به‌زراعی کشاورزی
دوره ۲۰ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۷
صفحه‌های ۱۴۴-۱۲۹

پهنه‌بندی استان گلستان از نظر توان و خلأ تولید گندم با استفاده از مدل شبیه‌سازی SSM-Wheat

حمید احمدی‌علیپور [۱]*، افشین سلطانی [۲]، حسین کاظمی [۳]، علیرضا نه‌بندانی [۴]

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد،گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۲. استاد، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۳. استادیار، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۴. دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۶/۰۵/۰۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۸/۰۹

چکیده

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهمترین محصولات زراعی از جایگاه ویژه‌ای در کشور برخوردار است. یکی از راه‌های افزایش تولید، کاهش خلأ عملکرد است. در این راستا با استفاده از مدل شبیه‌سازی SSM-Wheat[1] و نرم افزار GIS[2] میزان تولید و خلأ عملکرد گندم در استان گلستان بررسی شد. بدین منظور، عملکرد بالقوه در شرایط آبی و دیم در سطح استان شبیه‌سازی و پهنه‌بندی عملکرد پتانسیل در محیط GIS انجام شد و سپس خلأ عملکرد و خلأ تولید نیز در شرایط آبی و دیم محاسبه شد. نتایج نشان داد که با ارقام گندم مورد ارزیابی و روش‌های فعلی زراعی، میانگین عملکرد بالقوهٔ گندم آبی و دیم به ترتیب ۸۱۴۰ و ۴۹۳۰ کیلوگرم در هکتار است. همچنین تولید پتانسیل در شرایط آبی و دیم در استان برابر با ۱/۳۵ و ۱/۱۱ میلیون تن (جمع ۲/۴۶۹ میلیون تن) به‌دست آمد. در صورت شناسایی و رفع عوامل ایجاد کنندهٔ خلأ عملکرد در استان، مقدار کل تولید گندم از حدود یک میلیون تن فعلی (میانگین ۱۰ سال اخیر) به ۱/۹۷ میلیون تن قابل افزایش است. براساس نتایج در استان گلستان، مهم‌ترین عوامل ایجاد کنندهٔ خلأ عملکرد گندم با ارقام و مدیریت های زراعی فعلی، مدیریت نادرست آبیاری، نامناسب بودن ارقام مورد کشت و استفادهٔ نامناسب از کودهای پایه، سرک و کم‌مصرف است و برای رفع خلأ عملکرد، مصرف ۱۶۵ تا ۲۱۵ کیلوگرم بذر در هکتار، استفاده از بذرهای گواهی شده ارقام مناسب برای کشت آبی و دیم، مصرف حداقل ۵۰ کیلوگرم کود فسفر (معادل P_2O_5) در هنگام کشت، مصرف حداقل ۹۵ کیلوگرم کود نیتروژن خالص در هکتار و یکپارچه‌سازی مزارع پیشنهاد می‌شوند.

کلیدواژه‌ها: امنیت غذایی، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، عملکرد آب محدود، عملکرد بالقوه، عملکرد واقعی.

1. Simple Simulation Model Wheat
2. Geographic information system

* نویسنده مسئول
Email: h.ahmadi172@yahoo.com

www.SID.ir

۱. مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.)، یکی از اصلی‌ترین مواد غذایی و مهمترین محصول زراعی از جایگاه ویژه ای در کشور برخوردار است. ارزیابی وضعیت آیندهٔ تولید غلات به‌ویژه گندم از مسائلی است که توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده است. برآوردها نشان می‌دهد که در مقیاس جهانی، برای تأمین نیاز گندم تا سال ۲۰۲۰، عملکرد این گیاه باید به میزان ۴۴ درصد افزایش یابد [۱۲]. براساس آمار وزارت جهاد کشاورزی سطح زیر کشت، عملکرد در واحد سطح و تولید کل گندم کشور در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ به ترتیب شش میلیون هکتار، ۱۳۷۰ کیلوگرم در هکتار برای زراعت دیم و ۴۲۰۰ کیلوگرم درهکتار برای زراعت آبی و ۱۴ میلیون تن تولید برآورد شده است [۴]. در همین حال، در ۱۰ سال اخیر به طور میانگین ۳۸۰ هزار هکتار زمین در استان گلستان زیر کشت گندم بوده است. میانگین عملکرد نیز ۲۸۰۰ کیلوگرم در هکتار بوده و به طور متوسط سالانه بیش از یک میلیون تن گندم در استان تولید می‌شود که حدود ۱۰ درصد تولید کل کشور محسوب می‌شود. [۳].

در منطقه ای مشخص خلأ عملکرد عبارت از اختلاف بین عملکرد بالقوه یا عملکرد بالقوهٔ آب محدود با عملکرد واقعی به دست آمده در مزارع کشاورزان آن منطقه است، در واقع پتانسیل آب محدود شرایطی است که آبیاری شبیه‌سازی می‌شود و کمبود آن را می‌توان محاسبه کرد [۲۲]. در سال‌های اخیر، تجزیه و تحلیل خلأ عملکرد گیاهان زراعی به‌صورت گسترده‌ای در جهان و در سطوح مختلف بررسی شده که بیش‌تر این پژوهش‌ها بر غلات، به‌ویژه سه غلهٔ اصلی یعنی گندم، ذرت و برنج که تأمین‌کنندهٔ بخش زیادی از غذای بشر هستند متمرکز بوده است [۷].

در ایران تجزیه و تحلیل خلأ عملکرد به‌صورت پراکنده و برای گیاهان زراعی محدودی صورت گرفته است. خلأ عملکرد مرتبط با مدیریت زراعی در گندم آبی (مطالعهٔ موردی: استان گلستان – بندرگز)، بررسی شد. نتایج نشان داد بین متوسط عملکرد واقعی (۲۲۳۶ کیلوگرم در هکتار) و عملکردی که می توان با مدیریت بهتر زراعی بدست آورد (۵۶۹۸ کیلوگرم در هکتار)، ۳۴۶۲ کیلوگرم در هکتار خلأ وجود دارد. سهم تراکم بوتهٔ پایین گندم در خلأ عملکرد ۱۵درصد، استقبال نکردن کشاورزان از یافته‌های جدید ۱۰ درصد، تاریخ کاشت دیر هنگام ۳۶ درصد، رقم نامناسب ۲۱ درصد و استفاده‌نکردن از علف‌کش تاپیک و گرانستار ۱۸ درصد بود. در نتیجه با بهینه‌سازی موارد ذکرشده می‌توان خلأ عملکرد را کاهش داد و عملکرد را به بالاتر از ۵ تن در هکتار افزایش داد [۱۳]. در مطالعهٔ دیگری با شبیه سازی توسط مدلی گیاهی، گزارش شد که امکان افزایش عملکرد نخود بین ۳۸ تا ۶۴ درصد در ایران وجود دارد. بنابراین به‌زراعی می‌تواند اثر بیشتری نسبت به اصلاح نباتات به‌منظور افزایش عملکرد کشاورزان داشته باشد [۲۰].

به‌منظور تحلیل داده‌های حاصل از کار میدانی در ۹۵ مزرعهٔ آبی گندم در گرگان که تحت نظارت کارشناسان جهاد کشاورزی بودند از آنالیز خط مرزی استفاده شد. آنالیز خط مرزی روشی آماری است که به کمک آن می توان واکنش عملکرد به عامل محیطی یا مدیریتی را در شرایطی که سایر عوامل نیز متغیر هستند و ثابت نشده‌اند، کمّی کرد . در واقع روش آنالیز خط مرزی پاسخ عملکرد به عامل مورد نظر را در شرایطی که سایر عوامل مناسب باشند، مشخص می کند. عوامل مدیریتی مورد بررسی شامل میزان کود نیتروژن مصرفی (به صورت پایه و سرک)، مقدار کود فسفر، مقدار کود پتاسیم، تعداد دفعات آبیاری، تراکم بوته و تاریخ کاشت بودند. نتایج نشان داد، در حالی که متوسط عملکرد کشاورزان ۴۷۰۰ کیلوگرم در هکتار است،

Archive of SID
www.SID.ir

آن‌ها می‌توانند با بهبود مدیریت زراعی به عملکرد ۶۲۰۰ کیلوگرم در هکتار دست یابند [۷].

در مطالعه‌ای، پهنه‌بندی زراعی– بوم‌شناختی استان زنجان برای برآورد پتانسیل و خلأ عملکرد نخود دیم انجام شد. نخست متوسط عملکرد پتانسیل در شرایط دیم استان با استفاده از مدل سادهٔ شبیه‌سازی گیاه نخود به‌دست آمد و با توجه به میانگین عملکرد واقعی کشاورزان (میانگین ۳ سال زراعی ۸۸–۱۳۸۷ تا ۹۰–۱۳۸۹)، خلأ عملکرد مناطق مختلف استان به طور میانگین ۴۳ درصد تخمین زده شد که این میزان خلأ عملکرد برابر ۳۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج ارزیابی خلأ عملکرد نشان داد که با پوشش ۸۰ درصد عملکرد بالقوه، امکان افزایش عملکرد از ۵–۹۵ درصد (۴۸ درصد به صورت میانگین) نسبت به عملکردهای فعلی وجود دارد. در نتیجه بهبود مدیریت کاشت، داشت و برداشت نخود، اصلی‌ترین و کم‌هزینه‌ترین راه برای پر کردن خلأ عملکرد نخود در استان زنجان است [۱۱]. در مطالعه‌ای در منطقهٔ گرگان و علی‌آباد کتول، با استفاده از تجزیه و تحلیل خط مرزی، به بررسی خلأ عملکرد سویا پرداخته شد. نتایج نشان داد که میانگین عملکرد سویا در مزارع مورد بررسی ۳۵۰۷ کیلوگرم در هکتار بوده و با بهبود مدیریت زراعی به ۵۳۵۵ کیلوگرم در هکتار افزایش می‌یابد [۱۴].

تجزیه‌وتحلیل خلأ عملکرد[1] تخمین کمّی از امکان افزایش در ظرفیت تولید غذا برای ناحیه ای مشخص را فراهم می‌آورد که جزئی مهم در طراحی راهبرد های تأمین غذا در مقیاس منطقه‌ای، ملی و جهانی است [۲۳]. در سال‌های اخیر به علت نگرانی‌های به وجود آمده دربارهٔ مباحث امنیت غذایی، مطالعه در مباحث خلأ عملکرد رو به افزایش است و می‌بایست با روش‌های مناسب علمی، به برآورد میزان خلأ عملکرد و دلایل آن یا به عبارتی شناسایی عوامل محدود کنندهٔ عملکرد بالقوه اقدام کرد. بنابراین، هدف از این مطالعه، تعیین عملکرد بالقوهٔ اراضی زراعی استان گلستان برای تولید گندم با استفاده از مدل شبیه سازی (مدل SSM-Wheat) و نیز به‌دست آوردن خلأ عملکرد و خلأ تولید گندم در اراضی زراعی در استان گلستان بوده است.

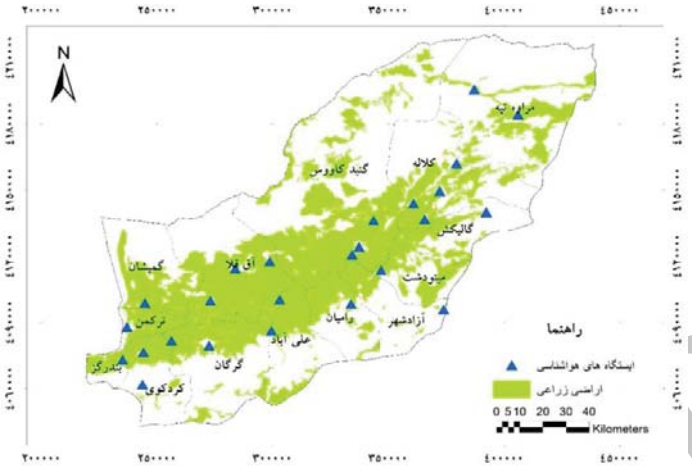
۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقهٔ مورد مطالعه

این مطالعه در استان گلستان انجام شد. این استان در شمال‌شرقی ایران واقع شده است. استان گلستان حدود ۲۰۴۳۸ کیلومترمربع مساحت دارد و در مختصات ۳۵ ۳۶ تا ۸ ۳۸ عرض شمالی و ۵۱ ۵۳ تا ۲۲ ۵۶ طول شرقی قرار گرفته است. ارتفاع استان از سطح دریا در دامنهٔ منفی ۲۷۱ تا ۳۸۲۱ متر قرار دارد که از سمت جنوب به سمت شمال استان روند کاهشی دارد. در دههٔ اخیر میانگین بارش و دمای هوا به‌ترتیب ۲۴۲ میلی‌متر و ۱۸ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است. خاک این منطقه عمدتاً سیلت لوم است [۱۰]. در استان گلستان، سالانه به طور متوسط ۳۸۰ هزار هکتار از اراضی زراعی استان با ظرفیت تولید بیش از یک میلیون تن محصول به کشت گندم اختصاص می یابد. در این بین شهرستان گنبد با ۱۰۴ هزار هکتار و شهرستان بندر ترکمن با ۱۰ هزار هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین سطح زیر کشت گندم را دارند. بیش از ۲۳۴ هزار هکتار از این سطح، کشت دیم و ۱۶۳ هزار هکتار آبی هستند. متوسط عملکرد گندم آبی استان در سال ۱۳۹۵، ۴۴۷۶ کیلوگرم در هکتار و گندم دیم ۳۶۱۱ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است [۴]. شکل ۱ نشان دهندهٔ نقشهٔ پراکنش اراضی زراعی استان گلستان و موقعیت ایستگاه های هواشناسی انتخاب شده در آزمایش حاضر است.

1. Yield gap analysis

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱. نقشهٔ پراکنش اراضی زراعی استان گلستان [۵]

۲.۲. مدل مورد استفاده

برای شبیه‌سازی پتانسیل عملکرد از مدل شبیه‌سازی SSM-Wheat استفاده شد [۲۰]. مدل SSM-Wheat، مدلی ساده برای گندم است که با کمک آن می‌توان تولید این گیاه و محدودیت‌های ژنتیکی، محیطی و مدیریتی در تولید آن را تجزیه‌وتحلیل کرد. از این مدل می‌توان در موارد متعددی استفاده کرد که شامل کاربردهای تحقیقاتی، مدیریت زراعی و آموزشی است [۸]. مدل SSM-Wheat مراحل فنولوژیک را تابعی از دما، طول روز و تنش کمبود آب پیش‌بینی می‌کند [۱۹]. برای شبیه‌سازی عملکرد گندم به‌وسیلهٔ مدل به ورودی‌هایی از جمله: آمار روزانه حداکثر و حداقل دما، تابش خورشیدی، میزان بارندگی، تاریخ کاشت، میزان مصرف کودهای پایه و سرک، آبیاری، اطلاعات خاک از جمله بافت خاک، عمق خاک، درصد نیتروژن، نسبت شن، رس و سیلت و نیز اطلاعات کاشت از جمله تراکم و رقم بذر مصرفی مورد نیاز است.

ارزیابی مدل SSM-Wheat در گرگان با ارقام مختلف گندم صورت گرفت. نتایج نشان داد که جذر میانگین مربعات خطا (RMSE[1]) برای عملکرد این مدل برابر ۳۷۷ کیلوگرم در هکتار بوده که معادل ۸/۴ درصد میانگین عملکرد مشاهده شده بود. همچنین مقدار ضریب همبستگی برای رابطه بین مقدار عملکرد شبیه سازی شده و مشاهده شده برابر با **۰/۸۹ بود. نتایج حاکی از کارایی قابل قبول آن برای جنبه‌های مهم گیاه زراعی در مقابل آزمایش‌های مشاهده شده شامل روز تا گرده افشانی (CV=۴/۵ درصد، **r=۰/۹۸) و رسیدگی (CV=۵/۶ درصد، **r=۰/۹۶)، شاخص سطح برگ (CV=۱۱/۸ درصد، **r=۰/۸)، مادهٔ خشک کل در مرحلهٔ گرده افشانی (CV=۹/۳ درصد، **r=۰/۷۲)، مادهٔ خشک کل در مرحلهٔ رسیدگی (CV=۹/۵ درصد، **r=۰/۸۲) و عملکرد دانه (CV=۸/۴ درصد، **r=۰/۸۹) بود. بنابراین می‌توان از مدل حاضر برای پیش‌بینی عملکرد استفاده کرد [۲۱].

۳.۲. جمع‌آوری داده‌ها

برای این مطالعه نخست آمار بلند مدت روزانهٔ این نقاط از طریق سازمان هواشناسی استان جمع آوری شد، که شامل دمای حداقل و حداکثر، میزان بارندگی و ساعت آفتابی به صورت روزانه است. تابش خورشیدی هم با استفاده از ساعت آفتابی محاسبه شد. برای محاسبهٔ تابش خورشیدی از

1. Root-Mean-Square Error

Archive of SID
www.SID.ir

نسخهٔ اصلاح شده برنامه Srad-calc استفاده و تابش خورشیدی برای هر روز محاسبه شد [۱۹]. سپس نقشهٔ اراضی نیز از استانداری گلستان تهیه شد و همچنین عملکرد زارعین از مدیریت جهاد کشاورزی هر شهرستان به‌دست آمد.

جدول ۱. اطلاعات مدیریتی برای هر ایستگاه هواشناسی در مدل

ایستگاه هواشناسی	بافت خاک	تاریخ کاشت (روز سال میلادی)	تراکم بوته در مترمربع	رقم گندم (آبی)	رقم گندم (دیم)
هاشم‌آباد	رسی-لومی	۳۳۴	۳۵۰	تجن	کوهدشت
ادارهٔ گرگان	رسی-لومی	۳۳۴	۳۵۰	تجن	کوهدشت
کردکوی	سیلتی-رسی-لومی	۳۱۴	۳۱۴	تجن	کوهدشت
کارکنده	سیلتی-رسی-لومی	۳۳۹	۳۵۰	تجن	کوهدشت
غفارحاجی	سیلتی-لومی	۳۳۴	۳۵۰	تجن	کوهدشت
بندرترکمن	سیلتی-رسی	۳۳۴	۳۲۰	تجن	کوهدشت
آق قلا	رسی-لومی	۳۲۵	۳۰۰	تجن	کوهدشت
مزرعهٔ ارتش	رسی-لومی	۳۲۵	۳۰۰	تجن	کوهدشت
وشمگیر	رسی-لومی	۳۲۵	۳۰۰	تجن	کوهدشت
گنبد	سیلتی-رسی-لومی	۳۴۴	۳۱۰	تجن	کوهدشت
سد خروجی گلستان	سیلتی-رسی-لومی	۳۴۴	۳۱۰	تجن	کوهدشت
ارازکوسه	سیلتی-رسی-لومی	۳۴۴	۳۱۰	تجن	کوهدشت
آق تقه	رسی-لومی	۳۲۹	۲۸۰	تجن	کوهدشت
مراوه تپه	سیلتی-رسی-لومی	۳۲۹	۲۸۰	تجن	کوهدشت
تمر	سیلتی-رسی-لومی	۳۲۹	۳۱۰	تجن	کوهدشت
صوفی شیخ	سیلتی-رسی-لومی	۳۲۹	۳۱۰	تجن	کوهدشت
کلاله	سیلتی-رسی-لومی	۳۲۹	۳۱۰	تجن	کوهدشت
پارک ملی گلستان	سیلتی-رسی-لومی	۳۳۴	۳۵۰	تجن	کوهدشت
نرآب	سیلتی-لومی	۳۱۴	۳۹۰	تجن	کوهدشت
مینودشت	سیلتی-رسی-لومی	۳۱۴	۳۸۰	تجن	کوهدشت
قپان	رسی-لومی	۳۲۵	۳۸۰	تجن	کوهدشت
رامیان	سیلتی-رسی-لومی	۳۱۴	۳۰۰	تجن	کوهدشت
فاضل آباد	سیلتی-رسی-لومی	۳۳۴	۳۷۰	تجن	کوهدشت
درازنو	رسی-لومی	۳۱۴	۳۱۴	تجن	کوهدشت
بهلکه داشلی	سیلتی-رسی	۳۳۴	۳۷۰	تجن	کوهدشت

Archive of SID
www.SID.ir

در ادامه از هر یک از شهرستان ها، اطلاعات مدیریت متداول با مراجعهٔ مستقیم به مدیریت جهاد کشاورزی هر ۱۴ شهرستان جمع آوری شد. اطلاعات مشخصات خاک از قبیل: بافت خاک، عمق خاک، درصد نیتروژن خاک، همچنین درصد رس و سیلت و شن مناطق و مقدار pH خاک بود. همچنین شوری آب آبیاری در محاسبات لحاظ نشد ولی شوری خاک جمع‌آوری و لحاظ شد. اطلاعات کاشت شامل: تراکم بوته، رقم، مقدار بذر مصرفی و عمق کاشت است. دراین مطالعه فقط از دو رقم تجن (آبی) و کوهدشت (دیم) استفاده شد که این ارقام خصوصیات فنولوژیکی مشابهی با سایر ارقام گندم دارند. همچنین میزان و تعداد دفعات کوددهی و آبیاری هر منطقه نیز جمع‌آوری شد (جدول ۱).

۴.۲. اجرای مدل و پهنه‌بندی مناطق

در این مطالعه از ۲۵ ایستگاه هواشناسی استفاده شد و اطلاعات هواشناسی ۱۵ سال (از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ میلادی) از سازمان آب منطقه‌ای و سازمان هواشناسی استان گلستان تهیه و مرتب شد. نحوهٔ گزینش ایستگاه های هواشناسی به گونه‌ای بود که پوششی سراسری با توزیع مناسب ایجاد شود و همچنین این ایستگاه ها در محدودهٔ اراضی آبی و دیم ۱۴ شهرستان انتخاب شد تا شرایط کمترین خطا و بیشترین دقت در محاسبات بعدی فراهم شود.

سپس با مدل SSM، با استفاده از اطلاعات (ورودی های مدل) ایستگاه های هواشناسی، مشخصات خاک و مدیریت های زراعی مانند: مقدار و دفعات کود دهی، میزان و دفعات آبیاری و تراکم بوته، عملکرد بالقوه بدست آورده شد. اطلاعات پروفیل خاک مورد نیاز مدل از نقشهٔ جهانی خاک ISRIC-WISE[1] تهیه شد و نقشهٔ خاک استان از آن برش داده شد و پارامترهای آن استخراج شد [۱۶]. سپس مدل، که قبلاً ارزیابی شده است برای شرایط آب و هوایی، خاک و مدیریت زراعی نقاط مختلف اجراء شد. برای این کار اطلاعات مدیریتی مربوط به هر شهر با توجه به ایستگاه های منتخب در شهرستان ها وارد شد. سپس با توجه به شوری خاک هر شهرستان، عملکرد پتانسیل محاسبه شده اصلاح شد. در این تحقیق برای بدست آوردن عملکرد پتانسیل آبی و دیم، مدل برای کود و آبیاری در حالت پتانسیل (وضعیت تولید تابش محدود) اجرا شد. در این حالت تولید فرض می‌شود گیاه زراعی از نظر آب و عناصر غذایی دچار محدودیت نیست و این عوامل تولید را محدود نمی سازد. در این شرایط توان تولید تحت تأثیر تابش و دی اکسیدکربن، منبع محیطی است و دما نقش تعدیل کننده دارد. این وضعیت تولید مشابه زراعت مطلوب تحت شرایط فاریاب است.

