

مقاله پژوهشی

تحلیل پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم بر اساس شاخص RPI (مطالعه موردی: استان آذربایجان شرقی)

مریم السادات واعظ مدنی^۱، احمد فاخری فرد^۲، ابوالفضل مجنونی هریس^{۳*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۶

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه تبریز

۲- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۳- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: majnooni@tabrizu.ac.ir

چکیده

در این مطالعه، شاخص پتانسیل دیم (RPI) برای ارزیابی ظرفیت کشت دیم مناطق مختلف بر اساس بارش، فاصله رخداده بارش و تبخیر-تعرق ارائه گردید. این شاخص به دلیل در نظر گرفتن ماند بارش در پتانسیل‌یابی دیم از اهمیت بالایی برخوردار است. چرا که ماند بارش با ذخیره رطوبت خاک مرتبط بوده و بر عملکرد محصولات دیم اثرگذار خواهد بود. لذا به تحلیل رفتار عملکرد گندم دیم در استان آذربایجان شرقی در مقابل تغییرات شاخص RPI پرداخته شد و برای تخمین عملکرد گندم دیم مدلی وابسته به این شاخص ارائه گردید. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین مقدار متوسط شاخص پتانسیل دیم (\bar{RPI}) و فرکانس RPI‌های مازاد بر آن در دشت مراغه و کمترین آن در دشت سهند بوده است. بررسی‌ها گویای آنست که رخداده بارش به تنهایی نشان‌دهنده پتانسیل بالا برای دیم نیست، چراکه منطقه بستان‌آباد با وجود بیشترین مقدار رخداده (۹۴۵ بار) در طول دوره آماری (۲۰۱۳-۲۰۰۶) عملکرد خوبی نداشته که دلیل این امر بالا بودن فرکانس باران‌های کم‌خاصیت (کمتر از ۱/۴ میلی‌متر در روز) می‌باشد. در کل نتایج نشان می‌دهد که مناطق جنوبی استان دارای RPI و پتانسیل بالا و مناطق غربی دارای پتانسیل دیم ضعیف بودند. همچنین ضرایب واسنجی مدل ارائه شده برای تخمین عملکرد گندم دیم بر پایه شاخص جدید، هم در سطح استان و هم در تک تک ایستگاه‌های هواشناسی بجز ایستگاه سهند با مقادیر P-value کمتر از ۰/۰۱ یا ۰/۰۵ دارای اعتبار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد، شاخص، دیم، فرکانس، پتانسیل، گندم

Analysis of rainfed wheat farming climatic potential based on RPI index (Case study: East Azerbaijan Province)

MA Vaez Madani¹, A Fakheri Fard², A Majnooni- Heris *³

Received: October 28, 2018

Accepted: March 16, 2021

1-M.Sc. Graduate, Dept. of Water Eng., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz, Tabriz, Iran

2- Prof., Dept. of Water Eng., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz, Tabriz, Iran

3- Assoc. Prof., Dept. of Water Eng., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz, Tabriz, Iran

*Corresponding Author, e-mail: majnooni@tabrizu.ac.ir

Abstract

In this study, a Rainfed Potential Index (RPI) was introduced to assess the capacity of dryland farming areas based on precipitation amounts, precipitation time intervals occurrence and evapotranspiration. This index is very important in considering rainfall holding capacity in rainfed potential. To containing the impact of precipitation remaining in soil; since precipitation remaining related to soil water content capacity and will be effective on yield production, therefore, behavior of rainfed wheat yield was discussed against RPI index various in the East Azerbaijan province and a model were developed to estimate the rainfed wheat yield using PRI. The results showed that the highest and lowest mean rainfed potential index (\overline{RPI}) and frequencies of RPI with more than \overline{RPI} amount were in Maragheh and Sahand plains, respectively. Investigations showed that the precipitation occurrence multiplicity is not representing a high potential alone for rainfed farming. Since, Bostanabad area with the highest occurrence value (945 times) due to high frequency of trace rains (less than 1.4 mm/d) was not showed good yield production in during the study years. Generally, according to that the southern and western regions of province have high and low rainfed farming potential and RPI, respectively. Also, the proposed model calibration coefficients, both in the province scale and all stations except Sahand with P-value less than 0.01 or 0.05 were valid to estimate the wheat yield based on the new presented index.

