.

پیرازوسولفورون اتیل + پرتیلاکلر TB 17%

علف‌کشی خاک‌پاش است. این علف‌کش حاصل اختلاط پیرازوسولفورون اتیل از خانواده سولفونیل‌اوره‌ها و پرتیلاکلر از خانواده کلرواستامیدها است. سولفونیل‌اوره‌ها با کلرواستامیدها دارای روابط سینرژیستی هستند و کارایی یکدیگر را در کنترل علف‌های هرز افزایش می‌دهند. پیرازوسولفورون اتیل، علف‌کش پیش یا پس‌رویشی برای کنترل دامنه وسیعی از علف‌های هرز برنج است که از طریق ریشه و برگ جذب و به مریستم‌ها منتقل می‌شود و از تولید اسیدهای آمینه شاخه‌دار جلوگیری می‌کند. پرتیلاکلر نیز علف‌کشی خاک‌پاش از گروه کلرواستامیدها (بازدارنده سنتز اسیدهای چرب زنجیره بلند) است و توسط ساقه‌چه‌های تازه سبز شده و ریشه جذب می‌شود و مکانیزم عمل آن بازدارندگی از تقسیم سلولی است (پرتیلاکلر، علف‌کش اختصاصی سوروف است). در کشت نشایی برنج دارای حدود ۹۵ درصد کارایی در کنترل سوروف است. جگن‌های یک‌ساله را نیز بسیار خوب کنترل می‌کند، ولی در کنترل جگن‌های چندساله مانند پیروز، کارایی نسبی دارد. پرتیلاکلر در کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ شالیزار مانند قاشق‌واش، روغن‌واش، سل‌واش، تیرکمان آبی، فاقد کارایی است.

پیرازوسولفورون اتیل + پرتیلاکلر TB 17%، تمام علف‌های هرز شالیزار به استثنای بندواش را به‌خوبی کنترل می‌کند (۹۵ درصد یا بیشتر).

روش کاربرد علف‌کش: این علف‌کش به‌صورت قرص‌های پنج گرمی می‌باشد. و در زمین آب بندی شده که حداقل ۳ تا ۵ سانتی‌متر آب در آن موجود باشد در فواصل تقریباً منظم و یکسان پرتاب شود. و حفظ غرقاب به مدت حداقل یک هفته پس از کاربرد علف‌کش ضروری است.

زمان مناسب کاربرد: ۷-۳ روز پس از نشاکاری

مقدار توصیه شده پیرازوسولفورون اتیل + پرتیلاکلر TB 17%: ۲۲۳۵-۳۲۳۵ گرم در هکتار (معادل ۶۴۷-۴۴۷ قرص ۵ گرمی در هکتار)

متازوسولفورون WG 33%

متازوسولفورون، علف‌کش خاک‌پاش از خانواده سولفونیل‌اوره‌ها و بازدارنده سنتز آنزیم استولاکتات سینتاز (ALS) است. برای کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ (سوروف و بندواش)، پهن‌برگ یک‌ساله و چندساله (سل‌واش، قاشق‌واش، تیرکمان آبی و گوشاب) و جگن‌های یک‌ساله و چند ساله شالیزار (اویارسلام و پیروز) توصیه می‌شود.

متازوسولفورون علف‌های هرز را قبل از ظهور تا دو برگی کنترل می‌کند، بنابراین کاربرد متازوسولفورون به صورت پیش‌رویشی تا دو برگی علف‌های هرز میسر است.

نگرانی از طغیان علف‌های هرز موجب می‌شود که کشاورزان علف‌کش‌ها را قبل از نشاکاری یا با فاصله کوتاه پس از نشاکاری مصرف کنند. مصرف زود هنگام علف‌کش‌ها به ویژه در اراضی باتلاقی، سبب توقف رشد و آسیب به برنج می‌شود. در این اراضی کاربرد متازوسولفورون تا ۱۰ روز پس از نشاکاری نیز میسر است و آسیب به برنج به حداقل خواهد رسید. و بهترین زمان کاربرد این علف‌کش ۶ روز پس از نشاکاری است.

مقدار توصیه شده متازوسولفورون WG 33%: ۲۵۰ گرم در هکتار

سای‌هالوفوپ- بوتیل OD 20%

سای‌هالوفوپ-بوتیل، علف‌کشی برگ‌مصرف از خانواده آریلوکسی فنوکسی پروپانات (AOPP) است. محل عمل علف‌کش سای‌هالوفوپ-بوتیل، آنزیم استیل‌کوآنزیم-آ-کربوکسیلاز (ACCase)، آنزیم مؤثر در بیوسنتز اسیدهای چرب است، در نتیجه از سنتز اسیدهای چرب و تقسیم سلولی ممانعت می‌شود. این علف‌کش سیستمیک و پس‌رویشی بوده، و در برنج برای کنترل علف‌های هرز یک‌ساله و چندساله باریک‌برگ (گراس‌ها) به‌ویژه گونه‌های مختلف سوروف و بندواش توصیه شده است. در کاربرد این علف‌کش، هیچ‌گونه علائم گیاه‌سوزی (مانند نکروز، کلروز و ...) بر روی برنج ایجاد نمی‌شود.

مقدار توصیه‌شده سای‌هالوفوپ-بوتیل OD 20%: ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار

زمان توصیه‌شده کاربرد علف‌کش: ۲-۴ برگی علف‌های هرز باریک‌برگ

پنوکسولام+سای‌هالوفوپ-بوتیل OD 6%

پنوکسولام، علف‌کشی سیستمیک از خانواده تریازولوپیریمیدین سولفونامید (triazolopyrimidine sulfonamide)، بازدارنده سنتز آنزیم استولاکتات سینتاز (ALS) است که از مکانیسم مشابه ایمیدازولینون‌ها و سولفونیل‌اوره‌ها برخوردار است و مانع از بیوسنتز اسیدهای آمینه زنجیره‌ای (والین، لوسین و ایزولوسین) شاخه‌دار در علف‌های هرز حساس می‌شود. پنوکسولام، علف‌کش اختصاصی و پس‌رویشی برای برنج است و از کارایی مطلوبی بر علیه علف‌های هرز پهن‌برگ، جگن و برخی گراس‌ها برخوردار است.

سای‌هالوفوپ-بوتیل نیز علف‌کشی از گروه آریلوکسی فنوکسی پروپانات (AOPP)، علف‌کش سیستمیک پس‌رویشی توصیه شده در برنج برای کنترل علف‌های هرز یک‌ساله و چندساله باریک‌برگ (گراس‌ها) به‌ویژه گونه‌های مختلف سوروف و بندواش است. محل عمل علف‌کش سای‌هالوفوپ-بوتیل، آنزیم استیل‌کوآنزیم-آ-کربوکسیلاز (ACCCase)، آنزیم مؤثر در بیوسنتز اسیدهای چرب است، در نتیجه از سنتز اسیدهای چرب و تقسیم سلولی ممانعت می‌شود.

پنوکسولام+سای‌هالوفوپ‌بوتیل OD 6%، برای کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ (سوروف و بندواش)، پهن‌برگ یک‌ساله و چندساله (سل‌واش، قاشق‌واش) و جگن‌های یک‌ساله و چندساله شالیزار (اویارسلام و پیزور) توصیه می‌شود.

پنوکسولام+سای‌هالوفوپ‌بوتیل، علف‌کش پس‌رویشی است و علف‌های هرز را در مرحله ۲ تا ۴ برگ‌ی کنترل می‌کند. با بزرگ‌تر شدن اندازه علف‌هرز از کارایی علف‌کش کاسته می‌شود.

مقدار توصیه شده پنوکسولام+سای‌هالوفوپ‌بوتیل OD 6%: ۲/۵ لیتر در هکتار توصیه می‌شود.

قبل از انجام عمل سمپاشی اطلاع از وضعیت هواشناسی ضرورت دارد، زیرا که بارندگی زودهنگام و با فاصله کمتر از ۱۲ ساعت موجب آبشویی و کاهش کارایی علف‌کش خواهد شد.

پیری بنزوکسیم EC 5%

پیری بنزوکسیم، از خانواده پیریمیدینیل (تیو) بنزوات‌ها (Pyrimidinyl (thio) benzoate) و بازدارنده آنزیم استولاکتات سینتاز ALS (AHAS) است که از سنتز اسیدهای آمینه ممانعت می‌کند.

این علف‌کش پس‌رویشی و برای کنترل سوروف، جگن‌ها و پهن‌برگ‌ها (برای کنترل بندواش مناسب نیست) توصیه شده است.

مقدار توصیه شده پیری بنزوکسیم EC 5%: ۷۰۰ میلی‌لیتر در هکتار

زمان توصیه‌شده کاربرد علف‌کش: ۲-۳ برگ‌ی علف‌های هرز

مدیریت تلفیقی علف‌های هرز شالیزار

تا دهه ۱۹۴۰، کنترل علف‌های هرز به‌روش‌های فیزیکی، زراعی و بیولوژیکی انجام می‌شد. علف‌کش‌ها در اواخر دهه ۱۹۴۰ معرفی شدند، با عملکرد شگفت‌انگیز خود منجر به این باور شدند که علف‌کش مشکل علف‌هرز را برای همیشه حل می‌کند. اما بیش از ۵۰ سال استفاده گسترده از علف‌کش‌ها، در حال حاضر ثابت شد که فقط

تکیه بر علف‌کش، یک استراتژی شکست خورده است. علف‌کش‌ها موجب آلودگی محیط‌زیست، از بین رفتن فلور طبیعی و جانوران و تغییر در گونه‌های علف‌هرز غالب می‌شوند. امروزه نیازمند این هستیم که به احیاء مجدد روش‌های کنترل فیزیکی، زراعی و بیولوژیکی علف‌های هرز بپردازیم و این روش‌ها را به‌همراه استفاده عاقلانه از علف‌کش‌ها به‌عنوان مدیریت تلفیقی علف‌های هرز به‌کار ببریم (IWM)^۱. IWM مدیریت یکپارچه علف‌های هرز با بهره‌گیری بهتر از منابع، کاربرد طیف وسیع‌تری از گزینه‌های مدیریتی را ارائه می‌دهد. ادغام فن‌آوری‌های گوناگون برای مدیریت علف‌های هرز ضروری است، زیرا جوامع علف‌های هرز به شیوه‌های مدیریت و شرایط محیطی سازگاری می‌یابند. هیچ یک از اقدامات کنترل به تنهایی، سطح قابل قبولی از کنترل علف‌های هرز را فراهم نمی‌کنند و اگر روش‌های مختلف کنترلی در یک توالی منطقی یکپارچه قرار گیرند، پیشرفت‌های قابل توجهی در مدیریت علف‌های هرز به‌دست می‌آید.

مدیریت علف‌های هرز در خزانه برنج

مدیریت علف‌های هرز در خزانه، اولین و مهمترین اقدام جهت جلوگیری از خسارت به محصول برنج و انتقال علف‌های هرز به زمین اصلی است. حضور برخی علف‌های هرز مانند سوروف در خزانه و عدم کنترل مناسب آنها باعث می‌گردد که گیاهچه علف‌های هرز به همراه نشاء برنج به زمین اصلی منتقل گردد.

مدیریت علف‌های هرز برنج در خزانه با دو روش زراعی و شیمیایی صورت می‌گیرد که در ادامه به تفصیل بیان می‌شوند (گروه مولفان موسسه تحقیقات برنج کشور، ۱۴۰۰؛ پورامیر و یعقوبی، ۱۴۰۰)

روش زراعی

۱- استفاده از بذر برنج عاری از علف‌هرز برای پیشگیری از خسارت علف‌های هرز در خزانه ضروری است. بذور برنج گواهی شده، فاقد آلودگی و یا دارای حداقل آلودگی به بذر علف‌هرز هستند. بذور خود مصرفی، به‌ویژه بذور تهیه شده از مزارع برداشت شده با کمباین، دارای آلودگی بیشتری به بذر علف‌های هرز می‌باشند (شکل ۱۲).

¹ Integrated Weed Management



شکل ۱۲- انتخاب بذر مناسب و عاری از بذر علف‌هرز برای کشت (عکس از اینترنت)

۲- جدا کردن بذور سوروف از شلتوک: قبل از خیساندن و پیش جوانه‌دار کردن بذور برنج جهت کشت، می‌توان از آب نمک (۱۵ تا ۲۰ درصد نمک) برای جداسازی بذور علف‌های هرز از بذر برنج استفاده کرد. (مراحل کار در شکل ۹ توضیح داده شده است). توصیه می‌شود که جهت احداث خزانه محل غیر آلوده به علف‌هرز انتخاب شود و در صورت آلوده بودن منطقه، از خاک مناطق غیر آلوده در خزانه استفاده شود، این عمل، اقدامی مؤثر در مدیریت علف‌های هرز خزانه است.

۳- آماده‌سازی زود هنگام خاک خزانه و پلاستیک کشیدن بر روی آن به مدت یک هفته سبب تحریک جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز شده و کنترل آنها قبل از بذریابی برنج را میسر می‌سازد و در مدیریت علف‌های هرز خزانه بسیار مفید می‌باشد.

روش شیمیایی

در خزانه می‌توان هم از علف‌کش‌های خاک‌مصرف و یا برگ‌مصرف برای کنترل علف‌های هرز استفاده کرد.

علف‌کش‌های خاک‌مصرف در خزانه

این نوع علف‌کش‌ها را باید حداقل یک هفته قبل از بذریابی در خزانه به کار برد و دو روز قبل از بذریابی نیز جهت اجتناب از اثرات سوء علف‌کش‌های خاک‌مصرف بر روی شلتوک جوانه زده، آب خزانه خارج شود. زیرا شلتوک برنج هنگام جذب آب و متورم شدن به شدت به مقادیر اندک باقیمانده علف‌کش‌ها در خاک حساس است. نکته قابل توجه دیگر این است که در خزانه‌هایی که علف‌کش خاک‌پاش به کار می‌رود، پیش‌جوانه‌دار کردن شلتوک برنج، قبل از کشت در خزانه، ضروری می‌باشد. نوع و میزان مصرف علف‌کش‌های خاک‌مصرف مناسب برای کنترل علف‌های هرز در خزانه عبارت‌اند از:

- تیوینکارب (ساترن): ۵ لیتر در هکتار
- پرتیلاکلر (ریفیت): ۱/۷۵ لیتر در هکتار

- تریافامون+اتوکسی سولفورون (کانسیل): ۱۰۰ گرم در هکتار
- اگزادiazون (تاپاستار): ۳/۵ لیتر در هکتار

علف کش های برگ مصرف در خزانه

اگر شلتوک حاوی بذر سوروف باشد و به همراه آن به خزانه منتقل شود، در زمان رویش این بذور، غلظت علف کش خاک پاش در بستر خزانه کاهش یافته و فاقد اثر کشندگی کافی گیاهچه های سوروف می باشد (شکل ۱۳)، بنابراین کاربرد علف کش های برگ مصرف در خزانه به صورت محلول پاشی با استفاده از سمپاش بر روی شاخساره گیاه توصیه می شود. برای کاربرد علف کش های برگ مصرف در خزانه لازم است که یک روز قبل از کاربرد علف کش آب کرت های خزانه تخلیه شود و سپس سمپاشی صورت گیرد. نوع و میزان مصرف علف کش های برگ مصرف مناسب برای کنترل علف های هرز در خزانه عبارتند از:

- بیس پیریباک سدیم: ۳۰ گرم ماده مؤثره در هکتار
- پیری بنزوکسیم (پیری ماکس): ۳۵ تا ۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار



شکل ۱۳-رویش علف هرز در خزانه (عکس از اینترنت)

جدول ۲. علف‌کش‌های ثبت شده در زراعت برنج ایران

نام عمومی	نام تجاری	محل عمل	فرمولاسیون	مقدار مصرف (در هکتار)	زمان مصرف	طیف علف‌کشی
تیوبنکارب	ساترن	بازدارنده سنتز چربی	EC 50% G 6%	۵-۶ لیتر ۵۰ کیلوگرم	۴-۷ روز پس از نشاکاری و قبل از دوبرگی شدن سوروف	سوروف، جگن‌های یک‌ساله، پهن-برگ‌های یک‌ساله
مولینیت	اوردرام	بازدارنده سنتز چربی	EC 71%	۵-۶ لیتر	در خزانه قبل از کشت و در مزرعه قبل از ۲ برگی سوروف	سوروف
اگزادیازون	رونستار	بازدارنده PPO	SL 12%	۳/۵-۴ لیتر	۲-۵ روز پس از نشاکاری تا قبل از ۲ برگی علف‌های هرز	سوروف، جگن‌های یک‌ساله، پهن‌برگ‌های یک‌ساله
اکسادیارژیل	تاپ استار	بازدارنده PPO	WG 80% EC 30%	۱۲۵-۱۵۰ گرم ۳-۳/۵ لیتر	۲-۵ روز پس از نشاکاری تا قبل از ۱/۵ برگی علف‌های هرز	سوروف، علف‌های هرز پهن‌برگ و جگن‌های یک‌ساله
پروپانیل	استام-اف ۳۴	بازدارنده PSII	EC 36%	۱۰-۱۵ لیتر	۴-۷ روز پس از نشاکاری و تا مرحله ۴-۳ برگی سوروف	سوروف
بن سولفورون متیل	لونداکس	بازدارنده ALS	DF 60%	۵۰-۷۵ گرم	قابلیت کاربرد پیش‌رویشی و پس‌رویشی را دارد.	پهن‌برگ‌ها و جگن‌ها
توفوردی	یو ۴۶ دی	اکسین	SL 72%	۱/۵-۳ لیتر	۵-۷ برگی	علف‌های هرز

