Iranian Journal of Cotton Researches
ISSN: 2345-5306

Identification of production constraints and yield gap cotton A case study :(The Caspian Sea, the cities of Kurdkoy and Bandargaz)

Saeed Soltani[1*], Ali Nakhzari Moghadam[2], Mohammad Banayan Aval[3], Hbibollah Kashiri[4], Ali Rahemi Karizaki[5], Masoumeh Naeimi[6]

[1] Ph.D. student of Agronomy, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Gonbad University, Gonbad, Iran, Email: saeedsol2416@yahoo.com
[2&5 and 6] Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of gonbad Agricultural Sciences, Gonbad, Iran,
[3] Professor, Department of Agronomy, Mashhad Ferdosi Agricultural Sciences University, Mashhad, Iran
[4] Assistant Professor, Department of Agronomy, Cotton Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received:
Accepted

Keywords:
Actual yield
yield gap
stepwise regression

ABSTRACT

Background and Objective: One of the primary challenges contributing to low cotton yields in Golestan Province is the substantial yield gap the discrepancy between farmers' actual yields and the achievable potential yield. Estimating this gap and identifying its contributing factors require the application of robust analytical methods. This study aimed to document the production processes and estimate the yield gap associated with cotton agricultural management practices in the cotton-growing regions along the Caspian Sea coast, specifically in the cities of Kurdkoy and Bandarga.

Materials and Methods: To investigate the management factors limiting cotton yield and to estimate the yield gap, a comprehensive study was conducted during the 2021-2022 growing season in the western Golestan Province. Data on agricultural management practices, from planting to boll harvesting, were collected through direct interviews with farmers. Comparative performance analysis (CPA) was employed to identify yield gap-inducing factors. The collected data were analyzed using stepwise regression and boundary line analysis in SAS software. Quantitative variables were further evaluated through simple and boundary linear regression. The contributions of individual limiting factors to the yield gap were determined using the derived production equation and model component values.

Results: The analysis of agricultural management variables using the production model revealed that the average and maximum potential yields were 2165 and 5358 kg/ha, respectively. Observed average and maximum yields in the field were 1988.5 and 4500 kg/ha, respectively. The total estimated yield gap, calculated using stepwise regression, was 3220 kg/ha. Among yield-limiting factors, the contributions to the yield gap were as follows: nitrogen fertilizer (1000 kg/ha; 31%), phosphorus fertilizer (277 kg/ha; 9%), and complementary element spraying (688 kg/ha; 21%). Yield increases

were attributed to irrigation volume (490 kg/ha; 15%) and pest damage reduction (150 kg/ha; 5%). Irrigation during the budding and boll formation stages contributed an additional 149 kg/ha (5%) and 326 kg/ha (10%) to yield increases, respectively. Conversely, planting date and nitrogen top-dressing during flowering negatively impacted yields, with contributions of 69 kg/ha (2%) and 72 kg/ha (6%), respectively. When influential yield-related variables were included in the model, the estimated average and maximum yields were 2165 and 5358 kg/ha, closely matching observed field values of 1988.4 kg/ha and 4500 kg/ha, respectively.

Conclusion: The observed yield variations among farms underscore the disparities in agricultural management practices. The use of boundary line analysis, alongside regression and performance comparison methods, proved effective in identifying production-limiting factors. The results indicate that optimizing key factors, as identified through stepwise regression and boundary line analysis, could significantly reduce the yield gap in farmers' cotton fields.

Cite this article: Soltani, S., Nakhzari Moghadam, A., Banayan Aval, M., Kashiri, H., Rahemi Karizaki, A., Naeimi, M (2024). Identification of production constraints and yield gap cotton A case study :(The Caspian Sea, the cities of Kurdkoy and Bandargaz). *Iranian Journal Cotton Researches*, 12 (1), 61-82.

© The Author(s).
DOI: 10.22092/ijcr.2024.365582.1212
Publisher: Cotton Research Institute of Iran

مجله پژوهش‌های پنبه ایران

شاپا: ۶ ۵۳۰۶-۲۳۴۵

شناسایی محدودیت‌های تولید و خلأ عملکرد پنبه در استان گلستان (مطالعه موردی: شهرستان‌های کردکوی و بندرگز در سواحل دریای خزر)

سعید سلطانی[۱*]، علی نخزری مقدم[۲]،محمد بنایان اول[۳]، حبیب اله کشیری[۴]، علی راحمی کاریزکی[۵]، معصومه نعیمی[۶]

[۱] دانشجوی دکتری اکولوژی زراعی، رایانامه: saeedsol2416@yahoo.com

[۲،۵ و ۶] استادیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی گنبد، گنبد، ایران

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

[۴] استادیار بخش به زراعی موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۳

واژه‌های کلیدی:
عملکرد واقعی
خلأ عملکرد
رگرسیون گام به گام

چکیده

سابقه و هدف: یکی از دلایل عملکرد پایین پنبه در استان گلستان اختلاف قابل توجه بین عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل حصول می‌باشد که خلاء عملکرد نامیده می‌شود. تخمین میزان خلأ عملکرد و تعیین عوامل به وجود آورنده آن مستلزم به کارگیری روش‌های مناسب می‌باشد. بنابراین، این پژوهش با هدف مستندسازی فرآیند تولید و برآورد خلاء عملکرد مرتبط با مدیریت زراعی پنبه در مناطق پنبه کاری سواحل دریای خزر (شهرستان‌های کردکوی و بندرگز) انجام شد.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی عوامل مدیریتی محدودکننده عملکرد پنبه و برآورد خلاء عملکرد آن مطالعه‌ای در سال‌های۱۴۰۱-۱۴۰۰ در غرب استان گلستان در مناطق پنبه کاری سواحل دریای خزر انجام شد. تمامی اطلاعات مربوط به مدیریت زراعی از مرحله کاشت تا برداشت وش پنبه از طریق گفتگوی مستقیم با کشاورز جمع‌آوری شد. در این تحقیق برای تعین عوامل ایجاد خلأ عملکرد از روش تحلیل مقایسه کارکرد (CPA) استفاده شد. داده‌های جمع‌آوری شده حاصل از پایش مزارع پنبه با استفاده از نرم‌افزار SAS (روش گام به گام و خط مرزی) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. متغیرهای کمی با استفاده از روش رگرسیون خطی و چندگانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در خاتمه با استفاده از معادله تولید به دست آمده و مقادیر مؤلفه‌های مدل، سهم هر یک از عوامل محدودکننده در ایجاد خلأ عملکرد مشخص شد.

یافته‌ها: نتایج بررسی متغیرهای مدیریت زراعی با استفاده از مدل تولید در این مزارع نشان داد، عملکرد متوسط و حداکثر عملکرد به ترتیب ۲۱۶۵ و ۵۳۵۸ کیلوگرم در هکتاربود. متوسط و حداکثر عملکرد مشاهده شده در مزرعه نیز برابر ۱۹۸۸/۵ و ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. کل خلأ عملکرد تخمین زده شده با استفاده از روش رگرسیون گام به گام در مدل تولید برابر ۳۲۲۰ کیلوگرم در هکتار بود. براین اساس میزان خلأ عملکرد مربوط به متغیرهای کاربرد کود ازته و فسفر و محلول‌پاشی عناصر مکمل به ترتیب برابر ۱۰۰۰، ۲۷۷ و ۶۸۸ کیلوگرم در هکتار معادل ۳۱، ۹ و ۲۱ درصد از سهم کل خلأ عملکرد بود. مقدار افزایش عملکرد مربوط به حجم آبیاری و خسارت آفات بترتیب ۴۹۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار معادل ۱۵ و ۵ درصد و همچنین میزان افزایش عملکرد ناشی از دو متغیر آبیاری در مرحله

غنچه‌دهی و غوزه‌دهی بترتیب ۱۴۹ و ۳۲۶ کیلوگرم در هکتـار معـادل ۵ و ۱۰ درصـد از کـل افزایش عملکرد بود. سهم دو متغیر تاریخ کاشت و مصرف کود سرک نیتروژن زمان گل‌دهی با تاثیر منفی در عملکرد به‌ترتیب ۶۹ و ۷۲ کیلوگرم در هکتار معادل ۲ و ۲ درصد برآورد گردید. براساس نتایج به دست آمده هنگامی که متغیرهای تأثیرگذار بر عملکرد در مدل قرار داده شد میانگین عملکرد برابر با ۲۱۶۵ کیلوگرم در هکتار برآورد گردید و هنگامی که مقـدار مطلـوب متغیرها در مدل وارد شد حداکثر عملکرد ۵۳۵۸ کیلوگرم در هکتار تخمین زده شـد. مقـادیر برآورد شده با مقادیر مشاهده شده در مزارع مورد مطالعـه بـا میـانگین ۱۹۸۸/۴ کیلـوگرم در هکتار و حداکثر عملکرد مشاهده شده ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار نزدیک بودند.

نتیجه‌گیری: اختلاف بین عملکردهای این مزارع بیان‌گر تفاوت درشیوه های مدیریت زراعـی پنبه در این مزارع بود. همچنین، آنالیز خط مرزی می تواند مکملی برای روش‌های رگرسیونی و تحلیل مقایسه کارکرد به منظور شناسایی عوامل محدود کننده تولید باشـد. از ایـن رو، بـه نظر می‌رسد با مدیریت صحیح و بهینه سازی موارد ذکر شده به دو روش رگرسیون گـام بـه گام و خط مرزی می توان خلأ عملکرد در مزارع پنبه کشاورزان را کاهش داد.

استناد: سلطانی، سعید؛ نخزری مقدم، علی؛ بنایان اول، محمد؛ کشیری، حبیب اله؛ راحمی کاریزکی، علی؛ نعیمـی، معصـومه. (۱۴۰۳). شناسایی محدودیت‌های تولید و خلأ عملکرد پنبه در اسـتان گلسـتان (مطالعـه مـوردی: شهرسـتان‌های کردکوی و بندرگز در سواحل دریای خزر). *مجله پژوهش‌های پنبه ایران*، ۱۲ (۱)، ۸۲-۶۱.

DOI: 10.22092/ijcr.2024.365582.1212

ناشر: موسسه تحقیقات پنبه کشور

© نویسندگان.

