

تعیین میزان خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در استان کرمان

محمود سالاری^۱، اصغر طیبیان^۲

۱- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سیرجان

۲- شرکت آب منطقه‌ای کرمان

چکیده

منطقه کرمان گرچه در مجموع به عنوان بخشی از فلات ایران، اقلیم خشک تا فراخشک دارد ولی با این وجود عواملی از قبیل ارتفاع، رطوبت و جبهه های هوایی ورودی به منطقه موجب تغییراتی نه چندان زیاد می گردند و اقلیم های خشک و ندرتاًمدیترانه‌ای در ارتفاعات کوههای جبال بارز و لاله زار قابل رویت می باشند. به منظور تعیین خشکسالی هواشناسی استان کرمان به زیر حوضه‌های آبریز مناسب تقسیم واز روش توزیع آماری ارزیابی نقطه ای انجام میگردد و همچنین ارزیابی منطقه ای نیز با روش‌های شاخص توزیع استاندارد، میانگین حسابی و میانه نسبت‌ها بررسی شده است. بدین منظور در این تحقیق ضمن انتخاب ایستگاههای باران‌سنجی با توزیع مناسب و دارای آمار بلندمدت، دوره های خشکسالی هواشناسی برای ۳۹ سال ۸۶-۱۳۴۷ تعیین شده است. بررسیها نشان داد در منطقه طول دوران خشکسالی بیشتر از دوران ترسالی میباشد. همچنین با انتخاب ایستگاه هیدرومتری شاخص دارای آمار قابل قبول و تعمیم آمار آنها به چهارحوضه آبریزکوپرلوت، جازموریان، کویر دره‌انجیر و کویر ابرقو سیرجان، مشخص شد. از سال ۷۹-۱۳۷۸ منطقه کرمان وارد خشکسالی هیدرولوژیکی شده که تا سال ۸۷-۱۳۸۶ همچنان ادامه داشته ودر این مدت کمبودتولید جریان سطحی نسبت به متوسط بلندمدت معادل ۱۸ میلیارد مترمکعب تعیین شده است. وسالهای ۴۸-۴۷، ۷۹-۷۸، ۸۵-۸۴ و ۸۷-۸۶ خشکترین سالها بوده اند ودر اکثر سالها بخشی از استان، خشکسالی با دوره بازگشت های متفاوت را نیز، تحمل نموده است.

واژگان کلیدی: خشکسالی هواشناسی، خشکسالی هیدرولوژیکی، حوضه‌های آبریز، رودخانه شاخص، کرمان

مقدمه

در استان کرمان براساس آمار موجود فوق العاده متغیر بوده است و خشکسالی های سالهای ۴۵-۴۴، ۷۸-۷۹، ۸۵-۸۴ و ۸۷-۸۶ کل استان کرمان راتحت تأثیر قرار داده و بر اساس سوابق موجود بعنوان گسترده‌ترین خشکسالی ها شناخته شده اند.

استان کرمان به واسطه موقعیت مکانی خود شاهد وقوع خشکسالی های متوالی میباشد. بطوریکه طول دوران خشکسالی به مراتب بیشتر از طول دوران ترسالی واز طرف دیگر شدت سال‌های تر، بیشتر از شدت سالهای خشک میباشد. براساس بررسی‌های بعمل آمده درصد نواحی تحت تأثیرخشکسالی

یکی از مشخصه‌های بارز توپوگرافی استان کرمان اختلاف ارتفاع زیاد بین بلندترین نقطه آن (قله چهل‌تن در منطقه هزار با ارتفاع ۴۶۶۵ متر) و پست‌ترین نقطه آن (واقع در کویر لوت با ارتفاع کمتر از ۲۰۰ متر) می‌باشد که این امر به نوبه خود موجب تنوع آب و هوایی شدید در استان کرمان از هوای بسیار سرد تا گرم و خشک در کویر لوت و حاشیه هامون جازموریان شده است. ارتفاعات فوق، سطح استان را به چهار حوضه آبریز اصلی در داخل فلات مرکزی ایران و یک حوضه آبریز دیگر که به خلیج فارس می‌ریزند تقسیم می‌کند. که در مجموع شامل ۴۶ محدوده مطالعاتی می‌شوند. منطقه کرمان گرچه در مجموع به عنوان بخشی از فلات ایران، اقلیم خشک تا فراخشک دارد ولی با این وجود عواملی از قبیل ارتفاع، رطوبت و جبهه‌های هوایی ورودی به منطقه موجب تغییراتی نه چندان زیاد در این طبقه‌بندی کلی می‌گردند و اقلیم‌های نیمه‌خشک و ندرتاً مدیترانه‌ای در ارتفاعات کوه‌های جبال بارز و لاله‌زار قابل رؤیت می‌باشند. همچنین بالابودن ضریب تغییرات بارندگی سالانه در منطقه جنوب شرق و کرمان و در نتیجه تغییرات شدیدسال به سال جریان‌های سطحی از ویژگی‌های منطقه است. [7] به منظور تعیین خشکسالی هواشناسی، کلیه ایستگاه‌های باران سنجی، برف‌سنجی و تبخیرسنجی تحت مسئولیت وزارت نیرو و همچنین ایستگاه‌های باران سنجی، کلیماتولوژی و سینوپتیک سازمان هواشناسی کرمان شناسائی شد. همچنین آمار ۳۹ ایستگاه هیدرومتری فعال تجزیه و تحلیل گردید.

