

شناخت روند خشک‌سالی با استفاده از داده های بارندگی در حوضه تالاب انزلی

چکیده :

تالاب انزلی از اکوسیستم‌های ثبت شده‌ی جهانی و موجود کشور جمهوری اسلامی ایران است که تاثیر عمده ای بر آب و هوای محلی، زیست پرندگان، آبزیان و اقتصاد حاشیه نشینان دارد. پدیده‌ی خشک‌سالی می تواند این نقش پیچیده را دچار بی نظمی نماید. لذا جهت شناخت و پی بردن به شرایط موجود حوضه‌ی تالاب انزلی از نظر وضعیت خشک‌سالی، مطالعه‌ی حاضر انجام گرفت. دو شاخص درصد نرمال بارندگی و توزیع استاندارد بارندگی مورد بررسی قرار گرفت و به دلیل عدم جداسازی جزئیات مرزهای خشک‌سالی در شاخص درصد نرمال بارندگی از روش شاخص استاندارد بارندگی و نمودارهای کنترل میانگین متحرک ۵ ساله استفاده شد. نتایج مطالعه نشان داد که در حوضه‌ی تالاب انزلی در شرایط

موجود، بخش ساحلی و جلگه‌ای در شرایط خشک‌سالی و در بخش پایکوهی در شرایط نرمال و در بخش مرتفع یا کوهستانی در شرایط ترسالی قرار دارند و این روند حداکثر تا ده سال آینده نیز تداوم خواهد داشت.

لذا با توجه به نتایج این تحقیق به نظری‌رسد لزوم برنامه ریزی هماهنگ، پیشگیری از خطر را به برنامه ریزان و مدیران اجرایی یادآوری می‌نماید تا این خطر تبدیل به بلای طبیعی نگردد.

کلید واژه‌ها: تالاب انزلی، ترسالی، خشک‌سالی، شاخص استاندارد بارندگی، نمودار کنترل میانگین متحرک

مقدمه :

جمعیت فعال، خاک حاصلخیز، منابع آب فراوان و آب و هوای مناسب جهت اکو توریسم و کشاورزی از پتانسیل‌های برنامه ریزی توسعه در استان گیلان می‌باشد. در برنامه ریزی محیطی این سرزمین، نقش شناخت اقلیم و سرزمین (یکی از سه بخش عمده مطالعاتی برنامه آمایش سرزمین) جایگاه ویژه ای دارد. در وضعیت موجود، میزان تلفات و خسارات تخریبی بخش بلایای طبیعی نظیر سیل، زلزله، خشک‌سالی، نوسان آب دریای خزر و آفات کشاورزی، رقم بالایی را به خود اختصاص داده است. این رقم چیزی جز کم اهمیت دادن مطالعات بخش محیطی در برنامه ریزی سرزمینی نمی‌باشد، در صورتی که این مطالعات اولیه و کاربردی در ناحیه یا حوضه در قالب مطالعات زیست محیطی منطقه، می‌تواند به شناخت اندام واره (سیستمی) عناصر بیانجامد. (صرافی، ۱۳۷۹).

خشک‌سالی یکی از خطرات طبیعی است که در اقلیم مختلف، قابل مشاهده است و از سالی به سال دیگر با درجات مختلف اثر گذار است، به طوری که اثرات زیان‌بار آن، کمتر از خسارات سیل نمی‌باشد. اثر تخریبی سیل، آبی است ولی اثر تخریبی خشک‌سالی تدریجی و بیشتر می‌باشد (رجایی، ۱۳۸۲). از آنجا که خشک‌سالی یکی از پدیده های جغرافیایی است

که در هر مکان و زمان امکان بروز دارد و مسأله‌ی مکان وابسته به جغرافیا است و جغرافیا زیربنای برنامه ریزی‌ها است (فرید، ۱۳۷۰) ضرورت برنامه ریزی مناسب با آن می‌تواند از پیشرفت این بلای طبیعی که نتیجه‌ی آن فقر و قحطی مصیبت بار است جلوگیری نماید. چون موفقیت برنامه ریزی پیش‌گیری از خطرات طبیعی، می‌تواند بیش از کاربرد امور مقابله با خطر باشد (اسمیت، ۱۹۹۶).

