

تحلیل خشکسالی های استان کردستان و تاثیر آنها بر عملکرد نسبی گندم دیم

علی حنفی^۱، حجت اله پاشاپور^{۲*}

^۱ استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه امام علی (ع)

^۲ دانشجوی دکتری جغرافیای سیاسی عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان واحد علوم تحقیقات

چکیده

خشکسالی، پدیده‌ای خزنده است که در اثر کمبود رطوبت محیطی ناشی از کاهش میزان بارش به وقوع می‌پیوندد. به منظور بررسی وضعیت خشکسالی‌های استان کردستان و تاثیر آن بر عملکرد گندم دیم داده‌های بارش ماهانه ۱۰ ایستگاه هواشناسی از سایت سازمان هواشناسی و نیز اطلاعات مربوط به سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد گندم دیم استان کردستان در طول دوره آماری (۱۳۸۹-۱۳۶۲) از سازمان جهاد کشاورزی دریافت گردید. به منظور تحلیل خشکسالی از دو شاخص بارش استاندارد (SPI) و شاخص درصد از عادی بودن بارندگی (PNPI) استفاده گردید. نتایج حاصل نشان داد که براساس شاخص عادی بودن از بارندگی بیشترین تعداد خشکسالی استان با ۸ مورد در ایستگاه بانه و کمترین تعداد خشکسالی با ۵ مورد در ایستگاه بیجار اتفاق افتاده است در صورتی که براساس شاخص استاندارد بارش بیشترین تعداد خشکسالی استان با ۱۰ مورد در ایستگاه مریوان و کمترین تعداد آن با ۷ مورد در ایستگاه بیجار رخ داده است. در بررسی تاثیرات خشکسالی های هواشناسی بر کشاورزی از شاخص عملکرد نسبی محصول گندم دیم استفاده گردید. همچنین نتایج حاصل از همبستگی بین بارش و عملکرد گندم نشان دهنده رابطه مستقیم و معنی دار این دو متغیر بوده و شاخص استاندارد بارش روندی همسو با شاخص استاندارد عملکرد نسبی گندم دیم دارد. شدیدترین خشکسالی های استان کردستان در سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۷۸ حادث شده است که در اثر این خشکسالی‌ها عملکرد گندم دیم به کمتر از ۴۰ درصد میانگین درازمدت آن رسیده است.

کلید واژه‌ها: شاخص خشکسالی، خشکسالی هواشناسی، خشکسالی کشاورزی، گندم دیم، استان کردستان

مقدمه

خشکسالی از جمله پرخسارت ترین پدیده های محیطی است، که در تمام نواحی اقلیمی اعم از مناطق خشک، نیمه خشک و مناطق نیمه مرطوب رخ می‌دهد؛ در حالیکه خشکی یک پدیده دائمی است که از کاهش غیرمنتظره

* نویسنده عهده دار مکاتبات:

رطوبت (چه به شکل بارش، رطوبت یا جریان رودخانه‌ای) به وجود می‌آید (تامپسون^۱، ۱۹۹۹، ۳۶۲). در تشخیص و ارزیابی پدیده خشکسالی نظرهای متفاوتی وجود دارد. اقلیم شناسان عموماً خشکسالی را به عنوان دوره ای در نظر می‌گیرند که در طول آن، میزان بارش کمتر از میانگین آن در بلندمدت باشد. تعریف مذکور تابع موقعیت مکانی و فصلی است. متخصصان کشاورزی، خشکسالی را از منظر زندگی گیاهی و میزان رطوبت خاک مطالعه می‌کنند؛ یعنی برای این گروه یک دوره کاهش بارش اگر همراه با رطوبت مناسب خاک باشد؛ به طوری که گیاه به زندگی ادامه دهد اهمیتی ندارد. هر چند مقدار رطوبت خاک و میزان بارش، ارتباطی تنگاتنگ با یکدیگر دارند. از نظر دانشمندان علوم آب شناسی، خشکسالی زمانی آشکار می‌شود که سطح آب رودخانه‌ها و آبهای زیرزمینی کاهش محسوس یابد، گرچه ممکن است مقدار آب لازم برای آبیاری محصولات زراعی فراهم باشد (خوش اخلاق، ۱۳۷۷). همه مناطق دنیا به طور موقت، اما نامنظم از تکرار شرایط خشکسالی رنج می‌برند، اما این وضعیت در مناطقی که از نظر اقلیمی به طور نامنظم توسط سامانه‌های مختلف آب و هوایی تحت تأثیر قرار می‌گیرند، بیشتر مشاهده می‌شود (رضیئی و همکاران، ۱۳۸۲، ۲۹۲-۳۱۰). خشکی و خشکسالی از جمله ویژگیهای اجتناب ناپذیر و زیانبار آب و هوایی کشور ایران محسوب می‌شود (شاه محمدی و دیگران، ۱۳۸۰، ۶۳). زمان آغاز تا پایان خشکسالی به عنوان دوره تداوم خشکسالی خوانده می‌شود که از ویژگی‌های اساسی خشکسالی محسوب می‌شود. برای کاهش اثرات خشکسالی شناخت خصوصیات متعدد خشکسالی نظیر زمان شروع، وسعت و شدت خشکسالی ضروری است (دالسیوس^۲ و همکاران، ۱۹۹۱، ۷۵-۸۸). نظر به پیشینه تاریخی خشکسالی در جهان و مخصوصاً در ایران مطالعات متعددی در خصوص آن انجام گرفته که هر یک از آنها با روشها و اهدافی خاص خشکسالی‌ها را مورد بررسی قرار داده‌اند. از تحقیقات صورت گرفته می‌توان به پژوهش‌های خورشید دوست و قویدل رحیمی (۱۳۸۴)، جین و گراوال^۳ (۱۹۹۲)، الفکی و افرینک^۴ (۱۹۹۶)، خوش اخلاق (۱۳۷۷) علیجانی و رضانی (۱۳۸۱)، عزیزی و روشن (۱۳۸۱) و تاز نوریو (۱۹۸۶) اشاره کرد.

شاید بتوان گفت جز در موارد نادر، مطالعه مشخصی در مورد خشکسالی کشاورزی صورت نگرفته است. دربندی و همکاران (۱۳۸۶، ۱۲۰) از عملکرد نسبی محصول دیم در ارزیابی خشکسالی هواشناسی در کنار شاخص‌های خشکسالی هواشناسی بهره گرفتند. یاراحمدی و نصیری (۱۳۸۳، ۱۸۸) نیز در مطالعه‌ای مشابه برای استان لرستان نشان دادند که ۷۱/۵ درصد از عملکرد گندم دیم به تعداد و مقدار بارش‌های روزانه در فصل رشد و بارش‌های پاییزه وابسته است. برونینی و همکاران (۲۰۰۱، ۹۲) نشان دادند که از ترکیب شاخص استاندارد شده بارش (SPI) با معادله بیلان آب، می‌توان کمبود و مازاد رطوبتی در مراحل مختلف رشدی گیاه را تعیین کرد تا با تغییر در تاریخ کشت، گیاهان از صدمات خشکسالی مصون بمانند. مظفری و قائمی (۱۳۸۱، ۱۱۷) در تحلیل موازنه آبی گندم دیم استان کرمانشاه نشان دادند که مرحله رشد رویشی گندم دیم، به وجود بارش کاملاً حساس است. زارع ایبانه و همکاران (۱۳۸۸، ۳۵) در پژوهشی به مطالعه تطبیقی چهار نمایه خشکسالی هواشناسی بر پایه عملکرد نسبی

