

بررسی نمایه‌های ارزیابی پدیده‌های ترسالی و خشک‌سالی: (*SPI, PNPI, Nitzche*) (مطالعه موردی، استان مازندران)

شهرام خلیقی سیگارودی^{۱*}، سیدعلی صادقی سنگدهی^۲، خالد اوسطی^۳، یوسف قویدل رحیمی^۴

- ۱- نویسنده مسئول: استادیار گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، پست الکترونیک: khalighi@ut.ac.ir
- ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائم شهر.
- ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سنندج.
- ۴- دانشجوی دکترای اقلیم‌شناسی، دانشگاه اصفهان.

تاریخ پذیرش: ۸۷/۰۷/۰۶

تاریخ دریافت: ۸۶/۰۶/۱۳

چکیده

در این تحقیق داده‌های بارش سالانه یک دوره آماری ۲۶ ساله (۱۳۸۴-۱۳۵۹) برای ایستگاه‌هایی از استان مازندران به منظور تحلیل آماری بارش و تعیین سالهای مرطوب و خشک مورد استفاده قرار گرفت. به منظور تعیین و تفکیک سالهای مرطوب، نرمال و خشک از نمایه‌های مختلف رطوبتی استفاده شد. از نظر تفکیک سالهای مرطوب و خشک، در ایستگاه‌های مورد مطالعه اغلب بارش نرمال بوده و سالهای خشک و مرطوب نیز بصورت دوره‌ای قابل مشاهده می‌باشند که سالهای دارای بارش نرمال از فراوانی و استمرار بیشتری نسبت به سالهای مرطوب و خشک برخوردارند. از میان نمایه‌های بارش استاندارد شده (*SPI*)، درصد بارش نرمال (*PNPI*) و نیچه (*Nitzche*) که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته‌اند، مدل بارش استاندارد شده (*SPI*) به دلیل داشتن قابلیت‌های بیشتر از جمله تفکیک دقیقتر طبقه‌ها در هر یک از پدیده‌های ترسالی و خشک‌سالی، دقت بالاتر در جداسازی دوره‌های مرطوب و خشک و حساسیت بیشتر به تغییرات بارش بهترین مدل به منظور تعیین خصوصیات آماری بارش (شدت و فراوانی) و تفکیک ترسالیها و خشک‌سالیها در استان مازندران شناخته شده است.

واژه‌های کلیدی: بارش استاندارد شده (*SPI*)، درصد بارش نرمال (*PNPI*)، مدل نیچه، ترسالی، خشک‌سالی، مازندران.

مقدمه

بارندگی در سال‌های مختلف می‌شوند. این نوسانها از دو

بعد حائز اهمیت می‌باشند:

۱- ناهنجاری مثبت که مبین ترسالی و بارش بیش از حد نرمال می‌باشد.

۲- ناهنجاری منفی که در سالهای وقوع شرایط کمبود

آب، نواحی مختلف اقلیمی را تحت تأثیر قرار داده و با ایجاد

کشور ایران به دلیل واقع شدن در منطقه بین شرق و غرب آسیا، (نواحی گرم جنوب و مناطق سرد شمال) در مسیر جریانهای مهم آب و هوایی آسیا، اروپا، آفریقا، اقیانوس هند و اطلس قرار گرفته است. این جریانهای آب و هوایی ویژگیهای اقلیمی ایران را تحت تأثیر قرار داده و موجب تغییر عوامل اقلیمی آن از جمله نوسانهای شدید

خشک‌سالی خسارتهای اقتصادی، اجتماعی و محیطی فراوانی را موجب می‌گردد (قویدل رحیمی، ۱۳۸۴).

با توجه به پیشینه تاریخی وقوع خشک‌سالی در ایران و مسائل و مشکلات ناشی از آن، مطالعات بسیاری در این خصوص انجام شده است که هر یک از آنها با روش و هدف خاصی این پدیده را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند.

جهانبخش و قویدل رحیمی (۱۳۸۱) ویژگیهای دوره‌های مرطوب و خشک ایستگاه‌های آذربایجان شرقی را با استفاده از نمایه (*SPI*) و روش تحلیل واریانس مورد مطالعه قرار داده و همبستگی بین فراوانی وقوع و استمرار دوره‌های مرطوب و خشک را با استفاده از روش تحلیل رگرسیون بررسی کردند. بذرافشان (۱۳۸۱) به مقایسه هفت نمایه خشک‌سالی هواشناسی در نمونه‌های اقلیمی ایران پرداخت و به این نتیجه رسید که در مقیاس ماهانه نمایه بارش استاندارد شده (*SPI*) و در مقیاس سالانه نمایه معیار بارندگی سالانه (*SIAP*) بهترین کاربرد را برای ارزیابی خشک‌سالیهای هواشناسی در اقلیم‌های مختلف ایران دارد.

