Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Crop Production

Print ISSN: 2008- 739x
Online ISSN: 2008- 7403

Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences

Determination of soybean yield gap in Aliabad katol area by use of CPA analysis and bundary linear

Mojtaba Soukhtehsaraei[1], MohammadReza Dadashi[2*], Abolfazl Faraji[3], Afshin Soltani[4]

[1] PhD Student, Department of Agronomy, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran, Email: m_saraei@yahoo.com
[2] Assistant Professor, Department of Agronomy, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran, Email: mdadashi730@yahoo.com
[3] Professor, Horticulture and Agronomy Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran, Email: abolfazlfaraji@yahoo.com
[4] Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: afsoltani@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2020/05/27
Revised: 2023/01/10
Accepted: 2023/01/24

Keywords:
Irrigation
Nitrogen fertilizer
Seeding rate
Sowing date

ABSTRACT

Background and objectives: Reduce of distance between actual yield and potencial yield (yield gap) is one of important ways to increase yield in unit area. In order to enhance yield, gap yield in any area determinted and factor participant be identified in gap yield in preduct crop plant. This investigation to order determination gap yield and limited factor to yield and contribution of each of them to soybean in Aliabad Katol area by using CPA method and boundary line analysis.

Materials and methods: To carry out this study, Information on production management of 120 soybean farms in Aliabad-e-Katul district of Golestan province was collected in 2016. Management factors included field characteristics (area, previous crop, herbicides, previous crop, field position), seedbed preparation (type, number and time of tillage), sowing (amount of seed consumed, cultivar type, seed source, sowing date, Plant density), fertilizers and micronutrients (type of fertilizer, amount and timing of fertilizer application), pesticides (type and amount of herbicides and pesticides), use of biological control (Trichogram and Braun wasps), harvest (grain yield and harvest date). The yield was determined using CPA method and boundary line analysis.

Results: The results showed that soybean yield potential in this region was 3931 kg / ha and soybean yield loss in Aliabad region was estimated at 30%. Delay in planting in this region was 8.4% of yield and suitable plant density of 15.5%, planting and seed consumption were 6.3% and 8.5% of seed yield, respectively. It was also found that not using herbicide before planting would decrease grain yield by 17.45%. According to the results, irrigation with 28.4% had the highest share in determining soybean production potential in the study area. The highest grain yield response to urea fertilizer application and irrigation was two-fold; increasing nitrogen up to 65 kg urea and 3 times irrigation increased grain yield and consuming greater than 65 kg ha^{-1} and more than 3 irrigation times. It did not

change grain yield per hectare. The relationship between delay in planting and plant density with seed yield was dentate. 10-day delay in planting leads to increased yield, but yields maximum grain yield in fields that have 22 days past optimal sowing date.

Conclusion: In general, soybean yield in this area is related to resource limitation and crop management is second in importance, which can increase soybean production by 30% with proper irrigation and nitrogen use.

Cite this article: Soukhtehsaraei, M., Dadashi, M.R., Faraji, A., Soltani, A. 2023. Determination of soybean yield gap in Aliabad katol area by use of CPA analysis and bundary linear. *Crop Production Journal*, 16 (1), 25-42.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejcp.2023.17284.2282
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تولید گیاهان زراعی
شاپا چاپی: ۷۳۹x-۲۰۰۸
شاپا الکترونیکی: ۷٤۰۳-۲۰۰۸
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران

تعیین خلأ عملکرد سویا در منطقه علی‌آباد کتول با استفاده از آنالیز مقایسه کارکرد و خط مرزی

مجتبی سوخته‌سرایی[۱]، محمدرضا داداشی[۲*]، ابوالفضل فرجی[۳]، افشین سلطانی[٤]

[۱] دانشجوی دکتری، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، گرگان، ایران، رایانامه: m_saraei@yahoo.com

[۲] استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، گرگان، ایران، رایانامه: mdadashi730@yahoo.com

[۳] استاد، گروه زراعت و باغبانی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران، رایانامه: abolfazlfaraji@yahoo.com

[٤] استاد، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، رایانامه: afsoltani@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۰۷
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۱/۱۰/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۱۱/۰٤

واژه‌های کلیدی:
آبیاری
تاریخ کاشت
کود نیتروژن
مقدار بذر

چکیده

سابقه و هدف: کاهش فاصله بین عملکرد واقعی و عملکرد پتانسیل (خلأ عملکرد) یکی از راه‌های مهم افزایش عملکرد در واحد سطح است. به‌منظور افزایش عملکرد، لازم است میزان خلأ عملکرد در هر منطقه مشخص و عوامل سهیم در خلأ عملکرد در تولید گیاهان زراعی شناسایی شوند. این پژوهش به‌منظور تعیین خلأ عملکرد و تعیین عامل‌های محدود کننده عملکرد و سهم هر یک از آن‌ها در ایجاد خلأ عملکرد سویا در منطقه علی‌آباد کتول با استفاده از روش CPA (Comparative Performance Analasis) و آنالیز خط مرزی انجام شد.

مواد و روش‌ها: برای اجرای این مطالعه، اطلاعات مربوط به مدیریت تولید ۱۲۰ مزرعه سویا در شهرستان علی‌آبادکتول استان گلستان در سال ۱۳۹۵ جمع‌آوری و بررسی شد. عوامل مدیریتی مورد بررسی شامل مشخصات مزرعه (مساحت، محصول قبلی، علف‌کش‌های مصرفی کشت قبلی، موقعیت مزرعه)، تهیه بستر بذر (نوع، تعداد و زمان شخم)، کاشت (میزان بذر مصرفی، نوع رقم، منبع تهیه بذر، تاریخ کاشت، تراکم بوته)، کودهای شیمیایی و ریزمغذی‌ها (نوع کود، میزان و زمان مصرف کود)، سموم (نوع و مقدار علف‌کش و آفت‌کش)، استفاده از مبارزه بیولوژیک (زنبورهای تریکوگراما و براکون)، برداشت (عملکرد دانه و تاریخ برداشت) بود. خلأ عملکرد با استفاده از روش CPA و آنالیز خط مرزی تعیین شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که پتانسیل عملکرد سویا در این منطقه ۳۹۲۱ کیلوگرم در هکتار بوده و خلأ عملکرد سویا در منطقه علی‌آباد کتول ۳۰ درصد تخمین زده شد. تأخیر در کاشت در این منطقه ۸/٤ درصد از خلأ عملکرد، تراکم مناسب بوته ۱۵/۵ درصد، روش کاشت و بذر مصرفی نیز به‌ترتیب ٦/۳ و ۸/۵ درصد از خلأ عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. همچنین، مشخص شد که عدم استفاده از علف‌کش در قبل از کاشت موجب کاهش ۱۷/٤۵ درصدی

عملکرد دانه می‌شود. با توجه به نتایج، آبیاری با ۲۸/٤ درصد بالاترین سهم را در تعیین پتانسیل تولید سویا در منطقه مورد مطالعه به خود اختصاص داد. واکنش بالاترین عملکرد دانه به مصرف کودِ اوره و آبیاری به‌صورت دو تکه‌ای بود. افزایش مصرف نیتروژن تا ٦٥ کیلوگرم اوره در هکتار و ۳ بار آبیاری موجب افزایش عملکرد دانه شد و مصرف مقادیر بیش‌تر از ٦٥ کیلوگرم در هکتار و بیش‌تر از ۳ بار آبیاری موجب عدم تغییر عملکرد دانه در هکتار شد. رابطه بین تأخیر در کاشت و تراکم بوته با عملکرد دانه به‌صورت دندانه‌ای شکل بود. تأخیر ۱۰ روزه در کاشت افزایش عملکرد را به همراه داشت، ولی در مزارعی که ۲۲ روز از تاریخ کشت بهینه دیرتر کشت شده بودند عملکرد دانه کاهش یافت.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی، می‌توان گفت خلأ عملکرد سویا در این منطقه مربوط به محدودیت در منابع بوده و مدیریت زراعی در مرحله دوم اهمیت قرار دارد که می‌توان با آبیاری و مصرف نیتروژن مناسب میزان تولید سویا را در این منطقه ۳۰ درصد افزایش داد.