همچنین مطالعات اقلیم و سرزمین در محیط‌های آبی - خشکی در مناطق مختلف کره‌ی زمین جهت پیش‌گیری از خطرات طبیعی و برنامه ریزی مقابله با خطر دارای اهمیت بالایی است، چون اکوسیستم های آبی و سواحل از اکوسیستم‌های پیچیده‌ی جهانی انسان-زمین می‌باشند (ثروتی، ۱۳۷۸). با توجه به این موارد، اهمیت مطالعه‌ی تالاب انزلی از ابعاد مختلف بیشتر نمایان می‌گردد.

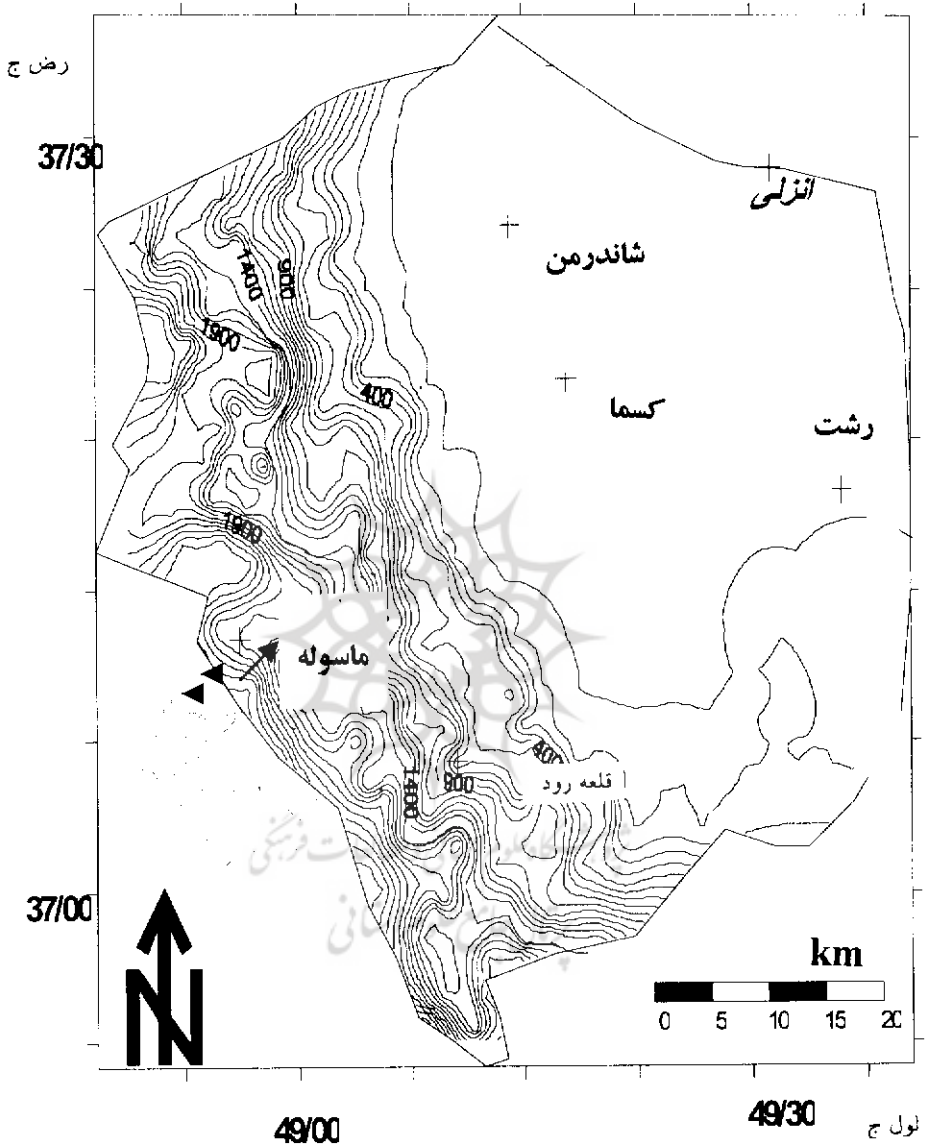
مطالعات خشک‌سالی در ایران و دنیا، توسط محققان بسیاری با شاخص‌ها و روش‌های متفاوت به صورت منطقه‌ای و ناحیه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است، «تورنت وایت» (۱۹۳۱ و ۱۹۴۸)، «پالمر» (۱۹۶۵)، «دمارتن و کاپوت ری» (۱۹۹۴-کمپ)، «مک‌کی» (۱۹۹۳ و ۱۹۹۵) «زاهدی و قویدل» (۱۳۸۱)، «شیرمحمدی و همکاران» (۱۳۸۲)، «ساری صراف و قویدل» (۱۳۸۰)، «مهندسان مشاور جاماب» (خلیلی، ۱۳۶۳)، «علیزاده» (۱۳۶۸)، «فرج‌زاده» (۱۳۷۵)، «غیور» (۱۳۷۸)، «کاوینی» (۱۳۸۰)، «ناظم‌زاده» (۱۳۸۰)، «خزانه داری» (۱۳۸۰)، «علیجانی» (۱۳۸۱)، «جوانمرد» (۱۳۸۱)، «جهانبخش» (۱۳۸۱)، «کمالی» (۱۳۸۱) و «رمضانی» (۱۳۸۰ و ۱۳۷۸) و بسیاری از محققان دیگر از ابعاد مختلف این پدیده را در مقیاس کشوری و استانی مورد بررسی قرار داده‌اند و وضعیت ناحیه را از نظر شرایط خشک‌سالی و ترسالی به صورت نقشه‌ارایه نموده‌اند. ولی در ناحیه‌ی مورد مطالعه در حد یک حوضه‌ی آبخیز، بررسی شاخص خشک‌سالی استاندارد بارندگی با استفاده از نمودارهای کنترلی میانگین متحرک برای اولین بار ارایه می‌گردد. از طرفی تالاب انزلی، تامین‌کننده‌ی پیامدهای زیست محیطی آبریان و پرندگان است و همچنین دارای موارد استفاده اکوتوریستی. تحقیقاتی و پژوهش و دارای اهمیت جهانی (ثبت کنواکسیون رامسر در سال ۱۹۷۵ به عنوان تالاب

