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 پدیدهٔ دائمی است که از کاهش غیرمنتظرهٔ

* نویسنده عهده دار مکاتبات:

Archive of SID

www.SID.ir

رطوبت (چه به شکل بارش، رطوبت یا جریان رودخانه‌ای) به وجود می‌آید (تامپسون[1]، ۱۹۹۹، ۳٦۲). در تشخیص و ارزیابی پدیده خشکسالی نظرهای متفاوتی وجود دارد. اقلیم شناسان عموما خشکسالی را به عنوان دوره ای درنظر 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 می کنند؛ 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 می شود که سطح آب رودخانه ها 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 می برند، اما این وضعیت در مناطقی که از نظر اقلیمی به طور نا منظم توسط سامانه های مختلف آب و هوایی تحت تأثیر قرار می گیرند، بیشتر مشاهده می شود (رضیئی و همکاران، ۱۳۸۲، ۲۹۲-۳۱۰). خشکی و خشکسالی از جمله ویژگیهای اجتناب ناپذیر و زیانبار آب و هوایی کشور ایران محسوب می شود (شاه محمدی و دیگران،۱۳۸۰، ٦۳). زمان آغاز تا پایان خشکسالی به عنوان دورهٔ تداوم خشکسالی خوانده می شود که از ویژگی های اساسی خشکسالی محسوب می شود. برای کاهش اثرات خشکسالی شناخت خصوصیات متعدد خشکسالی نظیر زمان شروع، وسعت و شدت خشکسالی ضروری است (دالسیوس[2] و همکاران، ۱۹۹۱، ۸۸-۷۵). نظر به پیشینه تاریخی خشکسالی در جهان و مخصوصا در ایران مطالعات متعددی در خصوص آن انجام گرفته که هر یک از آنها با روشها و اهدافی خاص خشکسالی ها را مورد بررسی قرار داده اند. از تحقیقات صورت گرفته می توان به پژوهش های خورشید دوست و قویدل رحیمی (۱۳۸٤)، جین و گراوال[3] (۱۹۹۲)، الفکی و افرینک[4] (۱۹۹٦) ، خوش اخلاق(۱۳۷۷) علیجانی و رمضانی (۱۳۸۱) ، عزیزی و روشن(۱۳۸۱) و تاز نوریو (۱۹۸٦) اشاره کرد.

شاید بتوان گفت جز در موراد نادر، مطالعه مشخصی در مورد خشکسالی کشاورزی صورت نگرفته است. دربندی و همکاران (۱۳۸٦، ۱۲۰) از عملکرد نسبی محصول دیم در ارزیابی خشکسالی هواشناسی در کنار شاخص‌های خشکسالی هواشناسی بهره گرفتند. یاراحمدی و نصیری (۱۳۸۳، ۱۸۸)نیز در مطالعه ای مشابه برای استان لرستان نشان دادند که ۷۱/۵ درصد از عملکرد گندم دیم به تعداد و مقدار بارش های روزانه در فصل رشد و بارش های پاییزه وابسته است. برونینی و همکاران (۲۰۰۱،۹۲) نشان دادند که از ترکیب شاخص استاندار شده بارش (SPI) با معادله بیلان آب، می توان 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 کاملا حساس است. زارع ابیانه 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

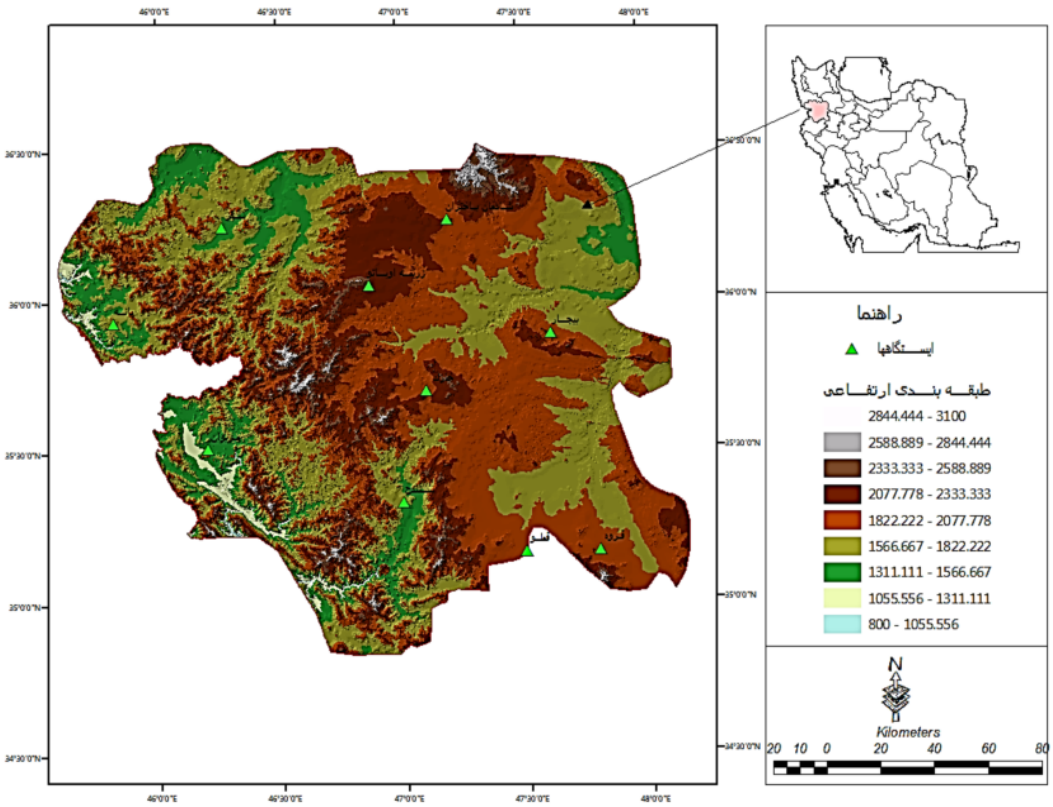
Archive of SID

www.SID.ir

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 خشکسالی‌های سال‌های 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 خشکسالی‌ها را به خود دیده است. هدف پژوهش حاضر، ارزیابی خشکسالی‌های هواشناختی استان کردستان بر پایه بارش و ارتباط آن با عملکرد محصول گندم دیم است.

موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه

استان کردستان بین ٣٤ درجه و ٤٤ دقیقه تا ٣٦ درجه و ٣٠ دقیقه عرض شمالی و ٤٥ درجه و ٣١ دقیقه تا ٤٨ درجه و ١٦ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ با وسعت ٢٨٢٠٣ کیلومتر مربع قرار دارد. این استان در غرب کشور و در بین استانهای آذربایجان‌غربی، زنجان، همدان و کرمانشاه قرار دارد و از غرب با کشور عراق هم مرز می‌باشد. **متوسط بارندگی استان ٥١٧ میلی‌متر می‌باشد. بیشترین بارندگی در شهرستان مریوان با متوسط ٩٩٠ میلی‌متر در سال و کمترین بارندگی در شهرستان های قروه و بیجار با متوسط ٣٠٠ میلی متر اتفاق می‌افتد.** توپوگرافی استان و موقعیت ایستگاه‌های مورد استفاده در شکل (۱) آمده است.



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

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی خشکسالی‌های استان کردستان از داده‌های بارندگی ماهانه و سالانه ۱۰ ایستگاه سینوپتیک، کلیماتولوژی و بارانسنجی متعلق به سازمان هواشناسی در طی دوره آماری ۲۸ ساله (۱۳۸۹-۱۳٦۲) استفاده گردید. در تحلیل داده‌های بارش، مفروضات بنیادی مانند نرمال بودن، خلاهای آماری و وجود داده‌های پرت باید مورد بررسی قرار گیرد، زیرا تحلیل خشکسالی بر پایه این مفروضات بنا نهاده شده است. پس از آماده‌سازی زمانی داده‌های 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 گرید. همگن بودن داده ها نیز با استفاده از آزمون ران تست مورد بررسی قرار گرفت. به منظور مطالعه تاثیر خشکسالی‌های استان بر عملکرد گندم دیم، اطلاعات مربوط به سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد گندم دیم نیز در طی دوره آماری ۲۸ ساله (۱۳۸۹-۱۳٦۲) از سازمان جهاد کشاورزی دریافت گردید.

جدول (۱). مشخصات ایستگاه‌های مورد استفاده درسطح استان کردستان

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع(m)	نوع ایستگاه
۱	سنندج	٤٧/٠٠	٣٥/٢٠	١٣٧٣/٤	سینوپتیک
۲	سقز	٤٦/١٥	٣٦/١٥	١٥٢٢/٨	سینوپتیک
۳	بیجار	٤٧/٣٧	٣٥/٥٣	١٨٨٣/٤	سینوپتیک
٤	مریوان	٤٦/١٢	٣٥/٣١	١٢٨٦/٨	سینوپتیک
٥	زرینه اوباتو	٤٦/٥٥	٣٦/٠٤	٢١٤٢/٦	سینوپتیک
٦	قروه	٤٧/٤٨	٣٥/١٠	١٩٠٦	سینوپتیک
٧	بانه	٤٥/٥٤	٣٦/٠٠	١٦٠٠	سینوپتیک
٨	قملو	٣٧/٤٥	٣٥/١٢	١٩١٢	کلیماتولوژی
٩	خارک	٤٧/٠٦	٣٥/٤٥	٢٠٦٠	کلیماتولوژی
١٠	شادمان	٤٧/١٢	٣٦/٢٢	١٩٤٥	بارانسنجی

شاخص‌های خشکسالی

شاخص‌های زیادی برای بررسی خشکسالی به کار برده می‌شود، که این شاخص‌ها ترکیبی از مشخصه‌های بیشماری هستند که بر ویژگی‌های مهم خشکسالی شامل فراوانی، دوره، تداوم، شدت و گستره تاثیر می‌گذارند. در این پژوهش از دو شاخص برای تحلیل داده های بارندگی استفاده گردید که این شاخص‌ها عبارتند از:

شاخص درصد از عادی بودن بارندگی (PNPI)

درصد از عادی بودن بارندگی یکی از ساده‌ترین سنجه‌های خشکسالی می باشد. تجزیه و تحلیل درصد از عادی بودن بارندگی به هنگام بهره‌گیری 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 می‌آید.

Archive of SID

www.SID.ir

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

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، ۷٤).