چناری (۱۳۸۵) تغییرات شش نمایه‌ی مختلف خشک‌سالی را با استفاده از زنجیره مارکف مرتبه اول شش حالتی بررسی کرد و به این نتیجه رسید که حساسیت نمایه‌ها به ثبت گروههای خشک‌سالی و ترسالی به ترتیب از زیاد به کم در نمایه‌های در درصد نرمال بارندگی (*PNPI*)، ناهنجاری بارش (*RAI*)، دهک‌های بارندگی (*DPI*) و معیار بارش سالانه (*SIAP*) مشاهده می‌شود. قویدل رحیمی (۱۳۸۱) با استفاده از روش معیار بارش (*Z*) استاندارد شده) و مبنا قرار دادن آن به‌عنوان شاخص

تفکیک، اقدام به مدل‌سازی دوره‌های مرطوب و خشک در آذربایجان شرقی نموده است. استینان (۲۰۰۳) شش کلاس شدت خشک‌سالی از خشک تا مرطوب را برای دو روش پالمر (*PDSI*) و بارش استاندارد شده (*SPI*) تعیین و برای تعیین احتمال وضعیت پایدار و دوام هر یک از طبقه‌ها از زنجیره مارکف استفاده نمود. نتایج مطالعات نامبرده نشان داد که نمایه بارش استاندارد (*SPI*) کارایی بیشتری نسبت به نمایه پالمر دارد.

لوکاس و همکاران (۲۰۰۳)، به محاسبه سه نمایه (معیار *Z*، ناهنجاری بارش و بارش استاندارد شده) برای مطالعه خشک‌سالی هواشناسی در مقیاسهای زمانی متفاوت در یونان پرداختند. نتایج تحقیقات نامبردگان نشان داد که هر سه نمایه روند مشابهی در مقیاس ۱۲ ماهه برای تعیین خشک‌سالیها و ترسالیها داشته و همچنین مطابقت خوبی با نمایه خشک‌سالی پالمر (*PDSI*) در تعیین خشک‌سالی دارند.

Mckee, et al., (1993) در تحقیقات خود با استفاده از نمایه *SPI*، در کلرادو مشخص کردند که احتمال وقوع خشک‌سالی خفیف، (۲۴٪)، خشک‌سالی متوسط (۹/۲٪)، خشک‌سالی شدید (۴/۴٪) و خشک‌سالی فوق‌العاده شدید (۲/۳٪) می‌باشد.

از جمله اقدامات مهم و کلیدی در جهت پیش‌بینی خشک‌سالی و تعیین دوره‌های ترسالی و خشک‌سالی در هر منطقه، به کمیت درآوردن پدیده‌های مختلف جوی و استفاده از شاخص‌هایی به منظور تحلیل میزان، شدت و استمرار هر یک از این پدیده‌هاست.

این پژوهش با هدف بررسی مدل‌های مختلف مبتنی بر بارش (*SPI*, *PNPI*, *Nitze*) به منظور شناخت و طبقه‌بندی ترسالیها و خشک‌سالیهای استان مازندران و تعیین ویژگیهای آماری آنها انجام گرفته است.

مواد و روشها

در این مطالعه داده‌های بارش سالانه ایستگاه‌های استان مازندران در یک دوره آماری ۲۶ ساله (۱۳۸۴-۱۳۵۹) انتخاب گردید. مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. به منظور بازسازی نواقص آماری و تحلیل همگنی داده‌ها، با استفاده از روش نسبت

نرمال، داده‌ها تکمیل و صحت و درستی آنها مورد سنجش قرار گرفت و در نهایت ترسالیها و خشک‌سالیها بررسی گردید. برای تعیین و طبقه‌بندی ترسالیها و خشک‌سالیهای ایستگاه‌های مورد مطالعه از سه روش استاندارد شده (SPI)، درصد بارش نرمال (PNPI) و نیچه (Nitzche) استفاده شد.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی (درجه)	عرض جغرافیایی (درجه)	ارتفاع (متر)
بابلسر	سینوپتیک	۵۲° ۳۹	۳۶° ۴۳	-۲۱
تیر تاش بهشهر	کلیماتولوژی	۵۳° ۴۴	۳۶° ۴۵	۱۴
چمستان	سینوپتیک	۵۲° ۰۹	۳۶° ۲۹	۷۳
رامسر	سینوپتیک	۵۲° ۴۰	۳۶° ۵۴	-۲۰
زرد گل سرخ آباد	کلیماتولوژی	۵۲° ۵۹	۳۵° ۵۵	۱۵۰۰
قائم‌شهر	سینوپتیک	۵۲° ۴۶	۳۶° ۲۷	۱۴/۷
نوشهر	سینوپتیک	۵۱° ۳۰	۳۶° ۳۹	-۲۱

روش نیچه^۱

Nitzche (2002)، با استفاده از داده‌های بارش سالانه، معادلات زیر را برای بررسی ترسالیها، خشک‌سالیها و سالهای نرمال به کار گرفت:

$$(۱) \text{ ترسالی } P_i \geq (\bar{P} + sd)$$

$$(۲) \text{ بارش نرمال } (\bar{P} - sd) \leq P_i \leq (\bar{P} + sd)$$

$$(۳) \text{ خشک‌سالی } P_i \leq (\bar{P} - sd)$$

در معادلات بالا: P_i بارش در سال i ام، sd انحراف معیار داده‌های بارش در طول دوره آماری و \bar{P} میانگین بارش بلندمدت ایستگاه می‌باشد.

روش درصد بارش نرمال (PNPI)^۲

این نمایه با استفاده از بارش نرمال و از تقسیم بارش واقعی به بارش نرمال، ضرب در ۱۰۰ محاسبه می‌شود و معمولاً در مقیاس‌های زمانی ماهانه و یا سالانه به کار می‌رود. این نمایه یکی از ساده‌ترین روشهای تعیین وضعیت منطقه از نظر بارش می‌باشد:

$$PNPI = \frac{P_i}{\bar{P}} \times 100 \quad (۴)$$

که P_i بارش در سال i ام و \bar{P} میانگین بارش بلندمدت ایستگاه می‌باشد. مقادیر نمایه‌ی درصد نرمال بارندگی در جدول ۲ آمده است.

2. : Percent of Normal Precipitation Index

1 . Nitzche

جدول ۲- مقیاس طبقه‌بندی دوره‌های مرطوب، نرمال و خشک بر اساس روش بارش درصد نرمال بارندگی (PNPI)

طبقه	بسیار مرطوب	نسبتاً مرطوب	مرطوب	نیمه مرطوب	نرمال	خشک‌سالی ضعیف	خشک‌سالی متوسط	خشک‌سالی شدید	خشک‌سالی بسیار شدید
درصد PNPI بیشتر از ۱۶۰	۱۶۰-۱۴۵	۱۴۵-۱۳۰	۱۳۰-۱۲۰	۱۲۰-۱۳۰	۸۰-۱۲۰	۷۰-۸۰	۵۵-۷۰	۴۰-۵۵	کمتر از ۴۰
کد طبقه	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱

روش بارش استاندارد شده (SPI)^۳

Mckee, et.al., (1993)، نمایه‌ی بارش استاندارد شده

(SPI) را برای اولین بار به منظور پایش شرایط خشک‌سالی و تشخیص کمبود بارندگی ارائه دادند که در مقیاس‌های زمانی چندگانه (مثلاً: ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه) طراحی شده است.

نمایه‌ی SPI از اختلاف میان مقادیر بارش و میانگین بارش برای یک بازه زمانی مشخص و تقسیم این مقدار بر انحراف معیار بارش بدست می‌آید:

$$SPI = \frac{P_{ik} - \bar{P}_i}{\sigma_i} \quad (5)$$

در معادله فوق SPI: بارش استاندارد شده، P_{ik} مقادیر

بارش ایستگاه i در k امین مشاهده به میلی‌متر، \bar{P}_i میانگین بارش بلندمدت ایستگاه i به میلی‌متر و σ_i انحراف معیار داده‌های بارش بلند مدت ایستگاه i می‌باشد. دامنه طبقه‌های شدت برای تعیین ترسالیها و خشک‌سالیها براساس نمایه‌ی SPI در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳- مقیاس طبقه‌بندی دوره‌های مرطوب، نرمال و خشک بر اساس روش بارش استاندارد شده (SPI)

طبقه	بی‌نهایت مرطوب	مرطوب شدید	مرطوب متوسط	بارش نرمال	خشکی ملایم	خشکی شدید	خشکی حاد
مقدار SPI	۲ و بیشتر	۱/۹۹ تا ۱/۵	۱/۴۹ تا ۱	۰/۹۹ تا ۰/۹۹	-۱/۴۹ تا -۱	-۱/۹۹ تا -۱/۵	-۲ و کمتر
کد طبقه	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱

نتایج

تحلیل آماری داده‌های بارش سالانه

نتایج محاسبات آماری داده‌های بارش سالانه ایستگاه‌های مازندران در جدول ۴ ارائه شده است. مهمترین نتایج حاصل از تحلیل آماری بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه عبارتند از:

1. Standardized Precipitation Index

- ۱- ایستگاه نوشهر بالاترین و ایستگاه زردگل کمترین میانگین بارش بلندمدت را در میان ایستگاه‌های مورد مطالعه دارا می‌باشند.
- ۲- ضریب تغییرات بارش در ایستگاه‌های تیرتاش و رامسر حداکثر و در ایستگاه نوشهر حداقل می‌باشد.
- ۳- مقادیر انحراف معیار، چولگی و بخصوص ضریب تغییرات بارش بیانگر ثبات بارندگی در ایستگاه نوشهر و عدم ثبات در سایر ایستگاه‌ها به ویژه رامسر و تیرتاش می‌باشد.

جدول ۴- ویژگیهای آماری بارش ایستگاه‌های استان مازندران (۱۳۸۴ - ۱۳۵۹)

نام ایستگاه	میانگین	میانه	حداکثر	حداقل	دامنه	چولگی	انحراف معیار	ضریب تغییرات
بابلسر	۹۳۰	۹۰۹/۹	۱۳۵۰/۹	۶۴۰/۶	۷۱۰/۳	۰/۶۱	۱۹۲/۵	۲۰/۷
تیر تاش بهشهر	۶۰۷/۵	۶۰۶/۲	۹۲۵/۵	۳۳۷/۱	۵۸۸/۴	۰/۳۶	۱۴۸/۳	۲۴/۴
چمستان	۸۷۷/۶	۸۵۷/۲	۱۲۰۷/۴	۵۴۷	۶۶۰/۴	۰/۲	۱۵۷/۴	۱۷/۹
رامسر	۱۱۷۹/۳	۱۰۸۲/۸	۱۸۲۵/۳	۸۲۶/۱	۹۹۹/۲	۰/۷۹	۲۷۸/۷	۲۳/۶
زرد گل سرخ آباد	۳۹۳/۷	۳۸۲/۵	۵۷۵	۱۸۶/۲	۳۸۸/۸	-۰/۰۲	۸۷/۸	۲۲/۳
قائم‌شهر	۷۳۳/۵	۷۲۰/۶	۹۹۷/۶	۵۲۶/۹	۴۷۰/۷	۰/۳۶	۱۲۴/۶	۱۷
نوشهر	۱۲۹۷/۴	۱۳۰۷/۷	۱۷۲۸/۲	۸۹۷/۸	۸۳۰/۴	۰/۱۷	۱۹۹/۴	۱۵/۴

روش نیچه

شده است. پس از تعیین اعداد آستانه، تفکیک سالهای مرطوب و خشک و تعیین ویژگیهای آماری آنها انجام شد (جدول ۶).

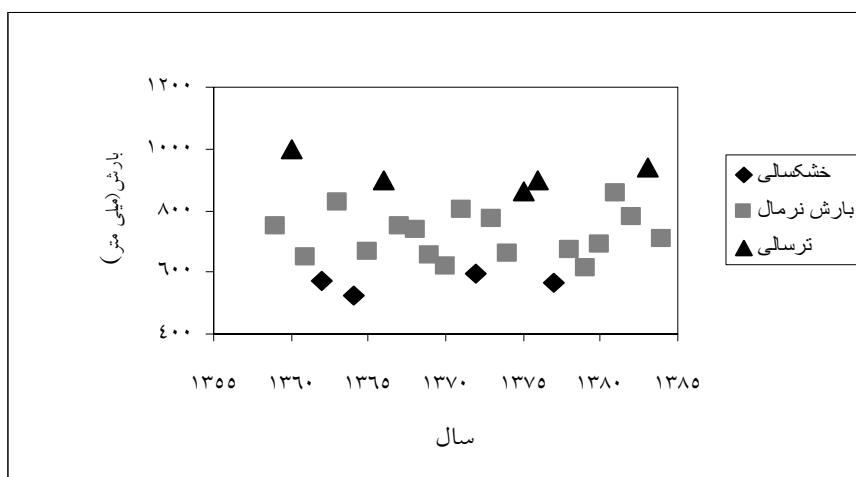
در این روش ابتدا با استفاده از معادلات مدل نیچه اعداد آستانه ترسالی، خشک‌سالی و بارش نرمال برای هر یک از ایستگاه‌ها محاسبه گردید که در جدول ۵ ارائه

جدول ۵- مقادیر آستانه بارش محاسبه شده از مدل نیچه برای هر یک از ایستگاه‌های استان مازندران (میلی‌متر)

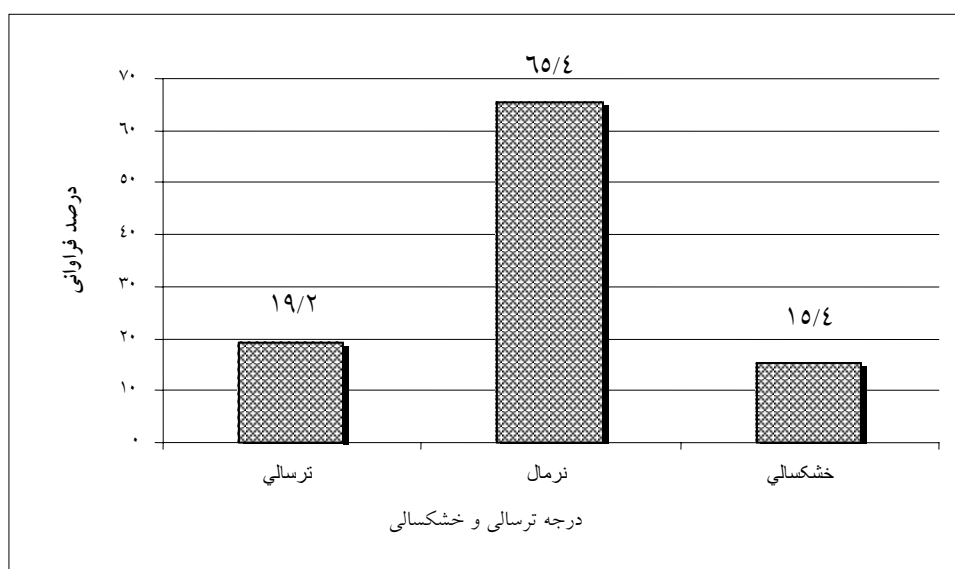
نام ایستگاه	خشک‌سالی	سال نرمال	ترسالی
بابلسر	کمتر از ۷۳۷	۱۱۲۲ - ۷۳۷	بیشتر از ۱۱۲۲
تیر تاش بهشهر	کمتر از ۴۵۹	۷۵۶ - ۴۵۹	بیشتر از ۷۵۶
چمستان	کمتر از ۷۲۰	۱۰۳۵ - ۷۲۰	بیشتر از ۱۰۳۵
رامسر	کمتر از ۹۰۱	۱۴۵۸ - ۹۰۱	بیشتر از ۱۴۵۸
زرد گل سرخ آباد	کمتر از ۳۰۶	۴۸۱ - ۳۰۶	بیشتر از ۴۸۱
قائم‌شهر	کمتر از ۶۰۹	۸۵۸ - ۶۰۹	بیشتر از ۸۵۸
نوشهر	کمتر از ۱۰۹۸	۱۴۹۷ - ۱۰۹۸	بیشتر از ۱۴۹۷

نتایج حاصل از جدول ۶ را می‌توان به شرح ذیل بیان نمود:
 ۱- از نظر طبقه‌بندی در اغلب سالها، بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه در طبقه نرمال قرار گرفته است.
 ۲- ایستگاه زردگل با ۷ سال فراوانی دارای بیشترین تعداد ترسالی و ایستگاه تیرتاش با ۵ سال فراوانی دارای بیشترین تعداد وقوع خشک‌سالی می‌باشد.