Keyword: Frequency, Index, Potential, Rainfed, Yield

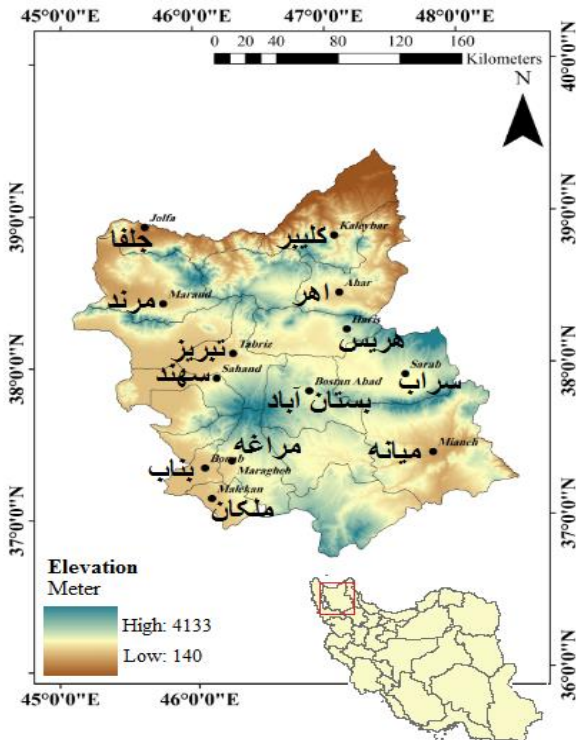
مقدمه

گندم از مهم‌ترین محصولات استراتژیک جهان است که در تأمین انرژی و امنیت غذایی جهان نقش بسزایی دارد. طبق گزارش موسسه بین‌المللی تحقیقات سیاست‌های غذایی (IFPRI)^۱ تقاضای گندم در سطح جهانی (۲۰۲۰-۱۹۹۳) از ۵۵۲ به ۷۷۵ میلیون تن در سال افزایش خواهد یافت (روسگرانت و آگکالی ۲۰۱۰). همچنین در کشور ایران نیاز به گندم تا سال ۲۰۲۵ از مرز ۲۰ مگاتن در سال خواهد گذشت (نصیری و همکاران ۲۰۰۶)، این درحالی است که ۶۵-۶۰ درصد سطح زیر کشت گندم در کل کشور مبتنی بر پایه باران بوده و این مقدار تنها پاسخگوی ۳۰-۳۵ درصد تقاضای ملی محصول است (موسوی بیگی و همکاران ۲۰۱۶). با توجه به اینکه سطح زیر کشت غالب محصولات دیم در استان آذربایجان شرقی به گندم اختصاص دارد (کمالی و همکاران ۲۰۰۸)، لذا بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم منطقه در راستای رویکرد سیاست‌های کنونی احیای دریاچه ارومیه که تبدیل اراضی آبی به دیم می‌باشد، ضروری به نظر می‌رسد تا با شناخت عوامل مؤثر بر محصولات کشاورزی دیم، بتوان به محصول با عملکرد بالاتر دست یافت. تاکنون تحقیقات زیادی در زمینه گندم حول محور هواشناسی- کشاورزی با تأکید بر نقش عناصر جوی بر روی عملکرد انجام گرفته است. برای مثال، طلیعی و بهرامی (۲۰۰۳)، به منظور بررسی تأثیر بارندگی و درجه حرارت بر عملکرد گندم دیم در استان کرمانشاه به ارائه مدلی جهت پیش‌بینی عملکرد پرداختند که بر اساس آن اثر بخشی بارندگی بر عملکرد محصول گندم دیم بیشتر از درجه حرارت ارزیابی گردید. دشتی و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی تغییر اقلیم و عوامل اقلیمی در دسترس بر روی عملکرد گندم دیم در منطقه اهر پرداختند و نتیجه گرفتند که افزایش قدرت تبخیر جو ناشی از افزایش دما تأثیر منفی بر عملکرد گندم دیم در منطقه مورد مطالعه دارد است. همچنین کاهش مقدار بارش در بلند مدت باعث محدود شدن آب در دسترس و تأثیر منفی بر عملکرد خواهد داشت. بازگیر و کمالی (۲۰۰۸) در پژوهشی به پیش‌بینی عملکرد گندم دیم با