شاخص بارش استاندارد شده (SPI)

شاخص(SPI)، نمایه ای است که از اختلاف بین مقادیر بارش و میانگین آن برای یک بازهٔ 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،...، ۲٤،...، ٤۸، 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 می‌شود که پس از انجام محاسبه های لازم و تعیین پراسنج‌های مربوطه، نمایه SPI به صورت زیر محاسبه می‌گردد (آسیایی، ۱۳۸۵، ۵۲):

$$SPI = -\left[t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right] \qquad O < H(x) \le 0.5$$
$$SPI = +\left[t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right] \qquad 0.5 < H(x) \le 1 \qquad (۱)$$

که در آن

$$t = \sqrt{ln\left[\frac{1}{1+(x)^2}\right]} \qquad O < H(x) \le 1 \qquad (۲)$$
$$t = \sqrt{ln\left[\frac{1}{1-(x)^2}\right]} \qquad 0.5 < H(x) \le 1$$

در این روابط C_o، C_1، C_2، d_1، d_2 و d_3 مقادیر ثابت و x (H) احتمال تجمعی است.

$$C_0 = 2.535537 \qquad d_1 = 3.432788$$
$$C_1 = 0.802852 \qquad d_2 = 0.189269$$
$$C_2 = 0.030328 \qquad d_3 = 0.003208$$

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

Archive of SID

www.SID.ir

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

طبقه بندی شاخص SPI	
تقریباً نرمال	۰/۹۹ – ۰/۹۹
خشکسالی متوسط	۱- تا ۱/٤۹-
خشکسالی شدید	۱/۵- تا ۱/۹۹-
خشکسالی بسیار شدید	۲- و کمتر

یافته‌های تحقیق

متغیرهای اولیه مورد استفاده در این پژوهش، بارش ایستگاه‌ها و عملکرد گندم دیم در سطح استان کردستان می‌باشد. میانگین بارش استان کردستان ٤۹٤/۸ میلی‌متر می‌باشد که حداکثر بارش با ۹۹۱ میلی‌متر در شهرستان مریوان و حداقل بارش با ۳۳٦/۵ میلی‌متر در شهرستان بیجار اتفاق می‌افتد. رژیم عمده بارشی استان رژیم زمستانه است به گونه‌ای که نزدیک ٤۲ درصد بارش سالانه در فصل زمستان صورت می‌گیرد. فصل پاییز دومین فصل بارشی استان به حساب می‌آید به گونه‌ای که نزدیک ۳۱ درصد بارش‌ها در این فصل اتفاق می‌افتد. فصل بهار با ۲۵ درصد در رده سوم قرار دارد. ریزش حدود۷۳ درصد بارش‌ها در دو فصل منتهی به پایان سال، حکایت از رژیم برفی- بارانی دارد که با توجه به نامنظم بودن زمانی و مکانی ریزش‌ها 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

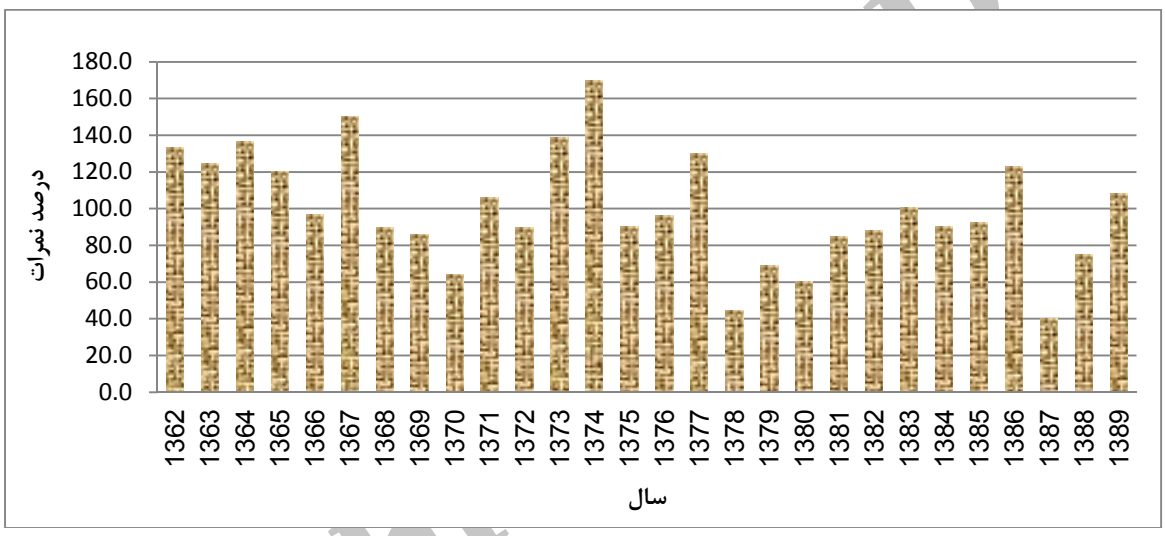
نام ایستگاه	بارش سالانه	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
		میانگین	درصد	میانگین	درصد	میانگین	درصد	میانگین	درصد
سنندج	٤۵۸	۱۱۲	۲٤/۵	۲/۳	۰/۵	۱۳٦/۷	۳۰	۲۰٤	٤٤/۵
سقز	٤۹۹/۵	۱۳۳/۷	۲٦/۷	٦/۹	۱/۳	۱٤۵/۸	۲۹	۲۰٤	٤۰/۸
بیجار	۳۳٦/۵	۱۰۰/۷	۳۰	۱۰/۵	۳	۹۸	۲۹/۵	۱۲٦/۵	۳۸
مریوان	۹۹۱	۱۸۲/۳	۱۸/٤	۵/٤	۰/۵	۳۰۵/۷	۳۰/۸	٤۹۷/٦	۵۰/۲
زرینه اوباتو	۳۹۲	۱۲۰	۳۰/۸	۱۱/۵	۳	۱۲۰/۸	۳۱	۱۳۷/۸	۳۵/۵
قروه	۳٤۱/٤	۸٦/۲	۲۵/۲	۸/۱	۲/۳	۱۰٤/۷	۳۰/٦	۱٤۰	٤۱
بانه	٦۸۰	۱۳۵/۲	۲۰/۲	۷	۱	۲۱۰	۳۲	۳۱۷	٤۷
قملو	۳۸۵	۹۲	۲٤	٦/۵	۱/۷	۱۱٦	۳۰/۳	۱۷۰/۵	٤٤
خارک	٤۲۳	۱۰۵	۲٤/۸	٤	۱	۱۲۷	۳۰	۱۸۷	٤٤/۲
شادمان	٤٤۲	۱۳۲	۲۹/۸	۱۲	۲/۷	۱۳۷	۳۱	۱٦۱	۳٦/۵
میانگین	٤۹٤/۸	۱۱۹/۹	۲۵/٦	۷/٤	۱/۷	۱۵۰/۲	۳۰/۵	۲۱٤/۵	٤۲/۲