بین‌المللی) است. لذا تغییرات محیطی، نظیر خشک‌سالی می‌تواند اکوسیستم این محیط آبی را دستخوش تغییر و تحول نماید، زیرا همواره بین اقلیم و عالم جانداران در ابعاد ماکروکلیمایی و مزو کلیمایی و میکروکلیمایی وجود وابستگی چه به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم به اثبات رسیده است (بدری فر، ۱۳۷۹). همچنین مطالعات اقلیم و سرزمین در محیط‌های آبی-خشکی در مناطق مختلف کره‌ی زمین جهت پیشگیری از خطرات طبیعی و برنامه ریزی مقابله با خطر دارای اهمیت بالایی است و از طرفی اکوسیستم‌های آبی و سواحل از اکوسیستم‌های پیچیده جهانی انسان-زمین می‌باشد (ثروتی، ۱۳۷۸). باتوجه به این موارد اهمیت مطالعه‌ی تالاب انزلی از ابعاد مختلف بیشتر نمایان می‌گردد.

موقعیت جغرافیایی تالاب انزلی

حوضه‌ی تالاب انزلی با مساحت ۳۶۱۰ کیلومتر مربع (مساحت تالاب از سال ۱۳۷۳ تا سال ۱۳۸۲ حدود ۳۰ کیلو متر مربع کاهش یافته به طوری که در سال ۱۳۷۳ در حدود ۱۸۰ کیلو متر مربع (رمضانی، ۱۳۷۳) و در سال ۱۳۸۲ در حدود ۱۵۰ کیلو متر مربع برآورد مساحت شده است (JICA, ۲۰۰۳).

حوضه‌ی تالاب انزلی در مختصات جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۳ دقیقه الی ۳۷ درجه و ۳۲ دقیقه عرض شمالی و در ۴۸ درجه و ۴۵ دقیقه الی ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقه طول شرقی در شمال ایران و جنوب غرب دریای خزر با حداقل ارتفاع ۲۸- متر و حداکثر ارتفاع ۳۱۰۵ متر (کوه‌های شاه معلم ماسوله) قرار گرفته است (شکل شماره‌ی ۱).