جهت مطالعات خشکسالی از دیدگاه هواشناسی از بین ایستگاه‌های باران سنجی موجود ۴۴ ایستگاه که دارای

آمار لازم جهت انجام محاسبات بوده و همچنین در زیرحوضه‌های استان کرمان دارای پراکندگی مناسب بودند و برای بررسی‌های هیدرولوژیکی چهار ایستگاه هیدرومتری شاخص واقع در چهار حوضه اصلی درجه دو انتخاب و پس از بررسی وضعیت دوره آماری و میزان دقت و صحت در اندازه‌گیری‌های آنها موردتوجه واقع شدند [5] حوضه آبریز هامون جازموریان بعلت تغییر محسوس بارندگی آن در سطح حوضه به دو بخش هامون جازموریان شمال غربی و هامون جازموریان جنوب شرقی به ترتیب با مساحت‌های ۱۲۹۸۲ و ۱۸۷۶۲ کیلومترمربع تقسیم گردید (شکل ۱). این تحقیقات براساس آمار بارش ایستگاه‌های منتخب در مقیاس سالانه و برای دوره هماهنگ ۳۷ ساله (۴۸-۱۳۴۷ لغایت ۸۴-۱۳۸۳) انجام گردید. میانگین ۳۷ ساله بارندگی سالانه این ایستگاه‌ها از ۲۹/۸ میلی‌متر در ایستگاه شهداد تا ۴۵۱/۸ میلی‌متر در ایستگاه خرمشاهی متغیر می‌باشد.

ارزیابی نقطه‌ای خشکسالی هواشناسی

در این بررسی جهت انجام ارزیابی نقطه‌ای از روش توزیع آماری استفاده شده است:

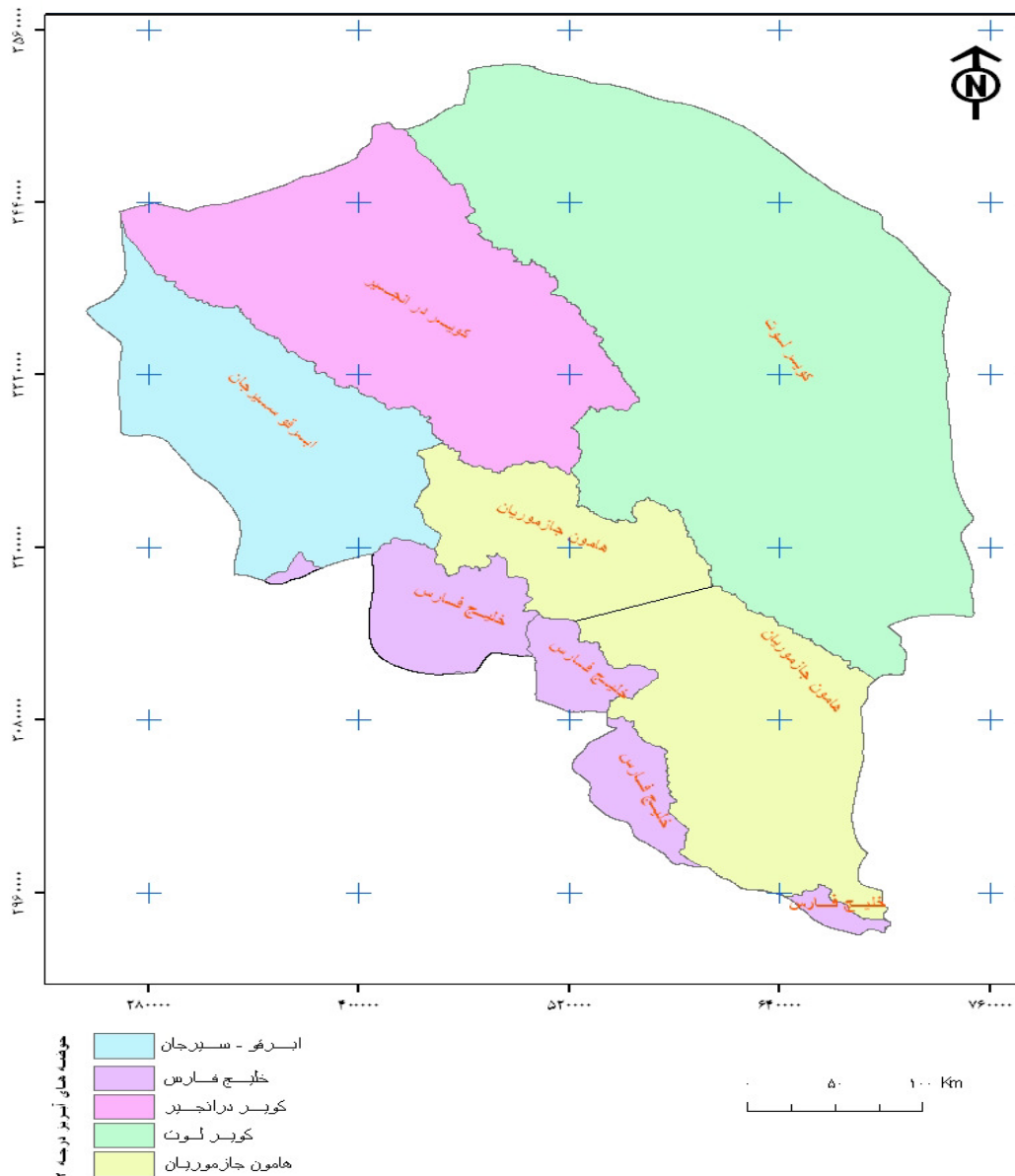
روش توزیع آماری

برای مقادیر بارندگی سالانه کلیه ایستگاه‌های باران‌سنجی منتخب از طریق مدلسازی آماری ابتدا توزیع‌های مختلف آماری به سری داده‌ها برازش و از بین آنها بهترین توزیعی که مناسب‌ترین برازش را بر داده‌ها داشت، انتخاب گردید.

سپس نسبت مقدار بارش به ازای دوره بازگشت‌های مختلف به متوسط بارش درازمدت همان ایستگاه و براساس توزیع برتر بدست آمد. نتایج این محاسبات در جدول شماره ۱ ارائه شده است. نسبت‌های بدست

متوسط درازمدت بارش آن ایستگاه حادث گردد. بنابراین با استفاده از این جدول و با مشاهده میزان بارشی که در هر سال اتفاق افتاده می‌توان دوره بازگشت کم‌بارشی به وقوع پیوسته در هر کدام از ایستگاهها را تعیین نمود.

