

# پهنه‌بندی اقلیمی شمال غرب ایران به روش لیتین اسکی با استفاده از (GIS)

دکتر قاسم عزیزی  
دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تهران

## چکیده

در این پژوهش منطقه شمال غرب ایران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و با به کارگیری توان رقومی روش طبقه‌بندی اقلیمی لیتین اسکی پهنه‌بندی شده است. جهت رسیدن به این هدف پهنه‌های هم ارزش شش عنصر مورد نیاز در روش لیتین اسکی به کمک نرم افزارهای Arcinfo، Arcview و SPSS تهیه گردیده است و سپس هر عنصر اقلیمی بر اساس طبقات تعریف شده در روش مورد استفاده پهنه‌بندی گردیده و نهایتاً نقشه نهایی که مرکب از خصوصیات شش‌گانه اقلیمی می‌باشد، بدست آمده است. در کل منطقه ۲۱ اقلیم متمایز حاصل شده که نشان‌دهنده توان روش طبقه‌بندی اقلیمی مورد استفاده و همین‌طور نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت این کار می‌باشد. بیشترین فراوانی متعلق به پهنه معتدل نیمه‌خشک با درجه‌بری خفیف و تمرکز بارش زمستانی و دارای یک تا سه ماه خشک و وضعیت تابش نرمال می‌باشد. این پهنه ۲۶۷۸۵ کیلومتر مربع از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده است که بیش از ۲۵ درصد مساحت کل منطقه است و بقیه مساحت متعلق به ۲۰ پهنه دیگر می‌شود.

واژگان کلیدی: پهنه‌بندی اقلیمی، لیتین اسکی، GIS، شمال غرب ایران

## مقدمه

شرایط جوی هر نقطه براساس قراردادهای متعارف و به کمک ابزارها و تجهیزات ویژه‌ای که به منظور اندازه‌گیری عناصر مختلف اقلیمی در نظر گرفته شده سنجیده می‌شود. ترکیب شرایط جوی در دوره‌های بلندمدت در مکان اقلیم آن نقطه را مشخص می‌کند. در این‌جا نقطه‌ای بودن داده‌های اندازه‌گیری شده مورد توجه می‌باشد. بدین معنا که یک ایستگاه مشخص با طول و عرض جغرافیایی یا مختصات هندسی که دارد، داده‌های اندازه‌گیری شده‌اش تنها متعلق به همان نقطه و با همان مختصات مشخص می‌باشد. به عبارت دیگر آن داده‌ها را به راحتی نمی‌توان به نقاط همجوار آن تعمیم داد، حتی اگر آن نقاط بسیار نزدیک به نقطه استقرار ایستگاه باشند. از طرف دیگر در مباحث کاربردی و عملیاتی بیشتر از مفاهیمی همچون منطقه، ناحیه و محل استفاده می‌شود. یعنی عملاً با مجموعه‌ای از نقاط که بوجود آورنده محل، ناحیه و منطقه است برخورد می‌شود. از این رو ضرورت تعمیم داده‌های نقطه‌ای به پهنه‌های هم ارزش مطرح شده و روش‌های متعدد آماری و استدلالی جهت این تعمیم معرفی و به کار گرفته می‌شود. قبل از ورود نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تهیه پهنه‌های هم ارزش بصورت دستی و با کمک مدل‌های آماری انجام می‌شد که ضمن امکان بروز خطا و نیاز به دقت فردی و زمان بری قابل توجه، عمدتاً امکان پهنه‌بندی‌های تک عنصری، مثل تهیه پهنه‌های هم بارش، هم دما وجود داشت. البته روش فوق هنوز هم از اعتبار لازم برخوردار بوده و توسط برخی محققین به کار گرفته می‌شود. با این وصف توانمندی نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی امکانات بسیار بیشتری در زمینه پهنه‌بندی عناصر و طبقات اقلیمی در اختیار محقق قرار می‌دهد و این مقاله بر آن است نمونه‌ای از بکارگیری امکان

مذکور را مورد بررسی قرار داده و نتایج را ارائه دهد. بکارگیری نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی ضمن افزایش توانمندی‌های محقق در تلفیق، بازیابی و ارائه گرافیکی مناسب داده‌ها، از مزیت اصلاح، روزآمد کردن و همینطور حذف و جابجایی داده‌ها نیز برخوردار است.

در ارتباط با بحث طبقه‌بندی و پهنه‌بندی عناصر و طبقات اقلیمی تحقیقات زیادی در شاخه‌های مختلف علوم جوی، بویژه در اقلیم‌شناسی به انجام رسیده است. کارهای اولیه عمدتاً به طبقه بندی و پهنه‌بندی اقلیم‌های کره زمین براساس دما و بارش (دمارتن ۱۹۰۹ و کوپن ۱۹۱۸)، بارش و تبخیر (ترانسوا ۱۹۰۵، ایوانف ۱۹۴۸ و تورنت وایت ۱۹۳۱ و ۱۹۴۸) تابش (بودیکو ۱۹۶۳ و ترجونگ ۱۹۶۶) و نیاز آبی سالانه خاک (استرالر ۱۹۷۸) پرداخته‌اند. همچنین در این میان طبقه‌بندی الگوهای سینوپتیک بارش‌های آماری (لاند ۱۹۶۳) و خصوصاً روش‌های آماری چند متغیره (استینر ۱۹۶۵، ویلموت ۱۹۷۷ و آیوده ۱۹۷۷) قابل توجه است. برخی محققین نیز با بکارگیری تعداد عناصر اقلیمی بیشتر و ارائه روش رقومی طبقه‌بندی اقلیمی، سعی در ارائه روشی نموده‌اند که قابلیت بکارگیری نرم‌افزارهای رایانه‌ای در طبقه‌بندی اقلیمی با سهولت بیشتر عملی گردد (لیتین اسکی ۱۹۸۳). در ایران گنجی (۱۳۵۳) ضمن بررسی سیستم‌های طبقه بندی اقلیمی معروف، پهنه‌های اقلیمی ایران را در سیستم‌های طبقه‌بندی کوپن، دمارتن، بلر، تورنت وایت و تراوارتا مقایسه نموده و پهنه‌های اقلیمی ایران را براساس سیستم طبقه‌بندی کوپن تشریح کرده است. خلیلی (۱۳۷۶ و ۱۳۷۸) ضمن بررسی درجه - روزهای گرمایشی و سرمایشی ایران اقدام به تهیه نقشه‌های نیاز گرمایی و سرمایی سالانه ایران کرده است. کسمایی (۱۳۷۲) با بررسی شرایط زیست اقلیمی در گسترده ایران نقشه پهنه‌بندی اقلیمی مسکن و محیط‌های

مسکونی ایران را ارائه نموده است. حیدری (۱۳۷۸) با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره، ۹ متغیر آب و هوایی را در ۴۳ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک ایران مورد بررسی قرار داده و با بکارگیری تحلیل عاملی<sup>۱</sup> و تجزیه خوشه‌ای<sup>۲</sup> ایران را از نظر اقلیمی به ۶ ناحیه و ۱۲ زیر ناحیه اقلیمی پهنه‌بندی نموده است. برادران راد (۱۳۷۸) با استفاده از روش سلیانوف و بکارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی شمال غرب ایران را از نظر اقلیمی پهنه‌بندی کرده است.

## مواد و روش‌ها

پهنه‌بندی اقلیمی منطقه مورد مطالعه که شامل استان‌های آذربایجان غربی و شرقی و اردبیل و قسمتی از استان زنجان می‌شود، با استفاده از داده‌های اقلیمی ۱۶۴ ایستگاه باران‌سنجی، ۲۱ ایستگاه اقلیم‌شناسی و ۱۸ ایستگاه سینوپتیک و با کمک نرم‌افزارهای Arcinfo، Arcview و SPSS انجام شده است.

داده‌های اقلیم‌شناسی در دوره نرمال (۱۹۹۰ - ۱۹۶۱) از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردیده و تحلیل آماری داده‌ها جهت بازسازی و همین‌طور تعمیم داده‌های نقطه‌ای به پهنه‌های هم‌ارزش در قالب مدل‌های رگرسیونی یک و چند متغیره با نرم‌افزار SPSS انجام گرفته است.

در این پژوهش تلاش گردیده است تا با بکارگیری نرم‌افزارهای رایانه‌ای قابلیت رقومی روش طبقه‌بندی لیتین اسکی ارائه گردیده و سازگاری و امکان پهنه‌بندی طبقات بدست آمده از روش فوق با کمک نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نمایش داده شود. بر همین اساس ابتداء کل محدوده مورد

1- Factor analysis

2-Cluster analysis

مطالعه بر روی یک نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ محدود گشته است و سپس برای بیش از ۵۵۲۰ نقطه در شبکه منظم، مختصات سه‌گانه  $(Z, Y, X)$  توسط دستگاه رقوم‌ساز در محیط نرم‌افزار آرک اینفو (Arcinfo)، رقوم‌ی شده است (نقشه شماره ۱). بعد از اصلاحات لازم و ساخت توپولوژی در محیط مذکور و تبدیل مختصات محدوده به سیستم مختصات متریک (UTM)، فایل داده‌ها جهت تحلیل‌های بعدی و تولید نقشه‌های لازم به محیط نرم‌افزار Arcview ارسال شده است. در محیط Arcview با استفاده از مدل‌های حاصله از نرم‌افزار SPSS برای تمام نقاط شبکه، داده‌های مورد نیاز یعنی: دما، بارش، ضریب بری، ضریب انطباق، تداوم فصل خشک و وضعیت تابشی برآورد گردیده است. سپس ضمن تولید نقشه پهنه‌بندی هر یک از عنصرهای شش‌گانه دخیل در طبقه‌بندی، برای هر یک از عناصر، نقشه پهنه‌بندی لایه‌های موردنظر نیز تهیه شده است. در آخر با ترکیب نقشه پهنه‌بندی لایه‌های شش عنصر مذکور، نقشه پهنه‌بندی اقلیمی با روش لیتین اسکی استخراج و ارائه گردیده است.

