



دانشگاه ساری
پایه

کارتوگرافی و تهیه نقشه‌های موضوعی

(رشته جغرافیا)

دکتر محمد رثوف حیدری فر اقبال پاهکیده

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

مقام معظم رهبری

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

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

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

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

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

پیشگفتار	یازده
فصل اول. کلیات: (تعاریف و مفاهیم پایه و تاریخچه کارتوگرافی و نقشه‌های موضوعی).....	۱
هدف کلی	۱
هدف‌های یادگیری	۱
مقدمه	۲
۱-۱ ضرورت و اهمیت کارتوگرافی و تهیه نقشه‌های موضوعی	۲
۲-۱ تعریف و مفهوم کارتوگرافی	۳
۳-۱ تعریف و مفهوم نقشه و نقشه‌های موضوعی	۴
۴-۱ طبقه‌بندی نقشه از دیدگاه کارتوگرافی و جایگاه نقشه‌های موضوعی در آن	۶
۵-۱ تاریخچه کارتوگرافی و نقشه‌های موضوعی	۸
۵-۱-۱ کارتوگرافی در تمدن‌های باستانی	۸
۶-۱ کارتوگرافی در سرزمین‌های اسلامی	۲۰
۷-۱ کارتوگرافی در عصر جدید ایران	۲۲
۸-۱ تاریخچه نقشه‌های موضوعی	۲۴
خلاصه فصل اول	۲۶
خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول	۲۶
فصل دوم. اصول بنیادین کارتوگرافی	۲۹
هدف کلی	۲۹
هدف‌های یادگیری	۲۹
مقدمه	۲۹
۱-۲ روش‌های تولید نقشه	۳۰

۳۰	۱-۱-۲ تولید نقشه به روش سنتی
۳۱	۱-۱-۱-۲ روش اول. تولید نقشه‌ها با استفاده از عکس‌های هوایی در روش سنتی
۳۳	۲-۱-۱-۲ روش دوم. نقشه‌برداری زمینی و تهیه نقشه
۳۶	۲-۱-۲ روش‌های تولید نقشه در سیستم جدید
۳۷	۱-۲-۱-۲ روش نخست استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در سامانه GIS
۳۷	۲-۲-۱-۲ روش دوم استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS)
۳۹	۳-۱-۲ کارتوگرافی تحت وب
۴۲	۲-۲ مقیاس نقشه و روش‌های تبدیل و تغییر آن در کارتوگرافی
۴۳	۱-۲-۲ تعریف مقیاس
۴۴	۲-۲-۲ انواع مقیاس
۴۵	۳-۲-۲ روش‌های تبدیل و تغییر مقیاس (تغییر اشل)
۴۶	۱-۲-۳-۲ روش مربع
۴۶	۲-۲-۳-۲ روش تشابه با استفاده از دستگاه (روش مکانیکی)
۴۶	۳-۲-۳-۲ روش نوری
۴۷	۴-۲-۳-۲ روش عکاسی
۴۸	۵-۲-۳-۲ روش سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)
۵۲	۳-۲ سیستم تصویر و انواع آن
۵۲	۱-۳-۲ مفهوم سیستم تصویر
۵۳	۲-۳-۲ انواع سیستم تصویر
۵۶	۴-۲ تعمیم یا خلاصه‌کردن نقشه (جنرالیزاسیون)
۵۷	۱-۴-۲ مراحل خلاصه‌کردن
۵۸	۲-۴-۲ اصول کلی خلاصه‌کردن
۶۱	خلاصه فصل دوم
۶۲	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم
۶۴	فصل سوم. اصول و فرایند طراحی و ترسیم در کارتوگرافی
۶۴	هدف کلی
۶۴	هدف‌های یادگیری
۶۴	مقدمه
۶۵	۱-۳ فرایند طراحی
۶۶	۲-۳ اصول طراحی
۶۸	۳-۳ هدف‌های طراحی
۶۹	۴-۳ اصول طراحی علائم نقشه
۶۹	۱-۴-۳ علائم نقطه‌ای
۷۰	۲-۴-۳ علائم خطی
۷۰	۳-۴-۳ علائم سطحی

