

بنام خدا

مطالعه اقلیمی خشکی و خشکسالیها و بیلان آبی

نائین تا کرمان

از:

دکتر ابراهیم جعفرپور

مقدمه

این منطقه بخش اعظم آبیگریزد و استان را تشکیل می دهد و شامل چاله ای است که بین رشته های آشفشانی و کوه های متشکل از سنگ های رسوبی شکسته کشیده شده است (کریسنلی، ۱۹۷۰). شمال شرقی ترین بخش این آبیگر شامل سه حوضه بسته و یک چاله مجاور به بخش جنوبی است که وسیله یک جریان شمالی به آبیگر اصلی پیوسته است (شکل ۱).

این حوضه مراکز باستانی نظیر شهرهای نائین، یزد و کرمان را در بردارد که به دلایل تاریخی و موقعیت های خاص جغرافیائی در این منطقه خشک از کشور، دارای اهمیت فراوانی می باشند.

بررسی شرایط اقلیمی و بویژه خشکی و خشکسالیها و تعیین نیاز آبی در این نواحی که هنوز هم مهمترین سیستم آبیاری باستانی و سنتی را در خود جای داده اند، از نقطه نظرهای مختلف واجد اهمیت فراوانی می باشد، زیرا درآمد اصلی مردم عمدتاً از طریق کشاورزی و یا هنرهای دستی نظیر بافت قالی های نفیس تا مین می گردد. با اینکه در سالهای اخیر به سبب عدم

توجه به سیستم آبیاری سنتی تعداد قابل ملاحظه‌ای از رشته قنات‌های این نواحی به نابودی کشیده شده‌اند، لکن با توجه به پیشتری می‌توان بسیاری از آنها را مجدداً احیا نمود.

بطور کلی شرایط اقلیمی در حوضه مورد مطالعه از حساسیت خاصی برخوردار است، زیرا کوچکترین تغییر در میزان بارندگی سریعاً اثر خود را بمنصه ظهور می‌رساند. از اینرو توجه به انحراف شاخص‌های خشکی حاصله از انحراف بارندگی شایان کمال توجه است.

از نظر اقلیم شناسی مرزی که مناطق خشک را از مناطق مرطوب جدا می‌کند، خطی است که میزان بارندگی سالانه برابر تبخیر و تعرق باشد. میزان تبخیر و تعرق نیز بطور طبیعی تا حدود زیادی تابعی از دمای هوا، رطوبت و عناصر اصلی یعنی بارش‌های جوی و درجه حرارت محیط پارامترهای اساسی از شرایط خشکی، شدت و مدت آن و همچنین بیلان آبی را تشکیل می‌دهند.

بدین ترتیب بررسی و عنصریاد شده جهت رسیدن به نتیجه مطلوب ضروریست.

با اینکه میزان بارندگی سالانه از یک طرف و درجه حرارت سالانه، چه بطور میانگین و چه بصورت پارامترهایی از معدل حد اکثرها و حداقلها از طرف دیگر، در جهت تشخیص شاخص‌های ویا ضرایب خشکی، مورد استفاده محققین قرار می‌گیرد، رژیم سالانه و عنصریاد شده نیز از نظر موضوع مورد مطالعه واجد اهمیت بسیاری می‌باشد.

در این بررسی و تحقیق ابتدا برای شناخت کلی، آمارهای مربوط به بارش و دمای چهار ایستگاه اقلیمی و حوضه، یعنی "انارک"، "نائین"، "یزد" و "کرمان" مورد دقت نظر قرار گرفته و سپس به ترتیب، خشکی، خشکسالیها و بیلان آبی در ایستگاه‌های یاد شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

بطور کلی در حوضه مورد مطالعه، تحت تاثیر شرایط ماکروکلیمای ایران، خشکی فیزیکی حاصل از قطع بارش در دوره گرم سال همراه با خیزش دمای هوا شدید گردید و مشکلات



شکل ۱ - آهگیریز و اردستان (از کورینسلی)

عظیمی را در تمام جنبه‌های زندگی برای مردم این سامان به وجود می‌آورد. در این امر علاوه بر تبخیر و تعرق پتانسیل فزاینده، انتقال افقی انرژی از کویرهای اطراف نیز موثر می‌باشد. بدین ترتیب تدابیر لازم جهت محافظت از جریان‌های هوای طوفانی که اغلب توده‌های عظیم ماسه بیابانی اطراف را با رمغان می‌آورند، از زمانهای دور رسیستم ساختنهای این نواحی در نظر گرفته شده و همچنین برای مبارزه با خشکی و خشکسالیها و کمبود آب حاصل از شرایط خاص طبیعی در حوضه مورد مطالعه، با احداث یکی از قدیمی‌ترین و سستی‌ترین سیستم آبیاری یعنی احداث و حفر قنات‌ها، آب لازم و ضروری را برای موارد مختلف مصرف‌کنندگان و زراعت و زندگی فراهم آورده‌اند.

لازم به یاد آوری است که موارد مورد مطالعه برای ایستگاه‌های مورد نظر بوده و بدون شک نواحی پاکوهی و ارتفاعات، نظیر دامنه‌های شیرکوه در اطراف یزد، شرایط نسبتاً متفاوت اقلیمی نسبت به ایستگاه‌های یاد شده دارند (خلیلی: ۱۳۶۰).

درجه حرارت

شناخت میزان حرارت هوا و نوسان روزیم سالانه آن بخصوص در مناطق خشک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا به سبب کمی بارش‌های جوی در این نواحی، حرارت هوا و نوسان آن در ماه‌ها و فصول مختلف سال بطور مستقیم بر میزان تبخیر و نتیجه برنیا زایی اثر دارد. بدین جهت در جدول شماره "۱" سه پارامتر عمده دما (میانگین، معدل حداکثر و معدل حداقل) در ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان داده می‌شود.

مطابق جدول شماره "۱" در بین چهار ایستگاه یاد شده بیشترین میانگین دمای سالانه بترتیب از آن ایستگاه‌های "یزد" و "انارک" و کمترین مربوط به "نائین" و "کرمان" است. تفاوت دما به میزان "۲" درجه بین کرمان و یزد را باید نتیجه اثر مستقیم اختلاف ارتفاع

جدول شماره ۱ بارانزودایی های هواد رایستگاه هبهان مورث مطالعه

سال	آذر		آبان		مهر	شهریور	مرداد	تیسر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند		بهمن	دی	پارامترها ایستگاهها
	D	N	N	D								M	F			
۱۸/۲	۶/۸	۱۲/۸	۲۰/۶	۲۴/۲	۲۵/۸	۲۰/۶	۲۴/۲	۲۸/۵	۲۳/۲	۱۲/۸	۱۱/۶	۷/۴	۵/۰	۵/۰	۵/۰	انبارک
۲۳/۲	۱۱/۱	۱۷/۵	۲۵/۶	۳۴/۰	۳۰/۹	۳۵/۳	۳۴/۰	۳۳/۷	۲۸/۵	۲۱/۸	۱۶/۸	۱۲/۲	۹/۶	۱۲/۲	۹/۶	معدل حداکثر ۳۲۰ شمالی
۱۳/۳	۲/۴	۸/۱	۱۵/۵	۲۴/۴	۲۰/۸	۲۵/۸	۲۴/۴	۲۳/۴	۱۷/۹	۱۱/۷	۶/۴	۲/۵	۰/۳	۲/۵	۰/۳	معدل حداقل ارتفاع ۱۹ متر
۱۵/۸	۵/۳	۹/۴	۱۶/۴	۲۶/۹	۲۲/۰	۲۸/۹	۲۶/۹	۲۶/۴	۱۹/۷	۱۴/۹	۹/۳	۶/۲	۴/۰	۶/۲	۴/۰	ناگین
۲۲/۹	۱۱/۲	۱۵/۹	۲۴/۹	۳۴/۹	۳۰/۵	۳۶/۳	۳۴/۹	۳۴/۹	۲۷/۸	۲۱/۳	۱۴/۸	۱۱/۷	۹/۵	۱۱/۷	۹/۵	معدل حداکثر ۳۵۲ شمالی
۸/۸	-۰/۶	۳/۰	۷/۹	۱۹/۰	۱۳/۴	۲۱/۴	۱۹/۰	۱۷/۸	۱۱/۷	۸/۵	۳/۸	۰/۷	۱/۵	۰/۷	۱/۵	معدل حداقل ارتفاع = ۱۶۰ متر (۱۹۵۷-۱۹۸۰)
۱۸/۷	۶/۶	۱۱/۷	۱۸/۸	۲۹/۵	۲۵/۴	۳۱/۶	۲۹/۵	۲۹/۶	۲۴/۴	۱۸/۷	۱۳/۵	۸/۵	۵/۵	۸/۵	۵/۵	بزرگ
۲۶/۱	۱۳/۵	۱۹/۳	۲۷/۳	۳۷/۶	۳۲/۹	۳۵/۲	۳۷/۶	۳۷/۴	۳۱/۹	۲۵/۷	۲۰/۴	۱۵/۳	۱۱/۹	۱۵/۳	۱۱/۹	معدل حداکثر ۳۱۰۵۴ شمالی
۱۱/۲	-۰/۳	۴/۰	۱۰/۳	۲۱/۴	۱۶/۹	۲۳/۹	۲۱/۴	۲۱/۸	۱۷/۰	۱۱/۷	۶/۶	۱/۸	-۰/۹	۱/۸	-۰/۹	معدل حداقل ارتفاع = ۳۳۰ متر (۱۹۵۱-۱۹۷۵)
۱۵/۷	۵/۳	۹/۶	۱۵/۶	۲۱/۲	۲۱/۲	۲۶/۷	۲۴/۶	۲۵/۵	۲۰/۹	۱۵/۹	۱۱/۶	۷/۲	۴/۳	۷/۲	۴/۳	کرمان
۲۴/۵	۱۳/۸	۱۹/۴	۲۶/۱	۳۱/۴	۳۱/۴	۳۵/۷	۳۴/۲	۲۴/۸	۲۹/۶	۲۳/۸	۱۹/۱	۱۴/۸	۱۱/۸	۱۴/۸	۱۱/۸	معدل حداکثر ۳۰۱ شمالی
۶/۹	-۳/۳	-۰/۱	۵/۲	۱۵/۱	۱۱/۰	۱۷/۷	۱۶/۲	۱۶/۲	۱۲/۲	۸/۱	۴/۱	۰/۴	-۳/۲	۰/۴	-۳/۲	معدل حداقل ارتفاع ۱۷۴ متر (۱۹۵۳-۱۹۷۵)

بین دوشهریاد شده دانست. از طرف دیگر مراکز نزدیک به کویرها تحت تاثیر انتقال افقی
مازاد انرژی قرار گرفته و در نتیجه میزان حرارت محسوس در آنها بیشتر است.

تفاوت بارز بین گرمترین و سردترین ماههای سال در ایستگاههای یاد شده بیانگشترایط
دوگانه اقلیمی در طی سال در این نواحی است؛ زیرا زمستانها میانگین دمای هوادرسردترین
ماه در تمام ایستگاهها بین ۴ تا ۵/۵ درجه سانتیگراد می باشد (حداقل مطلق برای کرمان
” ۱/۳۰-“ و برای یزد ” ۱۶-“ درجه سانتیگراد می باشد). در صورتیکه در گرمترین
ماه سال یعنی ” تیرماه“ این میزان بین ۷/۲۶ درجه سانتیگراد در کرمان تا ۶/۲۱
درجه سانتیگراد در یزد متغیر است. بدین ترتیب تفاوت های بارز حرارتی بین دوره های گرم
و سرد سال کاملاً مشخص است.

