

بررسی شاخص‌های خشکسالی در استان کردستان و مقایسه با عملکرد گندم دیم

زرین طحان¹، سعید معیا²

1- کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، اداره کل هواشناسی استان تهران

2- کارشناس ارشد هواشناسی کشاورزی، اداره کل هواشناسی استان تهران

چکیده

خشکسالی نشانه روشنی از ناهنجاری و نوسانات در روند پارامترهای هواشناسی از جمله بارندگی و دما می‌باشد که بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک دنیا را با شدت‌های مختلف هر چند سال یکبار در بر می‌گیرد. از نظر اقلیم‌شناسی تمامی مناطق اقلیمی دنیا در معرض خطر وقوع خشکسالی می‌باشند و با توجه به موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی کشور ایران، خشکسالی در طول تاریخ یکی از تهدیدهای اصلی ساکنان و تمدن‌های آن بوده است. استان کردستان از مناطق تقریباً باران خیز بوده و دارای رتبه بالا در کشت دیم خصوصاً گندم در کشور می‌باشد. اما در برخی از سال‌ها دچار خشکسالی گردیده و خسارات زیادی برای کشاورزان این استان به وجود آمده است. در این مقاله رخدادهای خشکسالی در استان کردستان بررسی شده و شاخص‌ها طی 25 سال (1364-89) در مقایسه با عملکرد گندم دیم ارزیابی گردیده‌اند. جهت دستیابی به این منظور 3 شاخص خشکسالی SPI، PN و انحراف استاندارد بارش مورد استفاده قرار گرفت. براساس نتایج جدول ANOVA از بررسی سه روش تعیین خشکسالی در استان نمایه SPI با بیشترین ضریب همبستگی با عملکرد گندم دیم و بهترین سطح معنی‌داری به عنوان بهترین شاخص خشکسالی در مقایسه با روش درصد نرمال (PN) و انحراف استاندارد انتخاب گردید. همچنین در دوره فوق سه خشکسالی فراگیر در استان رخ داده که درجه آن در سال زراعی 87-1386 بسیار شدید بوده و در سال‌های زراعی 78-1377 و 79-1378 درجه آن به ترتیب شدید و متوسط بوده‌اند.

کلمات کلیدی: شاخص‌های خشکسالی، عملکرد گندم دیم، استان کردستان.

مقدمه

تأثیر بسزایی داشته تا جایی که در برخی مناطق باعث شوری آب و خاک شده است.

بنا به اظهار یوجویچ¹ (1967) فقدان یک تعریف مختصر و مشخص از خشکسالی یکی از موانع اصلی بررسی موثر این پدیده است. بدلیل متغیرهای مختلفی که به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم در رخداد خشکسالی دخالت دارند، تعریف این واژه مشکل است و به همین دلیل تاکنون تعریف جامع و کاملی از خشکسالی عنوان نگردیده است. بررسی‌های ویلهایت و گلانتز² (1985) نشان داد که تا اوایل دهه 1980 بیش از 150 تعریف مختلف از خشکسالی در جهان وجود داشته است.

اما در تعریف خشکسالی از دیدگاه هواشناسی می‌توان گفت در حالتی که میزان بارش سال کمتر از میانگین بارش بلندمدت باشد، شرایط خشکسالی حاکم می‌شود

خشکسالی یک پدیده خزننده و تکرار شونده در اقلیم‌های مختلف است و اثرات آن صرفاً به نواحی خشک و نیمه خشک محدود نمی‌شود و می‌تواند در نواحی با بارش بالا و در هر فصل سال رخ دهد. خشکسالی یکی از بلایای طبیعی است که در مقایسه با سایر بلایا، از نقطه نظر میزان، شدت، طول مدت واقعه، گسترش منطقه، تلفات جانی، خسارت‌های اقتصادی و اثرات بلندمدت، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و در دهه‌های اخیر از میان حوادث طبیعی که زندگی انسان را بر روی کره خاکی تحت تأثیر قرار داده فراوانی بیشتری داشته است (رفیعی، 1384). آثار خشکسالی به ویژه در سال‌های اخیر علاوه بر محصولات کشاورزی، تولیدات دامی و مراتع بر مهاجرت، بروز آفات و بیماری‌ها، کمبود آب‌های سطحی و برداشت آب‌های زیرزمینی نیز

1. Yevjevich

2. Wilhite & Glantz

یک شاخص مناسب برای هشدار سریع خشکسالی معرفی کردند.

شهابی و محمد پور (1388) پایش خشکسالی را با استفاده از شاخص SPI در استان کردستان انجام دادند. نتایج نشان داد که خشکسالی‌های شدید در شرق استان بوده که با پیشروی به سمت غرب استان از شدت خشکسالی‌ها کاسته شده و همچنین بیشترین تداوم خشکسالی‌ها در غرب استان دیده شده و شرق استان به رغم دارا بودن شدت بالای خشکسالی شاهد تداوم خشکسالی کمتری نسبت به غرب استان بوده است.

خشکسالی نتیجه اثرات بین محیط زیست طبیعی و اجتماعی است (خزایی 1386)، اثرات پدیده خشکسالی بر روی تولید محصولات کشاورزی چشمگیر بوده است و خصوصاً تاثیر خشکسالی بر روی کشت دیم بسیار جدی‌تر می‌باشد.

هدف اصلی از انجام این تحقیق بررسی دوره‌های خشکسالی در استان کردستان می‌باشد، به منظور رسیدن به این هدف مراحل ذیل مدنظر می‌باشد:

- با توجه به این که بیشترین مقدار کشت دیم در این استان انجام می‌شود، با بررسی دقیق تر خشکسالی، برنامه‌ریزی اقلیمی بهتری برای این استان انجام گیرد.
- شناسایی هر چه بیشتر و بهتر عوامل مؤثر در تعیین شاخص‌های خشکسالی از دیدگاه کشاورزی
- توسعه و تقویت مطالعات خشکسالی در استان کردستان، به منظور کاهش صدمات اقتصادی و اجتماعی ناشی از این خشکسالی‌ها

در این مقاله به این پرسشها پاسخ داده می‌شود:

- 1- کدام یک از شاخص‌های SPI و انحراف استاندارد بارش هماهنگی بیشتری با عملکرد گندم دیم دارد؟
- 2- آیا تفاوتی در فراوانی خشکسالی‌ها در غرب منطقه نسبت به شرق و مرکز آن دیده می‌شود؟

(کردوانی). به عبارت دیگر خشکسالی حالتی با کمبود بارش نسبت به شرایط میانگین است (فرج زاده اصل، 1374).

موقعیت جغرافیایی و طبیعی کشور ایران به گونه‌ای است که همواره در معرض تهدید بالای اقلیمی خشکسالی قرار دارد. در این میان مردم استان کردستان که عمده فعالیت کشاورزی آنها بر پایه کشت دیم است. همواره خسارات مالی و صدمات اجتماعی زیادی از رخداد خشکسالی تجربه کرده‌اند.

در این مقاله تمرکز بر روی مطالعه و تحقیق بر روی شاخص‌های شناخته شده خشکسالی و بررسی تقارن وقوع خشکسالی کشاورزی با خشکسالی هواشناسی می‌باشد. بی‌گمان بررسی این بلای مرموز و پیچیده از زوایای مختلف بهترین راه برای کاهش ضایعات و مشکلات ناشی از وقوع آن است.