¹ Tompson

² Dalezios

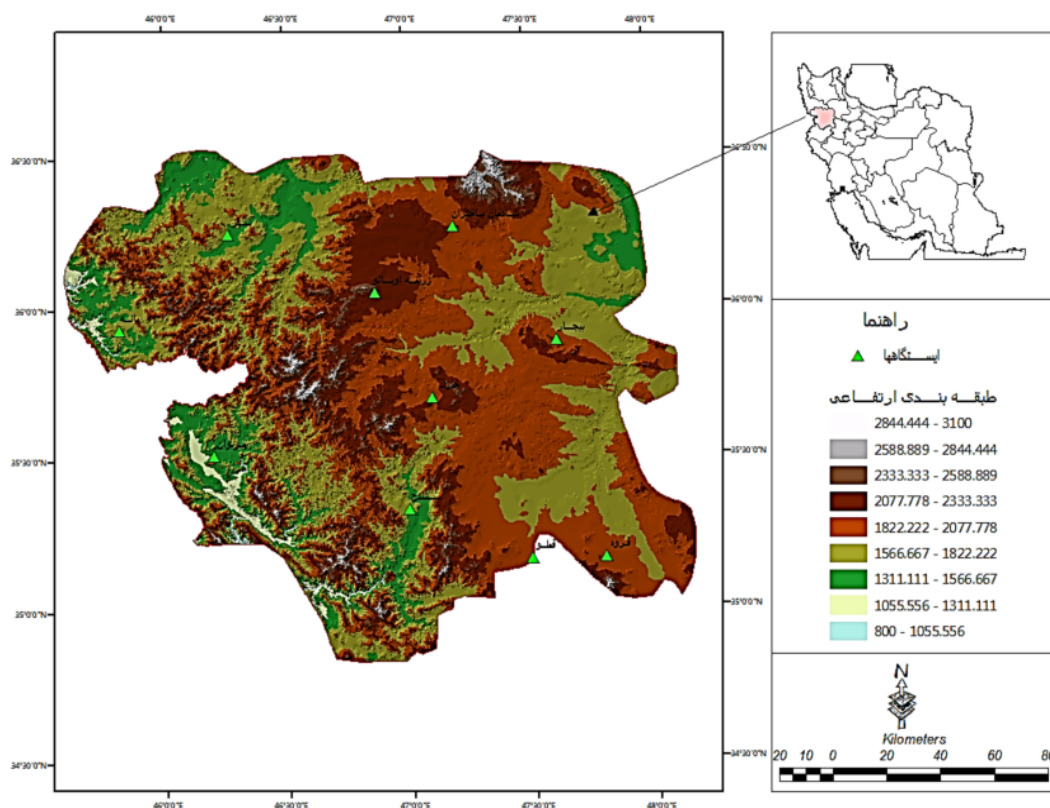
³ Jain and Grawal

⁴ Elfeki and Uffrink

محصول گندم دیم در استان همدان پرداختند و نشان دادند که شاخص های خشکسالی استفاده شده روندی همسو با شاخص زراعی عملکرد نسبی گندم دارد. عزیزی و صفرخانی (۱۳۸۱) در مطالعه ای به ارزیابی خشکسالی و تاثیر آن بر عملکرد گندم دیم در استان ایلام با تاکید بر خشکسالی های سال های ۱۳۷۹-۱۳۷۷ پرداختند. استان کردستان با واقع شدن در یک ناحیه نیمه خشک و نیمه مرطوب و توزیع نامناسب بارندگی ها همواره شدت های مختلف خشکسالی ها را به خود دیده است. هدف پژوهش حاضر، ارزیابی خشکسالی های هواشناختی استان کردستان بر پایه بارش و ارتباط آن با عملکرد محصول گندم دیم است.

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

استان کردستان بین ۳۴ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ با وسعت ۲۸۲۰۳ کیلومتر مربع قرار دارد. این استان در غرب کشور و در بین استانهای آذربایجان غربی، زنجان، همدان و کرمانشاه قرار دارد و از غرب با کشور عراق هم مرز می باشد. متوسط بارندگی استان ۵۱۷ میلی متر می باشد. بیشترین بارندگی در شهرستان مریوان با متوسط ۹۹۰ میلی متر در سال و کمترین بارندگی در شهرستان های قروه و بیجار با متوسط ۳۰۰ میلی متر اتفاق می افتد. توپوگرافی استان و موقعیت ایستگاه های مورد استفاده در شکل (۱) آمده است.



شکل (۱). توپوگرافی و موقعیت ایستگاه های مورد مطالعه در استان کردستان

مواد و روش ها

به منظور ارزیابی خشکسالی های استان کردستان از داده های بارندگی ماهانه و سالانه ۱۰ ایستگاه سینوپتیک، کلیماتولوژی و بارانسنجی متعلق به سازمان هواشناسی در طی دوره آماری ۲۸ ساله (۱۳۸۹-۱۳۶۲) استفاده گردید. در تحلیل داده های بارش، مفروضات بنیادی مانند نرمال بودن، خلاهای آماری و وجود داده های پرت باید مورد بررسی قرار گیرد، زیرا تحلیل خشکسالی بر پایه این مفروضات بنا نهاده شده است. پس از آماده سازی زمانی داده های هر ایستگاه مشخص شد که برای دو ایستگاه قروه و مریوان در برخی از سالها کمبود آماری وجود دارد که با استفاده از روش رگرسیون تکمیل گردید. همگن بودن داده ها نیز با استفاده از آزمون ران تست مورد بررسی قرار گرفت. به منظور مطالعه تاثیر خشکسالی های استان بر عملکرد گندم دیم، اطلاعات مربوط به سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد گندم دیم نیز در طی دوره آماری ۲۸ ساله (۱۳۸۹-۱۳۶۲) از سازمان جهاد کشاورزی دریافت گردید.

جدول (۱). مشخصات ایستگاه های مورد استفاده در سطح استان کردستان

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (m)	نوع ایستگاه
۱	سندج	۴۷/۰۰	۳۵/۲۰	۱۳۷۳/۴	سینوپتیک
۲	سقز	۴۶/۱۵	۳۶/۱۵	۱۵۲۲/۸	سینوپتیک
۳	بیجار	۴۷/۳۷	۳۵/۵۳	۱۸۸۳/۴	سینوپتیک
۴	مریوان	۴۶/۱۲	۳۵/۳۱	۱۲۸۶/۸	سینوپتیک
۵	زرینه اوباتو	۴۶/۵۵	۳۶/۰۴	۲۱۴۲/۶	سینوپتیک
۶	قروه	۴۷/۴۸	۳۵/۱۰	۱۹۰۶	سینوپتیک
۷	بانه	۴۵/۵۴	۳۶/۰۰	۱۶۰۰	سینوپتیک
۸	قملو	۳۷/۴۵	۳۵/۱۲	۱۹۱۲	کلیماتولوژی
۹	خارک	۴۷/۰۶	۳۵/۴۵	۲۰۶۰	کلیماتولوژی
۱۰	شادمان	۴۷/۱۲	۳۶/۲۲	۱۹۴۵	بارانسنجی

شاخص های خشکسالی

شاخص های زیادی برای بررسی خشکسالی به کار برده می شود، که این شاخص ها ترکیبی از مشخصه های بیشماری هستند که بر ویژگی های مهم خشکسالی شامل فراوانی، دوره، تداوم، شدت و گستره تاثیر می گذارند. در این پژوهش از دو شاخص برای تحلیل داده های بارندگی استفاده گردید که این شاخص ها عبارتند از:

شاخص درصد از عادی بودن بارندگی (PNPI)

درصد از عادی بودن بارندگی یکی از ساده ترین سنجه های خشکسالی می باشد. تجزیه و تحلیل درصد از عادی بودن بارندگی به هنگام بهره گیری از آنها برای بررسی خشکسالی یا ترسالی در یک مکان و یا فصل معین بسیار موثر است. این شاخص از تقسیم بارندگی واقعی بر بارندگی عادی بودن و ضرب آن در ۱۰۰ بدست می آید.

$$PNPI = \frac{P_i}{P} \times 100$$

بکارگیری این روش مستلزم انطباق میانگین بارندگی بر میانه و یا نرمال بودن توزیع آن است. مقادیر ۸۰٪ $PNPI >$ بیانگر عدم خشکسالی و مقادیر ۸۰٪ $PNPI <$ بیانگر خشکسالی با شدت‌های مختلف است (کاظمی، ۱۳۸۵، ۷۴).

