تحلیل و پیش بینی نوسان اقلیمی خراسان

علیرضا بنی واهب

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تربت حیدریه

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۲/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۹/۲۸

چکیده:

با توجه به خشکسالیهای سالهای اخیر و تأثیر آن بر برنامه ریزی و بخشهای مختلف اقتصادی، کشاورزی و... نیاز به پیش بینی و استفاده از مدلهای مختلف جهت برنامه ریزی دقیق تر لازم به نظر می رسد. مدل زنجیره مارکف روی استان خراسان مورد بررسی قرار گرفت و چهار ایستگاه مشهد، تربت حیدریه، بجنورد و بیرجند انتخاب شد. این مدل پیشامدهایی که به پیشامدهای قبلی وابسته اندومستقل نمی باشند را مورد بررسی قرار می دهد در این تحقیق احتمال وقوع پیشامدهای متوالی روزهای خشک و تر (آستانه تری۰/۱ میلیمتر) و روزهای سرد (زیر صفر درجه سانتیگراد) و روزهای گرم (بالای ۲۵ درجه سانتیگراد) موردبررسی قرار گرفته است . نهایتاً توسط مدل زنجیرهٔ مارکف مرتبه اول مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و جهت پیش بینی دورههای ۱ تا ۱۰ روزه از توزیع آماری $\mathbf{q}\times \mathbf{X_n=p^{n-1}}$ استفاده شده است و مقادیر احتمال‌های پیش بینی بصورت نقشه‌های هم احتمال ترسیم شده است.دراین تحقیق از نرم افزارهای Spss وSurfer جهت آنالیز اطلاعات وترسیم نقشه ها استفاده است.

واژه های کلیدی: زنجیره مارکف، استان خراسان، پیش بینی

مقدمه

نقش مهمی که اقلیم در زندگی انسان بعهده دارد بر همگان روشن است بخصوص اثر مستقیم آن بر بخش کشاورزی را نمی توان نادیده گرفت. زیرا محصولات کشاورزی به عنوان بخش مهمی از مواد غذایی مورد نیاز انسان و هم چنین مواد اولیه صنایع را به خود اختصاص داده است . مهمترین اثر مستقیم دوره های خشک یا تر در تولید و میزان محصولات کشاورزی و میزان آب رودخانه ها و منابع آبی می باشد.

از آنجایی که موقعیت استان خراسان و گسترش آن در عرض جغرافیائی به شکلی است که در کمربند خشک دنیای قدیم و در محل اثر گذاری پر فشار جنب حاره و فرا بار سیبری قرار دارد و در فصول مختلف خراسان را تحت تاثیر قرار می دهند. نیمه شمالی و جنوبی استان دارای تفاوتهای اقلیمی می باشند. عوامل توپوگرافی, جهت ارتفاع آن در حد محلی روی میکرواقلیم اثر می گزارد.نیاز به بررسی عوامل مختلف اقلیمی در این استان برای نشان دادن توانمندیهای آن ضروری بنظر می‌رسد .

دو عامل بارش و دما از عمده ترین عوامل تعیین طبقه بندی و ناحیه بندی اقلیمی و تاثیرگذار بر سایر عناصر اقلیمی می باشد. اطلاعات مربوط به بارش و دما در اجرای اهداف ملی و منطقه ای نقش مهمی را بر عهده دارد به عنوان نمونه تغییرات اقلیمی در سالهای اخیر و بلایای طبیعی ناشی از آن مانند خشکسالی ها و سیلاب ها در استان خسارات زیادی بر جای نهاده است . با نگاهی به گذشته سابقه بلایای طبیعی در کشور و خصوصا استان خراسان به چشم می خورد.

آئینهای بارانخواهی سابقه ۷ هزار ساله در ایران دارد (پاپلی , ۱۳۷۸) .در سال ۱۲۸۷ هجری قمری در قسمتهای جنوبی ومرکزی خراسان خشکسالی شدیدی بوقوع پیوسته و در سالهای ۱۳۱۰-۱۳۱۱ بر اثر شدت خشکسالی مردم به شمال خراسان مهاجرت نمودند (خادمیان, ۱۳۸۰) .همچنین در سالهای ۱۳۲۲-۱۳۲٦ خشکسالی هایی با شدت زیاد و تداوم ۵ ساله در قاینات باعث مهاجرت بیش از ۱۸۰۰۰۰ نفر به شمال خراسان گردید (گنجی, ۱۳۵۳). سرمای شدید زمستان ۱۳٤۸ و خشکسالی ۱۳۵۰ موجب تخریب مراتع شده و سبب مهاجرت کوچ نشینان شمال خراسان به شهرها شده است (پاپلی , ۱۳٦٤).

۳ سال خشکسالی پیاپی در استان بلو چستان ایران خصوصا بین بم و زاهدان قحطی شدید و مهاجرت را در پی داشته است (احمد خان , ۲۰۰۱) به گزارش سازمان ملل چند سال خشکسالی پی در پی حالت بحرانی در ایران ایجاد کرده, در سال ۲۰۰۰ بیش از ۳/۵ میلیارد دلار به کشور خسارت وارد آمده است (آی آر آی , ۲۰۰۱) .به گزارش فائو در سال ۲۰۰۱ , ۲۰ استان از ۲۸ استان ایران دچار خشکسالی شده است. کشاورزان، قسمت زیادی ازمحصولات خودرا از دست داده اند، ۱ میلیون حیوان اهلی تلف شده اند وباعث کاهش آب شرب شهرها بخصوص درتهران شده است .بیش از ۱/۵ میلیون تن علوفه برای حیوانات اهلی مورد نیازمی باشد. این خشکسالی در۳۰ سـاله گذشته بیسابقه بوده است (رسکناجل ،۲۰۰۱). در استان خراسان خصوصا در نیمه جنوبی و قسمتهای مرکزی اثر خشکسالی بسیار شدید بوده است در قسمتهای شمالی در سالهای اخیر شاهد سیلهای مخرب زیادی بوده ایم .