Archive of SID

www.SID.ir

تجزیه و تحلیل خشکسالی های استان کردستان

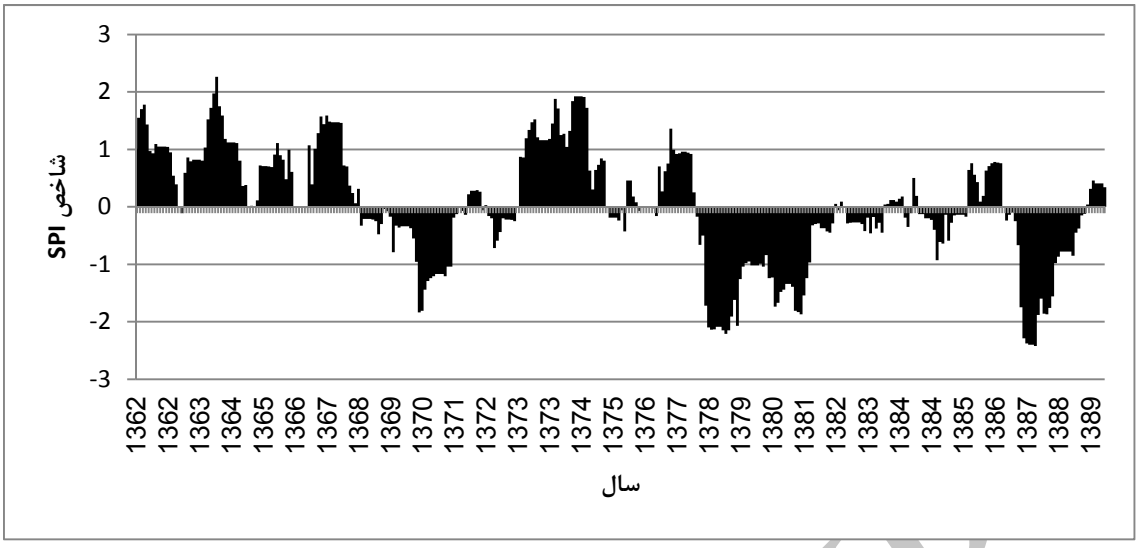
نتایج حاصل از شاخص درصد از عادی بودن بارندگی به عنوان نمونه در ایستگاه سنندج آورده شده است. همانطوری که در شکل (۲) دیده می‌شود در طول دوره آماری ۲۸ ساله، ایستگاه سنندج در ٦ سال خشکسالی را تجربه کرده است. در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۷۸ استان کردستان خشکسالی شدید را تجربه کرده‌اند به گونه‌ای که مقدار بارش در این سال‌ها به حدود ٤٠ درصد میانگین درازمدت بارش رسیده است. در سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ ایستگاه سنندج شاهد خشکسالی متوسط بوده است به گونه‌ای که بارش اتفاق افتاده در حدود ٦٠ درصد میانگین درازمدت بارندگی بوده است. در سال ۱۳۸۸ هم خشکسالی ضعیف در استان اتفاق افتاده است به گونه‌ای 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 ایستگاه‌های استان کردستان در دوره های ٦ 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 ۱۳۸۷با ۱۷۰ میلی‌متر بارش و نمره استاندارد ۲/۲- اتفاق افتاده است که به عنوان خشکسالی خیلی شدید محسوب می‌شود. در سال ۱۳۷۸ ایستگاه سنندج شاهد خشکسالی شدید، در سال ۱۳۷۰ و ۱۳۸۰ شاهد خشکسالی متوسط و در سال‌های ۱۳٦۹، ۱۳۷۹، ۱۳۸۱ و ۱۳۸۸ شاهد خشکسالی ضعیف بوده است. شدیدترین ترسالی سنندج نیز در سال ۱۳۷٤ با بارش۷۲۰ میلی‌متر و نمره استارندارد ۱/۹۷ اتفاق افتاده است. بیشترین تداوم خشکسالی در طول دوره مورد مطالعه مربوط به سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۱ می‌باشد که در ٤ 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.

www.SID.ir



شکل (۳). روندتغییرات نمایهٔ SPI در مقیاس ۱۲ ماهه در ایستگاه سنندج طی سال‌های ۱۳٦۲ تا ۱۳۸۹

جدول (٤) تعداد خشکسالی‌های رخ داده در منطقه کردستان را با شدت‌های مختلف براساس دو شاخص SPI و PNPI در طول دوره مطالعه نشان می‌دهد. 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. 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 خشکسالی‌ها در سال‌های 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 ایستگاه‌های استان در ۱ سال شاهد خشکسالی خیلی شدید بوده است که این خشکسالی در یکی از سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۸۷ اتفاق افتاده است.