مقدمه

یکی از مهمترین قطب‌های تولید پنبه در کشور، استان گلستان است. کشت پنبه به‌عنوان یک کشت استراتژیک در این استان و در ارتباط با بخش صنعت، به‌خصوص صنعت نساجی، مورد توجه قرار گرفت. اما با گذشت زمان این روابط سیستمی با جایگزین شدن کشت پنبه به‌وسیله برخی محصولات پر درآمدتر به‌ویژه سویا دچار اختلال گردید. بدیهی است که افزایش تولید پنبه همانند سایر محصولات کشاورزی، با دو راهکار توسعه سطح کشت (که با توجه به محدودیت اراضی منطقی به‌نظر نمی‌رسد) و افزایش بهره‌وری عوامل تولید و در نتیجه افزایش عملکرد در واحد سطح و حصول عملکرد پتانسیل زمین‌های زیر کشت امکان‌پذیر خواهد بود (سلطانی و همکاران،۲۰۰۰). مدیریت ضعیف و سنتی کشاورز در زمان کاشت، داشت و برداشت محصولات زراعی باعث می‌شود اختلاف زیادی بین عملکرد واقعی و آنچه را که می‌توان از آن بعنوان پتانسیل عملکرد یاد کرد، (خلأ عملکرد) بوجود آید. بر اساس تعریف در یک منطقه مشخص، خلأ عملکرد بستگی به مدیریت مزرعه دارد که از اختلاف بین عملکرد قابل دستیابی با عمکرد واقعی در مزارع کشاورزان هر منطقه به دست می‌آید (ون‌ایترسام و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج تحقیقات در کشور چین بر روی گیاه پنبه نشان داد ۷۱ درصد اختلاف بین عملکرد واقعی و عملکرد قابل دستیابی در مزارع مورد مطالعه وجود داشت که مربوط به نوع اقیلم مناطق و ارزیابی بین ارقام پنبه بود (یوچنگ وان و همکاران،۲۰۲۲). سلطانی و همکاران (۲۰۲۰) در نتایج تحقیقات خود عنوان کردندکه، با بهبود مدیریت مزرعه می‌توان عملکرد پنبه را از مقدار فعلی ۲۴۳۰ کیلوگرم در هکتار به ۴۹۹۳ کیلوگرم در هکتار (عملکرد قابل حصول) و مقدار تولید آن در کشور را از ۱۸۵ هزار تن وش پنبه در شرایط فعلی به ۳۸۰ هزار تن افزایش داد.

در حال حاضر کاهش خلأ عملکرد در تولید محصولات کشاورزی به‌عنوان یک راهبرد مدیریتی به منظور افزایش تولید محصولات زراعی و پاسخ به تقاضای غذا در آینده به‌شمار می‌رود (شی و همکاران، ۲۰۱۷؛ بیزا و همکاران، ۲۰۱۷ و وان ایترسام و همکاران، ۲۰۱۳). عملکردهایی که کشاورزان از مزارع خود به دست می‌آورند به عنوان مقدار ماده با ارزش (یا اقتصادی) گیاه در واحد سطح تعریف می‌شود که خود تحت تأثیر عواملی چون کیفیت خاک، ژنتیک گیاه، شرایط محیطی (بارندگی، دما، نور خورشید) و مدیریت انسانی نظیر آبیاری، کوددهی، مدیریت آفات و بیماری‌ها و عوامل کشت قرار دارند. این عوامل محدود کننده عملکرد تحت عنوان عوامل ایجاد کننده خلأ عملکرد نامیده می شوند (رانگ و همکاران، ۲۰۲۱) که اغلب از میان این عوامل محدود کننده، عوامل مدیریتی و خاکی در مطالعات برای توضیح خلأ عملکرد در نظر گرفته می شوند (بیزا و همکاران، ۲۰۱۷). تجزیه و تحلیل خلأ عملکرد با تعیین این عوامل و متغیرهای تأثیرگذار بر کاهش عملکرد و هم چنین با کمی سازی آنها زمینه شناسایی مهم ترین عوامل خاکی و مدیریتی محدودکننده عملکرد فعلی مزارع را فراهم می کند و با ارائه راهکارهایی برای کاهش خلأ به وجود آمده موجب افزایش عملکرد تا ۸۵ درصد در واحد سطح می گردد (وان وارت و همکاران، ۲۰۱۳).

مطالعات مختلفی در زمینه محاسبه خلاء عملکرد در ایران انجام شده است که می‌توان به آن اشاره کرد (نهبندانی و همکاران، ۲۰۲۱، حق شناس و همکاران، ۲۰۱۸؛ حجارپور و همکاران، ۲۰۱۸؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۱۶ و سلطانی و همکاران، ۲۰۰۰). در استان گلستان سلطانی و همکاران (۲۰۱۳) در گزارش خود استفاده از روش CPA و استفاده از آنالیز خط مرزی را بعنوان یک روش متداول و مناسب در برآورد موانع و محدودیت های عملکرد در مدل تولید عنوان کردند. نتایج مطالعات نشان داد عوامل محدود کننده شامل آب و مواد غذایی و علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها موجب این اختلاف عملکرد می‌شوند (دستان و همکاران، ۲۰۱۹). کلیموتوسنتی کومار (۲۰۲۲) در نتایج تحقیقات خود در آفریقا بر روی گیاه برنج بیان داشتند که خلاء عملکرد در اراضی آبی ۳ تا

۵ تن، در ارضی دیم ۳ تا ۷ تن و در اراضی مرتفع ۲ تا ۶ تن بوده است. در این مطالعه روش‌های اصلاحی در مدیریت مزارع از جمله کاربرد بهینه کود نیتروژن و فسفر و کنترل آفات و علف هرز به‌عنوان راهکار موثر در کاهش خلاء عملکرد پیشنهاد شد. محمد اچ موندال (۲۰۱۱) در نتایج مطالعات خود در بنگلادش خلاء عملکرد در محصولات زراعی مختلف را تا ۶۰٪ گزارش کرد. در این گزارش خلأ عملکرد برنج در این کشور ۱/۷ تن در هکتار و در محصولاتی نظیر پنبه و گندم از ۱۵/۵ تا ۶۰ درصد با میانگین خلأ ۵۲/۳ درصد در اکوسیستم آبی متغیر بود و دلایل آن را عمدتاً ناشی از عوامل بیولوژیکی، اجتماعی-اقتصادی، اقلیم و نهادی/سیاستی مرتبط دانستند. باری جی و همکاران (۲۰۲۲) در نتایج تحقیقات خود در کشور هندوستان خلأ عملکرد در بین ۱۰۲ مزرعه مطالعاتی پنبه را ۲۱/۶۹ درصد بیان کردند. ایشان یکی از متغیرهای دخیل در خلأ عملکرد را رابطه معکوس بین مساحت زمین با عملکرد عنوان کردند؛ بطوریکه با افزایش مساحت زمین امکان مدیریت مکانیزاسیون مزارع افزایش یافت و همین امر باعث کاهش خلأ عملکرد در این مزارع گردید. 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. 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 خلأ عملکرد محسوب می‌شود. به‌عبارتی شناسایی و برآورد هریک از عوامل دخیل در ایجاد خلأ عملکرد مهم و حائز اهمیت است. از این رو، هدف از این پژوهش مستندسازی فرآیند تولید و برآورد خلأ عملکرد مرتبط با مدیریت زراعی تولید پنبه در منطقه مورد مطالعه بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در منطقه پنبه خیز شهرستان‌های ساحلی دریای خزر (کردکوی و بندرگز) واقع در غرب استان گلستان در سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۱ انجام شد. در این پژوهش کلیه عملیات مدیریتی انجام شده مربوط به ۱۶۶ مزرعه پنبه در مساحت‌های ۵/. تا ۲۵ هکتاری از مرحله تهیه بستر بذر تا برداشت به صورت پیمایشی و از طریق مطالعات میدانی ثبت شد. برای انجام این تحقیق ابتدا مزارع بطور تصادفی شناسایی و انتخاب شدند. شیوه شناسایی مزارع به شکلی بود که کلیه روش‌های عمده تولید را در منطقه مورد مطالعه پوشش داده و از لحاظ مدیریتی نیز متنوع باشد. سپس، برای جمع آوری اطلاعات مربوط به مدیریت مزرعه، ابتدا کلیه اعمال زراعی تفکیک شدند. با شروع هر عملیات، با توجه به نوسانات دمایی، تنوع روش‌های تولید و مقادیر مختلف کاربرد نهاده‌ها (ورودی‌ها) توسط کشاورزان منطقه و به منظور تهیه اطلاعات جامع‌تر و عوامل مدیریت زراعی از قبیل تاریخ شروع هر عملیات و میزان ورودی‌ها در هر مرحله از کاشت تا برداشت از مزارع جمع آوری و ثبت شد (جدول۱).

جدول ۱: عوامل مدیریت زراعی (متغیر) ثبت شده در مزارع مورد مطالعه

نام و نوع متغیر
۱-متغیرهای مرتبط با مشخصات کشاورز: نام، سن، جنسیت، سابقه تولید و تحصیلات
۲- متغیرهای مرتبط با اطلاعات کلی مزرعه: نام روستا، موقعیت جغرافیایی، مساحت مزرعه، محصول قبلی، نام بقولات قبلی، آخرین سال از بقولات قبلی، موقعیت مزرعه، جهت شیب مزرعه، مشکل زهکشی مزرعه، مشکل آبگرفتگی مزرعه، وضعیت تسطیح، تاریخ تسیطح
۳-متغیرهای مرتبط با عملیات تهیه بستر بذر :نام و نوع ادوات و ماشین آلات، تاریخ و تعداد دفعات کاربرد ماشین آلات، شیوه خاک‌ورزی، وضعیت بستر در زمان کاشت، رطوبت بستر در زمان کاشت، مشکل سله و...
۴- متغیرهای مرتبط با تغذیه گیاه :نام کود، مصرف پایه و سرک، تاریخ مصرف، مرحله رشدی گیاه در زمان مصرف، مقدار مصرف، شیوه مصرف(کود آبیاری یا محلول پاشی)، تعداد دفعات سرک، نوع کود دامی(گاوی، گوسفندی، مرغی)، مقدار کود دامی و ..
۵-متغیرهای مرتبط با عملیات کاشت :میزان بذر، وضعیت ضدعفونی بذر، ماده ضدعفونی کننده بذر، نام رقم، نوع رقم(داخلی یا خارجی)، منبع تهیه بذر، درجه رضایت از بذ(عملکرد، در دسترس بودن، بوجاری)، تراکم بوته، روش کاشت، تاریخ کاشت و..
۶- متغیرهای مرتبط با حفاظت گیاه :نام و نوع سموم مصرفی، تاریخ و مرحله رشدی گیاه در زمان مصرف هر سم، مقدار و واحد مصرف سموم، شیوه مصرف سموم، تعداد دفعات مصرف علفکش، حشره کش و...
۷ -متغیرهای مرتبط با وجین و سایر عملیات زراعی :نام عملیات زراعی، تاریخ انجام، وسیله مورد استفاده
۸- متغیرهای مرتبط با برداشت :تراکم بوته در زمان برداشت، تاریخ برداشت، نام ادوات و ماشین آلات برداشت، میزان عملکرد ، متوسط عملکرد سالهای قبل، شیوه مدیریت بقایای محصول، مشکل آفات، مشکل بیماریها، مشکل علف‌های هرز، مشکل برداشت،
۹-سایر متغیرهای مورد بررسی :مهمترین مشکل و راه حل پیشنهادی از نگاه کشاورز در سال جاری و سالهای قبل، تأثیر هر یک از عوامل زراعی و مدیریتی بر کاهش عملکرد از نگاه کشاورز و...

