

اشاره

ساختار سیستم مبتنی بر کامپیوتر، بیشتر سلسله مراتبی است و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) یک ساختار سلسله مراتبی می‌باشد که از سیستمهای فرعی متعددی در سطوح مختلف ساخته شده و هر سیستم فرعی دارای عملکرد معینی است. مجموعه عملکردهای لازم برحسب نوع GIS متفاوت می‌باشد. نمونه‌هایی از یک سیستم فرعی عبارتند از عملکرد داده‌های ورودی و دستگاهها، عملکرد تحلیل داده‌ها و عملکرد مدیریت داده‌ها.

نمایش داده‌های جغرافیایی و تجسم فضایی را می‌توان به عنوان یک سیستم فرعی GIS در نظر گرفت (لازم به ذکر می‌باشد در مواردی نمایش داده‌ها مانند تهیه و تولید نقشه، عملکرد اصل سیستم می‌باشد).

ما می‌دانیم که کارتوگرافی؛ هنر، علم و تکنولوژی تهیه نقشه است (ICA، ۱۹۷۳)* و به منظور هماهنگی با پیشرفتهای علمی و فنی روز، گروه کار انجمن بین‌المللی کارتوگرافی تعریف زیر را توصیه نموده است.

«کارتوگرافی سازماندهی، نمایش، ارتباط و بهره‌برداری اطلاعات زمین است» که براساس تعریف کارتوگرافی و تعریف یک سیستم مبنایی کامپیوتری، تعریف سیستم اطلاعات کارتوگرافی (Cartographic Information System - CIS) مشخص می‌گردد.

یک سیستم اطلاعات کارتوگرافی (CIS) یک سیستم مبنایی کامپیوتری است که هدف از آن تولید نقشه، نقشه‌های چاپی، نقشه‌های ترسیمی و یا نقشه‌هایی است که در صفحه نمایش دیده می‌شوند. یک سیستم CIS می‌تواند یک سیستم انحصاری باشد و در نتیجه کلیه مشخصه‌های یک GIS را داراست و نیز می‌تواند به صورت سیستم فرعی از یک GIS باشد و از خدمات مشترک مدیریت داده‌ها، ورودی داده‌ها و غیره با سایر سیستمهای فرعی GIS مورد بحث بهره‌بردار.

یک CIS به عنوان یک سیستم به تنهایی مانند یک سیستم پردازشگر خطی به صورت سیستم تولید نقشه عمل می‌نماید.

یک CIS می‌تواند شامل عملکردهای هوشمند از قبیل ارائه فعالیت اتوماتیک، افزودن نام، و اطلاعات توپونمی به نقشه، انتخاب علائم نقشه‌ها و یا طراحی رنگ باشد.

یک CIS به عنوان یک سیستم فرعی می‌تواند یک مجموعه محدودی از عملکردهای نمایش نظیر دیدن نقشه بر روی صفحه نمایش در یک سیستم ناوبری باشد. بنا بر تعریفی که پرفسور تیلور (Taylor-۱۹۹۱) رئیس ICA ارائه نموده است؛ «کلیه GISها دارای یک مؤلفه کارتوگرافی هستند»* که در اینجا این مؤلفه کارتوگرافی یک CIS نامیده می‌شود.

یک CIS به داده‌های نقشه‌ای رقومی نیاز دارد. همان طور که اشاره شد لایه‌های اطلاعاتی انحصاراً می‌تواند از آن CIS باشد و یا به عنوان اطلاعات پایه GIS در نظر گرفت.

داده‌های نقشه‌ای رقومی در لایه‌های مختلف یا در یک پایگاه داده‌ای نقشه ذخیره می‌شوند. پایگاه داده‌ای معمولاً به عنوان جمع‌آوری وسیع و سازمان یافته‌ای از اطلاعات تعریف می‌گردد که از طریق نرم‌افزار در دسترس قرار می‌گیرد و بخش مکملی از عملکرد سیستم است.

نرم‌افزاری که به مدیریت داده‌ها در پایگاه داده‌ای می‌پردازد یک سیستم مدیریت پایگاه داده‌ای نامیده می‌شود.

مفهوم یک CIS همان‌طور که در این جا بحث شد تجسم داده‌های جغرافیایی را مشخص می‌کند (تجسم به معنای «تجسم کردن چیزی را مانند یک تصویر در فکر خود ساختن» است (Hornby-۱۹۸۵).

مدل کارتوگرافی، فرآیند تهیه نقشه را بیان می‌دارد. در یک فرآیند سنتی ارتباط کارتوگرافی، نقش عمده و اساسی را تهیه‌کننده نقشه (کارتوگراف) و استفاده‌کنندگان به عهده دارند، از اینرو بین تولید و بهره‌برداری نقشه یک فاصله زمانی وجود دارد لذا انگیزه و هدف تهیه‌کننده واقعیت نقشه با نیاز استفاده‌کنندگان نقشه یکسان و برابر نمی‌باشد. در مدل سنتی، ساخت نقشه یک وظیفه تخصصی و حرفه‌ای است و استفاده‌کنندگان با آشنایی به نقشه‌خوانی، زبان نقشه را می‌فهمند و پیام نقشه همواره به طریقی که منظور و هدف سازنده نقشه است فهمیده نمی‌شود. وقتی نقشه بطریقه اتوماتیک تهیه می‌شود، تأییراتی نیز روی فرآیند ارتباطی می‌گذارد. تولید مدرن نقشه، محیط تجسم مدل سنتی را دستخوش تغییراتی نموده است. Gander و Mac Eachren در سال ۱۹۹۰ تجسم اطلاعات جغرافیایی را به عنوان اساس کاربرد نقشه با کمک کامپیوتر می‌دانند می‌گویند: «در فرآیند ارتباط سنتی، پیام معلوم است و تنها بهتر ارائه کردن نقشه دنبال می‌شود اما در مدل‌هایی که مبنای تجسمی دارد پیام نامعلوم است. استفاده‌کننده یک تحلیل‌گراست و سیستم با تجسم اطلاعات جغرافیایی به درک وی کمک می‌کند».

عوامل عمده و اصلی تغییر و تحول در پیام‌رسانی و ایجاد ارتباط کارتوگرافی، خصیصه‌هایی هستند که در CIS توسعه یافته‌اند. از جمله فرآیند تولید دیجیتال، تکنولوژی پایگاه داده‌ای و تکنولوژی مبتنی بر دانش و آگاهی.

محیط تولید دیجیتال، فرآیند تولید نقشه را به طور منطقی سرعت بخشیده است. بین تولید نقشه و کاربرد نقشه فاصله زمانی کمتری باقی می‌ماند. رسام‌های الکترواستاتیک یا رنگی، امکان خطا در چاپ را از بین برده است. فرآیند دیجیتالی امکانی را فراهم می‌سازد تا علاوه بر تولید انبوه، نقشه‌های جداگانه‌ای براساس تقاضای استفاده‌کنندگان و یا برحسب نیاز متقاضی تهیه گردد. تولیدات این رسام‌های رنگی با کیفیت بالا را می‌توان در بسیاری موارد (برنامه‌ریزی و تحقیقات) جایگزین انواع نقشه‌های چاپی نمود که با هزینه‌های زیادی تولید می‌شوند. به دلیل تکنیک‌های جدید، کاربرد GPS و سنجش از دور، جمع‌آوری اطلاعات نقشه‌ای سریع انجام می‌گیرد و همچنین طراحی نقشه به کمک کامپیوتر و سیستم الکترونیکی، تهیه و تکثیر بهنگام و پره‌ا‌زش داده‌ها در تولید نهایی نقشه سریع‌تر صورت می‌پذیرد.

محتوی داده‌ای نقشه، علائم گذاری نقشه، طراحی نقشه و انتخاب رنگها را می‌توان در صفحه نمایش آزمایش نمود و تفکیک نهایی رنگ را می‌توان به صورت دیجیتالی انجام داد و بر روی فیلم ثبت نمود که در هر مرحله زمان و فعالیت کمتری صرف می‌شود.

تکنولوژی پایگاه داده‌ای به ما امکان می‌دهد که از داده‌های جغرافیایی بهنگام شده موجود برای نقشه‌ها استفاده کنیم. تلاشهایی جهت استقرار کاربری مشترک داده‌های جغرافیایی بین سازمانها با بهره‌گیری از شیوه‌های ارائه داده‌های جغرافیایی و استاندارد نمودن قالبهای انتقال داده‌ها به عمل آمده است که نتایج خوبی هم به بار آورده است. در طراحی و کاربری پایگاههای داده‌ای جغرافیایی، هم

نقشه بردار و کارتوگراف و هم کاربران باید زمان معینی وره یافت جدیدی برای داده‌ها، تحلیل اطلاعات و مدل‌سازی داده‌ها را فراهم آورند. بنابراین کاربران نقشه و سازندگان نقشه باید زبان مشترکی را فراگیرند تا بتوانند هنگامی که مسئله‌ای راجع به داده‌های جغرافیایی و تجسم داده‌هاست از آن استفاده کنند.

با استفاده از دانش کارتوگرافی و اطلاعات جغرافیایی در یک CIS می‌توان به تولید اتوماتیک نقشه دست یافت. غیرحرفه‌ایها نیز توانایی ساخت فرآورده‌های نقشه‌ای قابل قبولی خواهند داشت وقتی سیستم بدانند که چه نوع نقشه‌ای با داده‌های مورد نظر مطابقت و سازگاری می‌کند، علامت نقشه‌ای و رنگها را انتخاب و طرح و چهارچوب نقشه را نیز طراحی می‌کند. این نوع سیستمها هنوز واقعیت ملموس در دنیای کنونی ما ندارند ولی می‌توان کاملاً مشاهده نمود که وجودشان در آینده ضرورت دارد. اگر نقش کارتوگراف در ابتدا فقط ساخت و تهیه نقشه بود، حالا این نقش به مدیریت سیستم اطلاعات کارتوگرافی تغییر یافته است. این بدان معناست که کارتوگراف باید متخصص و کارشناس در مسائل مدیریت داده‌های مکانی از جمله تبدیل داده‌ها از یک سیستم مختصات به سیستم مختصات دیگر و از قالبی به قالب دیگر باشد، همچنین باید در خصوص اطلاعات کارتوگرافی و بهنگام نمودن بانک اطلاعات براساس نیازمندیهای استفاده کنندگان متخصص و کارشناس باشد.

یک CIS ابزاری برای تجسم داده‌های جغرافیایی است. در این راستا، هم کارتوگراف و هم استفاده کننده به آموزش بیشتری نسبت به قبل نیاز دارند. متخصص کارتوگرافی باید توانایی مدیریت و نگهداری CIS را داشته باشد و استفاده کننده بایستی این توانایی را دارا باشد. آموزش یک کارتوگراف مدرن و پیشرفته به مراتب بیشتر از قبل ضرورت پیدا کرده است و از وسعت بیشتری نیز برخوردار شده است. یک کارتوگراف نه تنها باید توانایی طراحی نقشه‌های دقیق و زیبا، جمع‌آوری و تولید نقشه با روشهای دیجیتالی را داشته باشد بلکه باید توانایی طراحی، ایجاد و نگهداری CIS را داشته باشد. یک کارتوگراف باید با دانش GIS (آشنایی کار در زمینه سخت‌افزار و نرم‌افزار، پایگاههای داده‌ای، کاربردها، تکنیکهای ورودی و خروجی داده‌ها و نیز کاربردها) آشنا باشد.

Clarke در سال ۱۹۹۰ زمینه‌های جدیدی را که کارتوگراف باید در آن متبحر شود به منزله امتیاز می‌داند. وی ابراز می‌دارد که کارتوگراف سالهای ۱۹۹۰ ضمن توانایی تولید نقشه باید متخصص و کارشناس پایگاه داده‌ای، طراح تجهیزات رابطه‌ای برای کاربر، مهندس نرم‌افزار، دارای حس زیبایی‌شناسی نقشه باشد، تخصص بالا نباید به عنوان معایب و نواقص نگریسته شود بلکه به چشم امتیاز بسیار خوبی برای کارتوگرافی دانست.

قبل از اشاره به نقشهای متفاوت کارتوگرافی بایستی توجه داشته باشیم که کارتوگراف در حال حاضر در دو گروه با زمینه تحصیلی متفاوت آموزش می‌بینند. کارتوگراف با زمینه تحصیلی نقشه برداری (Surveyor-Cartographer) و کارتوگراف با زمینه تحصیلی جغرافیایی (Geographer-Cartographer). گروه اول در جمع‌آوری داده‌های نقشه‌ای و فرآیند تبدیل آنها به نقشه‌های دقیق و استاندارد تخصص دارند. دسته دوم بیشتر کاربران نقشه در مفهوم تحلیلی مکانی هستند. آنها در مسائل تحقیقی و برنامه‌ریزی فعالیت می‌کنند. به طور کلی متخصصان کارتوگرافی در محیط کاری CIS نقشهای متفاوتی را در ارتباط با تخصص و تجربه عملی به عهده گرفته‌اند. که نقش کاربر، توسعه دهنده و مهندس بااهمیت‌تر از سایر نقشهاست.

کاربر سیستم اطلاعات کارتوگرافی (CIS user) می‌خواهد از داده‌های جغرافیایی برای برنامه‌ریزی، تحقیق و تولید نقشه استفاده کند. وی توانایی بهره‌گیری از CIS را دارد. روشهای ورودی و خروجی داده‌ها را می‌داند و توانایی طراحی نقشه‌های جدید را دارد. کاربر سیستم اطلاعات کارتوگرافی، توانایی انتخاب درست تهیه خروجی‌های متناسب با منظور خود را دارد، توانایی ویرایش نقشه را داراست و از ساختار نرم‌افزاری یک CIS آگاهی جامعی داشته و نیز قدرت فراگیری نرم‌افزارهای جدید را دارد. کاربر سیستم اطلاعات کارتوگرافی می‌تواند یک کاربر حرفه‌ای (کارتوگراف، زمین‌شناس و برنامه‌ریز) یا کاربر غیرحرفه‌ای باشد و اطلاعات کارتوگرافی CIS را بازرگری و بهنگام نماید.

توسعه دهنده سیستم اطلاعات کارتوگرافی (CIS developer) یک کارتوگراف می‌باشد که نقش آن شباهت زیادی با روش سنتی کارتوگرافی دارد وی با گرایش کاربردی می‌تواند به عنوان مدیریت پروژه مهندسی عمل نماید و بایستی توانایی مدیریت پروژه توسعه سیستم از ابتدا تا انتها را داشته باشد و باید از دنیای سیستم، اطلاعات کافی داشته و قادر به برقرار نمودن ارتباط با کاربران بالقوه و کارشناسان مختلف باشد. تحلیل سیستمها، برنامه‌ریزی پروژه و تحلیل نیازمندیها موضوعات اصلی و پایه در طرح آموزش سیستم اطلاعات برای وی می‌باشد.

یک توسعه دهنده سیستم بایستی اطلاعات کافی دربارهٔ پردازش داده‌های مکانی، مدل‌های زمین، ساختار داده‌های مکانی و الگوریتم و نیز طراحی نرم‌افزار داشته باشد.

مهندس سیستم اطلاعات کارتوگرافی (CIS engineer) فردی است که به عنوان مشاور نرم‌افزار کار می‌کند، فرآورده‌های نرم‌افزاری را برای استفاده کننده توسعه می‌دهد یا کاربردهایی را با استفاده از مدل‌های آماده و تلفیق و ترکیب آنها ربا برنامه‌نویسی خودش می‌سازد. تخصص مهندس سیستم اطلاعات کارتوگرافی، نرم‌افزار است که در CIS کاربرد دارد.

در مقایسه با نقش توسعه دهنده سیستم اطلاعات کارتوگرافی، نقش مهندس سیستم اطلاعات کارتوگرافی شامل طراحی نرم‌افزار، کدگذاری و آزمایش است.

آشنایی با کارتوگرافی مدرن امری لازم است و شامل معلوماتی درباره مدل‌سازی داده‌های مکانی، ساختارهای داده‌ای، الگوریتم و نیازمندیهای خاص مربوط به تجسم است. مهندس سیستم اطلاعات کارتوگرافی، متخصصی است که پردازش داده‌های مکانی و کارتوگرافی را تحصیل و مطالعه نموده است. □

مهدی مدیری

* International Cartographic Association (ICA)

انجمن بین‌المللی کارتوگرافی - برای اطلاع بیشتر رک - به اشاره ش ۵ سپهر

** Modern Cartography-Volume two (Visualization in Modern Cartography)

*** Kirsi Artimo, the Bridge between Cartographic and Geographic Information Systems - Modern Cartography, Volume Two - Chapter 4