Archive of SID

تحقیقات غلات
دوره ششم/ شماره چهارم/ زمستان ۱۳۹۵ (۵۰۵-۴۸۹)

# بررسی اثر عوامل مدیریت زراعی بر شاخص‌های تنوع بیماری‌های قارچی و عملکرد گندم در شهرستان گرگان با استفاده از روش تحلیل درخت تصمیم‌گیری CART

ابراهیم زینوند لرستانی[۱]، بهنام کامکار[۲*] و سیّداسماعیل رضوی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۰۷ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۵/۳۰

**چکیده**

به‌منظور بررسی اثر عوامل کمی و کیفی مدیریت زراعی بر بیماری‌های قارچی و عملکرد گندم، مطالعه‌ای در بهار سال ۱۳۸۹ در ۶۷ مزرعه از هشت روستا واقع در چهار جهت شهرستان گرگان صورت گرفت. نمونه‌برداری از مزارع گندم با استفاده از کادر ۰/۲۵ مترمربعی صورت گرفت. سپس بیماری‌های قارچی شناسایی و برای محاسبه تنوع زیستی قارچ‌های بیمارگر از دو شاخص هتروژنیتی شانون- وینر و سیمپسون استفاده شد. عوامل کمّی و کیفی مدیریتی در قالب پرسش‌نامه از کشاورزان تهیه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با روش درخت تصمیم‌گیری CART (Classification and Regression Trees) نشان داد که کود نیتروژن، تراکم گیاهی و کود پتاس مهم‌ترین عوامل مدیریتی اثرگذار بر تغییرات شاخص تنوع شانون- وینر و کود نیتروژن، تراکم گیاهی و کود فسفر مهم‌ترین عوامل مدیریتی اثرگذار بر تغییرات شاخص سیمپسون بودند. علاوه بر این، بیشترین تغییرات عملکرد گندم به‌طور عمده توسط سه عامل مدیریتی میزان بذر، کود نیتروژن و تناوب پاییزه دو سال قبل نشان داده شد. به‌طور کلی دو عامل مدیریتی کود نیتروژن و میزان بذر مصرفی یا تراکم گیاهی در بین شاخص‌های تنوع و عملکرد گندم مشترک بودند که کود نیتروژن به‌ترتیب ۳۸ و ۳۱ درصد از تغییرات شاخص‌های شانون- وینر و سمپسون و میزان بذر مصرفی ۴۶ درصد از تغییرات عملکرد گندم را شامل شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار مناسب کود نیتروژن و تراکم گیاهی مطلوب راهکارهای مدیریتی مؤثر در بهبود عملکرد گندم و کاهش بیماری‌های قارچی آن در استان گلستان هستند.

**واژه‌های کلیدی**: شاخص سیمپسون، شاخص شانون- وینر، داده‌کاوی

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲- دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۳- استادیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
* نویسنده مسئول: kamkar@gau.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID



**مقدمه**

از بین گیاهان زراعی تأمین‌کننده مواد غذایی، گندم با سطح زیر کشت بیش از ۲۰۰ میلیون هکتار در جهان مهم‌ترین منبع غذایی و اقتصادی بیش از یک میلیارد انسان در کشورهای در حال توسعه است (Singh *et al.*, 2008). در ایران نیز گندم مهم‌ترین گیاه زراعی به‌شمار می‌رود که سطح زیر کشت آن بالغ بر نیمی از اراضی زیر کشت گیاهان زراعی (حدود ۶/۶۸ میلیون هکتار) است و بر اساس آمار سال ۱۳۸۹ جهاد کشاورزی، استان گلستان با داشتن ۳۹۸۱۶۰ هکتار سطح زیر کشت گندم مقام هشتم را در بین استان‌های کشور دارد و به‌عنوان یکی از قطب‌های تولید گندم در کشور محسوب می‌شود.

یکی از مهم‌ترین موانع تولید و حصول عملکردهای بالا در زراعت گندم، بیماری‌های قارچی این محصول هستند. قارچ‌ها مهم‌ترین عوامل بیماری‌زای گیاهی هستند که نسبت به ویروس‌ها و باکتری‌ها خسارت بیشتری به محصولات کشاورزی وارد می‌سازند (Vadlapudi and Naidu, 2011). حدود ۸۰۰۰۰ گونه قارچ در جهان شناسایی شده است که از میان آن‌ها در حدود ۱۰۰۰۰ گونه توانایی دارند که به گیاهان حمله کنند (Kirk *et al.*, 2001). قارچ‌ها بزرگ‌ترین و مهم‌ترین گروه عوامل بیماری‌زای گندم هستند (Wiese, 1991). از بیماری‌های قارچی مهم گندم می‌توان به پارازیت‌های اجباری مانند زنگ‌ها، سفیدک پودری، سیاهک پنهان و آشکار و پارازیت‌های اختیاری مانند سپتوریوز برگ و سنبله، لکه قهوه‌ای و فوزاریوم اشاره کرد (Singh *et al.*, 2008). سالیانه بیش از ۱۴ درصد از محصولات کشاورزی در جهان توسط عوامل بیماری‌زای گیاهی از بین می‌روند که بیش از نیمی از آن توسط قارچ‌ها صورت می‌گیرد (Agrios, 2005). قارچ‌ها باعث خسارت بیشتری نسبت به دیگر ریزموجودات زنده در گیاهان زراعی می‌شوند و خسارت آنها سالیانه بیش از ۲۰۰ هزار میلیون دلار تخمین زده شده است (Birren *et al.*, 2002). بیماری‌های قارچی هر ساله در کشور ایران به‌طور کم یا زیاد، بسته به شرایط محیطی خساراتی را به گندم وارد می‌کنند. خسارت سالیانه زنگ سیاه یا زنگ ساقه گندم به غلات به‌ویژه در شهرستان گرگان گاهی تا ۵۰ درصد هم می‌رسد. سیاهک پنهان در ایران در اکثر مناطق گندم‌خیز وجود دارد و میزان خسارت آن تا ۳۰ درصد هم برآورد شده است (Zargarzadeh, 2005). میزان خسارت سفیدک پودری در ارقام تجاری گندم در سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ در منطقه گرگان ۱۸-۱۲ درصد برآورد شده است (Razavi *et al.*, 2010) و بیماری سپتوریوز برگ گندم در استان گلستان می‌تواند باعث ۹/۱۷ تا ۲۸/۹۵ درصد کاهش محصول گردد (Aghajani *et al.*, 2002). وجود و شدّت یک بیماری گیاهی با برهمکنش بین گیاه حساس (میزبان)، عامل بیماری و شرایط مساعد محیطی تعیین می‌شود که این به‌عنوان مثلث بیماری گیاهی شناخته می‌شود و این سه عامل برای توسعه بیماری نیاز هستند. عملیات مدیریتی که بتواند میزبان، عامل بیمارگر و یا محیط را تغییر دهد، بر انتشار و شدت بیماری نیز موثر خواهد بود (Krupinsky *et al.*, 2002). روش‌های مدیریت بیماری‌های گیاهی بسیار متنوع بوده و شامل روش‌های قانونی، زراعی، بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی است که از این میان، روش مدیریت زراعی از نظر اجرا خیلی ساده است، به‌طوری‌که نیازی به وسایل مخصوص ندارد و آن‌را می‌توان با استفاده از ماشین‌هایی که در زمان عملیات زراعی استفاده می‌شوند و با اجرای روش خاص در زمان معین انجام داد. مدیریت زراعی یکی از ارزان‌ترین روش‌های مبارزه با بیماری‌ها است که آثار سوئی ندارد و در برخی موارد تنها روش کنترل ممکن است (Koocheki and Khiabani, 2005). از روش‌های کنترل زراعی می‌توان به تناوب زراعی، ریشه‌کنی میزبان، اقدامات بهداشتی، مساعد کردن شرایط رشد گیاه و ایجاد شرایط نامناسب برای رشد عامل بیماری‌زا اشاره کرد (Elahinia, 1994).

میزان بذر مصرفی و فاصله کم بین ردیف‌های گیاهان با نزدیک کردن گیاهان و قسمت‌های مختلف آن‌ها به‌هم که باعث حرکت عامل بیماری‌زا از یک گیاه به گیاه دیگر می‌شود، باعث افزایش خطر بیماری‌ها می‌شود. همچنین میزان بذر می‌تواند بر ساختار و تراکم کانوپی اثرگذار باشد. تراکم کانوپی بر حرکت هوا، سایه‌اندازی و حفظ رطوبت درون کانوپی تاثیر می‌گذارد. برای نمونه میزان خسارت بقولات دانه‌ای در ردیف‌های با فاصله کم و کانوپی‌های متراکم نسبت به تراکم‌های پایین‌تر، بیشتر می‌باشد (Blad *et al.*, 1978; Grau and Radke, 1984). تناوب با گیاهان غیرمیزبان برای یک دوره زمانی مناسب سبب تجزیه بقایای گیاهی می‌شود که با حذف منابع اولیه آلودگی، توانایی بقای عوامل بیماری‌زا برای تعدادی از بیماری‌ها کاهش می‌یابد (Cook and Veseth, 1991).

www.SID.ir

Archive of SID



هوبر و گیلسپی (Huber and Gillespie, 1992) در بررسی اثر تراکم‌های مختلف گیاهی بر بیماری‌ها به این نتیجه رسیدند که با افزایش تراکم گیاهی، رطوبت روی سطح برگ حفظ شده و ماندن طولانی مدّت رطوبت در سطح برگ سبب آلودگی گیاه توسط عوامل بیماری‌زای برگی می‌شود. در یک بررسی نشان داده شد که تراکم علف‌های هرز در مزرعه ممکن است با افزایش تراکم کانوپی گیاه زراعی و یا با بکار رفتن به‌عنوان منبع تلقیح در نبود گیاه زراعی حساس، باعث توسعه بیماری خواهد شد (Duczek *et al.*, 1996). آهون‌منش و همکاران (Ahoonmanesh *et al.*, 1996) بیان کردند که سوزاندن بقایای گیاهی، روشی مؤثر در کاهش جمعیت عوامل بیماری‌زای گیاهی است و در برخی بیماری‌ها، سوزاندن کارسازترین روش در بین شیوه‌های فعلی مدیریتی است.

