

ارزیابی ارتباط متغیرهای اقلیمی و خشکسالی هواشناسی با عملکرد محصولات زراعی در استان کرمان

سکینه میجانی^۱، بهاره پارسا مطلق^{۲*}، زهره ابراهیمی خوسفی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۰۶

چکیده

در این پژوهش از مدل‌های رگرسیون چندگانه برای ارزیابی ارتباط شاخص خشکسالی بارش-تبخیرتغرق استاندارد شده (SPEI) و متغیرهای هواشناسی با تولید محصولات زراعی در استان کرمان استفاده شد. به این منظور از داده‌های میانگین سالانه بیشینه و کمینه دمای هوا، سرعت باد، رطوبت نسبی، مجموع بارش ماهانه، تبخیرتغرق، دمای نقطه شبنم، فشار هوا، ساعات آفتابی، SPEI و عملکرد محصولات زراعی در بازه زمانی (۱۳۹۷-۱۳۷۰) استفاده شد. مقادیر SPEI نشان می‌دهد تمامی ایستگاه‌های مطالعاتی در دو دهه اخیر خشکسالی را تجربه کرده‌اند و خشکسالی بر عملکرد محصولات زراعی در تمامی استان تاثیرگذار بوده است. مقدار متوسط ضریب تبیین در مدل‌های رگرسیونی بهینه برای گندم حداقل و حداکثر ۰/۳۹ و ۰/۹۵ متعلق به ایستگاه کرمان و انار، برای جو ۰/۲۷ و ۰/۹۸ برای بافت و انار، برای سیب زمینی ۰/۲ و ۰/۷ برای جیرفت و کهنوج، برای پیاز ۰/۲۳ و ۰/۵۴ برای بافت و جیرفت و برای یونجه ۰/۳۱ و ۰/۹۸ برای کهنوج و سیرجان به دست آمد. نتایج این مطالعه می‌تواند در پیشنهاد الگوهای کشت جدید در دهه‌های آینده برای مقابله با خشکسالی و کمبود آبی در این استان مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تولید، خشکسالی، عوامل اقلیمی، SPEI

مقدمه

دما که در هر موقعیت اقلیمی ممکن است رخ دهد، اطلاق می‌گردد. انواع خشکسالی عبارتند از خشکسالی کشاورزی، هیدرولوژی و هواشناسی که خشکسالی هواشناسی بیشتر از کشاورزی و هیدرولوژیکی به وقوع می‌پیوندد (Zuniga, 2021). وقوع متناوب خشکسالی و نابهنجاری رطوبت خاک موجب افت عملکرد گیاهان زراعی دیم و فاریاب می‌شود (Ghamghami and Pourmeidani, 2023). موقعیت جغرافیایی کشور ایران بر روی کمربند خشک کره زمین شرایط را برای وقوع این پدیده مهیا کرده است (Salehvand et al., 2013). زمانی که خشکسالی آغاز می‌شود، به طور معمول، بخش کشاورزی نخستین بخشی است که تحت تأثیر

اقلیم و پیامدهای ناشی از آن در دهه‌های اخیر به یکی از مسائل مهم جهانی و به عنوان یکی از معضلات عمده زیست محیطی تبدیل شده است. در این میان تولید محصولات کشاورزی به شدت از این تغییرات تاثیر می‌پذیرد؛ و کشاورزان قادر به کنترل شرایط اقلیم حاکم بر منطقه خود نیستند؛ اما برنامه‌ریزی و مدیریت عواملی از قبیل نوع رقم گیاه و بهینه‌سازی الگوی کشت مطابق با شرایط اقلیم یک منطقه، می‌تواند آسیب‌های تغییر اقلیم را بر رشد، نمو و عملکرد محصولات کشاورزی به حداقل برساند (Soleymani Nejad et al., 2019). خشکسالی به وضعیت کاهش بارش و افزایش

^۱ استادیار، آگرواکولوژی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت
^۲ دانشجویار، گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد رشته آگرواکولوژی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه جیرفت
*نویسنده مسئول: (bparsam@ujiroft.ac.ir)

نحوه ارجاع مقاله:

میجانی، س.، پارسا مطلق، ب.، ابراهیمی خوسفی، ز. ۱۴۰۳. ارزیابی ارتباط متغیرهای اقلیمی و خشکسالی هواشناسی با عملکرد محصولات زراعی در استان کرمان. نشریه هواشناسی کشاورزی، ۱۲(۱): ۵۰-۶۳. DOI: 10.22125/agmj.2023.391272.1147
Mijani, S., Parsa Motlagh, B., Ebrahimi Khusfi, Z. 2024. Effect of climatic variables and meteorological drought on selected crops' yield in Kerman province. Journal of Agricultural Meteorology, 12(1): 50-63. DOI: 10.22125/agmj.2023.391272.1147

در شهر کرمان گزارش شده که در بلند مدت، بین دو متغیر اقلیمی (دما و بارش) و عملکرد گندم رابطه‌ی مثبت و معنی‌داری وجود داشته است (Saei, 2021). پژوهشی در رابطه با بررسی تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات منتخب و کاربری اراضی در چهار ناحیه از استان مازندران انجام شد. نتایج تحلیل‌های رگرسیونی نشان داد که دمای هوا روند افزایشی محسوس و بارندگی روند کاهشی تقریباً محسوسی داشته، و تغییر اقلیم اثر معنی‌داری بر عملکرد برنج، گندم و جو داشته است (Keykha et al., 2020). در مطالعه‌ی اثرات بهره‌وری و کارایی تغییرات آب و هوایی و آگرواکولوژی بر کشاورزی بنگلادش طی دوره ۶۱ ساله مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد افزایش بارندگی سالانه و دمای طولانی مدت به طور قابل توجهی تولید را افزایش داده است (Rahman and Anik, 2020). در مطالعه دیگری، Bera et al. (2021) به تحلیل روند تغییرات خشکسالی در بخشی از فلات چوتا ناگپور هند با استفاده از شاخص‌های SPI و SPEI پرداختند. نتایج این بررسی نشان داد که فراوانی و روند خشکسالی هواشناسی و آب‌های زیرزمینی در حال افزایش است و در سال‌های ۱۹۹۹، ۲۰۰۳، ۲۰۱۰، ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶ خشکسالی‌های شدید در این منطقه اتفاق شده است. محصولات زراعی به عنوان یکی از عوامل مؤثر پایداری در بوم نظام‌های تولیدی کشاورزی به‌شمار می‌روند و توجه به وضعیت تولید محصولات زراعی در تغذیه مردم جهان و نقش آن‌ها در طراحی الگوی کشت لازم است. لذا پایش و شناخت مهمترین عوامل اقلیمی جهت تدوین برنامه‌ریزی‌های کشاورزی کوتاه و بلند مدت بر محصولات زراعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که در این مطالعه کوشش شده به این مهم پرداخته شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی در این مطالعه استان کرمان می‌باشد که با وسعتی معادل ۱۸۳۲۸۵ کیلومتر مربع در محدوده جغرافیایی ۵۵ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی و ۲۵ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۲ درجه عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱).

