

پهنه بندی ایران بر مبنای دماهای حداقل

فیروز مجرّد: استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران*
بهمین جوادی: کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

چکیده

دماهای حداقل در ایران، بر مبنای آمار چهل ساله ۴۴ ایستگاه سینوپتیک، با استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های آماری، از جمله تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه، آزمون مقایسه‌های چندگانه بونفرونی و معادله‌های رگرسیون چندگانه، مطالعه شد و بر مبنای تحلیل خوشه‌ای (CA)، سطح ایران از نظر دماهای میانگین حداقل با استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزارهای GIS، به صورت سالانه و فصلی پهنه بندی گردید. همچنین برای میان‌یابی و برآورد نقطه‌ای تغییرات مکانی در قالب نقشه‌های دما و ضریب تغییرپذیری از روش کریجینگ استفاده شد. نتایج تحقیق، چهار پهنه متفاوت دمایی میانگین حداقل سالانه را برای کشور مشخص کرد که بررسی نقشه سالانه و نقشه‌های پهنه بندی فصلی، نقش عرض جغرافیایی را در توزیع دماها، بخصوص در نوار ساحلی جنوب بخوبی نشان می‌دهد، اما در سایر نقاط، بویژه منطقه شمال غرب و زاگرس، نقش ارتفاع بارزتر است. آزمون‌های آماری از جمله تجزیه و تحلیل واریانس یکطرفه و آزمون مقایسه‌های چندگانه بونفرونی، درستی پهنه بندی‌ها را تأیید می‌نمایند. از سوی دیگر، مقادیر انحراف معیار و تغییرپذیری دماهای صبحگاهی در مناطق مرتفع بیشتر از مناطق پست است. مقایسه ضرایب β استاندارد، مدل‌های رگرسیون چندگانه و نیز ضرایب همبستگی نشان می‌دهد که در تمام فصول و همین‌طور در طول سال، نقش ارتفاع در کنترل دماهای صبحگاهی، بیشتر از عرض جغرافیایی است. همچنین، بررسی ضرایب تعیین (R^2) معلوم می‌دارد که نقش تلفیقی این دو عامل، ضمن آنکه در کل بسیار چشم‌گیر است، در توجیه تغییرات دماهای صبحگاهی زمستانه، بیشتر از دماهای تابستانه است. به عبارت دیگر، عوامل محلی (عرض جغرافیایی و ارتفاع) در کنترل دماهای حداقل دوره سرد سال نقش بیشتری دارند. در سطح کشور بین مقادیر ارتفاع و عرض جغرافیایی از یک سو و دماهای میانگین حداقل و حداقل مطلق سالیانه و فصلی از سوی دیگر، روابط معنی‌دار و معکوس در سطح ۰/۰۱ مشاهده می‌شود. ضرایب رگرسیونی نشان می‌دهد که مقدار گرادیان دماهای میانگین حداقل سالانه در کشور، ۵/۹ درجه سانتیگراد کاهش در هر کیلومتر و بیشترین گرادیان فصلی مربوط به فصل پاییز به میزان ۶/۷ درجه سانتیگراد کاهش در هر کیلومتر بوده است.

واژه‌های کلیدی: پهنه بندی، ایران، دماهای میانگین حداقل، دماهای صبحگاهی

مقدمه

می‌آورد که شناختن آن برای اقلیم‌شناسان یک ضرورت است. در این تحقیق، دماهای میانگین حداقل، به دلیل آنکه آثار انکارناپذیری بر فعالیت‌های اکولوژیک دارد، برای مطالعه انتخاب شده است. پهنه

از آنجا که سطح زمین به عنوان زیست‌کره، محل ارتباط بیوم‌هاست، دما در این گستره نقش مهمی بازی می‌کند و پهنه‌های مکانی متفاوتی را به وجود

ایگلسیاس و همکاران^۳ (۲۰۰۰) برای به دست آوردن مدل رشد محصول گندم در یک منطقه عمده گندم خیز کشور اسپانیا، با استفاده از متغیرهای دما (در طی فصل رویش)، بارندگی ۳۲۹ ایستگاه هواشناسی و داده‌های میزان تولید محصول استان‌ها، بر اساس تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، هفت منطقه کشاورزی- اقلیمی تشخیص دادند.

یونال و همکاران^۴ (۲۰۰۳) در ترکیه، برای انجام منطقه بندی اقلیمی، بعد از استاندارد کردن داده‌های ۱۱۳ ایستگاه هواشناسی، شامل دماهای میانگین، میانگین حداکثر، میانگین حداقل و بارندگی بین سال‌های ۱۹۵۱ تا ۱۹۹۸، از پنج تکنیک تجزیه و تحلیل خوشه‌ای سلسله‌مراتبی استفاده کردند و در نهایت، با استفاده از روش Ward هفت منطقه اقلیمی تشخیص دادند.

مسعودیان (۱۳۸۲) برای بررسی ۲۷ متغیر اقلیمی از روش تحلیل خوشه‌ای استفاده کرد و نشان داد که اقلیم ایران ساخته‌شده شامل عوامل گرمایی، بارشی، بادی، غباری، تندی و نم و ابر است. وی سطح ایران را با توجه به این عناصر اقلیمی به پانزده ناحیه اقلیمی تفکیک کرد و نشان داد که آرایش مکانی نواحی یاد شده، مؤید نقش همسایگی با دریاها و نیز ارتفاع در شکل‌گیری اقلیم کشور است.

امام‌هادی و علیجانی (۱۳۸۳) در بررسی توده‌های هوای مؤثر بر ایران در دوره سرد سال، بر مبنای

بندی یا تفکیک مکان‌ها به مناطق نسبتاً همگن، از جمله موضوعهایی است که بیشتر برنامه‌ریزان را در تصمیم‌های منطقه‌ای کمک می‌کند. از آنجا که ایران دارای تنوع آب و هوایی است و پراکندگی مکانی و نوسانات دمایی در گستره جغرافیایی آن مشهود است، انجام پهنه بندی دمایی بر مبنای آخرین آمار اقلیمی کاملاً ضروری است. یکی از رهیافت‌های مطالعاتی برای پهنه بندی دمایی استفاده از روشهای آماری تجزیه و تحلیل خوشه‌ای (CA^۱) و تحلیل مؤلفه‌های مبنایی (PCA^۲) است که در این پژوهش از روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای استفاده شده است.

حیدری و علیجانی (۱۳۷۸) با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره، سطح ایران را از نظر اقلیمی طبقه بندی نمودند. آنان یک دسته ۹ متغیره آب و هوایی را در ۴۳ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک با تحلیل عاملی و تجزیه خوشه‌ای مطالعه کردند. روش تحلیل عاملی، سه عامل مهم را نشان داد: اول عامل رطوبت، دوم عامل دما و سوم عامل جهت‌گیری باد. تغییرپذیری فضایی امتیازهای عاملی، توصیف و تفسیر و سپس سطح ایران بر اساس گروه بندی امتیازهای عاملی با تکنیک گروه بندی فاصله‌ای، به شش ناحیه اقلیمی همگن اصلی تقسیم گردید؛ ضمن آنکه در مرحله بعدی دوازده زیر ناحیه اقلیمی نیز شناسایی شد.

³ - Iglesias et al.

⁴ - Unal et al.

¹ - Cluster Analysis

² - Principal Components Analysis

۲۰۰۰-۱۹۸۶ مطالعه کرد و به این نتیجه دست یافت که سال، به دو فصل نسبتاً طولانی گرم و سرد؛ یعنی تابستان و زمستان تقسیم می شود و فصول انتقالی پاییز و بهار در این استان بسیار کوتاه و زود گذر است. مجرد (۱۳۷۶:۸۵) با استفاده از تحلیل خوشه ای، منطقه آذربایجان را در شمال غرب کشور بر مبنای دماهای میانگین حداقل و حداکثر و دماهای میانگین ماهانه به چهار ناحیه تقسیم کرد.

کاررا هرناندز و گاسکین^۳ (۲۰۰۷) با تحلیل زمانی- مکانی بارش ها و دماهای روزانه و ماهانه در حوضه مکزیک دریافتند که درون یابی دماهای روزانه با استفاده از عامل ارتفاع به عنوان متغیر دوم، به صحت برآوردها کمک می کند؛ هرچند که ممکن است این دو متغیر، همبستگی ضعیفی داشته باشند.

ژو و همکاران^۴ (۲۰۰۷) در ناحیه زراعی مورمیجی^۵ استرالیا با استفاده از تجزیه و تحلیل خوشه ای و تکنیک های GIS، بر مبنای آمار درازمدت چهار متغیر اقلیمی شامل میانگین بارش سالانه، میانگین تبخیر و تعرق سالانه، میانگین سالانه درجه-روزهای رشد (GDD) و میانگین دمای روزانه، با استفاده از درون یابی مکانی، دو ناحیه اقلیمی و سه ناحیه هیدروترمال تشخیص دادند.

کریس و همکاران^۶ (۲۰۰۷) در چین با توجه به اثربخشی ضریب انرژی در طراحی ساختمان و

تحلیل عاملی با استفاده از داده های روزانه دما و دمای نقطه شبنم در سه ایستگاه تهران، شیراز و کرمانشاه در دوره زمانی ۱۹۹۰-۱۹۸۱ در طی ماه های دسامبر تا فوریه، برای ایستگاه تهران، چهار عامل و برای ایستگاه های کرمانشاه و شیراز هر کدام سه عامل استخراج کردند و با استفاده از تحلیل خوشه ای سلسه مراتبی بر روی نمره های عامل های استخراج شده روزها، گروه بندی را انجام دادند.

خلیلی (۱۳۸۳) در پهنه بندی نیازهای گرمایشی (HDD) و نیازهای سرمایشی (CDD) ایران در روزهای مختلف سال، بر مبنای میانگین ماهانه دمای ۲۱۸ ایستگاه هواشناسی کشور براساس معادله های حاصله و آستانه های در نظر گرفته شده، برای درجه روزهای گرمایشی، هفت گروه اقلیمی و برای درجه روزهای سرمایشی، پنج گروه اقلیمی و چهار گروه رطوبتی تشخیص داد.

مسعودیان و عطایی (۱۳۸۴) با استفاده از تحلیل خوشه ای بر روی مقادیر بارش ماهانه ایران در نیم قرن اخیر، پنج ناحیه بارشی با فصول تقریباً متمایز تشخیص دادند و بیان نمودند که حداقل دو و حداکثر سه فصل در این نواحی مشخص است.

ذوالفقاری (۱۳۸۴) با روش تحلیل خوشه ای، فصول طبیعی استان کرمانشاه را بر مبنای داده های درجه حرارت حداکثر، حداقل و متوسط روزانه چهار ایستگاه به عنوان نماینده، طی دوره آماری پانزده ساله

³ - Carrera-Hernandez & Gaskin

⁴ - Zhou et al.

⁵ - Murrumbidgee

⁶ - Chris et al.

¹ - Heating Degree Days

² - Cooling Degree Days

توالی یا ران تست^۱ (مهدوی، ۱۳۷۳: ۲۰۳) استفاده گردید. نتایج این آزمون نشان داد که داده‌ها در سطح ۰/۰۵ همگن هستند. مشخصات جغرافیایی و آماری ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ و پراکنش آنها در ایران در شکل ۱ آورده شده است.