۷۱	۳-۴-۴ عناصر گرافیکی اولیه
۷۳	۳-۵ اجزاء طراحی نقشه
۷۳	۳-۵-۱ وضوح و خوانایی
۷۳	۳-۵-۲ تباین بصری (کنتراست دیداری)
۷۴	۳-۵-۳ توازن
۷۵	۳-۵-۴ ترتیب
۷۵	۳-۵-۵ شکل یا زمینه
۷۶	۳-۵-۶ سلسله مراتب بصری
۷۶	۳-۵-۷ وحدت و هماهنگی
۷۶	۳-۶ روش های ترسیم
۷۸	۳-۷ اصول رنگ آمیزی نقشه
۷۹	۳-۷-۱ انتخاب و تناسب انواع رنگ با عوارض
۸۰	۳-۷-۲ رنگ آمیزی نقشه های سیاه و سفید (خاکستری)
۸۰	۳-۷-۳ رنگ آمیزی نقشه های رنگی
۸۱	۳-۸ اصول تهیه راهنمای نقشه
۸۳	۳-۹ اصول نوشتاری نقشه (اسامی و اعداد)
۸۵	۳-۱۰ طراحی و ترسیم در کارتوگرافی جدید
۸۵	۳-۱۰-۱ کارتوگرافی رایانه ای
۸۶	۳-۱۰-۲ نمایش اطلاعات کارتوگرافی با استفاده از دستگاه های سیار
۸۶	۳-۱۰-۳ نمایش استروسکوپی خودکار رایانه ای
۸۷	۳-۱۰-۴ اتوماسیون و تحول در کارتوگرافی
۸۷	۳-۱۰-۵ طراحی نقشه در سیستم های رایانه ای
۸۹	۳-۱۰-۶ تولید نقشه با استفاده از گوگل ارث
۹۲	خلاصه فصل سوم
۹۲	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل سوم
۹۴	صل چهارم. لوازم و ابزار کارتوگرافی و روش های استفاده از آنها
۹۴	هدف کلی
۹۴	هدف های یادگیری
۹۴	مقدمه
۹۵	۴-۱ لوازم، وسایل و ابزار ترسیم دستی
۹۵	۴-۱-۱ انواع قلم های ترسیم و روش استفاده از آنها
۹۹	۴-۱-۲ انواع خط کش
۱۰۰	۴-۱-۳ پرگار
۱۰۱	۴-۱-۴ شابلون
۱۰۱	۴-۱-۵ لروی

۱۰۲	۴-۱-۶ تخته ترسیم- میز کارتوگرافی
۱۰۲	۴-۱-۷ مواد لازم برای کارتوگرافی
۱۰۴	۴-۲ وسایل و ابزار ترسیم مکانیکی
۱۰۴	۴-۲-۱ پانتوگراف
۱۰۵	۴-۲-۲ وسایل منفی اسکرایبینگ
۱۰۶	۴-۲-۳ تمپلیت
۱۰۷	۴-۳ وسایل و ابزارهای اندازه گیری
۱۰۷	۴-۳-۱ خطکش مقیاس (خطکش سه گوش)
۱۰۷	۴-۳-۲ گونیا
۱۰۷	۴-۳-۳ نقاله
۱۰۸	۴-۳-۴ پلانی متر (مساحت سنج):
۱۱۲	۴-۴ ابزارها و وسایل خودکار (رایانه ای)
۱۱۲	۴-۴-۱ رایانه
۱۱۲	۴-۴-۲ دیجیتایزرها یا رقم گر
۱۱۳	۴-۴-۳ اسکنرها
۱۱۴	۴-۴-۴ تهیه نقشه چاپگر خطی
۱۱۵	۴-۴-۵ رسام ها
۱۱۶	خلاصه فصل چهارم
۱۱۶	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل چهارم
۱۱۹	فصل پنجم. نقشه های موضوعی ویژگی ها و انواع آن
۱۱۹	هدف کلی
۱۱۹	هدف های یادگیری
۱۱۹	مقدمه
۱۲۰	۵-۱ ویژگی های نقشه های موضوعی
۱۲۲	۵-۲ انواع نقشه های موضوعی
۱۲۲	۵-۲-۱ انواع نقشه های موضوعی براساس داده و اطلاعات
۱۲۳	۵-۲-۲ انواع نقشه های موضوعی برحسب فن نمادگذاری و روش های ترسیم
۱۲۴	۵-۲-۲-۱ نقشه های کروکوماتیک
۱۲۵	۵-۲-۲-۲ نقشه های کروپلت
۱۳۰	۵-۲-۲-۳ معایب نقشه های کروپلت
۱۳۰	۵-۲-۲-۴ نقشه های ایزوپلت (ایزاریتمیک)
۱۳۲	۵-۲-۲-۵ نقشه های نقطه
۱۳۵	۵-۲-۲-۶ معایب نقشه های نقطه
۱۳۵	۵-۲-۲-۷ نقشه نمایش تصویری
۱۳۶	۵-۲-۲-۸ نقشه های کروگرافیک

۱۳۷	۹-۲-۲-۵ کارتوگرام‌ها.....
۱۳۸	۱۰-۲-۲-۵ نقشه‌های دینامیک.....
۱۳۹	۱۱-۲-۲-۵ نقشه‌های دسیمتریک.....
۱۴۰	۳-۵ کاربرد نقشه‌های موضوعی در علوم مختلف.....
۱۴۰	۱-۳-۵ نقشه‌های زمین‌شناسی.....
۱۴۲	۲-۳-۵ نقشه‌های توپوگرافی و ژئومورفولوژی.....
۱۴۴	۳-۳-۵ نقشه‌های پیش‌بینی‌های جوی.....
۱۴۵	۱-۳-۳-۵ نقشه‌های اقلیمی.....
۱۴۵	۴-۳-۵ نقشه‌های هیدرولوژی.....
۱۴۶	۵-۳-۵ نقشه‌های قابلیت خاک و واحدهای ارضی.....
۱۴۶	۶-۳-۵ نقشه‌های کاربری اراضی.....
۱۴۸	۷-۳-۵ نقشه پراکنش جمعیت.....
۱۴۸	۸-۳-۵ نقشه‌های گردشگری.....
۱۵۰	۱۰-۳-۵ نقشه‌های دریانوردی.....
۱۵۰	۱۱-۳-۵ نقشه‌های هوانوردی.....
۱۵۱	۱۲-۳-۵ نقشه‌های ذهنی (کروکی).....
۱۵۱	۱۳-۳-۵ نقشه‌های برجسته.....
۱۵۲	۱۴-۳-۵ نقشه‌های طرح هادی روستایی.....
۱۵۳	۱۵-۳-۵ نقشه‌های طرح هادی شهری.....
۱۵۴	۱۶-۳-۵ نقشه طرح جامع.....
۱۵۵	۱۷-۳-۵ نقشه طرح تفصیلی.....
۱۵۶	۱۸-۳-۵ اطلس.....
۱۵۷	خلاصه فصل پنجم.....
۱۵۷	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم.....
۱۵۹	فصل ششم. آشنایی با محیط ArcMap و ابزارهای تحلیلی در کارتوگرافی جدید.....
۱۵۹	هدف کلی.....
۱۵۹	هدف‌های یادگیری.....
۱۵۹	مقدمه.....
۱۶۰	۱-۶ آشنایی با انواع داده در GIS.....
۱۶۳	۲-۶ آشنایی با محیط ArcMap.....
۱۶۴	۱-۲-۶ آشنایی با سیستم مختصات در محیط ArcMap.....
۱۷۳	۳-۶ روش‌ها و مراحل رقومی‌سازی.....
۱۷۳	۱-۳-۶ آماده‌سازی.....
۱۷۴	۲-۳-۶ رقومی‌سازی دستی.....
۱۷۵	۳-۳-۶ اسکن کردن.....

