پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ٤٦، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۳
ص. ۳۸۸- ۳۷۵

تحلیل‌های فضایی در تولید نقشهٔ پهنه‌بندی اقلیمی (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ غرب دریاچهٔ ارومیه)

علی نصیری* ـ استادیار گروه علمی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۱۰/۰۴ تأیید نهایی: ۱۳۹۳/۰۴/۲۹

چکیده

مسائل جدی زیست‌محیطی و گستردگی و پیچیدگی‌های امروزی روابط متقابل انسان و اقلیم در ابعاد متفاوت زمانی ـ مکانی، ضرورت مطالعه و تهیهٔ نقشهٔ پهنه‌های اقلیمی را که ابزار توسعهٔ پایدار شمرده می‌شوند، روشن می‌کند. مناطق مختلف طبیعی و زیست‌محیطی دارای تیپ‌های اقلیمی متفاوتی هستند. در همین ارتباط بسیاری از نواحی کشورمان، به‌ویژه در منطقه‌ای که برای این پژوهش در نظر گرفته شده، تیپ‌های اقلیمی هنوز مشخص و مطالعه نشده‌اند. تعیین تیپ‌های اقلیمی منطقهٔ غرب دریاچهٔ ارومیه با استفاده از روش‌های تحلیل فضایی چندمتغیره، مانند MLC و DataISO و همچنین تحلیل چندمتغیره، مانند تحلیل عاملی و خوشه‌بندی، هدف پژوهش حاضر است. با توجه به اینکه عوامل و عناصر سازندهٔ اقلیم از نظر ماهیتی متفاوتند، لذا برای پردازش همزمان چنین داده‌هایی، تحلیل‌های فضایی ابزار قدرتمندی شمرده می‌شوند. به همین دلیل در این پژوهش داده‌های مربوط به عناصر و عوامل سازندهٔ اقلیم منطقهٔ ایستگاه‌های ارومیه، نقده، سلماس، اشنویه و کهریز و همچنین، ارتفاع و جهات جغرافیایی در تولید نقشهٔ تیپ‌های اقلیمی به‌کار گرفته شده است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که چهار نوع اقلیم متفاوتِ سرد کوهستانی، مرطوب، نیمه‌مرطوب و نیمه‌خشک، در منطقهٔ غرب دریاچهٔ ارومیه حاکمیت دارند.

کلیدواژه‌ها: ایزو دیتا، پهنه‌بندی اقلیمی، تحلیل‌های فضایی، حداکثر درست‌نمایی، منطقهٔ غرب دریاچهٔ ارومیه.

مقدمه

در برنامه‌ریزی و آمایش سرزمین، مطالعات اقلیمی موضوع ضروری و اجتناب‌ناپذیری است، لذا مطالعه و تهیهٔ نقشهٔ پهنه‌های اقلیمی، به‌عنوان ابزار دستیابی توسعهٔ همه‌جانبه، با توجه به گستردگی و پیچیدگی‌های امروزی روابط متقابل

* نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۴۱۸۶۶۶۵۳ E-mail: pnuworld@gmail.com

انسان و اقلیم و محیط زیست، در ابعاد مختلف زمانی و مکانی و سیاست‌های توسعهٔ پایدار، امری ضروری است. این پهنه‌ها با مطالعه و تحلیل عوامل و عناصر مختلف اقلیمی، از طریق روش‌های متعدد تجربی و روش‌های کمّی فضایی و غیر فضایی شناسایی می‌شوند. شناخت تنوع پهنه‌های آب‌وهوایی شکل‌دهندهٔ منطقه در استفادهٔ بهینه از منابع سرزمینی، بسیار حیاتی است. هریک از این پهنه‌های آب‌وهوایی مشخصات ویژه‌ای از نظر کاربری دارند. همچنین شناخت عوامل و عناصر محلی سازندهٔ پهنه‌های اقلیمی منطقه، می‌تواند ما را در بهینه‌سازی برنامه‌ریزی محیطی در توسعهٔ منطقه‌ای یاری دهد. این موضوعات اهداف عمدهٔ پژوهش را تشکیل می‌دهند.

مطالعات اقلیمی درخصوص شناسایی و تعیین تیپ‌های آب‌وهوایی با معیارها و دیدگاه‌های متفاوتِ اندیشمندان یونان باستان و اولین مرزبندی‌های اقلیمی آغاز شد و با ترسیم نقشهٔ میانگین دمای سالانهٔ جهانِ اندیشمندی به نام آلکساندر فون همبولت در سال ۱۸۱۷ و ترسیم نقشهٔ دامنهٔ دمای فصلی جهان به‌دست ولادیمیر کوپن در سال ۱۸۶۰ و همچنین با کارهای تورنت وایت در سال ۱۹۳۱ ادامه یافت و تا امروز نیز استمرار دارد. کوپن نظام طبقه‌بندی اقلیمی تازه‌ای را در سال ۱۳۳۶ پایه‌ریزی کرد و بعدها گایگر روی طبقه‌بندی کوپن تجدید نظر کرد. ایشان همچنین به بررسی اقلیم قشر مجاور سطح زمین و اثرهای ناهمواری و کاربری اراضی بر اقلیم پرداخت (مسعودیان، ۱۳۸۷). از کارهای دیگر می‌توان به مطالعهٔ وایت و همکاران (۱۹۹۱)، فاول و همکاران (۱۹۹۳)، والتر (۱۹۹۴) و یارداناورانال و همکاران (۲۰۰۳) اشاره نمود.

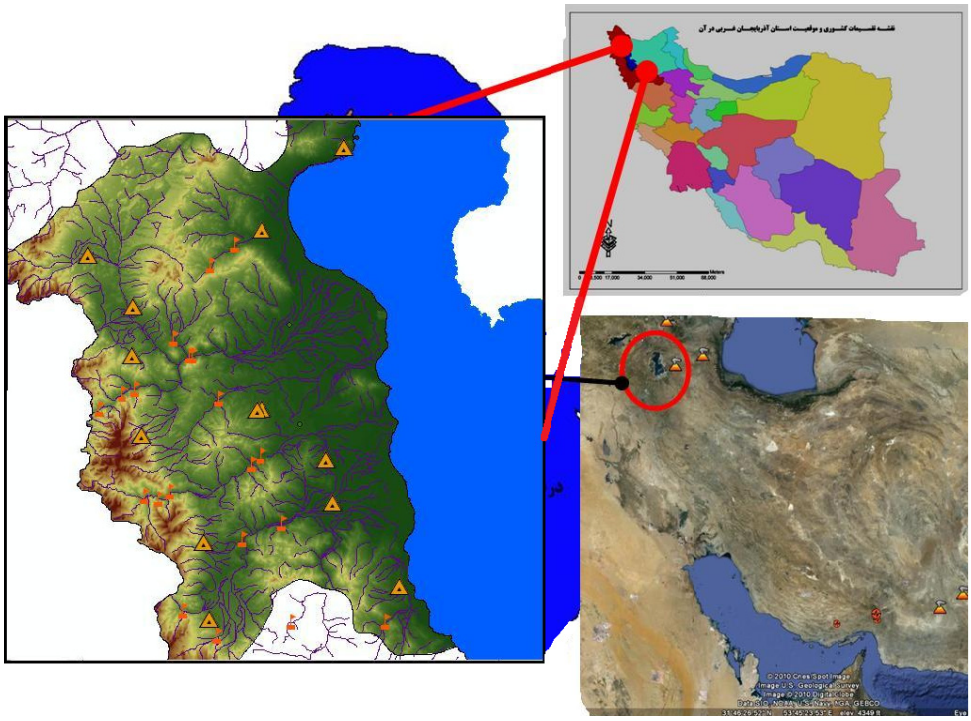
در مورد پهنه‌بندی‌های عناصر اقلیمی ایران، به‌خصوص بارش صورت‌گرفته، می‌توان کار ذوالفقاری و ساری صراف (۱۳۷۷) را معرفی کرد. همچنین مطالعه با انواع روش‌های تجربی و کمی، همراه با متغیرهای متفاوت و کاربردها و دیدگاه‌های گوناگون، از جمله کوشش‌هایی است که برای شناسایی نواحی اقلیمی در سطح ملی، منطقه‌ای و استانی صورت گرفته است که مطالعات ثابتی (۱۳۴۸)، علیجانی (۱۳۷۴) از حجتی‌زاده به نقل از مسعودیان ۱۳۸۷: ۱۱۷–۱۸۴، پژوهشکدهٔ هواشناسی (۱۳۷۹)، حیدری و علیجانی (۱۳۷۸)، نصیری (۱۳۸۰)، عزیزی (۱۳۸۳)، جهابخش و ذوالفقاری (۱۳۸۱)، دین‌پژوه و همکاران (۱۳۸۲) و مسعودیان (۱۳۸۲)، از آن دسته‌اند.

