University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

Estimation and Analysis of Faba Bean Yield Gap in Golestan Province Using the CPA Method

Mohammad Reza Masouri Vajari[1]✉ | Ebrahim Zeinali[2] | Afshin Soltani[3] | Benjamin Torabi[4] | Ali Reza Nehbandani[5]

1. Corresponding author, Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: mr.mansouri_s97@gau.ac.ir
2. Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: e.zeinali@gau.ac.ir
3. Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: Afshin.Soltani@gau.ac.ir
4. Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: b.torabi@gau.ac.ir
5. Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: a.nehbandani@gau.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 2 September 2023
Received in revised form
22 April 2024
Accepted 28 April 2024
Published online 12 June 2024

Keywords:
Nitrogen fertilizer
Planting date
Potential yield
Waterlogging
Yield gap

ABSTRACT

Objective: The present study was conducted in order to estimate the yield gap of faba bean in the main production areas of this plant in Golestan province, including Gorgan, Ali Abadkatol and Aq Qola cities, and to identify the factors that cause it and to determine the contribution of each of them.

Methods: Based on this, the information related to the production management of 445 faba bean farms in Gorgan, Aliabadkatol and Aqqola regions in 1398-1399 and 1399-1400 was collected and the yield gap was estimated using the comparative performance analysis (CPA) method.

Results: The average, maximum, and gap yield of faba bean seeds were 2742, 4000, and 1258 kg per hectare, respectively. Additionally, based on the results obtained, the most important reasons for the yield gap and the contribution of each of them in creating the yield gap were: planting date 21%, pests 15 percent, the amount of pure nitrogen (N) 14 percent, the number of disc times 14 percent, the amount of seed used 12 percent, diseases 12 percent, waterlogging 5 percent, weeds 3 percent, non-use of working row 2 percent and improper planting depth 1 percent.

Conclusion: In general, by optimizing the management of faba bean production and eliminating the mentioned factors of yield gap, it is possible to increase the yield of faba bean in the regions of Gorgan, Ali Abadkatol and Aq Qala of Golestan province by 46 percent (equal to 1258 kg per hectare) compared to the current amount increased.

Cite this article: Masouri Vajari, M. R., Zeinali, E., Soltani, A., Torabi, B., & Nehbandani, A. R. (2024). Estimation and Analysis of Faba Bean Yield Gap in Golestan Province Using the CPA Method. *Journal of Crops Improvement*, 26 (2), 341-348. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2024.364740.2844

© The Authors.
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2024.364740.2844

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

شاپا الکترونیکی: ۶۹۵۷-۲۳۴۵

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

برآورد و تجزیه و تحلیل خلأ عملکرد دانه باقلا در استان گلستان با استفاده از روش CPA

محمدرضا منصوری‌واجاری[۱] ✉ | ابراهیم زینلی[۲] | افشین سلطانی[۳] | بنیامین ترابی[۴] | علیرضا نه‌بندانی[۵]

۱. نویسنده مسئول، گروه زراعت، دانشکده تولیدگیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: mr.mansouri_s97@gau.ac.ir

۲. گروه زراعت، دانشکده تولیدگیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: e.zeinali@gau.ac.ir

۳. گروه زراعت، دانشکده تولیدگیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: Afshin.Soltani@gau.ac.ir

۴. گروه زراعت، دانشکده تولیدگیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: b.torabi@gau.ac.ir

۵. گروه زراعت، دانشکده تولیدگیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: a.nehbandani@gau.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۱۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۳/۲۳

کلیدواژه‌ها:

آب گرفتگی

پتانسیل عملکرد

تاریخ کاشت

خلأ عملکرد

کود نیتروژن

چکیده

هدف: مطالعه حاضر به‌منظور برآورد خلأ عملکرد باقلا در مناطق اصلی تولید این گیاه در استان گلستان شامل شهرستان‌های گرگان، علی‌آباد کتول و آق‌قلا و شناسایی عوامل ایجاد آن و تعیین سهم هر یک از آن‌ها انجام شد.

روش پژوهش: بر این اساس، اطلاعات مربوط به مدیریت تولید ۴۴۵ مزرعه باقلا در منطقه گرگان، علی‌آباد کتول و آق‌قلا در سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۹۸ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹ جمع‌آوری و خلأ عملکرد با استفاده از روش تحلیل مقایسه کارکرد (CPA) برآورد شد.

یافته‌ها: میانگین، بیشینه و خلأ عملکرد دانه باقلا به‌ترتیب ۲۷۴۲، ۴۰۰۰ و ۱۲۵۸ کیلوگرم در هکتار بود. هم‌چنین، براساس نتایج به‌دست‌آمده، مهم‌ترین دلایل خلأ عملکرد و سهم هر یک از آن‌ها در ایجاد خلأ عملکرد عبارت بودند از تاریخ کاشت ۲۱ درصد، آفات ۱۵ درصد، مقدار نیتروژن خالص (N) ۱۴ درصد، تعداد دفعات دیسک ۱۴ درصد، میزان بذر مصرفی ۱۲ درصد، بیماری‌ها ۱۲ درصد، آب‌گرفتگی ۵ درصد، علف‌های هرز ۳ درصد، عدم استفاده از ردیف‌کار ۲ درصد و عمق نامناسب کاشت ۱ درصد.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی، با بهینه‌سازی مدیریت تولید باقلا و رفع عوامل خلأ عملکرد ذکرشده، می‌توان عملکرد باقلا را دراستان گلستان و مناطق گرگان، علی‌آباد کتول و آق‌قلا را به میزان ۴۶ درصد (برابر با ۱۲۵۸ کیلوگرم در هکتار) نسبت به مقدار فعلی افزایش داد.

استناد: منصوری‌واجاری، محمدرضا؛ زینلی، ابراهیم؛ سلطانی، افشین؛ ترابی، بنیامین و نه‌بندانی، علیرضا (۱۴۰۳). برآورد و تجزیه و تحلیل خلأ عملکرد دانه باقلا در استان گلستان با استفاده از روش CPA. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۶ (۲)، ۳۴۸-۳۳۱. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2024.364740.2844

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

مقدمه

باقلا (*Vicia faba* L.) از مهم‌ترین بقولات دانه‌ای در دنیا به‌شمار می‌رود. این گیاه در خاورمیانه و حتی نقاطی از اروپا و استرالیا به‌عنوان منبع پروتئینی در تغذیه انسان و دام مورداستفاده قرار می‌گیرد (تورپین[1] و همکاران، ۲۰۰۲). باقلا در ایران، با دو هدف تولید غلاف سبز و دانه خشک کشت می‌شود، پس از برداشت غلاف سبز نیز، از شاخ و برگ آن نیز به‌عنوان کود سبز یا علوفه استفاده می‌کنند. گسترش سطح زیر کشت باقلا به‌دلیل ویژگی‌های ارزشمند آن از جمله داشتن دانه و علوفه‌ای غنی از پروتئین، توان زیاد برای تثبیت زیستی نیتروژن، سرمادوست بودن و در نتیجه امکان کشت به‌صورت پاییزه و در نتیجه آن نیاز کم یا حتی عدم نیاز به آبیاری (در مناطق شمالی کشور)، برداشت زودهنگام در بهار و در نتیجه امکان کشت بیش‌تر گیاهان زراعی گرمادوست به‌دنبال آن، می‌تواند پایداری نظام‌های زراعی را بهبود بخشیده و مزایای مهم دیگری را در پی داشته باشد (گلچین و همکاران، ۱۳۹۲).

سطح زیرکشت باقلا در ایران در سال ۱۳۹۸ بیش از ۳۵ هزار هکتار بوده و استان گلستان با بیش از ۳۵ درصد سطح زیر کشت، بعد از استان مازندران در رتبه دوم تولید این محصول در کشور قرار دارد (سیاهمرگوئی و همکاران، ۱۴۰۱). مطالعات نشان داده است بین عملکرد کشاورزان در مزارع (واقعی) و عملکرد قابل دست‌یابی فاصله (خلأ) وجود دارد، که می‌توان از طریق بهبود سطح مدیریت زراعی و افزایش عملکرد در واحد سطح، این اختلاف را کاهش داد. یکی از راه‌های اساسی افزایش تولید گیاهان زراعی در کشور، کاهش اختلاف زیاد بین عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل حصول می‌باشد. این اختلاف ناشی از کمبود اطلاعات در زمینه شناسایی و حذف عوامل مؤثر بر ایجاد آن می‌باشد (سلطانی، ۱۳۸۸). از بین‌بردن فاصله بین عملکردی که در حال حاضر در مزارع به‌دست می‌آید و عملکردی که می‌تواند به‌وسیله استفاده از بهترین ارقام سازگار با محیط و بهترین روش‌های مدیریت آب، خاک و گیاه به‌دست آید، راه‌کار کلیدی جهت غلبه بر چالش تغذیه‌ای جمعیت در حال رشد جهان است (هاچمن[2] و همکاران، ۲۰۱۳).

CPA[3] یکی از روش‌هایی است که برای کمی‌کردن خلأ عملکرد گیاهان زراعی استفاده می‌شود. با کاربرد این روش محدودیت‌های اصلی عملکرد و توابع کمی‌شده برای خلأ 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 خلأ 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 (ترابی و همکاران، ۱۳۹۰).