در مطالعات خشکسالی یکی از روش‌ها استفاده از شاخص‌های خشکسالی می‌باشد. از جمله می‌توان به مطالعه مک کی و همکاران¹ اشاره کرد که در پژوهش خود در سال 1993 به منظور تعریف و پایش خشکسالی‌ها، شاخص بارش استاندارد را معرفی و برای اولین بار آنرا در ایالت کلرادو مورد استفاده قرار دادند. آنها توزیع گامای دو پارامتری را توزیع مناسب برای بارش‌های نواحی خشک به منظور نرمال کردن داده‌های بارش دانستند. در این مطالعه آنها از مقیاس زمانی کوتاه مدت (3 و 6 ماهه) برای اهداف کشاورزی و مقیاس‌های زمانی بلندمدت (12 و 24 و 48 ماهه) برای اهداف هیدرولوژی استفاده کردند.

هایز و همکاران (Hayes et al, 2000) به کمک شاخص بارش استاندارد جهت پایش خشکسالی‌ها در ایالات مختلف آمریکا و همچنین مقایسه شاخص SPI با شاخص پالمر پرداختند، نتایج نشان داد که شاخص SPI مناطق با پتانسیل وقوع خشکسالی را، حداقل یک ماه زودتر از دیگر شاخص‌ها نشان می‌دهد. ضمناً آنها شاخص SPI را به عنوان

مواد و روش‌ها

1- داده‌ها و ایستگاه‌های مورد مطالعه

داده‌های هواشناسی مورد نیاز جهت محاسبه شاخص‌های خشکسالی مورد مطالعه در این مقاله به پارامتر بارش ماهانه محدود می‌شود، اما طول دوره آماری در دقت این محاسبات نقش ویژه‌ای دارد. با استفاده از آزمون کفایت داده‌ها تعداد سال مورد نیاز جهت بررسی اقلیمی در این استان 17 سال بدست آمد. اما به جهت دقت بیشتر و توصیه محققین اطلاعات هواشناسی ایستگاه‌های سینوپتیک هواشناسی استان در دوره 25 ساله مورد بررسی قرار گرفت. در انتخاب ایستگاه‌ها سعی بر آن شد، تمامی وسعت منطقه مورد مطالعه تحت پوشش قرار گیرد. پس از تهیه آمار، ابتدا داده‌ها با استفاده از آزمون همگنی و یکنواختی داده‌ها با روش ران تست¹ با استفاده از جدول U مورد بررسی قرار گرفتند. پس از اطمینان از تصادفی بودن داده‌ها، جهت صحت سنجی داده‌ها از آزمون جرم مضاعف² با کمک ایستگاه‌های هم گروه که به روش اسکالوگرام گاتمن³ بدست آمده بود، استفاده گردید.

برای بازسازی داده‌ها و تطویل آمار بارش از روش نسبت‌ها استفاده گردید. در پایان 5 ایستگاه با طول دوره آماری 25 سال، از سال زراعی 65-1364 تا 89-1388 انتخاب گردیدند که در جدول (1) و با علامت ✓ مشخص شده‌اند.

از آنجا که یکی از اهداف پژوهش بررسی اثر خشکسالی بر عملکرد محصولات دیم در استان کردستان است، آمار سطح زیر کشت و عملکرد مهمترین محصول دیم در منطقه (گندم)، طی سال‌های آماری از 65-1364 تا 89-1388 مورد نیاز است. ابتدا داده‌های دریافتی عملکرد سالانه با استفاده از محاسبات مربوط به میزان تولید و سطح زیر کشت در هر شهرستان، صحت‌سنجی گردید. جدول (2)

خلاصه نتایج بررسی عملکرد گندم دیم در شهرستان‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

2- استاندارد نمودن داده‌های عملکرد

جهت شناسایی خشکسالی در هر سال، لزوماً عملکرد آن سال باید با میانگین عملکرد همان منطقه مقایسه گردد. در این گونه موارد استاندارد کردن داده‌ها یکی از راه‌های مقایسه مناسب میزان عملکرد محصول در مناطق مختلف می‌باشد. برای این کار ابتدا میانگین و انحراف معیار عملکرد گندم دیم استان و هر شهرستان محاسبه گردید. سپس با استفاده از رابطه (1) مقادیر نرمال شده عملکردهای فوق در هر سال به تفکیک شهرستان و استان محاسبه گردید.

(1)

$$Z = \frac{x - \bar{x}}{\delta}$$

جدول شماره (3) این مقادیر را نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است مقادیر نرمال شده عملکردها در محدوده 3- تا 3+ قرار دارند، لذا مقایسه همزمان عملکرد نرمال شده با شاخص SPI و تفسیر آن بسیار آسان تر می‌شود.

3- روش‌های بررسی خشکسالی

در این مطالعه تمام شاخص‌های خشکسالی مورد مطالعه قرار گرفت و شاخص‌های SPI، PN و روش انحراف استاندارد بارش برای بررسی انتخاب گردید. در سال‌های زراعی این شاخص‌ها برای تمامی ایستگاه‌ها مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج بدست آمده با استاندارد شده عملکرد گندم دیم شهرستان و استان مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت.

3-1- انحراف استاندارد بارش (SDR)

سنجش مقادیر انحراف از میانگین جزء شاخص یا معیارهای پراکندگی است که به خوبی می‌تواند بیانگر انحراف تغییرات مقادیر بارندگی از مرکز یا میانگین (μ) باشد. عمومی‌ترین این شاخص‌ها انحراف استاندارد برای بیان

1. Runs test
3. Guttman's Scalogram

2. Double mass

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (2)$$

کیفیت توزیع نرمال است که تحت عنوان انحراف معیار (σ) نامیده می‌شود و توسط رابطه (2) محاسبه می‌شود.

جدول شماره 1- ایستگاه‌های سینوپتیک استان کردستان

ردیف	شهرستان	سال تاسیسی	طول دوره	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع	ایستگاه منتخب
1	بانه	-78 1377	10 سال	54' 45°	00' 36°	1600	
2	بیجار	-67 1366	22 سال	37' 47°	53' 35°	1883/4	✓
3	زرینه اوباتو	-69 1368	22 سال	46° 55'	40' 36°	2142/6	✓
4	سقز	-41 1340	48 سال	16' 46°	15' 36°	1522/8	✓
5	سنندج	-39 1338	49 سال	47° 00'	20' 35°	1373/4	✓
6	قروه	-69 1368	20 سال	48' 47°	10' 35°	1906	✓
7	کامیاران	-81 1380	9 سال	53' 45°	48' 34°	1404	
8	مریوان	-72 1371	17 سال	12' 46°	31' 35°	1286/8	

جدول شماره 2- خلاصه عملکرد گندم دیم (کیلوگرم در هکتار) در استان کردستان و سطح زیر کشت گندم دیم استان

پارامتر / شهرستان	سنندج	سقز	قروه	بیجار	مریوان	کل استان	سطح زیر کشت (هزار هکتار)
بیشینه	1550	1300	1409	1650	1700	1479	561
کمینه	254	196	262	298	373	263	268
میانگین	725.3	711.7	866.0	713.1	731.0	733.3	429
انحراف معیار	322.6	309.9	289.3	317.7	367.3	297.5	731