این تغییرات و بلایا در طول تاریخ زندگی بشر نیاز به برنامه ریزی اقتصادی, سیاسی و اجتماعی را بر مبنای ارائه مدلهای پیش بینی اقلیمی ضروری می نماید.

یکی از راههای عملی جهت توسعه و عمران در بخشهای مختلف صنعتی, کشاورزی و خدماتی برنامه ریزی اصولی و مدیریت صحیح در بخشهای مزبور می باشد. بعنوان مثال در بخش کشاورزی جهت افزایش سطح تولید و بهره برداری حداکثر از منابع, برنامه ریزی اصولی و مدیریت صحیح در مراحل کار حائز اهمیت می باشد. مقوله پیش بینی بارندگی های آینده بر اساس بارندگی های ثبت شده قبلی سهم بسزایی در این مدیریت دارد. زیرا تأثیر این عامل (بارندگی) بر روی تولیدات کشاورزی از سایر عوامل اقلیمی بیشتر می باشد. امروزه کوتاه ترین پریود زمانی برای مدل سازی آب و هوایی در بخشهای (صنعتی, کشاورزی ...) به یک روز کاهش یافته است که مطالعات کوتاه مدت بارندگی را نیز طلب می کند .

در اوایل قرن جاری دانشمندی بنام مارکف نظریه ای را که بعداً بنام مدل زنجیره ای مارکف معروف شد ارائه کرد که کاربرد وسیعی در علوم مختلف پیدا کرد . این نظریه حل بسیاری از مسائل احتمالات را ساده تر کرد در

واقع تئوری زنجیره مارکف مانند ابزار ریاضی احتمالات مربوط به فرایند های وابسته را بسیار ساده یا ممکن ساخت مدل زنجیره مارکف در علوم مختلف مانند اقلیم شناسی, هواشناسی, کشاورزی و ... کاربرد وسیعی دارد .

پیشینه تحقیق :

مدل زنجیره مارکف اولین بار توسط ندری اندریوویچ مارکف روسی عنوان شد. این مدل در بسیاری از علوم مختلف از جمله اقتصاد، کشاورزی، اقلیم شناسی و .... کاربرد وسیعی پیدا نمود. به نمونه ای از مطالعات انجام شده اشاره می شود.

(لانا ، ۱۹۹۹)[۱] در کاتولینای اسپانیا (مون ،۲۰۰۰)[۲] روی بارش روزانه کره جنوبی و (کانی زارس ، ۲۰۰۱)[۳] ال نینو و لانینو و نوسان جنوبی را پیش بینی کرده است. (راجا گپلان، ۱۹۹۹)[٤] با توجه به روشهای ناپارامتری سریهای زمانی عوامل هواشناسی مانند میزان تابش خورشید، حداقل وحداکثر درجه حرارت، متوسط درجه حرارت، نقطه شبنم، متوسط سرعت باد و بارش را بصورت روزانه بررسی و روش مارکف مرتبه اول را روی مناطق سالت لیک سیتی و یوتا در ایالت متحده آمریکا پیاده نموده است.

(واید ، ۱۹۹۹)[۵] دوره های خشک حوضه اسپانیا را با استفاده از زنجیره های مارکوف پیش بینی نموده است. (باری،۲۰۰۱)[٦] مدلهای مختلف میانگین متحرک،اتورگرسیو، آریما، زنجیره مارکف و شاخص خشکسالی پالمر را مورد بررسی و برای خوشه بندی از روش تحلیل عاملی استفاده می نمایند (مروان و همکاران، ۱۹۹٦)[۷]. (السنر، ۲۰۰۲)[۸] با استفاده از زنجیره مارکف احتمال وقوع هاریکنهای قوی که در محدوده ایالات متحده آمریکا در طی النینو و فاز منفی شاخص آتلانتیک شمالی رخ می دهد را بررسی نموده است .

(ویبلی، ۱۹۹٦)[۹] احتمال وقوع شرایط روزهای خشک و مرطوب بصورت فصلی روی انگلستان با توجه به درجه حرارت اقیانوس آتلانتیک شمالی و همبستگی بین درجه حرارت سطح دریا و بارشهای تابستانه طی دوره ۱۹۰۱تا ۱۹۹۵ را بررسی نموده است و از طریق زنجیره مارکف احتمال وقوع بارشهای تابستانه را بدست آورده است.

(اندرسن، ۲۰۰۲)[۱۰] پیش بینی فصلی مدل گسترش آتش و میزان رطوبت ۳۰ ساله پارک ملی وود بوفالو را از طریق زنجیره مارکف بررسی نموده است(دوبروسکی، ۲۰۰۱).[۱۱] زنجیره مارکف مرتبه اول و بالاتر را جهت پیش بینی روزهای خشک و مرطوب در پائیز و زمستان استفاده شده است همچنین از مدلهای آریما و توزیع گاما در پیش بینی مدلهای هیدرولوژیکی روان آبها و مدلهای مربوط به رشد محصولات استفاده نموده اند .

---

1 - Lana
2 - Moon
3 - Canizares
4 - Rajagopalan
5 - Vide
6 - Barry
7 - Marvan
8 - Elsner
9 - Wibly
10 - Anderson
11 - Dubrovsky

(جوینز، ۲۰۰۰)[1] وقوع تورنادو در آمریکا بررسی شده و پیش بینی وقوع آنها از روشها یی مختلف از جمله زنجیره مارکف دو حالته و مدل دو جمله ای استفاده نموده اند. (بنتوو ، ۱۹۹۹)[2] نیز با استفاده از این مدل در زمینه مطالعات اکولوژیکی روی آمریکا انجام داده است. (سابرامانیام، ۱۹۸۷)[3] در منطقه ساحلی آندهوای کشور هندوستان با استفاده از مدل زنجیره مارکف تولید محصولات کشاورزی در رابطه با پیش بینی بارش مورد بررسی قرار دادند. (سونگ ، ۱۹۹٤)[4] زنجیره مارکف را برای بررسی بارشهای روزانه کره جنوبی مورد استفاده قرار می دهد.