استناد: سوخته‌سرایی، م.، داداشی، م.، فرجی، ا.، سلطانی، ا. (۱٤۰۲). تعیین خلأ عملکرد سویا در منطقه علی‌آباد کتول با استفاده از آنالیز مقایسه کارکرد و خط مرزی. *مجله تولید گیاهان زراعی*، ١٦ (۱)، ٤۲-۲٥.

DOI: 10.22069/ejcp.2023.17284.2282

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

سویا (*Glycine max* L.) گیاهی از خانواده فاباسه بوده و به‌دلیل ارزش غذایی بالا و استفاده‌های فراوان دارویی و صنعتی، دارای بیش‌ترین سطح زیر کشت در بین دانه‌های روغنی دنیا (بالغ بر ۱۱۷/۵ میلیون هکتار) بوده که از این سطح معادل ۳۰٦/۵ میلیون تن دانه به دست می‌آید. به‌طوری که این گیاه یک چهارم از روغن و دو سوم از پروتئین خوراکی جهان را فراهم می‌کند. سهم جهانی سویا در تأمین روغن خوراکی حدود ٤٤ درصد است و با این وجود، تولید این گیاه زراعی در قاره‌های آسیا و آفریقا تنها ۵ درصد از کل تولید جهانی سویا است (۱).

مشکلات و چالش افزایش سریع جمعیت جهان، تغییر جهانی آب و هوا، کمبود آب مناسب برای آبیاری، تخریب زمین‌های کشاورزی و افزایش تقاضا دلایلی برای بهبود تولید دانه است که چالش‌های خاصی شامل برآورد مقدار خلأ عملکرد، شناسایی عوامل محدودکننده تولید و طراحی استراتژی‌های چاره‌ساز و سودآور برای طیف وسیعی از مناطق کشاورزی است (۲). استراتژی‌های زیادی جهت فائق آمدن بر نیاز روز افزون بشر به مواد غذایی جهان ارائه شده‌اند. در تمامی این استراتژی‌ها یک موضوع مورد تأکید قرار گرفته است و آن افزایش عملکرد در واحد سطح است (۳). در این میان کاهش خلأ عملکرد به نظر گزینه امیدوارکننده‌تری است (٤). به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که از خلأ عملکرد رنج می‌برند (۵). در سال‌های اخیر به علت نگرانی‌های به وجود آمده در مورد مباحث امنیت غذایی، مطالعات نیز در این زمینه در سطح جهان (٦، ٤) و ایران (۷) رو به افزایش است و نیاز است از روش‌های آماری مناسب اقدام به برآورد میزان خلأ عملکرد و دلایل آن و یا به عبارتی شناسایی عوامل محدودکننده‌ی عملکرد پتانسیل نمود.

خلأ عملکرد اختلاف بین عملکردهای واقعی در مقابل عملکرد به‌دست آمده تحت شرایط مطلوب مدیریتی تعریف می‌شود (۸). در یک منطقه مشخص، خلأ عملکرد عبارت است از اختلاف بین عملکرد پتانسیل با عملکرد واقعی به دست آمده در مزارع می‌باشد (٤). آنالیز خلأ عملکرد یک تخمین کمی از امکان افزایش در ظرفیت تولید غذا برای ناحیه مشخص را فراهم می‌آورد که یک جزء مهم در طراحی راهبردهای تأمین غذا در مقیاس منطقه‌ای، ملی و در سطح جهانی است (۹). روش‌های آماری کلاسیک مانند رگرسیون، همبستگی و یا تحلیل مؤلفه‌های اصلی به‌منظور تجزیه و تحلیل خلأ عملکرد استفاده شده‌اند. برخی از افراد نیز از مدل شبیه‌سازی جهت ارزیابی خلأ موجود بین عملکرد پتانسیل و عملکرد به‌دست آمده توسط کشاورزان استفاده کرده‌اند. یکی از این روش‌ها که توانایی برآورد عملکرد پتانسیل و دلایل خلأ عملکرد را دارد، آنالیز خط مرزی است (۱۰). آنالیز خط مرزی یک روش آماری است که به کمک آن می‌توان واکنش عملکرد به یک عامل محیطی یا مدیریتی را در شرایطی کمی نمود که سایر عوامل نیز متغیر هستند و ثابت نشده‌اند (۱۱). حجارپور و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از آنالیز خط مرزی، خلأ عملکرد مزارع گندم گرگان (عملکرد پتانسیل و نیز دلایل خلأ عملکرد) را بررسی کردند (۱۰). آن‌ها بیان داشتند که متوسط عملکرد مزارع مورد بررسی ٤۷۰۰ کیلوگرم در هکتار بود ولی با بهبود مدیریت زراعی و حذف عوامل خلأ عملکرد می‌تواند به ٦۲۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یابد (۱۰). CPA (Comparative Performance Analasis) یکی از روش‌هایی است که برای کمی کردن خلأ عملکرد استفاده می‌شود (۷). با استفاده از این روش محدودیت‌های اصلی عملکرد و توابع کمی شده برای خلأ عملکرد تعیین می‌شوند. در روش CPA با استفاده

از رگرسیون چندگانه و با روش گام‌به‌گام 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 خلأ عملکرد مشخص می‌شود. برای اجرای موفق روش CPA، بررسی باید بر 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 (۱۲). تاکنون مطالعات متعددی در جهان در خصوص خلأ عملکرد سویا صورت گرفته است. اگلی و هاتفیلد (۲۰۱٤) از سال‌های ۱۹۷۲ تا ۲۰۱۱ میلادی به بررسی خلأ عملکرد سویا در کنتاکی پرداختند. آن‌ها مهم‌ترین عوامل خلأ عملکرد را به‌ترتیب آبیاری ناکافی و ویژگی‌های خاک اعلام کردند (۱۳). در تحقیقی دیگر که در شهرستان بندر گز انجام شد، مشخص شد که بین متوسط عملکرد واقعی (۲۲۳٦ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد قابل حصول (٥٦۹۸ کیلوگرم در هکتار) سویا، ۳٤٦۲ کیلوگرم در هکتار خلأ عملکرد وجود دارد (۱٤). ترابی و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی خلأ عملکرد گندم در منطقه گرگان با استفاده از روش CPA نشان دادند که بین عملکرد واقعی و عملکرد قابل دستیابی، ۲۳٤۸ کیلوگرم در هکتار فاصله وجود دارد (۱۲). آنان بیان داشتند که کاربرد پتاسیم، مدیریت تغذیه نیتروژن و تاریخ کاشت به ترتیب با ۲۰، ٦۱ و ۱۹ درصد مهم‌ترین عامل‌های مؤثر در خلأ عملکرد هستند و با بهینه‌سازی آن‌ها می‌توان عملکرد گندم در گرگان را به میزان ۲۳٤۸ کیلوگرم افزایش داد. پرادهان (۲۰۰٤) با استفاده از روش CPA میزان خلأ عملکرد ذرت در موزامبیک را ۳۹۱۲ کیلوگرم در هکتار محاسبه کردند (۱٥). 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 (۱٥، ۱٦ و ۱۷).