قرار می‌گیرد، زیرا باعث کاهش رطوبت در خاک و هوا، کاهش تولید و عملکرد محصولات کشاورزی می‌شود؛ از این رو، یکی از نگرانی‌های موجود درباره‌ی خشکسالی، پیامدهای منفی این پدیده بر تولیدات کشاورزی و آسیب‌پذیری کشاورزان است (Salehi et al., 2019). محققان گزارش کردند در مناطق پرباران بین خشکسالی‌های هواشناسی و تولید محصولات کشاورزی ارتباطی وجود ندارد در نتیجه خطر کاهش آب‌های زیرزمینی به منظور آبیاری محصولات بر اثر خشکسالی‌های هواشناسی تاثیر بیشتری در آینده تولید مواد غذایی خواهد داشت (Shoumik et al., 2023). در روش‌های رایج، به منظور بررسی و ارزیابی خشکسالی در مقیاس‌های زمانی مختلف از شاخص‌های خشکسالی بر اساس یک یا چند متغیر استفاده می‌شود. یکی از این شاخص‌ها، شاخص بارش-تبخیرتغرق استاندارد شده (SPEI)^۱ است که نسبت به دیگر شاخص‌های خشکسالی کاربرد بیشتری دارد و مهم‌ترین مزیت آن، توانایی تشخیص اثر تغییر مقادیر تبخیرتغرق پتانسیل در ارتباط با گرمایش جهانی است (Vicente-Serrano et al., 2015). در پژوهشی تأثیر عوامل اقلیمی و خشکسالی بر تغییرات عملکرد چهار محصول دیم در مشهد و بیرجند مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد دو متغیر تعداد روزهای بارانی در منطقه بیرجند و دمای بیشینه هوا در منطقه مشهد، بیشترین همبستگی‌ها را با عملکرد محصولات زراعی داشته‌اند (Zare Abyaneh, 2013). محققان در بررسی تأثیر شرایط اقلیمی بر کشت گندم در شهرستان دزفول گزارش نمودند ضریب همبستگی میان عملکرد گندم و عواملی چون بارش، رطوبت نسبی و ساعات آفتابی مثبت و معنی‌دار در حالی که ارتباط میان میزان تبخیر و دمای هوا منفی می‌باشد (Zohurian et al., 2015). محققان طی پژوهشی به بررسی متغیرهای اقلیمی بر عملکرد محصولات کشاورزی در ایران (مطالعه موردی: استان خوزستان) پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که تغییرپذیری در شرایط آب و هوایی باعث کاهش عملکرد گندم، برنج و جو شده است (Karimifard et al., 2018). در ارزیابی تأثیر کوتاه مدت و دراز مدت متغیرهای اقلیمی (دما و بارش فصول بهار و زمستان) بر عملکرد محصول گندم دیم

¹ Standardized Precipitation Evapotranspiration Index

میانگین سرعت باد، میانگین رطوبت نسبی، مجموع بارش ماهیانه، تبخیرتقرق، دمای نقطه شبنم، فشار در سطح ایستگاه، تعداد ساعات آفتابی و SPEI می‌باشد که آمار مربوطه برای ۱۸ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی از اداره کل هواشناسی استان کرمان و داده‌های تولید محصولات زراعی (پياز، سیب زمینی، گندم، جو و یونجه) از سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان برای دوره آماری ذکر شده اخذ گردید.

محاسبه شاخص SPEI

به منظور محاسبه شاخص SPEI ابتدا مقدار تبخیرتقرق در هر ماه برآورد شد. سپس از طریق یک مدل ساده بیلان آب تفاوت بین مقدار بارندگی (P) و مقدار تبخیرتقرق پتانسیل (PET) برای ماه i از معادله ۱ محاسبه گشت.

$$D_i = P_i - PET_i \quad (1)$$

محاسبه این شاخص نیازمند برآورد مقادیر احتمال تجمعی مقادیر D_i از طریق برازش یک تابع چگالی احتمال می‌باشد. با توجه به آنکه مقادیر D_i کران پایین به مقادیر منفی منتهی می‌شوند توابع احتمال دو پارامتری نمی‌توانند برای این امر انتخاب شوند. طی بررسی توابع مختلف سه پارامتری، تابع چگالی احتمال لوگ- لوجستیک سه پارامتری دارای بهترین برازش بر مقادیر D_i تشخیص داده شده است (Vicente-Serrano et al., 2010). فرم کلی تابع چگالی احتمال این تابع به صورت معادله ۲ می‌باشد.

$$F(x) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{x-y}{\alpha} \right)^{\beta-1} \left[1 + \frac{x-y\beta}{\alpha} \right]^{-\gamma} \quad (2)$$

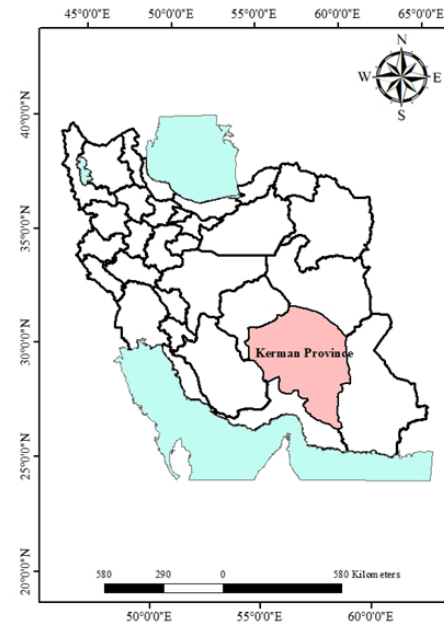
که در آن α ، β و γ به ترتیب مقیاس، شکل و اصلی برای مقادیر D_i در دامنه $-\infty < D_i < \infty$ می‌باشند. فرم تابع احتمالات تجمعی لوگ- لوجستیک سه پارامتری نیز مطابق معادله ۳ است (Vicente-Serrano et al., 2010).

$$f(x) = \left[1 + \left(\frac{a}{x-y} \right)^\beta \right]^{-1} \quad (3)$$

در نهایت مقادیر احتمال تجمعی برای مقادیر D_i به تابع نرمال استاندارد شده با میانگین صفر و انحراف معیار یک تبدیل می‌شوند که برابر مقادیر شاخص SPEI می‌باشند (معادله ۴).

$$SPEI = W - \frac{C0 + C1W + C2W^2}{1 + D1W + D2W^2} \quad (4)$$

مقدار W از معادله ۵ محاسبه می‌شود.



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی

Figure 1- The location of the study area

اخذ و پردازش داده‌های اقلیمی

با توجه به اینکه در این تحقیق ارزیابی ارتباط مشخصه‌های عوامل اقلیمی و شاخص خشکسالی SPEI با عملکرد و تولید گیاهان زراعی مدنظر بود؛ از میانگین متغیرهای هواشناسی در بازه زمانی طولانی مدت (۱۳۷۰-۱۳۹۷) استفاده شد. داده‌های هواشناسی مورد بررسی شامل ماکزیمم و مینیمم دمای هوا،

تخمین، Π توان وزن دهی فاصله و n تعداد نقاط مجاور است (Pereira et al., 2022). ایجاد مدل‌های رگرسیونی چند متغیره با داده‌های دسته‌بندی شده به روش گام به گام انجام و دسته متغیرهایی با اثر بخشی کم، مشخص شد. در روش‌های رگرسیونی گام به گام، پس از اتمام عملیات مدلسازی، امکان حذف برخی متغیره‌های مستقل با درجه تأثیر کم وجود دارد. در عملیات مدلسازی برای تعیین بهترین مدل رگرسیونی گسترش یافته، معیار ضریب تبیین (r^2) به کار گرفته شد. همچنین برای قضاوت کامل‌تر در خصوص کارایی مدل‌ها از مقایسه معیار ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) مدل‌های برآورد کننده با مقدار مشاهده شده استفاده شد. بدین ترتیب سنجش مدل‌ها با ضریب همبستگی بالاتر و خطای کمتر بر اساس معادلات ۷ و ۸ انجام شد (Li et al., 2022).

$$r^2 = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (YO_i - \bar{YO})(YPI_i - \bar{Yp})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (YO_i - \bar{YO})^2 \sum_{i=1}^n (YPI_i - \bar{Yp})^2}} \right]^2 \quad (8)$$

$$RMSE = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (YO_i - YPI_i)^2}}{\bar{YO}} \quad (9)$$

که در آن YO_i مقدار مشاهده شده تولید محصول Am ، YPI_i مقدار برآورد شده تولید محصول Am ، \bar{Yp} میانگین مقدار تولید برآورد شده، \bar{YO} میانگین مقدار مشاهده شده تولید و n تعداد داده‌ها می‌باشند (Li et al., 2022).