(یوسفی، ۱۳۸٦) با استفاده از مدل مارکف و توزیع نرمال احتمال حالتهای خیلی خشک، نیمه خشک، خشک، متوسط، نیمه مرطوب، مرطوب و خیلی مرطوب بر اساس بارشهای سالانه و فصول مختلف ایستگاه قزوین مورد بررسی قرار داده است. (قادر مرزی، ۱۳۸۰) نیز با استفاده از همین روش به تحلیل آب وهوای استان کردستان وپیش بینی دورههای خشک، مرطوب، سرد و گرم همت گمارده است. (جعفری بهی، ۱۳۷۸) نیز از همین روش در تحلیل آماری دوره ای خشک و تر استفاده نموده است.

روش کار:

در این تحقیق از روش محاسبات مربوط به روزهای خشک و تر و سرد و گرم و معتدل و بصورت جدول نمایش داده شده و محاسباتی همچون درصد روزهای تر و خشک و گرم و سرد و معتدل سپس احتمال حالتهای انتقال شرطی بارش و دما و احتمال اقلیمی دورهٔ مرطوب و خشک و همچنین امید ریاضی و سیکل هوائی روزهای خشک و مرطوب و گرم و سرد و معتدل محاسبه گردیده است.

در مرحله بعدی با استفاده از نمودار ها به تفسیر و تحلیل آن پرداخته و بعد با استفاده از داده ها و محاسبات انجام شده به پیش بینی روزهای خشک و مرطوب و گرم و سرد و معتدل اقدام شده و در انتها میزان احتمال وقوع دوره های ۳ و ۷ روزه خشک، مرطوب و گرم بوسیله خطوط هم ارزش نشان داده شده است.

نتایج :

فراوانی روزهای خشک وتر

در این بخش با توجه به نمودار هایی که از محاسبات بدست می آید به تجزیه و تحلیل آن می پردازیم. در کلیه ایستگاه های استان درصد فراوانی روزهای تر و خشک تقریباً یکسان نیست و متوسط درصد فراوانی روزهای خشک با توجه به دوره آماری برابر۸٤/۷ با درصد می باشد و همچنین متوسط درصد فراوانی روزهای تر (مرطوب) برای ٤ ایستگاه استان در حدود ۱۵/۳ درصد بوده است که حاکی از نبود تقریباً شرایط یکسان اقلیمی از لحاظ ویژگی بارش و نحوه پراکندگی زمانی در طول سال می باشد.با توجه به نمودار (۱) ایستگاه بجنورد با درصد فراوانی ۷۹/۳ دارای کمترین درصد فراوانی روزهای خشک بوده و به طبع آن باداشتن ۲۰/۷درصد فراوانی روزهای تر.

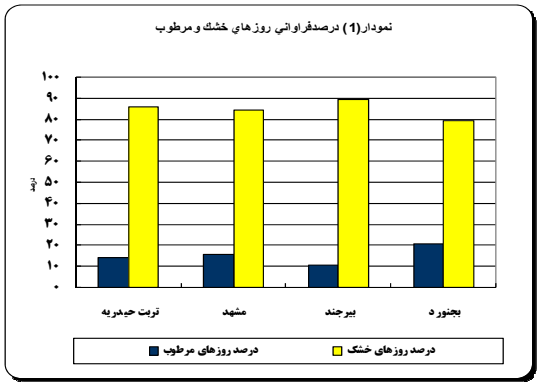
[1]-Joines
[2] - Bentow
[3] -Subramanian-
[4] - Sung

مرطوبترین ایستگاه استان معرفی می شود. این ویژگی با توجه به اینکه مرطوبترین منطقه استان می باشد کاملاً مطابقت دارد.

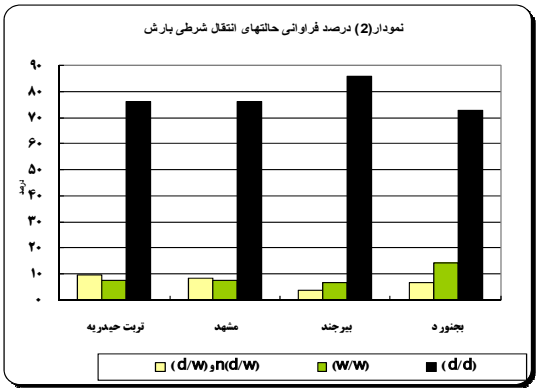
ایستگاه بیرجندباداشتن۸۹/٤درصد روز خشک و۱۰/٦ درصد روز تر در سال خشکترین ایستگاه استان شناخته شده است. درصد فراوانی روزهای خشک و تر ایستگاه های استان در نمودار(۱) نشان داده شده است.

حالتهای انتقال شرطی:

همانطور که با تجزیه و تحلیل داده های روزانه بارش از شرایط اقلیمی مشابه حاکم بر ایستگاه‌های استان از لحاظ بارندگی مطلع شدیم. انتظار می رود که حالتهای انتقال شرطی هم به تبعیت از شرایط بارندگی و تعداد روزهای خشک و تر ایستگاه مربوطه باشد، که در عمل هم این ویژگی مشاهده می شود درصد فراوانی حالت انتقال شرطی خشک،خشک(N_{dd}) بطور متوسط برای کلیه ایستگاه های استان در حدود۷۷/٦ میباشد. به عبارت دیگر در حدود ۷۷/٦ روزهای متوالی خشک بعد خشک در هر کدام از ایستگاه ها مشاهده شده است. به طور متوسط حدود ۷/۱ روزها در هر ایستگاه روز تر بعد از خشک بوده است (N_{wd}). درصد حالت انتقال شرطی (N_{ww}) بطور میانگین برای تمام ایستگاه ها در حدود ۸/۲ می باشد. (روز تر بعد از روز تر). با توجه به درصد فراوانی روزهای تر و خشک در ایستگاه بجنورد درصد حالت خشک بعد از خشک (d/d) دارای کمترین مقدار بوده و برابر با ۷۲/٦ می باشد و ایستگاه بیرجند با ۸۵/۷ حالت (d/d) دارای بیشترین نواحی خشک می باشد. درصد فراوانی حالتهای (w/w) در ایستگاه بجنورد دارای ماکزیمم ۱٤/۱ می باشد. و مینیمم حالت انتقال شرطی (w/w) در ایستگاه بیرجند برابر با ٦/۸ می باشد نمودار شماره (۲) درصد فراوانی انتقال شرطی هر ایستگاه را نشان می دهد .



