نشریه شماره ۱۶، پاییز و زمستان ۱۳۹۹، صفحات ۷۷ تا ۹۲

نشریه مدیریت بیابان

www.isadmc.ir

انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران

تحلیل اثر خشکسالی بر تاب‌آوری جوامع انسانی

مهوش محرابی[۱]، عباسعلی ولی[۲*]

۱. دانشجوی دکتری بیابان زدایی دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.

۲. دانشیار گروه مدیریت و کنترل بیابان، دانشکدۀ منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، ایران.

* نویسنده مسئول: vali@kashanu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۱۳

چکیده

جوامع انسانی بخشی از بوم‌نظام‌ها قلمداد می شوند. اثرپذیری متقابل بین جوامع انسانی و بوم‌نظام‌ها، موجب پیامدهایی در آن‌ها می‌شود. از بوم‌نظام‌های رایج در مناطق خشک ایران، بوم‌نظام بیابان است. پژوهش حاضر به تحلیل اثر خشکسالی هیدرولوژی بر تاب‌آوری جوامع انسانی در استان یزد پرداخته است. خشکسالی هیدرولوژی برپایۀ شاخص جریان رودخانه و تاب‌آوری جوامع انسانی با استفاده از معیارهای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی به روش تحلیل مولفه اصلی، مطالعه شد. نقش هر عامل بر اساس مقادیر ماتریس دوران یافته و مقادیر ویژه برداری محاسبه شد. تحلیل رگرسیون خطی چندگانه اثر خشکسالی بر عامل ها بررسی شد. تحلیل ارتباط خشکسالی و تاب‌آوری حاکی از ارتباط معنی دار بین آن ها است. بیشترین تاثیرپذیری از خشکسالی به ترتیب در بخش های اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی بود. مهم‌ترین آسیب‌های اقتصادی متغیرهای سهم اشتغال در خدمات و صنعت، درآمد و هزینه روستایی، کشت آبی، سطح زیر کشت، هزینه شهری، نرخ اقتصاد مشارکتی بود. یافته‌های کلی تلفیق شاخص خشکسالی و شاخص های اقتصادی– اجتماعی و محیط‌زیستی حاکی از افزایش آسیب‌پذیری و کاهش تاب‌آوری جوامع انسانی در اثر خشکسالی است؛ که باید در شیوه زندگی و وابستگی مستقیم به منابع بوم‌نظامی تجدیدنظر شود. به عبارت دیگر، ایجاد صنایع فرآوری، تبدیلی و تکمیلی، زنجیره وابستگی خشکسالی و بهره برداری را طولانی می‌کند تا نوسان خشکسالی کم اثر شود. تنوع بخشی به بهره‌مندی از خدمات بوم‌نظام و جایگزین کردن آن‌ها در زمان خشکسالی می‌تواند موجب افزایش تاب‌آوری جوامع انسانی شود.

واژگان کلیدی: تحلیل مؤلفه‌های اصلی؛ خدمات بوم‌نظام؛ جوامع شهری؛ اقتصاد؛ اشتغال

■ مقدمه

خشکسالی ازجمله اصلی‌ترین و قدیمی‌ترین بلایای طبیعی است که انسان از دیرباز با آن آشنا بوده است و روی‌آوردن به روش‌های سنتی از مهم‌ترین راهکارهای مقابله با آن بوده است (۱۰). پیامدهای اقتصادی و اجتماعی این پدیده اقلیمی که وقوع آن در بیشتر مناطق جهان غیر قابل پیش بینی است، در مقایسه با دیگر بلایای طبیعی اهمیت زیادی دارد (۹و ۵). خشکسالی تهدید بزرگی برای جوامع انسانی، به ویژه جوامعی که برای امرار معاش خود به کشاورزی وابسته‌اند (۲). تا جایی که نتایج و تأثیر آن بر انسان به شکل فاجعه آشکار می‌شود. امروزه دیدگاه‌های مرتبط با مدیریت حوادث طبیعی و توسعه پایدار به دنبال ایجاد جوامع تاب آور در برابر سوانح مختلف محیطی هستند. ازاینرو به عقیده بسیاری از محققان، تاب‌آوری یکی از موضوع‌های مهم برای رسیدن به پایداری است. در راستای کاهش خطرات خشکسالی برای جوامع، راهکارهای متفاوتی ارائه گردیده است.

گذشته از اصلاح روش‌های استفاده از منابع آبی در راستای کاهش تأثیر خشکسالی، اصلاح روش‌های مدیریت و معیشت جوامع انسانی، تحلیل تاب‌آوری به عنوان یکی از راهکارهای جدید و موفق در کاهش اثرات و خسارات خشکسالی عنوان شده است. به اعتقاد محققان، زیستن در بستر مخاطره آمیز طبیعی، به‌طور قطع به معنای آسیب پذیری نیست، بلکه نبود تاب‌آوری و مقدار درک جوامع از نوع و شدت مخاطره‌آمیز بودن حوادث طبیعی موجب ایجاد خسارت می شود. از اینرو، تغییرهای چشمگیری در نگرش به حوادث طبیعی مشاهده می‌شود؛ به گونه‌ای که از تمرکز بر آسیب پذیری کاسته به تاب‌آوری در مقابل سوانح و حوادث توجه بیشتری شده است. لذا، برنامه‌های مدیریتی برای کاهش اثرات مخاطرات باید در پی ایجاد و تقویت ویژگی های تاب‌آوری در جوامع انسانی باشند و در زنجیره مدیریت سوانح به مفهوم تاب‌آوری در مناطق مختلف کشور خصوصا مناطق خشک اهمیت بیشتری داده شود.

به‌دلیل وابستگی زیاد جمعیت به دو مقولهٔ آب و زمین، خشکسالی در مناطق خشک تأثیر زیاد اقتصادی بر جای گذاشته است. شدت اثرپذیری جوامع از خشکسالی علاوه بر اقلیم منطقه، وابسته به مقدار تاب‌آوری آنان بوده که در مناطق و جوامع مختلف متفاوت است (۱۷). آسیب‌های وارده بر جوامع انسانی بیانگر عدم آگاهی جوامع انسانی در زمینه تاب آوری در برابر این مخاطره طبیعی و همچنین عدم وجود سامانهٔ مدیریت خشکسالی مناسب است. با توجه وابستگی زیاد زندگی جوامع انسانی به منابع طبیعی، برای طولانی کردن چرخه استفاده از منابع طبیعی باید وابستگی های جوامع انسانی را برای تاب‌آوری کاهش داده تا به‌توان در برابر سوانحی چون خشکسالی مقاومت نمود. از اینرو اولین قدم برای مقابله با خشکسالی و تعدیل پیامد های آن، شناخت و درک عمیق تبعات آن و ابعاد آسیب پذیری و تاب‌آوری جوامع برای کاهش وابستگی به منابع طبیعی در زمان وقوع خشکسالی می باشد. که در اغلب کشورهای در حال توسعه ازجمله ایران توجهی به آن نشده است.

پژوهش‌های زیادی در زمینهٔ خشکسالی و تاب‌آوری صورت گرفته است. از جمله پژوهشی به ارزیابی اجتماعی و اقتصادی خشکسالی با برقراری ارتباط بین عواملی همچون تنوع آب‌وهوا، تاب‌آوری محلی و شاخص تقاضا پرداخته شد (۹). نتایج بررسی تأثیرهای اجتماعی و اقتصادی خشکسالی در مقیاس بسیار بزرگ در استرالیا، نشان دادکه خشکسالی تأثیر منفی اقتصادی و بهداشتی بر کشاورزان و دیگر بخش کشاورزی داشته است (۲). در مطالعه‌ای دیگر، خشکسالی هیدرولوژی در حوضه رودخانه گاتایراچه در هند بر اساس شاخص جریان‌های رودخانه‌ای و شاخص رواناب استاندارد در طول زمانی ۳۶ سال از سال ۱۹۷۲تا سال ۲۰۰۷ بررسی شده است (۱۵). شاخص چند متغیره زمانی بارش را بر مبنای ۵ پنجرهٔ زمانی مختلف شاخص بارش استاندارد شده اصلاح شده، با استفاده از روش تحلیل مولفه اصلی[1]در چهار ایستگاه همدیدی ایران با شرایط مختلف آب و هوایی توسعه داده شده است (۱). در مطالعه‌ای دیگر، بر تأثیرهای اجتماعی خشکسالی متمرکز شده و نتایجی را به‌دست آوردند از جمله اضطراب و افسردگی، درگیری‌های