آمده برای هر ایستگاه بعنوان معیارهای نقطه‌ای قابل ارائه می‌باشند. بطور مثال برای ایستگاه کرمان از این جدول می‌توان چنین استنتاج نمود: یک خشکسالی اقلیمی با دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ ساله هنگامی اتفاق می‌افتد که به ترتیب بارشی معادل ۰/۹۷، ۰/۷۴، ۰/۶۴، ۰/۵۵، ۰/۴۶ و ۰/۴۱



شکل ۱- موقعیت حوضه‌های آبریز درجه دو استان کرمان

جدول ۱ - نسبت بارش به ازای دوره بازگشت های مختلف به متوسط بارش برای ایستگاه های منتخب

به تفکیک حوضه های درجه دو واقع در استان کرمان

حوضه	دوره بازگشت						توزیع برتر
	۱۰۰	۵۰	۲۰	۱۰	۵	۲	
حوضه آبریز هامون جازموریان شمال غربی	حسین آباد	۰/۳۴	۰/۳۶	۰/۴۱	۰/۴۷	۰/۵۵	۰/۸۳
	میانده (جیرفت)	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۳۲	۰/۴۳	۰/۵۷	۰/۹۱
	سلطانی	۰/۳۱	۰/۳۶	۰/۴۵	۰/۵۴	۰/۶۷	۰/۹۷
	خرمشاهی	۰/۲۵	۰/۳۰	۰/۳۹	۰/۴۹	۰/۶۲	۰/۹۴
	دهرود	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۳۲	۰/۴۲	۰/۵۷	۰/۹۱
	فتح آباد اسفندقه	۰/۲۰	۰/۲۷	۰/۳۷	۰/۴۷	۰/۶۰	۰/۹۲
	جمیل آباد	۰/۳۰	۰/۳۷	۰/۴۷	۰/۵۶	۰/۶۹	۰/۹۷
	بافت	۰/۲۶	۰/۳۲	۰/۴۲	۰/۵۲	۰/۶۶	۰/۹۵
	دولت آباد اسفندقه	۰/۳۴	۰/۳۹	۰/۴۷	۰/۵۶	۰/۶۸	۰/۹۵
	کیسکان	۰/۱۱	۰/۲۱	۰/۳۷	۰/۵۱	۰/۶۸	۱/۰۰
دلفار	۰/۲۲	۰/۲۷	۰/۳۶	۰/۴۵	۰/۵۹	۰/۹۲	
حوضه آبریز هامون جازموریان جنوب شرقی	کهنوج	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۳۰	۰/۴۱	۰/۵۶	۰/۹۲
	کهنک شیبانی	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۳۲	۰/۴۷	۰/۸۸
	دشتکوج	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۳۰	۰/۴۰	۰/۵۴	۰/۹۱
	خرپشت	۰/۱۸	۰/۲۳	۰/۳۲	۰/۴۱	۰/۵۶	۰/۹۲
چشمه شاه	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۲۴	۰/۳۳	۰/۴۷	۰/۸۷	
حوضه آبریز کویر لوت	شهداد	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۲۶	۱/۱۹
	سیمک	۰/۴۲	۰/۴۷	۰/۵۵	۰/۶۳	۰/۷۳	۰/۹۷
	سیرج	۰/۳۲	۰/۳۷	۰/۴۶	۰/۵۵	۰/۶۷	۰/۹۵
	گلباف	۰/۳۴	۰/۳۸	۰/۴۶	۰/۵۳	۰/۶۴	۰/۹۱
	بم	۰/۱۸	۰/۲۳	۰/۳۲	۰/۴۲	۰/۵۷	۰/۹۴
	چهارفرسخ	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۲۳	۰/۳۲	۰/۴۷	۰/۸۷
	رحمت آباد ریگان	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۳۳	۰/۴۱	۰/۵۳	۰/۸۵

تعیین میزان خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در استان کرمان

ادامه جدول ۱ - نسبت بارش به ازای دوره بازگشت های مختلف به متوسط بارش برای ایستگاه های منتخب به تفکیک حوضه های

درجه دو واقع در استان کرمان

حوضه	دوره بازگشت						ایستگاه
	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	
حوضه آبریز کویر در انجیر	کرمان	۰/۹۷	۰/۷۴	۰/۶۴	۰/۵۵	۰/۴۶	۰/۴۱
	هجین	۰/۹۷	۰/۶۹	۰/۵۷	۰/۴۷	۰/۳۷	۰/۳۰
	مردایه	۱/۰۰	۰/۷۰	۰/۵۴	۰/۴۲	۰/۲۷	۰/۱۷
	انار	۰/۹۷	۰/۶۴	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۵
	رفسنجان	۰/۹۵	۰/۷۰	۰/۵۹	۰/۵۱	۰/۴۳	۰/۳۸
	سیریز	۰/۹۵	۰/۶۹	۰/۵۸	۰/۵۰	۰/۴۲	۰/۳۷
	زرند	۰/۹۷	۰/۷۸	۰/۷۰	۰/۶۴	۰/۵۸	۰/۵۴
	کوه بنان	۰/۹۷	۰/۷۳	۰/۶۲	۰/۵۴	۰/۴۶	۰/۴۱
	جعفرآباد	۰/۹۵	۰/۶۹	۰/۵۸	۰/۵۰	۰/۴۲	۰/۳۷
جرجافک	۱/۰۰	۰/۷۳	۰/۵۸	۰/۴۶	۰/۳۳	۰/۲۴	
حوضه آبریز کویر ابرقو و سیرجان	رونیز علیا	۰/۹۲	۰/۶۵	۰/۵۴	۰/۴۷	۰/۴۰	۰/۳۶
	جهان آباد بختگان	۰/۹۸	۰/۶۷	۰/۵۲	۰/۴۰	۰/۲۷	۰/۱۹
	خاتون آباد	۰/۹۵	۰/۶۶	۰/۵۳	۰/۴۴	۰/۳۵	۰/۲۹
	فیروز آباد	۱/۰۰	۰/۶۸	۰/۵۲	۰/۳۸	۰/۲۳	۰/۱۲
	شهر بابک	۱/۰۰	۰/۷۵	۰/۶۳	۰/۵۲	۰/۴۰	۰/۳۲
	سیرجان	۰/۹۳	۰/۵۷	۰/۴۲	۰/۳۱	۰/۲۰	۰/۱۳
حوضه آبریز خلیج فارس کرمان	دره شور	۰/۹۱	۰/۵۱	۰/۳۴	۰/۲۲	۰/۰۹	۰/۰۲
	زهمکان	۰/۹۰	۰/۵۰	۰/۳۳	۰/۲۱	۰/۰۹	۰/۰۱
	معدن آسمینون	۰/۸۸	۰/۴۸	۰/۳۳	۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۱۱
	شاهماران	۰/۸۸	۰/۵۸	۰/۴۷	۰/۳۹	۰/۳۲	۰/۲۸
	فاریاب	۰/۸۷	۰/۴۷	۰/۳۱	۰/۱۹	۰/۰۸	۰/۰۲

۱- روش شاخص توزیع استاندارد

در هر دو حالت ذکر شده فوق چنانچه شاخص توزیع استاندارد را به عنوان سطح برش یا معیار شناسایی وقایع خشکسالی از میان سری آماری موجود بپذیریم در اینصورت وضعیت خشک یا ترسالی ۳۷ ساله آماری ۴۸-۴۷ لغایت ۸۴-۸۳ برای زیرحوضه‌ها و کل استان مطابق جدول شماره (۲) ارائه می‌شود. براساس نتایج حاصل از این جدول برای مثال درحوضه کویرلوت ۱۰/۸ درصد مواقع از دیدگاه هواشناسی و براساس شاخص توزیع استاندارد وضعیت حوضه خیلی مرطوب بوده ضمناً ۲/۷ درصد مواقع با خشکی حاد مواجه بوده‌ایم [۳].

چنانچه محدوده مطالعه را کل استان کرمان در نظر بگیریم آنگاه ۱۶/۲ درصد مواقع وضعیت استان نسبتاً خشک بوده است.

حسن استفاده از روش برازش توزیع‌های تئوریک بر روش میانگین متحرک آن است که علاوه بر دستیابی به نتایج نقطه‌ای و مستقل برای هر کدام از ایستگاه‌ها در شناسایی دوره‌ها و پدیده‌های خشک و تر از طریق بی‌بعد کردن نتایج نقطه‌ای، امکان منطقه‌ای کردن نتایج نیز فراهم می‌گردد.

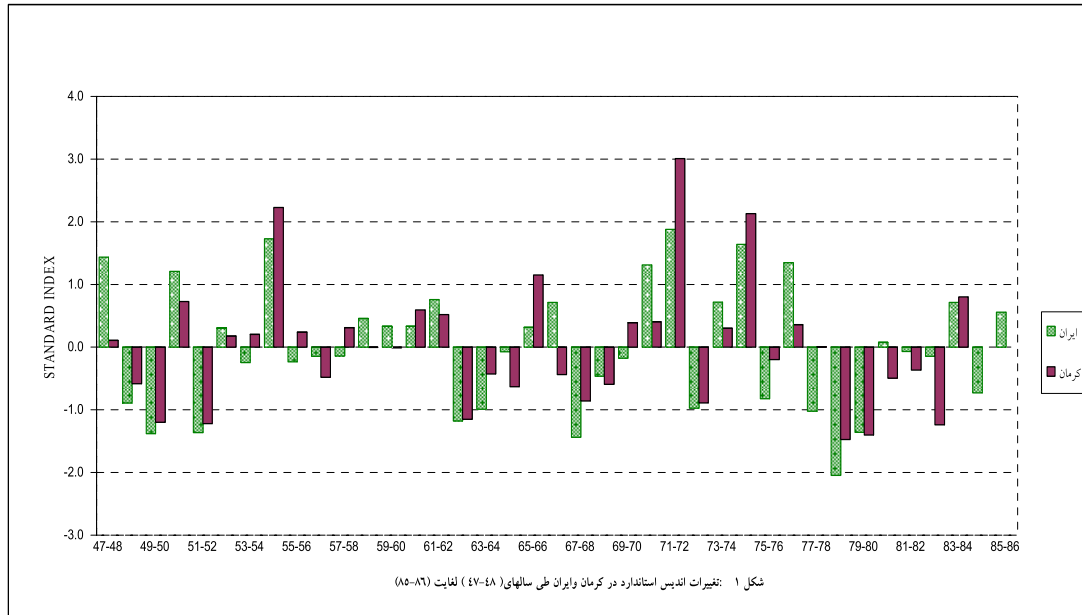
ارزیابی منطقه‌ای خشکسالی هواشناسی

در این قسمت یکبار کل محدوده استان کرمان به شش زیرحوضه مستقل از هم تقسیم و با استفاده از آمار درازمدت ایستگاه‌هایی که در آن زیرحوضه قرار می‌گیرد سری درازمدت میانگین زیرحوضه محاسبه شد. این سری در محاسبات بعدی مبنای عملیات قرار گرفت. باردیگر کل محدوده استان کرمان بعنوان یک بخش منفرد در نظر گرفته شده و از آمار بلندمدت ۴۴ ایستگاه منتخب، سری بلندمدت میانگین استان استخراج و محاسبات بر روی این سری به روش‌های زیر انجام گرفت:

جدول ۲ - فراوانی وقوع خشک یا ترسالی ۳۷ ساله آماری ۴۸-۴۷ لغایت ۸۴-۸۳ به تفکیک زیرحوضه‌ها

و کل استان کرمان براساس شاخص توزیع استاندارد (برحسب درصد)