روش سلسله مراتبی برای تشخیص گروه‌های همگن متغیرها با توجه به خصوصیات منتخب آنها به کار می‌رود که با قرار گرفتن هر متغیر در خوشه جداگانه شروع و سپس خوشه‌ها با همدیگر ترکیب می‌شود تا یک خوشه باقی بماند. از بین روش‌های متعدد تجزیه و تحلیل خوشه‌ای (CA) برای ۱۷ سری زمانی میانگین سالیانه، فصلی و ماهیانه طی ۴۰ سال، از روش Between-groups استفاده شد که در این روش، عمل تقسیم خوشه‌ها از تقسیم مجموعه عناصر به دو گروه شروع می‌شود. سپس هر یک از گروه‌ها مجدداً به دو گروه تقسیم می‌شود. این عمل تا جایی ادامه دارد که هر عنصر در داخل یک گروه قرار گیرد. برای دماهای حداقل مطلق از روش Ward که بیشترین تطابق را داشت استفاده شد. در این روش معیار طبقه بندی، ماتریس فاصله یا تشابه نیست؛ بلکه از مشاهده‌های مربوط به صفات استفاده می‌شود. هدف گروه بندی، قرار دادن ایستگاه‌های دمایی در طبقات همگن است. ”پایه تمام روش‌های تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، کم کردن هر چه بیشتر واریانس داخل خوشه نسبت به واریانس بین خوشه‌ها است” (گرامی، ۱۳۷۷: ۵).

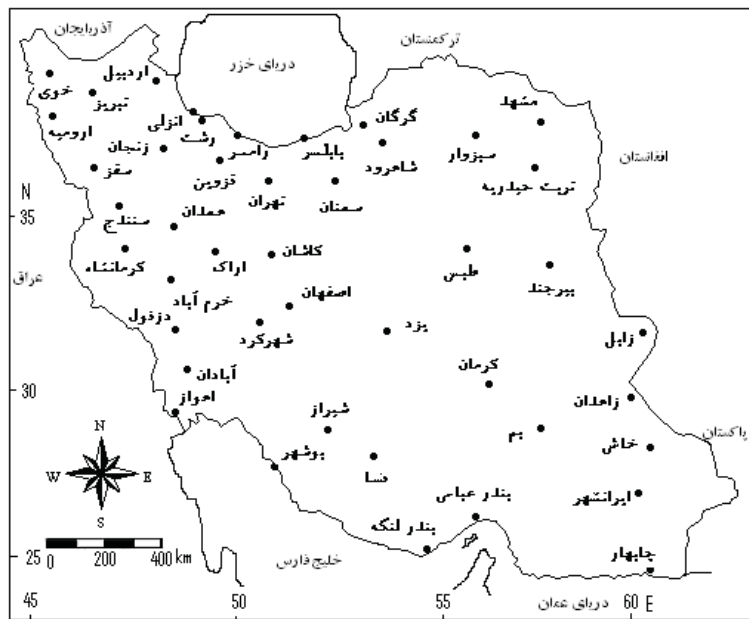
مصرف انرژی، با استفاده از روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای و با توجه به داده‌های تابش خورشید، از آمار ۱۲۳ ایستگاه برای پهنه بندی میزان آفتاب استفاده کرده، پنج منطقه آب و هوایی تشخیص دادند که نتایج، سازگاری خوبی با واقعیت داشت.

با مرور تحقیقات بالا معلوم می‌گردد که در سال‌های اخیر تکنیک‌های آماری، از جمله تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای در طبقه بندی‌های اقلیمی، کاربرد گسترده‌ای پیدا کرده است. نظر به اهمیت مطالعه توزیع مکانی عناصر اقلیمی بر مبنای آمار جدید این تحقیق در نظر دارد که تغییرات مکانی و پهنه‌های دماهای حداقل را در ایران به همراه روابطی که با عوامل محلی دارند، با استفاده از روش‌های آماری بر مبنای آخرین آمار اقلیمی مطالعه نمایند.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، داده‌های دمای میانگین حداقل و حداقل مطلق که به ترتیب معرف دماهای میانگین صبحگاهی و دماهای حداقل صبحگاهی است، برای ۴۴ ایستگاه سینوپتیک ایران در یک دوره ۴۰ ساله (۱۹۶۴ تا ۲۰۰۳)، از پایگاه اینترنتی سازمان هواشناسی کشور اخذ شد. قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، کمبودهای آماری برخی از ایستگاه‌ها با استفاده از روش تفاضل‌ها (علیزاده، ۱۳۶۸: ۴۶۱-۴۶۷) و در مواردی با استفاده از روش میانگین گیری، بازسازی شد. همچنین، برای اطمینان از همگنی داده‌ها، از آزمون

^۱ -Run Test



شکل ۱- توزیع جغرافیایی ایستگاههای مورد مطالعه در ایران

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی و آماری ایستگاههای مورد مطالعه در ایران (۱۹۶۴-۲۰۰۳)

ردیف	نام ایستگاه	نقص آماری	ارتفاع ایستگاه (متر)	موقعیت		نام ایستگاه	نقص آماری	ارتفاع ایستگاه (متر)	ردیف
				طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی				
۱	خوی	۱۹۶۴	۹۸۲/۳	۵۹.۳۳	۲۷.۵۱	کاشان	-	۱۱۰۳	۲۳
۲	اردبیل	-	۷۱۱	۳۶.۳۳	۵۵.۵۶	طیس	-	۱۳۳۲	۲۴
۳	تبریز	-	۱۱۲۵	۲۹.۳۳	۲۲.۴۸	خرم آباد	-	۱۳۶۱	۲۵
۴	ارومیه	-	۱۴۹۱	۵۲.۳۲	۱۲.۵۹	بیرجند	-	۱۳۱۵/۹	۲۶
۵	انزلی	-	۱۵۵۰/۴	۳۷.۳۲	۴۰.۵۱	اصفهان	-	-۲۶/۲	۲۷
۶	رشت	-	۱۴۳	۲۴.۳۲	۲۳.۴۸	دزفول	-	۳۶/۷	۲۸
۷	رامسر	-	۲۰۶۱/۴	۲۰.۳۲	۵۱.۵۰	شهرکرد	-	-۲۰	۲۹
۸	گرگان	-	۱۲۳۷/۲	۵۴.۳۱	۱۷.۵۴	یزد	-	۱۳/۳	۳۰
۹	بابلسر	-	۲۲/۵	۲۰.۳۱	۴۰.۴۸	اهواز	-	-۲۱	۳۱
۱۰	زنجان	-	۴۸۹/۲	۰۲.۳۱	۲۹.۶۱	زابل	-	۱۶۶۳	۳۲
۱۱	شاهرود	-	۶/۶	۲۲.۳۰	۱۵.۴۸	آبادان	-	۱۳۴۵/۳	۳۳
۱۲	مشهد	-	۱۷۵۳/۸	۱۵.۳۰	۵۸.۵۶	کرمان	-	۹۹۹/۲	۳۴

۱۳	سقر	-	۱۵۲۲/۸	۱۵.۳۶	۱۶.۴۶	۳۵	زاهدان	-	۱۳۷۰	۲۸.۲۹	۵۳.۶۰
۱۴	قزوین	-	۱۲۷۸/۳	۱۵.۳۶	۰۰.۵۰	۳۶	شیراز	-	۱۴۸۸	۳۶.۲۹	۳۲.۵۲
۱۵	سبزوار	-	۹۷۷/۶	۱۲.۳۶	۴۳.۵۷	۳۷	بم	-	۱۰۶۶/۹	۰۶.۲۹	۲۱.۵۸
۱۶	تهران	-	۱۱۹۰/۸	۴۱.۳۵	۱۹.۵۱	۳۸	بوشهر	-	۱۹/۶	۵۹.۲۸	۵۰.۵۰
۱۷	سمنان	۱۹۶۴	۱۱۷۱	۳۳.۳۵	۲۳.۵۳	۳۹	فسا	-	۱۲۸۸/۳	۵۸.۲۸	۴۱.۵۳
۱۸	سندج	-	۱۳۷۳/۴	۲۰.۳۵	۰۰.۴۷	۴۰	خاش	۱۹۶۴-۶۵	۱۳۹۴	۱۳.۲۸	۱۲.۶۱
۱۹	همدان	-	۱۷۴۹	۵۲.۳۴	۳۲.۴۸	۴۱	بندرعباس	-	۱۰	۱۳.۲۷	۲۲.۵۶
۲۰	تربت ح	-	۱۴۵۰/۸	۱۶.۳۵	۱۳.۵۹	۴۲	ایرانشهر	۱۹۶۴	۵۹۱/۱	۱۲.۲۷	۴۲.۶۰
۲۱	کرمانشاه	-	۱۳۲۲	۱۷.۳۴	۰۷.۴۷	۴۳	بندرلنگه	۱۹۶۴-۶۶	۱۴/۲	۳۵.۲۶	۵۰.۵۴
۲۲	اراک	-	۱۷۰۸	۰۶.۳۴	۴۶.۴۹	۴۴	چابهار	۱۹۶۴	۸	۱۷.۲۵	۳۷.۶۰

روش انجام ناحیه بندی اقلیمی به ترتیب زیر است

(اوریت^۱، ۱۹۹۳)

الف) تهیه ماتریس داده ها؛

ب) محاسبه نمره استاندارد Z برای تک تک

متغیرها؛

ج) تشکیل گروه بندی های ممکن و محاسبه فاصله

اقلیدسی هر پارامتر با میانگین گروه خود؛

د) ادغام گروه ها به روش کمترین واریانس (روش

ward و between-groups) و تعیین گروه بندی نهایی؛

ه) ترسیم دندروگرام که حاصل ادغام گروه ها در

چندین مرحله است؛

و) تعیین محل قطع خوشه ها و تعیین گروه های

نهایی به دست آمده.

پس از رقومی کردن نقشه ها، مراحل ویرایش و

ساختن توپولوژی لایه ها با استفاده از نرم افزار PC

ARC/INFO به انجام رسید. لایه های رقومی شده به

نرم افزار ArcView منتقل و از امکانات Extension

های Geoprocessing و Spatial analyst برای پهنه

بندی استفاده شد. یکی از قابلیت های Spatial

analyst، گزینه Assign proximity است که بر مبنای

این قابلیت و استفاده از نتایج تحلیل خوشه ای، به

طریقه رستری، مساحت ایران بین ایستگاه ها تقسیم

گردید. سپس نقشه حاصله به نقشه وکتوری تبدیل و

بر اساس هر خوشه، پهنه ها یکدست گردید. در

نهایت، مرزهای پهنه ها بر اساس موقعیت و جهت

گیری ناهمواری ها اصلاح شد.

در نقشه های همدم و نقشه های ضریب تغییرات

و انحراف معیار، برای میان یابی و برآورد نقطه ای

^۱ - Everit

میانگین پهنه ها به صورت دو به دو با هم اختلاف معنی دار دارد یا خیر.

با توجه به اینکه در وقوع دماهای حداقل در مناطق مختلف، عوامل مختلفی، از جمله عوامل محلی دخالت دارند، با استفاده از مدل های رگرسیون چندگانه، سعی در دخالت دادن مهمترین این عوامل شد. در مدلسازی های مربوطه، با استفاده از نرم افزار SPSS، علاوه بر عامل ارتفاع، عامل مهم دیگر، عرض جغرافیایی، نیز در معادلات وارد شد. شکل عمومی معادلات رگرسیون چند گانه به قرار زیر است (گندمی، ۲۹۸:۱۳۸۴):

(۱)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + E$$

که در آن Y ، به عنوان متغیر تصادفی عبارت است از دماهای میانگین حداقل که می خواهیم مقادیر آن را بر حسب متغیرهای مستقل مطالعه x_1, x_2, \dots, x_k (در اینجا ارتفاع و عرض جغرافیایی) پیش بینی کنیم، $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ ضرایب ثابتی هستند که باید از روی داده های مشاهده شده برآورد شوند و E ، متغیری تصادفی است که نشان دهنده خطای تصادفی است. تمام محاسبه های، آزمون فرض های آماری، تنظیم معادله های رگرسیون و غیره به کمک نرم افزار SPSS انجام شده است. شکل ۲ نمودار مراحل انجام کار را نشان می دهد.