1. Principle -Component Analysis

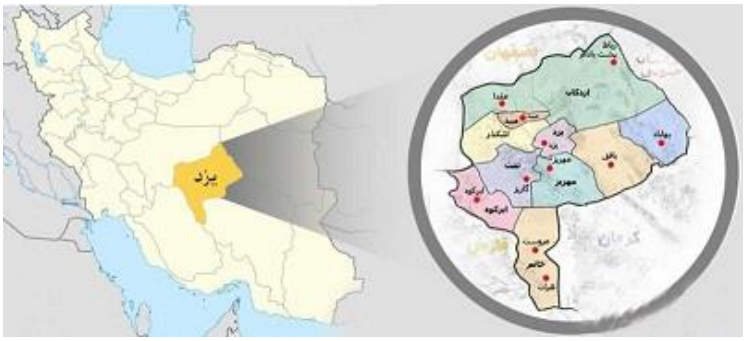
خانوادگی، کاهش کیفیت زندگی افراد، افزایش مهاجرت و سقف عمومی بیشترین تاثیر و نسبت به خشکسالی اجتماعی را دارا بوده‌اند (۸)، در مقاله‌ای به بررسی خشکسالی در جنوب دشت بزرگ ایالات متحده پرداخته است. یافته‌های بررسی نشان می‌دهد خشکسالی در کاهش دام به‌خصوص گاو تأثیر محسوسی داشته و در کاهش درآمد دامداران تأثیرگذار بوده است (۱۴).

در تحقیق حاضر عامل خشکسالی هیدرولوژی به عنوان محرک تاب‌آوری جوامع انسانی مورد مطالعه قرار گرفته است. تحلیل تاب‌آوری جوامع انسانی با بهره‌گیری از معیارهای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی برآورد گردیده است. نتایج برآورد معیارهای مختلف و سهم اثر آن‌ها در جوامع انسانی استان یزد به‌عنوان یکی از کانون‌های جمعیتی بوم‌نظام‌های بیابانی مطرح گردیده است.

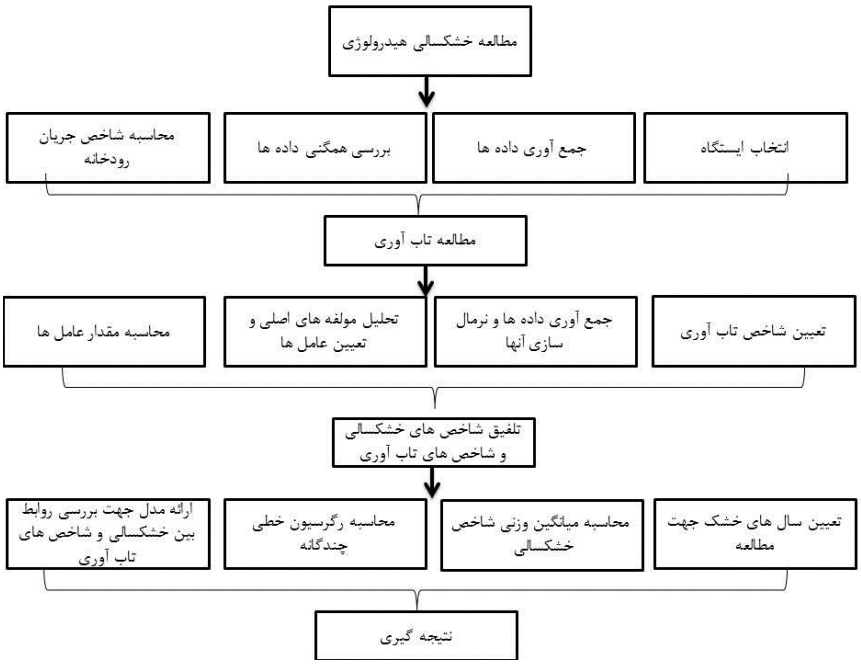
■ مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

استان یزد با وسعتی در حدود km^2 ۹۴۰۰۰ در بخش مرکزی فلات ایران و بر روی کمربند خشک نیمکره شمالی زمین قرار دارد. ساختار طبیعی و بوم‌شناختی خاص استان، وجود تنوع پستی و بلندی ، گستره‌های کویری مجاور با مناطق کوهستانی، تنوع ژئومرفولوژیک و ویژگیهای اقلیمی، در مجموع شرایطی را در پهنه استان بوجود آورده که حاصل آن فقر منابع آب زیرزمینی، زیادبودن تبخیر، وزش بادهای شدید و حرکت ماسه‌های روان و سرانجام فقر پوشش گیاهی است (۱۸). ترتیب و مراحل پژوهش در زیر، نشان داده شده است (شکل ۲).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه



شکل ۲. مراحل انجام پژوهش

بررسی خشکسالی

در ادامه پژوهش، با در نظر گرفتن طول دوره آماری بیست‌ساله از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵، ۶ ایستگاه هیدرومتری در بخش‌های مختلف استان، که مناسب‌ترین داده‌های آماری را داشته‌اند، انتخاب‌شد (جدول ۱).

برای تحلیل خشکسالی هیدرولوژی با استفاده از شاخص جریان رودخانه‌ای۱ که ادامه به طور مختصر شرح داده شده است، نیاز به داده‌های دبی ماهانه است که در تحقیق حاضر داده‌های مربوطه از اداره منابع طبیعی کل استان و اداره آب منطقه‌ای استان جمع‌آوری شد. همگنی داده‌ها نیز برای واکاوی بهتر با استفاده از روش ران تست۲ (۶) و به کمک نرم افزار آماری بررسی گردید. در روش ران تست چنانچه نتایج مقدار p-value محاسبه شده، برای داده های مورد مطالعه کمتر از ۰/۰۱، همگنی داده ها مورد تایید است. براساس شاخص خشکسالی جریان رودخانه‌ای خشکسالی هیدرولوژی منطقه مورد بررسی قرار گرفت. شاخص جریان رودخانه-ای در مقیاس‌های زمانی ۳، ۶، ۹ و۱۲ ماهه، طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۷۵، با استفاده از نسبت تفاضل مجموع دبی میانگین ماهانه و میانگین آن در سال آبی مشخص به انحراف معیار مجموع جریان‌های رودخانه‌ای در همان سال آبی برای هر ایستگاه محاسبه شد (رابطه ۱). در پایان بر پایهٔ جدول (۲)، وضعیت خشکسالی هیدرولوژی در منطقه تعیین گردید (۱۲،۱۳ و ۱۱).

$$SDI_{i,k} = \frac{V_{i,k} - V_k}{S_k} \quad k = 1,2,3,4 \quad i = 1,2,\dots,n \qquad (1)$$

که در آن:

$SDI_{i,k}$ شاخص جریان رودخانه ای، $V_{i,k}$ میانگین مجموع دبی متوسط در سال آبی مشخص، V_k مجموع دبی میانگین ماهانه، S_k انحراف معیار مجموع دبی ماهانه، i سال های آبی مختلف، k مقیاس‌های زمانی مختلف می‌باشد (۱۳).

