



دانشگاه شاهرود

تفسیر نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی

(رشته جغرافیا)

دکتر سیدمهدی موسی کاظمی فرهاد شهاداد

فهرست

نه	پیشگفتار
یازده	راهنمای مطالعه
سیزده	هدف کلی و هدف‌های مرحله‌ای
۱	فصل اول. تاریخچه نقشه‌های موضوعی
۱	هدف مرحله‌ای
۱	هدف‌های رفتاری-آموزشی
۲	۱-۱. مقدمه
۳	۲-۱. کاربرد نقشه و نمودار در جغرافیا
۴	۳-۱. انواع نقشه
۷	۴-۱. ویژگی‌های نقشه‌های موضوعی
۱۲	۵-۱. تاریخچه‌ی استفاده از نقشه‌های موضوعی
۱۳	۱-۵-۱. دوره نقشه‌ها و نمودارهای اولیه؛ ماقبل قرن هفدهم میلادی
۱۸	۲-۵-۱. دوره سنجش و نظریه؛ سال‌های ۱۶۰۰ تا ۱۶۹۹
۲۰	۳-۵-۱. دوره شکل‌های نوین گرافیک؛ ۱۷۰۰ تا ۱۷۹۹
۲۵	۴-۵-۱. دوره آغاز گرافیک‌های نوین داده‌ها؛ ۱۸۰۰ تا ۱۸۴۹
۲۸	۵-۵-۱. دوره زرین گرافیک‌های آماری؛ ۱۸۵۰ تا ۱۸۹۹
۳۱	۶-۵-۱. دوره سیاه نوین؛ ۱۹۰۰ تا ۱۹۴۹
۳۱	۷-۵-۱. دوره تولدی دوباره؛ ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۴
۳۲	۸-۵-۱. دوره مصور سازی داده‌هایی با ابعاد زیاد؛ ۱۹۷۵ تاکنون
۳۳	۶-۱. کاربردهای نقشه‌های موضوعی
۳۳	۷-۱. انواع نقشه‌های موضوعی
۳۴	خلاصه فصل اول
۳۵	خودآزمایی فصل اول
۳۷	فصل دوم. نمودارهای موضوعی
۳۷	هدف مرحله‌ای
۳۷	هدف‌های رفتاری-آموزشی
۳۸	۱-۲. مقدمه
۳۸	۲-۲. ساخت نمودار
۳۹	۱-۲-۲. نمودارهای خطی
۴۴	۱-۲-۲-۱. ترکیب دو نمودار خطی
۴۶	۲-۱-۲-۲. نمودارهای خطی تجمعی
۴۹	۳-۱-۲-۲. منحنی هیپسومتریک

۵۱	۴-۱-۲-۲. منحنی لورنس
۵۶	۵-۱-۲-۲. نمودارهای لگاریتمی
۶۵	۲-۲-۲. هیستوگرام یا بافت نگار
۶۸	۳-۲-۲. نمودار چندضلعی فراوانی
۶۹	۴-۲-۲. نمودار میله‌ای
۷۳	۵-۲-۲. نمودار دایره‌ای
۷۷	۶-۲-۲. نمودار پراکنش
۸۰	خلاصه فصل دوم
۸۱	خودآزمایی فصل دوم
۸۳	فصل سوم. نقشه‌های موضوعی
۸۳	هدف مرحله‌ای
۸۳	هدف‌های رفتاری- آموزشی
۸۴	۱-۳. مقدمه
۸۴	۲-۳. ماهیت داده‌های فضایی
۸۷	۳-۳. فرایند طراحی نقشه
۹۱	۴-۳. روش‌های نمایش داده‌های فضایی
۹۲	۱-۴-۳. نقشه‌های کوروپلت
۹۶	۲-۴-۳. نقشه با نمادهای نسبی
۱۰۴	۳-۴-۳. نقشه‌های خطوط هم ارزش
۱۰۸	۴-۴-۳. نقشه‌های نقطه‌ای
۱۱۱	۵-۴-۳. نمودارهای جریان‌ی
۱۱۶	۶-۴-۳. نقشه‌های داسیمتریک
۱۱۸	۷-۴-۳. کارتوگرام
۱۲۳	خلاصه فصل سوم
۱۲۵	خودآزمایی فصل سوم
۱۲۷	فصل چهارم. نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در علوم مختلف
۱۲۷	هدف مرحله‌ای
۱۲۷	هدف‌های رفتاری- آموزشی
۱۲۸	۱-۴. مقدمه
۱۲۸	۲-۴. کاربرد نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در علوم مختلف
۱۳۰	۳-۴. نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در جغرافیای طبیعی
۱۳۰	۱-۳-۴. نقشه‌ها و نمودارهای هواشناسی و اقلیمی
۱۳۱	۲-۳-۴. نقشه‌ها و نمودارهای ژئومورفولوژی
۱۳۵	۳-۳-۴. نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در سایر گرایش‌های جغرافیای طبیعی
۱۳۸	۴-۴. نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در جغرافیای انسانی اقتصادی
۱۴۲	۱-۴-۴. کاربرد نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در عمران روستایی و عشایری
۱۴۴	۲-۴-۴. کاربرد نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در برنامه ریزی و توسعه شهری
۱۴۴	۳-۴-۴. کاربرد نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در طرح آمایش سرزمین
۱۴۶	خلاصه فصل چهارم
۱۴۷	خودآزمایی فصل چهارم

۱۴۹	فصل پنجم. آشنایی با نرم افزارهای تهیه نمودارها و نقشه های موضوعی
۱۴۹	هدف مرحله ای
۱۴۹	هدف های رفتاری- آموزشی
۱۵۰	۱-۵. مقدمه
۱۵۰	۲-۵. آشنایی و کار با برنامه نرم افزاری <i>Excel</i>
۱۵۷	۳-۵. آشنایی با قابلیت های گرافیکی برنامه نرم افزاری <i>SPSS</i>
۱۶۱	۴-۵. آشنایی با قابلیت های برنامه نرم افزاری <i>ArcView</i>
۱۶۳	۵-۵. آشنایی با قابلیت های برنامه نرم افزاری <i>Deltagraph</i>
۱۶۹	۱-۵-۵. تفاوت های برنامه نرم افزاری <i>Excel</i> با <i>Deltagraph</i>
۱۷۰	خلاصه فصل پنجم
۱۷۱	خودآزمایی فصل پنجم
۱۷۳	تمرین های عملی
۱۷۵	پاسخ خودآزمایی ها
۱۷۷	منابع و مأخذ

فصل اوّل

تاریخچه استفاده از نقشه‌های موضوعی

هدف مرحله‌ای

در این فصل شما با جایگاه نقشه و نمودار در جغرافیا، کاربرد نقشه و نمودار در جغرافیا، تعریف نقشه‌های موضوعی، ویژگی‌های نقشه‌های موضوعی، تاریخچه‌ی استفاده از نقشه و نقشه‌های موضوعی، کاربرد نقشه‌های موضوعی و انواع نقشه‌های موضوعی آشنا می‌شوید.

هدف‌های رفتاری – آموزشی

شما پس از مطالعه مطالب این فصل می‌توانید:

۱. جایگاه نقشه و نمودار در جغرافیا را تبیین کنید.
۲. کاربرد نقشه و نمودار در جغرافیا را توضیح دهید.
۳. انواع نقشه‌ها را نام ببرید.
۴. نقشه‌های موضوعی را تعریف کرده، ویژگی آن‌ها را توضیح دهید.
۵. تفاوت نقشه‌ی مبنایی با نقشه موضوعی را توضیح دهید.
۶. عناصر مهم نقشه‌های موضوعی را برشمارید.
۷. دوره‌های استفاده از نقشه را نامبرده ویژگی هر یک را توضیح دهید.
۸. کارهای برجسته در هر دوره استفاده از نقشه را نام برده، ویژگی آن‌ها را شرح دهید.
۹. کاربرد نقشه‌های موضوعی را توضیح دهید.
۱۰. انواع نقشه‌های موضوعی را نام ببرید.

۱-۱. مقدمه

جغرافیا علمی است که به واسطه‌ی محتوای درونی‌اش حضوری بس فعال و جدی در عرصه‌های برنامه‌ریزی مبتنی بر سرزمین دارد. در فرایند برنامه‌ریزی یکی از مهمترین مراحل، مرحله‌ی کسب و جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات و سپس فرآوری، پردازش و تحلیل آن‌هاست. در گذشته‌ای نه چندان دور انجام بسیاری از فعالیت‌ها در عرصه‌های علمی-فنی با مهمترین مشکل یعنی نبود اطلاعات و یا در دسترس نبودن آن مواجه می‌شد. اما امروزه حجم عظیم اطلاعات و همچنین سهولت دسترسی به آن با وجود شاهراه‌های ارتباط الکترونیک این مشکل مهم را از پیش روی جویندگان اطلاعات برداشته است.

عصری که در آن زندگی می‌کنیم عصر اطلاعات نامیده شده است. در این عصر به کمک پیشرفت‌های علمی و فنی که محصول تلاش‌های مجدانه‌ی بشر در طی یک قرن اخیر و بویژه پس از جنگ جهانی دوم است تولید و انتقال اطلاعات سرعت بسیار شگفت‌انگیزی یافته است. اگر در گذشته نبود یا سختی دسترسی به اطلاعات محققین و برنامه‌ریزان را با مشکلات روبرو می‌کرد، امروزه حجم عظیم اطلاعات و فراوانی آن‌ها مشکل ساز شده است.

سازمان و عامل برنامه‌ریزی به منظور پیشبرد فرایند برنامه‌ریزی و تحقق اهداف، نیازمند اطلاعات دقیق و جدید است. چنین ویژگی ایجاب می‌کند تا سازمان برنامه ریز به طور مستمر اقدام به جمع‌آوری، طبقه‌بندی، تحلیل و پردازش داده‌ها و اطلاعات کند. این اقدامات با توجه به حجم عظیم اطلاعات تولیدی و انتقال یافته بدیهی است که عملی طولانی و پیچیده خواهد بود. یکی از امکاناتی که می‌تواند پیچیدگی و طولانی بودن این اقدامات را تا حدی کاهش دهد تغییر شکل ساختاری داده‌ها و اطلاعات است. چنانچه داده‌ها و اطلاعات از شکل متنی یا عددی و جدول تبدیل به انواع نمودارها و نقشه‌های موضوعی شود ضمن آنکه از حجم آن بسیار کاسته می‌شود، فرایند بررسی، تحلیل و آرشیو نیز سهل تر خواهد شد.

از آنجا که دانش جغرافیا همواره با مکان و سرزمین در ارتباط است و زبان کلامی توانایی لازم برای بیان مفاهیم مربوط به ویژگی‌های مکانی - فضایی را ندارد بنابراین جغرافیدانان با در نظر گرفتن مشکلات کلام - زبان در تصویر مکان - فضا از

ابتدا به نقشه سازی پرداختند. به این ترتیب نقشه که نمایش دو بعدی و از نظر هندسی دقیق یک فضای سه بعدی است به عنوان ابزار نمایش نمادین فضا وارد حیطه‌ی جغرافیا شد تا ارتباط‌های موجود بین اجزاء آن فضا (اشیاء، واحدهای مکانی و موضوع‌ها) را نشان دهد. آنچه را که در قالب نوشتار و عدد در خصوص ویژگی‌های مکانی - فضایی ارائه می‌شود، می‌توان در قالب نقشه به شکلی گویا، کم حجم با قابلیت شناخت و تحلیل بسیار بالا نمایاند. برای مثال در یک برگ نقشه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ نام تقریباً ۱۰۰۰ مکان وجود دارد، فاصله‌ی بین هر جفت از این ۱۰۰۰ مکان بیش از ۵۰۰۰۰۰ مورد خواهد شد که درج آن‌ها در جدول و استفاده از آن‌ها مشکلات عدیده‌ای را بوجود می‌آورد.

بنابراین می‌توان نقشه را زبان گویای جغرافیا دانست. همانگونه که زبان کلامی وسیله ایجاد ارتباط و انتقال مفاهیم و اطلاعات بین انسان‌هاست، زبان فضایی یا به عبارت ساده‌تر زبان نقشه‌ای نیز وسیله ایجاد ارتباط و انتقال و همچنین ذخیره‌ی مفاهیم و اطلاعات جغرافیایی است. از این رو بر هر دست اندرکار جغرافیا واجب است تا با ویژگی‌های این زبان فضایی آشنا باشد. این زبان فضایی تعیین کننده هویت جغرافیایی آثار علمی است که توسط جغرافیادانان حرفه‌ای یا سایر دانشمندان تهیه می‌شود. به گونه‌ای که ارزش جغرافیایی یک اثر را می‌توان در نقشه‌های وابسته به آن جستجو کرد. این چنین قابلیتی سبب شده تا در جغرافیا نقشه جایگاه خاصی داشته باشد به گونه‌ای که جغرافیا و نقشه به نوعی تداعی کننده‌ی یکدیگر شده است.

۱-۲. کاربرد نقشه و نمودار در جغرافیا

جغرافیا همواره با نقشه و نمودار سروکار داشته و امروزه نیز با پیشرفت ابزارهای جغرافیایی هنوز جایگاه خود را حفظ کرده است. استفاده از روش‌های نوین تهیه و ترسیم سبب شده دقت، صحت و کیفیت هنری و حتی موضوع آن‌ها افزایش چشمگیری یابد. مقاصد استفاده از نقشه و نمودار در جغرافیا بسیار متعدد و متنوعی است لیکن تمامی کاربردها را می‌توان در دو عنوان کلی بررسی کرد:

۱. کسب داده‌ها و اطلاعات. در هر گونه مطالعه‌ی جغرافیایی آشنایی اولیه با ویژگی‌های قلمرو مکانی بسیار سودمند است و نقشه و نمودار ساده‌ترین ابزاری است

که می‌تواند این نیاز را در کمترین زمان و با حداقل هزینه پاسخ گوید. چنین آشنایی اطلاعات مفیدی برای درک فضای عملیاتی، وسعت و ماهیت کار و ابزار تحلیل و امکانات مورد نیاز فراهم می‌سازد. از این رو جغرافیدان برای مطالعه‌ی هر مکانی حتماً یک یا چند برگ نقشه در موضوع‌های مختلف به همراه دارد تا تحلیل فضایی مناسبی انجام داده و در هر حالت خود را با منطقه یا ناحیه بیگانه و ناآشنا احساس نکند.

بدیهی است برای موفقیت در این جنبه‌ی کاربردی نقشه و نمودار، داشتن توانایی خواندن و استخراج اطلاعات کمی و کیفی از درون آن‌ها ضروری است. هدف درس‌هایی مانند نقشه خوانی برای جغرافیا و تفسیر نقشه‌های موضوعی آشنا کردن دانشجویان با اصول اولیه‌ی این توانایی‌ها است.

۲. **ارائه‌ی اطلاعات.** زمانی که جغرافیدان با کسب اطلاعات لازم از نقشه و نمودار به قلمرو مورد نظر می‌رسد و با مطالعات سه گانه‌ی میدانی، کارگاهی و کتابخانه‌ای پژوهش خود را تکمیل می‌کند در پایان کار باید نتایج بررسی‌ها و تحقیقات خود را با زبان فضایی - مکانی جغرافیا ارائه نماید تا ضمن رعایت روح و ماهیت جغرافیایی در کار خود، زمان لازم برای مطالعه و ارائه اطلاعات تحقیق را به حداقل برساند.

در انجام مرحله‌ی فوق جغرافیدان باید به واسطه‌ی آشنایی پیشین با انواع نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی بهترین و گویاترین نوع را متناسب با موضوع پژوهش انتخاب کرده و نیز با تسلط بر تکنیک‌ها و فنون ترسیمی اقدام به رسم آن‌ها نماید. اجرای این مرحله نیازمند آشنایی جغرافیدان با روش‌های تبدیل داده‌ها و اطلاعات به نقشه و نمودار و همچنین تکنیک‌های ترسیم است. درس کارتوگرافی (نقشه کشی) و درس حاضر درصدد پاسخگویی به این نیازها است.

۱-۳. انواع نقشه‌ها

نقشه‌ها را براساس ماهیت و محتوی می‌توان به سه گروه کلی تقسیم و تعریف کرد:
 ۱. نقشه‌های مبنایی یا مرجع^۱. این نقشه‌ها حجم زیادی از اطلاعات بویژه

اطلاعات مربوط به فاصله ها و ارتفاع نقاط را در درون خود جای داده و موقعیت انواع عوارض موجود در روی زمین را نشان می دهد. به عبارت دقیق تر این نقشه ها سازمان فضایی پدیده های مختلف جغرافیایی را با ارائه ی مجموعه ای از اطلاعات آلتی متریک (ارتفاعی) و پلانی متریک (مسطحاتی) به تصویر می کشد. با توجه به اهمیت موقعیت و همچنین ارتباط موقعیتی عوارض در روی نقشه های مبنایی، فرایند ترسیم آن ها در نهایت دقت انجام می شود. نقشه ی مبنایی از نوع نقشه های عمومی و چند منظوره است که برای هدف خاصی تهیه نشده و توسط طیف گسترده ای از کارشناسان مورد استفاده قرار می گیرد، از این رو متداول ترین نقشه نیز بشمار می رود.



تصویر ۱-۱. نمونه ای از نقشه ی توپوگرافی (نقشه ی مبنایی)

همانگونه که ذکر شد در نقشه ی مبنایی مقدار زیادی اطلاعات نشان داده می شود که به درک سازمان فضایی بر مبنای موقعیت کمک می کند. این داده ها و اطلاعات

محصول فعالیت‌های نقشه برداری و استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای است که با در نظر گرفتن کرویت زمین و سیستم تصویر خاص به روی نقشه منتقل می‌شود. بنابراین نقشه‌های مبنایی از روش‌های نوین نقشه‌برداری الکترونیک، عکس‌های هوایی با دقت‌های بالا، محصولات بسیار دقیق سنجنده‌های پیشرفته‌ی ماهواره‌ای و سرانجام پردازش و ترسیم رایانه‌ای بهره‌ی فراوانی برده و روز به روز بر دقت آن افزوده شده است.

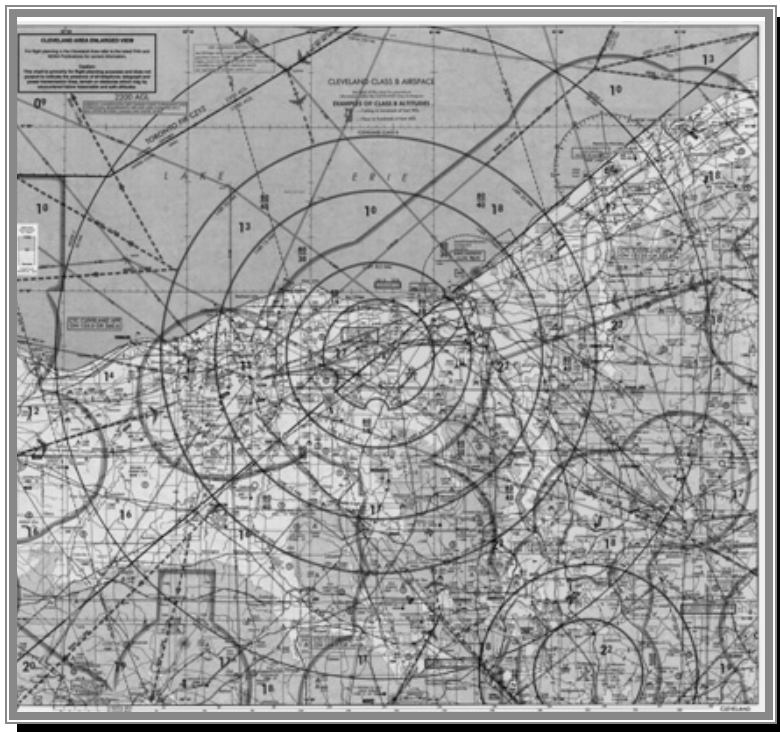
این نوع نقشه‌ها لزوماً توسط جغرافیدانان تهیه نمی‌شود، ولی در تهیه و تولید آن‌ها توسط نهادهای بزرگ کشوری مانند سازمان نقشه برداری کشور، سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح و سازمان زمین شناسی کشور جغرافیدانان نیز مشارکت فعالی دارند.

۲. چارت‌ها^۱. این نقشه‌ها اساساً برای مقاصد راهبری^۲ کاربرد داشته و برای ناوبران هوایی یا دریایی تهیه می‌شود. بی شک می‌توان گفت: نقشه‌ها را باید نگرینست ولی بر روی چارت‌ها باید عملیات راهبری خاصی مانند تعیین و ترسیم مسیر، تعیین موقعیت و اندازه گیری امتدادها انجام داد.

کاربردهای خیلی خاص این نقشه‌ها سبب شده که شناخت عمومی کمتری در مورد آن‌ها وجود داشته باشد. چارت‌های دریانوردی و هوانوردی توسط سازمان‌های درگیر با امور کشتیرانی و هواپیمایی تهیه می‌گردد که بسیاری از آن‌ها جنبه‌ی نظامی و عملیاتی نیز دارد.

۳. نقشه‌های موضوعی^۳. این نوع نقشه‌ها نشانگر توزیع جغرافیایی یا تغییر فضایی یک پدیده‌ی خاص و یا ارتباط میان چند صفت است. این صفات یا پدیده‌ها ممکن است ماهیت کمی (تعداد جمعیت، میزان تولید و...) یا کیفی (نژاد جمعیت، نوع تولید و...) داشته باشد. بنابراین نقشه‌ی موضوعی حامل و ناقل پراکنش تصویری - گرافیکی داده‌ها و اطلاعات جغرافیایی در مورد موضوع یا موضوعات خاص است و از این رو براساس موضوع، جمعیت هدف آن برای کاربرد نیز ویژه هستند. متداول‌ترین

متغیرهایی که در روی این نقشه‌ها نمایانده می‌شود عبارت است از کاربری زمین، تراکم جمعیت، نوع خاک و..... البته باید توجه داشت علی‌رغم جایگاه خاصی که نقشه و بویژه نقشه‌های موضوعی در جغرافیا دارد، لیکن دانش جغرافیا تنها علمی نیست که از این نوع نقشه‌ها برای مطالعات و پژوهش‌های خود بهره می‌برد. هر صفت و پدیده‌ای که قابلیت توزیع فضایی - مکانی داشته باشد را می‌توان بر روی نقشه به تصویر کشید و با تعیین موضوعی خاص آن را ارائه کرد. چنین شرایطی نشان می‌دهد که گستره‌ی کاربرد نقشه‌های موضوعی بسیار وسیع است.

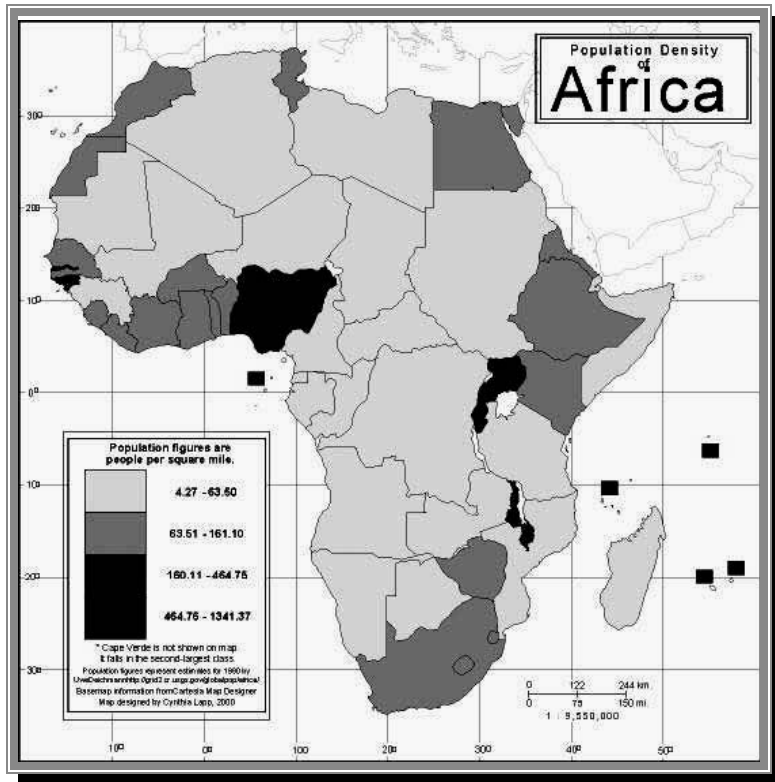


تصویر ۱-۲. نمونه‌ای از یک چارت هوانوردی

۱-۴. ویژگی‌های نقشه‌های موضوعی

این نقشه‌ها مانند نقشه‌های دیگر چکیده و شکل ساده شده‌ای از دنیای واقعی است، اما محصول مستقیم فعالیت‌های نقشه برداری یا کار بر روی عکس هوایی و تصویر

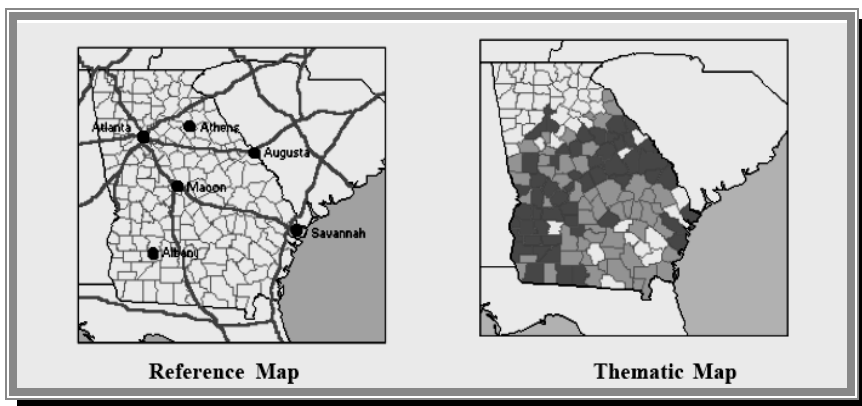
ماهواره‌ای نیست. کارتوگراف آشنا با اصول نمایش داده‌ها و طراحی ترکیبی نمادها (منطق تصویری)، برخی از پدیده‌های دنیای واقعی را از نقشه‌های مبنایی مانند نقشه‌های توپوگرافی برمی‌گزیند و با تعمیم^۱ و به وسیله‌ی نمادهای فنی - هنری استاندارد و یا اختصاصی بر روی نقشه‌ی خود نمایش می‌دهد.



تصویر ۱-۳. نمونه‌ای از یک نقشه‌ی موضوعی

انتخاب نمادها نیز مرحله‌ی بسیار مهمی است که کارتوگراف با در نظر گرفتن ماهیت داده‌ها (نقطه‌ای، مساحتی و امتدادی) و شیوه‌ی اندازه‌گیری و سنجش اقدام به گزینش آن‌ها می‌کند. سپس داده‌ها و اطلاعات کمی یا کیفی حاصل از مطالعات میدانی، کتابخانه‌ای و کارگاهی را به آن می‌افزاید. بدین ترتیب با تهیه‌ی نقشه‌ی تالیفی، امکاناتی

را فراهم می‌سازد تا کاربر نقشه آن را تفسیر کرده و نکاتی را در مورد پدیده یا پدیده‌های منتخب و نحوه‌ی قرارگیری آن‌ها در مجموعه‌ی جغرافیایی بیاموزد. از دیدگاه ساختاری، نقشه‌ی موضوعی از یک نقشه‌ی مبنایی تشکیل شده که داده‌ها و اطلاعات موضوعی به صورت همپوش در روی آن قرار گرفته است. این داده‌ها ممکن است محصول فعالیت میدانی پژوهشگران و یا دانشجویان باشد یا از انواع منابع اطلاعاتی مانند جدول‌های سرشماری، سالنامه‌های هواشناختی، انتشارات آماری سازمان‌های مختلف و... در داخل کشور و یا از نهادها و سازمان‌های بین‌المللی بدست آمده باشد. کاربر نقشه این همپوشانی را با شکل و تصویر می‌بیند و محتوی و معنی را استخراج می‌کند.



تصویر ۱-۴. مقایسه‌ی نقشه‌ی مبنایی و موضوعی

بر حسب تعریف بالا، نقشه‌های موضوعی نقشه‌ای با هدف خاص است که نه تنها پراکنش و الگوی فضایی یک صفت یا ویژگی منفرد را نشان می‌دهد بلکه قادر است تا ارتباط موجود بین چند پدیده را بتصویر بکشد. مثلاً یک نقشه‌ی موضوعی می‌تواند نمایانگر مبداء و مقصد مهاجران باشد اما در نقشه‌ی دیگر می‌توان شاهد ارائه‌ی اطلاعات بصری در مورد مبداء و مقصد مهاجران و همچنین گروه سنی یا جنسی آن‌ها بوده، تا به این ترتیب رابطه‌ی بین مهاجران و ساختار اجتماعی آن‌ها نیز مشخص شود.

باربارا پاچنیک^۱ اختلاف نقشه‌ی مبنایی با نقشه‌ی موضوعی را به صورت "در مکان - درباره‌ی فضا" خلاصه می‌کند. وی اظهار می‌دارد در حالی که نقشه‌ی مبنایی یا مرجع نشان می‌دهد که هر پدیده در کجا قرار گرفته است نقشه‌ی موضوعی رویدادی را در مورد آن فضا روایت می‌کند. بدین ترتیب، دقت موقعیتی که در نقشه‌های مرجع خیلی مهم است در این نقشه‌ها در درجه‌ی دوم قرار دارد.

داده‌هایی که در قالب نقشه‌ی موضوعی به نمایش در می‌آید ممکن است مربوط به یک نوع منفرد باشد که در این صورت تک متغیره نامیده می‌شود. مانند نقشه‌های موضوعی در باره‌ی جمعیت، میزان سرطان و یا بارندگی. در نقشه‌های موضوعی دو متغیره، پراکنش فضایی دو مجموعه از داده‌ها نشان داده می‌شود تا همبستگی احتمالی بین آن‌ها بررسی و تحلیل گردد. مانند نقشه‌های موضوعی که پراکنش بارش را با الگوی فضایی ارتفاع نشان می‌دهد.

با استفاده از چند مجموعه از داده‌ها می‌توان نقشه‌ی موضوعی چند متغیره ساخت و سپس به تعیین همبستگی‌های ممکن در بین پدیده‌های مختلف پرداخت. مثلاً می‌توان به نقشه‌ی دو متغیره‌ی بارندگی و ارتفاع، متغیر دیگری مانند تراکم جمعیت را افزود و نقشه‌ی چند متغیره ساخت. در روی چنین نقشه‌ای می‌توان پراکنش و تمرکز جمعیت را در ارتباط با متغیرهای ارتفاع و بارندگی تحلیل کرد.

بسیاری از سازمان‌های دولتی و نهادهای مدیریتی، موسسه‌های آموزشی و پژوهشی و بخش‌های خصوصی اقدام به تهیه‌ی نقشه‌های موضوعی در زمینه‌های مختلف و کاربردهای متفاوت می‌کند.

هرچند بر اساس ویژگی‌های ذکر شده برای هر گروه از نقشه‌ها می‌توان آن‌ها را از یکدیگر متمایز کرد ولی در بسیاری موارد نقشه‌ها انواع عملکردها را با هم ترکیب می‌کند. مثلاً از نقشه‌ی توپوگرافی که از نوع نقشه‌های مبنایی بشمار می‌رود می‌توان به عنوان یک نقشه موضوعی استفاده کرده و پراکنش فضایی مناطق جنگلی را با رنگ سبز شناسایی نمود. همچنین در روی نقشه‌ی موضوعی برای مقاصد توجیه مکانی می‌توان مرزهای سیاسی، شهرها یا رودها و امثالهم را نشان داد تا کاربر نقشه قادر باشد به سادگی موقعیت توزیع مورد بررسی در روی نقشه را تعیین و تحلیل کند.

امروزه ساخت نقشه‌های مبنایی و موضوعی به کمک کامپیوترها انجام می‌شود. بسیاری از نهادهای دولتی و خصوصی تولید کننده نقشه برای ساخت و بازنگری انواع نقشه‌ها از سرعت، سهولت و قابلیت انعطاف پذیری رایانه‌ها استفاده می‌کنند. چنین شرایطی سبب شده طراحی فایل‌های جغرافیایی، و ساخت سامانه‌های نقشه‌سازی دارای قابلیت کار با پایگاه‌های داده‌ها^۱ جنبه‌ی به شدت در حال رشد کارتوگرافی نوین باشد.

چنانچه در بررسی‌های جغرافیایی نیازی به نمایش موقعیت مکانی داده‌ها و اطلاعات نباشد می‌توان آن‌ها را بر روی انواع نمودارهای موضوعی به نمایش درآورد. این نمودارها قادر است حجم زیادی از اطلاعات را به شکل گرافیکی گویا ارائه نموده و ضمن افزودن بر توان تحلیلی کاربران از حجم آرشویی داده‌ها و اطلاعات بکاهد. در این زمینه مهارت و تبحر و ذوق هنری جغرافیدان در انتخاب نمودار مناسب با ماهیت داده‌ها و اطلاعات، طیف و ماهیت کاربران بسیار مهم است.

در نقشه‌های موضوعی به مانند نقشه‌های دیگر، عناصری وجود دارد و جغرافیدان موظف است آن‌ها را بطور هدفمند و معنی دار در کنار یکدیگر بچیند و از نظر زیبایی شناختی به گونه‌ی رضایتبخشی طراحی کند. اساساً انجام چنین کاری خیلی هم ساده نخواهد بود. در جدول (۱-۱) نمونه‌ای از عناصر مهم نقشه‌ی موضوعی معرفی شده است.

با توجه به ویژگی‌هایی که ذکر شد و با در گرفتن عناصری که یک نقشه‌ی موضوعی را می‌سازد، می‌توان نتیجه گرفت که طراحی و ساخت نقشه‌ی موضوعی امر پیچیده‌ای است و متضمن اخذ تصمیمات متعدد در مراحل طراحی نقشه است. تصمیماتی که سادگی نقشه، تناسب در محتوای کارکردی آن، ظاهر رضایتبخش و مطبوع و ملاحظات اقتصادی را تامین کند. انجام چنین اعمالی می‌طلبد جغرافیدان علاوه بر اشراف علمی و عملی بر اصول کارتوگرافی، آمار و نقشه خوانی از قدرت آفرینندگی، تصور و انگارسازی یا تمثیل برخوردار باشد. بنابراین به جرأت می‌توان گفت که شیوه‌ی یگانه و ثابتی برای طراحی بهینه‌ی نقشه‌ی موضوعی وجود ندارد زیرا

آن شیوه‌ای که امروزه مناسب و خوب تلقی می‌شود در آینده ممکن است ناکارآمد جلوه کند.

جدول ۱-۱. عناصر مهم نقشه‌های موضوعی

عنوان	شرح و عملکرد اصلی
عنوان (و عنوان فرعی)	این عنصر بر حسب اندازه‌ی نوشتار توجه کاربر را به خود جلب می‌کند. عنوان نقشه از دو بخش موضوع و مکان نقشه تشکیل می‌شود.
تابلو راهنمای علائم ^۱	شرحی راجع به نمادهای اساسی روی نقشه فراهم می‌کند و عنصری کلیدی در خواندن سمبل‌های ناآشنا و یا منحصر به فرد نقشه است.
مقیاس ^۲	این عنصر اطلاعات لازم در خصوص روابط خطی موجود در روی نقشه را فراهم می‌سازد و ممکن است به شکل ترسیمی یا لفظی بوده یا به صورت کسری بیان شود.
اعتبار ^۳	اعتبار یک نقشه وابسته به منبع داده‌های نقشه و میزان اعتماد به آن‌ها و همچنین تاریخ داده‌ها و زمان نشر نقشه است.
فضای ترسیمی	این فضا آن بخش نقشه را تشکیل می‌دهد که اشیاء، خشکی‌ها، آب و دیگر عوارض متناسب با موضوع نقشه رسم شده است.
شبکه بندی ^۴	امروزه معمولاً در نقشه‌های موضوعی شبکه بندی حذف می‌شود اما چنانچه ارائه‌ی اطلاعات موقعیتی ضروری باشد برای جلوگیری از شلوغی نقشه، خطوط شبکه به صورت پس‌زمینه یا ثانویه رسم می‌شود.
مرزها و خط کادر نقشه	هر دو این عناصر انتخابی و اختیاری است. مرزها برای تعیین حدود واحد جغرافیایی بکار می‌رود. خط کادر عمدتاً برای مقاصد نقشه آرایی بوده و ماهیت آن از لحاظ ضخامت و الگو وابسته به سلیقه‌ی کارتوگراف است.
نوشتار مکان‌ها	این عنصر یکی از ابزار اصلی ارتباط کاربر با نقشه است و می‌تواند برای توجیه نقشه بکار رود و اطلاعات مهمی در مورد هدف و موضوع نقشه ارائه کند.
نمادها	این عنصر، شکل‌ها و نقش‌های بسیار متفاوتی دارد و مهمترین عنصر روی نقشه محسوب می‌شود. سلیقه و ذوق فنی - هنری کارتوگراف در طراحی رنگ، شکل یا الگوی آن‌ها تاثیر بسیاری دارد، اما برای تامین دقت جغرافیایی نقشه وی کنترل چندانی بر موقعیت قرارگیری آن‌ها ندارد.

۵-۱. تاریخچه‌ی استفاده از نقشه‌های موضوعی

تجسم ترسیمی داده‌ها و اطلاعات ریشه‌ی طولانی دارد. انسان همواره درصدد بوده است تا نگرشی چشم اندازی از پدیده‌های مهم دنیای خود داشته باشد و از آن ابزار

برای راهبری استفاده کند. نقشه ثمره و محصول تلاش‌هایی است که بشر در این جهت انجام داده است. در هر مقطع تاریخی، ویژگی‌های نقشه‌ها نمایانگر میزان شناخت بشر از جغرافیای دنیا و همچنین منطق درک فضایی وی بوده است. در این مسیر طولانی، پیشرفت‌های بدست آمده در زمینه‌ی فناوری (چاپ و تکثیر)، ریاضیات نظری و تجربی، شیوه‌های مشاهده و اندازه‌گیری و ثبت داده‌ها و اطلاعات، کاربرد وسیع‌تر نمودارها و نقشه‌های موضوعی را بدنبال داشت. استفاده‌ی گسترده‌تر از این نقشه‌ها سبب گردید تا تمرکز و توجه نقشه‌سازی از سیمای محیط طبیعی به سوی جنبه‌های انسانی معطوف شده و شکل و محتوی کارتوگرافی موضوعی متحول شود. بنابراین تاریخچه‌ی استفاده از نقشه را می‌توان به ۸ دوره تقسیم کرد.

۱-۵-۱. دوره نقشه‌ها و نمودارهای اولیه؛ ماقبل قرن هفدهم میلادی

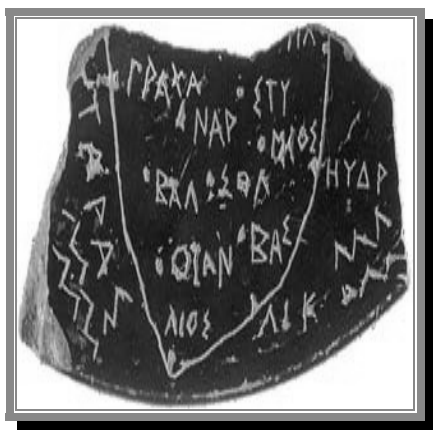
قدیمی‌ترین نقشه‌های بازمانده عبارت است از نقشه‌هایی از بین‌النهرین که در روی لوح‌های گلی رسم شده است. در همین زمینه می‌توان از نقشه‌هایی از فرهنگ‌های باستانی مستقر در منطقه‌ی مدیترانه نام برد که در روی کاشی‌های موزائیک کشیده شده است. در نوشته‌های مربوط به تمدن یونان و روم باستان به نقشه‌های دیگری اشاره گشته که اصل نقشه‌ها به دلیل ترسیم بر روی پوست جانوران یا کاغذ از بین رفته است ولی بعضی از آن‌ها به وسیله‌ی نسخه برداری منفرد یا مکرر بازمانده است.

در نسخه‌های قرون وسطایی یک متن جغرافیایی منتسب به **بطلمیوس**^۱ که در قرن دوم پس از میلاد می‌زیست نقشه‌هایی با سیستم تصویر مخروطی رسم شده که با اطلاعاتی در مورد مکان‌ها و اثرات عرض جغرافیایی همراه است.

نقشه کشی اروپا در قرون وسطی نسبت به کارتوگرافی دوران باستان پیشرفت کمتری داشت. بیشتر نقشه‌هایی که در این دوره‌ی تهیه می‌شد از نوع نقشه‌های **ت-او**^۲ بود که در آن دایره‌ای از اقیانوس در حاشیه و پیکره‌ی آبی به شکل **تی لاتین (T)**، یا صلیب در وسط نقشه رسم می‌شد. آسیا در بالای نقشه قرار داشت و در پایین، سمت چپ اروپا و در سمت راست افریقا بود که توسط دریای مدیترانه از هم جدا می‌شد. شرق در بالای نقشه و بیت المقدس در مرکز آن واقع بود.

1. Ptolemy

2. T in O



(ب)



(الف)

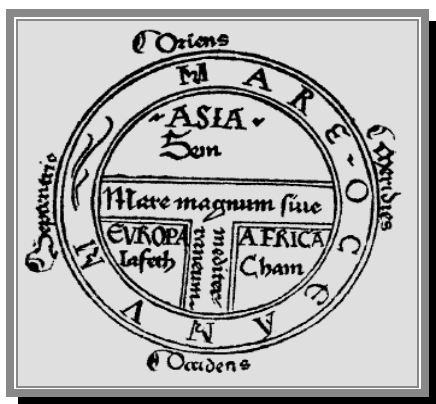
تصویر ۱-۵. الف) نقشه‌ای از تمدن بابل بر روی لوح گلی ب) نقشه منطقه پوگلیا^۱ در جنوب ایتالیا



تصویر ۱-۶. بطلمیوس



تصویر ۱-۷. نقشه‌ی دنیا منسوب به بطلمیوس



تصویر ۱-۸. نمونه‌هایی از نقشه‌های ت- او

توسعه‌ی تجارت در خلال دوره‌ی رنسانس با ظهور چارت‌های عملیاتی کشتیرانی به نام پورتولانو^۱ همراه بود. این نقشه‌ها برای اولین بار در قرن سیزدهم و در اروپای جنوبی مورد استفاده قرار گرفت. نقشه‌های پورتولانو خطوط ساحلی را با دقت نسبی نشان می‌داد و سطح آن پوشیده از خطوط و جهت‌های قطب‌نمایی بود

1. portolano



تصویر ۱-۹. نقشه‌ی پورتولانو

ویژگی‌های دنیای مسکون در نقشه‌های دوران رنسانس خیلی بهتر از نقشه‌های اولیه نشان داده شده بود اما گاهی قاره‌ها و جزیره‌های خیالی نیز رسم می‌شد تا نواحی وسیع خالی موجود در روی نقشه پر شود. بنابراین نواحی داخلی کشف نشده و خشکی‌های شناخته شده با اطلاعات خیال پردازانه پوشانده می‌شد. حاشیه‌های نقشه با تصاویری پرطمطراق تزئین می‌گردید. در این نوع نقشه‌ها عرض جغرافیایی دقیق بود اما شکل تحریف شده‌ی برخی خطوط ساحلی نشان می‌دهد که طول جغرافیایی دقت ندارد.

شاید قدیمی‌ترین نوع نقشه‌های موضوعی را بتوان نقشه‌های تصویری^۱ دانست. **ویل دورانت**^۲ معتقد است که نقشه‌ها چهره‌ی تاریخ را نشان می‌دهد. این تعریف از نقشه در مورد نقشه‌های تصویری بیشتر مصداق پیدا می‌کند زیرا که توانایی این نوع نقشه‌ها همواره نمایاندن پیام بصری بوده است. در سراسر تاریخ نقشه می‌توان ردپای استفاده از نقشه‌ای تصویری را یافت از این رو تاریخ نقشه‌های تصویری تقریباً با تاریخ کارتوگرافی همپوشی دارد و دست ساخته‌های باستان نشان می‌دهد که تهیه‌ی این نقشه‌ها از زمان تاریخ مدون آغاز می‌شود.

1. pictorial map

2. Will Durant

در کارتوگرافی قرون وسطایی تاکید بر شمایل تصویری و همچنین ایده‌های مذهبی و تاریخی سبب شده بود تا ابعاد دقیق جغرافیایی نقشه‌ها در اولویت بعدی قرار داشته باشد. از محصول این تاکیدها می‌توان به نقشه‌های ت- او اشاره کرد که پیشتر از آن سخن به میان آمد.

در اروپای زمان قرون وسطی هنر تصویر سازی دقیق چشم انداز شهری از نگاه پرنده رشد کرد. به موازات ظهور و توسعه‌ی مراکز تجارتی مانند ونیز، حاکمان محل به هنرمندان مأموریت دادند تا نمایی کلی از شهر تهیه کنند تا به کمک آن امور بازرگانی را ساماندهی کرده و سوداگران مهمان رو به افزایش را راهنمایی نمایند. زمانی که صنعت چاپ رشد کرد نقشه‌های تصویری نیز تنوع ماهیتی یافته و شکل‌های اولیه‌ی تبلیغات بوجود آمد تا به رقابت سوداگران در جذب سهم بیشتری از تجارت جهانی کمک کند.



تصویر ۱-۱۰. نمونه‌ای از نقشه‌های تصویری قدیم و جدید

به هنگام عصر اکتشاف‌های جغرافیایی علی‌رغم نیاز به اطلاعات راهبری، طرح‌ها و ترسیمه‌های مربوط به آن در روی نقشه کم و در عوض تصاویر فراوانی از مخلوقات دریایی و بومیان بیگانه رسم می‌شد که بسیاری از آن‌ها خیالی بود. به موازات نیاز به افزایش دقت جغرافیایی این تصویرها ابتدا به حاشیه نقشه‌ها انتقال و سرانجام با ظهور کارتوگرافی نوین علمی به کارکردهایی خاص محدود شد.



تصویر ۱-۱۱. نقشه‌ی شهر ونیز از دیده پرنده

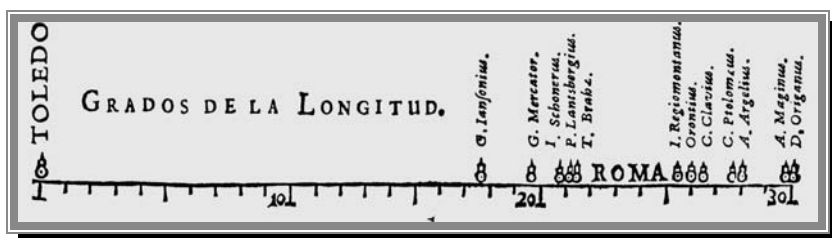
۱-۵-۲. دوره سنجش و نظریه؛ سال‌های ۱۶۰۰ تا ۱۶۹۹

این دوران را به دلیل پیشرفت‌های قابل توجه در تئوری و همچنین عمل و تجربه، رشد هندسه‌ی تحلیلی و نظریه‌های مربوط به خطاهای اندازه‌گیری، تولد نظریه‌ی احتمال، شروع تهیه‌ی آمارهای جمعیت‌شناختی و همچنین حساب سیاسی^۱ می‌توان سرآغاز رشد تجسم کمیت‌ها و داده‌ها تلقی کرد. در قرن هفدهم با کاربرد فنون نوظهور نجوم در تعیین طول جغرافیایی، برای نخستین بار موقعیت بسیاری از مکان‌ها به دقت اندازه‌گیری شده و نقشه‌های ترسیمی نیز دقت بیشتری یافت. این امر همراه با کشف مداوم دریاها ساخت نقشه‌های دقیق‌تری را در قرن هیجدهم امکان‌پذیر کرد. در نتیجه‌ی اکتشافات سرزمینی در قرن نوزدهم مناطق داخلی ناشناخته به میزان زیادی پر شد و نقشه‌ها باز هم دقیق‌تر و کامل‌تر گردید. در این میان، ظهور و تکامل نقشه‌های موضوعی محرک بزرگی برای مطالعه‌ی علمی کره‌ی زمین بود و به جغرافیدانان و دانشمندان امکان داد تا نتایج مطالعات خود را به شکلی قابل فهم‌تر، گویاتر و جامع‌تر ارائه نمایند.

در دهه‌ی ۱۶۶۰ به منظور کسب آگاهی در زمینه‌هایی مانند دارایی، جمعیت،

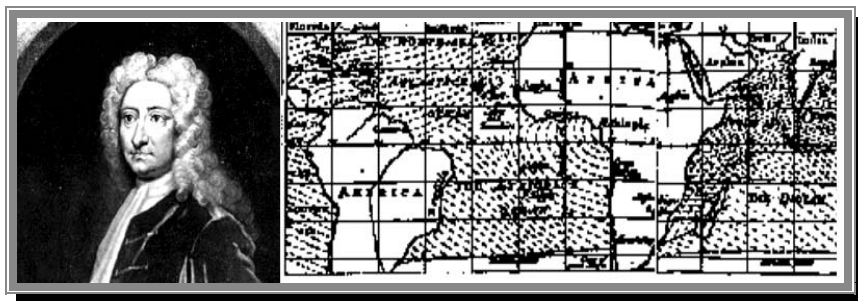
1. political arithmetic

زمین کشاورزی و غیره جمع آوری و مطالعه‌ی سامانمند داده‌های اجتماعی با عنوان حساب سیاسی در کشورهای مختلف اروپایی شروع شد که خود زیربنای مناسبی را برای فعالیت‌های ترسیمی و گرافیکی فراهم می‌ساخت. نخستین نمایش تصویری داده‌های آماری، نمودار طول جغرافیایی و فاصله بین تولد^۱ و رم بود که در سال ۱۶۴۴ توسط مایکل لانگرن^۲ (۱۶۷۵-۱۶۰۰) تهیه شد.



تصویر ۱-۱۲. نمودار لانگرن

در سال ۱۶۸۶ دو اثر ارزشمند توسط ادموند هالی^۳ (۱۷۴۲-۱۶۵۶) (منجمی که دنباله‌داری را به افتخار وی نام‌گذاری کرده‌اند) ارائه شد یکی از آن‌ها تحلیل گرافیکی داده‌های تجربی بر اساس نمودار نظری دو متغیره‌ی حاصل از مشاهده‌ی فشار بارومتری نسبت به ارتفاع و دیگری تهیه‌ی نقشه‌ی هوایی بادهای غالب کره‌ی زمین بود. این نقشه‌ی هالی در ارتباط با کشتیرانی و دریانوردی بود اما با ماهیت کاملاً تخصصی خود موضوعاتی فراتر از خطوط ساحلی و مکان‌ها را شامل می‌شد.



تصویر ۱-۱۳. نقشه‌ی بادهای کره‌ی زمین اثر ادموند هالی

در همین سال استفاده‌ی ویلیلم پتی^۱ (۱۶۲۳-۰۱۸۸۷) از آمارهای جمعیت، مسکن و... برای مقایسه‌های بین‌المللی مثلاً لندن با رم، لندن با پاریس شیوه‌ی نوینی را در تجسم سازی و داده‌ها ارائه کرد.



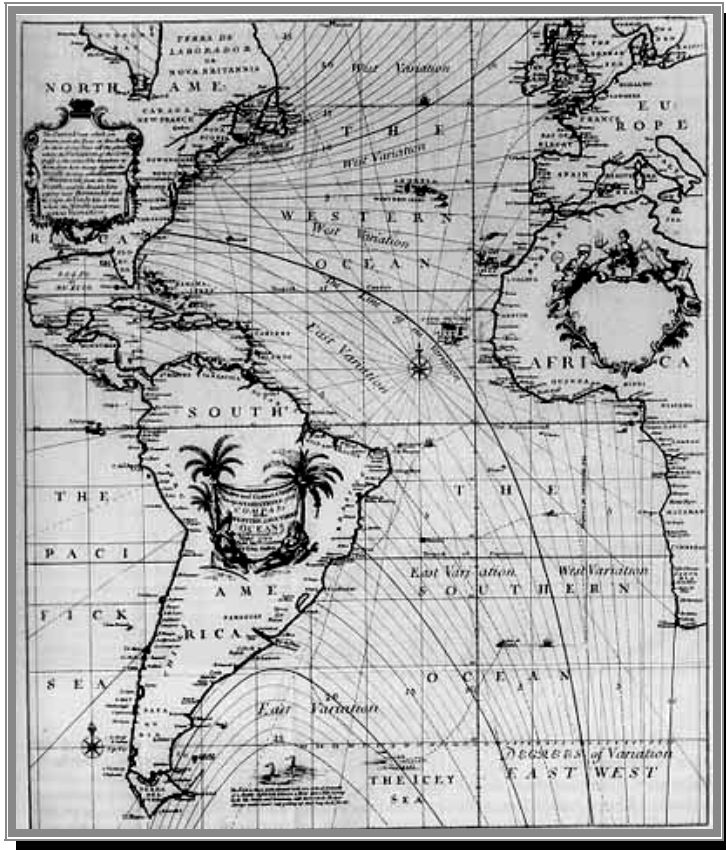
تصویر ۱-۱۴. ویلیام پتی

۱-۳-۵. دوره شکل‌های نوین گرافیک؛ ۱۷۰۰ تا ۱۷۹۹

این دوره شاهد و سهم در رویش نخستین بذره‌های تجسم گرافیکی بود که بیشتر کاشته شده بود. در قرن هیجدهم نقشه‌سازان تلاش کردند تا اطلاعاتی فراتر از موقعیت جغرافیایی را در روی نقشه‌ها نمایش دهند. در نتیجه شکل‌های جدید گرافیکی ابداع شد و تهیه‌ی نقشه‌های موضوعی در خصوص کمیت‌های فیزیکی ریشه دواند. از طرف دیگر نوآوری‌ها در عرصه‌ی فناوری بازتولید و تکثیر تصویرها و ترسیمه‌های داده‌ها و اطلاعات را تسهیل کرد. با وجود این قسمت اعظم شکل‌های نوین گرافیک در نشریاتی با شمارگان محدود منتشر می‌شد و از این رو نتوانست توجه وسیعی را بخود جلب کند. ایده‌ی استفاده از خط‌هایی که نقاط دارای ارزش همسان را به هم پیوند دهد به آغاز همین دوران باز می‌گردد. **ادموند هالی** در سال ۱۷۰۱ میلادی از این خط‌ها برای

1. William Petty

نمایش تغییرات مغناطیسی استفاده کرد و بدین ترتیب خطوط ایزوگون^۱ یا خطوط دارای انحراف مغناطیسی همسان را رسم کرد.



تصویر ۱-۱۵. نقشه‌ی ایزوگونیک اثر ادموند هالی

نیکلاس کروکیوس^۲ هلندی در سال ۱۷۲۷ میلادی با استفاده از خطوط هم‌ژرفا^۳ با فاصله‌ی یک فاتومی (معادل ۱/۸ متر) بستر رود مروده^۴ را به تصویر کشید. در سال ۱۷۵۲ دانشمند فرانسوی به نام فیلیپ بوشه^۵ (۱۷۰۰-۱۷۳۳) نقشه‌ی منحنی میزان^۶ و نقشه‌های توپوگرافی خود را منتشر کرد که در مقایسه با کار هالی از کیفیت بهتری

1. isogon
4. Merwede

2. Nicolas cruquius
5. Phillipe Bauche

3. isobath
6. contour

برخوردار بود. نقشه‌ی منحنی میزان بوشه داده‌های ژرفایی کانال انگلستان را با فاصله‌ی عمقی ۱۰ فاتوم نشان می‌داد.

دوکارلا^۱ در سال ۱۷۷۱ از این نوع خطوط برای نمایاندن ناهمواری‌های سطح زمین استفاده کرد و چارلز هوتون^۲ در سال ۱۷۷۷ خطوط منحنی تراز را به عنوان مبنایی برای محاسبه‌ی حجم یک تپه بکار برد.

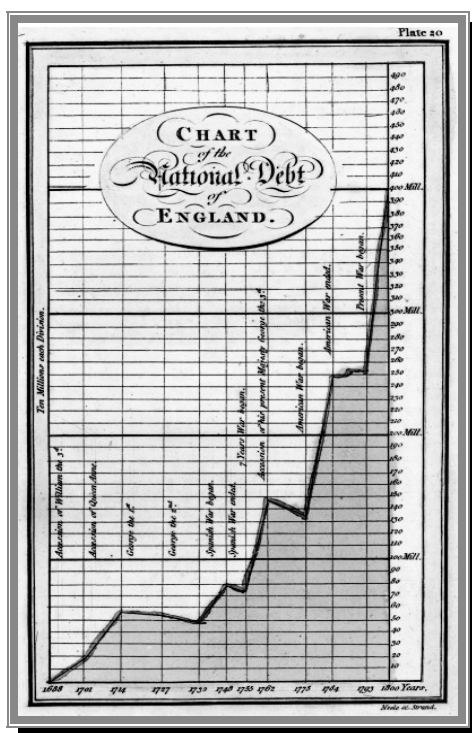
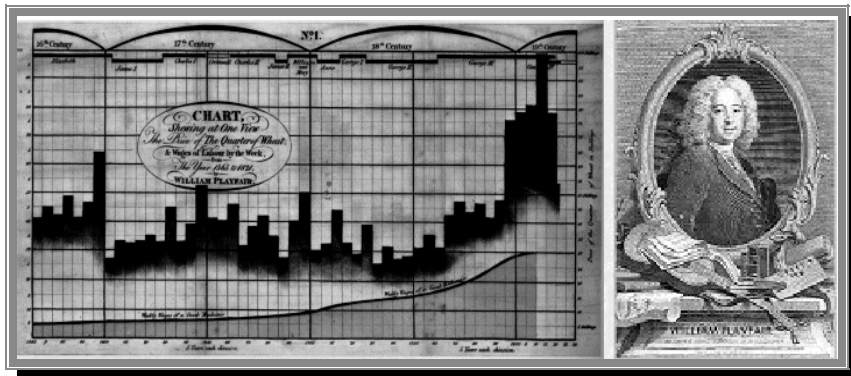


تصویر ۱-۱۶. نقشه‌ی بوشه

فردریش کروم^۳ آلمانی در سال ۱۷۸۲ نقشه‌ی آماری تولید در اروپا را تهیه کرد و در آن توزیع جغرافیایی ۵۶ کالای تولیدی در اروپا را نمایش داد. این اثر احتمالاً نخستین نقشه‌ی اقتصادی بشمار می‌آید.

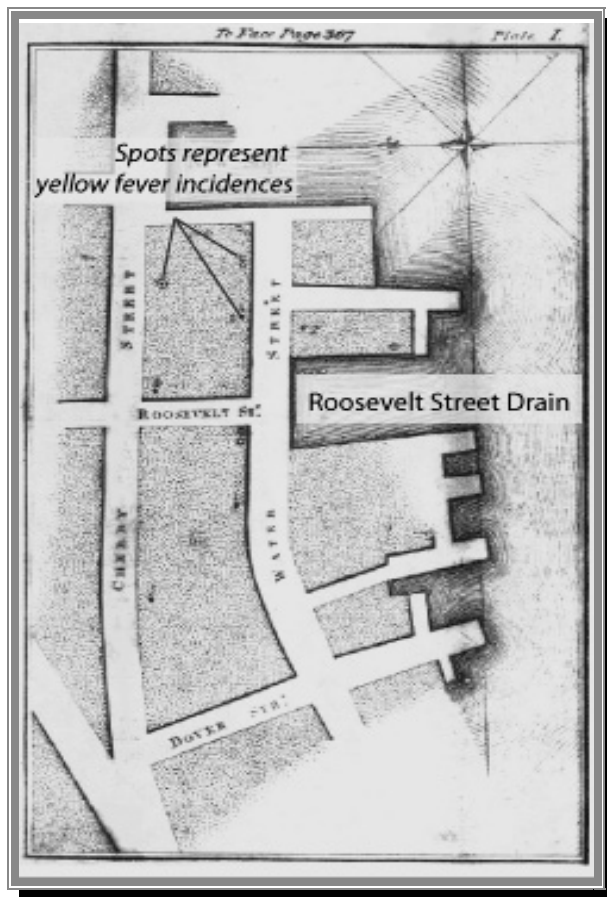
1. Ducarla
2. Charles Hutton
3. August Friedrich Wilhelm Crome

در سال ۱۷۸۶ ویلیام پلیفیر^۱ (۱۷۵۹-۱۸۲۳) نمودارهای ستونی و خطی را برای نمایش داده‌های اقتصادی بکار برد.



تصویر ۱-۱۷. نمودارهای ستونی و خطی اثر ویلیام پلیفیر

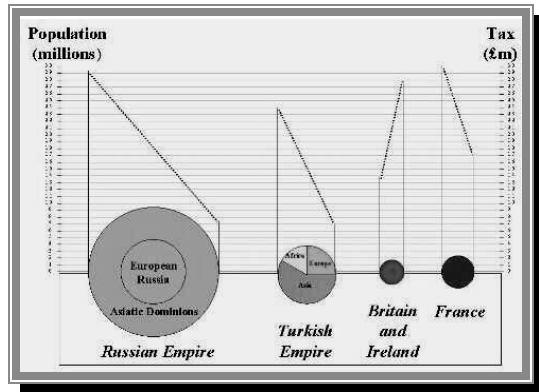
در سال ۱۷۹۱ میلادی دوپن تریل^۱ فرانسوی در تهیه نقشه فرانسه از خطوط منحنی تراز با فاصله‌های ۲۰ متری، هاشور، نقطه‌های ارتفاعی و برش قائم استفاده کرد. در پایان این دوره یعنی در سال ۱۷۹۸ میلادی والتین سیمن^۲ (۱۸۱۷-۱۷۷۰) نخستین نقشه‌ی پراکنش بیماری (تب زرد) را تهیه کرد و در آن نماد نقطه و دایره را برای نمایش وقوع فردی بیماری در نواحی ساحلی نیویورک بکار برد. او به این ترتیب قابلیت‌های نقشه را در علوم پزشکی به فعلیت رساند.



تصویر ۱-۱۸. نقشه‌ی توزیع بیماری تب زرد اثر والتین سیمن

۱-۵-۴. دوره آغاز گرافیک های نوین داده ها؛ ۱۸۰۰ تا ۱۸۴۹

نوآوری ها در طرح و فن ترسیم نقشه و نمودار در دوره های قبل سبب شد تا نخستین نیمه ی قرن ۱۹ شاهد رشد انفجاری در ترسیمه های آماری و ساخت نقشه های موضوعی باشد. استفاده گسترده از نمودارهای ستونی، خطی و دایره ای، هیستوگرام و نمودارهای سری های زمانی و منحنی های میزان و همچنین تهیه ی نقشه های منفرد و اطلس های جامع، نمایش گرافیک داده ها در زمینه های مختلف اقتصادی، اجتماعی، اخلاقی، پزشکی، فیزیکی و غیره با کاربرد انواع نوظهور نمادها از ویژگی های این دوره است. در همین قرن می توان شاهد تهیه ی نقشه های زمین شناختی و همچنین نقشه های ارتفاعی با استفاده از گام های رنگ خاکستری، کاربرد دایره های مقیاس دار برای نمایش اندازه ی شهرها بود. در سال ۱۸۰۱ ویلیام پلیفیر، نمودار دایره ای را برای نمایش ارتباط جزء - کل ابداع کرد.



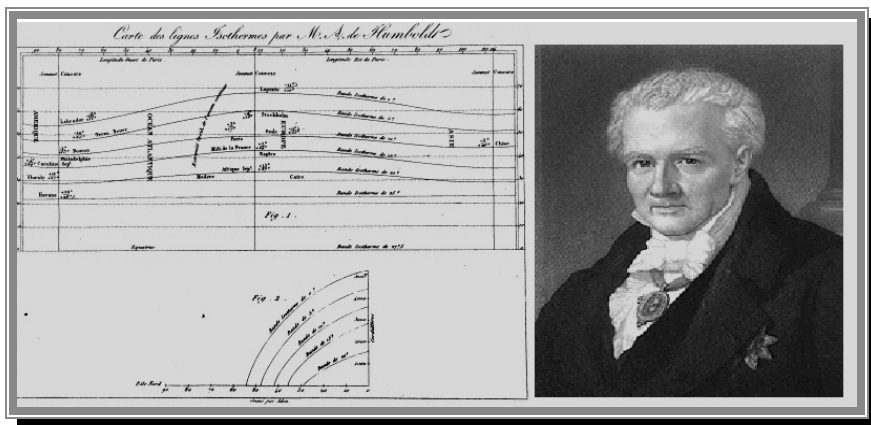
تصویر ۱-۱۹. نمودارهای دایره ای اثر ویلیام پلیفیر

همچنین الکساندر فون همبولت^۱ (۱۷۶۹ - ۱۸۵۹) آلمانی در سال ۱۸۱۱ برای نمایش اندازه ی نسبی سرزمین ها و جمعیت ها از نمودارهای ستونی تقسیم شده استفاده کرد. وی همچنین در سال ۱۸۱۷ نخستین نمودار هم دماها^۲ را تهیه کرد. این نمودار که

1. Alexander von Humboldt

2. isotherms

میانگین درجه حرارت سراسر دنیا را بر حسب عرض و طول جغرافیایی نشان می‌داد مشخص کرد درجه حرارت بیشتر به عرض جغرافیایی و ارتفاع وابسته است.



تصویر ۱-۲۰. نمودار ایزوترم اثر همبولت

پیر داپین^۱ (۱۷۸۴-۱۸۷۳) فرانسوی در سال ۱۸۱۹ میلادی برای نمایش ویژگی‌های پراکنشی بیسودی در فرانسه از کارتوگرام با رنگ‌های از سیاه تا سفید استفاده کرد و به این ترتیب یک نقشه‌ی نوین آماری ارائه نمود. حدود ده سال بعد از آن دانشمند فرانسوی به نام جوزف مونتیزون^۲ (؟ - ۱۷۸۸) نخستین نقشه‌ی پراکنش جمعیت با استفاده از نقطه را تهیه کرد. در این نقشه هر نقطه نمایانگر ۱۰,۰۰۰ نفر بود. در سال ۱۸۳۷ نخستین نقشه‌های جریانی منتشر شد. این نقشه‌ها که محصول تلاش‌های هنری هارنس^۳ (۱۸۰۴ - ۱۸۸۳) ایرلندی بود ترابری و حمل و نقل مسافر را به وسیله‌ی خطوط تیره رنگی با پهنای متناسب با تعداد نشان می‌داد. از سال ۱۸۳۴ کاربرد خطوط هم‌رفا در چارت‌های دریایی روسیه آغاز شد و انگلستان هم از سال ۱۸۳۸ در چارت‌های دریایی خود این خطوط را رسم کرد. زمانی که استفاده از این خطوط متداول گردید بتدریج کاربرد آن در سایر زمینه‌های علمی - فنی نیز گسترش یافت.

1. Baron Pierre Charles Dupin
3. Henry Drary Harness

2. Armand Joseph Frere de Montizon



تصویر ۱-۲۱. نقشه‌ی کارتوگرام فرانسه اثر پیر داپین

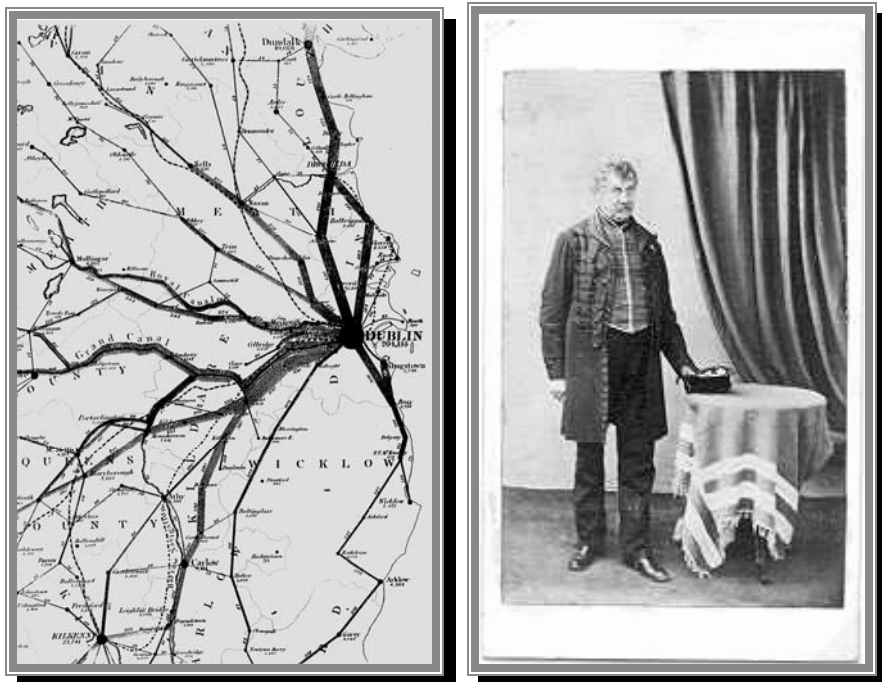


تصویر ۱-۲۲. نقشه‌ی نقطه‌ای پراکنش جمعیت فرانسه اثر مونتیزون

یکی از آثار برجسته‌ی این دوره انتشار اطلس فیزیکی توزیع گیاهان، جانوران، اقلیم و غیره توسط هاینریش برگاوس^۱ (۱۷۹۷-۱۸۸۴) آلمانی در سال ۱۸۳۸ بود.

1. Heinrich Berghaus

اطلس مزبور که یکی از جامع‌ترین و مفصل‌ترین اطلس‌های موضوعی بشمار می‌رفت شامل نقشه، جدول، نمودار و نیمرخ‌هایی مصور از پراکنش برحسب ارتفاع و دیگر عوامل بود.

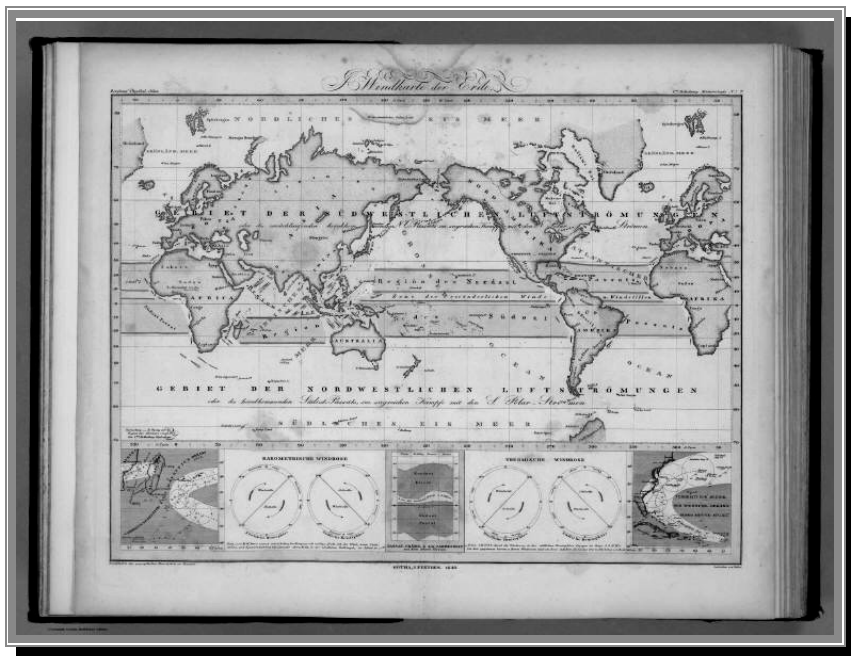


تصویر ۱-۲۳. نقشه‌ی جریان‌ی اثر هارنس

۱-۵-۵. دوره زرین گرافیک‌های آماری؛ ۱۸۵۰ تا ۱۸۹۹

در اواسط قرن نوزدهم تمامی شرایط برای رشد سریع تر فرایند تجسم و مصور سازی داده‌ها و اطلاعات فراهم شد. در سراسر اروپا واحدهای رسمی آماری تاسیس گردید تا داده‌ها و اطلاعات عددی لازم را برای برنامه‌ریزی اجتماعی، صنعتی، تجارت و حمل و نقل تهیه کند. این دوره زرین را که می‌توان عصر اشتیاق^۱ در عرصه‌ی نمودار سازی و کارتوگرافی موضوعی نامید، با زیبایی بی‌نظیر و نوآوری‌های بسیار همراه بود.

1. enthusiasm age



تصویر ۱-۲۴. نمونه‌ای از نقشه‌های اطلس برگاوس

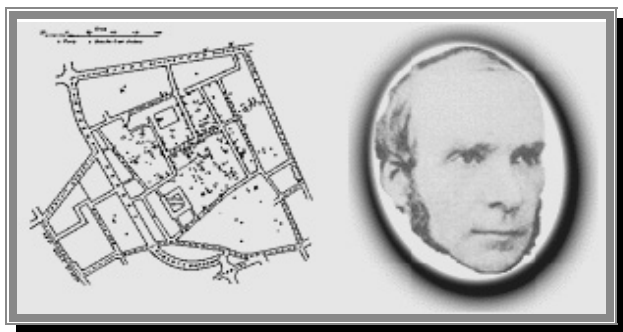
یکی از نمونه‌های جالب این دوره، نقشه‌ی موضوعی است که یک پزشک لندن‌یی به نام جان اسنو^۱ (۱۸۵۸-۱۸۱۳) تهیه کرد. در اکتبر سال ۱۸۳۱ میلادی نخستین مورد بیماری وبای آسیایی در بریتانیا رویت شد و بیش از ۵۲۰۰۰ نفر به علت همه‌گیری وبای در طی ۱۸ ماه و در شیوع‌های ۱۸۴۹-۱۸۴۸ و ۱۸۵۳-۵۴ مردند. در آن زمان، انتشار وبای توسط آب شناخته نشده بود ولی جان اسنو با استفاده از نقشه‌ی نقطه‌ای اقدام به تحلیل پراکنش فضایی - مکانی مبتلایان و مرگ و میر ناشی از این بیماری کرد و موفق شد منشأ آن را در یکی از تلمبه‌خانه‌های شهر بیابد زیرا که این تلمبه‌خانه در نزدیکی شبکه فاضلاب شهر قرار داشت.

در سال ۱۸۷۴ فرانسیس آماسا واکر^۲ (۱۸۹۷-۱۸۴۰) که یک دانشمند امریکایی بود، از نمودار هرم سنی برای مطالعه ویژگی زمانی جمعیت استفاده کرد. در همین سال واتیر^۳ فرانسوی برای نخستین بار از خطوط منحنی میزان برای نمایش توزیع جمعیت استفاده کرد.

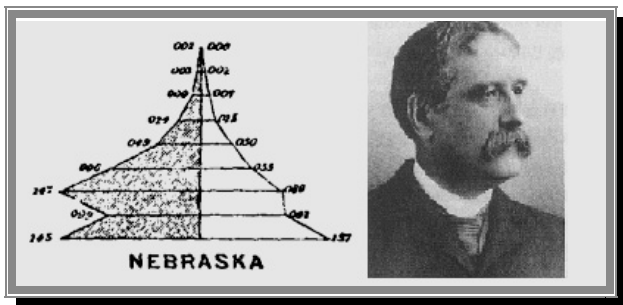
1. John Snow

2. Francis Amasa Walker

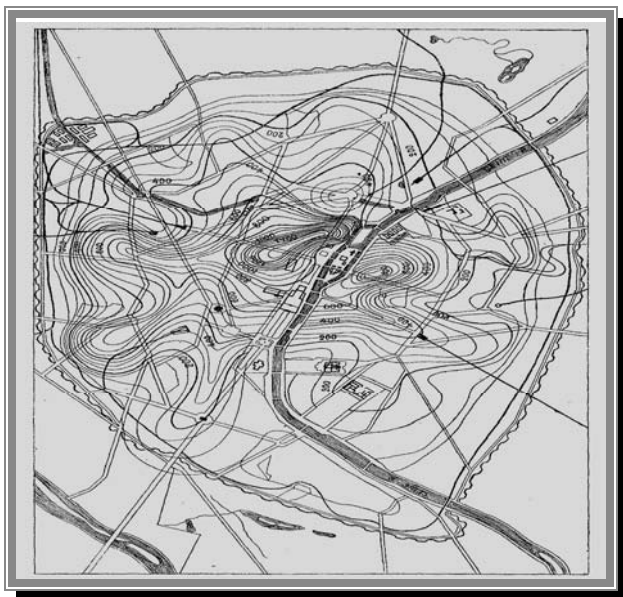
3. L. L. Vauthier



تصویر ۱-۲۵. نقشه‌ی پراکنش ویا در لندن اثر جان اسنو

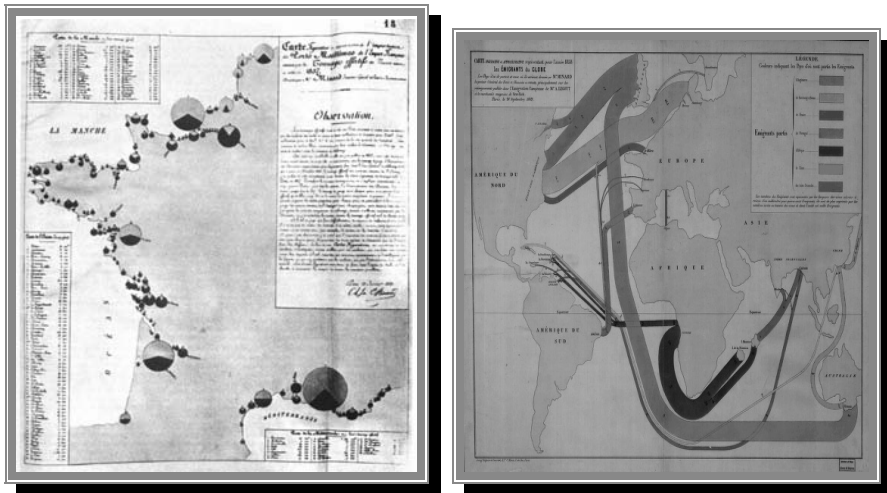


تصویر ۱-۲۶. هرم سنی نبراسکا اثر فرانسیس واکر



تصویر ۱-۲۷. نقشه‌ی پراکنش جمعیت اثر ال. واتنبر

چارلز مینارد^۱ (۱۷۸۱-۱۸۷۰) در سال ۱۸۶۱ نمودارهای دایره‌ای منقسم را برای نمایش داده‌های آماری در روی نقشه به کار برد. وی به منظور نمایش جغرافیایی حرکت و حمل پدیده‌ها، شکل هنری استفاده از خط‌های جریان‌ی با عرض متناسب را برای نمایاندن کمیت‌هایی مثل جمعیت، کالا، صادرات و واردات بهبود بخشید.



تصویر ۱-۲۸. نمونه‌ای از نقشه‌های موضوعی دایره‌ای منقسم و جریان‌ی اثر مینارد

۱-۵-۶. دوره سیاه نوین؛ ۱۹۰۰ تا ۱۹۴۹

اگر قرن نوزدهم دوران زرین گرافیک‌های آماری و کارتوگرافی موضوعی است اوایل قرن بیستم را می‌توان دوران سیاه نوین تجسم و مصور سازی داده‌ها نامید. در این دوره ابتکارهای ترسیمی معدودی وجود داشت. از نمونه‌های قابل ذکر آن می‌توان به منحنی ابداعی ماکس اوتو لورنتس^۲ در سال ۱۹۰۵ اشاره کرد. از اواسط دهه ۱۹۳۰ مدل‌های کمیت‌نمایی و شکلی آنها اغلب در زمینه‌های علوم اجتماعی مطرح شد.

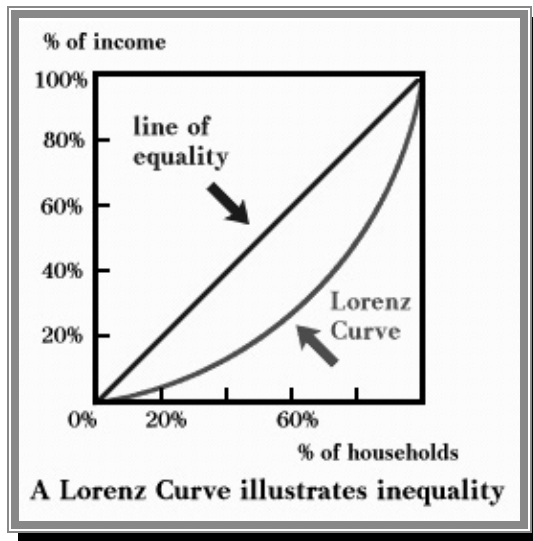
۱-۵-۷. دوره تولدی دوباره؛ ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۴

در این دوران به دلیل گسترش همکاری‌های بین‌المللی، رشد فزاینده‌ی علوم رایانه‌ای و پیشرفت تحلیل داده‌ها و همچنین رشد فناوری نمایش و ورود داده‌ها، تجسم و

1. Charles Joseph Minard

2. Max Otto Lorenz

مصور سازی مجدداً در کانون توجه قرار گرفت و تفکر آماری بیش از پیش با تفکر تصویر سازی گره خورد. نتیجه‌ی چنین شرایطی انواع نمایش‌های تصویری داده‌های چند متغیره، پویا نمایی فرایندهای آماری و غیره بود. در تولد دوباره، کارشناسان در طراحی و ساخت نمودارها و نقشه‌های موضوعی بر دیدگاه‌های ادراک محور متمرکز شدند تا فرایند انتقال دیدگانی - گرافیکی صفات و کمیت‌های آماری را تعالی بخشند.



تصویر ۱-۲۹. نمونه‌ای از منحنی لورنتس

۱-۵-۸. دوره مصور سازی داده‌هایی با ابعاد زیاد؛ ۱۹۷۵ تاکنون

ارائه‌ی دید روشن و مختصر در مورد پیشرفت‌های جدید در فنون مصور سازی امر سختی است زیرا که این پیشرفت‌ها مبتنی بر رشد و توسعه‌ی بسیار فزاینده زیرساخت‌های نظری و فناوریانه در حیطه‌ی علوم مختلف و گسترش مدل سازی‌های آماری خطی کلاسیک به قلمروهای وسیعتر بوده و ماهیت بسیار متغیری دارد. این سختی حتی در معرفی برجسته‌ترین پیشرفت‌ها نیز وجود دارد.

امروزه افزایش سرعت و توانایی پردازش رایانه‌ای اعمال روش‌های متمرکز و کار با داده‌های انبوه را به آسانی فراهم ساخته است و سبب گشته تا درهای جدید به روی آمار گرافیک و کارتوگرافی موضوعی گشوده شود.

۱-۶. کاربردهای نقشه‌های موضوعی

نقشه‌های موضوعی معمولاً برای سه منظور اصلی بکار می‌رود:

نخست، نقشه‌های موضوعی اطلاعات خاصی در مورد موقعیت‌های ویژه فراهم می‌کند. هر یک از نمادها و علائم بکار رفته در این نقشه‌ها بر یک بستر مکانی تکیه دارد و از این رو اطلاعاتی در مورد موقعیت صفات یا ویژگی‌های نمایش داده شده بر روی نقشه ارائه می‌کند.

دوم، این نقشه‌ها اطلاعات کلی و عمومی در خصوص الگوهای فضایی فراهم می‌سازد. بررسی توزیع نمادهای بکار رفته در روی نقشه نشان می‌دهد که پراکنش آن‌ها تصادفی نبوده و سازمان فضایی خاصی دارد. جغرافیدان درصدد شناخت و تحلیل این الگوها است.

سوم، از نقشه‌های موضوعی می‌توان برای مقایسه‌ی الگوها در روی دو یا چند نقشه استفاده کرد. با توجه به اینکه یکی از وظایف مهم جغرافیدانان بررسی رابطه‌ی بین پدیده‌هاست بنابراین مطالعه‌ی هم‌زمان و مقایسه‌ای دویا چند نقشه‌ی موضوعی، جغرافیدان را در ایفای این نقش اساسی یاری می‌کند.

با توجه با کاربردهای فوق‌الذکر، ضروری است به هنگام طراحی نقشه‌های موضوعی دقت لازم را برای ارائه‌ی کارآمد داده‌ها به عمل آورد تا نقشه ضمن نمایش دقیق موقعیت پدیده‌ها، جلوه‌ی دیداری، خوانایی و ارزش زیبایی‌شناختی مناسبی داشته باشد.

۱-۷. انواع نقشه‌های موضوعی

نقشه‌های موضوعی را می‌توان بر حسب ماهیت داده‌ها و اطلاعات به دو دسته‌ی کلی تقسیم بندی کرد:

۱. **نقشه‌های موضوعی کمی**. در این نقشه‌ها، داده‌هایی که پژوهشگر در روی نقشه به نمایش در می‌آورد بر اساس شمارش، سنجش و اندازه‌گیری حاصل شده و ماهیت آماری - ریاضی دارد. این تیپ داده‌ها را بر حسب ماهیت مکانی و موقعیتی می‌توان به سه زیر گروه تقسیم کرد:

الف) داده‌ها و اطلاعات نقطه‌ای، که کارتوگراف باید آن‌ها را در یک نقطه‌ی معین و موقعیت خاص نشان دهد.

ب) داده‌ها و اطلاعات گسترده، که کارتوگراف آن‌ها را بایستی در بستر مکانی قرار داده و در محدوده‌ی گسترش منطقه یا ناحیه نشان دهد.

ج) داده‌ها و اطلاعات خطی. این داده‌ها نه ماهیت نقطه‌ای دارد و نه ماهیت گسترده بلکه از ماهیت توزیع خطی برخوردار بوده و می‌تواند مربوط به پدیده‌های پویا و ایستا باشد.

۲. **نقشه‌های موضوعی کیفی.** در این نوع نقشه‌های موضوعی، کارتوگراف موضوع‌هایی را در روی نقشه نمایش می‌دهد که ماهیت عددی ندارد. مانند پراکنش نژادها یا توزیع انواع کشت‌ها. داده‌های کیفی برحسب ماهیت مکانی و موقعیتی به دو زیر گروه تقسیم می‌شود:

الف) داده‌های کیفی موضعی. در نمایش این نوع داده‌ها توجه به موقعیت آن‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است، مانند گسل.

ب) داده‌های کیفی گسترده. این داده‌ها در محدوده‌ی سرزمینی خاصی گسترده شده و در نمایش آن‌ها واحدهای جغرافیایی اهمیت خاصی دارد، مانند پراکنش کاربری اراضی.

خلاصه فصل اول

نقشه را زبان گویای جغرافیا می‌دانند. جغرافیا همواره با نقشه و نمودار سروکار داشته و با پیشرفت ابزارهای جغرافیایی هنوز نقشه جایگاه خود را حفظ کرده است. استفاده از نقشه و نمودار در جغرافیا برای کسب داده‌ها و اطلاعات و همچنین ارائه‌ی اطلاعات است. نقشه‌ها براساس ماهیت و محتوی به سه گروه کلی نقشه‌های مبنایی یا مرجع، چارت‌ها و نقشه‌های موضوعی تقسیم می‌شوند.

نقشه‌های موضوعی نشانگر توزیع جغرافیایی یا تغییر فضایی یک پدیده‌ی خاص و یا ارتباط میان چند صفت است که ممکن است ماهیت کمی یا کیفی داشته باشند. تفاوت این نقشه‌ها با نقشه‌ی مبنایی در این است که نقشه‌ی موضوعی رویدادی را در

مورد آن فضا روایت می کند در حالیکه نقشه ی مبنایی نشان می دهد که هر پدیده در کجا قرار گرفته است بدین ترتیب، دقت موقعیتی که در نقشه های مرجع خیلی مهم است در این نقشه ها در درجه ی دوم قرار دارد. عناصر مهم نقشه های موضوعی عبارتند از: عنوان (و عنوان فرعی)، تابلوی راهنمای علائم، مقیاس، اعتبار، فضای ترسیمی، شبکه بندی، مرزها و خط کادر نقشه، نوشتار مکان ها و نمادها.

تاریخچه ی استفاده از نقشه به ۸ دوره تقسیم می شود: دوره نقشه ها و نمودارهای اولیه، ماقبل قرن هفدهم میلادی؛ دوره سنجش و نظریه، سال های ۱۶۰۰ تا ۱۶۹۹؛ دوره شکل های نوین گرافیک، ۱۷۰۰ تا ۱۷۹۹؛ دوره آغاز گرافیک های نوین داده ها، ۱۸۰۰ تا ۱۸۴۹؛ دوره زرین گرافیک های آماری، ۱۸۵۰ تا ۱۸۹۹؛ دوره سیاه نوین، ۱۹۰۰ تا ۱۹۴۹؛ دوره تولدی دوباره، ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۴ و دوره مصور سازی داده هایی با ابعاد زیاد؛ ۱۹۷۵ تاکنون.

خودآزمایی فصل اول

سؤالات چند گزینه ای

۱. کدام نوع از نقشه برای مقاصد راهبری کاربرد دارد؟
الف) نقشه موضوعی
ب) نقشه مرجع
ج) چارت
د) نقشه مبنایی
۲. کدامیک از عناصر یک نقشه موضوعی از ابزار اصلی ارتباط کاربر با نقشه است؟
الف) نوشتار مکان ها
ب) مقیاس
ج) نمادها
د) عنوان
۳. در کدام دوره زمانی از تاریخ استفاده از نقشه، شکل های نوین گرافیکی ارائه شد؟
الف) ۱۶۰۰ تا ۱۶۹۹
ب) ۱۷۰۰ تا ۱۷۹۹
ج) ۱۸۵۰ تا ۱۸۹۹
د) ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۴
۴. نخستین نقشه ی جریانی محصول تلاش کدامیک از پیشروان تاریخ نقشه است؟
الف) همبولت
ب) برگاوس
ج) داپین
د) هارنس

سؤالات تکمیلی

۱. نقشه‌ی موضوعی حامل پراکنش اطلاعات جغرافیایی در مورد موضوع یا موضوعات خاص است.
۲. باربارا پاچنیک اختلاف نقشه‌ی مبنایی با نقشه‌ی موضوعی را به صورت خلاصه می‌کند.
۳. توسعه‌ی تجارت در خلال دوره‌ی رنسانس با ظهور چارت‌های عملیاتی کشتیرانی به نام همراه بود.
۴. اوایل قرن بیستم دوران تجسم و مصور سازی داده‌ها نامیده می‌شود.

سؤالات تشریحی

۱. نقشه و نمودار در جغرافیا برای چه مقاصدی مورد استفاده قرار می‌گیرد؟
۲. نقشه‌ها بر اساس ماهیت و محتوی به چند گروه تقسیم می‌شوند؟
۳. عناصر مهم نقشه‌های موضوعی را نام ببرید.
۴. نقشه‌های موضوعی چه کاربردهایی دارند؟
۵. انواع نقشه‌های موضوعی بر حسب ماهیت داده‌ها کدامند؟
۶. دوره‌های استفاده از نقشه را نام ببرید.

فصل دوم

نمودارهای موضوعی

هدف مرحله‌ای

در این فصل شما با ساخت نمودار، نمودارهای خطی، ترکیب دو نمودار خطی، نمودارهای خطی تجمعی، منحنی هیپسومتریک، منحنی لورنس، نمودارهای لگاریتمی، نمودار میله‌ای، نمودار دایره‌ای، نمودار پراکنش و خط بهینه برازش آشنا می‌شوید.

هدف‌های رفتاری – آموزشی

شما پس از مطالعه مطالب این فصل می‌توانید:

۱. چگونگی ساخت نمودار را تبیین کنید.
۲. چگونگی ساخت نمودارهای خطی و انواع آن را توضیح دهید.
۳. چگونگی ترکیب دو نمودار خطی را توضیح دهید.
۴. چگونگی ساخت نمودارهای خطی تجمعی را بیان کنید.
۵. چگونگی ساخت منحنی هیپسومتریک را بیان کنید.
۶. کاربرد منحنی لورنس را توضیح داده چگونگی ساخت آن را بیان کنید.
۷. کاربرد نمودارهای لگاریتمی را توضیح داده چگونگی ترسیم آن را بیان کنید.
۸. چگونگی ساخت نمودار میله‌ای را ترسیم کنید.
۹. چگونگی ساخت نمودار دایره‌ای و انواع آن را توضیح دهید.
۱۰. چگونگی ساخت نمودار پراکنش و خط بهینه برازش را بیان کنید.

۲-۱. مقدمه

هر علمی برای نمایاندن محصول پژوهش‌ها و مطالعات از ابزارهای استفاده می‌کند. جغرافیا نیز از این قاعده مستثنی نیست. مدت‌های طولانی، جغرافیا مفهومی آمیخته با زبان فضایی یا نقشه داشت و امروزه هم اینگونه است. لیکن در کنار بهره‌گیری از انواع نقشه‌ها برای مفاهیم جغرافیایی و ایجاد ارتباط فضایی بین پدیده‌ها، طیف گسترده‌ای از نمودارهای موضوعی با ماهیت‌های متفاوت مورد استفاده قرار می‌گیرد که ویژگی‌های آن‌ها در ادامه بحث خواهد شد.

نمودار، نمایش تصویری یا هندسی ویژگی‌های مجموعه‌ای از متغیرهاست. متغیرها، صفاتی هستند که از نظر عددی قابلیت تغییر دارند مانند درجه حرارت، بارندگی، صادرات، مقادیر جمعیتی، نمره‌های امتحانی و امتیاز بازی‌های ورزشی. نمودارها ارزش زیادی دارند زیرا می‌توانند به درک و شناخت مقادیر زیاد داده‌ها کمک کرده و ضمن سازمان دهی و خلاصه سازی داده‌ها، مشابهت‌ها و اختلاف‌های موجود بین دو یا چند مجموعه داده را آشکار سازند.

۲-۲. ساخت نمودار

برای ساخت و ترسیم نمودار در ابتدا باید داده‌های عددی مربوط به یک موضوع خاص (مثلاً ارتفاع مکانی) را جمع‌آوری کرده و بر حسب وقوع مرتب نمود. از آن جا که در این مرحله هیچ پردازشی روی داده‌ها انجام نمی‌شود لذا این فهرست را می‌توان داده‌های خام نامید. بدیهی است که چنین فهرستی ارزش زیادی ندارد چون هیچ شاخصی از الگوی عددی تشکیل شده توسط مجموعه‌ی داده‌ها به دست نمی‌دهد.

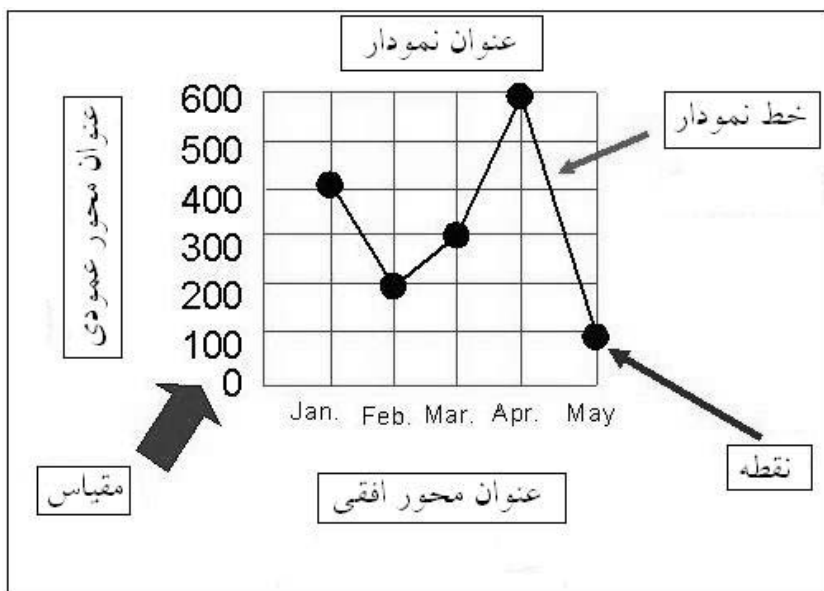
یک طریقه‌ی ساده برای درک بهتر داده‌ها آن است که آن‌ها را براساس ماهیت نزولی یا صعودی مرتب کنیم. چنین فهرستی را می‌توان آرایه^۱ یا منظم نامید. این فهرست اطلاعات مفیدتری دارد. مثلاً به کمک آن می‌توان بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین مقادیر را شناسایی کرده و اختلاف آن‌ها یعنی دامنه^۲ را محاسبه نمود. همچنین توجه به مجموعه‌ی اعداد مرتب شده، نکاتی را در مورد تغییرات موجود بین دو مقدار افراطی و تفریطی روشن می‌کند. مجموعه‌ی این اعداد را می‌توان به صورت توزیع

1. array

2. range

فراوانی نمایش داد.

در برخی مواقع، درک کامل ویژگی‌های موضوع مورد مطالعه ایجاب می‌کند که نمونه‌های مطالعاتی را از حالت منفرد به وضعیت طبقه‌بندی شده تبدیل کرد. برای این منظور مجموعه‌ی داده‌های به چند دامنه‌ی برابر خلاصه شده و فراوانی‌های مربوط به هر دامنه یا طبقه در برابر آن درج شده است. با انجام این کار، برخی اطلاعات تفصیلی از دست می‌رود لیکن درک و شناخت از تصویر کلی داده‌ها بهبود یافته و امکان مقایسه ویژگی‌های موضوعی نواحی مختلف فراهم می‌شود. البته اگر گروه بندی در دامنه‌ها یا طبقات کمتری صورت گیرد شرایط نامطلوبی ایجاد خواهد شد.

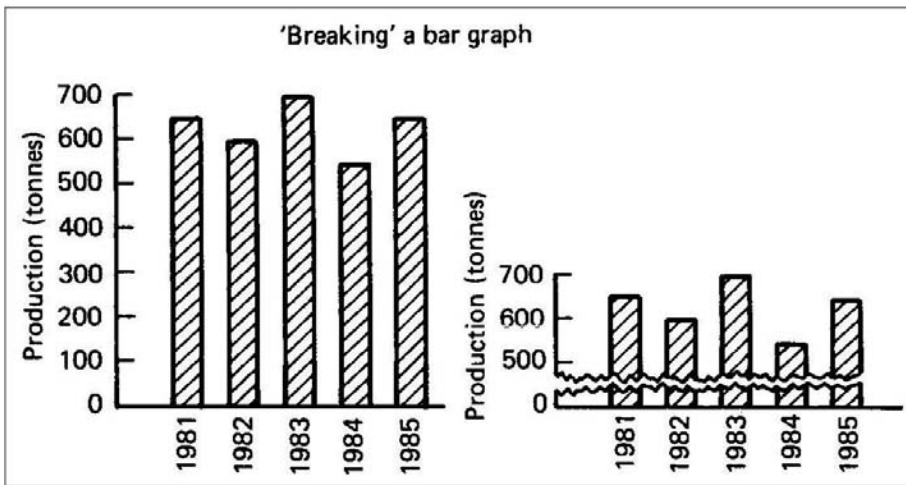


تصویر ۱-۲. شمایی از یک نمودار خطی ساده

۱-۲-۲. نمودارهای خطی^۱

نمودار خطی در شکل ساده‌اش، چگونگی تغییر دو متغیر مستقل و وابسته را نسبت به یکدیگر نشان می‌دهد. ساده‌ترین و کاربردی‌ترین نوع نمودار خطی، نمودارهایی است که از دو محور عمود بر هم X و Y تشکیل شده است (تصویر ۱-۲) و در آن، محور

X، افقی و محور Y، عمودی است. محور افقی (X) به مقادیر متغیر مستقلی اختصاص دارد که بطور پیوسته تغییر می‌کنند. محور عمودی (Y) مقادیر متغیر وابسته را نشان می‌دهد که اغلب بطور نامرتب تغییر می‌کنند. این محور با مقادیر واقعی و یا درصدی متغیرها تقسیم بندی می‌شود. از جمله متغیرهایی که در محور عمودی (Y) قرار می‌گیرند می‌توان به مجموع جمعیت، میزان واردات و صادرات، مقدار تولید کالا، درجه حرارت و... اشاره کرد. مثلاً بر روی نمودار می‌توان درجه حرارت (متغیر وابسته) را نسبت به ماه‌های سال، ارتفاع و یا عرض جغرافیایی (متغیرهای مستقل) نشان داد. در همه نمودارها، محور عمودی (Y) معمولاً از صفر شماره گذاری می‌شود. در این صورت چنانچه در امتداد محور، فاصله‌ی زیادی بین صفر و پائین‌ترین عدد مربوط به متغیر ایجاد شود می‌توان اقدام به قطع محور قائم کرد (تصویر ۲-۲).

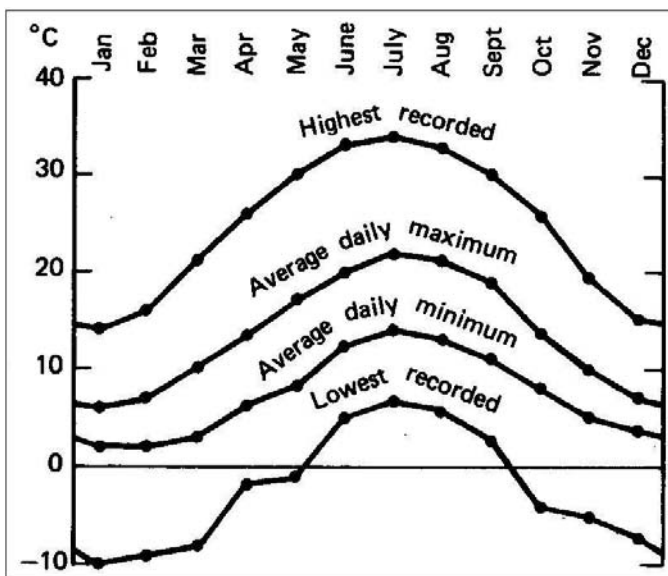


تصویر ۲-۲. نمایی از برش محور قائم

در طراحی نمودار خطی توجه به بیشینه مقدار متغیر وابسته (محور Y) ضروری است تا داده‌ها به نحو شایسته‌ای در روی محور قائم نشان داده شوند. بهتر است در روی محور عمودی (Y) مقادیر عددی تا حد ممکن به صورت اختصاری ذکر گردد. مثلاً به جای نوشتن ارقام بزرگی مانند ۲۰,۰۰۰,۰۰۰ و ۳۰,۰۰۰,۰۰۰ می‌توان "میلیون" را در بالای مقیاس قائم نوشت و مقادیر عددی را به صورت اختصاری ۲۰ و ۳۰

محل مناسب در روی محور عمودی (Y) قرار داد. با توجه به ملاحظات ذکر شده، هر مقدار X با توجه به مقدار نظیر Y آن به صورت مجموعه‌ای از نقاط در سطح بین دو محور پیاده شده و در نهایت نقاط حاصله با خط مستقیم یا تا حدی هموار بهم متصل می‌شود.

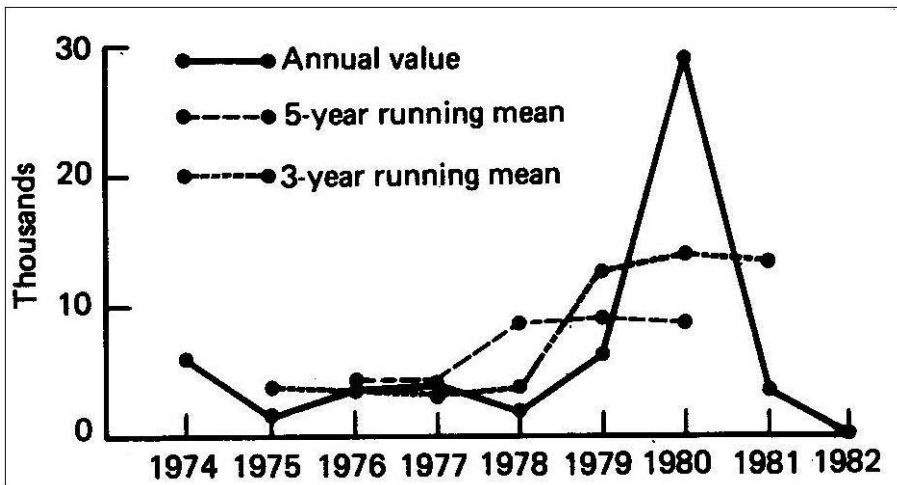
ترسیم نمودار خطی ساده. ساخت و ترسیم این نوع نمودارها امری ساده است. برای این منظور مجموعه‌ای از نقاط با توجه به مقادیر X و Y در موقعیت‌های صحیح روی صفحه‌ی نمودار پیاده شده و سپس خطوط مستقیمی بین نقاط مجاور کشیده می‌شود. تصویر (۲-۳) نمونه‌ای از نمودار چند خطی^۱ را نشان می‌دهد. در این شکل برای هر ماه سه مقدار مختلف درجه‌ی حرارت نشان داده شده است. در مقایسه با نمودار تک خطی، چنین نموداری سریعاً اطلاعات فراوانی در باره‌ی رژیم حرارتی فراهم می‌سازد. این نوع داده‌ها را می‌توان بر روی نمودار دایره‌ای نیز نمایش داد.



تصویر ۲-۳. نمودار چند خطی دمایی

هموارسازی نمودار خطی. گاهی اوقات در نمودارهای خطی ساده افت و یا خیزهای تندی مشاهده می‌شود. مثلاً وقوع تغییراتی در تولید سالانه‌ی کالا یا

دگرگونی‌های نابهنگام درجه‌ی حرارت ماه‌های مختلف سال نوسان‌های تندی در روی نمودار ایجاد می‌کند. وجود چنین تغییراتی، شناسایی روند کلی مقادیر دراز مدت را با مشکل روبرو می‌سازد. هموار سازی تغییرات مزبور با استفاده از میانگین‌های متحرک سبب می‌شود ماهیت دگرگونی‌ها دقیق‌تر و صحیح‌تر نمایان شود. تکنیک هموار سازی مستلزم تعیین مجموع متحرک و سپس محاسبه‌ی میانگین متحرک برای سال‌هایی است که در یک گروه قرار می‌گیرد (یعنی گروه سال‌های متداخل). میانگین متحرک بدست آمده برای سال میانی هر گروه منظور می‌شود. بنابراین مقدار میانگین متحرکی که در برابر هر سال نوشته شده، مقدار میانگین همان سال و سال‌های مجاور است.



تصویر ۲-۴. نمودار میانگین‌های متحرک ۵ و ۳ ساله

تصویر (۲-۴) نمودار خطی مقدار سالانه‌ی مهاجرت کارگران از ترکیه به آلمان غربی (سابق) و دو نمونه‌ی میانگین متحرک محاسبه شده برای آن را به تصویر می‌کشد. جدول (۲-۱) چگونگی محاسبه‌ی میانگین متحرک را نشان می‌دهد. به منظور محاسبه‌ی میانگین متحرک ۳ ساله، مقادیر و داده‌های موجود به گروه‌های متداخل ۳ تایی تقسیم و برای هریک از گروه‌های حاصله، مجموع متحرک حساب می‌شود. با تقسیم مجموع متحرک بر عدد سه، میانگین متحرک به دست می‌آید. میانگین مزبور برای سال میانی گروه سه عضوی منظور می‌شود. جدول (۲-۱) همچنین نحوه‌ی محاسبه‌ی میانگین

متحرک ۵ ساله را با تقسیم هر مجموع متحرک بر عدد ۵ نشان می‌دهد.

جدول ۲-۱. شیوه‌ی محاسبه‌ی میانگین متحرک ۳ و ۵ ساله

3-year running mean										Moving total	Running Mean	Middle year
1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982				
6.1	2.0	2.6	3.3	1.5	5.7	29.2	3.6	0.4				
6.1	2.0	2.6	3.3						10.7	3.6	1975	
	2.0	2.6	3.3						7.9	2.6	1976	
		2.6	3.3	1.5					7.4	2.5	1977	
			3.3	1.5	5.7				10.5	3.5	1978	
				1.5	5.7	29.2			36.4	12.1	1979	
					5.7	29.2	3.6		38.5	12.8	1980	
						29.2	3.6	0.4	33.2	11.1	1981	
5-year running mean												
6.1	2.0	2.6	3.3	1.5					15.5	3.1	1976	
	2.0	2.6	3.3	1.5	5.7				15.1	3.0	1977	
		2.6	3.3	1.5	5.7	29.2			42.3	8.5	1978	
			3.3	1.5	5.7	29.2	3.6		43.3	8.7	1979	
				1.5	5.7	29.2	3.6	0.4	40.1	8.1	1980	

با ترسیم میانگین‌های متحرک در روی نمودار، ملاحظه می‌شود که مهاجرت ناگهانی کارگران از ترکیه در سال ۱۹۸۰ تا اندازه‌ای هموار شده است. بنابراین، میانگین متحرک روند درازمدت داده‌ها را بهتر به تصویر می‌کشد. تصویر (۲-۴) همچنین نشان می‌دهد که میانگین متحرک ۵ ساله در مقایسه با میانگین متحرک ۳ ساله، میزان مهاجرت سال ۱۹۸۰ میلادی را به شکل موثرتری هموار ساخته است. در واقع میانگین متحرک ۵ ساله کاهش جزئی در میزان مهاجرت از سال ۱۹۷۹ تا ۱۹۸۰ را نشان می‌دهد. این وضع را کاهش شیب نمودار مهاجرت ترکیه‌ای‌ها در سال ۱۹۸۱ و ۱۹۸۲ تایید می‌کند.

لازم به یادآوری است که مقادیر مهاجرت سال‌های ۱۹۸۱ و ۱۹۸۲ در محاسبه‌ی میانگین متحرک سال ۱۹۸۰ دخیل بوده است و بروز کاهش جزئی در میزان مهاجرت سال ۱۹۸۰ با استفاده از میانگین متحرک ۵ ساله، ناشی از همین امر است. بنابراین، یکی از مشکلات استفاده از میانگین متحرک آن است که این نوع میانگین بروز افزایشی در مقدار داده‌ها در یک سال خاص را به صورت کاهش در زمان طولانی‌تر نشان می‌دهد. مشکل دیگر کاربرد میانگین متحرک آن است که به موازات افزایش سال‌های هر گروه، در انتهای توالی زمانی، سال‌های بیشتری فاقد میانگین متحرک خواهد بود. در

جدول (۱-۲) با محاسبه‌ی میانگین متحرک ۵ ساله، سال‌های ۷۵-۱۹۷۴ و ۸۲-۱۹۸۱ میانگین متحرک ندارند.

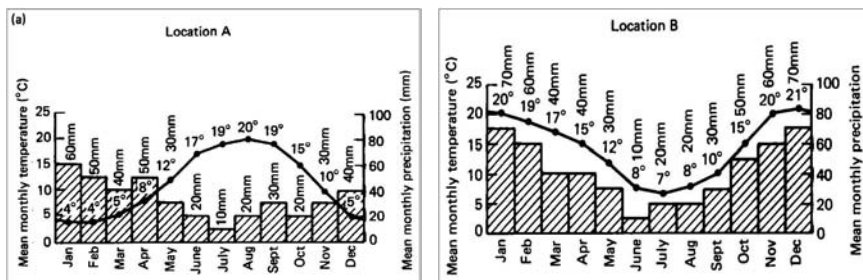
۲-۲-۱-۱. ترکیب دو نمودار خطی

در موارد خاصی می‌توان دو نمودار خطی جدا از هم را با یکدیگر ترکیب نمود و نمودار جدیدی ساخت که ویژگی‌های هر دو پدیده را نشان دهد. گاهی اوقات این نمودارها به پژوهشگر امکان می‌دهد روابط بین داده‌ها را که در دو نمودار خطی جدا از هم به سادگی قابل تشخیص نیست، شناسایی و تحلیل نماید. در علم جغرافیا از این تکنیک بیشتر در داده‌های مربوط به سری‌های زمانی^۱ استفاده می‌شود. در این صورت، محور افقی نمودار اختصاص به مقادیر زمانی مانند سال یا ماه دارد و محور قائم نمایانگر متغیر منفرد مانند میانگین درجه حرارت، متوسط بارندگی یا میزان مولید و مرگ و میر است.

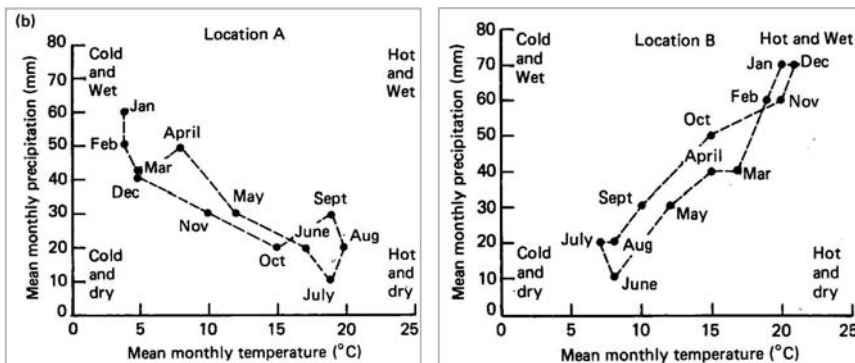
در نمودارهای اقلیمی که متوسط ماهانه دما و بارندگی را نشان می‌دهد هدف اصلی تاکید بر روابط موجود میان متوسط ماهانه‌ی درجه‌ی حرارت و بارندگی به صورت ترکیبی است تا نمایش روابط جداگانه‌ای که هر یک از عناصر مزبور با ماه‌های سال دارد. چنانچه میانگین ماهانه‌ی درجه‌ی حرارت در محور افقی و میانگین ماهانه‌ی بارش در محور قائم نمودار پیاده شود شناخت روابط ترکیبی ساده تر خواهد بود، در این صورت ماه‌های سال در داخل نمودار و در محل تلاقی مقادیر متوسط بارش و درجه حرارت هر ماه نوشته می‌شود. در مطالعه‌های مقایسه‌ای، کاربرد این نوع نمودارها مناسب‌تر و ساده‌تر است. به این ترتیب نیازی نیست که برای هر موقعیت جغرافیایی یک نمودار ترسیم شود.

تصویر (۲-۵) نمودارهای اقلیمی در دو موقعیت الف و ب را نشان می‌دهد. در این تصویر، اطلاعات مفیدی درباره‌ی رابطه‌ی میانگین ماهانه‌ی درجه حرارت و متوسط ماهانه‌ی بارش در طول سال ارائه شده است. تصویر (۲-۶) اطلاعات مربوط به تصویر (۲-۵) را به شکل فشرده‌تر در دو نمودار خطی یعنی با نموداری بنام هیترگراف^۲ نشان می‌دهد. در مطالعه‌های مقایسه‌ای، کاربرد این نوع نمودارها نسبت به نمودارهای تصویر

(۵-۲) مناسب‌تر و ساده‌تر است. به این ترتیب نیازی نیست که برای هر موقعیت جغرافیایی یک نمودار ترسیم شود. در هیتروگراف ترسیم دو یا سه یا چند مجموعه از میانگین‌های ماهانه‌ی عناصر اقلیمی مربوط به موقعیت‌های مختلف بر روی یک نمودار امکان پذیر است.



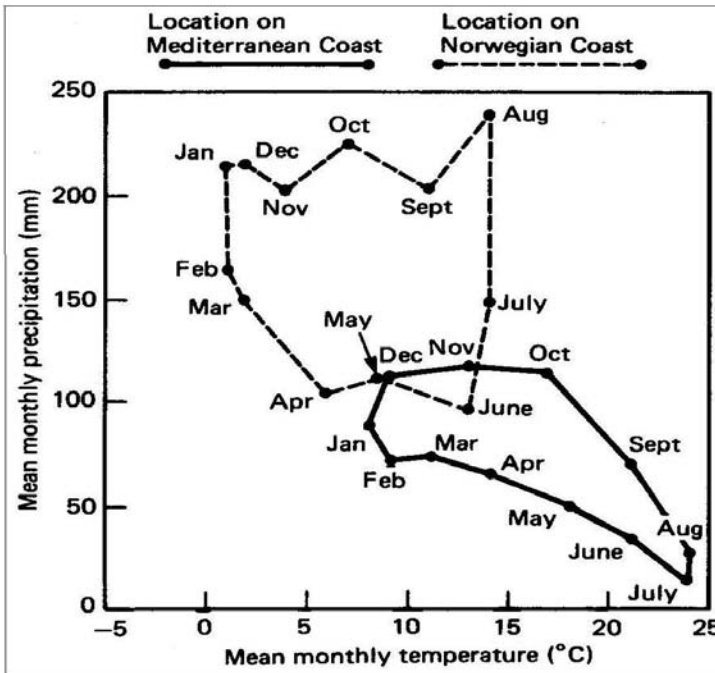
(الف)



(ب)

تصویر ۵-۲. نمودارهای اقلیمی مرسوم

تصویر (۶-۲) تفاوت بین اقلیم موقعیت ساحلی در دریای مدیترانه و موقعیتی در ساحل نروژ را به وضوح نشان می‌دهد. در یک نگاه می‌توان بر دامنه‌ی نسبی متوسط ماهانه‌ی دما و بارش در دو موقعیت مورد نظر اشراف یافت. همچنین می‌توان مقایسه‌هایی با جزئیات بیشتر و سهل‌تر انجام داد. چنین مقایسه‌هایی می‌تواند نتایج جالب توجهی در بر داشته باشد. برای مثال اقلیم ساحل مدیترانه و ساحل نروژ در ماه‌های دسامبر و می مشابهت دارد (تصویر ۶-۲). البته می‌توان بدون ایجاد آشفتگی و شلوغی خط سومی نیز به نمودار تصویر اضافه نمود.