شکل شماره ۱- موقعیت ایستگاه ها و توپوگرافی منطقه ی مورد مطالعه

- حوضه‌ی تالاب از نظر اقلیمی جزو اقلیم خزری (هیرکانین) بوده و از نظر ارتفاعی به چهار اشکوب اقلیمی به شرح زیر قابل تقسیم است:
- ۱- از ۲۸- متر تا صفر متر - نواحی ساحلی و حاشیه با بارندگی بسیار زیاد
 - ۲- از صفر متر تا ۱۰۰ متر - نواحی جلگه ای با بارندگی زیاد
 - ۳- از ۱۰۰ متر تا ۵۰۰ متر نواحی کوهپایه ای، با افزایش ارتفاع همراه با افزایش بارندگی می‌باشد.
 - ۴- از ۵۰۰ متر تا ۳۰۰۰ متر و بیشتر، نواحی کوهستانی که با افزایش ارتفاع به آرامی بارش کاهش می‌یابد.

روش بررسی

جهت تحلیل داده های بارندگی حوضه از آمار هواشناسی، ایستگاه انزلی به عنوان نماینده واحد توپوگرافیک ساحلی، ایستگاه‌های «رشت» و «کسما» و «شاندرمن» به عنوان نماینده واحد توپوگرافیک جلگه‌ای و ایستگاه قلعه «رودخان» به عنوان نماینده واحد کوهپایه‌ای و ایستگاه «ماسوله» به عنوان واحد کوهستانی استفاده شد. مشخصات این ایستگاه‌ها در جدول شماره‌ی ۱ ارائه شده است.

نواقص آماری برای ایستگاه ماسوله با استفاده از روش‌های موجود (نسبت، رگرسیون) بازسازی گردید با روش جرم مضاعف، صحت داده‌های ایستگاه‌ها، همگن سازی شد و نتایج آن در جدول شماره‌ی ۲ ارائه شده است. تجزیه تحلیل داده ها و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم افزار آماری Minitab13 انجام گرفت. نقشه با نرم افزار 8 Winsurfer, و PC code ترسیم گردید. دو روش شاخص درصد نرمال بارش و شاخص استاندارد، بارندگی برای سال، فصل، ماه و دوره‌ی شش ماهه‌ی گرم و سرد سال برای کلیه‌ی ایستگاه‌ها مورد بررسی قرار گرفت و باتوجه به اینکه شاخص استاندارد بارندگی از نظر جداسازی مرزهای خشک‌سالی وضعیت بهتری را نسبت به شاخص درصد نرمال بارندگی نشان داد، این

شاخص به شرح جدول شماره ۳ مبنای تحلیل قرار گرفت چون هدف تشخیص دوره‌های خشک‌سالی در وضعیت فعلی بوده است.

جهت تصویر سازی بهتر شاخص‌های به دست آمده از نمودارهای کنترلی، میانگین متحرک ۵ ساله استفاده شد که دارای حد کنترل بالا و پایین و میانگین داده‌ها بوده که حد بالا و پایین با توجه به انحراف استاندارد تغییرات، در حول میانگین را با وضوح بهتری نشان می‌دهد. دلیل اصلی استفاده از نمودارهای کنترلی، حداقل کردن تغییر پذیری فرایندها و نمایش آن است و به سرعت می‌توان انحرافات آن را مشاهده نمود، این نمودار توسط شوهارت (۱۹۳۰) برای اولین بار در آزمایشگاه‌های تلفن بل مورد استفاده قرار گرفته است (کرباسیان، ۱۳۷۸).

جدول شماره ۱: مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه بر حسب ارتفاع

ردیف/ پارامتر	ایستگاه	واحد توپوگرافیک	ارتفاع	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	نوع ایستگاه	دوره‌ی آماری
۱	انزلی	ساحلی	-۲۲	۳۷/۲۸	۴۹/۲۸	سینوپتیک	۱۳۵۳-۷۸
۲	رشت	جلگه‌ای	-۷	۳۷/۱۵	۴۹/۳۶	سینوپتیک	۱۳۵۰-۷۸
۳	کسما	جلگه‌ای	-۵	۳۷/۱۵	۴۹/۱۷	کلیماتولوژی	۱۳۵۱-۷۸
۴	شاندرمن	جلگه‌ای	۳۱	۳۷/۲۶	۴۹/۸	کلیماتولوژی	۱۳۵۳-۷۸
۵	قلعه رود	پایکوهی	۱۵۰	۳۷/۲۶	۴۹/۸	کلیماتولوژی	۱۳۴۰-۷۸
۶	ماسوله	کوهستانی	۱۰۵۰	۳۷/۱۰	۴۹	کلیماتولوژی	۱۳۵۷-۷۸