جدول (٤): خشکسالی های اتفاق افتاده در ایستگاه‌های استان کردستان براساس شاخص‌های SPI و PNPI

نام ایستگاه	شاخص	خشکسالی خیلی شدید	خشکسالی شدید	خشکسالی متوسط	خشکسالی ضعیف	مجموع خشکسالی
سنندج	PNPI	۰	۲	۳	۱	٦
	SPI	۱	۱	۲	٤	۸
سقز	PNPI	۰	۲	۳	۱	٦
	SPI	۱	۱	٤	۳	۹
بیجار	PNPI	۰	۱	۱	۳	٥
	SPI	۱	۱	۱	٤	۷
مریوان	PNPI	۰	۱	۲	٤	۷
	SPI	۰	۲	۳	٥	۱۰
زرینه اوباتو	PNPI	۰	۲	۱	٤	۷
	SPI	۱	۱	۲	٤	۸

Archive of SID

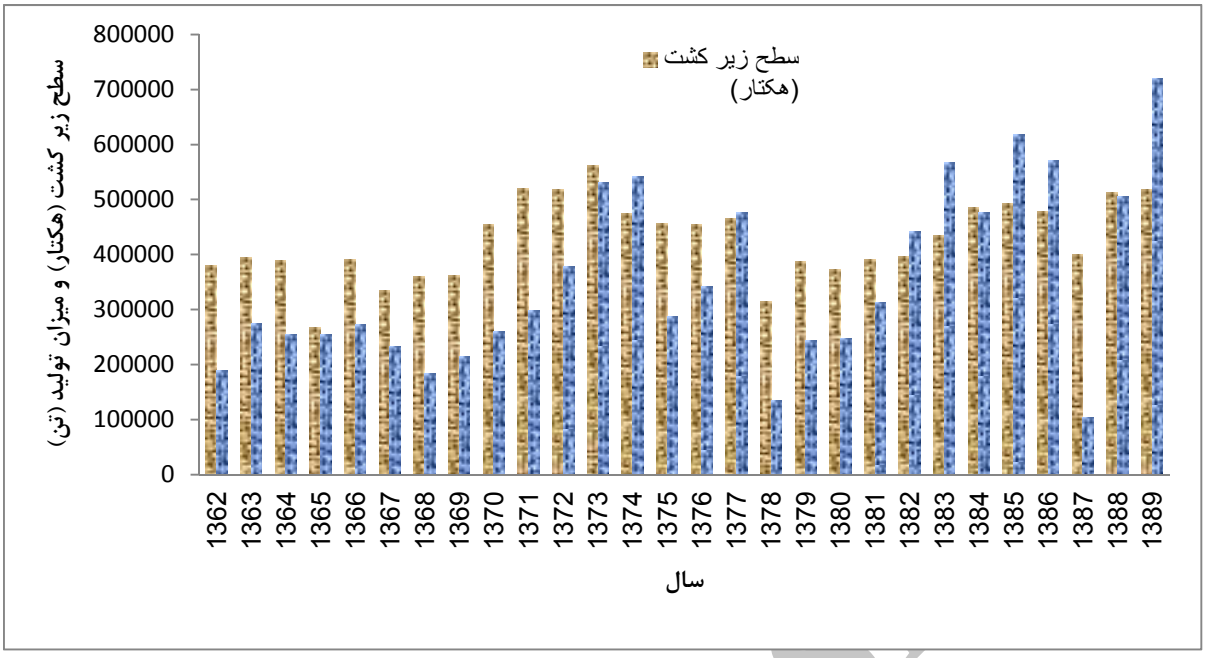
www.SID.ir

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	٤	۸
	SPI	۱	۱	۳	٤	۹
قملو	PNPI	۰	۱	۲	۳	٦
	SPI	۱	۱	۲	۵	۹
خارک	PNPI	۰	۲	۲	۳	۷
	SPI	۱	۲	۲	٤	۹
شادمان	PNPI	۰	۲	۱	۳	٦
	SPI	۱	۱	٤	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،١٣٨٦، ١١٢). 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 می تواند 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 ٢٨ ساله عملکرد گندم دیم منطقه کردستان از سطح ٤٢٧ هزار هکتار، نزدیک به ٣٥٥ هزار تن است. حداکثر و حداقل سطح زیر کشت به ترتیب ٥٦١/٣ و ٢٦٧/٦ هزار هکتار با ٥٣١ و ٢٠٥ هزار تن تولید است. سطح زیر کشت از تغییرات ٩٦/٤ درصدی و عملکرد از ٢٦٧ درصد تغییر تبعیت می‌کند. این ارقام تغییرات شدید عملکرد را در مقابل سطح زیر کشت و وابستگی آن را به ریزش های 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 (٤) سطح زیر کشت و میزان تولید گندم دیم را در طول دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد. همانطوری که در شکل دیده می شود از سال ١٣٨٢ به بعد میزان تولید نسبت به سطح زیر کشت افزایش پیدا کرده است که این می تواند ناشی از توجه دولت به بخش کشاورزی باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



