

Research Paper

Estimation of Potential Yield and Yield Gap of Major Crops in Qazvin Irrigation Network

Afshin Uossef Gomrokchi^{1*}

1. Agricultural Engineering Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Qazvin, Iran.

Received: 2019/12/06

Revised: 2020/11/10

Accepted: 2021/05/28

Use your device to scan and read the article online



DOI:

10.30495/wej.2021.21682.2158

Keywords:

Actual yield, Agronomic, Yield gap.

Abstract

Introduction: Due to limited water resources, increasing water productivity is very important to achieve water security and food security. One of the basic measures in this area is to determine the difference in product performance between the current situation and the potential situation.

Methods: Crop potential yield is one of the parameters that can be used to calculate the yield gap and manage water and soil resources based on the factors affecting production. In this study, the potential yield of major crops in the composition of irrigation network in Qazvin plain has been determined by Agricultural Ecology method.

Findings: The results showed that the yield gap in the crop composition of major crops in Qazvin plain was 3339 (kg / ha). Also, the average yield gap due to the composition of cultivation, yield gap of each crop and the area under cultivation of crops in the irrigation network of Qazvin plain, was 26.23%. The results of estimating the potential yield at the level of the irrigation network of Qazvin plain show that not all crops have reached the achievable yield level (75 to 85% of the potential yield) and there has been high yield in crops such as sugar beet, tomato and alfalfa. Also, the research findings showed that the yield gap of strategic wheat crop in the irrigation network of Qazvin plain was 1502 kg / ha. One of the most important achievements in calculating potential performance is to obtain performance differences in different products in the region. Using such data, agricultural management of different crops in an area can be evaluated and finally the priority of cultivation of each crop can be explained. Quantification of production capacity per hectare of farms is needed for decision-making, research, development and investment, and to assist local farmers in farming decisions. In this regard, yield vacuum analysis provides a small estimate of the potential increase in production capacity for a given area.

Citation: Uossef Gomrokchi A. Estimation of Potential Yield and Yield Gap of major crops in Qazvin irrigation network. Water Resources Engineering Journal. 2021; 14(50): 75- 88.

***Corresponding author:** Afshin Uossef Gomrokchi

Address: Agricultural Engineering Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center

Tell: +989121825992

Email: a.gomrokchi@areeo.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

Understanding the relationship between crop yield and climatic parameters is essential to identify methods of increasing crop efficiency and achieving maximum yield. In addition, knowing what each location has the potential to produce can be used in agricultural planning. In this strategy, potential performance is the performance of a cultivar in conditions of sufficient water and food supply and in situations where stresses are effectively controlled. Yield potential is assumed in terms of density and planting date, and the three factors of light, temperature and moisture supply are the determining factors in determining the potential yield. Real yield, on the other hand, is the yield obtained under the objective conditions of a farmer's farm in a given area. This performance is achieved in the conditions of dominant management of an area in terms of planting date, dominant cultivar, density and nutrition management and control of pests and diseases. Potential yield varies according to the type of region and climate, and achieving potential yield is impossible for a wide range of farmers in an area because in many cases, it is not cost-effective to achieve due to consumption inputs, so estimating potential yield is usually done through modeling and based on the assumptions of optimal conditions. Usually when farmers' yields approach 75 to 85% of potential yields, it can be assumed that farm management has almost reached a relative stability, in the sense of achievable yields, which are always at a lower level of potential yields. Accordingly, in comparison with real production, potential yield indicates the efficiency of agricultural production in the region. The difference between potential and actual yield is called yield gap. This yield gap is due to management style and set of limiting factors (water and nutrients). And reduces production (pests and weeds). Therefore, in irrigated lands, the potential yield of a plant cultivar occurs when the water and nutrients required by the plant are fully provided and the growing

environment is free of any weeds, pests or diseases.

Materials and Methods

The study area is the irrigation network of Qazvin plain, which includes an area of Qazvin plain that is covered by a modern irrigation network and is a strip with a length of about 20 km from the east to Ziaran river, from the west to the eastern edge of Takestan city, from the north, it is bounded on by the foothills of the central Alborz Mountains and on the south by the Kamalabad-Abik asphalt road. The available statistics of the Jihad Agricultural Organization of the province show that the area under the catchment area of the irrigation network of Qazvin plain is equal to 60,000 hectares, which has been planted with different crops with an annual cultivation program. Common crop patterns include rapeseed, alfalfa, beans, fodder corn, grain corn, peas, potatoes, beets, barley, tomatoes, and wheat.

Various methods are proposed to estimate the potential performance of the product. Potential performance can be calculated in three ways. The first method is through yield simulation by growth models, the other method is direct measurement of yield obtained in controlled experimental farms without limiting factors, and finally the highest yield recorded by farmers can also be an indicator such as potential performance of the area. In this research, the method presented by Kassam in the zoning project based on agricultural ecology has been used. In this regard, to calculate the product yield potential (Y_m), first the gross dry matter production of the base plant (Y_o) is calculated and in the next step the correction coefficients related to the product type, weather effect, temperature is used to calculate the potential yield.

Findings

The results showed that the yield gap in the crop composition of major crops in Qazvin plain was 3339 (kg / ha). Also, the average yield gap due to the composition of cultivation, yield gap of each crop and the area under cultivation of crops in the irrigation network of Qazvin plain, was

26.23%. The results of estimating the potential yield at the level of the irrigation network of Qazvin plain show that not all crops have reached the achievable yield level (75 to 85% of the potential yield) and there has been high yield in crops such as sugar beet, tomato and alfalfa. Also, the research findings showed that the yield gap of strategic wheat crop in the irrigation network of Qazvin plain was 1502 kg/ha.

Discussion

The most important reasons for the difference in performance vacuum in the irrigation network and the lands of the whole Qazvin plain can be related to the existence of sustainable water resources in the network (Taleghan reservoir dam), the existence of modern irrigation network, fertile soil in the irrigation network, etc. The effect of the mentioned factors has caused a difference in the performance gap at the level of irrigation network and the whole plain lands. However, it is important to note that in the irrigation network of Qazvin plain, not all crops have reached the level of achievable yield (75 to 85% of potential yield) and there has been high yield in crops such as rapeseed, sugar beet, tomato and alfalfa. Studies conducted in the modern irrigation network of Moghan plain also showed the average of the last three years of maximum production of each crop relative to potential production, respectively for wheat 82.5%, barley 95.96%, autumn beets 91.6% and cotton 79% and 63.3% of corn and 93% of spring soybean, which confirms the significant effect of modern irrigation networks in reducing the vacuum of agricultural production. In other words, the existence of modern irrigation networks has reduced the production vacuum due to more accurate management of water resources.

Conclusion

One of the most important achievements in calculating potential performance is to obtain performance differences in different products in the region. Using such data, agricultural management of different crops in an area can be evaluated and finally the priority of cultivation of each crop can be explained. Quantification of production

capacity per hectare of farms is needed for decision-making, research, development and investment, and to assist local farmers in farming decisions. In this regard, performance vacuum analysis provides a small estimate of the possibility of increasing production capacity for a given area. In such circumstances, it may be best, as a first step, to close the gap between actual performance in an area and easy-to-reach performance. Success in this area, in addition to improving the performance of each region, will certainly have a significant impact on the economy of production and water saving.

Ethical Considerations compliance with ethical guidelines

The cooperation of the participants in the present study was voluntary and accompanied by their consent.

Funding

No funding.

Authors' contributions

Design, conceptualization and final writing: Afshin Uossef Gomrokchi.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

برآورد عملکرد پتانسیل و خلاء عملکرد محصولات عمده زراعی در ترکیب کشت شبکه آبیاری قزوین

افشین یوسف گمرکچی^{*۱}

۱. بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران.

چکیده

مقدمه: با توجه به محدودیت منابع آب، افزایش بهره‌وری آب برای دستیابی به امنیت آبی و امنیت غذایی اهمیت بالایی دارد. یکی از اقدامات اساسی در این حوزه، تعیین تفاوت عملکرد محصولات، بین وضع موجود و وضعیت مطلوب (پتانسیل) است.

روش: عملکرد پتانسیل محصول زراعی از پارامترهایی است که با محاسبه آن می‌توان خلاء عملکرد را بدست آورد و بر اساس عوامل تأثیرگذار در تولید، به مدیریت منابع آب و خاک پرداخت. در این پژوهش عملکرد پتانسیل محصولات عمده زراعی در ترکیب کشت شبکه آبیاری دشت قزوین به روش بوم‌شناسی زراعی تعیین شده است.

