به زراعی کشاورزی
دوره ۱۹ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۶
صفحه‌های ۵۹۰-۵۷۷

تعیین حدود بهینهٔ عوامل مدیریتی در افزایش عملکرد گندم در استان گلستان

امیر حجارپور[۱*]، افشین سلطانی[۲]، ابراهیم زینلی[۳]، حبیب‌الله کشیری[۴]، امیر آینه‌بند[۵] و محمد ناظری[۶]

۱. دکتری، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
۲. استاد، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
۳. دانشیار، گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
۴. عضو هیئت علمی مؤسسهٔ تحقیقات پنبهٔ کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
۵. استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران
۶. معاون مدیریت زراعت سازمان جهاد کشاورزی، استان گلستان، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۴/۲۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۹/۱۵

چکیده

در این تحقیق با جمع‌آوری اطلاعات مدیریتی حدود ۷۰۰ مزرعهٔ گندم در استان گلستان طی سال‌های زراعی ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳ و استفاده از آنالیز خط مرزی، علاوه‌بر برآورد عملکردهای پتانسیل، حد بهینهٔ عوامل مدیریتی بررسی‌شده برای دستیابی به این عملکردهای پتانسیل در شرایط آبی و دیم شناسایی شد. بر این اساس، اطلاعات جمع‌آوری‌شده در مورد عوامل مدیریتی در سه بخش آبی، دیم پرمحصول و دیم کم‌محصول تجزیه‌وتحلیل شد. با رسم پراکنش داده‌های عملکرد در مقابل متغیرهای مختلف مدیریتی، بالاترین عملکردها در سطوح مختلف هر نهاده یا مدیریت خاص انتخاب شد. با توجه به نتایج، عملکرد پتانسیل گندم در استان گلستان در شرایط آبی، دیم پرمحصول و دیم کم‌محصول به‌ترتیب ۶۸۱۶، ۵۷۹۱ و ۳۹۳۲ کیلوگرم در هکتار تخمین زده شد که فاصله‌ای ۴۲، ۳۱ و ۵۰ درصدی با عملکردهای واقعی این مناطق دارد. بر اساس نتایج این تحقیق، تاریخ کاشت بهینه با توجه به شرایط هر منطقه، میزان بذر مصرفی بهینه در رسیدن به تراکم‌های مطلوب، میزان بهینهٔ مصرف کود نیتروژن و تعداد دفعات تقسیط آن، میزان مصرف بهینهٔ کودهای فسفر و پتاسیم، همچنین تعداد دفعات آبیاری در شرایط آبی استان تعیین شد. کشاورزان در هر منطقه با رعایت این حدود بهینه می‌توانند میزان تولید در واحد سطح مزارع خود را افزایش دهند و باعث کاهش خلأ عملکرد در استان بشوند.

کلیدواژه‌ها: آنالیز خط مرزی، افزایش تولید، امنیت غذایی، عملکرد پتانسیل، مدیریت زارعی.

* نویسنده مسئول Email: amiragro65@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

مقدار واردات غلات در ایران بین ۶ تا بیش از ۱۲ میلیون تن در سال، بسته به مقدار ذخیرهٔ سیلویی آن، متغیر است [۱۴]. میزان واردات گندم نیز به‌طور متوسط ۲/۵ میلیون تن و تا ۶ میلیون تن در سال متغیر است [۱، ۱۴]. استان گلستان با سهم ۶/۵ تا ۸ درصد از تولید گندم کشور همواره یکی از استان‌های برتر و تولیدکنندهٔ گندم در کشور بوده است [۲، ۳]. سالانه، به‌طور متوسط، ۳۸۵۰۰۰ هکتار از اراضی زراعی استان با ظرفیت تولید بیش از ۱ میلیون تن محصول به کشت گندم اختصاص می‌یابد. حدود ۶۰ درصد از این سطح کشت در شرایط دیم و ۴۰ درصد سطح کشت گندم آبی است [۴].

آنالیز خلأ عملکرد[1] تخمینی کمّی از امکان افزایش در ظرفیت تولید غذا در ناحیه‌ای مشخص را فراهم می‌آورد که جزیی مهم در طراحی راهبردهای تأمین غذا در مقیاس منطقه‌ای، ملی و جهانی است [۲۷]. در سال‌های اخیر، به‌علت نگرانی‌های به‌وجود آمده در مورد مباحث امنیت غذایی، مطالعه در مباحث خلأ عملکرد در سطح جهان [۱۸، ۲۶، ۲۸] و ایران [۶، ۱۲، ۲۲] رو به افزایش است و نیاز است تا با روش‌های مناسب علمی، میزان خلأ عملکرد و دلایل آن و به‌عبارتی شناسایی عوامل محدودکنندهٔ عملکرد پتانسیل را برآورد کرد. همچنین، بهتر است این‌گونه آنالیزها در مکانی انجام شود که مشکل امنیت غذایی وجود دارد؛ به‌این علت که مصرف‌کننده توان پرداخت محصولات وارداتی را ندارد [۸]. در این راستا، روش‌های مختلفی در آنالیز خلأ عملکرد وجود دارد. یکی از این روش‌ها که توانایی برآورد عملکرد پتانسیل و دلایل خلأ عملکرد را دارد، آنالیز خط مرزی[2] است.

در ایران، اخیراً در مطالعه‌ای که با داده‌های حاصل از ۹۵ مزرعهٔ گندم در گرگان، روش آنالیز خط مرزی معرفی و با استفاده از آن حدود بهینهٔ عوامل مدیریتی مهم و اصلی در کشت‌وکار گندم در شهرستان گرگان مشخص شد [۶].

در سطح جهان، نیز اخیراً در مطالعه‌ای پیمایشی، ۲۵۴ مزرعهٔ قهوه در اوگاندا بررسی و با استفاده از آنالیز خط مرزی میزان اهمیت عوامل دخیل در محدودسازی تولید قهوه ارزیابی و میزان خلأ عملکرد مربوط در آن کمّی‌سازی شده است [۲۸]. با این حال، به‌طور کلی، این آنالیز بیشتر در ارتباط بین عوامل خاکی (شامل غلظت مواد غذایی، مواد آلی، اسیدیته و جزآن) و عملکرد استفاده شده است [۱۰، ۱۷، ۲۱، ۲۵].

استفاده از خط مرزی در بررسی ارتباط عملکرد با بارندگی، تبخیر- تعرق، نیتروژن مصرفی، آفات و بیماری‌ها و تراکم گیاهی نیز در مطالعات جداگانه‌ای انجام شده است [۱۵، ۱۶، ۲۰، ۲۳، ۲۴]، اما در برآورد عملکرد پتانسیل و تعیین حداقل نهادهٔ ورودی در دستیابی به آن کمتر استفاده شده است.

اهداف تحقیق حاضر، نخست استفاده از آنالیز خط مرزی [۶] در تعیین هم‌زمان حدود بهینهٔ مدیریت‌های زراعی و درصد مزارع خارج از حد بهینه و سپس برآورد پتانسیل‌ها و خلأ عملکرد گندم با توجه به حدود بهینهٔ مدیریت‌ها در استان گلستان بود.

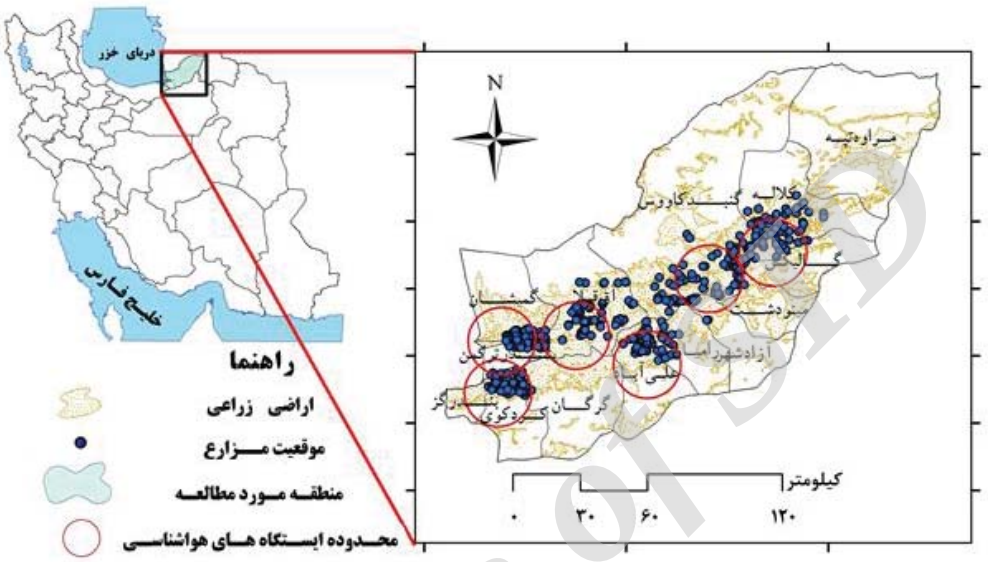
۲. مواد و روش‌ها

استان گلستان با مساحتی بالغ بر ۲۰,۴۳۸ کیلومترمربع بین ۵۳ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۲ دقیقهٔ طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۸ دقیقهٔ عرض شمالی در شمال ایران واقع شده است. در مطالعه شش منطقه از مهم‌ترین مناطق تولید گندم در استان شامل شهرستان‌های گنبد، کردکوی و علی‌آباد برای کشت آبی

1. yield gap analysis
2. boundary-line analysis

Archive of SID
www.SID.ir

گندم و شهرستان‌های گمیشان، آق‌قلا و کلاله برای کشت دیم گندم با نظر کارشناسان سازمان جهاد کشاورزی استان در نظر گرفته شد. به‌طور کل، گندم در این استان در دشت وسیعی کشت می‌شود. این دشت از شمال به بیابان قره‌قوم در آسیای میانه، از جنوب به رشته‌کوه‌های البرز و از غرب به دریای خزر محدود می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت مزارع پایش‌شده در سطح استان گلستان طی دو سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳ و در محدودهٔ ایستگاه‌های هواشناسی موجود در منطقه

پایش مزارع گندم طی دو سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳ در هر یک از شهرستان‌های مورد نظر برای مشاهده و ثبت دقیق رفتار کشاورز طی دورهٔ رشد و در موارد مورد نیاز مصاحبهٔ چهره‌به‌چهره با کشاورزان و جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز انجام شد. در مجموع، ۶۸۴ مزرعه در بخش دیم و آبی استان با تنوع در سطح زیر کشت، عملیات زراعی، همچنین عملکرد براساس اطلاعات موجود در مراکز خدمات بررسی شد. شکل ۱ موقعیت مزارع پایش‌شده در سطح استان و محدودهٔ ایستگاه‌های هواشناسی این مناطق را نشان می‌دهد. در تحقیق حاضر، با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری‌شده در مورد عوامل مدیریتی شامل تاریخ کاشت، میزان بذر مصرفی، تراکم بوته، تعداد دفعات مصرف کودهای نیتروژن‌دار، مقدار مصرف کود نیتروژن، مقدار کود فسفر (P_2O_5)، مقدار کود پتاس (K_2O) و تعداد دفعات آبیاری به بررسی تأثیر عوامل مدیریتی پرداخته شد.

در این تحقیق عوامل مدیریتی با استفاده از آنالیز خط مرزی [۶] تجزیه‌وتحلیل شد. برای این آنالیز پنج مرحلهٔ کلی عنوان شده است [۶]: ۱. بررسی نمودار پراکنش داده‌ها، ۲. دسته‌بندی و گروه‌بندی داده‌ها[1]، ۳. حذف داده‌های پرت، ۴. انتخاب بالاترین عملکردها، و ۵. برازش تابعی مناسب به داده‌های به‌دست‌آمده در مرحلهٔ چهارم [۶]. در این دیدگاه، به‌جای اینکه از وسط پراکندگی داده‌ها خطوط رگرسیونی با استفاده از روش کمترین توان‌های دوم[2] برازش داده شود [۷، ۲۱]، مرز بالایی پراکندگی

1. data points
2. least-square

Archive of SID
www.SID.ir

داده‌ها بررسی شد [۲۱]. این مرز نشان‌دهندهٔ بالاترین عملکردهای به‌دست‌آمده (پتانسیل عملکرد) یا بهترین عملکرد تحت تأثیر سطوح مختلف عامل یا نهاده‌ای خاص است. در این روش فرض بر این است (با مجموعهٔ دادهٔ زیاد) که تمامی نقاط پایین‌تر از خط مرزی، با سایر عوامل محدود شده است.

با رسم نمودار پراکنش میزان عملکرد به‌دست آمده در هر مزرعه به‌عنوان متغیر وابسته در مقابل متغیرهای مستقل (مدیریت‌های زراعی)، بالاترین عملکردها در سطوح مختلف هر نهاده یا مدیریت خاص انتخاب و در ادامهٔ تابعی بر لبهٔ بالایی پراکنش داده‌ها برازش داده شد. پارامترهای این توابع با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخهٔ ۹/۳ و رویهٔ *nline* [۷] به‌دست آمد. پاسخ عملکرد به‌عنوان متغیر وابسته به متغیرهای مستقل مدیریتی ذکرشده، در قالب توابع دندان‌مانند و دو تکه‌ای مشخص شد.

۳. نتایج و بحث

در این تحقیق سه شهرستان علی‌آباد، گنبد و کردکوی با بیشترین سطح زیر کشت مزارع آبی استان [۴]، مناطق آبی شناخته و بررسی شد. دلیل انتخاب آن‌ها، میزان بارندگی و یا سهولت دسترسی به آب آبیاری برای کشاورزان بود، به‌نحوی که این سه شهرستان معرف شرایط کشت گندم آبی استان گلستان است. همچنین، اقلیم شهرستان‌های بررسی‌شده در این تحقیق برای شرایط دیم به‌گونه‌ای است که معرف کشت و کار دیم گندم در قسمت اعظمی از استان گلستان باشد. بیشترین سهم مزارع دیم استان نیز در این سه شهرستان است [۴]. تمامی شهرستان‌ها زمستان‌های ملایم دارد و ارقام گندم بهاره در آن به‌صورت پاییزه کشت می‌شود (جدول ۱). میزان بارندگی طی فصل رشد گندم در سال نخست تحقیق به‌ترتیب ۲۷۲، ۳۰۷، ۲۹۴، ۲۹۲، ۴۵۶ و ۵۳۸ میلی‌متر و در سال دوم ۱۹۹، ۱۸۸، ۳۴۸، ۲۵۵، ۳۵۴ و ۳۶۵ میلی‌تر به‌ترتیب در آق‌قلا، گمیشان، کلاله، گنبد، علی‌آباد و کردکوی بود.

جدول ۱. میانگین بلندمدت و ماهانهٔ حداقل و حداکثر دما، بارندگی و تابش خورشیدی طی دورهٔ رشدی گندم (آبان– خرداد) در شهرستان‌های آق‌قلا، گمیشان، کلاله، علی‌آباد، کردکوی و گنبد، به‌همراه میزان بارندگی در سال‌های انجام تحقیق

پارامتر اقلیمی/ایستگاه	آق‌قلا	گمیشان	کلاله	گنبد	علی‌آباد	کردکوی
میانگین بلندمدت حداکثر دما	۲۳/۵	۱۹/۲	۲۰/۴	۲۰/۵	۱۹/۳	۲۰/۶
میانگین بلندمدت حداقل دما	۷	۷/۵	۸/۷	۹	۸/۹	۱۰/۳
میانگین بلندمدت تشعشع	۱۷/۹	۱۵/۷	۸/۵	۱۴/۵	۹	۱۴/۴
میانگین بلندمدت بارندگی	۲۳۵	۲۵۰	۳۹۱	۳۲۰	۴۵۰	۴۱۰
میزان بارندگی در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲	۲۷۲	۳۰۶/۶	۲۹۴/۲	۲۹۱/۵	۴۵۵/۸	۵۳۸/۲
میزان بارندگی در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳	۱۹۹	۱۸۸/۲	۳۴۷/۹	۲۵۵/۱	۳۵۳/۶	۳۶۴/۵

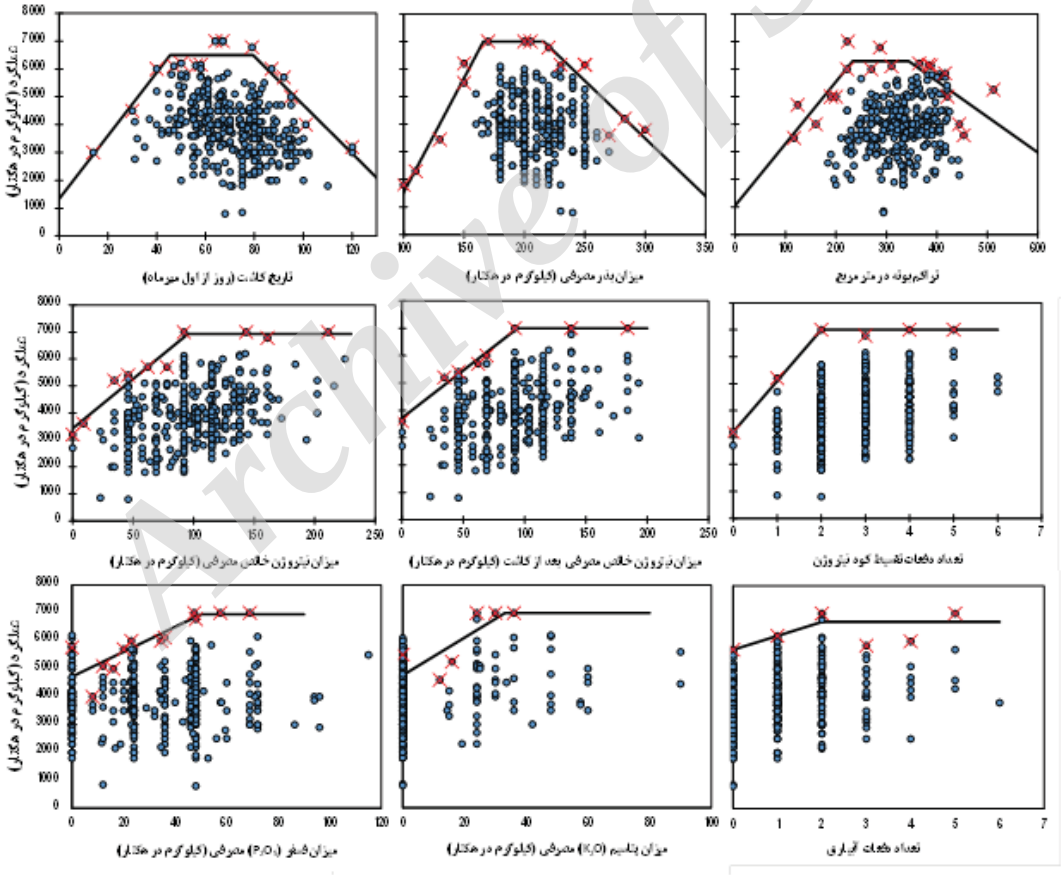
+ اطلاعات گمیشان از ایستگاه غفارحاجی در نزدیکی گمیشان حاصل شده است.

+ ایستگاه‌های کلاله، علی‌آباد و گنبد از ایستگاه‌های سینوپتیکی و ایستگاه‌های کردکوی، آق‌قلا و غفارحاجی از ایستگاه‌های شرکت آب‌منطقه‌ای است.

Archive of SID
www.SID.ir

بر اساس تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده از سطح استان و با لحاظ‌کردن جغرافیا و اقلیم هر شهرستان، تولید گندم به سه سیستم تولید مختلف تقسیم می‌شود: دیم کم‌محصول، دیم پرمحصول، و سیستم تولید آبی. بنابراین، تعداد ۲۱۶ مزرعه در بخش دیم کم‌محصول، ۱۱۹ مزرعه در بخش دیم پرمحصول و ۳۴۹ مزرعه در بخش آبی مشخص شد. از ویژگی‌های هر سیستم می‌توان به بالابودن میزان بارندگی/ سطح ایستابی یا سهولت دسترسی به آب آبیاری در سیستم آبی، بارندگی‌های خوب و خاک مناسب در سیستم دیم پرمحصول و بارندگی پایین (جدول ۱) و درصد بالای شوری اراضی در دیم کم‌محصول اشاره کرد که باعث پایین‌بودن عملکرد گندم در این مناطق شده است.

کشاورزان با انتخاب تاریخ‌کاشت‌های بهینه می‌توانند به عملکردهای پتانسیلی ۶۴۹۳، ۵۸۱۴، و ۳۹۶۸ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در شرایط کشت آبی، کشت دیم پرمحصول و کشت دیم کم‌محصول استان دست پیدا کنند (جدول ۲). این تاریخ کاشت‌های بهینه با توجه به تابع دندان‌مانند رسم‌شده بر لبهٔ بالایی داده‌ها برای شرایط آبی از ۱۵ آبان تا ۱۹ آذرماه (شکل ۲) در مزارع دیم پرمحصول در شمال‌شرق استان از ۲۲ آبان تا ۲۴ آذرماه (شکل ۳) و مزارع دیم کم‌محصول و دارای پنجرهٔ کاشت بهینه از ۲۰ آبان تا ۲۷ آذرماه (شکل ۴) بود.



شکل ۲. نمودار پراکنش داده‌های عملکرد در مقابل عوامل مدیریتی به‌همراه برازش تابع خط مرزی در گندم آبی. داده‌های استفاده‌شده برای برازش خطوط با علامت ضربدر مشخص شده است.

Archive of SID
www.SID.ir

شکل ۲ تا ۴ پراکندگی داده‌های عملکرد در مقابل مدیریت‌های بررسی‌شده در هر سیستم را نشان می‌دهد. در تمامی شکل‌ها بالاترین عملکرد در هر بخش از نمودار به معنی حداقل مقدار لازم از آن نهاده در دستیابی به آن عملکرد است و تمامی نقاطی که زیر خط قرارگرفته است شرایطی را داشته است که سایر عوامل باعث محدودیت پاسخ عملکرد به میزان متغیر مستقل شده است [۱۷].

به این ترتیب، فصل کشت بهینه در استان با کشت مزارع آبی آغاز می‌شود و با کشت مزارع دیم به پایان می‌رسد. به‌ترتیب، ۳۴، ۲۲ و ۱۷ درصد از کشاورزان در مزارع آبی، دیم پرمحصول و دیم کم‌محصول (جدول ۲) خارج از این حدود بهینه اقدام به کشت کردند که از این میان ۳۰، ۱۵ و ۹ درصد مربوط به کشت دیرهنگام است. نکتهٔ قابل‌ذکر این است که اگرچه کاشت زودهنگام در شرایط آبی باعث تطبیق بهتر دورهٔ رشدی گیاه با فصل رشد می‌شود [۵]، تأخیر در کاشت بیشتر از زودکشتی در گندم آبی استان مشاهده شد که دلیل آن ممکن است کشت‌های تابستانه در مناطقی باشد که به آب آبیاری دسترسی دارند و کاشت محصول گندم تحت تأثیر برداشت محصول قبل قرارمی‌گیرد. به‌نظر می‌رسد بهتر است کشت گندم دیم با تأخیر بیشتری نسبت به گندم آبی صورت گیرد. تاریخ کاشت‌های زودهنگام با رشد رویشی بیشتر، علاوه‌بر حساسیت در مقابل سرمازدگی باعث مصرف بیشتر آب ذخیره‌شده در خاک می‌شود. این موضوع به عملکردی پایین‌تر از پتانسیل منطقه می‌انجامد.

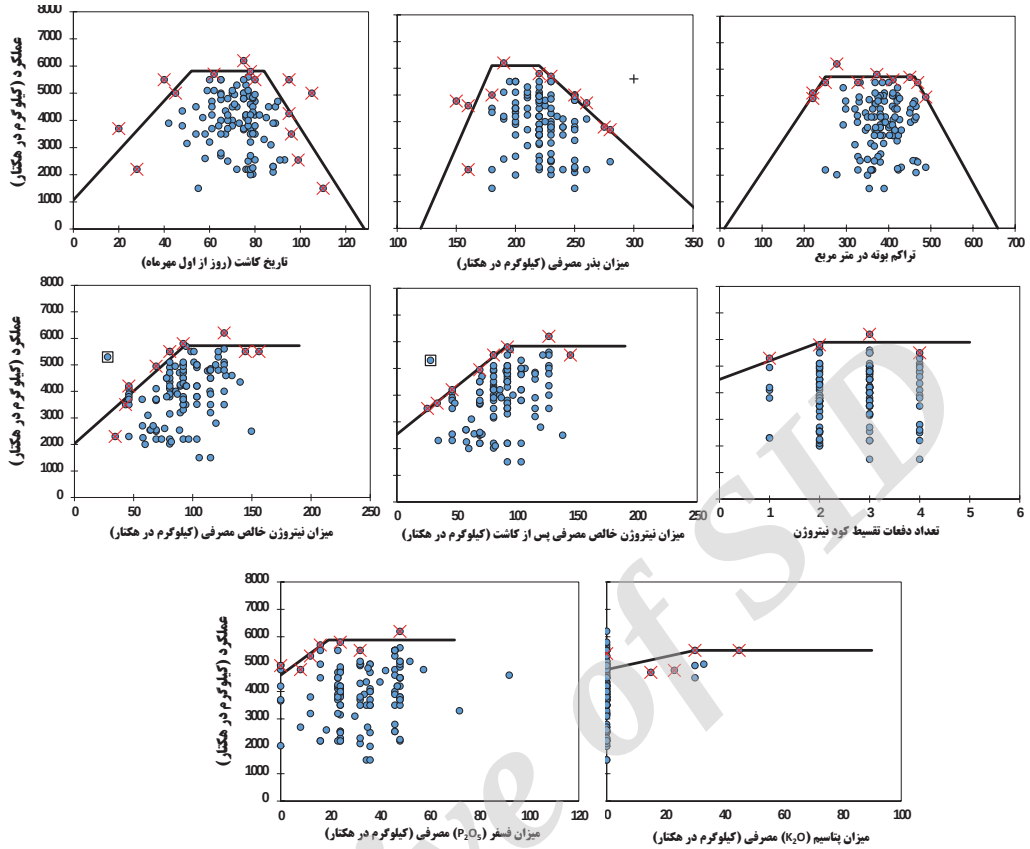
میزان بذر مصرفی در استان بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که میزان بذر مصرفی بین ۱۶۶ تا ۲۱۶ کیلوگرم در هکتار باعث رسیدن به عملکرد پتانسیلی معادل ۶۹۹۳ کیلوگرم در هکتار در شرایط کشت آبی می‌شود (جدول ۲). این میزان برای گندم دیم پرمحصول ۱۸۰ تا ۲۲۰ کیلوگرم و برای دیم کم‌محصول ۱۸۰ تا ۲۱۵ کیلوگرم در هکتار است که به‌ترتیب به دستیابی به عملکردهایی معادل ۵۹۶۳ و ۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌انجامد (جدول ۲). این میزان بذر باید به‌گونه‌ای باشد که تراکم مناسبی از بوته را فراهم آورد.

تراکم‌های بهینه در شرایط آبی استان برابر با ۲۳۳ تا ۳۴۳ بوته در مترمربع (شکل ۲) و در شرایط دیم پرمحصول، ۲۵۰ تا ۴۶۱ بوته در مترمربع (شکل ۳) به‌دست آمد. داده‌های تراکم بوته در مقابل عملکرد در شرایط دیم کم‌محصول از الگوی خاصی در برازش تابع مرزی مناسب پیروی نمی‌کرد (شکل ۴). به‌طور میانگین، ۳۶ و ۲۰ درصد از مزارع به‌ترتیب خارج از حدود بهینهٔ میزان بذر مصرفی و تراکم بهینه بود (جدول ۲).

با سیستم‌های خاک‌ورزی فعلی و آماده‌سازی نامناسب بستر، به‌نظر می‌رسد که توصیهٔ مراکز تحقیقات استان مبنی بر مصرف به‌ترتیب ۱۲۰ تا ۱۵۰ و ۱۳۰ تا ۱۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار در شرایط دیم و آبی، در مزارع کشاورزان و شرایط بستر بذر واقعی پاسخگو نیست. کشاورزان با مصرف بذر بیشتر درصدد پوشش ضعف ناشی از تهیهٔ بستر و ماشین‌های کاشت نامناسب برای این مناطق، همچنین عدم‌رعایت تاریخ کاشت‌اند. مقادیر بهینهٔ به‌دست‌آمده در این تحقیق دو ساله نیز با توجه به میزان بالای بذر مصرفی، بیش از مقادیر توصیه‌شدهٔ مراکز تحقیقاتی به‌دست آمد. این موضوع نیاز به مطالعهٔ بیشتر در این زمینه را روشن ساخت.

بر اساس سایر نتایج این تحقیق، تراکم بوتهٔ بهینه به‌صورت بازه تعریف شد. دلیل این امر، سیستم انطباق گیاه گندم با منابع محیطی است که با پنجه‌زنی کم یا زیاد تراکم را جبران می‌کند [۱۱].

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۳. نمودار پراکنش داده‌های عملکرد در مقابل عوامل مدیریتی به‌همراه برازش تابع خط مرزی در گندم دیم پرمحصول. داده‌های استفاده‌شده در برازش خطوط با علامت ضربدر مشخص شده است. دادهٔ پرت میزان بذر مصرفی که با علامت + نمایش داده شده، از مجموع داده‌ها کنار گذاشته شده است. داده‌هایی که با مربع مشخص شده است مربوط به مزرعه‌ای است که ۵ تن کود دامی مصرف کرده و تأثیر مصرف پایین نیتروژن بر عملکرد جبران شده است.

عملکرد پتانسیل گندم آبی، دیم پرمحصول و دیم کم محصول در شرایط مصرف بهینهٔ کود نیتروژن به‌ترتیب ۶۹۲۷، ۵۷۲۴ و ۳۹۲۲ کیلوگرم در هکتار بود که با مصرف حداقل ۹۵، ۹۳/۳ و ۲۳ کیلوگرم نیتروژن خالص حاصل شد (جدول ۲). تفاوت تابع خط مرزی پاسخ عملکرد به کود نیتروژن در شرایط دیم کم‌محصول (شکل ۴) این است که مصرف بیش از مقدار بهینه (۶۹ کیلوگرم نیتروژن خالص) برخلاف شرایط آبی و دیم پرمحصول باعث افت عملکرد پتانسیل خواهد شد.

در مورد مدیریت نیتروژن پس از کاشت (کود سرک)، کشاورزان با مصرف حداقل ۹۴، ۹۱/۴ و ۱۱/۵ کیلوگرم نیتروژن پس از کاشت (کود سرک) به عملکرد ۷۰۰۰، ۵۸۳۳ و ۳۹۸۴ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مزارع آبی، دیم پرمحصول و دیم کم‌محصول دست می‌یابند (جدول ۲). در اینجا نیز تابع خط مرزی در شرایط دیم کم‌محصول تابعی دندان‌مانند است و مصرف بیش از ۵۱ کیلوگرم نیتروژن پس از کاشت باعث کاهش عملکرد پتانسیل خواهد شد (شکل ۴).

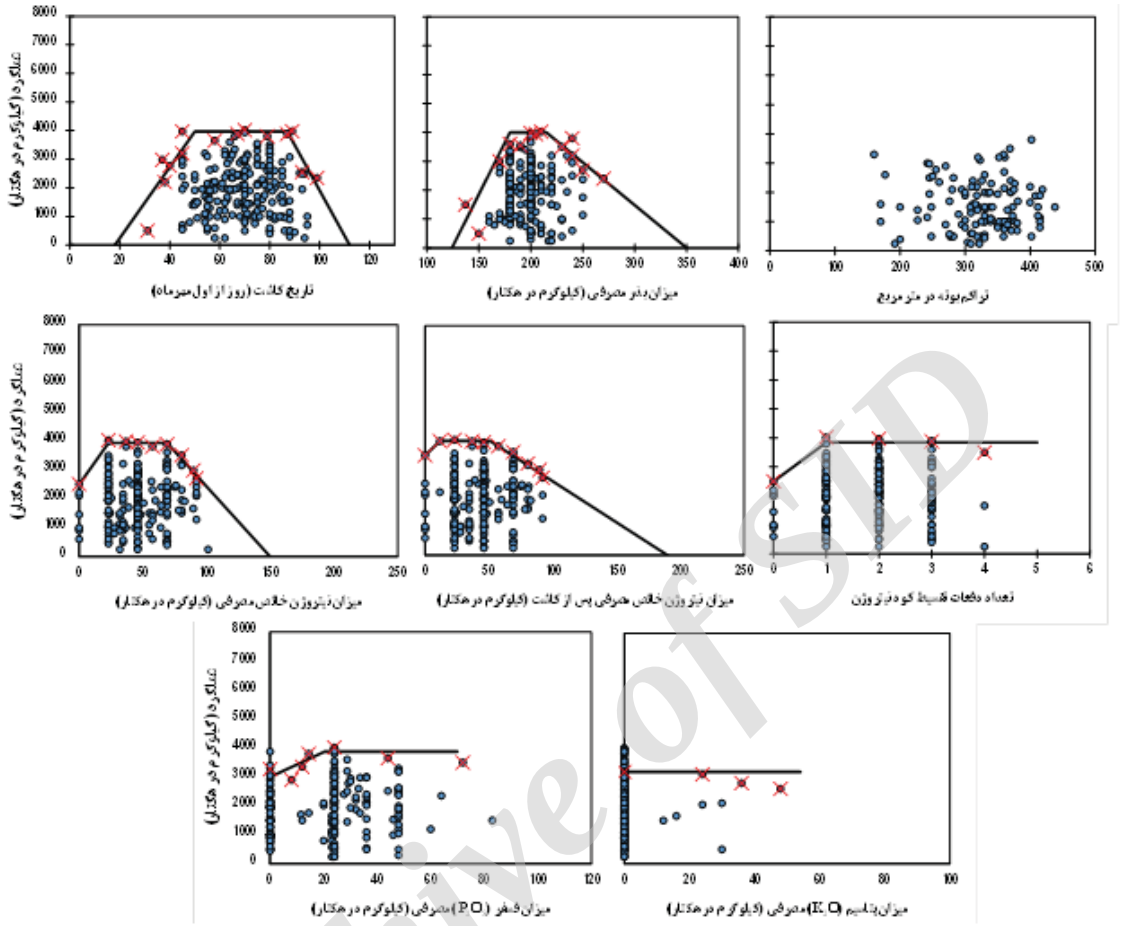
Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲. نتایج آنالیز خط مرزی به‌همراه محاسبهٔ پتانسیل و خلأ عملکرد گندم آبی، دیم پرمحصول و دیم کم‌محصول استان گلستان