استفاده از متغیرها و شاخص‌های هواشناسی مختلف پرداختند، نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که تغییرات عملکرد محصول گندم دیم مناطق سنندج، کرمانشاه و کنگاور متأثر از پارامترهای هواشناسی و شاخص‌های هواشناسی- کشاورزی بترتیب برابر ۶۸، ۹۱ و ۸۱ درصد می‌باشد. نتایج حاصل از پژوهش نورود (۲۰۰۰) که به تحلیل تأثیر پارامترهای اقلیمی مختلف بر روی مناطق کشت دیم در دشت‌های بزرگ ایالت کانزاس آمریکا پرداخته بود، نشان داد که بارندگی و تبخیر- تعرق نسبت به سایر عناصر اقلیمی از بیشترین تأثیر در طول مراحل رشد گندم دیم برخوردار است. موسوی بیگی و همکاران (۲۰۱۳) از بین عناصر اقلیمی با تأکید بر عنصر بارش و تعیین حداقل آستانه ریزش جوی مورد نیاز کشت گندم دیم (۳۰۰ میلی‌متر) به پهنه‌بندی مناطق دیم‌زار استان خراسان رضوی پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که مستعدترین مناطق استان، شهرستان‌های قوچان و نیشابور بوده و سایر شهرستان‌ها به جز گناباد و سرخس جز مناطق نیمه مستعد جهت کشت دیم شناسایی شدند. نصیری و همکاران (۲۰۰۶) بر اساس اطلاعات هواشناسی چندین ایستگاه هواشناسی کشور در دوره آماری ۱۹۶۸ تا ۲۰۰۰ به این نتیجه رسیدند که با کاهش بارندگی و کوتاه‌تر شدن طول دوره رشد، عملکرد گندم دیم کاهش می‌یابد. عزیزی و یاراحمدی (۲۰۰۳) با به کارگیری مدل رگرسیونی میان پارامترهای اقلیمی و عملکرد گندم دیم دشت سیلاخور استان لرستان نشان دادند که رابطه بارش‌های پاییزه، بهار و تعداد روزهای بارانی با عملکرد مستقیم است. صالح نیا و همکاران (۲۰۲۰) شبیه سازی عملکرد گندم دیم را با استفاده از شاخص‌های خشکسالی هواشناسی، متغیرهای اقتصادی و اقلیمی انجام دادند. نتایج آنها نشان داد که بارندگی سالانه، ساعات آفتابی و SPI ماه اکتبر به عنوان موثرترین متغیرهای مؤثر بر عملکرد گندم دیم در منطقه شمال شرق ایران می‌باشد. سبزچی و همکاران (۲۰۲۱) الگوریتم جدیدی برای پهنه‌بندی مزارع گندم دیم منطقه اهر به گروه‌های پر و کم بازده با استفاده از تصاویر ماهواره ای ارائه دادند. در تحقیق آنها روش ارائه شده بر پایه تبخیر-تعرق گیاه از دقت تخمین قابل قبولی برخوردار بود و عملکرد کلاس‌های پر محصول گندم دیم ۳۳ درصد

^۱- International Food Policy Research Institute

طول دوره آماری مورد مطالعه تهیه شدند. مشخصات جغرافیایی و برخی مشخصه های آماری ایستگاه های هواشناسی مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه های هواشناسی منطقه مورد مطالعه

توسعه شاخص پتانسیل دیم و مدل تخمین عملکرد در شکل ۲، متوسط بارش روزانه (P، الف)، تبخیر- تعرق مرجع (ET_0 ، ب)، فواصل زمانی بارشها (D، ج) و عملکرد گندم دیم (Y، د) منطقه در طول دوره آماری مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار ArcGIS پهنه بندی شده است. بررسی نتایج شکل ۲- د نشان می دهد که عملکرد محصول گندم دیم در شهرستان های مراغه و سهند به ترتیب بیشترین و کمترین در سطح استان آذربایجان شرقی می باشد. تحلیل درصد مقادیر عملکرد گندم در طول سال های مورد بررسی در سطح ایستگاه های استان نشان می دهد که ۳۸/۴۶ درصد از مساحت استان دارای عملکرد پایین تر از متوسط کل و ۶۱/۵۴ درصد دارای عملکرد بالاتر از متوسط استان ($kg ha^{-1}$) می باشد. پهنه بندی عملکرد در شکل ۲- د، نیز چنین توزیعی را نسبت به میانگین تایید می کند. بر اساس نتایج

بیشتر از کلاس های کم بازده تخمین زده شد. بررسی مطالعات گذشته نشان می دهد که بارش بر عملکرد و تبخیر- تعرق محصولات دیم اثرات قابل ملاحظه ای دارد، بنابراین معرفی شاخص ها و متغیرهای کشاورزی که بیشترین تأثیر را در این خصوص دارند، لازم به نظر می رسد. لذا در پژوهش حاضر برای اولین بار با معرفی شاخص پتانسیل دیم (RPI)^۱ به ارزیابی توأم اثرات بارش، فاصله رخداد بارش و تبخیر- تعرق بر عملکرد گندم دیم در استان آذربایجان شرقی پرداخته شد. در گام بعدی مدل مناسب تخمین عملکرد بر پایه شاخص جدید در مقیاس استانی ارائه و مناطق مستعد کشت گندم دیم شناسایی شدند.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه و داده های مورد استفاده در این تحقیق

پژوهش حاضر بر اساس آمار و اطلاعات هواشناسی ۱۳ ایستگاه سینوپتیک واقع در استان آذربایجان شرقی انجام گرفته است (شکل ۱). استان آذربایجان شرقی به مساحت ۴۹۲۸۷ کیلومتر مربع و با مختصات جغرافیایی ۴۵ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۴۳ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی، در شمال غرب کشور قرار دارد که اقلیم آن به طور معمول خشک و نیمه خشک می باشد. در این میان داده های روزانه هواشناسی ایستگاه های هواشناسی در طول دوره آماری مشترک (۲۰۰۶-۲۰۱۳) از سازمان هواشناسی استان اخذ شدند. این آمار و اطلاعات شامل بارش (P، میلی متر)، حداقل و حداکثر دما (T_{max} ، T_{min} ، درجه سلسیوس)، ساعات آفتابی (n، ساعت)، سرعت باد در ارتفاع دو متری از سطح زمین (U_p ، متر بر ساعت) و حداقل و حداکثر رطوبت نسبی (RH_{max} ، RH_{min} ، درصد) بودند که در محاسبه تبخیر- تعرق مرجع (ET_0) به روش فائو- پنمن- مانیتث (آلن و همکاران ۱۹۹۸) به کار گرفته شدند. همچنین داده های عملکرد محصول گندم دیم از سازمان جهاد کشاورزی استان در