معیار توصیفی نام زیرحوضه	کاملاً خشک	خشکی شدید	نسبتاً خشک	نزدیک میانگین	نسبتاً مرطوب	خیلی مرطوب	کاملاً مرطوب
هامون جازمورین شمال غربی	۰	۲/۷	۱۳/۵	۷۳/۰	۲/۷	۲/۷	۵/۴
هامون جازموریان جنوب شرقی	۰	۰	۱۶/۲	۶۷/۶	۵/۱	۲/۷	۸/۱
کویر لوت	۰	۵/۴	۵/۴	۷۳/۰	۲/۷	۱۰/۸	۲/۷
کویر درانجیر	۲/۷	۰	۱۰/۸	۷۰/۳	۲/۷	۱۰/۸	۲/۷
کویر ابرقو سیرجان	۰	۵/۴	۱۰/۸	۶۷/۶	۸/۱	۲/۷	۵/۴
خلیج فارس	۰	۰	۱۸/۹	۷۰/۳	۲/۷	۰	۸/۱
استان کرمان	۰	۰	۱۶/۲	۷۳/۰	۲/۷	۰	۸/۱



شکل ۱ - اندیس توزیع استاندارد را در مورد بارندگی سالانه استان کرمان و ایران نشان می‌دهد. همانطوریکه در شکل نشان داده شده است استان کرمان از سال (۷۸-۷۹) به بعد مداوماً با خشکسالی مواجه بوده که شدت آن در سالهای (۷۸-۷۹) ، (۸۵-۸۶) و (۸۶-۸۷) در طول سه دهه گذشته بی‌سابقه بوده است. اما برای سال آبی ۷۷-۷۸ با وجودیکه کشور شرایط خشکسالی را تحمل نموده است، منطقه کرمان در شرایط میانگین بوده است.

روش توزیع آماری

از آنجایی که شاخص توزیع استاندارد بر فرض نرمال بودن توزیع آماری سری بارش ایستگاه‌ها استوار بوده و از جدول نرمال استاندارد بعنوان معیار تعریف خشکسالی استفاده می‌شود لذا تنها بعنوان روشی ساده و سریع جهت بررسی وضعیت خشکسالی و تعیین شدت آن معرفی و ارائه شد. در این تحقیقات با توجه به نرمال نبودن توزیع آماری اغلب ایستگاه‌ها (نتایج جدول ۱) لازم است تا معیار جدیدی برای وجود یا عدم وجود خشکسالی و بررسی شدت آن مشخص شود.

روش میانگین حسابی

در این روش کل محدوده تحت مطالعه بعنوان یک بخش منفرد در نظر گرفته شده و با تعیین میانگین آماری بلندمدت ۴۴ ایستگاه منتخب، سری بلندمدت میانگین استان استخراج شد. بر این سری آماری توزیع‌های مختلف برازش و بهترین توزیع آماری که گامای دوپارامتری است، انتخاب شد. سپس نسبت بارش منطقه در دوره بازگشت‌های مختلف به میانگین بلندمدت بارش منطقه تعیین شد. نتایج محاسبات به شرح زیر بعنوان معیار خشکسالی در استان کرمان ارائه می‌شود [۴].

جدول ۳- تعیین دوره برگشت خشکسالی کل استان کرمان براساس میانگین بلند مدت بارش ایستگاه های منتخب

دوره برگشت	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	توزیع برتر
استان کرمان	۰/۹۶	۰/۶۹	۰/۵۸	۰/۴۹	۰/۴۰	۰/۳۵	گامای دوپارامتری

از جداول فوق می توان چنین استنتاج کرد که یک خشکسالی اقلیمی با دوره بازگشت های ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ ساله در استان کرمان هنگامی اتفاق می افتد که به ترتیب بارشی معادل ۰/۹۶، ۰/۶۹، ۰/۵۸، ۰/۴۹، ۰/۴۰ و ۰/۳۵ میانگین بلندمدت بارش متوسط ۴۴ ایستگاه منتخب استان کرمان حادث گردد.

روش میانه نسبت ها

در این روش که هدف دستیابی به یک سطح برش (معیار) منطقه ای برای خشکسالی است بدین ترتیب عمل شده است که ابتدا با توجه به نتایج حاصل از برازش توزیع های مختلف در ارزیابی نقطه ای روی

هرکدام از ایستگاه های منتخب استان جدول شماره ۱ نسبت بارش سالانه در دوره بازگشت های مختلف به متوسط بلندمدت بارش سالانه ایستگاه های منتخب محاسبه شد. سپس میانه این نسبت ها در هر کدام از دوره بازگشت ها تعیین شد. لازم به ذکر است که این روش با روش منطقه ای کردن حداکثر سیلاب قابل مقایسه است. نتایج این محاسبات که بعنوان معیار دیگر تعیین خشکسالی و شدت آن در استان کرمان قابل استفاده می باشد در جدول شماره ۴ ارائه شده است.

جدول ۴- تعیین دوره برگشت خشکسالی کل استان کرمان براساس روش میانه ایستگاه های منتخب

دوره برگشت	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰
استان کرمان	۰/۹۵	۰/۶۴	۰/۵۱	۰/۴۰	۰/۲۹	۰/۲۴

معیار روش میانه نسبت ها که در منطقه ای کردن حداکثر سیلابها هم مکرراً استفاده می شود بعنوان معیار برتر برای بررسی خشکسالی در استان کرمان معرفی می شود.

پس از اینکه سطح برش انتخاب شد فاکتور بعدی درانجام ارزیابی منطقه ای خشکسالی، سطح بحرانی است که این سطح معادل واحد در نظر گرفته شد.

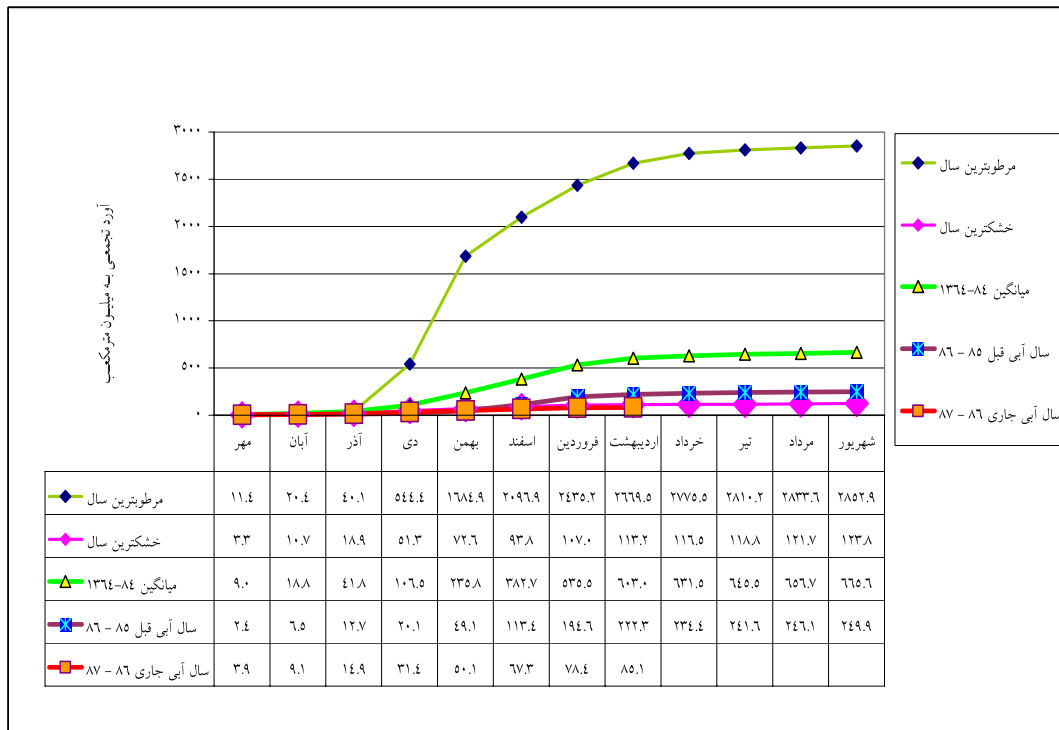
وضعیت خشکسالی هید رولوژیکی جاری منطقه کرمان در سالهای مهر ۷۸ لغایت اردیبهشت ۸۷

میزان ریزش های جوی سال آبی ۸۶-۱۳۸۵ در مقایسه با مدت مشابه سال آبی ۸۵-۱۳۸۴ قبل، به غیر از شهرهای بردسیر و شهربابک افزایش و نسبت به متوسط بلند مدت فقط در بم افزایش و دربقیه مناطق

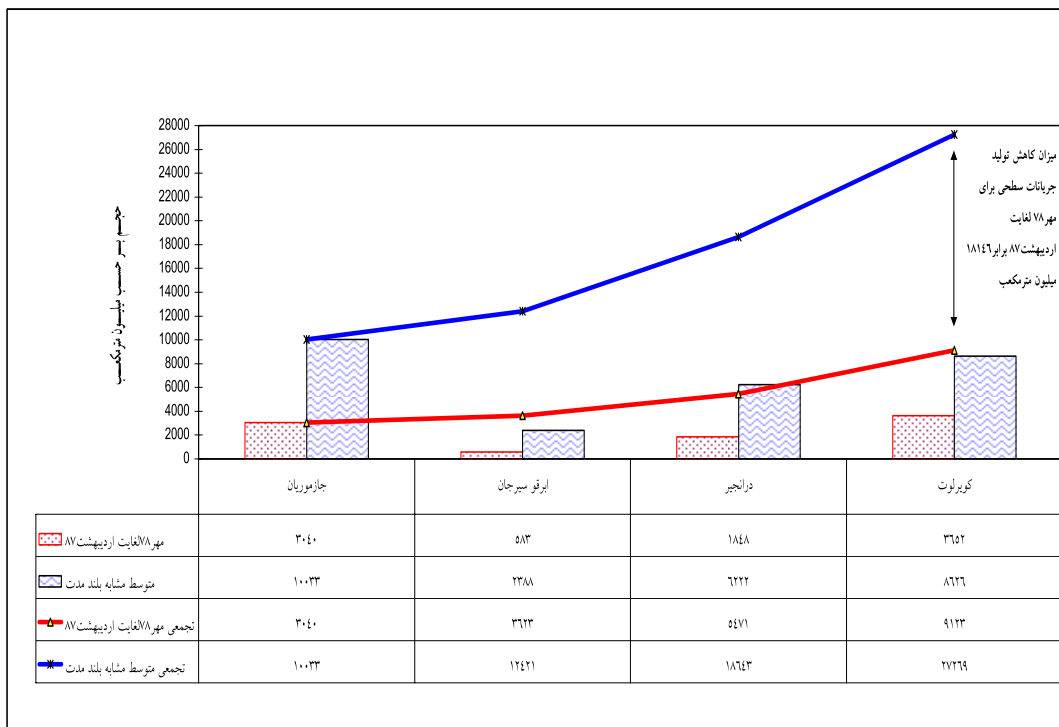
۲۶۹۶ میلیون مترمکعب، حوضه آبریز رودخانه لاله زار تا ایستگاه هیدرومتری جعفرآباد با مساحت ۶۸۵ کیلومترمربع (معرف حوضه آبریز در انجیر) برای دوره فوق معادل ۳۵۲ میلیون مترمکعب و حوضه آبریز رودخانه تنگویی با مساحت ۹۰۰ کیلومترمربع (معرف حوضه آبریز ابرقو سیرجان) برای دوره فوق به میزان ۳۷۸ میلیون متر مکعب کاهش تولید جریان سطحی نسبت به میانگین آنها داشته باشد. قابل درج است چنانچه این اطلاعات را به کل منطقه کرمان تعمیم دهیم کاهش تولید جریان سطحی برای دوره مهر ۷۸ لغایت اردیبهشت ۸۷ بر حسب میلیون مترمکعب به ترتیب برای حوضه‌های آبریز جازموریان، ابرقو سیرجان، در انجیر و کویر لوت معادل ۴۳۷۴، ۱۸۰۵، ۶۹۹۳، ۴۹۷۴ و در مجموع برای کل چهار حوضه آبریز کرمان به میزان ۱۸۱۴۶ میلیون مترمکعب است. در نمودار شکل ۳ میزان کاهش تولید جریان سطحی منطقه کرمان نسبت به میانگین آنها نشان داده شده است. لذا نظر ویژه‌ای به منطقه کرمان که تناوب خشکسالی‌ها در آن افزایش یافته است باید مورد توجه مسئولین واقع گردد.

