اشاره

منظور از سیستم تصویر نقشه چیست ؟

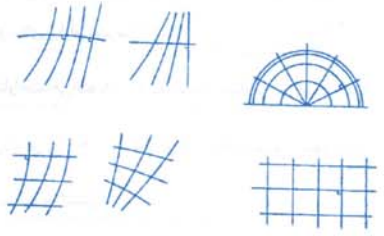
زمین کروی است یا بهتر بگوییم اسفروئید(شبه کره)[1] یا بیضوی است . یک نقشه باید تا آنجا که امکان دارد به دقت، زمین سه بعدی را بر یک سطح مستوی دوبعدی نشان دهد.

در تولید نقشه مهم آن است که به یک رابطه شناخته شده و معلوم بین موقعیت‌های حقیقی برروی زمین و نقاط برابر آن در روی نقشه دست یابیم . بنابراین، ساخت هر نقشه‌ای باید با یک سیستم تصویر نقشه شروع گردد.... و دهها سیستم تصویر نقشه وجود دارد که می‌توانید از میان آنها یکی را انتخاب نمایید.

فرایند سیستماتیک و منظم انتقال نقاط از سطح کروی زمین به یک سطح مستوی (نقشه) به صورتی که روابط مکانی حفظ گردد، سیستم تصویر نقشه گفته می‌شود. فرایند مزبورسیستم تصویر نقشه با به‌کارگیری هندسه و روابط ریاضی تحقق می‌یابد. از نظر مفاهیم هندسی، زمین اسفروئید(شبه کره) می‌باشد که اندکی فشرده است .

بنابر تعریف دیگری، نمایش نصف‌النهارات و مدارات زمین به صورت شبکه‌ای به نام شبکه مختصات جغرافیایی[2] برروی صفحه‌ای مستوی را،سیستم تصویرنقشه می‌گویند.

سیستم‌های تصویر چگونه استنتاج و استخراج می‌شوند؟



این شکلهای هندسی نسبت به اسفروئید به صورت تانژانت یا متقاطع می‌باشند. وقتی اشکال هندسی تانژانت باشند. در سیستم‌های تصویر مخروطی، استوانه‌ای یا صفحه‌ای زمین در امتداد خطی یا در نقطه‌ای فقط مماس است . در حالت متقاطع، مخروط یا استوانه زمین را با دو دایره قطع می‌کند و درحالت صفحه‌ای به شکل یک دایره زمین را قطع می‌نماید.این تقاطع تانژانت یا متقاطع باشد، محل تماس برایمان مهم است، زیرا این نقطه تماس حداقل انحراف خط یا نقطه را در روی سیستم تصویر معین می‌کند، این خط مقیاس واقعی را مدار استاندارد یا مدارتماس می‌گویند. در سیستم‌های تصویر استوانه‌ای یا مخروطی،

محور این شکلها معمولاً با محورهای اسفروئید(زمین) مطابقت می‌کند. وقتی مخروطی یا استوانه‌ای در امتداد نصف‌النهاری برای تولید سیستم تصویرنهایی قطع می‌کند، نصف‌النهار مقابل خطی را قطع می‌کند که به آن نصف‌النهارمرکزی می‌گویند.

چگونه سیستم‌های تصویر طبقه‌بندی می‌شوند؟

همه سیستم‌های تصویر از روابط ریاضی استنتاج می‌شوند. لیکن برخی از آنها وقتی بر سطحی مستوی به نمایش درمی‌آیند، از قابلیت تجسم بیشتری برخوردارند. بنابراین، سیستم‌های تصویر براساس دقت هندسی و روابط ریاضی که از آنها استنتاج یافته‌اند، طبقه‌بندی می‌شوند.

سیستم‌های صفحه‌ای(آزیموتال یا سمت‌الرأس)، استوانه‌ای و مخروطی . بسیاری از سیستم‌های تصویر را که نمی‌توان به آسانی به این سه سطوح مرتبط نمود، کاذب، اصلاح شده یا منحصربه‌فرد توصیف می‌گردد.

○ در *سیستم‌های تصویر صفحه‌ای*[۳]، بخشی از سطح زمین از یک نقطه پرسپکتیو به سطح مستوی انتقال می‌یابد. در حالت قطبی، مدارات از دوایر متحدالمرکزی نشان داده می‌شوند که از یک نقطه مشترک سرچشمه می‌گیرند و از آن نصف‌النهارات در فواصل زوایای حقیقی تقسیم شده‌اند. این سیستم جهت واقعی را فقط بین نقطه مرکزی و سایر موقعیت‌هابرروی نقشه نشان می‌دهد. اگر چه از این نوع سیستم‌های اغلب برای تهیه نقشه نواحی قطبی استفاده می‌شود ولی می‌توان آنها را در هر جایی از سطح زمین مماس کرد. سیستم تصویر گنومونیک[۴] نوعی از این سیستم تصویر نقشه است که در آن مرکز تصویر، مرکز زمین است و سطح تصویر به صورت صفحه مماس برسطح کره زمین انتخاب شده است و دوایر نصف‌النهار به صورت خطوط مستقیم تصویر می‌گردد و در واقع کوتاهترین مسیر بین دو نقطه در روی زمین است . این اطلاعات اغلب برای ناوبری هوایی مورداستفاده است، زیرا هواپیما معمولاً در امتداد مسیر دایره عظیمه حرکت می‌کند. این امر مشخص نمی‌نماید که چرا هواپیمایی که از تورنتو یا مونترال به ژاپن پرواز می‌کند، مسیرش را از نزدیک قطب شمال انتخاب می‌کند.

○ در *سیستم‌های تصویر استوانه‌ای*،[۵] از مماس نمودن یک استوانه با سطح کره زمین به وجود می‌آید و نصف‌النهارات و مدارات کره زمین روی سطح استوانه به صورت خطوط مستقیم و متعامد تصویر می‌گردند. یک خط مستقیم بین هردو نقطه در این سیستم از یک جهت و سمت پیروی می‌کند که به آن خط Rhumb(خطی با زاویه‌ای ثابت که تمامی نصف‌النهارات را دریک زاویه معین قطع می‌کند) می‌گویند. این مشخصه سیستم تصویر استوانه‌ای را برای تهیه چارتهای دریایی و هواشناسی سودمند ساخته است . در این سیستم پیرامون خط استوا که محل تماس کره زمین با استوانه تصویر است دارای دقت کافی بوده و هرچه از آن دور شویم از دقت آن از نظر شکل و مساحت کاسته می‌گردد و به همین دلیل، از این سیستم برای تصویر مناطق بالاتر از عرض ۸۰ درجه استفاده نمی‌شود. زیرا اندازه‌ها در این عرض به ۶ برابر میزان واقعی افزایش می‌یابند. سیستم تصویر مرکاتور[۶] یکی از نمونه‌های بارز و مشهور این کلاس و یکی از اولین سیستم‌های تصویر است که توسط مرکاتور در سال ۱۵۶۹ میلادی برای نقشه جهان‌نما به کارگرفته شده است .

○ در *سیستم تصویر مخروطی*،[۷] مخروطی بر مداری از کره زمین مماس نموده و زمین

رابرسطح آن تصویر می‌کنند. در این سیستم، مدارات به صورت دوایر متحدالمرکز و نصف‌النهارات به شکل خطوطی شعاعی که مرکز آنها یکی از دو قطب زمین است، تصویر می‌شوند. از این سیستم برای تهیه نقشه عرضهایی متوسط (بین عرضهای ۲۳ درجه و ۲۷ دقیقه و ۶۶ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی) نظیر کانادا و آمریکا استفاده می‌گردد. در این سیستم، روی‌هم‌رفته انحراف و تغییر شکل نواحی (زمین و آب) کمتر است.

□ سیستم تصویر *چندمخروطی* کره زمین با تعداد بی‌شماری از مخروطها را دربرمی‌گیرد که هریک از این مخروطها، مدار استاندارد خود را دارد. مدارات متحدالمرکز نیستند، ولی نصف‌النهار مرکزی مستقیم می‌باشد. سایر نصف‌النهارات، منحنیهای پیچیده‌ای هستند. مقیاس در امتداد هر مدار و در امتداد نصف‌النهار مرکزی حقیقی هستند.

□ سیستم‌*های تصویر شبه مخروطی یا شبه استوانه‌ای* متناسب با نسبت سطوح مخروطی و استوانه‌ای با کره زمین به منظور خاص و اهداف مشخصی به وجود می‌آیند.

□ سیستم‌*های تصویر اصلاح شده* انواعی از یک سیستم تصویر هستند که درآن تغییرات و اصلاحات برای کاهش یا اصلاح الگوی انحراف یا تغییر شکل انجام گرفته است یا برای اضافه کردن مدارات استاندارد بیشتر ساخته شده‌اند. بسیاری از سیستم تصویر دیگر، که برخی از آنها کاربرد متداول دارند، نمی‌توان به آسانی به یکی از شکلهای هندسی که از قابلیت بسط برخوردارند، ارتباط داد. این نوع سیستم‌های تصویر را می‌توان سیستم‌های منحصربه‌فرد یا انفرادی طبقه‌بندی نمود.

ویژگیهای سیستم‌های تصویرنقشه چیست؟

نمایش نصف‌النهارات و مدارات زمین، به صورت شبکه‌ای به نام شبکه مختصات جغرافیایی بر روی سطحی مستوی را، سیستم تصویرنقشه می‌نامند. زمین یک شبه کره است و بهترین نحوه نمایش آن با یک کره می‌باشد. این مدل مقیاس تمامی خصوصیات مطلوب را که برای تولید نقشه کامل و بی‌عیب لازم است، حفظ می‌کند. مساحت، فاصله، جهت و شکل همگی به درستی نمایش درمی‌آید. باوجوداین، وقتی این شبه کره برروی یک سطح مستوی به نمایش درمی‌آید، تمامی این ویژگیها و مشخصه‌ها را نمی‌توان به طور همزمان حفظ نمود. در حقیقت هر سیستم تصویر را می‌توان مصالحه و توافقی دانست که بعضی از خصوصیات و مشخصه‌ها را درست و دقیق نشان داده و در همان زمان امکان می‌دهد که بعضی از مشخصه‌ها دچار انحراف و تغییرشکل گردند. میزان و حدودی که این مشخصه‌ها و ویژگیها حفظ و نگه داشته می‌شوند، روش دیگری از طبقه‌بندی سیستم‌های تصویر را فراهم می‌آورد. علیرغم مسائل مربوط به تغییرشکل (انحراف)، همه سیستم‌های تصویر یکی از ویژگی مهم را که همان دقت وضعیت است، حفظ می‌کنند. با انتقال شبکه قائم‌الزاویه برروی نقشه، رابطه مکانی بین نقاط را برروی هر دو سطح می‌توان پیدا نمود.

مقیاس: نگاه متفاوت به خصوصیات مهم سیستم تصویر با مقیاس آغاز می‌گردد. نقشه کوچک مقیاس ناحیه وسیعی را به نمایش می‌گذارد و نقشه بزرگ مقیاس ناحیه کوچکی از سطح کره زمین را نشان می‌دهد. چنانچه ناحیه‌ای که می‌خواهیم از آن نقشه تهیه کنیم، کوچک باشد(یعنی فقط چندکیلومترمربع وسعت داشته باشد)، وقوع خطای ناشی از سیستم تصویر در سطح نقشه قابل اغماض خواهد بود. در ارتباط با

سطح تمامی کره زمین، ناحیه کوچک که در یک قطعه نقشه کوچک به نمایش درمی‌آوریم، از نظر ادراکی مسطح است . وقتی بخواهیم از ناحیه وسیعی نظیر گستره یک استان، کشور یا قاره‌ای نقشه تهیه کنیم، ویژگیها و خصوصیات ذیل نقش مؤثری در انتخاب و گزینش سیستم‌های تصویر ایفا می‌کنند.

سیستم تصویر نقشه‌ای را سیستم تصویر هم پهنه گویند، چنانچه نواحی که در تمام نقشه به نمایش درمی‌آید به‌نحوی باشد که مساحتها به نسبت مقیاس تصویرگردد یا به عبارتی از نظر رابطه با نواحی زمین از یک نسبت یکسانی برخوردار باشند. ایجاداین نوع سیستم تصویر(هم پهنه[۸] یا هم مساحت) به شدت زوایا و شکلها را دستخوش انحراف و تغییر می‌کند. این تغییر شکل یا انحراف با دورشدن فاصله از نقطه مبدأ افزایش پیدا می‌کند.

سیستم تصویری *که دارای فواصل مساوی*[۹] است از یک مقیاس ثابت تبعیت می‌کند(یعنی اندازه همان فاصله روی زمین در مقیاس بر روی نقشه نشان داده می‌شود) به نحوی که فقط از مرکز سیستم تصویر یا درامتداد دوایر عظیمه(نصف‌النهارات) که از این نقطه می‌گذرد، برای مثال، یک سیستم تصویر هم مسافت که مرکز آن در تهران است، فقط از همان تهران فاصله صحیح و دقیقی به موقعیت دیگری را نشان می‌دهد. این مشخصه و ویژگی به بهای تغییر شکل ناحیه و جهت تمام می‌شود.

سیستم تصویر *سمت‌الرأسی*،[۱۰] سیستم تصویری است که در آن صفحه‌ای به کره زمین مماس شده و قسمتهای اطراف نقطه مماس را روی صفحه مزبور تصویر می‌کند. این سیستم در واقع حالت خاصی از سیستم تصویر مخروطی است که ارتفاع مخروط به تدریج کاهش یافته و به یک نقطه تماس مبدل شده و در نتیجه مخروط تصویر به یک صفحه مستوی تغییر شکل یافته است . در این سیستم تصویر، آزیموت یا سمت واقعی تمام نقاط تصویر شده نسبت به نقطه مرکزی که همان نقطه تماس است حفظ گردیده و این امتدادها در حقیقت به صورت خطوط شعاعی تصویر می‌شوند. با این وجود، در این سیستم شکلها، فاصله‌ها و نواحی به طور نامطلوبی دستخوش تغییر شکل می‌شوند.

سیستم تصویر*مشابه*[۱۱] سیستمی که دارای زوایای برابر است . در این سیستم تصویر تمامی زوایا در سطح نقشه حفظ می‌شوند و در هر نقطه‌ای با در هر سمتی مقیاس یکی است. خطوط طول عرض همدیگر را در زوایای قائمه قطع می‌کنند و شکلها برای نواحی کوچک حفظ می‌شوند. به عبارتی سیستم تصویری است که براساس آن شکل مناطق کوچکی روی نقشه با شکل همان منطقه در طبیعت همانند باشد و طبعاً اندازه و وسعت مناطق وسیع دستخوش تغییر شکل می‌گردد.

خصوصیات مشترک درنوع تیپ سیستم تصویر

ناحیه	هم مساحت	هم فاصله	سمتی	متشابه
هم مساحت	-	no	yes	no
هم فاصله	no	-	yes	no
سمتی	yes	yes	-	yes
متشابه	no	no	yes	-

سیستم‌های تصویر نقشه جهانی، هم اکنون سیستم‌های تصویر نقشه‌ای زیادی به کاربرده

می‌شوند که هیچیک از مشخصه‌های مطلوبی را که در سطور بالا به آنها اشاره شده است، ندارد. لذا هنوزبرای کاربردهای خاصی مناسب هستند و در حقیقت، در صورتی که بتوان در کاربرد اینگونه سیستم‌های تصویر به مصالحه و توافقی دست یافت، بسیار سودمند هم خواهندبود و تعدادی از مشخصه‌ها به‌نحو منطقی حفظ می‌گردد.

آن گروه از سیستم‌های تصویر نقشه که در نشان دادن جهان برروی یک نقشه موفق هستند، در اکثر مواقع با مسائل جدی تغییر شکل یافته، از شکلهای انقطاعی که سیستم تصویر را به تکه‌های سه گوش تقسیم می‌کند، استفاده می‌شود. بنابراین، با استفاده از این شیوه، بسیاری از توده‌های زمین(یا اقیانوسها) می‌توانند نصف‌النهارات مرکزی خود را داشته باشند که با این امر در هر منطقه از سیستم تصویر شکلهای حقیقی به دست می‌آید.

تطابق یا همخوانی لبه؛ همخوانی لبه مناطق همجوار یکی از مسائلی است که در سیستم‌های تصویر نقشه باید به آن پرداخت، زیرا این مسئله همواره متخصصین کارتوگرافی و کاربران نقشه را، علی‌الخصوص وقتی که با نقشه‌ها در یک سری سروکار پیدامی‌کنند، دچار دردسر می‌کند. از اینرو، برای اینکه دو یا چند نقشه جداگانه را دقیقاً در امتداد لبه‌هایشان منطبق سازیم . لازم است که تعدادی از پارامترها را درنظرگرفت :

۱ - نقشه‌ها باید با استفاده از یک سیستم تصویر ساخته شوند.

۲ - نقشه‌ها باید از یک مقیاس یکسان پیروی نمایند.

۳ - نقشه‌ها باید از مدارات استاندارد یکسانی برخوردار باشند.

۴ - نقشه‌ها باید از یک مبنای بیضوی مقایسه، محاسبه شوند.

سیستم تصویر *(UTM)*، که در آن سطح تصویر به جای تماس با استوا با نصف‌النهارات مماس است و سطح تصویر ۹۰ درجه نسبت به حالت مماس با استوا چرخیده است .

سیستم تصویر چگونه انتخاب می‌شود؟

گزینش بهترین سیستم تصویر نقشه بستگی به هدف و منظوری دارد که برای آن نقشه باید استفاده شود.

برای دریانوردی، سمت‌های صحیح و دقیق از اهمیت برخوردار است، برای نقشه‌های جاده‌ای، مسافتهای دقیق در اولویت قراردارد و بالاخره، برای نقشه‌های موضوعی (نمایش داده‌ها و اطلاعات منطقه مربوطه)، وسعت و شکل مناطق مهم می‌باشند. مسائل مطرح دیگر در انتخاب و گزینش بهترین سیستم تصویر وسعت و موقعیت منطقه‌ای که باید از آن نقشه تهیه شود. بنابراین، هر چه منطقه بزرگتر باشد، سطح منحنی زمین بیشتر می‌باشد و در نتیجه ویژگیهایی مطلوب با تغییر شکل بیشتری روبرو خواهدبود. از اینرو بهتر است که برای مناطق واقع در عرض جغرافیایی پایین از سیستم تصویر استوانه‌ای، برای مناطق واقع در عرض جغرافیایی میانه از سیستم تصویر مخروطی و برای مناطق قطبی از سیستم تصویر صفحه‌ای استفاده شود.

مهدی مدیری

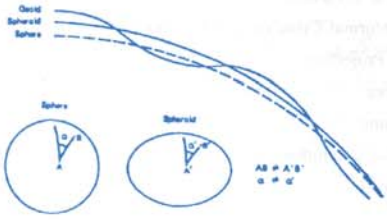
پانوشت

1)Spheroid

اطلاعات مفصل در خصوص شکل زمین را می‌توان از منابع گوناگونی استخراج نمود:

- نقشه‌برداری و ژئودزی،
- مطالعات ثقل‌سنجی و تهیه نقشه‌های گرانی‌سنجی،
- روشهای نجومی و
- به کمک ردیابی ماهواره‌ای.

کلیه روشهای مزبور نشان می‌دهد که سطح زمین به اندازه‌ای نامنظم است که به ژئوئید معروف شده است. اختلاف عمده بین ژئوئید و یک سطح کروی کامل، فرورفتگیهای ژئوئید در قطبین زمین می‌باشد. ناهمواریهای ظریف دیگری هم هستند که برای مطالعات ژئودزی و ژئوفیزیک اهمیت دارند ولی می‌توان از آنها در کارتوگرافی چشم پوشید. به دلیل فرورفتگی قطبین، ژئوئید به سطح بیضوی نزدیک است که دارای شعاع استوایی (محوربزرگ) در حدود ۶۳۷۸ کیلومتر و شعاع قطبی(محورکوچک) در حدود ۶۳۵۷ کیلومتر است. این شکل را می‌توان با یک بیضی نشان داد.



فرورفتگی بیضوی(الیپسوئید) را می‌توان با رابطه $f = \frac{a-b}{a}$ مشخص نمودکه در این وضعیت برابر $f=1/298$ است. الیپسوئید با چنین فشردگی کوچکی را می‌توان شبه کره نام گذاشت.

اجسام کروی و بیضوی تنها اشکال هندسی هستند که با شکل ژئوئید قرابت دارند. بیضوی بهتر از کره به ژئوئید نزدیک است که از عملیات ریاضی پیچیده‌ای برخوردار است و کاربرد آن به عنوان شکل و هیأت مبنایی مستلزم محاسبات دشوار و پیچیده است. ولی هندسه کروی به مراتب آسانتر است ولی کاربرد سطح کروی در محاسبات ژئوئید از دقت‌کمتری برخوردار می‌باشد. چنانچه دونقطه، یکی در سطح کروی و دیگری در سطح بیضوی باشد، می‌توان طول قوسهای AB و $\hat{AB}$ و نیز جهت هر یک از این قوسها را محاسبه نمود. بین دو طول و جهات اختلاف کمی وجوددارد. اگر این‌اختلاف را بتوان برروی نقشه‌ای آشکار نمود و اگر B وَB بیش از ۰/۲میلی‌متر از هم فاصله (به فرض اینکه A وَA در وضعیت ثابت باشند) داشته باشند، استفاده از فرضیه بیضوی(اسفروئید) برای تهیه نقشه‌های توپوگرافی بزرگ مقیاس‌کاربرد دارد. از طرفی نیاز به کاربرد فرضیه بیضوی(اسفروئید) در مقیاسهای بزرگ بیشتر تقویت می‌شود زیرا این گونه نقشه‌های بزرگ مقیاس مبتنی بر نقشه‌برداریهای اولیه هستند.

نقشه‌برداریها در واحدهای طبیعی خود در زمین یعنی مقیاس ۱/۱ مورد تعدیل و محاسبه می‌شوند. بدین خاطر لازم است که نقاط را در آن بیضوی(اسفروئید) تعیین کنیم که برای کاربرد در کشور خاصی پذیرفته است .

در نقشه‌های کوچک مقیاس، اختلاف بین کروی و بیضوی(اسفروئید) آن قدرکوچک است که می‌توان آنها را نادیده گرفت . بنابراین کافی است که برای نقشه‌های موضوعی و اطلس زمین را کروی کامل منظور نمود.

۲) شبکه جغرافیایی، شبکه‌ای از خطوط فرضی است که روی ارکان نقشه و در موردی با خطوط محدود نقشه‌ای نشان داده می‌شوند. گروهی از این خطوط مدارات (عرضی) و گروه دیگری نصف‌النهارات (طول) را نشان می‌دهند.

اساس شبکه جغرافیایی را یک سیستم تصویر تشکیل می‌دهد و برطبق انتخاب سیستم تصویر پیاده می‌گردد.

- خطوط ممکن است مستقیم یا منحنی باشند.
- خطوط می‌توانند موازی یا با همدیگر در نقطه‌ای تلاقی کنند.
- جداسازی و تفکیک خطوط می‌تواند ثابت یا از جایی به جایی دیگر متفاوت باشد.
- زاویه‌ای که از تقاطع مدار و نصف‌النهار تشکیل می‌گردد می‌تواند هر زاویه‌ای باشد.

3)Azimuthal Projection

4) Gnomonic Projection

5)Cylindrical Projection

6)The Conformal Cylindrical or Mercator's Projection

7)Conical Projection

8)Equal-area

9)Equidistant

10)Azimutal یا Zenithal

11)Conformal