



پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

کاربرد اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی

موضوع:

پهنه بندی اقلیمی - بارشی شمال غرب ایران

استاد راهنما:

دکتر حسین عساکره

استاد مشاور:

دکتر عبدالله فرجی

دانشجو:

سعیده اشرفی

زمستان ۱۳۸۸

چکیده

افزایش روز افزون مشاهدات اقلیمی، ظهور کامپیوترهای پیشرفته و تغییر نگرش نسبت به پدیده های طبیعی- اقلیمی موجب گردید که روش های طبقه بندی چند متغیره مورد اقبال و استقبال اقلیم شناسان قرار گیرد. کاربرد طبقه بندی در شناسایی نواحی همگن اقلیمی، اهمیت این موضوع را تبیین می کند.

در این تحقیق به منظور پهنه بندی بارش شمال غرب کشور از داده های ماهانه ی ۸ مشخصه ی بارشی در ۲۶۰ ایستگاه منطقه طی دوره ی آماری ۲۰۰۵ - ۱۹۶۶ و از تکنیک تحلیل خوشه ای بهره گرفته شد. تحلیل خوشه ای روشی ریاضی است که مجموعه ای از افراد را با استفاده از اندازه های تفاوت یا شباهت، گروه بندی می کند. این روش کاربرد فراوانی در اقلیم شناسی داشته و پهنه بندی دقیق تری را نسبت به روش های سنتی ارائه می دهد. میانگین سالانه ی بارش شمال غرب کشور ۳۶۰/۹ میلی متر است، که دارای دامنه ای برابر با ۵۸۷/۳ و تغییر پذیری مکانی ۲۴٪ می باشد. این امر عدم یکنواختی در توزیع مکانی بارش را آشکار می کند، تغییر پذیری فصلی بارندگی نیز این مسئله را مورد تایید قرار می دهد.

با اعمال تحلیل خوشه ای بر روی ۵۳۷۴ یاخته، در نهایت چهار پهنه ی بارشی در شمال غرب کشور شناسایی شد. این نواحی با وسعت و پراکنش متفاوت شامل پهنه ی کم بارش متمرکز با برف متوسط - پهنه ی بارش متوسط متمایل به کم بارش پراکنده پر برف - پهنه ی بارش متوسط متمایل به پر بارش پراکنده با برف متوسط- پهنه ی پر بارش متمرکز با برف متوسط می باشد. مجموع بارش فصل تابستان در گروه چهارم با تغییر پذیری بالایی همراه است. اعمال تحلیل خوشه ای بر داده های فصل تابستان این گروه، موجب شناسایی سه زیر گروه گردید که ضریب تغییرات کوچک تری را به خود اختصاص داده اند. روش تحلیل ممیزی نیز بر یاخته های بارشی شمال غرب اعمال گردید. نتایج حاصل از تحلیل ممیزی در ۹۷/۶٪ با نتایج حاصل از تحلیل خوشه ای مطابقت می کند. برای دستیابی به نتایج تحقیق، نرم افزار های *SPSS/win*، *surfer/win*، *Matlab* و *Arcview* مورد استفاده قرار گرفت.

واژگان کلیدی: طبقه بندی، بارش، شمال غرب، تحلیل خوشه ای

فصل اول: بنیادها و روش ها

۲	۱-۱ تعریف مسأله
۳	۲-۱ فرضیات تحقیق
۳	۳-۱ پیشینه تحقیق
۱۰	۴-۱ اهداف تحقیق
۱۰	۵-۱ تعاریف و مفاهیم
۱۱	۱-۵-۱ طبقه بندی
۱۲	۲-۵-۱ انواع سیستم های طبقه بندی
۱۵	۶-۱ معرفی محدوده ی مورد مطالعه
۱۵	۱-۶-۱ موقعیت شمال غرب
۱۵	۲-۶-۱ وضعیت توپوگرافی شمال غرب
۱۸	۳-۶-۱ رودها
۱۸	۷-۱ داده ها و پیشینه آنها
۲۵	۸-۱ مراحل انجام تحقیق
۲۶	۹-۱ روش ها
۲۶	۱-۹-۱ میان یابی
۳۰	۲-۹-۱ تحلیل مولفه های اصلی
۳۲	۳-۹-۱ تحلیل خوشه ای
۳۶	۴-۹-۱ مقایسه میانگین دو جامعه ی آماری