شهرستان ارومیه در نقشهٔ طبقه‌بندی اقلیمی کوپن، از نوع اقلیم ارتفاعات (تیپ H) نشان داده شده است. برخی محققان ایرانی نیز در مقیاس ملی، آب‌وهوای منطقه را از نوع اقلیم کوهستانی معرفی کرده‌اند (علیجانی۱۳۷۶: ۲۱–۴۹). در سطح ملی سه تیپ اقلیمی شامل: ۱. ناحیهٔ ماکویی به‌صورت تندری و رطوبی؛ ۲. ناحیهٔ آذری با وضعیت رطوبی و تندری و ۳. ناحیهٔ زاگرس شرقی از نوع بارشی، بادی و تابشی، تشخیص داده شده است (مسعودیان، ۱۳۸۲)، اما در منطقهٔ غرب دریاچهٔ ارومیه (محدودهٔ مطالعه) این‌گونه مطالعات با دقت انجام نشده یا گزارش نشده است.

هدف عمدهٔ این مطالعه، تهیهٔ نقشهٔ تیپ‌های اقلیمی منطقهٔ غرب دریاچهٔ ارومیه به‌صورت تحلیل‌های توأم فضایی و غیر فضایی عناصر و عوامل اقلیمی منطقه است. شناخت عوامل شکل‌دهنده و سازندهٔ اقلیم منطقهٔ یاد شده از دیگر اهداف این پژوهش است.

موقعیت و ویژگی‌های منطقهٔ غرب دریاچهٔ ارومیه

بخش عمده‌ای از منطقهٔ غرب دریاچهٔ ارومیه را شهرستان ارومیه (یکی از شهرستان‌های استان آذربایجان غربی و مرکز استان) فراگرفته است که از شمال به شهرستان سلماس، از مشرق به دریاچهٔ ارومیه، از طرف جنوب به شهرستان‌های نقده و اشنویه و از غرب به کشور ترکیه محدود است (شکل ۱). بیشترین سطح منطقه را شهرستان ارومیه با مساحت ۶۲۲۸ کیلومتر مربع پوشش می‌دهد که دارای ۵ بخش و ۳ شهر و ۲۰ دهستان است. در این منطقه ارتفاع ناهمواری‌ها از غرب به شرق کاهش می‌یابد؛ به‌گونه‌ای که از ۳۶۰۰ متر در غرب به ۱۰۵۰ متر در ساحل دریاچهٔ ارومیه می‌رسد. رشته‌کوه‌های غربی (مرزی) به‌صورت ارتفاعات بلند و دیوارمانندی دشت و حوضهٔ دریاچهٔ ارومیه را احاطه کرده‌اند و از شمال منطقه تا جنوب امتداد محوری دارند. در این منطقه هرچه از غرب به شرق حرکت می‌کنیم، از میزان نزولات جوی کاسته می‌شود؛ در کوه‌های مرزی، به‌ویژه در اطراف سردشت، میزان بارش به ۸۰۰ میلی‌متر رسیده، ولی در نزدیکی‌های دریاچهٔ ارومیه گاهی میزان بارش کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر گزارش شده است.



شکل ۱. موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه[۱]

مواد و روش‌ها

عوامل آب‌وهوایی گوناگونی در شکل‌گیری تیپ‌های اقلیمی منطقهٔ منتخب این پژوهش مؤثرند. به‌طور کلی، تحت تأثیر عوامل ذاتی (ژنتیک) سامانه‌های مختلف جوی (از جمله سامانهٔ بادهای غربی)، شرایط پیچیدهٔ توپوگرافی، پوشش گیاهی و برخورداری از منابع آبی سطحی، ارتفاع، عرض جغرافیایی و مانند آنها، اقلیم شکل می‌گیرد. طبیعی است که امکان

۱. Google earth و نقشهٔ توپوگرافی ۵۰۰۰۰: ۱.

اندازه‌گیری همهٔ عوامل سازندهٔ اقلیم وجود ندارد. به‌دلیل موقعیت خاص منطقه و همگرایی دیگر عوامل مختلف اقلیمی در محدودهٔ مطالعه، عوامل زیادی در اقلیم منطقهٔ مذکور دخالت دارند. تعدد عوامل متنوع سازندهٔ اقلیم، اعم از عوامل محلی و بیرونی با تأثیرگذاری‌های متفاوت، پیچیدگی خاصی را به آب‌وهوای آن منطقه داده است. مسلم است که همهٔ عناصر و عوامل سازندهٔ اقلیم با ماهیت متفاوت و با شدت تغییرات و نوسان‌های متفاوت در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی، قابل اندازه‌گیری نیستند و نیاز به تجهیزات و فناوری‌های پیشرفته‌ای دارند که تهیهٔ آنها به دلایل متفاوت برای دست‌اندرکاران ذی‌ربط مقدور نیست. با توجه به روابط پیچیدهٔ فضایی و مکانی عوامل با سازمان درونی و بیرونی، تعیین اینکه چه عواملی تأثیرگذاری بیشتری در سازندگی اقلیمی منطقه دارند، کار آسانی نیست؛ به‌خصوص هنگامی که عوامل مختلف سازندهٔ اقلیم، ماهیت متفاوتی داشته باشند که در این شرایط، کار تجزیه و تحلیل داده‌ها دشوارتر بوده و اغلب با مشکل مواجه می‌شود. در شرایطی که بیان شد، پردازش داده‌ها به الگوریتم‌های پیچیده با حجم عملیات گسترده‌تر و همچنین متعاقب آن، به تحلیل‌های پیچیده و خاصی نیازمند است. در چنین شرایطی تحلیل‌های فضایی، ابزار قدرتمندی در پردازش این‌گونه اطلاعات و داده‌ها با روابط و مناسبات مکانی و فضایی پیچیده به‌شمار می‌روند. لذا در این پژوهش با توجه به تجربه‌های کارشناسی، برای رفع مشکلات مذکور الگوریتم مناسبی را پیاده‌سازی کرده و سپس به تجزیه و تحلیل فضایی چندمتغیره پرداخته شد. در این پژوهش از داده‌های مربوط به عناصر اقلیمی ثبت‌شدهٔ ایستگاه‌های مختلف هواشناسی منطقه و همچنین عوامل سازندهٔ اقلیمی با ماهیت‌های متفاوت استفاده شد و با به‌کارگیری روش‌های تحلیل و پردازش مکانی در محیط ArcGIS9/3 و پردازش‌های غیر مکانی در نرم‌افزار SPSS و Excel، تیپ‌های گوناگون آب‌وهوایی منطقه شناسایی شدند. به همین دلیل، داده‌های ثبت‌شدهٔ روزانهٔ (با فواصل ۳ ساعت) عناصر جوی، مانند دما (دمای خشک، دمای تر، دمای خاک، فشار بخار، تبخیر و تعرق و دمای شبنم)، بارش، ساعت آفتابی، عامل فشار، ابرناکی و رطوبت نسبی، دید (تیرگی هوا) و باد (سرعت و جهت)، از ایستگاه‌های منتخب استخراج شد. این اطلاعات بر اساس داده‌های در دسترس و در قالب متغیرهای مختلف جمع‌آوری شدند. برای مثال، از ایستگاه سینوپتیک ارومیه داده‌های ۱۱۵ متغیر در ۴۱ سال گذشته ثبت شد و از ایستگاه‌های دیگر مانند روستای کهریز ۱۷ متغیر، سلماس ۱۳ متغیر، نقده ۱۲ متغیر و اشنویه ۱۰ متغیر به‌دست آمد. همچنین داده‌های ارتفاع، شیب و جهات جغرافیایی تجزیه و تحلیل فضایی شدند. این داده‌ها با توجه به نقش بسیار حساس امتداد محور ناهمواری‌ها و روند ارتفاعات، به‌خصوص در برابر سامانهٔ سیستم بادهای غربی و نقش توأمان آن با عرض متوسط جغرافیایی در اقلیم منطقه، به‌منزلهٔ عوامل مهم تأثیرگذار محلی مد نظر قرار گرفتند. برای استخراج اطلاعات عوامل محلی (ارتفاع، شیب و جهت) از نقشه‌های رقومی توپوگرافی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده است.

تحلیل‌های مقدماتی برای شناسایی و تعیین عوامل مؤثر و سازندهٔ اقلیم منطقه با کمک تحلیل عاملی در محیط نرم‌افزار آماری SPSS انجام گرفت. یکی از مراحل مهم در تحلیل عاملی، انتخاب روش مناسب برای استخراج عامل‌هاست (حبیب‌پور و صفری، ۱۳۸۸: ۳۰۴). در هر یک از ایستگاه‌ها به‌طور جداگانه، برای بررسی نظم و ساختار موجود متغیرها، تعیین تعداد و ماهیت عامل‌ها و تأثیرگذاری آنها بر ویژگی‌های اقلیمی منطقه، شناسایی عوامل مؤثر و

تعیین سهم مشارکت آنها در ساخت اقلیم منطقه، از تحلیل مؤلفه‌های اصلی الگوریتم (PCA)[1] در محیط SPSS و ArcGIS بهره گرفته شده است. این تحلیل با آزمون همبستگی بین متغیرهای پژوهش اجرا شد و براساس نتایج آن، تعداد عامل‌ها در ایستگاهای مختلف استخراج و مشخص شد. در تحلیل عاملی، اطمینان از کفایت داده‌ها لازم و ضروری است و در پژوهش پیش رو به‌کمک آزمون‌های KMO و بارتلت از تعداد داده‌ها اطمینان حاصل شده است. برای تحلیل‌های مکانی عوامل و عناصر اقلیمی که داده‌های متفاوت مکانی و غیر مکانی را شامل می‌شوند، با در نظر گرفتن شرایط محیطی محلی، به‌صورت توأماً از روش سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) همراه با الگوریتم‌های ایزودیتا [2] و MLC[3] در محیط ArcGIS9.3 بهره گرفته شد. با توجه به مطالب پیش‌گفته، الگوریتم چهارمرحله‌ای زیر برای تحلیل و پردازش داده‌ها طرح شد:

الف) تعیین عوامل مؤثر و تعیین‌کننده در اقلیم منطقه (تحلیل عاملی و دوران (محورها) از طریق روش وارمیکس).

ب) تهیهٔ ماتریس‌های چرخش عامل‌های اصلی هر ایستگاه مطابق کمیت متغیرهای اقلیمی آن (ابعاد ماتریس برای ایستگاه ارومیه ۱۶ × ۱۱۵) و تحلیل مکانی عوامل مؤثر.

ت) تعیین گروه‌های طبیعی اقلیمی و شاخص‌ها با الگوریتم ایزودیتا و ایجاد فایل آماره‌ها.

ث) پردازش و تحلیل نهایی لایه‌های بارهای عاملی (شکل ۲) با الگوریتم MLC .

الگوریتم ایزودیتا

در متون سنجش از راه دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، الگوریتم ایزودیتا را به نام روش خوشه‌بندی میانگین‌های متحرک یا روش ایزودیتا نیز می‌خوانند. اجرای این روش در مراحل زیر خلاصه شده است:

۱. انتخاب C نقطه در فضای چندبعدی به‌منزلهٔ مراکز اولیهٔ کلاس‌ها که به این شکل تعریف می‌شود $\mu_{in}, i = ۱, \dots, c$. انتخاب μ_i در این مرحله اختیاری است. برای اجتناب از ایجاد خوشه‌های نامناسب با داده‌های غیر نرمال، معمولاً برای اخذ نتیجهٔ مناسب، بهتر است مراکز اولیهٔ کلاس‌ها با توزیع یکنواخت و هم‌شکل در سطح داده‌ها انتخاب شوند.

۲. تعیین تعداد خوشه‌ها.

۳. تعیین تعداد تکرار.

۴. تعیین درصد پیکسل‌های تغییرنیافته در هر تکرار.

۵. تعیین مقدار انحراف معیار.

۶. موقعیت هر پیکسل در فضای چندطیفی ارزیابی‌شده، این پیکسل به نزدیک‌ترین مرکز کلاس تعلق می‌گیرد. در تعیین فاصله معمولاً از فاصلهٔ اقلیدسی استفاده می‌شود.

1. Principal Components Analysis
2. Iterative Self Organizing Data Analysis Technique (ISO data)
3. Maximum likelihood Classification (MLC)

۷. میانگین جدید برای هریک از کلاسترهای محاسبه‌شده که با نماد نشان داده می‌شود.

رابطهٔ ۱) $\mu_{in} \quad , \quad i = ۱, \dots, c$

که در آن μ_{in} نشان‌دهندهٔ n امین میانگین محاسبه شده برای خوشه i است.

۸. اگر رابطهٔ $\left|\mu_{i(n)} - \mu_{i(n-۱)}\right| \leq \sigma$ برقرار شود، خوشه‌بندی خاتمه می‌یابد؛ در غیر این صورت به مرحلهٔ ۶ برگشته و خوشه‌بندی تکرار می‌شود.

SSE[1] جمع مربعات خطای یکی از معیارهای سنجش کیفیت کلاسترینگ است که از رابطهٔ ۲ محاسبه می‌شود.

رابطهٔ ۲) $$SSE = \sum_{c_i} \sum_{xc_i} (x - \mu_i)^{۲} (x - \mu_i) = \sum_{c_i} \sum_{xc_i} \|x - \mu_i\|^{۲}$$

این شاخص مجموعه فاصلهٔ پیکسل‌ها را از مرکز خوشه‌های مربوطه نشان می‌دهد. درصورت کوچک‌بودن فاصلهٔ هر X از مرکز خوشه، مقدار SSE کمتر می‌شود و به این معناست که تعیین خوشه کیفیت مطلوبی (کمترین SSE) دارد. بعد از اتمام خوشه‌بندی می‌توان به بررسی کلاسترها پرداخت و عملیات اصلاحی زیر را روی آنها اعمال کرد.

۱. هر کلاستری که فرکانس خیلی کم داشته و متشکل از چند پیکسل باشد، غالباً ارزش اطلاعاتی کمتری دارد و این کلاسترها را می‌توان با استفاده از روش‌های پس‌پردازش حذف کرد.

۲. برخی از کلاسترها خیلی نزدیک به هم هستند و تفکیک آنها درحقیقت غیر منطقی است یا بر اساس اصل جغرافیایی (همبستگی فضایی یا نزدیکی ـ همانندی) بایستی با هم ترکیب شوند. مسئلهٔ دیگری که در الگوریتم ایزودیتا جالب توجه است، تفکیک یا تجزیهٔ کلاسترهای بزرگ به دو یا چند کلاستر جدید است.

روش خوشه‌بندی میانگین‌های متحرک، نیازمند تعیین قبلی تعداد کلاسترهای مورد انتظار همراه با موقعیت آنها است. درعمل تعداد واقعی یا بهینهٔ کلاسترها معلوم نیست، به همین دلیل معمولاً تعداد کلاسترهای بیشتری انتخاب می‌شود. کلاسترهای تفکیک‌ناپذیر حاصله را می‌توان بعد از اتمام کلاسترینگ، ادغام یا یکپارچه کرد . امکان تعیین خودکار کلاسترها از مزایای این روش است؛ زیرا میانگین‌ها در مراحل تکرار عوض شده و بدین ترتیب کلاسترها وضعیت بهینه‌ای پیدا می‌کنند.

در مرحله بعدی تحلیل‌های فضایی، از الگوریتم استاندارد MLC استفاده شد که به‌صورت رابطهٔ ۳ تعریف می‌شود (والتر، ۱۹۹۴؛ میلیگان و همکاران، ۱۹۸۶ و کالکستین و همکاران، ۱۹۸۷).

رابطهٔ ۳) $$G_i(X) = -\frac{۱}{۲}(X - U_i)^t \; C_i^{-۱} (X - U_i) - \left(\frac{d}{۲}\right) \log(۲\Pi) - \left(\frac{۱}{۲}\right) \log\left(|C_I|\right) + \log(p_i)$$

در این رابطه، $G_i(x)$ مقدار احتمال به‌دست‌آمدهٔ پیکسل x در طبقهٔ اقلیمی i، d تعداد لایه‌های اطلاعاتی (متغیرها)، $X = (X_۱, \dots, X_d)$ بردار مقادیر پیکسل، U_i بردار میانگین طبقهٔ اقلیمی i، C_i ماتریس کواریانس طبقهٔ اقلیمی i، π

1. Sum Squared Errors (SSE)

عدد پی برابر ۳/۱۴، ($|C_i|$) دترمینان کواریانس ماتریس طبقهٔ اقلیمی i، $p_i = \frac{B_i}{sum\ (B_i)}$ احتمال پیشین طبقهٔ اقلیمی i، B_i انحراف (اریب) طبقهٔ اقلیمی i، t علامت ترانسپوزهٔ ماتریس و ۱- علامت ماتریس معکوس است.

یافته‌های پژوهش

بررسی نتایج تحقیقات به‌عمل آمده، نشان می‌دهد که در مطالعات اقلیمی، اغلب برای تعیین تیپ‌های گوناگون اقلیمی فقط از داده‌های عناصر اقلیمی استفاده می‌شود که این داده‌ها در ایستگاه متفاوت هوا شناسی ردیابی و ثبت می‌شوند. با وجود تأثیر زیاد عوامل اقلیمی در آب‌وهوای هر ناحیه، بهره گیری از داده‌های آنها در کنار داده‌های یاد شده (داده‌های عناصر آب‌وهوایی) به‌خصوص در تحلیل‌های کمی، کمتر مورد توجه بوده است. بنابراین ترکیبی از داده‌های با ماهیت و کیفیت متفاوت مربوط به عوامل و عناصر اقلیمی، نتایج دقیق‌تر و واقعی‌تری از دنیای بسیار پیچیدهٔ و پرنوسان اقلیمی به‌دست می‌دهد.

نتایج حاصل از تحلیل عاملی آزمون‌های آماری KMO و بارتلت برای اطمینان از کیفیت نمونه‌ها در تحلیل عاملی، کفایت خوب نمونه را نشان می‌دهد و ضرایب آزمون‌های مذکور متغیرها (به استثنای عنصر جهت باد)، عمدتاً بیش از۰/۸۶است. درواقع این آزمون‌ها مشخص می‌کنند که واریانس متغیرهای این مطالعه، تحت تأثیر واریانس مشترک برخی عامل‌های اساسی و پنهان است (حبیب‌پور و صفری، ۱۳۸۸: ۳۰۴).

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که عامل‌ها اغلب، رویکرد عامل‌های مشترک داشتند که متغیرهای زیادی روی هر یک آنها بار شده بودند. برای مثال، اولین عامل در ارومیه، متغیرهای گرمایی، مانند دمای خشک، دمای تر، دمای سطح زمین، دمای خاک، فشار بخار، تبخیر و تعرق و دمای شبنم را دربرمی‌گیرد. بررسی بیشتر عامل‌ها نشان‌دهندهٔ این واقعیت است که همبستگی زیادی بین برخی از متغیرها وجود دارد که تحت تأثیر عامل‌های یکسان هستند. متغیرهایی که با هم همبستگی نداشتند از عامل‌های متفاوتی تأثیر پذیرفته‌اند. بنابراین تعداد اندکی از عامل‌های ویژه وجود داشت که فقط یک متغیر روی آن بار می‌شد. برای مثال، عناصر باد (سرعت و جهت) در نقده و ساعات آفتابی در اشنویه، خود را عامل‌های ویژه نشان داده‌اند.

نتایج به‌دست آمده از پردازش‌های مرحلهٔ دوم که گویای اثرهای عوامل محلی در چگونگی ایجاد اقلیم منطقهٔ است نیز، نشان می‌دهند که دما و بارش تأثیرگذارترین عوامل سازندهٔ اقلیم در منطقه هستند. بارش منطقه بیشتر تحت تأثیر عوامل بیرونی، از جمله سامانهٔ بادهای غربی و جبههٔ قطبی و همچنین عوامل محلی، شامل عوامل ژئومورفولوژی (روند و ابعاد ناهمواری‌ها، جهت و وسعت دامنه‌ها)، توپوگرافی و ارتفاع قرار دارد. عنصر دما بیشتر از عوامل ارتفاع، جهت دامنه‌ها، عرض جغرافیایی و تا حدودی پهنه‌های آب سطحی دریاچهٔ ارومیه و باتلاق‌های اطراف آن تأثیر می‌پذیرد؛ به‌طوری که در فصول سرد، این منطقه از مناطق هم عرض خود گرم‌تر است؛ زیرا آثار عوامل محلی (مانند دریاچه و توپوگرافی) اثر دریاچه را تقویت می‌کند و این ناشی از آرایش محیطی و اصل جغرافیایی است. جدول ۱ آمارهٔ مربوط به تیپ‌های اقلیمی مختلف شهرستان ارومیه با استفاده از الگوریتم ایزودیتا در محیط تعامل و همبستگی فضایی ـ محیطی مابین عوارض مذکور را نشان می‌دهد. نکتهٔ جالب اینکه آرایش فضایی تیپ‌های اقلیمی منطقه از آرایش فضایی مؤلفه‌های محیط

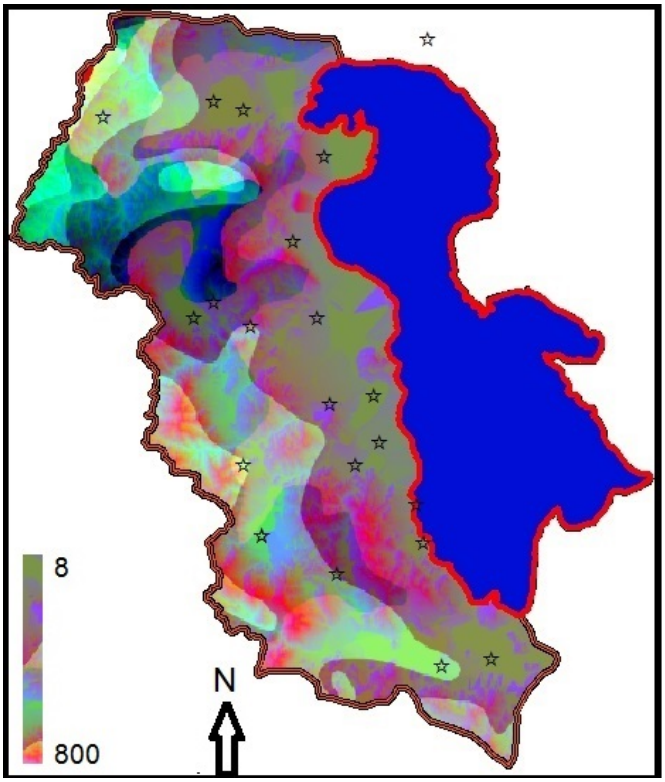
طبیعی تبعیت می‌کنند. آرایش مکانی نواحی اقلیمی کشورمان مؤید نقش همسایگی با دریاها و نیز ارتفاع در شکل‌گیری اقلیم‌های ایران است (مسعودیان، ۱۳۸۲).

جدول ۱. آمارهٔ تیپ‌های اقلیمی مختلف ارومیه با استفاده از الگوریتم ایزودیتا در محیط تعامل و همبستگی فضایی ـ محیطی

	شماره لایه	نام لایه	تعداد کلاس
آماره‌ها	۱	پی سی۱	۴
	۲	پی سی ۲	۴
	۳	پی سی ۳	۴
	۴	پی سی۴	۴

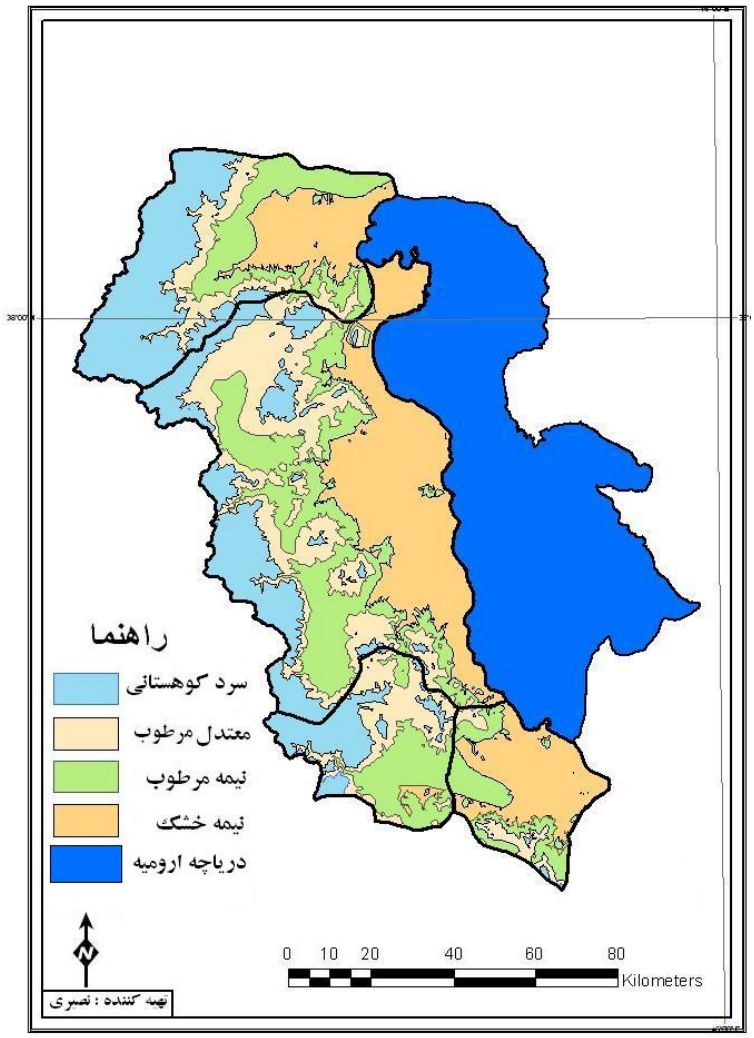
کلاس ۱	**لایه ها**	**۱**	**۲**	**۳**	**٤**
میانگین		۶۵/۴۷	۱۴۱۸/۵۸	۴۸۵/۲۹	۱۸/۲۰
ماتریس کواریانس	۱	۶۳۰۲/۶۴	۲۵۴/۱۵	-۵۸۳/۹۴	-۲/۲۵
	۲	۲۵۴/۱۵	۴۴۸۶/۵۲	-۱۶/۵۵	۱۲/۶۸
	۳	-۵۸۳/۹۴	-۱۶/۵۵	۲۱۶۱/۰۶	۴/۴۸
	۴	-۲/۲۵	۱۲/۶۸	۴/۴۸	۰/۲۳
کلاس ۲	**لایه ها**	**۱**	**۲**	**۳**	**٤**
میانگین		۱۴۰/۹۴	۱۶۷۷/۳۴	۴۸۹/۵۳	۱۸/۳۱
ماتریس کواریانس	۱	۱۱۶۶۶/۹۸	-۵۶۷/۰۷	-۵۳۰/۲۴	-۳/۲۴
	۲	-۵۶۷/۰۷	۶۵۵۶/۷۹	۲۷۵/۴۰	۲/۱۳۲
	۳	-۵۳۰/۲۴	۲۷۵/۴۰	۱۰۰۸۵/۹۱	۱۱/۴۱
	۴	-۳/۲۴	۲/۱۳	۱۱/۴۱	۱/۸۴
کلاس ۳	**لایه ها**	**۱**	**۲**	**۳**	**٤**
میانگین		۱۵۶/۱۱	۱۹۷۳/۹۵	۴۴۶/۰۶	۱۷/۶۰
ماتریس کواریانس	۱	۱۲۰۶۱/۴۰	۲۱۷/۴۰	-۳۷۵/۶۵	-۲۴/۴۴
	۲	۲۱۷/۴۰	۹۵۳۹/۴۷	۱۱۷/۴۳	-۱۰/۷۱
	۳	-۳۷۵/۶۵	۱۱۷/۴۳	۱۴۲۳۴/۹۰	۲۴/۰۴
	۴	-۲۴/۴۴	-۱۰/۷۱	۲۴/۰۴	۹/۱۴
کلاس ٤	**لایه ها**	**۱**	**۲**	**۳**	**٤**
میانگین		۱۵۲/۳۷	۲۳۴۰/۸۲	۵۱۰/۲۹	۱۷/۲۸
ماتریس کواریانس	۱	۱۱۰۱۶/۳۲	-۱۶۵/۲۱	-۲۳۵/۰۶	-۸/۷۳
	۲	-۱۶۵/۲۱	۱۵۹۰۹/۱۳	۲۷۰/۷۵	۲۰/۷۶
	۳	-۲۳۵/۰۶	۲۷۰/۷۵	۲۱۶۹۶/۵۰	-۱۰/۸۱
	۴	-۸/۷۳	۲۰/۷۶	-۱۰/۸۱	۱۳/۵۵

لایه‌های عوامل مؤثر سازندهٔ اقلیم منطقه پس از تحلیل مؤلفه‌های اصلی متغیرهایی مانند دما و بارش، اطلاعات ارتفاعی (DTM) و جهات جغرافیایی که عوامل تأثیرگذار با ماهیت متفاوت در اقلیم منطقه هستند، تهیه شد. همان‌گونه که پیش از این نیز بیان شد، پردازش همزمان اطلاعات ناهمگن با ماهیت متفاوت مشکل و دشواری‌های خاص خود را دارد، بنابراین برای رفع این مشکل، از پارامترهای نام برده ماتریسی را شکل داده و با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) در محیط ArcGIS (شکل۲)، اطلاعات مذکور پردازش شد. در ادامه پس از تحلیل خوشه‌ای با استفاده از الگوریتم ایزودیتا کلاستر در محیط ArcGIS و تجزیه و تحلیل بارهای عامل‌های اصلی شاخص‌ها، آماره‌ها و ویژگی‌های کمی (جدول شماره ۱) مربوط به هر تیپ اقلیمی منطقه محاسبه شد. با استفاده از این آماره‌ها، پهنه‌های طبیعی متفاوت اقلیمی در فضای چند بعدی با الگوریتم MLC شناسایی شدند.



شکل ۲. لایه‌های رستری (به‌صورت ترکیبی فالزکالر) مربوط به بارهای عاملی متغیرهای اقلیمی (عناصر و عوامل) و موقعیت ایستگاه‌های آب و هوا شناسی که با علامت ستاره نشان داده شده‌اند (منبع: نگارنده).

مرحلهٔ آخر این مطالعه، پردازش نهایی تمام ارزش‌های فضایی (اطلاعات بارهای عاملی شکل ۲) تک‌تک پیکسل‌ها در لایه‌های اطلاعاتی مربوط به عوامل و عناصر به‌کار رفته در پژوهش است که بر اساس محاسبهٔ بیشترین احتمال، از الگوریتم کمی چندمتغیرهٔ فضایی حداکثر درست‌نمایی (MLC) در محیط ArcGIS برای هر یک از تیپ‌های اقلیمی (پهنه‌ها) به‌دست آمده است؛ بدین شرح لایهٔ اقلیمی منطقه در چهار تیپ مشخص، ترسیم شد. این تیپ‌های اقلیمی عبارتند از: سرد کوهستانی، معتدل مرطوب، نیمه‌مرطوب و نیمه‌خشک که با توجه به ویژگی‌های عوامل محلی و ویژگی‌های آب‌وهوایی شناسایی شده‌اند (شکل ۳).



شکل ۳. لایهٔ تیپ‌های اقلیمی شهرستان ارومیه

اساساً اقلیم برحسب سامانه‌های همدید پدیدآورندهٔ آن طبقه‌بندی می‌شود. طبقه‌بندی زایشی یا شناسایی نواحی اقلیمی، متکی بر تحلیل‌های چندمتغیره انجام می‌گیرد که آن را طبقه‌بندی آماری می‌نامند (مسعودیان، ۱۳۸۲: ۱۱۷–۱۸۴). در این پژوهش، طبقه‌بندی اقلیمی بر اساس روش‌های تحلیل فضایی چندمتغیرهٔ آماری انجام گرفته است. بدین ترتیب طبقات اقلیمی ممیزی‌شده ـ که از تحلیل فضایی خوشه‌ای مجموعه متغیرهای عناصر اقلیمی حاصل از داده‌های ثبت‌شده، به همراه عوامل اقلیمی مانند ارتفاع، شیب و جهت ناهمواری‌ها به‌دست آمده است ـ معیارهای طبقه‌بندی اقلیمی لحاظ شدند. انواع تیپ‌های اقلیمی مذکور بر اساس ویژگی‌های عوامل اقلیمی محلی، مانند ارتفاع و همچنین مشخصه‌های آب‌وهوایی، مانند دما و بارش نامگذاری شده‌اند. برای مثال می‌توان به اقلیم سرد کوهستانی اشاره کرد که سرد از مشخصات عناصر اقلیمی و کوهستانی از عوامل اقلیمی یعنی ارتفاع گرفته شده است. در ادامه به ویژگی‌های آب‌وهوایی اقلیم‌های چهارگانه پرداخته می‌شود.

تیپ‌های گوناگون اقلیمی مشخص‌شده در این پژوهش، ویژگی‌های متمایزی نسبت به یکدیگر دارند.

اقلیم نیمه‌خشک در سواحل غربی دریاچهٔ ارومیه حاکمیت دارد و اغلب در نواحی با ارتفاع ۱۳۰۰ تا ۱۵۰۰ دیده می‌شود، متوسط بارش سالانهٔ آن حدود ۳۰۰ میلی‌متر بوده و دمای متوسط سالانهٔ این منطقه کمابیش ۱۲ درجهٔ سانتی‌گراد گزارش شده است (شکل ۲).

آب‌وهوای نیمه‌مرطوب با متوسط دمای سالانهٔ ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد و میانگین بارش متوسط ۴۰۰ میلی‌متر، در نواحی کم ارتفاع کوهپایه‌ای و در ارتفاعات ۱۴۰۰ تا۱۷۰۰ متر مشاهده می‌شود.

اقلیم مرطوب با متوسط دمای سالانهٔ ۶ درجهٔ سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه‌ای حدود ۵۰۰ میلی‌متر، به‌طور عمده نواحی نسبتاً مرتفع و ارتفاعات ۱۹۰۰ متر تا ۲۰۳۰ متر را پوشش می‌دهد.

اقلیم کوهستانی با میانگین دمای سالانهٔ ۴ درجهٔ سانتی‌گراد و متوسط بارش سالانهٔ بیش از ۶۰۰ میلی‌متر، ارتفاعات ۲۲۰۰ تا۳۵۰۰ متر را در بر می‌گیرد.

موقعیت محدودهٔ مطالعهٔ این پژوهش و قرار گرفتن آن در عرض متوسط جغرافیایی (منطقهٔ معتدله)، وضعیت اقلیمی خاصی را به این منطقه بخشیده است. وضعیت معتدله، نشان‌دهندهٔ یک منطقهٔ اقلیمی خنثی است که عوامل و عناصر اقلیمی در این وضعیت به شرایط تعادل و تعامل با یکدیگر می‌رسند. در شرایط خنثی، عامل‌هایی که حضور قوی‌تر و پایدارتری دارند، نقش مهم‌تری در ایجاد آب‌وهوا ایفا می‌کنند. لذا با توجه به مطالب پیش‌گفته و وجود کوهستان‌های مرتفع در منطقه، نقش و شدت رشته‌کوه‌ها را که عامل مهم در ایجاد اقلیم منطقه هستند، می‌توان مشاهده کرد و به‌وضوح مشخص است که پهنه‌های مختلف اقلیمی بیشتر تابع عامل ارتفاع و ژئومورفولوژی (مانند: امتداد محور، تراکم، وسعت و شدت پیچیدگی‌های فیزیکی سطح ناهمواری‌ها) هستند.

عامل مهم دیگری که در اقلیم منطقه تأثیر دارد، وجود منابع آب سطحی دریاچهٔ ارومیه و سدها و تالاب‌های اطراف آن است که در تعادل دمایی (هم به‌صورت زمانی و همچنین مکانی) نقش مهمی را در آب‌وهوای منطقه، به‌ویژه در فصول گرم و سرد ایفا می‌کنند. صحت این گفته را می‌توان از آرایش مکانی نواحی اقلیمی منطقه و بررسی‌های نوسانات دمایی و مقایسه آن با سایر نواحی هم عرض و شرایط همسان، دریافت. شایان توجه است که خشک‌شدن دریاچهٔ ارومیه با روند سریع‌تر از حد انتظار در سال‌های گذشته، سبب تغییر در سیستم‌های اقلیمی شده و در آینده نیز، خواهد شد که پیامدهای ناگوار زیست‌محیطی را که حساسیت بسیار زیادی به تغییرات سیستم‌های اقلیمی دارند، به‌دنبال خواهد داشت. با توجه به وضعیت شکنندگی آستانه‌های اقلیمی ایران، انتظار می‌رود آثار ناگوار تغییرات سیستم‌های اقلیمی، در مقیاس وسیعی کشور را تحت تأثیر قرار دهد. کما اینکه در دههٔ اخیر، پدیدهٔ دور از انتظار جدید اقلیمی ایجاد شده در ایران (حداقل در آذربایجان)؛ یعنی ورود توفان‌های گرد و خاک و بارش ریز گرد (خاک) در فصل بهار (به‌خصوص از نیمهٔ دوم اردیبهشت تا خرداد ماه) را شاهد بوده‌ایم که علت عمدهٔ آن را تغییرات زیست‌محیطی به‌وجود آمده (خشک‌شدن تالاب‌ها) در منطقهٔ خاورمیانه، به‌ویژه در کشور عراق بعد از جنگ می‌دانند. حتی کشورهای اروپایی درگیر این مسئله شدند و ما آلودگی چند روزهٔ لندن و دیگر شهرهای اروپا را که از گردوغبار و بارش ریزگردها ناشی شد، در ۱۵ فروردین سال ۱۳۹۳ را از رسانه‌ها شاهد بودیم. در همین راستا شهر ارومیه، در بهار سال ۸۷ و پس از آن، در اثر بارش خاک یا ریزگردها (بر اساس مشاهدات مستقیم نگارنده، حدود ۵ میلی‌متر) به شهر ارواح تبدیل شد و کاملاً حالت استتار

شده به خود گرفته بود. خشکی دریاچهٔ ارومیه همانند توفان‌های گرد و خاک مذکور، عواقب خوشایندی را در وضعیت اقلیمی کشور نخواهد داشت. مسلم است که این تغییر اقلیم و پیامدهای ناشی از آن، ر سیستم اقتصادی کشورمان تأثیر زیادی خواهد گذاشت.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که عوامل ناحیه‌ای مانند ارتفاع و عوامل ژئومورفولوژیکی (مانند ابعاد، گسترش و امتداد ناهمواری‌ها و جهت آنها، وسعت و جهات دامنه‌ها) نقش تعیین‌کننده‌ای در اقلیم منطقه داشته و این عوامل محلی تحت کنترل عوامل بیرونی (سامانه‌های غربی و شمالی و جنوب غربی ورودی به منطقه) در سازندگی اقلیم منطقه نقش مؤثر و مهمی را ایفا می‌نمایند. عوامل محلی در ارتباط با عوامل بیرونی رویکرد تکمیلی، تقویتی تغییر یا تعدیل‌کننده‌ای را (در مقیاس محلی) در چگونگی اقلیم منطقه دارند. چنانچه امروزه بررسی چنین مقوله‌ای با نام مورفوکلیما[1] در ادبیات مربوط وارد علم اقلیم‌شناسی شده است. این نقش در دورهٔ استیلای سامانه‌های غربی و قطبی (در فصول پاییز، زمستان و نیمهٔ اول بهار) نسبت به پرفشار جنب حاره‌ای مؤثرترو چشمگیرتر عمل می‌کنند.

تقدیر و تشکر

از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر علیجانی کمال تشکر را می‌نمایم که با نظرات ارزنده‌شان به غنای علمی مقاله افزوده و ویرایش علمی آن را تقبل فرمودند. از جناب دکتر حیدری نیز به خاطر نظارتی که در این تحقیق داشتند بسیار سپاس‌گذارم.

منابع

پژوهشکدهٔ هواشناسی. (۱۳۷۹). **پهنه‌بندی اقلیمی ایران در دوره‌های مختلف با استفاده از تحلیل خوشه‌ای (پروژهٔ آشکارسازی تغییر اقلیم در ایران).** گزارش شمارهٔ ۱۴، تهران: سازمان هواشناسی کشور.

جهانبخش، س. و ذوالفقاری ح. (۱۳۷۹). **بررسی حداکثر بارش‌های روزانه از شمال غرب تا جنوب غرب ایران.** نشریهٔ دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دورهٔ ۴۳، شمارهٔ ۱۷۴، ص. ۱۱۴-۸۷.

جهانبخش، س. و ذوالفقاری، ح. (۱۳۸۱). **بررسی الگوهای سینوپتیک بارش‌های روزانه در غرب ایران.** فصلنامهٔ تحقیقات جغرافیایی، دورهٔ ۱۶ و ۱۷، شمارهٔ ۶۳ و ۶۴، ص. ۲۵۸-۲۳۴.

حبیب‌پور، ک. و صفری، ر. (۱۳۸۸). **راهنمای جامع کاربرد SPSS در تحقیقات پیمایشی (تحلیل داده‌های کمی).** تهران: انتشارات غزال.

حیدری، ح.؛ علیجانی، ب. (۱۳۷۸). **طبقه‌بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چندمتغیره**، پژوهش‌های جغرافیایی، دورهٔ ۳۱، شمارهٔ ۳۷، ص. ۷۴-۵۷.

دین‌پژوه، ی.؛ فاخری فرد، ا.؛ مقدم واحد، م.؛ جهانبخش، س. و میرنیا، م. (۱۳۸۲). **انتخاب متغیرها به منظور پهنه‌بندی اقلیم بارش ایران با روش‌های چند متغیره.** مجلهٔ کشاورزی ایران، دورهٔ ۳۴، شمارهٔ ۴، ص. ۸۲۳-۸۰۹.

ذوالفقاری، ح. و ساری صراف، ب. (۱۳۷۷). **مطالعهٔ بارش‌های شمال غرب ایران با تکیه بر تحلیل خوشه‌ای.** مجلهٔ دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، شمارهٔ ۱و۲، ص. ۲۵۶-۲۴۱.

1. Morpho - Clima

علیجانی، ب. (۱۳۷۶). **آب و هوای ایران**، تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور.

علیجانی، ب. (۱۳۸۰). **تیپ‌های هوا و اثر آنها بر اقلیم ایران**. کاوش‌نامه، دورهٔ ۲، شمارهٔ ۳، ص. ۴۹-۲۱.

مانلی، بی.اف. جی. (۱۳۷۳). **آشنایی با روش‌های آماری چند متغیره**، ترجمهٔ محمد مقدم، سیدابوالقاسم محمدی شوطی و مصطفی آقایی سربرزه، تهران: انتشارات پیشتاز علم.

مسعودیان، س. ا. (۱۳۸۲). **نواحی اقلیمی ایران**، مجلهٔ جغرافیا و توسعه، دورهٔ ۱، شمارهٔ ۲، ص. ۱۸۴- ۱۷۱.

عزیزی، ق. (۱۳۸۴). **پهنه‌بندی اقلیمی شمال غرب ایران به روش لیتین اسکی با استفاده از GIS**، نشریهٔ علوم جغرافیایی، دورهٔ ۵، شماره ۶ و ۷، ص. ۲۴-۹.

نصیری، ع. (۱۳۸۰). نشریه جغرافیای طبیعی همدان، انتشارات دفتر آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی سابق

Alijani, B., 1997, **Climate of Iran,** Payamnoor University, Tehran.

Alijani, B., 2001, **Affect of Air Mass (Types) on Iran Climate**, Kavoshname, Vol. 2, No. 3, PP. 21-49.

Alijani, B., 2002, **Variations of 500 Hpa Flow Patterns over Iran and Surrounding Areas and Their Relationship with the Climate of Iran,** International Journal of Climatology, Vol. 72, No. 1-2, PP. 41-54.

Azizi, G. 2005, Climate Zoning of Northwest Part of Iran by Using Litouneski Methods in GIS, Geographical Sience Journal, Vol.5, No 6,7, PP. 9-24.

Climatology Research Center, 2000, **Iran Climatic Zoning in Different Period by Using Clustering Method (Climate Change Become Clear in Iran Project),** Report No. 14, Climatology Org, Iran.

Dinpajouh, Y., Fakheri -fard, A., Moghadam Vahed, M., Jahanbakhsh, S., Mirniya, M., 1993, **Select Variety for Climatic Zoning by Using Multivariate,** Agriculture Journal of Iran, Vol. 34, No.4, PP.809-823.

Fovel, R.G. and Fovel, M.C., 1993, **Climate Zones of the Conterminous United States Define Using Cluster Analysis,** Journal of Climate, Vol. 6, No. 11, PP. 2103-2135.

Habibpur, K. and Safari, R., 2009, **SPSS Manual, on Field Survey,** Tehran, Ghazal.

Hydari, H., Alijani, B., 1999, Climatic Zoning of Iran by Using Multi Variables Statistical Techniques, Geography Researches Journal, Vol. 31, No. 37, PP. 21-49.

Jahanbakhsh, S. and Zolfaghari, H., 2000, **Investigation of Daily Rainfall Maximum in North West to South West of Iran,** Journal of faculty of Literature and Human Sciences, Vol. 43, No. 174, PP. 87 -114.

Jahanbakhsh, S. Zolfaghari, H., 2002, **Investigation of Synoptics Patterns of Daily Rainfall in West of Iran,** Geography Researches Journal, Vol. 16 & 17, No. 64, PP. 234 -258.

Kalkstein, L.S, Tan, G.R, Skindlor, J.A., 1987, **An Evaluation of 3 Clustering Procedures for Use in Synoptic Climatologically Classification,** Journal of Climate and Applied Meteorology, Vol. 26, No. 6, PP. 717-730.

Manli, B.F.G., 1994, **Knowing Multi Variable Statistic Methods,** Translation by Mohammad Mogadam, Sayyed Abolghasem Mohamadi Shooti and Mostafa Aghaei Sarberzeh, Publisher Pishtaz e elm, Tehran.

Masoudian, S., 2003, **Climate Region of Iran,** Geography & Development Journal, Vol.1, No. 2, PP. 171-184.

Milligan, G.W. and Cooper, M.C., 1986, **An Examination of Procedures the Number of Clusters in a Data Set**, Psychometrical, Vol. 50, No. 2, PP. 159-179.

Nasiri, A. 2001, Physical Geography of Hamadan Province Journal, Printed in the Information Technology& Statistical Office of Ministery Agriculture of Iran.

Unal, Y., Kidnap, T. and Karaka, M., 2003, **Redefining the Climate Zones of Turkey Using Cluster Analysis,** International Journal of Climatology, Vol. 23, No. 9, PP. 1045-1055.

White, D., Richman, M, Yarnal, B., 1991, **Climate Regionalization and Rotation of Principal Components**, International Journal of climatology, Vol. 11, No. 1, PP. 1-25.

Wolter, K., 1994, **Cluster Analysis in Climate Variability,** Research Recent Developments Proceedings of the 5th International Meeting on Statistical Climatology.

Zolfeghari, H., Sari Sarraf, B., 1998, **Study of West North Precipitation by Clustering Method**. Human & Literature Journal, No. 1 & 2, PP. 241-256.