تغییرات مکانی، از روش گریجینگ در نرم افزار Surfer استفاده شد. "روش برآورد نقطه ای مقادیر، به وسیله مجموع حاصل ضرب ضرایب وزنی در مقادیر مشاهده ای نقاط مجاور انجام می شود" (عساکره، ۱۳۸۴). گریجینگ به روش بلوکی^۱ نیز مقدار متوسط یک بلوک را بر مبنای داده های وارد شده، برآورد و خطوط هم ارزش ملایمتری (صافتری) را تولید می نماید (کرزی^۲، ۱۹۹۰). می توان گفت که گریجینگ کمترین واریانس تخمین را در میان یابی ارائه می نماید.

بعد از انجام پهنه بندی، برای اطمینان از درستی پهنه بندی و وجود اختلاف بین میانگین دماهای پهنه ها، از ANOVA^۳ (تجزیه و تحلیل واریانس) یک طرفه استفاده شد و فرضیه های مربوطه آزمون گردید. البته، با توجه به اینکه شرط استفاده از ANOVA، برابری واریانس های گروههاست، آزمون لوین برای برابری واریانس ها^۴ نیز به انجام رسید. نیز برای مقایسه میانگین های دو سری زمانی با واریانس های نامعلوم جوامع آنها، از آزمون مقایسه های چندگانه بونفرونی^۵ استفاده شد. این آزمون، همان کار آزمون تی- استیودنت^۶ با نمونه های مستقل را منتهی به شکل چندگانه و با خطای کمتر انجام می دهد و همان طور که گفته شد، نشان می دهد که آیا دماهای

1 - Block Kriging

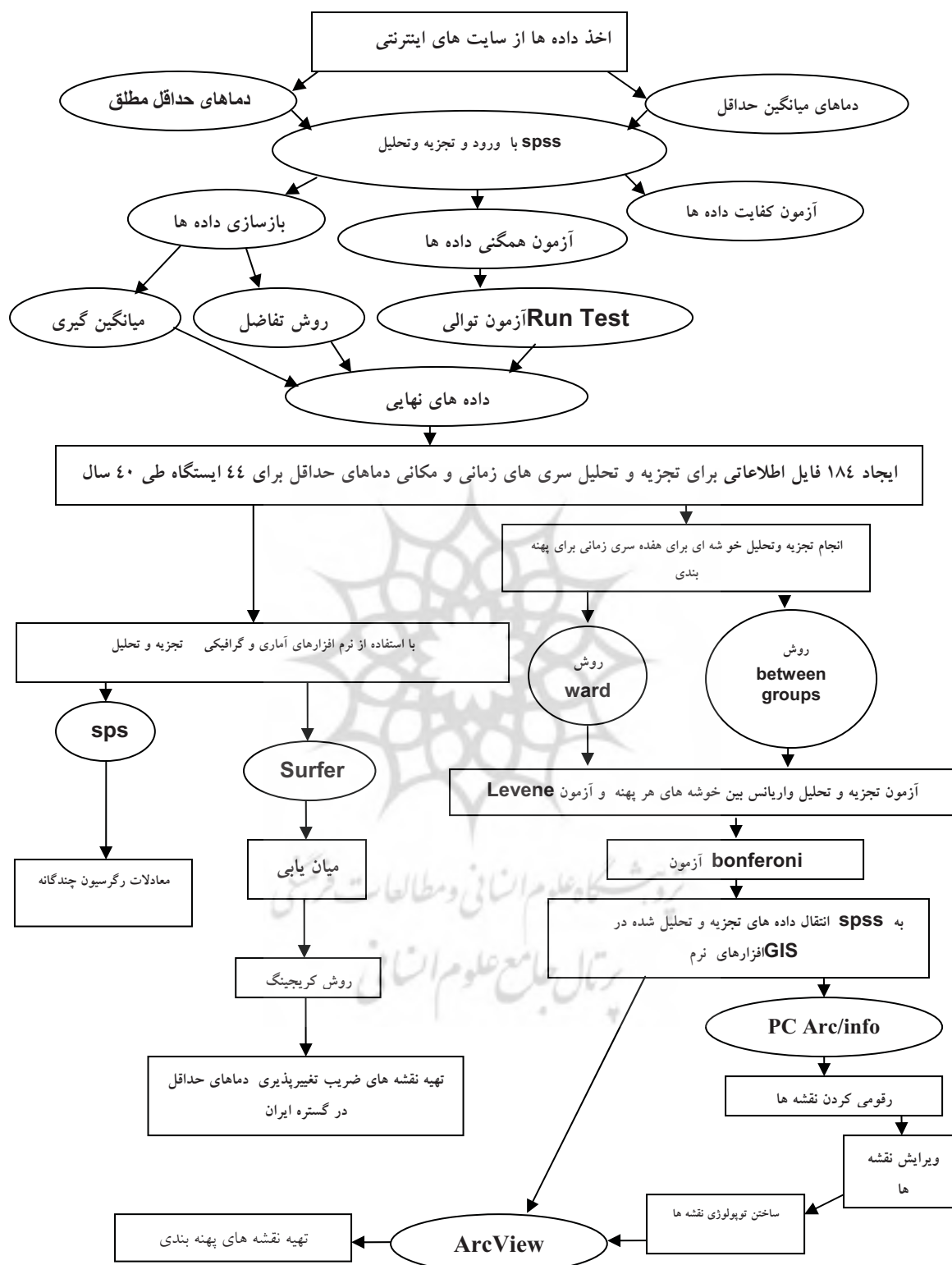
2 - Cressie

3 - Analyses of Variance

4 - Levene's test for equality of variances

5 - Bonferroni

6 - t-student



شکل ۲- نمودار مراحل انجام کار در پهنه بندی ایران بر مبنای دماهای حداقل

نتایج و بحث

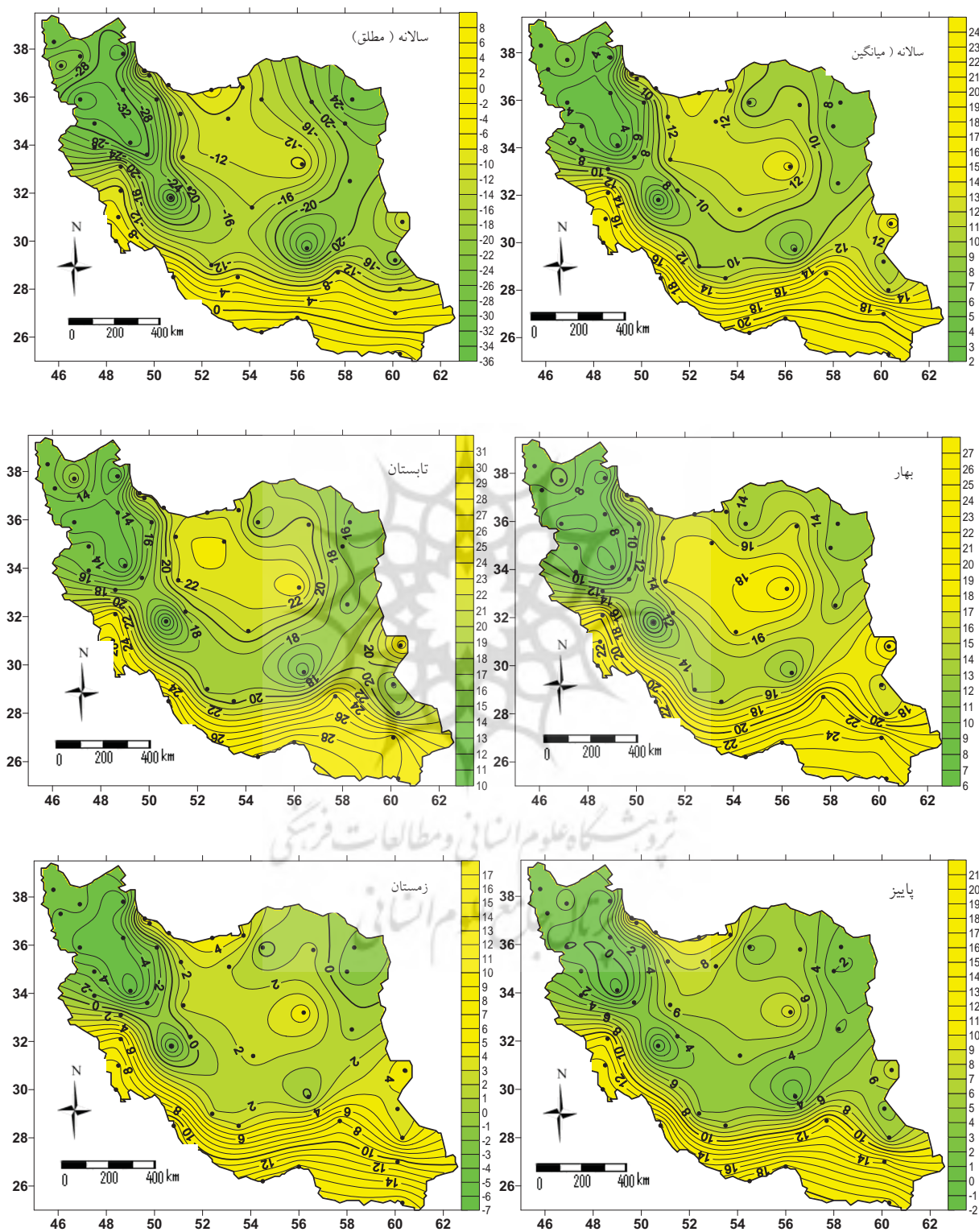
تفاوت های مکانی دماهای صبحگاهی در ایران بسیار چشمگیر است و در این تنوع مکانی، نقش ناهمواری ها بارز است. در مجموع، در همه نقشه های همدم (شکل ۳) که بر مبنای ارقام جدول ۲ تهیه شده است، مقادیر دما از جنوب به شمال و از مشرق به مغرب کاسته می شود. البته، مناطق خاصی هستند که از این الگو تبعیت نمی کنند. طبق نظر علیجانی (۱۳۸۳: ۵۱) کاهش دما از مشرق به مغرب عمدتاً به دلیل تجمع توده کوهستانی زاگرس در غرب کشور و یورش توده های هوای سبیری به چاله های مرکزی ایران رخ می دهد.

به طور کلی، با توجه به آمار جدول ۲ و نقشه های شکل ۳، پایین ترین دماهای صبحگاهی در تمام سری های زمانی، در شمال غرب کشور (ایستگاه های اردبیل، ارومیه و زنجان، به ترتیب با دماهای میانگین حداقل سالانه ۲/۸، ۵ و ۳/۹ درجه سانتیگراد) و منطقه زاگرس (ایستگاه های همدان و شهرکرد به ترتیب با دماهای میانگین حداقل سالانه ۲/۳ و ۳/۵ درجه سانتیگراد) مشاهده می شود. در مقابل، بالاترین دماهای میانگین صبحگاهی، نوار ساحلی جنوب، از آبادان تا چابهار را فرا می گیرد. دماهای میانگین صبحگاهی سالانه در ایستگاه های چابهار، بندر لنگه، بندر عباس و آبادان به ترتیب ۲۲/۲، ۲۱/۹، ۲۱/۶ و ۱۸ درجه سانتیگراد است که با دور شدن از ساحل و کاهش اثر تعدیلی آب دریا، دماها دچار افت می شود، زیرا "در نواحی ساحلی، سرمایش ناشی از بازتاب

امواج بلند، به مقدار زیاد توسط ذخیره حرارتی آب جبران می - شود و بنابراین، سرمایش جو در سطح آب بسیار ناچیز است" (کاوایانی، ۱۳۸۰: ۱۵۸). در حالی که در خشکی ها به دلیل بازتاب امواج بلند، سطح زمین سردتر از آب های مجاور است. اثر گرمای محسوس در خشکی ها معمولاً مهمتر از اثر گرمای نهان تبخیری است، در حالی که در آب ها گرمای نهان تبخیری، نقش مهمتری نسبت به گرمای محسوس دارد.

