University of Guilan
Faculty of Agricultural Sciences

Cereal Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2023 (383-397)
doi: 10.22124/CR.2023.24375.1763
pISSN: 2252-0163 eISSN: 2538-6115

RESEARCH PAPER OPEN ACCESS

Monitoring important wheat diseases (A case study: Golestan province)

Mohammad Ali Aghajani[1*], Mahsa Sanaei[2] and Mahdi Aghajani[3]

1. Research Associate Professor, Department of Plant Protection Research, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran (*Corresponding author: maaghajanina@yahoo.com)
2. M.Sc., Plant Protection Management, Agriculture-Jahad Organization of Golestan Province, Gorgan, Iran
3. B.Sc., Department of Plant Protection, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran

Comprehensive abstract

Introduction

Field monitoring is the basis of many information, actions and researches in agriculture. As long as there is no real information and data from fields and orchards, many of the initial steps in research and implementation will be incomplete and inconclusive. Today, continuous monitoring, as the foundation of sustainable production of healthy food, is on the agenda of international organizations and institutions, and global threats are being monitored through remote sensing systems and ground monitoring in high-risk areas. Of the three main components of monitoring (i.e. environment, plant and damaging factors), climate and host plant variables can be monitored using remote sensing systems, but accurate and reliable monitoring of variables related to damaging factors (especially pests, diseases and weeds), even in developed countries, is done based on field monitoring (or in some cases a combination of both methods). The purpose of this research was to present a real picture of the state of wheat fields in Golestan province in terms of plant protection characteristics.

Materials and methods

To determine the status of infection of wheat fields in Golestan province with important diseases, a team consisting of plant protection experts of the province was formed and wheat fields in 14 counties of the province were surveyed in the crop year 2017-2018. At each survey, a monitoring form was completed containing field information, crop specifications, and the amount of pests and disease of the field. After the finalization of the data obtained from monitoring and the elimination of their problems, the statistical and geostatistical analyses of the data were done and the geographic information system (GIS)-based maps were prepared.

Research findings

After five months of project implementation, 238 wheat monitoring forms were received by the center. The total area of monitored wheat fields was 773 (with an average of 4.3) hectares and 31015 kg of seeds (with an average of 190.3 kg per hectare) were planted in these fields. Of the 18 cultivars of wheat planted, 20% of the fields were allocated to Marwarid and Ehsan varieties. In terms of planting date, eight two-week groups were defined, where 39% of fields were planted in the first half of December. Eight types of autumn crops and 8 types of spring crops were grown in rotation with wheat in the fields, and wheat (77%) and fallow (39%) were ranked first. The average final severity of powdery mildew, Septoria leaf blotch and tan spot was 5.3, 3.5 and 15%, respectively. The average percentage of occurrence and severity of Fusarium head blight was 1.1 and 1.2 out of 3, respectively, and the average severity of stripe rust disease was 0.6 out of 2. The percentage of field infection with powdery mildew, Septoria leaf blotch, tan spot and stripe rust was 60, 38, 77 and 50, respectively.

Conclusion

The highest disease intensity for three diseases of powdery mildew, Septoria leaf blotch and tan spot was recorded in Ramian and Turkmen counties, and the highest intensity of stripe rust was observed in Kordkuy county. The maps drawn in this research were different from the maps drawn before by the researchers of the Agricultural Research Center and plant conservation experts for Golestan province, and the changes made after six years were evident in the case of some diseases. The findings of this research showed that disease monitoring should be done as a continuous program to determine the gradual changes in the distribution of diseases and high-risk areas in the the studied region, and the effect of climate change and other factors on these maps can be tracked and analyzed.

Keywords: Powdery mildew, Septoria leaf blotch, Stripe rust, Tan spot

Received: July 27, 2022 Accepted: December 17, 2022

Cite this article:

Aghajani, M.A., Sanaei, M. and Aghajani, M. 2023. Monitoring of important wheat diseases (A case study: Golestan province). *Cereal Research*, 12(4), pp. 383-397.

تحقیقات غلات
دوره دوازدهم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۱ (۳۹۷-۳۸۳)
doi: 10.22124/CR.2023.24375.1763
مقاله پژوهشی
دسترسی آزاد

پایش بیماری‌های مهم گندم (مطالعه موردی: استان گلستان)

محمدعلی آقاجانی[1*]، مهسا صناعی[2] و مهدی آقاجانی[3]

۱- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران (* نویسنده مسئول: maaghajanina@yahoo.com)
۲- کارشناس ارشد بیماری شناسی گیاهی، مدیریت حفظ نباتات، سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان، گرگان، ایران
۳- کارشناس گیاه‌پزشکی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

چکیده جامع

مقدمه: پایش مزارع، زیربنای بسیاری از اطلاعات، اقدامات و تحقیقات در کشاورزی است. تا زمانی که اطلاعات و داده‌های واقعی از مزارع و باغات وجود نداشته باشد، بسیاری از گام‌های اولیه در تحقیق و اجرا ناقص و بی‌نتیجه خواهد بود. امروزه پایش پیوسته و مداوم، به‌عنوان شالوده تولید پایدار غذای سالم، در دستور کار نهادها و موسسات بین‌المللی قرار گرفته است و تهدیدهای جهانی از طریق سیستم‌های سنجش از دور و پایش‌های زمینی در نقاط پرخطر، در حال پایش هستند. از سه جزء اصلی پایش، یعنی هوا، گیاه و عوامل خسارت‌زا، متغیرهای آب و هوایی و متغیرهای مربوط به گیاه میزبان با استفاده از سیستم‌های سنجش از دور قابل پایش هستند، اما پایش دقیق و قابل اعتماد متغیرهای مربوط به عوامل خسارت‌زا (به‌ویژه آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز)، حتی در کشورهای پیشرفته نیز بر اساس پایش‌های میدانی (یا در برخی موارد به‌صورت تلفیقی) انجام می‌شود. هنوز هم پایش بیمارگرها و آفات گیاهی مهم، بر اساس پایش‌های میدانی هدف از اجرای این تحقیق، ارایه یک تصویر واقعی از وضعیت مزارع گندم استان گلستان از لحاظ ویژگی‌های زراعی و گیاه‌پزشکی بود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور تعیین وضعیت آلودگی مزارع گندم استان گلستان به بیماری‌های مهم، تیمی متشکل از کارشناسان گیاه‌پزشکی استان تشکیل شد و مزارع گندم در ۱۴ شهرستان استان در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ مورد بازدید قرار گرفت. در هر بازدید، یک فرم پایش حاوی اطلاعات مزرعه، مشخصات محصول زراعی و میزان آفات و بیماری‌های مزرعه تکمیل شد. پس از نهایی شدن داده‌های حاصل از پایش و رفع ایرادهای آنها، تجزیه و تحلیل آماری و زمین آماری داده‌های به‌دست آمده انجام و نقشه‌های مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) تهیه شد.

یافته‌های تحقیق: بعد از پنج ماه اجرای طرح، ۲۳۸ فرم پایش گندم توسط مرکز دریافت شد. جمع مساحت مزارع گندم پایش‌شده ۷۷۳ (با میانگین ۴/۳) هکتار و میزان بذر کشت شده در این مزارع، ۳۱۰۱۵ کیلوگرم (با میانگین ۱۹۰/۳ کیلوگرم در هکتار) بود. از ۱۸ رقم گندم کاشته‌شده، ۲۰ درصد مزارع به رقم‌های مروارید و احسان اختصاص یافته بود. از لحاظ تاریخ کاشت، هشت گروه دوهفته‌ای تعریف شد که ۳۹ درصد مزارع در نیمه اول آذرماه کاشته شده بود. هشت نوع محصول پاییزه و ۸ نوع سامانه بهاره در تناوب با گندم در مزارع کشت شده بود که به‌ترتیب، گندم (۷۷ درصد) و آیش (۳۹ درصد) رتبه اول را به‌خود اختصاص داده بودند. میانگین شدت نهایی بیماری‌های سفیدک پودری، سپتوریوز و لکه خرمایی به‌ترتیب ۵/۳، ۳/۵ و

۱۵ درصد بود. میانگین وقوع و شدت بادزدگی فوزاریومی سنبله به‌ترتیب ۱/۱ و ۱/۲ از ۳ و میانگین شدت بیماری زنگ زرد ۰/۶ از ۲ بود. درصد آلودگی مزراع به بیماری‌های سفیدک پودری، سپتوریوز، لکه خرمایی و زنگ زرد نیز به‌ترتیب ۶۰، ۳۸، ۷۷ و ۵۰ درصد بود.

