Iranian Journal of Cotton Researches
ISSN: 2345-5306

Evaluation of management factors affecting cotton yield gap in the semi-arid moderate climate conditions using comparative performance analysis (CPA) (A case study: west of Golestan Province)

Saeed Soltani[1*], Ali Nakhzari Moghadam[2], Mohammad Benayan Aval[3], Habib allah Kashiri[4], Ali Rahmi Karizaki[5], Masoumeh Naeimi[6]

[1]Graduated with PhD in Agricultural Ecology, Email: saeedsol2416@yahoo.com
[2,5 and 6] Assistant Professor, Department of Agriculture, Gonbad University of Agricultural Sciences,
[3] Professor, Department of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
[4] Assistant professor of agricultural department of the country's cotton jewelry institute, Gorgan, Iran.

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 8 - 10 - 2023
Accepted: 18- 3 - 2024

Keywords:
Cotton
Yield gap
Achievable performance
Foliar application
Comparative Performance Analysis

ABSTRACT

Background and objectives: Estimating the yield gap and determining the factors causing it require the use of appropriate methods. The Comparative Performance Analysis (CPA) method is a suitable option for quantifying the yield gap, as it can identify the main limitations affecting performance. By using multiple regression in a step-by-step approach, CPA can help in taking actions to eliminate or reduce these yield-reducing factors.

Materials and Methods: In this research, the CPA method was employed to investigate the management factors limiting the yield of cotton and to estimate the yield gap in the western part of Golestan province (Kordkoi and Bandargaz counties). Data related to agricultural management, from planting to harvest (including quantitative and qualitative variables), were collected through face-to-face consultations and direct conversations. Nine variables were selected from the information collected during the monitoring of cotton fields. The relationship between these variables and the actual yield obtained from the fields was analyzed using step-by-step regression in SAS software. Finally, using the production equation and the values of the model components, the contribution of each limiting factor to the yield gap was determined.

Results: The results showed that out of 82 farm management variables, the final yield model included 9 independent variables: planting date, pure nitrogen consumption, pure phosphorus consumption, nitrogen at flowering time, foliar spraying with essential plant elements, irrigation water volume, pest damage, and irrigation timing at budding. These factors were identified as the main limitations to cotton yield in West Golestan. The yield gap was calculated as 3119.5 kg/ha, which is the difference between the actual average yield (1988.48 kg/ha) and the optimal yield (5108 kg/ha) estimated by the model. Factors such as nitrogen application, foliar spraying of essential elements, irrigation volume, and timing of irrigation at budding (283.8, 267.2, 177.3, and 175.3 kg/ha,

respectively) had the most significant impact on the yield gap, contributing 30%, 19%, 15%, and 10%, respectively.

Conclusion: The results indicate that by implementing effective farm management practices and controlling the key factors limiting cotton yield, it is possible to reduce the observed yield gap by 61% in the studied areas and significantly enhance cotton yield.

Cite this article: Soltani, S., Nakhzari Moghadam, A., Benayan Aval, M., Kashiri, H.A., Rahmi Karizaki, A., Naeimi, M. (2022). Evaluation of management factors affecting cotton yield gap in the semi-arid moderate climate conditions using comparative performance analysis (CPA) (A case study: west of Golestan Province). *Iranian Journal Cotton Researches*, 11 (1), 35-52.

© The Author(s).
DOI: 10.22092/ijcr.2024.363702.1203
Publisher: Cotton Research Institute of Iran

مجله پژوهش‌های پنبه ایران

شاپا: ۲۳۴۵-۵۳۰۶

ارزیابی عوامل مدیریتی مؤثر بر خلأ عملکرد پنبه در شرایط آب و هوای معتدل نیمه خشک با روش تحلیل مقایسه کارکرد (CPA) (مطالعه موردی: غرب استان گلستان)

سعید سلطانی[1*]، علی نخزری‌مقدم[2]، محمد بنایان اول[3]، حبیب اله کشیری[4]، علی راحمی کاریزکی[5]، معصومه نعیمی[6]

[1] دانش آموخته دکتری اکولوژی زراعی، رایانامه: saeedsol2416@yahoo.com

[2،5و6] استادیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی گنبد، گنبد، ایران

[3] استاد گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

[4] استادیار بخش به زراعی موسسه تحقیقات پنبه کشور.گرگان، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: 1402/7/16
تاریخ پذیرش: 1402/12/28

واژه‌های کلیدی:
پنبه
خلأ عملکرد
عملکرد قابل‌دستیابی
محلول‌پاشی
تحلیل مقایسه کارکرد

چکیده

سابقه و هدف: برآورد میزان خلاء عملکرد و تعیین عوامل به وجود آورنده آن مستلزم به‌کارگیری روش‌های مناسب می‌باشد. روش تحلیل مقایسه کارکرد (CPA) به عنوان یکی از روش‌های کمی‌کردن خلأ عملکرد، گزینه مناسبی است که با استفاده از رگرسیون چندگانه به روش گام به گام می‌تواند محدودیت‌های اصلی عملکرد را شناسایی و در جهت حذف یا کاهش این عوامل کاهنده عملکرد اقدام نماید.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق از روش تحلیل مقایسه کارکرد (CPA) به منظور بررسی عوامل مدیریتی محدودکننده عملکرد پنبه و برآورد خلاء عملکرد آن در غرب استان گلستان (شهرستان‌های کردکوی و بندرگز) استفاده شد. تمامی داده‌های مربوط به مدیریت زراعی از مرحله کاشت تا برداشت محصول (متغیرهای کمی و کیفی) به صورت مراجعه حضوری و گفتگوی مستقیم جمع‌آوری شد. از اطلاعات جمع‌آوری شده از پایش مزارع پنبه در نهایت ۹ متغیر انتخاب شدند که رابطه تمامی این متغیرها و عملکرد واقعی به دست آمده از مزارع با استفاده از رگرسیون گام به گام در نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در نهایت با استفاده از معادله تولید به دست آمده و مقادیر مؤلفه های مدل، سهم هر یک از عوامل محدودکننده در ایجاد خلأ عملکرد مشخص شد.

یافته‌ها: نتایج این تحقیق نشان داد که از 82 متغیر مدیریت زراعی مزارع پنبه در منطقه، مدل نهایی عملکرد شامل 9 متغیر مستقل بود. این متغیرها عبارت بودند از تاریخ کاشت، مصرف نیتروژن خالص، مصرف فسفر خالص، نیتروژن، زمان گلدهی، محلول پاشی با عناصر ضروری گیاه، حجم آب آبیاری، خسارت آفت، آبیاری زمان جوانه زدن و آبیاری زمان جوانه زدن. این عوامل به عنوان عوامل اصلی محدودکننده عملکرد پنبه در غرب گلستان شناسایی شدند. شکاف عملکرد 3119.5 کیلوگرم در هکتار محاسبه شد که تفاوت بین میانگین عملکرد واقعی (1988.48 کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بهینه (5108 کیلوگرم در هکتار) برآورد شده توسط مدل است. عواملی مانند مصرف نیتروژن، محلول پاشی عناصر ضروری، حجم آبیاری و زمان

آبیاری در زمان جوانه زدن (به‌ترتیب 283/8، 267/2، 177/3 و 175/3 کیلوگرم در هکتار) بیشترین سهم و بترتیب معادل (۳۰، ۱۹، ۱۵ و ۱۰ درصد). در ایجاد خلاء عملکرد داشتند.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج، به‌نظر می‌رسد با اجرای شیوه‌های مؤثر مدیریت مزرعه و کنترل عوامل کلیدی محدودکننده عملکرد پنبه، می‌توان خلاء (۶۱ درصد) مشاهده‌شده در مناطق مورد مطالعه را کاهش داد و عملکرد پنبه را به‌طور چشمگیری افزایش داد.

استناد: سلطانی، سعید؛ نخزری مقدم، علی؛ بنایان اول، محمد؛ کشیری، حبیب‌اله؛ راحمی کاریزکی، علی؛ نعیمی، معصومه. (۱۴۰۲). ارزیابی عوامل مدیریتی مؤثر بر خلأ عملکرد پنبه در شرایط آب و هوای معتدل نیمه خشک با روش تحلیل مقایسه کارکرد (CPA) (مطالعه موردی: غرب استان گلستان). *مجله پژوهش‌های پنبه ایران*، ۱۱ (۱)، ۵۲-۳۵.

DOI: 10.22092/ijcr.2024.363702.1203

ناشر: موسسه تحقیقات پنبه کشور

© نویسندگان.

مقدمه

پیش بینی محققین نشان می‌دهد که تولیدات کشاورزی جهان طی سه الی چهار دهه آینده به علت افزایش جمعیت و تغییر رژیم غذایی باید تا سه برابر افزایش یابد (برایئسما، ۲۰۰۹). در این راستا، تصمیم‌گیری راهبردی در رابطه با تولید محصولات کشاورزی نیازمند برآورد صحیح حداکثر توان تولید در هر منطقه از کشور است (اگلی و هاتفیلد، 2014).

پنبه یک محصول استراتژیک صنعتی مهم جهان است. افزایش تولید پنبه به‌عنوان مهم‌ترین منبع الیاف طبیعی در جهان و ایران، برای تأمین نیازهای کشور به این الیاف و کاهش واردات، ضروری است. امروزه پنبه نه تنها از نظر صنعت نساجی، بلکه از نظر غذایی نیز بسیار حائز اهمیت است و در بازار جهانی جزء پنج دانه روغنی مهم می‌باشد که تاثیر مستقیم در صنعت و اقتصاد کشور دارد. با توجه به عدم امکان افزایش سطح زیر کشت این محصول، افزایش عملکرد در واحد سطح از طریق بهینه‌سازی مدیریت تولید و کاهش خلاء عملکرد پنبه مناسب‌ترین راه برای افزایش تولید تلقی می‌شود. در این راستا، مهمترین عامل برآورد خلاء عملکرد است. خلاء عملکرد به‌عنوان فاصله بین عملکرد واقعی و عملکرد قابل‌حصول تعریف شده است (لوبل و همکاران، 2009). به‌طور دقیق‌تر، در یک منطقه مشخص خلاء عملکرد از تفاوت بین پتانسیل عملکرد با عمکرد واقعی به‌دست آمده در مزارع کشاورزان آن منطقه تعریف می‌شود که بستگی به مدیریت مزرعه توسط کشاورزان دارد (ون‌ایترسام و همکاران، 2013). اطلاعات و منابعی که برای برآورد عملکرد واقعی یک منطقه می‌توان از آن‌ها استفاده کرد شامل : الف) اطلاعات جمع‌آوری شده از مطالعات میدانی؛ ب) استفاده از اطلاعات و داده های سازمان‌های مربوطه ج) استفاده از سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای (حجارپور، 2017) می باشند.

تحلیل مقایسه کارکرد (Comparative Performance Analysis; CPA) یکی از روش‌هایی است که برای کمی کردن خلاء عملکرد گیاهان زراعی استفاده می‌شود. با استفاده از این روش محدودیت‌های اصلی عملکرد و توابع کمی شده برای خلاء عملکرد تعیین می‌شود. در این روش با استفاده از رگرسیون چندگانه و با روش گام به گام محدودیت‌های عملکرد و مدل تولید تعیین می‌شود (سلطانی و همکاران، 2016، حجارپور و همکاران، 2017). به بیان دیگر، محاسبه و تخمین میزان پتانسیل تولید در هر یک از مناطق و برآورد تفاوت بین عملکرد موجود در هر منطقه با عملکرد قابل حصول و شناسایی هریک از عوامل دخیل و راهکارهای مناسب برای به حداقل رساندن آن از مهم‌ترین چالش‌ها در امنیت غذایی کشور می‌باشد.

در ایران تحقیقات گسترده‌ای در مورد خلاء عملکرد برخی گیاهان زراعی صورت گرفته است. نتایج مطالعات نهبندانی و همکاران، 2021، حق‌شناس و همکاران، 2018؛ حجارپور و همکاران، 2018؛ ترابی و همکاران، 2013 و سلطانی و همکاران، 2006 در همین راستا است. نظام زاده و همکاران (2019) در گزارش خود استفاده از روش CPA و استفاده از آنالیز خط مرزی را به‌عنوان یک روش متداول و مناسب در برآورد موانع و محدودیت های عملکرد در مدل تولید عنوان کردند. مدیریت نادرست مزرعه باعث می‌شود اختلاف زیادی بین عملکرد واقعی و آنچه را که می‌توان بعنوان پتانسیل عملکرد برداشت کرد، (خلاء عملکرد) بوجود آید.

یوچنگ وان و همکاران (2022) در نتایج تحقیقاتی خود در کشور چین عنوان کردند که، شکاف عملکرد در برخی از استان‌های پنبه‌کاری کشور از جمله منطقه سین کیانگ را با بهبود 71 درصدی عملکرد می‌توان ترمیم کرد. در این راستا دستان و همکاران (20019) عوامل محدود کننده آب و مواد غذایی، علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها را موجب این اختلاف عملکرد بیان کردند. وانگ و همکاران، (2023) در نتایج تحقیقات خود بر روی گیاه ذرت بیان داشتند با اصلاح برخی از روش‌های مدیریتی می‌توان عملکرد ذرت را در منطقه مورد مطالعه تا ۱/۹ تن افزایش داد که در نهایت باعث افزایش سود اقتصادی ۶۲ درصدی خواهد شد. در این راستا نتایج تحقیقات باری یوسنا (2021) و توماس و همکاران

(2023) در گیاه برنج و کلیموتو سنتی کومار (2022) در پنبه که به منظور بررسی خلاء عملکرد صورت گرفت، بیان شد که، اختلاف زیادی بین عملکرد در شرایط مدیریت زراعی آبی و خشکه کاری در (برنج) و عملکرد بین مناطق و ارقام (پنبه) وجود داردکه ناشی از اختلاف شرایط مناطق و نوع مدیریت زراعی است.

هاکمات و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که در تاریخ کاشت‌های زودتر، به دلیل برخورد مراحل رشد گیاه پنبه با شرایط آب و هوایی مطلوب‌تر، تعداد غوزه‌ها، وزن غوزه، عملکرد وش و کیفیت الیاف پنبه افزایش می یابد. نتایج شکرگزار و همکاران (1397) در بررسی خلاء عملکرد پنبه نشان داد که متوسط عملکرد پنبه در منطقه مورد مطالعه به میزان 2657 کیلوگرم در هکتار بود. نتایج نشان داد که 80 درصد از مزارع مورد بررسی از نظر تاریخ کاشت، 70 درصد از نظر کود نیتروژن، 64 درصد از نظر فسفر(P_2O_5)، 63 درصد از نظر بذرمصرفی، 71 درصد از نظر تراکم، 74 درصد از نظر آبیاری و 16درصد از نظر تاریخ برداشت خارج از حد بهینه بودند. بنابراین کشاورزان می‌توانند با بهبود مدیریت زراعی به عملکرد 4082 کیلوگرم در هکتار دست یابند.

اگلی و هاتفیلد (2014) در کنتاکی به بررسی خلاء عملکرد سویا از سال 1972 تا 2011 میلادی پرداختند. آنها گزارش کردند که بیشترین خلاء عملکرد مربوط به زمانی بود که گیاه در شرایط تنش کم آبی قرار داشت. آنها نتیجه‌گیری کردند که آبیاری ناکافی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک از عوامل تعیین کننده خلاء عملکرد می‌باشند. در استرالیا داندالیا و شیانی (2011) پتانسیل تولید پنبه در این کشور را 3500 کیلوگرم و به‌طور متوسط خلأ عملکرد را 1160 کیلو گرم وش در هکتار گزارش کردند. خلاء عملکرد پنبه در شمال آمریکا نیز توسط هنگ دیج و لانگ (2009) حدود 230 کیلوگرم در هکتار، در مناطق نیمه‌خشک آفریقا حدود 760 کیلوگرم در هکتار و در جنوب آسیا نیز 760 کیلوگرم در هکتار گزارش شد. آنها کم‌ترین پتانسیل تولید پنبه را 1200 کیلوگرم در هکتار برآورد نمودند. بنابراین نتایج تحقیقات انجام شده حاکی از آن است که، با استفاده از روش‌های صحیح مدیریتی در مزرعه و بهبود کارایی منابع می‌توان در کاهش فاصله بین عملکرد واقعی و پتانسیل عملکرد گامی موثر برداشت. در همین راستا با شناخت هریک از عوامل مؤثر در خلاء عملکرد و سهم هر متغیر در تولید، برای حل این مشکل در مزارع کشاورز می‌توان تأثیرگذار بود (وان ایترسون، 2013). علیرغم نگرانی‌های موجود برای تامین امنیت غذای آینده بشر با توجه به افزایش جمعیت، شناخت موانع تولید و متغیرهای محدود کننده در عملکرد ضروری بنظر می‌رسد و به‌عنوان اولین قدم برای کاهش خلاء عملکرد محسوب می‌شود. از این‌رو، برآورد، شناسایی و تحلیل عوامل دخیل در خلاء عملکرد پنبه برای دستیابی به عملکرد بالاتر و برنامه ریزی‌های مناسب ضرورت دارد. پژوهش حاضر نیز با هدف برآورد خلاء عملکرد پنبه مرتبط با مدیریت زراعی به روش تحلیل مقایسه کارکرد (CPA) در غرب استان گلستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها: برآورد خلاء عملکرد نیاز به کار میدانی، جمع آوری اطلاعات مربوطه از کشاورز جهت آنالیز و کمی سازی تولید دارد. بدین منظور مطالعه میدانی جهت تعیین خلاء عملکرد پنبه، برآورد متغیرهای دخیل و تعیین سهم هر متغیر در خلاء عملکرد پنبه در غرب استان گلستان طی سال‌های 1400 تا 1401 انجام شد. انتخاب حجم نمونه‌ها از کل کشاورزان پنبه کار واقع در محدوده جغرافیایی شهرستان کردکوی تا بندرگز در غرب استان گلستان بصورت تصادفی از 298 مزرعه پنبه با استفاده از فرمول حجم نمونه گیری کوکران (1931) انجام شد. به دلیل مشکلات و محدودیت‌های موجود در تحقیقات میدانی، ۱۶۶ مزرعه به روش تحلیل مقایسه کارکرد (CPA) مورد پایش و بررسی قرار گرفتند. اطلاعات کشاورزان مورد نیاز از طریق مصاحبه چهره به چهره و با استفاده از

فرم پرسشنامه با 82 متغیر مرتبط با مدیریت اعمال شده در مزرعه کشاورزان از مرحله آماده سازی زمین (تهیه بذر)، بستر بذر تا برداشت گیاه زراعی پنبه جمع آوری شد.