شاخص بارش استاندارد شده (SPI)

شاخص (SPI)، نمایه ای است که از اختلاف بین مقادیر بارش و میانگین آن برای یک بازه زمانی مشخص و سپس تقسیم این مقدار بر انحراف معیار بارش بدست می آید (آسیایی، ۱۳۸۵، ۳۲). مک کی و همکارانش (۱۹۹۳) شاخص بارش استاندارد (SPI) را به منظور تعریف و نشان دادن خشکسالی به وجود آورده اند. از نظر ریاضی، SPI بر اساس احتمالات تجمعی بارش‌های یک ایستگاه استوار است. با تجزیه و تحلیل سری زمانی ماهانه داده‌های بارش برای یک مکان، می توان SPI را برای هر ماهی نسبت به ماه‌های قبلی مشخص و i هر ماه ۱، ۲، ۳، ...، ۱۲، ...، ۲۴، ...، ۴۸، را با توجه به مقیاس زمانی دلخواه، محاسبه کرد. جهت محاسبه این نمایه از تابع توزیع گاما برای برازش داده های بلند مدت بارش استفاده می شود که پس از انجام محاسبه های لازم و تعیین پراسنج‌های مربوطه، نمایه SPI به صورت زیر محاسبه می گردد (آسیایی، ۱۳۸۵، ۵۲):

$$SPI = - \left[t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right] \quad 0 < H(x) \leq 0.5 \quad (1)$$

$$SPI = + \left[t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right] \quad 0.5 < H(x) \leq 1$$

که در آن

$$t = \sqrt{\ln \left[\frac{1}{1 + (x)^2} \right]} \quad 0 < H(x) \leq 1 \quad (2)$$

$$t = \sqrt{\ln \left[\frac{1}{1 - (x)^2} \right]} \quad 0.5 < H(x) \leq 1$$

در این روابط $C_0, C_1, C_2, d_1, d_2, d_3$ و $H(x)$ احتمال تجمعی است.

$$d_1 = 3.432788 \quad C_0 = 2.535537$$

$$d_2 = 0.189269 \quad C_1 = 0.802852$$

$$d_3 = 0.003208 \quad C_2 = 0.030328$$

برای طبقه‌بندی خشکسالی و ترسالی بر اساس شاخص SPI مطابق جدول شماره (۲) هر گاه مقادیر SPI بطور مداوم منفی باشند و مقدار آن به ۱- یا کمتر برسد، معرف وقوع خشکسالی است و مقادیر مثبت آن نشان دهنده خاتمه خشکسالی است (آسیایی، ۱۳۸۵، ۳۲).

جدول (۲). طبقه بندی خشکسالی بر اساس شاخص SPI

طبقه بندی شاخص SPI	
۰/۹۹ - ۰/۹۹	تقریباً نرمال
-۱ تا -۱/۴۹	خشکسالی متوسط
-۱/۵ تا -۱/۹۹	خشکسالی شدید
-۲ و کمتر	خشکسالی بسیار شدید

یافته های تحقیق

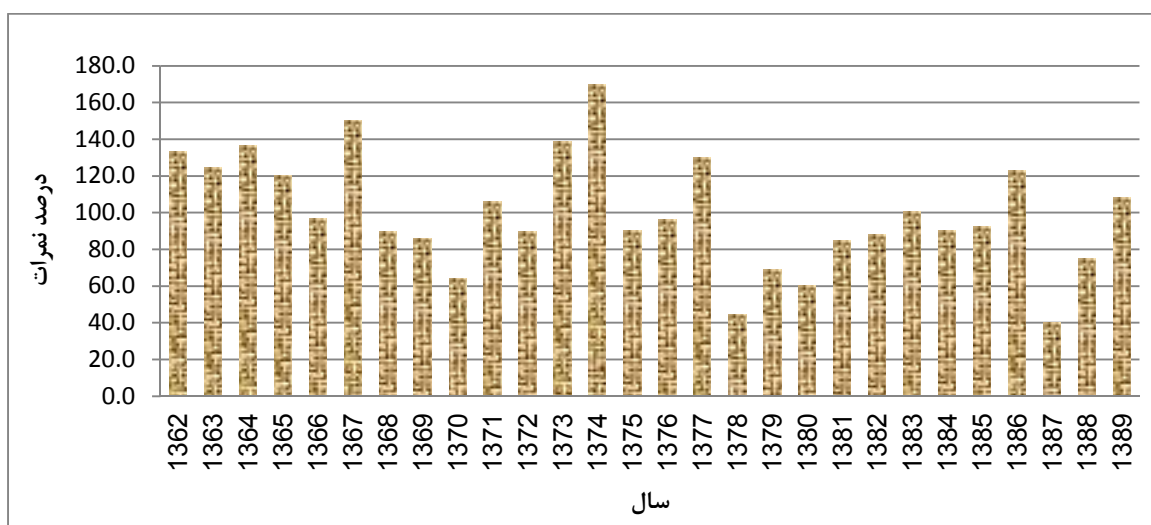
متغیرهای اولیه مورد استفاده در این پژوهش، بارش ایستگاه ها و عملکرد گندم دیم در سطح استان کردستان می باشد. میانگین بارش استان کردستان ۴۹۴/۸ میلی متر می باشد که حداکثر بارش با ۹۹۱ میلی متر در شهرستان مریوان و حداقل بارش با ۳۳۶/۵ میلی متر در شهرستان بیجار اتفاق می افتد. رژیم عمده بارشی استان رژیم زمستانه است به گونه ای که نزدیک ۴۲ درصد بارش سالانه در فصل زمستان صورت می گیرد. فصل پاییز دومین فصل بارشی استان به حساب می آید به گونه ای که نزدیک ۳۱ درصد بارش ها در این فصل اتفاق می افتد. فصل بهار با ۲۵ درصد در رده سوم قرار دارد. ریزش حدود ۷۳ درصد بارش ها در دو فصل منتهی به پایان سال، حکایت از رژیم برفی- بارانی دارد که با توجه به نامنظم بودن زمانی و مکانی ریزش ها در افزایش یا کاهش عملکرد محصولات دیم نقش اساسی ایفا می کند (جدول ۳).