مطالعه معدل حداکثرها و حداقل های دما نیز از نظر رژیم حرارتی در این نواحی واجداهمیت
می باشد. بطوریکه در جدول شماره ” ۱“ ملاحظه می گردد، در دوره گرم سال میزان حرارت
در نیمروزبشدت بالا می رود. بدین شک حداکثرهای مطلق از این میزانها نیز بیشتر است
(حداکثر مطلق در کرمان، ” ۴۱“ درجه سانتیگراد و در ” یزد“ ” ۴۵“ درجه سانتیگراد
می باشد). بدین ترتیب ملاحظه می شود که در تابستان روزها، هوا بشدت گرم می شود و در همین
زمان بعلت شفافیت هوا و فقر شدیدی نم نسبی و تشعشع ارضی شدید شبانه، اختلاف قابل
ملاحظه ای در میزان حرارت بین شب و روز حاصل می آید. مقایسه میانگین حداقل و حداکثر درجه
حرارت در گرمترین ماه سال در نواحی یاد شده بوضوح بیانگر این امر است.

تفاوت بین میانگین حداکثرها و حداقل ها در گرمترین ماه سال بترتیب برای ” نائین“ ” ۹/۱۴“
” انارک“ ” ۵/۱۹“، ” یزد“ و ” کرمان“ ” ۱۸“ درجه سانتیگراد است. با اینکسه
تابستانها در این ناحیه بشدت گرم است، ولی میانگین حداقل دمای هوادرسردترین ماه سال

بغیر از "انارك" در بقیه ایستگاهها ارقام زیر "۶" سانتیگراد را نشان می‌دهد، یعنی حداقل در اغلب ایستگاهها سه ماه از سال شامل آذر، دی و بهمن شرایط یخبندان در بیشتر شب‌ها بروز می‌کند. این امر نتایج ارزنده‌ای بویژه از لحاظ ذخیره و نفوذ آب در زمین دارد، زیرا یخبندان سبب افت سریع تبخیر و تعرق شده و در نتیجه، نفوذ تدریجی آب حاصل از بارش در زمین، منابع اساسی برای آب سرچشمه‌های اصلی قنات‌های این حوضه را تامین می‌کند. *

موضوع مهم دیگر شناخت شرایط بحرانی و پدیده‌های نادر ولی اتفاقی است که درجه حرارت این نواحی در مواقع حساس گل‌دادن درختان است. در چنین شرایطی که درختان به‌دوام‌های بسیار پائین حساسند، چه بسا اتفاق می‌افتد که بدنبال یک هوای مطبوع در اسفند ماه و اوایل بهار، ورود جریان هوای سردی بداخله ایران سبب افت سریع میزان حرارت و بروز شرایط یخبندان مخرب گردد. بروز چنین پدیده‌های در نیمه اول اردیبهشت ماه ۱۳۵۸ باعث شد تا تمام سرد رختی‌های این نواحی بویژه کرمان از زمین رفته و خسارت هنگفتی به باغداران وارد شود. به همین لحاظ با استفاده از تکنیک‌های رایج و از جمله بخاریهای باغی تا حد زیادی می‌توان از شدت یخبندان جلوگیری نمود (هاشمی، ۱۳۵۰).

باید توجه داشت که پدیده یخبندان معمولاً "به‌صورت" تشعشعی^۲ (یخبندان حاصل از تشعشع شدیدی ارضی) و یا "اد و کشتال"^۳ (یعنی انتقال افقی یک توده هوای سرد بدرون یک ناحیه) بوقوع می‌پیوندد. از اینرو باید و مورد بارها بویژه در مواقع حساس در مناطق مختلف بروز کرد و بطوریکه بروز این پدیده در خراسان و آذربایجان و نواحی کوهستانی و حتی در جنبه شمالی البرز بارها سبب خسارات هنگفتی به کشتکاران و بویژه باغداران گردیده است.

* آثار معیشتی این یخبندانها را می‌توان در سنت ایجاد یخبندانهای نظیفود خیره‌بخ‌های زمستانی برای استفاده در تابستانهای گرم که از خصوصیات این نواحی است مشاهده کرد.

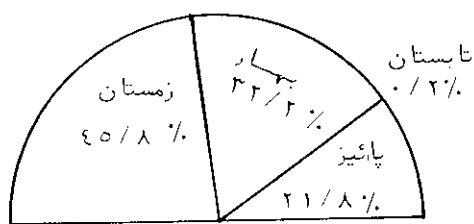
بارندگی

شناخت میزان بارندگی ورژیم سالانه آن بموازات مطالعه اثرات آن در نواحی بیابانی و خشک شایان توجه است، زیرا اصولاً "شرایط بیابانی در نتیجه کمی بارش ها و یا تبخیر و تعرق شدید بوجود می آید. با اینکه میزان بارندگی در تمام نواحی خشک دنیا همسان نیست ولی میزان آن در تمام این نواحی بحدی کم است که امکان آبرسانی و تامین آب را برای موارد مختلف زندگی مشکل می کند. از طرف دیگر چهره طبیعت و مسهمتر از همه تجمع رویشی در این نواحی خود گویای میزان اندک بارندگی است. در این میان بعضی از بیابانها به شدت خشک بود و امکان هرگونه فعالیت انسان و تجمع رویشی را از میان می برد."

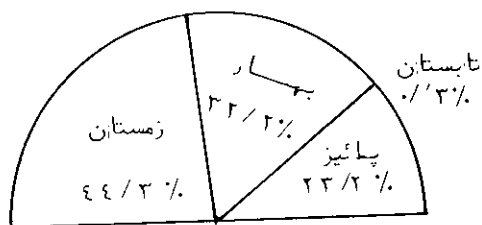
با اینکه میزان بارندگی، در ایستگاههای مورد مطالعه متفاوت است، ولی کل حوضه بارش اندکی دارد، بطوریکه میزان متوسط در بیزد "۶۰/۱" میلی متر در کرمان "۱۶۰/۰" می باشد (جدول شماره ۲ و اشکال ۲ الی ۵).

مطابق جدول شماره ۲ در این حوضه از نظر بارندگی یک دوره کمالات و دوره کمالات مشخص خشک و یکس دوره نسبتاً "بارانی با حاکمیت نسبی رژیم مدیترانه ای قابل مشاهده است. زمان شروع بارندگی ها اغلب از آبان ماه تا نیمه سرد سال می باشد. در این زمان هسته پرفشار آسیایی از یک طرف و مراکز کم فشار حوضه مدیترانه با جبهه های بارانی زاویه تनाव خصوصیات گرم و سرد دارند. از طرف دیگر برای مدت قریب به ۴ تا ۵ ماه این نواحی را تحت تاثیر خود قرار می دهند. افزون بر این ماهها افزایش تدریجی میزان حرارت، تبخیر و تعرق روزانه با رطوبت رسانی در نواحی کوهستانی فزونی می گیرد و بارش های منشأ جریانات غربی و شمال غربی با احتمال همراه با بارانهای بسیار کوتاه مدت عروجه محلی توأم می گردند.

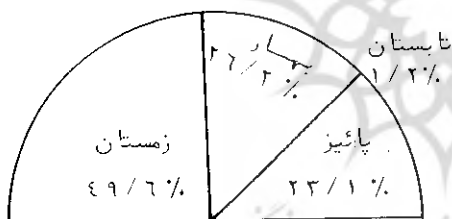
در دوره گرم سال منابع رطوبتی و رطوبت را قطع شده و خشکی فیزیکی برای این پهنه مسلط



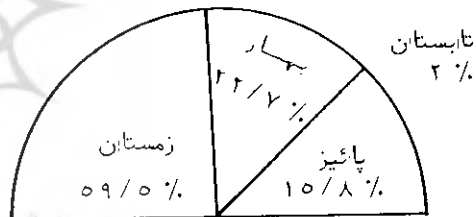
شکل ۳ نمودار درصد بارندگی فصلی انارک



شکل ۴ نمودار درصد بارندگی فصلی نائین



شکل ۵ نمودار درصد بارندگی فصلی یزد



شکل ۶ نمودار درصد بارندگی فصلی کرمان

می‌گردد. با قطع بارش‌ها و فزونی تبخیر و تعرق پتانسیل نیاز آبی، شدت پیدامی‌کند. اثرات این امر بر تاسیسات صنعتی، کشاورزی و تامین آب برای مصارف مختلف زندگی کاملاً آشکار است.

بطوریکه ذکر گردید با اینکه رژیم بارندگی در ایستگاه‌های این حوضه تابع شرایط مدیترانه است ولی تقریباً ۷۰ درصد از میزان بارندگی در تمام ایستگاه‌ها از آن دور و سرد سال (مهر تا اسفند) می‌باشد. فصل تابستان نیز از نظر قطع بارندگی کاملاً مشخص است. توزیع فصلی در صد بارندگی در ایستگاه‌های مورد مطالعه بشرح زیر می‌باشد.

زمستان (%)	بهار (%)	تابستان (%)	پائیز (%)	
۴۵/۸	۳۲/۲	۰/۲	۲۱/۸	انارک
۴۴/۳	۳۲/۲	۰/۳	۲۳/۲	نائین
۴۹/۶	۲۶/۲	۱/۱	۲۳/۱	یزد
۵۹/۵	۲۲/۷	۲/۰	۱۵/۸	کرمان

خشکی^۴

در مورد درجه خشکی و رطوبت هر مکان جغرافیایی نمی‌توان تنها به استناد میزان بارندگی در آن مکان اظهار نظر قطعی کرد. زیرا اثرات مختلف بارندگی‌های همسان که بر نواحی مختلف فرو می‌ریزند کاملاً آشکار است و عنصر حرارت نقش بسیار مهمی در این امر دارد. "بارندگی موثر" به هر عاملی که وابسته باشد از نظر تعیین شرایط زیست گیاهی و حیوانی و افق‌های خاک و تعیین شرایط اقلیمی دارای اهمیت ویژه‌ای است. شاخص‌ها و ضرایب بارندگی هر ناحیه (در جهت تعیین شرایط خشکی و رطوبت)

ممکن است در طی سالیان دراز و یا حتی از سالی بسالی دیگر تغییرات اساسی پیدا کنند. در نتیجه تعیین درجه‌های مرزهای بحرانی خصوصاً "در مناطق خشک از نظر پوشش گیاهی و زهکشی و سایر مسائل اقلیم‌شناسی کشاورزی و برنامهریزی اهمیت دارد. بطور کلی تحت شرایط طبیعی، "خشکی حالتی است که در نتیجه کمبود بیش از اندازه رطوبت در مقابل تبخیر و تعرق پتانسیل بروزی کند". در حقیقت خشکی زمانی شروع می‌گردد که آب موجود در خاک و محیط کمتر از آنست که نیاز تبخیر و تعرق پتانسیل ایجاد می‌کند. بطور کلی سه نوع خشکی ممکن است در هر منطقه‌ای بروز کند. در این میان "خشکی دائمی" معلول شرایط و عوامل حاکم "دینامیک - ژنتیک" بر یک منطقه است. "خشکی فصلی" در ارتباط با رژیم بارندگی خاص حاصل از شرایط ماکروکلیمای حاکم بر یک منطقه بود. "خشکی‌های اتفاقی" که از آن بعنوان خشکسالی نام برد می‌شود معلول تغییرپذیری شدید و استثنایی میزان بارش‌های جوی است. این امر ممکن است برای یک سال بخصوص یا سالهای پی‌درپی بوقوع بپیوندد. در این میان ممکن است عواملی نظیر رطوبت نسبی پائین، باد و حرارت‌های زیاد در دوره گرم سال بر شدت خشکی بیفزاید. پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

صورت دیگری از خشکی فیزیکی زمانی است که گیاهان قادر به تامین آب مورد نیاز از خاک نباشند. از اینرو محصولات کشاورزی در خاکی که دارای ظرفیت بالایی برای نگهداری آب باشد، مستعد پذیرایی برای دوره کوتاه‌های از هوای خشک است. در این صورت لازم است عملیات آبیاری سرزمین در ارتباط با هدف کاهش جریان سطحی آب، همراه با ذخیره رطوبت کافی در خاک صورت پذیرد.