۱۷۶	 ۶-۳-۴ ایجاد و ترسیم عوارض
۱۷۶	 ۵-۳-۶ ویرایش عوارض
۱۷۷	 ۴-۶ معرفی ابزار Editor در ArcGIS
۱۸۵	 ۱-۴-۶ عملیات ترکیب لایه‌ها با ابزار Merge
۱۸۶	 ۲-۴-۶ Spatial Join ابزار
۱۸۶	 ۵-۶ تبدیل فایل CAD به فایل GIS
۱۹۷	 ۶-۶ نمادگذاری و نمادسازی عوارض ArcMap
۲۰۰	 ۱-۶-۶ طبقه‌بندی نمادها در عوارض برداری و رستری
۲۰۱	 ۱-۱-۶-۶ روش‌های طبقه‌بندی در نرم‌افزار ArcGIS
۲۰۵	 ۷-۶ برچسب‌گذاری عوارض
۲۱۲	 ۸-۶ تولید و ساخت نقشه
۲۱۴	 ۱-۸-۶ روش اجرا در محیط ArcGIS
۲۲۹	 خلاصه فصل ششم
۲۲۹	 تمرین
۲۳۰	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۲۳۱	 پاسخنامه خودآزمایی‌های چهارگزینه‌ای
۲۳۳	 منابع

پیشگفتار

نقشه‌ها ابزار اصلی آموزش در جغرافیا هستند، با این دلیل که موضوعات و پدیده‌های مورد مطالعه را از حالت انتزاعی خارج ساخته و جنبه عینی و بصری به آن داده‌اند. در این حالت، فهم و درک مباحث جغرافیایی آسان‌تر می‌شود، زیرا در گذشته نقشه‌ها به سبب کاربردشان در تعیین حدود مرزها، جنگ‌ها، سفرهای تجاری و اکتشافات جغرافیایی به لحاظ سیاسی، نظامی و اقتصادی اهمیت داشته‌اند، اما امروزه افزون‌بر آن انجام بسیاری از طرح‌های عمرانی، شبکه‌ها و خطوط برق، آب، گاز و تلفن، بیشتر طرح‌های توسعه، برنامه ریزی‌های جامع در حوزه‌های مختلف شهری، روستایی، محیط زیست، صنعت، معدن، کشاورزی و غیره بدون نقشه امکان‌پذیر نیست.

کارتوگرافی به عنوان علم طراحی و ترسیم نقشه مبتنی بر تعدادی از اصول و قواعد خاصی است، در عین حال این علم یا هنر از تاریخچه‌ای طولانی برخوردار است و همانند خود جغرافیا، عمری برابر با عمر انسان دارد. به نظر می‌رسد طراحی و ترسیم نقشه‌ها یا کارتوگرافی از جمله مهارت‌هایی است که با علم جغرافیا ارتباط تنگاتنگی دارد، زیرا بدون استفاده از نقشه‌های موضوعی، انجام تحقیقات و پژوهش‌های علمی، پایان‌نامه‌ها و رساله‌های دانشجویی رشته جغرافیا مشکل خواهد بود، از این رو برای تهیه و نیز بهره‌گیری از این نقشه‌ها باید با اصول اولیه کارتوگرافی و تهیه نقشه آشنا بود. در همین راستا تلاش شده است که محتوای کتاب، با زبانی ساده و قابل فهم ارائه شود.

این کتاب براساس سرفصل‌های مصوب وزارت علوم و در راستای آموزش، یادگیری و ارتقای علمی همه دانشجویان رشته‌های جغرافیا در مقطع کارشناسی و سایر کاربران از سطوح مختلف علمی، در شش فصل نوشته شده است:

فصل اول این کتاب، به کلیات موضوع پرداخته است که شامل مباحثی همچون تعاریف، مفاهیم، تاریخچه کارتوگرافی و نقشه‌های موضوعی است. مباحث مربوط به اصول بنیادین کارتوگرافی در فصل دوم آمده است. در فصل سوم اصول طراحی و ترسیم در کارتوگرافی توضیح داده شده است. در فصل چهارم به صورت مختصر لوازم و ابزارهای مورد استفاده در کارتوگرافی و نیز روش‌های بهره‌گیری از آن ارائه شده است. در فصل پنجم به بیان انواع نقشه‌های موضوعی و ویژگی‌های آن پرداخته شده است. در فصل ششم ضمن آشنایی با محیط Arc Map، ابزارهای تحلیلی کارتوگرافی جدید بیان شده است. در همین فصل بخشی از قابلیت‌های این نرم‌افزار به صورت گام‌به‌گام تشریح شده است.

در خاتمه بر خود لازم می‌دانیم از صبر و حوصله ویراستار علمی کتاب، جناب آقای دکتر عبدالحمید نظری سپاس و قدردانی کنیم، بدون شک راهنمایی‌های ارزشمند ایشان همواره راهگشای این اثر بوده است. همچنین، از زحمات بی‌شائبه جناب آقای دکتر محمدرضا کرمی در ویرایش علمی فصل ششم این اثر صمیمانه سپاسگزاریم. با عنایت به این موضوع که مطالب کتاب مزبور بی‌نقص نیست، از اساتید بزرگوار و متخصصان تقاضا داریم که نظرات انتقادی و اصلاحی خود را به منظور بهبود کیفی این کتاب اعلام دارند تا در فرصت‌های بعدی در خصوص رفع نواقص آن اقدام شود.

دکتر محمدرئوف حیدری‌فر

اقبال پاهکیده

فصل اول

کلیات: (تعاریف و مفاهیم پایه و تاریخچه کارتوگرافی و نقشه‌های موضوعی)

هدف کلی

آشنایی دانشجویان با تعاریف و مفاهیم نقشه و نقشه‌های موضوعی و نیز آشنایی با فرایند تحول و تکامل زمانی کارتوگرافی، تاریخچه آن به تفکیک در بین تمدن‌های مختلف.

هدف‌های یادگیری

از دانشجویان انتظار می‌رود که پس از مطالعه این فصل بتوانند:

۱. ضرورت و اهمیت کارتوگرافی و تهیه نقشه‌های موضوعی را در جغرافیا توضیح دهند.
۲. تعریف و مفهوم کارتوگرافی را بدانند.
۳. تعریف نقشه و نقشه‌های موضوعی را بدانند.
۴. طبقه‌بندی انواع نقشه را از نظر کارتوگرافی بیان کنند.
۵. تاریخچه کارتوگرافی را در دنیای غرب توضیح دهند.
۶. تاریخچه کارتوگرافی را در شرق دور توضیح دهند.
۷. تاریخچه کارتوگرافی را در سرزمین‌های اسلامی توضیح دهند.
۸. تاریخچه کارتوگرافی را در عصر جدید ایران بیان کنند.
۹. تاریخچه نقشه‌های موضوعی را بیان کنند.

مقدمه

در هر رشته علمی برای بیان یافته‌ها و انتقال آن به دیگران، از ابزارهای مختلفی استفاده می‌شود. نقشه یکی از مهم‌ترین ابزارهای مورد استفاده در علوم مختلف، به‌ویژه جغرافیاست. در این بین، کارتوگرافی به عنوان علم طراحی، ترسیم و تولید نقشه با توجه به گسترش دامنه دانش بشری و نیز دستیابی وی به فناوری‌ها، طی روندهای زمانی - هم به لحاظ موضوعی و هم از حیث شیوه تولید - دستخوش تحولات زیادی قرار گرفته است، از این رو در فصل اول، نخست ضمن بیان اهمیت، جایگاه کارتوگرافی و نقشه‌های موضوعی، تعاریف و مفاهیم و انواع آن‌ها به طور جداگانه تبیین و سپس به منظور آشنایی با فرایند تحول و تکامل زمانی کارتوگرافی، تاریخچه آن به تفکیک در بین تمدن‌های مختلف تشریح می‌شود و در نهایت با توجه به پیشرفت روزافزون علم و فناوری و تخصصی شدن موضوعات جغرافیایی، فرایند تحول نقشه‌های موضوعی نیز به اجمال بررسی می‌شود.

۱-۱ ضرورت و اهمیت کارتوگرافی و تهیه نقشه‌های موضوعی

در خصوص جایگاه نقشه در دانش جغرافیا همین بس که بسیاری از دانشمندان معاصر و جغرافی‌دان‌های حرفه‌ای، تنها مفاهیم و موضوعاتی را در دامنه دانش جغرافیا به شمار آورده‌اند که قابلیت بازنمایی از طریق نقشه را داشته باشد (گنجی، ۱۳۸۰: ۴۳۵)، زیرا پژوهشگران جغرافیا همواره با پرسش‌های متعددی در خصوص کجایی موقعیت مکان‌ها، پراکندگی و تفاوت و تشابه‌های آن‌ها و پدیده‌های مختلف مواجه‌اند. کارتوگرافی علمی است که از طریق نقشه، چگونگی مؤلفه‌های فوق را به صورت ملموس‌تر بازنمایی می‌کند.