فلوئید	مصنوعی	برنج	پهن‌برگ و جگن-ها
سینوسولفورون	ستاف	بازدارنده ALS	WG 20%
۱۵۰-۱۰۰ گرم	۵ تا ۱۲ روز بعد از نشاء-کاری	پهن برگ‌ها و جگن‌ها	
آنیلوفوس+اتوکسی سولفورون	سان راپس پلاس	جلوگیری از تقسیم سلولی+ بازدارنده ALS	SC 31.5%
۳ لیتر	۴ تا ۷ روز پس از نشاکاری	سوروف، علف‌های هرز پهن‌برگ و جگن	
پرتیلاکتر	ریفیت	بازدارنده سنتز اسید چرب	EC 50%
۲-۱/۵ لیتر	۳ تا ۷ روز پس از نشاکاری و حداکثر تا مرحله‌ی یک تا یک‌ونیم برگی علف‌های هرز یک‌ساله (سوروف)	سوروف و برخی از پهن برگ‌ها و جگن‌های یک‌ساله	
بنتازون	بازاگران	بازدارنده PS II	SL 48%
۴-۳ لیتر	۲-۴ برگی علف‌های هرز	پهن برگ‌ها و جگن‌ها	
پنوکسولام	ریزلان	بازدارنده ALS	SC 24%
۱۵۰ میلی-لیتر	به دو صورت خاک‌پاش و برگ‌پاش قابلیت کاربرد دارد	سوروف، جگن‌ها، پهن‌برگ‌ها	
بیس‌پیریپریاک‌سدیم	نومینی	بازدارنده ALS	OF 10%
۲۵۰ میلی-لیتر	۲-۳ برگی علف‌های هرز	سوروف، جگن‌ها و پهن‌برگ‌ها	
بیس‌پیریپریاک‌سدیم	کلین‌وید	بازدارنده ALS	SC 40%
۶۵ میلی-لیتر	۲-۳ برگی علف‌های هرز	سوروف، جگن‌ها و پهن‌برگ‌ها	
بیس‌پیریپریاک‌سدیم	وجین	بازدارنده ALS	SC 12.5%
۲۸۰-۳۲۰ میلی‌لیتر	۲-۳ برگی علف‌های هرز	سوروف، جگن‌ها و پهن‌برگ‌ها	
تریافامون+اتوکسی سولفورون	کانسیل اکتیو	بازدارنده ALS	WG 30%
۱۵۰-۱۰۰ میلی‌لیتر	۳-۷ روز پس از نشاکاری	سوروف، جگن‌ها و پهن‌برگ‌ها	
فلوستوسولفورون	زکور	بازدارنده ALS	WG 10%
۳۰۰ گرم	۳-۷ روز پس از نشاکاری	سوروف، جگن‌ها و پهن‌برگ‌ها	

پندیمتالین	تیتان	بازدارنده تقسیم سلولی	EC 33%	۲/۵-۳/۵ لیتر	۱-۳ روز قبل از نشاکاری	علف‌های هرز یک‌ساله باریک‌برگ، پهن‌برگ و جگن
پیرازوسولفورون اتیل + پرتیلاکلر	پیرازکلر	بازدارنده ALS + بازدارنده سنتز اسید چرب	TB 17%	۳۲۳۵- ۲۲۳۵ گرم در هکتار (معادل ۴۴۷-۶۴۷ قرص ۵ گرمی در هکتار)	۳-۷ روز پس از نشاکاری	علف‌های هرز باریک‌برگ، پهن‌برگ و جگن
متازوسولفورون	گینگا	بازدارنده ALS	WG 33%	۲۵۰ گرم	قبل از ظهور تا دو برگی علف‌های هرز	علف‌های هرز باریک‌برگ، پهن‌برگ و جگن
بنتازون + ام‌سی‌پی‌آ	بازاگران ام ۶۰	بازدارنده PS II+اکسین	SL 46%	۲-۲/۵ لیتر	۲-۴ برگی علف‌های هرز	پهن‌برگ‌ها و جگن‌ها
پیری بنزوکسیم	پیری ماکس	بازدارنده ALS	EC 5%	۷۰۰ میلی- لیتر	۲-۴ برگی علف‌های هرز	علف‌های هرز غالب شالیزار
سای‌هالوفوپ بوتیل	کلین‌گر	بازدارنده ACCase	OD 20%	۵۰۰ میلی- لیتر	۲-۴ برگی علف‌های هرز باریک‌برگ	علف‌های هرز باریک‌برگ (سوروف و بندواش)
پنوکسولام + سای‌هالوفوپ بوتیل		بازدارنده ALS + بازدارنده ACCase	OD 6%	۲/۵ لیتر	۲-۴ برگی علف‌های هرز	علف‌های هرز باریک‌برگ، پهن‌برگ و جگن

مدیریت علف‌های هرز در سیستم کشت مستقیم برنج

در کشور ما، برنج به‌طور عمده (به‌ویژه در استان‌های گیلان و مازندران) به‌صورت غرقابی (نشایی) کشت می‌شود. این روش با خاک‌ورزی شدید خاک در شرایط مرطوب (عملیات پادلینگ) انجام می‌گیرد. در عملیات پادلینگ (گل‌خرابی یا گل‌آب)، یک لایه سخت در زیر خاک به‌وجود آمده که نفوذپذیری خاک را کاهش می‌دهد. با این‌حال، این عملیات منجر به تلفات بالای آب از طریق تبخیر سطحی و نفوذ آب می‌گردد. علاوه بر این، پادلینگ ساختار و کیفیت خاک را برای محصول بعدی نامناسب می‌کند. عملیات پادلینگ و نشاءکاری باعث مصرف میزان قابل توجهی آب، و در برخی از موارد، تا ۳۰ درصد از کل آب مورد نیاز برنج می‌شود (ولایی و موسوی، ۱۳۹۲). امید است در آینده با توجه به وضعیت بحرانی تأمین منابع آب در کشور جهت کشت برنج در استان‌های مختلف و علم به این که در کشت مستقیم برنج، میزان مصرف آب بسیار کمتر از روش معمول کشت برنج می‌باشد، این شیوه کشت سهم بیشتری را در زراعت برنج در کشور حتی استان‌های شمالی، به‌خود اختصاص دهد.

کشاورزان در بسیاری از مناطق آسیایی به‌دلیل هزینه‌های بالای نیروی کار در روش معمول نشاءکاری و کاهش منابع آب و همچنین مهاجرت مداوم کارگران از مناطق روستایی به شهرها، به سیستم‌های کشت مستقیم بذر برنج روی آورده‌اند. سیستم‌های کشت مستقیم برنج به‌ویژه خشکه‌کاری، دارای مزایای بسیاری نسبت به کشت نشایی است، مانند بالا بودن سرعت انجام عملیات کشت، سهولت کشت، فشرده‌گی کمتر زمین، کاهش مصرف آب، رسیدگی زودتر محصول، مساعد بودن شرایط جهت گسترش مکانیزاسیون و تولید کمتر آلاینده‌هایی مانند گاز متان برای محیط زیست می‌باشند. با این حال، سیستم‌های کشت مستقیم بذر برنج بدون اشکال نیستند. علف‌های هرز محدودیت بیولوژیکی بزرگی برای تولید و پذیرش سیستم‌های کشت مستقیم برنج محسوب می‌شوند. در صورت کنترل ناکافی علف‌های هرز، افت عملکرد محصول در سیستم‌های کشت مستقیم بذر برنج نسبت به کشت نشایی بیشتر است. فشار بیشتر علف‌های هرز در سیستم کشت مستقیم نسبت به نشایی به‌دلیل عدم وجود اختلاف اندازه و سن گیاهچه‌های برنج و علف‌های هرز و عدم وجود آب (غرقاب) در زمان کشت است، زیرا غرقاب باعث ممانعت از جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز در زمان نشاءکاری می‌شود (ولایی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Juraimi et al., 2013).

در آسیا به‌طور معمول، وجین‌دستی یا کاربرد علف‌کش برای کنترل علف‌های هرز استفاده می‌شود. وجین‌دستی در بسیاری از کشورهای آسیایی به‌دلیل کمبود نیروی کارگری در زمان‌های بحرانی و همچنین افزایش هزینه‌های کارگری، در حال حاضر کمتر رایج می‌باشد. وجین‌دستی زمانی انجام می‌شود که علف‌های هرز به اندازه کافی رشد کرده باشند که در آن زمان، زیان کاهش عملکرد ناشی از حضور علف‌هرز رخ داده است. وجین دستی برخی علف‌های هرز مانند سوروف رایج، سوروف هوشمند و برنج وحشی در اوایل کشت دشوار است، زیرا تشخیص آنها از برنج مشکل می‌باشد و این امر منجر به کاهش عملکرد برنج و تولید بذر توسط علف‌هرز و هجوم بیشتر علف‌هرز به محصول در فصول بعدی می‌شود. کاربرد علف‌کش به این دلایل و همچنین به‌دلیل استفاده

آسان گسترش یافته است. نگرانی‌هایی نیز در استفاده تنها از علف‌کش‌ها وجود دارد که شامل ایجاد مقاومت در علف‌های هرز نسبت به علف‌کش‌ها، تغییر در جمعیت علف‌های هرز، امکان تولید کمتر علف‌کش‌های جدید، بروز اثرات سوء بر سلامت انسان و محیط زیست می‌باشد. بنابراین، نیاز به استفاده تلفیقی از علف‌کش با دیگر روش‌های کنترل علف‌های هرز برای دستیابی به نتایج مؤثر و پایدار در درازمدت، جهت کنترل علف‌های هرز در سیستم کشت مستقیم برنج وجود دارد (ولایی و موسوی، ۱۳۹۲).

روش‌های کنترل علف‌های هرز در کشت مستقیم برنج

شیوه‌های مختلفی برای کنترل علف‌های هرز در کشت مستقیم برنج به کار می‌رود که انتخاب آن‌ها بستگی به مکان و منابع در دسترس دارد. اصول کلی مدیریت‌های هرز برنج در کشت نشایی و مستقیم در بسیاری از موارد مشابه هم است، فقط در برخی موارد دارای تفاوت‌هایی هستند. بر این اساس از تکرار مطالب مشابه پرهیز کرده و در این بخش به معرفی اصول کلی روش‌های کنترل علف‌های هرز در کشت مستقیم برنج می‌پردازیم که برخی از این روش‌ها فقط برای سیستم خشکه‌کاری بذر برنج و برخی دیگر در هر دو سیستم کشت مستقیم بذر (خشک و مرطوب) قابل اجرا می‌باشند.

پیشگیری

اولین و مهم‌ترین روش مدیریت علف‌هرز در هر محصول استفاده از بذر پاک می‌باشد. بذر برنج آلوده به بذر علف‌هرز، عامل اصلی ورود بسیاری از گونه‌های علف‌هرز مشکل‌ساز به مزارعی که قبلاً آلوده به آن علف‌هرز نبوده‌اند، می‌باشد. در بسیاری از کشورها، به عنوان مثال، علف‌هرز برنج قرمز از طریق توزیع بذر برنج آلوده در حال گسترش می‌باشد و در حال حاضر این علف‌هرز به دلیل در دسترس نبودن علف‌کش‌های انتخابی برای کنترل آن تبدیل به یک تهدید شده است. روش دیگر پیشگیری این است که ماشین‌آلات مورد استفاده برای خاک‌ورزی، کاشت، برداشت یا خرمن‌کوبی، قبل از ورود به مزرعه تمیز شوند. حوضچه‌ها و کانال‌های آبیاری به‌طور مداوم تمیز شوند تا به جلوگیری یا کاهش گسترش بذر علف‌های هرز از طریق آب آبیاری کمک شود (ولایی ۱۳۹۳؛ Juraimi et al., 2013).

بستر کاذب بذر^۱

روش بستر کاذب بذر یکی دیگر از روش‌های مهم مدیریت علف‌های هرز در سیستم کشت مستقیم است. این روش را قبل از کشت هر گیاه زراعی به‌منظور کاهش بانک بذر علف‌هرز می‌توان به کار گرفت. در این روش ابتدا زمین آبیاری می‌شود، به علف‌های هرز اجازه رویش داده می‌شود، سپس گیاهچه علف‌های هرز با استفاده از

¹ Stale seedbed technique

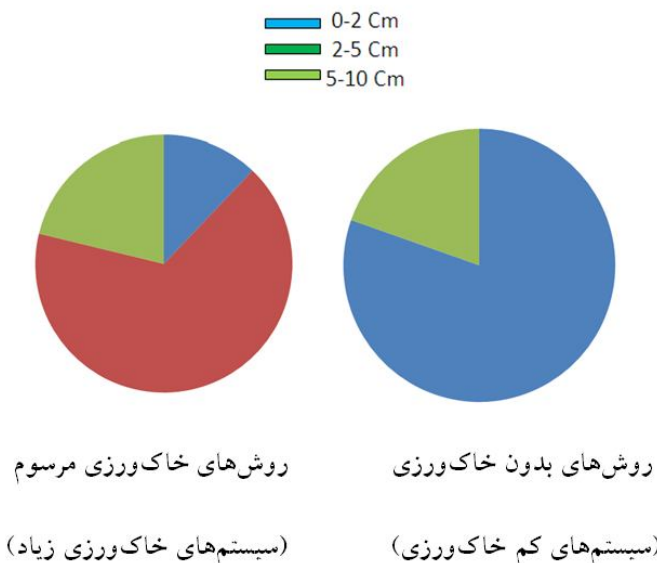
علف‌کشی‌های غیرانتخابی مانند گلیفوسیت، پاراکوات یا شخم کم عمق از بین می‌روند (شکل ۱۴). استفاده از بستر کاذب بذر، بانک بذر علف‌های هرز را در خاک کاهش می‌دهد. اکثر گونه‌های علف‌های هرز که دارای خواب اولیه کم هستند و در لایه‌های بالای خاک مستقرند، با این عمل حذف می‌شوند. با کاربرد روش بستر کاذب بذر می‌توان علف‌های هرزی که کنترل آن‌ها مشکل است مانند اویارسلام *Cyperus rotundus* و برنج‌قرمز را کنترل نمود. اگر چه این عمل در کاهش جمعیت علف‌های هرز بسیار مفید است، ولی در عمل، کشاورزان باید جهت انجام این روش، محدوده زمانی بین برداشت محصول و کشت بعدی که فرصت کوتاهی می‌باشد را ارزیابی نمایند (ولایی و موسوی ۱۳۹۲). با توجه به فاصله زمانی ۲۵-۳۰ روز بین برداشت گندم و کاشت ارقام برنج پرمحصول در خوزستان و نیاز مبرم به آبیاری سبک برای ایجاد رطوبت مناسب برای آماده‌سازی زمین جهت کشت برنج، انجام یک آبیاری در بقایای گندم به همراه روند افزایشی دما در خرداد ماه، باعث تحریک جوانه‌زنی علف‌های هرز از جمله سوروف می‌گردد که می‌توان طی عملیات بسترسازی در اواخر خردادماه و یا اوایل نیمه اول تیرماه علف‌های هرز سبز شده را به خوبی کنترل نمود (گیلانی و همکاران، ۱۳۹۲).



شکل ۱۴. روش بستر کاذب بذر: در این عمل، اجازه داد می‌شود گیاهچه علف‌های هرز پس از آبیاری ظهور و پس از آن با کاربرد علف‌کشی‌های غیرانتخابی و یا شخم از بین می‌روند (Chauan, 2013).

خاک‌ورزی

عملیات آماده‌سازی زمین، توزیع عمودی بذور علف‌هرز در خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند و این توزیع، تأثیر بالقوه بر ظهور گیاهچه علف‌های هرز دارد. برای مثال در سیستم‌های بدون خاک‌ورزی، بسیاری از بذور علف‌های هرز در لایه بالای خاک قرار دارند ولی در سیستم‌های کم خاک‌ورزی، بذور علف‌های هرز در لایه کشت مخلوط می‌شوند (شکل ۱۵) (ولایی و موسوی، ۱۳۹۲).



