Journal of Agroecology
Homepage: https://agry.um.ac.ir/

CC BY

Research Article
Vol. 15, No. 2, Summer 2023, p. 301-317

Estimation of the Yield of Some Rainfed Crops in the Present Irrigated Lands of Iran

Safora Jafar Nodeh[1], Afshin Soltani[2*], Ramtin Joolaei[3], Shahrzad Mirkarimi[3] and Ebrahim Zeinali[2]

Received: 08-07-2021
Revised: 19-01-2022
Accepted: 24-01-2022
Available Online: 24-01-2022

How to cite this article:
Koocheki, A. (2023). Estimation of the yield of some rainfed crops in the present irrigated lands and orchards of Iran. Journal of Agroecology, *15*(2), 301-317.
DOI: 10.22067/agry.2022.71149.1052

Introduction

The occurrence of drought and reduced rainfall in the future will limit the cultivation of irrigated crops. Thus, it is probable that a part of the present irrigated lands and orchards of Iran may be unavailable for the cultivation of irrigated crops, but it is possible to cultivate rainfed crops in these lands. However, the available potential for cultivation of rainfed crops with respect to the soil type, climate and other factors is not known. Limited water resources, on the one hand, and the growing population along with increasing the need to produce food, on the other, make it necessary to have a comprehensive, practical and accurate program. Therefore, research on this issue is essential. In this study, production potential of rainfed wheat (*Triticum aestivum*), barley (*Hordeum vulgare* L.), chickpea (*Cicer arietinum* L.), lentil (*Lens culinaris* Medik) and canola (*Brassica napus*) in irrigated lands (fields and orchards) was modeled.

.

Materials and Methods

Weather stations (position and distribution), long-term weather data (15 to 30 years), HC27 soil map, and crop management data plant parameters were used to determine the yield in this study using the SSM-iCrop2 model. In each zone, the yield was determined and compared with the actual data. In other words, the model output was compared with the actual current rainfed yields of each province, and then it was determined that whether the model precision was sufficient for this study. Other calculations (determining the average yield of provinces) and generation of maps were done using ArcGIS V.10.2. The yield obtained by farmers in these lands was considered 50 and 70 percent of yield potential. Also, the yields were categorized into four classes of excellent, good, medium, and non-suitable. This classification is based on economics- the agronomic profit of crop harvest.

Results and Discussion

This study showed that the conditions of rainfed production in each province of the country is suitable/appropriate for some crops and unsuitable/inappropriate for other. In case the yield of farmers reached 70 percent of yield potential by optimum management, all provinces will be classified into the upper average group (3, 18 and 10 provinces in excellent, good and medium groups) for wheat. For barley 30 (3, 10 and 17 provinces in excellent, good and medium groups), for chickpea 30 (3, 6 and 21 provinces in excellent, good and

1-Ph.D. Student of Agroecology, Department of Agroecology, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
2-Professor and Associate Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, respectively.
3-Associate Professor and Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Agricultural Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, respectively.
(*- Corresponding author's Email: Afshin.soltani@gmail.com)

medium groups), for lentil 31 (13 and 18 and 10 provinces in good and medium groups) and for canola 30 (4, 5 and 21 provinces in excellent, good and medium groups) provinces will be placed in the upper average group. Based on 70 percent of yield potential of canola, barley and chickpea, only on province is placed in non-suitable group. On the other hand, in case the yield of farmers reaches 50 percent of yield potential due to improper management, for wheat 30 (2, 2 and 26 provinces in excellent, good and medium groups), for barley 28 (4 and 24 provinces in good and medium groups), for chickpea 18 (4 and 14 provinces in good and medium groups), for lentil 28 (3 and 10 provinces in good and medium groups) and for canola 25 (5 and 20 provinces in good and medium groups) will be classified into the upper average group. Based on 50 percent of yield potential of rainfed wheat, barley, canola, chickpea and lentil, 1, 3, 6, 13 and 3 provinces were placed in non-suitable group, respectively.

Conclusion

According to the results of this study, a major part of the provinces will be placed in medium and non-suitable groups in case of improper management, and agricultural production will not satisfy the country's needs. Therefore, it is necessary to pay special attention to the agronomic management of rainfed crops, as the country's agricultural production will not be accepted unless 70 percent of yield potential is achieved.

Keywords: Attainable yield, Cereals, GYGA protocol, Modeling, Pulses

نشریه بوم شناسی کشاورزی
Homepage: https://agry.um.ac.ir/

مقاله پژوهشی
جلد ۱۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ص ۳۱۷-۳۰۱

برآورد عملکرد برخی از محصولات زراعی دیم در اراضی آبی زراعی و باغی فعلی کشور

صفورا جافر نوده[۱]، افشین سلطانی[۲*]، رامتین جولایی[۳]، شهرزاد میرکریمی[۳] و ابراهیم زینلی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۱۷
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۰/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۰۴

چکیده

با توجه به وقوع کم‌آبی در آینده، احتمال می‌رود بخشی از زمین‌های آبی و باغی فعلی کشور، امکان کشت محصولات آبی را نداشته باشند، ولی احتمال دارد بتوان در این اراضی تولیدات دیم به‌عمل آورد. امّا این که با توجه به نوع خاک و اقلیم چه پتانسیلی برای کشت محصولات دیم وجود دارد، نامشخص است. بنابراین، در این مطالعه پتانسیل تولید محصولات گندم (*Triticum aestivum*)، جو (*Hordeum vulgare* L.)، نخود (*Cicer arietinum* L.)، عدس (*Lens culinaris* Medik) و کلزا (*Brassica napus*) به‌صورت کشت دیم در اراضی آبی (زراعی و باغی) فعلی مدل-سازی شد. برای تعیین عملکرد از مدل SSM-iCrop2 و برای رسم نقشه‌ها از ArcGIS استفاده شد. عملکرد کشاورزان در این اراضی به دو صورت ۵۰ و ۷۰ درصد پتانسیل عملکرد در نظر گرفته شد. همچنین عملکردهای حاصله به چهار گروه عالی، خوب، متوسط و نامناسب طبقه‌بندی شدند. این طبقه‌بندی بر اساس صرفه اقتصادی – زراعی برای برداشت محصول می‌باشد. چنانچه با مدیریت مطلوب عملکرد کشاورزان به ۷۰ درصد پتانسیل برسد برای گندم دیم همه استان‌ها در گروه متوسط به بالا (۳، ۱۸ و ۱۰ استان در گروه عالی، خوب و متوسط) قرار می‌گیرند، برای جو دیم ۳۰ (۳، ۱۰ و ۱۷ استان در گروه عالی، خوب و متوسط) و نخود دیم ۳۰ (۳، ۶ و ۲۱ استان در گروه عالی، خوب و متوسط)، عدس دیم ۳۱ (۱۳ و ۱۸ استان در وضعیت خوب و متوسط) کلزا ۳۰ استان (۴، ۵ و ۲۱ استان در گروه عالی، خوب و متوسط) در گروه متوسط به بالا قرار خواهند گرفت. بر اساس ۷۰ درصد پتانسیل عملکرد کلزا، جو و نخود فقط یک استان در گروه نامناسب قرار گرفته است. از طرفی، اگر با مدیریت نامناسب، عملکرد کشاورزان به ۵۰ درصد عملکرد پتانسیل برسد برای گندم دیم ۳۰ (۲، ۲ و ۲۶ استان در گروه عالی، خوب و متوسط)، برای جو دیم ۲۸ (۴ و ۲۴ استان در گروه خوب و متوسط) و نخود دیم ۱۸ (۴ و ۱۴ استان در گروه خوب و متوسط)، عدس دیم ۲۸ (۳ و ۲۵ استان در وضعیت خوب و متوسط) کلزا ۲۵ استان (۵ و ۲۰ استان در گروه خوب و متوسط) در گروه متوسط به بالا قرار خواهند گرفت. بر اساس ۵۰ درصد پتانسیل عملکرد گندم، جو، کلزا، نخود و عدس دیم به‌ترتیب ۱، ۳، ۶، ۱۳ و ۳ استان در گروه نامناسب قرار گرفتند. طبق نتایج این مطالعه، در صورتی‌که مدیریت نامناسبی صورت گیرد، بخش عمده‌ای از استان‌های کشور از نظر عملکرد در گروه متوسط و نامناسب قرار خواهند گرفت و تولیدات کشاورزی پاسخگوی نیاز کشور نخواهد بود. بنابراین، لازم است برای کشت محصولات دیم به مدیریت‌های زراعی توجه ویژه‌ای اختصاص یابد، زیرا تنها در صورتی که ۷۰ درصد پتانسیل عملکرد حاصل شود، تولیدات کشاورزی کشور در وضعیت قابل قبولی قرار خواهد گرفت.