### کلیات روش لیتین اسکی

سیستم طبقه‌بندی مورد استفاده در این تحقیق، توسط پروفیسور (Joseph K. Litynski) در سال ۱۹۸۳ بوسیله نشریه سازمان هواشناسی جهانی (WMO) معرفی و پیشنهاد شده است. در این طبقه‌بندی از ۱۳۰۰ ایستگاه هواشناسی که داده‌های اقلیمی آنها در نرمال‌های اقلیمی توسط سازمان هواشناسی منتشر شده، استفاده گردیده و جهت تعمیم داده‌ها به سطوح، از شبکه‌های  $5 \times 5$  طول و عرض جغرافیایی استفاده شده است. از مزایای قابل توجه این سیستم، قابلیت رقوم‌ی یا عددی آن است که امکان استفاده از نرم‌افزارهای

مناسب را جهت بکارگیری این روش میسر و آسان می‌کند. همچنین قابلیت تعیین اقلیم‌های متنوع در سطوح کوچک، از دیگر مزایای روش مذکور است. در سیستم مذکور، جهت انتخاب عناصر اقلیمی به منظور شرکت در طبقه‌بندی، به چند نکته مهم توجه شده است: اول اینکه عنصر انتخابی در بعد جهانی عمومیت داشته باشد؛ یعنی در تمام مناطق کره زمین، جزء داده‌های رقمی قابل دسترس و سهل‌الوصول باشد. دوم اینکه برای تعیین حدود طبقات، از عنصر واحدی استفاده شود و این‌گونه نباشد که مثلاً برای تعیین یک نوع اقلیم، از ویژگی گرم‌ترین ماه و برای تعیین نوع دیگر اقلیم، از ویژگی سردترین ماه استفاده شود. دیگر اینکه عنصر انتخابی برای استفاده‌کننده‌های بالقوه، به آسانی قابل تشخیص و تفسیر باشد و برای همه معنای روشنی داشته باشد.

و بالاخره اینکه بکارگیری یک آزمون آماری، جهت اطمینان از عدم وابستگی عناصر به یکدیگر است و یابعبارت بهتر، عناصر نباید وابستگی زیاد به یکدیگر داشته باشند. در این مورد، شرط پذیرفته شده است.

بر همین اساس، در این روش سه عنصر اولیه دما، بارش و ضریب بری جهت دخالت در طبقه‌بندی انتخاب شده‌اند. انتخاب بارش سالانه و میانگین دمای سالانه بر این مبنا استوار بوده که اولاً این دو عنصر از مهم‌ترین عناصر تمیزدهنده اقلیم کره زمین می‌باشند و همین‌طور ضریب همبستگی بین آنها معادل ۳۰/۰ است؛ یعنی شروط فوق و از جمله عدم وابستگی زیاد را دارا می‌باشند. اما انتخاب ضریب بری به عنوان یک عنصر ساختگی به نقش دامنه نوسان دما و عرض جغرافیایی در تفاوت اقلیم‌های مختلف برمی‌گردد. واضح این روش ابتدا در نظر دارد از دامنه نوسان دما به عنوان سومین عنصر استفاده کند. اما از آنجا که ضریب همبستگی دامنه نوسان دما و دمای میانگین سالیانه ایستگاه‌های منتخب، بیش از حد مجاز

یعنی معادل  $0/74-$  بوده است، لذا از این عنصر صرف‌نظر نموده و عنصر ضریب بری یا ضریب قاره‌ای را انتخاب کرده است.

### یافته‌های تحقیق:

حاصل بکارگیری روش طبقه‌بندی اقلیمی لیتین اسکی و نرم‌افزارهای مورد استفاده بر روی داده‌های اقلیمی چهارده نقشه استخراجی است که ویژگی تک عنصری و ترکیبی اقلیم منطقه را نمایش می‌دهند. نقشه‌های مذکور در محیط نرم‌افزار Arcview GIS تحلیل و تولید شده‌اند.

ابتداء نقشه پهنه‌بندی بارش منطقه تهیه شده است. الگوی پراکندگی بارش تابع الگوی توزیع ارتفاعی منطقه می‌باشد. در ترسیم این نقشه برای کل نقاط شبکه در محدوده مورد مطالعه عنصر بارش با استفاده از روابط ۱ و ۲ برآورد شده و سپس توسط نرم‌افزار Arcview به روش Griding منحنی‌های هم‌بارش با فاصله ۵۰ میلی متری ترسیم گردیده است. براساس نقشه مذکور نوسان مکانی بارش بیش از ۶۰۰ میلی متر می‌باشد. حداقل بارش در سواحل ارس و حداکثر آن در ارتفاعات سبلان دریافت می‌شود. در تهیه نقشه هم‌بارش منطقه با بررسی مدل‌های مختلف خطی و غیرخطی و دخالت متغیرهای مختلف همچون ارتفاع، عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی و دما نهایتاً مناسب‌ترین مدل برای دو سطح ارتفاعی بیشتر از ۱۰۰۰ متر و کمتر از ۱۰۰۰ متر به ترتیب عبارتند از:

$$P = 310/74 - 0/09H \quad H < 1000 \quad R^2=0.74 \quad N=25 \quad (1)$$

$$P = 76/5 + 0/172H \quad H > 1000 \quad R^2=0.99 \quad N=7 \quad (2)$$

در این روابط P بارش به میلی متر و H ارتفاع به متر و R<sup>2</sup> مربع ضریب همبستگی و N تعداد داده‌ها می‌باشد. پراکندگی دما نیز تابع توزیع ارتفاعی

