شناخت عوامل مؤثر بر جریان کم در حوضهٔ آبخیز کارون شمالی

مریم شماعی‌زاده[1] و سعید سلطانی[2]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بیابانزدایی دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- دانشیار دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان

Identification of effective parameters on low flow in northern Karoon watershed

Maryam Shamaeizadeh[1] & Saeid Soltani[2]

1-Student of de desertification of Isfahan University of Technology
2-Associate professor Faculty of Natural Resource, Isfahan University of Technology

چکیده

عوامل مؤثر بر ایجاد فرایندهای هیدرولوژیک مانند جریان کم رودخانه‌ای بسیار زیاد هستند ولی در مطالعات تحقیقاتی سعی بر این است که مهمترین و مؤثرترین عوامل انتخاب شوند. هدف از این تحقیق تعیین عوامل مؤثر بر جریان کم رودخانه‌ای حوضه آبخیز کارون شمالی است. ١٤ متغیر شامل متغیرهای اقلیمی و غیر اقلیمی از ١٤ زیر حوضه استخراج شدند و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. بر این اساس عوامل مساحت، ضریب میلر و شیب متوسط حوضه به ترتیب از جمله مهمترین عوامل مؤثر بر جریان کم شناخته شدند. در نهایت نتایج به دست آمده با دیگر تحقیقات صورت گرفته نیز مقایسه شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: عوامل مؤثر بر جریان کم، متغیرهای اقلیمی وغیر اقلیمی، تجزیه وتحلیل عاملی، حوضهٔ آبخیز کارون شمالی

۱- مقدمه

خشکسالی کاهش بارندگی نسبت به میزان متوسط آن در دراز مدت قلمداد می‌شود. ویل‌هایت و گلانتز خشکسالی را به ٤ نوع تقسیم کرده‌اند: خشکسالی هواشناسی، خشکسالی هیدرولوژیک، خشکسالی کشاورزی و خشکسالی اقتصادی اجتماعی (به نقل از دراکوپ و همکاران۱۹۸۰، هیسدال و تالاکسن ۲۰۰۰ و استاهل۲۰۰۱). با توجه به اینکه تنها کاهش بارندگی نمی‌تواند گویای خشکسالی در یک منطقه باشد و بایستی بارش مؤثر در نظر گرفته شود و اینکه خشکسالی کشاورزی پس از خشکسالی هیدرولوژیک به وقوع می‌پیوندد و باعث وارد آمدن خسارات جبران ناپذیر به بخش کشاورزی می‌گردد، اهمیت مطالعه خشکسالی هیدرولوژیک نسبت به دیگر خشکسالی‌ها نمایان می‌گردد (وفاخواه و مهدوی، ۱۳۷۸). تحلیل فراوانی جریان‌های کم رودخانه‌ای که در دهه‌های اخیر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته زمینه مدیریت بهتر منابع آب و کنترل بحران‌های خشکسالی را فراهم می‌کند(فیضی و اسلامیان، ۱۳۸۵) .شناخت عوامل مؤثر بر جریان کم در حوضه‌های آبخیز گام مهمی در مدیریت خشکسالی

هیدرولوژیک تلقی می‌شود. علاوه بر این با شناسایی عوامل مؤثر بر جریان کم رودخانه‌ای دستیابی به مناطق همگن هیدرولوژیکی که پایه و اساس مطالعات منطقه‌ای محسوب می‌شود، دقیق‌تر وآسان‌تر صورت می‌گیرد.

هورتنس (۲۰۰٦)، خصوصیات متنوع اقلیمی وفیزیکی را در آنالیزهای رگرسیونی چندگانه جهت ایجاد معادلات تخمین فراوانی جریان کم در محل‌های اندازه‌گیری نشدهٔ جریان در ایالت آیدائو استفاده کرد. اسماکتین(۲۰۰۱)، رایج‌ترین موارد در ارتباط با شاخص‌های جریان حداقل را شامل :مساحت حوضه، میزان بارش متوسط سالانه، شیب آبراهه یا شیب حوضه، فرکانس یا تراکم جریان، درصد مساحت دریاچه‌ها و مساحت جنگلی حوضه، شاخص های متفاوت خاک و زمین شناسی، طول آبراهه اصلی جریان، شکل حوضه و محیط حوضهٔ آبخیز و همچنین ارتفاع میانگین حوضه برشمرد.

برخی از محققان مانند ساکویچ (۱۹۹۵)، بر اثر برجسته خصوصیات مختلف حوضه آبخیز و ارتفاع رودخانه روی دبی‌های جریان حداقل تأکید کردند. در تحلیل فراوانی جریان کم منطقه‌ای در ایالت ماساچوست دو خصوصیت از حوضهٔ آبخیز (مساحت و توپوگرافی) در ایجاد معادلات رگرسیونی به کار برده شدند (ووگل و کرول،۱۹۹۰). مدرس(۲۰۰۷)، مساحت حوضه آبخیز را به عنوان فاکتور اصلی در تغییر پذیری جریان حداقل در شمال ایران (مازندران) اعلام کرد. لانگولاردی و ویلانی (۲۰۰۷)، در تحلیل منطقه‌ای جریان کم در جنوب ایتالیا عامل زمین‌شناسی را از گروه فاکتورهای مربوط به زمین و عامل بارش را از گروه فاکتورهای اقلیمی بر جریان کم تأثیر گذار دانستند.

زرین (۱۳۸٤)، در بررسی جریان‌های کمینه در حوضه‌های کرخه و کارون به منظور برآورد رواناب مهمترین عوامل مؤثر بر روی جریان کمینه را به ترتیب اهمیت بارش متوسط حوضه، مساحت، ارتفاع متوسط حوضه، ضریب گراولیوس و شیب آبراهه اصلی عنوان کرد و در ادامه تحلیل منطقه‌ای به روش رگرسیون چند گانه را برای به دست آوردن روابط بین جریان کمینه و ویژگی‌های حوضه آبخیز به کار بست. بر اساس نظریه ولادیمروف (۱۹۷٦)، عوامل طبیعی مؤثر بر خشکسالی هیدرولوژیک را می توان به ۳ دسته تقسیم بندی کرد: دسته اول عواملی که به طور مستقیم بر جریان کم تأثیر گذارند مانند بارندگی. دسته دوم عواملی که مستقیماً در ایجاد جریان کم دخالت ندارند ولی در تغییرات آن مؤثرند مانند تلفات آب از طریق تبخیر، پوشش گیاهی، پستی وبلندی، تعداد دریاچه‌ها ومرداب‌ها و ویژگی‌های هیدرولوژیکی حوضه. دسته سوم عواملی هستند که بیشتر برای محاسبات عملی به کار می‌روند ومی توانند تشریح کننده رفتار دبی رودخانه در حوضه های آبخیز باشند مانند سطح حوضه، ارتفاع ،شیب، تراکم آبراهه و...(به نقل از موسوی و همکاران). در مطالعات اخیر تحلیل منطقه‌ای جریان کم پژوهشگران به ایجاد ارتباط بین جریان های کم و خصوصیات حوضه های آبخیز که بیشتر در دسته سوم قرار می گیرند، توجه ویژه‌ای داشته‌اند. هدف از ارائه این مقاله شناسایی عوامل مؤثر در جریان کم در حوضه آبخیز کارون شمالی و استفاده از این عوامل در شناخت مناطق همگن هیدرولوژیکی در مطالعات بعدی می‌باشد.عوامل مؤثر بر ایجاد فرآیندهای هیدرولوژیک مانند جریان کم بسیار زیاد هستند ولی در مطالعات تحقیقاتی سعی بر این است که مهمترین و مؤثرترین عوامل انتخاب و در مدلسازی‌ها استفاده گردند.

۲- مواد و روشها

۲-۱ موقعیت جغرافیایی و خصوصیات کلی منطقهٔ مورد مطالعه:

حوضه آبریز کارون شمالی بخشی از حوضه آبخیز بزرگ کارون می‌باشد و در محدوده جغرافیایی ´۳٤ ° ٤۹ تا ´٤۷ ° ۵۱ طول شرقی و ´۱۸ ° ۳۱ تا ´٤۰ ° ۳۲ عرض شمالی قرار دارد. این حوضه از سمت شمال و شمال شرق به حوضهٔ آبخیز سد زاینده

رود ، از شمال غرب به حوضه رودخانه دز، از جنوب به حوضه آبخیز رودخانه خرسان و از جنوب و غرب به بخش‌هایی از حوضه آبخیز کارون بزرگ محدود می‌گردد. مساحت حوضه آبخیز کارون شمالی ١٤٤٧٦ کیلومتر مربع بوده که در حدود ٢٣ درصد از سطح حوضه بزرگ کارون را شامل می‌شود. این حوضه با توجه به سیستم شبکه زهکشی و وضعیت توپوگرافی به شش زیر حوضه اصلی با نام های بهشت‌آباد، کوهرنگ، کارون میانی،ونک، بازفت و لردگان تقسیم شده است.

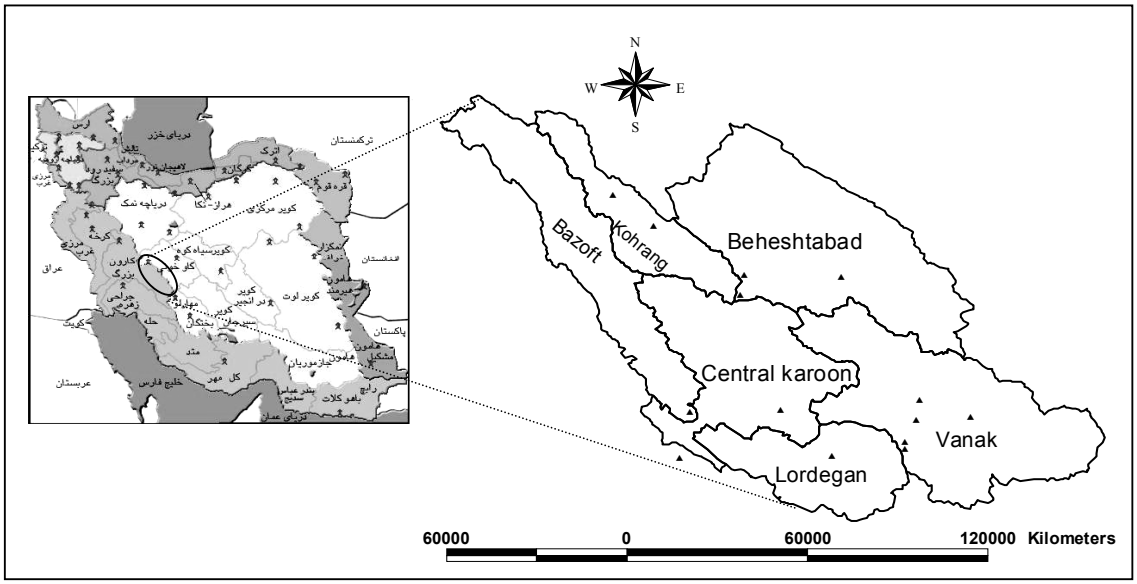
منطقه مورد مطالعه به دلیل توپوگرافی شدید و وجود مناطق برفگیر از پر آب ترین مناطق کشور می باشد، بطوریکه سرچشمهٔ مهمترین رودخانه کشور یعنی کارون می‌باشد. از مهمترین رودخانه‌های موجود در منطقه می‌توان رودخانهٔ بهشت‌آباد، رودخانهٔ کوهرنگ (از به هم پیوستن این ٢ رودخانه کارون تشکیل می‌شود) رودخانه سبزکوه، رودخانه بازفت و رودخانه لردگان را نام برد (شکل١ و٢). این حوضه آبخیز دارای بارش متوسط سالانه در حدود ٧٠٠ میلیمتر است و در حدود ٧٥ درصد از سطح حوضه از بارش بیش از ٥٠٠ میلیمتر برخوردار است. لذا این حوضه در مدیریت منابع آب کشور از جایگاه ویژه ای برخوردار است(چاوشی،١٣٧٧).