واژه‌های کلیدی: پروتکل گیگا، حبوبات، عملکرد قابل دستیابی، غلات، مدل‌سازی

مقدمه

طبق برآورد وزارت نیرو، سطح مجاز (پایدار) برداشت آب برای

۱- دانشجوی دکترای زراعت، گروه اگرواکولوژی، دانشکده تولید گیاهی،دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.
۲- به‌ترتیب استاد و دانشیار، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.
۳- به‌ترتیب دانشیار و استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: Afshin.soltani@gmail.com)
DOI: 10.22067/agry.2022.71149.1052

مصارف کشاورزی ۶۱/۷ میلیارد مترمکعب در سال است (ABFA, 2018) و حدود ۲۴ میلیارد مترمکعب در سال اضافه برداشت آب در کشاورزی وجود دارد، به‌دلیل توسعه بیش از حد کشت محصولات آبی، برآورد اضافه برداشت آب حتی از استانداردهای شناخته شده بین‌المللی بیش‌تر است(Fader et al., 2013). در گزارش‌های اخیر، آب تجدیدپذیر، سالانه در حدود ۱۰۰ تا ۱۱۰ میلیارد مترمکعب کاهش یافته و اختصاص پایدار آن از منظر زیست‌محیطی ۴۰ درصد اعلام شده است (Soltani et al., 2019). میزان اضافه برداشت آب با توجه به میزان تغذیه (۳۹/۶ میلیارد مترمکعب) و تخلیه آب‌های زیر زمینی (۴۹/۳ میلیارد مترمکعب) ۱۰ میلیارد مترمکعب برای مصارف کشاورزی می‌باشد. همچنین حجم بارش در دوره کوتاه‌مدت (۳۳۴±۵۴ میلیارد مترمکعب) نسبت به دوره ۵۰ ساله (۴۰۳±۸۶ میلیارد مترمکعب) با کاهش ۱۷ درصدی همراه بوده است (Nasseri et al., 2017). بنابراین، جهت آبیاری محصولات آبی، کمبود آب وجود دارد. کل اراضی قابل کشت کشور ۱۴/۳ میلیون هکتار شامل ۵/۹ میلیون هکتار اراضی دیم و ۸/۴۱ میلیون هکتار آن اراضی آبی می‌باشد و بیش از ۹۰ درصد محصولات زراعی فعلی در ایران از اراضی آبی برداشت می‌شود (Soltani et al., 2020a) که ۲۰ درصد بیش‌تر از میانگین جهانی (Keating et al., 2014) است و نشان می‌دهد، کشاورزی در ایران به‌شدت به آبیاری وابسته است. در شرایط کمبود آب انتظار می‌رود با مدیریت فعلی میزان تولیدات گیاهی از ۱۰۳ میلیون تن به ۶۱ میلیون تن کاهش یابد. درحالی‌که پیش‌بینی می‌شود، جمعیت کشور تا سال ۲۰۳۰ از ۸۹ میلیون نفر عبور خواهد کرد (WPP, 2017). لذا تهیه غذای کافی برای مردم یک چالش اساسی است، از طرفی، بهره‌برداری از منابع آب و زمین قبلاً انجام شده و از مرزهای پایدار عبور کرده است (Soltani et al., 2020b).

با توجه به کمبود آب و کاهش بارندگی‌ها، انتظار می‌رود در آینده امکان کشت محصولات آبی، در اراضی آبی و باغی فعلی کشور (که متکی بر آبیاری است) کاهش خواهد یافت، لذا دو حالت رخ می‌دهد؛ ۱- یا به اجبار آن زمین‌ها به‌صورت بایر می‌ماند (غیر قابل کشت رها می‌شود) و ۲- یا به اراضی دیم و کشت محصولات دیم اختصاص داده می‌شود. در حالت دوم، شناسایی توان تولید یا پتانسیل عملکرد در شرایط دیم به‌عنوان تابعی از عوامل اقلیم و خاک (ویژگی‌های رطوبتی) جهت کشت در اراضی این مناطق ضروری است.

ضروری است با افزایش دانش کشاورزی و اعمال مدیریت صحیح (سازگاری با شرایط کم‌آبی)، تولید در واحد سطح افزایش یابد، با توجه به اینکه آب برای کشت همه زمین‌های زراعی وجود ندارد، ضروری است از آب‌های موجود حداکثر استفاده را نموده و احتیاجات سالانه کشور را تأمین کرد. یکی از راه‌های سازگاری با شرایط کمبود آب، کاهش سطح زیر کشت محصولات آبی و توسعه دیم‌کاری است. با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته و شیوه‌های صحیح دیم‌کاری می‌توان تولیدات کشاورزی را تا حد قابل ملاحظه‌ای افزایش داد (MohammadiNasab, 2019).

با توجه به اینکه عملکرد زراعت دیم نسبت به زراعت آبی از هر سال به سال دیگر، و از مکانی به مکانی دیگر به‌شدت متغیر است، این موضوع نشان می‌دهد آب و هوا عامل اصلی در تغییرات عملکرد است (Lashkari & Bannayan, 2013; Alexandrov & Hoogenboom, 2000). به‌همین علت از عوامل موفقیت تولید محصول در نظام کشت دیم شناخت شرایط مکانی، محیطی و اقلیمی است. در این گونه مطالعات لازم است اثرات اقلیم در تولید محصول ارزیابی گردد (Ghaffari et al., 2015). شاخص‌ها و متغیرهای هواشناسی متناسب با نوع گونه، مراحل رشد و فنولوژی و منطقه تحقیق همواره بخش مهمی از عملکرد و تولید محصولات کشاورزی را توضیح می‌دهند (Bazgeer et al., 2008). با شناسایی نیازهای بوم‌شناختی و همچنین محدودیت‌ها و توانمندی‌های محیطی، می‌توان به عملکرد بیش‌تر و پایدار در واحد سطح همراه با حفظ منابع دست یافت (Kamali et al., 2010). مدل‌های شبیه‌سازی گیاهان زراعی این امکان را برای این گونه مطالعات فراهم کرده است. مدل‌سازی گیاهان علاوه‌بر کاهش هزینه و زمان مورد نیاز برای انجام مطالعات مزرعه‌ای، به‌عنوان مفیدترین ابزار برای برآورد پتانسیل عملکرد در نظر گرفته شده و امکان ارزیابی اثرات متقابل اقلیم، خاک، رقم و مدیریت زراعی بر رشد و نمو گیاه را فراهم می‌کند (Grassini et al., 2015; Soltani, 2009).

در این مطالعه با استفاده از مدل SSM-iCrop2 عملکرد گیاهان زراعی کلزا (*Brassica napus*)، جو (*Hordeum vulgare* L.)، گندم (*Triticum aestivum*)، نخود (*Cicer arietinum* L.) و عدس دیم (*Lens culinaris* Medik) در اراضی آبی و باغی فعلی کشور با توجه به نوع خاک و اقلیم این اراضی شبیه‌سازی شد و سپس عملکرد گیاهان مورد ارزیابی کیفی قرار گرفت. با نتایج حاصل از این مطالعه پی خواهیم برد، در آینده برای اراضی آبی و باغی، چه درصدی از استان‌های کشور در وضعیت عالی، خوب، متوسط و نامناسب قرار خواهد گرفت. این طبقه‌بندی‌ها در دو سطح عملکرد قابل دستیابی ۷۰ و ۵۰ درصد ارزیابی شد، بنابراین به‌نوعی تأثیر عوامل مدیریتی نیز بررسی شد.