با توجه به اهمیت موضوع و جایگاه کشت سویا در استان گلستان بررسی عوامل کاهش‌دهنده عملکرد ارقام سویا و نهایتاً معرفی شیوه‌های جدید جهت افزایش کیفی و کمی عملکرد آن ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین، پژوهش حاضر به‌منظور تعیین خلأ عملکرد سویا و تعیین عامل‌های محدودکننده عملکرد و سهم هر یک از آن‌ها در ایجاد خلأ عملکرد با استفاده از روش CPA و آنالیز خط مرزی در مزارع سویا انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی و کمی سازی عوامل مؤثر بر خلأ عملکرد سویا در منطقه علی‌آباد کتول استان گلستان، از اطلاعات مدیریت تولید ۱۲۰ مزرعه سویا در سال ۱۳۹٥ استفاده شد. این اطلاعات از طریق پایش مستمر مزارع در طول فصل رشد و همچنین مصاحبه شخصی (چهره به چهره) با کشاورزان به‌دست آمد. این مزارع در دامنه متفاوتی از شرایط و مدیریت‌های زراعی، خصوصیات خاک و تاریخ کاشت کشت‌شده بودند و در برگیرنده محدوده گسترده‌ای از مناطق زیر کشت سویا در شهرستان علی‌آباد کتول بود که به‌صورت تصادفی انتخاب و از هر مزرعه یک نمونه ۲×۲ متر نشانه‌گذاری شد. مزارع انتخابی در شعاع حداکثر ۱۰ کیلومتری ایستگاه هواشناسی بودند. علی‌آبادکتول دارای اقلیم کوهپایه‌ای است و ارتفاع این شهرستان از سطح دریا ۱۸٤ متر است که در ٥٤ درجه و ٥۳ دقیقه طول جغرافیایی و ۳٦ درجه و ٥۲ دقیقه عرض جغرافیایی در استان گلستان واقع گردیده است. در جدول ۱ آمار هواشناسی این شهرستان در سال ۹٥ آورده شده است.

جدول ۱- پارامترهای هواشناسی سال ۱۳۹۵ ایستگاه سینوپتیک علی‌آباد کتول.

Table 1- Weather paramters in 2016 in Synoptic Sations.

ماه Month	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد) Mean tempruture (°C)	مجموع‌بارندگی(میلی‌متر) Sum raining (mm)	میانگین ساعت آفتابی means sun clock	میزان تبخیر (میلی‌متر) Evaporation (mm)
may	21.4	46.6	195.8	145.3
June	25.2	30.5	263.1	191.4
July	28.5	22.2	248.5	131.0
August	28.6	31.3	273.1	183.7
September	26.5	68.9	253.8	109.8
October	19.4	36.2	169.0	64.6
November	13.9	73.2	120.3	53.4

عوامل مدیریتی مورد بررسی شامل مشخصات مزرعه (مساحت، محصول قبلی، علف‌کش‌های مصرفی کشت قبلی، موقعیت مزرعه)، تهیه بستر بذر (نوع، تعداد و زمان شخم)، کاشت (میزان بذر مصرفی، نوع رقم، منبع تهیه بذر، تاریخ کاشت، تراکم بوته)، کودهای شیمیایی و ریزمغذی‌ها (نوع کود، میزان و زمان مصرف کود)، سموم (نوع و مقدار علف‌کش و آفت‌کش)، استفاده از مبارزه بیولوژیک (زنبورهای تریکوگراما و براکون)، برداشت (عملکرد دانه و تاریخ برداشت) بود.

به‌منظور آنالیز خط مرزی در ابتدا بین عملکرد به‌عنوان متغیر وابسته و متغیر مستقل هدف (عوامل مدیریت زراعی) یک نمودار پراکندگی یا اسکتر رسم شد. در مرحله دوم با توجه به پراکنش نقاط و همچنین با اطلاعات قبلی، متغیر مستقل به گروه‌هایی با فواصل منظم و یا غیرمنظم تقسیم شد. در برخی موارد مانند تعداد دفعات آبیاری به‌عنوان یک متغیر مدیریتی، داده‌ها به‌طور طبیعی در گروه‌های مجزا قرار گرفتند. در مرحله بعد داده‌های پرت و خارج از محدوده‌های مشخص شده حذف و بالاترین عملکردها انتخاب شد و بعضی از گروه‌هایی که حاوی داده‌هایی با مقادیر غیرقابل قبول از لحاظ علم زراعت بودند نادیده گرفته شد. به داده‌های به‌دست آمده یک تابع مناسب در مرحله چهارم برازش داده شد که با توجه به نحوه چیدمان داده‌ها انجام شد.

برای تعیین ضرایب مدل با توجه به تابع واکنش می‌توان از نرم‌افزارهای آماری مختلف استفاده کرد. بر اساس نحوه چیدمان داده‌ها تابع مناسب انتخاب شد. برای مدیریت تاریخ کاشت با توجه به این‌که روند داده‌ها از یک تابع خطی درجه یک پیروی می‌کرد برای به‌دست آوردن یک تاریخ کاشت بهینه متوسط عملکردهای پتانسیل به‌دست آمده در بین مزارع مورد بررسی از سایر عوامل مدیریتی به‌عنوان عملکرد پتانسیل در نظر گرفته شد (۱۸، ۱۵، ۱۰). برای تعیین مدل عملکرد (تولید)، رابطه بین تمام متغیرهای اندازه‌گیری شده با عملکرد از طریق روش رگرسیون گام‌به‌گام مورد بررسی قرار گرفت و تجزیه داده‌ها با استفاده از روش آماری "تحلیل مقایسه کارکرد" انجام شد (۱۹). در این روش، نقش صفات مختلف در تعیین عملکرد با استفاده از روش رگرسیون گام‌به‌گام مورد بررسی قرار گرفت. اینکه کدام متغیرها باید در مدل نهایی تولید گنجانده شوند توسط روش گام‌به‌گام مشخص شد. مدل نهایی با استفاده از روش آزمون و خطای کنترل شده تعیین شد که می‌تواند اثر محدودیت‌های عملکرد را کمی کند.

با قرار دادن متوسط مشاهده شده متغیرها (X ها) در مدل عملکرد، عملکرد متوسط با مدل محاسبه گردید. سپس با قرار دادن حداکثر مقدار مشاهده شده متغیرها در مدل عملکرد، حداکثر عملکرد قابل حصول محاسبه شد. متغیرهایی نیز که تأثیر منفی بر

عملکرد داشتند (براساس ضریب رگرسیونی مدل) حداقل مقدار متغیر به‌عنوان مقدار مطلوب متغیر در مدل قرار گرفت. اختلاف حاصل ضرب مقدار 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 خلأ عملکرد ایجاد شده برای آن متغیر است. نسبت مقدار خلأ عملکرد برای هر متغیر به کل خلأ عملکرد نشان‌دهنده سهم آن متغیر در ایجاد خلأ عملکرد می‌باشد که به‌صورت درصد نشان داده شد.

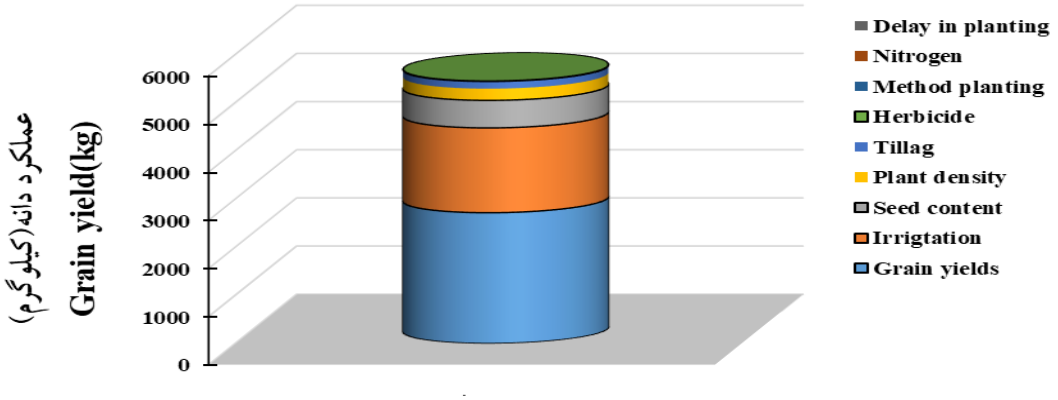
در نهایت، با استفاده از مدل تولید شده و مقادیر پارامترهای مدل، عملکرد پتانسیل، خلأ عملکرد و سهم هر یک از عوامل ایجادکننده خلأ عملکرد مشخص گردید. با قرار دادن میانگین مشاهده شده متغیرهای مورد بررسی در مدل عملکرد، عملکرد میانگین با مدل محاسبه شد. سپس با قرار دادن میزان مطلوب متغیرها در مدل عملکرد، پتانسیل عملکرد محاسبه شد. اختلاف این دو، معادل خلأ عملکرد دانه در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

به‌منظور کمی سازی خلأ عملکرد با استفاده از عوامل مدیریت از رگرسیون گام به گام استفاده شد. در این مطالعه از میان متغیرهای مستقل مورد بررسی تنها تاریخ کاشت (X_1)، تراکم بوته (X_2)، روش کاشت (X_3)، میزان بذر مصرفی (X_4)، مصرف علف‌کش قبل از کاشت (X_5)، خاک‌ورزی (X_6)، تعداد دفعات آبیاری (X_7) و مقدار مصرف نیتروژن (X_8) دارای رابطه معنی‌داری با عملکرد دانه بودند که رابطه رگرسیونی آن‌ها به‌صورت زیر است:

$$\text{Grain yiled (kg.ha}^{-1}) = 109.1-5.2X_1+10.5X_2-35.3X_3+9.1X_4+160.5X_5+200.7X_6+454.1X_7-0.19X_8$$

مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین متغیرهای وارد شده در مدل همراه با عملکرد دانه در مزارع مورد بررسی در جدول ۲ ارائه شده است. طبق خروجی مدل، پتانسیل عملکرد سویا در منطقه ۳۹۳۲ کیلوگرم در هکتار تخمین زده شد و با توجه به این که متوسط عملکرد دانه در مزارع ۲۷۱۶ کیلوگرم در هکتار بود، بنابراین خلأ عملکرد ۳۰ درصد تخمین زده شد. این موضوع نشان می‌دهد بین عملکرد واقعی کشاورزان و مقدار محصول که می‌توان برداشت کرد ۱۷۹۳ کیلوگرم در هکتار فاصله وجود دارد که با مدیریت مناسب‌تر قابل کاهش دادن خواهد بود. عوامل ایجاد کننده خلأ عملکرد و بازده آن‌ها در جدول ۲ و شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- سهم عوامل تاخیر در کاشت، نیتروژن، روش کاشت، علف‌هرز، وجین، تراکم بوته، عملکرد دانه، آبیاری و عملکرد دانه در خلأ عملکرد سویا در منطقه مورد مطالعه.

Figure 1- Contribution of detay in planting, nitrogen, method planting, herbicide, tilling, plant density, seed content. irrigtation and grin yields factors to soybean yield gap in the study area.

جدول ۲- کمی سازی خلأ عملکرد سویا در مزارع علی‌آباد کتول استان گلستان.

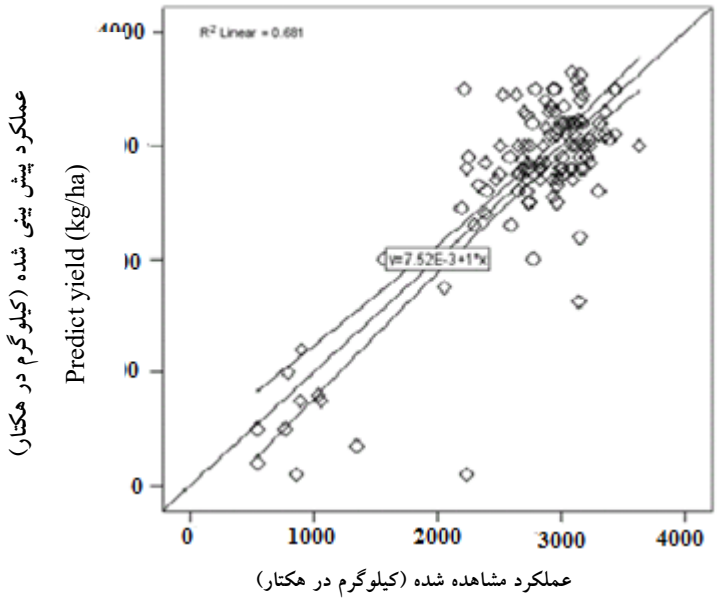
Table 2- Quantiyfing soybean yield gap in Aliabad katol filed of Golstan provience.

متغیر Variable		ضریب Coefficient	مقدار متغیر Vairable value				عملکرد محاسبه‌شده با مدل (کیلوگرم) Estimated yield (kg)		خلأ عملکرد yield Gap	
			میانگین Means	حداقل Min	حداکثر Max	بهینه Optimum	میانگین Means	بهینه Optimum	مقدار (کیلوگرم) Content (kg)	درصد (%)
Content	عرض از مبدأ	109.1	-	-	-	-	109.1	109.1	-	-
Delay in planting	تأخیر در کاشت	-5.2	20.94	6	50	50	-108.8	-259.8	151.1	8.42
Plant density	تراکم بوته	10.5	23.32	8	50	50	243.6	252.4	278.7	15.54
Method planting	روش کاشت	-39.3	0.16	0	3	3	-6.3	-118.1	111.8	6.3
Seed content	میزان بذر مصرفی	9.1	63.06	28	80	80	571.1	724.4	153.4	8.55
Herbicide	مصرف علف‌کش قبل کشت	160.5	0.05	0	2	2	8.1	321.1	313	17.45
Tillag	خاک‌ورزی	200.7	0.75	0	2	2	150.5	401.4	250.8	13.99
Irrigtation	آبیاری	454.1	3.88	0	5	5	1761.7	2270.3	508.5	28.36
Nitrogen	مصرف نیتروژن	-0.19	66.83	0	200	200	-13.1	-39	25.9	1.45
Grain yield	عملکرد دانه	-	2715.52	100	3650	-	2716.8	3931.7	1793	-

نتایج تخمین عملکرد با استفاده از مدل ارائه شده نیز نشان می‌دهد که این مدل ٦٨ درصد تغییرات عملکرد را پیش‌بینی می‌نماید (شکل ۲). براساس نتایج، کم‌ترین سهم خلأ عملکرد نیز مربوط به نیتروژن می‌باشد که ۱/٤٥ درصد از خلأ عملکرد مربوط به آن می‌باشد. نتایج نشان داد که روش کاشت و بذر مصرفی نیز به‌ترتیب ٦/۳ و ۸/۵ درصد از خلاء عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. این در حالی بود که تأخیر در کاشت ۸/٤ درصد از خلأ عملکرد را به خود اختصاص داد. درواقع، عدم کشت در زمان مناسب به‌طور میانگین ۱۰۸ کیلوگرم در هکتار و در شدیدترین حالت ممکن ۲۵۹ کیلوگرم در هکتار از عملکرد واقعی را کاهش داد. همچنین، عدم رعایت تراکم مناسب بوته موجب ۱۵/۵ درصدی از خلأ عملکرد دانه شد. به‌طور متوسط تراکم بوته ۲٤۳/٦ کیلوگرم در هکتار و در شرایط بهینه ۵۵۲/٤ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه را تغییر داد. عدم استفاده از علف‌کش در قبل از کاشت موجب کاهش ۱۷/٤٥ درصدی عملکرد دانه شد. آبیاری بالاترین سهم را در تعیین پتانسیل تولید سویا در منطقه مورد مطالعه به خود اختصاص داد و بالاترین خلأ عملکرد مربوط به آن بود، به‌طوری که سهم آبیاری در خلأ عملکرد دانه ۲۸ درصد تخمین زده شد (جدول ۲).

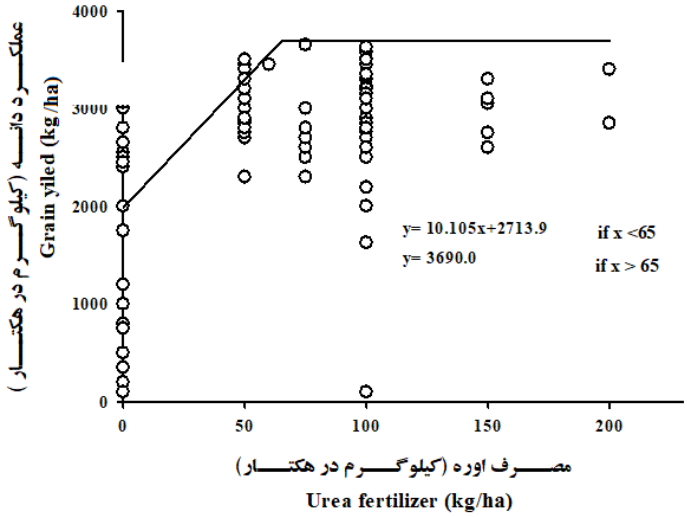
سلطانی و همکاران (۲۰۰۹) در تحلیل عوامل محدودکننده عملکرد گندم در شرایط گرگان بر اساس روش CPA و اطلاعات نشان دادند که میزان مصرف کود پتاسیم، تغذیه نیتروژن و تاریخ کاشت به ترتیب با ۲۰، ٦۱ و ۱۹ درصد در خلأ عملکرد نقش دارند و با بهینه‌سازی آن‌ها می‌توان عملکرد گندم در گرگان را به میزان ۲۳٤۸ کیلوگرم در هکتار افزایش داد (۱۹). پرادهان (۲۰۰٤) میزان خلأ عملکرد ذرت با استفاده از روش تحلیل مقایسه کارکرد CPA در ۹۸ مزرعه در حوزه آبریز یک رودخانه در کشور موزامبیک را ۳۹۱۲ کیلوگرم در هکتار به دست آورد (۱۵). وی بیان داشت که خاک دارای بافت سبک ۲۷ درصد، مساحت کرت‌های مزرعه ۳۰ درصد، تعداد بذر کاشته شده در هر کپه ۳۰ درصد و عدم انجام عملیات تنک به میزان ۱۳ درصد باعث کاهش عملکرد ذرت شدند. کایرانگا (۲۰۰٦) نیز با ارزیابی ۸۷ مزرعه در روستایی در کشور روآندا، محدودیت‌های عملکرد برنج با استفاده از این روش را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند (۲۰). در مدل حاصله آنان میزان خلأ عملکرد ۱۸۵۵ کیلوگرم در هکتار برآورد شد. محتشم امیری (۲۰۱۸) نیز گزارش داد که بین اجزای تشکیل دهنده خلأ عملکرد سویا سهم تاریخ کاشت ۲٤/۵ درصد، عدم آبیاری ٦۷/۲ درصد و سهم تعداد روزهای با دمای بالای ۳۸ درجه سانتی‌گراد طی مرحله گلدهی تا غلاف‌بندی نیز ۸/۳ درصد بود (۲۱).

روند تغییرات عملکرد دانه در اثر مصرف کود اوره بر اساس مدل خط مرزی نیز نشان داد که حداقل صفر، به‌طور متوسط ٦۷ و در مقادیر حداکثر ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره مورد استفاده قرار گرفت که در این شرایط نیز حداقل، متوسط و حداکثر عملکرد دانه نیز ۱۰۰، ۲۷۱۵ و ۳٦۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. واکنش بیش‌ترین عملکرد دانه به مصرف کودِ اوره به‌صورت دو تکه‌ای بود؛ بنابراین، با افزایش مصرف نیتروژن تا ٦۵ کیلوگرم اوره در هکتار موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود و مصرف مقادیر بیش‌تر از ٦۵ کیلوگرم در هکتار موجب عدم تغییر عملکرد دانه در هکتار شد (شکل ۳).



شکل ۲- پراکنش مقادیر عملکرد مشاهده شده و پیش‌بینی شده بر اساس مدل.

Figure 2- Distribution of observed and predicted performance values based on the model.



شکل ۳- پراکنش مقادیر عملکرد در مقابل میزان نیتروژن مصرفی به همراه برازش تابع خط مرزی.

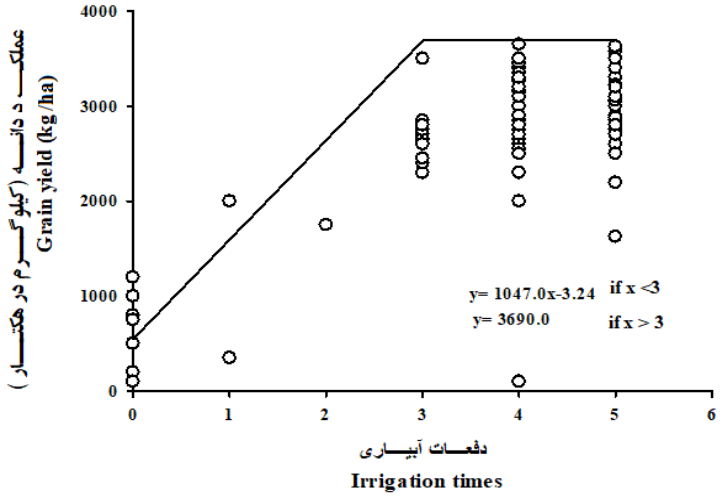
Figure 3- Distribution of yield values versus amount of nitrogen consumed by fitting the boundary line function.

نهبندانی و همکاران (۲۰۱۶) نیز مشاهده کرده که افزایش مقدار نیتروژن کودی (تا ٤٥ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه افزایش یافت و پس از آن افزایش مقدار مصرف نیتروژن کودی تأثیری بر عملکرد دانه سویا نداشت که با نتایج این مطالعه از نظر تاثیر مطابقت دارد (۲۲، ۲۳). عملکردهایی که در هر یک از مقادیر این نهاده زیر خط مرزی (پایین‌تر از عملکرد حداکثر در آن مقدار نهاده) قرار گرفته‌اند به‌وسیله عواملی غیر از آن نهاده محدود شده است. به این دلیل که اگر تمام عوامل مدیریتی در آن مزارع نیز مشابه مزرعه‌ای بود که حداکثر عملکرد دانه را در آن مقدار از نهاده مورد نظر تولید کرده

است، دلیلی وجود نداشت که عملکرد آن‌ها از حداکثر عملکرد تولید شده در آن مقدار نهاده کم‌تر باشد. تخمین پایین‌تر از حد عملکرد پتانسیل در این‌گونه مطالعات میدانی به علت عدم دسترسی به نهاده‌ها، نبود ضمانت کافی برای فروش محصول و همچنین ضعف اطلاعات یا عدم دسترسی به اطلاعات کافی از سوی کشاورزان نیز اتفاق می‌افتد (٤). در کشورهای در حال توسعه کمبود نیتروژن یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده عملکرد می‌باشد. تثبیت بیولوژیک نیتروژن توسط باکتری‌های همزیست سویا تنها ۲۵ تا ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه میزبان را تأمین می‌کند، بنابراین، استفاده از کود نیتروژن در سویا برای رسیدن به حداکثر عملکرد لازم است (٢٤). برخی از مطالعات نشان داده که مقادیر اندک نیتروژن (۲۰ تا ٦۰ کیلوگرم در هکتار) در مراحل زایشی می‌تواند باعث افزایش عملکرد سویا گردد (۲۵، ۱). مطالعات نشان داده که حتی باوجود احتمال کاهش مقدار تثبیت بیولوژیک نیتروژن در سویا، استفاده از ٤۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای رفع نیازهای گیاه الزامی می‌باشد (٢٦، ۲۷). اثر منفی مقادیر بالای نیتروژن بر عملکرد دانه به‌دلیل ضعف اندام‌های رویشی و مهیا شدن آن برای فرایند خوابیدگی و حمله حشرات می‌باشد (٢٦). از جمله دلایل افزایش عملکرد در اثر مصرف نیتروژن افزایش میزان کلروفیل در برگ گیاهان بود (۲۸). همچنین، به علت نقش نیتروژن در ساختار اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها و نقش حیاتی پروتئین‌ها در گیاه، فزونی نیتروژن سبب افزایش عملکرد سویا گردید (۲۱). بعضی از مطالعات، افزایش عملکرد ناشی از کاربرد نیتروژن را در ارتباط با تجمع ماده خشک، افزایش تعداد دانه در گیاه بر اثر افزایش تعداد گره در ساقه و کاهش ریزش گل و غلاف و همچنین افزایش اندازه بذر اعلام کردند (۲۹).

رابطه بین دفعات آبیاری و بیش‌ترین عملکرد دانه به‌صورت دوتکه‌ای بود. افزایش دفعات آبیاری تا ۳ بار موجب افزایش عملکرد دانه شد ولی با افزایش دفعات آبیاری، عملکرد دانه تغییر پیدا نکرد و ثابت ماند (شکل ٤). کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش کم‌آبی نسبت به آبیاری مطلوب را می‌توان به کاهش فتوسنتز و ماده‌سازی در گیاه تحت شرایط تنش نسبت داد، چرا که کاهش فتوسنتز خالص و کاهش مواد غذایی انتقال یافته از برگ به دانه از پی‌آمدهای تنش کمبود آب است که باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (۳۰). پاور (۱۹۹۰) گزارش کرد که واکنش گیاهان زراعی به نیتروژن مصرف شده بستگی به میزان فراهم بودن آب دارد (٢٦). همچنان که فراهمی رطوبت افزایش می‌یابد، واکنش گیاهان به نیتروژن کاربردی به‌صورت یک مدل درجه دوم افزایش می‌یابد که در مطالعه نه بندانی و همکاران (۲۰۱٦) در سویا نیز مشاهده شده است (۲۲). تنش آب می‌تواند تثبیت نیتروژن را نیز کاهش دهد (۳۱). در صورت کمبود شدید رطوبت خاک جذب نیتروژن توسط گیاه دچار اختلال می‌گردد و نیتروژن مورد نیاز برای مراحل بحرانی رشد حتی در صورت افزایش نیترات خاک فراهم نمی‌گردد و در نتیجه عملکرد دانه کاهش می‌یابد. آبیاری سبب افزایش جذب نیتروژن می‌شود و افزایش تنش آب به خودی خود توانایی گیاه را از نظر استخراج نیترات محدود می‌سازد (۲۵). قبادی و همکاران (۲۰۱٤) نیز بیان کردند که بالا بودن درصد نیتروژن در شرایط تنش تا یک میزانی می‌تواند باعث افزایش عملکرد شود و پس از آن عملکرد ثابت بوده و یا کاهش می‌یابد که به نظر می‌رسد افزایش بیش از حد کلروفیل در این شرایط کارآمد نبوده و عملکرد توسط سایر عوامل محدودکننده کاهش می‌یابد (۳۲). به عبارتی دیگر، افزایش هم‌زمان رطوبت و نیتروژن خاک منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود، ولی در

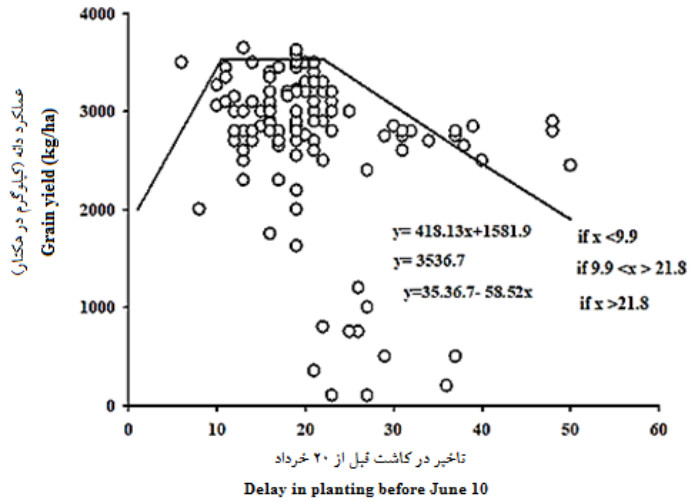
صورت تنش رطوبتی، افزایش نیتروژن عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. مجیدیان و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که مصرف کود نیتروژن با توسعه سیستم ریشه گیاه طی فصل رشد و افزایش میزان بهره‌وری آب سبب افزایش عملکرد ذرت گردید (۳۳).



شکل ٤- پراکنش مقادیر عملکرد در مقابل میزان دفعات آبیاری به همراه برازش تابع خط مرزی.

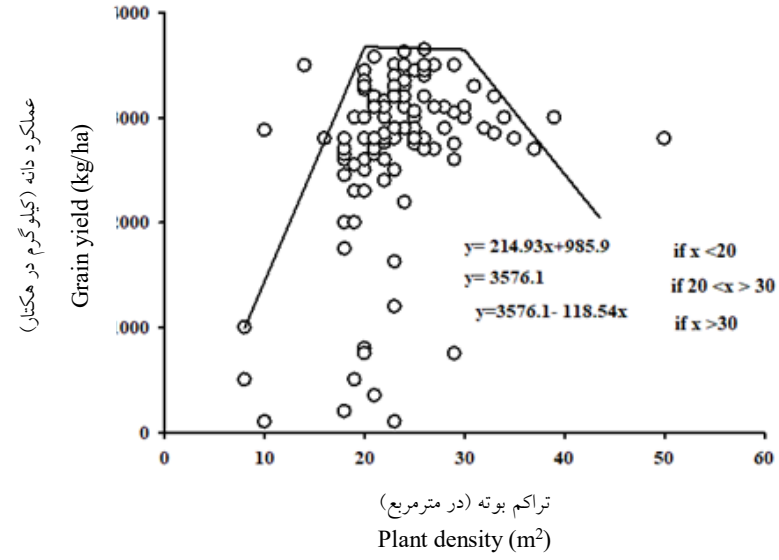
Figure 4- Distribution of yield values versus the number of irrigation times with fitting the boundary line function.