٢-٢ – انتخاب ایستگاه‌های هیدرومتری :

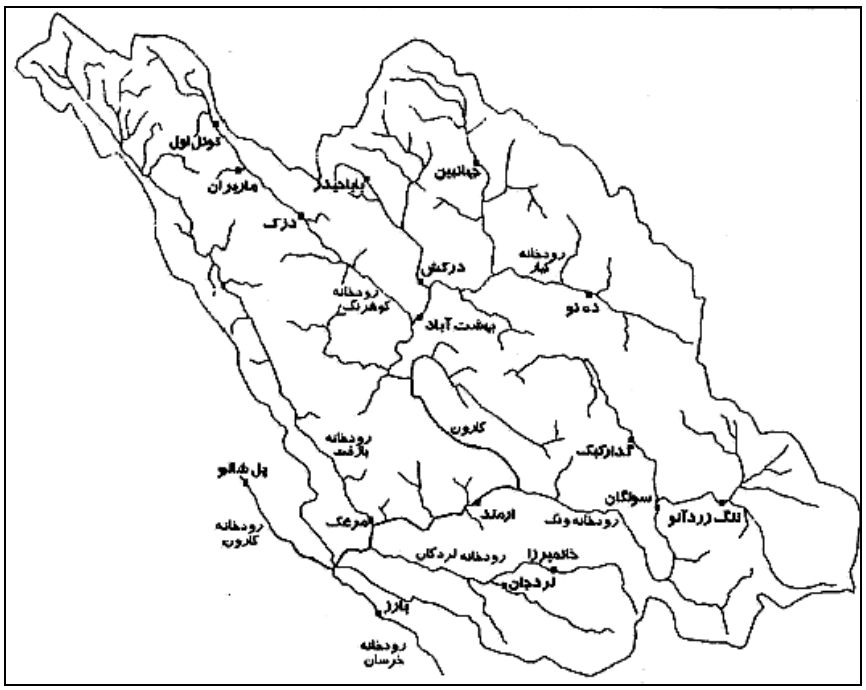
در ابتدا در حوضه آبخیز مورد مطالعه ١٣ ایستگاه و همچنین یک ایستگاه از خارج از حوضه با طول دورهٔ آماری مناسب (بیشتر از ١٠ سال آمار دبی متوسط سالانه) انتخاب گردید.(جدول ١ ایستگاه‌های منتخب هیدرومتری)

جدول١- مشخصات ایستگاه های هیدرومتری منتخب درحوضه

ردیف	کدحوضه	نام ایستگاه	رودخانه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	طول دوره آماری	ارتفاع (m)
١	٢١٢٣١	ارمند	کارون	٥٠ ° ٤٦´	٣١ ° ٤٠´	٤٨	١٠٨٢
٢	٢١٢٢٩	گدار کبک	آقبلاغ	٥١ ° ١٥´	٣١ ° ٤٤´	٢٠	٢١٥٠
٣	٢١٤١٩	دزک آباد	بیرگان	٥٠ ° ١٩´	٣٢ ° ١٤´	٢١	٢١٢٢
٤	٢١٤٩٧	کوه سوخته	کیار	٥١ ° ٤٠´	٣٢ ° ٠٦´	١٩	١٩٧٧
٥	٢١٩٢٩	گرد بیشه	گرد بیشه	٥١ ° ١٢´	٣١ ° ٣٤´	١٢	١٨١٨
٦	٢١٩٣١	پل کره بس	آب ونک	٥١ ° ١٢´	٣١ ° ٣٢´	١٢	١٧٨٢
٧	٢١٤١٧	ماربره	ماربران	٥٠ ° ١٢´	٣٢ ° ٢٠´	١٢	٢٢٦٠
٨	٢١٤٣١	زرین درخت	خان میرزا	٥٠ ° ٥٧´	٣١ ° ٣٢´	١٦	١٧٩٤
٩	٢١٢٢٧	سولگان	سولگان	٥١ ° ١٤´	٣١ ° ٣٨´	٢٧	٢٠٨٦
١٠	٢١٤٢٣	تنگ زردآلو	کاسگان	٥١ ° ٣٥´	٣١ ° ٢٨´	٢٢	٢١٥٠
١١	٢١٤٢٩	تنگ درکش ورکش	جونقان	٥٠ ° ٣٩´	٣٢ ° ٠٦´	٢٠	١٩٩٦
١٢	٢١٢٣٣	مرغک	بازفت	٥٠ ° ٢٧´	٣١ ° ٣٩´	٣٤	٩١٣
١٣	٢١٤٢٥	بهشت‌آباد	بهشت آباد	٥٠ ° ٣٨´	٣٢ ° ٠٢´	١٦	١٦٨٠
١٤	٢١٢٢٥	بارز	خرسان	٥٠ ° ٢٥´	٣١ ° ٣١´	٤٧	٨٦٢



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری حوضهٔ آبخیز کارون شمالی



شکل ۲- شبکه هیدروگرافی حوضه آبخیز کارون شمالی(مأخذ: چاوشی، ۱۳۷۷)

۲-۳ استخراج خصوصیات حوضه‌های آبخیز

خصوصیات هندسی یا ژئومتری حوضه به مجموعه عوامل فیزیکی گفته می شود که مقادیر آنها برای هر حوضه نسبتاً ثابت است و نشان دهنده وضع ظاهری حوضه می باشند. این عوامل از این جهت حائز اهمیت هستند که بین آنها و رواناب حوضه رابطه وجود دارد و در مورد حوضه‌هایی که در آنها داده های اندازه گیری دبی وجود ندارد می‌توان از این روابط استفاده نمود و مقدار رواناب را تخمین زد. به خصوصیات ژئومتری حوضه خصوصیات کوه-آبنگاری یا عوامل مورفومتری نیز گفته می‌شود (علیزاده، ۱۳۸۱). سپس خصوصیات فیزیوگرافی و اقلیمی حوضه‌های منتخب که با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی استخراج شده بودند جمع‌آوری شدند. این خصوصیات عبارت بودند از مساحت، محیط، شیب متوسط حوضه، شیب آبراهه اصلی، طول آبراهه اصلی، متوسط بارش سالانه که بر اساس این اطلاعات قطر دایره معادل حوضه، زمان تمرکز، فاکتورهای شکل حوضه از قبیل ضریب میلر و ضریب شیوم همچنین طول و عرض مستطیل معادل حوضه نیز محاسبه شدند.

۲-٤ روش آماری مورد استفاده:

در این تحقیق برای دستیابی به مهمترین عوامل مؤثر در جریان کم رودخانه‌ای حوضه آبخیز کارون شمالی از تکنیک تجزیه و تحلیل عاملی استفاده شد. از آنجا که بین خصوصیات فیزیوگرافی و اقلیمی منتخب حوضه ها گاهی وابستگی وجود دارد و هدف ما تعیین فاکتورهای مستقل مؤثر بر جریان کم است از تجزیه و تحلیل عاملی برای تعیین عوامل مستقل استفاده شد. کاربرد این روش در مطالعات اقلیمی و هیدرولوژیکی به وفور به چشم می‌خورد. مراحل ذیل برای انجام تجزیه تحلیل عاملی بایستی عملی گردند:

۲-٤-۱- استاندارد کردن داده‌ها:

علی رقم متفاوت بودن واحدهای اندازه‌گیری پارامترهای استخراج شده داده‌ها با استفاده از رابطه ۱ استاندارد شدند.

$$Z = \frac{x_i - \bar{x}}{S} \qquad (۱)$$

که در آن x_i مقدار عددی هر متغیر، $\bar{x}$ میانگین متغیرها، S انحراف معیار و Z مقدار استاندارد شده متغیر می‌باشد.
در تمام روش‌های چند متغیره آماری داده های مورد استفاده استاندارد می‌شوند بدین صورت که اعداد هر کمیت چنان تغییر می‌کند که دارای میانگین صفر و واریانس ۱ می شود و تأثیر اصلی واساسی خود را در محاسبات خواهد داشت(افشار، ۱۳٦۸).

۲-٤-۲ - تعیین ماتریس وزنی عامل:

روش‌های مختلفی برای برآورد ماتریس وزنی عاملی و واریانس های عاملی وجود دارد که دو روش عمده آن درست نمایی حداکثر و تحلیل عامل اصلی می‌باشد (افشار، ۱۳٦۸). در این تحقیق از روش تحلیل عامل اصلی استفاده شده است. این شیوه استخراج فاکتور به منظور شکل دادن ترکیبات خطی غیر همبسته از متغیرهای مشاهده شده مورد استفاده قرار می‌گیرد و اولین جزء (Component) دارای حداکثر پراکندگی یا واریانس است. اجزای بعدی به ترتیب قسمت های کوچکتری از واریانس را توجیه می کنند و همه آنها با هم غیر همبسته‌اند (رنجبری و شریعت پناهی، ۱۳۸۳).

۲-٤-۳ - انتخاب تعداد عامل ها:

یک قاعده سر انگشتی که اغلب در بسته های نرم افزاری به کار برده می شود، در آن تعداد عامل ها برابر تعداد مقادیر ویژه که از یک بزرگترند اختیار می شود. این انتخاب را می توان به عنوان اولین پیش بینی عامل‌ها به کار برد.سپس الگو با استفاده از میزان درصد واریانس آزموده می شود.

۲-٤-٤ – دوران عامل‌ها:

بعد از انتخاب اولیه وزن‌های عاملی قدم بعدی دوران عامل‌هاست که برای به دست آوردن عامل هایی است که به آسانی تعبیر شوند. روش‌های مختلفی برای چرخش فاکتورها موجود است که در این تحقیق از چرخش واریماکس (varimax) استفاده شده است. چرخش واریماکس که یک شیوه چرخش متعامد است و تعداد متغیر هایی که بارهای بالایی بر هر فاکتور دارند، کمینه می‌کند (سمیعی و همکاران، ۱۳۸٤).

۳- نتایج

روش تجزیه وتحلیل آماری برای ١٤ ایستگاه از حوضه آبخیز کارون شمالی انجام شده است. آماره KMO =۰/٦ به دست آمد. در این روش آماری مشخص شد که داده‌ها می‌توانند در ۳ عامل خلاصه شوند. مبنای انتخاب این ۳ عامل بیشتر بودن ریشه پنهان ماتریس همبستگی از مقدار ویژه ۱ است که در مراحل انجام این آنالیز انتخاب می شود. این ۳ عامل در مجموع ۹۳/٤٦٪ از تغییرات داده‌های اولیه را توجیه می کنند که این خود درصد بالایی است و نشاندهنده خلاصه شدن داده‌ها به صورت مؤثر و کاربردی حول ۳ محور اصلی است. جدول ۲ مقادیر ویژه و واریانس توجیه شده این عوامل را نشان می‌دهد. بر اساس این جدول درصد عوامل به ترتیب ٦۳/۵۳، ۱۸/٦٦ و ۱۱/۲٦ است که نشان می دهد علی رقم توصیف در مجموع ۹۳/٤٦ درصد از تغییرات داده ها ولی ٦/٦٤ درصد از کل واریانس بیان نشده که این میزان با بررسی دیگر متغیر های اقلیمی و غیر اقلیمی می‌توانست افزایش یابد.

با توجه به جدول ۳، ماتریس دورانی واریماکس می‌توان دریافت که مساحت و زمان تمرکز بیشترین بار وزنی به ترتیب (۰/۹۸) و(۰/۹۳) را روی عامل اول دارند ولی چون ضریب مساحت بیشتر از زمان تمرکز است، مساحت به عنوان اولین عامل انتخاب شد که با توجه به جدول ۲، ٦۳/۵۳ درصد از واریانس را بیان می‌کند. ضریب میلر به عنوان مؤثرترین فاکتور روی عامل دوم انتخاب شد که ۱۸/٦٦ درصد از واریانس را بیان می کند و عامل سوم که ۱۱/۲٦ درصد از تغییرات واریانس را بیان می‌کند شیب متوسط حوضه است که بیشترین وزن را روی عامل سوم دارد. در نهایت با بررسی مقادیر ریشه پنهان ماتریس، درصد واریانس ومتغیرهایی که در هر عامل بیشترین بار وزنی را دارند، ۳ عامل مساحت، ضریب میلر و شیب متوسط حوضه آبخیز کارون شمالی به عنوان مهمترین عوامل مؤثر در جریان کم رودخانه ای این حوضه شناخته شدند.در واقع با انجام تجزیه تحلیل ضمن محدود شدن متغیرهای انتخابی متغیرهایی انتخاب شدند که کمترین وابستگی را با هم داشتند(جدول۳).

جدول۲- مقادیر ریشه پنهان ماتریسی و درصد واریانس عوامل

عامل	مقادیر ویژه اولیه			عوامل استخراج شده		
	کل	درصد واریانس	درصد تجمعی	کل	درصد واریانس	درصد تجمعی
۱	۷,٦۲٤	٦۳,٥۳٦	٦۳,٥۳٦	۷,٦۲٤	٦۳,٥۳٦	٦۳,٥۳٦
۲	۲,۲۳۹	۱۸,٦٦۲	۸۲,۱۹۸	۲,۲۳۹	۱۸,٦٦۲	۸۲,۱۹۸
۳	۱,۳٥۲	۱۱,۲٦٦	۹۳,٤٦٤	۱,۳٥۲	۱۱,۲٦٦	۹۳,٤٦٤
٤	۰,۳٥۸	۲,۹۸۳	۹٦,٤٤۸			
٥	۰,۲۲٦	۱,۸۸۲	۹۸,۳۳۰			
٦	۰,۱۰۳	۰,۸٥٥	۹۹,۱۸٦			
۷	۰,۰٦٤	۰,٥۳۱	۹۹,۷۱٦			
۸	۰,۰۲۸	۰,۲۳۲	۹۹,۹٤۹			
۹	۰,۰۰٦	۰,۰٤٦	۹۹,۹۹٥			
۱۰	۰,۰۰۱	۰,۰۰٥	۱۰۰,۰۰			
۱۱	۱,٥۱۳E-۰٥	۰,۰۰۰	۱۰۰,۰۰			
۱۲	۲,۷۷٤E-۰۷	۲,۳۱۲E-۰٦	۱۰۰,۰۰			

جدول ۳- ماتریس دورانی به روش واریماکس

خصوصیات	عامل		
	۱	۲	۳
مساحت	۰,۹۸٤	-۰,۰٥٤	-۰,٥۷
محیط	۰,۸۸۲	-۰,٤۱٥	-۰,۱۸٦
ضریب میلر	-۰,۲۳٤	۰,۹٥۳	۰,۱۱٤
شیب متوسط	-۰,۲٥۲	۰,۰۸٦	۰,۸۹٦
طول رودخانه	۰,۹۰۱	-۰,۳٦۷	-۰,۱۳٦
قطر دایره معادل	۰,۹٤۹	-۰,۰۸۷	-۰,۲۷٥
شیب رودخانه	-۰,۳٦۷	۰,۲۳٤	۰,۸۱٦
زمان تمرکز	۰,۹۳۹	-۰,۱٤۸	-۰,۱۸٤
طول مستطیل معادل	۰,۸٥۹	-۰,٤٦۸	-۰,۱٥٦
عرض مستطیل معادل	۰,۸٤۲	۰,۱۹۳	-۰,٤۰۷
ضریب شیوم	-۰,۲۱۹	۰,۹٥۱	۰,۱٦۱
بارش متوسط سالانه	۰,۰۸٦	۰,٦۲۹	۰,٦۲۹

٤- بحث

همان گونه که در بخش نتایج اشاره شد سه عامل مساحت، ضریب میلر و شیب متوسط از مؤثرترین عوامل بر جریان کم در حوضهٔ آبخیز کارون شمالی شناخته شدند. در اکثر مطالعات انجام شده مساحت حوضه به عنوان یکی از فاکتورهای مؤثر در جریان کم شناخته شده است. موسوی و همکاران (۱۳۷۸)، نصرتی و همکاران (۱۳۸۲) و ابراهیمی(۱۳۸۲)، مهمترین عوامل مؤثر برجریان کم را به ترتیب اهمیت مساحت، متوسط بارش سالیانه و درصد سازند نفوذ پذیر حوضه معرفی کردند. البته نصرتی و همکاران (۱۳۸۲) و سمیعی وهمکاران (۱۳۸٤ب)، علاوه بر این سه عامل شیب متوسط حوضه را نیز به عنوان عامل چهارم به مجموعه عوامل افزوند که در این تحقیق نیز این عامل به عنوان سومین عامل از لحاظ اهمیت معرفی شد. زرین (۱۳۸٤)، به ضریب گراولیوس نیزبه عنوان سومین فاکتور تأثیر گذار بر جریان کم اشاره کرد در صورتیکه ضریب میلر در حوضه آبخیز کارون شمالی به عنوان دومین عامل تأثیر گذار بر جریان کم معرفی شد. همانطور که توضیح داده شد عوامل مؤثر بر جریان کم حوضه آبخیز کارون شمالی مساحت ، ضریب میلر و شیب متوسط حوضه هستند که هیچکدام تحت کنترل بشر نبوده و اگر چه نمی‌توان از وقوع خشکسالی هیدرولوژیک در این حوضه جلوگیری کرد اما با مدیریت صحیح و استفاده به جا از منابع آب می‌توان مدیریت بحران را به مدیریت ریسک تبدیل نمود و دوره‌های خشکسالی را به خوبی پشت سر گذاشت.

٥- فهرست منابع

[۱] افشار، ع. (۱۳٦۸). هیدرولوژی مهندسی، دانش گاه علم وصنعت.٤٥٩ص.

[۲] چاوشی، س. (۱۳۷۷)." منطقه‌ای کردن برآورد دبی حد اکثر سیلاب در مناطق خشک طبق روش هیبرید" پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

[۳] رنجبری، ر. وشریعت پناهی، س. ط. (۱۳۸۳) خود آموز مبانی SPSS 12 . شرکت غزال جوان،٥۳٦ص

[٤] زرین، ه. (۱۳۸٤). "بررسی جریان های کمینه در حوضه های کرخه و کارون به منظور برآورد رواناب" پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی وعلوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.

[٥] سمیعی، م.، م. مهدوی، ب. ثقفیان و م. م. ساروی .(۱۳۸٤)."شناسایی عوامل مؤثر بر جریان کم درحوزه های آبخیزتهران "مجله علوم کشاورزی ومنابع طبیعی. ص ۱۲٦-

[٦] علیزاده، ا.(۱۳۸۱).اصول هیدرولوژی کاربردی.چاپ پانزدهم.انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد. ۷۳٥ص.

[۷] فیضی، ح. و اسلامیان س. (۱۳۸٥)." استفاده از روش منطقه ای گشتاورهای خطی در برآورد جریان های حد اقل رودخانه کرخه" دومین کنفرانس منطقه ای مدیریت منابع آب.

[۸] موسوی، ع. ا. و داودی راد، ع. ا.(۱۳۷۸)." شناخت عوامل مؤثر در خشکسالی هیدرولوژیک با استفاده از تجزیه تحلیل عاملی" دومین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم. سازمان هواشناسی کشور.

[۹] موسوی، ع. ا.، زهتابیان، غ.ر.، مهدوی، م. و داودی راد، ع. ا. (۱۳۸۲)." بررسی کاربرد روش های عددی و گرافیکی تعیین مناطق همگن هیدرولوژیک" سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، سازمان هواشناسی کشور، دانشگاه اصفهان.

[۱۰] نصرتی، ک.، ساروی، م.، شریفی، ف.، و مهدوی، م. (۱۳۸۲)."شناخت مناطق همگن در بررسی خشکسالی آبشناسی .با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره در مناطق خشک و نیمه خشک" سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، سازمان هواشناسی کشور،دانشگاه اصفهان.

[۱۱] وفاخواه، م. و مهدوی، م. (۱۳۷۸)." ارائه مدل ریاضی جهت برآورد خشکسالی هیدرولوژیک در مناطق خشک مرکزی ایران" دومین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم. سازمان هواشناسی کشور.

[12]Dracup, J. A., K. Seong lee, and E.G. Paulson.1980. “On the definition of droughts”. Water resources research. 16 (2) 297-302

[13] Hisdal, H. and Tallaksen, L. M. (2000). “Drought event definition” *Technical Report to the ARIDE Project* No.6.

[14] Hortness, J.E., (2006). “Estimating low-flow frequency statistics for unregulated stream in Idaho”: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2006-5035, 31 p.

[15] Lacey, G.C., Grayson, R.B.,(1998). “Relating baseflow to catchment properties in south-eastern Australia”. J. Hydrol. 204, 231–250.

[16] Longobardi, A. and Villani,(2007) P. “Low flow regional statistical analysia within a southern Italy context". *Geophysical Research Abstracts,* Vol.9

[17] Modarres, R.(2007). “Regional frequency distribution type of low flow in north of iran by L-Moments”. *Water resources management*. 1573-1650 (Online)

[18] Smaktin, V. U.,(2001). “Low Flow Hydrology :a review”, *Journal of Hydrology*,P:147-186.

[19] Stahl, Kerstin.2001” Hydrological drought: a study across Europe “122p Institute of Hydrology of Albert-Ludwigs -University of Freiburg (IHF)

[20] Vogel, R. M, and Kroll, C.N. (1990). “Generalized low-flow frequency relationships for ungaged sites in Massuchusetts”. Water resources bulletin. American Water Resources Assosiation. Vol:26, NO:2, P:241-549