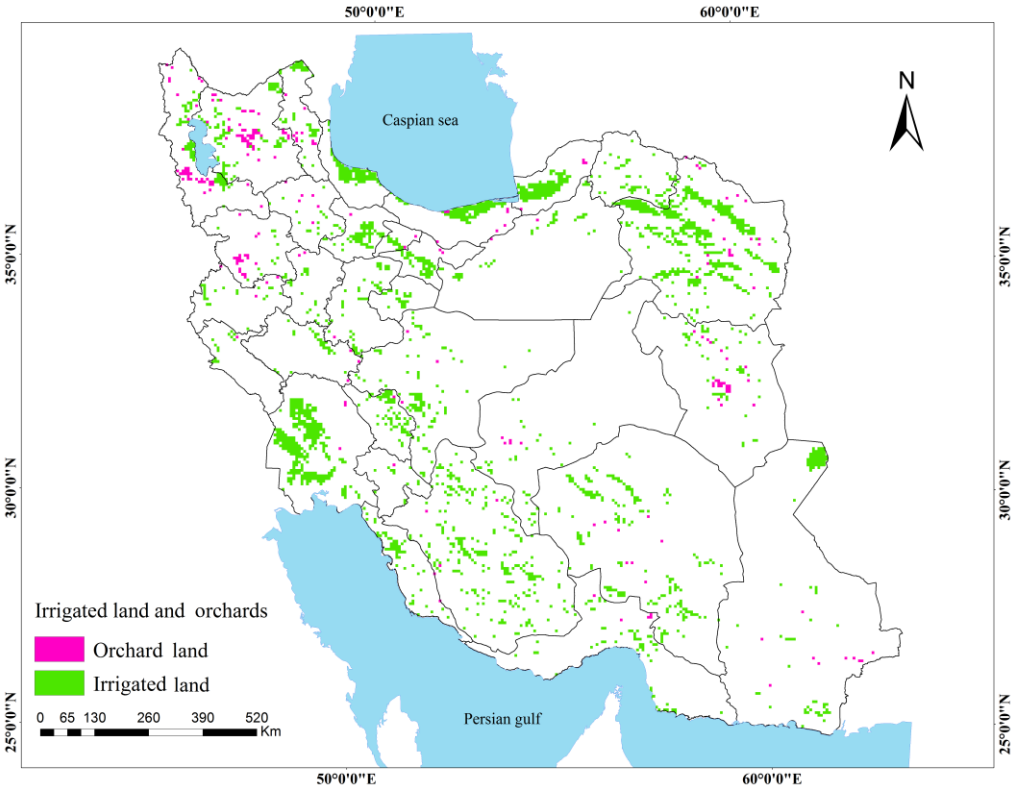
مواد و روش‌ها

در این مطالعه، عملکرد محصولات گندم، جو، عدس، نخود و کلزا به‌صورت کشت دیم در اراضی باغی و آبی کشور بررسی شد. یکی از دلایل انتخاب این محصولات، کشت پائیزه آن و وابستگی به مقادیر بارش می‌باشد. با توجه به بارندگی اندک در تابستان در بخش اعظم کشور، کشت دیم گیاهان تابستانی مثل ذرت بررسی نشد.

در ابتدا نقشه اراضی آبی و باغی کشور (به تفکیک استان) تهیه (شکل ۱)، و سپس اقلیم و ایستگاه‌های هواشناسی هر پهنه مشخص شد (شکل ۲). برای تعیین اقلیم از روش GYGA که ترکیبی از روش‌های پهنه‌بندی است، استفاده شد. این روش پهنه‌های اقلیمی با حداقل غیریکنواختی آب و هوایی را مشخص می‌کند، زیرا یک از اهداف آن به حداقل رساندن اطلاعات هواشناسی می‌باشد (WWW.yieldgap.org).

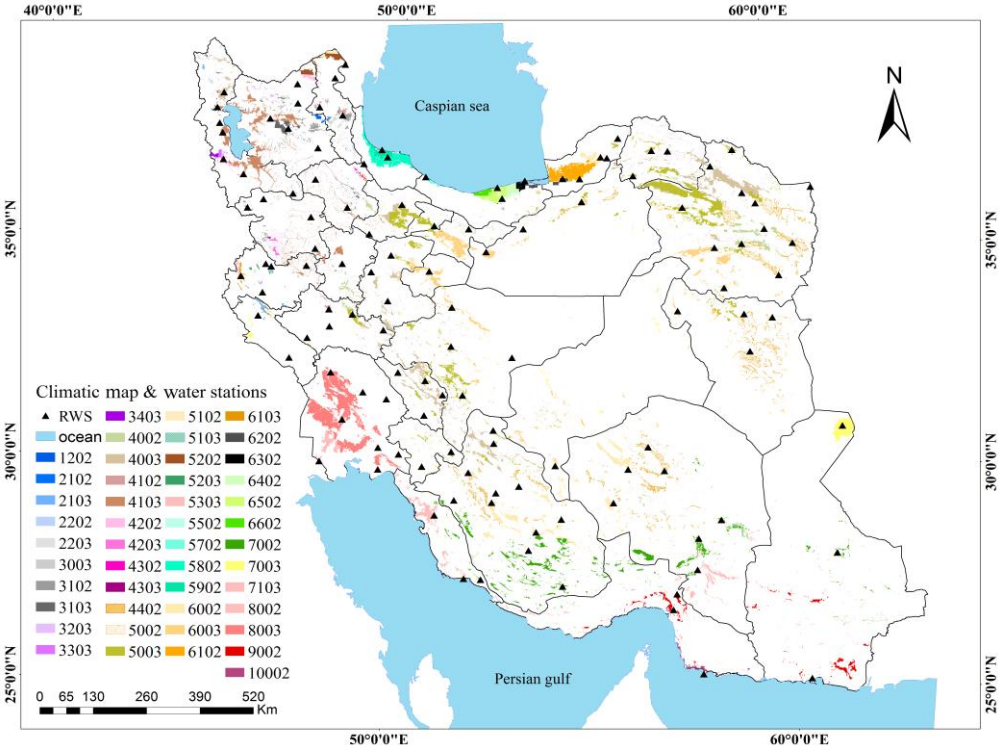
با استفاده از مدل SSM–iCrop2 عملکرد گیاهان زراعی دیم در اراضی باغی و آبی، ۵۰ و ۷۰ درصد پتانسیل عملکرد، پیش‌بینی شد. به عبارتی، در اراضی آبی کنونی، با استفاده از مدل یاد شده محصولات به‌روش دیم کشت شد (سال‌های شبیه‌سازی از ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۵ دوره ۳۰ ساله).

در مطالعات قبلی برای تعیین مقدار پتانسیل عملکرد محصولات مختلف از مدل iCrop2 (Soltani & Sinclair, 2011; Soltani, 2009) استفاده شده است. در این مدل، مقدار عملکرد پتانسیل بر مبنای داده‌های هواشناسی، شرایط خاک، نحوه مدیریت (مانند آبیاری) و پارامترهای گیاهی محاسبه می‌شود. این مدل توانایی شبیه‌سازی مراحل فنولوژی، گسترش و پیری برگ، توزیع ماده خشک، تشکیل عملکرد و موازنه آب خاک را دارد. مدل شبیه‌سازی را به‌صورت روزانه انجام می‌دهد.



شکل ۱- پراکنش اراضی آبی و باغی کشور (مساحت هر پیکسل ۸۶۰۰ هکتار)

Fig. 1- Distribution of the irrigated lands and orchards of Iran (Area per pixel is 8600 hectares)



شکل ۲- نقشه اقلیم اراضی آبی و باغی به همراه ایستگاه‌های هواشناسی (منبع: سایت جهانی گیگا)

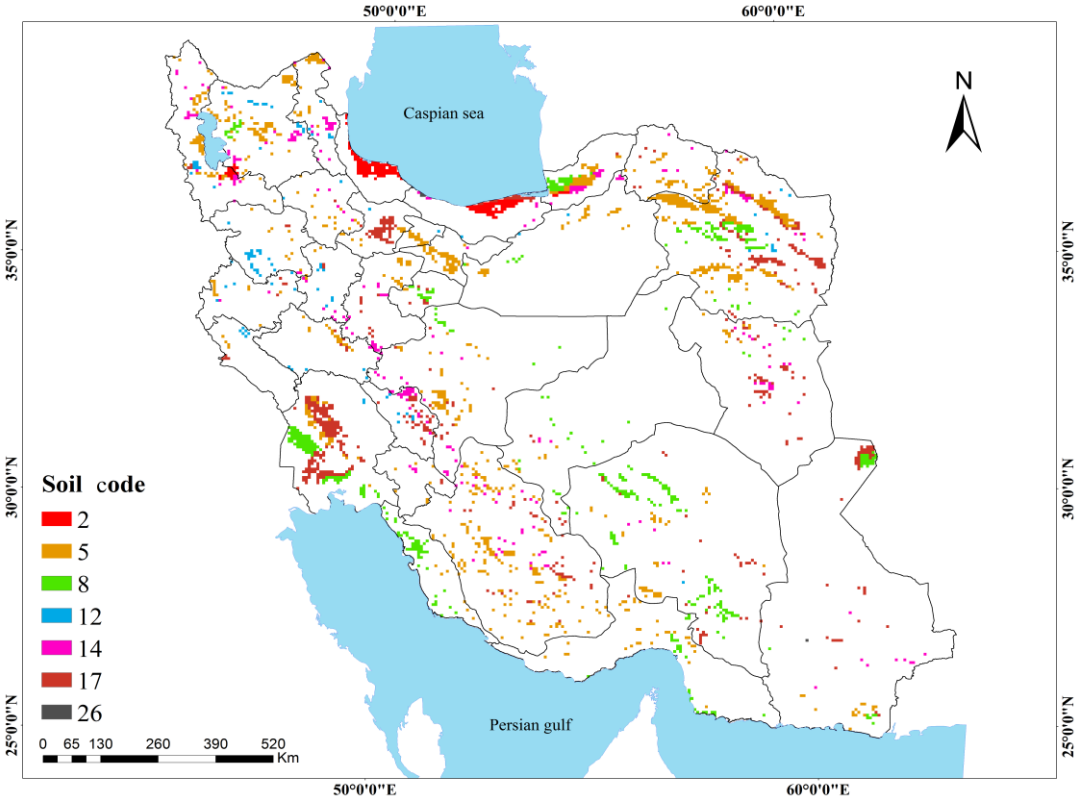
Fig. 2- Climatic map of the irrigated lands and orchards along with the weather stations (WWW.yieldgap.org)

