

دکتر بهلول علیجانی
دانشگاه تربیت معلم تهران
شماره مقاله: ۳۹۲

علم اقلیم‌شناسی

Dr. Bohlol Alijani

Tarbiyat Moallem University of Tehran

Climatology

Climate is the synthesis and statistical abstraction of weather and/or climatic elements in a region. The science of climatology through the application of statistical methods defines the climate and then explains them according to their direct factors such as atmospheric behaviors. The aim of climatology is to help human in his life and social or economic plans. Climatology is an important subsystem of Geography because: 1, it is related to place; 2, studies the long time weather conditions; 3, studies all weather elements in combination; 4, the man is the main part of climatic system. The main approaches of climatic research are: descriptive, dynamic and synoptic. All of these topics are discussed in this article to some details.

اقلیم‌شناسی عبارت است از مطالعه علمی اقلیم یعنی توصیف و نمایش اقلیم، تجزیه و تحلیل عوامل، تفاوت بین اقلیم و کاربرد اطلاعات اقلیمی در حل مسائل جامعه (هاسچک، ۱۹۸۰)^۱ به عبارت دیگر هدف اقلیم‌شناسی عبارت است از کشف و تبیین رفتار طبیعی اتمسفر و بهره‌برداری از آن در جهت منافع انسان. اقلیم به عنوان موضوع اصلی علم اقلیم‌شناسی از زمانهای بسیار دور برای انسان و

جامعه، علمی شناخته شده بوده است. مردم عامه آن را وضعیت درازمدت حالات اتمسفر می‌دانستند و آن را با بیان روزهای بارانی، هوای خشک و پر از گردوغبار، بادهای شمالی یا جنوبی و غیره توصیف می‌کردند. یونانیان در سدهٔ ششم قبل از میلاد به تغییرات اقلیمی جهان و علاقه‌مند بودند و نواحی گرم و خشک سرزمینهای جنوب یونان را از اقلیم سرد و مرطوب شمال آن تمیز داده بودند. آناکسیمندر (رامنی، ۱۹۶۸)^۲ در تهیهٔ اولین نقشهٔ جهان، زاویهٔ پرتوهای خورشید را اندازه گرفت و بر اساس این اندازه‌گیریها کرهٔ زمین را به پنج ناحیهٔ متفاوت از نظر میل خورشید تقسیم کرد. در قرن چهارم قبل از میلاد یونانیان تفاوت‌های اقلیمی روی زمین را به حالت‌های متفاوت خورشید، ماه و یا آسمان ربط دادند و با توجه به تغییر ارتفاع خورشید کلمهٔ Klima را به کار بردند که به معنی شیب می‌باشد. تغییرات بعدی این کلمه در عربی و فارسی واژهٔ اقلیم را به وجود آورد.

واژهٔ اقلیم در زبان فارسی به معنی مملکت، کشور و ناحیه‌ای از عالم است که از نظر آب و هوا و سایر اوضاع طبیعی با نواحی دیگر فرق دارد (فرهنگ عمید، ۱۳۶۲). از نظر علمی، اقلیم عبارت است از سنتز هوا یا به عبارت دیگر وضعیت درازمدت اتمسفر یک مکان (دارست، ۱۹۵۱)^۳. اگرچه رفتار اتمسفر به وسیله قوانین مسلم فیزیکی قابل تبیین و تشریح است، مثلاً حرکت بخار آب یا هوادر اتمسفر به وسیله قوانین و اصول مشخصی کنترل می‌شود ولی حالات ظاهری اتمسفر علاوه بر این که به وسیله رفتار اتمسفر کنترل می‌شود، تحت تأثیر پستی و بلندیهای سطح زمین نیز قرار دارد و در نتیجه نمود ظاهری اتمسفر که به صورت تغییرات مداوم دما، رطوبت، ابرناکی، فشار و ... جلوه‌گر می‌شود توسط اصول و قوانین مسلم و ثابت فیزیکی قابل بیان و توجیه نیست و در مجموع، حالت‌های اتمسفر واقعیتی است که از طریق مشاهدات مکرر در بُعد مکان و زمان قابل درک است. به همین علت تغییرات روزمرهٔ حالت اتمسفر (هواها) به صورت متغیرهای نیمه تصادفی فرض می‌شود و لذا با استفاده از توزیعهای آماری احتمالات قابل تبیین و توجیه است (لندسبرگ، ۱۹۸۷)^۴.

عمده‌ترین عامل هر توزیع آماری میانگین آن است که تا اواخر قرن نوزدهم مهمترین آماره تعریف اقلیم محسوب می‌شد. اگرچه امروز بسیاری از افراد عامه و حتی اقلیم‌شناسها آن را به کار می‌برند، اما در اواخر قرن نوزدهم «کوپن» اعلام کرده که اقلیم یک منطقه فقط از طریق محاسبه میانگین درازمدت عناصر هواشناسی آن تشریح و توصیف نمی‌شود (استرینگر، ۱۹۸۲)^۵، بلکه در توصیف اقلیم یک مکان باید به

2- Rumney

3- Durst

4- Landsberg

5- Stringer

فرین‌ها و فراوانیها نیز توجه کرد. بنابراین امروزه اقلیم از طریق بررسی فراوانی حدوث عناصر اقلیمی یک مکان مانند دما، بارش، نم نسبی، ابرناکی، شدت تابش، جهت باد و ... تعیین می‌شود.

در تعریف اقلیم سه نکته مهم وابستگی به مکان، جامعیت و کلیت و وضعیت درازمدت مستتر است. برای روشن شدن این مطلب یک بار دیگر به تعریف اقلیم توجه کنید: اقلیم وضعیت درازمدت هوای یک مکان است. هواکلیه شرایط لحظه‌ای اتمسفر یک مکان را در یک لحظه در بر می‌گیرد. این تعریفی است که بیشتر متخصصین فیزیک و هواشناسی و جغرافیا بدان معتقدند (برای مثال به کریچفیلد، ۱۹۸۳^۶ و پیکسزوتو و اورت، ۱۹۹۲^۷ مراجعه شود). اقلیم بدون مکان وجود ندارد. به محض شنیدن واژه اقلیم ذهن ما منتظر شنیدن نام مکان آن اقلیم است. از طرف دیگر جغرافیا علم مکان است و از همان ابتدای پیدایش علوم، مطالعه زمین و شرح وجوه تشابه و تفاوت‌های مکانی بر عهده جغرافیدانها بوده است (آلبر و دیگران، ۱۹۹۲)^۸. هر مطالعه یا موضوعی درباره پراکندگی یا تفاوت‌های مکانی یک پدیده در محدوده علم جغرافیا قرار می‌گیرد. ضخامت اتمسفر، موضوع مطالعه اقلیم‌شناسی در مقایسه با شعاع زمین بسیار ناچیز است و در واقع همانند سایر پدیده‌های سطح زمین می‌باشد. از ابتدا نیز جغرافیدانها متوالی مطالعه اقلیم بوده و در مراکز دانشگاهی نیز تاکنون دوره‌های آموزشی این علم در گروه‌های آموزشی جغرافیا دایر بوده است و بیشتر مراکز اقلیم‌شناسی غیردانشگاهی مراکز تحقیقاتی هستند.

پراکندگی مکانی در جغرافیا به وسیله نقشه نشان داده می‌شود و نقشه ابزار اصلی و مشخصه عمده جغرافیاست. بیان و نمایش نواحی اقلیمی کره زمین فقط از طریق نمایش آنها بر روی نقشه امکان‌پذیر است. بنابراین چندان تعجب‌آور نیست که اولین نقشه‌های اقلیمی جهان را جغرافیدانها تهیه کرده‌اند (جیمز، ۱۹۹۷)^۹.

روش اصلی مطالعه جغرافیایی، جمع‌نگری یا کل‌نگری است یعنی برای مطالعه هر قسمت از سطح زمین جغرافیدانها تمام ویژگیها و پدیده‌های آن مکان را در ارتباط با یکدیگر و به صورت یک مجموعه مرتبط بررسی می‌کنند و به علت این کل‌نگری و مجموعه‌نگری بود که تئوری سیستمها در

6- Critchfield

7- Peixoto and Oort

8- Alber, etal

9- James

جغرافیا جلوهٔ مطلوبی پیدا کرد (استرالر، ۱۹۸۰)^{۱۰}. در واقع جغرافیا هر قسمت از زمین (ناحیه) را به عنوان یک مجموعهٔ مرتبط و تحت عنوان سیستمهای فضایی بررسی می‌کند (علیجانی، ۱۳۷۱). در صورت فرض ناحیه به عنوان یک سیستم، هر کدام از ویژگیهای ناحیه به عنوان یک زیرسیستم تلقی می‌شود. اقلیم نیز در این مجموعه به عنوان یک زیرمجموعه جای دارد که خود نیز مجموعه‌ای مرتبط به حساب می‌آید و مطالعهٔ جامع و کامل آن هنگامی ممکن است که همهٔ عناصر آن یک جا و در ارتباط با یکدیگر مطالعه شود. اگرچه این نوع مطالعه از اواخر قرن نوزدهم در بین محققین اقلیم‌شناسی مطرح شده بود ولی برای اولین بار بطور کامل و واضح توسط فدروف جغرافیدان روسی در سال ۱۹۳۱ مطرح شد (فدروف، ۱۹۲۷)^{۱۱}. ایشان با مطرح کردن اقلیم‌شناسی پیچیده سعی کرد اقلیم محلی را به جای استفاده از میانگین، براساس فراوانی نسبی تپه‌های مختلف هوا شرح دهد. روش مطالعهٔ فدروف پس از جنگ جهانی دوم تکمیل شد و آب و هواشناسی سینوپتیک را به وجود آورد. اولین و جامعترین کتاب این شاخه از اقلیم‌شناسی که تمام تحقیقات و روشهای مربوط به آن را تا سال ۱۹۷۳ در برمی‌گیرد، توسط دو جغرافیدان نوشته شده است (باری و پری، ۱۹۷۳)^{۱۲}. مطالب این کتاب بیان‌کننده آن است که جغرافیدانهای اقلیم‌شناس واقعاً توانایی مطالعه علمی اقلیم را دارند. بعداً اشاره خواهیم کرد که مدلهای علمی توصیف و تبیین اقلیم براساس این نوع نگرش سیستمی به وجود آمده‌اند.

مطالعهٔ وضعیت درازمدت شرایط اتمسفری نیز از دیگر خصوصیات اقلیم است که از علم جغرافیا ریشه گرفته است. جغرافیدانها در مطالعهٔ مکان یا زمان همیشه به دنبال کشف نمود غالب یا حاکم هستند. این نمود حاکم در اتفاقات یک لحظه یا یک نقطه خود را نشان نمی‌دهد. برای نمونه در مطالعهٔ جنگلهای شمال البرز، از شمارش و بررسی درختان واحدهای مختلف مکانی فراوانی هر گونه مشخص می‌شود. جامعهٔ گیاهی مورد مطالعه بر اساس گونهٔ فراوانتر یا مهمتر شناسایی می‌شود و برنامه‌ریزیهای توسعهٔ آینده نیز براساس ویژگیهای گونهٔ غالب انجام می‌شود. در مورد مطالعهٔ دوره‌های زمانی نیز همین روش انجام می‌شود. دمای شهر تهران در ساعتهای مختلف روز متفاوت است ولی می‌توان برای کل روز اندازهٔ معینی را بیان کرد که بیشتر از اندازه‌های دیگر تکرار شده است. البته هنوز هم برای بیان حالت کلی دمای روزانه از متوسط آن روز استفاده می‌شود که چندان مطلوب و مبین واقعیت نیست. اگر دمای ساعتها یا دقیقه‌های مختلف یک روز را بر یک توزیع آماری مثلاً توزیع نرمال، منطبق کنیم، حالت نرمال یا غالب دمای روز مشخص می‌شود. همین عمل برای روزهای ماه، ماههای سال و یا دوره‌های

طولانی چندین ساله امکان پذیر است. بر اثر مطالعه فراوانی حدوث دماهای چندین ساله (مثلاً ۳۰ ساله یا بیشتر تهران) دمای غالب، نرمال، یا متداول تهران به دست می آید. علت کاربری این روش در جغرافیا و شاخه های آن استفاده از اطلاعات جغرافیایی، در برنامه ریزی توسعه و عمران ناحیه است. احداث کارخانه، مزرعه کشاورزی، تهیه نوع لباس، راه اندازی فعالیتهای نظامی، تهیه مواد غذایی، مواد ساخته شده، خانه و ... در یک ناحیه براساس وضعیت هوای یک روز اصلاً عملی نیست. برای همه این فعالیتهای باید وضعیت و یا احتمال حدوث هوای مکان در درازمدت شناسایی شود. این کاری است که جغرافیدانها و در نهایت اقلیم شناسهای جغرافیدان انجام می دهند. برای رسیدن به این دانش یا اطلاعات از اصول و فرمولهای ریاضی یا فیزیکی استفاده نمی شود بلکه از فرمولها و قوانین توزیع احتمالات و در مجموع روشهای آماری مختلف استفاده می شود (ماتر و دیگران، ۱۹۸۰)^{۱۳}.