جدول شماره ی ۲ - مقدار باران در ایستگاههای حوضه ی تالاب انزلی

ایستگاهها	میانگین باران	انحراف استاندارد	بیشترین	کمترین	دامنه تغییرات	ضریب تغییرات	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
انزلی	۱۷۶۱	۳۵۱	۲۵۷۶	۱۰۶۶	۱۵۱۰	۱۹/۹	۱۴۰	۳۵۵	۸۴۸/۴	۴/۸/۷
رشت	۱۳۴۴	۲۶۸	۱۹۶۸	۹۴۴/۸	۱۰۲۳	۱۹/۹	۱۵۰	۲۵۸	۱/۵۵۳	۳/۷/۲
شاندیز	۹۹۲/۵	۷۶۱	۶۳۳۱	۶۴۱/۹	۱/۸۷۸	۶/۶	۶۶۱	۲۵۴	۳۶۰	۲/۹/۰
کسما	۱۱۳۳	۲۲۱	۱۶۱۱	۶۸۰	۵/۳۳۵	۸/۹	۳۵۱	۲۷۲	۴۳۹/۳	۷/۵/۱
قلعه رود	۱۷۱۷	۲۶۴	۲۶۳۲	۷۸۱	۶۶۱۱	۱۵/۳	۳۰۲	۴۷۳	۸/۵۵۲	۸/۸
ماسوله	۸۳۶/۱	۱۲۸	۱۳۱۱	۶۷۱/۶	۳/۶۳	۱۵/۲	۱۹۱	۱۵۹	۲۳۰/۹	۳/۷/۲

انتخاب شاخص مناسب خشک‌سالی جهت تحلیل حوضه

شاخص درصد نرمال بارندگی و شاخص استاندارد بارندگی در استان «خراسان» و «مازندران» و «گلستان» توسط فرج زاده و همکاران (۱۳۷۵)، خزانه داری و همکاران (۱۳۸۰)، مرادی و همکاران (۱۳۸۰)، آذرینوند و همکاران (۱۳۸۱)، جوانمرد و همکاران (۱۳۸۱) مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج آن به صورت نقشه‌ی خشک‌سالی ارایه شده است. لذا جهت شناخت وضعیت شرایط خشک‌سالی در حوضه‌ی تالاب انزلی از این دو شاخص استفاده گردید ولی شاخص درصد نرمال بارندگی به خوبی نتوانست جزئیات مرزهای خشک‌سالی منطقه‌ی مورد مطالعه را جدا سازی نماید. لذا از مطالعه حذف شد و شاخص استاندارد بارش، که به خوبی جزئیات مرزهای خشک‌سالی را نشان می‌داد، مبنای تحلیل قرارگرفت. این شاخص مطابق رابطه‌ی (۱) تعریف می‌گردد (جهانبخش اصل و قویدل، ۱۳۸۱).

رابطه‌ی (۱) نمایان‌گر شاخص استاندارد بارندگی است و آن نسبت اختلاف داده‌ی ماهانه یا سالانه‌ی باران از نرمال ماهانه یا سالانه‌ی باران به انحراف استاندارد بارندگی در دوره‌ی نرمال می‌باشد.

رابطه ۱:

$$SPI = (PI - P) / Sd$$

SPI : شاخص استاندارد بارندگی

PI : باران ماهانه یا سالانه‌ی ایستگاه

P : میانگین نرمال باران در همان ایستگاه

Sd : انحراف استاندارد باران ایستگاه در دوره‌ی نرمال

این شاخص به خوبی می‌تواند در زمان‌های مختلف، مورد استفاده قرار گیرد (خزانه داری و همکاران، ۱۳۸۰، جوانمرد و همکاران، ۱۳۸۱).

درجه بندی توصیفی این شاخص به شرح جدول شماره‌ی ۳ می‌باشد

جدول شماره ۳- درجه بندی شدت خشک سالی شاخص استاندارد بارندگی

۳ و بیشتر	ترسالی غرقابی
۲ تا ۲/۹۹	ترسالی شدید
۱/۲۵ تا ۱/۹۹	ترسالی متوسط
۰/۷۵ تا ۱/۲۴	ترسالی ضعیف
-۰/۷۴ تا -۰/۷۴	نزدیک نرمال
-۱/۲۴ تا -۰/۷۵	خشک سالی ضعیف
-۱/۲۵ تا -۱/۹۹	خشک سالی متوسط
-۲ تا -۲/۹۹	خشک سالی شدید
-۳ و بیشتر	خشک سالی نزدیک به واحه

یافته ها:

واحد توپوگرافیک ساحلی

بررسی نمودار کنترلی^۱ میانگین متحرک شاخص سالیانه استاندارد بارندگی در ایستگاه نماینده واحد توپوگرافیک ساحلی (انزلی) در طول دوره‌ی سال‌های آماری، دارای سه دوره که شاخص بالاتر از میانگین (ترسالی) و چهار دوره‌ی پایین تر از میانگین خشک سالی بوده است. از دوره‌ی چهارم تاکنون چهار سال گذشته و این دوره طولانی تر از دوره‌ی قبل بوده، این روند نیز هم اکنون هم ادامه دارد. چنانچه از سال دوم تا بیستم را به عنوان پریرود مثبت، نگاه کنیم از سال بیستم وارد دوره‌ی منفی شده است و با توجه به روند آماری موجود، انتظار می رود که این دوره، طولانی تر از دوره‌های قبلی باشد (شکل شماره ۱ - انزلی). شکل شماره ۲ و کلیه‌ی نمودارهای ارایه شده UCL برابر حدبالای شاخص استاندارد و LCL برابر حد پایین شاخص استاندارد و MEAN حد میانگین شاخص می باشد).

واحد توپوگرافیک جلگه ای

سه ایستگاه رشت، کسما و شاندرمن نماینده‌ی این واحد می باشند. نمودار کنترلی میانگین متحرک ۵ ساله و سه دوره‌ی ۴ ساله مثبت و یک دوره‌ی ۱۵ ساله نزدیک به نرمال بوده است ولی از سال ۲۸ روند منفی این شاخص به خوبی دیده می شود. ایستگاه کسما و شاندرمن که در حوالی مرکز بخش جلگه ای حوضه تالاب قرار گرفته، نیز روند شاخص هم‌خوانی بسیار نزدیکی با یکدیگر و ایستگاه رشت نشان می دهند و هر سه ایستگاه شرایط مشابهی دارند (شکل ۳).

واحد توپوگرافیک پایکوهی

در ایستگاه قلعه رودخان، سه دوره‌ی ۵ ساله و ۱۰ ساله منفی و سه دوره‌ی ۸ و ۴ ساله مثبت دیده می شود و از سال چهلیم این روند به سمت منفی میل نموده است (شکل ۴).

واحد توپوگرافیک کوهستانی

بررسی شاخص در ایستگاه ماسوله در ارتفاع ۱۰۵۰ متری دو دوره‌ی طولانی منفی ۱۳ ساله و مثبت ۷ ساله را نشان می‌دهد. در شرایط فعلی شاخص در وضعیت مثبت قرار دارد (شکل ۵).

بررسی این شاخص می‌توانست برای روز، ماه، فصل نیز انجام گیرد چنانچه بخواهیم این شاخص را به صورت ماهیانه و به عنوان نمونه در ایستگاه جلگه ای رشت در سه ماه تیر، مرداد و شهریور مورد بررسی قرارگیرد، در آن صورت در تیر ماه دارای روند ۵ ساله بالاتر از میانگین و ۱۱ ساله پایین‌تر از میانگین و در مردادماه روند ۶ ساله‌ی منفی و ده ساله‌ی مثبت مشاهده می‌شود و ادامه‌ی آن با روند فعلی منفی بوده و دارای استمرار ۷ ساله است. ماه شهریور دارای دوره‌های ۵ ساله‌ی مثبت و ۱۲ ساله‌ی منفی است و روند منفی حتی در تابستان نیز به خوبی دیده می‌شود.

نتیجه گیری

تحلیل داده های بارندگی، انحراف استاندارد و ضریب تغییرات ایستگاه ها نشان می دهد که تغییرات با توجه به واحدهای توپوگرافیک از یک نظم اقلیمی پیروی می کنند، به طوری که از ساحل به طرف جلگه، پایکوهی و کوهستانی میزان نظم پذیری بارندگی، بیشتر می شود و دامنه ی تغییرات بارندگی از ۱۵۱۰/۳ میلی متر در ساحل به ۴۹۶/۴ میلی متر در کوهستان در تغییر می باشد.

بررسی فصلی بارندگی نیز نشان می دهد در تمامی ایستگاه های منطقه ی مورد مطالعه، فصل بهار دارای کمترین مقدار بارندگی سالانه است که ناهماهنگی زمانی جغرافیای اقلیمی را با جغرافیای کشاورزی نشان می دهد و لزوما اهمیت مهار آب برای بخش کشاورزی را دو چندان می کند.

بررسی نمودار های کنترلی میانگین متحرک نشان می دهد که ایستگاه های واقع شده در شرایط ساحلی و جلگه ای در شرایط خشک سالی و ایستگاه های قلعه رود خان و شاندر من که در شرایط پایکوهی و مرتفع تر از ایستگاه های جلگه ای و ساحلی قرار گرفته اند در شرایط نزدیک به نرمال و ایستگاه کوهستانی ماسوله در شرایط ترسالی قرار گرفته است و این موضوع به خوبی اهمیت برنامه ریزی جهت حفظ محیط زیست تالاب و تامین منابع آب در بخش کشاورزی را نمایان می سازد، به طوری که کاهش آب شیرین در حوضه ی تالاب، همراه با کاهش ورود پرندگان مهاجر و تخم گذاری گونه های بومی، پیشروی گونه های غیر تالابی به حریم تالاب، از بین رفتن گونه های آبزیان، رشد سریع گیاه آزولا، جگن، نی، آلودگی شدید آب موجود تالابی، تغییر کاربری زمین های تالابی، تغییرات اقتصادی و اجتماعی حاشیه ی تالاب و غیره را به همراه دارد. همچنان که در طول چندسال اخیر، موارد و مشکلات خشک سالی از مسایل مهم این نواحی بوده است. با توجه به روند موجود تا ده سال آینده نیز باید با وضعیت دوره ی خشک سالی، اهداف برنامه های مختلف بخشی، ناحیه ای و منطقه ای را در حوضه ی تالاب انزلی تنظیم نمود.

منابع

- ۱- آذرینوند، ح. و نصرتی، ک. (۱۳۸۱)، تحلیل منطقه‌ای شدت، مدت و دوره بازگشت خشک‌سالی با استفاده از داده‌های بارندگی حوزه‌ی اترک، *بیابان*، جلد ۷، شماره‌ی ۱.
- ۲- بدری فر، م. (۱۳۷۹)، بنیان‌های بوم‌شناختی زمین، *مجله‌ی علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی*، شماره‌ی ۴.
- ۳- دیتز کلتات، (۱۳۷۸)، *جغرافیای طبیعی دریاها و سواحل*، ترجمه‌ی م. ر. ثروتی، انتشارات سمت.
- ۴- خزانه‌داری، ل. و همکاران، (۱۳۸۰)، پایش خشک‌سالی براساس نمایه‌ی استاندارد بارندگی، دهک‌ها و نرمال در سیستان و بلوچستان، *مجموعه مقالات بحران آب*، انتشارات دانشگاه زابل.
- ۵- جوانمرد، س. ، بذاق جمالی، ج. و شیر محمدی، ر. (۱۳۸۱)، پایش و پهنه بندی وضعیت خشک‌سالی خراسان با استفاده از نمایه‌ی استاندارد باران، *فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی*، شماره‌ی ۶۷.
- ۶- جهانبخش، س. و قویدل، ی. (۱۳۸۱)، تحلیل فضایی توزیع ماههای مرطوب و خشک در آذربایجان شرقی، *فصلنامه فضای جغرافیایی*، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، شماره‌ی ۵.
- ۷- رجایی، ع. (۱۳۸۲)، *کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه ریزی شهری و روستایی*، انتشارات سمت.

- ۸- رضائی، ب. (۱۳۷۳)، مدیریت و حفاظت تالاب انزلی، اداره کل محیط زیست گیلان، طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت.
- ۹- رضائی، ب. (۱۳۷۸)، بررسی روند تغییرات دما و بارش در غرب گیلان با تکیه بر خشک‌سالی، طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت.
- ۱۰- رضائی، ب. (۱۳۸۰)، شناخت بلایای طبیعی ماسوله گیلان در چارچوب جغرافیای طبیعی، پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت.
- ۱۱- زاهدی، م. و قویدل، ی. (۱۳۸۱)، شناخت، طبقه بندی و پیش بینی خشک‌سالی با استفاده از روش‌های سری زمانی، نمونه مطالعاتی حوضه آبریز دریاچه ارومیه، فصلنامه‌ی فضای جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، شماره‌ی ۶.
- ۱۲- ساری صراف، ب. و قویدل، ی. (۱۳۸۰)، تجزیه و تحلیل زمانی و فضایی خشک‌سالی در حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی ارومیه، فصلنامه‌ی فضای جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، شماره ۴.
- ۱۳- شیرمحمودی، ر. و همکاران، (۱۳۸۲)، کاربرد توزیع استاندارد بارندگی در بررسی الگوهای مکانی و زمانی خشک‌سالی و آستانه‌ی بحران بارندگی در خراسان، بولتن علمی پژوهشکده‌ی اقلیم‌شناسی، جلد سوم، شماره‌ی ۴.
- ۱۴- علیجانی، ب. و زاهدی، م. (۱۳۸۱)، تحلیل آماری و سینوپتیکی بارندگی آذربایجان، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره‌ی ۶۵ و ۶۶.
- ۱۵- علیزاده، الف. (۱۳۶۸)، مفهوم هیدرولوژی خشک‌سالی‌ها و روش‌های پیش بینی آن، نیوار، بهار ۶۸.

۱۶- غیور، ح. (۱۳۷۸)، بررسی مکانی شاخص یکنواختی توزیع زمانی بارش در ایران زمین، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۵۴ و ۵۵.

۱۷- فرج زاده، م. (۱۳۷۵)، خشک‌سالی و روش‌های مطالعه آن، *جنگل و مرتع*، شماره ۳۲.

۱۸- فرید، ی. (۱۳۷۰)، *سیر اندیشه در جغرافیای انسانی*، انتشارات دانشگاه تبریز.

۱۹- کاویانی، م. ر. (۱۳۸۰)، بررسی اقلیمی شاخص‌های خشکی و خشک‌سالی، *فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۶.

۲۰- کرباسیان، م. و قاسمی، س. (۱۳۷۸)، *کنترل کیفیت آماری با نرم افزار (I initab)*، انتشارات ارکان.

۲۱- کمالی، غ. و خزانه‌داری، ل. (۱۳۸۱)، تحلیل خشک‌سالی اخیر مشهد با بکارگیری برخی شاخص‌های خشک‌سالی، *نیوار*، شماره ۴۴ و ۴۵.

۲۲- مرادی، ح. ر. و عرفان‌زاده، ر. (۱۳۸۰)، بررسی روند خشک‌سالی و ترسالی در حوضه‌ی رود هراز، کنفرانس بحران آب، انتشارات دانشگاه زابل.

۲۳- ناظم السادات، م. ج. (۱۳۸۰)، *آیا باران می بارد*، انتشارات دانشگاه شیراز.

24-Kemp, D. (1994), *Global Environmental Issues*, Routledge.

25-McKee, T. B., N. J. Doesken and J. Kleist (1995), Drought monitoring, 9th Conference on Applied Climatology, Dallas, Texas.

26-McKee, T. B., N. J. Doesken (1993), The relationship of drought duration to time scales, 8th Conference, Anaheim, California.

- 27-Palmer, W.C. (1965), Meteorological drought, Research paper 45, Washington DC, US, Weather Bureau.
- 28-JICA, (2003), Ecosystem conservation of the Anzali Wetland ,Nipon Koeico hazards, routhlege, new york.
- 29-Smith, k., (1996), Environmental Hazard,Routhlege,Newyork.
- 30-Tornthwaite C.W. (1931), The climate of North America according to a new classification, **geographical Review**: 21.
- 31-Tornthwaith C.W. (1948), An approach towards a rational classification of climate, **geographical Review**: 38.