اطلاعات هواشناسی و خاک بر اساس گزارش پهنه‌بندی (Soltani et al., 2018) در اراضی آبی و باغی فعلی کشور تهیه شد. بر اساس همین شرایط اقلیمی و ویژگی‌های خاک مدل را اجرا نموده، با این تفاوت که نوع نظام کشت در قسمت مدیریت، زراعت دیم تعریف شده است. عملکرد محصولات مختلف (گندم، جو، کلزا، نخود و عدس) برای هر ایستگاه با توجه به شرایط خاک و اقلیم شبیه‌سازی شد. برای مدل‌سازی این گیاهان پارامترهایی نیاز است که خوشبختانه مدل برای ۳۷ گیاه مهم کشاورزی (زراعی و باغبانی) پارامتریابی شده است. نتایج این پارامتریابی رضایت‌بخش بوده است (Soltani et al., 2020b)، لذا آن مقادیر مبنای کار این مطالعه قرار گرفته است.

اطلاعات خاک در مدل‌های شبیه‌سازی یکی از کلیدی‌ترین اطلاعات ورودی می‌باشد. در این مطالعه، از نقشه خاک HC27 استفاده شده است، این نقشه بر اساس سه معیار بافت خاک، عمق ریشه و کربن آلی (حاصلخیزی) بوده و در مدل‌های شبیه‌سازی گیاهان زراعی پرکاربرد است (Koo & Dimes, 2013). کد خاک موجود در منطقه مورد بررسی در شکل ۳ ارائه شده است.

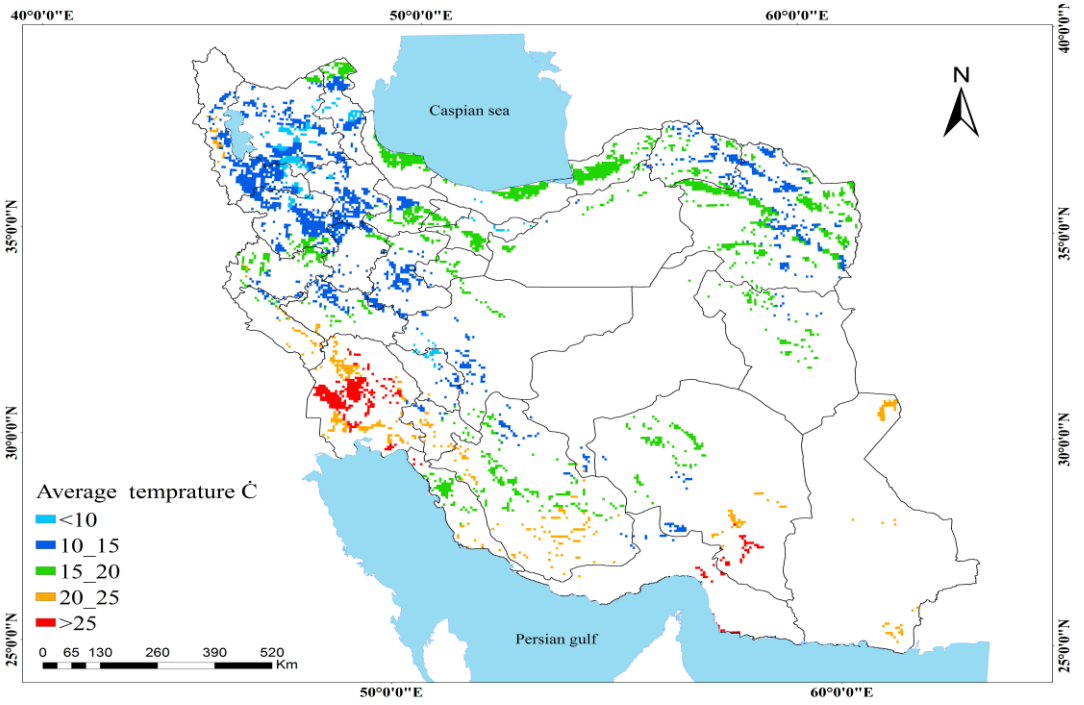
در بررسی نهبندانی و همکاران (Nehbandani et al., 2020) مدل SSM-iCrop2 با نقشه خاک HC27 و اطلاعات واقعی خاک در سه منطقه برای عملکرد گیاهان زراعی و باغی مختلف تحت شرایط آبیاری و دیم اجرا شد. نتایج حاصل از نقشه خاک HC27 و اطلاعات واقعی خاک مشابه بوده و حاکی از این است که با استفاده از نقشه خاک HC27 نتایج مناسبی حاصل خواهد شد.

در این مطالعه، به‌دلیل اینکه محصولات دیم مورد بررسی قرار گرفته است. منظور از عملکرد پتانسیل، عملکرد پتانسیل آب محدود می‌باشد، در واقع حداکثر عملکرد به‌دست آمده از یک رقم در یک محیط معین و تحت شرایط مطلوب و بدون محدودیت مواد غذایی، به‌طوری‌که آفات و بیماری‌ها تا حد مطلوب کنترل شده باشند، امّا رشد گیاهان تحت تأثیر میزان فراهمی آب، توزیع آن در طی فصل رشد گیاه و نوع خاک قرار می‌گیرد (Van Ittersum et al., 2013; Hajjarpoor, 2016).



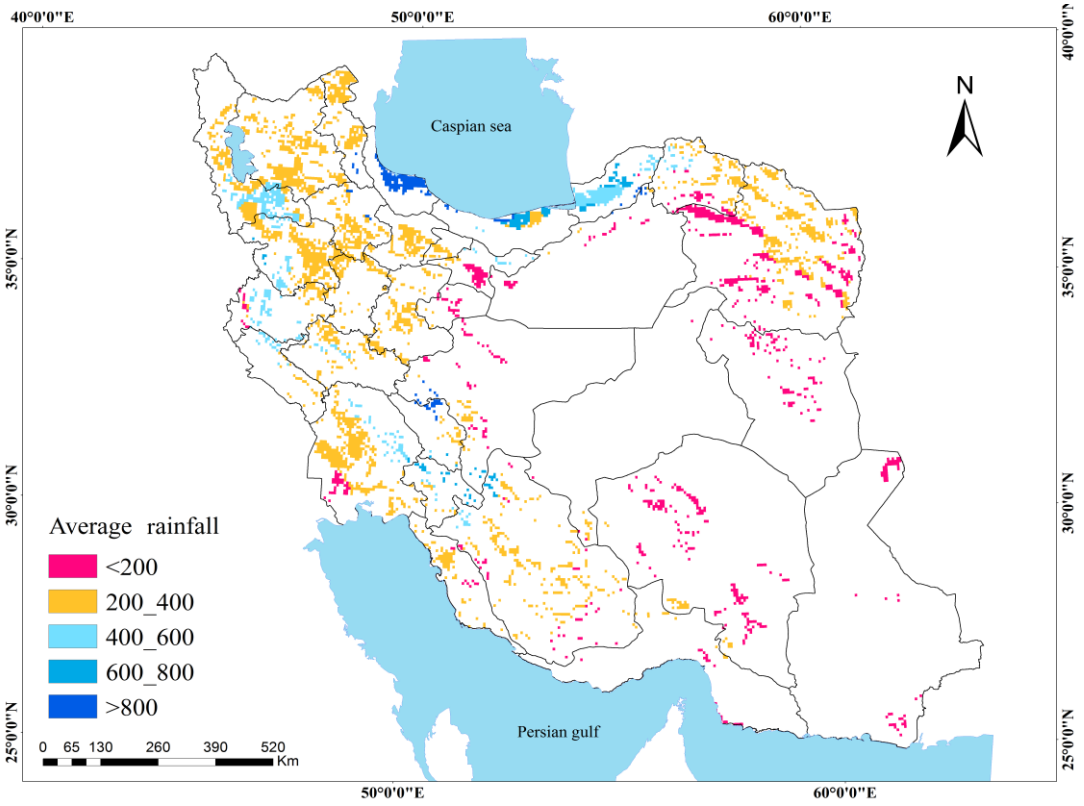
شکل ۳– پراکنش انواع پروفیل خاک در اراضی آبی و باغی ایران

Fig. 3- Distribution of soil profile code in irrigated lands and orchards of Iran



شکل ٤– پراکنش میانگین سالانه دمای هوا در اراضی آبی و باغی کشور

Fig. 4- Distribution of average temperature in irrigated lands and orchards of Iran



شکل ۵– میانگین میزان بارش سالانه در اراضی آبی و باغی کشور

Fig. 5- Average rainfall in irrigated lands and orchards of Iran

در بخش بعدی این مطالعه عملکرد هر گیاه و برای هر استان از لحاظ کیفی به چهار سطح نامناسب، متوسط، خوب و عالی طبقه‌بندی شد. این طبقه‌بندی بر اساس نظر متخصصان زراعت انجام شده و در واقع عملیاتی بودن و به‌صرفه بودن کشت را نشان می‌دهد. به عبارتی، اگر کشت یک محصول بر اساس میزان عملکرد دیم توجیه زراعی و اقتصادی ندارد، در گروه نامناسب قرار داده شده است. گروه متوسط و نامناسب احتمالاً در شرایط خاص و به‌ویژه برای کشاورزانی با مزارع کوچک‌تر و سنتی قابل استفاده است، زیرا در مناطقی که عملکردهای کم هستند، ممکن است با توجه به ارتفاع بوته‌ها و سایر عوامل، برداشت مکانیزه به‌راحتی قابل انجام نباشد و توسط کارگر و پرداخت هزینه‌های بالا قابل انجام خواهد بود که این امر نیز هزینه-های تولید را افزایش خواهد داد. گروه‌های خوب و عالی برای کشاورزان با مزارع بزرگ و مکانیزه مناسب هستند. با توجه اینکه از عملکرد میانه برای ارزیابی استفاده شد، بدیهی است که در ۵۰ درصد از سال‌ها عملکرد کمتر و در ۵۰ درصد از سال‌ها عملکردهای بیشتری حاصل شد. طبقه‌بندی بر اساس جدول ۱ انجام شد:

نتایج و بحث

نتایج عملکرد پتانسیل در قالب نقشه ارائه شده است (شکل ۶). رسیدن به پتانسیل عملکرد مد نظر مطالعه نبوده است. زیرا رسیدن به عملکرد پتانسیل توسط کشاورزان تقریباً غیر ممکن بوده و صرفه اقتصادی ندارد (با صرف هزینه‌های کود و سموم شیمیایی، مدیریت زراعی شدید)، از طرفی، مخاطرات محیط زیستی (استفاده بیش از حد نهاده‌های کشاورزی موجب آلودگی محیط زیست، آب و ...) را به همراه خواهد داشت. بنابراین، ۷۰ و ۵۰ درصد عملکرد پتانسیل محصولات در نظر گرفته شده است. ۷۰ و ۵۰ درصد عملکرد پتانسیل به‌ترتیب با مدیریت‌های زراعی مناسب و نامناسب حاصل خواهد شد و به‌نوعی بیان‌گر اهمیت مدیریت در زراعت دیم می‌باشد.

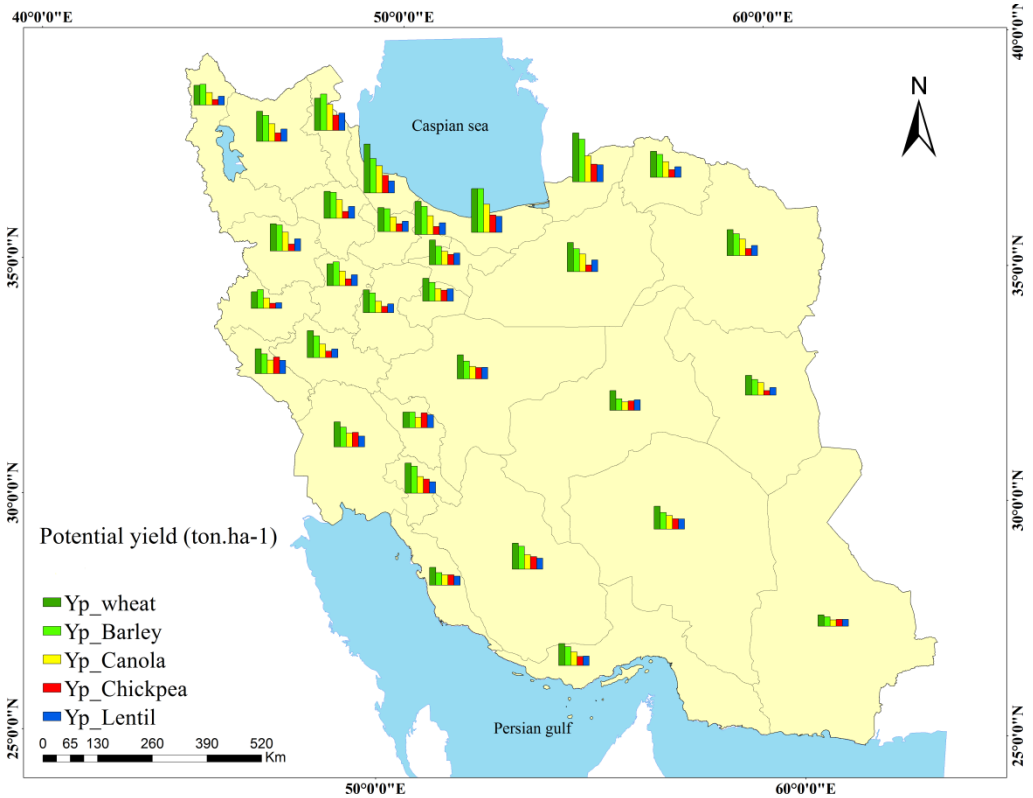
جدول ۱– طبقه بندی کیفی تولید محصولات زراعی گندم، جو، نخود، عدس و کلزا (تن در هکتار)

Table 1_ Qualitative classification of wheat, barley, chickpea, lentil, and canola crops (ton.ha^{-1})

گیاه زراعی Crop	نامناسب Unsuitable	متوسط Medium	خوب Good	عالی High
گندم و جو Wheat and barley	<1	1.1_2	2.1_3	>3
نخود و عدس Chickpea and lentil	<0.5	0.56_1	1.1_2	>2
کلزا Canola	<0.75	0.76_1.5	1.6_2.25	>2.25

همان‌طور که در شکل ۶ مشخص است، سیستان و بلوچستان در همه محصولات عملکرد کمتری داشته، در مقابل، استان‌های شمالی و اردبیل از تولید بالاتری برخوردار بودند. از جمله دلایل آن می‌توان به شرایط اقلیمی مناسب و خاک مطلوب اشاره کرد. در مورد عملکرد پتانسیل غلات در اکثر موارد گندم عملکرد بالاتری نسبت به جو داشت، با این حال در برخی استان‌ها (آذربایجان غربی، اردبیل و همدان) عملکرد جو بهتر از گندم بود.

در رابطه با حبوبات استان‌های ایلام، خوزستان، کهگیلویه و بویراحمد، گیلان و بوشهر عملکرد عدس از مقادیر بالاتری نسبت به نخود برخوردار بود. کلزا نیز در اغلب استان‌ها عملکردی حد واسط بین غلات و حبوبات تولید کرد. این نتایج می‌دهد، پتانسیل و ظرفیت تولید استان‌های مختلف کشور در تولید گیاهان متفاوت (متنوع) است.



شکل ٦– نقشه پتانسیل عملکرد محصولات مختلف در قالب نمودار ستونی جهت مقایسه محصولات زراعی گندم،جو، نخود، عدس و کلزا (به‌روش کشت دیم)

Fig. 6- Potential yield map of different crops as a histogram for comparison of wheat, barley, chickpea, lentil, and canola (rainfed)

میـانگین عملکـرد قابـل دسـتیابی (۷۰ و ۵۰ درصـد عملکـرد پتانسیل) محصولات گندم، جو، نخود، عدس و کلزا دیم در جـدول ۲ ارائه شده است. در بخش بعدی این مطالعه؛ بـرای هـر گیـاه در هـر استان از لحاظ کیفی (چهار سطح نامناسب، متوسط، خـوب و عـالی) بر اساس مقادیر عملکرد طبقه‌بندی انجام شده است (جداول ۳ و ۴).