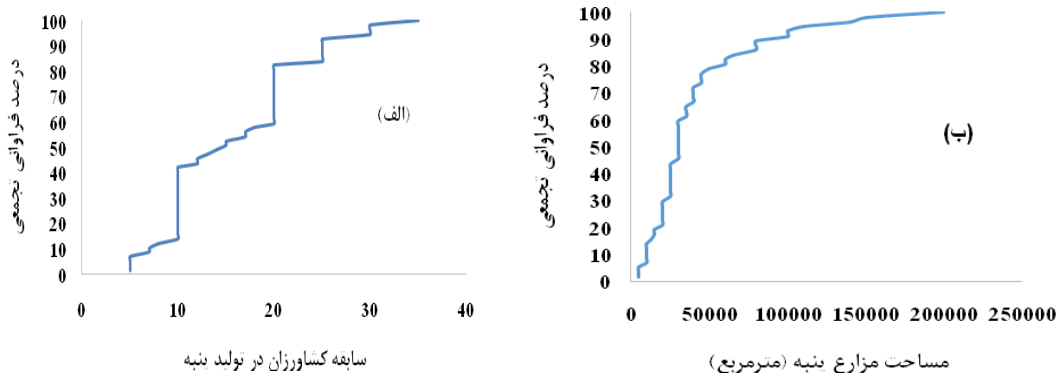
تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تعیین مدل عملکرد، با قرار دادن متوسط و بهترین مقدار مشاهده شده هر یک از متغیرها (xها)در مزارع پنبه مورد بررسی در مدل تولید به‌ترتیب عملکرد متوسط و حداکثر عملکرد قابل دستیابی محاسبه شدند که در نهایت اختلاف این دو عملکرد نشان دهنده خلأ عملکردپنبه می‌باشد. مقادیر بهترین (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 نشان‌دهنده سهم آن عامل در ایجاد خلأ عملکرد بود 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 خلأ عملکرد برای هر متغیر مشخص شد .همچنین با قرار دادن مقدار واقعی به‌دست 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. برای برآورد خلأ عملکرد در روش آنالیز خط مرزی (Boundary Layer Analysis: BLA) برای متغیرهای کمی رویه (NLIN) در نرم افزار (SAS نسخه ۹/۱) استفاده شد. با رسم پراکنش داده‌های عملکرد در مقابل متغیرهای مختلف مدیریتی و حذف نقاط پرت، بالاترین عملکردها در سطوح مختلف هر نهاده یا مدیریت خاص انتخاب شد. با برازش یک تابع بر لبه بالایی پراکنش داده‌ها (بالاترین عملکردها)، تابع مناسب (خطی ساده و چندگانه) انتخاب شد.

نتایج و بحث

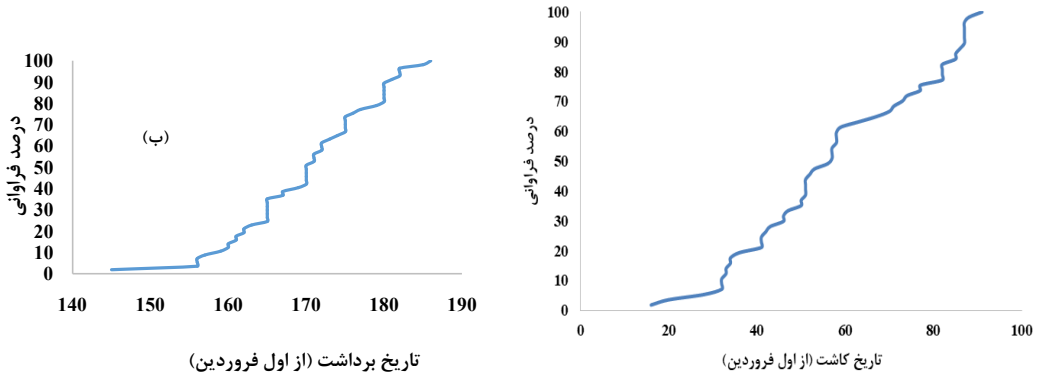
سابقه کشاورز و مساحت مزارع: براساس نتایج سابقه کشاورزان پنبه‌کار منطقه مورد مطالعه از ۱ تا ۳۵ سال متغیر بود. براین اساس ۶۸ درصد از کشاورزان بین ۱۰ تا ۲۰ سال سابقه تولید پنبه را داشتند. درصد فراوانی تجمعی سابقه کشاورزان در تولید پنبه در شکل۱-الف نشان داده شد. دامنه مساحت مزارع پنبه در شهرستان‌های کردکوی و بندرگز از ۰/۵ تا۲۰ هکتار متغیر بود. مساحت۵۰

درصد اراضی بین ۲/۵ تا ۵/۵ هکتار بود. نمودار درصد فراوانی تجمعی مساحت مزارع در شکل ۱-ب نشان داده شده است.



شکل ۱: درصد فراوانی تجمعی سابقه کشاورز(الف) و مساحت مزارع(ب)منطقه مورد مطالعه

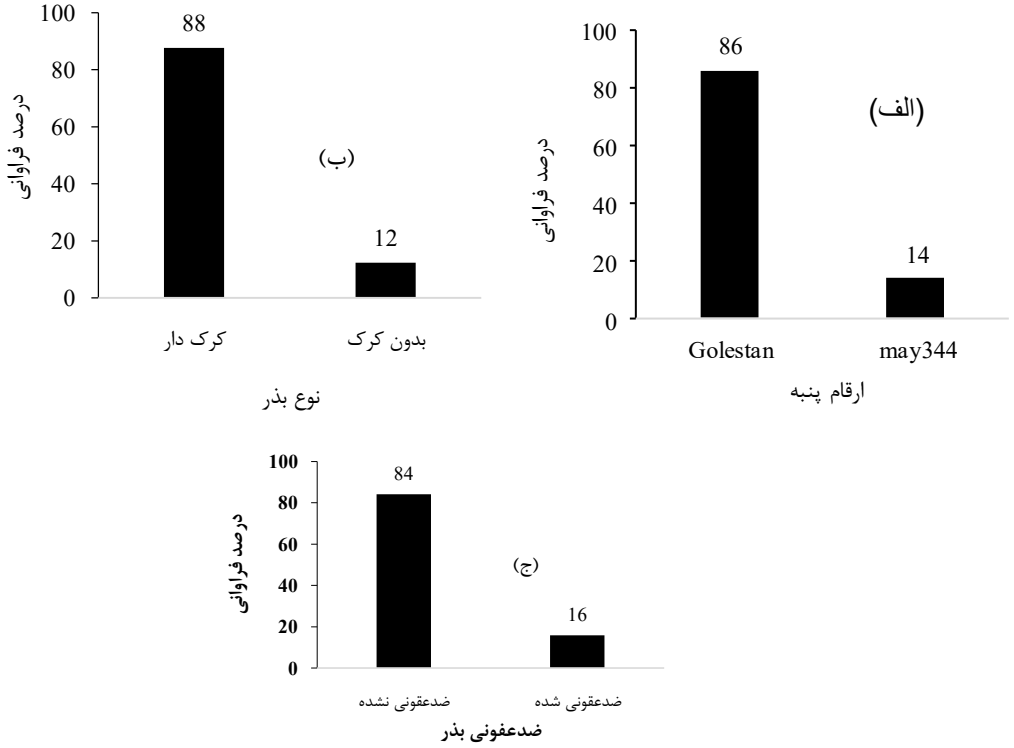
تاریخ کاشت و برداشت پنبه: کشت پنبه در مزارع منطقه از ۱۶ فروردین شروع و تا ۳۱ خرداد ادامه داشت (۱۶ تا ۹۲ روز پس از اول فروردین). پنجاه درصد از مزارع بین ۶۱ تا ۹۱ روز پس از اول فروردین معادل ۳۱ اردیبهشت تا ۳۰ خرداد مورد کشت پنبه قرار گرفتند. نمودار درصد فراوانی تجمعی در شکل ۲-الف نشان داده شد. برداشت مزارع پنبه در بازه زمانی (منظور شروع برداشت چین اول در مزارع مختلف) ۴۱ روزه و از ۱۴۵ تا ۱۸۶ روز از اول فروردین (۲۱ مرداد تا آخر شهریور) صورت گرفته است (شکل ۲-ب). برخی مزارع ۳ چین برداشت داشته‌اند که معمولا به فاصله دو هفته از چین اول انجام شد. مزارعی که آبیاری مناسب انجام شده بود، برداشت در چین‌های مختلفی صورت گرفت. نتایج تحقیقات در مزارع پنبه علی‌آباد کتول و آق‌قلا نشان داد که ۶۴ درصد از کشاورزان در ۲۰ الی ۳۰ مهرماه مزارع پنبه خود را برداشت می‌کنند و برداشت پنبه به صورت دستی انجام می‌شود (شکرگزار دارابی، ۲۰۱۸).



شکل ۲: درصد فراوانی تجمعی تاریخ کاشت(الف) و برداشت(ب) مزارع مورد مطالعه

ارقام پنبه: ارقام پنبه مورد استفاده در مزارع منطقه شامل رقم گلستان با ۸۶ درصد و مای ۳۴۴ با ۱۴ درصد بود (شکل۳-الف). ۸۸ درصد بذرها کرک‌دار و ۱۲ درصد بدون کرک بود (شکل ۳-ب). طبق اطلاعات جمع‌آوری شده تنها ۱۴ درصد از بذور ضدعفونی شده و ۸۶ درصد بذور ضدعفونی نشده استفاده گردید (شکل۳-ج). به دلیل اینکه اغلب کشاورزان از بذور کرک‌دار استفاده کرده‌اند و

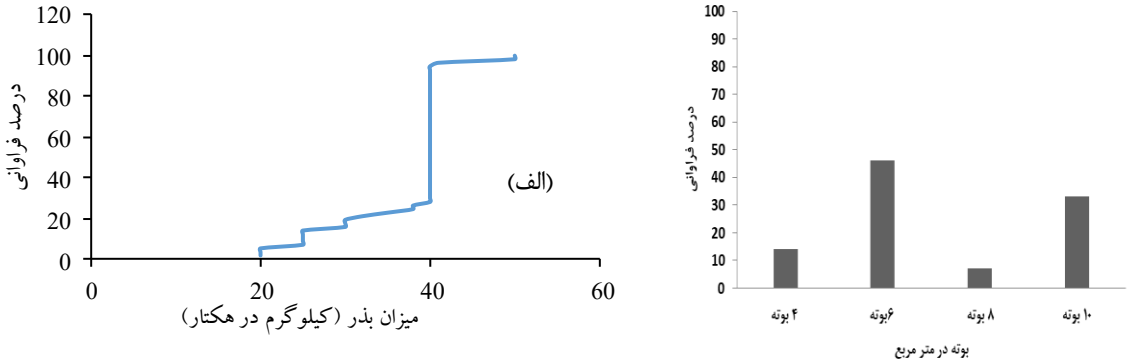
ضدعفونی کردن بذور کرک‌دار سخت است معمولا ضدعفونی بذور را انجام نمی‌دهند. در نتایج تحقیقات محمدی کشکا و همکاران (۱۴۰۰) در برنج به نقش تاثیر گذار ضدعفونی بذر در افزایش عملکرد اشاره شد و همچنین در نتایج تحقیقات شکرگزار دارابی (۲۰۱۸) در پنبه منطقه علی‌آباد و آق‌قلا به نقش بذورر مصرفی ضدعفونی شده در کاهش خلاء عملکرد تاکید شد.



