



نقشه ها و نمودارهای اقلیمی

(رشته جغرافیا)

دکتر بهرام نجف پور دکتر ام السلّمه بابایی فینی

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چند هزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاوردهای انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشأن خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

ابوالفضل فراهانی

رئیس دانشگاه پیام‌نور

فهرست

نه	پیشگفتار
۱	بخش اول - نقشه‌های اقلیمی
۳	فصل اول - کارتوگرافی اقلیم‌شناسی
۴	۱-۱- ویژگی‌های نقشه
۶	۱-۲- روش‌های تهیه نقشه
۷	۱-۳- سیستم‌های تصویر
۸	۱-۳-۱- سیستم تصویر استوانه‌ای
۹	۱-۳-۲- سیستم تصویر مخروطی
۱۱	۱-۳-۳- سیستم تصویر صفحه‌ای یا سمتی
۱۳	۱-۳-۴- سیستم تصویر نمایش جهان
۱۴	۱-۳-۵- سیستم تصویر جهانی (UTM)
۱۶	۱-۴- مقیاس در اقلیم‌شناسی
۱۸	۱-۵- میان‌یابی در اقلیم‌شناسی
۱۸	۱-۵-۱- روش کریجینگ
۱۹	۱-۵-۲- روش فاصله معکوس
۲۰	۱-۵-۳- روش اسپلاین
۲۱	خلاصه
۲۳	خودآزمایی ۱
۲۵	فصل دوم - نقشه‌های هم‌ارزش
۲۷	۲-۱- انواع نقشه‌های هم‌ارزش
۲۷	۲-۱-۱- نقشه‌های هم‌بارش
۲۹	۲-۱-۲- نقشه‌های هم‌تابش
۳۰	۲-۱-۳- نقشه‌های هم‌دما
۳۲	۲-۱-۴- نقشه‌های روند
۳۳	۲-۱-۵- نقشه‌های دمای سطح دریا (SST)

۳۵	۶-۱-۲ نقشه‌های هم رطوبت
۳۶	۷-۱-۲ نقشه‌های هم تیخیر
۳۸	۸-۱-۲ نقشه‌های هم سرعت باد
۴۱	۹-۱-۲ نقشه نواحی اقلیمی
۴۳	۱۰-۱-۲ نقشه‌های همبستگی
۴۶	۱۱-۱-۲ نقشه‌های پیش بینی
۴۷	خلاصه
۵۰	خودآزمایی ۲

۵۲	فصل سوم - نقشه‌های هم‌دید
۵۴	۱-۳ نقشه‌های سطح زمین
۵۵	۱-۱-۳ علائم ایستگاه‌های هواشناسی هم‌دید
۵۶	۲-۱-۳ علائم مخابره وضعیت هوای حاضر
۵۷	۳-۱-۳ نقشه‌های هم فشار
۶۳	۲-۳ نقشه‌های سطوح فوقانی جو
۶۴	۱-۲-۳ بادهای غربی
۶۶	۲-۲-۳ نقشه‌های ارتفاع ژئوپتانسیل
۷۲	۳-۲-۳ نقشه‌های هم‌دمای سطوح فوقانی جو
۷۵	۴-۲-۳ نقشه‌های هم رطوبت سطوح فوقانی جو
۷۸	۵-۲-۳ نقشه‌های آب قابل بارش
۸۰	۶-۲-۳ نقشه ضخامت
۸۲	۷-۲-۳ نقشه تعیین مسیر سیستم‌های فشار
۸۳	۸-۲-۳ نقشه موقعیت مکانی محور پرودها
۸۵	۹-۲-۳ نقشه‌های باد مداری
۸۶	۱۰-۲-۳ نقشه‌های باد نصف‌النهاری
۸۷	۱۱-۲-۳ نقشه‌های اُمگا (سرعت قائم)
۸۸	۱۲-۲-۳ نقشه‌های ایزوتخ و خطوط جریان
۹۰	۳-۳ کاربرد اینترنت در تهیه نقشه‌های هم‌دید
۹۸	خلاصه
۱۰۰	۴-۳ تمرین عملی
۱۰۵	خودآزمایی ۳

۱۰۷	بخش دوم - نمودارهای اقلیمی
۱۰۹	فصل چهارم - داده‌های اقلیمی و انواع آن
۱۱۰	۱-۴ تعریف داده و اطلاعات
۱۱۱	۲-۴ مقیاس‌های اندازه‌گیری در مطالعات اقلیمی
۱۱۱	۱-۲-۴ اندازه‌گیری اسمی
۱۱۱	۲-۲-۴ اندازه‌گیری ترتیبی یا رتبه‌ای
۱۱۲	۳-۲-۴ اندازه‌گیری فاصله‌ای

۱۱۲	۴-۲-۴ اندازه‌گیری نسبی
۱۱۲	۳-۴ منابع گردآوری داده‌های اقلیمی
۱۱۳	۱-۳-۴ انواع ایستگاه‌های هواشناسی
۱۱۸	۴-۴ انواع داده‌های اقلیمی
۱۱۸	۱-۴-۴ داده‌های زمینی
۱۱۸	۲-۴-۴ داده‌های جو بالا
۱۱۸	۳-۴-۴ نقشه‌های سینوپتیک
۱۱۸	۴-۴-۴ تصاویر ماهواره‌ای
۱۱۹	۵-۴-۴ داده‌های راداری
۱۱۹	۵-۴ واریسی یا بررسی داده‌ها
۱۱۹	۱-۵-۴ همگنی داده‌ها
۱۲۳	۲-۵-۴ بازسازی و تخمین داده‌های گمشده
۱۲۷	۶-۴ طبقه‌بندی داده‌ها
۱۲۷	۱-۶-۴ طبقه‌بندی داده‌ها از نظر تئوری
۱۲۸	۲-۶-۴ طبقه‌بندی داده‌ها از نظر علمی
۱۲۸	۷-۴ مرتب کردن نتایج آماری
۱۲۸	خلاصه
۱۳۱	خودآزمایی ۴

۱۳۲	فصل پنجم - انواع نمودارها
۱۳۴	۱-۵ نمودار میله‌ای
۱۳۵	۱-۱-۵ نمودار میله‌ای ساده
۱۳۷	۲-۱-۵ نمودار میله‌ای خوشه‌بندی شده
۱۳۸	۳-۱-۵ نمودار میله‌ای پشته‌ای
۱۳۸	۲-۵ نمودار ستونی
۱۴۰	۳-۵ نمودار خطی
۱۴۱	۱-۳-۵ نمودار خطی ساده
۱۴۳	۲-۳-۵ نمودار خطی چند گانه (مركب)
۱۴۴	۳-۳-۵ نمودار خط - نقطه
۱۴۵	۴-۵ نمودار سطحی
۱۴۶	۵-۵ نمودار مسطح (دایره‌ای)
۱۵۰	خلاصه
۱۵۱	خودآزمایی ۵

