نگرش و تحلیلی بر نقش عوامل زمین ـ اقلیم در بارشهای حوضه آبریز قره‌سو

مجید رضایی بنفشه*
دکتر عبدالحمید رجایی**

چکیده

رژیم بارش، تغییرات توزیع مکانی آن با عوامل چندی در ارتباط است که حرکات سیستماتیک زمین و تغییر در مقدار انرژی دریافتی در طول سال و بالاخره سیستم عمومی هوا از عمده‌ترین این عوامل به شمار می‌روند . با توجه به گستردگی وسیع توده‌های هوایی و سیستمهای بزرگ هوا، چنین به نظر می‌رسد که یک منطقه کوچکتر، در زیر نفوذ چنین هوایی، بایستی مقادیر بارش یکنواختی را دریافت کند ؛ در صورتی که داده‌های ثبت شده نشان می‌دهند مقادیر بارشهای دریافتی در داخل حوضه مورد مطالعه ناهمگون است، حوضه‌ای که در مساحتی کمتر از ۱/۲۰ حداقل مساحت یک توده یا سیستم هوایی گسترش دارد .

کلید واژه‌ها : حوضه آبریز قره‌سو ـ رژیم بارش ـ همبستگی ـ زمین ـ اقلیم

---

* استاد گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز

** دانشجوی دکتری گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز : mrbanafshe@yahoo.com

مقدمه

سیستمهای هوایی، به ویژه کم فشارها که عامل اصلی بارشها هستند، حداقل ۵۰۰ و حداکثر ۲۵۰۰ کیلومتر گسترش دارند (علیجانی ، ۱۳۷۳) . از طرف دیگر مقدار دقیق بارشی که به زمین می‌ریزد نتیجهٔ عملکرد عوامل متعددی است که به صورت پیچیده‌ای در هم تأثیر دارند. این عوامل را می‌توان در موارد ذیل خلاصه کرد :

۱- درجه چرخه شاخص وزش و شکل‌گیریهای گردش عمومی هوا

۲- قوهٔ محرک سیکلون موجود

۳- مشخصات هوا در شعاع ۸۰۰ کیلومتری مرکز سیکلون

۴- وضعیت سطح زمین از قبیل دمای دریاها، سطوح برفی و تپه‌ها و موانع کوهستانی

۵- نحوهٔ شکل‌گیری جبهه‌ها و بهم رسیدن توده هواها (علیجانی، ۱۳۷۳) .

عامل اولیه و اصلی شکل‌گیری و فعالیت سیستمهای هوایی و ویژگیهای ناحیه‌ای عناصر جوی و آب و هوا در دریافت ناهمگون انرژی خورشیدی نهفته است . با صرف نظر از عوامل شماره ۱ و ۲ مذکور که وابستگی شدید و مستقیمی به مقادیر انرژی دریافتی دارند، می‌توان عوامل شماره ۳ و ۴ را دو عامل مهم و قابل تحلیل و تفسیر در نوع و مقدار بارشهای ناحیه‌ای توجیه کرد چراکه توده‌های هوایی با ویژگیهای دمایی و رطوبتی خود، که عمدتا از عوامل جغرافیایی و پوششهای سطح زمین و ناهمواریها متأثر می‌شوند، معمولاً با ابعاد گسترده و با استمرار و یا عبوراز روی نواحی کوچک و محلی اثرات بارز خود را به اشکال گوناگون به جا می‌گذارند و در نتیجهٔ تغییر دمای محیط، افزایش و یا کاهش فشار هوا، کاهش رطوبت و یا ایجاد بارش، باد و دیگر عوامل جوی را به وجود می‌آورند . بستر طبیعی توده هوا و عامل ناحیه‌ای و پوششهای سطح زمین نیز به نوبهٔ خود و به تدریج بر روی سیستم هوایی مسلط و یا در حال عبور تأثیر می‌گذارد . گرادیان این تبادل انرژی معمولاً از طرف مراکز فشار قوی به طرف مراکز فشار ضعیف خواهد بود .

بنابراین نواحی کوچک جغرافیایی بیش از آن که بر سیستمهای هوایی تأثیرگذار باشند، از آنها متأثرند. بر این اساس، مساحت یک سیستم هوایی کم فشار با گستردگی متوسط ۸۰۰ کیلومتر (و یا ۲۰۰۰۰۰۰ کیلومتر مربع) نسبت به مساحت یک ناحیه و یاحوضهٔ آبریزی مثل قره‌سو (با حدود ۱۴۰۰۰ کیلومتر مربع)، غیرقابل مقایسه خواهد بود چراکه سیستم هوایی کم فشار حدود ۱۴۰ برابر بزرگتر از حوضهٔ مورد مطالعه می‌باشد . این در حالی است که کم فشارها محدوده‌های عمل کوچکتری دارند ؛ و اگر این حوضه از نظر وسعت با یک مرکز عمل فرابار یا آنتی سیکلونها مقایسه شود، این نسبت برای حوضهٔ مورد

مطالعه به حدود ۲۷۰۰ برابر خواهد رسید . با این توصیف نقش توده‌های هوایی یا سیستمهای عمل در همهٔ سطح حوضه همگون خواهد بود . از طرف دیگر اثر یک ناحیهٔ کوچک جغرافیایی مثل حوضهٔ مورد نظر، بر روی سیستمها و توده‌های هوایی، بسیار کم بوده و به نسبت تأثیری که می‌پذیرد غیرقابل مقایسه است. از این رو در مطالعهٔ حاضر نقش سیستمها و توده‌های هوایی به صورت اعم در نظر گرفته شده است . به عبارت دیگر تغییر در مقادیر بارش و ایجاد رژیمهای فصلی مختلف در حوضه، از یک سو نشانگر تغییرات سیستمهای هوایی مسلط بر حوضه بوده و از طرف دیگر تغییرات مقادیر بارش نقطه‌ای در ایستگاههای حوضه می‌تواند به عوامل محلی مربوط شود . بر همین اساس در این مطالعه نقش و ارتباط عوامل جغرافیایی با رژیمهای بارشی حوضه و تغییرات آن مورد بررسی قرار گرفته است .

در ارتباط با پیشینه موضوع، بررسی منابع مطالعاتی و تحقیقاتی موجود نشان می‌دهد که آذربایجان در تمامیت خود یک ناحیهٔ بارشی شناخته می‌شود . براساس روش سینوپتیکی و تأثیر توپوگرافی، آذربایجان به همراه زاگرس را جزء یکی از ۶ ناحیهٔ بارش ایران معرفی می‌کند. وی همچنین رطوبتی آذربایجان را دریای مدیترانه می‌داند (علیجانی، ۱۳۷۴) .

جهانبخش و همکاران (۱۳۷۸) در تجزیه و تحلیل سینوپتیک بارشهای منطقهٔ شمال غرب ایران، سهم بارشهای شمال غرب را از رطوبت دریای مدیترانه حدود ۵۵٪ ، شمال افریقا ۲۱٪ و ناپایداریهای محلی ۲۹٪ معرفی کرده‌اند . در نقشهٔ ناحیه‌بندی بارشهای روازنه براساس مدل ۵ عاملی برای غرب کشور، آذربایجان به دو ناحیهٔ بارش تقسیم می‌شود (جهانبخش و ذوالفقاری، ۱۳۸۱) . لذا حوضهٔ قره سو نیز محدوده‌هایی از هر دو نوع ناحیه را در بر می‌گیرد. ساری صراف و ذوالفقاری (۱۳۷۷) با تکیه بر تحلیل خوشه‌ای در مطالعهٔ بارشهای شمال غرب ایران، ۵ ناحیهٔ بارشی را معرفی می‌کنند که در انطباق با محدودهٔ حوضهٔ آبریز قره‌سو، سه ناحیهٔ بارشی برای حوضه به وجود می‌آید .