نمودارشماره ۱:درصد فراوانی روزهای خشک و مرطوب



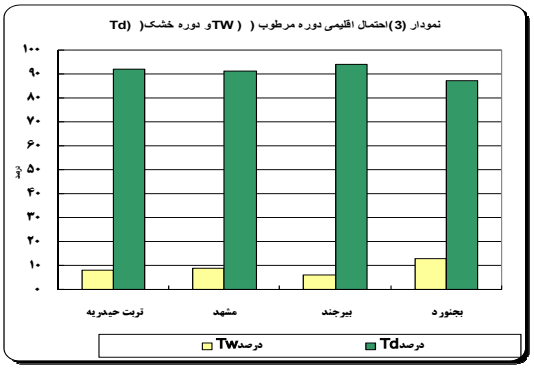
نمودار شماره ۲:درصد فراوانی انتقال شرطی هر ایستگاه

مقادیر احتمال انتقال شرطی چهار حالته برای هر چهار ایستگاه استان بطور متوسط یکسان بوده و نتایج مشابهی را از نظر احتمال وقوع حالتهای ($P_{w/d}, P_{d/d}, P_{d/w}, P_{w/w}$) نشان می دهند. یعنی متوسط احتمال وقوع حالت ($P_{w/w}$) در ایستگاه های استان برابر با ٤۳٪ می باشد و میانگین احتمال وقوع حالت($P_{d/d}$) حدود ۰/۹۲ میباشد مقادیر احتمال وقوع حالتهای ($P_{d/w}$ و $P_{w/d}$) بطور متوسط برای کلیه ایستگاه ها به ترتیب برابر با ۰/٤۷ و ۰/۲۷ میباشد . البته باز هم ایستگاه بجنورد دارای بالاترین مقدار احتمال وقوع حالت (w/w) می باشد که حدود ۰/٦۸

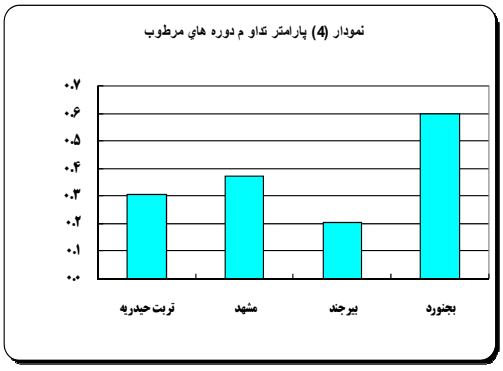
می‌باشد و ایستگاه بیرجند کمترین مقدار احتمال حالت انتقال (d/d) را دارا می باشد به این ترتیب باز هم مرطوبتر بود ایستگاه بجنورد نسبت به ایستگاه‌های دیگر مشاهده می شود.

احتمال اقلیمی دوره های خشک و تر

نتایج حاصل از محاسبه میزان احتمال اقلیمی دوره های خشک و تر در نمودار (۳) نشان داده شده است. همانطور که از نمودار پیداست، ایستگاه بیرجند دارای کمترین احتمال اقلیمی ٦ درصد دوره مرطوب می باشد یعنی کمترین مقدار حالت انتقال (w/w) را همراهی کرده است و این مسئله حاکی از تمایل به خشکتر بودن ایستگاه نسبت به سایر ایستگاه های استان می باشد به طبع آن دارای ماکزیمم احتمال اقلیمی دوره خشک می‌باشد یعنی در حدود ٦٤ درصد که باز هم نشان دهندن بیشترین حالت انتقال (d/d) می باشد. در نتیجه ایستگاه هواشناسی بیرجند بعنوان خشکترین ایستگاه استان شناخته شد. احتمال اقلیمی دوره مرطوب (احتمال ساکن وقوع بارندگی) در ایستگاه بجنورد حد ماکزیمم می باشد و در حدود ۱۳ درصد می باشد و به طبع آن بجنورد دارای احتمال ساکن عدم وقوع بارندگی (احتمال اقلیمی دوره خشک) مینیمم می باشد که معادل۰/۸۷ درصد می باشد به این ترتیب ایستگاه بجنورد بعنوان مرطوبترین ایستگاه نسبت به سایر ایستگاه های استان شناخته می شود .