۳۷	۵-۹-۱ تحلیل ممیزی (تابع تشخیص)
۳۹	۶-۹-۱ همبستگی
۴۰	۷-۹-۱ رگرسیون خطی ساده
۴۱	۸-۹-۱ رگرسیون خطی سه متغیره
۴۲	۱۰-۱ خلاصه فصل اول
	فصل دوم: ویژگی های عمومی بارش شمال غرب
۴۴	۱-۲ مشخصات عمومی بارش منطقه ی مورد مطالعه
۴۴	۱-۱-۲ مشخصات سالانه
۵۲	۲-۱-۲ مشخصات ماهانه
۱۰۳	۲-۲ تجزیه مولفه های اصلی
۱۱۱	۳-۲ خلاصه فصل دوم
	فصل سوم: پهنه بندی بارش
۱۱۳	۱-۳ مراحل پهنه بندی
۱۱۳	۱-۱-۳ تشکیل ماتریس داده ها
۱۱۴	۲-۱-۳ محاسبه ی تفاوت بین یاخته های ماتریس اصلی داده ها
۱۱۴	۳-۱-۳ ادغام
۱۱۴	۴-۱-۳ تعیین تعداد گروه ها
۱۱۷	۲-۳ مشخصات توصیفی گروه ها
۱۱۷	۱-۲-۳ گروه اول

-
- ۱۱۷ الف- زیر گروه اول: قسمت جنوبی (بخش زنجان)
- ۱۱۸ ب- زیر گروه دوم: قسمت مرکزی (بخش مجاور دریاچه ی ارومیه)
- ۱۱۸ ۲-۲-۳ گروه دوم
- ۱۱۹ ۳-۲-۳ گروه سوم
- ۱۱۹ ۴-۲-۳ گروه چهارم
- ۱۲۰ الف- زیر گروه اول: قسمت جنوبی (بخش بزرگ)
- ۱۲۰ ب- زیر گروه دوم: قسمت مرکزی (بخش کوچک)
- ۱۲۰ ۳-۳ مقایسه ی مشخصات سالانه ی پهنه های بارش
- ۱۲۱ ۴-۳ مقایسه ی مشخصات فصلی پهنه های بارش
- ۱۲۲ ۱-۴-۳ بهار
- ۱۲۵ ۲-۴-۳ تابستان
- ۱۲۷ ۳-۴-۳ پاییز
- ۱۲۹ ۴-۴-۳ زمستان
- ۱۳۱ ۵-۳ مقایسه ی قسمت های مجزای گروه های دو قسمتی
- ۱۳۱ ۱-۸-۳ مقایسه ی قسمت های گروه اول (گروه کم بارش متمرکز با برف متوسط)
- ۱۳۵ ۲-۵-۳ مقایسه ی قسمت های گروه چهارم (گروه بارش متوسط متمایل به پر بارش پراکنده با برف متوسط)
- ۱۴۰ ۶-۳ مقایسه ی زیر گروه های گروه چهارم در فصل تابستان

ث

۱۴۴	۷-۳ تحلیل ممیزی
۱۵۴	۸-۳ خلاصه فصل سوم
	جمع بندی و آزمون فرضیات
۱۵۷	۱-۴ جمع بندی
۱۶۱	۲-۴ آزمون فرضیات
۱۶۳	پیوست شماره ۱

شماره صفحه	فهرست اشکال
۱۶	۱ - ۱ : نقشه ی موقعیت شمال غرب در ایران و جهان
۱۷	۱ - ۲ : نمودار آلتی متری شمال غرب کشور
۲۰	۱ - ۳ : سطوح ارتفاعی و پراکنش ایستگاه های شمال غرب
۳۴	۱ - ۵ حالات مختلف ماتریس داده ها، پراکنش، بارها و نمرات در روش بردارهای ویژه
۴۵	۲ - ۱ : نقشه ی مجموع بارش سالانه و بزرگ ترین بارش روزانه ی شمال غرب
۴۷	۲ - ۲ : نقشه های پهنه ای مشخصات تعداد روزهای بارانی و برفی سالانه
۵۶	۲ - ۳ : نقشه های هم باران مجموع بارش ماهانه ی بهار و تابستان
۵۷	۲ - ۴ : نقشه های هم باران مجموع بارش ماهانه ی پاییز و زمستان
۶۴	۲ - ۵ : نقشه های هم سهم ماهانه ی بهار و تابستان به درصد
۶۵	۲ - ۶ : نقشه های هم سهم ماهانه ی پاییز و زمستان به درصد
۶۸	۲ - ۷ : نقشه های هم ارزش بزرگترین بارش ماهانه ی بهار و تابستان
۷۰	۲ - ۸ : نقشه های هم ارزش بزرگترین بارش ماهانه ی پاییز و زمستان
۷۳	۲ - ۹ : نقشه های پهنه ای تعداد روزهای بارش (بهار و تابستان)
۷۶	۲ - ۱۰ : نقشه های پهنه ای تعداد روزهای بارش (پاییز و زمستان)
۷۹	۲ - ۱۱ : نقشه های پهنه ای روزهای بارش ۱۰ میلی متر و بیشتر (بهار و تابستان)
۸۰	۲ - ۱۲ : نقشه های پهنه ای روزهای بارش ۱۰ میلی متر و بیشتر (پاییز و زمستان)
۸۵	۲ - ۱۳ : نقشه های پهنه ای تعداد روزهای بارش ۵ میلی متر و بیشتر (بهار و تابستان)
۸۶	۲ - ۱۴ : نقشه های پهنه ای تعداد روزهای بارش ۵ میلی متر و بیشتر (پاییز و زمستان)
۹۱	۲ - ۱۵ : نقشه های پهنه ای روزهای بارش ۱ میلی متر و بیشتر (بهار و تابستان)