جدول ۲- عملکرد قابل دستیابی (بر اساس ۷۰ و ۵۰ درصد عملکرد پتانسیل) گیاهان مورد بررسی (بر حسب تن در هکتار)

Table 2- Attainable yield (based on 50 and 70 percent of potential yield) of the studied crops (ton.ha^{-1})

استان Province	گندم		جو		نخود		عدس		کلزا	
	۷۰ درصد عملکرد پتانسیل	۵۰ درصد عملکرد پتانسیل	۷۰ درصد عملکرد پتانسیل	۵۰ درصد عملکرد پتانسیل	۷۰ درصد عملکرد پتانسیل	۵۰ درصد عملکرد پتانسیل	۷۰ درصد عملکرد پتانسیل	۵۰ درصد عملکرد پتانسیل	۷۰ درصد عملکرد پتانسیل	۵۰ درصد عملکرد پتانسیل
	Wheat		Barley		Cheakpea		Lentil		Canola	
	$Y_{70\%}$	$Y_{50\%}$	$Y_{70\%}$	$Y_{50\%}$	$Y_{70\%}$	$Y_{50\%}$	$Y_{70\%}$	$Y_{50\%}$	$Y_{70\%}$	$Y_{50\%}$
البرز Alborz	3	2.1	2.5	1.8	0.7	0.51	1.1	0.75	1.7	1.2
اردبیل Ardabil	2.9	2	3.3	2.4	1.4	0.98	1.6	1.12	2.3	1.7
بوشهر Boushehr	1.6	1.1	1.2	0.8	0.9	0.66	0.8	0.58	0.9	0.6
چهارمحال و بختیاری Chaharmahal and Bakhtiari	1.4	1	1.4	1	1.3	0.95	1.2	0.83	0.9	0.7
آذربایجان شرقی East Azarbaijan	2.7	2	2.3	1.7	0.8	0.54	1.1	0.79	1.6	1.2
فارس Fars	2.3	1.7	2.1	1.5	1.1	0.8	1	0.71	1.3	0.9
گیلان Guilan	4.3	3.1	3	2.2	1.6	1.13	1.1	0.77	2.5	1.8
گلستان Golestan	4.4	3.1	3.8	2.7	1.6	1.12	1.5	1.09	2.4	1.7
همدان Hamedan	2	1.4	2.1	1.5	0.6	0.44	1	0.7	1.3	1
هرمزگان Hormozga	1.9	1.4	1.6	1.2	0.8	0.57	0.8	0.6	1.2	0.86
ایلام Ilam	2.3	1.6	1.8	1.3	1.5	1.08	1.2	0.86	1.2	0.83
اصفهان Esfahan	2.2	1.6	1.6	1.1	1	0.72	1	0.74	1.2	0.83
کرمان Kerman	2	1.5	1.5	1.1	0.9	0.67	0.9	0.65	1.2	0.83
کرمانشاه Kermanshah	1.5	1.1	1.7	1.2	0.5	0.32	0.5	0.37	1	0.68
خوزستان Khoozestan	2.2	1.6	1.7	1.2	1.3	0.92	1	0.69	1.2	0.85

کهگیلویه و بویر احمد Kohkilooye-Boyerahmad	2.7	1.9	2.4	1.7	1.3	0.91	1	0.72	1.5	1.1
کردستان Kordestan	2.5	1.8	2.3	1.7	0.6	0.44	1.1	0.76	1.7	1.2
لرستان Lorestan	2.4	1.7	2	1.4	0.6	0.41	0.8	0.56	1.2	0.9
مرکزی Markazi	2.1	1.5	1.7	1.2	0.6	0.40	0.8	0.56	1	0.7
مازندران Mazandaran	3.9	2.8	3.9	2.8	1.6	1.1	1.4	1.03	2.5	1.8
خراسان شمالی North Khorasan	2.4	1.7	2.1	1.5	0.7	0.49	0.9	0.67	1.4	1
قزوین Ghazvin	2.2	1.5	2	1.4	0.7	0.49	0.9	0.66	1.3	1
قم Ghom	2.1	1.5	1.7	1.2	1	0.7	1.1	0.78	1.2	0.8
خراسان رضوی Razavi Khorasan	2.3	1.7	1.9	1.4	0.6	0.45	0.9	0.65	1.5	1.1
سمنان Semnan	2.6	1.9	2.1	1.5	0.6	0.43	1.1	0.76	1.6	1.1
سیستان و بلوچستان Sistan and Baluchestan	1.1	0.8	0.9	0.6	0.6	0.44	0.6	0.44	0.6	0.42
خراسان جنوبی South Khorasan	1.8	1.3	1.4	1	0.4	0.29	0.7	0.49	1.1	0.77
تهران Tehran	2.2	1.6	1.7	1.2	0.9	0.67	1.1	0.76	1.3	0.9
آذربایجان غربی West Azarbaijan	1.8	1.3	1.9	1.4	0.5	0.35	0.8	0.57	1.2	0.83
یزد Yazd	1.7	1.2	1.1	0.8	0.8	0.6	0.9	0.68	0.8	0.55
زنجان Zanjan	2.5	1.8	2.3	1.7	0.6	0.44	1.1	0.76	1.7	1.2

چنانچه در اراضی فعلی آبی، کشت به‌صورت دیم صورت گیرد و عملکردهای حاصله ۷۰ درصد پتانسیل عملکرد گیاهان مربوطه باشند، برای گندم دیم سه استان (گیلان، گلستان و مازندران) از ۳۱ استان در وضعیت عالی، ۱۸ استان در وضعیت خوب، ۱۰ استان در وضعیت متوسط قرار خواهند گرفت و هیچ یک از استان‌های کشور از نظر عملکرد گندم دیم در وضعیت نامناسبی قرار نخواهد داشت (جدول ۲). بر اساس نتایج این مطالعه، برای عملکرد جودیم سه استان از وضعیت عالی برخوردار بودند. ۱۰ استان خوب و ۱۷ استان از ۳۱ استان در گروه متوسط قرار گرفتند. استان سیستان و بلوچستان در وضعیت نامناسبی داشت (جدول ۲).

بر اساس عملکرد ۷۰ درصد پتانسیل نخود دیم سه استان گیلان، گلستان و مازندران در گروه عالی، شش استان گروه خوب ۲۱ استان در گروه متوسط قرار گرفتند و خراسان جنوبی در گروه نامناسب قرار گرفت (جدول ۲). برای عدس دیم چنانچه ۷۰ درصد عملکرد توسط کشاورزان حاصل شود، هیچ یک از استان‌های کشور در گروه عالی و نامناسب قرار نخواهند گرفت، ۱۳ استان در گروه خوب و ۱۸ استان در

گروه متوسط قرار گرفتند (جدول ۲). در صورتی‌که ۷۰ درصد از عملکرد پتانسیل کلزا دیم توسط کشاورزان حاصل شود، چهار استان در گروه عالی، ۵ استان خوب، ۲۱ استان متوسط و تنها یک استان در گروه نامناسب قرار خواهند گرفت.

سیستان و بلوچستان هم از نظر عملکرد قابل دستیابی ۷۰ درصد پتانسیل، و هم از عملکرد قابل دستیابی ۵۰ درصد پتانسیل در گروه متوسط تا نامناسب قرار گرفت. به‌طوری‌که از نظر تولید عملکرد قابل دستیابی ۷۰ درصد پتانسیل برای عدس، نخود و گندم تولید متوسطی داشته است. از نظر عملکرد قابل دستیابی ۵۰ درصد پتانسیل تولید نامناسبی داشت. بنابراین، تولید محصولات دیم در استان سیستان و بلوچستان حتی برای کشاورزان خوب و با مدیریت خوب، به‌دلیل محدودیت‌های اکولوژیکی امکان‌پذیر نخواهد بود.

جدول ۳- دسته‌بندی کیفی عملکرد قابل دستیابی (بر اساس ۷۰ درصد عملکرد پتانسیل) گیاهان مورد بررسی

Table 3- Grouping of the attainable yield (based on 70 percent of potential yield) of the studied crops

استان Province	گندم ۷۰ درصد عملکرد پتانسیل Wheat $Y_{70\%}$	جو ۷۰ درصد عملکرد پتانسیل Barley $Y_{70\%}$	نخود ۷۰ درصد عملکرد پتانسیل Cheakpea $Y_{70\%}$	عدس ۷۰ درصد عملکرد پتانسیل Lentil $Y_{70\%}$	کلزا ۷۰ درصد عملکرد پتانسیل Canola $Y_{70\%}$
البرز Alborz	خوب Good	خوب Good	متوسط Medium	خوب Good	خوب Good
اردبیل Ardabil	خوب Good	عالی High	خوب Good	خوب Good	عالی High
بوشهر Boushehr	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
چهارمحال و بختیاری Chaharmahal Bakhtiari	متوسط Medium	متوسط Medium	خوب Good	خوب Good	متوسط Medium
آذربایجان شرقی East Azarbaijan	خوب Good	خوب Good	متوسط Medium	خوب Good	خوب Good
فارس Fars	خوب Good	خوب Good	خوب Good	متوسط Medium	متوسط Medium
گیلان Guilan	عالی High	خوب Good	عالی High	خوب Good	عالی High
گلستان Golestan	عالی High	عالی High	عالی High	خوب Good	عالی High
همدان Hamedan	متوسط Medium	خوب Good	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
هرمزگان Hormozga	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
ایلام Ilam	خوب Good	متوسط Medium	خوب Good	خوب Good	متوسط Medium
اصفهان Esfahan	خوب Good	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
کرمان Kerman	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
کرمانشاه Kermanshah	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
خوزستان Khoozestan	خوب Good	متوسط Medium	خوب Good	متوسط Medium	متوسط Medium
کهگیلویه و بویر احمد Kohkilooye-Boyerahmad	خوب Good	خوب Good	خوب Good	متوسط Medium	متوسط Medium

