مجله کشاورزی بوم‌شناختی ۷ (۱) (۱۳۹۶) ۱۲۳- ۱۰۹

تحلیل عوامل محدودکننده عملکرد سویا در شرایط گرگان و علی‌آبادکتول با استفاده از روش CPA

علیرضا نه‌بندانی[۱،*]، افشین سلطانی[۱]، ابراهیم زینلی[۱] و فریما حسینی[۲]

گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

[۲] گروه زراعت، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی گرگان، گرگان، ایران.

*نویسنده مسئول: a.nehbandani@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۲۳

نه‌بندانی، ع.، ا. سلطانی، ا. زینلی و ف. حسینی. ۱۳۹۶. تحلیل عوامل محدودکننده عملکرد سویا در شرایط گرگان و علی‌آبادکتول با استفاده از روش CPA. مجله کشاورزی بوم شناختی. ۷ (۱): ۱۲۳- ۱۰۹.

سابقه و هدف: رفع خلاء عملکرد (اختلاف عملکرد کشاورزان و ظرفیت عملکرد) به عنوان امیدبخش‌ترین و مهم‌ترین راه افزایش تولید محصولات زراعی شناخته شده است. بنابراین، میزان خلاء عملکرد و دلایل آن بسیار دارای اهمیت است. سویا (*Glycine max*) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی روغنی در جهان است. سطح زیرکشت و تولید سویا در ایران به ترتیب حدود ۶۶ هزار هکتار و ۱۵۱ هزار تن می باشد. این میزان تولید پاسخگوی نیاز داخل کشور نمی‌باشد بنابراین، باید میزان تولید سویا افزایش پیدا کند. بدین منظور پژوهشی در شهرستان‌های گرگان و علی‌آباد کتول در ۱۳۸ کشتزار در سال‌های ۹۲، ۹۳ و ۹۴ به‌صورت بررسی میدانی و کاربرد مدل‌سازی رگرسیونی انجام شد.

مواد و روش‌ها: کشتزار با کمک مراکز خدمات کشاورزی انتخاب شدند. بر پایه اطلاعات موجود از کشاورزان در مراکز خدمات، کشتزارهایی انتخاب می‌شدند که از لحاظ سطح زیر کشت، مدیریت‌های مختلف و همچنین عملکرد دارای تنوع بودند. همه‌ی اطلاعات مربوط به عملیات مدیریتی ثبت و اندازه‌گیری شدند. عامل‌های مدیریتی مورد بررسی شامل پیشینه تولید، روش کاشت، تلقیح یا بدون تلقیح بذر با باکتری، میزان بذر، میزان کود نیتروژن (N)، میزان کود فسفر (P_2O_5)، میزان کود پتاس، شمار بارهای شخم، تاریخ کشت، نوع رقم، محصول پیشین، استفاده یا استفاده نکردن از کود سرک نیتروژن، شمار بارهای کود سرک نیتروژن، استفاده یا استفاده نکردن از علف کش، آفت‌کش، نوع کود دامی، روش آبیاری، شمار بارهای آبیاری، روش برداشت و غیره (در مجموع ۶۷ عامل مدیریتی) بودند. سپس رابطه بین عملکرد واقعی و ۶۷ متغیر مدیریتی با استفاده از رگرسیون گام به گام مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث: میزان میانگین و بیشینه عملکرد کشتزارهای مورد بررسی به ترتیب ۲۹۰۸ و ۵۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. جذر میانگین مربعات خط (RMSE) و ضریب تغییرات (CV) مدل به ترتیب برابر ۲۷۴ کیلوگرم در هکتار و ۹ درصد می‌باشد. این آماره‌ها نشان می‌دهند که دقت مدل قابل پذیرش بوده و می‌تواند برای تعیین میزان خلاء عملکرد و سهم هر یک از محدودیت‌های عملکرد به کار گرفته شود. مدل عملکرد، میانگین و بیشینه عملکرد را به ترتیب ۲۹۱۸ و ۴۸۲۰ کیلوگرم در هکتار برآورد کرد و در این مدل کل خلاء عملکرد برآورد شده ۱۸۷۱ کیلوگرم در هکتار بود. بنابراین، تعداد دفعات آبیاری ۲۹ درصد (برابر با ۵۳۵ کیلوگرم در هکتار)، میزان نیتروژن خالص ۲۲ درصد (برابر با ۴۱۹ کیلوگرم در هکتار)، میزان P_2O_5 مصرفی ۲۰ درصد (برابر با ۳۶۵ کیلوگرم در هکتار)، تاریخ کاشت با ۱۶ درصد (برابر با ۳۰۲ کیلوگرم در هکتار) و شمار دیسک ۱۳ درصد (برابر با ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) مهم‌ترین عامل‌های ایجاد خلاء عملکرد در منطقه می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری: با بهینه‌سازی موارد یاد شده می‌توان عملکرد سویا را در منطقه گرگان و علی آباد کتول به میزان ۱۸۷۱ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. البته، استفاده از این روش برای تعیین میزان‌های بهینه، مناسب نمی‌باشد. به منظور تعیین دقیق میزان‌های بهینه هر یک از موارد یاد شده می‌توان از دیگر روش‌های تجزیه و تحلیل خلاء عملکرد مانند تجزیه و تحلیل خط مرزی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، کود نیتروژن، کود فسفر، خلاء عملکرد.

مقدمه

سویا (*Glycine max*) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی - روغنی در جهان است. دانه سویا دارای بیش از ۱۸ درصد روغن و ۳۸ درصد پروتئین است. سویا به دلیل تثبیت نیتروژن، نقش زیادی در حاصل‌خیزی خاک و کاهش کاربرد کود و همچنین بهبود وضعیت محیط زیست دارد. این گیاه به عنوان خوراک انسان، دام و نیز در صنعت به‌کار برده می‌شود. سطح زیرکشت و تولید سویا در ایران به ترتیب حدود ۶۶ هزار هکتار و ۱۵۱ هزار تن می باشد که ۷۷ درصد سطح زیرکشت و ۷۴ درصد تولید آن مربوط به استان گلستان می‌باشد (Ministry of Agriculture Jihad, 2013). در این استان نیز حدود ۷۰ درصد تولید سویا مربوط به شهرستان‌های گرگان و علی‌آبادکتول می‌باشد. البته، این میزان تولید قابلیت تامین نیاز داخل کشور را ندارد. به‌طوری‌که کشور در سال ۱۳۹۱ حدود ۲/۳۷ میلیون تن به ارزش ۱/۵۳ میلیارد دلار واردات کنجاله سویا داشته است (Iran chamber of commerce, industries, mines and agriculture, 2015). همچنین، در سال ۲۰۱۳ میزان واردات روغن سویا حدود ۸۰۰ هزار تن به ارزش ۹۶۰ میلیون دلار بوده است (FAO, 2016). بنابراین، نیاز شدیدی به افزایش عملکرد و تولید دانه‌های روغنی وجود دارد. یک رویکرد برای تجزیه و تحلیل افزایش عملکرد گیاهان زراعی و تامین مواد غذایی ارزیابی خلاء عملکرد (اختلاف بین عملکرد ظرفیت گیاه زراعی و عملکرد کشاورزان) می‌باشد (Egli and Hatfield, 2014).

در سال‌های اخیر، تجزیه خلاء عملکرد گیاهان زراعی به صورت گسترده‌ای در جهان در سطوح مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. Egli and Hatfield (2014) با استفاده از تجزیه رگرسیونی کوانتایل به بررسی خلاء عملکرد سویا در کنتاکی از سال ۱۹۷۲ تا ۲۰۱۱ پرداختند. نتایج بررسی آنان نشان داد که بیشترین خلاء عملکرد مربوط به سال‌هایی بود که توانایی خاک برای تأمین آب، کافی نبود. آنان مهم‌ترین عامل‌های خلاء عملکرد را به‌ترتیب آبیاری ناکافی و ویژگی‌های خاک اعلام کردند. Sentelhas *et al*. (2015) به بررسی میزان خلاء عملکرد سویا و علل ایجاد آن در چند منطقه از برزیل پرداختند. نتایج بررسی آنان نشان داد که بخش عمده‌ای از خلاء عملکرد مربوط به کمبود آب و پس از آن مدیریت گیاه زراعی بود. میزان خلاء عملکرد ناشی از کمبود آب و مدیریت گیاه زراعی حدود ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. آنان برای کاهش خلاء عملکرد مدیریت آبیاری، تناوب زراعی و کشاورزی دقیق را پیشنهاد کردند. همچنین، بیان داشتند که افزایش سطح دانش کشاورزان و استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی گیاهان زراعی برای بهبود مدیریت گیاه زراعی می‌تواند کمک زیادی به کاهش خلاء عملکرد کند. Bhatia *et al*. (2008) به بررسی خلاء عملکرد سویا با استفاده از مدل CROPGRO-Soybean در هند پرداختند. نتایج بررسی آنان نشان داد که میانگین ظرفیت عملکرد در هند در شرایط نبود محدودیت آب ۳۰۲۰ کیلوگرم در هکتار و میانگین ظرفیت عملکرد در شرایط آب محدود ۲۱۷۰ کیلوگرم در هکتار بوده و نتیجه گرفتند که شرایط رطوبتی خاک باعث کاهش ۲۸ درصد عملکرد می‌شود.

از نخستین کارهای صورت گرفته در ایران در مباحث خلاء عملکرد می‌توان به تحقیق انجام شده توسط Soltani *et al*. (2000) اشاره کرد که به تجزیه و تحلیل محدودیت‌های موجود در تولید گندم در استان گلستان پرداختند. از دیگر کارهای صورت گرفته در ایران می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: Torabi *et al*. (2011) با استفاده از مدل Cropsyst و اطلاعات گردآوری شده در دو سال بررسی پیمایشی در شهرستان گرگان به همانندسازی خلاء عملکرد پرداختند و این‌گونه نتیجه گرفتند که عامل محدود کننده‌ی عملکرد در منطقه مورد بررسی میزان کاربرد کود نیتروژن است. ایشان همچنین حد بهینه کاربرد کود نیتروژن برای رسیدن به بیشینه عملکرد را ۱۷۱ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار برآورد کردند و نتیجه گرفتند خلاء عملکردهای بالاتر هنگامی رخ می‌دهد که کاربرد کود

Archive of SID

www.SID.ir

نیتروژن کمتر از این میزان باشد. Torabi *et al*. (2013) با دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[1] (AHP) و روش آنتروپی به رتبه‌بندی عامل‌های ایجادکننده‌ی خلاء عملکرد از دیدگاه متخصصان و کشاورزان منطقه گرگان پرداختند. مدیریت نادرست آبیاری و استفاده نامناسب از کودهای پرمصرف (ماکرو) یا پایه، سرک و کم‌مصرف (میکرو) از دیدگاه متخصصان و میزان بذر نامناسب در زمان کاشت، استفاده نامناسب از کود کم‌مصرف، عمق نامناسب کاشت و ریزش بذر در هنگام برداشت از لحاظ کشاورزان بیشترین اهمیت را در ایجاد خلاء عملکرد گندم دارند. ایشان با توجه به تناقض در دیدگاه این دو طیف، توصیه کردند برای کاهش میزان خلاء عملکرد در این منطقه باید رابطه بین کارشناسان کشاورزی و کشاورزان برای انتقال نظرهای کارشناسی تقویت شود.

CPA[2] یکی از روش‌هایی است که برای کمی کردن خلاء عملکرد استفاده می‌شود (Soltani *et al*., 2011). با استفاده از این روش محدودیت‌های اصلی عملکرد و توابع کمی شده برای خلاء عملکرد تعیین می‌شوند. در روش CPA با استفاده از رگرسیون چندگانه و با روش گام به گام محدودیت‌های عملکرد و در نهایت مدل تولید تعیین می‌شود. با استفاده از مدل تولید و مقادیر پارامترهای مدل سهم هر یک از محدودیت‌ها در ایجاد خلاء عملکرد مشخص می‌شود. برای اجرای موفق روش CPA، بررسی باید روی یک طبقه خاصی از کاربری زمین متمرکز باشد؛ و نیز نظام‌های کاربری زمین برای بررسی‌های پیمایشی باید شامل دامنه متنوعی از شرایط محیطی و فناوری‌های مختلف باشد (Torabi *et al*., 2012).

Pradhan (2004) با استفاده از روش CPA میزان خلاء عملکرد ذرت در موزامبیک را ۳۹۱۲ کیلوگرم در هکتار محاسبه کردند. وی بیان داشت که خاک دارای بافت سبک ۲۷ درصد، گستره کرت‌ها در کشتزار ۳۰ درصد، مقدار بذر کاشته شده در هر کپه ۳۰ درصد و انجام نشدن عملیات تنک به میزان ۱۳ درصد باعث کاهش عملکرد ذرت شدند. Kayiranga (2006) محدودیت‌های عملکرد برنج در روآندا را با استفاده از روش CPA بررسی کردند. مدل به‌دست آمده خلاء عملکرد را ۱۸۵۵ کیلوگرم در هکتار برآورد کرد. بیماری تونگرو (Rice tungro bacilliform virus) به میزان ۶۴/۱ درصد و وضعیت خاک ۳۵/۹ درصد از مهم‌ترین عامل‌های ایجاد کننده خلاء عملکرد بودند. Rajapakse (2003) نیز با استفاده از روش CPA نشان داد که خلاء عملکرد برنج ۲۳۶۵ کیلوگرم در هکتار بوده که در اثر عامل‌هایی همچون کود (۳۳ درصد)، کمبود آب (۲۶ درصد)، برداشت دیرهنگام (۱۸ درصد) وجین دستی در دو نوبت (۱۶ درصد) و به تعویق افتادن نشاکاری (۶ درصد) می‌باشد. Torabi *et al*. (2012) با استفاده از روش CPA در بررسی خلاء عملکرد گندم در گرگان نشان دادند که بین عملکرد واقعی و عملکرد قابل دستیابی، ۲۳۴۸ کیلوگرم در هکتار فاصله وجود دارد. آنان بیان داشتند کاربرد پتاسیم، مدیریت تغذیه نیتروژن و تاریخ کاشت به ترتیب با ۲۰، ۶۱ و ۱۹ درصد مهم‌ترین عامل‌های موثر در خلاء عملکرد هستند و با بهینه سازی آن‌ها می‌توان عملکرد گندم در گرگان را به میزان ۲۳۴۸ کیلوگرم افزایش داد. Nekahi, *et al*. (2013) با استفاده از روش CPA در بررسی خلاء عملکرد گندم دیم در بندرگز نشان دادند که بین میانگین عملکرد واقعی (۲۲۳۶ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد قابل دستیابی (۵۶۹۸ کیلوگرم در هکتار)، ۳۴۶۲ کیلوگرم در هکتار خلاء وجود دارد. آنان مهم‌ترین عامل‌های موثر در خلاء عملکرد را تراکم بوته (۱۵ درصد)، تاریخ کاشت (۳۶ درصد)، رقم (۲۱ درصد) و استفاده نکردن از علفکش تاپیک و گرانستار (۱۸ درصد) معرفی کردند.

بنابراین، این بررسی به منظور تعیین خلاء عملکرد سویا و تعیین عامل‌های محدودکننده عملکرد و سهم هر یک از آن‌ها در ایجاد خلاء عملکرد با استفاده از روش CPA در کشتزارهای سویا در شهرستان‌های گرگان و علی‌آبادکتول انجام شد.

مواد و روش‌ها

داده‌ها و اطلاعات زراعی

برای گردآوری اطلاعات مورد نیاز برای کمّی‌سازی تولید و برآورد خلاء عملکرد در منطقه گرگان و علی‌آبادکتول، نظارت کامل بر کشتزارها و همچنین مصاحبه شخصی (چهره به چهره) با کشاورزان انجام شد. این اطلاعات از مجموع ۱۳۸ کشتزار سویا در گرگان و علی‌آبادکتول در سال‌های ۱۳۹۲، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به دست آمد. کشتزارها با

[1] Analytical Hierarchy Process
[2] Comparative Performance Analysis

Archive of SID

www.SID.ir

کمک مراکز خدمات کشاورزی انتخاب شدند. بر پایه اطلاعات موجود از کشاورزان در مراکز خدمات، کشتزارهایی انتخاب می‌شدند که از لحاظ سطح زیر کشت، مدیریت‌های مختلف و همچنین عملکرد دارای تنوع بودند. عامل‌های مدیریتی مورد بررسی شامل پیشینه تولید، روش کاشت، تلقیح یا بدون تلقیح بذر با باکتری، محصول پیشین، میزان بذر، محل تهیه بذر، میزان کود نیتروژن (N) مصرفی، میزان کود فسفر (P_2O_5) مصرفی، میزان کود پتاس مصرفی، استفاده یا استفاده نکردن از کود سرک نیتروژن، تعداد دفعات پخش کود سرک نیتروژن، زمان کاربرد کود سرک نیتروژن، استفاده یا استفاده نکردن از شخم، تعداد دفعات شخم زدن، استفاده یا استفاده نکردن از دیسک، تعداد دفعات زدن دیسک، استفاده یا استفاده نکردن از چنگه، تعداد دفعات زدن چنگه، تاریخ کشت، نوع رقم، فاصله بین ردیف، فاصله روی ردیف، استفاده یا استفاده نکردن از علفکش، آفت‌کش، نوع علف‌کش، نوع آفت‌کش، استفاده یا استفاده نکردن از وجین، روش وجین، استفاده یا استفاده نکردن از کود دامی، نوع کود دامی، روش آبیاری، تعداد دفعات آبیاری، محل تامین آب آبیاری، تاریخ برداشت و روش برداشت بودند که در مجموع ۶۷ متغیر مدیریتی در کشتزارهای مورد بررسی قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری

برای تعیین مدل عملکرد، رابطه بین همه‌ی متغیرهای اندازه‌گیری شده (کمی و کیفی؛ متغیرهای کیفی به صورت صفر و یک کدگذاری شدند) و عملکرد با روش رگرسیون گام به گام (Rezaei and Soltani, 1998) مورد بررسی قرار گرفت.

با قرار دادن میانگین مشاهده شده متغیرها (x ها) در ۱۳۸ کشتزار منطقه بررسی شده در مدل عملکرد، عملکرد میانگین با مدل محاسبه شد. سپس با قرار دادن میزان مطلوب متغیرها در مدل عملکرد، ظرفیت عملکرد محاسبه شد. اختلاف این دو، برابر خلاء عملکرد خواهد بود. اختلاف حاصلضرب میزان میانگین مشاهده شده برای هر متغیر در ضریب آن با حاصل‌ضرب میزان مطلوب برای همان متغیر در ضریب همان متغیر نشان دهنده میزان خلاء عملکرد ایجاد شده برای آن متغیر است (جدول ۱). نسبت میزان خلاء عملکرد برای هر متغیر به کل خلاء عملکرد، نشان دهنده سهم آن متغیر در ایجاد خلاء عملکرد می‌باشد و به صورت درصد نشان داده شد. برای تجزیه داده‌ها از نرم افزار SAS استفاده شد (Soltani, 2007).

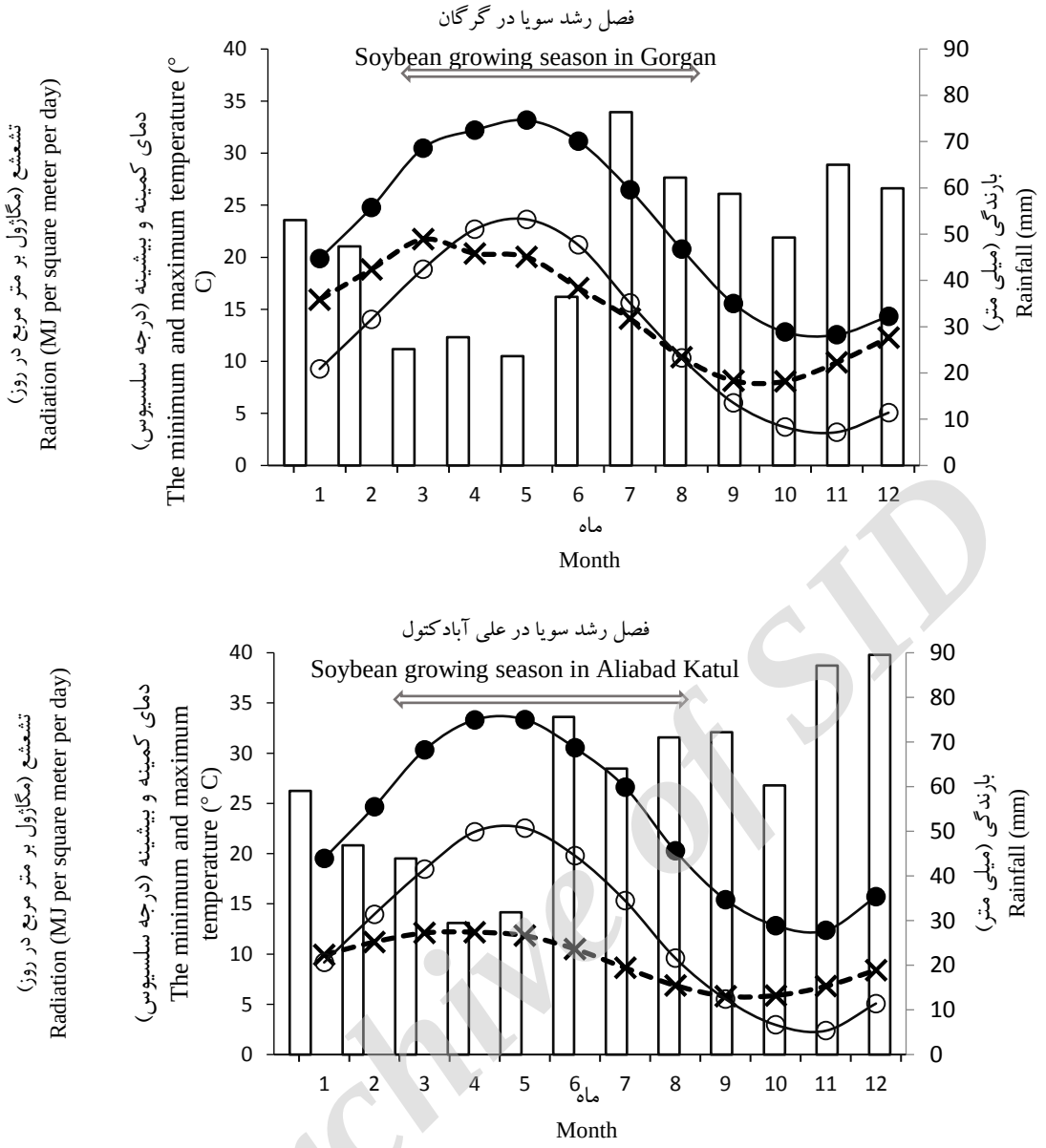
نتایج و بحث

اطلاعات اقلیمی

شهرستان گرگان با میانگین بلندمدت بارندگی سالانه ۵۷۱ میلی‌متر و کمینه و بیشینه دمای سالانه به ترتیب ۱۳ و ۲۳ درجه سلسیوس، دارای اقلیم معتدل نیمه مرطوب است. ارتفاع این شهرستان از سطح دریا ۱۳ متر بوده که در ۵۴ درجه و ۲۹ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۶ درجه و ۵۰ دقیقه عرض جغرافیایی در استان گلستان واقع شده است. میانگین تابش خورشیدی در گرگان در حدود ۱۴/۷ مگاژول بر مترمربع در روز در سال می‌باشد (شکل ۱). شهرستان علی-آبادکتول با میانگین درازمدت بارندگی سالانه ۷۳۱ میلی‌متر و کمینه و بیشینه دمای سالانه به ترتیب ۱۲ و ۲۳ درجه سلسیوس، دارای اقلیم کوهپایه‌ای است. ارتفاع این شهرستان از سطح دریا ۱۸۴ متر بوده که در ۵۴ درجه و ۵۳ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۶ درجه و ۵۲ دقیقه عرض جغرافیایی در استان گلستان واقع شده است میانگین تابش خورشیدی در علی‌آبادکتول در حدود ۱۴/۷ مگاژول بر مترمربع در روز در سال می‌باشد (شکل ۱).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- میانگین ماهانه‌ی کمینه (دایره‌های روشن) و بیشینه دما (دایره‌های تاریک)، بارندگی (ستون‌های روشن) و تابش خورشیدی (خطوط منقطع) شهرستان گرگان و علی‌آبادکتول بر پایه دوره‌ی ۲۰ ساله (۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳). نشانه پیکان نشان دهنده‌ی دوره رشد سویا در این مناطق است.

Fig. 1- Historic average monthly minimum (bright circles) and maximum temperatures (dark circles), precipitation (bright columns) and solar radiation (dashed lines) in the cities of Gorgan and Aliabad Katul. Arrows indicate the soybean growing season in these areas.

از میان متغیرهای مورد بررسی، مدل (معادله رگرسیون نهایی) با ۵ متغیر مستقل انتخاب شد. مدل عملکرد به صورت زیر بود:

$$Y = 1651 + 106.9X_1 + 4.9X_2 + 5X_3 + 9.1X_4 - 97.3X_5$$

که در آن Y: عملکرد (کیلوگرم در هکتار)؛ X_1، تعداد دفعات آبیاری؛ X_2، میزان نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار)؛ X_3، میزان P_2O_5 مصرفی (کیلوگرم در هکتار)؛ X_4، تاریخ کاشت (روز از اول فروردین)؛ X_5، تعداد دفعات دیسک هستند. در جدول ۱ میزان‌های کمینه، بیشینه و میانگین تعداد دفعات آبیاری، میزان نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار)، میزان P_2O_5 مصرفی (کیلوگرم در هکتار)، تاریخ کاشت، تعداد دفعات استفاده از دیسک و عملکرد در کشتزارهای مورد بررسی آورده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- میزان‌های کمینه، بیشینه و میانگین متغیرهای انتخاب شده در مدل CPA.

Table 1. Minimum, maximum and average of selected variables in CPA model.

متغیرها Variables	واحد Unit	میانگین Average	بیشینه Maximum	کمینه Minimum
شمار بارهای آبیاری (X_1) Number of irrigations (X1)	-	5	10	1
میزان نیتروژن خالص (X_2) Net nitrogen rate (X2)	Kg ha^{-1}	29	115	0
میزان P_2O_5 مصرفی (X_3) P_2O_5 rate (X3)	Kg ha^{-1}	30	99	0
تاریخ کاشت (X_4) Planting date (X4)	-	29 khordad (18 June)	1 Mordad (22 July)	10 Ordibehest (29 April)
شمار زدن دیسک (X_5) Number of Discs (X5)	-	1	7	1
عملکرد واقعی Actual yield	kg/ha	2908	5100	1000

شکل ۲ رابطه بین عملکرد واقعی و عملکرد برآورد شده با ضریب همبستگی ۰/۴۹ را نشان می‌دهد. جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تغییرات مدل به ترتیب برابر ۲۷۴ کیلوگرم در هکتار و ۹ درصد می‌باشد. این آماره‌ها نشان می‌دهند که دقت مدل قابل پذیرش است و می‌تواند برای تعیین میزان خلاء عملکرد و سهم هر یک از محدودیت‌های عملکرد به کار گرفته شود. همچنین همه‌ی متغیرهای وارد شده در مدل در سطح یک درصد معنی‌دار بوده‌اند.

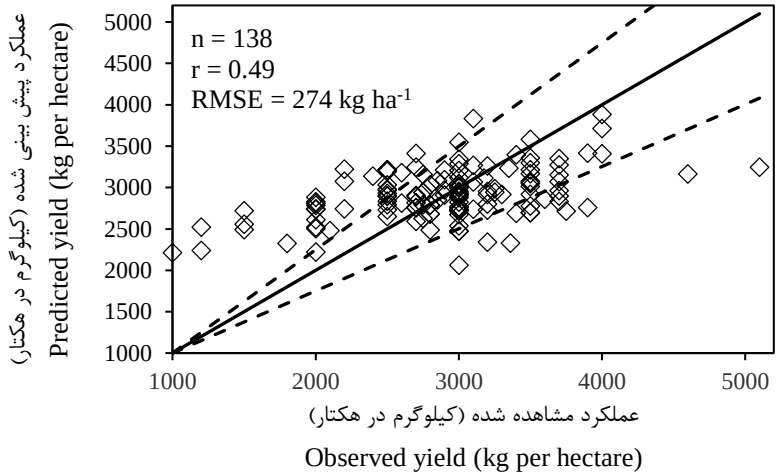
عامل‌های محدودکننده عملکرد و برآورد خلاء عملکرد: جدول ۲ کل خلاء عملکرد و سهم هر یک از عامل‌های محدودکننده عملکرد نسبت به آن را نشان می‌دهد. مدل عملکرد، میزان ظرفیت عملکرد را ۴۸۲۰ کیلوگرم در هکتار برآورد کرد. مدل عملکرد، میزان متوسط عملکرد ۲۹۱۸ کیلوگرم در هکتار محاسبه کرد که میزان آن نزدیک به میانگین عملکرد کشتزارهای (۲۹۰۸) مورد بررسی بود. کل خلاء عملکرد برآورد شده ۱۸۷۱ کیلوگرم در هکتار بود. این بدان معنی است که بین عملکرد واقعی کشاورزان و آنچه می‌توانند برداشت کنند ۱۸۷۱ کیلوگرم در هکتار فاصله وجود دارد که با مدیریت مناسب‌تر قابل حذف خواهد بود. سهم هر یک از عامل‌های محدود کننده عملکرد به صورت زیر می‌باشد (جدول ۲ و شکل ۳).

تعداد دفعات آبیاری (X_1): در شرایط گرگان و علی آبادکتول، در شرایط بحرانی ترین مراحل رشد سویا یعنی مرحله گلدهی و پر شدن دانه، ممکن است هیچ‌گونه بارش آسمانی وجود نداشته یا خیلی کم باشد. برای رسیدن به بیشینه تولید در سویا نیاز به ۴۵۰ تا ۷۰۰ میلی‌متر آب در طول فصل رشد می‌باشد (FAO WATER, 2016). کمترین میزان بارندگی منطقه گرگان و علی آباد کتول در طول سال در دوره رشد سویا رخ می‌دهد (حدود ۱۷۰ میلی‌متر) و این بارندگی‌ها نمی‌تواند آب مورد نیاز سویا را در مراحل حساس رشد تامین کند بنابراین، به منظور رسیدن به حدکثر عملکرد آبیاری سویا در منطقه ضرورت دارد.

در منطقه گرگان و علی آبادکتول بیشتر کشاورزان آبیاری را به صورت غرقابی انجام می‌دهند. در این منطقه بسته به تاریخ کاشت آبیاری سویا از دهه آخر تیر آغاز می‌شود. همچنین، بسته به میزان آب قابل دسترسی برای آبیاری، تعداد دفعات آبیاری بین ۱ تا ۱۰ مرتبه متغیر بود (جدول ۱). حدود ۴۰ درصد کشاورزان بین ۴ تا ۵ مرتبه آبیاری و حدود ۶ درصد از کشاورزان بیش از ۷ بار آبیاری را انجام دادند (شکل ۴).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- رابطه بین عملکرد مشاهده شده و پیش‌بینی شده. دامنه ۲۰ درصد از اختلاف بین همانندسازی شده و مشاهده شده توسط خطوط منقطع نشان داده شده است. خط ممتد خط ۱:۱ است.

Fig. 2- Predicted versus observed yield. The 20% ranges of discrepancy between simulated and measured are indicated by dashed lines. Solid line is 1:1 line.

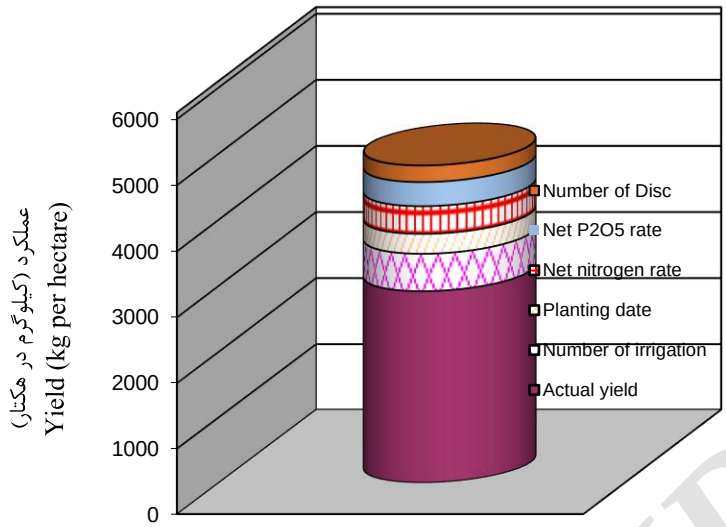
جدول ۲- کمی کردن خلاء عملکرد در سویا در شرایط گرگان و علی آباد کتول

Table 2. Quantifying the soybean yield gap in Gorgan and Aliabad katul.

متغیرها Variables	ضریب Coefficient	شکل متغیر در مدل Variable form in model		عملکرد محاسبه شده با مدل Yield calculated with model		خلاء عملکرد Yield gap	
		میانگین Average	میزان انتخاب شده Selected value	میانگین Average	میزان انتخاب شده Selected value	میزان (کیلوگرم در هکتار) Amount (kg per (hectare	درصد Percent
عرض از مبدا Intercept	1651	1	1	1651	1651	-	-
شمار بارهای آبیاری (X_1) Number of irrigation (X1)	106.9	5	10	535	1070	535	29
میزان نیتروژن خالص (X_2) kg/ha Net nitrogen rate kg/ha (X2)	4.9	29	115	142	561	419	22
میزان P_2O_5 مصرفی (X_3) kg/ha P_2O_5 rate kg/ha (X3)	5	26	99.3	129	494	365	20
تاریخ کاشت (X_4) Planting date (X4)	9.1	92	125	839	1141	302	16
شمار زدن دیسک (X_5) Number of Disc (X5)	-97.3	4	1	-348	-97	250	13
میانگین عملکرد Average yield kg/ha	-	-	-	2918	4820	1871	100

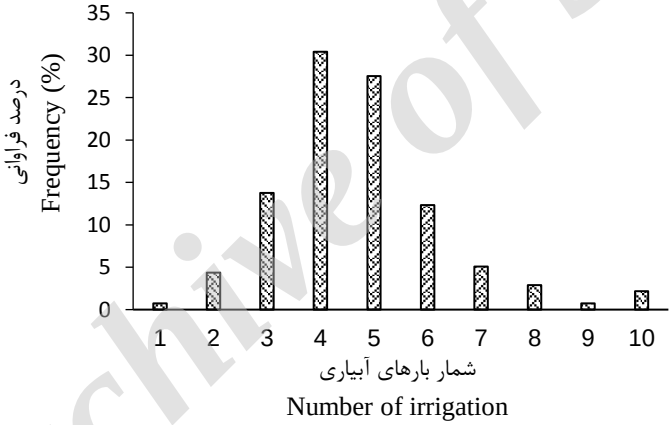
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- میزان محدودیت‌های اصلی خلاء عملکرد در سویا در منطقه گرگان و علی آبادکتول.

Fig. 3- The amount of main constraints on the soybean yield gap in Gorgan and Aliabad katul



شکل ۴- درصد فراوانی شمار بارهای آبیاری سویا در کشتزارهای مورد بررسی در شهرستان گرگان و علی‌آبادکتول

Fig. 4- Percentage frequency of the amount of soybean irrigation in farms in Gorgan and Aliabad Katul.

با توجه به اینکه در مدل عملکرد، اثر متغیر تعداد دفعات آبیاری مثبت بود که به معنی افزایش عملکرد با افزایش تعداد دفعات آبیاری می باشد بنابراین، بیشینه تعداد دفعات آبیاری (۱۰ بار) در مدل قرار داده شد. براساس نتایج CPA، تعداد دفعات آبیاری عامل ۲۹ درصد خلاء عملکرد یعنی ۵۳۵ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲ و شکل ۳).

سویا تحمل متوسطی به کمبود آب دارد اما در طول شکل گیری عملکرد (گلدهی و پرشدن دانه) به کمبود آب حساس است (Torrion *et al*., 2011). تنش خشکی در مراحل زایشی به علت کاهش فتوسنتز (نورساخت) و سرعت جذب نیتروژن (به دلیل کاهش تثبیت زیستی (بیولوژیک) نیتروژن و کاهش نیتروژن کانی خاک) و نیز با افزایش انتقال دوباره کربن و نیتروژن از دیگر اندام‌ها به دانه سبب کاهش طول دوره زایشی و پیری زودرس برگ‌ها شده و عملکرد کاهش پیدا می‌کند (Wingeyer *et al*., 2014).

بیشینه میزان مصرف آب توسط سویا ۰/۷۶ سانتی‌متر در روز است که در مرحله R2 تا R3 رخ می‌دهد. مهم‌ترین مراحل برای آبیاری مرحله افزایش طول غلاف (R3 تا R4) و پرشدن دانه (R5 تا R6) می‌باشد. نتایج بررسی‌ها نشان داده که آبیاری پیش از مرحله گلدهی فقط باید در حدی باشد که گیاه رشد کافی برای ورود به مرحله زایشی را داشته باشد (Heatherly and Elmore, 2004).

Archive of SID

www.SID.ir

میزان نیتروژن خالص (X_2): سویا نیاز به میزان زیادی نیتروژن برای تولید دانه دارد (Hungria *et al*., 2006). سه منبع اصلی دریافت نیتروژن توسط سویا برای رسیدن به بیشینه عملکرد شامل تثبیت زیستی نیتروژن، نیتروژن کانی خاک و کود نیتروژن است. کود نیتروژن به طور معمول برای کشت لگوم‌ها توصیه نمی‌شود، زیرا آن‌ها در شرایط نامطلوب می‌توانند با استفاده از نیتروژن خاک و نیتروژن ناشی از تثبیت زیستی به‌خوبی رشد کنند. با این وجود، برای اطمینان از رسیدن به بیشینه عملکرد استفاده از کود نیتروژن آغازگر توصیه می‌شود (Osborne and Riedell, 2006).

اغلب کشاورزان منطقه گرگان و علی آباد کتول بدون اطلاع از نیاز گیاه و انجام آزمایش‌های تعیین عنصرهای غذایی اقدام به کوددهی سویا کردند. یکی از مهم‌ترین دلایل انجام ندادن آزمایش‌های خاک برای تعیین دقیق میزان عنصرهای مورد نیاز در فصل رشد نداشتن توان اقتصادی مناسب کشاورزان به شمار می‌رفت. میزان کود نیتروژن خالص استفاده شده در کشتزارها توسط کشاورزان بین ۰ تا ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار متغیر بود (جدول ۱). حدود ۵۰ درصد کشاورزان کمتر از ۲۳ کیلوگرم نیتروژن خالص در کشتزارهای خود استفاده کردند (شکل ۵).

با توجه به اینکه در مدل عملکرد، تأثیر متغیر میزان نیتروژن خالص مثبت بود که به معنی افزایش عملکرد با افزایش میزان خالص نیتروژن می باشد بنابراین، بیشینه میزان نیتروژن خالص (۱۱۵ کیلوگرم در هکتار) در مدل قرار داده شد. بنابر نتایج CPA، میزان نیتروژن خالص عامل ۲۲ درصد خلاء عملکرد یعنی ۴۱۹ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲ و شکل ۳).

میزان P_2O_5 مصرفی (X_4): لگوم‌ها برای رشد کافی و تثبیت نیتروژن نیازمند به فسفر هستند. کمبود فسفر می‌تواند تشکیل گره در لگوم‌ها را محدود و درنتیجه تثبیت نیتروژن توسط سویا را محدود کند؛ استفاده از کود فسفره می‌تواند مانع کمبود فسفر در گیاه شود (Kamara *et al*., 2008).

سوپرفسفات تریپل و آمونیوم فسفات مهم‌ترین منابع فسفر در تولید محصولات کشاورزی می‌باشند. میزان کود فسفر (P_2O_5) استفاده شده در کشتزارهای کشاورزان بین ۰ تا ۹۹ کیلوگرم در هکتار متغیر بود (جدول ۱). کمتر از ۵۰ درصد کشاورزان از کود فسفر در کشتزارهای خود استفاده کردند (شکل ۵).

با توجه به اینکه در مدل عملکرد، تأثیر متغیر میزان P_2O_5 مثبت بود که به معنی افزایش عملکرد با افزایش میزان P_2O_5 می باشد بنابراین، بیشینه میزان P_2O_5 (۹۹ کیلوگرم در هکتار) در مدل قرار داده شد. براساس نتایج CPA، میزان P_2O_5 عامل ۲۰ درصد خلاء عملکرد یعنی ۳۶۵ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲ و شکل ۳).

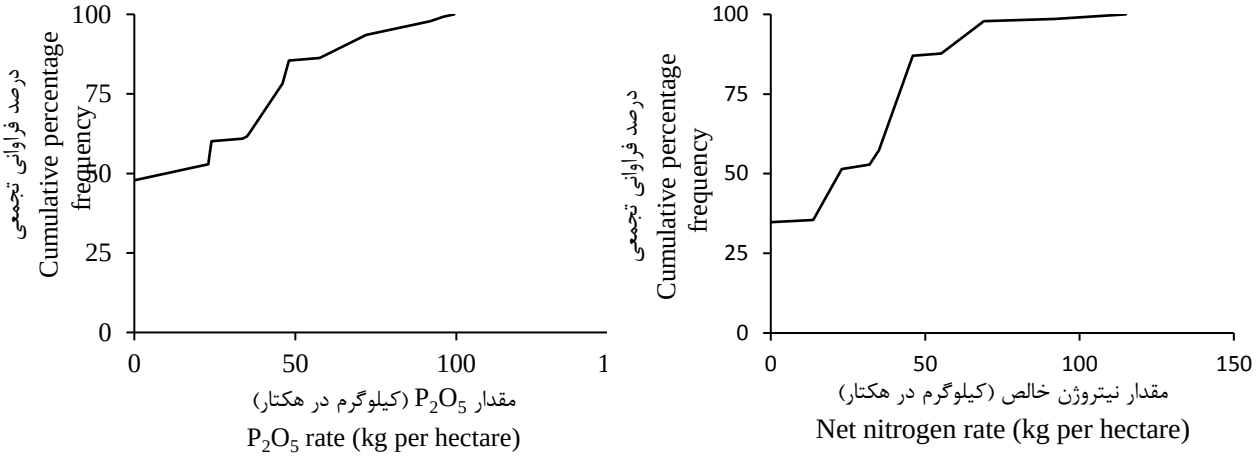
تاریخ کاشت (X_4): در کشتزارهای مورد بررسی زودترین، دیرترین و میانگین تاریخ کاشت به ترتیب ۱۰ اردیبهشت، ۱ مرداد و ۲ تیر بود (جدول ۱). براساس نتایج، کشاورزان بسته به زمان برداشت محصول پیشین (که ممکن است باقلا، نخود فرنگی، کلزا، سیب زمینی، جو و گندم باشد) از ۲۰ اردیبهشت تا ۱ مرداد اقدام به کشت سویا می‌کنند. حدود ۵۶ درصد از کشاورزان کشت سویا را تا اوایل فصل تابستان انجام دادند (شکل ۶).

با توجه به اینکه در مدل عملکرد، تأثیر متغیر تاریخ کاشت مثبت بود که به معنی کمتر بودن عملکرد در تاریخ کاشت‌های زودهنگام است بنابراین، دیرترین تاریخ کاشت (۱ مرداد) در مدل قرار داده شد. نتایج روش CPA نشان داد تاریخ کاشت مسئول ۱۶ درصد از کل خلاء عملکرد برآورد شده می‌باشد که این میزان برابر با ۳۰۲ کیلوگرم در هکتار است (جدول ۲ و شکل۳).

بررسی میانگین بلند مدت بیشینه دما در منطقه نشان داد که به‌طورمعمول از اواخر تیر تا اواخر مرداد دمای هوا به بیش از ۳۳ درجه سانتی‌گراد می رسد (شکل ۷). بنابر منابع دمای ۳۱ درجه سلسیوس آستانه آسیب به گل و دانه سویا می‌باشد و در دمای ۳۶ درجه سلسیوس آسیب کامل به گل و دانه سویا وارد می‌شود (Oh-E *et al*., 2007; Kitano *et al*., 2006). بنابراین، این احتمال وجود دارد که در کشت-های زودهنگام به دلیل برخورد مرحله گلدهی با بیشینه دما در منطقه کاهش عملکرد رخ داده باشد. هدف اصلی از تغییر در تاریخ کاشت، استفاده از شرایط رطوبتی مناسب و پرهیز از دماهای بالا می‌باشد (Heatherly and Elmore, 2004). افزایش دما از ۳۰ به ۳۵ درجه سلسیوس باعث ناباروری دانه گرده شده و در نتیجه سبب کاهش تشکیل دانه می‌شود (Wiebbecke *et al*., 2012). افزایش دما در طول روز به بیش از ۳۵ درجه سلسیوس می‌تواند باعث ناباروری کامل دانه‌های گرده شده و تشکیل غلاف را با مشکل رو به رو سازد (Hatfield and Prueger, 2015; Caviness and Fagala, 1973).

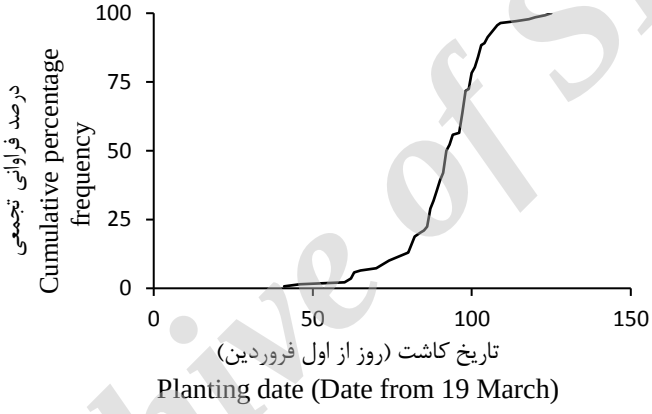
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵- درصد فراوانی تجمعی نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار) و P2O5 (کیلوگرم در هکتار) در کشتزارهای سویا در شهرستان گرگان و علی‌آبادکتول.

Fig. 5- Cumulative percentage frequency of net nitrogen rate (kg per hectare) and P_2O_5 rate (kg per hectare) in soybean farms in Gorgan and Aliabad katul.



شکل ۶- درصد فراوانی تجمعی تاریخ کاشت سویا در کشتزارهای مورد بررسی در شهرستان گرگان و علی‌آبادکتول

Fig. 6- Cumulative percentage frequency of planting date (kg per hectare) in soybean farms in Gorgan and Aliabad katul.

البته باید به این نکته اشاره کرد که مثبت شدن تأثیر تاریخ کاشت در مدل به معنی مطلوب بودن دیرترین تاریخ کاشت نمی‌باشد و همان‌طور که گفته شد از این روش نمی‌توان محدوده مناسب تاریخ کاشت را تعیین کرد، بلکه باید از دیگر روش‌های تجزیه مانند خط مرزی برای این منظور استفاده کرد. نویسندگان این نوشتار با استفاده از همین داده‌ها با روش تجزیه خط مرزی دیرترین تاریخ کاشت ممکن در منطقه که تاثیر منفی بر عملکرد نخواهد داشت را ۱۳ تیر ماه گزارش کردند (Nehbandani *et al*, 2016).

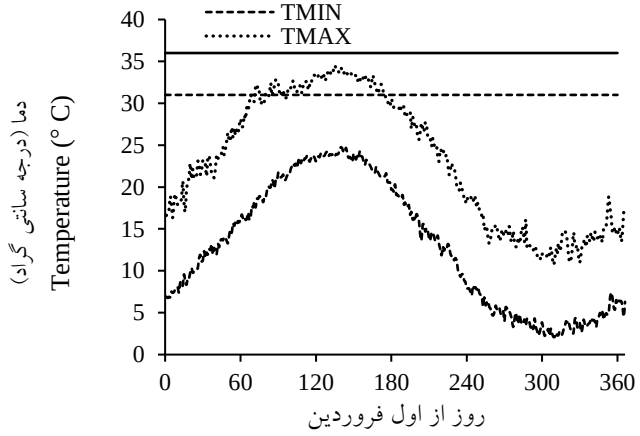
در این بررسی تعداد دفعات زدن دیسک از ۱ تا ۷ بار متغیر بود، به طوری که نزدیک به ۶۲ درصد از کشاورزان ۳ تا ۴ بار عمل دیسک‌زنی را انجام دادند (شکل ۸). به طور معمول بی‌درنگ پس از انجام آخرین دیسک کشت سویا انجام می‌شود.

با توجه به اینکه در مدل عملکرد، تأثیر تعداد دفعات زدن دیسک منفی بود بنابراین، کمترین تعداد دفعات دیسک (۱ بار) در مدل قرار داده شد. بنابر نتایج CPA، تعداد دفعات زدن دیسک عامل ۱۳ درصد خلاء عملکرد یعنی ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲ و شکل ۳).

بنابراین، به طور کلی می‌توان گفت در کشتزارهایی که دیسک‌زنی کمتری شده، عملکرد بیشتری داشته اند اما توسط این تجزیه نمی‌توان تعداد دفعات زدن دیسک مطلوب را تعیین کرد، بلکه باید از دیگر روش‌های تجزیه برای بررسی تعداد دفعات زدن دیسک مناسب استفاده کرد.

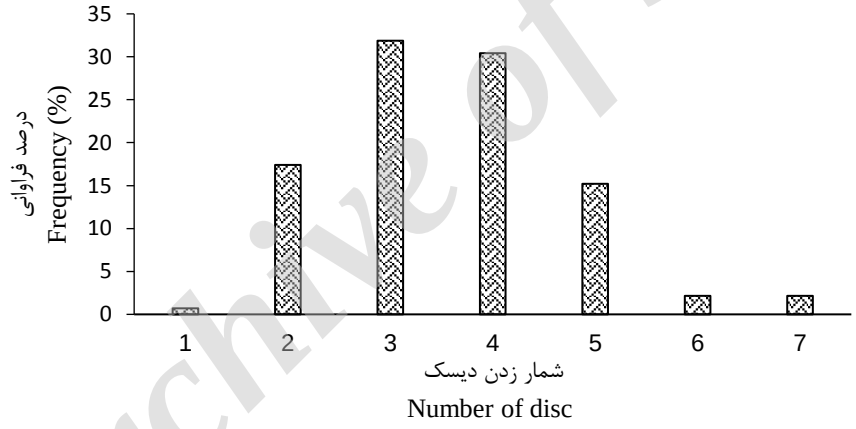
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۷- میانگین دمای کمینه و بیشینه (۲۰ ساله) در منطقه گرگان (خط منقطع افقی بیانگر دمایی که در بالاتر از آن آسیب به گل و دانه سویا آغاز می شود و خط ممتد افقی بیانگر دمایی که آسیب کامل به گل و دانه وارد می‌شود).

Fig. 7- Average minimum (TMIN) and maximum (TMAX) temperatures (20 years) in Gorgan (Horizontal interrupted line indicates the mean temperature that started to damage soybean flowers and grain. Horizontal solid line indicates the mean temperature that started full damage to soybean flowers and grain).



شکل ۸- درصد فراوانی شمار زدن دیسک پیش از کاشت سویا در شهرستان گرگان و علی‌آبادکتول.

Fig. 8- Percentage frequency of number of disc (kg per hectare) in soybean farms in Gorgan and Aliabad katul.

نتیجه‌گیری

در این بررسی میزان میانگین و بیشینه عملکرد مشاهده شده در کشتزارهای مورد بررسی به ترتیب ۲۹۰۸ و ۵۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. در مدل عملکرد، میانگین و بیشینه عملکرد محاسبه شده به ترتیب ۲۹۱۸ و ۴۸۲۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد و کل خلاء عملکرد برآورد شده ۱۸۷۱ کیلوگرم در هکتار بود. با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان مهم‌ترین عامل‌های محدودکننده عملکرد سویا در منطقه گرگان و علی آبادکتول را به صورت زیر بیان کرد:

الف: تعداد دفعات آبیاری عامل ۲۹ درصد خلاء عملکرد برآورد شده بود. ب: میزان نیتروژن خالص عامل ۲۲ درصد از کل خلاء عملکرد برآورد شده می‌باشد. ج: میزان P_2O_5 مصرفی عامل ۲۰ درصد از کل خلاء عملکرد برآورد شده می‌باشد. د: تاریخ کاشت عامل ۱۶ درصد از کل خلاء عملکرد برآورد شده می‌باشد. د: تعداد دفعات زدن دیسک عامل ۱۳ درصد از کل خلاء عملکرد برآورد شده می‌باشد. بنابراین، با بهینه‌سازی این عامل‌ها می‌توان به عملکرد شایان توجهی دست یافت. روش CPA روشی است که طراحی شده تا از بین شمار زیادی متغیر تعیین کند کدام

Archive of SID

www.SID.ir

متغیرها بیشترین تاثیر و نقش را بر عملکرد داشته و اینکه تاثیرشان منفی یا مثبت است. در زمان استفاده از این روش نباید این طور استنباط شود که برای متغیرهایی که اثرشان در مدل منفی شده است بنابه ضرورت کمترین میزان آن مناسب می‌باشد و یا برعکس برای متغیرهایی که اثرشان مثبت می‌باشد لزوما بیشترین میزان آن مطلوب است. همچنین، در تفسیر نتایج CPA باید دقت لازم به عمل آید زیرا گاهی ورود یک متغیر به مدل ممکن است به دلیل همبستگی و ارتباط قوی با متغیرهای دیگر باشد. استفاده از این روش برای تعیین مقادیر مطلوب، درست نمی‌باشد. برای تعیین مقادیر مطلوب می‌توان از دیگر روش‌های تجزیه مانند روش خط مرزی استفاده کرد (Hajarpour *et al*., 2015). نویسندگان این نوشتار نیز از روش تجزیه خط مرزی استفاده کرده و حدود بهینه را برای متغیرهای مختلف تعیین کردند (Nehbandani *et al*., 2016).

منابع

Barker, D.W. and Sawyer, J.E., 2005. Nitrogen application to soybean at early reproductive development. Agronomy Journal. 97, 615-619.

Bhatia, V., Singh, P., Wani, S., Chauhan, G., Rao, A., Mishra, A. and Srinivas, K., 2008. Analysis of potential yields and yield gaps of rainfed soybean in India using CROPGRO-Soybean model. Agricultural and Forest Meteorology. 148, 1252-1265.

Caviness, C.E. and Fagala, B.L., 1973. Influence of temperature on partially male-sterile soybean strain. Crop Science. 13, 503–504.

Dornbos, D. L. and Mullen, R.E., 1991. Influence of stress during soybean seed fill on seed weight, germination, and seedling growth rate. Journal of Plant Science. 71, 373-383.

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.

FAO, 2016. FAOSTAT. http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_soybean.html.

Hatfield, J.L. and Prueger, J.H., 2015. Temperature extremes: Effect on plant growth and development. Weather and Climate Extremes. 10, 4-10.

Heatherly, L.G. and Elmore, R.W., 2004. Management inputs for peak production. In: Boerma, H.R. and Specht, J.E. (Eds.), Soybeans: Improvement, Production and Uses. Agronomy Monoghraph. ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI, pp. 451-536.

Hungria, M., Franchini, J.C., Campo, R.J., Crispino, C.C., Moraes, J.Z., Sibaldelli, R.N., Mendes, I.C. and Arihara J., 2006. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N2 fixation and N fertilizer to grain yield. Canadian Journal of Plant Science. 86(4), 927-939.

Iran chamber of commerce, industries, mines and agriculture. 2015. ICCIMA. Available online at: http://en.iccima.ir/.

Kamara, A., Kwari, J., Ekeleme, F., Omoigui, L. and Abaidoo, R., 2008. Effect of phosphorus application and soybean cultivar on grain and dry matter yield of subsequent maize in the tropical savannas of north-eastern Nigeria. African Journal of Biotechnology. 7(15), 2593-2599.

Kayiranga, D., 2006. The effect of land factors and management practices on. Rice Yields. (Case Study in Cyili inland Valley, Gikonko District, Rwanda). MSc .Thesis. International institute for geo-information science and earth observation enschede, Netherlands.

Kitano, M., Saitoh, K. and Kuroda, T., 2006. Effects of high temperature on flowering and pod set in soybean. Scientific Reports of the Faculty of Agriculture. Okayama University. 95, 49-55.

Ministry of Agriculture Jihad, 2013. MAJ. Available online at: http://www.maj.ir/Portal/Home.

Nehbandani, A., Soltani, A., Zeinali, E., Hoseini, F., Shahhoseini, A. and Mehmandoei, M., 2016. Soybean yield gap analysis in Gorgan and Aliabad Katul using boundary line method. Agroecology journal. (2016), https://agry.um.ac.ir. (In Persian with English abstract).

Nekahi, M. Z., Soltani, A., Siahmarguee, A. and Bagherani, N., 2013. Yield gap associated with crop management in wheat (Case study: Golestan province-Bandar-gaz). Electronic Journal of Crop Production. 7(2), 135-156.

Oh-E, L., Uwagoh, R., Jyo, S., Kurahashi, T., Saitoh, K. and Kuroda, T., 2007. Effect of rising temperature on flowering, pod set, dry-matter production and seed yield in soybean. Japanese Journal of Crop Science. 76, 433-444.

Osborne, S. and Riedell, W., 2006. Starter nitrogen fertilizer impact on soybean yield and quality in the Northern Great Plains. Agronomy Journal. 98(6), 1569-1574.

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.

Rajapakse, D.C., 2003. Biophysical Factors Defining Rice Yield Gaps. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation Enschede (ITC). The Netherlands.

Rezaei, A. and Soltani, A., 1998. An introduction to Applied Regression Analysis, Fourth ed .Isfahan University of Technology. Esfahan.

Sentelhas, P., Battisti, R., Câmara, G., Farias, J., Hampf, A. and Nendel, C., 2015. The soybean yield gap in Brazil–magnitude, causes and possible solutions

Archive of SID

www.SID.ir

for sustainable production. The Journal of Agricultural Science. 153(8), 1394-1411.

Soltani, A., 2007. Application of SAS in statistical analysis. Mashhad Jahad Daneshgahi Press, Mashhad, Iran.

Soltani, A., Galeshi, S. and Zeinali, E., 2000. Analysis of limitations contained in wheat production in Golestan province, Golestan. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Research Report. Iran.

Soltani, A., Torabi, B., Galeshi, S. and Zeinali, E., 2011. Analyzing Wheat Yield Constraints in Gorgan with Comparative Performance Analysis (CPA) method, Golestan. Research Report. Iran.

Torabi, B., Soltani, A., Galeshi, S. and Zeinali, E., 2011. Assessment of yield gap due to nitrogen management in wheat. Australian Journal of Crop Science. 5, 879-884.

Torabi, B., Soltani, A., Galeshi, S. and Zeinali, E., 2012. Analyzing wheat yield constraints in Gorgan. Electron Journal of Crop Product. 4, 1-17 .(In Persian with English abstract).

Torabi, B., Soltani, A., Galeshi, S. and Zeinali, E., 2013. Assessment of effect of irrigation regime on wheat yield gap in Gorgan region. Plant Production Research. 20, 73-93. (In Persian with English abstract).

Torrion, J., Setiyono, T. D., Cassman, K. and Specht, J., 2011. Soybean phenology simulation in the north-central United States. Agronomy Journal. 103(6), 1661-1667.

Wiebbecke, C.F., Graham, M.A., Cianzio, S.R. and Palmer, R.G., 2012. Day temperature influences the male-sterile locus ms9 in soybean. Crop Science. 52, 1503–1510.

Wingeyer, A.B., Echeverría, H. and Rozas, H.S., 2014. Growth and yield of irrigated and rainfed soybean with late nitrogen fertilization. Agronomy Journal. 106, 2. 567-576.

Archive of SID

www.SID.ir

Analyzing soybean yield constraints in Gorgan and Aliabad katul using CPA method

Alireza Nehbandani,[1,*] Afshin Soltani,[1] Ebrahim Zeinali[1] and Farima Hoseini[2]
[1]Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
[2]Department of Agronomy, Islamic Azad University, Gorgan Branch, Gorgan, Iran.
* Corresponding author: a.nehbandani@yahoo.com.

Submitted: 2016.07.08
Accepted: 2016.11.13
Nehbandani, A., Soltani, A., Zeinali E. and Hoseini, F., 2017. Analyzing soybean yield constraints in Gorgan and Aliabad katul using CPA method**.** Journal of Agroecology. 7 (1), 109-123.

Introduction: Removing the yield gap (the difference between farmed yield and potential yield) is known as the most important way to increase crop production (Egli and Hatfield, 2014). Therefore, the amount of yield gap and the reasons for it are important. Soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill] are one of the most important oilseed crops in the world (FAOSTAT, 2016). In Iran, the area of soybean cultivation is up to 66,000 hectares and annual production is 151,000 tons (Ministry of Agriculture Jihad, 2013). This does not meet domestic requirements, however, so soybean production should be increased. For this purpose, a field study was conducted in 138 farms using an application of regression modeling in 2013-15 in cities of Gorgan and Aliabad Katul.

Materials and methods: Farms were selected with the help of agricultural service centers. Based on information provided by the service centers, farms were selected based on their diversity in terms of area under cultivation, management and yield. Management factors included a history of production, planting methods, inoculated or non-inoculated seed with bacteria, seed rate, nitrogen fertilizer (N) rate, phosphorus fertilizer (P_2O_5) rate, potash fertilizer rate, the number of plowings, planting date, cultivar type, previous crop, use or non-use of N fertilizer top-dressing, number of N fertilizer top-dressing, use or non-use of herbicides, use or non-use of pesticides, animal manure type, irrigation type and amount, harvest methods, and others (a total of 67 management factors). All information about management operations were recorded and measured. Then, the relationship between actual yield and the 67 management variables were assessed using stepwise regression.

Results and discussion: The average yield for farms was 2,908 kg per hectare and the maximum yield was 5,100 kg per hectare. Model Root Mean Square Error (RMSE) was 274 kg per hectare and coefficient of variation (CV) was 9 percent. These statistics showed that the accuracy of the model was acceptable. Therefore, the model could be used to determine the yield gap and the share of yield constraints. Model yield, on average, was estimated at 2,918 kg per hectare and maximum yield was 4,820 kg per hectare. In this model, total yield gap has been estimated at 1,902 kg per hectare. Accordingly, the most important factors in yield gap for the region included: number of irrigations with 29% (equivalent to 535 kg per hectare), net nitrogen with 22% (equivalent to 419 kg per hectare), P_2O_5 with 20% (equivalent to 365 kg per hectare), planting date with 16% (equivalent to 302 kg per hectare) and disk number with 13% (equivalent to 250 kg per hectare).

Conclusion: With optimized items listed, soybean yield could be increased approximately 1,871 kg per hectare in Gorgan and Aliabad Katul. Use of this method isn't suitable for determining optimum values. In order to determine optimum values for each listed item, other methods can be used for yield gap analysis, such as a boundary line analysis.

Keywords: Irrigation, nitrogen fertilizer, Phosphorus fertilizer, Yield gap.

References:

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.

FAO, 2016. FAOSTAT. http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_soybean.html.

Ministry of Agriculture Jihad, 2013. MAJ. Available online at: http://www.maj.ir/Portal/Home.

Archive of SID

www.SID.ir

Romaneckas K., Romaneckien, R., Šarauskis, E.,Pilipavius,V. and Sakalauskas,A., 2009. The effect of conservation primary and zero tillage on soil bulk density, water content, sugar beet growth and weed infestation. Agronomy Research.7(1), 73-86.

Archive of SID

www.SID.ir