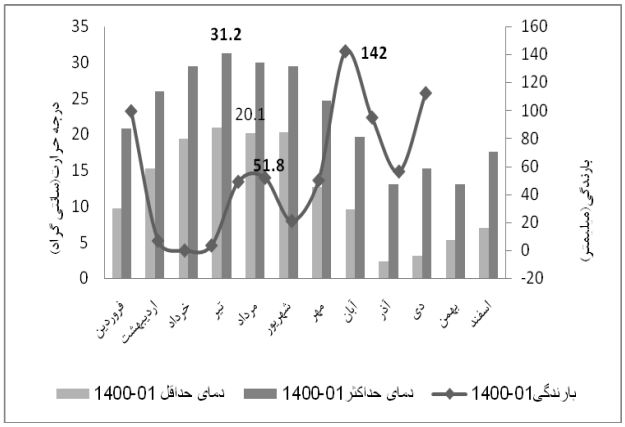
در پایان فصل رشد و زمان برداشت محصول مقدار عملکرد واقعی برداشت شده از هر مزرعه توسط کشاورز ثبت گردید. برای ارزیابی میزان خلاء عملکرد و تعیین عوامل ایجاد کننده آن از تجزیه مقایسه کارکرد (CPA) استفاده شد. در این روش رابطه بین تمام متغیرهای اندازه گیری شده (کمی و کیفی) و عملکرد با استفاده از روش رگرسیون چند گانه مورد بررسی قرار گرفت. در این بخش ابتدا برای تعیین اینکه کدام متغیرها باید در مدل نهایی تولید گنجانده شوند از گزینش متغیر با استفاده از روش گام به گام استفاده شد. انجام کلیه مراحل فوق با استفاده از نرم‌افزار (SAS 9.1) انجام شد. برای تعیین مدل عملکرد، با قرار دادن متوسط و بهترین مقدار مشاهده شده هر یک از متغیرها (x ها) در مزارع پنبه مورد بررسی در مدل تولید به ترتیب عملکرد متوسط و حداکثر عملکرد قابل دستیابی محاسبه شدند که در نهایت اختلاف این دو عملکرد نشان دهنده خلاء عملکرد پنبه می باشد. مقادیر مطلوب با توجه به ضریب‌های به دست آمده متغیرها در مدل تولید و کمترین و بیشترین مقدار مصرفی آن‌ها توسط بهره‌برداران تعیین شد. بنابراین متغیری که در مدل دارای ضریب منفی بود مقدار کم‌ترین و چنانچه دارای ضریب مثبت بود؛ مقدار بیش‌ترین آن به عنوان مقدار مطلوب در نظر گرفته شد. نسبت مقدار خلأ عملکرد هر عامل یا متغیر به مجموع آن نشان دهنده سهم آن عامل در ایجاد خلأ عملکرد می باشد که به صورت درصد بیان شد. با ضرب مقدار متوسط و مطلوب هر متغیر در ضریب مربوط به خود در مدل نهایی عملکرد و در نهایت با کسر این مقادیر به دست آمده از هم، میزان خلاء عملکرد برای هر متغیر مشخص شد. همچنین با قرار دادن مقدار واقعی به دست آمده هر متغیر در تک تک مزارع پنبه مورد بررسی در معادله تولید، عملکردهای برآوردی با مدل محاسبه شدند و سپس رابطه آن‌ها با عملکردهای واقعی به دست آمده از این مزارع نیز مورد بررسی قرار گرفت. در این مدل رگرسیونی، عملکرد پنبه در واحد سطح به عنوان متغیر وابسته و سایر متغیرها از قبیل تاریخ کاشت، کود دهی، آبیاری، مبارزه با علف هرز و آفات، وجین، محلول‌پاشی با ریز مغذی و مواد تنظیم کننده رشد، تراکم بوته، میزان بذر و... بعنوان متغیر های مستقل لحاظ شده اند.

موقعیت جغرافیایی و اقلیم منطقه مورد مطالعه:

این تحقیق در منطقه پنبه خیز شهرستان‌های کردکوی و بندرگز واقع در غرب استان گلستان در سال‌های 1400 و 1401 انجام شد. مزارع پنبه مورد پیمایش در شمال ایران و در عرض جغرافیایی 36 درجه شمالی و طول 54 درجه شرقی که از شمال به رشته کوه‌های البرز و جنوب دریای خزر محدود می‌شود. آب و هوای قسمت جلگه‌ای مطلوب و معتدل و آب و هوای قسمت کوهستانی آن سرد است. عموما زراعت پنبه در این مناطق با میانگین بارندگی سالانه بالای 550 تا 600 میلیمتر به‌صورت دیم است. دامنه دمایی آن 5 - تا 44 درجه سانتی‌گراد می‌باشد..

براساس طبقه‌بندی اقلیمی(دومارتن)، شهرستان کردکوی دارای اقلیم معتدل نیمه‌خشک می‌باشد. میانگین مجموع بارندگی دوساله در این منطقه بالغ بر 687 میلی‌متر با توزیع نامناسب در ماه‌های مختلف سال است. کمترین بارش در ماه مرداد به‌میزان کمتر از 5 میلی‌متر بود. بالاترین دما در دوره مورد مطالعه مربوط به ماه مرداد (حداکثر 31 درجه سانتی‌گراد) و حداقل آن مربوط به آذرماه (3 درجه سانتی‌گراد) بود. (شکل1ب).

شکل1 الف و ب، به‌ترتیب نقشه پراکندگی موقعیت نقاط پایش مزارع پنبه و وضعیت دما و بارش در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل 1- الف) نقشه پراکندگی موقعیت نقاط پایش مزارع پنبه، ب) میانگین دوسال حداکثر (ستون تاریک) و حداقل دما (ستون روشن)، (بارندگی (خط تیره) در منطقه مورد مطالعه سال 1401-1400.

نتایج و بحث

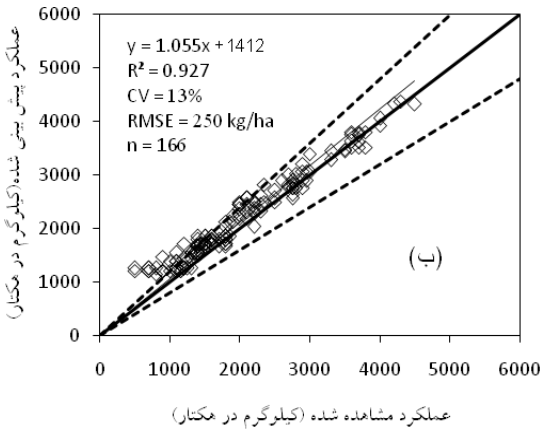
برآورد خلاء عملکرد براساس مدل تحلیل مقایسه کارکرد (CPA): نتایج مربوط به رگرسیون گام به گام جهت تعیین مهم‌ترین متغیرهای مدیریتی اثرگذار بر عملکرد و سهم هر متغیر در خلاء و مدل تولید در شکل ۲ ارائه شده است. در تجزیه اولیه مدل رگرسیونی در روش CPA تعداد ۸۲ متغیر مستقل وارد مدل شد. پس از ارزیابی نهایی، ۹ متغیر برای انتخاب بهترین مدل رگرسیونی باقی ماند. در این مدل عملکرد در واحد سطح به عنوان متغیر وابسته و سایر متغیرها از قبیل تاریخ کاشت، مقدار نیتروژن خالص مصرفی، مقدار فسفر خالص، حجم آب آبیاری، نیتروژن سرک زمان گلدهی، محلول‌پاشی با عناصر ضروری گیاه، خسارت آفت و آبیاری زمان غوزه‌دهی به عنوان متغیرهای مستقل در نظرگرفته شدند. با استفاده از معادله تولید (رابطه ۱)، عملکرد واقعی، عملکرد قابل دستیابی و سهم هر کدام از متغیرها بر کاهش عملکرد تعیین شدند (جدول ۱). با توجه به اینکه کاهش خلاءهای عملکردی بستگی به میزان سهم هر یک از عوامل تأثیرگذار بر کاهش عملکرد دارد (هاندرسون و همکاران، ۲۰۱۶)، بنابراین شناسایی و فهم هریک از این عوامل موثر جهت حل مشکلات مربوط به مزرعه و افزایش تولید ضروری است. همان‌طور که در شکل (۲ الف) دیده می شود؛ از میان۸۲ متغیر مدیریت زراعی مورد بررسی برای برآورد خلاء عملکرد پنبه در منطقه مورد مطالعه، مدل (معادله رگرسیون نهای) با ۹ متغیر مستقل انتخاب شد که بیشترین،کمترین، متوسط و بهترین (مطلوب) مقدار این متغیرهای انتخاب شده به همراه عملکرد وش در مزارع مورد بررسی در جدول یک آمده است. نتایج آنالیز (شکل ۲) نشان می‌دهند که دقت مدل (معادله تولید) قابل قبول بوده و کاربرد آن برای برآورد میزان خلاء عملکرد و تعیین سهم هر یک از متغیرهای محدود کننده تولید مناسب است. معادله نهایی عملکرد به صورت معادله رگرسیونی (رابطه ۱) زیر بود:

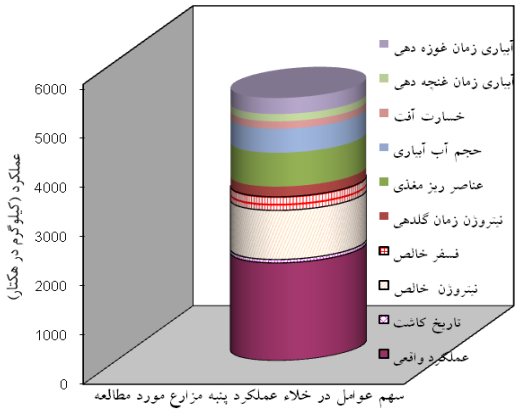
رابطه (۲)

$$Y(kg/ha) = 1412.53-133.56\ X1+283.827X2+ 125.549X3 - 277.423X4 +267.234X5 + 177.254X6 + 55.702X7 +170.39X8 +175.31X9$$

در این رابطه عملکرد (Y) برابر است با عملکرد وش در هکتار، X1:تاریخ کاشت، X2: مقدار نیتروژن خالص مصرفی، X3: مقدار فسفر خالص، X4: کاربرد نیتروژن زمان گلدهی، X5: مصرف عناصر ضروری گیاه بصورت محلول‌پاشی، X6: حجم آب آبیاری، X7: خسارت آفت، X8: آبیاری زمان غنچه‌دهی و X9: آبیاری زمان غوزه‌دهی به عنوان متغیرهای مستقل می‌باشند. همانطوری‌که در شکل (2ب) مشاهده شد، رابطه بین عملکردهای واقعی و برآوردی با مدل تولید نیز معنی‌دار ($P<0/000$) بود. جذر میانگین مربعات خطا،

RMSE = 250 کیلوگرم در هکتار و ضریب تغییرات CV=13٪ بـود. رابطـه عملکردهـای مشـاهده شـده (واقعی) و پیش بینی شده (برآورد شده با مـدل) پنبـه در منطقه غرب استان گلسـتان (شهرسـتان‌های مـورد مطالعه) با (دامنـه 25 درصـد از اخـتلاف بـین مقـادیر پیش‌بینی شده و مشاهده شده توسط خطـوط منقطـع نشان داده شد.