ساری صراف (۱۳۷۷) ، با تکیه بر تحلیل عاملی، آذربایجان را به دو ناحیهٔ خزری و مدیترانه‌ای تقسیم می‌کند. در تقسیم بندی فوق نیز حوضهٔ آبریز قره‌سو به دو ناحیهٔ غربی و شرقی تفکیک شده است. همچنان که ملاحظه می‌شود، حوضهٔ مورد مطالعه در تحقیقات فوق براساس عوامل بارشی، منابع رطوبت و یا سیستمهای جوی به یک، دو و یا سه ناحیهٔ بارش تفکیک شده است . در این مطالعه سعی می‌شود ارزش، اهمیت و نقش عوامل محلی در رژیمهای بارشی با دقت بیشتر و در یک مقیاس بزرگتری مورد بررسی قرار گیرد .

اهداف و فرضیه‌های تحقیق

تعیین ارتباط و همبستگی بین رژیمهای بارش فصلی و سالانه ایستگاههای حوضه و تحلیل روابط علت و معلولی هر کدام براساس ادبیات مربوط و تبیین تئوری رژیم بارش در حوضه از اهداف اصلی مطالعه حاضر به شمار می‌رود. لذا می‌توان سئوالهای تحقیق را در ابعاد ذیل خلاصه کرد :

۱- نقش هر کدام از عوامل ناحیه‌ای در تغییرات مقادیر بارش حوضه به چه میزان است ؟

۲- در مقاطع زمانی مختلف (روز، فصل و سال)، مقادیر بارش چگونه تغییر می‌کند ؟

۳- کدام یک از عوامل جغرافیایی با رژیم بارش در حوضه ارتباط معنی‌داری دارد ؟

مواد و روش تحقیق

حوضه آبریز قره‌سو به وسعت ۱۴۱۶۱ کیلومتر مربع، در طول جغرافیایی '۲۰ °۴۶ تا '۴۱ °۴۸ و عرض جغرافیایی '۴۷ °۳۷ تا '۱۷ °۳۹ شمالی، ۲۱ درصد از مساحت دو استان آذربایجان شرقی و اردبیل را در بر می‌گیرد (نقشه شماره ۱) . این حوضه جزو حوضهٔ آبریز ارس و دریای خزر محسوب می‌شود و ۳۶/۲۴٪ از مساحت حوضهٔ ارس در داخل کشور را به وجود می‌آورد (رضایی بنفشه، ۱۳۶۷) . وجود مراکز شهری و جمعیتی بزرگ مانند اردبیل، مشکین، اهر، نمین، ورزقان، اصلاندوز و... نقش و اهمیت اراضی مرتعی و کشاورزی دشتها و پای کوهها و ارتفاعات و لزوم حفظ و استفاده از توانمندیهای دیگر طبیعی حوضه، اهمیت بررسی و شناخت منابع آبی و به ویژه بارش و نقش حیاتی آن را دو چندان می‌کند .

برای این مطالعه، داده‌های بارش روزانه ۲۲ ایستگاه باران سنجی حوضه از طریق دو سازمان هواشناسی کشور و امور مطالعات منابع آب وزارت نیرو تأمین شده است . با وجود داده‌های آماری سالهای ۱۳۳۰ الی ۱۳۸۰ (به مدت ۵۱ سال) برای برخی از ایستگاهها (مانند اردبیل و مشیران) و حداقل دوره آماری ۷ سال برای برخی دیگر از ایستگاههای باران سنجی جدید (مانند آلادیز) ، در نهایت از داده‌های آماری سالهای ۱۳۵۰ لغایت ۱۳۷۹ (به مدت ۳۰ سال) استفاده شده است . جدول شماره ۳ موقعیت جغرافیایی ایستگاهها و پارامترهای آماری محاسباتی را نشان می‌دهد .

در استفاده از داده‌های آماری، ابتدا کلیهٔ داده‌های بارش روزانه براساس سال زراعی ردیف شده‌اند . داده‌های سازمان هواشناسی (براساس سال میلادی) و وزارت

نیـرو (براسـاس سال زراعی) منطبق با تقویم سال شمسی ـ زراعی حتی با دقت و در نظر گرفـتن سـالهای کبیسه، تنظیم شده است . میانگین بارشهای روازنه برای هر ماه و فصل و در نهـایت سال درکلیه ایستگاهها محاسبه شده است . برای اطمینان از همگن بودن داده‌ها از روش جـرم مضـاعف اسـتفاده شـده اسـت (علیزاده و همکاران، ۱۳۷۹) . همچنین جهت تکمیـل داده‌هـای ایسـتگاههای فـرعی و نواقص آماری، ابتدا ماتریس همبستگی بارشهای ماهانـه تشـکیل شـده، سـپس با به کار بستن بالاترین ضریب همبستگی معنی‌دار (با ۹۹٪ اطمیـنان)، که عموماً مربوط به نزدیکترین ایستگاهها نسبت به یکدیگر می‌شد، با استفاده از معادـله خطـی (Y=A+BX) بـه تولیـد داده‌هـای ناقص پرداخته شده است. جدول شماره ۱ داده‌های مشاهداتی موجود و تولید شده را نشان می‌دهد .

ادغام داده‌های دو سازمان متفاوت و همچنین تغییر موقعیت نسبی برخی از ایستگاهها و یـا تعطیلی موقت آنهامی‌تواندنرمال بودن توزیع داده‌ها را زیرسئوال ببرد . جهت تأیید طبیعی بـودن توزیـع داده ها از آزمون اسمیرنوف کولموگروف (Smirnov-Kolmogrov Test) استفاده شد و طبق جدول شماره ۲، طبیعی بودن توزیع آماری مورد تأیید قرار گرفت .

عوامـل جغـرافیایی ناحیـه‌ای که با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۲۵۰۰۰۰ : ۱ منطقه برای حوضهٔ مورد مطالعه مشخص و استخراج شده است بدین قرار است :

☑ عـرض جغـرافیایی : پراکـنش مقادیـر بـارش در جهت شمال و جنوب حوضه چگونه است ؟

☑ طول جغرافیایی: به ویژه نقش منابع رطوبتی و دریاهای مدیترانه و سیاه و یا اقیانوس اطـلس در غـرب حوضـه چگونـه اسـت ؟ و یـا پراکـنش بـارش در جهـت طول جغرافیایی ایستگاهها چگونه است ؟

☑ ارتفاع از سطح دریا

☑ فاصله از کوه، به ویژه کوههای ۳۰۰۰ متر و بیشتر (نقشه شماره ۲)

☑ فاصله از دریا : در اینجا دریای خزر به عنوان نزدیکترین دریا که در شرق حوضه قرار گرفته است مدنظر بوده است .

هـر کـدام از داده‌هـای مذکور به عنوان یک متغیر مستقل برای ایستگاههای حوضه در نظـر گرفـته شـده اسـت . هر چند که برخی از متغیرهای فوق مانند فاصله از کوه و یا دریا مـی‌توانـند در جهـات مختـلف انـدازه‌هـای متفاوتی را نشان دهند . برای دقت بیشتر، طول جغـرافیایی از نصـف‌الـنهار گرینـویچ و طول جغرافیایی '۴۵°۴۸ شرقی نیز روی دریای خزر بـرای محاسـبه فاصـله نزدیکـترین دریـا و نقـش رطوبتی آن در نظر گرفته شده است . در

ارتباط با فاصله از کوه نیز بدون در نظر گرفتن جهت اندازه‌گیری و فقط با دو شرط نزدیکترین کوه و داشتن ارتفاع بیش از ۳۰۰۰ متر به جهت جذب رطوبت و یا تأثیر در مکانیسم صعود و بارش، انتخاب و اندازه‌گیری شده است (نقشه شماره ۲) .

به منظور بررسی تأثیر عوامل زمین ـ اقلیم در چگونگی توزیع بارشهای فصلی و سالانه در حوضه آبریز، داده‌های بارش متوسط برای ۲۲ ایستگاه مطالعاتی استخراج و محاسبه شده است . علاوه بر بارشهای فصلی و سالانه، میانگین حداکثر بارشهای روزانه نیز برای هر کدام از ایستگاهها استخراج گردیده است . برای این منظور ابتدا حداکثر بارش مشاهداتی به صورت سالانه و به ازای همهٔ ایستگاهها استخراج شده، سپس معدل مورد نظر به دست آمده است. در محاسبات و ترسیم نمودارهای همبستگیهای بارش ایستگاههای حوضه با متغیرهای مستقل عوامل جغرافیایی، از نرم‌افزار آماری **SPSS (1999)** استفاده شده است . همچنین به منظور خلاصه نمودن و کم حجم کردن مقاله، از توصیف و یا تحلیل کلیهٔ نمودارها و جداول خودداری و براساس هدف تحقیق و تبیین عوامل مؤثر بر رژیم بارشی حوضه به تجزیه و تحلیل چند نمودار و یا داده‌های آماری پرداخته شده است. در ترسیم نقشه‌های ارائه شده نرم‌افزارهای **Arcview (1997), R2V (1998)** مورد استفاده قرار گرفته است .

بحث و تحلیل

جدول شماره ۱، عوامل زمین ـ اقلیم مورد مطالعه یعنی مختصات جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، فاصله از کوه و فاصله از دریا را برای هر کدام از ایستگاهها نشان می‌دهد . میانگینهای استخراجی و محاسباتی بارشهای سالانه، فصلی و حداکثر بارشهای روزانه نیز به همراه میانگین نهایی، حداقلها، حداکثرهای مشاهداتی و محاسبه دامنهٔ تغییرات، انحراف معیار، واریانس، کشیدگی (**Kurtosis**) و چولگی (**Wind shadows**) آماری نیز برآورده شده است . نمودارهای شماره ۱ و ۲ تغییرات میانگین بارشهای فصلی و سالانه ایستگاهها را به نمایش می‌گذارد . نقشهٔ شماره ۲ نیز فاصلهٔ ایستگاهها را از ارتفاعات حدود ۳۰۰۰ متر نشان می‌دهد. هدف از انتخاب این ارتفاع به جهت نزدیکی ایستگاه به مرتفعاتی است که می‌تواند عامل صعود و یا جذب رطوبت باشد. گو این که همین عامل می‌تواند به عنوان مانع توپوگرافیک نیز در جذب رطوبت عمل کرده و باعث پدیدهٔ باد پناهی **(Skewness)** و حتی فون **(Phonn)** بشود .

همبستگی‌ها

جدول شماره ۲، ماتریس همبستگیهای پارامترهای آماری بارشهای فصلی و سالانه و حداکثر بارش روزانه با یکدیگر و با عوامل ناحیه‌ای، درجهٔ اهمیت و ارزش هر کدام از پارامترها را نشان می‌دهد. همچنان که ملاحظه می‌شود رژیمهای بارشی مختلف در ایجاد همبستگی با یکدیگر و با عوامل ناحیه‌ای در یک جدول گنجانده شده است. با توجه به این که همبستگی نشانگر اثر متقابل دو متغیر بر یکدیگر بوده و تأثیر بارش بر عوامل ناحیه‌ای بی‌معنی است، فلذا در اینجا هدف از همبستگی بارش با عوامل محلی، اثر عوامل محلی بر روی رژیمهای بارش و مقایسه ضرایب همبستگی با یکدیگر است. به منظور تحلیل سادهٔ روابط هر کدام از متغیرها، ابتدا روابط بارشهای فصلی با یکدیگر مورد بررسی قرار گرفته، سپس به عوامل ناحیه‌ای پرداخته می‌شود .

الف ـ همبستگی رژیمهای بارش

☑ حداکثر همبستگی رژیم بارش حوضه به ترتیب بین بارشهای سالانه با فصل پائیز $R = ۰/۸۸$ و سالانه با فصل تابستان $R = ۰/۸۶$ و سالانه با فصل زمستان $R = ۰/۸۴$ و بالاخره سالانه با بهار $R = ۰/۷۲$ است .

☑ در ارتباط با همبستگی بارشهای فصلی با یکدیگر نیز بین فصول پاییز و زمستان $R = ۰/۸۱/۴$ و فصول تابستان با پاییز $R = ۰/۷۷$ و زمستان با تابستان $R = ۰/۶۷$ و تابستان با بهار $R = ۰/۵۲$ و در نهایت کمترین مقدار مربوط به بارشهای فصل بهار با زمستان معادل $R = ۰/۳۵$ همبستگی وجود دارد . روابط مذکور به صورت شماتیک در نمودار ۳ نشان می‌دهد که همبستگی دو فصل سرد سال به مراتب بیشتر از همبستگی دو فصل معتدل (بهار و پاییز) است . به نظر می‌رسد این نوع تفاوت و تشابه را می‌توان در عامل طولانی بودن فصول سرد و گرم سال در مقایسه با کوتاه بودن طول دوره‌های معتدل و در نتیجه در نوع و مقدار انرژیهای دریافتی و سیستمهای هوایی مؤثر جستجو کرد ــ هر چند که برای توجیه علمی و دقیقتر نیازمند مطالعهٔ روابط بارشهای فصلی به صورت ماهانه و یا حتی روازنه با یکدیگر هستیم . این مسئله خود تحقیقی دیگر می‌طلبد و چه بسا این نوع مطالعه منجر به تبیین تقویم دیگری از فصول سال خواهد شد، چراکه بارشهای ماهانهٔ هر کدام از فصلها نیز می‌تواند تجانس و یا عدم تجانس خود را با ماههای هم فصل خود نشان داده و باعث تغییر در تقویم فصول شود .

☑ حداکثر بارشهای روزانه، بیشترین همبستگی را با بارش فصل بهار معادل R =۰/۵۷ و سپس با بارش تابستان برابر R=۰/۴۳ و کمترین همبستگی را با بارش فصل زمستان معادل R=۰/۰۰۰۴ نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد همبستگی نسبتاً خوب بارشهای فصل بهار با حداکثر بارش روزانه در تبعیت نوع بارشها از یک مکانیسم (صعود همرفتی و دامنه‌ای) و تغذیه از منابع رطوبتی محلی باشد که در فصول گرم سال، به علت گرم شدن سطح زمین و صعود ناگهانی هوا اتفاق می‌افتد. به طوری که جهانبخش و همکاران (۱۳۷۸) نیز در تجزیه و تحلیل سینوپتیک بارشهای شمال غرب ایران نشان داده‌اند، حدود ۲۹٪ از بارشهای منطقه در نتیجهٔ ناپایداریهای محلی ایجاد می‌شود. ناپایداری هوا، به ویژه در فصل بهار (و تا حدودی اوایل تابستان) در نتیجهٔ افزایش روزافزون دمای سطح زمین و همچنین وجود رطوبت کافی حاصل از بارشهای بهاره و ذوب برفی، امکان شکل‌گیری صعود همرفتی و دامنه‌ای را فراهم خواهد کرد. با این توصیف مسئلهٔ عدم همبستگی حداکثر بارشهای روزانه با بارش فصل زمستان نیز که در آن چنین مکانیسم صعودی اتفاق نمی‌افتد قابل توجیه است .

☑ نمودارهای ۴ و ۵ و ۶ سه نمونه از همبستگی خوب بارش فصل پاییز با سالانه و بارش فصل پاییز با زمستان و بالاخره حداکثر بارش روزانه با بارش فصل بهار را نشان می‌دهد .

ب ـ روابط عوامل ناحیه‌ای با یکدیگر

همانند تحلیل همبستگی بین بارشهای فصلی و سالانه، می‌توان به تحلیل روابط متغیرهای مکانی با یکدیگر نیز پرداخت. از بررسی روابط عوامل ناحیه‌ای نکات زیر حایز اهمیت است :

☑ بیشترین همبستگی بین عرض جغرافیایی با ارتفاع ایستگاهها از سطح دریا R=۰/۷۴ می‌باشد که بیانگر توزیع و تراکم ارتفاعات بلند در جنوب حوضه است (نقشه شماره ۲) . همبستگی فاصله از کوه با ارتفاع ایستگاهها نیز یک رابطهٔ قوی و منفی را نشان می‌دهد که امری بدیهی است .

☑ حدود ۷۲٪ همبستگی مثبت بین فاصله از کوه با عرض جغرافیایی وجود دارد. این امر نیز افزایش فاصله ایستگاهها را از کوهها به ازای افزایش عرض جغرافیایی نشان می‌دهد، یعنی فاصله ایستگاهها در عرضهای بالاتر بیشتر از عرضهای پایین حوضه بوده و همچنین فاصلهٔ ایستگاههای عرضهای بالای حوضه با ارتفاعات ۳۰۰۰ متری نیز بیشتر از

ایستگاههای عرضهای پایین حوضه است. چراکه تراکم ارتفاعات و ایستگاهها در جنوب حوضه بیشتر است .

ج ـ همبستگی رژیمهای بارش با عوامل زمین ـ اقلیم

جدول شماره ۴ تعداد ۳۰ نمودار همبستگی رژیمهای بارشی با پنج عامل زمین ـ اقلیم را به ازای ۲۲ ایستگاه باران سنجی حوضه نشان میدهد . نمودارهای مذکور در هر دو جهت افقی و یا عمودی قابل تحلیل و تفسیر میباشند. با توجه به این که تحلیل و تفسیر نمودارها تقریباً یکسان است، لذا برای اختصار به تحلیل برخی از نمودارها، نخست در جهت افقی و سپس در جهت عمودی میپردازیم .

همچنان که در نمودارهای جدول ۴ نیز دیده میشود محور افقی (X) تغییرات مقادیر عوامل زمین ـ اقلیم (متغیر مستقل) و محور عمودی (y) نیز تغییرات مقادیر بارش (متغیر وابسته) را به صورت سالانه، فصلی و حداکثر بارش روازنه نشان میدهد. خطوط پر رنگ افقی داخل نمودارها، خط میانگین بارشها را نشان میدهد. خط رگرسیون (برگشت x روی y)نیز براساس همبستگیهای بارشها روی عوامل ناحیهای از میان تغییرات مقادیر و منحنیهای بارش براساس رابطه خطی $Y = A+BX$ ترسیم شده است. در معادلهٔ فوق، **A** عدد پایه یا ثابت معادله و **B** شیب خط به ازای متغیر مستقل (X) خواهد بود. همچنان که ملاحظه میشود، شیب خط در جهت منفی و یا مثبت دیده میشود. در زیر هر کدام از نمودارها مجذور ضریب همبستگی (R^2) و معادلهٔ رژیمهای بارش روی عوامل ناحیهای نشان داده شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

بارشهای سالانه

☑ بیشترین شیب خط مربوط به ارتفاع از سطح دریا مربوط است . تراکم منحنی در ضلع راست نمودار بیانگر تراکم ایستگاهها در ارتفاعات میباشد . به ازای ارتفاع از سطح دریا، مقادیر بارشی ایستگاه نیز سیر صعودی به خود میگیرد. معادله خطی بارش سالانه بر اساس ارتفاع از سطح دریا به شکل زیر خواهد بود :

$$y = ۱۵۷/۷۳+۰/۱۳۰۴X$$

☑ تغییرات بارش سالانه با فاصله از کوه در درجهٔ دوم اهمیت و از نظر شیب خط نیز یک رابطه منفی را نشان میدهد، یعنی به ازای افزایش فاصله از کوه، میزان بارش سالانه کاهش پیدا میکند و رابطه آن چنین است :

$$y = ۴۱۸/۳۸ - ۳/۵۶X$$

☑ بارش سالانه نسبت به عرض جغرافیایی رابطه منفی دارد.

بارش فصل پاییز

☑ بارش پاییزه با دو عامل طول جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا رابطه مثبت و با سه عامل دیگر رابطه منفی دارد .

☑ رابطه معکوس دو عامل فاصله از دریا و طول جغرافیایی با بارش پاییزه کاملاً یکدیگر را تأیید می‌کند، مقادیر بارش ایستگاهها افزایش می‌یابد؛ یعنی نقش دریای خزر در تأمین رطوبت ایستگاههای شرق حوضه به خوبی روشن می‌شود .

بارش فصل زمستان

☑ روابط بارش فصل زمستان با عوامل ناحیه‌ای درست مانند رابطهٔ بارش فصل پاییز با عوامل مذکور می‌باشد . این رابطه تنها در خصوص فاصله از دریا قدری ضعیف‌تر است و در بقیهٔ موارد (همچنانکه مقادیر R^2 نیز نشان می‌دهد) شیب خط شدیدتر نیز شده است ؛ به عبارت دیگر، می‌توان از جهت عوامل ایجاد بارش خارج از زمین، نوع سیستمهای حاکم در بارش حوضه را در دو فصل پاییز و زمستان یکی دانست .

☑ معادلات خطی بارشهای زمستان بر اساس متغیرهای مستقل مطالعاتی در جدول ۴ نشان داده شده است .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

بارش فصل بهار

☑ بارش فصل بهار در مقایسه با بارش زمستان و حتی پاییز، نسبت به عرض جغرافیایی و فاصله از دریا کاملاً بر عکس شده است. به عبارت دیگر، نسبت به عرض جغرافیایی و فاصله از دریا رابطه‌ای مثبت (گرچه قدری ضعیف‌تر) پیدا کرده است .

☑ نکتهٔ قابل توجه دیگر، نقش دریا و فاصله از آن است . فاصله از دریای خزر در مقادیر بارش دو فصل پاییز و زمستان دارای رابطهٔ منفی بوده و با نزدیکی به دریا مقادیر بارشی ایستگاهها افزایش می‌یابد در صورتی که در فصل بهار کاملاً عکس حالت فوق دیده می‌شود . نتیجه این که در فصل بهار عامل رطوبتی دریای خزر کاملاً از بین می‌رود و با عامل طول جغرافیایی نیز همخوانی دارد. پس برای تغذیه بارش بهار می‌توان به منابع رطوبتی غرب (مانند مدیترانه و . . .) استناد کرد .

☑ معادلات خطی بارشهای فصل بهار بر اساس ۵ متغیر مورد نظر در جدول ۴ نشان داده شده است.

بارش فصل تابستان

☑ فصل تابستان نیز با فصل بهار همخوانی خوبی نشان می‌دهد. تنها در تأثیر عرض جغرافیایی می‌توان رابطه عکس بین این دو را مشاهده کرد . این امر نشان می‌دهد که ریزش بارشهای تابستانی در جنوب حوضه بیشتر از شمال آن است .

☑ عامل دریای خزر نیز در تغذیه رطوبتی فصل تابستان تأثیر منفی دارد، یعنی با افزایش فاصله از دریا به صورت نسبی شاهد افزایش بارش در غرب حوضه هستیم .

☑ جهت مقایسه و تحلیل معادلات خطی بارش فصل تابستان با عوامل ناحیه‌ای به جدول ۴ مراجعه شود .

حداکثر بارش روزانه

☑ به جز عامل عرض جغرافیایی و تا اندازه‌ای نیز عامل فاصله از دریا، که رابطهٔ مثبت و بسیار ضعیفی را نشان می‌دهند، بقیهٔ عوامل در مقادیر بارشی حداکثر روزانهٔ ایستگاهها نقشی ندارند .

☑ نسبت به بارشهای فصلی دیگر، عامل فاصله از کوه در متغیر حداکثر بارش روزانه رابطهٔ عکس نشان می‌دهد، یعنی با افزایش فاصله از کوه، بارش حداکثر روزانه نیز به مقدار جزیی رو به افزایش گذاشته و شیب خط مثبت می‌شود .

☑ تأثیرپذیری حداکثر بارش روزانه از متغیر عرض جغرافیایی، نسبت به رژیمهای دیگر بارش کاملاً معکوس بوده و با آن رابطهٔ مثبت دارد. یعنی به ازای افزایش عرض جغرافیایی، به حداکثر بارش روزانهٔ ایستگاهها نیز افزوده شده است . در نتیجه، حداکثر بارشهای روزانهٔ ایستگاههای پایین دست حوضه بیشتر از حداکثر بارشهای ایستگاههای واقع در بالا دست آن است .

نتیجه‌گیری

۱ـ با این که وسعت حوضهٔ آبریز قره سو در مقایسه با مراکز عمل و وسعت سیستمهای هوایی بسیار اندک است با وجود این تغییراتی در مقادیر بارش ایستگاهها ملاحظه می‌شود . این تغییرات عمدتاً از عوامل ناحیه‌ای تأثیر می‌پذیرند .

۲ ـ عوامل جغرافیای ناحیه‌ای و زمین اقلیم، بر روی مقادیر بارشهای زمانی نیز اثر دارند. این تأثیر در همهٔ مقاطع زمانی مورد مطالعه یعنی سال، فصل و حتی حداکثر بارشهای روزانه به خوبی دیده می‌شود ؛ اما شدت و یا ضعف رابطه و همچنین تأثیر منفی یا مثبت هر کدام از عوامل ناحیه‌ای بر روی رژیمهای بارشی متفاوت است. بنابراین فرض تأثیر عوامل ناحیه‌ای بر مقادیر بارش به ثبوت می‌رسد .

۳ ـ نقش دریای خزر در تغذیهٔ رطوبتی ایستگاههای شرق حوضه در رژیم بارشی پاییز و تا حدودی زمستان کاملاً مشهود است و فرض معنی‌دار بودن رابطهٔ عوامل جغرافیایی را با رژیمهای بارش نشان می‌دهد .

۴ ـ دریای خزر (به عنوان متغیر فاصله از دریا) در روی بارشهای فصول بهار و تابستان و حداکثر بارش روزانه تأثیری ندارد ولی در دو فصل دیگر یعنی زمستان و پاییز اثر مثبت می‌گذارد. وجود پرفشار سیبری و گستردگی آن، به ویژه بر روی دریای خزر و عمل ترمودینامیک دریا در فصل سرد سال عامل اصلی تبخیر و هدایت رطوبت به طرف حوضه و ایجاد بارشهای فصول پاییز و زمستان خواهد بود . جهانبخش و همکاران (۱۳۷۸) نیز تأثیر عامل دریای خزر را در بارشهای منطقه ۵۵٪ نشان داده‌اند .

با توجه به ضعف نسبی برخی همبستگیها و شیب کم برخی خطوط برگشت در نمودارها، برای توجیه بهتر و قوی‌تر اثر عوامل ناحیه‌ای در بارش حوضه، باید مقاطع زمانی کوتاهتر (مانند بارشهای ماهانه) استخراج و مورد مطالعه قرار گیرد .

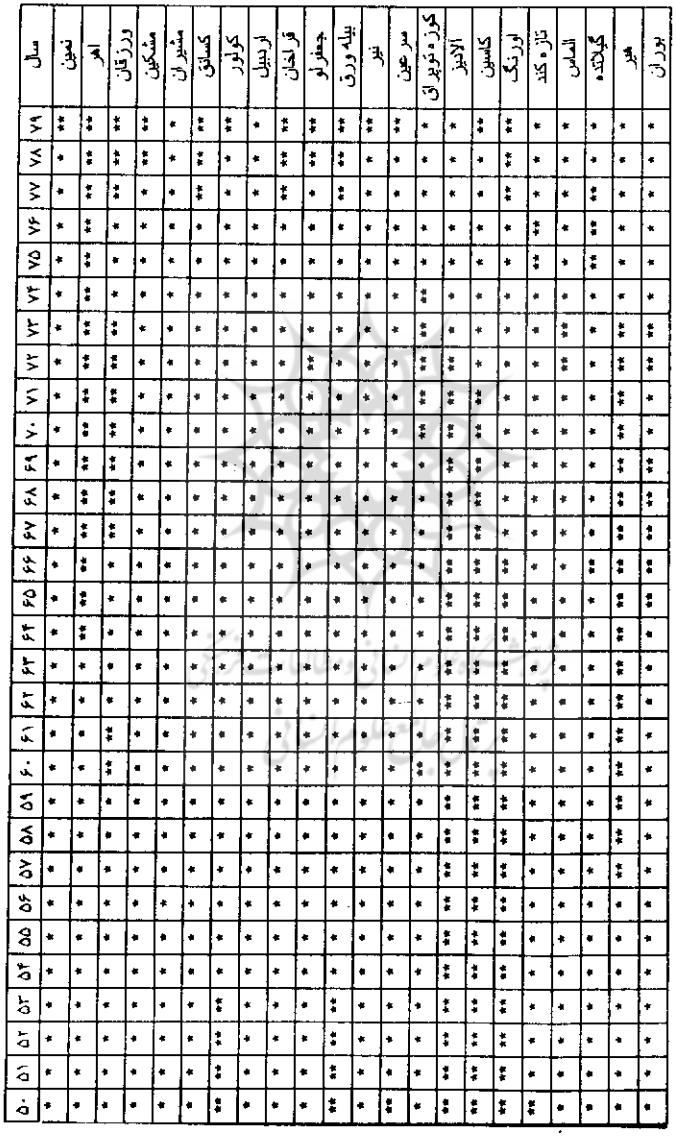
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فهرست منابع

- بی‌نام (بی تا) ؛ **نقشه‌های توپوگرافی ۲۵۰۰۰۰: ۱ اردبیل، تبریز، انزلی، اهر، اصلاندوز و میانه**، تهران : انتشارات سازمان جغرافیایی ارتش .
- بوشر، کیت (۱۹۷۶) ؛ **آب و هوای کره زمین، منطقه برون حاره**، ترجمه بهلول علیجانی، تهران : انتشارات سمت، جلد دوّم .
- جهانبخش اصل، سعید و حسن ذوالفقاری (۱۳۸۱) ؛ « بررسی الگوهای سینوپتیک بارشهای روزانه در غرب کشور»، **فصلنامه تحقیقات جغرافیایی**، شماره‌های پیاپی ۶۳ـ۶۴ .
- جهانبخش اصل، سعید و دیگران (۱۳۷۸) ؛ « تجزیه و تحلیل سینوپتیکی بارشهای منطقه شمال غرب ایران»، **مجله دانش کشاورزی**، نشریه دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، جلد ۹، شماره ۱ .
- ذوالفقاری حسن و بهروز ساری صراف (۱۳۷۷) ؛ « مطالعهٔ بارشهای شمال غرب ایران با تکیه بر تحلیل خوشه‌ای»، **مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه فردوسی مشهد**، شماره ۱ و ۲، بهار و تابستان .
- رضایی بنفشه، مجید (۱۳۶۷) ؛ « هیدرولوژی و ژئومورفولوژی کمی حوضهٔ آبریز قره‌سو»، **پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی**، تهران: دانشگاه تربیت مدرس .
- ساری صراف، بهروز (۱۳۶۷) ؛ « بررسی رژیم بارش در حوضهٔ ارس و دریاچهٔ ارومیه و محاسبهٔ ضریب جریان»، **پایان‌نامه دکتری اقلیم شناسی**، دانشگاه تبریز .
- علیجانی، بهلول (۱۳۷۴) ؛ **آب و هوای ایران**، تهران : انتشارات دانشگاه پیام نور .
- علیجانی، بهلول (۱۳۷۴) ؛ «منابع رطوبت بارندگی ایران»، **مجموعهٔ مقالات هفتمین کنگرهٔ جغرافیایی ایران**، تهران : مؤسسهٔ جغرافیای دانشگاه تهران .
- علیزاده، امین و دیگران (۱۳۷۹) ؛ **هوا و اقلیم شناسی**، مشهد : دانشگاه فردوسی .

پیوست ها

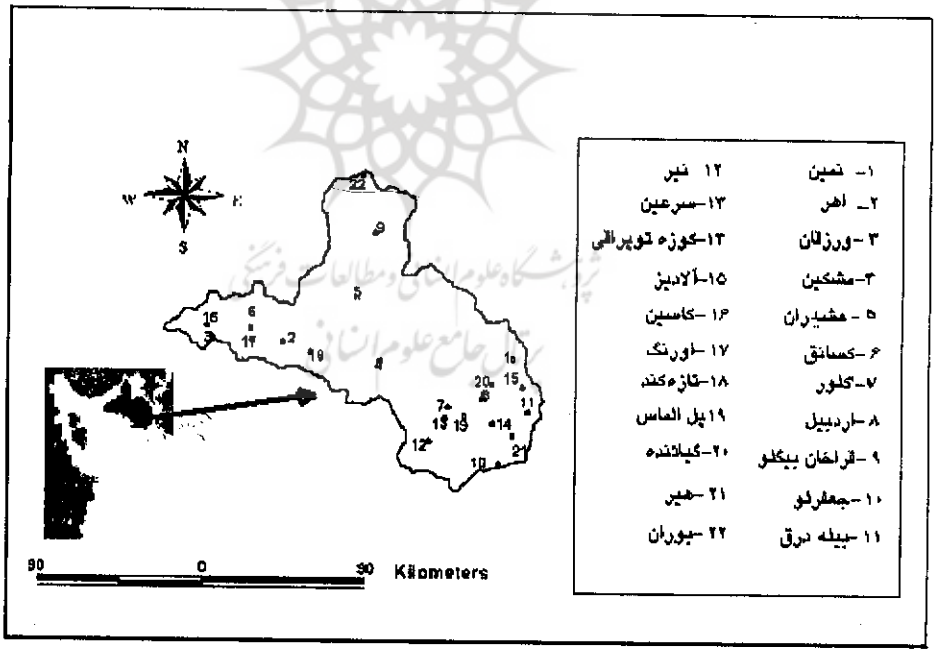
جدول شماره ۱ ـ طول دوره آماری مورد استفاده : مشاهداتی (*) و تولید شده (**)



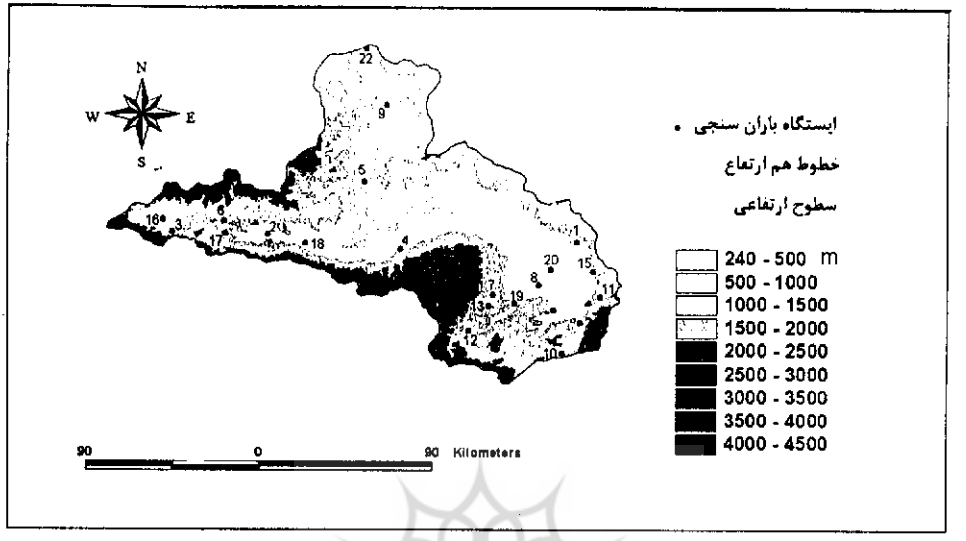
جدول شماره ۲ ـ آزمون کولموگروف ـ سمیرنوف

شاخص	سالانه	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	حد اکثر روزانه
تعداد	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱
میانگین	۳۳۳/۹۷	۸۶/۷۹	۸۲/۰٤	۱۳۳/٤۷	۳۱/٦٦	٦۵/۹۸
انحراف معیار	۹۸/۹۰	۳۳/۱۷	۲۸/۷٤	۳۸/۰۹	۱۸/۹۲	۲۹/۷٦
کولموگروف ـ سمیرنوف	۰/۷۰۵	۰/۹۵۲	۰/۸۲۹	۰/۷٤۲	۱/۰۲٤	۱/۰۵۲
معنی داری	۰/۷۰۲	۰/۳۲۵	۰/٤۹۷	۰/٦٤۱	۰/۲٤٦	۰/۲۱۹

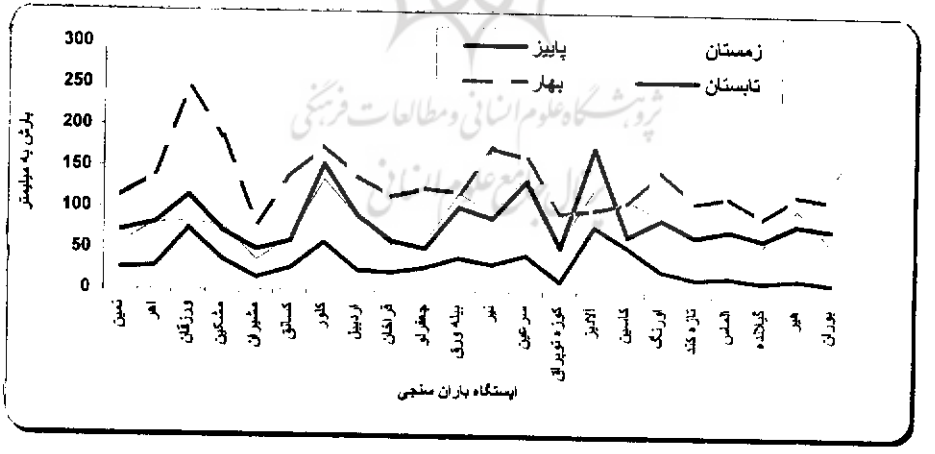
نقشه شماره ۱ ـ ایستگاههای باران سنجی حوضه آبخیز قره سو



نقشه شماره ۲ ـ خطوط هم ارتفاع و سطوح ارتفاعی حوضه آبخیز قره سو



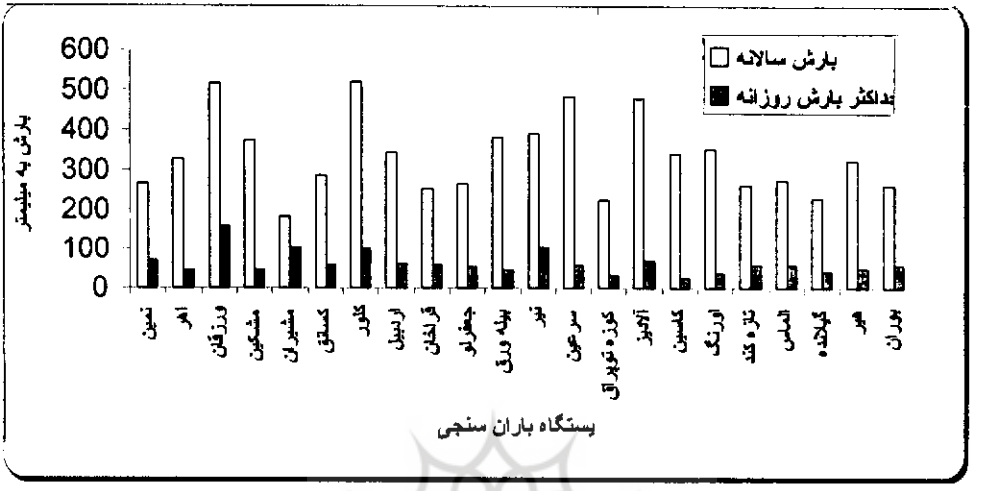
نمودار شماره ۱ ـ توزیع و مقایسه بارشهای فصلی در حوضه آبریز قره سو (۷۹ ـ ۱۳۵۰)



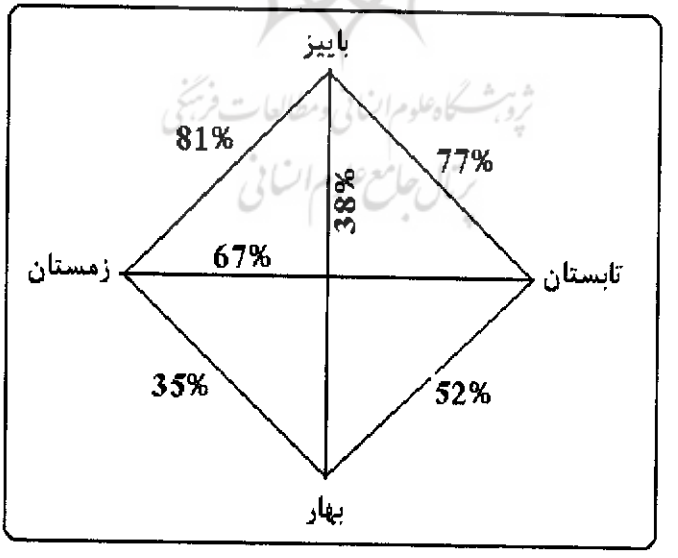
جدول شماره ۳ ـ موقعیت جغرافیایی ایستگاهها و پارامترهای محاسباتی

ایستگاه	فاصله از دریا	فاصله از کوه	ارتفاع	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	حد اکثر روزانه	تابستان	بهار	زمستان	پاییز	سالانه
نمین	۳۷/۵	۳۰	۱۵۰۰	۶۴/۶۰	۳۸/۴۸	۷۰	۲۶/۷	۱۱۳/۵	۵۵/۹	۷۱/۵	۲۶۷/۵
اهر	۱۶۱/۳	۱۷/۵	۱۱۵۷	۴۷/۵۵	۳۸/۴۰	۳۷	۲۸/۶	۱۳۹/۱	۸۱	۸۱/۲	۳۲۹/۹
ورزقان	۱۹۷/۵	۲۶/۳	۱۶۹۸	۴۷/۵۱	۳۸/۷۰	۱۶۰	۷۴/۵	۲۴۳/۹	۸۲/۱	۱۱۵/۲	۵۱۵/۷
مشکین	۱۰۷/۸	۱۳/۸	۱۴۵۰	۴۷/۰۵	۳۸/۴۸	۴۵	۳۷/۶	۱۸۵/۵	۷۷/۹	۷۲	۳۷۳/۱
مشیران	۱۲۱/۳	۳۰	۶۸۰	۴۶/۸۵	۳۸/۵۱	۱۰۵	۱۵/۸	۸۱/۲	۳۷	۵۰/۲	۱۸۴/۳
کسانق	۱۷۸/۳	۳۲/۵	۱۶۲۹	۴۸/۳۸	۳۸/۲۰	۶۰	۳۷/۱	۱۳۷/۷	۶۳/۹	۶۰/۱	۲۸۸/۸
کلور	۷۱/۸	۱۱/۳	۱۵۹۰	۴۸/۲۸	۳۸/۲۵	۱۰۰	۵۸/۸	۱۷۵/۴	۱۳۸/۴	۱۵۳/۵	۵۲۲/۴
اردبیل	۵۲/۵	۳۰	۱۳۵۰	۴۷/۵۰	۳۸/۴۱	۶۳	۲۵/۵	۱۳۹/۱	۸۹	۹۱/۲	۳۴۵
قراخان بیگلو	۱۱۲/۵	۴۲/۵	۶۵۲	۴۷/۶۳	۳۹/۰۸	۵۷	۲۲/۸	۱۱۴/۴	۵۶/۵	۶۱	۲۵۴/۶
جعفرلو	۴۱/۸	۱۵	۱۶۸۰	۴۸/۳۵	۳۷/۹۲	۵۴	۲۹	۱۲۴/۸	۶۰/۲	۵۲/۴	۲۶۶/۳
بیله درق	۳۷	۱۰	۱۶۸۰	۴۸/۶۰	۳۸/۲۰	۴۳	۴۱/۳	۱۱۹/۹	۱۱۹/۱	۱۰۱/۶	۳۸۱/۹
نیر	۸۰	۱۷/۵	۱۶۵۰	۴۷/۹۸	۳۸/۳۳	۱۰۵	۳۳/۵	۱۷۳/۷	۹۵/۱	۸۸/۹	۳۹۱/۳
سرعین	۷۲/۵	۱۳/۸	۱۶۷۰	۴۸/۰۸	۳۸/۱۵	۵۸	۴۴/۴	۱۶۲	۱۴۲/۳	۱۳۴/۵	۴۸۳/۲
کوزه توپراقی	۴۶/۳	۲۲/۵	۱۳۵۰	۴۸/۳۷	۳۸/۱۲	۳۲	۱۲/۶	۹۵/۴	۶۱/۲	۵۴	۲۲۳/۱
آلادیزگه	۳۰۲	۱۶/۳	۱۳۴۰	۴۸/۵۸	۳۸/۲۸	۷۲	۲۹/۲	۹۹	۱۲۴/۲	۱۷۴/۹	۴۷۷/۲
کاسین	۲۰۱/۳	۲۲/۵	۱۶۳۰	۴۶/۵۵	۳۸/۵۳	۲۷	۵۵	۱۰۸	۱۱۱/۵	۸	۳۴۲/۵
اورنگ	۱۷۷/۵	۲۵	۱۴۱۰	۴۶/۸۷	۳۸/۴۸	۳۶	۲۶/۴	۱۴۸/۲	۹۱/۴	۸۸/۷	۳۵۴/۶
تازه کند	۱۴۵/۵	۱۱/۳	۱۲۵۰	۴۶/۸۷	۳۸/۴۸	۵۷	۱۷/۴	۱۰۹/۱	۶۶/۶	۶۷/۸	۲۶۰/۹
پل الماس	۶۱/۳	۲۱/۳	۱۴۲۵	۴۷/۳۳	۳۸/۴۳	۶۰	۱۹/۴	۱۱۶/۷	۶۳/۵	۷۶/۱	۲۷۴/۷
گیلانده	۴۷	۳۷/۵	۱۲۰۰	۴۸/۲۰	۳۸/۱۷	۴۱	۱۳/۷	۹۱/۴	۵۹/۴	۶۵/۷	۲۰۳/۲
هیر	۳۵	۱۲/۵	۱۵۷۰	۴۸/۳۷	۳۸/۳۲	۵۱	۱۷/۷	۱۲۰/۳	۱۰۲/۷	۸۴	۳۲۴/۷
بوران	۱۲۲/۵	۶۰	۲۴۰	۴۷/۴۵	۳۹/۴۵	۵۷	۱۳	۱۱۲/۸	۶۰/۴	۷۸	۲۶۴/۲
تعداد	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲
میانگین	۹۶/۷۲	۳۲/۵۸	۱۳۵۴	۴۷/۶۸	۳۸/۴۲	۶۴/۲	۳۲/۷۲	۱۳۲/۳	۸۲/۲۸	۸۵/۹۳	۳۳۳/۳
حداقل	۲۷	۱۰	۲۴۰	۴۶/۵۵	۳۷/۹۲	۲۷	۱۲/۶	۸۱/۲	۳۷	۵۰/۲	۱۸۴/۳
حد اکثر	۲۰۱/۳	۶۰	۱۶۹۸	۴۸/۶۰	۳۹/۴۵	۱۶۰	۷۹/۲	۲۴۳/۹	۱۴۲/۳	۱۷۴/۹	۵۲۲/۴
دامنه تغییرات	۱۷۴/۳	۵۰	۱۴۵۸	۲/۰۵	۱/۵۳	۱۳۳	۶۶/۶	۱۶۲/۶	۱۰۵/۳	۱۲۴/۶	۳۳۸/۲
انحراف معیار	۵۸/۴۶	۱۲/۱۵	۳۸۲/۵	۰/۶۷۵۷	-/۳۳۷۲	۳۰/۲۱	۱۹/۱۲	۳۷/۵۷	۲۸/۷۴	۳۲/۶۱	۹۶/۵۳
واریانس	۳۴۱۷	۱۴۷/۸	۱۴۶۳۶	۰/۴۵۷	-/۱۰۷	۹۱۲/۸	۳۶۵/۷	۱۴۱۱	۸۲۶/۱	۱۰۶۳	۹۳۱۹
کشیدگی	-۱/۱۴	۲/۵۰۲	۲/۶۴۱	-۱/۳۴۲	۴/۱۵۳	۳/۸۰۸	۰/۸۳۵	۲/۳۶۹	-۰/۵۵	۱/۸۳۹	-۰/۴۲
چولگی	۰/۵۲۳	۱/۴۰۸	۰۱/۶۹۹	-۰/۲۴۵	۱/۷۱۶	۱/۷۴۶	۱/۲۳	۱/۳۵۹	۰/۶۰۵	۱/۴۷۸	۰/۶۴۷

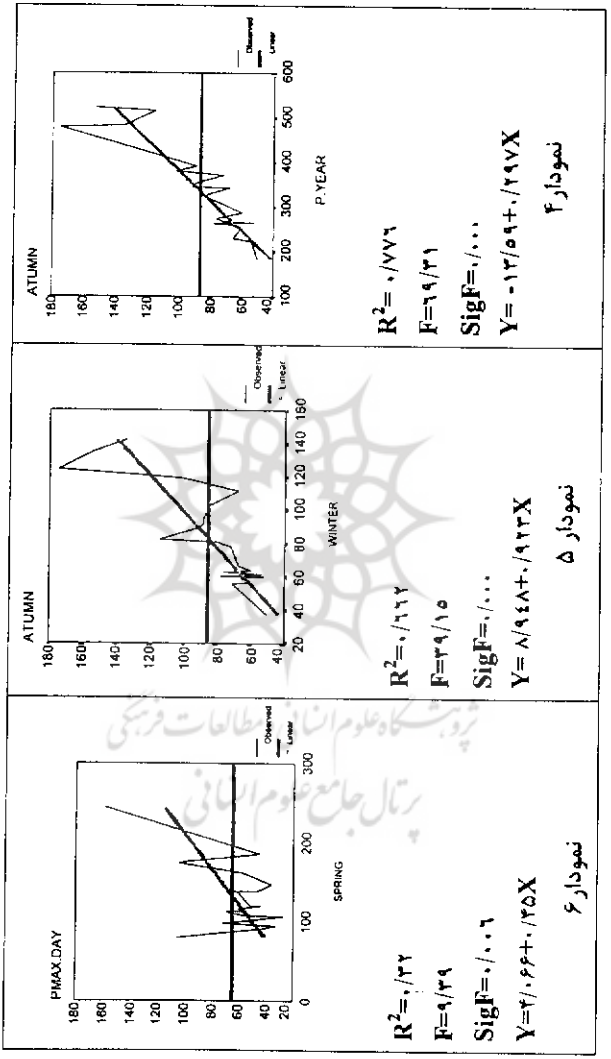
نمودار شماره ۲ ـ توزیع حد اکثر بارشهای روزانه و میانگین بارش سالانه در حوضه آبریز قره سو (۷۹ ـ ۱۳۵۰)



نمودار شماره ۳ ـ نمایش شماتیک همبستگی های فصول بارش حوضه با یکدیگر



نمودارهای ٤ ، ٥ و ٦ ـ روابط خطی بارشهای پاییز با سالانه (٤) ، پاییز با زمستان (٥) و حد اکثر روزانه با بهار (٦)

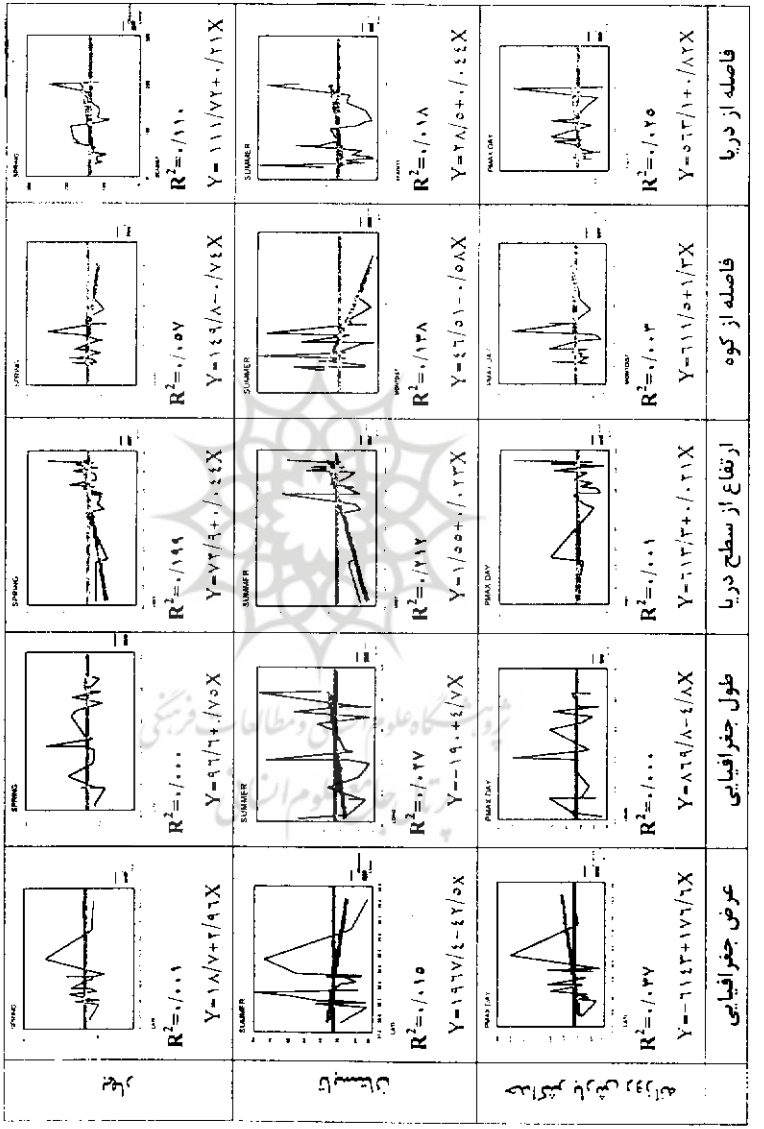


پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول شماره ٤ ـ مقایسه همبستگی های رژیمهای بارش با عوامل جغرافیایی (زمین ـ اقلیم)

	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا	فاصله از کوه	فاصله از دریا
سالانه	R^2=۰/۲۱۰ Y=۱۹٦۷/٤-٤۲/٥X	R^2=۰/۰۷۲ Y=-۱٤۹۱/۸+۳۸/۳X	R^2=۰/۲٦۷ Y=۱٥۷/۷+۰/۱۳۰٤X	R^2=۰/۲۰۱ Y=٤۱۸/۳۸-۳/٥٦X	R^2=۰/۰۰۲ Y=۳۲٦/۹۲+۰/۰۸X
پاییز	R^2=۰/۰۱٥ Y=٥٦۰/۸-۱۲/٤X	R^2=۰/۱۳٤ Y=-۷٥٥/٦+۱۷/٦X	R^2=۰/۰۸۲ Y=٥۲/۸+۰/۲٥X	R^2=۰/۱۲۱ Y=۱۰۷/۹٥-۰/۹۳X	R^2=۰/۰٤۰ Y=۹٦/۷۱-۰/۱۱X
زمستان	R^2=۰/۰۸۷ Y=۱۰۷۸/۹-۲٥/۹X	R^2=۰/۱۲۸ Y=-٦٤۲/۸+۱٥/۲X	R^2=۰/۲۷ Y=۳۰/٤٦+۰/۰۳۹X	R^2=۰/۳۰٤ Y=۱۱٤/۱٤-۱/۳X	R^2=۰/۰۱۹ Y=۹۰-۰/۰۷X

دنباله جدول شماره ٤



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی