# کاربرد تحلیل عاملی در تعیین متغیرهای تاثیرگذار خشکسالی‌های هیدرولوژیک و بررسی ارتباط آن‌ها؛ مطالعه حوزه‌های آبخیز استان لرستان

مسلم اکبری[۱]،کریم سلیمانی[۲] محمود حبیب نژادروشن[۳]

**تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۱۵**
**تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۲**

## چکیده

خشکسالی یکی از مهمترین پدیده‌های محیطی و بخش جدایی‌ناپذیر تغییرات اقلیمی است. پدیده‌ای برگشت‌پذیر و واقعیتی اجتناب‌ناپذیر در اقالیم خشک و نیمه‌خشک که بر اثر کمبود بارندگی در یک دوره زمانی به وقوع پیوسته و بخش‌های وسیعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. تعیین متغیرهای تاثیرگذار در خشکسالی‌های هیدرولوژیکی و بررسی ارتباط متغیرها به عنوان مهمترین راهکار در مقابله وکاهش خسارات ناشی از خشکسالی مطرح است. روش تحلیل عاملی و تجزیه مؤلفه‌های اصلی از کاربردی‌ترین روش‌های چند متغیره آماری برای تجزیه و تحلیل داده‌ها است. با توجه به تنوع زیاد متغیرهای تاثیرگذار در وقوع خشکسالی‌های هیدرولوژیکی، انجام مطالعه حاضر جهت معرفی متغیرهای مهمی که نقش اصلی داشته، و تعیین میزان تأثیر هرکدام از آن‌ها در این تحقیق ضرورت پیدا کرد. به این منظور ابتدا داده‌های ۲۵ ایستگاه هیدرومتری مناسب استان لرستان از لحاظ پراکنش جغرافیائی و تنوع مساحتی طی یک دوره آماری سی ساله (۵۹-۱۳۵۸ تا ۸۹-۱۳۸۸) درنظر گرفته شد. اطلاعات فیزیوگرافی حوزه‌ها با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی استخراج و سپس تجزیه و تحلیل عاملی برای ۱۵ متغیر اندازه‌گیری شده در حوزه‌های منتخب با نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. در این تحقیق همچنین با کاربرد روش تحلیل مولفه‌های اصلی و روابط خطی ساختاری توسط نرم‌افزار LISREL، نحوه و شدت روابط همزمان متغیرهای موجود مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. مدل برآورد شده نهایی، بیانگر اثرگذاری مثبت هر یک از اجزای متغیرهای موثر مورد مطالعه است، که به ترتیب: بارش متوسط، مساحت و تراکم زهکشی دارای بالاترین میزان تاثیرگذاری بر وقوع خشکسالی هیدرولوژیک در منطقه مورد مطالعه هستند.

**واژه‌های کلیدی: استان لرستان، تجزیه مؤلفه‌های اصلی، تحلیل عاملی، خشکسالی هیدرولوژیک، LISREL.**

[۱] کارشناس ارشد رشته مهندسی منابع طبیعی گرایش آبخیزداری، (کارشناس بانک کشاورزی شعبه مرکزی لرستان)
۲ دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
[۳] دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

## مقدمه

خشکسالی یکی از پدیده‌های محیطی و بخش جدایی‌ناپذیر تغییرات اقلیمی می‌باشد. خشکسالی ممکن است در هر جایی رخ دهد و باعث کمبود آب گردد، اما ویژگی‌ها و اثرات آن از قبیل شدت، مدت و بزرگی خشکسالی از محلی به محل دیگر متفاوت است (نالبانتیس و ساکیریس، ۲۰۰۸). ویژگی‌ها و اثرات خشکسالی‌ها در رژیم‌های مختلف آب و هوایی با هم متفاوت است. در مناطق حساس خشک و نیمه‌خشک کمبود بارندگی اثرات شدیدی بر روی منابع آب می‌گذارد و در اغلب موارد خشکسالی‌های هواشناسی به وقوع خشکسالی‌های هیدرولوژیکی منتهی می‌شوند (وورال و همکاران، ۲۰۰۷). آگاهی از وضعیت خشکسالی، برای برنامه‌ریزی مدیریت بهینه منابع آب به ویژه در حوزه‌های آبخیز بزرگ، با پیش‌بینی و پهنه‌بندی شدت خشکسالی می‌تواند خطر زیان‌های ناشی از این پدیده را تا حد شایان توجهی کاهش دهد (شعبانی، ۲۰۰۸). خشکسالی هیدرولوژیک به دوره‌ای که جریان رودخانه به کمتر از مقدار طبیعی رسیده و رواناب یا ذخیره منابع آبی به شدت کاهش یابد، تعبیر می‌شود. اخیراً تحلیل خشکسالی هیدرولوژیک در مطالعات جریان‌های کم رودخانه‌ای مورد توجه محققان بسیاری قرار گرفته است. موسوی (۱۹۹۸) در تحقیق خود پیرامون حوزه آبخیز دریاچه نمک با استفاده از تکنیک آنالیز خوشه‌ای، متغیرهای مساحت، ارتفاع حداقل، ضریب گراویلیوس، درصد متوسط وزنی سازندها نفوذپذیر، بارندگی متوسط سالانه و تراکم آبراهه‌ها را به عنوان مهم‌ترین عوامل موثر بر جریان کمینه معرفی نمود.

اسلامیان و همکاران (۲۰۰۴) با مطالعه خشکسالی‌های هیدرولوژیک، در ایستگاه‌های هیدرومتری استان مازندران، نتیجه گرفتند که خشکسالی هیدرولوژیک با سه عامل مساحت، شیب متوسط و ارتفاع متوسط حوزه همبستگی معناداری دارد. سمیعی (۲۰۰۵) در مطالعه به منظور بررسی جریان‌های کمینه در حوزه‌های آبخیز استان تهران، نتیجه گرفت که چهار عامل مساحت، بارش متوسط سالانه، متوسط وزنی نفوذپذیری و شیب متوسط حوزه، درمجموع ۹۹/۳۶درصد از تغییرات در داده‌های اصلی را توجیح می‌کند. زرین (۲۰۰۵) به منظور بررسی خشکسالی‌های هیدرولوژیک، جهت برآورد رواناب، با مطالعه ایستگاه‌های هیدرومتری حوزه‌های کرخه و کارون، مهم‌ترین عوامل موثر را، پارامترهای بارش متوسط حوزه، مساحت، ارتفاع متوسط حوزه، ضریب گراویلیوس و شیب آبراهه معرفی نمود. شماعی‌زاده (۲۰۰۷) با بررسی شدت و تداوم خشکسالی هیدرولوژیکی در حوزهای آبخیز کارون شمالی به این نتیجه رسید که همبستگی بالائی بین تداوم و شدت خشکسالی برای همه ایستگاه‌ها وجود دارد و مشخص کرد که با افزایش سطح آستانه شدت خشکسالی بیشتر می‌شود.

از تحقیقاتی که در خارج از کشور صورت گرفته است می‌توان اشاره کرد به جلدسن و اسمیترز (۲۰۰۲) در آفریقای جنوبی که از روش آنالیز خوشه‌ای و واردز[۱] برای مطالعه خشکسالی هیدرولوژیک استفاده کردند. زایدمن (۲۰۰۳) با مقایسته توابع توزیع مختلف برای شاخص‌های جریان کم به این نتیجه رسید که ویژگی‌های حوزه آبخیز مانند میانگین بارش سالانه و نفوذپذیری سازندها می‌توانند از عوامل اثرگذار می باشند. یو و وانگ ( ۲۰۰۴) در تحقیقی بر روی ۳۴ ایستگاه هیدرومتری در کانادا، مدل‌های رگرسیونی را به منظور برآورد عوامل موثر بر خشکسالی هیدرولوژیکی معرفی نمودند و در بررسی منطقه‌ای روابط بین جریان کم و خصوصیات حوزه با استفاده از متغیرهای مساحت، شیب و ضریب افت، در نهایت حوزه را به مناطق همگن جهت تحلیل منطقه‌ای تقسیم نمودند. نوتزمن و می (۲۰۰۷) با مطالعه در آلمان، به منظور بررسی خصوصیات مختلف جریان، مهم‌ترین عوامل موثر بر جریان را بارش، تبخیر و تعرق و کاربری اراضی معرفی نمودند. روبرت و همکاران (۲۰۰۸) در تحلیلی مورفومتریک بر روی مشخصات هیدرولوژیکی حوزه رودخانه‌ی میوس[۲] در کشور هلند، مشخصات مختلف حوضه در قالب ۱۳ متغیر، مورد مطالعه قرار داد. پس از انجام تحلیل عاملی این مشخصات در قالب سه فاکتور اصلی شامل شاخص خاک، خشکی دره و فراوانی رودخانه‌ها در حوضه خلاصه شده‌اند . وان (۲۰۰۹) از روش مولفه‌های اصلی برای بررسی روند تغییر اقلیم استفاد کرد. سیو (۲۰۰۹) در تحقیقی اشاره داشت که وجود وابستگی

۱- Vardez
۲ - river Meuse

بین متغیرها و پارامترها، این اجازه را می‌دهد که متغیرهای اصلی را به چند متغیر مستقل کاهش دهیم. این کار باعث صرفه‌جویی در زمان محاسبات و سرعت بخشیدن به نتیجه‌گیری می‌شود. در راستای دستیابی به اهداف توسعه پایدار، این مطالعه در پی آن است تا به شناخت ویژگی‌های خشکسالی در استان لرستان زمینه را برای پایش خشکسالی و کاهش اثرات آن فراهم نماید. مطالعه حاضر با مروری کوتاه بر مفاهیم و روش‌های مذکور در جهت استفاده از روش تحلیل عاملی بر مبنای روش تجزیه مولفه‌های اصلی (PAC)[۱]، و توزیع عاملی طراحی و انجام شده است. در این مطالعه کاربرد روش عاملی به عنوان روشی کارآمد، برای انجام مطالعات تحلیلی و مفصلی که نیاز به تحقیق در روابط بین متغیرهای تاثیرگذار بر خشکسالی‌های هیدرولوژیکی را دارند را نشان می‌دهد.

## روش تحقیق

نوع تحقیق بر اساس هدف، کاربردی است و روش آن بر پایه نحوه گردآوری داده‌ها، و از نوع تحقیقات همبستگی و معادلات ساختاری است. به این ترتیب که ابتدا تمامی عوامل موثر بر خشکسالی هیدرولوژیک شناسایی و با انجام تجزیه و تحلیل عاملی و محدود نمودن تعداد آن‌ها، فاکتورهای اصلی تاثیرگذار مشخص شده و سپس با استفاده از نرم افزار SPSS و با اتکا به روش تحلیل عاملی اکتشافی، صحت و همگنی داده‌های منتخب و پایش شده مورد ارزیابی واقع می‌شود. در ادامه با روش مدل‌یابی معادلات ساختاری در قالب قابلیت‌های نرم‌افزار LISREL نحوه و شدت روابط همزمان متغیرهای موجود در تحقیق مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند.

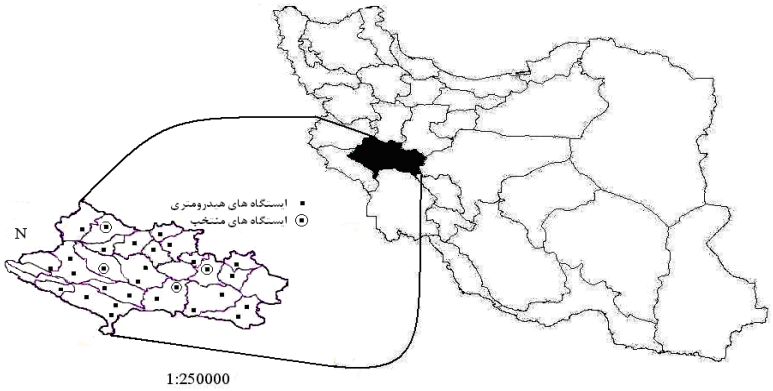
### مشخصات منطقه و ایستگاه‌های موجود و مورد مطالعه

استان لرستان در غرب کشور بین طول‌های جغرافیایی ´۵۰ و°۴۶ تا ´۱ و°۵۰ شرقی و عرض‌های ´۴۰ و°۳۲ تا ´۲۳ و°۳۴ شمالی قرار دارد، شکل(۱) حوزه آبخیز لرستان به دو بخش کرخه و دز تقسیم شده است. برپایه نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ در حوزه کرخه تعداد ۲۱ واحد هیدرولوژیکی و تعداد ۱۶ ایستگاه هیدرومتری و در حوزه دز ۱۷ زیرحوزه و ۱۷ ایستگاه هیدرومتری موجود می‌باشد. در بین۳۳ ایستگاه هیدرومتری، ۲۵ ایستگاه با داشتن شرایط مناسب و انتخاب پایه زمانی مشترک طی یک دوره آماری سی ساله (۵۹-۱۳۵۸ تا ۸۹-۱۳۸۸) برای تجزیه و تحلیل در منطقه مورد مطالعه مورد استفاده قرار گرفت (جدول۱).

**جدول(۱): وضعیت حوزه های آبخیز و ایستگاه‌های هیدرومتری مورد مطالعه در استان لرستان**

| حوزه آبخیز | تعداد واحدهای هیدرولوژیک | تعداد ایستگاه | درجه ۱ | درجه ۲ |
|---|---|---|---|---|
| کرخه | ۲۱ | ۱۶ | ۱۲ | ۴ |
| دز | ۱۷ | ۱۷ | ۱۷ | - |
| مجموع | ۳۸ | ۳۳ | ۲۹ | ۴ |

۱- Principal component analysis




**شکل(۱): موقعیت جغرافیایی و ایستگاه‌های هیدرومتری مورد مطالعه در استان لرستان**

## استخراج ویژگی‌های اقلیمی فیزیوگرافی و تعیین محدوده زیرحوزه ایستگاه‌ها

اولین گام در راستای انجام هر پژوهشی، گردآوری آمار و اطلاعات لازم می‌باشد. برای جمع‌آوری اطلاعات اقلیمی محدوده مورد مطالعه، از بانک اطلاعات سازمان مدیریت منابع آب کشور و نیز جهت استخراج ویژگی‌های فیزیوگرافی، از نقشه‌های رقومی جاماب، نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰، پایگاه داده‌های علوم زمین و مدل رقومی ارتفاعی تهیه شده توسط سازمان جغرافیایی ارتش استفاده شد. ابتدا منطقه مورد مطالعه به ۲۵ زیرحوزه تقسیم و سپس در هر زیرحوزه عوامل و فاکتورهای موثر بر رژیم کم آبی از قبیل: مساحت، محیط، ارتفاع متوسط حوزه، شیب متوسط حوزه و غیره با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و توسط نرم‌افزار Arcveiw تعیین شد.

## انجام تجزیه و تحلیل عاملی و تعیین عوامل موثر

تحلیل عاملی به عنوان یک تکنیک کاهش دهنده داده‌هاست، چرا که تعداد زیادی از متغیرهای اندازه‌گیری شده همپوش را به مجموعه کوچک‌تری از عوامل کاهش می‌دهد. از دلایلی که می‌توان برای اهمیت تجزیه عاملی ارائه داد: اولاً تجزیه عاملی خصوصیاتی که با دیگر خصوصیات وابسته هستند را جدا نموده که این خصوصیات در رده‌بندی (تجزیه خوشه‌ای) با اهمیت می‌باشند. ثانیاً با افزایش تعداد متغیرها معادله رگرسیون چندمتغیره به صورت فزآینده‌ای غیرقابل کنترل می‌شود که از تجزیه عاملی، می‌توان داده‌ها را کاهش داد (پورمحمدی ۲۰۰۹). مراحل زیر را برای انجام تجزیه عاملی می بایست منظور کرد:

۱- استانداردکردن داده‌ها: در استانداردکردن داده‌ها که در تمام آنالیزهای چند متغیره از آن استفاده می‌شود، اعداد هر کمیت چنان تغییر می‌کند که دارای میانگین صفر و واریانس یک باشد. به این صورت وزن اعداد با هر واحدی ثابت می‌شود و تأثیر اصلی و اساسی خود را در محاسبات خواهد داشت (آذر و مومنی، ۲۰۱۰).

۲- تعیین ماتریس وزنی عاملی: روش‌های مختلفی برای برآورد ماتریس وزنی عاملی و واریانس‌های عاملی وجود دارد. دو روش عمده آن برآورد درست‌نمایی ماکزیمم و تحلیل عامل اصلی می‌باشد.

۳- انتخاب تعداد عامل‌ها: تعیین تعداد عامل‌ها به فرد محقق و ماهیت داده‌ها بستگی دارد. زمانیکه تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به عنوان راه حل موقتی استفاده می‌شود، روش تقریبی عبارت است از اینکه تعداد عامل‌ها مساوی تعداد مقادیر ویژه و بزرگتر از یک در نظر گرفته شود. این مقادیر ویژه از ماتریس همبستگی متغیرها بدست می‌آیند (بی‌همتا و زارع چاهوکی، ۲۰۱۰).

۴- دوران عامل‌ها: با انتخاب اولیه وزن‌های عاملی، قدم بعدی دوران عامل‌ها، برای بدست آوردن عامل‌هایی است که به آسانی تعبیر شوند. دوران عامل‌ها عبارتست از ضرب راست وزن‌های عاملی در یک ماتریس متعامد. روش‌های مختلفی برای دوران عامل‌ها وجود دارد که از آن جمله می‌توان به واریماکس، کوارتیماکس و اکواماکس اشاره نمود. روش واریماکس که عمومی‌ترین روش دوران متعامد است،

دورانی است که تغییرات مربعات عناصر ستونی برآورد ماتریس وزن‌های عاملی را ماکزیمم سازد (زیدمن، ۲۰۰۳).

۵- امتیازات عاملی: بعد از یافتن الگوی مناسب تجزیه عاملی، می‌توان امتیازات عاملی هر موضوع را برآورد کرد. برای بررسی نتایج تجزیه به عامل‌ها، از آماره KMO[1] استفاده می‌شود، که مقادیر بزرگ آن، نشان دهندهٔ صحت مدل می‌باشد. رابطهٔ آن به صورت مقابل ارائه می‌شود:

$$KMO = \frac{\sum_{i=j} \Sigma r_{ij}^2}{\sum_{i=j} \Sigma r_{ij}^2 + \sum_{i=j} \Sigma a_{ij}^2}$$

رابطه(۱)

مقادیر حدود ۰/۹ این ضریب نتیجه تجزیه به عامل بسیار مناسب، مقدار ۰/۸ مناسب، ۰/۷ متعادل، ۰/۶ متوسط و کوچک‌تر از ۰/۵ نتیجه تجزیه به عامل را نامناسب نشان می‌دهد (بی‌همتا و زارع چاهوکی، ۲۰۱۰).

**تجزیه مولفه های اصلی و تحلیل عاملی**

با توجه به تاثیر متغیرهای مختلف بر واکنش‌های هیدرولوژیک، عموماً در تحقیقات از همه متغیرها در محاسبات استفاده نمی‌شود، بدین جهت از تجزیه و تحلیل عاملی برای شناسایی مهم‌ترین عوامل موثر بر جریان استفاده شد.

در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS و با انجام تجزیه و تحلیل عاملی برای ۲۱ متغیر در ۲۵ حوزه منتخب، ماتریس وزنی عاملی با استفاده از داده‌ها و تحلیل عامل اصلی بدست آمد. آنچه مهم است محدود نمودن تعداد عامل‌هاست. محدود نمودن تعداد عامل‌ها توسط آمارهٔ KMO که تعیین‌کنندهٔ میزان تناسب تعداد عامل‌های انتخابی ست، صورت می‌گیرد. در این مرحله با تعین آماره KMO، ۱۴متغیر انتخاب شدند. این متغیرها به همراه آمارهٔ MSA[2] در جدول(۲) نمایش داده شده‌اند. پس از انتخاب متغیرهای ضروری (۱۴ عامل)، تجزیه عاملی براساس این متغیرها صورت می‌گیرد (کرول و ووگل، ۲۰۰۲).

**جدول(۲): مقادیر متغیرهای مختلف تعیین شده توسط آماره KMO جهت تجزیه و تحلیل عواملی**

| | مساحت | ارتفاع متوسط | محیط | شیب | بارش | تبخیر | شدت بارش | توزیع بارش | آبراهه اصلی | تراکم زهکشی | نفوذپذیری | پوشش گیاهی | عوامل اقلیمی | عوامل فیزیوگرافی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مساحت | a۰/۵۶۵ | ۰/۸۶۶ | ۰/۱۳۳ | -/۲۶۹ | ۰/۱۸۸ | ۰/۲۲۵ | ۰/۲۰۶ | ۰/۲۳۶ | ۰/۰۷۳ | ۰/۰۶۳ | ۰/۳۱۳ | ۰/۴۱۴ | -۰/۹۴۹ | ۰/۱۳۶ |
| ارتفاع متوسط | /۸۶۶ | a۰/۵۵۹ | /۲۱۰ | -/۰۵۴ | /۲۴۴ | /۱۷۹ | -/۰۲۶ | /۳۹۹ | -/۱۳۸ | /۱۲۸ | /۴۸۹ | /۳۲۷ | -/۸۶۳ | /۲۱۱ |
| محیط | /۱۳۳ | /۲۱۰ | a/۸۲۸ | -/۱۷۸ | /۲۶۹ | -/۱۲۴ | -/۱۶۲ | /۰۹۹ | -/۰۸۹ | -/۰۲ | -/۱۶۴ | /۴۸۱ | -/۱۴۳ | /۰۳۵ |
| شیب | -/۲۶۹ | -/۰۵۴ | -/۱۷۸ | a/۷۸۱ | -/۳۹۱ | /۰۵۷ | -/۰۳۰ | /۴۲۰ | -/۵۳۱ | /۵۷۴ | -/۰۲۸ | -/۱۵۹ | /۱۶۵ | /۴۲۴ |
| بارش | /۱۸۸ | /۲۴۴ | /۲۶۹ | -/۳۹۱ | a/۸۵۸ | /۳۰۹ | /۱۲۴ | /۰۸۷ | /۱۲۹ | -/۰۵ | /۱۴۳ | /۰۵۹ | -/۲۲۱ | -/۴۸ |
| تبخیر | /۲۲۵ | /۱۷۹ | -/۱۲۴ | -/۰۵۷ | /۳۰۹ | a/۸۱۳ | /۲۹۰ | /۲۲۳ | /۳۱۷ | -/۱۲ | /۱۵۷ | -/۱۵۸ | -/۴۷۳ | -/۴۴ |
| شدت بارش | /۲۰۶ | -/۰۲۶ | -/۱۶۲ | -/۰۳۰ | /۱۲۴ | /۲۹۰ | a/۸۹۲ | /۱۶۰ | /۴۴۹ | /۲۴۸ | -/۲۳۱ | -/۰۰۳ | -/۲۳۸ | /۰۵۵ |
| توزیع بارش | /۳۵۲ | /۳۹۹ | /۰۹۹ | /۴۲۰ | /۰۸۷ | /۲۲۳ | /۱۶۰ | a/۶۴۵ | -/۳۸۴ | /۵۳۸ | /۲۶۴ | /۰۶۹ | -/۲۷۱ | /۳۵۲ |
| آبراهه اصلی | -/۳۷ | -/۱۳۸ | -/۰۸۹ | -/۵۳۱ | /۱۲۹ | /۳۱۷ | /۴۴۹ | -/۳۸۴ | a/۷۳۸ | -/۷۵ | -/۰۷۵ | /۰۴۴ | -/۱۱۲ | -/۳۷ |
| تراکم زهکشی | /۰۶۳ | /۱۲۸ | -/۰۱۸ | /۵۷۴ | -/۰۴۷ | -/۱۲۲ | /۲۴۸ | /۵۳۸ | -/۷۵۴ | a/۷۲۶ | -/۰۹۲ | -/۰۵۱ | -/۰۴۹ | /۴۳۶ |
| نفوذپذیری | /۵۵ | a/۶۲۱ | /۰۰۳ | -/۱۵۷ | /۱۴۳ | -/۲۳۱ | /۲۶۴ | -/۰۷۵ | -/۰۹ | a/۶۲۱ | /۰۰۳ | -/۳۲۷ | /۵۵ | |
| پوشش گیاهی | /۲۷۹ | /۳۲۷ | /۴۸۱ | -/۱۵۹ | /۰۵۹ | -/۱۵۸ | -/۰۰۳ | /۰۶۹ | /۰۴۴ | -/۰۵ | /۰۰۳ | a/۵۷۷ | -/۳۳۷ | /۲۷۹ |
| عوامل اقلیمی | -/۰۶ | -/۸۶۳ | -/۱۴۳ | /۱۶۵ | -/۲۲۱ | -/۴۷۳ | -/۲۳۸ | -/۲۷۱ | -/۱۱۲ | -/۰۵ | -/۳۲۷ | -/۳۳۷ | a/۶۲۰ | -/۰۶ |
| عوامل فیزیوگرافی | /۱۳۶ | /۲۱۱ | /۰۳۵ | /۴۲۴ | -/۴۸۲ | -/۴۳۶ | /۰۵۵ | /۳۵۲ | -/۳۶۵ | /۴۳۶ | /۰۵۵ | /۲۷۹ | -/۰۶۴ | a/۵۳۹ |

1- Kaiser - Meyer – Oklin

۲- Measure of sampling Adequacy

**بررسی اعتبار، پایایی و همگنی داده‌های منتخب و پایش شده**

بعد از تعیین داده‌های ضروری مورد مطالعه باید اطمینان حاصل کنیم که آن‌ها همان مفهومی را می‌سنجند که می‌خواهیم اندازه‌گیری کنیم که این همان مساله اعتبار، پایایی و همگنی داده‌های مورد مطالعه است.

در این تحقیق به منظور تعیین پایایی آزمون از روش آلفای کرونباخ استفاده شده است (جاناتان و همکاران، ۲۰۰۴). این روش برای محاسبه همسانی درونی ابزار اندازه‌گیری که خصیصه‌های مختلف را بررسی می‌کند مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جهت بررسی روایی سازه‌ای و نیز ساختار عوامل متغیرهای تحقیق، شیوه آماری تحلیل عاملی اکتشافی از روش مولفه‌های اصلی توام با چرخش واریماکس و نمودار اسکری استفاده شده است. در تحلیل عاملی اکتشافی[۱](EFA) پژوهشگر به دنبال بررسی داده‌های تجربی به منظور کشف و شناسایی شاخص‌ها و نیز روابط بین آن‌هاست و این کار را بدون تحمیل هرگونه مدل معینی انجام می‌دهد (هال و مینس، ۲۰۰۹). به عبارتی تحلیل اکتشافی علاوه بر آن‌که ارزش تجسسی یا پیشنهادی دارد، می‌تواند ساختارساز، مدل‌ساز یا فرضیه‌ساز باشد. بارهای عاملی بیشتر از ۰/۵ (علامت جبری ملاک نیست) به عنوان بارهای عاملی بالا و قابل قبول درنظر گرفته شده‌اند.

جدول(۳) نتایج بررسی اعتبار، پایایی و همگنی داده‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

**جدول(۳): خلاصه آزمون بررسی اعتبار، همگنی و تحلیل عاملی اکتشافی داده‌های مورد مطالعه**

| نتایج ارزیابی / متغیرپنهان | آلفای کرونباخ (α) | ضریب KMO | عوامل استخراج شده تحلیل عاملی به روش مولفه‌های اصلی PCA | مقادیر ویژه عامل | درصد واریانس تبیینی عامل(R2) | درصد کل واریانس تبیین شده |
|---|---|---|---|---|---|---|
| مساحت | ۰/۶۷۷ | ۰/۶۲۳ | عامل ۱ | ۲/۵۱۲ | ۱۷/۱۵۴ | ۵۸/۶۹۷ |
| | | | عامل ۲ | ۱/۶۸۵ | ۱۳/۹۵۶ | |
| | | | عامل ۳ | ۱/۱۸۷ | ۱۳/۹۲۶ | |
| | | | عامل ۴ | ۱/۰۷۲ | ۱۳/۶۵۹ | |
| بارش متوسط | ۰/۶۸۸ | ۰/۵۷۹ | عامل ۵ | ۲/۵۸۴ | ۱۷/۷۳۴ | ۶۲/۶۱۹ |
| | | | عامل ۶ | ۱/۵۷۹ | ۱۶/۸۹۰ | |
| | | | عامل ۷ | ۱/۴۴۰ | ۱۴/۰۱۴ | |
| | | | عامل ۸ | ۱/۲۸۵ | ۱۳/۹۸۱ | |
| تراکم زهکشی | ۰/۷۴۵ | ۰/۷۱۳ | عامل ۹ | ۲/۸۰۵ | ۱۸/۰۰۹ | ۶۱/۱۹۱ |
| | | | عامل ۱۰ | ۱/۵۵۴ | ۱۵/۳۲۵ | |
| | | | عامل ۱۱ | ۱/۲۶۷ | ۱۴/۰۵۳ | |
| | | | عامل ۱۲ | ۱/۱۰۵ | ۱۳/۸۰۳ | |

۱- Exploratory factor analysis

با توجه به داده‌های جدول، مقادیر ضریب آلفای کرونباخ، مطلوب بودن ابزار جمع‌آوری داده‌ها را برای تحقیق اکتشافی نشان می‌دهد. تحلیل عاملی اکتشافی استقلال چهار عامل را برای متغیرهای عامل بارش متوسط، تراکم زهکشی و مساحت و دو عامل را برای خشکسالی هیدرولوژیکی نشان می‌دهد. در این تحقیق از تحلیل عاملی اکتشافی به عنوان یک روش جهت تدوین و تولید تئوری استفاده شده است. مقادیر جدول، خروجی‌های نرم‌افزار SPSS هستند. آنچه گفته شد ضامن اعتبار، همگنی و صحت متغیرها قبل از نتیجه‌گیری در مورد روابط بین آن‌ها خواهد بود. پس از بررسی داده‌ها، ابتدا توسط تحلیل عاملی تاییدی، عوامل استخراج شده مسجل می‌شود و سپس مدل ساختاری تحقیق تخمین زده خواهد شد. در تحلیل عاملی تاییدی[1] (CFA)محقق انتظار دارد طرح و نقشه خاصی از عوامل پنهان در ماورای متغیرها را بیازماید. در این نوع، انتظار می‌رود متغیرها چیدمان خاصی داشته باشند. در این روش محقق به آزمون فرضیاتی مربوط به یک ساختار عاملی خاص اقدام می‌کند. این شکل از تحلیل عاملی از طریق نرم افزارهای LISREL و Amos محاسبه می‌شود.

## ارائه و برآورد مدل

مدل معادلات ساختاری[2] (SEM) یک تحلیل‌چند متغیری بسیار نیرومند از خانواده رگرسیون چندمتغیره و به بیان دقیق‌تر بسط مدل خطی کلی[3] (GLM) است که به محقق امکان می‌دهد مجموعه‌ای از معادلات رگرسیون را به طور همزمان مورد آزمون قرار دهد. تحلیل مدل معادلات ساختاری را توسط دو تکنیک می‌توان انجام داد: تحلیل ساختاری کوواریانس یا روابط خطی ساختاری LISREL و روش حداقل مربعات جزئی[4] (PLS).

1- Confirmatory factor analysis
2- Structural Equation Model
3- General Leaner Model
4- Partial Least Squares

**تکنیک لیزرل:**

نرم‌افزار لیزرل[5] به منظور برآورد و آزمون مدل‌های معادلات ساختاری طراحی شده است. این نرم‌افزار با استفاده از همبستگی و کوواریانس بین متغیرهای اندازه‌گیری شده، می‌تواند مقادیر بارهای عاملی، واریانس‌ها و خطاهای متغیرهای مکنون را برآورد یا استنباط کند و از آن می‌توان برای اجرای تحلیل عاملی اکتشافی، تحلیل عاملی مرتبه دوم، تحلیل عاملی تاییدی[6] (CFA) و همچنین تحلیل مسیر[7] (مدل‌یابی علّی با متغیرهای مکنون) استفاده کرد. از طرفی این مدل مشخص می‌کند که متغیرهای واقعی با متغیرهای اندازه‌گیری شده مرتبط بوده یا خیر. صورت کلی مدل ساختاری و مدل اندازه‌گیری در تکنیک لیزرل به صورت رابطه(۲) می‌باشد:

رابطه (۲):

$$\eta = \mathrm{B}\eta + \Gamma\xi + \xi \quad \begin{cases} Y = \Lambda_Y \eta + \varepsilon \\ X = \Lambda_X \xi + \delta \end{cases}$$
$$E(\xi) = o; \quad COV(\xi) = \psi$$
$$E(\varepsilon) = o; \quad COV(\varepsilon) = \Theta_\varepsilon$$
$$E(\delta) = o; \quad COV(\delta) = \Theta_\delta$$

مدل‌یابی با این تکنیک طی پنج مرحله‌ی تدوین مدل، شناسایی مدل، برآورد مدل، ارزیابی برازش مدل و اصلاح مدل انجام می‌گیرد. با توجّه به استدلال تحقیق، نماد ماتریسی مدل اندازه‌گیری و مدل ساختاری تحقیق را در رابطه‌ی(۳) بیان می‌کنیم.

رابطه(۳):

$$\begin{cases} p_i = \lambda_{p_i}\eta_{per} + \theta_{\varepsilon_i} & i = 1,...,10 \\ h_i = \lambda_{h_i}\xi_H + \theta_{\delta_i} & i = 1,...,20 \\ c_i = \lambda_{c_i}\xi_c + \theta_{\delta_i} & i = 1,...,17 \\ s_i = \lambda_{s_i}\xi_s + \theta_{\delta_i} & i = 1,...16R \end{cases}$$
$$\eta_{per} = \alpha + \gamma_H\xi_H + \gamma_S\xi_S + \gamma_C\xi_C + \phi_{HC}\xi_H\xi_C + \phi_{HS}\xi_H\xi_S + \phi_{CS}\xi_C\xi_S + \xi_{per}$$

هدف از برآورد مدل همگرا شدن ماتریس کوواریانس نمونه (S) با ماتریس کوواریانس جامعه $\left(\sum(\theta)\right)$ و به

5- Linear Structural Relations
6- Confirmatory Factor Analysis
7- Path Analysis

حداقل رسانیدن ماتریس پسماند، یعنی تفاوت بین $\sum(\theta)$ و S است. با فرض وجود توزیع نرمال برای جملات خطا و متغیرهای واقعی، یافتن و برآورد بیشینه درستنمایی[1] پارامترهای آزاد در مدل، معادل به حداقل رسانیدن تابع رابطه(۴) است.

رابطه(۴):

$$F_{ML} = [S, \sum(\theta)] = \log|\sum(\theta)| + tr(s\sum^{-1}(\theta)) - \log|s| - (p+q)$$

که در این رابطه:

tr: مجموع عناصر قطر اصلی ماتریس، $w = \sum^{-1}$ و درنهایت p +q نیز تعداد کل مشاهدات است.

ارزیابی برازش مدل با مقایسه ماتریس کواریانس برآورد شده توسط مدل و ماتریس کواریانس داده‌های مورد مطالعه به دست می‌آید، ($S - \sum(\theta)$). مهمترین شاخص‌های برازندگی روابط خطی ساختاری که به تبیین واریانس می‌پردازند، شاخص برازندگی[2] (GFI)، شاخص تعدیل شده برازندگی[3] (AGFI)، که از نظر درجات آزادی تعدیل شده و جذر برآورد واریانس خطای تقریب[4] (RMSEA) هستند. در مورد شاخص‌های GFI و AGFI، هرچه این شاخص‌ها به یک نزدیک‌تر باشند، برازش مدل از داده‌ها کامل‌تر و هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد، برازش ضعیف‌تری صورت گرفته است. در مورد شاخص RMSEA، هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد برازش کامل‌تری مدل از داده‌ها ارائه می‌کند. به طوری‌که این شاخص برای مدل‌های خوب برابر یا کمتر از ۰/۰۵ است، و از ۰/۰۵ تا ۱ نیز نسبتاً خوب محسوب می‌شود. جدول(۴) خلاصه تحلیل عاملی تاییدی و شاخص‌های براش یافته را نشان می‌دهد. در ادامه، برای برآورد مدل اندازه‌گیری بر روی تحلیل عاملی تاییدی که بخشی از الگوهای اندازه‌گیری شده است تمرکز می‌کنیم.

این الگو در مورد نحوه سنجش متغیرهای مورد مطالعه بحث می‌کند و در واقع ساختار عاملی، فرضیه‌ای است که برای همبستگی‌های داده‌های مورد مطالعه به حساب می‌آید.

تحلیل عاملی تاییدی از نظر جبری بسیار پیچیده بوده و برای هر پرسش محاسباتی همواره از LISREL و یا برنامه‌های معادل استفاده می‌شود. در تحلیل عاملی تاییدی مدلی ساخته می‌شود که در آن فرض می‌شود داده‌های تجربی برپایه چند پارامتر توصیف یا محاسبه می‌گردند. این مدل مبتنی بر اطلاعاتی درباره ساختار، اعتبار و صحت داده‌ها است، نتایج اندازه‌گیری مدل عوامل بارش متوسط، مساحت و تراکم زهکشی در تایید تحلیل عاملی اکتشافی انجام شده در جدول(۵) نشان داده شده است.

برآوردها و مقدار آماره t مدل‌های اندازه‌گیری شده، نشان دهنده برازش خوب و معنی‌دار بودن ضرایب مدل‌هاست. همانطور که مشاهده می‌شود که نتایج مدل‌های اندازه‌گیری، تئوری ساخته شده در قسمت تحلیل عاملی اکتشافی را کاملا تایید می‌کند. منظور از مدل ساختاری، روابط علی بین متغیرهای مورد مطالعه است، هدف این مدل، کشف اثر متغیرهای بارش متوسط، مساحت و تراکم زهکشی بر خشکسالی هیدرولوژیک است.

**نمودار مسیر**

این نمودار که نقش اساسی در مدل‌یابی ساختاری ایفا می‌کند، همانند فلوچارت‌های رایانه‌ای است که متغیرهای را که با خطوط بیانگر جریان علی با هم متصل شده‌اند، را نشان می‌دهد. نمودار مسیر را می‌توان به عنوان وسیله‌ای برای نمایش این مطلب در نظر گرفت که کدام متغیرها موجب بروز تغییراتی در متغیرهای دیگر می‌شوند. همه متغیرهای مستقل دارای پیکان‌هایی‌اند که به سوی متغیر وابسته نشانه می‌روند. ضریب وزنی در بالایی پیکان قرار می‌گیرد. نمودار مسیر در معادلات ساختاری دارای چندین جنبه دیگر نیز می‌باشد. نخست آن‌که باید واریانس متغیرهای مستقل را بدانیم تا بتوانیم مدل روابط ساختاری را بیازماییم. نمودارها با به کار بردن خطوط منحنی بدون نوک پیکان‌ها مشخص شود، نشان داده می‌شوند. دوم اینکه برخی متغیرها به شکل دایره (یا بیضی) و برخی دیگر مربع (یا مستطیلی) هستند. نمودارهای دایره یا بیضی شکل متغیرهای مکنون (پنهان) و نمودارهای مربعی نیز متغیرهای اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهند (هومن، ۲۰۰۹).

[1] - Causal relationships
[2] - Goodness-of-Fit Index
[3] - Adjusted Goodness-of-Fit Index
[4] - Root Mean Square Error of Approximation

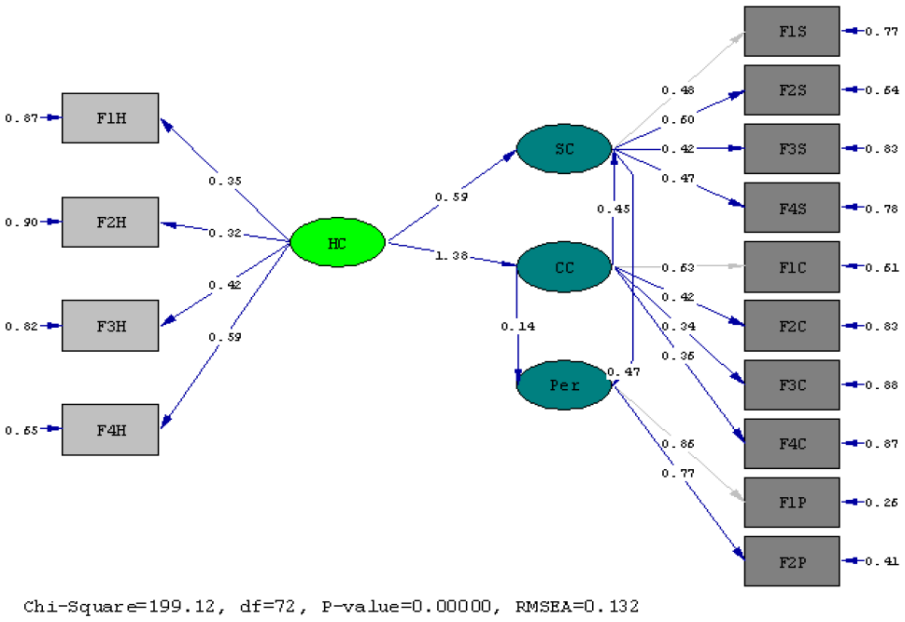
**جدول (۴): خلاصه تحلیل عاملی تاییدی و شاخص‌های براش یافته**

| متغیر | تعداد عوامل | χ۲ | GFI | AGFI | RMSEA |
|---|---|---|---|---|---|
| مساحت | ۴ | ۳۸/۳۰ (df=۳۷) | ۰/۹۴ | ۰/۸۸ | ۰/۰۱۹ |
| تراکم زهکشی | ۴ | ۳۰/۸۱ (df=۳۸) | ۰/۹۵ | ۰/۹۱ | ۰/۰۰ |
| بارش متوسط | ۴ | ۶۷/۸۳۱ (df=۳۸) | ۰/۸۹ | ۰/۸۱ | ۰/۰۸۸ |
| خشکسالی هیدرولوژیک | ۲ | ۴۵/۸۰ (df=۲۲) | ۰/۹۱ | ۰/۸۱ | ۰/۱۰۳ |

**جدول(۵): نتایج تحلیل مسیر مدل دوم (مدل ساختاری)**

| مسیر از ← به | اثر مستقیم (۱) | | اثر غیر مستقیم (۲) | | اثر کل (۲)+ (۱) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ضرایب مسیر | t مسیر | ضرایب مسیر | t مسیر | ضرایب مسیر | t مسیر |
| بارش متوسط← تراکم زهکشی | ۱/۳۸ | ۷/۴۸ | - | - | ۱/۳۸ | ۷/۴۸ |
| بارش متوسط← مساحت | ۰/۵۹ | ۲/۶۳ | ۰/۶۲ | ۲/۰۲ | ۱/۲۱ | ۱۱/۹۷ |
| بارش‌متوسط← خشکسالی‌هیدرولوژیک | - | - | ۰/۷۶ | ۵/۳۳ | ۰/۷۶ | ۴/۳۲ |
| تراکم زهکشی← مساحت | ۰/۴۵ | ۲/۲۳ | - | - | ۰/۴۵ | ۲/۲۳ |
| تراکم‌زهکشی← خشکسالی‌هیدرولوژیک | ۰/۱۴ | ۰/۷۶ | ۰/۲۱ | ۱/۶۳ | ۰/۳۵ | ۲/۵۳ |
| مساحت← خشکسال هیدرولوژیک | ۰/۴۷ | ۲/۱۲ | - | - | ۰/۴۷ | ۲/۱۲ |

شاخص‌های برازش گویای برازش مناسب مدل‌هاست، به طوری‌که مساحت و تراکم زهکشی به طور مستقیم و عامل بارش متوسط به طور غیرمستقیم بر خشکسالی هیدرولوژیک اثرگذاراند. در تحلیل مسیر، همبستگی بین دو متغیر برابر است با مجموع مسیرهای ساده و مرکبی که این دو متغیر را به هم متصل می‌کند. می‌توان به منظور درک بهتر اثرات متقابل متغیرهای مختلف و اثرگذاری آن‌ها بر روی خشکسالی هیدرولوژیک برگرفته از نمودار(۱)، از جدول(۵) به شکل زیر استفاده کرد.




**نمودار(۱): مدل ساختاری تحقیق**

## نتیجه‌گیری

برآورد آمار و ارقام خشکسالی هیدرولوژیک برای مطالعات مختلف هیدرولوژی از قبیل مدیریت کیفیت آب، تعیین حداقل جریان آبی مورد نیاز در پایین‌دست، برای تولید برق و خنک‌سازی، طراحی سیستم‌های آبیاری و ارزیابی تاثیر خشکسالی‌های طولانی مدت بر روی اکوسیستم‌های آبی ضروری است. تعیین متغیرهای تاثیرگذار در خشکسالی‌های هیدرولوژیکی و بررسی ارتباط متغیرها به عنوان مهم‌ترین راهکار مقابله کاهش خسارات ناشی از خشکسالی مطرح است. روش تحلیل عاملی و تجزیه مؤلفه‌های اصلی از کاربردی‌ترین روش‌های چند متغیره آماری برای تجزیه و تحلیل داده‌ها است (مدرس، ۲۰۰۸). با توجه به تنوع زیاد متغیرهای تاثیرگذار در وقوع خشکسالی‌های هیدرولوژیکی، انجام مطالعه حاضر جهت معرفی متغیرهای مهمی که نقش اصلی داشته‌اند، و تعیین میزان تأثیر هرکدام از آن‌ها در این تحقیق ضرورت پیدا کرد. با توجه به بررسی‌های انجام شده، در این تحقیق و با انجام فرآیند تجزیه و تحلیل عاملی علاوه بر عوامل اقلیمی و فیزیوگرافی، بارش متوسط، مساحت و تراکم زهکشی در این تحقیق به عنوان مهم‌ترین عوامل موثر بر رژیم کم‌آبی یا خشکسالی هیدرولوژیک منطقه مورد مطالعه شناخته شد.

این تحقیق با نتایج تحقیقات موسوی (۱۹۹۸)، سمیعی (۲۰۰۵)، شماعی‌زاده (۲۰۰۷)، یو و وانگ (۲۰۰۴) و جاناتان و همکاران (۲۰۰۴) همخوانی دارد. با توجه به نتایج حاصل ار تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌توان دریافت متغیرهای تراکم زهکشی، بارش متوسط و مساحت بر میزان وقوع خشکسالی‌های هیدرولوژیک تاثیرگذار بوده بالاترین تاثیرات به ترتیب مربوط به بارش متوسط، مساحت و تراکم زهکشی است. گرچه اثرات مستقیم و غیرمستقیم تراکم زهکشی بر عملکرد وقوع خشکسالی هیدرولوژیک از نظر آماری غیر معنی‌دار است، اما اثر کل کلی آن معنی‌دار بوده و می‌توان آن را در تحلیل‌ها به کار برد. به طور قطع شناخت مؤلفه‌ها و تحلیل‌های پدیده خشکسالی و عوارض آن به عنوان یکی از نیازهای اساسی در مطالعات توسعه و احیاء منابع آب و خاک و کشاورزی و برنامه‌ریزی‌های محیطی و منابع طبیعی بوده و بدون شک روی تک تک مؤلفه‌های اقتصاد کشاورزی تاثیر می‌گذارد و علی‌الاصول با شناخت ویژگی‌ها و تحلیل‌های پدیده خشکسالی همزیستی با این پدیده بهتر مدیریت شده و سامانه‌های کشاورزی و منابع طبیعی روان‌تر خواهد بود و به همین دلیل ضرورت انجام این وظیفه حاکمیتی دولت جمهوری اسلامی ایران را آشکار می سازد.

## منابع:

1- Azar, a. and Momeni. M. 2010. Statistics and Its Application in Management, Volume II, SAMT Press, 467 pp. (in Farsi).
2- Bihamta, M., and M.A. Zarechahoki. 2010. The use of statistics in science, natural resources, Tehran University Press, 350 pp. (in Farsi).
3- Eslamian, S., Zareie, A. and A. Abreshamchi. 2004.Regional estimates of minimum flows in rivers of the Caspian Basin. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 8 (1): 27-37. (in Farsi).
4- Hall, M. J., Minns, W. A. 2009. The classification of hierologically homogeneous regions. Hydraulic and Environment Engineering Hydrological Sciences 44 (5) October 2009.
5- Human, H. 2009 Modeling Structural Equations with Application of LISREL, Teheran: Samt Publisher (in Farsi)
6- Jonathan, I. Graciana P. Kenneth M. 2004. Evaluation of the impact of climate change on hydrology and water resources in Swaziland. Physics and Chemistry of the Earth 29: 1193–1202.
7- Kjeldsen, T. R,. J C Smithers. 2002. Regional flood frequency analysis in the KwaZulu-Natal provinces South Africa, using the index-flood method. Journal of Hydrology. No.255: 194-211.
8- Kroll, C. K., Vogel R. M. 2002. Probability distribution of low streamflow series in the United States. Journal of Hydrologic Engineering, 7 (2):137-146.
9- Modarres, R. 2008. Regional Frequency Distribution Type of Low Flow in North of Iran. Journal of Water Resource Management. 22: 823 – 841.
10- Mosavi, A. 1998. Hydrological indices to help assess and determine the same watershed. MSc thesis Watershed Group. Tehran University. (in Farsi).
11- Nalbantis, I. G. Tsakiris. 2008. Assessment of Hydrological Drought Revisited. Water Resources Bulletin. 18(6):965-970.
12- Nu¨tzmann, G. Mey S. 2007. Model-based estimation of runoff changes in a small lowland watershed of Germany. Journal of Hydrology. 334: 467– 476.
13- Pormohamadi, S. 2009. Evaluate and determine the components of water balance in arid and mountainous areas using remote sensing and GIS. MSc Thesis, Yazd University. 122 pp. (in Farsi).
14- Robert Leander, A. T. Adri Buishand a, Bart J.J.M. van den Hurk a, Marcel J.M. de Wit b. 2008. Estimated changes in flood quantiles of the river Meuse from Resampling of regional climate model output, Journal of Hydrology (2008) 351, 331– 343
15- Samiei, M. 2005. Regional analysis of minimum flows in Tehran province. Journal of Natural Resources. 58 (1). (in Farsi).
16- Shabani, M. 2008. Land application of statistical methods in the zones of intense drought in Fars Province, Journal of Water Engineering, Second Year, Spring 1388. (in Farsi).
17- Shmaeizadeh, M. 2007. Regional analysis of low flows in northern Karun Basin, MS Thesis desertification Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology. (in Farsi).
18- Siyue, l. 2009, Water quality in the upper Han River china: The impacts of land use land cover in riparian buffer zone, Journal of Hazardous materials, 2009, (165): 467-476.
19- Wan, K.L. 2009. A new variable for climate change study and implications for the built environment, Renewable Energy, 2009, 34, 916-919.
20- Worrall, F. Burt. T P. Adamson J K. 2007. Change in runoff initiation probability over a severe drought in a peat soil Implications for flow paths. Journal of Hydrology 345: 16– 26.
21- Yue, S. Wang C Y. 2004. Scaling of Canadian low flows. 18: P 291-305.
22- Zaidman, M. D. 2003. Flow-duration-frequency Behavior of British rivers based on annual minimum data. Journal of Hydrology .277, (3-4)195-213.
23- Zarin, H. 2005. Minimum flow area of the Karun and Karkheh to estimate runoff. MS Thesis. University. 96 pp. (in Farsi).

# The application of factor analysis in the influential variables and their relation to hydrological droughts; (Case study: Lorestan Watershed province)

**M. Akbari, k. Soleimani, M.Habib Nejad Roshan**

**Abstract:**
Drought is one of the most important phenomena in environmental and climatic changes is an integral part. Reversible phenomenon and an inevitable reality in the arid and semiarid climates lack of rainfall that occurred in a period and can affect large parts. Influential variables in determining the hydrological drought and relationship variables as the most important coping strategy are consumption losses due to drought. Analysis of the applicable principal components factor analysis and multivariate statistical methods to analyze data. Due to the large variety of variables affect the hydrological drought, this study introduces an important variable that had the main role, and determine the effectiveness of each of the research necessary to find them. For this purpose the data for 25 hydrometeric stations located in Lorestan province in terms of geographic distribution and diversity of an area within a thirty-year period (59-1358 to 89-1388) were considered. Physiographic area using data from topographic maps and then factor analyzed 15 variables measured in the selected areas was performed with SPSS software. The study also uses the main component analysis and linear structural relations by LISREL software, and how the relationships of the variables were analyzed. The final model, reflecting the positive impact of each component of the study variables, which, respectively: average rainfall, drainage area and has the highest density levels influence the incidence of hydrological drought in the region are studied.

**Key words: meteorological drought, factor analysis, principal components analysis, LISREL, Lorestan province.**