شکل ۲- سهم هریک از متغیرهای دخیل در خلأ عملکرد(الف) و رابطه بین عملکرد مشاهده شده و عملکرد پیش بینی شده در مزارع پنبه مورد مطالعه(ب)

بر اساس نتایج، بـا اسـتفاده از ایـن معادلـه تولیـد (رابطه ۲)، متوسـط و حـداکثر عملکـرد قابـل حصـول (مطلوب) بـه‌ترتیب ۲۱۶۵و ۵۱۰۸ کیلـوگرم در هکتـار برآورد شد؛ این درحالی است کـه، متوسـط و حـداکثر عملکرد پنبـه بترتیـب ۱۹۸۸/۴۸ و ۴۵۰۰ کیلـوگرم در هکتار است که در مـزارع مـورد مطالعـه بدسـت آمـد (جدول ۱). بـراین اسـاس خـلاء عملکـرد بـر مبنـای اخـتلاف بـین میـانگین عملکـرد واقعـی کشـاورزان و عملکرد پیش بینی شده ۳۱۱۹/۵۴ کیلوگرم در هکتار (معادل ۶۱ درصد) محاسبه شد. این نتیجه بیان‌گر ایـن موضوع است که بین عملکرد فعلی مزارع پنبه منطقـه مورد مطالعه با آنچه که می‌تواند به‌عنوان عملکرد قابل دستیابی از طریق مدیریت بهینه زارع کسب گردد، بـه مقدار حدود ۳۱۱۹ کیلوگرم در هکتار اختلاف یا خـلاء عملکرد است که، می‌بایست با مدیریت صحیح مزرعـه ایـن شـکاف تولیـد را بهبـود بخشـید. نتـایج برخـی مطالعات در گیاه زراعی برنج (بـاری یوسـنا،2021) و پنبه (کلیموتو سنتی کومـار، 2022) کـه بـه بررسـی خلاء عملکـرد پرداختـه انـد، نشـان داد کـه، اخـتلاف زیادی بین عملکرد در شرایط مـدیریت زراعـی آبـی و خشکه کاری در برنج و عملکـرد بـین منـاطق و ارقـام پنبه وجود دارد که ناشی از اختلاف شـرایط منـاطق و مدیریت زراعی می‌باشد.

در مطالعـه سـلطانی و همکـاران (2020) کـه بـه منظور ارزیابی خلاء عملکرد گیاه پنبه در ایـران انجـام شد، این مقدار حدود ۲۱۸۶ کیلوگرم در هکتار بـرآورد شد. آنها بهبـود مـدیریت زراعـی در مزرعـه از طریـق حذف یا کاهش متغیرهای دخیل در خـلاء عملکـرد را پیشنهاد کردند. از آنجایی که رشد و نمو گیـاه زراعـی تابع عوامل مختلفی نظیر، عوامل اقلیمی، خاکی، آبـی، فیزیولـوژیکی و مـدیریتی می‌باشـد، بنظـر می‌رسـد نمی‌توان صـرفا بـا تکیـه بـر مـدیریت مزرعـه شـکاف عملکرد را بهبـود بخشـید. از طـرف دیگـر، نمی‌تـوان بخشی از کاهش عملکرد ناشی از عواملی چون شـرایط محیطی نامطلوب را مدیریت کرد. به بیان دیگر کاهش خلاء عملکرد از طریق اقدامات زراعی بهتر ممکن است در همه مناطق کار ساز و عملی نباشد؛ زیرا ایـن مهـم مستلزم سـرمایه گـذاری‌های اقتصـادی و منـابع مـالی

است (فاضلی و همکاران، ۲۰۰۸). با این‌حال، دستیابی به ۶۹ درصد از خلاء عملکرد پنبه در این تحقیق، که معادل افزایش ۶۱ درصد از پتانسیل عملکرد می باشد، برای کشاورز سودآورد و درآمد زا خواهد بود و علاوه بر این در جهت افزایش تولید و سهم صادرات این محصول در کشور مهم و تاثیرگذار است. بر اساس نتایج، مشخصات متغیرهای وارد شده در مدل به صورت مقادیر متوسط، حداقل، حداکثر و بهترین مقدار که می‌تواند در مدل رگرسیونی عملکرد قرار بگیرد، در جدول ۱ ارائه شده است. مطلوب‌ترین حالت برای متغیرهای مصرف کودهای نیتروژن، فسفر، حجم آبیاری، خسارت آفت، محلول‌پاشی با عناصر ماکرو و میکرو (کودهای مکمل)، آبیاری زمان گل‌دهی و آبیاری زمان غوزه‌دهی مقدار حداکثر آنها بود که در معادله دارای رابطه مثبت بودند . متغیرهای تاریخ کاشت و کاربرد نیتروژن (کود سرک) زمان شروع گل‌دهی پنبه، به عنوان متغیرهای منفی ارزیابی شدند و مقادیر حداقل آنها مطلوب است، بنابراین مقدار بهینه آنها، معادل مقدار حداقل در نظر گرفته شد (جدول۱).

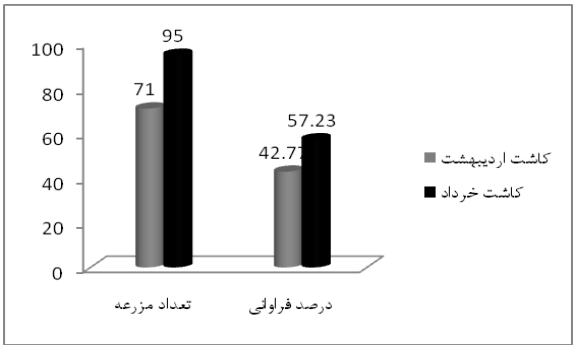
جدول ۱- کمی سازی بین خلأ عملکرد پنبه و سهم هریک از متغیرهای وارد شده در معادله تولید

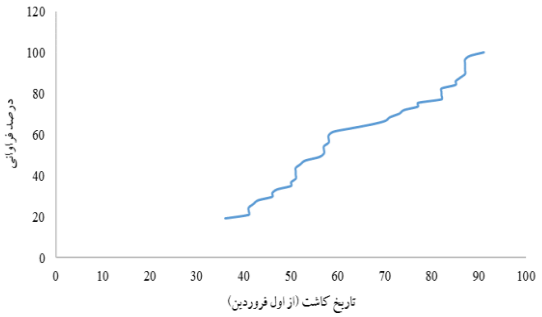
خلأ عملکرد(٪)	خلأعملکرد (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد پیش بینی شده بامدل			دامنه متغیر ها			متغیر
		بهینه	متوسط	بهینه	حداکثر	متوسط	حداقل	ضریب مدل	
-	-	1412/53	1412/53	-	-	1	-	1412/53	عرض از مبدا
2	69	-134	-203	1	2	1/52	1	-133/56	تاریخ کاشت
30	1000	1419	419	5	5	1/478	0	283/827	نیتروژن خالص
8	277	377	100	3	3	0/795	0	125/549	فسفرخالص
6	206	-277	-72	1	3	0/259	1	-277/49	نیتروژن زمان گلدهی
19	688	802	114	3	3	0/427	1	267/234	محلولپاشی‌عناصر مغذی
15	490	709	219	4	4	1/234	0	177/254	حجم آب آبیاری
5	150	279	129	5	5	2/307	0	-55/702	خسارت آفت
5	149	170	21	1	1	0/126	0	170/39	آبیاری زمان غنچه دهی
10	325	351	25	1	1	0/144	0	175/31	آبیاری زمان غوزه دهی
100	3119/54	5108	2165	-	4500	1988/48	500	-	عملکرد وش (کیلوگرم / هکتار)