نمودار شماره ۳: احتمال اقلیمی دوره مرطوب ودوره خشک



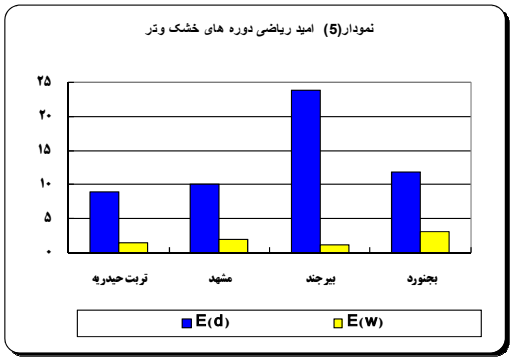
نمودار شماره٤: پارامتر تداوم دورههای مرطوب

درجه همبستگی (تداوم)

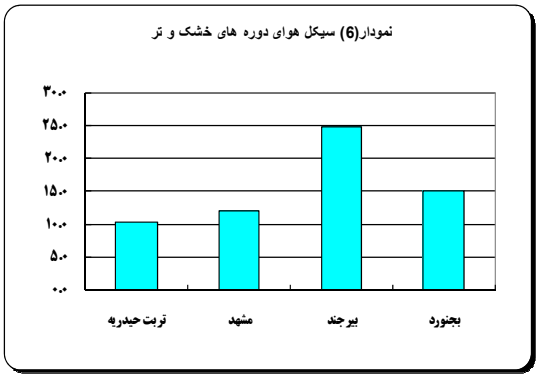
احتمالات انتقال شرطی درجه‌ای از همبستگی یا (تداوم) را برای سری زمانی نشان می دهد. ضریب خود همبستگی تأخیری که بصورت پارامتر تداوم ($r_1 = P_{w/w} - P_{w/d}$) برای ایستگاههای استان محاسبه شد نتایج زیر را به دنبال داشت که در نمودار(٤) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده شد ایستگاه بجنورد دارای ماکزیمم پارامترتداوم (۰/۵۹۷) می باشد و این بدان معناست که تداوم دوره های مرطوب (w/w) نسبت به دوره های خشک بیشتر دنبال می شود و این مسئله نشان می دهد که ایستگاه بجنورد نسبت به سایر ایستگاه های استان مرطوبتر بوده و احتمال وقوع دوره های مرطوب با تداوم بالا بیشتر است.

اما کمترین میزان پارامتر تداوم از آن ایستگاه بیرجند می باشد که معادل ۰/۲۰٤ می باشد و این بدان معناست که تداوم دوره های مرطوب (طول آنها) کوتاهتر می باشد و بیشترین حالت تداوم (d) همراه می شود. لذا میتوان گفت

که ایستگاه بجنورد دارای بیشترین دوره‌های مرطوب طولانی را نسبت به سایر ایستگاه های استان دارا می باشد. مقادیر پارامتر تداوم ایستگاه ها در نمودار (٤) نشان داده شده است.



نمودار شماره ٥:امید ریاضی دوره های خشک وتر



نمودارشماره ٦: سیکل هوای دوره های خشک وتر

امید ریاضی دوره های خشک و مرطوب

با توجه به نمودار (٥) نتایج امید ریاضی دوره‌های خشک وتر در ایستگاه های استان را نشان می دهد که ایستگاه بجنورد با ۳/۱۳ روز امید ریاضی دوره مرطوب می باشد و ایستگاه بیرجند با۱/۱۲ روز امید ریاضی دوره مرطوب کمترین امید ریاضی دوره مرطوب را دارا می باشد.

امید دوره ریاضی خشک در ایستگاه بیرجند دارای حداکثر بوده و معادل ۲۳/۸ روز می باشد، کمترین مقدار امید ریاضی دوره خشک در ایستگاه تربت حیدریه مشاهده شد که برابر ۸/۸۵ روز می باشد.

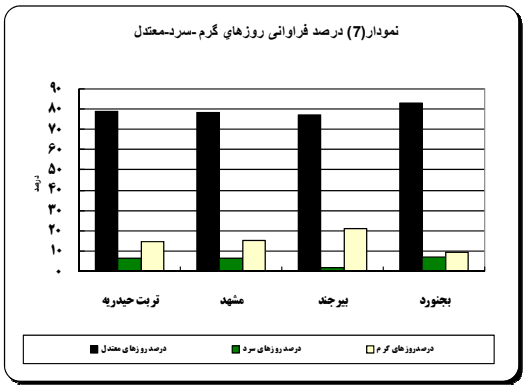
سیکل هوای دوره های خشک وتر در صورت جمع مقادیر امید ریاضی دوره تر و خشک حاصل می شود نتایج حاصل از محاسبه سیکل هوای دوره های خشک و تر هر کدام از ایستگاه ها در نمودار (٦) نشان داده شده است با توجه به نمودار (٦) ایستگاه بیرجند با سیکل هوای ٢٤/٩٢ دوره دارای طولانی ترین سیکل هوا بوده. تربت حیدریه با ۱۰/۳۲ روزکوتاه ترین سیکل هوا را داشته است. به این ترتیب با توجه به طول سیکل هوای تر و خشک و درصد امید ریاضی دوره تر هر سیکل هوای ایستگاه بجنورد در بالاترین طول دوره تر و ایستگاه بیرجندکمترین طول دوره مرطوب را دارا می باشد. در نهایت می توان نتیجه گرفت که ایستگاه بجنورد مرطوبترین ایستگاه و ایستگاه بیرجند کمترین دوره های مرطوب را دارد (خشکترین).

تجزیه و تحلیل داده های روزانه دما:

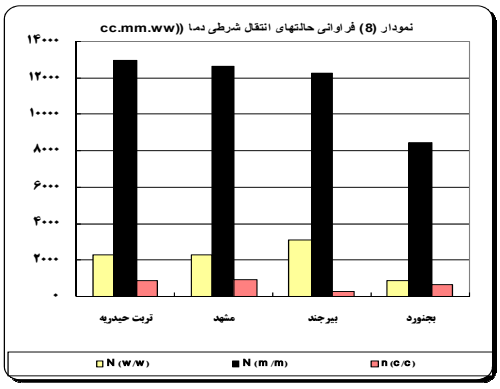
نتایج حاصل از محاسبه تعداد روزهای گرم, سرد و معتدل و درصد فراوانی آن در هر کدام از ایستگاه های استان در نمودار (٧) نشان داده شده است مطابق نمودار مزبور ایستگاه بجنورد با ٩/٦ درصد روز گرم از کل روزها دارای کمترین درصد روزهای گرم می باشد و ایستگاه بیرجند با ۲۰/۸

درصد روز گرم از کل روزهای دوره، دارای بیشتری درصد روز گرم می باشد. ایستگاه بجنورد با ۸۳/۱ درصد روز معتدل (عادی) دارای بیشترین درصد روز معتدل بوده و ایستگاه بیرجند با۷۷/۳ درصد روز معتدل مینیمم درصد

روز معتدل را دارا می باشد. بالاترین درصد روزهای سرد در ایستگاه بجنورد مشاهده می شود که مقدار آن برابر با ۷/۳ درصد می‌باشد. ایستگاه بیرجند دارای کمترین مقدار درصد روز سرد می باشد (۱/۹ درصد).