یافته‌ها: نتایج پژوهش نشان داد خلاء عملکرد در ترکیب کشت محصولات عمده زراعی دشت قزوین، ۳۳۳۹ (کیلوگرم در هکتار) بوده است. همچنین میانگین خلاء عملکرد با توجه به ترکیب کشت، خلاء عملکرد هر محصول و سطح تحت کشت محصولات در شبکه آبیاری دشت قزوین، ۲۶/۲۳ درصد بوده است. نتایج برآورد عملکرد پتانسیل در سطح شبکه آبیاری دشت قزوین نشان دهنده آن است که همه محصولات به سطح عملکرد قابل حصول (۷۵ تا ۸۵ درصد عملکرد پتانسیل) نرسیده و در محصولاتی مانند چغندر قند، گوجه‌فرنگی و یونجه خلاء عملکرد زیادی وجود داشته است. همچنین یافته‌های تحقیق نشان داد خلاء عملکرد محصول استراتژیک گندم در سطح شبکه آبیاری دشت قزوین به میزان ۱۵۰۲ کیلوگرم بر هکتار (۲۵ درصد) بوده است.

نتیجه‌گیری: یکی از مهمترین دستاوردهای محاسبه عملکرد پتانسیل، به دست آوردن اختلاف عملکرد در محصولات مختلف در منطقه می‌باشد. با استفاده از چنین داده‌هایی می‌توان مدیریت کشاورزی محصولات مختلف در یک منطقه را ارزیابی نموده و در نهایت اولویت کشت هر محصول را تبیین کرد. کمی‌سازی ظرفیت تولید هر هکتار از مزارع برای تصمیم‌گیری، پژوهش‌ها، توسعه و سرمایه‌گذاری و برای کمک به کشاورزان محلی در تصمیم‌گیری‌های مزرعه‌ای مورد نیاز است. در این راستا آنالیز خلاء عملکرد، تخمین کمی از امکان افزایش در ظرفیت تولید برای یک ناحیه مشخص را فراهم می‌آورد در چنین شرایطی شاید بهتر باشد به‌عنوان گام نخست، شکاف میان عملکرد واقعی در یک منطقه با عملکرد سهل‌الوصول (عملکردی که کشاورزان پیشرو منطقه به آن دست یافته‌اند) کاهش یابد. توفیق در این زمینه علاوه بر بهبود عملکردهای هر منطقه، مطمئناً تأثیر به‌سزایی در زمینه اقتصاد تولید و صرفه‌جویی آب به همراه خواهد داشت.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۲۱

تاریخ داوری: ۱۳۹۹/۰۸/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۰۷

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید



DOI:

10.30495/wej.2021.21682.2158

واژه‌های کلیدی:

بوم‌شناسی زراعی، شکاف عملکرد، عملکرد واقعی

* نویسنده مسئول: افشین یوسف گمرکچی

نشانی: بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین

تلفن: ۰۹۱۲۱۸۲۵۹۹۲

پست الکترونیکی: a.gomrokchi@areeo.ac.ir

مقدمه

در ایران تجزیه و تحلیل خلاء عملکرد به صورت پراکنده و برای گیاهان زراعی محدودی صورت گرفته است. ارزیابی تأثیر تغییرات اقلیمی آینده بر عملکرد گندم در ایران نشان دادند با تداوم اثرات گرمایشی، کاهش پتانسیل عملکرد گندم در قسمت‌های شرقی کشور نسبت به بخش‌های غربی آشکارتر خواهد بود (۲۳). در پژوهشی پتانسیل تولید اراضی برای گندم زمستانه آبی در منطقه عقیلی استان خوزستان با استفاده از مدل رشد فائو برآورد شد. نتایج نشان داد پتانسیل عملکرد گندم آبی در منطقه مورد مطالعه بر اساس مدل رشد فائو، ۸۰۴۱ کیلوگرم در هکتار بوده است (۲۶). در پژوهش دیگری خلاء عملکرد مرتبط با گندم آبی در شهرستان بندر گز بررسی شد. نتایج نشان داد بین متوسط عملکرد واقعی (۲۲۳۶ کیلوگرم در هکتار) و عملکردی که می‌توان با مدیریت بهتر زراعی بدست آورد (۵۶۹۸ کیلوگرم در هکتار)، ۳۴۶۲ کیلوگرم در هکتار خلأ وجود دارد (۲۴). نتایج پژوهش دیگری با استفاده از مدل شبیه‌سازی عملکرد و برآورد حداکثر پتانسیل تولید محصول نخود در ایران نشان داد، امکان افزایش عملکرد این محصول بین ۳۸ تا ۶۴ درصد در ایران وجود دارد (۲۹). پهنه‌بندی زراعی - بوم‌شناختی استان زنجان به منظور برآورد پتانسیل و خلأ عملکرد نخود دیم نشان داد خلاء عملکرد مناطق مختلف استان به طور میانگین ۴۳ درصد بوده که این میزان خلاء عملکرد برابر ۳۲۰۰ کیلوگرم در هکتار است (۲۱). در پژوهشی با استفاده از روش ناحیه‌بندی و براساس روش بوم‌شناسی زراعی، تولید پتانسیل محصول و خلاء عملکرد گندم در ۳۰ مرکز استانی تحلیل شد. نتایج پژوهش نشان داد، روش مذکور در مناطق گرم و خشک و کم‌بارش کشور نتوانست تولید پتانسیل محصول را برآورد کند؛ اما در مناطق نیمه‌خشک تا مرطوب کشور، خلاء عملکرد مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد مدل از بین عوامل اقلیمی، بیشترین حساسیت را نسبت به میانگین درجه حرارت دارد (۳۸). پتانسیل عملکرد گندم آبی و دیم در استان گلستان نشان داد پتانسیل عملکرد گندم آبی و دیم در این محدوده به ترتیب ۸۱۴۰ و ۴۹۳۰ کیلوگرم در هکتار بوده است (۱). در پژوهش دیگری تفاوت عملکرد گندم بین وضعیت موجود و پتانسیل در استان قزوین نشان داد میانگین عملکرد گندم در شرایط موجود، برابر با ۳۷ درصد عملکرد مطلوب (پتانسیل) است (۱۵). با توجه به محدودیت شدید منابع آب در بخش کشاورزی، برآورد حداکثر پتانسیل تولید و تحلیل خلاء عملکرد می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای شناخت قابلیت‌های ارتقاء بهره‌وری در این بخش مطرح شود به نحوی که آنالیز شکاف عملکرد، می‌تواند باعث جهت‌دانی به پژوهش‌ها شده و به برنامه‌ریزی و طراحی الگوی کشت و مدیریت بهینه منابع آب کمک موثری داشته باشد (۲۱). از این‌رو مدل‌های برآورد عملکرد به‌طور فزاینده‌ای برای تحلیل فنی و اقتصادی پروژه‌های بزرگ کشاورزی و بررسی روند تولید محصول در اثر بروز درجات مختلف بروز تنش مورد استفاده قرار گرفته‌اند (۱۰). هرچند ممکن است به دلایلی همچون تغییر در عوامل محیطی، ساختار مدل و فرضیات بکار رفته در آن، نتایج حاصل از مدل‌سازی تولید گیاهی در برخی موارد دارای دقت بالایی نباشد (۱۹). از این‌رو، تعریف و تبیین مفاهیمی همچون عملکرد واقعی، عملکرد سهل‌الوصول، عملکرد قابل حصول و عملکرد پتانسیل، در راستای برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی موثر است

شناخت رابطه بین میزان عملکرد محصول با پارامترهای اقلیمی برای شناسایی روش‌های افزایش راندمان محصول و رسیدن به حداکثر میزان عملکرد ضروری است. علاوه بر این، دانستن این موضوع که هر موقعیت یا مکانی چه پتانسیلی برای تولید دارد، می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های کشاورزی استفاده شود. در این راهبرد عملکرد پتانسیل عبارت است از عملکرد یک رقم در شرایط تأمین آب و مواد غذایی کافی و در شرایطی که تنش‌ها به‌طور مؤثر کنترل می‌شوند (۳۵). پتانسیل عملکرد با فرض رعایت شرایط بهینه زراعی از نظر تراکم و تاریخ کاشت در نظر گرفته شده و سه عامل نور، دما و تأمین رطوبت، عوامل تعیین‌کننده در تعیین عملکرد پتانسیل محسوب می‌شوند. از سوی دیگر عملکرد واقعی عبارت است از عملکردی که در شرایط عینی مزرعه کشاورز در یک منطقه معین بدست می‌آید. این عملکرد در واقع در شرایط مدیریت غالب یک منطقه از نظر تاریخ کاشت، رقم غالب منطقه، تراکم و مدیریت تغذیه و کنترل آفات و بیماری‌ها حاصل می‌شود (۳۶).