اخوّت (Okhovvat, 2000) متراکم بودن ارقام حساس گندم، مصرف کودهای نیتروژنی زیاد، رطوبت بالا و هوای سرد را برای توسعه بیماری سفیدک پودری گندم مناسب دانست. گلادرز و همکاران (Gladders *et al.*, 2001) کشت‌های با تأخیر گندم را در کاهش بیماری سپتوریوز سنبله مؤثر دانستند. کروپینسکی و همکاران (Krupinsky *et al.*, 2002) استفاده از تناوب زراعی برای کنترل عوامل بیماری‌زایی مانند زنگ قهوه‌ای گندم (*Puccinia recondita* f.sp. *tritici*) که توسط باد به مکان‌های دور انتقال داده می‌شوند را مناسب ندانست و بکار بردن تلفیقی از روش‌های کنترلی مانند استفاده از ارقام مقاوم، بذر با کیفیت، قارچ‌کش‌ها و تناوب زراعی برای مدیریت موفق و پایدار این نوع بیماری‌ها را مناسب دانست. میزان بیماری و گسترش آن معمولاً در طول فصل رشد محصول به‌علت بسته شدن کانوپی و فراهم شدن شرایط مساعد، بیشتر است (Krupinsky *et al.*, 2002). حاصل‌خیزی مناسب خاک برای هر گیاهی باعث کاهش تنش و بهبود مقاومت فیزیولوژیک گیاه می‌شود و خطر بیماری را کاهش می‌دهد. کاربرد زودهنگام کود نیتروژن در مزارع گندم گسترش بیماری‌هایی مانند فوزاریوم (Lovell *et al.*, 1997; Simon *et al.*, 2003) و زنگ زرد (Neumann *et al.*, 2004) را افزایش می‌دهد.

علف‌های هرز، عوامل بیماری‌زا را از فصلی به فصل دیگر انتقال می‌دهند و همچنین منبعی تولید می‌کنند که از آنجا مایه تلقیح عامل بیماری‌زا تکثیر یافته و در طول فصل زراعی روی محصول اصلی همه‌گیری ایجاد می‌کنند (Niknejad and Akbari Kiaroodi, 2003). نیک‌نژاد و اکبری کیارودی (Niknejad and Akbari Kiaroodi, 2003) عمل سوزاندن بقایای برنج بعد از دیسک‌زدن را مؤثرترین روش برای کاهش مایه تلقیحی *Sclerotium oryzae* دانستند که محصول بعد از برنج را آلوده می‌کند و برای مبارزه با این بیماری شخم عمیق در فصل گرم و آفتاب‌دهی خاک را نیز توصیه کردند. در تحقیقی وگولو و کلین (Wegulo and Klein, 2006) اظهار داشتند که بعضی از عوامل بیماری‌زای بقایازی گندم می‌توانند علف‌های هرز چمنی را آلوده کنند که کنترل این علف‌های هرز و غلات ناخواسته می‌تواند سبب کاهش آلودگی عوامل بیماری‌زا می‌شود و در نتیجه شدت بیماری در طول فصل رشد گندم را کاهش خواهد داد. وگولو و کلین (Wegulo and Klein, 2006) بیان داشتند که کشت گندم در تاریخ‌های زود هنگام در کالیفرنیا به‌علت وجود دماهای بالا، شرایط را برای آلودگی و توسعه بیماری فوزاریوم (*Fusarium graminearum*) مساعد خواهد کرد. همچنین کشت زودهنگام و تراکم زیاد شیوع بیماری سفیدک پودری در مزارع گندم را افزایش خواهد داد. آن‌ها همچنین اظهار داشتند که تناوب زراعی یکی از مؤثرترین عملیات زراعی مورد استفاده برای مدیریت بیماری‌های گندم است (Wegulo and Klein, 2006). تناوب گندم با گیاهان غیرمیزبان در طول زمان باعث کاهش جمعیت عوامل بیماری‌زا در بقایای گیاهی می‌شود و در نتیجه شدّت بیماری نیز کاهش می‌یابد.

وگولو (Wegulo, 2010) نشان داد که مزارع گندمی که در آن‌ها آبیاری صورت گرفته است، به‌علت وجود رطوبت بیشتر در سطح برگ، بیشتر در معرض خطر بیماری هستند، به‌طوری‌که آبیاری سنگین در قبل و در طول دوره گلدهی گندم نسبت به مزارعی که دارای شرایط خشک هستند، این گیاه را بیشتر در معرض خطر بیماری فوزاریوم سنبله (*Fusarium graminearum*) قرار می‌دهد. ولوگو (Wegulo, 2010) همچنین مصرف بیش از اندازه بذر در هنگام کاشت و مصرف زیاد کود نیتروژن را سبب ایجاد کانوپی‌های متراکم و مساعد شدن شرایط برای توسعه بیماری سفیدک پودری عنوان کرد.

هدف از این تحقیق تعیین ارتباط بین عوامل کمّی و کیفی مدیریت زراعی با عملکرد گندم و بیماری‌های قارچی آن در مزارع گندم شهرستان گرگان بود. برای

www.SID.ir

Archive of SID



تحلیل داده‌ها از روش درخت تصمیم‌گیری CART استفاده شد که روشی معتبر و مناسب برای پیش‌بینی تغییرات عملکرد محصولات کشاورزی در ارتباط با متغیرهای زنده و غیر زنده مدیریت محصول است.

**مواد و روش‌ها**

این مطالعه در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در اراضی تحت کشت گندم بخشی از حوزه قره‌سوی شهرستان گـرگان در عـرض جغـرافیایی "۲۷ '۴۶ °۳۶ تا "۲۹ '۵۵ °۳۶ شـمالی و طول جغرافیایی "۵۹ '۱۸ °۵۴ تا "۴۶ '۳۰ °۵۴ شرقی و به مساحت تقریبی ۶۷۹۵/۷۶ هکتار انجام شد. این حوزه در بخش شمالی به دشت و نقاط کم ارتفاع و در بخش جنوبی به دامنه‌ها و نقاط مرتفع‌تر منتهی می‌شود و دارای میانگین ارتفاع ۲۴۵ متر از سطح دریا می‌باشد. میانگین، حداقل و حداکثر دمای سالیانه منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۱۳، ۱۱/۵ و ۲۱ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش سالیانه آن ۳۷۷ میلی‌متر می‌باشد (شکل ۱).

در این مطالعه، ۶۷ مزرعه گندم به‌صورت تصادفی از هشت روستای محمدآباد، کریم‌آباد، قلعه‌محمود، هاشم‌آباد، سعدآباد، توشن، اوزینه و نصرآباد که به‌لحاظ تولید گندم در حوزه مورد بررسی مهم بودند، انتخاب شدند. انتخاب مزارع گندم به‌نحوی بود که به‌لحاظ موقعیت جغرافیایی در همهٔ جهات (شمال، جنوب، شرق و غرب) قرار داشته باشند و تمام منطقه مورد مطالعه را پوشش دهند. نمونه‌برداری از مزارع گندم طی ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد و به‌علت ظهور و گسترش بیماری‌های قارچی در مراحل مختلف رشد گندم در دو مرحلهٔ رشدی گیاه گندم صورت گرفت. مرحلهٔ اول نمونه‌برداری از ظهور برگ پرچم تا شروع خمیری شدن (۸۱-۳۷ زیدوکس) و مرحله دوم از خمیری نرم تا سخت شدن دانه (۹۰-۸۱ زیدوکس) به‌طول انجامید (Zadoks *et al.*, 1974). لین و همکاران (Lin *et al.*, 1979) و هاو و همکاران (Hau *et al.*, 1982) گزارش کردند که در صورتی‌که توزیع بیماری‌ها به‌صورت تصادفی باشد، دقت روش‌های مختلف نمونه‌برداری شامل الگوی قطری، الگوی Z شکل، الگوی W شکل، الگوی سه خط اریب، الگوی لوزی شکل و الگوی تصادفی برای بررسی بیماری‌ها یکسان است. از آنجا که بیماری‌های قارچی مورد بررسی از نوع قارچ‌های هوازی بوده و توزیع آن‌ها به صورت تصادفی است (Brown and Ogle, 1997)، همچنین به‌دلیل اینکه روش نمونه‌برداری W شکل تمام مزرعه را پوشش می‌دهد، از این‌رو برای نمونه‌برداری مزارع گندم از روش W شکل استفاده شد. در هر مزرعه در محل اتصالات و امتداد بازوهای دبلیو W ده نقطه در نظر گرفته شد و با استفاده از کادر ۰/۲۵×۰/۲۵ مترمربعی نمونه‌برداری صورت گرفت (Basu *et al.*, 1973). در هر کادر، نوع بیماری قارچی با توجه به علائم موجود روی اندام‌های برگ و سنبله گیاه گندم، مشخص و فراوانی آن به‌صورت شمارش تک گیاه آلوده به هر نوع بیماری قارچی تعیین شد. در صورت عدم تشخیص بیماری در مزرعه، قسمتی از برگ و سنبله گیاه که دارای علائم بیماری بود به‌صورت جداگانه درون پلاستیک قرار گرفت و برای کشت و شناسایی به آزمایشگاه منتقل شد. همچنین در هر کادر تراکم گیاهی به‌صورت شمارش تک سنبله، ارتفاع بوته (توسط متر چوبی)، مرحله نمو بوته گندم، مختصات جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا به وسیله دستگاه سامانه مکان‌یاب جهانی مدل GARMIN MAP 72 CSX، ثبت شد. نمونه‌برداری در مرحله دوم، در همان نقاطی که در مرحلهٔ اول نمونه‌برداری شده بود، صورت گرفت که برای پیدا کردن نقاط اولیه از دستگاه سامانه مکان‌یاب جهانی استفاده شد. بعد از جمع‌آوری اطلاعات، تنوع زیستی برای هر یک از مزارع نمونه‌برداری شده محاسبه شد. با توجه به اینکه در بسیاری از منابع از دو شاخص هتروژنیتی شانون- وینر و سیمپسون برای بررسی تنوع زیستی استفاده شده است، بنابراین برای اندازه‌گیری تنوع زیستی مزارع در این بررسی، استفاده از این دو شاخص ترجیح داده شد. شاخص‌های هتروژنیتی شاخص‌هایی هستند که اندازه‌گیری یکنواختی و غنای گونه‌ای را با هم در بر می‌گیرند و در قالب یک عدد نشان می‌دهند. شاخص شانون- وینر بیشتر تحت تأثیر غنای گونه‌ای بوده و به گونه‌های نادر حساس است.

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} P_i \ln P_i \qquad (۱)$$

که در آن، H' مقدار شاخص، S تعداد کل گونه‌ها در نمونه و $P_i$ سهم افراد در گونه i نسبت به کل نمونه است. دامنه تغییرات این شاخص بین صفر تا ۴/۵ می‌باشد.

شاخص سیمپسون به شدّت متوجه گونه‌های غالب در نمونه است، ولی به غنای گونه‌ای حساسیت اندکی دارد. شاخص سیمپسون از صفر تا یک تغییر می‌کند.

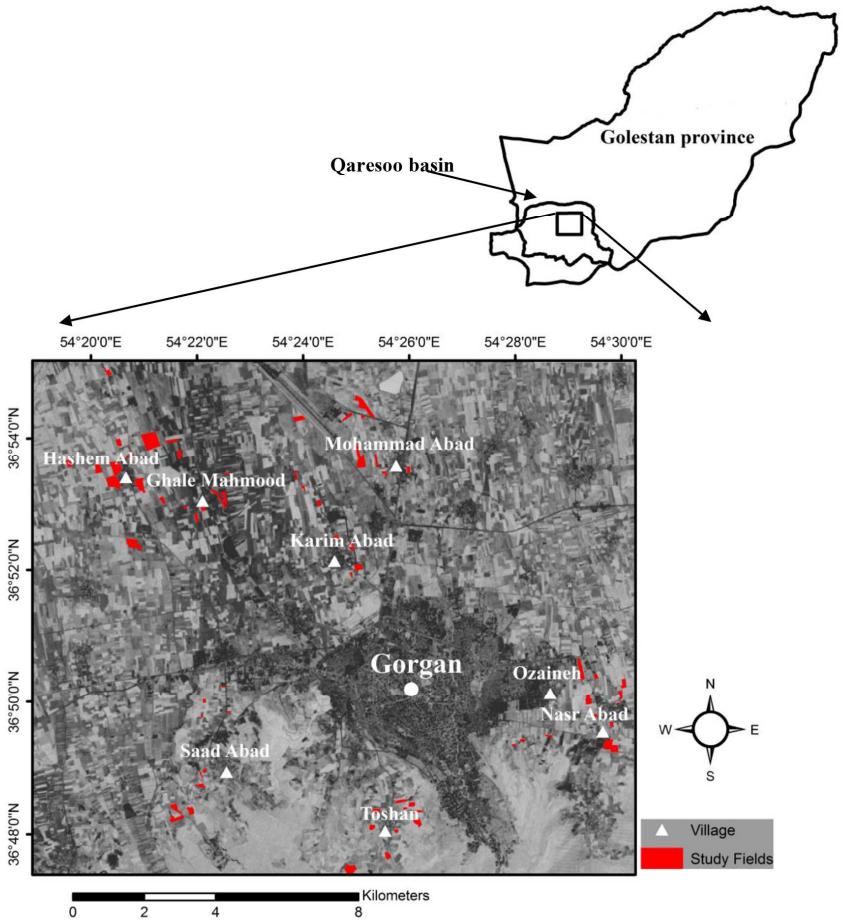
www.SID.ir

Archive of SID



$$1-D=1-\sum_{i=1}^{S}\left[\frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}\right] \quad (۲)$$

که در آن، 1-D مقدار شاخص، $n_i$ تعداد افراد گونه iام در نمونه، N تعداد کل افراد در نمونه و S تعداد گونه‌ها در نمونه است.




شکل ۱- موقعیت ۶۷ مزرعه گندم مورد بررسی در بخشی از حوزه قره‌سوی استان گلستان

Figure 1. Location of the 67 studied wheat fields in a part of Qaresoo basin, Golestan province, Iran

## جداسازی و شناسایی قارچ‌ها

شناسایی قارچ‌های بیماری‌زا بر اساس روش سولارسکا و گرادزینسکا (Solarska and Grudzinska, 2005) صورت گرفت. بدین منظور از برگ‌های آلوده به بیماری از حد فاصل بافت سالم و آلوده قطعات ۱×۱ سانتیمتری تهیه شد. همچنین از سنبله‌های آلوده، پوشینه‌ها و گلوم‌هایی که دارای علائم بیماری بودند از بافت سنبله جدا شده و جهت ضدعفونی، کلیه نمونه‌ها در هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد (وایتکس ۱۰ درصد) به‌مدت ۸-۵ دقیقه قرار گرفتند. سپس با آب مقطر سترون شده شستشو داده شدند و پس از خشک‌کردن با کاغذ خشک‌کن سترون شده، در پتری‌های حاوی محیط کشت سیب‌زمینی دکستروز آگار (Potato Dextrose Agar)، عصاره مخمر آگار (Yeast Extract Agar)، ذرت آگار ( Corn Meal Agar)، مالت آگار (Malt Extract Agar) و زاپک آگار (Czapeck Dox Agar) قرار داده شدند. برای جلوگیری از آلوده شدن محیط کشت به‌وسیله باکتری، مقداری سولفات استرپتومایسین به محیط اضافه شد (۲ میلی‌گرم در هر ارلن حاوی ۱۰۰ میلی‌لیتر محیط مایع). سپس پتری‌های حاوی محیط کشت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس داخل اتاقک رشد در شرایط بدون نور نگهداری شدند. از آنجا که زنگ‌ها پارازیت‌های اجباری هستند و قابل کشت در محیط کشت‌های معمولی نبودند، برای شناسایی آن‌ها از روش مسقیم میکروسکوپی استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID



جدول ۱- متغیرهای کمّی مدیریت زراعی استفاده شده در آنالیز درخت تصمیم‌گیری CART

Table 1. Quantitative variables of agricultural management used in the CART analysis

| Variable | متغیر | توضیح Description | واحد Unit | میانگین Average | حداکثر Maximum | حداقل Minimum |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N fertilizer | کود نیتروژن | - | kg/ha | 193.5 | 400 | 50 |
| P fertilizer | کود فسفر | - | kg/ha | 118.96 | 400 | 0 |
| K fertilizer | کود پتاس | - | kg/ha | 14.18 | 200 | 0 |
| Micro fertilizer | کود میکرو | - | lit/ha | 9.37 | 150 | 0 |
| Tilt fungicide | قارچ‌کش تیلت | - | lit/ha | 0.28 | 1 | 0 |
| Arta fungicide | قارچ‌کش آرتا | - | lit/ha | 0.004 | 0.3 | 0 |
| Alto fungicide | قارچ‌کش آلتو | - | lit/ha | 0.03 | 1 | 0 |
| Bromicide herbicide | علف‌کش برومایسید | - | lit/ha | 0.42 | 2 | 0 |
| Granstar herbicide | علف‌کش گرانستار | - | lit/ha | 15.15 | 30 | 0 |
| Topik herbicide | علف‌کش تاپیک | - | lit/ha | 0.89 | 1.5 | 0 |
| Seeding rate | مقدار بذر مصرفی | - | kg/ha | 203.36 | 260 | 100 |
| Supplementary irrigation | آبیاری تکمیلی | 0= no, 1= yes | N/A | 0.58 | 1 | 0 |
| Crop residue burninig | سوزاندن بقایای گیاهی | 0= no, 1= yes | N/A | 0.19 | 1 | 0 |
| Crop residue moldboard plowing | شخم‌زدن بقایای گیاهی | 0= no, 1= yes | N/A | 0.78 | 1 | 0 |
| Crop residue disking | دیسک‌زدن بقایای گیاهی | 0= no, 1= yes | N/A | 0.03 | 1 | 0 |
| Farmer age | سن کشاورز | - | Year | 50 | 80 | 28 |
| Agricultural experience | تجربه کشاورزی | - | Year | 29.5 | 60 | 3 |
| Area of wheat cultivation | سطح زیر کشت گندم | - | ha | 7.14 | 46 | 0.5 |
| Wheat yield | عملکرد گندم | - | t/ha | 3.74 | 6.5 | 2 |
| Planting and growing equipments | تجهیزات کاشت و داشت | | | | | |
| Moldboard plow | گاوآهن برگرداندار | - | N/A | 1.07 | 2 | 0 |
| Disk | دیسک | - | N/A | 3 | 6 | 0 |
| Chisel | چیزل | - | N/A | 0.16 | 3 | 0 |
| Ditcher | دیتچر | - | N/A | 0.55 | 4 | 0 |
| Sprayer | سمپاش | - | N/A | 1.52 | 3 | 0 |
| Combine | کمباین | - | N/A | 0.03 | 1 | 0 |
| Centrifuge fertilizer | کودپاش سانتریفیوژ | - | N/A | 0.88 | 2 | 0 |
| Centrifuge feed | بذرپاش سانتریفیوژ | - | N/A | 0.66 | 1 | 0 |
| Handy seed broadcast | بذرپاشی با دست | - | N/A | 0.13 | 1 | 0 |
| Handy fertilizer broadcast | کودپاشی با دست | - | N/A | 0.13 | 1 | 0 |

**تهیه اطلاعات مدیریتی مزارع گندم مورد مطالعه با روش پرسش‌نامه**

اطلاعات مربوط به نهاده‌های اقتصادی و اجتماعی مزارع نمونه‌برداری شده در قالب پرسش‌نامه و طی مصاحبه با کشاورزان مالک زمین اخذ شد. در این پرسش‌نامه، اطلاعات مربوط به عوامل مدیریتی کمّی و کیفی در تولید گندم حوزه مورد بررسی از قبیل سن افراد، تجربه کشاورزی، تحصیلات مرتبط با کشاورزی، میزان و نوع کود و سم مصرفی، آب، میزان تولید گندم به‌ازای واحد سطح، هزینه تولید و فروش محصول به‌ازای واحد سطح، سابقه کشت، رفتار کشاورز با بقایای محصول قبلی، نوع ادوات مورد استفاده در عملیات کاشت، داشت و برداشت، دفعات خاک‌ورزی و سایر اطلاعات دیگر کسب شدند (جدول‌های ۱ و ۲).

www.SID.ir

Archive of SID



جدول ۲- متغیرهای کیفی مدیریت زراعی استفاده شده در آنالیز درخت تصمیم‌گیری CART

Table 2. Qualitative variables of agricultural management used in the CART analysis

| متغیر<br>Variable | توضیحات<br>Descriptions |
|---|---|
| تناوب در پاییز دو سال قبل<br>Autumn rotation two years ago | گندم، سیب‌زمینی، کلزا، جو، آیش<br>Wheat, Potato, Canola, Barley, Fallow |
| تناوب در پاییز سال قبل<br>Autumn rotation last year | گندم، کلزا، سیب‌زمینی، لوبیا، نخود<br>Wheat, Canola, Potato, Bean, Pea |
| تناوب در تابستان دو سال قبل<br>Summer rotation two years ago | سبزی، برنج، آیش، گوجه‌فرنگی، سویا، ذرت<br>Vegetable, Rice, Fallow, Tomato, Soybean |
| تناوب در تابستان سال قبل<br>Summer rotation last year | سبزی، برنج، آیش، گوجه‌فرنگی، سویا، ذرت<br>Vegetable, Rice, Fallow, Tomato, Soybean, Maize |
| تناوب در تابستان امسال<br>Summer rotation this year | سبزی، برنج، آیش، گوجه‌فرنگی، سویا، ذرت<br>Vegetable, Rice, Fallow, Tomato, Soybean, Maize |
| ارقام گندم<br>Wheat cultivars | مروارید (N-81-18)، N-80-19، کوهدشت، زاگرس<br>Morvarid (N-81-18), N-80-19, Koohdasht, Zagros |
| تاریخ کشت<br>Planting date | ۱ تا ۱۵ آبان، ۱۶ تا ۳۰ آبان، ۱ تا ۱۵ آذر، ۱۶ تا ۳۰ آذر، ۱ تا ۱۵ دی، ۱۶ تا ۳۰ دی<br>October 23 to November 6, November 7-21, November 22 to December 6, December 7-21, December 22 to January 5, January 6-20 |
| سطح تحصیلات کشاورز<br>Farmer education | بی‌سواد، ابتدایی، راهنمایی، متوسطه، فوق دیپلم، لیسانس، فوق لیسانس<br>Illiterate, Elementary, Guidance school, Diploma, Technician, Bachelor's degree, Master's degree |

**داده‌کاوی اطلاعات با استفاده از روش درخت تصمیم‌گیری CART**

در این تحقیق از مدل درخت تصمیم‌گیری برای مشخص کردن ارتباط و برهمکنش بین شاخص‌های تنوع شانون- وینر و سیمپسون و عملکرد گندم با یک مجموعه اطلاعات کمّی و کیفی مدیریتی استفاده شد. مدل درخت تصمیم‌گیری یکی از ابزارهای قوی و متداول به‌منظور دسته‌بندی و پیش‌بینی است که یک مدل ناپارامتری و بدون هرگونه پیش فرض در خصوص رابطه بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته است و از روش‌های مهم داده‌کاوی است. درخت تصمیم‌گیری به تولید شاخص پرداخته، پیش‌بینی خود را بر اساس سری قوانین توضیح می‌دهد. الگوریتم‌های درخت تصمیم انواع مختلفی دارند که در این پژوهش از مدل درخت تصمیم‌گیری CART (Classification and Regression Trees) به‌عنوان یک الگوریتم مقایسه‌ای استفاده شده است. CART یکی از انواع درخت رده‌بندی است که توسط بریمن و همکاران (Breiman *et al.*, 1984) معرفی شد. این مدل یک نمودار غیرچرخشی شبیه درخت با تقسیمات دوتایی برای معرفی یک الگوی رده‌بندی و تشخیصی معرفی می‌کند. درخت تصمیم از سه جزء اصلی شامل ریشه، گره داخلی و برگ تشکیل شده است (Azar *et al.*, 2001). درخت ایجاد شده به گونه‌ای است که در ابتدا همگی داده‌ها در گره ریشه (اولین گره) که در بالا قرار می‌گیرد، وجود دارند. سپس بر اساس متغیری که می‌تواند بیش‌ترین همگنی را برای هر شاخه ایجاد کند، در ریشه، انشعاب ایجاد می‌شود. این عمل آنقدر ادامه می‌یابد تا داده‌های موجود در هر گره، بیش‌ترین همگنی را داشته و به یک دسته خاص تعلق گیرند. چنین گرهی که در انتها قرار می‌گیرد و از آن انشعابی ایجاد نمی‌شود، گره نهایی یا برگ نامیده می‌شود (Berry and Linoff, 2004).

## نتایج و بحث

### قارچ‌های شناسایی شده

در مزارع گندم بررسی شده پنج گونه قارچ بیماری‌زا شامل زنگ زرد (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*)، زنگ قهوه‌ای (*Puccinia triticina*)، فوزاریوم سنبله (*Fusarium graminearum*)، سپتوریوز سنبله (*Stagonospora nodorum*) و لکه قهوه‌ای (*Bipolaris sorokiniana*) شناسایی شدند.

www.SID.ir

Archive of SID



## تغییرات شاخص‌های تنوع بیماری‌های قارچی و عملکرد گندم

وضعیت شاخص‌های تنوع شانون- وینر و سیمپسون و عملکرد گندم در منطقه مورد بررسی در شکل ۲ ارایه شده است. در ۶۷ مزرعه گندم مورد بررسی، تغییرات شاخص شانون- وینر بین ۰/۱۷ تا ۱/۷۰ (با میانگین ۱/۲۹) و تغییرات شاخص سیمپسون بین ۰/۴ تا ۰/۶۷ (با میانگین ۰/۵۳) بود. عملکرد گندم نیز بین مقادیر ۲ تا ۶/۵ تن در هکتار (با میانگین ۳/۷۴ تن در هکتار) متغییر بود. تفاوت‌های عمده در شاخص‌های تنوع و عملکرد مزارع گندم در منطقه مورد بررسی به عوامل کمّی و کیفی مدیریتی ارتباط داده شدند. در این تحقیق، با استفاده از روش تحلیل درخت تصمیم‌گیری CART روی عوامل کمّی و کیفی مدیریتی به‌دست آمده از مزارع گندم، ترکیبی از بهترین عوامل اثرگذار بر تغییرات شاخص‌های شانون- وینر، سیمپسون و عملکرد گندم تعیین شد. این مدل‌ها نشان دادند که عوامل کمّی و کیفی مدیریتی بین مزارع، بخش بزرگی از تغییرات عملکرد و شاخص‌های تنوع را در منطقه مورد مطالعه توجیه می‌کنند. این‌کار به دلیل اینکه مدل‌های ایجاد شده واکنش‌های دو شاخص تنوع و عملکرد را در رابطه با عوامل مدیریتی رایج منعکس می‌کنند، سودمند است.

## مدل درخت تصمیم‌گیری CART برای شاخص تنوع شانون- وینر و عوامل کمّی و کیفی مدیریتی

مدل درخت تصمیم‌گیری CART تغییرات مقدار شاخص شانون- وینر را به‌عنوان تابعی از عوامل کمّی و کیفی مدیریتی نشان می‌دهد (شکل ۳-a). این مدل ۵۴ درصد از تغییرات شاخص شانون- وینر را با یک درخت تصمیم‌گیری که توسط سه عامل مدیریتی به چهار گره انتهایی منتهی شده است، بیان می‌کند. در این مدل، کود نیتروژن با بیان ۳۸ درصد از تغییرات شاخص شانون- وینر مهم‌ترین عامل مدیریتی تأثیرگذار بر تغییرات شاخص بود و به دو گره تقسیم شد. در گره یک، ۴۴ مزرعه با مقدار کود نیتروژن کمتر از ۲۰۵ کیلوگرم در هکتار دارای میانگین شاخص شانون- وینر ۱/۲۷ بودند که میانگین شاخص در آن‌ها کاهش یافته بود و در گره دو، ۲۲ مزرعه با مقدار کود نیتروژن بالاتر از ۲۰۵ کیلوگرم در هکتار بودند که میانگین شاخص در آن‌ها تا ۱/۳۲ افزایش یافت. گره یک خود به زیر گروه تراکم سنبله تقسیم شد که دومین عامل مدیریتی مهم موثر بر شاخص است. مزارع با تراکم کمتر از ۵۵۰ تک سنبله گندم در ۰/۲۵ متر مربع (گره سه) نسبت به مزارع با تراکم بالاتر (بالاتر از ۵۵۰ تک سنبله در ۰/۲۵ متر مربع) (گره چهار) از میانگین شاخص کمتری برخوردار بودند. گره سه به زیر گروه مصرف کود پتاس تقسیم شد که میانگین شاخص در مزارع با مصرف کود پتاس بالاتر از ۴۵ کیلوگرم در هکتار (گره شش) کمتر از مزارعی بود که مصرف کود پتاس در آن‌ها کمتر از ۴۵ کیلوگرم در هکتار (گره پنج) بوده است.

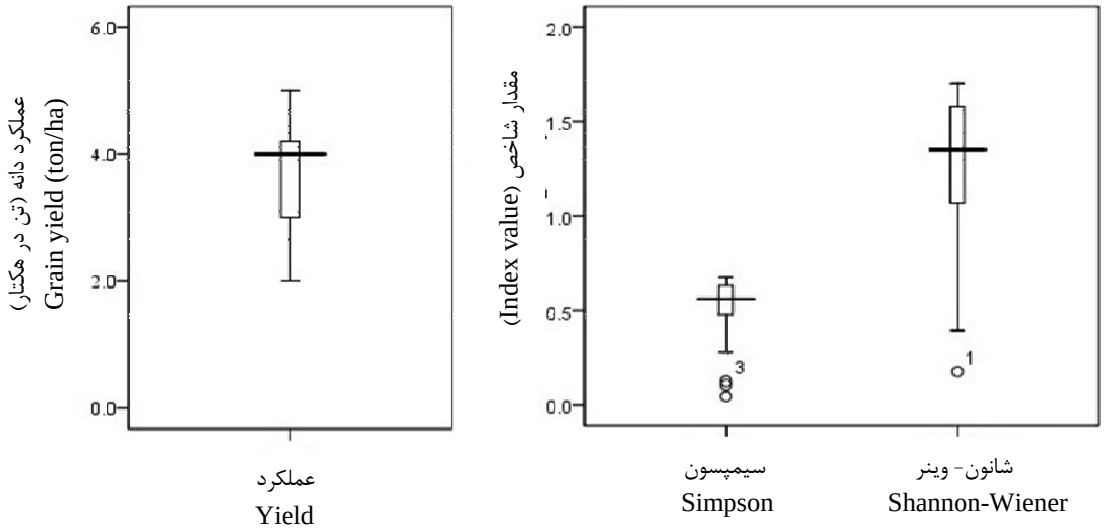
## مدل درخت تصمیم‌گیری CART برای شاخص تنوع سیمپسون و عوامل کمّی و کیفی مدیریتی

مدل درخت تصمیم‌گیری CART بیشترین تغییرات شاخص سیمپسون (۵۳ درصد) را توسط سه عامل مدیریتی که به پنج گره انتهایی منتهی شده است، نشان می‌دهد (شکل ۳-b). مصرف کود نیتروژن، تراکم سنبله و مصرف کود فسفر مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر تغییرات شاخص سیمپسون بودند. در این مدل اولین انشعاب در میزان مصرف کود نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار صورت گرفت که همانند شاخص شانون- وینر کود نیتروژن اولین و مهم‌ترین عامل اثرگذار می‌باشد. میانگین شاخص در ۴۴ مزرعه‌ای که کود نیتروژن کمتر از ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف کرده بودند (گره یک) کاهش یافت و به ۰/۵۲ رسید، در حالی‌که میانگین شاخص در ۲۳ مزرعه‌ای که کود نیتروژن بالاتر از ۲۰۰ کیلوگرم مصرف کرده بودند (گره دو)، افزایش و به ۰/۵۵ رسید. گره یک به دو زیر گروه تراکم سنبله تقسیم شد که مزارعی که دارای تراکمی بین ۴۵۵ (گره شش) تا ۵۶۷ (گره سه) سنبله در ۰/۲۵ متر مربع بودند، نسبت به مزارعی که تراکم بالاتر از ۵۶۷ (گره چهار) و کمتر از ۴۵۵ (گره پنج) سنبله در ۰/۲۵ متر مربع داشتند، از میانگین شاخص کمتری برخوردار بودند. در نهایت گره شش به زیر گروه کود فسفر تقسیم شد که مصرف کود فسفر بالاتر از ۹ کیلوگرم در هکتار (گره هشت) شاخص سیمپسون را در مزارع تا حد زیادی یعنی تا ۳۵ درصد نسبت به مصرف کود فسفر کمتر (گره هفت) کاهش داد. به‌طور خلاصه میزان مصرف کود نیتروژن همانند شاخص شانون- وینر عامل مدیریتی غالب و کنترل کننده شاخص سیمپسون در مزارع گندم بوده و ۳۱ درصد از تغییرات شاخص سیمپسون را شامل شده است.

www.SID.ir

Archive of SID






شکل ۲- نمودار جعبه‌ای تغییرات شاخص‌های تنوع شانون- وینر و سیمپسون و عملکرد گندم در مزارع انتخاب شده. خط افقی وسط هر جعبه، میانه (چارک دوم)، مستطیل‌های پایین و بالا به‌ترتیب چارک‌های اول و سوم و خطوط افقی پایین و بالا در خارج هر جعبه به‌ترتیب حداقل و حداکثر داده‌ها را نشان می‌دهند.

Figure 2. Box plot of variations of Shannon-Wiener and Simpson diversity indices and wheat yield in selected fields. Horizontal line in the middle of each box is the median (second quartile), the bottom and top rectangles are the first and third quartiles, respectively, and the bottom and top lines outside the each box are the minimum and maximum values of the data.

## درخت تصمیم‌گیری CART برای عملکرد گندم و عوامل کمّی و کیفی مدیریتی

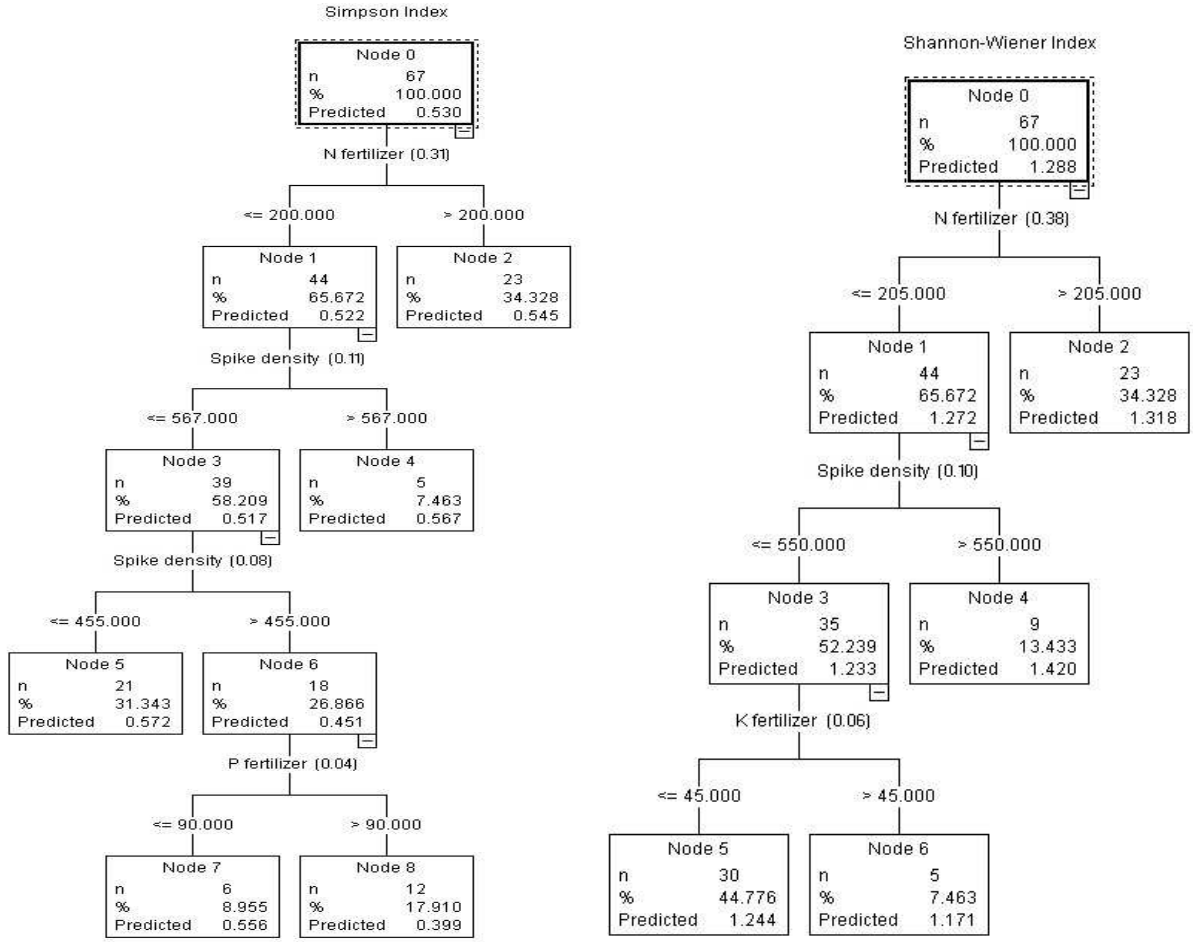
برای مشخص کردن عوامل مدیریتی مهم اثرگذار بر روی عملکرد گندم یک مدل درخت تصمیم‌گیری CART ایجاد شد (شکل ۴). این مدل بخش بزرگی از تغییرات عملکرد گندم یعنی ۶۲ درصد را پیش‌بینی کرد که شامل سه عامل مدیریتی مقدار بذر مصرفی، کود نیتروژن و تناوب پاییزه سال قبل بود و دارای ۵ گره انتهایی است. اولین عامل مدیریتی مهم و اثرگذار بر عملکرد گندم مقدار بذر مصرفی (۰/۴۶ تغییرات) می‌باشد. با مقدار بذر مصرفی کمتر از ۲۱۳ کیلوگرم در هکتار (گره یک)، میانگین عملکرد گندم در ۵۱ مزرعه به ۳/۸۲ تن در هکتار افزایش یافت، در حالی که در ۱۶ مزرعه با مقدار بذر مصرفی بالاتر (گره دو) میانگین عملکرد کاهش یافت و به ۳/۵۱ تن در هکتار رسید. مقدار کود نیتروژن دومین عامل مهم اثرگذار بر عملکرد گندم بود که مزارع با مقدار کود نیتروژن بین ۱۲۲ (گره شش) تا ۲۵۰ (گره سه) کیلوگرم در هکتار از میانگین عملکرد بیشتری نسبت به مزارع با مقدار کود نیتروژن بالاتر از ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار (گره چهار) و کمتر از ۱۲۲ کیلوگرم در هکتار (گره پنج) برخوردار بودند. تناوب کشت پاییزه سال قبل آخرین عامل مدیریتی اثرگذار است که مزارع با تناوب پاییزه سیب‌زمینی و کلزا در سال قبل (گره هفت) نسبت به مزارع بدون تناوب (یعنی کشت مداوم گندم) (گره هشت) از بالاترین عملکرد گندم برخوردار بودند. به‌طورکلی، مزارع با ترکیب عوامل مدیریتی بذر مصرفی کمتر از ۲۱۳ کیلوگرم در هکتار (گره یک)، مصرف کود نیتروژن بین مقادیر ۱۲۲ (گره سه) تا ۲۵۰ (گره شش) کیلوگرم در هکتار و کشت سیب‌زمینی و کلزا به‌عنوان تناوب پاییزه سال قبل (گره هفت) از بیشترین میانگین عملکرد گندم (۴/۳۷ تن در هکتار) برخوردار بودند.

بر طبق مدل درخت تصمیم‌گیری CART در هر دو شاخص شانون- وینر و سیمپسون، دو عامل مدیریتی کود نیتروژن و تراکم سنبله مشترک هستند که کود نیتروژن بیشترین تأثیر را روی شاخص‌ها داشت و به‌ترتیب ۳۸ و ۳۱ درصد از تغییرات شاخص‌های شانون - وینر و سیمپسون را توجیه کرد (شکل‌های ۳-a و b). مقدار حداقل و حداکثر نیتروژن در هر دو شاخص تقریباً نزدیک به‌هم بود که در مقادیر کمتر سبب کاهش و در مقادیر بیشتر سبب افزایش شاخص‌ها شده است.

www.SID.ir

Archive of SID






(b) (a)

شکل۳- مدل درخت تصمیم‌گیری CART برای شاخص‌های تنوع الف) شانون- وینر و ب) سیمپسون. در هر مستطیل (Node)، (n) تعداد مزارع گندم، (%) درصد مزارع گندم و (Predicted) مقدار شاخص تنوع را بیان می‌کند. عدد قرار گرفته در پرانتز میزان اثر عوامل مدیریتی را بر روی شاخص تنوع نشان می‌دهد.

Figure 3. Classification and regression tree model for diversity indices a) Shannon–Wiener and b) Simpson. Within each rectangle (Node) is labeled with number of wheat fields (n), percent of wheat fields (%) and the value diversity indices (Predicted). The value in parentheses indicate the effect of agricultural management on diversity index.

زینوند لرستانی و همکاران (Zeinvand Lorestani *et al.*, 2013) نشان دادند که بین شاخص‌های تنوع شانون- وینر و سیمپسون بیماری‌های قارچی گندم و میزان نیتروژن خاک یک ارتباط مستقیم وجود دارد. کروپینسکی و همکاران (Krupinsky *et al.*, 2002) اعلام کردند که نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی برای رشد گیاهان محسوب می‌شود و بنابراین مقدار مناسب آن با تشکیل ساختارهای مختلف و تولید پروتئین‌ها و آنزیم‌های مورد نیاز گیاه، موجب مقاومت گیاه در برابر بیماری‌ها می‌شود که ممکن است اثر آن نسبت به شیوه‌های مدیریتی رایج در توقف بیماری‌ها بیشتر باشد. یافته‌های زیادی در مورد رابطه نیتروژن و بیماری‌ها وجود دارد که نشان می‌دهند با افزایش مقدار نیتروژن، میزان بیماری‌ها نیز افزایش می‌یابد (Engelhard, 1989; Marschner, 1995). استفاده زیاد از کود نیتروژن به‌ویژه کاربرد زودهنگام آن در گندم پاییزه شرایط را برای تعداد زیادی از بیماری‌های قارچی مانند سفیدک پودری (*Blumeria graminis*)، زنگ زرد (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*)، سپتوریوز برگ (*Septoria tritici*)، سپتوریوز سنبله (*Stagonospora nodorum*) و زنگ قهوه‌ای (*Puccinia recondita* f.sp. *tritici*) فراهم می‌کند (Jørgensen *et al.*, 1997; Olesen *et al.*, 2003;

www.SID.ir

Archive of SID



Simon *et al.*, 2003; Neumann *et al.*, 2004). مقدار زیاد کود نیتروژن با رشد بیشتر اندام‌های هوایی گیاه از یک‌سو سبب تولید اندام‌های ترد، تازه و شاداب با دیواره سلولی نازک می‌شود که گیاه را نسبت به بیماری‌ها حساس می‌کند (Reid *et al.*, 2001) و از سوی دیگر سبب افزایش رطوبت هوای درون کانوپی شده و در نتیجه شرایط برای ایجاد بیماری‌های قارچی فراهم می‌شود (Darwinkel, 1980; Danial and Parlevliet, 1995). همچنین مقدار بالای کود نیتروژن باعث طولانی شدن دوره رشد و تأخیر در رسیدگی گیاه می‌شود که این زمان طولانی رشد، خطر آلودگی به بیماری‌های قارچی را افزایش می‌دهد (Khajehpoor, 2007). در درخت تصمیم‌گیری شاخص‌های شانون- وینر و سیمپسون مقادیر نیتروژن کم‌تر به تراکم گیاهی تقسیم می‌شود که ترکیب مصرف کود نیتروژن کم‌تر همراه با تراکم گیاهی کم‌تر، سبب کاهش شاخص‌ها، ولی همراه با تراکم بالای گیاهی سبب افزایش شاخص‌ها شده است. لویس و همکاران (Loyce *et al.*, 2008) بیان کردند که به‌طور کلی مصرف کمتر کود نیتروژن و تراکم‌های پایین‌تر گیاهی شرایطی را ایجاد می‌کند که مصرف قارچ‌کش‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد را کاهش می‌دهد. تراکم گیاهی اثر مهمی روی بیماری‌ها دارد، زیرا تراکم بالا و کانوپی فشرده گیاهی باعث ایجاد شرایط مناسب‌تر برای افزایش و گسترش بیماری‌ها می‌شود (Hochachka and Dhondt, 2000; Begon *et al.*, 2002). در تراکم‌های گیاهی بالا فاصله بین بوته‌ها و اندام‌های آن‌ها نزدیک‌تر شده و باعث انتقال ماده تلقیح از گیاهی به گیاه دیگر می‌شود و در نتیجه خطر بیماری‌ها بیشتر می‌شود. تراکم بالا باعث سایه‌اندازی و ماندن طولانی مدت رطوبت روی سطح گیاه نیز می‌شود که از شرایط اولیه برای ایجاد بیماری قارچی است. مصرف مقدار کمتر کود نیتروژن همراه با تراکم گیاهی پایین می‌تواند حساسیت گندم پاییزه به بیماری‌ها را کاهش دهد (Saulas and Meynard, 1998).

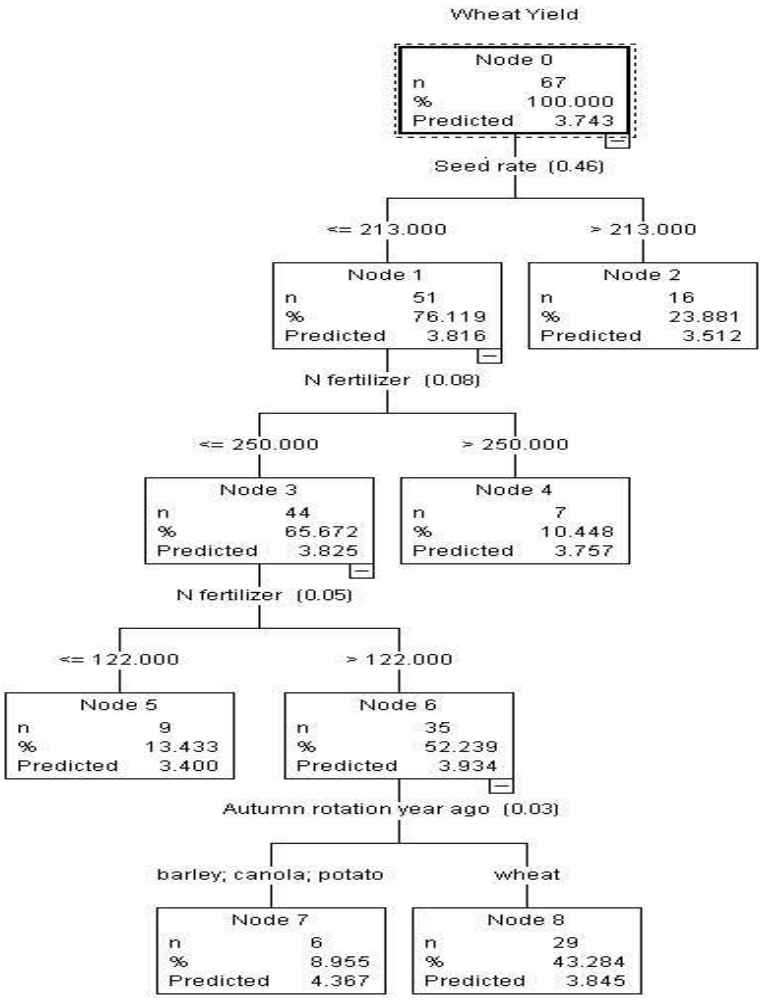
درخت تصمیم‌گیری مقدار بذر مناسب برای رسیدن به حداکثر عملکرد گندم در منطقه مورد مطالعه را ۲۱۳ کیلوگرم در هکتار پیش‌بینی کرد و در مقدار بذر بالاتر، از میزان عملکرد کاسته شد (شکل ۴). در واقع این مطالعه پیشنهاد می‌کند که با افزایش تراکم، عملکرد گندم در نقطه‌ای به بیشترین میزان خود می‌رسد و سپس در تراکم‌های خیلی زیاد کاهش می‌یابد. نتایج به‌دست آمده در مورد تأثیر تراکم در این آزمایش، ممکن است متفاوت از نتایج برخی از محققین باشد (Johnson and Hargrove, 1988; Schillinger, 2005)، ولی بسیاری از محققین معتقدند که با افزایش تراکم در گندم، عملکرد تا یک دامنه معین افزایش و سپس ثابت و در تراکم‌های بیشتر کاهش می‌یابد (Tompkins *et al.*, 1991; Stougaard and Xue, 2004; Ghorbani *et al.*, 2010). با افزایش میزان بذر، اغلب تعداد سنبله در واحد سطح افزایش می‌یابد که یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد گندم محسوب می‌شود (Garcia del Moral *et al.*, 2003). دونالدسن و همکاران (Donaldson *et al.*, 2001) بیان داشتند که با افزایش میزان بذر، تعداد سنبله در واحد سطح افزایش، اما دو جزء دیگر عملکرد شامل تعداد دانه در سنبله و وزن دانه کاهش می‌یابد. در مقدار بذر بالاتر از حد بهینه، مواد فتوسنتزی به‌جای این‌که صرف تولید دانه بیشتر شوند، صرف رشد رویشی یا تنفس گیاه می‌شوند و از میزان عملکرد کاسته می‌شود (Koocheki and Sarmadnia, 1995; Koocheki and Khalghani, 1996). در تحقیقاتی که زاهد و همکاران (Zahed *et al.*, 2012) و قربانی و کامکار (Ghorbani and Kamkar, 2012) در شهرستان گرگان برای تعیین میزان بذر مناسب در کشت گندم انجام دادند، تراکم ۳۷۵ بوته در متر مربع (تقریباً ۱۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار) را برای رسیدن به حداکثر عملکرد گندم پیشنهاد کردند، در حالی‌که میانگین میزان بذر مصرفی در مزارع گندم منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، ۲۰۳ کیلوگرم بذر در هکتار است که بیشتر از میزان بذر توصیه شده می‌باشد. مقدار بذر بیشتر از حد بهینه ممکن است آلودگی به بیماری‌های سپتوریوز (*Leptosphaeria nodorum*) (Broscious *et al.*, 1984)، زنگ قهوه‌ای (*Puccinia recondita*) (Pfleeger and Mundt, 1998) و سفیدک پودری (*Erysiphe graminis*) (Wegulo, 2010) را افزایش دهد، زیرا مقدار زیاد بذر با ایجاد تراکم‌های بالای گیاهی از یک‌سو باعث نزدیک شدن گیاهان به یک‌دیگر و انتقال ماده تلقیح از گیاهی به گیاه دیگر و گسترش بیماری‌ها می‌شود (Krupinsky *et al.*, 2002) و از سوی دیگر با سایه‌اندازی و ماندن طولانی مدت رطوبت روی سطوح گیاه سبب جوانه‌زدن اسپور قارچ‌ها و رخنه آن‌ها به گیاه می‌شود و در نهایت کاهش عملکرد را به دنبال خواهد داشت (Burdon and Chilvers, 1982).

www.SID.ir

Archive of SID



مطالعات زیادی برای مشخص کردن مقدار مناسب هر دو عامل مدیریتی بذر و کود نیتروژن برای رسیدن به حداکثر عملکرد گندم صورت گرفته است. در گیاه گندم، بیشترین میزان جذب نیتروژن که سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود، در شرایط مصرف میزان بذر مناسب صورت می‌گیرد و در مقادیر بذر بیشتر و کمتر از حد مطلوب، جذب نیتروژن کاهش می‌یابد (Blankenau *et al.*, 2001). نیتروژن با ایجاد استقرار بهتر گیاه، پنجه‌زنی، ایجاد سیستم ریشه‌ای گسترده و تولید سنبله‌های با تعداد دانه بیشتر سبب افزایش عملکرد در گندم می‌شود. نتایج این تحقیق نشان داد که نیتروژن به‌عنوان دومین عامل مؤثر بر عملکرد گندم، در مقادیر خیلی زیاد و خیلی کم سبب کاهش عملکرد می‌شود، زیرا کمبود نیتروژن با کاهش رشد سبزینگی، زیست‌توده و ظرفیت فتوسنتزی، عملکرد گندم را کاهش می‌دهد (Basso *et al.*, 2013) و در مقابل مصرف بیش از حد آن نیز موجب تحریک رشد رویشی بیش از حد گیاه، خوابیدگی، ایجاد کانوپی‌های فشرده و افزایش بیماری‌های برگی می‌شود (Conley and Gaska, 2008). سوقی و همکاران (Soughi *et al.*, 2010) و حسینی و همکاران (Hosseini *et al.*, 2012) در تحقیقات مزرعه‌ای که در گرگان انجام دادند، مقدار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن را برای رسیدن به حداکثر عملکرد گندم مناسب دانستند. نتایج تحقیق حاضر نیز با نتایج این محققین مطابقت داشت، به‌طوری‌که مقدار کود نیتروژن پیشنهاد شده توسط مدل درخت رگرسیونی در این تحقیق نیز در محدوده همین مقدار کود نیتروژن بود.




شکل ۴- مدل درخت تصمیم‌گیری CART برای عملکرد گندم

Figure 4. Classification and regression tree (CART) model for wheat yield

www.SID.ir

Archive of SID



**نتیجه‌گیری کلی**

در این تحقیق ارتباط بین عوامل مدیریتی کمّی و کیفی کشاورزی با شاخص‌های تنوع شانون- وینر و سیمپسون بیماری‌های قارچی و عملکرد گندم در شهرستان گرگان مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از مدل درخت تصمیم‌گیری CART، از بین تمامی عوامل کمّی و کیفی مدیریتی مطالعه شده، کود نیتروژن، تراکم گیاهی و کود پتاس به‌عنوان مهم‌ترین عوامل مدیریتی اثرگذار بر تغییرات شاخص تنوع شانون- وینر و کود نیتروژن، تراکم گیاهی و کود فسفر به‌عنوان مهم‌ترین عوامل مدیریتی اثرگذار بر تغییرات شاخص سیمپسون تعیین شدند. همچنین، بیشترین تغییرات عملکرد گندم توسط سه عامل مدیریتی میزان بذر، کود نیتروژن و تناوب پاییزه دو سال قبل توجیه شد. از بین عوامل مدیریتی انتخاب شده، دو عامل کود نیتروژن و میزان بذر مصرفی یا تراکم گیاهی در بین شاخص‌های تنوع و عملکرد گندم مشترک بودند که نشان‌دهنده اهمیت و تاثیر معنی‌دار این عوامل بر بیماری‌های قارچی و عملکرد دانه در مزارع گندم منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

**References**


**Aghajani, M. A., Kazemi, H., Dehghan, M. A., Salati, M. and Ershad, D. 2002.** The occurrence of Septoria glum blotch on the wheat (*Triticum aestivum*) in Golestan province. **Iranian Journal of Plant Pathology** 38: 147-148. (In Persian with English Abstract).

**Agrios, G. N. 2005.** Plant pathology. (5th ed.). Elsevier Academic Press. Burlington, MA, USA and London, UK.

**Ahoonmanesh, A., Yoonesi, S. and Khajesh shirazi, H. R. 1996.** Management principles of plant diseases. Agricultural Research, Education and Extension Organization Press. (In Persian).

**Azar, A., Ahmadi, P. and Bast, M. V. 2011.** Human resource planning model with data mining approaches. **Journal of Information Technology Management** 4: 3-22. (In Persian with English Abstract).

**Basso, B., Cammarano, D., Fiorentino, C. and Ritchie, J. T. 2013.** Wheat yield response to spatially variable nitrogen fertilizer in Mediterranean environment. **European Journal of Agronomy** 51: 65-70.

**Basu, P. K., Crete, R., Donaldson, A. B., Gourley, C. O., Haas, J. J., Harper, F. R., Lawrence, C. H., Seaman, W. L., Toms, H. N. W., Wong, S. I. and Zimmer, R. C. 1973.** Prevalence and severity of diseases of processing peas in Canada, 1970-71. **Canadian Plant Disease Survey** 53: 49-57.

**Begon, M., Bennett, M., Bowers, R. G., French, N. P., Hazwl, S. M. and Turner, J. 2002.** A clarification of the transmission terms in host-microparasite models: Numbers, densities and areas. **Epidemiology and Infection** 129: 147-153.

**Berry, M. J. A. and Linoff, G. S. 2004.** Data mining techniques: For marketing, sales and customer relationship management. Wiley Computer Publishing.

**Birren, B., Fink, G. and Lander, E. 2002.** Fungal genome initiative: White paper developed by the fugal research community. Whitehead Institute Center for Genome Research, Cambridge, MA.

**Blad, B. L., Steadman, J. R. and Weiss, A. 1978.** Canopy structure and irrigation influence white mold disease and microclimate of dry edible beans. **Phytopathology** 68: 1431-1437.

**Blankenau, K., Olfs, H. W. and Kuhlmann, H. 2001.** Effect of microbial nitrogen immobilization during the growth period on the availability of nitrogen fertilizer for winter cereals. **Biology and Fertility of Soils** 32: 157-165.

**Breiman, L., Friedman, J. H., Olshen, R. A. and Stone, C. J. 1984.** Classification and regression trees. Chapman and Hall. New York, NY, USA.

**Broscious, S. C., Frank, J. A. and Frederick, J. R. 1984.** Influence of winter wheat management practices on the severity of powdery mildew and septoria blotch in Pennsylvania. **Phytopathology** 75: 538-542.

**Brown, J. F. and Ogle, H. J. 1997.** Plant pathogen and plant diseases. Rockvale Publications.

**Burdon, J. J. and Chilvers, G. A. 1982.** Host density as a factor in plant disease ecology. **Annual Review of Phytopathology** 20: 143-166.

**Conley, S. P. and Gaska, J. 2008.** Wheat stand assessment, winterkill yield loss and nitrogen application. University of Wisconsin.


www.SID.ir

Archive of SID



**Cook, R. J. and Veseth, R. J. 1991.** Wheat health management. American Phytopathological Society Press. St. Paul. Minnesota.

**Danial, D. L. and Parlevliet, J. E. 1995.** Effects of nitrogen fertilization on disease severity and infection type of yellow rust on wheat genotypes varying in quantitative resistance. **Journal of Phytopathology** 143: 679-681.

**Darwinkel, A. 1980.** Grain production of winter wheat in relation to nitrogen and diseases: I. Relationship between nitrogen dressing and yellow rust infection. **Zeitschrift fur Acker-und Pflanzenbau** 149: 299-308.

**Donaldson, E., Schillinger, W. E. and Dofing, S. M. 2001.** Straw production and grain yield relationships in winter wheat. **Crop Science** 41: 100-106.

**Duczek, L. J., Jones-Flory, L. L., Reed, S. L., Bailey, K. L. and Lafond, G. P. 1996.** Sporulation of *Bipolaris sorokiniana* on the crowns of crop plant grown in Saskatchewan. **Canadian Journal of Plant Science** 76: 861-867.

**Elahinia, A. 1994.** Mycology and plant pathology. University of Guilan Press. (In Persian).

**Engelhard, A. W. 1989.** Soil borne plant pathogens management of disease with macro and micro elements. APS, St. Paul, Minnesota, USA.

**Garcia del Moral, L. F., Rharrabti, Y., Villegas, D. and Royo, C. 2003.** Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: An antigenic approach. **Agronomy Journal** 95: 266-274.

**Ghorbani, M. H., Esfandyari, S., Javidmehr, T., Saghali, A. and Bagheri, B. 2010.** Effect of plant density and row space during wheat growth period in rainfed and saline soil on wheat growth and yield. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Research Report. 34 p.

**Ghorbani, M. H. and Kamkar, B. 2012.** Effect of row spacing and plant density on soil moisture, dry matter production, yield and water use efficiency in wheat in rainfed condition. **Journal of Crop Production** 17: 1-19. (In Persian with English Abstract).

**Gladders, P., Paveley, N. D., Barrie, I. A., Hardwick, N. V., Hims, M. J., Langton, S. and Taylor, M. C. 2001.** Agronomic and meteorological factors affecting the severity of leaf blotch caused by *Mycosphaerella graminicola* in commercial wheat crops in England. **Annals of Applied Biology** 138: 301-311.

**Grau, C. R. and Radke, V. L. 1984.** Effects of cultivars and cultural practices on sclerotinia stem rot of soybean. **Plant Diseases** 68: 56-58.

**Hau, F. C., Campbell, C. L. and Beute, M. K. 1982.** Inoculum distribution and sampling methods for *Cylindrocladium crotalariae* in a peanut field. **Plant Diseases** 66: 568-571.

**Hochachka, W. M. and Dhondt, A. A. 2000.** Density-dependent decline of host abundance resulting from a new infectious disease. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** 97: 5303-5306.

**Hosseini, R., Galeshi, S., Soltani, A. and Kalateh, M. 2012.** The effect of nitrogen on yield and yield component in modern and old wheat cultivars. **Journal of Crop Production** 4: 187-199. (In Persian with English Abstract).

**Johnson, J. W. and Hargrove, W. L. 1988.** Optimizing row spacing and seeding rate for soft red winter wheat. **Agronomy Journal** 80: 164-166.

**Jørgensen, L. N., Secher, B. J. M., Olesen, J. E. and Mortensen, J. 1997.** Need for fungicide treatments when varying agricultural parameters. **Aspects of Applied Biology** 50: 285-292.

**Khajehpoor, M. R. 2007.** Fundamentals of agriculture. Isfahan University of Technology Press. (In Persian).

**Kirk, P. M., Cannon, P. F., David, J. C. and Stalpers, J. A. 2001.** Dictionary of fungi. Ninth edition. Vol. xi. CABI Bioscience, Egham, Surrey, England.

**Koocheki, A. and Khalghani, J. 1996.** Understanding the principles of crop production (translation). Mashhad University Jehad Publications. (In Persian).

**Koocheki, A. and Khiabani, H. 2005.** Fundamentals of agricultural ecology. Mashhad University Jehad Publications. (In Persian).

**Koocheki, A. and Sarmadnia, G. 1995.** Physiology of crop plants (translation). Mashhad University Jehad Publications. (In Persian).

**Krupinsky, J. M., Bailey, K. L., McMullen, M. P., Gossen, B. D. and Turkington, T. K. 2002.** Managing plant disease risk in diversified cropping systems. **Agronomy Journal** 94: 198-209.

www.SID.ir

Archive of SID



**Lin, C. S., Poushinsky, G. and Mauer, M. 1979.** An examination of five sampling methods under random and clustered disease distributions using simulation. **Canadian Journal of Plant Sciences** 59: 121-130.

**Lovell, D. J., Parker, S. R., Hunter, T., Royle, D. J. and Coker, R. R. 1997.** Influence of crop growth and structure on the risk of epidemics by *Mycosphaerella graminicola (Septoria tritici*) in winter wheat. **Plant Pathology** 46: 126-138.

**Loyce, C., Meynard, J. M., Bouchard, C., Rolland, B., Lonnet, P., Bataillon, P., Bernicot, M. H., Bonnefoy, M., Charrier, X., Debote, B., Demarquet, T., Duperrier, B., Félix, I., Heddadj, D., Leblanc, O., Leleu, M., Mangin, P., Méausoone, M. and Doussinault, G. 2008.** Interaction between cultivar and crop management effects on winter wheat diseases, lodging, and yield. **Crop Protection** 27: 1131-1142.

**Marschner, H. 1995.** Mineral nutrition of higher plants. Second edition. Academic Press, London.

**Neumann, S., Paveley, N. D., Beed, F. D. and Sylvester-Bradley, R. 2004.** Nitrogen per unit leaf area affects the upper asymptote of *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* epidemics in winter wheat. **Plant Pathology** 53: 725-732.

**Niknejad, M. and Akbari Kiaroodi, S. L. 2003.** Management of plant diseases. Agricultural Sciences Publications. (In Persian).

**Okhovvat, S. M. 2000.** Cereal diseases (barley, wheat, rice, maize, sorghum). Tehran University Press. (In Persian).

**Olesen, J. E., Jørgensen, L. N., Petersen, J. and Mortensen, J. V. 2003.** Effects of rate and timing of nitrogen fertilizer on disease control by fungicides in winter wheat. I: Grain yield and foliar disease control. **Journal of Agricultural Science** 140: 1-13.

**Pfleeger, T. G. and Mundt, C. C. 1998.** Wheat leaf rust severity as affected by plant density and species proportion in simple communities of wheat and wild oats. **The American Phytopathological Society** 88: 708-14.

**Razavi, M., Dehghan, M. A., Safavi, S. A., Berari, H., Torabi, M., Karimi Jashni, M. and Kazemi, H. 2010.** Evaluation of the field and seedling resistance of some advanced and elite lines of wheat to *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* the causal agent of wheat powdery mildew in Iran. **Applied Entomology and Phytopathology** 1: 133-150. (In Persian with English Abstract).

**Reid, L. M., Zhu, X. and Ma, B. L. 2001.** Crop rotation and nitrogen effects on maize susceptibility to Gibberella (*Fusarium graminearum*) ear rot. **Plant and Soil** 237: 1-14.

**Saulas, P. and Meynard, J. M. 1998.** Production intégrée et extensification sont-elles compatibles? Cas des céréales à paille. Doss. **Environment** 16: 9-15.

**Schillinger, W. F. 2005.** Tillage method and sowing rate relations for dryland spring wheat, barley, and oat. **Crop Science** 45: 2636-2643.

**Simon, M. R., Cordo, C. A., Perello, A. E. and Struik, P. C. 2003.** Influence of nitrogen supply on the susceptibility of wheat to *Septoria tritici*. **Journal of Phytopathology** 151: 283-289.

**Singh, R. P., Hodson, D. P., Huerta-Espino, J., Jin, Y., Njau, P., Wanyera, R., Herrera- Foessel, S. A. and Ward, R. W. 2008.** Will stem rust destroy the world's wheat crop? **Advances in Agronomy** 98: 272-298.

**Solarska, E. and Grudzinska, M. 2005.** PCR-based assays for detection of pathogenic fungi of the genus *Fusarium* in winter wheat growing in different production systems. **The Polish Phytopathological Society** 35: 173-181.

**Soughi, H., Kazemi, M., Kalateh Arabi, M., Shykh, F., Abroudi, S. A. M. and Askar, M. 2010.** Effect of different amounts of foliar- and soil- applied N on yield and yield components of promising bread wheat (*Triticum aestivum*) lines in Gorgan. **Journal of Crop Production** 2: 167-176. (In Persian with English Abstract).

**Stougaard, R. N. and Xue, Q. W. 2004.** Spring wheat seed size and seeding rate effects on yield loss due to wild oat (*Avena fatua*) interference. **Weed Science** 52: 133-141.

**Tompkins, D. K., Hultgreen, G. E., Wright, A. T. and Fowler, D. B. 1991.** Seed rate and row spacing of no-till winter wheat. **Agronomy Journal** 83: 648-689.

**Vadlapudi, V. and Naidu, K. C. 2011.** Fungal pathogenicity of plants: molecular approach. **Europian Journal of Experimental Biology** 1: 38-42.

**Wegulo, S. N. 2010.** Powdery mildew of wheat. University of Nebraska-Lincoln.

**Wegulo, S. N. and Klein, R. N. 2006.** Management of residue-borne diseases of wheat. University of Nebraska-Lincoln.

www.SID.ir

Archive of SID



**Wiese, M. V. 1991.** Compendium of wheat diseases. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA.

**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.

**Zahed. M., Galeshi, S., Latifi, N., Soltani, A. and Calate, M. 2012.** The effect of plant density on seed yield and yield components in modern and old wheat cultivars. **Journal of Crop Production** 4: 201-215. (In Persian with English Abstract).

**Zargarzadeh, F. 2005.** Wheat diseases and pests. Baghe Andisheh Publications. (In Persian).

**Zeinvand Lorestani, E., Kamkar, B. and Razavi, S. E. 2013.** Modeling and mapping diversity of pathogenic fungi of wheat fields using geographic information systems (GIS). **Crop Protection** 54: 74-83.

www.SID.ir

Archive of SID

University of Guilan
Faculty of Agricultural Sciences

**Cereal Research**
**Vol. 6, No. 4, winter 2017 (489-505)**

# Study on the effect of agricultural management factors on fungal diseases diversity indices and wheat yield in Gorgan using decision tree analysis CART

**Ebrahim Zeinvand Lorestani[1], Behnam Kamkar[2*] and Seyed Esmaeil Razavi[3]**

Received: January 27, 2015 Accepted: August 21, 2015

**Abstract**

To evaluate the qualitative and quantitative effects of agricultural managements on the fungal diseases of wheat, a study was carried out at 67 wheat-grown fields located in 8 villages in four geographical sides of Gorgan, Golestan province, Iran, in 2010. Samples were taken using 0.25×0.25 m quadrates. Then pathogenic fungi were identified and used to calculate the biodiversity of pathogenic fungi, heterogeneity index of Shannon-Wiener and Simpson. Qualitative and quantitative state of agricultural managements was provided by a researcher made questionnaires from farmers. The classification and regression trees (CART) procedure showed that nitrogen fertilizer, plant density and potash fertilizer were the most important management factors affecting the Shannon-Wiener diversity index variations, and nitrogen fertilizer, plant density and phosphorus fertilizer were the most important management factors affecting the Simpson diversity index variations. Moreover, the most variability of wheat yield was mainly interpreted by management factors including seeding rate, nitrogen fertilizer and previous two years rotation. Overall, nitrogen fertilizer and seeding rate (plant density) were common between wheat yield and both Shannon-Wiener and Simpson indices, so that, nitrogen fertilizer explained 38 and 31% of the Shannon-Wiener and Simpson indices variations, respectively, while 46% of the wheat yield variation was explained by seeding rate. The results suggest that appropriate amount of nitrogen fertilizer and desirable plant density were effective management options to improve the yield and reduce the fungal diseases in the Golestan province.

**Keywords:** Simpson index, Shannon-Wiener index, Data mining

1. M. Sc. Graduated, Dept. of Agronomy Faculty of Agriculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2. Assoc. Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
3. Assist. Prof., Dept. of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
* Corresponding author: kamkar@gau.ac.ir

www.SID.ir