۲. پیشینه پژوهش

از پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه خلأ عملکرد با استفاده از روش CPA می‌توان به پژوهش انجام‌شده توسط (قربانی‌جاوید[4] و همکاران، ۲۰۲۳) اشاره کرد که با استفاده از روش CPA به‌بررسی خلأ عملکرد گندم در منطقه ورامین پرداختند. نتایج ایشان نشان داد که بین عملکرد واقعی و عملکرد قابل دست‌یابی، ۳۷۴۸ کیلوگرم در هکتار فاصله وجود دارد. آن‌ها بیان داشتند که بیش‌ترین عوامل ایجادکننده خلأ عملکرد در گندم در منطقه موردمطالعه شامل آبیاری (۹ درصد)، شوری خاک (۸/۲ درصد)، مساحت مزرعه (۱۶/۳ درصد)، نیتروژن مصرفی در مرحله پنجه‌زنی (۱۶ درصد) و

1. Turpin
2. Hochman
3. Comparative Performance Analysis
4. Ghorbani Javid

فسفر مصرفی (۶ درصد) می‌باشد. نیک‌نژاد[1] و همکاران (۲۰۲۱) با استفاده از روش CPA میزان خلأ عملکرد کلزا را در استان مازندران ۱۷۲۹ کیلوگرم در هکتار محاسبه کردند. ایشان بیان داشتند که عواملی مثل میزان بذر مصرفی (۷/۱۷ درصد)، تاریخ کاشت (۵/۸۴ درصد)، تناوب زراعی (۱۲/۲۶ درصد)، پتاسیم مصرفی (۱۷/۰۶)، نیتروژن مصرفی (۱۸/۱۶) و تراکم گیاه (۱۱/۳۴ درصد) بیش‌ترین سهم را در ایجاد خلأ عملکرد کلزا در استان مازندران داشتند. امینی‌ماندی و همکاران (۱۴۰۱) با استفاده از روش CPA میزان خلأ عملکرد برنج را در استان مازندران ۱۸۴۲ کیلوگرم در هکتار محاسبه کردند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که مهم‌ترین دلایل خلأ عملکرد برنج در استان مازندران به‌ترتیب شامل مبارزه زیستی (۴۴ درصد)، پتاسیم مصرفی (۳۹ درصد)، مشکل آفات (۱۲ درصد) و رقم (۶ درصد) بود.

داداشی و همکاران (۱۴۰۱) با استفاده از روش CPA میزان خلأ عملکرد سویا را در منطقه علی‌آباد کتول ۱۷۹۳ کیلوگرم در هکتار محاسبه کردند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که مهم‌ترین دلایل خلأ عملکرد سویا در این منطقه به‌ترتیب آبیاری (۲۸/۳۶ درصد)، مصرف علف‌کش قبل از کشت (۱۷/۴۵ درصد)، تراکم بوته (۱۵/۵۴ درصد)، خاک‌ورزی (۱۳/۹۹ درصد)، میزان بذر مصرفی (۸/۵۵ درصد)، تأخیر در کاشت (۸/۴۲ درصد)، روش کاشت (۶/۳ درصد) و مصرف نیتروژن (۱/۴۵ درصد) بود. هم‌چنین، نتایج مطالعه طهماسبی‌سروستانی و همکاران (۱۴۰۰) در بررسی خلأ عملکرد سویا در استان مازندران با استفاده از روش CPA نشان داد که میزان خلأ عملکرد برآوردشده ۳۵۶۳/۷۰ کیلوگرم در هکتار بود و سه عامل مقدار گوگرد مصرفی، محصول قبلی و سیستم آبیاری بارانی به‌ترتیب با مقادیر (۲۴/۵۲، ۱۷/۴۱ و ۱۵/۳۳ درصد) بیش‌ترین سهم را در مقدار خلأ عملکرد به‌وجود آمده داشتند.

راحمی‌کاریزکی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی به بررسی عوامل محدودکننده عملکرد کلزا با استفاده از روش CPA در استان گلستان پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد بین متوسط عملکرد واقعی (۲۳۰۸ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد قابل‌حصول (۴۱۲۳ کیلوگرم در هکتار)، ۱۸۱۸ کیلوگرم در هکتار خلأ وجود دارد. ایشان بیان داشتند که مهم‌ترین عوامل ایجادکننده خلأ عملکرد برای منطقه موردمطالعه شامل مساحت مزرعه تحت مدیریت کشاورز (۲۱/۴ درصد)، عدم مصرف بهینه کود نیتروژن (۱۴/۶ درصد)، عدم مصرف بهینه کود پتاسیم (۱۴ درصد)، تراکم علف‌های هرز در واحد سطح (۱۰/۸ درصد)، ضدعفونی بذر با حشره‌کش (۸/۱ درصد) و زیرشکن (۱/۴ درصد) می‌باشد. لازم به ذکر است از آنجایی‌که تاکنون مطالعه‌ای روی خلأ عملکرد باقلا در ایران صورت نگرفته است. بنابراین، این مطالعه به‌منظور تعیین خلأ عملکرد باقلا و تعیین عامل‌های محدودکننده عملکرد و سهم هر یک از آن‌ها در ایجاد خلأ عملکرد با استفاده از روش CPA در مزارع باقلا در شهرستان‌های گرگان، علی‌آباد کتول و آق‌قلا انجام گرفت.

۳. روش‌شناسی پژوهش

۳. ۱. داده‌ها و اطلاعات زراعی

به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز برای کمی‌سازی تولید و ارزیابی خلأ عملکرد در منطقه گرگان، علی‌آباد کتول و آق‌قلا نظارت کامل بر مزارع و هم‌چنین، مصاحبه شخصی (چهره به چهره) با کشاورزان انجام گرفت. اطلاعات از مجموع ۴۴۵ مزرعه باقلا در شهرستان‌های گرگان، علی‌آباد کتول و آق‌قلا طی سال‌های ۱۳۹۹–۱۳۹۸ و ۱۴۰۰–۱۳۹۹ جمع‌آوری گردید. انتخاب تعداد مزارع براساس فرمول کوکران و هم‌چنین، تنوع مزارع با کمک مراکز خدمات کشاورزی صورت گرفت. براساس اطلاعات موجود از کشاورزان در این مراکز، مزارعی انتخاب گردید که از لحاظ سطح زیر کشت، مدیریت‌های مختلف و هم‌چنین، عملکرد دارای تنوع بودند. عوامل مدیریتی موردبررسی شامل پیشینه تولید، روش کاشت،

1. Niknejhad

تلقیح یا عدم تلقیح بذر با باکتری، محصول پیشین، میزان بذر، محل تهیه بذر، میزان کود نیتروژن (N) مصرفی، میزان کود فسفر (P) مصرفی، میزان کود پتاس (K) مصرفی، استفاده یا عدم استفاده از کود سرک نیتروژن، تعداد دفعات پخش کود سرک نیتروژن، زمان کاربرد کود سرک نیتروژن، استفاده یا عدم استفاده از شخم، تعداد دفعات شخم‌زدن، استفاده یا عدم استفاده از دیسک، تعداد دفعات زدن دیسک، استفاده یا عدم استفاده از کولتیواتور، تعداد دفعات زدن کولتیواتور، تاریخ کشت، نوع رقم، فاصله بین ردیف، فاصله روی ردیف، عمق کاشت، استفاده یا عدم استفاده از علف‌کش، آفت‌کش، نوع علف‌کش، نوع آفت‌کش، استفاده یا عدم استفاده از وجین، روش وجین، استفاده یا عدم استفاده از کود دامی، نوع کود دامی، روش آبیاری، تعداد دفعات آبیاری، محل تأمین آب آبیاری، تاریخ برداشت و روش برداشت بودند که در مجموع ۶۷ عامل مدیریتی در این مزارع مورد ارزیابی قرار گرفت.

۳. ۲. اطلاعات اقلیمی

میانگین بلندمدت بارندگی سالانه در شهرستان گرگان حدود ۵۷۱ میلی‌متر و کمینه و بیشینه دمای سالانه به‌ترتیب ۱۳ و ۲۳ درجه سانتی‌گراد و اقلیم آن معتدل نیمه‌مرطوب می‌باشد. ارتفاع این شهرستان از سطح دریا ۱۳ متر بوده و در مختصات عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۹ دقیقه شرقی در استان گلستان واقع گردیده است. شهرستان علی‌آباد کتول با میانگین دراز مدت بارندگی سالانه ۷۳۱ میلی‌متر و کمینه و بیشینه دمای سالانه به‌ترتیب ۱۲ و ۲۳ درجه سانتی‌گراد و دارای اقلیم کوهپایه‌ای می‌باشد. ارتفاع این شهرستان از سطح دریا ۱۸۴ متر بوده و در مختصات عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی در استان گلستان واقع شده است (نه‌بندانی و همکاران، ۱۳۹۶). شهرستان آق‌قلا با میانگین بلندمدت بارندگی سالانه ۴۳۵ میلی‌متر و کمینه و بیشینه دمای سالانه به‌ترتیب ۷ و ۲۳/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و ارتفاع این شهرستان از سطح دریا ۱۳۰ متر است. شهرستان آق‌قلا در مختصات ۵۴ درجه و ۱۴/۲ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۵۱ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۵۵/۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۹/۶ دقیقه عرضی شمالی واقع شده است (حجارپور و همکاران، ۱۳۹۶).

۳. ۳. تجزیه و تحلیل آماری

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و تعیین مدل عملکرد، رابطه بین همه متغیرهای اندازه‌گیری‌شده (کمی و کیفی؛ متغیرهای کیفی به‌صورت صفر و یک کدگذاری شدند) و عملکرد با روش رگرسیون گام به گام مورد ارزیابی قرار گرفت. با قراردادن میانگین مشاهده‌شده متغیرها (X)ها در ۴۴۵ مزرعه منطقه بررسی‌شده در مدل عملکرد، عملکرد میانگین با مدل محاسبه شد. سپس با قراردادن میزان مطلوب متغیرها در مدل عملکرد، ظرفیت عملکرد محاسبه شد. اختلاف این دو، برابر با خلأ عملکرد در نظر گرفته شد. اختلاف حاصل‌ضرب میزان میانگین مشاهده‌شده برای هر متغیر در ضریب آن با حاصل‌ضرب میزان مطلوب برای همان متغیر در ضریب همان متغیر نشان‌دهنده میزان خلأ عملکرد ایجادشده برای آن متغیر می‌باشد (جدول ۱). نسبت میزان خلأ عملکرد برای هر متغیر به کل خلأ عملکرد، نشان‌دهنده سهم آن متغیر در ایجاد خلأ عملکرد بوده و به‌صورت درصد نشان داده شد. از نرم‌افزار SAS (SAS, 2007) برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

۴. یافته‌های پژوهش

۴. ۱. انتخاب متغیرها

از بین متغیرهای موردبررسی، مدل (معادله رگرسیون نهایی) با ۱۰ متغیر مستقل انتخاب گردید. مدل عملکرد به‌صورت زیر بود:

رابطه ۱)

$$Y = 8324.68 - 82.90X1 + 48.08X2 + 5.99X3 - 80.73X4 - 9.29X5 - 17.66X6 + 2.02X7 - 217.32X8 - 154.03X9 - 26.43X10$$

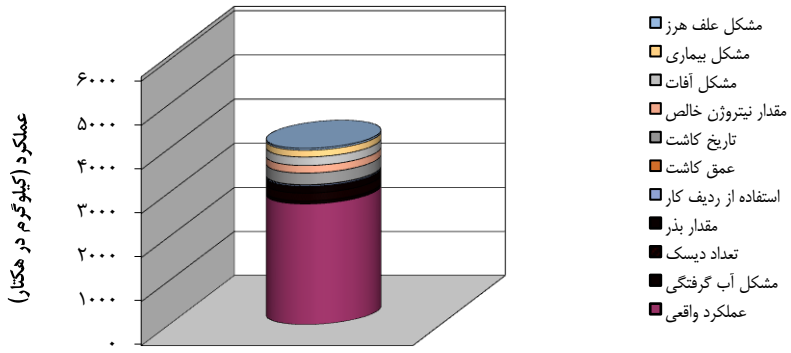
که در آن، Y عملکرد (کیلوگرم در هکتار)،X1 مشکل آب‌گرفتگی، X2 تعداد دفعات دیسک، X3 مقدار بذر مصرفی (کیلوگرم در هکتار)، X4 استفاده از ردیف‌کار، X5 عمق کاشت، X6 تاریخ کاشت، X7 مقدار نیتروژن خالص (N) کیلوگرم در هکتار، X8 مشکل آفات، X9 مشکل بیماری‌ها و X10 مشکل علف‌هرز بود.