شکل ۱۵. اثر سیستم های خاک ورزی در الگوی توزیع عمودی بذور علف هرز پس از کاشت برنج (ولایی و موسوی، ۱۳۹۲)

شرایط مورد نیاز برای جوانه زنی معمولاً برای بذور در نزدیکی سطح خاک نسبت به آنهایی که در اعماق خاک می باشند، مناسب تر است. در سیستم های بدون شخم، خاک به هم نمی خورد، در نتیجه بذور علف های هرز ریخته شده بر روی خاک، در سطح خاک باقی می مانند. در اوایل انجام سیستم های خاک ورزی بدون شخم، در مقایسه با سیستم های خاک ورزی معمولی انتظار ظهور بیشتری از برخی از گونه های علف هرز می باشد که این واکنش می تواند به دلیل نیاز به نور برای جوانه زنی و اندازه کوچک بذور علف های هرز باشد. با این حال، در دراز مدت سیستم های بدون شخم می توانند در کاهش بانک بذور علف های هرز در صورت کنترل مؤثر علف های هرز در محصولات کشاورزی کمک کنند. علاوه بر این، بذور علف های هرز موجود در سطح خاک تحت سیستم های بدون شخم پوسیده شده و یا توسط حشرات از بین رفته و یا مستعد برای بستر کاذب بذور می باشند. با ادامه سیستم های بدون شخم، ممکن است مقدار زیادی از بذور علف های هرز در سطح خاک تجمع یابند. در چنین شرایطی، یک شخم عمیق می تواند باعث دفن بذور علف های هرز در عمق خاک گردد. حداکثر عمق برای از خاک بیرون آمدن بذور، در میان گونه های مختلف علف های هرز متفاوت است، بسیاری از گونه های علف هرز مزارع برنج اگر به عمق بیشتر از ۸-۶ سانتی متر خاک دفن شوند، نمی توانند از خاک بیرون آمده و ظاهر شوند (ولایی و موسوی، ۱۳۹۲).

در کشت مستقیم بذور برنج، زمین برای بستر بذور و از بین بردن گیاهچه های علف هرز یا گیاه قبلی به طور کامل آماده می شود و بسته به سیستم های کشت مستقیم برنج، شخم در شرایط خاک خشک (برای خشک کاری برنج) یا مرطوب (برای بستر مرطوب) انجام می شود. آماده سازی مناسب زمین در کاهش تراکم علف های هرز از طریق فراهم کردن بستر بذور عاری از علف هرز در زمان کاشت محصول کمک می کند. برای رسیدن به شرایط مناسب کشت، زمین را باید قبل از کاشت محصول به خوبی تسطیح نمود. تسطیح مناسب در استقرار بهتر محصول کمک

می‌کند، همچنین باعث صرفه‌جویی در مصرف آب و انرژی، بهبود کنترل علف‌های هرز و افزایش بازده استفاده از مواد مغذی می‌شود. تناوب سیستم‌های مختلف کشت مستقیم برنج نیز می‌تواند باعث کاهش مشکلات علف‌های هرز گردد. به عنوان مثال، گسترش جمعیت‌های علف‌هرز در کشت مرطوب را می‌توان با تناوب روش خشکه‌کاری و بالعکس سرکوب نمود (ولایی و موسوی، ۱۳۹۲).

کشت ارقام با قدرت رقابتی بالا در برابر علف‌های هرز

در هر محصول و سیستم کشتی، معرفی ارقامی که از قدرت رقابتی بالاتری در برابر علف‌های هرز برخوردار باشند، یکی از ابزارهای مدیریت علف‌های هرز می‌باشند. ارقام قد بلند، ارقام با قدرت پنجه‌زنی بیشتر، ارقامی که در مراحل اولیه، رشد سریع‌تری داشته باشند و زیست‌توده بیشتری تولید کنند و کانوپی (تاج پوشه) خود را سریع‌تر ببندند، در رقابت با علف‌های هرز قوی‌تر هستند (ولایی و موسوی، ۱۳۹۲).

نتایج پژوهشی در خوزستان نشان داد که ارقام محلی مانند چمپا و عنبوری قرمز که از ارتفاع بوته و تعداد و سطح برگ بیشتری نسبت ارقام پاکوتاه برخوردارند، به‌دلیل سایه‌اندازی خوب و سریع بر سطح خاک از قدرت رقابتی و کنترلی بهتری برخوردار هستند و در صورت عدم کنترل علف‌هرز میزان خسارت وارده به محصول در ارقام محلی به مراتب (۳۲ درصد) کمتر از ارقام پرمحصول (۵۵-۵۲ درصد) می‌باشد. در ارقام پرمحصول نیز به‌دلیل دوره گیاهچه‌ای کوتاه‌تر، شروع پنجه‌زنی زودتر و نرخ تولید پنجه بیشتر نسبت به ارقام محلی در صورت کنترل اولیه علف‌هرز و یا پایین بودن جمعیت اولیه علف‌های هرز شده و باعث تسریع در پوشش سطح زمین می‌گردند (شکل ۱۶) (گیلانی و کریمی، ۱۳۸۷).



شکل ۱۶. نقش خصوصیات بیولوژیکی ارقام برنج در کنترل علف‌های هرز در روش خشکه‌کاری (عکس از ع. گیلانی)

تراکم کشت

میزان بذر برنج زراعی برای کشت به روش مستقیم برنج، اغلب ۱۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار می‌باشد، با بالا بردن تراکم کشت برنج می‌توان تراکم علف‌های هرز را کاهش داد. کشاورزان در بسیاری از مناطق آسیا در سیستم کشت مستقیم برنج از مقدار بذر بیشتر به منظور کاهش علف‌های هرز و جبران ناشی از کیفیت پایین بذر برنج و امکان استقرار بیشتر آن استفاده می‌کنند. همچنین به منظور جبران خسارت پرندگان، جوندگان، حشرات، نماتدها و حلزون‌ها، مقدار بیشتر بذر برنج تا ۱۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار را در سیستم کشت مستقیم به کار می‌برند. کاربرد مقدار بیشتر بذر برنج در شرایط عاری از علف‌هرز ممکن است عملکرد دانه برنج را افزایش ندهد اما در شرایط آلوده به علف‌هرز می‌تواند بسیار مفید باشد و کاهش از دست رفتن عملکرد دانه برنج ناشی از حضور علف‌های هرز را جبران کند و استقرار مناسب برنج را مطمئن‌تر سازد. البته اثر میزان بذر در سرکوب رشد علف‌های هرز به نوع علف‌های هرز و رقم برنج دارد. همچنین باید توجه داشت که استفاده از میزان بذر زیاد در محیط‌های مرطوب، ممکن است مشکلات کاهش عملکرد دانه، مانند کمبود نیتروژن، افزایش تعداد پنجه عقیم، هجوم حشرات و بیماری‌ها و خوابیدگی محصول را تشدید کند (ولایی و موسوی، ۱۳۹۲).

در صورت کنترل مناسب و دقیق علف‌های هرز در مراحل اولیه رشد، نقش تراکم بذر در کنترل جمعیت علف‌های هرز بسیار پایین خواهد بود و یا حتی بی‌اثر می‌باشد به طوری که در استان خوزستان بین ۴۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم بذر مصرفی در بستر خشک تفاوت معنی‌داری در عملکرد برنج مشاهده نگردید (گیلانی و کریمی، ۱۳۸۷).

کشت ردیفی

کشت مستقیم به روش ردیفی یا خطی نسبت به روش بذرپاشی با دست، در کنترل علف‌های هرز برتر است، زیرا در شرایط ردیفی به کشاورز اجازه داده خواهد شد که در بین ردیف‌ها، عملیات زراعی را انجام دهد (شکل ۱۷). این روش در مناطق آلوده به علف‌هرز برنج قرمز بسیار مفید خواهد بود، زیرا هیچ علف‌کش انتخابی برای کنترل برنج قرمز در کشت برنج وجود ندارد. در کشت خطی، علف‌های هرز در حال ظهور بین ردیف‌ها را می‌توان به راحتی حذف نمود (Juraimi *et al.*, 2013).

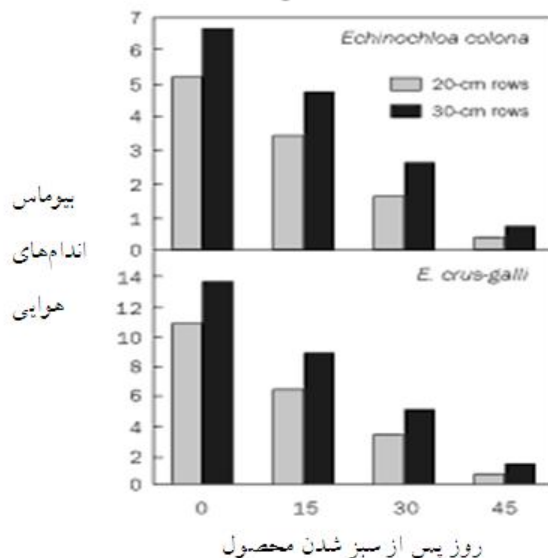
در کشت مستقیم ردیفی، برای بسته شدن سریع کانوپی، باید فاصله ردیف‌ها را کم در نظر گرفت. با این حال در فاصله ردیف‌های بیشتر، انجام وجین مکانیکی آسان‌تر است. در شرایط عاری از علف‌هرز، عملکرد دانه در فاصله ردیف‌های ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر ممکن است، مشابه باشد، ولی در شرایط حضور علف‌هرز، عملکرد دانه در فواصل ردیف کم در مقایسه با فاصله ردیف بیشتر، بالاتر است. کشت با بذرکار این امکان را فراهم می‌کند که بذور را در فاصله ردیف‌های ۱۸ تا ۲۰ سانتیمتر قرار داد. کشاورزان جنوب آسیا در حال حاضر در حال روی آوردن به خشکه‌کاری در فواصل ردیف کم هستند. طول دوره‌ی بحرانی کنترل علف‌های هرز، برای محصولات کاشته شده در فاصله ردیف‌های کمتر نسبت به محصولات کاشته شده با فاصله ردیف‌های بیشتر، معمولاً کمتر است. علاوه

بر این، علف‌های هرز در فاصله ردیف‌های بیشتر، زیست‌توده بیشتری نسبت به علف‌های هرز در فاصله ردیف‌های کمتر تولید می‌کنند (ولایی و موسوی، ۱۳۹۲).



شکل ۱۷. کشت مستقیم بذر برنج به صورت ردیفی (سمت راست) و غیرردیفی (سمت چپ) (Bhagirath. 2012)

فواصل ردیف کمتر در کشت مستقیم با بسته شدن سریع تاج پوشه (کانوپی) موجب نفوذ کمتر نور و در نتیجه رویش کمتر علف‌های هرز می‌شوند (شکل ۱۸) (ولایی و موسوی، ۱۳۹۲). در مناطقی مانند استان خوزستان که میزان نور و تشعشع موجود و دریافتی در کل دوره رشد برنج بیش از مقدار مورد نیاز است، در مقایسه با نواحی شمالی کشور که از نور کمتر و بعضاً با هوای ابری در بخشی از دوره رشد برنج مواجه هستند، می‌توان ارقام برنج را در تعداد ردیف‌های بیشتر و نزدیک‌تر به هم کشت نمود. نتایج بررسی‌ها در خوزستان نشان داد که بذر خشک برنج را می‌توان با تمام بذرکارهای مورد استفاده در کشت گندم و به فواصل ۱۵-۱۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و یا در صورت تأمین دستگاه مناسب برای کشت تک بذر خشک و یا آماس کرده به صورت کپه‌ای و به میزان ۳۵-۳۰ کیلوگرم بذر در هکتار در بستر خشک کشت نمود، همچنین امکان کاشت توسط سانتریفوژ نیز برای ارقام دانه متوسط و یا کوتاه فراهم می‌باشد (گیلانی و همکاران، ۱۳۹۲).



شکل ۱۸. اثر فاصله ردیف برنج و زمان ظهور علف‌های هرز (روز پس از سبز شدن محصول) بر روی زیست‌توده دو گونه سوروف (*E. crus-galli* و *E. colona*)

استفاده از بقایای زراعی به‌عنوان مالچ

بقایای گیاهی در سطح خاک باعث حفظ رطوبت خاک و ممانعت از جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز می‌شوند. واکنش علف‌های هرز به بقایای گیاهی بستگی به عوامل زیادی از جمله: میزان و موقعیت بذور علف‌های هرز نسبت به بقایای گیاهی، توان آلوده‌پاتی برخی از بقایا، بیولوژی گونه‌های علف‌هرز، ضخامت بقایا روی زمین، عمق قرارگیری بذور علف‌های هرز در خاک و نوع خاک دارد. بذر برنج معمولاً بزرگ‌تر از بسیاری از بذور علف‌هرز است، استفاده از بقایای گیاهی به عنوان مالچ می‌تواند در سرکوب ظهور علف‌هرز در سیستم‌های کشت مستقیم مؤثر باشد. گیاهچه‌های بسیاری از گونه‌های علف‌هرز را می‌توان با استفاده از بقایای گیاهی به‌عنوان مالچ سرکوب نمود (ولایی و موسوی، ۱۳۹۲). بررسی‌ها در خوزستان مشخص نمود در صورت کشت بذر خشک برنج توسط کارنده بی خاک ورز یا گاسپاردو در داخل کلش‌های سرپا و شرایط بدون خاکورزی و یا بقایای خردشده توسط دیسک یا کم خاکورزی از زراعت قبلی (به‌طور خاص گندم) به وسیله کارنده‌های معمول نه تنها باعث کاهش تبخیر از سطح خاک و حفظ بهتر و بیشتر رطوبت در مراحل اولیه رشد خواهد شد بلکه وجود این پوشش در سطح خاک با ممانعت و یا کاهش نفوذ نور به لایه زیرین کلش، باعث جلوگیری و یا تاخیر در جوانه زنی بذر و یا ظهور گیاهچه‌ها در برخی از علف‌های هرز خانواده دولپه خواهد شد و به عنوان یک مکانیسم خود کنترلی منجر به کاهش جمعیت علف‌های هرز می‌شود (شکل ۱۹) (گیلانی و همکاران، ۱۳۹۲).



شکل ۱۹: کنترل علف هرز در روش خشکه کاری و شرایط کم‌خاوری در خوزستان (عکس از ع. گیلانی)

کشت مخلوط و گیاهان پوششی

کشت مخلوط، کشت به‌طور همزمان دو یا چند محصول در یک مزرعه است که امکان تولید و عملکرد بیشتر در مقایسه با کشت خالص هر یک از محصولات به‌صورت جداگانه را فراهم می‌کند. کشت مخلوط از طریق افزایش بهره‌برداری از منابع توسط گیاهان زراعی موجب مدیریت علف‌های هرز می‌شود (Juraimi et al., 2013). کشت گیاهان پوششی را به‌عنوان برداشت محصول یا به‌عنوان مالچ بعد از برداشت محصول می‌توان به‌کار برد. گیاهان پوششی موجب حفظ حاصلخیزی خاک، رطوبت و فعال کردن پویایی مواد مغذی خاک می‌شوند، هدف دیگر کشت گیاهان پوششی، کاهش جمعیت علف‌های هرز در محصول است. علاوه بر این، اختلاط گیاه پوششی با خاک باعث اضافه شدن مواد آلیوپاتی در خاک شده و موجب جلوگیری از جوانه‌زنی و استقرار علف‌های هرز می‌گردد (Juraimi et al., 2013).

مدیریت آب

آب و غرقاب مزرعه، به‌عنوان مؤثرترین ابزار کنترل علف‌های هرز در برنج شناخته شده است. با توجه به افزایش محدودیت‌های آب در آینده، ظرفیت غرقاب مداوم به‌عنوان یک مکانیسم کنترل علف‌های هرز کاهش می‌یابد. کشت مستقیم برنج را نیز می‌توان تحت رژیم‌های مختلف آب قرار داد. کشاورزان برخی از مناطق که آب کافی دارند، می‌توانند زمین‌های خود را در طول فصل زراعی بعد از سبز شدن محصول زیر آب قرار دهند. در چنین شرایطی، غرقاب کردن مزرعه پس از وجین دستی یا کاربرد علف‌کش تا حد زیادی می‌تواند از سبز شدن و رشد علف‌های هرز جلوگیری کند. باید توجه داشت که در سیستم خشکه‌کاری که هیچ لایه سختی برای حفظ آب

وجود ندارد، آب اضافی به سرعت تخلیه می‌شود. در چنین خاک‌هایی، حفظ حالت غرقابی مزارع برنج به طور مداوم مشکل است (ولایی و موسوی، ۱۳۹۲).