کردستان Kordestan	خوب Good	خوب Good	متوسط Medium	خوب Good	خوب Good
لرستان Lorestan	خوب Good	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
مرکزی Markazi	خوب Good	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
مازندران Mazandaran	عالی High	عالی High	عالی High	خوب Good	عالی High
خراسان شمالی North Khorasan	خوب Good	خوب Good	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
قزوین Ghazvin	خوب Good	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
قم Ghom	خوب Good	متوسط Medium	متوسط Medium	خوب Good	متوسط Medium
خراسان رضوی Razavi Khorasan	خوب Good	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
سمنان Semnan	خوب Good	خوب Good	متوسط Medium	خوب Good	خوب Good
سیستان و بلوچستان Sistan and Baluchestan	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable	متوسط Medium	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable
خراسان جنوبی South Khorasan	متوسط Medium	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable	متوسط Medium	متوسط Medium
تهران Tehran	خوب Good	متوسط Medium	متوسط Medium	خوب Good	متوسط Medium
آذربایجان غربی West Azarbaijan	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
یزد Yazd	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
زنجان Zanjan	خوب Good	خوب Good	متوسط Medium	خوب Good	خوب Good

† نحوه تعیین طبقه‌بندی کیفی با ذکر علت در بخش مواد و روش‌ها بیان شده است.

The method used to determine the qualitative classification is stated in the materials and methods section by mentioning the cause

طبق نتایج این مطالعه، اگر سطح مدیریت ضعیف باشد و هدف‌گذاری بر اساس ۵۰ درصد عملکرد پتانسیل صورت گیرد، وضعیت تولید کشور در وضعیت نگران‌کننده‌ای قرار خواهد گرفت، به‌طوری‌که اگر ۵۰ درصد از عملکرد پتانسیل توسط کشاورزان تولید گردد، برای گندم دیم دو استان در وضعیت عالی، دو استان خوب، ۲۶ استان متوسط و یک استان در گروه نامناسب، و برای جو دیم چهار استان خوب، ۲۴ استان متوسط و سه استان در وضعیت نامناسبی قرار گرفته‌اند (جدول ۴). از نظر عملکرد نخود دیم چهار استان (ایلام، گیلان، گلستان و مازندارن) در گروه خوب، ۱۴ استان در گروه متوسط و ۱۳ در گروه نامناسب قرار گرفتند. درحالی‌که برای عدس دیم سه استان در گروه خوب، ۲۵ استان متوسط و سه استان در گروه نامناسب قرار گرفته است. برای کلزا دیم بر اساس ۵۰ درصد عملکرد پتانسیل پنج استان در گروه خوب، ۲۰ استان در گروه متوسط و شش استان از ۳۱ استان در وضعیت نامناسبی قرار گرفتند (جدول ۴).

بیش‌ترین عملکرد در محصولات زراعی (گندم، جو، نخود، عدس و کلزا) به نواحی شمالی و اردبیل تعلق داشت. خاک این مناطق دارای بافت خاک رسی، حاصلخیزی بالا و عمق خاک مناسب می‌باشد. از طرفی، کم‌ترین مقادیر عملکرد در استان‌های چهارمحال و بختیاری و سیستان و بلوچستان حاصل شد، خاک این مناطق از حاصلخیزی کم برخوردار بوده، بنابراین نوع پروفیل خاک نیز می‌تواند به‌دلیل تأثیر بر نفوذ و ذخیره آب بارندگی در میزان عملکرد محصولات دیم تأثیرگذار بوده است.

جدول ٤- دسته‌بندی کیفی عملکرد قابل دستیابی (بر اساس ۵۰ درصد عملکرد پتانسیل) گیاهان مورد بررسی

Table 4- Grouping of the attainable yield (based on 50 percent of potential yield) of the studied crops

استان Province	گندم ۵۰ درصد عملکرد پتانسیل Wheat $Y_{50\%}$	جو ۵۰ درصد عملکرد پتانسیل Barley $Y_{50\%}$	نخود ۵۰ درصد عملکرد پتانسیل Cheakpea $Y_{50\%}$	عدس ۵۰ درصد عملکرد پتانسیل Lentil $Y_{50\%}$	کلزا ۵۰ درصد عملکرد پتانسیل Canola $Y_{50\%}$
البرز Alborz	خوب Good	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
اردبیل Ardabil	متوسط Medium	خوب Good	متوسط Medium	خوب Good	خوب Good
بوشهر Boushehr	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable	متوسط Medium	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable
چهارمحال و بختیاری Chaharmahal Bakhtiari	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable
آذربایجان شرقی East Azarbaijan	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
فارس Fars	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
گیلان Guilan	عالی High	خوب Good	خوب Good	متوسط Medium	خوب Good
گلستان Golestan	عالی High	خوب Good	خوب Good	خوب Good	خوب Good
همدان Hamedan	متوسط Medium	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable	متوسط Medium	متوسط Medium
هرمزگان Hormozga	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
ایلام Ilam	متوسط Medium	متوسط Medium	خوب Good	متوسط Medium	متوسط Medium
اصفهان Esfahan	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
کرمان Kerman	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
کرمانشاه Kermanshah	متوسط Medium	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable	نامناسب Unsuitable	نامناسب Unsuitable
خوزستان Khoozestan	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
کهگیلویه و بویر احمد Kohkilooye-Boyerahmad	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
کردستان Kordestan	متوسط Medium	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable	متوسط Medium	متوسط Medium
لرستان Lorestan	متوسط Medium	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable	متوسط Medium	متوسط Medium
مرکزی Markazi	متوسط Medium	خوب Good	نامناسب Unsuitable	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable
مازندران Mazandaran	خوب Good	متوسط Medium	خوب Good	خوب Good	خوب Good

خراسان شمالی North Khorasan	متوسط Medium	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable	متوسط Medium	متوسط Medium
قزوین Ghazvin	متوسط Medium	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable	متوسط Medium	متوسط Medium
قم Ghom	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
خراسان رضوی Razavi Khorasan	متوسط Medium	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable	متوسط Medium	متوسط Medium
سمنان Semnan	متوسط Medium	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable	متوسط Medium	متوسط Medium
سیستان و بلوچستان Sistan and Baluchestan	نامناسب Unsuitable	نامناسب Unsuitable	نامناسب Unsuitable	نامناسب Unsuitable	نامناسب Unsuitable
خراسان جنوبی South Khorasan	متوسط Medium	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable	نامناسب Unsuitable	متوسط Medium
تهران Tehran	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium
آذربایجان غربی West Azarbaijan	متوسط Medium	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable	متوسط Medium	متوسط Medium
یزد Yazd	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable	متوسط Medium	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable
زنجان Zanjan	متوسط Medium	متوسط Medium	نامناسب Unsuitable	متوسط Medium	Good

† نحوه تعیین طبقه‌بندی کیفی با ذکر علت در بخش مواد و روش‌ها بیان شده است.

†The method used to determine the qualitative classification is stated in the materials and methods section by mentioning the cause.

در مطالعات قبلی، از مدل SSM-iCrop2 برای محاسبه پتانسیل عملکرد برخی گیاهان زراعی استفاده شده است (soltani et al., 2019). پتانسیل عملکرد جو دیم ۱۰۷۲ تا ۴۰۰۲، پتانسیل عملکرد نخود دیم بین ۴۹۶ تا ۱۲۴۹، کلزای دیم ۲۱۱۱ تا ۴۵۵۱ کیلوگرم در هکتار تعیین شد. در مطالعات پیشین، عملکرد محصولات دیم در اراضی دیم فعلی، و عملکرد محصولات آبی در اراضی آبی فعلی بررسی شده بود. درحالی‌که در این مطالعه عملکرد محصولات دیم در اراضی آبی و باغی فعلی (اقلیم و نوع خاک متفاوت با اراضی دیم) ارزیابی شد، زیرا در آینده آب کافی برای آبیاری و کشت محصولات آبی در این اراضی وجود نخواهند داشت. این عوامل بر دوره رشد محصول، تاریخ کاشت، فنولوژی، تبخیر و تعرق، شاخص برداشت و نهایتاً بر عملکرد محصول مؤثر بوده و تاکنون در مطالعات گذشته بررسی نشده بود.

همان‌طور که در این مطالعه مشخص شد، نقش مدیریت زراعی در تولیدات دیم بسیار با اهمیت است، به‌طوری‌که با مدیریت مطلوب و نامطلوب به‌ترتیب می‌توان به ۷۰ و ۵۰ درصد پتانسیل عملکرد دست یافت و بر این اساس، نتایج متفاوتی حاصل خواهد شد. با مدیریت مطلوب و رسیدن به ۷۰ درصد پتانسیل عملکرد، برای گندم، جو، نخود، کلزا دیم به‌ترتیب ۲۱، ۱۳، ۹، ۱۳ و ۹ استان از ۳۱ استان کشور وضعیت عالی تا خوب خواهند داشت و با مدیریت نامناسب و رسیدن به ۵۰ درصد پتانسیل عملکرد برای گندم، جو، نخود، کلزا دیم به‌ترتیب چهار، چهار، چهار، سه و پنج استان از ۳۱ استان کشور وضعیت عالی تا خوب خواهند داشت. بنابراین، در زراعت دیم نقش عوامل مدیریتی بسیار تأثیرگذار و با اهمیت بوده است. تاریخ کاشت، ارقام مناسب، کنترل مناسب علف‌های هرز و آفات از جمله عوامل مدیریتی مؤثر در تعیین عملکرد می‌باشند.

نتیجه‌گیری

حدود ۹۰ درصد از محصولات زراعی کشور از اراضی آبی تأمین می‌شود، درحالی‌که با توجه به کاهش بارندگی‌ها و اضافه برداشت از منابع آب، آب کافی برای آبیاری اراضی آبی (زراعی و باغی) جهت کشت محصولات آبی وجود نخواهند داشت. به‌دلیل موقعیت جغرافیایی کشور و وقوع خشک‌سالی‌ها و تغییر اقلیم، باید به دنبال راه کارهایی جهت سازگاری و مدیریت شرایط کمبود آب باشیم. چنانچه مدیریت‌های زراعی به‌گونه‌ای باشد که، ۷۰ درصد عملکرد پتانسیل

دیم محصولات گندم، جو، نخود، عدس و کلزا قابل دستیابی باشد، عملکردهای حاصله دیم در اغلب استان‌های کشور در گروه عالی تا خوب خواهند بود. درحالی‌که اگر مدیریت زراعی ضعیف باشد و تنها ۵۰ درصد از عملکرد پتانسیل دیم قابل دستیابی باشد، عملکردهای حاصله در اغلب استان‌های کشور در وضعیت متوسط و نامناسب قرار خواهند گرفت. بنابراین، نقش مدیریت و بهبود آن به‌شدت اهمیت خواهد داشت. لذا در صورت ضرورت کشت دیم گیاهان زراعی مهم در اراضی آبی و باغی فعلی، ضروری است برنامه‌ریزی لازم برای رسیدن به عملکردهای قابل دستیابی بر اساس ۷۰ درصد پتانسیل صورت پذیرد.

References

1. ABFA (National water and wastewater engineering company).(2018). Ministry of Energy Announcement about Programmable Water Supply for Different Uses in Provinces and Basins. *Iran Ministry of Energy*. (In Persian)
2. Alexandrov, V.A., & Hoogenboom, G.(2000). The impact of climate variability and change on crop yield in Bulgaria. *Agricultural and Forest Meteorology*, *104*(4), 315-327. https://doi.org/10.1016/S0168-1923(00)00166-0
3. Bazgeer, S., Mahey, R.K., Sidhu, S., Sharma, P.K., Sood, A., Noorian, A.M., & Kamali, G.H. (2008). Wheat yield prediction using remotely sensed agromet trend-based models for Hoshiarpur district of Punjab, India. *Journal of Applied Sciences*, *8*(3), 510-515. https://doi.org/10.3923/jas.2008.510.515
4. Fader, M., Gerten, D., Krause, M., Lucht, W., & Cramer, W.(2013). Spatial decoupling of agricultural production and consumption: quantifying dependences of countries on food imports due to domestic land and water constraints. *Environmental Research Letters*, *8*, 14046. DOI: 10.1088/1748-9326/8/1/014046
5. Ghaffari, A., Ghasemi, V.R., & De Pauw, E. (2015). Agro-Climatically Zoning of Iran by UNESCO approach. *Iran's Rainfed Agriculture*, *4*(1), 63-95. (In Persian) https://doi.org/10.22092/idaj.2015.102248
6. Grassini, P., van Bussel, L.G.J., van Wart, J., Wolf, J., Claessens, L., Yang, H., Boogaard, H., de Groot, H., van Ittersum, M.K., & Cassman, K.G. (2015). How good is good enough? Data requirements for reliable crop yield simulations and yield-gap analysis. *Field Crop Research*, *177*, 49-63. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.03.004
7. Hajjarpoor, A. (2016). Yield gap analysis of wheat in Golestan province. A Thesis of Ph.D. in Crop Ecology, Gorgan *University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran. 128* p. (In Persian)
8. Koo, J., & Dimes, J. (2013). HC27 Generic Soil Profile Database. Available at: http://hdl.handle.net/1902. 1/20299 Harvard Dataverse (V2).
9. Kamali, G.A., Molaei, P., & Behyar, M.B. (2010). Development of Zanjan province dry land wheat Atlas by using climatic data and GIS. *Journal of Water and Soil*, *24*(5), 894-907. https://doi.org/10.22067/jsw.v0i0.5281
10. Keating, B.A., Herrero, M., Carberry, P.S., Gardner, J., & Cole, M.B. (2014). Food wedges: Framing the global food demand and supply challenge towards 2050. *Global Food Security*, *3*, 125-132. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2014.08.004
11. Lashkari, A., & Bannayan, M. (2013). Agrometeorological study of crop drought vulnerability and avoidance in northeast of Iran. Theoretical and Applied change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy*, *16*(4), 239-262. (In Persian with English Summary) doi:10.1007/s00704-012-0769-9
12. MohammadiNasab, B. (2010). Trend Analysis of annual rainfall over Iran. *Geography and Environmental Planning Journal*, *43*(3), 95-106. (In Persian with English Summary)
13. Nasseri, A., Abbasi, F., & Akbari, M. (2017). Estimating agricultural water consumption by analyzing water balance. *Irrigation and Drainage Structures Engineering Research*, *18*, 17-32. (In Persian with English Summary) https://doi.org/10.22092/aridse.2017.105338.1057
14. Nehbandani, A., Soltani, A., Taghdisi, R., Dadrasi, A., & Alimagham, S.M. (2020). Assessing HC_{27} soil database for modeling plant production. *International Journal of Plant Production*, 14, 679–687.
15. Soltani, A.(2009). Mathematical Modeling in Field Crops. *Mashhad Univsity Press, Iran, 175* p. (In Persian)
16. Soltani, A., and Sinclair, T.R.(2011). A simple model for chickpea development, growth and yield. *Field Crop Research 124*(2), 252-260.
17. Soltani., A., Nehbandani, A.R., Dadresi, A., Alimagham, S.M., Zeinali, E., & Torabi, B.(2018). Agro-Ecological Zoning (AEZ) of Iran for plant production. Research report. *Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran. 159* p. (In Persian)

18. Soltani., A., Zand, A., Alimagham, S.M., Nehbandani, A., Barani, H., Soltani., A., Torabi, B., Zeinali, E., Mirkarimi, S., & Joolaei, R. (2019). Analyzing the Country's Food Security to 2050 by Modeling the Correlation between Water, Land, Food and the Environment: Perspectives and Necessary Policies. *Research Report. Organization Education and Extension Research Agricultural*, *130* p. (In Persian)
19. Soltani, A., Alimagham, M., Nehbandani, A., Torabi, B., Zeinali, E., Zand, E., Ghassemi, S., Vadez, V., Sinclair, T.R., & Van Ittersum, M.K. (2020a). Modeling plant production at country level as affected by availability and productivity of land and water. In: *Agricultural Systems,183*, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102859
20. Soltani, A., Alimagham, M., Nehbandani, A., Torabi, B., Zeinali, E., Dadrasi, A., Zand, E., Ghassemi, S., Pourshirazi, S., Alasti, O., Hosseini, R.S., Zahed, M., Arabameri, R., Mohammadzadeh, Z., Rahban, S., Kamari., H., Fayazi, H., Mohammadi, S., Keramat, S., Vadez, V., Van Ittersum, M.K., & Sinclair, T.R. (2020b). SSM-iCrop2: A simple model for diverse crop species over large areas. *Agricultural Systems* p. 1-7. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102855
21. van Ittersum, M.K., Cassman, K.G., Grassini, P., Wolf, J., Tittonell, P., & Hochman, Z.(2013). Yield gap analysis with local to global relevance-A review. *Field Crops Research, 143*, 4-17.
22. WPP., 2017. United Nations, department of economic and social affairs, population division. In: World Population Prospects, Online Edition. https://population.un.org/wpp/