



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

نشریه ترویجی

راهنمای پایش، یادداشت برداری و ارزیابی
بیماری های مهم گندم و جو در مزرعه و گلخانه

نگارندگان:

محمدعلی آقاجانی، محمد رضوی، محمدعلی دهقان، همایون

کاظمی، حجت الله ربانی نسب و شعبان کیا

شماره ثبت:

50406

1395

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

راهنمای پایش، یادداشت برداری و ارزیابی بیماری های مهم گندم و جو در مزرعه و گلخانه

نگارندگان:

محمدعلی آقاجانی¹، محمد رضوی²، محمدعلی دهقان³، همایون
کاظمی²، حجت الله ربانی نسب¹ و شعبان کیا³

1- بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع
طبیعی استان گلستان، گرگان

2- بخش تحقیقات بیماری های گیاهان، موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور،
تهران

3- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع
طبیعی استان گلستان، گرگان

مخاطبان نشریه ترویجی: کشاورزان پیشرو، مروجین و کارشناسان ارشد مراکز آموزشی،

پژوهشی و اجرایی وابسته به وزارت جهاد کشاورزی

موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، نشریه ترویجی

راهنمای پایش، یادداشت برداری و ارزیابی بیماری های مهم گندم و جو در مزرعه و گلخانه

نگارندگان: محمدعلی آقاجانی، محمد رضوی، محمدعلی دهقانهمایون کاظمی،

حجت الله ربانی نسب و شعبان کیا

ناشر: موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

سال نشر: 1395

شماره و تاریخ ثبت نشریه: 50406 مورخ: 95/7/13

نشانی مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی: تهران، بزرگراه شهید چمران، خیابان

یمن، پلاک 1 - سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
3	مقدمه
6	زمان شروع و مدت پایش
7	ابزار و تجهیزات پایش
8	مراحل اصلی پایش
8	طراحی پایش‌ها
9	نمونه‌برداری
11	تعداد نمونه‌برداری
15	الگوی نمونه‌برداری
15	اصول ارزیابی بیماری‌ها
18	یادداشت‌برداری بیماری‌ها
18	مراحل رشد گندم
20	ارزیابی بیماری‌های گندم
22	زنگ‌ها
28	بیماری‌های برگگی
33	بیماری‌های سنبله
38	بیماری‌های طوقه و ریشه
39	فرم‌های یادداشت‌برداری
39	شناسنامه‌ی مزرعه
39	فرم پایش مزرعه
40	فرم یادداشت‌برداری بیماری‌های گندم
41	فهرست منابع

پیش گفتار

زراعی باید با ثبت اطلاعات زراعی کلیدی درباره‌ی حاصلخیزی خاک و نهاده‌های دریافتی مزرعه در یک «فرم شناسنامه مزرعه» آغاز شود. این اطلاعات در ترکیب با پایش منظم مزرعه، شناسایی و تشخیص دقیق مسائل و مشکلات و ثبت مشاهدات، یک برنامه‌ی موفق پایش مزرعه را تشکیل می‌دهند.

اطلاعات به‌دست آمده از پایش مزرعه در تعیین لزوم انجام اقدامات فوری و مناسب، حائز اهمیت است. اطلاعات ثبت‌شده به عنوان مرجعی جهت اجتناب از مسائل و مشکلات در سال زراعی بعدی نیز مفید خواهد بود. ثبت داده‌های صحیح و دقیق به اتخاذ تصمیم‌های مورد نیاز در مدیریت بیماری‌ها کمک قابل توجهی خواهد کرد.

هدف از این نوشتار، ارائه‌ی یک دستورالعمل جامع برای یادداشت‌برداری و ثبت مقدار بیماری‌های گندم و جو در تحقیقات مزرعه‌ای و گلخانه‌ای است تا استفاده از آن بتواند به استاندارد سازی و هماهنگ شدن یادداشت‌برداری در مناطق مختلف کشور منتهی گردد. در این راهنما تلاش شده است تا با استفاده از منابع موجود در دنیا (Stubbs *et al.*, 1986) و ایران (ذاکری و همکاران، 1393)، آسان‌ترین روش‌های علمی پایش و یادداشت‌برداری بیماری‌های گندم و جو ارائه گردد.

2- زمان شروع و مدت پایش

تشخیص زود هنگام آفات و بیماری‌ها و کنترل آن‌ها، خسارت اقتصادی ناشی از آن‌ها را به حداقل می‌رساند. تقویم‌های پایش مزرعه، زمان‌بندی ظهور آفات و بیماری‌های آن را نشان می‌دهند. پایش پیوسته و منظم مزارع بسیار مهم است زیرا دینامیک جمعیت آفات و مقدار بیماری‌ها و علف‌های

هرز می تواند به سرعت تغییر پیدا کند. از آنجایی که تراکم بوته‌ی بهینه برای رسیدن به عملکردهای خوب نقش حیاتی دارد، ظرف 2-1 هفته بعد از سبز شدن، مزرعه باید مورد ارزیابی قرار گیرد. در اوایل فصل رشد، پایش مزرعه می تواند به صورت هفتگی انجام شود.

با نزدیک شدن به آستانه‌ی کنترل، نظیر زمان استفاده از یک علفکش بعد از سبز شدن یا یک قارچکش، ممکن است به پایش روزانه نیاز باشد (تا مناسب‌ترین زمان سمپاشی را از دست ندهیم). در طول دوره‌ی داشت و تحت شرایط عادی، پایش‌های دو هفته یکبار کافی خواهد بود. به خاطر داشته باشید که برخی از آفات و بیماری‌ها در اواخر فصل ظاهر می‌شوند (مثل بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله که بعد از گلدهی گندم ظاهر می‌شود) و ممکن است ظرف چند روز به آستانه‌ی کنترل برسند. اگر شرایط مزرعه و آب و هوا برای این آفات و بیماری‌ها مساعد باشد، پایش باید به صورت هفتگی ادامه پیدا کند.

3- ابزار و تجهیزات پایش

ابزار مورد استفاده برای پایش رشد و نمو گیاهان و آفات و بیماری‌ها، بسته به نوع محصول و آفت یا بیماری فرق می‌کند. ابزار عمومی پایش مزرعه عبارتند از:

- یک زیردستی (تخته) همراه با فرم‌های پایش یا یک دفترچه یادداشت

- نقشه منطقه و مزارع

- بیلچه

- چاقوی جیبی

- پاکت‌های کاغذی و پلاستیکی برای جمع‌آوری نمونه

- ذره‌بین (لوپ) با بزرگنمایی 10X

- کادر نمونه‌برداری

سایر وسایل مورد نیاز احتمالی عبارتند از: عکس‌های هوایی مزرعه، یک دوربین (یا گوشی موبایل دارای دوربین مناسب)، برچسب، راهنمای شناسایی (آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز)، تور حشره‌گیری، ویال‌های شیشه‌ای و ایزوپروپیل الکل (برای نمونه‌برداری از حشرات)، کارت‌های چسبناک یا تله برای حشرات، یک دستگاه GPS (یا گوشی‌های مجهز به GPS) و ... پیشنهاد می‌شود که یک لباس مناسب برای محافظت در برابر تابش آفتاب و خطرات ناشناخته‌ای نظیر گیاهان سمی یا نیش حشرات پوشیده شود. از آخرین سمپاشی‌های انجام شده در مزرعه مطلع شوید تا از آسیب‌های احتمالی آن دور باشید.

لازم به ذکر است که در مورد بیماری‌های هوابرد (هوازی)، استفاده از اسپور تراپ (پیشرفته یا حتی ساده در حد لام‌های آغشته به پارافین) نصب شده در مزرعه، اهمیت بسیار زیادی در پایش یا ردیابی و پایش آگاهی اولیه از وضعیت یا همه‌گیری این دسته از بیماری‌های مهم گیاهی دارد.

4- مراحل اصلی پایش

1-4- طراحی پایش‌ها

بسته به هدف، پایش را می‌توان به صورت منظم یا نامنظم انجام داد. پایش منظم معمولاً به تعیین مقدار آلودگی‌های موجود و برای پیگیری انتشار بیماری‌های جدید (اهداف قرنطینه‌ای) کمک می‌کند؛ در حالی که پایش‌های نامنظم برای ارزیابی مقدار واقعی بیماری‌ها (غالباً جهت برنامه‌ریزی برای برنامه‌های کنترلی) در مزرعه انجام می‌شود.

در طراحی یک پایش، نخستین نکته‌ی ضروری، تعیین هدف‌هاست. سپس می‌توان بر اساس ویژگی‌های بیمارگر (نرخ تکثیر، ویرولانسی، نحوه‌ی انتشار و ...)، میزان (مرحله‌ی رشد، مکانیسم‌های دفاعی، وضعیت تغذیه‌ای و ...) و محیط (فیزیکی و شیمیایی) برنامه‌ی بازدیدها را مشخص نمود.

دو سیستم اصلی برای پایش وجود دارد که مستلزم استفاده از واحدهای متحرک (بازدیدکننده که در میان چند منطقه و مزارع آن‌ها حرکت می‌کند) یا واحدهای ثابت (مثل خزانه‌های تله که می‌توانند پراکنش جغرافیایی گسترده‌ای داشته باشند) است. هر سیستم دارای مزایا و معایبی است و انتخاب سیستم باید در راستای به حداقل رساندن معایب برای رسیدن به اهداف مشخص انجام گیرد. یکی از روش‌های معمول، تلفیق دو سیستم است. روشن است که هر چه اهداف گسترده‌تر باشد، انجام پایش نیز دشوارتر خواهد بود و ممکن است داده‌ها با اعتبار کمتری جمع‌آوری گردد؛ بنابراین ضرورت اهداف مشخص و روشن پایش مشخص می‌شود.