شکل ۳: درصد فراوانی ارقام (الف)، نوع بذر (ب) و ضدعفونی بذر(ج) پنبه در مزارع مورد مطالعه

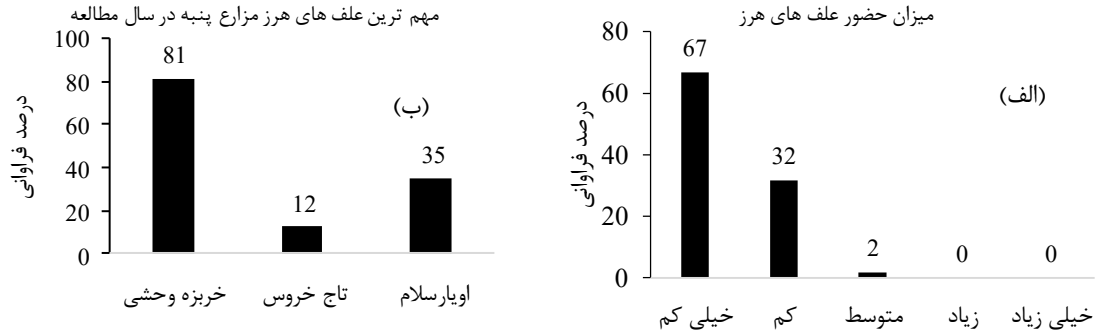
میزان بذر مصرفی و تراکم بوته: بر اساس نتایج حاصل میزان مصرف بذر پنبه در منطقه مورد مطالعه از ۲۰ تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. براین اساس ۶۷ درصد مزارع ۴۰ کیلوگرم بذر در هکتار در زمان کاشت استفاده کردند (شکل۴ الف). نوع خاک، روش کاشت، نوع زراعت و رقم می‌تواند در مقدار بذر مصرفی مؤثر باشد. در روش کاشت ردیفی مقدار بذر ۲۰-۳۰ کیلوگرم، در روش کاشت جوی پشته‌ای ۳۰-۴۰ کیلوگرم و روش کرتی ۵۰-۷۰ کیلوگرم بذر کرک‌گیری شده توصیه شده است. در نتایج تحقیقات رضوان طلب و همکاران (۲۰۱۹)، در مورد تاثیر میزان بذر بر عملکرد برنج تاکید شد. همچنین در نتایج تحقیات زانگ و همکاران(۲۰۱۴) مصرف بیشتر بذر علاوه بر افزایش هزینه تولید باعث افزایش تراکم و احتمال رقابت بیشتر گیاهان بر سر منابع مشترک و محدود از جمله عناصر غذایی و آب شده و کاهش نفوذ نور به درون کنوپی گیاه و در نتیجه افزایش ریزش گل و غوزه ها را باعث می‌گردد که در نهایت کاهش عملکرد را در پی خواهد داشت. تراکم بوته در مزارع پنبه مورد بررسی بین ۴ تا ۱۰ بوته در مترمربع بود. براین اساس در ۱۴ درصد مزارع ۴ بوته در مترمربع، ۴۶ درصد از مزارع ۶ بوته در مترمربع، ۷ درصد از مزارع ۸ بوته و ۳۳ درصد مزارع ۱۰ بوته در مترمربع داشتند (شکل۴-ب). تراکم مطلوب پنبه پنج الی شش بوته در مترمربع می‌باشد و اغلب مزارع تراکم بوته را در حد مطلوب رعایت کردند. از عوامل مؤثر بر عملکرد هر محصول از جمله پنبه، تراکم مناسب بوته می‌باشد.

عملکرد هر محصول زراعی حاصل رقابت برون و درون بوته‌ها برای عوامل محیطی رشد است. حداکثر عملکرد زمانی رخ می‌دهد که این رقابت به حداقل خود رسیده و گیاه بتواند از عوامل محیطی(آب، هوا، نور، عناصر غذایی و خاک) موجود حداکثر استفاده را بنماید (مهرآبادی و همکاران، ۲۰۱۶). در این خصوص نظرات متفاوتی وجود دارد. سیبرت و همکاران ۲۰۰۶) عدم تأثیر تراکم های ۰ تا ۱۴ بوته در مترمربع را بر روی صفات رویشی پنبه گزارش نمود. اما بدنارز و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که اندازه و تعداد غوزه‌ها و در نتیجه عملکرد به واسطه تغییر در تراکم بوته‌ها تغییر می‌کند. زی و همکاران (۲۰۱۶) نیز گزارش کردند که بیشترین عملکرد پنبه در تراکم‌های ۵۱۰۰۰ و ۸۷۰۰۰ بوته در هکتار مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری نیز بین این دو تراکم مشاهده نکردند.



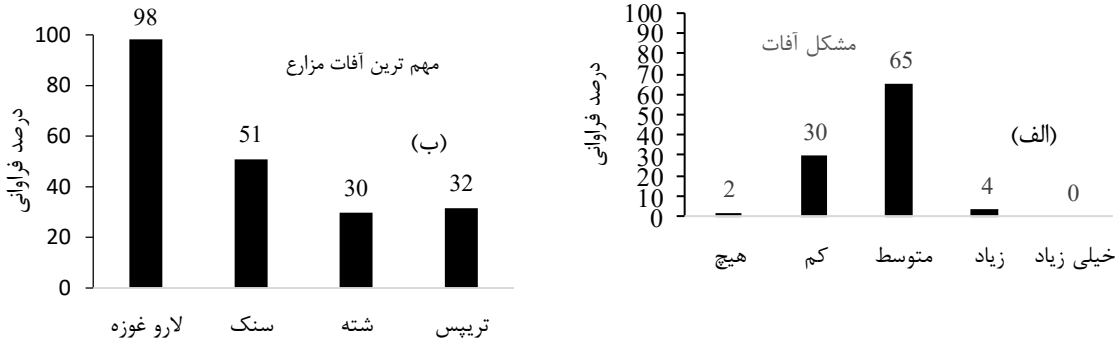
شکل ۴: درصد فراوانی میزان بذر(الف) و تراکم بوته (ب) در مزارع پنبه مورد مطالعه

علف‌های هرز: میزان حضور علف‌های هرز در مزارع پنبه مورد مطالعه براساس مشاهدات مزرعه‌ای و سابقه آلودگی خیلی‌کم و کم مشاهده شد و مشکلات علف هرز در مزارع شدید نبود (شکل الف۵). مهم‌ترین علف‌های هرز مزارع پنبه به‌ترتیب خربزه وحشی، اویارسلام و تاج‌خروس وحشی بودند که به‌ترتیب در ۸۱، ۳۵ و ۱۲ درصد از مزارع وجود داشت (شکل۵ ب). در این مزارع از علف‌کش استفاده نشد و علف‌های هرز با وجین کنترل شده بودند.



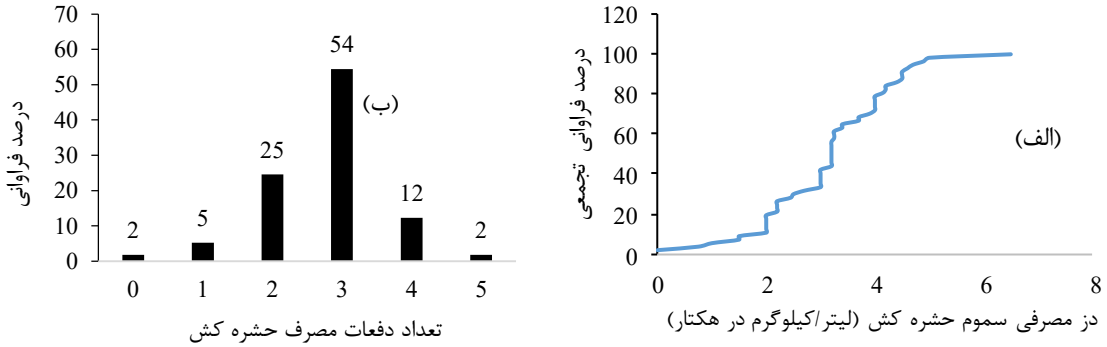
شکل ۵: درصد فراوانی حضور علف هرز (الف) و مهم‌ترین علف‌های هرزپنبه(ب) منطقه مورد مطالعه

آفات مزارع پنبه: مشکل آفات در ۶۵ درصد مزارع پنبه منطقه مورد مطالعه در حد متوسط بود. بر این اساس ۳۰ درصد مزارع از نظر مشکل آفات در محدوده کم و ۴ درصد مزارع در محدوده زیاد آفت قرار داشت (شکل ۶ الف). آفات مهم مزارع پنبه در این منطقه لارو غوزه ۹۸، سنک ۵۱، شته ۳۰، تریپس۳۲ درصد بود (شکل۶ ب). به گزارش برخی منابع به نقش موثرمدیریت مزرعه در کنترل خسارات طبیعی نظیر آفات و بیماری و اقلیم در زراعت پنبه اشاره شد (کلیموتو سنتی‌کومار،۲۰۲۲).



شکل ۶: درصد فراوانی مشکل آفت (الف) و مهم‌ترین آفات پنبه (ب) منطقه مورد مطالعه

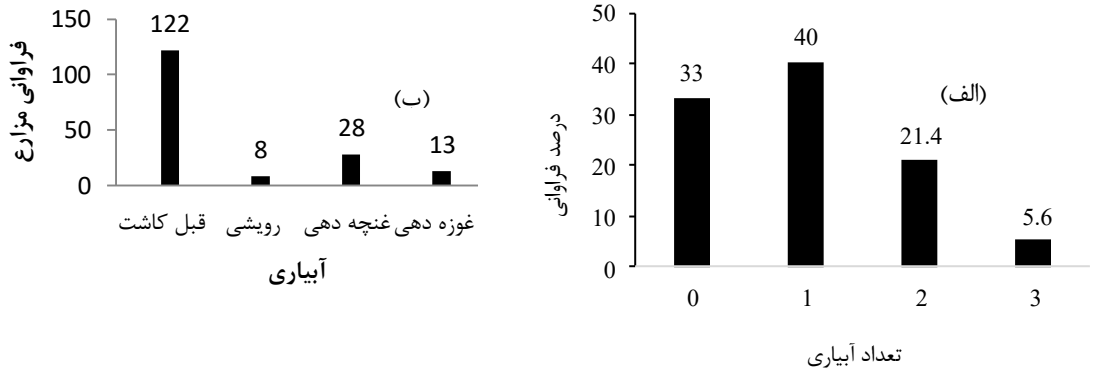
مصرف آفت کش (حشره کش): مقدار کل مصرف حشره‌کش از ۰ تا ۶/۵ لیتر/کیلوگرم در هکتار در مزارع پنبه مورد مطالعه متغیر بود (شکل۷ الف). بر این اساس ۵۲ درصد مزارع پنبه از دز مصرفی ۲/۷ تا ۴/۲ لیتر/کیلوگرم در هکتار برای کنترل آفات استفاده کردند. با توجه به مقایسه شدت مشکل آفات و حشره‌کش‌های مصرف شده در مزارع مورد مطالعه به نظر می‌رسد استفاده از سموم مختلف و تعداد دفعات سم‌پاشی در کنترل آفات مؤثر بود. به‌طوری که مزرعه‌ای که حدود ۴ لیتر سم مصرف شده بود (طی سه نوبت) مشکل آفت کم داشت. ۵۴ درصد از مزارع ۳ بار سم پاشی شد، ۲۵ درصد دوبار و ۱۲ درصد ۴ بار جهت کنترل آفات با سمپاش پشت تراکتوری بومدار سم پاشی شد (شکل۷ ب).



