www.engclubs.net

a site for all Engineers

آموزشکده نقشه برداری

اصول و مبانی کارتوگرافی

(برای دانشجویان رشته نقشه برداری)

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

شهریور ۱۳۹۳

میدان آزادی، خیابان معراج، سازمان نقشه برداری کشور

فهرست مطالب

عنوان **شماره‌صفحه**

فصل اول: کلیات و تعاریف
تعریف کارتوگرافی
تاریخچه
کاربرد کارتوگرافی در نقشه برداری
ترکیب نقشه
منابع
سیستم ارتباطی کارتوگرافی
فرآیند ارتباطی کارتوگرافی
مدلهای ارتباطی کارتوگرافی
علائم مزاحم در فرآیند ارتباطی کارتوگرافی
پدیده های جغرافیایی
فصل دوم: طبقه بندی نقشه ها
نقشه ها و انواع آن
کاربر و محتوای نقشه
خلاصه سازی
کیفیت و انتخاب ها
چارچوب ها و مرسومات
مرسومات و کیفیت
تفاوت عکس و نقشه
فصل سوم : مقیاس
مقدمه
مقیاس
مقیاس خطی
ساخت مقیاس خطی
تمرین عملی
فصل چهارم : دقت در نقشه
مقدمه
دقت در نقشه

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

خطاها .....
صحت و دقت .....
صحت داده های توصیفی .....
صحت زمانی .....
سابقه .....
تکمیل داده .....
انسجام منطقی .....
اندازه گیری خطا در نقشه ها .....
ساخت مقیاس خطی .....
تلرانسهای صحت .....
انتشار خطا .....
فصل پنجم : نمادهای کارتوگرافی .....
عوارض مکانی .....
عوارض نقطه ای .....
عوارض خطی .....
عوارض سطحی .....
عوارض حجمی .....
سازماندهی اطلاعات وابسته به زمین .....
مقیاسهای اندازه گیری داده توصیف وابسته به زمین .....
طراحی نمادهای کارتوگرافی .....
نمادهای کارتوگرافی .....
انواع نمادها .....
متغیرهای دیداری .....
خواص درک متغیرهای دیداری .....
درک ترکیب متغیرهای دیداری .....
طراحی نماد بعنوان یک فرآیند سیستماتیک .....
فصل ششم : نمایش ناهمواریها در نقشه .....
مقدمه .....
تعریف پستی و بلندی های زمین ونمایش آن در گذشته .....
روشهای نمایش ناهمواری با استفاده از هاشور زنی .....
نقاط ارتفاعی .....
منحنی های میزان .....
ترسیم صخره .....
سایه زدن تپه .....
نمایش ارتفاعات بوسیله رنگ کردن لایه ای .....
فصل هفتم : اسامی و نوشته ها در نقشه .....

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

مقدمه .....
مشخصه های اسمی حروف .....
فونت نوشته .....
سبک نوشته .....
خط فارسی و لاتین .....
طرز نوشتن اسامی .....
فصل هشتم : قطع بندی نقشه .....
قطع نقشه .....
مشخصات نقشه .....
راهنمای نقشه (لژاند).....
راهنمای اتصال نقشه ها.....
فصل نهم : کارتوگرافی به کمک کامپیوتر .....
جمع آوری اطلاعات مکانی .....
رقومی سازی اسناد و مدارک گرافیکی .....
دستگاههای مختلف جمع آوری اطلاعات رقومی .....
روشهای رقومی سازی .....
استفاده از نقشه‌های رقومی موجود.....
وسایل ترسیم نقشه .....
فصل دهم : جنرالیزاسیون نقشه .....
تعریف جنرالیزاسیون .....
کاربرد جنرالیزاسیون .....
اصول و مبانی جنرالیزاسیون .....
جنرالیزاسیون منحنی میزان.....
جنرالیزاسیون اتوماتیک .....
فصل یازدهم : عکاسی و چاپ .....
کاربرد عکاسی در تهیه نقشه .....
چاپ و ترسیم نقشه .....
شیوه های مختلف نمایش اطلاعات مکانی .....
وسایل خروجی و نمایش اطلاعات رقومی .....
ترسیم کننده ها و چاپ گرها .....
فصل دوازدهم : سیستم تصویر و سیستم مختصات نقشه .....
مقدمه .....
سیستم تصویر.....
گرید و گراتیکول.....
مقیاسهای سیستم تصویر .....
دیاگرام های اعوجاج.....

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

فصل سیزدهم : بینایی ،درک و رنگ
مقدمه
بینایی و درک
ساختمان چشم
نور
مراحل بینایی
رنگهای اصلی افزایشی و کاهشی
عمق رنگ
فضاهای توصیف رنگ
مکعب رنگ
سیستم توصیف رنگ مانسل
فضای رنگ مانسل
نوع رنگ مانسل
مقادیر خاکستری مانسل
کرومای مانسل
سیستم های رنگ کمیسیون بین المللی روشنایی
مدلهای CIE
مدل CIEXYZ
مراجع

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

فصل اول

کلیات و تعاریف

۱ – ۱ – تعریف کارتوگرافی

واژه کارتوگرافی دارای ریشه یونانی می باشد و از کلمات χάρτης یا chartis به معنی "map" و γράφειν یا graphein به معنی"write" تشکیل گردیده است. کار ابتدایی کارتوگرافی جمع آوری اطلاعات از منابع مختلف برای تهیه نقشه و نمایش گرافیکی آن می باشد و جایگاه کارتوگرافی در فرآیند تولید نقشه بعنوان تمام کننده نقشه می باشد. از این جنبه کارتوگرافی با مجموعه خاصی از مسائل سرو کار دارد و این مسائل به صورت تئوری و عملی بوده که اساسا در همه فعالیت های تولید نقشه مشترک و معمول می باشند.

مجمع بین المللی کارتوگرافی[1] بوسیله ۱۳ کشور موسس عضو در سال ۱۹۵۹ در برن سوئیس بر اساس ابتکارات سوئد بعد از کنفرانسهای مقدماتی در استکهلم (۱۹۵۶)، شیکاگو (۱۹۵۷) و ماینز (۱۹۵۸) تاسیس گردید. نمایندگان کشورهای عضو این انجمن سازمانهای ملی کارتوگرافی و نقشه برداری آن

[1] International Cartographic Association (ICA)

کشورها می باشد. تعریف این انجمن که یک سازمان غیر دولتی[۲] بین المللی معتبر و فعال در کارتوگرافی است به شرح زیر می باشد:

کارتوگرافی تمامی فعالیتهای علمی/فنی و هنری با هدف تولید نقشه ها و نمایشهای مرتبط بر اساس داده های (اندازه گیریهای میدانی، عکسهای هوایی ، تصاویر ماهواره ای، مواد آماری) جمع آوری شده بوسیله نظامهای دیگر است. بعلاوه، کارتوگرافی شامل مطالعه نقشه ها بعنوان مدارک علمی همراه با کاربری آنها می باشد. در این معنا، کارتوگرافی به "کارتوگرافی خاص[۳]" یعنی نمایش داده تا تکثیر و چاپ نقشه ها محدود می شود: یعنی اینکه در کاربردهای عملی این تعریف، جمع آوری داده های اولیه، نقشه برداری زمینی و فتوگرامتری بعنوان نقشه برداریهایی که بوسیله نظامهای دیگری از قبیل زمین شناسی، امار، سرشماری جمعیت و غیره انجام گردیده، حذف می شوند.

سازمان ملل مفهوم گسترده تری از کارتوگرافی را از تاریخ ۱۹۴۸ استفاده می کند که بر طبق آن کارتوگرافی علم نقشه برداری و تهیه نقشه است و همه مراحل تهیه نقشه از جمع آوری داده تا پردازش و نمایش داده را دربر می گیرد، بنابر این شامل نقشه برداری، عکسبرداری هوایی، توپوگرافی، نام نگاری، فتوگرامتری و کارتوگرافی خاص نیز می شود.

برای مقاله ای که توسط J.H. Andrews در سال ۱۹۹۸ تالیف گردیده[۲] ۳۲۱ تعریف برای نقشه گرداوری شده است که از طریق سایت http://www.maphist.nl/discpapers.html دردسترس می باشد. اما تغاریفی که در زیر یرای نقشه ارائه شده تا حدودی مفهوم مورد نظر از نقشه را برای این نوشتار برآورده می سازد.

(http://www.mapsofindia.com/what-is-map.html)

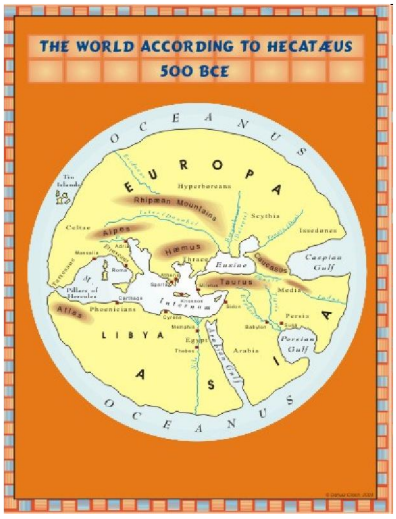
یک نقشه نمایش دیداری از یک منطقه کامل یا بخشی از آن می باشد که نوعا بر روی یک سطح مسطح ارائه می گردد. کار نقشه نمایش عوارض مفصل و مشخص از یک منطقه معین است که اغلب اوقات برای نمایش دادن جغرافیا استفاده می شود.

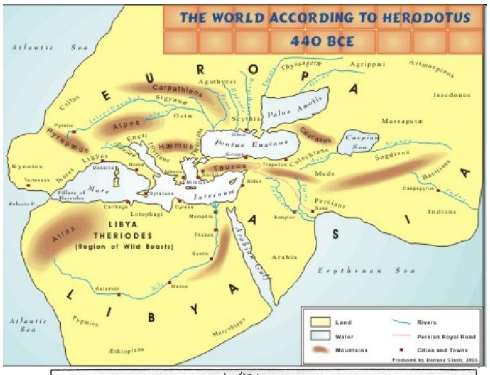
[2] Non-governmental Organization (NGO)
[3] Cartography proper

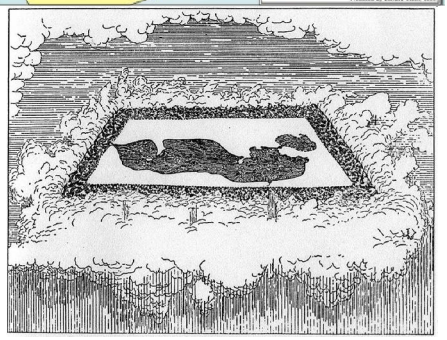
"نقشه ها نمـایش هـای گرافیکـی هسـتند کـه درک مکـانی اشـیاء، مفـاهیم، شـرایط ، فرآیند ها، یا وقایع در جهان واقعی را تسهیل می نمایند." (Preface, p. xvi)

۱ – ۲ – تاریخچه

سـاختن نقشـه دارای سـابقه طـولانی حـداقل ۸۰۰۰ سـاله در زنـدگی بشـر دارد. نمونه هایی از نقشه های تاریخی در شکلهای زیر نشان داده شده اند.



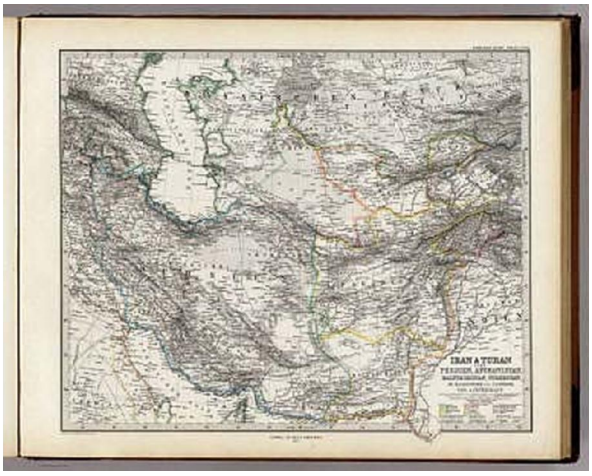




نقشه های یونان قدیم

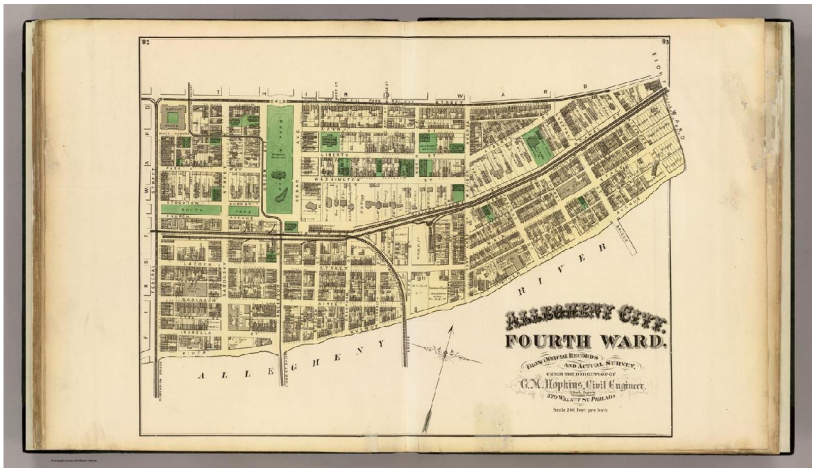
نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

نقشه توپوگرافی چین. در قرن دوم قبل از میلاد تهیه شده است. جنوب بالای نقشه است. با جوهر و سیلک ساخته شده و مرز بزرگی در چین جنوبی را نشان می دهد .



نقشه مرزهای ایران

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری



نقشه کاداستر

نقشه ها در یونان قدیم بطور قابل توجهی پیشرفت کردند. مفهوم زمین کروی در میان فلاسفه یونانی در زمان ارسطو شناخته شد واز آن پس مورد تایید همه جغرافی دانان قرار گرفت.

شروع تاریخ نقشه از نقاشی کردن غارها و کنده کاری صخره ها تا نقشه های قدیمی یونان، بابل و آسیا، از عصر سفرهای اکتشافی تا قرن ۲۱ را شامل می شود. در قرون وسطی نقشه های اروپایی اغلب بر اساس دیدگاههای مذهبی بودند. وایکینگها آتلانتیک شمالی را کشف کردند در حالیکه ساختن نقشه در نواحی مدیترنه ای با خطوط عملی و واقعی گراتری توسعه داده شد. همه نقشه با دست ترسیم می شد، که باعث انتشار نقشه بصورت محدود می کرد.

در طی قرون ۱۷ تا ۱۹، نقشه با استفاده از تکنیک های علمی بیشتر دقیقتر و واقعی تر شدند. بیشتر کشورها برنامه های ملی تهیه نقشه را پذیرفتند. بدنبال جنگ جهانی اول استفاده گسترده عکس هوایی به فرایند تهیه نقشه خیلی زیاد کمک کرد. ترکیب مشاهدات زمینی و سنجش از دور پایه کارتوگرافی مدرن است.

کارتوگرافی برای براوردن درخواست های نسلهای جدید کاربران سازنده نقشه، بطور پیوسته تکامل یافت. قدیمی ترین نقشه های شناسایی شده مربوط به حدود ۲۳۰۰ قبل از میلاد هستند که درلوح های گلی بابلیان نگهداری می شوند. اولین نقشه ها بصورت دستی با قلم مو بر روی پوست نبشته ها ساخته شدند و در کیفیت متنوع بودند و

انتشار آنها محدود بود. اختراع قطب نما، ماشینهای چاپ، تلسکوپ و غیره امکان شکل یافتن نقشه های دقیق تر و قابلیت ساختن تکثیردقیق را فراهم کرد.
پیشرفت تکنولوژی ایجاد نقشه هایی با جزئیات ظریف، بدون اعوجاج یا اعوجاج کم در شکل و مقاوم در برابر سائیدگی و پارگی را امکان پذیر کرده است. این همچنین باعث از بین رفتن نیاز به قلم زنی شده که زمان ایجاد کردن و تکثیر نقشه را کاهش داده است.
پیشرفتهای فناوریهای الکترونیکی در اواخر قرن بیستم موجب انقلاب جدیدی در کارتوگرافی شده است. وسایل سخت افزار کامپیوتری از قبیل صفحات نمایش کامپیوتر، پرینتر ها، اسکنرها بهمراه پردازشگرهای تصویر، بصری سازی، آنالیز مکانی و نرم افزار پایگاه داده، توانایی تولید نقشه هایی که عوارض مختلف را نشان می دهند را توسعه داده است.

۱ – ۳ – کاربرد کارتوگرافی در نقشه برداری

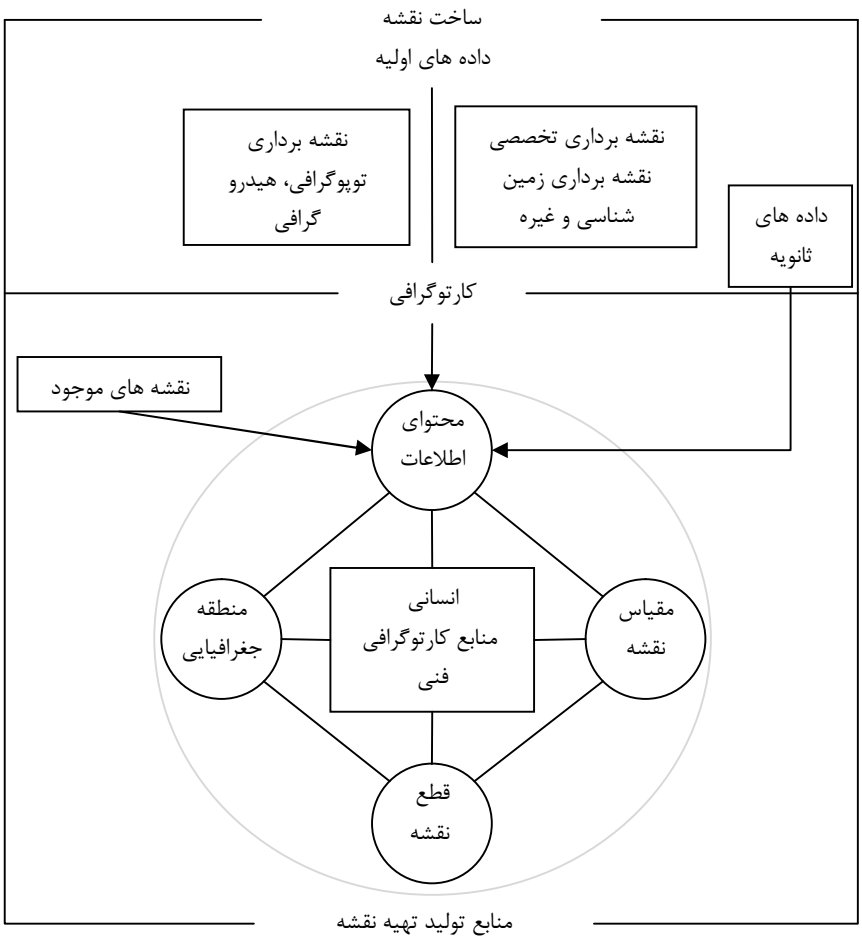
کارتوگرافی فن یا حرفه ای است که با جنبه های فنی ساخت نقشه مثل ترسیم، وتکثیر نقشه سرو کار دارد. هسته اصلی فعالیتهای حرفه کارتوگرافی در محتوا، هدف و استفاده از محصولات نهفته است.
در زبان انگلیسی واژه های ''map making'' ، ''mapping'' و کارتوگرافی اغلب بجای یکدیگر استفاده می شوند. مثلا در گزارشهای سازمان ملل و کنفرانسهای کارتوگرافی به معنای عام آن برای هر فعالیتی بکار می رود که برای تهیه نقشه انجام می شود. اغلب برای تعریف کارتوگرافی و توصیف فعالیتی که توسط کارتوگراف انجام می شود تاکید می گردد که کارتوگرافی با نمایش و ساختار گرافیکی سرو کار دارد.
در درجه اول همه نقشه ها به جمع آوری اطلاعات پایه در مورد عوارض سطح زمین از طریق نقشه برداری توپوگرافی یا هیدروگرافی وابسته هستند. بنابراین اولین مرحله تهیه نقشه تولید و جمع آوری این اطلاعات می باشد و نقشه های دیگر در مقیاسهای کوچکتر می توانند از این اطلاعات بدست آیند و نقشه های تخصصی ممکن است بر پایه اطلاعات توپوگرافی بعنوان مرجع مکانی ساخته شوند. نقشه هر نوعی که باشد ماهیت، کیفیت، تکمیل و بروز رسانی داده ها اساسا مهم هستند. از نظر کاربر نقشه یک نقشه ممکن است به این علت بد باشد که اطلاعات تطبیقی ضعیف با پدیده دارد یا

ناقص بوده و یا اینکه بروز نباشد و یا نمایش گرافیکی آن ضعیف باشد. رضایت کاربر هم بستگی به اطلاعات و هم نمایش اطلاعات دارد.
بنابراین کارتوگرافی نمی تواند مستقل از منابع داده در نظر گرفته شده و یک نقشه خوب نمی تواند از طریق فعالیتهای کارتوگرافی از منابع ناقص تولید گردد.
شکل زیر ارتباط بین منابع داده و کارتوگرافی را در داخل فرآیند ساخت نشان می دهد.
اطلاعات مورد نیاز اولیه برای اهداف ساخت نقشه از طریق فعالیت های نقشه برداری وارد می گردد که شامل نقشه برداری های تخصصی مثل نقشه برداری زمین شناسی نیز می شود.
نقشه‌های موجود می‌تواند به عنوان یک منبع اطلاعاتی مستقیماً استفاده شود و کار دوباره برروی این اطلاعات می‌تواند به عنوان شروع یک کار کارتوگرافی باشد. اطلاعات ثانویه نیز می‌تواند مستقیماً توسط کارتوگراف استفاده شود، اگرچه برای متخصص آن مرسوم‌تر است که با این اطلاعات سر و کار داشته باشد و اوّل این اطلاعات را پردازش نماید.
انواع محتوای نقشه عبارتند از محتوای اولیه (موضوع اصلی)، محتوای ثانویه (نقشه های پایه، اطلاعات پایه ای نقشه) و محتوای پشتیبان (اطلاعات حاشیه ای) می باشند.

- محتوای اولیه همان موضوع اصلی نقشه است. مثلاً زمین شناسی ، ریخت شناسی زمین، تراکم جمعیت. برای نقشه توپوگرافی محتوای اولیه همه اطلاعات ترسیم شده است که به مساحت ترسیم وابسته هستند و شامل اسامی نیز می باشند.
- محتوای ثانویه برای نقشه های موضوعی پایه توپوگرافی است. برای همه نقشه ها محتوای ثانویه گرید و گراتیکول را در بر می گیرد.
- محتوای پشتیبان که به اطلاعات حاشیه ای مثل عنوان نقشه، راهنما، مقیاس خطی و ... ارتباط دارد.

محتوای نقشه بر اساس امکانات طراحی داده برای تهیه نقشه به دو دسته تقسیم میشود:

- داده های پایه ای که از نقشه برداری زمینی، نقشه برداری هوایی، منابع آماری و ... بدست می آیند.
- داده های نتیجه شده که از نقشه های موجود گرفته می شوند.



شکل : ساخت نقشه و کارتوگرافی: عاملها و متغیر ها

واضح است توازن بین وظایف در مورد اطلاعات به کار برده شده و نمایش کارتوگرافی بسیار زیاد بین انواع نقشه‌های مختلف فرق می‌کند.

یک پروژه‌ی مهندسی مقیاس بزرگ یک نقشه‌برداری با جزئیات خیلی زیاد از یک سطح کوچک لازم دارد. در حالی که نمایش کارتوگرافی آن ممکن است خیلی سرراست و از نظر گرافیکی ساده باشد.

در عوض تکمیل یک نقشه جدید از عوارض گیاهی در سطح جهان در مقیاس کوچک، که نیاز به استفاده از منابع داده زیادی دارد، یک فعالیت طولانی است که نیاز به یک طراحی پیچیده چند رنگی دارد و از نظر فنی محصول پیچیده ای است. این موضوع

بسادگی تنوع بزرگی از موارد پوشش داده بوسیله کلمه نقشه و ارتباط بین منابع اطلاعات ، ساخت و کارتوگرافی نقشه را بازتاب می دهد.

۱ – ۴ – ترکیب نقشه

قبل از تولید هر نقشه ای ترکیب نقشه باید مشخص گردد. در باره محتوای و شکل ابتدایی آن باید تصمیم گیری شود. این غیر از نوع یا سطح تکنولوژی است که برای تولید آن استفاده می گردد. ترکیب نقشه شامل چهار عامل پایه محتوای اطلاعات، منطقه جغرافیایی تحت پوشش نقشه، مقیاس و اندازه نقشه می باشد(به شکل فوق رجوع شود). ابتدا باید در مورد سطح جغرافیایی تصمیم گیری شود، طوریکه بررسی هر نقشه قبل از شناخت منطقه ای که نقشه می شود غیر ممکن است. محتوای اطلاعات معمولا اتصال میان نمایش کارتوگرافی و ساختن نقشه است. پس اگر داده مکانی از قبل موجود باشد کار ساخت نقشه بطور عمده نمایش کارتوگرافی است. اما اگر نیاز به جمع آوری اطلاعات خاصی باشد، این اطلاعات باید از روشهای دیگر وارد شود. آنچه که جالب است این است که اگر یکبار در مورد منطقه جغرافیایی تصمیم گیری شد، تصمیمی در مورد هریک از سه عامل مقیاس ، محتوای اطلاعات و اندازه نقشه دوتای دیگر را کنترل می کند.

نقشه جهان (منطقه جغرافیایی) که باید در اطلس قرار گیرد دارای اندازه ثابتی است و بنابراین به کوچکترین مقیاسی که می تواند بدست آید محدود می گردد. با معلوم شدن مقیاس محتوای اطلاعاتی امکان پذیر از نظر گرافیکی تعین می گردد.

در ارتباط با نقشه های پوششی استاندارد یک کشور (منطقه جغرافیایی) در مقیاسی مفروض، در ابتدا در مورد محتوای اطلاعات و مقیاس تصمیم گیری می شود. انتخاب مقیاس مقدار جزئیاتی که می تواند نمایش داده شود (محتوای اطلاعات) را کنترل می نماید و قطع نقشه تابعی از اندازه نقشه مورد نیاز برای پوشش دادن سطح در مقیاس خواهد بود.

اگر قرار است نقشه زمین شناسی تولید گردد، چارچوبی از اطلاعات زمین شناسی و نقشه ای ازآن اطلاعات مورد نیاز است، مقیاسی که برای نمایش این سطح از اطلاعات مورد نیاز است باید به اندازه کافی بزرگ باشد و اندازه نقشه، تابع محتوای اطلاعات انتخاب شده و مقیاس خواهد بود.

۱ – ۵ – منابع

البته در عمل رابطه میان این عاملها همچنین به سطح منابع موجود برای فعالیت ساخت نقشه شامل مهارت و منابع فنی تولیدکننده بستگی دارد. یک کارتوگراف خوب با منابع کوچکتر که بر سطح ممکن اطلاعاتی در مقیاسی مفروض تاثیر می گذارد، می تواند از کارتوگرافی با مهارت و دارای ابتکار کمتر نقشه ای از نظر گرافیکی خوانا تولید کند. اما در سایر حالتها محتوای اطلاعاتی محدود خواهد شد برای اینکه منابع موجود برای نمایش کارتوگرافی محدود هستند، همانگونه که ممکن است برای یک نقشه سیاه و سفید اتفاق افتد.

در شکل منابع داخلی سازمان کارتوگرافی در مرکز نشان داده شده، که نشاندهنده هر دو منابع فنی و نیروی انسانی با مهارت (کارتوگرافی) است. منابع موجود برای یک نقشه خاص بصورت منابع محصول توصیف می شوند که اساسا تابع زمان و منابع مالی می باشد.

اگر فعالیت کارتوگرافی ضرورتا با استفاده از اطلاعات موجود بتواند انجام شود، آنگاه خط تولید محصول فقط نیاز به فعالیتهای کارتوگرافی را شامل می شود. اگر نقشه نیاز به ورود اطلاعات از طریق انجام جمع آوری داده ای خاص دارد، آنگاه خط تولید محصول باید تمامی فعالیتهای ساخت نقشه را با بحساب آوردن منابع فنی و انسانی مورد نیاز برای جمع آوری داده دربرگیرد.

برای محصولات کارتوگرافی خیلی کوچک، سوال از منابع ممکن است مهم به نظر نرسد. یک کارتوگراف در دپارتمان کارتوگرافی دانشگاه ممکن است یک روز را صرف تولید یک نقشه آماری سیاه و سفید با استفاده از وسایل ساده و تجهیزات تولید گرافیک کند. هزینه کل آن ممکن است کم باشد. هزینه انتشار آن بصورت چاپی نیز باید پوشش داده شود که احتمالا در هزینه کلی انتشار دیده شده است.

از طرف دیگر برای تولید یک نقشه جدید پایه زمین شناسی نیاز به یک تیم زمین شناس برای کار در میدان و آزمایشگاه برای چندین ماه و یا حتی چندین سال باشد، و نمایش کارتوگرافی ممکن است نیاز به ماهها کار تولیدی و چاپ در قطع بزرگ در شش رنگ یا بیشتر را داشته باشد که از نظر اقتصادی هزینه

بـر اسـت. همـین مطالـب بـرای چـارت نـاوبری جدیـد، یـا نقشـه راه بصـورت تجـاری منتشر شده، یا اطلس آموزشی نیز درست است.
محتوای اطلاعات یک نقشه تـابع چنـدین عامـل مـرتبط بـا هـم مـی باشـند. اطلاعـات ارائه شده در یـک نقشـه بایـد بـا الزامـات مشـخص سـاختار نقشـه همـراه باشـد. ایـن سـاختار دارای ویژگیهـای نمـادی و هندسـی اسـت. نقشـه تصـویری قـائم از سـطح زمین بـر روی صـفحه مختصـات دوبعـدی مـی باشـد کـه دارای نظـم فضـایی و انـدازه اسـت. روش هـای نمـایش بـا علائـم و نمادهـای قـراردادی از یـک طـرف بوسـیله ویژگیهای پدیده و از طرف دیگـر بوسـیله اطلاعـات موجـود محـدود شـده اسـت. ایـن روش ها بوسیله نمادهایی کـه بـه تنهـایی طراحـی و ویـرایش شـده بیـان مـی شـوند. ترکیب این نمادها هدف نقشـه را بازتـاب مـی دهـد. همـه اینهـا بـه نوبـه خـود تحـت تاثیر منابع قرار می گیرند.

۱ – ۶ – سیستم ارتباط کارتوگرافی

همانطوریکه برای ارتباط برقرار نمودن با یکدیگر نیاز به یادگیری یک زبان می باشد، برای ارتباط برقرارنمودن با کاربران نقشه نیزنیاز به فراگیری زبان کارتوگرافی می باشد. واژه تهیه نقشه[۴] به معنی ترجمه اطلاعات جغرافیایی یا مکانی به نمادهای گرافیکی می باشد و کارتوگرافی این کار را با استفاده از قوانین زبان کارتوگرافی انجام میدهد. کارتوگراف ترجمه را با استفاده از بکار بردن اصول و قواعد زبان کارتوگرافی انجام می دهد. در زبان کارتوگرافی ترکیب نمادهای گرافیکی و متغیرهای دیداری[۵] گرامر آنرا تشکیل می دهند. با بکار گیری گرامر صحیح، این عناصر معنی معینی را انتقال می دهند. برای کارتوگرافها مهم است که کاربران روابط میان داده ها را بدون درک اشتباه دریافت نمایند. کارتوگرافها برای ساخت نقشه مناسب نمی توانند گرامر خاص خود را (مثل نقاشها) بکار ببرند. گرامر کارتوگرافها بر اساس خطوط راهنمای اقتباس شده از مفاهیم دسته بندی[۶] ، جنرالیزاسیون[۷] و نمادگذاری[۸] برای خلق تصاویری هستند که کار آنها بعنوان یک وسیله ارتباطی، انتقال داده به کاربراست.

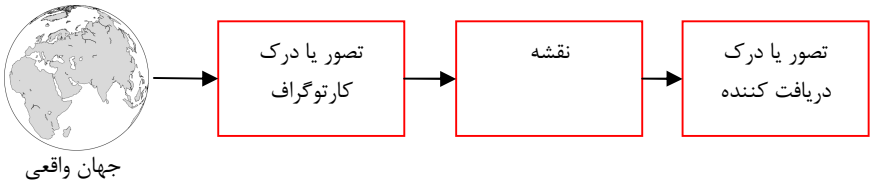
[4] mapping
[5] Visual variables
[6] classification
[7] generalization

نقشه بصورت معمول حاوی اطلاعات است و این اطلاعات به شکل گرافیکی نمایش داده می شوند. هدف و منظور معمول همه نقشه ها ارائه اطلاعات نمایش داده شده به کاربر نقشه است. ابتدائی ترین کار نقشه ارتباطات است و نقشه یک وسیله ارتباطی است. بطور عمومی ارتباطات انتقال دانش، ایده ها، اطلاعات از یک شخص به شخص دیگر یا یک گروه می باشد که بصورت دیاگرام زیر نشان داده شده است.

در فرآیند ارتباطی علامت می تواند از سند گرافیکی (نقشه ها، روزنامه ها، کتابها، عکسها، تصاویر) تا صدا (زبان محاوره ای، موزیک)، نور(علائم نوری) و انواع دیگر علائم (دود، پرچم و ...) تغییر کند. یک فرآیند ارتباطی وقتی موفق است که فرستنده علامتی تولید نماید که بوسیله دریافت کننده قابل فهم باشد، یعنی اینکه دریافت کننده قادر به کشف مفهوم اطلاعات از علامت باشد و محتوای اطلاعاتی قابل دریافت یا مشاهده باشد.

۱ – ۷ – فرآیند ارتباطات کارتوگرافی

هنگامیکه فرآیند ارتباطی در مورد کارتوگرافی بکار برده می شود، ارتباط بین کارتوگراف و کاربرنقشه از طریق نقشه می باشد.



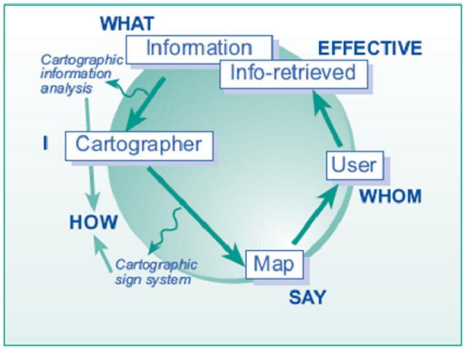
علاقه کارتوگراف با جمله " چطور چه چیزی را به چه کسی بگویم و آیا تاثیر گذار است؟" برای ارائه بهترین پاسخ به نیازهای کاربر بیان می شود. در این جمله چه چیزی نشاندهنده اطلاعات یا محتوایی است که باید نقشه شود، منظور از چطور نمادهای گرافیکی است و چه کسی نیز کاربر نقشه می باشد. همچنین منظور از تاثیر گذاری نیز میزان همپوشانی درک کارتوگراف و کاربر نقشه می باشد.

[8] symbolization

۱ – ۷ – ۱ – مدل های ارتباط کارتوگرافی

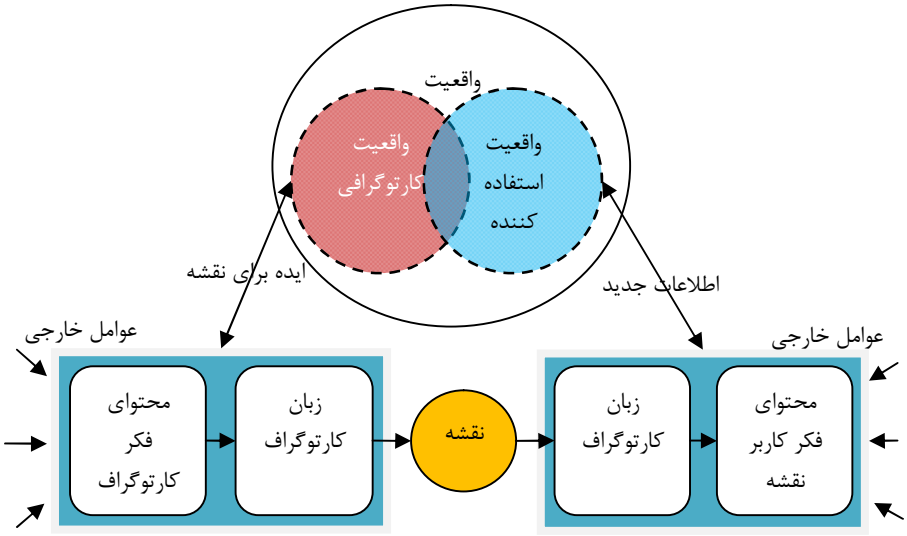
مدل ارتباط کارتوگرافی با اطلاعاتی که باید نقشه شود شروع می شود که نشاندهنده چه چیزی در شکل زیر می باشد. در این رابطه آنالیز اطلاعات کارتوگرافی به کارتوگراف کمک می کند ماهیت اطلاعات را بشناسد تا بتواند نمادهای گرافیکی را تعین کند. کارتوگراف می تواند بر اساس این دانش نماد برای نمایش اطلاعات بر روی نقشه انتخاب کند. یک جعبه ابزار حاوی متغیرهای دیداری برای تطابق نمادها با ماهیت داده دردسترس می باشد.

نقشه (چطور در جمله) بوسیله کاربران نقشه (چه کسی در جمله) خوانده می شود (گفتن در جمله). کاربران نقشه مقداری اطلاعات از نقشه استخراج می کنند (پنجره اطلاعات بازیابی شده). پنجره اطلاعات و پنجره اطلاعات بازیابی شده همدیگر را به طور کامل پوشش نمی دهند.



فرآیند ارتباط کارتوگرافی

یکی از مدل هایی که اغلب برای نشان دادن ارتباط کارتوگرافی بکار می رود به صورت زیر می باشد :



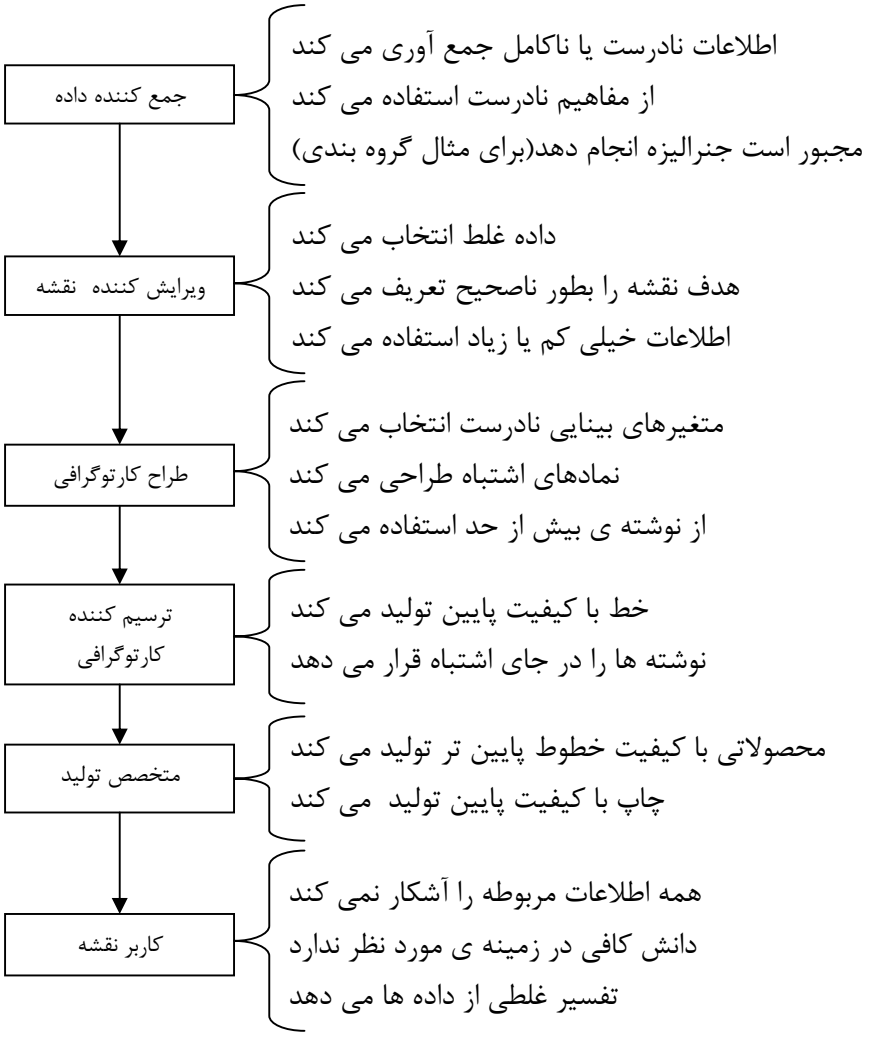
مدل ارتباط کارتوگرافی kolacny

نقطه عزیمت در مدل نشانداده شده در شکل فوق واقعیت اطراف ما می باشد. ابتدا واقعیت به وسیله کارتوگراف مشاهده می شود، کسی اطلاعات مربوط به واقعیت را بر طبق روش های معین و گروه بندی ها جمع آوری می کند. سپس کارتوگراف اطلاعات را به ایده هایی برای نقشه تبدیل می کند ، جزئیات اطلاعات را به دقت شرح داده و آن ها را به نمادهای گرافیکی تبدیل می کند؛ سپس با تهیه فیلم ، زینک و انجام چاپ برای تولید و انتشار[9] نسخه چاپی[10] از نقشه تهیه می شود. نقشه سپس توزیع شده و به دست کاربر آن می رسد. استفاده کننده کسی است که نقشه را با درک نمادهای گرافیکی، مشاهده توزیع فضایی عوارض و شناخت روابط مطالعه و تفسیر می کند. در این راه او به دانش اجمالی موجود قبلی خود اطلاعات جدیدی می افزاید و بنابراین تصور جدید و بهتری از واقعیت در فکرش ایجاد می شود. اگر حداقل روند ارتباطاتی بخوبی کار کند ، این واقعیت کاربر نقشه دوباره قسمتی از کل واقعیت است.

[9] Production and reproduction
[10] hardcopy

۱ – ۷ – ۲ – علائم مزاحم در فرآیند ارتباط کارتوگرافی

هر روند ارتباطی دارای علائم مزاحم یا نویز می باشد و نویز هایی که در روند ارتباطی کارتوگرافی ممکن است وجود داشته باشد در زیر بصورت فهرست شده آورده شده اند:

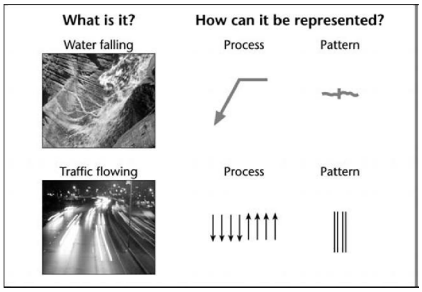


۱ – ۸ – پدیده های جغرافیایی

پدیـده هـای جغرافیـایی در دنیـای واقعـی متشـکل از اشـیاء[11] و وقـایع[12]مـی باشـند. اشیاء عناصر دنیای واقعـی هسـتند کـه ایسـتا بـوده و بوسـیله ماهیـت یـا خصوصـیات شان تعریف می شوند. آنها نتـایج فعالیتهـا یـا خـواص انـدازه گیـری شـده عـوارض یـا موجودات و یا مشخصه های متمایز مردم، مکانها یا وضعیت ها هستند.

وقـایع لحظـات انتخـاب شـده در یـک فرآینـد یـا رکوردهـای فرآینـد مثـل حرکـت ماشینها و کامیونها، جریان آب، ذوب یخ یا گسترش بیماری هستند

اشیاو وقایع



وقایع می توانند به هر دو صورت فرایند ها و الگوها ارائه شوند

[11] things
[12] events

فصل دوم

طبقه بندی نقشه ها

۲ – ۱ – نقشه ها و انواع آن

نقشه ها ساخته می شوند تا به سوالات زیرپاسخ دهند

- کجا می توانم... پیدا کنم؟
- چطور میتوانم به ... برسم؟
- چه عوارضی می توانم در... پیدا کنم؟
- کجاها می توانم آن عارضه خاص را بیابم؟

منظورنقشه و ویژگیهای کاربر نقشه مثل ساخت نقشه برای مدارس ابتدایی جنبه هایی هستند که در ساخت نقشه لازم است مد نظر قرار گیرند. سن دانش آموزان دبستانی بعنوان کاربران اطلس ۵-۱۰سال می باشد. تجربه آنها درخواندن و فهم عمومی و خواندن و فهمیدن نقشه در حال توسعه است. بنابراین نقشه ها در چنین اطلسهایی نباید حاوی اطلاعات پیچیده باشند. همچنین برای فهمیدن اطلاعات نمایش آنها باید ساده و آسان باشد.

منظور[۱۳] عامل مهمی برای نمایش اشیا و وقایع در نقشه ها هستند. برای مثال ساختن نقشه از محل زندگی جایی که ترافیک وجود دارد برای مردم بازدید کننده مفید است. مکان ترافیک، راههایی که دارای ترافیک هستند و مکانهای

[13] purpose

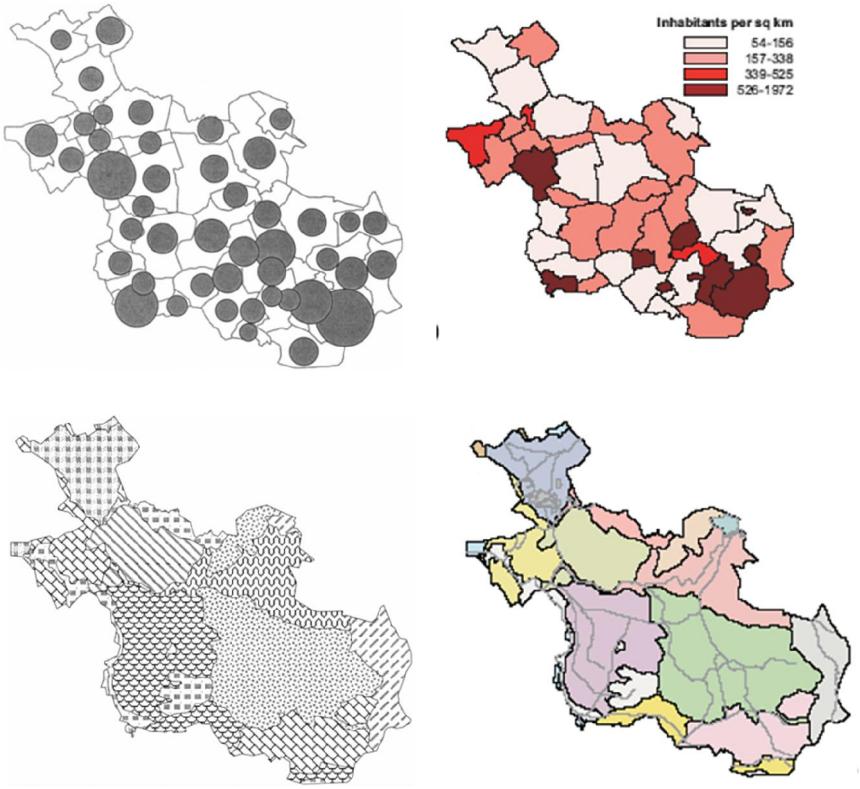
جذب توریست و علائم مشهود مکانی برای کمک به تردد مردم ناآشنا به راهها و منطقه می توانند نشان داده شوند. این نقشه ممکن است برای کاربرانی که می خواهند بدانند مثلا در ساعت ۵ بعداز ظهر بهترین مسیر که دارای ترافیک کمی برای رسیدن به بهترین رستوران در خیابان اصلی در پایین شهر است یا اینکه کجا و چه زمانی ترافیک چقدر است، مفید نباشد. نشان دادن بیش از حد اطلاعات در مورد مکانهای جذاب و علائم مشهود مکانی احتمالا برای بازدید کننده به منظور یافتن مسیر خود غیر ضروری است.

براساس منظورنقشه می توان نقشه ها را به دو گروه نقشه چند منظوره و نقشه تک منظوره تقسیم نمود. نقشه چند منظوره بوسیله انواع کاربران مختلف برای منظورهای مختلفی استفاده می شود مثل نقشه های توپوگرافی و جغرافیایی. هدف نقشه تک منظوره ارائه یک موضوع تنها است. نقشه تک منظوره مثل نقشه جمعیت، زمین شناسی، خاک و غیره مورد مشورت گروه خاصی از کاربران قرار می گیرند که یک کار تحلیلی بعهده دارند. با پیشرفت تکنولوژی گرایش زیادی به سمت تولید نقشه های تک منظوره با عمر مفید کم می باشد. سه نوع از رایج ترین نقشه ها عبارتند از:

- نقشه های موضوعی

طراحی نقشه موضوعی بر اساس مجموعه ای از قواعد کارتوگرافی است که دستور زبان کارتوگرافی نیز نامیده می شود. این گونه از نقشه ها موضوع خاص، روابط و توزیع های مکانی آنها را نمایش می دهد از قبیل: پیش بینی وضع آب و هوا، نتایج انتخابات، فقر، انواع خاک و گسترش یک ویروس.

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

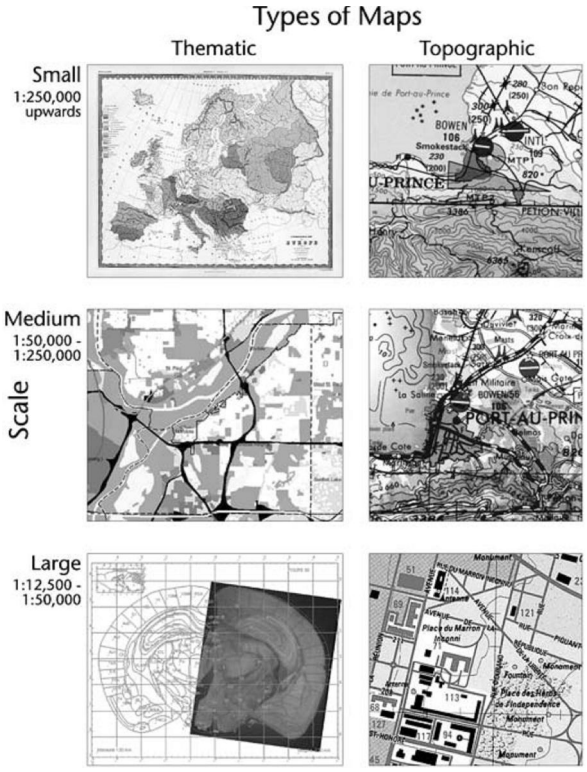


نقشه فوق یک نقشه اقتصادی-اجتماعی (نقشه جمعیت در Overijssel) را نشان می دهد
نقشه فوق یک نقشه موضوعی فیزیکی (نقشه حوزه های زهکشی در Overijssel) را نشان می دهد

- نقشه های توپوگرافی

این نوع از نقشه ها مشخصه های فیزیکی زمین در یک منطقه و تغییرات ایجاد شده در آن سرزمین را نشان می دهد.

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری



انواع نقشه های توپوگرافی و موضوعی

- نقشه های کاداستر

نقشه های کاداستر تقسیم بندی زمین به املاک و داراییهایی شامل زمین و تمام حقوق ملحق به زمین به صورت حق مالکیت ساختمانها، کشاورزی، معدن و گاهی اوقات انواع اصلاحات ساخت و ساز را نشان می دهند.

۲ – ۲ – کاربر و محتوای نقشه

منظور نقشه مستقیما با کاربرنقشه ارتباط دارد. مثال اطلس مدرسه این ارتباط را بخوبی نشان می دهد. یک نقشه راه وسیله ای برای گستره وسیعی از کاربران با سنین، تحصیلات و فرهنگ مختلف، اما منظور یکسان (همه می خواهند با اتوموبیل خود از مبدا به مقصد برسند) است. بنابراین نقشه هایی از این نوع می بایست توسط گروه بزرگی از کاربران فهمیده شود و تا حد ممکن ساده برای خواندن باشد. در مقابل

کاربران یک نقشه اکولوژی که در آن مثلا ارتباط میان عوارض گیاهی ، حیوانات یک اقلیم و نوع خاک ارائه گردیده، اغلب اوقات، دانشمند آشنا با موضوع می باشند.
نقشه می تواند حاوی اطلاعات پیچیده تری باشد اما می بایست بطور واضح با منظور و استفاده از نقشه مرتبط باشد. محتوای نقشه می تواند شامل محتوای اولیه، محتوای ثانویه و محتوای پشتیبان باشد. محتوای اولیه در نقشه های موضوعی داده های مرتبط با موضوع اصلی نقشه مثل زمین شناسی، ژئومورفولوژی، چگالی جمعیت و در نقشه های توپوگرافی همه اطلاعات نقشه شده شامل متن های داخل نقشه است. محتوای ثانویه نقشه های پایه یا اطلاعات پایه نقشه برای نقشه های موضوعی مثل نقشه های توپوگرافی است و محتوای پشتیبان شامل اطلاعات حاشیه ای نقشه می باشد.

۲ – ۳ – خلاصه سازی

جهان بصورت تئوری بی نهایت پیچیده است. بنابر این غیر ممکن است، نقشه ای محتوی همه چیزهای موجود در جهان را بسازیم یا نقشه ای از هر منطقه که هر چیزی در آن را حتی فقط در یک لحظه نشان می دهد بسازیم. خلاصه سازی برای برجسته نمودن اشیای ضروری ، وقایع و روابط پیچیدگی را کاهش می دهد یا ساده می کند. نقشه خلاصه ای است که برطبق هدف نقشه بر روی چیزهای انتخاب شده و وقایع آن مکان متمرکز است. مثلا نقشه بزرگراه *تا* *د* دارد بر جاده ها و ساختمانها، رودخانه ها و برج ها در منطقه بعنوان پس زمینه برای استفاده از نقشه برای تردد می باشد. نقشه ای از آتش سوزیهای جنگل محل آتش سوزیها را نشان می دهد و شیب و مواجهه با تپه یا کوه را بوسیله خطوط منحنی میزان نشان می دهد .
قابلیت اطمینان مشخصه یک نمایش است که به قابلیت اعتماد آن باز می گردد. قابلیت اعتماد یک نقشه بستگی خیلی زیادی به انتخابهایی که در موقع خلاصه سازی اشیا و وقایعی که با الگوهای ثابت در نقشه نشانداده شده دارد. مشکل ساختن نمایشی است که همزمان خلاصه است درحالیکه سعی می نماید دارای قابلیت اعتماد باشد. این نمایش ها باید برای منظوری که برای آن ساخته شده اند قابل اعتماد باشند. مثلا یک نقشه بزرگراه برای رانندگی با ماشین مناسب است، برای راندن دوچرخه کمتر مفید است و برای برنامه ریزی برای گردش و پیاده روی در یک پارک بسیار کم مورد استفاده قرار می گیرد. نقشه های مربوط به حریق های جنگل در یک پارک ملی برای فهمیدن

اینکه کجا حریق های جنگل اتفاق می افتد مناسب هستند. این نقشه ها ممکن است برای تعین اینکه چرا حریق ها اتفاق می افتند و در آینده ممکن است کجاها اتفاق بیافتند کمتر مفید باشند. اما این گونه نقشه ها در هنگام برنامه ریزی برای یک پیاده روی اصلا مناسب نیستند.

۲ – ۳ – ۱ – کیفیت و انتخاب ها

"کیفیت" قابلیت اطمینان و یکپارچگی نقشه ها را توصیف می کند. اکثر مردم نقشه بزرگراه را در صورتی با کیفیت خوب در نظر می گیرند که با استفاده از آن بتوانند به راحتی راه خود را پیدا کنند. نقشه های با کیفیت خوب برای هدفی که ایجاد کرده ایم و یا قصد استفاده ازآنها را برای آن هدف داریم مفید است. در ارتباط با نقشه ها کیفیت به این معنی است که نقشه یکپارچگی را با در نظر گرفتن جهانی که نقشه آن تهیه شده حفظ نماید و نقشه ای که قصد استفاده از آن را داریم متناسب نماید.
می توانیم از بعضی از نقشه های بزرگراه ها برای دریافت اندازه شهرهای یک ایالت استفاده کنیم، اما اغلب آنها برای تعین توسعه شهرها کمکی نمی کنند. مفهوم "مناسب برای استفاده" بر مفهوم کیفیت تاثیر گذار است. یعنی قبل از اینکه درمورد کیفیت نقشه برای کاربردهای معین تصمیم گیری نماییم نیاز به دانستن هدفهای در نظر گرفته شده یک نقشه می باشد. کیفیت یک نقشه با هدف از تهیه نقشه، منابع داده و پردازش داده ارتباط دارد.

۲ – ۴ – چارچوب ها ومرسومات

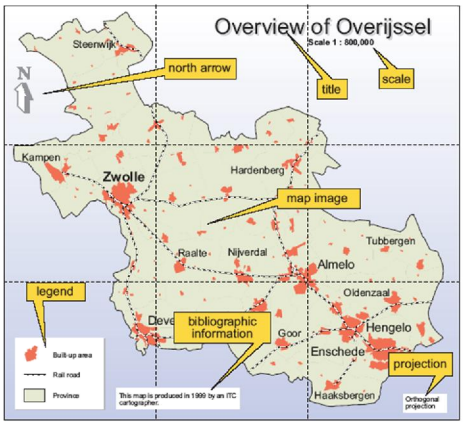
چارچوب ها ومرسومات برای فهمیدن اینکه نقشه چه چیزی را به ما نشان می دهند، چطور فهمیدن آنها و چطور ساختن نقشه ها خیلی مهم هستند. چارچوب ها مجموعه ای از روشهای قابل قبول و اصولی برای نشان دادن اشیا، وقایع، فضا، ارتباطات و وابستگی ها مثل جهت تقریبا فراگیر شمال هستند. مرسومات مثل نمایش آب با سایه ای از رنگ آبی، روشهای واقعی ارائه و تبادل با نقشه ها هستند. عناصر چارچوب و مرسومات کارتوگرافی در مطمئن ساختن از اینکه نقشه ها برای مردم قابل درک باشند خیلی عمیق و مهم هستند.

طراحی نقشه توپوگرافی اغلب بر اساس مرسوماتی انجام می شود که مقداری از آنها به قرن نوزدهم برمی گردد. آب به رنگ آبی، جنگل به رنگ سبز، راههای اصلی به رنگ قرمز، مناطق شهری به رنگ مشکی و غیره مثالهایی از این مرسومات هستند.

TABLE 1.1. Some Common Things and Their Representations

	Geographic Representation (Basic)	Cartographic Representation
Stream	Line	Color blue
Road	Line (usually)	Color black or red
Forest	Polygon	Color green
Industry	Polygon	Color gray
County or district	Polygon	Dashed boundary line
Well	Point	Circle with cross
Land parcel	Polygon	Thin black boundary line
House	Polygon	Thick black outline
Lake	Polygon	Color blue
Park	Polygon	Color green
Sand dunes	Polygon	Black dots on sand-colored background

مرسومات



چارچوب ها

۲ – ۴ – ۱ – مرسومات و کیفیت

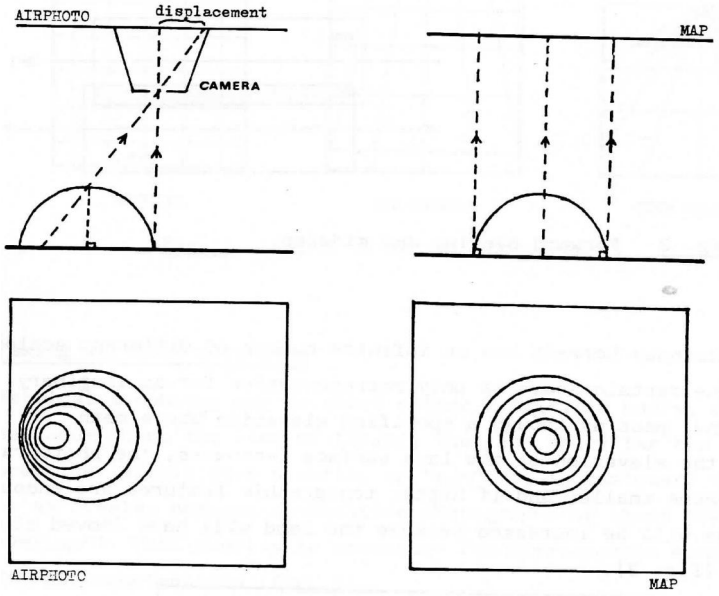
یک نقشه راه خیلی خوب از سراسر کشور برای یافتن کوچکترین شهر کامل است اما برای یافتن مسیر به هتل محل اقامت زیاد مناسب نیست. در یک نقشه خیلی خوب از شهر، مرکز شهرو هتل ها وجود دارند اما فرودگاه بر روی نقشه کجاست؟ ویا راهی که به سمت شهر می رود چه نامیده می شود؟

چارچوب چنین نقشه ای برای مردمی مناسب است که به زبان محلی صحبت می کنند و می خواهند مسیر خود را در اطراف بیایند اما برای مردم و توریستهایی که می خواهند شهر را ببینند مناسب نیست.

مرسومات نقشه های محلی تعیین جهت های عمومی برای مردمی آشنا با مرسومات و فرهنگ این نوع از نقشه ها را پشتیبانی می کند. اما تامین کننده مرسومات خاص و مشخصا هدف یک ملاقات کننده از کشور دیگرنمی باشد.

۲ – ۵ – تفاوت نقشه و عکس

عکس تصویری است مرکزی در حالی که نقشه تصویر قائم[۱۴] است. مرکزی بودن عکس باعث ایجاد ویژگی‌هایی در آن می‌گردد که دارای مزایا و معایبی است. برای مثال از همین خاصیت در محاسبهٔ ارتفاع پدیده‌ها از روی عکس استفاده می‌گردد، اما عیب آن نیز جابجایی و تغییر شکل پدیده‌ها به خصوص در کناره‌های عکس است. این عیب در زمان تهیهٔ نقشه از عکس برطرف می‌گردد.



شکل : عکس تصویر مرکزی و نقشه تصویر عمودی

مقیاس عکس هوایی در سطح یک عکس هماهنگ و یکسان نیست، یعنی در نقاط مختلف یک عکس، مقیاس آن متفاوت است که این مسئله نیز به مرکزی بودن تصویر، نحوهٔ پرواز و ناهمواری زمین بستگی دارد. برای مثال در یک عکس هوایی، محدودهٔ مرکز عکس و مناطق مسطح و عناصر خطی (رودخانه، جاده، خطوط انتقال نیرو و ...)

[14] Orthognal

دارای مقیاس ثابت و مناطق حاشیهٔ عکس و ناهمواری‌ها دارای مقیاس متغیر می‌باشند، اما در نقشه، تمام نقاط مقیاس کاملاً یکسان و هماهنگ دارد.

یک عکس هوایی به تنهایی نمی‌تواند اطلاعات ارتفاعی زمین را به طور مستقیم ارائه نماید و بایستی با استفاده از اطلاعات جانبی، مانند مقیاس، ارتفاع پرواز، جابجایی، اختلاف پارالاکس و... محاسبه شود. امّا در نقشه معمولاً یک سری اطلاعات در متن و حاشیهٔ آن ذکر می‌شود که با استفاده از آنها بررسی وضع ناهمواری‌ها به صورت کمّی و به صورت مستقیم امکان پذیر است. برای مثال نمایش خطوط تراز و نوشتن عدد ارتفاع هر خط تراز روی نقشه.

عکس هوایی تمام جزئیات منطقهٔ تحت پوشش خود را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر عکس چون نشان‌دهندهٔ واقعیت زمینی است، برای چشم بیننده آشناست، اما هنگام تهیه نقشه، متناسب با هدف از تهیهٔ آن اطلاعات مفید عکس به نقشه منتقل شده و از سایر اطلاعات غیر ضروری صرفنظر می‌شود. مثلاً اگر هدف از تهیهٔ نقشه جاده‌های یک منطقه باشد، صرفاً مسیر جاده‌ها از عکس استخراج شده و به صورت نقشه ارائه می‌گردد و سایر جزئیات عکس در نقشه نمایش داده نمی‌شود.

در عکس هوایی پدیده‌ها از بالا دیده می‌شوند و ممکن است شکل یک پدیده از بالا با آنچه که در ذهن داریم متفاوت باشد. برای مثال یک ساختمان از بالا فقط به صورت یک مستطیل دیده می‌شود یا یک درخت به صورت یک نقطه یا دایرهٔ کوچک دیده می‌شود؛ لذا شناسایی پدیده‌ها، در عکس هوایی احتیاج به تجربه و تفسیر دارد و تفکیک پدیده‌ها در مقیاس‌های کوچک چندان آسان نیست. اما در نقشه برای پدیده‌ها یا تأسیسات مختلف در روی زمین علامت خاصی مشخص شده و پدیده‌ها در نقشه به راحتی قابل تشخیص اند. مثلاً یک فرودگاه با علامت یک هواپیما نمایش داده می‌شود.

عکس هوایی پس از تهیه و چاپ قابل استفاده است و نیاز به انجام فرآیند خاصی برای استفاده از آن نیست، اما تهیهٔ نقشه معمولاً مراحل مختلفی دارد و ممکن است برای تهیهٔ یک نقشهٔ استاندارد و بی‌نقص احتیاج به زمان باشد.

وقتی یک نقشه با یک مقیاس خاص تهیه می‌شود، بزرگ کردن آن، اطلاعات جدیدی به آن اضافه نمی‌کند و تنها ابعاد خطوط و علائم آن بزرگ‌تر می‌شود و دقت آن در حد مقیاس اولیه باقی می‌ماند، اما چون عکس تصویر واقعی پدیده‌های روی زمین است، می‌توان آن را با حفظ کیفیت و دقت بزرگ یا کوچک کرد.

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

چون عکس‌های هوایی به روش خاصی تهیه می‌شوند و دارای پوشش مشترک هستند، به وسیلهٔ دستگاه استریوسکوپ می‌توان آنها را به‌صورت سه بعدی دید، اما در نقشه این امکان وجود ندارد و پدیده‌ها در فضای دوبعدی ترسیم می‌شوند.

اگر مقیاس عکس کوچک باشد، امکان شناسایی برخی پدیده‌ها وجود ندارد، اما در نقشه، پدیده‌های کوچک، به کمک علائم و یا اشکال نمایش داده می‌شود. همچنین در نقشه‌ها در مورد برخی پدیده‌ها، اغراق صورت می‌گیرد. برای مثال نمایش عرض یک جاده که حدود چند متر است در نقشه‌ای با مقیاس کوچک امکان‌پذیر نیست و به طور قراردادی برای نمایش جاده از یک خط با ضخامت مشخص استفاده می‌شود که متناسب با مقیاس نقشه نیست.

در نقشه برای نمایش بهتر و مشخص‌تر پدیده‌ها، رنگ‌های مناسب انتخاب می‌شوند که ممکن است با رنگ واقعی پدیده‌ها متفاوت باشد، در صورتی که در مورد عکس هوایی، پدیده‌ها براساس بازتاب نور و اثر آن روی فیلم، نمایش داده می‌شوند. مثلاً در عکس‌های رنگی معمولی، رنگ پدیده‌ها مشابه چیزی است که چشم آن را می‌شناسد و در عکس‌های سیاه و سفید معمولی، رنگ پدیده‌ها در طیف رنگی بین سیاه تا سفید نمایش داده می‌شوند و معمولاً در این عکس‌ها، تفکیک پدیده‌ها مشکل است.

در نقشه برای کمک به شناسایی پدیده‌ها و افزایش قدرت درک کاربر می‌توان از توضیحات، نوشته‌ها و اسامی و غیره استفاده نمود، ولی عکس فاقد این شرایط است.

نقشه بر روی کاغذ عادی چاپ می‌شود و تکثیر نقشه هزینهٔ زیادی در بر ندارد، اما عکس‌بر روی کاغذ مخصوص عکاسی چاپ می‌شود و تهیهٔ نسخه‌هایی از عکس پرهزینه خواهد بود .کاربرد عکس در عمل به ویژه در ابعاد و مساحت‌های بزرگ مشکل است.

از آنجایی که عکس هوایی واقعیت‌های روی زمین را در یک لحظه ثبت می‌کند، تصویری واقعی از منطقهٔ تحت پوشش خود به‌دست می‌دهد، اما در تهیهٔ نقشه امکان خطا و اشتباه وجود دارد.

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

ارتوفتو عکس هوایی می باشد که جابجایی های ناشی از پستی و بلنـدی هـای زمـین و تیلت در آن حذف شده است. ارتوفتو نیز مثل نقشه دارای یـک مقیـاس هماهنـگ مـی باشد بنابراین به ارتوفتو نقشه عکسی نیز گفته می شود و امکان اندازه گیری مستقیم بـر روی آن وجود دارد. ارتوفتو بعنوان یک نقشه پایه اطلاعات دیگری نیز می تواند بـر روی آن قرار گیرد.

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

به طور کلی عکس هوایی و نقشه هر کدام کاربرد خاص خود را دارند و نمی‌توان آنها را جایگزین هم کرد، ولی اطلاعات آنها می‌تواند مکمل هم باشد و استفادهٔ همزمان از هر دو به تفسیر و درک بهتر کاربر کمک می‌نماید.

نقشه عوارض را به تنهایی نمایش نمی دهدیا توصیف نمی کند بلکه نمادها کلاسها یا دسته هایی را نمایش می دهند که عوارض نقشه در آنها قرار دارند. عکس ها حد ظواهر را نمایش می دهند چه حقیقی و چه خیالی باشند پس بنابراین عوارض را به طور مجزا می توانند نمایش دهند و نه کلاس ها و گروه هایی که این اشیاء به انها تعلق دارند.

نقشه ها دیاگرام نیستند برای اینکه سطح دوبعدی دیاگرام برای خیلی از اهداف می توانند استفاده شوند. البته در دیاگرام ها هم از مختصات استفاده می کنند ولی این مختصات می توانند تغییر یابند و به نمایش سیستماتیک سیستم های مختصات کروی یا دکارتی استفاده شده برای گراتیکول جغرافیایی یا گرید نقشه های محدود نمی گردند. این امکان وجود دارد که یک نقشه هر دوی عناصر عکس و دیاگرامی را شامل شود.کلاسهای به خصوص اطلاعات ممکن است به وسیله نمادهای عکسی نمایش داده شوند که در آن برخی از ویژگیهای ظاهری اعضای نمونه کلاس به عنوان اساس نمایش نمادین استفاده می شود. دیاگرام ها نیز می توانند به کار گرفته شوند و در بعضی از حالتها در نقشه به عنوان نمادهایی برروی مکانهای نقطه ایی یا سطحی قرار گیرند. نقشه یک وسیله کاملا" مصنوعی ساخته شده برای مقاصد خاصی می باشد و برخلاف عکس یا تصویر دورکاوی شده به ماده فیزیکی که بر روی آن ثبت شده بستگی ندارد. نقشه می تواند از هر موضوع مورد علاقه که ممکن است وقایع گذشته،انتظارات آینده یا یک تصویر کاملا" تصوری ساخته شود.نقشه می تواند عوارضی نظیر مرزها و نامها که وجود خارجی ندارند را نشان دهد.

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

فصل سوم

مقیاس

۳ – ۱ – مقدمه

مقیاس نقشه نسبت مسافت بر روی نقشه به همان مسافت در جهان واقعی است. هدف و منظور از نقشه اندازه مساحت منطقه ای که باید برای آن نقشه تهیه گردد، نیازهای کاربران نقشه، قطع نقشه، محتوای نقشه و دقت مورد نیاز از عامل های موثر در انتخاب مقیاس نقشه هستند.

مقیاس نقشه تاثیر مهمی بر روی دقت موقعیت دارد . هر چه مقیاس نقشه کوچکتر باشد دقت موقعیت نقاط کمتر است. در این فصل در مورد مقیاس توضیح داده می شود.

۳ – ۲ – مقیاس

همه نقشه ها وپلانها در مقیاس ترسیم می گردند. بدین صورت که فاصله بین نقاط در روی زمین، یا ابعاد یک عارضه، وقتی بر روی کاغذ نمایش داده می شود، با ضریبی مشخص کاهش می یابد. مثلاً یک سانتی متر روی نقشه یا پلان ۵۰۰۰ سانتی متر را بر روی زمین یا در واقعیت نشان می دهد پس مقیاس نقشه یا پلان ۵۰۰۰:۱است.

مسئله: مقیاس نقشه ای که ۱سانتی متر آن نمایش دهنده ی ۱۰۰متردر روی زمین است چقدر می باشد؟ جواب:

$100 \times 100 = 10000cm \Rightarrow s = 1:10000$

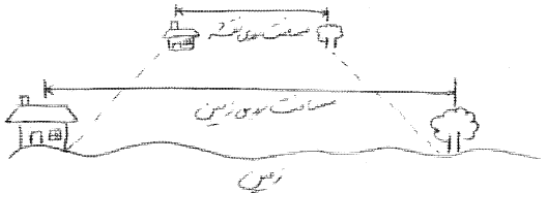
(توجه: فاصله نقشه ای و زمینی همیشه با واحد های یکسان بیان می شوند.)

مسئله: مقیاس نقشه ای که ۱سانتی متر آن نمایش دهنده ۱کیلومتر بر روی زمین است چقدر می باشد؟ جواب:

$1 \times 1000 \times 100 = 100000cm \Rightarrow s = 1:100000$

شکل زیر نشان می دهدکه

مسافت روی نقشه به مسافت روی زمین برابر مقیاس می باشد.



شکل :

یا

$$s = \frac{MD}{GD}$$

مسئله: مسافت دو عارضه روی زمین۲کیلو متر است. مسافت بین این دو عارضه بعد از ترسیم آنها بر روی نقشه ۸ سانتی متر است. مقیاس نقشه چیست؟

$$S = \frac{MD}{GD} = \frac{8}{2 \times 1000 \times 100} = \frac{1}{25000}$$

مقیاس همیشه بصورت کسری می باشد که صورت آن یک است.

مسئله: فرض کنید که مقیاس یک نقشه ۱/۵۰۰۰۰ می باشد مسافت بین دو نقطه برروی نقشه ۱۱سانتی متراست. مسافت زمینی آن دو نقطه رابیابید؟

$$GD = \frac{MD}{S} = \frac{11}{\frac{1}{50000}} = 11 \times 50000 = 5.5km$$

همچنین برای بدست آوردن فاصله بین دو نقطه در روی نقشه وقتی که مقیاس نقشه وفاصله آن دو نقطه روی زمین معلوم باشد می توان از فرمول زیر استفاده کرد:

$$MD = S \times GD$$

از فرمول فوق برای :

۱. بدست آوردن طول مقیاس خطی و ساخت آن
۲. محاسبه ابعاد نقشه با معلوم مختصات جغرافیایی گوشه های نقشه
۳. اندازه ی کلی شبکه قائم الزاویه دکارتی[15] که سطح نقشه را می پوشاند و محاسبات لازم برای ترسیم گراتیکول[16]

مسئله: فرض کنید مقیاس خطی که طول۱۱کیلومتر برروی زمین نشان می دهد را می خواهیم برروی یک نقشه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ترسیم نماییم. طول کلی مقیاس خطی بر روی نقشه چقدر می باشد؟

$$MD = \frac{1}{100000} \times 11 \times 1000 \times 100 = 11cm$$

با فرض اینکه 1mile=1609m باشد طول کلی مقیاس خطی که۳مایل را در نقشه ۱:۲۵۰۰۰ نمایش می دهد، چه خواهد بود؟(جواب بر حسب سانتی متر تادو رقم اعشار باشد.)

$$MD = \frac{1}{25000} \times 3 \times 1609 \times 100 \times 1 = 19.308 = 19.31cm$$

مسئله: در یک چارت دریایی با مقیاس۱/۵۰۰۰۰مقیاس خطی که ۵ مایل دریایی را نشان می دهد چه طولی خواهد داشت؟(۱مایل دریایی ۱۸۵۲متر است.)

$$MD = \frac{1}{50000} \times 5 \times 1852 \times 100 \times 1 = 18.52cm$$

مسئله: فرض کنید نقشه ای بامقیاس۱:۲۵۰۰۰وجود دارد که در اطراف آن فضای خالی ۱۹ سانتی متر برای ترسیم مقیاس خطی کیلومتری در نظر گرفته شده باشد؟

۱. چه مقدار کیلو متر کامل در فضای قابل دسترسی می تواند نشان داده شود؟

$$MD = 19cm \quad S = 1:25000 \quad GD = \frac{19}{\frac{1}{25000}} 4.75km$$

بنابراین ۴ کیلومتر را بطور کامل در این فضای می توان نشان داد.

۲. طول مقیاس خطی که این تعداد کیلومتر را کامل نشان می دهد چقدر خواهد بود؟

[15] Grid
[16] Graticule

$$MD = GD \times S = 4 \times \frac{1}{25000} = 16cm$$

که MD طول مقیاس خطی می باشد.

مسئله: ۲۲سانتی متر برای ترسیم مقیاس خطی در نقشه ای به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ در دسترس می باشد.

۱. چه مقدار مایل کامل می تواند در این فضا نمایش داد؟

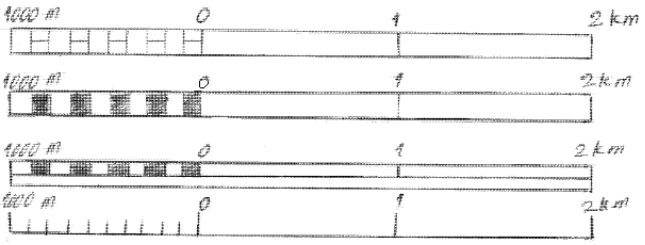
$$GD = \frac{MD}{S} = \frac{22}{\frac{1}{100000}} = \frac{22 \times 100000}{1609 \times 100} = 13.7mile$$

۲. طول مقیاس خطی چه خواهد بود؟

$$MD = GD \times S = \frac{13 \times 1609 \times 100}{100000} = 20.92cm$$

۳ – ۳ – مقیاس خطی

چهار مقیاس خطی در زیر نمایش داده شده اند.



شکل :

همه این مقیاس های خطی واحد یکسان یعنی کیلومترو صدمتررا در یک مقیاس یکسان نشان میدهند. کار مقیاس خطی تبدیل گرافیکی اندازه گیری های انجام شده در روی نقشه وپلان به مسافتهای زمینی می باشد. هیچ کدام امکانات بیشتری نسبت به دیگری ندارد وهمه آنها کار یکسانی را انجام می دهند. اما مقیاس چهارم به دلیل سادگی وقت کمتری را برای ترسیم می گیرد.

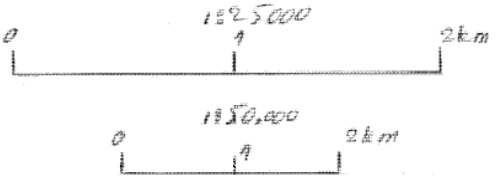
در هر مقیاس یک واحد اصلی از واحد های اندازه گیری (دراین حالت کیلومتر)درسمت چپ صفر به واحدهای کوچکتر اندازه گیری تقسیم می شود.(دراین حالت صد متر)
فرض کنید یک مقیاس خطی ۱۰km را به عنوان واحد اصلی در سمت چپ صفر نمایش دهد. در این صورت زیرتقسیمات واحد اصلی در سمت چپ صفر،۱۰ تا یک کیلو متری خواهد بود. اینکه کدام واحدها یا چه تعدادی از واحدهای اندازه گیری در مقیاس خطی در سمت راست صفر ظاهر می شوند به مقیاسِ مقیاس خطی و واحد های اندازه گیری که باید نشان داده شوند بستگی دارد. یک راهنمایی خوب این است که کوچکترین تقسیمات بین تیک ها برای واحدهای اندازه گیری در سمت راست صفر نباید تقریباً کمتراز یک سانتی متر باشد. اگر تقسیمات درسمت راست صفریکی سانتی متر باشد آنگاه تقسیم کردن واحداصلی به ده واحد کوچکتر خیلی کوچک می شود و ترسیم این قسمتهای کوچک خیلی مشکل می باشد.
مسئله: درمقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰یک مقیاس خطی از کیلو مترها را می خواهیم بسازیم.
الف)آیا یک کیلومتر تنها یا چند تا کیلومتر در سمت راست صفرنشان داده می شود؟چند کیلومتر

$$GD = 1km \quad MD = GD \times S = 100000 \times \frac{1}{500000} = \frac{1}{5} cm \langle 1cm$$

ب)اگرچند تا کیلومتر صحیح است،چه تعدادکیلومتر؟

$$MD = 1cm \quad GD = \frac{MD}{S} = \frac{1}{\frac{1}{500000}} = 500000cm = 5km$$

چون سمت چپ صفر به۱۰ قسمت تقسیم می شود پس تعداد کیلومترها تقسیم بر تعداد تقسیمات باید عددصحیحی باشددر نتیجه ۱۰km صحیح می باشد.
دو مقیاس خطی زیر یکی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و دیگری مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ است و هردو مسافت زمینی دو کیلومتر رانمایش میدهند.



شکل :

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

مقیاس خطی ۱:۵۰۰۰۰ کوتاهتر از مقیاس خطی ۱:۲۵۰۰۰ می باشد. اگر طول هردو مقیاس خطی را اندازه بگیریم طول مقیاس خطی ۱:۵۰۰۰۰ چهار سانتی متر و طول مقیاس خطی ۱:۲۵۰۰۰ هشت سانتی متر می باشد. بنابرین نسبت طول مقیاس خطی ۱:۵۰۰۰۰ به طول مقیاس خطی ۱:۲۵۰۰۰ به نسبت ۱/۲ می باشد.

این نسبت همچنین می تواند با استفاده ازدو کسر ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ بدست آید.

$$\frac{1/50000}{1/25000}=\frac{1}{50000}\times\frac{25000}{1}=\frac{1}{2}$$

بنابراین مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ نصف مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ یا کوچکتر از آن است.

مسئله : نسبت مقیاس ۱:۱۲۵۰ به ۱:۵۰۰۰ چقدر است؟

$$\frac{1/1250}{1/5000}=\frac{1}{1}\div\frac{1}{4}=4:1$$

یعنی مقیاس ۱:۱۲۵۰ چهار برابر بزرگتر از مقیاس۱:۵۰۰۰ است. بنابراین هر چه مخرج در کسر نمایش دهنده مقیاس بزرگتر باشد، مقیاس کوچکتر است

برای اینکه مقیاس یک نقشه کاهش داده شود راههای گوناگونی وجود دارد که یکی ازاین راهها بوسیله کاهش با پانتوگراف و دیگری عکاسی با استفاده از دوربین های مخصوص می باشد. ولی قبل از اینکه کاهش انجام گیرد مقدار این کاهش برحسب درصد بیان شده است و سپس این مقدار در دوربین و پانتوگراف تنظیم می شود. گاهی اوقات بزرگنمایی نیز انجام می گیرد. درصد کوچک نمایی یا بزرگنمایی از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$\text{درصد} = \frac{\text{مخرج مقیاسی که در حال حاضر وجود دارد}}{\text{مخرج مقیاسی که می خواهیم به آن برسیم}} \times ۱۰۰$$

مثلاً کاهش ۵۰٪ یعنی نصف کردن مقیاس وکاهش۲۵٪یعنی ربع کردن مقیاس.:

مسئله: اگر بخواهیم مقیاس یک نقشه ۱/۱۲۵۰۰ را به ۱/۱۰۰۰۰ افزایش دهیم درصد بزرگنمایی چه خواهد بود؟

$$\text{درصد بز گنما} = \frac{12500}{10000}\times 100 = \%125$$

اگر بخواهیم برای مثال مقیاس یک عکس را با داشتن نقشه بیابیم به روش زیرعمل می کنیم:

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

۱. مقیاس نقشه معلوم است مثلاً:۱:۲۵۰۰۰
۲. فاصله دوعارضه را درروی نقشه مثلاً دو تقاطع بر روی جاده ها را اندازه گیری می کنیم. فاصله همین دو تقاطع رادر روی عکس نیز می توانیم اندازه گیری کنیم.

مثلاً فاصله دو تقاطع در روی نقشه ۸ سانتی متر و فاصله دو تقاطع در روی عکس ۱۰ سانتی متر است.

در اینجا می توانیم بگوییم مقیاس عکس بزرگتر از مقیاس نقشه می باشد. برای اینکه یک مسافت یکسان در روی زمین در روی عکس بزرگتر از نقشه نشان داده شده است.

۳. حال برای پیدا کردن مقیاس عکس به روش زیر عمل می کنیم ،اول مسافت زمینی دو تقاطع را پیدا می کنیم:

$$GD = \frac{MD}{S} \Rightarrow 8 \times 25000 = 10 \times \frac{1}{S} \Rightarrow \frac{1}{S} = \frac{8 \times 25000}{10} = 2000 \Rightarrow S = 1/2000$$

این مسئله را می توانیم به طریقی دیگر با استفاده از مخرج مقیاسها بدست آوریم یعنی:

$$ds_x = \frac{MD \times ds_m}{MD_m}$$

که در آن ds_x مخرج مقیاس مجهول ، ds_m مخرج مقیاس معلوم، MD فاصله بر روی نقشه و MD_m فاصله اندازه گیری شده بر روی صفحه مقیاس ناشناخته می باشد.

مسئله: مقیاس یک نقشه ۱:۱۰۰۰۰ می باشد.مسافت بین دو نقطه بر روی نقشه۵۰cm و مسافت بین همین دو نقطه بر روی عکس هوایی۴۰ cm است مقیاس عکس هوایی را بدست آورید.

$$ds_x = \frac{50 \times 10000}{40} = 12500$$

۳ – ۴ – ساخت مقیاس

چرا مقیاس خطی بر روی نقشه نمایش داده می شود؟ «مقیاس نقشه برای استفاده بوسیله کاربر نقشه می باشد تا بتواند فاصله زمینی بین نقاط را بدست آورد.»

مقیاس های خطی معمولاً شامل یک واحد اندازه گیری در سمت چپ صفر که به واحدهای کوچکتر تقسیم شده می باشد.

چرا اینکار در مقیاس خطی انجام می گیرد؟ «برای اینکه استفاده کننده نقشه مسافتهای زمینی را با قدرت تفکیک (دقت) بالاتری تعین کند.»

۱ - اولین مرحله در ساخت مقیاس خطی تعیین تعداد واحدهای اندازه گیری کامل که می تواند در مقیاس نشان داده شودومقدار فضای قابل دسترس می باشد.

۲ - بعد از تعین تعداد واحدهای اندازه گیری و فضای قابل دسترس طول مقیاس خطی محاسبه شده وترسیم می گردد و سپس خط مقیاس به تعداد مناسبی از قسمتها تقسیم می گردد.

۳ – ۵ – تمرین عملی

یک فضای ۱۲ سانتی متری در زیر پلات یک نقشه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ در دسترس است که این مقیاس خطی مایل های دریایی را نمایش میدهد(یک مایل دریایی= ۱۸۵۲ متر).

۱. ابتدا تعداد مایلهای کامل برای نشان دادن در روی این مقیاس را بدست آورید.
۲. سپس طول مقیاس خطی را بدست آورید.
۳. این مقیاس خطی را ترسیم کرده وطول آنرا به تعداد مایلهایی که در قسمت اول بدست آورده اید تقسیم نمایید.
۴. مایل دریایی سمت چپ رابه ده قسمت مساوی تقسیم نمایید (این قسمتهای مساوی نمایش دهند cable هستند. (10 cables=۱ مایل دریایی)

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

فصل چهارم

دقت در نقشه

۴ – ۱ – مقدمه

دقت موقعیت های ترسیم شده بر روی نقشه با دقت های واقعی بر روی زمین ارتباط دارد که به وسیله دقت جمع آوری و ترسیم داده ها، مقیاس نقشه و وسایل و پایداری مواد مصرف شده ، محصولات تولید شده و فعالیت ها تاثیر می پذیرد. دقت موضوعی در واقع دقت اطلاعات موضوعی است که باید در نقشه نمایش داده شوند که به جمع آوری داده های موضوعی، کیفیت دادهای آماری و روش ها بستگی دارد.

دقت معنی دقتی است که با آن دقت ، نمادها عوارض را تعریف می کنند و بستگی به هدف و استفاده از نقشه دارد. کارتوگراف باید نمادها را به طریقی طراحی نماید که استفاده کننده بتواند عوارض را همانطوری که در واقعیت هستند ، درک نماید . مثلا نمایش یک جنگل متراکم با الگویی از درختان باز تعبیر غلطی در ذهن استفاده کننده ایجاد می کند. تعریف دقیق عوارض یا محدوده عوارض سطحی که باید نمادگذاری شود به دقت معنی بستگی دارد. برای مثال کجا یک زمین باز بوته زار می شود یا در کجا بوته زار تبدیل به جنگل می شود. تعریف مرزهای دقیق مسئله ای هست که به وسیله

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

کارتوگراف به تنهایی و بدون مشورت قسمت های دیگر تهیه نقشه نمی تواند حل شود. در این فصل در مورد دقت نقشه توضیح داده می شود.

۴ – ۲ – دقت در نقشه

خطاهای زیر در نقشه کاغذی مورد ملاحظه قرار می گیرند:

- خطاهای توصیفی در طبقه بندی و برچسب گذاری عوارض
- خطا در مکان و یا ارتفاع عوارض که بعنوان خطای موقعیتی شناخته شده است

علاوه بر آنها مجمع بین المللی کارتوگرافی[۱۷] همراه با بسیاری از گروههای ملی دیگر سابقه[۱۸] مجموعه داده ،دقت زمانی[۱۹] ، کامل بودن[۲۰] و سازگاری منطقی[۲۱] را بعنوان جنبه های ضروری کیفیت داده های مکانی شناسایی نمودند.

۴ – ۳ – خطاها

در استفاده روزانه، کلمه خطا برای رساندن اینکه چیزی غلط یا اشتباه است بکار می رود. هنگام کاربرد آن برای داده های مکانی خطا به اشتباهات یا تغییرات در اندازه گیری موقعیت ، ارتفاع ، اطلاعات توصیفی کمی ، برچسب گذاری و طبقه بندی عوارض مربوط می شود. تا درجه ای از خطا در هر مجموعه داده مکانی وجود دارد. هر چند می بایست بین خطاهای درشت (اشتباهات[۲۲]) که می بایست قبل از استفاده از داده شناسایی گردیده و حذف گردند و تغییرات موجب شده بوسیله خطاهای اندازه گیری غیرقابل اجتناب و خطاهای طبقه بندی تمایز قائل شد.

[17] International Cartographic Association (ICA)
[18] lineage
[19] temporal accuracy
[20] completeness
[21] logical consistency
[22] Blunders, Mistakes

۴ – ۴ – صحت و دقت

خطاهای اندازه گیری عموما بر حسب صحت[۲۳] توصیف می گردند. صحت یک اندازه گیری تنها بصورت "نزدیکی مشاهدات، محاسبات و تخمین ها به مقادیر حقیقی یا مقادیری که دریافت می شوند باید حقیقی باشند" است.

در داده های مکانی صحت نه فقط به تعیین مختصات (خطای موقعیتی) بلکه همچنین به اندازه گیری داده های کمی توصیفی نیز مرتبط است. در حالت نقشه برداری و تهیه نقشه ، حقیقت معمولا باید یک مقدار بدست آمده از نقشه برداری با صحت بالاتر، مثلا با مقایسه اندازه گیری های فتوگرامتری با مختصات مسطحاتی و ارتفاعی تعدادی نقاط کنترل تعیین شده از طریق نقشه برداری زمینی، باشد. اگرچه این تعریف برای ارزیابی کیفیت عوارض قطعی از قبیل مرزهای کاداستر مفید است، بطور وضوح مشکلاتی عملی در حالت تهیه نقشه منابع طبیعی دارد که در آن خود حقیقت نامعلوم یا مرزها پدیده فازی هستند.

صحت با دقت[۲۴] نباید اشتباه گرفته شود، که عبارت است از کوچکترین واحد اندازه گیری که داده می تواند در آن ثبت گردد. در کارهای معمول تهیه نقشه و نقشه برداری دقت و صحت ارتباط نزدیکی با هم دارند. وسایل با دقت مناسب بکار برده می شوند و روشهای نقشه برداریی انتخاب گردیده که تلرانسهای صحت مشخص شده را برآورده می نمایند.

۴ – ۵ – صحت داده های توصیفی

گستره ارزیابی صحت داده های توصیفی ممکن از یک بررسی ساده برروی برچسب عوارض مثلا یک راه بعنوان راهی سخت و هموار پوشیده از قیر[۲۵] طبقه بندی شده در حالیکه در واقعیت ممکن است روسازی شده باشد یا نه، تا رویه های پیچیده آماری برای ارزیابی صحت داده های عددی از قبیل درصد آلودگیهای موجود در خاک باشد.

هنگامی داده مکانی در میدان جمع آوری شده باشد، کنترل نمودن برچسب های مناسب عوارض نسبتا آسان می باشد. اما در حالتی که داده بصورت سنجش از دور از

---

[23] accuracy
[24] precision
[25] Metalled road

طریق تصاویر ماهواره ای جمع آوری گردد، تلاشهای قابل ملاحظه ای ممکن است برای ارزیابی صحت رویه های طبقه بندی نیاز باشد. اینکار از طریق کنترل تعداد نقاط نمونه برداری شده انجام می شود. سپس این داده های میدانی برای ساخت ماتریس خطایی استفاده می شوند که می تواند برای ارزیابی صحت طبقه بندی بکار رود. یک مثال در جدول زیر آماده شده است که در آن سه کاربری زمین شناسایی شده اند.

تصویر طبقه بندی شده	داده مرجع			کل
	جنگل	زراعت	شهری	
جنگل	۶۲	۵	۰	۶۷
زراعت	۲	۱۸	۰	۲۰
شهری	۰	۱	۱۲	۱۳
کل	۶۴	۲۴	۱۲	۱۰۰

مثالی از ماتریس ساده خطا برای ارزیابی صحت داده های توصیفی نقشه. صحت کلی (62+18+12)/100=%92 است

برای ۶۲ نقطه کنترلی که جنگل هستند، تصاویر طبقه بندی شده نیز آنها را بعنوان جنگل می شناسد. اما دونقطه کنترل جنگل در تصویر بعنوان کشاورزی طبقه بندی شده اند و برعکس پنج نقطه کنترل کشاورزی بعنوان جنگل طبقه بندی شده اند. مشاهده می شود که طبقه بندی صحیح در قطر ماتریس یافت می گردد، که درآن از ۱۰۰ نقطه کنترل مجموع ۹۲ نقطه بصورت صحیح طبقه بندی شده اند.

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

۴ – ۶ – صحت زمانی

در سال های اخیر، مقدار مجموعه داده های مکانی و داده های آرشیو شده سنجش از دور بطور چشم گیری افزایش یافته است. داده ها می توانند اطلاعات مفید زمانی مانند تغییر در مالکیت زمین و نظارت بر پروسه های محیط زیست از قبیل جنگل زدایی را فراهم نمایند. کیفیت داده های مکانی از نظر صحت زمانی آن نیز ممکن است مشابه با اجزای مکانی و توصیفی اش ارزیابی شود. این نه تنها صحت و دقت اندازه گیری زمان (به عنوان مثال، تاریخ نقشه برداری) بلکه سازگاری زمانی مجموعه داده های مختلف را نیز شامل می شود. چون اجزای اجزای مکانی و توصیفی داده های مکانی به طور مستقل و یا با هم تغییر می کند، لازم است اعتبار زمانی داده های مکانی نیز بررسی گردد. به عنوان مثال، مرزهای یک قطعه زمین به مدت چندین سال ثابت باقی می ماند در حالی که داده توصیفی مالکیت پس از مدت زمانی تغییر می نماید.

۴ – ۷ – سابقه

سابقه[۲۶] تاریخچه یک مجموعه داده را توصیف می کند. در مورد نقشه منتشرشده، برخی از اطلاعات مربوط به سابقه ممکن است به شکل یادداشت در مورد منابع داده و روش های مورد استفاده در گردآوری فراهم شوند(برای مثال، تاریخ و مقیاس عکس هوایی و تاریخ تایید میدانی). اما به خصوص برای مجموعه داده های رقومی، سابقه ممکن است به طور رسمی به صورت زیر تعریف شود:

"آن بخش از بیانیه کیفیت داده که حاوی اطلاعاتی است، که منبع مشاهدات یا مواد، روش های جمع آوری و تکمیل داده، تبدیل فرمت ، تبدیل مختصات، آنالیز و مشتقاتی که داده می بایست از آن پیروی کند و مفروضات و معیارهای بکار رفته در هر مرحله از عمر آن را توصیف می کند."

همه این جنبه ها بر جنبه های دیگرکیفیت، از جمله صحت موقعیت اثر می گذارد. واضح است، اگر هیچ اطلاعاتی از سابقه موجود نباشد ارزیابی به اندازه کافی کیفیت مجموعه ای از داده ها از نظرآمادگی برای استفاده ممکن نیست.

[26] lineage

۴ – ۸ – تکمیل داده

تکمیل داده عموما بر حسب خطای حذف فهمیده می شود. تکمیل نقشه تابعی از رویه های کارتوگرافی و سایر رویه های دیگر مورد استفاده در تکمیل داده می باشد. استاندارد انتقال داده مکانی[۲۷] و استانداردهای مشابه مرتبط با کیفیت داده شامل اطلاعاتی در مورد معیارهای طبقه بندی، تعاریف و قواعد نقشه سازی (برای مثال در جنرالیزلسیون) در عبارت تکمیل داده می شود.

سیستم های مدیریت داده مکانی شامل سیستم های اطلاعات جغرافیایی[۲۸] و سیستم های مدیریت پایگاه داده[۲۹] با برخی از اشکال عدم تکمیل وفق دارد یکی از آنها نبود داده است مثلا بخاطر اینکه برای بعضی از مکانها موفق به انجام اندازه گیری نشده ایم. در این حالت با روشهای درونیابی یا برونیابی مقادیر نقاط مجهول از روی نقاط معلوم می تواند بدست آید. شکل دیگر تکمیل نبودن اطلاعات توصیفی است به این علت که هر لحظه از زمان همه چیز را نمی دانیم. این اطلاعات توصیفی ناشناخته در پایگاه های داده با null مشخص می گردند. پرسشهای بعدی بر روی اینچنین داده های ناکاملی منجر به اقدام مناسبی شده و مقادیر null بدرستی بررسی می گردند.

شکلی از تکمیل نبودن که مضر می باشد تکمیل نبودن داده موقعیتی می باشد. مقادیر معلوم می باشند اما یا نمی دانیم یا بطور ناقص می دانیم که داده به چه موقعیتی اشاره دارد. اینچنین داده هایی اساسا بدون استفاده بوده و نه GIS و نه DBMS با آنها تطابق ندارند.

۴ – ۹ – انسجام منطقی

کامل بودن از نزدیک با انسجام منطقی[۳۰] "که با قواعد منطقی برای داده های مکانی سرو کار دارد و سازگاری یک datum با داده دیگر در یک مجموعه داده را توصیف می نماید" مرتبط است. بدیهی است، داده ها ی توصیفی نیز در مسئله انسجام درگیر

27 Spatial Data Transfer Standard (SDTS)

28 Geographic Information System (GIS)

29 DataBase Management System (DBMS)

30 Logical Consistency

هستند. در عمل، انسجام منطقی بوسیله ترکیبی از آزمایش کامل بودن و چک کردن ساختار توپولوژیکی مورد ارزیابی قرار می گیرد.

راه اندازی سیستم اطلاعات جغرافیایی و / یا سیستم مدیریت پایگاه داده برای پذیرش داده ها شامل طراحی ذخیره داده است. بخشی از آن طراحی تعریف ساختارهای داده ای است که داده ها را همراه تعدادی از قواعد انسجام داده ها نگهداری خواهد نمود. این قواعد توسط کاربردهای خاص دیکته می شوند، و با گستره ای از مقادیر سروکار دارند، و ترکیب مقادیر را مجاز می دارند. واضح است، آنها می توانند به هر دو داده مکانی و توصیفی و ترکیبی دلخواه از آنها مرتبط باشند. مهم این است که قبل از ورود هر گونه داده به سیستم قوانین تعریف می شوند بطوریکه اجازه می دهد تا سیستم در مقابل عدم سازگاری داده ها از ابتدا محافظت گردد. نمونه هایی از قواعد انسجام منطقی برای کاربرد کاداستر شهرداری همراه با سابقه زیر سیستم به شرح زیر است:

- سرزمین زیر نظر شهرداری به طور کامل توسط قطعات زمین و قطعات خیابان که متقابلا باهم همپوشانی ندارند تقسیم می گردد. (یک قاعده انسجام مکانی است.))
- هر تاریخ ذخیره شده در سیستم، یک تاریخ معتبر است که بین ۱ ژانویه ۱۹۰۰ و امروز قرار گیرد. (یک قاعده انسجام زمانی است.)

این قواعد نوعا از یک کشور به کشور دیگر متفاوت هستند و به این علت آنها را وابسته به کاربرد خاص می نامیم ، بلکه همچنین می توانیم سیستم را با برنامه های ورود داده ای تجهیز نماییم که این قواعد را بطور اتوماتیک بررسی خواهند نمود.

۴ – ۱۰ – اندازه گیری خطا در نقشه ها

حرفه نقشه برداری و تهیه نقشه دارای سابقه طولانی در تعیین و به حداقل رساندن خطاها است. این به خصوص در مورد نقشه برداری زمینی و فتوگرامتری بکار می رود که هر دو تمایل دارند تا خطاهای موقعیتی و ارتفاعی نامناسب را مورد ملاحظه قرار دهند.

