

تحلیل محدودیت‌های عملکرد گندم در پارس‌آباد مغان، شمال غرب ایران

عسگر شیرین‌زاده^{۱*}، شریف‌آباد حسین حیدری^۲، هروان اسلام مجیدی^۳، قربان نورمحمدی^۴ و حمید مدنی^۵

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۴/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۱۷)

چکیده

یکی از مشکلات اساسی تولید گیاهان زراعی در کشور ما اختلاف بین عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل حصول (خلأ عملکرد) است. بنابراین شناسایی عوامل محدود کننده عملکرد و خلأ عملکرد بسیار حائز اهمیت است. به همین منظور مطالعه‌ای در پارس‌آباد مغان در ۶۰ مزرعه در دو سال زراعی متوالی ۹۵-۱۳۹۳ به صورت پیمایشی و به روش آنالیز مقایسه‌ای (CPA) انجام شد. در این پیمایش کلیه اطلاعات مربوط به مدیریت زراعی گندم و برخی اطلاعات گیاه زراعی در طول فصل رشد اندازه‌گیری و ثبت شدند. با استفاده از رگرسیون گام به گام رابطه بین عملکرد و کلیه متغیرها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل حصول ۲۳۱۶/۴۲ کیلوگرم در هکتار خلأ وجود دارد. مشخص شد تعداد عملیات تهیه زمین، تجربه کشاورز، تکرار مصرف قارچ‌کش، تاریخ کاشت، تقسیط کود اوره و تراکم سنبله قابل برداشت به ترتیب ۴/۶، ۱۳/۴، ۱۴/۳، ۱۸، ۲۰ و ۲۹/۷ درصد در ایجاد این خلأ نقش دارند. بررسی داده‌ها نشان داد که بیشتر متغیرها تحت کنترل مدیریت زراعی قرار دارند. به نظر می‌رسد که با مدیریت صحیح مزارع و در نظر گرفتن عوامل خلأ عملکرد گفته شده، می‌توان عملکرد دانه گندم در مزارع آبی را در حدود ۲۳۱۶/۴۲ کیلوگرم در هکتار نسبت به عملکرد فعلی کشاورزان، افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: خلأ عملکرد، عملکرد قابل حصول، عملکرد واقعی، گندم، مدیریت زراعی

۱. استادیار گروه کشاورزی، واحد پارس‌آباد مغان، دانشگاه آزاد اسلامی، پارس‌آباد مغان، ایران

۲، ۳ و ۴. اساتید دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده کشاورزی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

۵. دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده کشاورزی واحد اراک، ایران

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: asgar.shirinzadeh@gmail.com

مقدمه

امنیت غذایی و حفاظت از سیستم‌های زیست‌محیطی یکی از چالش‌های عمده ناشی از رشد جمعیت جهان در دهه‌های آینده است (۸). عوامل متعدد از جمله رژیم‌های غذایی متنوع، شرایط آب‌وهوایی، تخریب زمین‌های زراعی و رقابت رو به رشد برای آب و انرژی و دیگر عوامل امنیت غذایی در جهان را آسیب‌پذیر کرده است (۲۱ و ۲۸). برای رفع این نگرانی و تضمین نیاز نسل‌های آتی بشر، بسیاری از سازمان‌های بین‌المللی و دولتی در حال تحقیق هستند که بتوانند راهکار مناسب تولید پایدار و تأمین امنیت غذایی را با کمترین اثر سوء زیست‌محیطی پیدا کنند (۸ و ۱۰).

بهبود عملکرد محصولات زراعی یک ضرورت برای تأمین امنیت غذایی در قرن ۲۱ است. کاهش کیفیت زمین، رشد آهسته افزایش عملکرد در غلات اصلی، افزایش مصرف کود و اثر آن بر محیط زیست همگی نشان می‌دهد که کشاورزان نیازمند استراتژی جدید برای افزایش عملکرد هستند. از جمله راهکارهای مناسب برای حل این نگرانی، کمی کردن ظرفیت تولید مزارع و شناسایی راه‌های افزایش عملکرد در محصولات اصلی است (۵ و ۱۹). بعد از انقلاب سبز و تحولات صورت گرفته در علم کشاورزی که منجر به افزایش عملکرد گندم در واحد سطح در مزارع کشاورزان شد، عوامل متعددی سیر صعودی عملکرد را به حالت سکون تبدیل کرد و یا با کاهش آن، محدودیت‌هایی را به وجود آورد (۱۵). ظرفیت نهایی تولید غذا در جهان به وسیله محدودیت‌های بیوفیزیکی رشد گیاهان زراعی، منابع آب قابل دسترس و مساحت زمین‌های مناسب محدود می‌شده است. کمی‌سازی ظرفیت تولید در واحد سطح مزارع برای تحقیقات، توسعه و سرمایه‌گذاری و همچنین کمک به کشاورزان منطقه در اتخاذ تصمیم‌های مناسب زراعی ضروری است (۳۲).

آگاهی از مدیریت محصول برای تولید غذا یکی از وظایف اصلی مدیران بخش کشاورزی و کشاورزان است. مدیریت نادرست موجب می‌شود عملکرد برداشت شده (واقعی) با

عملکردی که می‌توان برداشت کرد (عملکرد قابل حصول)، فاصله قابل توجهی (خلاء عملکرد) داشته باشد (۳۱). اندازه‌گیری خلأ عملکرد، مسیر مناسب افزایش عملکرد، افزایش سود، صرفه‌جویی در زمان، افزایش میزان آگاهی و دانش کشاورزان نسبت به شیوه درست کشاورزی، افزایش بهره‌وری زمین و محصول هدف، بالا بردن ظرفیت ریسک‌پذیری کشاورزان، و توصیه‌های لازم در جهت رفع محدودیت‌ها از جمله مدیریت و پاسخ مناسب به حوادث طبیعی که پتانسیل عملکرد را در یک سال زراعی تحت تاثیر قرار می‌دهد، به ارمغان می‌آورد. حذف یا کاهش خلأ عملکرد با استفاده از بهترین ارقام سازگار با محیط و بهترین روش مدیریت آب و خاک و گیاه، راهکار کلیدی برای غلبه بر چالش تغذیه‌ای جمعیت در حال رشد جهان است (۷).

تحلیل خلأ عملکرد یک تخمین کمی از امکان افزایش ظرفیت تولید غذا برای یک ناحیه مشخص را فراهم می‌آورد که یک جزء مهم در طراحی راهبردهای تأمین غذا در مقیاس منطقه‌ای، ملی و در سطح جهانی است (۳۲). سلطانی و همکاران (۲۶) از جمله مشکلات اساسی تولید گیاهان زراعی در کشورمان را فاصله بین عملکرد واقعی و عملکرد قابل حصول عنوان کردند که شناسایی عوامل مؤثر در این خلأ عملکرد می‌تواند پژوهشگران را در تلاش برای افزایش عملکرد واقعی یاری دهد.

در طی سال‌های اخیر به دلیل اهمیت امنیت غذایی، مطالعات زیادی در مورد خلأ عملکرد در سطح جهان و ایران به روش‌های مختلف انجام شده است. یکی از این روش‌ها که قابلیت تجزیه و تحلیل داده‌های میدانی را دارد، روش آنالیز مقایسه‌ای عملکرد (CPA; Comparative Performance Analysis) است. که در آن با استفاده از رگرسیون چندگانه و به روش گام به گام (۱۲ و ۲۳) محدودیت‌های عملکرد و در نهایت مدل تولید تعیین می‌شود. با استفاده از مدل تولید و مقادیر پارامترهای مدل سهم هر یک از محدودیت‌ها در ایجاد خلأ عملکرد مشخص می‌شود (۶).

پژوهشگران زیادی از این روش در سطح جهان استفاده کردند. راجاپاکس (۲۲) با استفاده از این روش نشان داد که

به‌نظر می‌رسد با تعیین میزان تأثیر هر کدام از عوامل مدیریتی، بر میزان خلأ عملکرد ایجاد شده و به‌دنبال آن آگاهی کشاورزان از آن، می‌توان خلأ بین عملکرد واقعی و قابل حصول را به حداقل کاهش داد. از این‌رو این پژوهش با هدف تعیین میزان خلأ عملکرد، عوامل محدود کننده آن و سهم هر یک از این عوامل در ایجاد خلأ عملکرد با استفاده از روش رگرسیون گام به گام در مزارع گندم شهرستان پارس‌آباد مغان انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در منطقه پارس‌آباد مغان واقع در استان اردبیل بین ۳۹ درجه و ۴۱ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۴۵ تا ۵۰ متر از سطح دریای آزاد، اجرا شد. این منطقه از لحاظ اطلاعات هواشناسی جزء اقلیم نیمه‌بیابانی خفیف بوده، دارای زمستان‌های ملایم و تابستان‌های گرم است. حداکثر دما در خرداد ماه ۳۸ درجه سانتی‌گراد و حداقل دما ۱۳/۲- درجه سانتی‌گراد در دی‌ماه و همچنین میانگین بارندگی ۳۱۷ میلی‌متر و رطوبت نسبی ۷۶ درصد از جمله اطلاعات مهم هواشناسی در طی این دو سال آزمایش بودند. دیگر اطلاعات هواشناسی در جدول ۱ نشان داده شده است.