شکل ۷- درصد فراوانی تجمعی کل دز مصرفی سموم شیمیایی(الف) و تعداد دفعات مصرف حشره کش در مزارع پنبه مورد مطالعه

آبیاری: نتایج حاصل از تجزیه داده‌های مزرعه‌ای نشان داد که ۳۳ درصد از مزارع پنبه منطقه مورد مطالعه آبیاری نشدند و ۴۰ درصد از مزارع یک بار، ۲۱ درصد ۲ بار و ۵ درصد از مزارع سه بار آبیاری شدند

(شکل۸ الف). بیش‌ترین آبیاری در زمان قبل از کاشت و با ۱۲۲ مزرعه بود. در مرحله رویشی تعداد ۸ مزرعه، در مرحله غنچه‌دهی ۲۸ مزرعه و در مرحله غوزه دهی تعداد ۱۳ مزرعه آبیاری شدند (شکل۸ ب).



شکل ۸: درصد فراوانی تعداد آبیاری (الف) و درصد فراوانی تعداد مزارعی که در مراحل مختلف آبیاری شده است (ب)

عملکرد پنبه: عملکرد پنبه در مزارع منطقه از ۵۰۰ تا ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و با میانگین ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود و ۵۰ درصد مزارع بین ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد داشتند (شکل ۹). بنظر می‌رسد تفاوت بین عملکرد این مزارع بیان‌گر تفاوت در مدیریت زراعی مزارع پنبه باشد.

درصد فراوانی متغیرهای کمی: در جدول۲ مقادیر حداقل، حداکثر، میانگین و درصد فراوانی متغیرهای مشاهده شده در مزارع پنبه گزارش شده است.

شکل ۹: درصد فراوانی تجمعی عملکرد در مزارع پنبه

روابط رگرسیون خطی بین عملکرد پنبه و متغیرهای مستقل: رابطه رگرسیونی ۱۰ متغیر کمی مدیریتی با عملکرد پنبه بررسی شد (جدول ۳). نتایج نشان داد از بین این متغیرها تراکم بوته، آبیاری، مصرف کودهای نیتروژن و فسفر پایه، دفعات مصرف حشره‌کش و محلول‌پاشی عناصر غذایی با اثر مثبت و متغیرهای تاریخ کاشت و مصرف نیتروژن زمان گلدهی با اثر منفی و معنی‌داری بر عملکرد پنبه داشت.

جدول ۲: مقادیر حداقل، حداکثر، میانگین و درصد فراوانی متغیرهای کمی در این مطالعه

متغیر	حداقل	حداکثر	میانگین	درصد فراوانی
مساحت اراضی (هکتار)	۰/۵	۲۰	۴	۵۰ درصد بین ۲/۵ تا ۶ هکتار
تراکم بوته (تعداد در مترمربع)	۳	۱۲	۶	۵۰درصد بین ۸-۱۰ بوته-
سابقه کشاورز (سال)	۱	۳۵	۱۵/۷	۶۸ درصد بین ۱۰ تا ۲۰ سال
میزان بذر (کیلوگرم در هکتار)	۲۰	۶۰	۴۰	۶۷درصد از ۴۰ کیلوگرم در هکتار
میزان کود پایه (کیلوگرم در هکتار)	۰	۲۵۰	۴۶	۳۵ درصد مزارع بین ۵۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار
تاریخ کاشت (از اول فروردین)	۱۶	۹۳	۵۸	۵۰ درصد بین ۴۱ تا ۷۱
میزان کود سرک (کیلوگرم در هکتار)	۰	۲۰۰	۱۴/۹	۵۰درصد ۵۰کیلوگرم در هکتار-
مصرف حشره‌کش (کیلوگرم یا لیتر در هکتار)	۲	۶/۵	۴	۵۱ درصد بین ۲/۵ تا ۴ لیتر
تاریخ برداشت (از اول فروردین)	۱۲۰	۱۵۶	۱۳۸	۵۰ درصد در محدوده ۱۲۵ تا ۱۴۶
عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۵۰۰	۴۵۰۰	۱۹۲۰	۵۰ درصد بین ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار

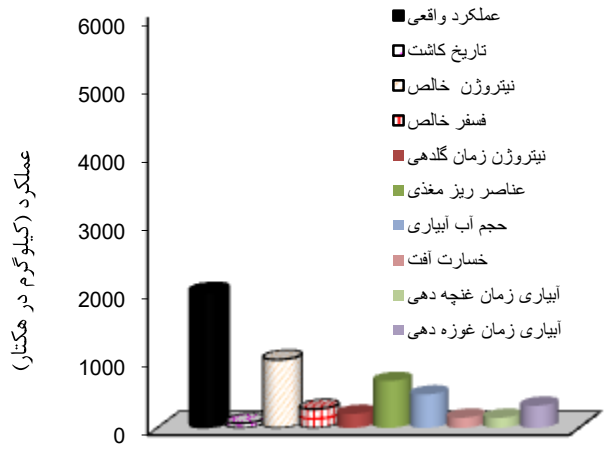
جدول ۳: پارامترهای رابطه رگرسیونی بین عملکرد پنبه و متغیرهای کمی مختلف با استفاده از رگرسیون ساده خطی (y= a + bx).

متغیر	a± SE	b±SE	R^2	Pr>F	معنی‌داری
تراکم بوته (تعداد در مترمربع)	۳۹۸/۱۳۲۷±۹/۳	۳۳۵/۲۴۴±۰۹/۰۴	۰/۸۷	۰/۱۷	++
سابقه کشاورز (سال)	۴۱۶۵/۳۶۳±۳/۴	۴۳۶/۲۰±۱۹/۸۹	۰/۹۸	۰/۴۴	+
تاریخ کاشت (از اول فروردین)	۳۲۴۴/۴۱۷±۴/۷	-۱۷/۵±۰۴/۸	۰/۹۸	۰/۰۱۱	*
مصرف کل حشره‌کش (لیتر/کیلوگرم در هکتار)	۱۷۱۸/۴۲۲±۷/۳	۱۵۱/۱۲۱±۲/۵	۰/۰۲۷	۰/۲۱	Ns
آبیاری	۲۴۶۵/۳±۳۶۳/۴	۱۶۲/۱۹±۲۰/۸۹	۰/۹۹۵	۰/۰۰۴	**
دفعات استفاده ازحشره کش	۱۹۰۹/۶±۵۱۰/۰۶	۱۰۸/۹±۱۷۶/۶	۰/۹۹۴	۰/۰۵	*
تعداد وجین	۲۵۴۴/۶±۱۵۴/۲	-۱۹۶/۸±۲۸۸/۵	۰/۰۰۸۴	۰/۴۹	Ns
محلولپاشی عناصر غذایی	۲۳۲۱/۶±۱۸۳/۳	۲/۷۲±۲/۱۲	۰/۹۹۲	۰/۰۰۴	*
مقدار کود پایه	۲۱۲۰/۹±۱۸۳/۳	۱/۹۲±۲/۲۲	۰/۹۷۳	۰/۰۲	*
مقدار کود سرک	۲۱۸۸/۶±۱۵۷/۸	۱/۴۰۵±۲/۶۴	۰/۹۱۲	۰/۰۴	*

**، *، ++ و + به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد می‌باشد.

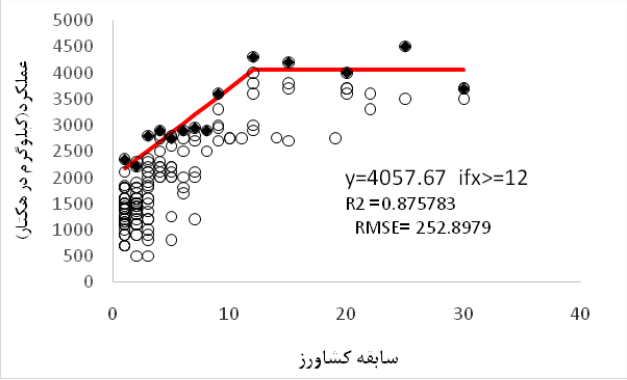
با رسم پراکنش داده‌های عملکرد در مقابل مهم‌ترین متغیرهای مدیریت مزرعه و تغذیه گیاه طی عملیات کاشت، داشت و برداشت، بالاترین عملکردها در سطوح مختلف هر نهاده یا مدیریت خاص برای هر متغیر انتخاب شدند. از طریق برازش یک خط بر لبه بالایی داده‌ها (بالاترین عملکردهای انتخاب شده در هر دامنه) پاسخ عملکرد به عنوان متغیر وابسته به متغیرهای مستقل (مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر عملکرد) تعیین شد (شکل ۱۰). براین اساس، سابقه تولید کشاورز، تراکم بوته، تاریخ کاشت و نیتروژن زمان گلدهی از یک تابع خطی چندگانه تبعیت کرد. همچنین، متغیرهای خسارت آفت که از یک تابع خطی ساده تبعیت کردند دارای شیب منفی بودند. متغیرهای مصرف نیتروژن و فسفر خالص، آبیاری، محلول‌پاشی عناصر غذایی در دوره رشد از یک تابع خطی با شیب مثبت و افزایشی تبعیت کردند. یافته‌ها نشان می‌دهد عملکرد نقاطی که پایین تر از خط مرزی هستند توسط سایر عوامل محدود شده اند. بر اساس روش تحلیل مقایسه کارکرد با استفاده از مدل تولید و پارامترهای آن و استفاده از نرم افزار (SAS 9.1) با رویه‌های frequece، stepwise و روش BLA (خط مرزی) رویه nline سهم و حد بهینه هر متغیر تعیین شد. در آنالیز خط مرزی به جای اینکه از وسط پراکندگی داده‌ها خطوط رگرسیونی برازش داده شود، مرز بالایی پراکندگی داده‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. این مرز نشان‌دهنده بالاترین عملکردهای به‌دست آمده

(پتانسیل عملکرد) و یـا بهتـرین عملکـرد تحـت تـأثیر سطوح مختلف یک عامل یا نهاده خاص می‌باشد(شکل های ۱۱تا ۱۷). بر اساس تحزیه و تحلیل مـدل تولیـد، متغیرهای تاریخ کاشت، مقدار نیتروژن خالص، مقدار فسفر خالص، نیتروژن سرک زمان گل‌دهی، محلول‌پاشی با عناصر مکمل و ضروری، حجم آب آبیاری، خسارت آفـت، آبیـاری زمان غنچه‌دهی و آبیاری زمان غوزه‌دهی بـه‌ترتیب سـهمی معادل (۲، ۳۰، ۸، ۶، ۱۹، ۱۵، ۵، ۴ و ۱۰ درصد) و کـاهش عملکرد معـادل ۳۱۱۹/۵۴ کیلـوگرم در هکتـار را داشـتند (شکل ۱۰).



شکل۱۰: سهم عوامل مختلف در خلاء عملکرد پنبه منطقه مورد مطالعه

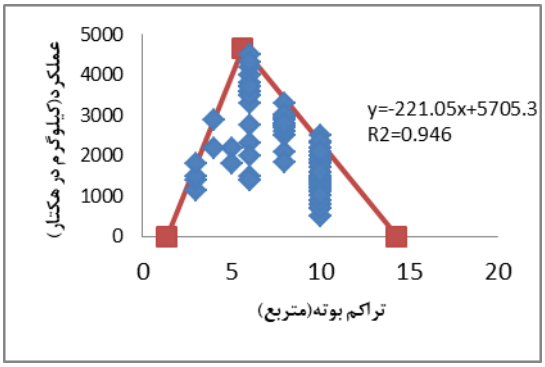
سابقه تولید کشاورز: بر اساس نتایج حاصل از تجزیه رگرسـیونی داده‌هـای مزرعـه‌ای، از نظرسـابقه تولیـد کشاورزان، ۱۰ درصد از مزارع خارج از حد بهینـه (۱۲ سال سابقه تولیـد) بودنـد. عملکـرد دسـت یـافتنی بـا متغیر سابقه تولیـد کشـاورز برابـر ۳۸۰۰ کیلـوگرم در هکتار برآورد شد که با حد بهینـه دوازده سـال سـابقه تولید به دست آمد. این نتیجـه نشـان می‌دهـد کـه بـا سابقه تولید دوازده سـال بـه بـالا امکـان رسـیدن بـه پتانسیل عملکرد (عملکرد قابل دستیابی) وجود دارد.



