

## پهنه‌بندی زیست‌اقلیم گیاهی مریم‌نخودی شرقی (*Teucrium orientale* L.) در استان اصفهان با استفاده از روشهای آماری چند متغیره و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

ریحانه حیدری<sup>۱\*</sup>، مرتضی خداقلی<sup>۲</sup> و مرضیه زارعان<sup>۳</sup>

\* نویسنده مسئول، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه پیام نور اصفهان، اصفهان، ایران، پست الکترونیک: r.heydari90@yahoo.com

۲- استادیار اقلیم‌شناسی، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و کشاورزی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه پیام نور اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۳

تاریخ اصلاح نهایی: اردیبهشت ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۲

### چکیده

کشاورزی و منابع طبیعی بشدت به آب و هوا و اقلیم وابسته‌اند و از این رو تنوع اقلیمی و تغییرات آن، چه در کوتاه‌مدت (در طول دوره رشد گیاه) و چه در درازمدت، نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان تولید و پایداری آن دارد. هدف از این پژوهش، بررسی و تعیین مهمترین عناصر اقلیمی مؤثر بر پراکنش گونه مریم‌نخودی شرقی (*Teucrium orientale* L.) و در نهایت، پهنه‌بندی زیست‌اقلیم آن در استان اصفهان بود. بدین منظور، ابتدا اقدام به ایجاد پایگاهی مرکب از ۱۶ متغیر اقلیمی ایستگاه‌های هواشناسی استان اصفهان طی دوره آماری مشترک ۴۰ ساله (۲۰۰۹-۱۹۷۰) که از اهمیت بیشتری در ارتباط با اکولوژی گیاهی برخوردار بودند، گردید. از روش تحلیل عاملی با دوران واریمکس، به‌منظور کاهش ابعاد ماتریس داده‌ها و از روش تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی به طریق وارد، برای پهنه‌بندی زیست‌اقلیم گونه مریم‌نخودی شرقی در استان استفاده شد و ۵ پهنه اقلیم ریشی منطبق بر ارتفاعات استان برای گونه شناسایی و نامگذاری شدند. به‌منظور بررسی فضایی متغیرهای اقلیمی ممیز، نتایج حاصل از تحلیل عاملی به محیط GIS وارد و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، پهنه‌بندی این عوامل نیز انجام شد. یافته‌های این تحقیق نشان داد، ۴ عامل اول ۹۳/۶٪ از پراش متغیرهای اولیه را بیان می‌کند. این عوامل عبارت بودند از: بارش، روز یخبندان، تابش و سرعت باد که به ترتیب ۴۲/۴۳، ۳۱/۹۳، ۱۰/۴۰ و ۸/۸۳ درصد از تغییرات را نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: مریم‌نخودی شرقی (*Teucrium orientale* L.)، تحلیل عاملی، تحلیل خوشه‌ای، پهنه‌بندی.

### مقدمه

می‌باشند. تفاوت شرایط مطلوب گیاهان، باعث گسترش انواع گونه‌ها در جهان شده است (محمدی، ۱۳۸۵). بیشتر عناصر اقلیمی با سایر عوامل اکولوژیکی همبستگی بالایی را نشان می‌دهند، به همین دلیل تجزیه و تحلیل ارتباط بین اقلیم و الگوی پراکنش رستنی‌ها برای سالیان دراز موضوعی بحث‌انگیز در محافل علمی و پژوهشی جغرافیای زیستی

اقلیم، عامل بسیار مهم تقسیم نواحی بیولوژیکی و بیوژئوگرافی جهان به‌شمار می‌رود. نگاهی به نقشه‌های رویشی و حیوانی، تأثیر اقلیم را بر این نواحی روشن می‌کند. گیاهان زراعی برای رشد و نمو و تکامل مراحل فنولوژیکی خود نیازمند شرایط مناسب محیطی هوا، آب و خاک

(۱۳۹۲) که به بررسی اثر عوامل اقلیمی بر گسترش رویشگاه‌های گون‌گزی در استان اصفهان پرداخته‌اند، نشان دادند که سه عامل دما، بارش، تابش و باد در کل ۹۰/۲٪ پراش متغیرهای اولیه اقلیم رویشی استان اصفهان را بیان می‌کنند و نواحی از استان با ارتفاع بالاتر از ۲۴۰۰ متر که اقلیم سرد تا فراسرد، تعداد روزهای برفی و یخبندان بالا به همراه رطوبت نسبی تقریباً ۵۰٪ بارش، بیشتر از ۴۰۰ میلی‌متر در سال و تابش نسبی دارند، رویشگاه اصلی این گونه می‌باشند. باعقیده و همکاران (۱۳۹۲) برای شناسایی نواحی اقلیمی استان کرمانشاه و تطبیق هر ناحیه با پوشش گیاهی موجود در آن، از روشهای آماری تحلیل عاملی و خوشه‌بندی استفاده کردند.

Nakamura و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی بیوکلیماتیک در شمال‌شرق آسیا پرداختند. آنان رابطه بین متغیرهای اقلیمی و واحدهای پوشش گیاهی را مطالعه کردند. در نهایت با استفاده از سیستم طبقه‌بندی جهانی زیست‌اقلیمی ریواس-مارتینز، طبقه‌بندی زیست‌اقلیمی انجام شد. Yaghmaei و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی زیست‌اقلیم استان اصفهان با استفاده از روشهای آماری چند متغیره پرداختند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که سه عامل بارش، دما و تابش مهمترین عوامل در پراکنش پوشش گیاهی استان اصفهان هستند. در این تحقیق با استفاده از تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای، ۷ اقلیم زیستی در استان اصفهان شناسایی و نام‌گذاری و تیپ گیاهی شاخص در هر یک از این اقلیم‌ها معرفی شد. Sabir Hussain و Lee (۲۰۰۹) در پژوهشی به طبقه‌بندی مناطق بارش در پاکستان پرداختند. در این مطالعه از تکنیک تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای و از پارامتر بارندگی ۱۰ روزه استفاده شد. نتایج حاصل از تحلیل عاملی نشان‌دهنده ۳ فاکتور است که در حدود ۹۴٪ از پراش داده‌ها را نشان می‌دهد. در این بررسی، گونه‌های غالب هر یک از پهنه‌ها که عمدتاً گونه‌های درختی هستند، معرفی شده‌اند. Yunus (۲۰۱۱) برای طبقه‌بندی آب و هوایی شبه‌جزیره مالزی، از تحلیل عاملی و روش خوشه‌ای استفاده کرد. نتایج، تأثیر بسیار مناسب این روشها را بر