۱۵۲	فصل ششم - نمودارهای نمایش ارتباط
۱۵۳	۱-۶ نمودار پراکنش
۱۵۵	۲-۶ نمودار همبستگی نگار
۱۵۷	۳-۶ نمودار خود همبستگی نگار
۱۵۹	خلاصه

۱۵۹	خودآزمایی ۶
۱۶۱	فصل هفتم - نمودارهای نرمال
۱۶۲	۱-۷ نمودار هیستوگرام
۱۶۳	۲-۷ نمودار نرمال p-p
۱۶۴	۳-۷ نمودار نرمال Q-Q
۱۶۵	خلاصه
۱۶۵	خودآزمایی ۷
۱۶۷	فصل هشتم - نمودارهای سه بعدی
۱۶۸	۱-۸ نمودار تورنت وایت
۱۷۰	۲-۸ نمودار هایترگراف
۱۷۲	۳-۸ منحنی آمبروترمیک
۱۷۳	۴-۸ اقلیم نمای آمبرژه
۱۷۴	۵-۸ اقلیم نمای دومارتن
۱۷۶	۶-۸ دیاگرام ترموایزوپلیت
۱۷۶	۷-۸ کلیموگرام پیگی
۱۷۸	۸-۸ نمودار ترجونگ
۱۷۹	۹-۸ گلباد
۱۷۹	۱-۹-۸ روش ترسیم گلباد
۱۸۱	۱۰-۸ نمودارهای ساعتی یا قطبی
۱۸۴	خلاصه
۱۸۵	خودآزمایی ۸
۱۸۷	پاسخ خودآزمایی‌ها
۱۸۹	منابع و مأخذ

تقدیم به:

پروفسور سید ابوالفضل مسعودیان: استاد گروه جغرافیایی دانشگاه اصفهان

9

پروفسور بهلول علیجانی: استاد گروه جغرافیایی دانشگاه خوارزمی تهران

آنانکه، ما را با آب و هواشناسی نوین آشنا کردند

پیشگفتار

یکی از ابزارهای کار اقلیم‌شناسی، نقشه‌ها و نمودارهای اقلیمی است. اگر هوا را به‌عنوان قلب طبیعت تشبیه کنیم، نقشه‌های اقلیمی همانند تصاویر رنگی در علم پزشکی وضعیت شرایط اقلیمی را به ما نشان می‌دهند. همان‌طوری‌که پزشک با بررسی تصاویر گرفته شده از بیمار در مقاطع زمانی مختلف به وضعیت بیماری آگاه می‌شود، اقلیم‌شناسان نیز با بررسی نقشه‌های اقلیمی یک مکان در مقاطع زمانی مختلف به قضاوت‌های دست می‌زنند که میزان دقت آن بستگی به دانش اولیه فرد از اصول علم اقلیم‌شناسی و تجارب کسب کرده در انجام کار دارد. داشتن اطلاعات کافی و درست از دیگر ملزومات کار یک اقلیم‌شناس می‌باشد. نمودارهای اقلیمی نیز برای یک اقلیم‌شناس کار ابزارهای چون نوار قلب برای یک پزشک را انجام می‌دهد. همان‌طوری‌که یک پزشک با اندازه‌گیری نوسان‌های قلب در یک مقطع زمانی به طبابت می‌پردازد اقلیم‌شناس نیز با بررسی نمودارهای شرایط اقلیمی در بازه‌های زمانی مختلف به نتایج جالبی راجع به یک مکان دست می‌یابد. همان‌طوری‌که پزشک با تجویز داروهایی بیمار را به سمت سلامتی سوق می‌دهد، اقلیم‌شناس نیز با ارائه راهکارهای علمی به مدیران و برنامه‌ریزان مسائل محیطی آنها را نسبت به نتایج تغییرپذیری و تغییرات اقلیمی آگاه می‌کند. سرانجام اینکه همان‌طوری‌که تشخیص درست یک پزشک می‌تواند باعث نجات جان یک بیمار و بازگشت امید به یک خانواده گردد، تشخیص و آگاهی‌رسانی یک اقلیم‌شناس نسبت به حوادث اقلیمی می‌تواند از بروز میلیاردها ریال خسارت جلوگیری کند. خساراتی که می‌تواند موجب نابودی زندگی صدها خانواده گردد.

هدف این کتاب آشنایی علاقمندان به علوم جغرافیایی، آب و هوا، انواع نمودارها و نقشه‌های اقلیمی، روش تهیه، تفسیر و کاربرد آن می‌باشد. بنابراین طیف گسترده‌ای از کاربران از دانشجویان علوم جغرافیایی گرفته تا علوم جوی و محیطی می‌توانند برحسب نیاز از مطالب این کتاب بهره گیرند. در طول مطالعه این کتاب خواننده مداوم با دو واژه آب و هوا و اقلیم برخورد خواهد کرد. از آنجایی که این دو واژه سال‌ها است در محافل علمی و دانشگاهی به صورت مترادف به کار می‌رود، ما نیز در این کتاب این دو واژه را بصورت مترادف به کار برده‌ایم.

کتاب حاضر در قالب دو بخش و هشت فصل تألیف شده است. بخش اول به توضیح انواع نقشه‌های اقلیمی و روش تهیه آنها می‌پردازد. فصل اول به کارتوگرافی آب و هواشناسی اختصاص داده شده است. فصل دوم به بررسی انواع نقشه‌های هم‌ارزش می‌پردازد و فصل سوم نقشه‌های جو بالا را تشریح و تفسیر می‌کند.

بخش دوم به نمودارهای اقلیمی اختصاص دارد. فصل چهارم به تشریح داده‌های اقلیمی و انواع آن می‌پردازد. فصل پنجم به معرفی نمودارهای دوبعدی اختصاص داده شده است. فصل ششم تحت عنوان نمودارهای نمایش ارتباط نام‌گذاری شده است. فصل هفتم نمودارهای نرمال را توضیح می‌دهد. سرانجام فصل هشتم نمودارهای سه بعدی و کاربرد آن در مطالعات اقلیمی را بیان می‌کند.