عملکرد پتانسیل با توجه به نوع منطقه و اقلیم متفاوت بوده و دستیابی به عملکرد پتانسیل برای مجموعه گسترده‌ای از کشاورزان یک منطقه غیرممکن است زیرا در بسیاری از حالات دستیابی به آن با توجه به نهاده‌های مصرفی مقرون به‌صرفه نیست به همین دلیل برآورد عملکرد پتانسیل معمولاً از طریق مدل‌سازی و بر اساس فرضیات بهینه‌بودن شرایط انجام می‌پذیرد. معمولاً وقتی که عملکرد کشاورزان به ۷۵ تا ۸۵ درصد از عملکرد پتانسیل نزدیک می‌شود می‌توان فرض نمود مدیریت مزرعه تقریباً به یک ثبات نسبی رسیده که به این مفهوم عملکرد قابل حصول می‌گویند که همیشه در سطح پایین‌تری از عملکرد پتانسیل قرار دارد (۴). بر این اساس در مقایسه با تولید واقعی، عملکرد پتانسیل نشان‌دهنده بازده تولید کشاورزی منطقه است که اختلاف بین عملکرد پتانسیل و واقعی، خلاء عملکرد نامیده می‌شود (۱۴). این خلاء عملکرد ناشی از شیوه مدیریت و مجموعه عوامل محدودکننده (آب و عناصر غذایی) و کاهش دهنده تولید (آفات و علف‌های هرز) است (۲۳). لذا در سامانه‌های کشت تحت آبیاری، عملکرد پتانسیل یک رقم گیاهی وقتی اتفاق می‌افتد که آب و عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به‌طور کامل فراهم بوده و محیط رشد عاری از هرگونه علف هرز، آفت یا بیماری باشد (۳۶).

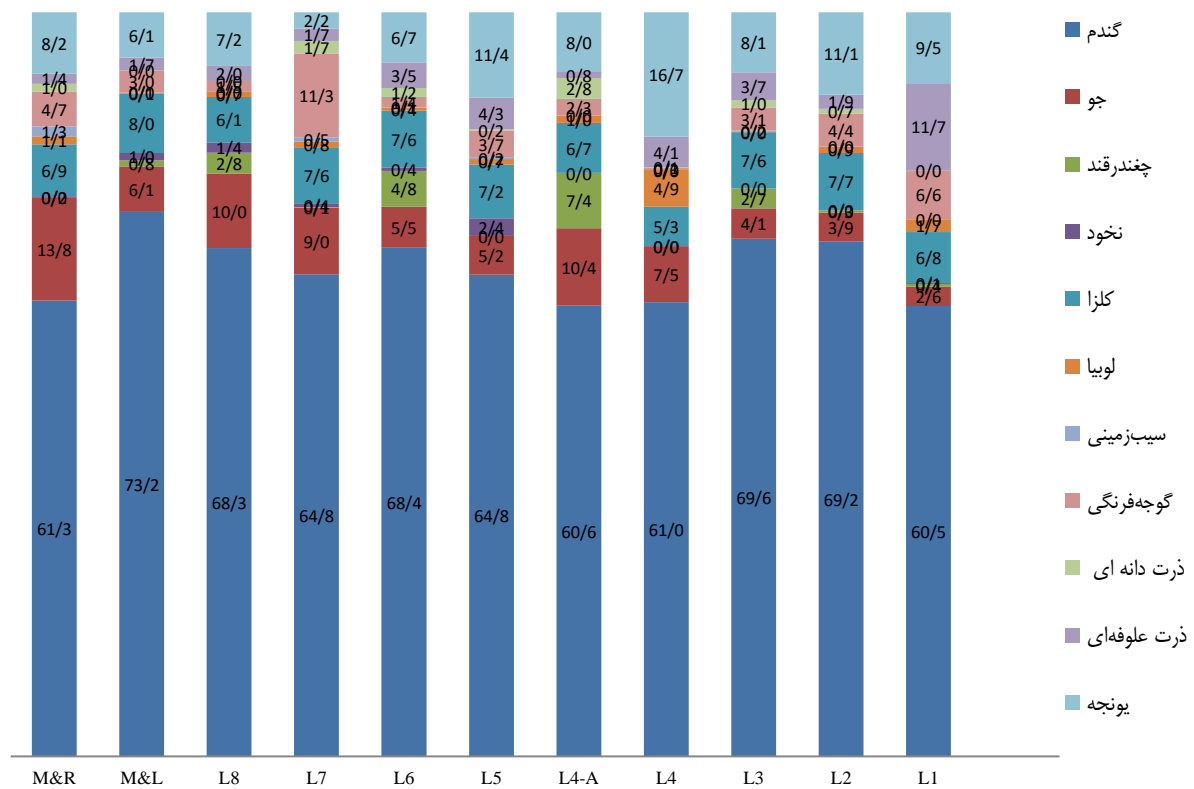
پژوهش‌های متعددی با محوریت تحلیل پتانسیل عملکرد محصولات زراعی توسط محققین در نقاط مختلف انجام شده است. تحلیل خلاء عملکرد محصول در مزارع هندوستان نشان داد میانگین خلاء عملکرد سویای دیم در حدود ۷۰ درصد است و فقط ۳۰ درصد از عملکرد پتانسیل در مزارع برداشت شده است (۳). تحلیل کمی شکاف عملکرد ۳۵۷ مزرعه برنج در پنج کشور تولید کننده عمده در آفریقای شرقی و جنوبی نشان داد میانگین شکاف عملکرد از ۰/۸ تا ۴/۳ تن در هکتار بوده است (۲۷). تحلیل شکاف عملکرد محصول کلزا در پنج منطقه مختلف چین نشان داد کشاورزان فقط ۳۷ تا ۵۶ درصد از پتانسیل عملکرد را در مناطق مختلف بدست آورده‌اند و میانگین شکاف عملکرد در کل مناطق مورد بررسی ۱۸۹۳ کیلوگرم در هکتار بوده است (۴۰).

و به صورت نواری به طول حدود ۲۰ کیلومتر است که از طرف مشرق به رودخانه زیاران، از طرف مغرب به حاشیه شرقی شهر تاکستان، از شمال به دامنه‌های کوه‌های البرز مرکزی و از جنوب به حاشیه جاده آسفالت کمال‌آباد- آبیگ محدود می‌گردد (۲۲). آمار موجود سازمان جهاد کشاورزی استان نشان دهنده آن است که وسعت اراضی تحت آبخور شبکه آبیاری دشت قزوین معادل ۶۰۰۰۰ هکتار (با احتساب آیش) بوده که با برنامه کشت سالیانه، زیرکشت محصولات مختلفی قرار گرفته است. الگوی زراعی رایج شبکه شامل کشت کلزا، یونجه، لوبیا، ذرت علوفه‌ای، ذرت دانه‌ای، نخود، سیب‌زمینی، چغندر، جو، گوجه‌فرنگی و گندم است. در شکل ۱ درصد مساحت تحت کشت محصولات عمده زراعی شبکه آبیاری دشت قزوین نشان داده شده است.

(۳۳). با توجه به سوابق مطالعات، تعیین تفاوت و شکاف عملکرد در شرایط فعلی و مطلوب در برنامه‌ریزی راهبردی و مدیریت الگوی کشت و منابع آب اهمیت بالایی دارد. در این راستا، مطالعه بر روی ارتقای تولید محصولات عمده زراعی که بیشترین مساحت تحت کشت را در بین محصولات کشاورزی یک منطقه به خود اختصاص داده، ضرورت بالایی دارد. لذا، این پژوهش با هدف برآورد عملکرد پتانسیل و خلاء عملکرد محصولات عمده زراعی در ترکیب کشت شبکه آبیاری دشت قزوین، بر اساس روش بوم‌شناسی زراعی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه شبکه آبیاری دشت قزوین بوده که شامل پهنه‌ای از دشت قزوین است که تحت پوشش شبکه مدرن آبیاری قرار گرفته



شکل ۱- درصد مساحت تحت کشت محصولات عمده زراعی در ترکیب کشت شبکه آبیاری دشت قزوین

تولید ناخالص ماده خشک گیاه مینا (Y_0) محاسبه شده و در مرحله بعد ضرایب تصحیح مربوط به گونه محصول، اثر اقلیم، درجه حرارت و... برای محاسبه عملکرد پتانسیل اعمال می‌گردد. برای محاسبه تولید ناخالص ماده خشک گیاه مینا در یک موقعیت اقلیمی مشخص و یکنواخت از روش مبتنی بر میزان تشعشع فعال رسیده به زمین با طول موج کوتاه برای شرایط استاندارد (رابطه ۱)، استفاده شده است (۷).

$$Y_0 = F \cdot y_0 + (1 - F) \cdot y_c \quad (1)$$

که در آن Y_0 : تولید ناخالص ماده خشک گیاه مینا (برحسب کیلوگرم در هکتار در روز)، F : قسمتی از روز که آسمان ابری باشد (ابرنمایی روز)، y_0 : سرعت تولید ماده خشک ناخالص از یک گیاه مینا برای موقعیت

محاسبه عملکرد پتانسیل محصولات

روش‌های متنوعی برای برآورد عملکرد پتانسیل محصول ارائه شده است. عملکرد پتانسیل را می‌توان به سه روش محاسبه کرد. اولین روش از طریق شبیه‌سازی عملکرد به وسیله مدل‌های رشد، روش دیگر اندازه‌گیری مستقیم عملکرد حاصل شده در مزارع آزمایشی کنترل شده و بدون عوامل محدودکننده و در نهایت بیشترین عملکرد ثبت شده توسط کشاورزان هم می‌تواند به نحوی نشان‌دهنده عملکرد پتانسیل منطقه باشد (۲۰). در این تحقیق از روشی که توسط کاسام در پروژه ناحیه‌بندی بر اساس بوم‌شناسی زراعی ارائه نموده، استفاده شده است (۱۶). در این راستا برای محاسبه عملکرد پتانسیل محصول (Y_m)، ابتدا

وقتی که $y_m > 20$ کیلوگرم در هکتار در ساعت باشد (رابطه ۵).

$$Y_0 = F(0.5 + 0.025 y_m) y_0 + (1 - F)(0.05 y_m) y_c \quad (5)$$

به‌طور خلاصه، عملکرد پتانسیل (Y_m) یک رقم پرمحصول سازگار با محیط اگر بدون هیچ‌گونه محدودیت در دوره رشد G روزه رشد کرده باشد، بر اساس روابط (۶) و (۷) محاسبه خواهد شد.

وقتی که $y_m < 20$ کیلوگرم در هکتار در ساعت باشد (رابطه ۶).

$$Y_m = cL \cdot cN \cdot cH \cdot G [F(0.8 + 0.01 y_m) y_0 + (1 - F)(0.5 + 0.025 y_m) y_c] \quad (6)$$

وقتی که $y_m > 20$ کیلوگرم در هکتار در ساعت باشد (رابطه ۷).

$$Y_m = cL \cdot cN \cdot cH \cdot G [F(0.5 + 0.025 y_m) y_0 + (1 - F)(0.05 y_m) y_c] \quad (7)$$

در روابط فوق cL ، cN ، cH ، G به ترتیب ضریب تصحیح وضعیت توسعه محصول، ضریب تصحیح تولید ماده خشک خالص، ضریب تصحیح مربوط به قسمت برداشت شده محصول و طول دوره رشد گیاه (روز) است. که cL ضریب تصحیح تولید محصول به شکل تابعی از زمان و سطح برگ است. در این خصوص رشد محصول در اوایل و اواخر دوره رشد، بطئی است و یا به عبارتی متوسط سرعت آن در حدود ۵۰ درصد سرعت رشد حداکثر است (۲۸). همچنین cN ضریب تصحیح برای تولید ماده خشک خالص محصول است که در هوای خنک (کمتر از ۲۰ درجه سلسیوس) مساوی ۰/۶ و در هوای گرم (بالای ۲۰ درجه سلسیوس) مساوی ۰/۵ است. cH ضریب تصحیح برای قسمت برداشت شده محصول است (۷). سرعت تولید ماده خشک ناخالص (y_m) برای گروهی از محصولات در جدول ۱ اشاره شده است (۹).

مشخص در یک روز کاملاً ابری (برحسب کیلوگرم در هکتار در روز)، y_c : سرعت تولید ماده خشک ناخالص از یک گیاه مینا برای موقعیت مشخص در یک روز صاف (بدون ابر) (برحسب کیلوگرم در هکتار در روز). برای رابطه (۱) می‌توان ضریب F را به‌صورت رابطه (۲) تعریف نمود.

$$F = (R_{se} - 0.5 R_s) / 0.8 R_{se} \quad (2)$$

که در آن، R_{se} : حداکثر تشعشع فعال رسیده به زمین با طول موج کوتاه در روزهای کاملاً آفتابی (برحسب کالری بر سانتی‌متر مربع در روز)، R_s : تشعشع واقعی اندازه‌گیری شده‌ای که با طول موج کوتاه دریافت شده (برحسب کالری بر سانتی‌متر مربع در روز) است و R_s از رابطه (۳) محاسبه خواهد شد.

$$R_s = (0.25 + 0.5 n/N) R_a \quad (3)$$

که در آن، R_a : تشعشع ماوراء زمین (برحسب میلی‌متر در روز)، N : حداکثر تشعشع ممکن (برحسب ساعت در روز) و n مدت تشعشع واقعی اندازه‌گیری شده (برحسب ساعت در روز) است (در این پژوهش به‌منظور تعیین پارامترهای هواشناسی مورد نیاز، از داده‌های بلندمدت ۳۰ ساله ایستگاه هواشناسی سینوپتیک قزوین که در محدوده مرکزی شبکه آبیاری دشت قزوین قرار گرفته، استفاده شده است). بر اساس روش دی‌وایت، مقدار y_0 و y_c را می‌توان برای گروه‌های مختلف محصول تعدیل نمود.

وقتی که $y_m < 20$ کیلوگرم در هکتار در ساعت باشد (رابطه ۴).

$$Y_0 = F(0.8 + 0.01 y_m) y_0 + (1 - F)(0.5 + 0.025 y_m) y_c \quad (4)$$

که در آن Y_0 برحسب کیلوگرم در هکتار در روز و y_m سرعت تولید ماده خشک ناخالص.

جدول ۱- سرعت تولید y_m (بر حسب کیلوگرم در هکتار در ساعت) برای گروهی از گیاهان

میانگین درجه حرارت (درجه سلسیوس)									
گروه محصولات	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵
خنک ۱	۵	۱۵	۲۰	۲۰	۱۵	۵	۰	۰	۰
گرم ۱	۰	۰	۱۵	۳۲/۵	۳۵	۳۵	۳۲/۵	۵	۰
خنک ۲	۰	۵	۴۵	۶۵	۶۵	۶۵	۴۵	۵	۰
گرم ۲	۰	۰	۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۴۵	۵

خنک ۲) گونه‌هایی از گیاهان C4 مانند نیشکر، ارزن مرواریدی، ارقام گرمسیری ذرت و سورگوم هستند که فتوسنتز بهینه آنها در دمای ۳۰ تا ۳۵ درجه سانتیگراد اتفاق می‌افتد. زیرگروه چهارم (گروه گرم ۲) گونه‌هایی از گیاهان C4 مانند ارقام مناطق معتدله و گرمسیری مرتفع ذرت و سورگوم هستند که فتوسنتز بهینه آنها در دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتیگراد اتفاق می‌افتد (۳۱). این گروه‌بندی در روش بوم‌شناسی زراعی، بر اساس پتانسیل ژنتیکی محصول و سرعت فتوسنتز گیاهی انجام گرفته و در مطالعات متعددی مورد استفاده قرار گرفته است (۸، ۳۰، ۲۸، ۲۵، ۲ و ۲).

در طبقه بندی مذکور محصولات گروه خنک ۱ شامل یونجه، لوبیا، کلم، نخود، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، چغندر قند، گندم و گروه گرم ۱ شامل یونجه، مرکبات، پنبه، بادام‌زمینی، فلفل، برنج، گلرنگ، سویا، آفتابگردان، تنباکو و گروه خنک ۲ بعضی از ارقام ذرت و سورگوم و گروه گرم ۲ شامل ذرت، سورگوم، نیشکر است. زیرگروه اول (گروه خنک) گونه‌هایی از گیاهان C3 مانند گندم، جو، سیب‌زمینی و ارقام معتدله و گرمسیری مرتفع لوبیا هستند که فتوسنتز مطلوب آنها در دمای ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتیگراد انجام می‌گیرد. زیرگروه دوم (گروه گرم ۱) گونه‌هایی از گیاهان C3 مانند سیب‌زمینی شیرین، سویا، برنج، پنبه، گوجه‌فرنگی و ارقام گرمسیری لوبیا هستند که فتوسنتز مطلوب آنها در دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتیگراد انجام می‌گیرد. زیرگروه سوم (گروه

نتایج و بحث

بر مبنای دستورالعمل روش بوم شناسی زراعی و بر اساس داده‌های بلندمدت ایستگاه هواشناسی سینوپتیک قزوین، تولید ناخالص ماده خشک گیاه مینا (Y_0) محاسبه شده است (جدول ۳). پس از محاسبه تولید ناخالص ماده خشک گیاه مینا (Y_0) در گام بعد ضرایب تصحیح مربوط به گونه محصول، اثر اقلیم، درجه حرارت و ضریب برداشت محصول برای محاسبه عملکرد پتانسیل ترکیب کشت شبکه آبیاری دشت قزوین اعمال شده است (جدول ۴).