2- Rainfed Potential Index

این شاخص یک شاخص عمومی برای پتانسیل یابی دیم بوده و مختص گیاه خاصی نیست. همچنین برای تخمین عملکرد گندم دیم، مدلی وابسته به این شاخص ارائه و ضرایب ثابت این مدل برای تک تک ایستگاه‌ها و کل استان واسنجی گردید. دقت مدل ارائه شده با استفاده از ضریب همبستگی بررسی و معنی‌داری ضرایب روابط واسنجی شده هر ایستگاه، با استفاده از مقادیر P-value تست t مورد آزمون قرار گرفت.

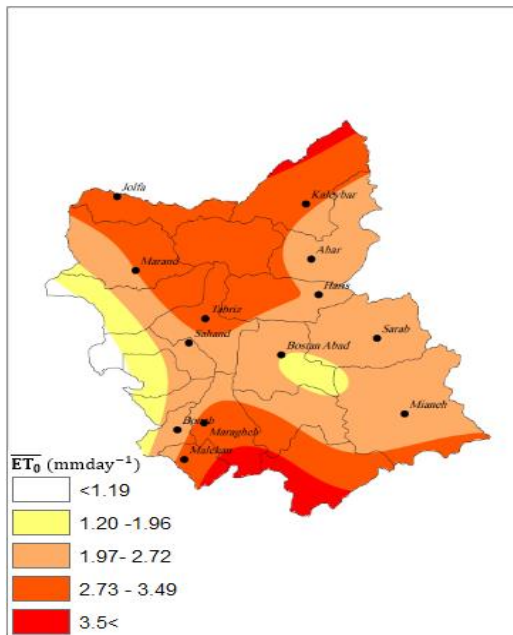
$$\overline{ET_0} = \frac{\sum_{i=1}^D ET_0}{D} \quad (2)$$

پهنه‌بندی شکل ۲، توزیع مکانی عملکرد با الگوی توزیع بارش روزانه و تبخیر-تعرق متناسب است. قابل ذکر است در تمامی محاسبات به دلیل روزانه بودن مقیاس زمانی، روزهای بدون رخداد بارش در نظر گرفته نشده و بر این اساس متوسط فواصل زمانی بارش‌های استان در دو دسته ۳ یا ۴ روزه قرار گرفته است. در ادامه با لحاظ واقعیت فیزیکی فوق، شاخص جدید پتانسیل دیم (RPI) بر اساس بارش (P)، فاصله رخداد بارش (D) و تبخیر-تعرق مرجع (ET₀) ارائه گردید:

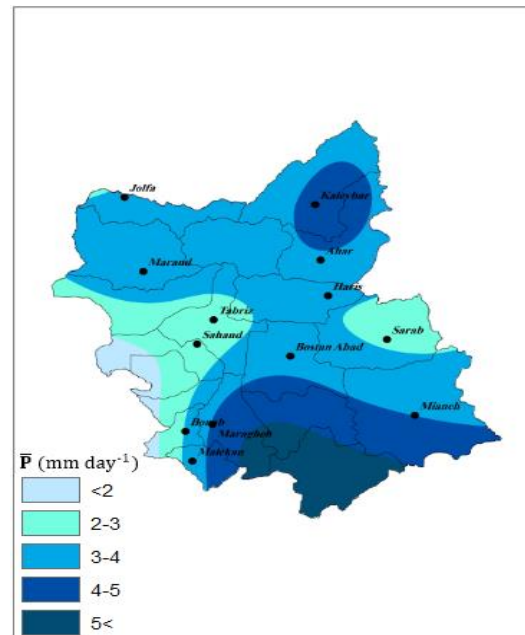
$$RPI = \frac{P \cdot \overline{ET_0}}{D} \quad (1)$$

جدول ۱- مختصات جغرافیایی و برخی شاخص‌های آماری ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه

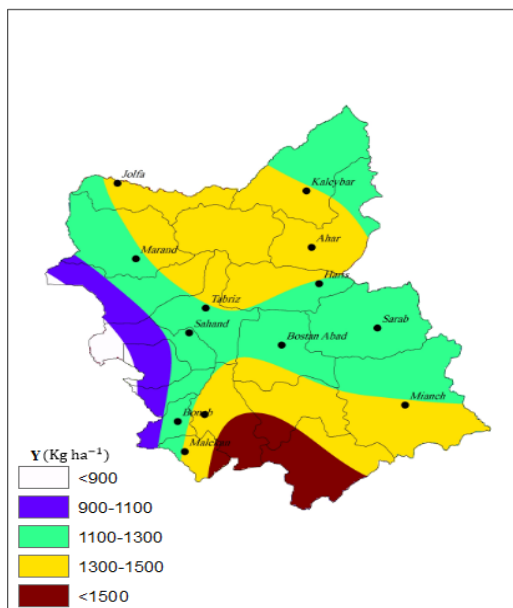
متوسط دمای سالانه (°C)	متوسط بارش سالانه (mm)	ارتفاع از سطح دریا (m)	عرض جغرافیایی درجه	طول جغرافیایی درجه	مشخصات ایستگاه هواشناسی
۱۰/۷۱	۲۸۷/۵	۱۳۶۱	۳۸°۲۶'	۴۷°۰۴'	اهر
۸/۴۳	۲۵۷/۸	۱۷۵۰	۳۷°۵۱'	۴۶°۵۱'	بستان‌آباد
۱۵/۰۱	۲۵۹/۳	۱۲۹۰	۳۷°۲۰'	۴۶°۰۴'	بناب
۱۲/۱۰	۲۸۴/۸	۱۳۶۴	۳۸°۰۷'	۴۶°۱۴'	تبریز
۱۴/۷۶	۱۹۹	۷۳۶	۳۸°۵۶'	۴۵°۳۶'	چلغا
۸/۲۳	۲۴۳/۹	۱۶۸۲	۳۷°۵۶'	۴۷°۲۳'	سراب
۱۲/۰۶	۲۰۵/۱	۱۶۴۱	۳۷°۵۶'	۴۶°۰۷'	سهند
۱۲/۵	۳۹۸/۱	۱۲۱۰	۳۸°۵۳'	۴۷°۰۱'	کلپیر
۱۲/۷۲	۳۰۵/۲	۱۳۴۴	۳۷°۲۱'	۴۶°۱۳'	مراغه
۱۲/۷	۳۶۸	۱۵۵۰	۳۸°۲۵'	۴۵°۴۶'	مرند
۱۴/۳	۲۷۲/۶	۱۳۰۲	۳۷°۰۹'	۴۶°۰۵'	ملکان
۱۴/۲۲	۲۷۹/۸	۱۱۱۰	۳۷°۲۸'	۴۷°۴۳'	میانه
۸/۷۸	۳۳۹/۲	۱۹۵۰	۳۸°۱۵'	۴۷°۰۶'	هریس



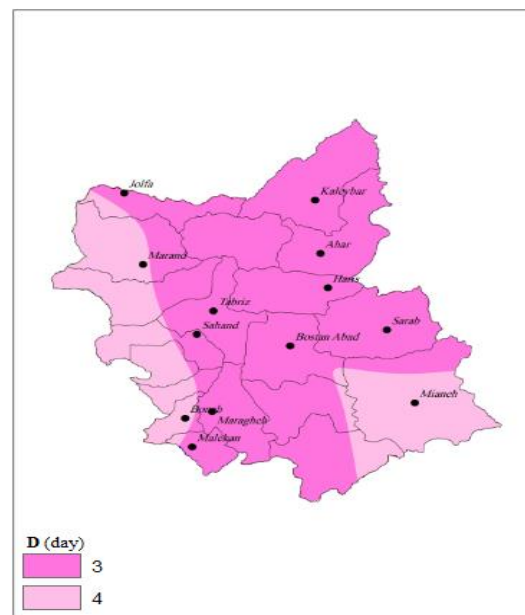
(ب)



(الف)



(د)



(ج)

شکل ۲-الف) توزیع مکانی متوسط بارش روزانه (ب)، تبخیر- تعرق مرجع (ج)، فواصل زمانی بارش‌ها (د) و عملکرد گندم دیم (د) منطقه مورد مطالعه

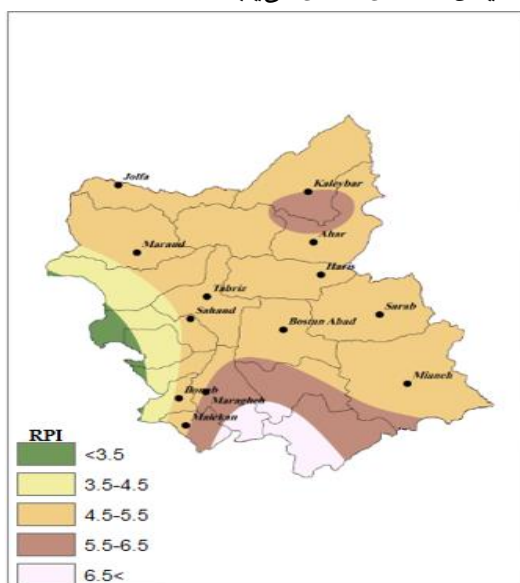
رابطه عملکرد - شاخص RPI

نظر گرفته شد. بر اساس اطلاعات جدول ۲ با افزایش شاخص پتانسیل دیم، عملکرد افزایش می‌یابد. در واقع بین شاخص پتانسیل دیم و عملکرد رابطه مستقیم برقرار است. رابطه عملکرد (Y) با شاخص RPI در مقیاس استانی به صورت زیر ارائه گردید:

شاخص RPI و تغییرات عملکرد گندم دیم (Y) منطقه مورد مطالعه در پنج کلاس طبقه‌بندی و در جدول ۲ ارائه گردید. اساس تقسیم بازه تغییرات عملکرد محصول در سطح احتمال ۷۵ درصد تأمین (کای ۲۰۰۵)، با طول بازه ۲۰۰ در

$RPI < 3/49$	$Y < 900$
$3/5 < RPI < 4/49$	$900 < Y < 1100$
$4/5 < RPI < 5/49$	$1100 < Y < 1300$
$5/5 < RPI < 6/49$	$1300 < Y < 1500$
$RPI > 6/5$	$Y > 1500$

(۵/۰۷) می‌باشد. بر اساس جدول فوق بیشترین فرکانس بارش در بستان‌آباد و کمترین آن در میانه می‌باشد. نکته مهم دیگر اینکه رابطه‌ای بین فرکانس بارش و مقدار سالانه بارش مشاهده نگردید که علت آن در فرایند تصادفی توزیع زمانی بارش‌های کم خاصیت و پر شدت در دوره سالانه یا در طول دوره آماری می‌باشد. توزیع مکانی شاخص \overline{RPI} برای منطقه مورد مطالعه در شکل ۳ نشان داده شده است که بر اساس این توزیع، با نزدیک‌تر شدن ایستگاه‌ها به دریاچه ارومیه، میزان شاخص کاهش می‌یابد.



شکل ۳- پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه بر اساس شاخص

RPI

$$Y = a + \frac{b}{x} = 2379/271 - \frac{502/113}{RPI} \quad (2)$$

$$P(\text{value}) = 0/00003 \quad r = 0/897$$

جدول ۲- طبقه‌بندی شاخص RPI بر اساس تغییرات عملکرد گندم دیم منطقه مورد مطالعه

$\overline{RPI}(\text{mm d})^2$	$Y(\text{Kg ha}^{-1})$
---------------------------------	------------------------

نتایج و بحث

در این مطالعه شاخص معرفی شده RPI از نظر ماهیت فیزیکی به‌عنوان معیاری برای سنجش پتانسیل دیم یک منطقه می‌باشد. نکته مهم، ارتباط مستقیم این شاخص با بارش و تبخیر- تعرق است، بدین مفهوم که از دیدگاه کشاورزی با افزایش تبخیر- تعرق، فعالیت فیزیولوژیکی گیاه افزایش یافته که نتیجه آن افزایش عملکرد می‌باشد و در خصوص بارش نیز این ارتباط کاملاً روشن است. همچنین صرف وقوع بارش در پتانسیل دیم کافی نبوده و بایستی به مسئله ماند بارش که متأثر از فاصله زمانی بارش است نیز توجه گردد. چنانچه با کاهش فاصله رخدادهای بارندگی (D) ماند بارش (P/D) نیز افزایش می‌یابد. افزایش ماند بارش باعث افزایش ذخیره رطوبت شده و بر عملکرد محصولات دیم اثر مثبت خواهد گذاشت. مقادیر متوسط روزانه شاخص RPI، فرکانس \overline{RPI} ، متوسط بارش سالانه و فرکانس بارش برای طول دوره آماری به تفکیک ایستگاه در جدول ۳ ارائه شده است. مقادیر \overline{RPI} و فرکانس \overline{RPI} ‌های مازاد بر میانگین از داده‌های روزانه برای طول دوره مورد مطالعه در هر ایستگاه مشخص شدند. بررسی نتایج جدول ۳ نشان داد که بیشترین \overline{RPI} و فرکانس \overline{RPI} ‌های مازاد بر آن در دشت‌های مراغه و کلپیر بدست آمده و در دشت‌های بناب و سهند کمترین مقادیر برآورد شده است. مقادیر \overline{RPI} در شش ایستگاه بالاتر از متوسط \overline{RPI} ایستگاه‌های مورد مطالعه