این پژوهش به‌صورت پیمایشی در ۶۰ مزرعه آبی تحت پوشش سه حوزه خدمات کشاورزی شهرستان پارس‌آباد مغان (دشت، ساوالان و آراز) و در دو سال زراعی (۹۵-۱۳۹۳) انجام شد. در این تحقیق مزارع به‌طور تصادفی و به‌نحوی طبقه‌بندی و انتخاب شدند که بتواند کل مزارع این سه حوزه را پوشش دهند. روش تحقیق و نقاط نمونه‌برداری در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی در پنج نقطه از قطره‌های هر مزرعه با استفاده از کوادراتی به ابعاد ۱×۱ متر انجام شد. در این پژوهش کلیه اطلاعات مربوط به مدیریت زراعی شامل عملیات تهیه بستر بذر، نوع رقم، محل تهیه بذر، میزان بذر مصرفی، ضدعفونی بذر، زمان کاشت، روش کاشت، نوع ادوات، نوع و تعداد و زمان شخم و دیسک، مسائل مربوط به داشت از

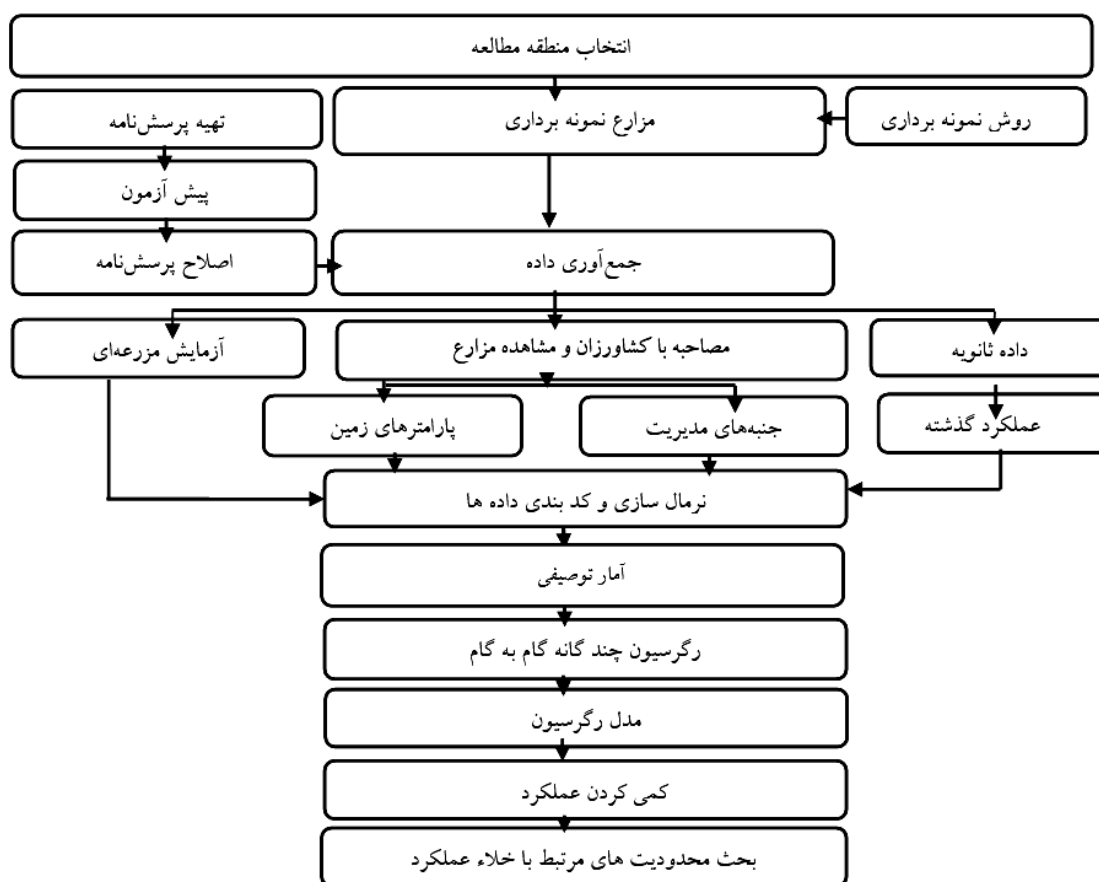
مدل تولید، ۵۸ درصد از تنوع عملکرد در گیاه برنج را با متوسط خلأ عملکرد ۲۳۶۵ کیلوگرم در هکتار توجیه می‌کند. اثر کود (۳۳ درصد)، کمبود آب (۲۶ درصد)، برداشت دیرهنگام (۱۸ درصد)، وجین دستی در نوبت دوم (۱۶ درصد) و نشای دیرهنگام (۶ درصد) از جمله محدودیت‌های تأثیرگذار در این میزان خلأ عملکرد بودند. در مطالعه دیگر توسط پرادان (۲۰)، عوامل خاک دارای بافت سبک، مساحت کرت در مزرعه، تعداد بذر کاشته شده در هر کیپه و عدم انجام عملیات تنک به‌ترتیب به‌میزان ۲۷، ۳۰، ۳۰ و ۱۳ درصد از جمله محدودیت‌های کاهش عملکرد ذرت شناسایی شد.

در ایران نیز آنالیز مقایسه‌ای طی سال‌های اخیر مورد استفاده قرار گرفته است. ترابی و همکاران (۳۱) با استفاده از این روش در گیاه گندم در گرگان نشان دادند که اکثر محدودیت‌های عملکرد به عوامل مدیریتی مربوط می‌شود. مدل تولید ارائه شده توسط این پژوهشگران ۶۱ درصد از کل تغییرات عملکرد را توجیه کرد. متغیرهای مستقل تأثیرگذار در عملکرد گندم در مدل ارائه شده توسط این پژوهشگران، میزان مصرف پتاسیم قبل از کاشت (۲۰/۱ درصد)، میزان مصرف نیتروژن پس از کاشت (۱۸/۳ درصد) شاخص سطح برگ (۱۹/۱ درصد)، شاخص کلروفیل برگ پرچم (۹/۹ درصد)، میزان جذب نیتروژن توسط گیاه در مرحله برداشت (۱۳/۹ درصد) و تراکم بوته (۱۸/۷ درصد) بودند. نکاحی و همکاران (۱۸)، با استفاده از آنالیز مقایسه‌ای نشان دادند که تراکم پایین بوته (۱۵ درصد)، عدم استقبال کشاورزان از فناوری (۱۰ درصد)، تاریخ کاشت دیرهنگام (۳۶ درصد)، رقم نامناسب (۲۰ درصد) و عدم استفاده از علف‌کش (۱۸ درصد) از عوامل اصلی کاهش دهنده عملکرد گندم در بندر گز استان گلستان بودند. حجارپور و همکاران (۹) با استفاده از همین روش در نقطه دیگری از استان گلستان عوامل محدود کننده عملکرد را در سه شرایط دیم کم‌بازده، دیم پرمحصول و آبی شناسایی کردند.

همان‌گونه که اشاره شد عوامل زیادی مانع دستیابی کشاورزان به عملکرد قابل حصول محصولات مختلف می‌شوند.

جدول ۱. حداقل و حداکثر دما، بارندگی و رطوبت نسبی ثبت شده طی دو فصل زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴

ماه	۱۳۹۳-۹۴			۱۳۹۴-۹۵			رطوبت نسبی
	حداقل دما	حداکثر دما	بارش	حداقل دما	حداکثر دما	بارش	
	(درجه سانتی گراد)	(درجه سانتی گراد)	(میلی متر)	(درصد)	(درجه سانتی گراد)	(میلی متر)	(درصد)
مهر	۷	۳۰/۶	۴۲/۸	۷۵	۴/۶	۵۲/۱	۷۵
آبان	۰/۲	۲۴/۶	۴۳/۸	۷۸	۰/۳	۳۳/۸	۸۰
آذر	-۱/۲	۱۳/۶	۵۴/۲	۸۵	-۳/۳	۳۰/۵	۷۷
دی	-۸	۲۰	۷/۸	۷۷	-۱۳/۲	۳۶/۶	۷۵
بهمن	-۰/۶	۲۱/۶	۱۹/۲	۸۱	-۱۲/۳	۳۷/۲	۸۰
اسفند	-۱/۸	۱۸/۴	۸۸/۶	۷۸	-۱/۴	۲۱/۷	۷۹
فروردین	۲/۲	۲۷	۴۴/۹	۷۷	-۱/۲	۳۳/۲	۷۷
اردیبهشت	۵/۲	۲۹/۲	۲۷/۷	۷۰	۱/۸	۲۵/۷	۷۵
خرداد	۱۲	۳۸	۶/۱	۶۰	۱۱/۹	۲۷/۳	۶۵



شکل ۱. روش انجام تحقیق



شکل ۲. موقعیت مزارع پایش شده در پارس‌آباد مغان

حداکثر عملکرد قابل حصول محاسبه شد. اختلاف این دو، به‌عنوان خلأ عملکرد در نظر گرفته شد. اختلاف حاصل از ضرب مقدار متوسط مشاهده شده برای هر متغیر در ضریب آن با حاصل ضرب مقدار بهترین مشاهده شده برای همان متغیر در ضریب همان متغیر نشان‌دهنده مقدار خلأ عملکرد ایجاد شده برای آن متغیر است (جدول ۲). نسبت مقدار خلأ عملکرد برای هر متغیر به کل خلأ عملکرد، نشان‌دهنده سهم آن متغیر در ایجاد خلأ عملکرد است و به‌صورت درصد نشان داده شده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۹) استفاده شد.

نتایج و بحث

روند تغییرات سطح و عملکرد گندم از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ در منطقه مغان در شکل (۳) نشان داده شده است. بر اساس این شکل تنوع زیادی در عملکرد گندم در بین سال‌ها مشاهده می‌شود. بسیاری از کشاورزان منطقه، هنوز از دلایل این تنوع و تغییرات اطلاع کافی ندارند. افزایش تولید در منطقه مغان بیشتر از طریق افزایش سطح زیر کشت بوده است. عملکرد دانه در طی این مدت دارای یک روند کاهشی است.

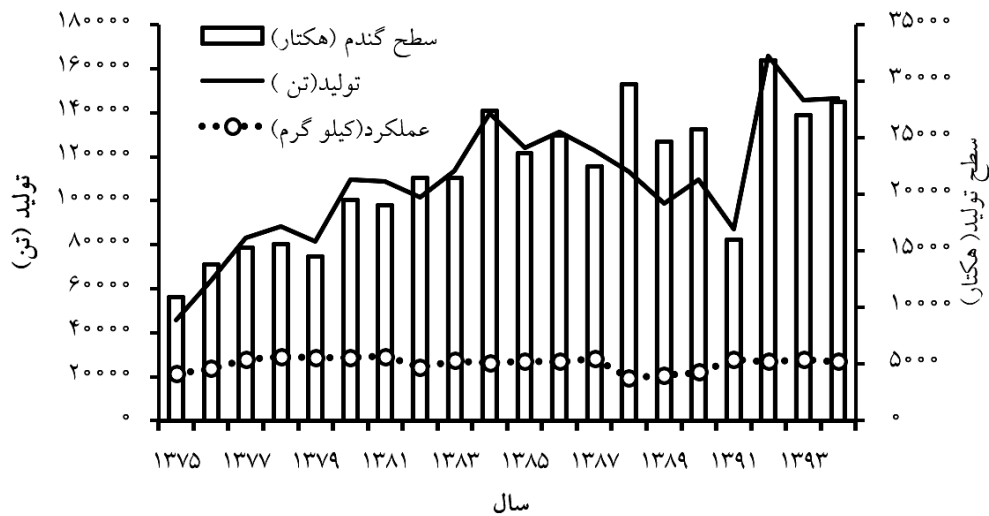
توزیع داده‌های عملکرد در شکل ۴ نشان داده شده است. ۶۰ عملکرد مربوط به مزارع کشاورزان منتخب تحت آزمون نرمالیته قرار داده شدند تا از پیش‌شرط استفاده از رگرسیون اطمینان حاصل شود. نتایج نشان داد که دلایل کافی برای بیان اینکه داده‌ها دارای توزیع نرمال هستند وجود دارد (جدول ۳).

قبیل آبیاری (روش، تعداد، میزان و زمان آبیاری)، کودهای شیمیایی پایه و سرک (نوع، مقدار و زمان مصرف) و دامی، مبارزه با آفات، بیماری و علف‌های هرز (نوع، میزان و زمان مصرفی) و عملیات برداشت (نوع ادوات، زمان برداشت)، عوامل اجتماعی (تجربه، دانش، تعداد خانوار) اطلاعات مربوط به گیاه زراعی از قبیل زمان پنجه‌زنی، ساقه رفتن، گرده افشانی، رسیدگی و برداشت، تعداد دانه و سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد واقعی، شاخص سطح برگ در مرحله گرده افشانی (با استفاده از دستگاه سطح‌سنج مدل DeltaT-Devices)، نیتروژن بقایای گیاهی و دانه (به‌روش کجلدال در آزمایشگاه) در طول فصل رشد از مزارع منتخب که تحت نظارت ناظرین طرح محوری گندم بودند، از طریق مشاهده و اندازه‌گیری و در مواردی از طریق پرسش از کشاورزان جمع‌آوری و تکمیل شد.

برای تعیین مدل عملکرد دانه، رابطه بین تمام متغیرهای اندازه‌گیری شده (کمی و کیفی؛ برخی متغیرهای کیفی مانند نوع رقم به‌صورت صفر و یک کدگذاری شدند و در برخی متغیرها از روش نمره‌دهی از صفر تا سه استفاده شده و به نرم‌افزار معرفی شدند) و عملکرد از طریق روش رگرسیون گام به گام (۳۱) بررسی شد. مدل نهایی با استفاده از روش آزمون و خطای کنترل شده تعیین شد، که می‌تواند اثر محدودیت‌های عملکرد را کمی کند. با قرار دادن متوسط متغیرهای مستقل (Xها) در ۶۰ مزرعه تحت بررسی در مدل نهایی، عملکرد متوسط با مدل محاسبه شد. سپس با قرار دادن بهترین مقدار مشاهده شده متغیرها در مدل عملکرد،

جدول ۲. آنالیز رگرسیونی عوامل مختلف روی خلأ عملکرد

متغیرها	ضریب	اندازه‌گیری شده در مزرعه		مقدار محاسبه شده با مدل		خلأ
		میانگین	حداکثر	average	selected amount	
عرض از مبدأ	۷۲۵۴/۲۲	۱	۱	۷۲۵۴/۲۲	۷۲۵۴/۲۲	*
تاریخ کاشت	-۱۷/۹۸	۷۳/۲۲	۵۰	-۱۳۱۶/۵	-۸۹۹	-۴۱۷/۵
تراکم سنبله	۳/۸	۴۸۶/۳	۶۶۸	۱۸۴۷/۹۴	۲۵۳۸/۴	۶۹۰/۴۶
تقسیم کود اوره	۴۲۲/۲۱	۱/۹۵	۳	۸۶۲/۳۱	۱۳۲۶/۶۳	۴۶۴/۳۲
عملیات تهیه زمین	-۲۶۸/۴۳	۵/۴۳	۵	-۱۴۴۹/۵۲	-۱۳۴۲/۱۵	-۱۰۷/۳۷
تجربه کشاورز	-۲۱/۳۹	۴۷/۵۲	۳۲	-۱۰۱۶/۴۵	-۶۸۴/۴۸	-۳۳۱/۹۷
مصرف قارچ‌کش	۱۸۲/۶۸	۱/۳	۳	۲۳۷/۴۸	۵۴۸/۰۴	۳۱۰/۵۷
میانگین عملکرد دانه (نمونه)	-	۶۳۲۷	۸۶۰۰	-	-	-
عملکرد محاسبه شده (kg/ha)	-	-	-	۶۴۳۱/۸۵	۸۷۴۹/۲۷	-
خلأ عملکرد محاسبه شده (kg/ha)	-	-	-	-	-	۲۳۱۷/۴۲

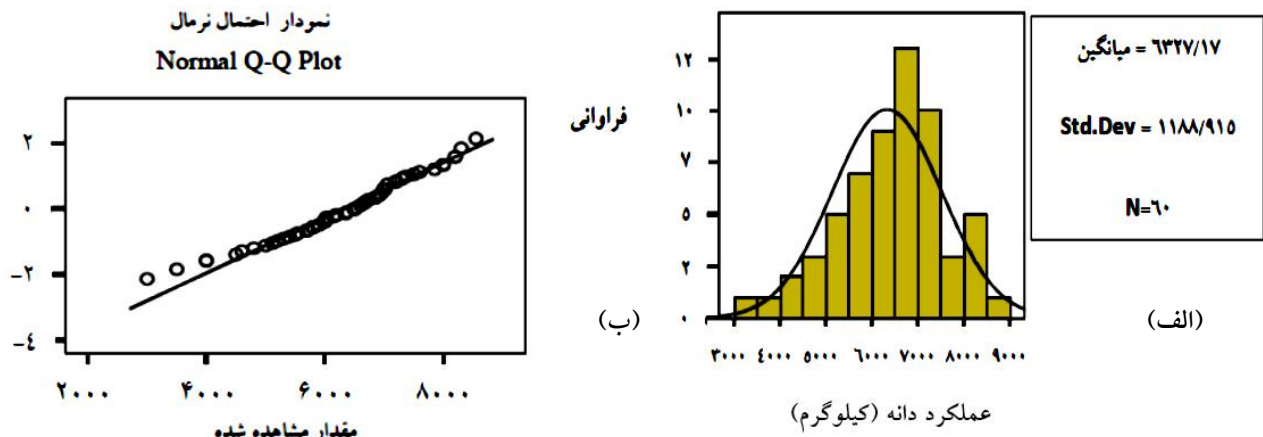


شکل ۳. روند تغییرات سطح و عملکرد گندم در پارس‌آباد مغان (سازمان جهاد کشاورزی اردبیل، ۱۳۹۵)

به‌عنوان متغیرهای مستقل لحاظ شدند، که نتیجه آن در معادله زیرین مشاهده می‌شود. در نهایت با استفاده از این معادله، میزان عملکرد واقعی، عملکرد قابل حصول و سهم هر کدام از متغیرها بر کاهش عملکرد تعیین شد.

$$Y \text{ (kg/ha)} = 7254/22 - 17/98 X_1 + 3/8 X_2 + 422/21 X_3 - 268/43 X_4 - 21/39 X_5 + 182/68 X_6$$

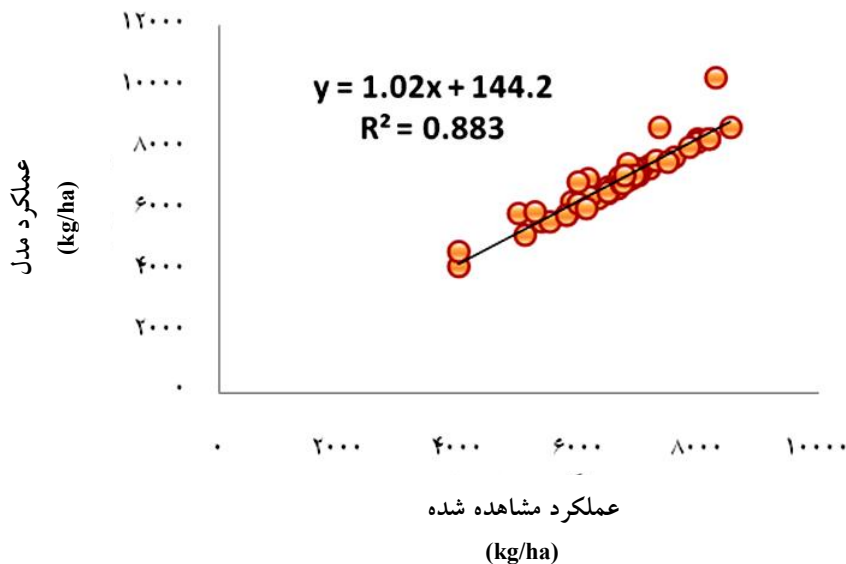
نتایج مربوط به رگرسیون گام به گام برای تعیین مهم‌ترین متغیرهای مدیریتی مؤثر بر عملکرد و مدل عملکرد در جدول ۲ آورده شده است. در این رگرسیون عملکرد در واحد سطح به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد و سایر متغیرها از قبیل تاریخ کاشت، تراکم سنبله، تعداد سرک کود اوره، تعداد عملیات تهیه زمین، تجربه کشاورز و تعداد تکرار قارچ‌کش مصرفی



شکل ۴. الف) توزیع عملکرد و برازش منحنی توزیع نرمال، ب) آزمون تست نرمال برای داده عملکرد

جدول ۳. آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن عملکرد دانه

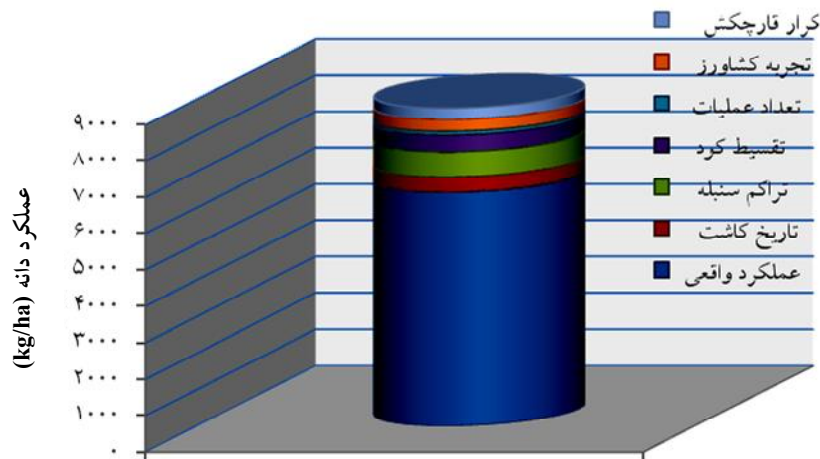
	کولموگروف-اسمیرنوف			شاپیرو ویلک		
	F	df	Sig.	F	df	Sig.
VAR	۰/۰۹۱	۶۰	۰/۲۰۰	۰/۹۷۳	۶۰	۰/۲۰۸



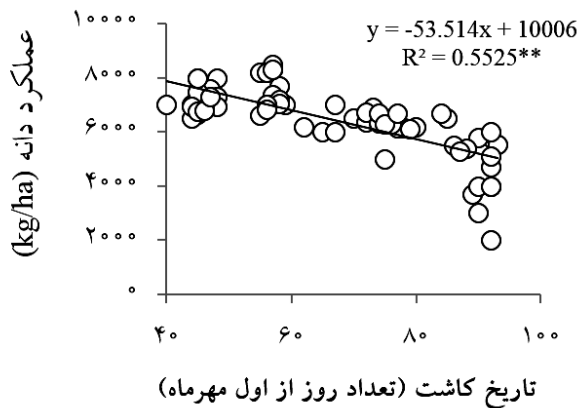
شکل ۵. رابطه بین عملکرد مشاهده شده و پیش‌بینی شده با مدل

که در آن، Y: عملکرد، X_۱: تاریخ کاشت، X_۲: تراکم سنبله، X_۳: تقسیط کود اوره، X_۴: تجربه کشاورز، X_۵: تعداد عملیات تهیه زمین، X_۶: تعداد تکرار قارچ‌کش است.

بر اساس شکل ۵ رابطه بین عملکرد واقعی و عملکرد قابل حصول تخمین زده شده معنی‌دار (P < ۰/۰۰۰۱) بود. ضریب همبستگی این رابطه ۰/۹۴، جذر میانگین مربعات خطا (RSME)



شکل ۶. سهم محدودیت‌های اصلی خلأ عملکرد گندم



شکل ۸. رابطه رگرسیونی عملکرد دانه با تاریخ کاشت در مزارع منتخب

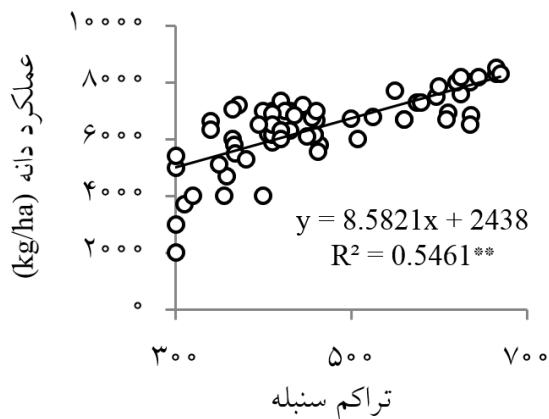


شکل ۷. درصد فراوانی تجمعی تاریخ کاشت گندم در اراضی مورد مطالعه

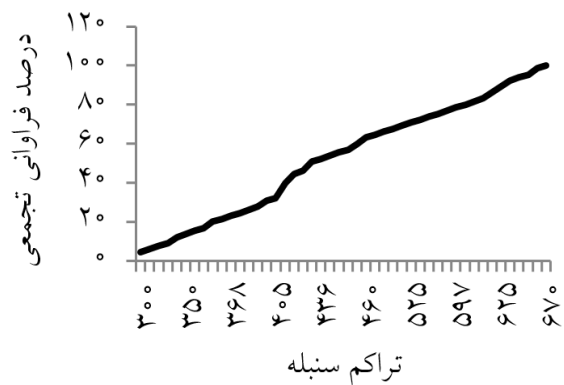
بود. مدل سهم هر یک از محدودیت‌های شناسایی شده را به ترتیب ۱۸، ۲۹/۷، ۲۰، ۴/۶، ۱۴/۳، ۱۳/۴ درصد مشخص کرد. در جدول ۲ و شکل ۶ این محدودیت‌ها به تفکیک آمده است.

همان‌گونه که در شکل ۷ ملاحظه می‌شود تاریخ کاشت در منطقه مورد مطالعه بین ۳۸-۹۳ روز پس از اول مهرماه (۸ آبان تا ۳ دی‌ماه) متغیر بود. ۵۸/۲ درصد از کشاورزان منطقه مورد مطالعه در بازه زمانی مناسب (۱۵ آبان تا ۱۵ آذر) اقدام به کاشت گندم کردند. بر اساس شکل ۸ سمت چپ، رابطه رگرسیونی بین تاریخ کاشت و عملکرد دانه گندم یک رابطه خطی کاهشی است. در این شکل مشاهده می‌شود از ۶۰ روز بعد از اول مهر،

۴۵۸ و ضریب تغییرات مدل نسبت به جذر میانگین ۷ درصد است. این آماره‌ها نشان می‌دهند که دقت مدل قابل قبول بوده و می‌تواند برای تعیین میزان خلأ عملکرد و سهم هر یک از محدودیت‌های عملکرد استفاده شود. خلأ عملکرد ناشی از هر عامل و سهم هر یک از عوامل محدود کننده عملکرد در شرایط آبیاری در جدول ۱ ارائه شده است. با استفاده از مدل تولید، حداکثر عملکرد قابل حصول به میزان ۸۷۴۹/۲ کیلوگرم و متوسط عملکرد در مزارع کشاورزان به میزان ۶۴۳۱/۸۵ کیلوگرم تخمین زده شد. تفاوت این دو مقدار نشان از وجود یک خلأ عملکرد به میزان ۲۳۱۷/۳۵ کیلوگرمی در منطقه مغان است. که با مدیریت مناسب‌تر قابل کاهش دادن خواهد



شکل ۱۰. رابطه رگرسیونی تراکم سنبله با عملکرد دانه در مزارع مورد مطالعه



شکل ۹. درصد فراوانی تجمعی تراکم سنبله در مزارع مورد مطالعه

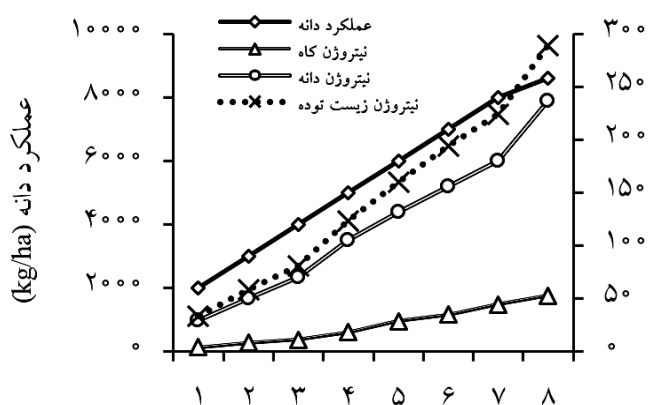
۴۰۰ سنبله در مترمربع داشته‌اند. تراکم سنبله یکی از عوامل تأثیرگذار بر عملکرد دانه گندم در مزارع مورد مطالعه بوده (جدول ۴) به نحوی که با افزایش تراکم سنبله گندم در مترمربع، عملکرد دانه به صورت خطی و معنی‌دار ($P < 0/1$) افزایش یافته است (شکل ۱۰). آنالیز مقایسه‌ای متغیرهای مورد بررسی به روش گام به گام نشان داد که تراکم سنبله گندم بیشترین سهم (۲۹/۷ درصد) را در ایجاد خلأ (تفاوت بین عملکرد واقعی و عملکرد قابل حصول) داشته است. تراکم سنبله در گندم بیشتر تحت تأثیر تاریخ کاشت است. اطلاعات پیمایشی در این زمینه نشان داد که کشاورزانی که کشت گندم را در یک تاریخ بهینه (از ۱۵ آبان تا ۱۵ آذر) انجام دادند، تراکم سنبله و عملکرد بیشتری داشتند. خروجی مدل عملکرد نشان می‌دهد که اگر کشاورزان در ۲۰ آبان (۵۰ روز بعد از اول مهر ماه) اقدام به کشت می‌کردند، عملکرد آنها به میزان ۴۱۷/۵ کیلوگرم در هکتار افزایش می‌یافت. پایین بودن تراکم سنبله گندم مسئول ۲۹/۷ درصد از کل خلأ عملکرد دانه (۶۹۰/۴۶ کیلوگرم در هکتار) است. متوسط و حد بهینه تراکم سنبله در این مطالعه به ترتیب ۴۸۶/۳ و ۶۶۸ سنبله در مترمربع بود. اگر با اصلاح برخی مدیریت زراعی نظیر انتخاب زمان مناسب کاشت، کاهش تعداد عملیات تهیه بستر بذر، کاشت بذر در شرایط آب‌وهوایی مناسب و خاک بهینه، بتوان تراکم سنبله قابل برداشت را به ۶۶۸

هر روز تأخیر در کاشت گندم باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه شده است. دلیل عمده این تأخیر کشت در منطقه پارس‌آباد مغان، کشت‌های تابستانه به خصوص ذرت کشت دوم و برداشت دیرهنگام این قبیل محصولات در پاییز است. ضریب منفی X_1 در مدل تولید مربوط به تاریخ کاشت است، بدین ترتیب که به ازای هر روز تأخیر در کاشت، عملکرد دانه ۱۸ کیلوگرم در هکتار کاهش یافته است. کاشت به موقع در شرایط آبی باعث تطبیق بهتر دوره رشد گیاه با فصل رشد می‌شود (۳۰). کیانی و همکاران (۱۴) تاریخ کاشت را به عنوان یک فاکتور مؤثر بر طول دوران رشد رویشی و زایشی و توازن بین آنها و در نهایت میزان عملکرد محصول معرفی کردند. شیرین‌زاده و همکاران (۲۹)، ایده‌آل‌ترین و مناسب‌ترین زمان کشت گندم در منطقه پارس‌آباد مغان را به ترتیب دهه سوم آبان و محدوده ۱۵ آبان تا ۱۵ آذر گزارش کردند. بر اساس نتایج این پژوهشگران اگر گندم در ایده‌آل‌ترین و مناسب‌ترین زمان در این منطقه کشت شود در آن صورت خلأ عملکرد از ۲۳۲۲ کیلوگرم به ۵۳۷ و ۱۳۶۶ کیلوگرم کاهش خواهد یافت.

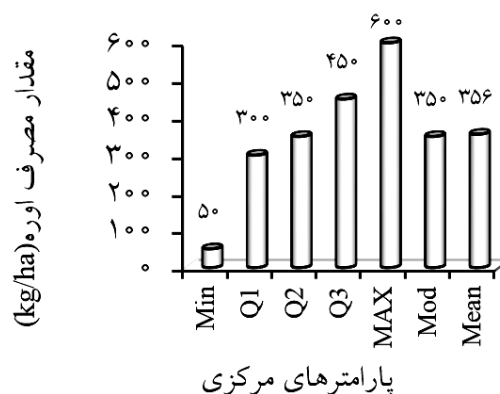
درصد فراوانی تجمعی تراکم سنبله گندم در شکل ۹ نشان داده شده است. بر اساس این شکل مشخص است که تراکم سنبله در بین مزارع تحت بررسی بین ۳۰۰ تا ۶۶۷ سنبله در مترمربع متغیر و ۵۰ درصد از این مزارع تراکم سنبله کمتر از

جدول ۴. بررسی معنی داری متغیرهای کمی مورد مطالعه بر عملکرد دانه

معنی داری	pr>f	R ²	b±se	a±se	متغیر
++	۰/۷۴	۰/۵۵	-۵۳/۵۱۴ ± ۵/۹۳	۱۰۰۵/۵۹۰ ± ۴۰۹/۳	تاریخ کاشت
++	۰/۷۴	۰/۵۴	۸/۵۸ ± ۸/۵۸	۲۴۳۸ ± ۴۶۴/۱	تراکم سنبله قابل برداشت
++	۰/۸۶	۰/۷۴	۱۵۸۰ ± ۲۵۶/۴۵	۳۱۹۲ ± ۱۱	تقسیم کود اوره
++	۰/۷۴	۰/۵۵	۸۶۶/۹۴ ± ۹۷/۹	۵۲۹۵/۱ ± ۱۶۶/۵	تکرار مصرف قارچ کش
++	۰/۶۹	۰/۳۹	-۸۱۷/۴۷ ± ۱۳۱/۸۸	۱۰۹۴۶ ± ۷۲۶/۴	عملیات تهیه زمین
++	۰/۴۹	۰/۲۴	-۶۶/۲۳۶ ± ۱۴/۷	۹۶۷۳/۳ ± ۷۲۳/۲۴	تجربه کشاورز (سن)



شکل ۱۲. درصد نیتروژن در زیست توده گندم در عملکردهای مختلف



شکل ۱۱. پارامترهای مرکزی کود اوره در مزارع کشاورزان منتخب

هدررفت بخش قابل توجهی از کود مصرفی و کاهش بهره‌وری عامل تولید به دلیل عدم بهره‌گیری از مدیریت فناوری است. از منظر زراعی، کارایی مصرف نیتروژن، افزایش عملکرد به ازای هر واحد کود نیتروژن است. کشورهای توسعه یافته بدون استفاده از تغذیه بهینه از جمله کود نیتروژن قادر به دستیابی به امنیت غذایی در جامعه خود نیستند. همزمانی نیاز گیاه و مصرف اوره موجب افزایش کارایی مصرف نیتروژن می‌شود که این مهم می‌تواند از راه‌های مختلف عملی شود. تقسیم کود اوره یکی از روش‌های مؤثر در تولید گندم، نقش مهمی در مدیریت بهینه تغذیه گیاه دارد. عملکرد بالا، سودآوری و سازگاری با محیط‌زیست از اثرات مهم تقسیم کود اوره است (۷).

نتایج آنالیز مقایسه‌ای نشان داد که مصرف بهینه کود

سنبله در مترمربع افزایش داد، در آن صورت عملکرد دانه به میزان ۶۹۰/۴۶ کیلوگرم در هکتار افزایش خواهد یافت.

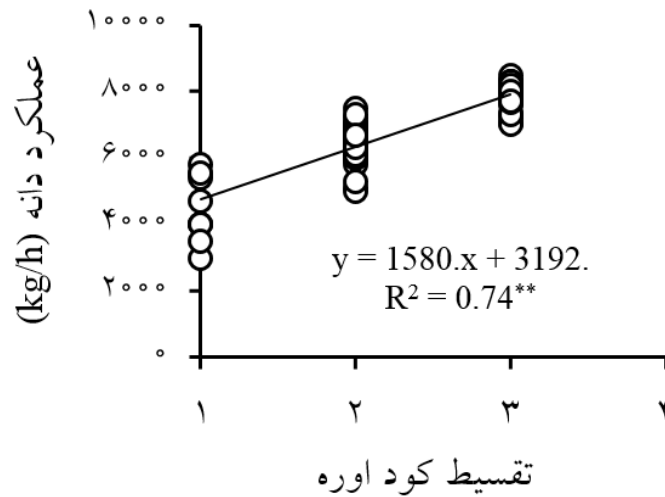
بر اساس شکل ۱۱ میانگین و دامنه تغییرات مصرف کود نیتروژن در بین مزارع کشاورزان منتخب به ترتیب ۳۵۶ و ۵۵۰ کیلوگرم در هکتار بودند. همچنین آماره چارک سوم نشان می‌دهد که ۷۵ درصد کشاورزان ۴۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار مصرف کردند. این در حالی است که آنالیز زیست توده مزارع کشاورزان تحت پیمایش در این تحقیق (شکل ۱۲) نشان داد که حداکثر بازگشت نیتروژن ۲۸۹ کیلوگرم در هکتار تحت یک مدیریت زراعی ایده‌آل از نظر زمان، میزان و تقسیم کود (در مراحل پنجه‌دهی، ساقه‌رفتن و پرشدن و یا کاشت، ساقه‌رفتن و پرشدن دانه) مشاهده شد. مقدار بازگشت نیتروژن به طور میانگین بیشتر از ۱۸۰ کیلوگرم نبود که نشان

کاهش تعداد بذور جوانه زده، کاهش تعداد پنجه، کاهش تعداد سنبله قابل برداشت و سرانجام کاهش عملکرد گندم می‌شود. برخی پژوهشگران، رفت‌وآمد زیاد، افزایش فشردگی زمین، ساختمان فیزیکی و تهویه نامناسب خاک در شرایط کشت دیرهنگام را عامل تأثیرگذار در رشد ریشه و شاخساره گیاه عنوان کردند (۱۳). زمان کاشت به موقع، مدیریت زراعی مناسب (۳)، کاهش تعداد عملیات تهیه زمین، بهبود خواص فیزیکی (۲ و ۲۴) و شیمیایی خاک (۱۷) و همچنین خواص بیولوژیکی (۱۶ و ۱۷)، حفظ مقرات زیست‌محیطی و مصرف بهینه نیتروژن (۴) را در پی دارد. علاوه بر این بهبود ساختار خاک باعث بهتر شدن تهویه و نفوذ آب و تنوع و فعالیت میکروبی (۲۵)، کاهش معدنی شدن و افزایش کربن آلی خاک در درازمدت که بی‌تأثیر در فعالیت زیست‌توده میکروبی خاک نیست، می‌شود (۱، ۴ و ۲۷).

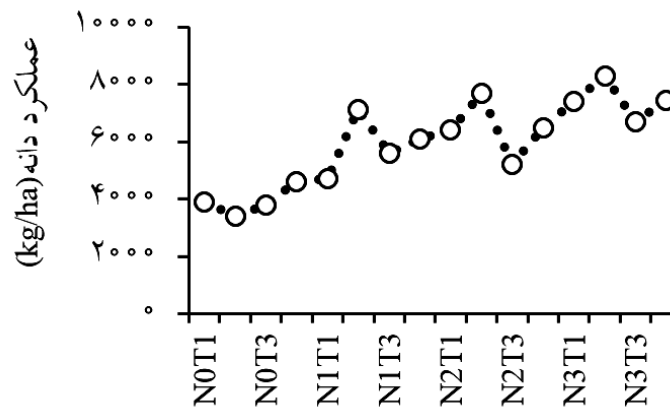
در این مطالعه دامنه سن کشاورزان بین ۳۲ تا ۶۵ سال در نوسان بود. به‌طور کلی ۵۰ درصد افراد از لحاظ سن در رده ۳۲ تا ۴۸ سال قرار داشتند (شکل ۱۷). از لحاظ سابقه و مهارت بین کشاورزان مزارع مورد بررسی تفاوت قابل توجه و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۴). این تفاوت ناشی از به‌روز نبودن کشاورزان پرسابقه و قدیمی است. به‌نظر می‌رسد کشاورزان قدیمی تمایل بیشتری به کشاورزی سنتی در مقایسه با کشاورزان با تجربه کاری کمتر دارند. میانگین سنی کشاورزان منتخب ۴۷/۵۲ سال بود. مزارع کشاورزان جوان‌تر و با تحصیلات دانشگاهی دارای عملکرد بیشتری نسبت به افراد مسن بودند. با توجه به شکل (۱۸) با افزایش سن و تجربه کشاورزان، عملکرد محصول به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. کشاورزان قدیمی‌تر ارتباط کمتری با کارشناسان ترویج و یا مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی داشته و از یافته‌های جدید در زراعت کمتر استفاده می‌کنند. اگر فرض کنیم سن کشاورز ۳۲ سال باشد، احتمالاً به‌دلیل به‌کار گرفتن روش‌های علمی‌تر در تولید محصول، عملکرد به‌میزان ۳۳۱/۹۷ کیلوگرم در هکتار

نیتروژن می‌تواند باعث رفع ۲۰ درصد از خلأ عملکرد گندم در منطقه مورد مطالعه شود (جدول ۲). این نتایج نشان داد که کشاورزان منطقه نه تنها در مقدار مصرف کود اوره بلکه زمان‌بندی مناسبی را برای این نهاده ندارند. رابطه رگرسیونی تقسیت کود اوره با عملکرد دانه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن ($P < 0/1$) این متغیر مستقل با عملکرد دانه در مزارع کشاورزان است (شکل ۱۳ و جدول ۴). بدین معنی مزارعی که در پنجه‌دهی، ساقه‌رفتن و پرشدن اقدام به مصرف مقدار مناسب کود اوره کردند، عملکرد بالاتری نسبت به دیگر تیمارهای تقسیت کود اوره به‌دست آورند (شکل ۱۴). حجارپور و همکاران (۹) با استفاده از این روش اظهار کردند مدیریت نادرست در مصرف نیتروژن باعث کاهش ۲۵ درصدی عملکرد گندم در استان گرگان شد. ترابی و همکاران (۳۱) تأثیر این محدودیت را در همین منطقه ۱۸ درصد گزارش کردند.

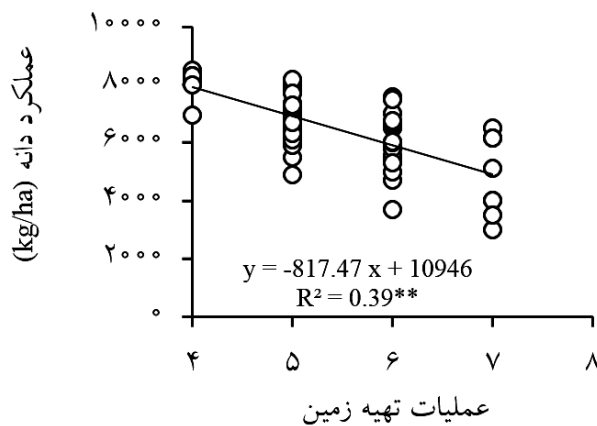
بر اساس آنالیز مقایسه‌ای تعداد عملیات تهیه زمین به‌عنوان یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار در خلأ عملکرد توسط مدل تولید شناسایی شد. درصد فراوانی تجمعی تعداد عملیات تهیه زمین در شکل ۱۵ نشان داده شده است. بر اساس این شکل مشخص است تعداد عملیات در بین مزارع مورد مطالعه متغیر بوده به‌طوری که بیش از ۵۰ درصد از مزارع مورد مطالعه بین ۵ تا ۶ مرحله از ادوات کشاورزی برای آماده‌سازی زمین استفاده کردند. مطابق با شکل ۱۶ و جدول ۴ تعداد عملیات تهیه زمین در زمان کاشت گندم رابطه معنی‌داری با عملکرد دانه در مزارع کشاورزان منتخب نشان داده است به‌طوری که با افزایش تعداد عملیات تهیه زمین، عملکرد دانه گندم روند کاهش داشته است. مدیریت عملیات زمین کشاورزی در منطقه پارس‌آباد مغان تحت تأثیر کشت‌های تابستانه و انتخاب نادرست تناوب زراعی است. این شرایط نه تنها باعث کشت دیرهنگام گندم در یک شرایط بد جوی و توأم با کاهش دما، افزایش عملیات تهیه زمین به‌خصوص تردد بیش حد ادوات ثانویه می‌شود بلکه باعث کشت بذر در یک بستر نامناسب و



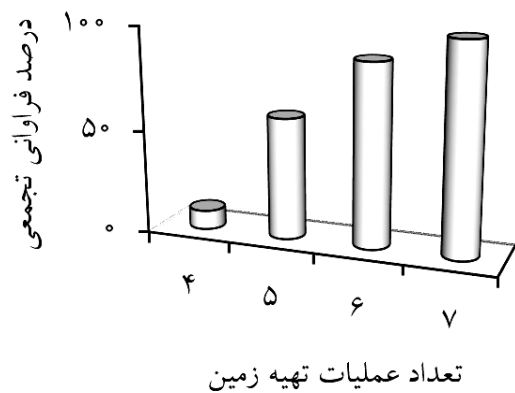
شکل ۱۳. رابطه رگرسیونی تقسیم کود اوره با عملکرد دانه در مزارع منتخب



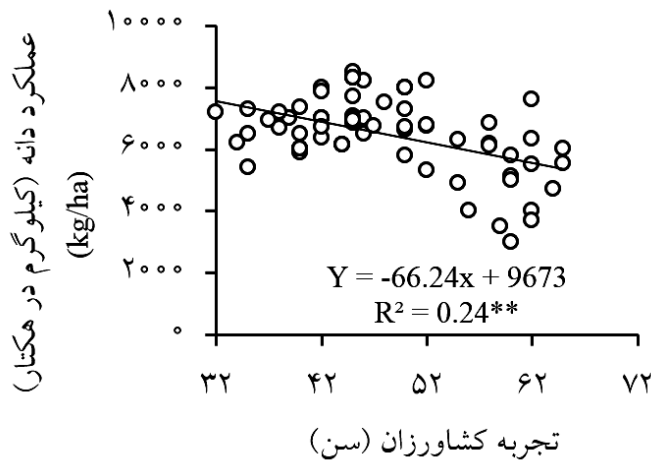
شکل ۱۴. اثر متقابل زمان و مقدار مصرف کود نیتروژن (T_1 = کاشت، پنجه‌دهی، ساقه‌رفتن T_2 = پنجه‌دهی، ساقه‌رفتن، پرشدن دانه T_3 = کاشت، ساقه‌رفتن، پرشدن دانه، T_1 = کاشت، پنجه‌دهی، پرشدن دانه)، (N_0 = صفر مقدار کود، N_1 = ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، N_2 = ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار، N_3 = ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار)



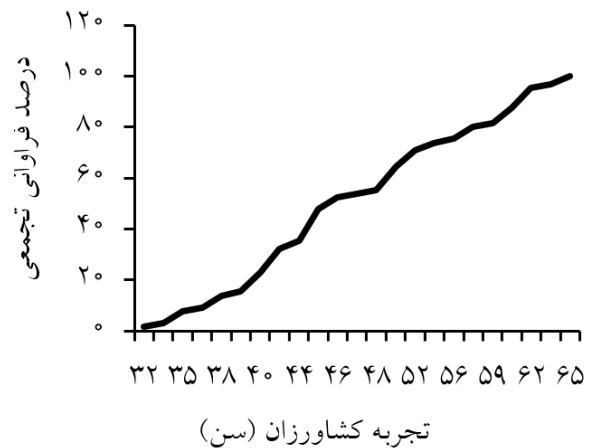
شکل ۱۶. رابطه رگرسیونی تعداد عملیات تهیه زمین و عملکرد دانه در مزارع منتخب



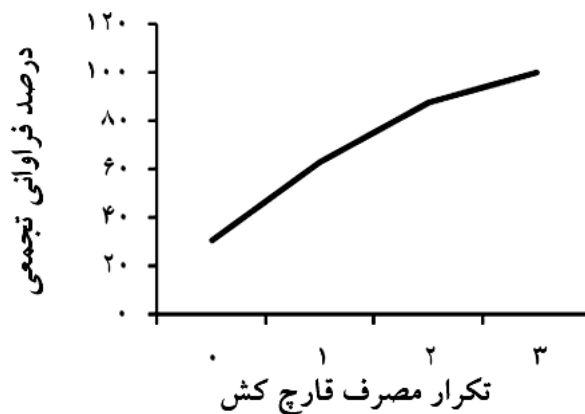
شکل ۱۵. درصد فراوانی تجمع عملیات تهیه زمین در مزارع مورد مطالعه



شکل ۱۸. رابطه رگرسیونی تجربه (سن) کشاورز با عملکرد دانه در مزارع مورد مطالعه



شکل ۱۷. درصد فراوانی تجمعی تجربه کشاورزان مزارع مورد مطالعه

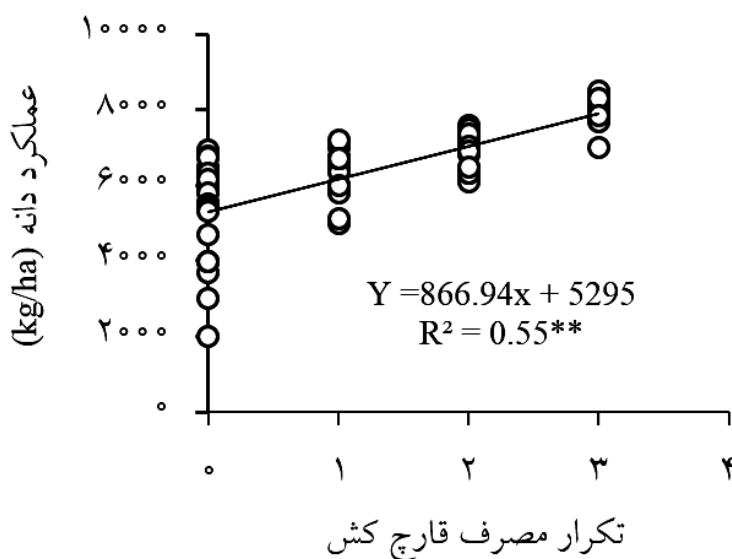


شکل ۱۹. درصد فراوانی تجمعی مصرف قارچ‌کش با عملکرد دانه در مزارع مورد مطالعه

و ۱۲/۳ بود و این نشان می‌دهد که درصد بالایی از کشاورزان توجهی به مصرف قارچ‌کش نداشتند. جدول ۴ نشان می‌دهد که عملکرد دانه به‌طور قابل توجه و معنی‌داری تحت تأثیر مصرف قارچ‌کش است. بر اساس اطلاعات پیمایشی از مزارع گندم و آنالیز مقایسه‌ای به‌روش رگرسیون گام به گام، تکرار، نوع و غلظت قارچ‌کش به‌میزان ۱۳/۴ درصد در کنترل این بیماری مؤثر بوده است (جدول ۲). رابطه رگرسیونی بین تکرار قارچ‌کش و عملکرد دانه دارای همبستگی ۷۵ درصدی بوده و زارعین با افزایش تعداد مصرف قارچ‌کش توانستند به‌میزان ۳۱۱ کیلوگرم

افزایش خواهد یافت. بر این اساس سن و تجربه کاری کشاورز عامل ۱۴/۳ درصد خلأ عملکرد گندم در این بررسی بود. نکاحی و همکاران (۱۸) نتایج مشابهی را بندرگز استان گلستان در این راستا ارائه کردند.

درصد فراوانی تجمعی مصرف قارچ‌کش در شکل ۱۹ نشان داده شده است. با توجه به این نمودار درصد عدم مصرف، یک بار مصرف، دوبار مصرف و سه بار مصرف قارچ‌کش برای کنترل بیماری‌های قارچی (فوزاریوم و زنگ گندم) در بین کشاورزان مزارع مورد مطالعه به‌ترتیب ۳۰/۸، ۳۲/۳، ۱۴/۶



شکل ۲۰. رابطه رگرسیونی تکرار مصرف قارچ کش و عملکرد در مزارع مورد مطالعه

حداقل ۱۸ درصد به افزایش عملکرد در هکتار امیدوار باشند. تاریخ کاشت مناسب در منطقه مغان از ۱۵ آبان تا حداکثر ۱۵ آذر است. اما بهتر است تاریخ کاشت از نیمه اول آبان شروع و در هفته اول آذرماه پایان پذیرد. تراکم بوته از عوامل مؤثر در خلأ عملکرد بوده، بدین طریق می توان با ایجاد تراکم مناسب به میزان ۲۹/۷ درصد (۶۹۰/۴۶ کیلوگرم در هکتار) به کاهش خلأ عملکرد در منطقه مغان کمک کرد. تقیسط کود اوره در تولید گندم نقش مهمی در استرژزی مدیریت تغذیه گیاه دارد. کشاورزان در صورت تقیسط کود سرک به میزان ۲۰ درصد، معادل ۷۵۷/۷ کیلوگرم در هکتار در افزایش عملکرد موفق خواهند بود. کشاورزان منطقه بایستی تناوب زراعی مناسب انتخاب کنند تا شرایط لازم برای تهیه مناسب زمین، کاهش تعداد عملیات قبل از کاشت، عدم فشردگی زمین و تسطیح و کاشت مکانیزه بذر در یک بستر و عمق مناسب را فراهم سازند. کاهش تعداد عملیات به میزان ۴/۶ درصد در افزایش عملکرد مؤثر خواهد بود. استفاده از قارچ کش مناسب، به میزان ۱۳/۴ درصد در کنترل بیماری گندم به خصوص فوزاریوم مؤثر بوده است. به دلیل حساسیت ارقام نسبت به بیماری، انتخاب زمان

در کاهش خلأ عملکرد موفق باشند. شکل ۲۰ نشان داد که مصرف قارچ کش نسبت به عملکرد دانه، یک رابطه رگرسیونی معنی دار مستقیم داشته، به طوری که با افزایش و تکرار قارچ کش، عملکرد دانه گندم در بین کشاورزان منطقه افزایش یافته است. برخی پژوهشگران در گزارشات خود به تأثیرگذاری مصرف قارچ در کنترل بیماری گندم اشاره کردند (۱۱ و ۱۸).

میزان معنی داری و تأثیرگذاری فاکتورهای مختلف مدیریتی بر عملکرد گندم در جدول ۴ نشان داده شده است. از میان پارامترهای مختلف تاریخ کاشت، تراکم سنبله قابل برداشت، تقیسط کود اوره، تعداد عملیات تهیه زمین، سابقه کشاورز و تکرار مصرف قارچ کش تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه گندم داشتند.

نتیجه گیری

محاسبه خلأ عملکرد گندم برای ارقام منتخب در این پروژه نشان داد که به طور میانگین یک خلأ عملکرد ۲۳۰۰ کیلوگرمی در هکتار برای این منطقه وجود دارد، که با انتخاب روش های مناسب به زراعی می توان به رفع این مقدار خلأ عملکرد گندم امیدوار بود. کشاورزان با انتخاب تاریخ کشت مناسب می توانند

عمل کنند و برای کاهش خلأ عملکرد گندم از اطلاعات به‌روز در امر زراعت گندم استفاده کنند.

میزان و نوع قارچ‌کش مصرفی می‌تواند این بیماری‌ها را تا حدودی کنترل و نسبت به افزایش عملکرد کمک کند. کشاورزان قدیمی و سنتی بایستی به توصیه‌های فنی کارشناسان

منابع مورد استفاده

1. Alvaro-Fuentes, J., F. J. Morell, E. Madejón, J. Lampurlanés, J. L. Arrúe and C. Cantero-Martínez. 2013. Soil biochemical properties in a semiarid mediterranean agro-ecosystem as affected by long-term tillage and N fertilization. *Soil and Tillage Research* 129: 69-74.
2. Arvidsson, J., A. Etana and T. Rydberg. 2014. Crop yield in swedish experiments with shallow tillage and no-tillage 1983-2012. *European Journal of Agronomy* 52: 307-315.
3. Anderson, W. K. 2010. Closing the gap between actual and potential yield of rainfed wheats. The impacts of environment, management and cultivar. *Filed Crop Research* 116: 14-22.
4. Carver, M. 2010. World wheat book. PP. 503-320. In: Bonjean, A. P., W. J. Angus and M. van Ginkel (Eds.), United Kingdom, Volume 1, Lavoisier Publishing, Paris.
5. Chapagain, T. and A. Good. 2015. Yield and production gaps in rainfed wheat, barley and canola in Alberta. *Frontiers in plant Science* 6: 990.
6. De Bie, C. A. J. M. 2000. Yield Gap Studies Through Comparative Performance Analysis of Agro-Ecosystems. International Institute for Aerospace and Earth Science (ITC), Enschede. The Netherlands, 234 p.
7. Fischer, R. A., D. Byerlee and G. O. Edmeades. 2014. Crop yields and global food security: will yield increase continue to feed the world? ACIAR Monograph No. 158. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra. xxii + 634 pp.
8. Godfray, H. C. J., G. R. Beddington, I. R. Crute, L. Haddad, D. Lawrence, J. F. Muir, S. Robinson, S. Thomas and C. Toulmin. 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327(5967):812-818.
9. Hajjarpoor, A., A. Soltani and B. Torabi. 2016. Using boundary line analysis in yield gap studies: Case study of wheat in Gorgan. *Electronic Journal of Crop Production* 8: 183-201. (In Farsi).
10. Hejman, M., E. Kunzová and P. Srek. 2010. Sustainability of winter wheat production over 50 years of crop rotation and N, P and K fertilizer application on illimerized luvisol in the Czech Republic. *Field Crops Research* 139: 30-38.
11. HGCA (Home Grown Cereal Authority). 2011. Recommended list winter wheat 2011/12. At <www.hgca.com/publications/documents/varieties/RL_tables_2011-12.pdf>, accessed 6 July 2011.
12. Kayiranga, D. 2006. The effects of land factors and management practices on rice yields. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation Enschede (ITC). The Netherlands. 72 p.
13. Kay, B. D., M. A. Hajjabbasi, J. Ying and M. Tollenaar. 2006. Optimum versus non-limiting water contents for foot growth, biomass accumulation, gas exchange and the rate of development maize (*zea mays* L.). *Soil and Tillage Research* 88: 42-54.
14. Kiani, M., A. Badavi and M. Movahedi Dehnavi. 2012. The interaction effect of planting date and weed on yield and yield components of three Varieties of white beans in Semirom. *Journal of Crop Production* 2(3): 17-29. (In Farsi)
15. Lobell, D. B., K. G. Cassman and C. B. Field. 2009. Crop yield gaps: their importance, magnitudes, and causes. *Annual Review of Environmental Resources* 34: 179-204.
16. Melero, S., K. Vanderlinden, J. C. Ruiz and E. Madejón. 2009. Soil biochemical response after 23 years of direct drilling under a dryland agriculture system in southwest. *Spanish Journal of Agricultural Science* 147(1): 9-15.
17. Morris, N. L., P. C. H. Miller, J. H. Orson and R. J. Froud-Williams. 2010. The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment: A review. *Soil and Tillage Research* 108: 1-15.
18. Nekahi, M. Z., A. Soltani, A. Siahmargoie and N. Bagerani. 2015. Yield gap associated with crop management in wheat (Case study: Golestan province-Bandar-gaz). *Electronic Journal of Crop Production* 7(2): 135-156. (In Farsi)
19. Patrignani, P., R. P. Lollato, T. E. Ochsner, C. B. Godsey and J. T. Edwards. 2014. Yield gap and production gap of rainfed winter wheat in the Southern Grain Plains. *Agronomy Journal* 106: 1329-1339.
20. Pradhan, R. 2004. The effect of land and management aspects on maize yield. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation Enschede (ITC). The Netherlands. 52 p.
21. Ray, D. K., N. D. Mueller, P. C. West and J. A. Foley. 2013. Yield trends are insufficient to double global crop

- production by 2050. *PLOS ONE* 8(6): e66428.
22. Rajapakse, D. C. 2003. Biophysical factors defining rice yield gaps. MSc. Thesis, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation Enschede (ITC). The Netherlands. 80 p.
 23. Rezaie, A. and A. Soltani. 2007. An Introduction to Applied Regression Analysis. Isfahan University of Technology Press, Isfahan, Iran, 294 p. (In Farsi).
 24. Romaneckas, K., D. Avižienyte, E. Šarauskis, M. Martinkus, V. Pilipavicius, A. damaviciene and A. Sakalauskas. 2012. Impact of ploughless tillage on soil physical properties and winter wheat productivity. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 10: 501-504.
 25. Soane, B. D., B. C. Ball, J. Arvidsson, G. Basch, F. Moreno and J. Roger-Estrade. 2012. No-till in northern, western, and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil and Tillage Research* 118: 66-87.
 26. Soltani, A., B. Torabi, S. Galeshi and E. Zeinali. 2009. Analyzing wheat yield constraints in Gorgan with Comparative Performance Analysis (CPA) method. (Research Report). Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 65 p. (In Farsi).
 27. Swedrzynska, D., I. Małecka, A. Blecharczyk, A. Swedrzynski and J. Starzyk. 2013. The effect of various long-term tillage systems on some chemical and biological properties of soil. *Polish Journal of Environmental Studies* 22: 1835-1844.
 28. Sharma, R. C., J. Crossa, G. Velu, J. Hueta-Espinoza, M. Vargas and T. S. Payne. 2012. Genetic gains for grain yield in CIMMYT spring bread wheats across international environments. *Crop Science* 52: 1522-1533.
 29. Shirinzadeh, A., H. Heidari Sharif Abad, G. Normohamadi, E. Majidi Haravan and H. Madani. 2017. The estimation of wheat yield gap and introducing of strategy to close it at Moghan region. Ph.D. Thesis, Department of Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran. (In Farsi).
 30. Torabi, B., A. Soltani, S. Galeshi, E. Zeinali and M. Kazemi Korgehei. 2013. Ranking factors causing the wheat yield gap in Gorgan. *Electronic Journal of Crop Production* 6: 171-189. (In Farsi).
 31. Torabi, B., A. Soltani, S. Galeshi and E. Zeinali. 2011. Analyzing wheat yield constraints in Gorgan. *Electronic Journal of Crop Production* 4: 1-17. (In Farsi).
 32. Van Ittersum, M. K., K. G. Cassman, P. Grassini, G. Wolf, P. Tittonell and Z. Hochman. 2013. Yield gap analysis with local to global relevance: are views. *Field Crop Research* 143: 4-17.

Analyzing Wheat Yield Constraints in Parsabad Moghan, North-West of Iran

A. Shirinzade^{1*}, Sh. A. Hossein Heidari², H. Eslam Majidi³,
Gh. Nourmohammadi⁴ and H. Madani⁵

(Received: July 10-2019; Accepted: September 08-2019)

Abstract

One of the main problems in crop production in Iran is the difference between actual yield and attainable yield which is called yield gap. Thus, identifying yield constraints and yield gap are important. Therefore, a study was conducted in 60 farms in Parsabad Moghan, during 2013-14 and 2014-15 crop years using Comparative Performance Analysis (CPA). In this study, several attributes related to management operations and crop characteristics were recorded and measured. Then, the relationship between different variables and grain yield were considered, using stepwise regression. The results showed that there is a 2317.42 kg/ha difference (gap) between actual yield (average farmers' yield) and attainable yield (maximum farmers' yield). It was identified that planting time, spike density, the number of vents of split application of urea, the number of land preparation operations, farming experience and repeated use of fungicides with contributions of about 18, 29.7, 20, 4.6, 14.3, and 13.4 percent, respectively, were responsible for this yield gap. Further analysis of the data revealed that most of the variables listed above can be controlled by the agronomic management. It was concluded that with proper farm management and considering the listed yield gap factors, it would be possible to obtain higher grain yields of about 2316 kg/ha in the irrigated wheat farms, compared to the current average farmers' yield.

Keywords: Yield gap; Attainable yield; Actual yield; Wheat; Agronomic management

1. Assistant Professor of Department of Agronomy and Plant Breeding, Parsabad Moghan Branch, Islamic Azad University, Parsabad Moghan, Iran.

2, 3, 4. Professor of Department of Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

5. Associate Professor of Department of Agronomy, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran.

*: Corresponding Author, Email: asgar.shirinzadeh@gmail.com