جدول (۳): میانگین (میلی متر) و درصد بارش در فصول مختلف در دوره ۲۸ ساله

نام ایستگاه	بارش سالانه	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
		درصد	میانگین	درصد	میانگین	درصد	میانگین	درصد	میانگین
سندج	۴۵۸	۲۴/۵	۱۱۲	۰/۵	۲/۳	۳۰	۱۳۶/۷	۲۰/۴	۴۴/۵
سقز	۴۹۹/۵	۲۶/۷	۱۳۳/۷	۱/۳	۶/۹	۲۹	۱۴۵/۸	۲۰/۴	۴۰/۸
بیجار	۳۳۶/۵	۳۰	۱۰۰/۷	۳	۱۰/۵	۲۹/۵	۹۸	۱۲۶/۵	۳۸
مریوان	۹۹۱	۱۸/۴	۱۸۲/۳	۰/۵	۵/۴	۳۰/۸	۳۰۵/۷	۴۹۷/۶	۵۰/۲
زرینه اوباتو	۳۹۲	۳۰/۸	۱۲۰	۳	۱۱/۵	۳۱	۱۲۰/۸	۱۳۷/۸	۳۵/۵
قروه	۳۴۱/۴	۲۵/۲	۸۶/۲	۲/۳	۸/۱	۳۰/۶	۱۰۴/۷	۱۴۰	۴۱
بانه	۶۸۰	۲۰/۲	۱۳۵/۲	۱	۷	۳۲	۲۱۰	۳۱۷	۴۷
قملو	۳۸۵	۲۴	۹۲	۱/۷	۶/۵	۳۰/۳	۱۱۶	۱۷۰/۵	۴۴
خارک	۴۲۳	۲۴/۸	۱۰۵	۱	۴	۳۰	۱۲۷	۱۸۷	۴۴/۲
شادمان	۴۴۲	۲۹/۸	۱۳۲	۲/۷	۱۲	۳۱	۱۳۷	۱۶۱	۳۶/۵
میانگین	۴۹۴/۸	۲۵/۶	۱۱۹/۹	۱/۷	۷/۴	۳۰/۵	۱۵۰/۲	۲۱۴/۵	۴۲/۲

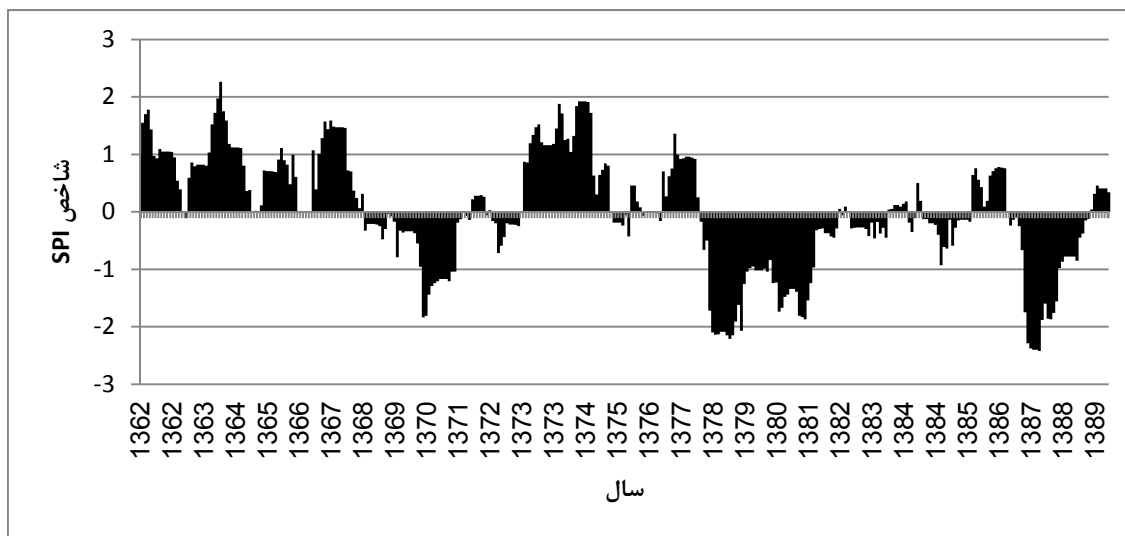
تجزیه و تحلیل خشکسالی های استان کردستان

نتایج حاصل از شاخص درصد از عادی بودن بارندگی به عنوان نمونه در ایستگاه سنندج آورده شده است. همانطوری که در شکل (۲) دیده می شود در طول دوره آماری ۲۸ ساله، ایستگاه سنندج در ۶ سال خشکسالی را تجربه کرده است. در سال های ۱۳۷۸ و ۱۳۸۷ استان کردستان خشکسالی شدید را تجربه کرده اند به گونه ای که مقدار بارش در این سال ها به حدود ۴۰ درصد میانگین درازمدت بارش رسیده است. در سال های ۱۳۷۰، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ ایستگاه سنندج شاهد خشکسالی متوسط بوده است به گونه ای که بارش اتفاق افتاده در حدود ۶۰ درصد میانگین درازمدت بارندگی بوده است. در سال ۱۳۸۸ هم خشکسالی ضعیف در استان اتفاق افتاده است به گونه ای که مقدار بارش در حدود ۷۵ درصد میانگین درازمدت بارش بوده است.



شکل (۲): درصد نمرات بارش سالانه ایستگاه سینوپتیک سنندج

شاخص بارش استاندارد برای ایستگاه های استان کردستان در دوره های ۶ و ۱۲ ماهه محاسبه گردید. بر حسب شاخص استاندارد بارش ۱۲ ماهه در طول دوره مورد مطالعه در ۸ سال ایستگاه سنندج وقوع خشکسالی را تجربه کرده است. شدیدترین خشکسالی ایستگاه سنندج براساس این شاخص در سال ۱۳۸۷ با ۱۷۰ میلی متر بارش و نمره استاندارد ۲/۲- اتفاق افتاده است که به عنوان خشکسالی خیلی شدید محسوب می شود. در سال ۱۳۷۸ ایستگاه سنندج شاهد خشکسالی شدید، در سال ۱۳۷۰ و ۱۳۸۰ شاهد خشکسالی متوسط و در سال های ۱۳۶۹، ۱۳۷۹، ۱۳۸۱ و ۱۳۸۸ شاهد خشکسالی ضعیف بوده است. شدیدترین ترسالی سنندج نیز در سال ۱۳۷۴ با بارش ۷۲۰ میلی متر و نمره استاندارد ۱/۹۷+ اتفاق افتاده است. بیشترین تداوم خشکسالی در طول دوره مورد مطالعه مربوط به سال های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۱ می باشد که در ۴ سال متوالی استان کردستان خشکسالی را تجربه کرده است. تغییرات شاخص بارش استاندارد (SPI) ایستگاه سنندج در دوره ۱۲ ماهه به عنوان نمونه در شکل (۳) نشان داده شده است.



شکل (۳). روند تغییرات نمایه SPI در مقیاس ۱۲ ماهه در ایستگاه سنندج طی سالهای ۱۳۶۲ تا ۱۳۸۹