جدول شماره 3- عملکرد استاندارد شده گندم دیم استان و شهرستان‌های استان کردستان

سال	کل استان	سنندج	سقز	قروه	بیجار	زرینه اوباتو	سال	کل استان	سنندج	سقز	قروه	بیجار	زرینه اوباتو
-65 1364	0/5	-0/5	-0/5	-0/8	-0/5	---	-77 1376	0/8	-0/5	-0/4	-0/8	-0/7	-0/1
-66 1365	-0/4	0/1	-0/1	1	0/2	---	-78 1377	-1/4	-1/5	-1/8	-1/1	-1/6	-1/7
-67 1366	-0/4	-0/5	-0/6	-0/2	-0/6	---	-79 1378	-0/7	-1	0/2	0/3	-1	-1/2
-68 1367	-1/1	-0/5	-0/6	0/6	-0/4	---	-80 1379	-0/5	-0/3	-0/4	-0/9	-0/5	-0/8

-69	---	-1/4	-1/5	-1/5	-1/3	-0/8	1368
-70	---	-0/2	-0/1	-0/1	-0/1	-0/9	1369
-71	---	-0/2	-0/4	-0/6	-0/7	-0/9	1370
-72	---	-0/4	-0/2	-0/3	-0/2	-0/3	1371
-73	---	0/5	0/3	0/9	0/8	0/5	1372
-74	---	---	---	---	---	1/2	1373
-75	---	---	---	---	---	-0/7	1374
-76	---	---	---	---	---	-0/2	1375

-81	-0/5	-0/4	-0/6	0	0/2	0	1380
-82	0/5	0/8	0/9	0/7	1	1/1	1381
-83	1	1/4	1/7	1/5	1/2	1/8	1382
-84	0/1	0/5	0/1	0/5	0/4	0/6	1383
-85	1	1/3	1/3	1/2	1/4	1/6	1384
-86	0/5	1/2	0/8	1/4	1/1	1/4	1385
-87	-1/8	-0/9	-2/2	-2	-1/8	-2	1386
-88	0/6	0	0/1	0/8	0/6	0/6	1387

81، 80-79، 85-84 و 86-87 در ایستگاه قروه در شرق استان طی سال‌های 76-75، 78-77، 79-80، 78-79 و 87-86 و در ایستگاه زرینه اوباتو در شمال استان در سال‌های 68-67، 76-75، 78-77، 79-80، 78-79 و 87-86 خشکسالی شدید اتفاق افتاده است. با توجه به جدول (3) این روش در 70 درصد از موارد هماهنگی مناسبی با عملکرد پایین گندم داریم داشته است.

نمودارهای (6) تا (10) مقایسه شاخص استاندارد شده بارش را با استاندارد شده عملکرد گندم در ایستگاه‌های منتخب استان نشان می‌دهند.

توضیح: zagdo = استاندارد شده عملکرد گندم در استان
zagdsh = استاندارد شده عملکرد گندم در شهرستان

3-2- روش شاخص استاندارد شده بارش (SPI)

این شاخص براساس تفاوت بارش از میانگین که بر روی داده‌های برآزش شده بارندگی به یک تابع توزیع مناسب (گاما) در یک مقیاس زمانی مشخص نسبت به انحراف معیار آنها به دست می‌آید. در این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPI.EXE که از سایت مرکز داده‌های اقلیمی ملی (NCDC)، وابسته به سازمان ملی اقیانوسی و جوی ایالات متحده (NOAA) دریافت شده بود مقادیر شاخص

در توزیع نرمال، 68/27 درصد داده‌ها در محدوده $\mu \pm 2\sigma$ ، 44/95 درصد داده‌ها در محدوده $\mu \pm \sigma$ و 99/74 درصد در بین $\mu \pm 3\sigma$ قرار دارند. در این تحقیق مقادیر بارندگی با انحراف بین $\mu \pm 0.25\sigma$ مشتمل بر 20 درصد داده‌ها، تحت عنوان نرمال، 20 درصد داده‌ها با مقادیر بارندگی بین $\mu - 0.25\sigma$ و $\mu - 0.84\sigma$ به عنوان خشکسالی متوسط و 20 درصد داده‌ها که کمتر از $\mu - 0.84\sigma$ بودند به عنوان خشکسالی شدید طبقه‌بندی گردید.

برای بدست آوردن روش انحراف استاندارد ابتدا میانگین و انحراف معیار بارش سالانه برای هر ایستگاه محاسبه و با استفاده از خاصیت توزیع نرمال مقادیر داده‌ها به 5 دسته با فواصل فراوانی 20 درصد طبق جدول شماره (4) طبقه‌بندی گردید.

نمودارهای (1) تا (5) محدوده طبقات خشکسالی ایستگاه‌های استان کردستان را به روش انحراف استاندارد بارش نشان می‌دهد.

مطابق این روش در ایستگاه سنندج در مرکز استان طی سال‌های 70-69، 78-77، 79-80، 78-79 و 87-86، در ایستگاه سقز در شمال استان طی سال‌های 68-67، 70-69، 78-77، 79-80، 78-79 و 87-86 و در ایستگاه بیجار در شرق استان طی سال‌های 76-75، 78-77، 80-80

ممکن است به دلایل دیگری از جمله جنگ، حمله آفات و امراض یا اشکال در کاشت تا برداشت باشد که از بحث این مقاله خارج است.

برای سال زراعی محاسبه گردید. جدول (5) محدوده طبقه بندی این شاخص را نشان می دهد.

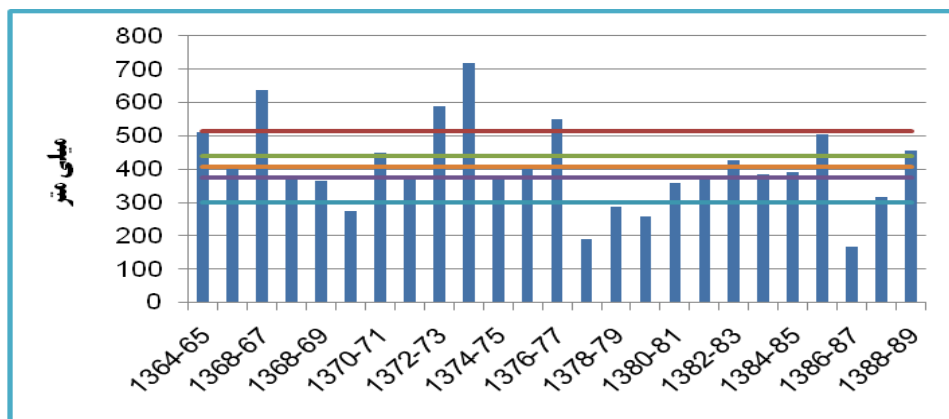
مطابق این نمودارها شاخص SPI در ایستگاه های منتخب استان، عملکرد پایین گندم دیم در سال های 70-79، 77-78، 79-80 و 86-87 را به خوبی نشان می دهد؛ این در حالی است که مقدار این شاخص در سال 87-88 با عملکرد گندم دیم هماهنگی کمتری داشته است. استثنائاً در ایستگاه قروه مقدار شاخص SPI در سال 80-81 با عملکرد گندم دیم هماهنگی بیشتر و در سال های 81-82 و 78-79 هماهنگی کمتری داشته است. لازم به ذکر است عوامل مختلفی در عملکرد محصول نقش دارند که یکی از آنها بارندگی می باشد؛ بر این اساس کاهش عملکرد در سال های 64-65، 66-67، 70-71 و 76-77

جدول شماره 5- طبقه بندی شاخص استاندارد شده بارش (SPI)

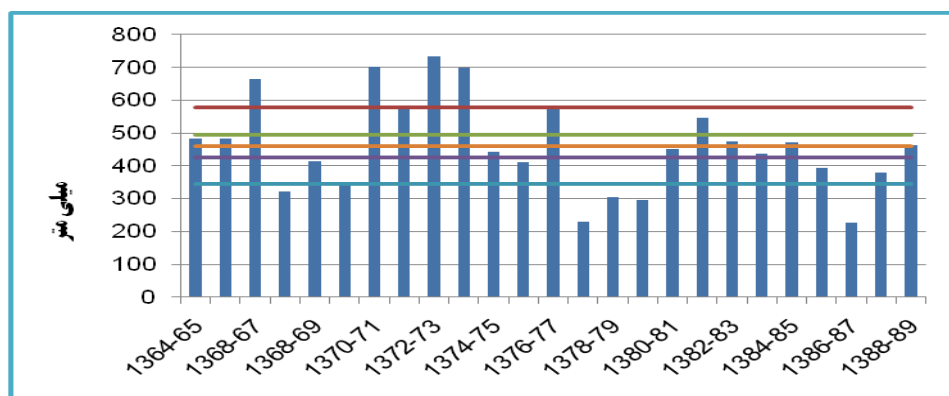
طبقه خشکسالی	مقادیر SPI
ترسالی خیلی شدید	2 و بیشتر
ترسالی شدید	1.5 تا 1.99
ترسالی متوسط	1 تا 1.49
نرمال	0.99 تا -0.99
خشکسالی متوسط	-1 تا -1.49
خشکسالی شدید	-1.5 تا -1.99
خشکسالی خیلی شدید	-2 و کمتر

جدول شماره 4- محدوده های طبقه بندی بارش (mm) مربوط به خشکسالی در روش انحراف استاندارد

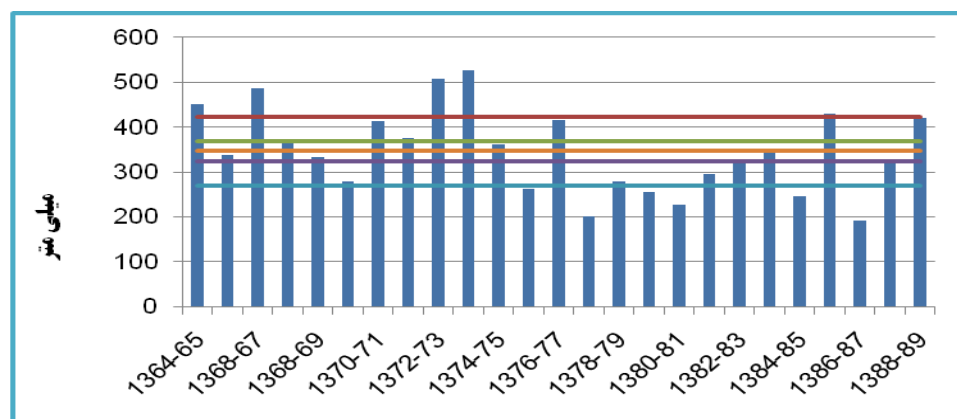
ایستگاه	سنندج	سقز	زرینه	بیجار	قروه
ترسالی شدید	بیش از 514	بیش از 577	بیش از 491	بیش از 424	بیش از 436
ترسالی متوسط	439-514	496-577	422-491	370-424	380-436
نرمال	426-439	426-496	363-422	324-370	332-380
خشکسالی متوسط	345-426	345-426	295-363	270-324	276-332
خشکسالی شدید	کمتر از 345	کمتر از 345	کمتر از 295	کمتر از 270	کمتر از 276



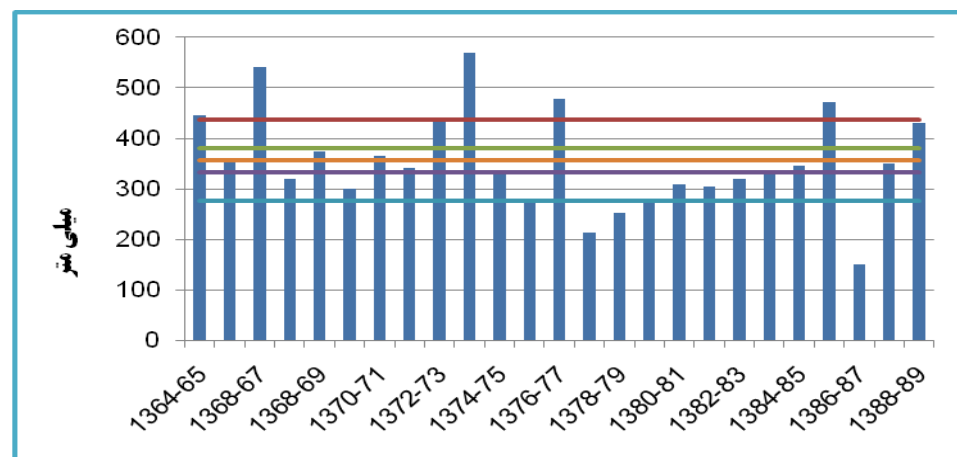
نمودار شماره 1- انحراف استاندارد بارش در ایستگاه سنندج



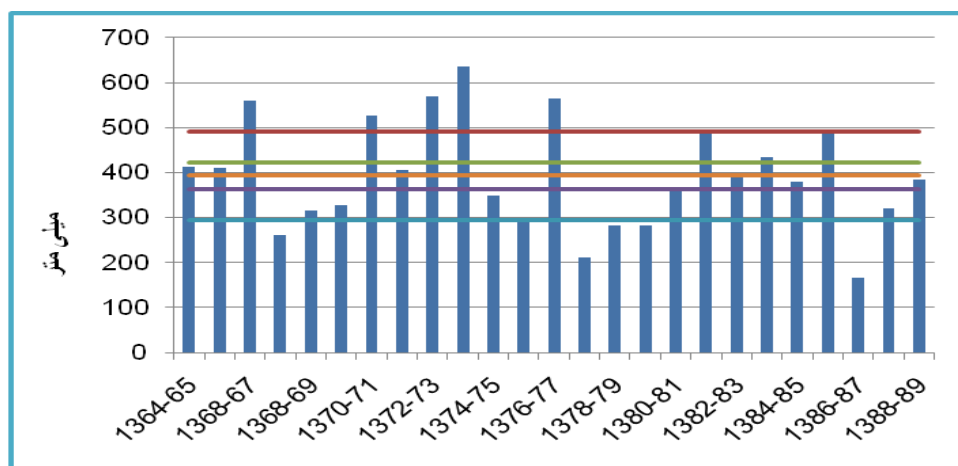
نمودار شماره 2- انحراف استاندارد بارش در ایستگاه سفز



