فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال چهارم، شماره ۱۵، پاییز ۱۳۹۳
دریافت: ۱۳۹۲/۶/۲۵ - پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۳
صص ۱۳۲- ۱۱۹

ناحیه‌بندی اقلیمی جنوب و جنوب‌غرب ایران با رویکرد برنامه‌ریزی منطقه‌ای

حمید نظری‌پور[۱]: استادیار محیط زیست، پژوهشکده علوم محیطی، پژوهشگاه بین‌المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران
مهدی دوستکامیان: دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
آرزو اسدی: مربی آب و هواشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، اهر، ایران
علی بیات: دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

چکیده

در این پژوهش، پهنه‌بندی اقلیمی منطقه جنوب و جنوب‌غرب ایران بر اساس روش‌های آماری چند متغیره صورت گرفته است. برای این منظور از۱۵ پارامتر اقلیمی در ۳۰ ایستگاه هواشناسی محدوده مورد نظر استفاده شده است. با انجام میان‌یابی، آرایه‌ای به ابعاد $R = 2669 \times 15$ ایجاد گردید که ردیف‌های آن مبین مکان و ستون‌ها نمایانگر متغیرهای اقلیمی می‌باشند. اجرای تحلیل عاملی بر روی آرایه مزبور نشان داد که اقلیم محدوده مورد مطالعه تحت تأثیر سه عامل بارش، دما و رطوبت می‌باشد که ۹۰درصد پراش داده‌ها را تبیین می‌نمایند. عامل بارش بیشینه پراش داده‌ها را تبیین و بیشینه وزن آن در امتداد کوه‌های زاگرس با آرایش شمال‌غربی - جنوب شرقی گسترش دارد. عامل دما بیش از ۳۰درصد پراش داده‌ها را تبیین نموده و بیشینه وزن آن در مناطق کم ارتفاع دامنه جنوبی‌غربی ارتفاعات زاگرس قرار دارد. عامل رطوبت ۱۰ درصد از پراش را تبیین و آرایش مکانی بار این عامل در مناطق ساحلی گسترش دارد. در نهایت با بهره‌گیری از روش تحلیل خوشه‌ای سه پهنه اقلیمی متمایز شناسایی شد. این نواحی اقلیمی عبارت‌اند از: ناحیه گرم و مرطوب که بخش بیشتری از کرانه‌های‌خلیج‌فارس و استان خوزستان را در بر می‌گیرد؛ ناحیه گرم و خشک و کم بارش که بخش‌های جنوب شرق محدوده مورد مطالعه را شامل می‌شود و ناحیه سرد و پربارش که شمال ارتفاعات زاگرس (بخش‌های زیادی از استان های یاسوج، شهرکرد، قسمت های شمالی خوزستان، لرستان و ایلام) را شامل می‌شود. به‌منظور ارزیابی نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای، از روش‌های تحلیل ممیزی و آزمون تفاضل‌گیری استفاده گردید. نتایج آزمون‌های صحت سنجی در پهنه‌بندی نشان داد که ۹۷/۷درصد از اعضای گروه‌ها به طور درست جایابی شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی، تحلیل عاملی، تحلیل خوشه‌ای، تحلیل ممیزی، ایران.

[۱]- نویسنده مسئول: *h.climatologist@yahoo.com*، ۰۹۱۵۹۴۹۸۹۰۷

بیان مسأله:

بررسی و شناخت نوع اقلیم یک منطقه و عناصر غالب مؤثر بر آن تعیین‌کننده اقلیم هر منطقه می‌باشد. به‌طوری که تعیین نواحی اقلیمی یک منطقه مستلزم شناخت عوامل ناهمگنی آب و هوا در طول زمان و مکان می‌باشد (*Lobell et al, 2008 and Harding et al, 2010*). در واقع اقلیم، تمامی عناصر جوی را در خود جای دارد (نگارش و همکاران، ۱۳۹۲). با این‌وجود طبقه‌بندی اقلیم یک منطقه بر مبنای چند عنصر هر چند تأثیرگذار نمی‌تواند به طور دقیق اقلیم یک منطقه را تعیین کند. طبقه‌بندی اقلیم یک منطقه زمانی به خوبی انجام می‌گیرد که با استفاده از پارمترهای اقلیمی بسیار زیاد انجام شود. بنابراین اگر تعداد متغیرهای اقلیمی که به‌منظور تعیین اقلیم یک منطقه بکار می‌روند، بسیار زیاد باشند تعداد روابط بین آنها هم بسیار زیاد می‌شود. لذا نیاز به یک سری تکنیک‌هایی می‌باشد که در عین اینکه تعداد متغیرها را کاهش دهد ولیکن اثرات آنها را از بین نبرد. با استفاده از این تکنیک‌ها مطالعات فراوانی انجام شده است. برای مثال اولین طبقه‌بندی با استفاده از روش‌های چند متغیر توسط استانیر (۳۲۹:۱۹۶۵-۳۴۷) با استفاده از شانزده متغیر اقلیمی در ایالات متحده آمریکا به روش تحلیل عاملی و خوشه‌بندی انجام شده است. جوهن و همکاران (۲۰۰۹: ۱۵۴۰-۱۵۲۷) با استفاده روش‌های چند متغیره به ناحیه بندی اقلیمی ناحیه کالیفرنیا در آمریکا پرداخته‌اند (*Kasminos et al, 2003*) تیپ های همدید سال‌های ۱۹۹۹-۱۹۵۴ را در آتن را شناسایی کرده‌اند. تراسووا و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از داده‌های مربوط به اُزن سطحی طی ۲۰۰۴-۱۹۹۰ در ناحیه برون‌حاره و به‌کارگیری تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی از نوع انباشتی، در نهایت شش طبقه مجزا را برای ازن روزانه و فصلی، در این منطقه مشخص نموده‌اند. کالکستاین و همکاران (۱۹۸۷) بر اساس هفت متغیر اقلیمی توده‌های هوای حاکم بر ایالات آلاباما آمریکا را با استفاده از روش تحلیل خوشه و با روش ادغام وارد مشخص نموده‌اند (*Favel et al, 1993*) با استفاده از روش‌های ناحیه‌بندی تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای و متغیرهای دما و بارش ماهانه ۳۴۳ ایستگاه، ایالات متحده را طبقه‌بندی و اقلیم آن را مشخص نمود (*Sherdin, 2002*). در توسعه طبقه‌بندی تیپ هوا در شمال آمریکا هفت تیپ را مشخص نمود. کابررا و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از داده‌های بارش ۳۵ تا سال ۴۰ برای ۳۴۹ ایستگاه مکزیک به روش تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی دو گروه بارشی را برای مکزیک شناسایی کرده‌اند.

در زمینه طبقه‌بندی و ناحیه بندی اقلیمی با استفاده از تکنیک های آماری چند متغیره مطالعات متعددی در ایران زمین انجام شده است. برای مثال حیدری و علیجانی (۱۳۷۸) با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره به طبقه‌بندی اقلیمی ایران پرداخته‌اند. مسعودیان (۱۳۸۲) در مطالعه‌ای بر روی اقلیم ایران با استفاده از این تکنیک‌ها ۶ عامل و ۱۵ ناحیه اقلیمی را در ایران شناسایی کرده است. گرامی مطلق و شبانکاری (۱۳۸۵) نیز به پهنه‌بندی اقلیمی استان بوشهر پرداخته‌اند و ۵ ناحیه را شناسایی کرده‌اند. سلیقه و همکاران (۱۳۸۷) استان سیستان و بلوچستان را با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای ناحیه‌بندی کرده‌اند. مزیدی و همکاران (۱۳۸۸) برای استان یزد شش پهنه اقلیمی متفاوت را شناسایی کرده‌اند. خسروی و همکاران (۱۳۸۹) با استفاده از روش تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای به پهنه بندی اقلیمی استان مرکزی پرداخته‌اند. نظری پور و سعیدآبادی (۱۳۹۱) با استفاده از تحلیل خوشه‌ای فوصل طبیعی زاهدان را شناسایی و معرفی نموده‌اند. نظری پور و خسروی (۲۰۱۱) تیپ‌های بارشی زاهدان را با تکینک تحلیل خوشه‌ای شناسایی نموده‌اند. با توجه به اینکه روش های آماری چند متغیر کاربرد زیادی در تعیین اقلیم یک منطقه دارند بدین منظور از این تکنیک‌های پرکاربرد برای تعیین و پهنه بندی اقلیم جنوب و جنوب غرب ایران و ناحیه بندی اقلیمی آن بهره جسته‌ایم.

داده‌ها و روش‌شناسی تحقیق:

در این مطالعه از ۱۵ پارامتر اقلیمی در۳۰ ایستگاه همدید و کلیماتولوژی واقع در استان‌های ایلام، لرستان، خوزستان، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، بوشهر و استان فارس استفاده شده است. پس از مرتب‌سازی و کنترل کیفی داده‌ها، ماتریس‌هایی به ابعاد ۱۵ در ۳۰ از متغیرها برای هر سال تشکیل گردید. در ماتریس مذکور متغیرها در ۱۵ ستون و ایستگاه‌ها در ۳۰ ردیف جای گرفتند و با ترسیم نقشه هر پارامتر برای هر سال در مجموع ۴۵۰ نقشه تولید گردید که پس از تبدیل به داده و انجام عمل میانگین‌گیری در نهایت ماتریسی با ابعاد ۱۵×۲۶۶۹ ایجاد و به‌عنوان پایگاه داده‌ای مورد استفاده واقع شد. برای از بین بردن ناهمگنی و هم مقیاس کردن ابتدا لازم بود داده‌های به نمرات استاندارد تبدیل گردند (خسروی و همکاران، ۱۳۹۱).

رابطه ۱:
$$STND_{ij} = \frac{Data_{ij} - Min_j}{Max_j - Min_j}$$

پس از استانداردسازی داده‌ها جهت شناخت عوامل اقلیمی مؤثر بر منطقه از تحلیل عاملی بهره گرفته شده است. برای جزئیات تحلیل عاملی رجوع شود به (خسروی و همکاران،۱۳۹۱). پس از اجرای تحلیل عاملی، برای ناحیه بندی اقلیمی منطقه جنوب غرب ایران از تحلیل خوشه‌ای بهره گرفته شده است. تحلیل خوشه‌ای یک روش آماری است که مجموعه‌ای از افراد را بر حسب اندازه‌ای همانندی میان آنها خوشه می‌کند. به بیان دیگر در تجزیه خوشه‌ای معمولاً p صفت بر روی n عضو اندازه‌گیری می‌شود و بعد یک ماتریس pدر n از داده‌های خام تشکیل می‌شود (*Kalkestain et al, 1987*). سپس ماتریس داده‌های خام به ماتریس شباهت‌ها یا فاصله‌ها تبدیل و با استفاده از روش ادغام واردگروه‌بندی‌شده‌اند. در تحلیل خوشه‌ای برای فاصله بین دو عضو، فاصله آنها از همدیگر بر اساس معیارهای مورد نظر برای مثال رطوبت یا بارش یا هر متغیر دیگر محاسبه می‌شود (عساکره، ۱۳۹۰: ۱۸۷).

رابطه۲:
$$e_{ij} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(x_{ij} - x_{ik}\right)^2}$$

در این فرمول e_{ij} ضریب تفاوت دو فرد است و x_{ij} مقدار صفت i ام روی متغیر j ام، x_{ik} مقدار صفت iام روی متغیر kام و n مقدار صفات اندازه‌گیری شده بر روی افراد می‌باشد. در این روش برای اینکه اختلاف واحدهای متغیرها، فاصله به‌دست آمده را دچار ابهام نکند اندازه متغیرها بر اساس میانگین درازمدت و انحراف معیار به نمره استاندارد تبدیل می‌شود. سپس بر اساس فاصله‌های این ماتریس خوشه‌ها یا گروه‌های زمانی و مکانی تعیین می‌شود. بنابراین پس از محاسبه فاصله اقلیدسی بر روی ماتریس استانداردشده باید شیوه‌ای که بالاترین درجه همانندی را نشان دهد بکار برده شود. در این مطالعه از روش وارد استفاده شد. مناسب‌ترین روش ادغام در مطالعات اقلیم‌شناسی، روش ادغام وارد است. زیرا در این روش در بین تمام مشاهده‌ها زوجی باهم ترکیب می‌شوند که مجموع مربعات انحراف‌های اعضای خوشه‌ای ادغامی آنها از میانگین مربوطه کم می‌شود (خسروی و همکاران، ۱۳۸۹):

رابطه ۳:
$$d\left(r,s\right) = \frac{n_r n_s d_{rs}^2}{\left(n_r + n_s\right)}$$

در اینجا d_{rs}^2 مربع فاصله اقلیدوسی بین گروه r و گروه s می‌باشد. در این صورت میزان پراش درون‌گروهی به حداقل و همگنی گروه‌های حاصله به حداکثر می‌رسد.

به‌منظور تعیین صحت و ارزیابی گروه‌بندی حاصل از خوشه‌بندی، از تحلیل ممیزی (تابع تشخیص) و آزمون میانگین استفاده شده است. از این روش زمانی استفاده می‌شود که تعداد گروه‌ها معلوم باشند؛ در واقع یک نوع

آزمون برای تشخیص درست گروه‌بندی می‌باشد. تحلیل تشخیصی ابتدا به طور خودکار اولین تابعی را که گروه‌ها را از هم دیگر تفکیک خواهد کرد انتخاب می‌کند، سپس تابع دومی را انتخاب می‌کند که با تابع اولی ارتباط نداشته باشد. همین‌طور ادامه می‌دهد تا حداکثر تعداد تابع بر اساس تعداد متغیرهای مستقل و تعداد طبقات متغیر وابسته به‌دست آید. از این‌رو به منظور پیش‌بینی تغییرات متغیر وابسته (عضویت گروهی) از روی متغیرهای مستقل از تحلیل تشخیصی استفاده می‌شود (حبیب پور و همکاران، ۱۳۹۰: ۸۱۲). هدف کلی تحلیل ممیزی به وجود آوردن ترکیب خطی بین متغیرهاست که از آن برای گروه‌بندی استفاده می‌شود. ترکیب خطی متغیرها به‌صورت زیر است (اشرفی، ۱۳۹۰):

رابطه ۴: $$l = B_1X_1 + B_2X_2 + ... + B_PX_P$$

مقدار به‌دست آمده برای l تعیین‌کننده انتصاب فرد به گروه مشخص است (اشرفی، ۱۳۸۸: ۳۷). در اینجا X_1، X_2 و X_P نشان‌دهنده گروه اندازه‌گیری های حاصل برای هر متغیر انتخاب‌شده و B_1، B_2 و B_P به‌مانند ضرایب B در رگرسیون می‌باشند. ازاین‌رو می‌توان گفت که تحلیل ممیزی شبیه رگرسیون خطی چند متغیره می‌باشد با این تفاوت که در رگرسیون خطی متغیر وابسته در سطح فاصله نسبی است اما در تحلیل تشخیصی مقیاس متغیر وابسته اسمی دو یا چندوجهی می‌باشد.

یافته‌ها و ارائه بحث:

نتایج حاصل از اعمال تحلیل عامل ینشان داد که ۱۵متغیر اقلیمی مورد مطالعه را می‌توان با سه عامل بیان کرد. به‌طوری که عامل‌های به‌دست آمده در مجموع ۸۹ درصد از واریانس کل داده‌ها را توجیه می‌کنند. مقادیر ویژه و درصد هر یک از مؤلفه‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. عامل اول که نماینده شایسته‌ای برای بارش می‌باشد ۴۷/۸درصد،عامل دوم (دما) ۳۱/۶ درصد و عامل سوم (رطوبت) ۹/۱درصد از کل واریانس را توجیه می‌کنند.

جدول ۱ – درصد و مقدار ویژه هر یک از عامل‌های اقلیمی

	عامل اول (بارشی)	عامل دوم (دمایی)	عامل سوم(رطوبتی)
مقدار ویژه	۷/۱	۴/۷۳	۱/۴۴
درصد واریانس	۴۷/۸	۳۱/۶	۹/۶
درصد مقدار تجمعی	۴۷/۸	۷۹/۶	۸۹/۱

منبع: یافته های تحلیل تحقیق: ۱۳۹۰.

جدول شماره ۲ ماتریس همبستگی بین متغیرها و عامل‌های استخراج‌شده را بعد از چرخش به روش دوران واریماکس[1] نشان می‌دهد. به‌منظوردسته‌بندی متغیرها بر اساس بزرگ‌ترین بارگویه عاملی تمامی متغیرها و میزان همبستگی آنها استفاده شده است. اعدادی که به‌صورت برجسته مشخص‌شده‌اند در واقع بیشترین بارگویه عاملی را در عامل‌ها دارند به‌طوری که می‌توانند تشکیل یک گروه را بدهند. برای مثال، اولین عامل دارای بیشترین بارگویه مربوط به متغیرهای *x1, x2, x3,x4, x6, x7* می‌باشد که توجیه واریانس مشترک هر یک از این متغیرها توسط این سه عامل ۹۵/، ۶۴/، ۹۲، ۸۸/، ۹۰/، ۸۹/ و ۶۵/ می‌باشند، که به ترتیب ۸۶/۸۶، ۷۷/۴۴، ۷۵/۶۹، ۸۸/۰۸، ۶۹/۳۸ و ۵۳/۱۴ درصد واریانس این متغیرها توسط عامل اول توجیه شده‌اند. همان طوری که مشاهده می‌شود بیشترین وزن بارگویه عاملی این متغیرها بر روی عامل اول می‌باشد. بنابراین می‌توان عامل اول را نماینده شایسته‌ای برای بارش دانست. بیشترین بارگویه عاملی بر روی عامل دوم شامل دما، حداقل، حداکثر دما و نقطه شبنم می‌باشد. که به ترتیب

[1] . *Varimax*

۹۴/۲۸، ۹۶/۸۲، ۸۶/۶۷ و ۹۰/۴۴ درصد از واریانس این متغیرها توسط عامل دوم بیان شدند این عامل با نقطه شبنم رابطه مستقیم دارد. در عامل سوم بیشترین بارگویه عاملی بر روی $x12$, $x11$, $x13$ می‌باشد که در مجموع ۶۰/۰۶، ۳۲/۸۳ و ۸۳/۹۰ درصد از واریانس این متغیرها به‌وسیله عامل سوم توجیه شدند.

جدول ۲- ماتریس همبستگی بین متغیرها و عامل‌های استخراج‌شده بعد از چرخش واریماکس

		عامل اول	عامل دوم	عامل سوم
X1	تعداد روزهای همراه با بارندگی بین یک و پنج میلی‌متر	/۹۳۲	-/۲۸۵	-/۰۵۱
X2	تعداد روزهای همراه با بارندگی بین پنج و ده میلی‌متر	/۸۸۰	-/۳۹۵	-/۱۰۰
X3	تعداد روزهای همراه با بارندگی ده میلی‌متر و بیشتر	/۹۱۶	-/۲۷۷	/۰۸۰
X4	تعداد روزهای همراه با بارندگی بین صفر و یک میلی‌متر	/۸۷۰	-/۳۶۱	-/۰۳۴
X5	روزهای همراه با برف	/۴۲۳	-/۶۳۹	/۱۴۸
X6	روزهای همراه با تندر	/۹۰۶	/۲۹۵	-/۰۲۹
X7	بارش	/۸۳۳	-/۳۸۳	/۰۹۷
X8	دما	-/۱۶۹	/۹۷۱	/۰۷۰
X9	حداقل دما	-/۰۷۱	/۹۸۴	/۰۵۰
X10	حداکثر دما	/۲۷۳	/۹۳۱	۱۰۵
X11	رطوبت	/۴۲۲	/۳۲۲	/۷۷۵
X12	حداقل رطوبت	/۴۳۹	/۵۱۱	-/۵۷۳
X13	نقطه شبنم	/۰۷۲	/۸۵۱	/۲۶۰
X14	حداکثر رطوبت	/۱۸۰	/۲۴۶	/۹۱۶
X15	ساعت آفتابی	-/۷۲۹	-/۲۲۵	-/۲۶۶

منبع: یافته های تحلیل تحقیق: ۱۳۹۰.

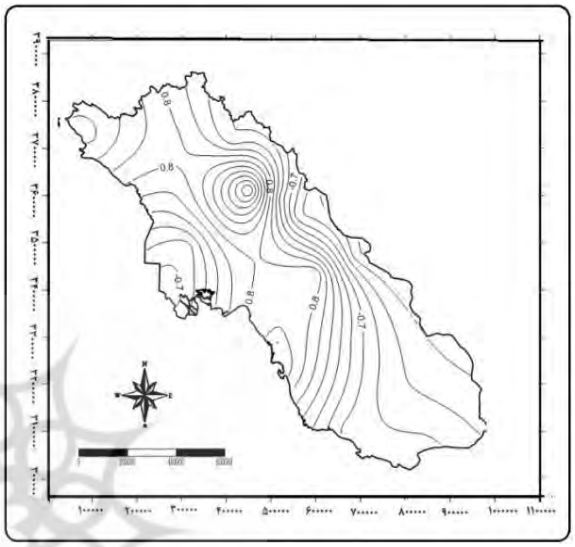
الف) عامل نخست: بارش:

این عامل ۴۷/۸ درصد از کل واریانس را به خود اختصاص داده است. تمامی متغیرهای مرتبط با بارش در این گروه قرار گرفته‌اند. بیشترین وزن عامل اول (بارش) به صورت نواری در امتداد کوه‌های زاگرس که به‌صورت شمال غرب و جنوب شرق گسترش یافته است، یعنی ایلام، شهرکرد، استان کهگیلویه و بویراحمد و بخش‌های از شمال غرب استان فارس مشاهده می‌گردد. بیشینه حاصل از وزن این مؤلفه در بلندی‌های ارتفاعات زاگرس یعنی شهرکرد نمود پیدا کرده است. بنابراین می‌توان به نقش ناهمواری‌ها در توزیع مکانی بارش در منطقه اشاره کرد. کمترین امتیازات مربوط به استان بوشهر و فارس می‌باشد. کوه‌های بلند و تنوع توپوگرافی سبب شده است که توزیع مکانی بارش در منطقه از الگوی منظمی تبعیت نکند؛ به طوری‌که شهرهایی که در امتداد کوه‌های زاگرس قرار دارند؛ میزان ریزش بارش بیشتری نسبت به سایر منطقه مورد مطالعه دارد. در صورتی‌که در استان‌های فارس و قسمت‌های اعظم استان خوزستان و بوشهر امتیاز این عامل ناچیز می‌باشد. (شکل شماره ۱).

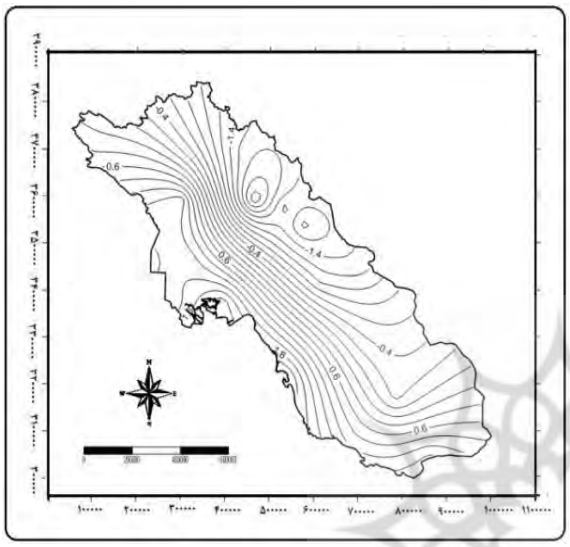
ب) عامل دوم: دما:

عامل دوم که نماینده دما می‌باشد ۳۱/۶ درصد از کل واریانس را توجیه می‌کند. تمامی متغیرهای مرتبط با دما در این گروه قرارگرفته‌اند. بیشترین امتیازات این عامل در امتداد شمال غربی و جنوب شرقی شهرهای ساحلی شامل استان بوشهر و استان خوزستان قرار دارد. بنابراین هرچه از سمت نواحی شمالی و شمال غرب محدوده مورد مطالعه به سمت شهرهای ساحلی حرکت کنیم نقش دما مؤثرتر می‌باشد که همانند عامل اول (بارش) می‌توان به نقش

ارتفاعات اشاره کرد با این تفاوت که به سمت شهرهای ساحی این بار ارتفاع نقش مثبت را در افزایش دما دارد به طوری‌که با کاهش ارتفاع در منطقه ساحلی و نزدیکی به دریا باعث شده تا این محدوده از منطقه مورد مطالعه افزایش دمای بیشتری را تجربه کند. هر چند کل منطقه مورد مطالعه تحت تأثیر این پدیده قرار دارد اما پرفشار جنب حاره در منطقه ساحلی به دلیل نزدیکی به دریا نقش پررنگ‌تری را دارد. به‌طوری که در بیشتر ایام سال در دوره فعالیت این سیستم (به خصوص تابستان) شهرهای ساحلی دارای هوای شرجی می‌باشند. بنابراین هر چه به سمت جنب غرب حرکت کنیم از امتیازات عامل دوم کاسته می‌شود. امتیازات این عامل از ۱/۴- تا ۶/ در جنوب و جنوب غرب تغییر می‌کند. (شکل شماره ۲).



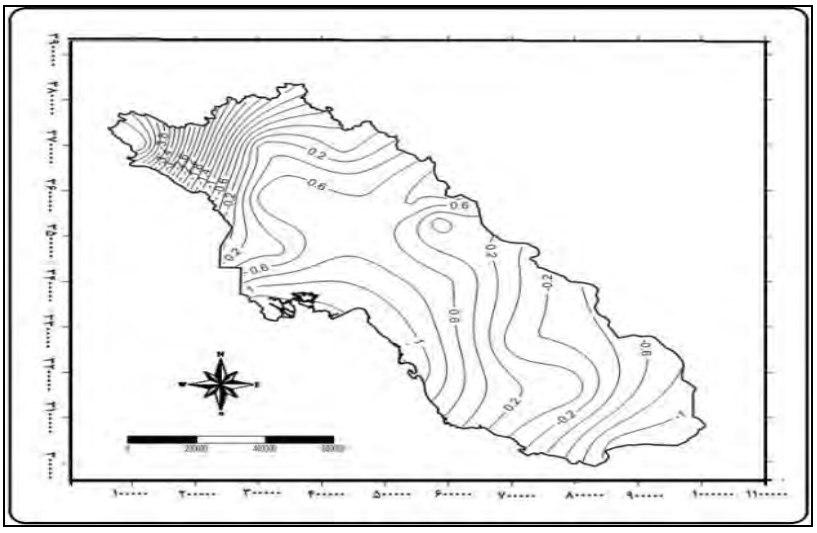
شکل۱- پراکندگی فضایی امتیازات عامل بارش



شکل ۲- پراکندگی فضایی امتیازات عامل دما

ج) عامل سوم: رطوبت:

عامل سوم نماینده رطوبت می‌باشد که ۹/۶ درصد از کل واریانس را توجیه می‌کند. این عامل با حداکثر رطوبت رابطه مستقیم و با حداقل رطوبت رابطه معکوسی دارد. همانطور که در شکل شماره ۳ مشخص می‌باشد بیشترین وزن حاصل از رطوبت بر روی شهرهای ساحلی به‌خصوص استان بوشهر و شهرهای ساحلی خوزستان قرار دارد. در واقع میزان رطوبت به‌ویژه حداکثر رطوبت در این منطقه نمود بیشتری دارد. بررسی و تجزیه تحلیل داده‌ها نشان داد که در منطقه مورد مطالعه به‌ویژه در ارتفاعات اختلاف بین حداقل و حداکثر رطوبت زیاد می‌باشد. به طوری‌که هر چه به سمت محدوده مورد مطالعه یعنی ایلام و لرستان حرکت کنیم، این اختلاف کاملاً مشهود می‌باشد. اما در شهرهای ساحلی اختلاف ناچیز می‌باشد. ضریب تغییرات رطوبتی نسبت به مناطق شمال و شمال غرب محدوده مورد مطالعه اندک می‌باشد. بنابراین همان طور که مشاهده می‌شود هر چه از شهرهای ساحلی دور شویم با فقر این عامل (رطوبت) روبرو هستیم.

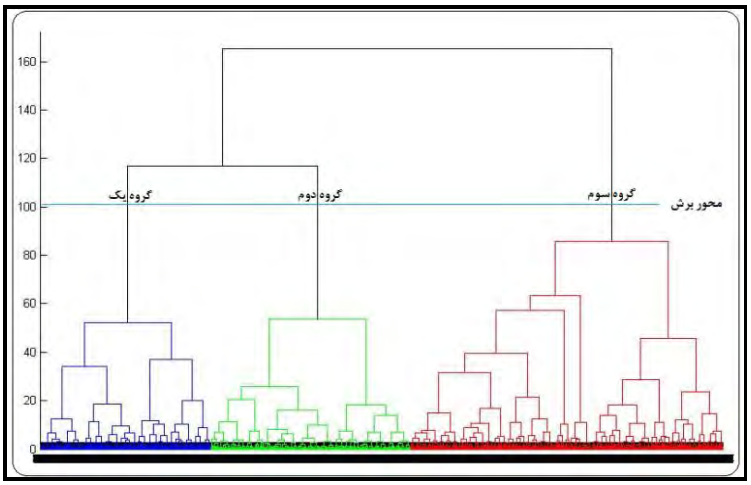


شکل ۳- نقشه پراکندگی فضایی امتیازات عامل رطوبت

پهنه‌بندی اقلیمی در منطقه:

در این مرحله به کمک روش وارد یک تحلیل خوشه‌ای بر روی ماتریس ۱۵× ۲۶۶۹ در منطقه جنوب و جنوب غرب ایران انجام گرفته است. فاصله میان هر یک از یاخته‌ها با یاخته‌های دیگر از طریق فاصله اقلیدسی مشخص و سپس با تکیه بر نمودار درختی، ناحیه‌بندی سالانه مشخص گردیده است. به منظور بررسی و ارزیابی طبقه‌بندی حاصل از تحلیل خوشه‌ای از آزمون اختلاف میانگین برابری خوشه‌ها و تحلیل ممیزی استفاده شده است. نتایج به‌دست آمده از تحلیل ممیزی نشان داد که ۹۷/۹۰ درصد از ایستگاه‌ها به طور صحیح در گروه مربوط به خود قرار داشته‌اند. نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای در شکل شماره ۴ آورده شده است. گروه اول و دوم دارای دو زیر گروه می‌باشند اما گروه سوم دارای سه زیر گروه می‌باشد. در شکل شماره ۵ نتایج حاصل از پهنه‌بندی به روش تحلیل ممیزی و تحلیل خوشه‌ای آورده شده است. با استفاده از هر دو روش تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی سه ناحیه شناسایی شد. شکل های شماره ۶، ۷ و ۸ نتایج مقایسه‌ای حاصل از تحلیل ممیزی و تحلیل خوشه‌ای برای هر گروه را نشان می‌دهد.

ناحیه‌اقلیمی اول (ناحیه گرم و مرطوب): این بخش از منطقه که کمترین مساحت را به خود اختصاص داده است بر حسب تحلیل خوشه‌ای ۲۶/۴۸ و تحلیل ممیزی ۲۶/۹۷ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده و تعداد ۷ ایستگاه از ۱۸ ایستگاه مورد مطالعه را در بر گرفته است. این گروه بیشتر شهرهای ساحلی از جمله استان بوشهر، بخش های کوچکی از استان فارس و در نهایت بیشتر قسمت‌های استان خوزستان را شامل می‌شود.



شکل۴- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد برای ایستگاه‌های مورد مطالعه

در ادامه تحقیق جدول شماره ۳ مشخصات دما، بارش و رطوبت را بر حسب تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی نشان می‌دهد. بیشترین ضریب تغییرات با ۲۹/۶۵ درصد مربوط به بارش می‌باشد که در بین همه متغیرها در گروه اول بارش نقش موثرتری بر اقلیم منطقه دارد. کمترین ضریب تغییرات مربوط به دما می‌باشد که این بیانگر ثبات و پایداری در دما می‌باشد. ضریب چولگی برای دما منفی است که نشان می‌دهد میانگین به سمت راست تمایل پیداکرده و یک دنباله طولانی در سمت چپ توزیع منحنی وجود داشته است یا به عبارتی دیگر فراوانی مقادیر بالاتر از میانگین بیش از فراوانی مقادیر پایین‌تر از میانگین است. این ضریب برای بارش و رطوبت مثبت یعنی برعکس دما می‌باشد. ضریب کشیدگی برای هر سه عامل دما، بارش و رطوبت منفی می‌باشد که این بیانگر وجود نقاط پرت در داده‌ه است.

جدول۳- مشخصات مکانی بارش،دما و رطوبت بر حسب تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی برای ناحیه اول

	تحلیل خوشه‌ای			تحلیل ممیزی		
	بارش	دما	رطوبت	بارش	دما	رطوبت
میانگین	۳۸۱/۳۶	۲۲/۲۳	۴۹/۲۳	۳۹۱/۳	۲۲/۹	۴۹/۲۴
انحراف معیار	۱۱۳/۱۷	۲/۰۲	۴/۶۴	۱۲۲/۵۷	۲/۰۸	۴/۶۲
چولگی	/۱۷۱	-/۲۵۹	/۸۵۶	/۲۸۸	-/۲۳۴	/۸۳۷
کشیدگی	-/۴۲۷	-/۹۹۷	-/۰۷۰	-/۲۹۰	-۱/۰۵	-/۰۷۷
ضریب تغییرات	۲۹/۶۵	۸/۸۹	۹/۴۲	۳۱/۱۷	۹/۰۹	۹/۳۸
مساحت	۲۶/۴۸			۲۶/۹۷		

منبع: یافته های تحلیل تحقیق: ۱۳۹۰.

ناحیه اقلیمی دوم (معتدل و خشک): این قسمت ۳۲/۸ درصد از مساحت محدوده مورد مطالعه به روش خوشه‌ای و۳۲/۶۰ درصد به روش تحلیل ممیزی را در بر می‌گیرد. جدول شماره ۴ بعضی از مشخصات عامل‌ها را برای گروه دوم نشان می‌دهد. همان طوری که هم مشاهده می‌شود نسبت به گروه اول میانگین بارش، دما و رطوبت کاهش پیدا کرده است. بیشترین ضریب تغییرات مربوط به عامل بارش و کمترین آن برای رطوبت می‌باشد. بارش نقش تعیین‌کننده‌ای در اقلیم منطقه دارد. چولگی برای بارش و رطوبت همانند گروه اول مثبت و برای دما منفی می‌باشد. کشیدگی برای دما و رطوبت منفی ولی برای بارش مثبت می‌باشد که این افراشتگی دادها را برای بارش می‌رساند.

جدول۴- مشخصات مکانی بارش،دما و رطوبتبر حسب تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی برای ناحیه دوم

	تحلیل خوشه‌ای			تحلیل ممیزی		
	بارش	دما	رطوبت	بارش	دما	رطوبت
میانگین	۲۸۰/۹۰	۱۹/۵۶	۳۸/۱۸	۲۸۰/۱۱	۱۹/۵۷	۳۸/۲۷
انحراف معیار	۸۲/۹	۲/۴۲	۳/۶۳	۷۶/۴۹	۲/۴۷	۳/۷
چولگی	/۹۴۲	-/۱۶۸	/۵۰۶	/۴۳۹	-/۲۰۹	/۵۹۵
کشیدگی	۱/۳۶۴	-/۸۲۹	-/۵۰۱	۱/۵۳۱	-/۷۹۳	-/۲۹۰
ضریب تغییرات	۲۹/۵۱	۱۲/۳۷	۹/۵۰	۲۸/۳۲	۱۲/۶۲	۹/۶۶
مساحت	۳۲/۸			۳۳/۶۰		

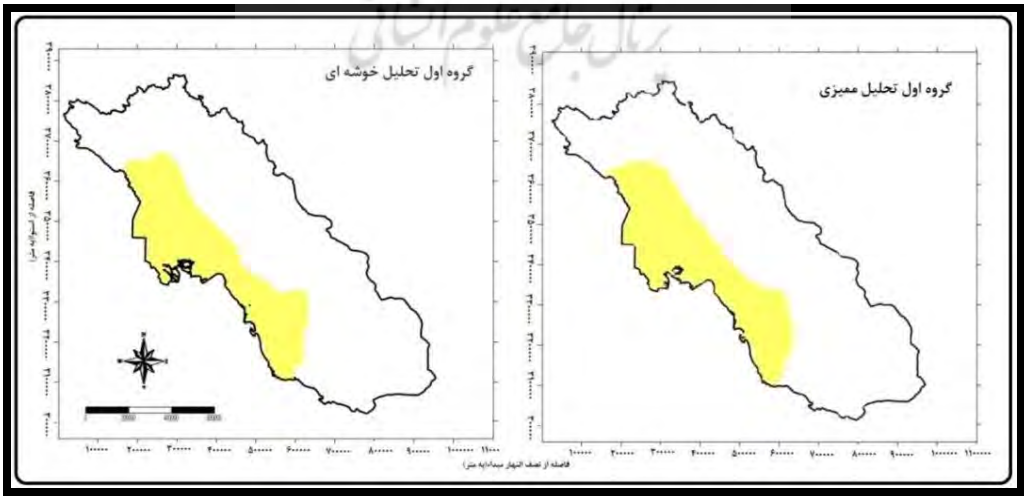
منبع: یافته های تحلیل تحقیق: ۱۳۹۰.

ناحیه اقلیمی سوم (سرد و پربارش):این گروه بیشترین مساحت منطقه مورد مطالعه را در بر می‌گیرد. مساحت تحت پوشش گروه سوم بر اساس تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی به ترتیب ۴۰/۷۲ و ۳۹/۴۹درصد می‌باشد. همان طور که مشاهده می‌شود اختلاف این دو روش کمتر از ۱ درصد می‌باشد. این محدوده بیشتر شمال ارتفاعات زاگرس(بخش های زیادی از یاسوج، شهرکرد، قسمت های شمالی خوزستان، لرستان و ایلام) را شامل می‌شود. جدول شماره ۵ بعضی از مشخصات گروه سوم را نشان می‌دهد. ضریب چولگی برای هر سه پارامتر مثبت ولی ضریب کشیدگی برای بارش مثبت و برای دما و رطوبت منفی می‌باشد. بنابراین در هر سه عنصر بارش، دما و رطوبت توزیع داده‌ها حول میانگین طوری است که میانگین به سمت چپ تمایل پیدا کرده است و یک دنباله طولانی در سمت راست منحنی توزیع وجود دارد.

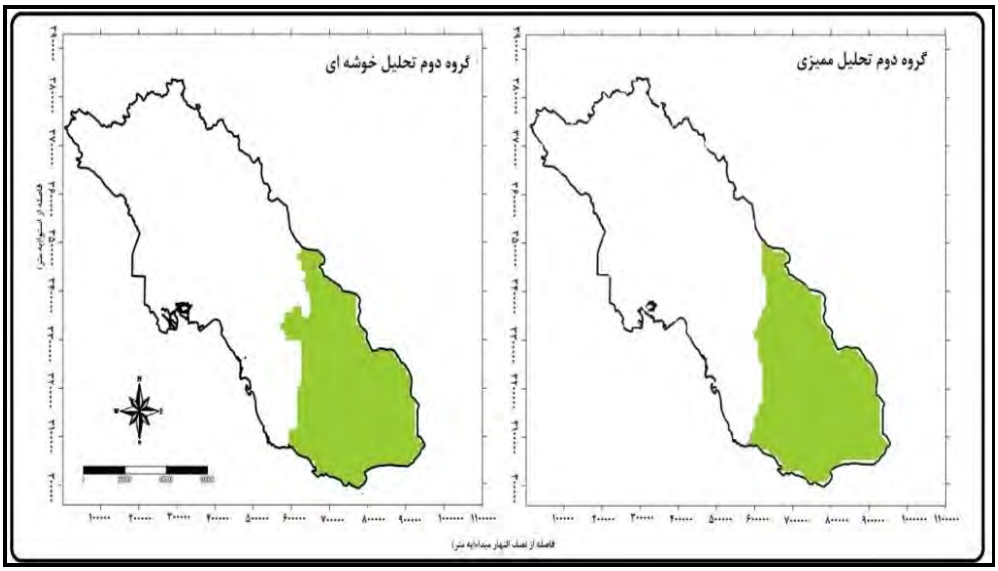
جدول ۵- مشخصات مکانی بارش، دما و رطوبتبر حسب تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی برای گروه سوم

	تحلیل خوشه‌ای			تحلیل ممیزی		
	بارش	دما	رطوبت	بارش	دما	رطوبت
میانگین	۵۷۴/۷۶	۱۵/۲۶	۴۳/۳۸	۵۷۶/۵	۱۵/۱۵۹	۴۳/۳۱
انحراف معیار	۱۹۹/۰۲۳	۲/۶۶	۲/۹	۲۰۰/۱۱	۲/۵۹	۲/۷۳
چولگی	/۹۲۹	/۱۴۵	/۰۷۸	/۹۲۹	/۱۱۷	-/۰۶۱
کشیدگی	۱/۷	-/۸۷۲	-/۰۶۹	۱/۷۰۵	-/۸۹۳	-/۲۸۴
ضریب تغییرات	۳۴/۶۶	۱۳/۱۰	۶/۶۸	۳۴/۷۲	۱۷/۰۹	۶/۳۰
مساحت	۴۰/۷۲			۳۹/۴۹		

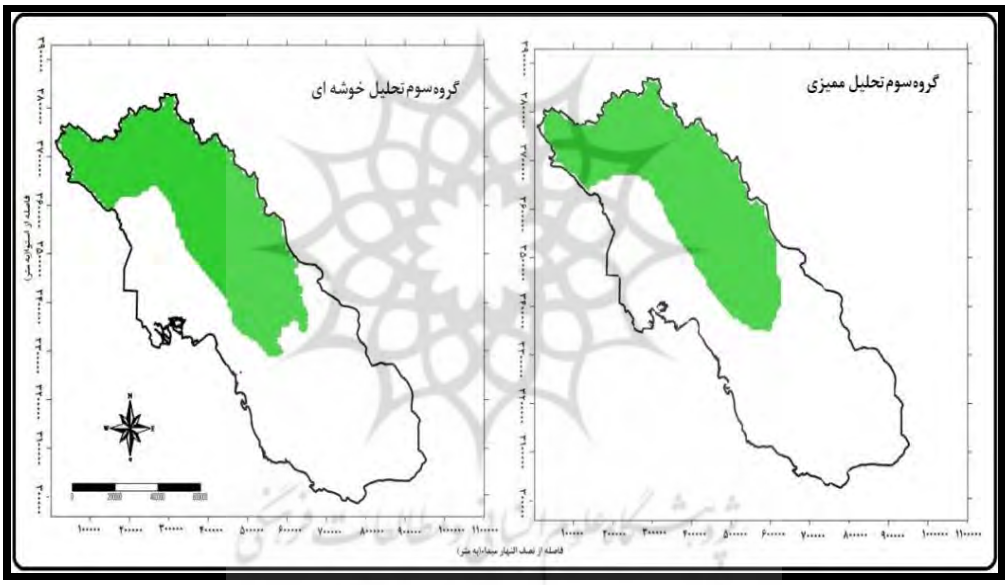
منبع: یافته های تحلیل تحقیق: ۱۳۹۰.



شکل۵- نقشه مقایسه گروه‌های به‌دست آمده از تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی برای گروه اول



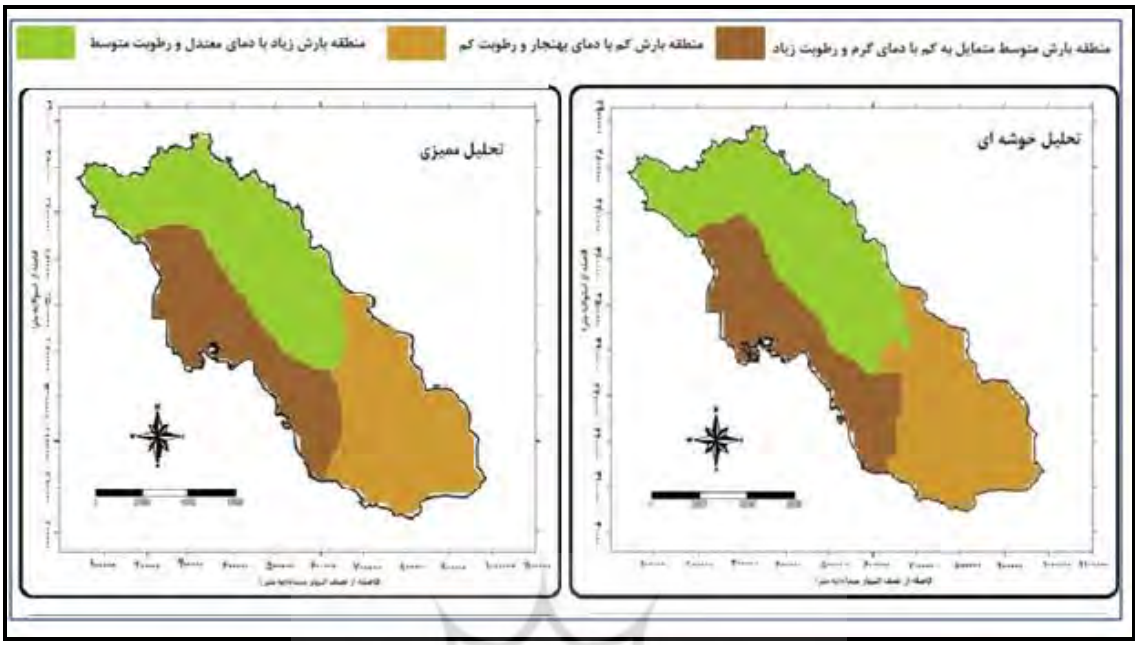
شکل۶- مقایسه گروه‌های به‌دست آمده از تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی برای گروه دوم



شکل۷- مقایسه گروه‌های به‌دست آمده از تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی برای گروه سوم

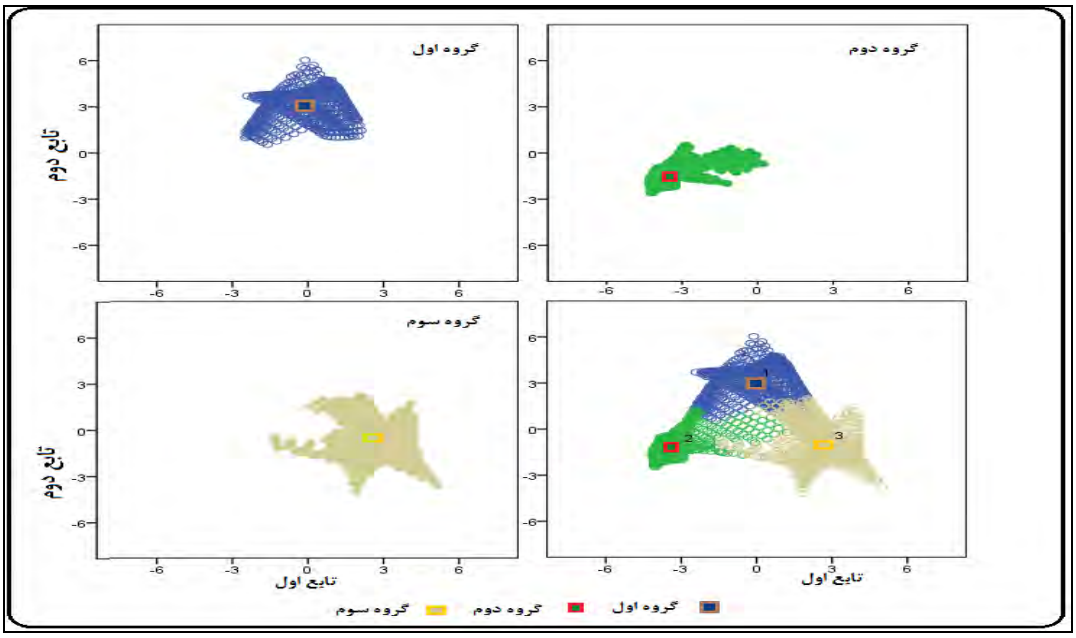
ناحیه بندی اقلیمی منطقه مورد مطالعه در شکل شماره ۸ نشان داده شده است. مشابهت زیادی در ناحیه بندی منطقه به روش‌های تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی مشاهده می‌شود، به‌طوری که بیش از ۹۷ درصد ناحیه بندی حاصل از دو تکنیک مذکور مشابه هم می‌باشد. ناحیه اول که حدود ۲۶درصد از مساحت پهنه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است ناحیه گرم و مرطوب می‌باشد که از نظر بارش نیز بهنجار به نظر می‌رسد. به نظر می‌رسد رطوبت نسبتاً بالای این منطقه به دلیل مجاورت با خلیج‌فارس و قرار گرفتن در مسیر بادهای غربی باشد که رطوبت دریای مدیترانه از این بخش از منطقه وارد کشور می‌شود. ناحیه ۲ حدود ۳۳ درصد از پهنه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهد و متغیرهای دما و بارش و رطوبت دراین ناحیه کمتر از ناحیه یک بوده، بنابراین به نظر می‌رسد با وجود اینکه این ناحیه در عرض‌های پایین‌تر از ناحیه اول قرار دارد ولی به دلیل قرارگیری امتداد رشته‌کوه‌های زاگرس در این بخش، میانگین دما کمتر از ناحیه یک است. ناحیه سوم نیز از نظر دما سردترین و از نظر بارش پربارش ترین بخش

منطقه مورد مطالعه است. حدود ۴۰ درصد از پهنه مورد مطالعه دراین ناحیه واقع شده است. بارش زیاد و دمای کم این منطقه ارتباط مستقیم با ارتفاعات زاگرس دارد.



شکل۸- طبقه‌بندی اقلیمی منطقه جنوب و جنوب غرب کشور به روش تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی

شکل شماره ۹ پراکنش یاخته‌های هر یک از گروه‌های به‌دست آمده از تحلیل ممیزی و همچنین مرکز ثقل هر یک از گروه‌ها را نشان می‌دهد. اگر نقاط صفر محور افقی و عمودی را بهم وصل کنیم یک چهارچوب در ابعاد کوچک‌تر حاصل می‌شود؛ این چهارچوب سهم یاخته‌های گروه‌ها را نشان می‌دهد. یاخته‌هایی که تابع مورد نظر نتوانسته‌اند آنها را در حول مرکز گروه اول قرار دهند خارج از محدوده قرار می‌گیرند. لذا خارج بودن این یاخته‌ها بر ناهمگونی گروه‌ها می‌افزایند. مرکز ثقل با نماد مربع کوچک در داخل هر شکل مشخص شده است. این نقاط جهت مقایسه نحوه پراکندگی نقاط هر گروه حول مرکز آن و مقایسه موقعیت نقاط آن در گروه‌های سه گانه با یکدیگر و امکان انتساب یک نقطه به گروه مختلف را نشان می‌دهد. همچنین قرار نگرفتن هیچ یک از مراکز ثقل در یک امتداد نشان از شایستگی توابع در گروه‌بندی افراد گروه است. همانطور که از اشکال هم قابل فهم است، گروه دوم پراکندگی کمتری نسبت به مرکز ثقل دارد. بنابراین توابع تعریف‌شده برای گروه دوم از شایستگی بیشتری در همگونی درونی افراد برخوردارند.



شکل۹- پراکنش یاخته‌های گروه‌های به‌دست آمده از تحلیل ممیزی

نتیجه‌گیری:

در این مطالعه به منظور طبقه اقلیمی منطقه جنوب و جنوب غرب ایران از روش‌های آماری چند متغیره (تحلیل عاملی، تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی) استفاده شده است. بدین منظور ۱۵ پارامتر اقلیمی در۳۰ ایستگاه هواشناسی همدید و کلیماتولوژی واقع در استان‌های ایلام، لرستان، خوزستان، چهارمحال بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، بوشهر و استان فارس بکار گرفته شده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که اقلیم منطقه تحت تأثیر سه عامل بارش، دما و رطوبت می‌باشد. در این میان بارش بیشترین تأثیر را در منطقه داشته به طوری که ۴۷/۹۰ درصد از کل واریانس را به خود اختصاص داده است. بیشینه حاصل از وزن این مؤلفه بیشتر در ارتفاعات زاگرس یعنی شهرکرد نمود پیدا کرده است. کوه‌های بلند و تنوع توپوگرافی سبب شده است که توزیع مکانی بارش، دما و رطوبت در منطقه از الگوی منظمی تبعیت نکند. به منظور طبقه‌بندی اقلیمی از روش تحلیل خوشه‌ای استفاده و سپس به منظور بررسی و ارزیابی طبقه‌بندی حاصل از تحلیل خوشه‌ای از آزمون اختلاف میانگین برابری خوشه‌ها و تحلیل ممیزی استفاده شده است. با استفاده از تحلیل ممیزی احتمال اینکه هر یاخته متعلق به گروه خود باشد محاسبه گردید. نتایج به‌دست آمده از تحلیل ممیزی نشان داد که ۹۷/۹۰ درصد از ایستگاه‌ها به طور صحیح در گروه مربوط به خود قرار داشتند. در نهایت، با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی سه ناحیه برای منطقه شناسایی شد که عبارتند از ناحیه گرم و مرطوب که بیشتر بخش های حاشیه‌ای خلیج فارس و بخش اعظمی از استان خوزستان را در بر می‌گیرد. ناحیه گرم و خشک و کم بارش که بخش‌های جنوب شرق محدوده مورد مطالعه را شامل می‌شود و ناحیه سرد و پربارش که شمال ارتفاعات زاگرس (بخش‌های زیادی از استان کهگیلویه و بویراحمد، چهارمحال و بختیاری، قسمت‌های شمالی خوزستان، لرستان و ایلام) را شامل می‌شود.

منابع و مأخذ:

۱. اشرفی، سعیده (۱۳۸۸): پهنه‌بندی اقلیمی- بارشی شمال‌غرب ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آب و هواشناسی، دانشگاه زنجان.

۲. اشرفی، سعیده (۱۳۸۹): پهنه‌بندی شمال غرب ایران با استفاده از تحلیل خوشه‌ای و تحلیل ممیزی، نشریه

پژوهش های اقلیمی شناسی، شماره سوم و چهارم، تهران، صص ۴۲-۲۶.
۳. حبیب پور، کرم و رضا صفری (۱۳۹۰): کاربرد *SPSS* در تحقیقات پیمایشی (تحلیل داده‌های کمی) انتشارات متفکران، چاپ اول، تهران.
۴. حیدری، حسن و بهلول علیجانی (۱۳۸۷): «طبقه‌بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک های آماری چند متغیره»، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۳۷، تهران، صص ۷۴- ۵۷.
۵. خسروی، محمود و محسن آرامش (۱۳۹۱): «پهنه بندی اقلیمی استان مرکزی با استفاده از تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای»، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۲، اصفهان، صص ۱۰۰- ۸۷.
۶. خسروی، محمود و حمید نظری پور (۱۳۸۹): «کاربرد تحلیل خوشه‌ای در شناسایی ویژگی های روزهای بارش (ایستگاه خاش)»، فصلنامه فضای جغرافیایی، شماره ۲۱، اهر، صص ۹۰- ۶۵.
۷. خسروی، محمود و حمید نظری پور (۱۳۹۰): «مطالعه همدید تیپ‌های هوای غالب منطقه سیستان (ایستگاه زابل)»، پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، شماره ۳، تهران، صص ۶۲- ۳۹.
۸. ریچارد آرنولد، جانسون، ویچرن، دین دبلیو (۱۳۸۸): تحلیل آماری چند متغیری کاربردی، ترجمه: حسینعلی نیرومند، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۹. سلیقه، محمد، بریمانی، فرامرز و مرتضی اسمعیل نژاد (۱۳۸۷): «پهنه بندی اقلیمی استان سیستان و بلوچستان»، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، زاهدان، صص ۱۱۶- ۱۰۱.
۱۰. علیجانی، بهلول (۱۳۸۸): اقلیم شناسی سینوپتیک، انتشارات سمت، چاپ اول، تهران.
۱۱. فرشادفر، عزت الله (۱۳۹۰): اصول و روش های اماری چند متغیره، انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه.
۱۲. گرامی مطلق، علیرضا و مهران شبانکاری (۱۳۸۵): «پهنه بندی اقلیمی استان بوشهر»، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (ویژه جغرافیا)، صص ۲۱۰- ۱۸۷.
۱۳. مزیدی، احمد و مرتضی خداقلی (۱۳۸۸): «پهنه بندی اقلیمی استان یزد با استفاده از روش های آماری چند متغیره»، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای، شماره ۱۳، مشهد، صص ۱۵۸- ۱۳۹.
۱۴. مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۹۱) آب و هوای ایران، انتشارات شریعه توس، چاپ اول، مشهد.
۱۵. منصورفر، کریم (۱۳۸۸): روش‌های پیشرفته آماری همراه با برنامه های کامپیوتری، انتشارات دانشگاه تهران.
۱۶. نگارش، حسین و جلیل ویسی (۱۳۹۲): «تجزیه و تحلیل اثرات تغییرات بارش در سیل خیزی حوضه آبریز رودخانه راوند (منطقه اسلا م آباد غرب- استان کرمانشاه)»، فصلنامه برنامه ریزی منطقه‌ای، سال سوم، شماره ۱۱، مرودشت، صص ۹۸- ۷۹.
۱۷. نظری پور، حمید و رشید سعیدآبادی (۱۳۹۱): «تعیین فصول اقلیمی زاهدان»، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۲۶، زاهدان، صص ۹۷- ۸۷.
۱۸. یارنال، برنت (۱۳۹۰): اقلیم شناسی همدید و کاربرد آن در مطالعات محیطی، ترجمه: سیدابوالفضل مسعودیان، انتشارات دانشگاه اصفهان، چاپ اول، اصفهان.
19. *Durst, C. S., (1951): Climate: the synthesis of weather. In T.F. Malone, ed., Compendium of metrology, Boston: American Metrological Society, pp: 967-975.*
20. *Favell. Robert G., Mei-Ying C. Fovel., (1993): Climate Zones of the*

Conterminous United Stated Defined Using Cluster Analysis, Journal of Climate; Vol.6, 2103-2135.

21. *Bravo Cabrera, J. L., Azpra Romero, E., Zarraluqui Such, V., Gay García, C., Estrada Porrúa F. (2012): Cluster analysis for validated climatology stations using precipitation in Mexico, Atmósfera 25(4), 339-354.*
22. *Kalkstein LS, Tan G, Skindlov JA. (1987): An evaluation of three clustering procedures for use in synoptic climatological classification. Journal of Climate and Applied Meteorology. 26(6): 717-730.*
23. *Kassomenos PA1, Sindosi OA, Lolis CJ, Chaloulakou A. (2003): On the relation between seasonal synoptic circulation types and spatial air quality characteristics in Athens, Greece. Journal Air Waste Manag Assoc. 53(3):309-324.*
24. *Sheridan S C. (2003): North american weather-type frequency and Teleconnection indices, International Journal of Climatology, Vol 23. 27- 45.*
25. *Steiner, D. (1965): A Multivariate Statistical Approach to Climatic Regionalization and Classification. Tijdschr. K. ned. aardrijksk. Geroot.,82, 329–347.*
26. *Lobell, D B., Bonfils C. (2008): The Effect of Irrigation on Regional Temperatures: A Spatial and Temporal Analysis of Trends in California, 1934–2002, Journal Of Climate,Vol 21, 2063–2071.*
27. *Harding A E., Gachon, P., Nguyen, V.-T.-VN. (2010): Replication of atmospheric oscillations, and their patterns, in predictors derived from Atmosphere–Ocean Global Climate Model output. International Journal of Climatology, Vol31. 1841-1847.*
28. *Tarasova O. A., Brenninkmeijer1 C. A. M., Jöckel1 P.,Zvyagintsev A. M., Kuznetsov G. I. (2007): Atmospheric Chemistry and Physics, Vol 7, 6099-6117.*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی