



## چکیده

از جمله ویژگیهای اصلی سامانه‌های زمین تغییرات آب و هوایی است که در اثر آن در مقیاس زمانی کوتاه و بلند مدت عناصر آب و هوایی مثل دما و بارش دچار نوساناتی می‌شود. این نوسانات در برخی نواحی جهان شدید بوده و موجب اختلال در اکوسیستم‌های طبیعی می‌گردد.

خشکسالی از نوسانات آب و هوایی می‌باشد که بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک دنیا را با شدت و ضعف تحت تأثیر قرار می‌دهد. منطقه کوستانی غرب ایران به دلیل دارا بودن رژیم آب و هوایی نیمه خشک تا نیمه مرطوب از نوسانات بارشی شدیدی برخوردار بوده که در سالهای همراه با خشکسالی این حالت سبب خسارات فزاینده‌ای می‌گردد.

در این پژوهش با بکارگیری روشهای آماری تغییرات دمای هوا و بارش در منطقه غرب میانه ایران و با استفاده از داده‌های ایستگاههای سینوپتیک اراک، ایلام، خرم‌آباد، زنجان، سنندج، کرمانشاه و همدان مورد بررسی قرار گرفته و سعی شده فراوانی خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها تعیین و در نهایت رابطه آماری این دو پدیده مشخص شود. با انجام محاسبات آماری بر روی داده‌های دما و بارش ماهانه و سالانه ایستگاههای مورد مطالعه مشخص گردید. همچنین با توجه به نتایج حاصله به نظر می‌رسد بطور متوسط یک نوسان ۴ ساله در رژیم بارشی منطقه حاکم بوده و روند تغییرات آن از نوسانات تقریباً منظمی در سالهای خشک و مرطوب برخوردار است.

## مقدمه

خشکسالی از قدیم الایام یکی از بلایای طبیعی خطرناک برای زندگی بشر بوده است بطوریکه در متون تاریخی دیده می‌شود این پدیده سبب بسیاری از تحولات اجتماعی - اقتصادی مثل جنگها، قحطیها و مهاجرت‌ها بوده است. این بلایه در مناطق خشک جنب حاره مثل ایران، شمال آفریقا و آسیای میانه فراوانتر است. خشکسالی در تمام مناطق آب و هوایی اتفاق می‌افتد، از این رو با واژه «خشکی» تفاوت دارد بطوری که: «خشکی ویژگی دائمی برخی آب و هواهاست ولی خشکسالی خصیصه موقت تمام آب و هواها می‌باشد». بعلاوه آب و هوا در صورت تکرار زیاد خشکسالی، خشکتر شده و لذا در مناطق خشک احتمال وقوع آن زیاد است. هرچند عوامل زیادی برای وقوع خشکسالی در نظر گرفته می‌شود ولی از دیرباز برای بسیاری از اندیشمندان عامل اصلی خشکسالی کاهش بارش بوده است. با توجه به این توضیحات تعریف خشکسالی عبارتست از: «یک دوره با بارش کمتر از حالت متعارف که به کاهش ذخایر آبی منجر می‌شود». در این پژوهش نیز برای شناسایی دوره‌های خشک و مرطوب سالانه و ماهانه از ضرائب آماری بویژه شاخص استاندارد بارش هفت ایستگاه سینوپتیک در غرب کشور استفاده شده است. وقوع پدیده خشکسالی در یک منطقه تابعی از خصوصیات زمانی و مکانی است ولی اگر قطعه‌ای یا نقطه‌ای از مکان بصورت همگن انتخاب شود می‌توان

# مطالعه آماری خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در غرب میانه ایران

## روح اله اوجی

دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه تهران

## دکتر فرامرز خوش اخلاق

عضو هیئت علمی دانشگاه تهران

در آن از تغییرات مکانی چشم پوشی نمود و صرفاً عامل زمان را در نظر گرفت که بدین ترتیب یک سری بدست می‌آید که به تبعیت زمانی به آن اصطلاحاً سری زمانی می‌گویند. سریهای زمانی یکی از موضوعات بنیادی در مطالعات جغرافیایی است. در سریهای زمانی به دلیل اینکه قوانین علت و معلولی و روابط بین متغیرها به معنای واقعی شناخته نشده است باید از روابط صوری و ظاهری استفاده کرد. زیرا در این حالت اجباراً باید تغییرات کمی و کیفی پدیده را نسبت به زمان مورد محاسبه قرار داد و میزان ارتباط آنرا مشخص کرد. این موضوع یکی از عیوب روشهای آماری است ولی وقتی میزان احتمال وقوع یک پدیده مورد سنجش قرار گرفت، براساس آن میتوان پیش بینی هائی در حد امکان انجام داد (خوش اخلاق، ۱۳۷۷).

در دهه گذشته کشور ایران با خشکسالی‌های متعددی مواجه بوده است که خسارتهای جبران‌ناپذیر را بر منابع و ذخایر مناطق مختلف و از جمله غرب کشور وارد نموده است. از این رو در این پژوهش سیماهای وقوع خشکسالی و ترسالیها (جهت مقایسه) در غرب میانه ایران به شکل آماری مقایسه و آشکار سازی می‌گردد.

## پیشینه تحقیق

بارش اصلی ترین عنصر آب و هوایی بوده و به جهت نقش اساسی در تأمین آب شرب فعالیتهای کشاورزی و صنعتی، تغذیه آبخوانها و نیز عامل بروز پدیده‌هایی چون سیل و زمین لغزه و غیره از دیرباز بسیار مورد توجه محققان بوده است. بطوریکه نخستین نقشه بارش جهان توسط برگس (Berges) در سال ۱۸۴۱ رسم شد.

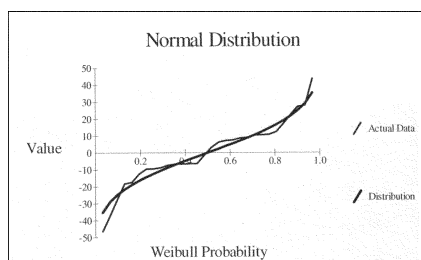
شرایط آب و هوایی و رژیم بارش بعلت موقعیت خاص جغرافیایی آن و قرار داشتن در منطقه جنب حاره همواره مورد توجه محققین بوده است. کارهای علمی بسیاری در شکل تألیف کتاب، پایان نامه و مقالات علمی در این زمینه انجام شده که می‌توان به کارهای: فرج زاده (۱۳۷۳)، خوش اخلاق (۱۳۷۷)، غیور و مسعودیان (۱۳۷۸) و... اشاره کرد. مقاله حاضر به مطالعه آمار خشکسالیها و ترسالیها در غرب میانه ایران می‌پردازد.

## مواد و روشها

برای تعیین خشکسالیها و ترسالیها آمار سالانه و ماهانه دما و بارش ایستگاههای سینوپتیک منطقه غرب میانه کشور (اراک، ایلام، سنندج، زنجان، خرم‌آباد، کرمانشاه و همدان) در یک دوره سی ساله و بصورت سال آبی از ۷۴-۱۹۷۳ تا ۲۰۰۳-۲۰۰۲ جهت بررسی انتخاب گردید. بعد از بازسازی داده‌های مفقود از طریق همبستگی با استفاده از نرم افزار SPSS ابتدا شاخص تفاضل درصدی و نمره استاندارد (Z) جهت تعیین ترسالیها و

جدول (۱): تفاضل درصدی بارش ایستگاههای منتخب

| وضعیت اقلیمی | متوسط شاخص تفاضل درصدی بارش | سال       |
|--------------|-----------------------------|-----------|
| ترسالی       | ۲۲/۱۸۲۴                     | ۱۹۷۳-۷۴   |
| ترسالی       | ۱۷/۰۹۸۶                     | ۱۹۷۵-۷۶   |
| ترسالی       | ۲۷/۹۳۱۹                     | ۱۹۸۷-۸۸   |
| خشکسالی      | -۱۹/۳۸۳۷                    | ۱۹۸۸-۸۹   |
| خشکسالی      | -۲۷/۶۱۹۹                    | ۱۹۹۰-۹۱   |
| ترسالی       | ۲۷/۱۱۸۲                     | ۱۹۹۱-۹۲   |
| ترسالی       | ۴۳/۶۹۴۴                     | ۱۹۹۴-۹۵   |
| خشکسالی      | -۱۷/۴۲۵۴                    | ۱۹۹۶-۹۷   |
| خشکسالی      | -۴۶/۵۰۹۳                    | ۱۹۹۸-۹۹   |
| خشکسالی      | -۳۷/۲۹۳۲                    | ۱۹۹۹-۲۰۰۰ |



#### نمودار (۱):

برازش تفاضل درصدی  
بارش ایستگاههای مورد  
مطالعه با توزیع نرمال

۱-۲- شاخص استاندارد بارش: یکی دیگر از روشهای شناسایی سالهای خشک یا مرطوب استفاده از شاخص استاندارد آماری می باشد که رابطه به شرح زیر است:

$$Z = \frac{P_i - \bar{P}}{SD} \quad \text{رابطه شماره (۳)}$$

در رابطه شماره (۳) Z شاخص استاندارد بارش،  $P_i$  بارش یک دوره معین،  $\bar{P}$  متوسط دراز مدت بارش و SD انحراف معیار داده ها است. بعد از محاسبه متوسط شاخص استاندارد تمام ایستگاهها در هر سال، متوسط ۳۰ ساله که عددی نزدیک به صفر (۰/۰۰۰۰۰۶) بدست آمده و از عدد انحراف معیار بعنوان معیار تشخیص ترسالی و خشکسالیها در دوره مطالعاتی استفاده شد (جدول ۲).

در منحنی توزیع نرمال شاخص استاندارد بارش کل ایستگاهها (نمودار ۲) دیده می شود که مقادیر شاخص بارش سالهای قید شده در جدول (۲) همگی در ورای احتمالات ۲۰٪ قرار داشته و میتوان آنها را جزء ترسالی یا خشکسالیها محسوب کرد.

بعلاوه بین متوسط شاخص استاندارد بارش هر سال (X) و درصد تعداد ایستگاههای دارای شاخص منفی (Y) همبستگی آماری انجام گرفت که مقادیر ذیل بدست آمد:

$$R = -0/89$$

$$Y = -37/3X + 49/5$$

رابطه شماره (۴)

با توجه به رابطه فوق اگر ۸۰ درصد ایستگاهها دارای شاخص منفی باشد متوسط شاخص استاندارد ۰/۷۷- است و اگر فقط ۲۰ درصد ایستگاهها دارای شاخص منفی باشد متوسط شاخص استاندارد ۰/۸۸

خشکسالیها و ارزیابی شدت و مدت آنها به کار گرفته شد.

داده ها با استفاده از توزیع نرمال و بکارگیری نرم افزار SMADA برازش داده شد و نیز برای مقایسه داده های بارش و دما از طریق جداول و نمودارهای مربوطه (نمودار آمبروترمیک، میانگین متحرک ۳ ساله و غیره) از نرم افزار Excell استفاده شد.

### ۱- بررسی آماری بارش منطقه مورد مطالعه

از ایستگاههای موجود در غرب کشور هفت ایستگاه اراک، همدان، ایلام، کرمانشاه، خرم آباد، سنندج و زنجان جهت بررسی انتخاب گردید. دوره آماری مربوط به سال ۱۹۷۳-۷۴ تا ۲۰۰۳-۰۲ میلادی می باشد که ۳۰ سال را در بر می گیرد و بصورت سال آبی در نظر گرفته شد. دلیل انتخاب سالها بصورت سال آبی بواسطه پیوستگی زمانی و در نتیجه ارتباط بیشتر سامانه های بارانزا طی ماههای اکتبر تا آوریل است.

#### ۱-۱- بارش سالانه

برای مشخص کردن خشکسالی یا ترسالی شاخص در طی دوره آماری از روشهای زیر استفاده شده است.

۱-۱-۱- روش تفاضل درصدی بارش: یکی از روشهای پیشنهادی توسط سازمان هواشناسی جهانی برای تحلیل بارش تفاضل نسبت به میانگین است. در این قسمت متوسط تفاضل بارش تمام ایستگاهها از رابطه (۱) برای هر سال معین محاسبه شد.

$$\text{رابطه شماره (۱)} \quad \% \Delta P = \frac{P_i - \bar{P}}{\bar{P}} \times 100$$

در این رابطه  $P_i$  متوسط بارش یک سال معین است و  $\bar{P}$  میانگین بارش دوره می باشد. برای مثال در سال ۱۹۹۸-۹۹ متوسط تفاضل درصدی بارش ایستگاههای مورد مطالعه ۴۶/۵۱- درصد نسبت به میانگین کاهش بارش داشته اند. میانگین ۳۰ ساله تفاضلهای عددی بسیار کوچک و نزدیک به صفر (۰/۰۰۰۰۱۱-) است ولی انحراف معیار آن  $SD = \pm 19/12$  می باشد.

با توجه به فرمول  $\% \Delta P \pm SD$  و در نظر گرفتن صفر بعنوان میانگین، تمامی سالهایی که تفاضل درصدی آنها بیشتر از ۲۰ و یا کمتر از ۲۰- بوده، به ترتیب به عنوان ترسالی و خشکسالی استخراج شده و در جدول شماره (۱) درج گردیدند. بعلاوه با استفاده از برازش منحنی توزیع نرمال (نمودار شماره ۱) مشخص شد که ۵ سال خشک و ۵ سال مرطوب بدست آمده و از رابطه (۱) در محدوده احتمال ۲۰ درصد بالا و پائین قرار دارند. لازم به توضیح است که مقدار احتمالات ۲۰ درصد و کمتر از طرف سازمان هواشناسی جهانی بعنوان آستانه تشخیص ترسالی و یا خشکسالی پذیرفته شده است (خوش اخلاق، ۱۳۷۷).

علاوه براین بین میانگین تفاضل درصدی بارش (Y) با درصد ایستگاههای دارای تفاضل منفی (X) آزمون همبستگی خطی انجام گرفت که رابطه آن به قرار ذیل است:

$$R = -0/88$$

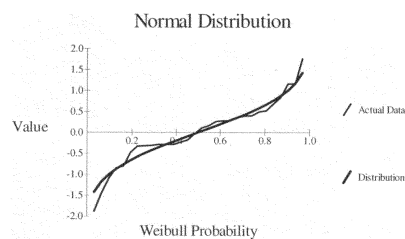
رابطه شماره (۲)

$$Y = 49/5 - 1/5X$$

خواهد بود و لذا مقدار  $Z = \pm 0.8$  در نظر گرفته شد. که با عدد قبلی که از رابطه (۳) بدست آمده همخوانی داشته و آنرا تأیید می کند.

جدول (۲): شاخص استاندارد (Z) بارش سالانه ایستگاههای منتخب

| وضعیت اقلیمی | متوسط شاخص استاندارد بارش | سال       |
|--------------|---------------------------|-----------|
| ترسالی       | ۰/۸۳۲۱                    | ۱۹۷۳-۷۴   |
| ترسالی       | ۰/۶۷۷۶                    | ۱۹۷۵-۷۶   |
| ترسالی       | ۱/۱۵۶۵                    | ۱۹۸۷-۸۸   |
| خشکسالی      | -۰/۸۵۰۳                   | ۱۹۸۸-۸۹   |
| خشکسالی      | -۱/۰۸۷۹                   | ۱۹۹۰-۹۱   |
| ترسالی       | ۱/۱۶۴۴                    | ۱۹۹۱-۹۲   |
| ترسالی       | ۱/۷۵۷۶                    | ۱۹۹۴-۹۵   |
| خشکسالی      | -۰/۸۰۰۶                   | ۱۹۹۶-۹۷   |
| خشکسالی      | -۱/۸۷۶۲                   | ۱۹۹۸-۹۹   |
| خشکسالی      | -۱/۴۵۴                    | ۱۹۹۹-۲۰۰۰ |