نظر بر اینکه گیاهان مختلف دارای نیازآبی مختلفی هستند، باید خشکی در اصطلاحاً ترمبولو به "نیازآبی" برای رشد گیاه ویژه تحت شرایط ترکیبی مخصوص محیطی بررسی شود. اگر حد اقل

نیاز آبی برای این شرایط موجود نباشد گیاه رشد نیافته پژمرده شود و از بین خواهد رفت .
 بطوریکه بعداً^۶ گفته خواهد شد کمبود آب و در نتیجه نیاز زشدید آبی در این حوضه بویژه
 در تابستانها بسیار قابل ملاحظه است . بارندگی اندک در ورسرد سال هرگز خزانه خاک را
 بحد اشباع نمی‌رساند و در نتیجه هرگز ما را د آبی حتی در ورسرد سال وجود ندارد و از اینرو
 در ورمرویشی با درجات متفاوتی از شرایط خشکی و نیاز زشدید آبی رود رروست .
 جلوگیری از خطر خشکی برای محصولات در حال رشد باید به یکی از صور : کاهش نیاز آبی
 محصولات از طریق انتخاب بذرمناسب ، تامین آب مورد نیاز و یا ترکیبی از هر دو باشد و در این
 میان عملیات کشت و کشا و رزی شامل اصلاح خاک و تنظیم جریانات فرعی آب حاصل از قناتها
 تا حدودی در جلوگیری از تلطعات خشکی می‌تواند مفید واقع شود .

شاخص‌های خشکی

اقلیم‌شناسان و گیاه‌شناسان همه می‌دانند که برای تعریف و تعیین شاخص خشکی روش‌ها
 و فرمولهای متعددی از طرف دانشمندان پیشنهاد شده است از جمله والین^۷ جغرافیدان
 معروف سوئدی که در زمینه خشکی در منطقه معتدل از قدیم مطالعات زیاد کرده ،
 برای تعریف خشکی و طبقه‌بندی مناطق خشک و نیمه خشک جهان سه طریقه را که عبارتند از :
 " روش‌های کلاسیکی " ، روش‌های " تعیین شاخص‌ها و یا ضرایب خشکی " و روش‌های
 " تعیین بیلان آبی " بیان می‌دارد .
 روش‌های کلاسیکی شامل مطالعه بنیادی از عناصر متعدد اقلیمی و ارتباط آنها با پوشش
 گیاهی و شرایط کشا و رزی است .

بطور کلی تعیین شاخص‌های خشکی با ستناد " ضریب بارندگی موثر " بر اساس عملکرد^۸

(فونکسیون) عوامل معلومی از اقلیم، پایه‌گذاری شده و بصورت فرمولهائی ارائه گردید مانند:

بر اساس منابع موجود نخستین اقدامات و تحقیقات در این مورد به قرن نوزدهم می‌رسد.

بطوریکه "وزلوفسکی" در سال ۱۸۵۷ بیان می‌دارد که میزان برابری زیارتش در هر زمان ناشی بر یکسانی بر روی پوشش گیاهی ندارد. از این رو تعداد زیادی از محققین برای این امر تکیه کرده و فرمولهائی را ارائه دادند که از آن جمله می‌توان از "مارتن"^{۱۰}، "تورنث وایت"^{۱۱} "ارینج"^{۱۲} و "هاندلشمنند" دیگر نام برد که کارهای ارزنده آنها را هگشی بسیاری از مسائل مربوط به این امر می‌باشد. در بین شاخص‌ها و فرمولهائی تعیین درجه خشکی هر ناحیه‌ای، یکی از معروفترین آنها با احتمال فرمول "مارتن" می‌باشد (والین، ۱۹۶۲). این فرمول از ساده‌گی و کاربرد ساده ضمن در برداشتن نتایج رضایت بخشی برخوردار است. از این رو در این بررسی فرمول یاد شده مورد استفاده قرار گرفته است.

به عقیده "مارتن" "شاخص خشکی"^{۱۳} در هر ایستگاه اقلیمی را می‌توان بر اساس رابطه زیر تعیین نمود.

$$I_a = \frac{P}{T + 10}$$

در رابطه یاد شده، P: میزان بارندگی سالانه به میلی‌متر و T: میانگین دمای سالانه بر حسب درجه سانتی‌گراد می‌باشد. آستانه‌های شاخص‌های مختلف بر اساس روش فوق شرح زیر می‌باشد.

$$I_a > 40 \quad \text{خیلی مرطوب}$$

$$30 < I_a < 40 \quad \text{مرطوب}$$

نیمه مرطوب $20 < I_a < 30$

نیمه خشک $10 < I_a < 20$

خشک $I_a < 10$

مطالعات برخی از محققین در نواحی بیابانی، بیابان‌نظرین واقعیت است که شاخص کوچکتر از "۱۰" را می‌توان به‌دو آستانه "خشک" (شاخص خشکی بین ۱۰ تا ۲۰) و "بیابانی" (شاخص خشکی کوچکتر از ۱۰) طبقه‌بندی نمود (خلیلی: ۱۳۶۰). که در این مطالعه نیز، مورد توجه قرار گرفته است.

از آنجا که ایستگاه‌های مورد مطالعه در حوضه یاد شده اغلب در شرایط بیابانی قرار دارند و بعضاً از مرزهای آستانه خشک بسیار دورند، این موضوع به لحاظ تعیین شاخص دقیق ماه‌های گرم سال، واجد اهمیت می‌باشد. نتایج حاصل برای ایستگاه‌های مورد مطالعه بر اساس آستانه‌های شاخص خشکی بشرح زیر می‌باشد:

ایستگاه	شاخص خشکی	شرایط اقلیمی
انارک	۳/۵	بیابانی
نائین	۳/۸	بیابانی
یزد	۲/۱	بیابانی
کرمان	۶/۲	خشک

برای تعیین شاخص های خشکی هر يك از ماه های سال " کليموگرام های " ^{۱۴} اقلیمی نیز بر اساس آستانه های یاد شده بصورت اشکال شماره ۶ الی ۹ ترسیم شده و خصوصیات و ویژگی هر کدام از ماهها از نظر شاخص خشکی مشخص گردیده اند .

با اینکه تضاد نسبی شرایط اقلیمی در ماه های مختلف سال برای تمام ایستگاهها قابل تشخیص می باشد ولی این شرایط خیلی بارز نیستند ، چون به غیر از " کرمان " که فقط یک ماه نیمه مرطوب دارد ، حتی در دوره سرد سال نیز شرایط اقلیمی در محدوده شرایط خشک و نیمه خشک باقی می ماند و این امر ضعف شدید پتانسیل اقلیمی این نواحی را بنحویه ارزی روشن می کند .

بطور کلی شرایط خشکی و بیابانی با شدت وضعف هایی برای بخش اعظمی از سال غلبه دارد ، که با توجه به دوره ریزش جوی و شرایط متفاوت حرارتی تا حدودی در ماه های مختلف دارای نوسان است .

علاوه بر کليموگرام های یاد شده ، شکل شماره ۱۰ نیز بر اساس محاسبه شاخص های خشکی

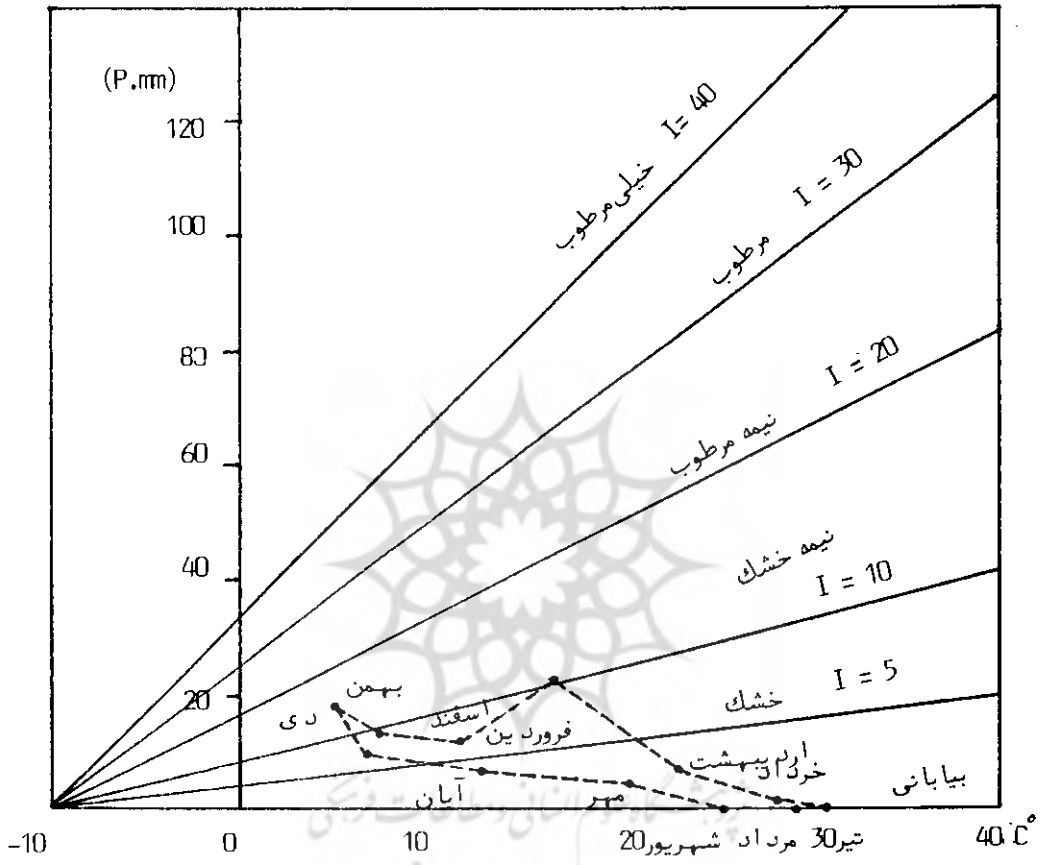
ماه های مختلف بر اساس فرمول تعیین شاخص ها ، خشکی

$$P \cdot 12$$

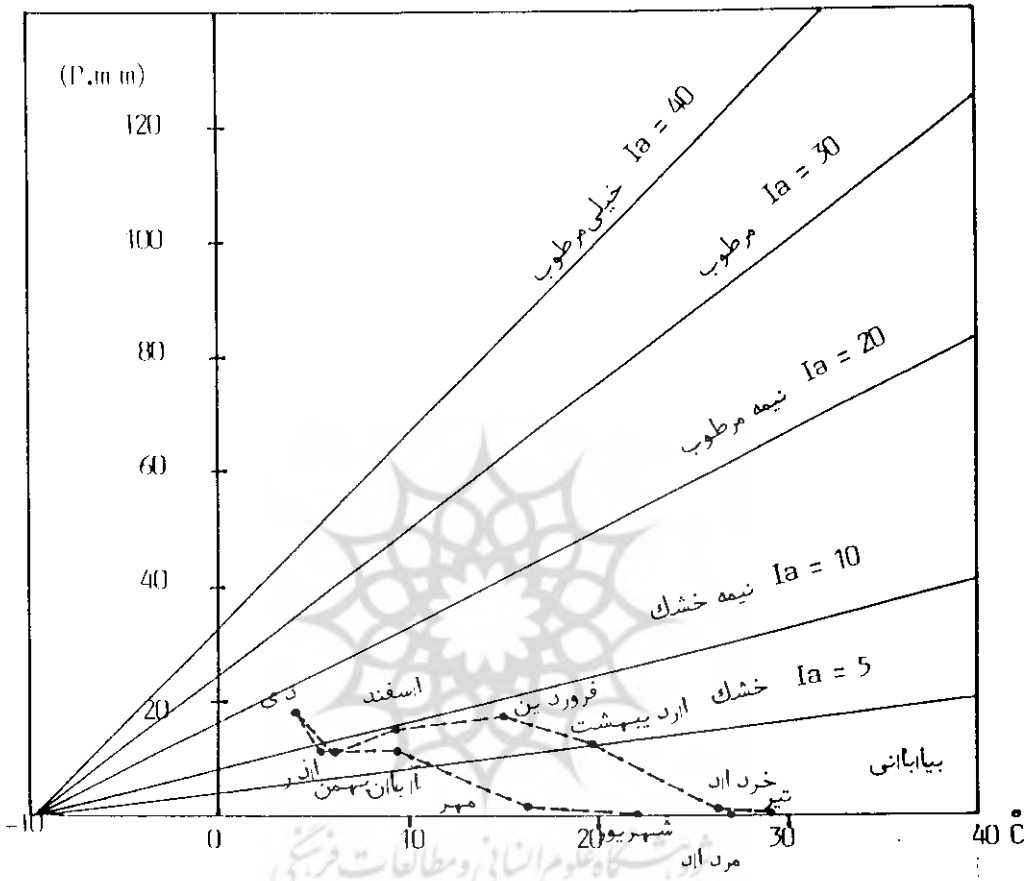
$$Ia = \frac{\quad}{\quad + 10}$$

(P : میزان بارندگی ماهانه و Ia : میانگین درجه حرارت سالانه) ترسیم گردیده است . این شکل هم تائیدی بر خصوصیات نمایشی در کليموگرامها می باشد . بطوریکه خشکی فیزیکی شدید تا بستنی که در اثر حاکمیت شرایط بیابانی شدید در این دوره از سال حاکم می شود مشکلات عدیده ای را از نظر تامین آب بهمراه دارد .