استان کاهش نشان می‌دهد، بطوری که میانگین در صد تغییرات سال ۸۶-۸۵ برای کل استان نسبت به مدت مشابه سال قبل ۱۶۳/۴ + و متوسط بلند مدت ۱۳/۶- بوده است که این واقعیت نشان می‌دهد که استان از جهت هواشناسی در سال ۸۶-۸۵ در شرایط میانگین بوده است اما شرایط پیشین کاهش رطوبت خاک سبب شده که منطقه در سال فوق در شرایط خشکسالی هیدرولوژیکی همچنان باقی بماند.

درصد تغییرات مجموع آورد سال آبی ۸۶-۸۵ در رودخانه‌های شاخص استان در مقایسه با سال قبل، ۶/۰+ در صد و با متوسط بلند مدت ۷۴/۰- بوده، با توجه به اینکه ریزشهای منطقه در حد متوسط و خشکی زمین، کمبود رطوبت خاک، خشکسالی هیدرولوژیکی همچنان در منطقه در سال ۸۶-۸۵ ادامه داشته و در سال ۸۷-۱۳۸۶ نیز از جهت هواشناسی و هم از جهت هیدرولوژیکی منطقه در شرایط حاد خشکسالی می‌باشد، به گونه‌ای که حتی یک سیل در رودخانه‌های استان حادث نگردیده است. در نمودار شکل ۲ مجموع آورد رودخانه‌های شاخص استان برای مرطوب‌ترین سال، خشک‌ترین سال، متوسط، سال آبی قبل ۸۶-۸۵ و سال آبی جاری ۸۷- ۱۳۸۶ نشان داده شده است [8] کمبود ریزش در منطقه سبب شده، حوضه آبریز رودخانه نساء با مساحت ۸۵۲ کیلومتر مربع تا ایستگاه هیدرومتری یالخری (معرف حوضه آبریز کویرلوت) برای دوره زمانی فوق‌الذکر (مهر ۷۸ لغایت اردیبهشت ۸۷) به میزان ۱۰۹۰ میلیون مترمکعب، حوضه آبریز رودخانه هلیل با مساحت ۷۶۰۰ کیلومتر مربع تا ایستگاه هیدرومتری کنارویی (معرف حوضه آبریز هامون جازموریان) برای دوره مشابه فوق معادل



شکل ۲- نمودار مقایسه نسبی مجموع آورد رودخانه های شاخص استان کرمان

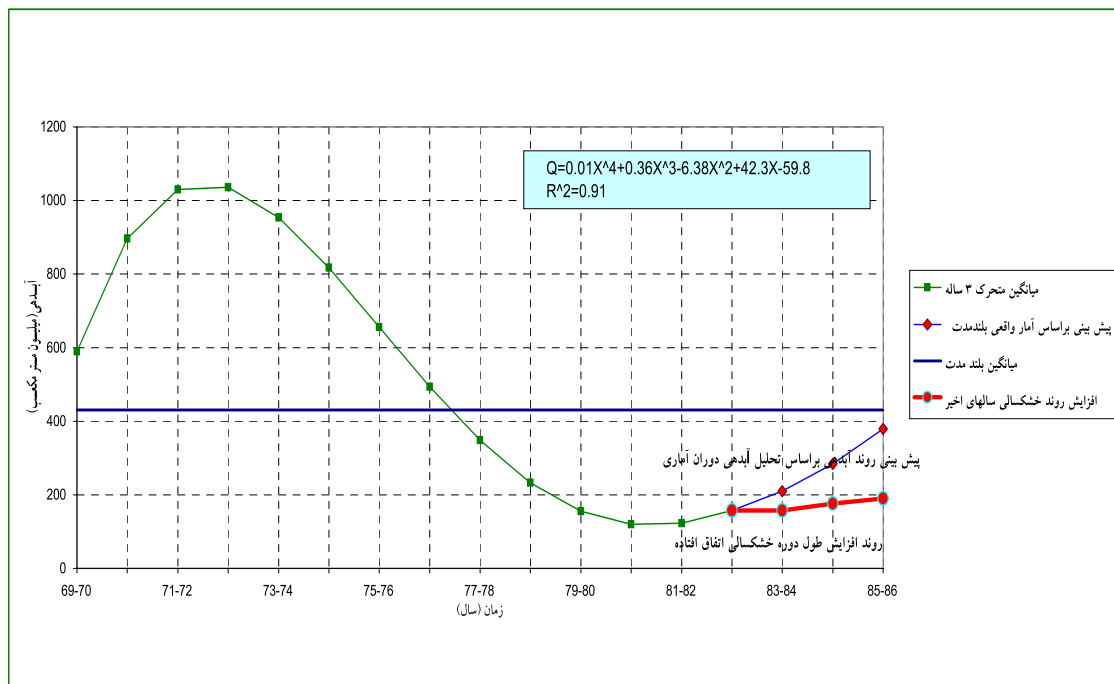


شکل ۳- نمودار مقایسه حجم تولید جریان سطحی رودخانه ها دایمی و فصلی منطقه کرمان از مهر ۷۸ لغایت اردیبهشت ۸۷

چالش پیش بینی روند خشکسالی

یکی از مهمترین مواردی که در بررسی‌های خشکسالی برای مدیران، بهره برداران و برنامه ریزان اهمیت دارد، این است هنگامی که منطقه‌ای با خشکسالی مواجه است، بتوان با استفاده از اطلاعات هیدرولوژیکی گذشته، مشخص نمود که خشکسالی موجود با چه روندی و تا چه زمانی ادامه خواهد داشت. در این خصوص روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از آنها روش میانگین متحرک است با استفاده از بررسی روند سری زمانی و دبی سالانه و میانگین متحرک با تجزیه و تحلیل آمار تاریخی رودخانه هلیل (نمودار شکل ۴) انتظار می‌رفت که سیکل خشکسالی با سپری شدن سال آبی ۱۳۸۲-۸۳ پایان یافته و از سال آبی ۱۳۸۳-۸۴ منطقه بتدریج وارد دوران ترسالی گردد. اما وضعیت سال آبی ۸۵-۱۳۸۴ و سال‌های بعد از آن تاکنون بر خلاف

پیش‌بینی‌های آماری گذشته، حادث شد که شاید با احتیاط این جمله را بتوان عنوان کرد، ماحصل تغییر اقلیم وقوع دوره‌های خشک طولانی در منطقه جنوب شرق ایران و منجمله استان کرمان است. اما آنچه با قاطعیت می‌توان عنوان نمود این واقعیت است که در سال آبی ۸۶-۱۳۸۵ با وجود بارندگی‌ها در حد میانگین بلند مدت، از جهت تولید جریان سطحی و میزان نفوذ به سفره‌های آب زیرزمینی با وضعیت مناسبی مواجه نبوده‌ایم، زیرا شرایط کاهش رطوبت خاک و پوشش گیاهی چندین سال خشکسالی هیدرولوژیکی، تأثیر گذار بوده و باعث گردید میزان تولید جریان سطحی رودخانه‌های استان در سال ۸۵-۸۶ بسیار پایین‌تر از میانگین بلند مدت آبدی باشد. در سال آبی ۸۷-۱۳۸۶ هم از حیث بارندگی و هم از لحاظ تولید جریان سطحی وضعیت بسیار نگران‌کننده بوده است [۱]



شکل ۴- پیش‌بینی روند خشکسالی در ایستگاه هلیل- سد جیرفت (معرف زیر حوضه هامون جازموریان شمال غربی)

نتیجه گیری

محدودیت شدید منابع آب، افزایش روزافزون جمعیت و در پی آن افزایش تقاضا برای آب از یک سو و وقوع خشکسالی با فراوانی بیشتر و دوره تداوم طولانی تر از سوی دیگر سبب شده است که مشکل کم آبی به گونه ای بسیار جدی فرا روی استان قرار گیرد. براساس بررسی های بعمل آمده درصد نواحی تحت تأثیر خشکسالی در استان کرمان براساس آمار موجود فوق العاده متغیر بوده است و خشکسالی های سالهای ۷۸-۷۹، ۷۸-۷۹، ۸۴-۸۵ و ۸۷-۸۶ کل استان کرمان را تحت تأثیر قرار داده و بر اساس سوابق موجود بعنوان گسترده ترین خشکسالی ها شناخته شده اند و با توجه به این که بیش از ۹۳ درصد آب در استان کرمان به مصرف کشاورزی می رسد، و فقط در حدود ۲/۴ در صد مزارع با سیستم های نوین آبیاری مجهز و بقیه به روش سنتی و با بازدهی کم آبیاری می شوند لذا توجه به این موضوع و تشویق و ترویج کشاورزان به صرفه جویی حائز اهمیت است و به منظور جلوگیری بیشتر از نابودی سفره های آب زیرزمینی برای مصرف بهینه آب، باید قوانین جدیدی تهیه و تصویب شود تا برای نسل فعلی و آینده ادامه زندگی در منطقه امکان پذیر باشد. همچنین توجه به دانش آب مجازی در منطقه و ایجاد تشکلهای مردمی در مصرف آب و وارد شدن آنها در برنامه ریزی، تصمیم گیری و اجرا ضروری است.

منابع

۱- ترابی پلت کله، ص (۱۳۸۲)، مدیریت خشکسالی، تحلیل و پیش بینی خشکسالی و اثرات آن در مدیریت منابع آب، پایان نامه دوره دکتری دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ص ۱۱ - ۲۸.

- ۲- رشیدی، م- طیبیان، ا، (۱۳۸۱) بررسی و تحلیل خشکسالی هیدرولوژیکی در منطقه کرمان، اولین کنفرانس ملی خشکسالی - دانشگاه شهید باهنر کرمان، ص ۱۸۰ - ۱۹۲.
- ۳- فهمی، ه، مقاله مبانی نظری مدیریت ریسک با تأکید بر خشکسالی - سمینار تخصصی یک روزه اثرات خشکسالی بر منابع آب (آذرماه ۱۳۸۲) وزارت نیرو، سازمان مدیریت منابع آب ایران، تهران، ص ۲۴ - ۳۳
- ۴- علیمحمدی، ر، بحران آب و راهکارهای مقابله با آن در کشاورزی معاونت زراعت وزارت جهاد کشاورزی، (زمستان ۱۳۸۱) فصلنامه علمی، اجتماعی، اقتصادی خشکی و خشکسالی کشاورزی، شماره ۶، ص ۵۸ - ۶۶.
- 5 - Drought Network News, No.1, Winter 2000-Spring 2001 , Volume 13. Pp 10-13.
- 6- International Workshop on Drought Management Strategies July 2003
- 7 - Michael Hays, Mark Sroboda, and Donal A. Wilhit, 2000 "Monitoring Drought Using The Standardized Precipitation Index". Pp 168-180,.
- 8 - United Nations Inter-agency Assessment (2001) Report on the Extreme Drought in the Islamic Republic of Iran, July 2001 Source: UN Country Team in Iran.