نمودارشماره ۷: درصد فراوانی روزهای گرم.سرد.معتدل

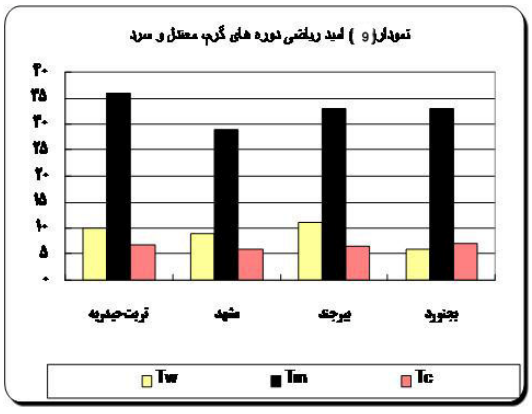


نمودارشماره ۸ : فراوانی حالتهای انتقال شرطی دما

مطابق نمودار (۸) که احتمال حالتهای انتقال شرطی دما را نشان می دهد ایستگاه مشهد دارای بالاترین حالت (c/c) یعنی روزهای متوالی سرد می باشد، ایستگاه بیرجند دارای کمترین مقادیر حالت (c/c) می باشد. ماکزیمم حالت (M/M) یعنی توالی های روز معتدل در ایستگاه تربت حیدریه مشاهده شده است درصد روزهای گرم بعد از گرم (W/W) در ایستگاه بجنورد دارای کمترین مقدار می باشد. ماکزیمم درصد حالت (W/W) در ایستگاه بیرجند مشاهده شد است.

نتایج حاصل از محاسبه امید ریاضی دوره های گرم و سرد و معتدل در نمودار شماره (۹) درج شده است.

با توجه به نمودار امید ریاضی دوره سرد در ایستگاه بجنورد معادل ۷ روز می باشد که بالاترین مقدار را نشان می دهد کمترین مقدار امید ریاضی دوره سرد در ایستگاه مشهد مشاهده می شود . بیشترین مقدار امید ریاضی دوره گرم در ایستگاه بیرجند مشاهده شده است که (۱۱روز) و دارای بیشترین طول دوره های گرم می باشد و بعنوان گرمترین ایستگاه استان معرفی می شود معتدل ترین ایستگاه استان تربت حیدریه که دارای امید ریاضی ۳۶ روز معتدل می باشد.



نمودارشماره ۹: امید ریاضی دوره های گرم، معتدل وسرد

پیش بینی دورهها ی خشک و تر

چونکه دو توزیع هندسی تعداد احتمالها (روزها) از هم مستقل می باشد یعنی بصورت گسسته در نظر گرفته می شود در این بررسی هم ما روزهای تر و خشک را در نظر گرفته ایم یعنی یا روز تر یا روز خشک به عبارت دیگر مقدار بارندگی در روزهای مرطوب مدنظر نمی باشد فقط تعداد روزهای مرطوب صرف نظر از اینکه هر روز چه مقدار بارش داشته است مد نظر می باشد. بر همین اساس اقدام به پیش بینی احتمال وقوع دوره های کوتاه (۱۰ – ۱) روزه مرطوبه و خشک شده است.

انتخاب دوره های ۱ تا ۱۰ روز بخاطر واکنشهای زیست محیطی و همچنین اکولوژیکی جانوری و گیاهی در مقابل تغییرات و تشدید عناصر مذبور (بارش و دما) می باشد. به عنوان مثال دوره های آبیاری در کشاورزی معمولاً بین (۱۰ تا ۷) روز می باشد لذا تعیین وضعیت و بررسی این دوره ها چند روزه ضروری به نظر می رسد از سوی دیگر عدم دسترسی زراعتهای کشاورزی دیمی در طول دوره رشد در بیشتر از ۱۰ روزه می تواند پیامد های ناگواری را داشته باشد در مورد تعیین دوره های دمای (۱۰ تا ۱) روزه هم، واضح است برودت سرمای شدید در طول حتی یک روزه هم می تواند خسارتهای زیادی را به محصولات کشاورزی و حتی حیات انسان وارد کند و یا روزهای گرم و بادهای بالا باز باعث گرما زدگی محصولات کشاورزی و حتی انسان ها شده و خیلی از مسائل دیگری را می تواند در پی داشته باشد.

با توجه به محاسبه احتمال هر کدام از حالتهای انتقال شرطی بارش و دمای روزانه جهت پیش بینی دوره های (۱۰ تا ۱) روزه خشک و تر و همچنین سرد و گرم از رابطه زیر استفاده شده است.

$$P_{w/w}{}^{n-1}\left(1-P_{w/w}\right)\times 100\,\text{Probability}\{\text{w =n}\}=$$

$P_{w/w}$ = احتمال وقوع حالت روز گرم بعد از گرم

$$P_{d/d}{}^{n-1}\left(1-P_{d/d}\right)\times 100\,\text{Probability}\{\text{D =n}\}=$$

$P_{c/c}$ = احتمال وقوع حالت روز سرد بعد از سرد

جهت تعیین و پیش بینی میزان احتمال وقوع دورههای گرم و سرد (۱۰–۱) روزه از توزیع هندسی استفاده شده برای تعیین دورهها n روزه گرم (۱۰–۱) از رابطه زیر استفاده شده است .

$$P_{(c=n)} = P_{c/c}{}^{n-1}\times\left(1-P_{c/c}\right)$$

$P_{c/c}$ = احتمال وقوع حالت روز سرد بعد از سرد

$$P_{(w=n)} = P_{w/w}{}^{n-1}\times\left(1-P_{w/w}\right)$$

$P_{w/w}$ =احتمال وقوع حالت روز گرم بعد از گرم

مقادیراحتمالً بدست آمده برای وقوع هر کدام از دوره های (۱۰ تا ۱) روزه مرطوب و خشک هر ایستگاه در جداول شماره (۱،۲،۳و٤) نشان داده شده است.