مدیریت کود

مدیریت کود باید در جهت به حداکثر رساندن جذب عناصر غذایی توسط محصول و به حداقل رساندن مواد مغذی در دسترس علف‌های هرز انجام شود. برای مثال بسیاری از علف‌های هرز یک‌ساله در چند میلی‌متری بالای خاک جوانه می‌زنند، بنابراین پخش کود در سطح خاک به علف‌های هرز شانس مساوی برای استفاده از مواد غذایی همراه با محصول را می‌دهد (Juraimi et al., 2013). از طرفی برای جلوگیری از تلفات کود اوره و عدم استفاده آن توسط علف‌های هرز بخصوص سوروف، مصرف آن باید در پایان مرحله گیاهچه‌ای و بین ۲۵ تا ۳۰ روز پس از کاشت در سیستم خشکه کاری صورت گیرد (گیلانی و همکاران، ۱۳۹۲).

وجین مکانیکی

اگر چه کاربرد وجین‌کن‌های مکانیکی دستی مانند کونویدور کاری خسته‌کننده و وقت‌گیر است، ولی این عمل در بسیاری از مناطق تحت کشت مستقیم برنج به کار می‌رود (شکل ۲۰). استفاده از وجین‌کن‌های مکانیکی در مزارعی امکان‌پذیر است که برنج به صورت ردیفی کاشته شده باشد و لازم است که علف‌های هرز رویش یافته در ردیف‌های کشت نیز به روش دیگری مانند کاربرد علف‌کش کنترل شوند. نتایج مطالعات در خوزستان نشان داد در صورت کاشت برنج به روش خشکه کاری و بر روی پشته‌های بلند (Raise-bed) با ارتفاع ۱۵-۲۰ سانتی متر، حتی در یک شرایط یکسان محیطی و جوانه زنی همزمان بذور برنج و علف‌های هرز، استقرار و پوشش دهی بوته‌های برنج به مراتب سریع‌تر از علف‌های هرز صورت می‌گیرد و امکان ظهور و استقرار علف‌های هرز روی پشته فراهم نخواهد بود. در حالی که جوانه زنی، سبز شدن و استقرار علف‌های هرز عمدتاً در داخل جویچه‌های آبیاری می‌باشد که تحت این شرایط به دلیل سایه اندازی بوته‌های برنج بر روی آنها، رشد آنها بشدت کاهش خواهد یافت و در صورت ضرورت می‌توان با خشک نمودن مزرعه و کاهش رطوبت جویچه‌ها در بازه زمانی ابتدا تا اواخر پنجه زنی، با استفاده از تراکتور و ادواتی مانند کولتیواتور یا گاواهن پنجه‌غازی اقدام به خراش و برگرداندن سطحی خاک داخل جویچه‌ها نمود. تحت این شرایط با قرار گرفتن ریشه علف‌های هرز در معرض هوا و خشک شدن بوته‌های علف‌های هرز در مدت زمان کوتاهی از بین خواهند رفت (شکل ۲۱) (گیلانی و همکاران، ۱۳۹۲).



شکل ۲۰: وجین مکانیکی بین ردیف‌های کشت (Bhagirath, 2013)



شکل ۲۱: کنترل علف هرز در کشت برنج بر روی پشته‌های بلند (عکس از ع. گیلانی)

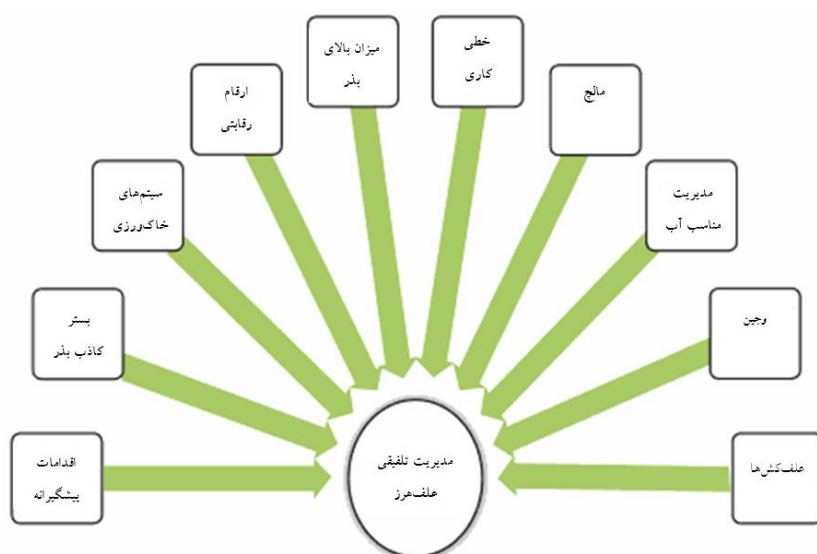
کنترل شیمیایی

علف‌کش‌ها یکی از مهم‌ترین ابزارها برای کنترل علف‌های هرز در سیستم‌های کشت مستقیم بذر برنج هستند. بسیاری از محققان که بر روی مدیریت علف‌های هرز در کشت مستقیم برنج کار می‌کنند، اظهار می‌دارند که علف‌کش ممکن است به‌عنوان یک جایگزین مناسب و مکمل وجین‌دستی در نظر گرفته شود. پیش‌بینی می‌شود که استفاده از علف‌کش در سیستم کشت مستقیم در آینده‌ای نزدیک به‌دلیل کمبود نیروی کار در زمان بحرانی وجین و هزینه‌های بالای روش وجین‌دستی، افزایش یابد (ولایی و موسوی، ۱۳۹۲). در این سیستم، علف‌های هرز دارای فلور متنوع‌تر و فراوانی بیشتر در مقایسه با سیستم کشت نشایی برنج می‌باشند. بنابراین انتظار می‌رود استفاده از علف‌کش در این سیستم کشت نیز به‌مراتب بیشتر باشد.

مدیریت تلفیقی علف‌های هرز

به‌کارگیری یک روش کنترل به‌تنهایی برای کنترل مؤثر علف‌های هرز در کشت مستقیم که دارای فلور و فراوانی بیشتری هستند، کارایی کافی را ندارد و لازم است که از تلفیق روش‌های مختلف کنترل علف‌های هرز بهره گرفته شود (شکل ۲۲) (ولایی و موسوی، ۱۳۹۲). برای مثال، در سیستم‌های بدون خاک‌ورزی، استفاده از بستر کاذب بذر به‌دنبال حفظ بقایای محصول و برنامه‌های کاربردی علف‌کش‌های پس‌رویشی به‌طور قابل ملاحظه‌ای می‌تواند تراکم علف‌هرز را کاهش دهد.

مدیریت تلفیقی علف‌های هرز (IWM) شامل انتخاب، ادغام و اجرای روش‌های کنترل مؤثر علف‌های هرز با توجه به اقتصادی بودن آن و در راستای حفظ محیط‌زیست و پیامدهای جامعه‌شناختی می‌باشد. نگرانی از اثربخشی طولانی مدت مدیریت علف‌های هرز وابسته به علف‌کش موجب نیاز به تقویت IWM می‌گردد.



شکل ۲۲. روش‌های مختلف مدیریت علف‌هرز برای سیستم‌های کشت مستقیم بذر برنج (ولایی و موسوی، ۱۳۹۲)

مشخصات علف‌های هرز مهم مزارع برنج ایران

مقدمه

دانش شناسایی علف‌های هرز مهم و مشکل‌ساز برای برنامه‌ریزی مدیریتی مناسب و کارآمد آنها ضروری است. بر این اساس در ادامه علف‌های هرز مهم مزارع برنج ایران معرفی خواهد شد.

سوروف (*Echinochloa* sp.)

سوروف گیاهی یک‌ساله از خانواده Poaceae است. جنس *Echinochloa* sp. با نام سوروف و نام‌های محلی وازمبیل، زرا، کل‌دمه شناخته می‌شود. کانوپی متراکم، تولید پنجه زیاد، سیستم ریشه قوی، داشتن مکانیسم فتوسنتزی چهار کربنه و ارتفاع بلند سوروف و همچنین سیستم تک‌کشتی برنج سبب شده تا این علف‌هرز از قدرت رقابتی بالاتری در مقایسه با سایر علف‌های هرز در کشت برنج برخوردار باشد. سوروف دارای کارایی بالا در جذب نیتروژن و آب می‌باشد و قادر است ۶۰ تا ۸۰ درصد نیتروژن قابل جذب خاک را جذب کند. سوروف با کاهش تعداد پنجه برنج در مراحل اولیه رشد منجر به کاهش قابل توجه تعداد خوشه و سایر اجزای عملکرد برنج می‌شود و در صورت عدم کنترل، قابلیت کاهش عملکرد برنج را تا ۸۰ درصد دارد. با کاربرد بذر برنج آلوده به بذر سوروف، این علف‌هرز همراه با برنج در خزانه کشت می‌شود و اگر در خزانه کنترل نشود، به دلیل شباهت زیاد گیاهچه سوروف با برنج، به همراه نشاءهای برنج به زمین اصلی انتقال می‌یابد. در بین گونه‌های این جنس گونه سوروف رایج *Echinochloa crus-galli* L. فراوانی بیشتری دارد. گونه‌های مهم سوروف در ایران عبارتند از: *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv. ، *Echinochloa colonum* (L.) Link. و گونه جدید *Echinochloa oryzicola* (Ard.) Fisher. هستند.

معرفی برخی گونه‌های مهم سوروف

- سوروف رایج (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.)

سوروف رایج با نام علمی *Echinochloa crus-galli* و نام انگلیسی Barnyardgrass فراوان‌ترین و مهمترین علف‌هرز محدودکننده در زراعت برنج است (شکل ۲۱). گیاهی یک‌ساله با قدرت تولید بذر فراوان است. اولین برگ‌های حقیقی سوروف، سبز مایل به خاکستری یا سبز تیره است، ساقه پهن، تا حدودی ارغوانی رنگ می‌باشد. گیاه کامل ایستاده به ارتفاع ۱۵۰ تا ۱۸۰ سانتی‌متر، ساقه‌ها راست و قوی، در صورت تماس گره‌های پایینی ساقه با خاک ریشه‌های نابجا تولید می‌کنند. ساقه سوروف حالت اسفنجی دارد که موجب کاهش وزن مخصوص آن می‌شود.

برگ‌ها به‌طور عمده بدون کرک با حاشیه برگ زبر و خشن می‌باشند (برگ سوروف نسبت به برنج نرم‌تر می‌باشد)، غلاف برگ و گره‌های پایین گیاه ارغوانی یا قرمز خرمایی هستند. گل‌آذین این گونه سوروف پانیکول (خوشه)، به‌رنگ سبز ارغوانی شامل سنبله‌هایی است که دارای ریشک‌های نسبتاً بلند می‌باشند. بذور به‌رنگ زرد روشن و تخم‌مرغی شکل هستند.



شکل ۲۳. سوروف رایج (عکس از اینترنت)

Echinochloa crus-galli

- سوروف برنجی *Echinochloa colonum* (L.) Link.

گیاهی یک‌ساله به ارتفاع تا ۶۰ سانتی‌متر است، دارای ساقه ماشوره‌ای منشعب، افراشته و یا خوابیده است که بیشتر در سطح زمین پخش می‌شود و شکل گسترده‌ای دارد (شکل ۲۲). در گره‌های پایینی، ریشه‌های نابجا تشکیل می‌شود. رنگ ساقه قرمز مایل به بنفش یا سبز است. برگ‌ها کشیده و باریک دارای غلاف نرم و بدون کرک و فاقد گوشوارک و زبانک هستند. پهنک برگ به طول ۳۰-۷ سانتی‌متر، به عرض ۳-۶ میلی‌متر و به رنگ سبز تیره می‌باشند. گل آذین باریک، به رنگ سبز متمایل به بنفش با پانیکول افراشته به طول ۱۲-۵ سانتی‌متر شامل تعدادی زیاد انشعابات سنبله فشرده یا افراشته هستند که سنبله‌ها در چهار ردیف منظم روی محور در انتهای ساقه قرار دارد. بذور بیضی شکل، و به طول ۲ میلی‌متر، در یک طرف مسطح و در طرف دیگر محدب، سخت و درخشانده به رنگ زردکاهی است. تکثیر از طریق بذر صورت می‌گیرد. شرایط مرطوب خاک (نه حالت اشباع را) ترجیح می‌دهد. به طور عمده در مناطق مرتفع و مزارع دیم برنج نه در مزارع آب گرفته، مشکل ساز است و در کنترل زراعی حالت غرقابی و وجین در مراحل رشد اولیه می‌تواند مؤثر باشد.



شکل ۲۴. سوروف برنجی (عکس از اینترنت)

Echinochloa colonum

- سوروف هوشمند *Echinochloa oryzicola* (Ard.) Fisher.

گیاهی یکساله به ارتفاع ۲۵ تا ۱۵۰ سانتی‌متر، ایستاده، دارای ساقه ماشوره‌ای، دارای برگ با ابعاد ۷-۳۵ سانتی‌متر طول و ۱۲-۵ میلی‌متر عرض و بدون زبانک، غلاف بالا عموماً صاف و بدون کرک ولی غلاف پایین کرک‌دار می‌باشد (شکل ۲۳). گل آذین به طول ۲۵-۶ سانتی‌متر، سنبلچه بیضوی سیخک‌دار با ۶/۵ - ۳/۸ میلی‌متر طول، لما با سیخک ۲/۵ سانتی‌متر می‌باشد. این گونه سوروف دارای بذور بزرگ‌تر از سایر گونه‌های سوروف بوده، در نتیجه دارای قدرت رقابتی بالاتر نسبت به سایر گونه‌های سوروف است. همچنین این قابلیت را دارد که در شرایط بی‌هوای در زیر آب جوانه بزند. این علف‌هرز در رنگ گره‌ها، قدرت پنجه‌زنی، زاویه پنجه‌ها، شکل پایه، رنگ و زاویه برگ شبیه گیاه برنج می‌باشد. این گونه سوروف به دلیل شباهت زیاد به برنج، سوروف مقلد یا سوروف هوشمند نیز نامیده می‌شود. جوانه‌زنی سریع در خزانه، نشاء شدن گیاهچه‌های این علف‌هرز به اشتباه به جای برنج و همچنین قابل وجین نبودن گیاهچه‌ها به دلیل شباهت زیاد با برنج، موجب گسترش سریع آن در مزارع برنج می‌شود. سوروف برنج دارای طول دوره رشد کوتاه‌تری نسبت به سوروف رایج و حتی برنج‌های زودرس بومی (مانند هاشمی) می‌باشد و حدود ۱۰ روز زودتر از برنج به خوشه می‌رود. کاهش عملکرد برنج در رقابت با سوروف برنج بیشتر از سوروف رایج است. در بسیاری از خصوصیات، سوروف برنج شبیه سوروف رایج است، لذا به برخی تفاوت‌های آنها اشاره می‌شود، سوروف برنج نسبت به سوروف رایج، خوشه متراکم‌تر و روشن‌تری دارد. با بهره‌گیری از سه ویژگی گلدهی زودهنگام، رنگ روشن و ریزش کمتر بذر (کمتر از یک درصد بذور ریزش می‌یابند)، با حذف خوشه‌های سوروف برنج قبل از ظهور خوشه برنج به‌ویژه در مزارع بذری می‌توان مانع از تکثیر، افزایش جمعیت و انتقال بذر این گونه مهم از سالی به سال دیگر شد. وزن هزار دانه سوروف برنج تقریباً دو برابر سوروف رایج است، بنابراین می‌تواند در شرایط غرقاب (بی‌هوای) و عمق بیشتر آب جوانه بزند، در واقع یک علف‌هرز مقاوم به غرقاب همانند گیاه برنج می‌باشد و به راحتی فقدان طولانی مدت اکسیژن را تحمل می‌کند. بذور سوروف رایج ممکن است ریشک‌دار یا بدون ریشک باشند و ریشک‌ها دارای استحکام کمی هستند ولی گونه سوروف هوشمند دارای ریشک بلند و مستحکم می‌باشد که این امر موجب اختلاط بیشتر بذر علف‌هرز با بذر برنج، کاهش حذف و جداسازی بذور علف‌هرز در زمان خرمن‌کوبی و بوجاری و در نتیجه افزایش انتقال بذر علف‌هرز به نسل بعد می‌شود.



شکل ۲۵. سوروف هوشمند (عکس از اینترنت)
Echinochloa oryzicola

بندواش *Paspalum* sp.

جنس *Paspalum* sp. از خانواده Poaceae است و دارای دو گونه مهم شامل *P. disticum* و *P. dilatatum* می باشد که گونه *P. disticum* در داخل شالیزار رشد می کند و از اهمیت بالاتری برخوردار است.

- گونه *Paspalum distichum* L.

این گونه با نام بندواش با نام انگلیسی crown grass شناخته می شود، گیاهی چندساله با ساقه گرد و خزنده (استولون) اغلب دارای انشعابات در سطح خاک و یا ریزوم در زیر خاک می باشد و قادر است ریشه و ساقه جدید در محل گره ها ایجاد کند. تکثیر این گیاه از طریق استولون، ریزوم و به صورت محدود با بذر انجام می گیرد. ساقه گل دهنده ایستاده است، برگ ها کشیده با رگبرگ های موازی به طول ۵ تا ۱۵ سانتی متر به عرض ۲ تا ۷ میلی متر هستند. گل آذین خوشه به طول ۲ تا ۷ سانتی متر و دو شاخه ای (۷ شکل) می باشد و بذور در یک طرف هر شاخه قرار گرفته اند (شکل ۲۴). این علف هرز در کانال ها و جوی های مزارع برنج بسیار فراوان است و باعث اتلاف فراوان آب آبیاری مورد نیاز برای برنج و سبب کندی جریان آب می شود. در سال های اخیر، بندواش علف هرز مهم و رایج داخل شالیزار در شهرستان های تالش، شفت، ماسال و دومین علف هرز شهرستان های رشت، آستانه، آستارا، فومن، لنگرود و سومین علف هرز شهرستان های بندرانزلی، رودبار، رضوان شهر، لاهیجان و چهارمین علف هرز مزارع برنج صومعه سرا گزارش شده است.



شکل ۲۶. بندواش (عکس از س. تکاسی)

Paspalum distichum

نی خاردار، نی توپی *Sparganium erectum* L.

گیاه چندساله ریزومدار از خانواده Typhaceae می‌باشد که در آبهای کم عمق رشد می‌نماید. برگ‌ها و اندام‌های رویشی هر ساله از بین رفته ولی سال بعد از ریزوم دوباره رشد می‌نمایند. تکثیر و گسترش گیاه بیشتر توسط ریزوم بوده ولی بذر هم تولید می‌نماید که توسط آب پراکنده می‌گردد. بذور موجود در آب جوانه زده ولی نهال تولید شده ضعیف می‌باشد. ارتفاع این گیاه نسبتاً بلند (۵۰-۱۰۰ سانتی‌متر) بوده و دارای برگ‌های متناوب خطی و ساقه آغوش است. گل‌ها کروی در سر شاخه‌ها قرار دارد. گل‌های نر کوچک و در بالا و گل‌های ماده بزرگ‌تر در پایین همان بوته می‌باشند. برگ باریک، صاف و دارای مقطع مثلثی شکل می‌باشند. میوه‌های کوچک، خشک و اسفنجی و شامل ۱-۲ دانه هستند (شکل ۲۵). این گیاه در زمین مرطوب و خاک غنی بهتر رشد می‌کند. آفتاب کامل را ترجیح می‌دهد اما می‌تواند سایه را نیز تحمل کند.



شکل ۲۷. نی خاردار (عکس از اینترنت)

Sparganium erectum

مرغ *Cynodon dactylon* (L.) Pers.

گیاه دائمی از خانواده Poaceae دارای ریزوم نازک سفید در زیرزمین و ساقه خزنده (استولون) گسترده و منشعب در سطح زمین است (شکل ۲۶). ریزومها و استولونها در محل گرهها ریشه‌زایی کرده گیاه جدیدی به وجود می‌آورند. برگ‌های روی ریزومها و استولونها، کوتاه و فلسی شکل هستند. پهنک برگ به رنگ سبزینه، نیزه‌ای شکل، دارای غلاف، در قسمت زیرین کرک‌دار می‌باشد. گل‌آذین پنجه‌ای شکل با ۳-۶ شاخه و سنبله‌ها به طول ۳-۵ سانتی‌متر که در انتهای ساقه قرار دارند. سنبلک‌ها سبز یا بنفش کم‌رنگ به طول ۲ میلی‌متر به صورت دو ردیف در یک محور مشاهده می‌شوند. سنبلک‌ها در زمان رسیدن به رنگ زردکاهی تغییر می‌یابند. تکثیر گیاه از طریق ریزوم و بذر صورت می‌گیرد. این علف‌هرز در تمام مناطق کشور پراکنده بوده و در مزارع برنج در قسمت‌هایی که به هر علت به مدت طولانی از آب بیرون باشد، رشد و نمو پیدا می‌کند.



شکل ۲۸. مرغ (عکس از اینترنت)

Cynodon dactylon

جگن‌ها

جگن‌های مهم شالیزار از خانواده *Cyperaceae* هستند که از نظر شکل ظاهری شبیه علف‌های هرز کشیده‌برگ می‌باشند با این تفاوت که ساقه در جگن‌ها اغلب توپر و سه‌گوش است. در جگن‌ها، برگ‌ها دارای سه سطح بوده و غلاف برگ فاقد شکاف می‌باشند. گل‌آذین این گیاهان سنبله ساده یا مرکب چترمانند است و سنبله‌ها نر و ماده هستند. گل‌پوش به‌صورت پولک غشایی بر روی دو ردیف متقابل در طول محور سنبله قرار دارد. میوه فندقه سه‌گوش یا متورم می‌باشد. جگن‌ها اغلب در داخل و اطراف شالیزار به‌ویژه نقاط مرطوب و آب‌گیر و همچنین حاشیه آبراه‌ها، استخرها و برکه‌ها رشد می‌کنند و مانع حرکت و انتقال آب می‌شوند.

اویارسلام *Cyperus* sp.

معرفی برخی گونه‌های مهم اویارسلام

- گونه *C. globosus* Aubl.

گیاهی چندساله با ساقه صاف سه‌گوش است. خامه دو شاخه، محور سنبلک بدون بال و میوه فندقه متورم به ابعاد ۱-۰/۸ میلی‌متر است. برگ‌ها کوتاه‌تر از ساقه با پهنک تخت یا تا خورده، ناحیه رگبرگ میانی سبز و حاشیه‌ها قهوه‌ای مایل به قرمز می‌باشند (شکل ۲۷). به‌صورت پراکنده در دسته‌ای نسبتاً کوچک با ترکم کم در مزارع برنج استان‌های فارس، مازندران، گیلان و اصفهان دیده می‌شوند.



شکل ۲۹. او یار سلام (عکس از اینترنت)

C.globosus

– او یار سلام بذری *Cyperus difformis* L.

این گونه با نام انگلیسی Nutsedge شناخته می‌شود. علف‌هرز یک‌ساله رایج و مهم شالیزارهای شمال، خوزستان، اصفهان و آذربایجان است. با بذر تکثیر می‌شود. رویشگاه اصلی این گیاه داخل شالیزار است ولی در اطراف مزارع به‌ویژه نقاط مرطوب و آب‌گیر نیز می‌روید. گیاه بالغ او یار سلام، ایستاده به ارتفاع ۱۵ تا ۱۰۰ سانتی‌متر، دارای ساقه‌های متعدد، بدون انشعاب، سه‌گوش و توپر با ضخامت ۲-۳ میلی‌متر است. گل‌آذین کروی شکل در انتهای ساقه و بر روی دمگلی به‌طول ۵ تا ۷ سانتی‌متر یا فاقد دمگل می‌باشد (شکل ۲۸). بذور قهوه‌ای مایل به سبز، سه‌گوش و تخم‌مرغی شکل می‌باشند. موسم گلدهی این گیاه اوایل تا اواسط تابستان است. این علف‌هرز در مزارع برنج از تراکم و جمعیت به‌نسبت بالایی برخوردار می‌باشد و بذر زیادی تولید می‌نماید.



شکل ۳۰. اویارسلام بذری (عکس از اینترنت)
C. difformis

گونه - *C. fuscus* L.

گیاهی یکساله با ساقه سه گوش صاف با برگ های کوتاه تر از ساقه است. گل آذین، خوشه سنبله مرکب نامنظم و سنبلک ها قایقی شکل، نوک دار به رنگ قهوه ای متمایل به قرمز است (شکل ۲۹). این علف هرز در شالیزارهای فارس، اردبیل و آذربایجان شرقی از تراکم قابل توجهی برخوردار بوده ولی در مورد سایر مناطق کشور درباره وجود و اهمیت آن اطلاعاتی در دست نیست.



شکل ۳۱. اویار سلام (عکس از اینترنت)

C. fuscus

– گونه *C. glaber* L.

گیاهی یکساله با ارتفاع ۲۵ تا ۵۰ سانتی متر است. مناطق نیمه سایه و خاک مرطوب را ترجیح می دهد. برگ های آن ساده و متناوب هستند. ساقه سه گوش است و گل آذین خوشه ای قهوه ای رنگ می باشد (شکل ۳۰).



شکل ۳۲. اویارسلام (عکس از اینترنت)

C. glaber

– اویارسلام زرد *C. esculentus* L.

گیاهی چندساله است. ساقه سه گوش و صاف به ارتفاع تا ۹۰ سانتی متر و ضخامت کمتر ۱ سانتی متر است. قاعده ساقه کمی متورم می باشد. برگ ها قاعده ای کوتاه تر از ساقه به رنگ سبز روشن مایل به زرد و فاقد زبانک می باشند. گل آذین خوشه ای به رنگ زرد مایل به قهوه ای در نوک ساقه قرار دارد. سنبلچه حاوی بذور بسیار کوچک و در امتداد شاخه های ثانویه بلند و باریک مرتب شده اند. سیستم ریشه زیرزمینی مخلوطی از ریزوم های باریک و بلند مفتولی ۲۰-۵ سانتی متر یا بیشتر و توده ای از ریشه های لیفی می باشند. ریزوم ها قهوه ای روشن نزدیک به سفید دارای گره و غده می باشند. تولید مثل گیاه توسط بذر و ریزوم و غده صورت می گیرد (شکل ۳۱). این گونه اویارسلام با نام اویارسلام زرد شناخته می شود و از علف های هرز شایع در مزارع و باغ های شمال کشور است و به وفور روی مرزهای مزارع برنج رشد می کند. به غیر از شمال کشور از استان های فارس و خوزستان در مزارع برنج گزارش شده است.



شکل ۳۳. اویارسلام زرد (عکس از اینترنت)
C. esculentus

– اویارسلام بنفش *C. rotundus* L.

گیاهی چندساله، دارای ریزوم‌های باریک تیره رنگ و رشته مانند با غده یا گره می‌باشند. غده‌ها تخم‌مرغی شکل و پوشیده از پوشش فیبری قرمز مایل به قهوه ای هستند. ساقه‌های گل‌دهنده به ارتفاع ۲۰-۶۰ سانتی‌متر بوده و برگ‌ها به رنگ سبز روشن و کوتاه‌تر از ساقه گل‌دهنده با ۶-۷ میلی‌متر عرض با رگبرگ اصلی مشخص و در ردیف‌های سه‌تایی می‌باشند. گل‌آذین چتری ساده یا مرکب انتهایی است. گونه *C. esculentus* از گونه *C. rotundus* به علت دارا بودن قاعده نازک ساقه و پهنک باریک که به صورت ۷ تا می‌باشد و همچنین سنبلک‌های زرد رنگ گرد و غده‌های کروی متفاوت می‌باشند (شکل ۳۲). این گونه، خشک‌زی است و در مناطق نیمه‌گرمسیر و گرمسیر مانند فارس، خوزستان و سیستان و بلوچستان بیشتر حائز اهمیت است.



شکل ۳۴. اویارسلام بنفش (عکس از اینترنت)
C. rotundus

گونه *C. longus* L. -

گیاهی چندساله با ریزوم قوی و ساقه سه گوش، توپر و بلند که ارتفاع آن ۱ تا ۱/۵ متر می‌رسد. برگ‌های کوتاه‌تر از ساقه به طول ۳۰-۴۰ سانتی‌متر و عرض ۱۰-۳ میلی‌متر و غلاف آن به رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز می‌باشد. گل‌آذین آن منشعب چتری ساده یا مرکب بوده و هر سنبله آن دارای ۱۰ تا ۱۵ گل که هر گل دارای سه پرچم است با گلوم نیزه‌ای یا قایقی شکل با حاشیه قهوه‌ای تیره یا قرمز مایل به قهوه‌ای می‌باشد (شکل ۳۳). این گونه اویارسلام در مزارع برنج استان‌های شمالی و اصفهان پراکنده حضور دارد و همچنین مزارع استان سیستان و بلوچستان به‌طور نسبی به این علف‌هرز آلوده می‌باشند.



شکل ۳۵. اویارسلام (عکس از اینترنت)

C. longus

گونه *C. serotinus* Rottb. -

گیاهی چندساله با ریزوم کوتاه و ساقه صاف سه‌گوش تیز به قطر ۵-۳/۵ میلی‌متر و ارتفاع ۶۰-۴۰ سانتی‌متر و به رنگ سبز خاکستری است. انتشار این علف‌هرز توسط استولون خزنده به قطر ۳-۲ میلی‌متر که با فلس‌های قهوه‌ای رنگ پوشیده شده است، صورت می‌گیرد. اندازه برگ‌ها برابر ساقه بوده به رنگ سبز یا خاکستری مایل به سبز و بعضی مواقع مایل به قرمز، تیغه برگ تا ۶۰ سانتی‌متر و به عرض ۸-۴ میلی‌متر می‌باشد. گل‌آذین قهوه‌ای نسبتاً درشت از نوع چتری مرکب و هر گل دارای ۳ پرچم و ۲ کلاله است (شکل ۳۴). این گونه اویارسلام در استان‌های گیلان و مازندران پراکنده بوده ولی از تراکم کمی برخوردار است. در اواخر فصل رویش برنج ظاهر و بعد از برداشت محصول هم به رشد خود ادامه می‌دهد.



شکل ۳۶. اویارسلام (عکس از اینترنت)
C. serotinus

پیزورها *Scirpus* sp.

پیزورها، علف‌های هرز دائمی و در مواردی یک‌ساله از خانواده Cyperaceae هستند که دارای برگ‌های باریک بوده و بذور آن به طور مجتمع در خوشه‌ای به طول ۱۰ تا ۲۵ سانتی‌متر قرار دارد. ساقه چندوجهی یا استوانه‌ای و توپر می‌باشد. گل به صورت جانبی در نزدیک به انتهای ساقه تشکیل می‌شود. در اوایل رشد شبیه اویارسلام بوده و به صورت تک بوته در مزرعه یافت می‌گردد. تکثیر پیزورها از طریق بذر و ریزوم یا غده صورت می‌گیرد. تنوع در این جنس زیاد است به طوری که از گونه با ارتفاع ۳ متر (*S. lacustris*) تا گونه (*S. supinus*) با ارتفاع ۲۰-۳۰ سانتی‌متر یافت می‌شود.

معرفی برخی گونه‌های مهم پیزور

گونه - *Scirpus mucronatus* L.

علف‌هرز یک‌ساله یا چندساله، ایستاده از خانواده Cyperaceae که به‌طور گسترده در مزارع برنج و دیگر مکان‌های مرطوب می‌روید. گیاه بالغ حدود ۶۰-۹۰ سانتیمتر ارتفاع دارد. این علف‌هرز دارای ساقه سه‌گوش، زبانک برگ و ریزوم‌های کوتاه می‌باشد. گل‌آذین دارای ۶-۱۵ سنبله فشرده و بدون دمگل است (شکل ۳۵). گل در شمال ایران از اوایل تا اواسط تیرماه ظاهر می‌شود. دارای ریزوم، بذر و غده است، ولی بیشتر از طریق بذر تکثیر پیدا کرده که توسط انتقال آن با آب گسترش می‌یابد. بذر به‌طور مجتمع در خوشه متراکم و براکته قرار دارد. تقریباً هم‌زمان با برداشت برنج در شمال به بذر می‌رسد. این گونه به پیزور بذری یا پیزور درشت بذر معروف است که در مزارع برنج استان‌های زنجان، آذربایجان شرقی و چهارمحال و بختیاری دیده شده است.



شکل ۳۷. پیزور (عکس از اینترنت)

Scirpus mucronatus

- پیزور سوفی *Scirpus juncoides* Roxb.

علف‌هرز یک‌ساله از خانواده Cyperaceae است که دارای ریشه افشان و پنجه‌های فراوان است. ساقه زاویه‌دار یا صاف می‌باشد. گل‌آذین جانبی در انتهای ساقه متشکل از ۱-۳ سنبله بدون دم‌گل است. بذور قهوه‌ای تیره و براق می‌باشند (شکل ۳۶). این علف‌هرز در مزارع کم ارتفاع (پست) برنج، برکه‌های کم‌عمق، نه‌رها و زهکش‌ها، یافت می‌شود. در شالیزارهای شمال کشور به‌طور وسیع گسترده است. این گیاه قادر به تولید حدود ۱۵۰۰ بذر در هر بوته می‌باشد. در شرایط شمال کشور در مرداد ماه تولید بذر می‌نماید. می‌تواند یک علف‌هرز خطرناک و جدی در مزارع برنج دشت باشد.



شکل ۳۸. پیزور سوفی (عکس از اینترنت)

Scirpus juncoides

- پیزور. *Schoenoplectus maritimus* و *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla.

گونه‌ای چندساله، دارای ریزوم رونده و منتهی به غده‌های تیره‌رنگ، ساقه سه‌گوش و توپر ایستاده است. ارتفاع گیاه بین یک تا ۱/۵ متر، برگ‌ها تقریباً هم طول ساقه و گل‌آذین سنبله مرکب است و با بذر، ریزوم و غده تکثیر می‌شود (شکل ۳۷). رطوبت‌پسند و مقاوم به غرقاب است. بهره‌گیری از غرقاب و توجه کمتر به زه‌کشی سبب طغیان پیزورها در شالیزارهای شمال کشور شده است. پیزور اغلب منحصر به مناطق فاقد زه‌کشی است. شرایط اقلیمی شمال کشور، بارندگی‌های نیمه دوم سال باعث تداوم شرایط مرطوب و باتلاقی و بقاء ریزوم و اندام‌های رویشی پیزور را سبب شده است. همچنین استفاده از ماشین‌آلات سنگین خاک‌ورزی، تسطیح اراضی و تخریب زه‌کش‌های طبیعی در فراهم نمودن زیستگاه مناسب برای ورود و تکثیر پیزور به اکوسیستم‌های شالیزاری مؤثر می‌باشد. پیزور قادر است سبب ۶۰ تا ۸۰ درصد خسارت در برنج شود. ریشه‌کنی این گیاه در مکان‌های آلوده به علت خواب غده‌ها بسیار دشوار می‌باشد. غده‌های پیزور نسبت به بذر علف‌های هرز یک‌ساله بذری از اعماق پایین‌تر خاک شالیزار جوانه زده و حذف با وجین‌دستی را غیر ممکن می‌سازد. از علف‌های هرز مهم مزارع برنج در کشور محسوب شده و گستردگی نسبتاً زیادی دارد به‌طوری‌که در اغلب مزارع برنج استان‌های خوزستان، فارس، اردبیل، زنجان، آذربایجان شرقی، اصفهان، خراسان و استان‌های شمالی حضور دارد. یعقوبی و همکاران (۱۳۹۶) نیز پیزور را دومین علف‌هرز مهم برخی شالیزارهای شمال کشور پس از سوروف بیان کرده‌اند.



شکل ۳۹. پیزور (عکس از اینترنت)
Bolboschoenus maritimus

– سوف *Eleocharis geniculata* (L.) Roem. & Schult.

گیاهی یک‌ساله از خانواده Cyperaceae است. مخصوص مناطق مرطوب می‌باشد و به‌صورت دسته‌ای دیده می‌شود. حداکثر ارتفاع گیاه به ۴۰ سانتی‌متر می‌رسد. این گونه بدون ریزوم بوده و سیستم ریشه‌ای افشان دارد. برگ‌ها در این گیاه تحلیل رفته که در پایین به رنگ قهوه‌ای روشن و در بالا به رنگ کاهی متمایل می‌شوند. گل‌آذین سنبله خوشه‌ای انتهایی تقریباً بیضوی و تخم‌مرغی شکل به اندازه ۲-۸ میلی‌متر است (شکل ۳۸). گل در انتهای ساقه تشکیل می‌شود. گیاه در تیرماه به گل می‌رود. گل‌ها با بال‌پوش مایل به قرمز تیره تا قهوه‌ای پوشیده شده‌اند. میوه به‌رنگ سیاه یا بنفش مایل به قهوه‌ای و براق می‌باشد. این علف‌هرز به‌صورت پراکنده در مزارع شمال کشور و بیشتر در مزارع برنج شهرستان نیک شهر استان سیستان و بلوچستان دیده می‌شود. گونه دیگر سوف به نام *E. mitracapa* Steudel در شمال، شمال غرب، غرب و شمال شرق کشور در مناطق مرطوب یا کم‌آب، و از مزارع برنج گزارش شده است که گیاه چندساله با ریزوم رونده، ساقه توخالی، بدون برگ بوده و با ارتفاع حداکثر ۱ متر می‌رسد. گونه *E. palustris* Steudel نیز گیاهی چندساله، ایستاده، ریزوم‌دار بوده و به‌طور دسته‌ای و با ارتفاع ۱ متر، با ساقه توخالی و بدون برگ می‌باشد. در مزارع شمال به‌صورت تک بوته مشاهده می‌شود. این دو گونه اخیر ریزوم‌دار هستند و به صورت تک بوته در مزرعه رشد می‌کنند اما ریزوم بوته‌ها در زیر خاک به هم پیوسته می‌باشند.



شکل ۴۰. سوف (عکس از اینترنت)

Eleocharis geniculata

علف ارزنی *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl.

گونه *Fimbristylis miliacea* با نام فارسی علف‌ارزنی و نام‌های انگلیسی grasslike hoorahgrass و *fimbristylis* Lesser *fimbristylis* گیاهی یک‌ساله یا چندساله با ریشه فیبری از خانواده Cyperaceae است. در اراضی کم‌آب یا خاک‌های مرطوب رشد می‌کند. ارتفاع گیاه تا ۹۰-۸۰ سانتی‌متر قابل توسعه است. قدرت پنجه‌زنی بالایی دارد. ساقه گیاه باریک، راست، سفت و محکم، فشرده و صاف که در بالا زاویه‌دار و در پایه صاف است، ارتفاع ساقه از ۲۰ تا ۷۰ سانتی‌متر می‌باشد. برگ‌ها سفت و نخ‌مانند و هم‌اندازه ساقه یا بلندتر از آن می‌باشند. گل‌آذین چتر مرکب باز و غیرمنظم حاوی ۶۰ تا ۱۰۰ سنبلک کروی می‌باشد (شکل ۳۹). این گیاه بذر زیادی تولید می‌کند که خواب ندارند و چنانچه شرایط آب و هوایی مناسب باشد بلافاصله پس از ریزش قادر به جوانه‌زنی و سبز شدن خواهند بود.

Fimbristylis miliacea (L.) Vahl.



شکل ۴۱. علف ارزنی (عکس از اینترنت)

Fimbristylis miliacea

بارهنگ آبی یا قاش‌واش

گونه‌های *Alisma plantago aquatica* و *A. lanceolatum* با نام فارسی بارهنگ آبی یا قاشق‌واش و نام انگلیسی water plantain از علف‌های هرز پهن‌برگ متداول شالیزار از خانواده Alismataceae و تک‌لپه می‌باشند. در مزارع برنج، آب‌گیرها، کانال‌ها، حاشیه تالاب‌ها و زمین‌های مرطوب و آب‌گیر رشد می‌کنند.

پاداشت و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که در برخی مناطق استان گیلان گونه *A. plantago aquatica* علف‌هرز غالب شالیزار می‌باشد. حضور این علف‌هرز در آب‌راه‌ها مانعی برای حرکت آب می‌باشد. گیاهی پایا، علفی، ایستاده به ارتفاع ۴۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر است. با بذر و پیاز تکثیر می‌یابد. ساقه گل‌دهنده دارای انشعابات متعدد، فاقد برگ است. برگ‌ها در قاعده گیاه، تخم‌مرغی تا سرنیزه‌ای، به طول ۱۰ تا ۲۵ سانتی‌متر و پهنای ۷ تا ۱۰ سانتی‌متر، دارای هفت رگبرگ برجسته و موازی که توسط تعداد زیادی رگبرگ عرضی به هم متصل شده‌اند. دمبرگ‌ها بلند و طولی بیش از ۸۰ سانتی‌متر دارند. گل‌آذین پانیکول و هر گل دارای سه کاسبرگ سبز رنگ، سه گلبرگ سفید یا کمی متمایل به صورتی می‌باشد (شکل ۴۰). بذور بارهنگ آبی بلافاصله پس از قرار گرفتن در خاک مرطوب جوانه می‌زنند.



شکل ۴۲. بارهنگ آبی (عکس از اینترنت)

Alisma plantago aquatica

گل مرواریدی *Alternanthera sessilis* (L.) R.Br.

گیاهی یک‌ساله از خانواده Amaranthaceae است. سه‌کربنه، نیمه‌آبزی که علاوه بر مزرعه برنج در آب بندها، داخل کانال‌ها و جوی‌ها می‌روید. ساقه کمی پرزدار با انشعابات زیاد، گسترده، تا حدودی ایستاده به طول ۶۰

سانتی متر است. برگ‌ها ساده، متقابل، تخم‌مرغی یا بیضوی و گاهی اوقات نیزه‌ای، بدون کرک به ابعاد ۱-۱۵ سانتی متر طول و ۰/۳-۳ سانتی متر عرض می‌باشند. دمبرگ ۵-۱ میلی متر طول دارد. سطح بذر صاف، عدسی شکل به رنگ سیاه براق است (شکل ۴۱). در اراضی شمال کشور حضور دارد. این گیاه در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری نیز دیده می‌شود. گل‌ها سنبله‌ای چسبیده، بدون پایه و دمگل است. گلبرگ‌ها سفید و براق به ابعاد ۰/۷-۱/۵ میلی متر می‌باشند. تکثیر گیاه از طریق بذر می‌باشد. گل‌مروریدی در مزارع شمال بسیار شایع است ولی به دلیل دیر ظاهر شدن و تمایل به گسترش در سطح زمین از لحاظ سایه اندازی رقیب جدی برای محصول برنج محسوب نمی‌شود.



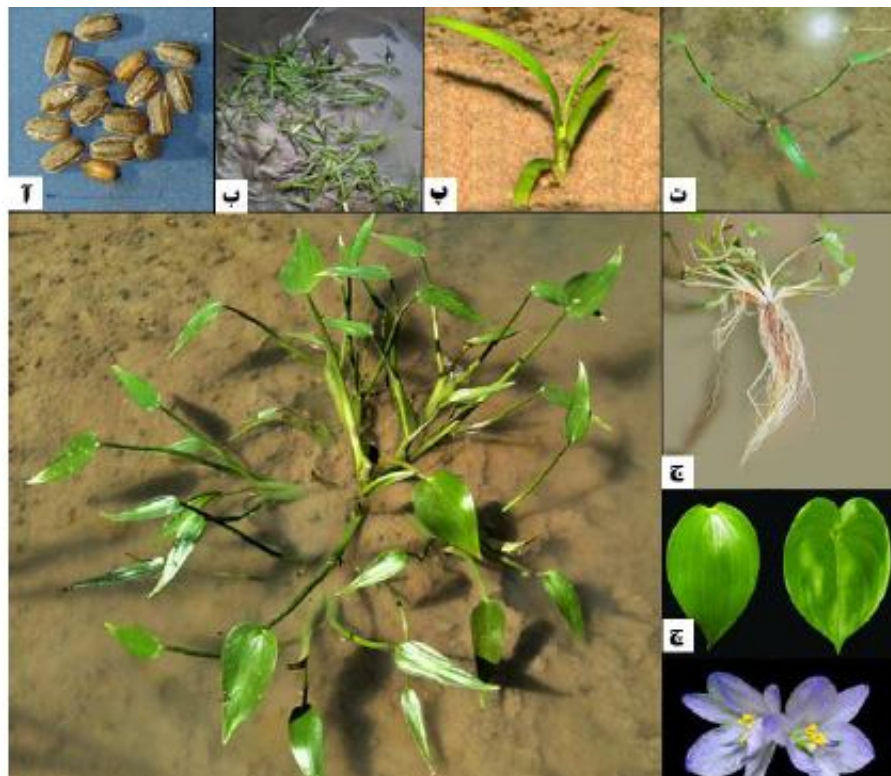
شکل ۴۳. گل مروریدی (عکس از اینترنت)

Alternanthera sessilis

سل واش *Monochoria vaginalis* (Burm.f.) C.Presl ex Kunth.

گونه سل واش *Monochoria vaginalis* با نام انگلیسی pickerel weed از خانواده *Pontederiaceae* است. از علف‌های هرز بسیار مشکل‌ساز در زراعت برنج است. حدود سه دهه است که ورود این علف‌هرز به شالیزارهای شمال ایران گزارش شده است. خسارت سل واش به برنج به‌خصوص در تراکم‌های بالا بالغ بر ۵۰ درصد است. رویش دیرهنگام سل واش در شالیزار باعث فرار آن از علف‌کش‌های خاک‌مصرف شالیزار می‌شود. سازگاری بالای سل واش به سایه موجب می‌شود به‌خوبی زیر اشکوب برنج رشد کند. تحمل به غرقاب و اندام‌های هوایی سست و گوشتی سل واش، موجب پارگی اندام‌های آن هنگام وجین‌دستی می‌شود و کارایی وجین دستی را در کنترل کاهش می‌دهد.

سل واش گیاهی نیمه‌آبزی چندساله است که در شالیزار چرخه زندگی یکساله دارد. سل واش دارای ظاهری براق، سبز تیره، بدون کرک و برگ و ساقه گوشتی است و در شالیزار به حالت خوابیده و با ساقه‌های رونده (استولون) گسترش می‌یابد. ریشه فیبری، برگ‌ها در مراحل اولیه باریک و بدون پهنک بوده و از شش تا هشتمین برگ به بعد به‌صورت شناور، کشیده یا سرنیزه‌ای هستند. گیاهان مسن‌تر دارای برگ‌هایی به شکل تخم مرغی کشیده یا عریض با نوک‌تیز و قاعده‌ی قلبی شکل بوده که رگه‌های طولی دارند. دمبرگ نرم و توخالی و کمتر از ۳۰ سانتی‌متر طول دارد. گل‌ها آبی‌رنگ و دارای شش گلبرگ می‌باشند که در گل‌آذین خوشه‌ای آرایش یافته‌اند (شکل ۴۲). هر گیاه سل واش در شالیزار قادر است ۱۵۰۰ بذر تولید کند. تکثیر گیاه با بذر و استولون صورت می‌گیرد.



شکل ۴۴. سل واش (عکس از اینترنت)

Monochoria vaginalis

گوشاب (روغن واش) *Potamogeton nodusus*

گوشاب یا روغن واش *Potamogeton nodusus* با نام انگلیسی long-leaved pondweed از خانواده *Potamogetonaceae* می‌باشد. گوشاب علف‌هرز کانال‌های آبیاری، مانداب‌های حاشیه شالیزارها، استخرهای پرورش ماهی و دیگر زیستگاه‌های آبی در شمال کشور است. جمعیت این گیاه در سال‌های اخیر در شالیزارهای شمال ایران به‌ویژه استان گیلان افزایش یافته است. گیاهی چندساله است که در شرایط زراعت برنج دارای رفتار مشابه گیاهان یک‌ساله دارد. تیپ رشدی رونده دارد، مقاوم به غرقاب است و در شرایط غرقاب شالیزار تا شعاع دو متر در یک فصل زراعی رشد می‌کند. این علف‌هرز یک تا دو هفته پس از نشاءکاری برنج رویش یافته و حدود دو هفته قبل از برداشت برنج و پس از زهکشی مزارع به‌منظور برداشت، اندام‌های هوایی آن خشک و چرخه زندگی آن تکمیل می‌شود. طول دمبرگ و استولون‌های علف‌هرز به تغییرات ارتفاع آب سازگار است و در مانداب‌های با عمق آب تا نیم‌متر نیز به‌خوبی رشد و برگ‌های آن همواره شناور بر روی سطح آب باقی می‌مانند. این علف‌هرز علاوه بر خسارت مستقیم به برنج و مصرف منابع با ایجاد توده‌ای حجیم، مانع حرکت آب در کانال‌ها می‌شود. ریزوم‌های زیرزمینی گوشاب به‌دلیل سست بودن، هنگام وجین‌دستی پاره شده و رشد مجدد می‌نمایند. گوشاب نسبت به دیگر علف‌های هرز شالیزار دیرتر جوانه می‌زند و نسبت به سایه‌اندازی سازگار است

و به خوبی در زیر کانوپی برنج توسعه می‌یابد، لذا به دلیل افزایش ارتفاع برنج، وجین‌دستی آن در هوای گرم و مرطوب به مراتب دشوار می‌شود (شکل ۴۳).



شکل ۴۵. گوشاب (عکس از اینترنت)
Potamogeton nodosus

گل آردی *Eclipta prostrata* L.

گیاهی یک‌ساله در برخی مناطق دنیا چند ساله از خانواده Asteraceae است. گیاه ایستاده گاهی منشعب و گسترده است. ارتفاع گیاه بین ۱۰۰-۳۰ سانتی‌متر می‌باشد. ساقه استوانه‌ای و گوشتی، به رنگ سبز متمایل به ارغوانی یا قرمز، ریشه زایی در گره‌های پایینی و اغلب با کرک‌های سفید بلند پوشیده شده است. برگ‌ها متقابل و طویل کشیده نیزه ای شکل، بدون دم‌برگ و چسبیده، با کرک‌های کم و بیش درشت، لبه برگ‌ها تا حدودی دندانه‌دار، به طول ۱۶-۲ سانتی‌متر می‌باشد. گل‌آذین مرکب در انتهای شاخه‌ها تشکیل می‌شود به رنگ سفید یا کرم بوده و میوه به رنگ قهوه‌ای یا سیاه، به طول ۳-۲ میلی‌متر است (شکل ۴۴). تکثیر گیاه فقط از طریق بذر صورت می‌گیرد. بذر آن فاقد خواب می‌باشد و یک بوته قادر به تولید حدود ۱۷ هزار بذر می‌باشد. این علف‌هرز علاوه بر استان‌های شمالی در سایر استانها پراکندگی دارد. این علف‌هرز به طیف وسیعی از محیط‌ها سازگار بوده برای همین در شالیزارهای مناطق پست و مرتفع مشاهده می‌گردد.