تجزیه و تحلیل عوامل موثر در خلاء عملکرد

تاریخ کاشت: کشت پنبه در مزارع منطقه از 6 اردیبهشت شروع و تا 31 خرداد ادامه داشته است (36 تا 91 روز پس از اول فروردین). نمودار درصد فراوانی تجمعی در شکل 2 ارائه شده است. از مجموع ۱۶۶ مزرعه پنبه مورد مطالعه در این تحقیق ۷۱ مزرعه در تاریخ کاشت اول (اردیبهشت ماه) و ۹۵ مزرعه در تاریخ کاشت تاخیری (خردادماه) قرار گرفتند، بطوریکه در بین مزارع مورد مطالعه از نظر تاریخ کاشت حدود ۵۷ روز و یا کمتر اختلاف زمانی از نظر روز کاشت مشاهده شد (شکل ۳ الف و ب). مطابق نتایج جدول (۱) تاریخ کاشت به عنوان یکی از متغیرهای تاثیرگذار در خلاء عملکرد معرفی شد و با اثر منفی در خلأ عملکرد ۱۳۳/۵۶- کیلوگرم در هکتار (معادل ۲ درصد از عملکرد قابل پیش‌بینی). در بین مزارع پنبه مورد مطالعه تاثیر گذار نشان داد به این ترتیب مقدار کل خلأ عملکرد بر مبنای اختلاف بین متوسط عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل دستیابی ۶۹ کیلوگرم در هکتار معادل (۲ درصد) محاسبه شد (جدول۱). براین اساس بنظر می‌رسدکاشت پنبه باید زمانی انجام شود که ظهور اندام های زایشی (گل و غوزه) قبل از فرارسیدن

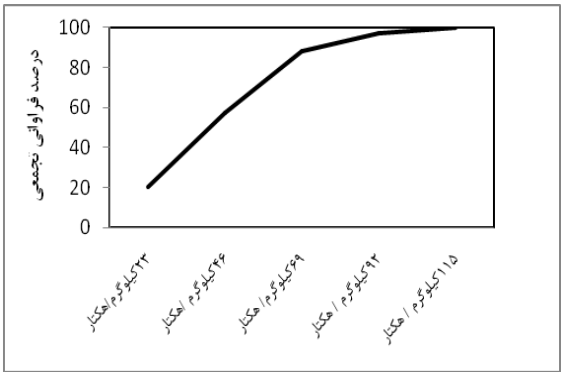
گرمای اواخر خرداد تا اوایل تابستان اتفاق بیافتد. لذا در این مناطق با تاخیر در کاشت از اردیبهشت ماه به خرداد ماه شاهد روند کاهش عملکرد بعلت برخورد با انواع تنش های زنده و غیر زنده خواهیم بود.

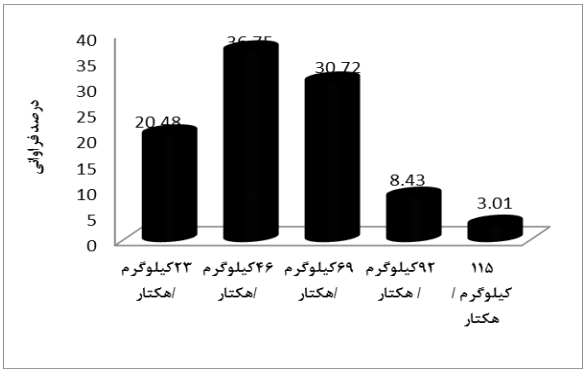




شکل 3- درصد فراوانی تجمعی تاریخ کاشت مزارع مورد مطالعه

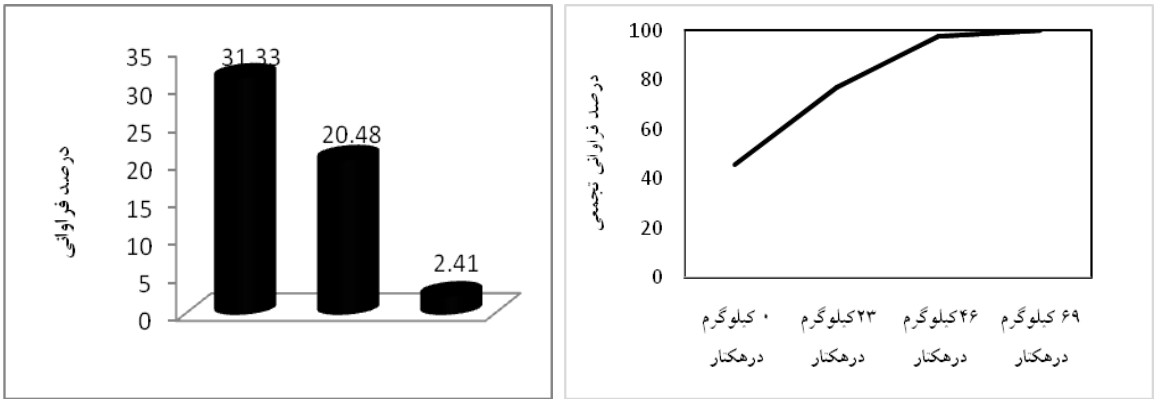
کود نیتروژن: یکی از عوامل مدیریتی مهم در رابطه با عملکرد گیاه زراعی تغذیه از طریق مصرف کود نیتروژن است. دامنه مصرف کود نیتروزن خالص در بین کشاورزان مورد بررسی از ۲۳ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار تا ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. بر اساس نتایج شکل (۴). تعداد ۳۴ کشاورز به‌میزان ۲۳ کیلوگرم در هکتار، ۶۱ مزرعه در محدوده ۴۶ کیلوگرم در هکتار، ۵۱ مزرعه به‌میزان ۶۹ کیلوگرم در هکتار یا کمتر از آن و تنها یک درصد از کشاورزان ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در مزارع خود مصرف کردند. سهم نیتروژن خالص در خلاء عملکرد پنبه بر اساس معادله مدل تولید حدود ۳۰ درصد بود (شکل۲). به این ترتیب مقدار کل خلأ عملکرد بر مبنای اختلاف بین متوسط عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل دستیابی ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار معادل (۳۰ درصد) محاسبه شد.بر اساس رابطه مقدار نیتروژن مصرفی با عملکرد در مزارع مورد مطالعه به صورت درجه دوم بود. حداقل و حداکثر عملکرد در مزارع مورد بررسی در مقدار ۲۳ تا ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار مشاهده شد که در شرایط مزرعه با مدیریت مطلوب معادل ۱۰۰۰ کیلوگرم افزایش عملکرد در هکتار است(شکل۵ ب). حداقل نیتروژن مصرفی مطلوب ۲۳ تا ۴۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن پایه برآورد گردید، که حدود (۳۶/۷ و ۳۰/۷درصد) مزارع این میزان مصرف کود را رعایت کردند.





شکل 4- درصد فراوانی تجمعی کود پایه نیتروژن خالص مزارع مورد مطالعه

کود فسفر: مصرف کود فسفر خالص در مزارع پنبه منطقه مورد مطالعه از صفر کیلوگرم تا ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. بطوریکه بر اساس نتایج ۷۶ مزرعه (معادل ۴۶ درصد) فاقد مصرف کود فسفر، ۵۲ مزرعه ۲۳ کیلوگرم (معادل ۳۱/۳ درصد) ، ۳۴ مزرعه (معادل ۲۰/۸ درصد) ۴۶ کیلوگرم و ۴ مزرعه (معادل ۲/۴۱ درصد) ۶۹ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص قبل از کاشت و در زمان آماده سازی زمین مصرف کردند (شکل۵ الف و ب). نتایج برخی از تحقیقات نشان داد، مصرف عنصر فسفر در گیاه زراعی پنبه با تکمیل غوزه‌دهی و ایجاد مقاومت در برابر برخی تنش‌ها همراه است که منجر به کاهش خسارت عملکرد می‌شود (دستان و همکاران، 2017). به این ترتیب مقدار کل خلأ عملکرد بر مبنای اختلاف بین متوسط عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل دستیابی ۲۷۷ کیلوگرم در هکتار معادل (۸ درصد) محاسبه گردید (شکل۲). نتایج توزیع فراوانی تجمعی نشان داد شکل (۶ الف)، تعداد ۴ مزرعه ای که (معادل ۲/۴۱ درصد از کل مزارع مورد مطالعه) حداقل ۹۲ کیلوگرم فسفر خالص مصرف کردند ۸ درصد افزایش تولید را به خود اختصاص دادند. از آنجایی که بر اساس مطالعات انجام شده بر روی خاک‌های کشاورزی ایران نشان دادکه حدود ۷۷ درصد اراضی استان گلستان از نظر میزان فسفر قابل جذب (محلول در خاک) پایین‌تر از محدوده ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک قرار دارند (شهبازی و بشارتی، ۱۳۹۲). فرهنگ‌سازی در مورد مصرف این عنصر به‌منظور بهبود عملکرد و کیفیت وش پنبه امری ضروری بنظر می‌رسد.



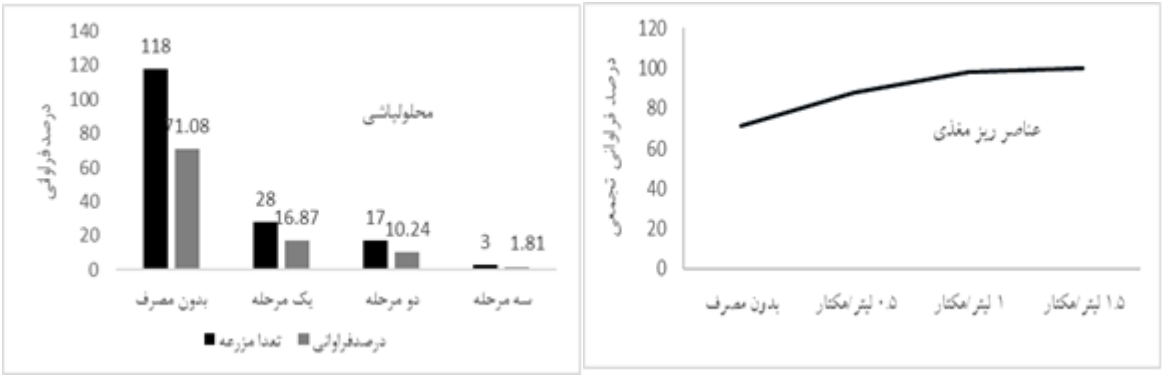
شکل 5- درصد فراوانی تجمعی کود پایه فسفر خالص مزارع مورد مطالعه