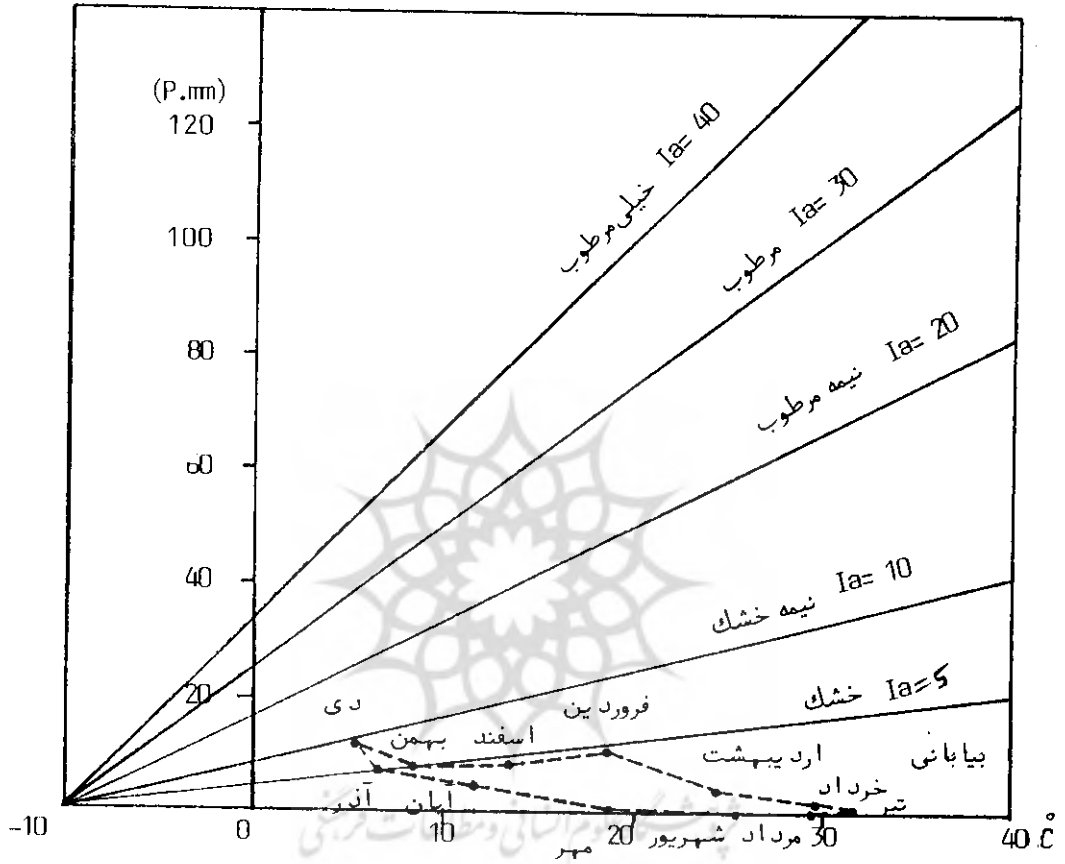
برخی از دانشمندان واژه " گوسن " ^۵ و " والترا " ^۶ ضمن مطالعات فراوان در



شکل ۶ کلیوگرام انارک



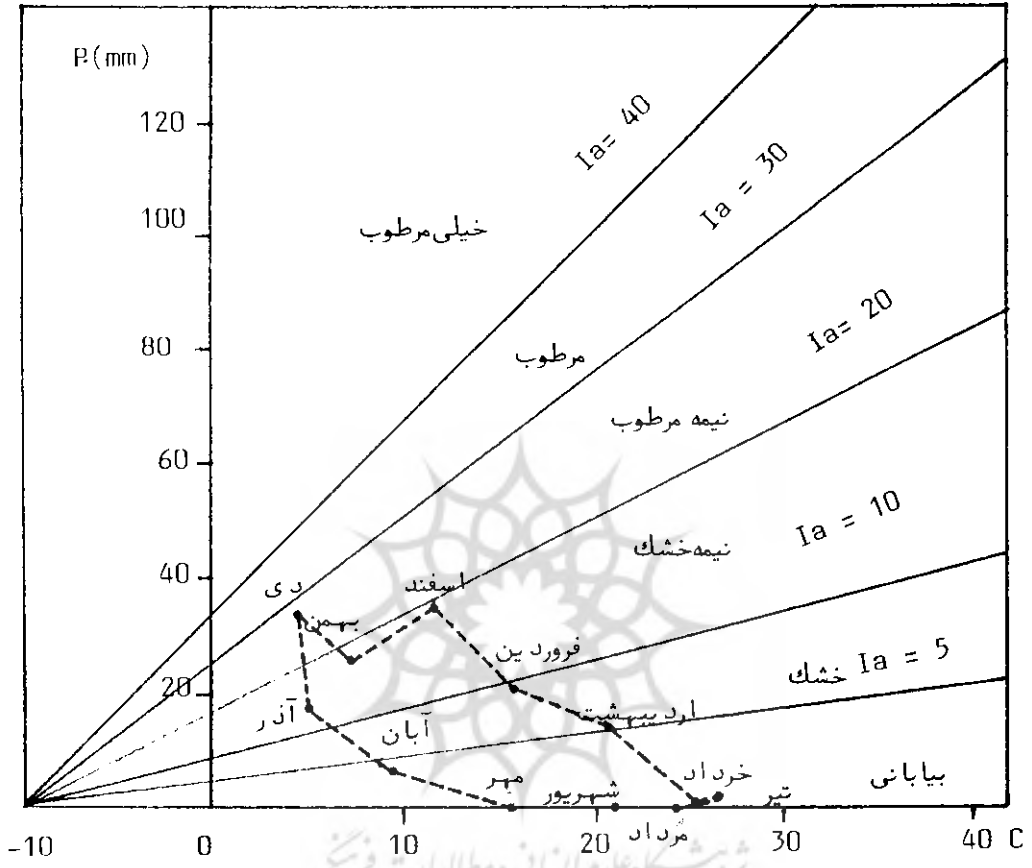
شکل ۷ کلیم - وگرام نائین



کلیه و گرام یزد

۸

شکل



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
 رتاجامعه علم انسانی
 کلیم و گرام کرمان

شکل ۹

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
ایستگاه اقلیمی												
انبارک												
نائین												
بمرد												
کرمان												



نیمه مرطوب



نیمه خشک



خشک



بیابانی

شکل ۱۰ ماههای بیابانی، خشک، نیمه خشک و نیمه مرطوب در ایستگاههای اقلیمی مورد مطالعه

شرایط اقلیمی بویژه حوضه دریای مدیترانه و تعیین " ضرایب خشکی " برای تشخیص وضع اقلیمی هر ناحیه ، از نظر بارندگی مؤثر ماه خشک را ماهی قلمداد می کنند که در آن میزان بارندگی به میلی متر از و برابر میانگین دمای ماهانه به سانتی گراد کمتر باشد ($P < 2 T$) .
بر این اساس در نمودارهای تنظیمی دما و بارندگی ماههای خشک را بوضوح می توان ملاحظه نمود .

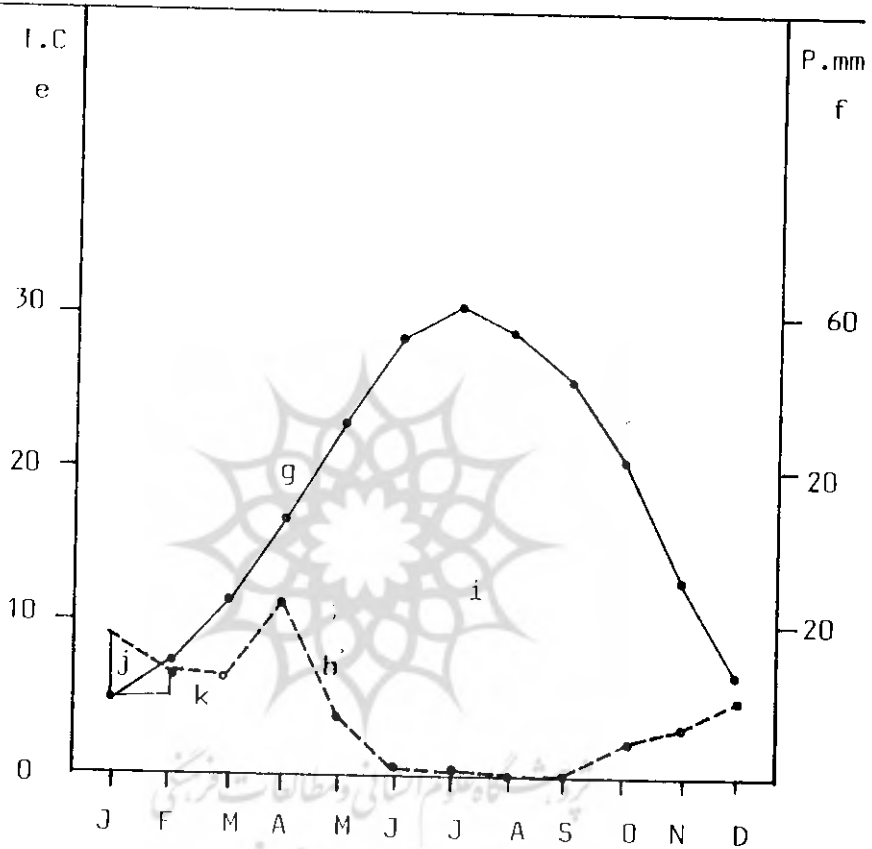
بهمین منظور " کلیما دیاگرام ^{۱۷} " های چهار ایستگاه مورد مطالعه بصورت اشکال شماره " ۱۱ " الی " ۱۴ " تنظیم و بررسی گردید . مطابقت اشکال مذکور در هر چهار ایستگاه در بخش اعظمی از سال شرایط خشکی حاکمیت دارد . این امر بویژه در دوره گرم سال شدت بیشتری پیدا می کند .
بطور کلی در ارتباط با موضوع خشکی یک هماهنگی در روش های یاد شده وجود دارد ، زیرا نمودارهای تنظیمی بر اساس این روش ها از نظر موضوع مورد مطالعه دارای تطابق کلی در خطوط اساسی هستند .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
رتال جامع علوم انسانی

خشکسالی ها^{۱۸}:

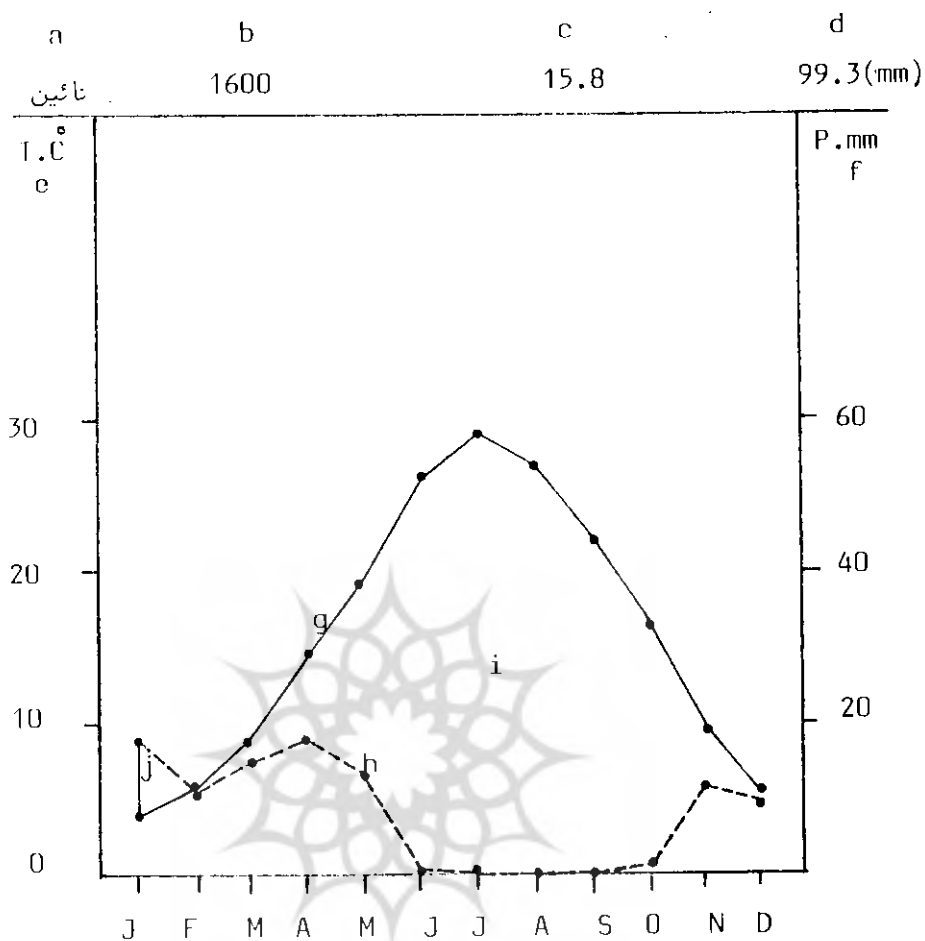
یکی از بدترین دشمن های طبیعی انسان خشکسالی است . شروع آن بی سروصدا ، پیشرفت آن مودیان و واثرات آن ویرانگر است . نظر بر اینکه بارندگی عمدتاً منبع تأمین آب شیرین برای کشاورزی ، مصارف خانگی و صنعتی است ، خشکسالی می تواند از اثرات خفیف برزندگی شخصی تا مصایب بزرگ در سطح ملی بیا نجامد .
با اینکه مطالعه خشکسالی نیازمند یک تعریف دقیق علمی است ، ولی در این زمینه تعریف معین و مشخصی که دارای مقبولیت نام در محافل علمی جهان باشد وجود ندارد . (هونا موهمکاران)

a انارك
 b 1419
 c 18.2
 d 98.0(mm)



شکل ۱۱۱ دیاگرام اقلیمی انارک

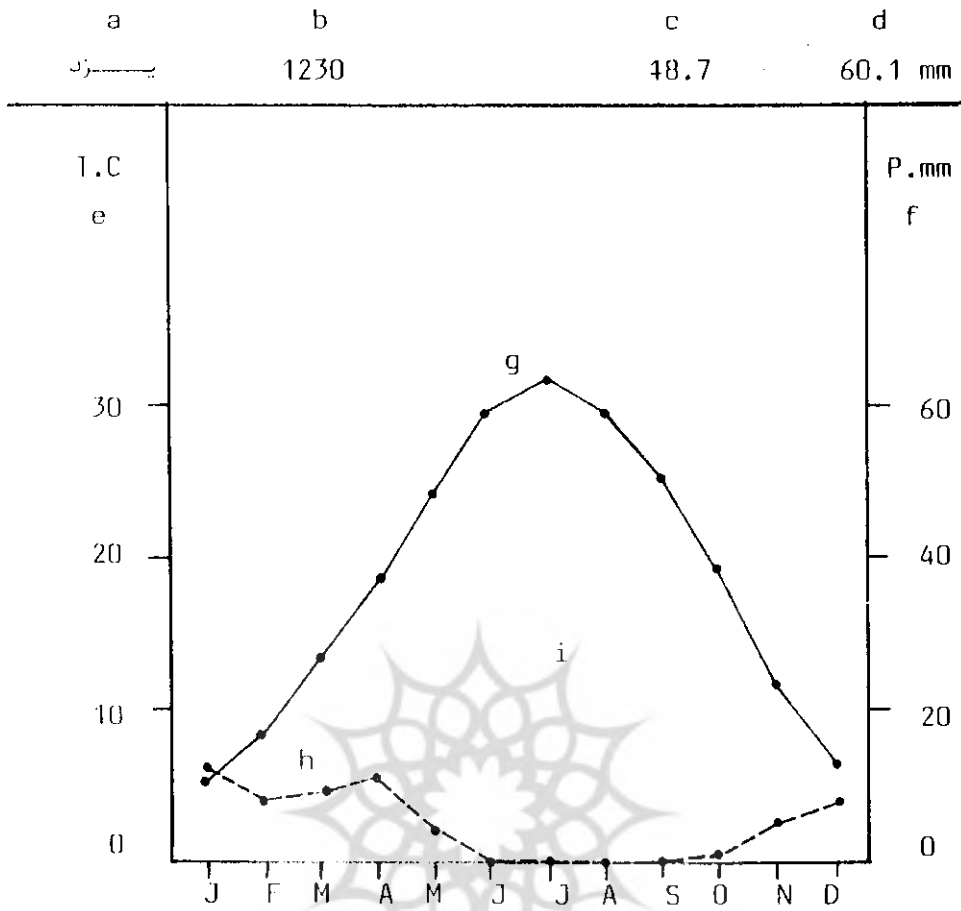
- | | |
|--|-------------------------------|
| a : ارتفاع ایستگاه | g : منحنی دما |
| b : ارتفاع | h : منحنی بارش |
| c : میانگین سالانه دما | i : دوره خشک |
| d : بارش سالانه | j : دوره مرطوب |
| e : دما به (۱۰°C = ۲ سانتی متر) | k : دوره رویشی (بالای ۵ mm) |
| f : بارش به میلی متر (۲۰ میلی متر = ۲ سانتی متر) | |



شکل ۱۰-۱ دیاگرام اقلیمی نائین

پرتال جامع علوم انسانی

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| a : نام ایستگاه | g : منحنی دما |
| b : ارتفاع | h : منحنی بارش |
| c : میانگین سالانه دما | i : دوره خشک |
| d : بارش سالانه | j : دوره مرطوب |
| e : نم مایه C° | k : دوره رویشی |
| ($10^{\circ}\text{C} = 2$ سانتی متر) | (بالای 5°C) |
| f : بارش به میلی متر | |
| (20 میلی متر = 2 سانتی متر) | |



شکل ۱۳ دیاگرام اقلیمی یزد

h : منحنی بارش

i : دوره خشک

j : دوره مرطوب

k : دوره رویشی
(بالای ۱۰°C)

a : نام ایستگاه

b : ارتفاع

c : میانگین سالانه دما

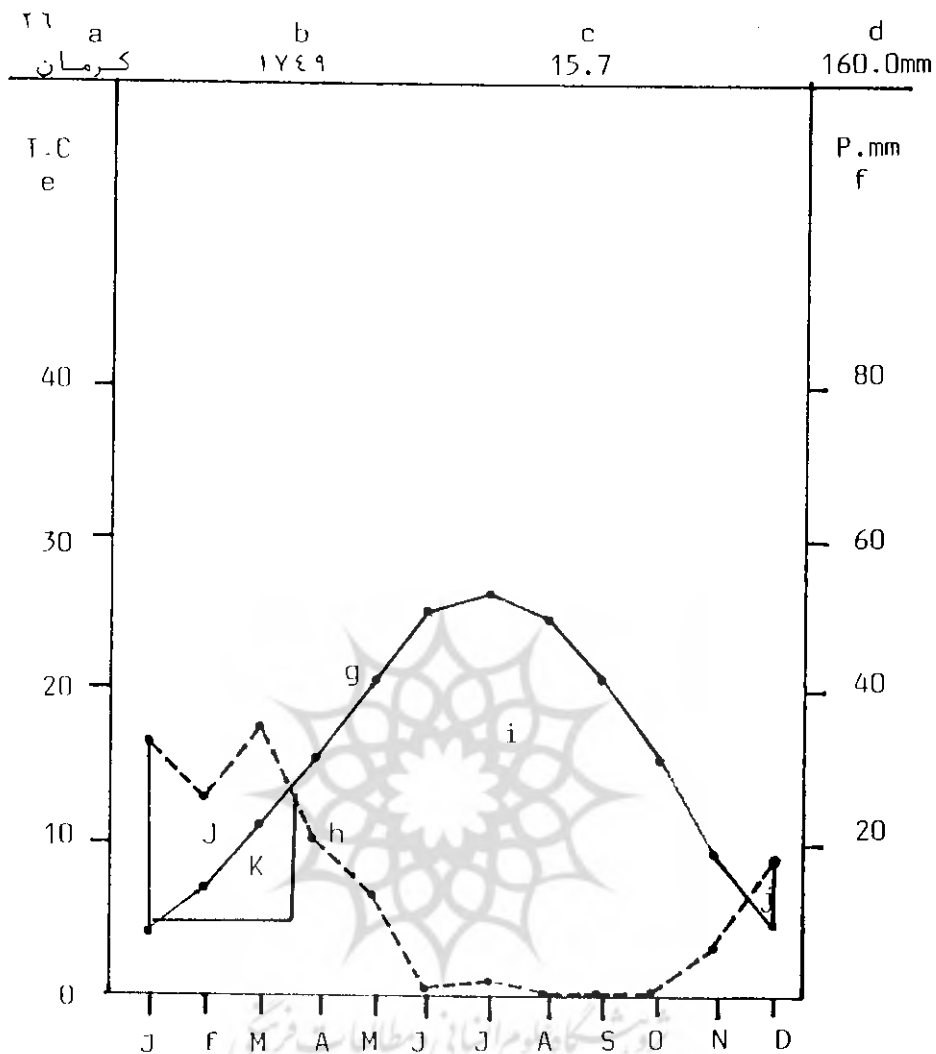
d : بارش سالانه

e : دما به C
(۱۰°C = ۲ سانتی متر)

f : بارش به میلی متر

(۲۰ میلی متر = ۲ سانتی متر)

g : منحنی دما



شکل ۱۴ دیاگرام اقلیمی کرمان

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| a: نام ایستگاه | f: بارندگی به میلی متر |
| b: ارتفاع | (۲۰ میلی متر = ۲ سانتی متر) |
| c: میانگین دمای سالانه | g: منحنی دما |
| d: بارندگی سالانه | h: منحنی بارندگی |
| e: دامنه (C°) | i: دوره خشک |
| (۱۰C° = ۲ سانتی متر) | j: دوره تقریباً مرطوب |
| | k: دوره رویشی (بالای 5C°) |

۰ (۱۹۷۵)

اصولاً^۲ وره‌های خشک که حاصل کمبود زیاد رطوبت در بسیاری از سرزمین‌های پست
عرض‌های میانه را و اخیرها رونا بیستان می‌باشد یک مساله عادی است. ولی چنان‌که وره‌هایی را
نباید بعنوان خشکسالی قلمداد نمود. مگر اینکه به شدت‌های غیر معمولی و غیر نرمال طولانی
برای نواحی ویژه‌ای بطول کشد.

بطور کلی خشکسالی عبارت از شرایطی از هوای خشک غیر عادی است که بصورت عدم تعادل^۳ های
بارزهیدرولوژیک بروز می‌کند و می‌توان آنرا بعنوان "پدیده‌های از کمبود غیر عادی و طولانی
رطوبت در ناحیه خاصی در مقایسه با شرایط اقلیمی و رطوبتی نرمال حاکم بر آن ناحیه تعریف
نمود". در این شرایط تا مین‌آب مشکل شده و محصولات زراعی دچار لطمه
فراوان می‌شوند*. این امر در طول تاریخ سبب انهدام بسیاری از مراکز تمدن و مهاجرت‌های
* مشخصاتی که مایه امتیاز انواع آب و هواها و ملاک تقسیم بند ی اقلیمی قرار می‌گیرد عبارت است
از میزان گرما و باران و مقدار رطوبت و فشار هوا و جریان بادها و امثال آن که تا ما "قابل اندازه‌گیری
است و هرگاه مدت مدیدی آنها را در یک ناحیه تحت مذاقه قرار دهند حد و متوسطی بدست
میدهد که معرف نوع آب و هوا محسوب میگردد. عدول از این حد و متوسط است که وضعی
خارج العاده در اوضاع اقلیمی هر ناحیه بوجود می‌آورد و خشکسالی یکی از حالات خارج العاده
ایست که در آن مقدار باران سالانه محل کمتر از میزان متوسط آن شود یا بحد اقل بارندگی که دیده
شده نزدیک گردد. بنا بر این مطالعه خشکسالی در هر قسمتی از سطح زمین باید با در نظر
گرفتن وضع اقلیمی همان ناحیه بعمل آید مثلاً "در آمریکا شمالی ۳۰ روز متوالی در فصل باران
با مقدار باران شبانه‌روزی بطور متوسط کمتر از $\frac{1}{4}$ اینچ و در انگلستان ۱۴ روز متوالی با باران
متوسط روزانه کمتر از $\frac{1}{4}$ اینچ خشکسالی محسوب میشود". (از اسناد گنجی، ۲۲ مقاله
جغرافیائی، مقاله سوم، "خشکسالی در قزاقستان" ۱۳۵۲).

عظیم اقوام مختلف بویژه از مراکز خشک آسیای مرکزی و دشت‌های مرفولستان سبب گردیده تا ضمن برجای نهادن حوادث گوناگون در تاریخ بشری ازیرخی تمدن‌ها نامی بیش باقی نماند.

در دهه ۱۹۷۰ میلادی بروز خشکسالیها بویژه در هند وستان کشورهای ساحلی مصایب فراوانی را بوجود آورد و ادامه آن در دهه ۱۹۸۰ میلادی نیز کشورهای این نواحی مخصوصاً آفریقا (اتیوپی و سودان) را در چارگرفتاریهای اجتماعی فراوانی نموده است.*

* گسترش بخش جنوبی بیابان "صحرا" در آفریقا که مناطقی مجاور خود را پشت تحت تاثیر دارد، یکی از بحرانی‌ترین مسائل جامعه بین‌المللی است. شدت این امر در خلال سالهای ۱۹۶۸-۱۹۷۲ موجب گردید تا بسیاری از سازمانهای بین‌المللی و دانشمندان سراسر گیتی متوجه مطالعه آن حتی از لحاظ همزمانی جهانی خشکسالی شوند (سوزوکی، ۱۹۸۱). بر اساس برآورد کنفرانس "نایروبی" در پایتخت کشور کنیا که جهت بررسی مسائل خشکسالیها و بویژه عواقب آن در کشورهای ساحلی آفریقا تشکیل گردیده بود، طی پنجاه سال گذشته در حدود ۶۵۰ هزار کیلومتر مربع (۶۵۰ میلیون هکتار) از مزارع زیر کشت در منطقه یاد شده تبدیل به بیابان لم یزرع شده است. این وضع که بویژه در لبه جنوبی "صحرا" به درجه خطرناکی رسیده بود، در اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی بصورت یک بحران اثرات بسیار مهلکی بر حیات ساکنین این نواحی باقی‌گذار و بخش اعظم از زمین‌های کشاورزی و دام‌ها را به نابودی کشانید.

منطقه‌های که تحت تاثیر این خشکسالی بوده است، منطقه "سودانی-ساحلی" نامیده می‌شود که شامل تمام ویا بخشی از شانزده کشوری می‌گردد که بصورت کمربندی در طول جنوب "صحرای آفریقا" در شمال خط استوا از اقیانوس اطلس در غرب تا اقیانوس هند و دریای سرخ در شرق کشیده شده است. این کشورها عبارتند از "جزایر کاپ ورد"، "چاد"، "گیبوتی"، "اتیوپی"، "گامبیا"، "کنیا"، "مالی"، "موریتانی"، "نیجر"، "نیجریه"، "سنگال"، "سودان"، "سومالی"، "اوگاندا"، "کامرون" و "ولتای علیا". علاوه بر این کشورهای "گینه" و "گینه بیسائو" دارای ارتباط اکولوژیکی نزدیکی به مناطق یاد شده می‌باشند. زیرا علاوه بر دلایل متعدد، بارش باران در این کشورها عامل عمده‌ای برای جریان رودهای برخی

د نباله‌زیرنویس

از کشورهای یاد شده در " ساحل " محسوب می‌گردد .

منطقه " سودان - ساحلی " و کشورهای وابسته و مجاور آنها از فقیرترین کشورهای جهان می‌باشند . این موضوع با اقتصاد " کشاورزی - دامی " آنها مربوط می‌گردد که به علت شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک و تهدید خشکسالیهای مکرر دائماً در معرض نابودی است، و از اینرو پنج کشور از کشورهای یاد شده در پایین ترین سطح توسعه قرار گرفته‌اند و دچار فقر شدید می‌باشند .

" بیابان‌زایی " (Desertification) یکی از مهمترین مسائل منطقه یاد شده می‌باشد . تا شیراین مسأله بویژه در زمان خشکسالیهای پدیدرپی با عواقب مخرب و درازمدتی که بر توسعه " اقتصاد - اجتماعی " منطقه دارد کاملاً آشکار می‌گردد . در حقیقت پائین آمدن سطح درآمد سرانه ملی در این کشورها همراه با از بین رفتن مراکز تولید محصولات کشاورزی سرانجام حکم نهایی را در مورد خود انسان بعنوان طعمه این بحران صادر می‌کند .

علل بیابان‌زایی بسیار پیچیده می‌باشد یکی از عوامل اصلی آن در این نواحی را می‌توان تعادل شکننده محیط ذکر نمود . تعادل اکوسیستم شکننده در منطقه " سودانی - ساحلی " عمدتاً معلول میزان کم بارندگی و بی‌ترتیبی آن می‌باشد . میزان بارندگی سالانه در اغلب این نواحی بین ۱۰۰ تا ۸۰۰ میلی‌متر در تغییر است . بی‌آمدن چنین شرایطی محدودیت " بیوماس " (Biomass) و ناپایداری ظرفیت محیطی این نواحی می‌باشد . تقریباً ۸۰ درصد از مجموعه سرزمین دارای شرایط اقلیمی خشک است . خشونت محیط بوسیله اعمال ویرانگر مردم این سرزمین از طریق چرای منوط دام، قطع درختان، بوته‌ها و درختچه‌ها جهت رفیع نیازهای مربوط به تامین انرژی شدید می‌گردد .

استفاده نامعقول از زمین و تخریب آن نه تنها نتیجه ناآگاهی در مدیریت است، بلکه افزایش جمعیت، تعداد دام و فقدان اشکال دیگری از سیستم‌های معیشتی مردم نیز مزید بر علت می‌باشد . در این نواحی از نظر جغرافیایی تغییرات کوتاه مدت مرزهای اقلیمی و برونسالیهای مرطوب ترو یا خشک تر نسبت به شرایط نرمال، گسترش و یا عقب نشینی کمربند‌های شرایط اقلیمی خشک و یا نیمه خشک را بدنبال دارد . از اینرو منطقه‌ای نیمه خشک طی یک زمان ممکن است دارای شرایط اقلیمی خشک و در زمان دیگری واجد شرایط اقلیمی مرطوب گردد . این تغییرات، فشارهای دوره‌ای در شیوه‌های معیشتی را بهمراه داشته و در نتیجه منجر به تغییرات عمده‌ای در اشکال و سازمان

دنباله زیرنویس

بهره‌برداری از زمین می‌شود. بطوریکه رترسالیهای نسبی سطح کشت افزایش یافته و بر تعداد دامها افزود می‌شود. ولی بعد نبال آن با بروز خشکسالیها امکان انطباق با شرایط پیش آمده، مشکل گشته و در نتیجه بناچار از استفاده مفرط از منابعی می‌شود که شرایط بیولوژیکی لازم و کافی برای فشارندارنده تحت این شرایط با از بین رفتن سریع منابع طبیعی امکان بهبودی محیط بتدریج از بین رفته و امکان فرصت لازم جهت برگشت به شرایط نرمال از دست می‌رود. در صورت ادامه این روند فشار جهت استفاده، تدابیر لازم چاره ساز نمی‌گردد و در نتیجه با تخریب محیط و رهایی آن به مان‌حوارث طبیعی بیابان‌زایی شروع می‌گردد (روبن‌مندر، ۱۹۸۱) و در این صورت انسان سرزمین آبا و اجدادی و تمام گذشته‌ها و امیدهای آیند خود و فرزندانش را بدست دشمنی می‌دهد که تمام گذشته‌ها و علائق او را به نابودی کشیده و مدفون می‌کند و برای او هیچ راه برگشت و چاره‌ای جز حسرت و نظاره باقی نمی‌گذارد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مطالعه خشکسالیها بویژه در مناطق خشک و از جمله ایران که بخش اعظم آن زیر پوشش شرایط اقلیمی نیمه خشک و خشک میباشد از اهمیت زیادی برخوردار است. زیرا این امر پوشش گیاهی و کثافت وری را تحت تاثیرش دید خود قرار می دهد. نظر بر اینکه بیشترین میزان تغییر پذیرگی — سری بارندگی نیز در مناطق خشک بوقوع می پیوندد بنا بر این کار برنا مهریزی از نظر آمایش سرزمین برای این نواحی را مواجه با مشکلات عظیمی می کند.

در این بررسی مطالعه خشکسالیها فقط برای د و ایستگاه اقلیمی این حوضه یعنی " کرمان " و " یزد " که دارای آمارهای هواشناسی منظم تر و نسبتاً دراز مدت تری هستند صورت پذیرفته است. برای این امر نیز از روش د و دانشمند هندی استفاده شده است (سا براهما نیام^۱ و ساستری^۲، ۱۹۶۹).

بر طبق نظر آنها می توان در صد انحراف منفی شاخص های خشکی هر سالی نسبت به میزان " میان نه"^۱ در سری شاخص های خشکی هر ایستگاه و یا نا حیای را مبنای کار قرار داد و با توجه به مقایسه آنها نسبت به " انحراف معیار"^۲ بروز خشکسالیها را با تعدیل اندکی در تعابیر ارائه شده بشرح زیر بیان داشت.

(۱) — خشکسالی خفیف: % انحراف منفی شاخص خشکی نسبت به میزان میان نه $\frac{1}{4}$ تا $\frac{1}{2}$

انحراف معیار.

(۲) — خشکسالی متوسط: % انحراف منفی شاخص خشکی نسبت به میزان میان نه $\frac{1}{2}$ تا $\frac{3}{4}$

یک برابر انحراف معیار.

(۳) — خشکسالی شدید: % انحراف منفی شاخص خشکی نسبت به میزان میان نه یک برابر تا

د برابر انحراف معیار.