از دوستان و همکاران گرامی که در تألیف و تدوین این اثر با ما همکاری داشته‌اند، صمیمانه سپاسگزاریم. از جناب آقای دکتر منوچهر فرج‌زاده استاد گروه جغرافیای دانشگاه تربیت مدرس، جناب آقای دکتر سید ابوالفضل مسعودیان استاد گروه جغرافیا دانشگاه اصفهان، دکتر عباس مفیدی، دکتر امیرحسین حلییان، مهندس اردشیر افشاری کارشناس ارشد اداره کل هواشناسی استان فارس، مهندس پیام مساعدی کارشناس ارشد اداره کل هواشناسی استان بوشهر به خاطر در اختیار گذاشتن بعضی داده‌ها و نقشه‌های مورد استفاده، تشکر می‌نمائیم. امیدواریم خوانندگان عزیز، همکاران ارجمند و دانشجویان گرامی با ارائه نقطه‌نظرات و اشکال‌های کتاب، ما را در هر چه پربارتر نمودن این اثر یاری نمایند. نقطه نظرات خود را در مورد بخش نقشه‌ها به آدرس b_najafpour@pnu.ac.ir و در مورد بخش نمودارها به آدرس f_babaei@pnu.ac.ir با ما در میان بگذارید.

نجف‌پور- بابایی
گروه جغرافیایی دانشگاه پیام‌نور

بخش اول

نقشه‌های اقلیمی

مقدمه

نقشه یکی از ضروری‌ترین ابزار مطالعه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی است. اگر محققى بخواهد تغییرات مکانی یک یا چند متغیر یا عنصر اقلیمی را نشان دهد، ناچار به استفاده یا تهیه نقشه اقلیمی برای آن مکان است. نقشه‌های اقلیمی به دو روش دستی و خودکار (رایانه) تهیه می‌شوند. امروزه با گسترش استفاده از رایانه در پژوهش‌های اقلیمی، تهیه نقشه‌های خودکار رواج بیشتری دارد. زیرا این قبیل نقشه‌ها با سرعت و دقت بیشتری تهیه می‌شوند. از طرف دیگر قابلیت رقومی بودن آن، انجام روش‌های آماری و ریاضی بر روی این قبیل نقشه‌ها را ممکن ساخته است. تهیه هر نقشه اقلیمی نیازمند ملزوماتی است. در اختیار داشتن داده‌های معتبر و کافی، انتخاب نوع سیستم تصویر مناسب، تصمیم‌گیری راجع به روش میان‌یابی و انجام کارهای گرافیکی از جمله این ملزومات می‌باشد. با مطالعه این بخش دید شما راجع به نقشه تغییر خواهد کرد، و به‌جای دیدن یک نقشه به‌صورت چند خط و شبکه، آن را فن و هنری خواهید یافت که انبوهی از اطلاعات و دانش را به پژوهنده ارائه می‌دهد.

طبیعی است که یادگیری مطالب این بخش نیازمند داشتن دانشی هرچند اندک راجع به دروس مبانی آب و هواشناسی، آب و هوای کره زمین و کارتوگرافی می‌باشد. اعتقاد ما این است که دانشجویانی که دروس سیستم اطلاعات جغرافیایی و مبانی فناوری اطلاعات را گذرانده باشند، مطالب این بخش را بهتر درک خواهند نمود.

فصل اول

کارتوگرافی اقلیم‌شناسی

هدف کلی

هدف کلی این فصل از کتاب آشنایی با سیستم‌های تصویر و روش‌های میان‌یابی مورد استفاده در نقشه‌های آب و هواشناسی می‌باشد. از آنجائی که داده‌های مورد استفاده در مطالعات آب و هواشناسی دارای ویژگی‌های خاص خود می‌باشد، برای ترسیم و تبدیل آن به نقشه لازم است از سیستم تصویر و روش میان‌یابی مناسب استفاده شود. انتخاب سیستم تصویر و روش میان‌یابی، بستگی به نوع داده و هدف پژوهشگر دارد.

هدف‌های یادگیری

- پس از مطالعه این فصل انتظار می‌رود:
- ویژگی‌های یک نقشه مناسب را توضیح دهید.
 - انواع سیستم‌های تصویر را بشناسید.
 - مزایا و معایب انواع سیستم‌های تصویر را شرح دهید.
 - سیستم تصویر مخروطی را توضیح دهید.
 - سیستم تصویر استوانه‌ای را شرح دهید.
 - سیستم تصویر سمتی را بشناسید.
 - سیستم تصویر جهان نمایش را تعریف کنید.
 - کاربردهای سیستم تصویر UTM را توضیح دهید.

۴ نقشه‌ها و نمودارهای اقلیمی

- کاربرد مقیاس نقشه در مطالعات اقلیم‌شناسی را تشخیص دهید.
- روش میان‌یابی را تعریف کنید.
- انواع روش‌های میان‌یابی را نام ببرید؟
- روش میان‌یابی کریجینگ را توضیح دهید.
- تفاوت روش میان‌یابی فاصله معکوس با کریجینگ را شرح دهید.
- روش میان‌یابی اسپلاین و کاربرد آن را بشناسید.
- با توجه به نوع داده‌های اقلیمی، قادر به انتخاب نوع روش میان‌یابی باشید.

مقدمه

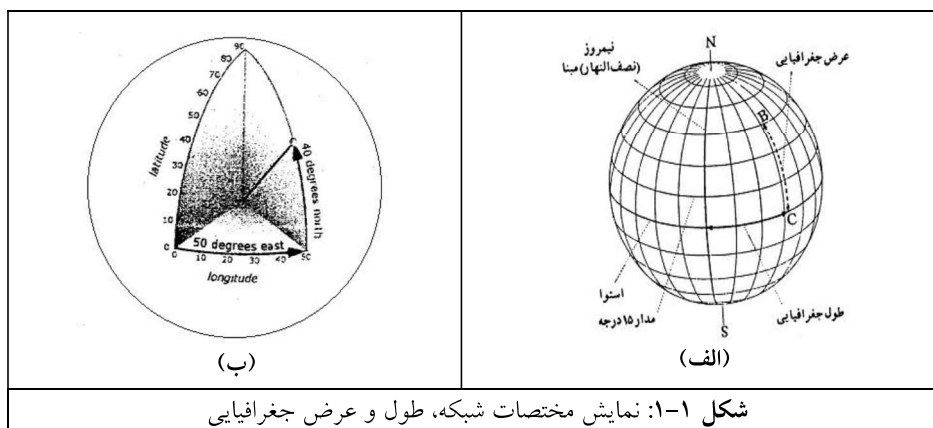
یکی از ابزارهای مهم آموزش و پژوهش در جغرافیا و آب و هواشناسی نقشه است. نقشه تصویر کوچک شده زمین و پدیده‌های آن بر روی کاغذ یا هر سطح دیگری است که با مقیاس معین و علائم قراردادی تهیه شده است. تهیه نقشه تابع اصول و قواعد خاصی است که معمولاً در دروس نقشه‌خوانی، کارتوگرافی و نقشه‌برداری به دانشجویان آموزش داده می‌شود.

۱-۱ ویژگی‌های نقشه

- در اینجا به منظور یادآوری و بیان ویژگی‌های مورد انتظار در نقشه‌های آب و هواشناسی اشاره‌ای مختصر به این اصول شده است. یک نقشه مناسب باید دارای شرایط زیر باشد:
- **نام یا عنوان:** هر نقشه‌ای نیاز به یک نام یا عنوان دارد تا موضوع و موقعیت نقشه را نشان دهد و به کمک آن کاربر بتواند نقشه‌ها را از هم تفکیک کند. مانند نقشه سیاسی خاورمیانه، نقشه آب و هوای غرب ایران، نقشه بارش حوضه کارون.
 - **سیستم تصویر:** با توجه به اینکه زمین جسم دواری است، منظور از سیستم تصویر چگونگی پیاده کردن اطلاعات سطوح کروی بر روی سطوح صاف است. برای این منظور روش‌های مختلفی وجود دارد که در بحث سیستم‌های تصویر به آن اشاره خواهد شد.
 - **مختصات:** منظور از مختصات خطوط عمودی و افقی است که نقشه را به شبکه‌ای تبدیل می‌کند. به کمک سیستم مختصات ما قادریم موقعیت یک مکان یا پدیده که همان طول و عرض جغرافیایی می‌باشد، را بر روی نقشه پیدا کنیم (شکل ۱-۱: الف). به عبارت

۵ کار توگرافی اقلیم‌شناسی

ریاضی طول جغرافیایی فاصله زاویه‌ای هر نقطه‌ای نسبت به نصف‌النهار مبدأ و عرض جغرافیایی فاصله زاویه هر نقطه‌ای نسبت به خط استوا می‌باشد (شکل ۱-۱: ب).



- **مقیاس:** منظور از مقیاس نسبت یک پدیده یا مکان بر روی نقشه نسبت به اندازه واقعی آن بر روی زمین است. در حقیقت مقیاس یک نقشه نشان می‌دهد که پدیده‌های روی نقشه نسبت به اندازه واقعی آنها بر روی زمین چند برابر کوچک‌تر شده‌اند. مقیاس می‌تواند خطی یا عددی باشد.
- **جهت‌نما:** هر نقشه‌ای برای توجیه با طبیعت نیاز به جهت‌نما دارد. جهت‌نما جهت شمال نقشه را نشان می‌دهد.
- **جدول راهنما:** با توجه به اینکه امکان به تصویر کشیدن تمام پدیده‌ها روی زمین به شکل واقعی آنها بر روی نقشه مقدور نیست، تهیه‌کنندگان نقشه با استفاده از علائم قراردادی به نمایش پدیده‌های سطح زمین اقدام می‌نمایند. این علائم در جدولی تحت عنوان جدول راهنما در گوشه‌ای از نقشه درج می‌گردد.
- **تهیه‌کننده:** معمولاً در گوشه‌ای از نقشه نام سازمان یا اشخاص تهیه‌کننده نقشه نوشته می‌شود.
- **منبع تهیه داده‌ها:** لازم است در نقشه نام منبعی که داده‌های اولیه جهت تهیه نقشه در اختیار کاربر گذاشته است ذکر گردد. مثلاً اگر برای تهیه نقشه هم‌دمای استان بوشهر از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی آن استان استفاده شده است، بهتر است نام اداره هواشناسی استان بوشهر به عنوان منبع تهیه داده‌ها نوشته شود.

– **زمان تهیه:** با توجه به اینکه یکی از کارهای مرسوم محقق علوم جو، تهیه نقشه‌های مطالعه تغییرات زمانی پدیده‌های جوی است، بهتر است تاریخ تهیه نقشه نوشته شود. این کار به پژوهشگران امکان ردیابی و مطالعه تغییرات پدیده‌های مختلف در طول زمان را می‌دهد.

۱-۲ روش‌های تهیه نقشه

نقشه‌های مورد استفاده در پژوهش‌های آب و هواشناسی به دو روش دستی و خودکار تهیه می‌شود. در روش دستی محقق به صورت دستی اقدام به ترسیم نقشه می‌نماید. از جمله معایب این روش عدم دقت کافی و سرعت پایین، عدم امکان محاسبات آماری و ریاضی بر روی نقشه، عدم امکان تولید نقشه در تعداد زیاد، عدم امکان تهیه نقشه برای داده‌های زیاد و هزینه‌بر بودن آن می‌باشد. از مزایای آن عدم نیاز به سخت‌افزار و نرم‌افزار در نتیجه بودجه کمتر برای انجام آن می‌باشد. در روش خودکار پژوهشگر با استفاده از رایانه و نرم‌افزارهای تهیه شده اقدام به تهیه نقشه می‌نماید. امروزه نرم‌افزارهای گوناگونی برای این منظور تهیه شده است. به عنوان مثال نرم‌افزار سرفر^۱ یکی از نرم‌افزارهای پرکاربرد است که به پژوهشگران مختلف در زمینه تهیه نقشه‌های هم‌ارزش مانند نقشه هم‌بارش، هم‌دما و... کمک می‌کند. نرم‌افزار گرادس^۲ از دیگر نرم‌افزارهای است که برای محققین جو بالا در زمینه تهیه نقشه کاربرد فراوان دارد. نرم‌افزار وی پلات^۳ پژوهشگران علوم جو را در زمینه تهیه گلباد همراهی می‌کند. علاوه بر نرم‌افزارهای تخصصی فوق، نرم‌افزارهای سامانه اطلاعات جغرافیایی^۴ نیز توانایی کمک کردن به پژوهشگران علوم جوی در زمینه تهیه نقشه‌های هم‌ارزش دارد. روش خودکار علاوه بر مزایایی فراوانی مانند سرعت بالا، افزایش دقت و کیفیت و امکان انجام محاسبات آماری و ریاضی بر روی نقشه، دارای معایبی مانند نیاز به آموزش نرم‌افزار، اختصاص بودجه زیاد برای تهیه سخت‌افزار و نرم‌افزار و قطع برق را دارد.

1- Surfer

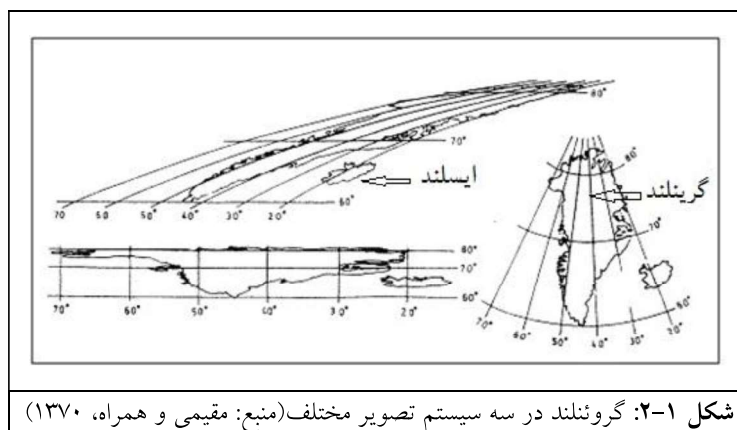
2- Grads

3- W. Plot

4- GIS

۳-۱ سیستم‌های تصویر

یکی از مهم‌ترین هدف‌های کارتوگرافی نمایش کره زمین است. انسان به خاطر محدودیت قوه بینایی، برای دیدن اجسام خیلی کوچک و خیلی بزرگ احتیاج به یک وسیله کمکی دارد. نقشه یکی از ابزارهای است که به محققین و دانشمندان کمک می‌کند تا بتوانند سطوح بزرگ را یک‌جا با مقیاس کوچک‌تر ببینند. با انتقال سطح کروی بر روی یک سطح صاف و تهیه نقشه به راحتی می‌توان فواصل را اندازه‌گیری کرد. عمل انتقال سطح کروی بر روی سطح صاف و مسطح را تصویر می‌نامند. به روش‌های مختلف می‌توان کره را روی سطح صاف تصویر نمود. برای اینکه بتوانیم تغییر روابط هندسی حاصل از تصویر را مورد بررسی قرار دهیم، تصویر شبکه جغرافیایی زمین را که مدارها و نصف‌النهارها باشد در روی نقشه مطالعه می‌شود و از روی آن روابط هندسی و ریاضی تصویر مورد نظر بررسی می‌شود. اگر به صفحه‌های یک اطلس جغرافیایی دقیق شویم، خواهیم دید که در هر کدام از آنها مدارها و نصف‌النهارها شکل متفاوتی دارند. در بعضی از آنها مدارات به صورت خطوط مستقیم و در بعضی دیگر به صورت دایره متحدالمرکز ظاهر می‌شوند. این تغییر شکل شبکه جغرافیایی ناشی از نوع تصویر سطح کروی روی سطح صاف است. شکل ۲-۱ گروئنلند را با سه تصویر مختلف نشان می‌دهد (مقیمی و همراه، ۱۳۷۰: ۱۹۲-۱۹۳).

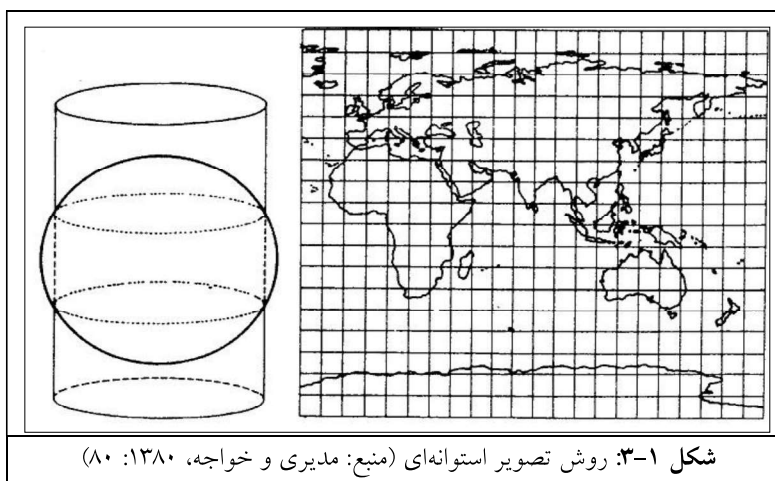


بین مقیاس نقشه و سیستم‌های تصویر ارتباط تنگاتنگی وجود دارد. به طوری که به علت عدم دخالت زمین در نقشه‌های بزرگ مقیاس مهندسی مانند نقشه‌های ساختمانی،

شبکه جغرافیایی به صورت شبکه قائم‌الزاویه ظاهر می‌شود و سیستم تصویر در این نوع نقشه‌ها کاربردی چندانی ندارد. برعکس هر چه مقیاس نقشه کوچک‌تر باشد مانند نقشه کشورها و قاره‌ها، اهمیت سیستم تصویر بیشتر روشن می‌شود. سیستم تصویر دارای انواع گوناگونی است که کاربران مختلف با توجه به هدف خود از تهیه نقشه از آنها استفاده می‌کنند. هر کدام از سیستم‌های تصویر دارای محاسن و معایب خاصی است. سیستم‌های تصویر دارای ویژگی‌های متعددی هستند. مهم‌ترین این ویژگی‌ها از نظر کارتوگرافی، متشابه بودن یا حفظ زوایا، هم مساحت بودن و هم فاصله بودن می‌باشد. انواع سیستم‌های تصویر رایج در مطالعات اقلیم‌شناسی به شرح زیر می‌باشند.

۱-۳-۱ سیستم تصویر استوانه‌ای^۱

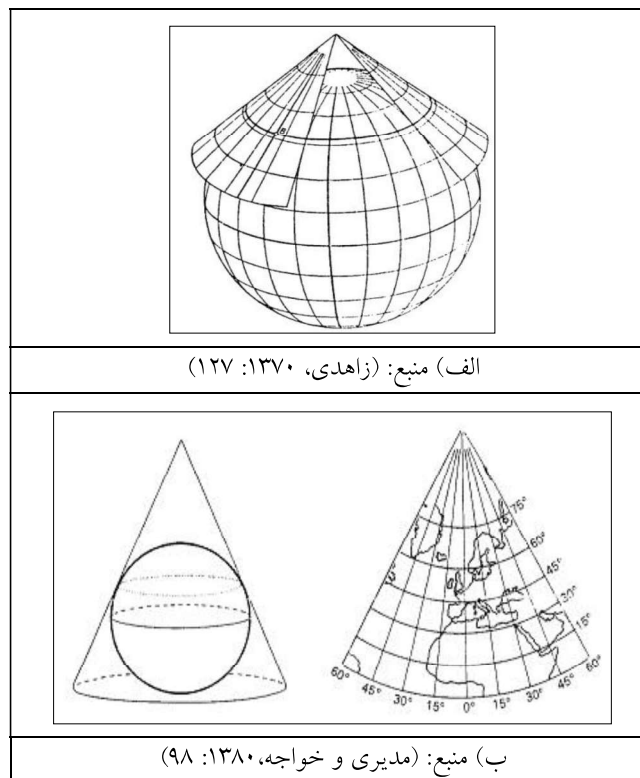
در این سیستم تصویر دور کره زمین را استوانه‌ای در برمی‌گیرد. محور این استوانه به طور کامل بر محور کره زمین منطبق و دیواره جانبی آن بر دایره استوا کاملاً مماس است و مدارها به موازات خط استوا از شمال به جنوب روی استوانه آن‌چنان رسم می‌شوند که هر چه به طرف دو قطب پیش می‌رویم، فاصله آنها از یکدیگر بیشتر می‌شود. اگر نصف‌النهارها با فواصل یکسان و به موازات هم بین قطب شمال و جنوب ترسیم شوند، از تقاطع آنها با مدارها شبکه‌های قائم‌الزاویه ایجاد می‌شود (شکل ۱-۳).



تصویرهایی که در محل تماس دایره بزرگ کره با استوانه قرار گرفته باشند، به‌طور کامل مشابه‌اند، ولی هر چه این تصویرها به دو قطب نزدیک‌تر باشند، به علت فاصله کره با استوانه احاطه شده، بزرگتر و اغراق‌آمیزتر منعکس خواهد شد. سیستم تصویر استوانه‌ای دارای دو نوع هم فاصله و هم مساحت می‌باشد. سیستم تصویر معروف مرکاتور نوعی سیستم تصویر استوانه‌ای می‌باشد. سیستم تصویر استوانه‌ای برای نمایش پدیده‌های آب و هوایی در مقیاس‌های کشوری، استانی و شهرستان مناسب است. هر چه مقیاس نقشه‌های با این نوع سیستم تصویر کوچک‌تر باشد میزان خطای آن بیشتر است. اگر نقشه جهان‌نمایی به روش سیستم تصویر مرکاتور تهیه شود، گرینلند خیلی بزرگ‌تر از کشور زئیر به نظر می‌رسد، در حالی که مساحت گرینلند ۲,۱۷۵,۶۰۰ کیلومتر مربع و مساحت کشور زئیر ۲,۳۴۴,۰۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. اختلاف موجود به این دلیل می‌باشد که سرزمین گرینلند در قطب شمال و کشور زئیر در نزدیکی خط استوا واقع شده است. بنابراین از روی نقشه‌های با سیستم تصویر استوانه‌ای وسعت کشورهای که در عرض‌های مختلف جغرافیایی قرار گرفته‌اند، قابل مقایسه نیستند (زاهدی، ۱۳۷۰: ۱۳۳-۱۳۱). آیا می‌دانید این سیستم تصویر برای کدام‌یک از مناطق جغرافیایی کره زمین مناسب است؟ پاسخ آن مناطق استوایی است. آیا علت آن را می‌توانید حدس بزنید؟

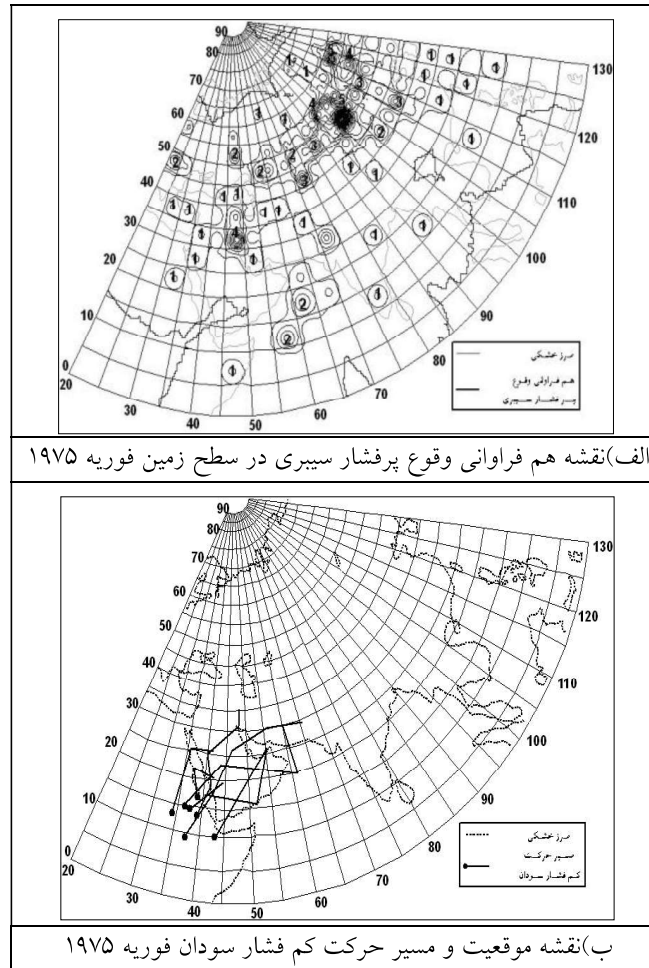
۱-۳-۲ سیستم تصویر مخروطی^۱

این سیستم تصویر، از تماس یا تقاطع مخروط با کره حاصل می‌شود. معمولاً محور مخروط عمودی و در امتداد محور کره زمین است (شکل ۱-۴). خط تماس مخروط و کره زمین، دایره عرض جغرافیایی خواهد بود که به مدار استاندارد معروف است. چنانچه مخروط، کره را قطع نماید، دو دایره متقاطع خواهیم داشت که چنین تصویری را تصویر مخروطی با دو مدار استاندارد می‌نامند. در تمام تصاویر مخروطی نصف‌النهارها به شکل اشعه‌های مستقیم و مدارات به‌صورت دایره متحد‌المركز ظاهر می‌شوند (مقیم و همراه، ۱۳۷۷: ۲۱۹). از جمله مزایای این سیستم تصویر، حفظ زاویه‌ها، مدارات و نصف‌النهارات می‌باشد.



شکل ۱-۴: نحوه ترسیم نقشه در سیستم تصویر مخروطی

اکثر نقشه‌های روسی که قبلاً توسط پژوهشگران کشورمان مورد استفاده قرار می‌گرفت دارای سیستم تصویر مخروطی بودند. در حالی که نقشه‌های بیشتر پایگاه داده‌های کشورهای اروپایی و امریکا دارای سیستم تصویر استوانه‌ای می‌باشند. آیا دلیل این کار را می‌توانید حدس بزنید؟ جواب آن با موقعیت جغرافیایی این کشورها ارتباط دارد. هر چه منطقه مورد مطالعه به قطبین زمین نزدیک‌تر باشد دقت این نوع سیستم تصویر بیشتر است. این نوع سیستم تصویر برای نمایش پدیده‌های آب و هوایی در مقیاس‌های منطقه‌ای مناسب است. پژوهشگرانی که بر روی پدیده‌های هم‌دید تأثیرگذار بر آب و هوای کشورمان کار می‌کنند، از این نوع سیستم تصویر برای ترسیم نقشه استفاده می‌کنند. شکل ۱-۵ نمایش دو نمونه از پدیده‌های آب و هوایی با استفاده از سیستم تصویر مخروطی توسط محققین کشورمان را نشان می‌دهد.

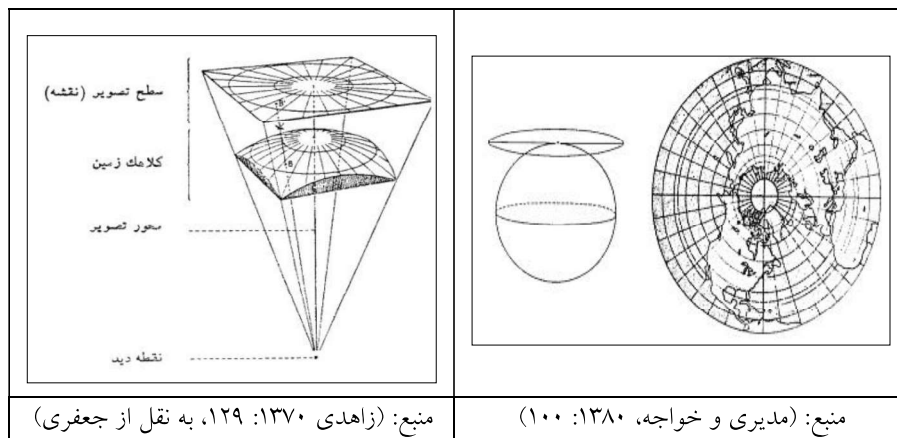


شکل ۱-۵: نقشه‌های آب و هوایی با استفاده از سیستم تصویر مخروطی (ماخذ: کیانی پور، ۱۳۷۹)

۳-۳-۱ سیستم تصویر صفحه‌ای یا سمتی^۱

در سیستم تصویر سمتی به‌طور فرضی یک صفحه مسطح در قطب شمال قرار دارد که با سطح کره زمین مماس و بر محور مرکزی زمین عمود است. حال اگر نوری از زیر نیمکره به طرف قطب شمال بتابد، انعکاس مدارها روی صفحه مسطح به‌صورت متحد‌المركز است و نصف‌النهارات به‌صورت شعاع‌های مستقیم از قطب شمال به

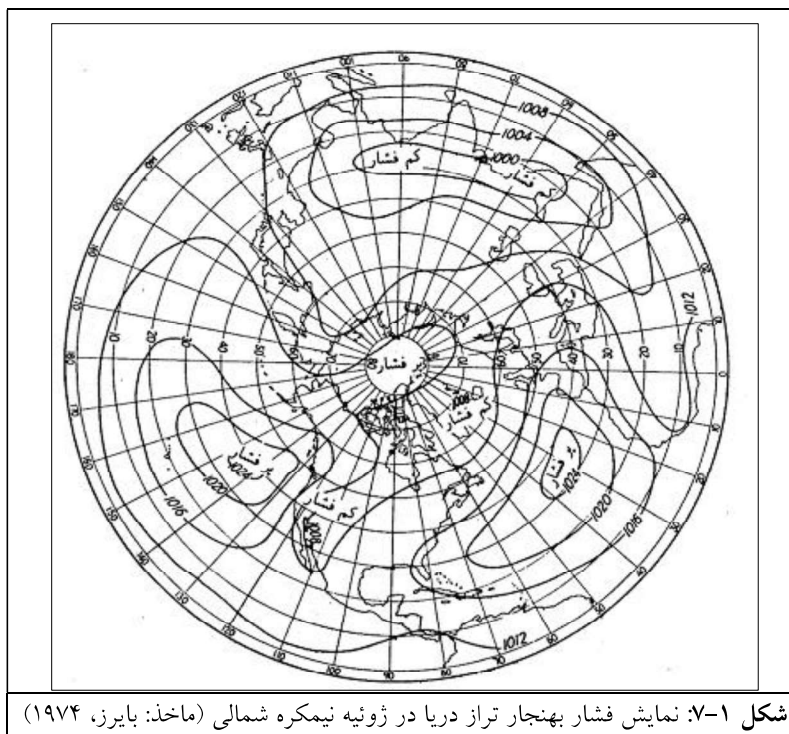
اطراف ساطع خواهد شد. این شعاع‌ها در تمام جهات متقارن و برابر است و زاویه بین نصف‌النهارها و شعاع‌های تصویر کاملاً مساوی است. تصویر محل تماس زمین با صفحه مسطح نیز کاملاً مشابه است. در صورتی که به سمت استوا اختلاف سطح افزایش می‌یابد (شکل ۱-۶).



شکل ۱-۶: نحوه نمایش سیستم تصویر سمتی (آزیموتال)

در این سیستم تصویر غیر از قطب شمال، می‌توان صفحه مسطح را با تمام نقاط کره زمین مماس کرد و تصاویر سمتی متعددی از نیمکره شمالی، جنوبی، شرقی و غربی تهیه کرد. تصویر استرئوگرافیک^۱ که مرکز تصویر در قطب مقابل است و تصویر اورتوگرافیک^۲ که مرکز تصویر در بی‌نهایت واقع شده است و همچنین تصویر گنومونیک که مرکز تصویر در مرکز زمین واقع شده است از انواع متداول تصویرهای سیستم تصویر آزیموتال می‌باشند (زاهدی، ۱۳۷۰: ۱۲۹). سیستم تصویر سمتی برای نمایش پدیده‌های هم‌دید کلان مقیاس مانند پراکندگی سیکلون و آنتی سیکلون و محورهای ناوه و پشته در اقلیم‌شناسی هم‌دید و دینامیک در مقیاس کره یا نیمکره زمین مناسب است (شکل ۱-۷).

1- Stereographic
2- Orthographic



۱-۳-۴ سیستم تصویر نمایش جهان

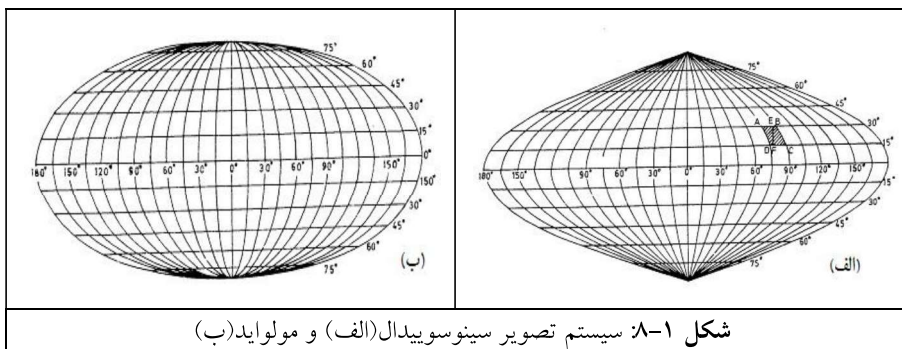
خصوصیات بارزی که سبب شده پژوهشگران از سیستم تصویر استوانه‌ای، مخروطی و صفحه‌ای (آزیموتال) استفاده کنند، سادگی و سهولت محاسبات و روابط تبدیل این سیستم‌ها به سطح مستوی است. علاوه بر سیستم‌های ذکر شده، سیستم‌های متعدد دیگری هم هستند که از دو یا چند تغییر شکل برخوردارند. از جمله سیستم‌ها، دو سیستم تصویر سینوسوییدال^۱ و مولواید^۲ است که به سیستم تصویر نمایش جهان معروفند.

در سیستم تصویر سینوسوییدال تصویر مدار استاندارد خط استوا است. مدارات به صورت خطوط مستقیم، موازی و با فاصله مساوی‌اند. نصف‌النهار مرکزی دارای طول واقعی و نصف استوا است و بر مدارات عمودند. در این سیستم تصویر اغراق زیاد است. بهتر است که برای نمایش قسمتی از کره مثل قاره یا کشور استفاده شود. نام

1- Sinusoidal Projection
2- Mollweide's Projection

دیگر این سیستم تصویر سانسون-فلامستید است (شکل ۸-۱ الف). استفاده از این سیستم تصویر بیشتر در قرن شانزدهم رایج بود.

سیستم تصویر مولواید، سیستم تصویر هم مساحت است. برای نمایش تمام سطح کره زمین بر یک صفحه تصویر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این سیستم تصویر کلیه مدارات و نصف‌النهار مرکزی (گرینویچ) به صورت خطوط مستقیم و عمود بر یکدیگر تصویر گردیده‌اند و سایر نصف‌النهارها به صورت قوس‌های که هر چه از نصف‌النهار مرکزی دور می‌شوند بر انحنای آنها افزوده می‌گردد، نمایش داده می‌شوند. از این سیستم تصویر معمولاً برای مطالعات جغرافیایی و بررسی پراکندگی پدیده‌ها استفاده می‌شوند (شکل ۸-۱ ب) (مدیری و خواجه، ۱۳۸۰: ۱۰۵). استفاده از این سیستم تصویر در قرن نوزدهم، در تهیه اطلس‌های که تمامی کره زمین را در شکلی هم اندازه نشان می‌داد، رایج شد.



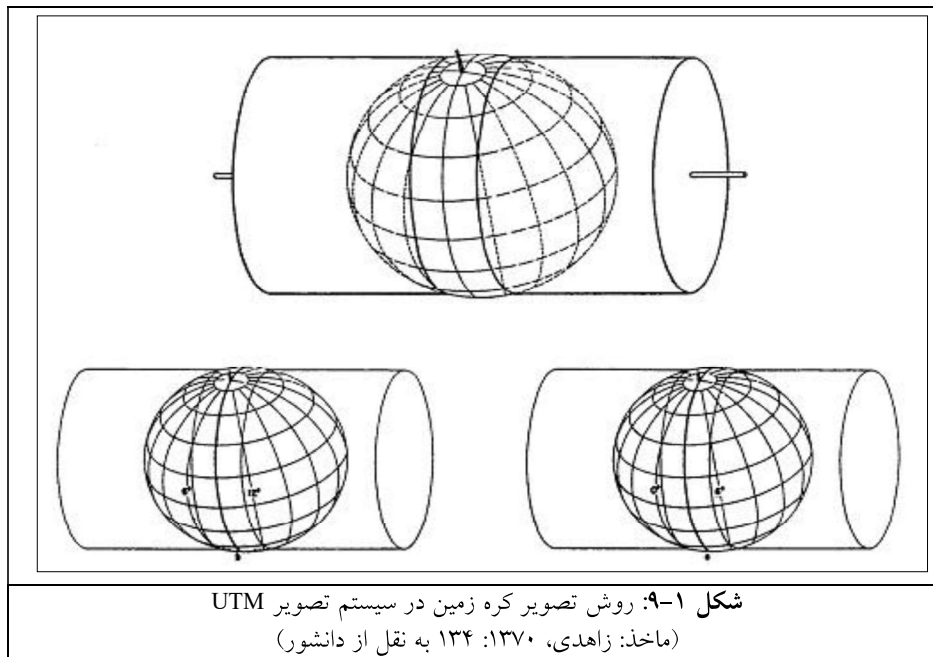
در این نوع سیستم تصویر، تصویری کلی از پدیده مورد بررسی نشان داده می‌شود و جزئیات پدیده مورد بررسی قابل نمایش نیست. این نوع سیستم تصویر، برای مقایسه و نمایش تغییرات اقلیمی پدیده‌های آب و هوایی مانند اوزن، گرمایش جهانی و سرمای جهانی مناسب است.

۱-۳-۵ سیستم تصویر جهانی^۱ (UTM)

در سیستم تصویر جهانی، کره زمین مانند سیستم تصویر استوانه‌ای در داخل استوانه‌ای

1- Universal Transverse Mercator

قرار می‌گیرد. اما برعکس روش استوانه‌ای (شکل ۱-۳)، کره به صورت خوابیده در استوانه جای می‌گیرد. یعنی محور کره زمین نسبت به محور مرکزی استوانه عمود می‌شود (شکل ۱-۹).



در این حالت نصف‌النهار مبدأ به اندازه حقیقی خود ترسیم می‌شود. سپس با جابه‌جا کردن کره در استوانه، نصف‌النهارهای دیگر نیز ترسیم خواهد شد. به این ترتیب ۶۰ نصف‌النهار ترسیم می‌شود که فاصله هر کدام با نصف‌النهار مجاور خود، ۶ درجه یعنی یک قاچ خواهد بود و در مجموع ۳۶۰ درجه که برابر با محیط یک دایره است، پوشش می‌دهد. در نتیجه کلیه نصف‌النهارها مشابه هم هستند (شکل ۱-۱۰). تقسیم‌بندی کره زمین به چهار ضلعی‌های ۶×۸ درجه به منظور مشخص کردن مناطق مختلف با شماره و حرف در سیستم تصویر UTM را نشان می‌دهد. امروزه تبدیل سیستم‌های تصویر به یکدیگر و محاسبه زون‌های هر محدوده‌ای به راحتی در نرم‌افزارهای سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام می‌شود (سلطانیان و حلبیان، ۱۳۹۰: ۱۲۷).