نمودار (۲): برازش متوسط شاخص استاندارد ایستگاههای مورد مطالعه با توزیع نرمال

## ۲-۱- بارش ماهانه

همانطور که می دانیم قسمت اعظم کشور ایران از لحاظ بارشی دارای دو فصل مرطوب و خشک کاملاً مشخص است، بطوریکه فصل آغاز بارش پائیز بوده و تا پایان دوره سرد و اواسط بهار بارشها با شدت و ضعف ادامه می یابد. دوره مرطوب در غرب ایران تقریباً مطابق با آغاز فصل سرد است و در این فصل کشور تحت تأثیر عوامل آب و هوایی برون حاره قرار می گیرد که عمدتاً عبارتند از: بادهای غربی بویژه در ارتفاع، زبانه پرفشارهای سیبری، آזור و جنب حاره، زبانه کم فشار مدیترانه و رودبار جبهه قطبی (علیچانی ۱۳۷۴). فعالیت متناوب زبانه های فشار سطح زمین و تواتر سیستمهای پشته و ناوه فوقانی سبب می گردد که متناوباً شرایط جوی مرطوب و خشک در ماههای مرطوب روی دهد. در دوره گرم بدلیل استقرار پرفشار جنب حاره که از اواخر ماه مه تقریباً قسمت اعظم کشور را فرا می گیرد سیستم های برون حاره قادر به نفوذ به ایران نبوده و لذا کمترین بارش در این دوره ریزش می کند. با این توصیف ماههای مورد مطالعه این پژوهش از اکتبر تا مه می باشد. در بررسی بارش ماهانه صرفاً از شاخص استاندارد استفاده شده که در ذیل ارائه می گردد.

۲-۱-۱- شاخص استاندارد بارش ماهانه: برای تعیین ماههای مرطوب و خشک در طی سالهای منتخب با توجه به رابطه (۲) برای هر ایستگاه در سال مربوطه محاسبات انجام گرفته و پس میانگین شاخص استاندارد، انحراف معیار (SD) و بویژه تعداد و درصد موارد منفی و مثبت محاسبه گردید، برای مثال ارقام و ضرائب مربوط به ماههای سال ۱۹۹۴-۹۵ و ۱۹۹۸-۹۹ در

جدول (۵) و (۴) ارائه شده است.

جدول (۳): خشکسالیها و ترسالیهای شاخص ماهانه

| YEAR      | av OCT | av NOV | DEC    | av JAN | av FEB | av MAR | av APR | av MAY |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ۱۹۷۳-۷۴   | -۰/۷۷۹ | -۰/۷۲۹ | -۰/۶۲۵ | ۲/۲۱۳۵ | ۱/۶۴۲۲ | ۱/۳۲۴۲ | ۰/۰۴۴۵ | -۰/۸۴۸ |
| ۱۹۷۵-۷۶   | -۰/۶۸۱ | ۰/۰۱۹۸ | ۰/۰۹۳۳ | ۰/۰۴۳۵ | ۰/۰۷۲۷ | ۰/۰۸۵۱ | ۱/۱۷۷۸ | ۰/۴۰۶۲ |
| ۱۹۸۷-۸۸   | ۳/۲۷۸۶ | -۰/۵۸۶ | ۱/۱۴۴۹ | ۰/۲۷۸۲ | ۰/۸۷۴۳ | -۰/۳۴۱ | ۰/۴۷۶  | -۱/۰۳۲ |
| ۱۹۸۸-۸۹   | -۰/۱۸۶ | -۰/۶۱۶ | -۲۸-۰  | -۰/۱۸۲ | -۰/۲۲۴ | ۰/۷۷۰۲ | -۱/۲۸۴ | -۰/۶۱۵ |
| ۱۹۹۰-۹۱   | ۰/۰۵۴۹ | -۰/۸۰۷ | -۱/۰۶۶ | -۰/۲۳۶ | ۰/۲۷۶۶ | ۰/۴۱۹۷ | -۰/۶۹۷ | -۰/۹۶۲ |
| ۱۹۹۱-۹۲   | ۰/۲۰۷۸ | -۰/۶۳۸ | ۱/۵۳۳۱ | -۰/۳۷۶ | ۰/۹۲۲۹ | ۰/۷۰۸۹ | ۰/۰۴۸۶ | ۱/۲۶۱۳ |
| ۱۹۹۴-۹۵   | ۱/۲۲۶  | ۳/۵۰۱۳ | -۰/۳۸۶ | -۱/۶۸۱ | -۰/۲۳  | -۱/۰۵۷ | ۰/۸۶۴۴ | ۱/۵۰۰۸ |
| ۱۹۹۶-۹۷   | -۰/۴۲۹ | -۰/۷۵۵ | -۰/۲۶۳ | -۰/۳۴۵ | -۱/۲۶۴ | ۰/۴۲۷۸ | ۰/۶۱۸۲ | -۰/۱۷  |
| ۱۹۹۸-۹۹   | -۰/۴۴۵ | -۰/۵۴۵ | -۱/۷۱۶ | ۰/۱۶۲۴ | -۰/۳۳  | -۱/۲۶۹ | -۰/۸۱۵ | -۰/۹۵  |
| ۱۹۹۹-۲۰۰۰ | -۰/۵۱۱ | -۰/۱۹  | -۰/۷۱۳ | ۰/۳۰۶۷ | -۱/۰۶۲ | -۰/۴۵۷ | -۰/۸۹۸ | -۱/۰۴۶ |

جدول (۴): شاخص استاندارد بارش ماهانه در سال ۱۹۹۸-۹۹ (خشکسالی)

|                      | OCT.  | NOV.  | DEC.  | JAN.  | FEB.  | MAR.  | APR.   | MAY.  |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| متوسط نمره استاندارد | ۰/۴۴۵ | -۰/۵۵ | -۱/۷۱ | ۰/۱۶۲ | -۰/۳۳ | -۱/۲۷ | -۰/۸۱۴ | -۰/۹۵ |
| انحراف معیار         | ۰/۴۴۶ | ۰/۱۹۶ | ۰/۵۴  | ۰/۶۸  | ۰/۳۵  | ۰/۳۸  | ۰/۴۷   | ۰/۰۸۹ |
| تعداد موارد منفی     | ۶     | ۷     | ۷     | ۳     | ۶     | ۷     | ۶      | ۷     |
| تعداد موارد مثبت     | ۱     | ۰     | ۰     | ۴     | ۱     | ۰     | ۱      | ۰     |
| درصد موارد منفی      | ۸۵/۷  | ۱۰۰   | ۱۰۰   | ۴۲/۸۶ | ۸۵/۷  | ۱۰۰   | ۸۵/۷   | ۱۰۰   |
| درصد موارد مثبت      | ۱۴/۳  | ۰     | ۰     | ۵۷/۱۴ | ۱۴/۳  | ۰     | ۱۴/۳   | ۰     |

## ۲- بررسی رژیم بارش و دمای هوا در ایستگاههای مورد مطالعه

### ۲-۱- بررسی نمودار آمبروترمیک ماهانه ایستگاههای مورد مطالعه

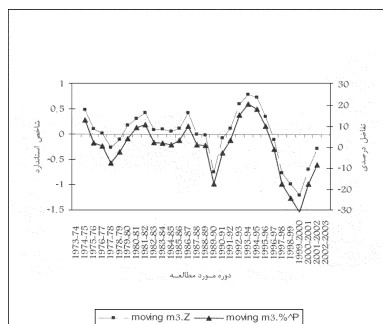
نمودار (۳)، نمودار آمبروترمیک ماهانه ایستگاههای مورد مطالعه می باشد. در این نمودار میانگین ماهانه دمای هوا نسبت به میانگین ماهانه بارش در طول دوره آماری مورد بررسی قرار گرفته است. همانگونه که ملاحظه می شود از میانه ماه مه - اکتبر دما بر بارش فزونی دارد. لذا این قسمت دوره خشک محسوب می شود که دلیل آن حاکمیت پرفشار جنب حاره ای می باشد. ولی در نمودار (۴) آمبروترمیک سال ۱۹۹۸-۹۹ (خشکسالی) نشانگر گسترش دوره خشک و نمودار (۵) آمبروترمیک سال ۱۹۹۴-۹۵ (ترسالی) نشاندهنده محدود شدن آن می باشد.

جدول (۵): شاخص استاندارد بارش ماهانه در سال ۱۹۹۴-۹۵ (ترسالی)

|                      | OCT. | NOV. | DEC.  | JAN.  | FEB.   | MAR.  | APR.  | MAY.  |
|----------------------|------|------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| متوسط نمره استاندارد | ۱/۲۳ | ۳/۵  | -۰/۳۹ | -۱/۶۸ | -۰/۲۲۹ | -۱/۰۶ | ۰/۸۶  | ۱/۵۰۱ |
| انحراف معیار         | ۰/۶۹ | ۰/۷۱ | ۰/۵۴  | ۰/۳۴  | ۰/۴    | ۰/۵۳  | ۰/۸   | ۰/۸۳  |
| تعداد موارد منفی     | ۰    | ۰    | ۶     | ۷     | ۵      | ۷     | ۲     | ۰     |
| تعداد موارد مثبت     | ۷    | ۷    | ۱     | ۰     | ۲      | ۰     | ۵     | ۷     |
| درصد موارد منفی      | ۰    | ۰    | ۸۵/۷  | ۱۰۰   | ۷۱/۴۳  | ۱۰۰   | ۲۸/۵۷ | ۰     |
| درصد موارد مثبت      | ۱۰۰  | ۱۰۰  | ۱۴/۳  | ۰     | ۲۸/۵۷  | ۰     | ۷۱/۴۳ | ۱۰۰   |

تغییرات تقریباً دوره‌ای (Periodic) هستند.

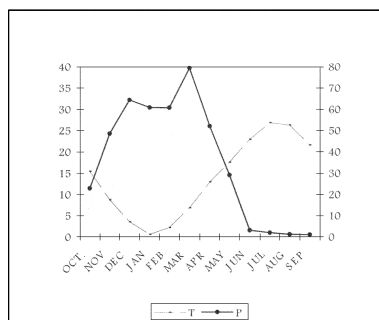
ذکر دو نکته مهم در این بررسی‌ها لازم است: اولاً در خلال دوره‌های متوسط خشک یا مرطوب وقوع ترسالی یا خشکسالی شدید به دلیل عملکرد و برهمکنش ساز و کارهای جوی بسیار محتمل بوده و ثانیاً بطور متوسط بعد از هر خشکسالی (ترسالی) شدید در فاصله ۳ تا ۶ سال یک ترسالی (خشکسالی) شدید رخ می‌دهد، که این ویژگی می‌تواند بعنوان یک پدیده پیش‌یاب (Peredictor) مورد استفاده قرار گیرد. برای مثال خشکسالی ۹۱-۱۹۹۰ بعد از ترسالی ۸۸-۱۹۸۷ و یا خشکسالی ۹۹-۱۹۹۸ بعد از ترسالی ۹۵-۱۹۹۴ و نیز ترسالی شدید ۹۵-۱۹۹۴ بعد از خشکسالی ۹۱-۱۹۹۰ تکرار شده است. نتیجه دیگری که با توجه به قوانین احتمالات بدست می‌آید این است که دوره برگشت وقوع خشکسالی و ترسالی در غرب ایران بطور متوسط ۴ سال یکبار است (احتمال ۲۵ درصد) که با مقادیر مورد پذیرش سازمان هواشناسی جهانی و دیگر مؤسسات معتبر هماهنگی دارد. نکته مهمی که در بررسی داده‌های بارش منطقه مورد مطالعه وجود دارد اینست که خشکسالیها و ترسالیها در دهه آخر دوره شدت بیشتری به خود گرفته که شاید بتوان آنرا در اثر تغییرات آب و هوایی بواسطه گرمایش جهانی، جابجایی نسبی مراکز عمل جوی مثل پرفشار آזור و کم فشار ایسلند، گرمتر شدن اقیانوسهای حاره‌ای و فراوانی بیشتر پدیده النینو نسبت به لانینا از طریق پیوند از دور ریشه یابی کرد که ارائه نظر قطعی نیازمند تحقیقات بیشتری می‌باشد.



نمودار (۷): روند  
۳۰ ساله میانگین بارش  
ایستگاههای مورد مطالعه

## منابع

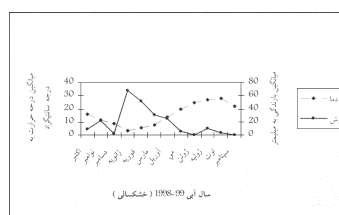
- ۱- خوش اخلاق، فرامرز، بررسی خشکسالیهای فراگیر ایران با استفاده از تحلیلهای سینوپتیکی، رساله دکتری، دانشگاه تبریز، ۱۳۷۷، تبریز.
- ۲- خوش اخلاق، فرامرز، بررسی الگوهای ماهانه خشکسالی و ترسالی در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، مؤسسه عاشورا، شماره ۴۵، ۱۳۷۶م.ش.
- ۳- علیزاده، امین، اصول هیدرولوژی کاربردی، آستان قدس رضوی (دانشگاه امام رضا)، چاپ دوازدهم، ۱۳۷۹، مشهد.
- ۴- سایت اینترنتی سازمان هواشناسی [www.irimet.net/drought](http://www.irimet.net/drought)
- ۵- غلامرضا براتی و ایرج حیدری، رده بندی منابع رطوبت بارشهای غرب ایران (سال آبی ۸۵-۱۹۸۴)، مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، ۱۳۸۲، اصفهان.
- ۶- علیجانی، بهلول و کاویانی، محمدرضا، مبانی آب و هواشناسی، انتشارات سمت، ۱۳۷۴، تهران.



نمودار (۳):  
آمبروترمیک برای  
ایستگاههای مورد مطالعه

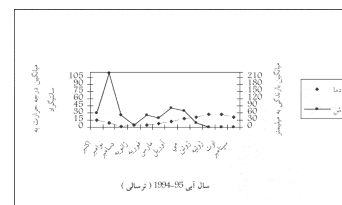
## ۲-۲- بررسی روند تغییرات دما و بارش در طول دوره آماری

نمودار (۶) میانگین روند ۳۰ ساله تغییرات دمای هوا و میزان بارش را در ایستگاههای مورد مطالعه نشان می‌دهد. نمودار مذکور نشانگر رابطه معکوسی بین دما و بارش طی سالهای مورد مطالعه است به نحوی که بارش در طول دوره آماری دارای روندی کاهشی و دما از روند افزایشی برخوردار می‌باشد. همچنین در سالهای مرطوب دما دچار کاهش شده و به عبارت دیگر با افزایش دما در هر سال کاهش بارش را شاهد هستیم.

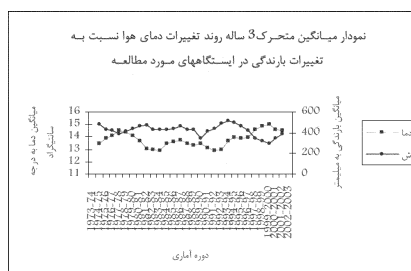


نمودار (۴):  
آمبروترمیک ماهانه  
ایستگاههای مورد مطالعه

نمودار (۵):  
آمبروترمیک ماهانه  
ایستگاههای مورد مطالعه



نمودار (۶): روند  
تغییرات دما نسبت به بارندگی  
در دوره آماری



## ۳- نتایج کلی بررسی آماری بارش

در طی سالهای مورد مطالعه در این پژوهش مشخص می‌شود که دوره‌های خشکسالی و ترسالی متناوباً رخ داده است ولی بطور متوسط از سال ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۶ یک دوره ترسالی و دوباره یک دوره خشک از سال ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۲ رخ داده است. به نظر می‌رسد در ایستگاههای مورد مطالعه نوسانات ۵ ساله بارش حاکم بوده و روند تغییرات آن از نوسانات تقریباً منظمی نسبت به میانگین بارش برخوردار است که میتوان اذعان کرد این