مدیریت / نهاده	تاریخ کاشت (روز از اول مهر)	بذر مصرفی (کیلوگرم در هکتار)	تراکم بوته در مترمربع	دفعات تقسیط کود نیتروژن	نیتروژن مصرفی	نیتروژن پس از کاشت	میزان فسفر (P_2O_5)	میزان پتاس (K_2O)	دفعات آبیاری	میانگین
					کیلوگرم در هکتار					
گندم آبی استان با میانگین عملکرد ۳۹۳۶ کیلوگرم در هکتار از مجموع ۳۴۹ مزرعه (شهرستان‌های گنبد، علی آباد و کردکوی)										
حداقل	۱۴	۱۰۰	۱۱۷	۰	۰	۰	۰	۰	–	–
حداکثر	۱۲۰	۳۰۰	۵۱۲	۶	۲۲۵	۱۹۳/۲	۱۱۵	۹۰	۶	–
حدود مطلوب	۷۹-۶۵	۲۱۶-۱۶۶	۳۴۳-۲۳۳	≥۲	≥۹۵	≥۹۴	≥۵۰	≥۳۳	≥۲	–
درصد مزارع خارج از حد بهینه	۳۴	۴۰	۴۰	۸	۵۰	۶۲	۸۹	۹۳	۷۴	–
عملکرد پتانسیل	۶۴۹۳	۶۹۹۳	۶۲۸۹	۷۰۰۰	۶۹۲۷	۷۰۰۰	۶۹۴۵	۶۹۹۹	۶۷۰۰	۶۸۱۶
خلأ عملکرد	۲۵۵۷	۳۰۵۷	۲۳۵۳	۳۰۶۴	۲۹۹۱	۳۰۶۴	۳۰۰۹	۳۰۶۳	۲۷۶۴	۲۸۸۰
درصد خلأ عملکرد	۳۹	۴۴	۳۷	۴۴	۴۳	۴۴	۴۳	۴۴	۴۱	۴۲
گندم دیم پرمحصول استان با میانگین عملکرد ۳۹۸۵ کیلوگرم در هکتار از مجموع ۱۱۹ مزرعه (شهرستان کلاله)										
حداقل	۲۰	۱۵۰	۲۲۰	۱	۶	۲۵/۳	۰	۰	–	–
حداکثر	۱۱۰	۳۰۰	۴۸۸	۴	۱۵۶	۱۴۴/۵	۹۲	۴۵	–	–
حدود مطلوب	۸۴-۵۲	۲۲۰-۱۸۰	۴۶۱-۲۵۰	≥۲	≥۹۳/۲۴	≥۹۱/۴	≥۱۹/۲	≥۳۰	–	–
درصد مزارع خارج از حد بهینه	۲۲	۴۵	۱۰	۶	۶۱	۵۰	۱۶	۹۶	–	–
عملکرد پتانسیل	۵۸۱۴	۵۹۶۳	۵۷۱۴	۵۹۰۰	۵۷۲۴	۵۸۳۳	۵۸۸۱	۵۵۰۰	–	۵۷۹۱
خلأ عملکرد	۱۸۲۹	۱۹۷۸	۱۷۲۹	۱۹۱۵	۱۷۳۹	۱۸۴۸	۱۸۹۶	۱۵۱۵	–	۱۸۰۶
درصد خلأ عملکرد	۳۱	۳۳	۳۰	۳۲	۳۰	۳۲	۳۲	۲۸	–	۳۱
گندم دیم کم‌محصول استان با میانگین عملکرد ۱۹۶۶ کیلوگرم در هکتار از مجموع ۲۱۶ مزرعه (شهرستان‌های آق‌قلا و گمیشان)										
حداقل	۳۱	۱۳۷	۱۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	–	–
حداکثر	۹۹	۲۵۰	۴۲۸	۴	۱۰۷/۲	۹۲	۸۳	۴۸	–	–
حدود مطلوب	۸۷-۵۰	۲۱۵-۱۸۰	–	≥۱	۶۹-۲۳	۵۱-۱۱/۵	≥۲۰/۴	–	–	–
درصد مزارع خارج از حد بهینه	۱۷	۲۲	–	۴	۱۳	۲۹	۴۰	–	–	–
عملکرد پتانسیل	۳۹۶۸	۴۰۰۰	–	۳۸۴۳	۳۹۲۲	۳۹۸۴	۳۸۷۷	–	–	۳۹۳۲
خلأ عملکرد	۲۰۰۲	۲۰۳۴	–	۱۸۷۷	۱۹۵۶	۲۰۱۸	۱۹۱۱	–	–	۱۹۶۶
درصد خلأ عملکرد	۵۰	۵۱	–	۴۹	۵۰	۵۱	۴۹	–	–	۵۰

* عملکردها بر اساس واحد کیلوگرم در هکتار آمده است.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۴. نمودار پراکنش داده‌های عملکرد در مقابل عوامل مدیریتی به‌همراه برازش تابع خط مرزی در گندم دیم کم‌محصول. داده‌های استفاده‌شده در برازش خطوط با علامت ضربدر مشخص شده است. داده‌های عملکرد در مقابل تراکم بوته در برازش خط مرزی از الگوی خاصی تبعیت نمی‌کرد.

در این میان به‌طور میانگین ۵۶ درصد از کشاورزان در شرایط آبی و دیم پرمحصول میزان بهینه‌ای از مصرف نیتروژن را در مزارع خود نداشته‌اند، اگرچه این مورد در شرایط دیم کم‌محصول حدود ۲۲ درصد بود (جدول ۲). میزان بهینهٔ تقسیط کود نیتروژن به‌صورت پایه و سرک در گندم آبی و دیم پرمحصول حداقل دو مرتبه اما مقدار بهینهٔ تقسیط کود نیتروژن در گندم دیم کم‌محصول حداقل یک مرتبه به‌دست آمد (جدول ۲).

با توجه به اختلاف کم مقادیر بهینهٔ کل نیتروژن مصرفی و نیتروژن مصرفی بعد از کاشت در شرایط آبی (شکل ۲) یا در شرایط دیم پرمحصول (با بارندگی مناسب در شمال‌شرق استان، شکل ۳)، به‌نظر می‌رسد کشاورزان در این شرایط باید بخش بیشتری از کود نیتروژن را به مصرف سرک اختصاص دهند. همچنین، این کود را در حداقل دو نوبت در اختیار گیاه قراردهند (جدول ۲). این در حالی است که سایر نتایج نشان می‌دهد که مصرف کودهای

Archive of SID
www.SID.ir

سرک در شرایط دیم کم‌محصول (شمال‌غرب استان) به این علت که در شرایط دو سال اجرای آزمایش بارندگی زمستانه پایین بود، منفعتی نداشته است و مصرف یک‌بار کود نیتروژن نیز باعث دستیابی برخی کشاورزان به عملکرد پتانسیل شده است (شکل ۴). در این راستا استفاده از منابع کودی مناسب، در مقادیر بهینه، در زمان مورد نیاز گیاه و مکان مناسب مصرف در افزایش کارایی ضروری است [۹].

میزان بهینهٔ مصرف کود فسفر در مزارع آبی، دیم پرمحصول و دیم کم‌محصول به‌ترتیب برابر با حداقل ۵۰، حداقل ۱۹/۲ و حداقل ۲۰/۴ کیلوگرم P_2O_5 است که به عملکرد پتانسیل در حدود ۶۹۴۵، ۵۸۸۱ و ۳۷۲۹ کیلوگرم در هکتار می‌انجامد (جدول ۲). به‌ترتیب ۸۹، ۱۶ و ۴۰ درصد از کشاورزان از حداقل مطلوب کودهای فسفر استفاده نکرده‌اند. عملکرد پتانسیل حاصل از مصرف بهینهٔ کودهای پتاسه در مزارع آبی و دیم پرمحصول به‌ترتیب ۶۹۹۹ و ۵۵۰۰ کیلوگرم در هکتار است که به‌ترتیب با مصرف حداقل ۳۳ و حداقل ۳۰ کیلوگرم K_2O حاصل شد. در این میان به‌ترتیب ۹۳ و ۹۶ درصد از کشاورزان از حداقل مطلوب کودهای پتاسه نیز استفاده نکرده‌اند (جدول ۲). همچنین، در شرایط دیم کم‌محصول تعداد مزارع مصرف‌کنندهٔ کود پتاس کمتر از حدی بوده است که بتوان الگوی خاصی به داده‌ها برازش داد. (شکل ۴).

اگرچه توصیهٔ کودی به‌شدت به شرایط خاک مزرعه و تناوب وابسته است، عدم‌شناخت بخش قابل‌توجهی از کشاورزان نسبت به میزان بهینهٔ مصرف کودهای نیتروژنی، همچنین خواص و آثار کودهای فسفاته و پتاسیمی بر محصولات زراعی یکی از دلایل عدم‌مصرف یا مصرف خارج از حد بهینهٔ این‌گونه کودهاست [۱۳].

تعداد دفعات آبیاری حداقل دو مورد به عملکردی در حدود ۶۷۰۰ کیلوگرم در هکتار منجر می‌شود (شکل ۲). ۷۴ درصد از کشاورزان یا آبیاری نکرده‌اند یا تنها یک نوبت آبیاری انجام داده‌اند. در این بین، تنها ۲۶ درصد مزارع دو نوبت یا بیشتر آبیاری انجام داده‌اند (جدول ۲).

توجه به این نکته ضروری است که استفاده از سایر روش‌های برآورد عملکرد پتانسیل مانند استفاده از مدل‌های گیاهی در کنار آنالیز خط مرزی نکات بسیار مهمی از محدودیت‌های تولید در منطقه را آشکار می‌کند. برای مثال، ممکن است محدودیت خاص مدیریتی یا محیطی در منطقه وجود داشته باشد که تمامی مزارع به آن دچارند و این نکته در آنالیز خط مرزی پنهان می‌ماند. برای مثال، در مطالعهٔ شبیه‌سازی [۲۲]، با استفاده از مدل گیاهی برای نخود در ایران، عنوان شد که به‌زراعی آثار بیشتری نسبت به اصلاح نباتات در جهت افزایش عملکرد واقعی کشاورزان داشته است. در این تحقیق یافتن بهترین شیوه‌های مدیریتی و در نتیجه کاهش خلأ عملکرد راه رسیدن به مفهوم فشرده‌سازی اکولوژیکی شناخته شد.

عملکردهای پتانسیل تخمین‌زده‌شده در این تحقیق در شرایط آبی، دیم پرمحصول و دیم کم‌محصول به‌ترتیب برابر با ۶۸۱۶، ۵۷۹۱ و ۳۹۳۲ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲). با توجه به این موضوع که پتانسیل‌های به‌دست‌آمده در این تحقیق از دل داده‌ها بود، می‌توان گفت که خلأ محاسبه‌شده در این تحقیق به تعریف ارائه‌شده در مورد خلأ عملکرد قابل بهره‌برداری[1] [۱۱] بسیار نزدیک است و اختلاف بین عملکردهای واقعی و عملکردهای قابل‌حصول با توجه به شرایط محیطی منطقه را نشان می‌دهد.

عملکردهای متوسط مناطق به‌ترتیب برابر با ۳۹۳۶، ۳۹۸۵ و ۱۹۶۶ کیلوگرم در هکتار بود که با توجه به پتانسیل‌های موجود، خلأ عملکرد در شرایط آبی، دیم پرمحصول و دیم کم‌محصول به‌ترتیب برابر با ۲۸۸۰ (۴۲ درصد)، ۱۸۰۶ (۳۱ درصد) و ۱۹۶۶ (۵۰ درصد) درصد

1. exploitable yield gap

Archive of SID
www.SID.ir

برآورد شد (جدول ۲). بدین‌ترتیب، کمترین و بیشترین درصد خلأ عملکردهای موجود در استان در شرایط دیم اتفاق می‌افتد.

در مطالعهٔ شبیه‌سازی که به‌صورت جهانی و برای غلات مهم دنیا شامل ذرت، گندم و برنج انجام شد، خلأ عملکرد گندم در ایران حدود ۴۰ درصد عنوان شد [۱۹] که به نتایج این تحقیق (خلأ عملکرد ۳۲ تا ۵۰ درصدی) نزدیک است. عملکرد متوسط اراضی دیم در شمال‌شرق استان (شهرستان کلاله) از متوسط عملکرد آبی استان (شهرستان‌های علی‌آباد، گنبد و کردکوی) بیشتر بود، اما در بخش آبی پتانسیل‌های بیشتری در تولید وجود دارد که باعث بیشترشدن خلأ عملکرد آبی در مقایسه با دیم این مناطق شده است. همچنین، بالابودن خلأ عملکرد دیم در مناطق شمال‌غرب استان (شهرستان‌های آق‌قلا و گمیشان)، وجود پتانسیل‌های بیشتر و نیاز به مدیریت بهتر در این‌گونه اراضی را می‌رساند. این مناطق دارای اراضی شور و کم‌باران است که پایین‌بودن عملکرد متوسط مزارع در این نواحی را باعث می‌شود، به‌نحوی که برخی مزارع در بعضی سال‌ها هیچ‌گونه عملکردی از مزارع خود برداشت نمی‌کنند. یافته‌های این تحقیق نشان داد که با مدیریت صحیح مزرعه امکان افزایش متوسط عملکرد این مناطق با رعایت نکات زیر وجود دارد:

۱. انتخاب تاریخ کاشت بهینه با توجه به شرایط آب‌وهوایی در بازهٔ زمانی کشت تعیین شده. در مزارع گندم آبی (بیشتر مناطق کوهپایه‌ای و اراضی آبی استان) از ۱۵ آبان تا ۱۹ آذر ماه، در مزارع گندم دیم پرمحصول (شمال‌شرق استان) ۲۲ آبان تا ۲۴ آذر ماه، در مزارع دیم کم‌محصول (مناطق شمالی و کم‌باران استان) ۲۰ آبان تا ۲۷ آذر ماه

۲. انتخاب میزانی از بذر مصرفی که بتواند تراکم‌های مطلوب تعیین‌شده را فراهم سازد. در مزارع گندم آبی (بیشتر مناطق کوهپایه‌ای و اراضی آبی استان) ۱۶۶ تا ۲۱۶ کیلوگرم بذر در هکتار که به تراکم مطلوب ۲۳۳ تا ۳۴۳ بوته در مترمربع می‌انجامد، در مزارع گندم دیم پرمحصول (شمال‌شرق استان) ۱۸۰ تا ۲۲۰ کیلوگرم بذر در هکتار با تراکم مطلوب ۲۵۰ تا ۴۶۱ بوته در مترمربع، در مزارع دیم کم‌محصول (مناطق شمالی و کم‌باران استان) ۱۸۰ تا ۲۱۵ کیلوگرم بذر در هکتار

۳. مصرف حداقل ۹۵ و حداقل ۹۳ کیلوگرم کود نیتروژن خالص در هکتار در شرایط آبی و دیم پرمحصول ترجیحاً به‌صورت سرک و در بیش از دو نوبت تقسیط کود و مصرف حداقل ۲۳ و حداکثر ۶۹ کیلوگرم کود نیتروژن خالص ترجیحاً به‌صورت پایه در شرایط دیم کم‌محصول اراضی شور و کم‌باران استان

۴. مصرف حداقل حدود ۵۰ و حداقل حدود ۲۰ کیلوگرم کود فسفر به‌صورت P_2O_5 هنگام کاشت به‌ترتیب در شرایط آبی و دیم (پرمحصول و کم‌محصول)

۵. مصرف حداقل ۳۳ و ۳۰ کیلوگرم کود پتاسیم به‌صورت K_2O هنگام کاشت به‌ترتیب در شرایط آبی و دیم پرمحصول، همچنین مصرف کود پتاس در صورت تأیید آزمایش کودی در شرایط دیم کم‌محصول

۶. استفاده از حداقل دو نوبت آبیاری بسته به میزان بارندگی و خشکی هوا در شرایط آبی.

منابع

۱. اتاق بازرگانی تهران (۱۳۹۵) دسترسی از طریق: http://www.tccim.ir/ (تاریخ بازدید: ۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۵). تهران، ایران.

۲. آمارنامهٔ کشاورزی (۱۳۹۴) جلد اول: محصولات زارعی، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

Archive of SID
www.SID.ir

۳. بی‌نام (۱۳۹۴) بررسی آمار سطح برداشت و میزان تولید ۳۶ سال محصولات زراعی، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

۴. بی‌نام (۱۳۹۴) معاونت بهبود تولیدات گیاهی، سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان، وزارت جهاد کشاورزی.

۵. ترابی ب، سلطانی ا، گالشی س و زینلی ا (۱۳۹۰) تحلیل عوامل محدودکنندهٔ عملکرد گندم در شرایط گرگان. الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۴(۴): ۱۷-۱.

۶. حجارپور ا، سلطانی ا و ترابی ب (۱۳۹۴) استفاده از آنالیز خط مرزی در مطالعات خلأ عملکرد: مطالعهٔ موردی گندم در گرگان. الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۸(۴): ۲۰۱-۱۸۳.

۷. سلطانی ا و ترابی ب (۱۳۹۳) طرح و تجزیهٔ آزمایش‌های کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۳۰ ص.

8. Anderson W, Johansen C and Siddique KHM (2016) Addressing the yield gap in rainfed crops: a review. Agronomy for Sustainable Development. 36: 1-13.

9. Bruulsema T (2009) Recommendation development under 4R nutrient stewardship. Proceedings North Central Extension-Industry Soil Fertility Conference.

10. Casanova D, Goudriaan J, Bouma J and Epema G (1999) Yield gap analysis in relation to soil properties in direct-seeded flooded rice. Geoderma. 91: 191-216.

11. Connor DJ, Loomis RS and Cassman KG (2011) Crop ecology: productivity and management in agricultural systems. Cambridge University Press. 569 p.

12. Deihimfard R, Mahallati MN and Koocheki A (2015) Yield gap analysis in major wheat growing areas of Khorasan province, Iran, through crop modelling. Field Crops Research. 184: 28-38.

13. Fageria NK, Baligar VC and Jones CA (2010) Growth and mineral nutrition of field crops CRC Press. 550 p.

14. FAO (2016) Faostat-Trade/Crops and livestock products, Available at http://faostat3.fao.org/browse/T/TP/E (accessed 15 April 2016).

15. Grassini P, Hall AJ and Mercau JL (2009) Benchmarking sunflower water productivity in semiarid environments. Field Crops Research. 110: 251-262.

16. Huang X, Wang L, Yang L and Kravchenko AN (2008) Management effects on relationships of crop yields with topography represented by wetness index and precipitation. Agronomy Journal. 100: 1463.

17. Kitchen NR, Drummond ST, Lund ED, Sudduth KA and Buchleiter GW (2003) Soil Electrical Conductivity and Topography Related to Yield for Three Contrasting Soil–Crop Systems. Agronomy Journal. 95: 483-495.

18. Lobell DB, Cassman KG and Field CB (2009) Crop yield gaps: their importance, magnitudes, and causes. Annual Review of Environment and Resources. 34: 179-204.

19. Mueller ND, Gerber JS, Johnston M, Ray DK, Ramankutty N and Foley JA (2012) Closing yield gaps through nutrient and water management. Nature. 490: 254-257.

20. Patrignani A, Lollato RP, Ochsner TE, Godsey CB and Edwards JT (2014) Yield gap and production gap of rainfed winter wheat in the southern great plains. Agronomy Journal. 106: 1329.

Archive of SID
www.SID.ir

21. Shatar TM and Mcbratney AB (2004) Boundary-line analysis of field-scale yield response to soil properties. The Journal of Agricultural Science. 142: 553-560.

22. Soltani A, Hajjarpour A and Vadez V (2016) Analysis of chickpea yield gap and water-limited potential yield in Iran. Field Crops Research. 185: 21-30.

23. Tasistro A (2012) Use of boundary lines in field diagnosis and research for Mexican farmers. Better Crops with Plant Food. 96: 11-13.

24. Tittonell P and Giller KE (2013) When yield gaps are poverty traps: The paradigm of ecological intensification in African smallholder agriculture. Field Crops Research. 143: 76-90.

25. Tittonell P, Shepherd K, Vanlauwe B and Giller K (2008) Unravelling the effects of soil and crop management on maize productivity in smallholder agricultural systems of western Kenya—An application of classification and regression tree analysis. Agriculture, Ecosystems & Environment. 123: 137-150.

26. van Ittersum MK, Cassman KG, Grassini P, Wolf J, Tittonell P and Hochman Z (2013) Yield gap analysis with local to global relevance—A review. Field Crops Research. 143: 4-17.

27. van Wart J, van Bussel LGJ, Wolf J, Licker R, Grassini P, Nelson A, Boogaard H, Gerber J, Mueller ND, Claessens L, van Ittersum MK and Cassman KG (2013) Use of agro-climatic zones to upscale simulated crop yield potential. Field Crops Research. 143: 44-55.

28. Wang N, Jassogne L, van Asten PJA, Mukasa D, Wanyama I, Kagezi G and Giller KE (2015) Evaluating coffee yield gaps and important biotic, abiotic, and management factors limiting coffee production in Uganda. European Journal of Agronomy. 63: 1-11.

Archive of SID

www.SID.ir

Crops Improvement
(Journal of Agricultural Crops Production)
Vol. 19 ■ No. 3 ■ Autumn 2017

Determination of the optimum managements ranges in order to increasing wheat yield in Golestan province

Amir Hajjarpoor[1] Afshin Soltani[2], Ebrahim Zeinali[3], Habibollah Kashiri[4], Amir Aynehband[5] and Mohammad Nazeri[6]*

1. Ph.D., Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
2. Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
3. Associate Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
4. Faculty Member of Cotton Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran
5. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Shahid Chamran University of Ahwaz, Iran
6. Deputy Director of Agronomy, Jehad-Agriculture Organization of Golestan Province, Iran

Received: July 13, 2016 **Accepted: December 5, 2016**

Abstract

In this study, collecting of management information from about 700 wheat farms in Golestan province was conducted during two growing seasons of 2013-2014 and 2014-2015. In each of region, potential yields, the optimum crop management and simultaneously the percentage of wheat farms out of the optimal ranges were identified in both irrigated and rainfed conditions using boundary line analysis. To do this, the information was analyzed in three parts of irrigated, high- and low-yield rainfed conditions. By plotting farm's yield data scatter, against management factors, highest yields in different levels of input or management factors were selected and a boundary function was fitted to the upper boundary of data points. According to the results, potential yield for irrigated, high- and low-yield rainfed wheat were estimated equal to 6816, 5791 and 3932 kg ha^{-1} with a yield gap of 42, 31 and 50 percent, respectively. The optimum ranges of sowing date, seeding rate, plant density, frequency and the amount of nitrogen fertilizer applied, the amount of nitrogen applied after sowing, the amount of phosphorus (P_2O_5) and potassium fertilizers (K_2O) applied and irrigation frequency were determined according to the results. Consider the optimum managements, farmers in each region can shrink the yield gap and reach potential yield result in increasing the amount of wheat production in Golestan province.

Keywords: boundary line analysis, crop management, food security, increasing production, potential yield **.**

Corresponding Author: amiragro65@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir