نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد دهم، شماره دوم، تابستان ۹۶
۱۷۵-۱۹۸
http://ejcp.gau.ac.ir

مقایسه عملکرد گندم در سامانه‌های زراعی تحت مدیریت رایج و پیشرفته با استفاده از GIS

سعید محمودان[۱]، بهنام کامکار[۲]، امید عبدی[۳] و ناصر باقرانی[۴]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد مهندسی کشاورزی اکولوژیک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]کارشناس‌ارشد اداره منابع طبیعی و آبخیزداری استان گلستان، [۴]استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۹/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۷/٤

چکیده

سابقه و هدف: یکی از روش‌هایی که می‌توان از آن برای تجزیه و تحلیل عوامل محدودکننده عملکرد استفاده کرد، اولویت‌بندی این عوامل از طریق رتبه‌بندی است. مهم‌ترین هدف از انجام این تحقیق، پیدا کردن راهکارهای مدیریتی مناسب و توصیه آن جهت افزایش عملکرد گندم در سامانه‌های زراعی ناکارامد بود. به‌این منظور عملکرد گندم در سامانه‌های زراعی رایج و پیشرفته مورد مقایسه قرار گرفت تا اختلافات مدیریتی در این سامانه‌ها مشخص شود. از آن‌جا که اختلاف در عملکرد می‌تواند دلیلی جز اختلاف در مدیریت مزارع نیز داشته باشد، وضعیت این سامانه‌ها از دیدگاه شاخص‌های توپوگرافی، اقلیمی، خاکی، اقتصادی و اجتماعی نیز مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش: جهت بهبود عملکرد گیاهان زراعی می‌توان عملیات مختلف زراعی را بهینه نمود. این پژوهش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ به‌منظور مقایسه عملکرد گندم در سامانه‌های زراعی رایج و پیشرفته با استفاده از GIS در بخشی از اراضی زراعی استان گلستان، در ٦۸ مزرعه در ده منطقه روستایی (مزارع رایج) و ۱۰ مزرعه از مزارع شرکت سهامی مزرعه نمونه استان گلستان (مزارع پیشرفته) انجام شد. به‌منظور بررسی شرایط اقلیمی و توپوگرافی محدوده مورد مطالعه از اطلاعات بلندمدت ۵۱ ایستگاه هواشناسی هم‌دیدی و باران‌سنجی استان گلستان و ۳۲ ایستگاه هم‌دیدی استان‌های گلستان، مازندران، سمنان و خراسان شمالی و مدل رقومی ارتفاعی زمین (DEM) استان با دقت ۲۰ متر استفاده شد. اطلاعات مربوط به مدیریت مزارع و وضعیت اجتماعی زارعین، از طریق مصاحبه شخصی و تکمیل پرسش‌نامه، جمع‌آوری شد.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس اطلاعات مزارع نشان‌داد که رابطه آبیاری، دفعات استفاده از کود نیتروژن سرک، استفاده از ریزمغذّی‌ها، ماشین‌آلات کاشت، رقم زراعی، مدیریت بقایا، استفاده از قارچ‌کش، تناوب تابستانه و پاییزه سال قبل، دانش کشاورزی و تاریخ کاشت با عملکرد معنی‌دار بود. همچنین، نتایج تجزیه رگرسیون نشان‌داد که از بین پارامترهای کمّی مورد بررسی مقدار کود نیتروژن در سرک دوم و سطح زیر کشت مهم‌ترین فاکتورهای تعیین کننده تولید عملکرد گندم بودند. نتایج کلی بررسی شاخص‌های محیطی مورد مطالعه نشان‌داد که کیفیت این عوامل در مزارع

*مسئول مکاتبه: behnamkamkar@yahoo.com

رایج مطلوب‌تر از مزارع پیشرفته بود، در حالی‌که عملکرد در مزارع پیشرفته بیش‌تر از مزارع رایج بود.
نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج به‌دست آمده مدیریت مزرعه مهم‌ترین عامل در تولید گندم بوده و در مزارع رایج می‌توان با مدیریت بهتر به عملکرد بالاتری دست یافت. بنابراین در مزارعی که کیفیت محیطی مطلوبی دارند، اما مدیریت زراعی در آن‌ها ضعیف است، این امید وجود دارد که بتوان عملکرد در واحد سطح را افزایش داد. در این راستا، بهبود مدیریت زراعی در مزارع رایج می‌تواند در برنامه‌های بلندمدت مدنظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل سلسله مراتبی، درون‌یابی، سنجش از دور

مقدمه

امنیت غذایی یک موضوع راهبردی در دنیاست؛ بسیاری از سازمان‌های بین‌المللی و دولتی برای تضمین نیازهای بشر و حفظ کیفیت زمین برای نسل‌های آتی در حال تحقیق هستند. بنابراین آگاهی از مدیریت زمین برای تولید غذا یک وظیفه اجتناب‌ناپذیر برای تصمیم‌گیران کشاورزی و کشاورزان است (۱۷). مدیریت نادرست موجب می‌شود که در بسیاری از شرایط، عملکردی که برداشت می‌شود (واقعی)، فاصله قابل‌توجهی (خلاء) با آن‌چه می‌توان تولید کرد (پتانسیل) داشته باشد (۳۰). مدیریت یک عامل مهم در تولید محصول است. جهت بهبود عملکرد گیاهان زراعی می‌توان عملیات مختلف زراعی از جمله آماده‌سازی زمین، مقدار بذر، تراکم بوته، زمان کاشت، به‌کارگیری کودها، مبارزه با علف‌های هرز، به‌کارگیری سموم شیمیایی، نوع رقم مورد استفاده و نظایر آن‌را بهینه نمود. چگونگی اجرای این عوامل مدیریتی می‌تواند بر کمّیت و کیفیت عملکرد محصول در شرایط مکانی مختلف تأثیر بگذارد (۳۰).

گندم به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین مواد غذایی و مهم‌ترین محصولات زراعی از جایگاه ویژه‌ای در کشور برخوردار است. با توجه به‌رشد روز افزون جمعیت و وابسته بودن غذای بیش‌تر انسان‌ها به‌این محصول راهبردی، اهمیت دست‌یابی به خودکفایی در مورد این محصول روزبه‌روز افزایش می‌یابد، که در این راستا افزایش تولید می‌تواند نقش اصلی را ایفا کند. یکی از راه‌های افزایش تولید، افزایش بهره‌وری می‌باشد (۱۳). طبق گزارش سازمان خوار و بار و کشاورزی ملل متحد (۲۰۱۲) تولید کل غلات جهان حدود ۲/۲۸ میلیارد تن بوده است؛ که حدود ٦٧١ میلیون تن از آن به گندم اختصاص داشته و از نظر سطح زیر کشت نیز گندم در درجه اول اهمیت قرار دارد (۹). سطح زیر کشت گندم در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در ایران معادل ٦٣٧٥٥٩٤ هکتار و در استان گلستان معادل ٤٠٩١٩٥ هکتار بود (۱۵).

یک ویژگی بارز سامانه‌های کشاورزی این است که اجزای آن‌ها نه‌تنها بر اساس عوامل زیستی-فیزیکی، بلکه بر اساس عوامل اجتماعی- اقتصادی نیز شکل می‌گیرند. سامانه‌های کشاورزی می‌توانند مجموعه‌ای تلفیقی از سامانه‌های فرعی باشند، و این درحالی است که می‌توانند دارای ابعاد مختلفی هم باشند (۳۱). مطالعه در مقیاس منطقه‌ای می‌تواند نقشی راهبردی در تعیین اثرات عوامل محیطی، مدیریت‌های مختلف زراعی و عوامل اقتصادی و اجتماعی بر عملکرد مزارع گندم و نقشی کاربردی در تصمیم‌سازی برای مدیریت بهینه منابع محیطی و نهاده‌های خارجی داشته باشد؛ درحالی‌که مقیاس مزرعه‌ای با عوامل محدود محیطی و یک مدیریت

یکسان، برای این‌گونه مطالعات مناسب نمی‌باشد (۱۱).

امروزه قابلیت‌ها و پتانسیل‌های GIS در تحلیل زمانی و مکانی داده‌های زمینی بر هیچ‌کس پوشیده نیست. استفاده از GIS در تهیه نقشه تناسب اراضی برای یک محصول خاص، الگوی توزیع مناسب بودن آن محصول را برای هر واحد نقشه در واحدهای اراضی نشان می‌دهد (۲۵). یکی از مهم‌ترین کاربردهای GIS، در فنون درون‌یابی است که با روش‌های متعددی عملیات درون‌یابی را به‌منظور تهیه منحنی‌های هم‌ارزش توسعه و گسترش می‌دهد (۱).

یکی از وظایف مهم علم زراعت تعیین عوامل محیطی و زراعی محدودکننده عملکرد در یک ناحیه معیّن است. هیچ روش کاملی برای این منظور وجود ندارد، زیرا در محیط و مدیریت زراعی، ناهمگونی و اثرات متقابل زیادی وجود دارد که اجازه تجزیه و تحلیل آماری کامل را میسر نمی‌سازد (۲). یکی از روش‌هایی که می‌توان از آن برای تجزیه و تحلیل عوامل محدودکننده عملکرد استفاده کرد، اولویت‌بندی این عوامل از طریق رتبه‌بندی است (۵). برای رتبه‌بندی عوامل مورد مطالعه از روش‌های متفاوتی می‌توان بهره گرفت که در میان آن‌ها، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[1] به‌عنوان ابزار تصمیم‌گیری قدرتمند، نوین و علمی جهت دست‌یابی به‌این هدف به‌شمار می‌آید و به‌دلیل توانایی و قابلیت بالا، سادگی و قابل‌فهم بودن و همچنین قابلیت به‌کارگیری هم‌زمان معیارهای کمّی و کیفی برای ارزیابی معیارهای مؤثر در فرآیند تصمیم‌گیری روش مناسب و کاربردی است (۱۲).

پریرا و همکاران (۲۰۰۱) با استفاده از مدل EPIC عملکرد شبیه‌سازی شده گندم، ذرت و برنج را با GIS به‌صورت نقشه تولید و بیان نمودند که نتیجه هر دو عملکرد واقعی و شبیه‌سازی‌شده به‌طور معنی‌داری متفاوت بود، و این اختلاف تابع تغییرات آب و هوایی فصلی، ویژگی‌های نگه‌داری آب در خاک و راهبردهای مدیریتی زراعی به‌کاررفته بوده است (۲٤). ترابی و همکاران (۲۰۱۱) عوامل مدیریتی تاریخ کاشت، کود نیتروژن، رژیم آبیاری و تراکم بوته را در سطوح مختلف در طول ٤۰ سال برای کشت گندم با استفاده از مدل Crop Syst در شرایط گرگان شبیه‌سازی کردند. نتایج نشان‌داد که تاریخ کاشت یازدهم آبان، میزان کود نیتروژن به مقدار ۱۷۱ کیلوگرم در هکتار، انجام آبیاری قبل، هنگام و بعد از گل‌دهی و تراکم بوته ۳۰۰ بوته در مترمربع به‌عنوان مناسب‌ترین عوامل مدیریتی بودند و هرگونه انحراف از این وضعیت‌های مطلوب می‌تواند سبب کاهش عملکرد و ایجاد خلاء عملکرد شود (۳۰). نکاحی و همکاران (۲۰۱٤) در مطالعه‌ای موردی در شهرستان بندرگز در استان گلستان، خلاء عملکرد مرتبط با مدیریت زراعی در گندم را مورد مطالعه قراردادند. نتایج نشان‌داد که بین متوسط عملکرد واقعی و عملکرد قابل حصول، ۳٤٦۲ کیلوگرم در هکتار خلاء وجود دارد و سهم تراکم بوته پایین از خلاء عملکرد ۱۵ درصد، عدم استقبال کشاورزان از یافته‌های جدید ۱۰ درصد، تاریخ کاشت دیرهنگام ۳٦ درصد، رقم نامناسب N8019 در مقایسه با رقم N8118، ۲۱ درصد و عدم استفاده از علف‌کش تاپیک و گرانستار ۱۸ درصد بود (۱٤).

بازگیر و همکاران (۲۰۰۰) با استفاده از GIS پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی را پهنه‌بندی کردند. طبق نتایج ایشان اراضی استان آذربایجان در چهار طبقه مناسب، متوسط، ضعیف و نامناسب قرار گرفت (۷). ترابی و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای با استفاده از روش

1- Analitical Hierarchy Proses

AHP عوامل ایجادکننده خلاء عملکرد گندم در منطقه گرگان را اولویت‌بندی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که مدیریت نامناسب آب، رقم و تغذیه نسبت به سایر عوامل اهمیت بیش‌تری در ایجاد خلاء عملکرد داشتند (۲۹).

مهم‌ترین هدف از انجام این تحقیق یافتن راه‌کارهای مدیریتی مناسب و توصیه آن جهت افزایش عملکرد گندم در سامانه‌های زراعی کم‌بازده بود. به‌این منظور عملکرد گندم در سامانه‌های زراعی رایج و پیشرفته مورد مقایسه قرار گرفت تا اختلافات مدیریتی در این سامانه‌ها مشخص شود. از آن‌جا که اختلاف در عملکرد علاوه بر اختلاف در مدیریت مزارع نیز ممکن می‌شود، وضعیت این سامانه‌ها از دیدگاه شاخص‌های توپوگرافی، اقلیمی، خاکی، اقتصادی و اجتماعی نیز مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱، در ٦٨ مزرعه زیر کشت گندم بخشی از حوزه قره‌سو در شهرستان گرگان در ۱۰ منطقه روستایی (مزارع رایج) و ۱۰ مزرعه از مزارع شرکت سهامی مزرعه نمونه استان گلستان در حوزه گرگان‌رود، واقع در شهرستان آق‌قلا (مزارع پیشرفته) انجام گرفت. در این پژوهش منظور از مزارع پیشرفته، مزارعی است که کلیه عملیات زراعی در آن‌ها به‌صورت مکانیزه انجام‌گرفته و تحت نظارت مستقیم کارشناسان زراعت است؛ در حالی‌که در مزارع رایج بسته به دسترسی زارعین به ماشین‌آلات موردنیاز برای انجام عملیات زراعی متعدد، ممکن است تمامی این عملیات مکانیزه نبوده و مدیریت مزارع بر اساس تجربه و دانش فردی زارع اعمال می‌شود. نام و مختصات جغرافیایی مراکز هر یک از مناطق روستایی مورد مطالعه و مزرعه نمونه و علامت اختصاری آن‌ها در نقشه‌های تولیدشده، در جدول (۱) نشان‌داده شده است.

در این پژوهش پس از ثبت مختصات جغرافیایی مزارع با دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS)[1]، تمامی اطلاعات مربوط به مدیریت مزارع و زارعین از قبیل نوع رقم زراعی، مقدار بذر مورد استفاده، تاریخ کاشت، نهاده‌های شیمیایی مورد استفاده، سن، سطح سواد و سابقه زارعین و نظایر آن با تکمیل پرسش‌نامه از طریق مصاحبه شفاهی با زارعین حاصل شد. داده‌های عملکرد با نمونه‌برداری در مرحله رسیدگی برداشت از مزارع به‌دست آمد و تجزیه داده‌ها از طریق تجزیه واریانس با استفاده از طرح کاملاً تصادفی نامتعادل و تجزیه رگرسیون با استفاده از روش تجزیه رگرسیون گام به گام با نرم‌افزار SAS (سلطانی، ۲۰۰۷) انجام شد (۷).

در این پژوهش پس از ثبت مختصات جغرافیایی مزارع با دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS)[2]، تمامی اطلاعات مربوط به مدیریت مزارع و زارعین از قبیل نوع رقم زراعی، مقدار بذر مورد استفاده، تاریخ کاشت، نهاده‌های شیمیایی مورد استفاده، سن، سطح سواد و سابقه زارعین و نظایر آن با تکمیل پرسش‌نامه از طریق مصاحبه شفاهی با زارعین حاصل شد. داده‌های عملکرد با نمونه‌برداری در مرحله رسیدگی برداشت از مزارع به‌دست آمد و تجزیه داده‌ها از طریق تجزیه واریانس با استفاده از طرح کاملاً تصادفی نامتعادل و تجزیه رگرسیون با استفاده از روش تجزیه رگرسیون گام به گام با نرم‌افزار SAS (سلطانی، ۲۰۰۷) انجام شد (۷).

1- Global position System
2- Global position System

جدول ۱- مختصات جغرافیایی مراکز روستاهای محدوده مورد مطالعه و شرکت سهامی مزرعه نمونه و علامت اختصاری استفاده شده در نقشه‌های تولیدشده.

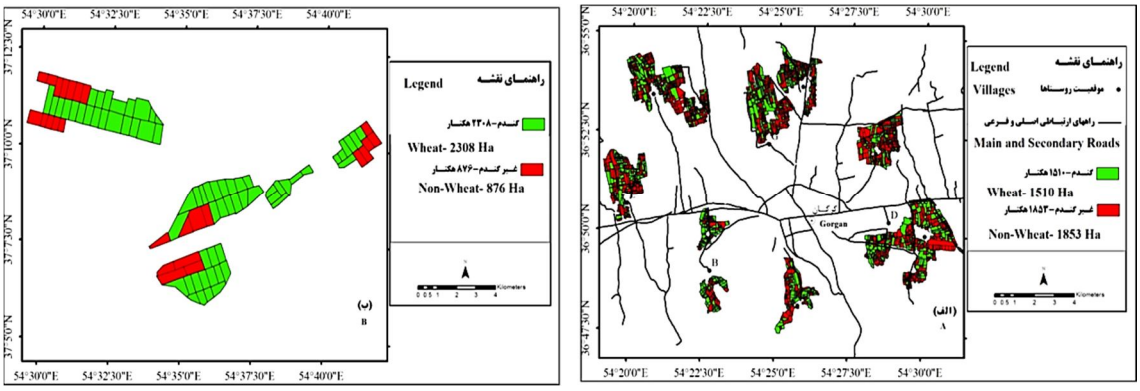
Table 1. Geographical coordination of the center of studied villages along with Nemooneh field Co, and Abbreviations were used in the map.

نام روستا Village name	عرض جغرافیایی (درجه شمالی) Latitude(N)	طول جغرافیایی (درجه شرقی) Longtitude (E)	علامت اختصاری در نقشه Abbreviations in the map
توشن Toshan	36.806	54.431	A
سعدآباد Saedabad	36.818	54.378	B
نصرآباد Nasrabad	36.835	54.499	C
اوزینه Ozine	36.831	54.479	D
لمسک Lemesk	36.514	54.181	E
مریم‌آباد Maryamabad	36.521	54.282	F
کریم‌آباد Karimabad	36.871	54.411	G
قلعه محمود Qale-Mahmoud	36.887	54.370	H
هاشم‌آباد Hashemabad	36.891	54.346	J
محمدآباد Mohammadabad	36.897	54.431	K
مزرعه نمونه Nemooneh-field	37.080	54.342	

جهت تعیین محدوده مورد مطالعه در هر یک از روستاها و مزارع شرکت سهامی مزرعه نمونه استان گلستان، ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، محدوده‌ای کلی، بر اساس موقعیت مزارع در هر روستا و مزارع نمونه تعیین شد. سپس با استفاده از تصویری ادغام‌شده حاصل از ترکیب باند پانکروماتیک با تفکیک مکانی ۲/۵ متر ماهواره اسپات و باندهای طیفی ماهواره IRS (٤ باند طیفی) با تفکیک مکانی ۲۳ متر (مربوط به‌سال ۱۳۸۷)، که حاصل آن ایجاد تصویری رنگی (با ٤ باند) با تفکیک مکانی ۲/۵ متر بود، تمامی مزارع موجود در هر یک از محدوده‌های کلی روستاها و مزارع ارتش گلستان، با استفاده از روش رقومی‌سازی دستی در GIS، به‌شکل عارضه پلی‌گون، با دقت رقومی شدند. سپس با استفاده از یک تصویر از ماهواره لندست ۸ (به‌تاریخ ۱۳۹۲/۱/۱٦) مطابق با منطقه مورد مطالعه و سال انجام پژوهش، مزارع گندم در محدوده‌های کلی تعیین‌شده، مشخص شدند. برای این‌منظور ابتدا در محیط GIS، با توجه به بازتاب نقاط کنترل زمینی (مزارع گندم و غیر گندم) از قبل ثبت‌شده با GPS، بهترین ترکیب باندی رنگی جهت تشخیص گندم از سایر گیاهان، ایجاد شد. در نهایت با روی‌هم گذاشتن لایه رقومی شده مزارع و ترکیب باندی رنگی ایجادشده، مزارع گندم از غیر گندم مورد تفکیک قرار گرفتند (شکل ۱). سپس محدوده مزارع گندم، به‌عنوان محدوده مورد مطالعه در مقایسه سامانه‌های زراعی رایج و پیشرفته انتخاب شد. به‌منظور تخمین اطلاعات مدیریتی، اقتصادی و اجتماعی مزارع گندم نمونه‌گیری نشده، با استفاده از روش پلی‌گون‌بندی تیسن، مزارع گندم نزدیک به هر یک از مزارع گندم نمونه‌گیری شده

تعیین و اطلاعات آن‌ها بر اساس اطلاعات مزارع نمونه‌گیری شده تخمین زده شد.

به‌منظور درک بیش‌تر اختلاف عملکرد مزارع رایج و پیشرفته، وضعیت مزارع از دیدگاه عوامل اقلیمی، توپوگرافی و خاکی مورد بررسی قرار گرفت. عوامل اقلیمی مورد بررسی شامل دماهای اصلی (کمینه، متوسط و بیشینه) و بارش بودند که به‌ترتیب با استفاده از داده‌های درازمدت ۳۲ ایستگاه هواشناسی هم‌دیدی استان‌های گلستان، مازندران، خراسان شمالی و سمنان و ۵۱ ایستگاه هواشناسی باران‌سنجی و هم‌دیدی استان گلستان با روش درون‌یابی گریجینگ جهانی در محیط GIS درون‌یابی شدند و لایه رقومی آن‌ها تهیه شد. پراکنش ایستگاه‌های هواشناسی هم‌دیدی و باران‌سنجی مورد استفاده در شکل (۲) نشان‌داده شده است.

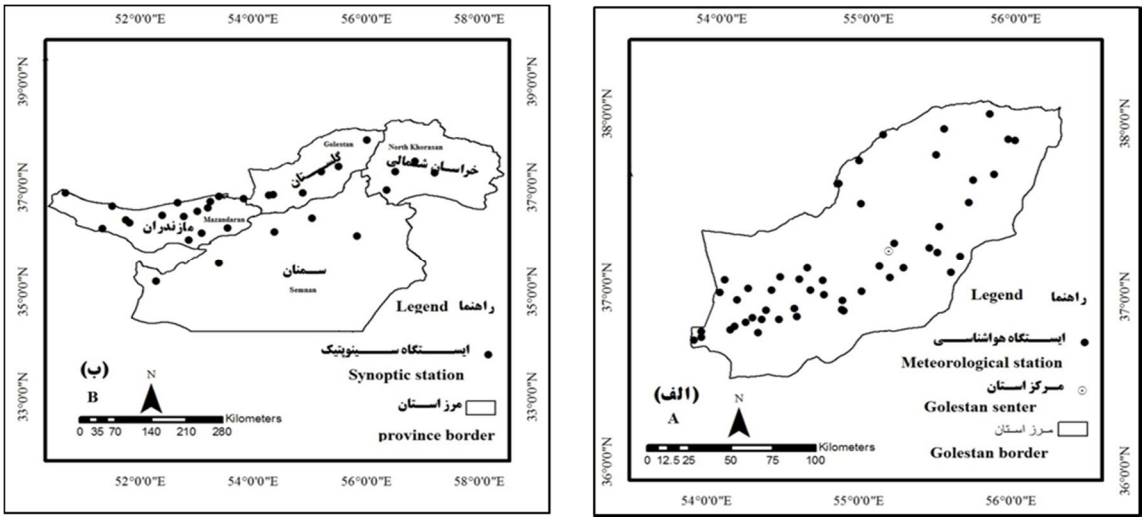


شکل ۱- نقشه محدوده کلی مورد مطالعه (شامل مزارع گندم و غیر گندم) در مزارع رایج (الف) و پیشرفته (ب).

Figure 1. The general map of studied area (including both wheat-grown and other lands) in common fields (A) and modern fields (B).

با تهیه لایه رقومی ارتفاعی (DEM)[1] استان از نقشه‌های توپوگرافی ۳ بُعدی، لایه‌های شیب، جهات شیب و ارتفاع از سطح دریای مزارع مورد مطالعه استخراج شد و مورد بررسی قرار گرفت. بافت و شوری خاک از پارامترهای مورد مطالعه شاخص خاک بودند که به‌این منظور از لایه‌های رقومی از پیش تهیه‌شده (۱۸) استفاده شد. سپس تمامی لایه‌های تولیدشده بر اساس جدول نیازمندی‌های گندم (جدول ۲)، طبقه‌بندی شدند و وضعیت مزارع از دیدگاه عوامل فوق مورد ارزیابی قرار گرفت. اطلاعات مدیریتی، اجتماعی و اقتصادی مزارع مورد مطالعه نیز با توجه به رابطه معنی‌دار آن‌ها با عملکرد و مقایسات میانگین (جدول ۳)، در ٤ طبقه خیلی‌مناسب، نسبتاًمناسب، ضعیف و نامناسب، به‌ترتیب بین ٤ تا ۱ رتبه‌دهی شدند و لایه‌های رستری آن‌ها بر اساس رتبه تعیین‌شده، تهیه شد.

1- Digital Elevation Model



شکل ۲- پراکنش ایستگاه‌های هم دیدی و باران‌سنجی مورد استفاده در درون‌یابی در سطح استان گلستان و استان‌های مجاور، (الف) بارش و (ب) دماهای اصلی.

Figure 2. Synoptic and rainfall-recording stations distribution were used to interpolate climatic factors throughout golestsn province and neighbored provinces. Precipitation (A), main tempratures (B).

جدول ۲- جدول نیازمندی‌های گندم و طبقات تناسب هر عامل (اقتباس از کاظمی، ۱۸).

Table 2. Ecological requirements of wheat and suitability clasess for each given variable (18).

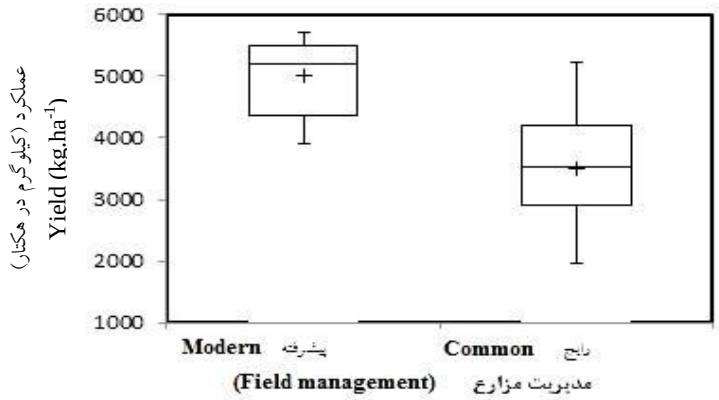
نامناسب (N) Non-suitable	ضعیف (S3) Poor	نسبتاً مناسب (S2) Moderately suitable	خیلی مناسب (S1) Very suitable	متغیرها Variables
<8 & >30	8-12 & 24-30	12-16 & 20-24	16-20	دمای متوسط سالیانه (سانتی‌گراد) Annual mean temprature
>37	30-37	25-30	20-25	متوسط دمای بیشینه (سانتی‌گراد) Annual mean-maximum temperature (C^0)
<4	4-7	7-10	10-15	متوسط دمای کمینه (سانتی‌گراد) Annual mean-minimum temperature (C^0)
<200	200-300	300-400	400≤	بارش سالیانه (میلی‌متر) Annual precipitation (mm)
شنی Sandy	شنی لومی-لومی‌سیلتی-رسی شنی-رسی سیلتی Sandy-loamay, Loamay-silty, clay-sandy, clay-silty	لومی شنی- لومی رسی‌شنی Loamay-sandy, loamay-clay-sandy	لومی- لومی رسی- لومی رسی سیلتی Loamay- clay, loamay-silty, silty	بافت خاک Soil texture
>12	8-12	4-8	0-4	شیب (درصد) Slop (percentage)
غربی و شمالی N, W	جنوب غربی- شمال غربی SW, NW	شرقی- شمال شرقی E-NE	جنوبی- جنوب شرقی- بدون‌جهت S, SE, Flat	جهات شیب Aspect
>3000	2000-3000	1000-2000	0-1000	ارتفاع از سطح دریا (متر) a.s.l. (m)
>12	8-12	4-8	0-4	شوری (دسی‌زیمنس بر متر) Electrical conductivity (dsm^{-1})

از آن‌جا که تمامی عوامل مؤثر بر تولید گندم دارای اهمیت یکسانی نیستند، پس از مطالعات کتابخانه‌ای و مذاکره با کارشناسان و محققان کشاورزی و صاحب‌نظران دانشگاه، ۳۶ عامل احتمالی

مؤثر بر تولید گندم شناسایی و در پنج گروه عمده شامل شاخص‌های مدیریتی، توپوگرافی- اقلیمی، اقتصادی، اجتماعی و خاکی، توسط ۳۰ تن از خبرگان زراعت با استفاده از روش AHP، اولویت‌بندی شدند و وزن هر یک از عوامل با استفاده از افزونه AHP در محیط GIS محاسبه شد (جدول ۵). سپس با استفاده از همپوشانی وزنی، وزن هر یک از شاخص‌های مورد مطالعه در سامانه‌های زراعی رایج و پیشرفته به لایه‌های رستری آن‌ها اعمال و نقشه شاخص‌های مورد مطالعه تهیه شد. در پایان ارتباط هر یک از شاخص‌های مورد مطالعه با عملکرد سامانه‌های زراعی رایج و پیشرفته، با استفاده از هم‌پوشانی آماری در محیط GIS مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

بررسی تغییرات عملکرد در مزارع رایج و پیشرفته: نتایج ثبت عملکرد واقعی از مزارع نشان‌داد که عملکرد ۶۸ مزرعه گندم با مدیریت رایج و ۱۰ مزرعه با مدیریت پیشرفته (مزارع پیشرفته) بین ۱۹۹۵/۱۴ تا ۵۷۰۰ کیلوگرم در هکتار تغییرات داشت. میانگین عملکرد در مزارع رایج و پیشرفته به‌ترتیب معادل ۳۵۶۶/۹۷۲ و ۵۰۰۷/۵ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۳). انحراف معیار و ضریب تغییرات در مزارع پیشرفته به‌ترتیب ۶۰۱ کیلوگرم در هکتار و ۱۲ درصد، و در مزارع رایج به‌ترتیب ۸۲۶ کیلوگرم در هکتار و ۲۳ درصد بود.



شکل ۳- دامنه تغییرات عملکرد در مزارع رایج و پیشرفته (علامت + میانگین عملکرد را نشان می‌دهد).

Figure 3. Yield variability rang in common and modern fields (+ shows the mean of yield).

نتایج تجزیه واریانس نشان‌داد که رابطه آبیاری، دفعات استفاده از کود نیتروژن سرک، استفاده از کودهای ریزمغذّی، نوع ماشین‌آلات کاشت، نوع رقم زراعی، مدیریت بقایا، استفاده از قارچ‌کش، تناوب تابستانه و پاییزه سال قبل، دانش کشاورزی و تاریخ کاشت، با عملکرد معنی‌دار و رابطه دفعات استفاده از دیسک، گاوآهن برگردان‌دار، استفاده از حشره‌کش‌ها، سابقه زارعین، سن زارعین، نوع کود ریزمغذّی مصرف‌شده، شیوه پخش کود سرک، استفاده از علف‌کش‌ها و ضد عفونی بذر قبل از کاشت، با عملکرد غیر معنی‌دار بود. مقایسات میانگین تیمارهایی که با عملکرد رابطه معنی‌داری داشتند در جدول (۳) آورده شده است.

همچنین نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام نشان‌داد که از بین متغیرهای کمّی مورد بررسی شامل مقدار بذر مصرف‌شده، کل هزینه تولید در هکتار، مقدار کود نیتروژن پایه، مقدار کود نیتروژن در سرک اول، مقدار کود نیتروژن در سرک دوم، تراکم بوته، کل کود نیتروژن، فسفر، پتاس و دامی مصرف‌شده، متغیرهای مقدار کود نیتروژن در سرک دوم و سطح زیر کشت مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر عملکرد گندم بودند.

جدول ۳- مقایسات میانگین و رتبه تیمارهای کیفی که با عملکرد رابطه معنی‌دار داشتند. رتبه شاخص اجتماعی نیز ارایه شده است.

Table 3. Mean comparisons and rank of those qualitative traits had significant relation with yield. Rank of social index also presented.

تیمارها Treatments	میانگین Mean	رتبه Rank	تیمارها Treatments	میانگین Mean	رتبه Rank	تیمارها Treatments	میانگین Mean	رتبه Rank
آبیاری Irrigation	عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Yield (kg ha^{-1})		رفتار با بقایا Residue management	عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Yield (kg ha^{-1})		دانش کشاورزی Farmer literacy	عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Yield (kg ha^{-1})	
٤ بار آبیاری Irrigaton (4tims)	5007.5^{a}	4	اختلاط با خاک Soil incorporatin	3383.5^{a}	4	تحصیلات کشاورزی Agricultural education	5007.5^{a}	4
١ بار آبیاری Irrigaton (1times)	4155.2^{b}	3	سوزاندن Burning	3189.7	3	تحصیلات غیر کشاورزی Non-agricultural education	3567.0^{b}	2
بدون آبیاری Without Irrigation	3338.9^{c}	2				تناوب پاییزه سال قبل Last year autumn rotation		
			قارچ‌کش Fungicide application			سیب‌زمینی Potato	4759.5^{a}	4
استفاده از کود Fertilizer application نیتروژن سرک Top dress N			مصرف Use	3991.9^{a}	4	کلزا Canola	4710.4^{a}	4
عدم استفاده Non-use	3483.8^{b}	1	عدم مصرف Non-use	3389.9^{b}	3	جو Barely	3801.2^{ab}	3
١ بار استفاده 1times	3496^{b}	3				گندم Wheat	3515.0^{b}	2
٢ بار استفاده 2 times	4696.5^{a}	4	تناوب تابستانه سال قبل: Last year summer rotation			باقلا Fababean	3480.2^{b}	2
			ذرت Maize	4978.1^{a}	4	سواد زارعین Farmers literacy		
کود ریزمغذی: Micronutrients			گوجه‌فرنگی Tomato	4465.1^{ab}	4	بی‌سواد illiterate	3611^{a}	2
مصرف کردن Use	4283.9^{a}	4	سبزیجات Vegetables	3894.5^{bc}	3	ابتدایی Primary education	4050^{a}	2
عدم مصرف Non-use	3325.6^{b}	2	برنج Rice	3768.8^{bc}	3	راهنمایی Middle education	3600^{a}	2
			سویا Soybean	3561.9^{bc}	3	دیپلم Diploma	3625^{a}	2
ماشین کاشت Planters			آیش Fallo	3314.8^{c}	2	کاردانی Associate Degree	3745^{a}	2
کمبینات Combinat	4652.4^{a}	4				کارشناسی B.Sc	3769^{a}	2
ردیف‌کار Row planter	4394.8^{a}	4	تاریخ کاشت Planting date			سن زارعین Farmer age		
بذرپاش Seeder	3450.5^{a}	3	١ تا ١٥ آبان 23 Oct-6Nov	3944.3^{ab}	4	جوان (تا ٣٠ سال) Young (30 years)	3700^{a}	2
پخش دستی Hand broadsat	3403.0^{b}	2	١٦ تا ٣٠ آبان 7Oct-21Nov	4504.7^{a}	4	میان‌سال (تا ٦٠ سال) Middle-aged (60 years)	3722^{a}	2
			١ تا ١٥ آذر 22Nov-6Dec	3479.5^{bc}	3	مسن (بزرگ‌تر از ٦٠ سال) Older (greater than 60 years)	3630^{a}	2
رقم زراعی Variety			١٦ تا ٣٠ آذر 7Dec- 21Dec	3358.2^{bc}	3	سابقه زارعین Farmers experience		
N٨١١٨ N8118	3956.7^{a}	4	١ تا ١٥ دی 22 Dec- 5 Jan	2926.3^{c}	1	کم‌تجربه (تا ٢٠ سال) Less experienced(20 years)	3708^{a}	2
کوهدشت Koohdasht	3622.8^{ab}	3	١٦ تا ٣٠ دی	3278.1^{bc}	1	باتجربه (تا٤٠ سال) Experienced (up to 40 years)	3611^{a}	2
N٨٠١٩ N8019	3095.1^{b}	2	6 Jan-20 Jan			خیلی با تجربه (بیش از ٤٠ سال) Very experiencec (over 40 years)	3688^{a}	2

بر اساس نتایج به‌دست آمده، انجام ٤ بار آبیاری طی فصل رشد گندم در مقایسه با سایر دفعات (جدول ۳) برتری دارد. دامنه تغییرات عملکرد در دفعات مختلف آبیاری در مزارع پیشرفته و رایج در شکل (٤) نشان‌داده شده است. در منطقه مورد مطالعه تنش خشکی انتهای فصل در بیش‌تر سال‌ها از اواسط فروردین‌ماه شروع می‌شود (۲۷)، به‌این علت لازم است، جهت تأمین نیاز آبی گیاه آبیاری انجام شود. آبیاری تکمیلی یکی از راه‌های افزایش عملکرد در مناطق دیم می‌باشد که در واقع می‌تواند اثرات سالانه بارش را کاهش داده و ثبات عملکرد را بهبود بخشد (٤ و ١٤). تنش آب موجب کاهش دوام سبز برگ‌ها، انتقال مجدد مواد از برگ‌ها به دانه و چروکیده شدن و کاهش حجم ذخیره مواد در دانه می‌شود. همچنین وجود تنش آب در گیاه از طریق بسته‌شدن روزنه‌ها می‌تواند باعث کاهش تثبیت CO_2 و کاهش عملکرد گردد (۲۷). برخی از زارعین کهن‌سال علی‌رغم دسترسی به آب، برگرفته از تجارب پدران و تجارب گذشته خود، بر این عقیده‌اند کشت گندم در منطقه مورد مطالعه نیاز به انجام آبیاری ندارد. علت این عقیده شاید فراوانی نزولات جوی در سال‌های گذشته باشد؛ درحالی‌که در این سال‌ها از میزان نزولات جوی کاسته شده و افزایش تبخیر و استفاده زیاد از کودهای شیمیایی منجر به افزایش شوری خاک مزارع شده است و امروزه در کشت دیم در این مناطق، آب یک عامل محدودکننده عملکرد به‌شمار می‌آید.

نتایج نشان داد که استفاده از کود نیتروژن سرک، طی دو مرحله در طول فصل رشد از سایر دفعات (جدول ۳) بهتر بوده و عملکرد بالاتری به‌دست می‌آید (شکل ٤). نیتروژن مهم‌ترین عنصر محدودکننده عملکرد در گیاهان است و کمبود آن در خاک موجب کاهش عملکرد می‌گردد. نیتروژن در خاک به‌سرعت به نیترات تبدیل‌شده و قابلیت آب‌شویی بالایی نیز دارد. از آن‌جا که منطقه مورد مطالعه از نظر آب‌وهوایی، نیمه‌مرطوب بوده، امکان آب‌شویی نیترات در خاک وجود داشته (۳۲) و احتمال کمبود عناصر غذایی وجود دارد. بنابراین تقسیط مناسب کود در طول فصل رشد می‌تواند از آب‌شویی آن کاسته و کمبود عناصر غذایی را در خاک جبران کند و موجب افزایش عملکرد گردد. مقدار و زمان استفاده از کود، نقش مهمی در افزایش عملکرد دارد. کود نیتروژن با ایجاد تعادل در رشد رویشی گیاه، افزایش و دوام سطح سبز برگ، افزایش محتوی کلروفیل در برگ و انتقال از برگ و ساقه به دانه از طریق انتقال مجدد، موجب افزایش عملکرد می‌گردد (۱۰). علت عملکرد بیش‌تر در مزارع پیشرفته نسبت به مزارع رایج در تیمار دو بار استفاده از سرک نیتروژن، مدیریت مزرعه بهتر مانند انجام آبیاری بیش‌تر و مصرف نیتروژن سرک در زمان مناسب با توجه به دسترسی بیش‌تر به ماشین‌آلات پخش کود بوده است.

نتایج تجزیه واریانس نشان‌داد که رقم مروارید (N٨١١٨)، قابلیت تولید عملکرد بالاتری نسبت به سایر رقم‌ها (جدول ۳) دارد (شکل ۵). طبق نظرات و اظهارات کشاورزان رقم N٨٠١٩ خیلی زود مقاومت خود را نسبت به آفات و بیماری‌های منطقه از دست داده و خسارت شدیدی از آن‌ها می‌بیند که این امر منجر به کاهش عملکرد این رقم شده است. رقم کوهدشت از رقم‌های توصیه‌شده سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان برای کشت دیم بوده، و این رقم در مزارع آبی به‌اندازه ارقام مناسب برای کشت آبی، قادر به تولید عملکرد نیست. همچنین در سال‌های پرباران رقم‌های مناسب برای کشت آبی در اراضی دیم، نسبت به رقم‌های مناسب کشت دیم، عملکرد بالاتری تولید می‌کنند و این امر سبب شده است تا کشاورزان به امید بارش باران زیاد، در اراضی دیم خود، از ارقام

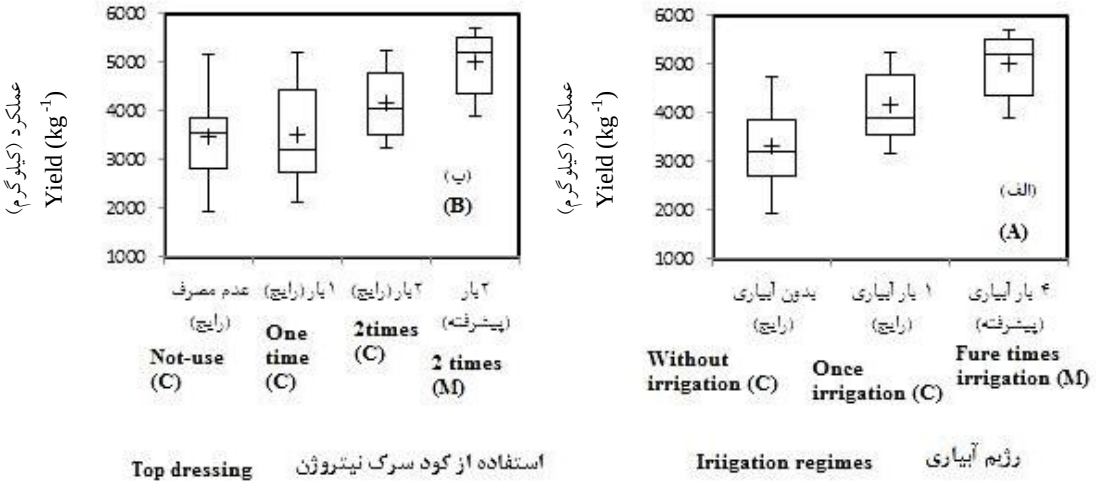
کشت آبی استفاده نمایند که این ارقام در سال‌های کم باران عملکرد پایینی تولید می‌کنند.

نتایج نشان‌داد مزارعی که با دستگاه کمبینات و خطی‌کار کشت شده بودند، نسبت به مزارعی که با سایر ماشین‌آلات کاشت، کشت شده بودند (جدول ۳) عملکرد بالاتری داشتند (شکل ۵). دستگاه‌های کمبینات و خطی‌کار هم‌زمان با کشت بذر، کود را نیز در خاک و در فاصله مناسب با بذر قرار می‌دهند و نیاز کودی گیاهچه در مراحل اولیه رشد، بهتر تأمین می‌شود. همچنین این دستگاه‌ها قابلیت تنظیم فاصله بذور، هم در روی ردیف و هم در بین ردیف‌ها را دارند و با آرایش کاشت منظم، از رقابت بین بوته‌ها کاسته می‌شود که نتیجه آن افزایش عملکرد است. این دستگاه‌ها مجهّز به ابزاری هستند که روی بذور کاشته شده را با خاک پوشانده و با فشار خاک روی بذر، تماس بذر با خاک را بیش‌تر می‌کنند تا عمل جذب آب و جوانه‌زنی یکنواخت، بهتر حاصل شود. علت کاهش عملکرد مزارع رایج کشت شده با دستگاه کمبینات، استفاده از رقم با پتانسیل تولید کم‌تر با توجه به نوع زراعت (آبی و دیم)، استفاده از این دستگاه در شرایط نامناسب خاک (گل‌آلود) و مقدار پایین در کالیبره کردن کشت بذر توسط دستگاه (۱۶۰ کیلوگرم در هکتار؛ زارعین پیشرفته این دستگاه را بر مبنای کشت ۲۰۰ تا ۲۲۰ کیلوگرم بذر در هکتار تنظیم نموده بودند) بوده است.

مک‌لود و همکاران (۱۹۹۲) تاریخ کاشت را یکی از مهم‌ترین عوامل مدیریتی مؤثر بر تولید و کیفیت غلات معرفی کردند (۲۱). مطابق نتایج به‌دست آمده تاریخ کاشت ۱۶ تا ۳۰ آبان نسبت به سایر تاریخ کاشت‌ها (جدول ۳) برتری داشت (شکل ۵). این تاریخ کاشت نسبت به تاریخ کاشت ۱ تا ۱۵ آبان، میانگین عملکرد بالاتری داشت، اما نسبت به آن اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین تاریخ کاشت ۱ تا ۱۵ دی با کم‌ترین عملکرد به عنوان نامناسب‌ترین تاریخ کاشت شناخته شد. نتایج نشان‌داد که با تأخیر در کاشت نسبت به تاریخ کاشت مطلوب (۱۶ تا ۳۰ آبان) عملکرد کاهش می‌یابد. نتایج فوق با نتایج کلاته‌عربی و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشت. ایشان در مطالعه‌ای اثر تاریخ کاشت را بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم بررسی و نشان دادند که با تأخیر در کاشت نسبت به تاریخ کاشت مطلوب از میزان عملکرد کاسته می‌شود (۱۶). اندرسون و اسمیت (۱۹۹۰) و باسو (۲۰۰۹) نیز در مطالعات خود بیان‌داشتند که در بیش‌تر موارد تأخیر در کاشت از عملکرد گندم می‌کاهد (۳ و ۶). علت کاهش عملکرد در تاریخ کاشت ۱ تا ۱۵ آذر را می‌توان به سرمای زیاد نسبت داد. سرمای شدید در این دوره موجب تأخیر و عدم یکنواختی در سبزشدن و کندی رشد گیاهچه پس از سبزشدن می‌شود. در تاریخ کاشت‌های بعدی با گرم‌شدن هوا از افت عملکرد کاسته می‌شود، اما عملکرد از تاریخ کاشت مطلوب کم‌تر بوده است. علت این امر، افزایش دما و طول‌روز با توجه به تأخیر در تاریخ کاشت است که موجب کوتاه‌شدن طول دوره گل‌دهی و پرشدن دانه و برخورد این مرحله با دمای بالا و رطوبت کم می‌شود (۲۳ و ۲۸). همچنین نتایج نشان‌داد که تاریخ کاشت زودهنگام نسبت به تاریخ کاشت‌های دیرهنگام برتری دارد. علت کاهش عملکرد تاریخ کاشت زودهنگام نسبت به تاریخ کاشت مطلوب را می‌توان به برخورد دوره گل‌دهی گیاه با سرمای بهاره نسبت داد؛ اما برتری تاریخ کاشت زودهنگام نسبت به تاریخ کاشت‌های دیرهنگام، به احتمال زیاد به‌علت طول دوره رشد طولانی‌تر، دریافت تابش بیش‌تر و کارایی تعرق بالاتر و در نتیجه فتوسنتز بیش‌تر است؛ که خود موجب افزایش عملکرد می‌شود (۸).

بر اساس نتایج به‌دست آمده، زارعینی که دارای

دانش کشاورزی بودند، نسبت به سایر زارعین عملکرد بالاتری داشتند (شکل ۵). علت این امر در مدیریت بهتر مزرعه و شناخت بهتر و بیش‌تر روابط آب و خاک و گیاه و ارتباط بیش‌تر این زارعین با مراکز تحقیقاتی و اجرایی کشاورزی است. زارعین دارای دانش کشاورزی با آگاهی بیش‌تر از عوامل مهم تأثیرگذار بر عملکرد و استفاده بهینه و به‌وقت نهاده‌ها در مدیریت مزرعه خود موفق‌تر بوده و عملکرد بالاتری تولید نمودند.

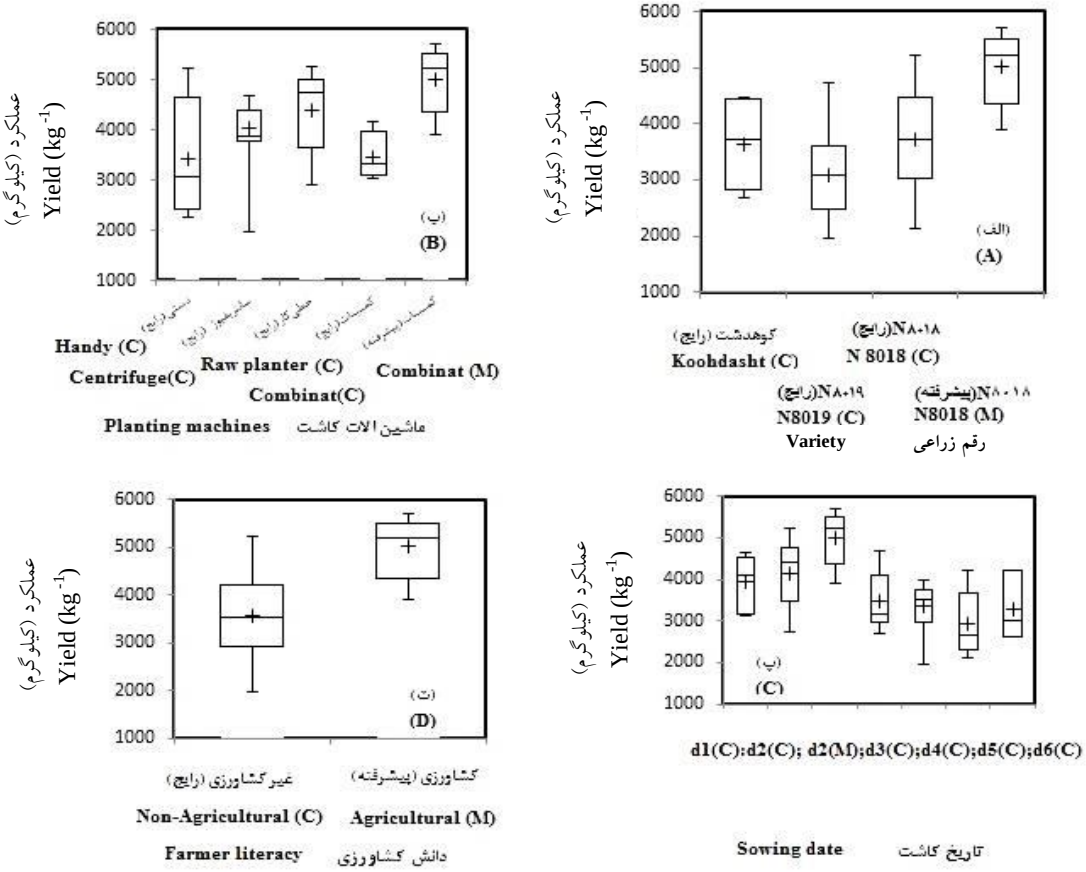


شکل ٤- دامنه تغییرات عملکرد مزارع در ارتباط با دفعات انجام آبیاری (الف) و استفاده از کود نیتروژن سرک (ب). C و M به‌ترتیب اختصارات مربوط به مزارع رایج و پیشرفته هستند.

Figure 4. Variation rang of fields yield in relation to irrigation times, (A) and top dressed N fertilizer (B). C and M are abbreviations for common and modern fields, respectively.

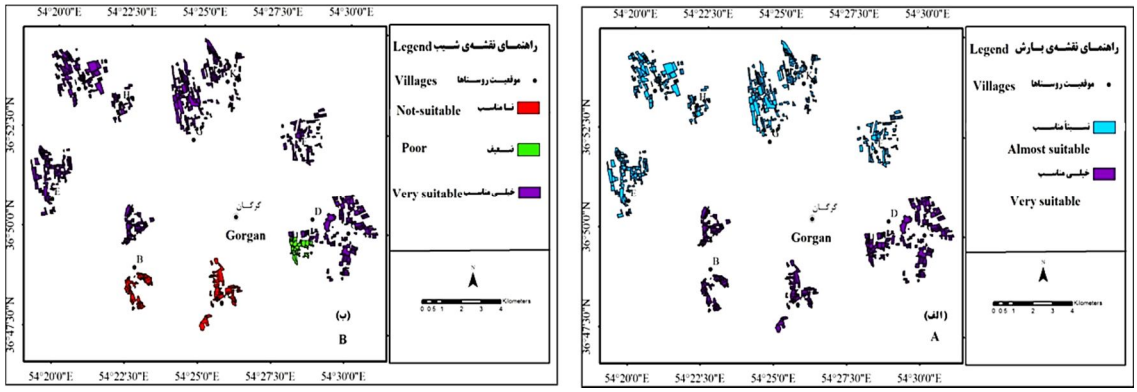
نتایج بررسی وضعیت سامانه‌های زراعی رایج و پیشرفته از دیدگاه عوامل اقلیمی، توپوگرافی و خاک: طبق نتایج به‌دست آمده از درون‌یابی دماهای اصلی، کلیه مزارع در سامانه‌های زراعی رایج و پیشرفته از دیدگاه دماهای کمینه و بیشینه در طبقه خیلی‌مناسب و از دیدگاه دمای متوسط نیز به‌ترتیب در طبقات نسبتاً مناسب و خیلی‌مناسب قرار داشتند. همچنین نتایج درون‌یابی بارش استان گلستان حاکی از این بود که از سمت جنوب به شمال استان مطابق با کاهش ارتفاع استان از سطح دریا، از میزان بارش کاسته می‌شود. از این حیث تمامی مزارع پیشرفته در طبقه ضعیف و مزارع رایج در قسمت‌های شمالی در طبقه نسبتاً مناسب و در قسمت‌های جنوبی در طبقه خیلی‌مناسب قرار داشتند (شکل ٦). طبق طبقه‌بندی مدل رقومی ارتفاعی استان، ارتفاع استان گلستان از سطح دریا از سمت جنوب به شمال کاسته می‌شود که تمامی مزارع رایج و پیشرفته از این حیث در طبقه خیلی‌مناسب قرار داشتند. درصد شیب زمین نیز در استان گلستان مطابق با روند ارتفاع از سطح دریا و مقدار بارش، از سمت جنوب به شمال کاهش می‌یابد، نتایج نشان‌داد کلیه مزارع پیشرفته در طبقه خیلی‌مناسب و مزارع رایج در قسمت‌های جنوبی در طبقه نامناسب، در قسمت‌های میانی در طبقه ضعیف و در قسمت‌های شمالی در طبقه خیلی‌مناسب قرار داشتند (شکل ٦). بر اساس طبقه‌بندی بافت خاک نیز تمامی مزارع پیشرفته در طبقه ضعیف و مزارع رایج در قسمت‌های جنوبی در طبقه نسبتاً مناسب و در قسمت‌های شمالی در طبقه خیلی‌مناسب قرار داشتند (شکل ۷). نتایج طبقه‌بندی شوری خاک نیز نشان‌داد که تمامی مزارع رایج در طبقه‌خیلی مناسب و مزارع

پیشرفته در قسمت‌های شرقی در طبقه خیلی‌مناسب و در قسمت‌های غربی در طبقه نسبتاً مناسب قرار داشتند. علت کاهش شوری خاک در قسمت‌های شرقی مزارع پیشرفته احتمالاً به‌خاطر آب‌شویی نمک به‌علت جهت شیب و آبیاری مزارع پیشرفته از شرق به غرب است (شکل ۷). مساحت هر یک از طبقات در نقشه‌های تولیدشده عوامل فوق در جدول (٤) نشان داده شده است. با توجه‌به مقادیر مندرج در جدول (٤) به‌ترتیب سهم طبقات خیلی‌مناسب و نسبتاً مناسب در مزارع رایج و سهم طبقات ضعیف و نامناسب در مزارع پیشرفته بیش‌تر بوده است. بنابراین بر اساس سهم هر یک از طبقات در مزارع رایج و پیشرفته و همچنین با توجه به نتایج اولویت‌بندی عوامل فوق در تولید گندم توسط کارشناسان کشاورزی (جدول ۵) می‌توان نتیجه گرفت که شرایط محیطی برای تولید گندم در مزارع رایج از دیدگاه عوامل اشاره شده نسبت به مزارع پیشرفته مناسب‌تر بوده است، و این درحالی است که عملکرد در مزارع پیشرفته بیش‌تر از مزارع رایج بود.



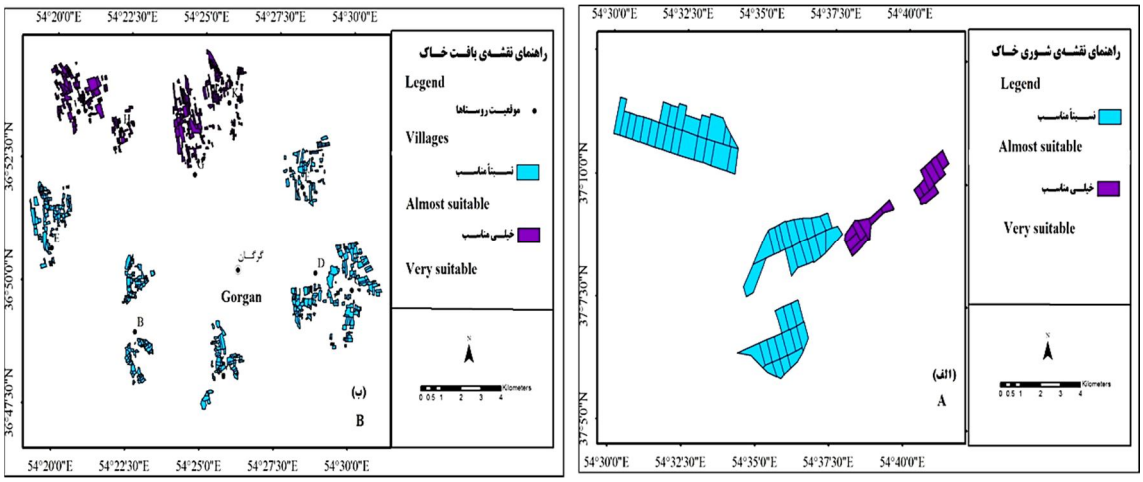
شکل ۵- **دامنه تغییرات عملکرد در مزارع رایج و پیشرفته در ارتباط با رقم زراعی (الف)، ماشین‌آلات کاشت (ب)، تاریخ کاشت (پ) و دانش کشاورزی (ت). (d1، d2، d3، d4، d5 و d6 به‌ترتیب تاریخ کاشت‌های ۱ تا ۱۵ آبان، ١٦ تا ۳۰ آبان، ۱ تا ۱۵ آذر، ١٦ تا ۳۰ آذر، ۱ تا ۱۵ دی و ١٦ تا ۳۰ دی را نشان می‌دهند). C و M به‌ترتیب اختصارات مربوط به مزارع رایج و پیشرفته هستند.**

Figure 5. Variation ranges of yield in common and modern fields in relation to variety (A), Planting machinery (B), sowing date (C), and farmer knowledge (D). d1, d2, d3, d4, d5 and d6 show sowing dates 15 days interval from 23 Oct-20 Jan. C and M are abbreviations for common and modern fields, respectively.



شکل ٦- نقشه طبقه‌بندی شده بارش (الف) و شیب (ب) در مزارع رایج. (تمام مزارع پیشرفته از دیدگاه بارش و شیب به‌ترتیب در طبقات ضعیف و خیلی‌مناسب قرار داشتند).

Figure 6. Classified map of precipitation (A) and slope (B) in common fields. (all modern fileds were located in poor class with respect to precipitation, while in very suitable in with regard to slope).



شکل ۷- نقشه طبقه‌بندی شده‌ی شوری خاک مزارع پیشرفته (الف) و بافت خاک مزارع رایج (ب) (تمامی مزارع رایج از دیدگاه شوری خاک در طبقه خیلی‌مناسب و تمام مزارع پیشرفته از دیدگاه بافت خاک در طبقه ضعیف قرار داشتند).

Figure 7. Classified map of Soil EC for modern fields (A) and soil texture for common fields (B). (all common fileds were located in very suitable class with respect to EC, while in poor class with regard to soil texture).

نتایج اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر تولید گندم با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP): نتایج تجزیه و تحلیل نظرات کارشناسان کشاورزی نشان‌داد که معیارهای مدیریتی، توپوگرافی- اقلیمی، خاکی، اقتصادی و اجتماعی به‌ترتیب بیش‌ترین اهمیت را در تولید گندم داشتند. وزن هر یک از شاخص‌ها و زیر شاخص‌های مورد مطالعه در فرآیند AHP در جدول (۵) نشان‌داده شده است. طبق نتایج به‌دست آمده در بین زیرمعیارهای معیار مدیریتی نیز به‌ترتیب داشت، نوع رقم زراعی، تناوب زراعی، کاشت و مدیریت بقایا دارای بیش‌ترین اهمیت بودند.

نتایج وزن‌دهی به لایه‌های رستری حاصل از شاخص‌های مورد مطالعه و تهیه نقشه‌های رقومی آن‌ها: فراوانی طبقات هر یک از شاخص‌های مدیریتی، توپوگرافی- اقلیمی، خاکی، اقتصادی و اجتماعی در جدول (٦) نشان‌داده شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، تنوع در طبقات هر یک از شاخص‌های فوق به‌ویژه در شاخص‌های مدیریتی،

توپوگرافی- اقلیمی و اقتصادی در مزارع رایج بیش‌تر از مزارع پیشرفته بود.

نتایج نشان‌داد که در بین مزارع رایج از دیدگاه مدیریت مزرعه اختلاف چشم‌گیری وجود دارد؛ که به چهار طبقه خیلی‌مناسب، نسبتاً مناسب، ضعیف و نامناسب قابل تقسیم بودند (شکل ۸). طبق نتایج به‌دست آمده بیش‌تر مزارع رایج تحت مدیریت نسبتاً مناسب و ضعیف قرار داشتند. همچنین نتایج نشان داد که مدیریت مزارع پیشرفته در طبقه خیلی مناسب قرار داشت. مقایسه مدیریت مزارع رایج و پیشرفته با عملکرد آن‌ها نشان‌داد که با کاهش کیفیت مدیریت مزارع، از عملکرد آن‌ها کاسته شده است (شکل ۱۱). از مهم‌ترین دلایل نوسانات بالا در عملکرد مزارع رایج می‌توان به نوسانات مدیریتی بالا در این مزارع اشاره نمود؛ در حالی‌که نوسان عملکرد مزارع پیشرفته با مدیریتی یکسان، کم‌تر از مزارع رایج بود (جدول ٦).

طبق نتایج حاصل از تهیه نقشه شاخص توپوگرافی- اقلیمی مزارع رایج و پیشرفته، مشخص شد که کیفیت این شاخص در مزارع رایج در قسمت جنوبی به‌دلیل شیب نامناسب در کم‌ترین درجه از کیفیت و در قسمت‌های شمالی به‌دلیل بارش کم‌تر در طبقه نسبتاً مناسب و در قسمت‌های میانی به‌علت شیب و بارش مناسب در طبقه خیلی‌مناسب قرار گرفت (شکل ۸). با توجه به طبقه‌بندی مزارع رایج از دیدگاه شاخص توپوگرافی- اقلیمی، دو عامل شیب زمین و بارش از عوامل محدودکننده این شاخص در این اراضی بودند. نتایج نشان‌داد که مزارع پیشرفته از دیدگاه شاخص توپوگرافی- اقلیمی در طبقه ضعیف قرار داشتند. بارش در این مزارع مهم‌ترین عامل محدودکننده تناسب شاخص توپوگرافی- اقلیمی شناخته شد. نتایج مقایسه کیفیت شاخص توپوگرافی- اقلیمی مزارع رایج و پیشرفته با عملکرد آن‌ها نشان‌داد که عملکرد مزارع رایج در طبقات مختلف از شاخص توپوگرافی- اقلیمی، تفاوت چندانی باهم نداشته و طبقه ضعیف که مربوط به مزارع پیشرفته می‌شود دارای بیش‌ترین میانگین عملکرد بود (شکل ۱۱). با توجه به این‌که بارش تنها عامل کاهنده کیفیت شاخص توپوگرافی- اقلیمی در مزارع پیشرفته بود، به‌علت انجام آبیاری در این مزارع، این عامل در تولید عملکرد از اهمیت چندانی برخوردار نبوده است. در مزارع رایج با توجه به این‌که بیش‌تر اراضی تحت زراعت دیم بودند، انتظار می‌رفت که در مناطق با بارش بیش‌تر، عملکرد مزارع نیز بیش‌تر باشد. اما با این‌که این اراضی از دیدگاه بارش در دو طبقه خیلی مناسب و نسبتاً مناسب قرار داشتند، اختلاف میزان بارندگی در اراضی خیلی نبوده و همچنین در طبقه خیلی مناسب از دیدگاه بارش، کیفیت اراضی از دیدگاه شیب زمین، بیش‌تر در طبقات نامناسب و ضعیف قرار داشت که منجر به ایجاد رواناب در بارش‌های با شدت و مدت زیاد در این اراضی و فرسایش خاک و عناصر غذایی می‌گردد. همچنین عدم مصرف یا کمی استفاده از کودهای سرک توسط زارعین رایج متناسب با زمان بارش منطقه، می‌تواند یکی از دلایل کاهش عملکرد در این اراضی باشد.

جدول ٤- مساحت و سهم لایه‌های اقلیمی، توپوگرافی و خاکی مزارع رایج و پیشرفته در طبقات مختلف تناسب آن‌ها برای گندم.

Table 4. Area and the share of climatic, topographic and soil-related layers in common and modern fields in different suitability classes.

مزارع رایج (Common fields)				
	مساحت طبقات (هکتار) (Ha^{-1}) (Each class area, Ha^{-1})			
نام لایه Layer name	خیلی‌مناسب Highly suitable	نسبتاً مناسب Almost suitable	ضعیف Poor	نامناسب Not suitable
دمای کمینه (درجه سانتی‌گراد) Minimum temperature (ºC)	1510	0	0	0
دمای بیشینه (درجه سانتی‌گراد) Maximum temprature (ºC)	1510	0	0	0
دمای متوسط (درجه سانتی‌گراد) Mean temprature (ºC)	0	1510	0	0
بارش (میلی‌متر) Precipitation (mm)	623	887	0	0
شیب Slope	1252	0	63	195
ارتفاع از سطح دریا (متر) Elevation (m)	1510	0	0	0
بافت خاک Soil texture	604	906	0	0
شوری خاک (دسی‌زیمنس بر متر) Ec (dsm^{-1})	1510	0	0	0
سهم هر یک از طبقات (درصد) The share of each class	70	27	0.5	2.5
مزارع پیشرفته (Modern fields)				
	مساحت طبقات (هکتار) (ha^{-1}) (Each class area, ha^{-1})			
نام لایه Layer name	خیلی‌مناسب Highly suitable	نسبتاً مناسب Almost suitable	ضعیف Poor	نامناسب Not suitable
دمای کمینه (درجه سانتی‌گراد) Minimum temperature (ºC)	2308	0	0	0
دمای بیشینه (درجه سانتی‌گراد) Maximum temprature (ºC)	2308	0	0	0
دمای متوسط (درجه سانتی‌گراد) Mean temprature (ºC)	2308	0	0	0
بارش (میلی‌متر) Precipitation (mm)	0	0	2308	0
شیب slops	2308	0	0	0
ارتفاع از سطح دریا (متر) Elevation (m)	2308	0	0	0
بافت خاک Soil texture	0	0	2308	0
شوری خاک (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dsm^{-1})	329	1979	0	0
سهم هر یک از طبقات (درصد) The share of each class	64	11	25	0

جدول ۵- ارزش وزنی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر تولید گندم از دیدگاه کارشناسان کشاورزی. شاخص ناسازگاری برابر ۰/۰۲ بوده است.

Table 5. Weighting value and prioritize the factors affecting wheat production from the perspective of agricultural experts. Inconsistency index was equal to 0.02).

معیارها و زیرمعیارها Criteria and sub-criteria	وزن Weight	رتبه Rank	معیارها و زیرمعیارها Criteria and sub-criteria	وزن Weight	رتبه Rank
1- شاخص مدیریت Management index	0.3559	1	مصرف علف‌کش Herbicide use	0.4791	1
داشت Husbandary	0.4004	1	مصرف قارچ‌کش Fungiside use	0.4583	2
رقم Variety	0.2493	2	مصرف آفت‌کش Pestiside use	0.0626	3
تناوب زراعی Rotation	0.1936	3	2- شاخص توپوگرافی- اقلیمی Topographic-climatic index	0.2998	2
کاشت Sowing	0.1062	4	اقلیم Climate	0.875	1
رفتار با بقایا Residue management	0.0504	5	توپوگرافی Topography	0.125	2
آبیاری Irrigation	0.6353	1	بارش Precioitatio	0.6783	1
تغذیه Nutrition	0.2869	2	دمای کمینه Minimum temprature	0.1388	2
مبارزه با آفات Pests management	0./0778	3	دمای بیشینه Maximum temprature	0.1293	3
تناوب پاییزه Autumn rotation	0.6667	1	دمای مطلوب Optimum temprature	0.0537	4
تناوب تابستانه Summer rotation	0.3333	2	شیب Slope	0.4353	1
تاریخ کاشت Sowing date	0.5616	1	جهت شیب Aspect	0.3154	2
میزان بذر مصرفی Seeding rate	0.2301	2	ارتفاع از سطح دریا Elevation	0.2493	3
ماشین‌آلات کاشت Sowing machinery	0.1081	3	3- شاخص اقتصادی Economic index	0.0841	4
اشین‌آلات تهیه بستر بذر Seedbed preparation machinary	0.1001	4	هزینه تولید Production costs	0.5936	1
دیسک زدن بقایا Residues disk handling	0.6667	1	سطح کشت Cultivation area	0.4064	2
سوزاندن بقایا Residue burning	0.3333	2	4- شاخص اجتماعی Social index	0.0704	5
کود سرک Topdressing fertilizer	0.5895	1	سابقه زارع Farmer experience	0.4345	1
کود پایه Starter fertilizer	0.244	2	سواد زارع Farmer literacy	0.3858	2
کود حیوانی Manure	0.1009	3	سن زارع Farmer age	0.1797	3
محلول پاشی ریزمغذّی Micronutrients spraying	0.0656	4	5- شاخص خاک Soil index	0.1898	3
			شوری EC	0.6267	1
			بافت خاک Soil texture	0.3733	2

بر اساس نتایج به‌دست آمده از نقشه شاخص خاک، مزارع رایج در طبقات خیلی‌مناسب و نسبتاً مناسب و مزارع پیشرفته در طبقات نامناسب و نسبتاً مناسب قرار گرفتند (شکل ۹). نتایج نشان‌داد که کیفیت شاخص خاک مزارع رایج در قسمت‌های جنوبی و شرقی، به‌علت بافت خاک نامناسب، کم‌تر از قسمت‌های شمالی و غربی بود. کیفیت پایین بافت خاک در قسمت‌های جنوبی احتمالاً به‌علت شیب زیاد بوده، که در اثر انجام خاک‌ورزی نامناسب و وقوع باران‌های شدید، خاک این مزارع فرسایش یافته است. در مزارع پیشرفته نیز در قسمت‌های شرقی کیفیت این شاخص، به‌علت شوری خاک کم‌تر، بیش‌تر از قسمت‌های غربی بود. شوری کم‌تر در قسمت‌های شرقی احتمالاً به علت آب‌شویی نمک مطابق با جریان شیب این مزارع از شرق به غرب بوده است. نتایج مقایسه شاخص خاک مزارع رایج و پیشرفته با عملکرد نشان‌داد که با تنزّل کیفیت خاک مزارع، بر میزان عملکرد افزوده شده است (شکل ۱۲). این نتیجه به‌این معنی نیست که هرچه از کیفیت شاخص خاک کم‌تر شود، بر میزان عملکرد نیز افزوده خواهد شد؛ بلکه بافت خاک یکی از عوامل مهم در تعیین سرعت نفوذ آب به درون خاک، قابلیت حفظ آب خاک، سرعت رشد ریشه، قابلیت نگهداری و تأمین عناصر غذایی و غیره است؛ به‌عنوان مثال در بافت‌های رسی امکان ایجاد سخت لایه در اثر تراکم استفاده از ماشین‌آلات و در خاک‌های شنی امکان آب‌شویی و کمبود عناصر غذایی و کمبود آب وجود دارد. نتیجه فوق نشان‌داد که با مدیریت مناسب، مانند تقسیط دفعات استفاده از عناصر غذایی و کوتاه کردن دور آبیاری، می‌توان در خاک‌های دارای بافت نامناسب نیز به عملکرد مطلوبی دست یافت. شوری نیز از عوامل کاهنده عملکرد است. شوری بالا با کاهش پتانسیل اسمزی خاک نسبت به ریشه، از جذب آب توسط ریشه ممانعت می‌کند، و نتایج نشان‌داد که در مزارع پیشرفته با انجام آبیاری از اثرات منفی شوری کاسته شده است. بنابراین در صورت وجود آب کافی می‌توان شوری را از محدوده عمق ریشه دور کرد و از غلظت آن کاست تا کاهش عملکرد کم‌تر شود.

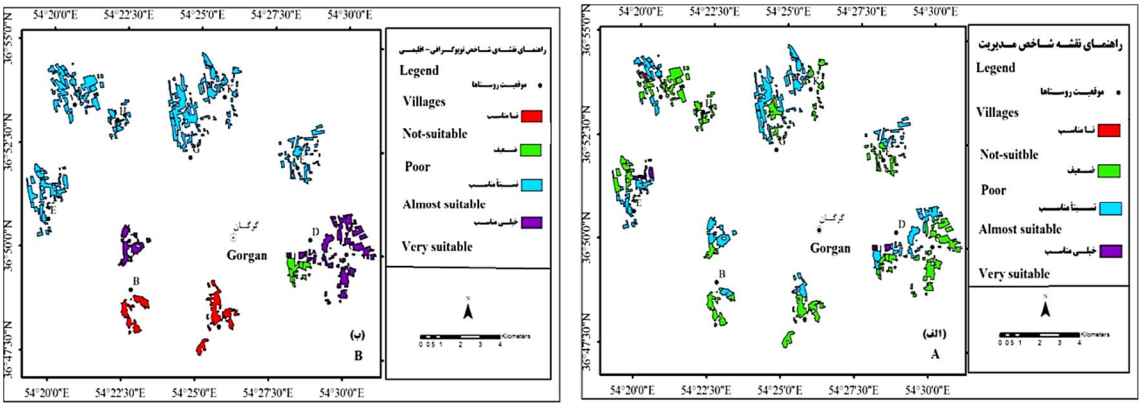
نتایج نشان‌داد که در بین مزارع رایج و پیشرفته از دیدگاه شاخص اقتصادی، اختلاف زیادی وجود دارد؛ به‌طوری‌که مزارع پیشرفته در طبقه خیلی‌مناسب و مزارع رایج در طبقات خیلی‌مناسب، نسبتاً مناسب، ضعیف و نامناسب قرار گرفتند (شکل ۱۰). مزارع پیشرفته، مزارعی با قطعات بزرگ بودند که زارعین آن در تولید گندم از نهاده‌های نسبتاً بیش‌تری بهره بردند. نتایج مقایسه شاخص اقتصادی با عملکرد مزارع رایج و پیشرفته نیز حاکی از این بود که با افزایش کیفیت شاخص اقتصادی، بر عملکرد مزارع نیز افزوده شده است (شکل ۱۲).

طبق نتایج حاصل از نقشه شاخص اجتماعی مزارع رایج و پیشرفته، مشخص شد که مزارع رایج در طبقه ضعیف و مزارع پیشرفته در طبقه نسبتاً مناسب قرار گرفتند. اختلاف در شاخص اجتماعی بین این مزارع از عامل دانش کشاورزی ناشی می‌شود که زارعین مزارع پیشرفته دارای آن بودند. مقایسه شاخص اجتماعی مزارع رایج و پیشرفته با عملکرد نیز گواه این بود که در مزارع با شاخص اجتماعی با کیفیت‌تر، میزان عملکرد نیز بیش‌تر بود (شکل ۱۲).

جدول ٦- فراوانی طبقات مختلف شاخص‌های کلی مورد مطالعه در فرآیند AHP در مزارع رایج و پیشرفته. C و M به‌ترتیب اختصارات مربوط به مزارع رایج و پیشرفته هستند.

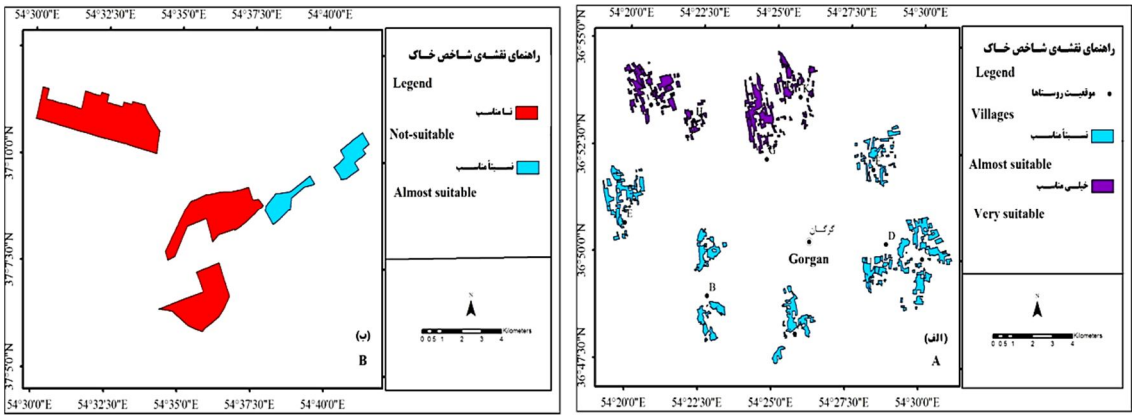
Table 6. The frequency of different classes of general indices in the process of AHP in common and modern fields.. C and M are abbreviations for common and modern fields, respectively

نام لایه Layer name	فراوانی طبقات The frequency of classes							
	خیلی مناسب Highly suitable		نسبتاً مناسب Almost suitable		ضعیف Poor		نامناسب Not suitable	
	رایج C	پیشرفته M	رایج C	پیشرفته M	رایج C	پیشرفته M	رایج C	پیشرفته M
شاخص مدیریتی Management index	❋	❋	❋		❋		❋	
شاخص خاک Soil index	❋		❋	❋				❋
شاخص توپوگرافی- اقلیمی Topographic-Climatic index	❋		❋		❋	❋	❋	
شاخص اجتماعی Social index				❋	❋			
شاخص اقتصادی Economic index	❋	❋	❋		❋		❋	
درصد فراوانی هر طبقه The frequency of each class	80	40	80	40	80	20	60	20



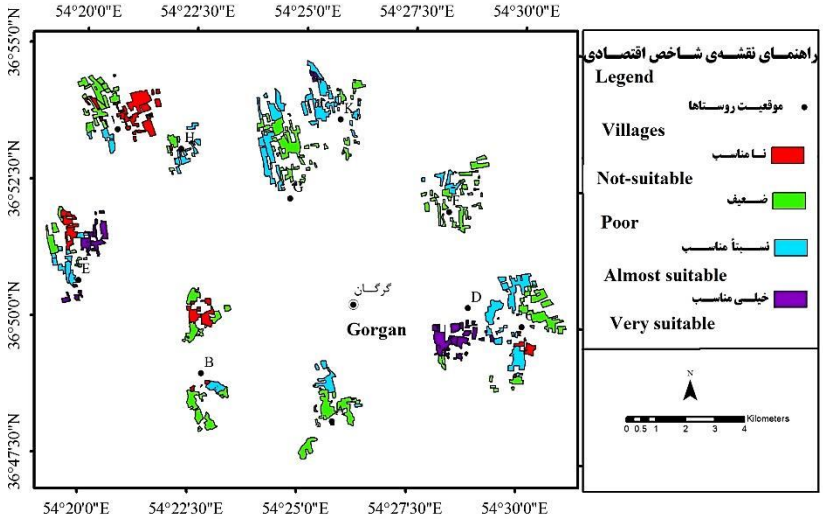
شکل ۸- نقشه طبقه‌بندی شده شاخص‌های مدیریت (الف) و توپوگرافی- اقلیمی (ب) در مزارع رایج (شاخص‌های مدیریتی و توپوگرافی- اقلیمی در مزارع پیشرفته به‌ترتیب در طبقات خیلی‌مناسب و ضعیف قرار داشتند).

Figure 8. Classified map of management (A) and topographic-climatic (B) indices in common fields (management and topographic-climatic indices of modern fields positioned in very suitable and poor clsses, respectively).



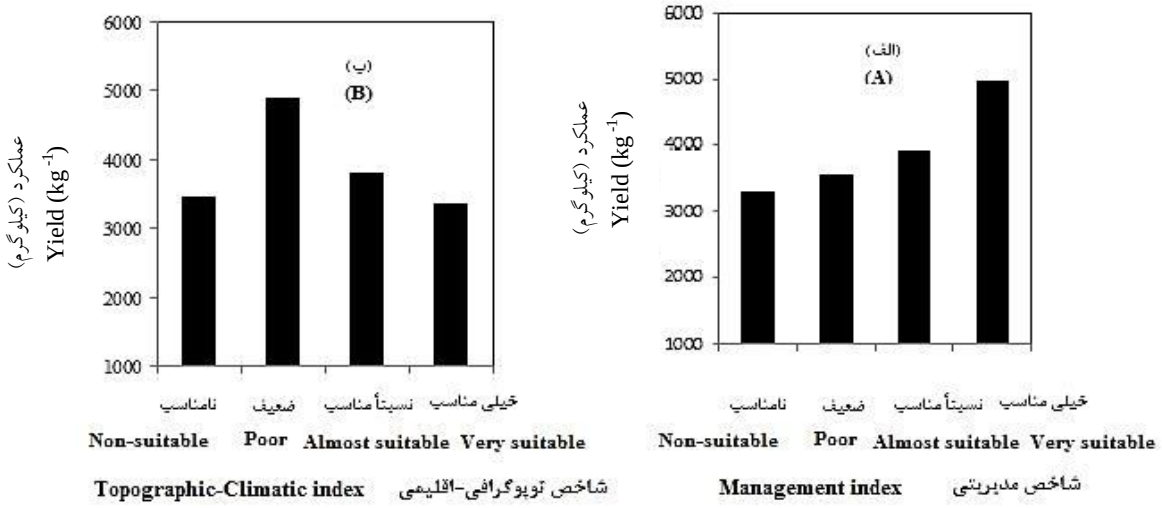
شکل ۹- نقشه طبقه‌بندی شده شاخص خاک در محدوده مزارع رایج (الف) و پیشرفته (ب).

Figure 9. Classified map of soil index in common (A) and modern (B) fields.



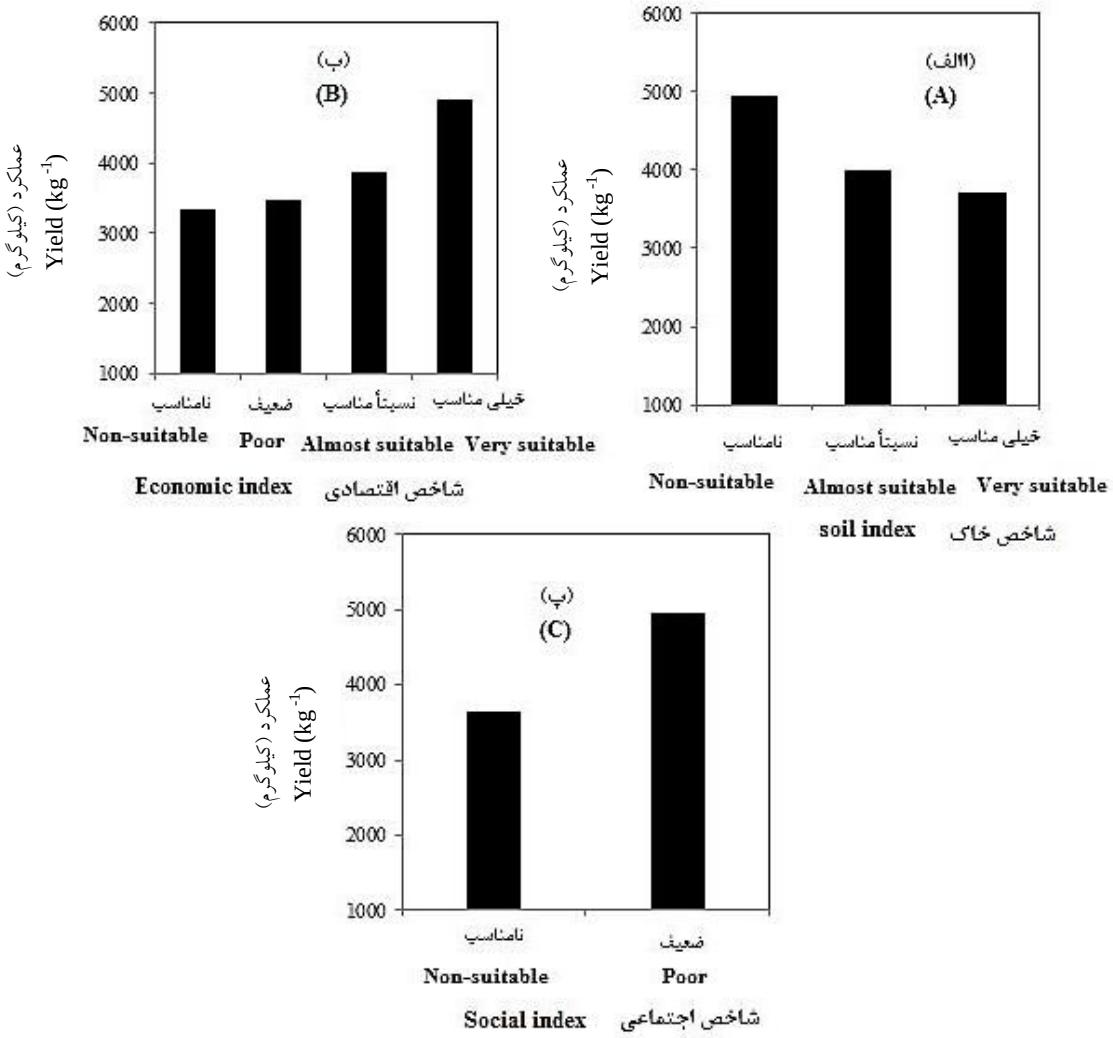
شکل ۱۰- نقشه طبقه‌بندی شده شاخص اقتصادی در محدوده مزارع رایج (تمامی مزارع پیشرفته در طبقه خیلی‌مناسب قرار داشتند).

Figure 10. Classified map of economic index in common fields (all modern fields were positioned in very suitable class).



شکل ۱۱- رابطه عملکرد مزارع رایج و پیشرفته در ارتباط با شاخص‌های مدیریتی (الف) و توپوگرافی- اقلیمی (ب).

Figure 11. The relationship between yield in the common and modern fields in connection with the management (A) and topographic-climatic (B) criteria.



شکل ۱۲- رابطه عملکرد مزارع رایج و پیشرفته در ارتباط با شاخص‌های خاک (الف)، اقتصادی (ب) و اجتماعی (پ).

Figure 12. The relationship between yield in the common and modern fields in connection with the soil (A), economic (B) and social (C) indices.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی در این پژوهش مشخص شد که عملکرد سامانه زراعی پیشرفته بیش‌تر از سامانه‌های زراعی رایج بود، در حالی‌که کیفیت پایین‌تری از دیدگاه عوامل محیطی (اقلیمی، توپوگرافی و خاک) نسبت به سامانه‌های زراعی رایج داشت. در واقع زارعین پیشرفته با مدیریتی قوی که خود نشأت‌گرفته از دانش تخصص کشاورزی بوده و تا حدی با مصرف نهاده بیش‌تر (آب و کود) توانستند علی‌رغم شرایط محیطی نامناسب‌تر از مزارع رایج، به عملکردی بالاتر و با اختلافی چشم‌گیر دست یابند. شاید افزایش عملکرد در مزارع پیشرفته با توجه به پتانسیل محیطی این مزارع خیلی میسّر نباشد و یا حداقل به‌راحتی میسّر نباشد، اما قطعاً در مزارع رایج با بهینه نمودن عملیات زراعی و تصمیمات مدیریتی می‌توان به عملکرد اقتصادی مطلوبی رسید. در رسیدن به این مهم، سیاست‌گذاران دولتی می‌توانند نقش مهم و پر رنگی داشته باشند. تقویت ارتباط بین دانش‌آموختگان کشاورزی، جهاد کشاورزی و دانشگاه با زارعین، می‌تواند خلاء ناشی از دانش کشاورزی در

مدیریت مزرعه را پوشش دهد و استفاده از تجارب زارعین و اطلاع از مشکلات آن‌ها راهنمای مسیر تحقیقاتی در دانشگاه باشد. علاوه‌بر دانش کشاورزی لازم است تا موازی با تولید علم، ابزار و نهاده‌های به‌روز نیز در بازار با قیمتی مناسب موجود و در دسترس زارعین باشد. در این بخش ایجاد شرکت‌های تعاونی کشاورزی و مراکز خدمات رسان در بخش مکانیزاسیون می‌تواند بسیار مؤثر باشد؛ چرا که اکثر ماشین‌آلات مدرن مانند کمبینات‌های موجود، برای مزارع کوچک و گاهاً ناهموار مناسب نیستند. لازم است ماشین‌آلاتی متناسب با اندازه، نوع خاک، شیب و رژیم آبیاری مزارع در دسترس زارعین قرار گیرد تا مورد استقبال و استفاده زارعین واقع شود. تنوع کم در نهاده‌های شیمیایی به‌ویژه تنوع کم در علف‌کش‌ها موجب استفاده مکرر از انواع محدودی از علف‌کش‌ها شده که علاوه‌بر عدم کنترل علف‌های هرز موجب ازدیاد علف‌های هرز مقاوم و افزایش هزینه کنترل آن‌ها و کاهش عملکرد این مزارع نیز شده است. کاهش سهمیه یارانه نهاده‌های کشاورزی به‌ویژه کودهای فسفره و نیتروژنی و افزایش قیمت آن‌ها در بازار آزاد از دیگر دلایل کاهش عملکرد در سامانه‌های رایج است. قطع و یا کاهش این نهاده‌ها می‌بایست موازی با اجرای تدابیری برای افزایش حاصل‌خیزی مزارع صورت گیرد تا کاهش عملکرد و درآمد زارعین به حداقل برسد.

منابع

1. Adab, H., Fallah Ghalhari, G.A., and Mirzabayati, R. 2008. Evaluation of the Kriging interpolation and linear regression analysis based on DEM in a mapping annual rainfall in Khorasan Razavi province. Geomatics 2008 and 4th Conference unification geographical names, Tehran, 11 May. (In Persian)
2. Affholder, F., Scopel, E., Neto, J.M., and Capillon, A. 2003. Diagnosis of the productivity gap using a crop model. Methodology and case study of smallscale maize production in central Brazil. Agr. J. 23: 305-325.
3. Anderson, W.K., Smith, W.R. 1990. Yield advantage of two semi-dwarf compared with two tall wheats depends on sowing time. J. Agric. Res. 41: 811-826.
4. Arora, V.K., and Gajri, P.R. 1998. Evaluation of a crop growth- water balance model for analizing wheat responses to climate-and water-limited environments. Field Crops Res. 59: 213- 224.
5. Bahmani, A.A., Rafighi, A., Darijani, A., and Tabarsa, T. 2011. Determining and Comparing the Effective Criteria on the Selection of Wood Products among Income Categories at Gorgan. J. Wood Forest Sci. Technol. 17(4): 83-95. (In Persian)
6. Bassu, S., Asseng, S., Motzo, R., and Giunta, F. 2009. Optimising sowing date of durum wheat in a variable Mediterranean environment. Field Crops Res. 111: 109-118.
7. Bazgir, S. 2000. The Potential of Climatic Zoning of Dry Land Wheat (case study Kurdistan province). Master of science thesis. Tehran university, 132p. (In Persian)
8. Boote, K.J., Jones, J.W., and Pickering, N.B. 1996. Potential uses and limitations of crop models. Crop Sci. 88: 704-716.
9. FAO. 2012. Wheat Flour: Agri Handbook. 50p. http://www.faostat3.org. 23/10/2014.
10. Ferrise, R., Triossi, A., Stratonovitch, P., Bindi, M., and Martre, P. 2010. Sowing date and nitrogen fertilization effects on dry mater and nitrogen dynamics for durum wheat: An experimental and simulation study. Field Crops Res. 117: 245- 257.
11. Ghasemi, M. 2011. Investigmating weed biodiversity in wheat fields of Gorgan country. M. Sc. Thesis of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 114p. (In Persian)

12. Ghodsipour, S.H. 2001. Analitical Hierarchy Proses. Amir Kabir university press. 220p. (In Persian)
13. Heidarzadeh, E., Almasi, M., Dehghanian, S., and Mohammad Rezaei, R. 2008. Comparison of machinery and labor productivity of mechanized and semi mechanized and semi traditional wheat production systems in Mashhad. Agric. Sci. Technol. J. 1: 51-62. (In Persian)
14. Heng, L.K., Asseng, S., Mejahed, K., and Rusan, M. 2006. Optimizinge wheat productivity in two rain-fed environments of the West Asia-North Africa region using a simulation model. Eur. J. Agr. 10: 1-9.
15. Jihad-e-Agriculture Organization of Iran. 2011. Statistics Report of 2010-2011 Years. Statistics and Information office of Jehad -Agriculture Organization of Iran. (In Persian)
16. Kalate Arabi, M., Sheikh, F., Soughi, H.A., and Hiveh Chi, J. 2011. Effects of Sowing Date on Grain Yield and Its Components of Two Bread Wheat (Triticum aestivum L.) Cultivars in Gorgan in Iran. J. Seed Plant Improv. 2(3): 285- 296. (In Persian)
17. Kayiranga, D. 2006. The effects of land factors and management practices on rice yields. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation Enschede (ITC). The Netherlands. 72p.
18. Kazemi, H. 2012. Agroecological zoning of agricultural lands in Golestan province. Ph.D. Thesis in Agronomy Tarbiat Modares University. 280p. (In Persian)
19. Kazemi, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Kamkar, B., Shataee, S., and Sadeghi, S. 2012. Evaluation of Geostatistical Methods for Estimating and Zoning of Macronutrients in Agricultural Lands of Golestan Province. J. Soil Water Sci. 22(1): 201-218. (In Persian)
20. Kazemi, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Kamkar, B., Shataee, S., and Sadeghi, S. 2013. Agro-Ecological Zoning of Golestan Province Lands for Soybean Cultivation Using Geographical In Formation System (GIS). J. Agric. Sci. Sustain. Prod. 23: 4. 21-40. (In Persian)
21. McLeod, J.G., Campbell, C.A., Dyck, F.B., and Vera, C.L. 1992. Optimum seeding dates of winter wheat in southwestern Saskatchewan. Agron. J. 84: 86- 90.
22. Nekahi, M.Z., Soltani, A., Siahmarguee, A., and Bagherani, N. 2014. Yield gap associated with crop management in wheat (Case study: Golestan province-Bandar-gaz). EJCP, 7(2): 136-156. (In Persian)
23. Panozzo, J.F., and Eagles, H.A. 1999. Rate and duration of grain filling and grain nitrogen accumulation of wheat cultivars grown in different environments. J. Agric. Res. 50: 1007-1015.
24. Priya, S., and Shibasaki, S. 2001. National spatial crop yield simulation using GIS-based crop production model. Eco. Mod. 135: 113-129.
25. Sarmadian, F., and Taghizadeh mehrjerdi, R.A. 2009. Accuracy Assessment of Geostatistical Methods for Zoning Soil Properties in Akhtaraba. J. Rang Watershed Manag.5: 377-388. (In Persian)
26. Soltani, A. 2007. Application of SAS in Statistical Analysis. Jihad Mashhad university press. 182p. (In Persian)
27. Soltani, A., and Galeshi, S. 2002. Importance of rapid canopy closure for wheat production in a temperature sub-humid environment: experimentation and simulation. Field Crops Res. 77: 17-30.
28. Subedi, K.D., and Ma, B.L. 2009. Assesment of some major yield- limiting factors on maize production in a humid temperate. Field Crops Res. 110: 21-26.
29. Torabi, B. 2011. Analyzing the wheat yield constraints in Gorgan with a simulation model and analytical hierarchy process (AHP) approach. Dissertation, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources. 224p. (In Persian)
30. Torabi, B., Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E., and Kazemi Korgehei, M. 2013. Ranking factors causing the wheat yield gap in Gorgan, EJCP. 6(1): 171-189. (In Persian)
31. Van Itersum, M.K., Ewert, F., Heckelei, T., Wery, J., Alkan Olsson, J., Andersen, E., Bezlepkina, I., Brouwer, F., Donatelli, M., Flichman, G., Olssen, L., Rizzoli, A.E., van der

Wal, T., Wien, J.E., and Wolf, J. 2008. Integrated assessment of agricultural systems a component-based framework for the European Union (SEAMLESS). Agric. Sys. 96: 150-165.

32. Zeinali, E., Soltani, A., Galeshi, S., and Movahedi-Naeeni, S.A.R. 2009. Estimates of nitrate leaching from wheat fields in Gorgan, of Iran. J. Environ Sci. 3: 645-655.