(۴) - خشکسالی مصیبت بار؛ % انحراف منفی شاخص خشکی نسبت به میزان ^{میان} بیشتر از

د و برابر انحراف معیار ۰

این روش بر اساس تعیین شاخص های خشکی سال به سال برای دوره ۱۹۶۹ الی ۱۹۷۶ و بر طبق کاربرد " روش تورنت ویت " مبنای مطالعه خشکسالیها برای تعداد ایستگاههای اقلیمی دشت راجستان هند قرار گرفته است (سابرامانیا^{۲۳} و پراسادا^{۲۴} ۱۹۸۰). نتایج حاصل از این امر برای ایستگاههای کرمان ویزد بصورت جداول شماره ۳ و ۴ و اشکال شماره ۱۵ و ۱۶ تهیه و علاوه بر این بر اساس سری شاخص های خشکی یزد و کرمان جداول شماره ۵ و ۶ و نمودارهای شماره ۱۷ و ۱۸ بعنوان پراکنندگی شاخص های خشکی نسبت به " میانسه " تنظیم و ترسیم گردیده است .

بطور کلی در هر دو ایستگاه یاد شده در بیش از پنجاه درصد از دوره دیدهبانی شرایط خشکسالی بد رجات مختلف دید می شود در این میان در " یزد " طی سالهای ۱۹۵۸ (۱۳۲۷) ۱۹۶۲ (۱۳۴۱)، ۱۹۶۹ (۱۳۴۸)، و ۱۹۷۳ (۱۳۵۲) شرایط خشکسالی شدید حاکم بوده و " کرمان " نیز در سالهای ۱۹۵۸ (۱۳۳۷) و ۱۹۶۶ (۱۳۴۵) خشکسالی شدید داشته است . علاوه بر این یک دوره خشکسالی مشخص از ۱۹۶۰ تا ۱۹۶۵ (۱۳۳۹ تا ۱۳۴۴) در یزد و یک دوره خشکسالی مشخص دیگری نیز از ۱۹۶۵ تا ۱۹۷۰ (۱۳۴۴ تا ۱۳۴۹) در کرمان حاکم بود . در بقیه موارد در سالهای متناوب خشکسالی بمدت یکسال و یا بمدت دو الی سه سال بروز کرده است . البته در دوره این خشکسالیها در وناحیه یاد شده کاملاً همزمان نیست و این امر معلوم می دارد که اصولاً " تدوین یک تقویم صحیح برای بیان علل بروز خشکسالیها حداقل در مقیاس ناحیه ای و با توجه به دوره آماربرداری های موجود مواجه با مشکلاتی است . باید توجه داشت در این بررسی شرایط ماکروکلیمای ایران مورد بحث نیست

جدول ۳ انحراف شاخص خشکی (Ia) و شدت خشکسالی هادراپستگاهیزد

سال	Ia	d Ia	درصد انحراف میانگین	شدت خشکسالیها
۱۹۵۳	۱/۸	-۰/۳	-۱۵(%)	خشکسالی خفیف
۱۹۵۴	۴/۱	+۲/۰	-	-
۱۹۵۵	۱/۴	۰/۷	-۳۵(%)	خشکسالی متوسط
۱۹۵۶	۲/۸	+۰/۷	-	-
۱۹۵۷	۲/۹	+۰/۸	-	-
۱۹۵۸	۱/۰	-۱/۱	-۵۵(%)	خشکسالی شدید
۱۹۵۹	۳/۵	+۱/۴	-	-
۱۹۶۰	۱/۵	۰/۶	-۳۰(%)	خشکسالی متوسط
۱۹۶۱	۱/۷	-۰/۴	-۲۰/	خشکسالی شدید
۱۹۶۲	۰/۸	-۱/۳	-۵۰	خشکسالی شدید
۱۹۶۳	۲/۱	-۰/۱	-۵۰	خشکسالی خفیف
۱۹۶۴	۰/۸	-۱/۳	-۶۵	خشکسالی شدید
۱۹۶۵	۲/۱	۰	-	-
۱۹۶۶	۱/۵	-۰/۶	-۳۰(%)	خشکسالی متوسط
۱۹۶۷	۱/۹	-۰/۲	-۱۰	خشکسالی خفیف
۱۹۶۸	۳/۱	+۱/۰	-	-
۱۹۶۹	۱/۰	-۱/۱	-۵۵(%)	خشکسالی شدید
۱۹۷۰	۱/۲	-۰/۹	-۴۵	خشکسالی متوسط
۱۹۷۱	۲/۳	+۰/۲	-	-
۱۹۷۲	۲/۳	+۰/۲	-	-
۱۹۷۳	۰/۷	-۱/۴	-۷۰(%)	خشکسالی شدید
۱۹۷۴	۱/۷	-۰/۴	-۲۰	خشکسالی خفیف
۱۹۷۵	۱/۷	-۰/۴	-۲۰	خشکسالی خفیف
۱۹۷۶	۴/۵	+۲/۴	-	-
۱۹۷۷	۲/۹	+۰/۸	-	-
۱۹۷۸	۳/۶	+۱/۵	-	-
۱۹۷۹	۳/۲	+۱/۱	-	-
۱۹۸۰	۲/۶	+۰/۵	-	-
Mean	۲/۱			
Median	۲/۱			
Sia	۵/۲			

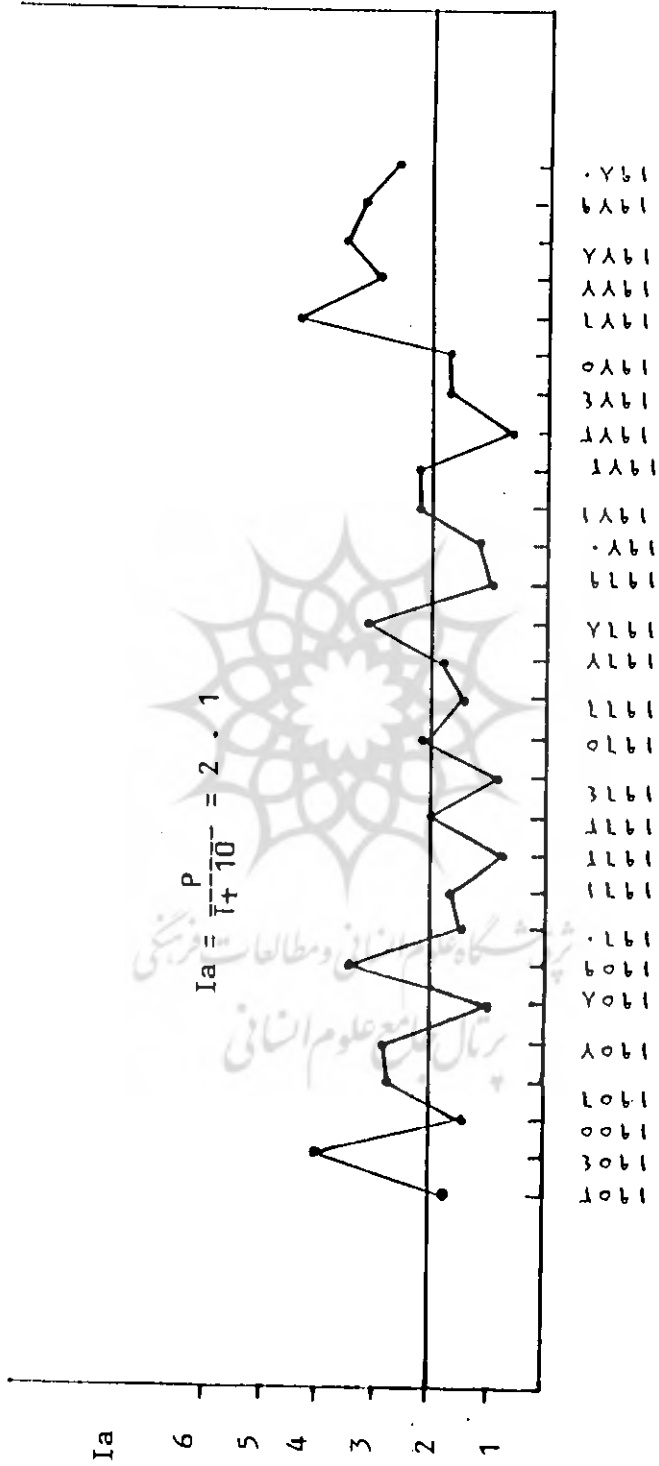
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2 n}{N}} = ۱/۰۶ = ۵۰ \cdot \text{Mean}$$

(Standard deviation)

جدول ۴ انحراف شاخص خشکی (Ia) و شدت خشکسالی هادراپستگاه کرمان

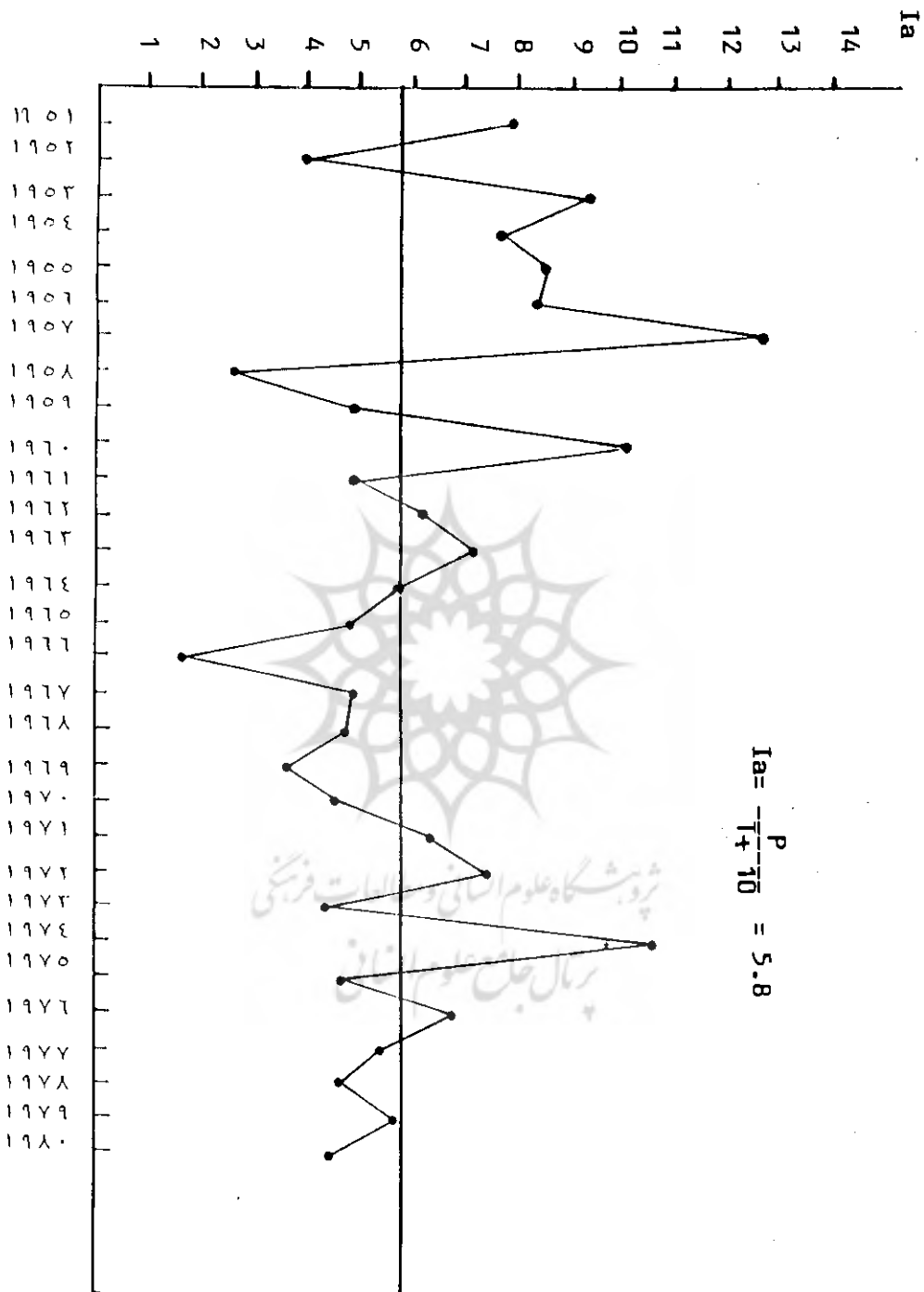
سال	Ia	درصد انحراف از میانگین	شدت خشکسالی ها
۱۹۵۱	۷/۹	+۱/۷	خشکسالی متوسط
۱۹۵۲	۴/۱	-۲/۱	
۱۹۵۳	۹/۴	+۳/۲	
۱۹۵۴	۷/۸	+۱/۶	
۱۹۵۵	۸/۶	+۲/۴	
۱۹۵۶	۸/۴	+۲/۲	خشکسالی شدید
۱۹۵۷	۱۲/۸	+۶/۶	
۱۹۵۸	۲/۷	-۳/۵	
۱۹۵۹	۵/۰	-۱/۲	
۱۹۶۰	۱۰/۲	+۴/۰	
۱۹۶۱	۴/۹	-۱/۳	خشکسالی خفیف
۱۹۶۲	۶/۳	+۰/۱	
۱۹۶۳	۶/۹	+۰/۷	
۱۹۶۴	۵/۸	-۰/۴	
۱۹۶۵	۵/۰	-۱/۲	
۱۹۶۶	۱/۸	-۴/۴	خشکسالی خفیف
۱۹۶۷	۵/۰	-۱/۲	
۱۹۶۸	۴/۸	-۱/۴	
۱۹۶۹	۳/۷	-۲/۵	
۱۹۷۰	۴/۷	-۱/۵	
۱۹۷۱	۶/۳	+۰/۱	خشکسالی متوسط
۱۹۷۲	۷/۴	+۱/۲	
۱۹۷۳	۴/۴	-۱/۸	
۱۹۷۴	۱۰/۷	+۴/۵	
۱۹۷۵	۴/۷	-۱/۵	
۱۹۷۶	۶/۸	+۰/۵	خشکسالی خفیف
۱۹۷۷	۵/۴	-۰/۸	
۱۹۷۸	۴/۷	-۱/۵	
۱۹۷۹	۵/۷	-۰/۵	
۱۹۸۰	۴/۶	-۱/۶	
Mean	۶/۲		
Median	۵/۷		
Std	۱۱/۰		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N}} = ۲/۴۶ = (۲۹/۶ \text{ Mean})$$
 (Standard deviation)