جدول ۳- مقادیر RPI و فرکانس آن مازاد بر میانگین منطقه مورد مطالعه

RPI(mm d) ²		بارش (mm)		ایستگاه
مقدار	فرکانس (%)	مقدار	فرکانس (%)	
۶/۵۸	۲۳/۵۴	۲۷۵/۴۸	۳۰/۶۸	اهر
۴/۲۸	۱۹/۲۰	۳۴۵/۸۵	۳۲/۳۶	بستان‌آباد
۳/۶۸	۱۸/۸۴	۲۶۳/۶۵	۲۲/۲۹	بناب
۴/۰۰	۲۲/۳۷	۲۳۶/۷۹	۳۰/۸۵	تبریز
۵/۸۱	۲۱/۶۱	۲۳۹/۵۸	۲۵/۹۵	جلفا
۳/۸۱	۲۲/۷۱	۲۴۳/۴۱	۲۹/۰۷	سراب
۳/۴۲	۱۷/۵۱	۲۰۴/۵۷	۲۹/۱۰	سهند
۶/۹۸	۲۴/۰۰	۴۰۵/۶۴	۳۱/۸۱	کلیبر
۷/۲۱	۲۶/۳۶	۲۴۷/۳۵	۲۳/۳۲	مراغه
۳/۹۸	۲۳/۰۶	۳۹۲/۷۳	۳۰/۳۰	مرند
۶/۳۰	۲۲/۱۲	۲۶۶/۰۳	۲۵/۷۸	ملکان
۵/۶۱	۲۲/۸۵	۲۷۰/۶۰	۲۲/۱۲	میانه
۴/۲۶	۲۳/۵۱	۲۹۴/۴۰	۳۰/۳۰	هریس
۵/۰۷	۲۲/۱۳	۲۸۳/۵۴	۲۸	متوسط

۱/۴ میلی‌متر در شهرستان‌های بستان‌آباد و میانه به ترتیب ۵۸ و ۵۱ درصد است، همچنین نوسان بازه بارش‌های مازاد بر میانگین در بستان‌آباد بیشتر از میانه می‌باشد، لذا پراکنش نامنظم‌تر و فرکانس باران‌های کم اثر سبب کاهش عملکرد شهرستان بستان‌آباد نسبت به شهرستان میانه با کمترین تعداد بارش شده است.

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش برای نخستین بار با هدف تحلیل پتانسیل اقلیمی استان آذربایجان شرقی برای کشت دیم شاخصی تحت عنوان RPI که دربرگیرنده متغیرهای اقلیمی مقادیر بارش روزانه، فواصل زمانی بارش‌های روزانه و تبخیر- تعرق مرجع منطقه می‌باشد، معرفی گردید و بر مبنای آن مدل‌های غیرخطی با عملکرد برای هر کدام از مناطق ۱۳ گانه و همینطور هر ایستگاه استخراج شد. بر طبق این روابط مقادیر ضرایب همبستگی استان ۰/۸۹ و شهرستان‌های مراغه (۰/۹۱) و کلیبر (۰/۸۹) بیشترین و شهرستان‌های بناب (۰/۶۹) و سهند (۰/۵۷) کمترین

یکی از اهداف تحقیق حاضر تعیین رابطه عملکرد با شاخص جدید فوق بود که این رابطه در معادله ۳ بخش مواد و روش‌ها ارائه گردید. معادله فوق برای کلیه ایستگاه‌ها بصورت جداگانه واسنجی و مقادیر پارامترهای رابطه (a و b) در جدول ۴ نشان داده شده است. مقادیر P-value و ضرایب همبستگی، اعتبار کاربرد مدل را در ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. مطابق جدول بیشترین و کمترین ضرایب همبستگی ۰/۹۱ و ۰/۵۷ بترتیب متعلق به شهرستان مراغه و سهند می‌باشند. بررسی‌ها نشان داد که اگرچه تعداد رخداد بارش در شهرستان بستان‌آباد بیشترین مقدار (۹۴۵ بار) در طول دوره آماری بوده است، با این حال عملکرد همسو با تعداد بارش نبوده و حتی کمتر از شهرستان میانه با کمترین تعداد رخداد (۶۴ بار) می‌باشد، دلیل این امر بالا بودن فرکانس باران‌های کم اثر (باران‌های با شدت کم و تعداد زیاد) است. بسته به ماهیت مطالعه، باران‌های کمتر از ۲۵ تا ۰/۲۵ میلی‌متر را باران کم اثر در نظر می‌گیرند که در مطالعات دیم بطور متوسط ۱/۴ گرفته می‌شود (لو و همکاران ۲۰۱۵)، با این توضیح که تکرار بارش‌های با مقدار کمتر از

پتانسیل یابی دیم بوده و مختص گیاه خاصی نیست، لذا برای اقلیم‌ها و گیاهان مختلف قابل استخراج خواهد بود تا از این طریق علاوه از استفاده بهینه از شرایط جوی حاکم مناطق مستعد کشت دیم را شناسایی کرده و گامی اساسی در مدیریت آن برداشت.