نیتروزن زمان گلدهی: عملکرد پنبه رابطه مستقیمی با تعداد گل و غوزه دارد. هر عاملی که باعث کاهش این اندام‌ها گردد در کاهش عملکرد موثر است. در ۱۶۶ مزرعه مورد مطالعه دامنه مصرف کود نیتروزن خالص بصورت سرک زمان گل‌دهی از صفر کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار تا ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. بر این اساس تعداد ۱۴ مزرعه معادل ۸/۴۳ درصد به‌میزان ۴۶ کیلوگرم در هکتار و تعداد ۵ مزرعه معادل ۳/۰۱ درصد به میزان ۶۹ کیلوگرم نیتروژن به‌صورت سرک در مزارع پنبه خود مصرف کردند (شکل۶ الف و ب). این موضوع گویای این حقیقت است که درصد بالایی از کشاورزان مورد مطالعه (حدود ۸۵ درصد) آگاهی یا شناخت کافی از مزایای کاربرد کود سرک در مزارع خود را ندارند. متغیر کاربرد کود نیتروژن زمان گلدهی با اثر منفی ۲۷۷/۴۲- کیلوگرم (معادل ۶ درصد از عملکرد قابل دستیابی) معرفی شد. به این ترتیب مقدار کل خلأ عملکرد بر مبنای اختلاف بین متوسط عملکرد واقعی کشاورزان و

عملکرد قابل دستیابی ۲۰۶ کیلوگرم در هکتـار معـادل (۸ درصد) محاسبه گردید بـراین اسـاس حـدود ۸۵ از کشاورزان مقدار کود نیتروژن سـرک کمتـری مصـرف کردند یا در حد بهینه مصرف نکردند و موجب کـاهش عملکرد واقعی مزرعه خود شدند.

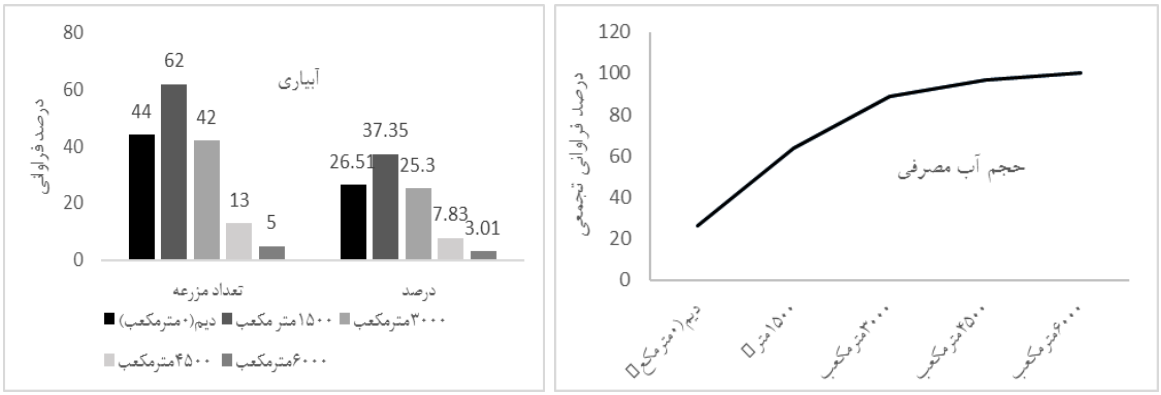
شکل 6- درصد فراوانی تجمعی نیتروژن سرک زمان گلدهی پنبه مزارع مورد مطالعه

کاربرد کودهای مکمل (عناصر ماکرو و میکرو): مصرف کودهای باصطلاح تقـویتی بصـورت محلول‌پاشـی در زمـان رشد زایشی (شروع غنچه‌دهی و غوزه‌دهی) در بین کشاورزان مورد بررسی از صفر کیلوگرم تـا ۱/۵ کیلـوگرم در هکتـار متغیر بود. بر این اساس از تعداد ۱۶۶ مزرعه مورد مطالعه تعداد ۱۱۸ مزرعه (معادل ۸۷/۰۱ درصد) بدون مصرف، تعـداد ۲۸ مزرعه (معادل ۱۶/۸۷ درصد) به‌میزان ۰/۵ کیلوگرم در هکتار، تعداد ۱۷ مزرعه (معادل ۱۰/۲۴ درصد) بـه‌میزان یـک کیلـوگرم در هکتـار و ۳ مزرعـه (معـادل ۱/۸۱ درصـد) بـه‌میزان ۱/۵ کیلـوگرم در هکتـار از کودهـای مکمـل بصـورت محلول‌پاشی در مزارع خود استفاده کردند (شکل۷ الف و ب). بر این اساس سهم متغیر محلول‌پاشـی کودهـای مـاکرو و میکرو ۲۶۷/۲۳ کیلوگرم در هکتار و معادل۲۱ درصد بود. بیشترین میزان مصرف کودهای ریزمغذی در افـزایش عملکـرد در ۱۶/۲۴ درصد مزارع با مصرف ۰/۵ تا ۱/۵کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۷ب). براساس نتایج جدول (۱) به ایـن ترتیـب مقدار کل خلأ عملکرد بر مبنای اختلاف بین متوسط عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل دسـتیابی ۶۸۲ کیلـوگرم در هکتار معادل (۱۹ درصد) محاسبه گردید. براین اساس حدود ۸۵ از کشاورزان کمتر یا حد مصـرف بهینـه را رعایـت نکردند.



شکل 7- درصد فراوانی تجمعی کودهای مکمل مزارع مورد مطالعه

حجم آب آبیاری: بر اساس اطلاعات پرسش‌نامه میزان حجم آب مصرفی در ۱۶۶ مزرعه پنبه مورد مطالعه از صفر مترمکعب (بدون آبیاری) تا ۶۰۰۰ متر مکعب در هکتار (۴ نوبت آبیاری) متغیر بود. بطوریکه بر اساس نتایج ۴۴ مزرعه (معادل۲۴ درصد از کل مزارع) بدون آبیاری و در شرایط دیم، ۶۲ مزرعه (۳۷/۳۵ درصد) با ۱۵۰۰ متر مکعب معادل یک مرحله آبیاری، ۴۲ مزرعه (۲۵/۳ درصد) با دو مرحله آبیاری، ۱۳ مزرعه (۷/۸۳ درصد) با سه مرحله آبیاری و ۵ مزرعه (۳ درصد) با ۴ دور آبیاری همراه بودند(شکل ۸ الف و ب). سهم حجم آب مصرفی در خلاء عملکرد پنبه در منطقه مورد مطالعه ۱۷۷/۲۵ کیلوگرم معادل ۱۹ درصد عملکرد قابل دستیابی بود (شکل ۲). به این ترتیب مقدار کل خلأ عملکرد بر مبنای اختلاف بین متوسط عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل دستیابی ۴۹۰ کیلوگرم در هکتار معادل (۱۵ درصد) محاسبه گردید (جدول۱). یکی از دلایل عمده کاهش عملکرد در برخی از مزارع مورد مطالعه عمدتا تاخیر کاشت توام با کم آبیاری و یا عدم آبیاری بود که باتنش آبی و در نتیجه کم شدن تعداد گل و سقط غوزه‌های تشکیل شده، به ویژه در تنش‌های شدید در زمان رشد زایشی مرتبط بود (پتی گریو، ۲۰۰۴).

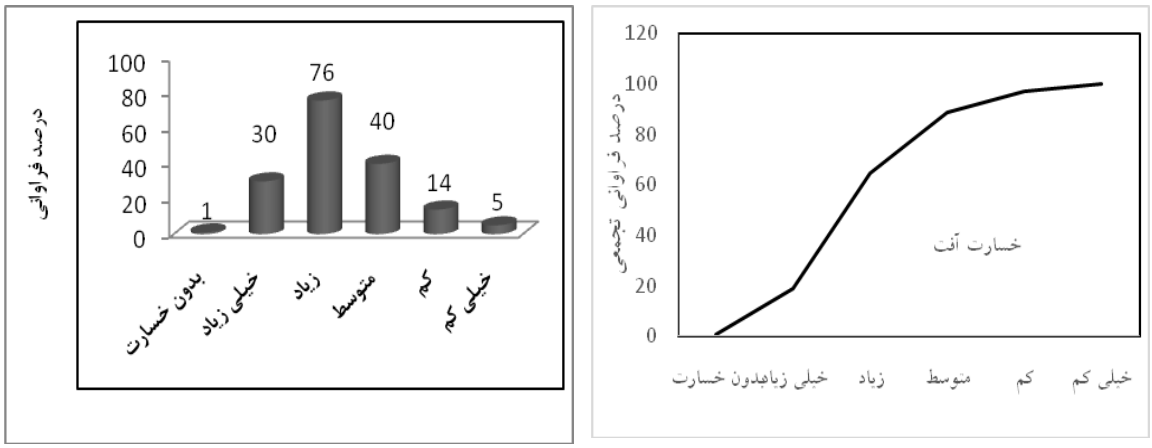


شکل 8- درصد فراوانی تجمعی حجم آبیاری مزارع مورد مطالعه

خسارت آفت: مهم‌ترین آفات مزارع پنبه در منطقه مورد مطالعه حشره تریپس، زنجرک، شته، سنک و کرم غوزه بودند. رتبه‌دهی به خسارت آفات بر اساس شدت و میزان خسارت وارده به محصول و تراکم جمعیت آفت از ۰ تا ۵ در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج حاصله از ۱۶۶ مزرعه پنبه مورد مطالعه شدت خسارت از یک مزرعه بدون خسارت (معادل ۰/۶

درصد)، ۳۰ مزرعه خسارت خیلی زیاد (۱۸ درصد)، ۷۶ مزرعه خسارت زیاد (معادل ۴۵/۷۸ درصد)،۴۰ مزرعه با خسارت متوسط (معادل۲۴/۱ درصد) و ۱۴مزرعه با خسارت کم (معادل ۸/۴۳ درصد) و ۵ مزرعه با خسارت خیلی کم (معادل ۳ درصد) متغیر بود (شکل۹). سهم و درصد فراوانی تجمعی جمعیت و خسارت آفت در شکل۱۰ ب نمایش داده شده است. سهم متغیر خسارت آفت در منطقه بر اساس آنالیز رگرسیون گام به گام ۵۵/۷ گیلوگرم در هکتار و معادل ۵ درصد بود (شکل۲). بیشترین میزان خسارت آفت در مزارع بدون مصرف آفت کش و معادل ۰/۶ درصد بود و کم‌ترین خسارت آفت در مزارع با حداقل۴ مرحله سم‌پاشی بود.