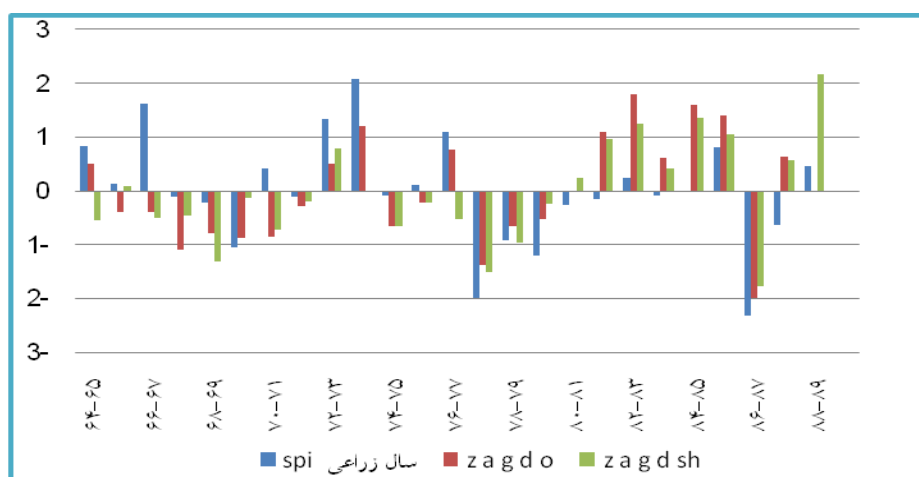
نمودار شماره 3- انحراف استاندارد بارش در ایستگاه بیجار



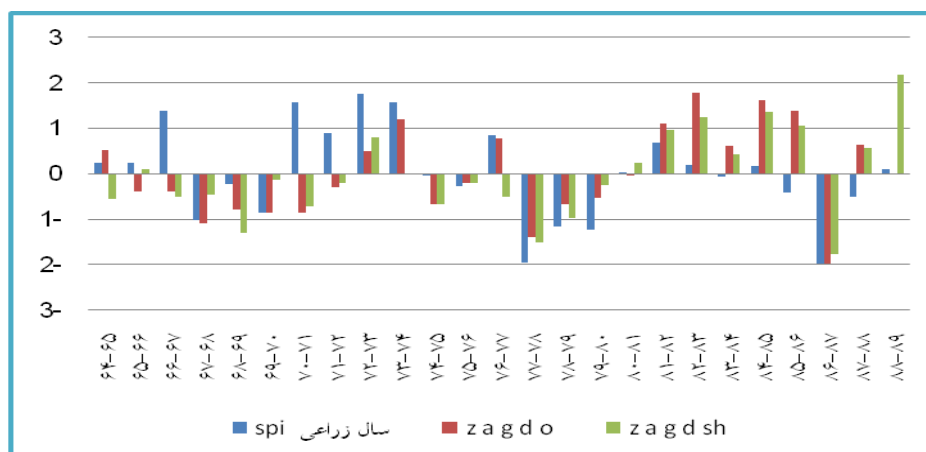
نمودار شماره 4- انحراف استاندارد بارش در ایستگاه قروه



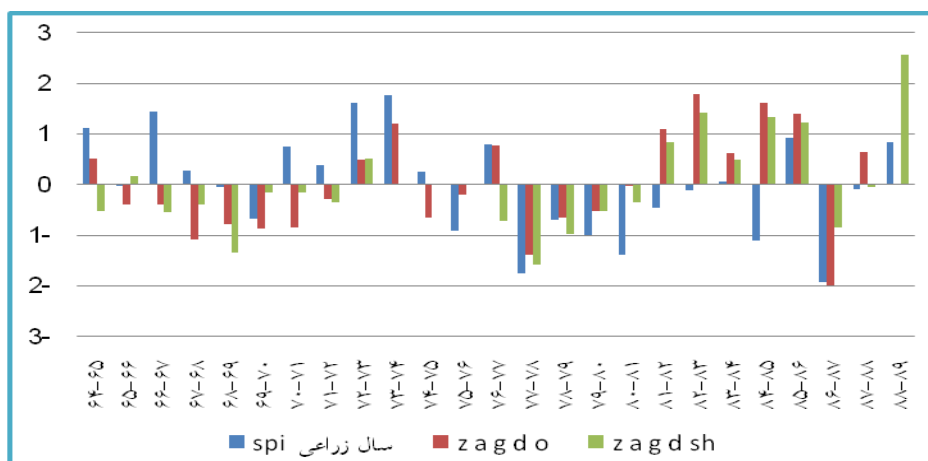
نمودار شماره 5- انحراف استاندارد بارش در ایستگاه زرینه اوبانو



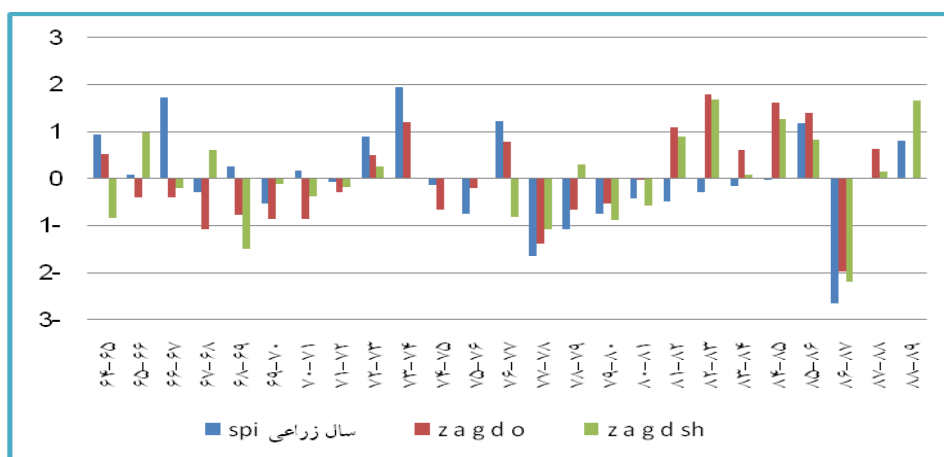
نمودار شماره 6- مقایسه شاخص SPI سالانه با عملکرد گندم دیم در ایستگاه سنندج



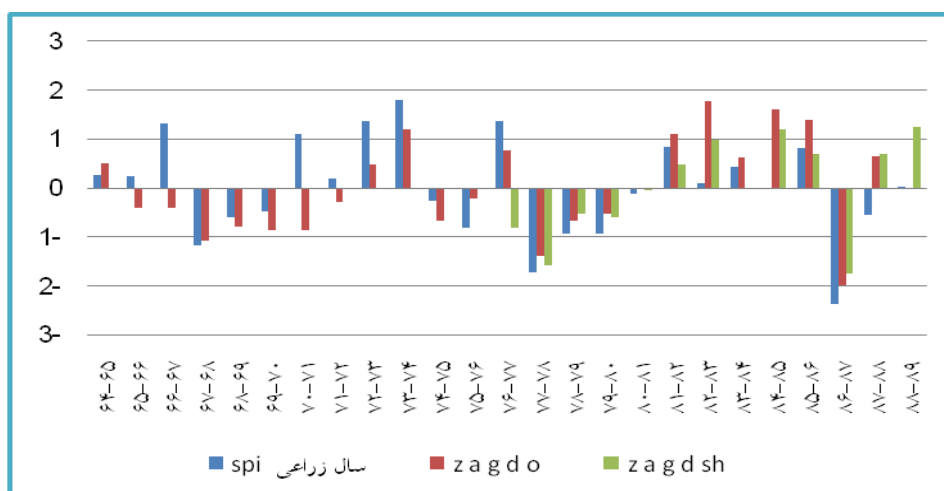
نمودار شماره 7- مقایسه شاخص SPI سالانه با عملکرد گندم دیم در ایستگاه سنقر



نمودار شماره 8- مقایسه شاخص SPI سالانه با عملکرد گندم دیم در ایستگاه بیجار



نمودار شماره 9- مقایسه شاخص SPI سالانه با عملکرد گندم دیم در ایستگاه قروه



نمودار شماره 10- مقایسه شاخص SPI سالانه با عملکرد گندم دیم در ایستگاه زرینه اوباتو

3-3- شاخص درصد نرمال (PN)

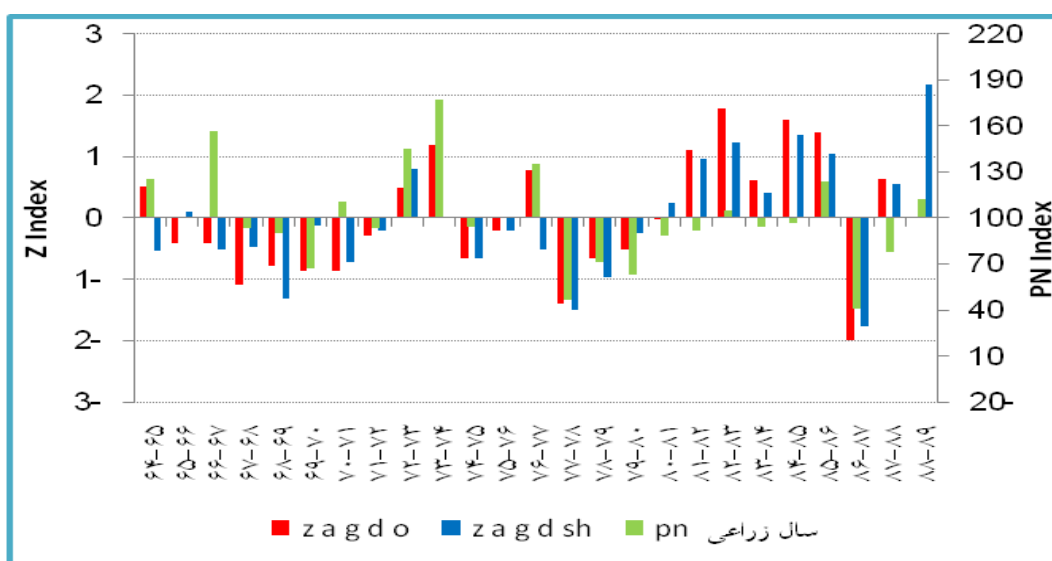
شد. جدول (6) محدوده طبقه‌بندی این شاخص و نمودارهای (11) تا (15) این مقایسه را نشان می‌دهند.

جدول شماره 6- طبقه‌بندی شاخص درصد نرمال (PN)

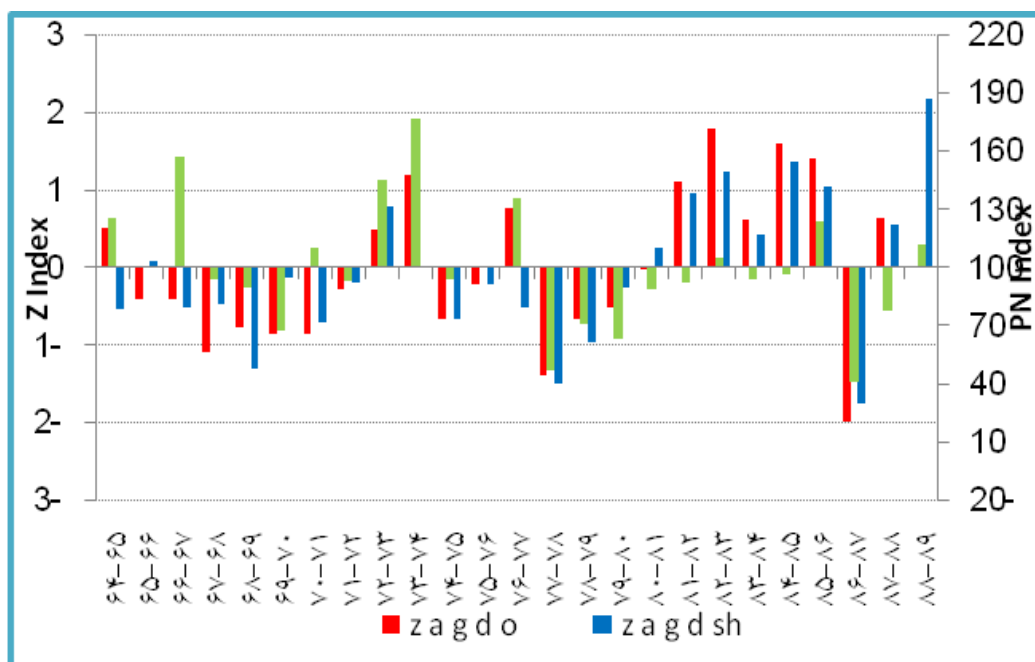
درصد نرمال	طبقه بندی خشکسالی
70 تا 80 درصد	خشکسالی خفیف
55 تا 70 درصد	خشکسالی متوسط
40 تا 55 درصد	خشکسالی شدید
کمتر از 40 درصد	خشکسالی بسیار شدید

استفاده از شاخص آنالیز بارش نرمال بوسیله تقسیم بارش واقعی به بارش نرمال، ضرب در 100 محاسبه می‌شود و معمولاً در مقیاس‌های زمانی ماهانه یا یک سال آبی به کار می‌رود.

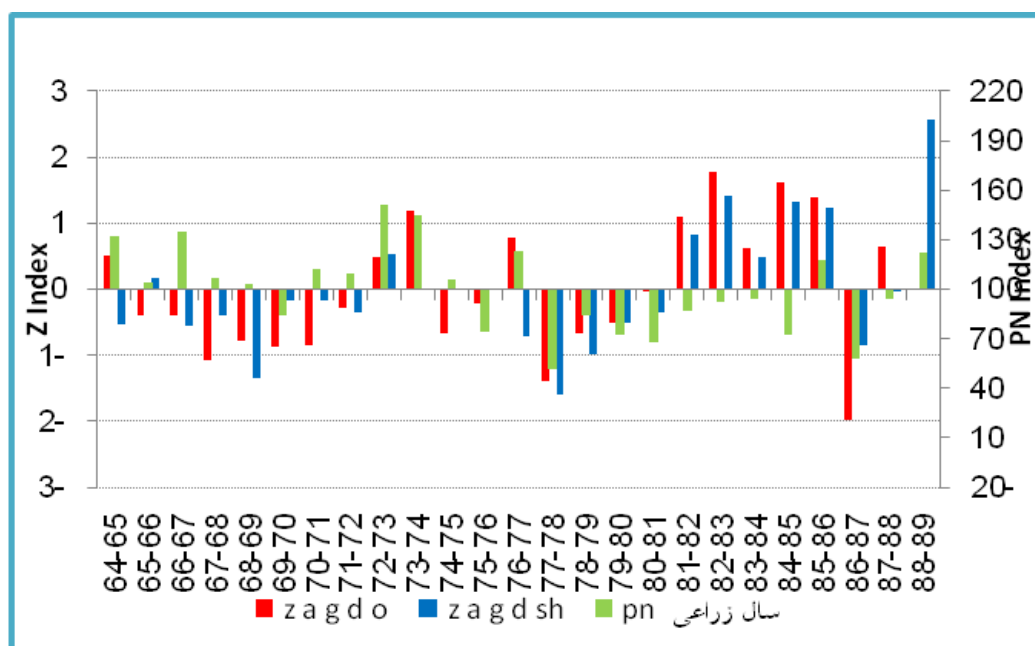
در این تحقیق مقادیر شاخص PN سال زراعی در ایستگاه‌های منتخب استان کردستان با عملکرد گندم دیم شهرستان طی 25 سال آماری مقایسه گردید. در مواردی که عملکرد شهرستان در دسترس نبود، از عملکرد استان استفاده



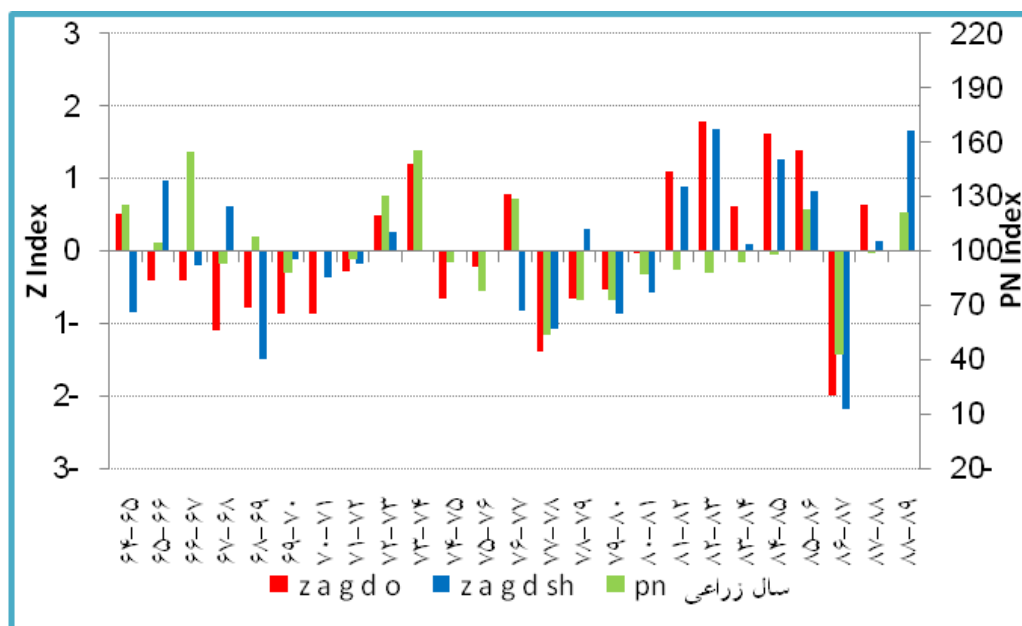
نمودار شماره 11- مقایسه شاخص PN سال زراعی با عملکرد گندم دیم در ایستگاه سنندج



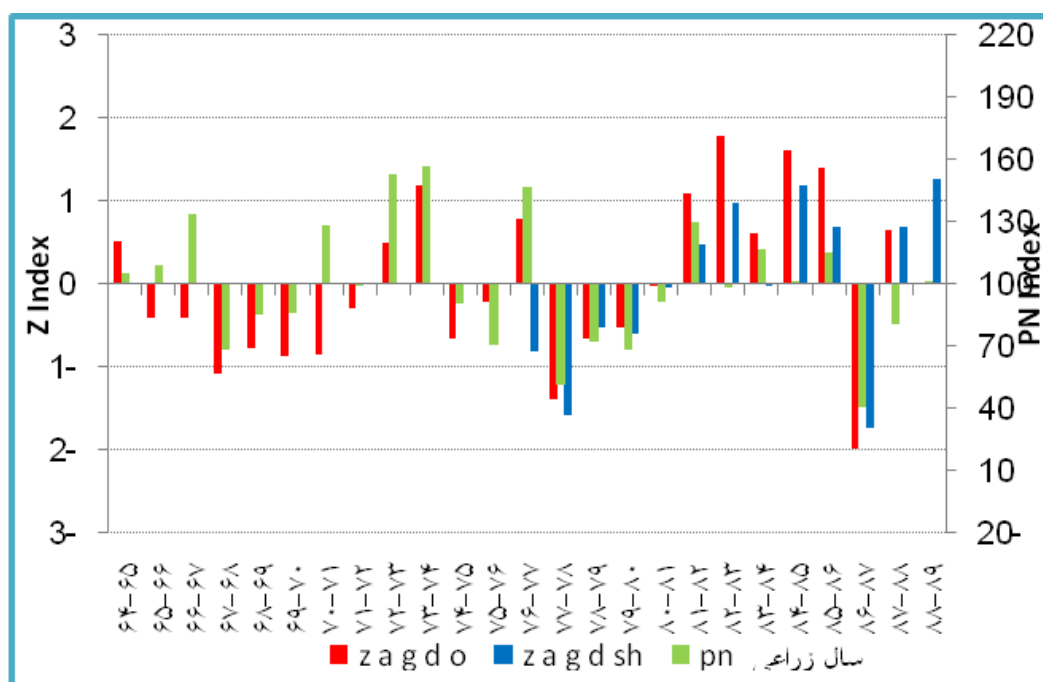
نمودار شماره 12- مقایسه شاخص PN سال زراعی با عملکرد گندم دیم در ایستگاه سقز



نمودار شماره 13- مقایسه شاخص PN سال زراعی با عملکرد گندم دیم در ایستگاه بیجار



نمودار شماره 14- مقایسه شاخص PN سال زراعی با عملکرد گندم دیم در ایستگاه قروه



نمودار شماره 15- مقایسه شاخص PN سال زراعی با عملکرد گندم دیم در ایستگاه زرینه اوباتو

این شاخص در ایستگاه سقز، عملکرد پایین گندم دیم در سال‌های 77-78 و 78-79، 79-80 و 86-87 را به خوبی نشان می‌دهد؛ این در حالی است که مقدار این شاخص در سال‌های 81-82 و 87-88 با عملکرد گندم دیم هماهنگی ندارد. این بررسی در ایستگاه بیجار نشان می-

مطابق این نمودارها شاخص PN در ایستگاه سنندج، عملکرد پایین گندم دیم در سال‌های 77-78، 78-79، 80-79 و 86-87 را به خوبی نشان می‌دهد؛ این در حالی است که مقدار این شاخص در سال‌های 81-82 و 87-88 با عملکرد گندم دیم هماهنگی ندارد.

در مورد گستره نفوذ خشکسالی ها با توجه به پراکندگی ایستگاه ها اینگونه می توان گفت که در هنگام وقوع خشکسالی های متوسط و خفیف بین غرب و مناطق مرکزی و شرق این استان تفاوت چندانی مشاهده نگردید ولی فراوانی وقوع خشکسالی های شدید و بسیار شدید در مرکز و غرب منطقه مورد مطالعه بیش از مناطق شرقی بود. لذا می توان نتیجه گرفت خشکسالی های خفیف و متوسط به طور فراگیر منطقه مورد مطالعه راتحت تاثیر قرار داده است؛ این در حالی است که قسمت های غربی منطقه مورد مطالعه هنگام وقوع خشکسالی های شدید و بسیار شدید از آسیب پذیری بیشتری برخوردار هستند.

علی رغم بررسی دقیق شاخص های خشکسالی در استان مورد مطالعه و جمع آوری اطلاعات عملکرد گندم دیم استان، متأسفانه به علت عدم ثبت علت کاهش محصول و عدم ثبت دقیق وضعیت رویش محصول در مراحل مختلف رشد، همچنین عدم ثبت میزان آبیاری تکمیلی برای محصول گندم دیم در مناطق مورد مطالعه، پایین بودن عملکرد در برخی سال ها انطباق خوبی با وضعیت بارندگی ندارد؛ علت این امر را می توان به یکی از دلایل ((انجام آبیاری تکمیلی، حمله آفات و بیماری های گیاهی، اشکال در سیستم برداشت محصول، نا امنی در سال های دفاع مقدس و ...)) مرتبط دانست. لذا پیشنهاد می گردد جهت پایش صحیح خشکسالی، وضعیت رویشی محصول در ادارات جهاد کشاورزی استان با ذکر جزئیات ثبت و در اختیار محققین قرار گیرد.

دهد که عملکرد پایین گندم دیم در سال های 77-78، 80-79، 81-80 و 86-87 به خوبی با شاخص PN هماهنگ است؛ اما مقدار این شاخص در سال های 75-76 و 84-85 با عملکرد گندم دیم هماهنگی کمتری داشته است. در ایستگاه قروه عملکرد پایین گندم دیم در سال های 75-76، 78-77، 79-78، 79-78، 80-79 و 86-87 با شاخص PN هماهنگ است. همچنین در ایستگاه زرینه اوباتو در سال های 67-68، 76-75، 78-77، 79-78، 80-79 و 86-87 با شاخص PN هماهنگ استو در سال 87-88 با عملکرد گندم دیم هماهنگی کمتری داشته است.

بحث و نتیجه گیری

در مقایسه شاخص ها با عملکرد گندم دیم مشاهده می شود که در سال هایی که درجه خشکسالی بسیار شدید بوده است (سال 87-1386)، عملکرد گندم دیم هم به شدت پایین بوده و به همان نسبت در سال های با درجه خشکسالی شدید و متوسط (78-1377 لغایت 80-1379) کاهش عملکرد گندم دیم از شدت کمتری برخوردار بوده است.

بر اساس نتایج جدول ANOVA از بررسی سه روش تعیین خشکسالی در استان، نمایه SPI بیشترین ضریب همبستگی با عملکرد گندم دیم و بهترین سطح معنی داری را در مقایسه با دو روش دیگر دارا بود. جدول (7) مقادیر ضریب همبستگی و سطح معنی داری آن را برای سه روش مورد مطالعه نشان می دهد.

جدول شماره 7- ضریب همبستگی و سطح معنی داری رگرسیون شاخص های خشکسالی با عملکرد گندم دیم

زرینه			سقز			قروه			بیجار			سندج			نام ایستگاه
SDR	PN	SPI	SDR	PN	SPI	SDR	PN	SPI	SDR	PN	SPI	SDR	PN	SPI	روش
0/49	0/50	0/53	0/37	0/36	0/42	0/36	0/38	0/41	0/34	0/31	0/35	0/45	0/45	0/49	R
0/013	0/011	0/006	0/073	0/073	0/039	0/075	0/061	0/043	0/097	0/127	0/088	0/025	0/025	0/013	Sig.

منابع

- 11- فرج‌زاده اصل، منوچهر، 1374، تحلیل و پیش‌بینی خشکسالی در ایران، رساله دکتری (Ph.D) اقلیم‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- 12- کردوانی، پرویز، 1380، خشکسالی و راه‌های مقابله با آن در ایران، دانشگاه تهران.
- 13- کمالی، غلامعلی و خزانه داری، لیلا، تحلیل خشکسالی اخیر مشهد با بکارگیری برخی از شاخص‌های خشکسالی مجله نیوار، 1381 شماره 44 و 45.
1. Edwards, D. C. & Mckee. B. T., 1997, Characteristic of 20th Century Drought in the United States and Multiple time Scales. Climatology Report 97-2, Dept of Atmospheric Science, Colorado State University, Fort Collins, Co., 155pp.
2. Hays, M. J., 2000. Drought Indices. National Drought Mitigation Center.
3. Hays, M. J., Svoboda, M. D., Wilhite, D. A. and Vanyarkho, O. 1999. Monitoring the 1996 Drought Using the Standardized precipitation Index. Bulletin of American Meteorological Society. 80(3), 429-438.
4. <http://www.ncdc.noaa.gov>
5. Mckee, T. B., N, J. Doesken and J. Kelist (1993), the relationship of drought frequency and duration to time scales. Eight conf. On applied y, Anaheim, CA, American Meteorological Society.
6. Subramaniam, A. R., Sanjeevarao, P., 1968. Dry Spells Sequencess Spain Based
- 1- آسیایی، مهدی، 1385، شاخص‌های خشکسالی - سخن گستر.
- 2- آمار و اطلاعات خدمات ماشینی سازمان هواشناسی از بدو تأسیس ایستگاه.
- 3- آمار عملکرد گندم دیم از سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان.
- 4- آسایش، ح، استعلاجی، ع، 1382، اصول و روش‌های برنامه‌ریزی ناحیه‌ای، فصل 6، ص 109 تا 114، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری.
- 5- براتیان، علی، تبیین مدل اسکالوگرام در تعیین تغییرات خشکسالی مطالعه موردی شهر کرد، مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، اصفهان، 1382.
- 6- خزایی کوهپر، صغری، پهنه‌بندی خشکسالی هواشناسی غرب مازندران، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد واحد رشت، گیلان، 1386.
- 7- رفیعی، پروین، بررسی خشکسالی منطقه گرمسار و تاثیر آن بر روی آب و کشاورزی، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، 1384.
- 8- سلامت، علیرضا، آل یاسین، محمدرضا، 1380، راهنمای مقابله با خشکسالی، چاپ اول، کمیته ملی آبیاری و زهشکی ایران.
- 9- عزیزاده، امین، 1389، اصول هیدرولوژی کاربردی، بنیاد فرهنگی رضوی، ویرایش پنجم، فصل هیجدهم.
- 10- فرج‌زاده اصل، منوچهر، 1386، تکنیک‌های اقلیم‌شناسی، انتشارات سمت.

9. Wilhite, D., A., and M., H. Glantz, 1985, Understanding the Drought Phenomenon, The Role of Definition Water International, 10:111-120.
10. www.kurdistan.agri-jahad.ir
11. Yejvich, V., 1967. An objective Approach to definition and Investigation of Continental Hydrology Drought, Papers No 23, Colorado State University, Fort Collins.
7. Szali, S. and Bella, Sz. 2004. SPI Index for Monitoring of Drought development in 2003. EMS Annual Meeting Abstracts. (1), 258.
8. Vicente-Serrano, S. M., Carlos Gonzalez-Hidalgo, J., de Luis, M. and Raventos, J. 2004. Drought patterns in the Mediterranean area, the Valencia region (eastern Spain).