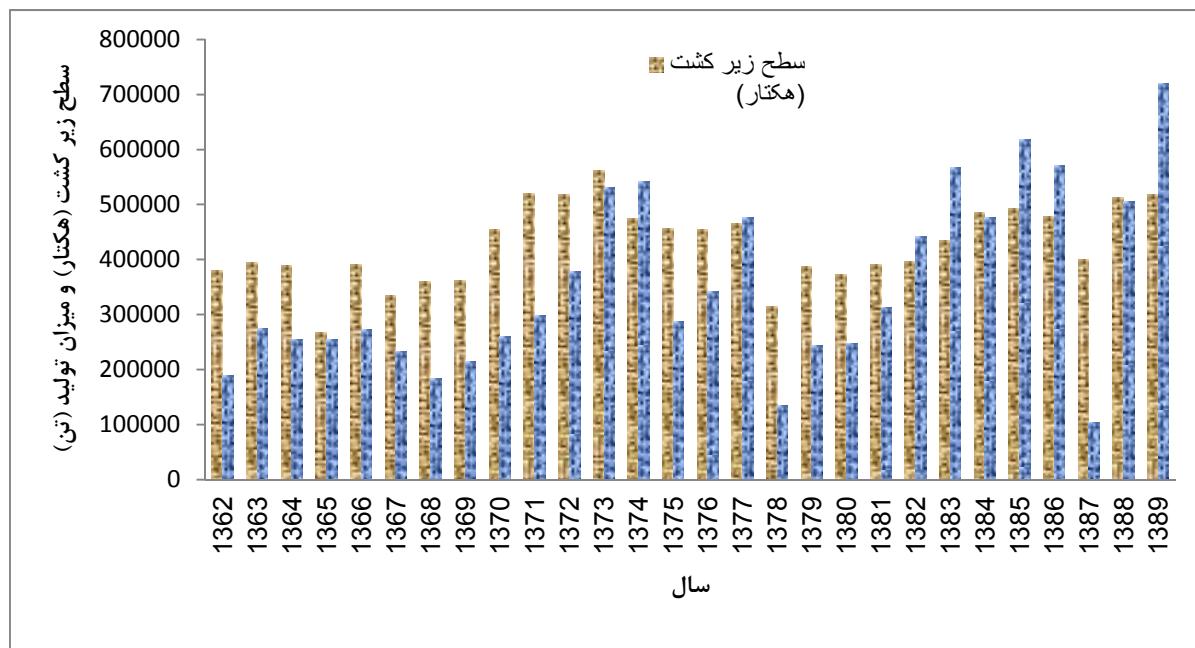
جدول (۴) تعداد خشکسالی های رخ داده در منطقه کردستان را با شدت های مختلف براساس دو شاخص SPI و PNPI در طول دوره مطالعه نشان می دهد. براساس شاخص عادی بودن از بارندگی بیشترین تعداد خشکسالی استان با ۸ مورد در ایستگاه بانه و کمترین تعداد خشکسالی با ۵ مورد در ایستگاه بیجار افتاده است. مطابق با این شاخص ایستگاه های استان کردستان خشکسالی خیلی شدید را تجربه نکرده است ولی در ۲ سال شاهد خشکسالی شدید بوده است که این خشکسالی ها در سال های ۱۳۷۸ و ۱۳۸۷ اتفاق افتاده است. براساس شاخص استاندارد بارش نیز بیشترین تعداد خشکسالی استان با ۱۰ مورد در ایستگاه مریوان و کمترین تعداد آن با ۷ مورد در ایستگاه بیجار رخ داده است. مطابق با این شاخص برخی از ایستگاه های استان در ۱ سال شاهد خشکسالی خیلی شدید بوده است که این خشکسالی در یکی از سال های ۱۳۷۸ و ۱۳۸۷ اتفاق افتاده است.

جدول (۴): خشکسالی های اتفاق افتاده در ایستگاه های استان کردستان براساس شاخص های SPI و PNPI

نام ایستگاه	شاخص	خشکسالی خیلی شدید	خشکسالی شدید	خشکسالی متوسط	خشکسالی ضعیف	مجموع خشکسالی
سنندج	PNPI	۰	۲	۳	۱	۶
	SPI	۱	۱	۲	۴	۸
سقز	PNPI	۰	۲	۳	۱	۶
	SPI	۱	۱	۴	۳	۹
بیجار	PNPI	۰	۱	۱	۳	۵
	SPI	۱	۱	۱	۴	۷
مریوان	PNPI	۰	۱	۲	۴	۷
	SPI	۰	۲	۳	۵	۱۰
زرینه اوباتو	PNPI	۰	۲	۱	۴	۷
	SPI	۱	۱	۲	۴	۸

نام ایستگاه	شاخص	خشکسالی خیلی شدید	خشکسالی شدید	خشکسالی متوسط	خشکسالی ضعیف	مجموع خشکسالی
قروه	PNPI	۰	۱	۲	۲	۵
	SPI	۰	۱	۲	۵	۸
بانه	PNPI	۰	۲	۲	۴	۸
	SPI	۱	۱	۳	۴	۹
قملو	PNPI	۰	۱	۲	۳	۶
	SPI	۱	۱	۲	۵	۹
خارک	PNPI	۰	۲	۲	۳	۷
	SPI	۱	۲	۲	۴	۹
شادمان	PNPI	۰	۲	۱	۳	۶
	SPI	۱	۱	۴	۲	۸

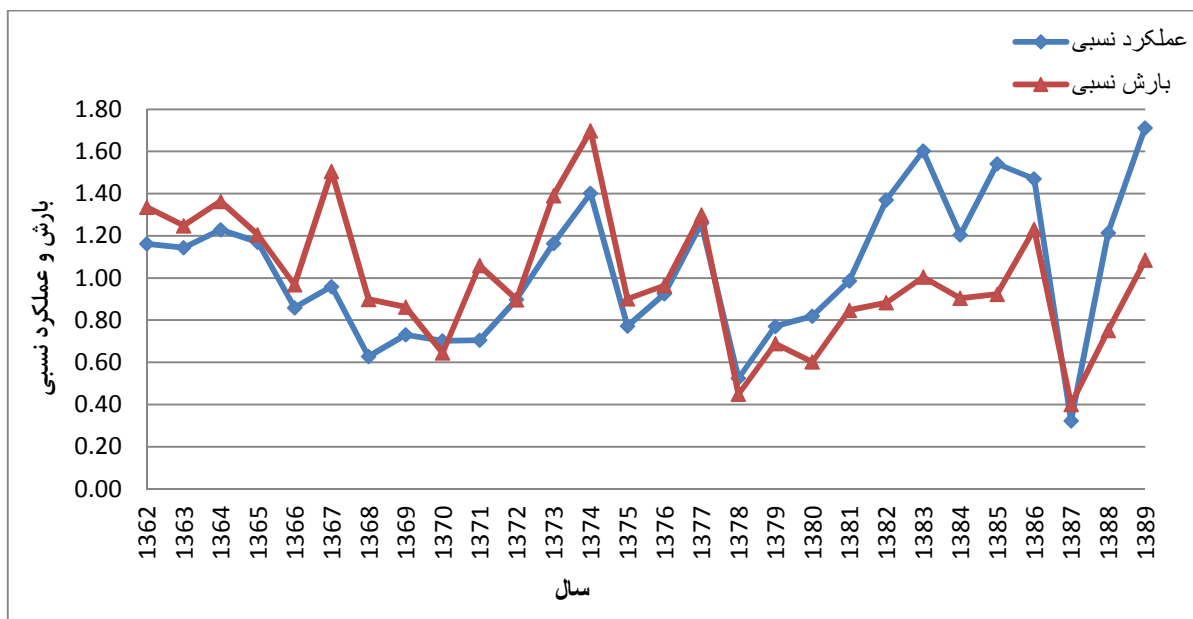
پس از محاسبه خشکسالی برای تمامی ایستگاه‌ها، به منظور انتخاب شاخصی مناسب، از شاخص زراعی عملکرد گندم دیم منطقه استفاده شد. عملکرد نسبی، حاصل عملکرد محصول نسبت به میانگین بلندمدت است (دربندی و همکاران، ۱۳۸۶، ۱۱۲). انتخاب شاخص فوق بدان علت است که سطح زیر کشت دیم و عملکرد آن خصوصیات بارش را به شکلی مناسب نشان می‌دهند. هر چند عملکرد می‌تواند تابع ویژگی‌های ارقام مورد کشت باشد اما به میزان بسیار زیاد تحت تاثیر از مقدار بارش و به تبع آن خشکسالی قرار دارد. کاشت گندم دیم در منطقه از نیمه دوم مهر ماه تا نیمه اول آبان ماه و برداشت آن در تیر و مرداد ماه انجام می‌شود. میانگین ۲۸ ساله عملکرد گندم دیم منطقه کردستان از سطح ۴۲۷ هزار هکتار، نزدیک به ۳۵۵ هزار تن است. حداکثر و حداقل سطح زیر کشت به ترتیب ۵۶۱/۳ و ۲۶۷/۶ هزار هکتار با ۵۳۱ و ۲۰۵ هزار تن تولید است. سطح زیر کشت از تغییرات ۹۶/۴ درصدی و عملکرد از ۲۶۷ درصد تغییر تبعیت می‌کند. این ارقام تغییرات شدید عملکرد را در مقابل سطح زیر کشت و وابستگی آن را به ریزش‌های جوی نشان می‌دهد، زیرا در کشت دیم فرض می‌شود که منبع تامین رطوبت خاک ریزش‌های جوی است و با بروز خشکسالی‌های هواشناسی کفایت رطوبت به خطر می‌افتد و عملکرد محصول کاهش می‌یابد. شکل (۴) سطح زیر کشت و میزان تولید گندم دیم را در طول دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد. همانطوری که در شکل دیده می‌شود از سال ۱۳۸۲ به بعد میزان تولید نسبت به سطح زیر کشت افزایش پیدا کرده است که این می‌تواند ناشی از توجه دولت به بخش کشاورزی باشد.



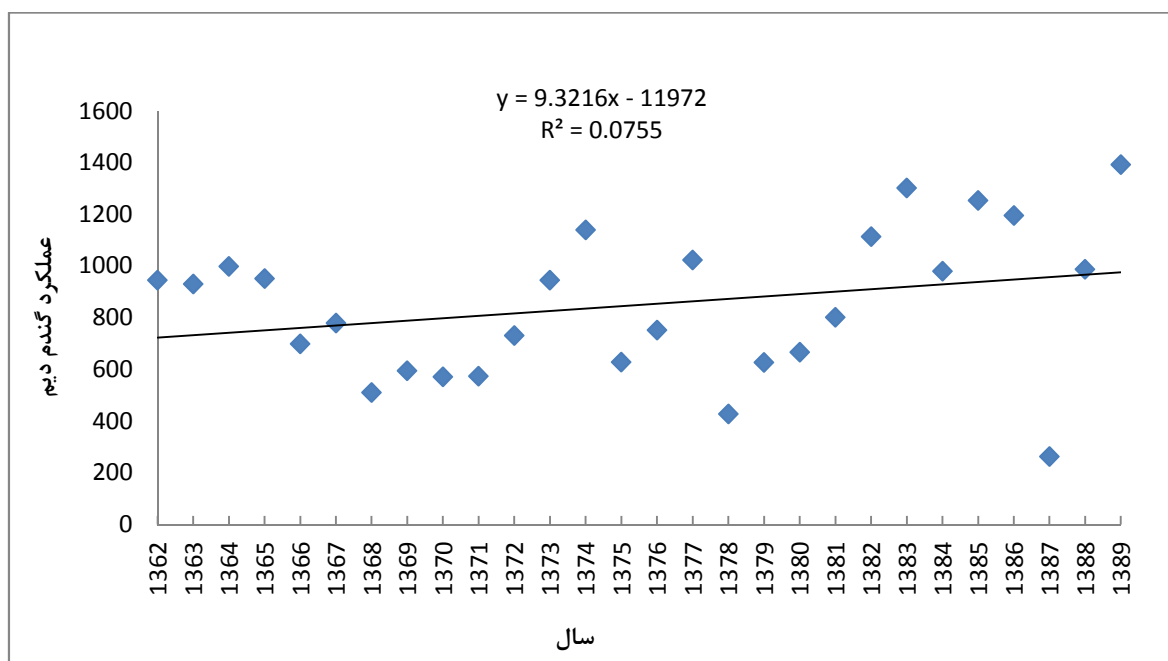
شکل (۴): سطح زیر کشت و میزان تولید گندم در استان کردستان در طول دوره آماری

برای نشان دادن ارتباط خشکسالی های منطقه کردستان با عملکرد گندم دیم، از عملکرد نسبی گندم دیم استفاده شد که وضعیت عملکرد گندم را براساس دو معیار بدون بعد عملکرد نسبی و بارش نسبی نشان می دهد (شکل ۵). بر مبنای این شکل روند افزایش عملکرد گندم دیم از سال ۱۳۸۰ به خوبی مشهود است، چنین افزایشی می تواند ناشی از عواملی مانند توجه دولت به مقوله خودکفایی گندم، استفاده از بذرهای اصلاح شده و مرغوب و استفاده از کودهای شیمیایی تقویت کننده باشد. تاثیر خشکسالی های منطقه روی عملکرد گندم به خوبی در شکل دیده می شود به گونه ای که در سال های ۱۳۸۷ و ۱۳۷۸ که خشکسالی شدید در منطقه رخ داده است علازم افزایش نسبی سطح زیر کشت، تولید گندم به پایین ترین سطح خود در طول دوره مورد مطالعه رسیده است. از نکات مهم و در خور توجه می توان به زمان و مقدار ریزش های جوی در زمان نیاز محصول اشاره کرد به عنوان مثال در سال ۱۳۷۱ با وجود افزایش بارش نسبت به سال قبل و عدم تغییر نسبی سطح زیر کشت، عملکرد گندم تغییر چندانی نکرده است که این می تواند ناشی از نامناسب بودن زمان بارش ها باشد.

برای تشخیص میزان تغییرات عملکرد در طی زمان، ارتباط بین عملکرد گندم دیم و زمان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان می دهد که عملکرد در طی دوره آماری رو به افزایش بوده است اما روند آن بسیار کند بوده و از لحاظ معنی داری نیز در سطح ۰/۰۵ معنی دار نمی باشد. عدم معنی داری ضریب همبستگی می تواند دلیل بر عدم تاثیر پذیری یا تاثیر ناچیز عملکرد از عوامل غیر اقلیمی باشد (شکل ۶).