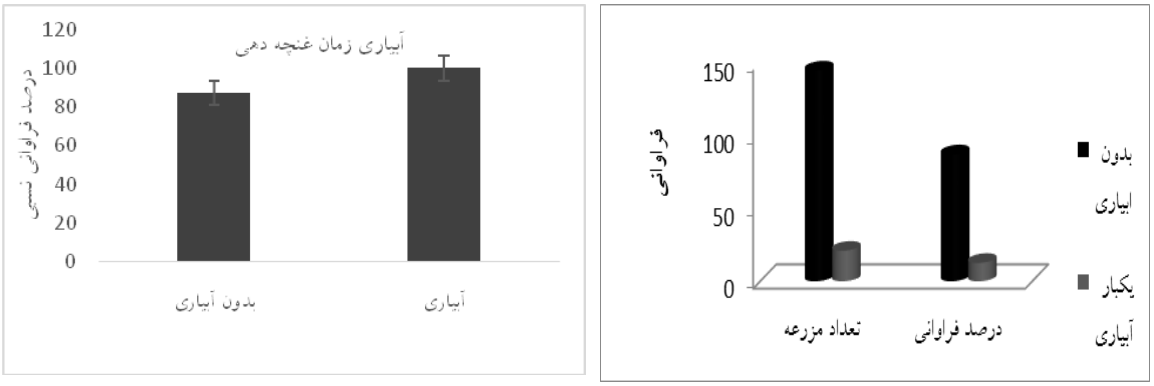
بر اساس نتایج جدول (۱) به این ترتیب مقدار کل خلأ عملکرد بر مبنای اختلاف بین متوسط عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل دستیابی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار معادل (۵ درصد) محاسبه گردید. بر اساس نتایج داده‌های مزرعه‌ای از نظر تاریخ کاشت، حدود ۹۵ مزرعه (معادل۵۷ درصد کل مزارع مورد مطالعه) از نظر زمان کاشت با تاخیر (کاشت تاخیری) انجام شد. این موضوع باعث شد که، گیاه از یک طرف در مرحله سه برگی با خسارت تریپس، در مرحله زایشی (تولیدگل و غنچه) با خسارت لارو کرم غوزه و سایر آفات مکنده روبرو بوده و در نهایت منجر به باعث کاهش عملکرد شد.



شکل 9- درصد فراوانی تجمعی خسارت آفت مزارع مورد مطالعه

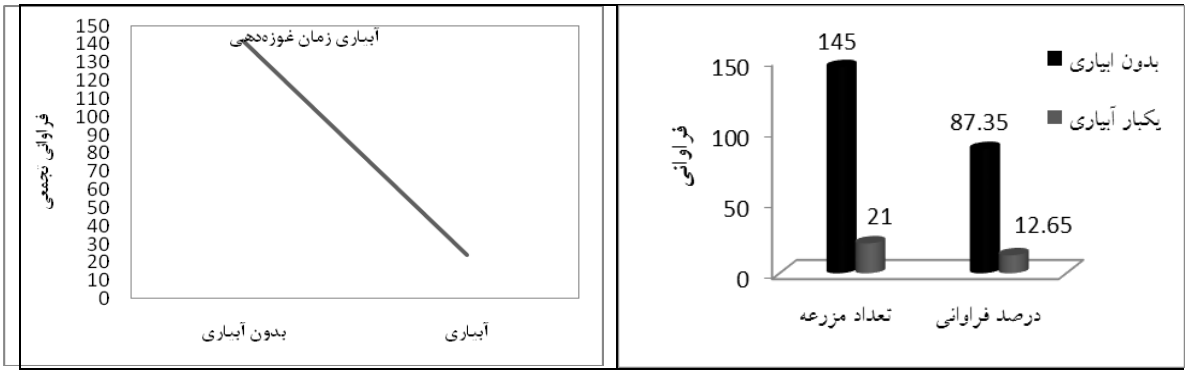
آبیاری زمان شروع غنچه دهی: بر اساس نتایج متغیر آبیاری در زمان شروع غنچه‌دهی در مزارع پنبه مورد مطالعه، حدود ۲۱ مزرعه (معادل ۱۲/۶ درصد) در مزرعه پنبه خود حداقل یکبار آبیاری در زمان شروع غنچه دهی و ۱۴۵ مزرعه معادل(۸۷/۳۵ درصد) بدون آبیاری بودند(شکل۱۰ الف و ب). سهم متغیر آبیاری در زمان شروع غنچه‌دهی در خلاء عملکرد پنبه ۱۷۰/۳۹ گیلوگرم در هکتار (معادل ۴درصد) بود (شکل۲). به این ترتیب براساس نتایج جدول (۱) مقدار کل خلأ عملکرد بر مبنای اختلاف بین متوسط عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل دستیابی ۱۴۹ کیلوگرم در هکتار معادل (۵ درصد) محاسبه شد. بر این اساس حدود ۲۱ کشاورز (۱۲/۶ درصد مزارع) حداقل یکبار زمان شروع غنچه‌دهی آبیاری انجام دادند. از آنجایی که یکی از مراحل حساس آبیاری در گیاه پنبه زمان ظهور اندام زایشی یعنی گل و غنچه است، آبیاری در زمان گلدهی می‌تواند در بقای گل و غنچه و در نهایت افزایش عملکرد وش موثر باشد (قربانی و هزارجریبی، ۲۰۱۰). بنابراین افزایش ۵ درصدی عملکرد با مصرف حداقل

یکبار آبیاری در زمان ظهور گل و غنچه پنبه موید این مطلب است.



شکل 10- درصد فراوانی و سهم آبیاری زمان غنچه دهی در خلاء عملکرد مزارع مورد مطالعه

آبیاری زمان غوزه‌دهی پنبه: یکی از حساس‌ترین مراحل رشدی گیاه از نظر نیاز آبی مرحله زایشی(تولید گل و غوزه) است که می‌تواند حداقل باعث 25 درصد کاهش عملکرد گردد (قربانی و هزارجریبی،2010؛ اکبری،2010). براساس اطلاعات ثبت شده در پرسش‌نامه منطقه مورد مطالعه، از 166 مزرعه پنبه تعداد 142 مزرعه (معادل 85/54 درصد) در مرحله تشکیل غوزه مزرعه خود را آبیاری نکردند و 24 مزرعه (معادل 14/46درصد) حداقل یکبار در این مرحله (غوزه دهی) آبیاری انجام دادند (شکل11 الف و ب). سهم این متغیر در خلاء عملکرد پنبه در زمان تشکیل غوزه در منطقه مورد مطالعه ۱۷۵/۳۱ گیلوگرم در هکتار (معادل۱۰درصد) بود (شکل۲). به این ترتیب براساس نتایج جدول(۱) مقدار کل خلأ عملکرد بر مبنای اختلاف بین متوسط عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل دستیابی ۳۲۵ کیلوگرم در هکتار معادل (۱۰ درصد) محاسبه شد. بر این اساس حدود ۲۴ کشاورز حداقل یکبار در زمان شروع غوزه‌دهی مزرعه پنبه خود خود را آبیاری کردند. این موضوع گویای این حقیقت است که در صد بالایی از کشاورزان مورد مطالعه (حدود ۸۵/۵ درصد) آگاهی یا شناخت کافی از مزایای آبیاری در زمان تشکیل غوزه در مزارع خود را ندارند. بنابراین ضروری است در خصوص آگاهی دادن به کشاورزان فرهنگ سازی لازم صورت گیرد.