امروزه، نیاز روزافزون به نقشه، سبب توسعه دانش کارتوگرافی شده است. امکانات و پیشرفت‌های جدید در این علم سبب تسریع در جمع‌آوری، پردازش و نمایش داده‌ها شده است. در سال‌های اخیر، موضوع مورد توجه در مباحث کارتوگرافی، ادغام مباحث نظری با پیشرفت‌های فناوری جدید است، به عبارتی کارتوگرافی سنتی تحت تأثیر تغییر و تحولات تدریجی، به عنوان رشته ای نوین از آخرین دستاوردهای فناوری استفاده می‌کند و همواره در حال تغییر، تحول و توسعه است.

۳ کلیات

پیشرفت و فناوری‌های جدید در علم کارتوگرافی و دستیابی به این فناوری‌ها در تهیه نقشه‌های موضوعی نسبت به نقشه‌های قدیمی و نیاز روزافزون بیشتر گزارش‌ها، تحقیقات علمی و پایان‌نامه‌های دانشجویی به نقشه‌های موضوعی در علوم مختلف، به‌ویژه جغرافیا، برنامه‌ریزی شهری و شهرسازی، منابع طبیعی و جنگل‌داری، محیط زیست، زمین‌شناسی و بسیاری از علوم دیگر را بیش‌ازپیش مطرح می‌سازد.

ازسوی دیگر، شکل‌گیری مراکز و سازمان‌های تهیه نقشه در سطح ملی و به‌ویژه ایجاد واحدهای GIS در برخی از دستگاه‌های اجرایی مانند استانداری‌ها، فرمانداری‌ها، شهرداری‌ها و دفاتر فنی آن‌ها به‌صورت واحدهای مستقل و پاسخگو برای استفاده‌کنندگان از نقشه‌های موضوعی طی سال‌های اخیر، ضرورت و اهمیت کارتوگرافی و نقشه‌های موضوعی را دوچندان کرده‌است.

بدین ترتیب، کارتوگراف‌ها نه تنها امکان شناخت دقیق‌تر مکان‌های مختلف را برای جامعه بشری فراهم می‌سازند، بلکه قادرند با تبیین، تجزیه و تحلیل مسائل جغرافیایی به‌درک بهتر پدیده‌ها کمک‌کنند و از این طریق، می‌توانند در تصمیم‌گیری، تصمیم‌سازی و برنامه‌ریزی‌های توسعه مشارکت و به‌مدیران مملکت در خصوص سازمان‌دهی مکان، فضا و درنهایت آمایش سرزمین یاری‌برسانند.

۱-۲ تعریف و مفهوم کارتوگرافی

با نگاهی کلی، نقشه فرصتی برای آزمایش پدیده‌ها و اشکال از نزدیک ایجاد می‌کند. مجموعه حوادث، پدیده‌ها و آرایش آن‌ها روی نقشه، نشانه‌هایی است که از طریق آن‌ها، کارتوگرافی تعریف می‌شود.

کارتوگرافی از دو کلمه «کارتِه»^۱ یعنی نقشه و «گرافی»^۲ به معنی ترسیم ترکیب یافته‌است. این واژه، ریشه لاتین دارد که به همین شکل، به زبان فرانسه وارد و باقی مانده‌است، یعنی امروزه در زبان فرانسه نیز به نقشه‌های جغرافیایی «کارت» می‌گویند و علم تهیه نقشه را کارتوگرافی می‌نامند، در صورتی که در زبان انگلیسی، واژه «map» به جای

1. Carte
2. Graphy

۴ کارتوگرافی و تهیه نقشه‌های موضوعی

واژه «carte» به کار می‌رود و در نتیجه «mapping» واژه‌ای انگلیسی و معادل واژه «cartographie» فرانسوی است، افزون‌براین در زبان انگلیسی و دیگر زبان‌های مهم و زنده دنیا، از واژه کارتوگرافی استفاده می‌شود و حتی کاربرد آن از واژه «mapping» نیز متداول‌تر است (زاهدی، ۱۳۸۴: ۵). واژه کارتوگرافی در لغت به معنی ترسیم نقشه است و همه مراحل تهیه نقشه‌ها از جمله نقشه‌های موضوعی، نقشه‌های توپوگرافی، نمودارها، مدل‌ها و نقشه‌های سه‌بعدی را شامل می‌شود. گروه انجمن کارتوگرافی به منظور هماهنگی با پیشرفت‌های علمی و فنی، کارتوگرافی را چنین تعریف کرده است: «کارتوگرافی سازمان‌دهی، نمایش، ارتباط و بهره‌برداری از اطلاعات زمین است.

کارتوگرافی علم، هنر و فناوری تهیه نقشه است» (ICA:4, 1973).^۱

کارتوگرافی به‌طور عام شامل (ژئودزی، فتوگرامتری و کارتوگرافی) و به عبارتی همه فعالیت‌هایی است که کارتوگراف برای گردآوری، طبقه‌بندی، ارزیابی و تألیف اطلاعات و همچنین طراحی و تهیه نقشه انجام می‌دهد.

کارتوگراف با اطلاعاتی که در زمینه هدف نقشه و میزان اهمیت عوارض کسب می‌کند به طراحی و برنامه‌ریزی برای ساخت و تولید نقشه مبادرت خواهد کرد، گرچه هر کدام از مراحل کارتوگرافی جداگانه انجام می‌شود، ولی طراحی کلی و برنامه‌ریزی یا به عبارت دیگر، دستورالعمل اجرایی و گرایش کار همه عملیات در ابتدای امر انجام می‌شود. تصمیم‌گیری و نحوه اجرای عملیات از جمله مباحث بسیار مهم مفصلی است که محتوای درس کارتوگرافی را تشکیل می‌دهد (مقیمی و همراه، ۱۳۹۱: ۲۸). نظربه‌اینکه، شالوده اصلی کارتوگرافی بر تهیه نقشه استوار است، لازم است تعریف و مفهوم نقشه، به‌ویژه نقشه‌های موضوعی آورده شود.

۱-۳ تعریف و مفهوم نقشه و نقشه‌های موضوعی

هم‌زمان با تخصصی‌شدن و تقسیم سایر علوم، دانش جغرافیا نیز در دهه‌های اخیر به شاخه‌های مختلفی تقسیم شده است. این تغییر و تحول که بنا به اقتضائات و نیازهای جوامع انجام شده است، انتظارات را بالا و بر جنبه‌های کاربردی علم جغرافیا افزوده است، بنابراین در راستای تحقق بخشیدن به هدف های کاربردی آن، استفاده از

1. International Cartographic Association

کلیات ۵

نقشه تخصصی شده به تولید نقشه‌های موضوعی منجر شده است. به عبارتی، بیشتر کارهای پژوهشی در جغرافیا به تهیه نقشه با موضوعات گوناگون و متفاوت نیاز دارد و پژوهشگر جغرافیا علاوه بر درک مفهوم نقشه‌های موضوعی برای دستیابی به آن، ناگزیر از یادگیری اصول اساسی کارتوگرافی است.

همان‌گونه که از عنوان آن پیداست، نقشه‌های موضوعی نشانگر توزیع جغرافیایی یا تغییر فضایی پدیده‌ای خاص یا ارتباط میان چند صفت است که می‌تواند، ماهیت کمی یا کیفی داشته باشد. هر صفت و پدیده‌ای که قابلیت توزیع مکانی-فضایی داشته باشد، می‌توان روی نقشه نشان داد و با تعیین موضوعی خاص، آن را ارائه کرد (موسی کاظمی و شهداد، ۱۳۸۶: ۷). این موضوعات می‌تواند مربوط به پدیده‌های طبیعی یا انسانی باشد که هریک، حاوی متغیرهای متعددی اند. نمایش توزیع فراوانی انواع متغیرها، تراکم‌ها و شدت جریان آن‌ها که قابلیت طبقه‌بندی و سطح‌بندی دارند، به‌طور وسیعی در نقشه‌های موضوعی به کار گرفته می‌شوند. نقشه‌های کاربری زمین، تراکم جمعیت و نوع خاک متداول‌ترین آن‌ها به‌شمار می‌رود، بنابراین نقشه‌های موضوعی حامل و ناقل پراکنش تصویری-گرافیکی داده و اطلاعات جغرافیایی موضوع یا موضوعات خاصی اند که متناسب با هدف آن، کاربرد ویژه‌ای نیز دارند، به‌طورکلی در تهیه نقشه‌های موضوعی توجه به نکات زیر حائز اهمیت است:

۱. نقشه‌های موضوعی تنها موقعیت مکان را نشان نمی‌دهند، بلکه نشان‌دهنده خصوصیات جغرافیایی یک پدیده، آمار و ارقام در مکانی خاص و نیز الگوهای فضایی و روابط بین مکان‌هاست.

۲. تفاوت بین نقشه‌های عمومی و موضوعی تفاوت بین نقشه‌کشی مکان (عمومی) و نقشه‌کشی داده‌ها (موضوعی) نیز است مثلاً در نقشه‌های عمومی موقعیت شهرها نشان داده می‌شود، اما در نقشه‌های موضوعی جمعیت آن شهرها نیز آورده شده است.

۳. نقشه‌های موضوعی به‌صورت ویژه طراحی می‌شوند تا موضوعی خاص را به‌ناحیه‌ای خاص مرتبط کنند.

۴. گستره نقشه‌های موضوعی، مؤلفه‌هایی همانند ویژگی‌های فیزیکی، طبیعی، کالبدی، اجتماعی، سیاسی، فرهنگی، اقتصادی، کشاورزی و غیره را در مقیاس‌هایی اعم از شهری، روستایی، ناحیه‌ای، ملی، یا قاره‌ای دربرمی‌گیرد.

۶ کارتوگرافی و تهیه نقشه‌های موضوعی

۵. نقشه موضوعی از داده‌های پایه همانند خطوط ساحلی، مرزها و مکان‌ها به شکل نقاطی مرجع برای پدیده نقشه‌کشی شده استفاده می‌کند.

علاوه بر موارد عنوان شده در تهیه نقشه‌های موضوعی، توجه به سه نکته زیر از دیدگاه کارتوگرافی به منظور افزایش کیفیت نقشه، مهم است:

۱. دقت. به این معنا که هر نقطه تا حد ممکن و لازم در موقعیت دقیق خود نسبت به نقاط دیگر قرار گیرد.

۲. صحت. به معنای اینکه اطلاعات نقشه اعم از شکل عوارض، اسامی و اعداد و علائم مبهم نباشد و دور از اشتباه باشد.

۳. زیبایی. یعنی نقشه علاوه بر امکانات فنی و معلومات علمی و تجربه هر کارتوگراف، به استعداد فطری وی در هنر طراحی و ترسیم نیز بستگی دارد (جداری عیوضی، ۱۳۸۲: ۵).
یعنی نقشه باید دقیق، صحیح و بهنگام باشد و ضمن حفظ اصالت عوارض و هندسه دقیق آن‌ها در چهارچوبی هندسی، خوانا، گویا، زیبا و به راحتی قابل فهم باشد، بنابراین نباید تصور شود که کارتوگرافی، به عنوان فنی با روش‌های عملیاتی، تنها کیفیت هنری نقشه را تأمین می‌کند.

۱-۴ طبقه‌بندی نقشه از دیدگاه کارتوگرافی و جایگاه نقشه‌های موضوعی در آن

تنوع نقشه‌ها و گستردگی موضوعات مختلف و نیز نیاز روزافزون به نقشه سبب شده است که در طبقه‌بندی آن‌ها، همواره در بین کارتوگراف‌های بزرگ اتفاق نظر وجود نداشته باشد. بعضی از مؤسسه‌ها بر مبنای موضوع، گروهی به منظور هدف خاص و برخی بر اساس مقیاس، نقشه‌ها را طبقه‌بندی می‌کنند. گرچه در ظاهر این طبقه‌بندی‌ها تفاوت‌هایی باهم دارند، اما به نظرمی‌رسد محتوا و ماهیت نقشه برای استفاده‌کنندگان مهم است، زیرا مبنای مطالعات برای پروژه‌ها و برنامه‌های مختلف عمرانی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی قرار می‌گیرند.

با اینکه طبقه‌بندی نقشه‌ها از دید کارشناسان کارتوگرافی اجماع نظر وجود ندارد، اما به اجمال می‌توان در سه عنوان کلی به شرح زیر طبقه‌بندی کرد:

کلیات ۷

جدول ۱-۱. طبقه‌بندی نقشه‌ها براساس مقیاس-کاربرد-محتوا^۱

انواع طبقه‌بندی نقشه‌ها	شامل:	نمونه‌های موضوع
برحسب مقیاس نقشه	*نقشه‌های کوچک مقیاس *نقشه‌های متوسط مقیاس *نقشه‌های بزرگ مقیاس	*بررسی‌های کلی در مناطق وسیع *مطالعات اولیه طرح‌ها و امور تحقیقاتی و غیره *در پروژه‌های عمرانی-اجرایی
بر مبنای کاربرد نقشه	*نقشه‌های پوششی *پلان‌ها *چارت‌ها	*مطالعه عمومی و شناسایی عوارض منطقه *در کارهای عمرانی و اجرایی مثل سایت‌های مسکونی *ارتباطات دریایی و هوایی
بر مبنای محتوا	الف) نقشه‌های عمومی	*نشان‌دادن پستی و بلندی سطح زمین *تعیین موقعیت مسطحاتی عوارض روی زمین *آموزش دروس و نشان‌دادن مناطق وسیع *نمایش پراکندگی خشکی‌ها و دریاها
	بر مبنای داده و اطلاعات	*سرشماری نفوس و مسکن *پراکنش نژادها *توزیع انواع کشت‌ها
	ب) نقشه‌های موضوعی	*نقشه‌های خاک‌شناسی *وضعیت سواد یا اشتغال *نقشه‌های هم‌دما و هم‌فشار *توزیع جمعیت *نمایش پایتخت‌های اروپایی *براساس جمعیت *اندازه‌های نسبی جمعیت *کشورهای جهان *نمایش جاذبه‌های گردشگری *مسیر بادها
	بر مبنای فن نمادگذاری	*فن کروکروماتیک *فن کروپلت *فن ایزوپلت *فنون نقطه‌ای *فن کروگرافیک *فن کارتوگرام *فن نمایش تصویری *نقشه‌های دینامیک

۱. جدول موردنظر حاصل مطالعه منابع متعددی نظیر مقیمی و همرا، ۱۳۹۱ و موسی کاظمی و شهداد، ۱۳۸۶ و جداری عبوسی، ۱۳۸۳ است و به دلیل طولانی بودن مطالب، از جدول برای بیان آن استفاده شده است.

۱-۵ تاریخچه کارتوگرافی و نقشه‌های موضوعی

نقشه‌کشی (همانند نقاشی) نسبت به زبان نوشتاری و سیستم‌هایی همانند اعداد، سابقه بیشتری دارد، گرچه تا زمان رنسانس در اروپا نقشه‌ها به هدف‌ها، امور و اشیائی عادی در سایر نقاط جهان تبدیل نشدند، اما تقریباً جوامع بدون نقشه اندکی در جهان یافت می‌شدند. نقشه‌ها بر زندگی، فکر و تصویرسازی بیشتر تمدن‌ها تأثیر داشته‌اند (Harley, 1978: 1). کارتوگرافی، علم و هنر ایجاد نقشه‌ها قدمتی به اندازه خود جغرافیا دارد (Fouberg et al, 2012: 15-18).

هرچند تاریخچه تهیه و استفاده از نقشه‌های موضوعی به‌مانند تاریخچه کارتوگرافی به دوران‌های گذشته زندگی انسان برمی‌گردد، اما تهیه نقشه‌های موضوعی در ایران با سبک جدید، سابقه چندانی ندارد، از این رو به‌منظور آگاهی دانشجویان با روند تکاملی کارتوگرافی در جهان و فرایند پیدایش نقشه‌های موضوعی، نخست تاریخچه کارتوگرافی به تفکیک در تمدن‌های مختلف و سپس تاریخچه نقشه‌های موضوعی تشریح می‌شود (Harley, 1978: 1). نخستین نقشه‌ها احتمالاً نقاشی‌های موقتی خام بودند که روی زمین و در خاک و گل رس ساخته می‌شدند، انسان‌های آن دوران نقشه‌هایی را طراحی می‌کردند تا اشکال ساده زمین را دربرگیرد یا معمولاً موقعیت گله‌ای از حیوانات و نقاطی که گروهی از شکارچیان برای حمله نیاز داشتند، ممکن بود مدنظر قرار دهند (Hanks, 2011: 47).

کارتوگرافی تاریخی طولانی، یعنی از زمان تمدن‌های بین‌النهرین در ۵ هزار سال پیش دارد. آن‌ها شیارهایی را در خاک‌های رس نرم و گلی می‌کشیدند و از این طریق، رودخانه‌ها و دشت‌هایی را روی آن نشان می‌دادند و سپس به کمک نور و گرمای خورشید آن قطعه گل رس را پخته و به‌لوحی تبدیل می‌کردند. تحول کارتوگرافی و تاریخ آن جریانی هیجان‌انگیز بوده است (De Belij, 2005: 23).

۱-۵-۱ کارتوگرافی در تمدن‌های باستانی

در سرزمین‌های شرقی، تمدن‌های موجود در بین‌النهرین همانند تمدن چینی‌ها، ژاپنی‌ها و هندی‌ها سهم زیادی در توسعه علم کارتوگرافی داشتند، همچنین سایر تمدن‌های باستانی نظیر ایران، یونان و روم به‌همراه سایر ملل در این پیشرفت علمی سهم‌برده‌اند:

الف) کارتوگرافی توسط تمدن‌های موجود در بین‌النهرین. استفاده از نقشه، سابقه‌ای بسیار طولانی دارد. قدیمی‌ترین مدارک شناخته‌شده، لوحه کوچکی از گل رس است که در حفاریات باستان‌شناسی در شمال بین‌النهرین به‌دست آمده‌است. این لوح که در موزه سمیتیک^۱ دانشگاه هاروارد نگهداری می‌شود به ۴۵ قرن پیش از این مربوط است (جداری عیوضی، ۱۳۸۳: ۳). همان‌طور که گفته شد آن‌ها در بین‌النهرین، با خاک‌های رس و به‌کمک گرمای خورشید آن را پخته و به‌لوح تبدیل می‌کردند. تحول کارتوگرافی و تاریخ آن جریانی هیجان‌انگیز بوده‌است (De Belij, 2005: 23).

برای مثال بابلی‌ها، نقشه‌هایی از شهرهایشان ایجاد کردند و همانند تعدادی از تمدن‌های اولیه، مشغول مطالعه ستارگان نیز شدند. نمودارها و نقاشی‌های نجومی نیز به‌کارگیری و کاربرد باستانی مهمی از کارتوگرافی بود و اغلب نه تنها برای کاربردهای علمی استفاده می‌شد، بلکه هدف‌های مذهبی نیز داشت. بابلی‌ها ممکن‌است نخستین نقشه جهان را دست‌کم از جهانی که خودشان می‌شناختند، به‌وجود آورده‌باشند. در ایماگوموندی^۲، تصویری جغرافیایی از دره رودخانه دجله-فرات و محیط‌های اطراف آن وجود دارد (Hanks, 2011: 48). بابلیان پس از ترسیم نقشه آسمان (نجوم)، به‌ترسیم نقشه زمین پرداختند. کهن‌ترین نقشه جغرافیایی، نقشه‌ای است که کاهنان بابلی برای شهرها و راهنمای امپراتوری بُخت نصر ترسیم کردند. کسانی که در ویرانه‌های گاسور واقع در سیصدویست کیلومتری شمال بابل مشغول کاوش بودند، لوحه گلی به‌دست‌آوردند که به‌تاریخ ۱۶۰۰ ق م. مربوط می‌شد و در آن کوه‌ها را با خطوط گرد و آب‌ها را با خطوط مورب و رودخانه‌ها را با خطوط موازی نمایش داده‌اند. براین‌اساس، نقشه‌ای از عالم و با خط میخی ترسیم کرده‌بودند که در آن بابل، لودیه و سایر مناطق شناخته‌شده در داخل دایره‌ای که گرداگرد آن خلیج فارس قرار دارد، رسم‌شده‌بود و بابل در مرکز دایره قرارداشت. بعدها تمام ملل باستان یعنی آشوری‌ها، مصریان، یهودیان و غیره همین فرض را درمورد زمین داشتند (فنی، ۱۳۸۵: ۲۵-۲۶).

ب) کارتوگرافی در یونان و روم. به‌طورکلی علم جغرافیا، به‌عنوان یک زمینه یادگیری در دنیای غرب و میان متفکران یونان باستان شروع به‌نضج‌گرفتن کرد،

1. Semitic

2. ImagoMundi