



به‌زرای کشاورزی

دوره ۱۹ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۶
صفحه‌های ۱۰۴۶-۱۰۳۳

شناسایی عوامل محدودکننده عملکرد سویا با استفاده از روش تحلیل مقایسه‌ی کارکرد (مطالعه‌ی موردی: استان گلستان – کلاله)

علی منصوری‌راد^{۱*}، علی نخزری‌مقدم^۲، افشین سلطانی^۳، علی راحمی‌کاریزی^۴، بنیامین ترابی^۴

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

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۲۷

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۴/۲۷

چکیده

یکی از عمده‌ترین مشکلات تولید سویا در استان گلستان اختلاف قابل توجه بین عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل وصول (خلای عملکرد) است که در سال‌های اخیر این اختلاف در مزارع سویا در مناطق تولید این محصول چشمگیر بوده است. بنابراین، شناسایی عوامل محدودکننده و خلاء عملکرد دارای اهمیت ویژه‌ای است. بدین منظور مطالعه‌ای در شهرستان کلاله و در ۷۳ مزرعه به صورت پیمایشی و براساس روش تحلیل مقایسه کارکرد انجام شد. در این مطالعه تمامی اطلاعات مربوط به عملیات مدیریتی، خصوصیات خاک و وضعیت اجتماعی-اقتصادی کشاورزان ثبت و اندازه‌گیری شدند. سپس با استفاده از رگرسیون گام به گام، رابطه بین عملکرد و تمامی متغیرها بررسی شد. نتایج نشان داد که بین عملکرد کشاورزان و عملکردی که می‌توانند برداشت کنند، ۲۶۰۶/۴ کیلوگرم در هکتار فاصله (خلای) وجود دارد. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که شش عامل محدودکننده عملکرد سویا در شهرستان کلاله شامل تجربه کشاورز، زیر خاک کردن بقایا، تاریخ کاشت، آبیاری بارانی، مقدار آب مصرفی و تراکم بوته به ترتیب ۵/۱، ۱۴/۷، ۱۳/۸، ۱۳/۸ و ۲۲/۵ درصد خلاء عملکرد ایجاد می‌کنند. در این تحقیق از بین شش عاملی که عملکرد قابل حصول سویا را محدود کرده است پنج متغیر، عوامل مدیریتی هستند که در صورت بهینه‌سازی این عوامل مدیریتی می‌توان عملکرد سویا را در منطقه کلاله تا ۷۰ درصد افزایش داد.

کلیدواژه‌ها: خلاء عملکرد، سویا، سی‌پی‌۱، عملکرد قابل حصول، عملکرد واقعی، مدیریت زراعی.

۱. مقدمه

علی‌رغم رشد چشمگیری که در تولید مواد غذایی طی نیم قرن گذشته صورت گرفته است، یکی از مهم‌ترین چالش‌های جامعه امروزی چگونگی رویارویی با مسئله تأمین غذای مورد نیاز جمعیت حدود نه میلیارد نفری قرن بیست‌ویکم است. به‌منظور پاسخ‌گویی به تقاضای مورد انتظار برای غذا، بدون افزایش چشمگیر در قیمت آن و با در نظر گرفتن پیامدهای رو به رشد تغییر اقلیم و نگرانی‌ها در مورد امنیت انرژی، می‌بایست تولید مواد غذایی ۷۰ تا ۱۰۰ درصد افزایش یابد [۲۰ و ۲۲] و این در حالی است که تولید کنونی مواد غذایی کمتر از تقاضای آن است که خود بیانگر وجود اختلاف بین سطوح فعلی تولید و تقاضای غذای جمعیت فعلی است. شیوه‌های مختلفی برای کم کردن این اختلاف گزارش شده است که شامل افزایش سطح زیر کشت، استفاده از سیستم کشت فشرده (تولید دو یا سه محصول در سال)، کاهش خلاء عملکرد در سطح مزارع کشاورزان، افزایش سقف عملکرد از طریق معرفی ارقام با قدرت تولید بالاتر، کاهش تلفات محصول پس از برداشت و نیز کاهش ضایعات مواد غذایی است [۲۴].

با توجه به اینکه تاکنون تمامی زمین‌های مستعد کشت گیاهان زراعی در حال بهره برداری است و افزایش سطح زیر کشت با محدودیت‌های جدی روبه‌رو است تمام سعی و تلاش محققان برای افزایش تولید در واحد سطح است که از طریق کاهش خلاء عملکرد بین عملکردهای واقعی و پتانسیل و معرفی ارقام با قدرت تولیدی بالاتر صورت می‌گیرد. در برخی از موارد ممکن است این ارقام تحت شرایط مناسب محیطی و مدیریتی قرار نگیرند که در چنین شرایطی بین عملکرد واقعی (عملکردی که در شرایط وجود عوامل محدود کننده به دست می‌آید) و عملکرد پتانسیل آن‌ها (عملکرد حاصل شده در شرایط عدم عوامل محدود کننده) خلاء عملکرد به وجود می‌آید. شناخت

عوامل ایجاد کننده خلاء عملکرد و تعیین سهم هریک از آنها می‌تواند ما را در تلاش برای کاهش خلاء عملکرد کمک کند [۴]. تجزیه و تحلیل خلاء عملکرد، مبنایی برای شناسایی مهم‌ترین محصول و عوامل مدیریتی و خاکی محدود کننده عملکرد فعلی کشاورزان و نیز بهبود وضعیت فعلی برای کاهش خلاء عملکرد است [۳۱]. یکی از روش‌هایی که برای کمی کردن خلاء عملکرد استفاده شده تحلیل مقایسه کارکرد (سی‌پی^۱) است. در این روش با استفاده از رگرسیون چندگانه و با روش گام‌به‌گام [۷] محدودیت‌های عملکرد و در نهایت مدل تولید تعیین می‌شود. با استفاده از مدل تولید و مقادیر پارامترهای مدل، سهم هر یک از محدودیت‌ها در ایجاد خلاء عملکرد مشخص می‌شود [۱۸].

بررسی عوامل محدود کننده عملکرد گندم در شرایط گرگان براساس روش سی‌پی^۱ مشخص کرد که میزان مصرف پتاسیم، تغذیه نیتروژن و تاریخ کاشت به ترتیب با ۲۰، ۶۱ و ۱۹ درصد در خلاء عملکرد نقش دارند [۹]. مطالعه محدودیت‌های عملکرد برنج با استفاده از روش سی‌پی^۱ نشان داد که مدل تولید ۵۸ درصد از تنوع عملکرد برنج را با متوسط خلاء عملکرد ۲۳۶۵ کیلوگرم در هکتار توجیه و پنج عامل تعداد دفعات مصرف کود، کمبود آب، تأخیر در برداشت، وجین دستی در دو نوبت و تأخیر در نشاءکاری سبب خلاء عملکرد برنج شده بود [۲۹]. در تحقیق دیگری روی برنج، خلاء عملکرد ۱۸۵۵ کیلوگرم در هکتار توسط دو عامل بیماری تونگرو^۲ و نامناسب بودن خاک گزارش شده است [۲۳]. با استفاده از همین روش عوامل موثر در خلاء عملکرد ذرت [۲۵]، پنبه [۱۷] و برنج [۳۰] بررسی شده است. نتایج تحقیقات در مناطق مختلف نشان داده اند از بین عوامل محدود کننده عملکرد گیاهان

1. Comparative Performance Analysis (CPA).
2. Tungro.

برای جمع آوری اطلاعات مورد نیاز برای کمی سازی تولید و برآورد خلاء عملکرد سویا انجام کار میدانی و مصاحبه شخصی (چهره به چهره) با کشاورزان صورت گرفت. بدین منظور ۷۳ مزرعه سویا واقع در محدوده جغرافیایی مطالعه شده مورد پایش قرار گرفتند که سطحی بالغ بر ۴۵۲ هکتار (۱۵ درصد) از اراضی زیر کشت سویا را شامل می شد. عملیات پایش طی فصل رشد محصول و به صورت هفته ای انجام شد. مزارع انتخابی برای پایش به گونه ای انتخاب شدند که دارای تنوع کافی مکانی (تنوع در خصوصیات مزرعه مانند کیفیت خاک و وسعت مزارع)، زمانی (تنوع در زمان انجام عملیات کاشت، داشت و برداشت) و اجتماعی-اقتصادی (سطح معلومات، شرایط درآمدی کشاورز) باشند. اطلاعات مربوط به مشخصات گیاه (نوع رقم، مراحل فنولوژیکی)، ویژگی های فیزیکوشیمیایی خاک، تمامی عملیات مدیریت زراعی مربوط به عملیات تهیه بستر بذر، کاشت، داشت و برداشت در هر مزرعه از طریق مشاهده، ملاقات چهره به چهره با کشاورزان و یا اندازه گیری، تکمیل شدند. برای آنالیز و اندازه گیری ویژگی های فیزیکوشیمیایی خاک، بعد از برداشت محصولات پاییزه از مزارع انتخابی نمونه خاک تهیه و در آزمایشگاه خاکشناسی هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد کربن آلی، درصد ازت کل، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب، درصد رس، سیلت، ماسه و همچنین کلاس بافت خاک اندازه گیری شد. مقدار آب مصرفی از طریق مقدار دبی خروجی پمپ آب و تعداد دفعات آبیاری مشخص شد و مقدار دانه تحویلی به مراکز خرید سویا بعد از تعیین مقدار افت به عنوان عملکرد نهایی مزرعه ثبت شد. برای تعیین میزان خلاء عملکرد و شناسایی عوامل ایجاد کننده آن از تجزیه مقایسه کارکرد استفاده شد [۹]. در این روش رابطه بین تمام متغیرهای اندازه گیری شده (کمی و کیفی) و عملکرد با استفاده از روش رگرسیون چندگانه

زراعی که سبب خلاء عملکرد می شوند عوامل مدیریتی، مهم ترین آن ها هستند [۱۹، ۱۴، ۲۷، ۲۶، ۲۸ و ۱۵]. شناسایی عوامل محدودکننده می تواند سبب برطرف شدن یا کاهش خلاء عملکرد شود. روش سی پی اگزینیه مناسبی است که با استفاده از آن می توان عوامل محدود کننده عملکرد را شناسایی کرده و سپس نسبت به حذف این عوامل کاهنده عملکرد اقدام کرد. بررسی عملکردهای سالانه از مزارع سویا در شهرستان کلاله نشان می دهد که بین متوسط عملکرد به دست آمده از مزارع کشاورزان با حداکثر عملکرد به دست آمده در همان سال تفاوت قابل ملاحظه ای وجود دارد [۱۶]. بنابراین، این تحقیق برای تعیین میزان خلاء عملکرد سویا، شناسایی عوامل ایجاد کننده آن و نیز تعیین سهم هر یک از این عوامل در ایجاد خلاء عملکرد در شهرستان کلاله انجام شد.

۲. مواد و روش ها

این تحقیق در شرقی ترین منطقه استان گلستان (شهرستان کلاله) که سویا کشت می شود، صورت گرفت. شهرستان کلاله در موقعیت جغرافیایی بین ۵۵ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. براساس داده های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک شهرستان کلاله میانگین دمای بلندمدت منطقه (آمار پانزده ساله) ۱۸/۳ درجه سانتی گراد و میانگین بلندمدت بارندگی سالیانه ۵۷۷/۲ میلی متر است. شهرستان کلاله دارای بیش از ۹۰۰۰ هکتار اراضی آبی است که در حدود ۳۰۰۰ هکتار از این اراضی به عنوان کشت دوم (تابستانه) بعد از برداشت محصولات پاییزه (گندم و کلزا) سویا کشت می شود. ارقامی که در منطقه کشت می شود شامل رقم کتول و سامان است که بیش از ۹۵ درصد سطح کشت سویا متعلق به رقم کتول بود و محل تأمین بذر از شرکت دانه های روغنی صورت گرفت.

نتایج نشان داد که تراکم بوته سویا در مزارع مورد مطالعه بین ۵ تا ۲۴ بوته در مترمربع متغیر بود. در بین تراکم‌های مزارع بررسی شده، تراکم ۱۲ بوته در مترمربع بیشترین درصد فراوانی (۱۲/۳ درصد) را داشت و ۵۰ درصد مزارع مورد مطالعه تراکم ۱۴ بوته در مترمربع و کمتر از آن را داشتند (شکل ۲). با توجه به اینکه عمده کشت مزارع سویای منطقه مورد مطالعه، به صورت دستپاش صورت می‌گیرد به علت عدم استقرار بذر در عمق مناسب و یکنواخت، عمدتاً تراکم بوته در مترمربع کاهش می‌یابد.

از لحاظ تاریخ کاشت بین مزارع مورد بررسی تفاوت چشمگیری وجود دارد و دامنه تاریخ کاشت از ۱۲ خرداد ماه (۷۴ روز از اول سال) تا ۲۵ تیرماه (۱۱۸ روز از اول سال) متغیر است و از نخستین تاریخ کاشت تا پایان کشت در منطقه ۴۴ روز طول می‌کشد که با توجه به محدودیت تاریخ کاشت زمان نسبتاً طولانی است. دیرترین تاریخ کاشت مجاز سویا در منطقه بررسی شده، ۱۰ تیرماه (۱۰۳ روز از اول سال) است که ۸۷ درصد مزارع بررسی شده تا ۱۰ تیرماه کشت شده‌اند و ۲۳ درصد مزارع خارج از دامنه مجاز آخرین تاریخ کاشت منطقه قرار دارند که عمدتاً با کاهش عملکرد مواجه می‌شوند (شکل ۳).

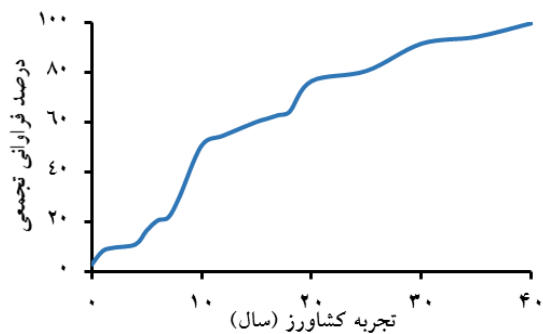
نحوه آبیاری در مزارع بررسی شده به دو صورت آبیاری کرتی و بارانی بود که عمده اراضی منطقه به صورت کرتی آبیاری شده بودند (۸۳/۶ درصد). با توجه به اینکه بیش‌تر اراضی آبی منطقه مورد مطالعه، دارای سطوحی کمتر از ۲ هکتار است امکان توسعه آبیاری بارانی به دلیل خرده مالکی امکان‌پذیر نیست و فقط در ۱۶/۴ درصد اراضی بررسی شده در منطقه، آبیاری به صورت بارانی انجام شده بود (شکل ۴).

بررسی شد. در این بخش نخست برای تعیین اینکه کدام متغیرها باید در مدل نهایی تولید گنجانده شوند از گزینش متغیر با استفاده از روش گام به گام^۱ استفاده شد [۷]. انجام تمامی مراحل فوق با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد [۸]. با قرار دادن متوسط مشاهده شده متغیرها (هاx) در ۷۳ مزرعه بررسی شده در مدل عملکرد، عملکرد متوسط با مدل محاسبه شد، سپس با قرار دادن بهترین مقدار مشاهده شده متغیرها در مدل، حداکثر عملکرد قابل دستیابی محاسبه شد. اختلاف بین این دو عملکرد، خلاء عملکرد در نظر گرفته شد. اختلاف حاصل ضرب مقدار متوسط مشاهده شده برای هر متغیر در ضریب آن با حاصل ضرب مقدار بهترین مشاهده شده برای همان متغیر در ضریب همان متغیر نشان دهنده مقدار خلاء عملکرد ایجاد شده برای آن متغیر است. نسبت خلاء عملکرد برای هر متغیر به کل خلاء عملکرد، نشان دهنده سهم آن متغیر در ایجاد خلاء عملکرد است و به صورت درصد نشان داده شد [۴].

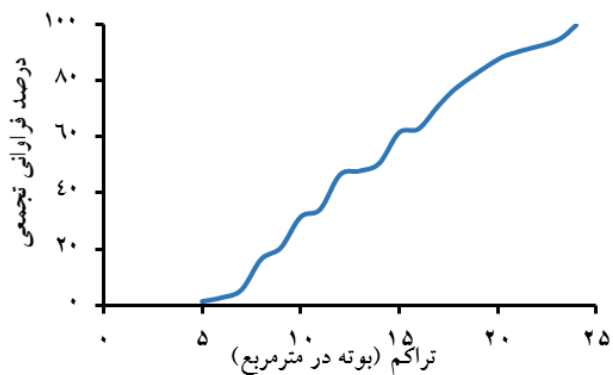
۳. نتایج و بحث

از لحاظ تجربه (سابقه کشت) بین کشاورزان تفاوت فاحشی وجود داشت. دامنه تجربه کشاورزان از کسانی که برای نخستین بار اقدام به کشت سویا کردند تا کسانی که ۴۰ سال سابقه کشت داشتند متغیر بود و در بین کشاورزان مورد مطالعه در حدود ۲۱ درصد افراد تجربه کشت ۱۰ سال سویا را داشتند که بیش‌ترین توزیع فراوانی سابقه کشت را داشت و تقریباً ۳۰ درصد کشاورزان تجربه کشت ۸ سال و یا کمتر از آن را داشتند (شکل ۱) با افزایش تجربه کشت سویا تا ۸ سال تولید محصول نیز روند صعودی داشته است و بعد از آن با افزایش سابقه کشت، عملکرد تقریباً یکسان بود (داده‌ها نشان داده نشده‌اند).

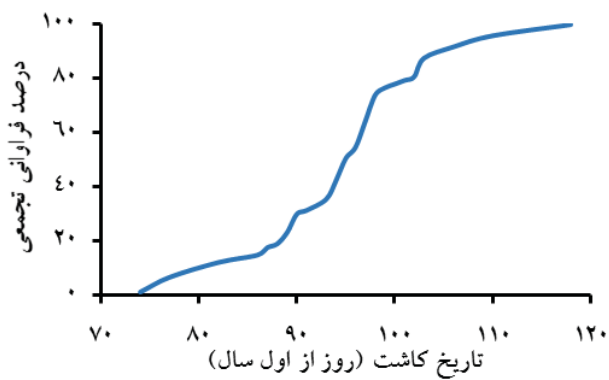
شناسایی عوامل محدودکننده عملکرد سویا با استفاده از روش تحلیل مقایسه‌ی کارکرد (مطالعه‌ی موردی: استان گلستان - کلاله)



شکل ۱. درصد فراوانی تجمعی تجربه (سابقه کشت) کشاورزان



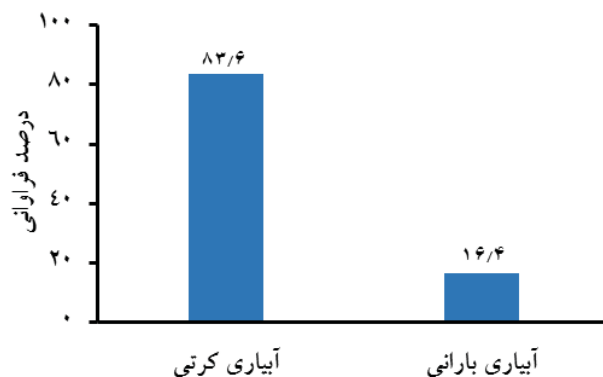
شکل ۲. درصد فراوانی تجمعی تراکم بوته در مزارع مورد مطالعه



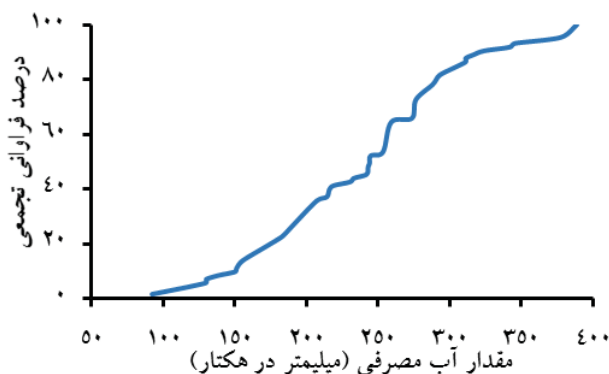
شکل ۳. درصد فراوانی تجمعی تاریخ کاشت در مزارع مورد مطالعه

به زراعی کشاورزی

دوره ۱۹ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۶



شکل ۴. درصد فراوانی نحوه آبیاری مزارع بررسی شده



شکل ۵. درصد فراوانی تجمعی مقدار آب مصرفی در مزارع مورد مطالعه

بقایای انجام شده بود که سهم هر کدام به ترتیب ۱۷/۸، ۴۹/۳ و ۳۲/۹ درصد بود که حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک با ادوات کم خاک‌ورزی نظیر گاوآهن مرکب و پنجه‌غازی بیش‌ترین سهم را دارا بود (شکل ۶)، که نشان دهنده توسعه، کم‌خاک‌ورزی در منطقه است.

از لحاظ عملکرد بین مزارع مورد مطالعه تفاوت چشمگیری وجود داشت و دامنه عملکرد مزارع بررسی شده، از ۱۰۰۰ تا ۳۵۰۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود که عملکرد ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین توزیع

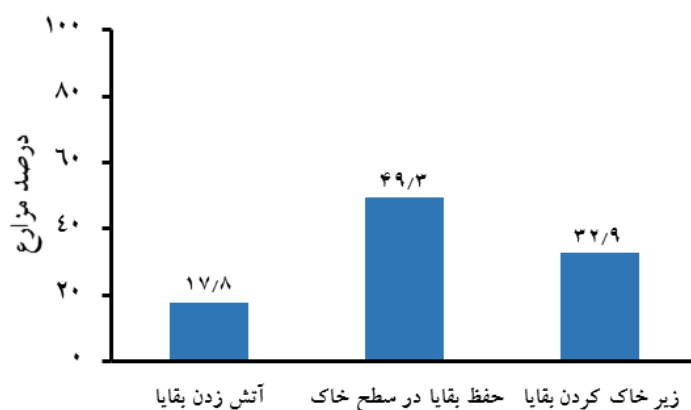
دامنه مقدار آب مصرفی در مزارع بررسی شده، از ۹۲ تا ۳۸۸/۸ میلی‌متر در هکتار متغیر بود. تقریباً در ۱۱ درصد مزارع مورد بررسی، ۲۵۹ میلی‌متر در هکتار آب مصرف شده بود. در ۶۴ درصد مزارع مورد مطالعه، حداکثر مقدار آبی که برای آبیاری استفاده شده بود ۲۵۹ میلی‌متر در هکتار و یا کمتر از آن بود (شکل ۵).

از نظر مدیریت بقایای گیاهی محصول قبل در مزارع بررسی شده، معمولاً یکی از روش‌های آتش زدن بقایا، حفظ درصدی از بقایا در سطح خاک و زیر خاک کردن

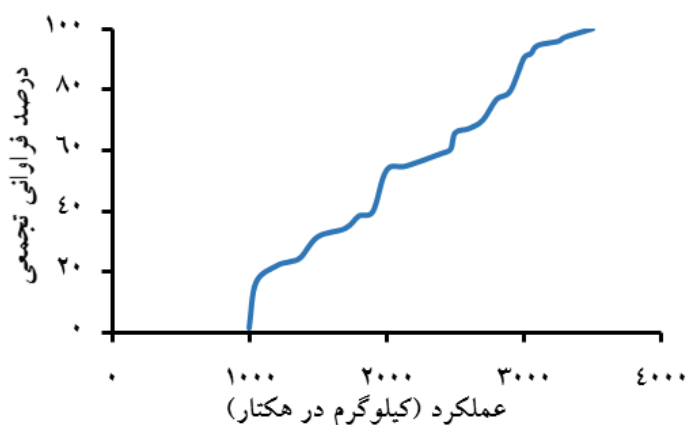
لحاظ شد و سایر متغیرها از قبیل سن و تجربه‌ی کشاورز، تاریخ کاشت، تراکم بوته در مترمربع، آبیاری، مقدار آب مصرفی، مدیریت بقایای گیاهی، نوع خاک‌ورزی، مصرف کودهای پایه و سرک، مقدار مصرف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاس، مصرف آفت‌کش و علف‌کش، مصرف کود بیولوژیک و خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی خاک به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند.

فراوانی (۱۳/۷ درصد) را داشت. تقریباً ۶۶ درصد مزارع بررسی شده، عملکرد ۲۵۰۰ کیلوگرم و یا کم‌تر از آن را داشتند (شکل ۷) که نشان دهنده‌ی عملکردهای پایین در بیش‌تر مزارع سویای مورد مطالعه است.

برای تعیین مهم‌ترین متغیرهای مدیریتی مؤثر بر عملکرد و مدل عملکرد از رگرسیون گام‌به‌گام استفاده شد که در این رگرسیون عملکرد در واحد سطح، متغیر وابسته



شکل ۶. درصد فراوانی مدیریت بقایای گیاهی محصول قبل در مزارع بررسی شده



شکل ۷. درصد فراوانی تجمعی عملکرد سویا در مزارع بررسی شده

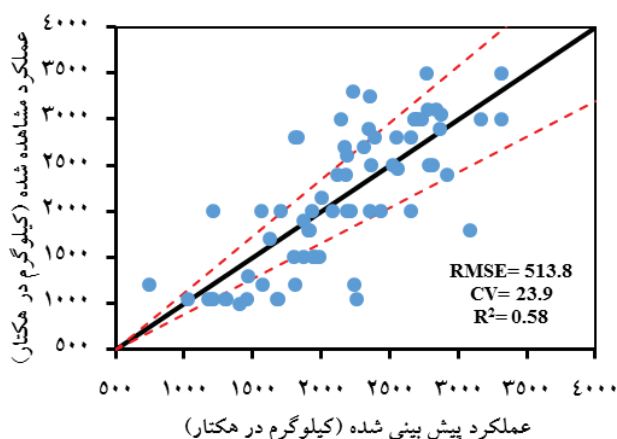
از بین ۵۰ متغیر مدیریتی مورد بررسی، مدل (معادله نهایی رگرسیون) با شش متغیر مستقل انتخاب شد که در جدول ۱ مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین متغیرهای انتخاب شده در مدل آورده شده است. این مدل ۵۸ درصد از کل تغییرات عملکرد را توجیه کرد ($p < 0.0001$) که مدل عملکرد به صورت زیر بود.

شکل ۸ رابطه بین عملکرد واقعی و تخمین زده شده با ضریب تبیین ۰/۵۸ را نشان می‌دهد جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تغییرات مدل به ترتیب ۵۱۳/۸ کیلوگرم در هکتار و ۲۳/۹ درصد است این آماره‌ها نشان می‌دهند که دقت مدل مناسب است و می‌تواند برای تعیین میزان خلاء عملکرد و سهم هر یک از محدودیت‌های عملکرد به کار گرفته شود.

مدل عملکرد به صورت زیر بود.

$$Y \text{ (kg/h)} = 2028.02 + 32.11 \times \text{expern} - 389.01 \times \text{incorp} - 18.48 \times \text{date} + 433.61 \times \text{irrbars} + 2.45 \times \text{watrur} + 59.36 \times \text{densty} \quad (1)$$

که در آن، Y: عملکرد؛ expern: تجربه کشاورز در کشت سویا؛ incorp: زیر خاک کردن کامل بقایای محصول



شکل ۸. رابطه بین عملکرد مشاهده شده و پیش‌بینی شده

جدول ۱. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین متغیرهای انتخاب شده در مدل نسی‌پی‌ا.

متغیرها	میانگین	حداکثر	حداقل
تجربه کشاورز (سال)	۱۵/۵	۴۰	۰
تراکم (بوته در مترمربع)	۱۴	۲۴	۵
تاریخ کاشت (روز از اول سال)	۱ تیرماه	۲۵ تیرماه	۱۲ خردادماه
آبیاری بارانی (استفاده یا عدم استفاده)	۰/۱۷	۱	۰
مقدار آب مصرفی (میلیمتر)	۲۴۲/۷	۳۸۸/۸	۹۲/۱
زیر خاک کردن بقایا (زیر خاک شده یا نه)	۰/۳۴	۱	۰
عملکرد واقعی (کیلوگرم در هکتار)	۲۱۵۰	۳۵۰۰	۱۰۰۰

نتایج نشان داد که از بین عوامل مورد بررسی، تجربه (سابقه کشت) کشاورز با ۳۰ درصد (۷۸۵/۵) کیلوگرم در هکتار) خلاء عملکرد بیشترین سهم را در محدودیت عملکرد و ایجاد فاصله از عملکرد قابل وصول داشت (جدول ۲ و شکل ۹). به نظر می‌رسد آموزش‌های فنی کشاورزان، انتقال یافته‌های جدید تحقیقاتی و ارتقاء سطح دانش آنان می‌تواند از سهم ۳۰ درصدی این عامل بکاهد و باعث کمتر شدن فاصله از عملکرد قابل وصول شود. هنگامی که تجربه کشاورز از صفر تا نه سال افزایش یافته، عملکرد نیز تا ۳۴۱۶ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت و بعد از آن عملکرد نسبتاً ثابت و روند یکنواختی را داشت (داده‌ها نشان داده نشده است).

کل خلاء عملکرد سویا و سهم هر یک از عوامل محدودکننده عملکرد نسبت به آن در جدول ۲ نشان داده شده است. بر طبق مدل عملکرد، متوسط و حداکثر عملکرد به ترتیب ۲۱۵۰/۱ و ۴۷۵۶/۵ کیلوگرم در هکتار تخمین زده شده است (جدول ۲) که با متوسط و حداکثر عملکرد مشاهده شده قابل مقایسه است (جدول ۱).
کل خلاء عملکرد تخمین زده شده توسط شش متغیر تجربه کشاورز، زیر خاک کردن کل بقایا، تاریخ کاشت، آبیاری بارانی، مقدار آب مصرفی و تراکم بوته ۲۶۰۶/۴ کیلوگرم در هکتار بود و نشان دهنده این مفهوم است که بین عملکرد واقعی کشاورزان و آن مقدار عملکردی که می‌توانستند برداشت کنند ۲۶۰۶/۴ کیلوگرم در هکتار فاصله وجود دارد که با اعمال مدیریت‌های مناسب‌تر قابل کاهش یا حذف خواهد بود.

جدول ۲. نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام و سهم هر یک از عوامل محدودکننده در ایجاد خلاء عملکرد سویا

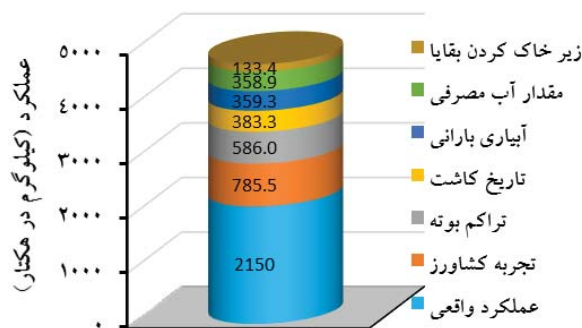
متغیر	ضریب	شکل متغیر در مدل		عملکرد حاصله با مدل		خلاء عملکرد	
		میانگین	مقدار انتخاب شده	میانگین	مقدار انتخاب شده	مقدار	%
عرض از مبدأ	۲۰۲۸/۰۲	۱	۱	۲۰۲۸/۰۲	۲۰۲۸/۰۲	-	-
تجربه کشاورز	۳۲/۱۱	۱۵/۵۴	۴۰	۴۹۹/۲۰	۱۲۸۴/۷۳	۳۰/۱	۷۸۵/۵
زیر خاک کردن بقایا	-۳۸۹/۰۱	۰/۳۴	۰	-۱۳۳/۳۷	۰	۵/۱	۱۳۳/۴
تاریخ کاشت	-۱۸/۴۸	۹۴/۷۲	۷۴	-۱۷۵۱/۴۶	-۱۳۶۸/۲۱	۱۴/۷	۳۸۳/۳
آبیاری بارانی	۴۳۳/۶۱	۰/۱۷	۱	۷۴/۳۳	۴۳۳/۶۱	۱۳/۸	۳۵۹/۳
مقدار آب مصرفی	۲/۴۵	۲۴۲/۴۷	۳۸۸/۸	۵۹۴/۶۴	۹۵۳/۵۰	۱۳/۸	۳۵۸/۹
تراکم بوته	۵۹/۳۶	۱۴/۱۲	۲۴	۸۳۸/۷۵	۱۴۲۴/۷۸	۲۲/۵	۵۸۶
میانگین عملکرد	-	-	-	۲۱۵۰/۱	۴۷۵۶/۵	۱۰۰	۲۶۰۶/۴

کشت، با محدودیت مواجه هستند معمولاً کشت سویا با تأخیر انجام می‌شود که با کاهش عملکرد همراه است. زودترین و دیرترین تاریخ کاشت منطقه در جدول ۱ نشان داده شده است که به ترتیب ۱۲ خرداد و ۲۵ تیرماه بود. خروجی مدل عملکرد نشان می‌دهد که اگر کشاورزان در ۱۲ خرداد ماه اقدام به کشت سویا می‌کردند، عملکردشان به میزان ۷۸۵/۵ کیلوگرم در هکتار افزایش می‌یافت. نتایج تحقیقات [۱۳، ۱۱، ۱ و ۶] نیز حاکی از آن است که با تأخیر در کاشت، عملکرد سویا بطور معناداری کاهش می‌یابد.

آبیاری بارانی و مقدار آب مصرفی به ترتیب باعث ۳۵۹/۳ و ۳۵۸/۹ کیلوگرم در هکتار عملکرد شده بود. به طوری که نحوه آبیاری مزارع و مقدار آب مصرفی در مجموع باعث ۲۷/۶ درصد خلاء عملکرد می‌شود. به دلیل اینکه در آبیاری بارانی توزیع آب در مزرعه یکنواخت بوده نسبت به آبیاری متداول منطقه (آبیاری کرتی) تأثیر بهتری بر افزایش عملکرد داشته است. هنگامی که مقدار آب مصرفی در طی فصل رشد سویا ۳۸۸/۸ میلیمتر بود، عملکرد به میزان ۳۵۸/۹ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (جدول ۲).

نتایج تجزیه مقایسه کارکرد نشان داد که دومین عاملی که بیشترین سهم را در محدودیت عملکرد سویا داشت تراکم بوته در مترمربع است که باعث ۲۲/۵ درصد (۵۸۶ کیلوگرم در هکتار) خلاء عملکرد شده بود (جدول ۲ و شکل ۹). تراکم بوته در مزارع بررسی شده از تنوع زیادی برخوردار بود به طوری که حداقل و حداکثر تراکم گیاهی به ترتیب ۵ و ۲۴ بوته در مترمربع بود که این تفاوت فاحش در غیریکنواختی در تراکم بوته در مزارع بررسی شده به سبب عدم کشت مکانیزه سویا در منطقه مورد مطالعه است که کشت دستپاش باعث استقرار بذر در عمق‌های نامطلوب شده که به تبع آن استقرار گیاهچه‌ها در مزرعه کاهش می‌یابد.

افزایش عملکرد سویا با افزایش تراکم بوته در مطالعات [۲، ۶ و ۱۲] گزارش شده است. بعد از تجربه کشاورز و تراکم بوته، تاریخ کاشت سومین عاملی است که بیشترین سهم را در محدودیت عملکرد سویا داشت که باعث ۱۴/۷ درصد (۳۸۳/۳ کیلوگرم در هکتار) خلاء عملکرد شده بود (جدول ۲ و شکل ۹). چون کشت سویا در این شهرستان به عنوان کشت دوم بعد از برداشت گیاهان زراعی پاییزه مانند کلزا و گندم صورت می‌گیرد با توجه به اینکه بیش‌تر کشاورزان از نظر دسترسی به ادوات تهیه بستر و



شکل ۹. سهم محدودیت‌های اصلی خلاء عملکرد در سویا

به زراعی کشاورزی

اختلافی به میزان ۲۶۰۶/۴ کیلوگرم وجود داشت. که از بین متغیرهای مورد بررسی، شش متغیر تجربه کشاورز، برگرداندن بقایای گیاهی محصول قبل، تاریخ کاشت، آبیاری بارانی، مقدار آب مصرفی و تراکم بوته سبب ایجاد خلاء عملکرد سویا در منطقه مورد مطالعه شد که تجربه کشاورز، تراکم بوته و تاریخ کاشت بیشترین سهم را (به ترتیب ۳۰/۱، ۲۲/۵ و ۱۴/۷ درصد) در ایجاد فاصله از عملکرد قابل حصول داشتند.

آبیاری بارانی، میزان آب مصرفی و برگرداندن بقایای محصول قبلی نیز به ترتیب ۱۳/۸، ۱۳/۸ و ۵/۱ درصد خلاء ایجاد کردند. بنابراین به نظر می‌رسد که با اصلاح این عوامل محدودکننده عملکرد سویا با استفاده از راهکارهای ذیل می‌توان اختلاف بین عملکرد قابل حصول و عملکرد واقعی را کاهش داد.

۱- افزایش سطح معلومات و دانش کشاورزی بهره‌برداران از طریق برگزاری کارگاه‌های آموزشی و انتقال یافته‌های نوین تحقیقاتی.

۲- توجه ویژه به خاک ورزی حفاظتی و تمهیدات لازم برای توسعه ادوات کم خاک‌ورزی.

۳- کاشت سویا با ردیف کارهای پنوماتیک به منظور فراهم کردن تراکم گیاهی مطلوب و یکنواخت در سطح مزرعه.

۴- کاشت سویا در نخستین فرصت بعد از برداشت محصولات پاییزه قبل از پایان خرداد ماه.

۵- تأمین آب مورد نیاز گیاه سویا در مراحل مختلف رشد با استفاده از توسعه آبیاری بارانی.

بررسی چهار تیمار آبیاری بر عملکرد سه رقم سویا در گرگان نشان داد که در هر سه رقم تغییرات عملکرد نسبت به آب مصرفی افزایشی و با شیب کاهشی است. در این مطالعه رقم دی‌پی‌ایکس^۱ در مقابل مقدار مشخصی از آب مصرفی، بالاترین عملکرد را نسبت به ارقام سحر^۲ و جی^۳ داشته است به طوری که با مصرف ۵۴۰ میلی‌متر آب در رقم دی‌پی‌ایکس بالاترین عملکرد (۳/۷ تن در هکتار) به دست آمد [۱۵]. همچنین نتایج مطالعه رژیم‌های مختلف آبیاری روی عملکرد چهار رقم سویا نشان داده است که در بین همه ارقام رابطه قوی بین کل مقدار آب مصرفی (مجموع باران و آبیاری) و عملکرد وجود دارد به طوری که با افزایش مقدار آب مصرفی عملکرد نیز به طور خطی افزایش یافته است [۲۱]. در دیگر مطالعات [۱۰ و ۳] نیز نتایج مشابهی گزارش شده است.

زیر خاک کردن بقایای گیاهی محصول قبل با ادوات خاک‌ورزی مرسوم مانند گاواهن باعث ۵/۱ درصد (۱۳۳/۴ کیلوگرم در هکتار) خلاء عملکرد شده است، به عبارتی حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک با ادوات کم خاک‌ورزی می‌تواند سبب افزایش عملکرد سویا در حدود ۱۳۳ کیلوگرم در هکتار شود. حفظ بقایا به علت حفظ و ذخیره رطوبت در خاک و کاهش تبخیر، صرفه‌جویی در مصرف آب، افزایش حاصلخیزی خاک و افزایش مواد آلی خاک، باعث ایجاد محیطی مناسب برای رشد گیاه می‌شود و گیاه در این شرایط آب و املاح و مواد آلی مورد نیاز را بهتر جذب می‌کند [۵].

۴. نتیجه‌گیری

در این مطالعه بین عملکرد قابل وصول (۴۷۵۶/۵ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد واقعی (۲۱۵۰/۱ کیلوگرم در هکتار)

منابع

۱. آقایاری ف.، فرجی ا. و کردکتولی ع. (۱۳۹۴) بررسی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد سویا به تاریخ کاشت، دما و ساعات آفتابی. بومشناسی کشاورزی.

۵۶۲-۵۴۷: (۴)۷

1. DPX
2. G3

به‌زراعی کشاورزی

۲. آنجنفی م. و فرنیا ا. (۱۳۸۶) بررسی تأثیر تراکم بوته بر خصوصیات مرفولوژیکی و عملکرد دانه ژنوتیپ های سویا در استان مرکزی. یافته‌های نوین کشاورزی. ۲(۲): ۱۰۷-۱۱۵.
۳. اکبری‌نودهی د. (۱۳۹۱) تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و کارایی مصرف آب سویا در مازندران. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۲(۱): ۱۳-۲۳.
۴. ترابی ب.، سلطانی ا.، گالشی س. و زینلی ا. (۱۳۹۰) تحلیل عوامل محدودکننده عملکرد گندم در شرایط گرگان. تولید گیاهان زراعی. ۴(۴): ۱-۱۷.
۵. حسین‌نژاد فوجردی ن.، اسدی م.، هزارجریبی ا. و قربانی خ. (۱۳۹۲) بررسی بهره‌وری مصرف آب سویا در مدیریت‌های مختلف خاک‌ورزی و بقایای گیاهی با آبیاری بارانی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ۱۳۸ ص.
۶. خادم حمزه ح.، کریمی م.، رضایی ع.و. احمدی م. (۱۳۸۳) اثر تراکم بوته و تاریخ کاشت بر صفات زراعی، عملکرد و اجزاء عملکرد سویا. علوم کشاورزی ایران. ۳۵(۲): ۳۵۷-۳۶۷.
۷. رضائی ع. و سلطانی ا. (۱۳۸۲) مقدمه‌ای بر تحلیل رگرسیون کاربردی. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، چاپ دوم، ۲۹۴ ص.
۸. سلطانی ا. (۱۳۸۶) کاربرد نرم‌افزار SAS و تجزیه‌های آماری (ویرایش دوم). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۸۲ ص.
۹. سلطانی ا.، ترابی ب.، گالشی س. و زینلی ا. (۱۳۸۸) تحلیل عوامل محدودکننده عملکرد گندم در شرایط
- گرگان با روش CPA. گزارش طرح پژوهشی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
۱۰. شمس بیرانوند م.، برومند نسب س. و ملکی ع. (۱۳۹۳) اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد، کارایی مصرف آب و شاخص برداشت ارقام سویا در خرم‌آباد. علوم و مهندسی آبیاری. ۳۷(۳): ۱۳-۲۰.
۱۱. عزیزی م.، فرامرزی ع.، عبدی م. و اجلی ج. (۱۳۸۴) بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم سویا در منطقه میانه. دانش نوین کشاورزی. ۱(۴): ۷۵-۸۵.
۱۲. عشری م.، نورمحمدی ق.، یزدپور ح.، دستان س. و یساری ا. (۱۳۹۱) اثر تراکم بوته بر عملکرد دو رقم سویا در منطقه ساری. دانش نوین کشاورزی پایدار. ۸(۱): ۵۹-۶۷.
۱۳. فراهانی پاد پ.، پاک نژاد ف.، فاضلی ف.، ایلکایی م. و داوودی فرد م. (۱۳۹۱) اثر تاریخ کاشت بر ماده خشک و اجزای عملکرد چهار رقم سویا رشد نامحدود. زراعت و اصلاح نباتات. ۸(۱): ۲۰۳-۲۱۲.
۱۴. کامکار ب.، کوچکی ع.، نصیری م. و رضوانی مقدم پ. (۱۳۸۶) آنالیز خلاء عملکرد زیره سبز در ۹ منطقه از استان‌های خراسان شمالی، خراسان رضوی و خراسان جنوبی با استفاده از رهیافت مدل‌سازی. پژوهش‌های زراعی ایران. ۵(۲): ۳۳۳-۳۴۱.
۱۵. کیانی ع. و رئیس س. (۱۳۹۲) بررسی کارایی مصرف آب چند رقم سویا تحت مقادیر مختلف آبیاری. پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۲۰(۵): ۱۷۲-۱۹۲.
۱۶. منصوریراد ع. (۱۳۹۱) گزارش نهایی زراعت سویا. مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان کلاله، ۵ ص.

17. Bakhsh K., Hassan I. and Maqbool A. (2005) Factors affecting cotton yield: A case study of Sargodha. *Journal of Agriculture Social Sciences*. 1:332-334.
18. De Bie C.A.J.M. (2000) Yield gap studies through comparative performance analysis of agro-ecosystems. International Institute for Aerospace and Earth Science (ITC), Enschede. The Netherlands. p. 234.
19. Egli D.B. and Hatfield J.L. (2014) Yield gaps and yield relationships in central u.s. soybean production systems. *Agronomy Journal*. 106:560-566.
20. FAO (2009) World Summit on Food Security, FAO, Rome [available at www.fao.org/wsfs/world-summit/en/]
21. Garcia A., Persson T., Guerra L.C and Hoogenboom G. (2010) Response of soybean genotypes to different irrigation regimes in a humid region of the southeastern USA. *Agricultural Water Management*, 97:981-987.
22. Godfray C., Beddington J.R., Crute I.R., Haddad L., Lawrence D., Muir J.F., Pretty J., Robinson S.M. and Toulmin C. (2010) Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*. 327:812-818.
23. 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. p. 72.
24. Koning N. and Van Ittersum M.K. (2009) Will the world have enough to eat? *Current Opinion Environmental Sustainability*. 1:77-82.
25. Pradhan R. (2004) The effect of land and management aspects on maize yield. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation Enschede (ITC). The Netherlands. p. 52.
26. Ruffo M.L., Gentry L.F., Henninger A.S., Seebauer J.R. and Below F.E. (2015) Evaluating management factor contributions to reduce corn yield gaps. *Agronomy Journal*. 107:495-505.
27. Singh P., Vijaya D., Chinh N.T., Pongkanjana A., Prasad K.S., Srinivas K. and Wani S.P. (2001) Potential productivity and yield gap of selected crops in the rainfed regions of India, Thailand, and Vietnam. Natural Resource Management Program Report no. 5. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. p. 50.
28. Subedi K.D. and Ma B.L. (2009) Assessment of some major yield-limiting factors on maize production in a humid temperate environment. *Field Crops Research*. 110: 21-26.
29. Rajapakse D.C. (2003) Biophysical factors defining rice yield gaps. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation Enschede (ITC). The Netherlands. p. 80.
30. Tanaka A., Satio K., Azoma K. and Kobayashi K. (2013) Factors affecting variation in farm yields of irrigated lowland rice in southern-central Benin. *European Journal Agronomy*. 44:46-53.
31. Van Ittersum M.K., Cassman K.G., Grassini P., Wolf J., Tittoneli P. and Hochm Z. (2013) Yield gap analysis with local to global relevance—A review. *Field Crops Research*. 143:4-17.



Crops Improvement

(Journal of Agricultural Crops Production)

Vol. 19 ■ No. 4 ■ Winter 2017

Identifying soybean yield-limiting factors by using Comparative Performance Analysis (Case study: Golestan province – Kalaleh)

Ali Mansouri Rad^{1}, Ali Nakhzari Moghadam², Afshin Soltan³, Ali Rahemi-karizaki², Benyamin Torabi⁴*

1. Ph.D. Student, Department of Plant Production, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
2. Assistant Professor, Department of Plant Production, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
3. Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
4. Assistant Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: February 15, 2017

Accepted: July 8, 2017

Abstract

One of the main problems of soybean production in the east region of Golestan, Iran is considerable difference between actual yield and attainable yield which is called yield gap. In recent years, this gap has been impressive, and therefore, identifying soybean yield-limiting factors is essentially needed. The present study was conducted based on CPA method in 73 fields of Kalaleh (Golestan, Iran) in 2016. In this study all information related about management practices, soil characteristics and farmer socio-economic status were measured and recorded. Then, using stepwise regression, the relationship between variables and yield was considered. The results showed that there is a 2606.4 kg/ha difference (gap) between actual yield (average farmers' yield) and attainable yield (maximum farmers' yield). It was identified that farming experience, burying plant residues in the soil, planting date, Sprinkler irrigation, the amount of used water and plant density were contributed to yield gap, 30.1, 5.1, 14.7, 13.8, 13.8 and 22.5%, respectively. It could be concluded that improving these factors will increase the yield up to 1802.9 kg/ha.

Keywords: actual yield, attainable yield, CPA, crop management, soybean, yield gap.