جدول۱. مشخصات ایستگاه‌های مورد بررسی

نام ایستگاه	محل استقرار	تاسیس	ارتفاع	طول شرقی	عرض شمالی
ابرکوه	شهر ابرکوه	۱۳۷۵	۱۵۳۶	۳۵ ۱۳ ۵۳	۱۲ ۷ ۳۱
پاچنارتفت	شهرتفت	۱۳۷۲	۲۲۴۷	۴۷ ۱ ۵۴	۱۹ ۴۴ ۳۱
مروست	شهر مروست	۱۳۷۲	۱۵۴۶	۴۱ ۱۲ ۵۴	۴۸ ۲۷ ۳۰
یزد	شهر یزد	۱۳۴۰	۱۲۳۶	۲۰ ۱۷ ۵۴	۱۳ ۵۴ ۳۱
بهاباد	شهر بهاباد	۱۳۷۵	۱۴۳۲	۴۶ ۲ ۵۶	۲۸ ۵ ۳۱
فخراباد	شهر عقدا	۱۳۷۵	۱۴۸۳	۳۸ ۴۰ ۵۳	۴۰ ۱۹ ۳۲

جدول ۲. طبقه بندی خشکسالی بر اساس شاخصSDI

ردیف	حالت	معیار (ملاک)	احتمال (٪)
۰	عدم خشکسالی	$SDI \geq .$	۵۰
۱	خشکسالی خفیف	$-1 \leq SDI < 0$	۳۴/۱
۲	خشکسالی متوسط	$-1/5 \leq SDI < -1$	۹/۲
۳	خشکسالی شدید	$-2 \leq SDI < -1/5$	۴/۴
۴	خشکسالی خیلی شدید	$SDI < -2$	۲/۳

1. Stearmflow drought index
2. Run test

مطالعه تاب‌آوری

از شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی تاب‌آوری مبنی بر تاثیر پذیری عوامل در برابر خشکسالی به صورت مستقیم و غیر مستقیم، برای ارزیابی تاب‌آوری جوامع انسانی در برابر خشکسالی، استفاده شد. بدین منظورداده های اقتصادی، شامل متغیرهای سهم اشتغال در خدمات، سهم اشتغال در صنعت، درآمد روستایی، هزینه روستایی، کشت آبی، سطح زیر کشت محصولات کشاورزی، هزینه شهری، نرخ اقتصاد مشارکتی، کشت دیم و تولید محصول‌های کشاورزی، درآمد شهری، سهم اشتغال در کشاورزی، داده های اجتماعی شامل متغیرهای بیمه بیکاری، تعدادبیمه شدگان صندوق بیمه کشاورزی و روستایی، تعدادشرکت تعاونی کشاورزی، سرقت احشام، نرخ بیکاری، نرخ رشد، بیمه آسیب به کار کشاورزان، دوره های آموزشی همگانی، تعدادافراد با تحصیلات دانشگاهی، نزاع و درگیری و تعداد افراد باسواد منطقه و داده های زیست محیطی شامل مساحت جنگل کاری، ممیزی مراتع، عملیات بیولوژیکی حفاظت آبخیز ها، ذخیره نزولات اسمانی، تعدادآتش سوزی جنگل، تعداد آتش سوزی مراتع، تعدادآتش سوزی جنگل، مساحت آتش سوزی، محافظت و قرق، براساس داده های اسناد رسمی سرشماری کشور، در نظر گرفته شد [1]. از آنجاییکه متغیرها با واحدهای اندازه‌گیری مختلف درآمد سالیانه، تا سطح تحصیلات، تعداد نفرات خانوار، یا متغیرهای مختلف با واریانس‌های متفاوت در مجموعه داده‌ها وجود داشت، از ماتریس همبستگی استفاده‌شد. وقتی ماتریس همبستگی به‌کاررفت، درحقیقت از متغیرهای استاندارد شده با روش مقدار حداقل و حداکثر، استفاده‌شد (۳).

نرمال سازی داده های اقتصادی- اجتماعی و زیست محیطی، به کمک روش مقدار بیشینه-کمینه (رابطه ۲)، صورت‌گرفت.

$$X_{norm}= \{X-X_{min}\}/\{X_{max}-X_{min}\} \quad (۲)$$

که در آن:

X_{norm} مقدار داده نرمال شده، X مقدار داده، X_{min} حداقل داده‌ها، X_{max} حداکثر داده‌ها را نشان می‌دهد.

در ادامه بررسی شاخص KMO[2] و بار تلت۳، جهت مشخص نمودن کفایت داده‌ها در تحلیل مولفه های اصلی در همه ی ابعاد اقتصادی – اجتماعی و زیست محیطی انجام شد، این در حالی است که، اگر مقدار شاخص KMO باید بالای ۰/۵ باشد، قابل قبول است و چنانچه در آزمون بار تلت مقدار محاسباتی کمتر۰/۰۵ باشد، داده ها برای شناسایی ساختار و مدل عامل مناسب است (۷). پس از آن، با روش تحلیل مولفه های اصلی و به کمک نرم افزار آماری، عامل های اقتصادی – اجتماعی و زیست محیطی ، باتوجه به ماتریس عاملی دوران یافته۴ برای بررسی تاب‌آوری در برابر خشکسالی مشخص گردید. ماتریس عاملی دوران یافته، سهم متغیرها را در عامل‌ها بعد از چرخش نشان می‌دهد، هر متغیر را در عاملی قرار خواهد داد که با آن عامل همبستگی زیادی معنی‌داری داشته باشد. و مقدار ماتریس عاملی دوران یافته نزدیک به یک و یا منفی یک باشد. سپس مقدار عامل‌های اصلی اول و دوم در همهٔ ابعاد مبنی بر مقدارهای بردار ویژه ۵(رابطه ۳ و رابطه ۴)، محاسبه شد (۳). مقدار ویژهٔ هر عامل، نسبتی از واریانس کل متغیرها است که توسط آن عامل تبیین می‌شود. مقدار ویژه از طریق مجموع مجذور بارهای عاملی مربوط به تمام متغیرها در آن عامل قابل محاسبه است، از اینرو مقادیر ویژه، اهمیت اکتشافی عامل‌ها را در ارتباط با متغیرها نشان می‌دهد.

$$PC_1=W1X1+W2X2 \quad (۳)$$

$$PC2=W3X1+W4X2 \quad (۴)$$

به‌طوری‌که مقدار X_1, X_2 متغیر ها، Wi مقدار بردار ویژه متغیرها،PC_1 عامل اول، PC_2 عامل دوم تعیین شده است (۳).

در پایان، برای تحلیل خشکسالی بر تاب‌آوری افراد جامعه در زمینه اقتصادی – اجتماعی و محیط زیستی، با

1. https//:www.amar.org.ir/

2. Kaiser-Mayer-Olkin
3. Bartlett's Test
4. Component Matrix
5. Eigenvalues of vectors

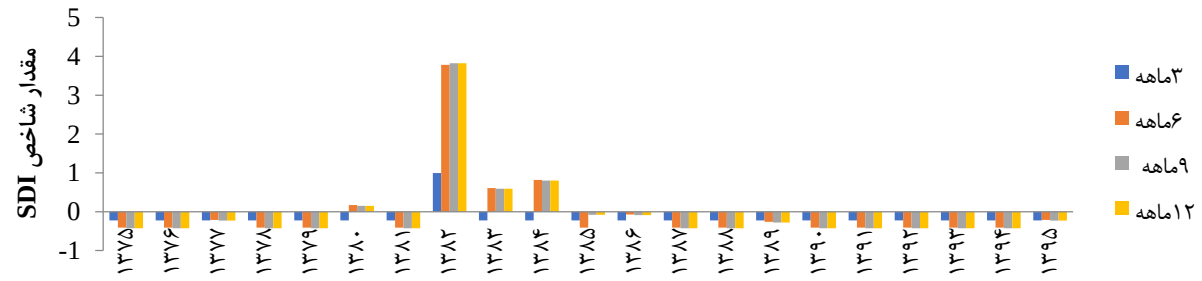
توجه به وقوع خشکسالی‌های پی در پی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۰، میانگین وزنی شاخص جریان رودخانه در ایستگاه‌های مطالعه شده بر اساس مقدار مساحت هر ایستگاه مبنی بر km^2 ، در سال های گفته شده محاسبه شد و بین عامل های اصلی در بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی و میانگین وزنی شاخص جریان رودخانه‌ای در سال‌های گفته شده رگرسیون خطی چند متغییره انجام شد. بر پایهٔ آن مدل‌هایی برای بررسی ارتباط میان شاخص جریان رودخانه در مقیاس زمانی مختلف و عامل های اقتصادی – اجتماعی و طبیعی ارائه شد و بر طبق آن‌ها مقدار تأثیر و آسیب خشکسالی بر هر مؤلفه مشخص گردید تا افراد جامعه بتوانند با شناسایی و آگاهی از آن‌ها خود را با شرایط بحرانی خشکسالی سازگار نمایند.

■ نتایج

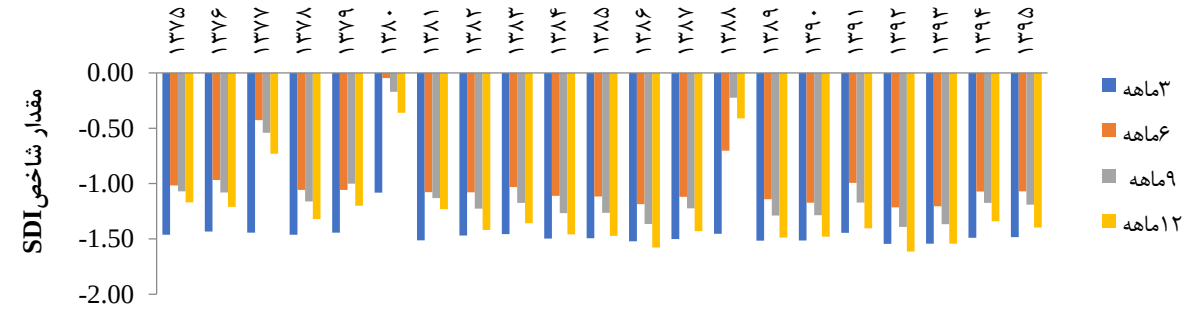
با توجه به اینکه نتایج مقدار p-value محاسبه شده، برای ایستگاه‌های مورد مطالعه کمتر از ۰/۰۱ شد. مشخص گردید که داده های منتخب جهت بررسی مطالعه همگن است (جدول ۳). نتایج شاخص جریان رودخانه ای محاسبه شده، برای هر ایستگاه در مقیاس زمانی ۳، ۶، ۹ و ۱۲ ماهه نشان داده شده است (شکل‌های ۳ تا ۸).

جدول ۳. نتایج همگنی داده‌ها

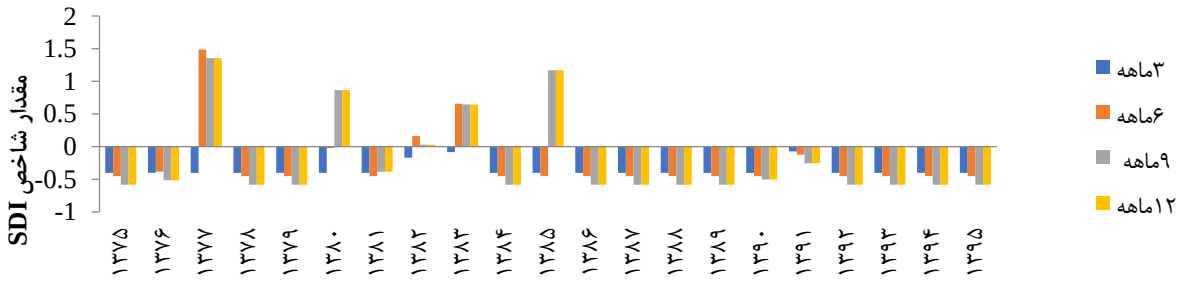
نام ایستگاه	فخرآباد	یزد	تفت	مروست	بهاباد	ابرکوه
p-value	0.77	0.99	0.2	0.48	0.18	0.93



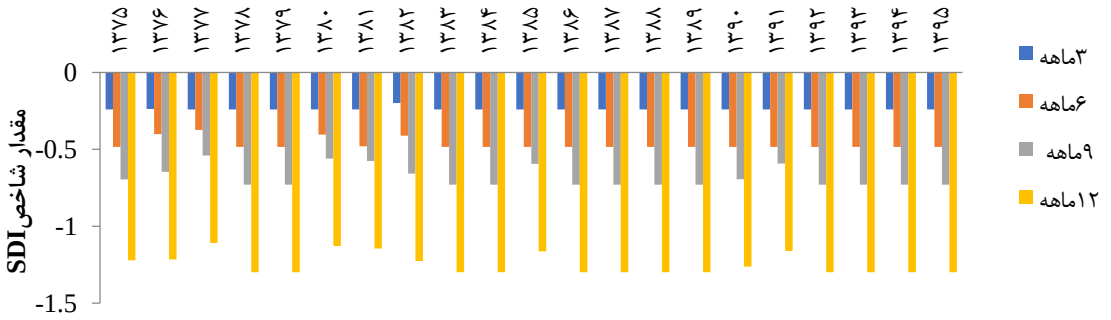
شکل ۳. نتیجه‌های محاسبه شاخص جریان رودخانه در ایستگاه ابرکوه



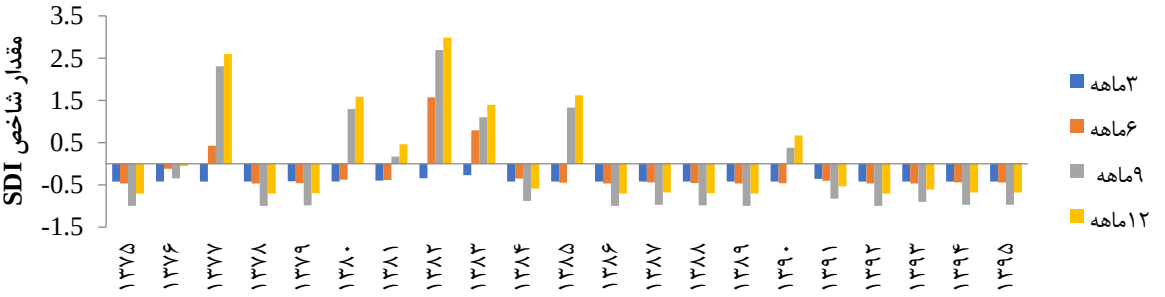
شکل ۴. نتیجه‌های محاسبه شاخص جریان رودخانه در ایستگاه بهاباد



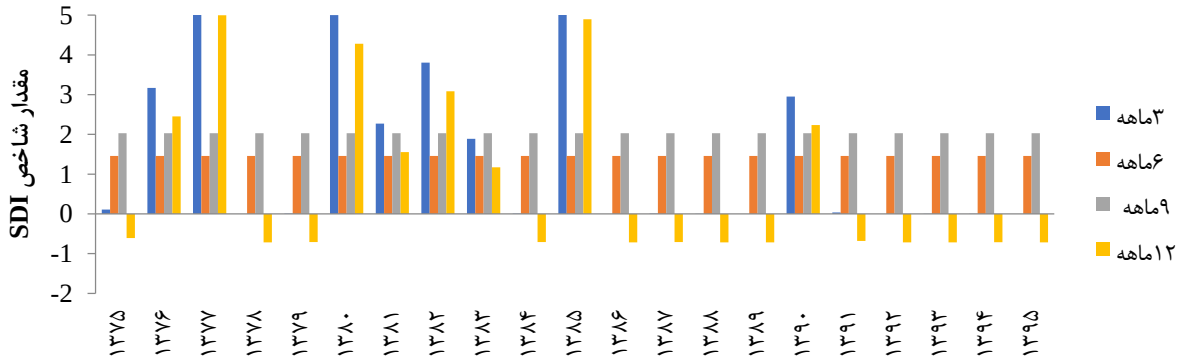
شکل ۵. نتیجه‌های محاسبه شاخص جریان رودخانه در ایستگاه مروست



شکل ۶. نتیجه‌های محاسبه شاخص جریان رودخانه در ایستگاه تفت



شکل ۷. نتیجه‌های محاسبه شاخص جریان رودخانه در ایستگاه یزد



شکل ۸. نتیجه‌های محاسبه شاخص جریان رودخانه در ایستگاه فخرآباد

نتایج شاخص جریان رودخانه‌ای در ایستگاه هیدرومتری ابرکوه (شکل ۳)، طی دورهٔ مورد مطالعه در تمامی سال‌ها خشکسالی نشان داد به‌جز سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۸۴ در مقیاس ۳ ماهه خشکسالی خفیف اتفاق افتاد و پس از آن تا سال ۱۳۹۵ به طور مکرر خشکسالی اتفاق افتاد. در ایستگاه هیدرومتری بهاباد (شکل ۴)، بررسی خشکسالی هیدرولوژی براساس شاخص جریان رودخانه نشان داد، در تمامی دورهٔ مورد مطالعه خشکسالی‌های هیدرولوژی شدید و بسیار شدید در مقیاس‌های زمانی ۳ ،۶ ،۹و ۱۲ ماه رخ داده است. در ایستگاه هیدرومتری مروست (شکل ۵)، نتایج شاخص جریان رودخانه نشان داد که خشکسالی و ترسالی‌های مکرری طی‌سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۶ اتفاق افتاده، اما در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۵ به طور پی‌درپی خشکسالی هیدرولوژی رخ داده است. که این خشکسالی‌ها در مقیاس زمانی ۹ و۱۲ ماهه بیشتر شدت داشت. در ایستگاه هیدرومتری تفت (شکل۶)، نتایج حاصل از محاسبه شاخص جریان رودخانه‌ای نشان داد که در تمامی طول دوره آماری مورد بررسی خشکسالی هیدرولوژی اتفاق افتاده است. این امر به گونه‌ای بود که این شدت خشکسالی در دوره زمانی ۳ ماهه نسبت به دیگر مقیاس‌های زمانی کمتر و در دوره زمانی ۱۲ ماهه شدت بسیار بیشتری نسبت به بقیه مقیاس‌های زمانی داشت. ایستگاه هیدرومتری یزد (شکل۷)، نشان داد که خشکسالی هیدرولوژی در سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵ به صورت پی‌درپی و متوالی اتفاق افتاده است، این درحالی است که در سال ۱۳۹۰ در مقیاس زمانی ۹ و۱۲ماهه وضعیت این

ایستگاه در حالت نرمال قرارگرفت. در این ایستگاه شدت خشکسالی در مقیاس زمانی ۹ ماهه نسبت به دیگر مقیاس‌های زمانی بیشتر بود، در ایستگاه هیدرومتری فخرآباد (شکل ۸)، خشک‌سالی هیدرولوژی در سال‌های اخیر بیشتر به چشم خورد، که در مقیاس زمانی ۹ و ۱۲ ماهه خشکسالی با شدت بیشتری رخ داد یافته‌های کلی شاخص جریان رودخانه ای نشان داد که، در تمامی ایستگاه‌های مورد بررسی شدت خشکسالی در سال‌های اخیردر مقیاس‌های زمانی ۹و ۱۲ ماهه از شدت بیشتری برخوردار بود. در تحلیل تاب‌آوری، نتایج محاسبه شاخص KMO و بار تلت در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و طبیعی با توجه به اینکه مقدار KMO بیشتر از ۰/۵ و مقدار sig در آزمون بار تلت کمتر از ۰/۰۵ شد، نتایج نشان از کفایت داده های در ساختار عاملی دارد (جدول۴).

نتایج ماتریس عاملی دوران یافته محاسبه شده برای مولفه های اقتصادی، با تعیین سهم متغیرها در عامل‌ها بعد از چرخش، هر متغیر را در عاملی قرار داد که با آن عامل همبستگی زیاد معنی‌داری داشت (جدول ۵). از اینرو هزینه روستایی با همبستگی ۰/۹۸۵، هزینه شهری با همبستگی ۰/۹۸۵، سطح زیر کشت محصول‌های کشاورزی با همبستگی ۰/۹۷۳-، کشت آبی با همبستگی ۰/۸۸۶-، درآمد روستایی با همبستگی ۰/۸۸۶، سهم اشتغال در صنعت با همبستگی ۰/۸۰۹، ، نرخ اقتصاد مشارکتی با همبستگی ۰/۷۹۴، متغیرهای سهم اشتغال در خدمات با همبستگی ۰/۷۰۸، در عامل اول قرار گرفت، و بیش از ۸۰ درصد ماتریس کل را شامل شد، و متغیرهای کشت دیم با همبستگی ۰/۷۲۵-، تولید محصولات کشاورزی با همبستگی ۰/۹۲۶، درآمد شهری با همبستگی ۰/۶۴۶ در عامل دوم قرار گرفتند. از آنجاییکه همبستگی سهم اشتغال در کشاورزی در عامل اول ۰/۱۹- و در عامل دوم ۰/۳۹۷ است، که مقدار بسیار ناچیزی است، لذا در تحلیل مولفه های اصلی از متغیرهای مورد مطالعه حذف گردید.

نتایج مقادیر ویژه برداری مولفه های اقتصادی در عامل یک و عامل دو استخراج شد (جدول ۶). بر پایهٔ آن مقدار ضریب‌های محاسباتی برای برآورد مقدار عامل اول اقتصادی، برای متغیر های هزینه روستایی۰/۱۴۶، هزینه شهری ۰/۱۸۹، سطح زیر کشت محصولات کشاورزی ۰/۲۰۶-، کشت آبی ۰/۱۹۵-، درآمد روستایی۰/۱۵۹، سهم اشتغال در صنعت ۰/۰۸۹، نرخ اقتصاد مشارکتی ۰/۰۶۲، متغیرهای سهم اشتغال در خدمات ۰/۰۵، بدست آمد. مقدار ضرایب متغیرها جهت برآورد عامل دوم اقتصادی برای متغیرهای کشت دیم ضریب ۰/۲۳۸-، تولید محصولات کشاورزی با ضریب ۰/۴۲۵، درآمد شهری با ضریب ۰/۲۲بدست آمده است. در نتایج تحلیل مؤلفه های اصلی اجتماعی، با در نظر گرفتن مؤلفه ها در بخش اجتماعی و استخراج نتایج ماتریس دوران یافته متغیرها، مولفه‌های اصلی منتخب در دو عامل نشان داده شده است (جدول ۷). یافته‌های ماتریس عاملی دوران یافته محاسبه شده برای مولفه‌های اجتماعی (جدول ۷)، سهم متغیرها در عامل‌ها بعد از چرخش را نشان می‌دهد، هر متغیر را در عاملی قرار گرفت که با آن عامل همبستگی زیاد و معنی‌داری داشت. از اینرو متغیر بیمه بیکاری، نرخ بیکاری، نرخ رشد، سرقت احشام، تعداد شرکت تعاونی کشاورزی، تعدادبیمه شدگان صندوق بیمه کشاورزی و روستایی، بیمه آسیب به کار کشاورزان با همبستگی (۰/۸۵۱/۸۵۷، ۰/۸۴۴، ۰/۸۳۹، ۰/۸۳۲، ۰/۸۲۸، ۰/۷۴) به‌ترتیب بالاترین میزان همبستگی را در عامل اول اجتماعی دارند.

جدول ۴. نتایج آزمون kmo و بارتلت مولفه های اقتصادی،اجتماعی و طبیعی

مولفه ها	درجه آزادی	مقادیر تقریبی کای اسکوئر	میزان خطای آزمون بارتلت	مقدارKmo
اقتصادی	۶۶	۲۵۶/۹۳۵	۰/۰۰۰	/۶۹۸
اجتماعی	۳۶	۲۰۷/۵۱۳	۰/۰۰۰	/۷۸۴
طبیعی	۳۶	۵۲/۷۷۰	۰/۰۳۵	۰/۶۳۹

جدول ۵. نتایج ماتریس عاملی دوران یافته

عامل۲	عامل۱	.مؤلفه های اقتصادی
۰/۵۶۵	۰/۷۰۸	سهم اشتغال در خدمات
۰/۴۵۳	۰/۸۰۹	سهم اشتغال در صنعت
۰/۳۹۷	-۰/۱۹	سهم اشتغال در کشاورزی
۰/۱۷۳	۰/۸۸۶	درآمد روستایی
۰/۲۸۸	۰/۹۸۵	هزینه روستایی
۰/۰۷۹	-۰/۸۸۶	کشت آبی
-۰/۷۲۵	-۰/۶۳۴	کشت دیم
۰/۹۲۶	۰/۰۹۵	تولید محصول‌های کشاورزی
۰/۰۴۲	-۰/۹۷۳	سطح زیر کشت
۰/۰۷۶	۰/۹۸۵	هزینه شهری
۰/۵۹۷	۰/۷۹۴	ترخ اقتصاد مشارکتی
۰/۶۴۶	۰/۵۲۲	درآمد شهری

جدول ۶. مقادیر ویژه بردارهای مولفه‌های اقتصادی

عامل۲	عامل۱	مولفه های اقتصادی
۰/۱۵	۰/۰۵	سهم اشتغال در خدمات
۰/۰۷۹	۰/۰۸۹	سهم اشتغال در صنعت
-۰/۰۶۷	۰/۱۵۲	درآمد روستایی
-۰/۰۲۳	۰/۱۴۶	هزینه روستایی
۰/۱۸۷	-۰/۱۹۵	کشت آبی
-۰/۲۳۸	-۰/۰۰۸	کشت دیم
۰/۴۲۵	-۰/۱۳۷	تولید محصول‌های کشاورزی
۰/۱۸۴	-۰/۲۰۶	سطح زیر کشت
-۰/۱۳	۰/۱۸۹	هزینه شهری
۰/۱۵	۰/۰۶۲	ترخ اقتصاد مشارکتی
۰/۲۲	-۰/۰۰۲	درآمد شهری

متغیرهای دوره‌های آموزشی همگانی، تعداد افراد با تحصیلات دانشگاهی به‌ترتیب با همبستگی ۰/۶۷۱ و ۰/۷۰۸ در عامل دوم اجتماعی قرار گرفتند. بر اساس نتایج همبستگی سهم متغیر متغیر نزاع و درگیری و تعداد افراد باسواد منطقه، در هر دو عامل مقدار بسیار ناچیزی است. نتایج استخراج شده ی مقادیر ویژه برداری مولفه های اجتماعی برای عامل یک و دو اجتماعی (جدول ۸)، نشان داده شده است به گونه ای که برای محاسبه مقدار عامل اول اجتماعی ضرایب ۰/۴۰۸، ۰/۳۸۴، ۰/۳۵۱، ۰/۳۱۹، ۰/۲۹۴، ۰/۲۶۵، ۰/۰۳۴ به ترتیب برای متغیر های بیمه بیکاری، نرخ بیکاری، نرخ رشد، سرقت احشام، تعداد شرکت‌تعاونی کشاورزی، تعدادبیمه شدگان صندوق بیمه کشاورزی و روستایی، بیمه آسیب به کار کشاورزان به‌دست آمد.

جدول ۷. نتایج ماتریس عاملی دوران یافته

مولفه های اجتماعی	عامل۱	عامل۲
بیمه بیکاری	۰/۸۵۷	۰/۵۱۳
تعدادبیمه شدگان صندوق بیمه کشاورزی و روستایی	۰/۸۲۸	۰/۵۵۷
تعدادشرکت تعاونی کشاورزی	۰/۸۳۲	۰/۵۴۷
سرقت احشام	۰/۸۳۹	۰/۵۴۱
نرخ بیکاری	۰/۸۵۱	۰/۵۱۹
تعداد افراد باسواد منطقه	۰/۴۷۸	۰/۲۵۸
نرخ رشد	۰/۸۴۴	۰/۵۳
بیمه آسیب به کار کشاورزان	۰/۷۴	۰/۶۲۹
دوره‌های آموزشی همگانی	۰/۳۵۴	۰/۶۷۱
تعدادافراد با تحصیلات دانشگاهی	۰/۶۴۹	۰/۷۰۸
نزاع ودرگیری	۰/۲۵۴	۰/۴۱۲

جدول ۸. مقدار ویژه بردارهای مولفه‌های اجتماعی

مولفه های اجتماعی	عامل ۱	عامل ۲
بیمه بیکاری	۰/۴۰۸	-۰/۳۳۹
تعدادبیمه شدگان صندوق بیمه کشاورزی و روستایی	۰/۲۶۵	-۰/۱۵۴
تعدادشرکت تعاونی کشاورزی	۰/۲۹۴	-۰/۱۹۱
سرقت احشام	۰/۳۱۹	-۰/۲۲۳
نرخ بیکاری	۰/۳۸۴	-۰/۳۰۹
دوره های آموزشی همگانی	-۰/۹۴۵	۱/۳۹۶
نرخ رشد	۰/۳۵۱	-۰/۲۶۵
بیمه آسیب به کار کشاورزان	-۰/۰۳۴	۰/۲۲۹
تعداد افراد با سواد منطقه	-/۰۴۵	-۰/۰۳۴
تعدادافراد با تحصیلات دانشگاهی	-۰/۳۵۳	۰/۶۳۸
نزاع و درگیری	-۰/۰۱۲	-۰/۰۴۳

یافته‌های ماتریس عاملی دوران یافته متغیر های زیست محیطی (جدول ۹)، نیز مولفه‌های اصلی طبیعی را در دو عامل قرار داد، متغییرهای مساحت جنگل‌کاری با همبستگی ۰/۸۷۶، ممیزی مراتع با همبستگی ۰/۶۹۴، عملیات زیست مهندسی (بیولوژیک) حفاظت آبخیزها با همبستگی ۰/۸۹۶، ذخیره نزولات اسمانی با همبستگی ۰/۶۶۲ در عامل اول طبیعی قرار گرفت. و متغیرهای تعدادآتش سوزی جنگل با همبستگی ۰/۶۷۶-، تعداد آتش سوزی مراتع با همبستگی ۰/۷۵۶، تعدادآتش سوزی جنگل با همبستگی ۰/۵۳۴، مساحت آتش سوزی مراتع با همبستگی ۰/۷۵۹ در عامل دوم طبیعی قرار گرفت. متغیر حفاظت و قرق همبستگی بسیار اندکی داشت.

نتایج مقادیر ویژه برداری استخراج شده (جدول ۱۰)، مقادیر ضرایب لازم برای محاسبه عوامل اول و دوم طبیعی جهت محاسبه مقادیر عامل ها نشان می دهد. نتایج مقادیر محاسبه شدهٔ عامل‌های اول و دوم اقتصادی - اجتماعی و طبیعی در سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۰ بر حسب ضرایب متغیر ها در زیر آورده شده است (جدول ۱۱).

که در آن:

PC1E= مقدار عامل اول اقتصادی، PC1S= مقدار عامل اول اجتماعی، PC1Z= مقدار عامل اول طبیعی، PC2E = مقدار عامل دوم اقتصادی، PC2S= مقدار عامل دوم اجتماعی، PC2Z= مقدار عامل دوم طبیعی.

محاسبهٔ میانگین وزنی شاخص جریان رودخانه در مقیاس‌های زمانی مختلف (شکل ۹) نشان داده‌است، خشکسالی در سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۱ به طور مداوم و پیوسته اتفاق افتاده است. که این امر در همه مقیاس‌های زمانی مطالعه شده صادق می‌باشد.

جدول ۹. نتایج ماتریس عاملی دوران یافته

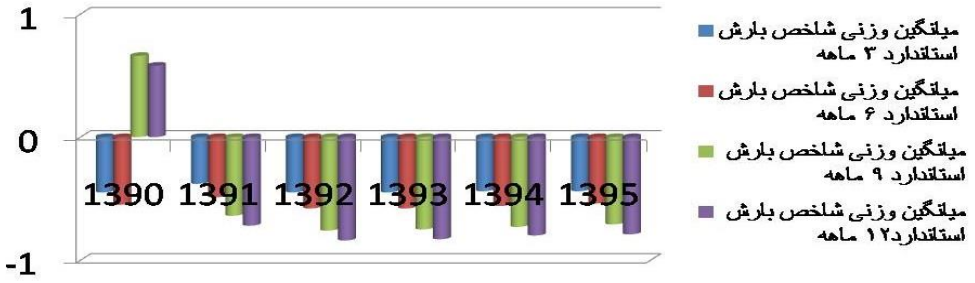
عامل۲	عامل۱	مولفه‌های طبیعی
-۰/۰۱۹	۰/۸۶۷	مساحت جنگل کاری
۰/۲۸۵	۰/۶۹۴	ممیزی مراتع
۰/۰۸۶	۰/۸۹۶	عملیات بیولوژیکی حفاظت آبخیز ها
۰/۰۵۳	۰/۶۶۲	ذخیره نزولات اسمانی
۰/۵۳۴	۰/۲۶۵	تعدادآتش سوزی جنگل
-۰/۱۸۵	۰/۳۸۴	حفاظت و قرق
۰/۷۵۶	-۰/۱۱۵	تعدادآتش سوزی مراتع
-۰/۶۷۶	-۰/۳۲۵	تعدادآتش سوزی جنگل
۰/۷۵۹	-۰/۳۵۶	مساحت آتش سوزی مراتع

جدول ۱۰. مقادیر ویژه بردارهای مؤلفه های طبیعی

عامل۲	عامل۱	مولفه های طبیعی
-۰/۰۴۳	۰/۲۹۸	مساحت جنگل کاری
۰/۱۱۶	۰/۲۲۷	ممیزی مراتع
۰/۰۰۹	۰/۳۰۴	عملیات زیست مهندسی حفاظت آبخیزها
۰/۰۰۱	۰/۲۲۵	ذخیره نزولات اسمانی
۰/۲۵۷	۰/۰۷	تعدادآتش سوزی جنگل
-۰/۱۰۸	۰/۱۳۹	حفاظت و قرق
۰/۳۸۳	-۰/۰۶۹	تعدادآتش سوزی مراتع
-۰/۳۲۶	-۰/۰۸۶	تعدادآتش سوزی جنگل
۰/۳۹۳	-۰/۱۵۱	مساحت آتش سوزی مراتع

جدول ۱۱ . عامل‌های بدست آمده در بخش های اقتصادی، اجتماعی و طبیعی

سال / عامل	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵
PC1E	-۰/۰۰۶	۰/۰۰۵۴	۰/۰۱۸	۰/۰۳	۰/۰۴۲	۰/۰۴۴
PC2E	۰/۱۰۸	۰/۱۰۶	۰/۰۸۴	۰/۰۷۹	۰/۰۸۳	۰/۰۷۹
PC1S	۰/۲۱۵	۰/۳۱۶	۰/۴۷۷	۰/۴۷۷	۰/۴۳	۰/۶۸۹
PC2S	۰/۷۳۵	۰/۸۳۳	۰/۰۹۷	۰/۴۷۲	۰/۶۹۸	۰/۷۸۲
PC1Z	۰/۱۲۰	۰/۴۶۴	۰/۶۰۹	۰/۱۷۳	۰/۱۲۷	۰/۰۵
PC2Z	۰/۱۱۸	۰/۱۶۷	۰/۰۷۴	۰/۰۳۶	-/۱۹۰	۰/۰۸۳



شکل ۹. میانگین وزنی شاخص جریان رودخانه

جدول ۱۲. بهترین مدل‌های برازش داده شده میان شاخص خشکسالی هیدرولوژیک و مولفه‌های اقتصادی، اجتماعی- طبیعی

شاخص	مدل
SDI3	-.465+.198PC2Z+1.002PC1E+.021PC1Z-.081PC1S+.013PC2S
SDI6	-.681+.83PC2Z+.104PC1E+.107PC1Z+.026PC1S+.133PC2S
SDI9	-.828-.178PC2Z-28.36PC1E+.688PC1Z+.002PC1S+1.7PC2S
SDI12	-.88-.199PC2Z-28.28PC1E+.670PC1Z-.013PC1S+1.7PC2S

یافته‌های محاسبهٔ رگرسیون خطی چندگانه به روش ENTER و با استفاده از نرم افزار آماری بین میانگین وزنی شاخص هیدرولوژیکی خشکسالی در مقیاس های زمانی ۳، ۶، ۹ و ۱۲ ماهه و عامل های محاسبه شده در بخش اقتصادی –اجتماعی و طبیعی (جدول ۱۲)، نشان دهنده ی تاثیر زیاد خشکسالی بر عامل اول اقتصادی می باشد. که این مولفه شامل متغیر های سهم اشتغال در خدمات، سهم اشتغال در صنعت، درآمد روستایی، هزینه روستایی، کشت آبی، سطح زیر کشت، هزینه شهری، ترخ اقتصاد مشارکتی می باشد. پس از آن بیشتری تاثیر پذیری خشکسالی هیدرولوژی بر عامل دوم اجتماعی می باشد. عامل دوم اجتماعی، متغیر های مربوط به آگاهی و دانش افراد جامعه می باشد، در بخش طبیعی نیز مولفه عامل اول تاثیر پذیری بیشتری داشته است، که متغیر های این مولفه بیشتر به کارهای اصلاحی محیط زیست جامعه مربوط می شود. مولفه‌های عامل اول اجتماعی، عامل دوم طبیعی نیز به نوبه خود تحت تأثیر پدیده خشکسالی قرار دارند. در این بررسی عامل دوم اقتصادی که شامل متغیر های درآمد شهری، تولیدات کشاورزی و سطح زیر کشت دیم می باشد، مستقیما تحت تاثیر پدیده خشکسالی هیدرولوژی قرار نگرفته اند، چرا که عوامل ذکر شده در درجه اول تحت تاثیر مستقیم کاهش بارندگی، قرار دارند و ممکن است بررسی این عوامل از نظر خشکسالی هواشناسی که فاکتور اصلی و موثر بر آن کاهش بارندگی می باشد، در اولویت اول قرار گیرند. اما از نظر خشکسالی هیدرولوژی که بر مبنای دبی رودخانه ای می باشد، رابطه و همبستگی میان آنها ایجاد نگردیده است. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که مقیاس زمانی ۹ و ۱۲ ماهه ضرایب بیشتری دیده می‌شود، لذا می‌توان گفت تمامی عوامل گفته شده در مقیاس زمانی ۹ و ۱۲ ماهه بیشتر تحت تأثیر خشکسالی دارند (جدول ۱۲).

■ بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های کلی حاکی از آن است که خشکسالی و تاب‌آوری وابستگی زیادی با یکدیگر دارند. که در تأثیرپذیری شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی نسبت به رخداد پدیده خشک‌سالی هیدرولوژی شاخص‌های اقتصادی آسیب‌پذیری بیشتری دارند و جامعه‌ای که در آن خشکسالی‌های مکرر اتفاق می‌افتد از نظر آسیب‌های اقتصادی باید آمادگی‌های لازم را برای سازگاری و ظرفیت‌سازی با این پدیده را داشته باشند. با توجه به نتایج به‌دست آمده برای ظرفیت‌سازی و کاهش

آسیب‌های خشکسالی بر جامعه انسانی، ابتدا باید مسئله اقتصادی افراد در نظر گرفته شود. با جایگزین درآمد در شرایط خشکسالی، داشتن پس‌انداز و بهره‌گیری‌از آن در زمان خشکسالی، تطبیق نسبی شرایط اقتصادی خانواده در زمان خشکسالی، توانایی ترکیب فعال مناسب فعالیت های تولید مانند نظام‌های مختلط دام - محصول، ایجاد فعالیت‌های درآمدزای خانگی مانند: صنایع دستی، خیاطی و توانایی تغییر شغل در زمان وقوع خشک‌سالی و اشتغال در بخش‌های دیگر مانند خدمات و صنعت بطور موقت، ظرفیت‌سازی در بخش اقتصادی در افراد جامعه در زمان وقوع خشکسالی را می‌توان افزایش داد. هم‌چنین ظرفیت‌سازی همراه با آگاه‌سازی افراد شهری و روستایی و افزایش دانش بومی منطقه جهت سازگاری و تاب‌آوری در زمان وقوع خشکسالی بسیار لازم و ضروری است. براساس نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه، در بخش طبیعی، با افزایش عملیات و راهبردهای اصلاحی مانند ذخیره نزولات، جنگل کاری عملیات اصلاحی زیست-مهندسی و قرق و حفاظت محیط زیست و بسیاری موارد دیگر می توان توان مقابله افراد جامعه با پدیده خشکسالی در زمان وقوع، را افزایش، و وابستگی جوامع انسانی به منابع طبیعی را کاهش داد. آنچه مسلم است، از وقوع خشکسالی به هیچ وجه نمی توان جلوگیری کرد، چراکه خشکسالی پدیده‌ای پیش بینی ناپذیر به شمار می‌رود ولی در این زمینه می توان با تدوین و اجرای برنامه های منسجم و اتخاذ راهکارهایی سازگار و متناسب با شرایط منطقه شهری و روستایی مورد مطالعه تاثیر خشکسالی و تا حدود زیادی پیامدها و تاثیرات سوء آن بر جامعه را کاهش داد. لازم است با ایجاد صنایع تبدیلی، فراوری و سنتز فاصله خشکسالی را از بهره‌برداری های خام و کوتاه به زنجیره‌های بلند که کمتر تحت تأثیر نوسان خشکسالی قرار دارند متمایل ساخت. ایجاد زنجیره‌های طولانی بهره برداری موجب کاهش نوسان‌های آنی خشکسالی می شود. از طرفی نتایج نشان داد در مقیاس زمانی ۹ و ۱۲ ماهه در همه عوامل مطالعه شده، خشکسالی تاثیرات بیشتری دارد، لذا آگاهی از این امر در برنامه ریزی زمانی کشاورزان و افراد منطقه، برای مقابله و تاب‌آوری در برابر بحران خشکسالی بسیار کارآمد خواهد بود. طی تحقیقی به تأثیرات اجتماعی و اقتصادی خشکسالی در مقیاس بسیار بزرگ در استرالیا پرداختند. نتایج نشان داده است که خشکسالی تاثیر منفی اقتصادی و بهداشتی بر کشاورزان و سایر بخش کشاورزی داشته است (۴). در مطالعه ای دیگر، بر تأثیرات اجتماعی خشکسالی متمرکز شده و نتایجی را بدست آوردند از جمله اضطراب و افسردگی، درگیری‌های خانوادگی، کاهش کیفیت زندگی افراد، افزایش مهاجرت و سقف عمومی بیشترین تاثیر و نسبت به خشکسالی اجتماعی را دارا بوده‌اند (۸)، در مقاله ای به بررسی خشکسالی در جنوب دشت بزرگ ایالات متحده پرداخته است نتایج مطالعه نشان می دهد خشکسالی در کاهش دام بخصوص گاو تاثیر محسوسی داشته و در کاهش درآمد دامداران تاثیر گذار بوده است. در پژوهشی نیز پهنه بندی حوضه دریاچه ارومیه از نظر خشکسالی با روش تحلیلی مولفه های اصلی صورت گرفت (۷). نتایج تجزیه به مولفه های اصلی SPI سه ماهه (دوازده ماهه) نشان داد که تعداد ۵ عامل ویژه بزرگتر از یک دارند و ۶۸/۰۸ (۷۸/۸۸) درصد از واریانس کل را در مجموع توجیه می کند (۵). تحقیق حاضر با نتایج پژوهش های ی شباهت دارد. با این تفاوت که در پژوهش حاضر از شاخص هیدرولوژی جهت بررسی خشکسالی استفاده گردید و در مطالعات تاب‌آوری نیز شاخصهای اقتصادی-اجتماعی و طبیعی با شاخص خشکسالی جهت تحلیل بهتر تاثیر خشکسالی بر جوامع انسانی و مدیریت زمانی بهتر در زمان وقوع خشکسالی تلفیق گردید. نهایتا از جمله کاربردهایی را که می توان برای اینگونه پژوهش ها تصور کرد این است که تحلیل عاملی شاخص خشکسالی می تواند اهمیت بسیاری در پیش بینی خطر وقوع خشکسالی در مناطق مشابه جهت اتخاذ تصمیم‌ها و راهبردهای مدیریتی هماهنگ و مشابه برای کاهش هرچه بیشتر خطرات ناشی از این پدیده را داشته باشد. از طرفی مطالعات تلفیقی خشکسالی و تاب‌آوری نیزدر سبک زندگی و وابستگی مستقیم به منابع بوم‌نظامی موثر خواهد بود. به عبارت دیگر با ایجاد صنایع فرآوری،تبدیلی و تکمیلی می توان زنجیره وابستگی به منابع طبیعی در زمان وقوع خشکسالی کاهش و بهره برداری از آن را طولانی کرد تا نوسانات خشکسالی کم اثر گردد.

■ References

1. Bazrafshan, J., Hejabi, S., & Rahimi, J. (2014). Drought monitoring using the multivariate standardized precipitation index (MSPI). *Water resources management, 28*(4), 1045-1060.
2. Campbell, D., Barker, D., & McGregor, D. (2011). Dealing with drought: Small farmers and environmental hazards in southern St. Elizabeth, Jamaica. *Applied Geography, 31*(1), 146-158.
3. Chahouki, Z.M. (2010). Multivariate analysis methods in software, University of Tehran Publishing. (in Farsi)
4. Edwards, B., Gray, M., & Hunter, B. (2019). The social and economic impacts of drought. *Australian Journal of Social Issues, 54*(1), 22-31.
5. Ghasemi, M. (2007). *Determination of meteorological and hydrological drought indices in Karkheh watershed*. Master Thesis. Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology. (in Farsi)
6. Ghobadi, S., Abghari, H., & Erfanian, M. (2018). Monitoring the spatial and temporal distribution of drought severity using isospi and isosdi In the west of Urmia Lake. *Soil and Water Conservation Research, 24*(5), 111-127. (in Farsi)
7. Ghorbani Aghdam, M., Dinpejoh, Y., & Fakheri fard, A. (2012). Zoning of Lake Urmia basin in terms of drought by analysis method To agents. *Agricultural Sciences, 26*(5), 1268-1274. (in Farsi)
8. Kenny, A. (2008). Assessment of the social impacts of drought. *Journal of American Water Resources Association, 37*(3), 678-686.
9. Mehran, A., Mazdiyasni, O., & AghaKouchak, A. (2015). A hybrid framework for assessing socioeconomic drought: Linking climate variability, local resilience, and demand. *Geophysical Research: Atmospheres, 120*(15), 7520-7533.
10. Moradi, H., Sepahvand, A., & Khazayi, M. (2009). Assessment of meteorological and hydrological drought by using the modified SPI index and SDI (Case study: watershed Khorramabad*). In Fifth National Conference on Science and Engineering Iranian Watershed*. (in Farsi)
11. Mohamadimashkol, A., & Emani, B. (2018). Analysis of relation between livelihood capital and rural resilience to drought (case study: Ardebil villages). *Geography and Environmental Hazard. 7*(4), 164-147.
12. Nalbantis, I. (2008). Evaluation of a hydrological drought index. *European Water, 23*(24), 67-77.
13. Nalbantis, I., & Tsakiris, G. (2009). Assessment of hydrological drought revisited. *Water resources management, 23*(5), 881-897.
14. Osei, E., Steiner, J., & Saleh, A. (2015). Economic viability of beef cattle grazing systems under prolonged drought (No. 330-2016-13827).
15. Pathak, A. A., & Dodamani, B. M. (2019). Trend analysis of groundwater levels and assessment of regional groundwater drought: Ghataprabha River Basin, India. *Natural Resources Research, 28*(3), 631-643.
16. PoorTaheri, M., RoknodinEftekhari, A., & Kazemi, N. (2013). The Role of Drought Risk Management Approach in Reducing Socio-Economic Vulnerability of Rural Farmers (From the Perspective of Resistance and Experts) Case Study: Soldoz County, West Azerbaijan. *Rural Research, 13*(1), 1-20. (in Farsi)

17. Seyedakhlaghi, S.J., & Taleshi, M. (2019). Improving the resilience of local communities, the future strategy to deal with the studied drought: Hablehrood watershed. *Journal of Iranian Nature, 3*(3), 60-68. (in Farsi)

18. Rezaian, A., Monafzade, S.A., GHane, M.E., Esmaeli, A.A., Zarezadehmehrizi, j., MirAkbari, SH., & Fatahi, F. (2012). Yazd Province. General Directorate of Textbook Printing and Distribution. Iran Textbook Publishing. (in Farsi)

19. Zaidman, M. D., Rees, H. G., & Young, A. R. (2002). Spatio-temporal development of streamflow droughts in north-west Europe. *Hydrology and Earth System Sciences*, *6*(4), 733-751.

No. 16, Autumn & Winter, 2021, pp 77-92

Desert Management
www.isadmc.ir

Iranian Scientific Association of Desert Management and Control

Analysis of the Effect of Drought on Resilience of Human Societies

M. Mehrabi[1], A. A. Vali[2*]

1. PhD student of Combating Desertification, Kashan University, Kashan, Iran.
2. Associate Professor, Department of Desert Management and Control, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Kashan University, Kashan, Iran.

* Corresponding Author: vali@kashanu.ac.ir

Received date: 07/11/2020 **Accepted date: 02/01/2021**

Abstract

Human societies are considered as a part of ecosystems. The interaction between human societies and ecosystems has consequences for them. Desert ecosystem is one of the common ecosystems in arid regions of Iran. In desert, phenomena such as drought affect the lives of human societies .The present study analyzes the effect of hydrological drought on resilience of human communities in Yazd province. Hydrological drought was studied based on river flow index and resilience of human communities using economic, social and environmental criteria by using principal component analysis method. The factor was calculated based on the values of the rotated matrix and the eigenvector values .Multiple linear regression analysis of drought effects on factors was investigated. Analysis of the relationship between drought and resilience indicates a significant relationship between them. The most affected sectors by drought were economic, social and environmental, respectively. The most important economic losses were the variables of employment share in services and industry sectors, rural income and cost, irrigated agriculture, area under cultivation, urban cost, participatory economy rate. The overall results of combining the drought index with socio-economic and environmental indicators indicate an increase in vulnerability and a decrease in the resilience of human societies due to drought. Lifestyle and direct dependence on ecosystem resources should be reconsidered. In other words, generating processing, conversion and complementary industries, extends the chain of drought dependence and exploitation to reduce drought fluctuations. Diversifying the use of ecosystem services and replacing them in times of drought events can increase the resiliency of human societies.

Keywords: Principal component analysis; Ecosystem services; Urban communities; Economics; Employment