شکل ۱۱: رابطه سابقه تولید کشاورز با عملکرد

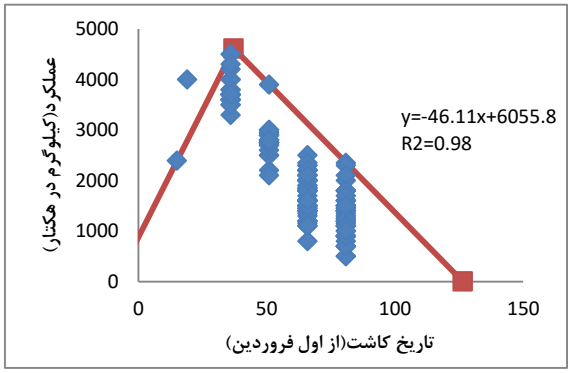
رابطه تراکم بوته با عملکرد: دامنه تعداد بوتـه از ۴ تا ۱۰ بوته در متر مربع متغیر بـود کـه بـا اسـتفاده از روش آنالیز خط مرزی در شـکل ۱۲ نشـان داده شـد. براساس این روش رابطـه تعـداد بوتـه و عملکـرد از دو معادله صعودی و نزولی تبعیـت کـرد بـه‌طوری کـه بـا افزایش تعداد بوته از ۳ بوته بـه ۶ بوتـه در متـر مربـع عملکرد افزایش یافت و در تعداد بوته بیش‌تـر از ۶ تـا ۱۲ بوته در متر مربع عملکرد کاهش یافـت. دلیـل آن

ایـن اسـت کـه در تعـداد بوتـه بیش‌تـر از ۶ بوتـه در مترمربع رقابت بین بوته‌ها جهـت جـذب منـابع تولیـد عملکـرد (آب، CO_2 و سـایر منـابع) افـزایش یافـت و همین امر در کاهش عملکرد تاثیر گذار بود. با در نظـر گرفتن نقطه تلاقی در دو معادله در شـکل۱۲ بهتـرین تراکم بوته ۶ بوته در متر مربع برآورد گردیـد. لازم بـه ذکر است نتایج فقط براساس تراکم بوته مشاهده شـده در مزارع این آزمایش حاصل شده است و قابل تعمـیم به سایر مزارع و مناطق نمی‌باشد.



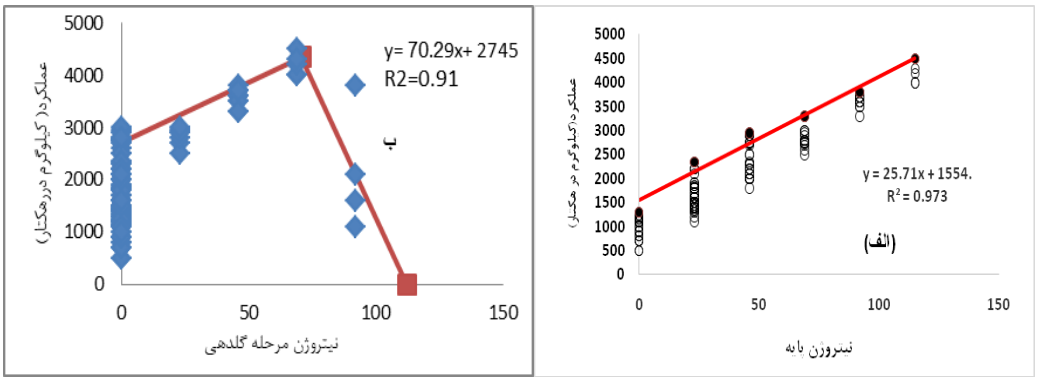
شکل۱۲: رابطه فاصله بوته روی خط و عملکرد پنبه

رابطه تاریخ کاشت با عملکرد: بر اسـاس نتـایج بـه دست آمده از تجزیه رگرسیونی، حداکثر عملکرد از نظر تاریخ کاشت در ۳۶ روز پـس از اول فـروردین (تـاریخ کاشت 6 اردیبهشت) مشاهده شد؛ امـا از ۶ اردیبهشـت به بعد رابطـه بـین عملکـرد و تـاریخ کاشـت به‌صـورت خطی و منفی با ضریب تبیـین ۹۸ درصـد (R2=0.98) روند کاهشی نشان داد. بر اساس نتایج به ازای هـر روز تأخیر در کاشت (۵ اردیبهشـت بـه بعـد) عملکـرد بـه میزان ۴۶ کیلوگرم (y=46.11x+6055) کـاهش یافـت (شکل۱۳). سهم تاریخ کاشت در خـلأ عملکـرد بـا اثـر منفی، ۶۹ کیلوگرم در هکتار برآورد شد. وجـود رابطـه منفـی بـین تـاریخ کاشـت و عملکـرد از نیمـه دوم اردیبهشت ماه نشـان‌دهنده ایـن مطلـب اسـت کـه بـا تأخیر در کاشت به دلیل کوتاه شدن فصل رشد، منجر به برخورد مراحل حساس فنولوژی گیاه با آب و هـوای نامناسب در انتهای فصل شده کـه بـا کـاهش دریافـت ضریب حرارتی تجمعی مورد نیاز (از مرحله کاشـت تـا برداشت) همراه گردید و این امر باعث کاهش عملکـرد پنبـه شـد .در نتیجـه مطالعـاتی کـه رادر (۲۰۰۸) در منطقه دلتای می‌سی سی‌پی جهت بررسی عکس العمل پنبـه بـه سـه تـاریخ کاشـت اواخـر آوریـل (اوایـل اردیبهشت)، اوایل ماه می (اواسط اردیبهشت) و اواسط ماه می (اواخر اردیبهشـت) انجـام داد، بـه ایـن نتیجـه رسید که میانگین عملکـرد و کیفیـت الیـاف در تـاریخ کاشت زود هنگام بیشتر از سـایر تـاریخ کاشـت‌ها بـود. هاکومات و همکـاران (۲۰۰۹) گـزارش کردنـد کـه در تاریخ کاشت‌های زودتر، به دلیل برخورد مراحـل رشـد گیـاه پنبـه بـا شـرایط آب و هـوایی مطلـوب‌تر، تعـداد غوزه‌ها، وزن غوزه، عملکرد وش و کیفیـت الیـاف پنبـه افزایش می‌یابد. همچنین نتـایج تحقیقـات سـلطانی و همکـاران (۲۰۲۴) در گیـاه پنبـه در مـورد کـاهش عملکرد پنبه در تاریخ کاشـت‌های دیـر هنگـام (نیمـه دوم اردیبهشت تا اواخر خرداد) نسبت به تاریخ کاشـت هفته اول اردیبهشت و تاثیر آن در خلأ عملکـرد پنبـه در مناطق پنبـه کـاری غـرب اسـتان گلسـتان تاکیـد داشتند.



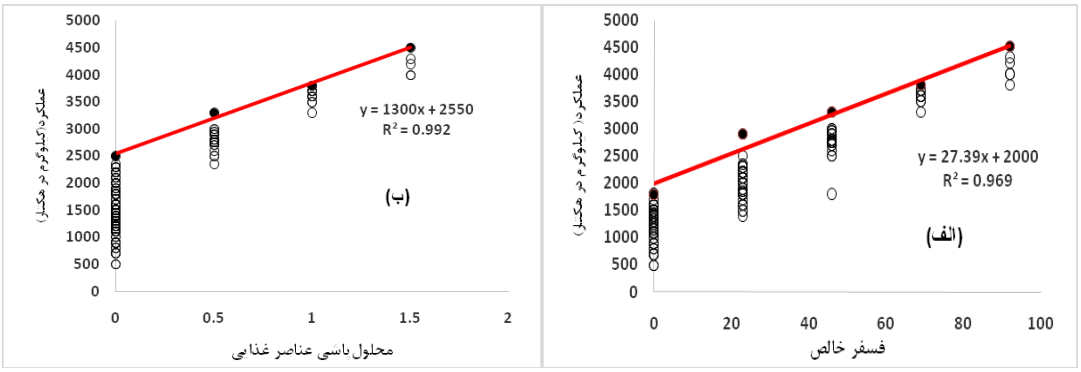
شکل ۱۳: رابطه تاریخ کاشت با عملکرد پنبه

رابطه نیتروژن و عملکـرد: رابطـه مقـدار نیتـروژن مصرفی در مزارع با عملکرد به صورت خطی و با شـیب مثبت بود. حـداکثر عملکـرد مشـاهده شـده در مـزارع مورد بررسی با کاربرد ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص معادل ۴۳۰۰ کیلوگرم در هکتار برآورد گردیـد. سهم نیتروژن پایه در خلاء عملکرد ۲۵۲۳/۴ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (شکل۱۴-الف). واکنش گیاهـان به عناصـر محدودکننـده رشـد نظیـر نیتـروژن مثبـت رزیـابی شـد. بـه‌طوری کـه افـزایش نیتـروژن در ایـن تحقیـق تـا ۱۱۵ کیلـوگرم در هکتـار باعـث افـزایش عملکرد شد. در مـورد پنبـه مصـرف نیتـروژن بایـد بـا حساسیت و بر اساس نیاز گیاه مصرف گردد و مصـرف بیش از حد مجاز باعـث بـر هـم خـوردن تـوازن رشـد رویشی و زایشی گیاه خواهد داشت. با استفاده از آنالیز خط مرزی حد بهینه (شروع افزایش عملکرد) با کاربرد کود سرک نیتروژن در مرحلـه زایشـی بـه میـزان ۷۲ کیلوگرم در هکتار و با افزایش عملکرد ۲۳۳۹ کیلوگرم در هکتار برآورد گردید (شکل۱۴-ب). براسـاس نتـایج حاصل ۸۸/۵ درصد از مزارع خارج از حـد بهینـه قـرار گرفتند. رابطه بین مصرف کود نیتروزن بصورت سـرک با عملکرد رابطه خطی (y=70.29x+2338) بود. سـهم نیتروژن سرک در خلاء عملکرد پنبـه ۷۲ کیلـوگرم در هکتار بـا حـداکثر عملکـرد ۴۳۸۰ کیلـوگرم در هکتـار برآورد شد. هر عاملی که تجمع مـاده خشـک را تحـت تاثیر قرار دهد، می‌تواند باعث ریزش گل و غـوزه شـود. تولید غوزه و توسعه سطح برگ بـه طـور ذاتـی بـا هـم وابسته هستند و دوام دوره غوزه دهی وابسته به تعـادل بین ظرفیـت فتوسـنتزی و تقاضـای مـواد فتوسـنتزی بوسیله غوزه هـای در حـال رشـد می‌باشـد (ذبیحـی و همکاران، ۲۰۱۷). کمبود نیتروژن در پنبه مستقیما بـا کـاهش کـارآیی تبـدیل مـواد فتوسـنتزی و بـه‌طور غیرمستقیم با محدود ساختن گسترش سطح برگ و در نتیجه کاهش دریافت انرژی تابشی بر رشـد گیـاه مـوثر است. از طرف دیگر وجود نیتروژن به مقدار بیش از نیاز گیاه باعث طولانی شدن دوره رشد رویشـی می‌گـردد و در نتیجه عملکرد به علـت افـزایش پوسـیدگی غوزه‌هـا کاهش می‌یابد (ذبیحی و همکاران، ۲۰۱۷).