منطقه بوده و همینطور دامنه نوسان مکانی دمای سالانه بین حداقل ۵/۱- درجه در قله سبلان تا حداکثر نزدیک به ۱۶ درجه سانتی‌گراد در شمال دشت مغان متغیر است و در مجموع حدود ۱۸ درجه می‌باشد. این اختلاف دمایی آنهم در مورد دمای میانگین سالیانه بسیار قابل توجه می‌باشد و همین مسأله سبب تنوع اقلیمی قابل توجهی در منطقه می‌شود. در تهیه و تولید نقشه هم‌دمای منطقه از رابطه ۳ استفاده شده است.

$$H = ۱۶/۰۷ - ۰/۰۰۴H \quad R^2=0.61 \quad N=36 \quad (۳)$$

در رابطه فوق T مقدار دما به سانتی‌گراد می‌باشد. در توزیع مکانی ضریب بری نیز حدود دوازده پهنه هم‌ضریب قاره‌ای با فاصله ۲ درصدی مشاهده می‌شود. یعنی ضریب بری منطقه از حداقل کمتر از ۴۸ درصد در شمال شرق منطقه تا حداکثر حدود ۶۰ درصد در ارتفاعات سبلان در نوسان می‌باشد. در تهیه و ترسیم نقشه هم‌ضریب بری از روابط بین دما (T)، بارش (P) و ارتفاع (H) با ضریب بری (IC) استفاده گردیده است که به شرح رابطه شماره ۴ می‌باشد:

$$IC=۱۲/۳۷۵ + ۰/۰۱۱۷H - ۰/۰۰۲P + ۲/۲۴۵T \quad R^2=۴۹ \quad (۴)$$

برای بررسی متوسط ساعات آفتابی منطقه در طی سال نیز نقشه پهنه‌بندی ساعات آفتابی تهیه شده است. ساعات آفتابی نیز تابع عرض جغرافیایی و ارتفاع می‌باشد. یعنی پراکندگی پهنه‌های هم ساعات آفتابی منطقه و تغییرات این عنصر، تابع تغییرات ارتفاع و عرض جغرافیایی می‌باشد. جهت محاسبه مقدار ساعات آفتابی (N) در نقاط شبکه نقشه هم‌ساعات آفتابی، از رابطه شماره ۵ استفاده شده است:

$$N = ۱۲۴۳/۲۲ + ۰/۲۷H + ۱۹/۲IC \quad R = ۰/۸۸ \quad R^2=۰/۷۸ \quad (۵)$$

IC ضریب بری است که خود به نوعی تابع عرض جغرافیایی می‌باشد.



پهنه‌بندی شاخص انطباق در منطقه مورد مطالعه نیز محاسبه و تهیه گردیده است. شاخص مذکور در تمام منطقه مطالعه شده منفی است. منفی بودن شاخص انطباق (W) حکایت از عدم انطباق فصل بارشی با فصل گرما دارد. به عبارت دیگر عمده بارش‌های منطقه در دوره سرد سال دریافت می‌شود. نقشه پهنه‌های هم‌ضریب انطباق با استفاده از رابطه ۶ و همبستگی ضریب مذکور با بارش ترسیم شده است.

$$W = 0.0274 - 0.001p \quad R=0.52 \quad \text{Sig}=0.002 \quad (6)$$

دیگر نقشه محاسبه شده نقشه مربوط به پهنه‌بندی تداوم فصل خشک است. مدت زمان تداوم دوره خشکی در ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه بین یک تا حدود ۴ ماه در سال بوده است. با توجه به همبستگی بین تداوم فصل خشک (DSD) و عنصر دمای سالانه که معادل ۰/۴۷ می‌باشد. و در سطح ۰/۰۰۱ یک صدم معنا دار است. رابطه شماره ۷ جهت تهیه و ترسیم نقشه هم‌تداوم فصل خشک استفاده شده است:

$$DSD=0.363+0.208T \quad (7)$$

- نقشه شماره ۲ نمایشگر طبقات بارشی منطقه مورد مطالعه براساس تقسیم بندی لیتین اسکی می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود هشت طبقه بارش در منطقه بدست آمده است که طبقات ۱ تا ۸ به ترتیب در طبقه‌بندی لیتین اسکی ۰، ۱، ۱۱، ۱۲، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۳۲ را شامل می‌گردد. از این نظر منطقه هر چهار گروه اصلی بارش را شامل می‌شود.

\* نقشه‌های مربوط به پهنه‌بندی بارش، دما، ضریب بری، ساعات آفتابی، شاخص انطباق و تداوم فصل خشک به علت شباهت زیاد به نقشه‌های هم‌طبقات عناصر مذکور در مقاله آورده نشده است.

- نقشه شماره ۳ به طبقات دما در منطقه اختصاص یافته است. این طبقات که با شماره‌های ۱ تا ۷ مشخص شده است، براساس طبقه‌بندی لیتین اسکی به ترتیب شامل ۱۱، ۱۲، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۳۲ و ۳۳ می‌شود. از نظر دما نیز در منطقه مورد مطالعه سه نوع اصلی طبقات دما یعنی مجاور قطبی، معتدل و مجاور حاره مشاهده می‌گردد.

- نقشه شماره ۴ به طبقات ضریب قاره‌ای اختصاص دارد. براساس روش لیتین اسکی در منطقه مورد مطالعه تنها دو نوع تیپ ضریب بری یعنی ۲۳ و ۳۲ وجود دارد که در نقشه به ترتیب با شماره ۱ و ۲ نمایش داده شده‌اند. یعنی از این نظر در نقشه طبقات کمتر از ۲ شامل ۲۳ و بقیه شامل ۳۲ می‌شوند.

نقشه شماره ۵ پهنه‌بندی طبقات ساعات آفتابی را نمایش می‌دهد. از نظر تابشی منطقه مورد مطالعه در سه طبقه ۱ و ۲ و ۳ جای می‌گیرد که محدوده یک، دو و سه در نقشه مذکور به ترتیب در طبقه‌بندی لیتین اسکی معادل (۱-) و (۰) و (۱) می‌شود.

نقشه شماره ۶ طبقات شاخص انطباق را در برمی‌گیرد. در این مورد نیز در کل منطقه دو نوع طبقه قابل تشخیص بوده است. محدودهایی که با علامت (-) نمایش داده شده است شامل مناطق با بارش زمستانی و مناطقی که با علامت ( $\pm$ ) نمایش داده شده است نمایشگر توزیع بارش در طول سال و عدم تمرکز بارش در فصل زمستان یا تابستان می‌باشد.

نقشه شماره ۷ به نمایش طبقات تداوم فصل خشک اختصاص دارد. در این مورد نیز کلاسه طبقه در منطقه قابل تشخیص بوده است. محدوده بدون فصل خشک شامل مناطق مرتفع سه‌پند و سبلان (۰) و محدوده (۱) که از یک تا سه ماه خشک در طی سال دارند و محدود (۲) که دارای ۴ ماه خشک یا بیشتر

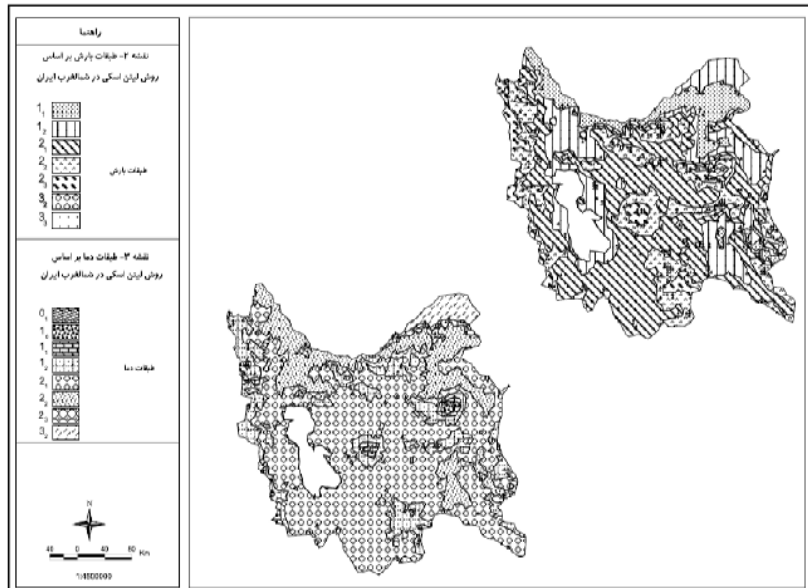
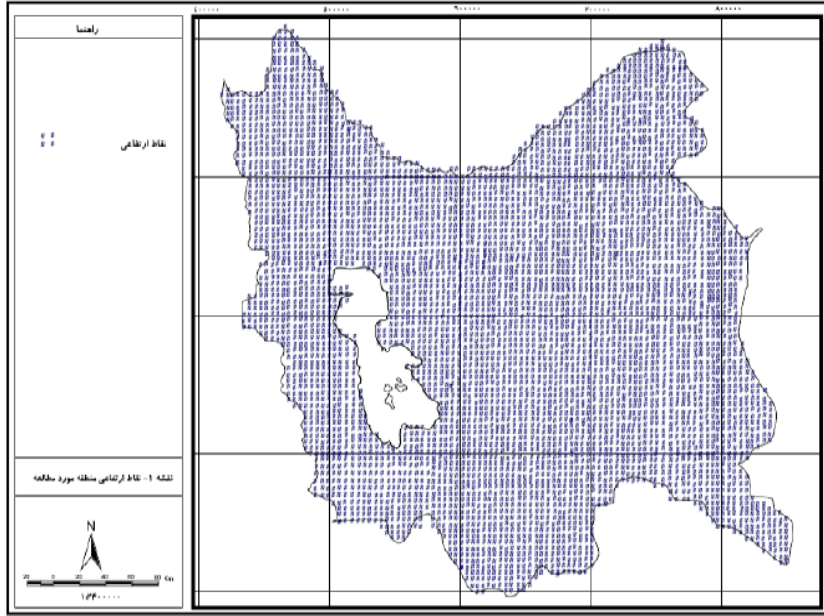
می‌باشند. این محدوده‌ها به ترتیب در نقشه با شماره هاشور ۲،۱،۰ نمایش داده شده است.

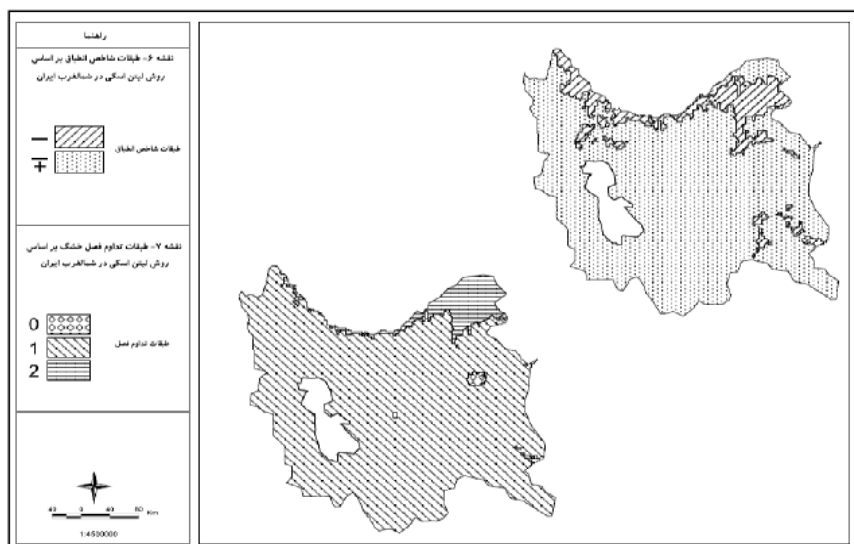
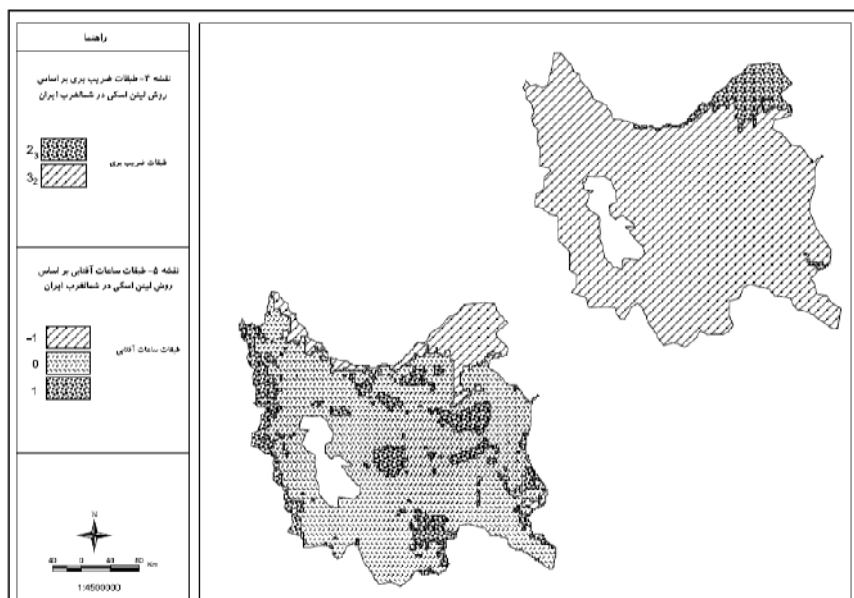
### بحث و نتیجه‌گیری:

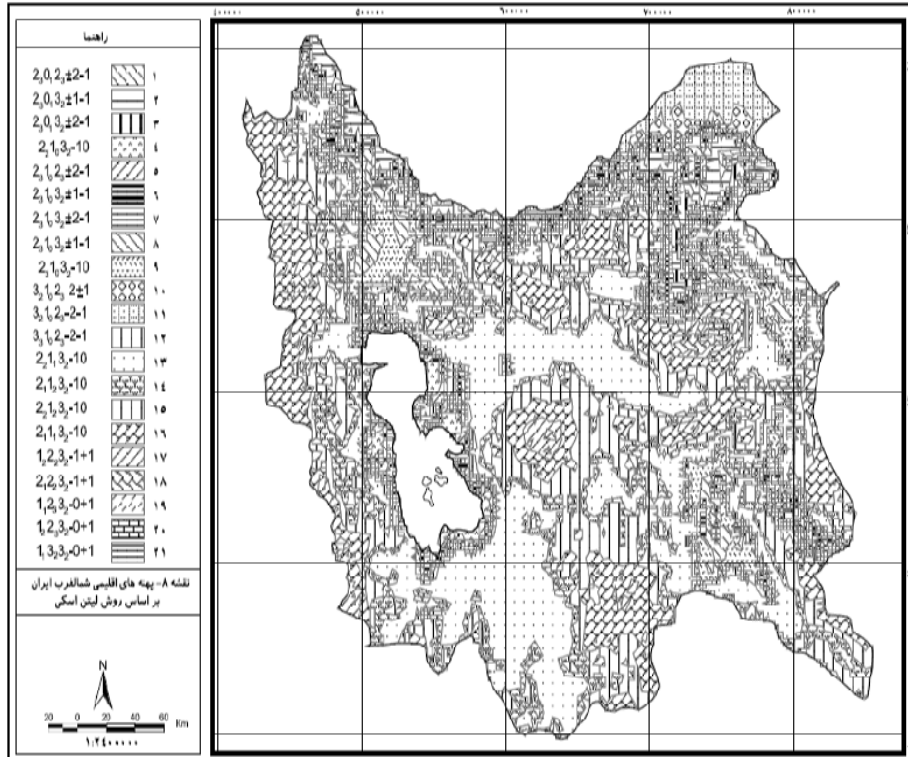
حاصل فرایند کلی تحقیق تولید نقشه شماره ۸ است. این نقشه پهنه‌بندی اقلیم منطقه را براساس روش لیتین اسکی و با استفاده از نرم‌افزارهای آماری و سیستم اطلاعات جغرافیایی در ۲۱ طبقه و گروه متمایز ارائه می‌کند. جهت اختصار نتایج نهایی پژوهش در جدول شماره ۱ خلاصه شده است. جدول مذکور که از نقشه شماره ۸ استخراج شده، ضمن معرفی انواع اقلیم‌های اصلی و فرعی منطقه، مساحت تحت پوشش هر اقلیم را نیز مشخص می‌کند. براساس یافته‌های جدول بیشترین سطح یا پهنه اقلیمی متعلق به اقلیم نیمه‌خشک و معتدل سرد نیمه خشک با درجه بری خفیف و تمرکز بارش زمستانی است که یک تا سه ماه خشک و وضعیت تابش نرمال دارد. شرایط فوق شامل ۴ پهنه از ۲۱ پهنه اقلیمی منطقه است و مجموعاً ۷۱۶۰۷ کیلومتر مربع از مساحت منطقه یا معادل ۸/۶۷ درصد آنرا شامل می‌شود (پهنه‌های شماره ۱۳ تا ۱۶ در جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱ - معرفی پهنه‌های اقلیمی با مفهوم و مساحت هر پهنه در منطقه مورد مطالعه

| شماره پهنه | کد پهنه در طبقه بندی اقلیمی لیثین اسکپی | مساحت (Km <sup>۲</sup> ) تحت پوشش | مفهوم  |
|------------|---|-----------------------------------|--|
|            |   |                                   |  |
| ۱          | 2-1±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>       | ۵۱۰                               | متوسط نسبتاً گرم با خشکی خفیف و نسبتاً بزی که بارش کم و بیش در تمام سال توزیع می‌شود و چهار ماه یا بیشتر خشکی دارد و تابش خورشید قابل توجه نیست.           |
| ۲          | 1-1±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>       | ۲۵۰۰                              | متوسط نسبتاً گرم با خشکی ضعیف و نسبتاً بزی که بارش آن کم و بیش در سراسر سال توزیع می‌شود و در یک تا سه ماه خشکی دارد و تابش خورشید قابل توجه نیست.         |
| ۳          | 2-1±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>       | ۱۵۶۰                              | شبه پهنه ۲ منها خشکی در چهار ماه یا بیشتر وجود دارد.   |
| ۴          | 10±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>        | ۱۸۷۰                              | متوسط نسبتاً خشک با درجه بزی خفیف که عمده بارش در دوره سرد دریافت می‌شود و بین ۱ تا ۳ ماه خشک دارد و تابش خورشید نرمال است.                                |
| ۵          | 1±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>         | ۱۸۲۰                              | متوسط نسبتاً گرم و نیمه خشک نسبتاً خشک و نسبتاً بزی که بارش کم و بیش در تمام سال دریافت شده و در چهار ماه یا بیشتر خشکی دارد و تابش خورشید قابل توجه نیست. |
| ۶          | 1-1±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>       | ۱۷۱۰                              | شبه پهنه پنج با درجه بزی خفیف و یک تا سه ماه خشک.  |
| ۷          | 2-1±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>       | ۱۹۰۰                              | شبه پهنه پنج با درجه بزی خفیف.   |
| ۸          | 10±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>        | ۳۹۵۰                              | شبه پهنه پنج با درجه بزی خفیف و یک تا سه ماه خشک و تابش نرمال.   |
| ۹          | 10±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>        | ۵۳۲۰                              | شبه پهنه پنج با درجه بزی خفیف، عمده بارش در دوره سرد سال و یک تا سه ماه خشک با تابش نرمال.   |
| ۱۰         | 21±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>        | ۲۹۹۹                              | مجاور حاره نسبتاً متوسط و نیمه خشک نسبتاً خشک و نسبتاً بزی که بارش کم و بیش در تمام سال دریافت می‌شود و بیش از ۴ ماه خشک دارد و تابش نسبتاً زیاد است.      |
| ۱۱         | 2-1±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>       | ۲۳۰۳                              | شبه پهنه شماره ۱۰ با تمرکز بارش زمستانی و تابش نه چندان زیاد.  |
| ۱۲         | 2-1±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>       | ۳۶۸۷                              | شبه پهنه شماره ۱۱ با دمای مجاور حاره‌ای.   |
| ۱۳         | 10±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>        | ۲۶۷۸۵                             | متوسط، نیمه خشک با درجه بزی خفیف و تمرکز بارش زمستانی که یک تا سه ماه خشک و تابش نرمال.  |
| ۱۴         | 10±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>        | ۱۰۹۲۵                             | متوسط سرد، نیمه خشک متوسط با درجه بزی خفیف و بارش زمستانی که یک تا سه ماه خشک دارد و وضعیت تابش نرمال است.   |
| ۱۵         | 10±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>        | ۲۰۰۵۶                             | متوسط، نیمه خشک متوسط با درجه بزی خفیف و بارش زمستانی که یک تا سه ماه خشک و تابش ملایم.  |
| ۱۶         | 10±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>        | ۱۳۸۲۱                             | متوسط سرد، متوسط نیمه خشک با درجه بزی خفیف و بارش زمستانی که یک تا سه ماه خشک و تابش نرمال دارد.   |
| ۱۷         | 1+1±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>       | ۱۲۷۳                              | مجاور قطبی نسبتاً گرم، متوسط با درجه بزی خفیف و بارش زمستانی که یک تا سه ماه خشک و تابش نسبتاً زیاد دارد.  |
| ۱۸         | 1+1±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>       | ۳۶۹                               | شبه پهنه شماره ۱۷ با دمای متوسط سرد.   |
| ۱۹         | 1+0±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>       | ۸۹                                | مجاور قطبی، متوسط نیمه مرطوب با درجه بزی خفیف و بارش زمستانی و بدون فصل خشک و تابش نسبتاً زیاد.  |
| ۲۰         | 1+0±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>       | ۷۳                                | شبه پهنه ۱۶ با دمای مجاور قطبی گرم.  |
| ۲۱         | 1+0±2 <sub>3</sub> 0 <sub>2</sub>       | ۸                                 | شبه پهنه شماره ۱۹ با دمای مجاور قطبی.  |







## منابع و مأخذ:

۱. برداران راد، رضا، پهنه‌بندی اقلیمی با استفاده از GIS مطالعه موردی: شمالغرب ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، بخش هواشناسی کشاورزی، شهریور ۱۳۷۸.
۲. حیدری، حسن، «طبقه‌بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره» پژوهش‌های جغرافیائی، شماره ۳۷، اسفند ۱۳۷۸.
۳. خلیلی، علی، گزارش اقلیم - طرح کالبدی ملی ایران، وزارت مسکن و شهرسازی، تهران، ۱۳۷۶.
۴. خلیلی، علی، «تحلیل سه بعدی درجه - روزهای گرمایش و سرمایش در گستره ایران»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی شماره ۵۴ و ۵۵، پاییز و زمستان، ۱۳۷۸.
۵. سازمان هواشناسی کشور، سالنامه هواشناسی (۹۵ - ۱۹۶۶)، انتشارات سازمان هواشناسی کشور، تهران.
۶. عزیز، قاسم، «طبقه‌بندی رقومی ایستگاه‌های اقلیمی منتخب در ایران به روش لیتین‌اسکی»، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۱، موسسه جغرافیا - دانشگاه تهران، ۱۳۸۰.
۷. عزیز، قاسم، «پهنه‌بندی اقلیمی شمالغرب ایران به روش لیتین‌اسکی با استفاده از GIS»، گزارش طرح، معاونت پژوهشی دانشگاه تهران، ۱۳۸۰.
۸. علیجانی، بهلول و محمدرضا کاویانی، «مبانی آب وهواشناسی»، انتشارات سمت، چاپ اول، تهران، ۱۳۸۰.
۹. علیزاده، امین، «اصول هیدرولوژی کاربردی» آستان قدس، چاپ یازدهم، مشهد، ۱۳۷۸.
۱۰. فریفته، جمشید، «سیستم‌های طبقه‌بندی اقلیمی با تاکید بر...»، بیابان، مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران - دانشگاه تهران، شماره ۲۰، ۱۳۶۶.
۱۱. کسمایی، مرتضی، «پهنه‌بندی اقلیمی ایران، مسکن و محیط‌های مسکونی» مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، شماره ۱۵۱، تهران، ۱۳۷۲.
۱۲. گنجی، محمدحسن، «۳۲ مقاله جغرافیایی»، مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی سحاب، تهران، ۱۳۵۳، صص ۱۰۱ تا ۱۳۹.



13. Ayoade, J.C. 1977: On the use multivariate technique in climate classification and regionalization, Arch. met. Geoph. Biokl. Ser. B, 24: 257-267.
14. Stiner, D., 1965: A multivariate statistical approach to climatic classification, Tidschrift van het koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundiy genootschp, 82:399-347.
15. Willmott, C.J., 1977: A Component analytic approach to precipitation regionalization in California, Arch .Met. Geoph. Biokl. ser.B, 24:269-278.
16. W.M.O.1983, The numerical classification of the world's climats. By JosephK.Litynski.