همانگونه که اشاره شد عملکرد پتانسیل محصول در شرایط تأمین کامل نهاده‌ها محاسبه شده است. در شکل ۲ میزان خلاء عملکرد (اختلاف عملکرد پتانسیل و عملکرد واقعی) هر یک از محصولات در ترکیب کشت شبکه آبیاری دشت قزوین نشان داده شده است.

بر اساس رابطه ۸ و با توجه به مساحت تحت کشت هر محصول، خلاء عملکرد در ترکیب کشت محصولات عمده زراعی دشت قزوین، ۳۳۳۹ (کیلوگرم در هکتار) محاسبه شده است. همچنین میانگین خلاء عملکرد با توجه به ترکیب کشت، خلاء عملکرد هر محصول و سطح تحت کشت محصولات در شبکه آبیاری دشت قزوین ۲۶/۲۳ درصد بوده است. به عبارتی عملکرد محصولات در ترکیب کشت شبکه آبیاری دشت قزوین به ۷۴ درصد از عملکرد پتانسیل نزدیک شده است. با توجه به آنکه قرار گیری عملکرد واقعی در بازه ۷۵ تا ۸۵ درصد از عملکرد پتانسیل را ثبات نسبی عملکرد (عملکرد قابل حصول) تعریف نموده‌اند (۴)، بر این اساس عملکرد ترکیب کشت محصولات عمده زراعی در سطح شبکه آبیاری دشت قزوین، در سطح عملکرد قابل حصول بوده است.

میانگین خلاء عملکرد که نشان دهنده اختلاف بین عملکرد پتانسیل و واقعی در سطح شبکه آبیاری دشت قزوین، بر اساس رابطه ۸ محاسبه شده است (۳۴).

$$Y_{GAP} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_m - Y_a)_i \times a_i}{\sum_{i=1}^n a_i} \quad (8)$$

که در آن، Y_{GAP} : خلاء عملکرد (تن در هکتار)، Y_a : عملکرد واقعی محصول (تن در هکتار)، a : مساحت تحت کشت هر محصول و i : اندیس مربوط به هر محصول است. متوسط عملکرد واقعی محصولات کشت شده در ترکیب شبکه آبیاری دشت قزوین در جدول ۲ نشان داده شده است (۳۲).

جدول ۲- مقادیر متوسط عملکرد واقعی محصولات در ترکیب کشت شبکه آبیاری دشت قزوین (کیلوگرم در هکتار)

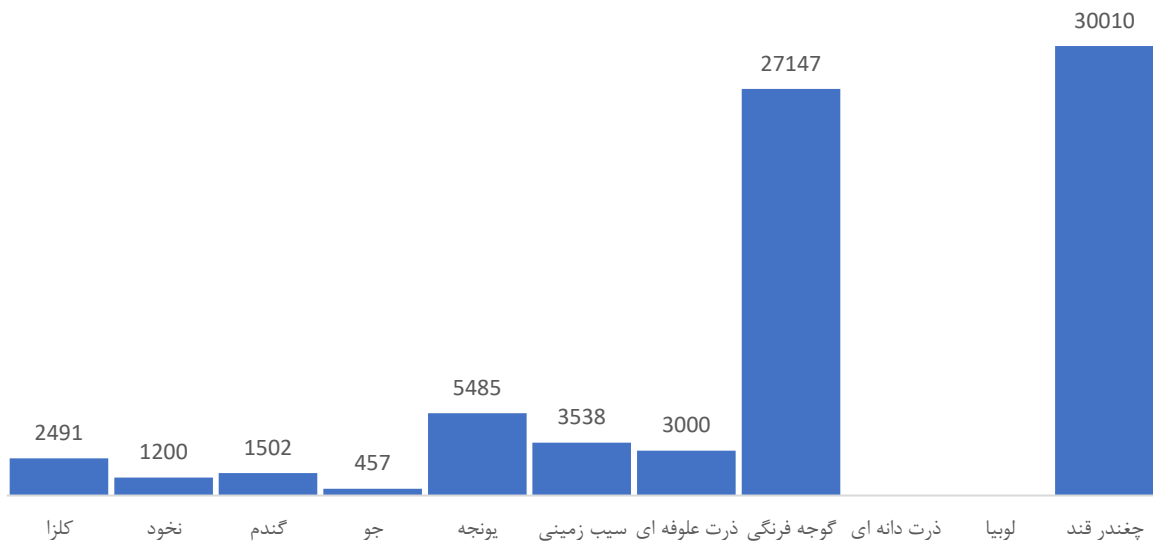
گیاه	Ya
کلزا	۱۵۰۹
نخود	۲۰۰۰
گندم	۴۶۰۲
جو	۴۰۷۰
یونجه	۱۲۰۰۰
سیب‌زمینی	۳۸۴۶۲
ذرت علوفه‌ای	۵۲۰۰۰
گوجه‌فرنگی	۵۶۴۲۴
ذرت دانه‌ای	۱۱۱۰۴
لوبیا	۳۰۳۴
چغندر قند	۳۴۹۹۰

جدول ۳- مقادیر محاسباتی پارامترهای مورد نیاز در برآورد تولید ماده خشک ناخالص گیاه مینا

ماه	n	N	Rse	Ra	Rs	F	yc	y0
فروردین	۷/۵۳	۱۳/۱۴	۳۴۷/۸۱	۱۴/۶۶۷	۴۶۴/۱۷	۰/۴۱	۴۶۴/۲۲	۲۴۵/۲۹
اردیبهشت	۹/۰۸	۱۴/۰۹	۳۹۷/۴۷	۱۶/۴	۵۵۳/۶۳	۰/۳۷	۴۷۶/۷۰	۲۵۲/۲۷
خرداد	۱۱/۶۴	۱۴/۶۱	۴۲۰/۱۷	۱۷/۲	۶۵۷/۸۱	۰/۲۷	۴۹۹/۷۶	۲۵۶/۴۳
تیر	۱۱/۴۹	۱۴/۳۹	۴۱۲/۲۷	۱۶/۷	۶۳۹/۶۳	۰/۲۸	۴۹۱/۸۶	۲۶۱/۱۷
مرداد	۱۱/۱۵	۱۳/۵۴	۳۷۴/۵۱	۱۵/۳۸	۶۰۰/۴۴	۰/۲۴	۴۵۵/۳۷	۲۴۰/۴۷
شهریور	۱۰/۲۵	۱۲/۴۲	۳۱۰/۸۵	۱۳/۰۵	۵۱۰/۱۴	۰/۲۲	۳۹۸/۰۷	۲۵۰/۸۷
مهر	۷/۷۸	۱۱/۲۷	۲۳۸/۳۵	۱۰/۵۰	۳۶۸/۶۰	۰/۲۸	۳۲۹/۴۱	۱۶۴/۹۱
آبان	۶/۰۸	۱۰/۲۳	۱۷۲/۶۵	۷/۹۱	۲۵۵/۵۸	۰/۳۲	۲۶۲/۲۹	۱۲۵/۲۱
آذر	۴/۵۷	۹/۶۸	۱۴۰/۳۹	۶/۵۱	۱۸۶/۸۵	۰/۴۱	۲۲۷/۸۶	۱۰۵/۳۱
دی	۵/۱۵	۹/۹۸	۱۵۳/۰۲	۷/۳۱	۲۱۹/۲۷	۰/۳۵	۲۴۱/۷۵	۱۱۲/۹۵
بهمن	۵/۹۹	۱۰/۹۳	۲۱۰/۱۹	۹/۳۳	۲۸۸/۵۶	۰/۳۹	۳۰۱/۳۵	۱۴۸/۳۸
اسفند	۶/۲۷	۱۱/۹۰	۲۷۵/۷۸	۱۲/۰۵	۳۶۵/۰۴	۰/۴۲	۳۶۴/۷۴	۱۸۶/۰۷

جدول ۴- مقدار عملکرد پتانسیل محصولات در ترکیب کشت شبکه آبیاری دشت قزوین (کیلوگرم در هکتار)

گیاه	G	cL	cN	cH	Ym
کلزا	۲۵۵	۰/۵	۰/۵	۰/۳	۴۰۰۰
نخود	۱۱۳	۰/۵	۰/۵	۰/۳	۳۲۰۰
گندم	۲۴۸	۰/۵	۰/۶	۰/۵۵	۶۱۰۴
جو	۲۳۰	۰/۵	۰/۶	۰/۴	۴۵۲۷
یونجه	۲۳۰	۰/۵	۰/۶	۰/۶	۱۷۴۸۵
سیب‌زمینی	۱۴۰	۰/۵	۰/۵۵	۰/۶۵	۴۲۰۰۰
ذرت علوفه‌ای	۱۲۵	۰/۵	۰/۵۵	۰/۷۵	۵۵۰۰۰
گوجه‌فرنگی	۱۳۵	۰/۵	۰/۶	۰/۷۵	۸۳۵۷۱
ذرت دانه‌ای	۱۵۵	۰/۵	۰/۵	۰/۴	۹۳۷۰
لوبیا	۱۱۰	۰/۵	۰/۵	۰/۳	۲۹۱۱
چغندر قند	۱۶۵	۰/۵	۰/۶	۰/۶۵	۶۵۰۰۰



شکل ۲- مقادیر خلاء عملکرد (کیلوگرم بر هکتار) در محصولات ترکیب کشت شبکه آبیاری دشت قزوین

گندم در سطح شبکه آبیاری دشت قزوین به میزان ۲۵ درصد بوده است. این در حالی است که بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده، عملکرد واقعی گندم (گندم دیم و آبی) در کل استان قزوین، ۳۷ درصد عملکرد پتانسیل بوده و میزان خلاء عملکرد گندم در سطح کل دشت قزوین به میزان ۶۳ درصد برآورد شده است (۱۵). از دیدگاه کلان وجود شبکه مدرن آبیاری دشت قزوین و مدیریت بهینه منابع آبی در سطح شبکه آبیاری دشت قزوین، باعث کاهش ۶۰ درصدی خلاء عملکرد گندم در مقایسه با سایر نقاط حوزه آبریز دشت قزوین شده است. مهمترین دلایل تفاوت خلاء عملکرد در سطح شبکه آبیاری و اراضی کل دشت قزوین را می‌توان به وجود منابع آبی پایدار در سطح شبکه (سد مخزنی طالقان)، وجود شبکه آبیاری مدرن، خاک حاصلخیز در سطح شبکه آبیاری و... مرتبط دانست به نحوی که تاثیر گذاری عوامل مذکور باعث اختلاف در خلاء عملکرد در سطح شبکه آبیاری و اراضی کل دشت شده است.

یافته‌های تحقیق، نشان داد عملکرد پتانسیل یونجه در سطح شبکه آبیاری دشت قزوین، بدون در نظر گرفتن محدودیت‌های مرتبط با خاک منطقه ۱۷۴۸۵ کیلوگرم بر هکتار بوده است. این در حالی است که بر اساس نتایج مطالعات انجام شده در شبکه آبیاری قزوین، عملکرد پتانسیل محصول یونجه با در نظر گرفتن محدودیت‌های مرتبط با خاک منطقه ۱۵۰۳۱ کیلوگرم بر هکتار بوده است. به عبارتی محدودیت‌های خاک، باعث کاهش پتانسیل عملکرد به میزان ۲۴۵۴ کیلوگرم بر هکتار (کاهش ۱۴ درصدی عملکرد پتانسیل) در کشت یونجه در سطح شبکه آبیاری دشت قزوین شده است (۳۲). همچنین یافته‌های تحقیق نشان داد خلاء عملکرد محصول گندم در سطح شبکه آبیاری دشت قزوین به میزان ۱۵۰۲ کیلوگرم بر هکتار بوده که با نتایج مطالعات انجام شده با محوریت تحلیل خلاء عملکرد محصول گندم در این منطقه، تطابق مناسبی داشته است (۱۷). نتایج تحقیق حاضر نشان داد خلاء عملکرد

۷۹/۶ درصد و ذرت و سویای بهاره ۹۳ درصد بوده که این امر موید اثرگذاری قابل توجه شبکه‌های مدرن آبیاری در کاهش خلاء تولید محصولات کشاورزی است (۱۳). به عبارتی وجود شبکه‌های مدرن آبیاری به دلیل مدیریت دقیق تر منابع آبی منجر به کاهش خلاء تولید محصولات شده است. به منظور مقایسه نتایج برآورد عملکرد پتانسیل و خلاء عملکرد برخی محصولات در سایر نقاط کشور نیز در جدول ۵ نشان داده شده است.

لیکن نکته حائز اهمیت آن است که در سطح شبکه آبیاری دشت قزوین همه محصولات به سطح عملکرد قابل حصول (۷۵ تا ۸۵ درصد عملکرد پتانسیل) نرسیده و در محصولاتی مانند کلزا، چغندر قند، گوجه‌فرنگی و یونجه خلاء عملکرد بالایی وجود داشته است. مطالعات انجام شده در سطح شبکه مدرن آبیاری دشت مغان نیز نشان داد میانگین سه سال اخیر تولید حداکثر هر محصولات نسبت به تولید پتانسیل، به ترتیب برای گندم ۸۲/۵ درصد، جو ۹۵/۹۶، چغندر پاییزه ۹۱/۶ درصد و پنبه

جدول ۵- مقایسه عملکرد پتانسیل محاسباتی و خلاء عملکرد محصولات مختلف زراعی در سطح کشور

منبع	خلاء عملکرد (درصد)	میانگین عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد پتانسیل (کیلوگرم بر هکتار)	بازه زمانی	منطقه	محصول
(۲۸)	۲۲	۴۳۰۰	۵۵۳۰/۹۵	-	تبریز	گندم آبی
(۳۹)	۶۱	۳۴۰۰	۸۸۰۰	۱۳۸۰-۱۳۹۴	ایران	گندم آبی
(۱۱)	۵۱	۳۹۳۶	۸۰۲۹	۱۳۹۲-۱۳۹۴	گلستان	گندم آبی
(۲۳)	۴۸	۳۲۰۰	۶۲۰۰	۱۳۷۵-۱۳۸۵	خراسان شمالی	گندم آبی
(۲۳)	۴۹	۳۵۰۰	۶۹۰۰	۱۳۷۵-۱۳۸۵	خراسان رضوی	گندم آبی
(۲۳)	۴۶	۲۶۰۰	۴۸۰۰	۱۳۷۵-۱۳۸۵	خراسان جنوبی	گندم آبی
(۲)	۳۷	۶۰۰۰	۹۵۵۶۰	۱۳۹۷-۱۳۹۸	ابهر	ذرت علوفه ای
(۲)	۶۳	۶۵۰۰۰	۱۷۸۰۰۰	۱۳۹۷-۱۳۹۸	ابهر	گوجه فرنگی
(۲)	۲۵	۸۶۰۰۰	۱۱۴۱۰۰	بلند مدت	شهرکرد	ذرت علوفه ای
(۶)	۵۸	۲۲۰۰۰	۵۲۰۰۰	میانگین ده ساله	گرگان	سیب زمینی
(۱۸)	۴۳	۴۹۷۰۰	۸۷۷۰۰	۱۳۸۴-۱۳۹۳	خراسان	چغندر قند
(۱۷)	۲۹-۵۸	-	-	-	ایران	گندم

شیبی مثبت که نشان دهنده پتانسیل ژنتیکی عملکرد ارقام اصلاح شده جدید است، افزایش یابد (۲۴). با توجه به اینکه ضریب عملکرد کسر حاصل از عملکرد واقعی بر عملکرد پتانسیل است، بهترین کارایی ۱ و عدم کارایی، صفر می‌باشد فلذا هرچه عدد کارایی به ۱ نزدیک باشد، نشان دهنده کارایی بیشتر تولید خواهد بود. جدول ۶ کارایی تولید محصولات مختلف در شبکه آبیاری دشت قزوین را نشان داده است. بر این اساس محصولاتی همچون کلزا، نخود، گوجه فرنگی و یونجه دارای کارایی تولید پائین و ذرت دانه‌ای و لوبیا، دارای بالاترین کارایی تولید بوده است.