همچنین، نتایج آنالیز خط مرزی نشان داد که رابطه بین تأخیر در کاشت و تراکم بوته با عملکرد دانه به‌صورت دندانه‌ای شکل بود. مشخص شده است در تأخیر ۱۰ روزه در کاشت افزایش عملکرد را به همراه دارد، ولی در مزارعی که ۲۲ روز از تاریخ کشت بهینه که ۳۰ خرداد تا ۱۰ تیر می‌باشد موجب افت حداکثر عملکرد دانه می‌شود (شکل ۵). همچنین، مشخص شده است که برای به‌دست آمدن بیش‌ترین عملکرد دانه تراکم ۲۰ تا ۳۳ بوته ضروری می‌باشد (شکل ٦).



شکل ٥- پراکنش مقادیر عملکرد در مقابل تأخیر در کاشت به همراه برازش تابع خط مرزی.

Figure 5- Distribution of Yield versus Delay in Planting with Boundary Linear Function Fitting.



شکل ٦- پراکنش مقادیر عملکرد در مقابل تراکم بوته به همراه برازش تابع خط مرزی.

Figure 6- Distribution of yield values versus plant density with fitting of boundary line function.

تاریخ کاشت مناسب موجب بهره‌گیری بهینه از عوامل اقلیمی نظیر درجه حرارت، رطوبت، طول روز و همچنین تطابق زمان گلدهی با درجه حرارت مناسب می‌گردد (۳٤). رویز نوگریا و همکاران (۲۰۰۱) بیان داشتند که سویا در شرایط آبیاری نسبت به شرایط دیم به تاریخ کاشت حساس‌تر می‌باشد (۳۵). مرحله R_5 تا R_6 دوره حیاتی در رشد سویا می‌باشد (۳٦). هدف اصلی از تاریخ کاشت‌های زودتر، استفاده از شرایط رطوبتی مناسب و اجتناب از درجه حرارت‌های بالا می‌باشد (۳۷). کاشت زودهنگام می‌تواند وقوع سریع‌تر مرحله R_5 را تحریک کرده و سبب افزایش طول دوره R_5 تا R_6 گردد. روبینسون و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که تعداد غلاف در مترمربع مهم‌ترین عامل مؤثر بر عملکرد در تغییر تاریخ کاشت می‌باشد (۳٦). کاشت زودهنگام ارقام رشد نامحدود سویا منجر به افزایش تعداد گره، تعداد غلاف و دانه در گیاه می‌گردد. مطالعه دیگری نیز بیانگر کاهش عملکرد با تأخیر در کاشت سویا بوده است (۲۱، ۲٤). نهبندانی و همکاران (۲۰۱٦) مشاهده کردند که پراکنش داده‌های عملکرد دانه در مقابل مقدار بذر مورد استفاده به‌صورت یک تابع دندان مانند بود (۲۲). آن‌ها اعلام کردند که برای رسیدن به عملکرد پتانسیل ۵۷۸۰ کیلوگرم در هکتار نیاز به ۵۳ تا ٦۷ کیلوگرم بذر در هکتار می‌باشد. مقدار بذر از عوامل به‌زراعی مهم جهت دست‌یابی به افزایش تولید محصولات زراعی در واحد سطح بوده و درواقع فواصل مناسب بین ردیف‌های کشت و بین بوته‌ها روی خط کشت، تعیین‌کننده فضای رشد قابل استفاده هر بوته است. در این آزمایش محدودیت عملکرد در تراکم‌های پایین احتمالاً به‌علت کمبود بوته و در تراکم‌های زیاد به‌دلیل عدم باروری تعداد زیاد گل‌ها بوده است. چون رقابت برای جذب آب، مواد غذایی و نور است که تراکم را در هر منطقه‌ای تعیین می‌کند. به‌عبارت دیگر، با افزایش تراکم به‌دلیل افزایش تعداد غلاف و دانه در واحد سطح، میزان یکنواختی رسیدگی کم‌تر و ریزش دانه بیش‌تر می‌شود. انتخاب تراکم بالاتر از سطح مطلوب باعث می‌شود که گیاه فضا و عناصر غذایی کم‌تری در اختیار داشته باشد بنابراین، به‌دلیل نبود تناسب بین رشد رویشی و زایشی و همچنین

افزایش رقابت برای جذب آب، عناصر غذایی، نور و فضا، کاهش وزن دانه و عملکرد دانه را به دنبال دارد (۲۲، ۳۸).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این مطالعه مشخص شد که پتانسیل عملکرد سویا در منطقه ۳۹۳۱ کیلوگرم در هکتار بود و خلأ عملکرد تولید سویا در منطقه علی‌آباد ۳۰ درصد تخمین زده شد. روش کاشت، تاخیر در کاشت، بذر مصرفی و تراکم مناسب به ترتیب ٦/۳، ۸/٤، ۸/۵ و ۱۵/۵ درصد از خلأ عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند، این در حالی بود که عدم استفاده از علف‌کش در قبل از کاشت موجب کاهش ۱۷/٤۵ درصدی عملکرد دانه شد. مشخص شد که آبیاری بالاترین سهم را در تعیین پتانسیل تولید سویا (۲۸ درصد) در منطقه مورد مطالعه به خود اختصاص داد. واکنش بیش‌ترین عملکرد دانه به مصرف کودِ اوره و آبیاری به‌صورت دو تکه‌ای بود. افزایش مصرف نیتروژن تا ٦۵ کیلوگرم اوره در هکتار موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود و مصرف مقادیر بیش‌تر از ٦۵ کیلوگرم در هکتار موجب عدم تغییر عملکرد دانه در هکتار شد. افزایش دفعات آبیاری تا ۳ دفعه موجب افزایش عملکرد دانه شد، ولی با افزایش دفعات آبیاری، عملکرد دانه تغییر پیدا نکرد و ثابت ماند. رابطه بین تأخیر در کاشت و تراکم بوته با عملکرد دانه به‌صورت دندانه‌ای شکل بود. تأخیر ۱۰ روزه در کاشت افزایش عملکرد را به همراه داشت ولی در مزارعی که ۲۲ روز از تاریخ کاشت بهینه گذشته بود، افت حداکثر عملکرد دانه مشاهده شد. همچنین، مشخص شد که مدل CPA تنها قادر است ارتباط خطی بین عوامل موثر با عملکرد را استخراج نماید و در مواقعی که بین یک عامل و عملکرد رابطه غیر خطی وجود دارد، این مدل کاربرد چندانی ندارد. در مدل خط مرزی ارتباط خطی و غیر خطی بین یک عامل و میزان تولید مشخص می‌شود، ولی از معایب مدل خط مرزی نیز به تک پارامتر بودن این مدل در برآورد خلا عملکرد می‌توان اشاره کرد. بنابراین، هر دو مدل خط مرزی و CPA برای تعیین خلا عملکرد یک منطقه مناسب بوده و تکمیل‌کننده نتایج یکدیگر هستند. با استفاده از مدل CPA می‌توان عوامل موثر درتولید را استخراج و با مدل خط مرزی ارتباط هر عامل موثر با عملکرد را تعیین کرد.

References

1. Gan, Y., Stulen, I., Van Keulen, H. and Kuiper, P.J. 2003. Effect of N fertilizer top-dressing at various reproductive stages on growth, N_2 fixation and yield of three soybean (*Glycine max* L. Merr.) genotypes. Field Crops Res. 80: 2. 147-155.
2. Anderson, W.K. 2010. Closing the gap between actual and potential yield of rainfed wheat. The impacts of environment, management and cultivar. Field Crops Res. 116: 2. 14-22.
3. Cunningham, S.A., Attwood, S.J., Bawa, K.S., Benton, T.G., Broadhurst, L.M., Didham, R.K., McIntyre, S., Perfecto, I., Samways, M.J., Tscharntke, T., Vandermeer, J., Villard, M.A., Young, A.G. and Lindenmayer, D.B. 2013. To close the yield-gap while saving biodiversity will require multiple locally relevant strategies. Agric. Ecosyst. Environ. 173: 20-27.
4. Van Ittersum, M.K., Cassman, K.G., Grassini, P., Wolf, J., Tittonell, P. and Hochman, Z. 2012. Yield gap analysis with local to global relevance-A review. Field Crops Res. 143: 4-17.
5. Cassman, K.G. 2012. What do we need to know about global food security? Glob. Food Secur. 1: 81-82.
6. Wang, N., Jassogne, L., van Asten, P.J.A., Mukasa, D., Wanyama, I., Kagezi, G. and Giller, K.E. 2015. Evaluating coffee yield gaps and important biotic, abiotic, and

management factors limiting coffee production in Uganda. Eur J. Agron. 63: 1-11.
7. Soltani, A., Hajjarpoor, A. and Vadez, V. 2016. Analysis of chickpea yield gap and water-limited potential yield in Iran. Field Crops Res. 185: 21-30.
8. Lobell, D.B., Cassman, K.G. and Field, C.B. 2009. Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes, and Causes. An. Re. Environ. Res. 34: 179-204.
9. Van Wart, J., Kersebaum, K.C., Peng, S., Milner, M. and Cassman, K.G. 2013. Estimating crop yield potential at regional to national scales. Field Crop Res. 143: 34-43.
10. Hajarpour, A., Soltani, A. and Zeinali, E. 2015. Using of boundary line analysis in studies yield gap: A case study of wheat in Gorgan. Electron. J. Crop Prod. 8: 4. 183-201. (In Persian)
11. 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. Pp: 1-17.
12. Torabi, B., Soltani, A., Galeshi, S. and Zeinali., E. 2012. Analyzing wheat yield constraints in Gorgan. Electron J. Crop Prod. 4: 2. 1-17. (In Persian)
13. Egli, D. and Hatfield, J. 2014. Yield gaps and yield relationships in central US soybean production systems. Agron. J. 106: 2. 560-566.
14. Nekahy, M.Z., Soltani, A., Siahmargoie, A. and Bagheri, H. 2013. yield gap related with fild mangments wheat. (Case study: Golestan province - Bandar Gaz). J. Crop prod. 7: 2. 135-156. (in Persian)
15. Pradhan, R. 2004. The effect of land and management aspects on maize yield. International Institute for GeoInformation Science and Earth Observation Enschede (ITC). The Netherlands. Master of Science Thesis. 65 p.
16. Shatar, T.M., and Mcbratney, A.B. 2004. Boundary-line analysis of field-scale yield response to soil properties. J. Agric. Sci. 142: 5. 553-560.
17. Mansouri-Far, C., Modarres Sanavy, S.A.M. and Saberali, S.F. 2010. Maize yield response to deficit irrigation during low-sensitive growth stages and nitrogen rate under semi-arid climatic conditions. Agric. Water Manage. 97: 3. 12-22.
18. Makowski, D., Doré, T. and Monod, H. 2007. A new method to analyse relationships between yield components with boundary lines. Agron. Sustain. Dev. 27: 8. 119-128.
19. Soltani, A., Torabi, B., Galeshi, S. and Zeinali, E. 2009. Analyzing wheat yield constraints in Gorgan with Comparative Performance Analysis (CPA) method. (Research Report). Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 65 p. (In Persian)
20. Kayiranga, D. 2006. The Effect of land factors and management practices on rice yield (Case Study in Cyili Inland Valley, Gikonko District, Rwanda). International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation Enschede (ITC). The Netherlands. Master of Science Thesis. 85.
21. Mohtsham Amiri, A., Dadashy. M.R. and Farajy, A. 2018. factors affecting the Accurrence of *Glycine max* L. soybean disturbance complex in Gorgan. J. Crop Ecophysiol. 46: 2. 337-354. (In Persian)
22. Neh bandany, A., Soltani, A., Zinali, E. and Hoosinai, F. 2016. Analysis of soybean yield limiting factors in Gorgan and Aliabad Katol conditions using CPA method. J. Ecol. Agric. 7: 1. 109-123. (In Persian)
23. Ghafarzade, A., Sidnegat, M. and. Gilany, A. 2014. Effect of different levels of urea fertilizer and brown seaweed extract on physiological characteristics of wheat grain yield. J. Crop Physiol. 7: 27. 69-83. (In Persian)
24. Osborne, S.L. and Riedell, W.E. 2006. Starter nitrogen fertilizer impact on soybean yield and quality in the northern Great Plains. Agron. J. 98: 3. 1569-1574
25. Purcell, L.C., Serraj, R., Sinclair, T.R. and De, A. 2004. Soybean N fixation estimates, ureide concentration and yield responses to drought. Crop Sci. 44: 2.

484-492.
26. Power, J. 1990. Fertility management and nutrient cycling. Springer Publications, New York, Pp: 131-149.
27. Afza, R., Hardarson, G., Zapata, F. and Danso, S.K.A. 1987. Effects of delayed soil and foliar N fertiliztion on yield and N_2 fixation of soybean. Plant and Soil. 3: 4. 361-368.
28. Gardezi, AK., Ferrera, R., Acuna, J. and Saavedra, ML. 2000. Sesbania emerus (Aubi) urban inoculated with Glomus sp. In the presence of vermicompost. Mycorrhiza News. 12: 3. 12-15.
29. Brevendan, R.E., Egli, D.B. and Leggett, J.E. 1978. Influence of N nutrition on flower and pod abortion and yield of soybeans. Agron. J. 70: 1. 81-84.
30. Moosavi, Q., Saqolesla, M.J., Ansarnia, E. and Javadi, H. 2012. The effect of water deficit stress and nitrogen fertilizer on yield and water use efficiency of evergreen plant. Ir. Aromat. Med Plants Res. 28: 3. 493-508. (In Persian)
31. Serraj, R. and Sinclair, T.R. 1996. Processes contributing to N_2-fixation insensitivity to drought in the soybean cultivar Jackson. Crop Sci. 36: 4. 961-968.
32. Ghobadi Rojin, A. and Jalilian, A. 2014. Effects of drought stress and nitrogen fertilizer on yield and water use efficiency and nitrogen of maize. Crop. J. 106: 3. 79-87. (In Persian)
33. Majidian, M., Ghalavand, A., Kamgar Haghighi, A. and Karimian, N. 2008. Effect of drought stress, nitrogen fertilizer and manure on chlorophyll meter reading, grain yield and yield components in grain maize cv. SC 704. Ir. J. Crop Sci. 10: 3. 303-330. (in Persian)
34. Aghayari, F., Faraji, A. and Kordkatooli, A. 2016. Determination of yield and yield components response of soybean (*Glycine max* L.) to sowing date, temperature and sunshine hours. J. Agroecol. 7:4.547-562.
35. Ruí z-Nogueira, B., Boote, K. and Sau, F. 2001. Calibration and use of CROPGRO-soybean model for improving soybean management under rainfed conditions. Agric, Syst. 68: 2. 151-173.
36. Robinson, A.P., Conley, S.P., Volenec, J.J. and Santini, J.B, 2009. Analysis of high yielding, early-planted soybean in Indiana. Agron. J. 101: 1. 131-139.
37. Heatherly, L.G. and Elmore, R.W. 2004. Managing inputs for peak production. In H.R. Boerma, and J.E. Specht (eds.). Soybeans: Improvement, production, and uses. Agronomy Monograph. SA, CSSA, and SSSA Publications, Madison. 451-536.
38. Vaziry, M., Nasrolahzade Asl, A., Moosavi, M.H. and Valizade., E. 2011. Effect of plant density on yield and yield components of soybean at different row spacing. J. Res. Crop Sci. 5: 17. 45-58. (In Persian)