نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد پانزدهم، شماره ۳(۵۹)، پاییز ۱۴۰۰، صفحه ۴۵۰-۴۳۵

مقاله پژوهشی DOI: 10.30495/jcep.2021.687075

بررسی عوامل محدود کننده عملکرد دانه گندم درمنطقه شرق استان کرمان

محمدعلی باقری‌پور[۱]، حسین حیدری شریف‌آباد[۲*]،احمد مهربان[۳] و حمیدرضا گنجعلی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۵/۱۳ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۷/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۱

چکیده

بررسی و تعیین عوامل محدود کننده عملکرد دانه گندم و سهم هریک از آنها در ایجاد خلاء عملکرد دانه، این مطالعه در شرق استان کرمان و در شهرهای بم، نرماشیر و فهرج در ۱۵ مزرعه (هر شهر ۵ مزرعه) در سال های زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ و ۱۳۹۸-۱۳۹۷ به‌صورت پیمایشی و بر اساس روش CPA (Comparative Performance Analysis) انجام شد. در این پژوهش، کلیه اطلاعات مربوط به عوامل مدیریتی، اقلیمی و صفات زراعی در هر یک از سه شهر بم، نرماشیر و فهرج (شامل ۴۵ متغیر) اندازه‌گیری و ثبت شدند. رابطه بین عملکرد دانه گندم و کلیه متغیرهای مورد مطالعه با استفاده از روش رگرسیون چند گانه گام به گام بررسی شدند. برای عوامل مدیریتی و اقلیمی یک مدل تولید تعیین گردید. نتایج نشان داد بین عملکرد واقعی (عملکرد کشاورزان) و عملکرد پتانسیل (عملکرد قابل حصول) ۲۳۴۷/۹۸ کیلوگرم در هکتار خلاء (فاصله) وجود دارد. میزان آبیاری، کود نیتروژن مصرفی، تراکم سنبله و تأخیر در کاشت به‌ترتیب ۵۱/۱، ۳۶/۴، ۷/۹ و۴/۵ درصد در ایجاد خلاء عملکرد نقش داشتند. در بین مزارع مورد بررسی مزرعه واقع در فیروزآباد فهرج با عملکرد دانه ۶۲۷۲ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد دانه و مزرعه واقع در دولت آباد فهرج با ۱۱۱۶ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. باتوجه به نتایج این پژوهش به نظر می‌رسد با مدیریت صحیح مزارع و بهینه نمودن عوامل محدود کننده (میزان آبیاری، کود نیتروژن مصرفی، تراکم سنبله و تأخیر در کاشت) می‌توان عملکرد دانه گندم در مناطق بم، نرماشیر و فهرج را به میزان حدود ۲۳۴۷/۹۸ کیلوگرم در هکتار نسبت به عملکردهای فعلی کشاورزان افزایش داد.

واژگان کلیدی: گندم، خلاء عملکرد، CPA، پتانسیل عملکرد، عملکرد واقعی.

۱- دانشجوی دکتری ،گروه زراعت، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران.

۲- استاد گروه زراعت،دانشکده علوم کشاورزی ، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳- استادیار گروه زراعت، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران.

۴- استادیار گروه زراعت، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران.

*** نگارنده‌ی مسئول** H.Heidari1871@Hotmail.com

مقدمه

افزایش جمعیت یکی از مهم‌ترین مسایل جهان امروز، بخصوص در کشورهای توسعه نیافته و در حال توسعه می باشد. امنیت غذایی همواره مهم‌ترین دغدغه بشر در عصر حاضر می‌باشد. مسئله امنیت غذایی و نیاز به تأمین غذای مردم جهان که پیش‌بینی شده است تا سال ۲۰۵۰ تعداد آنها به سقف ۹/۳ میلیارد نفر خواهد رسید (Anonymous, 2011)، امری دشوار است، چرا که پیش‌بینی می‌شود نیاز به تولید محصولات کشاورزی جهانی به میزان ۱۱۰ -۶۰ درصد افزایش خواهد یافت (Anonymous, 2014). به منظور تغذیه مناسب چنین جمعیتی، می‌بایست تولید محصولات زراعی به میزان ۵۰ درصد افزایش یابد (Smil, 2005).

بسیاری از سازمان‌های بین‌المللی برای تضمین نیازهای بشر برای نسل‌های آینده در حال تحقیق هستند. بنابراین، آگاهی از مدیریت محصول برای تولید غذا یکی از وظایف اصلی مدیران کشاورزی و کشاورزان است. مدیریت نادرست موجب می‌شود که در بسیاری از شرایط عملکردی که برداشت می‌شود (واقعی)، فاصله قابل توجه (خلاء) با آنچه که می‌توان برداشت کرد (پتانسیل) داشته باشد (Torabi *et al.*, 2011).

اختلاف بین عملکرد پتانسیل و عملکرد واقعی که اصطلاحاً محدودیت یا خلاء عملکرد نامیده می‌شود، در برگیرنده مجموعه عواملی است که هدف از مدیریت و پژوهش‌های زراعی کنترل آنها می‌باشد که از این طریق می‌توان به بالا بردن سطح تولید کشاورزان و بهبود معیشت آنها گام برداشت (Heidari Sharif Abad and Naghashzadeh, 2015).

مطمئن‌ترین و سریع‌ترین راه افزایش عملکرد مزرعه، کاهش خلاء عملکرد به‌منظور ایجاد عملکرد بیشتر خواهد بود. مشخص‌ترین استراتژی برای کاهش سریع خلاء عملکرد، اصلاح مدیریت به زراعی از طریق میلیون‌ها کشاورز خرده مالک با عملکرد پایین می‌باشد. بی تردید پذیرش فناوری‌های نوین (مانند ماشین آلات در مقیاس کوچک، مدیریت تغذیه گیاه، پیش بینی آب و هوا، کنترل تلفیقی آفات و بیماری‌ها و به‌نژادی) و کاهش خلاء عملکرد، یکی از عوامل مهم افزایش عملکرد مزرعه در کشور است. بزرگ‌ترین فرصت برای افزایش عملکرد مزرعه سرعت بخشیدن به کاهش خلاء عملکرد است (Heidari Sharif Abad and Naghashzadeh, 2015).

روش CPA (Comparative Performance Analysis) یکی از روش‌هایی است که برای کمّی کردن خلاء عملکرد استفاده می‌شود. با استفاده از این روش محدودیت‌های اصلی عملکرد و توابع کمّی شده برای خلاء عملکرد تعیین می‌شوند. در روش CPA با استفاده از رگرسیون چندگانه و با روش گام به گام محدودیت‌های عملکرد و در نهایت مدل تولید تعین می‌شود. با استفاده از مدل تولید و مقادیر پارامترهای مدل سهم هر یک از محدودیت‌ها در ایجاد خلاء عملکرد مشخص می‌گردد (Torabi *et al.*, 2011).

شیرین‌زاده و همکاران (Shirinzadeh *et al.*, 2018) در بررسی عوامل مؤثر بر خلاء عملکرد گندم در اردبیل بیان نمودند، تاریخ کاشت ۱۸ درصد، تراکم سنبله ۲۹ درصد، تقسیط و کاربرد اوره ۲۰ درصد، عملیات آماده سازی اراضی ۴/۶ درصد، تجربه کشاورز ۱۴/۳ درصد و استفاده از

قارچ کش‌ها ۱۳/۴ درصد در ایجاد خلاء عملکرد نقش داشتند.

حجارپور و همکاران (Hajarpour *et al.*, 2017) در ارزیابی خلاء عملکرد گندم با استفاده از روش CPA در گلستان اعلام نمودند که در مناطق با کشت آبی، آبیاری (۲۷ درصد)، عدم مصرف بهینه کود نیتروژن (۲۵ درصد)، عدم رعایت تاریخ کاشت (۲۰ درصد)، عدم استفاده از رقم مناسب (۱۰ درصد)، عدم استفاده از زیرشکن (۹درصد) و عدم استفاده از فاروئر (۸درصد) در ایجاد خلاء عملکرد نقش داشته‌اند و بین عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد پتانسیل ۴۰۹۳ کیلوگرم در هکتار خلاء وجود دارد که با مدیریت صحیح مزارع و در نظر گرفتن عوامل ایجاد کننده خلاء می‌توان این فاصله را کاهش داد.

نکاحی و همکاران (Nekahi *et al.*, 2014) در بررسی خلاء عملکرد مرتبط با مدیریت زراعی در گندم در منطقه بندرگز بیان داشتند بین متوسط عملکرد واقعی و عملکرد قابل حصول ۳۴۶۲ کیلوگرم در هکتار خلاء وجود دارد. سهم تراکم بوته پایین گندم از خلاء عملکرد ۱۵ درصد، عدم استقبال کشاورزان از یافته‌های جدید ۱۰ درصد، تاریخ کاشت دیر هنگام ۳۶ درصد، رقم نامناسب ۲۱ درصد و عدم استقبال از علف‌کش ۱۸ درصد از خلاء عملکرد گندم بود. با بهینه سازی موارد ذکر شده می‌توان خلاء عملکرد را کاهش داد و عملکرد را به بیش از ۵ تن در هکتار افزایش داد. ترابی و همکاران (Torabi *et al.*, 2011) در بررسی تحلیل عوامل محدود کننده عملکرد گندم با استفاده از روش CPA در شرایط گرگان بیان نمودند بین عملکرد کشاورزان و عملکرد قابل حصول ۲۳۴۸ کیلوگرم در هکتار خلاء وجود دارد. میزان مصرف کود پتاسیم قبل از کاشت، میزان مصرف کود نیتروژن پس از کاشت، شاخص سطح برگ در زمان گرده افشانی، شاخص کلروفیل در زمان گرده افشانی، کل نیتروژن جذب شده توسط گیاه در زمان رسیدگی و طول دوره رشد رویش گیاه به‌ترتیب ۱۸، ۱۹، ۱۰، ۱۴، ۲۰ و ۱۹ درصد در ایجاد خلاء عملکرد نقش داشتند.

کایرانگا (Kayiranga, 2006) در پژوهشی که بر روی برنج در روآندا با استفاده از روش CPA انجام داد بیان کرد که بیماری تانگرو به میزان ۶۴/۱ درصد و وضعیت خاک به میزان ۳۵/۹ درصد از مهم‌ترین عوامل ایجاد کننده خلاء عملکرد بودند و محدودیت‌های عملکرد به عوامل مدیریتی مربوط می‌شوند. مدل تولید در این مطالعه، خلاء عملکرد را ۱۸۵۵کیلوگرم در هکتار برآورد کرد.

با توجه به اهمیت خودکفایی کشور در تولید گندم، شهرستان بم یکی از مناطق تولید گندم محسوب می‌گردد که بیش از ۳ هزار هکتار از اراضی این منطقه زیر کشت گندم قرار دارد اما با این وجود بر روی ظرفیت عملکرد گندم و عوامل محدود کننده عملکرد در این منطقه به روش CPA تحقیقی صورت نگرفته است، لذا هدف از انجام این تحقیق شناخت عوامل اصلی محدوده کننده میزان تولید دانه گندم در مناطق بم، نرماشیر، فهرج و مشخص نمودن سهم هر یک از این عوامل در ایجاد خلاء عملکرد و کمک به کشاورزان منطقه در جهت افزایش تولید گندم از طریق شناسایی و معرفی این عوامل در جهت رفع آنها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

شهرستان‌های شرقی استان کرمان که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند عبارت بودند از شهرستان‌های بم، نرماشیر و فهرج (شکل ۱).

شهرستان بم با مساحت ۵۱۷۵ کیلومترمربع و با طول جغرافیایی ۲۵-۲۱-۵۸ و عرض جغرافیایی ۲۲-۶-۲۹ و ارتفاع از سطح دریا ۱۰۶۱ متر دارای میانگین بارش سالیانه ۵۴ میلی‌متر، معدل درجه حرارت ۲۳/۵ درجه سلسیوس، حداکثر مطلق ۴۷/۶ و حداقل مطلق ۸/۶- درجه سلسیوس می‌باشد. سطح زیر کشت گندم در آن بین ۱۱۰۰ تا۱۵۰۰ هکتار با میانگین عملکرد ۳۲۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

شهرستان نرماشیر با مساحت ۲۹۹۳ کیلومتر مربع و با طول جغرافیایی ۱۲- ۴۲- ۵۸ و عرض جغرافیایی ۷-۵۷-۲۸ و ارتفاع ۷۵۷ متر از سطح دریا دارای میانگین بارش سالانه ۴۳ میلی متر، معدل درجه حرارت ۲۴ درجه سلسیوس، حداکثر مطلق ۴۷/۸ و حداقل مطلق ۲/۸- درجه سلسیوس است (جدول ۱). سطح زیرکشت گندم در آن بین ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰ هکتار با میانگین عملکرد ۳۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

شهرستان فهرج با مساحت ۴۵۵۸ کیلومترمربع و با طول جغرافیایی ۲۳- ۵۳- ۵۸ و عرض جغرافیایی ۵۴-۵۶-۲۸ و ارتفاع۶۷۰ متر از سطح دریا دارای میانگین بارش سالیانه ۳۸ میلی متر، معدل درجه حرارت ۲۵/۲ درجه سلسیوس، حداکثر مطلق ۲/ ۴۹ و حداقل مطلق ۶/۶- درجه سلسیوس می‌باشد. سطح زیر کشت گندم در آن بین ۶۰۰ تا۸۰۰ هکتار با میانگین عملکرد ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. مهم‌ترین جریان‌های این مناطق رودخانه‌های فصلی آدوری و نساء می‌باشند که برخی از مزارع گندم از آنها بهره می‌برند. نزدیک به ۶۰ درصد جمعیت این مناطق ساکن روستا بوده و به فعالیت کشاورزی و دامپروری مشغول هستند. این مناطق دارای آب و هوای گرم و خشک می‌باشند.