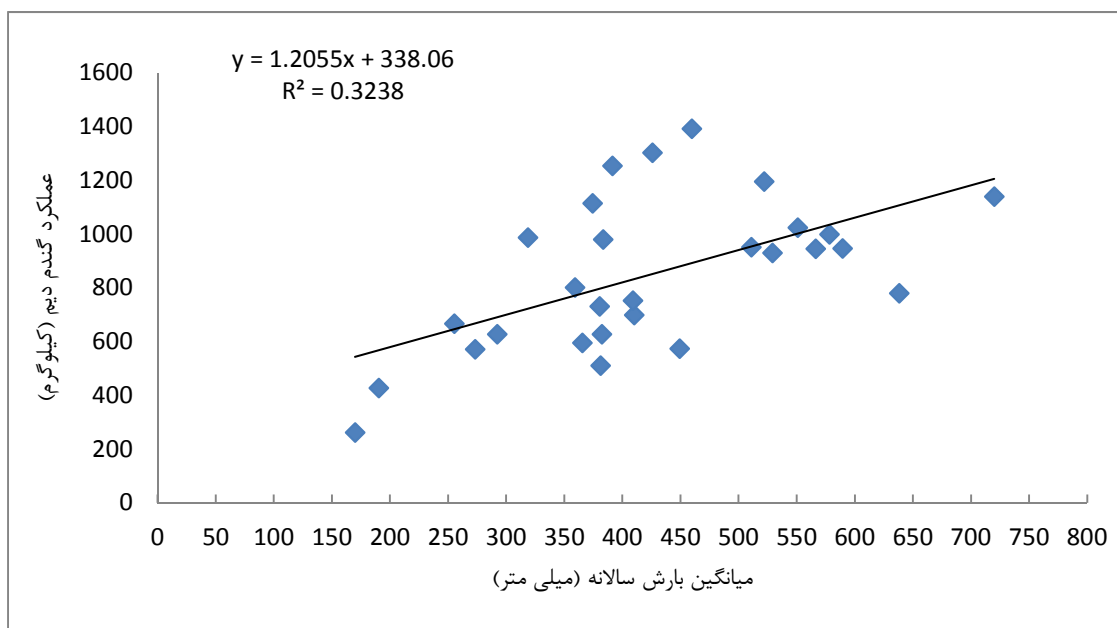


شکل (۵): ارتباط عملکرد نسبی گندم با بارش نسبی استان کردستان



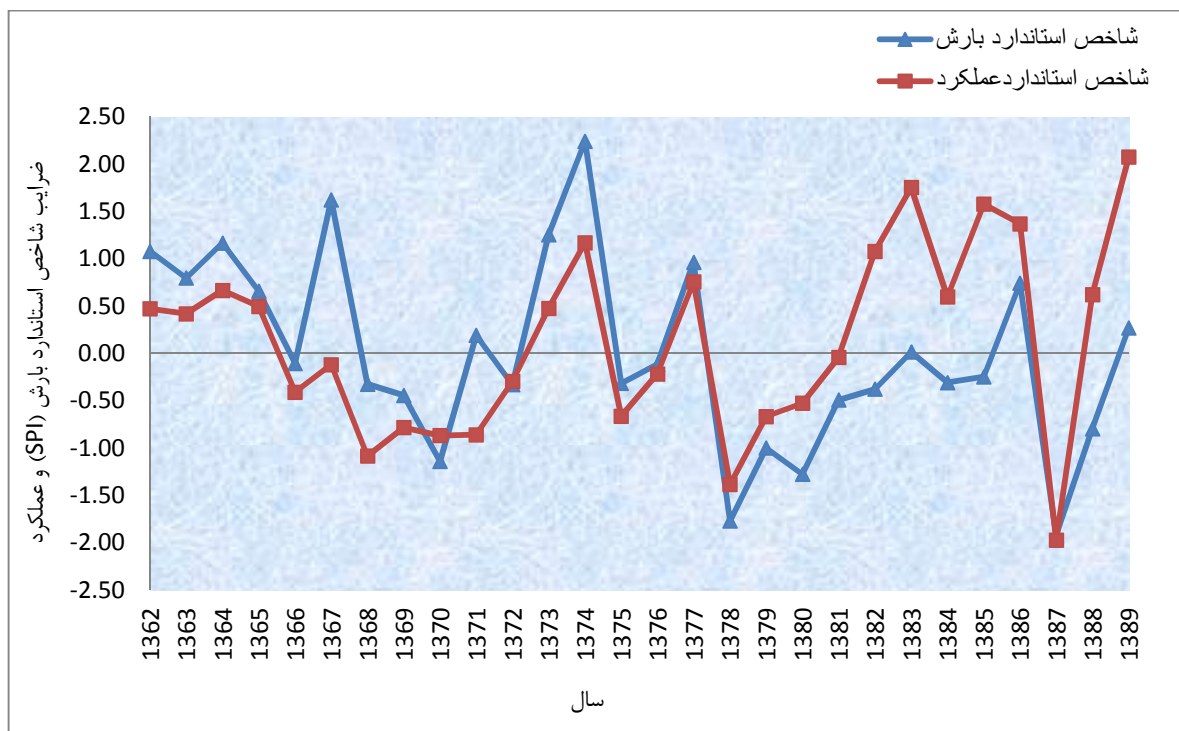
شکل (۶): عملکرد در واحد سطح و روند آن در سال‌های مختلف زراعی در استان کردستان

همچنین برای نشان دادن تاثیر نوسانات مقدار بارش بر میزان عملکرد گندم نسبی، ارتباط بین متوسط عملکرد گندم نسبی در منطقه با میانگین بارش سالانه در طول دوره آماری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان دهنده همبستگی مثبت ($R=0.057$) و معنی‌دار (0.01) بین این دو پارامتر است. به گونه‌ای که کاهش بارش با کاهش عملکرد و افزایش بارش با افزایش عملکرد گندم همراه بوده است. بنابراین با توجه به معادله همبستگی می‌توان با داشتن مقدار بارش، میزان عملکرد گندم را در سال‌های مختلف بدست آورد. (شکل ۷).



شکل (۷): همبستگی بین میانگین بارش سالانه و عملکرد گندم دیم در استان کردستان در طول دوره آماری

چون میزان بارش با میزان عملکرد ارتباط مثبت و نسبتاً قوی از خود نشان داد برای بررسی اثر خشکسالی ها بر عملکرد گندم، تغییرات شاخص استاندارد بارش (SPI) با شاخص استاندارد عملکرد در منطقه مورد بررسی قرار گرفت. همانطوری که در شکل (۸) دیده می شود روندهای شاخص های استاندارد بارش و توزیع متوسط عملکرد گندم دیم در منطقه همسو هستند و در طول این دوره در ۵ سال (۱۳۷۰، ۱۳۷۸، ۱۳۷۹، ۱۳۸۰ و ۱۳۸۷) شاخص استاندارد بارش عدد کمتر از ۱- را نشان می دهد که نشان دهنده این است که منطقه مورد مطالعه در این سالها خشکسالی را با شدت های متوسط و شدید تجربه کرده است. همچنین براساس توزیع استاندارد عملکرد گندم دیم، در ۳ سال (۱۳۶۸، ۱۳۷۸ و ۱۳۸۷) توزیع استاندارد عملکرد عدد کمتر از ۱- را نشان می دهد که نشان دهنده کاهش عملکرد و خسارت شدید کشاورزان از خشکسالی می باشد. در سال های ۱۳۷۰، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ علارغم اینکه منطقه با خشکسالی مواجه بوده است اما توزیع عملکرد استاندارد بالای ۱- می باشد که این احتمالاً می تواند به دلیل توزیع مناسب بارش در مراحل رشد گندم و نیز رطوبت باقیمانده در خاک از سال های قبل باشد. نکته قابل توجه مربوط به سال ۱۳۶۸ می باشد که علارغم اینکه بارش نزدیک به نرمال بوده شاخص عملکرد گندم کمتر از ۱- می باشد که یکی از دلایل آن می تواند به خاطر پایین بودن سطح زیر کشت باشد و دلیل دیگر آن می تواند مربوط به توزیع نامناسب بارش در طول فصل رشد گندم باشد.