کمترین دماهای سالیانه به طور مطلق، مربوط به ایستگاه های کوهستانی شمال غرب و غرب (اردبیل و همدان به ترتیب با دماهای ۳۳/۸- و ۳۴- درجه سانتیگراد) است که به خوبی مؤید هجوم توده هواهای بسیار سرد در اوج سرمای زمستانه ست. بالاترین دماهای حداقل مطلق سالانه نیز مربوط به نوار ساحلی جنوب، بخصوص سواحل دریای عمان و تنگه هرمز (ایستگاه های چابهار و بندر لنگه به ترتیب با دماهای ۷ و ۶ درجه سانتیگراد) است (جدول ۲).

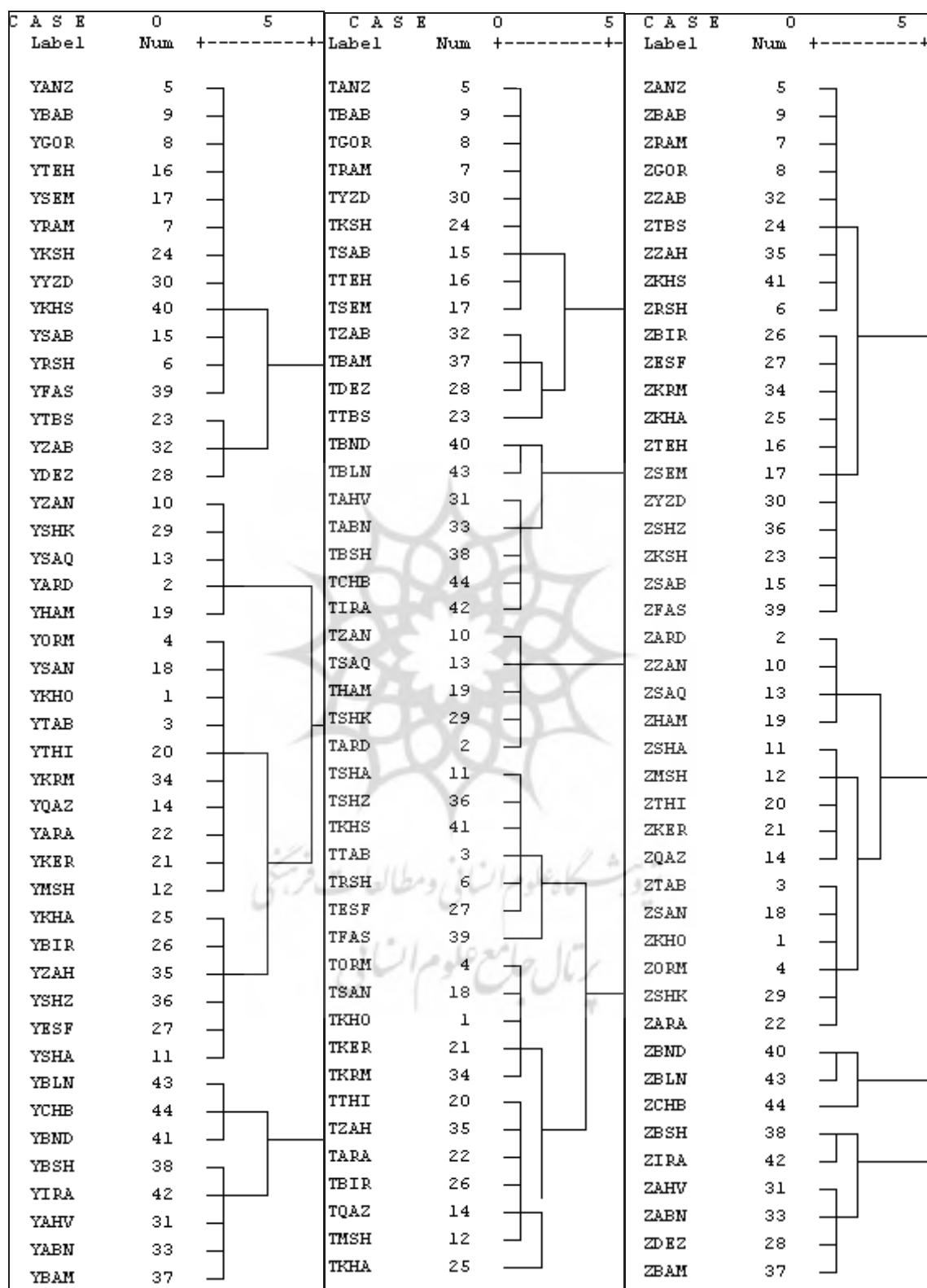
برای مشخص شدن الگوی مکانی توزیع دماهای حداقل در ایران از روش تحلیل خوشه ای به روش های رایج Ward و Between-Groups استفاده شد که مبنای پهنه بندی ها قرار گیرد. هدف از این کار، قرار دادن ایستگاه ها در طبقات همگن بود. نتایج کار به شکل دندروگرام هایی مانند دندروگرام های شکل ۴، برای هر دوره زمانی به دست آمد که بر مبنای آن، نقشه های پهنه بندی بر اساس روشی که قبلاً توضیح داده شد، رسم شدند (شکل ۵).



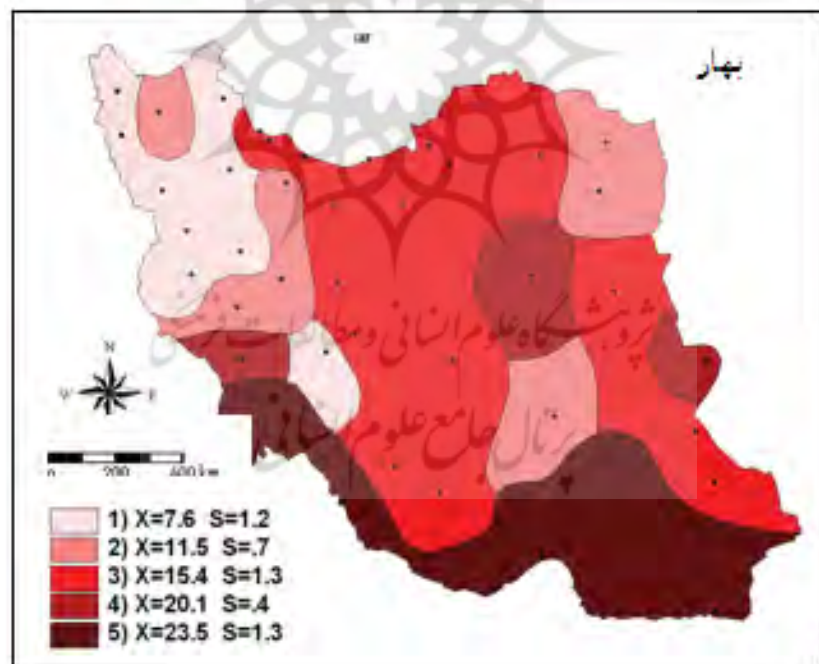
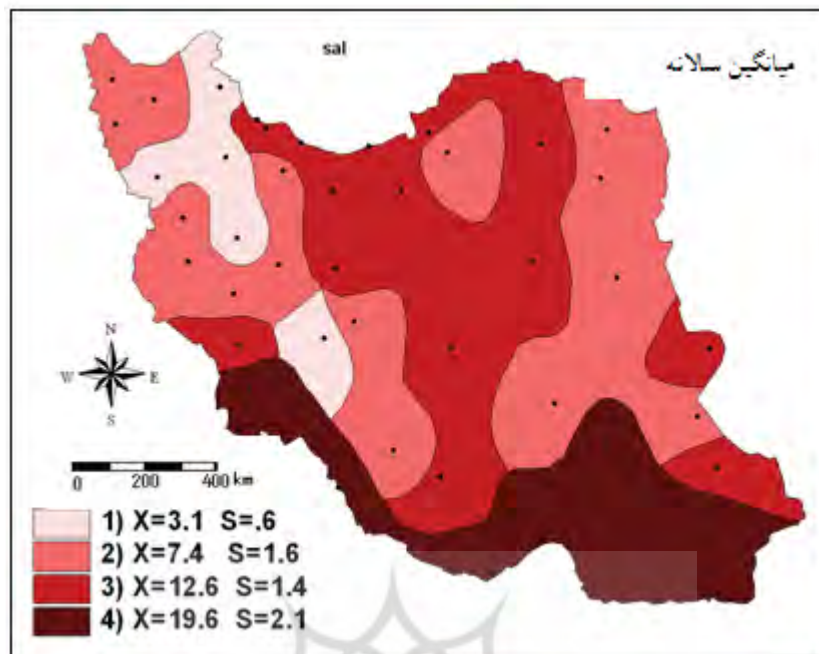
شکل ۳- نقشه های همدمای حداقل سالانه و فصلی ایران طی ۲۰۰۳-۱۹۶۴ (ارقام به درجه سانتیگراد)

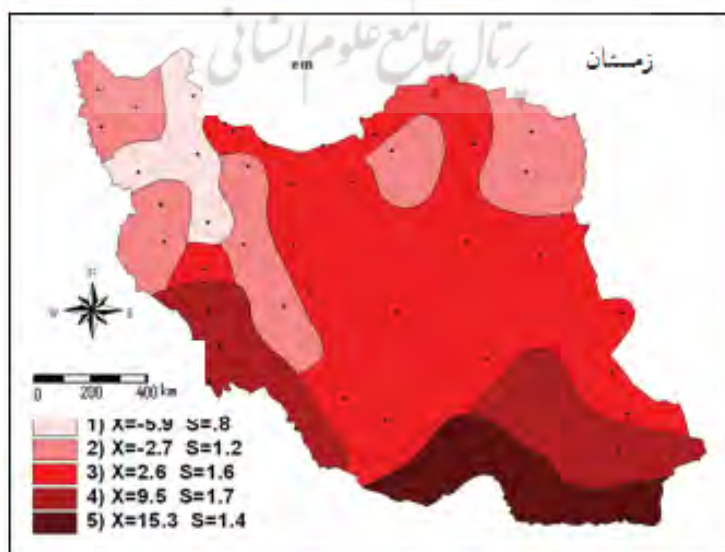
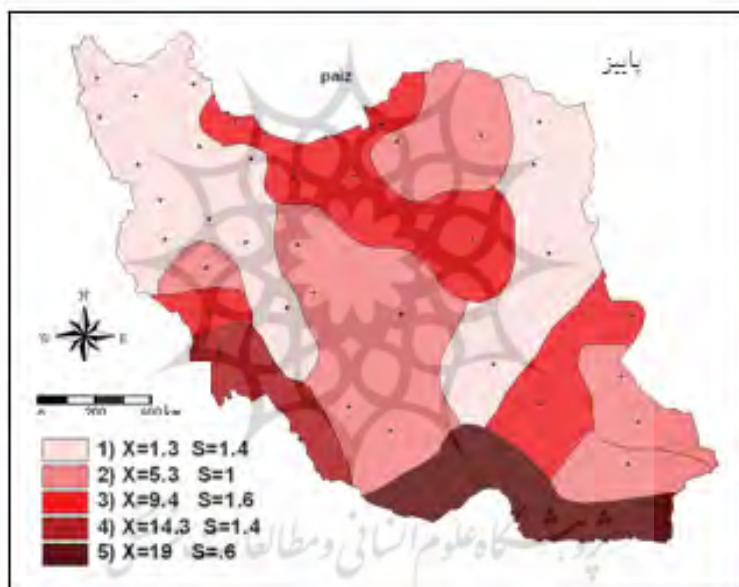
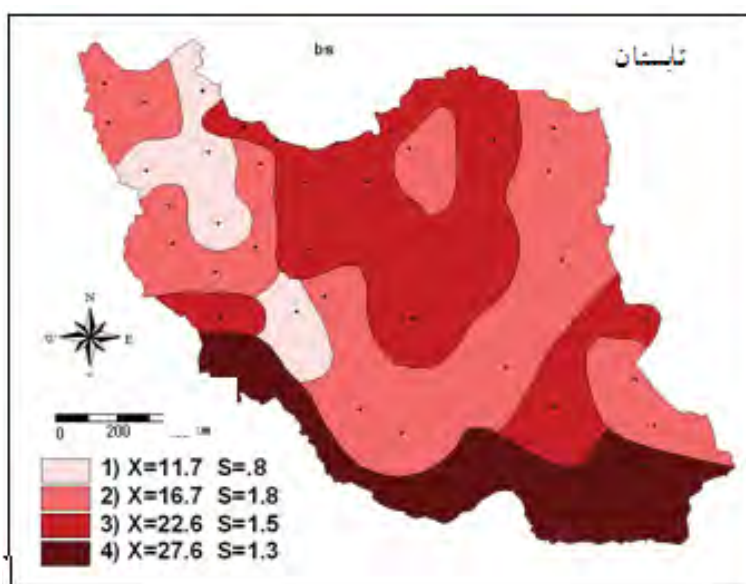
جدول ۲- دماهای میانگین حداقل و حداقل مطلق ایستگاه‌ها (۱۹۶۴-۲۰۰۳)

حداقل مطلق سالانه	میانگین حداقل					ایستگاه	ردیف	حداقل مطلق سالانه	میانگین حداقل					ایستگاه	ردیف
	زستان	بهار	تابستان	پاییز	سالانه				زستان	بهار	تابستان	پاییز	سالانه		
-۱۲/۵	۲/۴	۶/۸	۲۲/۱	۱۷	۱۲/۱	کاشان	۲۳	-۳۰	-۳/۷	۱/۲	۱۴/۲	۹/۴	۵/۳	خوی	۱
-۹	۴/۸	۸/۶	۲۴	۲۰/۱	۱۴/۴	طیس	۲۴	-۳۳/۸	-۵/۹	۰/۲	۱۰/۷	۶/۲	۲/۸	اردبیل	۲
-۱۴/۶	۱/۵	۵/۴	۱۷/۱	۱۱/۵	۸/۹	خرم آباد	۲۵	-۲۵	-۳/۳	۲/۷	۱۷/۹	۱۰/۸	۷	تبریز	۳
-۲۱/۵	۰/۴	۲/۸	۱۶/۲	۱۳/۷	۸/۳	بیرجند	۲۶	-۲۲/۸	-۴/۲	۱/۳	۱۴/۳	۸/۷	۵	ارومیه	۴
-۱۹/۴	۰/۴	۴	۱۸/۸	۱۴/۳	۹/۴	اصفهان	۲۷	-۱۱	۵	۱۱	۲۱/۵	۱۵/۷	۱۳/۳	انزلی	۵
-۹	۷/۳	۱۱/۶	۲۴/۵	۱۹/۸	۱۵/۸	دزفول	۲۸	-۱۹	۳/۳	۸/۷	۱۹/۴	۱۴/۱	۱۱/۴	رشت	۶
-۳۲	-۴/۶	-۰/۳	۱۱/۶	۷/۱	۳/۵	شهرکرد	۲۹	-۱۰	۴/۴	۱۰/۲	۲۰/۹	۱۴/۶	۱۲/۵	رامسر	۷
-۱۴	۲/۵	۵/۷	۲۱/۲	۱۷/۴	۱۱/۷	یزد	۳۰	-۱۰	۴/۱	۹/۴	۲۱/۸	۱۵/۳	۱۲/۷	گرگان	۸
-۷	۹/۳	۱۳/۳	۲۶/۲	۲۲	۱۷/۷	اهواز	۳۱	-۷	۵/۱	۱۰/۲	۲۱/۵	۱۵/۹	۱۳/۲	پابلسر	۹
-۱۲	۵/۱	۷/۸	۲۴/۶	۲۰/۶	۱۴/۵	زابل	۳۲	-۳۰	-۵/۲	۰/۶	۱۲/۹	۷/۴	۳/۹	زنجان	۱۰
-۴	۹/۶	۱۳/۷	۲۶/۲	۲۲/۵	۱۸	آبادان	۳۳	-۱۴	-۰/۷	۳/۷	۱۸/۱	۱۳	۸/۵	شاهرود	۱۱
-۳۰	-۰/۳	۰/۸	۱۴	۱۲	۶/۶	کرمان	۳۴	-۲۸	-۱/۴	۲/۲	۱۵/۴	۱۲/۳	۷/۱	مشهد	۱۲
-۲۲	۳/۴	۴/۴	۱۶/۷	۱۵/۸	۱۰/۱	زاهدان	۳۵	-۳۶	-۵/۵	-۰/۱	۱۱/۹	۶/۶	۳/۲	سفر	۱۳
-۱۴	۲/۳	۵/۲	۱۸/۵	۱۳/۷	۹/۹	شیراز	۳۶	-۲۴	-۲/۱	۳/۱	۱۵/۸	۱۰/۵	۶/۸	قزوین	۱۴
-۹	۸	۱۱/۷	۲۵/۲	۲۲/۱	۱۶/۸	یم	۳۷	-۲۰	۱/۳	۵/۶	۲۰/۶	۱۶/۳	۱۱	سیزو	۱۵
-۱	۱۲	۱۶/۴	۲۷/۴	۲۳/۱	۱۹/۷	بوشهر	۳۸	-۱۵	۲/۱	۷/۶	۲۲/۵	۱۶/۴	۱۲/۲	تهران	۱۶
-۷	۳/۱	۶/۴	۱۹/۶	۱۴/۷	۱۱	فسا	۳۹	-۱۱	۲/۱	۷/۲	۲۳/۱	۱۷/۲	۱۲/۴	سمنان	۱۷
-۱۰	۳/۹	۵/۷	۱۸/۵	۱۶/۵	۱۱/۲	خاش	۴۰	-۳۱	-۳/۴	۱/۶	۱۴/۶	۸/۴	۵/۳	سنندج	۱۸
۲	۱۴/۳	۱۸/۳	۲۹/۳	۲۴/۵	۲۱/۶	بندعباس	۴۱	-۳۴	-۷	-۱/۸	۱۱/۵	۶/۴	۲/۳	همدان	۱۹
-۶	۱۰/۷	۱۳/۸	۲۷/۷	۲۴/۳	۱۹/۱	ایران شهر	۴۲	-۲۲	-۱/۸	۲	۱۶/۳	۱۲/۴	۷/۲	ترت ح	۲۰
۶	۱۴/۸	۱۹/۲	۲۹/۴	۲۴/۳	۲۱/۹	بندرلنگه	۴۳	-۲۷	-۱/۸	۲/۶	۱۴/۵	۸/۷	۶	کرمانشاه	۲۱
۷	۱۶/۹	۱۹/۵	۲۶/۹	۲۵/۴	۲۲/۲	چابهار	۴۴	-۳۰/۵	-۲/۷	۲/۷	۱۶/۶	۱۱/۱	۶/۹	اراک	۲۲



شکل ۴- نمونه هایی از دندروگرام های سری های زمانی دماهای میانگین حداقل برای ۴۴ ایستگاه ایران





تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد. نتایج این تجزیه و تحلیل نشان داد که دماهای میانگین حداقل پهنه ها در هر نقشه (شکل ۵) با یکدیگر اختلاف معنی دار دارند. جدول ۳ نمونه ای از خروجی های تجزیه و تحلیل واریانس را نشان می دهد.

شکل ۵- نقشه های پهنه بندی ایران بر مبنای دماهای میانگین حداقل سالانه و فصلی (۲۰۰۳-۱۹۶۴) (پهنه ها با شماره های ۱ الی ۵ مشخص شده اند. X دماهای میانگین حداقل و S انحراف معیار آنها بر حسب درجه سانتیگراد است.)
برای اثبات معنی دار بودن اختلاف میانگین دماها بین پهنه ها در هر سری زمانی، از تجزیه و

جدول ۳- آنالیز واریانس مربوط به برابری دماهای میانگین حداقل سالانه در پهنه های چهارگانه

سطح معناداری	F	میانگین مربعات	درجه های آزادی	مجموع مربعات	دمای میانگین حداقل سالانه
۰/۰۰۰	۱۵۴/۹۴۰	۳۸۵/۵۸۵	۳	۱۱۵۷/۵۷۳	بین گروهها (پهنه ها)
		۲/۴۹۰	۴۰	۹۹/۶۱۵	داخل گروهها (پهنه ها)
			۴۳	۱۲۵۷/۱۸۷	مجموع

جدول ۴- آزمون مقایسه های چندگانه بونفرونی برای تعیین اختلاف دو به دویی دماهای میانگین حداقل سالانه بین پهنه ها

فاصله اطمینان ۹۵٪		سطح معناداری	خطای معیار	اختلاف متوسط (I-J)	دمای میانگین سالانه	
حد بالا	حد پایین				پهنه (I)	پهنه (J)
-۲/۰۲۹۴	-۶/۵۱۸۱	۰/۰۰۰	۰/۸۰۸۵	-۴/۲۷۳۸*	۲	۱
-۷/۲۶۴۶	-۱۱/۷۸۸۸	۰/۰۰۰	۰/۸۱۴۹	-۹/۵۲۶۷*	۳	۱
-۱۴/۰۳۲۷	-۱۹/۰۲۷۳	۰/۰۰۰	۰/۸۹۹۶	-۱۶/۵۳۰۰*	۴	۱
۶/۵۱۸۱	۲/۰۲۹۴	۰/۰۰۰	۰/۸۰۸۵	۴/۲۷۳۸*	۱	۲
-۳/۶۷۸۶	-۶/۸۲۷۳	۰/۰۰۰	۰/۵۶۷۲	-۵/۲۵۲۹*	۳	۲
-۱۰/۳۵۹۴	-۱۴/۱۵۳۱	۰/۰۰۰	۰/۶۸۳۳	-۱۲/۲۵۶۳*	۴	۲
۱۱/۷۸۸۸	۷/۲۶۴۶	۰/۰۰۰	۰/۸۱۴۹	۹/۵۲۶۷*	۱	۳
۶/۸۲۷۳	۳/۶۷۸۶	۰/۰۰۰	۰/۵۶۷۲	۵/۲۵۲۹*	۲	۳
-۵/۰۸۵۵	-۸/۹۲۱۱	۰/۰۰۰	۰/۶۹۰۹	-۷/۰۰۳۳*	۴	۳
۱۹/۰۲۷۳	۱۴/۰۳۲۷	۰/۰۰۰	۰/۸۹۹۶	۱۶/۵۳۰۰*	۱	۴
۱۴/۱۵۳۱	۱۰/۳۵۹۴	۰/۰۰۰	۰/۶۸۳۳	۱۲/۲۵۶۳*	۲	۴
۸/۹۲۱۱	۵/۰۸۵۵	۰/۰۰۰	۰/۶۹۰۹	۷/۰۰۳۳*	۳	۴

نقشه میانگین سالانه) رد می شود و این علامت صحت ناحیه بندی است. فرض صفر مذکور، بر اساس آماره F رد شده است. آماره F جدول

سطح معناداری صفر در جدول ۳، به این مفهوم است که فرض صفر برابری میانگین های دمای حداقل سالانه بین پهنه های دمایی چهارگانه (شکل ۵،

بیشترین فراوانی را دارند و ممکن است چند سال پیاپی اتفاق نیافتند (علیجانی، ۱۳۸۳: ۷ و ۸) و به این ترتیب باعث ایجاد پهنه های ناهمسان در سری های زمانی می گردند (شکل ۵).

در تمام فصول و همین طور در طول سال، نقش کنترل کننده های دمایی به خوبی ملاحظه می شود. پایین ترین دماهای میانگین صبحگاهی در ایران درست در ارتفاعات شمال غربی و ارتفاعات زاگرس شمالی (با میانگین سالانه ۳/۱ درجه سانتیگراد) و بالاترین آنها در نواحی ساحلی جنوب (با میانگین سالانه ۱۹/۶ درجه سانتیگراد) مشاهده می شود (شکل ۵). دماهای میانگین حداقل سالانه و فصلی در ایستگاه های جنوبی کشور در تمام فصول از ثبات بیشتری برخوردار بوده است، ولی در نیمه شمالی کشور بخصوص در فصل زمستان به علت ورود توده هوای مختلف که به طور عمده از سمت شمال و شمال غرب وارد ایران می شوند، این ثبات به هم خورده و پهنه های متفاوت تری شکل گرفته است. میانگین دماهای صبحگاهی زمستانه در دو پهنه شمال غرب، از ۲/۷- تا ۵/۹- درجه سانتیگراد متغیر است. در سواحل دریای خزر طی فصل زمستان به رغم بالا بودن عرض جغرافیایی، به دلیل نقش تعدیلی دریا، دماهای میانگین حداقل بیش از ۲/۶ درجه سانتیگراد است که از این نظر با چاله های مرکزی ایران در یک ردیف قرار می گیرد. در تمام نقشه های شکل ۵، نقش عرض جغرافیایی و اثر تعدیلی آب دریا در نوار ساحلی جنوب کاملاً مشخص است و باعث شده

(۱۵۴/۹۴)، بیانگر آن است که واریانس دما بین پهنه های چهارگانه، ۱۵۴/۹۴ برابر واریانس دما در داخل پهنه هاست که با قاطعیت حکم به اختلاف معنی دار بین میانگین های دماهای پهنه ها می دهد. آزمون برابری واریانس های لوین نیز که پیش شرط استفاده از دو آزمون تجزیه و تحلیل واریانس و آزمون بونفرونی است، اختلاف معنی دار واریانس بین گروه ها را نشان نداد و بنابراین استفاده از این دو آزمون بلا مانع بود.

از آنجا که رد شدن فرض صفر در تجزیه و تحلیل واریانس، به مفهوم وجود اختلاف معنی دار، دست کم بین میانگین دمای دو پهنه است و از این رو نشان نمی دهد که میانگین دماهای کدام پهنه ها، دو به دو، با هم اختلاف دارند، از آزمون مقایسه های چندگانه بونفرونی که نمونه ای از آن در جدول ۴ برای دماهای میانگین حداقل سالانه آورده شده است، استفاده شد. در این جدول، پهنه های چهارگانه با اعداد ۱ الی ۴ مشخص شده اند و هر علامت ستاره، نشان دهنده اختلاف معنی دار بین دماهای میانگین صبحگاهی در دو پهنه است. بنابراین، با توجه به ستاره ها، هر چهار پهنه به صورت دو به دو با همدیگر اختلاف معنی دار دمایی دارند.

عوامل محلی به تنهایی نمی توانند وضعیت آب و هوایی ایران را تبیین کنند و باید نقش عوامل بیرونی را هم در نظر گرفت. عوامل بیرونی، ذاتی ایران نیستند و فراوانی وقوع آنها نیز همیشه ثابت نیست و ورود آنها تابع سیستم های آورنده آنهاست؛ یک سال

اعتبار مدل‌ها تأیید شده. با توجه به ردیف اول جدول ۵، در مقیاس سالانه، با فرض ثابت بودن عرض جغرافیایی، با هر متر افزایش ارتفاع، $0/0059$ درجه سانتیگراد ($5/9$ درجه در 1000 متر) از دمای میانگین حداقل سالانه کاسته می‌شود که بسیار نزدیک به گرادیان معمولی 6 درجه سانتیگراد در هر 1000 متر است. همچنین، با فرض ثابت بودن ارتفاع، با هر درجه افزایش عرض جغرافیایی، $0/775$ درجه سانتیگراد از دمای میانگین حداقل سالانه کاسته می‌شود. آهنگ کاهش دما به ازای افزایش ارتفاع، حداقل در فصل بهار $5/2$ درجه در کیلومتر و حداکثر در فصل پاییز، $6/7$ درجه در هر کیلومتر بوده است.

با مقایسه ضرایب β استاندارد مدل‌های رگرسیون چندگانه در جدول ۵، می‌توان پی برد که در تمام فصول و همین‌طور در طول سال، نقش ارتفاع در کنترل دماهای صبحگاهی، بیشتر از عرض جغرافیایی است. همچنین بررسی ضرایب تعیین (r^2) مدل‌های رگرسیونی، معلوم می‌دارد که نقش تلفیقی این دو عامل در کنترل دماهای صبحگاهی، چشمگیر است. بالاترین مقدار ضریب تعیین، $0/95$ در فصل زمستان و پایین‌ترین آن $0/77$ در فصل تابستان محاسبه شده است. همچنین مقدار ضریب برای سال، $0/87$ است. مفهوم $0/87$ آن است که در طول سال، دو عامل عرض جغرافیایی و ارتفاع، 87 درصد از تغییرات دماهای میانگین صبحگاهی را توجیه می‌نمایند که درصد قابل توجهی است.

است پهنه مربوطه به صورت نواری در امتداد سواحل جنوبی گسترش یابد. در سایر مناطق، بخصوص ارتفاعات زاگرس و آذربایجان نقش ارتفاع چشمگیرتر است. نگاهی به نقشه‌های دوره گرم سال، حاکمیت عوامل محلی را بیشتر نمایان می‌سازد. در تابستان، سواحل دریا تنها قسمت کمی از انرژی جذب شده را به جو باز می‌گرداند. انتقال انرژی به اعماق آب و تبدیل گرمای محسوس به گرمای نهان بر اثر تبخیر، در حد بالایی است، بنابراین دمای هوا ملایم باقی می‌ماند. در مقابل، در مناطق دیگر ایران تبخیر بسیار کم است یا اصلاً وجود ندارد. به همین دلیل، در این مناطق در طی شب به دلیل هدررفت انرژی از طریق بازتابش، دماهای صبحگاهی، پایین‌تر است. همین امر، باعث شده است تا دماهای صبحگاهی در ایستگاهی مانند زاهدان با میانگین سالانه $10/1$ درجه سانتیگراد، پایین‌تر از ایستگاهی مانند تهران با میانگین $12/2$ درجه سانتیگراد باشد.

برای نشان دادن کم و کیف تأثیر عوامل محلی در دماهای صبحگاهی، از معادله‌های رگرسیون چندگانه بین دماهای میانگین حداقل، به عنوان متغیر وابسته و ارتفاع و عرض جغرافیایی، به عنوان متغیرهای مستقل، استفاده شد (جدول ۵). آزمون‌های مربوط به درستی مدل‌های رگرسیونی، از جمله تجزیه و تحلیل واریانس رگرسیون، خطی بودن رابطه بین متغیرهای مستقل و وابسته و نرمال بودن توزیع مقادیر متغیر وابسته (آزمون اسمیرنوف - کولموگوروف) انجام و

جدول ۵- معادلات رگرسیون چندگانه مربوط به اثر دو عامل عرض جغرافیایی و ارتفاع در دماهای میانگین حداقل

دوره زمانی	مدل رگرسیون چندگانه $Y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3$	ضریب β استاندارد (ارتفاع)	ضریب β استاندارد (عرض جغرافیایی)	r^2
سال	latitude-۰/۷۷۵ altitude ۰/۰۰۵۹-۴۲/۲۲ Y=	-۰/۷۰۱	-۰/۵۱۸	۰/۸۷
بهار	latitude۰/۸۶۶ altitude -۰/۰۰۵۲ -۴۷/۹۲ Y=	-۰/۶۰۵	-۰/۵۷۰	۰/۸۲
تابستان	latitude-۰/۶۲۳ altitude -۰/۰۰۵۵ ۴۴/۷۴ Y=	-۰/۶۹۲	-۰/۴۳۷	۰/۷۷
پاییز	latitude۰/۶۷۱ altitude -۰/۰۰۶۷ -۳۴/۲۱ Y=	۷۷۶/۰-	۴۳۸/۰-	۰/۹۲
زمستان	latitude۰/۷۹۴ altitude -۰/۰۰۶۱ -۳۸/۵۷ Y=	۶۷۹/۰-	۵۸۲/۰-	۰/۹۵

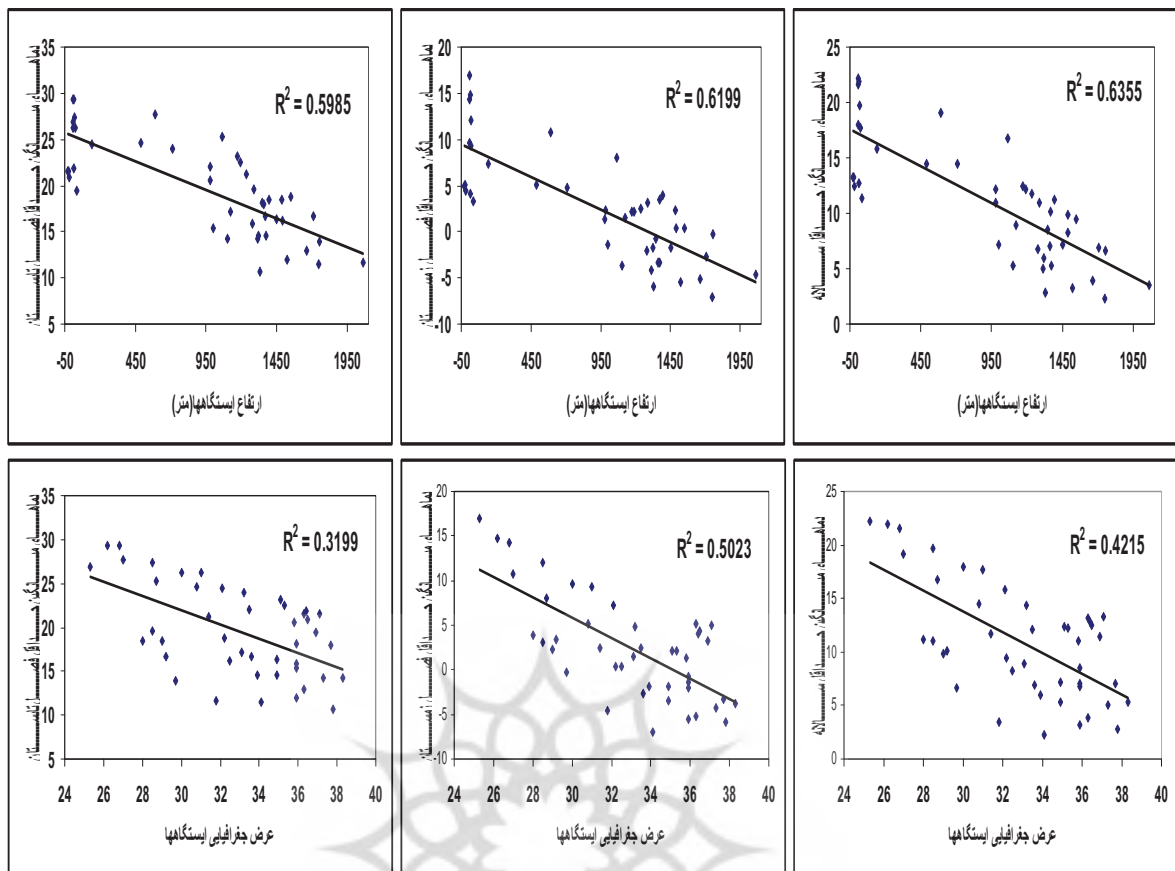
تعیین تابستانه در جدول ۵ نیز کمترین مقدار (۰/۷۷) را داشت. همچنین ضرایب همبستگی دو ستون چپ جدول ۶، نشان می‌دهد که در تمام دوره‌های زمانی، هرچه ارتفاع و عرض جغرافیایی بیشتر می‌شود، بر تغییرپذیری دماها افزوده می‌شود (شکل ۷). در این مورد، تمام ضرایب همبستگی به استثنای فصل تابستان که در سطح ۰/۰۵ معنی دار است، در سطح ۰/۰۱ معنی دار هستند. برخی از نمودارهای پراکنش نگار، به همراه خطوط برازش که به روش کمترین مربعات رسم شده‌اند، در شکل ۶ مشاهده می‌شود.

ضرایب همبستگی بین ارتفاع و دماهای میانگین حداقل ایستگاه‌ها (جدول ۶)، نیز قویتر از ضرایب بین عرض جغرافیایی و دماهاست که تأیید همان مطلب بالا؛ یعنی نقش بیشتر عامل ارتفاع در کنترل دماهای صبحگاهی نسبت به عرض جغرافیایی است؛ ضمن آنکه تمام ضرایب همبستگی، قوی و در سطح ۰/۰۱ معنی دار هستند. همبستگی‌ها در فصل تابستان ضعیف‌تر است. این امر نشان می‌دهد که در این فصل، کنترل عوامل محلی مانند ارتفاع و عرض جغرافیایی بر روی دماهای صبحگاهی، نسبت به فصل زمستان کمتر است. یادآوری می‌نماید که ضریب

جدول ۶- ضرایب همبستگی پیرسین بین سری‌های دمای حداقل از یک سو و ارتفاع و عرض جغرافیایی از سوی دیگر

سری زمانی	دماهای میانگین حداقل		ضریب تغییرات دماهای میانگین حداقل	
	عرض جغرافیایی	ارتفاع	عرض جغرافیایی	ارتفاع
سال (میانگین)	** -۰/۶۴۹	** -۰/۷۷۹	** ۰/۴۵۵	** ۰/۵۴۵
سال (مطلق)	** -۰/۶۰۰	** -۰/۷۹۸	** ۰/۴۶۸	** ۰/۵۷۹
بهار	** -۰/۶۸۳	** -۰/۷۵۸	** ۰/۴۸۰	** ۰/۵۳۷
تابستان	** -۰/۵۶۶	** -۰/۷۷۴	** ۰/۳۸۳	** ۰/۵۱۷
پاییز	** -۰/۵۸۲	** -۰/۸۵۷	** ۰/۴۷۴	** ۰/۶۰۹
زمستان	** -۰/۷۰۹	** -۰/۷۸۷	** ۰/۵۰۵	** ۰/۶۲۹

* معنی دار در سطح ۰/۰۵ ** معنی دار در سطح ۰/۰۱



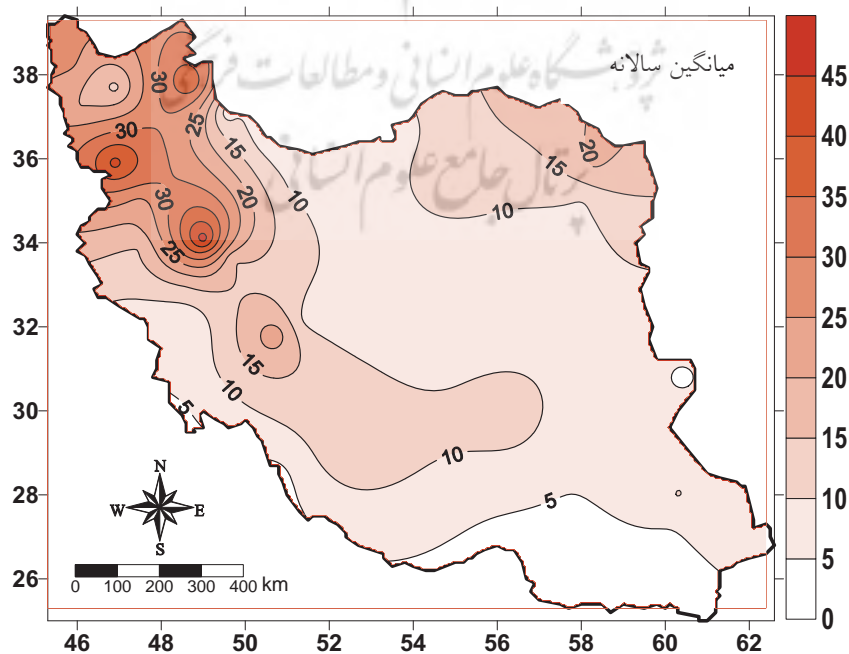
شکل ۶- نمودارهای پراکنش نگار مربوط به رابطه بین دماهای میانگین حداقل و ارتفاع و عرض جغرافیایی

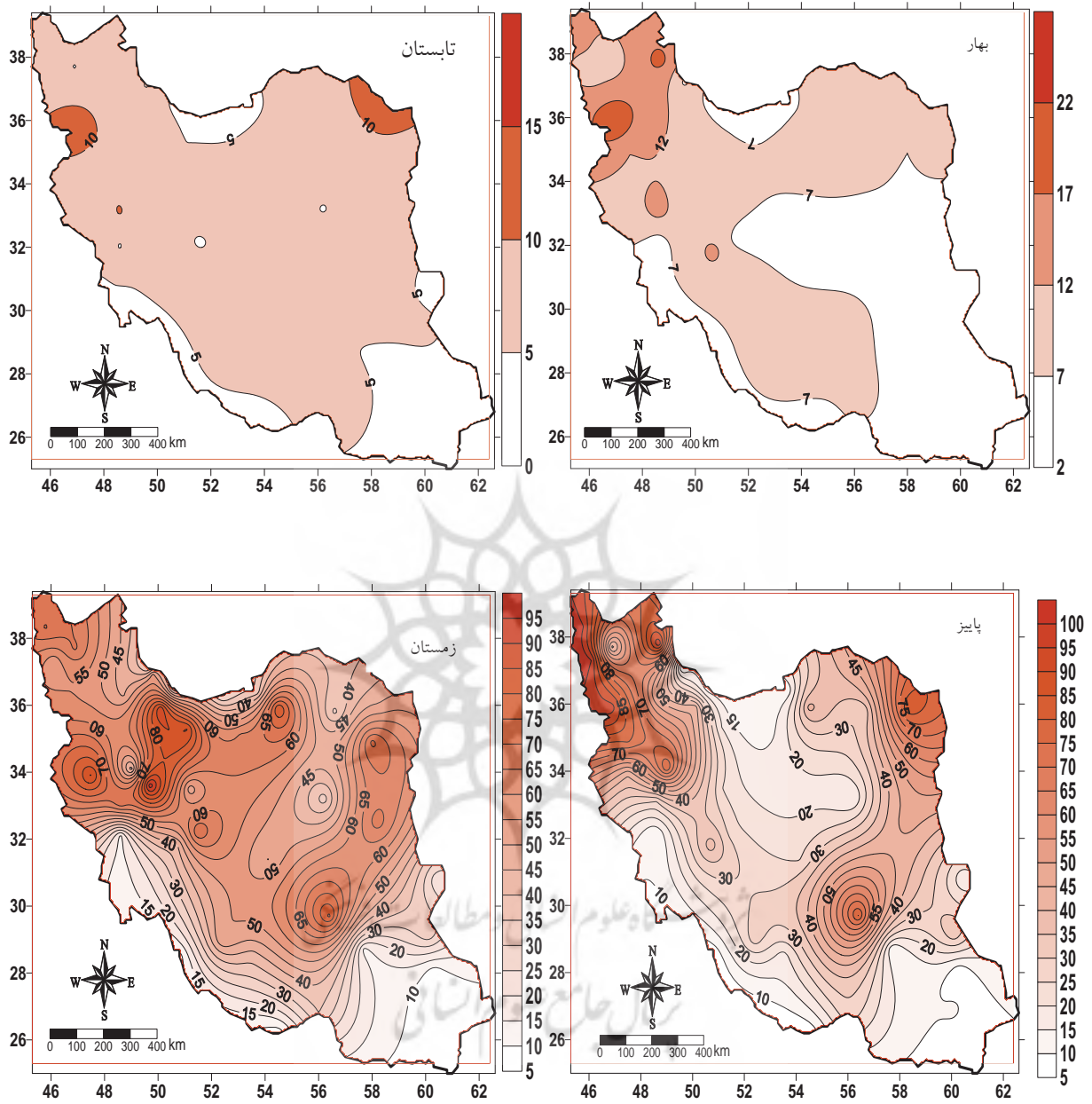
درصد) است که به وضوح اثر چشمگیر توده های مهم آب را در کاهش تغییرپذیری دمایی در این مناطق نشان می دهد، در حالی که در مناطق مرتفع، بخصوص مناطق مرتفع شمال غرب، گذر سیستم های مختلف جوی در طول سال، به همراه ورود و خروج راحت تر انرژی، باعث افزایش تغییرپذیری دماهای میانگین حداقل سالانه به حدود ۴۰ درصد شده است. با توجه به اینکه در تمام نقشه ها، فاصله خطوط هم ارزش، به طور ثابت ۵ درصد در نظر گرفته شده است، اختلاف فاحش تغییرپذیری دما بین فصول تابستان و بهار (به ترتیب با میانگین $6/4$ و $8/4$

برای پی بردن به الگوی ارتباط مکانی ضریب تغییرات دماهای میانگین حداقل با ارتفاع و عرض جغرافیایی، نقشه های سالانه و فصلی ضریب تغییرات برای کشور رسم گردید (شکل ۷). همان طور که از نقشه ها بر می آید، بین ضریب تغییرات دماهای میانگین حداقل و ارتفاعات مهم کشور، رابطه مشخصی وجود دارد؛ بدین ترتیب که در مقیاس سال در مناطق کوهستانی شمال غرب، زاگرس و تا حدی شمال خراسان، ضریب تغییرات، نسبتاً بالا (۱۰ الی ۴۵ درصد) و در بقیه مناطق، به خصوص سواحل دریای خزر و سواحل جنوب کشور، بسیار پایین (کمتر از ۵

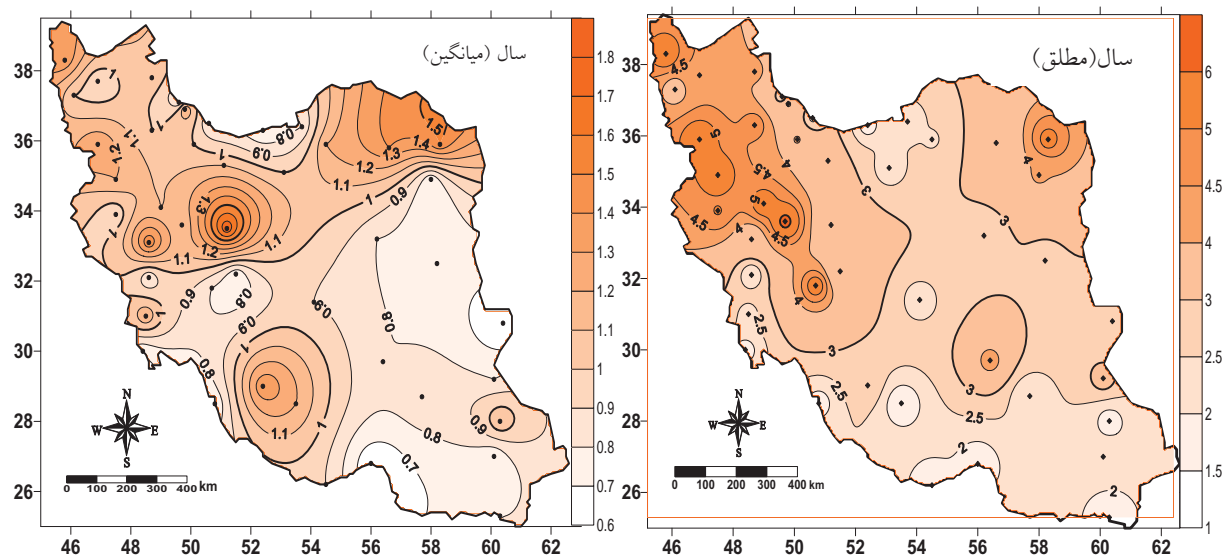
است، لیکن در فصل زمستان، مساحت بیشتری از کشور، مقادیر تغییرپذیری بالاتری را تجربه می‌کند. نقشه انحراف معیار دماهای میانگین حداقل (شکل ۸) نیز الگوی نسبتاً مشابهی را نشان می‌دهد. به این ترتیب که مقادیر انحراف معیار در مناطق مرتفع، به طور نسبی زیاد (۱ الی ۱/۸ درجه سانتیگراد) و در مناطق پست، کم (۰/۶ الی ۱ درجه سانتیگراد) است. همچنین، مقادیر انحراف معیار دماهای حداقل مطلق نیز به طور مشابه در مناطق پست، کمتر از ۲/۵ درجه سانتیگراد، در نواحی کوهپایه‌ای، ۲/۵ الی ۴ درجه سانتیگراد و در نواحی مرتفع، ۴ الی بیش از ۶ درجه سانتیگراد است؛ هر چند که در این تغییرات، عرض جغرافیایی هم سهم بسزایی داشته است. در عرض‌های جغرافیایی بالاتر، مقادیر انحراف معیار دماها، نسبت به عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر، بیشتر بوده است.

درصد) از یک سو و پاییز و زمستان (بترتیب با میانگین ۳۶/۳ و ۴۵/۴ درصد) از سوی دیگر، به خوبی قابل تشخیص است؛ ضمن آنکه در دو فصل بهار و تابستان، اختلاف تغییرپذیری دماها در نقاط مختلف کشور بسیار کاهش پیدا می‌کند و به حدود ۵ الی ۱۵ درصد می‌رسد؛ حال آنکه که در دو فصل پاییز و زمستان، این اختلاف به حدود ۷۰ الی ۸۰ درصد افزایش می‌یابد. بدیهی است که در دوره سرد، اغتشاشات و توده‌هواهای متفاوت، کل کشور، بخصوص عرض‌های بالاتر را متأثر می‌کند، در حالی که در دوره گرم تمام ایران زیر سلطه پرفشار آזור قرار گرفته، تقریباً اقلیمی گرم و خشک بر مناطق مختلف ایران حکم فرماست. نکته جالب آن است که هم درصد تغییرپذیری و هم اختلاف بین درصدها در نقاط مختلف کشور در فصل پاییز بیشتر از زمستان





شکل ۷- نقشه های ضریب تغییرات دماهای میانگین حداقل سالانه و فصلی ایران طی ۲۰۰۳-۱۹۶۴ (ارقام به درصد)



شکل ۸- نقشه های انحراف معیار دماهای میانگین حداقل و حداقل مطلق سالانه ایران طی ۲۰۰۳-۱۹۶۴

(ارقام بر حسب درجه سانتیگراد)

نتیجه گیری

میانگین $3/1$ درجه سانتیگراد) و بیشترین آنها مربوط به نوار ساحلی جنوب (۱۸ الی $22/3$ درجه سانتیگراد با میانگین $19/6$ درجه سانتیگراد) است که به خوبی مؤید نقش تعدیل کنندگی آب دریا در جنوب و اثر ارتفاع و عرض جغرافیایی در شمال کشور است. نقشه های پهنه بندی فصلی (شکل ۵)، نیز اثر بارز عرض جغرافیایی در جنوب و ارتفاعات را در شمال نشان می دهد. آزمون های آماری، از جمله تجزیه و تحلیل واریانس یکطرفه و آزمون مقایسه های چندگانه بونفرونی، درستی پهنه بندی ها را تأیید می نمایند.

مقایسه ضرایب β استاندارد مدل های رگرسیون چندگانه (جدول ۵) و نیز ضرایب همبستگی (جدول ۶)، معلوم می دارد که در تمام فصول و همین طور در طول سال، نقش ارتفاع در کنترل دماهای صبحگاهی، بارزتر از عرض جغرافیایی است.

انجام پهنه بندی دمایی برمبنای جدیدترین آمار اقلیمی برای تمام کشورها از جمله ایران، از ضروریات محسوب می شود. در این تحقیق، دماهای میانگین حداقل و حداقل مطلق سالیانه و فصلی ۴۴ ایستگاه سینوپتیک در یک دوره ۴۰ ساله برمبنای روش های آماری، بررسی گردید و پهنه بندی های مربوطه با استفاده از نرم افزارهای مختلف آماری و سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) به انجام رسید.

بر اساس نتایج مطالعه، چهار پهنه متفاوت دمایی سالانه در کشور قابل تشخیص است (شکل ۵، نقشه سالانه) که کمترین دماهای میانگین صبحگاهی، مربوط به ایستگاه های کوهستانی شمال غرب و ارتفاعات زاگرس ($2/2$ الی $4/9$ درجه سانتیگراد با

برانگیز است؛ چرا که انتظار می رود در فصل تابستان، به دلیل ثبات نسبی عوامل بیرونی، بخصوص استیلای پرفشار آזור در سطح کشور، نقش عوامل محلی در کنترل دماها بیشتر باشد؛ درحالی که حداقل در این مطالعه، نقش این دو در فصل زمستان بیشتر بوده است. به همین ترتیب، ضرایب همبستگی تابستانه بین ارتفاع و عرض جغرافیایی از یک سو و دماهای صبحگاهی از سوی دیگر، ضعیف تر از ضرایب زمستانه بودند (جدول ۶) که به نوعی ادعای بالا مبنی بر نقش ضعیف تر ارتفاع و عرض جغرافیایی را در کنترل دماهای صبحگاهی تابستانه تأیید می نماید. به نظر می رسد که در مطالعات آتی با دخالت دادن عوامل بیرونی، مانند توده های هوا، امواج کوتاه و جریانهای هوا در سطوح فوقانی و سایر عوامل محلی، مانند پوشش گیاهی و دوری و نزدیکی به منابع آب، نتایج مطلوبتری عاید گردد.

منابع

- ۱- امام هادی، ماندانا و بهلول علیجانی. (۱۳۸۳). توده های هوای موثر بر ایران در دوره سرد سال، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۷۵: ۵۳-۳۴.
- ۲- خلیلی، علی. (۱۳۸۳). تدوین یک سامانه جدید پهنه بندی اقلیمی از دیدگاه نیازهای گرمایش و سرمایش محیط و اعمال آن بر گستره ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۷۵: ۱۴-۵.
- ۳- ذوالفقاری، حسن. (۱۳۸۴). بررسی فصول طبیعی در استان کرمانشاه، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۷۶: ۱۰۷-۹۰.

با توجه به نقشه های شکل های ۷ و ۸ و ارقام ضریب همبستگی جدول ۶، رابطه کاملاً مشخصی بین توزیع مقادیر تغییرپذیری و انحراف معیار دماهای میانگین حداقل سالانه و ارتفاع ایستگاه ها مشاهده می شود، به این ترتیب که با افزایش ارتفاع، بر تغییرپذیری دماها افزوده می شود. این امر، مؤید ورود و خروج راحت تر انرژی در ارتفاعات است. نقش عرض جغرافیایی بر تغییرپذیری دماها، در رده بعدی اهمیت قرار می گیرد. همچنین تغییرپذیری دماها در دوره های سرد و گرم سال، اختلافات فاحشی را نشان می دهد؛ به این ترتیب که مقادیر تغییرپذیری در پاییز و زمستان بسیار بیشتر از بهار و تابستان است. علت را می توان در استیلای پرفشار جنب حاره ای آזור در تمام نقاط کشور و در نتیجه، ثبات نسبی دما در دوره گرم و همین طور عبور سیستم های متنوع جوی و توده هواهای مختلف در دوره سرد جستجو کرد.

آنچه در این تحقیق جالب می نماید، نقش تلفیقی چشمگیر دو عامل ارتفاع و عرض جغرافیایی در کنترل دماهای صبحگاهی است، به گونه ای که مقایسه ضرایب تعیین (r^2) مدل های رگرسیون چندگانه (جدول ۵) نشان می دهد که در مقیاس فصلی، حداقل ۷۷ و حداکثر ۹۵ درصد و در طول سال ۸۷ درصد از تغییرات دماهای صبحگاهی، توسط این دو عامل توجیه می شود که درصدهای بسیار قابل توجهی است، درحالی که علیجانی (۱۳۸۳: ۷ و ۸) بیان می دارد که حاکمیت عوامل محلی در طول شب به کمترین حد خود می رسد. به صورت مقایسه ای بین فصول، در تابستان، نقش تلفیقی این دو عامل در کنترل دماهای صبحگاهی، کمتر (۷۷ درصد) و در زمستان، بیشتر (۹۵ درصد) است که این نکته نیز تأمل

۱۴- مهدوی، محمد. (۱۳۷۱). هیدرولوژی کاربردی، ج ۱، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

15- Carrera-Hernandez, J. J. and Gaskin, S. J. , 2007 , Spatio temporal analysis of daily precipitation and temperature in the Basin of Mexico, *Journal of Hydrology* , 336: 231– 249

16- Cressie, N. A. C. , 1990 , The Origins of Kriging , *Mathematical Geology* , 22 : 239-252 .

17- Chris, C. , Lau S. , Lam, J. C. and yang, L. , 2007 , Climate classification and passive solar design implications in China , *Energy conversion and Management* , 48: 2006-2015 .

18- Everit, B. S. ,1993,; Cluster Analsis, California, Edward Arnold Publishers .

19- Iglesias, A. , Rosenzweig, C. and Pereira, D. , 2000 , Agricultural impacts of climate change in Spain: Developing tools for a spatial analysis , *Global Environmental Change*, 10 : 69-80 .

20- Unal, Y. , Kindap. T , and Karacab, M. , 2003 , Redefining The climate zones of Turkey using cluster analysis, *Int. J. Climatol.* ,23: 1045-1055 .

21- Zhou, D. , Khan, S. , Abbas, A. , Rana, T. , Zhang, H. and Chen, Y. , 2009 , Climatic regionalization mapping of the Murrumbidgee Irrigation Area, Australia , *Progress in Natural Science* , 19(12):1773-1779 .

۴- عساکره، حسین. (۱۳۸۴). تغییرات زمانی و مکانی بارش استان اصفهان طی دهه های اخیر، مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان، ۱: ۹۱-۱۱۶.

۵- علیجانی، بهلول. (۱۳۸۳). آب و هوای ایران، تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور.

۶- حیدری، حسن و بهلول علیجانی. (۱۳۷۸).

طبقه بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک های آماری چند متغیره، پژوهشهای جغرافیایی، ۳۷: ۵۷-۷۴.

۷- علیزاده، امین. (۱۳۶۸). اصول هیدرولوژی

کاربردی، مشهد: انتشارات آستان قدس، چاپ دوم.

۸- کاویانی، محمدرضا. (۱۳۸۰).

میکروکلیماتولوژی، چاپ اول، تهران: انتشارات سمت.

۹- گرامی، عباس. (۱۳۷۷). تعیین معیار طبقه

بندی واحدها در آمارگیری های نمونه ای با طبقه بندی، اداره کل آمار و اطلاعات، وزارت کشاورزی،

معاونت طرح و برنامه، نشریه شماره ۷۷/۲۵.

۱۰- گندمی، ابوالفضل. (۱۳۸۴). آمار و احتمال

در جغرافیا، تهران: انتشارات دانشگاه امام حسین(ع).

۱۱- مجرد، فیروز. (۱۳۷۶). تحلیل و پیش بینی

یخبندان در آذربایجان، رساله دکتری، گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

۱۲- مسعودیان، ابوالفضل. (۱۳۸۲). نواحی اقلیمی

ایران، جغرافیا و توسعه، ۲: ۱۸۴-۱۷۱.

۱۳- مسعودیان، ابوالفضل و هوشمند عطایی.

(۱۳۸۴). شناسایی فصول بارشی ایران به روش تحلیل

خوشه ای، مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه

اصفهان، ۱۸ (۱): ۱-۱۲.