در این مطالعه اطلاعات مربوط به عوامل مدیریت، عوامل اقلیمی و صفات گیاه زراعی ۱۵ مزرعه گندم در ۳ شهرستان بم، نرماشیر و فهرج (هر شهرستان۵ مزرعه) در طی سال‌های زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ و ۱۳۹۸-۱۳۹۷ جمع آوری شدند.

اطلاعات مربوط به مدیریت شامل روش آماده‌سازی زمین (خشکه‌کاری و هیرم کاری زمین)، زمان کاشت، روش کاشت، میزان و زمان مصرف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم، نوع آفات و روش کنترل آفات، نوع بیماری‌ها و روش کنترل آنها، نوع علف‌های هرز و روش کنترل علف‌های هرز، تعداد و میزان آبیاری، روش آبیاری، زمان برداشت و روش برداشت بودند (رقم مورد مطالعه با توجه به علاقه کشاورزان این سه منطقه رقم روشن بود).

اطلاعات مربوط به عوامل اقلیمی شامل دمای کمینه و بیشینه روزانه، ساعات آفتابی و میزان بارندگی بودند که از ایستگاه‌های هواشناسی مناطق جمع‌آوری شدند. اطلاعات مربوط به صفات زراعی شامل تاریخ پنجه‌زنی، تاریخ ساقه رفتن، تاریخ گرده افشانی، تاریخ رسیدگی، تعداد پنجه در بوته، تعداد سنبله بارور در متر مربع، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه بودند که این اطلاعات پس از اندازه‌گیری‌های دقیق ثبت شدند.

برای تعیین مدل عملکرد (مدل تولید) بر اساس عوامل خاک و عوامل مدیریت مزرعه، رابطه بین تمام متغیرهای اندازی‌گیری شده از جمله متغیرهای کمّی وکیفی که برخی متغیرهای کیفی به‌صورت صفر و یک کد گذاری شدند مانند روش کنترل آفات، کنترل داشته (۱)، کنترل نداشته (۰) و برخی مانند نوع آفات در چهار حالت نداشته

(۰)، آفت سن (۱)، حمله پرندگان (۲)، آفت سن و حمله پرندگان (۳) کدگذاری شدند و عملکرد از طریق رگرسیون گام به گام مورد بررسی قرار گرفت. با قرار دادن میانگین مشاهده هر یک از متغیرها در بین مزارع بررسی شده در مدل عملکرد، عملکرد متوسط با مدل محاسبه شد. سپس با قرار دادن بیشترین مقدار متغیرها در مدل عملکرد، پتانسیل عملکرد محاسبه شد. اختلاف این دو، خلاء عملکرد را نشان داد که اختلاف حاصل ضرب مقدار متوسط مشاهده شده برای هر متغیر در ضریب آن با حاصل‌ضرب بیشترین مقدار برای همان متغیر در ضریب، نشان دهنده مقدار خلاء عملکرد ایجاد شده ناشی از آن متغیر است. نسبت مقدار خلاء عملکرد برای هر متغیر به کل خلاء عملکرد، نشان‌دهنده سهم آن متغیر در ایجاد خلاء عملکرد می‌باشد که به صورت درصد نشان داده می‌شود (Soltani, 2007). برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS و برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه رگرسیون چند گانه گام به گام نشان داد از میان متغیرهای مستقل وارد شده برای انتخاب مدل نهایی تولید (۴۵ متغیر) تنها چهار متغیر مستقل آبیاری، میزان کود نیتروژن مصرفی(اوره)، تاخیر در کاشت و میزان تراکم سنبله، مهمترین متغیرهای مستقل تاثیرگذار بر تغییرات عملکرد دانه بودند که به‌طور معنی‌داری به میزان ۹۰/۹ درصد از تغییرات کل عملکرد دانه (R^2= 0.909 ,p=0.000) را توجیه کردند (جدول ۲).

$$y=-1984.73+12.4(x_1)+5.5(x_2)+2.02(x_3)+3/7(x_4)$$

که در آن y عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)، x_1 آبیاری (مترمکعب در هکتار)، x_2 میزان کود نیتروژن مصرفی (کیلوگرم در هکتار)، x_3 میزان تراکم سنبله بارور (در متر مربع) و x_4 تأخیر در کاشت (برحسب روز) می‌باشند. متغیرهای مربوط به عوامل اقلیمی، شامل دمای حداقل و دمای حداکثر روزانه، ساعات آفتابی و میزان بارندگی احتمالاً به‌دلیل نزدیک بودن داده‌های سه منطقه مورد بررسی در مدل تولید قرار نگرفتند.

خلاء عملکرد و درصد سهم هر محدودیت

جدول (۲) خلاء عملکرد برآورد شده (کیلوگرم در هکتار) و سهم هر محدودیت را در ایجاد خلاء عملکرد نشان می‌دهد. با استفاده از تابع تولید و داده‌های متغیرها، مقادیر میانگین و بهترین حالت برای هر متغیر به‌دست آمد. برآورد خلاء عملکرد بر اساس مقایسه میانگین سطح عملکرد با بهترین عملکرد دانه حاصل از مزارع مورد نظر بود. حاصل‌ضرب تفاوت عملکرد در ضریب ارایه شده توسط مدل، سهم خلاء عملکرد کلی هر متغیر مستقل را نشان می‌دهد.

با توجه به جدول (۲) میانگین عملکرد دانه برآورد شده به‌وسیله این مدل ۵۰۷۷/۰۷ کیلوگرم در هکتار و بهترین عملکرد برآورده شده ۷۴۲۵/۰۵ کیلوگرم در هکتار بود. از کل خلاء عملکرد تخمین زده شده ۲۳۴۷/۹۸ کیلوگرم در هکتار سهم عوامل ایجادکننده خلاء عملکرد به شرح زیر می‌باشد: میزان آبیاری مزارع (۵۱/۰۹ درصد)، میزان کود نیتروژن مصرفی (۳۶/۴۵ درصد)، تراکم سنبله بارور۷/۹۲ درصد، تاخیر در کاشت ۴/۵۲ درصد.

دلیل اینکه علف‌های هرز سهم زیادی در خلاء عملکرد دانه گندم این شهرها نداشتند، احتمالاً مربوط به این است که اکثر کشاورزان این

مناطق از روش کاشت نمکار (هیرم کاری) استفاده کردند. در این روش مقدار زیادی از علف‌های هرز تازه سبز شده به همراه بذرهای گندم در زمان کاشت به زیر خاک می‌روند و احتمالاً این عامل باعث کاهش تراکم علف‌های هرز مزارع گندم این مناطق گردید.

شکل ۳ رابطه بین عملکرد واقعی و عملکرد پیش بینی شده با ضریب همبستگی $r=۰/۹۶۵$ (معنی‌دار شده در سطح احتمال ۱٪) را نمایش می‌دهد و نشان می‌دهد مدل تولید را می‌توان برای پیش بینی با خطای استاندارد ۳۴۲/۸۶ کیلوگرم در هکتار از عملکرد واقعی برای مزارع گندم مناطق بم، نرماشیر و فهرج استفاده نمود.

آبیاری

نتایج تجزیه رگرسیون چند گانه گام به گام عوامل مدیریتی و اقلیمی نشان داد که آبیاری یکی از عوامل مهم و تاثیرگذار بر عملکرد دانه گندم می‌باشد که سهم آن در ایجاد خلاء عملکرد ۵۱/۰۹ درصد بود. بالاترین عملکرد دانه از مزرعه فیروزآباد فهرج به میزان۶۲۷۲ کیلوگرم در هکتار با مصرف ۵۶۴۰/۶ متر مکعب آب در هکتار حاصل شد و کمترین عملکرد دانه از مزرعه دولت آباد فهرج به میزان ۱۱۱۶ کیلوگرم در هکتار با مصرف ۳۵۶۰ متر مکعب آب در هکتار به‌دست آمد. ترابی و همکاران (Torabi *et al*., 2013) بیان داشتند با توجه به روش تحلیل سلسله مراتبی، مدیریت نادرست آبیاری، نامناسب بودن ارقام و استفاده نامناسب از کودهای پایه، سرک و میکرو به‌ترتیب بیشترین اهمیت را در ایجاد خلاء عملکرد گندم در منطقه گرگان داشتند. حجارپور و همکاران (Hajarpour *et al*., 2017) در ارزیابی خلاء عملکرد گندم گلستان با استفاده از روش CPA اعلام نمودند. در مناطق کشت آبی، آبیاری ۲۷ درصد از سهم خلاء عملکرد را بخود اختصاص داد.

کوچکی و همکاران (Koocheki *et al*., 2017) بیان نمودند آبیاری با ضریب رگرسیونی ۰/۹۸ و کود شیمیایی با ضریب رگرسیونی ۰/۴۹ بیشترین تاثیر را بر کاهش خلاء عملکرد گندم داشتند. با توجه به نقش و اهمیت آب در کلیه مراحل جوانه‌زنی، رشد و نمو، فتوسنتز، انتقال مواد، فعل و انفعالات شیمیایی، تعرق و . . . کمبود آن عملکرد دانه گیاه را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین، تامین آب مورد نیاز گیاهان زراعی یکی از عوامل مهم مدیریت گیاهان زراعی می‌باشد که می‌توان از طریق تعیین شیوه آبیاری (آبیاری قطره‌ای به‌جای غرقابی) و تعیین نیاز آبی گیاهان زراعی، استفاده از ارقام اصلاح شده و دارای کارایی مصرف آب بالاتر و شاخص برداشت بیشتر، قطع یا کاهش تلفات آب آبیاری (از طریق کاهش نفوذ آب به داخل جوی آب، جلوگیری از تلفات آب هنگام انتقال آب به مزرعه و آماده سازی زمین) به حداقل رساندن آبیاری عمیق، مهار کردن روان آبها از مزرعه (هنگام استفاده از آبیاری بیش از تقاضای گیاه و یا ریزش باران‌های غیرقابل پیش‌بینی)، تامین به موقع آب مورد نیاز گیاهان زراعی، استفاده از آیش مؤثرتر، استفاده از تاریخ کاشت مناسب و بهبود زمان کاشت و دوره رشد گیاه (تلفات تبخیر از سطح خاک با تعرق مفید گیاه جایگزین می‌شود) نسبت به تامین و بهبود کارایی آن اقدام نمود.

میزان کود نیتروژن مصرفی (اوره)

با توجه به نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام کود نیتروژن مصرفی (اوره) با سهم ۳۶/۴۵ درصد در ایجاد خلاء عملکرد به‌عنوان یکی از عوامل مهم مدیریتی مؤثر بر عملکرد دانه و معادله رگرسیونی

(مدل تولید) شناخته شد. بالاترین عملکرد دانه (۶۲۷۲ کیلوگرم در هکتار) از مزرعه فیروزآباد فهرج با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره (در مراحل قبل از کاشت، پنجه‌زنی، ساقه رفتن و گلدهی) حاصل شد و کمترین عملکرد دانه (۱۱۱۶ کیلوگرم در هکتار) از مزرعه دولت آباد فهرج با مصرف ۵۰ کیلوگرم کود اوره (در مرحله پنجه زنی) به‌دست آمد.

عنصر نیتروژن یکی از عناصر عمده مورد نیاز گیاهان زراعی بوده که کمبود آن باعث محدود شدن رشد ریشه، ساقه، برگ، گل و میوه شده و گیاه دچار محدودیت رشد شده و کوچک می‌ماند. نیاز نیتروژن گیاه در هر زمان به حداکثر وزن گیاه (بیوماس) و غلظت بحرانی نیتروژن گیاه بستگی دارد. عمده نیتروژن مصرفی در گیاهان به‌صورت پروتئین (۸۵ درصد)، اسیدهای نوکلئیک (۵ درصد)، محلول‌های آلی (کمتر از ۵ درصد)، نیترات (کمتر از ۱ درصد) و آمونیوم (کمتر از ۰/۱ درصد) می‌باشد. عنصر نیتروژن یکی از عناصر مورد نیاز جهت تولید آنزیم روبیسکو می‌باشد که نقش حیاتی در فتوسنتز گیاهان دارد و اختلال در سنتز آن تولید ماده خشک در گیاهان را دچار اختلال می‌کند. همچنین ۲ تا ۷ درصد وزن خشک دانه گیاهان را نیتروژن تشکیل می‌دهد و محدودیت نیتروژن در زمان گلدهی موجب کاهش تعداد دانه در بوته گندم می‌شود (Heidari Sharif Abad, 2018).

با توجه به مطالب ذکر شده استفاده از ارقامی که دارای کارایی مصرف نیتروژن بالایی باشند (یعنی ظرفیت بالای گیاه برای استفاده از نیتروژن خاک، ظرفیت بالای گیاه برای استفاده از نیتروژن در تولید زیست توده و توانایی بالای گیاه برای تخصیص کربن و نیتروژن به دانه)، استفاده از کودهای نیتروژن‌دار دیررها، دادن کود سرک بر اساس نیاز گیاه و در چند مرحله، استفاده از کود های نیتروژن‌دار بر اساس آزمایش خاک و در مرحله قبل از کاشت، استفاده از کودهای حیوانی، تناوب و آیش، جلوگیری از هدر رفت نیتروژن از طریق آبشویی و دی نیتریفیکاسیون، کشت به موقع، حفاظت بهتر آب در خاک، تراکم بیشتر گیاه در واحد سطح، دادن به موقع کود نیتروژن‌دار، مصرف لکه‌ای کود نیتروژن‌دار و مصرف کود نیتروژن‌دار بر اساس رنگ برگ توصیه می‌شود.

حجارپور و همکاران (Hajarpour *et al.*, 2017) اعلام نمودند در زراعت آبی گندم در استان گلستان، عدم مصرف بهینه کود نیتروژن‌دار ۲۵ درصد در خلاء عملکرد ایجاد شده سهم داشته و در شرایط دیم کم بازده، عدم مصرف بهینه کود نیتروژن‌دار ۹ درصد و در شرایط دیم پرمحصول، عدم مصرف بهینه کود نیتروژن‌دار ۱۵ درصد در خلاء عملکرد به‌وجود آمده نقش داشته است. ترابی و همکاران (Torabi *et al.*, 2011) در تحلیل عوامل محدود کننده عملکرد گندم در گرگان بیان نمودند که میزان کود نیتروژن مصرفی پس از کاشت ۱۸ درصد در خلاء عملکرد ایجاد شده تاثیرگذار بوده است.

میزان تراکم سنبله بارور

باتوجه به نتایج تجزیه رگرسیون چند گانه گام به گام مشخص شد که میزان تراکم سنبله بارور یکی از عوامل تاثیرگذار بر عملکرد دانه گندم می‌باشد که سهم آن در ایجاد خلاء عملکرد ۷/۹۲ درصد بود. بالاترین تعداد سنبله در متر مربع از مزرعه واقع در هنرستان بم به میزان ۴۷۶ سنبله احتمالاً به دلیل مصرف بیشتر بذر ($kg.ha^{-1}$ ۱۵۰)، استفاده از بذرهای گواهی شده، آماده

سازی بهتر زمین و عمق شخم مناسب، مدیریت بهتر آبیاری، کوددهی مناسب بوده است، همچنین کمترین تعداد سنبله از مزرعه واقع در بیدران بم به میزان ۳۲۴ سنبله، احتمالاً به دلیل استفاده از بذر سنواتی (۱۰۰ $kg.ha^{-1}$)، عدم استفاده از عمق شخم و عمق کاشت مناسب و هجوم پرندگان به مزرعه پس از کاشت گندم و عدم استفاده کافی از کود های پایه و سرک بوده است.

نوری و همکاران (Noori *et al*., 2017) بیان داشتند عملکرد سنبله و عملکرد بیولوژیکی بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشتند. نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد که هم در شرایط نرمال و هم در شرایط تنش خشکی، عملکرد سنبله بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه داشت. راهنما و همکاران (Rahnama *et al*., 2000) نیز افزایش مرگ و میر پنجه‌ها و نیز کاهش در تعداد سنبله در گیاه با افزایش تعداد سنبله در واحد سطح، در اثر افزایش تعداد بوته-های گندم دروم در منطقه خوزستان را گزارش نمودند. راحمی کاریزکی و همکاران (Rahemi Karizaki *et al*., 2013) بیان داشتند تراکم سنبله در واحد سطح تابعی از تراکم بوته، قدرت پنجه زنی و بقای پنجه‌ها می‌باشد. دونالدسون و همکاران (Donaldson *et al*., 2001) افزایش شمار سنبله در واحد سطح و کاهش شمار سنبله در بوته را با افزایش تراکم کاشت گندم گزارش نمودند.

تأخیر در کاشت

نتایج تجزیه رگرسیون چند گانه گام به گام عوامل مدیریتی و اقلیمی نشان داد که تاخیر در کاشت یکی از عوامل مهم و مؤثر بر میزان عملکرد دانه گندم بوده که سهم آن در ایجاد خلاء عملکرد ۴/۵۲ درصد می‌باشد. بیشترین عملکرد دانه (۶۲۷۲ کیلوگرم در هکتار) از مزرعه فیروزآباد فهرج در تاریخ کاشت ۱۰ آبان حاصل شد و کمترین عملکرد دانه (۱۱۱۶ کیلوگرم در هکتار) از مزرعه دولت آباد فهرج از تاریخ کاشت ۵ دی ماه به‌دست آمد. شیرین‌زاده و همکاران (Shirinzadeh *et al*., 2018) در بررسی عوامل مؤثر بر خلاء عملکرد گندم در اردبیل بیان نمودند تاریخ کاشت ۱۸ درصد، در ایجاد خلاء عملکرد مؤثر بوده است.

حجارپور و همکاران (Hajarpour *et al*., 2017) در ارزیابی خلاء عملکرد گندم در استان گلستان اعلام نمودند که در زراعت آبی گندم، عدم رعایت تاریخ کاشت ۲۰ درصد در خلاء عملکرد به‌وجود آمده نقش داشته است. نکاحی و همکاران (Nekahi *et al*., 2014) در بررسی خلاء عملکرد مرتبط با مدیریت زراعی گندم در منطقه بندر گز بیان داشتند تاریخ کاشت دیرهنگام ۳۶ درصد در خلاء عملکرد ایجاد شده تاثیرگذار بوده است.

با تأخیر در کاشت طول دوره رویشی و مراحل نمو کاهش یافته و زمان رسیدگی تسریع می‌شود، همچنین تعداد پنجه، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه گندم کاهش می‌یابد که می‌توان با کشت به موقع گندم سهم این عامل را در ایجاد خلاء عملکرد کاهش داد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از مطالعه بر روی محدودیت عملکرد دانه گندم (رقم روشن) در مناطق بم، نرماشیر و فهرج در سال‌های زراعی ۹۷-۹۶ و ۹۸-۹۷ (در سطح ۱۵ مزرعه) نشان داد چهار عامل محدود کننده عملکرد به‌ترتیب میزان آبیاری (۵۱/۰۹ درصد)، میزان کود نیتروژن‌دار (۳۶/۴۵

درصد)، میزان تراکم سنبله (۷/۹۲ درصد) و تاخیر در کاشت (۴/۵۲ درصد)، مجموعاً ۹۰/۹ درصد تغییرات عملکرد را توجیه نمودند (خلاء عملکرد تخمین زده شده با مدل ۲۳۴۷/۹۸ کیلوگرم در هکتار بود).

میزان آبیاری یک عامل محدود کننده با سهم بالا است (۵۱/۰۹ درصد) که باعث کاهش عملکرد در منطقه شرق استان کرمان می‌شود. در این منطقه به‌دلیل خشک‌سالی‌های متعدد کشاورزان با مشکل کم آبی (خصوصاً کشاورزانی که از آب رودخانه استفاده می‌کنند) مواجه می‌باشند. بنابراین امکان افزایش سطح زیرکشت وجود ندارد و می‌توان با شناخت عواملی که باعث محدودیت عملکرد گندم می‌شوند با همین میزان سطح زیر کشت و آب موجود از طریق کاهش خلاء عملکرد دانه گندم نسبت به افزایش عملکرد دانه در واحد سطح از یک طرف باعث افزایش درآمد کشاورزان و از طرف دیگر کمک به افزایش تولید گندم در کشور نمود.

در زمینه آبیاری می‌توان با استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار (قطره ای)، استفاده از کانال‌های آبیاری بتنی، استفاده از خطوط انتقال آب لوله‌گذاری شده، اصلاح خاک جهت ذخیره‌سازی بیشتر آب، استفاده از شخم حداقل و استفاده از ارقام متحمل به خشکی، نسبت به کاهش خلاء عملکرد اقدام نمود.

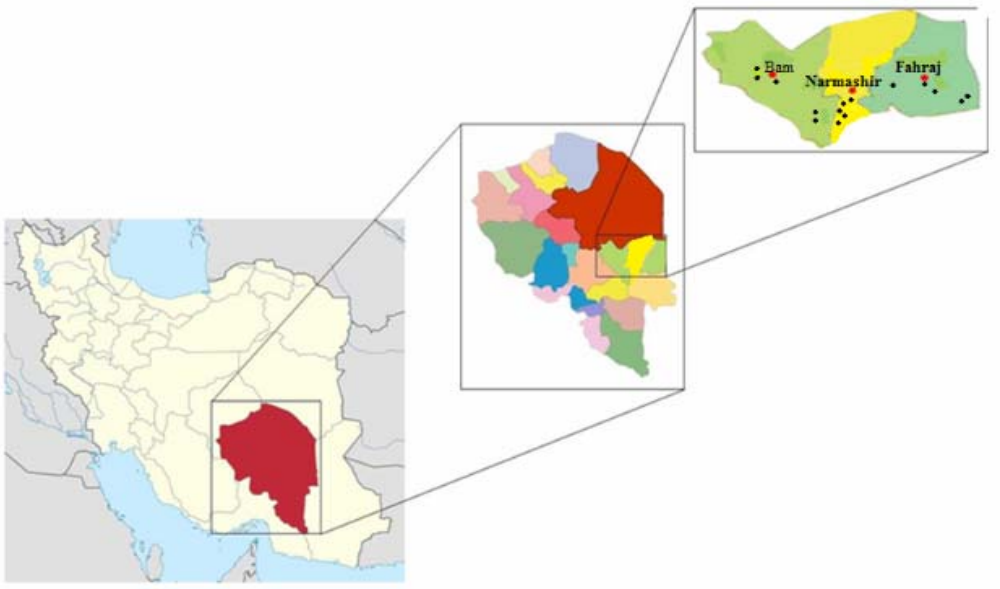
کود نیتروژن‌دار نیز از عوامل مهم تاثیرگذار و ایجاد کننده خلاء عملکرد با سهم ۳۶/۴۵ درصد بود که بیشتر مربوط به مدیریت کشاورزان این مناطق در میزان مصرف و زمان توزیع این کود (اوره) به صورت سرک در مزارع بود. بر اساس آزمایش‌های خاک مزارع، فقط تعداد محدودی از کشاورزان مناطق بم، نرماشیر و فهرج میزان توصیه شده کود نیتروژن‌دار توسط کارشناسان کشاورزی را در مزارع اجرا نمودند که می‌توان با مصرف به موقع و میزان توصیه شده کود نیتروژن‌دار (قبل از کاشت، پنجه‌دهی، ساقه‌دهی و گلدهی)، استفاده از کودهای زیستی نیتروژن‌دار، استفاده از ارقام با کارایی مصرف بالای نیتروژن، تناوب زراعی مناسب، آبیاری به موقع و . . . سهم این عامل را در ایجاد خلاء عملکرد کاهش داد.

تراکم سنبله (۷/۹۲ درصد) و تاخیر در کاشت (۴/۵۲ درصد) از دیگر عوامل ایجاد کننده محدودیت عملکرد دانه گندم بودند که می‌توان با افزایش میزان بذر مصرفی در هکتار، استفاده از بذر گواهی شده، عدم استفاده از بذرهای سنواتی برای کاشت، مقابله با هجوم پرندگان در زمان کاشت، استفاده از ارقام مقاوم به ورس، آبیاری و کوددهی به موقع، آماده‌سازی مناسب زمین، عمق شخم مناسب و . . . تراکم سنبله را در مزرعه افزایش داد و سهم آن را در محدودیت عملکرد کاهش داد. همچنین، با استفاده از آماده سازی به موقع زمین، تهیه به موقع بذر گواهی شده، تخصیص به موقع آب برای اراضی کشاورزی و کاشت به هنگام (آبان ماه)، میزان تاخیر در کاشت را کاهش داد و به بهبود عملکرد دانه مزرعه و کاهش سهم آن در خلاء عملکرد کمک نمود.

جدول ۱- میانگین ماهیانه دمای کمینه، بیشینه، ساعات آفتابی و میزان بارندگی شهرستان‌های بم، نرماشیر و فهرج در سال-های زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶و ۱۳۹۸-۱۳۹۷

Table 1- Monthly average of minimum and maximum temperature, sunny hours and rainfall in Bam (a), Narmashir (b) and Fahraj cities in the years 2017-2019

منطقه region	سال	Month ماه						
		November	December	January	February	March	April	May
		Temperature Minimum (℃) دمای کمینه (سلسیوس)						
بم Bam	2017-2018	15.8	7.9	8.5	8.8	15.4	19.3	22.4
	2018-2019	15.2	8.8	9.9	8.6	10.5	17.9	21.7
نرماشیر Narmashir	2017-2018	12.6	4.3	4	5.3	12.2	16.9	20.8
	2018-2019	12.1	5.5	5.4	5	7.5	15.5	20
فهرج Fahraj	2017-2018	13.3	4.5	4.3	5.6	12.6	17.4	21.6
	2018-2019	12.7	6	5.8	5.4	7.9	16.2	20.7
		Temperature Maximum (℃) دمای بیشینه (سلسیوس)						
بم Bam	2017-2018	28.4	19.4	21.6	20.7	27.3	31.5	34.5
	2018-2019	25	20.5	21.5	19.3	21.7	29.4	33.4
نرماشیر Narmashir	2017-2018	30	20.8	23	22.3	28.8	33.1	36.1
	2018-2019	25.5	21.1	22	20	22.3	30	34.1
فهرج Fahraj	2017-2018	30.2	20.6	22.5	22.6	29.2	33.3	36.7
	2018-2019	26	21.7	22.6	20.4	22.9	30.5	34.6
		Rainfall (mm) بارندگی (میلی‌متر)						
بم Bam	2017-2018	0	0	1	1.3	10.8	9.8	1
	2018-2019	7.3	0	0	18	15.4	14.4	13.5
نرماشیر Narmashir	2017-2018	0	0	0.1	0	1.8	3.3	0
	2018-2019	5	0	0.5	14	13	11	12
فهرج Fahraj	2017-2018	0	0.2	0	0	1.4	5.2	0
	2018-2019	4	0	0.4	13	11	10	10.5
		sunny hours ساعات آفتابی						
بم Bam	2017-2018	8.9	7.2	7.7	7.1	7.7	8.2	9.1
	2018-2019	6.9	7.8	7	6.6	7.3	5.4	8.4
نرماشیر Narmashir	2017-2018	9	7.5	8	7.6	7.9	8.6	9.5
	2018-2019	7.5	7.7	7.2	7	7.4	6.3	8.7
فهرج Fahraj	2017-2018	9.2	7.5	8	7.8	8.1	8.9	10
	2018-2019	7.7	7.6	7.3	7.1	7.5	6.9	9



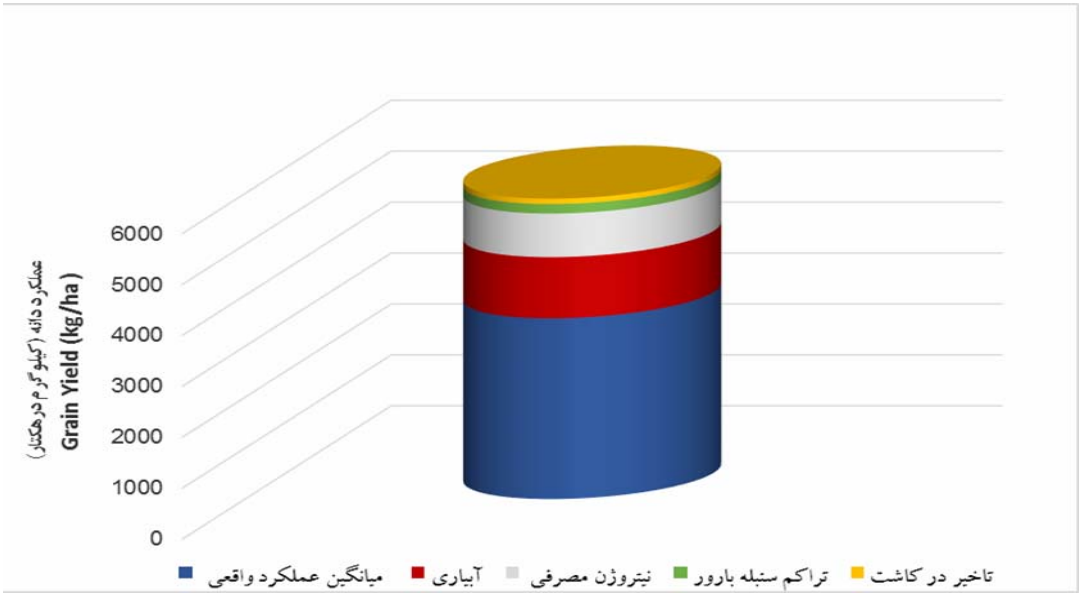
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی مزارع در شهرهای بم، نرماشیر و فهرج

Figure 1-Geographical location of farms in Bam, Narmashir and Fahraj cities

جدول ۲-کمّی سازی خلا عملکرد دانه گندم در منطقه شرق استان کرمان

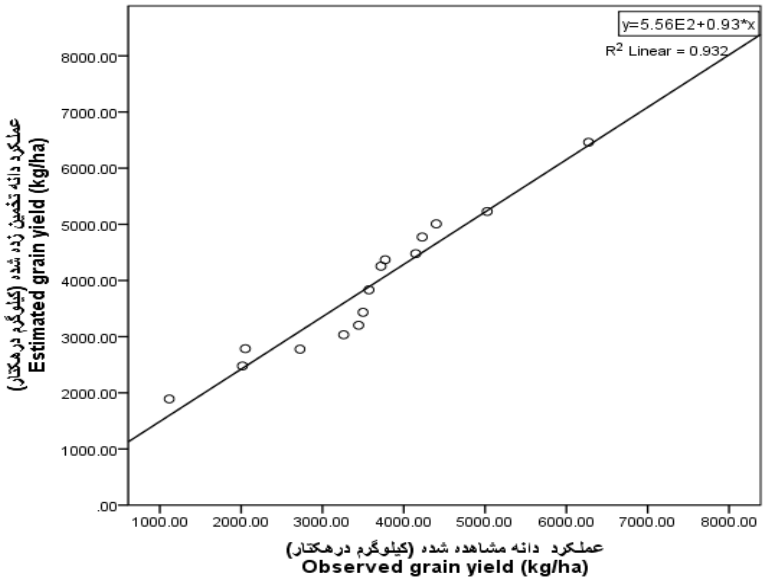
Table 2- Quantifying wheat grain yield gap in the east of Kerman province

متغیرها Variables	ضریب Coefficient	مقدار متغیر Variable value				عملکرد محاسبه شده با مدل Yield calculated by model		خلاء عملکرد Yield gap	
		حداقل min	حداکثر max	میانگین average	بهینه Opt.	میانگین average	بهینه Opt.	مقدار Amount (kg/ha)	درصد %
عرض از مبدا Intercept	-1984.73			1	1	-1984.73	-1984.73		
میزان آبیاری The amount of	12.04	356.00	564.64	465.01	564.64	5598.72	6798.26	1199.54	51.09
کود نیتروژن Nitrogen	5.5	50	300	144.36	300	793.98	1650	856.02	36.45
تراکم سنبله بارور Fertile Spike density	2.02	324	476	383.88	476	775.43	961.52	186.09	7.92
تاخیر در کاشت Delay in planting	3.7	0	-63	-28.74	0	-106.33	0	106.33	4.52
عملکرد واقعی دانه Actual yield(kg/ha)				3550	6272				
عملکرد دانه تخمین زده شده Estimated grain yields (kg/ha)						5077.07	7425.05		
خلاءعملکرد دانه تخمین زده شده Estimated grain yield gap (kg/ha)								2347.98	100