جدول (۱) مقادیر کمینه، بیشینه و میانگین مشکل آب‌گرفتگی، تعداد دفعات استفاده از دیسک، مقدار بذر مصرفی (کیلوگرم در هکتار)، استفاده از ردیف‌کار، عمق کاشت (سانتی‌متر)، تاریخ کاشت، مقدار نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار)، مشکل آفات، مشکل بیماری‌ها و مشکل علف‌هرز و عملکرد واقعی در کشتزارهای موردبررسی را نشان می‌دهد.

جدول ۱. مقادیر کمینه، بیشینه و میانگین متغیرهای انتخاب‌شده در مدل CPA

متغیرها	حداقل	حداکثر	میانگین
مشکل آب‌گرفتگی	۱	۵	۱/۸۰۴۳۴۸
تعداد دیسک	۱	۶	۲/۲۹۱۹۲۶
مقدار بذر مصرفی (کیلوگرم در هکتار)	۶۰	۱۰۰	۷۴/۴۷۲۰۵
استفاده از ردیف‌کار	۰	۱	۰/۳۵۷۱۴۳
عمق کاشت (سانتی‌متر)	۴	۶	۴/۹۴
تاریخ کاشت	۲۷۹	۳۱۹	۲۹۴
مقدار نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار)	۰	۱۱۵	۳۰/۷۱۴۲۹
مشکل آفات	۱	۵	۱/۸۹۱۳۰۴
مشکل بیماری‌ها	۱	۵	۱/۹۸۷۵۷۸
مشکل علف‌هرز	۱	۵	۲/۵۶
عملکرد واقعی	۱	۴۱۳۲	۲۵۴۰/۸۷

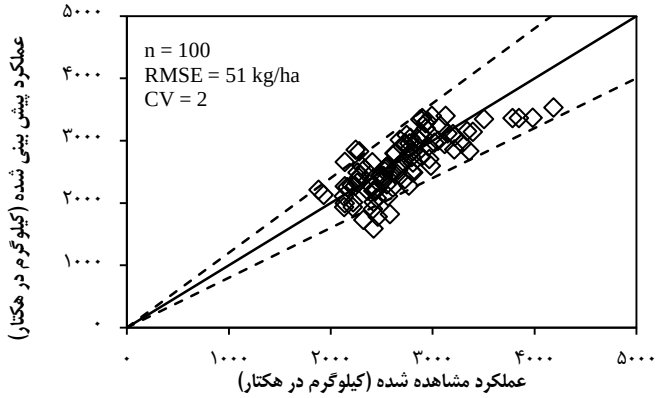
رابطه بین عملکرد واقعی و عملکرد برآوردشده با ضریب همبستگی ۰/۷۶ در شکل (۱) نشان داده شده است. جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تغییرات مدل (CV) به‌ترتیب برابر ۵۱ کیلوگرم در هکتار و دو درصد بوده و نشان می‌دهد که دقت مدل قابل‌پذیرش است و می‌تواند برای برآورد میزان خلأ عملکرد و سهم هر یک از محدودیت‌های عملکرد مورداستفاده قرار گیرد.



شکل ۱. میزان محدودیت‌های اصلی خلأ عملکرد باقلا در منطقه گرگان، علی‌آباد کتول و آق‌قلا

۴. ۲. عوامل محدودکننده عملکرد و برآورد خلأ عملکرد

کل خلأ عملکرد و سهم هر یک از عوامل محدودکننده عملکرد از آن در جدول (۱) ارائه شده است. مدل عملکرد، میزان بیشینه عملکرد و متوسط عملکرد را به‌ترتیب ۴۰۰۰ و ۲۷۴۲ کیلوگرم در هکتار محاسبه کرد. کل خلأ عملکرد برآورد شده ۱۲۵۸ کیلوگرم در هکتار بود. این بدان معنی است که بین عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل دست‌یابی ۱۲۵۸ کیلوگرم در هکتار فاصله وجود دارد که با مدیریت صحیح قابل حذف خواهد بود. سهم هر یک از عامل‌های محدودکننده عملکرد به‌صورت زیر می‌باشد (جدول ۲ و شکل ۲).



شکل۲. پراکنش داده‌های عملکرد پیش بینی‌شده در مقابل عملکرد مشاهده‌شده نسبت به خط ۱:۱. خطوط منقطع دامنه ۲۰± درصد نسبت به خط ۱:۱ را نشان می‌دهد.

جدول ۲. کمی‌سازی میزان خلأ عملکرد باقلا و سهم هر یک از متغیرهای واردشده در معادله تولید

متغیرها	ضریب	مقادیر اندازه‌گیری‌شده در مزرعه		مقادیر محاسبه‌شده با مدل		خلأ عملکرد	
		میانگین	مطلوب	میانگین	مطلوب	مقدار	درصد
عرض از مبدأ	۸۳۲۴/۶۷۵	۱	–	۸۳۲۴/۶۷۵	۸۳۲۴/۶۷۵	–	–
مشکل آب گرفتگی	-۸۲/۹۰۱۸	۱/۸۰۴۳۴۸	۱	-۱۴۹/۶	-۸۲/۹	۶۶/۷	۵
تعداد دیسک	۴۸/۰۸۷۰۵	۲/۲۹۱۹۲۶	۶	۱۱۰/۲	۲۸۸/۵	۱۷۸/۳	۱۴
مقدار بذر مصرفی (کیلوگرم در هکتار)	۵/۹۹۱۴	۷۴/۴۷۲۰۵	۱۰۰	۴۴۶/۲	۵۹۹/۱	۱۵۲/۹	۱۲
استفاده از ردیف کار	-۸۰/۷۳۲۷	۰/۳۵۷۱۴۳	۰	-۲۸/۸	۰/۰	۲۸/۸	۲
عمق کاشت (سانتی‌متر)	-۹/۲۹۳۲۲	۴/۹۴	۴	-۴۵/۹	-۳۷/۲	۸/۷	۱
تاریخ کاشت	-۱۷/۶۶۱۲	۲۹۴	۲۷۹	-۵۱۹۲/۴	-۴۹۲۷/۵	۲۶۴/۹	۲۱
مقدار نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار)	۲/۰۲۲۰۴	۳۰/۷۱۴۲۹	۱۱۵	۶۲/۱	۲۳۲/۵	۱۷۰/۴	۱۴
مشکل آفات	-۲۱۷/۳۱۸	۱/۸۹۱۳۰۴	۱	-۴۱۱/۰	-۲۱۷/۳	۱۹۳/۷	۱۵
مشکل بیماری‌ها	-۱۵۴/۰۳۷	۱/۹۸۷۵۷۸	۱	-۳۰۶/۲	-۱۵۴/۰	۱۵۲/۱	۱۲
مشکل علف هرز	-۲۶/۴۳۵۸	۲/۵۶	۱	-۶۷/۷	-۲۶/۴	۴۱/۲	۳
عملکرد واقعی	–	–	–	۲۷۴۲	۴۰۰۰	۱۲۵۸	۱۰۰

۴. ۳. مشکل آب‌گرفتگی (X1)

مشکل آب‌گرفتگی مزارع به‌ترتیب به شکل خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد کمّی شد و مورد ارزیابی قرار گرفت. با توجه به این‌که در مدل عملکرد، تأثیر آب‌گرفتگی مزارع منفی بود، بنابراین کم‌ترین مقدار آن (بدون مشکل) در مدل قرار داده شد. بنابر نتایج CPA، مشکل آب‌گرفتگی عامل ۵ درصد از خلأ عملکرد باقلا یعنی ۶۶/۷ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲).

به‌طور کلی می‌توان گفت در مزارعی که عمل زهکشی به نحو بهتر انجام شده است عملکرد بیش‌تری را نیز می‌توان انتظار داشت. درصد فراوانی مزارع مناطق موردبررسی از نظر مشکل آب‌گرفتگی در (شکل a–۳) نشان داده شده است.

۴. ۴. تعداد دفعات دیسک‌زدن (X2)

در این مطالعه تعداد دفعات دیسک‌زدن از یک تا شش بار متغیر بود، به‌طور معمول بلافاصله پس از انجام آخرین دیسک کشت باقلا انجام می‌شود. با توجه به این‌که در مدل عملکرد، تأثیر تعداد دفعات انجام دیسک مثبت بود، بنابراین بیش‌ترین تعداد دفعات دیسک (شش بار) در مدل قرار داده شد. بنابر نتایج CPA، تعداد دفعات انجام دیسک، عامل ۱۴ درصد خلأ عملکرد معادل ۱۷۸/۳ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲). درصد فراوانی تعداد انجام دیسک توسط کشاورزان منطقه در شکل (b–۳) نشان داده شده است.

۴. ۵. مقدار بذر مصرفی (X3)

در این بررسی با توجه به این‌که در مدل عملکرد، تأثیر متغیر مقدار بذر مصرفی مثبت بود و بر این اساس بیش‌تر بودن میزان عملکرد با افزایش مقدار بذر همراه است، بنابراین بیش‌ترین مقدار بذر (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) در مدل قرار داده شد. بنابر نتایج CPA، میزان بذر مصرفی عامل ۱۲ درصد خلأ عملکرد معادل با ۱۵۲/۹ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲). درصد فراوانی مقدار بذر مصرفی در مزارع موردبررسی در شکل (c–۳) نشان داده شده است.