کارتو گراف ها نیز برای کاهش خطاهای هندسی و معنایی (برچسب زدن) در محصولات خود تلاش نموده اند، و علاوه بر این، کیفیت را با واژگان تخصصی کارتوگرافی مثل کیفیت خطوط، صفحه بندی نقشه[۳۱] و وضوح متن تعریف نموده اند. تمامی اندازه گیری های انجام شده با ابزار نقشه برداری و فتوگرامتری در معرض خطا هستند. اینها عبارتند از:

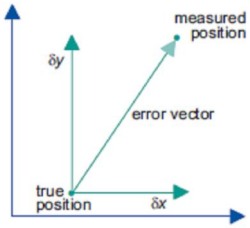
- خطاهای عامل انسانی در اندازه گیری (مثلا، خطاهای خواندن)
- خطاهای ابزاری (مثلا، به علت عدم تنظیم)، و
- خطاهای ناشی از تغییرات طبیعی در کمیت در حال اندازه گیری.

۴ – ۱۱ – جذر میانگین مربع خطا

صحت مکانی بطور معمول بصورت جذر میانگین مربع خطا[۳۲] اندازه گیری می شود. جذر میانگین مربع خطا با انحراف معیار نمونه آماری مشابه است، اما نباید با آن اشتباه گرفته شود.مقدار RMSE به طور معمول از مجموعه ای از اندازه گیریهای مورد بررسی محاسبه می شود. خطا در هر نقطه می تواند به صورت یک بردار خطا رسم شود، همانطور که در شکل زیر برای یک اندازه گیری تنها انجام شده است. بردار خطا می تواند به صورت مولفه هایی در راستاهای X و Y دیده شود که این مولفه ها با ترکیب مجدد بوسیله جمع برداری، بردار خطا را بدهد.

31 layout

32 Root Mean Square Error (RMSE)



برای هر نقطه بررسی، یک بردار می تواند خطای مکانی آن را نمایش دهد. بردار دارای مولفه های δx وδy هست. خطاهای مشاهده شده باید برای جزء خطای سیستماتیک بررسی شود، که ممکن است یک خطای احتمالا قابل رفع در روش اندازه گیری را نشان دهد.خطای سیستماتیک هنگامی که $\Sigma\delta x \neq 0$ یا $\Sigma\delta y \neq 0$ رخ داده است.

سپس خطای سیستماتیکδx در x بصورت متوسط انحراف از مقدار حقیقی می باشد:

$$\bar{\delta x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\delta x_i$$

مشابه با محاسبه واریانس و انحراف معیار یک نمونه آماری، جذر میانگین مربع خطا های mx وmy یک سری از اندازه گیری های مختصات بصورت ریشه مربعی متوسط مربع انحرافها بدست می آید:

$$m_x = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\delta x_i^2} \quad \text{و} \quad m_y = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\delta y_i^2}$$

که در معادلات فوق δx^2 و δy^2 به ترتیب نشاندهنده δx .δx و δy .δy می باشند.

جذر میانگین مربع خطای کل که با استفاده از قانون فیثاغورث با فرمول زیر بدست می آید براستی طول جذر بردار متوسط می باشد:

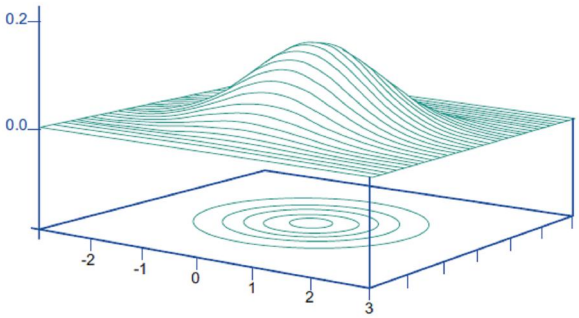
$$m_{total} = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}$$

۴ – ۱۲ – تلرانسهای صحت

جذر میانگین مربع خطا می تواند برای تشخیص راست آزمایی یا احتمالی مورد استفاده قرار گیرد که مجموعه ای خاص از اندازه گیری ها از آن یعنی گستره ای معین از مقدار حقیقی بیش از حد منحرف نشوند.

در توزیع نرمال (یا گوسین) یک متغیر یک بعدی ۶۸.۲۶٪ مقادیر مشاهده شده در محدوده فاصله یک انحراف معیار از مقدار میانگین قرار می گیرند. در حالت متغیر های

دو بعدی مثل مختصات، توزیع احتمال به شکل سطح زنگوله ای شکل می باشد. سه احتمال استاندارد وابسته به این توزیع به شرح زیر هستند:



۵۰٪ در m_x ۱.۱۷۷۴(بعنوان احتمال دایره ای خطا[۳۳] یا CEP شناخته شده)

۶۳.۲۱٪ در m_x ۱.۴۱۲ (بعنوان جذر میانگین مربع خطا یا RMSE شناخته شده)

۹۰٪ در mx ۲.۱۴۶ (بعنوان استاندارد صحت دایره ای نقشه[۳۴] یا CMAS شناخته شده)

جذر میانگین مربع خطا براوردی از پراکندگی یک سری از اندازه گیری ها پیرامون مقادیر حقیقی یا مفروض شان را فراهم می کند. بنابراین بطور معمول برای تشخیص کیفیت تبدیلات از قبیل توجیه مطلق مدلهای فتوگرامتری یا مکان مرجع نمودن تصاویر ماهواره ای استفاده می گردد. جذر میانگین مربع خطا همچنین اساس بیانه های گوناگون به منظور گزارش کردن و اعتبار سنجی تطابق با تلرانسهای صحت نقشه تعریف شده را تشکیل می دهد. استاندارد صحت نقشه ملی امریکا بعنوان مثالی است که بیان می کند که:

" نه بیش از ۱۰ درصد نقاط شاخص در نقشه های با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ و بالاتر ممکن است خطایی بیش از ۱/۳۰ اینچ داشته باشند."

بطور طبیعی تطابق با این تلرانس حداقل بر اساس ۲۰ نقطه بررسی شاخص است.

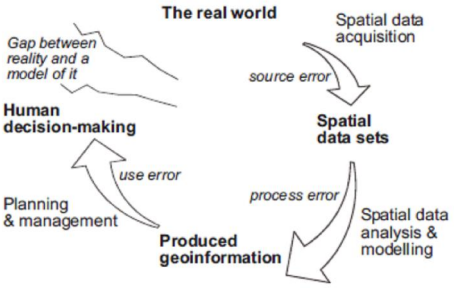
۴ – ۱۳ – انتشار خطا

در قسمتهای گذشته در مورد تعدادی منابع خطا که ممکن است در منابع داده حضور داشته باشند، بحث گردید. وقتیکه این داده ها دستکاری و تحلیل می گردند، خطاهای

33 Circular Error Probable (CEP)

34 Circular Map Accuracy Standard (CMAS)

گوناگونی ممکن است بر نتیجه دستکاری داده مکانی اثر بگذارند. در این حالت گفته می شود که خطا از طریق دستکاریها منتشر شده است. بعلاوه خطاهای بیشتری ممکن است در خلال مراحل گوناگون پردازش وارد شوند.



دو روش اصلی برای ارزیابی ماهیت و میزان انتشار خطا می تواند به کار رود:

۱. آزمایش صحت هر حالت از اندازه گیری در برابر دنیای واقعی، و

۲. مدل سازی انتشار خطا، یا به صورت تحلیلی یا بوسیله تکنیک شبیه سازی

از آنجا که "داور نهایی خطای کارتوگرافی دنیای واقعی است نه یک فرمول ریاضی" ، بسیار توصیه شده است که از روش های تست برای ارزیابی صحت استفاده گردد.

فصل پنجم

نمادهای کارتوگرافی

۲ – ۱ – عوارض مکانی

عوارض مکانی از نظر خصوصیات ابعادی به عوارض نقطه ای، خطی، سطحی و حجمی تقسیم می شوند.

۲ – ۲ – عوارض نقطه ای

اینگونه اطلاعات از نظر تئوری هیچ گونه امتدادی ندارند مثل نقطه ارتباطی ، اینکه یک عارضه نقطه ای یا نه بستگی به مقیاسی که در آن عارضه میخواهیم ترسیم شود دارد .مثلا کارخانه از نظر ابعادی امتداد داده شده است و بنابراین یک سطح است نه یک نقطه. اما در یک مقیاس خاص سطح کارخانه آنقدر کوچک می شود که فقط آن را با یک نقطه می توان نشان داد. حتی بعضی از مثل شهر و روستا نیز در مقیاس های کوچک ممکن است با نقطه نمایش داده شوند از دیگر عوارضی که به صورت نقطه ای نمایش داده می شوند، کلسا ، مسجد ، نقطه مثلث بندی ،پست و غیره

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

۲ – ۳ – عوارض خطی

اطلاعاتی که در یک جهت امتداد دارند و ویژگی یک بعدی دارند.مثل : جاده ، رودخانه ، راه آهن ، منحنی میزان و غیره . اینگونه عوارض بجز منحنی میزان دارای بعد دیگری نیز می باشند مثل جاده که دارای پهنایی می باشد . در این جا نیز مقیاس نقش مهمی را در نمایش عوارض بازی می کند.

۲ – ۴ – عوارض سطحی

عوارض در دو بعد امتداد دارند مثل جنگل، سطح خاک، سطوح زمن شناسی، دریاچه و غیره. این اطلاعات سطحی نامیده می شوند.

۲ – ۵ – عوارض حجمی

این اطلاعات سه بعدی هستند که یک مثال شناخته شده از این گونه اطلاعات پستی و بلندی های زمین[۳۵] هستند.

۲ – ۶ – سازمان دهی اطلاعات وابسته به زمین

در این حالت عوارض وعناصر مختلف نمایش داده شده در یک نقشه در گروه های مختلف طبقه بندی می شوند. مثلاً در نقشه های توپوگرافی طبقه ها می توانند انواع جاده ها، انواع مختلف مرزها و غیره باشند. همچنین در نقشه های موضوعی مثل نقشه های خاک،انواع مختلف خاک در طبقه های مختلف قرار می گیرند.

۲ – ۷ – مقیاس های اندازه گیری اطلاعات وابسته به زمین(عوارض)

دامنه اطلاعات وابسته به زمین یا توصیف ها دارای مقادیری هستند که در چهار سطح طبقه‌بندی می‌شوند. این طبقه بندی به شرح زیر می باشد:

مقادیر دامنه توصیفی که اسامی ساده هستند، توصیف اسمی[۳۶] نامیده می‌شوند. مثل طبقه‌بندی پوشش زمین شامل زمین درختکاری[۳۷] ،زمین چمن[۳۸]، زمین کشاورزی[۳۹] و

[35] relief
[36] Nominal level
[37] Wood land
[38] Grass land

زمین شهری[۴۰]. براساس تعریف مقادیر دامنه‌های توصیف اسمی از نوع کیفی هستند و نمی‌توانند رتبه‌بندی شده و عملگرهای حسابی مجاز نیستند برای توصیفات اسمی به کار روند.

مقادیر دامنه‌ی توصیفی که برچسب‌های مرتبه‌ای هستند، توصیف مرتبه‌ای[۴۱] نامیده می‌شوند. مثلاً تعین مکان برای قرار گرفتن یک فروشگاه می‌تواند به صورت بسیار مناسب، نسبتا مناسب، مناسب و نامناسب بیان شود. مثل توصیفات اسمی، مقادیر در دامنه توصیفات مرتبه‌ای هم کیفی هستند و عملگرهای حسابی به غیر از رتبه‌بندی در مورد آن‌ها نمی‌تواند بکار رود.

مقادیر دامنه توصیفی که شامل کمیت‌هایی با درجه‌بندی بدون مبدأ ثابت هستند، توصیف نسبی[۴۲] نامیده می‌شود. درجه حرارت بر حسب سلسیوس و فارنهایت مثالهایی از توصیفات نسبی هستند. توصیفات نسبی از نظر اندازه می‌توانند با هم مقایسه شوند، و مقدار اختلاف با معنی می‌باشد. اما نسبت دو مقدار توصیف نسبی با معنی نیست. مثلاً با معنی است اگر گفته شود یزد ۲۰ درجه سانتیگراد و تهران ۱۰ درجه سانتیگراد است. اما بی معنی است اگر گفته شود یزد ۲ برابر تهران گرم است.

مقادیر دامنه‌ی توصیفی شامل کمیت‌هایی با درجه‌بندی با مبدأ ثابت توصیف مطلق[۴۳] نامیده می‌شوند. درجه حرارت بر حسب کلوین مثالی از توصیف مطلق است. چون صفر کلوین، صفر مطلق است (پایین‌ترین درجه حرارت فیزیکی ممکن). اندازه‌گیری‌های مطلق گسترده‌ای از عملگرهای حسابی شامل جمع، تفریق، ضرب و تقسیم را پشتیبانی می‌کند. مثال‌های زیادی از دامنه‌های اندازه‌گیری مطلق وجود دارد که بارندگی‌های سالیانه و ارتفاع توپوگرافی بالای سطح دریا می‌تواند از جمله‌ی آن‌ها باشند. بنابراین با معنی است اگر بگوییم میزان بارندگی رشت ۲ برابر تهران است. ارتفاع یک نقطه سه برابر ارتفاع نقطه دیگر نسبت به سطح دریا است.

با خلاصه کردن این سطوح اندازه گیری می توان جدول زیر را تکمیل نمود.

---

[39] Agricultural land
[40] Urban land
[41] Ordinal level
[42] Interval level
[43] Ratio level

		مشخصه های ابعادی		
		داده نقطه ای	داده خطی	داده سطحی
سطح اندازه گیری	کیفی	نقطه ارتفاعی، دهکده ، اداره پست	جاده، رودخانه ، مرز	جنگل، شالیزار، استان
	ترتیبی	دهکده کوچک، متوسط ، بزرگ	جاده جیپ رو ، درجه دو ، اصلی	جنگل باز ، متوسط، متراکم
	کمی	یک شهر با 25,000، 50,000 ، 75,000سکنه	منحنی میزان 10m، 20m، 30m	چگالی جمعیت:۵۰ ، ۷۵ ، ۱۰۰ نفر در یک کیلومتر مربع

۲ – ۸ – طراحی نماد های کارتوگرافی

مطالعه درباره نقشه ای که باید تهیه شود و پیدا کردن پارامتر هایی که مربوط به تهیه نقشه باشند، ارتباط بین محدوده جغرافیایی ، محتوای نقشه ، مقیاس و فرمت نقشه، تصور و حتی آزمایش درباره ی مشخصاتی که ایده ها را تبدیل به نماد ها می کند و شناسایی روش های مختلف دیگر که منجر به طراحی جدید مثلا تغییر کامل در مشخصات یک نماد می شود، عواملی هستند که در روش های طراحی دخالت دارند. در طراحی نقشه باید این نکته را مد نظر داشت که نقشه از محتوای ا طلاعاتی بالایی بر خوردار باشد و برای خواندن اطلاعات راحت باشد.

۱ – ۸ – ۲ – نماد های کارتوگرافی

نماد ها در کارتوگرافی بصورت نقطه ای، خطی و سطحی هستند که از نظر ابعاد و رنگ و شکل می توانند متغیر باشند. این نمادها در نقشه اطلاعاتی شامل موقعیت نماد که با موقعیت زمینی آنها کنترل می شود، توزیع آنها در نقشه و ساختارشان را نمایش می دهند. بنابراین برای طراحی نماد ها و استفاده از متغیر های گرافیکی باید حداقل نزدیکی ممکن و حداکثر جدایی بین آن ها را در نظر گرفت، برای این که این امر بر ظاهرشان در نقشه به صورت کلی تاثیر می گذارد. در طراحی و مشخصات یک نماد در

نقشه متغیر های گرافیکی که باید طوری به کار گرفته شوندکه ارتباط بین عوارض نشان داده شوند و موجب گردند یک نماد از نماد دیگر قابل تشخیص باشد.

۲ – ۸ – ۲ – انواع نماد ها

توصیف نمادها به صورت خطی ، نقطه ای و سطحی مطلق نمی باشد و به مقیاس نقشه و عارضه ای که می خواهد نمایش دهد بستگی دارد. برای مثال در یک پلان بزرگ مقیاس یک ساختمان هم ممکن است بوسیله محیط ساختمان که ابعادش را در روی سطح زمین مشخص می کند نمایش داده شود که در این روش محیط ساختمان با نماد خطی نمایش داده می شود که آن را از ساختمان مجاورش مشخص می کند. همچنین این ساختمان می تواند به وسیله یک نماد سطحی با رنگ متفاوت نمایش داده شود که هیچگونه پیرامونی ندارد.

در مقیاسی به مراتب کوچک تر که در آن ابعاد ساختمان طوری کاهش داده شده که کوچکتر از کوچکترین نماد ها باشد. در این صورت برای این که این ساختمان خوانا باشد باید با یک نماد نقطه ای نمایش داده شود. بنابراین ابعاد ساختمان نمایش داده نخواهد شد، بلکه بیان می کند که یک عارضه تنها که به عنوان ساختمان طبقه بندی شده در این نقطه وجود دارد.

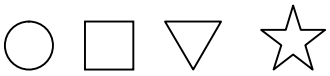
همین حالت برای عوارض خطی مثل رودخانه که در نقشه های بزرگ مقیاس مساحت صحیح آن نمایش داده شده اما در نقشه های با مقیاس های کوچکتر، با یک نماد خطی تنها نمایش داده می شود نیز ممکن است رخ دهد.

بر اساس شکل نمادهای کارتوگرافی به سه دسته اصلی تقسیم می شوند. نمادهای توصیفی یا تصویری برای درک عارضه نمایش داده شده بوسیله آنها آسان است. ترسیم شکل آنها مشکل می باشد. معمولاً فضای زیادی را در نقشه اشغال می کنند و بنابراین ممکن است جزئیات مهمی را بپوشانند. نمادهای تصویری بخاطر شکل غیر منظم شان دقت موقعیت کمتری دارند. همچنین تنظیم وزنهای اپتیکی/بینایی آنها مشکل است.

نمونه هایی از نمادهای تصویری

دسته دیگری از نمادها نمادهای هندسی یا کمی هستند. نمادهای هندسی (منظم) دایره،- مثلث، چهارگوش (مربع،مستطیل)، توپر یا تصویری (غیرمنظم) بعضی از جنبه های ظاهر عارضه را تقلید می کنند، همچنین، معمولاً برخی از خواص فیزیکی دیگر یا حتی یک مفهوم همراه شده با ماهیت عارضه را نشان می دهد.

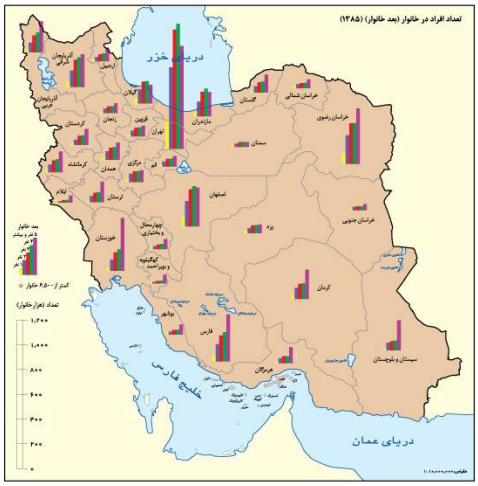
نمادهای هندسی اسان ترسیم میشوند، دارای دقت خوبی هستند و معمولاً فضای زیادی را در روی نقشه اشغال نمی کنند. نمادهای هندسی مستقیماً نمی توانند بوسیلهٔ استفاده کننده نقشه فهمیده شوند.



نمونه هایی از نمادهای هندسی

دسته سوم نمادهای نقطه ای نمادهای حرفی-عددی مثل A ، B ، ۱ ، ۲ و غیره هستند. این نمادها اغلب اسان فهمیده و ایجاد میشوند. خوانایی این نوع نمادها به شدت تحت تاثیر نوشته های دیگر نقشه قرار می گیرد. موقعیت مکانی این نمادها چندان خوب نیست.

نمادهای دیگری از قبیل نمودار پای، نمودار میلهای ، نمودار خط جریان و غیره نیز بعنوان نماد استفاده می گردد. مثلا شکل زیر نمونه ای از نمودار میله ای را بعنوان نماد نقطه ای بر روی نقشه نشان می دهد.



نمونه هایی از نمادهای تصویری

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

۳ – ۸ – ۲ – متغیرهای دیداری

در گرافیک هفت نوع متغیر قابل دریافت بوسیلهٔ چشم بعنوان سنگ بنای اولیه برای نمایش اطلاعات بصورت گرافیکی در دسترس هستند. همچنین در کارتوگرافی این هفت متغیر بینایی برای طراحی نماد در اختیار کارتوگراف هستند، که به شرح زیر می باشند:

۱. موقعیت (مختصات xوy)
۲. شکل
۳. جهت
۴. رنگ
۵. بافت
۶. ارزش(سطوح خاکستری)
۷. اندازه

موقعیت:

هیچ نمادی در نقشه بدون استفاده از این متغیر نمی تواند قرار داده شود و همیشه در اغلب اوقات متغیری است که در ترکیب با یکی یا بیش از یکی دیگر از متغیر ها استفاده می شوند.

دامنه ابعاد یک نماد نقطه ای می تواند از یک مقدار مینیمم مورد لزوم برای مشاهده آن که کوچکترین اندازه ای است که نماد می تواند مشخص یا آشکار شود تا اندازه ای که بطور سنجیده ای بزرگ و پیچیده است باشد.

شکل:

شکل های یک نماد نقطه ای ممکن است با اضافه (کردن) یا توسعه (دادن) اصلاح گردند. مثلا یک شکل ساده هندسی مثل یک مربع با قرار دادن یک باضافه در بالای یک ضلع آن توسعه داده می شود. یا با قرار دادن یک نقطه در داخل آن یا شکل دیگری به آن اضافه کرد. اینچنین تغییرات می تواند برای ساختن نمادهای مربوط به گروهی از عوارض ساخته شوند. بنابراین نمادهای زیادی را با متغیر شکل می توان طراحی نمود و تقریباً نا محدود می باشد. متغیر شکل در مورد عناصر مجزایی که با ان نمادها ساخته می شوند بکار می روند.

در خیلی از حالات شکل و ابعاد از نزدیک با هم ارتباط دارند. نمادهای نقطه ای خیلی کوچک در آستانه آشکار شدن شکل قابل دریافتی ندارند. قانون عمومی این است که کنتراست در شکل نیاز به اندازه ای بزرگتر از حداقل مورد نیاز برای آشکار شدن دارد. نمادهای بزرگ میتوانند پیچیده تر باشند اما البته وارد فضای عوارض مجاور می شوند. آنها ویژگی های نماد های سطحی را به خود می گیرند که ممکن است یا سطح کوچکی را در مقیاس نقشه اشغال کنند یا آنها وجود بعضی از چیزها را در یک نقطه بیان کنند. نمادهای نقطه ای که به طور سنجیده ای بزرگ شده اند، برای نمایش کمیتها در خیلی از نقشه های آماری استفاده می شوند. برای مثال کمیتها ممکن است بوسیله دایره های متناسب نمایش داده شوند درحالیکه تغییر در ابعاد یک راه نشان دادن اهمیت نسبی برای عوارضی از یک نوع است که بزرگتر به مفهوم اهمیت بیشتر است. در یک نقشه کوچک مقیاس عمومی، شهرها ممکن است با یک سری از نمادهای نقطه ای مشابه نمایش داده شوند. نماد بزرگتر می تواند مفهوم جمعیت بیشتر یا شهر مهم تر باشد. این اهمیت نسبی می تواند بازتاب یک کمیت واقعی یا قضاوت بر پایه اهمیت فرهنگی یا اجرائی و ... باشد.

جهت:

در عمل تغییرات در جهت به ۴تا ۶ جهت محدود میشود؛ و این بستگی به نمادهای استفاده شده دارد. یک چهارگوش می تواند تا ۶ جهت مختلف داشته باشد. اما یک مربع محدود به دو جهت می شود و در مورد دایره کاربرد متغیر جهت ممکن نیست. نمادهایی که بطور کامل متقارن نیستند می توانند در جهت های مختلف استفاده شوند. مثلا یک نماد درخت می تواند برای نمایش جهت باد کمی کج نشان داده شود یک مثلث می تواند بر روی راس یا یک قاعده اش قرار بگیرد.

رنگ:

رنگ شاید قوی ترین متغیری است که اغلب اوقات در طراحی نمادها استفاده می شود. رنگ بر اساس سه ویژگی متغیر زیر میتواند توصیف شود.

۱. نوع رنگ[۴۴]
۲. مقدار یا ارزش[۴۵]

[44] hue
[45] value

۳. اشباع[۴۶]

نوع رنگ :طول موج یک رنگ مشخص؛ یا بر اساس محاوره روزمره نام رنگ است مثل:قرمز،زرد و غیره...

مقدار یا ارزش مقدار نور منعکس شده بوسیلهٔ یک رنگ است و این ارزش انعکاس می تواند با ارزش های یک سطح خاکستری مقایسه شود.

اشباع خلوص یا شدت یک رنگ است که با یک رنگ خالص شروع شده و با اضافه کردن خاکستری خنثی به ان تغییر میکند.

بافت:

تغییر در چگالی عناصر گرافیکی تحت ارزش ثابت یعنی با دریافت کلی خاکستری یکسان یا نسبت ثابت سیاه به سفید است.

ارزش:

عبارت است از تن های خاکستری که از سفید تا سیاه است وبر حسب نور انعکاس یافته اندازه گیری می شود.

اندازه

عبارت است از ابعاد نماد، بکاربردن ابعاد در نماد سطحی به این صورت است که الگویی شبکه ای منظم بکار برده می شود که فقط اندازه آنها متفاوت است و در همه حالات فاصله بین مراکز عناصر ثابت است ولی در بافت فاصله بین عناصر تغییر می کند. تفاوت بین متغیر های ارزش و اندازه وقتی در مورد نمادهای سطحی بکار برده می شود این است که اگر ابعاد عناصر آنقدر بزرگ باشند که چشم خود به خود و آنی تغییر در اندازه عناصر مجزا را تشخیص دهد، در نتیجه از متغیر اندازه بطور مناسب استفاده شده است. اگر ابعاد المان آنقدر کوچک باشد که در وهله اول احساس مشاهده ای از تغییرات درجات خاکستری دهد، بنابراین متغیر ارزش استفاده شده است.

۴ – ۸ – ۲ – خواص درک متغیرهای دیداری

درک بینایی، درک و پاسخ آنی تشخیص شئی می باشد که به بیننده ارائه شده است. در واقع درک بینایی، آشکار شدن یک شئ و توانایی در درک درست آن می باشد.

[46] saturation

یک متغیر بینایی درک همبسته دارد اگر بطور خود به خود همه نمادهای نمایش داده شده بوسیله آن متغیر با اهمیت یکسان دیده می شوند. (بنابراین طبق جدول متغیرهای موقعیت، شکل، جهت و رنگ دارای درک همبسته هستند و اندازه و ارزش دارای درک همبسته نیستند. بافت کم و بیش دارای درک همبسته است.)

یک متغیر بینایی دارای درک انتخابی است اگر بطور خودبخود همه نمادهای متفاوت نمایش داده بوسیله آن متغیر بتوانند در گروههای مختلف طبقهبندی شوند.(بنابر این متغیرهای بینایی رنگ، بافت، ارزش و اندازه دارای درک انتخابی و متغیرهای موقعیت و شکل دارای درک انتخابی نمی باشند و متغیر جهت بطور ضعیفی دارای درک انتخابی است.)

یک متغیربینایی دارای درک مرتب است اگر بطور خودبه خود همه نمادهای متمایز شده بوسیله ی آن متغیر بتواند در رتبه غیرمبهمی قرار گیرند(متغیرهای ارزش و اندازه دارای درک مرتب و متغیرهای موقعیت، جهت، شکل و رنگ دارای این درک نمی باشند درحالیکه متغیر بافت بطور ضعیفی دارای درک مرتب می باشد.)

یک متغیر بینایی دارای درک کمی است اگربطور خودبه خود همه نمادهای متمایزشده بوسیله آن متغیر بتوانند ازیکدیگر از طریق بک مقدار مجزا تفکیک شوند. (متغیر اندازه دارای درک کمی می باشد و بقیه متغیرهای دارای این درک نمی باشند.)

بطور خلاصه آنرا می توانیم در جدول زیر نمایش دهیم:

	موقعیت	شکل	جهت	رنگ	بافت	ارزش	اندازه
همبسته	+	+	+	+	•	–	–
انتخابی	–	–	•	++	+	+	+
مرتب	–	–	–	–	•	++	+
کمی	–	–	–	–	–	–	•

خیلی خوب:++ خوب:+ معتدل:• بد: –

۵ – ۸ – ۲ – درک ترکیب متغیرهای دیداری

۱. یک خاصیت درک بینایی که در همه ی متغیرهای بینایی ترکیب شده وجود دارند در متغیربینایی مرکب قوی تر می شود.مثلاً:

اندازه دارای درک غیرهمبسته است
ارزش دارای درک غیرهمبسته است
اندازه+ارزش دارای درک غیر همبسته قوی تری است

۲. خاصیت درک بینایی که در یکی ازمتغیرها بینایی ترکیب وجود ندارد،خاصیت درک بینایی در متغیر بینایی مرکب ضعیف تر می شود.مثلاً:
اندازه دارای درک کمی است
شکل دارای درک کمی نیست
شکل+اندازه دارای درک کمی ضعیف تر است

۳. اگر یکی از متغیرها دارای درک غیر همبسته باشد.متغیر مرکب نیز دارای درک غیر همبسته می باشد.مثلاً:
اندازه دارای درک غیرهمبسته است
شکل دارای درک همبسته است
شکل+انداز دارای درک غیر همبسته است

۴. متغیرهای اندازه،ارزش وبافت می توانند در جهت های مخالف یا مشابه باهم ترکیب شوند.درحالت جهت مشابه درک مرتب قوی می شود ودرجهت های مخالف درک مرتب ضعیف می شود.

۲ – ۹ – طراحی نماد بعنوان یک فرآیند سیستماتیک

- مرحله یک:تعین محتوای نقشه یا آشنایی با محتوای نقشه
- مرحله دو:تجزیه و تحلیل احتیاجات برای نمادهای استاندارد شده و مرسوم
- مرحله سه
  - تجزیه و تحلیل داده های وابسته به زمین
  - تجزیه و تحلیل عناصر نقشه پایه
- مرحله چهار: تعریف سطوح درک مورد لزوم داده های وابسته به زمین
- مرحله پنج: انتخاب متغیرهای بنیادی
- مرحله شش:تجزیه و تحلیل ملزومات مورد استفاده در نقشه مورد نظر
- مرحله هفت:طراحی نمادهای واقعی
- مرحله هشت:ارزیابی نمادهای طراحی شده

فصل ششم

نمایش ناهمواریها در نقشه

۲ – ۱۰ – مقدمه

در همه فعالیتهای بشری پستی و بلندیهای زمین[۴۷] نقش مهمی ایفا می کند. اطلاعات در مورد پستی و بلندیهای زمین برای بسیاری از منظورها مثل همه نوع کارهای سازه ای از قبیل ساختن راه، سد، کارهای آبیاری، برای عملیات نظامی ، سفرهای هوایی ، اهداف علمی، گردشگری، کاربردهای بسیار بیشتر دیگر نیاز است. وظیفه کارتوگرافی تهیه اطلاعات پستی و بلندی زمین برای این کارها می باشد. ماهیت بعد سوم باید برروی یک نقشه دوبعدی تجسم گردد. این کاهش در بعد است که نمایش پستی و بلندی زمین را اساسی ترین مسئله در کارتوگرافی می سازد. کارتوگراف برای نمایش پستی و بلندی های زمین با یک حالت دوگانه ای روبرو می باشد که از یک طریق نیاز به ارائه اطلاعات کمی دقیق و به طریق دیگر نمایش یک تصویر دیداری خوب با اثر سه بعدی بهینه به کاربر نقشه می باشد. در این فصل پس از تعریف واژه پستی و بلندیهای

[47] relief

زمین و توضیح کوتاهی در مورد گذشته نمایش کارتوگرافی پستی و بلندی های زمین، روش های جدید آن توضیح داده می شود که هم اکنون در اختیار کارتوگرافها می باشد.

۲ – ۱۱ – تعریف پستی و بلندی های زمین ونمایش آن در گذشته

در فرهنگ واژگان جغرافی پستی و بلندی های زمین بصورت زیر تعریف شده است:
منظره فیزیکی، پیکر بندی واقعی رویه زمین، احساس بدون قاعده ای از تفاوت در ارتفاع و شیب و ناهمواری در رویه زمین می باشد.
در فرهنگ واژه های فنی GIS این واژه بصورت زیر تعریف گردیده است:
ارتفاعات و ناهمواریهای رویه زمین که بصورت یکجا بررسی می گردد.
این تعریف روشن می سازد که پستی و بلندی های زمین بیشتر از فقط ارتفاع نقاط یا تفاوت در ارتفاع بین نقاط است. پستی و بلندی های زمین با شکل کلی زمین از نظر بعد سوم چه بصورت کمی و چه بصورت کیفی اشاره می کند. واژه اوروگرافی[۴۸] مترادف پستی و بلندی های زمین می باشد. ارتفاع[۴۹] فاصله عمودی یک نقطه بر روی سطح زمین در بالا یا زیر یک سطح انتخاب شده مرجع است. برای ارتفاع مترادف های دیگری به زبان انگلیسی وجود دارد که بصورت پانوشت در این صفحه آورده شده اند[۵۰].
در قرون وسطی نمایش پستی و بلندی های زمین صرفا نمادین، شبیه تپه های خاکی ساخته شده توسط موش کور توصیف می گردید. هیچ تلاشی برای نمایش تپه ها و کوهها به شکل واقعی آنها انجام نشده بود و فاقد هر گونه نشانه هایی از اختلاف ارتفاع نسبی بودند. کارتوگراف منظره زمین را از موقعیتی روی زمین مشاهده می کرد و بنابراین فقط نمای روبروی تپه ها و کوهها را ترسیم می نمود (شکلهای ۱ و ۲ را ببینید).
در قرون ۱۶ تا ۱۸ میلادی دورانی که در آن کارتوگرافهای مشهوری مثل مرکاتور، ساکستون و بسیاری دیگر می زیسته اند، نقطه مشاهده از روی سطح زمین به موقعیتهای مرتفع تر با ارتفاع بالاتر تغییر کرد که منتج به دیدی شد که دید چشم پرنده[۵۱] نامیده می شود. پستی و بلندیهای زمین به شیوه ای پرسپکتیو و واقع گراتر به

[48] orography
[49] altitude
[50] Height, elevation
[51] Bird's-eye view

ظاهر طبیعی آن نمایش داده می شد اما همچنان فاقد اطلاعات ارتفاعی بود (شکل ۴و ۵ را ببینید).

۲ – ۱۲ – روشهای نمایش ناهمواری با استفاده از هاشور زنی

در قرن نوزدهم میلادی که مقدمات برنامه های تهیه نقشه بصورت سیستماتیک تر توسط چندین کشور اروپایی توسعه داده شد، تغییر متمایزی در جهت اطلاعات دقیق تر در مورد پستی و بلندیهای زمین آشکار گردید. در نقشه هایی که در آن زمان ساخته شد، پستی و بلندی های زمین دیگر بصورت مایل مشاهده نشد بلکه بصورت قائم از بالا مشاهده گردید. یعنی برای پستی و بلندی های زمین سیستم تصویر قائم معرفی گردید. در نقشه توپوگرافی ساخته شده در قرن ۱۹ از سامانه عناصرکوتاه خط چه بصورت توپر یا منقطع در جهت تندترین شیب استفاده گردید که هاشور نامیده می شوند (شکلهای ۶ و ۷ را ببینید). انواع روشهای هاشور زنی که در آن زمان بکار می رفت عبارت بودند از:

روش هاشور زنی شیب: در این روش ضخامت هاشور معیاری برای زاویه شیب است که اطلاعات کمی در مورد زوایای شیب را ارائه می نماید، اما روش مناسبی برای ایجاد یک احساس دیداری خوب از بعد سوم زمین نمی باشد (شکل ۶).

روش هاشور زنی سایه: در این روش ضخامت هاشوربرای ایجاد اثر سایه روشن استفاده می شود. بنابراین احساس دیداری مناسبی از بعد سوم زمین ارائه می نماید (شکل ۷).

هردو شیوه فوق دوگانگی قبل تر اشاره شده در مورد نمایش پستی وبلندی های زمین میان رویکرد های کمی و کیفی را نشان می دهد. هدف روش هاشور زنی شیب بطور واضح ارائه اطلاعات کمی در مورد زاویه شیب است. اما این روش در مورد ایجاد یک احساس بصری خوب از بعد سوم زمین ناموفق است. روش های هاشور زنی سایه روشن هدف متضادی دارد.

روش هاشور زنی شیب توسط توپوگرافر آلمانی بنام Lehmann در حدود سال ۱۸۰۰ میلادی بر اساس این اصل توسعه داده شد که تحت روشنایی قائم زمین سطوح افقی نور بیشتری از سطوح شیب دار دریافت می کنند. هر چه شیب سطح تندتر باشد نور کمتری دریافت می کند، بطوریکه تاریکتر بوده و بنابر این تیره تر باید نمایش داده شود. تغییرات در روشنایی شیب ها از طریق تغییر دادن ضخامت هاشورهای مجزا بدست می

آید. هاشورهای شیب با چها ویژگی می توانند تحلیل شوند که عبارتند از جهت، فاصله، طول و ضخامت

همه هاشورها در جهت تندترین شیب یعنی عمود بر خطوط منحنی میزان یا خطوط فرم (formlines) ترسیم می شوند.

در سیستم Lehmann فاصله هاشورها بر اساس تعداد ثابت هاشورها برسانتی متر بود. تعداد واقعی بستگی به مقیاس نقشه دارد. جدول زیر تعداد بکار رفته در نقشه های آلمان برای مناطقی با تغییرات شیب بین ۵ درجه تا ۴۰ درجه را نشان می دهد.

طول هاشور بصورت تئوری بوسیله فرمول زیر محاسبه می گردد:

$$l = k.ctg\alpha$$

که در آن k یک فاصله ارتفاعی انتخاب شده یا فاصله ارتفاعی خطوط منجنی میزان و α زاویه شیب می باشد. در عمل طول هاشورها بر اساس احساس بصری از شیب ها بود و مینیم طول هاشور ۰/۲ تا ۰/۳ میلیمتر در نظر گرفته شده بود.

در مناطقی که Lehmann روش های هاشور زنی خود را بکار برده بود ماکزیمم شیب ۴۵ درجه بود. بنابراین روشنایی شیب ها بین سفید برای سطح افقی تا سیاه برای سطحی با شیب ۴۵ درجه تغییر می کرد. همه شیب ها بین ۰ تا ۴۵ درجه با هاشورهای با ضخامت متغییر با محاسبه نسبت سیاه: سفید که بصورت زیر تعیین می شود نشان داده می شد:

$$\alpha : (45^\circ - \alpha)$$

مثلا این نسبت برای شیب ۱۵ درجه ۱:۲ است. بخاطر دلایل عملی گستره زاویه شیب بین صفر تا ۴۵ درجه به ۱۰ کلاس تقسیم می شد که هر کلاس ضخامت هاشور مختص به خود را بر اساس نسبت سیاه: سفید برای آن کلاس دارد که در جدول زیر نشان داده شده است.

لازم بذکر است اگر در مناطقی شیب تندتر از ۴۵ درجه نیز وجود دارد در فرمول نسبت فوق به جای ۴۵ درجه ماکزیمم شیب منطقه قرار می گیرد.

کارتوگراف با داشتن تعداد هاشورها برای یک مقیاس نقشه خاص و نسبت سیاه: سفید برای زوایای شیب گوناگون سانتی متر می داند که هاشورها باچه ضخامتی باید ترسیم شوند.

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

مثال: چه ضخامت هاشوری برای نمایش شیب ۱۵ درجه برروی نقشه ای به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ باید بکار برده شود؟

یکی از معایب روش Lehmann این است که که شیب های یکسان در دو طرف یک کوه بطور یکسان نمایش داده می شوند. برای اجتناب از اینکه دو شیب با جهت مقابل هم بصورت یک شیب نمایش داده شود، یک نوار کوچک بین آنها خالی گذاشته می شود. اگر چه شناسایی اینکه این نوار کوچک ته دره یا راس کوه را نشان می دهد حل نشده باقی می ماند.

عیب دیگر ان این است که روش Lehmann فاقد هر گونه احساس بصری از بعد سوم است. روش هاشور زنی سایه روشن فاقد این معایب می باشد. در این روش تغییر ضخامت هاشورها برای ایجاد اثرهای سایه روشن بکار می رود که برای برپایی یک احساس بصری از بعد سوم لازم است. در این روش فرض می شود روشنایی زمین از جایی در بالا سمت چپ (یعنی اغلب از شمال غرب) می اید. شیب هایی که روبروی منبع نور تصوری هستند نور بیشتری از شیب هایی دریافت می کنند که در معرض دورتر آن منبع هستند. بنابراین نوع اول شیب روشن تر از نوع دوم نمایش داده می شوند. در نقشه تفاوت در روشنایی بواسطه استفاده از خطوط نازک برای شیب های روشن و خطوط ضخیم تر برای شیب های سایه بدست می آید.

پیامد سیستم این است که قسمتهای افقی زمین با روشن ترین وجه یعنی سفید نمایش داده می شوند، اگرچه این قسمتهای زمین بیشترین مقدار نور را دریافت نمی کنند. بیشترین مقدار نور بوسیله آن قسمتهای شیب دار زمین که عمود بر منبع نور فرض است دریافت می شود.

۲ – ۱۳ – نقاط ارتفاعی

نقاط ارتفاعی[۵۲] نقاطی بر روی نقشه هستند که نمایش دهنده موقعیت ارتفاع آشکار (عددی) بالا یا زیر یک سطح مرجع هستند. نقاط ارتفاعی بجز نقاط ارتفاعی که دارای کیفیت خاصی هستند مثل نقاط مثلث بندی یا بنچ مارکها در زمین نشان گذاری نمی شوند. بنچ مارک نقطه ای است که نقشه برداری شده و در زمین نشان گذاری می گردد. ارتفاع این نقاط با دقتی بیشتر از سایر نقاط ارتفاعی اندازه گیری می شوند. در

[52] Spot heights

نقشه های توپوگرافی نقاط ارتفاعی بعنوان مکمل منحنی میزانها[۵۳] بکار می روند و کاربر را از دقت ارتفاعی آن مطلع می نمایند.
انتخاب مناسب نقاط ارتفاعی از اهمیت زیادی برخوردار است. نقطه ارتفاعی مثل نقطه ای در جایی روی یک شیب که نتوان آنرا برروی زمین مشخص کرد فاقد ارزش می باشد. مثالهای از نقاط ارتفاعی خوب انتخاب شده نوک کوهها و تپه ها، محل انشعاب شاخه های رودخانه، تقاطع دو راه، مرکز پل و غیره می باشند. نقطه مشترک همه آنها این است که می توانند بر روی زمین شناسایی شوند.
نقاط ارتفاعی معمولی بر روی تقریبا همه نقشه های توپوگرافی با یک نقطه کوچک نشان داده می شوند. در برخی از سری نقشه ها نقاط ارتفاعی در نوک کوه یا تپه با یک علامت ضربدر از نقاط ارتفاعی دیگر متمایزمی گردند. نقاط ارتفاعی با کیفیت خاص مثل نقاط مثلث بندی و بنچ مارکها نماد گذاری متفاوتی دارند. نماد نقاط مثلث بندی اغلب بطور معمول مثلثی است که دارای نقطه ای در مرکز آن می باشد. بنچ مارکها در نقشه های مختلف با نمادهای متفاوتی که بعضا واژه BM در کنار یک نقطه یا دایره یا مربعی که در مرکز آنها یک نقطه است نمایش داده می شوند.
مقادیر ارتفاع نقاط مثلث بندی و بنچ مارکها با دقت دسی متر بنچ مارکها گاهی اوقات با دقت سانتی متر و نقاط ارتفاعی معمولی اغلب فقط با دقت متر داده می شوند. رنگ نماد نقاط ارتفاعی و مقادیر ارتفاعی آنها به رنگ مشکی می باشد. البته نقاط ارتفاعی نشاندهنده سطح متوسط اب در دریاچه ها معمولا به رنگ آبی نمایش داده می شوند.
کارتوگرافها در مورد تعداد نقاط ارتفاعی که باید بر روی یک نقشه نمایش داده شود کمتر اتفاق نظر دارند. بر طبق نظر Imhof (سوئیس) تعداد متوسط نقاط ارتفاعی در ۱۰۰ کیلومتر مربع برای نقشه های توپوگرافی مطابق جدول زیر پیشنهاد شده است:

برای مناطق کوهستانی این مقادیر حتی باید ۱۰ تا بیشتر و برای مناطق پست و تپه ای ۱۰ تا کمتر باشد.

[53] Contour lines

۲ – ۱۴ – منحنی های میزان

منحنی میزانها مهمترین عناصر گرافیکی برای نمایش کمی پستی و بلندیهای زمین هستند و در عین حال پایه ای برای همه بخش های دیگر مثل ترسیم صخره ها[۵۴] و سایه زدن تپه[۵۵] هستند که در نمایش معاصر پستی و بلندیهای زمین مشارکت دارند.
منحنی میزان ها خطوط تصوری متصل کننده نقاطی بر روی سطح زمین هستند که دارای ارتفاع یکسان بالا یا زیر یک سطح مرجع (دیتم ارتفاعی) می باشند.
ایزوهیپس[۵۶] مترادف منحنی میزان می باشد. منحنی عمق سنجی[۵۷] یک خط تصوری نقاط در ته یک پهنه آبی مثل دریا، دریاچه و رودخانه می باشدکه دارای فاصله عمودی یکسانی از سطح آب هستند.
روشهای مختلفی برای بدست آوردن منحنی های میزان استفاده می شوند که عبارتنداز:

- درونیابی از میان نقاط ارتفاعی اندازه گیری شده
- ترسیم سه بعدی فتوگرامتری
- مدلهای رقومی زمین[۵۸]

۲ – ۱۵ – ترسیم صخره

در بعضی از جاها شیب آنقدر تند و نامنظم است که منحنی میزان برای نمایش مناسب این قسمت های شیب ناموفق است. این چنین وضعی برای ضخره های بیرون زده ای است که منظره غالب در مناطق با کوههای مرتفع می باشد. هر چند ممکن است ضخره های با شیب تند بیرون زده شده در مناطق پست هم اتفاق بیفتد.
راه حل نمایش گرافیکی این مناطق بروی نقشه ها استفاده از ترسیم کردن صخره است. ترسیم صخره نمایش به روش خاص در آورده شده از صخره های بیرون زده غیر منظم با شیب تند است، بطوریکه ویژگیهای اصلی این شکلهای مناظر حفظ شوند. این ویژگیها ممکن است در شکل کلی نشان داده شوند ، اما همچنین با خصوصیات آنها از فرسایش بر اثر آب و هوا، حضور شیب های ریز، ویژگیهای زمین شناسی بر حسب لایه

[54] Rock drawing
[55] Hill shading
[56] Isohypse
[57] Bathymetric contour
[58] Digital Terrain Model (DTM)

بندی، تاشو و گسلش باشد. برای ترسیم مناسب صخره ها دانشی از ریخت های زمین یک پیش نیاز است.

ویژگیهای اساسی پستی بلندیهای زمین که باید در ترسیم زمین نمایش داده شوند عبارتند از :

- بخش های تقسیمات
- شکستگیهای مهم در شیب ها
- خطوط زهکش

اساس ترسیم صخره از طریق عکسهای هوایی و زمینی و پلات منحنی میزان همانگونه بوسیله ترسیم کننده فتوگرامتری تولید شده شکل می گیرد. طرح های اولیه ساخته شده توسط نقشه بردارها در میدان نیز بسیار مفید هستند.

۲ – ۱۶ – سایه زدن تپه

سایه زدن تپه یکی از عناصر نمایش پستی و بلندی های زمین است که هدف ان نمایش کیفی پستی و بلندی ها با یک اثر بهینه دیداری سه بعدی است. هیچکدام از عناصر دیگر نمایش پستی و بلندی ها قادر نیستند اینچنین احساس بصری قدرتمندی را تولید نمایند. بنابراین نمایش بهینه پستی و بلندیهای زمین در صورتی بدست می آید که عناصر کمی (منحنی میزانها، نقاط ارتفاعی) با عناصر کیفی نمایش (ترسیم صخره، سایه زدن تپه) با هم ترکیب شوند.

۲ – ۱۷ – نمایش ارتفاعات بوسیله رنگ کردن لایه ای

فاصله های منحنی های میزان اطلاعاتی در مورد مقدار سرازیری شیب ها می دهد. اما منحنی میزان برای فراهم نمودن یک احساس بصری خوب از سیستم کلی پستی و بلندی منطقه نمایش داده شده بر روی نقشه موفق نیست. فقط پس از یک مطالعه خسته کننده از الگوی خطوط منحنی میزان و مقادیر خطوط منحنی میزان ممکن است یک احساس عمومی از روابط در پستی .بلندیها در یک منطقه بدست آید.

برای حل این مشکل در نمایش پستی و بلندی، روش رنگ کردن لایه ای مناطق ارتفاعی[۵۹] (سایه روشن هیپسومتریک) حداقل در مورد نقشه های کوچک مقیاس بکار

[59] Layer tinting

برده می شود. پستی و بلندی کل یک منطقه نمایش داده شده به سری از مناطق ارتفاعی تقسیم بندی شده و بعد هر زون با یک از رنگهای سری رنگهای تدریجی رنگ می شود. اغلب اطلاسها در نقشه های جغرافیایی خود این روش رنگ کردن لایه ای را بکار می برند. دو جنبه خاص رنگ کردن لایه ای انتخاب اندازه مناطق ارتفاعی و انتخاب رنگها برای رنگ های لایه است.

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

فصل هفتم

اسامی و نوشته ها در نقشه

۴ – ۱۴ – مقدمه

اگرچه داده های مکانی (شامل داده های مسطحاتی و ارتفاعی) برروی نقشه ها مقدار شگرفی از اطلاعات را ارائه می دهند، اما نقشه بدون نامها بسختی قابل خواندن می باشد. حروف در چندین جای نقشه هم در متن نقشه (درون چارچوب نقشه) و هم در درون عناصر دیگر نقشه مثل عنوان، لژاند یا حاشیه نقشه استفاده می گردد. نقشه های که با مدارک بزرگتر مثل گزارش کتاب و مجلات یکپارچه می شوند نیز همراه با نوشته هستند. متن ها با اندازه ، نوع فونت، رنگ، و ضخامت متفاوت نشاندهنده اندازه، نوشته، وسعت و اهمیت عوارض مورد نظر می باشد.

نوشته چندین کار مختلف در درون یک نقشه انجام می دهد. آشناترین کار نوشته ارائه لفظی یعنی رساندن اطلاعات از طریق لغات است. اما حروف ماشین شده می توانند همچنین برای کارهای مکانی یعنی تبادل اطلاعات از طریق موقعیت مکانی، کارهای اسمی یعنی تبادل اطلاعات درباره نوع عارضه ای که نوشته به آن اشاره دارد، یا کارهای مرتبه ای یعنی تبادل اطلاعات در خصوص مقدار بعضی از چیزها که نوشته به آن اشاره دارد، بکار رود. در محدوده چارچوب نقشه حروف می توانند بعنوان نماد عمل کنند که معنی را باخود حمل می کند. در واقع از ویژگیهای حروف برای تقویت پیغامی استفاده

می شود که سعی می شود از طریق انواع دیگر نمادهای نقشه به کاربر آن رسانیده شود. عملکردهای اسمی و مرتبه ای حروف در اینجا توضیح داده می شوند و عملکرد مکانی آن در بخش قرارگیری نوشته به آن پرداخته می شود.

۴ – ۱۵ – مشخصه های اسمی حروف

مشخصه اسمی حروف معمولا برای نشان دادن تفاوت در نوع به جای تفاوت در مقدار استفاده می شود. مثلا اگر نیاز به برچسب گذاری دو عارضه خطی رودخانه و راهها باشد، ممکن است مشخصه های اسمی حروف از قبیل نوع رنگ برای این برچسب ها مثل حروف آبی برای برچسب های رودخانه و حروف سیاه برای برچسب های راه استفاده شود، برای اینکه نشان داده شود که تفاوت های کیفی بین این انواع عوارضی که برچسب ها به آنها اشاره دارند، وجود دارند. استفاده از مشخصه های حروف همچنین خوانایی نقشه را بهبود می دهد. مثلا در شکل زیر مشکل است که خواننده نقشه در یک نگاه بیان نماید که دو نوع مختلف عارضه در این نقشه برچسب گذاری شده اند.

شکل : نقشه ای که از مشخصه های حروف برای تفاوت دادن میان عوارض استفاده نکرده است.

چهار ویژگی نوشته وجود دارند که برای نشان دادن تفاوت های اسمی میان عوارض نقشه به خوبی کار می کنند. این چهار ویژگی فونت[۶۰] (سبک حروف[۶۱])، سبک[۶۲]، نوع رنگ[۶۳] و آرایش[۶۴] هستند.

[60] font
[61] typeface
[62] style
[63] hue
[64] arragement

۴ – ۱۵ – ۱ – فونت نوشته

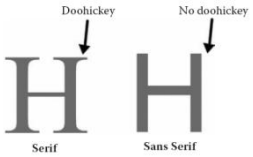
فونت نوشته (سبک حروف نیز نامیده می شود) واژه ای است که برای توصیف مجموعه ای از یک نوع (یعنی همه حروف الفبا، اعداد و دیگر حروف) استفاده می شود که دارای ویژگیهای طراحی مشابه هستند. احتمالا با چندین فونت متداول (مثل Times New Roman, Courier یا Arial) بسادگی از طریق تجربه کار کردن با نرم افزار پردازش لغات آشنا هستید. استفاده از یک فونت خاص یک نگاه و یا احساسی به نقشه می دهد و فونت ها اغلب بصورت مولفه های اثر گذار طراحی نقشه استفاده می شوند. بخشی از دلیل اینکه می توان به آسانی یک نقشه ملی جغرافیایی را تشخیص داد بخاطر این است که بطور مداوم از یک فونت معین در این نقشه استفاده می شود، بنابراین همه از نقشه های خود دارای یک نگاه ملی جغرافیایی هستند. نکته ای که باید از آن آگاه بود این است که فونتها در واقع در کامپیوتر و پرینتر قرار می گیرند. اگر یک نقشه با فونت خاصی ایجاد شود و یک نسخه الکترونیکی آن برای شخص دیگری ارسال گردد، آن شخص برای دیدن آن نوع فونت روی نقشه باید آن فونت را برروی کامپیوتر خود داشته باشد. بطور مشابه اگر پرینتر فونتی که در نقشه استفاده شده را نداشته باشد، ممکن است فونت دیگری را جایگزین نماید یا موفق به پرینت نوشته نگردد. می توان انواع فونت ها در کامپیوتر را از طریق جستجو نمودن در شاخه فونت در Control Panel ویندوز چک نمود.

چندین راه برای طبقه بندی نمودن هزاران فونتی که می توان برای استفاده انتخاب نمود وجود دارد. اما یکی از سودمند ترین روشها تقسیم بندی فونت ها بر اساس مشخصات طراحی حروف مجزا می باشد.

دو گروه اصلی فونت های Serif (دوکی شکل) و Sans Serif (بدون دوکی) می باشند.

Serif در مقابل sans serif

Sans از واژه لاتین ''sine'' به معنی "بدون" می آید. معنی serif هم "خطوط کوتاه" می باشد.



اگر بلوک بزرگی از نوشته بر روی نقشه (مثلا پارگرافی که توضیحی در مورد نقشه می دهد) وجود داشته باشد، فونت Serif ممکن است انتخاب خوبی برای آسان تر خواندن یک بلوک از نوشته ها باشد برای اینکه خطوط انتهایی حروف کمک می کند که حروف پشت سرهم بهم ارتباط داشته باشند. نمونه ای از حروف گذاری ها با فونتهای Serif و Sans Serif با اندازه ۱۲ نقطه در شکل زیر نشان داده شده اند. فونتهای بیرون پرانتز فونتهای Windows و فونتهای Macintosh در داخل پرانتز هستند.

Sans Serif Fonts	Serif Fonts
Arial (Helvetica) Mapping	Baskerville Mapping
Century Gothic Mapping	Bodoni MT Mapping
Comic Sans MS Mapping	Bookman Old Style Mapping
Gill Sans MT Mapping	Courier New (Courier) Mapping
Impact Mapping	Garamond Mapping
Lucida Sans Unicode (Lucida Grande) Mapping	Georgia Mapping
Tahoma (Geneva) Mapping	Palatino Linotype (Book Antiqua) Mapping
Trebuchet MS Mapping	Times New Roman (Times) Mapping
Verdana Mapping	

فونتهای بسیار زیادی درسیستم عامل موجود هستند که می توان آنها را خریداری کرد و یا مجانی دانلود کرد. وجود و عدم وجود دوکیها در فونت با خوانا بودن نوشته تحت شرایط معین مثل فاصله و قدرت تفکیک مرتبط است. برحسب خوانایی (سطح تمایز بین حروف در یک فونت) فونت های Serif در فواصل نزدیک در خروجی های با توان تفکیک بالا از قبیل یک کاغذ پرینت شده کار بهتری انجام می دهند و انتخاب مناسبی برای بلوکهای متنی هستند که حاوی بیش از یک جمله می باشند و لازم است از فاصله نزدیک خوانده شوند.

در لغت ”Illustration“ با فونت Sans Serif سه حرف اول یکسان به نظر می رسند

Illustration	Illustration
Serif (Times New Roman)	Sans Serif (Arial)

در نقشه زیر از فونت serif (Times New Roman) برای رودخانه ها و از فونت Sans Serif (Arial) برای شهرها استفاده شده است.

شکل : نقشه ای با استفاده از فونت های Times New Roman و Arial برای رودخانه ها و شهرها

فونتهای استفاده شده در مونیتور کامپیوتر (از قبیل فونتهایی که در نقشه های وبی استفاده شده) بطور سنتی از نوع فونتهای Sans Serif هستند. با اختراع مونیتور های با قدرت تفکیک بالا طراحان سایت های وب بیشتر و بیشتر به سمت انتخاب فونتهای Serif رفتند. برای بلوکهای متنی کوتاهتر مثل عنوان یک پوستر یک فونت Sans Serif استفاده می شود برای اینکه حقیقتا در یک فاصله پوستری خوانایی بیشتری دارد. می توان آنرا با پرینت کردن یک لغت با اندازه ۱۰۰ پوینت با فونتهای Times New Roman و Arial و دیدن این لغات از فاصله ۶ فوتی آزمایش نمود.

فونت تزئینی

فونت تزئینی[۶۵] را فونت نمایش[۶۶] نیز می نامند. در نقشه یا صفحه بندی[۶۷] نقشه برای هنگامی که احساسی که بروز می دهند با موضوع نقشه مطابقت کند مثل ایجاد نقشه ای که نشان دهنده همه شهرهای واقعی هستند که یک شخصیت فیلم کابویی در فیلم های وسترن قدیمی در آنها بازی کرده، اختصاص داده می شود. ممکن است برای عنوان یا زیر عنوان نقشه کامل باشد. فونتی است که فورا برای یک خواننده آشنا نیست و بطور قابل توجهی رشد درک خواننده را آهسته می کند

Olde English
OUTER SPACE
THE WILD WEST

[65] DECORATIVE
[66] Display font
[67] layout

فونت اسکریپت

فونت اسکریپت[۶۸] فونت دست نویس[۶۹] نیز نامیده می شود. در متنهای طولانی خواندن متنی با این فونت مشکل است. فقط برای متنهای خیلی کوتاه مناسب می باشد. برای برچسب گذاری پهنه های آبی از قبیل اقیانوسها، رودخانه ها، خلیج ها و تنگه ها مناسب تر از فونتهای تزئینی هستند. برای نقشه هایی که تعداد زیادی برچسب های عارضه نیازمند به تفکیک دارند بعنوان فونت برچسب بکار برده می شوند.

فونت ازطریق نوع که شامل حروف فونت ارتفاع، پهنا و ضخامت حروف از یکدیگر متمایز می شوند. نوع فونت هر دسته ممکن است دارای تنوع خیلی زیادی باشد. بنابراین بخاطر داشتن شکل ظاهری فونت های اصلی برای طراحی صفحه بندی[۷۰] و نقشه سودمند است.

۴ – ۱۶ – سبک نوشته

سبک نوشته واژه ای است که به ظاهر حروف اشاره می کند. برخی از انواع سبکهای نوشته معمول مورد استفاده شامل سبک Roman (فونتهای نرمال-همانطوریکه این نوشته است)، ایتالیک یا زیرخط دار است. از نظر فنی Bold نیز یک نوع سبک است، اما از طرف دیگر می تواند بصورت نوع مشخصه وزن مورد بحث قرار گیرد که یک نوع مشخصه مرتبه ای به جای نوع مشخصه اسمی است. در نقشه زیر از یک فونت Roman برای برچسب های شهری و از نسخه ایتالیک همان فونت برای رودخانه ها استفاده می کند.

[68] script
[69] handwriting
[70] layout

شکل : نقشه ای با استفاده از فونت Arial با سبک های Roman و ایتالیک برای شهرها و رودخانه ها

خمیده سازی برای فرق گذاری یک عنوان از یک زیر عنوان، و برچسب های نقشه ای عوارض معینی از قبیل نهرها و اقیانوسها در نظر گرفته می شوند. برای عدم تاکید در مورد نوشته های حاشیه ای و تاکید بر روی یک لغت در یک پارگراف متنی از خمیده سازی[۷۱] حروف استفاده می شود.

PetersonGIS

هر سبک از یک فونت خاص بطور واقعی بر روی کامپیوتر بعنوان یک فونت متفاوت ذخیره می شود؛ همه سبک های یک فونت معین یک خانواده فونت نامیده می شود (مثلا خانواده فونت Arial). یک قرارداد سبک که کارتوگرافها در طول زمان توسعه داده اند، استفاده نمودن از یک فونت ایتالیک شده برای چسب گذاری عوارض آبی است.

۴ – ۱۷ – رنگ نوشته

رنگ نوشته واژه برای رنگی است که کارتوگراف برای یک برچسب ویژه انتخاب کرده است. برای کارتوگرافها استفاده کردن از نوع رنگ های مختلف فونت یکسان برای برچسب زدن عوارض مختلف نقشه معمول است. هنگام کار با نوع رنگ و برچسب ها آگاهی از سطح کنتراست بین برچسب و پس زمینه نقشه مهم است. چندین قرارداد برای رنگ حروف نوشته های عوارض مختلف وجود دارد. برچسب عوارض هیدروگرافی مثل نام رودخانه ها، نهرها، اقیانوسها و دریاچه ها به استفاده از فونت اسکریپت یا یک

[71] Italic

فونت معمولی اما خمیده شده نیاز دارد. حروف اول با حرف بزرگ نوشته می شوند بجز برای نامهای اقیانوسها که بطور کامل با حروف بزرگ نوشته می شوند. اغلب با همان رنگ آبی عارضه یا رنگ آبی کمی تیره تر از رنگ عارضه نشان داده می شوند. گاهی اوقات در عوارض آبی پلیگونی مثل یک دریاچه رنگ فونت سفید است.

رنگ قرمز برای برچسب عوارضی در نظر گرفته می شود که نسبتا دارای وضعیت بد یا فقیری هستند یا در مقایسه با برچسب های عوارض دیگر خیلی مهمتر هستند. رنگ سبز عموما برای برچسب های عوارضی استفاده می شوند که اشاره ضمنی بر احساس خوبی ، طبیعی یا مهم نبودن دارند. رنگهای سبز و قهوه ای معمولا برای برچسب های عوارض سطحی مثل پارکهای طبیعی، زمینهای جنگلی و سلسله کوهها در نظر گرفته می شوند. رنگهای خاکستری و سیاه نیز اغلب برای عوارض فوق استفاده شده اند. برچسب های ارتفاعی از قبیل ارتفاع نقاط ارتفاعی و برچسب های منحنی میزانها نوعا قهوه ای هستند.

در نقشه زیر برای برچسب های رودخانه رنگ آبی و برای برچسب های شهر رنگ مشکی استفاده شده است.

شکل : نقشه ای با استفاده از رنگ برای تفاوت گذاشتن بین انواع عوارض

۴ – ۱۸ – آرایش نوشته

آرایش نوشته واژه ای است که برای توصیف شکل برچسب استفاده می شود. این ویژگی اغلب برای تمایز قائل شدن میان عوارض نقطه ای و سایر انواع عوارض دیگر استفاده می شود. مثلا، برچسب عوارض خطی برای دنبال نمودن خط نوعا می چرخند و منحنی می شوند، در جائیکه عوارض نقطه ای طوری آرایش می یابند که برچسب های آنها موازی

با نوشته های دیگر در صفحه باشند. در نقشه زیر برچسب های رودخانه می چرخند تا خط رودخانه را دنبال کنند، درحالیکه برچسب های شهرها نچرخیده اند.

شکل : نقشه ای با استفاده از نوع آرایش برای تفاوت گذاشتن بین برچسب های عوارض

کارتوگرافها اغلب ازچندین ویژگی متفاوت نوشته برای متمایز نمودن انواع عوارض استفاده می کنند. در نقشه شکل زیر از هر چهار ویژگی مختلف اسمی نوشته برای تمایز قائل شدن بین برچسب های رودخانه ها و شهرها استفاده شده است. در این نقشه از نوع فونت Times New Roman ایتالیک شده به رنگ آبی چرخیده برای ایجاد نمودن برچسب های رودخانه ها استفاده شده، در حالیکه برچسب های شهرها با نوع فونت Arial نرمال، بدون دوران به رنگ مشکی هستند.

شکل : نقشه ای با استفاده از چندین نوع ویژگی اسمی (فونت، سبک، رنگ و آرایش) برای تفاوت گذاشتن بین برچسب های عوارض رودخانه و شهر

۴ – ۱۹ – مشخصه های مرتبه ای حروف

ویژگیهای مرتبه ای نوشته معمولا برای نشان دادن تفاوت های در مقدار یا اهمیت بجای تفاوت ها در نوع استفاده می شوند. مثلا ممکن است ساختن برچسب های بزرگتر برای شهرهای بزرگتر و برچسب های کوچکتر برای شهرهای کوچکتر انتخاب شوند،

مخصوصا هنگامیکه مقدار فضای موجود روی نقشه برای برچسب محدود باشد. چهار ویژگی نوشته که برای نشان دادن تفاوتهای مرتبه ای بخوبی کار می کنند اندازه نوشته، وزن نوشته، مقدار نوشته و بزرگ یا کوچک بودن حروف نوشته هستند.

۴ – ۲۰ – اندازه نوشته

۴ – اندازه نوشته اغلب برای نشاندادن اندازه عوارض استفاده می شود. باید توجه نمود که اندازه های نوشته متناسب با مقادیر داده ها نیستند، اما ترجیحا برای نشان دادن تفاوت ها میان تعداد نسبتا کوچکی از کلاسهای اندازه استفاده می شوند. در زیر مثالهایی از نوشته در سه اندازه متفاوت نقطه ای هستند. عموما نباید نوشته ای که از ۶ نقطه (۱ اینچ = ۲۵.۴mm = ۷۲ نقطه) کوچکتر باشد را استفاده نمود. نوشته های کوچک مخصوصا در نقشه های پیچیده ممکن است برای خواندن توسط خواننده نقشه مشکل باشد. هنگام انتخاب اندازه های نوشته یک قاعده سر انگشتی استفاده از تفاوت حداقل دو نقطه ای برای کلاسهای مختلف می باشد. در مثال زیر اندازه نوشته بزرگتر برای شهرهای با جمعیت بیش از ۲۰۰۰۰۰ نفر سکنه و اندازه کوچکتر نوشته برای شهرهایی با جمعیت کمتر از ۲۰۰۰۰۰ نفر سکنه استفاده شده است.

شکل : مثالی از اندازه های نوشته (بالا) و نقشه ای با اندازه های نوشته متفاوت (پایین)

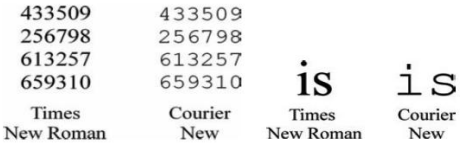
۵ –

۶ – ارتفاع و پهنای حرف و ضخامت خط بصورت ذاتی در هر فونت تعبیه شده است. یک فونت Times New Roman ۱۰۰ پوینتی با یک فونت Arial ۹۶

پوینتی تقریبا برابر است. بنابراین برای تغییرفونت ممکن است نیاز به تغییری در اندازه فونت برای رسیدن به همان خوانایی قبلی باشد. مثلا برچسب های شهر با تغییر از Arial با اندازه ۸ پوینت به فونت Times New Roman برای رسیدن به همان خوانایی اندازه فونت Times New Roman باید به ۹ تا ۱۰ پوینت تغییر کند

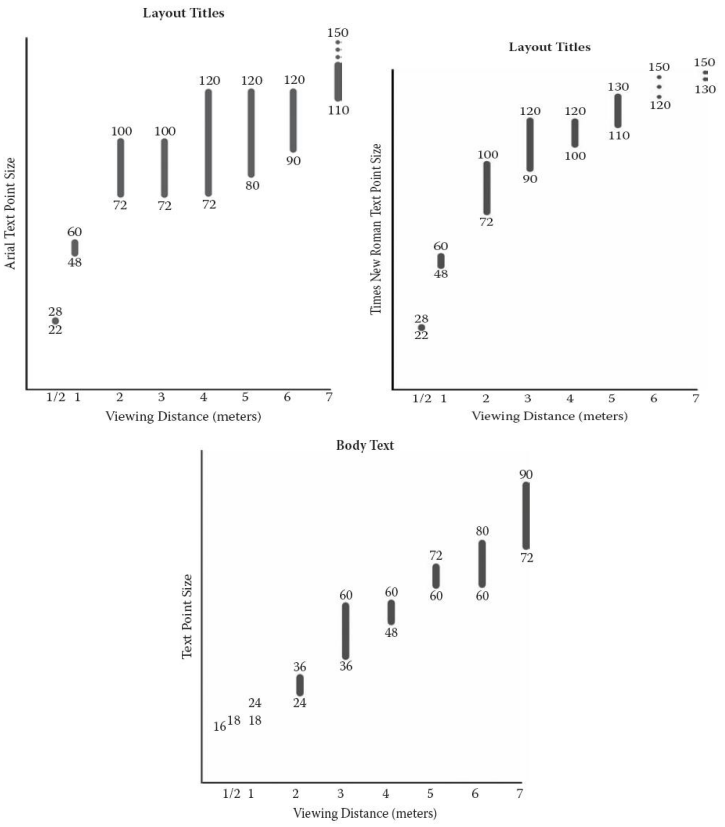
۷ –

اغلب فونتها دارای حروف با پهنای متناسب هستند. فونت Courier می تواند برای جداول اعدادی که در صفحه بندی نقشه نمایش داده می شوند مفید باشد برای اینکه ارقام همه دارای پهنای یکسان هستند و مقدار فضای بین ارقام مناسب می باشد. نسبت به بسیاری از مجموعه فونتهای دیگر اعداد دیگر به مراتب خواناتر هستند. وزن یا ضخامت حروف با فونت تغییر می کند مثل



فاصله دید

فاصله دید یکی از متغیرهای اصلی برای تخمین اندازه نوشته است. دو فاصله دید اصلی فاصله دید نزدیک حدود نیم متر و فاصله دید پوستری حدود ۲ تا ۳ متری می باشد. مثلا در فاصله دید نزدیک یک نقشه کوچک در یک گزارش باید همان اندازه فونتی را داشته باشد که نقشه بزرگ در یک گزارش دارد. اندازه فونت بین ۱۲ تا ۱۴ پوینت برای نوشته اصلی و ۱۶ تا ۲۰ پوینت برای عنوان باید استفاده گردد.



۴ – ۲۱ – ضخامت حروف

ضخامت حروف به استفاده از نوشته معمولی یا پررنگ[۷۲] برای نشان دادن تفاوت های مرتبه ای اشاره دارد. نوشته پررنگ می تواند برای نشان دادن عوارض مهمتر یا بزرگتر استفاده شود. هنگامیکه سطوح چندگانه اهمیت برای عوارض نقشه وجود دارد، نوشته پررنگ می تواند تاکید بیشتر بر مهمترین عوارض داشته باشد. مثلا برچسب گذاری همه شهرهای اصلی با یک فونت پررنگ درحالیکه شهرهای فرعی با فونت معمولی و شهرهای کوچک با اندازه فونت کمتر می تواند انجام شود. پررنگ نمودن خوانایی نوشته ها با اندازه کوچک را افزایش نمی دهد. یک نوشته پررنگ ۲۲ پوینتی همانقدر در فاصله ۴ متری ناخوانا است که یک فونت معمولی ۲۲ پوینتی می باشد.

The Many Places of Roy Rogers
Cities and Towns in Roy Rogers' Westerns, Scaled by Number of Movie Mentions

[72] bold

در مثال نقشه زیر نوشته پررنگ برای شهرهای مرکزی و نوشته معمولی[۷۳] برای سایر شهرها استفاده شده است.

شکل : مثالی از وزن نوشته برای تفاوت گذاری بین شهرهای مهمتر و کم اهمیت تر

۴ – ۲۲ – مقدار نوشته

مقدار نوشته نیز می تواند برای نشان دادن تفاوت های مرتبه ای استفاده شود. مقدار به تیره یا روشن بودن نوشته (ارزش خاکستری نوشته) بدون درنظر گرفتن نوع رنگی که با آن کار می کنیم، اشاره می کند. مقدار بالاتر نوشته نشان دهنده نوشته روشن تر و مقدار پایین تر نشاندهنده نوشته تیره تر است. انتخاب مقادیر بالاتر و یا پایین تر برای عوارضی که بزرگتر یا مهمتر هستند به رنگ پس زمینه نقشه بستگی دارد. نوشته با مقادیر بالاتر بر روی پس زمینه های تاریکتر برجسته خواهد شد، در حالیکه نوشته با مقدار پایین تر بر روی پس زمینه های روشن تر برجسته می گردد. در مثال نقشه زیر بر روی شهرهای غیر مرکزی از طریق استفاده نمودن مقدار بالاتر نوشته برای برچسب های آنها عدم تاکید گردیده است.

[73] Roman or Normal

شکل : مثالی از مقدار نوشته استفاده شده برای تفاوت گذاری بین شهرهای مهمتر و کم اهمیت تر

۴ – ۲۳ – حروف بزرگ و کوچک

گاهی اوقات کارتوگرافها برای متمایز ساختن بین عوارض با اندازه های متفاوت از نوشته با حروف بزرگ استفاده می کنند. برچسب هایی که فقط با حروف بزرگ قرار گرفته اند بصورت دیداری از برچسب های با حروف مختلط برجسته می گردند. اما نوشته با حروف بزرگ برای خواندن از نوشته با حروف مختلط مشکل تر است برای اینکه حروف بزرگ ویژگیهای متمایز کننده کمتری از حروف کوچک دارند. بنابراین بصورت عمومی ایده خوبی است که در مصرف این ویژگی صرفه جویی کنیم.

شکل : مثالی از حروف بزرگ و کوچک برای تفاوت گذاری بین شهرهای مهمتر و کم اهمیت تر

در مثال بالا حروف بزرگ برای شهرهای مرکزی و حروف مختلط برای سایر شهرهای دیگر استفاده شده است.

همانند ویژگیهای اسمی نوشته، کارتوگرافها اغلب ترکیبی از چند ویژگی ترتیبی نوشته را برای تاکید نمودن بر تفاوتهای عوارض استفاده می کنند. در نقشه مثال زیر ترکیب

مقدار و وزن نوشته برای تاکید نمودن بر شهرهای مرکزی نسبت به سایر شهرهای دیگر استفاده گردیده است.

شکل : استفاده از چندین ویژگی ترتیبی نوشته (وزن و مقدار نوشته) برای تفاوت گذاری بین شهرهای مرکزی و غیر مرکزی

۴ – ۲۴ – قرار دادن نوشته بر روی نقشه

قرارگیری نوشته با استفاده نمودن از قابلیت مکانی نوشته برای تبادل اطلاعات با خواننده نقشه ارتباط دارد. اصل اساسی که قرار گرفتن نوشته بر آن اتکا دارد این است که مکان نوشته کمک می کند خواننده نقشه بفهمد نوشته به کدام عارضه وابسته است. در نقشه های پیچیده با عوارض و نوشته های زیاد، قرارگیری نوشته می تواند یک مسئله چالش برانگیز باشد. قرارگیری نوشته می تواند تا ۵۰٪ کل زمانی را که کارتوگراف به طراحی نقشه اختصاص می دهد را صرف می کند (وندایجک[۷۴] دیگران، ۲۰۰۱). بنابراین حیرت آور نیست که کارتوگرافها تلاشهای زیادی برای اتوماتیک سازی فرآیند قرارگیری نوشته از طریق بکاربردن تکنیکهای مختلف برای فرموله نمودن قواعدی که برای این کار با استفاده از الگوریتم ها و برنامه های کامپیوتری استفاده شده، صرف نموده اند و اخیرا گامهای بزرگی برای جایگذاری اتوماتیک نوشته ها برداشته شده است.

[74] Van Dijk

کارتوگراف سوئیسی ادوارد ایموف[۷۵] در مقاله اصلی خود در مورد قرارگیری برچسب چندین اصل عمومی برای تعیین موقعیت نامها بر روی نقشه ارائه نمود:

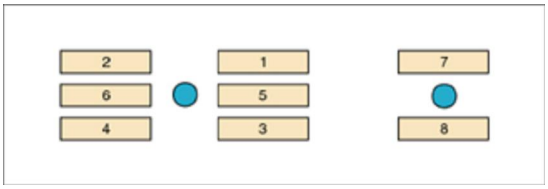
۱. نام باید خوانا باشد
۲. نام باید بصورت روشنی به نامی وابسته باشد که به آن اشاره می کند (یعنی نامها باید در یک موقعیت غیر مبهم قرار داده شود)
۳. تا جائیکه امکان دارد نباید هم پوشانی بین نامها و محتوای دیگر نقشه وجود داشته باشد
۴. نامها باید به خواننده نقشه کمک کنند تا درکی از توزیع مکانی عوارض نقشه و گسترش مکانی آنها بدست آورد (ایموف ۱۹۷۵/۱۹۶۲)

این اصول اساسی امروزه هنوز بوسیله کارتوگرافها استفاده می شوند هنگامی که با برچسب ها کار می کنند. اما قطعه مهم پیشنهاد ایموف که در مقاله خود فراهم آورد این است که "قاعده ای بدون استثناء وجود ندارد و به آن تاکید می کنم." (ایموف ۱۹۷۵/۱۹۶۲ صفحه ۱۲۹ تاکید اصلی). این استثناها هستند که کارتوگرافهایی که سعی می کنند برچسب گذاری را اتوماتیک کنند را با چالش مواجه می کنند.

قراردادن نوشته بطور صحیح برروی یا در کنار عوارض در نقشه اگرچه از طریق اتوماتیک سازی آن در GIS تا اندازه ای کمک شده اما کاری دشوار است. جایگذاری متن در کنار عوارض موجود در نقشه کاری مشکل و زمان بر است.

اولین تلاشها برای اتوماتیک نمودن قرارگیری برچسب بوسیله یوئیل[۷۶] (۱۹۷۲) توصیف شده بود. او در ابتدا با برچسب هایی برای عوارض نقطه ای کار کرد، و مجموعه ای از اولویت ها (در برخی از شکلها) برای قرار دادن برچسب ها تعریف کرد که امروزه در بسیاری از سیستم های اتوماتیک شده استفاده می شود. مکان ترجیح داده شده برای یک برچسب عارضه نقطه ای در سیستم یوئیل (همه عامل های دیگر برابرند) گوشه راست بالای عارضه، با سلسله مراتبی از اولویت ها با حرکت از موقعیت های گوشه ای تا موقعیت هایی که در یک خط با عارضه هستند، بود.

[75] Eduard Imhof
[76] Yoeil



شکل : پیشنهادات یوئیل برای اولویت های قرار گیری برچسب نقطه ای (بعد از یوئیل (۱۹۷۲))

از کار یوئیل، کارتوگرافها چندین سیستم دیگر برای اتوماتیک نمودن قرارگیری برچسب ها توسعه داده اند. این تلاشها شناسایی نموده اند که اغلب چندین معیار برای بررسی نمودن در هنگام قرار دادن برچسب شناسایی شده اند (یعنی اینکه آن چیزی که در یک زمینه بهترین است لزوما در همه زمینه ها بهترین نیست.). مثلا هافمن و کروملی[۷۷] (۲۰۰۲) یک سیستمی برای قراردادن برچسب های نقطه ای توصیف تمودند که از هردوی قیود (مثلا برچسب ها نباید با همدیگر یا با عوارض دیگر همپوشانی داشته باشند) و اهداف (مثلا قرار دادن برچسب ها در مکانهایی با اولویت بیشتر اگر امکان پذیر است) برای قراردادن برچسب ها استفاده می کرد. چایر[۷۸] (۲۰۰۰) سیستمی برای قرار دادن برچسب های عوارض خطی (نامهای خیابانها) توسعه داد که تعدادی موقعیت های ممکن (موقعیت های کاندید) برای برچسب تولید می کرد و سپس کاندیداها ارزیابی شده و بهترین آنها با استفاده از مدل ریاضی انتخاب می شدند. بالاخره، بارآلت[۷۹] (۲۰۰۱) سیستمی برای قرار دادن برپسب ها توسعه داد بطوریکه آنها به بهترین وجهی گسترش عارضه سطح را نشان می دادند (اصل ۴ ایموف در بالا را ببینید). او خاطر نشان کرد که بهبود برروی تلاشهای کارتوگرافها برای اتوماتیک سازی قرار دادن برچسب ها باید مشکل باشد اگر سیستم نتواند کیفیت راه حل های بالقوه مختلف با استفاده از همه معیارهایی که کارتوگراف باید استفاده نماید، را ارزیابی نماید. وندایجک و دیگران (۲۰۰۲) یک تابع کیفیت را توسعه دادند که قواعد سطح بالایی (یعنی اصول عمومی ایموف) که کارتوگرافها باید برای قرار دادن برچسب ها استفاده کنند را دخالت می داد که می تواند برای رتبه بندی کیفیت کلی راه حل های مختلف بالقوه قرارگیری برچسب برای یک نقشه استفاده شوند.

[77] Huffman and Cromley
[78] Chire
[79] Barrault

اما هنوز بخش بزرگی از کار برای سالها، اطمینان یافتن از این است که براستی جایگذاری اتوماتیک، نوشته را در جایی که انتظار داریم قرار داده است ، نوشته ای که نمی خواستیم حذف شود حذف نشده و نه موضوعات مشکل زای گوناگون دیگر ایجاد شده اند. متاسفانه هنوز زمان زیادی صرف می شود که نوشته ها به صورت دستی در کنار عوارض قرار گیرند بارعایت این نکته که نوشته ها با هم و یا با عناصر نقشه تداخل نداشته باشند.

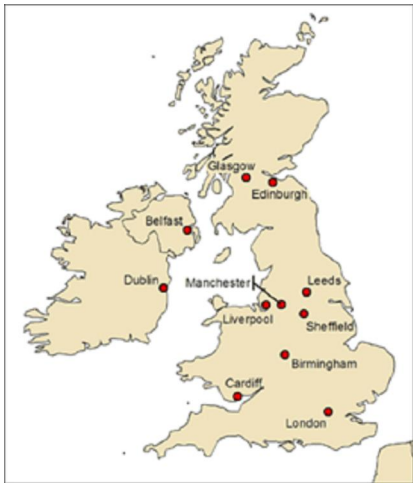
در مثال قرارگیری اتوماتیک شده برچسب نقطه ای زیر می توان دید که چندین (در واقع اغلب) برچسب ها یا با برچسب های دیگر و یا با عوارض دیگر نقشه (از قبیل نماد نقشه یا مرز پلیگون) ناسازگاری دارد.

شکل : نقشه نمونه با برچسب های نقطه ای قرار گرفته با استفاده از قرار دادن برچسب بصورت اتوماتیک

قرارگیری برچسب می تواند از طریق تنظیم نمودن موقعیت برچسب های بسیار بهبودی زیادی حاصل نماید. اما هنور برخی مسائل وجود دارند که اغلب بوسیله قیود جغرافیایی موجب شده که نمی توانند تعیین موقعیت با دقت را رفع نمایند (مثلا برچسب Liverpool در مثال زیر).

شکل : نقشه نمونه با قرار گیری برچسب های نقطه ای که با تغییرات انجام شده با دست بهبود یافته است.

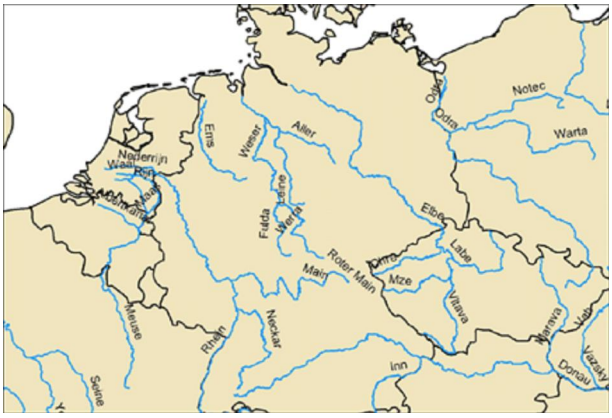
یک راه حل ممکن برچسب Liverpool تعیین مکان مجدد برچسب Manchester خارج از پلیگون است و استفاده از یک خط راهنما برای نشان دادن نماد نقشه ای که برچسب به آن اشاره می کند. سپس این تعیین موقعیت دوباره یک فضای به اندازه کافی بزرگ برای برچسب Liverpool ایجاد می کند (نقشه نمونه زیر را ببینید).



شکل : نقشه نمونه با استفاده از خط راهنما برای حل نمودن یک مسئله قرار گیری

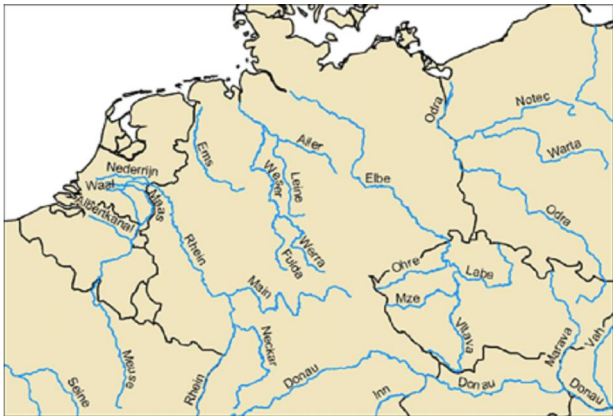
قرارگیری اتوماتیک برچسب برای برچسب های عوارض خطی شبیه مسائلی است که در مثال عارضه نقطه ای از قبیل ایجاد ناسازگاری با عوارض دیگر نقشه دیده ایم. اما، در

این حالت مسئله اضافه نمودن برچسب تکرار شده توسط کارتوگراف (یعنی مجموعه ای از برچسب ها را برای رودخانه های طولانی تر استفاده می کنیم) و تصحیح نمودن برچسب های وارونه را نیز داریم (شکل زیر را ببینید).



شکل : نقشه نمونه با برچسب های عوارض خطی قرار داده شده با قرار گیری اتوماتیک

الگوریتم های قرار دادن برچسب عوارض خطی در مورد قرار دادن برچسب ها در مکانهای منطقی بخوبی عمل نمی کنند. مثلا برچسب های عوارض خطی اگر در یک منطقه نسبتا مسطح در امتداد رودخانه قرار داده شوند برای خواندن توسط نقشه خوان راحت تر هستند (مثلا موقعیت برچسب Elbe رودخانه در مرکز نقشه زیر را با موقعیت آن در نقشه بالا مقایسه کنید). همچنین اگر برچسب ها در مکانی قرارداده شوند که به نقشه خوان درک بهتری از طول کلی رودخانه بدهد برای نقشه خوانها مفید تر هستند (مثلا خواننده می تواند نشانه ای از طول رودخانه را با تکرار نمودن برچسب ها بدست آورد همانگونه که در مورد رودخانه های Rhine یا Donau در نقشه زیر است). کارتوگرافها همچنین اغلب انحنایی به برچسب های خطی اضافه می کنند تا انطباق برچسب با خط را اصلاح کنند. (مثلا رودخانه های Maas یا Weser در شکل زیر را ببینید).



شکل : نقشه نمونه با برچسب های عوارض خطی اصلاح شده با تغییرات بصورت دستی

فاصله دادن بین حروف (تنظیم فاصله نیز نامیده می شود) برای رساندن اطلاعات در مورد اندازه های نسبی عوارض سطحی و خطی می تواند استفاده شود. عموما می خواهیم حروف برچسب عوارض سطحی را طوری فاصله بدهیم که روی اکثر سطح بگسترند. هنگامیکه نوشته ای دارید که می تواند به چند خط تبدیل شود، فاصله بین خطوط (leading نیز نامیده می شود) نیز می تواند برای نشاندادن گستره سطحی استفاده شود. به مانند عوارض خطی می توان برچسب ها را دوران داد و برچسب های انحنایی بر کمک به نشان دادن گستره سطحی استفاده نمود. توجه نمایید که در نقشه زیر اندازه های خیلی متفاوت نواحی در انگلیس ما را مجبور می نماید که هم اندازه و هم فاصله بین حروف را برای برچسب گذاری عوارض سطحی استفاده نماییم.

Small Area

Medium Area

Small Area

Large Area

Medium Area

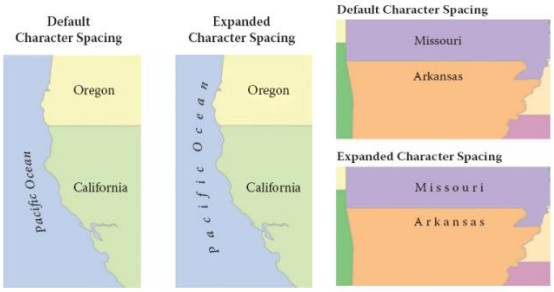
Large Area

شکل : نمونه هایی از فاصله حروف (چپ) و فاصله خطوط (راست)

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

شکل : نقشه نمونه با برچسب های عوارض سطحی قرارگرفته بصورت اتوماتیک

می توان نوشته مناطق وسیع مثل رشته کوهها، پهنه های بزرگ آبی مثل اقیانوس آرام با فونت های غیر خمیده و غیر اسکریپت و با حروف بزرگ طوری بروی رشته کوهها قرار داده می شوند که با ایجاد فاصله میان حروف نوشته در طول رشته کوه کشیده می شود. اما فاصله بین حروف نباید بیش از چهار برابر طول حروف باشد تا حروف از هم گسیخته (غیر مرتبط) به نظر نرسند. اگر فاصله بین حروف زیاد باشد فونت های serif راحت تر خوانده می شوند بطوریکه این نوع فونت چشمها را بطرف حرف بعدی می کشاند. شهرها و استانها می توانند بطور کلی با حروف بزرگ یا فقط با حروف ابتدایی بزرگ نام گذاری شوند. معمولا برای شهرها دارای اهمیت با جمعیت خیلی زیاد از حروف بزرگ استفاده می شود. حروف نامگذاری شهرها نباید خمیده باشند.



از طریق نام عوارض یا مناطق بزرگ در مرکز عارضه نشان داده می شوند. وقتی در یک سری از نقشه ها عارضه ای مثل رشته کوه، جنگل بزرگ ، دریاچه و غیره در بیش از

یک نقشه گسترش می یابد، توازن نام در مرز با استفاده از نوع حروف بطور طبیعی متراکم بطوری نشان داده می شود که نام کامل عارضه در سراسر نقشه خوانا باشد.
اگر عارضه بقدری بزرگ باشد که در یک یا دو برگ نقشه نتواند قرار گیرد، و ضروری باشد که منطقه نام گذاری شود، سپس نام ممکن است در هر برگ نقشه ای که مرز آن به مرکز منطقه نزدیکترین است نشان داده شود.

شکل : نقشه نمونه با قرار گیری اصلاح شده برچسب های عوارض سطحی

۴ – ۲۵ – قرار دادن نوشته بر روی صفحه بندی نقشه

البته کار قرار دادن نوشته بر روی صفحه بندی نقشه مثل عنوان، پنجره های نوشتاری و نوشته های حاشیه نقشه به مراتب آسانتر است. قواعد ساده ای که باید درباره نوشته های صفحه بندی رعایت شوند عبارتند از:

- اطمینان از اینکه همه نوشته ها با عناصر اطراف که شامل نوشته، نقشه ها و خطوط دیگر است تنظیم می شوند.
- متن توجیه شده در صفحه بندی پوستری استفاده نکنید. (متن توجیه شده سمت های چپ و راست مجموعه متنی را با حاشیه های چپ و راست تنظیم می کند و در نتیجه مقدار زیادی فضای اضافی بین کلمات ایجاد می کند.) به جای آن از متن

های توجیه شده در چپ استفاده کنید. (متن های توجیه شده در چپ با حاشیه سمت چپ تنظیم می شود اما در حاشیه سمت راست، با ثابت نگه داشتن فاصله بین کلمات، دندانه دار است.) فقط خواندن به سرعت متن توجیه شده از دوطرف بیش از حد دشوار است.

- فاصله بین خطوط در صفحه بندی بزرگتر را مضاعف کنید. داشتن فاصله بیشتر بین خطوط خواندن متن را آسان تر می کند.

عناصر متنی با هم را در یک قرار گروه قرار دهید. مثلا سه پاراگراف متنی ایجاد کنید که هر کدام از دیگری از طریق یک عنوان یا مقدار زیادی فضای سفید مجزا شده اند و این پارگرافها را با هم در سمت راست صفحه قرار دهید.

۴ – ۲۶ – جهت نوشته

هنگام قرار دادن برچسب ها یا هر عنصر متنی دیگر برروی یک نقشه مواقعی پیش می آید که بارزترین جهت نوشته (که جهت افقی است) امکان پذیر نمی باشد. شاید نیاز به قراردادن یک عنصر حاشیه ای برروی صفحه بندی مثل یک مسیر شبکه (مثلا \cartography\conference_poster\...) دارید و فضای کافی برای آن ندارید مگر اینکه آن را به زحمت بصورت عمودی در امتداد یک لبه صفحه قرار دهید. یا شاید دارید نهری را برچسب گذاری می کنید که به سمت بالای نقشه جریان می یابد. برای اینگونه از حالتها می توانید از دیاگرام زیر استفاده کنید.

جهت های قابل ترجیح بر حسب خوانایی با نوشته های تیره تر و جهت های متنی کمتر خوانا (و بنابراین کمتر قابل قبول) با نوشته به تدریج روشن تر نشان داده می شوند.

ملاحظه دیگر جهت متن قاعده سرانگشتی زیر است:
سعی کنید متنی را که بر روی حاشیه های عنصر نقشه می افتد به نحوی که بصورت داخلی به سوی مرکز نقشه به جای بیرونی مواجه می شود را تنظیم نمایید.
بنابراین مثلا رودخانه ای دارید که شمالی-جنوبی در طرف سمت راست بالای نقشه جریان می یابد. ناسازگاری وجود دارد که به موجب آن قواعد خوانایی با قاعده که بیان می کند که متن باید به طرف داخل مواجه شود در تضاد است. بهترین کاری که در وضعیت مثل این انجام می شود باید آگاهی از قواعد باشد و اطمینان از اینکه حداقل دو انتخاب آزمایش شده است.

۴ – ۲۷ – نام ها در نقشه های توپوگرافی

نقشه های توپوگرافی اغلب پایه ای برای سایر انواع نقشه ها می باشد. بنابراین انتخاب نامها و املای آنها باید با دقت انجام شود. نامهای زیر معمولا در نقشه های توپوگرافی یافت می شود:

- نامهای اداری (کشورها، استانها، بخش ها، شهرها)
- نامهای عوارض روی زمین و عوارض ساحلی
- نامهای کوهها، رشته کوهها و مناطق کوهستانی
- نامهای همه عوارض هیدروگرافی و یخچالها
- نامهای مناطق ساخته شده (شهرها، روستاهها و دهکده ها)
- نامهای نواحی
- نامهای عوارض مهم مثل نامها و شماره های راهها
- نامهای عوارض تنهای توپوگرافی

این نامها از نقشه های موجود، گزارشهای آماری، فرهنگهای جغرافیایی، اداره های ملی و محلی و ساکنین محلی جمع آوری می شود.

فصل هشتم

قطع بندی نقشه (ساختار نقشه)

۴ – ۲۸ – مقدمه

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

فصل نهم

کارتوگرافی به کمک کامپیوتر

۴ – ۲۹ – مقدمه

درکارتوگرافی به کمک کامپیوتر[80]کارتوگراف برای انجام فعالیت های کارتوگرافی خود از کامپیوتر کمک می گیرد که گاهی اوقات از واژه کارتوگرافی رقومی نیز برای این منظور استفاده می شود. برای استفاده از کامپیوتر در کارتوگرافی همه داده های مورد استفاده باید به شکل رقومی باشد و اولین نیاز این است که داده ها بر روی رسانه های ذخیره سازی مناسب کامپیوتری به فرمت و شکل مناسبی برای پردازش های بعدی قرار گیرند. یکی از روشهای استفاده برای انجام اینکار رقومی نمودن اسناد و مدارک گرافیکی است. البته با به کار بردن کامپیوتر بخشی از کارهای کارتوگرافی به صورت اتوماتیک انجام می شود و به همین دلیل در گذشته از واژه کارتوگرافی اتوماتیک برای این منظور استفاده می شده است که در حال حاضر منسوخ گردیده است. اهمیت اصلی کارتوگرافی به کمک کامپیوتر این است که کارتوگراف از کامپیوتر و وسایل پیرامونی آن مثل ترسیم کننده، چاپگر، اسکنر، دیجیتایزر و غیره استفاده می نماید.

[80] Computer Assisted Cartography(CAC), computer assisted map production, Digital cartography

در اوایل سال ۱۹۵۰ اولین تلاش های موفقیت آمیز برای تولید نقشه به وسیله کامپیوتر انجام شد و در اواسط ۱۹۷۰ تولید واقعی به کمک فنون کامپیوتری عملی شد و در اواخر سال ۱۹۸۰ کامپیوتر عملا جایگزین میزهای ترسیم در کارتوگرافی گردید و کارتوگرافی به کمک کامپیوتر جایگزین کارتوگرافی سنتی شد.

کامپیوتر ، وسایل پیرامونی کامپیوتر و برنامه های کامپیوتری ابزارهایی هستند که کارتوگراف را در اجرای وظایفی مثل طراحی نقشه، جنرالیزه نقشه، نمایش نقشه، تولید، انتشار وبایگانی نقشه کمک می کند.

توانایی هایی که یک نرم افزار مورد استفاده در سیستم کارتوگرافی به کمک کامپیوتر باید داشته باشد عبارت اند از:

۱- توانایی انتخاب داده
۲- توانایی نماد گذاری رقومی
۳- توانایی تولید نمادهای نقطه ای
۴- توانایی انجام الگوهای خطی و سطحی
۵- توانایی کار با حروف یا نوشته
۶- توانایی آماده سازی فایل برای ترسیم

توانایی انتخاب داده: گاهی از اوقات لازم است برای اهداف و منظورهای نمایش کارتوگراف قادر به استخراج عوارض خاصی از مجموعه داده ها باشد . عوارض انواع مختلفی از توصیفات مثل توصیفات گرافیکی ،توصیفات معنایی ، توصیفات توپولوژیکی و غیره دارد . براین اساس راه های بسیار متنوعی برای انجام استخراج اطلاعات بر اساس اطلاعات توصیفی دارند. همچنین عوارض دارای مکان هستند و کارتوگراف ممکن است نیاز به انتخاب عوارضی داشته باشد که در یک منطقه از نظر هندسی تعریف شده قرار گرفته اند . این منطقه ی از نظر هندسی تعریف شده را Window گویند .

یک window معمولا حداقل با دو نقطه در گوشه هایش تعریف می شود . نرم افزاهای کارتوگرافی برای انتخاب عوارض این امکانات زیر را در اختیار کارتوگراف قرار می دهند.

1- selection by Attribut
2- selection by Geometery

قابلیت نماد گذاری رقومی : صفحه نمایش دهنده گرافیکی که کارتوگراف می تواند برروی آن کار انجام دهد جایگزین میز ترسیمی گردیده که دارای صفحه بزرگی بوده و کاغذ ترسیم برروی آن قرار گرفته و ترسیم کننده می توانسته نقشه ای با جزئیات تولید نماید. بنابراین نرم افزار و سخت افزار برای ایجاد جزئیات باید قابلیت هایی مثل رنگ، شکل، الگو داشته باشد. صفحه نمایش دهنده به بزرگی میز ترسیم نمی باشد و طراح و سازنده نقشه مجبور است بزرگی نقشه را با ترکیبی از بزرگ نمایی-کوچک نمایی[۸۱] وحرکت بر روی نقشه[۸۲] انجام دهد.

قابلیت تولید نمادهای نقطه ای : نرم افزار باید امکان ایجاد و ذخیره سازی نماد های گرافیکی را داشته باشد. این کار می تواند از طریق دیجیتایز کردن یک نمونه گرافیکی یا به وسیله ترسیم محاوره ای[۸۳] با انجام کار بر روی صفحه نمایش دهنده انجام گردد.

برای ذخیره سازی نماد معمولا کتابخانه های[۸۴] نماد در نرم افزار وجود دارند که می توانیم نمادهای ایجاد شده را در این کتابخانه ها ذخیره کنیم.

قابلیت نمادهای خطی و سطحی : خط ها با استفاده از style و رنگشان از یکدیگر تفکیک می شوند . در نرم افزارهای کارتوگرافی باید امکان ایجاد خط با style و رنگ های مختلف وجود داشته باشد. الگوها یا پترن های سطحی ، شیوه های نمایشی هستند که به واسطه آن سطوح یا مناطق مشخص شده با الگویی از نماد های نقطه ای پوشیده می شوند . نماد نقطه ای مورد استفاده باید در کتابخانه نماد موجود باشد . روش دیگر تهیه الگو استفاده از هاشورهای متفاوت است. در روش سوم یک سطح یا یک منطقه می تواند با رنگ خاصی پر شود البته ترکیبی از رنگ، هاشور و الگو نیز می تواند برای پوشش یک سطح مورد استفاده قرار گیرد.

قابلیت کار با نوشته یا حروف: نوشته عنصر مهمی در طراحی نقشه است. بنابراین قابلیت های کامل کار با نوشته باید در نرم افزار موجود باشد. این قابلیت ها می تواند شامل قرار دادن نوشته ، دوران نوشته ، تغییر مقیاس نوشته ، تنظیم یک نوشته در

[81] Zoom in-zoom out
[82] pan
[83] interactive
[84] library

امتداد یک خط از قبل مشخص شده است. همچنین فونت های مختلفی برای نوشته باید در نرم افزار موجود باشد .

قابلیت آماده سازی فایل ترسیم : نرم افزاری است که برای تبدیل داده های انتخاب شده و نماد گذاری شده به یک فایل ترسیم که برای تولید یک نقشه کاغذی استفاده می شود. یک فایل ترسیم می تواند شامل دستورات ابزار ترسیم مانند دستورات زیر باشد:

Move to location 2 with pen down (ترسیم خط از نقطه ۱ تا ۲)

move to location 1 with pen up (بازگشت قلم به نقطه ۱ بدون ترسیم خط)

در حال حاضر تحلیل و نمایش داده در ارتباط با روابط مکانی آنها به سرعت در حال رشد است و کارتوگراف در این زمینه دو نقش دارد:

- به عنوان تهیه کننده نقشه به فرم کاغذی[۸۵] و رقومی[۸۶]
- به عنوان راهنما برای تهیه و توسعه برنامه های نرم افزاری کارتوگرافی که مورد استفاده غیر کارتوگراف ها می باشد.
- تعریف هدف و استفاده و محتوای نقشه،تعیین سیستم تصویر،دقت و مقیاس نقشه

۳ – ۳۰ –جمع آوری اطلاعات مکانی

جمع‌آوری اطلاعات مکانی یکی از مهمترین مراحل ایجاد نقشه می باشد. برای جمع‌آوری اطلاعات مکانی مورد نیاز منابع مختلفی وجود دارد که از آن جمله می توان به مواردزیر اشاره نمود :

- سنجش از دور
- فتوگرامتری
- اسناد و مدارک موجود

در ادامه به بررسی هریک از منابع اطلاعاتی فوق می پردازیم.

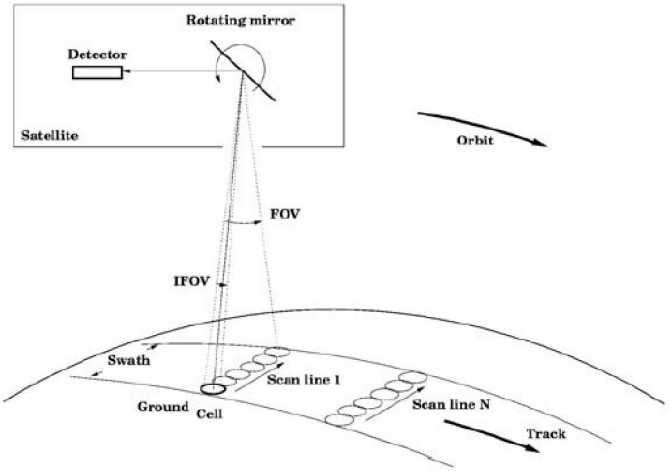
[85] analogue
[86] digital

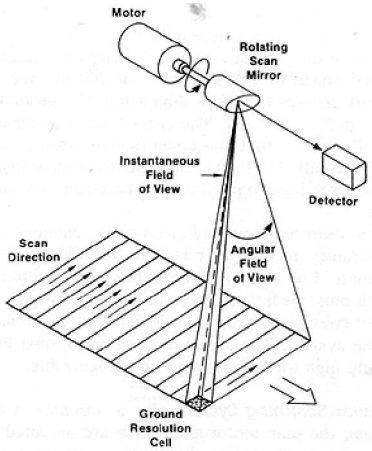
۳ – ۱ – ۱ – سنجش از دور

سنجش از دور یکی از جدید ترین علوم و تکنولوژیهای جمع‌آوری اطلاعات می باشد و وجود ماهواره‌های مختلف؛ با قدرت تفکیک های مکانی، طیفی، رادیومتریکی و زمانی متنوع، امکان تهیه تصاویر مناسب از هر نقطه از سطح زمین را فراهم نموده است. از این رو در عصر حاضر سنجش‌از دور به عنوان یک منبع مهم جمع‌آوری اطلاعات برای تهیه نقشه‌های مختلف مطرح می باشد.

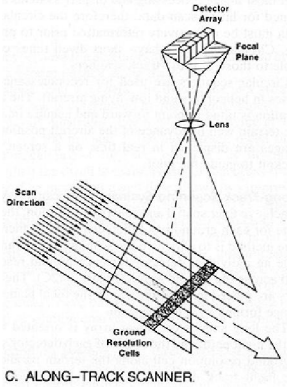
انرژی الکترومغناطیس بوسیله سنجنده هایی اندازه گیری می شوند که بروی یک سکوی ثابت و متحرک قرار گرفته اند. انواع مختلف سنجنده ها برای کاربردهای مختلف توسعه داده شده اند. عموما هواپیما و ماهواره برای حمل یک یا چند سنجنده استفاده می شوند. ترکیب سکو-سنجنده ویژگی های یک داده تصویری منتجه را مشخص می کند. مثلا هنگامیکه یک سنجنده خاص از یک ارتفاع بالاتر عمل می کند سطحی کلی تصویر شده افزایش می یابد درحالیکه سطح جزئیات قابل مشاهده کاهش می یابد.

از طریق اسکن کردن زمین انرژی الکترومغناطیسی را اندازه می گیرد. نتیجه اسکن داده رقومی تصویری است که واحد اصلی آن المان تصویری یا پیکسل است. همانطوریکه نام چند طیفی پیشنهاد می کند، اندازه گیریها برای گستره های مختلفی از طیف EM انجام می شود. سنجش از دور از سال ۱۹۷۲ وقتیکه اولین ماهواره پرتاب شد، استفاده شده است. بعد از دوربین هوایی رایج ترین سنجنده مورد استفاده است. دو نوع اسکنر چند طیفی اسکنرهای whiskbroom و اسکنرهای Pushbroom هستند که بر روی سکوهای هوابرد و فضابرد نصب می شوند.





A. CROSS–TRACK SCANNER.



C. ALONG–TRACK SCANNER.

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

انواع مختلف تصاویر ماهواره ای عبارتند از:

- تصاویر ماهواره ای IKONOS

از نقطه نظر هندسی این نوع تصاویر جهت تولید نقشه‌های خطی با مقیاس ۱: ۵،۰۰۰ مناسب می‌باشند.

- تصاویر ماهواره ای QuickBird

از نقطه نظر هندسی، این نوع تصاویر جهت تولید نقشه‌های خطی با مقیاس ۱:۲.۵۰۰ مناسب می باشند.

- تصاویر ماهواره ای IRS – 1C/1D

با توجه به دارا بودن قابلیت تصویر برداری استریو، امکان استخراج اطلاعات سه‌بعدی با استفاده از تصاویر این ماهواره وجود دارد و از نقطه نظر هندسی جهت تولید نقشه‌های خطی با مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰ مناسب می باشند.

- تصاویر ماهواره ای SPOT

امکان استخراج اطلاعات سه‌بعدی با استفاده از تصاویر این ماهواره وجود دارد و می توان از آن برای تهیه نقشه‌های خطی با مقیاس ۱:۵۰،۰۰۰ استفاده کرد.

- تصاویر ماهواره ای SPIN – 2

جهت تولید نقشه‌های مسطحاتی با مقیاس ۱:۱۰.۰۰۰ مناسب می‌باشند و علاوه بر قابلیت استخراج اطلاعات سه بعدی، جهت تولید نقشه‌های خطی با مقیاس ۱:۵۰.۰۰۰ مناسب می باشند.

- تصاویر ماهواره ای Landsat

این ماهواره از مهمترین ماهواره های منابع زمینی به شمار می‌رود

- تصاویر ماهواره ای RADARSAT

این ماهواره قابلیت تصویر برداری رادار را در هر شرایط آب و هوایی و در شب و روز فراهم‌می‌کنند.

به منظور استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، می‌بایست در ابتدا، یکسری عملیات بازسازی تصویر، انجام شود. به طورکلی مجموعه عملیاتی که به منظور بازسازی تصویر انجام می‌شود، به صورت زیر می‌باشند:

- حذف برفک
- تصحیح تابش‌سنجی
- تعیین مختصات نقاط کنترل
- تصحیح هندسی
- ترکیب تصاویر[87] مختلف
- کلاسه‌بندی[88] تصاویر (Classification)
- استخراج عوارض

۱ – ۱ – ۷ – فتوگرامتری (عکسبرداری هوایی)

استفاده از عکسهای هوایی و تکنیکهای فتوگرامتری یکی دیگر از راه‌های جمع‌آوری و تولید اطلاعات مکانی مورد نیاز می‌باشد.

در این روش، با توجه به بررسی های به عمل آمده از ارتفاع متوسط منطقه و نیز مقیاس مورد نیاز برای تهیه نقشه، ارتفاع پرواز و نوع دوربین تعیین می‌گردد. سپس با توجه به پوشش عرضی و طولی مورد نیاز برای تشکیل مدلهای مورد نیاز در پردازشهای فتوگرامتری، طرح پرواز مشخص می گردد. با ارائه طرح پرواز، هواپیمای عکسبرداری بر فراز منطقه به پرواز در می‌آید و مطابق دستورالعمل طرح پرواز شروع به عکسبرداری از منطقه مورد نظر می کند.

سیستم دوربین شامل لنزها و فیلم اغلب بر روی هواپیما برای عکسبرداری هوایی یافت می شود. ماهواره های در حال گردش در ارتفاع پایین و ماموریت های شاتل فضایی ناسا تکنیک های معمولی دوربین را بکار می برند. انواع فیلمهای قابل کاربرد در دوربین توان ثبت انرژی الکترو مغناطیس در گستره ۴۰۰ تا ۹۰۰ نانومتر را دارد.

عکس های هوایی برای گستره وسیعی از کاربردها استفاده می گردد. هندسه صلب و منظم عکس های هوایی در ترکیب با امکان به دست آوردن عکاسی استریو توسعه

[87] Data Fusion
[88] Classification

روشهای فتوگرامتری برای به دست آوردن مختصات دقیق سه بعدی را توانمند ساخته است.

تکنیک های کلاسیک فتوگرامتری و همچنین تفسیر عکس بصری به طور کلی از تصاویر عکسی ثبت شده هارد کپی استفاده می کنند که می تواند شامل نگاتیو های اصلی ، چاپ های مثبت یا دیاپوزیتوها باشند. سیستم های فتوگرامتری رقومی، و همچنین سیستم های اطلاعات جغرافیایی، نیاز به تصاویر عکسی رقومی دارند. امروزه عکسهای آنالوگ برای ذخیره و پردازش در سیستم های رقومی اسکن می شوند. اینکار می تواند توسط یک دستگاه اسکنر انجام شود که در بخش بعدی در مورد آن توضیح داده شده است.

۲ – ۱ – ۷ – سیستم تعیین موقعیت جهانی(GPS)

تکنیک سیستم تعیین موقعیت ماهواره‌ای جهانی (Global positioning System) برای جمع‌آوری اطلاعات مورد استفاده قرار می گیرند. GPS یک سیستم ماهواره‌ای است که توسط وزارت دفاع آمریکا طراحی و راه اندازی گردیده است. ماهواره های GPS به طور مستقیم سیگنالهایی را ارسال می کنند و گیرنده GPS با دریافت این سیگنالها و انجام یکسری پردازشها برروی آنها، قادر به محاسبه موقعیت، سرعت و زمان هر شئ متحرک، در هر نقطه از جهان خواهد بود. برای این منظور، حداقل سیگنالهای چهار ماهواره در هر زمان باید توسط گیرنده GPS، دریافت گردد.

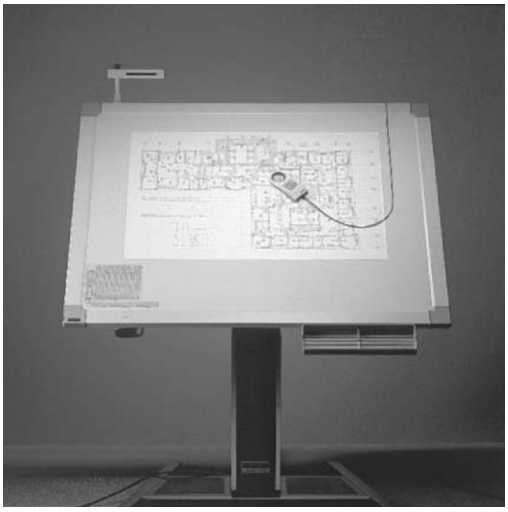
ماهواره های GPS دو سیگنال شامل موج حامل L1 و L2 را ارسال می کنند و اطلاعات مربوط به موقعیت ماهواره ای GPS (پیغام ناوبری) و اطلاعات مربوط به کدهای C/A و P بر روی امواج فوق مدوله‌شده و ارسال می‌گردند. تعیین موقعیت با استفاده از GPS بر حسب نوع کاربرد، دقت موردنظر و تجهیزات در دسترس، به روشهای مختلفی صورت می‌گیرد. روشهای موجود اندازه گیری با GPS، به دو دسته کاربردی اصلی نقشه‌برداری و ناوبری تقسیم می‌شوند.

۷ – ۲ – رقومی سازی اسناد و مدارک گرافیکی

وسایل پیرامونی که تبدیل سند گرافیکی را به داده های مکانی رقومی امکان پذیر می سازد رقومی کننده نامیده می شود . وسایلی که استفاده می شوند عبارتند از:

۱- دیجیتایزرهای دستی

یک دیجیتایزر دستی شامل صفحه ی دیجیتایز کننده است که سند گرافیکی یا نقشه بر روی آن قرار می گیرد و یک کرسر (چیزی شبیه موس کامپیوتر) دستی که آزادانه حرکت میکند با یک دستور الکترونیکی مختصات موقعیت کرسر بر روی صفحه دیجیتایزر می تواند در سیستم مختصات دیجیتایزر ثبت می شود.

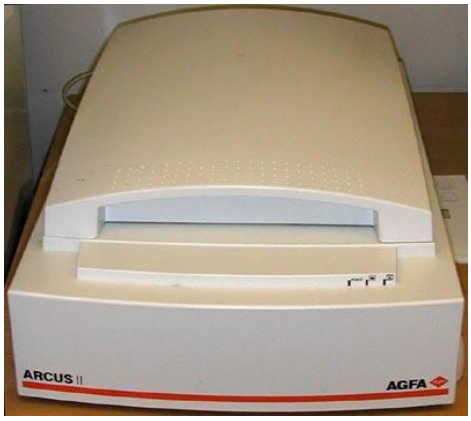


۲- اسکنرها

مولفه اصلی اسکنر یک سنسور است که به صورت خطوط موازی سیستماتیک سند گرافیکی را اسکن می نماید و مقدار نور بازتاب شده یا انتقال یافته (روشنایی) در مناطق کوچک نمونه برداری شده (پیکسل) توسط آشکار ساز اندازه گیری و سپس مقدار روشنایی به عنوان یک عدد رقومی (DN) در مقیاس مفروض ثبت می شود. در این روش محدوده نقشه به سلولهای منظم (پیکسل) تقسیم می گردد که تمام پیکسلها هم اندازه می باشند. شماره سطر و ستون هر پیکسل، نشان دهنده موقعیت عوارض و عدد رقومی یا مقدار (Value) پیکسل نمایانگر نوع شی یا شرایطی است که در آن موقعیت وجود دارد. در مدل رستر، عوارض به عنوان اشیاء مستقل شناسایی نمی‌شوند، بلکه به صورت گروهی از پیکسلها با شرایط خاص مشابه نمایش داده می شوند.

در مورد یک تصویر تک رنگ، یک اندازه گیری برای هر سطح پیکسل انجام می شود. در مورد یک تصویر رنگی ارزش های قرمز، سبز و آبی جداگانه اندازه گیری

می شوند. برای منظور های تجسمی ساده، یک اسکنر دفتری استاندارد را می توان مورد استفاده قرار داد، اما اگر عکس های رقومی در فتوگرامتری مورد استفاده قرار گیرد اسکنر با کیفیت بالای متریک لازم می گردد.



مواردی که در مورد اسکن کردن باید مورد توجه قرار گیرند، عبارتند از:

قدرت تفکیک اسکنر

در فرآیند اسکن، مرتبط ترین کار تنظیم اندازه دیافراگم اسکن کننده است که دانسیته اسکن یا قدرت تفکیک[۸۹] اسکنر نامیده شده و با واحد نقطه در اینچ (dpi و ۱ اینچ = ۲.۵۴ سانتی متر) بیان می شود. تنظیم dpi بستگی به جزئیات مورد نیاز برای کاربرد دارد و معمولا توسط اسکنر محدود می شود.

قدرت تفکیک اسکنر دفتری حدود ۶۰۰ نقطه در اینچ (۴۳ میکرومتر) می باشد در حالی که اسکنر فتوگرامتری ممکن است قدرت تفکیکی در حدود ۳۶۰۰ نقطه در اینچ (میکرومتر ۷) داشته باشد.

نوع نقشه (اپک یا ترانسپارنت) در انتخاب نوع اسکنر نیز تاثیر دارد .قدرت تفکیک اسکن عموماً با پله های 0.05 mm (یا حتی 0.025 mm) قابل انتخاب است. در اسکنرها این ضریب قابل تنظیم است و این مسئله نیاز به توجه بسیار دارد. قدرت تفکیک بیش از اندازه زیاد باعث طولانی شدن زمان اسکن و پردازش فایل رقومی شده، در حالی که قدرت تفکیک بیش از اندازه پایین سبب می گردد تا خطوط نازک قابل تفکیک نبوده و خطوط متراکم و به هم نزدیک نیز به طور جداگانه ثبت نگردند. به هر

[89] Resolution

حال تنظیم قدرت تفکیک نهایی به پیچیدگی عوارض و کیفیت خطوط در نقشه اسکن‌شده بستگی فراوان دارد. برای تعیین بهترین و مناسبترین قدرت تفکیک، یک قاعدهٔ عملی وجود دارد که عبارت است از:

قدرت تفکیک اسکن باید معادل نصف پهنای نازکترین خط و یا کمترین فاصله بین خطوط باشد.

مثال برای نگاتیو سیاه و سفید ۲۳ × ۲۳ سانتی متر،با اسکن ۶۰۰ نقطه در اینچ یک فایل با اندازه ۵۴۰۰ =۶۰۰ × ۹سطر و به همان تعداد ستون ها نتیجه می دهد.

با فرض این که ۱ بایت برای هر پیکسل استفاده شود (یعنی، ۲۵۶ سطح خاکستری وجود دارد)، فایل های به دست آمده نیاز به ۲۹ مگابایت از فضای دیسک دارند.

اندازه نقشه، عکس یا سند گرافیکی

اسکنر های معمولی که برای کارهای دفتری بکار برده می شوند، دارای قطع کوچکتر (A4) هستند و اسکنرهای با اندازه های بزرگتر (A0) نیز وجود دارند. اسکنر های کوچکتر می‌توانند برای اسکن نقشه‌های کوچک یا نقشه‌هایی که امکان قسمت کردن آنها به قطعات کوچکتر وجود دارد، مورد استفاده قرار گیرند.

هنگام اسکن کردن نقشه، باید از صافی و یکنواختی سطح نقشه بر روی صفحهٔ اسکنر مطمئن بود. اگر ابعاد نقشه از سطح اسکنر بزرگتر باشد، چاره ای جز تقسیم نقشه به قطعاتی با ابعاد کوچکتر وجود ندارد. این قطعات باید بعد از انجام اسکن به

صورت رقومی به هم متصل شوند، یا در مرحلهٔ زمین مرجع کردن این قطعات به صورت موزائیک در آیند.

حجم حافظه های جانبی

برای ذخیرهٔ فایلهای حاصل از اسکن و رنگی بودن و یا تک رنگ[۹۰] بودن نقشه. پرداختن به این مسایل از آن جهت حایز اهمیت است که سبب می شود تا از دستگاههای عمومی یا خاص اسکنر استفاده شود و این خود عامل تعیین کننده در هزینه رقومی سازی نقشه‌ها می باشد.

۳- صفحات نمایش دهنده محاوره ای[۹۱]

دیجیتایز کردن از روی صفحه نمایش دهنده نیاز به یک صفحه نمایش دهنده محاوره ای دارد که دنبال نمودن عوارض نقشه ی نمایش داده شده و جمع آوری مختصات آن را امکان پذیر می سازد، به وسیله ی اپراتوری اجرا می شود که کرسر روی صفحه نمایش دهنده را بر روی نمایش رستری نقشه از قبل اسکن شده توسط اسکنر قرار می دهد.

۷ – ۳ – روشهای رقومی سازی

عمل رقومی سازی با استفاده از دستگاههای مختلف و به روشهای متنوعی انجام می‌پذیرد که هر کدام از این روشها دارای ویژگیهای خاص نرم افزاری و سخت افزاری مخصوص خود می‌باشند. عموماً چهار روش رقومی سازی برداری وجود دارد که عبارتند از:

- رقومی‌سازی با استفاده از اسکنر[۹۲]
- رقومی سازی دستی با استفاده از میز دیجیتایزر[۹۳]
- رقومی سازی از روی صفحه نمایش کامپیوتر[۹۴]
- تبدیل نیمه خودکار و یا خودکار رستر به بُردار

[90] Monochrome
[91] Interactive
[92] Scanning
[93] Manual digitizing
[94] Head-up digitizing, On-screen digitizing

۷ – ۴ – رقومی‌سازی با استفاده از اسکنر

دیجیتایز کردن یکی از گلوگاه های اصلی در تهیه نقشه به کمک کامپیوتر می باشد .این کار زمان بر بوده نیاز به کار شدید دارد مستعد خطا است و هزینه بر می باشد . دیجیتایز کردن از طریق اسکن برای غلبه بر این مشکلات می تواند انجام شود . بعلاوه در روش رقومی سازی از روی صفحه نمایش کامپیوتر، لازم است ابتدا با استفاده از رقومی سازی به روش اسکنر ، نقشه به فرم رستری تبدیل شود.

در روش رقومی‌سازی با استفاده از اسکنر اسناد گرافیکی به صورت اتوماتیک به داده های رقومی تبدیل می شوند اما اجرای استخراج، ساختار دهی و اتصال اطلاعات توصیفی به انواع عوارض گوناگون به صورت اتوماتیک مخصوصا هنگامی که مدرک ورودی مدرک ساده ای نباشد بسیار مشکل است. در حقیقت در این روش یک کپی رقومی از اصل سند بدست می آید.

این روش نیاز به یک اسکنر دارد که از یک منبع نور که یک مکانی را(pixel) بر روی سند منبع روشن می کند و یک سنجنده که شدت نور عبوری منعکس شده را در آن مکان اندازه گیری می کند تشکیل شده است .

در این روش، نقشه، عکس یا سند گرافیکی درون دستگاه اسکنر[۹۵] عموماً با قطع بزرگ، قرار گرفته و منبع نور و سنجنده سند را اتوماتیک وار به صورت رشته ای از خطوط موازی قطع می کنند و نور عبوری یا منعکس شده را اندازه گیری و ثبت می نمایند و بنابراین سند به آرایه یا ماتریس از پیکسل ها تبدیل می شود و بعد از اسکن شدن، به صورت فایلی با فرمت رستری[۹۶] در کامپیوتر ذخیره می گردد.

استفاده از این روش نیازمند وجود نقشه‌هایی با کیفیت مناسب، چه از لحاظ گرافیک عوارض و چه از لحاظ خود نقشه برای قرارگیری در دستگاه اسکنر است.

۷ – ۵ – رقومی سازی دستی با استفاده از میز دیجیتایزر

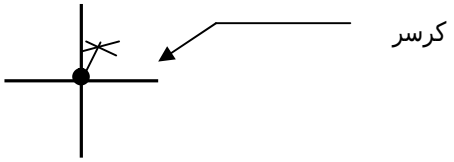
در روش رقومی سازی دستی با استفاده از میز دیجیتایزر ردیابی دستی همه عناصر گرافیکی با کمک یک کرسر دستی انجام می شود. این روش یک روش طاقت فرسا از نظر عامل رقومی کننده می باشد. در روش های رقومی سازی دستی یا رقومی سازی از روی صفحه نمایش دهنده نتیجه بصورت برداری ثبت می شود .

در این روش عوارض بر روی نقشه که بصورت نقطه ای خطی و یا سطحی هستند بصورت زیر رقومی می شوند:

[95] Scanner
[96] Raster

- رقومی سازی عوارض نقطه ای

معمولاً عوارض نقطه‌ای برروی نقشه با سمبلهای نقطه‌ای نمایش داده می شوند. به عبارت دیگر مسئله اصلی در رقومی سازی این نوع عوارض این است که انتخاب نقطه در کجای سمبل صورت گیرد. (شکل زیر) این موضوع بایستی در مرحله پیش پردازش اسناد و مدارک انجام بپذیرد.



شکل : رقومی سازی عوارض نقطه‌ای

- رقومی سازی عوارض خطی

در نقشه‌ها بیشترین حجم رقومی سازی مربوط به عوارض خطی می باشد. دو مُد برای رقومی سازی خطوط وجود دارد:

- مد نقطه‌ای [۹۷]
- مد پیوسته[۹۸]

در مُد نقطه‌ای، عامل نقاطی را با قرار دادن علامت کرسر[۹۹] برروی آنها انتخاب میکند که در آنها خط جهت خود را تغییر عمده ای داده باشد (به این نقاط اصطلاحاً نقطه برگشت[۱۰۰] یا راس[۱۰۱] گفته می شود) و با فشار کلید کرسر یا ماوس مختصات آن نقاط ثبت می گردد. (شکل زیر) قطعه خط بین دو ثبت متوالی نقاط یک پاره‌خط مستقیم فرض میگردد، مگر آنکه کمان منحنی یا گونه دیگر منحنی، توسط نرم افزار پیش بینی شده باشد. عوارض خطی که خطوط

[97] Point mode

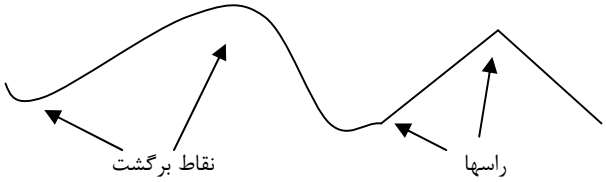
[98] Stream mode

[۹۹] Cursor در این حالت کرسر می تواند واقعی باشد. همانگونه که در میزهای دیجیتایزر وجود دارد ، و یامجازی باشد ، مانند حالتی که در نرم افزارهای CAD و سیستمهای رقومی سازی از روی صفحه تصویر کامپیوتر وجود دارد و معمولاً به شکل ٌ+ٌ می باشد .

[100] Turning point

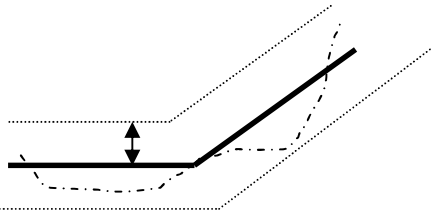
[101] Vertex

مستقیم در آنها زیاد است (جاده ها، رودخانه ها، خطوط انتقال نیرو، کابلهای زیرزمینی و...) در این مُد رقومی می‌گردند.



شکل : رقومی سازی عوارض خطی

در مُد پیوسته، عامل عارضه خطی را به طور پیوسته و دقیق با کرسر دنبال می کند. نقاط به طور خودکار ذخیره شده و عامل از نحوه و زمان ثبت نقاط خبر ندارد. عامل تنها باید پارامترهای مربوط به نحوه ثبت نقاط را از قبل تنظیم نماید. ثبت نقاط می تواند تابعی از یک زمان ثابت [۱۰۲] یا یک فاصله ثابت [۱۰۳]باشد. سیستمهایی که در آنها مُد رقومی‌سازی وجود دارد، معمولاً مفهوم میزان تلرانس مد پیوسته[۱۰۴] را نیز پشتیبانی می‌کند. در این حالت نقطه در مسیر خط به شرطی ثبت میگردد که از تلرانس فاصله تعیین شده از خط مستقیم خارج شده باشد. (شکل زیر)


شکل : استفاده از تلرانس در عملیات رقومی سازی عوارض خطی

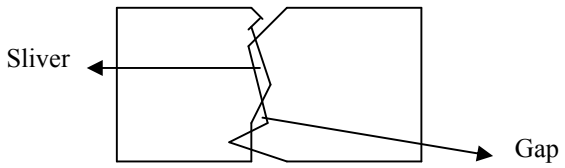
از مُد نقطه‌ای بیشتر برای خطوطی که در آنها نقاط برگشت نسبتاً آشکار است، مانند خطوطی که از پاره خطهای بلند تشکیل شده اند و یا در آنها قوسهای دایره ای و یا سهمی وجود دارد، استفاده می‌شود. در حالتی که خطوط دارای نقاط برگشت زیاد بوده و تابع نظم خاصی نباشند، از مُد پیوسته استفاده می شود. در این حالت سرعت رقومی‌سازی بطور قابل ملاحظه ای افزایش می یابد. برای مثال برای رقومی سازی

[102]Stream time
[103]Stream distance
[104]Stream tolerance

منحنی میزانها از مد پیوسته استفاده می گردد، چون سرعت رقومی‌سازی آنها در مد نقطه‌ای بسیار پایین است، هرچند دقت رقومی سازی در مد نقطه ای، به واسطه توقف کرسر در نقاط برگشت، بیشتر است.

- رقومی سازی عوارض سطحی

رقومی سازی پلیگونها (عوارض سطحی) در واقع رقومی سازی خطوط مرزی پلیگونهاست. رقومی کردن مرز پلیگونها از همان قواعد رقومی سازی عوارض خطی، که در بخش قبلی بدان پرداخته شد، تبعیت می کند. مسئله اضافه برآن در اینجا، وجود مرز مشترک بین دو پلیگون است که در تشکیل هر دو پلیگون سهم دارد. روال معمول در این خصوص آن بوده است که خط مرزی هر پلیگون رقومی شده و آن پلیگون بسته شود. این قضیه باعث می شود تا مرز بین پلیگونها دو بار رقومی شده و زمان زیادی صرف گردد. علاوه برآن رقومی سازی دوباره مرز بین پلیگون‌ها، خطاهایی را به وجود می آورد که اصطلاحاً به آنها Sliver و Gap گفته می شود. علت این خطاها عدم توافق و تطابق دقیق دو خطی است که در اثر دوبار رقومی سازی مرز مشترک بین پلیگونها بوجود می‌آیند(شکل زیر).

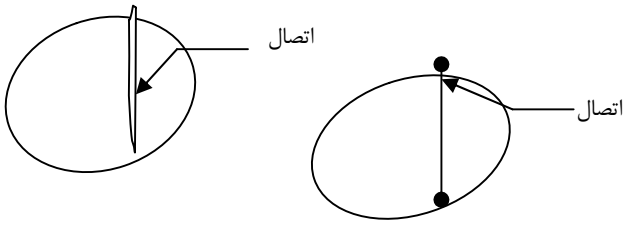


شکل : خطاهای Sliverو Gap

برای احتراز از این خطاها بهتر است که مرز پلیگونها تنها یک بار رقومی گردند و بستن پلیگونها و ایجاد عوارض سطحی را به نرم افزارهای مربوطه واگذار نمود. عامل باید در ابتدا تمام نقاطی که سه خط مرزی یا بیشتر در آن به هم می رسند (اتصالات[۱۰۵])راشناسایی‌نماید. سپس خطوط مرزی (لبه ها[۱۰۶]) باید به گونه ای رقومی گردند تا اتصالات در ابتدا و انتهای این خطوط قرار گیرند(شکل زیر). لبه ها را می‌توان

[105] Junctions
[106] Edges

به واحدهای کوچکتری تقسیم نمود، ولی باید در نظر داشت که هر واحد نمی تواند از یک اتصال فراتر رود.



شکل : رقومی سازی مرز مشترک عوارض سطحی مجاور

نقاط اتصال جایی است که ۳یا بیشتر قطعه خط محدوده به هم دیگر می رسند . قطعات خطوط محدوده یا لبه ها باید به گونه ای دیجیتایز شوند که اتصالات یا نقاط اتصال ،نقاط شروع و انتهای این خطوط باشند پس از اینکه لبه های پلیگون ها تولید شدند سه روش برای تشکیل پلیگون ها استفاده می شوند .

۱. تشکیل محاوره ای پلیگون ها
۲. تولید پلیگون با استفاده از پلیگون های سمت چپ و راست
۳. تشکیل اتوماتیک پلیگون ها

در صورت استفاده از برنامه‌های پشتیبان برای بستن پلیگونها نیازی به تشکیل پلیگونها به صورت دستی نمی باشد و این کار به صورت خودکار انجام می گردد. تنها لازم است که تمامی لبه ها رقومی گردند.

۷ – ۶ – رقومی سازی از روی صفحهٔ نمایش کامپیوتر

رقومی سازی از روی صفحه کامپیوتر[۱۰۷] بسیار مشابه روش رقومی سازی با استفاده از میز دیجیتایزر است. در این روش، ابتدا لازم است نقشهٔ کاغذی توسط دستگاه اسکنر به فایل رستری تبدیل گردد. ملاحظات مربوط به این کار قبلاً در بخش رقومی سازی با استفاده از دستگاه اسکنر بیان گردیده است. مهمترین وجه تمایز بین این دو روش این است که در روش رقومی سازی از روی صفحه کامپیوتر، بعد از اسکن شدن نقشه، رقومی‌سازی آن در یک محیط نرم‌افزار گرافیکی (به وسیله نمایش برروی صفحه

[107] On Screen Digitising

کامپیوتر) شروع می گردد. مزیت این روش به کارگیری سرعت بالا در اسکن کردن نقشه و تهیه کپی رقومی آن و استفاده از آگاهی عامل انسانی در تفسیر عوارض روی نقشه است.

همان طور که گفته شد ابتدا باید نقشه اسکن شود. محصول اسکن نقشه، یک فایل کامپیوتری با فرمت رستری است. حال می توان نقشه را بر روی صفحه کامپیوتر و با استفاده از نرم‌افزارهای مخصوص نمایش داد. از قابلیتهای معمول این نرم افزارها، بزرگنمایی و پن کردن[۱۰۸] صفحه تصویر است. این قابلیتها به عامل کمک می کند تا فایل رقومی مربوط به خروجی اسکن را به طور کامل ببیند.

یکی از قابلیت ها نمایش و کار همزمان داده های رستری (فایل خروجی اسکن) و داده‌های برداری(المانهای ترسیم شده توسط عامل) است. قابلیتهای دیگر شامل امکانات ویرایشی محاوره‌ای مانند رنگ، ضخامت خط، نوع خط، فونت، انتخاب و اصلاح لایه اطلاعاتی، کپی، تولید خطوط موازی، تولید سمبول و نماد[۱۰۹]، عمود کردن خطوط برهم، اسنپ کردن، امتداد دادن[۱۱۰] خطوط، حذف تمام یا جزیی از المان، متن‌گذاری، دوران و...، می باشد. بدین ترتیب وظایف رقومی سازی و ویرایش و اصلاح داده ها در یک مرحله انجام می گیرند.

[108]Panning
[109]Cell
[110]Extending

از قابلیتهای این روش می توان به موارد زیر اشاره کرد:

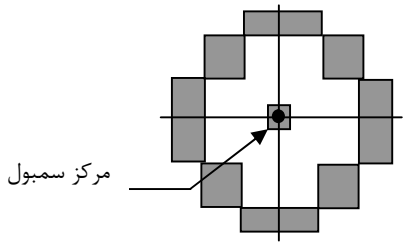
- راحتی ؛ قابلیت دید مستقیم عامل بر هر آنچه که دیجیتایزر انجام می‌دهد.
- دقت؛ بزرگنمایی امکان می دهد تا مرکز دقیق خطوط بهتر از روش استفاده از میزدیجیتایزر رقومی شوند.
- سرعت ؛ مراحل رقومی سازی و ویرایش و اصلاح در یک زمان انجام می‌شوند.

در رابطه با رقومی سازی از روی صفحه نمایش کامپیوتر موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد.

- استخراج عوارض

برروی نقشه‌های موجود، عوارض نقطه‌ای، خطی و سطحی دیده می شوند. استخراج عارضه عبارتست از شناسایی و تعیین آن که هر پیکسل به چه نوع عارضه ای متعلق است و سپس از مجموعه پیکسلهای شناسایی شده عارضهٔ مورد نظر استخراج شود.

عوارض نقطه‌ای معمولاً به وسیله سمبولهای نقطه‌ای نمایش داده می شوند . استخراج این نوع عوارض شامل دستهٔ کوچکی از پیکسلهایی است که سمبول خاص عارضه را تشکیل می دهند. در رابطه با عوارض نقطه‌ای، نقطهٔ مرکزی سمبول برای رقومی سازی انتخاب شده و نماد مربوطه در فرم برداری در آن نقطه قرار داده می‌شود (شکل زیر).

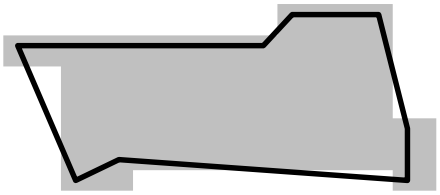


شکل : استخراج عوارض نقطه‌ای

پیکسلهایی که بخشی از یک خط را تشکیل می دهند به دسته پیکسلهایی تعلق دارند که عرض آنها بسیار باریکتر از طول آنها بوده و بنابراین از این طریق قابل شناسایی هستند. پس از آن، این دسته از پیکسلها باید در حد خط محوری خود تصویر شده و سپس بُرداری گردد. این عمل با قراردادن یک متوازی الاضلاع فرضی به دور دسته پیکسلها و سپس تعیین محور میانگین آن امکان پذیر است (شکل زیر) .

شکل : استخراج عوارض خطی

زمانی که یک عارضه سطحی توسط یک دسته پیکسل توپر نمایش داده می شود، باید خط‌مرزی آن شناسایی و استخراج گردد . شناسایی و استخراج خط مرزی یک عارضهٔ سطحی مشابه استخراج یک عارضهٔ خطی است(شکل زیر) .



شکل : استخراج عوارض سطحی

- ساخت خطوط

نکته حائز اهمیت در بُرداری کردن[۱۱۱] مجموعه پیکسلها ، شناسایی صحیح عوارض بر طبق لیست عوارض است . عامل باید با شناخت عوارض آنها را تفکیک نموده و در لایهٔ اطلاعاتی مربوط به خود قرار دهد.

۷ – ۷ – تبدیل خودکار یا نیمه خودکار رستر به بُردار

در روش رقومی سازی اتوماتیک یک نرم افزاربه صورت کاملا اتوماتیک بدون دخالت عامل انسانی به صورت برداری نقشه را رقومی می کند. نمونه ای از این نوع نرم افزارها R2V می باشد. در روش نیمه اتوماتیک کار رقومی کردن به وسیله نرم افزار و با همکاری عامل انسانی انجام می شود.

بنابراین، ابتدا لازم است نقشهٔ کاغذی توسط دستگاه اسکنر به فایل رستری تبدیل گردد. ملاحظات مربوط به این کار قبلا در بخش رقومی سازی با استفاده از دستگاه اسکنر بیان گردیده است. در این روش نیز هدف نهایی تبدیل عوارض از فرم رستری به فرم برداری می باشد. البته در این مرحله با استفاده از نرم افزارهای مربوطه این عمل انجام می‌شود. برنامه های موجود در این نرم افزارها کار تشخیص دسته های پیکسلی

[۱۱۱] اصطلاحاً به رقومی سازی عوارضی که به صورت مجموعهٔ پیکسلها در فایل رستری موجودند ،ً برداری کردن عوارض ً نیز اطلاق می‌شود.

که تشکیل یک عارضهٔ مستقل را می دهند، به عهده دارند. بر اساس پارامترهای از پیش تنظیم شده در این برنامه‌ها، ابتدا این دسته پیکسلها تفکیک گردیده و سپس بسته به نوع عارضهٔ تشخیص داده شده، مرکز آنها به یک سمبول تبدیل می گردد (عوارض نقطه ای)، یا محور آنها برداری شده (در مورد عوارض خطی) و یا مرز آنها به وسیله خطوط به بردار تبدیل می گردند.

واضح است که تبدیل رستر به بردار در این برنامه ها به صورت خودکار و تنها با پیش تنظیم پارامترها توسط عامل انجام می گردد. میزان دخالت عامل در پردازش این برنامه‌ها، بسته به ضریب هوشمندی آنها، اندک است. به بیان دیگر هر چه هوشمندی برنامهٔ تبدیل رستر به بردار بیشتر باشد، میزان دخالت عامل کمتر می باشد. البته در بعضی از موارد لازم است که برنامه به صورت محاوره ای از عامل کسب تکلیف نماید. چه بسا در این گونه موارد انجام خودکار تبدیل رستر به بردار باعث پدیداری اشکالاتی شود که کشف و رفع آنها نیازمند زمانی به مراتب بیشتر از تبدیل دستی باشد. در بعضی از نرم افزارها برنامه های نیمه خودکار برای تبدیل رستر به بردار پیش بینی شده است. حسن این برنامه‌ها در این است که تا آنجا که نیاز به دخالت و تصمیم‌گیری عامل ندارند کار را به صورت خودکار پیش می‌برند و هرجا که نیاز به دخالت عامل باشد، متوقف شده و منتظر تصمیم گیری و ورود فرمان عامل می شوند در این صورت در اجرای کار خطایی پیش نخواهد آمد. نکتهٔ حائز اهمیت در برنامه های نیمه خودکار، قابلیت انطباق داده های رستری و برداری است. به طوری که عامل بتواند با تطابق بردارها روی داده‌های رستری از درست انجام شدن کار اطمینان حاصل نموده و روند پیشرفت کار را کنترل کند.

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

فصل دهم

جنرالیزاسیون نقشه

۴ – ۳۱ – تعریف و ضرورت جنرالیزاسیون

تمام پدیده های روی زمین را نمی توان عیناً برروی نقشه آورد، چون فضای نقشه محدود است و نمایش عوارض بر روی نقشه با ابزار و عناصر گرافیکی انجام می گردد که همین کار نیز به محدودیت ارائه بر روی نقشه می افزاید. کاهش مقیاس از نقشه منبع به یک نقشه هدف منجربه رقابتی برای فضای میان عوارض نقشه شده که این رقابت بوسیله دو اثر انباشته موجب شده که عبارتند از:

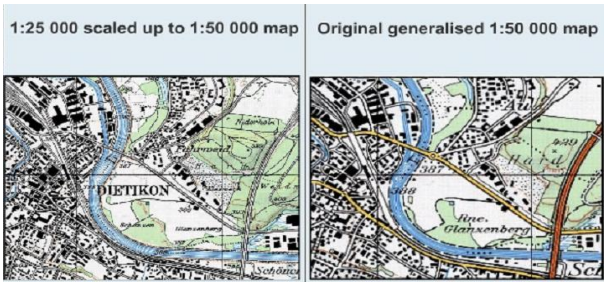
در یک مقیاس کاهش یافته، فضای کمتری بر روی نقشه برای قرار دادن نمادهای نمایش دهنده نقشه موجود است، در حالیکه همزمان، اندازه نماد نسبت به زمینی که نماد پوشش می دهد افزایش می یابد برای اینکه روابط اندازه و خوانایی حفظ گردد.

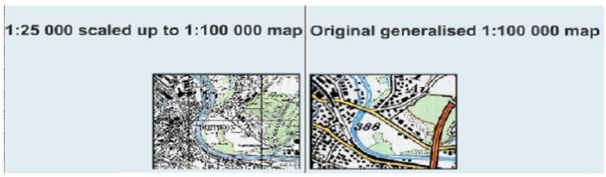
بنابراین محدودیت فضای موجود بر روی نقشه و محدودیت نمایش گرافیکی موجب می گردد برای ارائه اطلاعات بر روی نقشه از جنرالیزاسیون استفاده گردد.

انجمن بین المللی کارتوگرافی جنرالیزاسیون نقشه را بصورت "انتخاب و نمایش ساده شده جزئیات متناسب با مقیاس و /یا هدف نقشه" تعریف می کند. بطور عمومی تر هدف جنرالیزاسیون تامین اطلاعات در سطحی از محتوا و جزئیات است که با اطلاعات لازم برای استدلال صحیح جغرافیایی مطابقت داشته باشد. در سالیان گذشته

جنرالیزاسیون خودکار نقشه پیشرفت های قابل ملاحظه ای کرده است. فرآیند جنرالیزاسیون ابزاری کاملا" ضروری و توانمند برای اطلاعات مکانی است که امروزه در کارتوگرافی و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده می شود.

شکل های زیر نشان دهنده تفاوت های میان نقشه ها برای شناخت ضرورت بهترجنرالیزاسیون درکارتوگرافی می باشد.





برای انجام جنرالیزاسیون باید بدانیم که چه نیازهایی را می خواهیم برطرف کنیم. برای انجام جنرالیزاسیون اطلاع از تراکم، تنوع و توزیع اطلاعات مکانی و جغرافیایی ضروری می باشد. برای نمایش اطلاعات مکانی جنرالیزه شده دانستن قوانین و قواعد برای

نمایش اطلاعات به صورت خوانا بر روی نقشه به منظور درک و فهم آن لازم می باشد. همچنین زمان لازم برای انجام جنرالیزاسیون و روش های انجام آن (مثل جنرالیزاسیون دستی، اتوماتیک یا نیمه اتوماتیک) و مقیاسی کوچکتر از مقیاس نقشه اولیه از جمله ورودیهای مهم برای انجام فعالیتهای جنرالیزاسیون می باشد.

۴ – ۳۲ – عوامل کنترل کننده جنرالیزاسیون

مقیاس نقشه تنها عاملی نیست که جنرالیزاسیون نقشه را تحت تاثیر قرار می دهد. مشخصه های نقشه یکی از عوامل کنترل کننده جنرالیزاسیون می باشد. وقتی که به یک نقشه نگاه می کنیم که نمایش دهنده منظره ای بر روی یک نقشه توبوگرافی یا الگو یا توضیحی بر روی نقشه موضوعی باشد ، یک احساس دیداری از عوارض نمایش داده شده بر روی آن نقشه خواهیم داشت.

در یک نقشه توپوگرافی ممکن است منظره ای را ببینیم که دارای عوارض بزرگی است مثل راه هایی با طول بلند ، سکونت گاه های پراکنده و یا مزارع بزرگ. در یک نقشه موضوعی ممکن است تغییراتی را در چگالی جمعیت مشاهده نموده و یا در یک نقشه خاک ممکن است پوششی از انواع خاک ها مشاهده شود. همه این مثالهای ذکر شده مشخصه های تصویر نقشه است، که به وسیله مشخصه های هر عارضه یعنی شکل هندسه یا الگوی هر عارضه تعین می شود، این ویژگی ها برای کاربر نقشه مهم است.

در یک نقشه توپوگرافی این مشخصه ها باعث می شود که کاربر بتواند یک جهت یابی یا شناسایی خوبی در میدان داشته باشد، پس هنگامی که یک نقشه جنرالیزه می شود بسیار مهم است که مشخصات نقشه حفظ شود مگر اینکه سازنده نقشه بنابر دلایلی قادر به نگهداری مشخصات یک یا چند عارضه برروی نقشه نباشد.

هدف نقشه بطور مساوی و شاید حتی بیشتر مهم است. یک نقشه خوب باید بر روی اطلاعاتی تمرکز کند که برای مخاطبان مورد نظر آن ضروری است. بنابر این نقشه ای برای دوچرخه سواران یک انتخابی از راهها را مورد تاکید قرار می دهد که متفاوت از نقشه ای می باشد که هدف آن رانندگان ماشین است. هدف نقشه همچنین مستقیما انتخاب مقیاس مناسب را تحت تاثیر قرار می دهد بصورتی که فرایندها و پدیده های مکانی باید در سطحی مورد مطالعه قرار گیرند که در آن سطح مرتبط ترین هستند.

اطلاعات مرتبط با کاربر نسبت به اطلاعات اضافی دیگر از اهمیت بسزایی برخوردار است. عامل اهمیت در نقشه ها دارای سطوح مختلف است. اولین سطح هدف از نقشه و منظور از نقشه است. یک نقشه با هدف خاص مثل نقشه راه از قبل نشان می دهد که چه دسته هایی از عوارض کم تر یا بیشتر مهم هستند. مثلاً در نقشه راه کلاس راه ها کم ترین جنرالیزه را خواهد داشت برای اینکه بیش ترین اهمیت را برای پیدا کردن راه از روی نقشه دارند در حالی که موضوعات دیگر با در نظر گرفتن اهمیتشان برای کاربر نقشه راه بیش تر جنرالیزه می شوند. این نوع از اهمیت مستقل از مقیاس است. سطح دوم اهمیت ، اهمیت نسبی با این مفهوم که اهمیت عوارض در یک کلاس نسبت به هم متفاوت است ، مثلاً یک خانه ی تنها در بیابان به مراتب مهم ترازهمان نوع ساختمان در یک شهر بزرگ است. ساختمان تنها از ارزش بالایی برای جهت یابی و یا شناسایی برخوردار است. یا در همین نقشه راه یک راه کوچک در داخل کشور که یک روستا را به دنیای خارج از کشور متصل می کند هنگام جنرالیزه نقشه حذف نخواهد شد در مقایسه با همان نوع راهی که در منطقه ای با تراکم راه زیاد وجود دارد. سطح سوم اهمیت ، اهمیت در بین کلاس های عوارض است یک روستا اهمیت بیش تری از ساختمان تنها دارد و یا یک شهرمهم تر از روستا است.

جنرالیزسیون باید در سرتاسر نقشه استحکام داشته باشد بدین معنی که درجه جنرالیزاسیون کم و بیش هر جای نقشه و برای هر کلاس عارضه برابر باشد. در حالی که جنرالیزسیون فرایند پیچیده ای می باشد و عاملهایی که آن را کنترل می کند گاهی اوقات در جهت های مخالف کار می کند، رسیدن به استحکام کامل مثل ساختمان تنها و ساختمان متراکم که این دو جهت متفاوت هستند، همیشه دست یافتنی نیست.

عامل توازن با هدفی که جنرالیزاسیون عوارضی که به صورت جغرافیایی با هم ارتباط دارند در نقشه باید متوازن باشند، سر و کار دارد. وقتی که یک راه در کنار رودخانه قرار دارد هنگام جنرالیزاسیون نقشه راه و رودخانه باید با درجه مشابه جنرالیزه شوند به طوری که احساس اینکه راه رودخانه را دنبال می کند ثابت باقی بماند. توازن هنگامی اهمیت پیدا میکند که بخواهیم اطلاعات از منابع مختلف را در کنار همدیگر قرار دهیم و این حالت تقریباً در هر زمانی که بخواهیم نقشه موضوعی تهیه بکنیم وجود خواهد داشت.

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

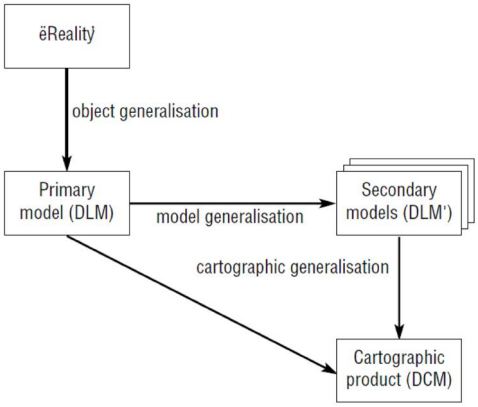
۴ – ۳۳ – جنرالیزاسیون در سیستم های رقومی

در سیستم های کارتوگرافی رقومی و GIS ، جنرالیزاسیون بصورت یک فرآیندی که انتقالهای میان مدلهای مختلف ارائه دهنده قسمتی از دنیای واقعی را تحقق می بخشد می تواند درک گردد، در حالیکه محتوای اطلاعاتی را با در نظر گرفتن یک کاربرد معین بیشینه می کند. شکل زیر نشان می دهد که چطور انتقالهایی در سه سطح مختلف در راستای جریان کار تولید نقشه و پایگاه داده انجام می گیرد. واژه گان استفاده شده در اینجا در اصل برای پروژه آلمانی ATKIS[۱۱۲] توسعه داده شده بود (Grunreich 1992) ، اما از آن زمان بوسیله نویسندگان دیگر نیز پذیرفته شده بود. جنرالیزاسیون بعنوان قسمتی از:

- ساخت یک مدل اولیه ای از دنیای واقعی که به مدل رقومی منظره[۱۱۳] شناخته شده که این قسمت بعنوان جنرالیزاسیون شئ یا عارضه نیز شناخته می شود.
- استخراج مدلهای ثانویه با محتوا و یا قدرت تفکیک کاهش یافته برای هدف خاص از مدل اولیه که بعنوان جنرالیزاسیون مدل نیز شناخته شده است.
- استخراج نمایش های دیداری کارتوگرافی (مدل رقومی کارتوگرافی[۱۱۴]) از مدلهای اولیه یا ثانویه که بطور معمول بعنوان جنرالیزاسیون کارتوگرافی شناخته شده است.

انجام می گیرد.

[112] Amtliches Topographisch-Kartographisches Information System
[113] Digital Landscape Model (DLM)
[114] Digital Cartographic Model (DCM)



شکل : جنرالیزاسیون بعنوان دنباله ای از عمل های مدلسازی

جنرالیزاسیون شئ یا عارضه در زمان تعریف کردن و ساختن پایگاه داده که در شکل مدل اولیه نامیده شده صورت می گیرد. برای اینکه پایگاه های داده ارائه های خلاصه ای از قسمتی از دنیای ئاقعی هستند، درجه معینی از جنرالیزاسیون باید انجام شود که تنها بعنوان زیر مجموعه ای از اطلاعات مرتبط برای استفاده های مورد درخواست در این پایگاه داده ارائه می گردد.

جنرالیزاسیون مدل در حوزه رقومی جدید و خاص است. در سیستم های رقومی جنرالیزاسیون نه فقط بر گرافیک های نقشه بلکه همچنین بر داده های نقشه مستقیما می تواند اثر بگذارد. هدف اصلی جنرالیزاسیون مدل کاهش کنترل شده داده برای مقاصد گوناگون است. کاهش داده برای ذخیره کردن فضای ذخیره سازی و افزایش دادن بهره وری محاسباتی توابع تحلیلی ممکن است مطلوب باشد. آن همچنین انتقال داده از طریق شبکه ارتباطی را سرعت می بخشد. جنرالیزاسیون مدل بیشتر برای بدست آوردن مجموعه داده هایی با دقت ویا قدرت تفکیک کاهش بافته بکار می رود. این قابلیت بویژه برای یکپارچه سازی مجموعه های داده با قدرت های تفکیک و دقت های مختلف و در زمینه پایگاههای داده با قدرت های تفکیک چند گانه مفید است. در حالیکه جنرالیزاسیون مدل بعنوان یک مرحله پیش پردازش برای جنرالیزاسیون کارتوگرافی ممکن است استفاده گردد، توجه به این نکته مهم است که به سمت نمایش گرافیکی گرایش ندارد.

جنرالیزاسیون کارتوگرافی معمولا برای توصیف جنرالیزاسیون داده های مکانی برای نمایش دیداری کارتوگرافی استفاده می شود. این جنرالیزاسیون فرآیندی است که اغلب

مردم وقتیکه واژه جنرالیزاسیون را می شنوند به آن فکر می کنند. تفاوت میان این و مدل جنرالیزاسیون این است که هدف جنرالیزاسیون کارتوگرافی تولید کردن نمایش های دیداری است و نماد گرافیکی عوارض داده را می آورد. بنابراین، جنرالیزاسیون کارتوگرافی باید شامل عملیاتی باشد که با مسائل ایجاد شده با نماد از قبیل جابجایی عارضه سروکار دارد. اهداف جنرالیزاسیون رقومی کاتوگرافی از اساس همانند کارتوگرافی مرسوم است. اما تغییرات تکنولوژیکی همچنین وظایف جدید بهمراه نیازمندیهای جدید از قبیل بزرگنمایی تعاملی یا بصری سازی برای تحلیل کاوشی داده را به ارمغان آورده است.

۴ – ۳۴ –روند کار جنرالیزاسیون

جنرالیزاسیون یک عنصر، جنرالیزاسیون عناصر دیگر را تحت تاثیر قرار خواهد داد. پس ضروریست که مراحل به ترتیب صحیح آن دنبال شود. مکان بسیاری از عوارض ساخته دست بشر وابسته به عوارض فیزیکی است، اطلاعات توپوگرافی پایه با عوارض ساخته دست بشر سروکار دارد. بنابراین ترتیب معمول برای جنرالیزاسیون به صورت زیر است:

۱- جنرالیزاسیون عوارض هیدروگرافیکی
۲- جنرالیزاسیون منحنی میزان ها و نقاط ارتفاعی
۳- جنرالیزاسیون و تصحیح موقعیت های مکان ها
۴- جنرالیزاسیون عوارض ساخته دست بشر و همه عوارض مربوط به مکان های مسکونی : جاده ها ، مسیرها و غیره
۵- جنرالیزاسیون کاربری زمین و مناطق گیاهی. اینها در آخر جنرالیزه می شوند برای اینکه محدوده آنها بستگی به هر دوی عوارض فیزیکی و ساخته دست بشر دارد.

۴ – ۳۵ – جنرالیزاسیون مفهومی و هندسی

یک نقشه مجموعه ای از نمادهای گرافیکی اقتباس شده از دنیای واقعی است که متناسب با هدف مورد نظر می باشد. استفاده کننده باید از طریق این نمادهای گرافیکی نسبت به ساختار و خصوصیاتی که از پدیده های خاص مد نظر بوده است ارتباط برقرار نماید که این امری بسیار حساس و مشکل می باشد. به همین منظور پردازش

جنرالیزاسیون به انتخاب عوارضی می پردازد که برای انتقال اهداف نقشه ضروری بوده و روشهایی را برای نمایش این عوارض برمی گزیند که به روشنی بتواند اطلاعات مورد نظر را به استفاده کننده بنمایاند. هم انتخاب و هم نمایش عوارض فوق می توانند بگونه ای صورت گیرند که تا درجه مشخصی نسبت به واقعیت خلاصه شده باشند. یک شرط اصلی برای تعین میزان محتوای اطلاعاتی نقشه مقیاس می باشد که در واقع مشخص کننده فضای قابل دسترس برای ترسیم نمادهای نقشه می باشد. بنابراین ممکن است جنرالیزاسیون نقشه را میزان خلاصه سازی آن، که وابسته به مقیاس نقشه است بدانند. نمایش گرافیکی اطلاعات مورد نظر، نیاز به نوعی نمادگذاری[۱۱۵] دارد که از جنبه هندسی، وابسته به مقیاس واز جنبه کیفی، وابسته به نوع و تنوع عوارض انتخابی از جهان واقعی است. جنبه هندسی را جنرالیزاسیون هندسی گویند که حاصل تقابل سه وجه جنرالیزاسیون مفهومی، نمادگذاری و شرط مقیاس نقشه می باشد و منظور از آن افزایش میزان خلاصه سازی گرافیکی عوارض نسبت به داده های اصلی آن می باشد.

۱ – ۷ – ۷ – جنرالیزاسیون مفهومی

انتخاب اطلاعات مناسب از پایگاه داده به میزان توانایی فرد در خلاصه سازی اطلاعات وابسته است که به درک شخص از مفاهیم جغرافیایی بستگی دارد. به این جنبه از جنرالیزاسیون، جنرالیزاسیون مفهومی[۱۱۶] گویند. این نوع جنرالیزاسیون با اهداف نقشه مرتبط بوده و به قابلیت تعیین ساختار سلسه مراتبی موجود در اطلاعات جغرافیایی بستگی دارد.

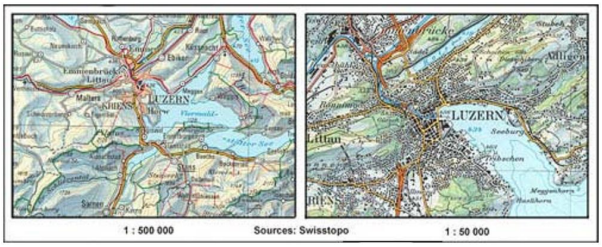
یکی از امکانات اساسی ساختار سلسله مراتبی داده ها، تعیین محتوای اطلاعاتی نقشه است که فاز مفهومی جنرالیزاسیون می باشد. در این ساختار مفاهیم بصورت پایین به بالا[۱۱۷] ، بالا به پایین[۱۱۸] و پهلو به پهلو[۱۱۹] با هم مرتبط می شوند. به این ترتیب می توان با انتخاب سطح مفهومی مناسب در ساختار سلسله مراتبی به عملیات جنرالیزاسیون مفهومی دست زد. در این رابطه دو نوع مدلسازی مفهومی می توان برای جنرالیزاسیون

[115] symbolization
[116] Semantic Generalization
[117] Bottom up
[118] Top down
[119] Side to side

در نظر گرفت: طبقه بندی[۱۲۰] و ترکیب[۱۲۱]. در طبقه بندی می توان ساختار سلسله مراتبی را به بهترین وجه بر مبنای معیارهای کیفی یا کمی پیاده سازی نمود. منظور از ترکیب نیز تجمیع نمودن چندین کلاس داده و ایجاد یک دسته کلی تر می باشد.

قبل از شروع به پردازش جنرالیزاسیون هندسی باید انتخابی از اطلاعات موجود سازگار با هدف نقشه انجام شود. بنابراین فرآیند انتخاب جنرالیزاسیون فرآیند منطقی تصمیم گیری در مورد این است که کدام یک از اطلاعات برای رسیدن به هدف موفقیت آمیز ضروری است. هیچ گونه ویرایش اطلاعات در هنگام انتخاب انجام نمی شود. گزینه بین انتخاب جاده فرعی یا انتخاب نکردن آن و بین نامگذاری کردن یا نکردن همه شهرهایی که جمعیت آنها کمتر از ۵۰۰۰۰ نفر است ، می باشد.

در شکل زیر برای نقشه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ بزرگراههای عمومی انتخاب شده اند در حالیکه در نقشه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ این چنین نیست.



۲ – ۷ – ۷ – جنرالیزاسیون هندسی

جنرالیزاسیون هندسی گاهی مستقیماً ناشی از جنرالیزاسیون مفهومی است (مثلاً حذف مرز بین دو کلاس ترکیب شده). معیار دیگر در این قسمت تغییر نمایش گرافیکی بصورتی است که نمادگذاری کارتوگرافی مناسبی حاصل شود. لذا کاهش مقیاس همیشه همراه با کاهش محتوای اطلاعاتی نقشه بوده و در ابعاد نمادها اغراق شده و نمایش آنها را با اصلاحاتی همراه می سازد.

این جنرالیزاسیون هنگام ترسیم نقشه نیز انجام می شود و شامل انواع فرایند ها مثل نرم سازی خطوط ، حذف جزئیات کوچک و استفاده از خطوط ضخیم تر برای اصلاح خوانایی بعد از کاهش مقیاس است .جنرالیزاسیون هندسی می تواند یک فرایند پیوسته

[120] classification
[121] aggregation

باشد مثلاً می توان به طور پیوسته یک خط را نرم نمود بطوریکه هیچ شکست واضحی در این فرایند دیده نشود . این فرایند وقتی می تواند متوقف گردد که خط به یک خط کاملاً راست یا یک منحنی دایره ای نرم تبدیل شده باشد .

برای تهیه نقشه های بزرگ مقیاس، نقاط و خطوط مستقیماً از نقشه برداری زمینی بدست می آیند. با کاهش مقیاس نقشه، ارتباط بین نقاط و خطوط فوق زیاد شده و فضای کمتری برای نواحی در نقشه تخصیص می یابد. همچنین برای دیدن نمادها باید در ابعادشان اغراق نمود و گاهاً در صورت تراکم عوارض، نمادهای کم اهمیت تر را حذف نمود یا تعداد طبقه بندی ها را کاهش داد. در مواقعی نیز باید متون یا عوارض را جابجا نمود تا نمایش و تفکیک آنها امکان پذیر شود.

انواع گوناگونی از جنرالیزاسیون هندسی قابل تفکیک است که عبارتند از (Shea & McMaster 1989):

- حذف[۱۲۲] هندسه نقاط، خطوط و نواحی.
- کاهش[۱۲۳] جزئیات خطوط، نواحی و سطوح.
- بهبودسازی[۱۲۴] ظاهر خطوط، نواحی و سطوح.
- ادغام[۱۲۵] خطوط و نواحی.
- دگرگونی[۱۲۶] ساختار نواحی به خطوط و نقاط.
- اغراق[۱۲۷] یا بزرگنمایی[۱۲۸] در اشیا ناحیه ای و خطی.
- گونه بندی[۱۲۹] اشیا ناحیه ای و سطحی.
- جابجایی[۱۳۰] نقاط، خطوط و نواحی.

[122] elimination
[123] reduction
[124] enhancement
[125] amalgamation
[126] collapse
[127] exaggeration
[128] enlargement
[129] typification
[130] displacement

۴ – ۳۶ – فرایندهای جنرالیزسیون

۴ – ۳۶ – ۱ – حذف

در فرایند حذف به صورت گرافیکی برخی از عوارض انتخاب شده و حذف می شوند و این حذف انتخابی گرافیکی به وسیله اهمیت نسبی و حفظ مشخصه های نقشه کنترل می شود. مثلا یک ردیف متشکل از ده ساختمان بین دو جاده وقتی که مقیاس نقشه کاهش می یابد نمی تواند کاملا حفظ گردد، برای اینکه فضای کمتری بین دو جاده باقی خواهد ماند. در یک منطقه با جمعیت پراکنده و به عبارت دیگر با تعداد کمی نماد در نقشه عوارض این منطقه نسبت به عوارضی که در آن جمعیت متراکم تراست کمتر جنرالیزه می شوند. برای اینکه عوارض پراکنده در منطقه ای با تعداد کم اغلب به عنوان یک نشانه برای جهت یابی و تعین موقعیت دارای ارزش بالایی هستند در حالی که در مناطق با تراکم زیاد عوارض به علت وجود فضای کم و کم اهمیت تر بودن عوارض برای نشانه و جهت یابی، عوارض با درجه بیشتری جنرالیزه می شوند.

معیار حذف عوارض را می توان به صورت جنرالیزاسیون مفهومی یا با شروط هندسی در نظر گرفت. اهمیت عوارض نه تنها به نوع طبقه بندی و ابعاد آنها بلکه به میزان جدا افتادگی عارضه از عوارض دیگر نیز بستگی دارد. بنابراین حذف عوارض به تعداد عوارض همسایه آن بستگی مستقیم دارد.

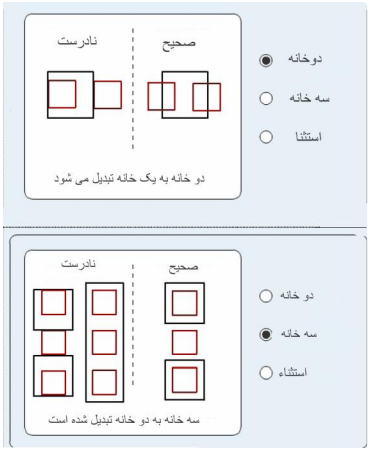
مشکلی که در اینجا پیش می آید این است که عوارضی هستند که همسایه های خیلی زیادی دارند و از عوارض همانند خود فاصله زیادی دارند. در این حالت یک راه حل مناسب، استفاده از یک نوع آنالیز خوشه ای است که حاصل آن مناسب ترین عارضه برای باقی ماندن و حذف دیگر عوارض باشد.

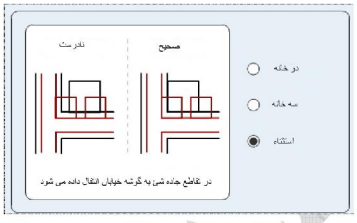
برای کنترل روالهای حذف، باید از میزان محتوای اطلاعاتی نقشه مطلوب اطلاع کافی داشت. بر اساس قانون شعاعی توپوفر رابطه بین مقیاس و تعداد عوارض در نقشه بصورت زیر است

$$n_d = n_j \sqrt{\frac{M_j}{M_d}}$$

که در آن n_d تعداد اشیا مطلوب، n_j تعداد کل اشیا، M_j مقیاس اولیه و M_d مقیاس مورد نظر می باشد. این فرمول کلی بوده و میزان تراکم را بصورت محلی برای عوارض متراکم یا پراکنده، محاسبه نمی کند.

وقتی عوارض حذف می شوند نباید در ماهیت ویژگیهای اصلی عوارض تغییری ایجاد شود. شکل، اندازه و فضاهای اصلی باید با وجود کاستن تعداد حفظ شوند. مثال زیر، زمانی که ساختمان ها با مقیاس های مختلف نمایش داده می شوند توصیه های گرافیکی برای حفظ ویژگی اصلی را می دهد.





Source: IKA, according to (Schweizerische Gesellschaft für Kartographie 1975)

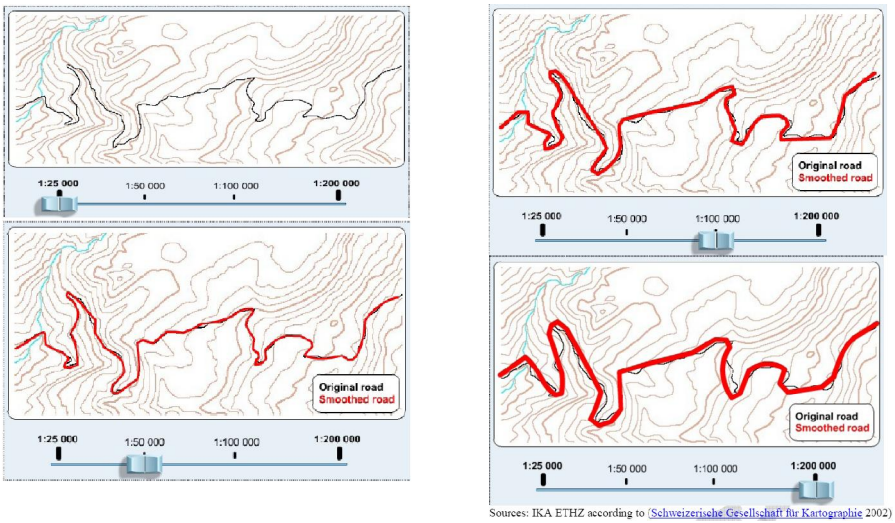
شکل : ساده سازی خانه

۳ – ۷ – ۷ – کاهش

در فرایند کاهش تنها قسمتی از نمایش گرافیکی عارضه حذف می شود و جزئیات عارضه کاهش می یابد. کاهش برای نقاط، همانند حذف می باشد و برای خطوط، نواحی و سطوح معادل با حذف تعدادی از رئوس اضافی است. بطور کلی با این کار حجم مورد نیاز برای ذخیره سازی داده ها بسیار کاهش می یابد.

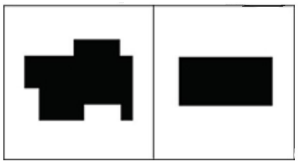
یکی از روشهای کاهش ساده سازی است. فرایند ساده سازی برای خطوطی که می توانند عوارض خطی یا محدوده ها باشد به کار می رود. هنگام ساده سازی یک خط بی نظمی های کوچک یا تضاریس حذف می شوند در حالی که مشخصه خط حفظ می گردد. مهم این است که هنگام ساده سازی یک عارضه ارتباطات مکانی بین عوارض مجاور مثل خطوط آبی و منحنی میزان حفظ گردد. وقتی که خطوط آبی نرم می شوند

منحنی های میزان که نشان دهنده دره ها و خط القعرها هستند باید طوری حرکت داده شوند و همچنین ساده گردند که نهر ها هنوز در مرکز خط القعرها و دره ها باشد.



شکل : ساده سازی خط

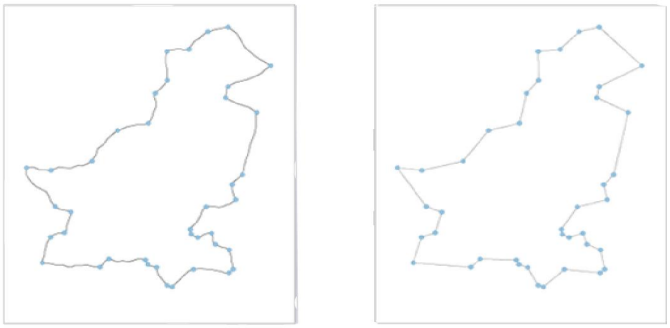
در فرآیند ساده سازی ویژگی های مهم داده ها، حفظ این ویژگی های مهم و حذف جزئیات ناخواسته تعین می گردد. زمانی که یک نقشه را کوچک می کنیم هر کدام از عناصر نقشه به تناسب فضای بیشتری را اشغال می کند. در نتیجه ساده کردن باید به گونه ای انجام گیرد که تصویر درست و خوانایی را ایجاد کند. حذف جزئیات عناصر ناخواسته از نقشه (نقاط یا عوارض) بیشترین استفاده را در ساده کردن دارند. سوال این است که کدام عنصر خاص نقشه باید حفظ شود و کدام باید حذف شود. تصمیم اینکه کدام عنصر خاص نقشه باید حفظ شود به هدف نقشه بستگی دارد. مثلا ساختمان نامنظم در سمت چپ به صورت یک مستطیل در سمت راست ساده شده است.



شکل ساده شده

در حذف سیستماتیک نقطه به روش دستی ، نقاط غیر مهم حذف می گردند. احساس این فرآیند حذف کردن احتمالاً پس از تجربه زیاد به دست می آید. نقاط موجود در

نقشه سمت چپ به شرطی در نقشه سمت راست حفظ شده اند که با خطوط مستقیم به هم متصل شده باشند

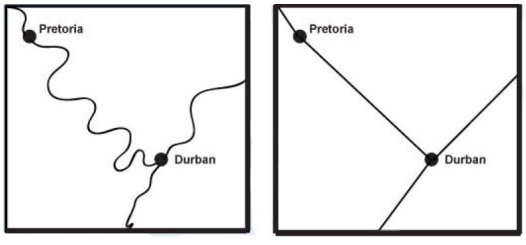


ساده کردن از طریق حذف نقاط

ساده کردن از طریق حذف عارضه اگر به طور دستی انجام شود ممکن است ناهماهنگ باشد. با حذف عارضه بصورت کامپیوتری معیارها ممکن است اندازه، نزدیکی یا ترکیبی از هر دو باشد. در حذف کامپیوتری عارضه فقط مشخص کردن کوچکترین اندازه برای حفظ کردن، بر پایه مقیاس نقشه، پهنای خط و بر طبق قوانین خواندن توسط عامل انجام می شود..

حذف عوارض به کمک رایانه

مثال زیر پایین ارتباط هدف نقشه و ساده سازی را نشان می دهد. راه های ترسیم شده بین شهرها در نقشه سمت راست فقط برای نشان دادن ارتباط بین شهرها نه انتخاب ویژگی های دقیق مکانی جاده می باشد.



کم ساده شده

خیلی ساده شده

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

۴ – ۷ – ۷ – بهبودسازی

خطوط بدست آمده بعد از ساده سازی از لحاظ نمایشی حالت مصنوعی دارند و بهتر است شکلی طبیعی به آنها داد. البته گاهی نیزمطلوبست همان شکل مصنوعی تقویت گردد. شکستگی موجود در رشته خطوط ترسیمی را میتوان با روالهای نرم سازی مختلفی برطرف نمود که عبارتند از:

- تعدیل موقعیت نقاط موجود.
- برازاندن منحنیهایی که دقیقاً از روی نقاط موجود میگذرند.
- تقریب زدن مسیر نقاط با منحنیهایی که از نزدیک نقاط میگذرند.

یک روش ساده برای نرم سازی سازی اعمال عملگر متوسط گیری[۱۳۱]می باشد که منجر به شیفت نقاط موجود می شود. سپس مختصات هر نقطه با جایگذاری آنها با نقاط واقعی یا با متوسط وزن دار مختصات نقطه و نقاط همسایه هایش(۳ تا ۵ نقطه) تعدیل می گردد. در این حالت به نقاط مرکزی تر وزن بیشتری داده میشود تا جابجایی زیادی صورت نگیرد. این اپراتور را می توان بصورت یک بعدی به خطوط یا بصورت دو بعدی به سطوح بشکل یک فیلتر کلی[۱۳۲] اعمال نمود.

این روش منجر به نرم سازی با افزایش زوایای محدب بین لبه های متوالی می شود. یک روش مؤثرتر برای نرم سازی اضافه کردن نقاط دیگر می باشد. اینکار بصورت ریاضی بوسیلهٔ منحنیهای spline قابل انجام است که بصورت دقیق یا تقریبی به نقاط فیت میگردند. b-spline ها یکنوع از این منحنیها هستند که بسته به درجهٔ آن(Cubic ،Quadratic و..) میزان برازنده شدن، درجهٔ پیوستگی بین آنها و بازه ای که منحنی بر نقاط داخل آن برازش می یابد رامشخص می نمایند. علاوه بر موارد فوق نحوهٔ کنترل کاربر در میزان و چگونگی هموار سازی رشته خط دخالت دارد.

نرم سازی بی شک در بهبود ظاهر خطوطی که بصورت مصنوعی شکسته هستند مفید می باشد. در حالت خاص مانند جاده ها و رود خانه ها ، این نرم سازی عموماً به خوبی خصوصیت واقعی عارضه مورد نمایش را منعکس می سازد اما بسیاری عوارض طبیعی وجود دارند که انتظار میرود ناهموار یا زیر ظاهر شوند. ریچاردسون با اندازه گیری طول

[131] Moving-average operator
[132] Global filtering

خط ساحلی در مقیاس های مختلف مشخص نمود که تقریباً تکانه های[۱۳۳] چنین خطوطی نامحدود است (Richardson 1961). این امر این نکته را مشخص نمود که یک نوع خود شباهتی[۱۳۴] در شکل وجود دارد و می توان با پردازش فراکتالی[۱۳۵] آن را مدل سازی نمود. خاصیت مهم در خطوط فراکتالی این است که الگوهای موجود در قدرت تفکیک پایین خط در قدرت تفکیکهای بالاتر به طور مکرر تقریباً همانگونه ظاهر میگردد.

۵ – ۷ – ۷ – ادغام

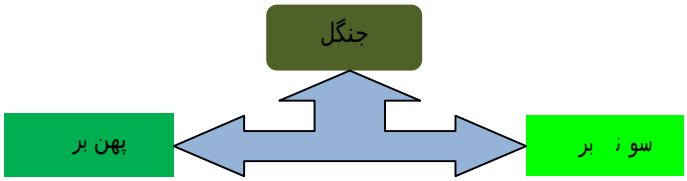
پردازش ادغام[۱۳۶] به ترکیب چند عارضه و تبدیل آنها به یک عارضه اطلاق می گردد. این امر موجب باز شدن فضای مورد نیاز برای نمایش عوارض و توصیفات آنها هنگام کوچک شدن مقیاس می گردد. تک ساختمانهای مجاور هم بصورت یک بلوک ساختمانی نمایش داده می شوند و دریاچه های مجاور هم با جزایر ریز کنار هم ادغام می گردند و تنها شرط مورد نیاز برای این ترکیب یکی بودن کلاس عوارض ریز مجاور هم می باشد.

برای ادغام عوارض خطی نیز باید عوارض مفهوماً در سطح کلاس بالاتری ادغام گردند. راههای جیپ رو مربوط به یک راه اصلی که جدا و تقریباً موازی باشند اما بهم وصل باشند یا کانالهای مربوط به یک رودخانه می توانند در هم ادغام گردند. تعیین دقیق این نوع ادغامها پیچیده بوده و به جنرالیزاسیون مفهومی بر میگردد. در حالاتی که هدف ترکیب دو ناحیه باشد، کافیست مرز مشترک آنها حذف گردد.

طبقه بندی مجدد به صورت مفهومی عوارض را در کلاس های جدید طبقه بندی می کند و کاری شبیه فرایند گرافیکی ترکیب را انجام می دهد .هنگام طبقه بندی مجدد کلاس های عوارض، عوارضی که تا حدودی ماهیت آن ها با هم ارتباط دارند با همدیگر دسته بندی شده و تمایز گرافیکی بین آن ها از بین می رود . به طور مثال ممکن است در نقشه های بزرگ مقیاس تمایزی بین جنگلهای پهن برگ و سوزنی برگ وجود داشته باشد که این تمایز با رنگ نشان داده شده است. با این حال در یک نقشه کوچک

[133] Wiggliness
[134] Self_similarity
[135] fractal
[136] Amalgamation or Combination

مقیاس این دو نوع پوشش گیاهی می توانند با یک دیگر بطور مفهومی ادغام شده و در کلاس جنگل قرار گیرند .



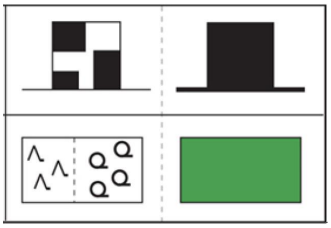
شکل : طبقه بندی مجدد

در طبقه بندی[۱۳۷] عوارضی که توصیفات شبیه به هم دارند در یک طبقه قرار داده می شوند. طبقه بندی سادگی و نظم را به همراه می آورد.

در تجمیع[۱۳۸] عوارض باید دارای توصیفات دقیقا یکسان باشند و با نماد یکسانی نمایش داده شوند. مثل گروهی از ساختمانها می توانند به صورت یک ساختمان منفرد تجمیع شوند.

شکل : تجمیع

بنابراین در تجمیع عوارض، نماد نشان دهنده عارضه تجمیع شده با نماد عوارضی که تجمیع شده اند یکسان هستند در حالیکه در طبقه بندی برای نمایش عارضه جدید طبقه بندی شده نیاز به نماد جدیدی می باشد.



شکل : تجمیع و طبقه بندی

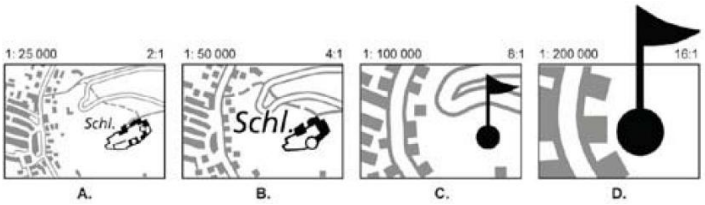
در نقشه های موضوعی ، طبقه بندی می تواند با اطلاعات کیفی یا کمی انجام گیرد.

[137] classification

۶ – ۷ – ۷ – فروپاشی

رقابت برای تخصیص فضا بین عوارض مختلف در حالاتی که نتوان عوارض را متناسب با ابعاد واقعی آنها نشان داد ایجاب می کند که از پردازش فروپاشی[۱۳۹] استفاده نمود. اینکار موجب کاهش ابعاد عوارض شده و سطوح به خطوط و نقاط تبدیل می شوند. یک پلیکون نشان دهندهٔ شهر به یک سمبل نقطه ای در مرکز آن تبدیل می شود یا رودخانهٔ دارای مرز در طرفین آن تبدیل به عارضه ای خطی میگردد که باید با روش مناسبی نماد گذاری شود.

در حقیقت هر خط یا نقطه ای در روی نقشه نمادی از واقعیت است. هنگامی که یک چهار ضلعی ترسیم می کنیم و آن را یک ساختمان می نامیم این نماد ساختمان دقیقا همان نقشی رادارد که یک دایره با یک نقطه در مرکز آن به عنوان نماد یک شهر دارد. برای مثال ، نمایش منطقه مسکونی در نقشه های بزرگ مقیاس که هر ساختمان به صورت مجزا با شکل حقیقی و موقعیت درست آن نمایش داده می شود. وقتی مقیاس کاهش می یابد منطقه مسکونی به وسیله اجزای آن نشان داده نمی شود، بلکه با یک عارضه سطحی که فضای بین راه ها را پر نموده و با محدوده ساده شده شهر نشان داده می شود. در نهایت در نقشه هایی با مقیاس کوچک شهرها به وسیله یک نماد دایره ای یا چهارگوش نمایش داده می شوند.



شکل : نشان دادن قلعه به صورت دید پلان (A). نشان دادن قلعه به صورت دید پلان ساده شده (B). نشان دادن قلعه با نماد بدون دید پلان (C). نشان دادن قلعه با اندازه نماد متشابه (D)

فرآیند کاهش ابعاد ناحیه و تبدیل آن به خطوط ساختاری آن را تبدیل میانی محور[۱۴۰] و نتیجهٔ حاصله را اسکلت[۱۴۱] گویند که در واقع مکان هندسی امواج صادره بهم رسیده از از لبه ها یا نقاطی که بیشترین فاصله از مرزها را دارند. روش رستری برای انجام این کار

[138] aggregation
[139] collapse
[140] Medial Axis Transformation
[141] skeleton

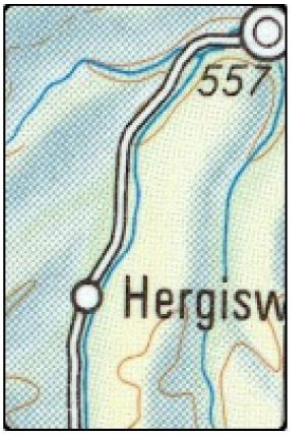
را اسکلت سازی گویند که با اعمال متوالی ماسک ها قابل انجام است. پیاده سازی اینکار در حالت برداری بسیار پیچیده است و یک راه معقول برای آن انجام مثلث بندی دلونی و اتصال مراکز ثقل مثلثها به یکدیگر است. بعد از پیدا کردن اسکلت می توان آنرا ساده سازی و نرم سازی نمود.

۷ – ۷ – ۷ – اغراق

زمانی که عوارض هم نوع خیلی به هم نزدیک هستند، حذف و ساده کردن با فرآیند اغراق همراه می شوند، فرآیندی که خود می تواند با جابه جایی و جهت یابی همراه گردد. اغراق فرآیندی است که عوارض را از واقعیت آنها بزرگتر و مهم تر نمایش می دهد.

مثلا بزرگراه عمومی که روی نقشه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ نشان داده شده دارای ضخامتی به اندازه ۰/۵ میلیمتر است. پهنای این جاده در واقعیت ۵ متر است باید به تناسب مقیاس پهنای آن ۰/۰۰۵ میلی متر باشد درحالیکه کوچکترین پهنای ضخامت یک خط روی کاغذ سفید ۰/۰۵ میلیمتر است.

بدون بزرگ نمایی



با بزرگ نمایی

۸ – ۷ – ۷ – گونه بندی

انجام گونه بندی ارتباط شکل عوارض در هنگامی می باشد که فضای نقشه اجازه نمایش هندسی دقیق همه عوارض را نمی دهد. برای مثال یک ردیف حاوی تعدادی

بالکن در امتداد هم مربوط به ساختمان های یک بلوک، در یک نقشهٔ بزرگ مقیاس بصورت مستطیل هایی کوچک و در کنار هم نشان داده می شوند در حالیکه در نقشه های کوچک مقیاس بصورت یک مستطیل یکپارچه ظاهر می شود و شاید بالکن های طولانی بصورت منفرد روی آن تفکیک شوند. مثال دیگر جاده ای کوهستانی پیچ در پیچ است. برای جنرالیزاسیون این جاده اگر آن را با خطوط مستقیم جنرالیزه کنیم ویژگی اصلی شکل آن که پیچ در پیچ بودن آن است از بین می رود، بنابراین در هنگام جنرالیزاسیون جاده لازم است این ویژگی حفظ گردد اما می توان تضاریس کوچک را که اثری در شکل کلی راه ندارد را حذف نمود.

گونه بندی نوعی کاهش هندسی می باشد که تاکید آن بر بهبود شکل کلی عارضه مطابق با واقعیت عارضه می باشد ولی در بارزسازی با افزایش جزئیات هندسی شکل را به واقعیت نزدیک می سازند.

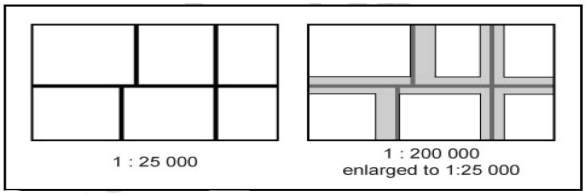
۹ – ۷ – ۷ – جابجایی

نیاز به جابجایی وقتی پیش می آید که نمادهای عوارض همسایهٔ هم، با هم همپوشانی داشته یا آنقدر به هم نزدیک شوند که امکان تفکیک آنها از هم وجود نداشته باشد. برای حل این مشکل باید بعضی از عوارض را حذف نمود یا در عوارض دیگر ادغام نمود و یا آنها را جابجا کرد. به خاطر عدم بهم ریختگی ارتباط بین عوارض، ممکن است کلیهٔ عوارض مربوطه با هم جابجا شوند یا اینکه تنها یکی از عوارض جابجا شود.

اتوماسیون در جابجایی یکی از مشکل ترین کارها در جنرالیزاسیون می باشد. زیرا مثلاً گاهی نیاز به جابجایی تنها قسمتی از یک عارضه می باشد و مدل سازی این امر به صورت ریاضی مشکل میباشد. مسئلهٔ دیگر این است که اگر جابه جایی در یک قسمت صورت گیرد ممکن است در جای دیگری مشکل پیش آید.

جابجایی خطوط را می توان با چند عامل کنترل نمود که بسته به اهداف نقشه اهمیت هر یک متغیر می باشد. عامل اول بهم ریختگی توپولوژی نقشه می باشد که برای اجتناب ازآن عوارض نباید از روی هیچ خطی عبور نمایند و پیوستگی آنها در نقاط دو سر خط باید ثابت باقی بماند. عمل دوم مسئلهٔ نگهداری شکل عارضه در حد امکان می باشد. این امر ممکن است با انتشار جابجایی در طول عارضه به جای جابجایی کلی آن انجام شود. عامل سوم میزان جابجایی و خطای مکانی می باشد که باید حداقل گردد.

البته بعضی عوارض را میتوان نسبت به عوارض دیگر بیشتر جابجا نمود و این به ساختار هندسی آن بر میگردد. مثلا به هر نقطه می توان یک وزن داد که میزان آزادی در جابجایی آن را نشان می دهد این وزن برای ندها متناسب با تعداد خطوطی است که به آن میرسد و برای نقاط میانی متناسب با فاصلهٔ آن نقطه تا ندهای مربوطه می باشد.
اغراق اغلب با جابه جایی همراه می شود. در شکل زیر می توان دید که چگونه اغراق در خیابانها بر روی جابه جایی تأثیر می گذارد تا ویژگی کلی حفظ شود.



بزرگنمایی ارتباط نزدیکی با جابه جایی دارد

وقتی که عناصر نقشه بعد از تغییر مقیاس خیلی به هم نزدیک شوند باید جابجا شوند تا از ادغام تصویری آنها جلوگیری شود. همچنین جابجایی زمانی ایجاد می شود که تفاوت های کوچک در موقعیت برای کسی که از نقشه استفاده می کند مهم می باشد.
وقتی که در یک عارضه در نقشه اغراق می شود کوچکترین فاصله بین این عارضه و سایر عوارض اغلب در نظر گرفته نمی شوند. در شکل زیر پس از اغراق خم یک جاده با جاده دیگر تقاطع نموده است بنابراین باید جابجا شود بطوریکه ارتباطی که دو جاده در جهان واقعی با هم دارند حفظ گردد.

جابه جایی جاده

۴ – ۳۷ – جنرالیزاسیون اتوماتیک

بعضی از پردازشهای اساسی برای تهیه نقشه کارتوگرافی رقومی مانند جنرالیزاسیون را به راحتی نمی توان اتوماتیک نمود. با وجود اینکه کلیهٔ جنبه های جنرالیزاسیون مفهومی و هندسی شناخته شده و از هم تفکیک شده است اما هنوز فرایند اتوماسیون

در آن به کندی پیش میرود زیرا در عمل تمامی این جنبه ها با هم ارتباطات پیچیده ای دارند و هر یک روی دیگری تأثیر می گذارد. برای انجام یک جنرالیزاسیون نیمه اتوماتیک موفق نیاز به تعامل بین کامپیوتر و اپراتور متخصص می باشد. البته در کنار آن حتماً باید از دستورالعمل مشخص و واضحی استفاده نمود تا نتایج کار اپراتورهای مختلف با هم همگون گردد.

اتوماسیون در جنرالیزاسیون مانند این است که مثلاً بخواهیم طبیعت ژئومورفولوژیکی یا فرهنگی عوارض را از طریق کامپیوتر در نقشه ها شناسایی و تشخیص دهیم. اعمال این دانش ساختاری[۱۴۲] نیازمند بکارگیری روشهای تشخیص الگوی اتوماتیک[۱۴۳] می باشد. بعلاوه برای اینکه بتوان این دانش ساختاری را کسب نمود، باید همانند قابلیت سیستم بینایی انسان، نمادها در نقشه شناسایی و نظم دهی شده و روابط منطقی و مفهومی آنها استخراج گردد.

پیشنهادهایی برای آموزش دانش کارتوگرافی و چگونگی انجام و کنترل جنرالیزاسیون روی سیستم های مبتنی بر دانش[۱۴۴] داده شده است. اما این سیستم ها هنوز کامل نشده اند همچنین عملیات مطرح در کارتوگرافی گسترده و پیچیده بوده و تمامی آنها بر یکدیگر اثر می گذارند.

۴ – ۳۸ –الگوریتم های جنرالیزاسیون

در سالیان گذشته جنرالیزاسیون خودکار نقشه پیشرفت های بسیار بزرگی را به خود دیده است. الگوریتم های جنرالیزاسیون بلوک های سازنده فرایند اتوماتیک سازی را تشکیل می دهند.

الگوریتم های جنرالیزاسیون بیشتر برای انواع مجزایی از عوارض مثل خط ها یا چند ضلعی ها متداول است. چندین الگوریتم برای جنرالیزاسیون استفاده می شوند و معروفترین آنها به صورت زیر طبقه بندی می شوند:

[142] Structural knowladge
[143] Automatic pattern recognition
[144] Knowladge based systems

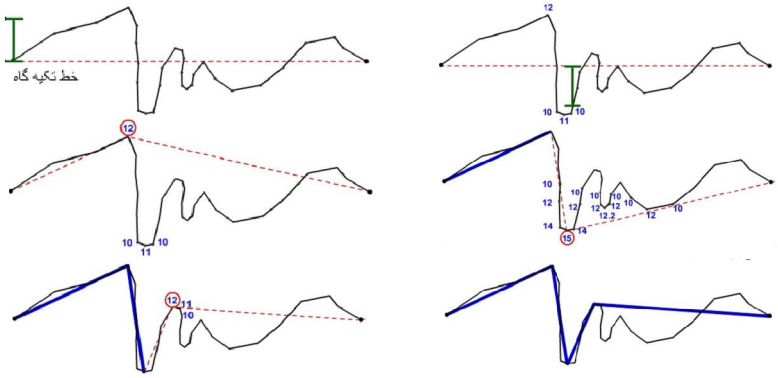
- الگوریتم برای ساده کردن: اینها شامل الگوریتم های مستقل از نقطه هستند. مثل انتخاب تصادفی نقاط ، الگوریتم های پردازش محلی و الگوریتم داگلاس پوکر از معروفترین این الگوریتم ها می باشد.
- الگوریتم های بهبود: که شامل فرایند های اغراق و نرم سازی هستند.
- الگوریتم های فروپاشی: این عملیات عمدتا برای رودخانه های وسیع استفاده می شود. برای اینکه معمولا خطوط ساحلی آنها رقومی می شوند اما نیازمند این هستند که به یک خط مرکزی کاهش یابند.

۴ – ۳۸ – ۱ –الگوریتم ساده کردن داگلاس پوکر

جهت درک هندسی الگوریتم جنرالیزاسیون داگلاس پوکر[۱۴۵] می توانید تصاویر زیر را دنبال کنید. این الگوریتم ساده و قابل فهم برای ساده کردن عوارض خطی استفاده می شود. کارتوگراف فقط باید مقدار تلرانس را بر طبق درجه جنرالیزاسیون تعریف کند و سپس عارضه خطی قسمت به قسمت جنرالیزه خواهد شد. ابتدا در این روش مقدار تلرانس مشخص می گردد. خطی فرضی بعنوان خط تکیه گاه در نظر گرفته می شود که ابتدا و انتهای خطی را که می خواهد جنرالیزه شود را بهم وصل می کند. فواصل عمودی نقاط خط در حال جنرالیزه اندازه گیری شده و با مقدار تلرانس مقایسه می گردد. از بین نقاطی که فاصله عمودی آنها از خط تکیه گاه بیشتر از مقدار تلرانس است نقطه ای که بیشترین فاصله را دارد (نقطه با فاصله ۱۲ سانتی متر در روی شکل) در نظر گرفته و خط تکیه گاه فرضی جدیدی از نقطه ابتدای خط جنرالیزه شونده به این نقطه و از این نقطه به نقطه انتهایی خط جنرالیزه شونده وصل می گردد. آن بخش از خط تکیه گاه جدید فرضی که از نقطه ابتدا به نقطه ای با بیشترین فاصله از خط تکیه گاه فرضی قبلی (نقطه با فاصله ۱۲ سانتی متر در روی شکل) وصل شده جایگزین قسمتی از خط جنرالزه شونده است که بین این دو نقطه قرار دارد. الگوریتم داگلاس پوکر برای جنرالیزه نمودن قسمت دوم خط تکرار می شود و نقطه ای با بیشترین فاصله از خط تکیه گاه جدید که در ضمن فاصله آن از مقدار تلرانس نیز بیشتر است (نقطه با فاصله ۱۵ سانتی متر در روی شکل) انتخاب گردیده دو باره خط تکیه گاه جدیدی که این نقطه را نیز دربرمی گیرد ترسیم می شود و قسمت اول خط تکیه گاه جدید

[145] Douglas-Peucker

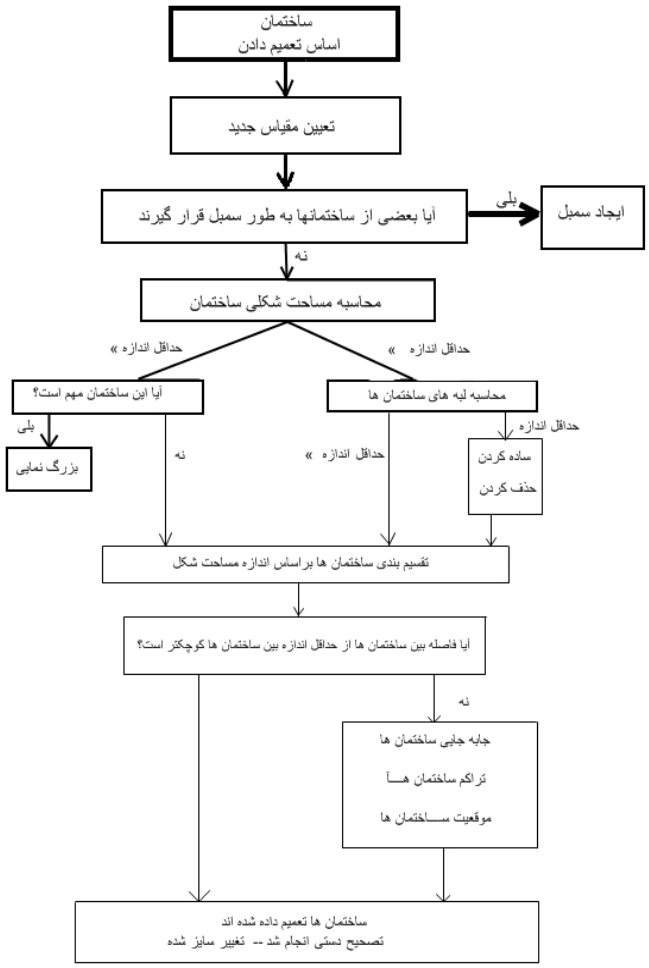
جایگزین بخش دیگری از خط می شود که ابتدای آن نقطه با بیشترین فاصله قبلی و انتهای آن نقطه با بیشترین فاصله کنونی می باشد. این روش برای بخشهای بعدی خط تکرار می شود تا خط بصورت کامل جنرالیزه گردد.



شکل : جنرالیزه خط به روش داگلاس پوکر

۴ – ۳۸ – ۲ – نمودار جریان جنرالیزاسیون ساختمان

شکل زیر نمودار جریان یک مثال نوعی از جنرالیزاسیون ساختمان توسط کامپیوتر است. این نمودارها فقط می توانند برای یک مکان خاص مورد استفاده گیرند : تراکم خانه ها نباید زیاد باشد (مرکز تاریخی) یا خیلی کم باشد (دهکده) در غیر اینصورت این روش جنرالیزاسیون نمی تواند مورد استفاده قرار گیرد.



نتیجه جنرالیزاسیون نمودار تغییرات را در پایین ببینید.

- تصویر سمت چپ نقشه اصلی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ است.
- تصویر وسطی نتیجه جنرالیزاسیون نمودار تغییرات قبلی است.
- تصویر سمت راست نتیجه جنرالیزاسیون همراه با تصحیح دستی است (خانه های بالای نقشه)

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

نقشه اصلی

نقشه تعمیم داده شده

نقشه تعمیم داده شده به
همراه تصحیح دستی

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

فصل یازدهم

چاپ نقشه

۷ – ۸ – مقدمه

تکنولوژی چاپ در دهه ۱۹۹۰منجر به تغییرات بسیار بزرگی در صنعت چاپ از طریق کنترل بیشتر کامپیوتری، چاپگر های جدیدتر و غیره ، گردیده است. طراحی نقشه ها نیازمند برنامه ریزی دقیقی برای سازگاری با تکنولوژی پیشرفته چاپ می باشد و برای رسیدن موفقیت آمیز به اهداف طراحی کار کردن دقیق با اداره خدماتی را لازم دارد. نمی توانیم بدون داشتن حداقل اطلاعات ابتدایی در رابطه با چگونگی چاپ نقشه ها پس از خارج شدن آنها از اداره، وارد یک کار طراحی شویم و این امر مستلزم داشتن اطلاعات پیش زمینه در رابطه با تکنولوژی چاپ می باشد.

چاپگرها یکی از وسایل پیرامونی مهم در عرصه تهیه نقشه های رقومی می باشند. برای اینکه این وسیله امکان چاپ نقشه رقومی برروی کاغذ را فراهم می کند. چاپگرهای متنوعی امروزه در دسترس می باشند که گستره آنها می تواند از چاپگرهای جوهر افشان سیاه و سفید ساده تا گذارنده های تصویر[۱۴۶] رنگی

[146] imagesetter

لیزری مخصوص کارهای حجیم یا با قدرت تفکیک بالا باشد که قادر به چاپ نگاتیوها برای چاپ با کیفیت بالا خواهند بود. در این بخش می خواهیم چاپگرها و فناوریهای چاپ را مورد مطالعه قرار دهیم.

۷ – ۹ – شیوه های مختلف نمایش اطلاعات مکانی

قبل از ارائه یک فایل دیجیتالی به چاپ، باید مشخص نمود که چاپگر کدام فرمت های فایلی را می تواند قبول کند. برخی از چاپگرها فایل های کاربردی را ترجیح میدهند ولی بسیاری از آنها قادر به پذیرش فایل هایی از تمامی کاربردها و یا نسخه ها نمی باشند. اکثر چاپگرها به جای فایل هایی با کاربرد اصلی، فایل های PDF و یا PostScript را قبول می کنند (و یا ترجیح می دهند).

- فایل های PDF: PDF یک کلمه اختصاری برای فرمت تبادل اطلاعات می باشد. همانگونه که نام آن هم نشان میدهد، PDF یک فرمت داده ایی می باشد که می تواند برای توصیف فایل ها بکار رود. در مرحله پیش چاپ ، PDF به عنوان فرمتی برای تبادل اطلاعات در بین برنامه های کاربردی و همچنین به عنوان چک برای مطالب، قبل از رفتن به چاپ، مکررا مورد استفاده قرار می گیرد. مثلا برای اینکه چک نویسی از نقشه خود را در صفحه ببینید، می توانید آن را به PDF تبدیل کنید .
- فایل های PostScript: PostScript زبان توصیف صفحه می باشد که شامل دستورالعمل هایی برای گذارنده تصویر برای تبدیل صفحات در کامپیوتر به فیلم، پلات های چاپی و یا حتی چاپگرهای لیزری می باشد. این دستورالعمل ها می تواند شامل فونت ها، نشانه های چاپگر، متن، گرافیک ها و سایه رنگ ها می باشد.

۷ – ۱۰ – وسایل خروجی گرافیکی

وسایل خروجی گرافیکی برای نمایش داده های کارتوگرافی رقومی بکار می روند. آنها بخش ضروری یک سیستم کارتوگرافی به کمک کامپیوتر می باشند. وسایل خروجی گرافیکی متشکل از سه قسمت اصلی هستند که عبارتند از:

- وسیله ورودی
- کنترل کننده
- وسیله ترسیم

وسیله ورودی یا پردازش کننده نمایش کار انتقال داده ترسیم شونده را از یک رسانه ذخیره کننده به کنترل کننده بعهده دارد. اغلب اوقات یکی از قطعات ذخیره کننده داده مثل دیسک فشرده، فلاش و غیره برای ذخیره داده ورودی استفاده می شود. یک محیط محاوره برای منظم کردن داده های ورودی به یک کامپیوتر میزبان مورد استفاده قرار می گیرد.

کنترل کننده داده های رقومی (داده های موقعیتی- مختصات X و Y در سیستم مختصات وسیله گرافیکی) را بهمراه دستورات ترسیم می پذیرد. داده ها مورد آنالیز و پردازش به میزان مورد نیاز قرار می گیرند و به علائم آنالوگ برای بردن ابزار ترسیم به موقعیت مختصاتی مشخص شده تبدیل می شوند. در برخی از انواع وسایل ترسیم کننده کنرل کننده ممکن است علائمی از وسیله ترسیم کننده برای مقایسه موقعیت واقعی ابزار در هر لحظه با موقعیت ورودی و انجام اقدامات تصحیح کننده در موقع اختلاف بدست آورد. این قسمت همچنین کلید خاموش و روشن برای ابزار ترسیم کننده (پایین بردن و بالا آوردن قلم) را کنترل می کند.

وسیله ترسیم کننده عمل ترسیم کردن را واقعا اجرا می کند. این قسمت ممکن است به سه جزء اصلی زیر تفکیک گردد:

- سطح ترسیم
- سیستم تعیین موقعیت
- مجموعه ابزار ترسیم

در حال حاضر تنوعی از ابزار های ترسیم استفاده می شوند که شامل موارد زیر هستند:

- ابزارهای مکانیکی ازقبیل قلم مرطوب جوهر، ball point ، scribing point و غیره برای ترسیم کردن برروی مواد ترسیم
- ابزارهای نوری از قبیل پرتوی نوری، پرتوی لیزر، پرتوی الکترونی و غیره برای نوشتن بر روی مواد حساس به نور یا درخشان[۱۴۷]

وسیله تعیین موقعیت ابزار ترسیم را از طریق علائم آنالوگ دریافت شده بوسیله کنترل کننده در امتداد مسیر از قبل تعیین شده هدایت می کند.

۱ – ۱۰ – ۷ – روشهای ترسیم

دو روش ترسیم ممکن است در وسایل خروجی گرافیکی استفاده شوند که عبارتند از روش خطی و روش رستری.

در روش خطی ابزار ترسیم به همان شیوه ای حرکت داده می شود که برای مداد استفاده می شود. ابزار ترسیم ممکن است در هر جهت دلخواهی حرکت داده شود. مسیر ابزار بوسیله مختصات ورودی نقاط مجزای تشکیل دهنده یک خط تعیین می گردد. نقاط مجزا معمولا با خطوط مستقیم بهم وصل می شوند. یک منحنی نرم ممکن است از طریق قرار دادن نقاط نزدیک بهم بدست آید بطوریکه چشم نتواند قطعات خطوط مستقیم را تشخیص دهد. تعدادی کنترل کننده با پیچیدگی اجازه درونیابی سهموی یا دایروی را می دهد. بنابر این نیاز به نقاط خیلی نزدیک بهم برای بدست آوردن انحناهایی با ظاهری نرم نمی باشد.

در روش رستری یک ابزار ترسیم بصورت یک سری خطوط مستقیم موازی با یکدیگر رانده می شود، بنابر این تمامی سطح مورد ترسیم را پوشش می دهد.

[147] phosphorescent

در امتـدا هـر خـط یـک ردیـف نقطـه بـر روی مـاده ترسـیم ممکـن اسـت علامـت گـذاری گـردد. بطـور متنـاوب یـک ردیـف از ابـزار ترسـیم ممکـن اسـت بصـورت همزمان یـک ردیـف نقطـه تولیـد کننـدیا مجموعـه ای از ابـزار ترسـیم یـک سـطح را پوشش دهد. ترسـیم از طریـق تغییـر کـردن شـدت یـا رنـگ نقـاط ایجـاد مـی گـردد. بنابراین تمامی ترسیم شامل نقـاط کـوچکی بـا شـدت هـا یـا رنگهـای متغییـر خواهـد بـود. رنـگ از طریـق ترکیـب نمـودن سـه رنـگ اصـلی (RGB- قرمـز، سـبز، آبـی یـا CMYB- فیـروزه ای، صـورتی، زرد و مشـکی) بدسـت مـی آیـد. پلاتـر هـای رستری تنـوعی از ابـزار ترسـیم شـامل ابـزار نـوری، جـوهر افشـان، stamp، حرارتـی، الکترواسـتاتیکی و غیـره را مـورد اسـتفاده قـرار مـی دهـد. داده هـای ورودی شـامل رشته ای از مقادیر شدتها هستند، همان طوری که باید ترسیم شوند.

۲ – ۱۰ – ۷ – طبقه بندی وسایل خروجی گرافیکی

وسایل خروجی گرافیک می توانند به دو گروه بصورت زیر تقسیم شوند:

- صفحات نمایش دهنده گرافیکی
- ماشین های ترسیم کننده

.صـفحات نمـایش دهنـده گرافیکـی بـرای خروجـی گرافیکـی نسـخه نـرم[۱۴۸] بـرروی یک لایه درخشـنده (از قبیـل آنچـه کـه در صـفحه هـای تلویزیـون یافـت مـی شـود) یا یک پنل حاوی بعضی انواع مقـادیر نـور آمـاده مـی شـوند. وسـایل نسـخه نـرم فقـط اجـازه نمـایش موقـت را مـی دهنـد و هنگـام خاموشـی وسـیله نمـایش ناپدیـد مـی گردد. مزیت وسـایل نسـخه نـرم سـرعتی اسـت کـه بـا آن یـک نمـایش ممکـن اسـت تولیـد گـردد. هنگـامی کـه داده ویـرایش مـی شـود نمـایش بصـورت آنـی تغییـر مـی کند. یک نوع ویـژه ای از تولیـد نسـخه سـخت[۱۴۹] روگرفـت از صـفحه نمـایش دهنـده دهنـده اسـت. یـک روگرفـت صـفحه نمـایش دهنـده قـادر مـی سـازد کـه محتـوای دقیق صفحه نمایش دهنده مستقیما و سریع به ماده ترسیم منتقل گردد.

[148] soft copy
[149] hard copy

ماشین های ترسیم برای خروجی نسخه سخت گرافیکی بر روی کاغذ، مواد پلاستیکی، ماده اسکرایپ، ماده حساس به نور و غیره فراهم می شوند. خروجی ممکن است بصورت یک ثبت دائم نگه داری شود.

۳ – ۱۰ – ۷ – سیستم های مختصات وسیله

برای توانمند سازی تعیین موقعیت یک ابزار ترسیم، هر وسیله گرافیکی خروجی با یک سیستم مختصات محلی آماده می گردد که سیستم مختصات وسیله[۱۵۰] نامیده می شود. اینچنین سیستم هایی اغلب دو بعدی و بدون استثناء قائم هستند (شکل). مختصات وسیله مختصاتی را نشان می دهند که در آن مختصات عارضه جغرافیایی نمایش داده شده باید توصیف شود برای اینکه نمایش داده شود. مثلا پلاتر calcomp دارای صفحه ترسیمی با ابعاد ۳۵۰ در ۲۸۰ میلیمتر می باشد. هر مختصاتی خارج از گستره x ۰ تا ۳۵۰ میلیمتر و خارج از گستره y ۰ تا ۲۸۰ میلیمتر در پلاتر ترسیم نمی شود. مبدا سیستم وسیله برای این پلاتر در گوشه پایین سمت چپ است. واحد ها در امتداد محورهای x و y یکسان و میلیمتر می باشند. البته پلاترهای دیگر متفاوت خواهند بود.
برای اینکه مقادیر X و Y نقشه (مختصات زمینی[۱۵۱] یا مختصات نقشه[۱۵۲]) ترسیم شوند باید به سیستم مختصات وسیله تبدیل شوند و با گستره وسیله نمایش دهنده منطبق گردند. یک تبدیل خطی نسبتا ساده در اینجا لازم است.
برای پرهیز از وابستگی وسیله در برنامه های ترسیم کننده یک رویه نمونه ای که در گرافیکهای کامپیوتری استفاده می شود این است که ابتدا مختصات زمینی به مختصات نرمالیزه نمایش دهنده[۱۵۳] قبل از تبدیل به مختصات وسیله نمایش دهنده خاص تبدیل می گردد. اینکار سیستم را به اندازه کافی قابل انعطاف برای تطبیق نمودن با همه وسایل نمایش دهنده می سازد. مختصات نرمالیزه شده X و Y هر مقدار اختصاص داده شده در فاصله ۰ تا ۱ می باشد. سپس این مختصات نرمالیزه شده با ضرب کردن عاملی که مرتبط با ابعاد وسیله نمایش دهنده است می تواند به سیستم وسیله نمایش دهنده

[150] Device Coordinate System
[151] Ground Coordinates
[152] Map Coordinates
[153] Normalised Device Coordinates

انتقال یابد. اینچنین رویه ای مخصوصا برای صفحات نمایش دهنده گرافیکی مفید است که درآن اندازه ترسیم باید به سرعت به گستره صفحه نمایش دهنده منطبق گردد.

۴ – ۱۰ – ۷ – دقت و توان تفکیک

صحت ترسیم وسایل خروجی معمولا به شکل تلرانسها توسط سازندگان مشخص می شود. صحت تعیین موقعیت ایستا بصورت توانایی تعیین موقعیت کردن یک ابزار در محدوده یک تلرانس مشخص شده مختصات ورودی یک نقطه تعیین می گردد. صحت پویا اشاره به بیشترین انحراف فرض شده میان یک خط بصورت واقعی ترسیم شده و تعریف عددی آن توسط مختصات ورودی می باشد. قابلیت تکرار بصورت توانایی تعیین موقعیت تکرار شده یک ابزار ترسیم کننده در هر نقطه برای خوشه بندی کردن در محدوده تلرانس مشخص تعریف می گردد.

توان تفکیک یک چاپگر به معنای کیفیت چاپ می باشد. در حالت روش ترسیم خطی توان تفکیک کوچکترین فاصله قابل دستیابی در امتداد یک محور میان دو نقطه ترسیم شده می باشد. ابزار ترسیم کننده نمی تواند در فواصلی کوچکتر از تلرانس تعیین موقعیت شود. در حالت ترسیم رستری توان تفکیک اندازه نقطه رستری را نمایش می دهد. بنابراین توان تفکیک ممکن است بسادگی بصورت یک اندازه یک نقطه یا بصورت تعداد کل نقاط (نقاط قابل آدرس دهی) برروی کل سطح ترسیم یا بصورت تعداد خطوط یا نقاط بر سانتی متر (یا بر اینچ[۱۵۴]) داده شود. برخی از پلاترهای رستری توان تفکیک قابل انتخاب دارند. مثالی را از یک چاپگر که دارای قدرت تفکیک 1400X720(dpi) میباشد، در نظر بگیرید. عدد اول نشانگر تعداد نقطه هایی میباشد که در خط افقی ارائه شده و دارای طول یک اینچ میباشد. بنابراین خط افقی یک اینچ از طول متشکل از 1400 نقطه خواهد بود. عدد دوم هم نشانگر تعداد نقطه هایی است که در خط عمودی ارائه شده و دارای طول یک اینچ می باشد. بنابراین خط عمودی یک اینچ از طول متشکل از 720 نقطه خواهد بود. خواهید فهمید که قدرت تفکیک بالاتر یک چاپگر نشانگر کیفیت بهتر و بالای یک چاپگر می باشد. قدرت تفکیک یک چاپگر خوب بالاتر از 600X600dpi خواهد بود.

[154] dot per inch(dpi)

خطاهای سیستماتیک پلاترها همیشه ممکن است بایکدیگر از طریق تبدیل مختصات نقشه به مختصات وسیله تصحیح گردند. یک کالیبراسیون کامل پلاتر برای این منظور باید انجام شود و نرم افزار پلات برای هر پلاتر مجزا مطابقت داده شود.

۵ – ۱۰ – ۷ – وسایل نسخه نرم

نامهای جایگزین برای این وسایل شامل پرده های ویدئو[۱۵۵]، پرده های گرافیکی[۱۵۶]، پرده های نمایش[۱۵۷] و مانتیور های نمایش[۱۵۸] هستند. دو نوع پرده های گرافیکی ممکن است قابل تفکیک می باشد:

- نمایش دهنده های ماتریسی[۱۵۹]
- تیوب های اشعه کاتدی[۱۶۰]

نمایش دهنده های ماتریسی شامل آرایه ای از عناصر هستند که می توانند بطور مجزا و رقومی آدرس دهی شده و روشن و خاموش گردند. عناصر در یک پنل مسطح بهم فشرده سرهم بندی می شوند. این عناصر دارای اندازه کوچکی (حدود ۰.۲ میلیمتر) هستند و وقتی روشن می شوند تابش می کنند. یک تصویر ممکن است بطور آنی توسط روشن نمودن عناصر در مکانهای مناسب در پنل ایجاد گردد.

تنوعی از تکنولوژیها از قبیل کریستالهای مایع، دیود های گسیل کننده نور، ترانزیستوریهای نازک فیلمی و غیره ممکن است استفاده شوند. اما پنلهای پلاسما بنظر می رسد که قابل اتکا باشد. در حقیقت آنها شامل آرایه ای از حباب های نئون ریزی هستند که بین دو پنلی که دارای الکترودهای افقی و قائم هستند قرار گرفته اند (شکل). هر حباب ممکن است با اعمال ولتاژهایی به الکترودهای افقی و عمودی مناسب روشن شود. تصویر در اینچنین پنلی تا اینکه عناصر عمدا خاموش شوند باقی می ماند. داده نمایش داده شده می تواند بطور انتخابی پاک شود، برای اینکه هر عنصر بصورت مجزا آدرس دهی می شود. پنل پلاسما نازک و شفاف است. اینها بطور قابل ملاحظه ای با تکنولوژی رقومی سازگار هستند.

---

[155] Video screens
[156] Graphic screens
[157] Display screens
[158] Display monitors
[159] Matrix display
[160] Cathode Ray Tubes (CRT's)

تیوب های اشعه کاتدی بر اساس تکنولوژی با یک قرن قدمت استفاده می شوند. مونتیورهای کامپیوتر و تلویزیون های نسل گذشته از این تکنولوژی استفاده کرده اند.

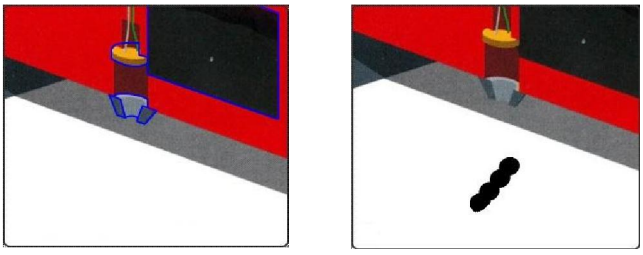
۶ – ۱۰ – ۷ – ترسیم کننده و چاپگرهای جوهر افشان

ممکن است که چاپگرهای جوهر افشان ، سیاه سفید و یا رنگی باشند. این نوع از چاپگرها یک چاپ دقیق را ارائه می دهند (هم در حالت رنگی و هم در حالت سیاه و سفید). برخی از مدل ها چاپ تصاویری را با کیفیت عکاسی مقدور می سازند. تکنولوژی جوهر افشان نه تنها برای چاپگرهایی به اندازه استاندارد (کاغذ dinA3 یا dinA4) مورد استفاده قرار می گیرند، بلکه برای پلاترها (کاغذ dinA0)هم استفاده می شوند.

برخی از معایب و مزیت های چاپگرهای جوهر افشان را می توان به صورت زیر بیان کرد:

- مزیت: خروجی با کیفیت رنگی این پرینتر ها کم هزینه بوده و باعث ایجاد نویزهای زیادی نمی شوند.
- عیب: کیفیت چاپ در چاپگرهای جوهر افشان پایین تر از چاپگرهای لیزری می باشد و همچنین کندتر عمل می کنند. با وجود این، چاپگرهای جوهر افشان یک روش کم هزینه برای چاپ نقشه های رنگی می باشند.

نحوه کار آن مطابق شکل زیر به این صورت می باشد که قطرات ریز جوهر از طریق یک نازل بر روی کاغذ انداخته می شود.



شکل : طرز کار چاپگر جوهر افشان (Pfiffner 1994)

۷ – ۱۰ – ۷ – چاپگرهای لیزری

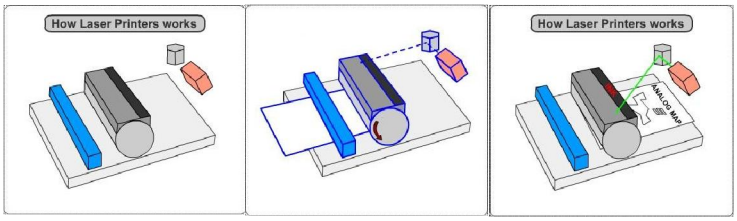
چاپگرهای لیزری دارای دقت بسیار بالایی هستند، سریع عمل کرده و هم به صورت رنگی و هم سیاه و سفید عمل می کنند. اما چاپگرهای لیزری گران تر از چاپگرهای جوهر افشان هستند.

برخی از معایب و مزایای چاپگرهای لیزری را میتوان به صورت زیر بیان کرد:

- مزیت:کیفیت چاپ و سرعت عمل در چاپگرهای لیزری بسیار بالا می باشد به طوریکه می توانند در هر دقیقه ۲۵ صفحه چاپ کنند.
- عیب: چاپگرهای لیزری عمدتا بصورت سیاه و سفید می باشند ، چراکه هزینه چاپگرهای لیزری رنگی بسیار بالا می باشد.

چاپگرهای لیزری کار نشر کامپیوتری را انجام میدهند و همیشه پرسرعت تر و کم هزینه تر میباشند.

طرز کار چاپگر لیزری که در شکل زیر نشانداده شده به این صورت است که یک یونیزه کننده کاغذ آنرا با یونهای مثبت و یونیزه کننده استوانه آنرا با یونهای منفی باردار می کند. سپس لیزر با برخورد به آینه و بازتاب از آن نقاط معینی از استوانه را بصورت مثبت باردار می کند. در نتیجه جوهر تونر بطور منفی باردار شده بر روی قسمتهایی از استوانه که توسط لیزر باردار شده قرار می گیرد. با چرخش استوانه جوهر بر روی کاغذ ثبت می شود.



شکل : طرز کار چاپگر لیزری

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

۸ – ۱۰ – ۷ – سرعت چاپگر

سرعت چاپگر نشانگر سرعتی می باشد که چاپگر صفحات را با این سرعت چاپ می نماید. این سرعت در صفحه به ازای هر دقیقه[۱۶۱] بیان می شود. مثالی از یک چاپگر جوهر افشان را که دارای مشخصات زیر می باشد، در نظر بگیرید:

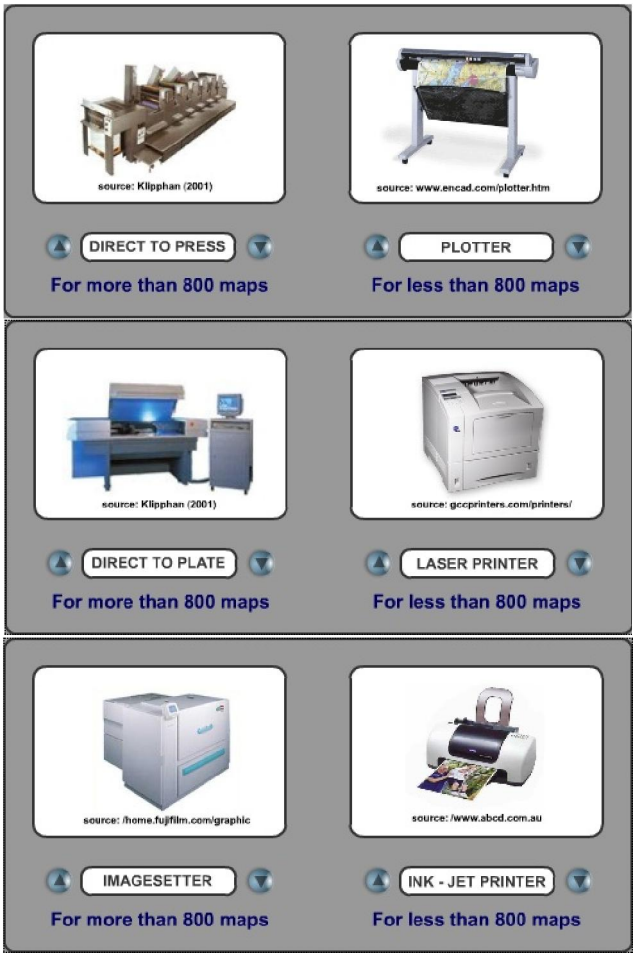
- سرعت چاپ در حالت سیاه سفید : 6ppm
- سرعت چاپ در حالت رنگی: 2ppm
- سرعت چاپ در حالت عکس: 1ppm

مقدار نخست بدین معناست که چاپگر متن را با سرعت 6 صفحه در هر دقیقه انجام میدهد. مقدار دوم بدین معناست که چاپگر متن رنگی را ، که ترکیبی از متن ها و نمودارها یا ترسیم ها میباشد، با سرعت دو صفحه در هر دقیقه انجام میدهد. مقدار سوم هم بدین معناست که چاپگر قادر به چاپ یک تصویر رنگی با سرعت یک صفحه در هر دقیقه میباشد.

۴ – ۳۹ – ماشینهای چاپ

اگر نیاز به چاپ 800 نسخه و یا بیشتر از آن داشته باشید، چاپ آنها بوسیله انواع دستگاههای چاپ مطمئنا ارزان تر از ترسیمی خواهد شد که از طریق وسایل ترسیم کننده و یا چاپگرها صورت می گیرد. ماشین چاپ بایستی برای کار پرینت آماده شده باشد: کلیشه ایجاد شده و بر روی ماشین چاپ نصب شده باشد، گرچه نقطه عطف با اتوماتیک تر شدن دستگاه چاپ تغییر میکند ولی این امر برای کارهای موقتی مقرون به صرفه نخواهد بود. شکل زیر دستگاههای مختلف چاپ و انواع پرینتر ها و پلاترها را نشان می دهد

[161] Page Per Minute (ppm)



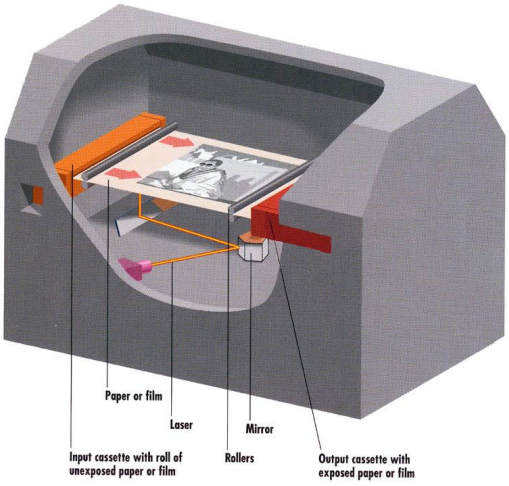
شکل : انواع دستگاههای چاپ، پلاترها و پرینترها

۹ – ۱۰ – ۷ – گذارنده های تصویر

گذارنده های تصویر اساسا از همان تکنولوژی استفاده می کنند که چاپگرهای لیزری بکار می بردند، ولی به جای کاغذهای ساده و معمولی، بر روی کاغذهای حساس به نور با قدرت تفکیک بسیار بالاتری عمل چاپ را انجام می دهند. این فیلم ها توسط چاپگرها برای ایجاد کلیشه هایی مورد استفاده قرار می گیرند که منجر به ادامه کار دستگاه چاپ می شود.

انواع گذارنده های تصویر تخت مسطح، چرخ تسمه ای و با استوانه ای داخلی و خارجی وجود دارند. در همه این گذارنده های تصویر ، نوردهی ها با اشعه لیزر و به صورت نقطه به نقطه در کل بخش نوردهی شده، انجام می شود. شکل زیر کار یک گذارنده تصویر چرخ تسمه ای را نشان می دهد.

اشعه لیزر به طور مستقیم به کاغذ یا فیلم حساس به نور برخورد می کند. فیلم خام بدور غلتکی در یک کاست دارای شکاف باریک قرار دارد. این فیلم در سراسرمسیر اشعه لیزر با غلطک های تسمه ای کشیده می شود (Pfiffner 1994,p.140).



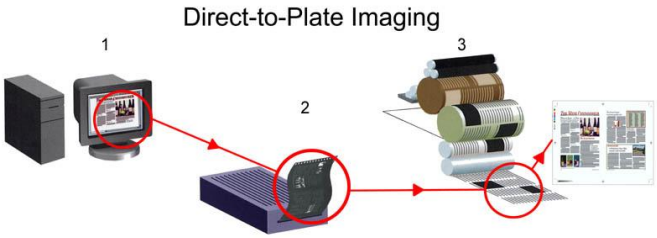
شکل : گذارنده تصویر

۱۰ – ۱۰ – ۷ – تصویر سازی با انتقال مستقیم به صفحه فلزی چاپ

تصویر سازی از طریق انتقال مستقیم به صفحه فلزی چاپ زمان و هزینه ایجاد نگاتیوهای فیلم را از طریق تولید نمودن صفحه فلزی چاپ از داده های رقومی به صورت مستقیم با استفاده از دستگاهی بسیار شبیه با چاپگر لیزری، حذف می کند.

علی رغم حجم سرمایه گذاری مورد نیاز، انتظار میرود که این تکنولوژی در شرکت های چاپ بیشتر و بیشتر مورد استفاده قرار گیرد.

شکل زیر عملکرد سیستم تصویر سازی از طریق انتقال مستقیم به صفحه فلزی را نشان می دهد.



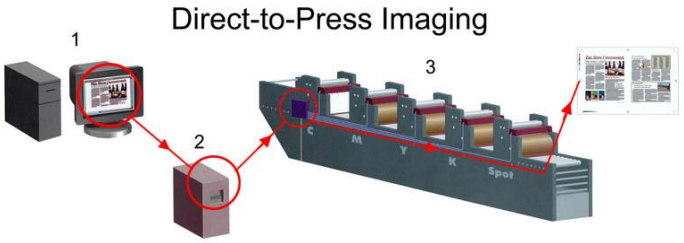
شکل : طرزکار سیستم های تصویر سازی از طریق انتقال مستقیم به صفحه فلزی (Pfiffner 1994)

فایل های چاپی طوری آماده می شوند که برای خروجی نهایی فیلم آماده باشند(۱)، ولی به جای ارسال به یک گذارنده تصویر، این فایلها به یک سازنده صفحه ارسال می شوند(۲). این صفحه ساز همانند یک چاپگر لیزری عمل میکند ولی یک صفحه فلزی ویژه و حساس به نور را مورد استفاده قرار می دهد (Pfiffner 1994) تا صفحات چاپ کننده ای را تولید کنند که برای نصب بر روی ماشین چاپ بصورت مستقیم آماده هستند(۳).

۱۱ – ۱۰ – ۷ – تصویر سازی با انتقال مستقیم اطلاعات به چاپ

در تصویر سازی از طریق انتقال مستقیم اطلاعات به چاپ ، صفحات فلزی به صورت همراستا و در درون ماشین چاپ ایجاد می شوند: صفحات خالی بر روی ماشین چاپ نصب شده و سپس بصورت در جا تصویر ساخته می شود. داده های کار چاپ برای ایجاد صفحه چاپ از طریق فرایند مستقیم کار با سیستم مناسب تصویرسازی و مواد صفحه انجام می گیرد.

تصویر زیر عملکرد سیستم تصویر سازی از طریق انتقال مستقیم اطلاعات به چاپ را نشان می دهد.



شکل : طرزکار سیستم های تصویر سازی از طریق انتقال مستقیم به چاپ (Pfiffner 1994)

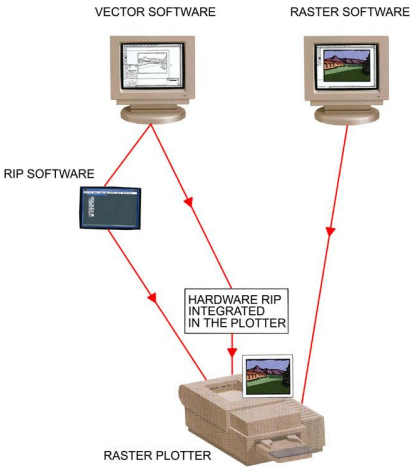
فایل های چاپی برای خروجی نهایی آماده می شوند (۱)، و به کامپیوتر چاپ برای پردازش کننده تصویر رستری[۱۶۲] (۲)ارسال می شوند که آن هم داده های مناسب برای هر رنگ را به سرهای تصویر ساز ارسال می نماید. صفحات خالی ویژه ای بر روی دستگاه چاپ نصب شده و سپس سرهای تصویر ساز علائم را بر روی صفحات می نویسند" (Pififfner 1994) (۳).

۷ – ۱۱ – پردازش کننده تصویر رستری

نقشه سازی پویا را می توان به عنوان نقشه سازی پیش گستری در نظر گرفت که به قدر کفایت برای ارائه از طریق واسط مجرد منسجم شده است و یا از طریق برنامه ای مجرد ویرایش شده است. هدف از کاوش داده های ویژه از طریق نقشه سازی پویا ، نمایش اطلاعات نامعلوم می باشد که عمدتا از طریق درجه بالایی از تعامل انسانها انجام می گیرد، انیمیشین یک مولفه مهم برای آشکارسازی داده می باشد. ولی کاوش داده فضایی هم ممکن می باشد.

تصویر از طریق پردازش کننده تصویر رستری (سخت افزار یا نرم افزار) به بردار تبدیل می شود تا برای چاپگر قابل خواندن باشد. در حالیکه چاپگر می تواند تصویر رستری را به طور مستقیم بخواند.

[162] Raster Image Processor (RIP)



شکل : پردازش کننده RIP (Pfiffner 1994)

فصل دوازدهم

سیستم تصویر و سیستم مختصات نقشه

۴ – ۴۰ – مقدمه

ایده کروی بودن زمین به قرن هفدهم برمی گردد که نیوتن ادعا نمود چرخش زمین باعث می گردد مایعات به سمت استوا هدایت شده و تعادل هیدرو استاتیکی باعث بیضوی بودن شکل زمین که در قطبین مسطح شده می گردد. شکل سه بعدی زمین باعث توسعه سیستم های مختصات سه بعدی گردیده که توسط متخصصین فتوگرامتری و ژئودزی برای توصیف مختصات نقاط روی زمین مورد استفاده قرار می گیرند. از طرف دیگر وسایل نمایش مورد استفاده مثل صفحه نمایش کامپیوتر، ترسیم کننده ها و نقشه های کاغذی دو بعدی می باشند. برای انتقال مختصات از روی زمین به نقشه یا وسایل نمایش دهنده دو بعدی نیاز به سیستم تصویر نقشه می باشد که یک انتقال ریاضی عوارض از سطح بیضوی زمین به یک صفحه دوبعدی می باشد. این سیستم تصویرها می توانند بر اساس نوع صفحه قابل گسترش تصویر وضعیت صفحه قابل گسترش تصویر و خاصیت سیستم تصویر توصیف شوند. بعلاوه اسناد و مدارک گرافیکی شامل تصاویر و نقشه های اسکن شده دارای سیستم مختصات

وسیله نمایش دهنده دو بعدی می باشند. بنابراین نیاز به تبدیل سیستم مختصات وسیله نمایش دهنده به سیستم مختصات نقشه و جهانی می باشد. این فرآیند تبدیل سیستم مختصات زمین مرجع نمودن[۱۶۳] نامیده شده که بر روی داده های مکانی برداری و رستری انجام می شود. بنابراین در این فصل سیستم های تصویر، سیستم های مختصات دو بعدی و زمین مرجع نمودن اسناد و مدارک گرافیکی مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۷ – ۱۲ – سیستم تصویر

همانطوریکه که در مقدمه ذکر گردید سیستم تصویر انتقال ریاضی مختصات عوارض از روی زمین به نقشه یا وسایل نمایش دهنده دو بعدی می باشد. اگر شکل زمین بصورت بیضوی فرض گردد ریاضیات مورد استفاده برای این انتقال مختصات می تواند خیلی پیچیده باشد. اما در صورتیکه شکل زمین با یک کره کامل تقریب زده شود ریاضیات مورد استفاده می تواند ساده باشد. انتقال با استفاده از طول و عرض ژئودتیک (یا جغرافیایی) ارائه شده توسط بیضوی (یا کره) انتخاب شده انجام می شود. اگر نقشه را یک سطح دوبعدی مثلا یک برگ کاغذ در نظر بگیرید که در اتصال با کره مولدی با شعاع ۶.۳۷۸ سانتی متر باشد که نشان دهنده شکل کلی زمین در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰۰۰ می باشد، این تبدیلات تا حدی می توانند درک گردند. این برگ کاغذ می تواند به یکی از شیوه زیر در اتصال با کره مولد باشد:

۱. برگ صاف باقی می ماند و با کره در یک نقطه تماس دارد. این وضعیت سیستم تصویرهای آزیموتی تولید می کند
۲. برگه بدور کره می پیچد با ایجاد یک استوانه و در یک دایره بزرگ با کره در تماس است. این وضعیت سیستم تصویرهای استوانه ای را تولید می کند.
۳. برگ بصورت یک مخروط در می آید و در یک دایره کوچک با کره در تماس است. این وضعیت تولید سیستم های مخروطی می کند.

[163] Georeferencing

بنـابراین سـه دسـته از سیسـتم تصـویرها آزیمـوتی، اسـتوانه ای و مخروطـی هسـتند. این سه دسته شکلهایی را ارائـه مـی دهنـد کـه هـر کـدام مـی تواننـد بـه یـک سـطح دو بعـدی گسـترش یابنـد کـه مـی تواننـد کـره مولـد را دربرگیرنـد. ایـن سـه دسـته سطوح را سطوح قابل گسترش نیز می نامند.

سیستم های تصویر همچنـین مـی تواننـد بـا وضـعیت صـفحه تصـویر قابـل گسـترش نسبت به کره مولد توصیف شوند. این وضعیت های سیستم تصویر عبارتند از:

۱. قطبی (نرمال)
۲. استوایی (معکوس)
۳. مایل

- یک سیستم تصویر قطبی آزیموتی یک سطح دوبعدی دارد که با کره مولد یا در قطب شمال و یا در قطب جنوب تماس دارد.
- یک سیستم تصویر قطبی استوانه ای دارای یک سطح دوبعدی استوانه ای می باشد و بدور کره در استوا در تماس است و محور آن از قطب شمال و قطب جنوب می گذرد.
- یک سیستم تصویر قطبی مخروطی یک سطح دوبعدی مخروطی دارد که بدور کره در یکی از مدارات تماس دارد و محور آن از قطب شمال و قطب جنوب می گذرد و راس آن بالای قطب جنوب یا قطب شمال می باشد.
- یک سیستم تصویر استوایی آزیموتی یک سطح دوبعدی آزیموتی دارد که با کره مولد در یک نقطه برروی استوا تماس دارد.
- یک سیستم تصویر استوایی استوانه ای دارای یک سطح دوبعدی استوانه ای می باشد و بدور کره حول یک نصف النهار در تماس است. محور استوانه عمود بر محور دوران زمین است.
- یک سیستم تصویر استوایی مخروطی یک سطح دوبعدی مخروطی دارد که بدور کره حول یک دایره کوچکی در تماس است که زاویه عمود با صفحه استوا دارد.
- یک سیستم تصویر مایل آزیموتی یک سطح دوبعدی آزیموتی دارد که با کره مولد در هرنقطه ای بغیر از نقاط روی استوا و قطبهای شمال و جنوب تماس دارد.

- یک سیستم تصویر مایل استوانه ای دارای یک سطح دوبعدی استوانه ای می باشد که کره را حول یک دایره بزرگ بغیر از نصف النهار یا استوا می پوشاند.
- یک سیستم تصویر مایل مخروطی یک سطح دوبعدی مخروطی دارد که با کره حول دایره کوچکی در تماس است که نه زاویه عمود با صفحه استوا دارد و نه مدار است.

همچنین سیستم های مختلف تصویر دارای خواص متفاوتی هستند، که با نیازهای کاربران نقشه ارتباط دارد.

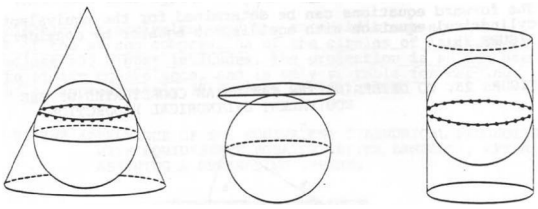
کاربری که به نمایش صحیح مساحت نیاز دارد باید بدنبال سیستم تصویری باشد که در آن همه مساحت های نمایش داده شده در نقشه بسادگی به مساحت های حقیقی زمین (شبه کره) فقط از طریق یک ضریب مقیاس مربوط گردند. اینچنین سیستم تصویرهایی هم ارز[۱۶۴] (یا گاهی اوقات هم مساحت) نامیده می شوند یا نقشه با چنین سیستم تصویری بعنوان دارنده خاصیت هم ارزی توصیف می شود.

به همین ترتیب یک کاربر نقشه ممکن است به زاویای نقشه که با زوایای روی سطح زمین (شبه کره) یکسان است علاقه مند باشد. اینچنین نقشه هایی با عنوان متشابه[۱۶۵] توصیف می شوند. خواص تشابه و هم ارزی بصورت متقابل منحصر بفرد هستند.

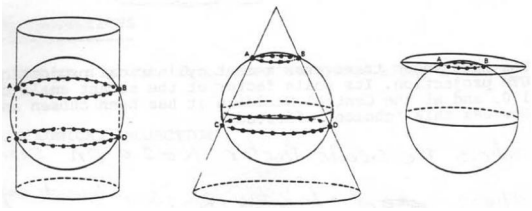
خاصیت سوم هم مسافت می باشد. بصورت ایده آل یعنی اینکه همه مسافت های نقشه با مسافتهای زمینی از طریق یک ضریب مقیاس تنهای ساده (عموما مقیاس اصلی یا اسمی نقشه چاپ شده در حاشیه آن) ارتباط دارد. هیچ سیستم تصویری کاملا هم مسافت نیست، بطوریکه این واژه وقتی استفاده می گردد که مقیاس اصلی در امتداد نصف النهارها یا مدارات یک باشد. برخی از سیستم تصویرها بیشتر از سیستم تصویرهای دیگر هم مسافت هستند. یک سیستم تصویرممکن است متشابه و تا حدی هم مسافت، یا هم ارز و تا حدی هم مسافت باشد (تقریبا همه سیستم تصویرها در بعضی از جاها هم مسافت

[164] Equivalent
[165] conformal

هستند). بعلاوه یک سیستم تصویرممکن است متشابه، تا حدی هم مسافت و تاحدی هم ارز، یا هم ارز ، تا حدی هم مسافت و تا حدی متشابه باشد.
بعلاوه سیستم تصویر ممکن است مماسی یا متقاطع باشد. در این حالت رویه دو بعدی زمین را قطع می کند. شکل زیر این موضوع را نشان می دهد. برای سیستم تصویرهای استوانه ای و مخروطی خیلی معمول است که متقاطع باشند.



شکل : نمایش استوانه، صفحه و مخروط مماسی



شکل : صفحه متقاطع، مخروط متقاطع، استوانه متقاطع

۷ – ۱۳ – گرید و گراتیکول

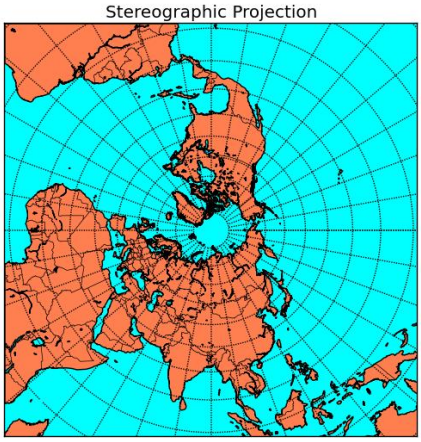
فهمیدن معنی لغت گراتیکول[۱۶۶] و تمایز میان آن و لغت گرید[۱۶۷] مهم می باشد. گراتیکول موقعیت تصویر شده مدارات و نصف النهارات انتخاب شده را نشان می دهد، که شبکه منحنی الخط نیز نامیده می شود. مثلا گراتیکول ۳۰ درجه ای موقعیت استوا و مدارات ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درجه شمال و جنوب استوا، وموقعیت نصف النهارمبدا و نصف النهارات ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ شرق و غرب نصف النهار مبدا را نشان می دهد.

[166] graticule
[167] grid

قبل از استفاده از ساخت گراتیکول تغییر سیستم تصویر شامل ترسیم گراتیکول بسیارمتراکم جدید و ترسیم دستی عوارض از گراتیکول قدیمی برای انطباق با گراتیکول جدید اهمیت قابل ملاحظه ای داشت.

ساخت گراتیکول ها همچنین از نظر آموزشی مفید است، بطوریکه به دانشجو درکی از ویژگیهای گراتیکول های مختلف را می دهد. برخی از آنها چهارگوش های خطی ساده ای هستند در حالیکه بعضی دیگر از منحنی های پیچیده ساخته می شوند.

دیاگرام زیر (شکل) یک گراتیکول ۱۰ درجه ای تصویر شده از یک سیستم تصویر استریوگرافیک قطبی آزیموتی به همراه اجرام زمینی را نمایش می دهد.



شکل : سیستم تصویر استریوگرافیک قطبی آزیموتی نیمکره شمالی

البته این روزها با کمک کامپیوتر هر چیزی از جمله نصف النهارات و مدارات و عوارض جغرافیایی می توانند برای ترسیم مجدد در یک سیستم تصویر جدید با استفاده کردن از برنامه های تبدیل و جداول اتوماتیک ترسیم کننده منتقل شوند. هر روشی استفاده شود ریاضیات آن بدون تغییر باقی می ماند.

گرید شبیه به گراتیکول نمی باشد. گرید تقریبا همیشه دکارتی (راست گوشه عمود بر هم) می باشد، بنابراین شبکه ای با خطوط مستقیم متعامد نامیده می شود. شبکه مرجع یا سیستمی است که (تقریبا همیشه) برروی گراتیکول برای راحتی نقشه بردارها ، کارتوگرافها و کاربران نقشه قرار داده می شود. اینچنین شبکه مرجعی دارای مبدائی خواهد بود که در یک نقطه تقاطع خاص گراتیکول

مـثلا جائیکـه اسـتوا نصـف النهـار مبـدا را قطـع مـی کنـد، مـی توانـد باشـد و دارای توجیه مشخصی نسـبت بـه مـثلا اسـتوا یـا نصـف النهـار تصـویر شـده خـاص خواهـد داشـت. مکـان شـبکه مرجـع از نظـر تئـوری دلخـواه اسـت و از یـک نقشـه بـه نقشـه دیگـر مـی توانـد تغییـر کنـد، امـا بسـیاری از کشـورها یـا گروهـی از آنهـا قواعـدی را بـرای قـرار دادن شـبکه مرجـع بـر روی نقشـه هـای خـود پذیرفتـه انـد. یعنـی اینکـه کاربران سـری خاصـی از نقشـه هـا مـی تواننـد مقـادیر شـبکه را بعنـوان مکانهـایی بـا موقعیـت منحصـر بفـرد در نظـر بگیرنـد، در حالیکـه تاکیـد مـی گـردد کـه طـول و عرض جغرافیایی ژئودتیک مکانهایی با موقعیت منحصر بفرد هستند.

۴ – ۴۱ – مقیاسهای سیستم تصویر

یـک مقیـاس اسـمی[۱۶۸] نقشـه بـه هـر سیسـتم تصـویری وابسـته اسـت. ایـن مقیـاس فقـط در مکانهـای معینـی در سـطح نقشـه، گـاهی اوقـات در یـک نقطـه در سراسـر سیسـتم تصـویر نقشـه یافـت خواهـد شـد و نسـبت کـره یـا شـبه کـره مولـد مـورد استفاده در سیستم تصویر نقشه به ابعاد زمین را ارائه می دهد.

هرسیسـتم تصـویر بصـورت متفـاوتی سـعی مـی کنـد مسـئله نمـایش شـبه کـره بـر روی سطح دوبعدی را حـل نمایـد. اعوجـاج هـا هنگـامی ظـاهر مـی شـوند کـه اینکـار انجـام شـود و بررسـی سیسـتماتیک ایـن اعوجاجهـا مهـم اسـت بـرای اینکـه بتـوان سیسـتم تصـویرها را مقایسـه کـرد. مقیاسـهای ویـژه ای کـه دو معیـار بـرای اعوجـاج هـا هسـتند، یـا نسـبت طـول در امتـداد قسـمتی از نصـف النهـار بـر روی سیسـتم تصویر و همان قسـمت بـر روی سـطح زمـین کـه مقیـاس در امتـداد نصـف النهـار(h) نامیده مـی شـود، و نسـبت طـول در امتـداد قسـمتی از مـدار بـرروی سیسـتم تصـویر و همـان قسـمت بـر روی سـطح زمـین کـه مقیـاس در امتـداد مـدار(k) نامیـده مـی شود.

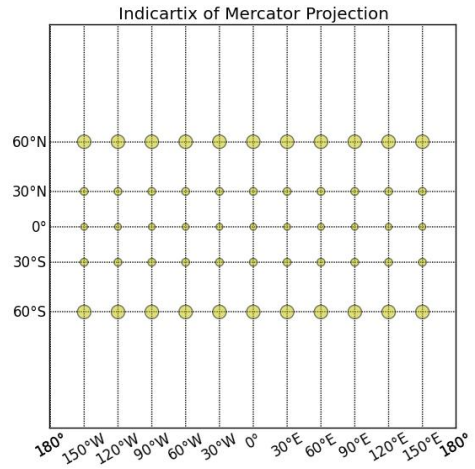
۴ – ۴۲ – دیاگرام های اعوجاج

مهمترین ویژگیهای یک سیستم تصویر نقشه اندازه اعوجاج و اثر آن اعوجاج بر استفاده از قبل تعین شده نقشه هستند. کمک به ارزیابی این جنبه ها می تواند از طریق مقایسه

[168] nominal scale

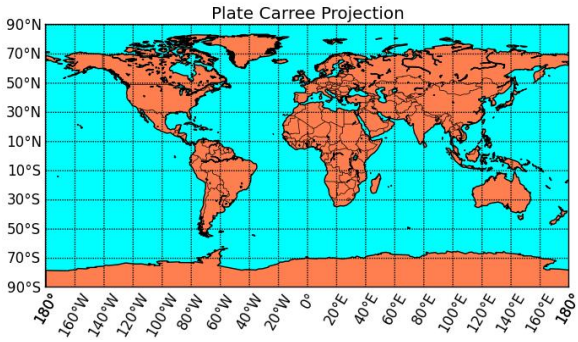
شکلهای آشنای جزایر و خطوط ساحلی انجام شود. مقایسه یکنواخت تر می تواند از طریق استفاده از ترسیم های کوچکتر که شامل خطوط ساحلی نمی باشد اما شاخصهای تیسوت[۱۶۹] را طول و عرض جغرافیایی بجز قطبها (بصورت دلخواه بخاطر پیچیدگیهای ترسیم کردن حذف شده اند) نشان می دهند.

شاخص تیسوت که بوسیله کارتوگراف فرانسوی نیکلاس آگوسته تیسوت در قرن نوزدهم میلادی ابداع گردید، شکل دایره ای بینهایت کوچک برروی زمین را نشان می دهد بصورتی که هنگام ترسیم با استفاده از یک مقیاس متناهی ثابت در همان مکانها بر روی نقشه ظاهر می شوند. هر دایره بصورت یک دایره یا یک بیضی یا در منتهی علیه حالات، بصورت یک خط راست ترسیم می گردد. مثلا برای سیستم تصویر متشابه مرکاتور شاخصهای تیسوت در شکل زیر نشان داده شده است که همه آنها دایره هستند.



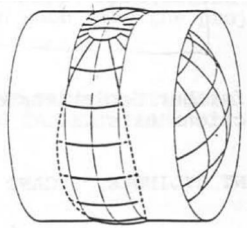
شکل : شاخص اعوجاج سیستم تصویر مرکاتور

[169] Tissot Indicatrices



شکل : سیستم تصویر استوانه ای Plate Carree

شناخته شده ترین سیستم تصویر استوانه ای معکوس متقاطع سیستم تصویر متقاطع جهانی مرکاتور[۱۷۰] می باشد. (شکل زیر را ببینید).



شکل : وضعیت معکوس استوانه ای متقاطع نشان دهنده نصف النهار مرکزی و دو دایره کوچک متقاطع

[170] Universal Transverse Mercator (UTM)

فصل سیزدهم

بینایی ،درک و رنگ

۷ – ۱ – مقدمه

توصیف رنگ در کارتوگرافی مهم است برای این که در طراحی و ساخت نقشه مشخصه های رنگی نماد ها باید مشخص شوند. یک نقشه بوسیله بازتاب نور از سطح کاغذی که بر روی آن نقش بسته یا عبور نور از فیلمی که بر روی آن ثبت شده و یا انتقال نور تابش شده از صفحه نمایش دهنده می تواند دیده شود. پرتوهای نور رسیده به چشم ترکیبی از رنگهای اصلی کاهشی و یا افزایشی هستند. از طرف دیگر یکی از متغیرهای بینایی در ساخت نقشه رنگ می باشد. هر رنگ می تواند به وسیله توالی اعداد نشان داده شود. این اعداد به فضای رنگی معینی ارجاع می گردد. برخی از فضاهای رنگی برای توصیف رنگها در صفحه های نمایش دهنده و بعضی دیگر توصیف کننده رنگهای مورد استفاده در چاپ می باشند. بنابراین در این فصل در مورد فرآیند بینایی، ساختمان چشم، فضاهای توصیف رنگ که در ساخت و دیدن نقشه دخالت دارند بحث می گردد.

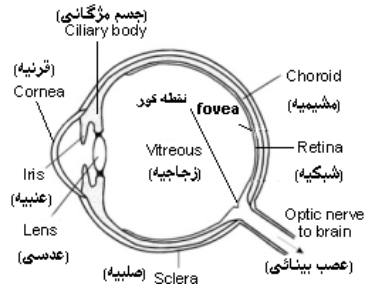
۷ – ۲ – بینایی و درک

کارتوگراف در طراحی یک نقشه از درک بینایی، تصور بینایی و تجارب بینایی خودش استفاده می‌کند پاسخ کاربر تا اندازه‌ای مقید به ویژگی‌های بینایی نقشه، همچنین

توانایی‌ها و شایستگی های پردازش اطلاعات بینایی خود کاربر است. با یک نقشه چاپ شده دیده شده بوسیله انعکاس نور ، اشعه بفرم نور مرئی به چشمهای مشاهده کننده می رسد که این اشعه ها بوسیله سیمهایی به سمت سلولهای پذیرنده که در شبکیه قرار دارند متمرکز می شوند. این الگوی شبیه سازی در مرتبه اول توسط سلولهای شبکیه و در پی آن در مراحل مختلف در مغز پردازش می شود . آنچه که دیده می شود تا اندازه ای تابع این اطلاعات پردازش شده و تا اندازه ای نیز نتیجه آنچه که مغز از قبل می شناسد یا انتظار دارد می باشد.

۱ – ۲ – ۷ – ساختمان چشم

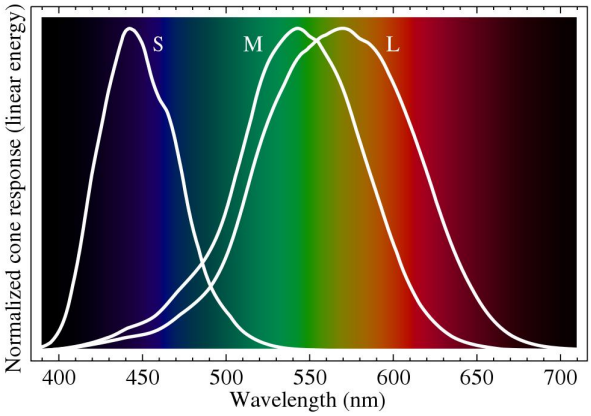
مؤلفه های اولیه چشم ، سیستم عدسی ها با یک روزنه دایرهای عنبیه (iris) که به عنوان یک دیافراگم عمل میکند و سیستم پذیرنده شبکیه می باشد (شکل زیر) .



ساختمان چشم

شبکیه شامل ترتیبی از دو نوع سلول پذیرنده می باشد که rod و cone نامیده می شوند و همچنین اینها برای پردازش سیگنال آشکار شده بوسیله rod و cone به سلولهای دیگر اتصال دارند. سلولهای دیگر در جلوی سلولهای پذیرنده قرار گرفته اند و بنابراین نور وارد شده به چشم باید از میان این سلولها عبور کند تا به سلولهای پذیرنده برسد. rod ها به طرف لبه شبکیه جهت گرفته اند و به کمترین مقدار نور حساس هستند ولی نه به رنگ (طول موجهای مختلف). cone ها سلولهای بزرگتری هستند و بیشترین تعداد آنها در قسمت مرکزی شبکیه قرار دارند . fovea ، جایی که آنها با چگالی زیادی بسته بندی شده اند . fovea فقط شامل cone ها می باشد و بنابراین به رنگها پاسخ می دهند. cone های مختلف به طول موجهای مختلف حساس می باشند. در شبکیه سه نوع cone به تعداد مساوی وجود داردکه هر نوع به یک قسمت

از نور مرئی حساس می باشد. مجموعه این سه حساسیت به اضافه rod ها که پیکی در حدود 500nm دارند، حساسیت مختلف چشم در مقابل طول موج های مختلف را توضیح می دهند.



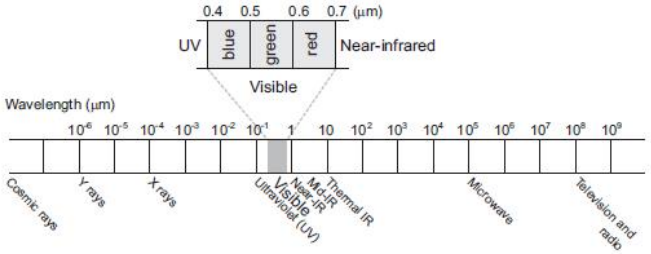
حساسیت های احتمالی سه cone که مطابق با ترتیب طول موج های قله های حساسیت های طیفی بطور مرسوم بصورت کوتاه (S) متوسط (M) و بلند (L) برچسب گذاری می شوند.

اما نظم دقیق اینچنین سلولهایی در شبکیه برای تعین شکل است . نقطه کور نقطه وجود عصب نوری است و هیچ سلول پذیرنده ای ندارد. قدرت تفکیک دیداری و پاسخ رنگی ماکزیمم به سطح کوچکی در مرکز شبکیه محدود میگردد و یک بخش بزرگی از سلولهای شبکیه دیگر و پردازش در مغز به این اطلاع ذخیره شده در سراسر این سطح بینایی مرکزی اختصاص داده شده است. اگر همه مؤلفه های چشم و مغز کارشان را خوب انجام دهند. شخص بیننده بینایی طبیعی خواهد داشت . بینایی غیر طبیعی مثل نزدیک بینی ، دوربینی یا کوررنگی در اثر غیرطبیعی کار کردن این مؤلفه ها خواهد بود . حساسیت دیگر چشم به جزئیات خواهد بود. درجه ی تفکیک جزئیات ، توانایی دیدن جزئیات ظریف در اشیاء است . بعنوان نتیجه نهایی یک نماد به اندازه ی ۵.۱ mm می تواند به وسیله ی یک چشم طبیعی در فاصله ی ۳۰ cm دیده میشود اما برای تشخیص خوب باید به طور قابل ملاحظه ای بزرگتر باشد

مخصوصا اگـر بـا یـک رنـگ روشـن در روی کاغـذ سـفید چـاپ شـده باشـد درجـه ی تفکیک توانایی چشم برای جدا دیدن خطوط کوچک ، نقاط و غیره می باشد.

۲ – ۲ – ۷ – نور

نور متشکل از انرژی تابشی در قسمت مرئی طیف الکترومغناطیسی است که بین ۳۸۰ و ۷۷۰ نانومتر می باشد (شکل زیر). نور با سرعت km/s ۳۰۰۰۰۰ در اتمسفر ، خلاء و از میان اشیاء عبور می کند.



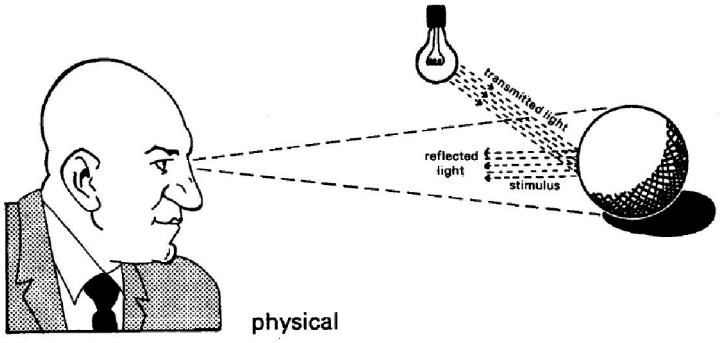
طیف بینایی

طول موجهای مختلف تابش الکترومغناطیس قدرت نفوذ متفاوت دارند. واژه ای که اغلب برای طول موجهای همسایه نیز استفاده می شود مثلا نور ماوراء بنفش. نور روز نور طبیعی است که بعنوان نور سفید تلقی می شود، و تابش در همه طول موجها در طیف مرئی را دربرمی گیرد. طول موجها در قسمتهای مختلف نور مرئی به صورت رنگهای مختلف دریافت می شوند. نور انعکاس داده شده یا عبور داده شده بوسیله اشیاء طبیعی بندرت از نظر رنگی خالص هستند و احساس یک رنگ ویژه بطور طبیعی در اثر حضور طول موج حاکم است. برخی رنگهای دریافت شده در طیف مرئی وجود ندارند اما ترکیبی از دو یا چند طول موج حاکم می باشند. اگرچه منبع نور برای زمین نور طبیعی خورشید است، اما نور همچنین می تواند بوسیله گرم کردن مواد برای آوردن آنها در محدوده تابش نور مرئی تولید شود. برخی از منابع نور مصنوعی طیف پیوسته گسیل نمی کنند بلکه فقط در خطوط مشخص یا باند مشخصی نور گسیل می کنند. این منابع بطور طبیعی برای دیدن استفاه نمی شوند ولی در برخی از پردازش های تکثیر گرافیکی مهم می باشند.

۳ – ۲ – ۷ – مراحل بینایی

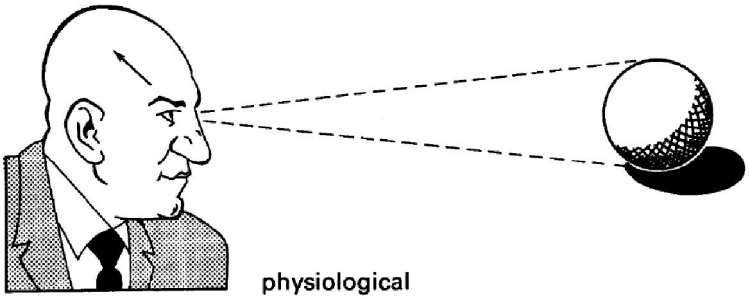
درک بینایی، درک پاسخ آنی تشخیص یک شئ نمایش داده شده به بیننده است. بعبارت دیگر، درک بینایی آشکار شدن یک شئ و توانایی درک درست آن شئ است. فرآیند دیدن برای بدست آوردن اطلاعات از اشیاء یا عوارض شامل مراحل فیزیکی، فیزیولوژیکی و روانی است.

در مرحله فیزیکی مقدار نور انعکاس یافته بوسیله شئ که به چشم می رسد ثبت می شود. عاملهای فیزیکی شامل نور که منبع انرژی را تهیه می کند و اولین گام پردازش است و هرگونه شرایط محیطی که بر آن اثر گذارد می باشد.



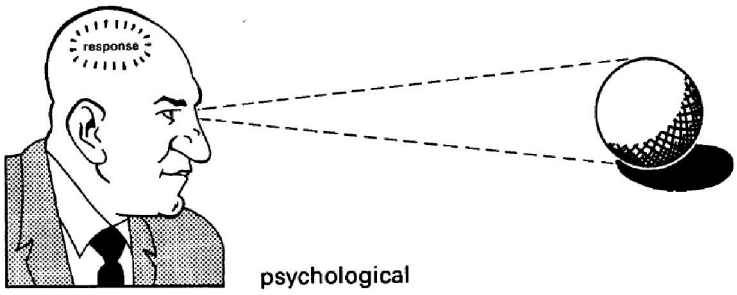
مرحله فیزیکی بینایی

در مرحله فیزیولوژیکی چشم با تابش رسیده به آن اندرکنش می کند، که از یک طرف این اندرکنش با سیستم عدسیهای چشم و باز شدن مردمک است و از طرف دیگر فرستادن علائم به مغز است. عاملهای فیزیولوژیکی دربرگیرنده ی خود چشمها و واکنشهای عصبی سلولهای عصب که به پالسهای الکتریکی پاسخ میدهند و آنها را به مغز انتقال می دهند.



مرحله فیزیولوژیکی بینایی

مرحله روانی پاسخ و توانایی مغز برای دریافت علائم از چشم و تفسیر معنی علائم می باشد. عاملهای روانی دربرگیرنده ی مغز توانایی مشاهده کننده و اثرهای تجارب و دانش موجود است.

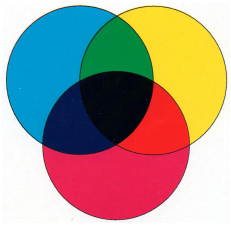


مرحله روانی بینایی

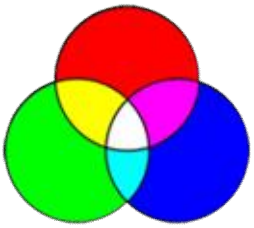
درجایی که عاملهای فیزیولوژیکی در اغلب مشاهده کننده های بشری در این احساس که همه مکانیزم پایه بینایی یکسان دارند، معمول است عاملهای روانی برطبق سن ، تجربه ، تحصیلات و غیره تغییر می کنند و متعلق بفرد می باشند.

۷ – ۳ – رنگهای اصلی افزایشی وکاهشی

هر نوع رنگ دلخواه با آمیختن سه مقدار نشاندهنده مقدار نورهای قرمز (R)، سبز(G) و آبی (B) به وجود می آید. این رنگها رنگ های اصلی افزایشی نامیده شده و جمع آنها رنگ سفید را تشکیل می دهد. فضای رنگی RGB یک الگوی رنگی افزایشی و یک مدل متداول رنگی برای گرافیک کامپیوتر است.

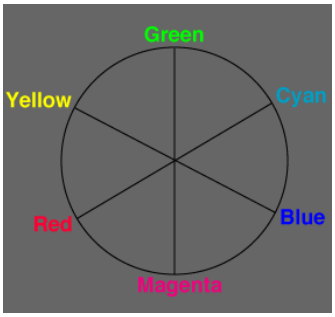


نگ ها صا اهش



رنگهای اصلی افزایشی

فضاهای رنگی دیگری مانند HSV (رنگ، درصد اشباع و مقدار خاکستری[171] یا درخشندگی) وجود دارند که برای توصیف رنگ در گرافیک های کامپیوتر استفاده می شوند. دیدن رنگ بر روی کاغذ به بازتاب نور از سطح نقشه کاغذی چاپ شده بستگی دارد. فضای رنگی CMY (K) (آبی آسمانی، صورتی، زرد، مشکی[172]) یک الگوی رنگی کاهشی است که برای توصیف رنگهای مورد استفاده در چاپ نقشه ها بکار می رود. بازتاب کلی نور از سطح نقشه کاغذی چاپ شده به خود کاغذ بستگی دارد و برای یک نقشه چاپ شده معمولی ماکزیمم بازتاب از سطح سفید کاغذ حدود ۸۲٪ نور فرودی است. در چاپ و تولید یک تصویر رنگی اگر از سه رنگ اصلی کاهشی استفاده شود به عنوان چاپ سه رنگ ولی اگر سیاه نیز به آن اضافه شود چاپ چهار رنگ نامیده می شود. نور بازتاب یافته فقط دارای طول موج های مربوط به رنگ دانه های رنگی می باشد. دایره رنگی زیر رنگ های اصلی کاهشی و افزایشی را نشان می دهند:



نگ ها صا فز ش اهش

آبی آسمانی= سبز+ آبی

صورتی= آبی + قرمز

[171] Hue, Saturation, Value or Brightness (HSB)

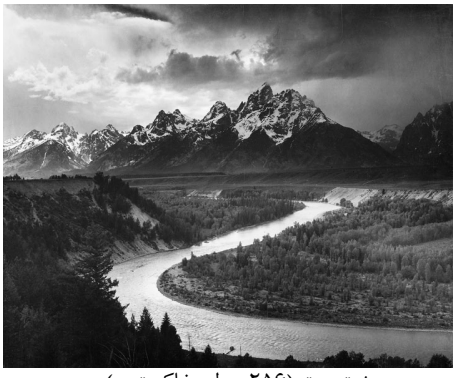
[172] Cyan, Magenta, Yellow, Black

زرد = سبز + آبی

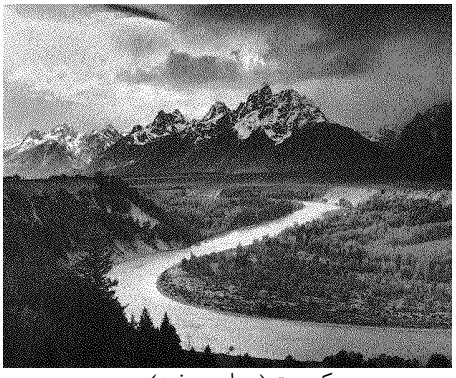
این رنگ ها برای نورهای بازتاب یافته استفاده می شوند. اگر این سه رنگ باهم ترکیب شوند رنگ سیاه را نتیجه می دهند. برای پیدا کردن طول موج نور رنگ مرکب از دستگاهی به اسم اسپکتروفتومتر استفاده می گردد.

۱ – ۳ – ۷ – عمق رنگ

عمق رنگ در تصویر به همه رنگ های ممکن برای نمایش یک تصویر بر روی صفحه نمایش دهنده بستگی دارد. یک بیت واحد بنیادی مورد استفاده در محاسبات و عملیات کامپیوتری است. یک بیت[۱۷۳] تنها به طور طبیعی می تواند دو حالت ۰/۱ یا درست/ نادرست[۱۷۴] را ارائه دهد. در مورد رنگ ها یک بیت اجازه تمایز دو رنگ مختلف را می دهد که اغلب بصورت سیاه و سفید در نظر گرفته می شوند. با n بیت می توان ۲^n رنگ را تولید نمود. برای مثال چهار بیت اجازه ارائه ۱۶ رنگ مختلف را می دهد. بنابراین عمق رنگ[۱۷۵] در یک تصویر می گوید که چه تعداد رنگ برای بصری سازی تصویر استفاده می شود.



هشت بیت (۲۵۶ سطح خاکستری)



یک بیت (سیاه و سفید)

شکل زیر عمق های رنگ معمول را نشان می دهد:

[173] bit
[174] True/False
[175] Color depth

هشت بیت (Grayscale)
تعداد رنگهای قابل نمایش ۲۵۶

یک بیت (سیاه و سفید) تعداد رنگهای قابل نمایش ۲

۱۶ بیت، ۵بیت برای رنگ های سبز و قرمز و ۶ بیت برای آبی (High color)
تعداد رنگهای قابل نمایش ۶۵۵۳۶

۲۴ بیت، ۱ بایت برای هر رنگ (True color)
تعداد رنگهای قابل نمایش ۱۶۷۷۷۲۱۶

۳۲ بیت، ۱ بایت برای هر رنگ و α که شامل مقادیری برای شفافیت پیکسل است (True color with 8-bit channel)
تعداد رنگهای قابل نمایش α +۱۶۷۷۷۲۱۶

برای هر رنگ اصلی (مثل قرمز- سبز و آبی) اغلب یک بایت[176] (یک بایت مرکب از ۸ بیت است) مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین محدوده هر رنگ ۲۵۶=$۲^{۸}$ است که از ۰ تا ۲۵۵ می باشد، که در آن ۰ نمایانگر کمترین شدت

[176] byte

نـور و ۲۵۵ نمایـانگر بـالاترین شـدت مـی باشـد. در نتیجـه، بـا ترکیـب همـه رنـگ هـای اصـلی $۲^۸$*$۲^۸$*$۲^۸$ یـا ۱۶.۷۷۷.۲۱۶ = ۲۵۶*۲۵۶*۲۵۶ رنـگ مختلـف مـی تواند تولید شود.

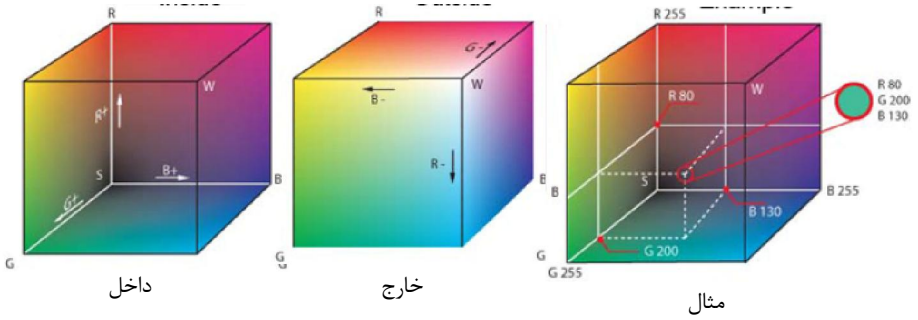
۷ – ۴ – فضاهای توصیف رنگ

۱ – ۴ – ۷ – مکعب رنگ

بـرای اینکـه در گرافیـک کـامپیوتر بـویژه یـک بایـت بـرای هـر رنـگ اصـلی بعنـوان عمـق رنـگ اسـتفاده مـی شـود، اعـداد ۰ تـا ۲۵۵بـرای رمزگـذاری رنـگ هـا از یـک رنـگ اصـلی بـه کـار مـی رونـد کـه در آن ۰ نمایـانگر کمتـرین شـدت نـور و ۲۵۵ نمایـانگر بـالاترین شـدت مـی باشـد. کـد RGB بعضـی رنـگ هـای مهـم در زیـر لیست شده است:

- سیاه (۰و۰و۰)
- سفید (۲۵۵و۲۵۵و۲۵۵)
- قرمز (۰و۰و۲۵۵)
- سبز (۰و۲۵۵و۰)
- آبی (۲۵۵و۰و۰)

تصاویر زیر چگـونگی انجـام کـد سـازی رنـگ هـا در فضـای رنـگ RGB بـا اعـداد ۰ تا ۲۵۵ را نشان می دهد. رنگ های خاکستری در قطر مکعب هستند.



داخل خارج مثال

بطور جایگزین رنگ ها می توانند با استفاده از مفهوم شانزده گان[۱۷۷] توصیف شوند. در این حالت محدوده مقادیر از 00 تا FF می باشد که در آن 00 نمایانگر کمترین شدت نور و FF نمایانگر بالاترین شدت می باشد. کدهای RGB شانزده گان رنگهای مهم به شرح زیر هستند:

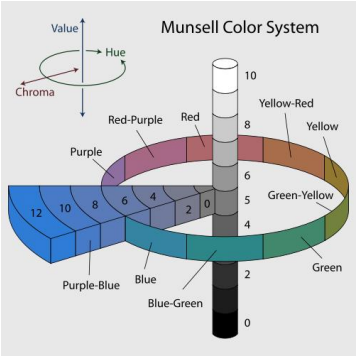
- سیاه #000000
- سفید #FFFFFF
- قرمز #FF0000
- سبز #00FF00
- آبی #0000FF

۲ – ۴ – ۷ – سیستم توصیف رنگ مانسل

سیستم ترتیب رنگ مانسل بر اساس یک مدل سه بعدی نشان داده شده در درخت رنگی مانسل می باشد. هر رنگ دارای سه کیفیت یا توصیف به شرح زیر است:

- Value درخشندگی یا تاریکی یک رنگ
- Hue یا رنگ از قبیل قرمز، نارنجی، زرد و غیره
- Chroma به معنی اشباع یا درخشندگی یک رنگ

به Value،Hue و Chroma بصورت HVC نیز ارجاع می گردد.



سیستم توصیف رنگ مانسل

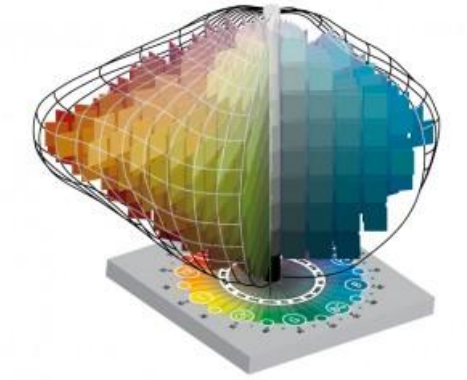
[177] hexadecimal

سیستم توصیف رنگ مانسل بصورت یک مقیاس عددی با مراحلی که برای هر کدام از سه توصیف بصورت بصری یکنواخت است، تنظیم می گردد. در مفهوم رنگی مانسل هر رنگ یک رابطه منطقی و بصری با همه رنگهای دیگر دارد.

۳ – ۴ – ۷ – فضای رنگ مانسل

توصیف های نوع رنگ[۱۷۸]، مقدار خاکستری[۱۷۹] و کروما[۱۸۰] مانسل بصورت مستقل از یکدیگر تغییر می کنند بطوریکه همه رنگها می توانند بر طبق سه توصیف در یک فضای سه بعدی چیده شوند. رنگهای خنثی در امتداد یک خط عمودی با سیاه در پایین و سفید در بالا و همه خاکستریها بین آنها، که محور خنثی نامیده شده ، قرار می گیرند. رنگهای مختلف در زوایای گوناگون اطراف محور خنثی نمایش داده می شوند. درجه کروما عمود به محور با افزایش بسمت خارج است. مثلا رنگ5B8/4 نشان دهنده یک رنگ آبی خالص با سطح خاکستری بالا و در صد اشباع رنگی پایین می باشد. سیستم. این چینش سه بعدی رنگها فضای رنگی مانسل نامیده می شود.

همه رنگها در محدوده یک ناحیه خاص از فضای رنگی مانسل که جامد رنگی مانسل نامیده شده قرار می گیرد. رنگ به دور دایره محدود می شود. درجه مقدار در پایین به سیاه محض، که نهایت سیاهی است که یک رنگ می تواند باشد، و در بالا سفید محض، که نهایت روشنی است که رنگ می تواند باشد، محدود می شود.



سیستم توصیف رنگ مانسل

[178] hue
[179] value
[180] chroma

حتی با عاملهای رنگ کننده از نظر تئوری ایده ال، به ازای یک مقدار خاکستری معین، حدی برای کرومایی که ممکن است وجود دارد. عامل های رنگ کننده واقعی با ویژگیهای کمتر ایده ال، محدودیت های بیشتری به نمایش های فیزیکی جامد رنگ تحمیل می کنند. سیستم های سفارش رنگ مانسل برای همه رنگهای ممکن قابل کاربرد است. رنگهای زرد با بیشترین کروما مقادیر نسبتا بالایی دارند، در حالی که رنگهای آبی با بیشترین کروما مقادیر کمتری دارند.

۴ – ۴ – ۷ – نوع رنگ مانسل

نوع رنگ توصیفی از یک رنگ است که بوسیله آن قرمز را از سبز ، آبی را از زرد متمایز می کنیم. یک ردیف طبیعی از رنگها که عبارت است از قرمز، زرد، سبز، آبی، بنفش وجود دارد. می توان رنگهای نقاشی رنگهای مجاور در این سری از رنگها را باهم مخلوط نمود و یک تغییر پیوسته ای از یک رنگ به رنگ دیگر را بدست آورد. مثلا ممکن است قرمز و زرد با هر نسبتی با هم مخلوط شوند تا همه رنگهای از قرمز تا زرد را از طریق نارنجی بدست آورد. همین مطلب در مورد زرد و سبز، سبز و آبی، آبی و بنفش، و بنفش و قرمز می تواند گفته شود. این سریها به نقطه شروع برمی گردد، بطوریکه می تواند بدور یک دایره چیده شود. مانسل قرمز، زرد، سبز، آبی و بنفش را نوع رنگهای اصلی نامید و آنها را در فواصل مساوی بدور دایره قرار داد. او با ساختن ده نوع رنگ در کل، پنج نوع رنگ میانی زرد-قرمز، سبز-زرد، آبی-سبز، بنفش-آبی و قرمز-بنفش را نیز وارد نمود. برای ساده سازی از حروف اول واژه های انگلیسی نوع رنگ بعنوان نمادهایی برای تخصیص دادن ده قطاع دور دایره به نوع رنگ ها که عبارتند از R ، YR ، Y ، GY ، G ، BG ، B ، PB ، P و RP استفاده کرد.

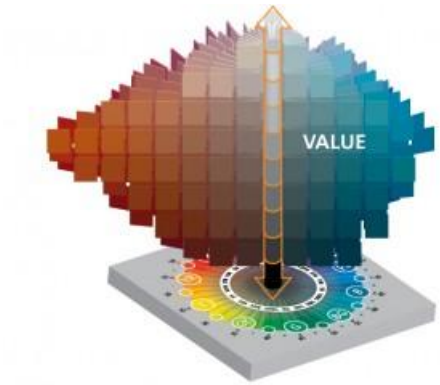
توصیف نوع رنگ مانسل

مانسل دایره نوع رنگ را بصورت دلخواه به صد نوع رنگ با تغییربصری مساوی نوع رنگ تقسیم نمود که در آن نقطه صفر همانطوریکه در شکل بالا نشان داده شده در شروع بخش قرمز است. رنگ ممکن است بوسیله اعداد از صفر تا ۱۰۰ همانطوریکه در دایره بیرونی نشان داده شده، شناسایی شوند. اینکار ممکن است برای ثبت های آماری، فهرست نمودن و برنامه نویسی کامپیوتری مفید باشد. اما معنی زمانی واضح تر می شود که نوع رنگ بوسیله بخش نوع رنگ و مرحله، با مقیاسی از ده، در محدوده آن بخش شناسایی شود. مثلا نوع رنگ در وسط بخش قرمز "پنج قرمز" نامیده شده و بصورت "5R" نوشته می شود. (مرحله صفر استفاده نمی شود، بطوریکه یک نوع رنگ 10R وجود دارد، در صورتیکه 0YR وجود ندارد.) این شیوه شناسایی نوع رنگ در دایره داخلی نشان داده شده است.

۵ – ۴ – ۷ – مقدار خاکستری مانسل

مقدار خاکستری نشاندهنده روشنی یک رنگ است. درجه خاکستری از صفر برای سیاه محض تا ۱۰ برای سفید محض تغییر می کند. سیاه، سفید و خاکستریهای بین آنها همانطوریکه در شکل نشانداده شده "رنگهای خنثی[۱۸۱]" نامیده می شوند. آنها دارای نوع رنگ نمی باشند. رنگهایی که دارای نوع رنگ هستند "رنگهای رنگی[۱۸۲]" نامیده می شوند. درجه مقدار خاکستری برای رنگهای رنگی به همراه رنگهای خنثی بکاربرده می شود.

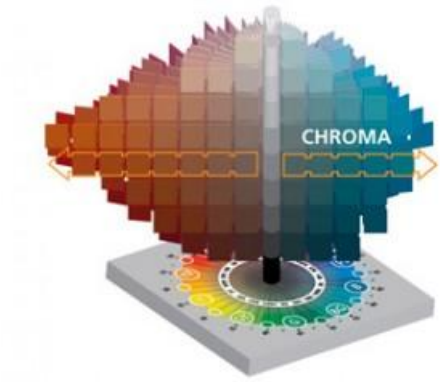
[181] Neutral colors
[182] Chromatic colors



توصیف مقدار خاکستری مانسل

۶ – ۴ – ۷ – کروما‌ی مانسل

کروما درجه عزیمت یک رنگ از رنگ خنثی با همان مقدار خاکستری رنگ می باشد. رنگهای با کروما‌ی پایین گاهی اوقات "ضعیف" نامیده شده درحالیکه رنگهای با کروما‌ی بالا (همانطوریکه در شکل نشان داده شده) "بسیار اشباع شده"، "قوی" یا "زنده" گفته می شوند. تصور کنید یک رنگ قرمز زنده را با یک رنگ خاکستری که دارای همان درجه خاکستری رنگ قرمز زنده است کم کم به مرور زمان مخلوط می کنیم. اگر با خاکستری شروع کردید و بطور تدریجی قرمز اصافه نمودید تا رنگ قرمز زنده بدست آمد، سریهایی از رنگهای بطور تدریجی تغییر کننده افزایش کروما را به نمایش می گذارند.



توصیف کروما‌ی مانسل

نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

درجه بندی کروما که تعین می شود باید بطور بصری یکنواخت باشد و بسیار نزدیک به این وضعیت نیز هست. واحدها ثابت هستند. درجه بندی از صفر، برای رنگهای خنثی، شروع شده، اما هیچ پایان دلخواهی برای آن وجود ندارد. به محض اینکه یک ماده رنگی جدید موجود می گردد، تراشه های رنگی مانسل با کرومای بالا برای بسیاری از نوع رنگها و مقادیر خاکستری ساخته شده اند. درجه کروما برای مواد بازتاب دهنده معمولی در بعضی از حالات از ۲۰ هم فراتر می رود. مواد فلوئورسانس ممکن است دارای کروماهایی به بزرگی ۳۰ باشند.

۷ – ۴ – ۷ – سیستم های رنگ کمیسیون بین المللی روشنایی

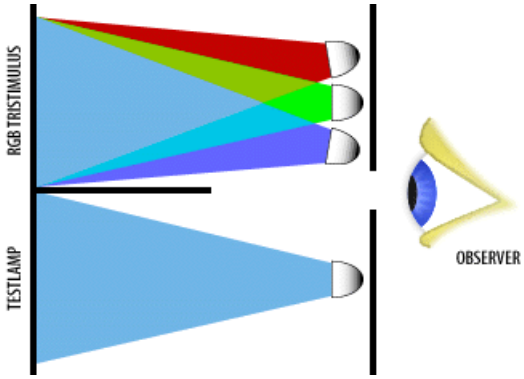
کمیسیون بین المللی روشنایی[۱۸۳] بعنوان یک هیئت بین المللی مستقل در سال ۱۹۱۳ تاسیس شد. این کمیسیون یک کمیته فنی با عنوان بینایی و رنگ دارد که در خصوص رنگ سنجی و تهیه استانداردهای مرتبط با آن فعالیت می کند. مدل رنگی توسعه داده شده توسط کمیسیون کاملا مستقل از هر وسیله یا ابزار گسیل یا بازتولید است و براساس این است که چطور انسانها تا حد ممکن نزدیک رنگ را دریافت می کنند. المانهای کلیدی مدل CIE تعریف منابع استاندارد و خصوصیات برای یک مشاهده کننده استاندارد است.

منابع استاندارد شامل منبع A که یک لامپ با فیلامان تنگستن با درجه حرارت رنگ ۲۸۵۴ کلوین است و منبع B که مدلی از نور ظهر خورشید با درجه حرارت ۴۸۰۰ کلوین است و منبع C که مدلی از متوسط نور روز با درجه حرارت ۶۵۰۰ درجه کلوین است، می باشد. بعلاوه CIE یک سری از روشنایی های نور روز را تعریف کرده است که سریهای D نورروز نامیده می شود. این سریها با درجه حرارت ۶۵۰۰ درجه کلوین بیشترین مراجعه را داشته است.

مشاهده کننده استاندارد ترکیبی متشکل از گروه های کوچک افراد (۱۵-۲۰) می باشند که نماینده دید رنگی انسان معمولی می باشند و از تکنیک مطابقت دادن رنگها با یک مقدار معادل سه محرکی[۱۸۴] RGB استفاده می کند.

[183] Comission Internationale de l'Eclairage (CIE)
[184] tristimulus

مشاهده کننده یک پرده با ۱۰۰٪ بازتاب (یعنی سفید خالص) که به دو قسمت شده را نگاه می کند. در نصف آن یک لامپ آزمایش یک رنگ طیفی خالص را بر روی پرده می افکند. در نیمه دیگر سه لامپ مقدارهای گوناگونی از نور قرمز، سبز و آبی را گسیل می کنند که سعی می شود با نور طیفی گسیل شده توسط لامپ آزمایش مطابقت داشته باشد. مشاهده کننده پرده را از طریق یک روزنه مشاهده کرده و تعین می نماید چه وقت دو نیمه پرده تقسیم شده یکسان هستند. از این راه مقادیر معادل سه محرکی RGB برای هر رنگ مجزا می تواند بدست آید.



مشاهده کننده در سیستم CIE

اختلاف مشاهده گرهای استاندارد در سال ۱۹۳۱ و ۱۹۶۴ در این بود که در سال ۱۹۳۱ میدان دید مشاهده گرهای استاندارد ۲ درجه بود که در بسیاری از حالات ناکافی بوده و در سال ۱۹۶۴ به ۱۰ درجه برای گرفتن مقادیر سه محرکی که حساسیت شبکه ای پهن تری را بازتاب می دهد، گسترش یافته است.

۸ – ۴ – ۷ – مدلهای *CIE*

بخاطر موانع وسعت[۱۸۵]، مدل رنگی RGB نمی توانست همه نور طیفی را بدون معرفی نمودن اثر مقادیر منفی RGB (این مقادیر بوسیله مخلوط نمودن نور سبز، قرمز یا آبی با لامپ آزمایش در زمانهای لازم انجام شد) بازتولید نماید. CIE فکر کرد که سیستمی که از مقادیر منفی استفاده نماید نباید بعنوان یک استاندارد بین المللی قابل قبول باشد.

[185] gamut

بر این اساس، آنها مقادیر سه محرکی RGB را به مجموعه ای متفاوت از همه مقادیر سه محرکی مثبت که XYZ نامیده شد، منتقل کردند، که اولین مدل رنگی CIE را شکل داد. از این مدل مدلهای دیگر در پاسخ به علائق گوناگون بدست آمدند.

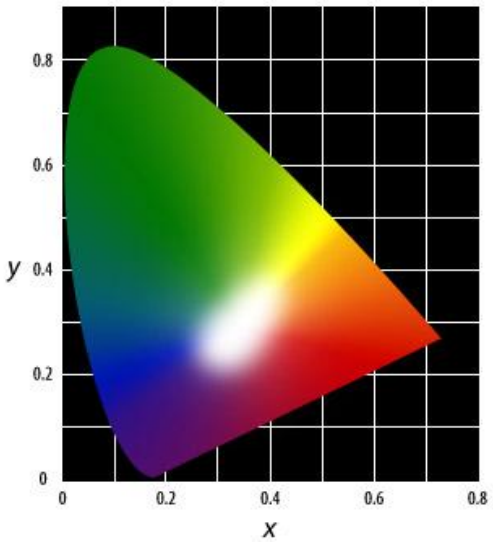
۹ – ۴ – ۷ – مدل *CIEXYZ*

همانطوریکه قبلا گفته شد مقادیر سه محرکی RGB برای ایجاد مدل رنگی استاندارد شده مناسب نبودند. در عوض، آنها یک فرمول ریاضی برای تبدیل نمودن داده های RGB به سیستمی بکار بردند که فقط اعداد صحیح مثبت را بعنوان مقادیر استفاده می کند. این مقادیر مستقیما با مقادیر RGB مطابق نیستند، اما تقریبا به این صورت می باشند. منحنی مقدار سه محرکه Y برابر با منحنی نشاندهنده پاسخ چشم انسان به توان کلی منبع نور می باشد. به این دلیل مقدار Y عامل روشنایی[۱۸۶] نامیده شده و مقادیر XYZ طوری نرمالیزه شده که Y همیشه مقداری از ۱۰۰ دارد.

بدست آوردن مقادیر سه محرکی XYZ فقط بخشی از تعریف کردن رنگ است. رنگ خودش به آسانی بر حسب نوع رنگ و کروما (با استفاده از واژه های مانسل) فهمیده می شود. برای ممکن ساختن این امر، CIE مقادیر سه محرکی XYZ را برای فرموله نمودن مجموعه جدیدی از مختصات رنگی[۱۸۷] که با xyz نشان داده شده، استفاده نمود. لازم بذکر است که مقایر سه محرکی رنگی XYZ همیشه با حروف بزرگ و مختصات رنگی xyz همیشه با حروف کوچک نشان داده می شوند.

مختصات رنگی همیشه در ارتباط با یک دیاگرام رنگی استفاده می شوند که معروفترین آن دیاگرام رنگی xyY سال ۱۹۳۱ CIE به شکل زیر می باشد.

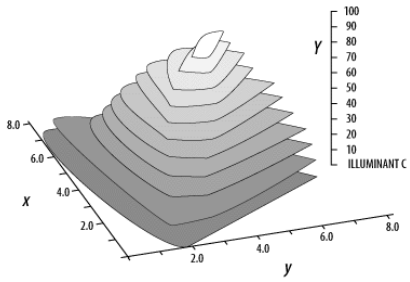
[186] Luminance factor
[187] Chromaticity coordinates



دیاگرام رنگی xyY سال ۱۹۳۱ CIE

فضای نعل اسبی شکل رنگی در یک شبکه با استفاده از مختصات رنگی x و y بعنوان مکان قرار گیری هر مقدار از نوع رنگ و کروما تنظیم می شود. این مطابق با خود رنگ (مثلا نارنجی مایل به قرمز) و میزان پری رنگ یا اشباع است. مختصه z استفاده نمی شود، اما می تواند از دو مختصه دیگر استنتاج گردد، چون مجموع هر سه مختصه همیشه یک است. نقطه سفید در دیاگرام مکان روشنایی را نشان می دهد.

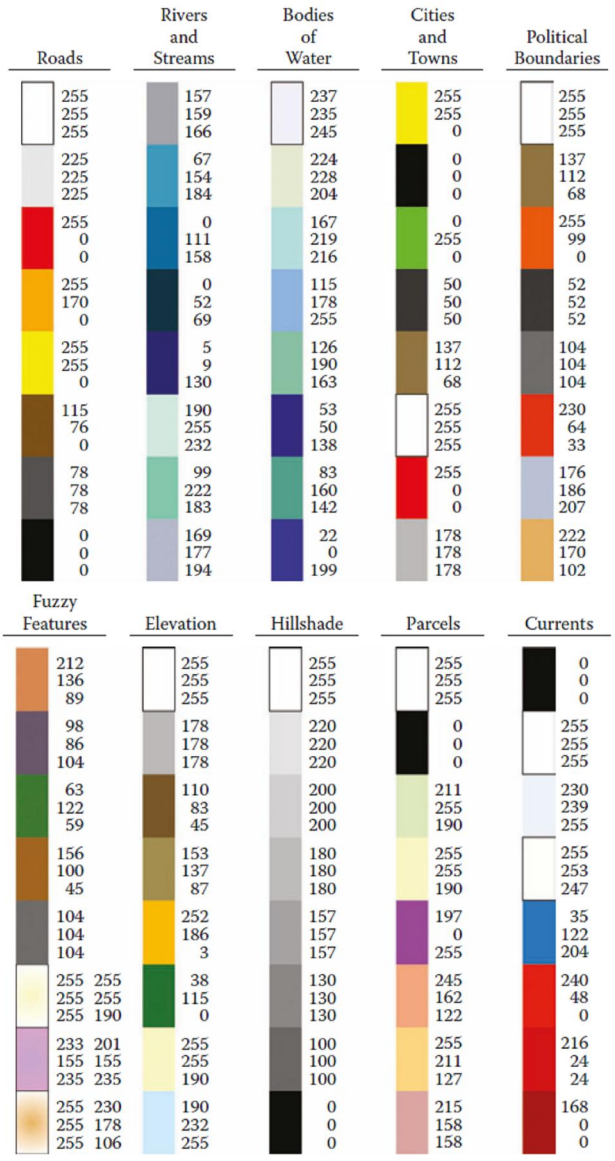
بعد سوم بوسیله مقدار سه محرکی Y نشان داده می شود. همانطوریکه قبلا اشاره شد این مقدار نشاندهنده روشنایی یا درخشندگی رنگ است. درجه Y از نقطه سفید بر روی خطی عمود بر صفحه تشکیل شده بوسیله x و y از ۰ تا ۱۰۰ می باشد. طیف کامل رنگ در ۰ جایی که نقطه سفید با روشن کننده CIE C برابر است، وجود دارد. همانطوریکه مقدار Y افزایش می یابد و رنگ روشن تر می شود، محدوده رنگ یا وسعت کاهش می یابد طوریکه فضای رنگ در ۱۰۰ فقط نقره فامی از ناحیه اصلی است.



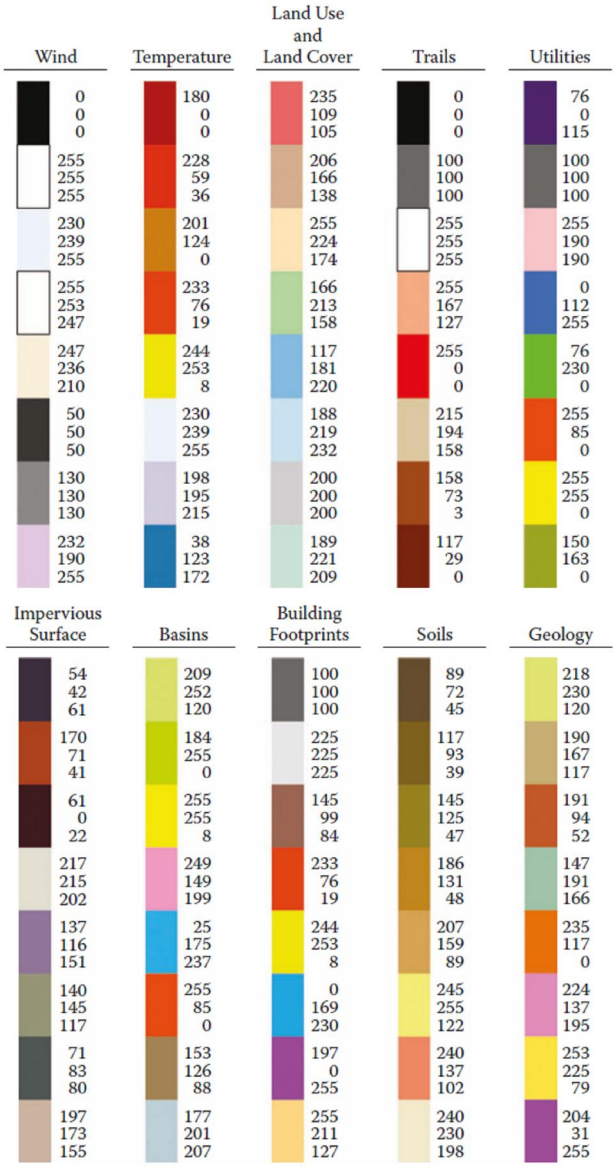
مختصه Y در دیاگرام رنگی xyY

با استفاده از مقادیر xyY هر دو رنگ می توانند برای تعین اینکه آیا آنها با هم جور هستند، که هدف کلی استانداردهای CIE است، مقایسه گردند. باید توجه گردد که CIE این سیستمها را برای توصیف رنگها یا تولید یک خط نمونه برای استفاده در تولید رنگ ایجاد نکرده است.

استفاده از دیاگرام رنگی بعنوان نقشه ای برای نشان دادن روابط بین رنگها ممکن نیست. دیاگرام یک نمایش مسطح می باشد از آنچه که واقعا یک رویه منحنی است. بنابراین شبیه نقشه جهان در تصویر مرکاتور، تا حدودی از نظر دیداری در ارتباط با یکدیگر دارای اعوجاج هستند. رنگهایی با مقادیر مساوی ظاهر متفاوت در قسمت سبز بیشتر از یکدیگر جدا هستند تا رنگهایی با مقادیر مساوی ظاهر متفاوت که در قسمت قرمز یا بنفش هستند. برای حل مشکل درجه بندی غیر یکنواخت رنگ، CIE دو دیاگرام یکنواخت متفاوت که استاندارهای سال ۱۹۷۶ برای CIELUV و CIELAB شدند را پذیرفت.



نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری



نویسنده: دکتر غلامرضا فلاحی
عضو هیئت علمی آموزشکده نقشه برداری

منابع و مراجع

[1] J.H. Andrews, (1998), “What Was a Map?”, Cartographica xxxiii, 4, pp. 1-11