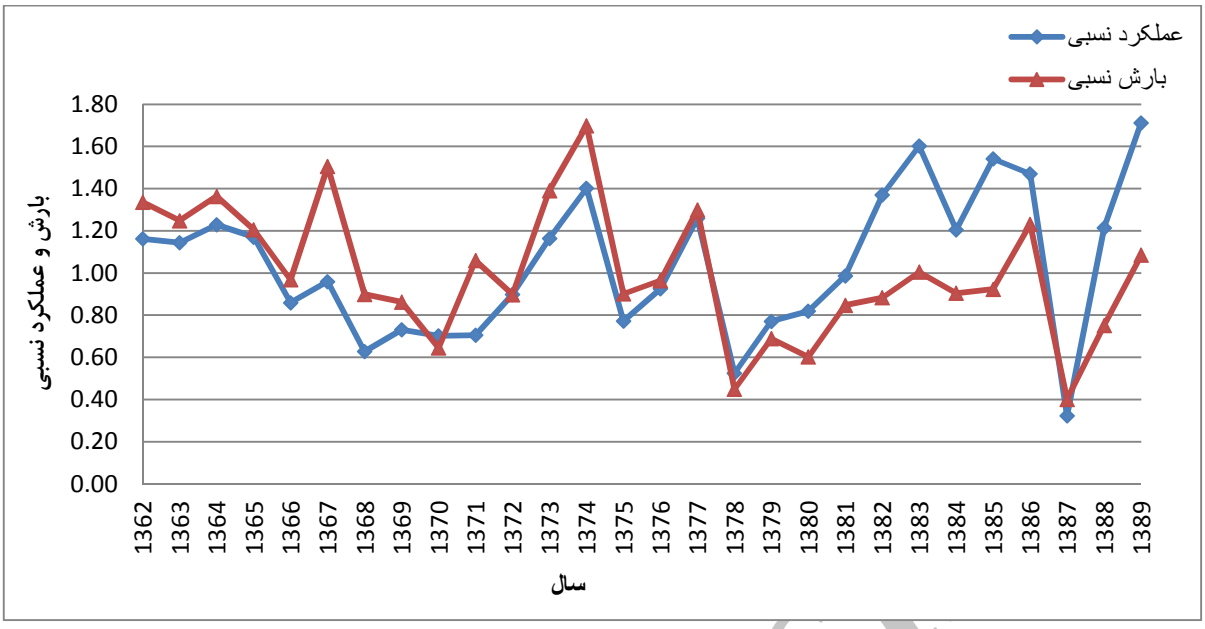
شکل (٤): سطح زیر کشت و میزان تولید گندم دیم در استان کردستان در طول دوره آماری

برای نشان دادن ارتباط خشکسالی‌های 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 می‌دهد (شکل ٥). بر مبنای این شکل روند افزایش عملکرد گندم دیم از سال ۱۳۸۰ به خوبی مشهود است، چنین افزایشی می‌تواند 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 خشکسالی‌های منطقه روی عملکرد گندم به خوبی در شکل دیده می‌شود به گونه ای که در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۷۸ که خشکسالی شدید در منطقه رخ داده است علارغم 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 می‌توان به زمان و مقدار ریزش‌های 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 می‌تواند ناشی از نامناسب بودن زمان بارش‌ها باشد.

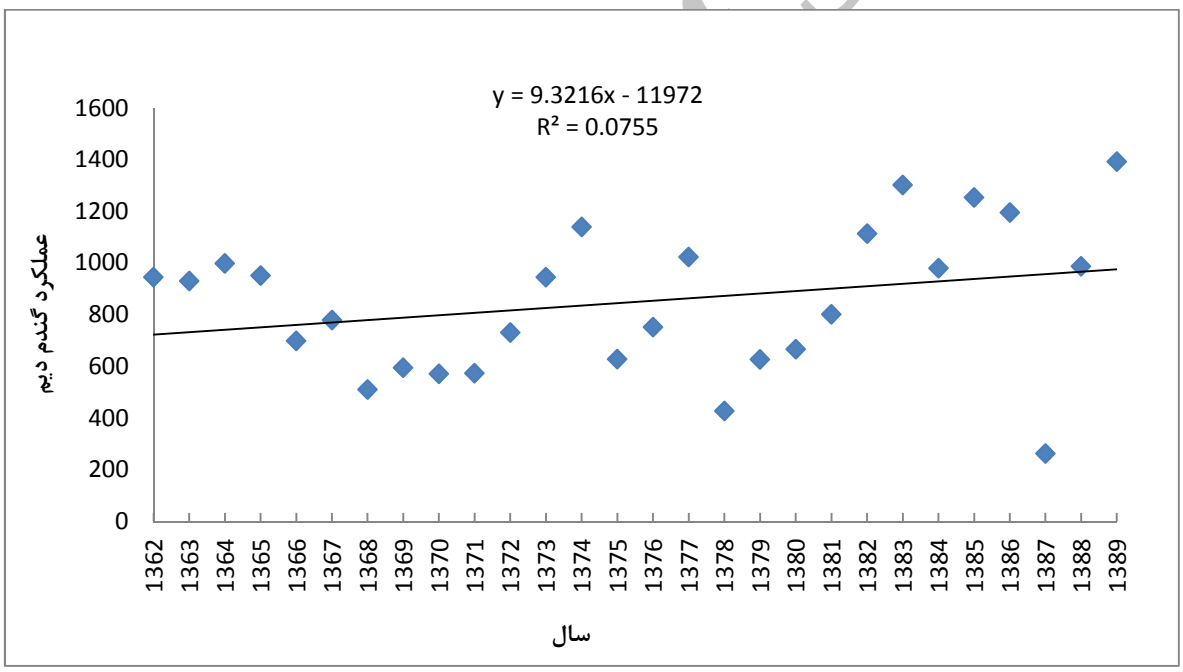
برای تشخیص میزان تغییرات عملکرد در طی زمان ، ارتباط بین عملکرد گندم دیم و زمان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان می دهد که عملکرد در طی دوره آماری رو به افزایش بوده است اما روند آن بسیار کند بوده و از لحاظ معنی داری نیز در سطح ۰/۰۵ معنی دار نمی باشد. عدم معنی داری ضریب همبستگی می تواند دلیل بر عدم تاثیرپذیری یا تاثیر ناچیز عملکرد از عوامل غیر اقلیمی باشد (شکل٦).

Archive of SID

www.SID.ir



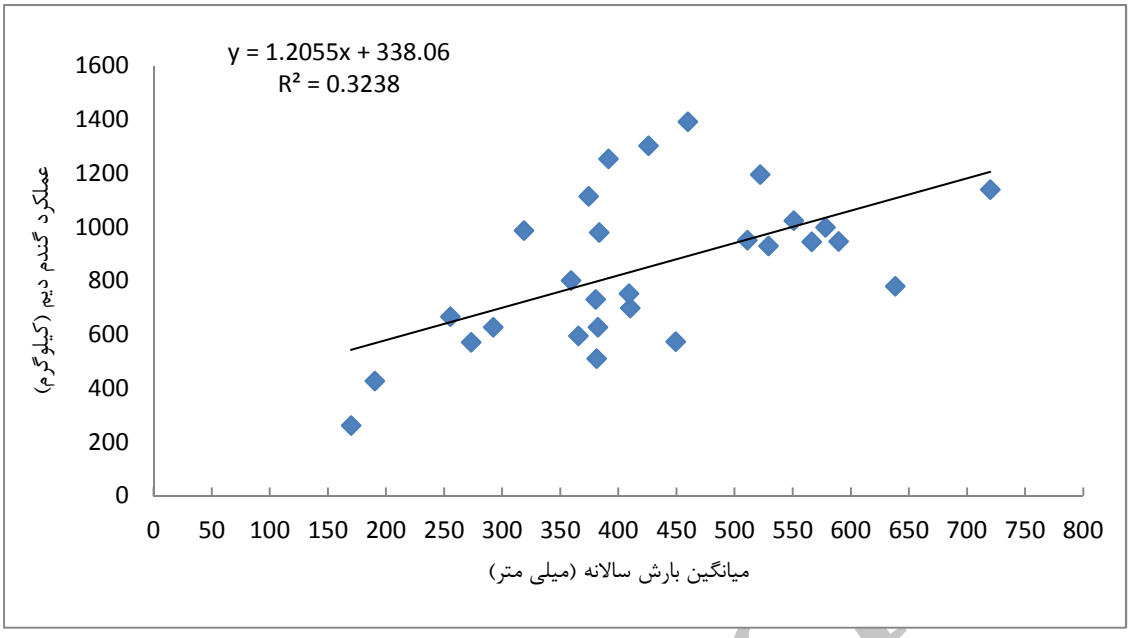
شکل (٥): ارتباط عملکرد نسبی گندم دیم با بارش نسبی استان کردستان



شکل (٦): 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 دیم ، ارتباط بین متوسط عملکرد گندم دیم در منطقه با میانگین بارش سالانه در طول دوره آماری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان دهنده همبستگی مثبت (R=٠ /٥٧) و معنی‌دار(٠/٠١) بین این دو پارامتر است. به گونه ای 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 ٧).

www.SID.ir

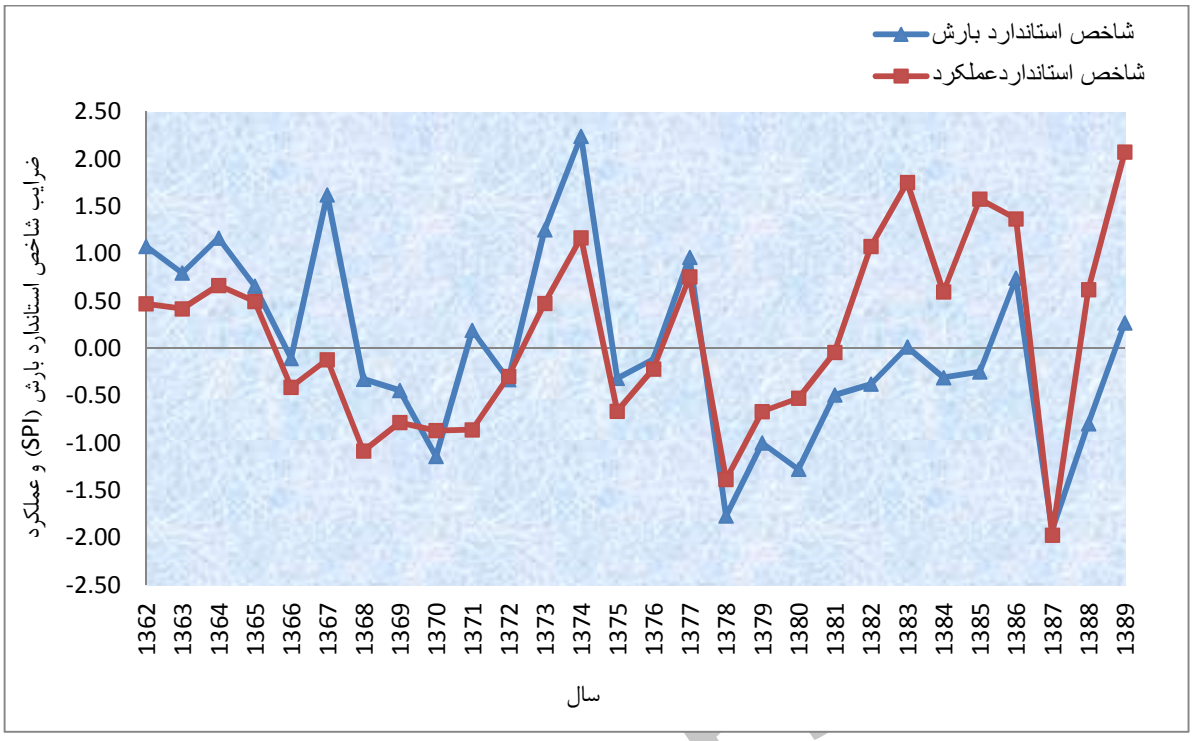


شکل (۷): همبستگی بین میانگین بارش سالانه و عملکرد گندم دیم در استان کردستان در طول دوره آماری

چون میزان بارش با میزان عملکرد ارتباط مثبت و نسبتا 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 می‌دهد که نشان دهنده این است که منطقه مورد مطالعه در این سال‌ها خشکسالی را با شدت‌های 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 می‌دهد که نشان دهنده کاهش عملکرد و خسارت شدید کشاورزان از خشکسالی می‌باشد. در سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ علارغم اینکه منطقه با خشکسالی مواجه بوده است اما توزیع عملکرد استاندارد بالای ۱- می‌باشد که این احتمالا می تواند به دلیل توزیع مناسب بارش در مراحل رشد گندم و نیز رطوبت باقیمانده در خاک از سال‌های قبل باشد. نکته قابل توجه مربوط به سال ۱۳۶۸ می‌باشد که علارغم اینکه بارش نزدیک به نرمال بوده شاخص عملکرد گندم کمتر از ۱- می‌باشد 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.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (٨): نمودار سری زمانی شاخص استاندارد بارش و شاخص استاندارد عملکرد در طول دوره آماری در استان کردستان

نتیجه‌گیری

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 خشکسالی های زیادی را با شدت‌های مختلف به خود دیده است. براساس شاخص عادی بودن از بارندگی بیشترین تعداد خشکسالی استان با ٨ مورد در ایستگاه بانه و کمترین تعداد خشکسالی با ٥ مورد در ایستگاه بیجار اتفاق افتاده است در صورتی که براساس شاخص استاندارد بارش بیشترین تعداد خشکسالی استان با ١٠ مورد در ایستگاه مریوان و کمترین تعداد آن با ٧ 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 ١٣٨٧ و ١٣٧٨ که شدیدترین خشکسالی‌های استان کردستان اتفاق افتاده بود عملکرد گندم دیم در حدود ٤٠ درصد میانگین درازمدت آن بوده است که نشان می دهد که در این سال‌ها حدود ٦٠ درصد محصول گندم دیم کشاورزان کاهش یافته است.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. آذر، عادل و مومنی، منصور،(۱۳۸۵)، آمار و کاربرد آن در مدیریت، انتشارات سمت، چاپ دهم، صص۳۵۰-۳٤٦.

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، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه تبریز.

٤. خورشید دوست، علی و قویدل رحیمی، یوسف،(۱۳۸٤)، مطالعه نوسانات بارش و تعیین و پیش بینی فصول مرطوب و خشک بهاره در ایستگاههای آذربایجان شرقی، فضای جغرافیایی (۱۳): صص ۲۵ – ٤۸..

۵. جاناتان، دی، کرایر، ترجمه حسینعلی نیرومند(۱۳۸٤)، تجزیه و تحلیل سریهای زمانی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ سوم.

٦. 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، جلد۸، شمارهٔ۲، صص۳۱۰-۲۹۲.

۷. زارع ابیانه، 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 ٦۹، پاییز ۱۳۸۸، صص ٤۹-۳۵.

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_ وینترز در استان هرمزگان، پایگاه اطلاعات علمیSID، شمارهٔ مقاله٦٦۱.

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، دوره٦، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۱.

۱۰.علیجانی، بهلول و رمضانی، 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،(۱۳۸٦)، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ بیست و دوم، صص٦۸۳-٦۸۲.

۱۲.فرج زاده، منوچر،(۱۳۸٤)، خشکسالی از مفهوم تا راهکار، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، چاپ اول، صص ۱۷-۱٦.

۱۳.مقدسی، مهنوش. پایمزد، شهلاو مرید، سعید (۱۳۸۳)، پایش مکانی خشکسالی سالهای ۱۳۷۸ – ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۰ – ۱۳۷۹ استان تهران با استفاده از شاخص های DI، SPI،EDI و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایگاه اطلاعات علمی SID، فصلنامه مدرس علوم انسانی، شمارهٔ۱، صص ۲۲۰ – ۱۹۷.

۱٤.مکوی، جیل و جانستون، کوین، ترجمه محمد میر محمد صادقی،(۱۳۸۵)، آموزش نرم افزارArc Gis (اسپشیال آنالیست)، انتشارات فرات، چاپ اول، ص۱۱۰.

Archive of SID

www.SID.ir

١٥.مظفری، غلامعلی و قائمی، هوشنگ (١٣٨١) تحلیل شرایط بارش در سطح نواحی دیم خیز در شرق کرمانشاه، پژوهش های جغرافیایی، شماره ٣٤، بهار ١٣٨١، صص ١١٩-١٠٣.

١٦.مومنی، منصور،(١٣٧٤)، پژوهش عملیاتی(مدلهای احتمالی)، چاپ دوم، انتشارات سمت، صص١٣٧-١٣٥.

١٧.یاراحمدی، داریوش و نصیری، بهروز (١٣٨٣)، به کارگیری مدل تلفیقی پانل در ارتباط با میزان عملکرد گندم دیم و پارامترهای اقلیمی در استان لرستان، فصلنامه مدرس علوم انسانی، شماره ٣٥، زمستان ١٣٨٣، صص ١٩٠-١٧٥.

18. Azzam, S, A. and M. nielsen, 1990. Markou Chain as shortcut method to stimate age distributions in herds of beff 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, Stochastik Simulation of Heterogeneous Geological Formations Using soft info. Groundwater Quality, Remediation and Protection-Proceeding of an international coference, 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 Forcasting, 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. Wilthite. 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.

Archive of SID

www.SID.ir