۴. ۶. استفاده از ردیف‌کار (X4)

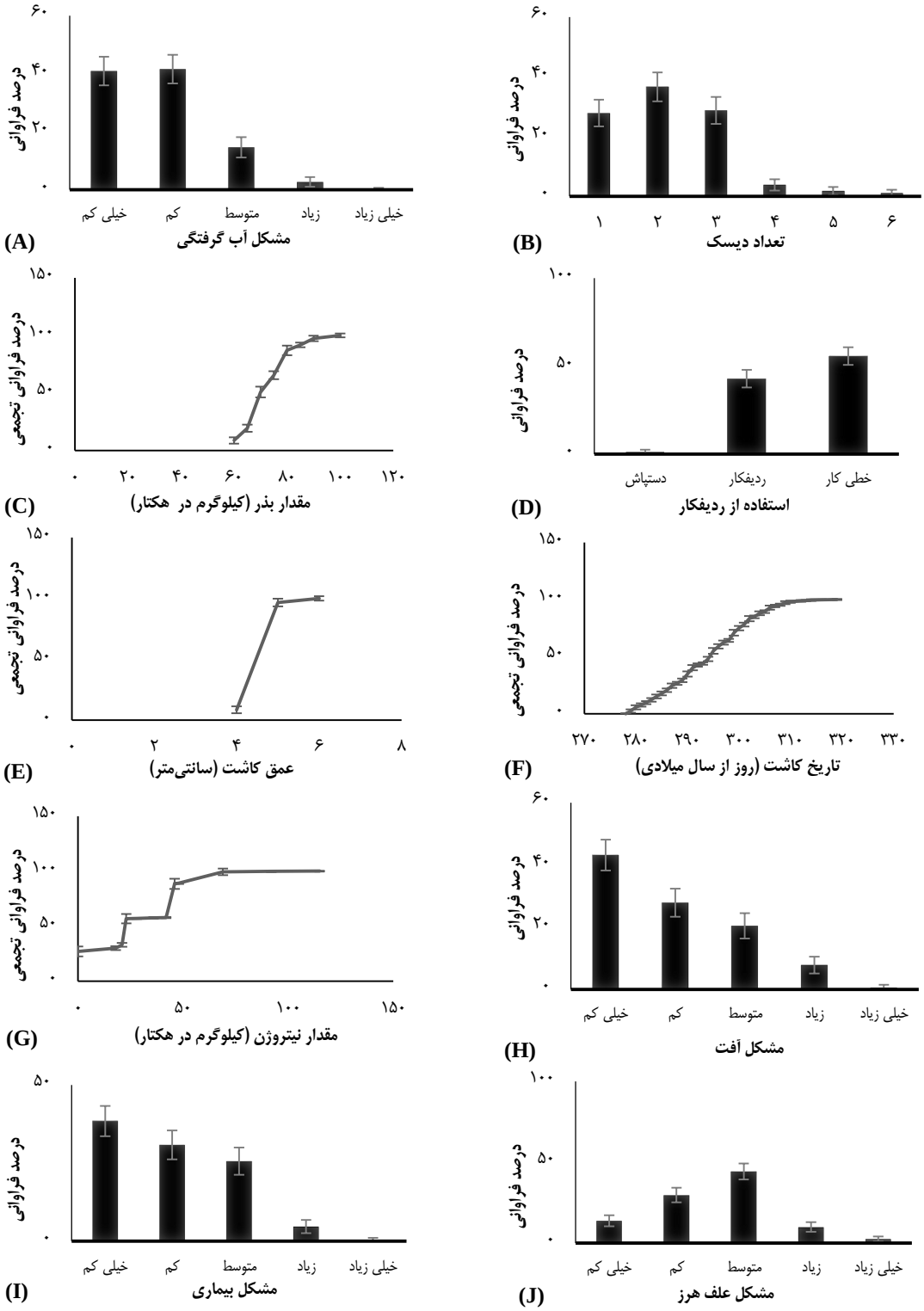
در این مطالعه با توجه به این‌که در مدل عملکرد، تأثیر متغیر استفاده از ردیف‌کار منفی بود بنابراین، کم‌ترین مقدار (عدم استفاده) در مدل قرار داده شد. بنابر نتایج CPA، استفاده از ردیف‌کار عامل دو درصد خلأ عملکرد معادل با ۲۸/۸ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲). درصد فراوانی استفاده از ردیف‌کار جهت کاشت بذر در مزارع موردبررسی در شکل (d–۳) نشان داده شده است.

۴. ۷. عمق کاشت (X5)

با توجه به ضریب رگرسیونی منفی عمق کاشت در مدل عملکرد، کم‌ترین مقدار آن (۴ سانتی‌متر) در مدل قرار داده شد. مقدار سهم متغیر عمق کاشت ۱ درصد (۸/۷ کیلوگرم در هکتار) از خلأ عملکرد باقلا بود (جدول ۲). درصد فراوانی عمق کاشت در مزارع موردبررسی در شکل (e–۳) نشان داده شده است.

۴. ۸. تاریخ کاشت (X6)

در مزارع موردبررسی زودترین، دیرترین و میانگین تاریخ کاشت به‌ترتیب ۱۴ مهرماه، ۱۹ آبان‌ماه و ۲۸ مهرماه بود (جدول ۱). براساس نتایج، کشاورزان بسته به زمان برداشت محصول پیشین (که ممکن است سویا، برنج، ذرت، پنبه و غیره باشد) از ۱۴ مهرماه تا ۲۵ آبان‌ماه اقدام به کشت باقلا کردند. با توجه به این‌که در مدل عملکرد، تأثیر متغیر تاریخ کاشت منفی بود که به معنی کم‌تر بودن عملکرد در تاریخ کاشت‌های دیرهنگام است، بنابراین زودترین تاریخ کاشت (۱۴ مهرماه) در مدل قرار داده شد. نتایج روش CPA، نشان داد تاریخ کاشت مسئول ۲۱ درصد از کل خلأ عملکرد برآوردشده می‌باشد که این میزان برابر با ۲۶۴/۹ کیلوگرم در هکتار است (جدول ۲). درصد فراوانی تاریخ کاشت در مزارع موردبررسی در (F–۳) نشان داده شده است.



شکل ۳. درصد فراوانی مقادیر مشکل آب‌گرفتگی (A)، تعداد انجام دیسک (B)، مقدار بذر (کیلوگرم در هکتار) (C)، استفاده از ردیف‌کار (D)، عمق کاشت (سانتی‌متر)، (E)، تاریخ کاشت (F)، کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) (G)، مشکل آفت (H)، مشکل بیماری (I) و مشکل علف‌هرز (J) در شهرستان‌های گرگان، علی‌آباد کتول و آق‌قلا.

۴. ۹. مقدار کود نیتروژن مصرفی (X7)

کشاورزان منطقه گرگان، علی‌آباد کتول و آق‌قلا اکثراً بدون انجام آزمایش‌های تعیین عنصرهای غذایی اقدام به کوددهی باقلا نمودند. دلیل اصلی انجام‌ندادن آزمایش‌های خاک جهت تعیین دقیق مقدار عنصرهای موردنیاز در فصل رشد، فقدان توان اقتصادی مناسب کشاورزان به‌شمار می‌رود. میزان مصرف کود نیتروژن در مزارع توسط کشاورزان بین صفر تا ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار متغیر بود (جدول ۱). با توجه به این‌که در مدل عملکرد، تأثیر متغیر میزان مصرف نیتروژن مثبت می‌باشد، بنابراین بیشینه میزان نیتروژن (۱۱۵ کیلوگرم در هکتار) در مدل قرار داده شد. بنابر نتایج CPA، میزان مصرف نیتروژن عامل ۱۴ درصد خلأ عملکرد معادل با ۱۷۰/۴ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲). به این ترتیب با افزایش مصرف این عنصر غذایی از طریق کودهای شیمیایی و سایر منابع، می‌توان انتظار داشت که میزان عملکرد باقلا در مناطق موردمطالعه تا ۱۴ درصد افزایش پیدا نماید. درصد فراوانی مصرف کود نیتروژن در مزارع موردبررسی در شکل (G–۳) نشان داده شده است.

۴. ۱۰. آفات (X8)

یکی از دلایل خلأ عملکرد باقلا در همه مناطق موردمطالعه مدیریت آفات بود. مشکل آفات در مزارع به‌ترتیب به شکل خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد کمّی شد و مورد ارزیابی قرار گرفت. بنابر نتایج به‌دست‌آمده در مدل CPA، سهم آفات از کل خلأ عملکرد باقلا ۱۵ درصد بود که این میزان برابر با ۱۹۳/۷ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (جدول ۲). درصد فراوانی مزارع از نظر مشکل آفت در شکل (H–۳) نشان داده شده است.

۴. ۱۱. مشکل بیماری (X9)

در مزارع موردبررسی مشکل بیماری به‌ترتیب به شکل خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد کمّی شد و موردارزیابی قرار گرفت. بنابر نتایج به‌دست‌آمده در مدل CPA، سهم بیماری از کل خلأ عملکرد باقلا ۱۲ درصد بود که این میزان برابر با ۱۵۲/۱ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (جدول ۲). درصد فراوانی مزارع از نظر مشکل آفت در شکل (I–۳) نشان داده شده است.

۴. ۱۲. علف‌های هرز (X10)

مشکل علف هرز به‌ترتیب به شکل خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد کمّی شد و مورد ارزیابی قرار گرفت. بنابر نتایج به‌دست‌آمده در مدل CPA، سهم علف هرز از کل خلأ عملکرد باقلا ۳ درصد بود که این میزان برابر با ۴۱/۲ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (جدول ۲). درصد فراوانی مزارع از نظر مشکل آفت در شکل (J–۳) نشان داده شده است.

۵. بحث

تنش غرقاب یکی از مهم‌ترین تنش‌ها در رابطه با گیاهان پاییزه به‌ویژه در مناطق شمالی ایران است (فروغی و گالشی، ۱۴۰۱). تنش غرقاب در مرحله گرده‌افشانی به‌شدت موجب کاهش عملکرد دانه باقلا شد، زیرا گرده‌افشانی از عوامل مؤثر بر عملکرد دانه می‌باشد. به‌طور کلی غرقاب باعث اختلالات فیزولوژیکی و مورفولوژیکی چندگانه در گیاهان شده و منجر به کاهش رشد گیاه (رسولی و همکاران، ۱۳۹۳؛ تادل[1]، ۲۰۲۰) و در نهایت موجب کاهش عملکرد می‌شود. گزارش کرده‌اند

1. Tadele

میانگین عملکرد دانه باقلا هنگام وقوع تنش غرقابی در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی نسبت به شاهد به‌ترتیب ۲۴ و ۱۷/۲۴ درصد کاهش داشته است (ملاعلی و همکاران، ۱۳۹۹). هم‌چنین، کاهش عملکرد در اثر تنش غرقاب در باقلا الامری[1] (۲۰۱۹) و سایر گیاهان زراعی گزارش شده است (شاهکومحلی و همکاران، ۱۳۹۹؛ حسنی و همکاران، ۱۳۹۸؛ رسولی و همکاران، ۱۳۹۳). در خصوص تعداد دفعات دیسک‌زدن به‌طور کلی می‌توان گفت در مزارعی که دیسک‌زنی بیش‌تری انجام شده است، عملکرد بیش‌تری داشته‌اند، اما نمی‌توان از طریق این تجزیه تعداد دفعات مطلوب انجام دیسک را تعیین کرد، بلکه باید از روش‌های دیگر تجزیه برای بررسی تعداد دفعات انجام دیسک مناسب استفاده کرد. انتخاب روش خاک‌ورزی و نوع ادوات مورداستفاده در هنگام خاک‌ورزی تأثیر فراوانی بر حفظ خصوصیات فیزیکی خاک و کاهش فرسایش، افزایش ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی، افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی و در نهایت افزایش عملکرد گیاهان زراعی دارد (مادجون[2] و همکاران، ۲۰۲۳).

علت کاهش عملکرد باقلا در مقادیر نامطلوب مصرف بذر در مزارع موردبررسی می‌تواند به دلایلی از جمله افزایش تراکم بوته مربوط باشد، به‌نحوی‌که در تراکم‌های بالا به‌دلیل رقابت برای دریافت تشعشع و عناصر غذایی، تعداد گل‌های بارور در گیاه کاهش یافته و از طرفی با افزایش تعداد گیاه در واحد سطح، فضا و عناصر غذایی برای هر گیاه کاهش می‌یابد. بنابراین گیاه رشد کافی نداشته و تعداد شاخه‌های جانبی و در نهایت تعداد غلاف در بوته کاهش می‌یابد (کشیری و همکاران، ۱۳۸۵). در تراکم‌های پایین نیز به‌دلیل تأخیر در بسته‌شدن کانوپی و عدم دریافت کافی تشعشع عملکرد کاهش می‌یابد. در پژوهش انجام‌شده توسط جمالی (۱۳۹۹) در بررسی تأثیر تراکم بوته بر رشد و عملکرد گیاه سیب‌زمینی بیان داشتند که با کاهش تراکم بوته، از طریق کاهش در سرعت رشد محصول عملکرد را کاهش می‌دهد ایشان بیان نمودند ازآنجایی‌که واحد سرعت رشد محصول برحسب گرم در مترمربع در روز می‌باشد، بنابراین با کاهش تراکم تعداد بوته‌های فتوسنتزکننده کاهش یافته و ماده خشک تولیدی نیز کم‌تر خواهد بود. ربیعی و جیلانی (۱۳۹۴) دریافتند که با مصرف بذر باقلا به‌میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، بیش‌ترین عملکرد غلاف (۳۱۲۲۳ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد و با کاهش میزان بذر مصرفی از میزان عملکرد غلاف سبز کاسته شد. ایشان افزایش تراکم بوته و درنتیجه آن بیش‌تر بودن تعداد دانه در واحد سطح و تعداد غلاف در واحد سطح در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار را از جمله دلایل اصلی افزایش عملکرد غلاف دانستند.

یکی از مراحل مهم در زراعت باقلا، مرحله کاشت بذر می‌باشد. برای کشت با ردیف‌کار، خاک باید در بهترین وضعیت از نظر وجود کلوخه باشد چنان‌چه خاک مزرعه به درستی خاک‌ورزی نشده باشد بذور تماماً بر روی خاک خواهند ماند. کاشت مناسب نقش مؤثری در جوانه‌زنی بذر و درصد سبز مزرعه و استقرار گیاه دارد. بر این اساس عملکرد ماشین‌های کاشت، بسیاری از عواملی را که در جوانه‌زدن و سبزشدن دانه‌های کشت‌شده مؤثرند را تحت تأثیر قرار می‌دهد و لذا عملکرد محصولات می‌تواند بسته به عملکرد ماشین‌های کارنده متفاوت باشد (ملکی، ۱۳۹۷). عمق کاشت به‌دلیل تأثیر زیادی که بر سبزشدن و استقرار گیاهچه دارد در کشاورزی بسیار دارای اهمیت است. کاشت عمیق به‌علت کاهش رطوبت (در صورت عدم کاربرد روش‌های مناسب خاک‌ورزی)، دما، نور و حضور مواد سمی و گازهای بازدارنده جوانه‌زنی موجب تأخیر در سبزشدن و جوانه‌زنی، استقرار ضعیف گیاه، ضعیف‌شدن گیاهچه‌ها و کاهش سرعت رشد اولیه، کاهش قدرت رقابت با علف‌های هرز و کاهش مقاومت به سرما و در نهایت موجب کاهش عملکرد شده است، لذا رعایت عمق کاشت مناسب برای دستیابی به عملکرد مناسب ضروری است (بهتری و همکاران، ۱۳۹۷). سرافین[3] و همکاران (۲۰۲۲) گزارش کردند که بین عمق کاشت و عملکرد گیاه باقلا یک رابطه منفی وجود دارد، به‌طوری‌که علمکرد باقلا با افزایش

1. Al-amri
2. Madejon
3. Serafin

عمق کاشت به‌طور معنی‌داری کاهش داشت. براساس نتایج بیش‌ترین عملکرد باقلا در کاشت با عمق ۵ سانتی‌متر در مقایسه با کاشت عمیق‌تر حاصل گردید. ایشان علت این موضوع را به‌دلیل استقرار خوب و مناسب بوته‌ها در عمق‌های کاشت کم‌تر دانستند. هلیوس[1] و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که بیش‌ترین عملکرد دانه باقلا در عمق ۵ سانتی‌متری کاشت حاصل گردیده است. هم‌چنین، در مطالعه‌ای که بر روی گیاه علوفه‌ای اسپرس توسط رئوفی‌راد و همکاران (۱۳۹۵) صورت گرفت مشاهده شد که با افزایش عمق کاشت، جوانه‌زنی به‌طور منظم کاهش یافت. کاهش شدید طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای ۴/۵ سانتی‌متری عمق کشت نسبت به ۰/۵ سانتی‌متری نشان‌دهنده تأثیر شدید عمق کشت بر صفات مذکور می‌باشد. برخی پژوهش‌گران دلیل این مسأله را سخت‌شدن تبادلات گازی با افزایش عمق قرارگیری بذر می‌دانند. به‌ویژه به‌نظر می‌آید که این امر ممکن است به‌علت عدم وجود اکسیژن یا افزایش میزان دی‌اکسیدکربن ناشی از متابولیسم بذر است. کاشت‌های عمیق‌تر، عملکرد را به‌دلیل تأخیر در سبزشدن بعد از زمان مطلوب، کاهش خواهد داد (مهدی[2] و همکاران، ۱۹۹۸).

کاهش عملکرد ناشی از تأخیر در کاشت می‌تواند در نتیجه کوتاه‌ترشدن طول فصل رشد و در نتیجه رشد رویشی کم‌تر، کاهش تعداد گره‌ها در بوته دوره کوتاه‌تر پرشدن دانه و رسیدگی، تعداد کم‌تر گره‌ها، تعداد کم غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف، افزایش شیوع انواع بیماری‌ها، استقرار ضعیف‌تر گیاهان و ورس بیش‌تر بوته‌ها باشد (شاد[3] و همکاران، ۲۰۱۰). این نتایج با یافته‌های کیان‌بخت و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و غلاف سبز سه رقم باقلا در شرایط اقلیمی گرگان مطابقت دارد. در مطالعه‌ای در شهرستان گنبد گزارش شد با تأخیر در کاشت، زمان لازم برای سبزشدن باقلا افزایش یافت اما دوره پرشدن دانه به‌دلیل برخورد با دماهای بالا کوتاه شد که این امر منجر به کاهش عملکرد دانه گردید. بیش‌ترین دوره پرشدن دانه متعلق به تاریخ کاشت اول (۱۳ آبان‌ماه) بود که بیش‌ترین عملکرد دانه نیز در این تاریخ کاشت به‌دست آمد. با افزایش سرعت پرشدن دانه، وزن دانه به‌صورت خطی افزایش یافت. نتایج این محققان نشان داد که ۰/۰۱ گرم افزایش در سرعت رشد دانه در واحد دانه، منجر به افزایش ۴۵/۱۱، ۳۲/۴۳ و ۲۶/۶۶ گرم در وزن دانه به‌ترتیب در تاریخ‌های کاشت ۱۳ آبان‌ماه، ۱۳ آذرماه و ۱۳ دی‌ماه گردید (راحمی و فروغی، ۱۳۹۵). نتایج مطالعه شریفی (۱۴۰۰) نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه باقلا مربوط به تاریخ کاشت ۱۰ آذرماه به میزان ۳۲۰۸/۰۴ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با تاریخ کاشت‌های یک دی‌ماه، ۱۶ دی‌ماه و ۱۱ اسفندماه در استان گیلان بود. سه منبع اصلی دریافت نیتروژن توسط باقلا برای رسیدن به بیشینه عملکرد شامل تثبیت زیستی نیتروژن، نیتروژن کانی خاک و کود نیتروژن است. کود نیتروژن به‌طور 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 (حدود ۲۵–۲۰ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان آغازگر توصیه می‌شود (اوسبورن[4] و رایدل[5]، ۲۰۰۶). شهدی کومله و همکاران (۱۳۹۶) با بررسی پنج سطح نیتروژن (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) نیز گزارش کرده‌اند که بیش‌ترین عملکرد دانه باقلا در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌میزان ۴۸۳۳/۸ کیلو گرم در هکتار بوده است. کاهش عملکرد باقلا ناشی از عدم مصرف و مصرف کم‌تر از حد بهینه کود نیتروژن توسط جینگ‌شو[6] و همکاران (۲۰۲۱) گزارش شده است.

1. Helios
2. Mahdi
3. Shad
4. Osborne
5. Riedell
6. Jing-xiu

مهم‌ترین آفات باقلا در منطقه موردمطالعه شته سیاه باقلا[1] و سوسک باقلا[2] بودند. شته سیاه باقلا در اواخر زمستان ظهور پیدا کرده و در مرحله گلدهی به اوج خود می‌رسد و رشد بوته را متوقف می‌کند. خسارت این آفت همراه با ترشح عسلک بوده و در انتقال بیماری‌های ویروسی نیز نقش دارد (شیخ و فیض‌بخش، ۱۳۹۸). سوسک باقلا از اوایل بهار همزمان با گرم‌شدن تدریجی هوا فعالیت خود را بر روی میزبان آغاز می‌کند (پوریان و همکاران، ۱۳۹۸). لاروها پس از خارج‌شدن از تخم به درون غلاف‌ها حمله کرده و با تغذیه از دانه‌های باقلا موجب سوراخ‌شدن آن‌ها می‌گردد. در ارتباط با آفات، دقت در زمان مبارزه، مصرف سموم مؤثر و رعایت شیوه مصرف سموم می‌تواند دشواری‌های ناشی از این محدودیت را کاهش دهد. بیماری‌های لکه شکلاتی باقلا[3]، لکه برگی آلترناریایی[4] و سوختگی استمفلیلیومی[5] از مهم‌ترین بیماری‌های باقلا در منطقه موردمطالعه بودند. این بیماری‌ها با خسارت به برگ و محدودکردن فتوسنتز، باعث کاهش تولید باقلا در واحد سطح می‌شوند (شیخ و فیض‌بخش، ۱۳۹۸؛ تاجیک و همکاران، ۱۳۹۹). برای رفع مشکل بیماری در باقلا، مصرف به هنگام سموم قارچ‌کش به‌ویژه به محض مشاهده نشانه‌های بیماری و استفاده مکرر از آن‌ها در صورت شرایط ادامه آلودگی و هم‌چنین استفاده از رقم‌های متحمل می‌تواند رهیافت به‌شمار آید (آبروان و همکاران، ۱۳۹۶). گزارش شده است که ۶۶ درصد از مزارع باقلا حداقل به یکی از سه بیماری شایع لکه شکلاتی، برق‌زدگی و زنگ آلوده می‌شوند. البته بیش‌تر اپیدمی‌های بیماری پس از دوره گل‌دهی، مخصوصاً در کشت پاییزه رخ می‌دهد (آقاجانی و همکاران، ۱۳۸۸). کاهش عملکرد باقلا در اثر عدم کنترل مؤثر و افزایش هجوم عوامل بیماری‌زا توسط واندووسن[6] و همکاران (۲۰۱۹) و پلودوما پائونینا[7] و همکاران (۲۰۱۹) گزارش شده است. علف‌های هرز متداول در مزارع موردبررسی شامل دم‌روباهی‌لاغر[8]، یولاف‌وحشی[9]، کنگروحشی[10]، سلمه‌تره[11]، تاج‌خروس[12]، خردل‌وحشی[13]، بنفشه‌صحرایی[14]، گاوچاق کن[15] و غیره بودند. علف‌های هرز یکی از عوامل مهم کاهش عملکرد به‌شمار می‌روند، به‌طور کلی میزان تأثیر علف‌های هرز بر عملکرد گیاه به‌عوامل مختلفی مانند گونه و تراکم علف‌هرز، رقم مورد کشت، میزان و زمان مصرف کود، تاریخ کاشت، فاصله ردیف‌های کاشت و سایر شرایط بوم‌شناختی بستگی دارد که می‌توان در صورت مدیریت این عوامل موجب کاهش خسارت علف‌های هرز و افزایش عملکرد گیاه زراعی شد (سیاهمرگوئی و همکاران، ۱۳۹۷). در مطالعه‌ای گزارش شد که به‌ازای یک کیلوگرم وزن خشک علف‌های هرز در مزارع باقلا، عملکرد دانه باقلا به‌طور متوسط ۱۹۸/۱ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. در واقع بین وزن خشک علف‌های هرز و عملکرد دانه باقلا رابطه مستقیمی وجود داشت، به‌طوری‌که با افزایش وزن خشک علف‌های هرز، عملکرد دانه باقلا به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (دباغ‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). السعید[16] و همکاران (۲۰۲۰) نیز کاهش عملکرد باقلا را در صورت آلوده‌شدن مزارع به علف‌های هرز گزارش نمودند که با نتایج این مطالعه هم‌خوانی داشت.

1. Aphis fabae
2. Bruchus rufimanus
3. Botrytis fabae Sard
4. Alternaria alternate
5. *Stemphylium vesicarium*
6. Wondwosen
7. Pluduma-Pauniņa
8. *Alopecurus myosuroides huds*
9. *Avena fatua* L.
10. *Cirsium arvensis* L. scop.
11. *Chenopodium albom* L.
12. *Amaranthus retroflexus* L.
13. *Sinapis arvensis*
14. *Viola arvensis murr*
15. *Sonchus arvensis* L.
16. El-Saeed

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه مقدار میانگین و بیشینه عملکرد مشاهده‌شده در مزارع موردبررسی به‌ترتیب ۲۵۴۰/۸۷ و ۴۱۳۲ کیلوگرم در هکتار بود. درحالی‌که در مدل عملکرد، میانگین و بیشینه عملکرد محاسبه‌شده به‌ترتیب ۲۷۴۲ و ۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. بر این اساس، میزان خلأ عملکرد ۱۲۵۸ کیلوگرم در هکتار برآورد شد. با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان مهم‌ترین عوامل محدودکننده عملکرد باقلا در منطقه گرگان، علی‌آبادکتول و آق‌قلا و سهم هر یک از آن‌ها از کل خلأ عملکرد را به این صورت بیان کرد؛ ۱- مقدار بذر مصرفی عامل ۱۲ درصد، ۲- تعداد دفعات انجام دیسک عامل ۱۴ درصد، ۳- علف‌های هرز عامل ۳ درصد، ۴- آب‌گرفتگی عامل ۵ درصد، ۵- مقدار کود نیتروژن خالص (N) مصرفی عامل ۱۴ درصد، ۶- تاریخ کاشت عامل ۲۱ درصد، ۷- آفات عامل ۱۵درصد، ۸- بیماری عامل ۱۲ درصد، ۹- استفاده از ردیف‌کار عامل ۲ درصد و ۱۰- عمق کاشت عامل ۱ درصد از کل خلأ عملکرد. براساس نتایج این مطالعه، با بهینه‌سازی عملیات زراعی و رفع عوامل خلأ عملکرد می‌توان عملکرد باقلا را به‌مقدار ۱۲۵۸ کیلوگرم در هکتار (برابر با ۴۶ درصد) بهبود بخشید.

۷. تشکر و قدردانی

از کارکنان بخش زراعت سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

آبروان، پیام؛ سلطانی، افشین؛ مجیدیان، مجید و محسن‌آبادی، غلامرضا (۱۳۹۶). ارزیابی عامل‌های مدیریتی محدودکننده عملکرد کلزا در شرق استان گلستان با استفاده از روش CPA. *نشریه کشاورزی بوم‌شناختی*، ۷ (۲)، ۴۶-۶۰.

آقاجانی، محمدعلی؛ نتاج، محمدرضی و محمدی، حسین (۱۳۸۸). *راهنمای شناسایی و مدیریت بیماری‌های باقلا*. گرگان: معاونت بهبود تولیدات گیاهی سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان.

امینی‌ماندی، وجیهه؛ نخ‌زری مقدم، علی؛ راحمی‌کاریزکی، علی و نعیمی، معصومه (۱۴۰۱). بررسی عوامل مؤثر در خلأ عملکرد برنج استان مازندران. *نشریه به‌زراعی کشاورزی*، ۲۴ (۱)، ۲۱۷-۲۰۵.

بهتری، بهنام؛ دباغ، عادل؛ قاسمی گلعذانی، کاظم و شکیبا، محمدرضا (۱۳۹۷). بررسی سبزشدن گیاهچه‌های لوبیا سبز و ذرت تحت تأثیر عمق کاشت با استفاده از مدل پروبیت. *مجله اکوفیزیولوژی گیاهی*، ۱۰ (۳۵)، ۱۴۰-۱۴۹.

پوریان، حمیدرضا؛ خوبدل، مهدی و علیزاده، مرضیه (۱۳۹۸). آفات انباری شایع در انبارهای غلات و حبوبات ایران با تأکید بر انبارهای نظامی و روش‌های کنترل آن‌ها. مقاله مروری. *مجله طب نظامی*، ۴ (۲۱)، ۳۱۳-۳۲۴.

تاجیک، محمدعلی؛ طاهرپور کلائی، صغری؛ بابایی زاد، ولی الله و موجرلو، شیده (۱۳۹۹). ارزیابی مقاومت و واکنش آنزیمی ارقام مختلف باقلا در برابر لکه برگی آلترناریایی. *مجله دانش گیاه پزشکی ایران*، ۵۱ (۱)، ۵۵-۶۶.

ترابی، بنیامین؛ سلطانی، افشین؛ گالشی، سراله و زینلی، ابراهیم (۱۳۹۰). تحلیل عوامل محدودکننده عملکرد گندم در شرایط گرگان. *مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی*، ۴ (۴)، ۱-۱۷.

جمالی، اخترجمال (۱۳۹۹). واکنش رشد و عملکرد سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) به تراکم‌های مختلف کاشت در گرگان. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*. به راهنمایی بنیامین ترابی. گرگان: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکدهٔ تولید گیاهی.

حجارپور، امیر؛ سلطانی، افشین؛ زینلی، ابراهیم؛ کشمیری، حبیب‌اله، آینه‌بند، امیر و ناظری، محمد (۱۳۹۶). ارزیابی خلأ عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.) با استفاده از روش تحلیل مقایسه کارکرد CPA در استان گلستان. *فصلنامه علوم زراعی ایران*، ۱۹ (۲)، ۸۶-۱۰۱.

حسنی، سمیه؛ گالشی، سرالله؛ زینلی، ابراهیم؛ ترابی، بنیامین و خادم پیر، محمد (۱۳۹۸). بررسی تحمل و مقاومت به تنش غرقابی در ژنوتیپ‌های مختلف سویا. *مجله تنش‌های محیطی در علوم محیطی*، ۱۲ (۴)، ۱۳۲۳-۱۳۳۹.

داداشی، محمدرضا؛ سوخته‌سرایی، مجتبی؛ فرجی، ابوالفضل و سلطانی، افشین (۱۴۰۱). تعیین خلأ عملکرد سویا در منطقه علی‌آباد کتول با استفاده از آنالیز مقایسه کارکرد و خط مرزی. *نشریه تولید گیاهان زراعی*، ۱۶ (۱)، ۲۵-۴۲.

دباغ‌زاده، مریم؛ فتحی، قدرت‌الله؛ بخشنده، عبدالمهدی، بخشنده و عالمی‌سعید، خلیل (۱۳۹۵). تأثیر زمان تداخل علف‌های هرز و تراکم باقلا بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد باقلا. *نشریه پژوهش‌های زراعی ایران*، ۱۴ (۲)، ۲۱۵-۲۲۵.

راحمی‌کاریزکی، علی؛ سخاوتی‌فر، شهرام؛ نخ‌زری‌مقدم، علی و ملاشاهی، مهدی (۱۳۹۹). شناسایی عوامل محدودکنندهٔ عملکرد کلزا با استفاده از روش تحلیل مقایسه کارکرد CPA. *مجله به‌زراعی کشاورزی*، ۲۲ (۱)، ۱۳-۲۵.

راحمی‌کاریزکی، علی و فروغی، عباس (۱۳۹۵). روند پرشدن دانه در باقلا (*Vicia faba* L.) تحت تأثیر تاریخ و تراکم کاشت. *نشریه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی*، ۱۰ (۱)، ۸۹-۱۰۲.

ربیعی، محمد و جیلانی، مهرداد (۱۳۹۴). بررسی اثر تاریخ کاشت، میزان مصرف بذر و فاصله کشت بر عملکرد و صفات زراعی گیاه باقلا در رشت. *نشریه فن‌آوری تولیدات گیاهی*، ۱۵ (۲)، ۸۱-۹۳.

رسولی، فاطمه؛ گالشی، سرالله؛ پیردشتی، همت‌الله و زینلی، ابراهیم (۱۳۹۳). بررسی اثر تنش غرقابی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا. *نشریه تولید گیاهان زراعی*، ۷ (۲)، ۲۳-۴۱.

رئوفی‌راد، ولی‌اله؛ باقری، ستاره؛ جعفری، محمد و طویلی، علی (۱۳۹۵). بررسی اثر عمق کاشت بر خصوصیات جوانه‌زنی و سبز شدن گونه اسپرس (*Onobrychis sativa*). *فصلنامه اکوسیستم‌های طبیعی ایران*، ۷ (۳)، ۵۱-۶۵.

سلطانی، افشین (۱۳۸۸). *مدل‌سازی ریاضی در گیاهان زراعی*. مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

سیاهمرگویی، آسیه؛ بائی، عصمت؛ قرخلو، جاوید و کاظمی، حسین (۱۴۰۱). اثر گیاهان پوششی تابستانه و فاصله ردیف کاشت بر مدیریت علف‌های هرز و عملکرد و اجزای باقلا عملکرد (*Vicia faba* L.). *نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار*، ۳۲ (۴)، ۳۳-۵۰.

سیاهمرگوئی، آسیه؛ ترابی، بنیامین؛ سهرابی‌راد، عیدمحمد و عالی‌مقام، سید مجید (۱۳۹۷). بررسی خلأ عملکرد ناشی از علف‌های هرز و عوامل مدیریتی بر عملکرد سویا (*Glycin max* L.) در شهرستان کلاله. *نشریه به زراعی کشاورزی*، ۲۰ (۲)، ۵۶۳-۵۷۶.

شاهکو محلی، حسین؛ گالشی، سراله؛ سلطانی، افشین و زینلی، ابراهیم (۱۳۹۹). اثر تنش غرقابی در دو مرحله پنجه‌زنی و ساقه‌رفتن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم گندم (*Triticum aestivum* L.). *نشریه تولید گیاهان زراعی*، ۱۳ (۲)، ۱-۱۶.

شریفی، پیمان (۱۴۰۰). ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد برخی از ژنوتیپ‌های باقلا (*Vicia faba* L.) در تاریخ‌های کاشت مختلف در استان گیلان. *مجله علمی-پژوهشی زراعت و اصلاح نباتات ایران*، ۱۵ (۴)، ۸۵-۱۰۵.

شهدی‌کومله، عباس؛ صادق‌کسمائی، لیلا، ربیعی، محمد و فروغی، مریم (۱۳۹۶). اثر باقیمانده کودهای نیتروژن و فسفر در مزرعه باقلا بر عملکرد در سیستم کشت باقلا- برنج در گیلان. *نشریه علمی و پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی*، ۱۱ (۲)، ۳۸۳-۳۹۸.

شیخ، فاطمه و فیض‌بخش، محمدعلی (۱۳۹۸). *باقلا، کاشت، داشت و برداشت*. چاپ اول. ویراست اول. کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

طهماسبی‌سروستانی، زین‌العابدین؛ محمدی‌کشکا، فائزه؛ پیردشتی، همت‌اله؛ متولی، علی و نادی، مهدی (۱۴۰۰). ارزیابی عوامل مدیریتی مؤثر بر خلأ عملکرد سویا در استان مازندران با روش تحلیل مقایسه کارکرد CPA. *نشریه تولید گیاهان زراعی*، ۱۵ (۱)، ۷۳-۱۰۰.

فروغی، لیلا و گالشی، سرالله (۱۴۰۱). ارزیابی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ارقام گندم (*Triticum aestivum* L.) در شرایط تنش غرقاب و رابطه آن با عملکرد دانه. *مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی*، ۱۵ (۳)، ۸۳۱-۸۴۶.

کشیری، حبیب‌الله؛ کشیری، مرتضی؛ زینلی، ابراهیم و باقری، محسن (۱۳۸۵). بررسی تأثیر فاصله ردیف و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه سه رقم سویا در کشت تابستانه. *مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۱۳ (۲)، ۱۴۷-۱۵۶.

کیان‌بخت، محمد؛ زینلی، ابراهیم؛ سیاهمرگوئی، آسیه؛ شیخ، فاطمه و پوری، قربان (۱۳۹۴). تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و غلاف سبز سه رقم باقلا در شرایط آب‌وهوایی گرگان. *نشریه تولید گیاهان زراعی*، ۸ (۱)، ۹۹-۱۱۹.

گلچین، اسماعیل؛ زینلی، ابراهیم و پوری، کامبیز (۱۳۹۲). مطالعه عملکرد دانه و غلاف سبز و اجزای عملکرد دانه تحت تأثیر فاصله بین و داخل ردیف در باقلا رقم برکت. *نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران*، ۴ (۱)، ۹-۲۰.

ملاعلی، ابراهیم؛ داداشی، محمدرضا؛ شیخ، فاطمه؛ عجم نوروزی، حسین و فیضی بخش، محمدتقی (۱۳۹۸). واکنش ویژگی‌های زراعی و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های باقلا (*Vicia faba* L.) به تنش ماندابی. *مجله به نژادی نهال و بذر*. ۱ (۳۵)، ۱۷۱-۱۸۸.

ملکی، حیدر (۱۳۹۷). ارزیابی مزرعه‌ای بذرکارهای کشت مکانیزه کلزا در منطقه شوشتر. *دو فصلنامه علوم به زراعی گیاهی*، ۸ (۲)، ۱۸۳-۱۹۶.

نه‌بندانی، علیرضا؛ سلطانی، افشین؛ زینلی، ابراهیم؛ حسینی، فریما؛ شاه حسینی، علی و مهماندوئی، میثم (۱۳۹۶). خلأ عملکرد سویا (*Glycine max* L. MERR.) در منطقه گرگان و علی‌آباد کتول با استفاده از روش آنالیز خط مرزی. *نشریه بوم‌شناسی کشاورزی*، ۹ (۳)، ۷۶۰-۷۷۶.

References

Abravan, P., Soltani, A., Majidian, M., & Mohsenabadi, Gh. R. (2017). Study of field management factors and underlying reasons limiting yield of oilseed rape in east of Golestan province using CPA method. *Journal of Ecological Agriculture*, *7*(2), 46-60. (In Persian).

Aghajani, M. A., Netaj, M. R., & Mohammadi, H. (2008). *Guide to identification and management of bean diseases*. Gorgan: Vice-Chancellor for the Improvement of Plant Productions of Golestan Province Agricultural Jihad Organization. (In Persian).

Al-amri, S.M. (2019). Differential response of faba bean (*Vicia faba* L.) plants to water deficit and water logging stresses. *Ecology and Environmental Research*, *17*(3), 6287-6298.

Amini Mandi, V., Nakhzari Moghaddam, A., Rahemi Karizak, A., & Naeem, M. (2022). Investigating the Effective Factors on Yield Gap of Rice in Mazandaran Province. *Journal of Crops Improvement*, *24*(1), 205-2017. (In Persian).

Behtari, B., Dabbag Mohammadi Nasab, B., Ghassemi Golezani, K., & Shakiba, M. R. (2017). Investigation of seedling emergence of bean and maize affected by sowing depth with using probit models. *Journal of Plant Ecophysiology*, *10*(35), 140-149. (In Persian).

Dabaghzadeh, M., Fathi, GH. A., Bakhshandeh, A., & Almi-Said, Kh. (2016). The Effect of Weeds Interference Time and Plant Density on Weeds Control and Broad Bean (*Vicia faba* L.) Yield. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *14*(2), 215-225. (In Persian).

Dadashi, M., Soukhtehsaraei, S., 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 of Crop Prodution*, *16*(1), 25-42. (In Persian).

El-Saeed, M., El-Gedwy, M., Fadl-Allah, A. M., & Hassanein, A. M. A. (2020). Effect of Planting Distances and Weed Control Treatments on Faba Bean Yield and Associated Weeds. *Journal of Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, *58*(1), 1-14.

Foroughi, L., & Ghaleshi, S. (2022). Evaluation of morphological and physiological traits of wheat cultivars under conditions of waterlogging stress and its relationship with grain yield. Iranian *Journal of Environmental stresses in Crop Science*, *15*(3), 831-846. (In Persian).