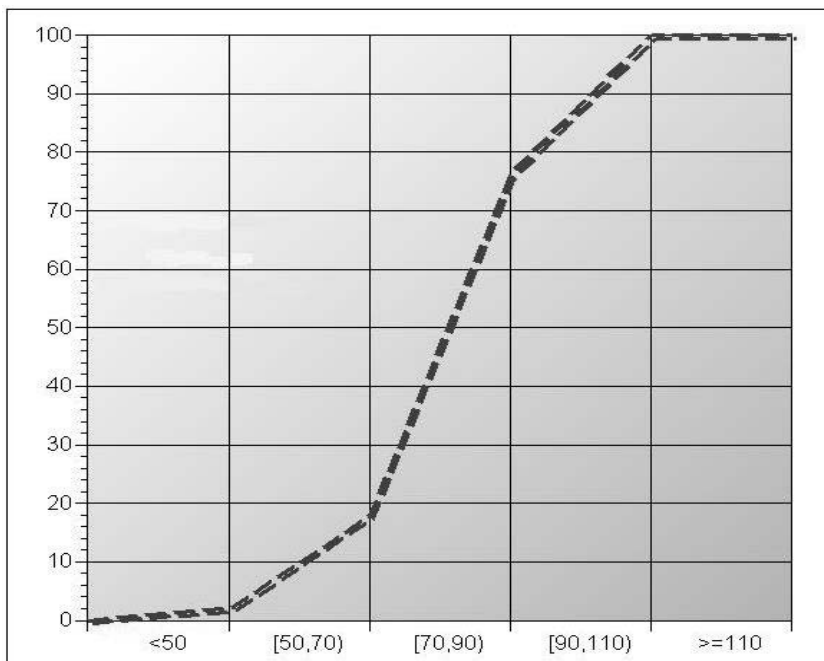
تصویر ۲-۶. یک نمودار هیئتوگراف

۲-۱-۲-۲. نمودارهای خطی تجمعی^۱

عموماً نمودار خطی تجمعی تعداد موارد یا مقادیری را نشان می‌دهد که از سطح خاصی بزرگ‌تر یا کوچک‌تر هستند. از جمله انواع نمودارهای خطی تجمعی می‌توان از اوجایو^۲ نام برد. اوجایو نموداری است که فراوانی تجمعی یک توزیع را نشان می‌دهد. فراوانی تجمعی عبارت از مجموع فراوانی‌های مطلق آن گروه و گروه‌های پائین‌تر از آن است. برای ساخت اوجایو باید ابتدا فراوانی تجمعی را برای داده‌های موجود محاسبه نمود. در این نمودار مقادیر کرانه‌های طبقات روی محور افقی (X) قرار می‌گیرد و محور عمودی (Y) اختصاص به فراوانی تجمعی دارد. در مرحله‌ی بعد، فراوانی تجمعی هر طبقه بر روی نمودار پیاده می‌شود تا نقاط لازم بدست آید و سپس نقاط مجاور به هم متصل می‌شوند (تصویر ۲-۷).

شکل اوجایو یک توزیع وابسته به توزیع فراوانی‌ها دارد. هنگامی که فراوانی

یکی از طبقات خیلی زیاد باشد اوجایو شیب تندی پیدا می‌کند. این وضع را در اوجایو ترسیم شده در تصویر فوق (بین مقادیر ۷۰-۹۰) می‌توان دید. از طرف دیگر انتهای فوقانی اوجایو مزبور یک خط تقریباً افقی است و نشان می‌دهد که فراوانی این طبقات خیلی کوچک است.

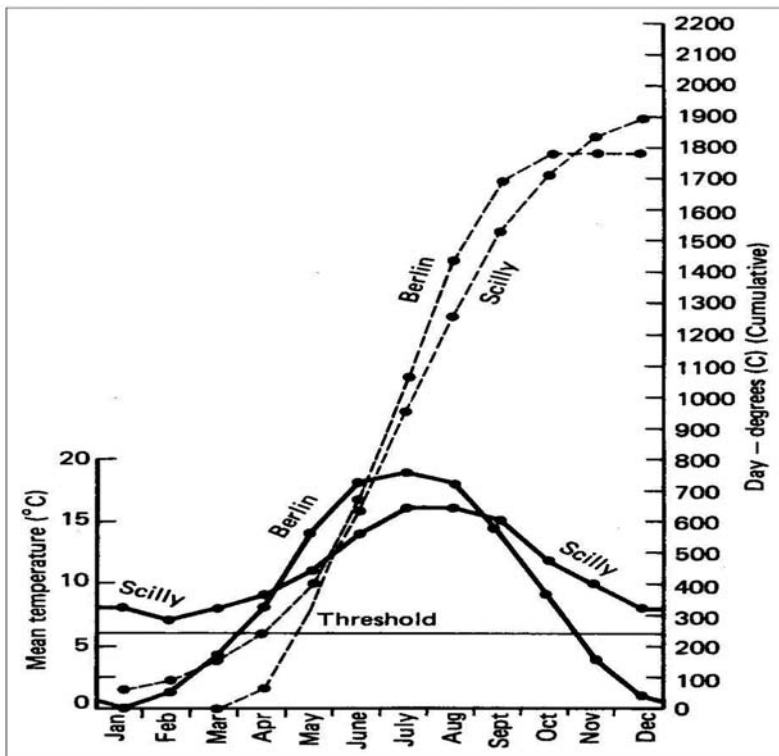


تصویر ۲-۷. نمودار اوجایو

از نمونه‌های مهم نمودار خطی تجمعی نموداری است که با استفاده از درجه حرارت تراکمی ساخته می‌شود (تصویر ۲-۸). این نمودار با اصول مشابه رسم اوجایو و با توجه به رابطه‌ای که بین دما و رویش گیاهی وجود دارد ترسیم می‌شود. تصویر (۲-۸) میانگین درجه حرارت روزانه‌ی هر ماه از سال را در برلین و سیسیل نشان می‌دهد.

همانطور که انتظار می‌رود با توجه به موقعیت نسبی، از ماه می تا اوت، درجه حرارت برلین بیشتر از سیسیل بوده و از سپتامبر تا آوریل سال بعد سیسیل گرم‌تر از

برلین است. طول فصل رشد گیاهان به درجه حرارت وابسته است. به منظور تعیین طول فصل رشد دمای ۶ درجه‌ی سلسیوس به عنوان درجه حرارت آستانه انتخاب شده است زیرا که در بالاتر از این دما بسیاری از گیاهان شروع به رشد می‌کنند. در نمودار تصویر (۲-۸)، خط آستانه در محل دمای ۶ درجه رسم شده است. با استفاده از نمودار می‌توان درجه حرارت تراکمی بالاتر از حد آستانه را محاسبه کرده و سپس فصل رشد را در برلین و سیسیل مقایسه نمود.



تصویر ۲-۸ نمودار تجمعی درجه حرارت در برلین و سیسیل

برای ترسیم نمودار تراکمی اقلیمی لازم است پارامتر درجه - روز^۱ برای هر ماه محاسبه شده و با توجه به محور سمت راست نمودار مقادیر تجمعی آن روی نمودار پیاده شود. به منظور محاسبه‌ی مجموع ماهانه‌ی درجه - روز بایستی میزان آستانه یعنی

1. day-degree

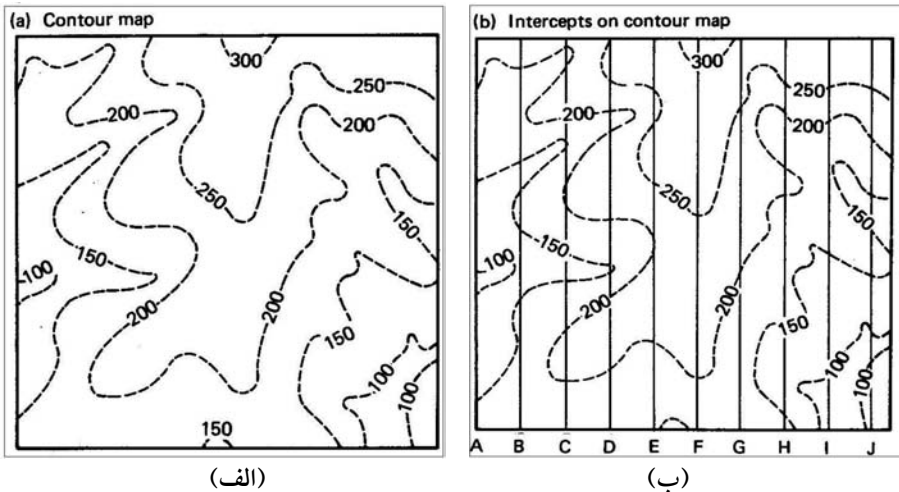
۶ درجه‌ی سلسیوس از درجه حرارت متوسط روزانه کسر گردیده و نتیجه‌ی حاصله در تعداد روزهای آن ماه ضرب شود. مثلاً میانگین روزانه‌ی درجه حرارت ژانویه در سیسیل ۸ درجه‌ی سلسیوس است که از آن، ۶ درجه یعنی میزان آستانه کسر شده و ۲ درجه سلسیوس باقی مانده است. این عدد در ۳۱ (تعداد روزهای ماه ژانویه) ضرب شده و عدد ۶۲ درجه - روز بدست آمده است. در مرحله‌ی بعد، روی نمودار مربوط به سیسیل میزان درجه - روز حاصله در محل مربوط به ماه ژانویه پیاده شده است. در مرحله‌ی دیگر، تعداد درجه - روز تجمعی برای هریک از موقعیت‌های مورد مطالعه محاسبه شده است تا درجه حرارت تراکمی بدست آید. داده‌های نهایی به روی نمودار منتقل می‌شود. با انجام این کار می‌توان شرایط دو موقعیت مورد نظر را مقایسه نمود. علی‌رغم اینکه از ماه می تا اوت برلین نسبت به سیسیل درجه - روز بیشتری دارد ولی در سیسیل فصل رشد، تمامی طول سال را در بر می‌گیرد، در حالی که فصل رشد در برلین به هفت ماه از سال محدود می‌شود. اگرچه سیسیل نسبت به برلین در طول کل سال از درجه - روز تراکمی بیشتری برخوردار است ولی از ژوئن تا اکتبر درجه حرارت تراکمی برلین از سیسیل بزرگ‌تر است. این وضع را منحنی تجمعی روی نمودار نیز نشان می‌دهد. در تصویر (۲-۸) هر دو منحنی تجمعی شکلی شبیه به حرف S دارد. شکل مزبور شکل کلی اوجایو محسوب می‌شود.

۲-۱-۳. منحنی هیپسومتریک

منحنی هیپسومتریک نوعی نمودار خطی تجمعی برای نمایش رابطه‌ی بین ارتفاع زمین و مساحت آن است. این نمودار درصد مساحت اراضی (یا گاهی اوقات مجموع مساحت واقعی زمین مورد مطالعه) را که در دامنه‌های ارتفاعی خاصی قرار می‌گیرد نشان می‌دهد. محور عمودی نمودار هیپسومتریک اختصاص به نمایش ارتفاع اراضی و محور افقی اختصاص به مساحت واقعی یا درصدی زمین‌ها دارد.

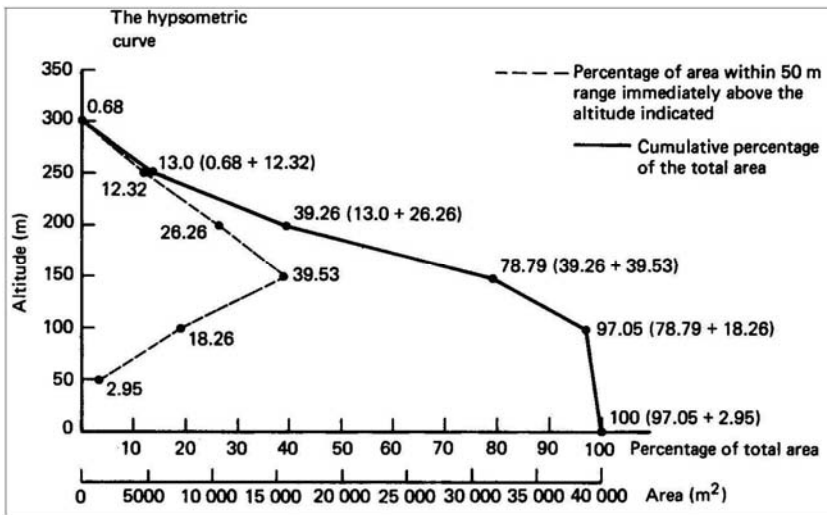
ساخت منحنی هیپسومتریک. به منظور ساخت و ترسیم منحنی هیپسومتریک، ابتدا باید مساحت اراضی واقع در هر منطقه‌ی ارتفاعی محاسبه شود. چنین محاسبه‌ای ایجاد رابطه بین مساحت زمین و فواصل ارتفاعی را امکان‌پذیر می‌سازد. بعد از انجام مرحله‌ی محاسبات، رسم منحنی هیپسومتریک کار نسبتاً ساده‌ای است.

برای محاسبه‌ی مساحت سطوح ارتفاعی، در عرض نقشه‌ی توپوگرافی دارای منحنی تراز، مجموعه‌ای از خطوط موازی و با فاصله مساوی رسم می‌شود و سپس در امتداد خطوط عرضی ترسیم شده، فواصل واقع بین نقاطی که این خط با خطوط منحنی تراز معین تقاطع پیدا می‌کند اندازه‌گیری می‌شود (تصویر ۲-۹، قسمت (ب)). این فواصل را اصطلاحاً برش^۱ می‌نامند. مجموع طول‌های اندازه‌گیری شده می‌تواند برآورد معقولی از مساحت نسبی اراضی اشغال شده توسط مناطق مختلف ارتفاعی به دست دهد. در فرایند اندازه‌گیری می‌باید دقیق عمل نمود زیرا که طول برش‌های حاصل از تقاطع با منحنی ترازها بایستی با طول کل آن خط برابر باشد. چنانچه برای اندازه‌گیری‌ها از واحد کوچکی مانند میلیمتر استفاده شود دقت محاسبه افزایش یافته و در سنجش‌ها عدد اعشاری به دست نخواهد آمد.



تصویر ۲-۹. نقشه توپوگرافی (الف) و برش‌هایی در آن (ب)

تصویر (۲-۱۰) نشان می‌دهد که منحنی هیپسومتریک، نوع یا صورت تجمعی نموداری است که با خطوط بریده در همان تصویر نشان داده شده است. به نظر می‌رسد منحنی هیپسومتریک تصویر (۲-۱۰) شکل خاصی دارد زیرا که در انتهای سمت راست آن تغییر شکل مشخصی مشاهده می‌شود. علت این وضع، کوچکی وسعت اراضی دارای ارتفاع پائین تر از ۱۰۰ متر است.



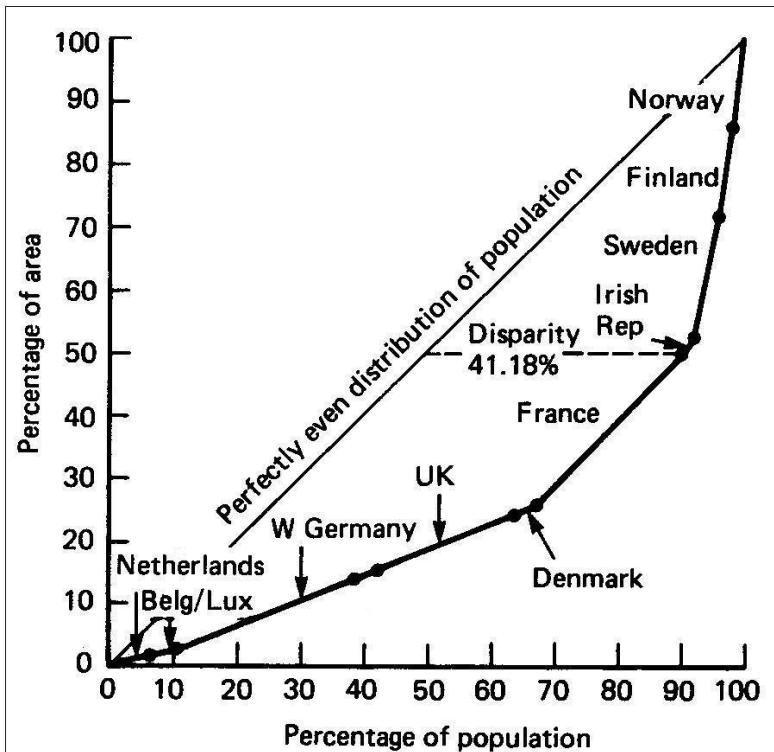
تصویر ۲-۱۰. منحنی هیپسومتریک

در تصویر (۲-۱۰) مقادیر درصدی به ترتیب نزولی و از بیشترین مقدار به کمترین مقدار مرتب شده است. رعایت این قاعده در ساخت و ترسیم منحنی هیپسومتریک ضروری است. به واسطه‌ی نزولی بودن مقادیر، هر یک از درصدهای حاصله نشانگر درصد مساحتی است که ارتفاعی بیش از یک میزان خاص دارد. در تصویر (۲-۱۰)، علاوه بر درصد مساحت، می‌توان اطلاعاتی در خصوص ارتفاع مساحت واقعی اراضی ارائه نمود. محدوده‌ی مورد مطالعه (تصویر ۲-۹ قسمت الف) دارای وسعتی معادل 200×200 متر یعنی $40,000$ مترمربع است. بنابراین ترسیم مقیاس مساحتی به میزان $40,000$ متر مربع متناظر با ۱۰۰ درصد در پائین مقیاس افقی تصویر (۲-۱۰) میسر است.

۲-۱-۲-۴. منحنی لورنس

منحنی لورنس درجه‌ی ناهمواری^۱ را در توزیع جغرافیایی به تصویر می‌کشد. از این نوع منحنی برای نمایش بی‌نظمی در پراکنش جمعیت، درآمد یا تولید کالاهای مختلف می‌توان استفاده نمود.

ساخت منحنی لورنس. منحنی لورنس در نمودار مربع شکل دارای محورهای X و Y رسم می‌شود. محورهای مزبور مقیاس‌های مشابهی دارند و معمولاً برحسب درصد تقسیم بندی می‌شوند. در روی چنین نموداری وجود خط مستقیمی که از قطر مربع می‌گذرد بر توزیع کاملاً متعادل دلالت دارد. مثلاً در تصویر (۲-۱۱) نقاطی که درصد مساحت و جمعیت آن‌ها برابر است بوسیله‌ی خط قطری بهم وصل شده و از این رو بیانگر تراکم جمعیت همسان می‌باشد. میزان انحراف منحنی لورنس از خط قطری، اندازه‌ی اختلاف توزیع واقعی را از توزیع کاملاً منظم نشان می‌دهد. در منحنی لورنس تصویر (۲-۱۱) نقطه‌ای وجود دارد که در آن به جای اینکه به مانند توزیع منظم ۵۰ درصد مساحت، ۵۰ درصد جمعیت را تحت پوشش داشته باشد فقط ۵۰ درصد مساحت شامل بیش از ۹۰ درصد جمعیت است یعنی بیش از ۴۰ درصد اختلاف بین توزیع واقعی و توزیع منظم وجود دارد.



تصویر ۲-۱۱. منحنی لورنس بر اساس تغییرات در تراکم جمعیت اروپای شمال غربی

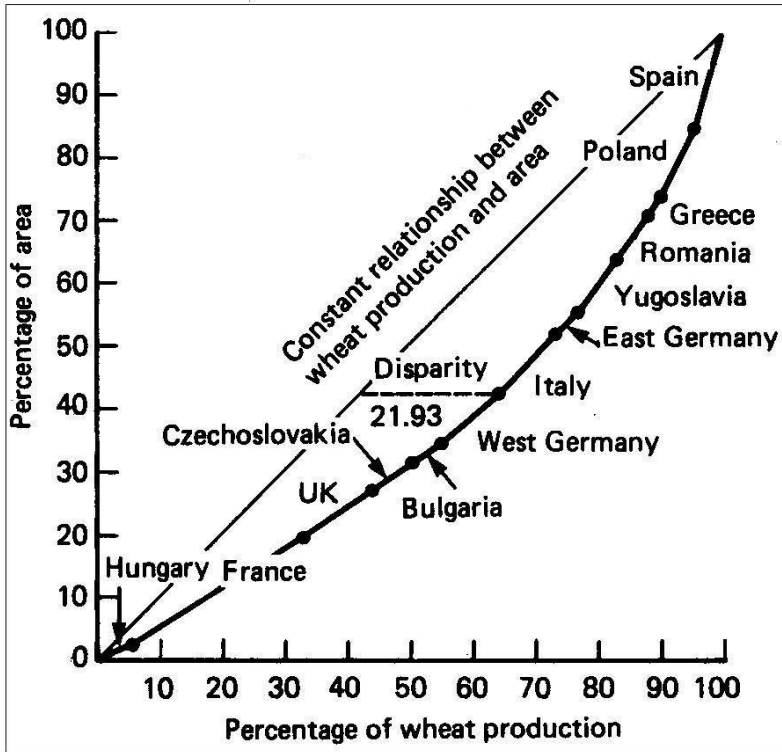
جدول (۲-۲) اطلاعات لازم در این زمینه را ارائه می‌کند. همانگونه که جدول مزبور نشان می‌دهد درصد تجمعی مساحت از هلند تا فرانسه شامل ۴۹/۵۱ (ستون چهارم) است، لیکن در همین مساحت، درصد تجمعی جمعیت ۹۰/۶۹ (ستون هفتم) است.

جدول ۲-۲.

	(i) Tonnes per sq km	(ii) Area (thousands of sq km)	(iii) % of total area	(iv) Cumulative % of total area	(v) Wheat production (millions of tonnes)	(vi) % of total wheat production	(vii) Cumulative % of total wheat production
Hungary	59.14	93	2.88	2.88	5.50	5.96	5.96
France	45.34	547	16.96	19.84	24.80	26.86	32.82
United Kingdom	43.27	245	7.59	27.43	10.60	11.48	44.30
Czechoslovakia	41.41	128	3.97	31.40	5.30	5.74	50.04
Bulgaria	39.64	111	3.44	34.84	4.40	4.77	54.81
West Germany	35.89	249	7.72	42.56	8.94	9.68	64.49
Italy	27.91	301	9.33	51.89	8.40	9.10	73.59
East Germany	27.78	108	3.35	55.24	3.00	3.25	76.84
Yugoslavia	21.56	256	7.94	63.18	5.52	5.98	82.82
Romania	21.01	238	7.38	70.56	5.00	5.42	88.24
Greece	15.80	132	4.09	74.65	2.09	2.26	90.50
Poland	14.15	313	9.70	84.35	4.43	4.80	95.30
Spain	8.6	505	15.65	100.00	4.35	4.71	100.01
		3226	100.00		92.33	100.01	

برای ساخت و ترسیم منحنی لورنس تصویر (۲-۱۱) به روش زیر عمل شده است: اطلاعات مربوط به مساحت و جمعیت ده کشور منتخب در اروپای شمال غربی جمع‌آوری شده است. هدف اصلی این کار انجام تحلیلی در خصوص الگوی تراکم جمعیت در کشورهای منتخب اروپای شمال غربی است. برای این منظور، ابتدا کشورها بر اساس تراکم جمعیت به صورت نزولی (ستون اول جدول ۲-۲) فهرست شده‌اند. (لازم است که بر روی نمودار نیز کشورها به همین ترتیب پیاده شوند) در ستون دوم، مساحت کشورها درج و با هم جمع شده تا مساحت کل کشورهای منتخب بدست آید. اکنون محاسبه‌ی درصد مساحت اشغال شده توسط هر کشور امکان‌پذیر است (ستون سوم) جمع این ستون باید قاعدتاً برابر با ۱۰۰ شود. در ستون چهارم مقادیر ستون سوم به صورت تجمعی درج گردیده که مقدار نهایی آن به مانند مجموع ستون سوم برابر با ۱۰۰ است. در مرحله‌ی بعد، همین مراحل محاسباتی برای داده‌های جمعیتی کشورهای منتخب انجام می‌شود. در ستون پنجم، مجموع جمعیت کشورها محاسبه گردیده و رقم

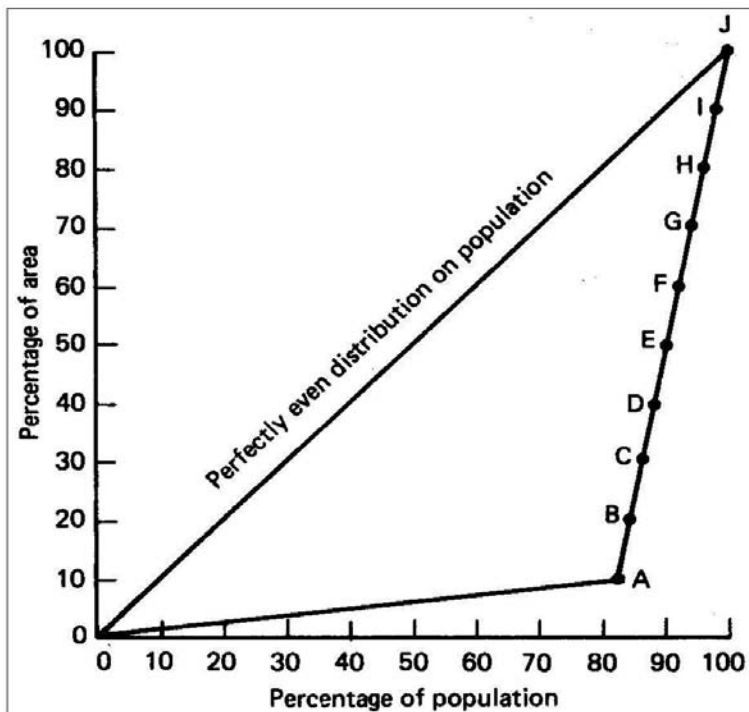
کل ۲۲۲/۵ میلیون نفر بدست می‌آید. در ستون ششم، درصد جمعیت هر کشور و در ستون هفتم مقادیر حاصله از ستون ششم به صورت تجمعی نوشته شده است. سپس با استفاده از ستون های درصد یعنی دو ستون چهارم و هفتم، نمودار رسم می‌شود. ستون چهارم روی محور Y و ستون هفتم روی محور X پیاده می‌گردد.



تصویر ۲-۱۲. منحنی لورنتس بر اساس تغییرات در تمرکز تولید گندم در اروپا

مقایسه‌ی توزیع‌های نشان داده شده در تصویرهای (۲-۱۱) و (۲-۱۲) ساده است. در اروپا تولید گندم (تصویر ۲-۱۲) در مقایسه با جمعیت اروپای غربی از توزیع متعادل‌تری برخوردار است. منحنی لورنس تصویر (۲-۱۲) مشخص می‌سازد که ۵۰ درصد تولید گندم در بیش از ۳۰ درصد مساحت ناحیه گسترده شده، در حالی که تصویر (۲-۱۱) نشان می‌دهد که ۵۰ درصد جمعیت در کمتر از ۲۰ درصد مساحت متمرکز گردیده است. بطور مشابه ۸۰ درصد تولید گندم در ۶۰ درصد مساحت صورت

می‌گیرد ولی ۸۰ درصد جمعیت در ۴۰ درصد ناحیه مستقر است. البته می‌توان چند منحنی لورنس را روی یک نمودار پیاده کرد و بدین ترتیب مقایسه‌ها را ساده‌تر و سریع‌تر انجام داد.



تصویر ۲-۱۳. نمودار لورنتس یک جمعیت فوق‌العاده متمرکز.

تصویر (۲-۱۳) توزیع جمعیت فرضی را به تصویر می‌کشد. توزیع مزبور وضعیت فوق‌العاده متمرکزی دارد. به طوری که بیش از ۸۰ درصد جمعیت در ۱۰ درصد مساحت متمرکز است. با مقایسه‌ی سه نمودار اخیر (تصاویر ۲-۱۱، ۲-۱۲ و ۲-۱۳) می‌توان دریافت که درجه‌ی تمرکز توزیع، توسط اندازه‌ی مساحت موجود بین خط قطری و منحنی لورنس معلوم می‌شود. تصویر (۲-۱۲) دارای کوچکترین مساحت و نیز کمترین درجه‌ی تمرکز است. در تصویر (۲-۱۳) مساحت واقع بین خط قطری و منحنی لورنس بزرگ است که بیانگر بالاترین درجه‌ی تمرکز می‌باشد. البته بطور نظری می‌توان منحنی لورنسی ترسیم کرد که در آن ۹۰ درصد جمعیت در یک درصد

مساحت متمرکز شده باشد. در این صورت می باید مساحت موجود بین خط قطری و منحنی لورنس را به بیشترین حد ممکن رساند.

تعیین درجه‌ی انتظام^۱ یا تمرکز توزیع با محاسبه‌ی شاخص تشابه^۲ امکان‌پذیر است. فرمولی که برای این منظور بکار می‌رود عبارتست از:

مجموع اختلافات درصد مساحت (S)

$$S. I. = 1 - \frac{\text{مجموع اختلافات درصد مساحت}}{100}$$

برای محاسبه‌ی شاخص تشابه ابتدا مجموع اختلاف بین مقادیر متوالی (درصد مساحت) و مقادیر نظیر آن (درصد جمعیت) تعیین می‌شود. سپس مجموع اختلاف بر ۱۰۰ تقسیم شده و مقدار حاصله از عدد یک کسر می‌گردد. چنانچه هیچ اختلافی بین درصدهای مساحت و جمعیت وجود نداشته باشد شاخص تشابه معادل یک خواهد بود. توزیعی که در تصویر (۲-۱۱) نشان داده شده فوق‌العاده نامنظم است. بنابراین شاخص تشابه آن پائین و در حدود ۰/۱۸ می‌باشد. این میزان چندان هم دور از ذهن نیست زیرا اختلاف درصدی مساحت و جمعیت آلمان غربی سابق و بریتانیا (با توجه به جمعیت بالا در ارتباط با مساحت آن‌ها) و در سوئد، فنلاند و نروژ (با توجه به جمعیت کم و مساحت کاملاً زیاد) از عدد ده بیشتر است.

توزیعی که در تصویر (۲-۱۲) نشان داده شده است از انتظام نسبی برخوردار بوده و شاخص تشابه آن ۰/۵۶ می‌باشد. در این توزیع، اسپانیا و فرانسه اختلاف درصدی زیادی دارند زیرا که فرانسه در مقایسه با مساحت کشور، گندم زیادی تولید می‌کند و اسپانیا وضعیت معکوس فرانسه را دارد زیرا که تولید گندم آن در مقایسه با مساحت‌اش اندک است. شاخص تشابه توزیع فرضی موجود در تصویر (۲-۱۳) معادل ۱/۴۴- است. زیرا که در این توزیع فقط یکی از اختلافات درصدی بالغ بر ۷۲ است. شاید در این مورد محاسبه‌ی شاخص تفاوت یا عدم تشابه^۳ مناسب‌تر باشد.

۲-۱-۲-۲. نمودارهای لگاریتمی^۴

لگاریتم عبارت از شکل توانی اعداد است که یک عدد باید به آن توان برسد تا به عدد

1. regularity degree
3. dissimilarity

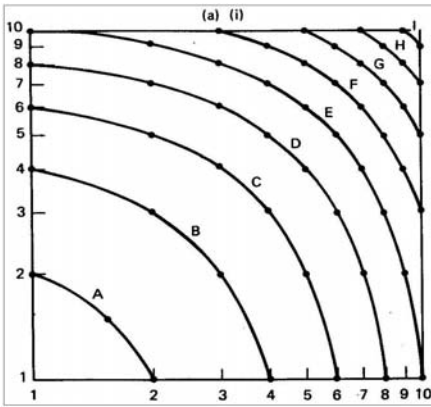
2. similarity index
4. logarithmic graphs

خاصی تبدیل شود. وقتی که عدد ۳۲ بصورت 2^5 نوشته می‌شود ۵ لگاریتم ۳۲ بر پایه‌ی ۲ خواهد بود. مثلاً لگاریتم ۱۰ بر پایه‌ی ۱۰ برابر یک است و عدد ۲ لگاریتم ۱۰۰ بر پایه‌ی ۱۰ است. بنابراین برای رسیدن به عدد ۱۰۰ بایستی عدد ۱۰ را مربع نمود. چنانچه عدد ۱۰ سه بار در خود ضرب شود $(10 \times 10 \times 10)$ عدد ۱۰۰۰ حاصل می‌شود. پس لگاریتم ۱۰۰۰ عدد ۳ است. لگاریتم برای اعداد کمتر از ده نیز قابل محاسبه است. در این گونه موارد، مقدار لگاریتم منفی خواهد بود. مثلاً لگاریتم عدد یک برابر با -1 و لگاریتم $0/1$ مساوی با -2 است.

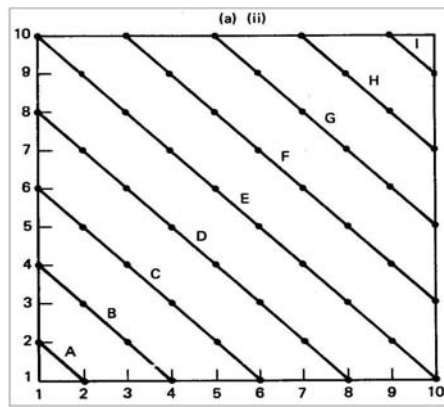
برای کاربرد نمودارهای لگاریتمی دانستن مطالب زیادی در مورد ماهیت لگاریتم لازم نیست، زیرا معمولاً لگاریتم اعداد روی نمودارهای لگاریتمی پیاده نمی‌شود بلکه از کاغذهای ترسیم که محورهای آن مقیاس لگاریتمی دارد و کار نمودارسازی را تسهیل می‌کند استفاده می‌شود (تصویر ۲-۱۴ قسمت الف)). خطوط این نوع کاغذ ترسیم به‌طور متوالی از ۱ الی ۹ و مجدداً از ۱ شماره‌گذاری شده است. فاصله‌ی عرضی موجود بین مقادیر بتدریج کاهش می‌یابد. در تصویر (۲-۱۴) قسمت الف) محورهای اصلی از یک تا ده شماره گذاری شده ولی افزودن صفرهایی به هر محور مقدور است تا بدین ترتیب برد اعداد از ۱۰ تا ۱۰۰ یا ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ یا حتی $0/1$ تا ۱ تغییر یابد. روی نمودار لگاریتمی نمی‌توان مقدار صفر داشت، زیرا که صفر فاقد لگاریتم است. دامنه یا برد مقادیری که روی محورهای نمودار نوشته می‌شود را می‌توان به میزان زیادی افزایش داد. در این صورت هر محور شامل تعدادی از سیکل‌های متوالی عددی خواهد بود. مثلاً در تصویر (۲-۱۵) قسمت ب) برد ارقام روی محور Y از ۱۰ هزار تا ۱۰ میلیون است که در سه سیکل ۱۰ تا ۱۰۰، ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ (در هزار) و ۱ تا ۱۰ در میلیون قرار می‌گیرد. در امتداد محور X سیکل اول شامل ۱ تا ۱۰، سیکل بعدی ۱۰ تا ۱۰۰ و بالاخره سیکل سوم از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ می‌باشد.

نمودارهای لگاریتمی و نیمه لگاریتمی^۱. دو نوع نمودار با مقیاس لگاریتمی وجود دارد. نمودار تصویر (۲-۱۴) قسمت الف) یک نمودار لگاریتمی است. این نمودار دو محور با مقیاس لگاریتمی دارد. ولی در نمودار (تصویر ۲-۱۶) فقط یکی از محورها دارای مقیاس لگاریتمی است. دو نمودار مذکور برای مقاصد کاملاً متفاوتی

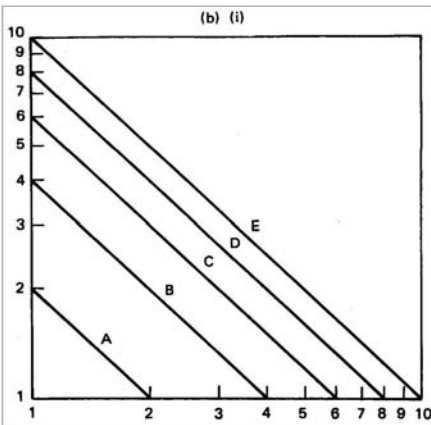
مورد استفاده قرار می‌گیرند. تصویر (۲-۱۴) قسمت (الف) اختلاف موجود بین نموداری با مقیاس حسابی^۱ در قسمت (الف ۲) و نموداری با مقیاس لگاریتمی در قسمت (الف ۱) را به تصویر می‌کشد. علی‌رغم شکل کاملاً متفاوت، این دو نمودار اطلاعات مشابهی را نمایش می‌دهند. تفاوت عمده‌ای که بین آن‌ها وجود دارد آن است که در قسمت (الف ۱) فاصله‌ی خطوط ترسیم شده در گوشه‌ی سمت چپ پائین بزرگ شده و در گوشه‌ی سمت راست بالا کاهش می‌یابد. این وضعیت باعث می‌شود تا خطوط منحنی در قسمت (الف ۱) جایگزین خطوط مستقیم در قسمت (الف ۲) شود.



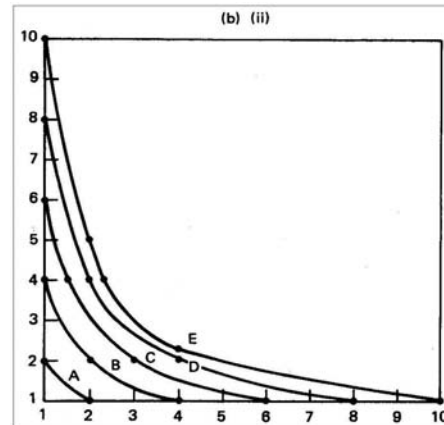
(الف ۱)



(الف ۲)



(ب ۱)



(ب ۲)

تصویر ۲-۱۴. نمودارهای لگاریتمی (الف) و نمودارهای حسابی مربوط به آنها (ب).

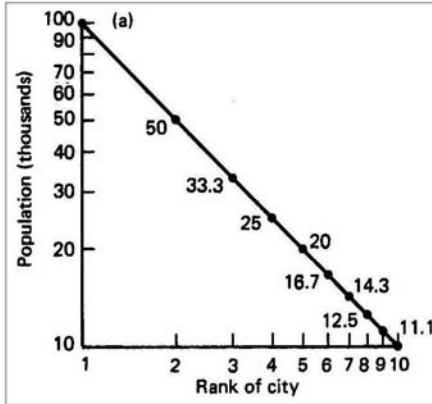
^۱ arithmetic scale

در مواردی که نقاط زیادی بین خط C و مبدا نمودار قرار می‌گیرد استفاده از تصویر قسمت (الف) مناسب است. در این تصویر پهنای مناطق ترسیمی از C به سمت بیرون نمودار افزایش می‌یابد. این وضع نشانگر آن است که ارقام خیلی بزرگ را می‌توان با سهولت بیشتری در نمودار (قسمت الف ۱) نسبت به (قسمت الف ۲) جای داد. نکته اصلی این است که خطوط مستقیم وقتی روی نمودار لگاریتمی پیاده می‌شود شکل انحنایی به خود می‌گیرد.

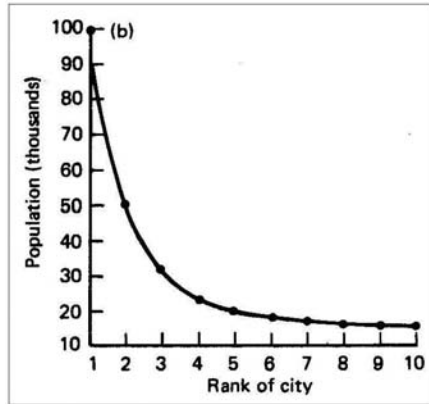
در تصویر (۲-۱۴ قسمت ب) حالت معکوسی رخ داده است. در قسمت (ب ۱) نمودار لگاریتمی خطوط موازی و مستقیم دارد. زمانی که همین داده‌ها با مقیاس حسابی رسم شود خطوط شکل انحنایی یافته و به سمت مبدا نمودار کشیده می‌شود (قسمت ب ۲). بنابراین زمانی که نمودارهایی با مقیاس حسابی و لگاریتمی اطلاعات همسانی را نشان می‌دهند اختلاف زیادی در شکل ظاهری آن‌ها وجود خواهد داشت.

سیاری از روابط موجود در جغرافیای طبیعی و انسانی را می‌توان با کاربرد نمودارهای لگاریتمی به تصویر کشید. نمونه‌ی بارز این گونه کاربردها، پژوهش در زمینه‌ی رتبه - اندازه‌ی^۱ پدیده‌ها است که در تصویر (۲-۱۵) نشان داده شده است. در تصویر (۲-۱۵) قسمت الف، خط قطری نمودار نشانگر جمعیت چند شهر است. بزرگترین شهر ۱۰۰۰/۰۰۰ نفر جمعیت دارد. جمعیت دومین شهر بزرگ ۵۰۰/۰۰۰ نفر (یعنی ۱۰۰ هزار تقسیم بر ۲) و جمعیت سومین شهر بزرگ ۳۳۰/۳۰۰ نفر (یعنی ۱۰۰ هزار تقسیم بر ۳) و همینطور تا آخر است. نمودار لگاریتمی رابطه‌ی رتبه - اندازه‌ی موجود بین دو عنصر مورد بررسی را به وضوح نشان می‌دهد. نمودار حسابی داده‌های مزبور همین اطلاعات را منعکس می‌سازد ولی درک و فهم آن چندان ساده نیست. (تصویر ۲-۱۵ قسمت ب) رابطه‌ی رتبه - اندازه را بر روی مقیاس خیلی بزرگی نشان می‌دهد که هر مقیاسی از سه سیکل لگاریتمی تشکیل شده است. در این نمودار بزرگترین شهر جمعیتی معادل ۱۰ میلیون نفر دارد. براساس قاعده‌ی رتبه - اندازه، نمودار مورد استفاده برآورد ۹۹۹ شهر دیگر را می‌سازد. شهر هزارم (روی محور X) جمعیتی معادل ۱۰/۰۰۰ نفر (محور Y) دارد. نمودارهای لگاریتمی در پژوهش‌های آب‌شناختی نیز کاربرد ارزشمندی دارد. مثلاً بین تخلیه‌ی رودها و مساحت حوضه‌ی

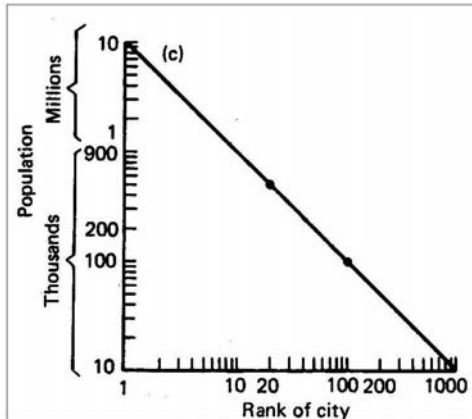
آبگیر آن‌ها و همچنین بین ناهم‌واری و میزان تراکم زهکشی روابط و ترتیبیاتی وجود دارد که به کمک نمودارهای لگاریتمی می‌توان روابط مزبور را به تصویر کشید.



(الف)



(ب)



(ج)

تصویر ۲-۱۵. نمودار قانون رتبه-اندازه.

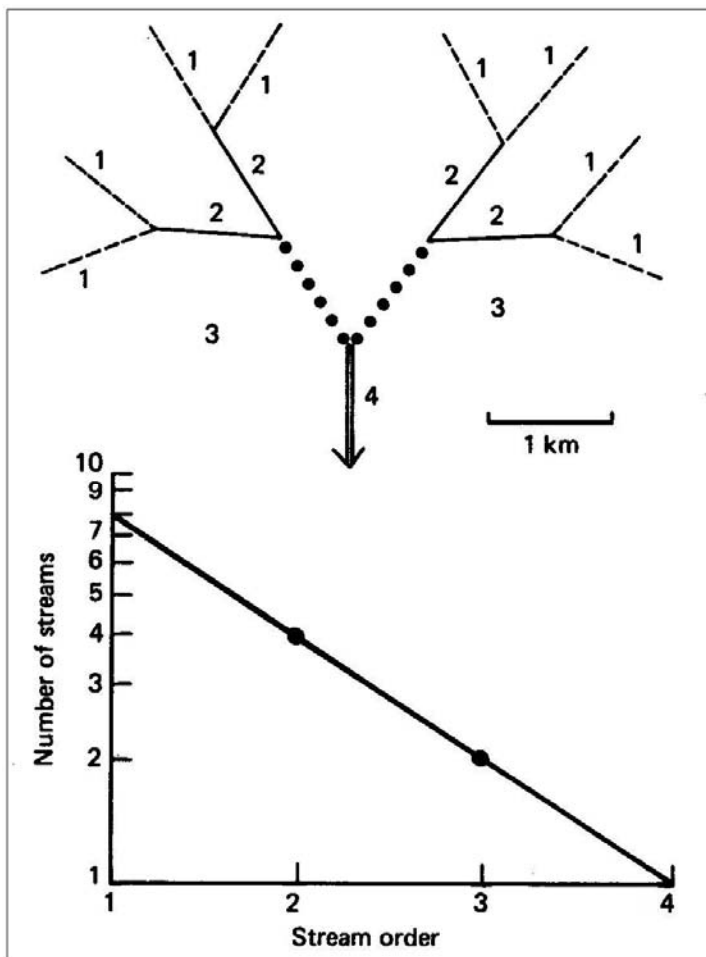
در نمودارهای نیمه لگاریتمی همچنین می‌توان متغیرهای جغرافیایی مرتبط با هم را شناسایی کرد. تصویر (۲-۱۶) نمودار شبکه‌ی زهکشی است که در آن، رودها براساس سیستم استرال^۱ رتبه‌بندی شده است. زمانی که نتایج بررسی، روی نمودار نیمه‌لگاریتمی پیاده شود رابطه‌ی بین رتبه‌ی رود^۲ و تعداد رود آشکار می‌شود. همانطور

1. Strahler

2. stream order

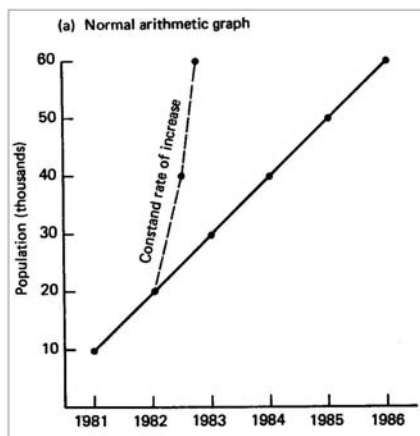
3. stream numbe

که تصویر (۲-۱۶) نشان می‌دهد در حوضه‌ی آب‌شناختی فرضی مورد بررسی، یک جریان با رتبه‌ی ۴، دو جریان با رتبه‌ی ۳، چهار جریان با رتبه‌ی ۲ و هشت جریان با رتبه‌ی یک وجود دارد. مفهوم وضعیت مذکور آن است که تعداد جریان‌های هر رتبه با فاکتور ثابت ۲ تغییر می‌کند. بنابراین تعداد جریان‌ها با تغییر رتبه در هر بار دو برابر تفاوت می‌یابد. نمودارهای نیمه لگاریتمی برای تفسیر بروز تغییرات در طول زمان برای پارامترهایی از قبیل رشد یا کاهش جمعیت، افزایش یا نزول تولید کالاها یا صادرات و واردات کاربرد زیادی دارند.

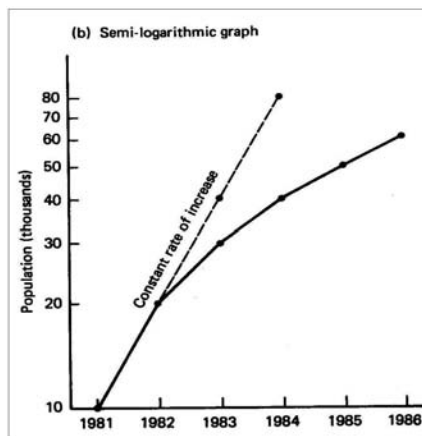


تصویر ۲-۱۶. نمودار نیمه لگاریتمی رتبه و تعداد رود.

تفاوت توانایی نمودار حسابی و منحنی نیمه لگاریتمی در به تصویر کشیدن تغییرات در تصویر (۲-۱۷) نشان داده شده است. در قسمت (الف) این تصویر، خط مستقیم قطری نحوه‌ی افزایش جمعیت را بین سال‌های ۱۹۸۱ و ۱۹۸۶ مشخص می‌کند. این خط کاملاً مستقیم است بنابراین نشان می‌دهد که جمعیت در هر سال با مقدار همسانی (مثلاً ۱۰ هزار نفر) افزایش یافته است. هرچند باید توجه داشت که این مقدار، نرخ ثابت افزایش جمعیت نیست. در سال ۸۲ - ۱۹۸۱ جمعیت از ده هزار نفر به ۲۰ هزار نفر افزایش یافت (افزایشی معادل ده هزار نفر نسبت به سال مبداء یعنی سال ۱۹۸۱ که جمعیت آن ده هزار نفر بود). بنابراین ۱۰۰ درصد افزایش صورت گرفته و جمعیت دو برابر شده است. از سال ۱۹۸۲ تا ۱۹۸۳ جمعیت از ۲۰ هزار نفر به ۳۰ هزار نفر رسیده که افزایشی معادل ده هزار نفر نسبت به سال قبل داشته است. در این صورت نرخ افزایش جمعیت ۵۰ درصد بوده است. برای اینکه در سال‌های ۱۹۸۲ تا ۱۹۸۳ نرخ افزایش ۱۰۰ حفظ شود بایستی جمعیت نسبت به سال ۱۹۸۲ دو برابر شده و به ۴۰ هزار نفر برسد.



(الف)

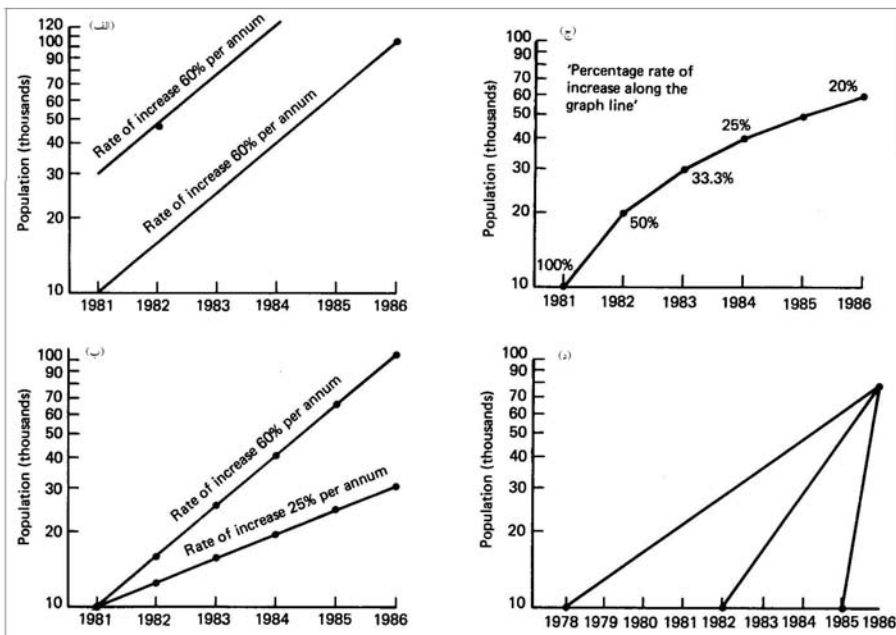


(ب)

تصویر ۲-۱۷. میزان تغییر در نمودار حسابی و نمودار نیمه لگاریتمی

استفاده از نمودار نیمه لگاریتمی جزئیات و حقایق بیشتری در مورد روند افزایش جمعیتی ذکر شده بدست می‌دهد (تصویر ۲-۱۷ قسمت الف). در این نمودار داده‌های

جمعیتی پیاده شده و نرخ ثابت افزایش نیز به صورت یک خط مستقیم نشان داده شده است. این خط نشان می دهد که جمعیت از ۲۰ هزار نفر در سال ۱۹۸۲ به ۴۰ هزار نفر در سال ۱۹۸۳ می رسد. به نظر می رسد به علت قرارگیری دامنه بیشتری از کل جمعیت در محور عمودی و نیز به علت امکان پیش بینی جمعیت آینده بر اساس فرض های رشد جمعیت، قسمت (ب) خیلی مفیدتر از قسمت (الف) است. خط منحنی در نمودار نیمه لگاریتمی دقیقاً برابر با خط مستقیم در نمودار حسابی است. این رابطه نشان می دهد که خط مستقیم قسمت (الف) حکایت از نرخ کاهنده ی افزایش جمعیت دارد.



تصویر ۲-۱۸. میزان های تغییر در نمودارهای نیمه لگاریتمی.

تصویر (۲-۱۸) برخی از ویژگی های تفصیلی نمودارهای نیمه لگاریتمی را خلاصه می کند:

اولاً در این گونه نمودارها نرخ افزایش یا کاهش هر متغیری با شیب خط درون نمودار نشان داده می شود. چنانچه شیب دو خط موجود در روی نمودار نیمه لگاریتمی دقیقاً مشابه باشد، صرف نظر از این که خطوط در کدام قسمت نمودار قرار گرفته

است، هر دو متغیر، نرخ افزایش و کاهش همسانی خواهند داشت. این وضعیت در قسمت (الف) نشان داده شده است.

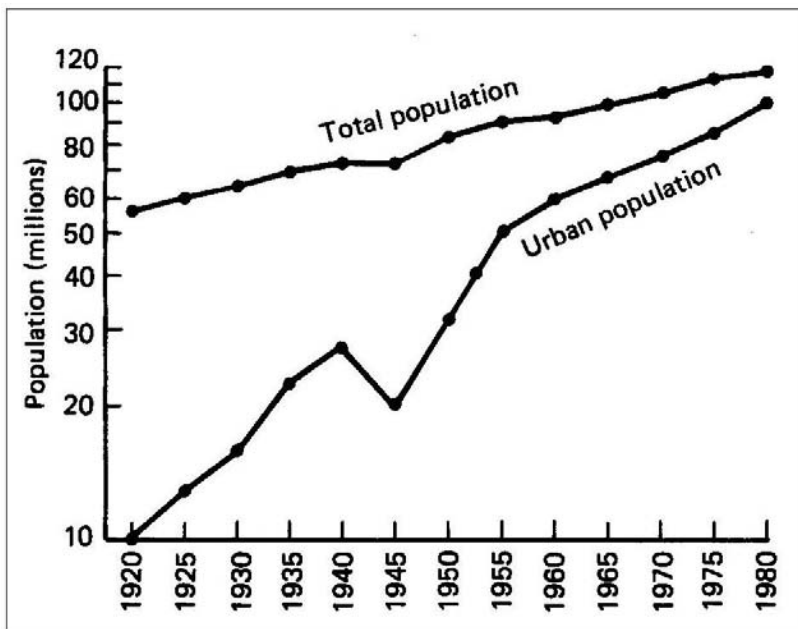
قسمت (ب) قاعده‌ی دیگری را به تصویر می‌کشد. قاعده‌ی مزبور آن است که شیب خط نمودار، نمایانگر نرخ تغییر متغیر است. وجود خطی با شیب کاملاً تند در روی نمودار همواره از نرخ تند افزایش یا کاهش حکایت دارد و خطی با شیب تدریجی و ملایم عکس این حالت را نشان می‌دهد.

در قسمت (ج) اصل دیگری وجود دارد. شیب خط نمودار با رسیدن به مقادیر بزرگ (مانند جمعیت زیاد) ملایم‌تر می‌شود ولی داده‌ها حاکی از افزایش جمعیت با نرخ ثابت ۱۰ هزار نفر در سال است. بنابراین شکل نموداری نشان می‌دهد که افزایشی معادل ۱۰ هزار نفر در سال دلالت بر نسبت کاهنده‌ی جمعیت دارد و از این‌رو افزایش درصدی جمعیت بتدریج کاهش می‌یابد. در سال ۸۲ - ۱۹۸۱ میزان افزایش جمعیت ۱۰۰ درصد بوده (از ده هزار نفر به ۲۰ هزار نفر) ولی در سال ۸۶ - ۱۹۸۵ نرخ افزایش به ۲۰ درصد رسیده است (از ۵۰ هزار به ۶۰ هزار نفر).

قسمت (د) سه نمودار خطی را با شیب‌ها و نرخ‌های افزایش متفاوت نشان می‌دهد. در هر سه مورد میزان جمعیت به مقدار و درصد همسان افزایش یافته است. در هر سه مورد جمعیت سال ۱۹۸۶ برابر با ۸۰ هزار نفر بوده و باز در هر سه مورد میزان جمعیت پایه، زمانی ۱۰ هزار نفر بوده است. با در نظر گرفتن شیب منحنی‌ها می‌توان استنتاج نمود که افزایش جمعیت با سرعت‌های کاملاً متفاوتی رخ داده است.

تصویر (۲-۱۹) اطلاعاتی در مورد افزایش جمعیت ژاپن از دهه‌ی ۱۹۲۰ به بعد ارائه می‌کند. اطلاعات جمعیتی مربوطه به روی نمودار نیمه لگاریتمی پیاده شد تا اطلاعاتی در خصوص تغییرات درصدی جمعیت در سال‌های متوالی استنتاج شود. همانگونه که تصویر نشان می‌دهد جمعیت ژاپن با صرف نظر از یک توقف در اوایل دهه‌ی ۱۹۴۰ پیوسته با نرخ ۶ یا ۸ درصد در سال افزایش یافته است. جمعیت شهری ژاپن نوسان‌های بیشتری را نشان می‌دهد. در سال‌های ۴۵ - ۱۹۴۰ کاهش حدود ۲۷ درصد بروز کرده ولی متعاقب آن یک دوره‌ی افزایش سریع جمعیتی رخ داده است. در سال‌های ۵۰ - ۱۹۴۵ و ۵۵ - ۱۹۵۰ جمعیت شهری افزایشی بیش از ۵۰ درصد داشته است. از سال ۱۹۵۵ جمعیت شهری با نرخ حدود ده درصد در هر دوره‌ی ۵ ساله

افزایش یافته که در مقایسه با کل جمعیت ژاپن نرخ نسبتاً شتابزده‌ای محسوب می‌شود.

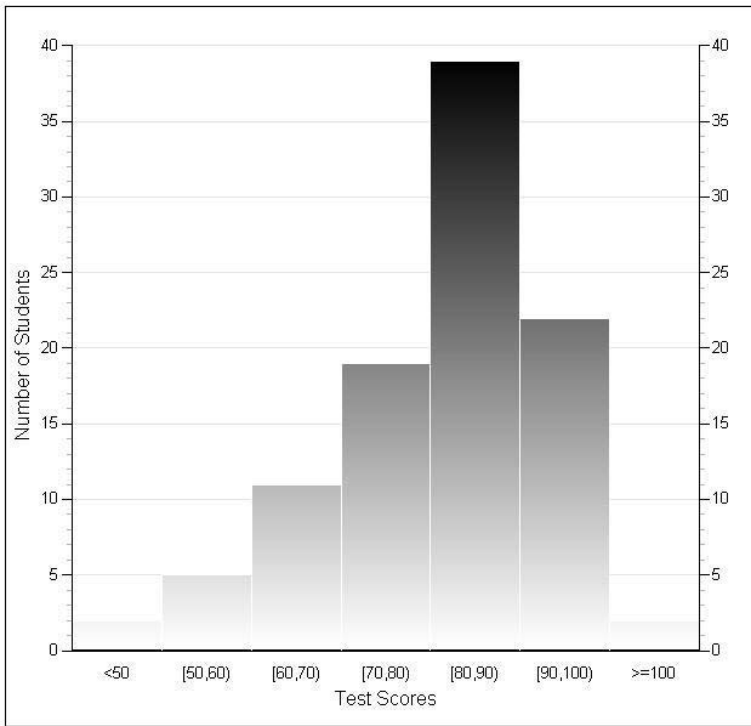


تصویر ۲-۱۹. نمودار رشد جمعیت در ژاپن (۱۹۲۰ تا ۱۹۸۰).

۲-۲-۲. هیستوگرام^۱ یا بافت نگار

هیستوگرام نوعی نمودار است که توزیع فراوانی را به تصویر می‌کشد. این نمودار شامل مجموعه‌ای از ستون‌ها یا مستطیل‌های قائم به هم بافته شده است که از سطح محور X برمی‌خیزد.

ساخت هیستوگرام. در هیستوگرام، مساحت مستطیل‌ها با فراوانی طبقه متناسب است. اگرچه در یک نمودار هیستوگرام ممکن است عرض مستطیل‌ها متفاوت باشد اما برای حفظ رابطه‌ی صحیح بین مساحت مستطیل و فراوانی طبقه باید ارتفاع آن را کاهش داد. در این نمودار به عنوان یک قاعده‌ی کلی، محور X به متغیر مستقل مثل سال و محور Y به متغیر وابسته مانند فراوانی اختصاص دارد (تصویر ۲-۲۰).



تصویر ۲-۲۰. هیستوگرام یا بافت نگار

در هیستوگرام عرض هریک از مستطیل‌ها، عرض طبقه‌ی بین کران بالایی و پائینی را نشان می‌دهد. این فاصله را فاصله‌ی طبقه^۱ می‌نامند. در رسم این نمودار، بین مستطیل‌ها نباید فاصله‌ای وجود داشته باشد، از طرف دیگر در امتداد کل محور X فاصله‌ی طبقه‌ها مساوی در نظر گرفته شود تا از مشکل مساحتی پیش گفته اجتناب گردد. معمولاً یک هیستوگرام حداقل ۵ فاصله‌ی طبقه دارد و نباید تعداد طبقه‌ها را خیلی زیاد کرد به طوری که طبقه‌هایی با فراوانی صفر ظاهر شود.

در امتداد محور X هیستوگرام، مرزهای طبقات مختلف را مرز طبقه^۲ می‌گویند. مشکلی که در مورد این مرز ممکن است بوجود آید مربوط به موقعیت دقیق مرز طبقه است. بدیهی و ضروری است که مرز طبقه را باید به گونه‌ای در نظر گرفت که هیچ فراوانی حذف نشده و یا دو بار به حساب نیاید. برای حل این مشکل می‌توان برحسب نوع داده‌ها، به یکی از طرق زیر عمل کرد:

1. class interval

2. class boundary

۱. یک نوع از داده‌ها گسسته نامیده می‌شود. این نوع داده‌ها معمولاً حداقل با اختلاف یک واحد افزایش یا کاهش می‌یابد، مانند تعداد کودکان در خانواده. در نمایش گرافیکی این نوع داده‌ها با استفاده از هیستوگرام و تعیین فاصله و مرز طبقه مشکل خاصی وجود ندارد و می‌توان داده‌ها را در فاصله‌های مثلاً ۳-۱ و ۶-۴ و ۹-۷ و غیره مرتب کرد. ماهیت موضوعی که در روی نمودار پیاده می‌شود به گونه‌ای است که هیچ مقداری نمی‌تواند بین ۳ و ۴ یا ۶ و ۷ و غیره قرار گیرد.

۲. داده‌های ممتد از طریق سنجش و اندازه‌گیری به دست می‌آید و ممکن است حتی چند رقم اعشار نیز داشته باشد. در این گونه مواقع نیز از هیستوگرام استفاده می‌شود. یک طبقه می‌تواند از ۱۰ تا ۱۹/۹۹۹۹ گسترده شود و در این صورت کران بالای طبقه در واقع همان عدد ۲۰ خواهد بود. اما در روی نمودار نباید مرزهای طبقات همپوشی داشته باشد برای اجتناب از این مشکل در روی نمودار ذکر می‌شود طبقه از ۱۰ تا کمتر از ۲۰ گسترده شده است.

معمولاً در محور X نمودار هیستوگرام به جای مشخص کردن محل مرزهای طبقات، نشان طبقه^۱ رسم می‌شود. نشان طبقه، نقطه‌ی میانی فاصله‌ی طبقه است. برای محاسبه‌ی آن کافی است مقدار عددی مرز بالایی و پائینی طبقه جمع شده و سپس بر ۲ تقسیم گردد. برای داده‌های گسسته مثل فاصله‌ی ۲۴ - ۲۰، ۲۹ - ۲۵ و ۳۴ - ۳۰ نشان طبقه به ترتیب ۲۲، ۲۷ و ۳۲ است. برای محاسبه‌ی نشان طبقه در داده‌های ممتد نیز روش کار همین‌گونه است. مثلاً در طبقه‌ی ۱۰ تا کمتر از ۲۰، نشان طبقه عبارت است از $10 + 19/9999$ تقسیم بر ۲، که این عمل ریاضی در واقع همان $10 + 20$ تقسیم بر ۲ یعنی ۱۵ است.

شکل هیستوگرام. شکل این نمودار براساس ویژگی‌های حاصل از ماهیت ظاهری مستطیل‌های سازنده‌ی آن تشریح می‌شود. یکی از ویژگی‌های شکلی هیستوگرام، چولگی^۲ آن است. این خصلت به تعادل یا تقارن نمای کلی هیستوگرام مربوط است. اگر هیستوگرام به جای تقارن، راسی متمایل به چپ مرکز و دنباله‌ای به سمت راست داشته باشد در این صورت چولگی آن مثبت خواهد بود که در آن تمایل دنباله به سمت مقادیر بزرگتر است. هیستوگرامی که دنباله‌ی آن به سمت چپ و راس

آن به سوی راست متمایل باشد چولگی منفی خواهد داشت. در تصویر (۲-۲۰) هیستوگرام چولگی منفی دارد.

ویژگی دیگر هیستوگرام در ارتباط با اختلاف فراوانی‌های هر طبقه است. طبقه‌ای که بالاترین فراوانی را دارد و قطعاً مستطیل نموداری آن نیز بلندترین خواهد بود، طبقه‌ی نمایی^۱ نامیده می‌شود. چنانچه هیستوگرام یک طبقه‌ی نمایی منفرد داشته باشد و فراوانی سایر طبقه‌ها بطوریکه‌نواخت به سمت راست و چپ نمودار کاهش یابد در این صورت آن را تک نمایی^۲ می‌نامند. در برخی موارد ممکن است مستطیل نموداری دو طبقه بالاتر از بقیه بوده و توزیع دو نمایی^۳ باشد. اگر در روی نمودار چند راس وجود داشته باشد توزیع چندنمایی^۴ است.

کشیدگی^۵ اصطلاح دیگری است که برای تشریح شکل هیستوگرام بکار می‌رود. این اصطلاح به اختلاف‌های موجود در ارتفاع مستطیل‌ها اشاره می‌کند. نموداری که مستطیل‌های تقریباً هم ارتفاع دارد را هیستوگرام پهن^۶ می‌نامند و اگر در نمودار تنها یک راس بلند وجود داشته باشد به آن کشیده^۷ گویند. شکل معمولاً واسط بین دو حد افراطی فوق، میانه پهن^۸ است. البته لازم به ذکر است که این اصطلاحات علاوه بر هیستوگرام برای انواع دیگر نمودارهای فراوانی نیز بکار می‌رود.

۲-۲-۳. نمودار چندضلعی فراوانی^۹

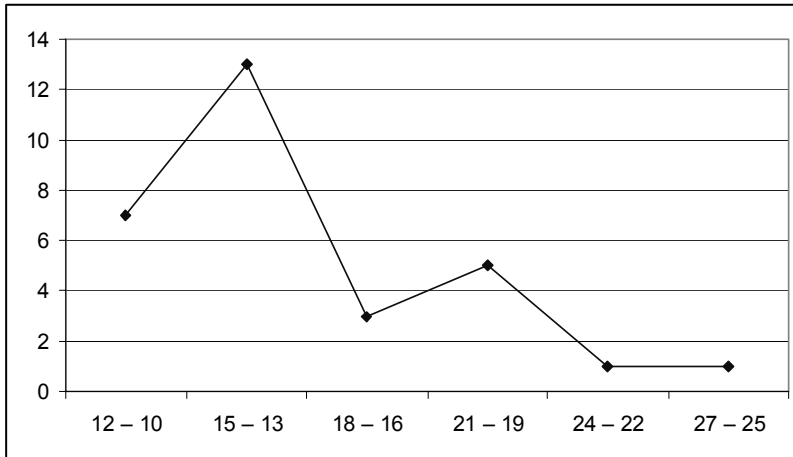
ساخت چندضلعی فراوانی. این نمودار شباهت زیادی به هیستوگرام دارد. محور X آن نشانگر فراوانی بوده و محور Y مختص نشان طبقه است. برای رسم نمودار چند ضلعی فراوانی از روی یک هیستوگرام، باید نقطه‌ی میانی قسمت فوقانی مستطیل‌های هیستوگرام را مشخص کرده و با خطوط مستقیمی آن‌ها را به هم پیوند داد. با این ترتیب چند ضلعی فراوانی همان مساحت هیستوگرام را می‌پوشاند. البته برای ساخت چندضلعی فراوانی ضرورتی به رسم اولیه‌ی هیستوگرام نیست. برای این منظور کافی است در روی نمودار دو محوری متعامد، فراوانی‌ها نسبت به نشان هر طبقه پیاده شده و نقاط حاصله با خط بهم متصل گردد (تصویر ۲-۲۱). البته دو انتهای نمودار چند

1. modal class
4. multimodal
7. leptokurtic

2. unimodal
5. kurtosis
8. mesokurtic

3. bimodal
6. platykurtic
9. frequency polygon

ضلعی فراوانی را می‌توان در آن سوی نخستین و آخرین طبقه امتداد داده و به محور X متصل کرد. ماهیت چند ضلعی فراوانی را می‌توان به مانند هیستوگرام با اصطلاحات مشابهی (چولگی، کشیدگی و غیره) تشریح کرد.



تصویر ۲-۲۱. نمودار چندضلعی فراوانی

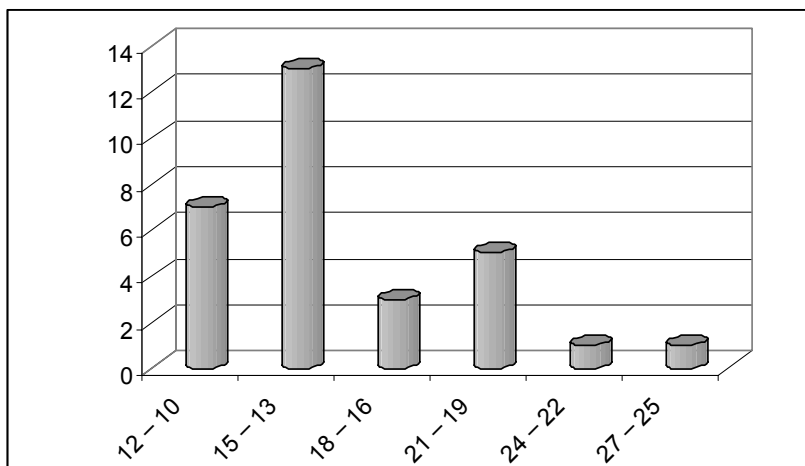
گاهی اوقات چند ضلعی فراوانی شکل هموار پیدا کرده و یک منحنی فراوانی تخت می‌سازد. در صورتی که تعداد طبقات کم و فاصله‌ی طبقه‌ای زیاد باشد استفاده از چنین منحنی می‌تواند به برداشت‌های غیر دقیق بیانجامد.

۲-۲-۴. نمودار میله‌ای^۱

ساخت نمودار میله‌ای. نمودار میله‌ای شبیه به هیستوگرام بوده و اغلب شامل مجموعه‌هایی از ستون‌ها یا مستطیل‌های قائمی است که از محور افقی نمودار به سمت بالا کشیده شده است. البته این نمودار تفاوت‌های مهمی نیز با هیستوگرام دارد. در نمودار میله‌ای برعکس هیستوگرام، پهنای ستون‌ها مهم نیست، تمامی ستون‌ها عرض مشابهی داشته و معمولاً فاصله‌ای بین ستون‌های مجاور ایجاد می‌شود. البته استثنائاً در نمودارهای میله‌ای نشانگر میزان بارندگی این فاصله حذف می‌شود. در هیستوگرام،

1. bar chart

مساحت ستون‌ها در ارتباط با کمیت است ولی در این نمودار طول ستون‌ها یا میله‌ها با کمیت مورد نمایش ارتباط دارد (تصویر ۲-۲۲).



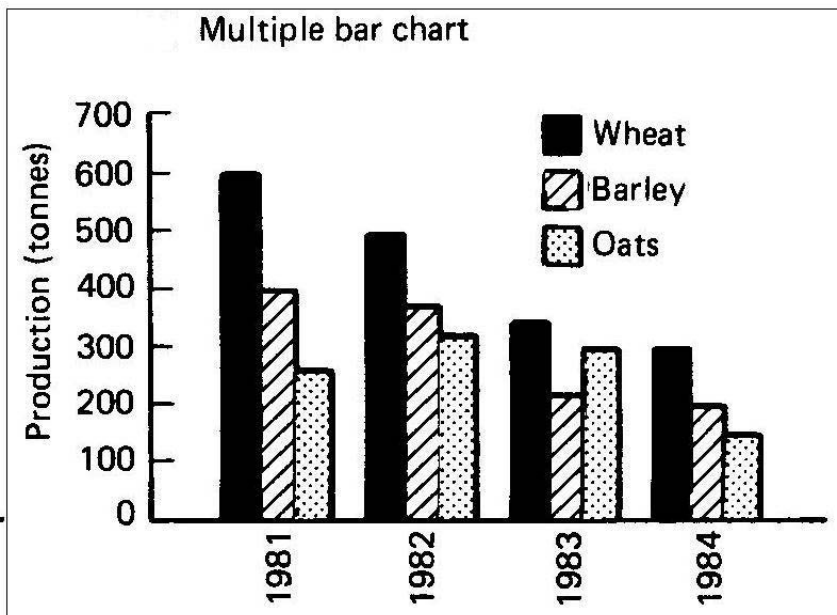
تصویر ۲-۲۲. نمودار میله‌ای

در جغرافیا، محور افقی نمودار میله‌ای معمولاً برحسب نواحی مانند کشورها و خرده شهرها یا برحسب بازه‌های زمانی مثل ماه‌های سال یا توالی سال‌های مختلف تقسیم‌بندی می‌شود. مقیاس محور قائم نیز ماهیت حسابی دارد و اندازه‌ی عناصری مانند مساحت ناحیه‌ای، تعداد جمعیت، میزان تولدها، تراکم جمعیت و بسیاری ویژگی‌های اندازه‌گیری شده‌ی مربوط به نواحی یا دوره‌های زمانی که در امتداد محور افقی پیاده شده را نشان می‌دهد.

تمامی نمودارهای میله‌ای از خط صفر در روی محور قائم شروع می‌شود. همانگونه که پیش‌تر هم ذکر شد چنانچه ستون‌ها یا میله‌ها، مربوط به اعداد بزرگ بوده و در ضمن طول تقریباً مشابهی داشته باشد برای جلوگیری از طولانی شدن ستون‌ها، همانطور که قبلاً دیدیم می‌توان در بخش پائینی محور Y اقدام به شکستن مقیاس این محور کرد و محل شکستگی را با خط منکسر یا زیگزاگ نشان داد (تصویر ۲-۲).

در نمودار میله‌ای، صفت و ویژگی مورد نمایش ممکن است از چند جزء مولف تشکیل شده و داده‌های لازم در مورد آن‌ها نیز در دسترس باشد. در این‌گونه موارد

می‌توان میله‌ها یا مستطیل‌های نمودار میله‌ای را براساس ناحیه یا زمان گروه‌بندی کرد تا مقایسه‌ی دو یا چند مجموعه مختلف را نشان دهد. نموداری که چنین ماهیتی دارد نمودار میله‌ای چندگانه^۱ نامیده می‌شود (تصویر ۲-۲۳). به منظور بالا بردن توان اطلاع‌رسانی معمولاً در روی این نوع نمودارها بیش از ۳ عنصر نمایش داده نمی‌شود.



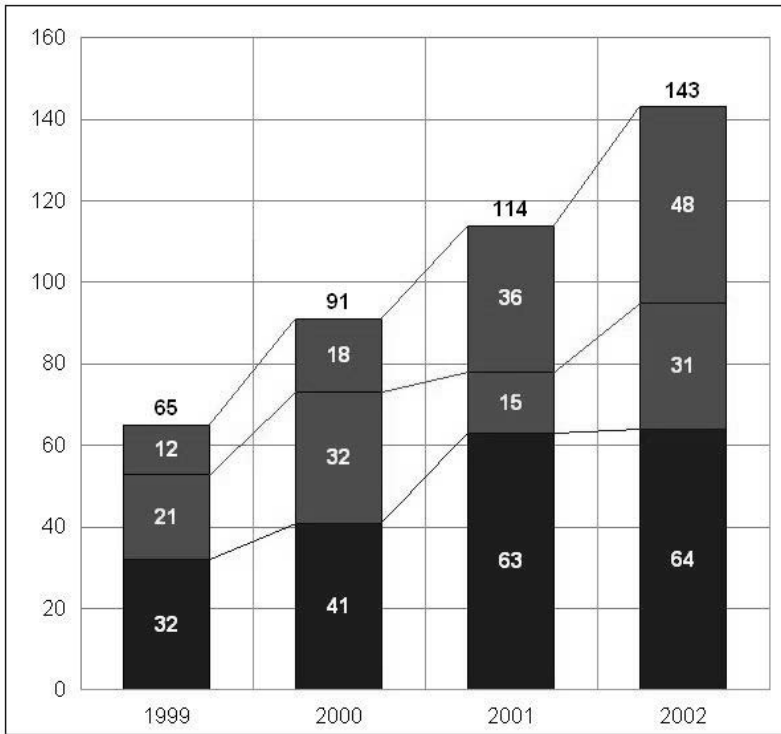
تصویر ۲-۲۳. نمودار میله‌ای چندگانه

به جای گروه‌بندی مستطیل‌ها در کنار هم، می‌توان طول کلی یک مستطیل قائم منفرد را به چند (سه) گروه تقسیم کرد (تصویر ۲-۲۴) در این صورت نمودار میله‌ای اجزایی یا مرکب^۲ ساخته می‌شود.

در نمودار میله‌ای مرکب، معمولاً عنصری که از پایداری و ثبات بیشتری برخوردار است در بخش پایینی و متغیرترین آن‌ها در بالای هر مستطیل یا میله قرار می‌گیرد. با رعایت این اصل از انتقال اثر تغییرات آن عنصر به سمت بالا جلوگیری می‌شود و نمودار به سبب آشفتگی کمتر جلوه‌ی بصری بهتری می‌یابد.

1. multiple bar chart

2. component or compound bar chart



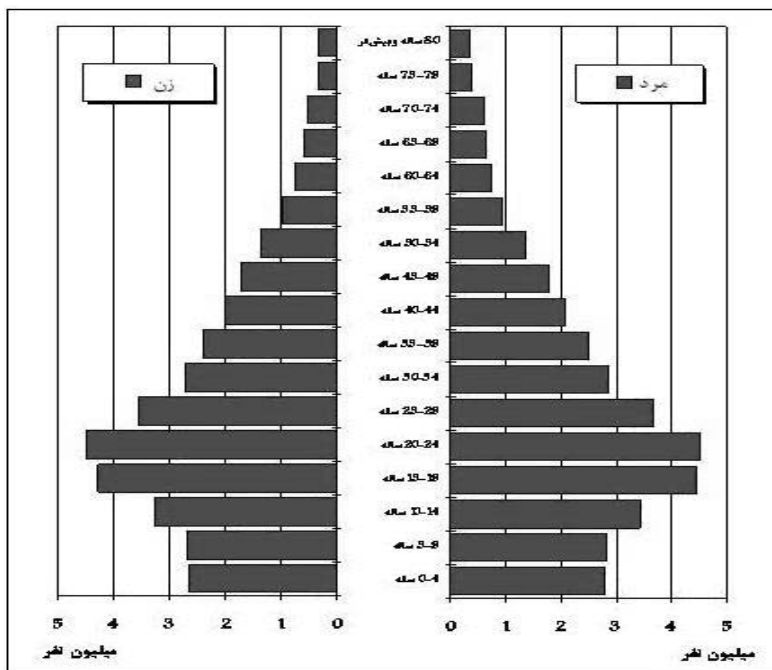
تصویر ۲-۲۴. نمودار میله‌ای مرکب

گاهی اوقات، ستون‌های نمودار میله‌ای بطور افقی تنظیم می‌شود. این کاری است که در مورد هرم سن - جنس^۱ جمعیت انجام می‌شود (تصویر ۲-۲۵).
 بدیهی است زمانی که نمودار میله‌ای به میزان ۹۰ درجه چرخانده شده و جهت مستطیل‌های آن افقی شود، صرفاً محل محورهای عنصر- زمان (X,Y) تغییر می‌کند. چنانچه جغرافیدان بخواهد در روی یک نمودار، هم افزایش و هم کاهش یک عنصر را نشان دهد معمولاً مناسب تر است تا ستون‌های این نمودار در جهت افقی قرار گیرد. در این صورت مستطیل‌های نشانگر افزایش به سمت راست محور صفر امتداد می‌یابد و مستطیل‌های نمایانگر کاهش عنصر مورد مطالعه، به سمت چپ متمایل می‌شود. نموداری که با این ویژگی ترسیم می‌گردد نمودار میله‌ای واگرایی^۲ یا نمودار تغییر^۳ نامیده می‌شود.

1. age - sex pyramid

2. divergence bar chart

3. change chart



تصویر ۲-۲۵. هرم سنی جمعیت ایران در سال ۱۳۸۵

۲-۲-۵. نمودار دایره‌ای^۱

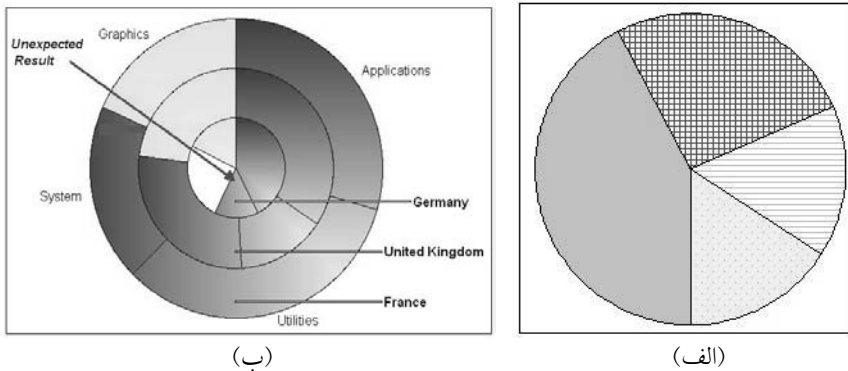
ساخت نمودار دایره‌ای. نمودارهای دایره‌ای را می‌توان به دو نوع تقسیم کرد: نوع نخست آن شامل نمودار ساعتی^۲ یا نمودار قطبی^۳ است که در آن مقادیر عددی در مقیاسی نشان داده می‌شود که از مرکز دایره به سمت محیط کشیده شده است. نوع دیگر آن، نمودار کلوچه‌ای، قطاعی^۴ یا دایره‌ی منقسم^۵ است. در این نوع نمودار دایره‌ای دو مقیاس وجود دارد، یکی از مرکز دایره به سوی محیط امتداد یافته و دیگری دور محیط دایره کشیده شده است.

نمونه‌های نمودار کلوچه‌ای در تصویر (۲-۲۶) ارائه شده است. در این نوع نمودار، مساحت دایره با مجموع کمیت داده‌ها متناسب است. دایره نیز بوسیله‌ی خطوط شعاعی به قطاع‌هایی تقسیم شده که از نظر اندازه متناسب با بخش‌های اجزایی داده‌ها می‌باشد.

1. circular graph
4. pie chart

2. clock graph
5. divided chart

3. polar graph



تصویر ۲-۲۶. نمودار دایره‌ای ساده (الف) و نمودار دایره‌ای مرکب (ب)

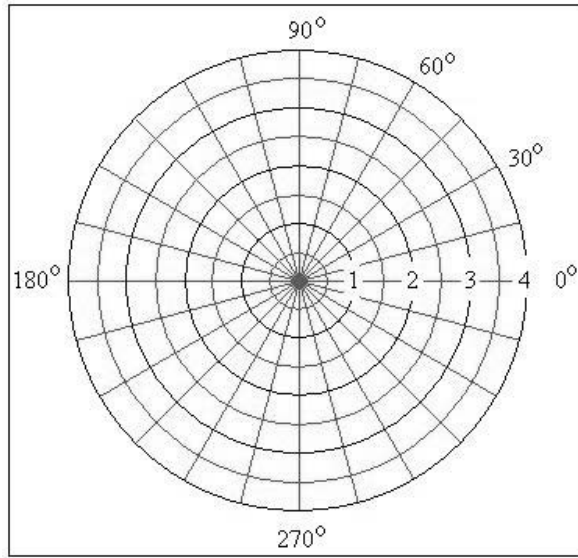
برای ترسیم نمودار، دایره‌ای کشیده می‌شود که از نظر مساحت با کل کمیت مورد نمایش متناسب است. شعاع دایره‌ی مذکور برحسب میلیمتر، سانتیمتر یا واحد دیگر از جذر کمیت کل بدست می‌آید.

برای هر مجموعه از مقادیر دایره‌ی جداگانه‌ای رسم می‌شود. سپس دایره به قطعه‌هایی تقسیم می‌گردد که از نظر اندازه با مقدار مورد نمایش متناسب است. کمال مطلوب آن است که دایره حداقل ۴ قطاع داشته باشد. لیکن اگر تعداد قطاع از ۱۰ تجاوز کند استفاده از نمودار مشکل‌تر می‌شود. از طرف دیگر باید توجه داشت رسم قطاع‌ها گاهی اوقات با سختی‌هایی روبرو است بویژه در مواقعی که کارتوگراف مجبور است برای نمایش مقادیر کم، قطاع کوچک و باریک رسم کند. برای سهولت کار می‌توان از کاغذ ترسیمی مختصات قطبی استفاده کرد (۲-۲۷). نمودار قطاعی هم براساس داده‌های درصدی و هم داده‌های خام تهیه می‌شود.

اگرچه مقادیر واقعی را نمی‌توان به سادگی از روی نمودار قطاعی خواند لیکن این نمودار برداشت کلی کارآمدی در خصوص اختلاف‌ها و شباهت‌ها را ارائه می‌کند. با توجه به مراحل کلی که برای ساخت این نوع نمودارها بیان شد رسم آن‌ها نسبت به نمودارهای میله‌ای مشکل‌تر است ولی نمودارهای قطاعی یا کلوچه‌ای می‌تواند ارتباط میان تقسیمات فرعی و مقدار کل را به نحو شایسته‌ای نشان دهد.

این نوع نمودارها در تالیف نقشه‌های آماری نیز مفید است و برای این منظور می‌توان نمودارهای قطاعی کوچک را در نقشه‌ی کلی کشورها یا دیگر نواحی اداری

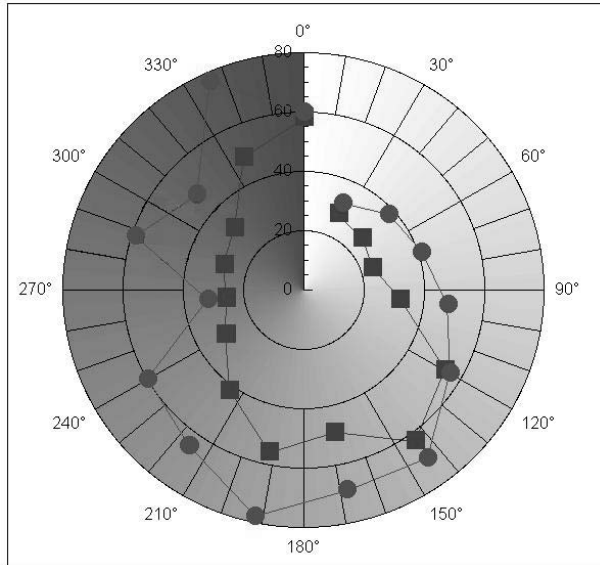
وارد کرده و ویژگی‌های آن‌ها را نشان داد. ماهیت دایروی این نمودار سبب شده تا نسبت به نمودار میله‌ای شکل فشرده‌تری داشته و درخور فضاهای نسبتاً کوچک باشد.



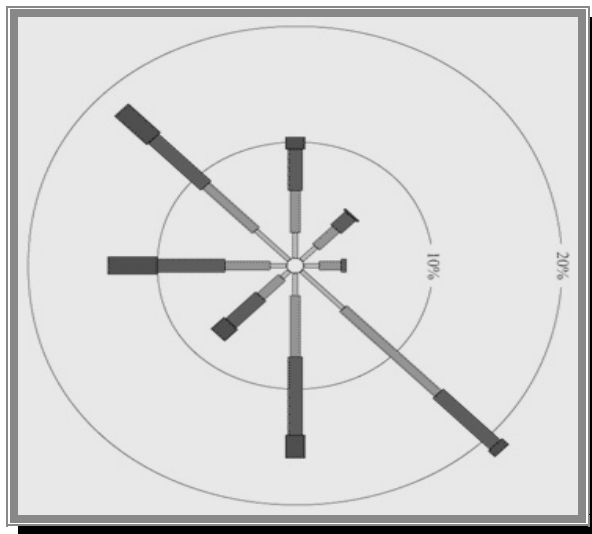
تصویر ۲-۲۷. نمونه‌ای از کاغذ ترسیمی قطبی

نمودار قطبی. نمودار قطبی با نمودار قطاعی تفاوت دارد. در این نمودار برعکس نمودار کلوچه‌ای که مقیاسی در محیط دایره دارد مقیاس بطور شعاعی از مرکز نمودار به سمت حاشیه امتداد می‌یابد. بدین ترتیب مقادیر مختلف مربوط به متغیر مورد نمایش به شکل شعاع‌هایی از مرکز نمودار رسم می‌شود. بر این اساس معمولاً کمترین مقدار شعاع کوتاه‌تری داشته و در کمترین فاصله از مرکز قرار می‌گیرد (تصویر ۲-۲۸). گرداگرد نمودار بر مبنای ماهیت مقادیر به گروه‌هایی مثل ماه‌های سال یا ساعات روز تقسیم می‌شود. چنانچه محیط دایره به ۱۲ زیرگروه تقسیم شود قطاع‌های 30° بدست می‌آید و اگر آن به ۲۴ زیرگروه تقسیم گردد قطاع‌های حاصله 15° خواهد بود. از نمودارهای قطبی معمولاً برای نمایش داده‌هایی استفاده می‌شود که به تکرار در توالی دوره‌های زمانی گرایش دارد، مانند میانگین ماهانه‌ی درجه حرارت و بارندگی. در گلباد^۱ محیط دایره به جای ماه‌های سال به قطاع‌هایی جهت نمای ۸ گانه

(N,NE,E,SE,...) یا ۱۶ گانه (N,NNE,NE,ENE,...) تقسیم می‌شود. در این نمودار خطوط یا ستون‌های منشعب از مرکز نشانگر قدرت یا فراوانی نسبی بادهایی از جهت‌های مختلف است (تصویر ۲-۲۹)



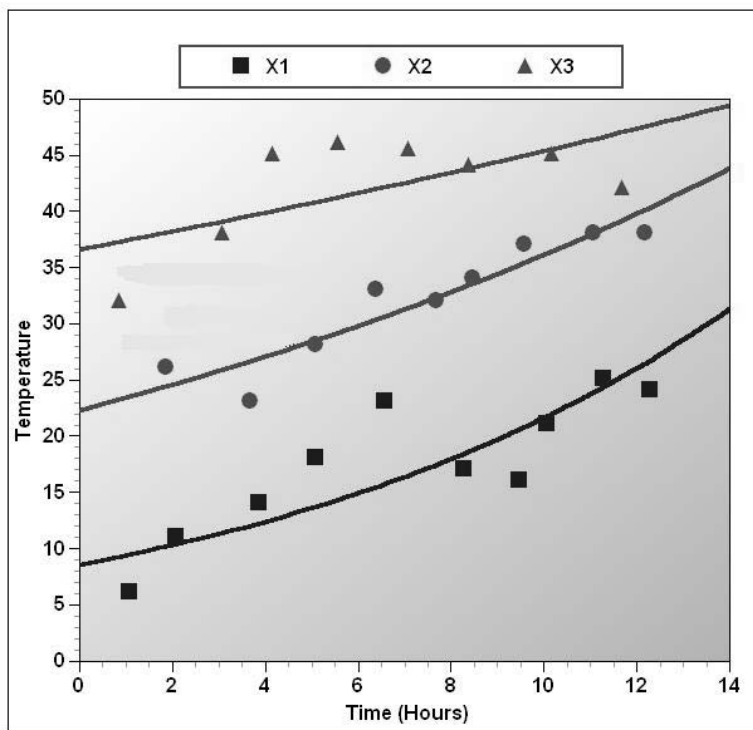
نمودار ۲-۲۸. نمودار قطبی.



تصویر ۲-۲۹. نمونه‌ای از یک گلباد

۶-۲-۲. نمودار پراکنش^۱

این نوع نمودار ارتباط میان دو یا چند متغیر را بوسیله‌ی پراکنش نقاط به تصویر می‌کشد. اگر دو متغیر وجود داشته باشد یکی از آن‌ها در روی محور X و متغیر دیگر روی محور Y قرار می‌گیرد. در نمودار پراکنش ضروری نیست که یک متغیر وابسته و دیگری مستقل باشد. بنابراین یکی از متغیرها بر اندازه‌ی دیگری تاثیری ندارد. با وجود این برخی از نمودارهای پراکنش با ترکیب کردن متغیرها اطلاعات نوینی ارائه می‌کند و در واقع به مانند محاسبه‌ی کننده‌های آماده شده از قبل بکار می‌رود. در تصویر (۲-۳۰) دما در ساعات مختلف برای سه موقعیت نشان داده شده است.



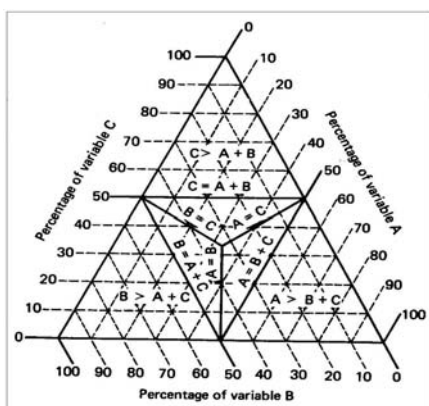
تصویر ۲-۳۰. نمودار پراکنش

نمودار سه گوش. نمودارهای پراکنش را می‌توان برای سه متغیر نیز بکار برد. در این صورت نمودار بایستی سه محور و شکل مثلثی داشته باشد. تصویر (۲-۳۱) طرح

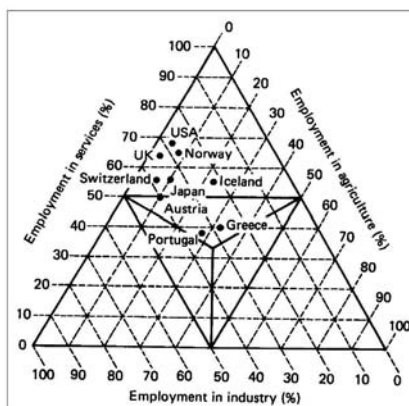
1. scatter diagram

این نوع نمودار را نشان می‌دهد. مقادیر مربوط به سه متغیر بر حسب درصد در روی اضلاع مثلث قرار گرفته است. به هنگام پیاده کردن مقادیر سه متغیر در روی نمودار باید دقت زیادی مبذول شود زیرا که خطوط شبکه با زاویه‌های مختلفی امتداد می‌یابد. سه مجموعه اعداد درصدی از صفر تا ۱۰۰ به صورت متوالی و در دنباله‌ی هم بر روی اضلاع نمودار پیاده می‌شود. در مرحله‌ی بعد برای هر یک از سه مجموعه اعداد، خطوط نمایانگر مقادیر درصدی مختلف با زاویه‌های متفاوت رسم می‌شود.

تصویر (۲-۳۱) همچنین برخی از اطلاعات موجود در نمودار مثلثی و سودمندی آن را در تفسیر پراکنش نقاط نشان می‌دهد. باید خاطر نشان کرد که مجموع درصدهای سه متغیر برای هر نقطه در روی نمودار همواره برابر با ۱۰۰ خواهد بود. جغرافیدان با کمی تمرین، می‌تواند تفسیر این نوع نمودارها را کاملاً به آسانی انجام دهد.



(الف)



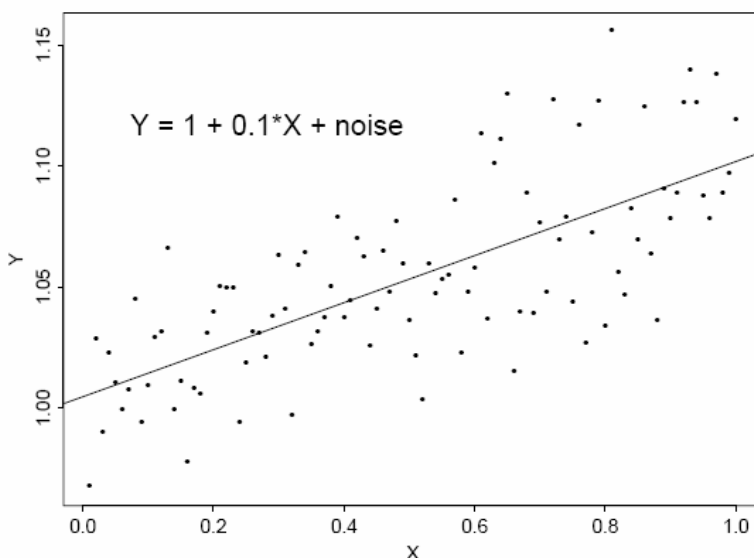
(ب)

تصویر ۲-۳۱. نمودار سه گوش و رابطه بین متغیرها

انواع دیگر نمودار پراکنش، متغیر مستقلی دارد که در روی محور X قرار می‌گیرد و محور Y آن مختص متغیر وابسته است. جغرافیدانان در دیدگاه علمی مبتنی بر بررسی علت - معلولی مکرراً به شناسایی ارتباط متغیر مستقل و وابسته اقدام می‌کنند تصویر (۲-۳۱) ارتباط موجود بین متغیرهای مستقل و وابسته را به صورت نموداری نشان می‌دهد. در این نوع نمودار اگر نقاط یک خط را بسازد، بنابراین می‌توان گفت همبستگی متغیرها ماهیت خطی دارد. اگر مجموعه‌ی نقطه‌ها یک خط کامل را تشکیل

ندهد ولی موقعیت توزیعی آن‌ها محدود به یک کمر بند باریک باشد در این صورت هنوز می‌توان همبستگی را خطی در نظر گرفت.

ویژگی دیگر این نمودارها این است که اگر مقادیر Y با مقادیر X منطبق باشد بنابراین همبستگی دو متغیر مستقیم (مثبت) است. در مقابل اگر مقادیر بزرگ Y با مقادیر کوچک X منطبق باشد بنابراین همبستگی دو متغیر معکوس (منفی) است. در تصویر (۲-۳۲) همبستگی وجود دارد ولی این همبستگی از نوع مستقیم یا مثبت ولی کامل نیست.



تصویر ۲-۳۲. نمودار پراکنش و خط بهینه برازش برای رابطه X و Y

خط بهینه برازش. تشخیص روند کلی متغیرها با استفاده از الگوی نقطه‌ای مورد نمایش در نمودار پراکنش آسان نیست. مناسب‌تر خواهد بود اگر به جای الگوی نقطه‌ای بتوان یک خط ترسیم کرده و به کمک آن، روند تغییرات را بررسی نمود. تبدیل الگوی نقطه‌ای به خطی که ویژگی‌های الگو را خلاصه می‌کند کاملاً ساده است. چنین خطی را خط بهینه برازش^۱ یا خط رگرسیون^۲ می‌نامند.

ترسیم خط بهینه برازش. تصویر (۲-۳۲) الگوی پراکنشی و خط بهینه برازش

1. best fit line

2. regression line

خلاصه کننده‌ی آن را نشان می‌دهد. از آن جا که X متغیر مستقل و Y متغیر وابسته است بنابراین خط بهینه برازش بیانگر رگرسیون متغیر Y بر متغیر X است. (یعنی چگونگی تغییرات مقداری Y را در پاسخ به تغییرات میزان X نشان می‌دهد) بدیهی است خط رگرسیون برای X بر Y کمی متفاوت خواهد بود. روش ساخت این خط را در درس آمار و احتمالات در جغرافیا یاد می‌گیرید.

خلاصه فصل دوم

برای نمایاندن محصول پژوهش‌ها و مطالعات جغرافیایی علاوه بر نقشه، از طیف گسترده‌ای از نمودارهای موضوعی با ماهیت‌های متفاوت استفاده می‌شود. نمودار، نمایش تصویری یا هندسی ویژگی‌های مجموعه‌ای از متغیرها مانند درجه حرارت، بارندگی، صادرات، مقادیر جمعیتی، نمره‌های امتحانی و امتیاز بازی‌های ورزشی است. نمودارها می‌توانند به درک و شناخت مقادیر زیاد داده‌ها کمک کرده و ضمن سازمان‌دهی و خلاصه سازی داده‌ها، مشابهت‌ها و اختلاف‌های موجود بین دو یا چند مجموعه داده را آشکار سازند.

برای ساخت و ترسیم نمودار ابتدا داده‌های عددی مربوط به یک موضوع خاص (مثلاً ارتفاع مکانی) جمع‌آوری شده و بر حسب وقوع و براساس ماهیت نزولی یا صعودی مرتب می‌شوند. در برخی مواقع، درک کامل ویژگی‌های موضوع مورد مطالعه ایجاب می‌کند که نمونه‌های مطالعاتی را از حالت منفرد به وضعیت طبقه‌بندی شده تبدیل کرد.

انواع نمودار مورد استفاده جغرافیدانان عبارتند از: نمودارهای خطی، نمودارهای بافت نگار، نمودارهای چند ضلعی فراوانی، نمودارهای میله‌ای، نمودارهای دایره‌ای و نمودارهای پراکنش.

نمودارهای خطی شامل نمودارهای خطی ساده و ترکیبی، خطی تجمعی، منحنی هیپسومتریک، منحنی لورنس، لگاریتمی و نیمه لگاریتمی هستند. نمودار خطی در شکل ساده‌اش، چگونگی تغییر دو متغیر مستقل و وابسته را نسبت به یکدیگر نشان می‌دهد. نمودار خطی تجمعی تعداد موارد یا مقادیری را نشان می‌دهد که از سطح خاصی بزرگ‌تر یا کوچک‌تر هستند. از جمله انواع نمودارهای خطی تجمعی، نمودار اوجایو

است. منحنی هیپسومتریک نوعی نمودار خطی تجمعی برای نمایش رابطه‌ی بین ارتفاع زمین و مساحت آن است. منحنی لورنس درجه‌ی ناهمواری را در توزیع جغرافیایی به تصویر می‌کشد. از این نوع منحنی برای نمایش بی‌نظمی در پراکنش جمعیت، درآمد یا تولید کالاهای مختلف استفاده می‌شود. نمودارهای لگاریتمی و نیمه لگاریتمی در مواردی استفاده می‌شود که اختلاف بین ارقام زیاد باشد و همچنین هدف از ترسیم نمودار ارزیابی تغییرات روی منحنی باشد.

هیستوگرام نوعی نمودار است که توزیع فراوانی را به تصویر می‌کشد. این نمودار شامل مجموعه‌ای از ستون‌ها یا مستطیل‌های قائم به هم بافته شده است که از سطح محور X برمی‌خیزند.

نمودار میله‌ای اغلب شامل مجموعه‌هایی از ستون‌ها یا مستطیل‌های قائمی است که از محور افقی نمودار به سمت بالا کشیده شده است. در نمودار میله‌ای برعکس هیستوگرام، پهنای ستون‌ها مهم نیست، تمامی ستون‌ها عرض مشابهی داشته و معمولاً فاصله‌ای بین ستون‌های مجاور ایجاد می‌شود.

نمودارهای دایره‌ای به دو نوع تقسیم می‌شوند: نوع نخست آن شامل نمودار ساعتی یا نمودار قطبی است که در آن مقادیر عددی در مقیاسی نشان داده می‌شود که از مرکز دایره به سمت محیط کشیده شده است. نوع دیگر آن، نمودار کلوچه‌ای، قطاعی یا دایره‌ی منقسم است. در این نوع نمودار دایره‌ای دو مقیاس وجود دارد، یکی از مرکز دایره به سوی محیط امتداد یافته و دیگری دور محیط دایره کشیده شده است.

نمودار پراکنش ارتباط میان دو یا چند متغیر را بوسیله‌ی پراکنش نقاط به تصویر می‌کشد. نمودارهای پراکنش را می‌توان برای سه متغیر نیز بکار برد. در این صورت نمودار بایستی سه محور و شکل مثلثی داشته باشد.

خودآزمایی فصل دوم

سؤالات چند گزینه‌ای

۱. اولین کار برای ترسیم نمودار چیست؟

(ب) مرتب کردن داده‌ها

(الف) جمع‌آوری داده‌ها

(د) تعیین نوع نمودار

(ج) تعیین دامنه داده‌ها

۲. نمودار اوجایو چه نوع نموداری است؟
- الف) نمودار خطی ترکیبی
 ب) نمودار خطی ساده
 ج) نمودار خطی تجمعی
 د) نمودار بافت نگار
۳. منحنی هیپسومتریک برای نمایش چه نوع رابطه‌ای بکار می‌رود؟
- الف) رابطه بین ارتفاع و دما
 ب) رابطه‌ی بین درجه حرارت و بارش
 ج) رابطه بین جمعیت و مساحت زمین
 د) رابطه بین ارتفاع زمین و مساحت آن
۴. برای تشریح اختلاف‌های موجود در ارتفاع مستطیل‌های هیستوگرام کدام اصطلاح بکار می‌رود؟
- الف) چولگی
 ب) کشیدگی
 ج) نما
 د) دامنه

سؤالات تکمیلی

۱. شکل اوجایو یک توزیع وابسته به دارد.
۲. منحنی لورنس درجه‌ی را در توزیع جغرافیایی به تصویر می‌کشد.
۳. در نمودارهای نیمه‌لگاریتمی، نرخ افزایش یا کاهش هر متغیری با
 خط درون نمودار نشان داده می‌شود.
۴. چنانچه جغرافیدان بخواهد در روی نمودار، هم افزایش و هم کاهش یک عنصر را نشان دهد معمولاً مناسب‌تر است تا ستون‌های نمودار در جهت
 قرار گیرد.

سؤالات تشریحی

۱. چگونگی هموار سازی نمودار خطی را به اختصار توضیح دهید.
۲. انواع نمودارهای خطی را نام ببرید.
۳. شاخص تشابه در منحنی لورنس چگونه محاسبه می‌شود؟
۴. ویژگی‌های تفصیلی نمودارهای نیمه‌لگاریتمی را به اختصار بنویسید.
۵. انواع نمودار دایره‌ای کدامند؟
۶. ویژگی‌های شکل هیستوگرام کدامند؟

فصل سوم

نقشه‌های موضوعی

هدف مرحله‌ای

در این فصل شما با ماهیت داده‌های فضایی، فرایند طراحی نقشه، روش‌های نمایش داده‌های فضایی، نقشه‌های کوروپلت، نمادهای نسبی، نمادهای مکرر، نقشه‌های خطوط هم‌ارزش، نقشه‌های نقطه‌ای، نمودارهای جریانی، نقشه‌های داسیمتریک و کارتوگرام آشنا می‌شوید.

هدف‌های رفتاری – آموزشی

شما پس از مطالعه مطالب این فصل می‌توانید:

۱. ماهیت داده‌های فضایی را تبیین کنید.
۲. فرایند طراحی نقشه را توضیح دهید.
۳. روش‌های نمایش داده‌های فضایی را توضیح دهید.
۴. چگونگی ساخت نقشه‌های کوروپلت را بیان کنید.
۵. انواع نمادهای نسبی را توضیح داده و چگونگی ساخت نقشه با آنها را توضیح دهید.
۶. چگونگی ساخت نمادهای مکرر را توضیح دهید.
۷. چگونگی ساخت نقشه‌های خطوط هم‌ارزش را تبیین کنید.
۸. چگونگی ساخت نقشه‌های نقطه‌ای را توضیح دهید.
۹. چگونگی ساخت نمودارهای جریانی را توضیح دهید.
۱۰. چگونگی ساخت نقشه‌های داسیمتریک و انواع کارتوگرام را توضیح دهید.

۳-۱. مقدمه

همان‌گونه که در فصل‌های پیش آموختید نمودارهای موضوعی ابزار بسیار مناسبی برای نمایش تغییرات زمانی و فضایی عناصر جغرافیایی مانند ارتفاع، رژیم‌ها اقلیمی، مقدار موالید، تولید محصول، اشتغال و غیره است. با کاربرد آن‌ها می‌توان تغییرات پدیده‌ها را از نظر مکانی و زمانی به تصویر کشیده حتی ارتباط‌های کمی بین دو یا سه متغیر را به روشنی نشان داد. بنابراین نمودارها در ارتباط با کمیت‌ها، درصدها و فراوانی‌ها است و نمی‌تواند توزیع فضایی- مکانی را در جغرافیا نشان دهد. از آن جا که نقشه‌های موضوعی در ارتباط با توزیع فضایی پدیده‌های جغرافیایی است لذا ابزار بنیادین جغرافیدانان و همچنین مهم‌ترین محصول فعالیت‌های پژوهشی آن‌ها محسوب می‌شود. نقشه‌های موضوعی اطلاعات ویژه‌ای در مورد موقعیت‌های خاص فراهم می‌سازد و هم اطلاعات عمومی در خصوص الگوهای فضایی ارائه می‌کند. این نقشه‌ها همچنین برای مقایسه‌ی الگوها در روی یک نقشه یا حتی نقشه‌های مختلف کاربرد دارند.

با توجه به اینکه نقشه بطور عام و نقشه‌ی موضوعی بطور خاص بر اساس داده‌هایی ساخته می‌شود که ماهیت و وابستگی مکانی دارد و آن‌ها را می‌توان داده‌های فضایی^۱ نامید، بنابراین ضروری است در ابتدای این مبحث با ماهیت این نوع داده‌ها آشنایی حاصل شود.

۳-۲. ماهیت داده‌های فضایی

داده‌های فضایی مقادیر عددی مربوط به پدیده‌های مکانی است. این نوع داده‌ها سه بعد مختلف دارد: بعد موضوعی؛ بعد زمانی؛ و بعد فضایی.

بعد موضوعی. این بعد در ارتباط با ماهیت صفت مربوط به عوارض جغرافیایی است. این صفات را نیز می‌توان به دو نوع موجودی^۲ و جریان^۳ تقسیم کرد. موجودی‌ها شامل نمونه‌هایی مانند جمعیت، مواد معدنی، تپ‌های خاک یا تولید نفت از چاه‌ها است. البته موجودی می‌تواند رویدادهای زودگذر یا در حال نقل و انتقال را نیز نشان دهد. مثل تصادم خودروها که در زمان خاص و در موقعیت خاصی از شبکه‌ی خیابان رخ می‌دهد. جریان‌ها نشانگر حرکت مردم، کالاها یا خدمات در بین مکان‌ها

است. از نمونه‌های آن می‌توان به مهاجرت، صادرات و واردات، شبکه‌ی زهکشی یا مسافران اشاره نمود. صفات وابسته به عوارض یا پدیده‌های جغرافیایی در چهار مقیاس اندازه‌گیری می‌شود:

۱. مقیاس اسمی^۱. این مقیاس مجموعه‌ای از گروه‌ها مثل کاربری زمین^۲ را نشان می‌دهد. اگر چه کاربری‌های مختلف زمین را می‌توان از هم متمایز کرد اما در واقع هیچ ترتیب ذاتی در مورد طبقات کاربری ارضی وجود ندارد. در بررسی کاربری‌ها فقط باید به وجود تفاوت در آن‌ها اشاره کرد و نمی‌توان برای آن‌ها درجه‌ی اهمیت ذکر نمود.

۲. مقیاس ترتیبی^۳. این مقیاس مشاهده‌ها را بر اساس درجه‌ی برخورداری از یک صفت معین رتبه‌بندی می‌کند. معمولاً داده‌هایی که به وسیله‌ی پیمایش پرسشنامه‌ای جمع‌آوری می‌شوند بر حسب مقیاس ترتیبی هستند. مثلاً در پرسشنامه از پاسخ دهندگان خواسته می‌شود تا میزان موافقت یا مخالفت خود با موضوع خاصی را با علامت زدن یکی از گزینه‌ها مشخص کند، یا سن خود را با علامت زدن مناسب‌ترین گروه سنی بیان کند. در این صورت می‌توان مسن‌ترین پاسخ دهندگان را شناسایی کرد بدون اینکه اطلاعی از سن دقیق آن‌ها در دست باشد.

۳. مقیاس فاصله‌ای^۴. این مقیاس، صفت‌ها را با استفاده از دامنه‌های دقیق می‌سنجد. برای نمونه می‌توان به سنجش دما بر حسب درجه‌ی سلسیوس اشاره کرد. اگر میزان دمای دیروز ۶ درجه بوده و امروز ۱۲ درجه باشد نمی‌توان گفت که امروز دو برابر گرم‌تر از دیروز است چون صفر درجه‌ی سلسیوس به معنای فقدان کامل حرارت نیست و صرفاً دمایی است که در آن دما، آب منجمد می‌شود.

۴. مقیاس نسبتی^۵. این مقیاس با استفاده از صفر مطلق، اندازه‌های دقیق را می‌سنجد. نمونه‌ی این نوع مقیاس اندازه‌گیری فاصله نقاط از یک موقعیت ثابت یا سنجش ارتفاع نقاط نسبت به سطح ژئوئید^۶ است.

از دیدگاه کارتوگرافیک، داده‌های مقیاس ترتیبی، فاصله‌ای و نسبتی داده‌های کمی و داده‌های مقیاس اسمی، داده‌های کیفی تلقی می‌شود.

بعد زمانی. این بعد دوره‌ی زمانی اعتبار داده‌های اندازه‌گیری شده را تعیین می‌کند. جغرافیدانان و کارتوگراف‌ها، نقشه را تصویری در نظر می‌گیرند که در یک لحظه‌ی زمانی خاص گرفته شده است. این برداشت در مورد نمایش مثلاً جمعیت جهان در سال ۲۰۰۷ کاملاً صادق است اما اگر تهیه‌ی نقشه از یک فرایند پویا مد نظر باشد، جغرافیدان باید داده‌های سنجشی مربوط به دوره‌ی زمانی طولانی‌تر را روی هم قرار دهد. برای مثال طراح شهری می‌تواند آمار تصادم‌های ترددی مربوط به دوره‌ی یکساله را با هم جمع کرده و سپس با استفاده از فراوانی وقوع تصادم‌ها در موقعیت‌های مختلف، نقشه‌ی خطرناک‌ترین تقاطع‌ها را تهیه کند.

بعد فضایی. بعد فضایی، تعیین‌کننده‌ی نوع عوارض جغرافیایی (نقطه، خط، سطح) است که داده‌ها به آن‌ها مربوط می‌شود.

داده‌های نقطه‌ای مربوط به یک موقعیت خاص است که فاقد مساحت بوده یا مساحت آن مد نظر جغرافیدان نیست. البته از نقاط می‌توان برای نشان دادن یک سطح پیوسته هم استفاده کرد. از آنجا که جغرافیدان قادر نیست در هر موقعیتی اقدام به اندازه‌گیری کند لذا می‌توان سنجش را در نقاط نماینده به انجام رساند و سپس مقدار نقاط دیگر را با استفاده از درون‌یابی بدست آورد.

داده‌های خطی می‌تواند دو ماهیت موجودی و جریانی داشته باشد. مثلاً با استفاده از نمادهایی امکان نمایش انواع مختلف جاده (شوسه، سنگ‌فرش، بزرگراه و آزادراه) وجود دارد. برای نمایش ماهیت جریانی می‌توان مثلاً حجم تردد جاری در شبکه‌ی جاده‌ای را با تغییر در ضخامت خط در ارتباط قرار داد.

داده‌های مساحتی یا چند ضلعی از اندازه‌گیری انواع محیط‌های طبیعی (جنگل، بیابان، حوضه‌ی زهکشی، ماسه زارها، قلمرو تیپ‌های خاک یا گیاه و...) یا محیط‌های انسانی (استان، شهرستان، بخش، قطعات آمارگیری، کاربری زمین و...) بدست می‌آید. ساخت نقشه‌ی موضوعی مستلزم کاربرد شیوه‌های علمی و هنری طراحی نقشه است لذا ضروری می‌نماید قبل از پرداختن به ویژگی‌ها و نحوه‌ی ساخت هر یک از نقشه‌های موضوعی، مبانی طراحی نقشه^۱ مورد بحث قرار گیرد.

۳-۳. فرایند طراحی نقشه

این فرایند، نقش بسیار مهمی در ارتباط کارتوگرافیکی^۱ ایفا می‌کند. هدف از ساخت نقشه آن است که کاربر نقشه با پدیده‌ها و عوارض روی نقشه به صورت سینوپتیک یا همدید^۲ ارتباط برقرار نموده و آن‌ها را مشاهده و تحلیل کند. اگرچه، نقشه ساز در این طریقه‌ی ارتباطی، کنترل کمی بر موارد مشاهداتی و تفسیری کاربر دارد لیکن وی متعهد است طراحی نقشه را به گونه‌ای انجام دهد که استخراج داده‌ها و اطلاعات تشکیل دهنده‌ی پیام نقشه از سوی کاربر، تضمین شود.

نقطه‌ی آغازین این فرایند توجه به هدف نقشه و نحوه‌ی جمع آوری داده‌های آن است. در اغلب موارد داده‌های مورد نیاز از منابع ثانویه مانند آمارهای سرشماری، سالنامه‌های هواشناسی بدست می‌آید اما، در مواردی هم داده‌ها محصول فعالیت‌های کارگاهی (نقشه خوانی، تفسیر عکس هوایی و تصویر ماهواره‌ای)، پیمایش میدانی یا اجرای پرسشنامه است. از جمله موارد مهم در فرایند طراحی، اخذ تصمیم‌هایی در خصوص موارد زیر است:

- انتخاب عوارض و صفات جغرافیایی که باید در روی نقشه نمایش داده شود؛
- گزینش سیستم تصویر مناسب با هدف نقشه و ویژگی‌های جغرافیایی منطقه (موقعیت - شکل)؛

- تعیین مقیاس متناسب با نیازهای کاربران نقشه؛

- تعمیم^۳ عوارض و صفات مورد نمایش در روی نقشه؛

- انتخاب نماد مناسب و طراحی نمای کلی نقشه.

البته باید توجه داشت که احکام طراحی به میزان زیادی وابسته به نوع نقشه است. در خصوص نقشه‌های توپوگرافی ملی یا محلی، چارت‌های آب‌شناختی اصول تقریباً مشخص و ثابتی وجود دارد اما در ساخت نقشه‌های موضوعی عواملی از قبیل آگاهی علمی، سلیقه، ذوق هنری و قدرت ابتکار و خلاقه‌ی جغرافیدان - کارتوگراف تاثیر بسیاری دارد.

اهداف طراحی نقشه. مهم‌ترین اهداف در طراحی نقشه عبارت است از: وضوح؛ ترتیب؛ توازن؛ تباین بصری؛ وحدت و هماهنگی؛ سلسله مراتب بصری. بدیهی است

نقشه‌ای طراحی بهینه و خوب خواهد داشت که به هم‌هی این هدف‌ها رسیده باشد.
وضوح^۱. وضوح نقشه را می‌توان از دو زاویه نگریست: وضوح مفهومی و وضوح بصری.

وضوح مفهومی به درک روشن کارتوگراف از پدیده‌ی مورد نمایش وابستگی دارد. مثلاً اگر کارتوگراف وظیفه‌ی تولید نقشه‌ی ژئومرفولژی منطقه‌ای در عرض‌های جغرافیایی بالا را بر عهده بگیرد برای ساخت نقشه‌ی کارآمد، نیازمند درک اثرات یخچال‌ها بر چشم انداز است. بنابراین وضوح مفهومی مستلزم شرح روشن موضوعات و درک الگوهای فضایی و فرایندهایی است که روی نقشه نشان داده می‌شود. این نوع وضوح از طریق انتخاب دقیق اطلاعات مهم، حذف جزئیات غیر ضروری و گنجانیدن تابلو راهنمای علائم به طرح ترسیمی نقشه تبدیل خواهد شد.

وضوح بصری به برگردان یا ترجمه‌ی عوارض جغرافیایی به نمادهای تصویری مربوط می‌شود. چنانچه انتخاب نمادها دقیق نباشد، نقشه علی‌رغم وضوح مفهومی خوب و مناسب به طور ضعیف اجرا خواهد شد. پیچیدگی الگوهای فضایی که روی نقشه نشان داده می‌شود، ساده سازی^۲ را به منظور اجتناب از آشفتگی ضروری می‌سازد. وضوح بصری نقشه را می‌توان با پیروی از چند قاعده‌ی ساده‌ی طراحی تامین کرد:

۱. اجتناب از همپوشی نمادها و نام‌ها؛
۲. استفاده از تعداد کمتری نماد و یا الگو؛
۳. کاربرد سایه‌های مختلف یک رنگ یا محدود کردن تعداد رنگ‌ها در روی نقشه؛
۴. محدود کردن تعداد رسم‌الخط‌های در روی نقشه (معمولاً یک یا دو رسم الخط)؛
۵. استفاده از نمادهای سازگار با معنی ضمنی عوارض (مثلاً کاربرد رنگ قرمز برای گرمی یا خطر و رنگ آبی برای سرما یا آرامش).

ترتیب^۳. این اصل در ارتباط با طراحی نقشه دو مفهوم دارد:

در مفهوم اول، ترتیب ممکن است به توالی نگرش نقشه‌خوان به اجزاء نقشه اطلاق شود. تجربیات انجام شده به وسیله‌ی دوربینی که حرکت‌های چشم نقشه‌خوان را دنبال می‌کرد، نشان داده است که آن‌ها مایلند نقشه را به ترتیب زیر بخوانند:
 ۱. عنوان؛ ۲. الگوی کلی؛ ۳. تابلو راهنمای علائم؛ ۴. داده‌های حاشیه‌ای؛

این آزمایش‌ها نشان می‌دهد که "عنوان" مهم‌ترین جزء اطلاعاتی نقشه است و نقشه‌خوان به منظور تشخیص موضوع و قلمرو جغرافیایی نقشه در درجه‌ی اول به عنوان توجه می‌کند. وی سپس الگو(های) فضایی روی نقشه را جستجو می‌کند. حرکت‌های مداوم چشم بین پیکره‌ی نقشه و تابلو راهنمای علائم برای تصدیق درستی تفسیر نمادهای نقشه ضروری است. اطلاعات دیگر مانند یادداشت‌های حاشیه‌ای، مقیاس و علامت شمال نما در مراحل بعدی دیده می‌شود.

در تفسیر دوم، اصل ترتیب به سامان^۱ نقشه اشاره دارد. آیا نگرش به نقشه به راحتی صورت می‌گیرد؟ آیا نحوه‌ی سازمان دهی اطلاعات نقشه، تفسیر آن را تسهیل می‌کند؟ با کمی دقت در مفهوم دوم اصل ترتیب، می‌توان رابطه‌ی نزدیک آن را با عامل وضوح بصری دریافت. ترتیب را با رعایت اصول زیر می‌توان تامین کرد:

۱. کاربرد تعداد کمتری رنگ، الگو یا نماد؛
۲. استفاده از الگوهای ساده یا رنگ برای پر کردن محدوده‌های وسیع؛
۳. کاربرد الگوهای خطی که در یک یا دو جهت رسم شده باشد؛
۴. پرهیز از الگوهای خطی که فاصله‌ی بین خط‌ها تقریباً برابر با پهنای خط است؛
۵. سازماندهی اطلاعات در قالب سلسله مراتب بصری، به گونه‌ای که مهم‌ترین اطلاعات، از نظر بصری برجسته‌تر باشد.

توازن^۲. این اصل در ارتباط با نمای کلی تمامی عناصر نقشه قرار دارد. نقشه علاوه بر فضای ترسیمی که بخش اصلی و بزرگ‌ترین فضای اشغالی را به خود اختصاص می‌دهد، عناصر دیگری هم دارد که باید برای نیل به طراحی متوازن بکار گرفته شود. این عناصر شامل عنوان، راهنما، مقیاس، پیکان شمال‌نما یا شبکه‌ی جغرافیایی برای توجیه نقشه، نقشه‌های ضمیمه و مرز است.

هدف اصلی از رعایت توازن، متمرکز نگهداشتن توجه نقشه‌خوان و جلوگیری از سرگردانی نگاه وی در روی نقشه است. برای نیل به توازن بایستی عناصر نقشه را در ارتباط با مرکز ثقل بصری نقشه قرار داد. این مرکز ثقل معمولاً کمی بالاتر از مرکز واقعی نقشه واقع است. به هنگام قرار دادن عناصر نقشه در روی صفحه باید توجه داشت که رنگ‌های تیره‌تر و قوی یا الگوهای تیره و نمادهای بزرگ‌تر وزن بصری

بیشتری دارد. قاعداً برای متوازن نگه‌داشتن این عناصر تا حد ممکن باید پیکره‌ی نقشه را بزرگ کرد و از تجمع دیگر عناصر نقشه در اطراف کناره‌ها پرهیز نمود. دستیابی به طراحی متوازن قواعد دقیق و ثابتی ندارد. بنابراین ضروری است برای رسیدن به توازن در مراحل اولیه‌ی طراحی، طرح‌های مختلف امتحان شود تا طرح قابل پذیرش بدست آید.

تباین بصری^۱. اصل وضوح نقشه تا اندازه‌ای از تباین آشکار نمادها برای نمایش عوارض مختلف استفاده می‌کند. تباین بصری به چشم نقشه خوان نقطه‌ی کانونی داده و نقشه را جالب‌تر می‌کند. نقشه‌ای که برای نمایش پدیده‌ها صرفاً از خطوط هم‌رنگ و هم‌وزن بهره می‌گیرد نمی‌تواند توجه نقشه خوان را جلب کند. تغییر در وزن خط‌ها، شدت رنگ‌ها و سایه - روشن الگوها بر جذابیت نقشه می‌افزاید و سبب سهولت تمایز صحیح نمادهای مختلف می‌شود. تباین بصری نقشه مبتنی بر متغیرهای ترسیمی شامل: شکل؛ اندازه؛ رنگ؛ ارزش (شدت)؛ الگو یا بافت؛ و جهت است. نکته‌ی قابل توجه آن است که اگرچه تباین بصری امری ضروری است و بر قابلیت تفسیری آن می‌افزاید، اما افراط در تباین بصری ممکن است از وضوح و ترتیب نقشه بکاهد.

وحدت و هماهنگی^۲. نقشه‌ای که خوب طراحی شده رضایت نگاه نقشه‌خوانان را تامین می‌کند. هدف نقشه باید با یک نگاه برای کاربر روشن و آشکار شود حتی اگر نقشه نمایانگر الگوی فضایی پیچیده‌ای باشد که درک کامل آن مستلزم مطالعه‌ی عمیق است. وحدت و هماهنگی را می‌توان با استفاده از نمادها، رنگ‌ها و الگوهای مرتبط تامین کرد.

سلسله مراتب بصری^۳. شاید مهم‌ترین حکم در طراحی، حصول اطمینان از انعکاس اهمیت نسبی اطلاعات متفاوت نمایانده شده در روی نقشه توسط نمادهای منتخب است. بدیهی است که اطلاعات غیرضروری بایستی بکلی حذف شده و صرفاً برای اطلاعات مربوط به موضوع نقشه نمادسازی شود آن‌هم به گونه‌ای که مهم‌ترین اطلاعات از نظر بصری برجسته‌تر نشان داده شود. انجام این کار مستلزم توجه دقیق به هدف نقشه است. زیرا در نقشه‌هایی با هدف‌های مختلف، عوارض جغرافیایی همسان با تاکیدهای متفاوتی نشان داده می‌شود.

سلسله مراتب بصری را می‌توان با اعمال روابط شکل - زمینه^۱ بهینه‌تر ساخت. سامانه‌ی چشم - مغز انسان بطور خودکار تصاویر بصری را به پس زمینه و پیش زمینه تفکیک می‌کند. در نقشه‌های موضوعی، پس‌زمینه معمولاً شامل اطلاعات نقشه‌ی مبنایی است که زمینه‌ی فضایی لازم را برای نمایش محتوای موضوعی نقشه فراهم می‌سازد. بنابراین می‌توان از رابطه‌ی شکل - زمینه برای تمایز محتوای موضوعی از نقشه‌ی مبنایی و تاکید بر اجزاء مختلف نقشه استفاده کرد.

رنگ‌های تیره‌تر و قوی‌تر و الگوهای تیره و همچنین شکل‌های نزدیک به هم، به عنوان شکل یا پیش‌زمینه ظاهر می‌شود. برای تمایز دریا - خشکی می‌توان شبکه‌ی جغرافیایی را در نواحی آبی ترسیم کرده و در روی خشکی‌ها از رسم آن‌ها خودداری نمود. در این صورت خشکی‌ها نسبت به شبکه‌ی جغرافیایی و در واقع نسبت به دریاها حالت پیش‌زمینه یا شکل را پیدا می‌کند و دریا به حالت زمینه ظاهر می‌شود.

اگر تمامی لایه‌های نقشه وزن بصری هم‌سانی داشته و در واقع هیچیک به عنوان شکل یا پیش‌زمینه، برجسته‌تر نشان داده نشده باشد، استخراج اطلاعات برای کاربران نقشه مشکل خواهد شد. زیرا که آن‌ها مایل هستند لایه یا لایه‌های پس‌زمینه توسط لایه‌ی پیش‌زمینه بی‌اثر شده و لایه‌ی " شکل " برجسته‌تر دیده شود.

از دیگر عوامل موثر در طراحی نقشه می‌توان به هدف نقشه، مخاطب هدف، عنوان نقشه، قالب^۲ و مقیاس، نحوه‌ی تولید و تکثیر آن اشاره کرد. این عوامل بطور مفصل در درس اصول کارتوگرافی (نقشه‌کشی) مورد بحث قرار می‌گیرد و دانشجویان برای یادآوری مفاهیم آن‌ها می‌توانند به منبع درس مزبور مراجعه کنند.

۳-۴. روش‌های نمایش داده‌های فضایی

جغرافیدانان از روش‌های مختلفی برای ساخت نقشه‌های موضوعی مربوط به داده‌های فضایی استفاده می‌کنند که از میان آن‌ها می‌توان به مواردی نظیر نقشه‌های کوروپلت؛ نمادهای نسبی؛ نمادهای مکرر؛ نقشه‌های خطوط هم‌ارزش؛ نقشه‌های نقطه‌ای؛ نقشه‌ی نمودارهای جریانی و نقشه‌های داسیمتریک اشاره کرد.

۳-۴-۱. نقشه‌های کوروپلت^۱

متداول‌ترین و ساده‌ترین نقشه‌ی موضوعی، نقشه‌ی کوروپلت است که چگونگی تغییر اندازه‌ی یک متغیر را در سطح واحدهایی جغرافیایی به تصویر می‌کشد و درک بصری خوبی در مورد تغییرات فضایی فراهم می‌کند. اگرچه این نقشه‌ها جزئیات را می‌پوشاند اما مشاهده‌ی سریع الگوها و تغییرات را میسر ساخته و پایه‌ای برای طرح پرسش‌های تحلیلی فراهم می‌سازد. با توجه به گستردگی کاربرد نقشه‌های کوروپلت، بسیاری از متخصصین و حتی افراد غیرمتخصص آن را دیده‌اند لیکن افراد معدودی آن نقشه‌ها را با این اسم می‌شناسند. نام کوروپلت ریشه‌ی یونانی دارد و از دو جزء *choros* (مکان) و *pleth* (مقدار و اندازه) تشکیل شده است. همانگونه که اسم نقشه نشان می‌دهد نقشه‌ی کوروپلت با مشخص سازی واحدهای جغرافیایی - آماری ساخته می‌شود و بنابراین کاربرد آن‌ها در مواردی ترجیح داده می‌شود که توزیع و پراکنش متغیرهای جغرافیایی در سطح مناطق و نواحی مطرح باشد. سه ویژگی اصلی نقشه‌های کوروپلت عبارتست از:

۱. متغیرهای کمی و کیفی را در سطح ناحیه‌ای نشان می‌دهند؛
 ۲. مشاهده‌ها را به چند طبقه تقسیم می‌کنند؛
 ۳. برای هر طبقه، رنگ، نماد و یا الگوی ویژه‌ای اختصاص می‌دهد که ماهیت یا به عبارت دیگر وزن بصری آن‌ها، در ارتباط با کمیت یا اندازه‌ی متغیر آماری مورد نمایش قرار دارد.
- کاربرد نقشه‌های کوروپلت مشکلاتی نیز ایجاد می‌کند که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد :

۱. در این نقشه‌ها مرز بین واحدهای جغرافیایی، مرز بین واحدهای داده‌ای نیز محسوب می‌شود. چنین شرایطی زمینه‌ساز برداشت‌های نادرست در مورد تغییر ناگهانی متغیرها در امتداد مرزها است.
۲. ماهیت ساخت این نقشه‌ها سبب می‌شود تغییراتی که پدیده‌ی مورد نمایش در داخل منطقه یا ناحیه دارد پنهان بماند، بویژه اگر دامنه‌ی داده‌های هر طبقه وسیع باشد.
۳. از روی نقشه‌ی کوروپلت نمی‌توان میزان دقیق اندازه‌ی متغیر را قرائت کرد.

در نقشه‌های کوروپلت دو نوع داده‌ها نمایش داده می‌شود: داده‌های فضایی گسترده^۱، داده‌های فضایی متمرکز^۲. از جمله داده‌های فضایی گسترده می‌توان به آمارهای جمعیتی اشاره کرد. اگر جمعیت کشوری مثلاً ۴۰ میلیون نفر باشد نمی‌توان آن سرزمین را از نظر مساحتی به دو بخش تقسیم کرده و برای هر یک از آن‌ها جمعیتی معادل ۲۰ میلیون در نظر گرفت. داده‌های فضایی متمرکز شامل مواردی مانند نرخ‌ها، تراکم‌ها و نسبت‌ها است. از نظر مفهومی این نوع داده‌ها شاخص‌های داده‌های میدانی محسوب می‌شوند.

شیوه‌ی ساخت نقشه‌ی کوروپلت. اولین مرحله در ساخت نقشه‌ی کوروپلت جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز است. داده‌های مربوط را می‌توان از آمارنامه‌های منتشر شده توسط دستگاه‌های ذی‌ربط یا از طریق مراجعه‌ی حضوری به سازمان‌های مرتبط با موضوع پژوهش و همچنین از طریق مطالعات میدانی و نمونه‌گیری‌ها بدست آورد.

در مرحله‌ی بعد باید داده‌های حاصله را به طبقات مختلف تقسیم بندی نمود. تعداد طبقات توسط پژوهشگر/طراح تعیین می‌شود و قاعدتاً هر چه مشاهدات داده‌ها بیشتر باشد تعداد طبقه‌ها بیشتر و فاصله‌ی کران پائین و بالای طبقه بزرگ‌تر می‌شود. برای طبقه بندی داده‌ها می‌توان از روش‌های زیر استفاده کرد:

۱. تقسیم دامنه‌ی مقادیر به طبقات هم اندازه، برای این منظور باید با بررسی مجموعه‌ی داده‌ها، بالاترین و پائین‌ترین مقدار شناسایی شده و سپس تفاضل آن‌ها محاسبه شود تا بدین ترتیب دامنه‌ی مقادیر بدست آید. با تقسیم دامنه بر تعداد طبقات، فاصله یا حد طبقات حاصل می‌شود.

۲. رتبه‌بندی مقادیر و تقسیم فهرست حاصله به تعداد گروه‌های مورد نیاز.

۳. بررسی دقیق مقادیر داده‌ای و تقسیم آن‌ها به گونه‌ای که منعکس کننده‌ی توزیع داده‌ها باشد. این روش برای داده‌های فرین یا افراطی^۳ قابل استفاده است.

توصیه بر آن است که داده‌ها بر حسب دامنه‌ی آماری و ماهیت داده‌های مورد نمایش به ۴ تا ۶ طبقه تقسیم شود و در هر حال از ۱۰ طبقه تجاوز ننماید. چنانچه تعداد طبقه‌ها زیاد باشد، تفسیر آن مشکل شده و در صورتی که تعداد طبقات کم باشد الگوی توزیعی بسیار کلی نشان داده می‌شود و برخی جزئیات از دست می‌رود. تعداد

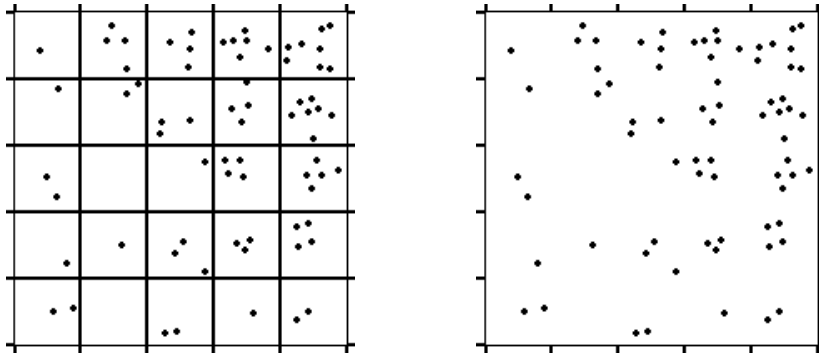
بهینه‌ی طبقه‌ها، تغییر فضایی درون قلمرو مطالعاتی و همچنین پراکنش دقیق مقادیر داده‌ای را به نحو شایسته‌ای نشان خواهد داد.

جغرافیدان پس از مشخص شدن طبقات، اقدام به تعیین نوع نمادی (رنگ، سایه-روشن و یا الگوی خاص) می‌کند که باید در روی نقشه برای نمایش داده‌های طبقه‌بندی شده پیاده شود. ضروری است بین ماهیت یا وزن بصری رنگ، سایه-روشن و یا الگوی انتخابی با مقدار داده‌ها رابطه‌ی منطقی برقرار گردد به گونه‌ای که نماد روشن (وزن بصری کمتر) نشانگر تغییر کم یا اعداد پائین و نماد تیره تر (وزن بصری بیشتر) نمایانگر تغییر زیاد یا اعداد بزرگ باشد. برای این منظور می‌توان از نمادهای درجه بندی نشده که در آن نمادها وزن بصری همسانی دارد و چشم قادر است طبقات مختلف را از یکدیگر متمایز سازد و یا نمادهای درجه بندی شده مانند سایه‌های مختلف یک رنگ استفاده کرد. البته در طراحی نمادهای درجه بندی مانند رنگ یا سایه-روشن باید به گونه‌ای عمل کرد که نمادها باعث اختلال یا ابهام در درک کاربر نقشه از ایده‌های درون نقشه‌ی موضوعی نشود.

سپس جغرافیدان باید نقشه‌ی مبنایی مناسبی تهیه کند و آن را بر حسب نیاز خود به واحدهای جغرافیایی مختلف تقسیم نماید. در اجرای شایسته‌ی این مرحله، آگاهی و شناخت جغرافیدان از انواع و ویژگی‌های نقشه‌های موجود در زمینه‌ی مورد نیاز خود تاثیر به سزایی دارد. بعد از مشخص شدن واحدهای جغرافیایی، می‌توان نمادهای تعریف شده را براساس کمیت متغیرها در محل مناسب پیاده کرد. با انجام فرایند فوق الذکر، تمامی واحدهای جغرافیایی مشخص شده در روی نقشه با درجات مختلف نماد انتخابی پوشانده می‌شود البته به استثناء محدوده‌هایی که فاقد داده‌ی مورد نیاز است.

تصویر (۳-۱) یکی از شیوه‌های ساخت نقشه‌ی کوروپلت را مرحله به مرحله نشان می‌دهد. در مرحله‌ی اول هر نقطه نشانگر موقعیت جغرافیایی یک روستا است. در مرحله‌ی دوم یک شبکه‌ی قائم الزاویه بر روی نقشه‌ی موقعیتی پیاده می‌شود. در مرحله‌ی سوم تعداد روستاهای واقع در هر سلول شمارش شده، عدد حاصله در روی آن نوشته می‌شود. در مرحله‌ی چهارم برای هر عدد یک رنگ تعیین شده و آن رنگ در

سلول‌های مربوطه نقش می‌بندد. در مرحله‌ی پنجم با استفاده از تکنیک‌های درونیابی مرزهای بین واحدها دقیق‌تر و هموارتر شده و به شکل یک نقشه کوروپلت در می‌آید.

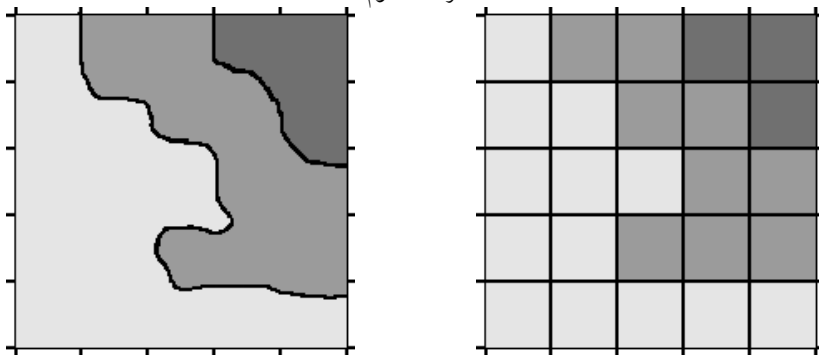


مرحله دوم

مرحله اول

1	4	4	6	8
1	2	3	4	7
2	0	1	4	5
1	1	3	3	4
2	0	2	1	2

مرحله سوم



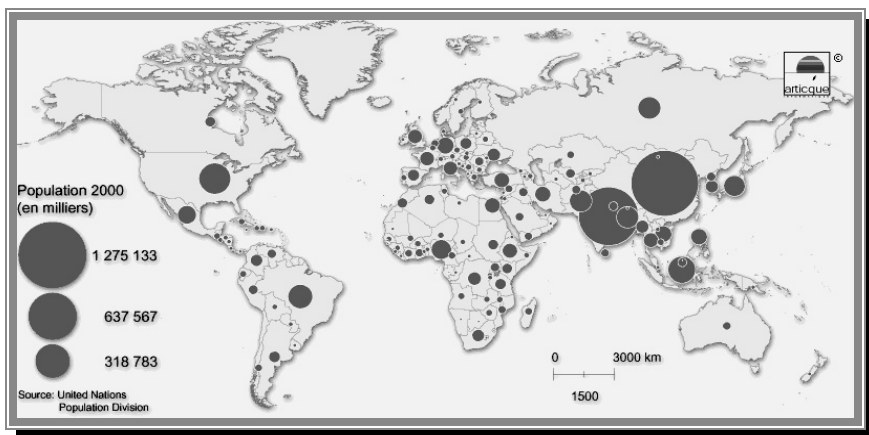
مرحله پنجم

مرحله چهارم

تصویر ۳-۱. مراحل ساخت نقشه‌ی کوروپلت

۳-۴-۲. نقشه با نمادهای نسبی

نمادهای نسبی مقادیر عددی مربوط به نقاط یا نواحی خاص را در روی نقشه نشان می‌دهد. برای این منظور اندازه‌ی نمادهایی مانند دایره و مربع در ارتباط با تفاوت مقدراری کمیت‌های مورد نمایش قرار می‌گیرد. به عبارت دقیق‌تر در این روش نمایش داده‌ها، وزن اندازه‌ی نماد در ارتباط با کمیت‌ها است و نماد بزرگ‌تر (وزن اندازه‌ی بیشتر) کمیت بزرگ‌تر و نماد کوچک‌تر (وزن اندازه‌ی کمتر) کمیت‌های کوچک‌تر را نشان خواهد داد. تصویر (۲-۳) توزیع جمعیت در قلمروهای مختلف را با استفاده از نمادهای نسبی نشان می‌دهد. از همین نماد برای نمایش میزان محصول کشاورزی یا تولید معدنی و هر مقدار عددی دیگر بر حسب نواحی جغرافیایی می‌توان استفاده کرد.



تصویر ۲-۳. نمایش توزیع جمعیت جهان با استفاده از نماد نسبی

نماد نسبی علاوه بر نمایش مقدار عددی، قابلیت تفکیک به تقسیم‌های فرعی را دارد. در این صورت نماد نسبی، زیرتقسیم‌های مقدار عددی کل را نشان می‌دهد و اگر نماد بکار رفته شکل دایره‌ای داشته باشد ماهیت آن مانند یک نمودار قطاعی است.

انواع نمادهای نسبی. متداول‌ترین انواع نمادهای نسبی عبارتند از: نماد میله‌های

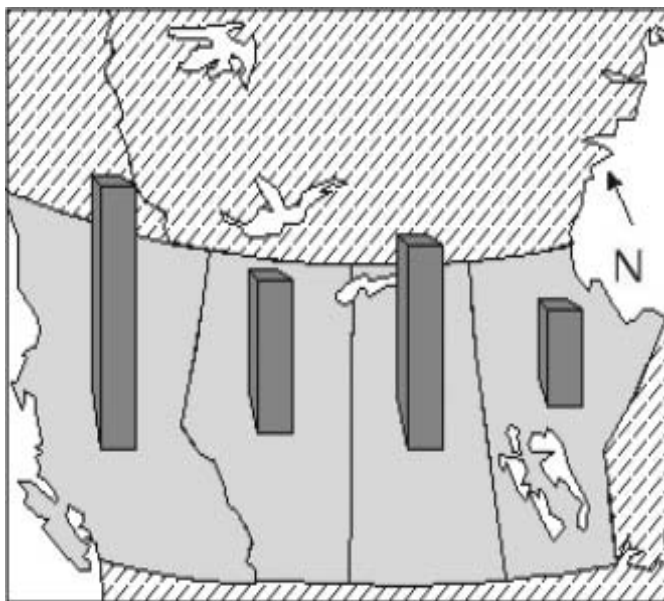
نسبی^۱؛ دایره‌های نسبی^۲؛ مربع‌های نسبی^۳؛ مکعب‌های نسبی^۴؛ کره‌های نسبی^۵.

1. proportional bar
4. proportional cubes

2. proportional circles
5. proportional spheres

3. proportional squares

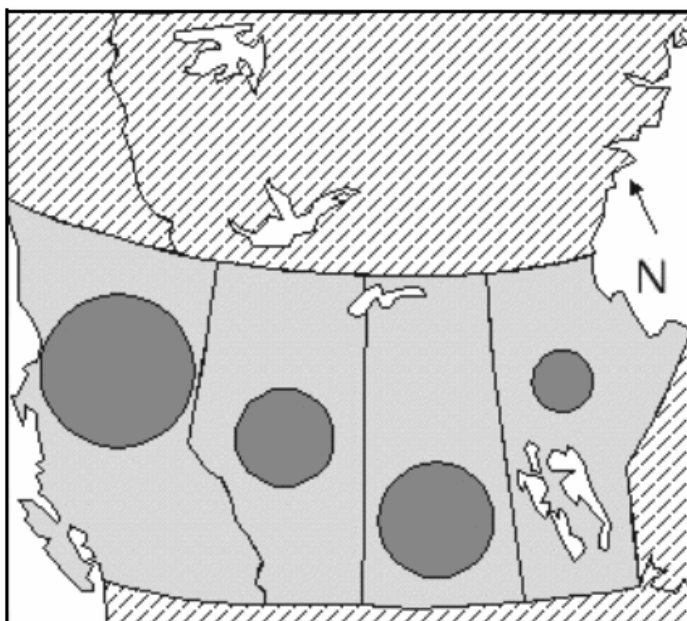
نماد میله‌های نسبی. این نماد از یک میله تشکیل شده که طول آن متناسب با کمیت مورد نمایش است. نماد میله‌ای ممکن است به صورت قائم، افقی یا مایل تهیه شود. مزیت برجسته‌ی این نماد در سهولت ترسیم و سادگی درک و کاربرد آن به واسطه‌ی مقیاس خطی است. لیکن عیب مهم و اصلی، افزایش سریع طول نماد است که جایگیری آن را در نواحی دارای شکل فشرده با مشکلاتی مواجه می‌سازد. به عبارت ساده‌تر، با زیاد شدن کمیت متغیرها، طول این نماد خیلی بیشتر از سایر نمادهای نسبی افزایش پیدا می‌کند. نماد میله‌ای را می‌توان برای نمایش ویژگی‌های آماری بندرگاه‌ها استفاده کرد تا در صورت نیاز ادامه‌ی نماد به روی دریاها کشیده شود. (تصویر ۳-۳)



تصویر ۳-۳. نماد میله‌ای نسبی

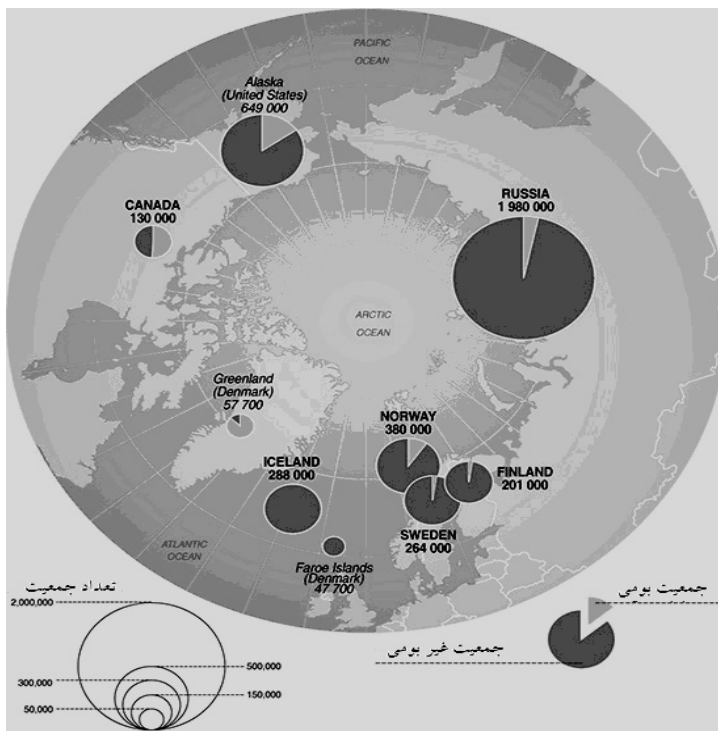
نماد دایره‌های نسبی. در دایره‌های نسبی، مساحت نماد متناسب با کمیت مورد نمایش است. مساحت دایره برابر با πr^2 است. با توجه به مقدار π (بخوانید پی) که ثابت و تقریباً برابر ۳/۱۴ است، کافی است جذر کمیت‌های مورد نمایش محاسبه شده و جذرهای حاصله به عنوان شعاع در رسم دایره‌های نسبی مورد استفاده قرار گیرد. به این ترتیب مساحت دایره‌ها با کمیت‌های مورد نمایش متناسب خواهد بود.

اگر کمیت متغیری که توسط دایره نشان داده می‌شود ۱۰ باشد، جذر ۱۰ برابر با ۳/۱۶ بوده و دایره‌ی نشانگر آن کمیت، شعاعی معادل ۳/۱۶ واحد دارد. دایره را می‌توان با شعاع ۳/۱۶ میلیمتر (با در نظر گرفتن میلی‌متر به عنوان واحد) یا ۳/۱۶ سانتی‌متر (با در نظر گرفتن سانتی‌متر به عنوان واحد) رسم کرد. اگر واحد بکار رفته در دایره‌های نسبی تمامی کمیت‌ها همسان باشد، نسبت میان آن‌ها صحیح بوده و به مقایسه‌های درستی می‌انجامد.



تصویر ۳-۴. نماد دایره‌های نسبی

استفاده از دایره‌های نسبی شیوه‌ی بسیار موثر و کارا برای نمایش توزیع‌ها محسوب می‌شود. زیرا که رسم دایره‌ها ساده بوده و از طرف دیگر فشردگی شکل آن (داشتن حداکثر مساحت با حداقل محیط) سبب می‌شود که این علامت‌ها به راحتی در داخل نواحی اداری قرار گیرد (تصویر ۳-۴). چنانچه در روی نقشه در نواحی خاصی تعداد این علامت‌ها زیاد باشد می‌توان آن‌ها را با کمی همپوشی در روی نقشه قرار داد. از این نماد می‌توان به صورت ترکیبی نیز استفاده کرد که در این صورت توان نمایشی آن افزایش می‌یابد. (تصویر ۳-۵)

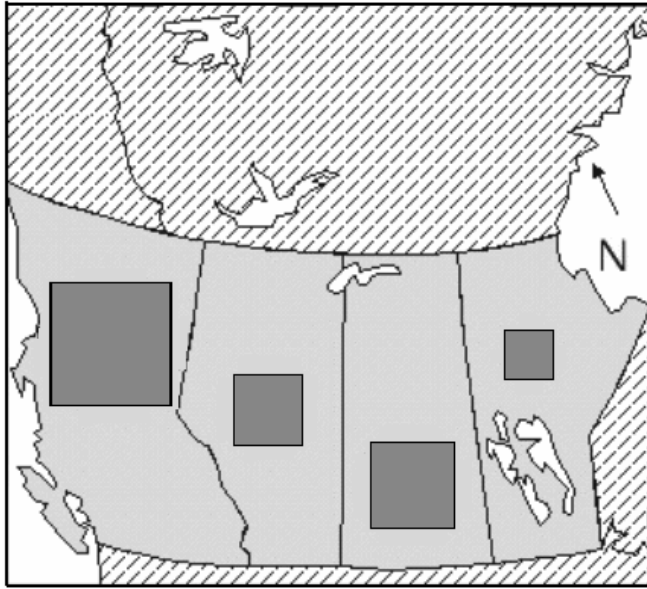


تصویر ۳-۵. پراکنش جمعیت انسانی در منطقه‌ی حاشیه‌ی قطبی به تفکیک نوع جمعیت (۲۰۰۲)

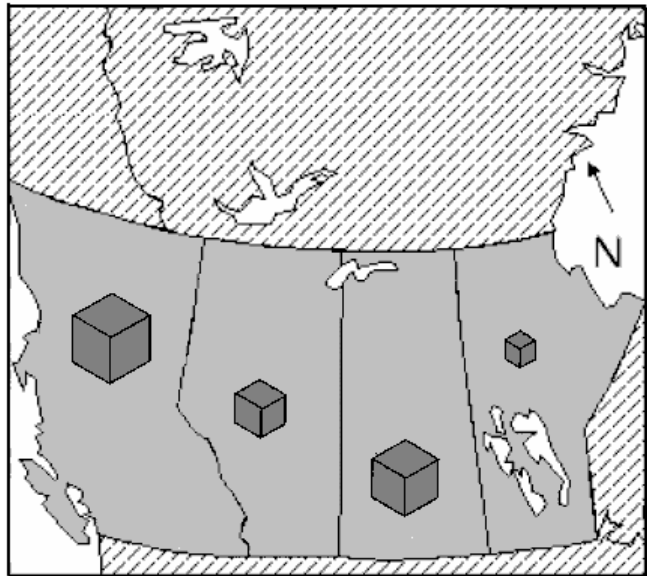
مربع‌های نسبی. تا اندازه‌ای شبیه به دایره‌های نسبی است با این تفاوت که نسبت به شکل دایره، فشردگی کمتری دارد و به سادگی دایره نمی‌توان داخل آن‌ها را بطور رضایت بخشی تقسیم بندی کرد. در مربع‌های نسبی مساحت هر شکل در تناسب با کمیت پدیده بوده و طول ضلع آن برابر با جذر مجموع کمیت مورد نمایش است. (تصویر ۳-۶).

مکعب‌های نسبی. در این نماد از سه بعد استفاده می‌شود و حجم مکعب متناسب با کمیت پدیده است. طول هر ضلع مربع واقع در سطح جلویی مکعب برابر با ریشه‌ی سوم کمیت مورد نمایش است. یک پدیده با کمیت ۱۰ واحدی توسط مکعبی نشان داده می‌شود که طول ضلع مربع واقع در سطح جلویی مکعب $\frac{2}{15}$ واحد (ریشه‌ی سوم عدد ۱۰) است. در مکعب دیگری که نماینده‌ی پدیده‌ی ای با کمیت ۲۰ واحد است طول هر ضلع مربع سطح جلویی مکعب، $\frac{2}{71}$ واحد (ریشه‌ی سوم عدد ۲۰)

است. البته رسم سطح‌های بالایی و کناری مکعب‌ها بر اساس مقیاس نبوده و به گونه‌ای کشیده می‌شود تا شکل یک مکعب منظم را ارائه کند. (تصویر ۳-۷)

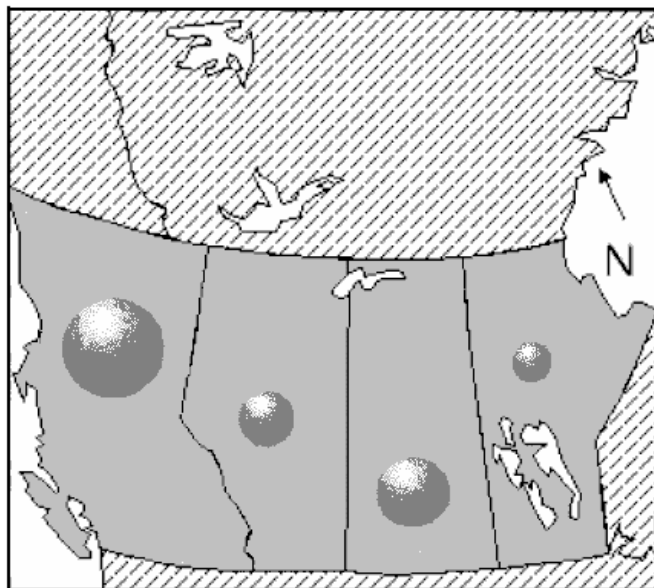


تصویر ۳-۶. نماد مربع‌های نسبی



تصویر ۳-۷. نماد مکعب‌های نسبی

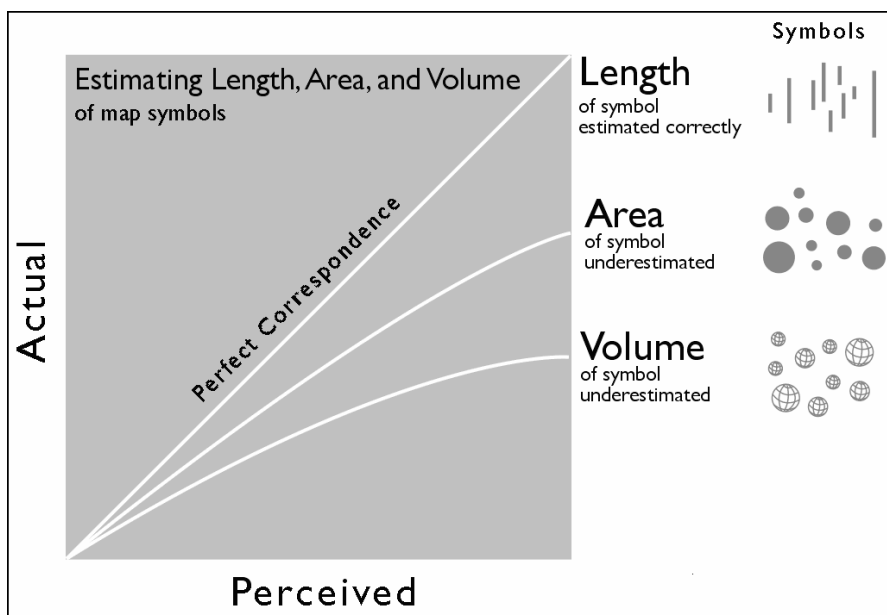
کره‌های نسبی تقریباً مشابه مکعب‌های نسبی است. در این نوع نماد سه بعدی، حجم شکل با میزان کمیت پدیده در ارتباط بوده و شعاع آن متناسب با ریشه‌ی سوم کمیت مورد نمایش است. پس از رسم دایره ای که شعاع آن برابر با جذر سوم کمیت نمایشی است برای ایجاد تصور سه بعدی، الگوی نصف النهارها و مدارها در روی آن کشیده می‌شود یا اینکه برجسته سازی شکل با زدن سایه‌های تیره رنگ به قسمت‌های بالایی دایره صورت می‌گیرد. (تصویر ۳-۸)



تصویر ۳-۸. نماد مکعب‌های نسبی

با توجه به اینکه مکعب و کره شکل سه بعدی هستند و حجم‌ها را نشان می‌دهند و از طرف دیگر، افزایش کوچکی در طول ضلع مکعب یا شعاع کره منجر به افزایش زیادی در حجم خواهد شد بنابراین می‌توان کره و مکعب نسبی را برای نمایش دامنه‌ی خیلی گسترده‌ی مقادیر بکار برد بدون اینکه اندازه‌ی شکل‌های نمایانگر کمیت‌ها، تفاوت خیلی زیادی با هم داشته باشد. اگرچه نکته‌ی پیش گفته یک مزیت مهم به شمار می‌رود اما از سوی دیگر یک عیب هم محسوب خواهد شد زیرا که تفاوت ظاهری خیلی کم شکل‌های سه بعدی، تخمین کمیت مورد نمایش را مشکل می‌سازد.

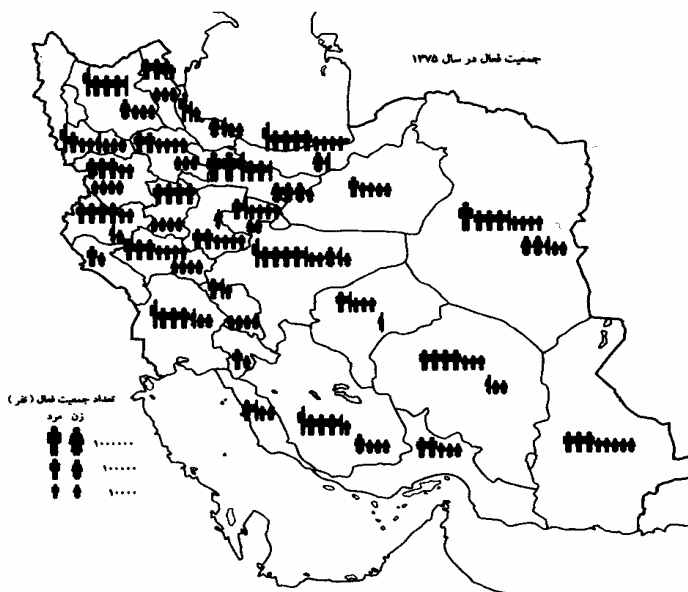
در تصویر (۳-۹) منحنی تغییر شکل نمادهای طولی، سطحی و حجمی متناسب با مقدار پدیده مورد نمایش نشان داده شده است. تمامی مجموعه نمادها یک توالی با کمیت‌های پی در پی را نشان می‌دهد. بنابراین در هر مورد کمیت مورد نمایش از چپ به راست تغییر می‌کند ولی با استفاده از میله‌های نسبی (طولی)، کمیت‌ها را ساده‌تر می‌توان تخمین زد اما نمایش آن‌ها در روی نقشه با محدودیت‌هایی روبروست. مکعب‌ها و کره‌های نسبی شکل فشرده‌تری دارند و فضای نسبتاً کوچکی از نقشه را اشغال می‌کند ولی نمی‌تواند اطلاعات روشنی در مورد کمیت‌های مطلق بدست دهند.



تصویر ۳-۹. منحنی تغییر شکل نماد در رابطه با مقدار پدیده

نمادهای مکرر. این نمادها ماهیت بسیار ساده‌ای دارند و ممکن است نوع ساده و هندسی یا مصور داشته باشند. مثلاً می‌توان با استفاده از نماد تصویری انسان، میزان جمعیت یا نیروی کار و با کمک تصویر دکل حفاری یا بشکه مقدار تولید، مصرف یا صادرات مواد نفتی را نشان داد. قاعدتاً در این روش ساخت نقشه‌ی موضوعی هر نماد مقدار عددی معینی دارد و تعداد نمادهایی که در هر واحد سرزمینی پیاده می‌شود از تقسیم مقدار کل مربوط به هر واحد بر مقدار عددی هر نماد بدست می‌آید. (مثلاً هر

نماد آدمک برابر با ۱۰/۰۰۰ نفر جمعیت یا هر نماد دکل حفاری برابر با تولید ۱۰۰/۰۰۰ بشکه نفت خام در روز) بدیهی است برای کمیت‌های کمتر از مقدار عددی تعیین شده برای هر نماد صرفاً بخشی از نماد کامل رسم می‌شود. (تصویر ۳-۱۰)



تصویر ۳-۱۰. نقشه با نماد آدمک برای نشان دادن تعداد جمعیت فعال (مأخذ مقصودی، یمانی ۱۳۸۵)

جاذبه‌ی این روش در سادگی آن است، زیرا ماهیت پدیده‌ی مورد نمایش عمدتاً با توجه به ماهیت تصویری نماد قابل درک و شناسایی بوده و کمیت‌های مورد نمایش را می‌توان به سرعت و با دقت نسبتاً بالا از طریق شمارش تعداد نمادها و ضرب تعداد آن‌ها در مقدار عددی هر نماد بدست آورد.

روش نمادهای مکرر در عین سادگی با مشکلاتی نیز همراه است. مثلاً نوع تصویری نماد ممکن است دست و پا گیر بوده و قطعاً ترسیم آن‌ها نیز خسته کننده خواهد بود. با توجه به اینکه نماد مکرر از نوع کمیت‌های خطی است بنابراین نمایش کمیت‌های بزرگ توسط این نمادها دشواری‌های خاصی را از نظر ترسیم و همچنین شمارش ایجاد می‌کند. یک راه برای حل این مشکل تعیین اندازه‌ی ثانویه برای نماد مکرر است تا کمیت‌های بزرگ توسط آن نماد نمایش داده شود و بدین ترتیب تعداد نمادها در روی نقشه کاهش یابد.

۳-۴-۳. نقشه‌های خطوط هم ارزش

در این نوع نقشه‌ی موضوعی، پراکنش فضایی یک متغیر بوسیله‌ی خطوط نشان داده می‌شود. وجود این خط‌ها، رویت ساده‌تر شیوه‌ی پراکنش داده‌ها را در سطح زمین ساده امکان‌پذیر می‌سازد. از آن جا که هر یک از خط‌ها مقدار عددی خاصی دارد که در سراسر طول آن ثابت است بنابراین خطوط مزبور هم‌ارزش یا هم‌چند^۱ نامیده می‌شوند. پیشوندی که در ابتدای نام این خطوط بکار می‌رود (ISO) ریشه‌ی یونانی دارد و به معنای "هم، برابر و مساوی" است. به زبان ریاضی خطوط هم ارزش برای یک تابع دو متغیره عبارت از یک خط منحنی است که مکان‌های هندسی را به هم متصل می‌کند که تابع در آن‌ها مقدار همسانی دارد. بدیهی است که تغییرات یا شیب^۲ تابع، همیشه عمود بر خطوط هم ارزش بوده و ارزش عددی هر نقطه برحسب میزان فاصله از این خطوط قابل محاسبه خواهد بود.

اصولاً از این خطوط در مواردی استفاده می‌شود که داده‌های زیادی در سرتاسر قلمرو مطالعاتی گسترده شده و تغییرات فضایی آن‌ها نسبتاً تدریجی باشد. مهمترین ویژگی‌های خطوط هم ارزش به شرح زیر است:

- این خطوط نقاطی را در روی نقشه به هم پیوند می‌دهد که ارزش عددی همسانی داشته باشند.
- خطوط هم ارزش با فاصله یا بازه‌ی^۳ منظم رسم می‌شود. بازه‌ی خطوط در روی یک نقشه ثابت اما در نقشه‌هایی با مقیاس‌های متفاوت و موضوع‌های مختلف، تغییرپذیر خواهد بود.
- شکل این خطوط همواره بسته است. (یعنی دو سر خط هم ارزش نهایتاً به هم وصل می‌شود) بسته شدن خطوط ممکن است در داخل نقشه و یا در ورای کادر نقشه و در شیت‌های مجاور صورت گیرد. به عبارت دیگر هیچ خط هم ارزشی از میانه نقشه شروع و یا در میانه نقشه رها نمی‌شود.
- خطوط هم ارزش هیچ‌گاه هم‌دیگر را قطع نمی‌کنند. بنابراین خطوط مزبور انشعاب‌پذیر نبوده و با یکدیگر ادغام نمی‌شوند.
- در جایی که خطوط هم ارزش به هم نزدیک می‌شود نشان دهنده‌ی تغییر

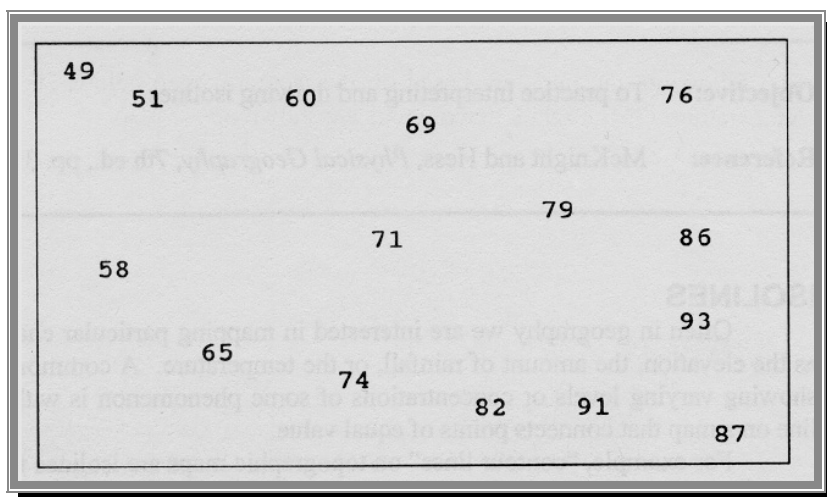
افقی تند در متغیر مورد نمایش بوده و در جایی که این خطوط از هم فاصله می‌گیرد نشان از تغییرات تدریجی دارد.

- مقدار عددی متغیر در درون یک خط هم ارزش بسته، بزرگ تر یا کوچک‌تر از مقدار بیرون آن خط است. علاوه بر این، مقدار عددی متغیر مورد نمایش در یک طرف خط هم ارزش بزرگ‌تر از مقدار عددی خود خط هم ارزش بوده و در سمت دیگر کوچک‌تر است.

- مقدار عددی خط هم ارزش معمولاً بر روی آن نوشته می‌شود.

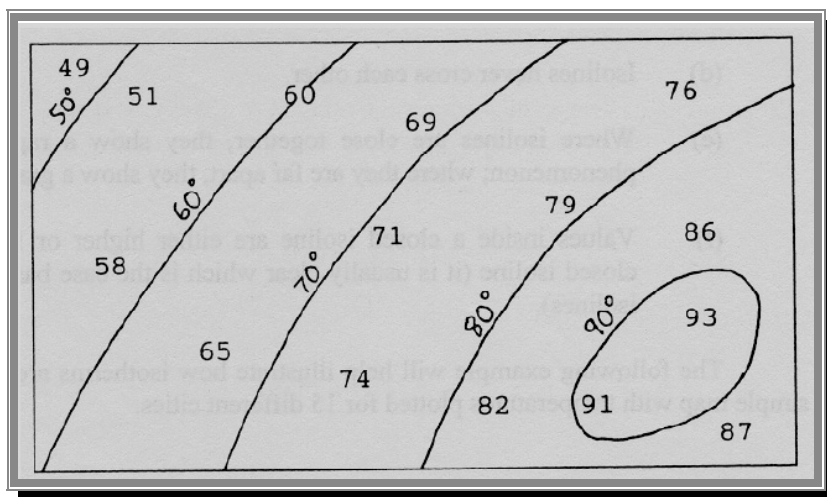
شیوه‌ی ساخت نقشه‌های خطوط هم ارزش. ترسیم خطوط هم ارزش تا حدی

شبیه به نوعی نقاشی کودکان است که در آن از کودک خواسته می‌شود تا نقطه‌هایی را با خط بهم وصل کند و در نهایت شکل خاصی را بدست آورد. تفاوت اصلی این روش نقاشی با رسم خط هم ارزش در آن است که در این شیوه، بدلیل نبود داده برای تمام نقاط سطح زمین، نقاط داده‌ای نشان داده نمی‌شوند. بنابراین برای ترسیم خطوط هم ارزش باید نقاط داده‌ای مورد نیاز را در بین نقاط دارای داده شناسایی کرد (روش درونیابی یا انترپوله کردن^۱). در تصویر (۳-۱۱) مقدار دمای ۱۵ شهر برحسب درجه‌ی فارنهایت داده شده است .



تصویر ۳-۱۱. مقدار دمای ۱۵ شهر فرضی برحسب درجه‌ی فارنهایت

همانطور که در تصویر دیده می‌شود بین دمای ۵۸ درجه (مرکز سمت چپ) و ۶۵ درجه (پائین سمت چپ) می‌توان محلی را یافت که دمای آن ۶۰ درجه باشد. قاعدتاً این محل به دمای ۵۸ درجه نزدیک‌تر از ۶۵ خواهد بود. اگر با همین روش که درون‌یابی نامیده می‌شود محل سایر اعداد دمایی مانند ۵۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درجه به طور جداگانه تعیین و با خطی به هم متصل شود، خطوط هم‌ارزش دمایی یا ایزوترم بدست می‌آید. همانگونه که در تصویر (۳-۱۲) نشان داده شده است برخی از خط‌های هم‌دمایی طولانی و برخی کوتاه‌تر است. خط هم‌دمای ۹۰ درجه نیز به یک دایره‌ی مطول شباهت دارد.



تصویر ۳-۱۲. خط‌های هم‌دمایی

برای به حداکثر رساندن قابلیت خوانایی این نوع نقشه‌ها نکات فنی خاصی در رسم خطوط هم‌ارزش رعایت می‌شود تا با ایجاد تفاوت بین خط‌ها به ارتباط بهینه‌ی کاربر با نقشه بیانجامد. از جمله‌ی نکات مزبور می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

وزن خط. این نکته‌ی فنی به معنای تیرگی یا ضخامت خطی است که از اتصال نقاط دارای ارزش همسان بدست می‌آید. البته این وزن را باید به گونه‌ای در نظر گرفت که مانع کشف و استخراج اطلاعات پس زمینه‌ای نقشه نشود.

رنگ خط. جغرافیدان با کاربرد این نکته‌ی فنی می‌تواند برای نمایش داده‌های مختلف از خطوطی با رنگ‌های مختلف استفاده کند. گاهی اوقات برای نمایش خطوط هم ارزش، علاوه بر رنگ با بهره‌گیری از مواد براق کننده یا جلا بخش اطلاعات این خطوط را از اطلاعات نقشه‌ی مبنایی جدا می‌کنند.

نوع خط. این نکته‌ی فنی دلالت بر آن دارد که کارتوگراف می‌تواند با استفاده از خطوط پیوسته، خط چین، نقطه چین یا منقطع اثر مورد نظر خود را ایجاد کند. البته خط چین و نقطه چین اغلب زمانی بکار می‌رود که نقشه‌ی مبنایی زیر خط‌های هم ارزش اطلاعات خیلی مهمی در بر داشته باشد و یا وجود خط‌های هم ارزش پیوسته باعث سختی خواندن نقشه شود.

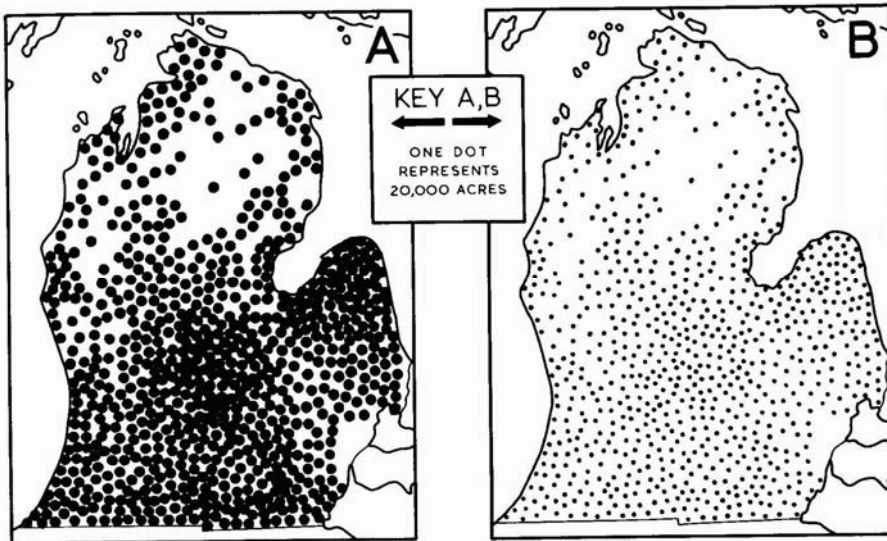
انواع موضوعی خطوط هم ارزش. این نوع خطوط کاربرد بسیار گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف دارد و بر حسب ماهیت تابع مورد نشان نام‌های متفاوتی دارد. انواع موضوعی خطوط هم ارزش در جدول (۳-۱) نشان داده شده است.

جدول ۳-۱. انواع موضوعی خطوط هم‌ارزش

<i>isopor</i>	خط هم تغییر سالانه‌ی انحراف مغناطیسی	<i>isohypse - countor line</i>	خط هم ارتفاع
<i>isohel</i>	خط هم تابش خورشیدی	<i>isobar</i>	خط هم فشار
<i>isodose</i>	خط هم شدت تابش	<i>isostere</i>	خط هم غلظت جوی
<i>isopectic</i>	خط هم‌زمانی یخبندان زمستانی	<i>isotherm</i>	خط هم‌دما
<i>isotach</i>	خط هم زمانی ذوب‌یخ	<i>isogeotherm</i>	خط هم‌دمای میانگین سالانه
<i>isobath</i>	خط هم ژرفای آبی	<i>isocheim</i>	خط هم‌دمای میانگین زمستانی
<i>isobathitherm</i>	خط هم‌دمای اعماق آب	<i>isothere</i>	خط هم‌دمای میانگین تابستانی
<i>isohaline</i>	خط هم شوری آب اقیانوسی	<i>isohyet</i>	خط هم بارش
<i>isochrone</i>	خط هم‌زمان سفر تا یک موقعیت خاص با رانندگی	<i>isophene</i>	خط هم‌زمانی رویدادهای زیستی مانند گل‌دهی گیاهان
<i>isotim</i>	خط هم‌هزینه‌ی حمل‌ونقل مواد خام از منبع	<i>isodrosotherm</i>	خط هم نقطه‌ی شبنم
<i>isodapane</i>	خط هم هزینه‌ی زمان سیر	<i>isoneph</i>	خط هم ابرناکی
<i>isogloss</i>	خط هم ویژگی‌های زبان‌شناختی	<i>isochalaz</i>	خط هم فراوانی توفان تگرگ
<i>isogonic line</i>	خط هم‌انحراف میدان مغناطیسی زمین	<i>isoplat</i>	خط هم اسیدیته (مثلاً در باران اسیدی)
<i>isocost</i>	خط هم هزینه‌ی تولید	<i>isotach</i>	خط هم سرعت باد
<i>isochasm</i>	خط هم‌زمانی وقوع شفق قطبی	<i>isogon</i>	خط هم جهت باد (خط هم زاویه‌ی انحرافی)
<i>isoquant</i>	خط هم کمیت تولید	<i>isoshear</i>	خط هم انحراف سمتی باد
<i>isophote</i>	خط هم روشنایی	<i>isobront</i>	خط هم موقعیت در امتداد جبهه‌ی توفانی
		<i>isohume</i>	خط هم رطوبت نسبی

۳-۴-۴. نقشه‌های نقطه‌ای

این نوع نقشه‌ی موضوعی، پراکنش یک متغیر را در بستر جغرافیایی با استفاده از یک نماد ثابت یعنی نقاط کوچک هم اندازه نشان می‌دهد. به عبارت دیگر در نقشه‌ی نقطه‌ای، نحوه‌ی توزیع فضایی متغیر مورد نمایش با بافت بصری حاصل از نمادهای نقطه‌ای کوچک در ارتباط است. بنابراین تجمع و تعدد نقاط در بخش یا بخش‌هایی از سطح نقشه، فراوانی پدیده‌ی مورد مطالعه را آشکار می‌کند. لازم به ذکر است که از این تکنیک موضوعی عمدتاً برای نمایش داده‌های خام استفاده می‌شود. (تصویر ۳-۱۳)



تصویر ۳-۱۳. دو نوع نقشه‌ی نقطه‌ای

اگرچه در این نوع نقشه هر نقطه در محل خاصی از نقشه پیاده می‌شود ولی داده‌های اصلی ماهیت ناحیه‌ای دارند و توزیع پدیده را در سطح یک واحد جغرافیایی نشان می‌دهد. بعلاوه نماد نقطه عامل انتقال مفاهیم کمی و کیفی توزیع است بنابراین مقدار عددی هر نقطه باید در حدی باشد که از یک طرف از زیاد شدن افراطی نقطه‌ها در روی نقشه جلوگیری کند و از سوی دیگر مانع حضور نواحی وسیع فاقد داده شود. هم اندازه بودن نقطه‌ها ضروری است و نباید اندازه‌ی آن‌ها آنقدر بزرگ باشد که با هم

تلاقی کند و نه آنقدر کوچک که تشخیص و تمایزشان مشکل شود. هر نقطه با مقدار عددی معینی که در حاشیه یا در تابلو راهنمای نقشه به آن اشاره شده در موقعیت خاص قرار می‌گیرد. برای نمایش داده‌های مختلف و سهولت در مقایسه‌ی آن‌ها می‌توان از نقطه‌هایی با رنگ‌های متفاوت استفاده کرد.

از جمله محدودیت‌هایی که در کاربرد نقطه برای نمایش توزیع جغرافیایی وجود دارد می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

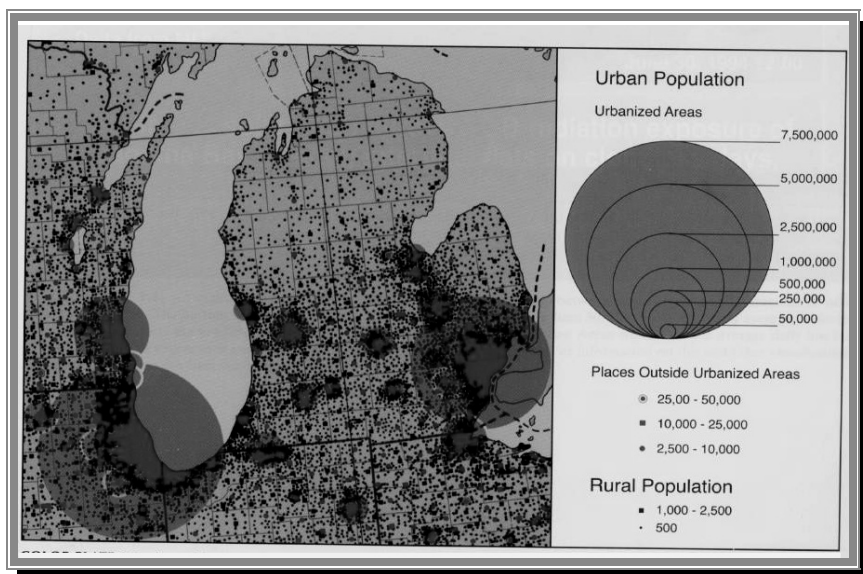
- در صورتی که تعداد نقاط زیاد باشد شمارش آن‌ها سخت و بعضاً غیر ممکن می‌شود. بدین ترتیب قرائت دقیق نقشه امکان پذیر نخواهد بود.

- از آن‌جا که این تکنیک مبتنی بر نقطه‌هایی است که دقیقاً در یک نقطه پیاده می‌شود، بنابراین این نقشه به جای منطقه‌ی وسیع، یک موقعیت خاص را نشان می‌دهد. **شیوه‌ی ساخت نقشه‌ی نقطه‌ای.** با توجه به اینکه از نقشه‌های نقطه‌ای بیشتر برای نمایش توزیع جمعیت استفاده می‌شود، بنابراین طریقه‌ی تهیه‌ی نقشه‌ی نقطه‌ای نمایانگر توزیع جمعیت مورد بررسی قرار می‌گیرد. این روش را می‌توان برای نمایش سایر متغیرها نیز بکار برد.

برای ساخت نقشه‌ی مزبور در مرحله‌ی اول نقشه‌ی نمای کلی قلمرو مطالعاتی به همراه مرز واحدها رسم می‌شود. بهتر است مقیاس چنین نقشه‌ای بزرگ یا متوسط باشد. (اگرچه مقیاس دیگر انواع نقشه‌های موضوعی معمولاً کوچک است). سپس بر اساس میزان جمعیت موجود در واحدها، برای هر نقطه مقدار عددی در نظر گرفته می‌شود (مثلاً هر نقطه برابر با ۱۰,۰۰۰ نفر). در این انتخاب باید به گونه‌ای عمل شود که توزیع نقاط در روی نقشه از تراکم مطلوبی برخوردار باشد و از تفرق یا خلوتی و ازدحام یا شلوغی بیش از حد نقطه‌ها پرهیز شود. در همین زمینه توجه به اندازه‌ی نقطه نیز اهمیت زیادی دارد. چنانچه اندازه‌ی نقطه‌ها بزرگ باشد بافت نقشه نیز درشت می‌شود و فضای زیادی از سطح نقشه را می‌پوشاند. انتخاب اندازه‌ی کوچک نیز سبب سبکی و خالی به نظر آمدن نقشه می‌شود. بهترین راه برای تعیین مقدار عددی و اندازه مناسب نقطه، آزمودن آن‌ها در نواحی دارای بالاترین و کمترین تراکم است.

تعداد نقاطی که در هر واحد مشخص شده در سطح نقشه پیاده می‌شود از تقسیم جمعیت هر واحد بر مقدار عددی هر نقطه بدست می‌آید. البته در بسیاری موارد، لازم

است که به گرد کردن اعداد حاصله اقدام شود. مثلاً چنانچه جمعیت یک واحد ۸۷۰۳۰ نفر باشد برای نمایش آن بر روی نقشه از ۹ نقطه استفاده می‌شود. اگرچه انجام این کار تا حدی از دقت نقشه می‌کاهد اما با توجه به ماهیت کار، این امر اجتناب ناپذیر است. در مرحله‌ی بعد بایستی نقاط را برحسب تعداد تعیین شده در محل واحدهای مربوطه توزیع کرد. در این مرحله باید به گونه‌ای عمل کرد که نقاط مربوط به یک واحد صرفاً در بخش کوچکی از همان واحد توزیع نشود چرا که در غیر این صورت کاربر نقشه تصورات غیر واقعی در مورد نحوه‌ی توزیع جمعیت خواهد داشت. در این نوع نقشه‌ی موضوعی، برای انعکاس جزئیات بیشتر می‌توان مقدار عددی در نظر گرفته شده برای هر نقطه را کمتر کرد (مثلاً هر نقطه برابر با ۸,۰۰۰ نفر). البته این امر منجر به افزایش تعداد نقاط در روی نقشه می‌شود که برای اجتناب از فشردگی نقاط یا بایستی ابعاد نقشه (مقیاس) را افزایش داد و یا اندازه‌ی نقطه را کوچک‌تر نمود.



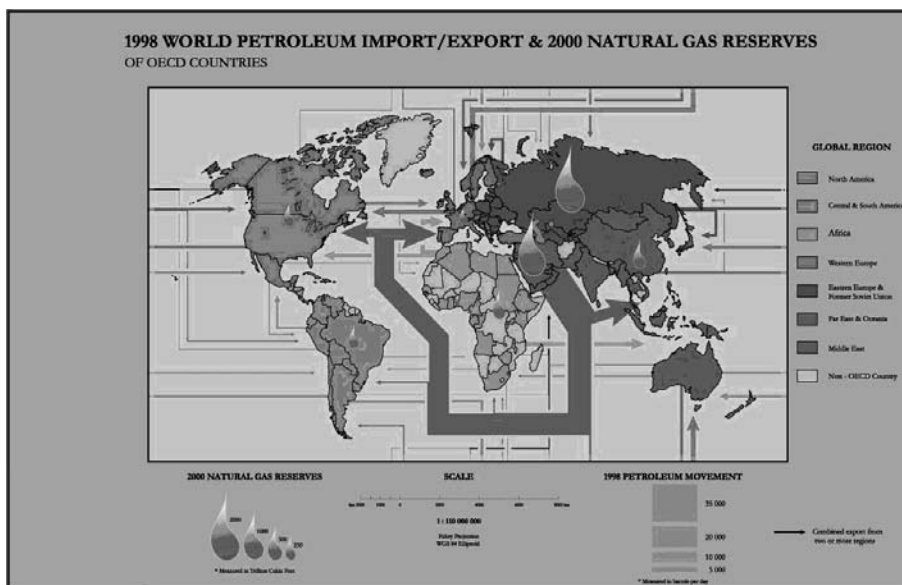
تصویر ۳-۱۴. نمایش توزیع جمعیت شهری و روستایی با روش ترکیبی نقطه و دایره‌ی نسبی

یکی از مزایای چنین نقشه‌ای آن است که با استفاده از آن به سادگی می‌توان میزان تقریبی جمعیت هر واحد را صرفاً با شمارش تعداد نقاط بدست آورد. با دقت در ارتباط موجود بین تعداد نقطه‌ها در هر واحد با وسعت واحد، استنباط در خصوص

تراکم جمعیت نیز امکان پذیر است. حذف مرز واحدها و نمایش یکپارچه‌ی سرزمین، ادراک تغییرات کلی تراکم جمعیت در تمامیت سطح قلمرو مطالعاتی را ساده‌تر می‌کند. گاهی اوقات برای بالا بردن توان اطلاع رسانی این نوع نقشه‌های موضوعی اقدام به ترکیب آن با روش‌های دیگر می‌کنند. (تصویر ۳-۱۴)

۳-۴-۵. نمودارهای جریان

نمودارهای جریانی در روی نقشه برای به تصویر کشیدن انواع مختلف حرکت‌ها از جایی به جای دیگر استفاده می‌شود. از جمله کاربردهای این نوع نمودار می‌توان به حجم تخلیه‌ی رود، جریان حرکت وسایل نقلیه در جاده‌ها و تردد عابران در پیاده‌روها، مهاجرت میان سرزمین‌ها و سفرهای دوره‌ای روستا به شهر اشاره کرد (تصویر ۳-۱۵).



تصویر ۳-۱۵. نقشه‌ی جریانی واردات و صادرات نفت جهان در (۱۹۹۸) و گاز طبیعی در (۲۰۰۰)

نمودارهای جریانی را می‌توان به دو گروه کلی تقسیم کرد:

۱. نقشه‌ی خط جریانی^۱. این نقشه حجم حرکت یا ترددی را که در امتداد

1. flow line map

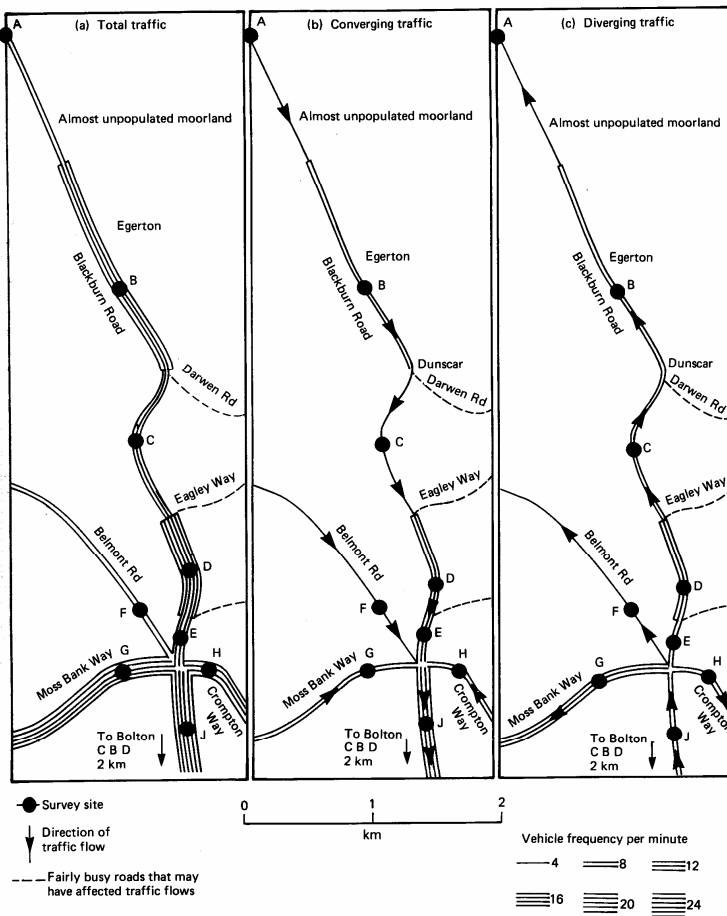
مسیرها و معبرهایی مانند جاده‌ها، خطوط ریلی و رودها صورت می‌گیرد توسط خط یا شبکه‌ای از خطوط نشان می‌دهد. بنابراین در نقشه‌ی خط جریان‌ی نمایش مسیرهای حرکتی مهم‌تر از مبدا و مقصد نهایی حرکت است.

۲. نقشه‌ی خط تمایل^۱. این نقشه تنها مبدا و مقصد حرکت را به تصویر می‌کشد. بنابراین فاقد اطلاعاتی در مورد جزئیات مسیر طی شده است. نقشه‌ی خط تمایل، معمولاً برای نمایش الگوی مهاجرت‌های بین‌المللی مناسب است. زیرا که در این گونه موارد کاربرد نقشه عمدتاً به مبدا و مقصد مهاجرت‌ها توجه می‌کند تا مسیرهایی که در مهاجرت طی شده است.

نقشه‌ی خط جریانی. ساخت این نوع نقشه‌ها نیازمند آمار تردد در جاده‌ها است. این آمارها را می‌توان از طریق مراجعه به نهادهای متولی تردد درون و برون شهری یا با انجام فعالیت میدانی تهیه کرد. در صورتی که تهیه آمار مستلزم کار میدانی است ضروری است که ایستگاه‌های تردد شماری با دقت تعیین شود. چنانچه این ایستگاه‌ها در نزدیکی تقاطع‌های شلوغ یا میدان‌ها و چراغ‌های راهنمایی قرار داشته باشد ثبت دقیق تردد تقریباً غیر ممکن خواهد بود. بنابراین بهتر آن است که مقر تردد شماری در قسمتی از مسیر انتخاب شود که رفت و آمد بطور مستقیم و آزادانه انجام می‌شود. در این ایستگاه‌ها تعداد وسایل نقلیه‌ی عبوری در هر جهت بطور جداگانه شمارش می‌شود. در هر ایستگاه پیمایشی، شمارش تردد به مدت ۵ دقیقه معمولاً نتایج قابل قبولی بدست می‌دهد البته باید تردد شماری در تمامی ایستگاه‌های تعیین‌شده به طور همزمان انجام شود.

تصویر (۳-۱۶) براساس تردد شماری در ساعت ۱۰ صبح روز جمعه در نه ایستگاه پیمایشی تهیه شده است. این تصویر میزان تردد عبوری از جاده‌های اصلی را در یک دوره‌ی ۵ دقیقه‌ای نشان می‌دهد. بخش (الف) تصویر مزبور بر مبنای کل تردد عبوری از جاده‌ها در طول دوره‌ی پیمایشی تهیه شده است. اما اطلاعات درون بخش‌های (ب) و (ج) تصویر تفصیلی‌تر بوده و درک جزئیات جریان ترددی را ساده‌تر می‌کند. در بخش (ج) تردد همگرا به تصویر کشیده شده و حجم تردد عبوری به سمت جنوب و رو به ناحیه‌ی مرکزی تجاری (CBD) را نشان می‌دهد. در حالی که

بخش (ج) نمایانگر جریان ترددی رو به شمال است. با توجه به راهنمای علائم نقشه می‌توان ماهیت تردد در بخش‌های (ب) و (ج) را به طور جداگانه و هم به صورت مقایسه‌ای تحلیل کرد.



تصویر ۳-۱۶. نقشه خط جریانی

در تصویر (۳-۱۶) حجم جریان ترددی با یک روش ساده و کارآمد یعنی تخصیص یک خط برای هر چهار وسیله‌ی نقلیه‌ی عبوری در دقیقه نشان داده شده است. از چنین سامانه‌ای می‌توان در مواردی که هدف نقشه نمایش اندازه‌ی مواد

حمل و نقلی بر حسب صد یا هزار تن است یا برای به تصویر کشیدن تردد قطارها در راه‌های ریلی نیز استفاده کرد.

در برخی از نقشه‌های خط جریانی، حجم تردد با تغییر دادن ضخامت یا پهنای فقط یک خط نشان داده می‌شود (مثلاً خط با پهنای ۱ میلیمتر برابر با ۱۰ وسیله نقلیه یا ۱۰۰ تن وزن کالای عبوری). در چنین سامانه‌ای پهنای خط جریانی روی نقشه، حامل رابطه‌ی ساده‌ای با مقادیر مورد نمایش بوده و ضخامت خط در پاسخ به افزایش حجم تردد بیشتر خواهد شد. همانگونه که جدول (۲-۳) نشان می‌دهد برای ایجاد رابطه‌ی مزبور می‌توان به دو روش عمل کرد. در روش اول مقدار عددی مورد نمایش بر عدد ۱۰ تقسیم شده و عدد حاصله، پهنای خط بر حسب میلیمتر تلقی شده است. در روش دوم پهنای خط بر حسب میلیمتر، از جذر مقدار عددی مورد نمایش بدست آمده است.

جدول ۲-۳.

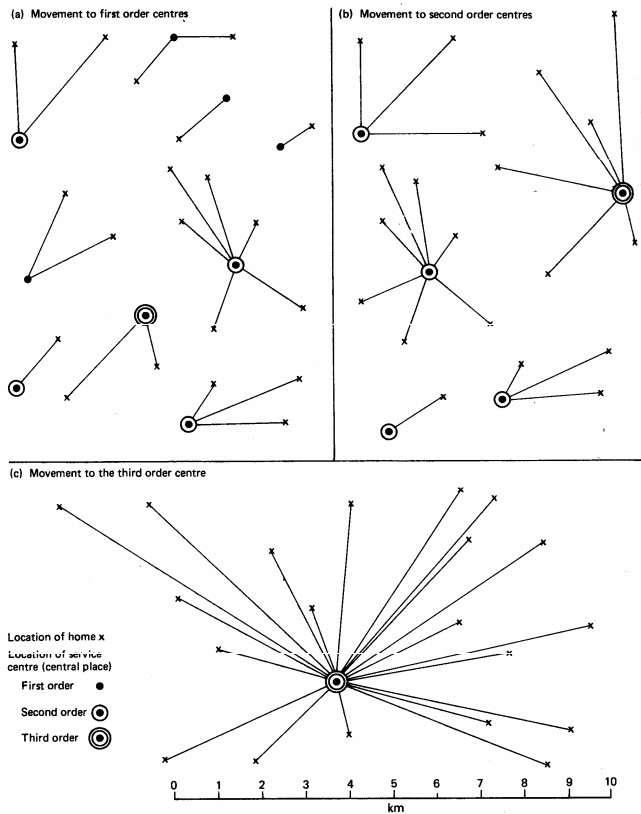
مقدار مورد نمایش	روش ۱ (تقسیم مقدار بر ۱۰۰)	روش ۲ (جذر مقدار)
۱۰۰۰	۱۰۰ میلیمتر	۳۱/۶ میلیمتر
۵۰۰	۵۰ میلیمتر	۲۲/۴ میلیمتر
۱۰۰	۱۰ میلیمتر	۱۰/۰ میلیمتر
۸۰	۸ میلیمتر	۸/۶ میلیمتر
۶۰	۶ میلیمتر	۷/۷ میلیمتر
۴۰	۴ میلیمتر	۶/۳ میلیمتر
۲۰	۲ میلیمتر	۴/۵ میلیمتر

همانگونه که جدول فوق نشان می‌دهد روش (۲) برای نمایش دامنه‌ی وسیع داده‌ها بسیار مناسب است. مثلاً برای نمایش مقدار ترددی ۱۰۰۰ در روش (۲) از خطی به پهنای ۳۱/۶ میلیمتر استفاده می‌شود که این میزان حدود ۱/۳ پهنای آن در روش (۱) (ضخامت ۱۰۰ میلیمتر) است. در روش ۱ رابطه‌ی مقادیر داده‌ای با پهنای خط ساده‌تر است در حالی که در روش (۲) با دو برابر شدن ضخامت خط جریانی، مقدار عددی داده خیلی بیش از دو برابر می‌شود. مثلاً در روش (۲)، خطی به پهنای

۴/۵ میلیمتر نشانگر مقدار ترددی ۲۰ است اما خطی به ضخامت ۸/۹ میلیمتر (تقریباً دو برابر) مقدار عددی ۸۰ را نشان خواهد داد.

نقشه‌های خط تمایل. در این نوع نقشه‌ی موضوعی یک خط انتزاعی برای نشان

دادن کوتاه‌ترین فاصله بین مبدا و مقصد تردد مورد استفاده قرار می‌گیرد، مثل حرکت هم‌گرای مردم از منازل مسکونی‌شان به مدرسه، محل کار، مراکز خرید، مکان‌های تفریحی و گردشگاه‌ها یا سایر مکان‌های مرکزی. برای نمایش این جریان حرکتی، در روی نقشه خط مستقیمی با ضخامت ثابت از خانه یا ناحیه‌ی مسکونی به سوی مقصد رسم می‌شود. بنابراین در رسم خط مزبور، جزئیات مسیر واقعی طی شده در شبکه‌ی جاده‌ای، خطوط ریلی یا خطوط هوایی حذف شده و خط فاقد اطلاعات مربوط به حجم حرکت خواهد بود. تصویر (۳-۱۷)



تصویر ۳-۱۷. خطوط تمایل

از خط تمایل برای نمایش هر حرکتی در هر مقیاسی از مهاجرت‌های بین‌المللی تا سفر روزانه به مقصد مدرسه و مسافرت‌های دوره‌ای برای حضور در دانشگاه و ... می‌توان استفاده کرد.

۳-۴-۶. نقشه‌های داسیمتریک^۱

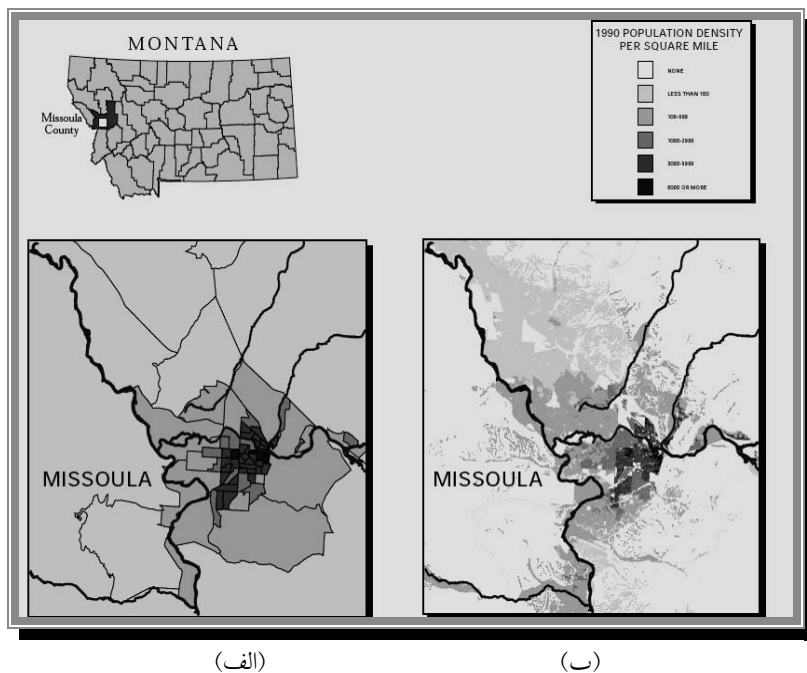
در نقشه‌های کوروپلت که موضوع آن، توزیع جمعیت بر حسب واحدهای اداری-سیاسی است معمولاً چنین برداشت می‌شود که جمعیت بطور همگن در سراسر واحدهای مساحتی توزیع شده است. در حالی که چنین برداشتی همواره صحیح نبوده و حتی ممکن است بخش‌هایی از یک ناحیه فاقد سکنه باشد. در واقع تراکم جمعیتی که در هر واحد روی نقشه پیاده شده صرفاً یک میانگین است که در برخی قسمت‌های واحد جغرافیایی تراکم بالاتر و در بخش‌های دیگر پائین‌تر از میانگین است. این سوء برداشت از آن جا ناشی می‌شود که در نقشه‌های کوروپلت واحدهای فضایی نقشه، همانند واحدهای شمارشی یا آماری است که نهادهای مسئول آمارگیری تعیین کرده‌اند. بنابراین برای ساخت نقشه‌ی کوروپلت تراکم جمعیت صرفاً تعداد جمعیت ثبت شده در هر واحد شمارشی بر اندازه‌ی آن واحد تقسیم می‌شود و مقدار حاصله با نماد خاصی به نمایش در می‌آید. بنابر آنچه بیان شد تکنیک کوروپلت بیش از اینکه به اطلاع رسانی در خصوص مردمی بپردازد که عملاً در واحدهای شمارشی زندگی و کار می‌کنند، عمدتاً اطلاعاتی در مورد اندازه و شکل واحد شمارشی ارائه می‌نماید. همین امر سبب می‌گردد این نوع نقشه‌های کوروپلت برای تحلیل‌های فضایی تفصیلی داده‌های اجتماعی - اقتصادی کاربرد محدودی داشته باشد.

برای اجتناب از این محدودیت‌ها می‌توان با استفاده از فرایند تهیه‌ی نقشه‌های داسیمتریک، واحدهای اداری را به واحدهای کوچکتر و مرتبط‌تر تغییر داد و در واقع از مرزهای اداری که معمولاً الگوهای تراکم جمعیت ناحیه‌ی خاص را منعکس نمی‌کند، خارج شد. بنابراین، در این روش نقشه‌سازی موضوعی، یک متغیر کمی مانند جمعیت مطابق با مرزهای مستخرج از خصلت توزیعی داده‌ها نشان داده می‌شود. در حقیقت مبنای روش داسیمتریک، درون‌یابی مساحتی است که از داده‌های ثانویه برای تغییر

1. dasymetric map

2. areal interpolation

شکل داده‌های جمعیتی از یک مجموعه‌ی واحدهای فضایی به مجموعه‌ی دیگر استفاده می‌کند (تصویر ۳-۱۸). لیکن یکی از مهمترین مشکلات، یافتن داده‌های ثانویه‌ی مناسبی است که منطبق با توزیع جمعیت باشد. در بسیاری از موارد نقشه‌های توپوگرافی و در برخی موارد تصویرهای ماهواره‌ای و نقشه‌های کاربری زمین^۱ به عنوان داده‌های ثانویه مورد استفاده قرار گرفته است. مثلاً چنانچه در سرزمینی تراکم جمعیت معادل ۲۵ نفر در واحد سطح باشد، بررسی و تحلیل نقشه‌های توپوگرافی نشان می‌دهد که نصف سرزمین مربوطه کوهستانی ناهموار و یا بیابانی بوده و عاری از جمعیت است، از این رو قسمت اعظم جمعیت در بخش مساعد باقیمانده‌ی آن سرزمین ساکن هستند. علاوه بر نقشه‌ی توپوگرافی، عکسی که نمایانگر نورهای هنگام شب در قلمروهای سرزمینی است همبستگی منطقی با جمعیت داشته و می‌تواند داده‌ی ثانوی قلمداد شود.



تصویر ۳-۱۸. نقشه‌ی کوروپلت (الف) و نقشه‌ی داسیمتریک (ب) توزیع جمعیت

جغرافیدانان از این نوع نقشه‌ها عموماً برای نمایش توزیع جمعیت استفاده می‌کنند. نقشه‌ی داسیمتریک علاوه بر نمایاندن مقدار داده‌ها، قابلیت تعیین موقعیت واقع‌گرایانه‌ی آن‌ها را نیز دارد. برای ساخت این نوع نقشه‌ها از داده‌های معیاری شده یا استاندارد استفاده می‌شود و نمادهای ناحیه‌ای با توجه به مقدار داده‌ی مربوط به هر قلمرو در محل مربوطه قرار می‌گیرد.

این روش نمایش داده‌ها در دهه‌ی ۱۹۲۰ بوسیله‌ی کارتوگراف روسی تیان شانسکی^۱ ابداع و نام‌گذاری شد و در مجموعه‌ای از نقشه‌های تراکم جمعیت روسیه‌ی اروپایی با مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ بکار رفت. اما توسط رایت^۲ استفاده از آن عمومیت یافت و به دلیل نیاز به روش‌های تصویر سازی دقیق داده‌های جمعیتی عمدتاً در این زمینه کاربرد پیدا کرد. وی آغازگر روش نوینی در عرصه‌ی نمایش تراکم جمعیت بر مبنای تقسیم واحدهای اداری معین به نواحی کوچک تر با تبعیت از انواع مختلف محیط‌های جغرافیایی بود.

اگرچه پیشینه‌ی تکنیک نمایش داسیمتریک به دهه‌ی ۱۹۳۰ باز می‌گردد اما ساخت این نوع نقشه‌ها فاقد روش‌شناسی استاندارد است. ذهن‌گرایی^۳، تنوع معیارها در انتخاب واحدهای سرزمینی و همچنین این حقیقت که کارتوگراف مجبور است تراکم جمعیتی درون واحدها را تخمین بزند مهم‌ترین موانع کاربردی روش داسیمتریک است که مشکلات خاصی را در زمینه‌ی طراحی و ساخت آن‌ها بوجود می‌آورد و سبب محدودیت استفاده از این نقشه‌ها می‌شود، لیکن توانمندی‌های موجود در سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و افزایش دسترسی به مجموعه داده‌های رقومی یا دیجیتالی، نقشه سازی داسیمتریک را حیات تازه‌ای بخشیده است.

۳-۴-۷. کارتوگرام

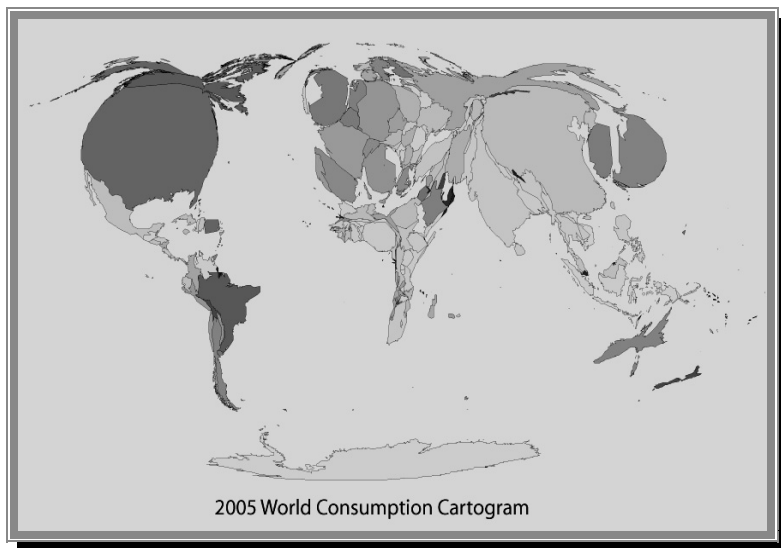
کارتوگرام یا نقشه‌ی نموداری را می‌توان نقشه‌های ارزش بر حسب مساحت، تصویرهای تغییر شکل یافته یا به سادگی تغییر شکل‌های فضایی نامید. این نقشه‌های موضوعی در واقع نوعی نمودار هستند که ویژگی‌های جغرافیایی را به صورت مساحتی نشان می‌دهند. در واقع در کارتوگرام قلمرو واحدهای جغرافیایی به عنوان نماد مورد

1. tyan-shansky

2. j. k.wright

3. subjectivity

استفاده قرار می‌گیرد و با تخصیص مقیاس به مساحت واحدها، مقدار عددی متغیر به نمایش در می‌آید. با توجه به اینکه کارتوگرام به جای نمایاندن فضای جغرافیایی، اقدام به نمایش اندازه‌ی پدیده‌های وابسته به یک ویژگی خاص می‌کند بنابراین نمی‌توان آن را یک نقشه‌ی واقعی پنداشت. (تصویر ۳-۱۹)



تصویر ۳-۱۹. نمایی از کارتوگرام میزان مصرف جهانی در سال ۲۰۰۵

کارتوگرام‌ها را می‌توان برحسب درجه‌ی تغییر فضای جغرافیایی به گروه‌های مختلف تقسیم بندی کرد. اگر بزرگی نسبی مقادیری که نماد سازی می‌شود تقریباً به اندازه‌ی واقعی نواحی داده‌ای باشد کارتوگرام حاصله خیلی شبیه به نقشه خواهد بود و در غیر این صورت هیچ شباهتی به نقشه نخواهد داشت.

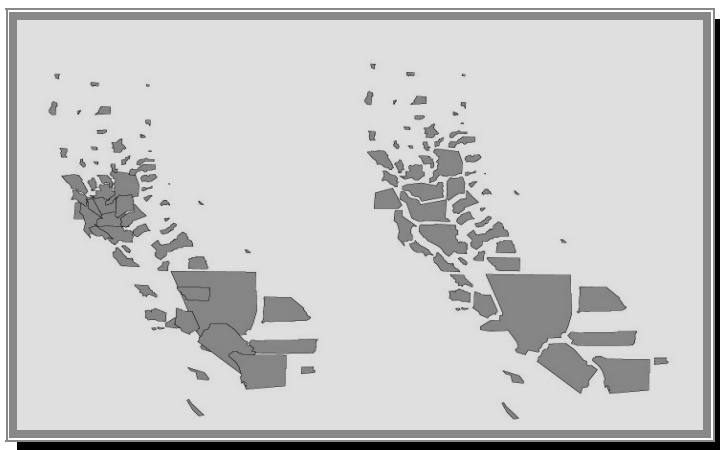
اگرچه ترسیم کارتوگرام‌ها سخت و دشوار بنظر می‌رسد اما امروزه ساخت آن‌ها با بهره گیری از امکانات سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و برنامه‌های رایانه‌ای با سهولت و دقت بیشتری انجام می‌شود. کارتوگرام‌ها را از نظر شکلی می‌توان به سه گروه اصلی تقسیم بندی کرد: ۱. کارتوگرام بدون پیوستگی^۱؛ ۲. کارتوگرام پیوسته^۲؛ ۳. کارتوگرام دورلینگ^۳

1. non contiguous

2. contiguous

3. dorling

کارتوگرام بدون پیوستگی. ساخت این نوع کارتوگرام بسیار ساده و سهل است و بسیاری از جغرافیدانان و کارتوگراف‌ها کاربرد آن را ترجیح می‌دهند. پدیده‌های جغرافیایی در بستر مکانی با پدیده‌های دیگر در ارتباط می‌باشد که از این هم‌پندی یا پیوند^۱ به عنوان مکان‌شناسی^۲ نام برده می‌شود. در کارتوگرام بدون پیوستگی، ارتباط پدیده‌های جغرافیایی با پدیده‌های مجاورشان حفظ نمی‌شود. بنابراین با رهایی پدیده‌ها از پدیده‌های مجاور می‌توان با حفظ کردن شکل، اندازه‌ی آن‌ها را کم یا زیاد کرد. (تصویر ۳-۲۰)



با هم‌پوشی

بدون هم‌پوشی

تصویر ۳-۲۰. کارتوگرام بدون پیوستگی جمعیت به تفکیک بخش در کالیفرنیا

همانگونه که تصویر فوق نشان می‌دهد اختلافی بین دو نوع کارتوگرام وجود دارد. در کارتوگرام سمت چپ (با هم‌پوشی) مرکز هندسی پدیده (بخش) حفظ شده و چون مرکزیت پدیده در جای خود باقی مانده است برخی از پدیده‌ها بواسطه‌ی بزرگ یا کوچک شدن وابسته به صفت مورد نمایش (مثل مقدار جمعیت) با یکدیگر هم‌پوش شده‌اند. در کارتوگرام سمت راست، پدیده‌ها نه تنها بزرگ و کوچک شده بلکه به یک طرف نیز حرکت داده شده‌اند تا بدین وسیله از هم‌پوشی آن‌ها پرهیز شود. باید توجه داشت که این کار باعث ایجاد تغییراتی در فاصله‌ها خواهد شد ولی با ممانعت از

هم‌پوشی پدیده‌ها، اندازه‌ی پدیده‌ها به نحو بهینه‌تری نمایش داده شده و می‌تواند به سادگی تفسیر شود.

کارتوگرام پیوسته. در بحث پیشین به هم‌بندی یا پیوند بین پدیده‌ها اشاره شد. در کارتوگرام بدون پیوستگی، مکان شناسی یا توپولوژی فدای حفظ شکل‌ها می‌شود اما در کارتوگرام پیوسته عکس این امر صادق است. به عبارت دقیق‌تر، در آن‌ها توپولوژی حفظ می‌شود و پدیده‌ها در هم‌بندی یا پیوند با یکدیگر می‌مانند لیکن تغییرهای زیادی در شکل‌ها بوجود می‌آید. (تصویر ۳-۲۱)



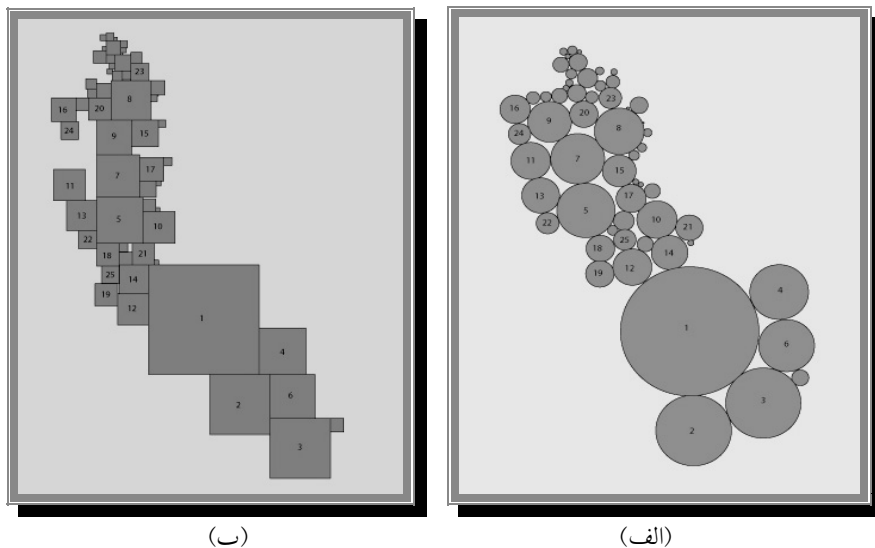
تصویر ۳-۱. کارتوگرام پیوسته جمعیت به تفکیک بخش‌های کالیفرنیا

کارتوگراف‌ها برای ساخت این نوع کارتوگرام، باید اندازه‌ی پدیده (بخش) را متناسب با مقدار عددی (جمعیت) بسازند و در ضمن بکوشند تا حد ممکن شکل پدیده را نیز حفظ کنند. در این صورت تفسیر و تحلیل نقشه‌ی حاصله ساده خواهد بود.

کارتوگرام دورلینگ. ابداع کننده‌ی این نوع کارتوگرام، کارتوگرافی بنام دنی دورلینگ^۱ است. با وجود اینکه کارتوگرام دورلینگ هیچ‌کدام از عناصر شکل یا

توپولژی و مرکز هندسی پدیده را حفظ نمی‌کند ولی این کارتوگرام موثر بودن روش خود را به اثبات رسانده است.

کارتوگراف برای ساخت کارتوگرام دورلینگ به جای بزرگ و کوچک کردن خود پدیده‌ها، شکل‌های یکنواخت و یکسانی مثل دایره‌های نسبی را جایگزین آن‌ها می‌کند. در این روش برای جلوگیری از هم‌پوشی شکل‌ها، می‌توان آن‌ها را به سمتی حرکت داد تا مساحت کلی هریک به راحتی قابل رویت باشد. (تصویر ۳-۲۲(الف))



تصویر ۳-۲۲. کارتوگرام دورلینگ (الف) و کارتوگرام دمرس (ب) برای داده‌های جمعیتی کالیفرنیا

کارتوگرام دمرس^۱ شبیه به کارتوگرام دورلینگ است اما با آن دو تفاوت دارد. نخست اینکه این روش به جای دایره از مربع استفاده می‌کند و بدین ترتیب فاصله‌ی خالی کمتری میان شکل‌ها باقی می‌ماند. در درجه‌ی دوم، کارتوگراف در ساخت کارتوگرام دورلینگ می‌کوشد تا اشکال را نسبت به موقعیت واقعی شان خیلی کم جابجا کند، اما کارتوگرام دمرس فاصله را فدای می‌کند تا ارتباط و مجاورت^۲ بین اشکال حفظ شود. (تصویر ۳-۲۲(ب)) به واسطه‌ی جلوه‌ی تصویری جالب از کارتوگرام‌ها عمدتاً در روزنامه و مجلات استفاده می‌شود.

1. demers

2. contiguity

خلاصه فصل سوم

نقشه‌های موضوعی اطلاعات ویژه‌ای در مورد موقعیت‌های خاص فراهم می‌سازد و هم اطلاعات عمومی در خصوص الگوهای فضایی ارائه می‌کند. این نقشه‌ها همچنین برای مقایسه‌ی الگوها در روی یک نقشه یا حتی نقشه‌های مختلف کاربرد دارند.

نقشه‌ی موضوعی بر اساس داده‌های فضایی ساخته می‌شود. این داده‌ها دارای سه بعد موضوعی؛ بعد زمانی؛ و بعد فضایی هستند. بعد موضوعی در ارتباط با ماهیت صفت مربوط به عوارض جغرافیایی است. بعد زمانی دوره‌ی زمانی اعتبار داده‌های اندازه‌گیری شده را تعیین می‌کند. بعد فضایی، تعیین‌کننده‌ی نوع عوارض جغرافیایی است که داده‌ها به آن‌ها مربوط می‌شود.

ساخت نقشه‌ی موضوعی مستلزم کاربرد شیوه‌های علمی و هنری طراحی نقشه است. در فرایند طراحی در مورد انتخاب عوارض و صفات جغرافیایی، گزینش سیستم تصویر مناسب با هدف نقشه و ویژگی‌های جغرافیایی منطقه، تعیین مقیاس متناسب با نیازهای کاربران نقشه، تعمیم عوارض و صفات مورد نمایش در روی نقش و انتخاب نماد مناسب و طراحی نمای کلی نقشه تصمیم‌هایی گرفته می‌شود. مهم‌ترین اهداف در طراحی نقشه وضوح؛ ترتیب؛ توازن؛ تباین بصری؛ وحدت و هماهنگی؛ سلسله مراتب بصری هستند. نقشه‌ای طراحی بهینه و خوب خواهد داشت که به همه‌ی این هدف‌ها رسیده باشد.

جغرافیدانان از روش‌های نظیر نقشه‌های کوروپلت؛ نمادهای نسبی؛ نمادهای مکرر؛ نقشه‌های خطوط هم ارزش؛ نقشه‌های نقطه‌ای؛ نقشه‌ی نمودارهای جریان‌ی و نقشه‌های داسیمتریک مختلفی برای ساخت نقشه‌های موضوعی مربوط به داده‌های فضایی استفاده می‌کنند.

نقشه‌ی کوروپلت چگونگی تغییر اندازه‌ی یک متغیر را در سطح واحدهایی جغرافیایی به تصویر می‌کشد و درک بصری خوبی در مورد تغییرات فضایی فراهم می‌کند. کاربرد این نقشه‌ها در مواردی ترجیح داده می‌شود که توزیع و پراکنش متغیرهای جغرافیایی در سطح مناطق و نواحی مطرح باشد.

نمادهای نسبی مقادیر عددی مربوط به نقاط یا نواحی خاص را در روی نقشه نشان می‌دهد. برای این منظور اندازه‌ی نمادهایی مانند دایره و مربع در ارتباط با تفاوت

مقداری کمیت‌های مورد نمایش قرار می‌گیرد. متداول‌ترین انواع نمادهای نسبی؛ نماد میله‌های نسبی، دایره‌های نسبی، مربع‌های نسبی، مکعب‌های نسبی و کره‌های نسبی و نمادهای مکرر هستند.

در نقشه‌های خطوط هم‌ارزش، پراکنش فضایی یک متغیر بوسیله‌ی خطوط نشان داده می‌شود. وجود این خط‌ها، رویت ساده‌تر شیوه‌ی پراکنش داده‌ها را در سطح زمین ساده امکان‌پذیر می‌سازد.

نقشه‌های نقطه‌ای پراکنش یک متغیر را در بستر جغرافیایی با استفاده از یک نماد ثابت یعنی نقاط کوچک هم اندازه نشان می‌دهد. به عبارت دیگر نحوه‌ی توزیع فضایی متغیر مورد نمایش با بافت بصری حاصل از نمادهای نقطه‌ای کوچک در ارتباط است. از این تکنیک عمدتاً برای نمایش داده‌های خام استفاده می‌شود.

نمودارهای جریانی در روی نقشه برای به تصویر کشیدن انواع مختلف حرکت‌ها از جایی به جای دیگر استفاده می‌شود. از جمله کاربردهای این نوع نمودار، حجم تخلیه‌ی رود، جریان حرکت وسایل نقلیه در جاده‌ها و تردد عابران در پیاده روها، مهاجرت میان سرزمین‌ها و سفرهای دوره‌ای روستا به شهر است. نمودارهای جریانی به دو گروه کلی نقشه خط جریانی و نقشه خط تمایل تقسیم می‌شود.

در نقشه‌های داسیمتریک، یک متغیر کمی مانند جمعیت مطابق با مرزهای مستخرج از خصلت توزیعی داده‌ها نشان داده می‌شود. در حقیقت مبنای این روش درونیابی مساحتی است که از داده‌های ثانویه برای تغییر شکل داده‌های جمعیتی از یک مجموعه‌ی واحدهای فضایی به مجموعه‌ی دیگر استفاده می‌کند.

کارتوگرام یا نقشه‌ی نموداری، نقشه‌های ارزش بر حسب مساحت، تصویرهای تغییر شکل‌یافته یا به سادگی تغییر شکل‌های فضایی هستند. این نقشه‌ها در واقع نوعی نمودار هستند که ویژگی‌های جغرافیایی را بصورت مساحتی نشان می‌دهند، در واقع در کارتوگرام قلمرو واحدهای جغرافیایی به عنوان نماد مورد استفاده قرار می‌گیرد و با تخصیص مقیاس به مساحت واحدها، مقدار عددی متغیر به نمایش در می‌آید. کارتوگرام‌ها را از نظر شکلی به سه گروه اصلی کارتوگرام بدون پیوستگی؛ کارتوگرام پیوسته؛ کارتوگرام دورلینگ و کارتوگرام دمرس تقسیم می‌شوند.

خودآزمایی فصل سوم

سؤالات چند گزینه‌ای

۱. کدام بعد داده‌های فضایی در ارتباط با ماهیت صفت مربوط به عوارض جغرافیایی است؟

الف) بعد فضایی (ب) بعد زمانی

ج) بعد موضوعی (د) بعد مکانی

۲. کدام هدف در طراحی نقشه در ارتباط با نمای کلی تمامی عناصر نقشه است؟

الف) وضوح (ب) توازن (ج) ترتیب (د) تباین بصری

۳. کدامیک از نمادهای نسبی برای نمایش دامنه‌ی خیلی گسترده مقادیر بکار می‌رود؟

الف) مکعب و کره (ب) مربع و مکعب

ج) میله و کره (د) دایره و میله

۴. در نقشه‌های خطوط هم‌ارزش، کدام مفهوم به معنی تیرگی یا ضخامت خط است؟

الف) رنگ خط (ب) نوع خط

ج) اندازه خط (د) وزن خط

۵. مبنای کدامیک از روش‌های تهیه نقشه، درون‌یابی مساحتی با استفاده از داده‌های

ثانویه است؟

الف) داسیمتریک (ب) دورلینگ (ج) دمرس (د) کوروپلیت

سؤالات تکمیلی

- مهمترین جزء اطلاعاتی نقشه، است.
- کاربرد نقشه‌های کوروپلیت در مواردی ترجیح داده می‌شود که توزیع متغیرهای جغرافیایی در سطح مطرح باشد.
- در روش نمادهای نسبی، وزن اندازه‌ی نماد در ارتباط با است.
- نقشه خط تمایل فقط و حرکت را به تصویر می‌کشد.
- در کارتوگرام با هم‌پوشی پدیده حفظ می‌شود.

سؤالات تشریحی

۱. مهم‌ترین اهداف در طراحی نقشه کدامند؟
۲. ویژگی‌های اصلی نقشه‌های کوروپلیت را بنویسید.
۳. مهم‌ترین ویژگی‌های خطوط هم‌ارزش را به اختصار بنویسید.
۴. محدودیت‌های کاربرد نقطه برای نمایش توزیع جغرافیایی کدامند؟
۵. تفاوت کارتوگرام دمرس با کارتوگرام دورلینگ در چیست؟

فصل چهارم

نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در علوم مختلف

هدف مرحله‌ای

در این فصل شما با نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در شاخه‌ها و گرایش‌های مختلف علوم به‌طور کلی و جغرافیا به‌طور خاص شامل، آمایش سرزمین، عمران روستایی و عشایری و برنامه‌ریزی و توسعه شهری، آشنا می‌شوید.

هدف های رفتاری – آموزشی

شما پس از مطالعه مطالب این فصل می‌توانید:

۱. کاربرد نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در علوم مختلف را تشریح می‌کند.
۲. ویژگی‌های نقشه‌ها و نمودارهای هواشناسی و اقلیمی را توضیح دهید.
۳. ویژگی‌های نقشه‌های ژئومورفولوژی و تفسیر آنها را توضیح دهید کنید.
۴. ویژگی‌های نقشه‌های هیدرولوژی و هیدروگرافی را تشریح کنید.
۵. ویژگی‌های نقشه‌های خاک‌ها، پوشش گیاهی و مناطق زیستی را توصیف می‌کنید.
۶. ویژگی‌های نقشه‌ها و نمودارهای جمعیتی را توضیح دهید.
۷. ویژگی‌های نقشه‌های شهری، کاربری اراضی و ثبت املاکی را توضیح دهید.
۸. ویژگی‌های نقشه‌های ناوبری هوایی و دریایی را تشریح کنید.
۹. ویژگی‌های نقشه‌های راه‌ها، توریستی و تاریخی را توصیف کنید.
۱۰. کاربرد نقشه‌های موضوعی در عمران روستایی و عشایری را توضیح دهید.
۱۱. کاربرد نقشه‌های موضوعی در برنامه‌ریزی و توسعه شهری را تبیین کنید.
۱۲. کاربرد نقشه‌های موضوعی در آمایش سرزمین را توضیح دهید.

۴-۱. مقدمه

در هر شاخه از علوم برای نشان دادن توزیع فضایی پدیده‌های مورد مطالعه و همچنین ارتباط متغیرها و پدیده‌ها، از نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی خاصی استفاده می‌شود که متناسب با موضوع مورد مطالعه است. برخی از این نقشه‌ها و نمودارها با نام‌های خاصی مشخص می‌شوند. برخی از نقشه‌ها و نمودارها نیز کاربرد عمومی در تمام علوم دارند. در این فصل برخی از این نقشه‌ها و نمودارها و کاربرد آنها همراه با نوع تفسیری که از آنها می‌شود مورد بحث قرار می‌گیرند.

۴-۲. کاربرد نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در علوم مختلف

در هر علمی برای نشان دادن موقعیت مکانی و توزیع جغرافیایی پدیده‌های مورد مطالعه، نیاز به استفاده از نقشه احساس می‌شود. همچنین برای بهتر نشان دادن برخی از روابط که بین متغیرها و درون متغیرها در داخل جداول تهیه شده وجود دارد، استفاده از انواع نمودارها ضرورت پیدا می‌کند.

استفاده از نقشه با مقیاس‌های مختلف بر حسب اینکه گستره زیاد را نشان داده که در آن محل قرارگیری یک پدیده و توزیع جغرافیایی آن مورد نظر است (نقشه‌های متوسط تا کوچک مقیاس) یا جزئیات بیشتر و نزدیک به واقع را نشان دهد (نقشه‌های بزرگ مقیاس و تا پلان‌ها) متفاوت است. بعلاوه استفاده از نقشه در شکل سستی خود کنار گذاشته شده و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سیستم‌های موقعیت یاب جهانی کاربردهای متنوع‌تری را در تعیین موقعیت پدیده‌ها و پراکندگی آنها در زمینه‌های مختلف سطح کره زمین ارائه می‌دهند.

عمومی‌ترین کاربرد نقشه‌ها و نمودارها برای اهداف آموزشی در علوم مختلف است و در آن اطلاعات عمومی و تخصصی به نمایش گذاشته می‌شود. مدیران و مسئولان بخش‌های عمومی و خصوصی، سازمانهای ارتباطی و حمل‌ونقلی، موسسات خدمات رسانی، توریستی، سازمان‌ها و دفاتر ثبت و معاملات املاک و ... بر حسب نیازهای خود در حوزه فعالیت‌یشان از انواع نقشه‌ها و نمودارها استفاده می‌کنند.

- موسسات آموزشی عموماً از نقشه‌های جغرافیایی بسیار کوچک مقیاس و کوچک مقیاس و اطلس‌ها استفاده می‌کنند. موقعیت و توزیع جغرافیایی

- ویژگی‌های طبیعی، انسانی و اقتصادی در سطح جهانی، قاره‌ها، کشورها و استان‌ها در این نقشه‌ها نمایش داده می‌شود.
- موسساتی که حوزه فعالیت‌شان علوم زمین مانند هواشناسی، زمین‌شناسی و هیدرولوژی است، عموماً به نقشه‌های کوچک تا متوسط مقیاس نیاز دارند و آنها را تهیه می‌کنند. این نقشه‌ها در سطح کل کشور، به صورت منطقه‌ای و تا سطح شهرستان تهیه می‌گردند. نتیجه تحقیقات مربوط روی این نقشه‌ها نمایش داده می‌شود. نقشه‌ها و نمودارهای هواشناسی، نقشه‌ها و مقاطع زمین‌شناسی، نقشه‌ها و مقاطع خاک، نقشه‌های هیدرولوژی، نقشه‌های پوشش گیاهی و ... از جمله موارد این نقشه‌ها هستند.
 - سازمانها و موسسات فعال در بخش کشاورزی (زراعت، باغداری، جنگلداری و ...) پدیده‌های مرتبط در این بخش (شرایط آب و خاک و ...)، تهیه و چگونگی بهره‌برداری از آنها را بر روی نقشه‌های متوسط مقیاس تا بزرگ مقیاس نشان می‌دهند.
 - سازمان‌ها و موسسات حمل‌ونقل و ترابری به نقشه‌های کوچک مقیاس نیاز دارند. در این نقشه‌ها شبکه راه‌ها، پایانه‌ها، بنادر و لنگرگاه‌ها، فرودگاه‌ها، ایستگاه‌های راه‌آهن و ... نشان داده می‌شود. نقشه‌های تخصصی‌تر در حوزه هوانوردی و ناوبری هوایی، دریانوردی و ناوبری دریایی تهیه می‌شوند.
 - در حوزه نظامی و انتظامی، نقشه‌ها عموماً بزرگ مقیاس هستند. در گذشته برای مشخص کردن میدان‌ها و صحنه‌های جنگ، موقعیت و توزیع جغرافیایی مکان‌های وقوع جرائم و تخلفات، مکان‌های جرم خیز و ... از نقشه در کنار نمودارهای مربوط استفاده می‌شده است. امروزه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی به همراه سیستم‌های موقعیت یاب جهانی، به کمک راهبری در امور نظامی و انتظامی آمده است.
 - سازمان‌ها ثبت املاک و زمین شهری برای مشخص کردن حدود و وسعت اراضی و املاک به نقشه‌های بزرگ مقیاس و تا حد پلان‌های شهری دارند. نقشه‌های ثبت املاکی (کاداستر) مشخص‌ترین نقشه‌ها در این زمینه هستند.
 - در فعالیت‌های عمرانی و ایجاد زیرساخت‌ها، شبکه راه‌ها و خیابان‌ها، آب و

فاضلاب، برق، تلفن و ... نقشه‌ها دارای مقیاس بزرگ و تا حد پلان هستند. تهیه نیمرخ‌های مسیر و نمودارها برای نشان دادن روند توسعه عملیات اجرایی در کنار نقشه‌ها، تصویری مناسب از وضعیت مکانی و توزیع جغرافیایی پدیده‌ها بوجود می‌آورد.

۳-۴. نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در جغرافیای طبیعی

در شاخه جغرافیای طبیعی عموماً نقشه‌های متوسط تا کوچک مقیاس در گرایش‌های اقلیم‌شناسی، ژئومورفولوژی، هیدرولوژی، جغرافیای خاکها و جغرافیای زیستی تهیه می‌شود.

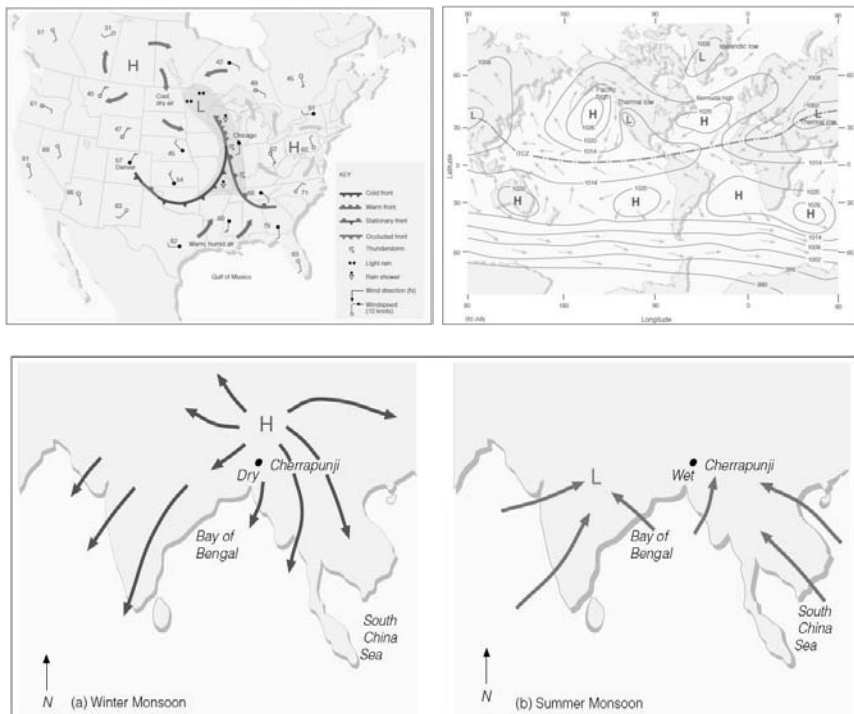
۱-۳-۴. نقشه‌ها و نمودارهای هواشناسی و اقلیمی

با بررسی و تجزیه و تحلیل اطلاعات بدست آمده از ایستگاه‌های هواشناسی و به منظور پیش‌بینی اوضاع جاری جوی و مطالعات بلند مدت اقلیمی، نمودارها و نقشه‌های هواشناسی و اقلیمی تهیه می‌شوند. توجه به عوامل و عناصر آب و هوایی مانند ارتفاع مکان، عرض جغرافیایی، دوری و نزدیکی به دریا، درجه حرارت، فشار، ریزش‌های جوی، رطوبت، باد و نظایر آن از جمله نکاتی است که در این نمودارها و نقشه‌ها به آن توجه می‌شود. برای هر یک از عناصر اقلیمی در مقیاس‌های کوچک و متوسط می‌توان نقشه تهیه کرد. (تصاویر ۱-۴ و ۲-۴)

در صورتی که هدف از تهیه نقشه‌های اقلیمی مجموعه‌ای از عناصر و عوامل اقلیمی باشد می‌توان اقدام به تهیه اطلس‌های اقلیمی نمود و آنها را در اندازه‌های مختلف تهیه کرد. اطلس اقلیمی ایران که توسط موسسه جغرافیای دانشگاه تهیه شده است نمونه‌ای از این مجموعه نقشه‌ها است. ویژگی برخی از نمودارهای اقلیمی را در فصل دوم مورد بررسی قرار دادیم.

در تمام طرح‌های مطالعاتی و مستندات برنامه‌های توسعه و در قسمت مطالعات وضع موجود و پیش‌بینی برای آینده، به تناسب نیاز به شناخت عناصر و عوامل اقلیمی، انواع نمودارها و نقشه‌های موضوعی در زمینه هواشناسی و اقلیم‌شناسی تهیه می‌شود.

نمودارها و نقشه‌های توزیع بارش، درجه حرارت، رطوبت، فشار و باد، به تفکیک ماه‌های سال و سالهای مورد مطالعه از جمله موارد قابل ذکر هستند.



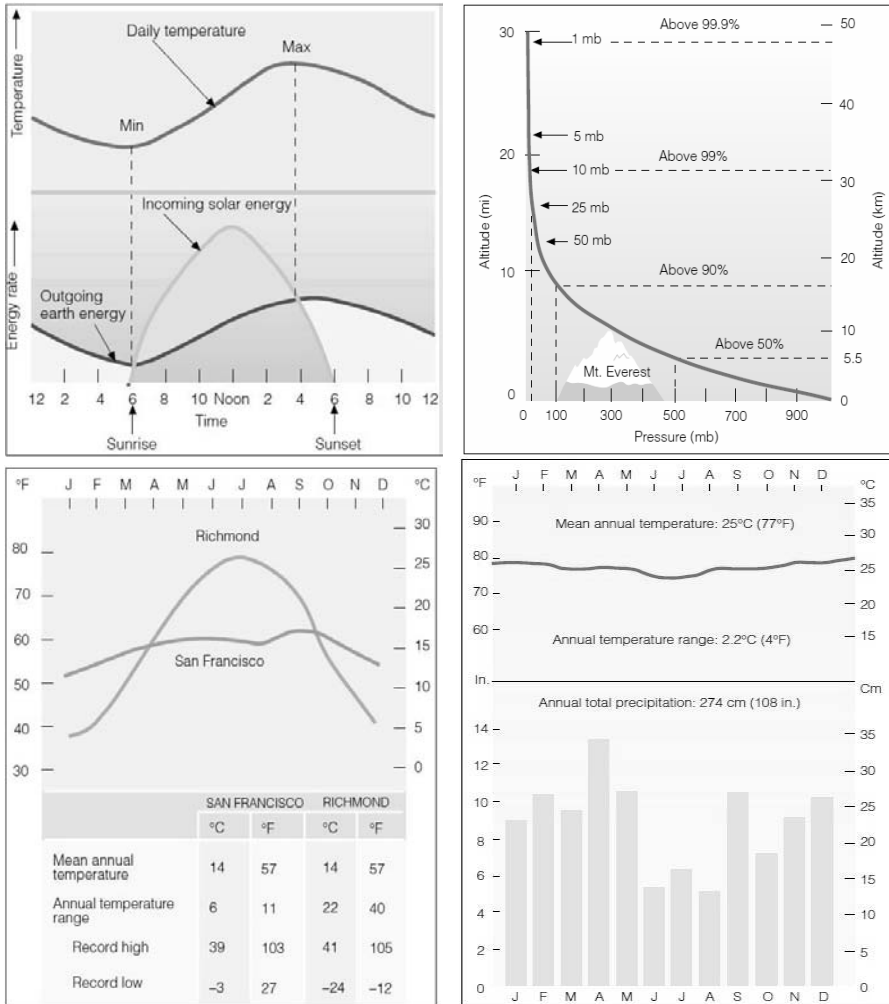
تصویر ۴-۱. نمونه‌هایی از نقشه‌های اقلیمی

۴-۳-۲. نقشه‌ها و نمودارهای ژئومورفولوژی

نقشه‌های ژئومورفولوژی از جمله نقشه‌های موضوعی هستند که از تلفیق نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی بدست می‌آیند. با استفاده از این نقشه‌ها، اطلاعات مفید و ارزشمندی در باره شرایط طبیعی و حتی انسانی - اقتصادی یک ناحیه، جزئیات عوارض و ناهمواری‌های زمین و همچنین تحلیل وضعیت بافت توپوگرافی نواحی روستایی و شهری می‌توان بدست آورد.

برای تفسیر نقشه‌های ژئومورفولوژی ضروری است تفسیر نقشه‌های توپوگرافی با نقشه‌های زمین‌شناسی همراه شود. به این ترتیب اطلاعات نسبتاً جامعی را می‌توان در زمینه

بافت توپوگرافی، چشم‌اندازهای ناهمواری زمین (پیکرشناسی)، چینه‌انگاری، لیتولوژی، ساختار لایه‌بندی در ارتباط با بافت توپوگرافی، الگوی شبکه زهکشی مرتبط با آن توپوگرافی، ارتباط سکونتگاه‌های انسانی با مورفولوژی و جنس زمین و غیره بدست آورد (ثروتی و بهنیاfer ۱۳۸۶، ص. نه).



تصویر ۴-۲. نمونه‌هایی از نمودارهای اقلیمی

برای تفسیر دقیق جزئیات ناهمواری‌های زمین ضروری است انواع واحدهای مورفولوژیک (مانند دامنه‌ها، کارستها، دره‌ها، ستیغ‌ها، توپوگرافی یخچالی، توپوگرافی

سنگ‌های آذرین و ...) از طریق روند منحنی‌های میزان و شکل کلی آنها در نقشه مورد بررسی قرار گیرند (همان، ص ۲۱).

از طریق تهیه نقشه طبقات ارتفاعی براساس روند منحنیهای تراز اصلی در هر نقشه توپوگرافی، به سهولت می‌توان موقعیت ارتفاعی آبادی‌ها یا نقاط مورد مطالعه را تعیین و شرایط توپوگرافیک آنها را تفسیر نمود. در این نوع نقشه‌ها از رنگ یا هاشور استفاده می‌شود و هر قدر هاشورها تیره‌تر شوند مبین طبقات ارتفاعی بالاتر است.

از طریق نقشه‌های توپوگرافی می‌توان ویژگی‌های طبیعی هر یک از پدیده‌های انسانی - اقتصادی را تعبیر و تفسیر کرد و ارتباط فی‌مابین آنها را مورد بررسی قرار داد. این ارتباطات شامل نقش توپوگرافی در سمت توسعه شهرها و آبادی‌ها، طبقات ارتفاعی آبادیها، شکل یا مورفولوژی ناهمواری‌ها در ارتباط با نحوه استقرار سکونتگاه‌های انسانی، واحدهای ناهمواری و مورفولوژیکی سکونتگاه‌ها، تعیین حد دیم‌زارها از طریق نقشه توپوگرافی، تعیین شیب اراضی زراعی و باغات و ... می‌باشد. (تصویر ۴-۳)



تصویر ۴-۳. بخشی از نقشه ژئومورفولوژی ایران

نحوه استقرار نقاط شهری و توزیع آبادی‌ها مرتبط با واحدهای توپوگرافیک. یکی

از بهترین شیوه‌های تفسیر در زمینه شناسایی واحدهای توپوگرافی پدیده‌های انسانی، طبقه‌بندی و تفکیک واحدهای ارتفاعی سکونتگاه‌ها بر مبنای منحنی‌های میزان از طریق نقشه می‌باشد. این واحدهای ارتفاعی می‌بایست بر طبق نوع تراکم منحنی‌ها، تغییرات شیب آنها و مرز واحدهای مورفولوژیکی صورت پذیرد. به‌عنوان مثال واحد دشت، واحد مخروط‌افکنه و پایکوه و واحد کوهستانی. اگر توزیع واحدهای سکونتگاه‌های شهرها و روستاها را بر مبنای این سه واحد توپوگرافیک مورد بررسی قرار دهیم سه تیپ مراکز استقرار انسانی در نقشه مشخص می‌شود. هر یک از مراکز انسانی ذکر شده، به‌دلیل اختلافات طبیعی مربوط به واحدهای توپوگرافی خود با سایر واحدهای دیگر ارتفاعی دارای اختلافاتی در دسترسی به منابع آب، دسترسی به راههای ارتباطی، اختلاف در نوع معیشت و سرانجام اختلاف درآمدهای اقتصادی خود خواهند بود.

بنابراین هر واحد توپوگرافیکی، توانمندی‌های ویژه و تنگناهای خاصی را برای مراکز سکونتگاه‌های آن ناحیه به‌همراه خواهد داشت. همچنین فواصل منحنی‌های میزان از یکدیگر بیشتر شده و شیب نسبت به واحد کوهستان تا حد زیادی کاهش یافته است. به همین خاطر توسعه شبکه راه‌ها و ایجاد امکانات ساخت و ساز و توسعه شهری در این نقاط بیش از واحد کوهستان می‌باشد. به‌دلیل انتقال و تجمع آبهای زیرزمینی در قسمت قاعده مخروط‌افکنه‌ها، ذخیره منابع آبی آن دسته از آبادی‌ها و شهرهایی که در ناحیه ارتفاعی مخروط‌افکنه و دشت واقع شده‌اند مناسب‌تر است.

توزیع شبکه راه‌ها و خطوط مواصلاتی در هر واحد توپوگرافیک. نحوه توزیع

شبکه‌های راه‌ها و همچنین نوع و درجه هر یک از شبکه راه‌ها با ویژگی‌های طبیعی نواحی مرتبط می‌باشد. خطوط ارتباطی درجه یک (جاده‌های آسفالتی و بزرگ‌راه‌ها) در واحد دشت توسعه یافته‌اند، در پایکوه‌های جاده‌ها عمدتاً از نوع شوسه و خاکی بوده و در واحد کوهستان از نوع جاده‌های جیپ‌رو و یا خاکی کوهستانی می‌باشد. اغلب جاده‌های واقع در واحد کوهستانی با مسیر رودخانه منطبق بوده از آن می‌گذرند.

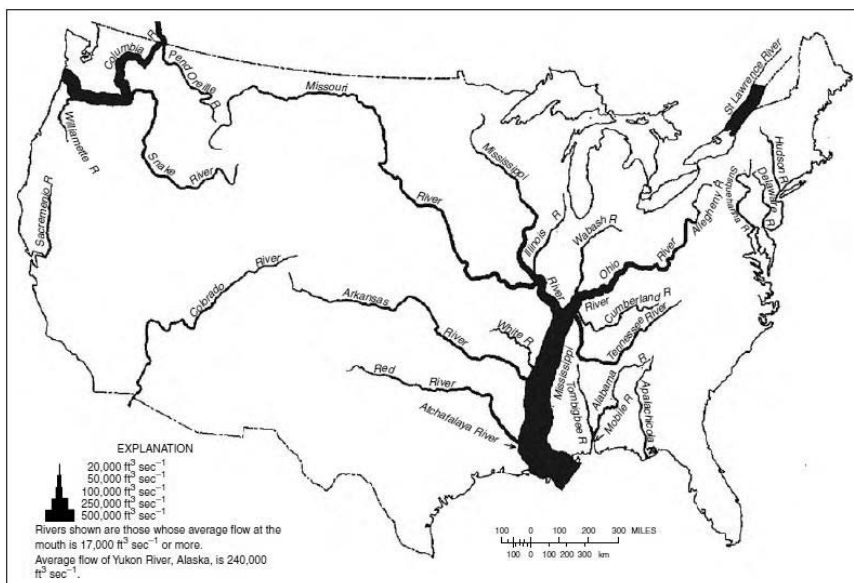
ویژگی‌های طبیعی اراضی تحت کشت. در نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰/۰۰۰ و

۱:۲۵/۰۰۰ حدود اراضی زراعی مشخص شده‌اند و چون منحنی‌های میزان وضعیت بافت توپوگرافی و مورفولوژی منطقه را آشکار ساخته‌اند، لذا می‌توان موقعیت توپوگرافی و شیب

اراضی تحت کشت و تفسیر نمود. به‌عنوان مثال باغات در نواحی کوهستانی به‌رنگ سبز و به‌صورت هاشورهای نقطه‌ای و دیم‌زارها به‌رنگ زرد بر روی نقشه‌های توپوگرافی مشخص گردیده‌اند. از این نظر می‌توان حد ارتفاعی دیم‌زارها را بر روی دامنه‌های کوهستانی تعیین نمود و با توجه به محاسبه شیب دامنه و انطباق آن با نقشه خاک‌شناسی آن ناحیه، وضعیت فرسایش را مورد تفسیر قرار دارد. در برخی موارد با تهیه نقشه شیب از نقشه توپوگرافی آن ناحیه به سهولت قادر به تفسیر موقعیت حساس اراضی زراعی در زمینه فرسایش خواهیم بود.

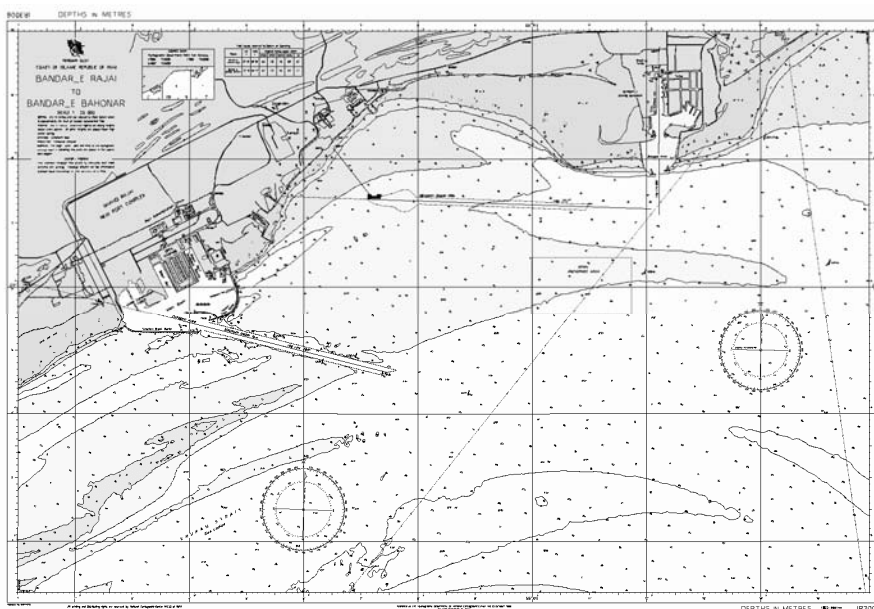
۴-۳-۳. نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در سایر گرایش‌های جغرافیای طبیعی

نقشه‌های هیدرولوژی. این نقشه‌ها برای بررسی‌های کمی و کیفی آبها و حوضه‌های آبریز و آبگیر و آبیاری مزارع تهیه می‌شوند. این نقشه‌ها در مقیاس کوچک، متوسط و بزرگ بنا به هدف‌های مشخص تهیه و در اختیار استفاده‌کنندگان قرار می‌گیرند. با پیشرفت‌های کشاورزی به طریق علمی، کاربرد این نقشه‌ها بیشتر شده و به کارگیری آنها برای آبیاری و آبرسانی مورد توجه خاصی می‌باشد. (تصویر ۴-۴)



تصویر ۴-۴. شبکه رودهای بزرگ آمریکا (مأخذ The Water Encyclopedia, 2007)

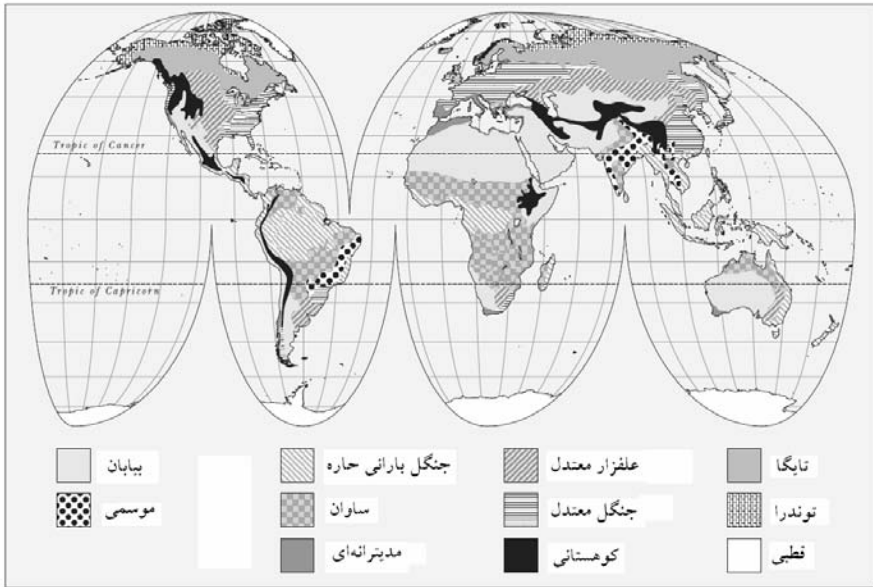
نقشه‌های هیدروگرافی. برای بررسی اعماق رودخانه‌های بزرگ، دریاها، دریاچه‌ها برای کشتیرانی و ساختمان بنادر این نقشه‌ها تهیه و بکار گرفته می‌شوند. تهیه این گونه نقشه‌ها برای اکتشافات نفت در مناطق فلات قاره کشورها کمک موثری نموده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. (تصویر ۴-۵) کاربرد این نقشه‌ها همچنین در زمینه بررسی و مطالعات آبهای زیرزمینی، چاه‌های عمیق و نیمه عمیق است.



تصویر ۴-۵. نقشه هیدروگرافی

نقشه خاک‌ها. این نوع نقشه‌های موضوعی، توزیع و طبقه‌بندی سطح زمین بر حسب جنس، بافت و نوع خاک را به تصویر کشیده و عناصر شیمیایی موجود در خاک و همچنین حاصلخیزی و یا بایر بودن زمین آن را نشان می‌دهند. (تصویر ۴-۶)

نقشه‌های پوشش گیاهی. این نوع نقشه‌های موضوعی نمایانگر موقعیت و توزیع جغرافیایی نوع و میزان پوشش گیاهی در سطح کره زمین هستند. با استفاده از این نوع نقشه‌ها می‌توان به بررسی گونه‌های گیاهی و طبقه‌بندی آنها پرداخت. در این نقشه‌ها بیشتر اجتماع‌های گیاهی مورد توجه هستند. غلبه یک گیاه بر سایر گونه‌های گیاهی از

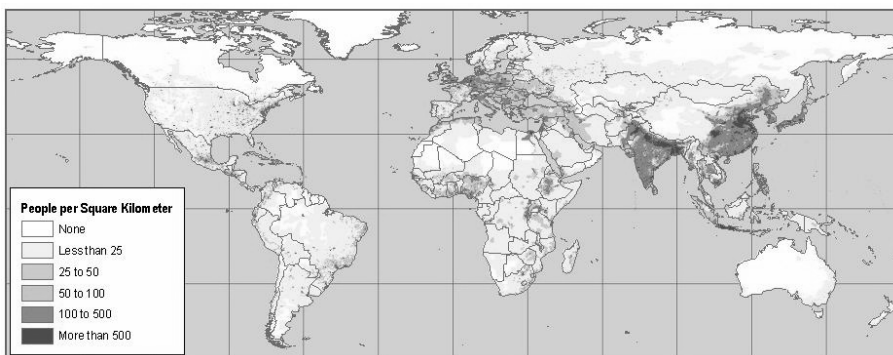


تصویر ۴-۷. نقشه بیوم‌های عمده جهان

۴-۴. نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در جغرافیای انسانی اقتصادی

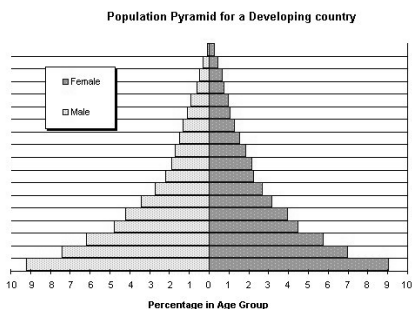
در شاخه جغرافیای انسانی اقتصادی موقعیت و توزیع پدیده‌های مربوط به وجود انسان، ویژگی‌های جمعیتی، اجتماعی و فرهنگی و منتج از فعالیت‌های اقتصادی او برای ادامه بقا در روی کره زمین با استفاده از نقشه‌ها و نمودارهای موضوع نشان داده می‌شود. این نقشه‌ها و نمودارها در گرایش‌های جغرافیای جمعیت، جغرافیای اجتماعی، جغرافیای اقتصادی (کشاورزی، صنعت، حمل‌ونقل و منابع انرژی)، جغرافیای شهری و روستایی، جغرافیای سیاسی، و ... تهیه می‌شوند.

نقشه‌ها و نمودارهای جمعیتی. این نوع نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در تمام طرح‌ها و برنامه‌های توسعه مورد استفاده قرار می‌گیرند. تقریباً در تمام مقیاس‌های نقشه بنا بر نوع استفاده این نقشه‌ها تهیه می‌شوند. در واقع تا کوچک‌ترین تقسیمات قراردادی که سکونتگاه‌های انسانی به طور قراردادی در آنها قرار می‌گیرند نقشه‌های بزرگ مقیاس، و در سطوح گسترده که نقاط شهری و روستایی مشخص هستند و جمعیت در آنها متمرکز یا پراکنده هستند، نقشه‌های کوچک مقیاس جمعیتی تهیه می‌شوند.

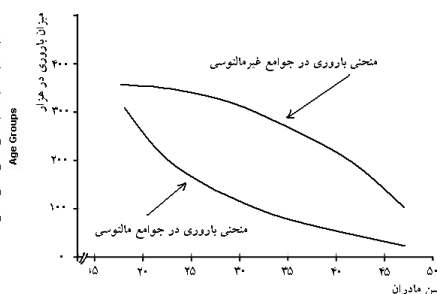


تصویر ۴-۸ نقشه تراکم جمعیت جهان

در برخی مطالعات که جنبه جغرافیایی کمتری دارند، نمودارهای موضوعی مانند هرم‌های سنی، دیاگرام‌ها و منحنی‌ها در کنار جداول ترجیح داده شده و تهیه می‌شوند.



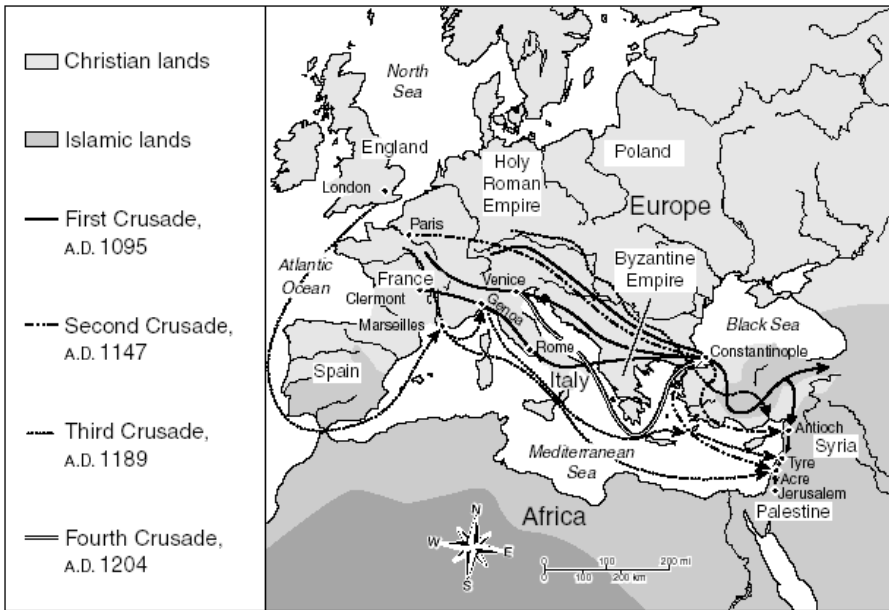
(ب)



(الف)

تصویر ۴-۹. نمودارهای جمعیتی (الف) منحنی باروری؛ (ب) هرم سنی

نقشه‌های تاریخی. برای نشان دادن تحولات تاریخی اقوام و جمعیت‌ها و کلیه پدیده‌هایی که در طول زمان‌ها و اعصار اتفاق افتاده، نقشه‌های تاریخی تهیه می‌شوند. این نوع نقشه‌ها بر حسب موضوع مورد بحث شاخه‌ها و گرایش‌های مختلف جغرافیا (طبیعی، انسانی، اقلیمی، شهری و اقتصادی و ...) نیز تهیه می‌شوند. در کنار این نقشه‌ها نمودارهایی که تغییرات پدیده‌ها را در طول زمان (بر روی محور افقی) نشان می‌دهند، درک بهتری را از تحولات و تغییرات پدیده‌ها بدست می‌دهند.

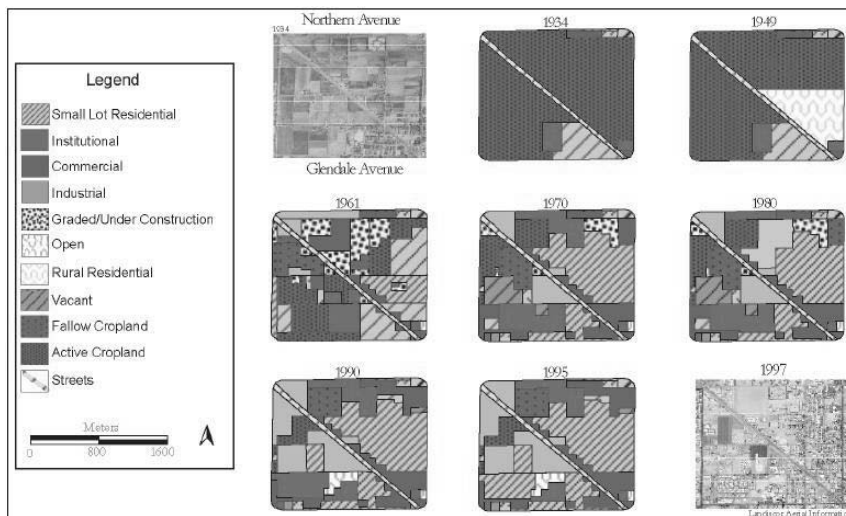


تصویر ۴-۱۰. نقشه جنگ‌های صلیبی

نقشه‌های کاربری اراضی. این نوع نقشه‌های موضوعی در مقیاس‌های متوسط تا بزرگ، سطح زمین را بر اساس استفاده‌ای که برای جمعیت‌های انسانی دارند و انسان از آنها استفاده می‌کند مانند زمین‌های بایر، اراضی زراعی، باغات و جنگل‌ها، مسکونی، صنعتی و ...، به تفکیک به تصویر می‌کشند. تهیه این نوع نقشه‌ها بویژه در مناطقی که در حال توسعه و عمران هستند، دارای اهمیت زیادی است. (تصویر ۴-۱۱)

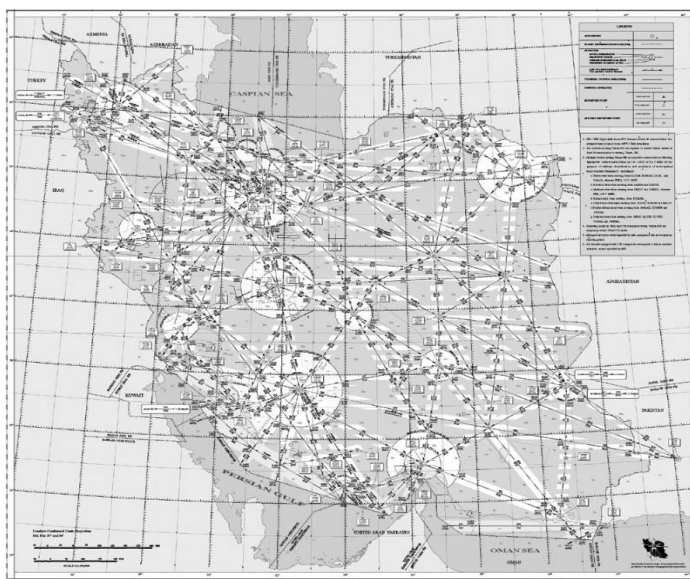
نقشه‌های شهری. این نوع نقشه‌های موضوعی که معمولاً بزرگ مقیاس هستند و پلان‌های شهری نیز نامیده می‌شوند، موقعیت و وسعت مناطق مسکونی، تجاری و تاسیسات و زیرساخت‌های شهری را با دقت بالا نشان می‌دهند. در این نقشه‌ها تصویر پدیده‌ها مانند یک عکس نزدیک به شکل واقعی خود هستند و هنر کارتوگرافی در تهیه آنها نقش کمی دارد.

نقشه‌های ثبت املاکی. این نوع نقشه‌ها که قدیمی‌ترین نوع نقشه موضوعی از لحاظ کاربرد هستند از گذشته‌ها برای تقسیم زمین، تثبیت مالکیت و دریافت مالیات مورد استفاده بوده‌اند. این نوع نقشه‌ها که به نام نقشه‌های کاداستر نیز معروف هستند در مقیاس بزرگ تهیه می‌شوند.



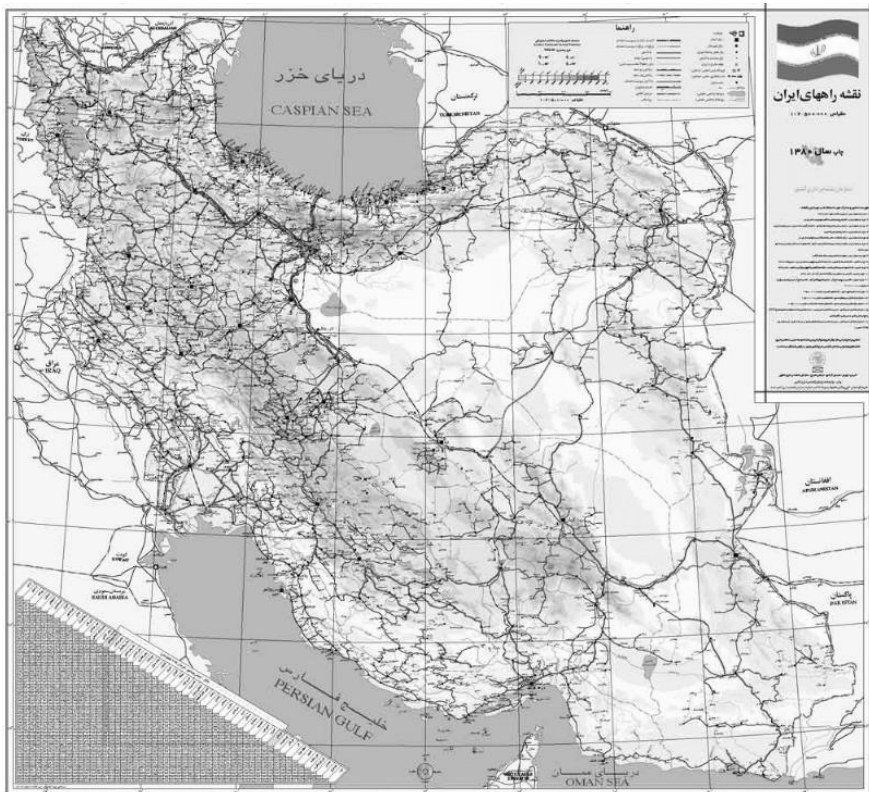
تصویر ۴-۱۱. نقشه تغییرات کاربری اراضی

نقشه‌های ناوبری. این نوع نقشه‌ها که چارت نیز نامیده می‌شوند در امور دریانوردی برای ناوبری دریایی، کشتیرانی و حمل و نقل دریایی؛ و هوانوردی برای حمل و نقل هوایی، عملیات نظامی هوایی تهیه و مورد استفاده قرار می‌گیرند. این نوع نقشه‌ها در مقیاس کوچک تهیه می‌شوند.



تصویر ۴-۱۲. نقشه ناوبری هوایی

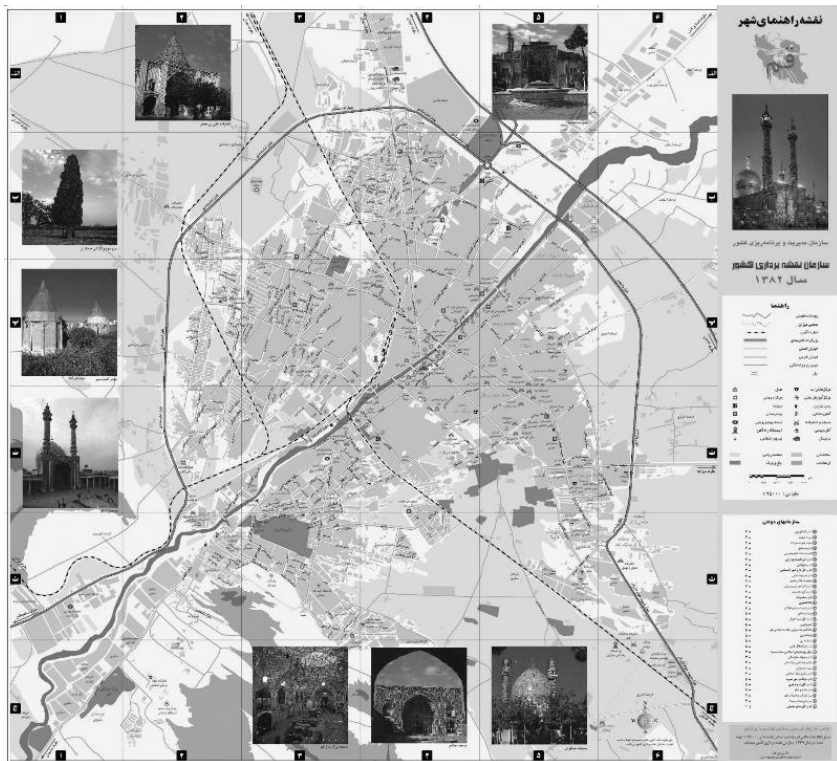
سایر نقشه‌ها موضوعی. از دیگر نقشه‌های موضوعی در زمینه جغرافیای انسانی اقتصادی که بیشتر کاربرد عمومی دارند می‌توان به نقشه راه‌ها، نقشه‌های توریستی، نقشه‌های نمایشی نقشه‌های جغرافیایی هستند که با مقیاس‌های کوچک تا متوسط تهیه می‌شوند. در میان این نقشه‌ها، آنها که در مورد شهرها تهیه می‌شوند، مانند نقشه‌های توریستی شهرها، دارای مقیاس بزرگ هستند.



تصویر ۴-۱۳. نقشه راه‌های ایران

۴-۱-۴ کاربرد نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در عمران روستایی و عشایری
در برنامه‌ریزی برای عمران روستایی و عشایری آگاهی از توان‌های بالقوه و بالفعل در محیط طبیعی لازمه هرگونه طرحی است که به هدف بهبود شرایط اجتماعی و اقتصادی

جامعه عشایری و جامعه روستایی تهیه می‌شود. در تهیه این طرح‌ها از نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی برای به تصویر کشیدن وضع موجود استفاده می‌شود.



تصویر ۴-۱۴. نقشه راهنمای شهری

در مطالعه مناطق عشایری، نقشه‌هایی که موقعیت و توزیع جغرافیایی بیلاق و قشلاق عشایر، مسیر حرکت عشایر (ایل راه‌ها)، وضعیت پوشش گیاهی و پراکندگی مراتع، نقشه‌های اقلیمی، ارتباط مناطق عشایری با سکونتگاه‌های روستایی و شهری را نشان می‌دهد می‌تواند روند زندگی و فعالیتهای اقتصادی جامعه عشایری را سامان داده و رونق ببخشد.

در مطالعات برای عمران و آبادانی روستاها به هدف افزایش بازدهی در بخش کشاورزی و فعالیتهای وابسته به آن، ایجاد رفاه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، طرح‌های مختلفی از جمله طرح‌های هادی روستایی تهیه می‌شود که در آنها وضع

موجود اراضی از نظر کمیت و کیفیت خاک، شرایط اقلیمی منطقه، منابع آب، نوع کشت، ویژگی‌های جمعیتی و اجتماعی و ... با نمودارها و نقشه‌های موضوعی به تصویر کشیده می‌شود.

۴-۴-۲. کاربرد نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در برنامه ریزی و توسعه شهری

در طرح‌های توسعه و عمران شهری (طرح‌های جامع و تفصیلی) که برای مطالعات شهری و برنامه‌ریزی شهری تهیه می‌شوند، نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی به عنوان ابزارهایی در تحلیل نموداری و فضایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی وضع موجود شهر و منطقه تحت نفوذ آن را همراه با وضعیت توسعه تا بیست یا بیست و پنج ساله شهر را به تصویر می‌کشند. از جمله نقشه‌هایی که در مطالعه وضعیت موجود شهر تهیه می‌شوند به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:

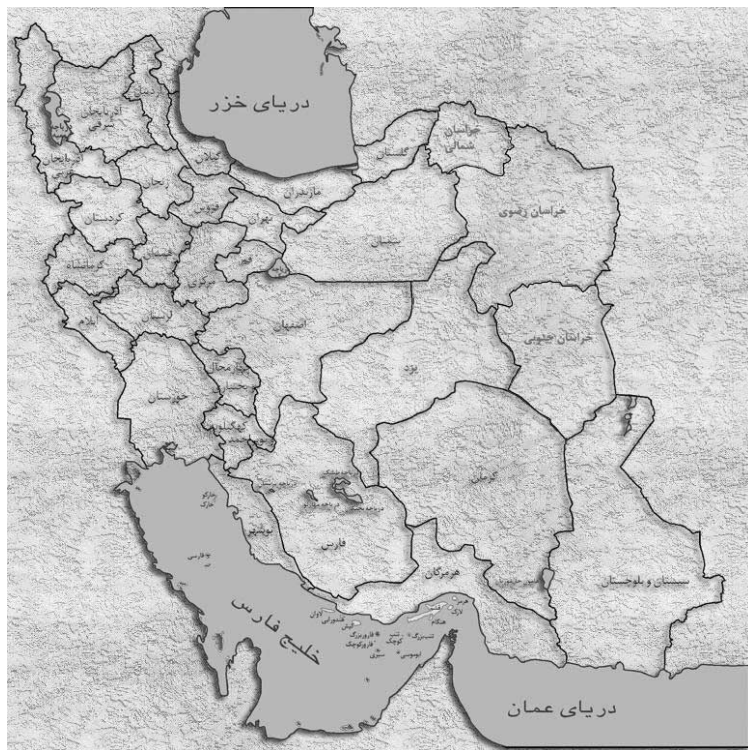
- نقشه‌هایی که مراحل توسعه شهر را تا زمان مطالعه طرح نشان می‌دهد.
- نقشه‌هایی که ویژگی‌های طبیعی منطقه استقرار شهر را به تصویر می‌کشند.
- نقشه‌هایی که ویژگی‌های جمعیتی و اجتماعی مناطق و نواحی شهر، منطقه نفوذ شهر، محله‌بندی‌ها شهر را نشان می‌دهند.
- نقشه‌هایی که شبکه‌های ارتباطی و خیابان‌ها را نشان می‌دهد.
- نقشه‌هایی که تاسیسات عمومی شهر را نشان می‌دهند.
- نقشه‌هایی که زیرساخت‌ها و تجهیزات شهری را نشان می‌دهند.
- نقشه‌های ثبتی که حدود قطعات زمین را نشان می‌دهند.
- نقشه‌هایی که وضعیت کمی و کیفی ساختمان‌های شهر را نشان می‌دهند.

۴-۴-۳. کاربرد نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در طرح آمایش سرزمین

برای تنظیم رابطه بین انسان، سرزمین و فعالیت‌های انسان در سرزمین و به منظور بهره‌برداری درخور و پایدار از همه امکانات انسانی و فضایی سرزمین در جهت بهبود وضعیت مادی و معنوی جامعه در طول زمان، طرح‌های آمایش سرزمین در سه مرحله تهیه طرح پایه آمایش سرزمین؛ تهیه طرح آمایش مناطق و تهیه برنامه‌های توسعه مناطق انجام می‌شوند. در بین این مراحل، مرحله دوم که طی آن توان‌های بالقوه و بالفعل

سرزمین در مناطق باید تعیین شوند، از مراحل دیگر مشکل‌تر و زمان‌برتر است. در آمایش سرزمین ویژگی‌های طبیعی و اجتماعی باید در نظر گرفته شوند. در مطالعات طرح پایه آمایش سرزمین، انواع نقشه‌های موضوعی که در قسمت‌های قبل به آنها اشاره شد، در محورهای زیر و در یک مجموعه اطلس تهیه می‌شوند:

- کشاورزی و منابع طبیعی
- منابع طبیعی و محیط زیست
- صنایع و معادن
- نظام اسکان
- جمعیت و نیروی انسانی
- سلسله مراتب شبکه شهری و مراکز خدمات برتر
- منطقه‌بندی و حوزه نفوذ سطوح گوناگون شبکه شهری



تصویر ۴-۱۵. نقشه تقسیمات کشوری ایران

خلاصه فصل چهارم

برای نشان دادن توزیع فضایی پدیده‌های مورد مطالعه و ارتباط آن‌ها، از نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی استفاده می‌شود. عمومی‌ترین کاربرد نقشه‌ها و نمودارها برای اهداف آموزشی در علوم مختلف است و در آن اطلاعات عمومی و تخصصی به نمایش گذاشته می‌شود. مدیران و مسئولان بخش‌های عمومی و خصوصی، سازمانهای ارتباطی و حمل‌ونقلی، موسسات خدمات رسانی، توریستی، سازمان‌ها و دفاتر ثبت و معاملات املاک و ... بر حسب نیازهای خود در حوزه فعالیتی‌شان از انواع نقشه و نمودار استفاده می‌کنند.

در جغرافیای طبیعی عموماً نقشه‌های متوسط تا کوچک مقیاس در گرایش‌های اقلیم‌شناسی، ژئومورفولوژی، هیدرولوژی، جغرافیای خاکها و جغرافیای زیستی تهیه می‌شوند.

در جغرافیای انسانی اقتصادی موقعیت و توزیع پدیده‌های مربوط به وجود انسان، ویژگی‌های جمعیتی، اجتماعی و فرهنگی و منتج از فعالیتهای اقتصادی او برای ادامه بقا در روی کره زمین با استفاده از نقشه‌ها و نمودارهای موضوع نشان داده می‌شوند. این نقشه‌ها و نمودارها در گرایش‌های جغرافیای جمعیت، جغرافیای اجتماعی، جغرافیای اقتصادی (کشاورزی، صنعت، حمل‌ونقل و منابع انرژی)، جغرافیای شهری و روستایی، جغرافیای سیاسی، و ... تهیه می‌گردند.

در برنامه‌ریزی برای عمران روستایی و عشایری آگاهی از توان‌های بالقوه و بالفعل در محیط طبیعی لازمه هرگونه طرحی است که به هدف بهبود شرایط اجتماعی و اقتصادی جامعه عشایری و جامعه روستایی تهیه می‌شود. در تهیه این طرح‌ها از نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی برای به تصویر کشیدن وضع موجود استفاده می‌شود.

در طرح‌های توسعه و عمران شهری (طرح‌های جامع و تفصیلی) که برای مطالعات شهری و برنامه‌ریزی شهری تهیه می‌شوند، نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی به عنوان ابزارهایی در تحلیل نموداری و فضایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در مطالعات طرح پایه آمایش سرزمین، انواع نقشه‌های موضوعی در محورهای کشاورزی و منابع طبیعی، منابع طبیعی و محیط زیست، صنایع و معادن، نظام

اسکان، جمعیت و نیروی انسانی، سلسله مراتب شبکه شهری و مراکز خدمات برتر و منطقه بندی و حوزه نفوذ سطوح گوناگون شبکه شهری تهیه می‌شوند.

خودآزمایی فصل چهارم

سؤالات چند گزینه‌ای

۱. عمومی‌ترین کاربرد نقشه‌ها و نمودارها برای چه اهدافی است؟
الف) سیاسی ب) اقتصادی ج) آموزشی د) نظامی
۲. در شاخه جغرافیای طبیعی عموماً نقشه‌ها در چه مقیاسی تهیه می‌شوند؟
الف) متوسط ب) کوچک ج) بزرگ د) متوسط تا کوچک
۳. قدیمی‌ترین نوع نقشه موضوعی از لحاظ کاربرد کدام است؟
الف) تاریخی ب) ثبت املاکی ج) جمعیتی د) شهری
۴. نقشه موضوعی نظام اسکان در چه طرح‌هایی تهیه می‌شود؟
الف) طرح آمایش سرزمین ب) طرح‌های توسعه شهری
ج) طرح‌های عمران روستایی د) طرح‌های عمران عشایری
۵. کدامیک از نقشه‌های موضوعی چارت نامیده می‌شوند؟
الف) نقشه‌های هیدروگرافی ب) نقشه‌های ناوبری
ج) نقشه راه‌ها د) نقشه ثبت املاکی

سؤالات تکمیلی

۱. نقشه‌های ژئومورفولوژی از تلفیق نقشه‌های و بدست می‌آیند.
۲. نقشه‌های برای بررسی‌های کمی و کیفی آبها و حوضه‌های آبریز و آبیگر و آبیاری مزارع تهیه می‌شوند.
۳. نقشه‌های شهری که معمولاً بزرگ مقیاس هستند، نیز نامیده می‌شوند.
۴. در مطالعه مناطق عشایری، نقشه‌های موقعیت و توزیع جغرافیایی و عشایر تهیه می‌شوند.
۵. در طرح‌های توسعه و عمران شهری، نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی به عنوان ابزارهایی در تحلیل و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

سؤالات تشریحی

۱. سازمان‌ها و موسسات حمل‌ونقل و ترابری از چه نقشه‌هایی با چه ویژگی‌هایی استفاده می‌کنند؟
۲. توزیع واحدهای سکونتگاه‌های شهری و روستایی را بر مبنای واحدهای توپوگرافیک مورد بررسی قرار دهید.
۳. نقشه‌های تاریخی چه نوع نقشه‌هایی هستند؟
۴. در مطالعه وضعیت موجود شهر چه نقشه‌هایی تهیه می‌شوند؟
۵. در مطالعات طرح پایه آمایش سرزمین، انواع نقشه‌های موضوعی در چه محورهای مطالعاتی تهیه می‌شوند؟

فصل پنجم

آشنایی با نرم افزارهای تهیه نمودارها و نقشه‌های موضوعی

هدف مرحله‌ای

در این فصل شما با برخی نرم‌افزارهای تهیه نمودارها و نقشه‌های موضوعی آشنا می‌شوید.

هدف های رفتاری – آموزشی

شما پس از مطالعه مطالب این فصل می‌توانید:

۱. نرم‌افزارهای تهیه نمودارهای موضوعی را نام ببرید.
۲. نرم‌افزارهای تهیه نقشه‌های موضوعی را نام ببرید.
۳. چگونگی کار با نرم‌افزار اکسل را توضیح دهید.
۴. انواع نمودارهایی که در نرم‌افزار اکسل تهیه می‌شوند، نام ببرید.
۵. قابلیت‌های گرافیکی برنامه نرم‌افزاری اس. پی. اس. را توضیح دهید.
۶. انواع نمودار در نرم‌افزار اس. پی. اس. را نام ببرید.
۷. قابلیت‌های گرافیکی و ترسیمی برنامه نرم‌افزاری آرک ویو را توضیح دهید.
۸. چگونگی ترسیم انواع نمودار و نقشه را در برنامه نرم‌افزاری آرک ویو بیان کنید.
۹. قابلیت‌های گرافیکی برنامه نرم‌افزاری دلتاگراف را توضیح دهید.
۱۰. تفاوت‌های برنامه نرم‌افزاری دلتاگراف را با برنامه نرم‌افزاری اکسل بیان کنید.

۵-۱. مقدمه

برای تهیه نمودارها و نقشه‌های موضوعی برنامه‌های نرم‌افزاری مختلفی وجود دارد. معروف‌ترین و عمومی‌ترین نرم‌افزار مورد استفاده برای تهیه نمودار یا گراف، نرم‌افزار اکسل *Microsoft Excel* است که در نرم‌افزار میکروسافت آفیس *Microsoft Office* وجود دارد. همچنین از قابلیت‌های نرم‌افزارهای آماری مانند اس.پی.اس.اس. *SPSS* نیز برای تهیه نمودار استفاده می‌شود. علاوه بر این‌ها برخی از نرم‌افزارهای خاص وجود دارد که مشخصاً برای تهیه نمودار و گراف بکار می‌روند. از جمله این نرم‌افزارها، دلتاگراف *Delta Geraph* است.

برای تهیه نقشه‌های موضوعی و نیز نمودارهای موضوعی نرم‌افزار *Arcview* از اولین نرم‌افزارها است که در جدیدترین نسخه‌ها با قابلیت‌های نرم‌افزار *Arcmap* در مجموعه نرم‌افزاری *ArcGIS* ارائه شده است که توسط شرکت اِزری^۱ تهیه و آخرین ویرایش آن نسخه *ArcGIS 9.3* است که در سال ۲۰۰۸ ارائه شده است. با قابلیت‌های نرم‌افزارهای تخصصی در درس‌های کاربرد کامپیوتر در جغرافیا و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی آشنا می‌شوید.

۵-۲. آشنایی و کار با برنامه نرم‌افزاری اکسل

برنامه نرم‌افزاری اکسل *Excel* یکی از پیشرفته‌ترین صفحه‌های گسترده در جهان است که توسط شرکت مایکروسافت تهیه شده تا امکان سازماندهی به اطلاعات را در داخل لیست‌ها، طراحی جداول به‌منظور کار با بانک‌های اطلاعاتی و تحلیل داده‌ها، طراحی مدل‌های گرافیکی و تحلیل نموداری و ... را فراهم آورد.

در این نرم‌افزار پس از ظاهر شدن صفحه برنامه یک کار پوشه خالی یا کاربرگ با نام *Book1* که در نوار عنوان نمایان می‌شود، باز شده و تا زمانی که کار پوشه را با نام دیگری ذخیره نکنیم با همین نام خواهد بود. (تصویر ۵-۱)

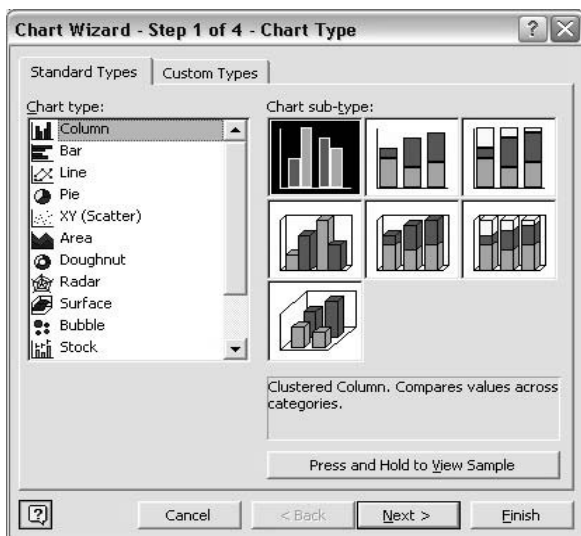
همانطور که احتمالاً می‌دانید یک کاربرگ شامل ۶۵۵۳۶ سطر افقی و ۲۵۶ ستون عمودی است. کاربرگ‌ها به‌طور خودکار از *Sheet1* تا *Sheet256* نام‌گذاری می‌شوند، اما می‌توان نام آنها را تغییر داد. سطرها و ستون‌ها در کاربرگ تشکیل مستطیل‌های کوچکی را می‌دهند. هر مستطیل کوچک با آدرس خاصی نشان داده می‌شود.



تصویر ۵-۱. پنجره اکسل در نسخه ۲۰۰۳

برای نمایش داده‌ها به شکل گرافیکی ابتدا داده‌های مورد نظر را در کار برگ انتخاب کرده بعد از ابزار استاندارد *Chart Wizard* (نوار ابزار استاندارد) بر روی نوار ابزار استفاده کرده و یا گزینه *Chart* را از روی منوی *Insert* بکارمی‌بریم تا پنجره *Chart Wizard* ظاهر شود تصویر (۵-۲). سپس متناسب با نوع داده‌ها و موضوع مورد بررسی یک از انواع نمودارها (در تصویر ۵-۲، نمودار ستونی) را انتخاب می‌کنیم.









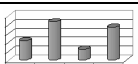

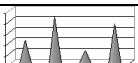

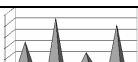

هر نمودار (بجز نمودارهای دایره‌ای و حلقوی) همانطور که در فصل سوم توضیح داده شد، شامل؛ دو محور x (محور افقی) و محور y (محور عمودی) در نمودارهای دوبعدی و یک محور z (محور عمقی) در نمودارهای سه‌بعدی، راهنمای نمودار، عنوان‌های محورها و خطوط شطرنجی است. گاهی داده‌های مورد بررسی نیز در روی نمودار نشان داده می‌شوند.



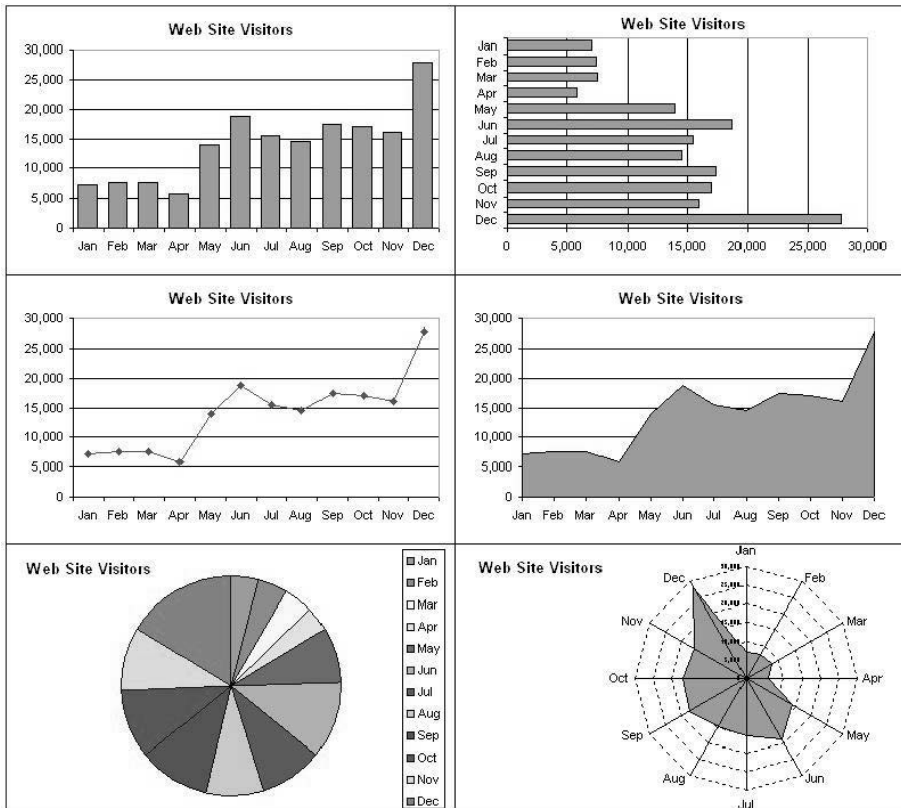
تصویر ۵-۲. پنجره ابزار استاندارد *Chart Wizard*

بعد از انتخاب نمودار (جدول ۵-۱)، نمودار ظاهر می‌شود. با مشخص کردن عنوان نمودار، عنوان محورها و انجام تنظیمات لازم، کار خاتمه می‌یابد.

جدول ۵-۱. انواع نمودارها در اکسل

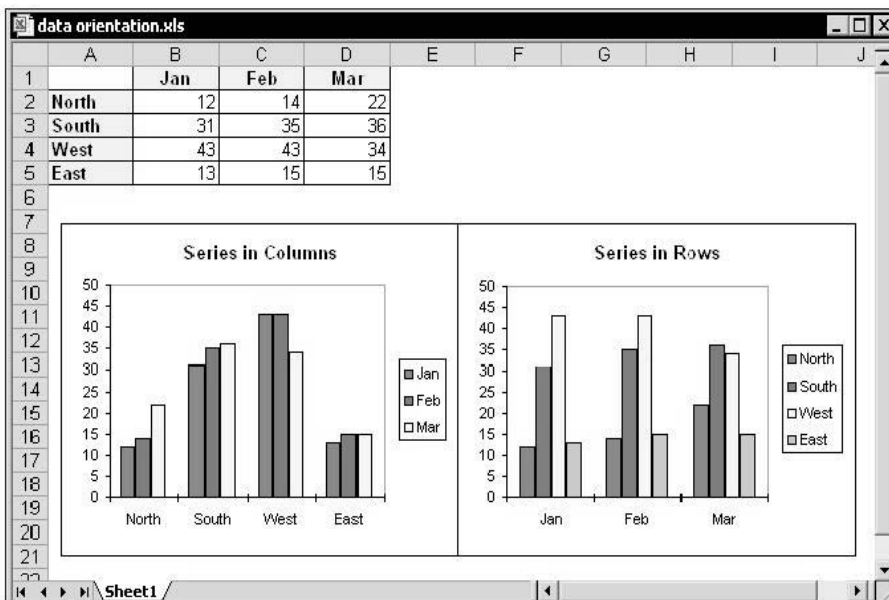
شکل	نوع نمودار	شکل	نوع نمودار
	<i>Radar</i> (محوری، قطاعی)		<i>Column</i> (ستونی)
	<i>Surface</i> (سطحی سه بعدی)		<i>Bar</i> (نواری، میله‌ای)
	<i>Bubble</i> (حبابی)		<i>Line</i> (خطی)
	<i>Stock</i> (انباشته، سهمی)		<i>Pie</i> (دایره‌ای)
	<i>Cylinder</i> (استوانه‌ای)		<i>XY(scatter)</i> (پراکنش)
	<i>Cone</i> (مخروطی)		<i>Area</i> (سطحی دو بعدی)
	<i>Pyramid</i> (هرمی)		<i>Doughnut</i> (حلقوی)

انتخاب نمودار به موضوع مورد بحث، تعداد متغیرها و اینکه روابط بین داده‌ها به چه شکلی بهتر نشان داده شود، بستگی دارد. در شکل (۳-۵) شش نمودار بکار رفته است و همه آن‌ها یک موضوع (تعداد بازدیدکنندگان از یک سایت اینترنتی در ماه‌های مختلف) را نشان می‌دهند.

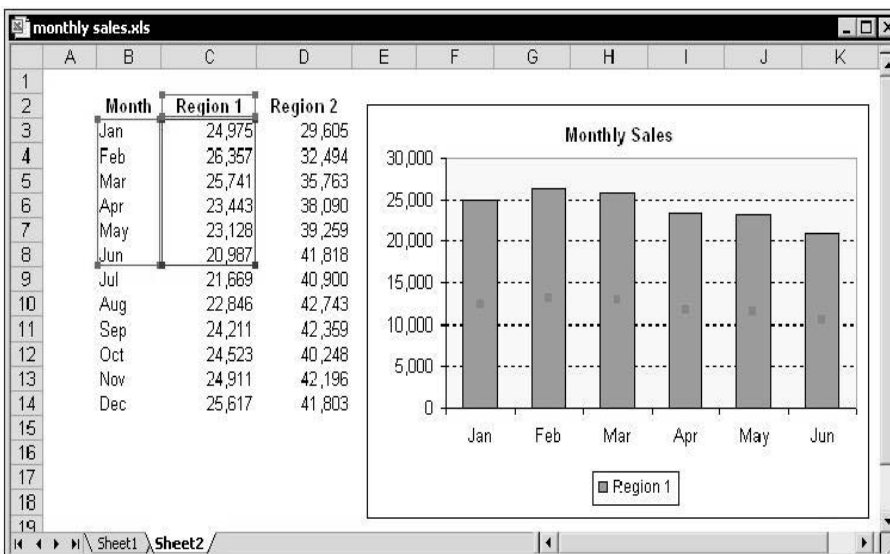


تصویر ۳-۵. نمایش مقایسه‌ای یک موضوع با شش نوع نمودار

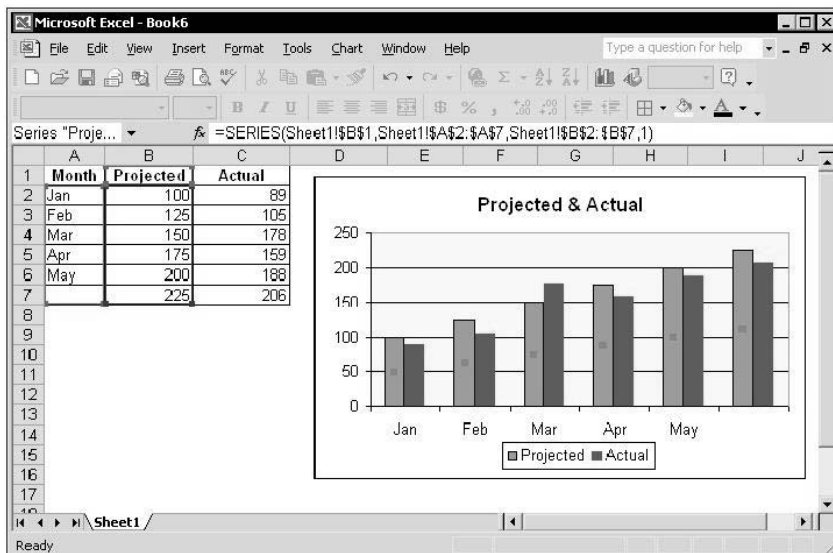
در تصویرهای ۴-۵ تا ۹-۵ نمونه‌هایی از نمودارها ترسیم شده با نرم‌افزار اکسل همراه با داده‌های بکار رفته، برای آشنایی با کارهای انجام شده، آورده شده است. به قرارگیری داده‌ها در محوره‌های نمودارها برای نشان دادن وضعیت توزیع آنها بر روی نمودار توجه نمائید.



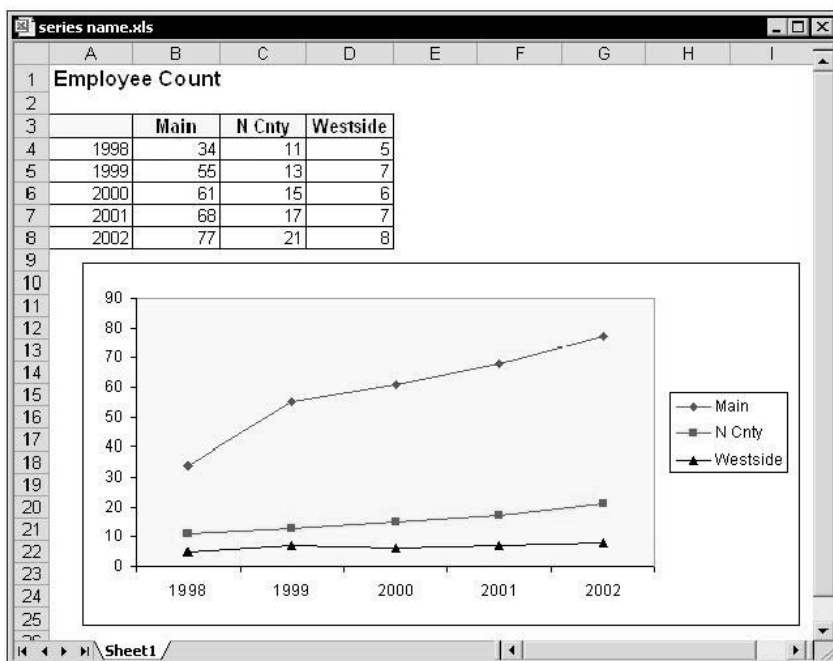
تصویر ۵-۴. قرارگیری داده‌ها بر حسب ستون و سطر روی محور افقی (X)



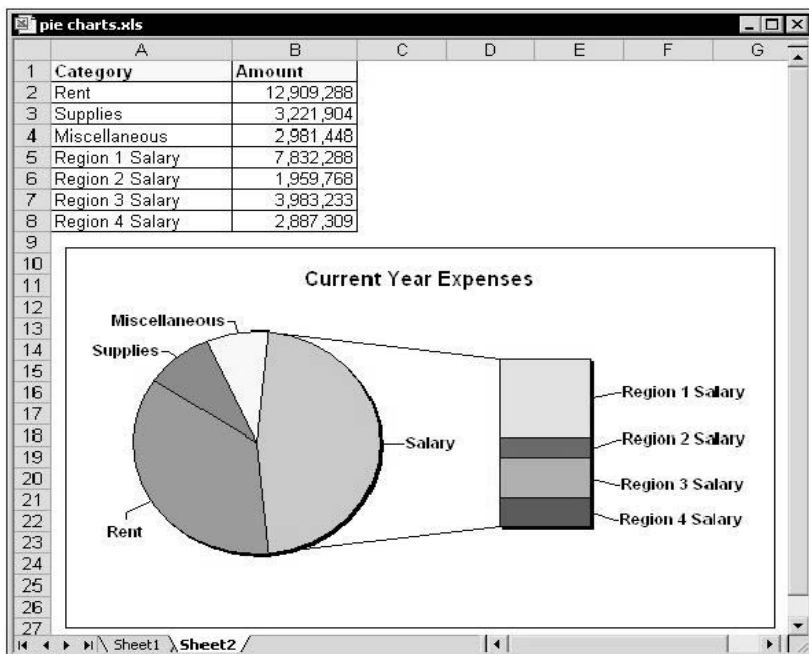
تصویر ۵-۵. انتخاب داده‌ها و ترسیم نمودار ستونی



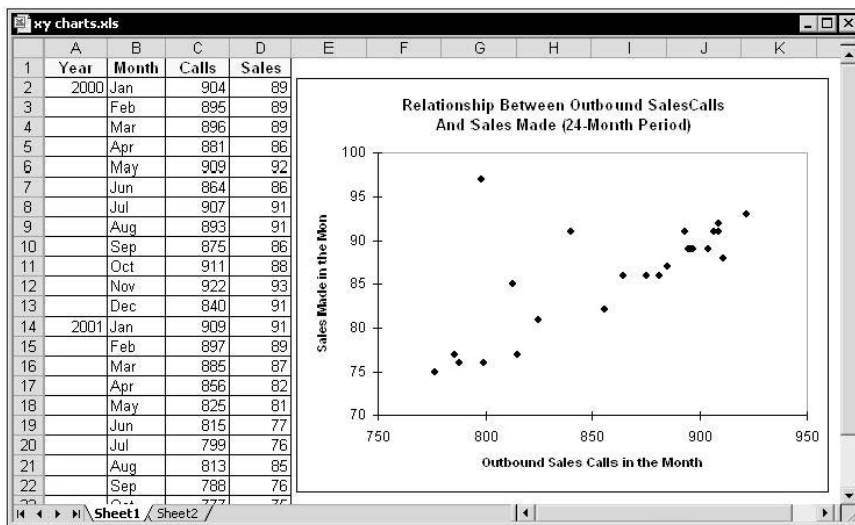
تصویر ۵-۶. انتخاب داده‌ها و ترسیم نمودار ستونی به طور مقایسه‌ای



تصویر ۵-۷. انتخاب داده‌ها و ترسیم نمودار خطی به طور مقایسه‌ای



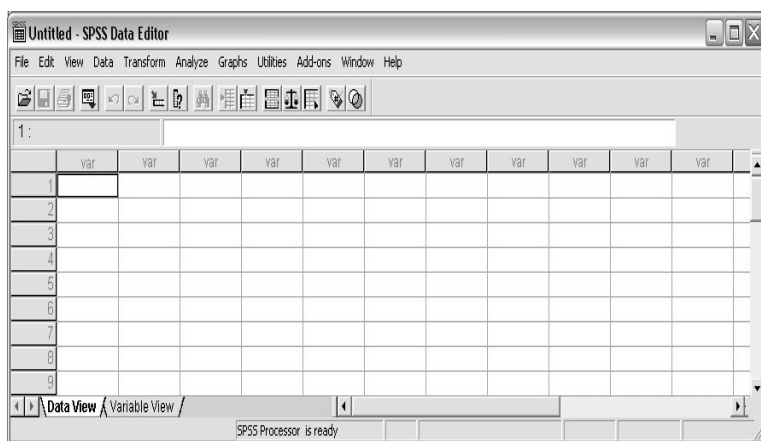
تصویر ۸-۵. ترسیم داده‌ها بر روی نمودار دایره‌ای



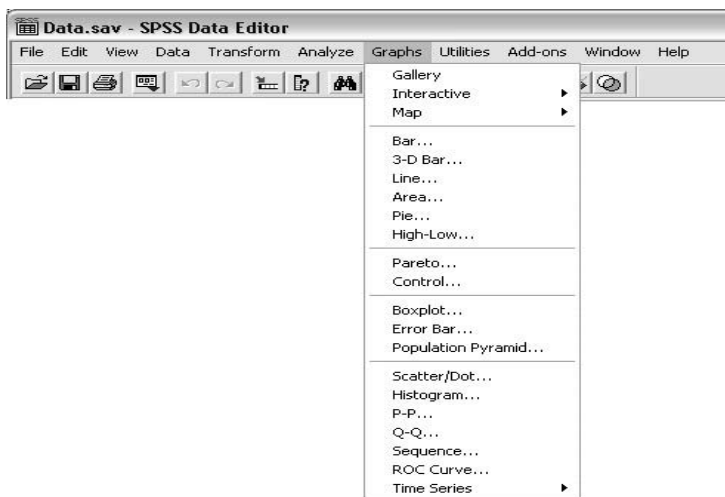
تصویر ۹-۵. ترسیم داده‌ها بر روی نمودار پراکنش

۳-۵. آشنایی با قابلیت‌های گرافیکی برنامه نرم افزاری SPSS

برنامه نرم افزاری اس.پی.اس.اس. یک نرم‌افزار آماری برای توصیف و تحلیل آماری است که قابلیت‌های ترسیم نمودارهای آماری را دارد. در این نرم‌افزار بعد از وارد کردن داده‌ها در پنجره *SPSS Data Editor* (تصویر ۵-۱۰)، برای ترسیم نمودار از ابزار *Graphs* در نوار ابزار استفاده می‌کنیم (تصویر ۵-۱۱).

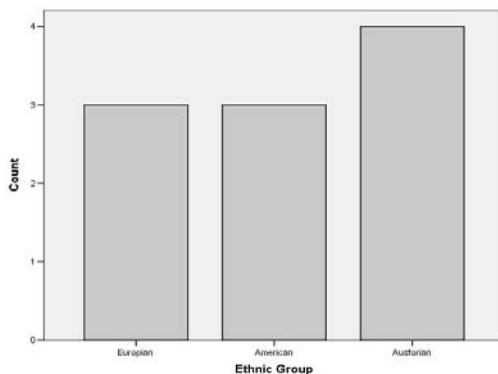


تصویر ۵-۱۰. پنجره ورود داده‌ها برای متغیرهای تعریف شده در نرم‌افزار اس.پی.اس.اس.

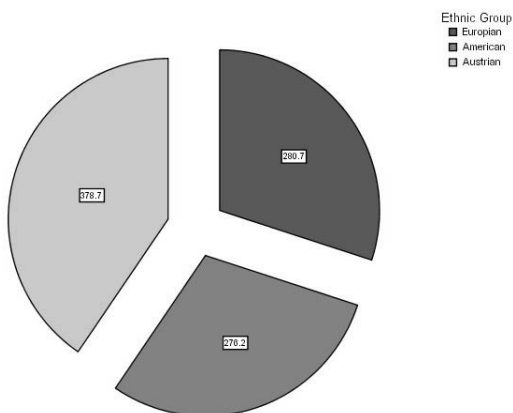


تصویر ۵-۱۱. پنجره ابزار ترسیم نمودار در نرم‌افزار اس.پی.اس.اس.

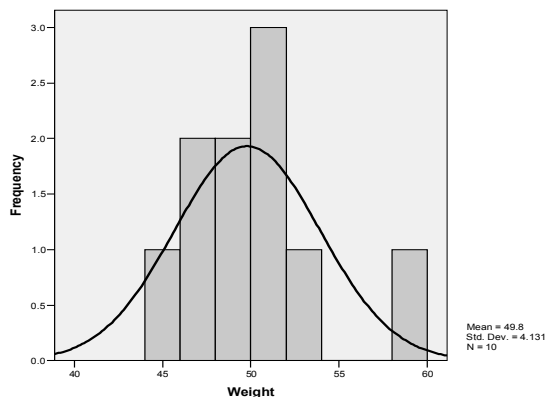
برخی از نمودارها در این نرم‌افزار برای متغیرهای کمی (پیوسته) و بعضی دیگر برای متغیرهای کیفی (گسسته) بکار برده می‌شوند. از جمله نمودارهای کمی، می‌توان به نمودارهای بافت‌نگار، جعبه‌ای، شاخه و برگ و پراکنش و از میان نمودارهای کیفی، به نمودارهای میله‌ای و دایره‌ای (کلوچه‌ای) اشاره نمود. (تصویرهای ۵-۱۲ تا ۵-۱۶)



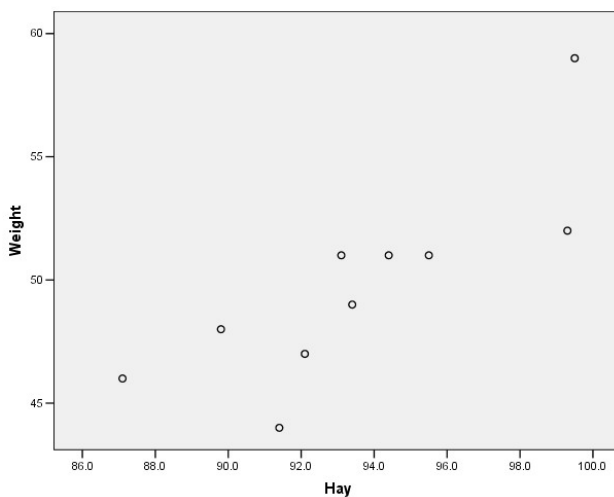
تصویر ۵-۱۲. ترسیم نمودار میله‌ای در نرم‌افزار اس.پی.اس.اس.



تصویر ۵-۱۳. ترسیم نمودار دایره‌ای در نرم‌افزار اس.پی.اس.اس.

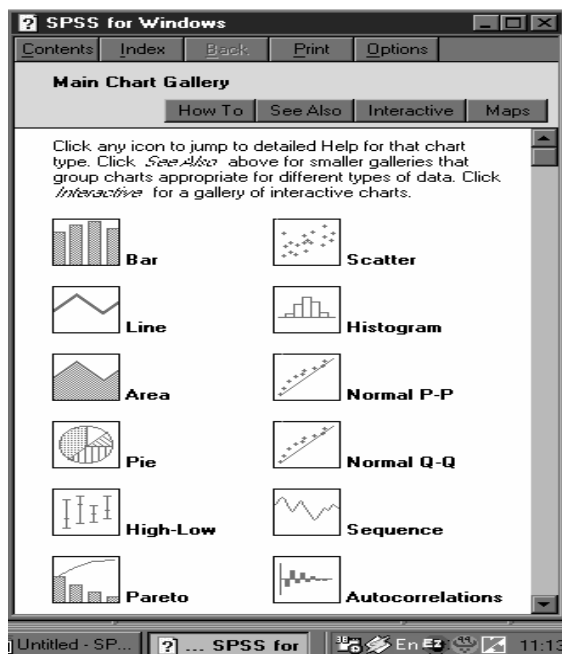


تصویر ۵-۱۴. ترسیم نمودار بافت نگار در نرم افزار اس.پی.اس.اس



تصویر ۵-۱۵. ترسیم نمودار پراکنش در نرم افزار اس.پی.اس.اس

در نرم افزار اس.پی.اس.اس. هفده نوع نمودار ارائه شده است که با دستور Gallery از منوی Graphs قابل دسترسی و انتخاب می باشد. تصویر (۵-۱۶) انواع نمودارهای گزینه Gallery را نشان می دهد. برخی از نمودارهای فوق کاربردی و عمومی تر هستند. انواع نمودارهایی که در این دستور قابل ترسیم است به شرح تصویر و جدول زیر می باشد:



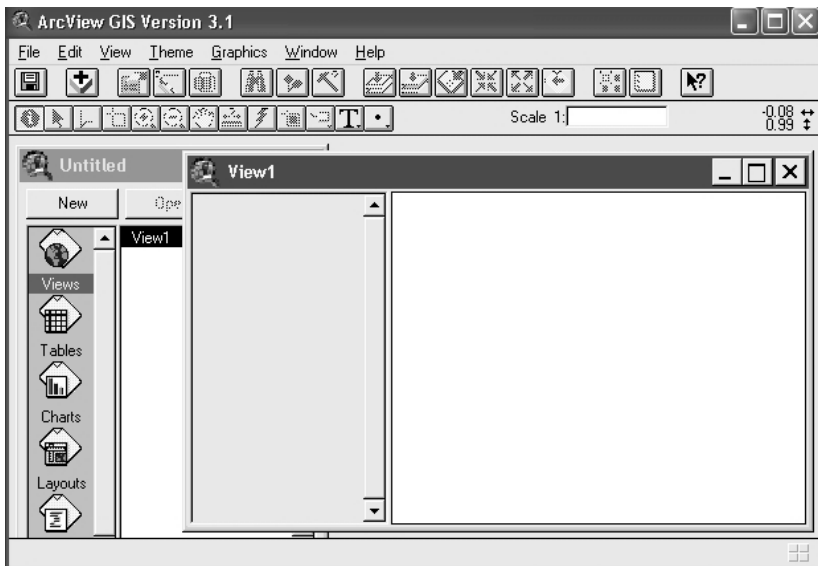
تصویر ۵-۱۶. انواع نمودار در نرم‌افزار اس. پی. اس. اس.

جدول ۵-۲. انواع نمودار در نرم‌افزار اس. پی. اس. اس.

نمودار میله‌ای	Bar Charts
نمودار خطی	Line Charts
نمودار سطحی	Area Charts
نمودار دایره‌ای	Pie Charts
نمودار کران‌دار	High-Low Charts
نمودار پارتو	Pareto Charts
نمودار کنترل آماری	Control Charts
نمودار جعبه‌ای جهت نمایش میانه، قدر چارکی و...	Boxplot
نمودار خطا	Error Bar
نمودار پراکنش	Scatterplot
هیستوگرام	Histogram
نمودار احتمال نرمال	Normal P-P Plots
نمودار خط نرمال با استفاده از چندکهای توزیع داده‌ها	Normal Q-Q Plots
نمودار دنباله‌ای	Sequence Charts
نمودار سری‌های زمانی	Time Series

۴-۵. آشنایی با قابلیت‌های برنامه نرم‌افزاری ArcView

یکی از کاربردی‌ترین نرم‌افزارهای سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، ArcView می‌باشد که توسط شرکت ESRI ارائه شده است. این نرم‌افزار برای تهیه نقشه‌های موضوعی به طور خاص و همچنین نمودارهای موضوعی ساده و تهیه نقشه نمودارها (نقشه با نمادهای نسبی) مناسب است. این نرم‌افزار توسط شرکت تهیه کننده آن امروزه در مجموعه نرم افزار ArcGIS به عنوان یکی از قابلیت‌های مجموعه است. چگونگی کار با این نرم افزار در درس سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی آموزش داده می‌شود.

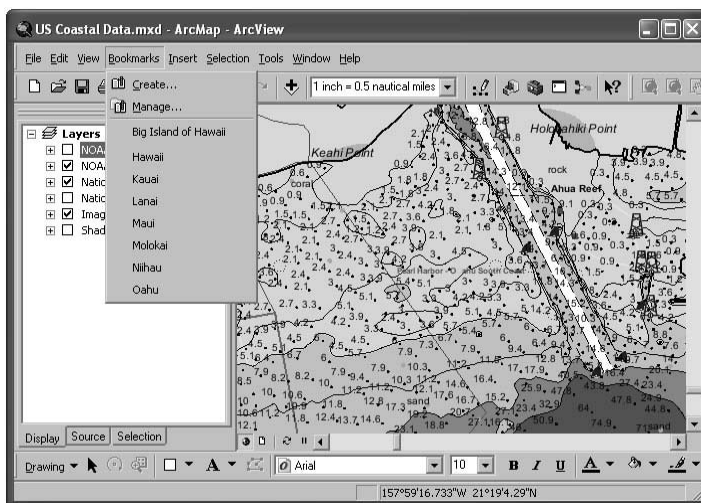


تصویر ۵-۱۷. محیط نرم‌افزار ArcView

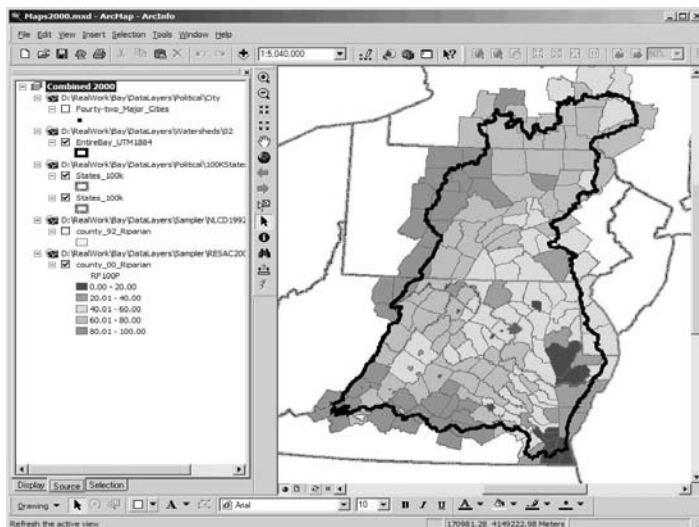
برای ترسیم نقشه و نمودار با استفاده از این نرم‌افزار لازم است ابتدا نقشه پایه و لایه‌های اطلاعاتی از قبل با فرمت‌های قابل ورود به نرم‌افزار فراهم باشد. همانطور که در تصویر (۵-۱۷) دیده می‌شود، چهار پنجره (Views, Tables, Charts, Layouts) در این نرم‌افزار وجود دارد که با فعال شدن آنها آیکونهایی در نوار ابزار قابل استفاده می‌شود.

پنجره Views برای نمایش و انجام عملیات بر روی لایه‌های اطلاعات جغرافیایی به کار می‌رود. جداول هنگام ایجاد لایه‌ها بوجود می‌آیند و در پنجره

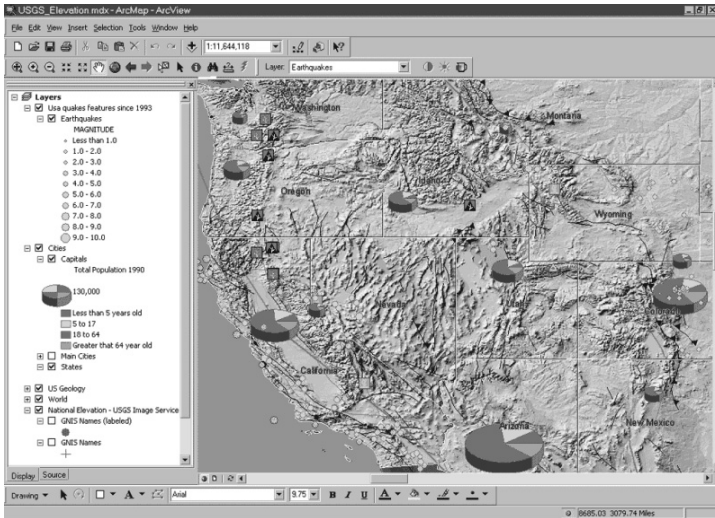
Tables باز می‌شوند. این جداول حاوی رکوردها و فیلدهایی می‌باشند که در این پنجره تولید و ویرایش می‌شوند. در پنجره Charts نمودارها تولید، تغییر و ویرایش می‌شوند. این نمودارها بر اساس اطلاعات عددی جداول ایجاد می‌شوند. پنجره Layouts در تهیه خروجی نرم‌افزار کاربرد دارد. در تصاویر (۵-۱۸ تا ۵-۲۱) نمونه‌هایی از قابلیت‌های این نرم‌افزار نمایش داده شده است.



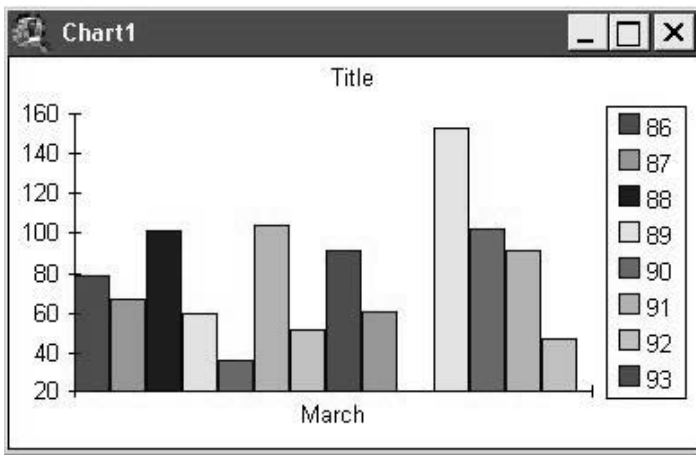
تصویر ۵-۱۸. یک نقشه هیدروگرافی در محیط ArcView



تصویر ۵-۱۹. یک نقشه کوروپلت در محیط ArcView



تصویر ۲۰-۵. یک نقشه با نماد نسبی (نقشه نمودار) در محیط ArcView

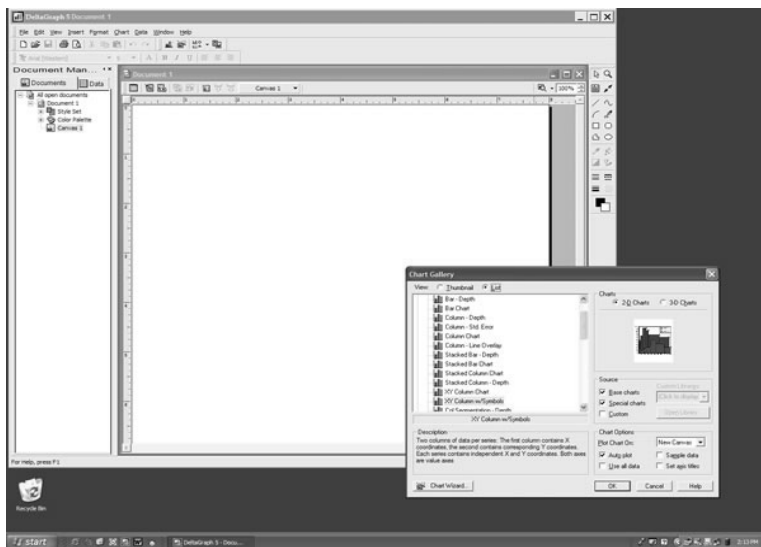


تصویر ۲۱-۵. یک نمودار ترسیم شده با نرم‌افزار ArcView

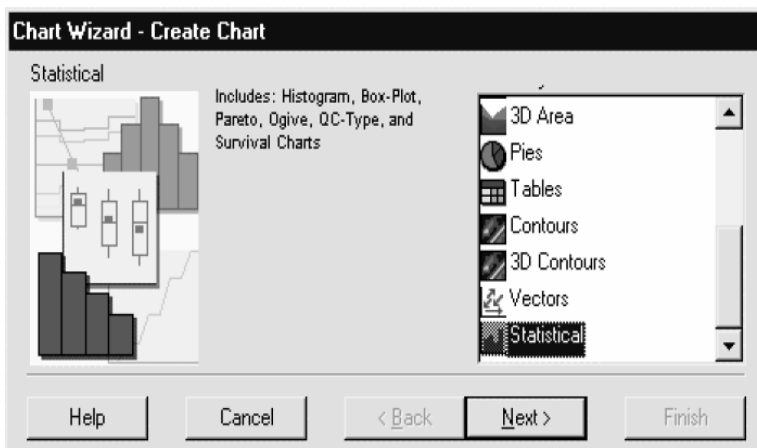
۵-۵. آشنایی با قابلیت‌های برنامه نرم‌افزاری Deltagraph

Deltagraph یک نرم‌افزار قوی و تخصصی ترسیم نمودار است که با استفاده از آن می‌توان انواع نمودار را با استفاده از منابع متنوع اطلاعاتی ایجاد کرد. این نرم‌افزار توسط شرکت SPSS تهیه شده است. (تصویر ۲۲-۵)

برای ترسیم نمودار یا ابتدا نوع نمودار را مشخص و سپس داده‌ها بکار می‌بریم و یا ابتدا داده‌ها فرا می‌خوانیم و سپس از گالری نمودارها نوع نمودار را مشخص می‌کنیم. (تصویر ۵-۲۳)

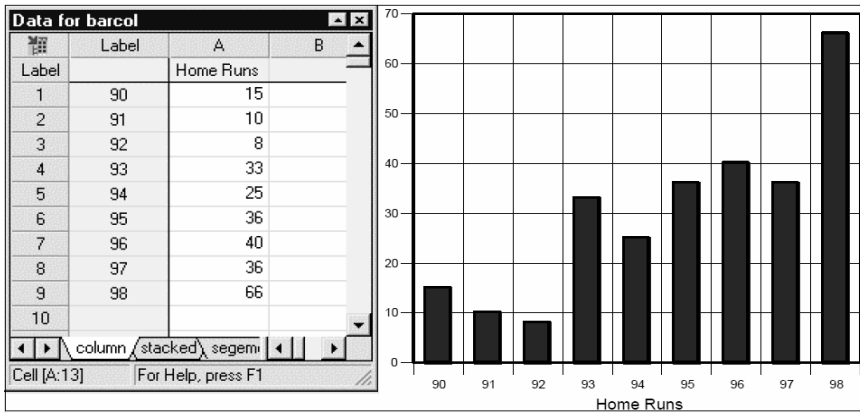


تصویر ۵-۲۲. محیط نرم‌افزار Deltagraph

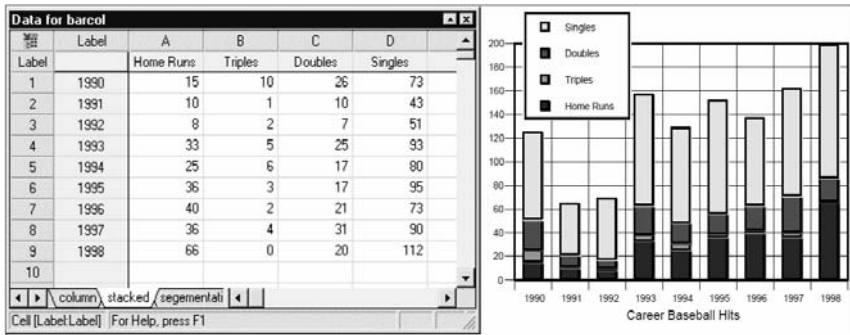


تصویر ۵-۲۳. پنجره انتخاب گروه نمودار در محیط نرم‌افزار Deltagraph

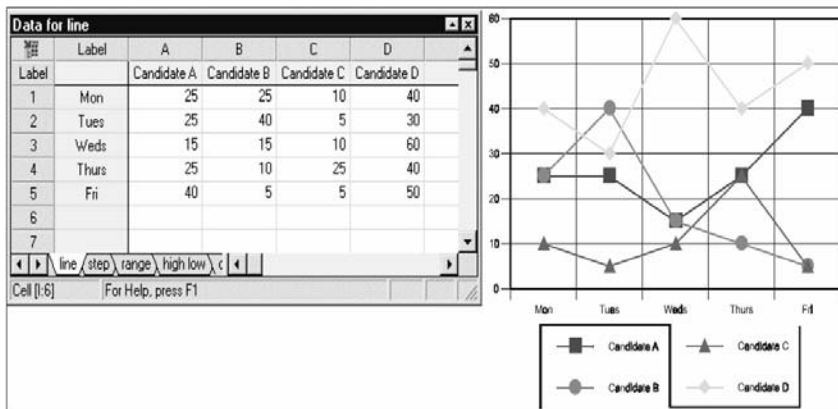
در تصاویر (۵-۲۴ تا ۵-۲۲) نمونه‌هایی از نمودارهای تهیه شده در محیط نرم‌افزار Deltagraph را می‌بینیم.



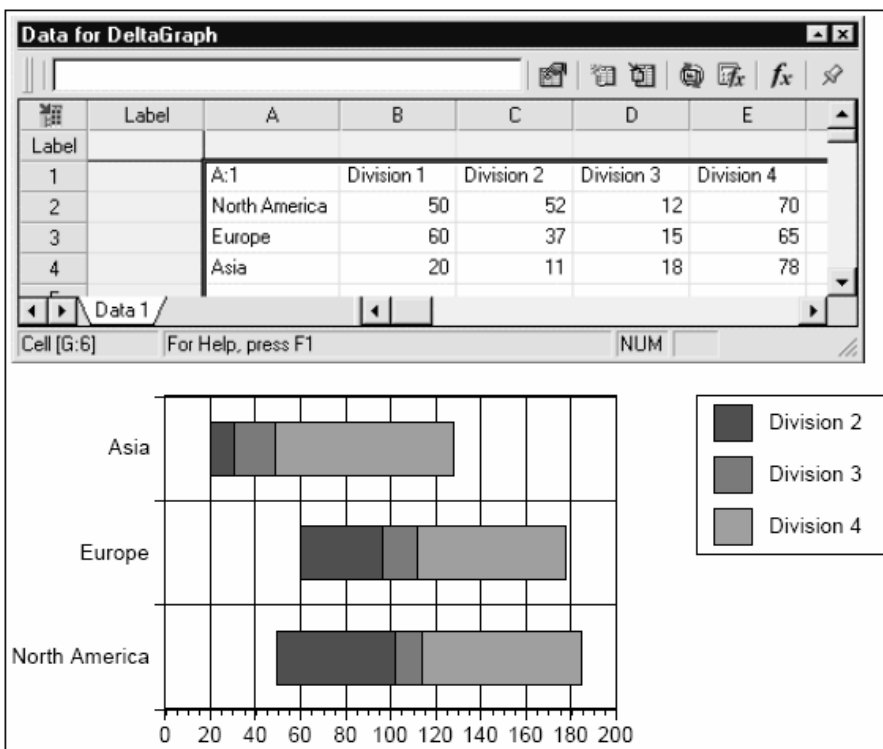
تصویر ۵-۲۴. یک نمودار ستونی در محیط نرم‌افزار Deltagraph



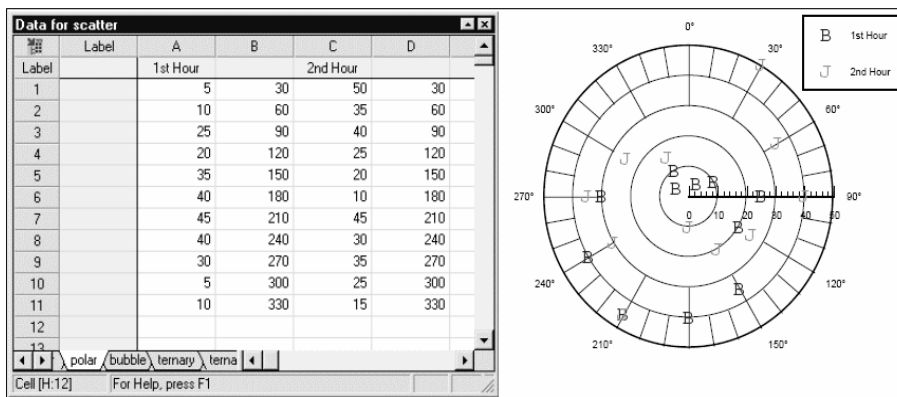
تصویر ۵-۲۵. یک نمودار ستونی ترکیبی در محیط نرم‌افزار Deltagraph



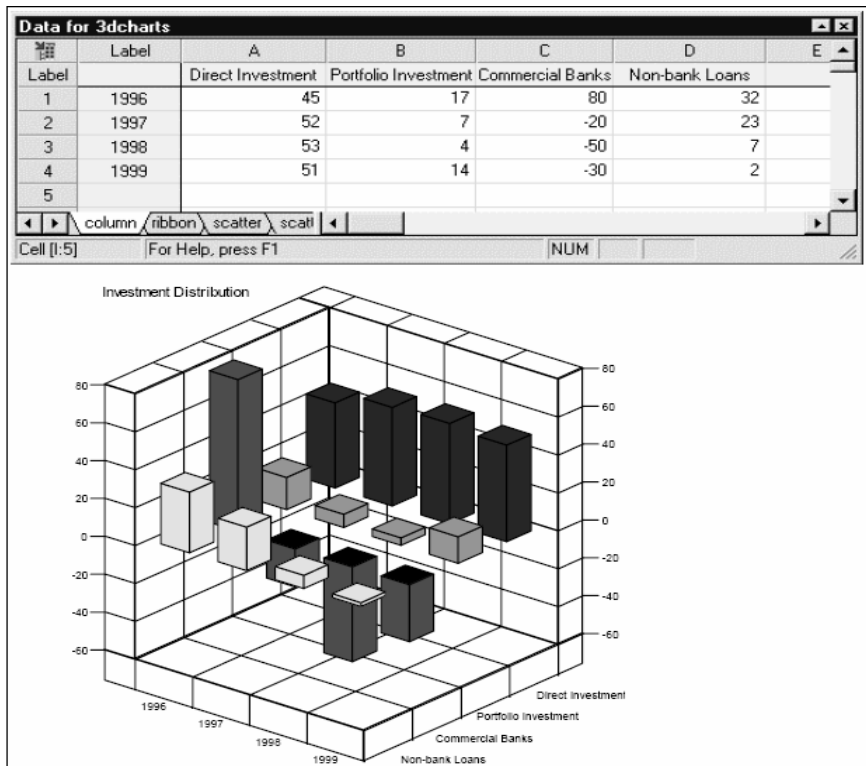
تصویر ۵-۲۶. یک نمودار خطی ترکیبی در محیط نرم‌افزار Deltagraph



تصویر ۵-۲۷. یک نمودار ستونی افقی ترکیبی در محیط نرم‌افزار Deltagraph



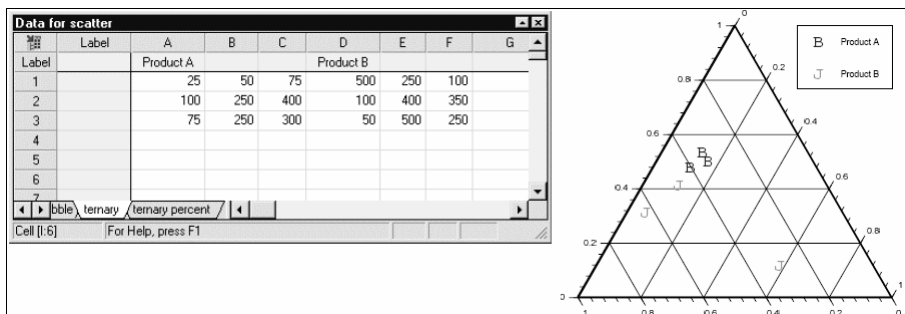
تصویر ۵-۲۸. یک نمودار قطبی در محیط نرم‌افزار Deltagraph



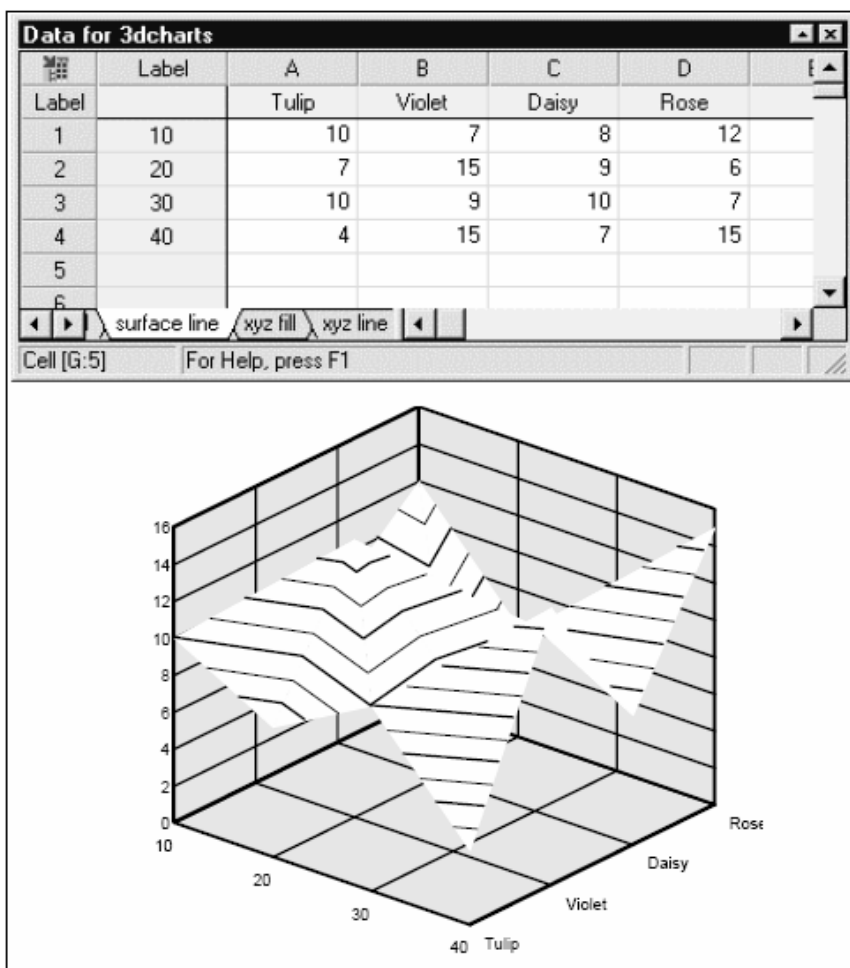
تصویر ۵-۲۹. یک نمودار ستونی ترکیبی سه بعدی در محیط نرم‌افزار Deltagraph



تصویر ۵-۳۰. یک نمودار قطبی در محیط نرم‌افزار Deltagraph



تصویر ۵-۳۱. یک نمودار سه گوش در محیط نرم‌افزار Deltagraph



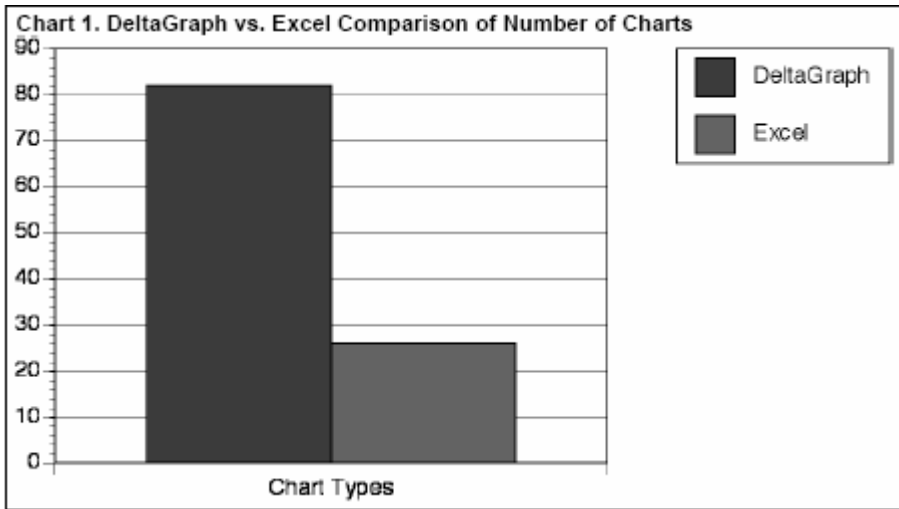
تصویر ۵-۳۲. یک نمودار سه بعدی در محیط نرم‌افزار Deltagraph

۱-۵-۵. تفاوت‌های برنامه نرم‌افزاری *DeltaGraph* با *Excel*

همانطور که بیان شد نرم‌افزار اکسل یک نرم‌افزار عمومی و دلتاگراف یک نرم‌افزار تخصصی ترسیم نمودار است. مشخص‌ترین تفاوت نرم‌افزار دلتاگراف با نرم‌افزار اکسل ۵۹ گراف اضافی است که در نرم‌افزار دلتاگراف نسبت به نرم‌افزار اکسل وجود دارد. جدول (۱-۵) و تصویر (۵-۳۳)

جدول ۱-۵. مقایسه دو نرم‌افزار دلتاگراف و نرم‌افزار اکسل

Chart Type	DeltaGraph	Excel
Column	✓	✓
Column Stacked	✓	✓
Column Percent	✓	✓
Column 3-D	✓	✓
Bar	✓	✓
Bar Stacked	✓	✓
Bar Percent	✓	✓
Line	✓	✓
Line Stacked	✓	✓
Line Percent	✓	✓
Pie	✓	✓
Scatter	✓	✓
Area	✓	✓
Area Stacked	✓	✓
Area % Stacked	✓	✓
Doughnut	✓	✓
Radar	✓	✓
Surface 3-D	✓	✓
Wireframe 3-D	✓	✓
Contour	✓	✓
Wireframe Contour	✓	✓
Bubble	✓	✓
High-Low-Close	✓	✓
Open-High-Low-Close	✓	✓
Volume-High-Low-Close	✓	✓
Volume-Open-High-Low-Close	✓	✓
59 Additional Chart Types*	✓	✗ Not Available



تصویر ۵-۳۳. تفاوت برنامه نرم‌افزاری *DeltaGraph* با *Excel* از نظر تعداد نمودار

خلاصه فصل پنجم

در این فصل با برخی قابلیت‌های چهار نرم‌افزار تهیه نمودارها و نقشه‌های موضوعی؛ نرم‌افزار اکسل *Microsoft Excel*؛ نرم‌افزار آماری اس.پی.اس.اس. *SPSS*؛ نرم‌افزار دلتاگراف *Delta Geraph* و نرم‌افزار *Arcview* آشنا شدیم.

برنامه نرم‌افزاری اکسل *Excel* یکی از پیشرفته‌ترین صفحه‌های گسترده در جهان است که توسط شرکت مایکروسافت تهیه شده و امکان طراحی مدل‌های گرافیکی و تحلیل نموداری و ... در آن فراهم شده است. در این نرم‌افزار برای نمایش داده‌ها به شکل گرافیکی ابتدا داده‌های مورد نظر را در کار برگ انتخاب کرده بعد از ابزار استاندارد *Chart Wizard* بر روی نوار ابزار استفاده کرده و یا گزینه *Chart* را از روی منوی *Insert* بکارمی‌بریم تا پنجره *Chart Wizard* ظاهر شود.

برنامه نرم‌افزاری اس.پی.اس.اس. *SPSS* یک نرم‌افزار آماری برای توصیف و تحلیل آماری است که قابلیت‌های ترسیم نمودارهای آماری را دارد و توسط شرکتی به همین نام تهیه می‌شود. در این نرم‌افزار بعد از وارد کردن داده‌ها در پنجره *SPSS Data Editor*، برای ترسیم نمودار از ابزار *Graphs* در نوار ابزار استفاده می‌کنیم. در نرم‌افزار اس.پی.اس.اس. هفده نوع نمودار ارائه شده است که با دستور *Gallery* از منوی *Graphs* قابل دسترسی و انتخاب می‌باشد.

نرم‌افزار ArcView یکی از کاربردی‌ترین نرم‌افزارهای سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، می‌باشد که توسط شرکت ESRI ارائه شده است. این نرم‌افزار برای تهیه نقشه‌های موضوعی به طور خاص و همچنین نمودارهای موضوعی ساده و تهیه نقشه نمودارها (نقشه با نمادهای نسبی) مناسب است. برای ترسیم نقشه و نمودار با استفاده از این نرم‌افزار لازم است ابتدا نقشه پایه و لایه‌های اطلاعاتی از قبل با فرمت‌های قابل ورود به نرم‌افزار فراهم باشد.

نرم‌افزار *Deltagraph* یک نرم‌افزار قوی و تخصصی ترسیم نمودار است که با استفاده از آن می‌توان انواع نمودار را با استفاده از منابع متنوع اطلاعاتی ایجاد کرد. این نرم‌افزار توسط شرکت SPSS تهیه شده است. مشخص‌ترین تفاوت نرم‌افزار دلتاگراف با نرم‌افزار اکسل ۵۹ گراف اضافی است که در نرم‌افزار دلتاگراف نسبت به نرم‌افزار اکسل وجود دارد.

خودآزمایی فصل پنجم

سؤالات چند گزینه‌ای

۱. کدامیک از نرم‌افزارها برای ترسیم نمودار موضوعی عمومیت دارند؟
الف) ArcView ب) SPSS ج) Deltagraph د) Excel
۲. کدام نرم‌افزار یک نرم‌افزار تخصصی ترسیم نمودار موضوعی است؟
الف) ArcView ب) SPSS ج) Deltagraph د) Excel
۳. در کدام نرم‌افزار می‌توان نقشه نمودار تهیه کرد؟
الف) ArcView ب) SPSS ج) Deltagraph د) Excel
۴. کدام نرم‌افزار در درجه اول یک نرم‌افزار تخصصی تحلیل آماری است؟
الف) ArcView ب) SPSS ج) Deltagraph د) Excel

سؤالات تکمیلی

۱. در نرم‌افزار اکسل برای نمایش داده‌ها ابتدا آن‌ها را در انتخاب می‌کنیم.
۲. در نرم‌افزار SPSS نمودارهای میله‌ای و دایره‌ای جزو نمودارهای است.
۳. برای ترسیم نقشه و نمودار در نرم‌افزار ArcView ابتدا باید
و از قبل با فرمت‌های قابل ورود به نرم‌افزار فراهم باشد.
۴. در نرم‌افزار اکسل گراف اضافی نسبت به نرم‌افزار دلتاگراف وجود دارد.

سؤالات تشریحی

۱. نرم‌افزارهای تهیه نمودارها و نقشه‌های موضوعی را به تفکیک قابلیت نام ببرید.
۲. قابلیت‌های برنامه نرم‌افزاری اکسل چیست؟
۳. انواع نمودار در نرم‌افزار *SPSS* برحسب متغیرهای مورد استفاده کدامند؟
۴. کاربردهای چهار پنجره (Views, Tables, Charts, Layouts) در نرم‌افزار ArcView را بنویسید.
۵. تفاوت‌های نرم‌افزارهای معرفی شده در این فصل را خلاصه نمایید.

تمرین‌های عملی

یک واحد از درس تفسیر نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی عملی است بنابراین دانشجوی موظف به انجام فعالیت و تمرین عملی در مورد ترسیم نقشه و نمودارهای موضوعی آموزش داده شده در فصل‌های دوم و سوم است. این تمرین‌ها هم به صورت دستی و هم با استفاده از نرم‌افزارهای معرفی شده در فصل پنجم امکان‌پذیر است.

پاسخ خودآزمایی‌ها

فصل اوّل

سؤالات چند گزینه‌ای

۱. ج ۲. الف ۳. ب ۴. د

سؤالات تکمیلی

۱. پراکنش تصویری - گرافیکی
۲. در مکان - درباره‌ی فضا
۳. پورتولانو
۴. دوران سیاه نوین

فصل دوم

سؤالات چند گزینه‌ای

۱. الف ۲. ج ۳. د ۴. ب

سؤالات تکمیلی

۱. توزیع فراوانی‌ها
۲. درجه‌ی ناهمواری
۳. شیب
۴. افقی

فصل سوم

سؤالات چند گزینه‌ای

۱. ج ۲. ب ۳. الف ۴. د ۵. الف

سؤالات تکمیلی

۱. عنوان
۲. مناطق و نواحی
۳. کمیت‌ها
۴. مبدا - مقصد
۵. توپولوژی

فصل چهارم

سؤالات چند گزینه‌ای

۱. ج ۲. د ۳. ب ۴. الف ۵. ب

سؤالات تکمیلی

۱. زمین‌شناسی - توپوگرافی
۲. هیدرولوژی
۳. پلان‌های شهری
۴. ییلاق - قشلاق
۵. نموداری - فضایی

فصل پنجم

سؤالات چند گزینه‌ای

۱. د ۲. ج ۳. الف ۴. ب

سؤالات تکمیلی

۱. کار برگ ۲. کیفی ۳. نقشه پایه - لایه‌های اطلاعاتی ۴. ۵۹

منابع و مآخذ

۱. بوت، باب و میچل، اندی (۱۳۸۳) آشنایی با نرم‌افزار ArcGIS. ترجمه فرشاد نوریان و مهدی ضیایی. انتشارات پردازش و برنامه ریزی شهری.
۲. ثروتی، محمدرضا و بهنیا فر ابوالفضل (۱۳۸۶) مبانی توصیف و تفسیر نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی. انتشارات دانشگاه پیام نور.
۳. رضوانی، علی‌اصغر (۱۳۷۴) نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی در جغرافیای انسانی. انتشارات دانشگاه پیام نور.
۴. شهداد، فرهاد (۱۳۸۱) دروسی از فعالیت تجربی در جغرافیا، تکنیک‌های نمایش یافته‌ها در فعالیت تجربی جغرافیا، رشد آموزش جغرافیا، سال هفدهم، شماره ۶۱.
۵. شهداد، فرهاد (۱۳۷۷) کاربرد تکنیک نمودارهای خطی در جغرافیا، رشد آموزش جغرافیا، سال سیزدهم، شماره‌های ۴۷ و ۴۶.
۶. شیرکوند، اکبر و هدایتی‌آذری، ابوالفضل (۱۳۸۴) کامپیوتر و کاربرد آن در روانشناسی و علوم اجتماعی. انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد شهید بهشتی.
۷. قهرودی تالی، منیژه (۱۳۸۳) کاربرد Arcview در ژئومورفولوژی. انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد تربیت معلم.
۸. کیانی، مژده (۱۳۸۶) کاربرد کامپیوتر در علوم اجتماعی. انتشارات دانشگاه پیام نور.
۹. لی، جی و وانگ دیوید (۱۳۸۱) تجزیه و تحلیل آماری با Arcview GIS. ترجمه محمد رضا حسین نژاد و فریدون قدیمی. انتشارات دانشگاه علم و صنعت.
۱۰. مقصودی، مهران و یمانی، مجتبی (۱۳۸۵) نقشه‌ها و نمودارهای موضوعی. نشر انتخاب.
۱۱. یاور، غلامرضا؛ قوامی لاهیجی، علی و امیرسرداری، کوروش (۱۳۸۶) کاربرد نرم افزارهای تخصصی در اقتصاد کشاورزی. انتشارات دانشگاه پیام نور.

1. Barton, Tessa. (1987) Field work for geographers – practical work for pupils, Edward arnold, london
2. Bieleka, Elizabet. A dasymetric population density map of Poland, institute of geodesy – cartography, Warsaw, Poland.
3. Briggs, K. (1989) Practical geography presentation and analysis, Hodder and Stoughton, London.
4. Campbell, John (1991) **Map use and analysis**. Mm. C. Brown Publishers.

5. Cuff, David J. & Mattson, Mark T. (1982) **Thematic maps, their design and production**. Methuen & company, London.
6. Dent, Borden D. map design, cartography – thematic map design, 5th ed., chapter 13 (pdf).
7. Dickinson, G. C. (1987) **Statistical mapping and the presentation of statistics**. Edward Arnold Publishers Ltd. London.
8. Friendly, Michael (2006) **Handbook of computational statistics: data visualization**. Springer – Verlag.
9. Friendly, Michael (2007) Milestones in the history of data visualization: a case study in statistical historiography (pdf).
10. Friendly, Micheal (2007) Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics and data visualization (pdf).
11. Holloway, Steven R. & Schumacher, James Redmond, I. Roland (1977) People and place dasymetric mapping, university of Montana, www.wru.umt.edu .
12. Matthews, M.H. Foster, I.d.l (1986) **Fieldwork exercises in human and physical geography**. Edward Arnold, London.
13. Memanus, Brian (2005) **Thematic mapping**, GIS resource document 05 – 70 LGIS – RD-O5 -70.
14. Rhind, David . Unit 2: maps and maps analysis, www.geog.ubc.ca/courses
15. SPSS Inc (2006) **SPSS Base 15.0 User’s Guide**.
16. SPSS Inc (2007) Deltagraph
17. Walkenbach, John (2003) **Excel Charts**. Wiley Publishing, Inc.
18. Yang , Tse – Chuan. (2005) Choropleth map , GIS resource document 05-72
19. ----- (2003) ASgeographical investigation skills (module 2682), <http://atschool.edu.web.co.uk> .
20. ----- Bar charts, <http://en.wikipedia.org> .
21. ----- Cartogram types, www.ncgia.ucsb.edu .
22. ----- Choropleth maps, <http://en.wikipedia.org> .
23. ----- Countor lines, <http://en.wikipedia.org> .
24. ----- Dasymetric map, <http://en.wikipedia.org> .
25. ----- Dot map, <http://en.wikipedia.org> .
26. Geography 120: introduction to physical geography, homework 5: introduction to isolines (pdf).
27. ----- History of maps, http://history_world.org .
28. ----- How to make a choropleth map, www.teachingideas.co.uk .
29. ----- Introduction to map types, http://ludwig.missouri.edu/47/thematic_maps.html
30. ----- Line graphs, www.bbc.co.uk/schools/gcsebitesize/geography .
31. ----- Map forms, www.ncgia.ucsb.edu.
32. ----- Mapping quantitative data (2000) , www.fes.uwaterloo.ca .
33. ----- Pictorial maps, <http://en.wikipedia.org> .
34. ----- Reading a choropleth map (pdf).
35. ----- Thematic map, <http://en.wikipedia.org> .
36. ----- What are isolines? www.geography_site.co.uk .
37. ----- What is chart and its types, www.aspare.com .