همان طور که قبلاً بیان شد، درست است که تشکیل و حرکت سیکلونها براساس قوانین و فرمولهای مسلم هواشناسی و فیزیک قابل بیان و توجیه است، اما حرکت سیکلونها در خاورمیانه به علت تغییر مداوم شرایط و رفتار اتمسفر، یکسان نیست و فقط اطلاع از رابطه حرکت سیکلون با مسیر موج بلند بادهای غربی کافی نمی باشد. برای نمونه ممکن است کارشناس پیش بینی با توجه به آرایش موج بادهای غربی مسیر حرکت سیکلون را برای ۱۲ ساعت بعد پیش بینی کند ولی در زمان موعود سیکلون مسیر دیگری را طی کند. اما اگر این کارشناس رفتار غالب سی ساله سیکلونها در خاورمیانه را داشته باشد تا اندازه ای می تواند دقیقتر پیش بینی کند. بنابراین بررسی وضعیت درازمدت اتمسفر نه تنها برای برنامه ریزیهای توسعه و عمران لازم است بلکه برای پیش بینیهای کوتاه مدت نیز ضروری است. البته محصول عمده مطالعه درازمدت حالت اتمسفر پیش بینی درازمدت یا اقلیمی آن است (هندرسن و رابینسن، ۱۹۸۷)^{۱۴} که براساس روشهای آماری مناسب مانند توزیعهای آماری و دوره های زمانی انجام می شود و شرایط توسعه را تعیین می کند.

روش مطالعه

اقلیم شناسی به عنوان شاخه ای از علم جغرافیا و همانند سایر رشته های علمی، برای مطالعه از روش علمی (جمع آوری، پردازش و سنتز) استفاده می کند و همان طور که در ابتدا بیان شد هدف اصلی آن شناسایی و تعیین اقلیم روی زمین در جهت منافع منطقی انسان است. به عبارت دیگر اقلیم شناس داده های لازم را درباره عناصر اقلیمی مانند دما، بارش، یا عوامل اقلیمی مانند انرژی و اندازه حرکت و

غیره را جمع‌آوری کرده و با استفاده از روشهای آماری پردازش کرده و در نهایت در جهت شناسایی اقلیم و یا تبیین آنها سنتز می‌کند. در جمع‌آوری داده‌ها نگرش عمده جغرافیایی یعنی جمع‌آوری اطلاعات از تمام عناصر اقلیمی به صورت مجموعه مرتبط و کلیت مکان و دوره زمانی طولانی، رعایت می‌شود. پردازش و تبیین علت و معلولی اقلیم عمده براساس روابط و تأثیر متقابل علتها و معلولها که از داده‌های جمع‌آوری شده حاصل می‌شود انجام می‌گیرد. به عبارت دیگر به مدل‌های تجزیه و تحلیل رقومی توجه بیشتری می‌شود. براساس هدف اقلیم‌شناسی مدل‌های مورد استفاده تغییر می‌کنند و ممکن است از ساده‌ترین شکل توصیفی تا پیچیده‌ترین سطح تحلیلی و تصمیم‌گیری تفاوت داشته باشند. این نوع نگرش را برای اولین بار، (چورلی و کندی، ۱۹۷۱)^{۱۵} «نگرش سیستمی» نام نهادند و سیستم‌های جغرافیای طبیعی را براساس پیچیدگی آنها به چهار درجه مورفولوژیکی، چرخه‌ای، فرایندی و کنترل تقسیم کردند. تعمیم این نگرش در اقلیم‌شناسی توسط (ترجونگ، ۱۹۷۶)^{۱۶} انجام شد. او با استناد به ثنوری سیستمها مراحل مطالعه در اقلیم‌شناسی را به شرح زیر بیان کرد: جمع‌آوری داده‌ها، توصیف ساختار مورفولوژیکی سیستم، سیستم‌های چرخه انرژی، ماده و اندازه حرکت، سیستم نقش، ساختار و سیستم کنترل. در هر کدام از این نگرشها از داده‌ها و اطلاعات خاص استفاده می‌شود. این داده‌ها و متغیرها به چهار دسته قابل تقسیمند: داده‌های دینامیکی مانند انرژی، کار، توان؛ داده‌های حرکتی مانند سرعت باد، دبی آب، شدت بارش؛ داده‌های هندسی مانند عرض و طول و ارتفاع و داده‌های مربوط به ماده مانند سنگینی، تراکم، وزن مخصوص (استرالر، ۱۹۸۰). استفاده از این نگرشها یا داده‌های اقلیمی بیشتر به روش تجربی (یعنی تجزیه و تحلیل و توصیف براساس مشاهدات) انجام می‌شود. اقلیم‌شناسها براساس مفاهیم و مبانی نظری نیز اقلیم‌شناسی را به شاخه‌هایی مانند: اقلیم‌شناسی توصیفی، دینامیک و سینوپتیک تقسیم کرده‌اند (کورت، ۱۹۵۷)^{۱۷}. در صورتی که اقلیم‌شناسی توصیفی به تشریح و تمیز اقلیم روی زمین می‌پردازد، اقلیم‌شناسی دینامیک وضعیت درازمدت حرکت‌های اتمسفری را در مکانهای مختلف بررسی می‌کند (ماروتز، ۱۹۸۷)^{۱۸}. اما اقلیم‌شناسی سینوپتیک سعی دارد سیستم‌های فضایی اقلیم روی زمین را براساس الگوهای غالب حرکت‌های اتمسفری تبیین کند. به عبارت دیگر آب و هواشناسی سینوپتیک از اجتماع آب و هواشناسی توصیفی و دینامیک به وجود آمده و به قول

15- Chorley and Kennedy

16- Terjung

17- Court

18- Marotz

(یارنال، ۱۹۹۳)^{۱۹} اقلیم‌شناس و جغرافیدان انگلیسی، نگرش جغرافیایی به خود گرفته است. از این نوع تقسیم‌بندیها در منابع مکتوب فراوان است، برای نمونه «استرینجر» همه تقسیم‌بندیها اعم از تجربی و نظری را در کنار هم شرح داده و اقلیم‌شناسی را کاربردیترا از هواشناسی می‌داند (استرینگر، ۱۹۸۲).

با توجه به مطالب بالا می‌توان روش مطالعه در اقلیم‌شناسی را به شرح زیر جمع‌بندی کرد:

۱- روش توصیفی که در آن به شرح مؤلفه‌ها، ساختار و هماهنگی بین اجزای ساختار اقلیم و سرانجام تفکیک و تمیز اقلیم روی زمین پرداخته می‌شود.

۲- روش دینامیک یا فرایندی که در آن به شرح فرایندهای اقلیمی مانند تبخیر، حرکت‌های اتمسفری، گردش انرژی، گردش آب و ماده و تغییرات مکانی و زمانی آنها پرداخته می‌شود.

۳- روش سینوپتیک که در آن اقلیم روی زمین براساس عوامل به وجود آورنده آنها یعنی حرکت‌های اتمسفری تبیین می‌شود.

روش توصیفی

در این روش براساس داده‌های هواشناسی مکانها یا به عبارت دیگر بر اساس فراوانی زمانی هواهای مکانها، اقلیم مکانها شناسایی می‌شود. مهمترین ویژگی این روش کل‌نگری یا جمع‌نگری آن است. در گذشته هر کدام از عناصر به تنهایی مورد بررسی قرار می‌گرفت و به منظور ارائه تصویر درازمدت مکان، از میانگین استفاده می‌شد. بدین صورت که میانگین درازمدت هر کدام از عناصر هوا محاسبه و به صورت نقشه، نمودار، یا جدول ارائه می‌شد. برای تهیه نقشه هم‌باران ایران میانگین بارش سالانه هر کدام از ایستگاههای کشور محاسبه و براساس آنها نقشه تهیه می‌شود یا این که برای نمایش روند ماهانه درجه حرارت شهر تهران میانگین درازمدت دمای هرکدام از ماههای سال محاسبه و اندازه‌های دوازده ماه در یک نمودار نشان داده می‌شود. این نمودارها بعضی وقتها به صورت جدول ارائه می‌شوند. برای مقایسه روند تغییرات زمانی یک متغیر در دو ایستگاه یا دو متغیر در یک ایستگاه منحنیهای آنها در یک نمودار در کنار هم ترسیم می‌شوند. در این نقشه‌ها، نمودارها و جدولها برای بیان پراکندگی یا وجود هماهنگی، از توصیف کلامی استفاده می‌شود. بخش اعظم مطالعات اقلیم‌شناسی گذشته جهان و زمان حاضر ایران از این نوع است. برای نمونه به پایان‌نامه‌های دوره‌های تحصیلات تکمیلی مراجعه شود. تشریح فردی عناصر هوا چه در طول زمان و چه بر روی مکان به صورت کلامی بجز در بعضی موارد کاربردی، چندان مفید نیست و روش خوبی برای تبیین اقلیم روی زمین و یا

رسیدن به هدف کل‌نگری جغرافیایی نیست. البته جغرافیدانها از قدیم به کل‌نگری معتقد بودند و با توجه به توان تکنیکی طبقه‌بندی اقلیمی چند متغیر و عمده‌دو متغیره انجام داده‌اند مانند طبقه‌بندیهای کوپن، دمارتن، تورنت ویت و غیره (برای اطلاع بیشتر درباره‌ی طبقه‌بندیها به کتاب مبانی آب و هواشناسی تألیف علیجانی و کاویانی مراجعه کنید). در این طبقه‌بندیها تقریباً از معیارهای کمی استفاده شده است و هنوز در بیشتر زمینه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پس از توسعه علم آمار و گسترش مدل‌های کامپیوتری توصیف اقلیمی حالت کمی به خود گرفت. با استفاده از روشهای آماری پیشرفته مانند تحلیل خوشه‌ای، تحلیل عاملی و در مجموع روشهای چند متغیره و براساس میانگین یا فراوانی درازمدت عناصر عمده اقلیمی، اقلیم روی زمین تعیین می‌شوند. قسمت عمده کارهای انجام شده در این زمینه توسط اقلیم‌شناسان جغرافیدان تا سال ۱۹۸۴، توسط (بالینگ، ۱۹۸۴)^{۲۰} جغرافیدان امریکایی خلاصه شده است و کارهای انجام شده تا سال ۱۹۹۳ نیز در کتاب (یارنال، ۱۹۹۳) آورده شده است.

یکی از نمونه‌های جامع و کامل در این زمینه، ناحیه‌بندی اقلیمی ایالات متحده آمریکا با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای است (بانکرز و دیگران، ۱۹۹۶)^{۲۱}. در روش چند متغیره هر کدام از ویژگیهای اقلیمی منطقه به عنوان یک متغیر منظور می‌شود. سپس با استفاده از روش آماری تحلیل عاملی، عاملهای اقلیمی مستقل از هم شناسایی و ارزیابی می‌شوند. با استفاده از این عاملها و از طریق روش تحلیل خوشه‌ای، نواحی اقلیمی تفکیک می‌شود. البته برای اثبات تمایز معنی‌دار و منطقی نواحی حاصله از آزمونهای آماری معتبر مانند تحلیل واریانس استفاده می‌شود. روش آماری چند متغیره در تعیین دوره‌های اقلیمی نیز مورد استفاده واقع شده است. به عبارت دیگر اقلیم‌شناسان علاوه بر تعیین فصول طبیعی براساس تغییرات یک عنصر مانند دما (علیجانی، ۱۳۷۵) با استفاده از چندین متغیر اقلیمی، دوره‌های اقلیم را تعیین می‌کنند (باری و پری، ۱۹۷۳).

تغییرات زمانی هر یک از عناصر هواشناسی مورد علاقه اقلیم‌شناسان است. به منظور پیش‌بینی وضع متداول و پایدار منطقه، دوره‌های زمانی در چهارچوب توزیعهای آماری مناسب مانند توزیع نرمال قرار می‌گیرد و با احتمالات متفاوت، آینده مطالعه و ارزیابی می‌شود. کارهای بسیار فراوانی در این زمینه انجام گرفته است (برای نمونه پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد دانشجویان اقلیم‌شناسی). و از طرفی دیگر بررسی تغییرات زمانی عناصر اقلیمی اهمیت خاصی در بحث تغییرات اقلیمی دارد و

اقلیم‌شناسها با استفاده از روشهای آماری مناسب مانند میانگین متحرک، رگرسیون و تحلیل طیفی اولاً نظام تغییرات گذشته دوره‌های زمانی و ثانیاً تغییرات تقویمی آینده را مشخص می‌کنند (علیجانی، ۱۳۷۵).

در روش توصیفی کمی عناصر اقلیمی یک منطقه به صورت یک مجموعه مرتبط (سیستم اقلیمی) در نظر گرفته شده و ارتباط بین آنها براساس روشهای آماری مناسب مانند همبستگی و رگرسیون محاسبه و میزان ارتباط و وابستگی بین آنها معلوم و حتی تغییرات آینده آنها پیش‌بینی و در نهایت ساختار مورفولوژیکی سیستم بطور دقیق اندازه‌گیری و تشریح می‌شود و مدل‌های آماری بسیار منظمی مورد استفاده قرار می‌گیرد. رابطه بین بارش با دما، دما با تبخیر، نم نسبی با درجه حرارت، ساعات آفتابی با میزان تابش و ... از این نوع مدل‌ها می‌باشند. تمام این مدل‌ها از طریق جمع‌آوری و پردازش داده‌های مشاهده‌ای نتیجه می‌شوند و در راستای مکان و زمان تغییر می‌کنند. اگرچه اقلیم‌شناسی بایستی اطلاعات اولیه و کلی درباره هر کدام از عناصر هوا داشته باشد ولی دانستن مکانیسم و قوانین فیزیکی حاکم بر هر کدام از این عناصر چندان ضرورتی ندارد و اقلیم‌شناس در صورت تسلط بر روشهای آماری و با استفاده از مدل‌های رقومی می‌تواند ساختار کمی اقلیمها را شناسایی کند.

روش دینامیک

اگرچه محدوده مطالعه آب و هواشناسی دینامیک به معنی عام کلمه تمام فرایندهای اقلیمی را در برمی‌گیرد ولی به معنی اخص و رایج آن فرایندها و الگوها، حرکت‌های اتمسفر در مکانهای مختلف بررسی می‌شود. عامل اصلی الگوهای حرکت پراکندگی فشار در سطح زمین و لایه‌های مختلف اتمسفر است. بنابراین کانون اصلی مطالعه، الگوهای فشار و فرایند حرکت است. الگوهای فشار در سطح زمین شامل سیستمهای فشار حرارتی و دینامیک است. سیستمهای حرارتی معمولاً در محل تشکیل باقی می‌مانند ولی سیستمهای دینامیک حرکت دارند. با توجه به این که تمام تغییرات هوا و نهایتاً شرایط اقلیمی یک مکان از تغییرات و حرکت الگوهای فشار حاصل می‌شود، مطالعه شرایط تشکیل، ساختمان، و فراوانی زمانی و مکانی این الگوها موضوع اصلی روش دینامیک است. برای نمونه (کلین، ۱۹۵۷)^{۲۲} مراکز تشکیل و مسیرهای حرکت سیکلونهاى نیمکره شمالی و (برایسون، ۱۹۶۶)^{۲۳} توده‌های هوای امریکای شمالی را بررسی کرده است. کار (هارمن، ۱۹۸۷)^{۲۴} در مورد مطالعه فراوانی آنتی‌سیکلونهای امریکای شمالی کاری خوب و جامع از این نوع مطالعات است. وی با استفاده از نقشه‌های هوای نیمکره شمالی محل استقرار و مسیرهای گسترش آنتی‌سیکلونها را بررسی کرده است. یا

این که (علیجانی، ۱۳۶۶) در کاری مشابه مسیرهای سیکلونی خاورمیانه را مطالعه نموده است. برای آشنایی با نمونه‌های بیشتر این قبیل کارها به کتاب آقایان (باری و پری، ۱۹۷۳) مراجعه شود. در این زمینه کارهای غیرجغرافیدانها هم مایه جغرافیایی دارد مانند مطالعه (آلپرت و همکارانش، ۱۹۹۰) ۲۵ درباره مسیرهای سیکلونی مدیترانه. مطالعه این کارها نشان می‌دهد که در پژوهشهای اقلیمی بیش از آن که به توجیه و تفهیم مبناي فیزیکی اقلیم پرداخته شود ضمن توضیح آسان و قابل درک مبانی فیزیکی، به نمود غالب پراکندگی مکانی سیستمهای دینامیک اهمیت بیشتری داده شده است (پیکسزوتو و اورت، ۱۹۹۳). این کتاب و کتابهای مشابه نشان می‌دهد که اقلیم‌شناسها باید مفاهیم تئوری و فیزیکی را در سطح عمومی بدانند ولی حتماً توانایی شمارش و پردازش کمی پراکندگی مکانی الگوها را تا حد کافی داشته باشند. یعنی این که یک اقلیم‌شناس باید کاملاً به علم آمار آشنا باشد تا بتواند محاسبات آماری لازم را انجام بدهد و در تنظیم و تشریح مدل‌های عددی مشکلی نداشته باشد.

مطالعه الگوها و فرایندهای سطوح بالا نیز به علت تأثیر آنها بر اقلیم روی زمین مورد توجه اقلیم‌شناسهاست. در این مورد ویژگیها و فراوانی مکانی و زمانی الگوهای سطوح بالا مانند موجهای غربی و شرقی، هسته‌های رودباد، حرکت‌های عمودی و غیره مطالعه شده و در نهایت، الگوهای نرمال از نظر استقرار و مسیر حرکت موجهای کوتاه و بلند یا هسته‌های رودباد مشخص می‌شود. از کارهای اولیه می‌توان از کار (استارک، ۱۹۶۵) ۲۶ نام برد که محل استقرار فرودها و فرازهای نیمکره شمالی را بطور ماهانه مطالعه کرده است. او این کار را از طریق رسم محرر فرودها و فرازها انجام داده است. در صورتی که (هارمن، ۱۹۹۱) با استفاده از شبکه‌بندی نقشه‌های هوا و نرمال توپوگرافی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال را برای نیمکره شمالی به صورت متوسط ماهانه ترسیم کرده است.

در سالهای اخیر که مدل‌های رقومی توسعه بیشتری پیدا کرده است، حرکت الگوهای فشار هم در سطح زمین و سطوح بالا با استفاده از این مدلها مانند همبستگی رگرسیون، خودهمبستگی و غیره مطالعه می‌شود (نپ و یین، ۱۹۹۶ - دیویس و کالکستین، ۱۹۹۰ - استون، ۱۹۸۹ - فردریش و لاتز، ۱۹۹۳ - چنگ، ۱۹۹۳) ۲۷.

برای نمونه نپ و یین اقلیم‌شناس و جغرافیدان امریکایی با استفاده از همبستگی بین پراکندگی دمای سطح زمین و تغییرات سطوح ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال میزان تأثیر الگوهای سطوح بالا بر آب و

25- Alpert etal

26- Stark

27- (Knapp and yin, Davis and Kalkstein, Stone, Fraedrich and Lutz, Chang).

هوای سطح زمین را به اثبات رسانده‌اند. تعیین تپه‌های هوا به عنوان روش خاص جغرافیایی مطالعه آب و هواشناسی دینامیک اولین بار توسط (لاند، ۱۹۶۳)^{۲۸} مطرح شد و اکنون به صورت بسیار گسترده و با استفاده از روشهای آماری پیشرفته انجام می‌شود. او براساس میزان همبستگی بین پراکندگی مکانی فشار نقشه‌های هوای روزهای سال در شمال شرق ایالات متحده، الگوهای متمایز فشار یا تپه‌های هوای حاکم بر منطقه را شناسایی کرد. البته بعداً (لم، ۱۹۷۲)^{۲۹} نیز براساس مطالعه و مقایسه نقشه‌های هوای انگلستان تپه‌های هوای حاکم را مشخص کرد ولی کار «لاند» به علت استفاده از روش کمی، رواج بیشتری یافته است. (یارنال، ۱۹۹۳) شرح مفصلی از کارهای انجام شده درباره طبقه‌بندی نقشه‌های هوا و شناسایی تپه‌های هوا ارائه کرده است.

روش سینوپتیک

روش سینوپتیک که در جنگ جهانی دوم به منظور تعیین و توجیه هواهای متفاوت مطرح شد (جیکوبز، ۱۹۴۷)^{۳۰} در واقع پایه کاملاً جغرافیایی دارد. در این روش، وضعیت هوای قسمتی از سطح زمین (برای نمونه یک ناحیه جغرافیایی) براساس الگوهای غالب رفتار اتمسفر ارزیابی می‌شود. به عبارت دیگر اثرات اتمسفر بر شرایط محیط و زندگی انسان مطالعه می‌شود. برای عملی کردن این هدف روش سینوپتیک، روشهای توصیفی و دینامیک را به صورت ترکیبی در برمی‌گیرد (یارنال، ۱۹۹۳).

رابطه بین اقلیم سطح زمین و الگوهای گردشی اتمسفر به یکی از دو روش زیر انجام می‌شود:

۱- ابتدا همان طور که در روش دینامیک شرح داده شد، الگوهای گردش هوا بر بالای منطقه یا اطراف آن شناسایی و سپس شرایط آب و هوایی روزهای استقرار هر تپ یا الگوی گردشی خاص، جمع‌آوری و شناسایی می‌شود. نمونه‌ای از این کارها عبارتند از: کار (لاند، ۱۹۶۳، کورت، ریل و همکارانش، ۱۹۹۵)^{۳۱} و کیدسن، ۱۹۹۷). کیدسن با استفاده از روشهای آماری تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای، تپه‌های هوای سطوح ۱۰۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال را در نیوزیلند تعیین و سپس رابطه این الگوها را با تغییرات روزانه و ماهانه عناصر اقلیمی بررسی کرد. نتایج بررسی او همبستگی بالایی را نشان داد.

۲- ابتدا با استفاده از روشهای آماری پیشرفته چند متغیره مانند تحلیل عاملی و تحلیل خوشه‌ای شرایط اقلیمی ناحیه جغرافیایی مشخص می‌شود و سپس الگوهای گردشی حاکم در زمان استقرار هر کدام از اقلیم بررسی و شناسایی می‌شود. مهمترین ویژگی این روش طبقه‌بندی اقلیم روی زمین

براساس همه عناصر اقلیمی و با استفاده از روشهای آماری چند متغیره است. یکی از اولین کارهای خوب در این زمینه کار (استینر، ۱۹۶۵)^{۳۲} است. او با استفاده از روش تحلیل عاملی، ۶۷ ایستگاه هواشناسی ایالات متحده را براساس ۱۶ عنصر اقلیمی طبقه‌بندی و اقالیم حاکم را شناسایی کرد. (یاودهاوز، ۱۹۹۷)^{۳۳} که با استفاده از شاخصهای گردش عمومی هوا الگوهای حرکتی مؤثر بر شرایط اقلیم زمستانی ایالات متحده را شناسایی کرد. این روش مطالعه بیشتر جنبه کاربردی دارد و محققین بیشتر الگوهای حاکم بر تغییرات اقلیمی سطح زمین را شناسایی می‌کنند. برای نمونه (علیجانی و براتی ۱۳۷۵) پس از شناسایی روزهای یخبندان شمال غرب ایران الگوهای حرکتی به وجود آورنده آنها را در سطح بالای اتمسفر شناسایی کردند.

روش سینوپتیک در واقع روش کاملاً آماری و مشاهده‌ای است. به عبارت دیگر اقلیم‌شناسی داده‌های مربوط به پراکندگی مکانی و زمانی عناصر اقلیمی و الگوهای گردش اتمسفر را جمع‌آوری کرده و از طریق به‌کارگیری روشهای آماری و تجربی، روابط حاکم و فرایندهای بین آنها را کشف می‌کند و به قول (یارنال، ۱۹۹۳) روش مخصوص جغرافیای طبیعی است و با توجه به این که در بیشتر موارد طبقه‌بندیهای اقلیمی سطح زمین یا الگوهای گردش اتمسفر به منظور راهنمایی انسان در امر برنامه‌ریزی انجام می‌شود، این روش ماهیتی کاملاً جغرافیایی دارد و بیشتر از روشهای دیگر اقلیم‌شناسی در خدمت انسان است.

خلاصه و نتیجه‌گیری

علم اقلیم‌شناسی، اقالیم مختلف روی زمین را براساس فراوانی زمانی هواهای حاکم بر آنها شناسایی می‌کند. فرایند تعیین اقلیم یا براساس فراوانی هواهای لحظه‌ای متفاوت و متعدد زمانی و یا براساس مجموعه شرایط درازمدت عناصر اقلیمی و با استفاده از روشهای آماری چند متغیره صورت می‌گیرد؛ پس از شناسایی، تفاوت‌های مکانی آنها را براساس عوامل به وجود آورنده، عمده رفتارهای اتمسفر تعیین می‌کند. در این مورد نیز، در زمان غالب بودن یک اقلیم در یک منطقه خاص، الگوهای حرکتی اتمسفر بالای آن منطقه یا سرزمینهای مجاور شناسایی می‌شود. این عمل نیز امروزه با استفاده از روشهای آماری پیشرفته انجام می‌گیرد. بر همین اساس سه روش اصلی مطالعه یا نگرش در اقلیم‌شناسی وجود دارد: ۱- روش توصیفی که عمده اقالیم روی زمین را شناسایی و توصیف می‌کند و برای تعیین این اقالیم از نگرش سیستمی جغرافیا و روشهای آماری پیشرفته استفاده می‌کند؛ ۲- روش دینامیک که

فراوانی مکانی و زمانی الگوهای حرکتی اتمسفر را بررسی می‌کند. برای این کار نیز از روشهای آماری استفاده می‌شود؛ ۳- روش سینوپتیک که در واقع مجموع دو روش دیگر است بدین معنی که شرایط اقلیمی روی زمین را براساس الگوهای حرکتی و رفتاری اتمسفر تعیین می‌کند. ویژگی عمده هر سه نگرش ماهیت جمع‌نگری آنهاست یعنی در مطالعات اقلیم‌شناسی همه اجزای موضوع مطالعه یک جا مورد بررسی قرار می‌گیرد تا الگوی غالب و نمود حاکم شناسایی شود. در نتیجه نگرش سیستمی و جغرافیایی کاملاً حاکم است و برای شناخت جامع و پیش‌بینی آینده از مدل‌های ریاضی و آماری استفاده می‌شود.

هدف اصلی علم اقلیم‌شناسی، شناسایی استعدادها و توانهای اقلیم روی زمین برای زندگی انسان است. چون این هدف براساس شرایط غالب دوره طولانی منطقه برآورد می‌شود، بنابراین کاملاً کاربردی بوده و در راستای نگرش جغرافیایی قرار می‌گیرد.

اقلیم‌شناسی با توجه به منابع مکتوب بین‌المللی و براساس ماهیت خودش از قدیم به عنوان شاخه‌ای از علم جغرافیا مطرح بوده و در دانشگاه‌های جهان در گروه‌های آموزشی جغرافیا دایر بوده و می‌باشد. دلایل اصلی این وابستگی به جغرافیا به شرح زیر است:

- ۱- همانند جغرافیا وابسته به مکان است و یکی از ویژگیهای مکان محسوب می‌شود.
- ۲- همه عناصر اقلیم یک جا بررسی می‌شود یعنی همانند جغرافیا کلیت هوای ناحیه مورد بررسی قرار می‌گیرد.
- ۳- مانند جغرافیا وضعیت درازمدت هوا را بررسی کرده و بر اساس فراوانی آنها اقلیم غالب را تعیین می‌کند.
- ۴- برای حاکمیت اقلیم غالب توصیه‌های لازم را برای زندگی انسان و برنامه‌ریزیهای توسعه و عمران او انجام می‌دهد.
- ۵- برای تعیین اقلیمها از عوامل بلاواسطه آنها استفاده می‌کند و در نتیجه می‌تواند پیش‌بینیهای دقیقتر و مطمئنتری انجام دهد.

منابع و مأخذ

- ۱- علیجانی، بهلول، «رابطه پراکندگی مکانی مسیرهای سیکلونی خاورمیانه با سیستمهای هوایی سطح بالا»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴، ۱۳۶۶، ص ۱۲۵-۱۴۳.
- ۲- علیجانی، بهلول، فصول طبیعی ایران، طرح پژوهشی، معاونت پژوهشی دانشگاه تربیت معلم تهران، اسفند ۱۳۷۵.
- ۳- علیجانی، بهلول، مجموعه مقالات سمینار ماهیت جغرافیا، سازمان سمت، تهران، ۲۰ خرداد ۱۳۶۹.
- ۴- علیجانی، بهلول، «نوسانات زمانی دمای تهران»، اولین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، ۱ تا ۳ خرداد ۱۳۷۵، تهران، سازمان هواشناسی کشور.
- ۵- علیجانی، بهلول و براتی، غلامرضا، «تحلیل سینوپتیک یخبندان فروردین ۱۳۶۶»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۰، ۱۳۷۵، ص ۱۲۱-۱۳۵.
- ۶- علیجانی، بهلول و کاویانی، محمدرضا، مبنای آب و هواشناسی، سازمان سمت، تهران، ۱۳۷۱.
- 7- Alber, R. F., Marcus, M. D., and Olson, J. M. (eds), "Geography's Inner worlds, pervasive themes in contemporary American Geography", *Association of American Geographers.*, Rutgers University press, Brunswick, New Jersey, U. S. A., 1992.
- 8- Balling, R. C. Jr., "*Classification in Climatology*", in G. L. Gaile and C. M. Willmott (eds). *Spatial statistics and Models*. D. Reidel publishing Company, Dordrecht, 1984.
- 9- Barry, R. G., and Perry, A. H., *Synoptic Climatology, methods and applications*, Methuen & co Ltd., London, 1973.
- 10- Bryson, R. A., "Airmasses, stream lines and the Boreal Forest". *Geographical Bulletin.*, 1966, vol. 8, p. 228-69.
- 11- Bunkers, M. J. et al., "Definition of climate Regions in the Northern Plains using an objective Cluster Modification Technique". *Journal of Climate*, 1996, vol. 9.
- 12- Chang, E. K. M., "Downstream Development of Baroclinic waves As Inferred from Regression Analysis". *Journal of the Atmospheric Science.*, 1993, vol. 50, p. 2038-53.
- 13- Chorley, R. J., and Kennedy B. A., *Physical Geography, A systems approach, prentice* - Hall int. Inc., London, 1971.
- 14- Corte - Real, J. et al. "Large Scale circulation Regimes and surface Climatic Anomalies over the

- Eastern Mediterranean". *Intrnational Journal of Climatology*, 1995, vol. 15, p. 1135-50.
- 15- Court, A., "Climatology: Complex, dynamic and synoptic". *Annals of Association of American Geographers*, 1967, vol. 47, p. 125-36.
- 16- Critchfield, H. J., *General Climatology*, 4th ed., Printice - Hall Inc., Englewood cliffs, New Jersey, U.S.A. 1983.
- 17- Davis, R. E. and Kalkstein, L. S., "Development of An Automated spatial synoptic climatological classification". *International Journal of climatology*, 1990, vol. 10, p. 769-94.
- 18- Durst, C. S., *Climate: The synthesis of weather*. In Malone, T. F. (ed). Compendium of Meteorology, American Meterological Society., Boston, 1951.
- 19- Federov, E. E., "Climate as totality of weather", *Monthly Weather Reviw*, 1927, vol. 55, p. 55, 401-3.
- 20- Fraedrich, K., and Lutz, M., "Zonal teleconnections and Longitude - Timelag Correlations of the 500 mb Geopotential along 50 S". *Journal of the Atmospheric Science.*, 1986, vol. 43, p. 2116-26.
- 21- Harman, J. R., "Mean Monthly North American Anticyclone Frequencies, 1950-79". *Monthly Weather Reviw*, 1987, vol. 115, p. 2840-48.
- 22- Harman, J. R., *Synoptic climatology of the westerlies: Process and patterns*. Resource Book Publication for college Geography. Association of American Geographers., New York, 1991.
- 23- Henderson - Sellers. A, and Robinson, P. J., *Contemporary climatology*, Longman, Essex, England, 1987.
- 24- Huschke, R. E. (ed), *Glossary of Meteorology, 3rd printing*. American Meteorological Society., Boston, 1980.
- 25- Jacobs, W. J., "Wartime developments in applied climatology". *Meteorological Monograph*. (American Meterological Society), 1947, vol. 1, No. 1, p. 52.
- 26- James, P. E., *All Possible worlds: A History of Geographical Ideas*. 8th printing, Bobbs - Merrill Company Inc., Indianapolis Indiana, 1977.
- 27- Kidson, J. W., "The Utility of surface and Upper Air Data in synoptic climatological specification for surface climatic variables". *Intrnational Journal of climatology*, 1997, vol. 15, p. 1135-50.
- 28- Klein, W. H., "Principal tracks and mean frequencies of cyclones and Anticyclones in the Northern Hemisphere". *Research Paper*, No. 40., U. S. weather Bureau, washington D. C., 1957.
- 29- Knapp, P. A., and yin, Z. Y., "Relationships Between Geopotential Heights and Temperature in the

- South - Eastern U. S During wintertime warming and cooling Periods". *International Journal of Climatology*, 1996, vol. 16, p. 195-211.
- 30- Lamb, H. H., "British Isles weather types and a register of daily sequence of circulation patterns, 1861-1971" *Geophysical Memoirs*, vol. 116, London, 1972.
- 31- Landsberg, H. E., "Climatology, in J. E. Oliver and R. W. Fairbridge (eds)" *the Encyclopedia of climatology*, A van Nostrand Reinhold Book, New York, 1987.
- 32- Lund, I. A. Map - Pattern Classification by statistical Methods. *Journal of Applied. Meteorology*, 1963, vol. 2, p. 56-65.
- 33- Marotz, G. A., "Dynamic climatology in J. E. oliver and R. W. Fairbridge (eds)", *The Encyclopedia of climatology*, A Van Nostrand Reinhold Book, London, 1987.
- 34- Mather, J. R. and etal, "Climatology: The challenge for the Eighties", *professionnal Geographer.*, 1980, Vol. 32, No. 3, p. 285-92.
- 35- Peixoto, J. P. and Oort, A. H., *Physics of climate*, American Institute of physics, Newyork, 1992.
- 36- Rumney. G. R., *Climatology and the world's climates*, Macmillan company, New York, 1968.
- 37- Stark, L., "Positions of Mean Monthly Troughs and Ridges in the Northern Hemisphere". *Monthly Weather Review.*, 1965, vol. 93, p. 705-720.
- 38- Steiner, D., "A Multivariate statistical approach to climatic Regionalization and classification". *Tijds. kon, Ned. Aardrijksk. Genoot.*, 1965, vol. 82, p. 329-47.
- 39- Stone, R. C., "Weather Types at Brisbane, Queensland: An Example of the use of principal components and cluster Analysis". *International Journal of climatology*, 1989, vol. 9, p. 3-22.
- 40- Strahler, A. N., "Systems theory in physical Geography". *physical Geography*, 1980, vol. 1, No. 1, p. 1-27.
- 41- Stringer, Et., *Foundations of climatology*. Surjeet publications, Delhi, 1982.
- 42- Terjung, W. H., "Climatology for Geographers". *Annals of Association of American Geographers*, 1976, vol. 66, p. 199-222.
- 43- Woodhouse, C. A., "Winter Climate and Atmospheric circulation patterns in the sonoran Desert Region", *U. S. A. Intrnational Journal of Climatology*, 1997, vol. 17, p. 859-73.
- 44- Yarnal. B., *Synoptic Climatology in Environmental Analysis*. Belhaven Press London, 1993.