Golchin, E., Zeinali, E., & Pouri, K. (2013). Studying grain and green pod yield, and grain yield components as affected by inter- and intra- row spacing in faba bean, Barakat cultivar. *Iranian Journal of Pulses Research*, *4*(1), 9-20. (In Persian).

Ghorbani Javid, M., Mootab Laleh, K., Alahdadi, I., Soltani, E., Soufizadeh, S., & González-Andújar, J. L. (2023). Wheat Yield Gap Assessment in Using the Comparative Performance Analysis (CPA). *Journal of Agronomy*, *13*(3), 705-721.

Hajjarpour, A., Soltani, A., Zeinali, E., Kashiri, H., & Aynehband, A. (2017). Evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) yield gap in Golestan province of Iran using comparative performance analysis (CPA) method. *Iranian Journal of Crop Sciences*, *19*(2), 86 -101. (In Persian).

Hasani, S., Galeshi, S., Zeinali, E., Torabi, B., & Khadempir, M. (2018). Investigating tolerance and resistance to waterlogging stress in different soybean genotypes. *Environmental Stresses in Crop Sciences, 12*(4), 1323-1339. (In Persian).

Helios, W., Jama-Rodzenska, A., Serafin-Andrzejewska, M., Kotecki, M., Kozak, M., Zarzycki, P., & Kuchar, L. (2021). Depth and Sowing Rate as Factors Affecting the Development, Plant Density, Height and Yielding for Two Faba Bean (*Vicia faba* L. Var. *Minor*) Cultivars. *Journal of Agriculture*, *11*(9), 820-837.

Hochman, Z., Gobbett, D., Holzworth, D., McClelland, T., van Rees, H., Marinoni, O., Garcia, J. N., & Horan, H. (2013). Reprint of "Quantifying yield gaps in rainfed cropping systems: A case study of wheat in Australia". *Field Crops Research*, *143*, 65-75.

Jamali, A. (2019). Growth and yield response of potato (*Solanum tuberosum* L.) to different planting densities in Gorgan. *Master's thesis*. To the guidance of Benjamin Torabi. Gorgan: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Faculty of plant production. (In Persian).

Jing-xiu, X., Ying-an, Z., Wen-lian, B., Zhen-yang, L., Li, T., & Yi, Z. (2021). Yield performance and optimal nitrogen and phosphorus application rates in wheat and faba bean intercropping. *Journal of Integrative Agriculture*, *20*(11), 3012-3025.

Kashiri, H., Kashiri, M., Zeinali, E., & Bagheri, M. (2007). Investigating effects or row-spacing and plant density on yield and yield components of three soybean cultivars in summer cultivation. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, *13*(2), 147-156. (In Persian).

Kiyanbakht, M., Zeinali, E., Siahmarguee, A., Sheikh, F., & Pouri, Gh. (2014). Effect of sowing date on grain yield and yield components and green pod yield of three faba bean cultivars in Gorgan climatic conditions. *Agricultural plant production journal*, *8*(1), 99-119. (In Persian).

Madejon, P., Fernandez-Boy, E., Morales-Salmeron, L., Navarro-Fernandez, M., Madejom, E., & Dominguez, M. T. (2023). Could conservation tillage increase the resistance to drought in Mediterranean faba bean crops?. *Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment*, *349*, 108-119.

Mahdi, L., Bell, C. J., & Royan, J. (1998). Establishment and yield of wheat (*Triticum turgidum* L.) after early sowing at various depths in a semi-arid Mediterranean environment. *Filed crop researche*, *58*, 187-196.

Maleki, H. (2018). Filed Evaluation of Mechanized Cultivation Planters of Rapeseed in Shoushtar Region. *Journal of Plant Production*, *8*(2), 183-196. (In Persian).

Mollaali, E., Dadashi, M. R., Sheikh, F., Ajam Norozi, H., & Feizbaksh, M. T. (2019). Response of Agronomic Characteristics of Faba Bean (*Vicia faba* L.) Genotypes to Waterlogging Stress. *Seed and Plant Journal*, *1*(35), 171-188. (In Persian).

Nehbandani, A. R., Soltani, A., Zeinali, E., Hoseini, F., Shahhoseini, A., & Mehmandoei, M. (2017). Soybean (*Glycine max* L. Merr.) Yield Gap Analysis using Boundary Line Method in Gorgan and Aliabad Katul. *Journal of Agroecology*, *9*(3), 760-776. (In Persian).

Niknejhad, Y., Yahyapoor, H., Fallah, H., Dastan, S., & Barari Tari, D. (2021). Yield Gap Estimation of Rapeseed (*Brassica napus* L.) in Northern Iran. *Romanian Journal of Agricultural Research*, *38*(10), 67-77.

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

Pluduma-Pauniņa, I., Gaile, Z., Bankina, B., & Balodis, R. (2019). Variety, seeding rate and disease control affect faba bean yield components. *Journal of Agronomy Research*, *17*(2), 621-634.

Pourian, H. R., Khoobdel, M., & Alizadeh, M. (2019). Stored-grains pests and their control with emphasis on military food warehouses in Iran: a review. *Iranian Journal of Military Medicine*, *21*(4), 313-324. (In Persian).

Rabiee, M., & Gilani, M. (2015). Determination of Planting Date, Seed Rate and Row Spacing on Yied and Agronomical Traits of Faba Bean (*Vicia faba* L.) in Rasht Area. *Journal of Plant Production Technology*, *15*(2), 81-93. (In Persian).

Rahemi Karizaki, A., & Forough, A. (2016). Seed Filling Trend of Faba bean (*Vicia faba* L.) as Affected by PlantingDate and Density. *Journal of Crop Ecophysiology*, *10*(10), 89-102. (In Persian).

Rahemi Karizaki, A., Sekhavatifar, Sh., Nakhzari Moghaddam, A., & Mollashahi, M. (2019). Identifying Oilseed Rape Limiting Factors by Means of Performance Comparison Analysis. *Journal of Crop Improvement*, *22*(1), 13-25. (In Persian).

Raoofi Rad, V. A., Bagheri, S., Jafari, m., & Tavili, A. (2016). Study on effects of sowing depth on emergence properties of Onobrychis sativa. *Journal of Natural Ecosystems of Iran*, *7*(3), 51-65. (In Persian)

Rasouli, S. F., Galeshi, S. A., Pirdashti, H. A., & Zeinali, E. (2014). Evaluation of waterlogging stress effect on yield and yield components of rapeseed. *Crop Production*, *7*(2), 23-41. (In Persian).

Serafin, M., Helios, W., Jamarodzenska, A., Kotecki, A., Kozak, M., Zarzycki, P., & Kaliska, B. (2022). Effect of the depth and rate of sowing on the yield and yield components of determinate and indeterminate faba beans (*Vicia faba* var. *minor* L.) cultivars under conditions of Southwestern Poland. *Journal of Agronomy Science*, *3*, 27-40.

Shad, K. K., Wahab, A., Rehman, A., Fida, M., & Wahab, S. (2010). Density and planting date influence phenological developement assimilate partitioning and dry matter production of Faba bean. *Pakistan Journal of Botanic*, *42*(6), 3831-3838.

Shahdi Kumleh, A., Sadegh, L., Rabieeand, M., & Foroughi, M. (2017). Residual Effect of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers in Faba Bean Field on Yield in Faba Bean- Rice Cropping System in Guilan. *Journal of Crop Ecophysiology*, *11*(2), 383-398. (In Persian).

Shahkoohmahahi, A., Galeshi, S., Soltani, A., & Zeinali, E. (2020). The effect of waterlogging stress in the two stages of tillering and stemming on grain yield and yield components two varieties of wheat. *Iranian Journal of Crop Production*, *13*(2), 1-16. (In Persian).

Sharifi, p. (2020). Evaluation of yield and yield components of some of faba feen (*Vicia faba* L.) genotypes at different sowing dates in Guilan province. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, *15*(4),85-105. (In Persian).

Sheikh, F., & Feizbakh, M. A. (2019). *Faba Bean, Planting, Keeping and Harvesting*. Karaj: Agricultural Research, Education and Promotion Organization. (In Persian).

Siahmarguee, A., Baei, E., Gherekhloo, J., & Kazemi, H. (2022). Effect of Summer Cover Crops and Row Spacing on Weed Management, Yield and its Components of Faba Bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, *32*(4), 33-50. (In Persian).

Siahmarguee, A., Torabi, B., Sohrabi Rad, E. M., & Alimagham, S. M. (2018). Effect of weeds and management factors on soybean yield gap in Kalaleh region. *Crops Improvement*, *2*(2), 563-576. (In Persian).

Soltani, A. (2007). Application of SAS in statistical analysis. Mashhad: Mashhad Jahad Daneshgahi Press (In Persian).

Soltani, A., Torabi, B., Galeshi, S., & Zeinali, E. (2007). *Analyzing wheat yield constraints in Gorgan using CPA method*. Research project report. Gorgan: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (In Persian).

Tadele, M. (2020). Impact Assessment of Abiotic Production Constrains of Faba Bean (*Vicia faba* L.) and Breeding Mechanisms for Acid Soil, Drought and Waterlogging Affected Environments. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, *10*(11), 49-56.

Tahmasebi Sarvestani, Z., Mohammadi Kashka, F., Pirdasht, H., Motevali, A., & Nadi, M. (2022). Evaluation of management factors affecting soybean [*Glycine max* (L.) Merril] yield gap in Mazandaran province using comparative performance analysis (CPA). *Crop Production*, *15*(1), 73-100. (In Persian).

Tajik, M. A., Taherpour Kalaie, S., babaiezadeh, V. A., & Mojerlo, Sh. (2020). Evaluation of resistance and enzymatic reaction of different bean cultivars against Alternaria leaf spot. *Iranian Journal of Medicinal Plant Knowledge*, *51*(1), 55-66. (In Persian).

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

Turpin, J. E., Robertson, M. J., Hillcoat, N. S., & Herridage, D. E. (2002). Faba bean (*Vicia faba* L.) in Australia northern grains belt: canopy development, biomass and nitrogen accumulation and partitioning. *Journal of Agriculture*, *53*, 227-237.

Wondwosen, W., Dejene, M., Tadesse, N., & Ahmed, S. (2019). Fungicide Management of Faba Bean Gall (*Olpidium viciae*) in Ethiopia. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *7*(7), 1075-1081.