جدول ۶- مقادیر ضریب عملکرد محصولات در ترکیب

کشت شبکه آبیاری دشت قزوین (درصد)

گیاه	ضریب عملکرد محصول
کلزا	۰/۳۸
نخود	۰/۶۳
گندم	۰/۷۵
جو	۰/۹۰
یونجه	۰/۶۹
سیب‌زمینی	۰/۹۲
ذرت علوفه‌ای	۰/۹۵
گوجه‌فرنگی	۰/۶۸
ذرت دانه‌ای	۱
لوبیا	۱
چغندر قند	۰/۵۴

نتایج گزارش شده توسط سایر محققان نشان دهنده آن است که مهمترین مشکل خلاء عملکردهای بالای گیاهان زراعی در ایران شیوه‌های مدیریتی ناکارآمد در مزارع کشاورزان از قبیل عدم رعایت تناوب زراعی صحیح، عدم مصرف بهینه نهاده‌ها، عدم انتخاب زمان کاشت مناسب و عدم رعایت الگوهای مناسب کشاورزی پایدار است (۲). از سوی دیگر تفاوت‌های اقلیمی محدودیت‌های کمی و کیفی منابع آب بعنوان عوامل مهم محدود کننده تولید بوده و این عوامل موجب تفاوت شکاف عملکرد در نقاط مختلف کشور شده است. تا زمانی که خلاء عملکرد بالا بوده و عملکرد واقعی تفاوت قابل توجهی با پتانسیل عملکرد داشته باشد روش‌های مدیریتی راهکار اصلی برای پرکردن خلاء عملکرد است. بر اساس مطالعات انجام شده در نقاط مختلف جهان، شکاف بین عملکرد پتانسیل و واقعی برای محصولات مختلف ممکن است از ۲۰ تا ۸۰ درصد متغیر باشد (۲۰). دستیابی به پتانسیل عملکرد به ندرت در محصولات زراعی حاصل می‌شود و در عمل تنها بخشی از آن به عنوان محصول واقعی از مزرعه برداشت می‌شود. ون ایترسام و همکاران (۳۷) با بررسی مطالعات مختلف در سراسر جهان، ۸۰ درصد عملکرد پتانسیل را عملکرد قابل دستیابی و نقطه هدف برای برنامه‌ریزی معرفی کرده‌اند. نکته حائز اهمیت آن است که عملکرد پتانسیل بوسیله درجه حرارت، تشعشع و غلظت دی اکسید کربن و آن دسته از صفات ژنتیکی که بر طول دوره رشد تاثیر می‌گذارد، تعیین می‌شود لذا به طور کلی انتظار می‌رود عملکرد پتانسیل در طی زمان با

یافته‌های تحقیق نشان داد خلاء عملکرد محصول استراتژیک گندم در سطح شبکه آبیاری دشت قزوین به میزان ۱۵۰۲ کیلوگرم بر هکتار (۲۵ درصد) بوده است. از دیدگاه کلان وجود شبکه مدرن آبیاری دشت قزوین و مدیریت بهینه منابع آبی در سطح شبکه آبیاری دشت قزوین، باعث کاهش ۶۰ درصدی خلاء عملکرد گندم در مقایسه با سایر نقاط حوزه آبریز دشت قزوین شده است. مهمترین دلایل تفاوت خلاء عملکرد در سطح شبکه آبیاری و اراضی کل دشت قزوین را می‌توان به وجود منابع آبی پایدار در سطح شبکه (سد مخزنی طالقان)، وجود شبکه آبیاری مدرن، خاک حاصلخیز در سطح شبکه آبیاری و... مرتبط دانست به نحوی که تاثیر گذاری عوامل مذکور باعث اختلاف در خلاء عملکرد در سطح شبکه آبیاری و اراضی کل دشت شده است. با توجه به آنکه در شرایط عملی دستیابی به عملکردهای پتانسیل بسیار دشوار است در چنین شرایطی می‌بایست شکاف میان عملکرد واقعی با عملکرد قابل حصول کاهش یابد. تا زمانی که خلاء عملکرد بالا بوده و عملکرد واقعی تفاوت قابل توجهی با پتانسیل عملکرد داشته باشد روش‌های مدیریتی راهکار اصلی برای پر کردن خلاء عملکرد است.

ملاحظات اخلاقی پیروی از اصول اخلاق پژوهش

همکاری مشارکت‌کنندگان در تحقیق حاضر به صورت داوطلبانه و با رضایت آنان بوده است.

حامی مالی

هزینه تحقیق حاضر نویسندگان مقاله تامین شده است.

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده‌پردازی و نگارش: افشین یوسف گمرکچی

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

با توجه به آنکه ضریب عملکرد نشان دهنده میزان توسعه نظام تولید در یک منطقه است لذا تمرکز هرچه بیشتر بر ارتقاء نظام مدیریت مزرعه (مدیریت صحیح آبیاری، مبارزه با آفات و بیماری‌ها، استفاده از ارقام پر محصول و سازگار با اقلیم موجود منطقه) و بهینه سازی عملیات زراعی نظیر تراکم کاشت و تاریخ کاشت در محصولاتی که دارای خلاء تولید بالایی هستند، می‌تواند نقش موثری در مدیریت بهینه منابع آب و امکان افزایش تولید در واحد سطح داشته باشد. این در حالی است که الگوی کشت و سطوح تحت کشت محصولات عمده زراعی در سطح شبکه آبیاری دشت قزوین علیرغم کاهش مقدار آب تخصیص یافته، در طی ده سال گذشته تقریباً ثابت بوده است (۱۲). بر این اساس با توجه به مشکلات کم آبی در سطح شبکه آبیاری دشت قزوین، افزایش تولید از طریق افزایش سطح زیر کشت امکان‌پذیر نیست. بنابراین بهترین راهکار مدیریت بهینه منابع آبی موجود و حفظ توان تولید در سطح شبکه، تمرکز بر کاهش خلاء تولید محصولات است.

نتیجه‌گیری

یکی از مهمترین دستاوردهای محاسبه عملکرد پتانسیل، به دست آوردن اختلاف عملکرد در محصولات مختلف در منطقه می‌باشد. با استفاده از چنین داده‌هایی می‌توان مدیریت کشاورزی محصولات مختلف در یک منطقه را ارزیابی نموده و در نهایت اولویت کشت هر محصول را تبیین کرد. کمی‌سازی ظرفیت تولید هر هکتار از مزارع برای تصمیم‌گیری، پژوهش‌ها، توسعه و سرمایه‌گذاری و برای کمک به کشاورزان محلی در تصمیم‌گیری‌های مزرعه‌ای مورد نیاز است. در این راستا آنالیز خلاء عملکرد، تخمین کمی از امکان افزایش در ظرفیت تولید برای یک ناحیه مشخص را فراهم می‌آورد در چنین شرایطی شاید بهتر باشد به‌عنوان گام نخست، شکاف میان عملکرد واقعی در یک منطقه با عملکرد سهل‌الوصول (عملکردی که کشاورزان پیشرو منطقه به آن دست یافته‌اند) کاهش یابد. توفیق در این زمینه علاوه بر بهبود عملکردهای هر منطقه، مطمئناً تأثیر به‌سزایی در زمینه اقتصاد تولید و صرفه‌جویی آب به همراه خواهد داشت.

پیشنهادها

نتایج برآورد عملکرد پتانسیل در سطح شبکه آبیاری دشت قزوین نشان دهنده آن است که همه محصولات به سطح عملکرد قابل حصول (۷۵ تا ۸۵ درصد عملکرد پتانسیل) نرسیده و در محصولاتی مانند چغندر قند، گوجه‌فرنگی و یونجه خلاء عملکرد زیادی وجود داشته است. همچنین

Oveisi, M. 2020. Estimating the potential yield of forage maize and tomato crops under radiation-thermal condition of "Abhar" region, Iran. Journal of Agricultural Meteorology, 8 (2): 14-25. [In Persian].

3. Bhatia, V. S., Singh, P., Wani, S. P., Chauhan, G. S., Rao, A. V. R., Mishra, A. K., and Srinivas, K. 2008. Analysis of potential yields and yield gaps of rainfed

References

- Ahmadi Alipour, H., Soltani, A., Kazemi, H., and Nehbandani, A. 2018. Zoning Golestan Province in terms of the ability and the wheat production gap using a simulation model (SSM). Crops Improvement, 20 (1): 129-144. [In Persian].
- Bayat, F., Jahansuz, M. R., Hosseini, M. B., Sarmadian, F., Peykani Machiani, G., and

- soybean in India using CROPGRO-Soybean model. *Agricultural and Forest Meteorology Journal*, 148: 1252-1265.
4. Cassman, K.G., Dobermann, A., Walters, D.T., and Yang, H.S. 2003. Meeting cereal demand while protecting natural resources and improving environmental quality. *Ann. Rev. Environ. Resour.* 28:315-358.
 5. Chimeh, T., Ebrahimi, K., Horfer, A.H., and Iraqinejad, Sh. 2014. Evaluation of economic value of agricultural water with pricing approach based on product type in Qazvin plain. *Water Research in Agriculture*, 28(1):171-181. [In Persian].
 6. Dadrasi, A., Torabi, B., Rahimi, A., Soltani, A., and Zeinali, E. 2021. Determination of Potato (*Solanum tuberosum* L.) yield gap in Golestan Province. *Journal of Agroecology*, 12(4):613-633.
 7. De Wit, C.T. 1968. Plant production. In: *miscellaneous Papers Landbouw Hoge School, Wageningen No. 3*: 25-50.
 8. De Wit, C.T., Goudrrian, J., Van Laar, H.H., Penning de Vries, F.W.T., Rabbinge, R., Van Keulen, H., Louwerse, W., Sibma, L. and De Jonge, C. 1978. *Simulation of Assimilation, Respiration and Transpiration of Crops*, Wageningen, Netherlands: PUDOC, 140 pp.
 9. Doorenbos, J., and Kassam, A.H. 1979. *Yield response to water. Irrigation and Drainage Paper n. 33*. FAO, Rome, Italy, 193 pp.
 10. Elliott, J., Müller, C., Deryng, D., Chryssanthacopoulos, J., Boote, K. J., Büchner, M., Foster, I., Glotter, M., Heinke, J., Iizumi, T., Izaurralde, R. C., Mueller, N. D., Ray, D. K., Rosenzweig, C., Ruane, A. C., and Sheffield, J. 2015. The global gridded crop model inter comparison: data and modeling protocols for phase 1. *Geosci. Model Dev.* 8 (2): 261-277.
 11. Hajjarpou, A., Soltani, A., Zeinali, E., Kashiri, H., and Aynehband, A. 2017. Evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) yield gap in Golestan province of Iran using comparative performance analysis (CPA) method. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 19(2): 86-101. (In Persian).
 12. Hoseini, M., Mazandaranzadeh, H., and Nazari, B. 2021. Simultaneously Management of Surface and Groundwater Resources and Increasing Farmers' Resilience to Water Scarcity by Predicting the Price of Agricultural Products and using GA (Case Study of Irrigation and Drainage Network of Qazvin Plain). *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 52 (2): 563-576. [In Persian].
 13. Izadfard, A., Sarmadian, F., Jahansooz, M.R., Peikani, G., and Chaichi, M.R. 2017. Comparison between AquaCrop and radiation-thermal production potential models for potential yield estimation in part of Moghan plain, Ardabil Province, Iran. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 48 (4): 853-864. [In Persian].
 14. Jalali, A.H., and Salemi, H.R. 2017. Increasing Water Productivity by Decreasing the Discrepancy between Average Potato Yield in the Region and Its Performance in Pioneer Farms (A Case study of Fereidan Region, Isfahan). *Journal of Land Management*, 5(1):31-41. [In Persian].
 15. Jenab, M., and Nazari, B. 2018. Estimating Of Wheat Yield and Water Productivity Gap Using GYGA Protocol in Qazvin Province. *Journal of Water Research in Agriculture*, 32 (1): 41-55. [In Persian].
 16. Kassam, A.H. 1977. *Net biomass production and yield of crops. Present and potential land use by agro-ecological zones project*. Rome, FAO.
 17. Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2019. Yield Monitoring for Wheat and Sugar beet in Khorasan Province: 2-Estimation of Yield Gap. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 17 (1): 15-38. [In Persian].
 18. Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Mansoori, H., and Moradi, R. 2017. Effect of Climate and Management Factors on Potential and Gap of Wheat Yield in Iran with Using WOFOST Model. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 15(2): 244-256. [In Persian].
 19. Liua, W., Yanga, H., Folberth, C., Wange, X., Luof, Q., and Schuling, R. 2016. Global investigation of impacts of PET methods on simulating crop-water relations for

- maize. *Agricultural and Forest Meteorology*. 221:164-175.
20. Lobell, D.B., Cassman, K.G., and Field, C.B. 2009. Crop yield gaps: their importance magnitudes and causes. *Ann. Rev. Environ. Resour.* 34:179-204.
 21. Meghdadi, N., Soltani, A., Kamkar, B., and Hajarpoor, A. 2014. Agroecological zoning of Zanjan province for estimating yield potential and yield gap in dryland-base chickpea production systems. *Journal of Plant Production Research*, 21 (3): 27-49. [In Persian].
 22. Mirhashemi, S.H., Haghghat Jou, P., Mirzaei, F., and Panahi, M. 2018. The mining association rules for water table fluctuations analysis of Ghazvin city by Apriori algorithm. *Journal of Irrigation and Water Engineering*, 8(31): 140-151. [In Persian].
 23. Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A. 2009. Agroecological zoning of wheat in Khorasan provinces: Estimating yield potential and yield gap. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 7 (2): 695-709. [In Persian].
 24. Nekahi, M.Z., Soltani, A., Siahmarguee, A., and Bagheran, N. 2014. Yield gap of crop and weed management in wheat: case study, Golestan province-Bandar Gaz. *Journal of Crop Production*, 7(2): 135-156. [In Persian].
 25. Rao, N.H., Sarma, P., and Chander, S. 1988. A simple dated water production function for use in irrigated agriculture. *Agric. Water Manage.* 13:25-32.
 26. Seid Jalali, A., Sarmadian, F., Shorafa, M. 2012. Modeling of land production potential for irrigated winter wheat in Aghili region Khuzestan Province. *Iranian Journal of Soil Research*, 27 (4): 427-439. [In Persian].
 27. Senthilkumar, K, Rodenburg, J., and Dieng, I. 2020. Quantifying rice yield gaps and their causes in Eastern and Southern Africa. *Agro Crop Sci.* 206: 478- 490.
 28. Servati, M., Jafarzadeh, A., Ghorbani, M.A., Shahbazi, F., and Davatgar, N. 2013. Comparison of the FAO and Albero Models in Prediction of Irrigated Wheat Production Potentials in the Khajeh region. *Water and Soil Science*, 24 (3): 1-14. [In Persian].
 29. Soltani, A., Hajjarpoor, A., and Vadez, V. 2016. Analysis of chickpea yield gap and waterlimited potential yield in Iran. *Field Crops Research*. 185: 21-30.
 30. Sys, C., Van Ranset, E., Debaveye, J., and Beernaert F. 1993. *Land Evaluation: Crop Requirements*. International Training Center for Post Graduate Soil Scientists, Ghent University, Ghent.
 31. Sys, C., Van Ranst, E., and Debaveye, J. 1991. *Land evaluation. Part I, principles in land evaluation and crop production calculation*. International Training Center for Post Graduate Soil Scientists, Ghent University, Ghent. 274 p.
 32. Taati, A., Sarmadian, F., Mousavi, A., and Rahmani, A. 2015. Agro-ecological zoning for cultivation of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) using RS and GIS. *Scientia Agriculturae*. 9 (2): 93-100.
 33. Uossef Gomrokchi, A. 2014. Investigation of water-production index in Qazvin irrigation network. Final report of the Institute of Technical Research and Agricultural Engineering. [In Persian].
 34. Van Bussel, L.G., Grassini, P., Van Wart, J., Wolf, J., Claessens, L., Yang, H., Boogaard, H., de Groot, H., Saito, K., Cassman, K.G., and van Ittersum, M.K. 2015. From field to atlas: Upscaling of location-specific yield gap estimates. *Field Crops Research*. 177: 98-108.
 35. Van Ittersum, M.K., and Donatelli, M. 2003. Cropping system models: science, software and applications. Special issue *Eur. J. Agron.* 18:187-203.
 36. Van Ittersum, M.K., Cassman, K.G., Grassini, P., Wolf, J., Tittonell, P., and Hochman, Z. 2013. Yield gap analysis with local to global relevance- A Review. *Field Crop Res.* 143:4-17.
 37. Van Wart, J., van Bussel, L.G.J., Wolf, J., Licker, R., Grassini, P., Nelson, A., Boogaard, H., Gerber, J., Mueller, N.D., Claessens, L., van Ittersum, M.K., and Cassman, K.G. 2013. Use of agro-climatic zones to upscale simulated crop yield potential. *Field Crops Res.* 143: 44-55.
 38. Varvani, H., Ganji khoramdell, N., Mardian, M., and bansooleh, B. 2016. Application of regionalism method

- based on cropped ecology for determining yield gap of irrigated wheat in the climate groups of Iran. Iranian Water Researches Journal, 10(3): 11-20. [In Persian].
39. Zahed, M., Soltani, A., Zeinali, E., Torabi, B., Zand, E., and Alimagham, S. 2020. Modeling of irrigated wheat yield potential and gap in Iran. Journal of Crop Production, 12 (3): 35-52. [In Persian].
40. Zhang, Z., Cong, R., Ren, T., Li, H., Zhu, Y., Lu, J. 2020. Optimizing agronomic practices for closing rapeseed yield gaps under intensive cropping systems in China. Journal of Integrative Agriculture. Volume 19 (5): 1241-1249.