شکل ۴۶. گل آردی (عکس از اینترنت)

Eclipta rostrate

تیرکمان آبی *Sagittaria sagittifolia* L. و *S. trifolia*

گیاه دائمی از خانواده Alismataceae است. گونه‌های *S. trifolia* و *S. sagittifolia* با نام تیرکمان آبی شناخته می‌شوند، گیاهی چندساله، علفی و از علفهای هرز متداول است که در مزارع برنج، مکانهای آب‌گیر، کانال‌ها و جوی‌های آب می‌روید و باعث مسدود شدن مسیرها و کانالهای آبی و مانع حرکت آب می‌شود. گیاهی ایستاده به ارتفاع ۱۰۰ سانتی‌متر، دارای ریزوم، برگ‌ها پیکانی‌شکل با دم‌برگ بلند، گل‌ها سفید (هر گل ۳ کاسبرگ و ۳ گلبرگ مجزا دارد) می‌باشد. (شکل ۴۵).



شکل ۴۷. تیرکمان آبی (عکس از اینترنت)
Sagittaria sagittifolia

آمانیا یا ساقه قرمز (*Ammania multiflora* Roxb.) Lam. *Ammania verticillata* (Ard.)

گیاهی یک‌ساله از خانواده Lythraceae است. ارتفاع گیاه کمتر از برنج و در حدود ۴۰-۶۰ سانتی‌متر می‌باشد، ساقه آن ایستاده قرمز رنگ و دارای مقطع چهارگوش با برگ‌های باریک متقابل و بدون دم‌برگ است (شکل ۴۶). گل‌ها مجتمع و در محل زاویه برگ تشکیل می‌شوند. میوه کپسول حاوی بذر می‌باشد، تکثیر گیاه از طریق بذر صورت می‌گیرد. حدود دو هفته پس از نشاءکاری در مزرعه ظاهر می‌شود و هم‌زمان با برنج به بذر می‌نشیند. رنگ بذر آجری است. در آسیای مرکزی و جنوب‌شرقی آسیا یافت می‌شود. این گیاه را در مکان‌های مرطوب مانند باتلاق‌ها، حاشیه رودخانه‌ها و مزارع برنج رشد می‌کند.



شکل ۴۸. آمانیا (عکس از اینترنت)

Ammannia multiflora

شبدر آبی. *Marsilea quadrifolia* L.

علف‌هرز تک‌لپه چندساله از خانواده Marsileaceae دارای برگ‌هایی با ۴ برگچه بدون کرک با دم‌برگ بلند تا حدود ۶۰ سانتی‌متر است. برگ‌ها راست و پهنک شناور بر روی سطح آب بوده و دارای اسپوروکارپ که غالباً دوتایی، بیضوی شکل و نزدیک قاعده دم‌برگ توسط پایه‌های کوچکی به آن چسبیده است، می‌باشد (شکل ۴۷). تکثیر توسط اسپور (اسپور در اسپوروکارپ قهوه‌ای رنگ درون هاگینه قرار دارد) و ریزوم خزنده باریک که قطعه قطعه شدن ریزوم‌ها، صورت می‌گیرد. خاک لومی شنی و همچنین مکان‌های آفتابی و نیمه سایه یا بدون سایه و مرطوب را ترجیح می‌دهد. در مزارع برنج واقع در دشت حضور دارد. ۱۰ روز پس از نشاءکاری ظاهر می‌شود. از لحاظ رقابت با برنج در حد متوسط است، ولی می‌تواند در اوایل رشد برنج رقیب قوی برای جذب مواد غذایی محسوب گردد. جهت کنترل آن باید خاک‌ورزی مرطوب را به حداقل رسانده و خاک‌ورزی خشک را بعد از برداشت برنج جهت خشک نمودن ریزوم‌ها انجام داد. این علف‌هرز در کانال‌های آبیاری اکثر مناطق کشور و مزارع برنج شمال کشور می‌روید.



شکل ۴۹. شبدر آبی (عکس از اینترنت)
Marsilea quadrifolia

آزولا *Azolla* sp.

آزولا نوعی سرخس آبزی کوچک از خانواده Salviniaceae در نامگذاری قدیم و Azollaceae در نامگذاری جدید است، با یک نوع جلبک سیانوباکتر به نام آنابنا (*Anabaena azollae*) رابطه همزیستی دارد. آنابنا وظیفه تثبیت نیتروژن را بر عهده دارد و در حفرات برگ آزولا زندگی می‌کند.

آزولا به شدت رطوبت پسند است و وابسته به آب می‌باشد و با خشکی از بین می‌رود. آزولا روی سطح آب شالیزارهای برنج، استخرهای کوچک، کانال‌ها و رودخانه‌ها زندگی می‌کند. در مزارع برنج در زیر بوته های برنج، روی سطح آب یا خاک مرطوب زندگی می‌کند.

آزولا شامل یک ساقه یا تنه اصلی در حال رشد در سطح آب با برگ‌های یک در میان و ریشه های نابجا و خارجی است که در فواصل منظم ساقه قرار دارند. برگ‌ها کوچک به رنگ سبز تیره تا قرمز قهوه ای هستند. بروز

این رنگ‌ها به دلیل وجود آنتوسیانین می‌باشد (شکل ۴۸). ضخامت گیاه آزولا در گونه‌های کوچک‌تر مثل *A. pinnata* بین ۱ تا ۲/۵ سانتی‌متر و برای گونه‌های درشت‌تر مانند *A. nilotica* تا ۱۵ سانتی‌متر یا بیشتر است.

جلبک آزولا دارای خصوصیات منحصر به فردی است. ریشه‌های آویزان و معلق در آب آزولا این امکان را می‌دهد که با جریان آب به سهولت جابجا شود، بنابراین به سرعت پراکنده می‌شود. آزولا به محض ثابت شدن در یک مکان شروع به تکثیر می‌کند و ظرف مدت کوتاهی تمام سطح آب را می‌پوشاند به طوری که هیچ روزنه‌ای برای ورود نور خورشید به دورن آب نباشد که در این صورت رشد فیتوپلانکتون‌ها متوقف می‌شود.

تکثیر آزولا به دو روش جنسی (اسپور) و غیرجنسی (قطعه قطعه شدن) انجام می‌شود. البته تشکیل اندام‌های جنسی در این گیاه نامنظم بوده و غالباً ایجاد نمی‌شود. روش معمول تکثیر، غیرجنسی است و اگر بافت‌های سبز تازه برداشت شده آزولا در جایی که ارتفاع آب بین ۵ تا ۴۰ سانتی‌متر باشد پخش شود، مستقر شده و شروع به رشد و تکثیر می‌کند.



شکل ۵۰. آزولا (عکس از اینترنت)
Azolla sp.

سرخس شناور *Salvinia natans* (L.) Allioni.

گیاه آبی یک‌ساله از خانواده Salviniaceae است. ساقه کرک‌دار، برگ‌ها به‌صورت مرتب دوتایی روبروی هم به‌صورت شناور بر روی سطح آب هستند. همچنین دارای یک برگ سوم می‌باشد که به‌عنوان ریشه عمل می‌کند و غوطه‌ور در آب است. برگ‌ها گوشتی هستند که سطح فوقانی آنها زبر و سطح زیرین پوشیده از کرک است (شکل ۴۹). کیسه‌های هوا جهت شناور ماندن در داخل برگ وجود دارند. اسپورکارپ‌ها به‌تعداد ۸-۲ عدد گرد به‌رنگ سفید و زرد در زیر آب قرار دارند. این گیاه در کانال‌هایی که حرکت آب کند است و همچنین زمین‌های آب گرفته، خندق‌ها و استخرهای کم عمق رشد می‌نماید. در آب‌هایی که سطح فسفات به‌دلیل کاربرد کود افزایش یافته، بیشتر دیده می‌شود. تکثیر گیاه به‌صورت رویشی با قطعه قطعه شدن و همچنین زایشی با تولید اسپور می‌باشد. این گیاه به نور شدید نیاز دارد و درجه حرارت از ۲۵ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد را به راحتی تحمل کرده و در گرمای بالا بهتر رشد می‌کند. طول برگ‌هایش می‌تواند به ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر برسد.



شکل ۵۱. سرخس شناور (عکس از اینترنت)
Salvinia natans

لویی. *Typha latifolia* L.

از گیاهان آبی چند ساله از خانواده Typhaceae است که در مزارع برنج، کانال‌های زهکشی و آبیاری مشاهده می‌شوند. به‌طور معمول به‌شکل کلونی متراکم در آب‌های کم‌عمق (حدود نیم‌متر) حضور دارد، همچنین در گل و لای نیز رشد می‌کند. گیاهچه آن به‌سرعت رشد کرده و ضخیم می‌شود. این گیاه دارای سیستم ریزوم گسترده است. گیاه به‌صورت راست و ایستا، دارای برگ‌های سبز روشن و ساقه توپر است. اولین برگ در مجاورت پنجه‌ها به‌رنگ مایل به سفید است. گیاه بالغ ۱/۵ تا ۳ متر طول دارد و در نوک ساقه، گل‌آذین شعاعی-خوشه‌ای خاص گیاه مشاهده می‌شود. بذور را پس از رسیدن از سنبله پنبه‌ای و مخملی خوشه با باد پراکنده می‌شود. قسمت فوقانی سنبله، بخش نر گل است که به‌رنگ سیاه تا قهوه‌ای است و بخش ماده گل به‌رنگ قهوه‌ای مایل به سبز تیره تا قرمز قهوه‌ای است و در قسمت پایینی سنبله قرار دارد. بذور به‌رنگ قهوه‌ای مایل به زرد می‌باشند (شکل ۵۰). تکثیر گیاه به‌طور عمده به‌وسیله ساقه زیرزمینی خزنده و تا حدودی هم توسط بذور صورت می‌گیرد. این علف‌هرز در مزارع برنجی که زهکشی نامناسب داشته باشند مشاهده می‌شود. حضور لویی در استان‌های شمالی، فارس و آذربایجان شرقی گزارش شده است.



شکل ۵۲. لویی (عکس از اینترنت)

Typha latifolia L.

ورث‌آیزی یا علف‌غاز. *Sphenoclea zeylanica* Gaerth.

تنها گونه از جنس *Sphenoclea* از خانواده Sphenocleaceae است. در زمین‌های مرطوب و آب‌های راکد رشد می‌کند. این گیاه پهن‌برگ، ایستاده، یک‌ساله است و علف‌هرز رایج مزارع برنج دشت در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری در ارتفاعات زیر ۳۵۰ متر (مانند استان‌های خوزستان، سیستان و بلوچستان و فارس) است. تکثیر گیاه با بذر می‌باشد. بذور به‌رنگ قهوه‌ای و دارای خواب هستند. جوانه‌زنی بذر با نور تحریک می‌شود. گل، سنبله انتهایی استوانه‌ای است. ساقه صاف، توخالی، منشعب است، ارتفاع گیاه از ۰/۵ متر تا ۱/۵ متر می‌رسد. برگ‌ها سبز کم‌رنگ، تخم‌مرغی تا نیزه‌ای با حاشیه صاف و دمبرگ بسیار کوتاه با آرایش مارپیچ بر روی ساقه و در انشعابات به‌صورت متقابل می‌باشند (شکل ۵۱).



شکل ۵۳. علف‌غاز (عکس از اینترنت)

Sphenoclea zeylanica

دونیش یا دودندانه *Bidens tripartite* L.

گیاهی یک‌ساله از خانواده Astraceae با ساقه ارغوانی افراشته دارای انشعابات زیاد، برگ‌ها متقابل به رنگ سبز تیره با لبه کشیده و دندانه‌دار، متقابل و دارای دم‌برگ هستند. گل‌ها مجتمع، نسبتاً بزرگ به رنگ زرد قهوه‌ای، میوه فندقه خاردار و دارای دو سیخک است (شکل ۵۲). این علف‌هرز نهم‌پسند خشک‌زی است و در حاشیه شالیزار و روی مرزها حضور دارد. فصل گل‌دهی گیاه از خرداد ماه تا تیر ماه است. در استان‌های شمالی و فارس از علف‌های هرز عمومی ولی کم‌تراکم مزارع برنج محسوب می‌شود.



شکل ۵۴. دونیش (عکس از اینترنت)

Bidens tripartite

سرخابی یا برجیا *Bergia ammannioides* Heyne ex Roth.

گیاهی کوچک یک‌ساله از خانواده Elatinaceae ایستاده یا خوابیده است. ساقه اغلب مایل به رنگ صورتی یا قرمز و قهوه‌ای است. ساقه پوشیده از کرک یا گاهی اوقات کاملاً صاف با ارتفاع بین ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر است.

برگ‌ها نیزه‌ای و روبروی هم بدون دم‌برگ یا دارای دم‌برگ بسیار کوتاه حدود ۲ میلی‌متر می‌باشند. گل‌آذین خوشه‌ای متراکم دور محور ساقه، گل‌ها به‌رنگ سفید (شکل ۵۳) و در گونه دیگر (*B. aquatic* Roxb.) به‌رنگ صورتی و قرمز دیده می‌شوند (شکل ۵۴). بذور در کپسول به اندازه ۱-۲ میلی‌متر به ابعاد 0.4×0.22 میلی‌متر، گرد براق به‌رنگ قهوه‌ای می‌باشند. هر دو گونه برجیا در شمال کشور به‌صورت مجتمع در مناطق آب‌گرفته و باتلاقی مزارع برنج رشد می‌کنند. این علف‌هرز معمولاً بعد از نشاءکاری برنج رویش کرده و با وجین دستی و سایه اندازی برنج کنترل می‌گردد.



شکل ۵۵. برجیا (عکس از اینترنت)
Bergia ammannioides Heyne ex Roth.



شکل ۵۶. برجیا (عکس از اینترنت)

Bergia aquatic Roxb.

روتالا *Rotala indica* (Wild.) Koehne.

علف‌هرز آبی یک‌ساله و دولپه از خانواده Lythraceae است. ارتفاع گیاه ۸۰-۴۰ سانتی‌متر با ساقه‌های خزنده با انشعابات متعدد باریک و ایستاده، ۳۰ یا ۴۰ سانتی‌متر طول دارد (شکل ۵۵). برگ‌ها بیضی شکل و ضخیم به اندازه ۲ سانتی‌متر و عمود بر ساقه مرتب شده‌اند. گل‌آذین سنبله دارای چهار کاسبرگ مثلثی و چهار گلبرگ کوچک صورتی می‌باشد. گل در محل اتصال برگ با ساقه به‌وجود می‌آید. تکثیر علف‌هرز از طریق بذر و قطعات ساقه خزنده انجام می‌گیرد. در شالیزارهای شمال کشور حضور دارد.



شکل ۵۷. روتولا (عکس از اینترنت)

Rotala indica

عدسک آبزی *Lemna minor* L.

گیاه آبزی تک‌لپه‌ای، دائمی، شناور در آب شیرین با نام انگلیسی Duckweed از خانواده Araceae است. این گیاه فاقد ساقه حقیقی بوده و تمام اندام آن به شکل برگ می‌باشد که هر کدام با یک تک ریشه آویزان در آب می‌باشند. طول ریشه ۳-۱ سانتی‌متر است. برگ بیضی شکل به طول ۸-۱ میلی‌متر و عرض ۵-۰/۶ میلی‌متر، به رنگ سبز روشن، با سه (به ندرت پنج) رگبرگ و فضاهای کوچک پر از هوا برای کمک به شناور ماندن است. میوه فندقه ناشکופا دارای ۶-۱ عدد بذر است (شکل ۵۶). تکثیر گیاه غالباً رویشی و از طریق جوانه‌زنی ساقه‌های برگ‌ی صورت می‌گیرد. گل کوچک و به ندرت دیده می‌شود و در داخل گیاه قرار دارد. در آب با سطوح مواد مغذی بالا و pH در محدوده بین ۵ تا ۹ رشد می‌کند. در مناطق معتدل در زمانی که درجه حرارت هوا زیر ۶ تا ۷ درجه سانتی‌گراد می‌رسد، برای زمستان‌گذرانی تشکیل اندامی سرشار از نشاسته به نام 'turions' می‌دهد.

به علت پوشاندن سطح آب و ممانعت از تهویه، موجب ایجاد شرایط گندابی می‌شود. در مزارع برنج شمال نیز گزارش شده است.



شکل ۵۸. عدسک آبی (عکس از اینترنت)
Lemna minor L.

علف هفت‌بند *Polygonum persicaria* L.

علف‌هرز پهن‌برگ از خانواده Poygonaceae یک‌ساله است و تکثیر آن با بذر صورت می‌گیرد. ساقه راست و ایستاده یا خوابیده به رنگ سبز یا مایل به قرمز صاف به جز در محل گره‌ها کمی متورم می‌باشد. هر گره با غلاف مودار استوانه‌ای غشایی اطراف ساقه پوشیده شده است. ارتفاع بوته ۱۰۰ - ۲۰ سانتی‌متر می‌باشد. برگ‌های متناوب در هر گره یک برگ، تا حدودی بیضوی شکل به طول ۱۵ - ۲ سانتی‌متر، به رنگ سبز و معمولاً لکه‌های قرمز مایل به قهوه‌ای یا ارغوانی در نزدیکی وسط برگ می‌باشد. سطح زیرین برگ کمی زبر و بدون کرک ولی سطح بالای برگ کرک‌دار و دارای دم‌برگ کوتاه است (شکل ۵۷). گل‌های کوچک، متراکم و خوشه‌ای به طول ۴/۵ - ۱ سانتی‌متر در انتهای شاخه‌ها و ساقه قرار دارند. هر گل دارای ۵ کاسبرگ صورتی گاهی اوقات سفید رنگ به طول ۴ - ۲ میلی‌متر است، گل از اواخر اردیبهشت ماه تا اوایل مهرماه مشاهده می‌شود. میوه‌ها تقریباً زمانی که می‌رسند کم و بیش توسط کاسبرگ‌ها احاطه می‌گردند. بذور آن براق، صاف، سیاه و پهن و تخم مرغی شکل به طول ۲ میلی‌متر و اغلب کمی در نزدیکی وسط ضخیم است. ریشه الیافی فیبری (لیفی) و سیستم ریشه‌ای آن کم عمق است.

در گونه *P. lapatifolium* L. گل سفید یا صورتی و در گونه *P. hydropirer* L. گل سفید یا سبز و بندرت صورتی می باشد.



شکل ۵۹. هفت بند (عکس از اینترنت)

Polygonum persicaria

سبزاب آبی *Veronica anaglis-aquatica* L.

علف هرز یک ساله یا چندساله از خانواده Scrophulariaceae در قاعده تقریباً چوبی و ساقه آن منشعب، ضخیم و توخالی می باشد. برگ ها آن متقابل، لوب دار، بدون دم برگ و تخم مرغی و سرنیزه ای، ساقه آغوش، البته برگ های پایینی دارای دم برگ هستند. گل آذین خوشه انتهایی یا جانبی دارای یک تا تعدادی زیادی گل، هر گل دارای ۴ تا ۵ کاس برگ که دو کاس برگ پایینی بزرگ تر از بالایی ها بوده و رنگ گل آبی کمرنگ یا نیلی متمایل به سفید و دارای دو عدد پرچم است. کپسول تخم مرغی، دو حجره ای و تعداد دانه در هر کپسول ۲۵ تا ۹۰ عدد است. بذر روشن و زگیل دار می باشد (شکل ۵۸). زیستگاه این علف هرز مناطق مرطوب و دارای آب کم عمق مانند تالابها بوده و در استان های شمالی و فارس در مزارع برنج مشاهده می گردد.



شکل ۶۰. سیزاب آبی (عکس از اینترنت)
Veronica anagallis-aquatica

منابع بخش علف‌های هرز:

- بی‌نام. ۱۳۷۷. دستورالعمل اجرایی کشت توأم ماهی و برنج. انتشارات اداره کل آموزش و ترویج.
- بی‌نام. ۱۳۹۹. آمارنامه کشاورزی ایران. وزارت جهاد کشاورزی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۸۹ صفحه.
- پاداشت دهکایی، ف.، تجددی‌طلب، ک.، حسینی چالشتی، م.، ربیعی، م.، شرفی، ن.، شگری واحد، ح.، علیزاده، م.ر.، علی‌نیا، ف.، عمرانی، م.، کاوسی، م.و. مجیدی، ف.، نحوی، م.، یزدانی، م.ر.، افشار، ا.ح.، صیدی، د.، علیجانی، م.، محمدی، م. و ناصری، ز. ۱۳۹۳. راهنمای برنج (کاشت، داشت، برداشت و پس از برداشت). انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- پاداشت دهکایی فریدون، کبری تجددی‌طلب، مریم حسینی چالشتی، محمد ربیعی، ناصر شرفی، حسن شگری واحد، محمدرضا علیزاده، فرامرز علی‌نیا، محسن عمرانی، مسعود کاوسی، فرزاد مجیدی شیل‌سر، مجید نحوی، محمدرضا یزدانی، امیرحسین افشار، داود صیدی، میثم علیجانی، مراد محمدی، زهید ناصری ملکی، ۱۳۹۴، راهنمای برنج (کاشت، داشت، برداشت و پس از برداشت)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی موسسه تحقیقات برنج کشور و ۵۲۰ صفحه.
- پورامیر فرزین، علیرضا علامه، محمدرضا یزدانی، فرزاد مجیدی، حسن شگری واحد، بیژن یعقوبی، شهرام محمودسلطانی، مریم خشکدامن، حدیث شهبازی، ۱۴۰۰، دستنامه فنی مدیریت زراعی شالیزار، بخش سوم مدیریت مراحل کاشت و داشت، انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور، ۶۵-۱۱۵
- پورامیر، ف. و یعقوبی، ب. ۱۴۰۰. شناسایی و مدیریت گونه مهاجم سوروف (*Echinochloa oryzoides*) در شالیزار. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور.
- تکاسی، س. و کارزونی منفرد، ا. ۱۳۹۹. علف‌های هرز مهم در زراعت برنج و پهنه‌های آبی شمال ایران. نشریه مروج. شماره ۱۵۸ و ۱۵۹.
- حسینی‌چالشتی، م.، اله‌قلی‌پور، م.، عبادی، ع.ا. و خزائی، ل. ۱۳۹۸. لزوم استفاده از بذر گواهی‌شده در زراعت برنج. مجله ترویجی شالیزار. سال اول، شماره اول. ۷-۱۲.
- راشد محصل، م.ج.، نجفی، ح. و اکبرزاده، م. ۱۳۸۰. بیولوژی و کنترل علف‌های هرز. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- رضوانی، م.، حلال‌خور، س.، زعفریان، ف. و نیک‌خواه کوچک‌سرای، ح. ۱۳۹۲. تأثیرگذاری منابع مختلف نیتروژن روی اجزا عملکرد، عملکرد و زیست‌توده علف‌های هرز در دو رقم برنج (*Oryza sativa* L.). پژوهش در گیاهان زراعی. ۱(۱): ۳۰-۱۵.
- زند، ا.ن. نظام آبادی، م.ع. باغستانی، پ. شیمی و س. ک. موسوی. ۱۳۹۸. راهنمای کنترل شیمیایی علف‌های هرز ایران. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۱۶ صفحه.
- شرفی، م. م. ۱۳۸۰. راهنمای کاربردی علف‌های هرز مزارع برنج ایران. انتشارات فنی معاونت ترویج سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. صفحه ۱۱۴.
- شیمی، پ. و ف. ترمه. ۱۳۸۲. علف‌های هرز ایران. انتشارات موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور. ۲۴۱ صفحه.
- صالحی زرخونی، ر.، وزان، س.، پیردشتی، ه.، کاشانی، ع. و گلزردی، ف. ۱۳۹۶. تعیین دوره بحرانی تداخل علف‌های هرز برنج در مازندران. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ۱۱، ۱(۴۱): ۲۱۰-۱۹۷.
- صانعی شریعت پناهی، م. ۱۳۸۴. مهم‌ترین علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ در ایران. دفتر خدمات تکنولوژی آموزشی سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. ۳۶۱ صفحه.
- عرفانی مقدم، ر.، نبی‌پور، ع. و نوری، م.ز. ۱۳۹۷. دستورالعمل تولید برنج سالم در شرایط کشاورزی پایدار. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور.
- علا، ا.، آقاعلیخانی، م.، امیری لاریجانی، ب. و صوفی‌زاده، س. ۱۳۹۳. مقایسه سیستم کشت مستقیم و نشایی برنج در استان مازندران: رقابت علف‌هرز، عملکرد و اجزای عملکرد. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲(۳): ۴۷۵-۴۶۳.
- کربلایی، م.ت. ۱۳۸۷. مدیریت توأم کشت برنج و پرورش اردک در شالیزار. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور.
- گروه مؤلفان موسسه تحقیقات برنج کشور. ۱۴۰۰. مدیریت زراعی شالیزار. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور.
- گل محمدی، م.ج. ۱۳۹۷. تعیین غالبیت علف‌های هرز مزارع برنج با توجه به شرایط مختلف اقلیمی، آب و هوایی و مدیریتی با سیستم GPS و GIS. رساله دکتری علوم علف‌های هرز. دانشگاه محقق اردبیلی. ۱۵۶ صفحه.
- گل محمدی، م.ج.، ح. علی‌زاده، ب. یعقوبی و م. نحوی. ۱۳۸۹. اثر رقابت گونه مهاجم سوروف (*Echinochloa oryzicola* (Ard) Fisher). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. صفحه ۱۱۳-۱۰۵.
- گل محمدی، م.ج.، ح. علی‌زاده، ب. یعقوبی و م. نحوی. ۱۳۹۰. مطالعه واکنش علف‌هرز سوروف (*Echinochloa acrusgalli*) و سوروف برنج (*Echinochloa oryzicola*) به ارتفاع آب و عمق خاک. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۲(۴): ۶۶۳ تا ۶۷۲.

گل محمدی، م. ج.، علیزاده، ح. یعقوبی، ب.، نحوی، م. و اویسی، م. ۱۳۹۱. اثر رقابت دو گونه علف‌هرز سوروف بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشد برنج. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۳ (۲): ۱۸۹ تا ۲۰۱.

گیلانی، ع. ع. و ژ. کریمی. ۱۳۸۷. خشکه‌کاری برنج. نشریه ترویجی سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان. ۳۰ صفحه

گیلانی، ع. ع.، س. جلالی و ع. م. قوییتی نجار. ۱۳۹۲. تأثیر تاریخ کاشت بر جمعیت و تنوع علف‌های هرز در کشت مستقیم خشکه‌کاری برنج. گزارش پژوهشی سالیانه. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی و آموزش و منابع طبیعی خوزستان. ۲۵ صفحه.

میرکمالی، ح. ۱۳۸۹. راهنمای علف‌های هرز برنج و روش‌های مبارزه. دفتر مجری طرح برنج کشور و دفتر خدمات تکنولوژی آموزشی، ۲۱۴ صفحه.

ولایی، ا.، س. ا. موسوی و ع. صبور. ۱۳۹۱. فن‌آوری تولید برنج به روش کشت مستقیم (خشکه‌کاری) و مدیریت علف‌های هرز در سیستم‌های برنج محور (ترجمه). مرکز ملی پروژه‌های نوآوری کشاورزی (NAIP)، شورای تحقیقات کشاورزی هند (ICAR)، مرکز بین‌المللی اصلاح ذرت و گندم (CIMMYT)، مرکز نوآوری سیستم‌های غلات در جنوب آسیا (CSISA). ۴۰ صفحه.

ولایی، ا. و س. ا. موسوی. ۱۳۹۲. مدیریت علف‌های هرز در سیستم‌های کشت مستقیم بذر برنج (ترجمه). موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج IRRI (2012)، ۲۴ صفحه.

ولایی، ا. ۱۳۹۳. استراتژی‌های مدیریت علف‌های هرز برنج قرمز (*Weedy rice*) در آسیا (ترجمه). موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج IRRI. ۲۹ صفحه.

یعقوبی، ب. و م. یوسفی دیلمی. ۱۳۸۷. علف‌های هرز و علف‌کش‌های در زراعت برنج. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی-موسسه تحقیقات برنج کشور. ۳۵ صفحه.

یعقوبی، ب.، علیزاده، ح. م.، رحیمیان، ح.، باغستانی، م. ع.، محمدشریفی، م. و دوانگر، ن. ۱۳۸۸. مروری بر مطالعات انجام شده در علف‌های هرز شالیزار (تغییر فلور، زیست‌سنجی تجزیه علف‌کش و کوتولگی برنج). سومین همایش علوم علف‌های هرز ایران، بهمن ماه.

یعقوبی، ب. ۱۳۹۴. کنترل شیمیایی گوشاب (*Potamogeton nodosus*) و سوروف (*Echinochloa crus-galli*) در شالیزار. مجله دانش علف‌های هرز، ۱: ۱۹۵ تا ۲۰۷.

یعقوبی، ی.، تحقیقی، ه. و محمدوند، ا. ۱۳۹۶. ارزیابی کارایی علف‌کش کوئین کلوراک در کنترل علف‌های هرز پیژور (*Bolboschoenus maritimus* L.) و سوروف (*Echinochloa crus-galli*) در شالیزار. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی ۷ (۱): ۱۷-۲۹.

یعقوبی، ب. و حضرتی، ز. ۱۳۹۸. زیست‌شناسی و مدیریت علف‌هرز مهاجم سل‌واش در شالیزار. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور.

یعقوبی، ب. ۱۴۰۰. حذف بوتاکلر، پرمصرف‌ترین علف‌کش شالیزار و معرفی علف‌کش‌های جایگزین. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور.

یوسف‌نیا پاشا، ح. طباطبایی کلور، ر. و هاشمی، ج. ۱۳۹۴. ارزیابی وجین‌کن‌های مختلف در کنترل علف‌های هرز مزارع برنج. نشریه زراعت. شماره ۱۰۶: ۱۱۱-۱۱۷.

Abdul Shukor Juraimi, Md. Kamal Uddin, Md. Parvez Anwar, Mahmud Tengku Muda Mohamed, Mohd. Razi Ismail and Azmi Man. (2013). Sustainable weed management in direct seeded rice culture: A review. Australian Journal of Crop Science. AJCS 7(7): p. 989-1002.

Alberto, A.M.P., Ziska, L.H., Cervancia, C.R. and Manalo, P.A. 1996. The influence of increasing carbon dioxide and temperature on competitive interactions between a C3 crop, rice (*Oryza sativa*) and a C4 weed (*Echinochloa glabrescens*). Australian Journal of Plant Physiology, 23:795-802.

Annou MM, Wailes EJ, Thomsen MR (2005) A dynamic decision model of technology adoption under uncertainty: case of herbicide-resistant rice. J. of Agricultural and Applied Economics 37: 161-172.

Azmi M (2012) Weed succession and management technologies in rice. Presented Research inaugural lecture, 17 May, 2012, MARDI, Serdang, Malaysia. P.21

Barrett, S.C., and Wilson, B.F. 1983. Colonizing ability in the *Echinochloa crus-galli* complex (Barnyard grass). II. Seed biology Canadian Journal of Botany, 61: 556- 562.

Bhagirath Singh Chauhan. (2012). Weed Management in direct-seeded rice systems. Los Banos (Philippines). International Rice Research Institute. 20 p.

Bhagirath Singh Chauhan. (2013). Management strategies for weedy rice in Asia. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute. 16 p.

Buhler, D.D. (2002). Challenges and opportunities for integrated weed management. Weed Science 50: 273-280.

- Caton, B.P. 2004. "A Practical Field Guide to Weeds of Rice in Asia", International Rice Research Institute, Pp. 116.
- Chauhan, B.S., and Johnson, D.E. (2011). Row spacing and weed control timing affect yield of aerobic rice. *Field Crops Research*, 121: 226-231.
- Chauhan, B.S. 2013a. Management strategies for weedy rice in Asia. Los Banos (Philippines): international Rice Research Institute. 16p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2022) WWW.FAO.org/faostat/en/#data/QCL
- Gealy, D.R., Mitten, D.H. and Rutger, J.N. 2003. Gene flow between red rice (*Oryza sativa*) and herbicide-resistant rice: implications for weed management. *Weed Technology*, 17: 627-645.
- Lee, J., Kim, C.S. and Lee, I.Y. 2013. Identification of *Echinochloa oryzicola* (Vasinger) Vasinger and *E. oryzoides* (Ard.) Fritsch in Korea. *Korean Journal of Plant Taxonomy*, 43(1) 56-62.
- Rachael Whitworth, Mark Stevens, Andrew Watson, Mary-Anne Lattimore. (1992). Rice Field Guide to pests, diseases and weeds in southern new wales. Department of primary industries southern new wales (NSW). 31 p.
- Saha, S. (2005). Evaluation of some new herbicide formulations alone or in combination with hand weeding in direct sown rainfed lowland rice. *Indian Journal of Weed Science*, 37 (1 and 2): 103-104.
- Singh, M., Bhullar, M. S. and Chauhan, B.S. (2014). The critical period for weed control in dry-seeded rice. *Crop protection*, 66: 80-85.