سپس با توجه به شوری خاک در محدودهٔ هر ایستگاه هواشناسی، عملکرد پتانسیل محاسبه شده با کمک معادله زیر اصلاح شد [۱۸].

$$Y_r = 1 - (EC - a) \times b \qquad (۱)$$

که در آن Yr ، عملکرد نسبی؛ a، آستانهٔ شوری برحسب dS/m؛ b، شیب خط رگرسیون برحسب درصد بر dS/m و ECe، میانگین هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شده در اطراف ریشه است. مقدار ضریب a و b برای گندم به‌ترتیب dS/m ۶ و ۷/۱ درصد بر dS/m است [۱۷ و ۱۵].

پس از اصلاح عملکرد پتانسیل برای شوری خاک، پهنه بندی پتانسیل تولید عملکرد انجام شد. پهنه بندی با ۴ روش Kriging, Co-Kriging, IDW[2], LPI[3] تست شد [۹]. از همهٔ این روش ها استفاده شد تا روشی که کمترین RMSE و بیشترین دقت را دارد انتخاب شود. در نهایت

1. International Soil Reference and Information Center-World Inventory of Soil property Estimates

2. Inverse Distance Weighting
3. Local Polynomial Interpolation

Archive of SID
www.SID.ir

برای عملکرد پتانسیل آبی روش IDW و برای عملکرد پتانسیل دیم روش Co-Kriging دارای کمترین خطا بودند. همچنین برای عامل وابسته به عملکرد برای روش Co-Kriging ، رابطهٔ انواع پارامترهای محیطی مؤثر بر عملکرد با رگرسیون بررسی شد و نتایج حاکی از آن بود که تابش خورشیدی برای عملکرد آبی و دمای حداکثر برای شرایط دیم دارای بیشترین همبستگی بودند. پس از آن میانیابی صورت گرفت و نقشه‌های پهنه‌بندی ترسیم شد.

در ادامه برای تعین خلأ عملکرد هر شهرستان، با استفاده از نقشهٔ پتانسیل عملکرد، میانگین پتانسیل عملکرد برای هر شهرستان با توجه به میانگین گیری ایستگاه های موجود در هر شهرستان بدست آورده شد و اختلاف این عملکرد پتانسیل و عملکرد واقعی کشاورزان که از مرکز خدمات کشاورزی و جهاد کشاورزی برای هر شهرستان تهیه شده بود، خلأ عملکرد در نظر گرفته شد. این خلأ عملکرد برای هر دو حالت شرایط دیم و آبی بدست آورده شد و نقشه های خلأ عملکرد برای هر شهرستان در محیط ArcGIS رسم شد. برای پهنه‌بندی و ترسیم نقشه‌ها از نرم‌افزار ArcGIS نسخه ۱۰,۲ استفاده شد.

خلأ تولید، مقدار محصولی است که از اختلاف میزان تولید پتانسیل هرشهرستان و میانگین تولید واقعی هر شهرستان بدست می‌آید. برای محاسبهٔ خلأ تولید، نخست میانگین سطح زیر کشت هر شهرستان، برحسب هکتار در میانگین پتانسیل عملکرد هر شهرستان ضرب شد و تولید پتانسیل برای هر شهرستان برحسب تن بدست آمد. سپس از اختلاف تولید پتانسیل هر شهرستان و میانگین تولید واقعی هر شهرستان در سال‌های اخیر که از جهاد کشاورزی گزارش شده و فرم های مدیریت متداول به‌دست آمده بود، خلأ تولید برای شرایط دیم و آبی به‌دست آمد و نقشه‌های مربوط برای شهرستان‌های استان گلستان ترسیم شد.

۳. نتایج و بحث

جدول ۲ سطح زیرکشت، عملکرد دانه و تولید گندم آبی و دیم در شهرستان های استان گلستان را طی دورهٔ ۱۰ ساله (۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳) نشان می دهد. طبق آمارنامه های منتشر شده، جهاد کشاورزی استان گلستان، شهرستان های گنبد کاوس، آق قلا و کلاله به ترتیب با ۳۰، ۱۱ و ۱۰ درصد سطح کاشت گندم استان در رتبهٔ اول تا سوم از نظر سطح زیر کشت گندم قرار دارند.

۱.۳. پتانسیل عملکرد

نتایج حاکی از آن است که در شرایط دیم، به‌ترتیب شهرستان‌های آزادشهر، کردکوی، مینودشت و رامیان، دارای بیشترین پتانسیل تولید با عملکرد پتانسیل به ترتیب ۶۴۰۰، ۵۷۷۰، ۵۷۵۰ و ۵۷۳۰ کیلوگرم در هکتار هستند. دلیل فراوانی عملکرد بالقوه در این مناطق را می توان به وضعیت آب و بارش مناسب، EC مناسب (حدود ۶ دسی‌زیمنس بر متر) و موقعیت جلگه‌ای آن‌ها نسبت داد. همچنین کمترین عملکرد بالقوه در شرایط دیم به‌ترتیب مربوط به شهرستان‌های گمیشان، آق‌قلا و بندر ترکمن با مقادیر ۳۴۱۰، ۳۷۴۰ و ۳۷۷۰ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۲)، که به دلیل EC بالا (حدود ۱۱ دسی زیمنس بر متر) و بارندگی کم و وضعیت خاک منطقه است.

نتایج نشان داد که در شرایط آبی با توجه به نوع خاک استان و شرایط اقلیمی تقریباً کل اراضی استان گلستان مستعد کشت گندم و تولید بالقوهٔ ۶۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار هستند که از شمال به جنوب استان روند افزایشی دارد. همچنین در کشت آبی نیز شهرستان‌های رامیان، علی آبادکتول، آزادشهر و گالیکش به ترتیب با عملکرد بالقوهٔ ۹۱۷۰، ۸۹۲۰، ۸۹۰۰ و ۸۸۰۰ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد بالقوه و شهرهای گمیشان، بندرترکمن و مراوه تپه با عملکرد بالقوهٔ ۶۶۹۰، ۷۱۴۰ و ۷۹۴۰ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین عملکرد بالقوه در شرایط آبی هستند.

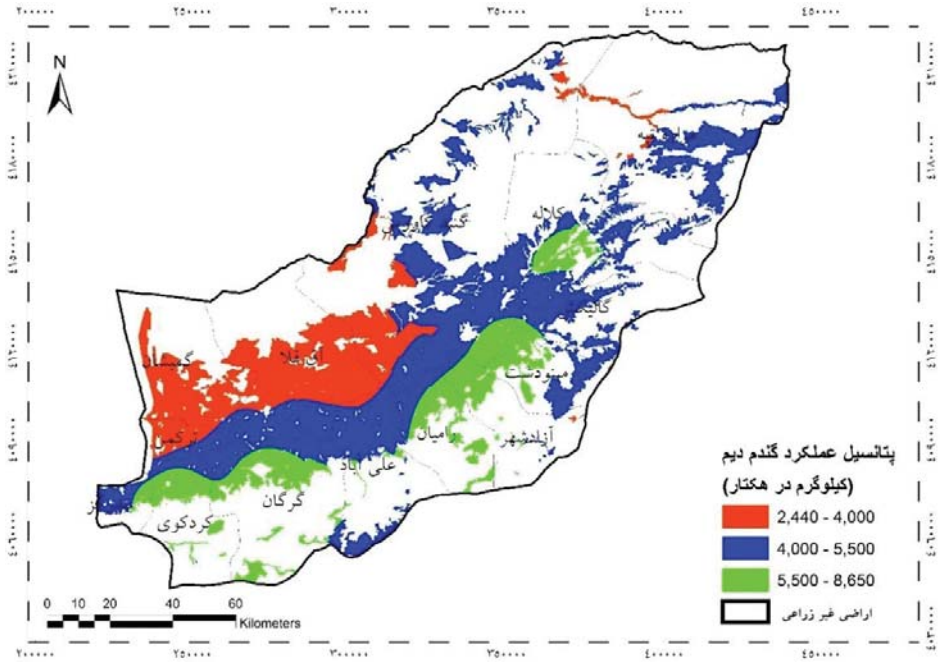
Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲. سطح زیرکشت، عملکرد و تولید گندم در شهرستان‌های استان گلستان (میانگین سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳) [۳].

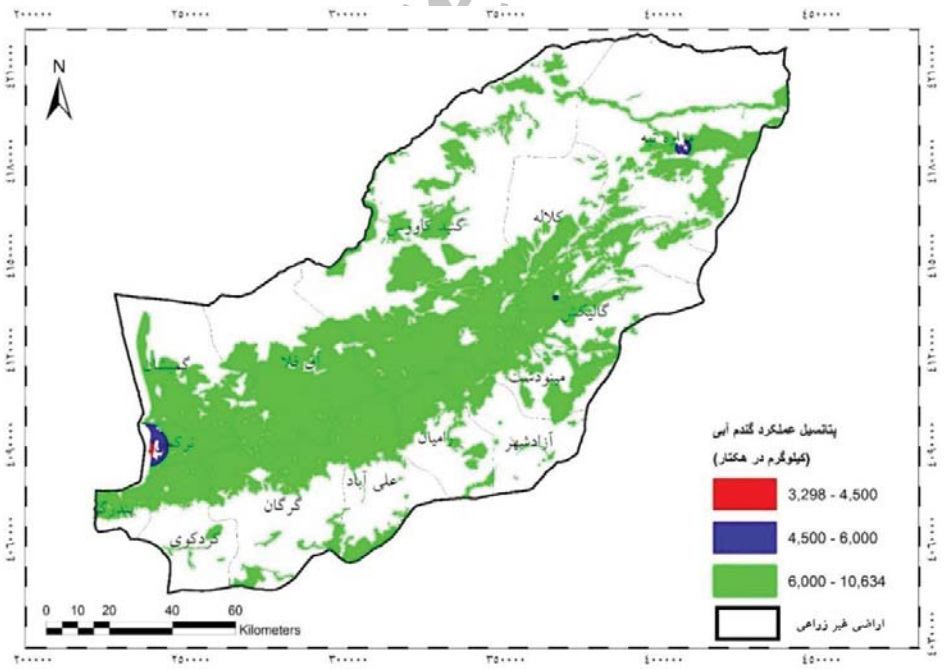
شهرستان	سطح زیرکشت (هکتار)			عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)			تولید (تن)		
	آبی	دیم	جمع	آبی	دیم	کل	آبی	دیم	جمع
آزادشهر	۶۶۵۵	۶۳۴۰	۱۲۹۹۵	۳۱۳۵	۲۱۷۶	۲۶۵۵	۲۱۰۵۵	۱۳۹۶۲	۳۵۰۱۶
آق قلا	۲۷۹۵۹	۲۴۳۶۴	۵۲۳۲۳	۲۶۷۵	۱۵۱۳	۲۰۹۴	۷۶۱۴۷	۳۵۴۵۸	۱۱۱۶۰۵
ترکمن	۲۸۰۹	۱۲۳۰۶	۱۵۱۱۶	۳۰۵۸	۲۰۱۳	۲۵۳۶	۸۷۹۹	۲۵۵۲۶	۳۴۳۲۵
مراوه تپه	۴۵۷۸	۲۲۵۸۹	۲۷۱۶۷	۲۱۰۹	۱۵۷۶	۱۸۴۳	۱۰۱۱۰	۳۷۱۷۶	۴۷۲۸۵
بندرگز	۲۹۴۳	۲۰۵۱	۴۹۹۴	۲۷۸۳	۲۴۵۷	۲۶۲۰	۸۰۷۴	۵۵۰۰	۱۳۵۷۴
رامیان	۱۲۰۴۵	۲۱۰۵	۱۴۱۵۰	۳۱۴۰	۲۲۳۸	۲۶۸۹	۳۷۶۴۲	۴۷۵۶	۴۲۳۹۷
علی‌آبادکتول	۲۲۳۰۱	۳۸۳۰	۲۶۱۳۱	۳۰۷۴	۲۱۹۸	۲۶۳۶	۶۸۴۵۳	۸۰۵۹	۷۶۵۱۲
کردکوی	۱۰۱۲۱	۱۲۹۷	۱۱۴۱۸	۳۱۱۹	۳۱۷۴	۳۱۴۶	۳۱۳۳۳	۴۴۴۲	۳۵۷۷۵
کلاله	۷۲۱۰	۵۶۸۰۹	۶۴۰۱۸	۳۰۶۹	۲۳۷۶	۲۷۲۳	۲۲۵۸۸	۱۳۸۲۰۱	۱۶۰۷۸۹
گالیکش	۵۸۷۰	۸۵۲۸	۱۴۳۹۸	۲۸۱۱	۲۲۳۵	۲۵۲۳	۱۵۰۷۷	۱۸۳۰۷	۳۳۳۸۴
گرگان	۲۱۷۸۹	۹۵۱	۲۲۷۴۰	۳۰۷۱	۲۱۲۳	۲۵۹۷	۶۶۲۵۷	۱۸۲۱	۶۸۰۷۸
گمیشان	۹۷۴	۸۵۱۷	۹۴۹۱	۲۰۶۸	۱۶۷۳	۱۸۷۱	۲۹۹۷	۱۴۲۳۵	۱۷۲۳۲
گنبدکاووس	۳۰۱۷۷	۶۸۷۵۹	۹۸۹۳۶	۲۵۶۷	۱۵۰۶	۲۰۳۶	۷۴۲۰۱	۱۰۳۵۴۷	۱۷۷۷۴۸
مینودشت	۷۶۱۴	۲۰۹۱۹	۲۸۵۳۳	۳۲۰۷	۲۱۶۵	۲۶۸۶	۲۵۲۶۹	۴۷۶۱۶	۷۲۸۸۵
مجموع استان	۱۶۳۰۰۰	۲۳۹۰۰۰	۴۰۰۰۰۰	–	–	–	۴۶۸۰۰۰	۴۵۸۰۰۰	۹۲۶۰۰۰
میانگین استان	–	–	–	۲۸۵۰	۲۱۰۰	۲۴۷۰	–	–	–

با توجه به نقشهٔ توزیع فضایی عملکرد گندم در استان گلستان مشاهده شد که از شمال به سمت جنوب بر مقدار عملکرد گندم افزوده می‌شود. کمترین عملکرد بالقوهٔ گندم مربوط به اراضی شمال استان بود. عواملی مانند شوری بالا (۱۲-۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) در قسمت‌های شمالی، کمبود بارش و کمبود آب در شرق استان، حاصلخیزی کم مناطق، کمبود عناصر غذایی مانند آهن، روی و فسفر و همچنین میزان اندک مادهٔ آلی در شمال شرقی و شرق استان محدود کنندهٔ عملکرد گندم هستند [۲]. مناطق جنوب و جنوب‌شرق استان نیز به دلیل شرایط رطوبتی، دمایی، حاصلخیزی مناسب دارای عملکرد بالقوهٔ بیشتری نسبت به سایر مناطق است (شکل ۲ و ۳).