شکل ۲- سهم عوامل اصلی ایجاد کننده خلاء عملکرد دانه گندم در منطقه شرق استان کرمان

Figure 2- Contribution of the main factors causing wheat grain yield gap in the east of Kerman province



شکل ۳- رابطه بین عملکرد دانه مشاهده شده و پیش بینی شده

Figure 3- Relationship between observed and predicted grain yield

References منابع مورد استفاده

- Anonymous. 2011. United Nation. Word population to reach 10 billion by 2100 if fertility in all countries converges to replacement level. Press release 3 may 2011. At<www.unpopulation.org>, assessed 1 December 2011.
- Anonymous. 2014. FAO, The State of Food Insecurity in the World 2012: Economic growth is necessary but not sufficient to accelerate reduction of hunger and malnutrition. FAO, Rome.
- Donaldson, E., W.F. Schillinger, and S.M. Dofing. 2001. Straw production and grain yield relationships in winter wheat. *Crop Science*. 41(1): 100-106.
- Hajarpour, A., A. Soltani, E. Zeinali, H. Kashiri, and A. Aynehband. 2017. Evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) yield gap Golestan province of Iran using comparative performance analysis method. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 19(2): 86-101.(In Persian).
- Heidari Sharif Abad, H. 2018. Plant, growth and development. Karaj Publishing. 393 pp.(In Persian).
- Heidari Sharif Abad, H., and M. Naghashzadeh. 2015. Crop yield and global food security. Islamic Azad University, Quds Branch Publications. 2: 431pp. (In Persian).
- Kayiranga, D. 2006. The effect of land factors and management practices on rice yields, (Case Study in Cyili Inland Valley, Gikonko District, Rwanda). International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation Enschede (ITC). The Netherlands. Master of Science Thesis. 85pp.
- Koocheki, A., M. Nassiri, H. Mansoori, and R. Moradi. 2017. Effect of climate and management factors on potential and gap of wheat yield in Iran with using WOFOST model. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 15(2): 244-256. (In Persian).
- Nekahi, M.Z., A. Soltani, A. Siahmarguee, and N. Bagherani. 2014. Yield gap associated with crop management in wheat (Bandar Gaz). *Electronic Journal of Crop Production*.7(2): 135-156.(In Persian).
- Noori, A., A. Ashraf Mehrabi, and H. Safari. 2017. Study of correlation and path coefficient analysis of agronomic traits and grain yield for *Aegilops cylindrica* accessions under non-stress and drought stress conditions in Ilam. *Journal of Crop Breeding*. 9(23): 76-84. (In Persian).
- Rahemi Karizaki, A., S. Galeshi, and A. Soltani. 2013. Evaluation of wheat yield and related traits variation in temperate semi-humid conditions. *Electronic Journal of Crop Production*. 6(2): 17-33. (In Persian).
- Rahnama, M., A. Bakhshandeh, and G. Noor Mohammadi. 2000. Effect of tiller manipulation at different plantting densities on grain yield and its components of Atrak cultivar in south khuzistan. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 2(3): 12-24. (In Persian).

- Shirinzadeh, A., H. Heidari Sharifabad, G. Nour Mohammadi, E. Majidi, and H. Madani. 2018. Yield gap associated with crop management in wheat (CASE Study: Ardabil Province- Parsabad Moghan). *Egyptian Journal of Agronomy.* 40(3) : 223-236.
- Smil, V. 2005. Do we need higher farm yields during the first half of the 21st century, Yields of Farmed Species: Constraints and Opportunities in the 21st Century, 1-14 .
- Soltani, A. 2007. Application of SAS in statistical analysis, Jahad-e-Daneshgai of Mashhad Press, 182pp. (In Persian).
- 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 Persian).
- Torabi, B., A. Soltani, S. Galeshi, E. Zeinali, and M. Kazemi Korgehei. 2011. Analyzing wheat yield constraints in Gorgan. *Electronic Journal of Crop Production*. 4(4): 1-17.(In Persian).

Research Article DOI: 10.30495/jcep.2021.687075

Investigation of the Limiting Factors of Wheat Seed Yield in the Eastern Region of Kerman

Mohammad Ali Bagheripour[1], Hossein Heidari Sharifabad[2*], Ahmad Mehraban[3] and Hamid Reza Ganjali[4]

Received: August 2020 , Revised: 20 October 2020, Accepted: 23 October 2021

Abstract

To investigate and determine the limiting factors of wheat grain yield and the contribution of each of these factors in creating wheat grain yield gap, this study was conducted based on the CPA method (comparison performance analysis) in the eastern part of Kerman. Fifteen farms in each at Bam, Narmashir and Fahraj cities, (5 farms in each city) studied for two years (2017-2018 and 2018-2019). In this study, all information related to management, climate and agricultural traits (including 45 variables) were measured and recorded. Using multiple regression method, the relationship between wheat yield and all variables were examined step by step. A production model was determined for management and climate factors. The results showed that there was a gap between the actual yield (farmers' yield) and the potential yield (attainable yield) of 2347.98 kg.ha^{-1}. Irrigation rate, consumed nitrogen fertilizer, spike density and late planting were 51.1%, 36.4%, 7.9% and 4.5%, respectively, involved in creating yield gap. Among the farms studied, the farm located in Firoozabad Fahraj with 6272 kg.ha^{-1} seed yield had the highest seed yield and the farm located in Dolatabad Fahraj with 1116 kg.ha^{-1} had the lowest grain yield. According to this research, it seems that with proper management of farms and optimization of limiting factors (Irrigation rate, consumed nitrogen fertilizer, spike density and late planting) wheat yield in Bam, Narmashir and Fahraj regions can be increased by 2347.98 kg.ha^{-1} as compared to that of the current yields of the farmers, studied.

Key words: Actual yield, CPA, Wheat, Yield gap, Yield potential.

1- Ph.D. Student, Department of Agriculture, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran.
2- Professor, Department of Agriculture, Faculty of Agricultural Sciences, Research Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Agriculture, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran.
4- Assistant Professor, Department of Agriculture, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran.
**Corresponding Author: H.Heidari1871@Hotmail.com*