مطرح بوده‌است (Brovkin et al., 1997). پهنه‌بندی و تقسیم‌بندی اقلیمی در طی دوره زمانی طولانی همواره مورد نظر اقلیم‌شناسان و اکولوژیست‌ها بوده‌است. برخی از این تقسیم‌بندی‌ها مثل گوسن، کوپن و آمبرژه معروفیت جهانی دارد (حیدری و علیجانی، ۱۳۷۸). پهنه‌بندی عبارت است از فرایند شناسایی مکان‌هایی که از نظر عناصر اقلیمی ممیز به اندازه کافی همانند باشند (مسعودیان، ۱۳۸۹). پیشرفت‌های شگرف در علم آمار و ورود فناوری‌های نوین، امکان محاسبات پیچیده و تلفیق اطلاعات خام اقلیمی را با استفاده از نرم‌افزارهای آماری مقدور کرده است. چنین نتایج ارزشمندی می‌تواند در تعامل با عناصر زیست محیطی، ابزارهای مناسب مدیریت پایدار اکوسیستم را ارائه کند (خداقلی و همکاران، ۱۳۸۵). مطالعات فراوانی در زمینه پهنه‌بندی اقلیمی انجام شده است که در ادامه به نمونه‌هایی از آنها اشاره می‌شود.

حیدری و علیجانی (۱۳۷۸) در یک تحقیق ارزشمند، با استفاده از ۴۹ متغیر اقلیمی با روش تحلیل عاملی و تجزیه خوشه‌ای اقلیم‌های ایران را پهنه‌بندی کردند. آنان رطوبت، دما و جهت‌گیری باد را به‌عنوان سه عامل اصلی اقلیم ایران دانسته و در نهایت ۶ ناحیه اقلیمی و ۱۲ زیر ناحیه اقلیمی را شناسایی کردند. خداقلی و همکاران (۱۳۸۵) با روش تحلیل عاملی به تعیین مهمترین عناصر اقلیمی مؤثر بر پراکنش اجتماعات گیاهی حوضه آبخیز زاینده‌رود پرداخته و بعد با تحلیل خوشه‌ای و روش سلسله مراتبی وارد ۸ پهنه اقلیم رویشی را در حوضه شناسایی کردند. کاظمی‌زاده و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی ترکیب‌های شیمیایی اسانس دو جمعیت گونه مریم‌نخودی خزری در دو رویشگاه مختلف نشان دادند که تفاوت‌های کمی و کیفی در ترکیب‌های اسانس دو جمعیت، می‌تواند ناشی از تفاوت ویژگی‌های اکولوژیک مناطق رویش مانند دما، رطوبت و ارتفاع از سطح دریا و یا سایر عوامل خاکی و جغرافیایی باشد. یغمایی و همکاران (۱۳۸۷) با استفاده از روشهای آماری چند متغیره (تحلیل عاملی) به بررسی اثر عوامل اقلیمی بر گسترش درمنه کوهی و درمنه دشتی در استان اصفهان پرداختند. پاکزاد و همکاران

اطلاعاتی انتخاب شد. از داده‌های بارش تابستانه، به علت موقعیت جغرافیایی و اقلیمی استان که از مقدار ناچیزی برخوردار است صرف نظر شد. طول دوره آماری از ۱۹۷۰ تا سال ۲۰۰۹ می‌باشد.

#### مشخصات منطقه مورد مطالعه

استان اصفهان که با مساحت ۱۰۶۱۷۹ کیلومتر مربع در مرکز فلات ایران و مابین مختصات جغرافیایی ۳۰° ۴۲' تا ۳۰° ۳۴' عرض شمالی و ۴۹° ۳۶' تا ۵۵° ۵۴' طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد، منطقه‌ای کوهستانی با ارتفاع متوسط ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر را دربر می‌گیرد و برای اغلب ارتفاعات، شمال‌غربی - جنوب شرقی می‌باشد. این استان به دلیل گستردگی آن، دارای ناهمواری‌های متفاوتی است. در غرب استان رشته کوه‌های زاگرس با جهت شمال‌غربی - جنوب شرقی از شمال گلپایگان تا ارتفاعات دنا در سمیرم کشیده شده و شامل رشته کوه‌های دالان کوه و دره‌بید با ارتفاعات ۳۹۱۵ و ۳۶۳۱ متر و دنباله ارتفاعات زردکوه بختیاری به نام شاهان کوه با ارتفاع ۳۰۴۰ متر می‌باشد. ناحیه کوهستانی جنوب استان اصفهان شهرستان سمیرم و بخشی از غرب شهرستان شهرضا را فرا گرفته است. در ناحیه کوهستانی شمال استان، ارتفاعات کرکس با ۳۸۹۵ متر جلب توجه می‌کند که در ۵۰ کیلومتری شمال شهر اصفهان قرار دارد. ارتفاعات استان اغلب پوشیده از برف بوده و جزء کانون‌های آبگیر دائمی ایران محسوب می‌شوند. نقش اساسی این ارتفاعات تخلیه رطوبت جریان‌های مرطوب است و به لحاظ اینکه عمود بر جریان‌های مرطوب غربی قرار دارد، مخصوصاً در شمال غرب و غرب استان، موجب تخلیه بار آنها شده و اغلب نوع بارش‌های پاییزه و زمستانه به صورت برف به ارتفاعات می‌نشینند. این جریانات معمولاً جریانات مدیترانه‌ای هستند که رطوبت حاصل از دریای مدیترانه را با خود در منطقه مرکزی تخلیه می‌کنند. مطالعات آب و هوایی نشان می‌دهد که این استان بر روی کمربند بیابانی نیمکره شمالی قرار گرفته است، به طوری که نیمی از

طبقه‌بندی نشان داد. با توجه به پیشینه مذکور، در این پژوهش به بررسی موارد زیر پرداخته شد:

- ۱- مؤثرترین عوامل اقلیمی در پراکنش گونه مریم‌نخودی شرقی (*Teucrium orientale*) در استان اصفهان کدامند؟
  - ۲- نحوه پراکندگی الگوهای فضایی متغیرهای اقلیمی ممیز در استان اصفهان چگونه است؟
  - ۳- ارتباط پراکندگی فضایی گونه و توپوگرافی استان اصفهان، و در نهایت ۴- پهنه‌بندی زیست‌اقلیم مریم‌نخودی شرقی و تعیین پهنه‌های اقلیم رویشی این گونه در استان اصفهان.
- عواملی مانند اهمیت دارویی، برداشت فراوان و مشکل جوانه‌زنی بذر مریم‌نخودی (شاکری و همکاران، ۱۳۸۸) باعث توجه به آن شده است.

*T. orientale* subsp. *orientale*: گیاه پایا، علفی یا در پایه سخت و چوبی شده، کمی کرک‌پوش یا بدون کرک. زیرگونه‌های آن شامل: بی‌کرک، تهرانی، مور تلخ و شیرازی می‌باشد (مظفریان، ۱۳۷۵). مریم‌نخودی گیاهیست از خانواده نعناعیان (Laminaceae)، متعلق به جنس (*Teucrium*)، حاوی مقادیری تانن، ترپنوئید، ساپونین، استرول، فلاونوئید و لوکوآنتوسیانین است (محمدیان و همکاران، ۱۳۹۱). در کشور ایران ۱۲ گونه از این جنس رویش دارند، که دارای خواص دارویی می‌باشند (کاظمی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹).

#### مواد و روشها

##### مواد

در تحقیق حاضر با استفاده از اطلاعات بدست آمده از سازمان هواشناسی کشور، ۱۶ متغیر اقلیمی شامل: تعداد روز بارانی سالانه، بارش ۵ میلی‌لیتر سالانه، بارش ۱۰ میلی‌لیتر سالانه، متوسط بارش سالانه، بارش فصلی زمستان، بارش فصلی بهار، بارش فصلی پاییز، ساعات آفتابی سالانه، تبخیر و تفرق سالانه، رطوبت نسبی سالانه، متوسط دمای سالانه، حداکثر دمای سالانه، حداقل دمای سالانه، روز یخبندان سالانه، تعداد روز برفی سالانه و سرعت باد سالانه، که از اهمیت بیشتری در ارتباط با رستنی‌های طبیعی برخوردار بودند پس از کنترل صحت داده‌ها، برای ایجاد پایگاه

۲- آرایه‌ای به ابعاد (۱۶×۱۳۲) به حالت R (مکان روی سطرها، متغیرهای اقلیمی روی ستون‌ها) آرایش داده شد.

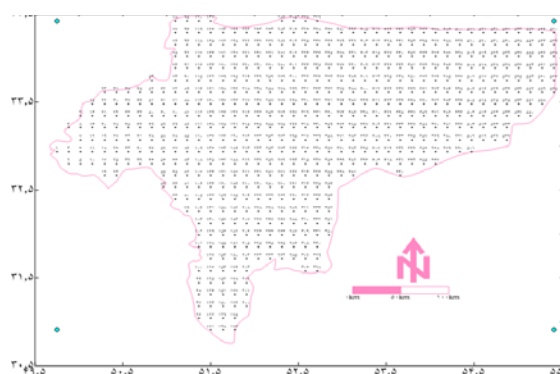
۳- مرحله تعیین عامل‌ها: برای شناسایی عامل‌های اصلی اقلیمی از روش تحلیل عاملی استفاده شد؛ امتیاز این روش در این است که ضمن اینکه تعداد متغیرها را کاهش می‌دهد، مقدار اولیه پراش (تنوع) موجود در داده‌های اصلی را حفظ می‌کند. مهمترین ویژگی این روش این است که بتواند رابطه بین متغیرهای اولیه و عامل‌های ایجاد شده را به صورت واضح و ساده بیان کند و عامل‌های ایجاد شده از نظر علمی قابل تفسیر باشند، به عبارت دیگر الگوهای حاصل از پراکندگی مکانی عامل‌ها با واقعیت‌های علمی مطابقت داشته باشد (علی‌جانی، ۱۳۸۵). آرایه (۱۶×۱۳۲) به نرم افزار Spss منتقل و پس از انجام تحلیل عاملی به روش مؤلفه اصلی و چرخش عمودی (واریمکس) بر آرایه ۱۶ متغیر اقلیمی سالانه و فصلی استان اصفهان روی ۱۳۲ یاخته مکانی، تغییرات داده‌ها تبیین و میزان تأثیرگذاری متغیرهای اقلیمی مشخص گردید. در واقع محصول این روش استخراج دو آرایه یکی با عنوان امتیازات عاملی، که گستره مکانی عوامل دریافت شده را نمایش می‌دهد و دیگری ماتریس بارهای عاملی که میزان همبستگی مثبت و منفی میان عوامل اقلیمی بدست آمده از تحلیل عاملی و متغیرهای اقلیمی را نشان می‌دهد.

۴- سپس امتیازات عاملی آرایه (۴×۱۳۲) در نرم‌افزار ArcGIS به نقشه تبدیل شد. این نقشه‌ها به ترتیب اهمیت، معرف آرایش‌های اصلی عوامل اقلیمی است. آرایه بارهای عاملی به ابعاد (۴×۱۶) حاوی ضرایب ۴ عامل اصلی است که ترکیب‌های خطی از متغیرهای اولیه‌ای هستند که متغیرهای جدید را بوجود آورده‌اند. بنابراین الگوی فضایی متغیرهای اقلیمی، ترکیبی از آرایه بارها و آرایه امتیازات عامل‌هاست. در واقع حاصل ضرب این دو آرایه، الگوی پراکندگی فضایی متغیرهای اقلیمی استان را تعیین می‌کند.

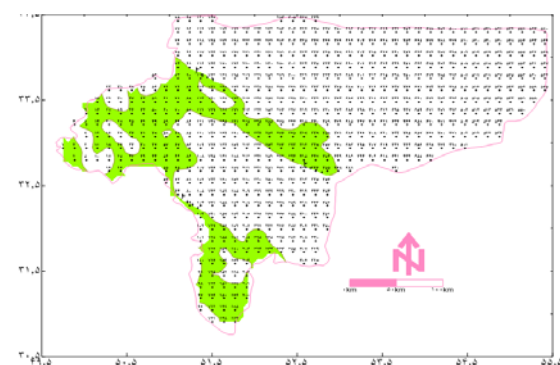
مساحت استان را بیابان تشکیل می‌دهد. از ویژگی‌های آن بارش کم و بالا بودن قدرت تبخیری است که زندگی و فعالیت‌های اقتصادی را محدودتر کرده‌است. این استان با داشتن تنوع آب و هوایی بسیار دارای تنوع زیستی و توانمندیهای بالقوه زیادی از نظر گونه‌های گیاهی زیبا می‌باشد.

### روشها

در این پژوهش از نرم‌افزارهای Excel، Surfer، Spss، ArcGIS و S-plus طی مراحل مختلف استفاده شد.  
۱- ابتدا، از ۵۷۰ یاخته مکانی (شکل ۱) با طول و عرض و ارتفاع مشخص در استان اصفهان، ۱۳۲ یاخته در نرم‌افزار Surfer 8 براساس دامنه ارتفاعی رویش گونه (۲۰۰۰ تا ۲۶۰۰ متر) تفکیک داده شد (شکل ۲).



شکل ۱- موقعیت مکانی ۵۷۰ یاخته کل استان اصفهان



شکل ۲- موقعیت مکانی ۱۳۲ یاخته براساس ارتفاع ۲۰۰ تا ۲۶۰۰ متر

۶- در نهایت ویژگی‌های آماری (میانگین، حداکثر و حداقل) متغیرهای اقلیمی منتخب در محدوده رویشی گونه گیاهی (۱۳۲ یاخته مکانی)، با مقادیر متغیرهای اقلیمی در سطح کل استان (۵۷۰ یاخته مکانی) مقایسه گردید.

### نتایج

بررسی تحلیل عاملی نشان می‌دهد که رویش و پراکنش مریم نخودی شرقی در استان اصفهان حاصل تعامل ۴ عامل مختلف می‌باشد که این عوامل با مقادیر ویژه (Eigen value) بیش از یک، حدود ۹۳/۶٪ از پراش کل را توجیه می‌کنند (جدول ۱).

۵- تحلیل خوشه‌ای: ازجمله مزیت‌های روش تحلیل خوشه‌ای، این است که در پیدا کردن گروه‌های واقعی کمک می‌کند و در عین حال می‌تواند در کاهش داده‌ها نیز مفید باشد. اما تکنیک وارد (Ward) با سایر طرق به دلیل اینکه از رویکرد تحلیل پراش برای ارزیابی فاصله بین خوشه‌ها استفاده می‌کند، تفاوت دارد (فرج‌زاده، ۱۳۸۹). بنابراین از آرایه (۱۳۲×۴) امتیازات ۴ عامل اصلی، به‌عنوان ورودی در نرم‌افزار S-plus استفاده نموده و تحلیل خوشه‌ای سلسله‌مراتبی (Hierarchical) به طریق وارد، برای پهنه‌بندی زیست‌اقلیم گونه مریم نخودی شرقی در استان انجام و ۵ پهنه اقلیم رویشی منطبق بر ارتفاعات استان برای گونه شناسایی و نام‌گذاری شدند.

جدول ۱- ارزش ویژه، درصد پراش و پراش تجمعی هر یک از عوامل

عامل	ارزش ویژه	درصد پراش	پراش تجمعی
۱	۶/۷۹	۴۲/۴۳	۴۲/۴۳
۲	۵/۱۱	۳۱/۹۳	۷۴/۲۷
۳	۱/۶۶	۱۰/۴۰	۸۴/۷۷
۴	۱/۴۱	۸/۸۳	۹۳/۶

می‌کند. مقادیر مثبت، بالاتر از میانگین و مقادیر منفی پایین‌تر از میانگین هستند.

### عامل یخبندان

این عامل ۳۱/۹۳٪ از کل پراش متغیرهای اولیه را بیان می‌کند. با توجه به جدول ۲ و همبستگی‌های مربوطه مشخص می‌شود که بین این عامل و متغیر روز یخبندان سالانه همبستگی مثبت و قوی بیش از ۰/۵ وجود دارد، بنابراین این عامل تحت عنوان عامل یخبندان نامگذاری شد. شکل ۴ پراکنندگی فضایی این عامل را در استان اصفهان نشان می‌دهد. این عامل با متغیرهای حداقل دمای سالانه، متوسط دمای سالانه، تبخیر و تعرق سالانه و حداکثر دمای سالانه دارای همبستگی منفی بالا می‌باشد.

با توجه به میزان همبستگی هر یک از متغیرها با عوامل که به صورت همبستگی مثبت و منفی بالاتر از ۵٪± متجلی می‌گردد (جدول ۲)، عوامل زیر استخراج و نام‌گذاری شدند.

### عامل بارش

این عامل به تنهایی ۴۲/۴۳٪ از کل پراش متغیرهای اولیه را بیان می‌کند. به طوری که ۸ متغیر با این عامل همبستگی مثبت بیش از ۰/۵ داشتند (جدول ۲). با توجه به اینکه کلیه متغیرهای مربوط به بارش در زیرگروه این عامل قرار گرفته است، این عامل به نام عامل بارش نام‌گذاری شد. شکل ۳ پراکنندگی جغرافیایی این عامل را نشان می‌دهد. طبق این شکل، این عامل از ۱/۱- در محدوده شرق استان (نائین) تا ۳/۳ در محدوده غرب استان (فریدون‌شهر) تغییر

عامل تابش

این عامل ۱۰/۴۰٪ از کل پراش متغیرهای اولیه را بیان می‌کند. این عامل به ترتیب با متغیر ساعات آفتابی سالانه و سرعت باد سالانه دارای همبستگی مثبت و قوی بیش از ۰/۵٪ می‌باشد. شکل ۵ پراکندگی این عامل را در سطح استان نشان می‌دهد.

عامل بادی

آخرین عامل استخراج شده که ۸/۸۳٪ پراش متغیرها را بازگو می‌کند، عامل بادی است. با متغیر سرعت باد سالانه همبستگی بیش از ۰/۵٪ دارد و با متغیر رطوبت نسبی سالانه همبستگی منفی بالا دارد. شکل ۶ تغییرات مکانی این عامل را نشان می‌دهد.

جدول ۲- آرایه بار عاملی دوران یافته بزرگتر از ۵٪±

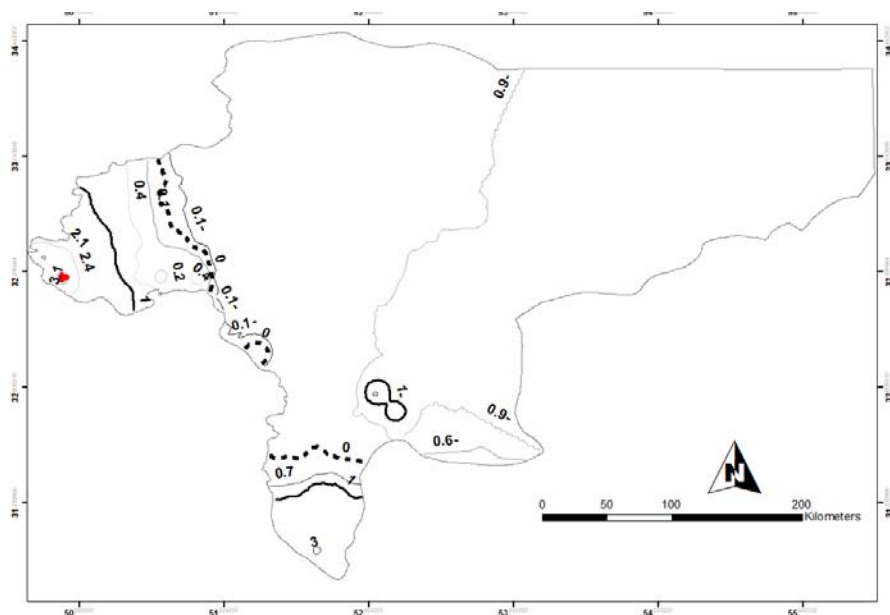
عامل		متغیر
بادی	تابش	بارش
		تعداد روز بارانی سالانه
		بارش ۵ میلی‌لیتر سالانه
		بارش ۱۰ میلی‌لیتر سالانه
		متوسط بارش سالانه
		بارش فصلی زمستان
		بارش فصلی بهار
		بارش فصلی پاییز
	۰/۹۸۳	ساعات آفتابی سالانه
		تبخیر و تعرق سالانه
		رطوبت نسبی سالانه
		متوسط دمای سالانه
		حداکثر دمای سالانه
		حداقل دمای سالانه
		روز یخبندان سالانه
		تعداد روز برفی سالانه
		سرعت باد سالانه
۰/۵۹۱	۰/۵۸۴	

پهنه‌بندی عوامل اقلیمی

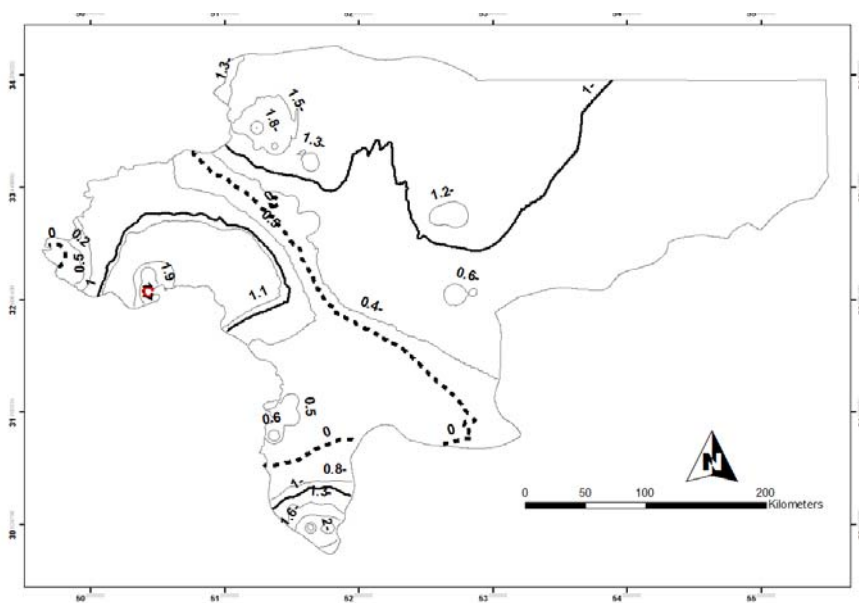
پهنه‌بندی مناطق مختلف استان اصفهان براساس عوامل اقلیمی با استفاده از روش درون‌یابی مدل IDW (وزن‌دهی فاصله معکوس) در نرم‌افزار Arc GIS انجام شده و نتایج آن بشرح زیر است.

همان‌طور که در شکل ۳ دیده می‌شود، بیشترین میزان بارش در محدوده غرب استان شامل شهرستان‌های

فریدون‌شهر، فریدن، خوانسار، گلپایگان و چادگان و نیز در منتهی‌الیه جنوب استان اصفهان شامل شهرستان سمیرم رخ داده است. این عامل بین ۳/۳ تا ۱/۱- متغیر است. به‌طوری که کمترین میزان بارش از شرق استان (شهرستان نائین) به سمت شمال و مرکز و جنوب شرق استان باریده است. به‌طور کلی مرتفع‌ترین نقاط استان به‌دلیل پدیده‌های اروگرافیک، باران بیشتری دریافت می‌کنند.



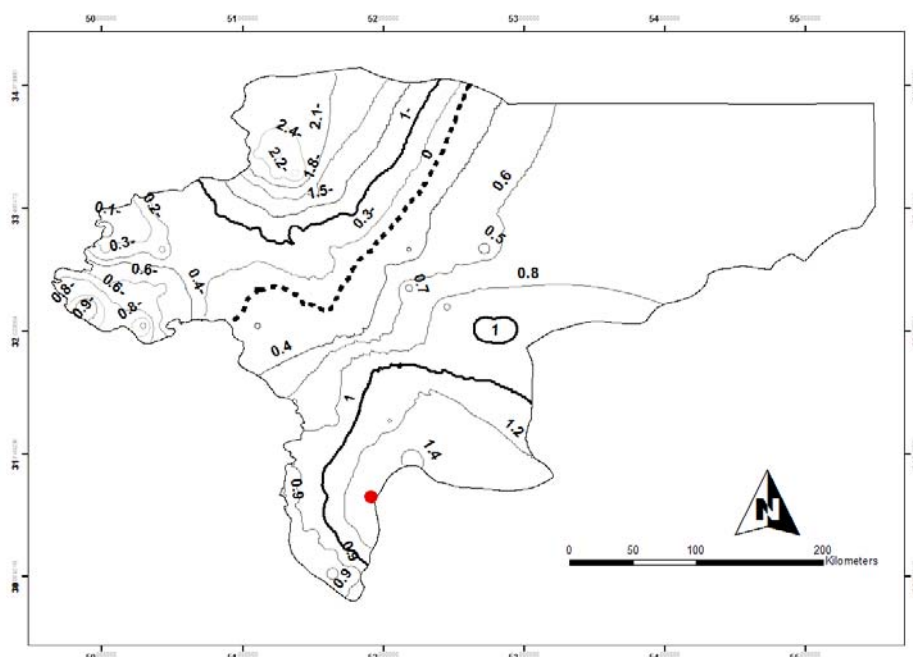
شکل ۳- نقشه پراکندگی فضایی امتیازات عامل بارش در استان اصفهان



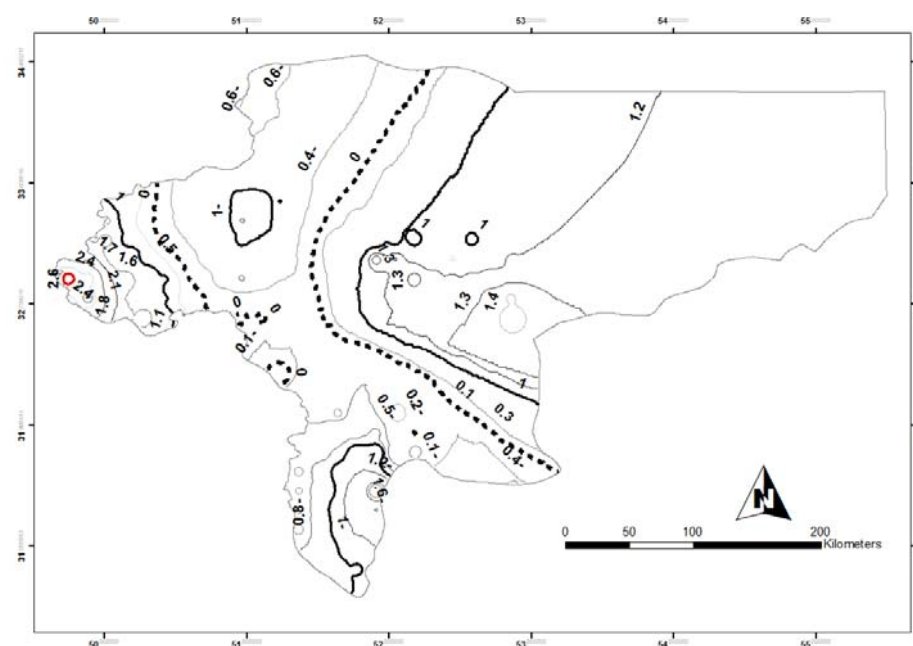
شکل ۴- نقشه پراکندگی فضایی امتیازات عامل یخبندان در استان اصفهان

(شهرضا)، و با مقادیر کمتر در جنوب شرق و شرق شامل شهرستان‌های اصفهان، سمیرم سفلی (دهاقان)، سمیرم، مبارکه، نائین و اردستان می‌باشد. کمترین مقدار تابش در محدوده شمال استان شامل کاشان و آران و بیدگل با مقدار ۲/۶- است.

شکل ۴ نشان‌دهنده اهمیت عامل یخبندان در شهرستان‌های چادگان، تیران و کرون، نجف‌آباد و قسمت‌هایی از فریدون‌شهر، جنوب خوانسار با میزان حداکثر ۲/۲ تا ۲/۱- در جنوب (سمیرم) و شرق (نائین) و شمال استان اصفهان متغیر است. با توجه به شکل ۵، بیشترین میزان تأثیر عامل تابش در استان اصفهان با مقدار ۱/۶ در جنوب استان



شکل ۵- نقشه پراکندگی فضایی امتیازات عامل تابش در استان اصفهان



شکل ۶- نقشه پراکندگی فضایی امتیازات عامل بادی در استان اصفهان

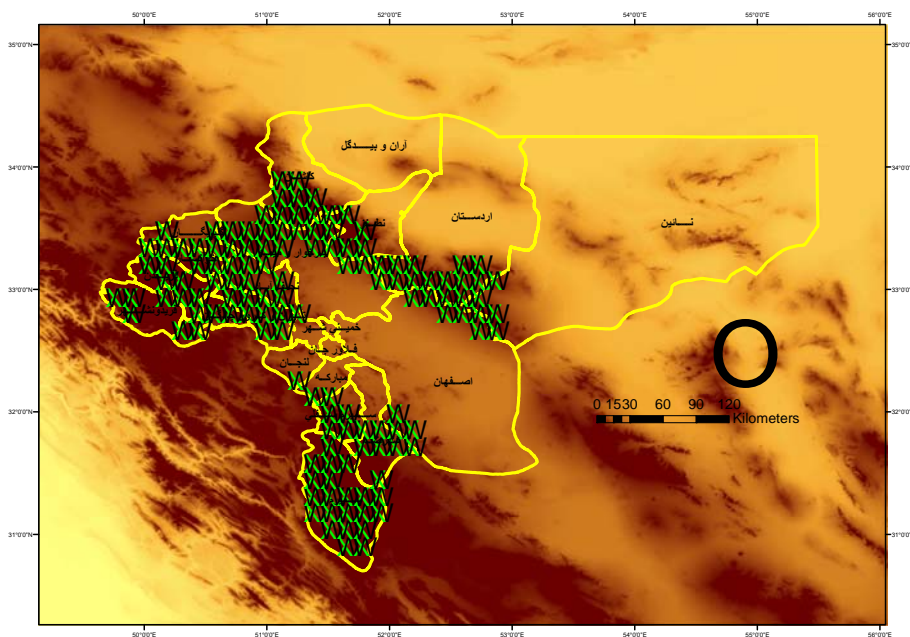
محدوده دوم شامل شمال غربی استان (بخش‌هایی از برخوار و میمه، کاشان، نجف‌آباد) با کمترین مقدار  $1/8$  - متغیر است (شکل ۶).

بیشترین تأثیر عامل باد در محدوده غرب استان اصفهان (شهرستان‌های فریدون‌شهر و فریدن) با مقدار  $2/6$  و کمترین میزان اهمیت عامل باد در دو محدوده جنوب استان شامل شهرستان‌های سمیرم، سمیرم سفلی (دهاقان) و شهرضا و نیز



غرب استان و نیز رشته کوه مرکزی (کرکس) است. شکل ۷ نشان‌دهنده محدوده پراکنش این گونه گیاهی در شهرستان‌های فریدن، خوانسار، چادگان، نجف‌آباد، تیران و کرون، چادگان، بخش‌هایی از فریدون‌شهر، مبارکه، شهرضا، میمه، سمیرم و سمیرم سفلی (دهاقان)، نواحی جنوب‌غربی کاشان، نطنز، اردستان و منتهی‌الیه جنوب‌غربی نائین و شمال‌شرقی شهرستان اصفهان می‌باشد.

بررسی تأثیر عوامل اقلیمی بر گسترش گونه مریم‌نخودی شرقی و پهنه‌بندی زیست‌اقلیم آن در استان اصفهان به‌منظور تعیین تأثیر عوامل اقلیمی بر گسترش گونه مریم‌نخودی شرقی، به مقایسه و انطباق نقشه پراکندگی فضایی گونه و نقشه توپوگرافی استان اصفهان (شکل ۷) پرداخته شد که گویای توسعه و تطابق کامل این گونه با مناطق کوهستانی و کوهپایه‌ای ارتفاعات جنوبی زاگرس در



شکل ۷- پراکندگی فضایی گونه، منطبق بر توپوگرافی استان اصفهان به تفکیک شهرستان

نهایت نوار باریکی در ارتفاعات مرکزی استان از شرق آران و بیدگل به شرق نطنز تا مرکز شهرستان اصفهان؛  
۲- نیمه‌مرطوب: شامل شهرستان‌های سمیرم، جنوب شهرضا و در نهایت نوار باریک کوهپایه‌های شرقی ارتفاعات مرکزی استان از شرق آران و بیدگل به شرق نطنز تا مرکز شهرستان اصفهان؛  
۳- معتدل: جنوب‌غربی و جنوب گلپایگان، خوانسار، نجف‌آباد، تیران و کرون، چادگان، خمینی شهر، فلاورجان، لنجان، مبارکه، سمیرم سفلی (دهاقان)، شهرضا بجز جنوب آن؛

از آرایه ۴×۱۳۲ امتیازات ۴ عامل اصلی، به‌عنوان ورودی در نرم‌افزار S-plus استفاده نموده و تحلیل خوشه‌ای سلسله‌مراتبی وارد انجام شده و بعد نتایج حاصل از خوشه‌بندی در نرم‌افزار ArcGIS برای پهنه‌بندی زیست‌اقلیم گونه مریم‌نخودی شرقی در استان استفاده و با توجه به نقشه‌های پراکندگی فضایی عوامل اقلیمی (شکلهای ۳، ۴، ۵ و ۶)، پهنه‌های زیر نام‌گذاری شدند (شکل ۸).  
۱- مرطوب و نیمه‌سرد بادی: شامل شهرستان‌های فریدون‌شهر، فریدن و گوشه شمال‌غربی گلپایگان و در



جدول ۳- ویژگی‌های آماری متغیرهای اقلیمی منتخب گونه گیاهی و مقایسه آن با مقادیر متغیرهای اقلیمی کل، در دوره آماری ۱۹۷۰-۲۰۰۹

متغیر	میانگین گونه	میانگین کل	حداکثر گونه	حداکثر کل	حداقل گونه	حداقل کل
بارش فصلی	۳۷/۶۷	۳۰/۸۰	۷۱/۶۱	۷۱/۶۱	۲۱/۲۴	۱۸/۷۰
بارش ۵ میلی سالانه	۱۷/۲۲	۹/۶۹	۳۴/۷۶	۳۴/۷۶	۴/۴۱	۳/۵۳
بارش ۱۰ میلی سالانه	۹/۴۹	۴/۲۳	۲۴/۰۳	۲۴/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰
متوسط بارش سالانه	۳۷۹/۰۶	۱۸۶/۳۱	۱۱۹۱/۸۴	۱۳۰۱/۵۵	۶۶/۲۸	۵۲/۳۲
بارش فصلی زمستان	۴۴/۱۱	۲۵/۱۲	۱۴۲/۶۳	۱۴۲/۶۳	۱۱/۳۲	۹/۳۵
بارش فصلی بهار	۱۷/۰۳	۱۰/۴۵	۴۱/۳۰	۴۱/۳۰	۵/۷۷	۴/۹۳
بارش فصلی پاییز	۲۹/۰۱	۱۳/۷۹	۹۹/۱۹	۹۹/۱۹	۴/۳۰	۲/۶۷
ساعات آفتابی سالانه	۳۱۰۱/۸۰	۳۱۴۶/۴۵	۳۲۴۷/۶۵	۳۳۳۲/۹۴	۲۸۸۸/۵۵	۲۸۳۳/۴۹
تعرق سالانه	۸۰۱/۶۵	۸۸۳/۹۱	۱۰۱۷/۷۱	۱۰۳۵/۲۸	۶۳۱/۱۳	۶۳۱/۱۳
نسبی رطوبت سالانه	۴۷/۲۱	۴۱/۴۰	۵۷/۱۵	۵۷/۱۵	۳۹/۰۱	۳۱/۷۷
دمای متوسط سالانه	۱۳/۰۱	۱۶/۲۹	۱۷/۵۸	۱۹/۷۹	۹/۸۰	۹/۸۰
حداکثر دمای سالانه	۲۰/۴۶	۲۳/۸۰	۲۵/۹۳	۲۶/۷۷	۱۶/۹۷	۱۶/۹۷
حداقل دمای سالانه	۵/۸۲	۸/۷۹	۱۰/۰۴	۱۳/۰۷	۰/۷۹	۰/۷۹
یخبندان سالانه روز	۱۰۴/۲۸	۷۸/۶۱	۱۵۵/۵۷	۱۵۵/۵۷	۶۳/۶۵	۳۴/۷۶
تعداد روز برفی سالانه	۱۴/۰۶	۶/۸۳	۴۰/۵۶	۴۰/۵۶	۲/۰۵	۰/۱۳
سرعت باد سالانه	۱/۲۱	۱/۱۴	۱/۸۹	۱/۹۲	۰/۵۰	۰/۳۴

برنامه‌ریزی و مدیریت عرصه‌های منابع طبیعی، پیشنهاد می‌شود با استفاده از همین روشها، نسبت به اجرای این تحقیق در استان‌های دیگر و کل کشور اقدام شود. بنابراین به علت اهمیت گونه مورد مطالعه خاصه از لحاظ خواص دارویی (کاظمی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹)، توصیه می‌شود رابطه متقابل این گونه با عواملی مانند پراکندگی خاک‌ها و تشکیلات مختلف زمین‌شناسی مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

### منابع مورد استفاده

- باعقیده، م.، انتظاری، ع.، بابایی، ی. و عباس‌نیا، م.، ۱۳۹۲. شناسایی نواحی بهینه آب و هوایی برای احیای جنگل‌های بلوط (مطالعه‌ی موردی: استان کرمانشاه). جغرافیا و پایداری محیط (پژوهشنامه جغرافیایی)، ۳(۶): ۱۴۲-۱۲۱.
- پاکزاد، ز.، رائینی‌سرجاز، م. و خداقلی، م.، ۱۳۹۲. بررسی اثر عوامل اقلیمی برگسترش رویشگاه‌های گون گزی در استان اصفهان. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۰(۱): ۲۱۲-۱۹۹.
- حیدری، ح. و علیجانی، ب.، ۱۳۷۸. طبقه‌بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره. پژوهش‌های جغرافیایی، ۳۷: ۷۴-۵۷.
- خداقلی، م.، مسعودیان، ا.، کاویانی، م. و کمالی، غ.، ۱۳۸۵. بررسی گیاه-اقلیم‌شناختی حوضه‌ی زاینده‌رود. پژوهش و سازندگی (در منابع طبیعی)، ۱۸(۴): ۵۳-۴۱.
- شاکری، م.، میان‌آبادی، م. و یزدان پرست، ر.، ۱۳۸۸. اثر تیمارهای مختلف در شکستن خواب بذر گیاه مریم‌نخودی (*Teucrium polium*). تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۱۱۷(۱): ۱۱۱-۱۰۰.
- علیجانی، ب.، ۱۳۸۵. اقلیم‌شناسی سینوپتیک. انتشارات سمت، تهران، ۲۳۰ صفحه.
- فرج‌زاده، م.، ۱۳۸۹. تکنیک‌های اقلیم‌شناسی. انتشارات سمت، تهران، ۲۸۷ صفحه.
- کاظمی‌زاده، ز.، حبیبی، ز. و مرادی، ا.، ۱۳۸۷. بررسی ترکیبات شیمیایی اسانس دو جمعیت گونه مریم نخودی خزری در دو رویشگاه مختلف. گیاهان دارویی، ۷(۲۸): ۹۳-۸۷.

امتیازات عاملی نشان داد که بارش مهمترین عامل در پراکنش مریم‌نخودی شرقی در استان اصفهان است، به‌نحوی که بیشترین درصد از تغییرات متغیرها را بازگو می‌کند. این عامل بیشترین نمود را در قسمت‌های غرب و جنوب استان دارد. عامل مهم بعدی، یخبندان است که بیشترین تأثیر را در پراکنش این گیاه در محدوده جنوب‌غرب استان دارد. عوامل سوم و چهارم (تابش و باد) سهم کمتری را به خود اختصاص داده‌اند. به‌منظور تعیین تأثیر عوامل اقلیمی بر گسترش گونه مریم‌نخودی شرقی، به مقایسه و انطباق نقشه پراکندگی فضایی گونه و نقشه توپوگرافی استان اصفهان پرداخته شد که گویای توسعه و تطابق کامل این گونه با مناطق کوهستانی و کوهپایه‌ای ارتفاعات جنوبی زاگرس در غرب استان و نیز رشته کوه مرکزی (کرکس) است. سپس با توجه به دلایل فوق و نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی وارد، ۵ بهینه به‌عنوان زیست‌اقلیم گونه مریم‌نخودی شرقی در استان به‌وسیله نرم‌افزار ArcGIS تشخیص داده شد: ۱- مرطوب و نیمه‌سرد بادی، ۲- نیمه‌مرطوب، ۳- معتدل، ۴- نیمه‌خشک، ۵- گرم و خشک و بادی. در نهایت مقایسه ویژگی‌های آماری متغیرهای اقلیمی منتخب در محدوده رویشی گونه گیاهی (۲۰۰۰ تا ۲۶۰۰ متر) با مقادیر متغیرهای اقلیمی در سطح کل استان، نشان‌دهنده تشابه بسیار نزدیک این مقادیر است. از آنجا که تعیین قابلیت اقلیم مناسب محصول، مقدمه و پیش‌نیاز آمایش سرزمین و مطالعات الگوی کشت منطقه‌ای می‌باشد، با استفاده از نتایج این تحقیق می‌توان محدودیت‌های اقلیمی مرتبط با گسترش و پراکنش گونه مریم‌نخودی شرقی را تعیین کرده و شناخت این محدودیت‌ها می‌تواند به احیا و مدیریت صحیح و متناسب با توان منطقه کمک کند. این بررسی نیز کارآمدی روشهای چند متغیره و خوشه‌بندی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در تفکیک بهینه‌های اقلیم‌های رویشی را تأیید می‌کند، زیرا روشهای چند متغیره توانایی تعیین تأثیر شدت هر یک از عوامل اقلیمی را داشته و نیز مرز هر یک از بهینه‌ها به‌صورت کاملاً کمی مشخص می‌گردد. با توجه به جایگاه این پژوهش‌ها در

کشاورزی و منابع طبیعی (علوم آب و خاک)، ۱۲(۴۴):

۳۷۰-۳۵۹.

- Brovkin, V., Ganopolski, A. and Svirezhev, R. 1997. A continuous climate-vegetation classification for use in climate-biosphere studies. *Ecological Modeling*, 101: 251-256.
- Nakamura, Y., Krestov, P.V., Omelko, A.M. and Vladivostok, M.O., 2007. Bioclimate and zonal vegetation in Northeast Asia: first approximation to an integrated study. *Phytocoenologia*, 37(3-4): 443-470.
- Sabir Hussain, M. and Lee, S., 2009. A classification of rainfall regions in Pakistan. *Journal of the Korean Geographical Society*, 44(5): 605-623.
- Yaghmaei, L., Soltani Kopaei, S. and Khodaghali, M., 2009. Bioclimatic classification of Isfahan province using multivariate statistical methods. *International Journal of Climatology*, 29(12): 1850-1860.
- Yunus, F., 2011. Delineation of Climate Divisions for Peninsular Malaysia, *Geospatial World Forum, Dimensions and Directions of Geospatial Industry*, Hyderabad, India.

- کاظمی زاده، ز.، حبیبی، ز. و مرادی، ا.، ۱۳۸۹. جداسازی و شناسایی

β-استیگماسترول از گیاه مریم‌نخودی خزری ( *Teucrium*

*hyrcanicum* L. رویش یافته در استان گیلان. گیاهان دارویی،

۹(۳۴): ۶۷-۷۳.

- محمدی، ح.، ۱۳۸۵. آب و هواشناسی کاربردی. مؤسسه انتشارات،

دانشگاه تهران، ۲۵۹ صفحه.

- محمدیان، ع.، کرمان، ر. و هاشمی، ب.، ۱۳۹۱. مقایسه کمی و کیفی

اسانس اکوتیپ‌های مختلف مریم‌نخودی ( *Teucrium polium* L.)

در رویشگاه‌های مختلف استان لرستان. یافته، ۱۴(۲): ۵۹-۶۹.

- مسعودیان، س.ا.، ۱۳۸۹. پهنه‌های اقلیمی ایران. سخنرانی‌های

حاشیه‌ای جلسات انجمن ایرانی اقلیم‌شناسی، دانشگاه اصفهان.

- مظفریان، و.، ۱۳۷۵. فرهنگ نامهای گیاهان ایران: لاتینی، انگلیسی،

فارسی. نشر فرهنگ معاصر، تهران، ۵۷۰ صفحه.

- یغمایی، ل.، سلطانی کوپایی، س. و خداقلی، م.، ۱۳۸۷. بررسی اثر

عوامل اقلیمی بر گسترش درمنه کوهی و درمنه دشتی در استان

اصفهان با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. علوم و فنون

## Bioclimatic zoning of *Teucrium orientale* L. in Isfahan province using multivariable statistical methods and GIS (Geographical Information System)

R. Heydari<sup>1\*</sup>, M. Khodagholi<sup>2</sup> and M. Zarean<sup>3</sup>

1\*- Corresponding author, M.Sc. in Climatology, Payam Noor University, Esfahan, Iran

E-mail: r.heydari90@yahoo.com

2- Climatology, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran

3- M.Sc. in Climatology, Payam Noor University, Esfahan, Iran

Received: September 2013

Revised: May 2014

Accepted: June 2014

### Abstract

Agriculture and natural resources are strongly dependent on weather and climate; therefore, climate variation and its changes have a key role on production rate and sustainability. The goal of this study was to investigate and determine the most important climatic elements affecting the distribution of *Teucrium orientale* L. as well as bioclimatic zoning of this species in Isfahan province. Initially, a database of 16 climate variables, which were more important in connection with plant ecology, was established during a 40-year statistical period (1970-2009). To decrease the dimensions of data matrix, factor analysis method with Varimax Rotation was used, and for the bio-climate zoning of *Teucrium orientale* L., Ward's Hierarchical Clustering method was applied. As a result, five bioclimatic zones, based on the heights of the province, were identified and labeled. To investigate the climatic variables spatially, the results of the factor analysis were entered into GIS environment and the zoning of these factors was done. The results of this study showed that the first four factors explained 93.6% of the primary variation. These factors included precipitation, frost day, radiation, and wind speed, showing 42.43%, 31.93%, 10.40%, and 8.83% of variations, respectively.

**Keywords:** *Teucrium orientale* L., factor analysis, cluster analysis, zoning.