جدول شماره ۱: میزان احتمال وقوع دوره های (۱ تا ۱۰) روزه مرطوب

نام ایستگاه	P(W=1)	P(W=2)	P(W=3)	P(W=4)	P(W=5)	P(W=6)	P(W=7)	P(W=8)	P(W=9)	P(W=10)
تربت حیدریه	۳۲	۲۱/۸	۷	۲/۲	۰/۷	۰/۲	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۲
مشهد	٤۷	۲٤/۹	۱۱/۷	۷/۱	۳/۳	۱/۲	۰/٦	۰/۳	۰/۱	۰/۰٦
بیرجند	٦٤/٦	۲۲/۹	۱٤/۸	۹/٥	٦/۲	٤	۲/٦	۱/۷	۱/۱	۰/۷
بجنورد	٦۸/۱	۲۱/۷	۱٤/۸	۱۰/۱	٦/۹	٤/۷	۳/۲	۲/۲	۱/٥	۰/۱

جدول شماره ۲: میزان احتمال وقوع دوره های (۱ تا ۱۰) روزه خشک

نام ایستگاه	P(d=1)	P(d=2)	P(d=3)	P(d=4)	P(d=5)	P(d=6)	P(d=7)	P(d=8)	P(d=9)	P(d=10)
تربت حیدریه	۸۸/۷	۱۰	۸/۹	۷/۹	۷	٦/۲	٥/٥	٤/۹	٤/۳	۳/۸
مشهد	۹۰/۱	۸/۹	۸	۷/۲	٦/٥	٥/۹	٥/۳	٤/۸	٤/۳	۳/۹
بیرجند	۹٥/۸	٤	۳/۹	۳/۷	۳/٥	۳/٤	۳/۲	۳/۱	۳	۲/۹
بجنورد	۹۱/٦	۷/۷	۷	٦/٥	٥/۹	٥/٤	٥	۳/٥	٤/۲	۳/۸

جدول شماره ۳: میزان احتمال وقوع دوره های (۱ تا ۱۰) روزه سرد

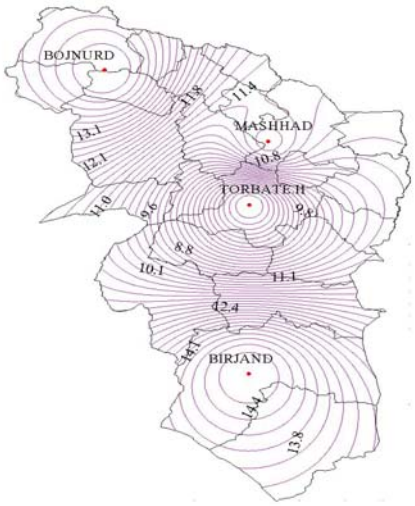
نام ایستگاه	P(c=1)	P(c=2)	P(c=3)	P(c=4)	P(c=5)	P(c=6)	P(c=7)	P(c=8)	P(c=9)	P(c=10)
تربت حیدریه	۸٤/۹	۱۲/۸	۱۰/۹	۹/۲	۷/۸	٦/۷	٥/۷	٤/۸	٤/۱	۳/٥
مشهد	۸٤/٦	۱۳	۱۱	۹/۳	۷/۸	٦/۷	٥/٦	٤/۸	٤	۳/٤
بیرجند	۸٥/۱	۱۲/۷	۱۰/۸	۹/۲	۷/۸	٦/۷	٥/۷	٤/۸	٤/۱	۳/٥
بجنورد	۸٥/۸	۱۲/۲	۱۰/٥	۹	۷/۷	٦/٦	٥/۷	٤/۸	٤/۲	۳/۷

جدول شماره ٤: میزان احتمال وقوع دوره های (۱ تا ۱۰) روزه گرم

نام ایستگاه	P(W=1)	P(W=2)	P(W=3)	P(W=4)	P(W=5)	P(W=6)	P(W=7)	P(W=8)	P(W=9)	P(W=10)
تربت حیدریه	۹۱/۲	۸	۷/۳	٦/۷	٦/۱	٥/٦	٥/۱	٤/٦	٤/۲	۳/۸
مشهد	۸۹/۲	۹/٦	۸/٦	۷/۷	٦/۸	٦/۱	٥/٤	٤/۹	٤/۳	۳/۹
بیرجند	۹۰/۲	۸/۸	۸	۷/۲	٦/٥	٥/۹	٥/۳	٤/۸	٤/۳	۳/۹
بجنورد	۸٤/٥	۱۳/۱	۱۱/۱	۹/٤	۷/۹	٦/۷	٥/٦	٤/۸	٤	۳/٤

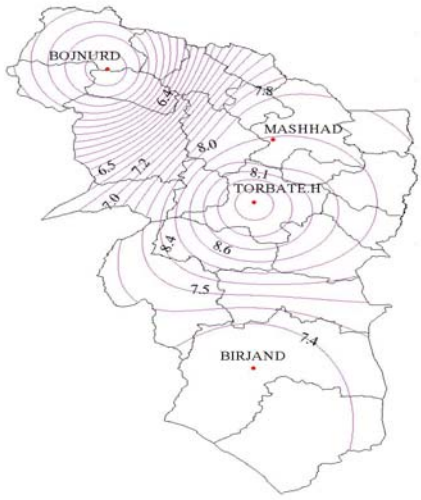
درجداول شماره های ۱ تا ٤به ترتیب میزان احتمال وقوع دورههای یک تا ده روزه مرطوب وخشک و گرم و سرد را برای هر کدام از ایستگاه ها نشان داده شده است. همچنین در پایان جهت وضوح مطلب مقادیر احتمال وقوع دورههای (۳ و ۷) روزه مرطوب و خشک و گرم را با نرم افزار Surfer به نقشه تبدیل کرده و روی نقشه استان قرار گرفته است به این ترتیب نقشه های هم احتمال (پیش بینی وقوع) دوره های مزبور هم برای دوره های تر و خشک وهم برای دورههای گرم سه روزه و هفت روزه تهیه شده است. بخاطر تعدد و فراوانی دوره ها از ترسیم نقشه کلیه دوره ها خود داری شده و فقط در جدول مربوطه نشان داده شده است.

احتمال وقوع دوره ۳ روزه مرطوب



احتمال وقوع دوره ۷ روزه مرطوب

احتمال وقوع دوره ۳ روزه خشک



احتمال وقوع دوره ۷ روزه خشک

احتمال وقوع دوره ۳ روزه گرم

احتمال وقوع دوره ۷ روزه گرم

منابع:

۱. پاپلی یزدی، محمدحسین(۱۳٦٤): تغییرات *آب و هوایی سالهای ۱۳٤۸-۱۳۵۰ درتخریب مراتع و افزایش مصرف جود خراسان*. مجموعهٔ مقالات سمینار جغرافی (شماره۱) بنیاد پژوهشهای اسلامی آستان قدس رضوی. سمینار بین المللی جغرافیای جمهوری اسلامی ایران. مشهد مقدس ۱٦ تا ۲۰ اردیبهشت ماه ۱۳٦٤ . صفحه ۱۲۹.

۲. پاپلی یزدی، محمدحسین و همکاران(۱۳۷۸): *آئینهای باران خواهی در زمان خشکسالیها*. شمارهٔ مقاله ٤۷۲. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی ویژه هوا- اقلیم. سال چهاردهم شمارهٔ ۳ و ٤ شمارهٔ پیاپی ٥٤ و ٥٥ پائیز و زمستان ۱۳۷۸ . صفحه ۱۸٦ – ۲۱۱.

۳. جعفری بهی، خدابخش (۱۳۷۸) : *تحلیل آماری دوره‌ای خشک و تر با استفاده از مدل زنجیرهٔ مارکف* . پایان نامهٔ کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.

٤. خادمیان، کاظم. (۱۳۸۰):. *فرهنگ جغرافیایی ایران. خراسان* بنیاد پژوهشهای اسلامی آستان قدس رضوی. صفحه .۱۱۲۸.

۵. قادر مرزی، حسن(۱۳۸۰):. *تحلیل و پیش بینی نوسانات آب و هوا در استان کردستان با استفاده از مدل زنجیرهٔ مارکف*. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت معلم .

٦. گنجی، محمدحسن(۱۳۵۳): . *خشکسالی قائنات*، سی و دو مقاله جغرافیایی. مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی سحاب.

۷. یوسفی، نصرت ا... و همکاران(۱۳۸٦):. *برآورد احتمالات خشکسالی و ترسالی با استفاده از زنجیرهٔ مارکف و توزیع نرمال (مطالعه موردی قزوین)*. پژوهشهای جغرافیایی. شمارهٔ ٦۰.تابستان ۱۳۸٦ . صفحه ۱۲۱– ۱۲۸.

8. Ahmad Khan, A. (2001): ,*strategy to Avert Drought*. www.Zetatalk.com/ theword/tovordzok.htm.
9. Anderson. Kerry (2002).:*A climatologically Based long- Range Fire Growth Model*, Canadian forest Service, Natural Resources .
10. Barry. R.G. etal. (2001): *Synoptic and Dynamic climatology*. Routledge. P.620.
11. Bentow. S(1999):*A Markov chain Monte Carlo Method for Approximating 2-way contingency Tables with Applications in the stability Analysis of Ecological ordination* . University of California, Los Angeles.
12. Dubrovsky. Matin. etal (2001): *Interdiurnal and interannual Variability in stochastic Daily weather Generator: Modelling and the Role in Agricultural and Hydrologic Studies*. 8th international Meeting on statistical climatology Luneburg Germany . 12-16 March .
13. Elsner. B. James (2002): *Markov Chain Monte Carlo Change- Point Analysis: An Application in Hurricane climatology*. Journal of Applied Meteorology August. 23. 2002 .
14. Joines, J. A. etal (2000): *Simulation of the Tornado Hazard in the u.s* . proccdings of the 2000 winter simulation conference.
15. Lana. X. etal. (1999): *Dily dry- weat Behavior in Catalania (NE spain) from the view point of Markov Chains*. www.Royal.met.soc.org.uk /ijc98. html.

16. Marvan.D.etal(1996): *Modeling Daily precipitation occurrence with Markov Chain*. Faculty of Mathematics and physics, Charles 1996 university Praque. Institute of Atmospheric physics, Hardec Kralove.
17. Recknagel.E(2001): *Iran Un Expert Details Effects of Drought*. www.rferl.org/nca/features./2001/07/1907 2001 105015.asp
18. Subramanian. A.R.Sanjeera Rao(1986): *Dry spell sequencess in south coastall Andhra Mausum*, New Dehli .Vol.40-1, p 57-60.
19. Sung- Eull Monn, etal(1994): *A Markov Chain Model for daily precipitation occurrence in south korea*. Int-J.climatol.Vol .14. P.1009-1016.
20. Vide.J.M(1999): *Regionalization of peninsular Spain Based on the length of dry spells*. International Journal of climatology, vol.19.p.513-536.
21. Wibly. R. L (1996): *Downscaling Summer Rainfall in the UK form North Atlantic ocean temperatures*. Hydrology and Earth system sciences, 5(2).