نتایج و بحث

پهنه‌بندی و بررسی تغییرات عوامل اقلیمی در سطح

استان کرمان

شکل ۲ نتایج پهنه‌بندی میانگین بلندمدت (۱۳۹۷-۱۳۷۰) دمای متوسط هوا ($^{\circ}C$)، بارندگی (mm)، فشار هوا (kPa)، تبخیر (mm)، رطوبت نسبی (%)، تعداد ساعات آفتابی، سرعت باد ($m S^{-1}$) و دمای نقطه شبنم ($^{\circ}C$) را در سطح استان کرمان نشان می‌دهند. بر اساس نتایج به دست آمده، در دوره آماری مورد بررسی میانگین دما در سطح استان بین ۱۵/۳ درجه سانتی‌گراد در نواحی غربی تا ۲۷/۲ درجه سانتی‌گراد در نواحی جنوبی متغیر بوده است.

$$W = \sqrt{-2 \ln(p)} \quad \text{for } P \leq 0.5 \quad (5)$$

که P مقدار احتمال تجاوز از مقدار D تعیین شده می‌باشد $P = 1 - f(X)$ اگر مقدار P بزرگتر از 0.5 باشد آنگاه مقدار P با $1 - P$ جایگزین و علامت نتایج SPEI عوض می‌شود. مقدار ضرایب ثابت برابر است با $C_0 = 2/515517$ ، $C_1 = 0/802853$ ، $C_2 = 0/010328$ ، $d_1 = 1/432788$ ، $d_2 = 0/1189269$ ، $d_3 = 0/01308$ میانگین مقادیر SPEI برابر صفر و انحراف معیار آنها برابر یک می‌باشد (جدول ۱) (Vicente-Serrano et al., 2010).

جدول ۱- طبقه‌های مختلف شدت خشکسالی بر اساس شاخص SPEI (Vicente-Serrano et al., 2010)

Drought Classes	Index Value
Extreme wet	$2 \leq$
Severe wet	1.5 - 2
Moderate wet	1-1.5
Normal	-0.99-0.99
Moderate drought	-1.5-1
Severe drought	-2-1.5
Extreme drought	$2 \geq$

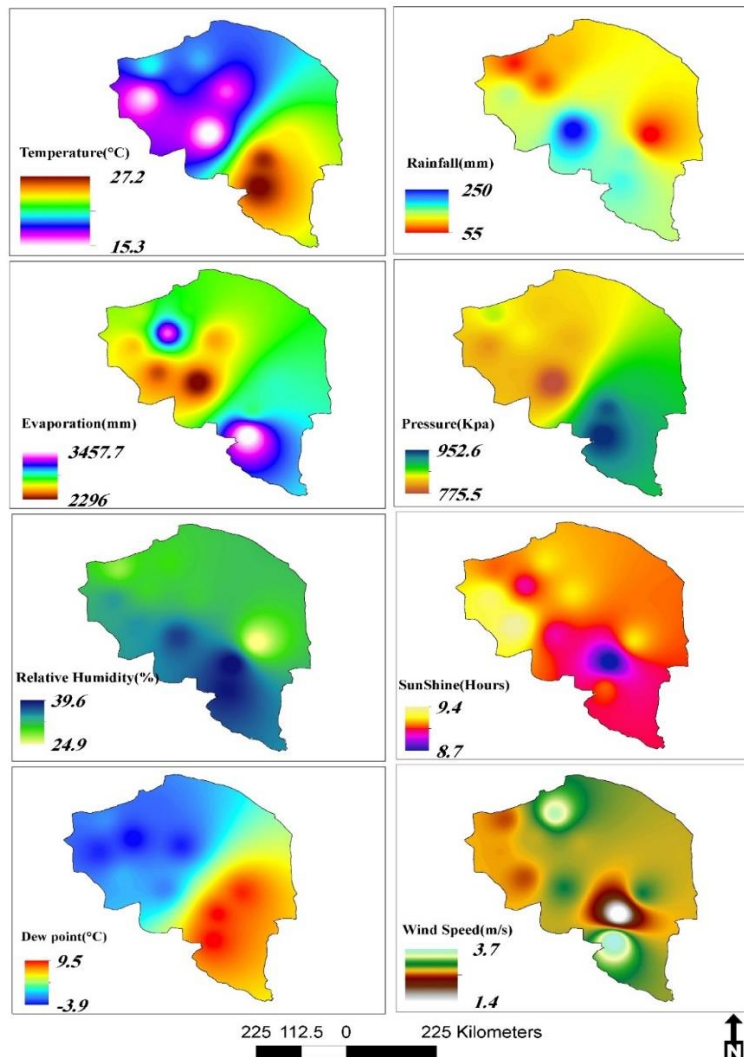
پهنه‌بندی متغیرها و مدلسازی

در این مطالعه، به منظور تحلیل تغییرات مکانی متغیرهای اقلیمی و عملکرد محصولات زراعی از روش IDW^۱ (روش وزن‌دهی فاصله معکوس) در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.4.2 استفاده شد. این روش؛ یک روش درونیایی ساده می‌باشد که در آن داده‌ها از طریق رابطه انحراف معیار یک نقطه از سایر نقاط با استفاده از گره‌های شبکه‌بندی شده، وزن‌دهی می‌شوند و در بسیاری از مطالعات اقلیمی از این روش به منظور پهنه‌بندی متغیرهای آب و هوایی استفاده شده است (Azimi et al., 2023; Irmak et al., 2010). بر این اساس در مطالعه حاضر نیز از این تکنیک به منظور پهنه‌بندی متغیرها استفاده شده است. معادله این روش به شکل معادله ۶ است (Pereira et al., 2022).

$$\lambda_i = \frac{D^{-\pi}}{\sum_{i=1}^n D^{-\pi}} \quad (6)$$

که در آن Di فاصله لامین نقطه مشاهده شده تا نقطه مورد

¹ Inverse Distance weighting



شکل ۲- تغییرات مکانی متوسط پارامترهای اقلیمی در استان کرمان طی سال های ۱۳۹۷-۱۳۷۰
Figure 2- Spatial changes of climatic parameters in Kerman province during 1991-2018

و بیشترین مقدار آن برای مناطق جنوبی استان بوده است. دامنه تغییرات سرعت باد در استان کرمان بین ۱/۴ تا ۳/۷ متر بر ثانیه متغیر بوده است که در اغلب مناطق استان، متوسط سرعت باد بیشتر از ۲/۵ متر بر ثانیه بوده است.

بررسی نوسانات و تغییرات خشکسالی هواشناسی استان کرمان

شکل ۳ سری‌های زمانی تغییرات بلندمدت خشکسالی هواشناسی بر اساس نمایه SPEI را در شهرستان‌های مختلف استان کرمان برای بازه زمانی ۷۱-۱۳۷۰ تا ۹۷-۱۳۹۶ نشان می‌دهد.

متوسط بارندگی طولانی مدت از ۵۵ میلی‌متر در نواحی شرقی و شمالی استان تا ۲۵۰ میلی‌متر در مناطق غربی نوسان داشته است. بیشترین و کمترین مقادیر تبخیر به ترتیب برای مناطق غربی و جنوبی استان ثبت شده است که با تغییرات دما در این مناطق، ارتباط معکوسی نشان می‌دهد. از مناطق غربی به سمت مناطق شرقی بر مقدار فشار هوا افزوده شده است. نتایج حاصل از پهنه‌بندی رطوبت نسبی حاکی از بیشتر بودن درصد رطوبت نسبی در نواحی جنوب شرقی تا غرب استان در مقایسه با سایر مناطق استان می‌باشد. دامنه تغییرات ساعات آفتابی در استان کرمان بین ۸/۷ تا ۹/۴ متغیر می‌باشد. کمترین مقدار دمای نقطه شبنم برای مناطق شمالی

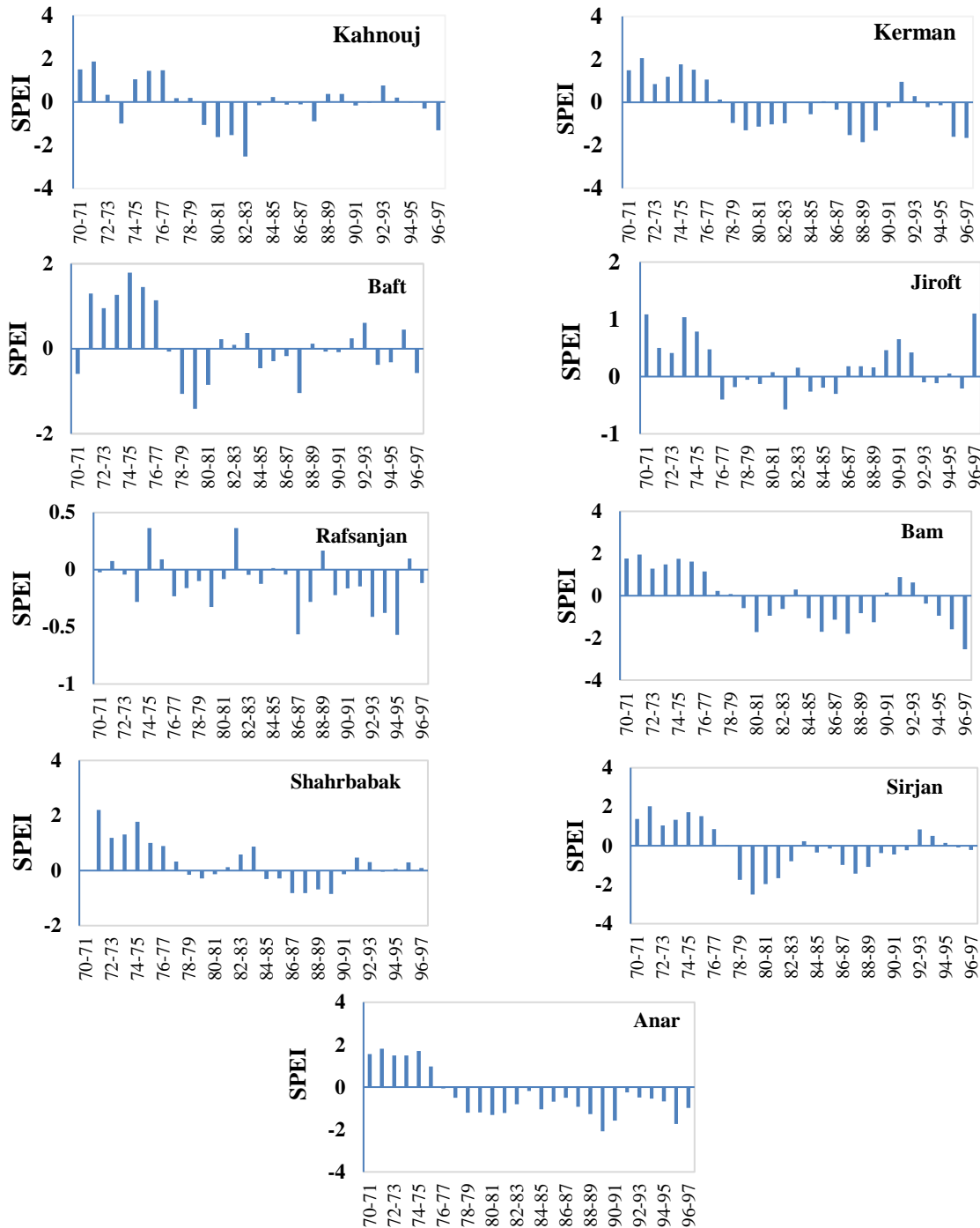


Figure 3- Long-term changes of SPEI drought index in cities of Kerman province during 1991-2018

شکل ۳- تغییرات بلندمدت شاخص خشکسالی SPEI در شهرستان‌های استان کرمان طی سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۹۷

گردید. طی سال ۷۹-۱۳۷۸، بافت و انار خشکسالی متوسط و سیرجان خشکسالی شدیدی را تجربه کرده است. طی سال ۱۳۷۹-۸۰، کهنوج، بافت، انار و کرمان خشکسالی متوسط و سیرجان خشکسالی بسیار شدیدی را نشان دادند. طی سال

بر اساس نتایج به دست آمده، طی دوره آماری ۷۸-۱۳۷۰ در هیچ یک از ایستگاه‌های مورد بررسی، خشکسالی مشاهده نگردید. طی بازه‌های آماری ۸۳-۱۳۷۸، ۹۱-۱۳۸۴ و ۹۸-۱۳۹۵ خشکسالی‌های متعددی در سطح منطقه مشاهده

کاهش در طی زمان بوده است. در مجموع روند کاهش در میزان تولید جو در بیشتر مناطق استان غالب بوده است. بررسی تغییرات زمانی بلند مدت میزان تولید سبب زمینی بیانگر روند کاهش در سطح منطقه بوده است. بررسی تغییرات زمانی بلند مدت میزان تولید پیاز بیانگر روند کاهش در سطح منطقه بوده است؛ به استثناء جیرفت که روند افزایشی در تولید پیاز را نشان داد. محصول یونجه در شهرهای کرمان، بم و شهر بابک بیشترین و رفسنجان و زرنند کمترین مقادیر تولید را به خود اختصاص داده‌اند. ارزیابی تغییرات زمانی بلند مدت تولید یونجه بیانگر روند کاهش در سطح منطقه بوده است (شکل ۵).

بررسی ارتباط خشکسالی و عوامل آب و هوایی با میزان تولید محصولات زراعی در استان کرمان

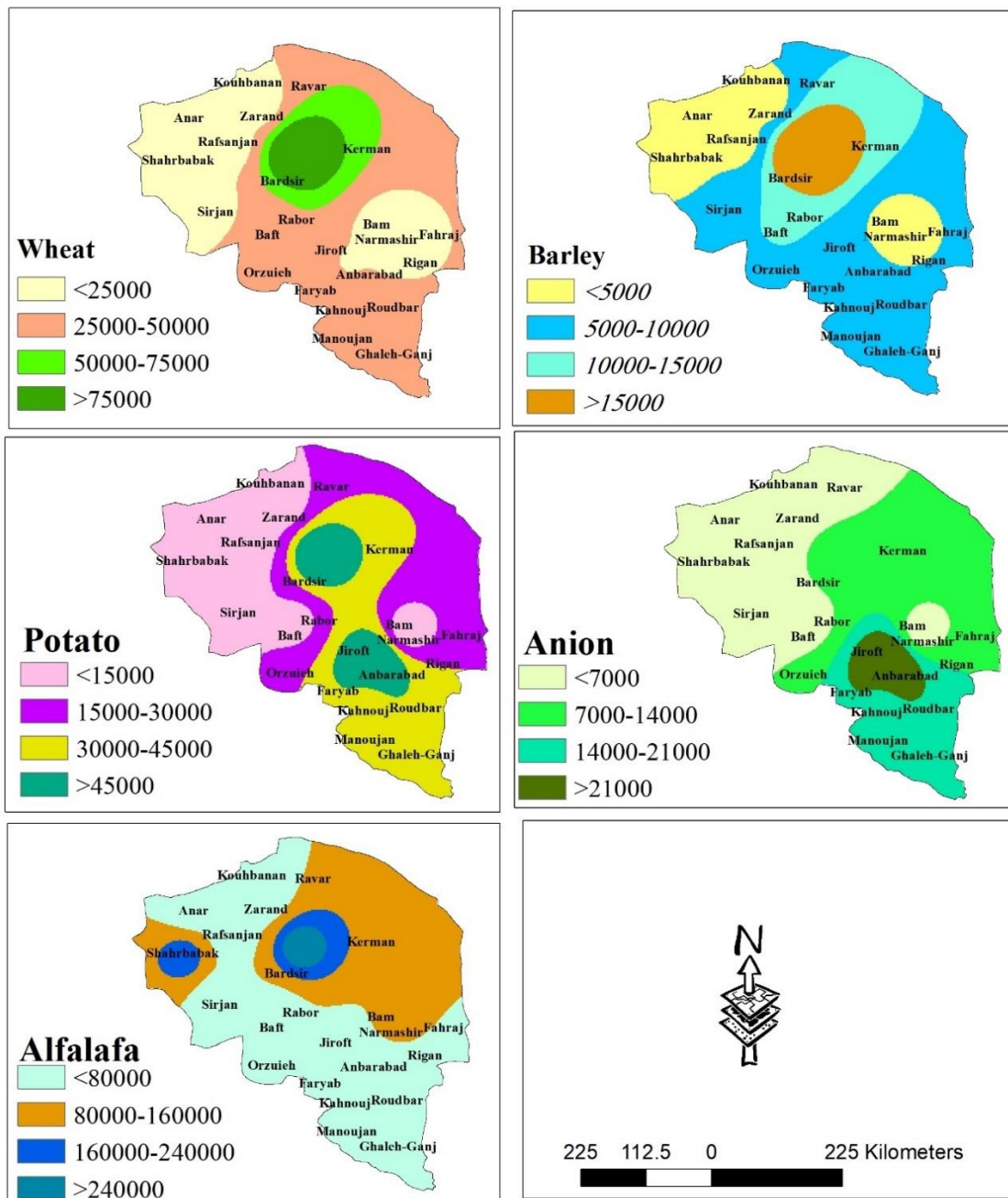
نتایج حاصل از تحلیل رابطه بین میزان تولید محصولات زراعی مورد نظر (شامل گندم، جو، سبب زمینی، پیاز، یونجه، ارزن و کنجد) به عنوان متغیرهای وابسته و پارامترهای هواشناسی شامل میانگین دمای هوا (Tmean)، میانگین فشار هوا (PO)، بارندگی (Rain)، رطوبت نسبی (RH)، تعداد ساعات آفتابی (SSHN)، تبخیر تعرق پتانسیل (ET)، دمای نقطه شبنم (Td) و میانگین سرعت باد (WS) به همراه نمایه خشکسالی هواشناسی (SPEI) به عنوان متغیرهای مستقل در جداول ۲ تا ۸ ارائه شده است. جهت ارزیابی عملکرد هر یک از مدل‌ها از آماره ضریب تبیین (R^2) و ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده شد. بر اساس نتایج جدول ۲ مهمترین متغیرهای اثرگذار روی تولید گندم در هر شهرستان به تفکیک به شرح زیر است. در شهرستان‌های جیرفت خشکسالی هواشناسی و ساعات آفتابی، کهنوج ساعات آفتابی و سرعت باد، بافت خشکسالی هواشناسی، بم میانگین دمای متوسط، رفسنجان میانگین ماهانه رطوبت نسبی، سیرجان خشکسالی هواشناسی و سرعت باد، شهر بابک خشکسالی هواشناسی، انار میانگین دمای متوسط و کرمان سرعت باد و ساعات آفتابی به عنوان مؤثرترین عوامل اثرگذار بر تولید گندم شناسایی شدند. براساس نتایج جدول ۳، مهمترین متغیرهای اثرگذار بر روی تولید جو در هر شهرستان به تفکیک تشریح می‌گردد. در شهرستان‌های جیرفت خشکسالی هواشناسی و

۱۳۸۰-۸۱، انار و کرمان خشکسالی متوسط و کهنوج، بم و سیرجان خشکسالی شدیدی تجربه کرده‌اند. انار و کرمان خشکسالی متوسط و کهنوج و زرنند خشکسالی شدیدی را طی سال‌های ۸۲-۱۳۸۱ ثبت کرده‌اند. بم طی یک بازه آماری پیوسته طی سال‌های ۸۸-۱۳۸۴ خشکسالی‌های متوسط تا شدید را تجربه کرده است. علاوه بر بم، طی سال‌های ۸۸-۱۳۸۷، در بافت، سیرجان و کرمان نیز خشکسالی‌هایی شناسایی گردید. طی بازه آماری ۹۱-۱۳۸۸، تداوم خشکسالی‌های متوسط تا شدید در انار ثبت گردیده است که این وضعیت برای کرمان طی سال‌های ۹۰-۱۳۸۷ شناسایی گردید. طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۵ خشکسالی متوسط در زرنند و خشکسالی‌های شدید در بم، انار و کرمان مشاهده گردید. خشکسالی متوسط، خشکسالی شدید و خشکسالی بسیار شدید به ترتیب در کهنوج، کرمان و بم طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ تعیین گردید. در مجموع بررسی روند تغییرات خشکسالی‌های هواشناسی در سطح استان براساس نمایه SPEI بیانگر تمایل به تشدید خشکسالی بوده است. براساس این نتایج در شهرستان‌های جیرفت و رفسنجان هیچ رویداد خشکسالی هواشناسی مشاهده نگردید؛ اما در شهرستان‌های بافت، بم، زرنند، سیرجان، شهر بابک و انار به ترتیب چهار، نه، دو، هفت، یک و نه رویداد هواشناسی طی دوره مطالعاتی ۱۳۹۷-۱۳۷۰ مشاهده گردید. بنابراین تمام بخش‌های استان متأثر از وقوع خشکسالی طی دو دهه اخیر بوده‌اند.

پهنه‌بندی تولیدات محصولات زراعی در سطح استان کرمان پهنه‌بندی تولید محصولات زراعی، طی بازه زمانی مورد بررسی در سطح استان کرمان در شکل ۴ نشان داده شده است. بر اساس نقشه‌های پهنه‌بندی تولید محصولات زراعی استان کرمان مشخص گردید که میزان تولید گندم و جو در سطح شهرستان‌های کرمان و بردسیر بیشترین و در شهرستان‌های واقع در شمالغربی استان کمترین مقادیر را به خود اختصاص داده است. بیشترین مقدار تولید سبب زمینی و پیاز در شهرستان‌های مرکزی و جنوبی استان بوده است. از نظر تولید یونجه، شهر بابک و بردسیر بیشترین مقدار تولید را در سال‌های مورد بررسی داشته‌اند. بررسی تغییرات زمانی بلند مدت مقادیر تولید جو بیانگر وجود نوسانات متعدد افزایشی و

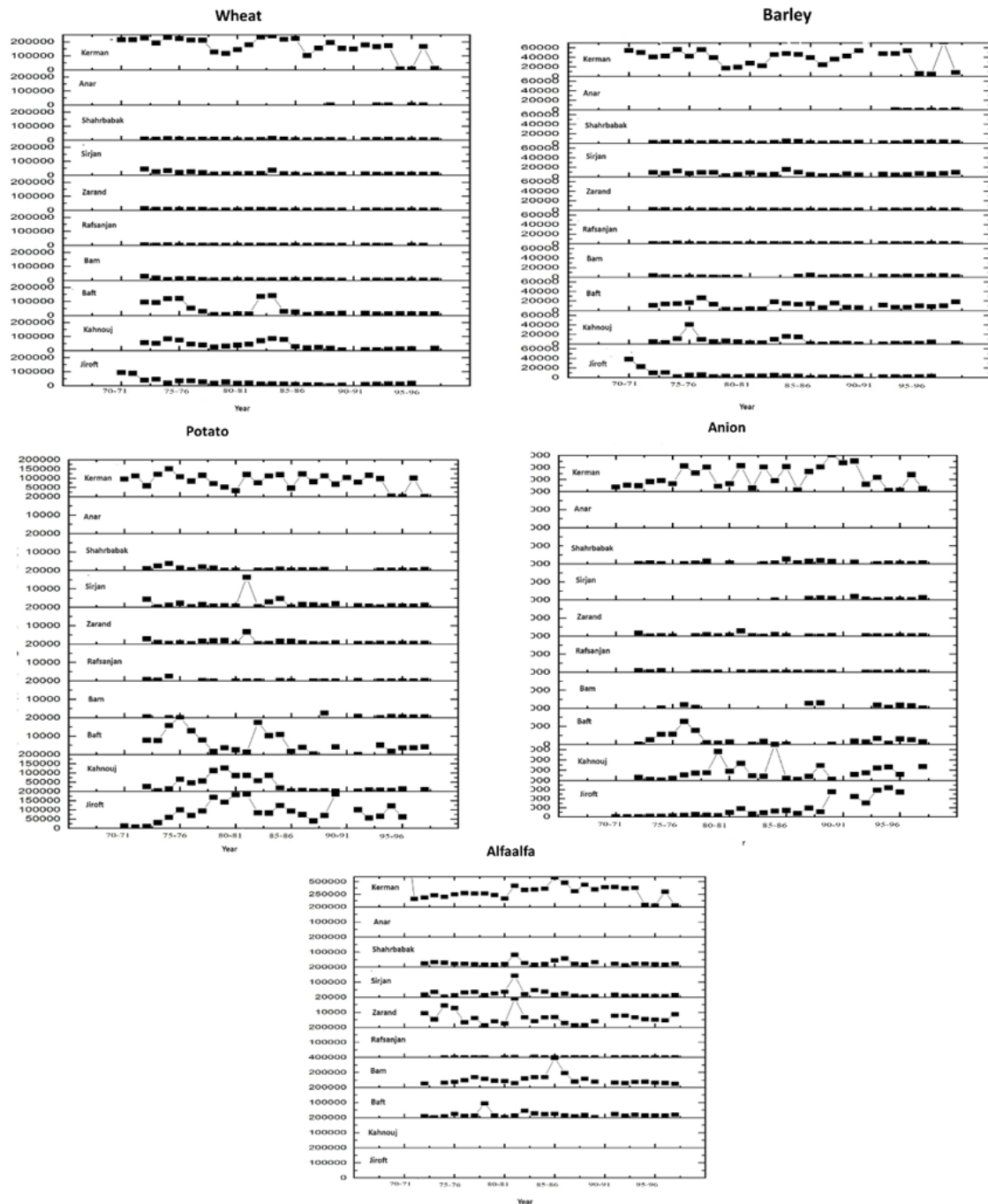
خشکسالی هواشناسی، سیرجان، بارش، و انار، میانگین دمای متوسط به عنوان مؤثرترین عوامل اثرگذار بر تولید جو شناسایی شدند.

ساعات آفتابی، کهنوج ساعات آفتابی و سرعت باد، بافت خشکسالی هواشناسی، بم خشکسالی هواشناسی و ساعات آفتابی، رفسنجان میانگین ماهانه رطوبت نسبی، تبخیر تعرق و



شکل ۴- پهنه‌بندی تغییرات مکانی تولید برخی محصولات زراعی در استان کرمان طی بازه زمانی ۱۳۷۰-۹۷

Figure 4- Zoning of the spatial changes of some crops in Kerman province during 1991-2018



شکل ۵- تغییرات زمانی تولید برخی محصولات زراعی در استان کرمان طی بازه زمانی ۱۳۷۰-۹۷

Figure 5- Temporal changes of some crops in Kerman province during 1991-2018

خشکسالی هواشناسی و بارش و در شهر بابک، خشکسالی هواشناسی و میانگین دمای حداقل به عنوان مؤثرترین عوامل اثرگذار بر تولید سیب زمینی شناسایی شدند. بر اساس نتایج جدول ۵، در شهرستان‌های جیرفت تبخیرتقرق، بافت

بر اساس نتایج جدول ۴، مهمترین متغیرهای اثرگذار بر روی تولید سیب زمینی در هر شهرستان به تفکیک در ادامه ذکر شده‌اند. در شهرستان‌های جیرفت، بارش، کهنوج خشکسالی هواشناسی، ساعات آفتابی و سرعت باد، بافت

شناسایی شد. براساس نتایج جدول ۷، مهمترین متغیرهای اثرگذار بر روی تولید ارزن در شهرستان جیرفت خشکسالی هواشناسی، شناسایی گردید. برای شهرستان کهنوج ارتباط معنی داری مشخص نشد. مهمترین متغیرهای اثرگذار بر روی تولید کنجد در شهرستان جیرفت بارش و در شهرستان کهنوج ساعات آفتابی، تبخیر تعرق و سرعت باد شناسایی شد (جدول ۸).

خشکسالی هواشناسی، سیرجان فشار هوا و در شهربابک، خشکسالی هواشناسی، به عنوان مؤثرترین عوامل اثرگذار بر تولید پیاز شناسایی گردیدند. بر اساس نتایج جدول ۶ مهمترین متغیرهای اثرگذار بر روی تولید یونجه در شهرستان بم دمای نقطه شبنم، در شهربابک سرعت باد، در انار، میانگین دمای متوسط و میانگین دمای حداقل و در کرمان، تبخیر تعرق به عنوان مؤثرترین عوامل اثرگذار بر تولید یونجه

جدول ۲- متغیرهای تاثیرگذار بر تولید گندم (تن) در شهرستان‌های مختلف استان کرمان طی بازه زمانی (۹۷-۱۳۷۰)

Table 2- Variables affecting Wheat (ton) production in different cities of Kerman province from 1991 to-2018

F	RMSE	R ²	Optimal model	City
9.6	178	0.46	20095.9(SPEI)-42218.4(SSHN)+390542.9	Jiroft
18	166	0.64	-32667.03(SSHN)-18806.6(WS)+406947	Kahnuj
16	360	0.42	36824(SPEI)+38490.9	Baft
20.6	435	0.47	-5270.3(T mean)+131607.9	Bam
19.3	806	0.49	218.05(RH)-5703.3	Rafsanjan
16.5	709	0.61	7477.3(SPEI)-14844.5(WS)+54489.3	Sirjan
17.5	213	0.44	2632.9(SPEI)+5005.1	Shahrbabak
70.5	16	0.95	-194.2(T mean)+4245.9	Anar
7.9	490	0.39	-56603.2(WS)-88617.2(SSHN)+114835.3	Kerman

جدول ۳- متغیرهای تاثیرگذار بر تولید جو (تن) در شهرستان‌های مختلف استان کرمان طی بازه زمانی (۹۷-۱۳۷۰)

Table 3-Variables affecting Barley (ton) production in different cities of Kerman province during 1991-2018

F	RMSE	R ²	Optimal model	City
13.5	590	0.55	8466.1(SPEI)-15410.9(SSHN)+ 139086.9	Jiroft
6.6	718	0.40	3906.2(SPEI)-4598.4(WS)+2358	Kahnuj
8.1	500	0.27	3649.3(SPEI)+10420.3	Baft
6.1	970	0.40	-345.5(SPEI)-1593.6(SSHN)+15982.3	Bam
10	210	0.61	35.9(RH)-0.42(ET)+460.9(SPEI)+621.4	Rafsanjan
9.4	264	0.30	31.6(Rain)+2642.8	Sirjan
28.1	7	0.90	-53.19(T mean)+1192	Anar

جدول ۴- متغیرهای تاثیرگذار بر تولید سیب زمینی (تن) در شهرستان‌های مختلف استان کرمان طی بازه زمانی (۹۷-۱۳۷۰)

Table 4- Variables affecting Potato (ton) production in different cities of Kerman province during 1991-2018

F	RMSE	R ²	Optimal model	City
5.9	484	0.20	-216.3(Rain)+126609.3	Jiroft
19.2	215	0.75	-11761.2(SPEI)+73318.9(SSHN)-25465.1(WS)-546422.8	Kahnuj
12.7	400	0.57	-33.3(Rain)+7197.6(SPEI)+14192.8	Baft
8.6	736	0.50	-180.9(Tmin)+762.8(SPEI)-1798.4	Shahrbabak

جدول ۵- نتایج مدل‌های رگرسیون چندگانه اثر خشکسالی و متغیرهای هواشناسی بر تولید پیاز (تن) استان کرمان (۹۷-۱۳۷۰)

Table 5- Variables affecting Onion (ton) production in different cities of Kerman province during 1991-2018

F	RMSE	R ²	Optimal model	City
27.4	360	0.54	Y = 69.9(ET) - 151119.8	Jiroft
5.3	290	0.23	Y = 1763.4(SPEI) + 2359.7	Baft
7	460	0.47	Y = -751.6(P0) + 621408	Sirjan
10.3	596	0.39	Y = -592.6(SPEI) + 872.5	Shahrbabak

جدول ۶- متغیرهای تاثیرگذار بر تولید یونجه (تن) در شهرستان‌های مختلف استان کرمان طی بازه زمانی (۹۷-۱۳۷۰)

alfalfa Table 6- Variables affecting Alfalfa (ton) production in different cities of Kerman province during 1991-2018				
F	RMSE	R ²	Optimal model	City
9.964	600	0.312	448.04(Td)-28466.9	Kahnuj
5.273	937	0.193	1066.6(WS) -315.6	Zarand
55.685	5	0.982	10.25(T min)-102.5(T mean) +2364.4	Sirjan
19.08	242	0.43	-721.02(ET)+2182	Shahrbabak

جدول ۷- متغیرهای تاثیرگذار بر تولید ارزن (تن) در شهرستان‌های مختلف استان کرمان طی بازه زمانی (۹۷-۱۳۷۰)

Table 7- Variables affecting Millet (ton) production in different cities of Kerman province during 1991-2018				
F	RMSE	R ²	Optimal model	City
8.722	74	0.326	Y = 138.2(SPEI)+72.14	Jiroft

جدول ۸- متغیرهای تاثیرگذار بر تولید کنجد (تن) در شهرستان‌های مختلف استان کرمان طی بازه زمانی (۹۷-۱۳۷۰)

Table 8- Variables affecting Sesame (ton) production in different cities of Kerman province during 1991-2018				
F	RMSE	R ²	Optimal model	City
7.144	245	0.296	Y = 1.27(Rain)+131.3	Jiroft
29.5	93	0.847	Y = -2566.3(SSHN)+7.8(ET)-919.7(WS)+1738.3	Kahnuj

بزرگ‌ترین چالش‌های حال حاضر در سرتاسر جهان محسوب می‌گردند. بر پایه پیش‌بینی‌های به عمل آمده، پیامدهای ناشی از تغییرات اقلیمی بسیار گسترده و وسیع بوده و شدت اثرات آن در تمام نقاط جهان یکسان نخواهد بود. منطقه خاورمیانه و به ویژه کشور ایران از جمله آسیب‌پذیرترین نقاط دنیا در نتیجه پیامدهای تغییر اقلیم شناسایی گردیده‌اند. از این رو با توجه به اقلیم خشک و نیمه خشک کشور و کمبود ذاتی منابع آبی در کشور و وابستگی میزان تولید و عملکرد محصولات زراعی به ویژه غلات به نوسانات اقلیمی و خشکسالی، ارزیابی اثرات عوامل اقلیمی و خشکسالی‌ها در تأمین امنیت غذایی کشور از اهمیت به سزایی برخوردار است. در بررسی عملکرد گندم در استان کرمان به بررسی نقش دما و بارش گزارش شد میزان عملکرد گندم در استان کرمان به بررسی نقش بلند مدت نسبت به تغییرات کوتاه مدت اقلیمی حساس‌تر است (Saei, 2021). با توجه به اینکه تاکنون مطالعه مشابهی در سطح استان کرمان برای این منظور صورت نپذیرفته است به بررسی مطالعات مشابه در سایر نقاط حاکی از انطباق یافته‌های مطالعه حاضر با مطالعات پیشین است. محققان در مطالعه‌ای به منظور شناسایی تأثیر عوامل اقلیمی بر مراحل مختلف فنولوژی گندم در استان کرمان بیان داشتند؛ دما، بارش، نوسانات دمایی، رطوبت نسبی و حداقل دمای مطلق در مراحل مختلف رشد گندم اثرگذار بوده‌اند

بر پایه یافته‌های مطالعه حاضر، مهمترین متغیرهای اثرگذار بر روی تولید گندم در سطح استان کرمان، ساعات آفتابی، سرعت باد، میانگین دمای متوسط و میانگین ماهانه رطوبت نسبی بوده است. مهمترین متغیرهای اثرگذار بر روی تولیدات جو در سطح استان کرمان، ساعات آفتابی، سرعت باد، میانگین دمای متوسط، بارش، تبخیرتغرق و میانگین ماهانه رطوبت نسبی شناسایی گردید. مهمترین متغیرهای اثرگذار بر روی تولید سیب‌زمینی در سطح استان کرمان، ساعات آفتابی، سرعت باد، میانگین دمای حداقل و بارش شناسایی گردید. مهمترین متغیرهای اثرگذار بر روی تولید پیاز در سطح استان کرمان، تبخیرتغرق و میانگین فشار هوا شناسایی گردید. مهمترین متغیرهای اثرگذار بر روی تولید یونجه در سطح استان کرمان، دمای نقطه شبنم، سرعت باد، میانگین دمای متوسط و حداقل و تبخیرتغرق شناسایی گردید. مهمترین متغیرهای اثرگذار بر روی تولید کنجد در سطح استان کرمان، سرعت باد، بارش، تبخیرتغرق و ساعات آفتابی شناسایی گردید. علاوه بر این، نتایج کسب شده نشان داد، خشکسالی هواشناسی دارای اثرات مستقیم بر روی تولیدات گندم، جو، سیب زمینی، پیاز و ارزن در سطح استان کرمان بوده است؛ بطوری‌که مهمترین متغیر اثرگذار بر روی تولید ارزن در سطح استان کرمان، خشکسالی هواشناسی شناسایی گردید. گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی یکی از

نوسانات میزان تولید و عملکرد گیاهان زراعی استان کرمان محسوب می‌گردند. بر پایه یافته‌های این مطالعه، اثرگذارترین عوامل اقلیمی، سرعت باد، ساعات آفتابی، بارش، تبخیرتعرق، دمای نقطه شبنم، فشار هوا و دمای هوا شناسایی گردیدند. به منظور بررسی و تحلیل اثرات سایر پارامترهای اقلیمی بر عملکرد محصولات زراعی، استفاده از الگوریتم‌های مختلف یادگیری ماشین نظیر شبکه‌های عصبی برای انجام مطالعات آتی پیشنهاد می‌گردد.

منابع

- Araste, m., Kaboli, S. H., Yazdani, M. 2017. Assessing the impacts of meteorological drought on yield of rainfed weath and barley (case study, Khorasan razavi province). *Journal of agricultural meteorology*, 5(1), 15-21. (In Farsi)
- Azimi, P., Safaie, N., Zamani, S. M., Mojerlou, S., Alizadeh, M. 2023. Climate-induced vegetation dynamics associated with the prevalence of charcoal oak disease in Zagros forests. *Industrial Crops and Products*, 200, 116885.
- Bera, B., Shit, P. K., Sengupta, N., Saha, S., Bhattacharjee, S. 2021. Trends and variability of drought in the extended part of Chhota Nagpur plateau (*Singbhum Protocontinent*), India applying SPI and SPEI indices. *Environmental Challenges*, 5, 100310.
- Dehghani Sargazi, H., Bazrafshan, O., Zamni, H. 2021. Investigation of the effect of meteorological-agricultural drought on rainfed wheat yield in Iran using SPEI. *Nivar Jornal*, 45(115), 15-26. (In Farsi)
- Farajzadeh asl, M., khorani, A., bazgir, S., Ziaeiian, P. 2012. The analysis of the agrclimatological indices and climatic elements effect on rainfed wheat in different phonological stages in Kurdistan province. *MJSP*, 15 (4), 1-17. (In Farsi)
- FAO. 2021. The impact of disasters and crises on agriculture and food security, 2021. Food and Agriculture Association of the United Nations, Rome. <https://doi.org/10.4060/cb3673en>.
- Ghamghami, M., Pourmeidani, M. 2023. Intra-seasonal prediction of irrigated wheat yield using a regional water balance index, (Case study, Qom province). *Journal of Agricultural Meteorology*, 10(1), 86-98. (In Farsi)
- IPCC. 2021. Climate Change 2021 The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment 645 Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L.

(Farajzadeh et al., 2012). در پژوهشی دیگر نقش عوامل اقلیمی و خشکسالی بر عملکرد چهار محصول دیم در مشهد و بیرجند را مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد پارامتر تعداد روزهای بارانی و دمای بیشینه هوا بیشترین اثر را بر عملکرد محصولات زراعی منطقه داشته است (Zare abyaneh, 2013). در ارزیابی اثرات خشکسالی هواشناسی براساس نمایه SPI بر عملکرد تولید گندم اراضی دیم استان ایلام محققان بیان داشتند وقوع خشکسالی باعث کاهش شدید عملکرد گندم این مناطق گردیده است (Karimi et al., 2018). (al., 2018). Araste et al., (2017) بارش و رطوبت نسبی را به عنوان مؤثرترین پارامترها براساس میزان همبستگی با عملکرد گندم و جو استان خراسان رضوی معرفی نمودند. در پژوهشی محققان نقش بارندگی، دمای بیشینه و کمینه را بر عملکرد محصولات زراعی دشت مشهد معنی‌دار اظهار داشتند (Dehghani Sargazi et al., (Soleymaninejad et al., 2019). (2021) به بررسی ارتباط تغییرات نمایه SPEI با عملکرد گندم دیم در کشور پرداختند. نتایج آنها نشان داد عملکرد گندم دیم فاقد روند معنی‌دار بوده در حالی که روند شدت خشکسالی در کشور رو به افزایش است. بر همین اساس در بخش‌های جنوب شرقی کشور در مقیاس کوتاه مدت، بالاترین میزان همبستگی میان عملکرد گندم دیم و خشکسالی برقرار است.

نتیجه‌گیری

بررسی وقایع خشکسالی رخ داده در سطح استان کرمان نشان داد که در بازه زمانی ۹۷-۱۳۷۰ بخش‌های شمالی و جنوبی تحت تأثیر خشکسالی هواشناسی قرار گرفته‌اند و تنش‌های خشکی در نتیجه وقوع خشکسالی‌های متوالی و پی در پی را متحمل گردیده‌اند. براساس این نتایج در شهرستان‌های جیرفت، کهنوج، بافت، بم، رفسنجان، زرنند، سیرجان، شهربابک، انار و کرمان به ترتیب شش، شش، چهار، نه، سیزده، دو، هفت، یک، نه و نه رویداد هواشناسی طی دوره مطالعاتی مشاهده گردید. بنابراین تمام بخش‌های استان متأثر از وقوع خشکسالی طی دو دهه اخیر بوده‌اند. به طور کلی بر اساس یافته‌های این مطالعه، عوامل اقلیمی و تنش‌های خشکی رخ داده در نتیجه خشکسالی‌ها عامل مهمی در

- Irmak, A., Ranade, P. K., Marx, D., Irmak, S., Hubbard, K. G., Meyer, G. E., Martin, D. L. 2010. Spatial interpolation of climate variables in Nebraska. *Transactions of the ASABE*, 53(6), 1759-1771.
- Soleymani Nejad, S., Dourandish, A., Sabouhi Sabouni, M., Banayan Aval, M. 2019. The Effects of Climate Change on Cropping Pattern (Case Study, Mashhad Plain), *Iranian journal of agricultural economics and development research*, 2(50), 249-263. (In Farsi)
- Saei, M. 2021. Effect of short- and long-term climate variations on rainfed wheat yield in Kerman province. *Agricultural Meteorology*, 9(1), 26-37. (In Farsi)
- Tanguy, M., Eastman M., Magee, E., Barker, L., Chitson, T., Ekkawatpanit, Ch., Goodwin, D., Hannaford, J., Holman, I., Pardthaisong, L., Simon Parry, S., Vicario, D.R., Visessri, S. 2023. Indicator-to-impact links to help improve agricultural drought preparedness in Thailand. *EGUphere*. 2023-308.
- Vicente-Serrano, S. M., Begueria, S., Lopez-Moreno, J. I. 2010. A Multi-scalar drought index sensitive to global warming, The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index – SPEI. *Journal. Climate*, 23(7), 1696– 1718.
- WBG, and ADB. 2021. Climate Risk Country Profile, Thailand (2021). The World Bank Group and the Asian Development Bank, Available at, https://climateknowledgeportal.worldbank.org/sites/default/files/2021-2008/15853-800WB_Thailand%15820Country%15820Profile-WEB_15850.pdf, 15853, 15818. [accessed on 15831/15801/12023].
- Zare abyaneh, H. 2013. Evaluating Roles of Drought and Climatic Factors on Variability of Four Dry Farming Yields in Mashhad and Birjand. *Journal of Water and Soil*, 23(1), 39-56. (In Farsi)
- Zohurian Pordel, M., Javanmardi, M., Makari, M. 2015. The effect of climatic conditions on wheat planting in Dezful city. *Journal of Geography (Regional Planning)*, 5(4), 25-34. (In Farsi).
- Zuniga, R. A. A., G.N. Lima, and A.M.G. Villoria. 2021. Impact of slow-onset events related to Climate Change on food security in Latin America and the Caribbean. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 50, 215-224.
- Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)] Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. <https://doi.org/2310.1017/9781009157896>.
- Karahasan, B. C., Pinar, M. 2023. Climate change and spatial agricultural development in Turkey. *Review of Development Economics*, 27(2), 1-22.
- Karimi, H., Zeidali, A., Omidipour, R. 2018. Evaluation the effect of standard precipitation index on the rainfed wheat yield in Ilam Province. 9(4), 493-499.
- Keikha, A., Khanlary, A., Keikha, A.A., Sabouhi, M. 2021. The effect of climate change on land usage and agricultural sector performance in Mazandaran province. *Journal of Environment and Science Technology*, 22(10), 94-104. (In Farsi)
- Li, G., Zhang, A., Zhang, Q., Wu, D., Zhan, C. 2022. Pearson Correlation Coefficient-based performance enhancement of Broad Learning System for stock price prediction. *IEEE Transactions on Circuits and Systems II, Express Briefs*.
- Pereira, L. C., dos Santos, G. R., Marques, E. A., Pires, J. D., Reno, R. 2022. Construction of multidimensional geomechanical models with IDW and using R language. *Journal of South American Earth Sciences*, 103775.
- Salehi Tabas, M., Yaghoobzadeh, Gh.R., Zamani, Amirabadizadeh, M. 2019. The Effect of Climate Change on Drought Severity and Frequency in South Khorasan. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*. 2(14), 482-497. (In Farsi)
- Salehvand, I. 2013. Drought zoning according to the characteristics (ZSI, CZI, DI, PNI, SPI) and sequences in the cities Khuzestan province in GIS software. *Geography and urban planning of Zagros landscape*, 5(17), 35-52. (In Farsi)
- Shoumika, B. A.A., Khan, Md. Z., Islam, Md. S. 2023. Spatio-temporal characteristics of meteorological and agricultural drought indices and their dynamic relationships during the pre-monsoon season in drought-prone region of Bangladesh. *Environmental challenges*, 11, 100695.



Effect of climatic variables and meteorological drought on selected crops' yield in Kerman province

S. Mijani¹, B. Parsa Motlagh^{2*}, Z. Ebrahimi Khusfi³

Received: 03/04/2023

Accepted: 27/06/2023

Abstract

In this research, multiple regression models were used to evaluate the effect of meteorological drought and climatic variables on selected crop yield in Kerman province using the Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI). The mean annual maximum and minimum air temperature, wind speed, relative humidity, total monthly precipitation, evapotranspiration, dew point temperature, air pressure, sunshine hours, and SPEI index, were collected/calculated. Then these values were correlated to selected crops yield by using during 1991-2018 period. SPEI values indicated that all study stations have experienced drought in the recent two decades and as a result the yield of crops across the study area has been significantly affected. The average coefficient of determination (R^2) values in the best fitted regression models was observed for wheat with values of 0.39 and 0.95 (in Kerman and Anar station), for barley 0.27-0.9 (Baft and Anar), for potato 0.2- 0.75 (Jiroft and Kahnuj), for onion 0.23-0.54 (Baft and Jiroft) and alfalfa 0.31-0.98 (Kahnuj and Sirjan) were obtained. The results of this study can be used in suggesting new cropping patterns in coming decades for coping with drought and water scarcity in this province.

Keywords: Climatic Variables, Drought, Kerman, Production, SPEI



¹ M. Sc. Student of Agroecology, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

² Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

(*Corresponding author Email Address: bparsam@ujiroft.ac.ir)

³ Associate Professor, Department of Environmental Science and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Jiroft, Iran

نحوه ارجاع مقاله:

میجانی، س.، پارسامطلق، ب.، ابراهیمی خوسفی، ز. ۱۴۰۳. ارزیابی ارتباط متغیرهای اقلیمی و خشکسالی هواشناسی با عملکرد محصولات زراعی در

استان کرمان. نشریه هواشناسی کشاورزی، ۱۲(۱): ۵۰-۶۳. DOI: 10.22125/agmj.2023.391272.1147

Mijani, S., Parsa Motlagh, B., Ebrahimi Khusfi, Z. 2024. Effect of climatic variables and meteorological drought on selected crops' yield in Kerman province. Journal of Agricultural Meteorology, 12(1): 50-63. DOI: 10.22125/agmj.2023.391272.1147