کمترین برآورد شد، به همین دلیل بخش‌های واقع در جنوب و شمال استان به‌عنوان مستعدترین مناطق کشت دیم و نوار غربی بدلیل همجواری با دریاچه ارومیه به‌عنوان مناطق ضعیف در کشت دیم شناسایی شدند. درحالت کلی کاربرد این شاخص به‌عنوان یک شاخص عمومی در

جدول ۴- ضرایب مدل‌های غیرخطی میان شاخص تلفیقی RPI و عملکرد گندم دیم ایستگاه‌های هواشناسی منطقه مورد مطالعه

ایستگاه	a	b	r	P (value)
اهر	۱۲۸۷/۳۶۶	-۲۱۴۸/۹۷۳	۰/۸۵	۰/۰۰۴۷
بستان‌آباد	۲۰۱۰/۰۲۹	-۵۷۷۶/۷۶۷	۰/۶۸	۰/۰۰۵۲
بناب	۱۷۹۵/۳۳۵	-۴۵۵۸/۰۰۰	۰/۶۹	۰/۰۰۵۸
تبریز	۱۴۶۵/۵۴۹	-۲۹۲۶/۸۷۴	۰/۷۶	۰/۰۳۵۵
جلفا	۱۳۵۲/۴۳۷	-۳۳۷۵/۰۰۹	۰/۷۷	۰/۰۲۸۳
سراب	۱۱۰۲/۱۲۵	-۲۶۲۸/۷۱۲	۰/۷۴	۰/۰۳۵۳
سهند	۱۰۷۰/۲۰۲	-۱۵۵۱/۶۱۰	۰/۵۷	۰/۱۱۹
کلپیر	۲۴۷۳/۱۳۲	-۸۸۸۴/۱۴۴	۰/۸۹	۰/۰۰۱۸
مراغه	۱۲۴۱/۴۰۹	-۲۴۱۶/۱۰۲	۰/۹۱	۰/۰۰۱۵
مرند	۲۱۱۰/۱۱۴	-۶۴۲۷/۰۶۹	۰/۷۰	۰/۰۰۳۲
ملکان	۱۶۹۲/۸۵۶	-۴۶۰۲/۸۸۸	۰/۸۲	۰/۰۰۲۱
میانه	۱۴۵۹/۴۲۰	-۲۷۹۴/۵۶۳	۰/۷۶	۰/۰۲۹۲
هریس	۱۳۲۲/۱۸۱	-۱۴۷۹/۷۴۴	۰/۷۵	۰/۰۰۴۱

منابع مورد استفاده

- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith, 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements- FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 56. Rome.
- Azizi Gh, Yarahmadi D, 2003. Investigating the relationship between climate parameters and wheat yield using regression model (Case study: Seilab Khor plain). Journal of Geographical Studies, 44: 23-29. [Persian]
- Bazgir S, Kamali QA, 2008. Rainfed wheat yield forecast using agricultural meteorological indices in some western regions of the country. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 15(2): 113-121. [Persian].
- Cai X, 2005. Risk in irrigation water supply and the effects on food production. Journal of the American Water Resources Association, 41(3): 679-692.
- Dashti G, Bagheri P, Pishbahar E and Majnooni-Heris A, 2018. Evaluation of Climate Change effect on Evapotranspiration and Yield of Rainfed Wheat in Ahar, Iranian Journal of irrigation and Drainage, 12: 409-423.
- Kamali QA, Sadaghiani Pur A, Sadaghat Kerdar A, 2008. Investigating climate potential of rainfed wheat in East Azarbaijan province. Water and Soil Science, 22(2):467-483.

- Lu H, Bryant RB, Buda AR, Collick AS, Folmar GJ, Kleinman PJ, 2015. Long-term trends in climate and hydrology in an agricultural, headwater watershed of central Pennsylvania, USA. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 4: 713-731.
- Mousavi-Baygi M, Bannayan M, Ashraf B, Asadi Oskuei E, 2016. Assessment of climatic indices limiting rainfed wheat yield. *Ecological Indicators*, 62: 298-305.
- Musavi Bayeghi M, Ashraf B, Ramazan Zadeh Hazhbar F, 2013. Identification of susceptible areas and determining the appropriate date for the cultivation of wheat in dryland of Khorasan Razavi province, *Agronomy Journal*. 99:131-140.
- Nassiri M, Koochechi A, Kamali GA, Shahandeh H, 2006. Potential impact of climate change rainfed wheat production in Iran. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 52 (1): 113-124.
- Norwood CA, 2000, Dryland winter wheat as affected by previous crops. *Agronomy Journal*. 92:121-127.
- Rosegrant MW, Agcaoili M, 2010. Global food demand, supply, and price prospects to 2010. International Food Policy Research Institute, Washington, DC. USA.
- Sabzchi H, Sadraddini AA, Nazami AH, Majnooni-Heris A, Asim B, 2021. Recognition of different yield potentials among rain-fed wheat fields before harvest using remote sensing. *Agricultural Water Management*, 245: 106611.
- Salehnia N, Salehnia N, Saradari Torshizi A and Kolsoumi S, 2020. Rainfed wheat (*Triticum aestivum* L.) yield prediction using economical, meteorological, and drought indicators through pooled panel data and statistical downscaling. *Agricultural Water Management*, 111: 105991.
- Taliei AA, Bahrami N. 2003, Effect of rainfall and temperature on rainfed wheat yield in Kermanshah province. *Soil and Water Sciences Journal*, 17(1): 106-112.