2-4- نمونه برداری

پایش تمام واحدهای مستقل جامعه‌ی آماری (کشور، منطقه، مزرعه، بوته یا اندام‌های گیاهی) تقریباً غیر ممکن است؛ بنابراین به سیستم‌هایی نیاز داریم که بر اساس آن‌ها بتوان مقدار واقعی بیماری در مزرعه را با دقت بالا و استفاده از چند بازدید تخمین زد.

چنین سیستم‌هایی مستلزم نمونه‌برداری (برداشتن نمونه از داخل یک جمعیت و استفاده از آن برای تخمین کل جامعه) هستند. به‌طور عادی پنج نوع روش نمونه‌برداری مورد استفاده قرار می‌گیرد:

1- نمونه‌برداری تصادفی: مثلاً ارزیابی مزارع در هر 5 یا 10 کیلومتر (بر اساس کیلومتر شمار خودرو) و در هر مزرعه با کادر اندازی تصادفی در نقاط مختلف آن.

2- نمونه‌برداری غیر تصادفی: برای ارزیابی در مزارع مناطقی با سابقه آلودگی و نمونه‌برداری از آفات و بیماری‌هایی که به صورت لکه‌ای در مزرعه بروز پیدا می‌کنند (مانند شته روسی و پوسیدگی‌های طوقه و ریشه).

3- نمونه‌برداری منطقه‌ای مثل یادداشت‌برداری از تمام مزارع یک منطقه‌ی مشخص.

4- نمونه‌برداری طبقه‌بندی شده مثل نمونه‌برداری از 10 مزرعه‌ی گندم به ازای یک مزرعه‌ی جو یا نمونه‌برداری از مزارع گندم با 10 برابر مزارع جو.

5- نمونه برداری هدف دار مثل انجام ارزیابی تنها از مزارع تکثیری (تولید بذر).

از سه روش آخر برای اهداف خاص استفاده می شود اما نمونه برداری تصادفی، شایع ترین روش مورد استفاده است. علت این امر هم این است که بیماری های گیاهی اغلب به ندرت به صورت یکنواخت در سراسر یک مزرعه (یا منطقه یا کشور) پخش می شوند و بنابراین نمونه برداری تصادفی می تواند تصویر درستی از وضعیت جامعه تهیه نماید.

البته نمونه برداری تصادفی باید با هوش مندی انجام گردد به طوری که از نمونه برداری از مناطق یا مزارع دارای علائم واضح و یا شناخته شده باید خودداری شود. به عنوان مثال، نباید از حاشیه های مزارع نمونه برداری کرد زیرا تحت تأثیر «اثر حاشیه ای» قرار می گیرد و آمار ثبت شده در این نقاط، انعکاس درستی از وضعیت واقعی مزرعه نیست.

یکی از نکات ضروری در نمونه برداری تصادفی، کادر اندازی است. کادرها ابزارهایی مربعی یا دایره ای شکل هستند که معمولاً از جنس چوب یا پلاستیک بوده و ابعاد مشخصی نظیر $0/5 \times 0/5$ یا 1×1 متر دارند. هنگام نمونه برداری، باید 20 متر از حاشیه ی مزرعه به طرف داخل حرکت کرد و سپس کادر را به صورت تصادفی پرتاب نمود یا بعد از برداشتن چند قدم به صورت تصادفی، کادر را روی بوته های مقابل خود قرار داد و اقدام به یادداشت برداری از وضعیت بوته های موجود در کادر نمود.

در مورد محصولات با کشت ردیفی، پس از حذف خطوط حاشیه‌ای، می‌توان تمام طول کرت یا بخشی از آن را به صورت تصادفی و الگوی یکنواخت برای تمام کرت‌ها، مورد ارزیابی قرار داد. توصیه می‌شود در مورد غلات دانه‌ریز، حداقل سه یا چهار خط کاشت برای هر کرت در نظر گرفته شود تا پس از حذف خطوط کناری (به عنوان حاشیه)، ارزیابی از یک یا دو خط میانی صورت گیرد.

نمونه‌برداری از تک‌بوته‌ها نیز در داخل یک کرت قابل انجام است. بدین صورت که برای رعایت اصل تصادفی بودن، قبل از ظهور علائم بیماری، تعداد حداقل 10 بوته در نقاط مختلف کرت با استفاده از نخ‌های رنگی (ترجیحاً قرمز رنگ) یا یک برچسب (از جنس کاغذ روغنی) علامت‌گذاری شده و سپس مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. بسته به نوع بیماری، برای ارزیابی این بوته‌های انتخاب شده نیز می‌توان تمام برگ‌ها، برگ پرچم (F)، برگ F و مقابل پرچم (F-1) و یا سنبله را مورد ارزیابی قرار داد.

به طور عادی، هزینه‌ی نمونه‌برداری به دقت و اعتبار مورد نیاز برای داده‌ها بستگی دارد؛ بنابراین اقتصادی‌ترین نمونه، کوچک‌ترین نمونه‌ای است که میزان دقت و اعتبار تعریف شده را ایجاد می‌نماید.

1-2-4- تعداد نمونه‌برداری

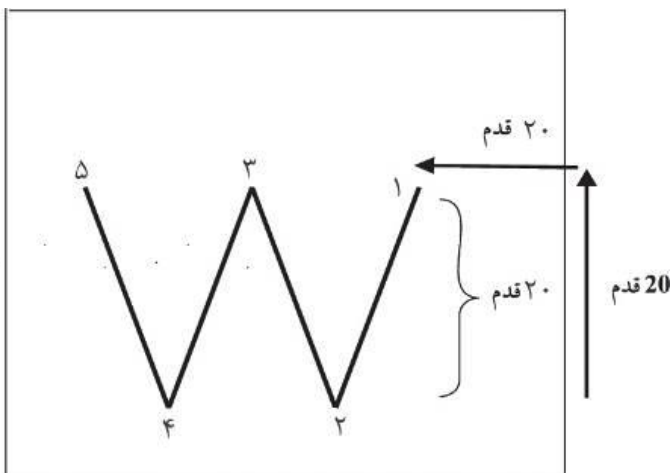
پایش مستلزم قدم زدن در یک مزرعه و توقف در چند نقطه برای ثبت مشاهدات است. تعداد نقاط نمونه برداری در یک مزرعه بستگی به عواملی نظیر وسعت مزرعه، نوع محصول، نوع آفت و ... دارد. در رابطه با تعداد مناسب نمونه‌ها، مطالب متنوع و گاهی متناقضی در منابع ارائه شده است. به‌عنوان مثال، مزارع با وسعت بیشتر از 16 هکتار باید به چند واحد کوچک‌تر 16 هکتاری تقسیم شوند. منابع دیگری بر عدد 10 تاکید داشته‌اند؛ بدین معنی که تعداد نمونه‌ها در هر مزرعه را، بدون اشاره به وسعت مزرعه و سایر ویژگی‌های یادشده، 10 عدد در نظر می‌گیرند. مین‌باشی و همکاران (1391) در بررسی جمعیت علف‌های هرز مزارع گندم کشور، با بررسی منابع معتبر علمی، دو روش را برای انتخاب تعداد مزارع در هر شهرستان و تعداد نمونه‌ها در هر مزرعه ارائه کرده‌اند. استاندارد انتخاب تعداد مزارع بر اساس وسعت مزارع شهرستان عبارت است از:

تعداد مزارع مورد ارزیابی	سطح زیر کشت گندم در هر شهرستان (هکتار)
2	کمتر از 500
3	500-1000
4	1000-5000
6	5000-10000
8	10000-15000

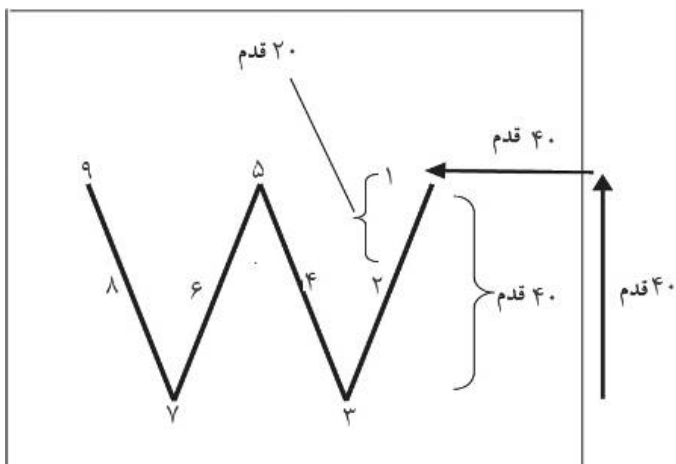
11	15000-30000
15	30000-60000
به ازای هر 10000	بیش از 60000
هکتار، یک مزرعه به	
عدد 15 اضافه شود	

برای انتخاب تعداد نمونه‌های مورد نیاز در هر مزرعه، سه سطح در نظر گرفته می‌شود: مزارع یک تا 5 هکتاری (5 نمونه)، مزارع 6 تا 15 هکتاری (9 نمونه) و مزارع بیش از 16 هکتار (13 نمونه).

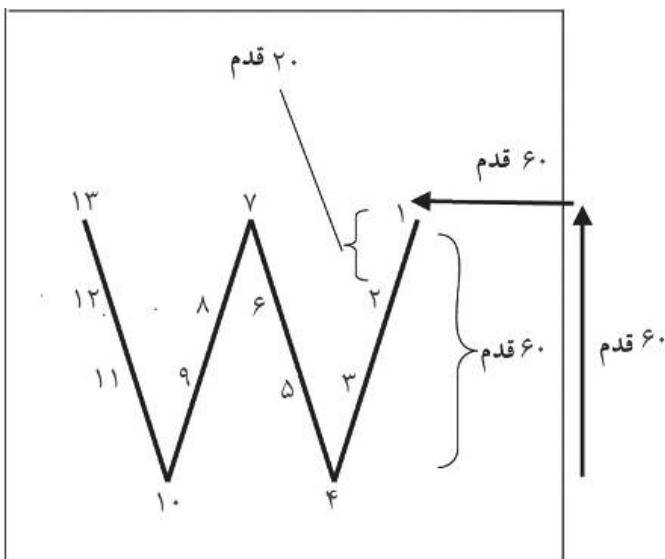
الف - مزارع یک تا 5 هکتاری: مطابق شکل زیر، یک گوشه از مزرعه را انتخاب کرده و از آن نقطه 20 قدم به موازات یکی از اضلاع حرکت می‌کنیم. سپس با تشکیل یک زاویه 90 درجه، 20 قدم به داخل مزرعه حرکت نموده، اولین نمونه برداری را انجام می‌دهیم. سپس بر اساس شکل حرف W، پنج نقطه را روی آن انتخاب می‌کنیم و فاصله‌ی هر دو نقطه‌ی متوالی 20 قدم خواهد بود.



ب- مزارع 6 تا 15 هکتاری: روش نمونه برداری همانند مزارع 1-5 هکتاری است، اما فاصله‌های اولیه 40 متر و تعداد نمونه‌ها 9 عدد می‌باشد:



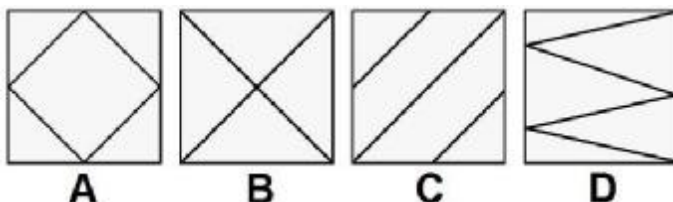
ج- مزارع بیش از 16 هکتار: روش نمونه برداری همانند دو مورد قبلی است، اما فاصله‌های اولیه 60 متر و تعداد نمونه‌ها 13 عدد می‌باشد:



2-2-4- الگوی نمونه برداری

پایش اقدامی بسیار مهم است زیرا در ایجاد درک بهتری از وضعیت بیماری‌ها در مزرعه و تصمیم‌گیری مناسب‌تر برای کنترل آن‌ها به ما کمک می‌کند. روش‌های زیادی برای نمونه‌برداری از مزرعه‌ی گندم وجود دارد، اما یکی از نکات مشترک همه‌ی آن‌ها این است که از نمونه‌برداری در حاشیه‌ی مزرعه و یا از داخل خودرو باید جداً خودداری نمود، زیرا این کار باعث می‌شود که تصویر درستی از وضعیت مزرعه تهیه نشود. مهم‌ترین الگوهای نمونه‌برداری مزرعه شامل لوزی شکل (A)، ضرب‌دری یا X

شکل (B)، سه خط اریب (C) و W شکل یا زیگزاگ (D) است که در شکل زیر ارائه شده است.



شکل 1- مهم ترین الگوهای نمونه برداری در مزارع.

3-4- اصول ارزیابی بیماری‌ها

تعامل بین گیاه میزبان، بیمارگر و محیط به صورت وقوع و شدت علائم مشخص و قابل مشاهده بیان می‌شود. بر این اساس، کمیت و کیفیت بیماری در مزرعه (کادر یا کرت) به صورت متغیرهای مختلف قابل ارزیابی است:

1- **تیپ آلودگی**: پاسخ یک میزبان به بیمارگر می‌تواند از بدون علائم (پاسخ ایمن) تا حداکثر تکثیر بیمارگر (پاسخ بسیار حساس) متفاوت باشد.

تیپ‌های آلودگی برای بیماری‌های زنگ به‌طور عادی به وسیله‌ی اعداد رومی (i, O, I, II, III و IV) یا انگلیسی (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 و 9) کدگذاری می‌شوند. این مقیاس‌های اصلی ممکن است برای ارزیابی‌های دقیق‌تر بسط داده شوند، مثلاً درجه‌ی O را می‌توان به O+, O- و OO بسط داد.

معیار «تیپ آلودگی» تنها در مورد برخی بیماری‌های خاص استفاده می‌شود که نوع علائم ایجاد شده، بیانگر تعامل‌های اختصاصی نژاد بیمارگر - ژنوتیپ

گیاه میزبان است. به عنوان مثال، در زنگ‌های غلات، ایجاد یا عدم ایجاد علائم کلروز و نکروز و میزان اسپورزایی (تشکیل جوش‌های زنگ) در تعیین نوع تعامل مؤثر هستند.

هم‌چنین در مورد بسیاری از بیماری‌های گیاهی برای نشان دادن تیپ آلودگی (با هدف غربالگری ارقام و لاین‌ها از حیث مقاومت به بیماری) از حروف انگلیسی O (ایمن)، R (مقاوم)، MR (نیمه مقاوم)، MS (نیمه حساس) و S (حساس) استفاده می‌شود.

2- **وقوع (رخداد) بیماری:** تعداد بوته‌های بیمار یا اندام‌های بیمار گیاهان در یک کرت (یا کادر) که به صورت نسبت این تعداد به تعداد کل بوته‌های (یا اندام‌های گیاهی) موجود بیان می‌شود و با نماد I (مخفف Incidence) نشان داده می‌شود. این متغیر معمولاً به صورت درصد بیان شده و با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

فرمول 1:

که در آن n و N به ترتیب تعداد بوته‌های بیمار و تعداد کل بوته‌ها در هر کرت (یا کادر) را نشان می‌دهند.

درصد وقوع غالباً به عنوان معیار مهمی در پیش‌آگاهی همه‌گیری‌ها (اپیدمی‌ها) استفاده می‌شود و اهمیت ویژه‌ای در استفاده‌ی درست و اقتصادی از کنترل شیمیایی دارد.

معیار «وقوع بیماری» (که به اشتباه در برخی منابع به عنوان «شیوع» از آن یاد شده است)، ساده‌ترین شکل اندازه‌گیری بیماری‌هاست که توسط افراد با علم و تجربه‌ی نه چندان زیاد نیز قابل انجام است. ضمناً سرعت بالا و هزینه‌ی اندک، از سایر مزایای این معیار محسوب می‌شوند؛ بنابراین تقریباً در مورد همه‌ی بیماری‌های گیاهی قابل استفاده است. از این معیار برای ارزیابی سریع بیماری‌ها یا ارزیابی تعداد زیادی از تیمارها یا کرت‌های آزمایشی می‌توان استفاده نمود. عیب این معیار در مقایسه با «شدت»، دقت پایین‌تر آن و اختلاف بیشتر مقدار مشاهده شده و واقعی بیماری می‌باشد.

3- **شدت بیماری:** مقدار یا تعداد آلودگی‌ها در یک گیاه یا اندام گیاهی است که با نماد S (مخفف Severity) بیان می‌شود. در واقع، شدت بیماری نسبت مساحت (یا حجم) بافت‌های بیمار به مساحت (یا حجم) کل بافت‌های یک گیاه در یک کرت (یا کادر) است.

بر خلاف تپ آلودگی، شدت و وقوع به‌طور عادی به‌صورت درصد (0 تا 100) ثبت می‌شوند. بایستی میان درصد مشاهده شده و واقعی سطح برگ که به‌وسیله‌ی علائم بیماری پوشیده شده، تمایز ایجاد کرد؛ مثلاً ارزیابی بصری 20 درصد می‌تواند در حقیقت معادل آلودگی واقعی 7/4 درصد باشد. چنین اختلافی به تقسیم‌بندی‌های مقیاس درصدی و میزان آلودگی معادل آن بستگی دارد. برای آسان‌تر شدن یادداشت‌برداری، مقیاس‌های درصدی را می‌توان به مقیاس‌های خطی کدگذاری شده تبدیل نمود.

به‌عنوان مثال می‌توان به مقیاس بین‌المللی زنگ زرد اشاره کرد که شماره‌های 1 تا 10 مقیاس به ترتیب با 0/001، 0/01، 0/1، 1 (مقدار ناچیز)، 5، 10، 20، 40، 60 و 100 درصد مطابق هستند.

«شدت بیماری» جامع‌ترین و دقیق‌ترین معیار اندازه‌گیری بیماری‌های گیاهی است که تنها توسط افراد با تجربه و متخصص قابل ارزیابی است. در گذشته، شدت متوسط بیماری در گیاهان بیمار اندازه‌گیری می‌شد و از آن به‌عنوان «شدت متوسط بیماری» بیماری (X) یاد می‌شد. از تلفیق I و X معیار «شاخص شدت بیماری» (با نماد MS یا Disease Index) به دست می‌آید؛ اما در حال حاضر، شدت (S) بیانگر مقدار واقعی بیماری در تمام بوته‌های موجود در کرت (یا کادر) است (نه فقط بوته‌های بیمار) و با استفاده از فرمول زیر قابل محاسبه است:

فرمول 2: $S =$

که در آن X_i درجه (طبقه) مقیاس تعیین شدت بیماری، n_i تعداد بوته‌های بیمار با آن درجه‌ی شدت، X بالاترین درجه‌ی آن مقیاس (مثلاً 9 برای مقیاس ساری و پرسکات) و N تعداد کل بوته‌های موجود در آن کرت (یا کادر)

است. برای اندازه‌گیری شدت بیماری، معمولاً از مقیاس‌های تعیین شدت که به صورت توصیفی و تصویری هستند، استفاده می‌شود. مثال‌هایی از هر دو نوع مقیاس در ادامه ارائه خواهد شد.

5- یادداشت‌برداری بیماری‌ها

5-1- مراحل رشد گندم

سیستم‌های مختلفی برای تعیین مراحل رشد در گیاه گندم توسعه یافته است که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به سیستم زادوکس، سیستم هاون و سیستم فیکس اشاره کرد. سیستم زادوکس که معروف‌ترین سیستم کدبندی مراحل رشد غلات است، در سال 1974 به وسیله زادوکس¹ و همکاران ایجاد شد. این سیستم برای همه‌ی غلات دانه‌ریز استفاده می‌شود و از جزئیات بیشتری نسبت به سیستم‌های دیگر برخوردار است، به همین دلیل، امکان تعیین دقیق مرحله‌ی رشد را فراهم می‌آورد. رقم اول این کد دورقمی به مرحله‌ی اصلی رشد و نمو اشاره می‌کند که از جوانه‌زنی (مرحله‌ی 0) شروع شده، به مرحله‌ی رسیدن دانه (مرحله‌ی 9) ختم می‌شود. رقم دوم (از 0 تا 9)، هر مرحله‌ی اصلی را به مراحل کوچک‌تری تقسیم می‌کند. عدد 5 به عنوان رقم دوم، معمولاً نقطه‌ی وسط آن مرحله را نشان می‌دهد. سیستم فیکس-لارج² نیز به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد اما شهرت آن کمتر از زادوکس است. در این سیستم، مراحل رشد به صورت عددی شناسایی

1. Zadoks

2. Feekes-Large

می‌شود اما جزییات مراحل مانند دو سیستم دیگر مشخص نمی‌باشد. در پیوست 1، مراحل مختلف رشد گندم بر اساس دو سیستم زادوکس و فیکس با هم مقایسه شده است. مراحل اصلی رشد غلات دانه‌ریز بر اساس سیستم زادوکس عبارت است از:

کد	شرح
0	جوانه‌زدن و سبز شدن
1	رشد گیاهچه
2	پنجه‌زنی
3	ساقه رفتن
4	به سنبله رفتن (آبستنی)
5	سنبله (ظهور سنبله)
6	گلدهی و گرده افشانی
7	نمو میوه (دانه شیری)
8	دانه خمیری
9	رسیدن

2-5- ارزیابی بیماری‌های گندم:

بر اساس آمار ارائه شده در فهرست بیماری‌های گندم (وب سایت انجمن بیماری شناسی گیاهی آمریکا³)، تاکنون 7 باکتری، 49 قارچ، 12 نماتد، 37 ویروس، یک مایکوپلازما و یک گیاه انگل گل‌دار به عنوان بیمارگرهای گندم در دنیا گزارش شده‌اند. بر اساس آمار سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد⁴ در سال 2005، خسارت وارد به گندم ناشی از آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز در دنیا برابر 50 درصد است که 19 درصد آن ناشی از بیماری‌های گیاه گندم می‌باشد. در کشور ما نیز تعدادی از این بیماری‌ها، مشاهده شده‌اند و استان‌هایی نظیر مازندران، گلستان و اردبیل، به لحاظ شرایط مساعد آب و هوایی، دارای یکی از غنی‌ترین فلورهای بیمارگرهای گیاهی می‌باشند. تاکنون در حدود 20 بیماری قارچی، باکتریایی، ویروسی و نماتی از گندم‌زارهای کشور گزارش شده است (آقاجانی، 1392).

علائم بیماری‌های گندم در زمان‌های مختلفی از فصل رشد گیاه ظاهر می‌شود، بر این اساس، زمان شروع و دوره‌ی یادداشت‌برداری بیماری‌های گندم با یکدیگر فرق می‌کند. به‌طور کلی می‌توان بیماری‌های گندم را در سه دوره‌ی زمانی مختلف یادداشت‌برداری نمود (شکل 2):

1- از ابتدای فصل رشد (مرحله‌ی پنجه‌زنی): این دوره برای یادداشت‌برداری بیماری‌هایی مناسب است که علائم آن‌ها از نخستین

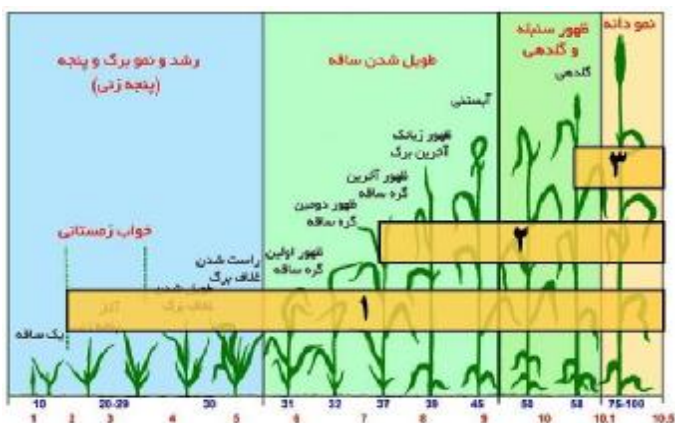
3. www.apsnet.org

4. FAO

روزهای سبز شدن گیاه در مزرعه ظاهر می‌شود. به عنوان مثال می‌توان به بیماری‌های لکه خرمایی، زنگ زرد و سفیدک سطحی اشاره نمود.

2- اواسط فصل رشد (ظهور برگ ماقبل پرچم): در این دوره، علائم بیماری‌های گروه قبلی شدت بیشتری می‌یابد و علائم بیماری‌های زنگ قهوه‌ای، زنگ سیاه، نماتد گال و سپتوریوز برگ و سنبله در مزرعه ظاهر می‌شود.

3- اواخر فصل (ابتدای مرحله گلدهی): در این مرحله، علاوه بر توسعه بیشتر بیماری‌های دو گروه قبل، با رشد و نمو سنبله، علائم بیماری‌هایی نظیر بادزدگی فوزاریومی سنبله، سپتوریوز سنبله، سیاهک‌های پنهان و آشکار، پوسیدگی قاعده پوشینه و کاه سیاه در مزرعه ظاهر می‌شود و علائم بیماری‌های پوسیدگی‌های معمولی طوقه و ریشه و پاخوره را می‌توان به صورت سفید شدن سنبله‌ها مشاهده نمود (آقاجانی، 1388).



شکل 2- مراحل رشد گندم و دوره‌های مناسب برای یادداشت‌برداری بیماری‌ها (اعداد آبی و قرمز پایین شکل به ترتیب مراحل رشد گندم بر اساس سیستم زادوکس و فیکس را نشان می‌دهند).

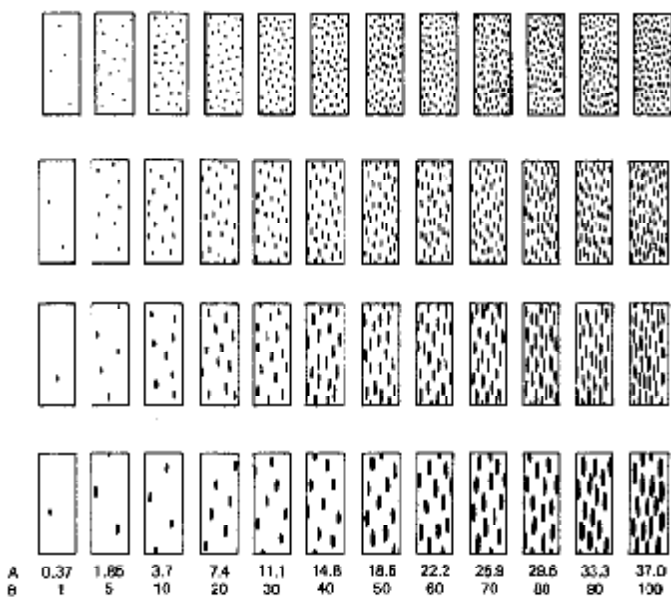
برای ارزیابی بیماری‌های گندم، همانند بیماری‌های سایر گیاهان، از سه متغیر تیپ آلودگی، وقوع و شدت بیماری استفاده می‌شود. بر اساس روش مورد استفاده در اندازه‌گیری و یادداشت‌برداری بیماری‌های مختلف، روش‌های اختصاصی یادداشت‌برداری و ثبت مقدار بیماری‌ها در چهار گروه زنگ‌ها، بیماری‌های برگ‌گی (به جز زنگ‌ها)، بیماری‌های سنبله و بیماری‌های طوقه و ریشه ارائه می‌گردد.

1-2-5- زنگ‌ها

مهم‌ترین بیماری‌های زنگ غلات دانه‌ریز عبارتند از: بیماری زنگ زرد گندم (*Puccinia striiformis*)، بیماری زنگ قهوه‌ای گندم (*Puccinia triticina*)، بیماری زنگ سیاه گندم (*Puccinia graminis*)، زنگ قهوه‌ای جو (*Puccinia hordei*) و زنگ تاجی یولاف (*Puccinia coronata*). جهت یادداشت‌برداری از مقدار بیماری‌های زنگ در کرت‌های آزمایشی، دو معیار بایستی ثبت گردد:

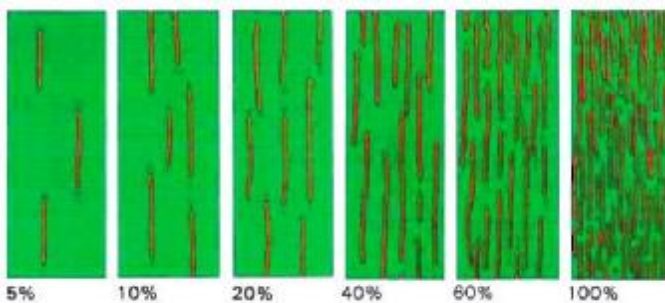
الف- شدت بیماری یا درصد سطح برگ پوشیده شده از علائم بیماری (کلروز، نکروز و جوش‌های زنگ):

برای ارزیابی شدت بیماری، تلاش‌هایی توسط محققان مختلف صورت پذیرفت و در حال حاضر، آخرین مقیاس مورد استفاده در سیمیت و سایر مراکز تحقیقاتی بین‌المللی، مقیاس اصلاح شده‌ی کاب (Cobb, 1892) توسط پترسون و همکاران (Peterson *et al.*, 1948) است که تصویر آن در شکل زیر ارائه شده است. در این شکل، چهار ردیف شکل وجود دارد که شامل انواع مختلف علائم ایجادشده توسط زنگ‌های مختلف غلات است و به ترتیب از چپ به راست افزایش شدت بیماری را نشان می‌دهند. در پایین شکل نیز دو ردیف عدد نوشته شده که ردیف A درصد واقعی سطح پوشیده شده از لکه‌ها و ردیف B درصد ظاهری (بصری) را نشان می‌دهند. به‌واسطه‌ی اتکای این روش به مشاهده، ارزیابی نمی‌تواند کاملاً صحیح باشد؛ بنابراین به‌طور معمول از فواصل اندازه‌گیری T (آلودگی ناچیز و کمتر از یک درصد)، 5، 10، 20، 40، 60 و 100 درصد آلودگی استفاده می‌شود.

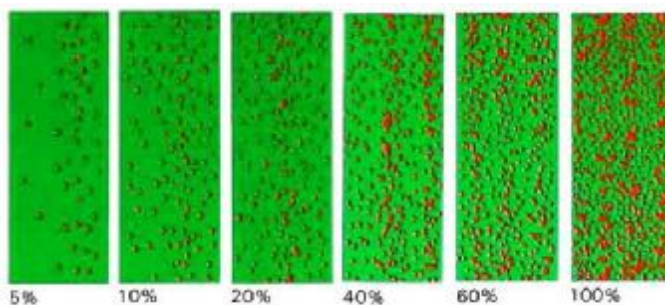


شکل 3- مقیاس تصویری مورد استفاده برای تعیین شدت بیماری‌های زنگ در برگ‌های گندم (Peterson *et al.*, 1948).

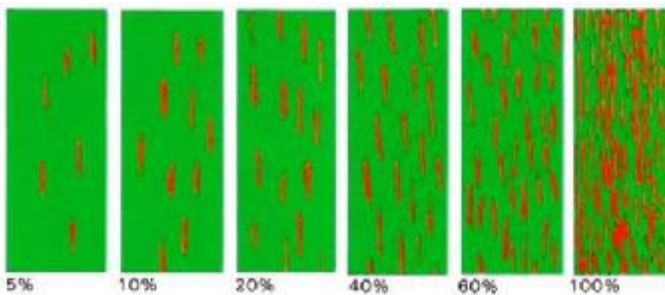
شدت‌های مختلف سه بیماری زنگ گندم (بر حسب درصد) در شکل‌های زیر ارائه شده است (CIMMYT, 1986):



شکل 4- شدت‌های مختلف بیماری زنگ زرد گندم بر حسب درصد.



شکل 5- شدت‌های مختلف بیماری زنگ قهوه‌ای گندم بر حسب درصد.



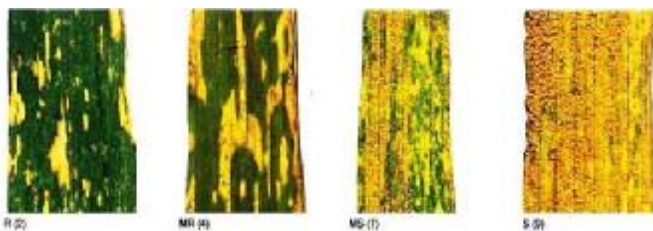
شکل 6- شدت‌های مختلف بیماری زنگ سیاه گندم بر حسب درصد.

ب - پاسخ میزبان (تیپ آلودگی یا نوع واکنش بیماری):

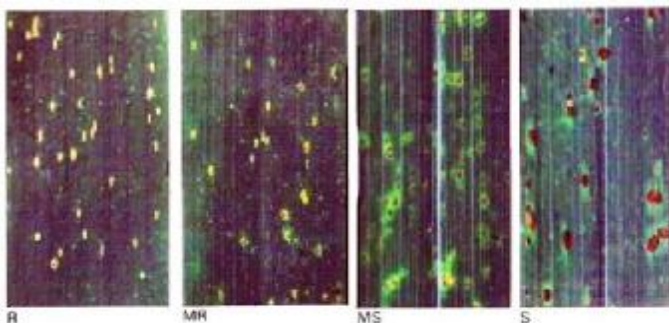
برای ارزیابی واکنش گیاه به آلودگی (تیپ آلودگی) از روش رولفز و همکاران (Roelfs *et al.*, 1992) استفاده می‌شود که به شرح زیر می‌باشد:

مقدار ثابت	علائم بیماری	پاسخ گیاه	نماد
0.0	بدون آلودگی قابل مشاهده	مصون	O
0.2	لکه‌های نکروزه با یا بدون جوش‌های ریز	مقاوم	R
0.4	جوش‌های ریز احاطه شده به وسیله‌ی لکه‌های نکروزه	نیمه مقاوم	MR
0.6	جوش‌ها با ابعاد قابل مشاهده؛ برخی نکروزه یا کلروزه	حد واسط	M
0.8	جوش‌ها با ابعاد متوسط، بدون نکروزه، اما اندکی کلروزه	نیمه حساس	MS
1.0	جوش‌های بزرگ بدون نکروزه یا کلروزه	حساس	S

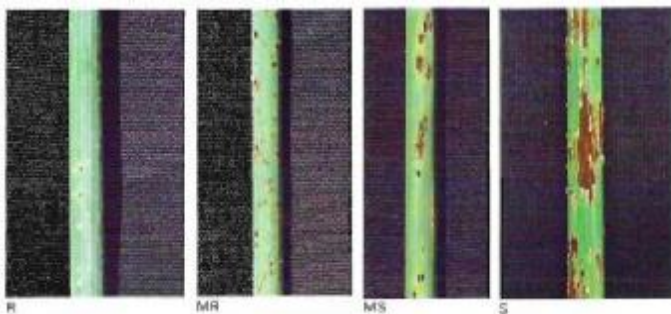
انواع مختلف پاسخ‌های میزبان (تیپ آلودگی) برای سه بیماری زنگ گندم در شکل‌های زیر ارائه شده است (CIMMYT, 1986):



شکل 7- پاسخ میزبان یا تیپ‌های مختلف آلودگی بیماری زنگ زرد گندم.



شکل 8- پاسخ میزبان یا تیپ‌های مختلف آلودگی بیماری زنگ قهوه‌ای گندم.



شکل 9- پاسخ میزبان یا تیپ‌های مختلف آلودگی بیماری زنگ سیاه گندم.

غالباً ترکیب این دو کمیت برای بیان واکنش یک ژنوتیپ در برابر زنگ‌ها استفاده می‌شود. به عنوان مثال tR ، $5MR$ و $60S$ که به ترتیب به معنی شدت ناچیز با تیپ آلودگی مقاوم، شدت 5 درصد با تیپ نیمه مقاوم و شدت 60 درصد با تیپ حساس است.

ج- ضریب متوسط آلودگی ($ACI = \text{Average Coefficient of Infection}$):

برای به دست آوردن تصویر کاملی از وضعیت بیماری زنگ در مزرعه جهت تجزیه و تحلیل‌های آماری، داده‌های مربوط به شدت بیماری و پاسخ میزبان با هم تلفیق شده و متغیر جدیدی با نام ضریب آلودگی ساخته می‌شود. ضریب آلودگی از ضرب کردن شدت بیماری در ثابت مربوط به پاسخ میزبان (ستون چهارم جدول فوق) به دست می‌آید (*Stubbs et al.*, 1986). به عنوان مثال، ضریب آلودگی $5MR$ و $60S$ به ترتیب برابر با 3 و 60 می‌باشد. مقدار کمینه و بیشینه‌ی ضریب آلودگی نیز برای 00 و 100S به ترتیب برابر با صفر و 100 درصد خواهد بود.

2-2-5- بیماری‌های برگی (به جز زنگ‌ها)

بیماری‌های برگی گندم و جو عبارتند از: لکه خرمایی گندم (*Drechslera tritici-repentis*)، سپتوریوز برگ گندم (*Zymoseptoria tritici*) و

Blumeria) ... سفیدک سطحی گندم، جو و ... (*Stagonospora nodorum*)، لکه قهوه‌ای معمولی گندم، جو و یولاف (*Cochliobolus graminis*)، لکه برگی رامولاریایی جو (*Ramularia collo-cygni*)، لکه قهوه‌ای توری جو (*Pyrenophora teres*)، کچلی یا اسکالد جو⁵ (*Alternaria trititica*)، سوختگی آلترناریایی غلات (*Alternaria trititica*)، لکه برگی آسکوکیتهایی (*Ascochyta tritici*) و نواری باکتریایی برگ گندم (*Xanthomonas translucens*).

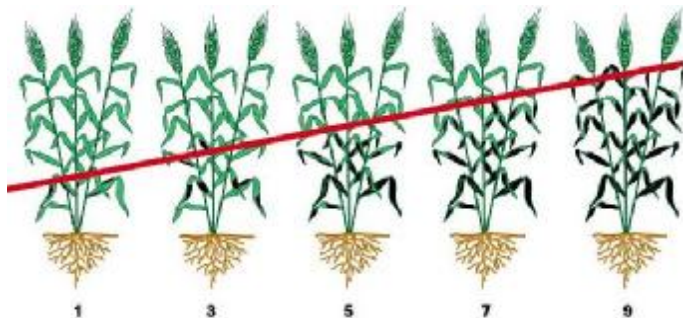
یکی از مهم‌ترین مقیاس‌های ارزیابی بیماری‌های غلات، مقیاس 0-9 درجه‌ای ساری و پرسکات (Saari and Prescott, 1975) است که برای ارزیابی مقدار (شدت و پیشرفت عمودی بیماری) بیماری‌های برگی (به‌جز زنگ‌ها) در گندم، تریتیکاله و جو مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مقیاس، شدت بیماری برگی بر اساس ارتفاع پیشرفت علائم بیماری، اندازه‌گیری می‌شود و بر این اساس، یکی از نمره‌های صفر تا 9 برای هر بوته ثبت می‌شود. زمان ارزیابی با استفاده از این مقیاس، همه‌ی مراحل رویشی است؛ ولی معمولاً یادداشت‌برداری بعد از گلدهی صورت می‌پذیرد.

⁵ علاوه بر مقیاس‌های ارائه شده برای بیماری‌های برگی غلات، چند مقیاس اختصاصی برای بیماری کچلی جو وجود دارد که برای ارزیابی‌های دقیق‌تر بیماری قابل استفاده می‌باشند (آفاجانی و رضی‌نجاج).

نمره	پاسخ گیاه	علائم بیماری
0	مصون	بدون آلودگی
OE	عاری از آلودگی	بدون آلودگی، اما احتمالاً بیانگر یک گریز
1	بسیار مقاوم	لکه‌های جدا و پراکنده به مقدار کم روی برگ‌های پایین
2	مقاوم	لکه‌های پراکنده روی برگ دوم و آلودگی کم برگ اول
3	مقاوم	آلودگی متوسط تا شدید برگ‌های پایین و آلودگی خفیف برگ‌های یک سوم پایین بوته
4	نیمه مقاوم	آلودگی متوسط برگ‌های پایین بوته و گسترش آلودگی خفیف تا پراکنده روی برگ‌های زیر نصف ارتفاع بوته
5	نیمه حساس	آلودگی شدید برگ‌های پایین بوته، گسترش آلودگی متوسط تا خفیف تا نصف ارتفاع بوته
6	نیمه حساس	آلودگی شدید برگ‌های یک سوم پایین بوته، آلودگی متوسط روی برگ‌های نصف ارتفاع بوته، لکه‌های پراکنده کمی بالاتر از نصف ارتفاع بوته
7	حساس	آلودگی شدید برگ‌های پایین و میانی گیاه و گسترش آلودگی تا برگ ماقبل پرچم یا

آلودگی ناچیز روی برگ پرچم		
8	حساس	آلودگی شدید برگ‌های پایینی و میانی، آلودگی متوسط تا شدید یک سوم بالای گیاه و آلودگی اندک برگ پرچم
9	بسیار حساس	آلودگی شدید تمام برگ‌ها و آلودگی سنبله
N	نامشخص	عدم امکان ارزیابی به دلیل آلودگی سایر بیماری‌ها

این مقیاس به صورت تصویری در شکل 10 ارائه شده است.



شکل 10- نمایش تصویری مقیاس 0-9 درجه‌ای ساری و پرسکات (Saari and

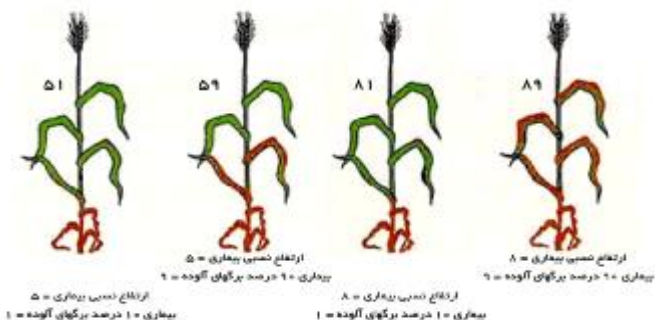
Prescott, 1975) برای ارزیابی مقدار (شدت و پیشرفت عمودی بیماری)

بیماری‌های برگ‌گی (به‌جز زنگ‌ها) در غلات دانه‌ریز.

مقیاس ساری و پرسکات برای ارزیابی سریع تعدادی زیادی از بوته‌ها در کرت‌های آزمایشی و کادرهای مزرعه مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما از

دقت بالایی برخوردار نیست. برای افزایش دقت اندازه‌گیری شدت بیماری‌های برگ، از مقیاس دورقمی (Eyal *et al.*, 1987; Sharma and Duveiller, 2007) استفاده می‌شود که از همین مقیاس ساری و پرسکات استخراج شده است. در این مقیاس، شدت بیماری به صورت دو رقمی (99-00) یادداشت برداری می‌شود. در این سیستم، رقم اول (D1)، ارتفاع نسبی بیماری را با استفاده از مقیاس اصلی ساری و پرسکات (بر اساس 9-0) نشان می‌دهد و رقم دوم (D2)، شدت بیماری را بر اساس 9-0 (90-0 درصد پوشش سطح برگ با فواصل 10 درصدی) روی چهار برگ بالایی بوته بیان می‌کند. در عمل، درصد شدت با نگاه به 20-10 بوته و تصمیم‌گیری درباره‌ی یک نمره‌ی کلی تخمین زده می‌شود؛ به این ترتیب که نمره‌ی 1 معادل 10 درصد پوشش سطح برگ، نمره‌ی 2 معادل 20 درصد پوشش سطح برگ، ... و نمره‌ی 9 معادل 90 درصد پوشش سطح برگ است و نمره‌ی 10 در این سیستم به کار نمی‌رود؛ بنابراین در گیاهی با ارتفاع بیماری 5 و یک پوشش بیماری متوسط 10 درصد روی چهار برگ بالایی، نمره‌ی شدت بیماری برابر با 51 است. به طور خلاصه، نمره‌های 0-49 به منزله‌ی آلودگی لایه‌ی اول برگ بوده، 50-79 برای آلودگی دو برگ زیر برگ پرچم، 80-89 برای آلودگی برگ پرچم و 90-99 برای آلودگی سنبله به کار می‌روند.

مثال‌هایی از ارزیابی بیماری سپتوریوز برگ گندم با استفاده از مقیاس دورقمی در شکل 11 ارائه شده است:



شکل 11- مثال‌هایی از استفاده از مقیاس دو رقمی برای ارزیابی مقدار بیماری‌های برگ گندم غلات دانه‌ریز.

علاوه بر بیماری‌های برگ یادشده که به صورت لکه یا سوختگی برگ در غلات دانه‌ریز ظاهر می‌شوند، علائم بیماری لکه نواری جو (ناشی از قارچ *Pyrenophora graminea*) به صورت خطوط یا نوارهای کلروزه و سپس نکروزه در پهنک برگ قابل مشاهده است و در شدت‌های بالا، باعث مرگ کامل بوته می‌گردد. برای ارزیابی این بیماری از یک مقیاس شش طبقه‌ای بر اساس میزان وقوع بیماری استفاده می‌شود (Mathur and Bentgar, 1992) و درجه‌ی مقاومت گیاه بر اساس همین معیار تعیین می‌گردد.

درجه‌ی مقاومت	درصد بوته‌های بیمار
بسیار مقاوم	صفر
مقاوم	5-1
نیمه مقاوم	10-5/1
نیمه حساس	25-10/1
حساس	50-25/1
بسیار حساس	بیش از 50

یکی دیگر از بیماری‌های دانه‌ریز، سیاهک برگ پرچم (ناشی از قارچ بازیدیومیست *Urocystis agropyri*) است که بیشتر در گیاه گندم و در استان‌های ایلام، کرمانشاه، لرستان و خوزستان حائز اهمیت می‌باشد. برای ارزیابی این بیماری از معیار درصد وقوع استفاده می‌شود. در این روش، پس از محاسبه‌ی درصد وقوع بیماری (درصد بوته‌های آلوده در هر کرت یا کادر)، با استفاده از جدول زیر، پاسخ میزبان (واکنش رقم) تعیین می‌گردد (Goel and Jhooty, 1984):

درجه‌ی مقاومت	درصد بوته‌های بیمار
مصون	صفر
مقاوم	0/1 تا 2

نیمه مقاوم	5 تا 2/1
نیمه حساس	10 تا 5/1
حساس	10/1 تا 20
بسیار حساس	بیش از 20

3-2-5- بیماری‌های سنبله

مهم‌ترین بیماری‌های سنبله در گندم و جو عبارت است از: بادزدگی فوزاریومی سنبله، سپتوریوز سنبله، پوسیدگی قاعده پوشینه، پوشینه سیاه، نماتد گالی و سیاهک‌ها.

بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله (یا اسکب) به وسیله‌ی چندین گونه از قارچ فوزاریوم به وجود می‌آید و مهم‌ترین گونه‌ی شناخته‌شده در دنیا و ایران، *Fusarium graminearum* است. علائم بیماری شامل سوختگی تمام یا قسمتی از سنبله‌ی گندم است که از مرحله‌ی گلدهی تا رسیدگی ظاهر می‌شود. در هوای مرطوب ناشی از بارندگی، سفید یا نارنجی شدن بخش‌های آلوده (در اثر تولید اسپورهای قارچ) اتفاق می‌افتد. دانه‌های حاصل از سنبله‌های آلوده، سبک، چروکیده و غالباً خاکستری تا صورتی‌رنگ بوده، کاهش عملکرد و وزن دانه‌ها نیز مشاهده می‌شود. در صورت کشت بذر آلوده به بیمارگر، مرگ و زردی گیاهچه‌ها در مزرعه ایجاد می‌شود. هم‌چنین قارچ عامل بیماری قادر به ترشح زهرابه‌های

(مایکوتوکسین‌های) مختلف در دانه‌های آلوده بوده و می‌تواند سلامت مصرف کننده را نیز تهدید نماید.

برای ارزیابی این بیماری، از دو معیار وقوع و شدت بیماری به صورت توأم استفاده می‌شود. جهت تعیین شدت بیماری، مقیاس‌های مختلفی معرفی شده است. به طور معمول، برای ارزیابی کرت‌های آزمایشی از روش‌های ارزیابی خطوط کاشت و انتخاب تک بوته‌ها و در مزارع از روش کادر اندازی و انتخاب تک بوته‌ها استفاده می‌شود.

یکی از مقیاس‌های تصویری مورد استفاده برای ارزیابی این بیماری متعلق به استاک و مک مولن (Stack and McMullen, 1995) است که در آن درصدهای مختلف شدت بیماری (صفر تا 100 درصد) در یک عکس واقعی از 15 سنبله‌ی گندم نشان داده شده است. مقیاس توصیفی به کله (Bekele *et al.*, 1994) نیز بر اساس تعداد سنبلچه‌های آلوده، یکی از نمره‌های 1 تا 10 را به هر سنبله نسبت می‌دهد.

مقیاس پیشنهادی برای ارزیابی بیماری، دو مقیاس پنج طبقه‌ای (مقیاس ژاپنی و مقیاس سیمیت) است که بر اساس درصد آلودگی سنبله و تعداد سنبلچه‌های بیمار در هر سنبله، شدت بیماری را تعیین می‌کنند (Ireta and Gilchrist, 1994).

مقیاس سیمیت			مقیاس ژاپنی		
مقاومت	تعداد سنبلچه‌های بیمار در هر سطح	نمره	پاسخ	درصد	نمره
	سنبله			آلودگی	
مصون	0	0	مصون	0	0
بسیار مقاوم	1	T	مقاوم	5-1	1
مقاوم	2-1	1	نسبتاً مقاوم	25-5	2
نسبتاً مقاوم	4-2	2	نسبتاً حساس	50-25	3
			حساس		
نسبتاً حساس	6-5	3	حساس	75-50	4
حساس	بیش از 7	4	بسیار حساس	بیش از 75	5
			حساس		
بسیار حساس	تمام سنبله	5			

بیماری دیگری که علائم آن بر روی سنبله‌های گندم و سایر غلات دانه‌ریز مشاهده می‌شود، سپتوریوز سنبله است که به وسیله قارچ *Stagonospora nodorum* ایجاد می‌گردد. علائم این بیماری به صورت لکه‌های نکروزه (قهوه‌ای‌رنگ) بر روی پوشینه‌های سنبله ظاهر می‌شود و بر اساس وسعت این علائم، درصد شدت بیماری هر سنبله تعیین می‌گردد (James, 1971). نمونه‌هایی از این مقیاس در شکل 12 ارائه شده است.



شکل 12- مثال‌های از مقیاس تصویری تعیین درصد شدت بیماری سپتوریوز سنبله گندم (James, 1971).

دو بیماری باکتریایی پوسیدگی قاعده پوشینه و پوشینه سیاه به ترتیب به‌وسیله‌ی *Xanthomonas* و *Pseudomonas syringae* pv. *atrofaciens* و *translucens* pv. *translucens* ایجاد می‌شود و علائم آن‌ها بر روی پوشینه‌های گندم قابل مشاهده است. خسارت اصلی هر دو بیماری مربوط به سوختگی برگ‌هاست و به همین دلیل، چند مقیاس برای ارزیابی علائم برگ‌گی آن‌ها وجود دارد اما مقیاس مستقلی برای ارزیابی شدت این دو بیماری بر روی سنبله‌ها یافت نشد و پیشنهاد می‌شود از مقیاس‌های بیماری سپتوریوز سنبله برای آن‌ها استفاده شود.

نماتد گالی (یا گالزای) گندم به وسیله ی *Anguina tritici* ایجاد می شود و علائمی نظیر قد کوتاهی، پیچیدگی و بدشکلی بوته و برگ ها و سنبله ها از علائم آن محسوب می شوند. از آنجایی که علائم آلودگی در اندام های مختلف یک بوته ظاهر می شود، لذا می توان از اندازه گیری درصد وقوع برای ارزیابی بیماری استفاده نمود.

سیاهک ها

انواع بیماری های سیاهک در غلات دانه ریز عبارت اند از: سیاهک پنهان معمولی (ناشی از دو قارچ *Tilletia caries* و *T. laevis*)، سیاهک آشکار (*Ustilago tritici*)، سیاهک آشکار جو (*U. nuda*)، سیاهک سخت جو (*U. avenae*)، سیاهک ناقص (هندی) گندم (*T. indica*)، سیاهک پنهان پاکوتاه (*T. controversa*)

برای یادداشت برداری انواع سیاهک های سنبله گندم و جو از درصد وقوع بیماری (یا درصد سنبله های بیمار) در هر کرت (یا کادر) استفاده می شود. سپس بر اساس درصد وقوع به دست آمده، واکنش میزبان مشخص می شود (Mamluk and Van Slageren, 1993):

درصد سنبله های بیمار	درجه ی مقاومت
صفر	مصون
5-1	مقاوم
10-5/1	نیمه مقاوم

نیمه حساس	15-10/1
حساس	بیش از 15

برای سیاهک ناقص (هندی)، ابتدا آلوده‌سازی مصنوعی سنبله‌ها انجام می‌شود و سپس حداقل 10 سنبله در هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب شده، دانه‌های آن‌ها به‌طور جداگانه برداشت می‌شود. تعداد دانه‌های سالم و آلوده به سیاهک برای هر کادر تعیین شده، شدت آلودگی دانه‌های بیمار نیز بر اساس مقیاس صفر تا 4 (به ترتیب معادل دانه‌ی سالم، و آلودگی 25، 50، 75 و 100 درصد سطح هر دانه) مشخص می‌شود (Aujla et al., 1989). در نهایت، شدت متوسط بیماری برای هر کادر (یا کرت) محاسبه می‌شود. با توجه به دشواری و زمان‌بر بودن تعیین درجه‌ی آلودگی تک‌تک دانه‌ها، مقیاس دیگری برای این بیماری پیشنهاد شده است که بر اساس درصد آلودگی دانه‌ها در هر کادر (یا کرت) کار می‌کند (Arif et al., 2013):

پاسخ میزبان	درصد آلودگی دانه‌ها	نمره
بسیار مقاوم	بدون آلودگی	صفر
مقاوم	یک درصد یا کمتر	1
نیمه مقاوم	1/1 – 2	3
نیمه حساس	2/1 – 5	5
حساس	5/1 – 10	7

البته باید توجه داشت که در سال‌های اخیر و با کشت ارقام مقاوم در مناطق مختلف کشور، جمعیت بیمارگر بسیار پایین است، لذا ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف غلات در برابر سیاهک‌ها باید همراه با تکثیر بیمارگر در آزمایشگاه و مایه‌زنی (از طریق آلوده‌سازی بذر یا خاک) صورت پذیرد.

4-2-5- بیماری‌های طوقه و ریشه

در این قسمت، بیماری مهم پوسیدگی طوقه و ریشه وجود دارد که توسط چندین قارچ، به‌ویژه گونه‌های قارچ فوزاریوم نظیر *Fusarium Microdochium* و *F. equiseti, culmorum*، *F. pseudograminearum* ایجاد می‌شود و علائم آن شامل پوسیدگی و فساد بافت‌های طوقه و پایین ساقه به رنگ قهوه‌ای، زردی برگ‌ها و سفید شدن سنبله‌ها به صورت لکه‌ای در مزرعه‌ی گندم می‌باشد. بیماری پوسیدگی معمولی طوقه و ریشه گندم با عامل *Bipolaris sorokiniana* و بیماری پاخوره، ناشی از قارچ *Gaeumannomyces graminis var. tritici* نیز جزو همین گروه از بیماری‌ها می‌باشند. علائم هر سه بیماری، علیرغم شروع آلودگی از مرحله‌ی پنجه‌زنی، عمدتاً بعد از ظاهر شدن سنبله‌ها در مزرعه قابل مشاهده است. برای اندازه‌گیری مقدار این بیماری‌ها، تنها از درصد وقوع بیماری در

بوته‌ها کافی می‌باشد. البته برای ارزیابی دقیق‌تر این بیماری‌ها، می‌توان از مقیاس‌های تعیین شدت نیز استفاده نمود (Asher and Shipton, 1981).

6- فرم‌های یادداشت‌برداری

در پایان این دستورالعمل، فرم‌های مورد نیاز برای یادداشت‌برداری صفات مزرعه‌ای و شرایط کلی آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز آن و فرم‌های اختصاصی مورد نیاز برای یادداشت‌برداری از وضعیت بیماری‌های گندم در مزارع یا کرت‌های آزمایشی ارائه شده است.

1-6- شناسنامه‌ی مزرعه

این فرم جهت ثبت اطلاعات کلی مزرعه طراحی شده است و معمولاً قبل از شروع یادداشت‌برداری بیماری‌ها و یا در اولین یادداشت‌برداری بایستی تکمیل شود. از اطلاعات پیش‌بینی‌شده در این فرم می‌توان برای اهداف مدل‌سازی و پیش‌آگاهی استفاده نمود، بدین صورت که با استفاده از روش‌های آماری می‌توان ارتباط آماری میان مقدار بیماری ثبت‌شده در فرم‌های بعدی را با صفات و متغیرهای این فرم مشخص نمود. مهم‌ترین اطلاعاتی که در این فرم بایستی ثبت گردد عبارت است از: موقعیت جغرافیایی مزرعه، رقم یا لاین گندم کاشته شده، تاریخ و روش کاشت، نهاده‌های مورد استفاده در زمان کاشت و داشت، تغذیه، آفت‌کش‌های مورد استفاده، نقشه (کروکی) مزرعه و

2-6- فرم پایش مزرعه

استفاده از این فرم برای یادداشت‌برداری از مقدار آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز مختلف در مزرعه، ثبت مشاهدات مزرعه‌ای را تسهیل و استاندارد می‌کند. بعد از یادداشت‌برداری، داده‌های پایش باید در نرم‌افزارهایی نظیر Microsoft Excel وارد و ثبت گردد. برخی از اطلاعاتی که باید در این فرم‌ها ثبت شود عبارت است از: کد مزرعه (که در واقع برای اتصال این فرم به شناسنامه مزرعه در نظر گرفته می‌شود تا از ثبت اطلاعات تکراری درباره مشخصات مزرعه جلوگیری شود)، تاریخ یادداشت‌برداری، مرحله‌ی رشدی و شرایط رشد گیاه، تاریخ‌های مراحل اصلی رشد، شرایط آب و هوایی و

این فرم به‌صورت عمومی تهیه شده است که در آن اطلاعات آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز به‌طور مجمل و کلی ثبت می‌شود. این فرم در بازدیدهای عمومی مزارع با هدف دیده‌بانی و پایش مزارع یک منطقه قابل استفاده است.

3-6- فرم یادداشت‌برداری بیماری‌های گندم

فرم یادداشت‌برداری بیماری‌های گندم که در آن اطلاعات مربوط به نوع و مقدار بیماری‌های مهم گندم موجود در مزرعه (کرت یا کادر) به‌صورت دقیق و با استفاده از مقیاس‌های گنجانده‌شده در این راهنما، ثبت می‌گردد. از این فرم برای یادداشت‌برداری از وضعیت بیماری‌ها در کرت‌های

آزمایشی در ایستگاه‌ها و مزارع تحقیقاتی با هدف ارزیابی واکنش ارقام (یا ژنوتیپ‌ها) و ارزیابی عملکرد قارچ‌کش‌ها در کنترل بیماری‌ها می‌توان استفاده نمود.

این فرم به دو صورت مختلف تهیه شده است. در فرم 3، مقدار بیماری‌های مختلف گندم در کرت‌ها (یا کادرها) به صورت کلی ثبت می‌شود و در آن مقدار بیماری‌ها در بوته‌ها یادداشت نمی‌شود؛ بنابراین دقت داده‌های برداشت‌شده پایین است و برای پایش کلی بیماری‌های گندم در بازدیدهای منطقه‌ای و کرت‌های آزمایشی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در فرم 4، مقدار بیماری‌ها به صورت دقیق و به تفکیک بوته‌ها یادداشت می‌شود. به علت دقت بالای این یادداشت‌برداری (و نیاز به تجربه و علم کافی)، از آن در ایستگاه‌های تحقیقاتی و ثبت داده‌های پروژه‌ها و طرح‌های آزمایشی استفاده می‌شود.

فهرست منابع

- آقاچانی، م.ع. 1388. راهنمای ظهور بیماری‌ها در مراحل رشد گندم. پوستر ترویجی. مدیریت ترویج سازمان جهاد کشاورزی گلستان.
- آقاچانی، م.ع. 1392. راهنمای شناسایی و مدیریت بیماری‌های گندم در استان گلستان. انتشارات نوروژی گرگان. 124 ص.
- ذاکری، ع، خیری، ع، دستفال، م، افشاری، ف، رجایی، س، نیکزاد، ا.ر. و یاسایی، م. 1393. راهنمای تعیین درجه‌ی آلودگی گندم و جو به

بیماری‌های مهم. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس و سازمان جهاد کشاورزی استان فارس. 48 ص.

کازمی، ه، اصلاحی، م. ر.، نصراللهی، م. و صفایی، د. 1387. بررسی پراکنش و اهمیت بیماری سیاهک برگگی گندم در استان‌های مختلف کشور. گزارش پژوهشی نهایی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، 25 صفحه.

مین‌باشی معینی، م.، ابطالی، ی.، اسفندیاری، ح.، ادیم، ح.، برجسته، ع. ر.، پورآذر، ر.، جاهدی، آ.، جعفرزاده، ن.، جمالی، م. ر.، حسینی، س. م.، سارانی، م.، صریحی، س.، صلاحی اردکانی، ع.، طباطبایی، ر.، قاسمی، م. ت.، لک، م. ر.، موسوی، س. ک.، ماکنالی، آ.، سعیدی نائینی، ف.، میروکیلی، س. م.، ناظر کاخکی، س. ح.، نریمان، و.، نوروز زاده، ش.، ویسی، م.، و یونس‌آبادی، م. 1391. تهیه نقشه پراکنش علف‌های هرز مزارع گندم آبی کشور با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS). نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی) 95: 22-31.

- Arif, M., Rafiq, M., Shahjahan, M., Bokhari, A., and Irshad, M. 2013. Response of some commercial cultivars and advanced lines of wheat against karnal bunt of wheat and its management through chemicals. *International Journal of Plant Research* 3: 47-51.
- Asher, M. J. C., and Shipton, P. J. 1981. *Biology and Control of take-all*. Academic Press, London.
- Aujla, S. S., Sharma, I., and Singh, B. B. 1989. Rating scale for identifying of wheat varieties resistant to *Neovossia indica*. *Indian Phytopathology* 42: 161-162.
- Bekele, G. T., Wilcoxson, R. O., Suganda, T., Busch, R. R. and Warnes, D. D. 1994. Estimating the reactions of spring wheat cultivars to *Fusarium* head blight by different methods. *Int. J. Trop. Plant Disease* 12: 89-100.
- CIMMYT. 1986. Rust scoring guide. CIMMYT.

- Eyal, Z., Scharen, A. L., Prescott, J. M., and Ginkel, M. V. 1987. The Septoria disease of wheat: concepts and methods of disease management. CIMMYT, Mexico, D.F.
- Goel, R.K., and Jhooty, J.S. 1984. Screening of wheat germplasm for resistance to flag smut. *Indian Journal of Agriculture* 54: 739-741.
- Ireta, M. J., and Gilchrist, S. 1994. Fusarium head scab of wheat (*Fusarium graminearum* Schwabe). CIMMYT, Mexico, D.F.
- James, W.C. 1971. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. *Canadian Plant Disease Survey* 51:39-65.
- Mamluk, O. F., and Van Slageren, M. W. 1993. Resistance to common bunt, yellow rust, leaf rust and Septoria tritici blotch in wild emmer wheat. *Phytopathology Mediterranean* 34: 14-19.
- Mathur, A. K., and Bhatnagar, G. C. 1992. Sources of resistance in barley against stripe disease caused by *Helminthosporium graminea*. *Indian Phytopathology* 45: 115-116.
- Peterson, R. F., Campbell, A. B. and Hannah, A. E. 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stems of cereals. *Canadian Journal of Research* 26: 496-500.
- Roelfs, A. P., Singh, R. P. Saari, E. E. 1992. Rust diseases of wheat: concepts and methods of disease management. CIMMYT, Mexico. 65 p.
- Saari, E. E., and Prescott, J. M. 1975. A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. *Plant Disease* 59:377-380.
- Sharma, R. C., and Duveiller, E. 2007. Advancement toward new spot blotch resistant wheat in south Asia. *Crop Science* 47: 961-968.
- Stack, R. W., and McMullen, M. P. 1995. A visual scale to estimate severity of Fusarium head blight in wheat. No. Dak. St. Univ. Ext. zie. 1992. Prevalence, distribution, and importance of Fusarium Bull. PP-1095.

- Stubbs, R. W., Prescott, J. M., Sarri, E. E. and Dubin, H. J. 1986. Cereal Diseases Methodology Manual. CIMMYT, Mexico. 60 p.
- Zadoks, J. C., Chang, T. T., and Konzak, C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14:415-421.



**Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education & Extension Organization
Iranian Research Institute of Plant Protection**

**Guide for Monitoring, Scouting and
Evaluation of Important Diseases of
Wheat and Barley in the Field and
Greenhouse**

**Mohammad Ali Aghajani¹, Mohammad Razavi²,
Mohammad Ali Dehghan³, Homayoon Kazemi²,
Hojatollah Rabbani Nasab¹ and Sha'ban Kia³**

**1. Department of Plant Protection Research,
Agricultural and Natural Research and Education
of Golestan Province, Gorgan**

**2. Iranian Research Institute of Plant Protection,
Tehran**

**3. Department of Agronomy and Horticulture
Research, Agricultural and Natural Research and
Education of Golestan Province, Gorgan**

2016