شکل 11- درصد فراوانی تجمعی آبیاری زمان غنچه دهی مزارع مورد مطالعه

نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش متوسط عملکرد پنبه در منطقه مورد مطالعه واقع در غرب استان گلستان (شهرستان‌های کردکوی و بندرگز) در سال‌های ۱۴۰۰تا ۱۴۰۱ به میزان ۱۹۸۸/۴۸ کیلوگرم در هکتار و عملکرد قابل حصول ۵۱۰۸ کیلوگرم در هکتار برآورد شد. این نتیجه نشان دهنده خلاء عملکرد ۳۱۱۹/۵۴ کیلوگرم در هکتار بود. بطورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که در این منطقه برای رسیدن به حداکثر عملکرد پنبه (۵۱۰۸ کیلوگرم در هکتار) عوامل محدودکننده مهمی وجود دارد که در نهایت باعث ۶۱ درصد خلاء عملکرد شدند. این عوامل بر اساس آنالیز تحلیل مقایسه کارکرد (CPA) شامل ۹ متغیر تاریخ کاشت، مقدار نیتروژن خالص، مقدار فسفر خالص، نیتروژن سرک زمان گل‌دهی، محلول‌پاشی با عناصر مکمل و ضروری، حجم آب آبیاری، خسارت آفت، آبیاری زمان غنچه‌دهی و آبیاری زمان غوزه‌دهی بودند که بترتیب سهمی معادل 2، 30، 8، 6، 19، 15، 5، 5 و 10 درصد در خلاء عملکرد پنبه (معادل ۳۱۱۹/۵۴ کیلوگرم در هکتار) داشتند. بنابراین اعمال مدیریت صحیح مزارع با بالا بردن سطح دانش و آگاهی بهره‌برداران این بخش از تولید از طریق آموزش و ترویج و کاربرد این عوامل دخیل در خلا عملکردی پنبه، در بهبود پتانسیل تولید مزرعه موثر است. یافته‌های این تحقیق با آنچه که در نتایج تحقیقات محققین (باری یوسنا، 2021؛ توماس و همکاران، 2023 و یوچنگ وان و همکاران،2022) در رابطه با متغیرهای دخیل در ایجاد شکاف عملکرد برخی از گیاهان زراعی از جمله پنبه، برنج و ذرت بیان گردید، مطابقت داشت. البته توصیه‌های این پژوهش بر اساس یافته‌های سال‌های ذکر شده در این مناطق است. بدیهی است در آینده با تغییر نظام‌های زراعی نظیر الگوی کشت، یکپارچه سازی اراضی، زهکشی اراضی شور و ماندابی، و روند تغییر اقلیم جهانی و افزایش دما شرایط تولید و پتانسیل عملکرد گیاهان زراعی تغییر کند. بنابراین ضروریست پایش و ارزیابی مزارع بطور گسترده تر و پیوسته انجام شود. در خاتمه پیشنهاد می‌گردد، از روش‌های ترکیبی دیگر نظیر آنالیز خط مرزی و مدل‌های شبیه‌سازی و مطالعات تکمیلی بصورت پایش و آنالیز چند ساله استفاده شود.

منابع

1. Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology 40(5): 60-64, 2022; Article no.AJAEES.85115 ISSN: 2320-7027.
2. Barre Jyothsna, Priyadarshini. D. K. Sinha., Nasim Ahmed., K. M. Singh., Mahesh Kumar. and S. P. Singh .2020. Yield Gap Analysis of Cotton in Bhadradri Kothagudem District of Telangana.
3. Causes. Annu. Rev. Environ. Resour. 34: 179-204.
4. Cochran, W.G. 1977. Sampling Techniques (3rd Edition). John Wiley and Sons: New York.USA, 442 p.
5. Dastan, S., A. Soltani, and M. Alimagham. 2017. Documenting the process of local rice varieties production in two conventional and semi-mechanized planting methods in Mazandaran province. Cereal Res. 7(4): 485-502. (In Persian with English abstract).
6. Egli, D.B. and Hatfield, J.L. 2017. Yield gaps and yield relationships in central U.S. soybean production systems. Agron. J. 106: 2. 560-566.
7. Fazili, I.S., Jamal, A., Ahmad, S., Masoodi, M., Khan, J.S. and Abdin, M.Z. 2008. Interactive effect of sulfur and nitrogen on nitrogen accumulation and harvest in oilseed crops differing in nitrogen assimilation potential. J. Plant Nutr. 31: 7. 1203-1220.
8. Ghorbani Nasrabad, Gh. and Hezarjaribi, A. 2010. Cotton response to deficit irrigation during different growth stages. J. Plant Prod., 17(4): 129-141. (In Persian).

9. Haghshenas, H., Soltani, A., Ghanbari, A., Ajam Norouzi, H., and Dastan, S., 2018.Identification of effective agronomic traits on yield of local rice cultivars using multiple regression models. *Journal of Agroecology, 8(2):* 13-28. (In Persian).
10. Hajjarpour, A., A. Soltani, E. Zeinali, E. Kashiri, A. Aynehband and M. Nazari. 2018. Determination of the optimum managements ranges in order to increasing wheat yield in Golestan province. J. Crop Improv.19 (3): 577-590. (In Persian with English abstract).
11. Hajjarpour, A., A. Soltani, E. Zeinali, H. Kashiri and A. Aynehband. 2017. Evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) yield gap in Golestan province of Iran using comparative performance analysis method. Iranian J Crop Sci, 19(2): 86-101. (In Persian with English abstract)
12. Hakoomat, A., Muhammad Naveed, A., Shakeel, A., and Dilbaugh, M. 2009. Effect of cultivars and sowing dates on yield and quality of *Gossypium hirsutum* L. crop J. Food, Agric. Environ., 7(3): 244-247.
13. Henderson, B., Godde, C., Medina-Hidalgo, D., Van Wijk, M., Silvestri, S., Douxchamps, S., Stephenson, E., Power, B., Rigolot, C., Cacho, O. and Herrero, M. 2016. Closing system-wide yield gaps to increase food production and mitigate GHGs among mixed crop–livestock smallholders in Sub-Saharan Africa. Agric. Syst. 143: 106-113.
14. Hochman, Z., Gobbett, D., Horan, H., and Garcia, J.N. 2016. Data rich yield gap analysis of wheat in Australia. *Field Crops Research, 197:* 97-106.
15. Kalimuthu, S. 2022. Closing rice yield gaps in Africa requires integration of good agricultural practices. Field Crops Research. Volume 285, 1 September 2022, 108591.
16. Lobell, D. B., K. G. Cassman and C. B. Field. 2009. Crop yield gaps: their importance, magnitudes, and
17. Nehbandani, A., Soltani, A., Rahemi-Karizaki, A., Dadrasi, A. and Noubakhsh, F. 2021. Determination of soybean yield gap and potential production in Iran using modeling approach and GIS. J. Integr. Agric. 20: 2. 395-407.
18. Nezamzadeh, S. E., Soltani, A., Dastan, S., Ajam Norouzi, H.. 2019. Evaluation of yield gap associated with Crop management in rapeseed productionusing comparative performance analysis (CPA) and boundaryline analysis (BLA) methods in Neka region Applied Research in Field Crops Vol 32, No. 02, - Page: 13-15: 76-107(in Persian).
19. Pettigrew, W.T. 2004. Moisture deficit effects on cotton lint yield, yield components and boll distribution. Agron. J., 96: 377-383.
20. Sentelhas, P.C., Battisti, R., Câmara, G.M.S., Farias, J.R.B., Hampf, A.C. and Nendel, C. 2015. The soybean yield gap in Brazil–magnitude, causes and possible solutions for sustainable production. J. Agric. Sci. 153: 8. 1394-1411.
21. Shahbazi, K. and Bisharti, 2012. An overview of the fertility status of agricultural soils in Iran. Amor Arazi magazine. volume 1. Number 1. 15 p.Akbari Nodehi, D. 2010. The Effect of Different Water Quantities on Yield, Water Use efficiency and Cotton Yield Function inMazandaran Province, Iran. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science., 21/2(1): 103-111. (In Persian with English abstract)Cotton response to deficit irrigation during different growth stages. J. Plant Prod., 17(4): 129-141. (In Persian)
22. Shukarzardarabi, M., Soltani, A., Zainli, A. 2015. Evaluation of cotton yield gap by boundary line analysis method in Agh Qola and Ali Abad Katul cities in Golestan province. Journal of crop production. 11(3): 15-28.
23. Soltani, A., A. Hajjarpour, and V. Vadez. 2016. Analysis of chickpea yield gap and water-limited potential yield in Iran. Field Crops Research. 185: 21-30.
24. Soltani, A., Alimagham, S. M., Nehbandani, A., Torabi, B., Zeinali, E., Zand, E., Vadez, V., van Loon, M. P. and Van Ittersum, M. K. 2020. Future food self-sufficiency in Iran: A model-based analysis. *Global Food Security*, 24:79-93.
25. Soltani, A., G.L. Hammer, B. Trabi, M.J. Robertsonand Zeinali, E. 2006. Modeling chickpea growth and evelopment: Phenological development. Field Crops Research. 99: 1-13.

26. Soltani, A., Galeshi, S., and Zeinali, E. 2000. Analysis of limitations contained in wheat production in Golestan province (Research Report). Management and Planning Organization of Golestan province. (In Persian).
27. Soltani, A., Hajjarpour, A. and Vadez, V. 2016. Analysis of chickpea yield gap and water-limited potential yield in Iran. Field Crops Res. 185: 21-30.
28. Thomas. Awio, K. Senthilkumar, ChO. Dimkpa, G.William Otim-Nape, P C. Struik andT J.Stomph. 2022. Yields and Yield Gaps in Lowland Rice Systems and Options to Improve Smallholder Production. Agronomy 2022, *12*(3), 555.
29. Torabi, B., A. Soltani, S. Galeshi, E. Zeinali and M. Kazemi Korgehei. 2013. Ranking factors causing the wheat yield gap in Gorgan. Electronic J. Crop Prod. 6(1): 171-189. (In Persian with English abstract).
30. Van Ittersum, M.K., Cassman, K.G., Grassini, P., Wolf, J., Tittoneli, P and Hochm, Z. 2013.Yield gap analysis with local to global relevance–A review. Field Crops Res. 143:4-17.
31. Wang, X., Tang, C., Guppy, C.T., and Sale, P.W.G. 2010. Cotton, Wheat and white lupin differ in phosphorus acquisition from sparingly soluble sources. Environ. Exp. Bot., 69: 267-272.
32. Yucheng, W., S. Peng, J. Huang, Y. Zhang, L. Feng, W. Zhao, H. Qi , G. Zhou, N. Deng. 2022. Prospects for cotton self-sufficiency in China by closing yield gaps.European Journal of Agronomy.Volume 133, 126437.