۳- فراگیرترین ترسالی در سال ۱۳۸۳ (در ۶ ایستگاه) و فراگیرترین خشک‌سالی در سال ۱۳۶۴ (در ۵ ایستگاه) رخ داده است.
 ۴- طولانی‌ترین دوره ترسالی با تداوم ۳ ساله در ایستگاه زردگل (۱۳۷۱ - ۱۳۶۹) مشاهده شده است.



شکل ۱- توزیع فراوانی و طبقه بندی ترسالیها، خشک‌سالیها و بارش‌های نرمال در ایستگاه قائمشهر به روش نیچه



نمودار ۱- درصد فراوانی ترسالیها، خشک‌سالیها و بارش‌های نرمال در ایستگاه قائمشهر به روش نیچه

شدت ترسالیها و خشک‌سالیها (جدول ۲)، اقدام به طبقه‌بندی و تعیین خصوصیات آماری بارش در ایستگاه‌های مورد مطالعه گردید (جدول ۷). مهمترین نتایج حاصل از جدول ۷ را می‌توان به شرح ذیل بیان نمود:

- ۱- در ایستگاه‌های مورد مطالعه خشک‌سالی بسیار شدید و همچنین ترسالی بسیار مرطوب مشاهده نگردید.
- ۲- تنها خشک‌سالی شدید ایستگاه‌های استان مازندران در سال ۱۳۷۴ در ایستگاه زرد گل اتفاق افتاده است.

نتایج نمودار ۱ حکایت از آن دارد که در طول دوره آماری در ایستگاه قائمشهر، طبقه بارش نرمال بیشترین فراوانی را دارا بوده است. همچنین نتایج نشان داد وقوع پدیده ترسالی بیشتر از پدیده خشک‌سالی بوده است.

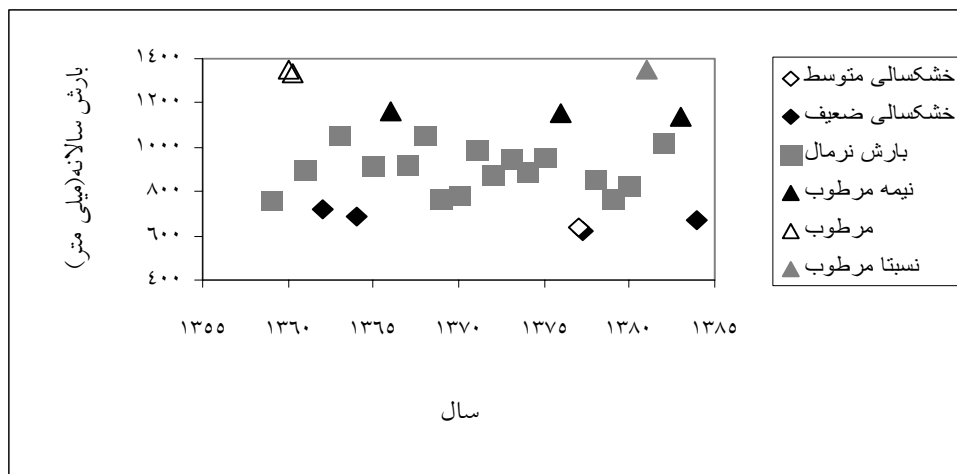
روش درصد بارش نرمال (PNPI)

با استفاده از معادله (۴) داده‌های حقیقی بارش به ارقام *PNPI* تبدیل شده و سپس با استفاده از مقیاس طبقه‌بندی

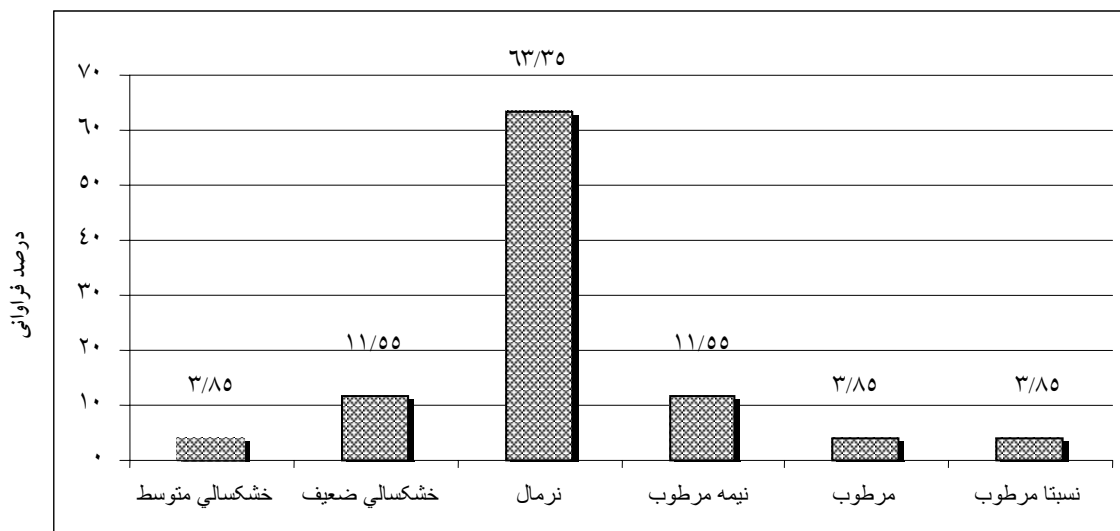
۵- طولانی‌ترین دوره خشک‌سالی در درجه ضعیف با تداوم ۲ ساله در ایستگاه‌های چمستان (۶۳-۶۴) و تیرتاش (۶۱ - ۶۲) و (۶۹ - ۷۰) مشاهده گردید.

۳- شدیدترین حالت ترسالی نیز با درجه نسبتاً مرطوب در ایستگاه‌های زردگل (۱۳۷۰)، رامسر (۱۳۸۰)، بابلسر (۱۳۸۱) و تیرتاش (۱۳۸۳) رخ داده است.

۴- طولانی‌ترین دوره ترسالی با تداوم (دوره) ۳ ساله در ایستگاه زردگل (۱۳۷۱ - ۱۳۶۹) به وقوع پیوست.



شکل ۲- توزیع فراوانی و طبقه‌بندی ترسالیها، خشک‌سالیها و بارش‌های نرمال در ایستگاه بابلسر به روش *PNPI*



درجه ترسالی و خشکسالی

نمودار ۲- درصد فراوانی ترسالیها، خشک‌سالیها و بارش‌های نرمال در ایستگاه بابلسر به روش *PNPI*

۱- شدیدترین خشک‌سالی با درجه حاد (بی‌نهایت شدید) در ایستگاه‌های چمستان (۱۳۵۹)، زردگل (۱۳۷۴) و نوشهر (۱۳۶۸) مشاهده گردید.

۲- شدیدترین ترسالی ایستگاه‌های مورد مطالعه با SPI معادل ۲/۳۲ در ایستگاه رامسر (۱۳۸۰) رخ داده است.

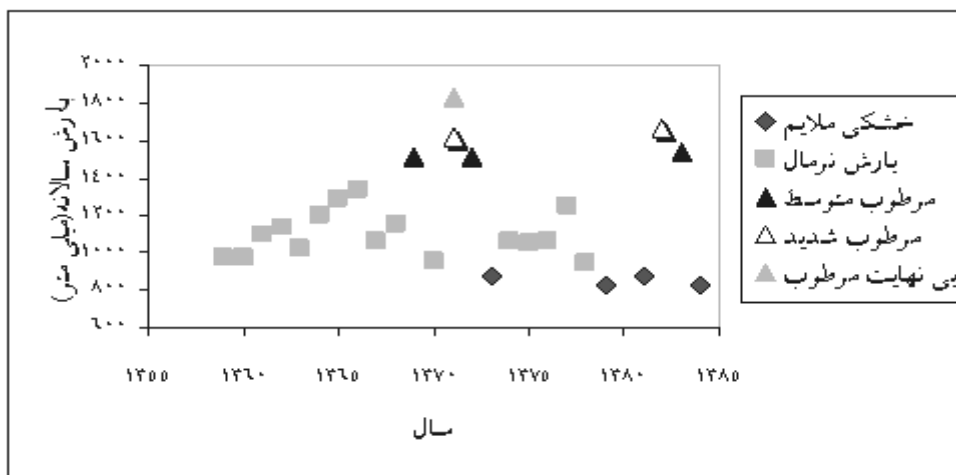
۳- خشک‌سالی با درجه شدید در ایستگاه‌های قائمشهر (۱۳۶۴)، بابلسر (۱۳۷۷) و تیرتاش (۱۳۷۹) مشاهده گردید.

۴- ایستگاه بابلسر با ۲ بار فراوانی (۱۳۶۰ و ۱۳۸۱) بیشترین تعداد ترسالی با درجه بی‌نهایت مرطوب را در میان ایستگاه‌های مورد مطالعه دارا بوده است.

بر طبق نمودار ۲ در ایستگاه بابلسر طبقه بارش نرمال بیشترین (۶۳/۳۵ درصد) و طبقات خشک‌سالی متوسط و طبقه‌های نسبتاً مرطوب و مرطوب کمترین فراوانی را داشته‌اند.

روش بارش استاندارد شده (SPI)

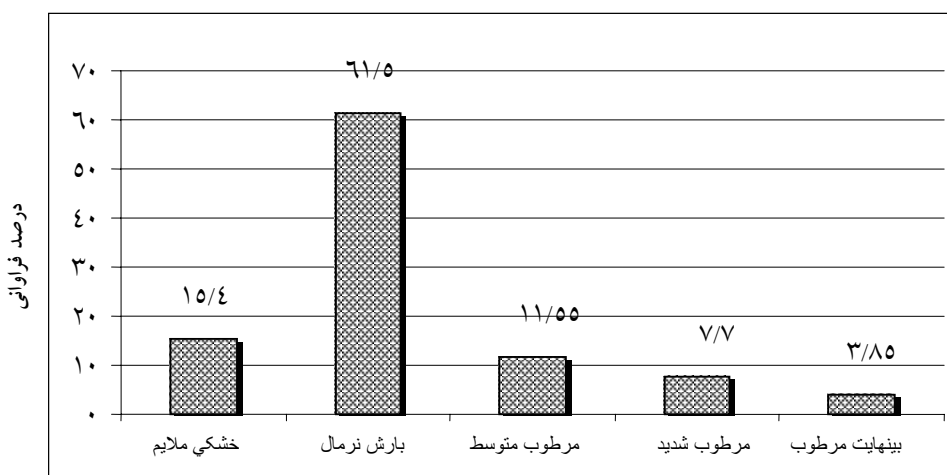
ابتدا با استفاده از معادله SPI (معادله ۵) داده‌های بارش به ارقام SPI تبدیل گردید و سپس با استفاده از مقیاس طبقه‌بندی شدت ترسالیها و خشک‌سالیها جدول ۳ تفکیک و طبقه‌بندی ترسالیها و خشک‌سالیها و تعیین خصوصیات آماری بارش در ایستگاه‌های مورد مطالعه انجام شد (جدول ۸). نتایج مهم جدول ۸ را می‌توان به شرح زیر بیان نمود:



شکل ۳- تعیین و طبقه‌بندی ترسالیها، خشک‌سالیها و بارش‌های نرمال در ایستگاه رامسر به روش SPI

که پدیده خشک‌سالی با درجه شدید و حاد در ایستگاه رامسر بوقوع نپیوست.

نتایج حاصل از نمودار ۳ نشان داد که طبقه بارش نرمال با ۶۱/۵ درصد بالاترین و طبقه بی‌نهایت مرطوب نیز با ۳/۸۵ درصد کمترین فراوانی را داشته‌اند، در حالی



درجه ترسالی و خشکسالی

نمودار ۳- درصد فراوانی ترسالیها، خشک‌سالیها و بارش‌های نرمال در ایستگاه رامسر به روش SPI

بگیرد، اما از آنجایی که تنها خشک‌سالیها، ترسالیها و بارش‌های نرمال را تفکیک کرده و شدت وقوع هر یک از پدیده‌ها را تعیین و طبقه‌بندی نمی‌کند در مقایسه با روشهای بارش استاندارد شده و درصد بارش نرمال از کارایی کمتری برخوردار است.

روش PNPI

درصد بارش نرمال یکی از ساده‌ترین سنجه‌های خشک‌سالی در یک مکان است که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته و نتایج خوبی را نیز ارائه داده است و امروزه به دلیل جامعیت و قابلیت انعطاف‌پذیری بالا بطور زیادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش از لحاظ معیارهای آماری مشابه با SPI بوده و ارزیابیهای تقریباً یکسانی را از نظر توالی و شدت ارائه داده است، اما از آنجایی که در این نمایه بارندگیهای ماهانه و فصلی از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کنند، بنابراین کاربرد این مدل محدودتر از SPI می‌باشد.

روش SPI

نمایه بارش استاندارد شده SPI، این تحقیق نتایج بسیار خوبی را در تعیین خشک‌سالیها و ترسالیها ارائه داده

بحث

وقوع پدیده خشک‌سالی در مازندران از یک سو به دلیل واقع شدن این استان در اقلیم مرطوب و پرباران و از سوی دیگر به دلیل نقش مهم آن در بخش کشاورزی و باغبانی کشور از اهمیت بسزایی برخوردار است و می‌تواند خسارتهای سنگین و جبران‌ناپذیری را به دنبال داشته باشد. از این رو، تعیین و تفکیک ترسالیها و خشک‌سالیها و بررسی ویژگیهای آماری بارش این استان می‌تواند نقشی مهم در شناخت خشک‌سالیها، پایش دقیق خشک‌سالی و مدیریت صحیح منابع آب داشته باشد.

در این پژوهش، هر یک از مدل‌های مورد استفاده بعدی از ابعاد بارش را در استان مازندران مشخص نموده‌اند. نتایج حاصل از مدل‌های مورد استفاده در این مطالعه بیانگر وقوع گاه و بی‌گاه پدیده خشک‌سالی در کل ایستگاه‌های مورد مطالعه می‌باشد. بطور کلی ویژگیهای مدل‌های مورد استفاده در این مطالعه را می‌توان به شرح زیر بیان نمود:

روش نیچه

این روش یکی از ساده‌ترین روشهای موجود می‌باشد که با توجه به نیاز آماری کمتر و سهولت کار می‌تواند مورد استفاده قرار

ایستگاه‌های استان مازندران ارائه داده است. جهانبخش و قویدل رحیمی (۱۳۸۱)، بذرافشان (۱۳۸۱) و Steinemann (2003) نیز در مطالعات خود به برتری نمایه بارش استاندارد نسبت به نمایه‌های دیگر مورد مطالعه اشاره کرده‌اند.

منابع مورد استفاده

- بذرافشان، ج.، ۱۳۸۱، مطالعه تطبیقی برخی شاخص‌های خشک‌سالی هواشناسی در چند نمونه اقلیمی ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه هواشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- جهانبخش، س. و قویدل رحیمی، ی.، ۱۳۸۱، تحلیل توزیع فضایی دوره‌های مرطوب و خشک ایستگاه‌های آذربایجان شرقی. فضای جغرافیایی (۵)، ص ۳۹-۴۰.
- چناری، م.، ۱۳۸۵، بررسی تغییرات چند نمایه مختلف خشک‌سالی با استفاده از زنجیره مارکوف در نمونه‌های اقلیمی البرز جنوبی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- قویدل رحیمی، ی.، ۱۳۸۱، تجزیه و تحلیل نوسانهای بارش و محاسبه دوره‌های مرطوب و خشک در آذربایجان شرقی. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.
- قویدل رحیمی، ی.، ۱۳۸۴، آزمون مدل‌های ارزیابی خشک‌سالی و ترسالی برای ایستگاه‌های آذربایجان شرقی. مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۸، شماره ۳، ص ۵۲۹-۵۱۷.
- Lokas, A., Vasiliades, L., and Dalezios, N.R., 2003, Inter comparison of meteorological drought indices for drought assessment and monitoring in Greece, 8th International Conference on Environmental Science and Technology Lemnos Island, 8-10 september: 484-491
- Mc Kee, T.B., Doeskenand, N.J., and Kleist, J., (1993).The relationship of drought frequency and duration to time scales.8 conf. on Applied Climatology, Anaheim, American meteorological society.179-184.
- Nitzche, M.H, 2002. Drought Quantification and Preparedness in BRAZIL- the Example of sao Paulo state, Working Paper.No7.Londrina-PR, BRAZIL.
- Steinemann, A., 2003. Drought indicators and triggers: a stochastic approach to evaluation. J. Am. Water Res. Assoc. 39 (5), 1217-1233.

است. مزیت این شاخص استفاده از آن در مقیاسهای زمانی مختلف می‌باشد که امکان شناخت خشک‌سالیها را برای اهداف مختلف کشاورزی، هیدرولوژی و منابع آب فراهم می‌آورد و برای مقایسه دامنه وسیعی از اقلیم‌ها قابلیت استفاده دارد.

مقایسه نمودارهای حاصل از تفکیک پدیده‌های ترسالی و خشک‌سالی در نمایه‌های مورد مطالعه نشان داد که در مدل نیچه پدیده‌های ترسالی، خشک‌سالی و بارش‌های نرمال به ترتیب ۱۹/۲ درصد ۱۵/۴ درصد و ۶۵/۴ درصد را به خود اختصاص داده‌اند. نمایه‌های *SPI* و *PNPI* در تفکیک ترسالیها و خشک‌سالیها و فراوانی هر یک از پدیده‌ها تشابه بیشتری را نسبت به نمایه نیچه ارائه داده‌اند چرا که در هر یک از نمایه‌های یادشده تفکیک این پدیده‌ها به ترتیب در ۷ و ۹ طبقه انجام شده، در حالی که نمایه نیچه شدت وقوع هر یک از پدیده‌های ترسالی و خشک‌سالی را مشخص ننموده است. بنابراین با توجه به نتایج فوق می‌توان بیان کرد که دو نمایه *SPI* و *PNPI* از نظر پایش خشک‌سالی و ترسالیها شباهت بیشتری بهم داشته و نتایج دقیقتر و مطلوبتری ارائه داده‌اند.

بطور کلی از بین سه نمایه *SPI*، *PNPI* و نیچه که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند نمایه‌های نیچه و *PNPI* به ترتیب به علت عدم تفکیک طبقه‌های ترسالی و خشک‌سالی با شدت‌های مختلف و عدم تبعیت بارش‌های ماهانه و فصلی از توزیع نرمال از کارایی کمتری برخوردار می‌باشند، در حالی که نمایه بارش استاندارد شده (*SPI*) به دلیل داشتن مزایایی چون تفکیک دقیقتر طبقه‌ها در هر یک از پدیده‌های ترسالی و خشک‌سالی، حساسیت بیشتر به تغییرات بارش و مستقل بودن از میانگین بارش بهترین نتایج را در جهت تفکیک ترسالیها و خشک‌سالی و تعیین ویژگیهای آماری

The Study of Drought and Wet Year Assessment models for Stations in Mazandaran province

Khalighi Sigaroudi, Sh.^{1*}, Sadeghi Sangdehi, S.A.,² Awsati, Kh.³ and GHavidel Rahimi Y.⁴

1*- Corresponding Author, Assistant professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

Email: Khalighi@ut.ac.ir.

2- M.Sc. student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran and member of young club research, Azad university of Ghaem shahr, Karaj, Iran

3- M.Sc. student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj and member of young club research, Azad university of Sanandaj, Karaj, Iran.

4- PhD student of Climatology, University of Esfahan, Esfahan, Iran.

Received:04.09.2007

Accepted:27.09.2008

Abstract

Annual rainfall data related to a 26 year period from a number of Mazandaran climatological stations were employed to analyze and model the precipitation toward a determination of drought as well as wet years. Results indicate the occurrence of different intensity drought phenomenon in all stations. As regards the classification of the annual wet and dry years, normal precipitation among various alternate dry and wet years can be observed with the normal years having more stability and continuity as compared to wet and dry years. The Standardized precipitation Index (*SPI*) was recognized better and more accurate model compared to the other models because of more potential such as high sensitivity to precipitation variation and more punctual separating of drought and wet year classes in every events.

Keywords: Standardized precipitation Index (*SPI*), Percent of Normal Precipitation Index (*PNPI*), Nitzche model, drought, wet year, Mazandaran.