شکل ۱۴: رابطه مصرف نیتروژن پایه (الف) و نیتروژن سرک (ب) با عملکرد پنبه

رابطه فسفر خالص و محلول‌پاشی عناصر غـذایی با عملکرد پنبه: رابطه فسفر و عملکرد در مزارع مورد بررسی همانند نیتروژن مثبـت ارزیـابی شـد و از تـابع خطی با شیب افزایشی تبعیت کـرد (شـکل ۱۵-الـف). حد بهینه مصرف فسفر خالص۴۶ کیلـوگرم در هکتـار بود و با افزایش مصرف فسفر تا ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار عملکرد پنبه افزایش یافت. سهم خلاء عملکرد ناشـی از مصرف کمتر ۲۵۳۱/۴ کیلوگرم در هکتـار بـا حـداکثر عملکرد ۴۵۲۰ کیلوگرم در هکتار قابل دسـتیابی بـود. جعفر آقایی و جلالی (۲۰۱۴) نیـز گـزارش کردنـد کـه کاربرد کود فسفات، پایین تر از توصیه کـودی موسسـه تحقیقـات خـاک و آب (مقـادیر کمتـر از ٤٤ کیلـوگرم فسـفات در هـر هکتـار) عملکـرد وش را بـه صـورت معنـی‌دار کـاهش داد. در پـژوهش ونـگ و همکـاران (۲۰۱۰) کارایی استفاده از فسفات موجود در خاک در گیاه پنبـه کمتـر از گنـدم (*Triticum aestivum* L.) و لوپین (*Lupinus albus*) تشـخیص داده شـد. بنـابراین تـأمین فسـفات مـورد نیـاز پنبـه از طریـق کودهـای شیمیایی بیش از سـایر گیاهـان زراعـی حـائز اهمیـت است. دامنه تغییرات مصرف کودهـای مکمـل (عناصـر ماکرو و میکرو) در مـزارع پنبـه مـورد مطالعـه از ۰/۵ کیلوگرم/لیتر در هکتار تا ۲/۵ کیلوگرم/ لیتر در هکتـار بـود. حـد بهینـه مصـرف کودهـای مکمـل به‌صـورت محلول‌پاشی در مـزارع ۱/۵ کیلـوگرم/لیتر در هکتـار و سـهم آن در افـزایش عملکـرد پنبـه معـادل ۴۲۰۰ کیلـوگرم در هکتـار بـود. سـهم ایـن متغیـر در خـلاء عملکرد پنبه ۲۵۱۱ کیلـوگرم در هکتـار معـادل ۴۹/۲ درصد برآورد شد. پتانسیل عملکرد با مصـرف حـداکثر کودهای مکمل ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار برآورد گردید (شکل۱۵-ب).

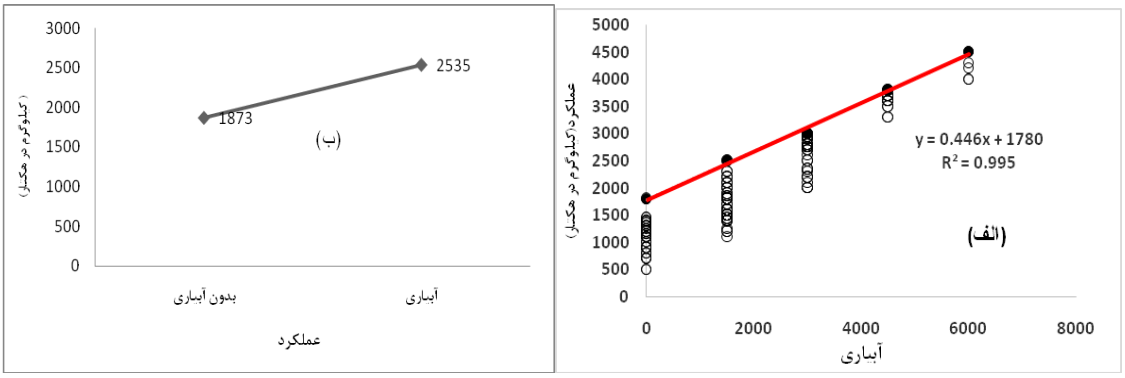


شکل ۱۵: رابطه مصرف فسفر خالص(الف) و محلولپاشی عناصر غذایی(ب) با عملکرد پنبه

رابطه آبیاری و عملکرد: رابطه بین آبیاری و عملکرد حداکثری منطقه مورد مطالعه به صورت تابع خطـی بـا شیب مثبـت (y=0.446x+1780) و بـا ضـریب تبیـین ۰/۹۹ درصد بـود (شـکل۱۶- الـف). بـر اسـاس نتـایج حاصل حداکثر عملکرد در منطقـه مـورد مطالعـه بـا ۴ مرحله آبیاری به‌دست آمد. منحنی تا 4 مرتبـه آبیـاری، روند صعودی داشـت. سـهم آبیـاری در خـلأ عملکـرد ۲۴۷۱/۷ کیلوگرم در هکتار برآورد شد و بر این اساس حداکثر عملکرد با مـدیریت ۴ مرحلـه آبیـاری (۶۰۰۰ متر مکعب) در مناطق مورد مطالعه ۴۴۶۰/۲ کیلـوگرم در هکتار و بدون آبیاری۴۰۰ کیلوگرم در هکتار برآورد شد. به‌نظر می‌رسد، حجم آبیاری (۶۰۰۰ متـر مکعـب) در طول دوره رشد پنبه در منطقه مورد مطالعـه جهـت نیل به حداکثر عملکرد و صرفه جـویی در آب مناسـب باشد. میزان آب قابل دسترس گیاه از طریق کمـک بـه افزایش جذب مـواد غـذایی و فتوسـنتز، تـأثیر مثبتـی برافزایش وزن غوزه می‌گذارد. البته باید توجه داشت که در صورت تامین آب کـافی (بـه انـدازه تبخیـر و تعـرق بالقوه) گیاه بیشـتر بـه رشـد سـبزینه‌ای (رشـد بوتـه) گرایش یافته و بـا افـزایش ریـزش گـل، افـت عملکـرد شدیدی خواهد داشت (قربـانی نصـر آبـاد و همکـاران، ۲۰۱۰ و سـهرابی، ۲۰۱۰). شـدت خسـارت ناشـی از

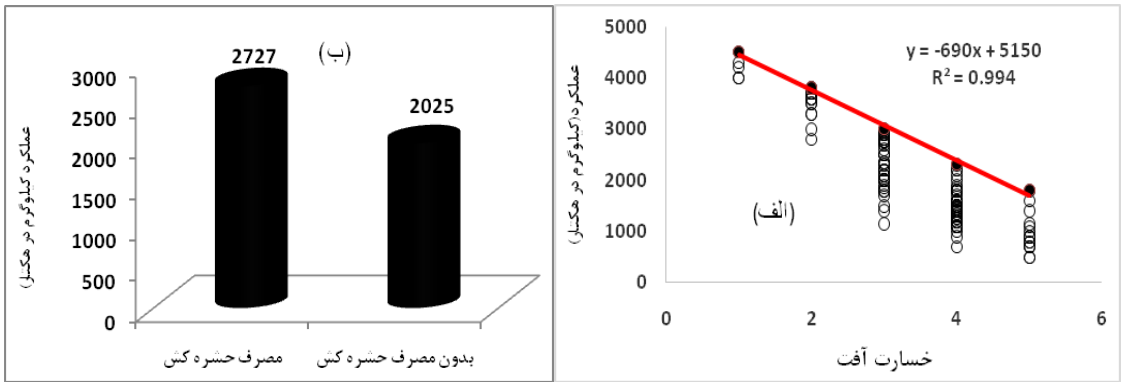
آبیاری زیاد (کافی) در مناطق خشک کشور، کمتر از مناطق مرطوب نظیر استان گلستان است (سهرابی و همکاران، ۲۰۱۰). در شرایط تنش رطوبتی، کاهش عملکرد عمدتا به دلیل کاهش تعداد غوزه می‌باشد و این کاهش به کم شدن تعداد گل و سقط غوزه‌های تشکیل شده، به ویژه در تنش های شدید زمان رشد زایشی، مربوط می‌گردد (پتی گریو، ۲۰۰۴). تعداد آبیاری بستگی به میزان دسترسی به آب، تاریخ کاشت، نوع کشت و.. دارد. بر اساس نتایج حد بهینه مصرف آب ۶۰۰۰ متر مکعب و عملکرد وش برابر با ۴۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود.

براساس مقایسه میانگین داده‌های مزرعه‌ای اثر آبیاری بر عملکرد پنبه، مزارعی که قبل از کاشت آبیاری شدند، نسبت به مزارعی که هیچ گونه آبیاری نشده اند عملکرد بالاتری نشان دادند. تفاوت عملکرد بین این مزارع ۶۶۲ کیلوگرم در هکتار بود (شکل۱۶- ب). از آنجایی که یکی از مدیریت‌های مهم زراعی مدیریت آبیاری است، وضعیت آبیاری مزرعه یکی از اساسی‌ترین عوامل موثر بر عملکرد و کیفیت الیاف است. براساس نتایج تحقیقات مناسب‌ترین زمان آبیاری یعنی ۴۲ و ۱۷۰ روز پس از کاشت بدون اینکه هزینه‌ای اضافی به مدیریت تولید تحمیل کند، باعث افزایش ۳۵ درصدی در عملکرد وش و ۳۳ درصدی کاهش هزینه های مصرف آب می‌شود (سهرابی، ۲۰۱۰). گیرت و رایز (۲۰۰۹) دریافتند کم آبیاری در محصولات مختلف بدون اینکه عملکرد را شدیداً کاهش دهد باعث افزایش کارآیی مصرف آب و صرفه جویی در مصرف آب می‌گردد و از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه است(پریرا و همکاران، ۲۰۰۹).



شکل ۱۶: رابطه آبیاری با عملکرد پنبه

خسارت آفات: کرم غوزه پنبه یکی از آفات مهم در مزارع گلستان می‌باشد و میزان خسارت این آفت در مزارع پنبه شمال ایران در سال‌های عادی ۱۰ تا ۲۵ درصد، و در سال‌های طغیان ممکن است به ۵۰ تا ۷۵ درصد برسد. مصرف حشره‌کش نسبت به عدم مصرف آن عملکرد پنبه را افزایش داده است. به طوری که افزایش عملکرد نسبت به شرایط عدم مصرف حدود ۳۵ درصد و معادل ۷۰۲ کیلوگرم در هکتار بود (شکل۱۷- ب). براساس شکل۱۷- الف رابطه بین شدت خسارت آفت و عملکردهای حداکثری منطقه مورد مطالعه به صورت تابع خطی با شیب منفی (y= -690x+5150) و با ضریب تبیین ۰/۹۹ درصد بود. بنابراین حداکثر عملکرد در مزارع مورد مطالعه با شدت خسارت کم با ۵ مرحله سمپاشی به‌دست آمد. با کاهش هر مرحله سمپاشی افت ۶۹۰ کیلوگرم در عملکرد وش حاصل شد. بر اساس نتایج حاصل سهم خلأ عملکرد ناشی از خسارت آفت در منطقه مورد مطالعه ۲۴۷۱/۵ کیلوگرم در هکتار بود. حداکثر عملکرد قابل دستیابی با مصرف بهینه حشره‌کش ۴۴۶۰ کیلوگرم در هکتار برآورد گردید.