شکل ۱ - تغییرات در زمانت شاخص خشکی در ایستگاه اقلیمی بستر

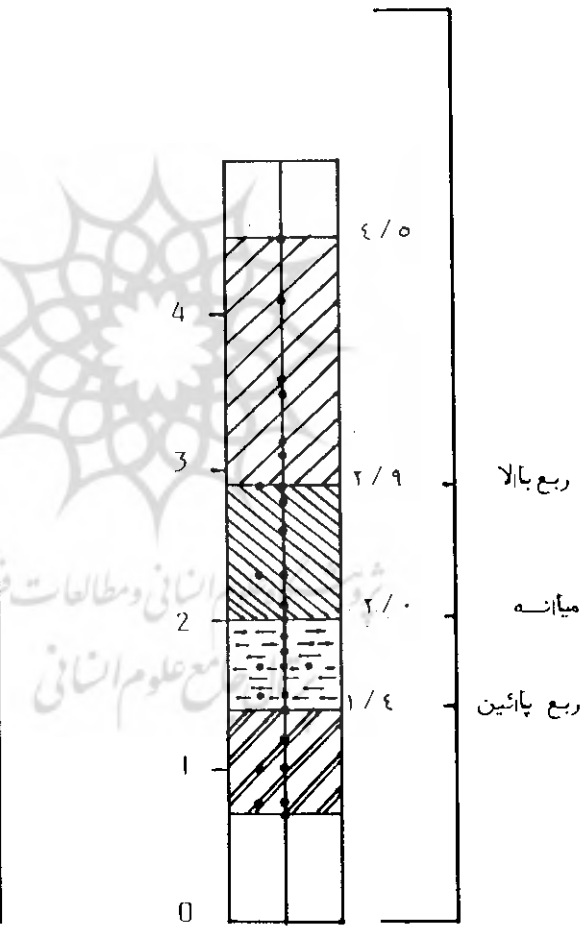
$$I_a = \frac{P}{T + 10} = 5.8$$



مکان ۱ - تغییرات دما و رطوبت در ایستگاه اقلیمی کرمان

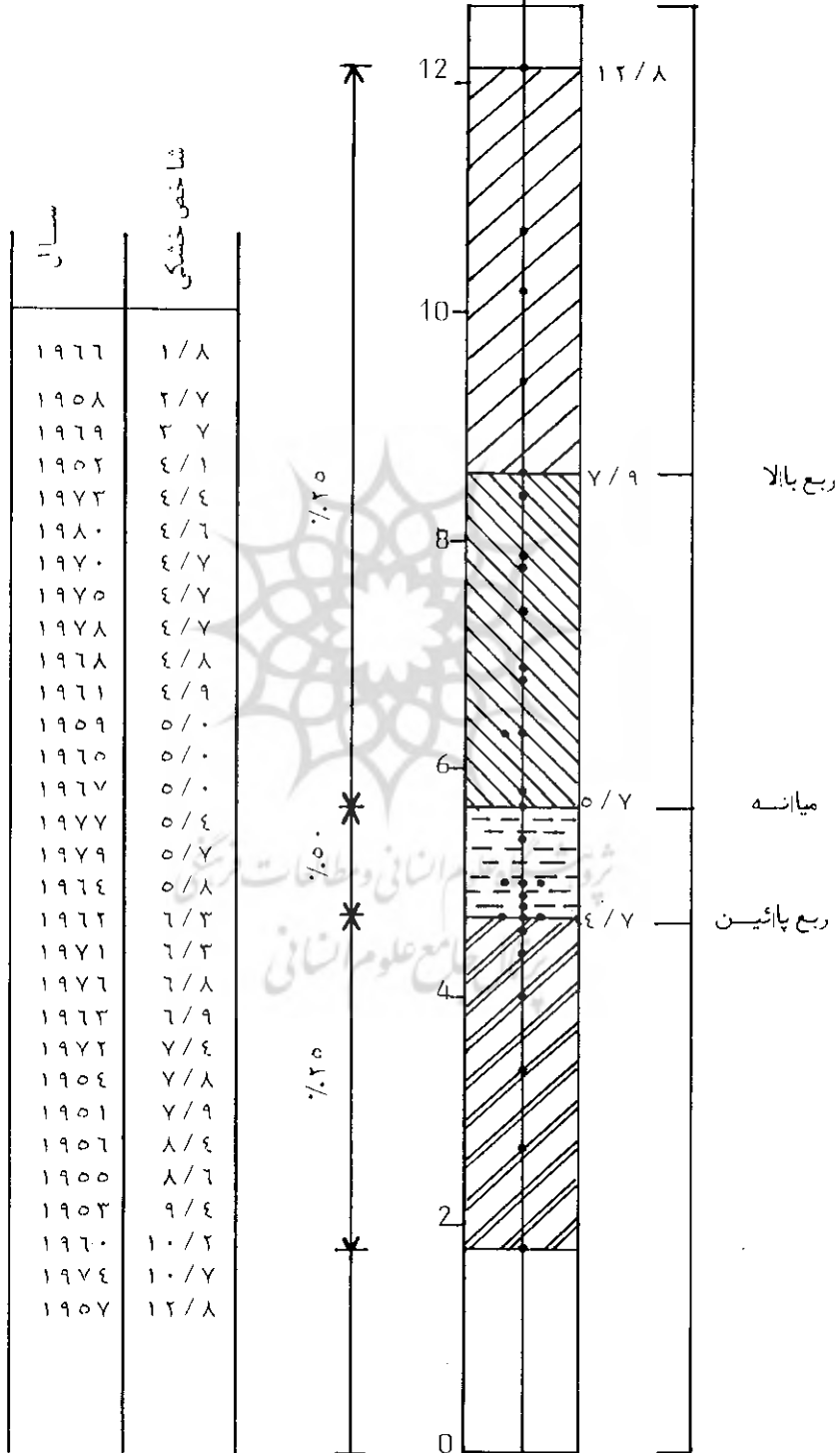
سال	شاخص خشکی
۱۹۷۲	۰/۷
۱۹۶۴	۰/۸
۱۹۶۲	۰/۸
۱۹۵۸	۱/۰
۱۹۶۹	۱/۰
۱۹۷۰	۱/۲
۱۹۵۵	۱/۴
۱۹۶۰	۸/۵
۱۹۶۶	۱/۵
۱۹۶۱	۱/۷
۱۹۷۴	۱/۷
۱۹۷۵	۱/۷
۱۹۵۳	۱/۸
۱۹۶۷	۱/۹
۱۹۶۳	۲/۰
۱۹۶۵	۲/۱
۱۹۷۱	۲/۳
۱۹۷۲	۲/۳
۱۹۸۰	۲/۶
۱۹۵۶	۲/۸
۱۹۵۷	۲/۹
۱۹۷۷	۲/۹
۱۹۶۸	۳/۱
۱۹۷۹	۳/۲
۱۹۵۹	۳/۵
۱۹۷۸	۳/۶
۱۹۵۴	۴/۱
۱۹۷۶	۴/۵

شکل ۷ نمودار پراکنده گی شاخص های خشکی نسبت به میانه (ییزد)



جدول ۵ سری شاخص های خشکی ییزد

شکل ۱۸ نمودار پیراکنندگی شاخص‌های خشکی نسبت به میانه (کرمان)



و همچنین برای دستیابی به شناخت دوره‌های دقیق ترد مورد بروز خشکسالیها و علل آن، آمارهای
درازمدات تری ضروریست .

بیان آبی از نظر اقلیمی (تبخیر و تعرق پتانسیل)

یکی از پایه‌های اساسی و دقیق برای درک و تحقیق پیرامون شرایط رطوبتی و یا خشکی اقلیمی
هر ناحیه در مفهوم "بیان آبی"^{۲۵} نهفته است . بنا بر این لازمست که از یک طرف میزان تلفات
آبی به طرق مختلف و از جمله "تبخیر و تعرق پتانسیل"^{۲۶} و از طرف دیگر میزان آب حاصل برای ناحیه
از طریق بارش‌های جوی معین گردد .

محققین بر اساس "نیاز آبی" جهت اهداف معین، تحقیقات ارزنده‌ای را در این زمینه
انجام داده و روش‌هایی را با توجه به جنبه‌های مختلف و پارامترهای قابل اندازه‌گیری از عناصر
اقلیمی ارائه نمودند . بطوریکه این موضوع امروزه یکی از بنیادهای مطالعات اقلیمی جهان
را با توجه به کاربردهای اساسی آن بویژه در مورد مربوط به کشاورزی و سایر مصارف آبی شهری -
صنعتی تشکیل می‌دهد .

مطالعاتی که بر اساس تعیین تبخیر و تعرق ماهانه فصلی و سالانه صورت می‌پذیرد علاوه بر
اینکه میانگین درازمدت شرایط بیان آبی با توجه به دریافت‌ها و تلفات آبی در یک ناحیه
را تعیین می‌کند، در ضمن تصویری از بیان آبی سالهای غیرطبیعی و نرمال را ارائه می‌دهد که بر طبق
آن می‌توان شرایط ویژه اقلیمی هر ناحیه‌ای را مشخص نمود . لازم به یاد آوریست که تعیین نیاز
آبی با هر ترتیبی که بر اساس تبخیر و تعرق پتانسیل استوار باشد، کنترل آنرا از طریق روش‌های