نتیجه‌گیری: بیش‌ترین شدت بیماری برای سه بیماری سفیدک پودری، سپتوریوز و لکه خرمایی در شهرستان‌های رامیان و ترکمن و بیش‌ترین شدت بیماری زنگ زرد در شهرستان کردکوی مشاهده شد. نقشه‌های ترسیم‌شده در این تحقیق با نقشه‌هایی که پیش از این، توسط محققان مرکز تحقیقات کشاورزی و کارشناسان حفظ نباتات برای استان گلستان ترسیم شده بود، تفاوت داشت و تغییرات ایجادشده بعد از شش سال، در مورد برخی بیماری‌ها مشهود بود. یافته‌های این تحقیق نشان داد که پایش بیماری‌ها باید به‌صورت یک برنامه مستمر انجام شود تا تغییرات تدریجی پراکنش بیماری‌ها و نقاط پرخطر منطقه مورد مطالعه مشخص شود و تاثیر تغییر اقلیم و سایر عوامل موثر بر این نقشه‌ها قابل ردیابی و تحلیل باشد.

واژه‌های کلیدی: زنگ زرد، سپتوریوز برگ، سفیدک پودری، لکه خرمایی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۶

نحوه استناد به این مقاله:

آقاجانی، محمدعلی، صناعی، مهسا و آقاجانی، مهدی. ۱۴۰۱. پایش بیماری‌های مهم گندم (مطالعه موردی: استان گلستان). *تحقیقات غلات*، ۱۲(۴): ۳۹۷-۳۸۳.

مقدمه

پایش مزارع، زیربنای بسیاری از اطلاعات، اقدامات و تحقیقات در کشاورزی است. تا زمانی که اطلاعات و داده‌های واقعی از مزارع و باغات وجود نداشته باشد، بسیاری از گام‌های اولیه در تحقیق و اجرا بی‌نتیجه و ناقص خواهد بود. امروزه پایش پیوسته و مداوم، به‌عنوان شالوده تولید پایدار غذای سالم، در دستور کار نهادها و موسسات بین‌المللی قرار گرفته است و تهدیدهای جهانی از طریق سیستم‌های سنجش از دور و پایش‌های زمینی در نقاط پرخطر، در حال پایش است. از سه جزء اصلی پایش، یعنی محیط، گیاه و عوامل خسارت‌زا، متغیرهای آب و هوایی به‌طور کامل با استفاده از سیستم‌های سنجش از دور قابل پایش هستند (Fritz *et al*., 2019). متغیرهای مربوط به گیاه میزبان (محصول) نظیر سطح سبز، تراکم، مراحل فنولوژیک و ارتفاع نیز تا حدود زیادی در کشورهای پیشرفته از این طریق پایش می‌شود، اما پایش متغیرهای مربوط به عوامل خسارت‌زا (به‌ویژه آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز)، حتی در کشورهای پیشرفته نیز مبتنی بر پایش‌های زمینی است. هنوز هم پایش دقیق و قابل اعتماد بیمارگرها و آفات گیاهی مهم، بر اساس پایش‌های میدانی (یا در برخی موارد به‌صورت تلفیقی از دو روش) صورت می‌پذیرد (Hodson *et al*., 2009).

پایش و رصد اپیدمی بیماری‌های گیاهی شامل چهار بخش است: میزبان، بیمارگر، محیط زیست و بیماری. پایش گیاه میزبان شامل پایش مراحل رشد (فنولوژیکی)، اندازه‌گیری سرعت رشد گیاه و اندام‌های گیاهی است. پایش بیمارگر بسته به نوع بیمارگر (قارچ، باکتری، ویروس و ...) متفاوت است و به‌عنوان مثال شامل اندازه‌گیری جمعیت اسپورهای موجود در هوای مزرعه، تعداد سختینه‌های قارچ‌های خاکزی یا گال‌های نماتد در خاک و غلظت ویروس در عصاره گیاهان می‌باشد. انواع روش‌های زیست‌سنجی برای اندازه‌گیری جمعیت بیمارگرها مورد استفاده قرار می‌گیرد. پایش محیط زیست (هوا یا خاک) شامل اندازه‌گیری شرایط محیطی نظیر دما، رطوبت نسبی، بارش (حجم و تعداد روزهای بارانی)، سرعت و جهت وزش باد، تبخیر و تعرق، تابش و ساعت آفتابی و ... است که به وسیله ایستگاه‌های هواشناسی و دیتالاگرها صورت می‌پذیرد. پایش بیماری به صورت اندازه‌گیری درصد وقوع (DI; Disease Incidence) و شدت بیماری (DS; Disease Severity) (با استفاده از مقیاس‌های استاندارد) و در فواصل زمانی منظم طی فصل رشد گیاه زراعی انجام می‌شود (Campbel and Madden, 1990).

با رشد و توسعه فناوری‌های نوین، نظیر عکس‌های ماهواره‌ای و سنجش از دور، سیستم‌های ملی، منطقه‌ای و جهانی پایش کشاورزی به دنیا معرفی شده‌اند که خدمات بسیار ارزشمندی را به بشر ارایه می‌کنند. استفاده از سنجش از دور برای پایش فعالیت‌های کشاورزی به‌صورت روزافزون در حال رشد است. مهم‌ترین کاربردهای سنجش از دور در کشاورزی شامل تخمین زیست‌توده و عملکرد، پایش رویش و تنش خشکی، سنجش نمو فنولوژیکی محصول، تخمین مساحت مزرعه و سطح سبز و ترسیم نقشه‌های تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی است (Atzberger, 2013). فریتز و همکاران (Fritz *et al*., 2019) با معرفی هشت سیستم معروف پایش کشاورزی جهانی، نظیر GIEWS، FEWS NET، MCYFS و USDA-FAS، به مقایسه آن‌ها بر اساس متغیرهای ورودی، مدل و متغیرهای خروجی پرداختند و در پایان خلاءهای موجود در این سیستم‌ها را ارایه کردند.

یکی از نخستین سیستم‌های مدیریت تلفیقی آفات و بیماری‌های گندم که بر اساس پایش مزرعه توسط کشاورز کار می‌کرد، سیستم EPIPRE بود که از سال ۱۹۷۷ در هلند شروع به کار کرد و با تلفیق داده‌های حاصل از پایش مزرعه با اطلاعات پایه‌ای مزرعه، داده‌های هواشناسی و مدل‌های پیش‌آگاهی مبتنی بر آستانه زیان اقتصادی، توصیه‌های کاربردی به کشاورزان ارایه می‌کرد (Zadoks, 1981). مشاوره کنترل بیماری‌های گندم (WDCA; Wheat Disease Control Advisory)، سیستم رایانه‌ای حمایت از تصمیم برای کنترل بیماری‌های گندم در فلسطین اشغالی است که بر اساس پایش مزارع کار می‌کرد و توانست افزایش معنی‌دار ۰/۷۸ تن در هکتار را ایجاد کند (Shtienberg *et al*., 1990). مدل IPM گندم که مبتنی بر پایش منطقه‌ای مزارع گندم در کشور آلمان ایجاد شد، بعد از پنج سال اجرا، موجب افزایش ۱۵/۷ درصدی عملکرد نسبت به مزارع شاهد شد، در حالی‌که تعداد سمپاشی‌های انجام شده نسبت به سمپاشی‌های مبتنی بر مراحل رشد کاهش یافت (Verreet *et al*., 2000). در سال ۲۰۱۲، پایش مزارع گندم کشورهای آسیای مرکزی (آذربایجان، قزاقستان، قرقیزستان، تاجیکستان و ازبکستان) توسط دفتر منطقه‌ای فائو در آسیای مرکزی (FAO-SEC) و بر اساس فرم‌هایی

شبیه به سیستم RustTracker انجام شد و وضعیت دقیق آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز مهم مزارع گندم این کشورها را مشخص کرد (FAO-SEC, 2012). همین دفتر با همکاری برنامه بین‌المللی بهبود گندم زمستانه (IWWIP)، CIMMYT و ICARDA، راهنمایی را برای استانداردسازی پایش مزارع گندم و جو منتشر کرده است که می‌تواند برای تمام دنیا مورد استفاده قرار گیرد (Koyshibayev and Muminjanov, 2016).

سیستم پایش جهانی زنگ‌های گندم (Global Rust Tracker)، پروژه‌ای بین‌المللی است که با همکاری موسسه تحقیقات سیمیت و بنیاد کشاورزی نورمن بورلاگ انجام می‌شود. در این سیستم که با الگوبرداری از سیستم پایش ملخ صحرایی فائو ایجاد شد و از سال ۲۰۰۷ مشغول به فعالیت است، تعداد زیادی از کشورهای تولید کننده گندم از نقاط مختلف دنیا عضو هستند و تیم‌های پایش آنها، بر اساس پروتکل‌های مشخصی، اقدام به پایش سه بیماری زنگ زرد، قهوه‌ای و سیاه در مناطق مختلف کشت گندم در هر کشور می‌کنند. نتایج به دفتر مرکز این سیستم ارسال شده، مورد ارزیابی و تحلیل‌های زمین‌آماری قرار می‌گیرد و نتایج به صورت نقشه‌های آنلاین در سایت RustTracker به نمایش در می‌آید (Hodson *et al*., 2009, 2012). ایران از سال ۲۰۱۰ عضو این سیستم شده است و محققان بخش پاتولوژی غلات موسسه تحقیقات زراعی و باغی، تا کنون ۲۲۶۷ پایش را در این سیستم ثبت کرده‌اند که نقشه‌های تولیدشده به تفکیک سال و بیماری در وب سایت یادشده موجود می‌باشد.

در ایران نیز، یکی از معدود مطالعات پایشی، درباره بیماری‌های مهم گندم در کشور و بر اساس الگوی سیستم پایش جهانی زنگ (RustTracker) انجام شده است. رضوی و همکاران (Razavi *et al*., 2017) با انجام یک پایش پنج‌ساله (۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴) در استان‌های تولیدکننده گندم کشور، توانستند نقشه‌های پراکنش بیماری‌های زنگ سیاه، زنگ زرد، زنگ قهوه‌ای، بادزدگی فوزاریومی سنبله، سفیدک پودری و سپتوریوز برگ گندم را بر اساس دو متغیر درصد وقوع و شدت بیماری مشخص و نتیجه را به‌صورت نقشه‌های نمادسازی‌شده ارایه کنند. ضیغمی و همکاران (Zeighami *et al*., 2012) برای تعیین وضعیت بیماری لکه خرمایی گندم در سه منطقه در شرق استان گلستان (ایمر و آق‌آباد در غرب و شمال شهرستان گنبد و شهرستان مینودشت)، در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹، با انجام بازدیدهای منظم، مقدار بیماری را به‌صورت دو متغیر درصد وقوع و شدت متوسط به‌صورت هفتگی یادداشت‌برداری کردند. نتایج نشان داد که منطقه ایمر با درصد وقوع ۱۰۰ درصد و شدت متوسط ۳۲/۳ درصد بیش‌ترین مقدار بیماری را به خود اختصاص داد.

هدف از اجرای این تحقیق، ارایه یک تصویر واقعی از وضعیت مزارع گندم استان گلستان از لحاظ ویژگی‌های زراعی و گیاه‌پزشکی بود. این اطلاعات واقعی و به‌روز، می‌تواند مبنایی برای تصمیم سازی‌های مدیران استانی و کشوری و تبیین راهبردهای مدیریت عوامل خسارت‌زای گیاهی باشد.

مواد و روش‌ها

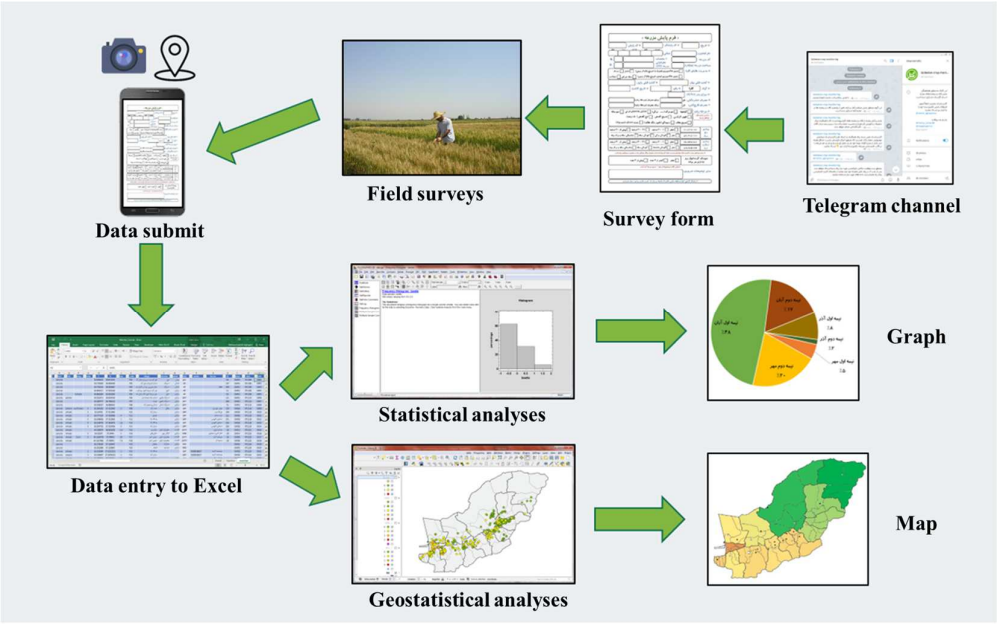
پیشنهاد این طرح در کمیته پایش و پیش‌آگاهی گیاهان زراعی و باغی استان گلستان ارایه شد و پس از تصویب کلیات آن، با حمایت و پشتیبانی مادی و معنوی محققان بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان و کارشناسان و واحدهای مختلف معاونت بهبود تولیدات گیاهی سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان به اجرا در آمد. مراحل مختلف کار در طرح پایش مزارع گندم استان گلستان در شکل ۱ ارایه شده است.

تشکیل تیم پایشگران

نخستین رکن یک برنامه پایش، کارشناسان هستند که مجری پایش مزارع می‌باشند. برای انجام این طرح، تعداد زیادی از کارشناسان رشته‌های مختلف کشاورزی شاغل در دستگاه‌های دولتی و غیر دولتی نظیر کارشناسان پهنه، کارشناسان مسئول حفظ نباتات شهرستان‌ها، کلینیک‌های گیاه‌پزشکی و شرکت‌های خصوصی به صورت داوطلبانه مشارکت کردند. برای مدیریت بهتر گروه پایش، ایجاد هماهنگی و اطلاع‌رسانی سریع و بدون واسطه، و با در نظر گرفتن امکانات موجود، یک گروه تلگرامی با عنوان «Golestan Crop Monitoring» ایجاد شد.

طراحی فرم پایش

جهت ایجاد هماهنگی در پایش‌ها و وحدت رویه در یادداشت‌برداری و ثبت اطلاعات مورد نیاز، فرم‌های پایش برای هر مورد (محصول زراعی) طراحی شد. هر کدام از این فرم‌ها شامل سه بخش مشخصات مزرعه، مشخصات گیاه زراعی و وضعیت آفات و بیماری‌های مزرعه بود.



شکل ۱- مراحل مختلف کار پایش مزارع گندم استان گلستان
Figure 1. Steps of wheat field monitoring in Golestan province

در بخش اول (مشخصات مزرعه)، داده‌هایی نظیر اطلاعات کشاورز، نشانی و موقعیت جغرافیایی مزرعه، سابقه کشت، نحوه خاک‌ورزی و ...، در بخش دوم (مشخصات گیاه زراعی)، داده‌هایی از قبیل رقم، تاریخ کاشت، مرحله رشد و ....، و در بخش سوم (وضعیت آفات و بیماری‌ها) نیز بسته به نوع گیاه زراعی، درصد وقوع و شدت آفات و بیماری‌های مهم آن محصول، ثبت شد. با توجه به اطلاعات قبلی (Aghajani, 2013) و اطلاعات حاصل از کمیته فنی بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، بیماری‌های سفیدک پودری (ناشی از *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*)، سپتوریوز برگ (ناشی از *Zymoseptoria tritici*)، لکه خرمایی (ناشی از *Pyrenophora tritici-repentis*)، زنگ زرد (ناشی از *Puccinia striiformis*)، بادزدگی فوزاریومی سنبله (ناشی از *Fusarium graminearum*) و کپک برفی صورتی یا سوختگی فوزاریومی برگ (ناشی از *Microdochium nivale*) برای پایش گندم در نظر گرفته شدند.

در هر بازدید، یک فرم پایش حاوی اطلاعات مزرعه، گیاه گندم و مقدار بیماری تکمیل شد. برای سهولت و تسریع در امر یادداشت‌برداری، درصد وقوع (درصد بوته‌های بیمار) و شدت بیماری به‌صورت مقیاس‌های چهار طبقه‌ای (از صفر تا سه) در نظر گرفته شد، به این ترتیب که کلاس‌های ۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب برای ۱ تا ۲۰، ۲۱ تا ۴۰ و بیش از ۴۰ درصد بوته‌های بیمار همه بیماری‌ها در نظر گرفته شد. در مورد شدت بیماری‌های برگی گندم، کلاس‌های ۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب برای آلودگی یک‌سوم پایین بوته‌ها، آلودگی تا نصف ارتفاع بوته، و آلودگی برگ پرچم و سنبله در نظر گرفته شد (Razavi *et al*., 2017). برای بیماری FHB نیز کلاس‌های ۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب برای آلودگی ۱ تا ۲۰، ۲۱ تا ۴۰ و بیش از ۴۰ درصد سنبله تعریف شد (CIMMYT, 2019). با تلفیق دو متغیر یادشده، شدت متوسط هر بیماری در مزرعه (به‌صورت درصد) محاسبه شد.

پایش مزارع

جهت آموزش نحوه تکمیل فرم پایش و ایجاد هماهنگی بین پایش‌گران، ضمن تشکیل چند کلاس آموزشی، دو جزوه برای آموزش نحوه کار با نرم‌افزار تعیین موقعیت و روش انجام پایش‌ها، تدوین و در اختیار پایش‌گران قرار گرفت. بعد از برگزاری کلاس‌های آموزشی و پاسخ‌گویی به سوالات پایش‌گران، پایش مزارع گندم از دی‌ماه سال ۱۳۹۷ آغاز شد و تا اواسط اردیبهشت سال ۱۳۹۸ ادامه یافت. هر پایش‌گر در پهنه مشخص شده، مزارعی را به‌طور تصادفی انتخاب و ضمن بازدید و پایش مزرعه، یک فرم پایش برای آن تکمیل و به دبیرخانه گروه پایش ارسال کرد.

جمع‌آوری و تصحیح اطلاعات

فرم‌های ارسالی پایش‌گران توسط کاربری در دبیرخانه پایش دریافت و ذخیره شد. سپس اطلاعات موجود در فرم‌ها در نرم‌افزار Excel وارد شد. قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، رکوردهای تکراری حذف و رکوردهای ناقص نیز با تماس با پایش‌گر مربوطه اصلاح شد. مختصات جغرافیایی مزارعی که اشتباه ثبت شده بود نیز با انتقال داده‌های جغرافیایی به نرم‌افزار Google Earth اصلاح شد.

تجزیه و تحلیل‌های آماری

پس از نهایی شدن داده‌های حاصل از پایش و رفع ایرادهای آنها، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، نظیر تجزیه واریانس (آنووا)، مقایسه میانگین‌ها، تعیین فراوانی‌ها و ... با استفاده از نرم‌افزار Stat Graphics Centurion 17.0.2 انجام شد. نمودارهای مختلف حاصل از این تحلیل‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار یادشده و نرم‌افزار MS Excel 2016 رسم شد.

تجزیه و تحلیل‌های زمین‌آماری

تجزیه و تحلیل‌های زمین‌آماری داده‌های پایش و تهیه نقشه‌های مبتنی بر GIS با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS 9.3.1 انجام شد و نقشه‌های نمادسازی و درون‌یابی‌شده (با روش کریجینگ) با استفاده از این دو برنامه برای تعیین پراکنش صفات مختلف زراعی و گیاه‌پزشکی ترسیم شد.

نتایج و بحث

بعد از پنج ماه اجرای طرح، ۲۳۷ فرم پایش توسط مرکز دریافت شد. از ۱۸ رقم گندم کاشته‌شده در مزارع پایش‌شده، ۲۰/۱ درصد از مزارع متعلق به رقم احسان و رتبه‌های بعدی در اختیار رقم مروارید (۱۹/۷ درصد) و N-91-7 (۷/۱ درصد) بود. بررسی توزیع جغرافیایی ارقام نیز نشان داد که دو رقم مروارید، احسان و N-91-17، تقریباً به‌طور یکنواخت در تمام استان کشت شده‌اند، اما N-91-9 در غرب استان و لاین ۱۷ و کوهدشت بیش‌تر در شرق استان کاشته شده‌اند.

مجموع مساحت مزارع گندم پایش‌شده ۷۷۳ (با میانگین ۴/۳ و دامنه ۰/۵ تا ۴۰) هکتار بود. مساحت ۷۹ درصد از مزارع پایش‌شده ، کم‌تر از ۵ هکتار و مساحت ۱۷ درصد از مزارع بین ۵ تا ۱۰ هکتار بود. این عدد معادل ۰/۲۶ درصد سطح زیر کشت گندم در سال زراعی یادشده (حدود ۳۰۰ هزار هکتار) بود (Ahmadi *et al*., 2019).

میانگین مساحت مزارع گندم پایش‌شده ۴/۳ هکتار بود و بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین مساحت مزارع به‌ترتیب در شهرستان‌های گالیکش (۵/۹ هکتار) و بندر گز (۲/۱ هکتار) ثبت شد.

مجموع بذر کشت شده در این مزارع، ۱۴۷۰۷۴ کیلوگرم (با میانگین ۱۹۰/۳ و دامنه ۱۲۰ تا ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار) بود. میزان بذر مصرفی در بیش از ۴۰ درصد از مزارع، ۱۵۰ تا ۱۸۰ کیلوگرم و در بیش از ۴۵ درصد از مزارع، ۱۸۰ تا ۲۱۰ کیلوگرم بود. میانگین بذر کاشته شده در مزارع گندم پایش‌شده ۱۹۰/۳ کیلوگرم در هکتار بود و بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین میزان بذر به‌ترتیب در شهرستان‌های کلاله (۲۱۲/۵ کیلوگرم) و رامیان (۱۸۰ کیلوگرم) ثبت شد. بر اساس ارقام نیز بیش‌ترین و کم‌ترین میزان بذر کاشته شده به‌ترتیب متعلق به لاین ۱۷ (۲۱۶ کیلوگرم) و نوگال (۱۳۰ کیلوگرم) بود. این در حالی است که در دستورالعمل فنی کاشت و داشت گندم در استان گلستان (Kalateh Arabi *et al*., 2017)، میزان بذر توصیه شده برای ارقام مختلف از ۱۳۰ تا ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار است، یعنی مصرف بذر مصرفی استان، به‌طور متوسط ۴۵ کیلوگرم در هکتار بیش از میزان توصیه شده است. با توجه به این‌که بر اساس آمارنامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی (Ahmadi *et al*., 2019)، سطح زیر کشت گندم در استان گلستان در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ حدود ۳۰۰ هزار هکتار بود، در نتیجه ۱۳/۵ تن بذر بیش از میزان توصیه شده مصرف شده است که در نوع خود قابل توجه است.

از لحاظ تاریخ کاشت، هشت گروه دوهفته‌ای از نیمه اول مهرماه تا نیمه دوم دی‌ماه تعریف شد که ۲۵/۲ درصد مزارع در نیمه اول آذرماه، ۱۵/۱ درصد مزارع در نیمه دوم آذرماه و حدود ۱۴ درصد در نیمه دوم آبان‌ماه کاشته شده بود. تاریخ کاشت توصیه شده در دستورالعمل فنی کاشت و داشت گندم در استان گلستان (Kalateh Arabi *et al*., 2017) برای ارقام مختلف، نیمه اول آذرماه است. بنابراین تنها یک‌چهارم مزارع استان در تاریخ کاشت مناسب کاشته شده‌اند و سایر مزارع زودتر یا دیرتر از تاریخ‌های توصیه شده کاشته شده‌اند که این مورد از عوامل تاثیرگذار بر عملکرد گندم است. توزیع جغرافیایی تاریخ کاشت گندم در مزارع پایش‌شده، الگوی مشخصی را نشان نداد، اما بیش‌تر مزارع دیرکاشت در غرب استان گلستان (به‌ویژه شهرستان ترکمن) واقع شده‌اند.

بررسی نوع محصول کاشته شده در پاییز و بهار قبل، نشان داد که هشت نوع محصول پاییزه و هشت نوع محصول بهاره در تناوب با گندم در مزارع کاشته شده بودند که گندم (۷۷ درصد)، آیش (۳۹ درصد) و سویا (۳۷ درصد) به‌ترتیب رتبه‌های برتر را به‌خود اختصاص دادند. توزیع جغرافیایی محصول پاییزه قبلی نشان داد که گندم به‌طور یکنواخت در فصل قبلی کاشته شده بود، به‌عبارت دیگر تناوب گندم-گندم (که از جهات مختلفی نامناسب است)، به‌طور یکنواخت در تمام استان اجرا می‌شود. تناوب کلزا-گندم نیز (به‌عنوان یک تناوب مناسب)، بیش‌تر در شرق و غرب استان دیده می‌شود و در نواحی شمالی و مرکزی استان، کم‌تر مشاهده می‌شود. توزیع جغرافیایی محصول بهاره قبلی نشان داد که سویا در نواحی مرکزی و غربی، آیش در نواحی شمال غربی و شمالی، و پنبه در نواحی غربی استان بیش‌تر کشت شده بود. این آمار نشان می‌دهد که احتمالاً تناوب نامناسب، یکی از عوامل اصلی وقوع و شدت برخی از بیماری‌های گندم، نظیر لکه خرمایی و سفیدک پودری است (Aghajani, 2013).

بررسی فرم‌های پایش برای بیماری‌های گندم نشان داد که درصد آلودگی مزارع گندم پایش‌شده به سفیدک پودری، سپتوریوز برگ، لکه خرمایی و زنگ زرد به‌ترتیب برابر با ۵۲/۹، ۳۳/۶، ۶۸/۹ و ۵۰ درصد بود. بر اساس تفکیک شهرستانی، بالاترین و پایین‌ترین درصد آلودگی مزارع به سفیدک پودری به‌ترتیب در شهرستان رامیان (۱۰۰ درصد)، و گنبد و گمیشان (صفر درصد) مشاهده شد (جدول ۱). این نتیجه موید اطلاعات قبلی است که نشان می‌دهد شدت بیماری در اراضی گرم و خشک شمال استان، بسیار پایین است و فقط در نوار جنوبی به‌عنوان یک مشکل مطرح است (Aghajani, 2013).

بیش‌ترین و کم‌ترین درصد آلودگی مزارع به سپتوریوز برگ به‌ترتیب در شهرستان گمیشان (۱۰۰ درصد)، و کردکوی و رامیان (صفر درصد) مشاهده شد (جدول ۱). دو عامل کلیدی در توسعه بیماری سپتوریوز برگ، وجود بقایای آلوده در سطح خاک و میزان بارندگی طی فصل رشد است (Aghajani, 2013) که در مناطق مختلف استان قابل تحقیق می‌باشد.

بالاترین و پایین‌ترین درصد آلودگی مزارع به لکه خرمایی به‌ترتیب در شهرستان رامیان و گمیشان (۱۰۰ درصد) و بندر گز (۲۰ درصد) ثبت شد (جدول ۱). عامل کلیدی در پیشرفت این بیماری، وجود بقایای آلوده در سطح خاک به‌ویژه کشاورزی حفاظتی است که به‌طور پراکنده در نقاط مختلف استان اجرا می‌شود (Aghajani, 2013). بنابراین نیاز است ارتباط بین بیماری و عامل یادشده بررسی شود.

بیش‌ترین و کم‌ترین درصد آلودگی به زنگ زرد به‌ترتیب در مزارع شهرستان گمیشان (۱۰۰ درصد) و آزادشهر (۳/۶ درصد) مشاهده شد (جدول ۱). در مورد زنگ زرد، عوامل موثر در توسعه بیماری، وسعت کشت ارقام حساس و وجود رطوبت کافی برای جوانه‌زنی اسپورها است (Aghajani, 2013)، که با توجه به این دو عامل، شرایط شهرستان گمیشان برای بیماری مساعد نمی‌باشد. بنابراین اطلاعات مزارع آلوده بایستی مورد بررسی دقیق‌تر قرار گیرد.

جدول ۱- میانگین درصد وقوع بیماری‌های مختلف در مزارع گندم پایش‌شده به تفکیک شهرستان

Table 1. The average incidence of different diseases (percent) in monitored wheat fileds separated by county

County	Powdery mildew	Septoria leaf blotch	Tan spot	Stripe rust
Aliabad	86.7	13.3	40.0	13.3
Azadshahr	39.3	71.4	75.0	3.6
Galikesh	64.1	35.9	87.2	53.8
Bandar Gaz	93.3	6.7	20.0	40.0
Gomishan	0.0	100.0	100.0	100.0
Gonbad	0.0	0.0	75.0	25.0
Gorgan	77.2	40.4	78.9	59.6
Kalaleh	60.0	60.0	100.0	40.0
Kordkuy	20.5	0.0	30.8	97.4
Ramian	100.0	0.0	100.0	50.0
Turkman	18.2	48.5	97.0	36.4
Average	52.9	33.6	68.9	50.0

بر اساس تفکیک رقم، بالاترین و پایین‌ترین درصد آلودگی مزارع به سفیدک پودری به‌ترتیب در رقم گوهردشت، نوگال، پاستور و پیشگام (۱۰۰ درصد) و مهرگان، N-80-19 و سیروان (صفر درصد) مشاهده شد. در مورد بیماری سپتوریوز برگ، بیش‌ترین و کم‌ترین درصد آلودگی مزارع به‌ترتیب در رقم N-80-19، نوگال و پاستور (۱۰۰ درصد) و گوهردشت، مهرگان، N-91-7، پیشگام و سیروان (صفر درصد) مشاهده شد. بالاترین درصد آلودگی مزارع به بیماری لکه خرمایی در رقم‌های کالکتور، گوهردشت، گنبد، کوهدشت، نوگال، N-80-19، مهرگان، پاستور و سیروان (۱۰۰ درصد) و پایین‌ترین آلودگی در رقم N-91-9 (۶۴/۳ درصد) ثبت شد. بیش‌ترین و کم‌ترین درصد آلودگی به زنگ زرد به‌ترتیب در رقم گوهردشت، نوگال و پاستور (۱۰۰ درصد) و مهرگان، N-80-19، N-91-7، N-91-8، پیشگام و سیروان (صفر درصد) مشاهده شد (جدول ۲).

در دستورالعمل فنی کاشت و داشت گندم در استان گلستان (Kalateh Arabi *et al*., 2017)، تنها به واکنش ارقام گندم آبی گنبد، احسان و مروارید و ارقام دیم زاگرس، کوهدشت و لاین آ در برابر بیماری‌های زنگ زرد، زنگ قهوه‌ای، سفیدک پودری، سپتوریوز برگ و فوزاریوم سنبله اشاره شده و عکس‌العمل ارقام در برابر بیماری لکه خرمایی مشخص نشده است. به‌علاوه، واکنش ارقام جدید در برابر بیماری‌های مختلف نیاز به بررسی دقیق و اطلاع‌رسانی دارد که این دو مورد بایستی در دستور کار مراکز پژوهشی قرار گیرد.

جدول ۲- میانگین درصد وقوع بیماری‌های مختلف در مزارع گندم پایش‌شده به تفکیک رقم

Table 2. The average incidence of different diseases (percent) in monitored wheat fileds, separated by cultivar

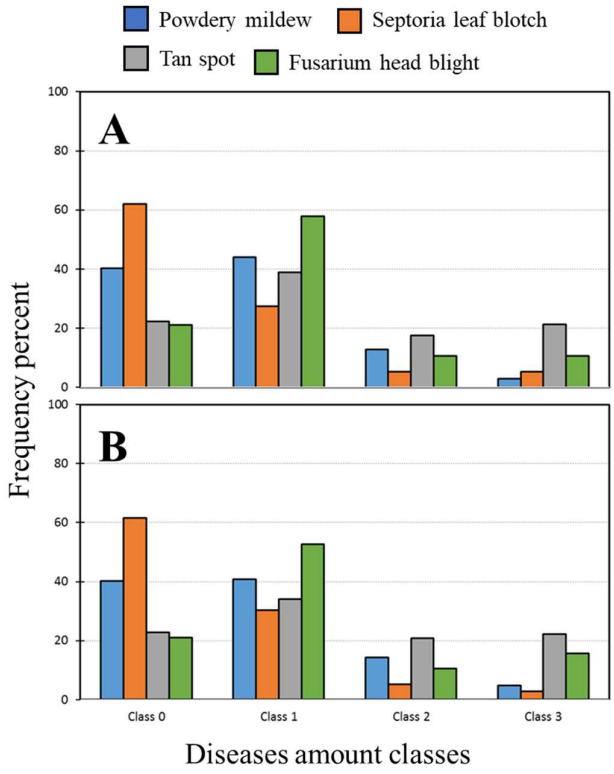
Cultivar	Powdery mildew	Septoria leaf blotch	Tan spot	Stripe rust
Collector	50.0	50.0	100.0	25.0
Ehsan	66.7	41.7	66.7	20.8
Gohardasht	100.0	0.0	100.0	100.0
Gonbad	50.0	50.0	100.0	50.0
Kohdasht	45.5	36.4	100.0	45.5
Line 17	73.3	66.7	86.7	26.7
Mehrgan	0.0	0.0	100.0	0.0
Morvarid	57.4	40.4	87.2	63.8
N-80-19	0.0	100.0	100.0	0.0
N-91-17	70.6	41.2	70.6	41.2
N-91-7	66.7	0.0	66.7	0.0
N-91-8	75.0	75.0	75.0	0.0
N-91-9	71.4	14.3	64.3	71.4
Nogall	100.0	100.0	100.0	100.0
Pastor	100.0	100.0	100.0	100.0
Pishgam	100.0	0.0	0.0	0.0
Qabous	30.8	38.5	92.3	46.2
Sirvan	0.0	0.0	100.0	0.0
Average	60.8	41.4	79.6	41.4

فراوانی میانگین وقوع نهایی چهار بیماری سفیدک پودری، سپتوریوز برگ، لکه خرمایی و فوزاریوم سنبله نشان داد که حدود ۹۰ درصد مزارع در یکی از دو گروه سالم یا ۱۰-۱ درصد آلودگی قرار گرفتند (شکل ۲). بر اساس شدت متوسط نیز نتیجه مشابه وقوع بیماری بود و در مورد سه بیماری برگی، حدود ۹۰ درصد مزارع به صورت آلودگی یک‌سوم پایین بوته‌ها مشاهده شد و درباره فوزاریوم سنبله هم آلودگی کم‌تر از ۱۰ درصد سنبله‌ها ثبت شد (شکل ۲). بررسی دقیق‌تر فراوانی کلاس‌های مختلف شدت بیماری‌های گندم نشان داد که ۴۰ درصد مزارع پایش‌شده، عاری از بیماری سفیدک پودری بودند و درصد مزارع دارای کلاس‌های آلودگی (وقوع و شدت) ۱، ۲ و ۳، به‌ترتیب ۴۴-۴۱، ۱۴-۱۳ و ۵-۳ درصد بود. ۶۲ درصد مزارع گندم پایش‌شده، عاری از بیماری سپتوریوز برگ بودند و درصد مزارع دارای کلاس‌های آلودگی ۱، ۲ و ۳، به‌ترتیب ۳۰-۲۸، ۵ و ۵-۳ درصد بود. در مورد لکه خرمایی، ۲۳-۲۲ درصد مزارع پایش‌شده، فاقد علایم بیماری بودند و مزارع دارای کلاس‌های آلودگی ۱، ۲ و ۳،

به‌ترتیب ۳۹-۳۴، ۱۸-۲۱ و ۲۲-۲۱ درصد بود. در ارتباط با بادزدگی فوزاریومی سنبله، ۲۱ درصد مزارع پایش‌شده بعد از مرحله گلدهی (زمان شروع آلودگی بیماری)، عاری از علایم بیماری بودند و درصد مزارع آلوده (وقوع و شدت) کلاس‌های ۱، ۲ و ۳، به‌ترتیب ۵۸-۵۳، ۱۰ و ۱۶-۱۱ درصد بود. در مورد زنگ زرد، ۵۰ درصد مزارع پایش‌شده فاقد علایم، ۴۲ درصد دارای شدت کلاس ۱ و نیز ۸ درصد دارای شدت کلاس ۲ بودند.

چهار بیماری برگی گندم، یعنی سفیدک پودری، سپتوریوز برگ، لکه خرمایی و زنگ زرد به‌ترتیب در ۶۰، ۳۸، ۷۷ و ۵۰ درصد مزارع پایش‌شده مشاهده شدند و بنابراین، لکه خرمایی و سپتوریوز برگ به‌ترتیب بالاترین و پایین‌ترین شیوع را در سطح مزارع گندم استان داشتند. از طرف دیگر، بیش‌تر مزارع آلوده به لکه خرمایی دارای شدت ۶۰-۵۱ درصد بودند، یعنی شدت بالاتری از سایر بیماری‌های برگی داشت. این نتیجه در سایر تحقیقات انجام شده در استان نیز گزارش شده بود (Aghajani, 2013). نتایج بررسی وضعیت بیماری‌ها در تاریخ‌های کاشت مختلف، ارتباط مشخصی میان این دو متغیر آشکار نکرد (جزییات نتایج ارایه نشده است).

بررسی تاثیر تناوب بر میزان بیماری‌های سفیدک پودری و سپتوریوز نشان داد که کشت گندم در سال قبل نسبت به جو موجب افزایش این دو بیماری و کشت باقلا موجب تشدید بیش‌تر این دو بیماری شد. با توجه به این نکته، تناوب گندم با گیاهان غیر غلات به‌مدت حداقل یک سال، یکی از روش‌های مهم مدیریت بیماری‌ها، به‌ویژه بیماری‌های بقایازاد مطرح می‌شود (Aghajani, 2013). در مورد بیماری‌های لکه خرمایی و زنگ زرد، بالاترین شدت بیماری بعد از کشت جو ثبت شد؛ که با توجه به غیرمیزبان بودن جو برای زنگ زرد گندم و اهمیت بسیار کم بیماری لکه خرمایی در جو (Bockus *et al*., 2010)، این نکته باید مورد بررسی دقیق‌تر قرار گیرد.



شکل ۲- نمودار فراوانی مزارع گندم پایش‌شده بر اساس کلاس‌های درصد وقوع (A) و شدت (B) بیماری‌های مختلف

Figure 2. Frequency charts for surveyed wheat fileds based on the classes of incidence (A) and severity (B) of different diseases

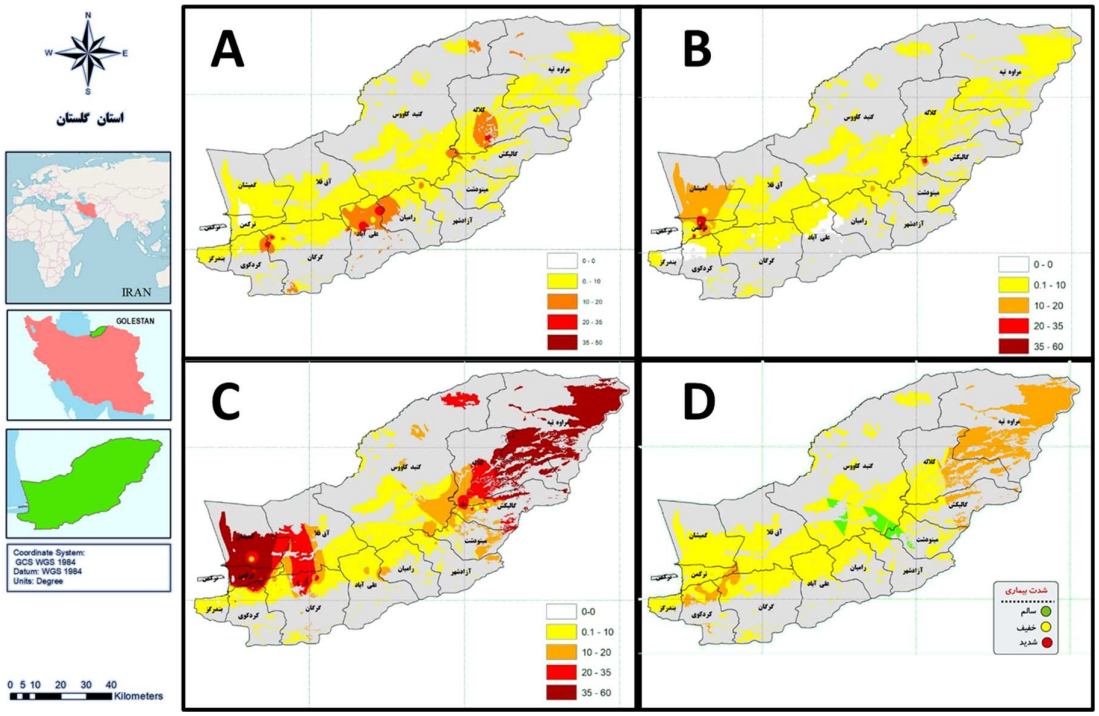
بررسی تاثیر محصول بهاره بر بیماری‌های گندم نشان داد که ارتباط آماری مشخصی میان این دو متغیر وجود ندارد و شاید روش خاک‌ورزی متغیر مهم‌تری در این ارتباط باشد که با توجه به هوازاد بودن زادمایه بیمارگرها، این نتیجه قابل توجیه می‌باشد.

نقشه‌های پراکنش مزارع آلوده به بیماری‌های مختلف نشان دادند که مزارع آلوده به سفیدک پودری، بیش‌تر در نوار جنوبی و غربی استان واقع شده‌اند (شکل ۳-A). نقشه‌های پهنه‌بندی شده پراکنش مزارع آلوده به بیماری سفیدک پودری نیز نشان داد که سه کانون اصلی آلودگی بیماری در سه ناحیه (مرز گرگان و کردکوی، مرز علی‌آباد و رامیان و شهرستان کلاله) واقع شده‌اند.

در نقشه پراکنش بیماری سپتوریوز برگ گندم، دو کانون آلوده در محدوده شهرستان‌های ترکمن و گالیکش مشاهده شد (شکل ۳-B). نقشه‌های پهنه‌بندی شده پراکنش مزارع آلوده به این بیماری نشان داد که لکه اصلی آلودگی بیماری در شهرستان‌های ترکمن و گمیشان و یک لکه کوچک‌تر در شهرستان گالیکش واقع شده‌اند.

مزارع آلوده به بیماری لکه خرمایی، بیش‌تر در نواحی شمالی استان واقع شده‌اند، نقشه‌های پهنه‌بندی‌شده پراکنش مزارع آلوده به بیماری لکه خرمایی نشان داد که یک لکه آلودگی در شهرستان‌های گمیشان و ترکمن و یک لکه دیگر در شرق استان (شهرستان‌های کلاله و مراوه‌تپه) واقع شده‌اند (شکل ۳-C).

در مورد بیماری زنگ زرد، بیش‌ترین آلودگی در شهرستان‌های کردکوی (با شدت ۱/۰۳ از ۲) و گمیشان (با شدت ۱ از ۲) مشاهده شد و آزادشهر، دارای سالم‌ترین مزارع بود (شکل ۳-D). بر اساس نقشه پراکنش بیماری زنگ زرد نیز مزارع آلوده در مناطق مختلف استان پراکنده بودند، اما دو لکه شدید بیماری در محدوده شرق (گالیکش و کلاله) و غرب (غرب گرگان، شمال کردکوی، شرق بندر گز و جنوب ترکمن) مشاهده شد. نقشه پهنه‌بندی شده پراکنش مزارع آلوده به بیماری زنگ زرد نیز نشان داد که لکه اصلی آلودگی بیماری در شرق استان (شهرستان‌های کلاله و مراوه‌تپه) و یک لکه کوچک‌تر در مرز شهرستان‌های گرگان، کردکوی و ترکمن واقع شده‌اند.



شکل ۱- نقشه پهنه‌بندی مزارع گندم استان گلستان بر اساس شدت متوسط (درصد) بیماری سفیدک پودری (A)، سپتوریوز برگ (B)، لکه خرمایی (C) و زنگ زرد (D)

Figure 3. Interpolated map of wheat fileds of Golestan province based on mean severity percent of powdery mildew (A), Septoria leaf blotch (B), tan spot (C) and stripe rust (D)

از آنجایی که پایش مزارع در مراحل انتهایی رشد (شیری و خمیری) به تعداد کافی صورت نپذیرفت، بنابراین آمار ارایه شده برای بیماری‌های آخر فصل (نظیر بادزدگی فوزاریومی سنبله و کپک دوده‌ای) از جامعیت لازم برخوردار نیست. در نقشه پراکنش جغرافیایی بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله، الگوی مشخصی از آلودگی مزارع دیده نشد. نقشه پراکنش جغرافیایی بیماری کپک برفی صورتی نشان داد که تعداد اندکی از مزارع گندم در شهرستان‌های گالیکش، علی‌آباد و کردکوی، آلوده به این بیماری هستند.

بر اساس نتایج فرم‌های پایش، در ۴۴ درصد مزارع گندم (به‌ترتیب معادل ۱۰۵ مزرعه)، قارچ‌کش مورد استفاده قرار گرفته است. سم‌پاشی با قارچ‌کش‌ها در زمان‌های مختلفی (مطابق با مراحل مختلف رشد گیاه) صورت پذیرفت، به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد سم‌پاشی‌های قارچ‌کش (معادل ۲۱ درصد مزارع) در مرحله سنبله انجام شد. کم‌ترین سمپاشی در مزارع شهرستان‌های رامیان، گمیشان، کلاله و علی آباد ثبت شد. تاثیر سمپاشی‌های قارچ‌کش در کنترل بیماری‌های گندم مثبت بوده است، به‌طوری‌که سم‌پاشی با قارچ‌کش‌ها موجب کاهش یک و ۴/۶ درصدی در شدت سفیدک پودری و لکه خرمایی و ۰/۴ و ۰/۱۳ درجه‌ای در شدت زنگ زرد شد. تاثیر زمان سمپاشی با قارچ‌کش در کنترل بیماری‌های برگی گندم (سفیدک پودری، سپتوریوز برگ، لکه خرمایی و زنگ زرد) نشان داد که بهترین کنترل بیماری در سم‌پاشی‌های زودهنگام (مراحل پنجه‌زنی تا نمو ساقه) حاصل شد. توصیه‌های فنی حاصل از منابع معتبر خارجی (Bockus *et al*., 2010) و تحقیقات داخلی (Abedi Tizaki *et al*.,) نیز موید تاثیرگذاری بهتر سم‌پاشی ابتدای فصل بر بیماری‌های زودهنگام اواخر مرحله پنجه‌زنی و ابتدای ساقه‌دهی هستند. علاوه بر این، سم‌پاشی در مرحله گلدهی باعث کاهش شدت بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله نسبت به مرحله قبل از گلدهی (مرحله سنبله‌دهی) شد.

برای بررسی تاثیر انواع قارچ‌کش‌های سم‌پاشی‌شده در مزارع، سه گروه قارچ‌کش‌های ساده (غالباً از گروه تریازول و بنزیمیدازول)، ترکیبی (مخلوط دو قارچ‌کش ساده (معمولاً یک تریازول + یک بنزیمیدازول) و قارچ‌کش‌های جدید (نظیر رکس دو و فالکن) در نظر گرفته شد. با گروه‌بندی سم‌پاشی‌های انجام‌شده، مشخص شد که کاربرد گروه دوم قارچ‌کش‌ها، بیش‌ترین تاثیر را در کاهش شدت بیماری‌های سفیدک پودری، لکه خرمایی و زنگ زرد داشتند، در حالی‌که قارچ‌کش‌های جدید در کنترل بیماری‌های سپتوریوز برگ و فوزاریوم سنبله موثرتر بودند (نتایج ارایه نشده است). این مساله نیز در دستورالعمل‌های منتشرشده برای مدیریت بیماری‌های گندم ارایه شده است (Aghajani, 2013).

نتیجه گیری کلی

تا کنون پایش مزارع کشور به صورت موردی و تنها بر اساس تعداد اندکی از مزارع، در برخی نقاط کشور صورت گرفته است. تحقیق رضوی و همکاران (Razavi *et al*., 2017)، احتمالاً جامع‌ترین پایش اجرا شده در سطح کشور بوده است که تعداد زیادی از استان‌های تولید کننده گندم را از نظر آلودگی به زنگ سیاه گندم مورد بررسی قرار دادند.

نتایج کاربردی به‌دست آمده از این تحقیق نشان داد که اگر پایش مزارع به‌صورت یکی از وظایف جاری و پایه‌ای وزارت جهاد کشاورزی تعیین شود، در درازمدت نتایج بسیار مفیدی به‌دنبال خواهد داشت. یکی از مهم‌ترین نتایج حاصل از پایش دوره‌ای مزارع، مدل‌سازی داده‌های ثبت شده در پایگاه داده و تعیین ارتباط آماری میان متغیرهای مربوط به عوامل خسارت‌زا (و طغیان آنها و نقاط پرخطر در نقشه) با متغیرهای زراعی و آب و هوایی است که به مدل‌های پیش‌آگاهی و تولید نقشه‌های احتمال خطر (Risk map) برای آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز مهم منتهی خواهد شد. ادامه پایش نیز می‌تواند به بهبود توان پیش‌بینی مدل‌ها کمک کند. نتایج این مدل‌ها در بهبود مدیریت محصول از طریق کاهش خسارت ناشی از عوامل خسارت‌زا، کاهش آلودگی زیست‌محیطی با کاربرد بهینه سموم شیمیایی و افزایش درآمد کشاورزان در واحد سطح بروز خواهد کرد و کشاورزی را به سمت دانش‌بنیان شدن پیش خواهد برد (Aghajani, 2021).

در تحقیق رضوی و همکاران (Razavi *et al*., 2017)، علی‌رغم دقت پایین، این نقشه‌ها وضعیت کلی استان‌های کشور را در مقیاس کشوری مشخص کرد، اما به‌دلیل بزرگ‌مقیاس بودن، قابل مقایسه با نقشه‌های حاصل از این تحقیق نیست.

نقشه‌های ترسیم‌شده در این تحقیق با نقشه‌هایی که پیش از این، توسط محققان مرکز تحقیقات کشاورزی و کارشناسان حفظ نباتات برای استان گلستان ترسیم شده بود تفاوت داشت و تغییرات ایجادشده بعد از شش سال، در مورد برخی بیماری‌ها مشهود بود. انجام پایش‌ها به‌صورت یک برنامه مستمر می‌تواند تغییرات تدریجی پراکنش بیماری‌ها و نقاط پرخطر استان را مشخص کند و تاثیر تغییر اقلیم و سایر عوامل موثر بر این نقشه‌ها قابل ردیابی و تحلیل خواهد بود.

تضاد منافع

نویسنده (گان) تایید می‌کنند که این تحقیق در غیاب هر گونه روابط تجاری یا مالی که می‌تواند به‌عنوان تضاد منافع بالقوه تعبیر شود، انجام شده است.

رعایت اخلاق در نشر

نویسنده (گان) اعلام می‌کنند که در نگارش این مقاله به‌طور کامل از اخلاق نشر از جمله سرقت ادبی، سوء رفتار، جعل داده‌ها و یا ارسال و انتشار دوگانه، پیروی کرده‌اند. همچنین این مقاله حاصل یک کار تحقیقاتی اصیل بوده و تا کنون به‌طور کامل به هیچ زبانی و در هیچ نشریه یا همایشی چاپ و منتشر نشده و هیچ اقدامی نیز برای انتشار آن در هیچ نشریه یا همایشی صورت نگرفته و نخواهد گرفت.

اجازه انتشار مقاله

نویسنده (گان) با چاپ این مقاله به صورت دسترسی باز موافقت کرده و کلیه حقوق استفاده از محتوا، جدول‌ها، شکل‌ها، تصویرها و غیره را به ناشر واگذار می‌کنند.

References

Abedi Tizaki, M., Rezapour, K., Aghajani, M.A., Asadi, F. and Salimian, S. 2019. Determination of optimum timing of fungicides application based on growth stages for controlling of wheat tan spot. *Journal of Plant Protection*, 32(4), pp. 481-494. [In Persian]. https://doi.org/10.22067/JPP.V32I4.71983.

Aghajani, M.A. 2013. Identification and Management Guide of Wheat Diseases in Golestan Province. Nourozi Press, Gorgan, Iran. [In Persian]. 124 p.

Aghajani, M.A. 2021. GolPhyto, forecasting model of potato late blight in Gorgan. *Applied Entomology and Phytopathology*, 88 (2), pp. 199-211. [In Persian]. https://doi.org/10.22092/jaep.2020.127287.1299.

Ahmadi, K., Ebadzadeh, H.R., Hatami, F., Abdshah, H., Kazemian, A. 2019. Agricultural Statistics of the Crop Year 2017-2018. Vol. 1: Crop Plants. Ministry of Agriculture-Jahad. 89 p. [In Persian].

Atzberger, C. 2013. Advances in remote sensing of agriculture: Context description, existing operational monitoring systems and major information needs. *Remote Sensing*, 5(2), pp. 949-981. https://doi.org/10.3390/rs5020949.

Bockus, W.W., Bowden, R.L., Hunger, R.M., Morrill, W.L., Murray, T.D. and Smiley, R.W. 2010. Compendium of Wheat Diseases and Pests. 3rd Edition. The American Phytopathological Society. 171 p.

Campbell, C.L., and Madden, L.V. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology.1st Edition. Wiley-Interscience, New York, USA. 532 p.

CIMMYT. 2019. RustTracker.org, A global wheat rust monitoring system. https://rusttracker.cimmyt.org.

FAO-SEC. 2012. Monitoring and surveillance of cereals pests, diseases and weeds. Sub-regional Office of FAO for Central Asia (FAO-SEC). 23 p. https://www.fao.org/3/aq295e/aq295e.pdf.

Fritz, S., See, L., Bayas, J.C.L., Waldner, F., Jacques, D., Becker-Reshef, I., Whitcraft, A., Baruth, B., Bonifacio, R., Crutchfield, J., Rembold, F., Rojas, O., Schucknecht, A., Van der Velde, M., Verdin, J., Wu, B., Yan, N., You, L., Gilliams, S., Mücher, S., Tetrault, R., Moorthy, I. and McCallum, I. 2019. A comparison of global agricultural monitoring systems and current gaps. *Agricultural Systems*, 168, pp. 258-272. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.05.010.

Hodson, D.P., Cressman, K., Nazari, K., Park, R.F. and Yahyaoui, A. 2009. The global cereal rust monitoring system. Proceedings of the Borloug Global Rust Initiative 2009 Technical Workshop. March 17-20, 2009, Cd. Obregon, Sonora, Mexico. pp. 35-46.

Hodson, D.P., Gronbesh-Hansen, J., Lassen, P., Alemayehu, Y., Arista, J., Sonder, K., Kosina, P., Moncada, P., Nazari, K., Pretorius, Z.A., Szabo, L.J., Fetch, T. and Jin, Y. 2012. Tracking the wheat rust pathogens. Proceedings of the Borloug Global Rust Initiative 2012 Technical Workshop. Sept. 1-4, 2012, Beijing, China. pp. 11-22.

Kalateh Arabi, M., Nourinia, A.A., Soughi, H., Dehghan, M.A., Kia, S., Jafarby, J.A., Fallahi, H.A., Ghojegh, H., Sadeghnejad, H.R., Kiani, A.R., Kazemi Talachi, M., Eslami Gomesh Tappeh, K., Aghajani, M.A., Mobasheri, M.T., Bagherani, N., Savarinejad, A.R., Younes Abadi, M., Mohammadi, R. and Gholipour, A. 2017. Technical Instructions for the Planting Stage of Wheat Cultivation in Golestan Province. Technical Manual. Golestan Agricultural and Natural Resources Research Center, Gorgan, Iran. 33 p. [In Persian].

Koyshibayev, M. and Muminjanov, H. 2016. Guidelines for monitoring diseases, pests and weeds in cereal crops. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 28 p.

Razavi, M., Mahdavi Amiri, M., Minbashi, M., Mohammadipour, M., Sarkari, S., Jafari, H., Jalali, S., Khanizad, A., Safaee, D., Bousherhri, S.M., Rajaie, S., Karampour, F., Aghajani, M.A., Ghalandar, M., Aldaghi, M., Rabaninasab, H., Nasrollahi, M., Najafinia, M., Nikan, J., Eskandari, M., Mirzxaie, M.R., Omati, F., Eshagi, R., Oladi, M., Kazemi, H., Kalanaki, S., Alifard, M., Nazari, K. and Afshari, F. 2017. Developing the distribution map of wheat stem rust (Ug99 race) disease in Iran using geographic information system (GIS). Final report of project No. 014-16-16-8901-89002. Iranian Research Institute of Plant Protection. 58 p. [In Persian].

Shtienberg, D., Dinoor, A. and Marani, A. 1990. Wheat disease control advisory, a decision support system for management of foliar diseases of wheat in Israel. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 12(2), pp. 195-203. https://doi.org/10.1080/07060669009501027.

Verreet, J.A., Klink, H. and Hoffmann, G.M. 2000. Regional monitoring for disease prediction and optimization of plant protection measures: The IPM wheat model. *Plant Disease*, 84(8), pp. 816-826. https://doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.8.816.

Zadoks, J.C. 1981. EPIPRE: A disease and pest management system for winter wheat developed in the Netherlands. *EPPO Bulletin*, 11(3), pp. 365-369. https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1981.tb01945.x.

Zeighami, M. 2012. Epidemiology of wheat tan spot in eastern region of Golestan province. M.Sc. Dissertation. Damghan Branch, Islamic Azad University, Semnan province, Iran. [In Persian].