شکل (۸): نمودار سری زمانی شاخص استاندارد بارش و شاخص استاندارد عملکرد در طول دوره آماری در استان کردستان

نتیجه گیری

خشکسالی پدیده‌ای است که در شرایط ناهنجاری منفی بارش رخ می‌دهد. مطالعه آماری وضعیت بارش ایستگاه‌های استان کردستان با استفاده از شاخص درصد از عادی بودن بارندگی و شاخص استاندارد بارش نشان داد که استان کردستان در طول دوره مورد مطالعه خشکسالی‌های زیادی را با شدت‌های مختلف به خود دیده است. براساس شاخص عادی بودن از بارندگی بیشترین تعداد خشکسالی استان با ۸ مورد در ایستگاه بانه و کمترین تعداد خشکسالی با ۵ مورد در ایستگاه بیجار اتفاق افتاده است در صورتی که براساس شاخص استاندارد بارش بیشترین تعداد خشکسالی استان با ۱۰ مورد در ایستگاه مریوان و کمترین تعداد آن با ۷ مورد در ایستگاه بیجار رخ داده است. نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد که میزان عملکرد گندم دیم، رابطه مستقیم و معنی‌داری با مقدار بارندگی و توزیع زمانی آن دارد. با توجه به اهمیت بارندگی در کشاورزی و وابستگی میزان عملکرد محصولات زراعی بویژه کشت دیم به آن، اطلاعات لازم در زمینه توزیع بارش و ناهنجاری‌های منفی آن، نقشی مهم در توجیه علل کاهش عملکرد محصولات دارد و برنامه ریزی صحیح را برای به دست آوردن عملکرد بالا ممکن می‌سازد. مقایسه عملکرد گندم دیم در سالهای مختلف نشان داد که کاهش بارش و خشکسالی در بعضی از سالها خسارات هنگفتی را بر کشاورزان تحمیل کرده است. در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۷۸ که شدیدترین خشکسالی‌های استان کردستان اتفاق افتاده بود عملکرد گندم دیم در حدود ۴۰ درصد میانگین درازمدت آن بوده است که نشان می‌دهد که در این سالها حدود ۶۰ درصد محصول گندم دیم کشاورزان کاهش یافته است.

منابع

۱. آذر، عادل و مومنی، منصور، (۱۳۸۵)، آمار و کاربرد آن در مدیریت، انتشارات سمت، چاپ دهم، صص ۳۵۰-۳۴۶.
۲. آسیایی، مهدی، (۱۳۸۵)، شاخص های خشکسالی، انتشارات سخن گستر، چاپ اول.
۳. خوش اخلاق، فرامرز، (۱۳۷۷)، تحقیق در خشکسالی های فراگیر ایران با استفاده از تحلیل های سینوپتیکی، پایان نامه دکتری جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تبریز.
۴. خورشید دوست، علی و قویدل رحیمی، یوسف، (۱۳۸۴)، مطالعه نوسانات بارش و تعیین و پیش بینی فصول مرطوب و خشک بهاره در ایستگاههای آذربایجان شرقی، فضای جغرافیایی (۱۳): صص ۲۵ - ۴۸.
۵. جانانان، دی، کرایر، ترجمه حسینعلی نیرومند (۱۳۸۴)، تجزیه و تحلیل سریهای زمانی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ سوم.
۶. رضیئی، ط و ثقفیان، ب، و شکوهی، ع.ر، (۱۳۸۲)، پیش بینی شدت تداوم فراوانی خشکسالی با استفاده از روش های احتمالاتی و سری های زمانی (مطالعه موردی استان سیستان و بلوچستان)، مجله بیابان، جلد ۸، شماره ۲، صص ۳۱۰-۲۹۲.
۷. زارع ایبانه، حمید؛ یزدانی، وحید و اژدری، خلیل (۱۳۸۸)، مطالعه تطبیقی چهار نمایه خشکسالی هواشناسی بر پایه عملکرد نسبی محصول گندم دیم در استان همدان، پژوهش های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۹، پاییز ۱۳۸۸، صص ۴۹-۳۵.
۸. عزیزی، قاسم و روشن، علی اصغر، (۱۳۸۱)، بررسی خشکسالی ها-ترسالی ها و امکان پیش بینی آنها با استفاده از مدل سری زمانی هالت-ویتترز در استان هرمزگان، پایگاه اطلاعات علمی SID، شماره مقاله ۶۶۱.
۹. عزیزی، قاسم و صفرخانی، عزت ا... (۱۳۸۱) ارزیابی خشکسالی و تاثیر آن بر عملکرد گندم دیم در استان ایلام با تاکید بر خشکسالی های اخیر (۱۳۷۷-۱۳۷۹)، فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۱.
۱۰. علیجانی، بهلول و رضانی، نبی ا... (۱۳۸۱) پیش بینی خشکسالی ها و ترسالی های استان مازندران با استفاده از ماکس جنکیز، پژوهش های جغرافیایی، زمستان ۱۳۸۱، صص ۱۷۰-۱۵۵.
۱۱. علیزاده، امین، (۱۳۸۶)، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ بیست و دوم، صص ۶۸۳-۶۸۲.
۱۲. فرج زاده، منوچر، (۱۳۸۴)، خشکسالی از مفهوم تا راهکار، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، چاپ اول، صص ۱۷-۱۶.
۱۳. مقدسی، مهنوش. پایمزد، شهلا و مرید، سعید (۱۳۸۳)، پایش مکانی خشکسالی سالهای ۱۳۷۸ - ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۰ - ۱۳۷۹ استان تهران با استفاده از شاخص های EDI, SPI, DI و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایگاه اطلاعات علمی SID، فصلنامه مدرس علوم انسانی، شماره ۱، صص ۲۲۰ - ۱۹۷.
۱۴. مکوی، جیل و جانستون، کوین، ترجمه محمد میر محمد صادقی، (۱۳۸۵)، آموزش نرم افزار Arc Gis (اسپشیل آنالیز)، انتشارات فرات، چاپ اول، ص ۱۱۰.

۱۵. مظفری، غلامعلی و قائمی، هوشنگ (۱۳۸۱) تحلیل شرایط بارش در سطح نواحی دیم خیز در شرق کرمانشاه، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۳۴، بهار ۱۳۸۱، صص ۱۱۹-۱۰۳.
۱۶. مومنی، منصور، (۱۳۷۴)، پژوهش عملیاتی (مدلهای احتمالی)، چاپ دوم، انتشارات سمت، صص ۱۳۷-۱۳۵.
۱۷. یاراحمدی، داریوش و نصیری، بهروز (۱۳۸۳)، به کارگیری مدل تلفیقی پانل در ارتباط با میزان عملکرد گندم دیم و پارامترهای اقلیمی در استان لرستان، فصلنامه مدرس علوم انسانی، شماره ۳۵، زمستان ۱۳۸۳، صص ۱۹۰-۱۷۵.
18. Azzam, S, A. and M. Nielsen, 1990. Markou Chain as shortcut method to estimate age distributions in herds of beef cattle. *J. Anim. Sci.*, (68):5-14.
19. Dalezios, N, R., Z.G. Papazafiriou, D. M. Papamichail & T. S. Karakostas, 1991, Drought Assessment for the Potential of Precipitation Enhancement in northern Greece. *Theoret. Appl. Climatol.* 44, 75-88.
20. Elfeki, A and G. Uffrink, 1996, Stochastic Simulation of Heterogeneous Geological Formations Using soft info. *Groundwater Quality, Remediation and Protection-Proceeding of an international conference, Prague, Czech Republic 15-18 May.*
21. Hayes. M. J. Svoboda, M. D., Wilhite, D. A. And Vanyarkho, O. V. 1999. Monitoring the 1996 Drought Using the Standardized Precipitation Index, *Bulletin of the American Meteorologica Society*, 80(3): 429-437.
22. Jain, R. and R. A. Grawal, 1992. Probability Model for Crop yield Forecasting, *Biomet, J*, (34): 501-511.
23. Loyd-Haghes, B, and Saunders, M. 2002. A. Drought Climatology for Europe, *international Journal of Climatology*, 22:1571-1592.
24. Thompson, S, A, 1999. *Hydrological for Water Management*, Balkema, 362p.
25. Wilhite. D. A. 1997. Response to Drought, *Common threads from the past, vision for the future American Water Resources Association. Vol. 33. no. 4. pp. 651-659.*