شکل۱۷: رابطه خسارت آفت(الف) و مصرف حشره کش(ب) با عملکرد پنبه

نتایج محاسبه پتانسیل عملکرد و خلأ عملکرد پنبه در غرب استان گلستان شهرستان های کردکوی و بندرگز با دو روش CPA و BLA (تولید واقعی براساس میانگین تولید سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱) در جدول ۴ ارایه شده است. براین اساس میانگین پتانسیل عملکرد و خلأ عملکرد در منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۵۲۴۶ و ۳۱۶۹ کیلوگرم در هکتار برآورد شد. به‌طورکلی می‌توان بیان کرد که اگر هدف برای تعیین مهم‌ترین عوامل ایجادکننده خلأ عملکرد و محدوده مطلوب آن‌ها باشد، می‌توان از روش‌های مناسبی مانند روش CPA و BLA استفاده نمود.

جدول ۴: محاسبه مقدار عملکرد و تولید در استان گلستان با دو روش CPA و BLA (تولید واقعی براساس میانگین تولید سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱).

عملکرد (کیلوگرم در هکتار)			
روش تجزیه و تحلیل	عملکردواقعی	پتانسیل عملکرد	خلأ عملکرد
تحلیل مقایسه کارکرد (CPA)	۱۹۸۹	۵۳۵۸	۳۲۲۰
آنالیز خط مرزی (BLA)	۱۹۸۹	۵۱۰۸	۳۱۱۹
میانگین	۱۹۸۹-	۵۲۴۶	۳۱۶۹

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، بالا بودن میزان خلأ عملکرد و سهم هر یک از عوامل موثر بر آن نشان می‌دهد که با مدیریت مناسب می‌توان بخش قابل توجهی از این خلأ را جبران کرد و به پتانسیل عملکرد رسید. دستیابی به پتانسیل عملکرد در گیاهان زراعی به ندرت امکان پذیر است و در عمل تنها بخشی از آن به عنوان محصول واقعی از مزارع برداشت می‌شود. نتیجه بررسی تأثیر عوامل مدیریت زراعی بر عملکرد پنبه نشان داد که مهم‌ترین عوامل و سهم آن‌ها در کاهش عملکرد کشاورزان عبارت است از مشکل آفات با ۵ درصد، تاریخ کاشت با ۲ درصد، حجم آبیاری زمان کاشت با ۱۴ درصد، نیتروژن خالص ۳۱ درصد و آبیاری مرحله غوزه دهی ۱۰ درصد، آبیاری زمان غنچه‌دهی ۵ درصد، فسفر خالص ۹ درصد، تغذیه گیاه از طریق محلول‌پاشی یا کود آب ۲۱ درصد بود. در صورت کاربرد مطلوب عوامل یاد شده یعنی چنان‌چه آبیاری قبل از کاشت انجام شود، تاریخ کاشت مناسب صورت گیرد، مشکل آفات وجود نداشته باشد، و تغذیه مناسب در زمان نیاز گیاه صورت گیرد، امکان افزایش عملکرد از ۲۰۰۰ کیلوگرم فعلی به ۵۳۵۸ کیلوگرم در هکتار وجود دارد، و عدم مدیریت این عوامل باعث ایجاد خلأ عملکرد به‌میزان ۳۱۵۴ کیلوگرم در هکتار می‌شود. بنابراین می‌توان با تغییر روش و ارتقاء مدیریت زراعی از جمله تغذیه با کودهای شیمیایی NPK، روش و میزان آبیاری، مبارزه با آفات و ..... میزان خلأ به وجود آمده در مزارع پنبه

منطقه را کاهش داد. علاوه بر این، نتایج مطالعات سایر محققان و نتایج این تحقیق موید این مطلب است که مهم‌ترین مشکل خلأ عملکرد گیاهان زراعی در ایران شیوه های مدیریتی ناکارآمد در مزارع کشاورزان از قبیل عدم رعایت تناوب زراعی صحیح، عدم مصرف بهینه نهاده ها، عدم انتخاب زمان کاشت مناسب و همچنین عدم رعایت الگوهای مناسب می‌باشد و از آنجایی که هدف از این پژوهش برآورد میزان خلأ عملکرد پنبه در غرب استان گلستان بود و دلیل به وجود آمدن این خلأ عملکرد نیاز به بررسی و مطالعه بیشتر دارد، به نظر می‌رسد که محتمل‌ترین راهکار که می‌تواند باعث افزایش عملکرد و کاهش خلأ عملکرد شود، بهبود مدیریت زراعی در مزارع کشاورزان است. بنابراین ضروریست پایش و ارزیابی مزارع بطور گسترده تر و پیوسته انجام شود. در خاتمه پیشنهاد می‌گردد، از روش‌های ترکیبی دیگر نظیر مدل‌های شبیه‌سازی و مطالعات تکمیلی بصورت پایش و آنالیز چند ساله استفاده شود.

منابع

1. Barre Jyothsna, Priyadarshini. D. K. Sinha., Nasim Ahmed., K. M. Singh., Mahesh Kumar. and S. P. Singh .2022. Yield Gap Analysis of Cotton in Bhadradri Kothagudem District of Telangana. Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology 40(5): 60-64, 2022; Article no.AJAEES.85115 ISSN: 2320-7027. DOI: 10.9734/ajaees/2022/v40i530886
2. Bednarz, C.W., Don Shurley, W., Anthony, W.S., and Nichols, R.L. 2005. Yield, quality, and profitability of cotton produced at varying plant densities. Agronomy Journal., 97: 235-240.
3. Beza, E., Silva, J.V., Kooistra, L., and Reidsma, P. 2017. Review of yield gap explaining factors and opportunities for alternative data collection approaches. *European Journal of Agronomy, 82*: 206-222.
4. Dastan, S., Nezamzadeh, S. E., Soltani, A., and Ajam Norouzi, H. 2019. Evaluation of Yield Gap Associated with Crop Management in Canola Production by CPA method in Neka Region. Applied Field Crops Research, 32(02), 76-107.
5. Geerts, S. and Raes, D. 2009. Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. Agr. Water Manage. 96:9. 1275- 1284.
6. 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 with English bstract)
7. 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 with English bstract).
8. 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).
9. 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.
10. Jafaraghaei, M., and Jalali, A.H. 2014. The effects of different amounts of nitrogen and phosphorus in early cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivar. Agron. J. 102: 205-212. (In Persian)
11. Kalimuthu Senthilkumar,2022. Closing rice yield gaps in Africa requires integration of good agricultural practices. Field Crops Research.Volume 285, 1.
12. Mehrabadi, H.R., Netaj, M.R., and Sohrabi Meshkabadi, B. 2016. Technical manual for planting cotton in ultra narrow rows. Agricultural Research, Education and Extension Organization, National Cotton Research Institute, 15 p.(In Persian with English abstract)

13. Mohammadi Kashka, F., Tahmasebi Sarvestani, Z.A., Pirdashti, 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.
14. Mondal, M.H. 2011. Causes of yield gaps and strategies for minimizing the gaps in different crops of Bangladesh. Bangl. J. Agric. Res, 36: 469-479.
15. 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.
16. Pereira, L.S., Paredes, P., Sholpankulov, E.D., Inchenkova, O.P., Teodoro, P.R. and Horst, M.G. 2009. Irrigation scheduling strategies for cotton to cope with water scarcity in the Fergana Valley, Central Asia. Agr. Water Manage. 96:5. 723–735.
17. Pettigrew, W.T. 2004. Moisture deficit effects on cotton lint yield, yield components and boll distribution. Agron. J., 96: 377-383.
18. Rezvantalab, N., S. Dastan, A. Soltani. 2019. Identification of production constraints and yield gap monitoring of local rice (Oryza sativa L.) cultivars in Mazandaran province. Iranian Journal of Crop Sciences. 21(2): 155-172 (In Persian with English abstract).
19. Rong, L. B., Gong, K.Y., Duan, F.Y., Li, S. K., Zhao, M., He, J., Zhou, W. B. and Yu, Q. 2021. Yield gap and resource utilization efficiency of three major food crops in the world–a review. *Journal of Integrative Agriculture*, 20: 2. 349-362.
20. Shokrgozar Darabi, Soltani, A., and Zeinali, A. 2018. Study of Cotton Yield Gap with Boundary-Line Analysis in the Aq-Qala and Ali Abad Katul cities in the Golestan Province, Iran. Crop production, 3 (11): 15-28. (In Persian with English abstract).
21. Siebert, J.D., Stewart, A.M., and Leonard, B.R. 2006. Comparative growth and yield of cotton grown at various densities and configurations. Agron. J., 98: 562–568
22. Sohrabi Moshkabadi, B. 2010. Determination of yield and cost function equation of new variety cotton "Sepid" in sprinkler irrigation. Elect. J. Cotton Fibre Crops., 1(1): 13-20. (in Persian with English bstract)
23. Soltani, A., Hajjarpour, A. and Vadez, V. 2016. Analysis of chickpea yield gap and water-limited
24. potential yield in Iran. Field Crops Res. 185: 21-30.
25. 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.
26. Soltani, A., S. Galeshi and E. Zeinali. 2000. Analysis of limitations contained in wheat production in Golestan province (Research report). Management and Planning Organization of Golestan province. (In Persian with English abstract).
27. Soltani, S., Nakhzari Moghaddam, A. B., Mohammad., Rahemikarizaki, A., Kashiri, H., Naeimi, M. 2024. 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 of Cotton research of Iran. Volume 11, Number .35-53. (In Persian with English abstract).
28. 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.
29. Van Wart, J., K.C. Kersebaum, S. Peng, M. Milner, and K.G. Cassman.2013. Estimating crop yield potential at regional to national scales. Field Crops Research. 143: 34-43.
30. 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.
31. Wrather, J.A., Phipps, B.J., Stevens, W.E., Phillips, A.S., and Vories, E.D. 2008. Cotton planting date and plant population effect on yield and fiber quality in the Mississippi Delta. The J. Cotton Sci., 12: 1-7.

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.
33. Zabihi ,H., M.R. Ramazani Moghaddam and S.M. Nourihosseini. 2014. Effects of different amount of N-fertilizer and irrigation water on yield and yield components of cotton. Iranian Journal of Cotton Researches,Vol. 1, No. 2, 2014.*www.jcri.ir* 2
34. Zhi, X.Y., Han, Y.C., LI, Y.B., Wang, G.P., DU, W.L., LI, X.X., MAO, S.C., and Lu, F. 2016. Effects of plant density on cotton yield components and quality. J. Integr. Agric., 15(7): 1469-1479.