Archive of SID
www.SID.ir



شکل۲. نقشهٔ پتانسیل عملکرد گندم دیم اراضی زراعی استان گلستان



شکل۳. نقشهٔ پتانسیل عملکرد گندم آبی اراضی زراعی استان گلستان

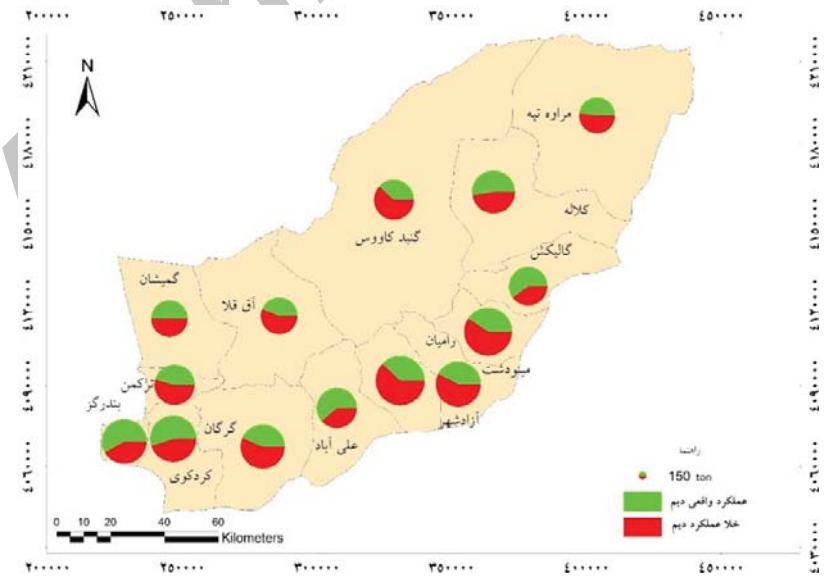
www.SID.ir

۲.۳. خلأ عملکرد

با توجه به نتایج بـه‌دسـت آمـده شهرسـتان‌هـای آزادشـهر، مینودشـت و رامیـان بـه‌ترتیـب بـا ۵۸۳۰، ۵۴۹۰ و ۵۴۷۰ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین خلأ عملکـرد در کشـت گندم آبی هستند و شهر های بندرترکمن، مراوه تپه و گرگان به ترتیب با خلأ عملکرد ۱۴۱۰، ۲۷۶۰ و ۳۵۸۰ کیلوگرم در هکتار دارای رتبه های آخر خـلأ عملکـرد در شـرایط آبـی هستند (شکل ۵). بیشترین خـلأ عملکـرد در شـرایط دیـم مربوط به شهرستان های رامیـان، مینودشـت و آزادشـهر بـا ۳۸۱۰، ۳۴۲۰ و ۲۹۶۰ کیلوگرم در هکتار است و شـهرهای گالیکش، علی‌آباد و مراوه‌تپـه بـه‌ترتیـب بـا خـلأ عملکـرد ۱۴۸۰، ۱۵۶۰ و ۱۶۸۰ کیلوگرم در هکتـار دارای رتبـه‌هـای آخر بودند (شکل ۴).

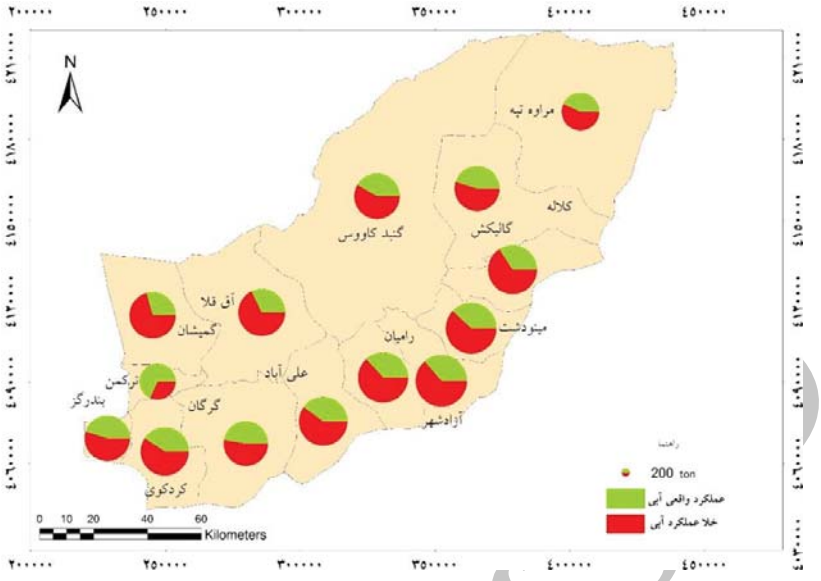
اراضی شهرسـتان هـای آزادشـهر، مینودشـت و رامیـان به دلیل حاصلخیزی خاک، بارندگی مطلوب و سایر شـرایط دخیل در امر تولید، دارای تـوان بسـیاری هسـتند و فاصـله میان این تولید تا عملکرد واقعی که به دلیـل مـدیریت هـای زراعـی و غیـره دارای عملکـرد پـایین‌تـری هسـتند، خـلأ عملکرد زیادی ایجاد می کند و چون این اراضی توان تولید بالای گندم را دارد بنابراین می توان با مدیریت بهتر مـزارع، این میزان خلأ را کـاهش داد [۱]. بهبـود ایـن مقـدار خـلأ می تواند کمک بزرگی به افزایش تولید گندم کند. در سـایر شهرها نیز به دلیل اینکه عملکرد واقعی نزدیکتر به عملکرد بالقوه بود، خلأ عملکرد کمی مشاهده شد.

محققان در مطالعه‌ای عـواملی کـه باعـث کـاهش خـلأ عملکرد گندم در استان گلستان می شوند را شناسـایی و راه حل آن ها را بیان داشتند: ۱. مصـرف حـداقل ۹۶ کیلـوگرم کود نیتروژن در هکتار که ۷۳ کیلوگرم آن به صورت سرک باید داده شود؛ ۲. مصرف حداقل ۳۱ کیلـوگرم کـود فسـفر به صورت P_2O_5 و ۴۰ کیلوگرم کود پتاس به صـورت K_2O در هنگام کاشت؛ ۳. حـداقل دو نوبـت آبیـاری در مرحلـهٔ پنجه‌زنی و گل‌دهـی؛ ۴. تـراکم بوتـه بـین ۱۸۲ تـا ۴۴۷ در مترمربع و ۵. کشت در اوایل آذر ماه و یا قبل از آن، کـه بـا رعایت عوامل ذکر شده مـی تـوان خـلأ عملکـرد اسـتان را کاهش داد [۷].



شکل۴. نقشه عملکرد واقعی و خلأ عملکرد گندم دیم شهرستان‌های استان گلستان

www.SID.ir
Archive of SID



شکل۵. نقشهٔ عملکرد واقعی و خلأ عملکرد گندم آبی شهرستان‌های استان گلستان

۳.۳. خلأ تولید

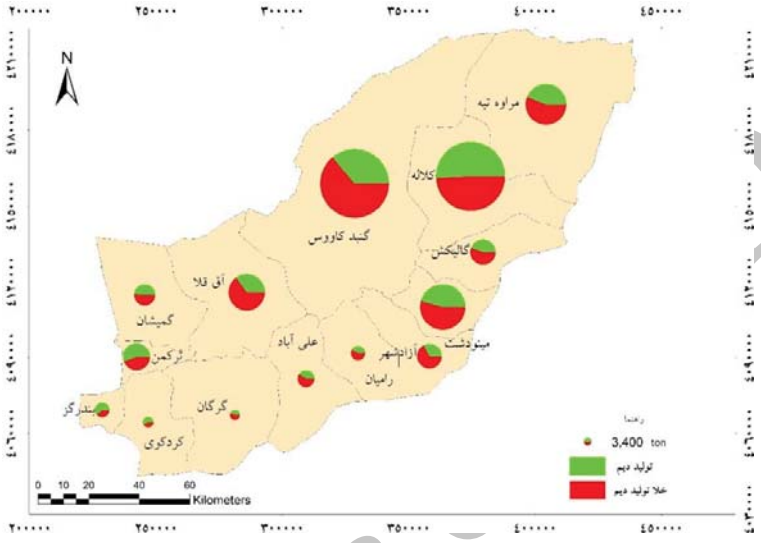
نتایج نشان داد که در شرایط آبی، بیشترین خلأ تولید به‌ترتیب مربوط به شهرستان‌های گنبد کاوس (۱۷۰ هزار تن)، آق‌قلا (۱۴۳ هزار تن)، علی‌آبادکتول (۱۳۰ هزار تن) و گرگان (۱۱۳ هزار تن) است و شهرستان های گمیشان (۴/۲۸ هزار تن)، بندرترکمن (۱۱/۱۹ هزار تن) و بندرگز (۱۴/۷۴ هزار تن) به ترتیب کمترین خلأ تولید در سطح استان در شرایط آبی را دارا بودند (شکل ۷).

همچنین بیشترین میزان خلأ تولید برحسب میزان تن محصول تولیدی هر شهرستان در شرایط دیم به ترتیب مربوط به شهرستان گنبد کاوس (۱۹۶ هزار تن)، کلاله (۱۵۳ هزار تن)، مینودشت (۷۲ هزار تن) و آق قلا (۵۵ هزار تن) بود و شهرهای کردکوی (۳/۰۴ هزار تن)، گرگان (۳/۵۲۵ هزار تن) و بندرگز (۵/۲۸۴ هزار تن) به ترتیب کمترین میزان خلأ تولید در سطح استان در شرایط دیم را داشتند (شکل ۶). در شهرهای گنبد، مراوه تپه و آق قلا نیز چون اراضی با استعداد کمتری وجود دارد و چون سطح زیرکشت نیز در این مناطق زیاد است، خلأ تولید در این مناطق بالا است ولی می‌توان با بهبود مدیریت زراعی مانند تنظیم تاریخ کاشت، تراکم بوته، کوددهی و استفادهٔ بهتر از نزولات جوی این خلأ را کاهش داد. شکل ۸ نیز خلأ تولید کل استان (مجموع آبی و دیم) را نشان می‌دهد.

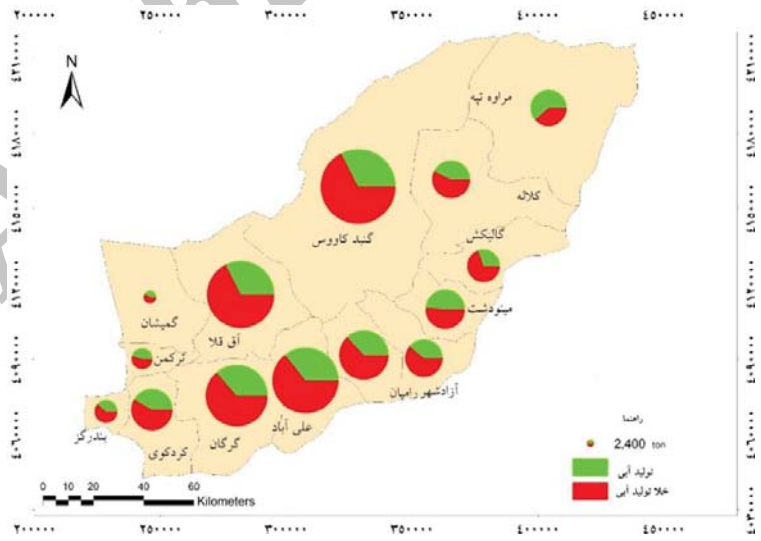
مطالعه‌ای برای اولویت بندی عوامل ایجادکنندهٔ خلأ عملکرد گندم در منطقهٔ گرگان با روش AHP انجام شد. نتایج تجزیه و تحلیل دیدگاه‌های کارشناسان مختلف با روش AHP نشان داد که مدیریت نادرست آبیاری، نامناسب بودن ارقام مورد کشت از نظر ژنتیکی و استفاده نامناسب از کودهای پایه، سرک و کم مصرف به ترتیب بیشترین اهمیت را در ایجاد خلأ عملکرد گندم در آن منطقه را دارند. اما نتایج تجزیه و تحلیل دیدگاه‌های کشاورزان با روش آنتروپی نشان داد که میزان نامناسب بذر در زمان کاشت، استفادهٔ نامناسب از کود کم مصرف، عمق نامناسب کاشت، نامناسب بودن رقم مورد کشت از نظر ژنتیکی و ریزش بذر در هنگام برداشت، به‌ترتیب بیش‌ترین

Archive of SID
www.SID.ir

اهمیت را در ایجاد خلأ عملکرد گندم دارند. با توجه به تناقض در دیدگاه این دو طیف، توصیه کردند رابطهٔ بین کارشناسان کشاورزی و کشاورزان، برای انتقال نظرات کارشناسی و نزدیک شدن عملکرد واقعی به عملکرد پتانسیل و کاهش میزان خلاء عملکرد، تقویت شود [۶].

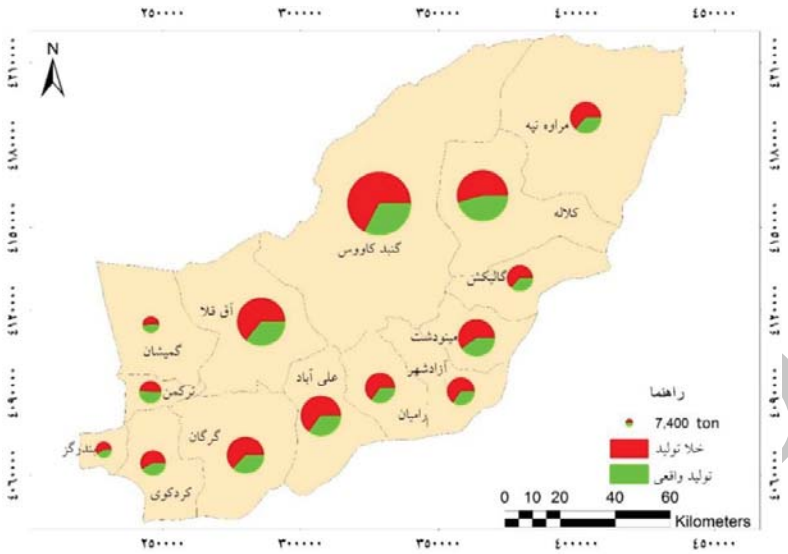


شکل۶. نقشهٔ میزان تولید و خلأ تولید گندم دیم شهرستان‌های استان گلستان



شکل۷. نقشهٔ میزان تولید و خلأ تولید گندم آبی شهرستان‌های استان گلستان

www.SID.ir



شکل۸. نقشهٔ میزان تولید و خلأ تولید گندم شهرستان‌های استان گلستان

۴. نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که میانگین عملکرد پتانسیل گندم آبی و دیم استان به‌ترتیب ۸۱۴۰ و ۴۹۳۰ کیلوگرم در هکتار است. همچنین، کل تولید پتانسیل در شرایط آبی و دیم برابر با ۱۳۵۷ و ۱۱۱۲ هزار تن به‌دست آمد (درمجموع ۲۴۶۹ هزارتن). این در حالی است که به طور میانگین در ۱۰ سال اخیر، عملکرد گندم آبی و دیم واقعی استان به ترتیب ۲۹۹۰ و ۲۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بوده است و تولید آبی و دیم واقعی استان نیز به ترتیب برابر ۴۶۸ هزار و ۴۵۸ هزار تن (جمع ۹۲۶ هزار تن) بوده که نشان‌دهندهٔ بزرگی خلأ عملکرد گندم در استان است. در این میان نسبت به تولید فعلی در کشت آبی، شهرهای گنبدکاوس (۱۷۰ هزار تن)، آق قلا (۱۴۳ هزار تن) و علی‌آباد کتول (۱۳۰ هزار تن) و در کشت دیم نیز شهرهای گنبد (۱۹۶ هزار تن)، کلاله (۱۵۳ هزار تن) و مینودشت (۷۲ هزار تن) و در مجموع شرایط آبی و دیم شهرهای گنبد (۱۸۵ هزارتن)، آق‌قلا (۱۷۵ هزار تن) و علی‌آباد کتول (۱۶۵ هزار تن) دارای بیشترین خلأ تولید بودند. همچنین، مقدار خلأ تولید کل استان ۱۵۳۴۰۲۹ تن برآورد شد در حالی که تولید واقعی کل استان ۹۲۶ هزار تن بوده است. به‌طور کلی نتایج آنالیز خلأ عملکرد استان نشان داد که با پوشش ۸۰ درصدی عملکرد پتانسیل، امکان افزایش تولید کل استان از ۹۲۶ هزار تن به ۱/۹۷ میلیون تن (به طور میانگین ۱۱۲درصد نسبت به مقدار فعلی) وجود دارد. همچنین می توان از میانگین عملکرد در واحد سطح استان که ۲۴۰۷ کیلوگرم در هکتار است به میانگین عملکرد پتانسیل ۵۹۳۹ کیلوگرم در هکتار دست یافت.

منابع

۱. بای ن، منتظری م، گندمکار ا و عطایی ه (۱۳۹۱) مطالعهٔ پتانسیل اراضی کشت گندم دیم در استان گلستان با استفاده از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی(GIS). مجله آمایش جغرافیایی فضا، فصلنامهٔ علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان. ۲(۴): ۱۹-۴۱.

Archive of SID
www.SID.ir

۲. بیدادی م، کامکار ب، عبدی ا و کاظمی ح (۱۳۹۴) ارزیابی تناسب اراضی جهت کشت گندم دیم با استفاده از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی (مطالعهٔ موردی: حوزه قره‌سو). دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۵(۱):۱۳۱-۱۴۳.

۳. بی نام (۱۳۹۵) جهاد کشاورزی استان گلستان، مرکز آمار و اطلاعات.

۴. بی نام (۱۳۹۶) جهاد کشاورزی استان گلستان، مرکز آمار و اطلاعات.

۵. بی‌نام (۱۳۹۵) سازمان مراتع و جنگلداری استان گلستان، مرکز آمار و اطلاعات.

۶. ترابی ب، سلطانی ا، گالشی س، زینلی ا و کرگهی م ک (۱۳۹۲) اولویت‌بندی عوامل ایجادکنندهٔ خلاء عملکرد گندم در منطقهٔ گرگان. مجلهٔ الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۶(۱): ۱۷۱-۱۸۹.

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

۸. سلطانی، ا، ماهروکاشانی ا، دستمالچی ا، مداح و، زینلی ا و کامکار ب (۱۳۸۹) شبیه سازی رشد و نمو گندم با استفاده از مدل‌های DSSAT، APSIM و CropSyst در شرایط گرگان و گنبد (گزارش طرح پژوهشی). دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۶۶ صفحه.

۹. کاظمی ح (۱۳۹۵) کاربرد سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی (GIS) در علوم زراعی. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۲۶۴ ص.

۱۰. محمدی ح (۱۳۸۵) آب و هواشناسی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۵.

۱۱. مقدادی ن، سلطانی ا، کامکار ب و حجارپور ا (۱۳۹۳) پهنه‌بندی زراعی– بوم‌شناختی استان زنجان جهت برآورد پتانسیل و خلأ عملکرد نخود دیم. مجلهٔ پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۱(۳):۲۷-۴۹.

۱۲. نصیری محلاتی م و کوچکی ع ر (۱۳۸۸) پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی گندم در استان خراسان: برآورد پتانسیل و خلأ عملکرد. پژوهش‌های زراعی ایران، ۷(۲):۶۹۵-۷۰۹.

۱۳. نکاحی م ز، سلطانی ا، سیاهمرگویی آ و باقرانی ن (۱۳۹۳) خلأ عملکرد مرتبط با مدیریت زراعی در گندم (مطالعهٔ موردی: استان گلستان–بندرگز). تولید گیاهان زراعی. ۷(۲):۱۳۵-۱۵۶.

۱۴. نهبندانی ع، سلطانی ا، زینلی ا، مهماندویی م، حسینی ف و شاه حسینی ع (۱۳۹۶) خلأ عملکرد سویا در منطقه گرگان و علی آباد کتول با استفاده از روش آنالیز خط مرزی. نتایج چاپ نشده.

15. Asana RD and Kale VR (1965) A study of salt tolerance of four varieties of wheat. Indian Journal of Plant Physiology, 8: 5-22.

16. Batjes NH (ed.) (2000) Global Soil Profile Data (ISRIC-WISE). [Global Soil Profile Data (International Soil Reference and Information Centre - World Inventory of Soil Emission Potentials)]. Data set. Available on-line [http://www.daac.ornl.gov] from ORNL Distributed Active Archive Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, U.S.A.

17. FAO (2016) Food and Agriculture Organization of the United Nations. Faostat. http://faostat.fao.org/site/408/default.aspx [15 June 2016].

Archive of SID
www.SID.ir

18. Maas EV and Hoffman GJ(1977) Crop salt tolerance - current assessment. Journal of the Irrigation and Drainage Division ., *ASCE* 103 (IR2): 115-134.

19. Soltani A and Sinclair TR (2012a) Modeling physiology of crop development, growth and yield. CABI. 322p.

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

21. Soltani A, Maddah V and Sinclair TR (2013) SSM-Wheat: a simulation model for wheat development, growth and yield. Iranian Journal of Plant Physiology. 7: 711-740.

22. Van Ittersum MK and Cassman KG (2013) Yield gap analysis—Rationale, methods and applications Introduction to the Special Issue. Field Crops Research. 143: 1-3.

23. Van Wart J, van Bussel LG, 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.

Archive of SID

www.SID.ir

Crops Improvement
(Journal of Agricultural Crops Production)
Vol. 20 ■ No. 1 ■ Spring 2018

Zoning Golestan Province in terms of the ability and the wheat production gap using a simulation model (SSM)

Hamid Ahmadi Alipour[1], Afshin Soltani[2], Hossein Kazemi[3], Alireza Nehbandani[4]*

1. M.Sc. Student, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2. Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
3. Assistant Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
4. Ph.D. Student, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: July 24, 2017 **Accepted: October 31, 2017**

of SID

Abstract

Wheat (*Triticum aestivum* L.) as one of the most important agronomic crops has a special status in Iran. Reducing the yield gap is one of the ways to raise the production. In order to, the production rate and the wheat yield gap in Golestan province were analyzed by using a simple simulation model SSM– Wheat and GIS software. For this purpose, the managerial information of wheat farming and cultivation were collected based on the provincial level and with regards to the information of 25 weather station and the region soil information, the potential yield was simulated in the irrigated and rainfed conditions at the provincial level and then the potential yield zoning was performed in the GIS and then with regards to the farmer's production rate and real yield at the provincial level, the yield gap and the production one were also calculated in the irrigated and rainfed conditions. Results indicated that the yield average of irrigated and rainfed potential with regards to the figures and current agricultural methods are respectively 8.140 and 4.930 kg per hectare. Also, the potential production in the irrigated and rainfed conditions was obtained equal to 1.357 and 1.112 million tons (total 2.469 million tons). Results showed that in case of studying and removing the factors which may cause the yield gap in the said province, the wheat production can be increased from the current 926 thousand tons to 1.975 million tons. Based on the results of Golestan province, the most important factors causing wheat yield vacuum with current cultivars and agronomic management, improper irrigation management, improper cultivation of cultivars and inappropriate use of basic fertilizers, road and low fertilizer, and for eliminating yield vacuum, use of 165 to 215 kg of seed per hectare, using certified seeds of suitable cultivars for water and dry farming, consuming at least 50 kg of phosphorus fertilizer (equivalent to P_2O_5) during cultivation, consuming at least 95 kg of pure nitrogen per hectare and integrating farms are suggested.

Keywords: food security, geographic information system (gis), limited water yield, potential yield, real yield.

Corresponding Author: h.ahmadi172@yahoo.com

www.SID.ir