-
- ۹۲ - ۲: نقشه های پهنه ای روزهای بارش ۱ میلی متر و بیشتر (پاییز و زمستان)
- ۱۰۰ - ۲: نقشه های پهنه ای تعداد روزهای برفی (بهار)
- ۱۰۱ - ۲: نقشه های پهنه ای تعداد روزهای برفی (پاییز و زمستان)
- ۱۰۸ - ۲: نقشه ی مولفه های اصلی اول تا چهارم
- ۱۰۹ - ۲: نقشه ی مولفه های اصلی پنجم تا هشتم
- ۱۱۶ - ۳: نمودار درختی
- ۱۱۸ - ۳: نقشه ی گروه های بارشی شمال غرب کشور
- ۱۳۲ - ۳: نمودار های مقایسه ی گروه ها
- ۱۳۸ - ۳: زیر گروه های بخش جنوبی گروه چهارم
- ۱۴۹ - ۳: پراکنش یاخته های گروه های به دست آمده از تحلیل ممیزی
- ۱۵۰ - ۳: نقشه ی گروه های بارشی شمال غرب کشور حاصله از تحلیل ممیزی
- ۱۵۲ - ۳: نقشه های مقایسه ای گروه های به دست آمده از تحلیل خوشه ای و تحلیل ممیزی
- ۱۶۳ - شکل پیوست ۱: نقشه پراکنش ایستگاه های شمال غرب کشور

- ۱ - ۱ : تعدادی از روش های تجربی طبقه بندی اقلیمی ۱۳
- ۲ - ۱ : تعداد ایستگاه های مورد استفاده به تفکیک هر استان ۱۹
- ۳ - ۱ : مشخصات ایستگاه های شمال غرب کشور ۲۰
- ۴ - ۱ : طبقه بندی روش های عمده میان یابی ۲۷
- ۱ - ۲ : شاخص های آماری سالانه ی شمال غرب ۴۴
- ۲ - ۲ : مساحت تحت پوشش گروه های مشخصات بارشی سالانه ۴۸
- ۳ - ۲ : همبستگی و رگرسیون پارامترهای سالانه و فراسنج های مکانی ۵۰
- ۴ - ۲ : مشخصات مکانی بارندگی ماهانه - فصلی شمال غرب ایران ۵۳
- ۵ - ۲ : ضرایب همبستگی مجموع بارش ماهانه و فراسنج های مکانی ۵۹
- ۶ - ۲ : شاخص های سهم بارش ماهانه ۶۲
- ۷ - ۲ : ضرایب همبستگی سهم بارش ماهانه و فراسنج های مکانی ۶۳
- ۸ - ۲ : شاخص های بزرگ ترین بارش ماهانه طی دوره آماری مورد بررسی ۶۷
- ۹ - ۲ : ضرایب همبستگی بزرگ ترین بارش ماهانه و فراسنج های مکانی ۶۹
- ۱۰ - ۲ : مساحت تحت پوشش گروه های تعداد روزهای بارش ۷۲
- ۱۱ - ۲ : ضرایب همبستگی تعداد روزهای بارش ماهانه و فراسنج های مکانی ۷۴
- ۱۲ - ۲ : مساحت تحت پوشش گروه های تعداد روزهای بارش با آستانه ۱۰ میلی متر ۷۸
- ۱۳-۲ : ضرایب همبستگی تعداد روزهای بارش ۱۰ میلی متر و بیشتر و فراسنج های مکانی ۸۱
- ۱۴ - ۲ : مساحت تحت پوشش گروه های تعداد روزهای بارش با آستانه ۵ میلی متر ۸۳
- ۱۵ - ۲ : ضرایب همبستگی تعداد روزهای بارش ۵ میلی متر و بیشتر و فراسنج های مکانی ۸۷

- ۸۹ - ۲: مساحت تحت پوشش گروه های تعداد روزهای بارش با آستانه ۱ میلی متر
- ۹۷ - ۲: ضرایب همبستگی تعداد روزهای بارش ۱ میلی متر و بیشتر و فراسنج های مکانی
- ۹۹ - ۲: مساحت تحت پوشش گروه های تعداد روزهای برفی
- ۱۰۲ - ۲: ضرایب همبستگی تعداد روزهای برفی و فراسنج های مکانی
- ۱۰۴ - ۲: مجموع واریانس استخراج شده
- ۱۰۵ - ۲: ماتریس مولفه ها
- ۱۱۶ - ۳: ۱: مشخصات سالانه ی مجموع بارش و بزرگ ترین بارش سالانه گروه ها
- ۱۱۷ - ۳: ۲: مشخصات سالانه ی روزهای بارانی و برفی گروه ها
- ۱۱۹ - ۳: ۳: نام ایستگاه های گروه ها
- ۱۲۱ - ۳: ۴: شاخص های آماری مجموع بارش ماهانه ی گروه ها
- ۱۲۱ - ۳: ۵: مشخصات آماری بزرگ ترین بارش ماهانه ی گروه ها
- ۱۲۲ - ۳: ۶: مقایسه ی تعداد روزهای بارش گروه ها
- ۱۳۳ - ۳: ۷: مقایسه ی مجموع بارش زیر گروه های گروه اول
- ۱۳۴ - ۳: ۸: مقایسه ی بزرگ ترین بارش ماهانه ی زیر گروه های گروه اول
- ۱۳۴ - ۳: ۹: مقایسه ی مشخصات روزهای بارانی زیر گروه های گروه اول
- ۱۳۶ - ۳: ۱۰: مقایسه ی مجموع بارش ماهانه ی زیر گروه های گروه چهارم
- ۱۳۶ - ۳: ۱۱: مقایسه ی بزرگ ترین بارش ماهانه ی زیر گروه های گروه چهارم
- ۱۳۷ - ۳: ۱۲: مقایسه ی مشخصات روزهای بارانی زیر گروه های گروه چهارم
- ۱۳۸ - ۳: ۱۳: مقایسه ی مجموع بارش ماهانه ی زیر گروه های قسمت جنوبی گروه چهارم
- ۱۳۹ - ۳: ۱۴: مقایسه ی بزرگ ترین بارش ماهانه ی زیر گروه های قسمت جنوبی گروه چهارم

-
- ۱۳۹ - ۳: مقایسه ی تعداد روزهای بارانی زیر گروه های قسمت جنوبی گروه چهارم
- ۱۴۱ - ۳: همبستگی ساده و تفکیکی مشخصات بارشی گروه ها و طول جغرافیایی
- ۱۴۲ - ۳: همبستگی ساده و تفکیکی مشخصات بارشی گروه ها و عرض جغرافیایی
- ۱۴۳ - ۳: همبستگی ساده و تفکیکی مشخصات بارشی گروه ها و ارتفاع
- ۱۵۱ - ۳: مقایسه ی مساحت گروه های به دست آمده از تحلیل خوشه ای و ممیزی

فصل اول:

بنیادها و روش ها

۱-۱ تعریف مسأله

توزیع زمانی و مکانی بارندگی بسیار ناموزون بوده، توزیع منابع آب کشور نیز یکنواخت نیست. از این رو برنامه ریزی و مدیریت منابع آب، تحت تاثیر میزان و تغییرپذیری بارش است. بنابراین بارش یکی از متغیرهای اساسی برای ارزیابی مهبایی بالقوه منابع آب در مناطق مختلف ایران می باشد.

"هر چه تغییرات بارش کم تر باشد همگنی و یک دستی منابع آب بیشتر می شود. تفاوت های مکانی بارش نیز در ایران بسیار زیاد است. این تفاوت ها از یک سو به طبیعت رفتار مکانی بارش باز می گردد که اساساً متغیری سرکش است و تغییرات مکانی شدیدی از خود نشان می دهد. از سوی دیگر، تنوع منشأ بارش در نقاط مختلف ایران سبب شده است تا در هر منطقه مقدار ریزش های جوی و زمان بارش متفاوت باشد." (مسعودیان و کاویانی، ۱۳۸۷، ص ۸۱) با وجود رفتار متفاوت و بعضاً متضاد عوامل باران زا و نیز خود بارندگی، امکان طبقه بندی آنها مهباست. چرا که علیرغم تشتت ظاهری عناصر اقلیمی، امکان ردیابی نظمی نهان از آن ها وجود دارد.

یکی از راه های برنامه ریزی و مدیریت مبتنی بر بارش شناخت خصوصیات بارندگی ها و مناطق تحت پوشش آنهاست. یکی از ابزارهای بسیار مفید در فهم نظام زمانی-مکانی بارش پهنه بندی مبتنی بر اقلیم بارشی است. "هدف هر طبقه بندی تعیین نظم و ترتیب مؤثر بر داده ها به شکل عمومی و ساده می باشد." (حیدری، ۱۳۷۸، ص ۲) به این معنی که افرادی که دارای شباهت بیشتری با یکدیگر هستند در یک گروه قرارگیرند. " (فرشادفر، ۱۳۸۴، ص ۵۵۳) "بدین ترتیب می بایست مشخصات مختلفی از گروه های افراد را اختیار نمود. مطالعه گروهی به دو دلیل عمده صرفه جویی در زمان و کشف روابط و قوانین حاکم بر آن ها صورت می گیرد." (کاویانی و علیجانی، ۱۳۸۰، ص ۳۴۴).

طبقه بندی اقلیمی از اوایل قرن بیستم مورد توجه اقلیم شناسان قرار گرفته است. تا کنون سه نوع روش برای طبقه بندی عناصر اقلیمی (طبقه بندی تجربی، طبقه بندی ژنتیک و طبقه بندی چند متغیره) به کار گرفته شده است، یکی از روش های معقول و همه جانبه در طبقه بندی ها، طبقه بندی

چند متغیره است که با استفاده از n متغیر به طبقه بندی اقلیمی می پردازد. "از جمله اولین کسانی که از این روش استفاده کرده است، می توان به استاینر^۱ (۱۹۵۶) اشاره کرد. وی آب و هوای ایالات متحده را براساس روش های چند متغیره طبقه بندی نمود و از آن پس در مقیاس های کوچک و بزرگ از این روش ها بهره گرفته شد. "(حیدری، ۱۳۷۸، ص ۳) در کشور ما نیز مطالعات متعددی در زمینه پهنه بندی های چند متغیره انجام شده است که بعداً به معرفی آن ها خواهیم پرداخت.

در این تحقیق تلاش براین است که با استفاده از یکی از تکنیک های آماری چند متغیره به نام تحلیل خوشه ای^۲، شمال غرب کشور (آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، اردبیل، زنجان) براساس مشخصات عمده زمانی - مکانی بارش (شامل ۸ مشخصه ی میزان، زمان و دفعات بارندگی شامل بارش سالانه و ماهانه، مقادیر مختلف بارش، تعداد روزهای بارانی - برفی) طبقه بندی شود. دراین راستا سؤالات زیر مطرح می شود:

۱- آیا بارش شمال غرب کشور از توزیع زمانی - مکانی یکنواختی برخوردار است؟

۲- آیا روش آماری چند متغیره تحلیل خوشه ای، برای طبقه بندی بارش شمال غرب شیوه ی مناسبی است؟

۲-۱ فرضیات تحقیق

در تحقیق حاضر دو فرضیه در نظر گرفته شد که عبارتند از:

۱- بارش شمال غرب ایران از مشخصات زمانی - مکانی یکنواخت برخوردار نیست.

۲- بارش شمال غرب را می توان به سه خوشه ی بارش زیاد، بارش متوسط و بارش کم تقسیم بندی نمود.

۳-۱ پیشینه تحقیق

1. Stiner
2. Cluster Analysis

مطالعه ی عناصر اقلیمی متعددی با استفاده از روش تحلیل خوشه ای در معرض توجه قرار گرفته است. فوول و فوول^۱ (۱۹۹۳) با استفاده از تحلیل خوشه ای سلسله مراتبی به مطالعه ی دما و بارش در ایالات متحده پرداخته اند. ایشان با بهره گیری از داده های دما و بارش در یک دوره ی ۵۰ ساله (۱۹۸۰-۱۹۳۱) و با استفاده از روش فاصله ی اقلیدسی و ادغام متوسط اقدام به طبقه بندی ایالات متحده نموده اند. حاصل مطالعه ی ایشان تعیین ۱۴ ناحیه و ۲۵ زیر ناحیه بوده است.

برای مثال احمد^۲ (۱۹۹۷) برای طبقه بندی اقلیم عربستان سعودی، بر روی آمار ۵۶ ایستگاه هواشناسی، ترکیبی از تکنیک های چند متغیری تحلیل عاملی^۳ و خوشه ای را طی دو مرحله مورد استفاده قرار داده است. در مرحله ی اول تحلیل عاملی به تنهایی مطرح شده و در مرحله ی دوم نمرات عامل ها به عنوان ورودی تحلیل خوشه ای در نظر گرفته شده است. در نهایت ادغام وارد بر داده ها اعمال و ۵ گروه حاصل شده است.

بیراسویل و ربرتز^۴ (۱۹۹۷) در دو مرحله به ترتیب با استفاده از ۴۷ ایستگاه طی (۱۹۸۰-۱۹۶۱) و ۱۰۱ ایستگاه طی ۱۹۹۳-۱۹۸۱ به مطالعه ی بارش سویتزرلند^۵ پرداخته اند. ایشان با بهره گیری از روش تحلیل خوشه ای و با استفاده از روش فاصله ی اقلیدسی و روش ادغام وارد اقدام به طبقه بندی بارش نموده اند. در مرحله ی اول (۸۰-۱۹۶۱)، ۷ ناحیه و در مرحله ی دوم (۱۹۹۳-۱۹۸۱)، ۱۳ ناحیه مورد شناسایی قرار گرفته است.

دومروس^۶ و همکاران (۱۹۹۸) بر اساس آمار ۷۱ ایستگاه و به کارگیری روش تحلیل مولفه های اصلی^۷ و تحلیل خوشه ای اقدام به پهنه بندی رژیم بارش در ایران نموده اند. با اعمال تحلیل مولفه های اصلی،

1. Fovell and Fovell
 2. Ahmed
 3. Factor Analysis
 4. Baeriswyl and Rebetez
 5. Switzerland
 6. Domroes et al
 7. Principal Component analysis

سه مولفه ی اصلی استخراج شده و بر پایه ی تحلیل خوشه ای و به کارگیری روش ادغام وارد بر روی این مولفه ها، ۵ خوشه ی همگن در توزیع بارش سالانه ی ایران را استخراج نمودند.

کافمن و وایتمن^۱ (۱۹۹۹) با بهره گیری از شبکه ی ۱۵ ایستگاه در طول سه ماه به بررسی الگوهای باد زمستان در ناحیه ی گرند کانیون^۲ پرداخته اند. ایشان با استفاده از روش تحلیل خوشه ای و بهره گیری از روش ادغام کامل، ۱۲ پهنه ی بادی مجزا را تشخیص داده اند. بررسی ایشان نشان داده است که غالب الگوهایی که چرخش مجزا داشته اند از طریق بادهای نزدیک سطح زمین که منشا حرارتی داشته اند تشکیل شده اند.

داربی^۳ (۲۰۰۵) برای تحلیل خوشه ای بادهای سطحی در هستون و تگزاس^۴ از میانگین ساعتی بادهای سطحی در یک ناحیه برای بیست و هفتمین روز از تابستان سال استفاده کرده و متوسط ساعت بادها را به ۱۶ خوشه تقسیم کرده است. وی به این نتیجه رسیده است که الگوهای بادی که بیشترین احتمال وقوع را دارند با بیشینه ی غلظت ازن روز منطبق است.

کامارگو^۵ و همکاران (۲۰۰۷) برای طبقه بندی مسیر طوفان های حاره ای در غرب اقیانوس اطلس شمالی (WNP)^۶ از یک تکنیک دسته بندی احتمالاتی جدید، بر پایه مدل رگرسیون مرکب استفاده کرده اند. برای این کار مسیر سیکلون ها را طی سال های ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۲ توسط هفت خوشه متمایز مورد مطالعه قرار داده اند. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که بیشترین بارش سیکلون های حاره ای در شرق و جنوب شرقی آسیا رخ می دهد. همچنین تاثیر انسو (ENSO)^۷ روی فعالیت مسیر سیکلون های غرب اطلس شمالی (WNP) به صورت واضحی تشخیص داده می شود. در دو خوشه از

1. Kaufmann and Whiteman
2. Grand Canyon
3. Darby
4. Houston and Texas
5. Camargo et al
6. Western North Pacific (WNP)
7. El - Nino Southern Oscillation

هفت خوشه، مسیر و محل شکل گیری سیکلون ها با رویدادهای ال- نینو همزمان و مسیری جنوب شرقی و با شدت بیشتر نمایان شده اند.

میشائیلیدو و همکاران^۱ (۲۰۰۹) با بهره گیری از پنج پارامتر کمی هواسنجی و دو متغیر کیفی وابسته به نوع چرخش غالب در طول ۴۳ سال (۱۹۵۸-۲۰۰۰) به مطالعه ی انواع آب و هواهای دو شهر آتن و تسولانیکی^۲ در یونان پرداخته اند. ایشان با استفاده از تحلیل خوشه ای، ۶ نوع آب و هوا برای آتن، ۵ نوع آب و هوا برای تسولانیکی و برای هر دو ایستگاه فقط دو نوع آب و هوا وابسته به وضعیت آنتی سیکلون شناسایی نموده اند. همچنین ایشان با اعمال تحلیل ممیزی مرحله ای توانسته اند توابع لازم جهت تشخیص انواع هواها در سراسر دو ایستگاه را به دست بیاورند.

درایران نیز مطالعات متعددی برای خوشه بندی عناصر اقلیمی انجام شده است. برای مثال ذوالفقاری (۱۳۷۷) در تحلیلی بر بارش های بهاره ی غرب ایران طی یک دوره آماری ۳۰ ساله از ۱۹۶۷ تا ۱۹۹۶ داده های بارش فصل بهار را در ۳۵ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک و کلیماتولوژی مورد بررسی قرار داده است. وی با استفاده از روش تحلیل خوشه ای چهار ناحیه بارشی را مشخص کرده و نشان داد که در هر چهار منطقه، بهار فصل بارانی سال محسوب می گردد؛ ولی مقدار ریزش آن از الگوی یکنواختی تبعیت نمی کند.

ساری صراف و ذوالفقاری (۱۳۷۸) در مطالعه بارش های شمال غرب ایران با تاکید بر تحلیل خوشه ای از میانگین بارش ماهانه برای شمال غرب (اردبیل - آذربایجان شرقی - آذربایجان غربی) با طول دوره آماری ۳۳ ساله (۱۹۶۰ تا ۱۹۹۲) ۲۴ ایستگاه استفاده کرده به این نتیجه رسیده اند که ایستگاه های حوضه دریاچه ارومیه که غالباً عرض جغرافیایی پایین تری نسبت به ایستگاه های حوضه ارس دارند هماهنگی بیشتری نسبت به عرض جغرافیایی نشان می دهند. ایستگاه های واقع در حوضه دریاچه

1. Michailidou et al

2. Athens and Thessaloniki

ارومیه هماهنگی کمتری در ارتباط بارش سالانه با بارش فصول چهارگانه نشان می دهند. در صورتی که میزان همبستگی بین این عناصر در حوضه ارس بسیار بالاتر است.

حیدری (۱۳۷۸) در تحلیل عناصر اقلیمی ایران به مقایسه ی روش های طبقه بندی تجربی، ژنتیک و روش های چند متغیره پرداخته است. وی با استفاده از آمار ۳۰ ساله (۹۰-۱۹۶۱) در ۴۳ ایستگاه و با انتخاب ۴۹ عنصر اقلیمی اقدام به طبقه بندی اقلیمی ایران نموده و در نهایت با استفاده از تحلیل خوشه ای و روش ادغام وارد، ایران را به ۶ ناحیه و ۱۲ زیر ناحیه ی اقلیمی گروه بندی کرده است. مسعودیان (۱۳۸۲ الف) با اعمال تحلیل عاملی بر روی ۲۷ عنصر اقلیمی در مقیاس سالانه، ۶ عامل مهم اقلیمی را تشخیص داده و با اعمال تحلیل خوشه ای بر روی عامل های به دست آمده، ۱۵ ناحیه ی اقلیمی را در کشور تشخیص داده است.

مسعودیان (۱۳۸۲ ب) با به کارگیری تحلیل عاملی دوران یافته، پراکندگی جغرافیایی بارش را در کشور مورد بررسی قرار داده است. وی تشخیص داده که بارش ایران از طریق سه مکانیزم اصلی تامین می شود. این مکانیزم ها قلمروهای خزری، زاگرسی و قلمرو آذری-کردی را ایجاد نموده اند.

ناظم السادات و همکاران (۱۳۸۲) برای پهنه بندی بارندگی زمستانه استان های بوشهر، فارس و کهگیلویه و بویر احمد از روش تحلیل مولفه های اصلی بهره گرفته است. وی با استفاده از آمار بارندگی ماه های دی، بهمن و اسفند ۴۶ ایستگاه از استان های مزبور تحلیل مولفه های اصلی انجام داده است. مولفه های اول و دوم به دست آمده مجموعاً ۶۸/۱٪ از کل واریانس داده های اولیه را توجیه کرده اند و برای پهنه بندی از آنها استفاده شده است. نتایج به دست آمده نشان می دهد که در بخش گسترده ای از این سه استان بارش های زمستانه از یک الگو پیروی می کند.

رضایی بنفشه (۱۳۸۲) در تحلیل و مدل بندی رژیم های بارش در حوضه آبریز قره سو از طریق داده های بارش ۲۱ ایستگاه باران سنجی حوضه با طول دوره آماری ۵۱ سال و با استفاده از تحلیل خوشه

ای و روش ادغام وارد، اقدام به طبقه بندی بارش نموده است. بر اساس مطالعات وی، بارش های سالانه ۵ ناحیه - بارش های فصلی ۴ ناحیه و بارش های ماهانه ۲ ناحیه بارشی ایجاد نموده اند.

امام هادی و علیجانی (۱۳۸۳) در بررسی توده های هوای مؤثر بر ایران در دوره سرد سال، از داده های روزانه دما و نقطه شبنم سطوح استاندارد زمین ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال سه ایستگاه تهران، شیراز و کرمانشاه در دوره زمانی ۱۹۸۱ تا ۱۹۹۰ طی ماه های دسامبر تا فوریه استفاده کرده اند. برای مطالعه از تحلیل های آماری شامل تحلیل مؤلفه های اصلی و تحلیل خوشه ای استفاده کرده اند و به این نتیجه رسیده اند که داده های دمایی لایه های پایینی جو یعنی ترازهای سطح زمین و ۸۵۰ هکتوپاسکال در کلیه ایستگاه ها ویژگی های یکسانی را نشان داده اند.

جهانبخش و ترابی (۱۳۸۳) با استفاده از داده های آماری ۴۱ ایستگاه سینوپتیک و به کارگیری روش تحلیل خوشه ای ۵ منطقه اقلیمی در ایران مشخص کرده اند. نتایج پژوهش ایشان نشان می دهد که تغییرات زمانی مجموع بارش ماهانه در فاصله سال های ۱۹۶۶ تا ۱۹۹۵ در هیچ یک از مناطق پنج گانه به جز ناحیه نیمه خشک رخ نداده است. بارش ماهانه در ایستگاههای حاشیه کویر در طول ۳۰ سال آماری تغییرات معنی داری را نشان داده اند.

غیور و منتظری (۱۳۸۳) برای پهنه بندی رژیم های دمایی ایران با مؤلفه های اصلی و تحلیل خوشه ای از داده های متوسط دمای ۳۰۰ ایستگاه هواشناسی طی سال های ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۰ استفاده کرده است. اعمال تحلیل مؤلفه های مبنا بر روی ماتریس داده های دمای کشور نشان داده است که با سه مؤلفه می توان ۹۹/۷ درصد از پیرایش داده ها را توصیف نمود. با اعمال تحلیل خوشه ای سلسله مراتبی (پایگانی) و روش ادغام "وارد" بر روی نمرات مؤلفه ها، سه قلمرو اصلی رژیم دمایی برای کشور مشخص شده اند.

مسعودیان (۱۳۸۶) برای شناسایی رژیم های بارش ایران از داده های بارش ماهانه ایران طی سال های ۱۹۵۱ تا ۱۹۹۹ و از روش تحلیل خوشه ای استفاده کرده است. بررسی های وی نشان داده است که یک

تحلیل خوشه ای پایگانی پیوندی به روش «وارد» توانایی تفکیک رژیم های بارش ایران را دارد. رژیم بارش که تابعی از عرض جغرافیایی است، مستقل از مقدار بارش می باشد. همچنین در ایران سه رژیم بارش وجود دارد. این سه رژیم به همراه تقسیمات فرعی شان ۱۲ رژیم بارش برای ایران مشخص می شود.

مسعودیان و عطایی (۱۳۸۴) برای شناسایی فصول بارشی ایران به روش تحلیل خوشه ای از داده های بارش ایران طی سال های ۱۹۵۱ تا ۱۹۹۹ از تمامی ایستگاه های سینوپتیک - کلیماتولوژی و باران سنجی استفاده کرده اند. با استفاده از آمار موجود ۵۸۸ نقشه هم بارش ایران تهیه شده است، و نتایج به دست آمده نشان می دهد که در ایران پنج ناحیه بارشی با فصول تقریباً متمایز از هم وجود دارد، و در این نواحی حداقل دو فصل و حداکثر سه فصل بارشی قابل تفکیک می باشد.

حیدری و سعید آبادی (۱۳۸۶) در ناحیه بندی سوزباد شمال غرب و غرب ایران از مقادیر میانگین حداقل دما و میانگین سرعت باد ماهانه در ۳۲ ایستگاه هواشناسی استفاده کرده و با روش تحلیل خوشه ای اقدام به گروه بندی سوزباد در غرب و شمال غرب کشور نموده اند. حاصل این بررسی تشکیل سه ناحیه ی سوزباد خیلی شدید و شدید-ناحیه ی سوزباد خیلی شدید (شامل دو زیر ناحیه) و ناحیه ی فاقد سوزباد بوده است.

رضیئی و عزیزی (۱۳۸۶) با به کارگیری تحلیل مولفه های اصلی و تحلیل خوشه ای بر روی ۱۰ پارامتر اقلیمی در ۱۷۰ ایستگاه در غرب کشور به منطقه بندی رژیم بارشی غرب ایران اقدام نموده است. نتیجه ی مطالعه ی ایشان شناسایی ۵ زیر منطقه ی همگن از نظر رژیم بارشی در غرب ایران است که با ناهموازی های غرب کشور کاملاً هماهنگ می باشند.

مسعودیان و محمدی (۱۳۸۶) به منظور شناسایی تیپ های همدید هوای ایستگاه سنندج از روش های تحلیل مولفه های اصلی و تحلیل خوشه ای استفاده کرده اند. ایشان با به کارگیری هفت متغیر اقلیمی