



## کاربرد GIS در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای

مؤلف:

دکتر علی اکبر رسولی

Download from: [aghalibrary.com](http://aghalibrary.com)



## فهرست مطالب

### عنوان

### صفحه

ح	فهرست اشکال
د	فهرست جداول
ذ	پیشگفتار
ر	مقدمه مولف

## فصل اول

### مقدمه، مفاهیم و تعاریف GIS

1	چکیده
2	1-1 مقدمه
4	1-2 تاریخچه تحول GIS
5	1-3 چند تعریف از GIS
6	1-4 اجزاء تشکیل دهنده GIS
7	1-5 سئوالاتی که GIS می تواند پاسخگو باشد
9	1-6 عوامل موثر در توسعه GIS
10	1-7 چرا محققان علوم شهری به GIS نیازمنداند؟
13	1-8 قابلیت های متنوع GIS
14	1-9 جمع بندی
16	سئوالات فصل اول
16	منابع تکمیلی برای مطالعه

## فصل دوم

### اجزاء تشکیل دهنده GIS

17	چکیده
17	2-1 مقدمه
19	2-2 سخت افزارها
19	2-2-1 نقش کامپیوترها
21	2-2-2 سخت افزارهای ورود و تبدیل داده ها

28	2-2-3 سخت‌افزارهای خروجی و نمایش اطلاعات
29	2-3 نرم‌افزارها
31	الف 2-3-1 نرم‌افزار ArcGIS در یک نگاه
36	2-4 ایجاد پایگاه‌های اطلاعات
39	2-5 ساختار عناصر انسانی
46	2-6 تحلیل‌های مکانی
46	2-7 قلمروهای کاربردی
49	2-8 جمع بندی
50	سئوالات فصل دو
50	منابع تکمیلی برای مطالعه

### فصل سوم

#### اطلاعات ورودی و خروجی GIS

51	چکیده
51	3-1 مقدمه
52	3-2 ماهیت عوارض جغرافیایی
58	3-3 روش‌های اخذ و ورود داده‌ها
59	3-3-1 روش‌های دستی
61	3-3-2 ورود داده‌ها توسط رقومگر
61	3-3-3 فرآیند اسکن کردن نقشه‌های کاغذی
63	3-3-4 استفاده از منابع رقومی موجود
63	3-3-5 تصاویر حاصله از سنجش از دور
64	3-3-6 سیستم تعیین موقعیت جهانی
64	3-3-7 ورود داده‌های غیرمکانی
65	3-4 ماهیت بانک‌های اطلاعاتی
69	3-5 ماهیت اطلاعات خروجی GIS
73	3-6 جمع بندی
74	سئوالات فصل سه
74	منابع تکمیلی برای مطالعه

## فصل چهارم

### مسائل مربوط به GIS

75	چکیده
76	4-1 مقدمه
77	4-2 سیستم‌های تصویر مرجع
79	4-3 سیستم مختصات
79	4-3-1 سیستم مختصات کروی
83	4-3-2 سیستم مختصات مسطحاتی (دکارتی)
85	4-4 مقیاس نقشه
87	4-5 ماهیت داده‌های مکانی
87	4-5-1 مدل‌های برداری
90	4-5-2 مدل داده‌های شبکه‌ای
92	4-5-3 مدل مثلث‌های نامنظم
94	4-5-4 مقایسه مدل‌ها
98	4-6 دقت و صحت داده‌ها
100	4-7 روابط توپولوژیک
100	4-7-1 توپولوژی اتصال
101	4-7-2 توپولوژی محدوده
102	4-7-3 توپولوژی مجاورت
104	4-7-4 توپولوژی مسیر
105	4-7-5 توپولوژی نواحی
106	4-7-6 مزایای ایجاد روابط توپولوژیک
107	4-8 فرآیند تبدیل داده‌ها
109	4-9 جمع‌بندی
110	سئوالات فصل چهارم
110	منابع تکمیلی برای مطالعه

## فصل پنجم

### کاربردهای GIS در برنامه‌ریزی شهری

111	چکیده
-----	-------

111	5-1 مقدمه
114	5-2 چگونگی تحقق GIS کاربردی در محیط‌های شهری
115	5-3 عوامل موثر در طراحی GIS کاربردی
116	5-4 جنبه‌های کاربردی GIS در شهرها
116	5-4-1 کاربرد GIS در شناسائی بافت‌های فرسوده
117	5-4-2 کاربرد GIS در مدل‌سازی گسترش فیزیکی شهرها
118	5-4-3 کاربرد GIS در ارزیابی توسعه شهری
120	5-4-4 کاربرد GIS در مدیریت آلودگی هوای شهری
123	5-4-5 کاربرد GIS در مدیریت ترافیک، حمل و نقل
125	5-4-6 کاربرد GIS در تحلیل جرم
128	5-5 مثال‌های موردی از کاربرد GIS در محیط‌های شهری
128	5-5-1 مدل‌سازی بهترین مسیر
130	5-5-2 کاربرد GIS در مکانیابی محل دفن پسماندهای شهری
135	5-5-3 کاربرد GIS در مدیریت فضای سبز شهری
137	5-5-4 کاربرد GIS در مدیریت بحران زلزله در کلانشهرها
140	5-12 جمع‌بندی
142	سئوالات فصل پنج
142	منابع تکمیلی برای مطالعه

## فصل ششم

### لایه‌های اطلاعاتی موردنیاز در برنامه‌ریزی شهری

چکیده

143

144	6-1 مقدمه
145	6-2 مفهوم لایه و نقشه در محیط GIS
149	6-3 لایه‌های اطلاعات شهری استاندارد
149	6-3-1 لایه‌های محدوده‌های شهر
150	6-3-2 لایه‌های معابر شهری
151	6-3-3 لایه‌های تاسیسات شهری
152	6-3-4 لایه‌های عوارض تخصصی تاسیسات شهری (خدمات عمومی)
153	6-3-5 لایه‌های طرح توسعه شهری

153	6-3-6 لایه‌های اطلاعاتی مراکز و ساختمان‌ها و مناطق (محدوده‌ها)
155	6-3-7 لایه‌های اطلاعات پوشش گیاهی شهری
156	6-3-8 لایه‌های اطلاعات عوارض آبی شهری
156	6-3-9 لایه‌های اطلاعات ارتفاعات شهری
157	6-3-10 لایه‌های اطلاعات نقاط شهری
157	6-3-11 لایه‌های اطلاعات سایر عوارض شهری
158	6-4 جمع بندی
159	سئوالات فصل شش
159	منابع تکمیلی برای مطالعه
160	منابع و ماخذ نهائی (فارسی)
162	منابع و ماخذ نهایی (انگلیسی)

## فهرست اشکال

شماره صفحه	عنوان
3	شکل شماره 1-1 نگرش جامع به عوارض شهری در محیط GIS
5	شکل شماره 1-2 نشان‌دهنده ارتباط GIS با سایر حیطه‌های مرتبط
12	شکل شماره 1-3 مراحل طراحی و مدیریتی GIS از دنیای واقعی
13	شکل شماره 1-4 روابط بین GIS و سایر سیستم‌های مرتبط
18	شکل شماره 2-1 عناصر اصلی تشکیل‌دهنده فناوری GIS
22	شکل شماره 2-2 رقومگر CalComp در اندازه بزرگ A0
23	شکل شماره 2-3 انواع اسکنرها به منظور اسکن کردن نقشه‌های آنالوگ به حالت رقمی
25	شکل شماره 2-4 یک دستگاه GPS دستی گارمین
27	شکل شماره 2-5 فرآورده‌های فناوری فتوگرامتری در خدمت GIS
29	شکل شماره 2-6 چند دستگاه پلاتر و چاپگر رنگی در ابعاد مختلف
34	شکل شماره 2-7 محیط ArcMap نرم‌افزار ArcGIS
35	شکل شماره 2-8 محیط ArcCatalog نرم‌افزار ArcGIS
36	شکل شماره 2-9 محیط ArcToolbar نرم‌افزار ArcGIS
38	شکل شماره 2-10 پایگاه اطلاعات شهرستان مرند به همراه لایه‌های توپوگرافی و روستاها
40	شکل شماره 2-11 عناصر انسانی هدایت‌کننده فناوری GIS
52	شکل شماره 3-1 وظایف اصلی فناوری GIS
53	شکل شماره 3-2 نمایش انواع عوارض جغرافیایی برداری نظیر: نقاط، خطوط و محدوده‌ها در یک سیستم مختصات کارتیزین
54	شکل شماره 3-3 نمایش داده‌های نقطه‌ای (روستاها)، خطی (رودخانه‌ها) و محدوده‌ها (شهرها) در محدوده شهرستان مرند
55	شکل شماره 3-4 نقشه تغییرات مقادیر ارتفاعی شهر مرند به همراه شبکه راه‌ها
56	شکل شماره 3-5 نمایش داده‌های شبکه جاده‌ای در محدوده توپوگرافیک شهرستان مرند
57	شکل شماره 3-6 نمایش اطلاعات گرافیکی و توصیفی روستاهای شهرستان مرند در محیط نرم‌افزار ArcGIS
58	شکل شماره 3-7 نقشه تراکم جمعیت شهر مرند
60	شکل شماره 3-7 نمایش اطلاعات گرافیکی و توصیفی از لایه‌های زمین‌شناسی و روستاهای شهرستان مرند
61	شکل شماره 3-8 طرح یک دستگاه رقومگری به همراه مراحل تثبیت و تطبیق سیستم مختصات زمینی
62	شکل شماره 3-9 بخشی از نقشه منطقه کشک‌سرای شهرستان مرند اسکن‌شده در محیط نرم‌افزار WideImage
63	شکل شماره 3-10 تصویر ماهواره‌ای شهر تبریز سنجنده ETM+ ماهواره لندست 5 مفروش شده بر روی مدل ناهمواری
68	شکل شماره 3-11 فرآیندهای اصلی در طراحی پایگاه‌های اطلاعاتی GIS
73	شکل شماره 3-12 نقشه کاربری اراضی شهر مرند به همراه نقاط بهینه برای احداث مراکز درمانی



- 78 شکل شماره 1-4 انواع سیستم‌های تصویر اصلی
- 80 شکل شماره 2-4 نمایش موقعیت‌های جغرافیایی در محیط نرم‌افزاری
- 81 شکل شماره 3-4 نمایش طول و عرض جغرافیایی در سطح زمین نسبت به عرض و طول جغرافیایی مبدا
- 81 شکل شماره 4-4 مدارات و نصف النهارات و تشکیل شبکه جهانی مرجع
- 83 شکل شماره 5-4 سیستم مختصات مرجع جهانی
- 84 شکل شماره 6-4 سیستم مرجع UTM
- 86 شکل شماره 7-4 نمایش موقعیت شهرستان مرند در محدوده استان آذربایجان شرقی از طریق مقیاس خطی مرتبط
- 88 شکل شماره 8-4 نمایش داده‌های مکانی نقطه‌ای چهار حلقه چاه نسبت به مبدا مختصات به همراه جداول توصیفی
- 88 شکل شماره 9-4 مدل داده‌های مکانی برداری از نوع خطی نمایش دهنده سه قطعه خط لوله آب
- 89 شکل شماره 10-4 مدل داده‌های مکانی برداری از نوع پلیگون، نمایش دهنده یک محدوده مشخص
- 90 شکل شماره 11-4 نمایش ساختار یک مدل رستری، به همراه جدول اطلاعات توصیفی مرتبط
- 91 شکل شماره 12-4 نمایش عوارض زمین در یک مدل مکانی در ساختار رستری
- 92 شکل شماره 13-4 نحوه تبدیل فضای پیکسل‌ها از یک تصویر خام به مدل رستری از نوع گرید
- 93 شکل شماره 14-4 مدل TIN و نمایش روابط توپولوژیک مرتبط
- 94 شکل شماره 15-4 ایجاد فضای سه بعدی با استفاده از مدل TIN
- 101 شکل شماره 16-4 توپولوژی قوس - گره
- 102 شکل شماره 17-4 توپولوژی قوس - پلیگون
- 103 شکل شماره 18-4 ساختار توپولوژی مجاورت
- 105 شکل شماره 19-4 توپولوژی مسیر
- 106 شکل شماره 20-4 توپولوژی نواحی
- 114 شکل شماره 1-5 مراحل اصلی در اجرای یک پروژه GIS کاربردی شهری
- 128 شکل شماره 2-5 یافتن بهترین مسیر از نظر مسافت بین دو نقطه بر روی شبکه خیابان‌های شهر تبریز
- 129 شکل شماره 3-5 تعیین محدوده خدمات‌رسانی چند داروخانه در سطح شهر تبریز
- 130 شکل شماره 4-5 یافتن نزدیکترین پمپ بنزین نسبت به موقعیت ماشین مشخص شده بر روی شبکه تبریز
- 133 شکل شماره 5-5 لایه‌های مورد تحلیل در مکانیابی دفن پسماندهای شهر تبریز
- 135 شکل شماره 6-5 مکانیابی دفن پسماندهای شهر تبریز با روش‌های AHP، SAW، WLC و BOOLEAN
- 136 شکل شماره 7-5 محدوده قزوین با هدف بررسی تغییرات فضای سبز در محیط‌های شهری
- 139 شکل شماره 8-5 اولویت‌بندی مکان‌های مستعد برای اسکان موقت زلزله‌زدگان طراحی شده در محیط GIS
- 144 شکل شماره 1-6 نقشه کاربری اراضی شهر مرند
- 146 شکل شماره 2-6 لایه‌های اطلاعاتی در فرمت برداری روستاهای شهرستان مرند

147

شکل شماره 3-6 جدول توصیفی لایه روستاهای شهرستان مرند در برگبرنده ستون‌های اطلاعاتی

148

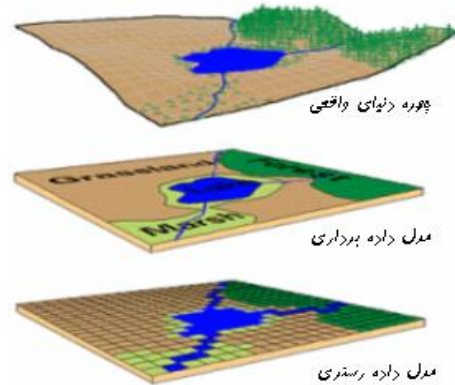
شکل شماره 4-6 نقشه جاده‌ها و شهرهای اصلی شهرستان مرند

## فهرست جداول

شماره صفحه	عنوان
14	جدول شماره 1-1 بعضی از زمینه‌های کاربردی فناوری GIS
31	جدول شماره 2-1 اهم نرم‌افزارهای مطرح در کشور ایران
48	جدول شماره 2-2 انواع زمینه‌های کاربردی GIS در قلمروهای متفاوت
95	جدول شماره 4-1 مقایسه بین مدل‌های رستری و برداری
113	جدول شماره 5-1 بعضی از زمینه‌های کاربردی GIS شهری
119	جدول شماره 5-2 تعیین وزن متناسب برای عوامل مؤثر در مکان‌یابی توسعه آتی شهری
122	جدول شماره 5-3 روش‌های اندازه‌گیری آلاینده‌ها با مزایا و معایب مربوطه
134	جدول شماره 5-4 لایه‌های به‌کاررفته در مکان‌یابی دفن پسماند (با درجات مقبولیت تعریف شده) برای شهر تبریز
149	جدول شماره 6-1 ویژگی‌های اصلی ارقام مکانی و توصیفی محدوده‌های شهری
150	جدول شماره 6-2 ویژگی‌های اصلی ارقام مکانی و توصیفی معابر شهری
151	جدول شماره 6-3 ویژگی‌های اصلی ارقام مکانی و توصیفی تاسیسات شهری
152	جدول شماره 6-4 ویژگی‌های اصلی ارقام مکانی و توصیفی سایر عوارض تخصصی تاسیسات شهری
153	جدول شماره 6-5 ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی در طرح‌های توسعه شهری
154	جدول شماره 6-6 ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی مراکز و ساختمان‌ها
155	جدول شماره 6-7 ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی در برگ‌برنده داده‌های پوشش گیاهی شهری
156	جدول شماره 6-8 ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی عوارض آبی شهری
157	جدول شماره 6-9 ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعات ارتفاعات شهری
157	جدول شماره 6-10 ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی نقاط کنترل شهری
158	جدول شماره 6-11 ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی سایر عوارض شهری

# فصل ۱

## مقدمه، مفاهیم و تعاریف GIS



### چکیده:

در چند دهه اخیر، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی<sup>۱</sup>، به‌عنوان یک صنعت<sup>۲</sup> برتر، نظر بسیاری از محققان رشته‌های مختلف به‌ویژه علوم شهری در سرتاسر جهان را به خود معطوف داشته است. اگرچه در طی ۴۰ سال گذشته، در جهت تکامل تئوریک و ساختار فنی GIS، متخصصان امر بسیار تلاش نموده‌اند، اما طی ۱۰ سال گذشته این فعالیت‌ها به اوج خود رسیده و در نتیجه پیشرفت‌های شایان توجهی حاصل آمده است. در یک نگاه ساده، GIS شامل نرم‌افزارهای<sup>۳</sup> مخصوصی است که از طریق انواع سخت‌افزارهای<sup>۴</sup> کامپیوتری، مراحل تغذیه، ذخیره‌سازی، اصلاح، تغییر، تجزیه و تحلیل و نهایتاً نمایش داده‌های مربوط به زمین (و محتوای آن) انجام می‌پذیرد. در واقع این فن‌آوری با استناد بر پایگاه‌های اطلاعاتی<sup>۵</sup> به‌منظور تحلیل انواع داده‌هایی جغرافیایی (مکان‌ها، و متغیرهای محیطی) توسط محققان به‌کار گرفته می‌شود. GIS از دهه ۱۹۶۰ تا به‌حال سریع‌ترین نرخ رشد در جهان را داشته است و تبدیل به صنعتی شده که می‌توان از آن به‌منظور مدیریت بهینه سرزمین‌ها و ساماندهی مدبرانه شهرها و مسائل مرتبط استفاده نمود.

نظیر هر سیستم دیگری، GIS زمانی می‌تواند کاملاً مورد استفاده قرار گیرد که کلیه اجزاء آن در ارتباط باهم شناخته شده باشد. در GIS، وظایف کل سیستم به‌مراتب گسترده‌تر و پیچیده‌تر از مجموع

<sup>۱</sup> Geographic Information Systems به‌اختصار GIS

<sup>۲</sup> GIS Industry

<sup>۳</sup> Softwares

<sup>۴</sup> Hardwares

<sup>۵</sup> DataBases

اجزاء اولیه بوده و بدین لحاظ شناخت توانایی‌های آن در مراحل اولیه تقریباً برای اکثریت افراد علاقمند دشوار می‌نماید. بنابراین، هدف فصل جاری ارائه تعاریف و مفاهیم اصلی فناوری GIS می‌باشد.

## 1-1 مقدمه

در یک نگرش ساده، GIS یک سیستم اطلاعات کامپیوتری است که به منظور نمایش رقومی<sup>6</sup> پدیده‌های جغرافیایی موجود در روی سطح زمین و و تحلیل حوادثی که اتفاق می‌افتد به کار گرفته می‌شود. در این سیستم می‌توان داده‌های غیر-مکانی<sup>7</sup> (خصیصه‌های اشیاء)<sup>8</sup> را به گونه‌ای منطقی به داده‌های مکانی<sup>9</sup> ارتباط داد و همه اطلاعات قیاسی<sup>10</sup> سنتی را به صورت داده‌های رقومی تبدیل و سازماندهی نمود. بنابراین، هر شیئی قرار گرفته بر روی زمین باید زمین - مرجع<sup>11</sup> گردد که کلید اساسی در جهت مرتبط نمودن پایگاه داده‌ها به عارضه‌های گرافیکی است. واژه پایگاه داده‌ها عبارت از جمع‌آوری اطلاعات راجع به اشیاء و همبستگی‌های فی‌مابین در یک فرم کامپیوتری است. در اصل واژه زمین - مرجع نیز به مفهوم نمایش فضایی یک موقعیت جغرافیایی معین توسط یک لایه<sup>12</sup> و یا نقشه‌ای است که نسبت به یک سیستم مختصات مشخص ارجاع داده شده است.

بسیاری از برنامه‌های کامپیوتری مانند نرم افزار اکسل، اغلب نرم افزارهای آماری و یا برنامه‌های طراحی مانند اتوکد قادر به نگهداری داده‌های جغرافیایی و مکانی هستند. اما این توانایی‌ها دلیلی بر وجود GIS واقعی نخواهد بود، چرا که هر سیستم اطلاعات جغرافیایی توان مرتبط ساختن داده‌های گرافیکی با اطلاعات توصیفی در روی نقشه را داراست. به عنوان مثال، خطوط آبی که در روی یک نقشه توپوگرافی سنتی طراحی شده و نشان‌دهنده یک رودخانه می‌باشد، منهای موقعیت خود تقریباً هیچ اطلاعات دیگری را به شما ارائه نمی‌دهد. اما در محیط GIS به منظور یافتن اطلاعات هندسی<sup>13</sup> (نظیر عرض و طول رودخانه) و یا مشخصات ذاتی آن (مانند کیفیت و کمیت آب جاری شده) شما می‌توانید پایگاه داده‌های خود را هم‌زمان پرس و جو<sup>14</sup> نمایید. به علاوه با بهره‌گیری از اطلاعات مندرج در پایگاه داده‌ها خواهید توانست مشخصات کلیه سطوح کاربری اراضی شهری را بر اساس کدهای مشخص خواسته شده - مثلاً تراکم جمعیت و یا میزان درآمد - مدل‌سازی کنید.

بنابراین، GIS فقط حامل نقشه‌ها و یا تصاویر نیست، بلکه در برگیرنده پایگاه‌های اطلاعاتی است که به عنوان مغز سیستم عمل نموده و آن را از سایر نرم‌افزارهای گرافیکی و طراحی کننده نقشه‌ها متمایز می‌نماید. این فناوری به کاربران امکان می‌دهد تا اطلاعات توصیفی را با پدیده‌های موجود در روی نقشه‌ها مرتبط ساخته و همبستگی‌های موجود را آشکار سازند. بر-

---

<sup>6</sup> Digital

<sup>7</sup> Non-Spatial

<sup>8</sup> Attributes

<sup>9</sup> Spatial

<sup>10</sup> Analogue

<sup>11</sup> Geo-referencing

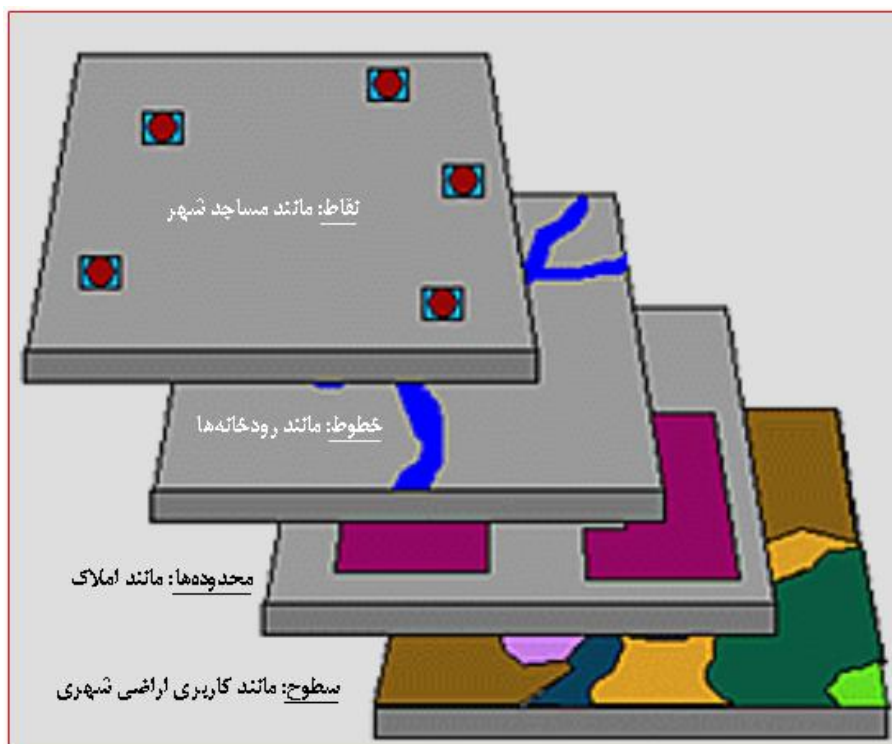
<sup>12</sup> Layer

<sup>13</sup> Geometric

<sup>14</sup> Query

اساس اطلاعات حاصله امکان اعمال انواع تحلیل‌ها با داشتن اهداف مشخصی مهیا می‌گردد. این توانایی متخصصان را قادر می‌سازد تا قابلیت‌های هر مکان خاص جغرافیایی را بر اساس فرضیه‌های معین شناسایی نموده و در فرآیند مکان‌گزینی هدفمند (جهت کاربری ویژه) بهترین تصمیم را اتخاذ نمایند.

با این دیدگاه، هر سیستم GIS به‌عنوان یک مرجع اطلاعاتی به‌منظور تحلیل داده‌های مکانی و بر اساس یک سیستم مختصات جغرافیایی طراحی می‌گردد. به تعبیری دقیق‌تر GIS در اولویت اول بر اساس قابلیت‌های ویژه و به ارجاع بر داده‌های جغرافیایی یک سیستم پایگاه داده‌ها عمل می‌نماید و در اولویت بعدی توان انجام انواع تحلیل‌های مکانی را ایجاب می‌نماید. در فناوری GIS عملیات اعمال شده بر روی پایگاه اطلاعاتی (نظیر پرسشگری و عملیات آماری) را می‌توان با تحلیل‌های جغرافیایی سنتی درهم آمیخت و امکان آشکارسازی<sup>15</sup> موجودیت‌ها، ارتباطات و روندها در پدیده‌های زمینی را فراهم نمود. این توانایی GIS را از سایر سیستم‌های اطلاعاتی متمایز ساخته و کاربردهای متعددی را متصور می‌سازد، چرا که مدل‌های موجود در محیط GIS ارجاعات جغرافیایی و روابط توپولوژیک<sup>16</sup> دارند.



شکل شماره 1-1: نگرش جامع به عوارض شهری در محیط GIS

در یک نگرش جامع، GIS ابزاری است به منظور ایجاد و تحلیل نقشه‌ها و هر پدیده‌ای مستقر بر روی کره زمین که می‌توان سراغ گرفت. از منابع انسانی و چشم‌اندازهای شهری گرفته تا مشاهدات میدانی در علوم زمین که اهمیت خاصی برای زمین‌شناسان دارند، قابلیت ورود به محیط این فناوری را دارند (شکل شماره 1-1). از طریق GIS امکان تلفیق قوی‌ترین پایگاه-

<sup>15</sup> Enhancement

<sup>16</sup> Topological Relations

های اطلاعاتی با مدرن ترین مدل ها (نقشه‌ها) در یک قالب منسجم و سازمان یافته ممکن می‌گردد. این توانایی منحصر به فرد، GIS را از بقیه سیستم‌ها متمایز ساخته، بنابراین، هر فرد و یا سازمانی می‌تواند از مزایای GIS در جهت تصمیم‌گیری‌های بهینه بهره مند گردد (رسولی، 1371).

از طریق فناوری GIS امکان تلفیق پایگاه‌های اطلاعاتی از منابع مختلف میسر گشته و عملیاتی نظیر پرس و جو و تحلیل - های آماری زمین - مرجع ممکن می‌گردد. نتایج حاصله را می‌توان به طرق مختلف مصور و به صورت منحصر به فردی آشکارسازی نموده و یا بر مبنای مکان‌های جغرافیایی به صورت نقشه‌های متنوع نمایش داد. این توانایی GIS آن‌را به یکی از با ارزش ترین سیستم‌های مدیریتی مبدل ساخته است. با توجه به طیف وسیعی از مسائل محیطی (بحران آفرین) در سرتاسر کره زمین نظیر: افزایش بی‌رویه جمعیت، ظهور انواع آلودگی‌های محیطی، تخریب جنگل‌ها و مراتع و وقوع حوادث غیرمترقبه در سرتاسر جهان، GIS به عنوان یک ابزار کاربردی می‌تواند مطرح گردد. برای مثال، بر اساس این تصور که شما خواسته باشید:

- مناسب ترین خاک را به منظور زراعتی ویژه اختصاص دهید،
- بهترین مسیر تردد را برای وسایل نقلیه خاص پیشنهاد نمایید،
- بهترین روش را در جهت آمایش سرزمین انتخاب کنید،
- منابع مشاهداتی متنوع را مجتمع و ترکیب نمایید،
- و در نهایت مشکلات مبتلابه جوامع انسانی را کاهش دهید،

می‌توانید از GIS بر اساس نیاز خود استفاده نموده و در فرآیند تصمیم‌گیری این فناوری عصر جدید را به کار گیرید. با استناد بر این امتیازات است که امروزه GIS تبدیل به صنعتی چند میلیارد دلاری گشته و هزاران متخصص و کاربر در بخش‌های خصوصی، دولتی، آموزشی و علمی در سرتاسر جهان را به خود مشغول ساخته است.

## 2-1 تاریخچه تحول GIS

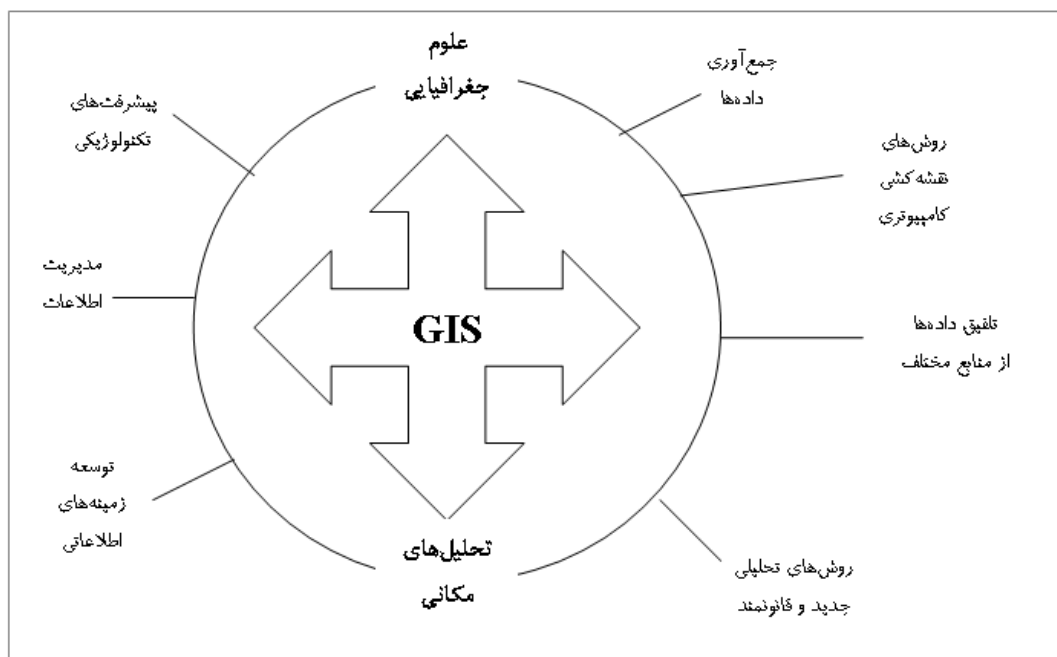
تفکرات پایه‌ای در GIS از دهه 1950 میلادی شروع گردید، اما اولین نرم‌افزار توسط شرکت ESRI<sup>17</sup> در اواخر دهه 1970 به بازار عرضه شد. کشور کانادا جزو اولین توسعه دهندگان GIS محسوب می‌گردد، چرا که به طور جدی از دهه 1960 در جهت به کارگیری عملی GIS با هدف مدیریت منابع آبی و جنگلی خود به توفیقات مهمی دست یافت (خواجه، 1373). در آن زمان تلاشهای "راجر تامیل سون" بیشترین سهم در جهت توسعه اصول و مبانی GIS را موجب گردید. از آن به بعد، تفکرات پایه‌ای، اعمال شده توسط سایر طراحان، مهندسان و مدیران نسل‌های بعدی در مقوله GIS، موجبات بسط پایگاه‌های اطلاعاتی و تحولات اساسی در تحلیل‌های جغرافیایی شده است (Tomlinson, 1967).

در اوایل، کشور کانادا با ایجاد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی ملی (CGIS<sup>18</sup>) در امر کاربرد این فناوری پیشقدم گردید. در آن زمان، پیشرفت‌های فناوری جدید و نیاز به مدیریت قلمروهای طبیعی پهناور این کشور باعث شد تا داده‌های جمع‌آوری شده

<sup>17</sup> Environmental Systems Research Institute

<sup>18</sup> CGIS Canadian Geographical Information Systems باختصار

از سرزمین‌های وسیع کشور کانادا با تکنولوژی پویای GIS درهم آمیخته شود، که در نهایت باعث پیشرفت‌های شایان توجهی در شناخت ذخایر ملی آن کشور گردید. در سال 1962 با استفاده از نقشه‌های رقومی، امکان تشخیص کاربری زمین‌های کشاورزی، جنگلی و مراتع فراهم شد. با ابداع چنین روش‌هایی سرزمین کانادا براساس ویژگی‌های اکولوژیکی و جغرافیایی خود، برای اهداف ویژه‌ای نظیر: حیات وحش، فضای حیاتی، کشاورزی و صنعتی تخصیص داده شد. موفقیت CGIS در زمینه‌های قبلی، منجر به تحقیقات بیشتر و در نتیجه تشویق دانشمندان کانادا در جهت مراقبت‌های دائمی از سرزمین‌های وسیع گردید. بنابراین، اغلب پروژه‌های موفق در کشور کانادا، براساس ایجاد پایگاه اطلاعات ساده اما جامع استوار گردید. شکل شماره 2-1 به صورت شماتیک نشان‌دهنده ارتباط GIS با سایر حیطه‌های علمی و تکنولوژیکی می‌باشد. این مدل چرخه‌ای، بر این واقعیت صحنه می‌گذارد که هر چند GIS با سایر علوم در ارتباط نزدیک قرار دارد، اما اساس و شالوده آن بر نگرش‌های جغرافیایی و تحلیل‌های مکانی استوار است.



شکل شماره 2-1: نشان‌دهنده ارتباط GIS با سایر حیطه‌های مرتبط

### 3-1 چند تعریف از GIS

پیشگامان این فناوری بر اساس اندیشه‌های خود تعاریفی را ارائه نموده‌اند. به‌عنوان مثال، "بارو" در سال 1986 GIS را به‌عنوان مجموعه ابزاری تلقی می‌نماید که به منظور جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، استخراج، تبدیل و نمایش داده‌های مکانی استفاده می‌گردد (Burrough, 1986). بر اساس این اندیشه، کلیه داده‌هایی که از دنیای واقعی اخذ می‌شود باید با توجه بر اهداف معینی تجزیه و تحلیل گردد. "اسمیت" و همکاران نیز معتقد هستند که GIS عبارت از یک سیستم پایگاه اطلاعاتی است که در آن اغلب داده‌ها ارجاعات و هویت مکانی می‌یابند و بر این اساس مجموعه‌ای از فرآیندهای عملیاتی را می‌توان به منظور پرس و جو از پایگاه اطلاعاتی با هدف آشکارسازی‌های جغرافیایی اعمال نمود (Smith et al., 1987).



اما "آرنوف" در سال 1989 GIS را به عنوان یک سیستم کامپیوتری قلمداد می نماید که با استفاده از آن می توان مجموعه ای از قابلیت های نرم افزاری را به منظور ورود، تبدیل و تحلیل داده ها اعمال و در نهایت اطلاعات خروجی را به طرق مختلف نمایش داد (Aronoff, 1989). در مجموع، با توجه به تعاریف مطرح شده می توان استنباط نمود که نقاط اشتراک در بین دیدگاه های مختلف مبین این است که GIS یک فناوری است که با استفاده از آن امکان مدیریت و سازماندهی کلیه داده های مکانی و توصیفی روی زمین با هدف تصمیم گیری بهینه میسر می گردد. با تحلیل ریشه ای خواستگاه های متفاوت اندیشمندان GIS شاید به توان باین نتیجه رسید که حداقل اغلب صاحب نظران به سه نگرش مختلف، اما در ارتباط باهم معتقد می باشند، که شامل دیدگاه های:

(a) نقشه ها که در برگیرنده ابعاد کارتوگرافیک و نمایشی می باشند.

(b) پایگاه داده ها که بر مدیریت منسجم و طراحی اصولی اطلاعات تاکید دارد.

(c) تحلیل های مکانی که بر فرآیندهای مدل سازی از مکان ها و پدیده های جغرافیایی صحنه می گذارند.

به منظور انسجام بخشیدن به سه دیدگاه فوق در یک چهارچوب جامع، دو دیدگاه دیگر شامل: روش های فنی و جنبه های کاربردی همواره بین متخصصان ذیربط مطرح بوده است.

#### 4-1 اجزاء تشکیل دهنده GIS

بر اساس تعاریف مطرح شده، شاید به توان چنین استنباط کرد که، هر GIS می تواند دارای شش عنصر اصلی شامل: سخت افزارها، نرم افزارها، پایگاه داده ها، نیروهای انسانی، روش های تحلیلی و جنبه های کاربردی بوده باشد. اولین سخت افزار مورد نیاز در فرآیند GIS کامپیوتر است که قادر به اجرا و عملیاتی نمودن کلیه نرم افزارها از آن طریق ممکن می گردد. بسته به نیاز و توان مالی می توان از کامپیوترهای شخصی با ظرفیت های مشخص تا سوپر کامپیوترهای تخصصی را به کار گرفت. با اینکه، کامپیوتر اصلی ترین سخت افزار GIS محسوب می گردد، اما انواع اسکنرها و رقوم گرها باید به منظور تغذیه داده ها به آن متصل شوند. به وسیله رقوم گرها امکان تبدیل داده های کاغذی به رقومی فراهم می شود. با بهره گیری از اسکنرها امکان تبدیل نقشه ها به شکل رقومی مهیا می گردد. بعلاوه چاپگرها و پلاترها هم به عنوان ابزارهای خروجی به کار گرفته می شوند. در فصل 2 به تفصیل در ارتباط با خصوصیات عناصر سخت افزاری بحث شده است.

دومین عنصر اصلی فناوری GIS نرم افزارها هستند. هر نرم افزاری باید دارای توابع و ابزارهایی ویژه جهت ذخیره، تحلیل و نمایش داده های جغرافیایی باشد. داشتن تحلیلگرهای مختلف و توابع کاربردی ویژه از مهمترین خصوصیت هر نرم افزار محسوب می گردد. اما نباید انتظار داشت که کلیه نرم افزارها همه نیازهای متخصصان و کاربران را برآورد سازند. ویژگی های اصلی انواع نرم افزارهای مطرح در سطح جهان، به ویژه کاربران داخل کشور، در فصل 2 ارائه گردیده است.

مشاهدات جغرافیایی و داده های سازماندهی شده در جداول ارتباطی هم اساس پایگاه های اطلاعاتی را تشکیل می دهند، که شاید به نوعی حساس ترین و پرهزینه ترین عنصر GIS به شمار می رود (DeMers, 1997). داده های جمع آوری شده در

جدول اطلاعاتی را می‌توان به پدیده‌های گرافیکی در روی نقشه‌های رقومی مرتبط ساخت و از این طریق داده‌های با ماهیت مکانی را با سایر منابع توصیفی تلفیق و امکان تحلیل‌های چندمنظوره را فراهم نمود.

اما نیروهای انسانی درگیر با فناوری GIS از یک متخصص فنی، کسی که سیستم را طراحی و عرضه می‌دارد، تا کاربرانی که روزانه از آن استفاده می‌کنند، تغییر می‌نماید. به‌طور کلی نیروهای متخصص در جهت مدیریت و سازماندهی این سیستم نقش اصلی را به‌عهده دارند. در مجموع نیروهای انسانی را می‌توان بر اساس ماهیت و نوع برخورد خود با مقوله GIS به چهار گروه شامل: طراحان، متخصصان سیستم، کاربران و مدیران تصمیم‌گیرنده طبقه‌بندی نمود.

به منظور استفاده بهینه از فناوری GIS و هدفمند کردن آن همواره باید تحلیل‌های مکانی خاصی را اعمال نمود. مسلماً هر متخصص و یا هر سازمانی در این راستا می‌تواند روش‌های ویژه خود را به‌کار گیرد که شاید با سایرین متفاوت باشد. در مجموع در جهت اعمال انواع تحلیل‌های مکانی روش‌هایی ویژه‌ای ابداع شده است.

آخرین عنصر اصلی GIS جنبه‌های کاربردی آن است که هر متخصصی بر اساس نیاز رشته خود باید مد نظر داشته باشد. منظور از کاربرد همانا استفاده هدفمند از GIS در جهت رسیدن به اهداف از پیش تعریف شده‌ای است، که به‌منظور حل مشکل خاصی صورت می‌گیرد. در فصل 2 به کلیات جنبه‌های کاربردی پرداخت شده است.

## 5-1 سؤالاتی که GIS می‌تواند پاسخگو باشد

شاید ساده‌ترین طریق در تبیین GIS سؤالاتی است که این فناوری توان پاسخگویی به آن‌ها را داراست. با بهره‌گیری از

یک GIS غیرتخصصی متخصصان قادراند به سؤالات زیر پاسخ دهند:

موقعیت<sup>19</sup> – چه چیز در یک موقعیت خاص وجود دارد؟ معمولاً از طریق این سؤال مشخصات اشیاء در مکان‌های جغرافیایی مشخص می‌گردد. موقعیت را می‌توان به‌صورت مکانی در نظر گرفت که از طریق نام، کدهای ویژه، آدرس‌ها و سیستم‌های تصویر و مختصات جغرافیایی قابل بیان است.

شرایط<sup>20</sup> – کجا چه چیزی اتفاق می‌افتد؟ در محیط GIS با بهره‌گیری از توابع تحلیلی می‌توان موقعیت‌هایی را شناسایی نمود که در آن‌ها شرایط خاصی حادث می‌شود. به‌عنوان مثال، شناسایی محدوده‌های بایر شهری با وسعت بیش از یک هکتار، واقع در محدوده با کاربری تجاری که دارای بافت فرسوده بوده باشند.

روند<sup>21</sup> – ماهیت (کمی و کیفی) چه چیزی از زمان معینی تا به‌حال تغییر نموده است؟ این سؤال در واقع مبین ترکیب دو سؤال اول و دوم بوده و اختلافات حاصله در یک مکان جغرافیایی به‌ازای زمان را مشخص می‌سازد.

الگوها<sup>22</sup> – چه الگوهای مکانی وجود دارد؟ از طریق این سؤال متخصصان ویژگی‌های مشخص و متمایز پدیده‌ها را شناسایی و به‌ازای یک و یا چند پارامتر معین، مکان‌های جغرافیایی را طبقه‌بندی نمایند. به‌عنوان مثال، ممکن است نحوه توزیع کاربری

---

<sup>19</sup> Locations

<sup>20</sup> Conditions

<sup>21</sup> Trends

<sup>22</sup> Patterns

اراضی شهری مثلا سبز و یا ورزشی در محدوده منطقه یک شهر تبریز به ازای فضاهای مسکونی و خالی ذهنیت خاصی از توزیع الگوی فضای کاربری‌های خاص ایجاد نماید.

مدلسازی<sup>23</sup> – چه اتفاقی خواهد شد؟ در محیط GIS با استفاده از توابع تحلیلی موجود و یا بهره‌گیری از زبان‌های برنامه‌نویسی مکمل، امکان طرح شرایط ویژه‌ای (با آستانه‌های معینی) وجود دارد. به‌عنوان مثال، اگر رشد شهرهای واقع در محدوده شهرستان مرند با نرخ بالا ادامه داشته باشد، چه تغییراتی در ظرفیت جمعیتی روستاهای تابعه رخ خواهد داد. بنابراین، با استناد بر توانایی‌های مذکور مشخص می‌گردد که GIS فقط یک ابزار تولید نقشه نیست، هر چند که با استفاده از آن می‌توان مبانی کارتوگرافیکی مدرن<sup>24</sup> را مهیا و با دسترسی به سیستم‌های تصویر<sup>25</sup> مختلف و رنگهای متنوع بهترین نقشه‌ها را تولید نمود.

باید یادآور شد که GIS یک ابزار تحلیلی<sup>26</sup> است که مهمترین امتیاز آن تشخیص همبستگی‌های مکانی و ایجاد روابط معنی‌دار در بین عوارض ذخیره شده در لایه‌های اطلاعاتی است. در محیط GIS نقشه‌های مناطق جغرافیایی به‌صورت سنتی ذخیره نمی‌شوند، بلکه داده‌های مکانی به‌همراه اطلاعات توصیفی ذخیره شده در یک پایگاه اطلاعاتی منسجم در حالت رقمی به‌روش‌های مختلف قابل تحلیل‌اند. بنابراین، هر GIS استاندارد و تخصصی باید به سؤالات متعدد ذیل پاسخگو بوده باشد:

#### الف- در یک مکان مشخص چه چیزی وجود دارد؟

از این سؤال مشخص می‌شود که در یک موقعیت خاص جغرافیایی چه چیزی وجود دارد. یک مکان را می‌توان بر اساس ویژگی‌های معینی توصیف نمود. به‌عنوان مثال، شهر تبریز را می‌توان بر اساس نام، کد پستی و یا سیستم مختصات مرجع از طریق عرض و طول جغرافیایی نمایش داد.

#### ب- چه شرایطی در یک مکان مشخص حاکم است؟

سؤال دوم مستلزم وجود داده‌های مکانی است. بر اساس این سؤال شما می‌توانید موقعیت‌های جغرافیایی را جستجو نمایید، که در آنها شرایط خاصی حاکمیت دارد. به‌عنوان مثال، با استناد بر این سؤال شما می‌توانید در اطراف شهر تبریز دنبال محدوده‌های بایر بگردید که دارای حداقل 20 کیلومتر مربع مساحت بوده، در یک کیلومتری جاده اصلی قرار گرفته و با دارا بودن شرایط زمین‌شناسی مساعد برای احداث یک مجتمع مسکونی مناسب بوده باشند.

#### پ- روند تغییرات از زمان معین تا بحال چگونه بوده است؟

سؤال سوم بر پایه سؤالات اول و دوم استوار بوده و تلاش بر آن است که اختلافات حاصله در طول یک زمان معینی آشکار گردد. به‌عنوان مثال، می‌توان در محیط GIS تغییرات ایجاد شده در گستره دریاچه ارومیه که در طول چهل سال گذشته

<sup>23</sup> Modelling

<sup>24</sup> Modern Cartography

<sup>25</sup> Projection Systems

<sup>26</sup> Analytical Tool

صورت گرفته است را شناسایی نموده و بر اساس توابع نرم افزاری تغییرات حاصله را از نقطه نظرهای آماری و گرافیکی توصیف و تفسیر کرد.

#### ت- چه نوع از الگوهای مکانی وجود دارد؟

با طرح این سؤال در محیط GIS و با تکیه بر پایگاه اطلاعات موجود می توان الگوهای موجود را تشخیص داد. به عنوان مثال، می توان لغزش های احتمالی زمین در اطراف رودخانه ها را دسته بندی و از آن طریق انواع الگوهای موجود را شناسایی و نمایش داد. هدف اصلی ارزیابی نقش عوامل موثر و گاهی ناهنجاری های موجود می باشد، که خود به طبع مشخصه های رودخانه ای، شرایط زمین ساختی و یا دخالت انسان تغییر می نماید.

#### ج- چه خواهد شد اگر؟

از طریق اعمال این سؤال می توان شرایط مکانی و پدیده های آتی را به نوعی شبیه سازی کرد. به عنوان مثال، شاید یک متخصص ترافیک شهری این سؤال را مطرح نماید که با افزودن یک جاده فرعی به شبکه خطوط ارتباطی داخل شهری چه شرایط مساعد و یا ناهنجار ترافیکی احتمالی ممکن است در محدوده میدان اصلی شهر حاصل آید. پر واضح است پاسخگویی به این سؤالات نیازمند دسترسی به کلیه مشاهداتی است که در پایگاه داده های GIS قبلا جمع آوری شده است.

#### خ- طرح سؤالات با ماهیت غیر مکانی<sup>27</sup>

بعضی از پدیده ها ماهیت غیر مکانی دارند و مستقل از مکانی خاص می توانند حادث شوند. مانند طرح اینکه تعداد کل افرادی که در شهر تبریز به مسائل زیست محیطی بی اعتنا هستند، چند نفر می باشد. جهت پاسخ به این سؤال ما نیازمند داشتن اطلاعات مربوط به عرض و طول جغرافیایی نه خواهیم بود، چرا که هدف مشخص ساختن موقعیت دقیق افراد بی توجه به مسائل زیست محیطی نسبت به یکدیگر نیست.

#### د- طرح سؤالات مکانی<sup>28</sup>

در سرتاسر کره زمین درخیزی از مکان ها، پدیده ها و حوادثی وجود دارند که در ارتباط ذاتی با هم بوده و تاثیرات متقابلی بر روی همدیگر اعمال می نمایند. به منظور پاسخگویی به این نوع سؤالات باید در محیط GIS انواع تحلیل های مکانی را انجام داد. به عنوان مثال، می توان با داشتن اطلاعات موجود از GIS پرسید، چه نوع ساختمان هایی در شهر تبریز بر روی گسله های اصلی و یا در فاصله 5 کیلومتری از گسله های فرعی قرار گرفته اند و یا تعداد ساکنین مستقر در منطقه حاشیه نشین تبریز عمدتاً با ساختمان های نامقاوم و غیراستاندارد چند نفر می باشد. نتایج حاصله از انواع تحلیل های مکانی - مربوط به نتایج وقوع احتمالی زلزله در ارتباط با مقاومت ساختمان ها و تعداد جمعیت - را می توان به صورت مختلف به ویژه از طریق انواع نقشه ها نمایش داد.

### **6-1 عوامل موثر در توسعه صنعت GIS**

<sup>27</sup> Aspatial Questions

<sup>28</sup> Spatial Questions

جهانی شدن فناوری GIS در حد بسیار بالایی مدیون توانای منحصر به فرد آن در جهت ترکیب و تلفیق داده‌ها و اطلاعات متفاوت اخذ شده از منابع مختلف می‌باشد. البته توان GIS در جهت تحلیل مقادیر روند پدیده‌های موجود در روی زمین به‌زای زمان در یک مکان جغرافیایی نیز از دیگر نشانه‌های قابلیت آن محسوب گردیده و موجب معروف شدن آن شده است. برای یک متخصص با تجربه و خبره، GIS به‌عنوان ابزار قوی تحلیلگری محسوب می‌گردد. پر واضح است که این سیستم در جهت حل مشکلات مطروحه به‌طور هوشمندانه عملاً هیچ راه‌حلی را پیشنهاد نمی‌نماید، بلکه فقط بیانگر درک تحلیلگران از موضوعات جغرافیایی بوده که معمولاً نتایج توسط متخصصان مدلسازی می‌گردد. شاید به‌توان چنین بیان کرد که GIS به‌طور کامل درک محققان را از فضا، الگوها و فرآیندهای زمینی آسان ساخته و در نتیجه، راه‌کارهای مناسبی را جهت حل مشکلات ارائه می‌دهد. بنابراین، هر کاربر و متخصصی با احاطه بر قابلیت‌های موجود در GIS خواهد توانست به‌آسانی کاربردهای متنوعی را تجربه نماید. در طول چندین دهه گذشته عوامل متعددی موجب رشد سریع صنعت GIS شده است که می‌توان به اهم آنها در ذیل اشاره نمود:

- کاهش قیمت کامپیوتر همزمان با افزایش سرعت عملیات محاسباتی،
- بهبود توابع عملیاتی نرم‌افزارهای کامپیوتری و طراحی محیط‌های کاری کاربرپسند،
- بهبود کیفی کارتوگرافی کامپیوتری،
- کاربردی شدن علوم جغرافیایی،
- تحول در فناوری پایگاه‌های اطلاعاتی<sup>29</sup>،
- توسعه روزافزون فناوری های ارتباطاتی و مخابراتی،
- رشد سریع فناوری سنجش از دور و ظهور سیستم تعیین موقعیت جهانی<sup>30</sup>،

اصولاً قبل از راه اندازی هر سیستم GIS باید اهداف کوتاه‌مدت و درازمدت آن به‌دقت مورد توجه قرار گیرد. از آنجائیکه موثر بودن و کارائی (مزایا در مقابل هزینه‌ها) سیستم به مقدار زیادی بستگی به نحوه تهیه، کیفیت و قابلیت داده‌های اولیه اخذ شده دارد، باید افراد و سازمان‌های علاقمند در توسعه فناوری GIS در جهت نگهداری اصولی و بهنگام نمودن پایگاه‌های اطلاعاتی خود برنامه‌های منظمی را تدوین و اجرا نمایند.

## 7-1 چرا محققان علوم شهری به GIS نیازمنداند؟

در حال حاضر، بسیاری از متخصصان در رشته‌های مختلف، نظیر جغرافیدانان، زمین‌شناسان، محققان محیط زیست و به-ویژه برنامه‌ریزان شهری اهمیت تحلیل‌های مکانی را به‌خوبی درک کرده و با سازماندهی اطلاعات حاصله ضرورت استفاده از این فناوری قرن را عملاً شروع نموده‌اند. GIS می‌تواند کاربردهای متعددی را عرضه نماید، چرا که در این محیط اطلاعات ماهیت جغرافیایی داشته و با این زمینه امکان تحلیل‌های مکانی به‌راحتی میسر می‌گردد. با بهره‌گیری از GIS می‌توان منابع

<sup>29</sup> Information Technology معروف به IT

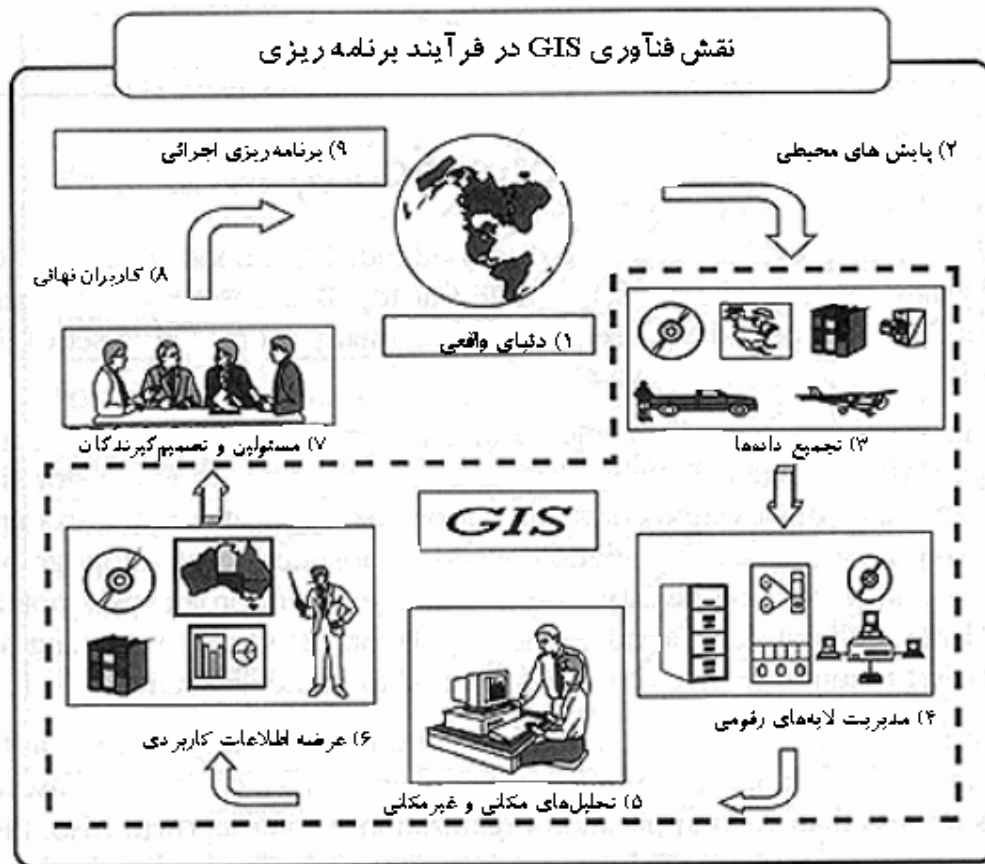
<sup>30</sup> Global Positioning System (به‌اختصار GPS)

غیرمتجانس را متحد نموده و داده‌های مکانی و خصیصه‌های مرتبط را همزمان تجزیه و تحلیل نمود. GIS از مهمترین فناوری‌ها است که از طریق آن امکان آشکارسازی روابط نهان و بازسازی مصور مهیا می‌شود. امروزه توانایی GIS در انجام تحلیل‌های مکانی متفاوت به‌اثبات رسیده است و از آن طریق می‌توان موضوع شراکت در اطلاعات جغرافیایی و غیرجغرافیایی را در سرتاسر جهان اعمال نمود. در حال حاضر در اغلب کشورها، GIS به‌عنوان ابزاری قدرتمند و ارزشمند دارای توان ویژه در جهت حل مشکلات سازمان‌های مختلف علمی و اداری گشته است. در روند به‌کارگیری آن باید به چهار اصل پایه‌ای نظیر برنامه ریزی پروژه، تصمیم‌گیری بهینه، تحلیل‌های بصری و بهبود انسجام سازمانی توجه نمود.

مزیت یک سیستم GIS معمولاً از طریق طراحی دقیق پروژه‌های مربوطه ارزیابی می‌شود که همواره با انبوهی از اجزاء فضایی متعدد همراه است. در آغاز تحقیق، با بیان پیش‌فرض‌های مشخصی و یا مسئله خاصی هر پروژه ای شروع می‌شود. تولید نقشه‌های موضوعی را می‌توان بر اساس یک و چند نقشه پایه امکان پذیر ساخت. به‌عنوان مثال، می‌توان طراحی نقشه کاربری اراضی را بر اساس نقشه ترکیب خاک، پوشش گیاهی و توپوگرافی منطقه شروع نمود. داشتن ترکیب مشخص و منسجمی از پدیده‌های مورد نظر می‌تواند در روند تولید نقشه‌های دلخواه نقش اصلی را ایفا نموده و فرآیندهای مربوطه را تسریع نماید. در اغلب موارد، با تولید مدل‌های پایه در محیط GIS، امکان طراحی و تولید سایر نقشه‌های بعدی نظیر لایه شیب، جهت ناهمواری، مسیر جریان آب به‌راحتی امکان پذیر می‌گردد.

به‌علاوه با توجه به اطلاعات موجود در پایگاه داده‌ها، انجام انواع تحلیل‌های مکانی و محاسبات هندسی مهیا می‌شود. اصطلاح "اطلاعات بهتر" منجر به اتخاذ تصمیمات بهتری می‌گردد، واقعیتی است انکارناپذیر که توسط سیستم‌های اطلاعاتی در علوم زمین مصداق پیدا می‌نماید. اما باید یادآور شد که GIS یک تصمیم‌گیرنده خودکار نه‌بوده و باید از آن به‌عنوان ابزاری یاد نمود که با بهره‌گیری اصولی از این سیستم، امکان پرسشگری و تحلیل مشاهدات سازماندهی شده در پایگاه داده‌ها میسر می‌گردد. بنابراین، خروج اطلاعات و ایجاد انواع مدل‌ها فرآیند تصمیم‌گیری بهینه را برای مدیران تصمیم‌گیرنده مهیا می‌سازد. با دقت به کلیات شکل شماره 3-1 که به‌صورت شماتیکی ارائه شده است می‌توان دریافت که در روند مدیریت مسائل دنیای واقعی در محیط GIS مراحل زیر مطرح می‌باشند:

- (a) اخذ و جمع‌آوری مشاهدات،
- (b) مدیریت و سازماندهی داده‌ها،
- (c) تجزیه و تحلیل داده‌ها،
- (d) مدل‌سازی و نمایش اطلاعات،
- (e) بحث و تبادل نظر در روند تصمیم‌گیری ها،
- (f) برنامه‌ریزی و اجرای تصمیمات متخذه،



شکل شماره 3-1: مراحل طراحی و مدیریتی GIS از دنیای واقعی

تجسم‌های بصری و نمایش اطلاعات به‌صورت گوناگون از مهمترین امتیازات فناوری GIS محسوب می‌گردد. به‌عنوان مثال، مدل ناهمواری زمین<sup>31</sup> از مهمترین جلوه‌های نمایشی - بصری است، چرا که با استفاده از این مدل چشم اندازه‌های زمین را می‌توان بهتر و واقعی‌تر مشاهده و تداعی نمود (George and Korte, 1997). به‌علاوه بسیاری از محاسبات هندسی نظیر مقادیر فاصله، مسافت، محیط، مساحت سطوح زمین و حتی محاسبات سه‌بعدی از صحنه‌های جغرافیایی قابل انجام است. اصولاً توابع محاسباتی به محققان کمک می‌نماید تا در جهت مدیریت منابع آب، محاسبه مقادیر رسوب‌گذاری در رودخانه‌ها و احتمال لغزش زمین در دامنه‌های ناپایدار، مدل‌های قابل اعتمادی را تولید نمایند. به غیر از کاربردهای محیطی و برآورد ریسک پدیده‌ها، می‌توان از GIS با هدف طراحی سناریوهای مطالعات مربوط به احتمال وقوع آتش‌سوزی در محدوده‌های شهری، با توجه به توزیع جمعیت، پارامترهای اقتصادی و ایمن‌سازی فضاهای آموزشی به‌فراخور نیاز بهره برد.

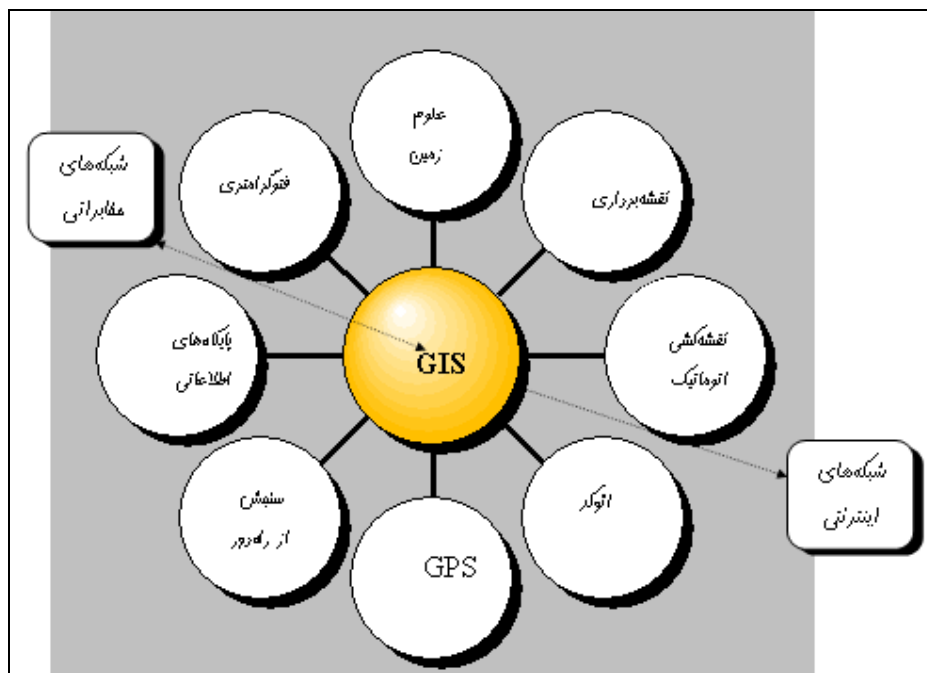
در حال حاضر، بسیاری از سازمان‌هایی که در طراحی و راه‌اندازی GIS توفیقاتی داشته‌اند، متوجه شده‌اند که یکی از مزایای آشکار آن بهبود ساختار سازمانی و افزایش کیفی منابع مربوطه است. با توجه باین موضوع که GIS دارای توان مرتبط ساختن انواع داده‌ها با ارجاع به مکان‌های جغرافیایی را دارد، امکان شراکت بین سازمانی و تبادل منطقی اطلاعات به‌آسانی مهیا می‌گردد. از طریق ایجاد پایگاه اطلاعات مشترک بین سازمانی، هر واحد می‌تواند از مزایای کار سایر واحدها بهره‌برده و در

<sup>31</sup> Digital Terrain Modeling (DTM)

عین حال نتایج کار خود را در اسرع وقت به سایر گروه ها انتقال دهد. همواره با طراحی و تکمیل پایگاه‌های اطلاعات به‌کرات می‌توان از آن استفاده برد و در صورت لزوم آنرا به‌نگام کرد. امروزه میزان ارتباطات بین دانشگاه‌ها، سازمان‌ها و حتی کاربران ساده در حال افزایش است. این مکانیسم موجب کاهش فرآیندهای موازی شده و این روند باعث ذخیره‌شدن انرژی و افزایش کیفیت کار و میزان تولید در سازمان‌های آموزشی، اداری و حتی صنعتی به‌همراه کاهش هزینه‌های تحقیقاتی خواهد شد.

## 8-1 قابلیت‌های متنوع GIS

در چندین دهه گذشته، به‌دلیل ماهوی، طراحی کامپیوتری نقشه‌ها و تحلیل‌های فضایی تقریباً به‌طور هم‌زمان رایج گردیده و در زمینه‌های علمی مختلف گسترش داشته است. توانای‌های موجود در فن‌آوری GIS را نمی‌توان بدون توجه به تکنولوژی‌های مجاور نظیر: نقشه‌برداری، کارتوگرافی، فتوگرامتری، سنسور از دور، سیستم تعیین موقعیت جهانی و سخت‌افزارهای کامپیوتری درک و به‌طور کاربردی هدایت نمود (شکل شماره 4-1).



شکل شماره 4-1: روابط بین GIS و سایر سیستم‌های مرتبط

GIS به‌دلیل ارتباط با سایر فن‌آوری‌های مجاور، به سرعت به‌عنوان یک ابزار استاندارد به منظور مدیریت منابع طبیعی و نیروهای انسانی تلقی گردیده است، چرا که جمع‌آوری حجم زیادی از داده‌های جغرافیایی و به‌کارگیری موثر آن‌ها نیازمند به یک سیستم با توان بسیار بالا را می‌طلبد. GIS کاربردهای متعددی در عرصه‌های مختلف را عرضه می‌دارد که به‌اختصار اهم آن‌ها در جدول شماره 1-1 درج شده است. در کل، فن‌آوری GIS به محققان امکان می‌دهد تا:

- پایگاه‌های اطلاعات مورد نیاز خود را طراحی کنند،
- در جهت تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی بهترین توابع را در اختیار داشته باشند،
- سئوالات متعدد و چند منظوره‌ای را طرح نمایند،



- داده‌های خود را به‌طور مطلوب سازماندهی نمایند،
- انواع نقشه‌های موضوعی را طراحی کنند،
- از طریق سیستم اینترنت و اینترنت در سرتاسر جهان باهم در ارتباط باشند،
- اطلاعات متنوع را تلفیق و با یکپارچه نمودن آن‌ها روابط نهان را آشکار سازند،
- با تولید مدل‌های کاربردی فرصت تصمیم‌گیری بهینه را مهیا سازند.

جدول شماره 1-1: بعضی از زمینه‌های کاربردی فناوری GIS

زمینه و قلمرو کاربرد	نوع کاربرد، به‌عنوان مثال:
فرآیند طراحی	برنامه‌ریزی شهری، مدیریت حمل و نقل، معماری ساختمان، طراحی مسکن و چشم‌اندازها
مدیریت شبکه حمل و نقل	آدرس‌یابی، ترافیک جاده‌ای و بنادر و فرودگاه‌ها
منابع طبیعی	مدیریت منابع جنگلی، ارزیابی منابع دریایی، حیات وحش، منابع تجدید پذیر، مطالعات جغرافیایی، مهندسی رودخانه‌ای و زمین‌شناسی
واگذاری تسهیلات ملی	طراحی خطوط آب، گاز و فاضلاب شهری و تلفن
آمایش سرزمین	منطقه بندی، املاک و مکان‌یابی صنعتی، کشاورزی، خدمات و طرح‌های تفضیلی روستایی
مدیریت ریسک و بحران	کنترل سیلاب، پهنه بندی زلزله، ارزیابی آلودگی شهری
عملیات نظامی	مکان‌یابی مناسب جهت استقرار نیروها، استفاده بهینه از عوارض زمین و احداث مواضع دفاعی
طراحی‌های سه بعدی	تهیه مدل ناهمواری زمین، شیب زمین و جهت ناهمواری و شبیه‌سازی مجازی سه بعدی از فضا و اعماق زمین
آموزش مصور و به‌هنگام	تجسم مکان‌ها و پدیده‌ها و فرآیندهای محیطی و انتقال موثر اطلاعات به مخاطبان

## 9-1 جمع بندی

در فصل جاری مطرح گردید که GIS یک سیستم اطلاعاتی است که در آن با بهره‌گیری از محیط‌های سخت‌افزاری می‌توان انواع داده‌های جغرافیایی، به‌ویژه از محیط‌های شهری، را اخذ، ویراستاری، تجزیه و تحلیل، مدل‌سازی و نمایش داد. در کل، هر GIS قادر است داده‌های مکانی و توصیفی را به فرمت‌های مورد نیاز تبدیل نماید. ضمناً، در اغلب موارد، این امکان وجود دارد که با بهره‌گیری از سخت‌افزارهای الکترونیکی متعددی مانند: رقوم‌گرها و اسکنرها، داده‌های مورد نیاز را به محیط GIS تغذیه و به‌منظور نمایش رقومی<sup>32</sup> پدیده‌های جغرافیایی موجود در روی سطح زمین و و تحلیل حوادثی که اتفاق می‌افتد به‌کارگرفت. در این سیستم می‌توان داده‌های غیرمکانی<sup>33</sup> (خصیصه‌های اشیاء)<sup>34</sup> را به‌گونه‌ای منطقی به داده‌های مکانی<sup>35</sup>

<sup>32</sup> Digital

<sup>33</sup> Non-Spatial

ارتباط داد و همه اطلاعات قیاسی<sup>36</sup> سنتی را به صورت داده‌های رقومی تبدیل و سازماندهی نمود. هر سیستم GIS از اجزاء متعددی ساخته شده که هر کدام از آنها دارای وظایف ویژه‌ای است.

---

<sup>۳۴</sup> Attributes

<sup>۳۵</sup> Spatial

<sup>۳۶</sup> Analogue

## سئوالات فصل اول:

- 1) دو تعریف متفاوت از فناوری GIS را مطرح و مفاهیم مربوطه را مقایسه نمایید.
- 2) عناصر اصلی تشکیل دهنده GIS کدامند؟
- 3) در روند مدیریت مسائل دنیای واقعی در محیط GIS چه مراحل را باید طی نمود؟
- 4) وظیفه اصلی هر نرم افزار تخصصی GIS چیست؟
- 5) نقش فناوری های مرتبط با GIS را متذکر شوید.
- 6) چند کشور پیشگام در صنعت GIS را ذکر نمایید.
- 7) چند مورد از جنبه های کاربردی GIS در زمینه رشته خود را به اختصار شرح دهید.
- 8) طراحی یک عملیات تحقیقاتی در چه مراحل صورت می گیرد؟
- 9) GIS به چه نوع سئوالاتی می تواند پاسخگو باشد؟
- 10) مهم ترین کاربردهای GIS در برنامه ریزی شهری را شرح دهید؟

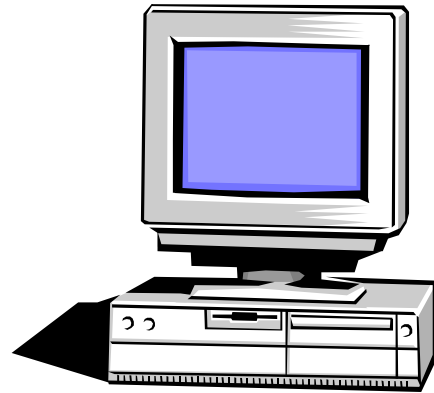
## منابع تکمیلی برای مطالعه:

- 1) خواجه، خسرو (1373) سیر تحول GIS، سپهر، شماره 11
- 2) دادرست، محمدجواد (1379) معیارهای انتخاب یک نرم افزار GIS مناسب، مجله سپهر، شماره 35
- 3) رسولی، علی اکبر (1384) تحلیلی بر فناوری سیستم های اطلاعات جغرافیایی، اداره چاپ و انتشارات دانشگاه تبریز.
- 4) رسولی، علی اکبر (1371) مروری بر سیستم های اطلاعات جغرافیایی، مجله سپهر، شماره های 3 و 4
- 5) مهدی (137)، اشاره، GIS سنتی و پویا، مجله سپهر، شماره 10

- 1) Aronoff, S. (1989) Geographic Information Systems: a management perspective. WDL Publication, Ottawa Canada.
- 2) Burrough, P.A. (1986) Principles of Geographical Information Systems for Land Resource Assessment. Clarendon, Oxford, UK.
- 3) Maguire, D.J., Goodchild M.F., Rhind D.W. (1997) Geographic Information Systems: principles, and applications. Longman Scientific and Technical, Harlow.
- 4) Smith, T. R., Menon S., Starr J. L., Estes J. E. (1987) Requirements and Principles for the Implementations and Construction of Large – scale GIS. International Journal of GIS 1: 13-31.
- 5) Tomlinson, R.F. (1967) An Introduction to the Geographical Information Systems of the Canada Land Inventory. Department of Forestry and Rural Development, Ottawa Canada.

## فصل ۲

### اجزاء تشکیل دهنده GIS



#### چکیده:

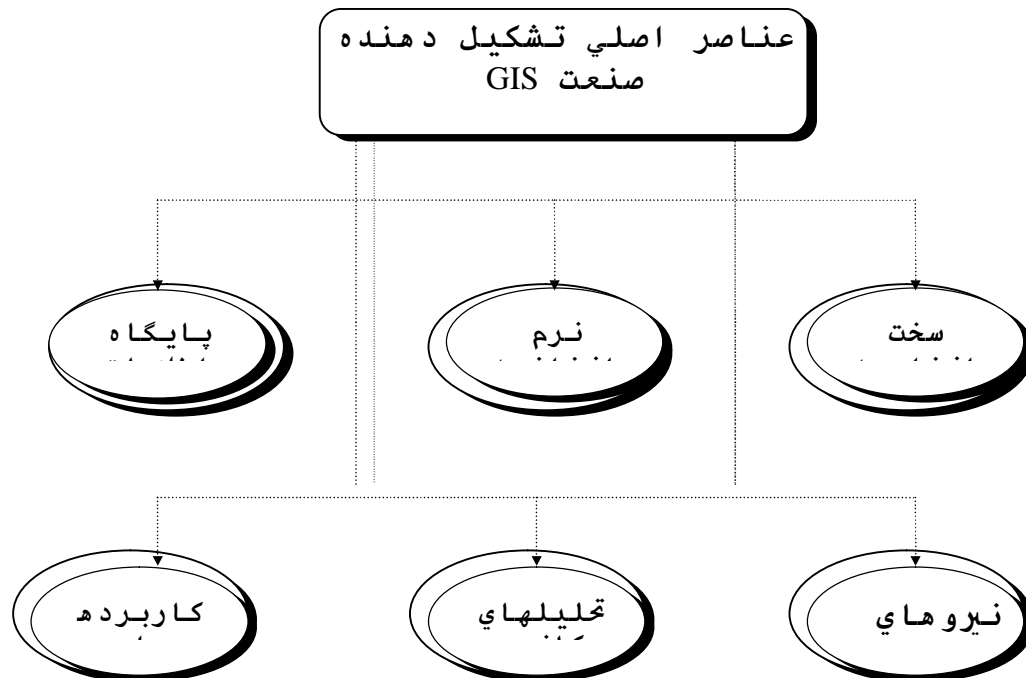
بر اساس تعاریف مطرح شده در فصل اول، شاید بتوان چنین استنباط کرد که هر GIS می‌تواند دارای شش عنصر اصلی شامل: سخت‌افزارها، نرم‌افزارها، پایگاه اطلاعات، نیروهای انسانی، روش‌های تحلیلی و جنبه‌های کاربردی باشد. به‌طور اصولی شناخت و به-کارگیری هر کدام از اجزاء سازنده این فناوری به تنهایی و در ارتباط با سایر اجزاء بسیار تعیین‌کننده می‌باشد، چرا که در فرآیند پردازش داده‌های مکانی و غیرمکانی در محیط GIS هر کدام از این عناصر نقش خاصی را ایفاء می‌نمایند. در فصل جاری، ویژگی‌های اصلی عناصر تشکیل دهنده فناوری GIS، وظایف مربوطه و نحوه به‌کارگیری آن‌ها مورد بحث قرار گرفته است.

#### 1-2 مقدمه

سخت‌افزارها، نرم‌افزارها، پایگاه داده‌ها، نیروهای انسانی، روش‌های تحلیلی و جنبه‌های کاربردی عناصر اصلی تشکیل دهنده فناوری GIS محسوب می‌گردند. اولین سخت‌افزار مورد نیاز در یک ساختار GIS کامپیوترها هستند که نصب، تعبیه و عملیاتی- نمودن کلیه نرم‌افزارها از طریق آن ممکن می‌گردد. بسته به نیاز و توان مالی می‌توان کامپیوترهای شخصی با ظرفیت‌های مشخص تا سوپر کامپیوترهای تخصصی را به کار گرفت. با اینکه، کامپیوتر اصلی‌ترین سخت افزار GIS محسوب می‌گردد، اما انواع اسکنرها و رقوم‌گرها باید به منظور تغذیه داده‌ها به آن متصل شوند (رسولی، 1384). به‌وسیله رقوم‌گرها امکان تبدیل داده-های کاغذی به رقوم می‌فراهم می‌شود. با بهره‌گیری از اسکنرها هم، امکان تبدیل نقشه‌ها به شکل رقوم می‌فراهم می‌گردد. به-علاوه چاپگرها و پلاترها هم به‌عنوان ابزارهای خروجی به کار گرفته می‌شوند.

دومین عنصر اصلی فناوری GIS، نرم‌افزارها هستند. هر نرم‌افزاری باید دارای توابع و ابزارهایی ویژه جهت ذخیره، تحلیل و نمایش داده‌های جغرافیایی باشد. داشتن تحلیلگرهای مختلف و توابع کاربردی ویژه از مهم‌ترین خصوصیت هر نرم‌افزاری محسوب می‌گردد. اما نباید انتظار داشت که کلیه نرم‌افزارها همه نیازهای متخصصان را برآورده سازند. مشاهدات جغرافیایی و داده‌های سازمان‌دهی شده در جداول ارتباطی اساس پایگاه‌های اطلاعاتی را تشکیل می‌دهند، که شاید حساس‌ترین و پرهزینه‌ترین عنصر GIS به شمار رود (DeMers, 1997). داده‌های جمع‌آوری شده در جداول اطلاعاتی را می‌توان به پدیده‌های گرافیک در روی نقشه‌های رقومی مرتبط ساخت و از این طریق GIS قادر خواهد بود داده‌های با ماهیت مکانی را با سایر منابع توصیفی تلفیق و امکان تحلیل‌های چندمنظوره را فراهم نماید.

اما نیروهای انسانی درگیر با فناوری GIS از راهبران، کسانی که سیستم را طراحی و عرضه می‌نمایند، تا کاربرانی که روزانه از آن استفاده می‌کنند، تغییر می‌نمایند. به منظور استفاده بهینه از فناوری GIS و هدفمند کردن آن، همواره باید تحلیل‌های مکانی خاصی را اعمال نمود. مسلماً هر متخصص و یا هر سازمانی در این راستا می‌تواند روش‌های ویژه خود را به کار گیرد که شاید با سایرین متفاوت باشد. در جهت اجرای انواع تحلیل‌های مکانی روش‌های ویژه‌ای ابداع شده است. آخرین عنصر اصلی GIS جنبه‌های کاربردی آن است که هر متخصصی بر اساس نیاز رشته خود باید مدنظر داشته باشد. منظور از کاربرد، استفاده هدفمند از GIS در جهت رسیدن به اهداف از پیش تعریف شده‌ای است که به منظور حل مشکل خاصی صورت می‌گیرد. اجزا اصلی تشکیل دهنده فناوری GIS توسط شکل شماره 1-2 به صورت شماتیکی نمایش داده شده است.



شکل شماره 1-2: عناصر اصلی تشکیل دهنده فناوری GIS

بعضی از محققان، صنعت GIS را فقط متشکل از سه مولفه اصلی شامل سخت افزار، نرم افزار و اطلاعات تلقی می نمایند. در این میان، سخت افزارها به عنوان مولفه فیزیکی مطرح اند و شامل انواع کامپیوترها، رقومگرها، اسکنرها و سایر ابزارهای مورد نیاز در مراحل مختلف ورود، ذخیره، تبدیل، تحلیل و نمایش اطلاعات مکانی و توصیفی می باشند، که لزوماً توسط متخصصان در جهت رسیدن به اهداف از پیش تعیین شده باید به کار گرفته شوند. به طور حتم، بدون استفاده از پیکره سخت افزاری هیچ فرآیند نرم افزاری در روند تحلیلهای مکانی به سرانجام نمی رسد. امروزه، با توجه به روند پیشرفت های روزافزون صنعتی، ابزارهای سخت افزاری جدیدی به بازار معرفی شده است. نتیجه این روند مطابقت بهتر محیط سخت افزاری با معماری نوین نرم افزارها بوده و بنابراین زمینه برای رشد سریع فناوری GIS فراهم می گردد. به طور کلی می توان هر سخت افزار را محیط و یا واسط فیزیکی تعریف نمود که در آن اجرای عملیات نرم افزاری، پردازش و ذخیره اطلاعات جغرافیایی و توصیفی ممکن می شود. در مراحل مختلف ورود، ذخیره، تجزیه، تبدیل و نمایش اطلاعات می توان از انواع سخت افزارهای متنوع استفاده نمود، که به دلیل نقش حساسی که ایفاء می نمایند از طرف کاربران و متخصصان با اهمیت تلقی می شوند. کلیه نرم افزارهای GIS توسط انواع سخت افزارهای مختلف – به ویژه انواع کامپیوترها از کامپیوترهای شخصی تا سوپررایانه ها به صورت فردی و یا تحت شبکه – مدیریت می گردند. به غیر از کامپیوترها سایر سخت افزارهای دیگر نظیر: رقومگرها، اسکنرها، سیستم تعیین موقعیت جهانی، رسامها<sup>37</sup>، چاپگرها و حتی فاکس - مودم جهت مدیریت منسجم اطلاعات به صورت گسترده مورد نیاز هستند (Dangermond and Morehouse, 1987). مهمترین سخت افزارهای فناوری GIS شامل:

ü انواع کامپیوترها

ü سخت افزارهای ورودی و تبدیل داده ها

ü سخت افزارهای خروجی و نمایش اطلاعات

هستند که هر کدام در ارتباط هماهنگ در صنعت GIS نقش مهمی را ایفاء می نمایند.

## 1-2-2 نقش کامپیوترها

عملیات اصلی در محیط هر GIS ای بر پایه کامپیوترها استوار بوده و از این نوع سخت افزار به منظور ورود، ذخیره و پروسه داده ها و تبدیل آنها به اطلاعات استفاده می گردد. اندازه هر سیستم کامپیوتری به نوع و ماهیت و هدف پروژه GIS در دست اجرا بستگی دارد. پروژه های محدود را می توان با بهره گیری از امکانات تعبیه شده در کامپیوترهای شخصی مدیریت کرد، در حالیکه جهت اجرای پروژه سازمانی و به ویژه ملی به سوپر کامپیوترها و سایر دستگاه های سرویس دهنده نیاز مبرم خواهد بود. بر اساس یک تعریف ساده می توان کامپیوتر را به عنوان ماشینی الکترونیکی و قابل برنامه ریزی تصور نمود که به منظور ورود، ذخیره سازی، پردازش داده ها و خروج اطلاعات به صورت مختلف به کار گرفته می شود.

در امر به کارگیری کامپیوترها در مقوله GIS باید به نقش اجزای تشکیل دهنده شامل موارد مندرج در ذیل توجه خاص داشت.

○ صفحه کلید، ماوس، فلاپی درایو، انواع دیسک های فشرده و فاکس - مودم به منظور ورود داده ها،

○ حافظه‌های اصلی و فرعی و واحد پردازشگر مرکزی<sup>38</sup> به‌عنوان اجزاء اصلی کامپیوتری جهت انجام انواع محاسبات، ذخیره و پردازش داده‌ها و تبدیل آن‌ها به اطلاعات،

○ مانیتورها به‌عنوان اجزاء خروجی و نمایش مدل‌های نهایی،

در این میان، اجزای اصلی سخت‌افزاری هر کامپیوتر شخصی شامل ریزپردازنده و حافظه‌ها هستند. در هر کامپیوتری ریزپردازنده‌ها مهمترین جزء سخت‌افزاری محسوب می‌شوند که به‌صورت یک مدار مجتمع در واحد سیستم قرار گرفته و عملیات حساب، منطقی، کنترل و به‌طور کلی پردازش اطلاعات جغرافیایی و توصیفی را بر عهده دارند. این مجموعه که به‌نام واحد پردازشگر مرکزی معروف‌اند، در کامپیوترهای شخصی بر حسب مشخصات پردازشگر مربوطه به‌کار گرفته می‌شوند. حافظه‌ها از دیگر اجزای تشکیل‌دهنده کامپیوترها به‌شمار می‌روند که حجم عملیات در حال پردازش به مقدار زیادی به توانایی آن‌ها بستگی دارد. در واقع، حافظه ورود داده‌ها و خروج اطلاعات را کنترل نموده و همچنین دستوراتی را که از واحد مرکزی صادر می‌گردد را می‌پذیرد، بنابراین، محلی برای نگهداری داده‌ها، دستورالعمل‌ها و نتایج حاصل از پردازش داده‌های گرافیکی و توصیفی تلقی می‌گردد. در حالت کلی، کامپیوترهای شخصی دارای:

حافظه‌های اولیه یا اصلی شامل:

• RAM ها حافظه‌ای هستند جهت خواندن و نوشتن اطلاعات،

• ROM ها حافظه‌ای هستند فقط قابل خواندن اطلاعات،

حافظه‌های ثانویه شامل:

• دیسک‌های مغناطیسی،

• دیسک‌های لرزان نظیر انواع فلاپی درایوها، CD و DVD ها،

• و دیسک‌های کمکی

می‌باشند.

در جهت مدیریت برنامه‌های GIS، به‌علت حجم و تنوع داده‌ها، به حافظه‌های با ظرفیت بالا نیاز است. به‌علاوه داشتن سرعت زیاد و کارت گرافیکی مناسب برای هر کامپیوتری از اساسی‌ترین عواملی است که متخصصان باید به آن در هنگام پردازش داده‌ها توجه نمایند. با توجه به اهداف کاربردی و امکانات مالی، می‌توان از انواع کامپیوترهای شخصی، مینی، سوپر و سیلیگان گرافیک‌ها جهت آموزش و یا مدیریت پروژه‌های GIS به‌صورت فردی و یا تحت شبکه در سازمان‌های دولتی و بخش خصوصی استفاده نمود. نباید فراموش کرد که امروزه، تکنولوژی سخت‌افزاری به سرعت در حال تحول بوده و امکان تولید، پروسه و ذخیره حجم عظیمی از داده‌های جغرافیایی و محیطی میسر شده است. به‌عنوان مثال، کمپانی "راید تک"<sup>39</sup> کامپیوترهایی با امکان ذخیره‌سازی بیش از چندین "ترابایت"<sup>40</sup> در اختیار فناوری GIS قرار داده است. امکانات جدید

<sup>38</sup> Central Processing Unit (CPU)

<sup>39</sup> Raid Tec

عرضه شده به عنوان مناسبترین سخت‌افزارهای کامپیوتری در جهت ذخیره، بازیابی و پردازش اطلاعات شناخته می‌شوند و می‌توان از این امکانات مدرن در مدیریت پروژه‌های سازمانی و حتی در ابعاد GIS ملی بهره‌برداری مناسبی داشت. به‌طور کلی در جهت انتخاب کامپیوتر برای اجرای عملیات GIS باید به ویژگی‌های زیر توجه اساسی داشت:

- هدایت سایر سخت‌افزارهای متنوع،
- مدیریت نرم‌افزارهای نصب شده،
- کنترل دقت و سرعت کلیه محاسبات،
- نحوه ذخیره داده‌ها و نمایش نتایج پردازش شده،
- تنظیم محیط‌های کاری به‌ویژه برقراری ارتباط بین نرم‌افزارهای مختلف،
- هدایت سیستم تحت شبکه‌های مختلف.

## 2-2-2 سخت‌افزارهای ورود و تبدیل داده‌ها

### الف: نقش رقومگرها

رقومگری عبارت از فرآیند تبدیل پدیده‌های آنالوگ روی یک نقشه به فرمت رقومی آن است. وقتی شما می‌خواهید یک نقشه را به محیط کامپیوتر خود وارد کنید، در واقع با بکارگیری یک میز رقومگر که به کامپیوتر متصل شده است، بر روی پدیده‌های مورد نظر خود نشانه می‌روید. در این حالت مختصات جغرافیایی به‌همراه ارزش‌های گرافیکی مربوطه این پدیده‌ها، به‌طور اتوماتیکی ثبت گردیده و به‌عنوان داده‌های مکانی در کامپیوتر شما ذخیره می‌شوند (Chrisman, 1978). از طریق رقومی کردن داده‌ها، کاربران می‌توانند پدیده‌های موجود در روی نقشه‌های کاغذی را به محیط اغلب نرم‌افزارهای GIS منتقل نمایند. بنابراین، شما ممکن است خواسته باشید یک لایه جدید به محیط یک نقشه موجود اضافه، یا به‌طور کامل کلیه لایه‌های مورد نیاز خود از منطقه مطالعاتی را به صورت رقومی تهیه نمایید. البته با استفاده از یک رقومگر امکان به‌نگام نمودن لایه‌های قدیمی نیز میسر است.

به منظور تبدیل نقشه‌های کاغذی به فرمت رقومی معادل، رقومگرهای متنوعی در اندازه‌های متفاوت به بازار عرضه شده است. از این میان به نظر می‌رسد محصولات کمپانی CalComp در ایران کاربرد بیشتری دارد (شکل شماره 2-2). بنابراین، توصیه می‌گردد کاربران جدید با نحوه راه‌اندازی و استفاده اصولی یکی از سایزهای متداول رقومگری شروع نمایند. دستگاه رقومگری در اندازه‌های A0 و A3 را می‌توان در روی میز و در کنار کامپیوتر شخصی به‌آسانی تعبیه نمود. اصولاً به منظور بهره‌برداری بهینه باید همواره به موارد ذیل توجه اساسی داشت:

- برقراری اتصالات صحیح در میان ابزارهای الحاقی مربوط به دستگاه رقومگری،
- اتصال دقیق دستگاه رقومگری به کامپیوتر میزبان (شخصی و یا تحت شبکه)،
- تنظیم نرم‌افزاری سیستم عامل (مثلاً ویندوز 98 و یا XP)،



- تعبیه اصولی نرم‌افزار رابط دستگاه رقومگری و معرفی آن به کامپیوتر میزبان،
- تعبیه دقیق نرم افزار مربوط به GIS تحت سیستم عامل،
- معرفی دقیق و اصولی کلیه سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای واسط،
- شروع رقومگری با توجه به اطلاعات ارائه‌شده در راهنمای موجود،
- کسب اطمینان از دقت و صحت مراحل رقومگری با توجه به خطای مجاز،
- خصوصی‌سازی کلیه سیستم‌ها و نگهداری فنی از داده‌های رقومی.



شکل شماره 2-2: رقومگر CalComp در اندازه بزرگ A0

به‌طور کلی تامین اطلاعات رقومی از طریق رقومگرها نیازمند صرف انرژی انسانی و مستلزم زمان بیشتری می‌باشد. اما دارای امتیازات خاصی نظیر قابلیت انعطاف بالا و مطابقت این روش با داده‌های برداری است. بعلاوه، با استفاده از این شیوه می‌توان در محیط نرم‌افزارهای اتوماتیک نقشه‌های رقومی‌شده را کنترل، به‌نگام و میزان خطاهای موجود را تعدیل نمود. به نظر محقق، و سایر متخصصان نظیر "ماربل" و همکاران امروزه علیرغم ظهور انواع اسکنرها، به‌دلایل کارتوگرافیکی و به‌ویژه آموزشی می‌توان از دستگاه‌های رقومگری نیز بهره برد (رسولی، 1384).

#### ب) به‌کارگیری اسکنرها

در خیلی از موارد، منابع مورد نیاز در پروژه‌های GIS در فرمت‌های رقومی نیستند و اغلب منابع پایه‌ای به‌صورت نقشه‌های آنالوگ تهیه شده‌اند. بنابراین، باید این نقشه‌ها به فرمت‌های قابل قبول در فرآیندهای GIS تبدیل گردد. این فرآیند از طریق فناوری اسکن کردن میسر شده و به دستگاهی که این کار را امکان پذیر می‌سازد "اسکنر" گفته می‌شود. در واقع،

اسکنر دستگاهی است الکترونیکی که به وسیله آن امکان ورود اطلاعات موجود در روی نقشه‌ها و حتی عکس‌های هوایی به داخل کامپیوتر ممکن می‌گردد. با توجه به نیاز و هدف جمع‌آوری اطلاعات انواع اسکنرها عبارتند از:

- اسکنر دستی قابل حمل در ابعاد A4 که برای اسکن نمودن نقشه‌های بسیار کوچک به کار گرفته می‌شوند.
- اسکنرهای معمولی و یا روی میزی در ابعاد A3 که به منظور اسکن نمودن نقشه‌های متوسط اندازه قابل استفاده هستند.
- اسکنرهای مسطح قابل تغذیه که شبیه یک دستگاه فاکس عمل نموده و می‌توان نقشه‌ها و یا اسناد موجود را به وسیله آن‌ها به داده‌های رقومی تبدیل کرد.
- اسکنرهای ایستا و در ابعاد بزرگ که معمولاً توسط سازمان‌ها و مراکز حرفه‌ای به کار گرفته می‌شوند، و با استفاده از آن‌ها می‌توان اطلاعات موجود در روی نقشه‌هایی در ابعاد A0 و اندازه بزرگ را به کامپیوتر منتقل نمود (شکل



شماره 2-3).

شکل شماره 2-3: انواع اسکنرها به منظور اسکن کردن نقشه‌های آنالوگ به حالت رقومی امروزه، در ارتباط با فناوری GIS، اسکنرها از پیشرفته‌ترین سخت افزارهایی هستند که می‌توان با استفاده از آن‌ها داده‌های موجود در نقشه‌ها (عوارض نقطه‌ای، خطی و سطحی)، متن‌ها و علائم را با کمترین دخالت اپراتور به صورت رقومی در ساختار رستری تبدیل نمود. به لحاظ سخت‌افزاری دو دسته از اسکنرهای استوانه‌ای و تخت مطرح اند. اسکنرهای تخت شبیه دستگاه فتوکپی هستند و معمولاً نقشه بر روی یک صفحه مسطح و ثابت قرار گرفته و سنجنده اسکنر خط به خط بگونه‌ای حرکت می‌کند که به‌تواند تمامی نقشه را در اندازه‌های بسیار کوچک (اندازه تفکیک) مورد سنجش قرار دهد. اما، در اسکنر استوانه‌ای، استوانه و نقشه نصب شده بر روی آن دوران نموده و سنسور مربوطه بازتابش‌های موجود را ثبت می‌کند. باید یادآور شد که کیفیت داده‌های حاصل از اسکنرها بستگی به ماهیت نقشه‌های موجود و نوع اسکنری دارد که مورد استفاده قرار می‌گیرد. مهمترین مشخصه یک اسکنر توان تفکیک آن است، به این مفهوم که هر چه اندازه تفکیک ریزتر

باشد، توان تفکیک بالاتر خواهد بود و بالعکس. معمولاً توان تفکیک هر اسکتری به نقطه در اینج بیان می‌گردد. انواعی از اسکترها دارای توانی تا 6000 نقطه در اینج می‌باشند، ولی انواعی که دارای توان تفکیک بین 2000 تا 3000 می‌باشند دارای کاربرد فراوانی هستند. هر چه اندازه تفکیک کوچکتر انتخاب شود، جزئیات بیشتری از نقشه برداشت خواهد شد. در این صورت، با افزایش توان تفکیک حجم فایل حاصله از عمل اسکن بیشتر خواهد بود. به‌طور مثال، یک برگ از نقشه 1:50000 که دارای ابعاد معادل  $47/7 * 55/2$  سانتی متر است، در صورتی که با یک اسکتر سیاه سفید و با تفکیک 300 رقومی شود، حجمی معادل 37 مگابایت و در صورتیکه با تفکیک 600 اسکن گردد، حجمی معادل 147 مگابایت را اشغال خواهد نمود.

امروزه، عمل اسکن نمودن با سرعت زیاد و کمترین دخالت کاربران انجام می‌شود، اما در صورتیکه هدف استخراج داده‌های برداری از آن باشد، نیاز به حجمی از کار ویرایشی توسط اپراتور است، به‌ویژه آنکه در روی نقشه اسکن شده مقادیری از اطلاعات گرافیکی شبیه بهم از نقطه نظر کارتوگرافیکی به‌همراه انواع نوشته‌ها متراکم شده باشد. هر چندکه، برنامه‌های اتوماتیک نرم‌افزاری متعددی برای شناسایی، ردیابی و تبدیل پدیده‌ها از ساختار رستری به برداری تهیه شده‌اند، اما، همچنان نیاز به دخالت انسان با انجام حجم‌کاری سنگین در فرآیند ویراستاری داده‌ها احساس می‌گردد. گاهی این مسئله موجب می‌شود که ورود داده‌ها به محیط GIS با استفاده از رقومگرها بیشتر مورد توجه قرار گیرد. با توجه به پیشرفت‌های روزافزون در این فنآوری، می‌توان انتظار داشت که به‌زودی اسکترها در فرآیند رقومی‌سازی و تهیه نقشه‌های برداری نقش مهمتری را ایفاء نمایند.

#### ت) به‌کارگیری سیستم تعیین موقعیت جهانی

برای اولین بار، پروژه 12 میلیارد دلاری سیستم ناوبری GPS توسط سازمان دفاع نظامی ارتش کشور آمریکا در سال 1970 میلادی شروع شد. از آن زمان تا بحال پیشرفت‌های بسیار چشمگیری در این تکنولوژی صورت گرفته است. با توجه بر پیشرفت‌های بعدی در فنآوری ارتباطات فضایی، امروزه این امکان ایجاد گردیده که در هر لحظه از زمان و در هر جای دنیا موقعیت‌های جغرافیایی به‌طور دقیق تعیین و اطلاعات مورد نیاز را به‌صورت رقومی فراهم آورد. این تکنولوژی که، به‌نام GPS معروف گشته است در جهت کسب اطلاعات مکانی از پدیده‌های مختلف - حتی اشیاء متحرک نظیر: کشتی‌ها در روی اقیانوس‌ها، کامیون‌ها در مسیر جاده‌ها و جابجایی جانداران (مثلاً پرندگان مهاجر) - به‌کار گرفته می‌شود. ماهواره‌های GPS در ارتفاعی معادل 12000 مایل و دو بار در هر 24 ساعت کره زمین را دور می‌زنند. ماهواره‌های مربوطه به‌طور دائم، سیگنال‌های رادیویی موج بلند به‌طرف زمین ارسال می‌نمایند که حاوی اطلاعات مربوط به موقعیت و زمان دقیق در روی کره زمین است. این علائم بدون محدودیت در اختیار تعداد نامحدودی از کاربران می‌تواند قرار گیرد و هر نقطه در روی زمین با یک آدرس مشخصی متمایز گردد. توسط ماهواره‌های مربوط به سیستم تعیین موقعیت جهانی از این طریق، اطلاعات مربوط به سیستم مختصات (عرض و طول جغرافیایی) و میزان ارتفاع در هر مکانی قابل ثبت است. علاوه، GPS امکان می‌دهد سایر اطلاعات حیاتی ناوبری نظیر: جهت حرکت، امتداد مسیر، میزان فاصله طی شده و زمان مورد نیاز در هر جایی از سرتاسر کره زمین و در هر شرایط جوی ثبت گردد (صالح آبادی، 1376).



شکل شماره 4-2: یک دستگاه GPS دستی گارمین

در شکل شماره 4-2 مشخصات یک دستگاه Garmin eTrex ارائه شده است. اساس فناوری GPS مربوط به محاسبه زمان دقیق - که توسط یک ساعت اتمی با خطائی معادل یک ثانیه در هر 750 سال - و محاسبه موقعیت‌های مکانی است. سیگنال‌های ارسالی توسط دستگاه‌های GPS حداقل از سه ماهواره به‌طور همزمان امکان انجام محاسبات ژئومتریک را میسر می‌سازد. یادآور می‌گردد، گیرنده GPS با دریافت علائم ارسالی از سه ماهواره مختصات جغرافیایی (عرض و طول) را ارائه می‌دهد و با دریافت سیگنال‌های ارسالی چهارمین ماهواره اطلاعات مربوط به ارتفاع نقاط را هم محاسبه می‌نماید. بنابراین، از طریق این فناوری، هر محقق علوم زمینی که طی عملیات زمینی به‌خواهد بداند کجا بوده، کجاست و به کجا می‌رود و هر جغرافیادانی که تمایل داشته باشد در جهت مدیریت عملیات مکانی و زمانی خود در صحرا موفق بوده باشد، به یک وسیله پیشرفته‌ای مانند GPS نیازمند است (رسولی، 1382). با بهره‌گیری از گیرنده‌های GPS می‌توان: طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع نقاط، سرعت اشیاء متحرک، مسیر و جهت حرکت، فاصله تا مقصد، زاویه انحراف از مسیر، فواصل نقاط مشخص و شمال جغرافیایی را محاسبه نموده و آن‌ها را به محیط GIS منتقل نمود.

با ورود GPS به عرصه جهانی و افزایش کاربرد آن در علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی شهری، یکی از موثرترین روشهای اخذ و جمع‌آوری مشاهدات به جامعه متخصصان مربوطه ارائه گردیده است. با GPS در هر شرایط جوی می‌توان به

تعیین موقعیت‌های مکانی پدیده‌ها مبادرت نمود. کار با آن مقرون به صرفه و سریع‌تر است. با استفاده از این تکنولوژی می‌توان مبادرت به تعیین سطح مبنا نموده، عملیات نقشه‌برداری اولیه را انجام داد و با تعیین سیستم تصویر معینی مختصات جغرافیایی مورد نیاز را محاسبه نمود. مسلماً، با آشنایی اصولی با امکانات عرضه شده از طریق این فنآوری، جغرافیدانان، زمین‌شناسان، کارتوگراف‌ها و نقشه‌برداران می‌توانند اطلاعات کسب‌شده را وارد محیط GIS نموده و به تنهایی و یا به‌همراه سایر داده‌های رقومی پردازش‌های مورد نیاز را انجام دهند. بنابراین، هر متخصص GIS ایکه با زمین و پدیده‌های مربوطه سروکار دارد، می‌تواند با بهره‌برداری از این سخت‌افزار مدرن تحولی اساسی در نحوه اخذ و ورود اطلاعات مکانی ایجاد نماید.

با توجه به پیشرفت‌های حاصله در نحوه ارتباطات فضایی، امروزه، این امکان ایجاد گردیده که در هر لحظه از زمان و در هر جای دنیا موقعیت‌های جغرافیائی را با دقت بسیار بالا تعیین و اطلاعات توصیفی مرتبط را به‌صورت رقومی ثبت نمود. کاربران می‌توانند به‌راحتی با دستگاه گیرنده Garmin eTrex Vista نقاط مشاهداتی را برداشت، سپس با استفاده از نرم‌افزار واسط GPS Utility داده‌های نقطه‌ای، خطی و چندضلعی را به فرمت Shapefile تبدیل نمایند. نحوه دریافت لایه نقاط کنترل و ایجاد نقشه توزیع مشاهدات زمینی در محیط نرم‌افزارهای ArcView و ArcGIS امکان‌پذیر است. دریافت و نمایش مشاهدات زمینی در محیط نرم‌افزارهای GIS سرآغاز ایجاد بانک‌های اطلاعاتی منسجم و البته اعمال تحلیل‌های مکانی هدفمند محسوب می‌گردد. به‌طور حتم، توجه به مسائل مندرج در ذیل شما را در کسب مهارت‌های مربوطه یاری خواهد کرد:

ن اجتناب از بکارگیری روش‌های دستی غیرقابل اعتماد در برداشت نقاط مشاهداتی،

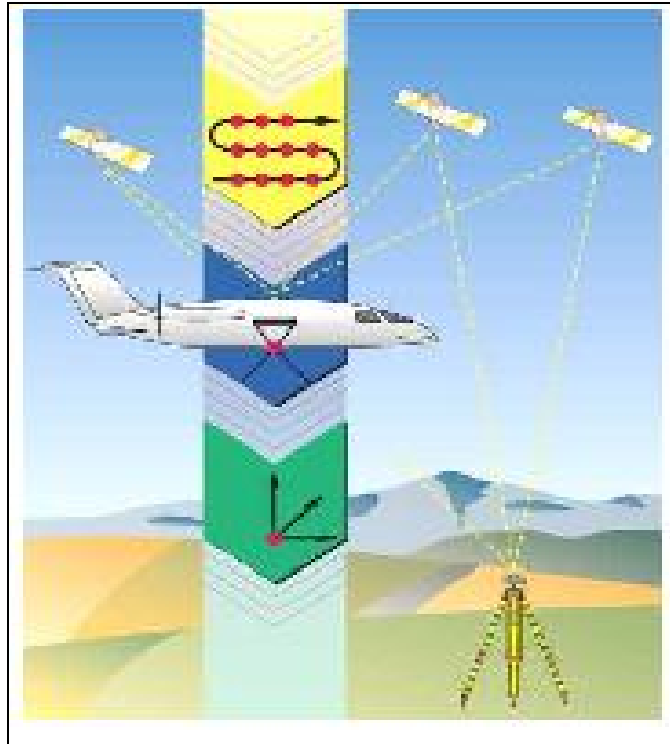
ن ممارست در اجرای تمرینات عملی،

ن بکارگیری سایر ابزارها و امکانات موجود در محیط‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری،

ن توجه به جنبه‌های کاربردی نهائی.

#### ج) دستگاه‌های فتوگرامتری رقومی

در یک تعریف بسیار ساده، فن تبدیل عکس هوایی به فرم معادل نقشه مربوطه را فتوگرامتری گویند. در حال حاضر، دستگاه‌های فتوگرامتری مختلف توان ارائه داده‌های رقومی مورد نیاز GIS را دارا هستند. از طریق این فنآوری، اطلاعات مورد نیاز پروژه‌های GIS با دقت بسیار بالا و برای مناطق جغرافیایی فراهم می‌گردد (پور ناصح، 1372). در بسیاری از پروژه‌های GIS شهری به‌منظور تهیه نقشه بسیار دقیق پایه (کاداستر) می‌توان با اطمینان از عکس‌های هوایی بزرگ مقیاس (در حدود 4 هزارم) از روش‌های فتوگرامتری رقومی استفاده نموده و عکس‌های هوایی تصحیح شده از نظر ارتفاعی را به محیط GIS جهت انجام تحلیل‌های بعدی وارد کرد (سرپولکی، 1371).



شکل شماره 5-2: فرآوردهای فناوری فتوگرامتری در خدمت GIS

با عنایت بر تولیدات بسیار دقیق ماهواره‌ای با تفکیک زیر یک متر (ایکونوس)<sup>41</sup> و عرضه نرم‌افزارهای تحلیلگر شیء-گرای هوشمند<sup>42</sup> امروزه توجهات خاصی به برقراری ارتباط بین فتوگرامتری و GIS مبدول داشته شده است، به نحویکه معماری نرم افزار "پی سی آی ژئوماتیک"<sup>43</sup> بر اساس پردازش تصاویر سنجش از دور، بهره‌گیری از توابع فناوری فتوگرامتری، تحلیل اطلاعات در محیط GIS و نمایش مدل‌های نهایی از طریق کارتوگرافی رقومی استوار گشته است. نرم افزار تخصصی "فتومد"<sup>44</sup> نیز اساساً به منظور پردازش‌های فتوگرامتریک و انتقال داده‌های مستخرج از عکس‌های هوایی به محیط GIS طراحی شده است (شکل شماره 5-2).

#### ح) دستگاه‌های نقشه‌برداری

از طریق نقشه‌برداری‌های زمینی کلاسیک و با استفاده از دستگاه‌های تئودولیت امکان برداشت اطلاعاتی نظیر زوایا و فواصل وجود دارد، که می‌توان آن‌ها را به محیط GIS تغذیه نمود. بعلاوه با استفاده از دستگاه‌های مدرن نقشه‌برداری نظیر "توتال استیشن"<sup>45</sup> امکان جمع‌آوری اطلاعات بسیار دقیق رقومی فراهم شده است. در واقع، این دستگاه از ترکیب یک دستگاه

<sup>41</sup> Ikonos  
<sup>42</sup> eCognition  
<sup>43</sup> PCI Geomatica  
<sup>44</sup> PhotoMode  
<sup>45</sup> Total Stations

تودولیت الکترونیکی، یک وسیله فاصله‌یاب الکترونیکی و یک کامپیوتر هوشمند تشکیل یافته است. توسط این دستگاه می‌توان به‌طور اتوماتیک مقادیر فاصله، جهت و زوایای عمودی و افقی را اندازه‌گیری و نمایش داد. از طریق نرم‌افزارهای<sup>46</sup> مربوطه امکان اعمال تصحیحات و تنظیمات مورد نیاز امکان پذیر می‌گردد. با تلفیق و ترکیب منطقی داده‌های زمینی که توسط توتال استیشن حاصل می‌آید و اتصال آن‌ها به یک پایگاه اطلاعاتی GIS توانایی‌های منحصر بفردی در تحقیقات مشترک ایجاد شده است. در این میان می‌توان از دستگاه‌های استریوسکوپ رقومی نیز به منظور تبدیل نقشه‌های آنالوگ به رقومی و استخراج لایه-های اطلاعاتی مورد نیاز برای فنآوری GIS استفاده برد.

### 2-2-3-2-3 سخت‌افزارهای خروجی و نمایش اطلاعات

از امتیازات مهم GIS، قدرت آن در تجسم اطلاعات متنوع از مکان‌های مختلف جغرافیایی و انتقال صحیح مدل‌های دنیای واقعی به‌طریقی تصویری به ذهن بیننده است. تفسیر نتایج بستگی مستقیم به نوع عرضه و نمایش نتایج دارد. کارتوگراف‌ها و جغرافیدانان در صورت آگاهی از اصول بهره‌گیری از محیط‌های سخت‌افزاری در جهت نمایش یافته‌ها در محیط GIS، می‌توانند به جنبه‌های پیشرفته کاربردی نایل آیند. به‌طور کلی اهم سخت‌افزارهایی که با هدف خروج اطلاعات و نمایش مدل‌ها به‌کار گرفته می‌شوند عبارتند از:

- صفحه مانیتور کامپیوتر با هدف نمایش اولیه اطلاعات، ارتباط بصری با یافته‌ها و تصحیح نتایج،
  - پلاتر خطی به منظور چاپ اولیه مدل‌های طراحی شده عمدتاً در فرمت برداری،
  - پلاتر رستری در حالت الکترونیکی و یا لیزری برای نمایش نتایج در فرمت رستری،
  - چاپگرهای سیاه و سفید برای ظهور و بررسی اولیه نتایج کار،
  - چاپگرهای رنگی در اندازه‌های مختلف با هدف تولید مدل‌ها در فرمت کاغذی،
  - فاکسی مایل<sup>47</sup> با هدف ارسال اطلاعات رقومی و برقراری ارتباطات بین متخصصان و کاربران،
  - فاکس - مودم به منظور ایجاد ارتباط و شراکت در عقاید و یافته‌ها بین همه متخصصان از طریق اینترنت جهانی.
- موقعیکه متخصص GIS مدلی را طراحی می‌نماید، هدف اصلی این است که داده‌های منتج را جهت درک اصولی افراد مخاطب به نمایش گذارد. به همین منظور افرادی که به GIS به‌عنوان یک ابزار کارتوگرافی می‌نگرند، باید در جهت انتقال اطلاعات به بهترین ابزارهای سخت‌افزاری نمایشگر دسترسی داشته باشند. تجربه نشان داده است، در صورت به-کارگیری روش‌های نامناسب نتایج نادرستی اخذ می‌گردد. استنباط غیراصولی به‌نوبه خود منجر به تصمیم‌گیری غلط و در نتیجه موجبات از دست رفتن زمان، تباهی سرمایه‌ها و عقیم‌ماندن تلاش متخصصان در فرآیند صنعت GIS خواهد بود. توسط شکل شماره 2-6 چند دستگاه سخت‌افزار پلاتر و پرینتر رنگی با هدف خروج اطلاعات حاصله در محیط GIS نمایش داده شده است.

<sup>46</sup> بعنوان مثال نرم افزار TopSurv

<sup>47</sup> Facimile



شکل شماره 2-6: چند دستگاه پلاتر و چاپگر رنگی در ابعاد مختلف

### 2-3 نرم افزارها

نرم افزارها از اصلی ترین اجزاء GIS محسوب می گردند چرا که از طریق آن ها می توان انواع مشاهدات جغرافیائی را جمع آوری، داده ها را مدیریت، و مدل های مورد نیاز را طراحی نمود. در اصل، نرم افزارهای GIS توابع و ابزارهایی هستند، که به منظور ورود، ذخیره، تحلیل و نمایش اطلاعات متنوع به کار گرفته می شوند. بنابراین، هسته هر سیستم GIS را نرم افزارها تشکیل می دهند، چرا که با استفاده از آن ها امکان اعمال توابع معین میسر می شود. مدیریت داده ها از قبیل تغییر حالت، تبدیل و انجام انواع تحلیل های مکانی به وسیله توابع تعبیه شده در نرم افزارها امکان پذیر می گردد. البته به غیر از نرم افزارهای اصلی در مدیریت پروژه های GIS باید از سایر نرم افزارهای کمکی نیز بهره برد. در سطح دنیا نرم افزارهای متنوعی از طرف توسعه دهندگان فنآوری نرم افزاری تولید و عرضه شده است، که هر کدام از آن ها دارای قابلیت ها و توانایی های منحصر بفرد خود می باشد. به فرا خور سطح دانش و اهداف تولیدکنندگان، نرم افزارها علیرغم داشتن تشابهات ظاهری از نقطه نظرهای کاربردی متفاوت می نمایند. در این فصل، به اختصار مشخصات اصلی بعضی از نرم افزارهای شناخته شده GIS در کشور ایران شرح داده شده است.



اغلب برنامه‌های نرم‌افزاری طراحی شده در زمینه GIS، دستورات و توابع عملیاتی مورد نیاز را به منظور اهداف اصلی نظیر: ورود، تغییر و تبدیل، تحلیل و نمایش داده‌ها را در بر دارند. معمولاً محصول اصلی به‌عنوان تولید اولیه به بازار مصرف معرفی می‌شود، که توان انجام بسیاری از دستورات را دارد. اما، با توجه به پارامترهای متعددی نظیر نیازهای متنوع کاربردی و سلیقه‌های تجاری، در خیلی از موارد محصول اصلی از طریق محصولات بعدی و یا توابع الحاقی تقویت می‌شوند (Dangermond, 1987). بعلاوه، بعضی از نرم‌افزارهای تخصصی توسط دولت‌ها، شرکت‌های خصوصی و حتی دانشگاه‌ها طراحی و یا توسعه داده می‌شود تا نیازهای تعریف شده و تخصصی رفع گردد. بنابراین، نباید انتظار داشت که یک و یا مجموعه‌ای از نرم‌افزارها به‌توانند کلیه خواسته‌های فنی، علمی و کاربردی خیل عظیم متخصصان و کاربران متنوع در سرتاسر دنیا را پاسخگو باشند (ادراست، 1379). اما هر نرم‌افزار GIS باید حداقل توانایی‌های زیر را داشته باشد:

- دارای ابزارهایی به منظور ورود، تغییر و تبدیل داده‌های جغرافیایی،
- دارای سیستم مدیریت پایگاه اطلاعات DBMS.
- توابع اجرای تحلیل‌های مکانی نظیر پرسشگری، انطباق لایه‌ها و مدل‌سازی سه بعدی،
- محیط حد واسط گرافیکی به منظور دسترسی سریع و آسان به ابزارها و توابع موجود.

در سطح جهان، با توجه به سطوح تکنیکی و علمی نابرابر، انتظارات متنوع و کاربردهای مختلف انواع نرم‌افزارهای GIS به بازار معرفی شده است که اهم آن‌ها در جدول شماره 1-2 ارائه شده است.

جدول شماره 1-2: اهم نرم‌افزارهای مطرح در کشور ایران

ردیف	عنوان نرم افزار	شرکت سازنده	کاربردهای ویژه
1	ARCGIS	ESRI	جدیدترین نرم‌افزاری که معماری آن از ترکیب سایر نرم‌افزارهای شرکت ESRI طراحی شده است و دارای قابلیت‌های ویژه‌ای در مدیریت انواع داده‌هاست
2	ARC/INFO	ESRI	عمدتاً براساس ساختار برداری با هدف ذخیره، تحلیل و نمایش داده‌های جغرافیایی دارای پایگاه اطلاعات RDBMS
3	PC ARC/INFO	ESRI	رقومی کردن داده‌ها، ایجاد لایه‌ها و پایگاه داده‌ها، انجام تحلیل‌های مکانی مانند انطباق داده‌ها و پرسشگری
4	ArcView	ESRI	نرم‌افزار خاص رومیزی نمایشگر فایل‌های اتوکد و انواع اطلاعات عمدتاً جنبه‌های آموزشی دارای توابع بسیار زیاد و متنوع
5	ArcCad	ESRI	مدیریت فایل‌های اتوکد ایجاد توپولوژی پایگاه اطلاعات و بعضی از تحلیل‌های مکانی
6	IDRISI	دانشگاه کلارک	پردازش تصاویر و مدل‌سازی های محیطی و مدیریت منابع طبیعی

مطالعات منابع آب و خاک، مدل سازی از فرآیندهای در ارتباط با فرسایش خاک	ITC <sup>48</sup>	ILWIS	7
مدیریت داده‌های مکانی ایجاد روابط توپولوژیک و جنبه‌های کارتوگرافیک	مؤسسه کاریس	CARIS	8
دارای کاربری ویژه در صنایع آب و برق، مخابرات و مدیریت حمل و نقل	کمپانی GE	Small World GIS	9
نرم افزار ویژه تحلیل‌های مکانی با پذیرش فرمت‌های رستری و برداری با قابلیت کاربردی در زمینه‌های علوم زمین	PCI Geomatics	SPANS	10

در حال حاضر، در سطح ایران از نرم‌افزارهای فوق‌الذکر نرم‌افزار ArcGIS کاربران زیادی دارد، بنابراین، مشخصات و قابلیت‌های مربوطه به اختصار شرح داده شده است.

### 1-3-2 نرم افزار ArcGIS در یک نگاه

نرم‌افزار ArcGIS، از مجموعه نرم‌افزارهای GIS شرکت ESRI می‌باشد که توانای بالایی در مدیریت و تحلیل داده‌های مکانی دارد. این نرم‌افزار با توانایی بالای گرافیکی و دقت زیاد در رقومی سازی، قادر به انجام آنالیزهای مکانی، مدل سازی‌ها، آنالیز سه بعدی، تنوع در توپولوژی سازی لایه‌ها می‌باشد. نرم افزار مورد نظر دارای بخش‌های متعددی است که به‌طور مستقل کار می‌کنند و در عین حال یکپارچگی خود را در تمام مراحل حفظ می‌نمایند. نرم افزار ArcGIS، فرمت‌های dwg، dxf، coverage، shapefile و اکثر فرمت‌های سلولی مانند: .jpg، .lan، .ers، .bmp، .bil، .bip، .img، .bmp و tif را قبول و توانمندی تهیه خروجی به هر فرمتی را دارد. این نرم‌افزار دارای محیط‌های ArcToolbox، ArcCatalog، ArcMap، ArcScience و همچنین محیط‌های ArcInfo مثل، Arcplot، Arcedit، ArcGrid و می‌باشد و هر کدام از این محیط‌ها به‌طور مستقل، ولی همگی در قالب یک نرم‌افزار یک‌پارچه شامل سه بخش مهم و کلیدی زیر است:

Desktop (a)

ArcSDE (b)

ArcIMS (c)

بخش Desktop شامل محیط‌های ArcView، ArcEditor، و ArcInfo است و برای کاربردهای فنی و پیشرفته مناسب می‌باشد. بخش ArcIMS (Internet Map Server) و ArcGIS Server برای ساخت فضاهاى اینترنتی به‌کار می‌رود تا نقشه‌ها، داده‌ها و اطلاعات را بر روی اینترنت منتقل کند؛ بدینوسیله این امکان فراهم میشود تا اشخاصی که نرم‌افزارهای GIS را ندارند، بتوانند از GIS استفاده کنند. اما بخش ArcSDE (Spatial Database Engine) تبادل اطلاعات مابین ArcGIS و سیستم‌های مدیریت پایگاه داده رابطه‌ای را مدیریت می‌کند. با ArcSDE این امکان برای کاربران به وجود می‌آید که داده‌های جغرافیایی ذخیره شده را به صورت متمرکز ویرایش کرده و یا به اشتراک بگذارند. ArcGIS نسخه ۹x، غیر از ArcGIS Desktop سه محصول کلیدی و مهم دیگر مانند: Embedded Mobile GIS، GIS و Server GIS را شامل می‌باشد. در این مجموعه، محصول نرم‌افزاری ArcPad، توابع و قابلیت‌های ضروری GIS را در کامپیوترهای جیبی مهیا کرده است. در بخش Embedded GIS، محصول نرم‌افزاری ArcGIS Engine موجب می-

<sup>48</sup> International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC)

شود تا امکان تعبیه کارکردهای GIS در دیگر تولیدات فراهم گردد. برنامه‌نویسان می‌توانند توانمندی‌های تولید نقشه و تجزیه و تحلیل مکانی را به کاربردهای نرم‌افزارهای مورد نظرشان به‌افزایند و یا براساس سفارش کاربران محیط‌های کاری خود را تنظیم کنند.

ضمناً محیط ArcGIS Desktop، دامنه گسترده‌ای از نیازهای استفاده کنندگان را برآورد که شامل محیط‌های ArcView، ArcEditor و ArcInfo می‌باشد. عملیات بر روی داده‌ها و لایه‌ها از قبیل مدیریت روی داده‌ها، طراحی متادیتا، طراحی نقشه، ساخت لایه‌های اطلاعاتی، پردازش‌های مکانی، زمین مرجع کردن لایه‌های اطلاعات جغرافیایی، تحلیل‌های مکانی، مدل‌سازی‌های، مکان‌یابی، مدل‌سازی سه‌بعدی، تحلیل‌های زمین آماری و سایر روش‌های ویراستاری و مدیریتی داده‌ها در امکانات بخش Desktop قابل اجرا می‌باشد. برنامه‌های کاربردی ArcGIS از طریق سه نرم‌افزار بسیار کارآمد زیر قابل دسترسی است:

Ø ArcView ابزارهای جامع تولید نقشه و تحلیل را به همراه ابزارهای ویرایش ساده و پردازش عوارض زمینی در اختیار می‌گذارد.

Ø ArcEditor علاوه بر تمام کارهای ArcView قابلیت‌های پردازشی پیشرفته‌ای را نیز دارا است.

Ø ArcInfo کار هر دو نرم‌افزار یاد شده را جهت رسیدن به پردازش پیشرفته عوارض زمینی بسط داده است.

یادآور می‌شود محیط ArcToolbox به منظور اعمال تحلیل‌های مکانی طراحی شده است که شامل ArcInfo، به همراه مجموعه کامل و جامعی از ابزارها برای پردازش عوارض زمینی، انتقال داده‌ها، مدیریت نقشه‌ها، تحلیل‌های مکانی، ارائه نقشه‌ها و بسیاری کارهای دیگر عرضه شده است. محیط ArcGIS Desktop نرم‌افزار ArcGIS شامل محیط‌های ArcCatalog، ArcMap، ArcToolbox، ArcScience، ArcGlob، ArcGrid، ArcEdite می‌باشد. بخش Desktop شامل محیط‌های زیر است:

### محیط ArcMap

این محیط بخش مرکزی و توانمند نرم‌افزار ArcGIS می‌باشد. عملیات مهم و اساسی GIS در این محیط انجام می‌شود. عملیات اساسی ArcMap به قرار زیر است:

ü توانایی ورود اطلاعات مکانی، زمین مرجع کردن و تعریف سیستم‌های تصویر مرتبط،

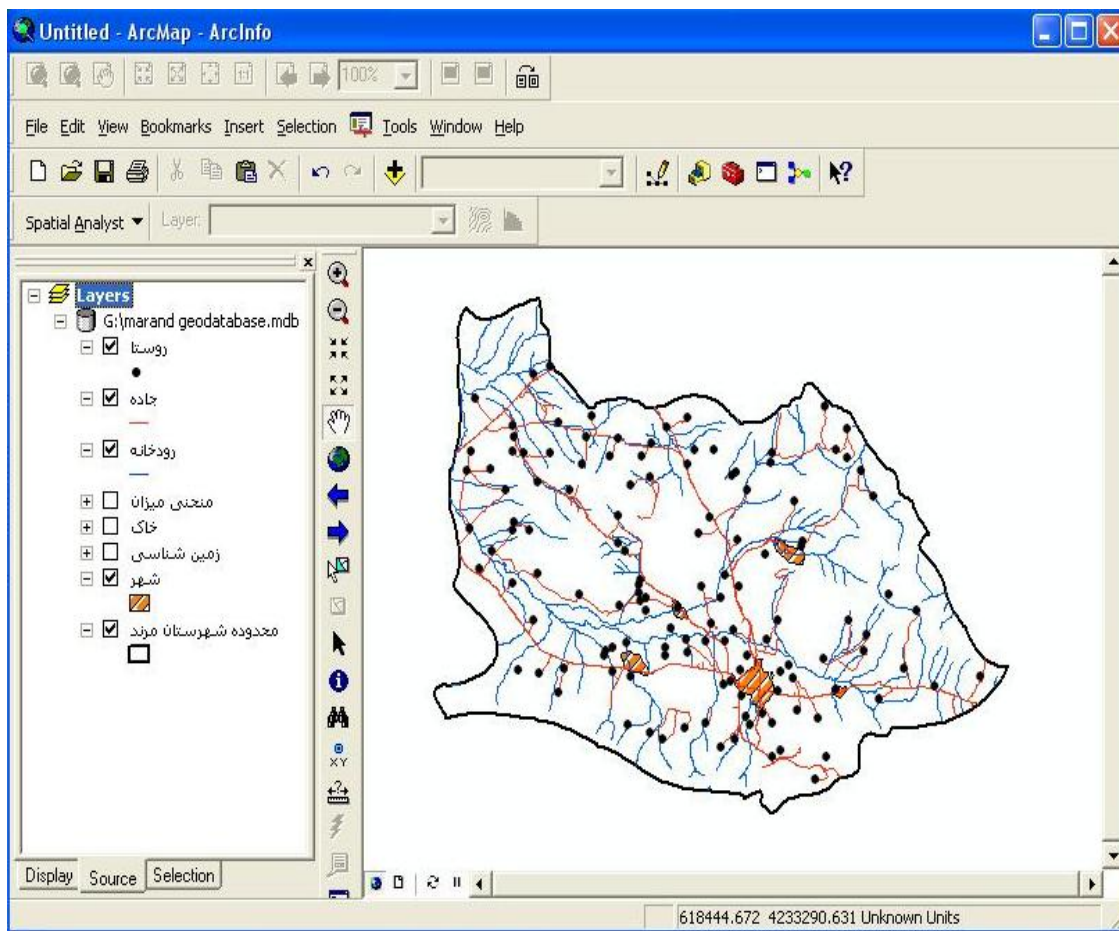
ü قابلیت اصلاح و ویرایش کامل عوارض مکانی،

ü ورود اطلاعات توصیفی و ایجاد پایگاه اطلاعات برای داده‌های مکانی،

ü قابلیت ساخت لایه از داده‌های گرافیکی و ایجاد پایگاه داده‌ها،

- ۱۱ قابلیت کارتوگرافی و نمایش مناسب عوارض و تهیه نقشه‌های خروجی،
- ۱۲ مدیریت انواع مختلف عوارض نقشه‌ها،
- ۱۳ زمین پردازش داده‌ها و تحلیل‌های مکانی.
- ۱۴ مدل‌سازی و مکان‌یابی،
- ۱۵ تحلیل‌های سه‌بعدی
- ۱۶ تبدیل اتوماتیک فایل‌های رستری به برداری و بالعکس
- ۱۷ آدرس‌یابی<sup>۴۹</sup>،
- ۱۸ دسترسی مستقیم به محیط برنامه‌نویسی Visual Basic Application برای طراحی برنامه‌های کاربردی،
- ۱۹ امکان اجرای توابع زمین‌آماری،
- ۲۰ و اجرای سایر توابع متعدد کاربردی دیگر.

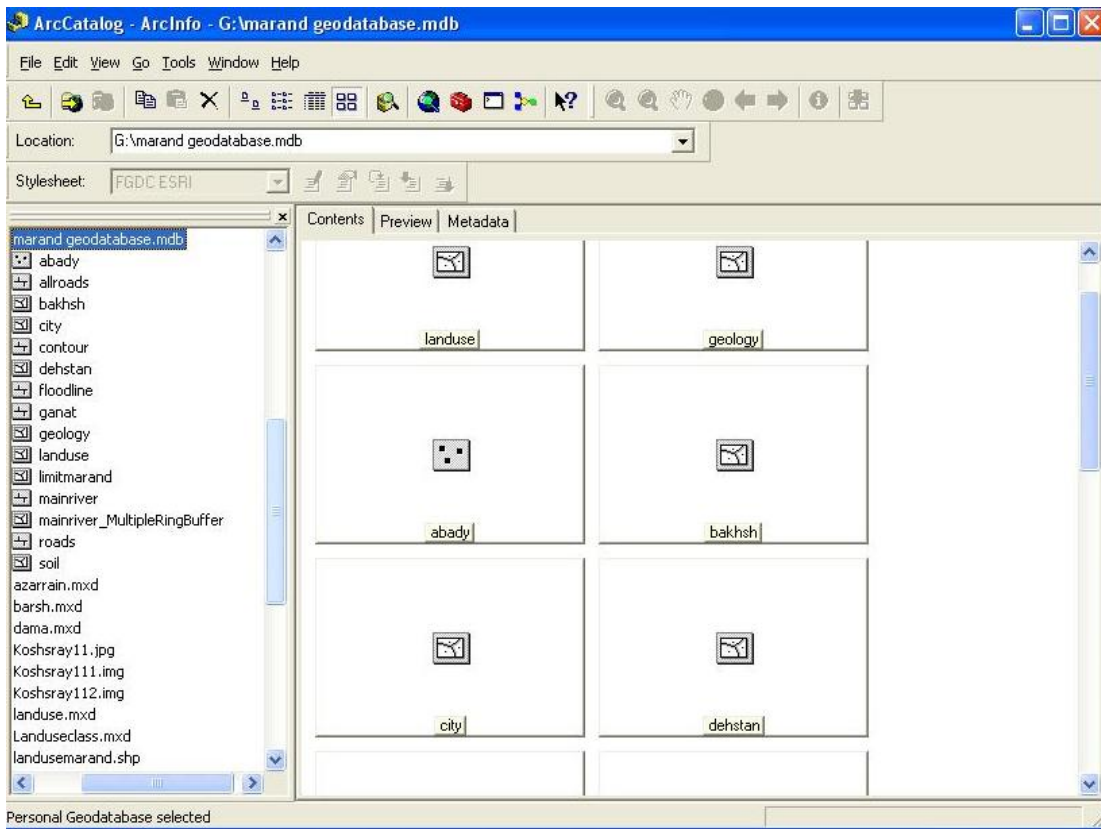
در محیط ArcMap، برخی از لایه‌های اطلاعاتی شهرستان مرند، نشان داده شده است (شکل شماره 7-2).



شکل شماره 7-2: محیط ArcMap نرم‌افزار ArcGIS

## محیط ArcCatalog

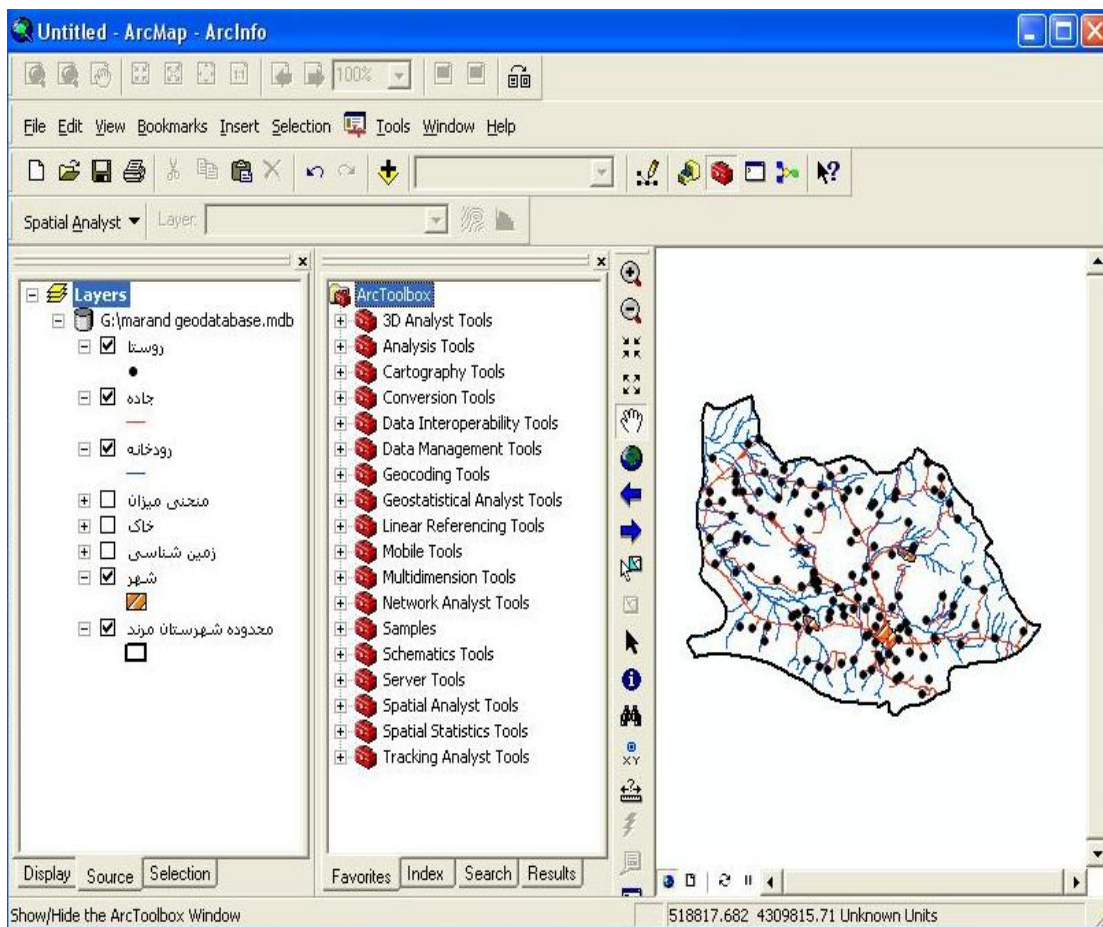
این محیط در واقع محیط ساخت لایه اطلاعاتی متناسب با ساختار و فرمت استاندارد نرم افزار ArcGIS می باشد و همچنین طراحی و اصلاح متادیتا برای مجموعه داده ها و مدیریت انواع لایه ها در این محیط انجام می شود. در این محیط، امکان ورود و خروج اطلاعات از نرم افزارهای دیگر به محیط ArcGIS و بالعکس وجود دارد. محیط ArcCatalog دارای یک جستجوگر بسیار قوی برای جستجو و یافتن داده ها و لایه های اطلاعاتی و همچنین مدیریت جداول داده های توصیفی مرتبط به لایه های مکانی می باشد. به طور کلی این محیط برای ساخت لایه و مدیریت روی متادیتا ها به کار می رود، اما با محیط های دیگر مرتبط است (شکل شماره 2-8).



شکل شماره 2-8: محیط ArcCatalog نرم افزار ArcGIS

## محیط ArcToolbox

این محیط تخصصی به منظور اعمال انواع تحلیل های مکانی طراحی شده است که، کلیه تبادل داده ها و مدل سازی های مورد نیاز در این محیط انجام می شود. البته می توان برخی از تحلیل های مکانی را در محیط ArcMap نیز انجام داد. اما محیط ArcToolbox طبق ساختار بسیار پیشرفته خود برای اعمال انواع تحلیل های مکانی شامل: مدل سازی سه بعدی، انطباق لایه ها، اعمال پرسشگری، تحلیل های همسایگی، تبدیل مدل های مکانی برداری به رستری و برعکس، تعریف ساختار توپولوژی، تغییر سیستم مختصات و سیستم تصویر طراحی شده است (شکل شماره 2-9).



شکل شماره 9-2: محیط ArcToobar نرم افزار ArcGIS

### محیط ArcScene

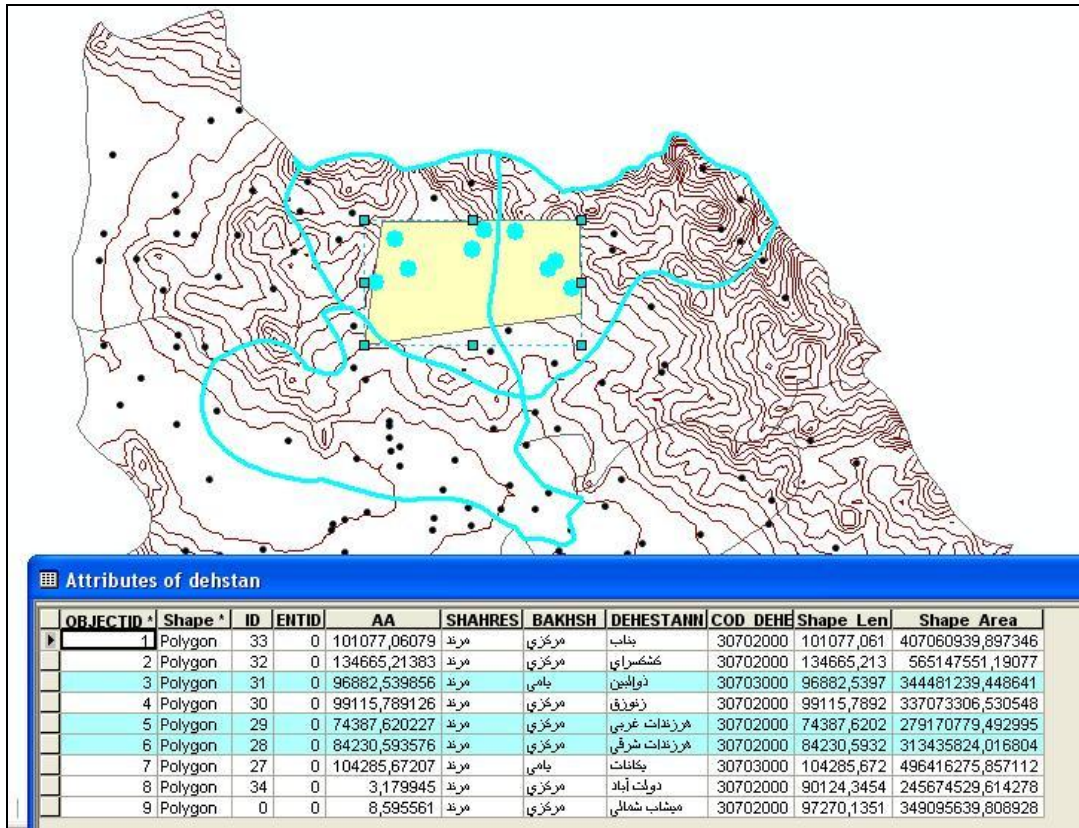
این محیط، انحصارا برای تحلیل، طراحی و اجرای مدل‌های سه بعدی و همچنین ایجاد تصاویر متحرک و نمایش مسیرهای پرواز به کار گرفته می‌شود. در مجموع ArcGIS نسخه 9/3 نرم افزاری است حرفه‌ای که با داشتن قابلیت‌های بالا در فرآیندهای ورود داده‌ها، مدیریت و ویراستاری، تولید پایگاه‌های اطلاعاتی و طراحی نقشه‌های مرتبط بسیار مورد استقبال کاربران قرار گرفته است. باید یادآور شد که در محیط ArcGIS امکان اعمال انواع تحلیل‌های مکانی با دسترسی به توابع تحلیلی محیط ArcMap به ویژه ArcToolbox میسر بوده و متخصصان حرفه‌ای با دسترسی به امکانات تخصصی سایر محیط‌های مدل‌سازی نظیر: VBA، ModelBuilder، و حتی WebGIS پیشرفت‌های چشمگیری در صنعت GIS را موجب شده اند.

### 2-4 ایجاد پایگاه‌های اطلاعات

هر سیستم GIS حداقل دارای دو نوع قابلیت کاربردی بارزی است. اولی توان اعمال سئوالات مشخص به منظور کسب اطلاعات معین از پایگاه داده‌ها است و دومی انجام تحلیل‌های مکانی با هدف مدل‌سازی‌های هدفمند می‌باشد. اما، هر دو مورد ذکر شده کاملا به پایگاه اطلاعاتی (به تعبیری بهتر به مغز سیستم GIS) که به صورت منسجم سازماندهی شده است

وابسته‌اند. بسیاری از نرم افزارهای GIS دارای پایگاه‌های اطلاعاتی منسجم و سازمان یافتی هستند. اهمیت پایگاه‌های اطلاعاتی از این واقعیت ناشی می‌شود که داده‌های موجود در پایگاه اطلاعات، به‌صورت کاملاً مرتبط به‌هم طراحی می‌شوند و دارای ساختاری منسجم جهت تلفیق و بازیابی انواع اطلاعات می‌باشند. نباید فراموش کرد که هر پایگاه اطلاعاتی معمولاً دارای معماری ویژه‌ای است که به‌منظور کاربرد خاصی طراحی گشته است. بنابراین، کلیات مطالب جاری به موضوعات مربوط به پایگاه اطلاعات از قبیل ساختار، اهمیت، نقش و بیان انواع پایگاه‌های اطلاعاتی اختصاص داده شده است چرا که از دیدگاه خیلی از متخصصان، مدیریت منطقی اطلاعات از مهمترین عوامل موفقیت هر سیستم GIS محسوب می‌گردد.

عنصر پایگاه اطلاعاتی از جهات مختلف بسیار حائز اهمیت تلقی می‌گردد، چرا که گردآوری، ذخیره‌سازی، بازیافت و سازماندهی داده‌های مورد نیاز در پروژه‌های GIS دشوار و اغلب بسیار پرهزینه است. اما در دهه‌های اخیر با ظهور تکنولوژی مدیریت داده‌ها از حجم مشکلات مربوطه تا حدود زیادی کاسته شده است و سیستم‌های کاملتری به بازار عرضه شده است (عظیم زاده، 1378). بطور کلی، طبق نظر Date (1987) به مجموعه‌ای از داده‌های جمع‌آوری شده مرتبط به یک واقعیت و یا هدف مشخصی پایگاه اطلاعات<sup>50</sup> گفته می‌شود. وجود ارتباط منطقی در میان این مجموعه اساس پایگاه‌های اطلاعاتی محسوب می‌گردد، که از طریق تغذیه، ذخیره و مدیریت منسجم انواع داده‌ها در محیط‌های کامپیوتری امکان پذیر می‌شود (شکل شماره 2-10).



شکل شماره 10-2: پایگاه اطلاعات شهرستان مرند به همراه لایه‌های توپوگرافی و روستاها  
هر پایگاه اطلاعاتی شامل داده‌های مکانی است که اطلاعات مربوط به موقعیت‌ها و شکل پدیده‌های نظیر نقاط، خطوط، محدوده‌ها، پیکسل‌ها، گریدها و TIN ها از آن طریق ذخیره می‌گردد. به‌علاوه هر پایگاه اطلاعات ویژگی‌های مربوط به پدیده‌های غیرمکانی را نیز نگهداری می‌نماید (Codd, 1981). این ویژگی‌ها معمولاً اطلاعاتی از قبیل اعداد و ارقام، نوشته‌ها، تصاویر و حتی سایر خصوصیات هستند که به‌صورت منطقی در جداول ویژه‌ای نگهداری می‌شوند. داده‌های توصیفی (یا خصیصه‌ای) در محیط‌های نرم‌افزاری تحت عنوان جداول خصوصیات پدیده‌ها<sup>51</sup> و جداول ارتباطی<sup>52</sup> (یا مرتبط) ذخیره‌سازی می‌شوند.

در محیط اغلب نرم‌افزارهای حرفه‌ای مانند ArcGIS، فرآیند تبدیل مشاهدات به فرم الکترونیکی آن در جهت ایجاد پایگاه‌های اطلاعاتی به‌طور اتوماتیک صورت می‌گیرد. ضمناً، اغلب نرم‌افزارهای تخصصی دارای سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی<sup>53</sup> هستند که فرآیند ذخیره‌سازی موثر و ایجاد ارتباط داخلی بین داده‌ها را تضمین می‌نماید. در واقع، هر سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی نرم‌افزاری است که جهت دسترسی و سازماندهی داده‌ها به کمک یک مجموعه از برنامه‌های کامپیوتری در محیط GIS به کار گرفته می‌شود. ساختار اغلب پایگاه اطلاعاتی به‌صورت استاندارد طراحی می‌شود تا تبادلات

<sup>51</sup> Feature attribute tables

<sup>52</sup> Related tables

<sup>53</sup> DataBase Management System (DBMS)



داده‌ها به آسانی صورت گیرد. در ساختار این سیستم‌ها ابزارهایی به منظور وارد کردن، ایجاد تغییرات، تبدیلات، امکان بازیابی، ویراستاری و تحلیل داده‌ها تعبیه گردیده است.

به‌طور کلی، در یک نگرش ساده، یک سری از ایتیم‌های اطلاعاتی مربوط به شی یا موضوع مکانی خاص، مانند آمار جمعیت مربوط به محدوده خاصی از شهر به‌همراه سایر مشخصات مربوطه (موقعیت و محل زندگی و آدرس‌های پستی) را می‌توان به‌عنوان یک پایگاه اطلاعاتی در نظر گرفت. در همچون پایگاه اطلاعاتی، داده‌های مربوط به یک حادثه (یا مورد خاص) یک رکورد شناخته می‌شود. بنابراین، متغیرهای ویژه‌ای از اطلاعات را هم می‌توان تحت عنوان فیلد در نظر گرفت. مانند تعداد جمعیت و یا سن افراد، که ممکن است دارای داده‌های متفاوت بوده باشد. این داده‌ها می‌تواند شامل: داده‌های عددی واقعی، رشته‌ای، نوشته‌ای، تاریخ، زمان و یا بر اساس منطق بولین تنظیم گردد. در همچو پایگاهی شناسه‌های مشخص در برگیرنده تمامی رکوردها تحت عنوان فیلد کلیدی شناخته می‌شود.

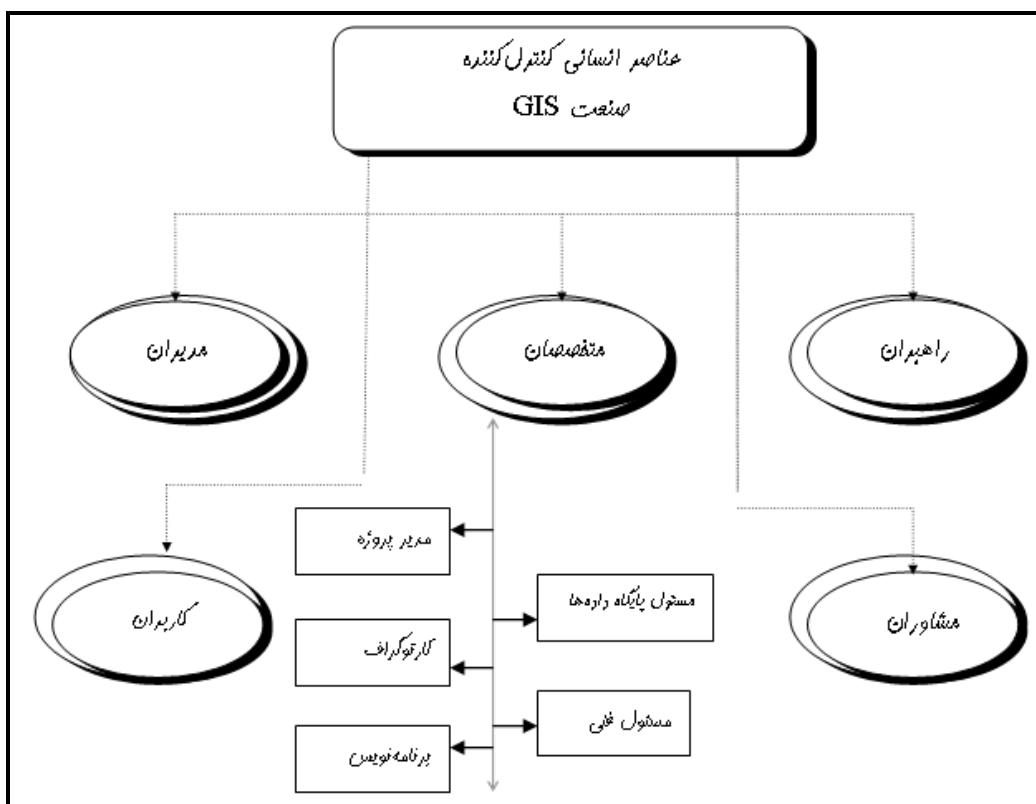
برای اینکه هر پایگاه اطلاعاتی قابلیت اصلی خود را داشته باشد باید سری داده‌ها شامل رکوردهای یکنواخت و منسجمی باشد که در واقع برای هر مورد خاص مثلاً برای موقعیت جغرافیایی یک ایستگاه ثبت بارش اطلاعات اصلی را ارائه دهد. هر رکورد ممکن است دارای چندین فیلد بوده باشد که هر کدام از آن‌ها یک نوع اطلاعات مشخصی را ذخیره می‌سازد. تعداد و مشخصات فیلدها باید برای هر رکورد باید ثابت باشد. به‌عنوان مثال، هر رکورد در کلاس مربوط به ایستگاه‌ها ممکن است دارای فیلدهایی نظیر اسم، طول و عرض جغرافیایی، نوع و ماهیت و سایر ویژگی‌های دیگر آن باشد. محتوای فیلدها ممکن است از نقط نظر مقیاس داده‌ها نیز متنوع بوده و در حالات اسمی، رتبه‌ای، طبقه‌بندی شده و یا ضریبی (نسبی) ذخیره گردد. در جهت کاربردی نمودن معماری هر پایگاه اطلاعاتی تعدادی از توابع ویژه در نظر گرفته می‌شود که با استفاده از آن‌ها امکان انجام موارد زیر ممکن می‌گردد:

- ایجاد و ویراستاری مشاهدات با استفاده از یک سری از برنامه‌های خصوصی سازی شده،
- خلاصه نمودن گروهی مشاهدات با استفاده از پارامترهای آماری معین،
- اعمال عملیات ریاضی بر روی مشاهدات ذخیره شده در پایگاه اطلاعات،
- انتخاب رکوردها بر اساس قوانین مشخص،
- بهنگام‌سازی پایگاه اطلاعات و افزودن فیلدهای جدید،
- مرتبط‌ساختن محتوای فیلدها در درون یک پایگاه اطلاعاتی و اعمال انواع پرسشگری‌ها،
- برقراری ارتباط منطقی بین انواع پایگاه‌های اطلاعات متعدد.

## 5-2 ساختار عناصر انسانی

از دیدگاه رشته‌های علمی مختلف، تعاریف متفاوتی برای GIS ارائه شده است. اما ساده‌ترین تعریف در این زمینه عبارت خواهد بود از: GIS مجموعه‌ای از ابزار قدرتمند، متشکل از سخت‌افزار، نرم‌افزار و پایگاه داده‌هاست که به‌منظور

سازماندهی اطلاعات جغرافیایی توسط نیروهای انسانی متخصص به کار گرفته می‌شود. با تحلیل دقیق تعریف فوق استنباط می‌گردد که در سیستم GIS تمامی سخت افزارها، نرم افزارها و پایگاه‌های اطلاعاتی باید توسط نیروهای انسانی متخصص و سازمان یافته مدیریت گردد. با در نظر گرفتن پیشینه و ادبیات موضوع می‌توان دریافت که پنج گروه عمده از نیروهای انسانی شامل: راهبران، متخصصان، مشاوران، مدیران و کاربران می‌توانند باعث رونق صنعت GIS شوند (Campbell and Masser, 1995). در شکل شماره 2-11 عناصر انسانی مشارکت کننده در صنعت GIS نشان داده شده است.



شکل شماره 2-11: عناصر انسانی هدایت کننده فناوری GIS

### راهبران نظام GIS

به‌طور کلی راهبران فناوری GIS افرادی هستند که دارای تجارب طولانی و تخصص‌های ویژه در مدیریت کلان تکنولوژی مربوطه به‌عهده آنهاست. این افراد معدود، وظیفه معماری سیستم‌ها، سیاستگذاری اقتصادی و راهبری GIS جهانی را به‌عهده دارند. صاحبان صنعت سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، اندیشمندان علوم زمین، مدیران اتحادیه‌ها و دانشگاهیان با ماهیت آکادمیک می‌توانند سیاست‌های نظام جهانی GIS را تدوین کنند. معمولاً این افراد به‌نوعی وظیفه تغذیه و هدایت فکری جامعه درگیر با مقوله GIS را هم عهده‌دار هستند. از مهمترین وظایف ملموس آنها می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- طراحی کلان زیرساخت‌های فنی و علمی GIS در مقیاس‌های منطقه‌ای و جهانی،
- کنترل کیفی محصولات تولید شده و تنظیم مبادلات تجاری،

- برگزاری کنفرانس ها، تشکیل اجلاس ها و کارگاه های آموزشی،
- قانونمند نمودن فعالیت های منطقه ای و جهانی فناوری GIS،
- توسعه صنعت GIS از طریق تبیین استانداردهای معین و تبلیغات فراگیر.

### سازمان متخصصان

تجربیات موجود تداعی کننده این واقعیت است که GIS دارای ماهیت سازمانی پیچیده ای است. از یک طرف به طور دائم رشد فزاینده فناوری های سخت افزاری و نرم افزاری این پیچیدگی را مضاعف می سازد، و از طرف دیگر توسعه سیستم های اطلاعاتی، شبکه های ارتباطی و تکنولوژی های مجاور نظیر سنجش از دور میدان عمل آنرا گسترده تر می نماید. اگر تقاضای دسترسی به داده های مکانی و جنبه های کاربردی متعدد را هم بر این مجموعه دلایل اضافه نمائیم، به آسانی می توان نتیجه گرفت که در حال حاضر GIS تبدیل به صنعتی چندمنظوره شده و بنابراین کاملا جلوه تخصصی به خود گرفته است (رسولی، 1379). به همین دلیل، به منظور پاسخگویی به نیازهای روزافزون نقش و عملکرد متخصصان باید بسیار حائز اهمیت تلقی گردد.

در واقع، نیروهای متخصص نیروهای انسانی کارآمدی هستند که در جهت اجرا و بهینه نمودن سیستم های GIS نقش اصلی را ایفا می نمایند (Medyckyj-Scott and Hearnshow, 1993). از دیدگاه اغلب صاحب نظران، متخصصان به عنوان شالوده زیربنایی نیروهای انسانی درگیر با مقوله GIS منظور می گردند. پر واضح است که GIS یک فناوری جدید-الظهور اما بالنسبه پیچیده ای است که در جهت راه اندازی و مدیریت آن در اغلب سازمان ها مشکلات متعددی ظهور می کند. یکی از راه های تضمین موفقیت GIS های سازمانی این است که همواره متخصصان باتجربه ای به کار گمارده شوند. بنابراین، برای مدیریت چنین صنعتی باید از افراد متعدد، اما با خصوصیات تخصصی تعریف شده استفاده نمود.

مدیریت پروژه های GIS معمولا با فردی است که دارای شناخت کافی از دانش GIS و کاربردهای آن می باشد. این شخص با آگاهی بر اصول و نیازهای سازمانی خود یارای طراحی دیدگاه های کلان را داراست. یک مدیر GIS باید قدرت طراحی پایگاه های اطلاعاتی و توان ایجاد توابع عملیاتی را داشته باشد. در جهت کارایی موثر، مدیر GIS باید نیازهای کاربران را به نحوی منطقی به مدیران بالاتر انتقال دهد. نتیجه این فرآیند تبدیل نیازهای کاربران به توابع عملیاتی مناسب با تولید محصولات کاربردی جدید است. در اغلب موارد، مدیر GIS به عنوان اولین تعلیم دهنده کاربران هم شناخته می شود، و همچون شخصی در مدیریت پرسنلی سازمان خود باید با تکیه بر تجربه قبلی اعمال مدیریت نموده و مهارت خود را با تولید فرآورده های بهنگام نشان دهد.

مسؤل پایگاه داده ها شخصی است که دانش و تخصص طراحی و نگهداری مؤثر داده ها و اطلاعات حاصله را داراست. بعلاوه او دارای تجربه کافی در زمینه های کاربردی GIS است، که در این صورت باید از فنون مربوط به اصول طراحی نقشه ها و عملیات مهندسی مربوطه هم آگاهی داشته باشد. در ارتباط با مدیریت داده ها، اهم وظایف سنتی مسؤل پایگاه داده ها به قرار زیر است:

- تشکیل لایه‌های اطلاعاتی و تنظیم داده‌های توصیفی،
- انتخاب صحیح منابع داده‌ها،
- تشخیص مقیاس مناسب و میزان تفکیک مورد نیاز،
- شناسایی سیستم مختصات و تصویر منطقه تحت مطالعه،
- شناخت از نحوه انتقالات داده‌ها و تبدیلات مربوطه،
- طراحی اصولی انواع مدل‌ها.

علاوه بر موارد بالا، مسؤل داده‌ها اصولاً باید توان طراحی پایگاه‌های اطلاعات توصیفی و نحوه اتصال آن‌ها به داده‌های گرافیکی را داشته باشد. او باید کتابخانه نقشه‌ها را ایجاد و در عین حال از صحت و دقت منابع جمع‌آوری شده مطمئن باشد، چرا که تمامی مراحل سازمانی بعدی در پروژه GIS از این فرآیند متأثر خواهند شد. امروزه، از مهمترین وظایف مدیر پایگاه داده‌ها می‌توان به نحوه اتوماتیک نمودن توابع عملیاتی، نگهداری موثر و بهنگام نمودن داده‌ها اشاره نمود. آشکارا شخص مسؤل پایگاه داده‌ها در جهت انجام وظایف باید با سایر مسؤلین مربوطه از جمله متخصص نرم‌افزار و سخت افزار هماهنگی داشته باشد.

اگر کارتوگرافی را هنر و فن نمایش واقعیت‌های زمین به‌دانشیم، شخص کارتوگراف با تکیه بر تجارب خود وظیفه تبدیل واقعیت‌ها به انواع مدل‌ها را عهده‌دار می‌باشد. از آنجائیکه یکی از اهداف فن‌آوری GIS همانا تولید انواع نقشه‌ها است، بنابراین، در بعضی از زمینه‌ها با کارتوگرافی اهداف مشترکی را دنبال می‌نماید. شخصی که این مسؤلیت را به عهده می‌گیرد، باید دارای دانش پیش‌زمینه‌های از بکارگیری GIS و محیط‌های کامپیوتری باشد. در خیلی از موارد، مسؤلیت عملیات واردکردن داده‌ها هم به عهده کارتوگراف گذاشته می‌شود. او برای وارد کردن انواع داده‌ها، از منابع مختلف و با ماهیت‌های متفاوت، باید مهارت به‌کارگیری سخت‌افزارهای کامپیوتری، رقومگرها و اسکنرها - به منظور تبدیل داده‌های آنالوگ به رقمی و در بعضی از موارد تصحیح آن‌ها - را داشته باشد. در عین حال، کارتوگراف باید به‌تواند انواع داده‌ها (نقشه‌ها و منابعی نظیر عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و فایل‌های رقمی موجود) را جمع نماید. از این رو، کارتوگراف مسؤل تلفیق مدل‌ها در محیط GIS هم شناخته می‌شود. بنابراین، او باید سیستم را طوری تنظیم نماید که بهترین و مناسب ترین پلات‌ها و نقشه‌ها تولید و نمایش داده شوند. از آنجائیکه همواره این کار مستلزم دقت و ظرافت در تولید محصولات نهایی است، معمولاً کارتوگراف در چهارچوب چارت سازمانی وظایف خود را زیر نظر مدیر پایگاه داده‌ها تنظیم می‌نماید.

مسئول فنی متخصصی است که باید دانش و تجربه کافی در مدیریت یک مجموعه سیستم کامپیوتری شامل: کلیه اجزاء سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و قطعات جانبی باشد. در این راستا، نحوه تنظیم و دسترسی کاربران به امکانات سیستم، ذخیره و نگهداری مطمئن از فایل‌های ایجاد شده از اهم وظایف او می‌باشد. بعلاوه تعبیه اولیه نرم‌افزارهای جدید، کمک به کاربران، رفع

اشکالات وارده، مرتبط و همسومون نرم افزارها با سخت افزارهای مناسب بر عهده مسؤل فنی می باشد. مسؤل فنی زیر نظر مدیریت اصلی GIS انجام وظیفه می نماید.

در نهایت در ترکیب اصلی سازمان متخصصان GIS باید به نقش متخصص برنامه نویسی اشاره نمود. اصولاً یک برنامه نویسی حرفه ای GIS باید تجربه کافی در طراحی و ویرایش انواع زبان های مختلف، به ویژه زبان های مرتبط با GIS و سفارشی نمودن محیط نرم افزاری را آموخته باشد. این شخص برنامه هایی را طراحی و تدارک می نماید که اولاً نیازهای خاص کاربران را برطرف ساخته و ثانياً توان تبدیلات انواع فرمت ها و داده ها را ممکن می سازد. هر برنامه نویسی GIS با آشنایی با زبان های ماکرو استاندارد، امکان ایجاد انواع نمایه های مورد نیاز را فراهم می آورد. در مواردی خاص او به منظور رفع اشکالات ناخواسته در برنامه ها به کمک طلبیده می شود. این شخص زیر نظر مدیریت اصلی سازمان GIS فعالیت می نماید.

#### رسالت یک مشاوره

مشاوران خبره دارای مهارت های ویژه و تحصیلات تخصصی در زمینه های GIS هستند. اصولاً هر مشاوره دارای تجربه برتر نسبت به سایر نیروهای انسانی می باشد. بعلاوه، مشاوران باید دارای سوابق کاری بیشتر در جنبه های فنی سیستم و با هدف تعبیه و راه اندازی GIS باشند. آنها معمولاً شناخت و تسلط بیشتر بر عملیات میدانی دارند و به جنبه های نقشه برداری، عکس های هوایی، فتوگرامتری و نحوه ایجاد پایگاه های اطلاعاتی در تکوین نهایی پروژه های مورد درخواست سازمان ها مطلع تر هستند. در واقع، وظیفه اصلی هر مشاور در درجه اول، کمک به سازمان ها در جهت تامین نیازها، طراحی، انتخاب، راه اندازی و مدیریت پروژه های GIS می باشد. آن ها ضمن تعدیل هزینه ها، رفع مشکلات و اجتناب از خطاها، باید در جهت راهبری برنامه های سازمانی به مدیریت مسؤل کمک نمایند. استخدام مشاوران در واقع نوعی سرمایه گذاری با ظهور تاثیرات مثبت در درازمدت محسوب می گردد، که فواید آن در همه ابعاد GIS سازمانی به عرصه ظهور می رسد. به طور کلی وظایف هدفمند هر مشاور می تواند در موارد ذیل خلاصه گردد:

- بررسی وضع موجود و مسائل مطروحه،
- امکان سنجی و تشخیص محدودیت ها،
- مستند نمودن نیازهای تخصصی در جهت ایجاد پایگاه های اطلاعاتی،
- تشخیص نیازها در جهت طراحی توابع عملیاتی،
- طرح جنبه های کاربردی مطابق با اهداف سازمانی،
- ایجاد یک طرح ساختاری به منظور سازماندهی و مدیریت کلان GIS تشکیلاتی،
- ایجاد یک طرح اساسی به منظور اجرای اصولی برنامه ها،
- برآورد هزینه ها، در روند صرفه جویی و تعدیل بودجه های محوله،
- تنظیم یک برنامه مشخص به منظور ابتیاع سخت افزار و نرم افزارهای مطابق با اهداف سازمان،

- طراحی یک برنامه منسجم با هدف تبدیل داده‌های موجود در سازمان به فرمت رقومی،
  - مساعدت مدیریت سازمان‌ها به منظور انتخاب، تهیه و اجرای پروژه‌های نهایی GIS.
- بهره‌گیری از تجربه هر مشاور خبره‌ای دارای مزیت‌های خاصی است. دانش کافی از مسائل و آسیب‌های مربوط به پروژه‌های GIS از اهم امتیازات هر مشاوره‌ای باید بوده باشد. تجارب مشاور به ماندگنجینه‌ای از سوابق ارزشمند محسوب می‌گردد، چرا که او از اشتباهات خود و دیگران اندرزه‌های بسیاری کسب نموده است. مشاور GIS می‌تواند کارهای معوقه و به‌تأخیر افتاده را با صرف انرژی کمتری انجام دهد، توجه به اهداف اصلی موجب تعدیل در بودجه سازمانی می‌گردد. در یک نگاه کلی، بکارگماردن یک مشاور خبره و در دسترس سازمان، باعث افزایش اعتماد به نفس گشته و از این‌رو اهداف اصلی به‌راحتی محقق می‌گردد. به‌اختصار، با وجود مشاور مجرب و معتقد به فلسفه GIS سایر امتیازات ذیل قابل انتظار خواهد بود:
- میزان ریسک آزمون و خطا در درون سازمان کاهش می‌یابد.
  - در جهت اجرای اصولی پروژه‌ها، هماهنگی‌های مورد نیاز ایجاد می‌گردد.
  - مشاور می‌تواند به‌عنوان الگوی برای همه متخصصان و کاربران شاغل در سازمان تلقی گردد.
  - درصد خودکفایی در درون سازمان افزایش یافته و استعداد‌های ذاتی پرورش می‌یابند.
  - میزان مسئولیت‌پذیری مدیران درگیر با پروژه‌های GIS افزایش می‌یابد.

#### نقش مدیران

از مهمترین عناصر GIS، شاید بتوان به مدیران مسؤل و یا به‌عبارتی گروه تصمیم‌گیرندگان اشاره نمود که هدفمند نمودن تشکیلات سازمانی و تامین منابع مالی مجموعه GIS از اهم وظایف آنها به‌شمار می‌رود. بر اساس تجربیات حاصله، ثابت شده است که استقرار و نگهداری موثر هر سیستم GIS نیازمند صرف زمان، انرژی و سرمایه کافی است. بنابراین، در اغلب موارد، اعمال چنین پارامترهایی در جهت راه‌اندازی فناوری مربوطه مستلزم تصویب آن از طرف تصمیم‌گیرندگان رده‌های بالای سازمانی است. در ایران در بسیاری سازمان‌ها، اکثریت مدیران با فرهنگ فناوری GIS و کاربردهای اصیل آن کاملاً آشنا نیستند، اگر چه ممکن است بعضی از آنها از بکارگیری کامپیوتر در مسائل روزمره شناخت کافی هم داشته باشند.

اما، انتقال مفاهیم GIS - به‌ویژه قدرت بانک‌های اطلاعاتی توجه به تحلیل‌های مکانی - به رده‌های بالای سازمانی از الویت‌های اساسی است. امروزه ملاحظه می‌گردد که مدیران علاقمند در فرآیند راه‌اندازی فناوری GIS در بین رده‌های مدیریتی سازمانی در حال فزونی است. می‌توان میزان علاقه و آگاهی‌های مورد نیاز مدیران را از طریق فرآیندهای زیر افزایش داد:

- معرفی ساختار و به‌ویژه امتیازات GIS از طریق رسانه‌های عمومی،
- آگاهی از راه‌اندازی GIS در سایر ارگان‌های مشابه،
- برگزاری سمینارهای ملی، کنفرانس‌های منطقه‌ای و بین‌المللی،

- اجرای کارگاه‌های آموزشی کوتاه مدت اما دوره‌ای درون‌سازمانی،
  - مرتبط ساختن فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی دانشگاه‌ها به سازمان‌های علاقمند.
- در هر حال، مزایا و اهمیت جنبه‌های کاربردی GIS باید به‌طور منطقی به‌اطلاع مدیران تصمیم‌گیرنده رسانده شود تا موجبات علاقمندی آنها فراهم گردد. چرا که در اکثر موارد ملاحظه شده است بدون حمایت و رهبری‌های مدیریتی اغلب پروژه‌های GIS در سطح سازمان‌ها با شکست مواجه گردیده و یا به‌طور کامل به اهداف از پیش تعیین شده نرسیده‌اند. بنابراین، به منظور دسترسی بر پتانسیل‌های نهفته در فناوری GIS اصولاً در همه مراحل اعمال رهبری آگاهانه از طرف مدیریت رده بالای سازمانی بسیار حائز اهمیت تلقی می‌گردد. به‌علاوه، هر برنامه GIS نیازمند داشتن دیدگاهی شفاف و هدفمند می‌باشد. چرا که وجود دیدگاهی مشخص و مشترک به‌عنوان اساس فکری در بین مدیریت سازمانی متخصصان و کاربران را از افراط و تفریط‌های احتمالی برحذر می‌دارد.

#### وظیفه کاربران

آخرین حلقه در نظام نیروهای انسانی GIS کاربران می‌باشند که به‌عنوان عنصر مصرف‌کننده سیستم معرفی می‌شوند. در استقرار فناوری GIS به‌کارگیری تعدادی افراد جهت انجام امور متنوع و روزمره ضرورت دارد. در جهت انجام اصولی وظایف محوله به دو فاکتور مهارت و اعتماد به‌نفس باید توجه نمود، که هر دو با آموزش مستمر کاربران در دراز مدت تامین می‌گردد. این وظیفه خطیر به‌طریق زیر امکان‌پذیر می‌باشد:

- آموزش کاربران توسط عرضه‌کننده سیستم،
- ارائه خدمات آموزشی توسط مشاوران با تجربه،
- برگزاری کارگاه‌های آموزشی کوتاه مدت،
- گذراندن دوره‌های آموزشی عملی در دانشگاه‌ها،
- معرفی کاربران با تجربه به مراکز تخصصی،
- بهره‌گیری از وسایل صوتی و تصویری خودآموز.

هر چند ضرورت دارد تقویم آموزشی مشخصی برای برگزاری دوره‌های طولانی مدت تهیه شود، اما لازم است آموزش‌های اولیه، اما اساسی، در طول شش الی نه ماه اول به‌کاربران ارائه گردد. در جهت انتقال موثر دانش GIS به نوآموزان توجه به موارد زیر ضروری است:

- ایجاد انگیزه‌های آموزشی در میان کاربران،
- تقسیم‌بندی طول دوره به مقاطع متفاوت و معین،
- ارزیابی مستمر از کیفیت آموزش در بین کاربران،
- ایجاد تعادل برنامه‌ریزی شده در مواد آموزشی موثر،

- تامین هزینه‌های اولیه مالی.

در هر طرح GIS باید کلیه کاربران علاقمند را مشارکت داد و به آن‌ها در جهت تنظیم امور مسئولیت‌هایی را واگذار نمود تا در انتخاب و نحوه اجرای پروژه‌ها به‌طور فعال سهیم باشند. کارفرمایانی که به استعداد کاربران سازمان خود اعتماد می‌نمایند، معمولاً در برخورد با مشکلات احتمالی آسیب‌های کمتری را متحمل می‌شوند. از این رو، در اجرای یک پروژه GIS، کارفرما باید به نقطه نظرها، مسائل و پیشنهادات کاربران توجه نموده و آن‌ها را در رفع نیازهای سازمانی مداخله دهد. به‌طور حتم، احساس مشترک از دیدگاه مالکیت سیستم در بین کارفرمایان، متخصصان و کاربران از اهم ارکان موفقیت در راه‌اندازی برنامه‌های موفق محسوب می‌گردد.

## 2-6 تحلیل‌های مکانی

ثابت شده است که توان هر سیستم GIS در قابلیت‌های تحلیلی آن نهفته است. مهم‌ترین عاملی که سیستم GIS را از سایر سیستم‌های اطلاعاتی متمایز می‌سازد، توابع مکانی تعبیه شده در آن است. اگرچه تغذیه داده‌ها به محیط GIS، در کل، بسیار وقت گیر و هزینه‌بر است، اما هدف اساسی آن استخراج اطلاعات از طریق اعمال تحلیل‌های مکانی است. از طریق به کارگیری توابع خاص موجود در سیستم، می‌توان داده‌های جغرافیایی و توصیفی غیرمکانی گردآمده در پایگاه‌های اطلاعاتی را تحلیل کرد و به سؤالات مطرح شده درباره دنیای واقعی پاسخ داد. هر تحلیل مکانی مناسب می‌تواند به عنوان کلیدی در روند رسیدن به اهداف هر تحقیق پیشرفته کاربردی به شمار رود. در کل، هدف نهائی هر نوع تحلیل مکانی استخراج و استحصال اطلاعات دقیق تر از داده‌های انبوه ذخیره شده در پایگاه اطلاعات است که با اعمال توابع ویژه در محیط نرم‌افزار ArcGIS امکان پذیر می‌گردد. از اطلاعات حاصله می‌توان به منظور تصمیم‌گیری بهتر و منطقی بهره برد. تحلیل‌های مکانی شامل اعمال عملیات محاسباتی متنوع مانند: محاسبه مقادیر ذخیره شده در یک فیلد جدول داده‌های توصیفی گرفته تا مدل سازی های پیچیده چند منظوره نظیر محاسبه مقادیر جریان آب در روی یک مدل ناهمواری سه‌بعدی در اختیار کاربران فنآوری GIS می‌باشد. به دلیل اهمیت موضوع تحلیل‌های مکانی، با اجرای توابع خاص بر روی داده‌های واقعی به‌ویژه در محیط نرم افزار ArcGIS، باید جزئیات مرتبط در کلاس‌های آموزشی تدریس گردد.

## 2-7 قلمروهای کاربردی

همواره یکی از سؤالات اصلی در زمینه GIS این بوده که با استفاده از این فنآوری چه کارهایی می‌توان انجام داد. در این راستا، در اوایل، GIS تنها یک سیستم خودکار نقشه‌کشی تلقی گردیده بود. بنابراین در فرآیند طراحی و تولید انواع نقشه، این سیستم به‌صورت گسترده‌ای با کارتوگرافی و نقشه‌کشی پیوند خورده است. در چند گذشته، GIS به عنوان یک عنصر کلیدی با تکنولوژی اطلاعاتی سازگار گشته و در حمایت از سیستم‌های مدیریتی اداری در اختیار متخصصان، مسئولان و حتی مردم عادی قرار گرفته است. اما، هنوز مفاهیم کاربردی GIS برای اشخاص و سازمان‌ها متفاوت می‌نماید، چرا که بعضی‌ها آنرا صرفاً با به کارگیری سخت‌افزارها و نرم‌افزارها مترادف می‌دانند. بعضی دیگر برقراری ارتباط بین عناصر داخلی سیستم و ایجاد



پایگاه‌های اطلاعاتی را به مفهوم کاربرد مطرح می‌سازند. جنبه‌های کارتوگرافیک که با تولید نقشه همراه می‌گردد، برای متخصصان کارتوگرافی هدف نهایی است. اما، انجام تحلیل‌های مکانی برای اغلب محققان علوم زمین و جغرافیایی با هدف پردازش داده‌ها و استخراج اطلاعات بیشتر به‌عنوان کاربرد اصیل تلقی می‌شود. از طرفی، ایجاد ارتباط بین قلمروهای علمی متفاوت (مثلاً برنامه‌ریزی شهری و معماری) که با بررسی روابط فی‌مابین و مدل‌سازی نهایی همراه است، می‌تواند به‌عنوان کاربرد مفهوم گردد. امروزه، در سطح بین‌المللی هم، حل مشکلات و پاسخگویی به نیازهای سازمانی، ملی و جهانی از مهمترین جنبه‌های کاربردی فناوری GIS تلقی می‌گردد. اخیراً، به‌دلیل ماهوی، فناوری GIS به همراه اغلب تکنولوژی‌های مجاور نظیر: نقشه‌برداری، کارتوگرافی، فتوگرامتری، سنجش‌ازدور، سیستم تعیین موقعیت جهانی، فناوری اطلاعات و ارتباطات کاملاً اصالت کاربردی به‌خود گرفته است. به‌همین دلیل، GIS به سرعت در آینده‌ای بسیار نزدیک، به‌منظور مدیریت منطقی و بهینه منابع شهری (زیرساختاری و انسانی) و با هدف توسعه پایدار اصیل‌ترین مفهوم کاربردی خود را تجربه خواهد نمود.

با توجه به ساختار و ماهیت GIS، جنبه‌های کاربردی متعددی در زمینه مسائل شهری تا به‌حال مطرح شده است. از

میان موارد کاربردهای متعدد و متنوع، سه زمینه اصلی زیر همواره مورد نظر محققان بوده است:

- به‌کارگیری داده‌های مکانی مربوط به شهر و ساختارهای مربوطه،
- مراقبت از قلمروهای محیطی،
- مدیریت و ساماندهی زیرساختارهای انسانی.

با استفاده از فناوری GIS می‌توان مکان‌های جغرافیایی، عوارض و پدیده‌های شهری را مشاهده، مطالعه، پایش و مدل‌سازی نمود. GIS به‌دلیل ماهوی با همه عناصر محیط‌های مرتبط با شهر در ارتباط قرار گرفته و به‌عنوان یک ابزار بی‌نظیر به متخصصان کمک می‌نماید تا با ایجاد بانک‌های اطلاعاتی و طراحی مدل‌های واقعی به اهداف کاربردی خود نایل آیند. در دهه‌های گذشته به‌دلیل افزایش تصاعدی جمعیت جوامع بشری و بالارفتن ظرفیت‌های تولیدی، نحوه استفاده از منابع زمین نیز دگرگون شده و از این رهگذر میزان آسیب‌ها به قلمروهای محیطی بسیار افزایش یافته است. با این اوصاف، فناوری GIS از مهمترین گزینه‌های راهبردی در جهت مراقبت از قلمروهای محیط‌های شهری محسوب می‌گردد. بعلاوه GIS می‌تواند به-

عنوان یک ابزار قابل اعتماد در روند بهینه‌سازی روابط انسانی نیز نقش ایفا نماید. به‌عنوان مثال از این فناوری می‌توان:

- در جهت تبادل یافته‌های فرهنگی در حد کلان رسانه‌ای،
- به‌عنوان ابزاری در جهت تصمیم‌گیری‌های ژئوپولیتیکی،
- با هدف رونق بخشیدن به امر آموزش در سطوح ملی و بین‌المللی،
- ارتقاء سطح دانش بشری در زمینه‌های جغرافیایی و محیط‌زیستی،
- تبادلات فرهنگی بین کشورها به زبان صوتی و تصویری،
- مدیریت درون سازمانی در ادارات ملی به‌همراه تکنولوژی‌های اطلاعاتی و ارتباطاتی.

به‌درستی بهره برد. باختصار در جدول شماره 2-2 انواع زمینه‌های کاربردی GIS در قلمروهای متفاوت ذکر گردیده است.

جدول شماره 2-2: انواع زمینه‌های کاربردی GIS در قلمروهای متفاوت

زمینه و قلمرو کاربرد	نوع کاربرد، به‌عنوان مثال:
محیط‌های شهری	برنامه‌ریزی شهری، مدیریت حمل و نقل، معماری ساختمان، طراحی مسکن و چشم‌اندازها
مدیریت شبکه حمل و نقل	آدرس‌یابی، ترافیک جاده‌ای و بنادر و فرودگاه‌ها
ساماندهی منابع طبیعی	مدیریت منابع جنگلی، ارزیابی منابع دریایی، حیات وحش، منابع تجدید پذیر، مطالعات جغرافیایی، مهندسی رودخانه‌ای و زمین‌شناسی
واگذاری تسهیلات ملی	طراحی خطوط آب، گاز و فاضلاب شهری و تلفن
آمایش سرزمین	منطقه‌بندی، املاک و مکان‌یابی صنعتی، کشاورزی، خدمات و طرح‌های تفصیلی روستایی
مدیریت ریسک و بحران	کنترل سیلاب، پهنه‌بندی زلزله، ارزیابی آلودگی‌های شهری
عملیات نظامی	مکان‌یابی مناسب جهت استقرار نیروها، استفاده پهنه از عوارض زمین و احداث مواضع دفاعی
طراحی‌های سه‌بعدی	تهیه مدل ناهمواری زمین، شیب زمین و جهت ناهمواری و شبیه‌سازی‌های مجازی سه‌بعدی از فضا و اعماق زمین
آموزش مصور و بهنگام	تجسم مکان‌ها و پدیده‌ها و فرآیندهای محیطی و انتقال موثر آن‌ها به مخاطبان نظیر دانش‌آموزان و دانشجویان

امروزه، GIS می‌تواند به‌عنوان موثرترین ابزار در جهت مدیریت منابع شهری و با هدف برنامه‌ریزی، حفاظت و توسعه منابع انسانی تصمیم‌گیرندگان را یاری دهد (سرخوش، 1380). در یک گستره وسیع، مثال‌های زیادی از انواع کاربردها در مباحث شهری در محیط GIS قابل ذکر است:

- زمین و ویژگی‌های آن بر اساس انواع فعالیت‌های مرتبط مانند مالکیت و تعیین محدوده‌های قطعات، مدیریت دارایی‌ها و سرمایه‌ها (قربانی، 1380).
- برنامه‌ریزی‌های شهری - روستایی و توسعه اقتصادی در مقیاس‌های محلی و منطقه‌ای (صابری فر، 1381).
- برنامه‌ریزی، مدیریت و طراحی عملیات انواع تسهیلات ملی نظیر: آب، برق، تلفن، پست، راه آهن، فرودگاه‌ها، اتوبان-ها، حمل و نقل و خدمات اورژانسی (Nyerges and Dueker 1988).
- مدیریت محیط‌زیست شهری و منابع وحش، ایجاد نقشه‌های پوشش‌زمین و کاربری اراضی.
- کنترل محدوده‌های سیاسی و اداری.
- برنامه‌ریزی خدمات ویژه و مدیریت ریسک و بحران.
- بازاریابی در زمینه توسعه صنایع خرده‌فروشی و تعیین محدوده‌های تجاری.
- برنامه‌ریزی منابع طبیعی، کنترل و مدیریت پوشش گیاهی و منابع آب از طریق مانیتورینگ بهنگام.
- ارائه سرویس‌های آموزشی و خدمات اجتماعی از طریق تجزیه و تحلیل‌های دموگرافیک.

## 2-8 جمع بندی

بدون شک مقوله GIS بزرگترین خبر قرن گذشته در زمینه فناوری‌های جدید تلقی می‌گردد، که شاید بتوان آنرا با اختراع اولین ماشین چاپ و یا خط تلفن مقایسه نمود. این تکنولوژی با رشد سریع خود و با برقراری ارتباطات با سایر فناوری‌های مجاور تبدیل به صنعتی چندمنظوره گردیده است، که اهداف کاربردی متعددی را دنبال می‌نماید. در حال حاضر، GIS به‌عنوان ابزاری نیرومند در جهت ذخیره‌سازی، طبقه‌بندی، بازیابی و تحلیل اطلاعات از قلمروهای شهری شناخته شده است. به همین دلیل، در طیف وسیعی از کاربردهای متنوع، مثلاً در مطالعات شهری، ارائه خدمات مدیریتی، برنامه‌ریزی محیط‌های طبیعی و سیاستگذاری‌های کلان اقتصادی و نظامی به کار گرفته می‌شود. اما نباید فراموش نمود که در روند فراگیری و کاربرد زیربنایی این فناوری جدید به طور حتم، هر کاربر و محقق برنامه‌ریز شهری می‌بایستی با عناصر تشکیل‌دهنده فناوری GIS و وظایف مربوطه آشنا گردد.

## سئوالات فصل دو:

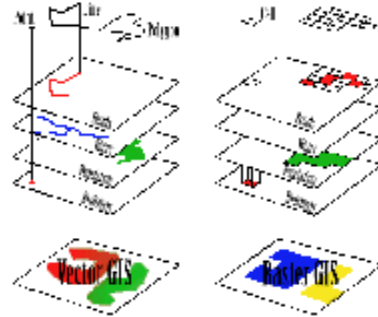
- 1) ظهور GIS چه نگرش‌های خاصی را در ارتباط با علم جغرافیا ایجاد نموده است؟
- 2) چه امتیازاتی فناوری GIS را از بقیه سیستم‌های مشابه متفاوت نموده است؟
- 3) سیستم‌های مرتبط با GIS را ذکر نمائید.
- 4) با بهره‌گیری از یک دستگاه GPS چه نوع داده‌هایی را می‌توان وارد محیط GIS نمود؟
- 5) به اختصار مطرح سازید اگر شما به‌خواهید یک نقشه شهری در فرمت کاغذی را به محیط GIS وارد نمود، چه مرحله‌ای را باید انجام دهید؟
- 6) وظایف محیط ArcMap نرم‌افزار ArcGIS را به اختصار شرح دهید.
- 7) نقش محیط ArcCatalog در مدیریت داده‌های جغرافیایی را ذکر کنید.
- 8) در ساختار نیروهای انسانی وظایف یک کاربر علاقمند به فراگیری فناوری GIS چیست؟
- 9) رسالت مشاوران در ساختار نیروهای انسانی را ذکر کنید.
- 10) مفهوم تحلیل‌های مکانی را مطرح ساخته و انواع آنرا در مباحث برنامه‌ریزی شهری قید کنید.

## منابع تکمیلی برای مطالعه:

- 1) پی‌ام. بارو - ترجمه طاهرکیا، حسن (1376) سیستم اطلاعات جغرافیایی. سمت.
- 2) تی‌تی‌دژ، امید (1384) خودآموز ArcGIS و مفاهیم پایه‌ای. انتشارات دانشگاه شمال.
- 3) ثنایی‌نژاد، سیدحسین و فرجی سبکیار، حسنعلی (1378) کاربرد GIS با استفاده از ARC/INFO در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- 4) سجری، سارا (1387) راهنمای کاربردی ArcGIS. انتشارات عابد، تهران.
- 5) مخدوم، مجید و همکاران (1380) ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط‌زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، انتشارات دانشگاه تهران.

- 1) Chrisman, N.R. (1997) Exploring Geographic Information Systems. New York: Wiley.
- 2) Clarke, K. (1997) Getting Started with Geographic Information Systems. Prentice Hall: Englewood Cliffs.
- 3) DeMers, M.N. (1997) Fundamentals of Geographic Information Systems. John Wiley & Sons, INC. Brisbane, Australia.
- 4) George, B. and P.E. Korte (1997) the GIS Book. Fourth Edition, Onward Press, USA.
- 5) Tomlinson, R.F. (2005) Thinking About GIS: Geographic Information System Planning for Managers. ESRI Press.

## فصل ۳



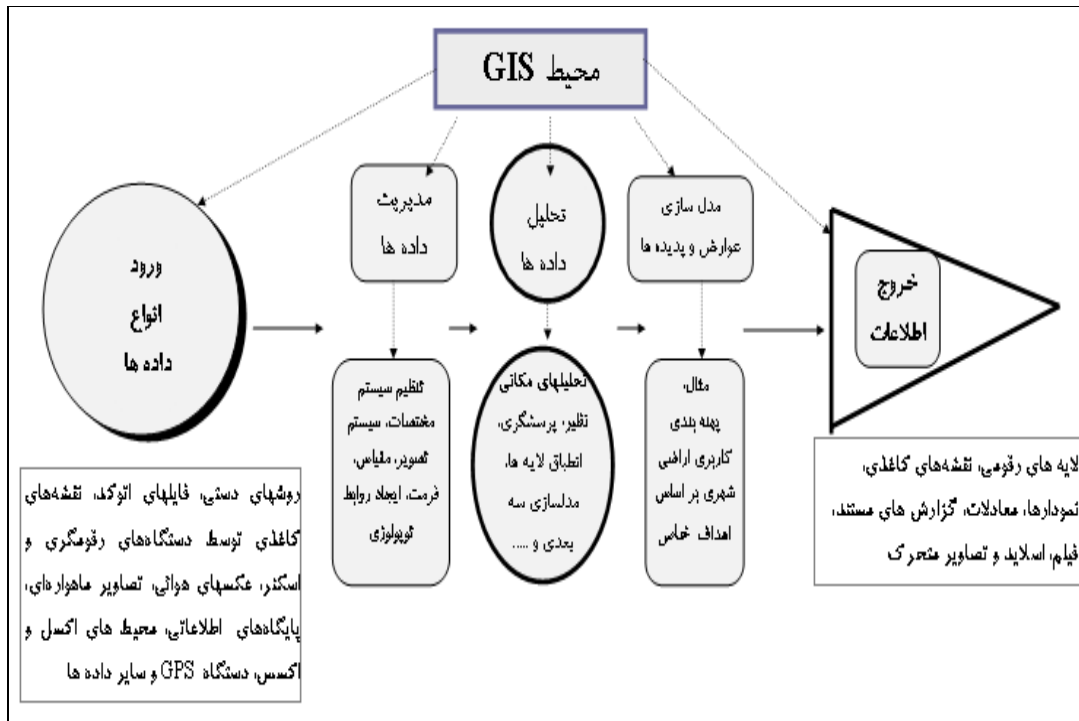
## اطلاعات ورودی و خروجی GIS

### چکیده::

بسیاری از افراد علاقه‌مند و کاربران GIS فقط بر جنبه‌های سخت‌افزای و نرم-افزاری این فناوری تمرکز می‌کنند و کمتر به فرآیندهای جمع‌آوری و ورود انواع داده‌ها می‌اندیشند. اما، در عمل به‌اثبات رسیده است که ورود داده‌ها بسیار هزینه‌بر و وقت‌گیرتر از بقیه وظایف مرتبط می‌باشد، و بیش از هفتاد درصد از بودجه پروژه‌های GIS معمولاً در زمینه مدیریت داده‌های مورد نیاز صرف می‌گردد. به همین دلیل در فصل جاری، ابتدا نحوه ورود انواع داده‌ها به محیط GIS ارائه می‌شود. سپس، اهمیت پایگاه‌های اطلاعاتی مطرح و در نهایت خصوصیات مدل‌های خروجی بر اساس روشهای کارتوگرافی مدرن در محیط GIS تشریح خواهد شد.

### 3-1 مقدمه

در یک نگاه ساده، می‌توان GIS را به‌عنوان پروسه ورود داده‌ها، تحلیل و خروج اطلاعات در محدوده یک سیستم کامپیوتری تصور نمود. برخی از متخصصان معتقد هستند که در فرآیند GIS عملی (یا به‌اصطلاح کاربردی) باید به پنج مرحله اصلی: ورود انواع مشاهدات، مدیریت (ویراستاری) داده‌ها، ایجاد پایگاه‌های اطلاعاتی، اعمال تحلیل‌های مکانی و عرضه هدفمند نتایج نهائی استناد نمود (رسولی، 1384). از این نقطه نظر، در روی داده‌هایی که به محیط GIS وارد می‌شوند (نظیر مشاهدات جمع‌آوری شده از محیط‌های شهری) بعضی از تجزیه و تحلیل‌ها (بررسی ترافیک و یا بافت‌های فرسوده) صورت گرفته، در نهایت اطلاعات حاصله (نظیر نقشه‌های منطقه‌بندی شهری یا تراکم جمعیت) نمایش داده می‌شود. شکل شماره 1-3 به‌صورت شماتیک، وظایف اصلی فناوری GIS را نشان می‌دهد.



شکل شماره 1-3: وظایف اصلی فناوری GIS

معمولاً داده‌هایی که به محیط GIS وارد می‌شوند، از منابع مختلف قابل تامین هستند و از این دیدگاه، GIS به عنوان ابزاری در جهت ورود، تبدیل، هماهنگ و مجتمع نمودن انواع داده‌های مختلف در قالب‌های متفاوت عمل می‌نماید. منابع ورودی در GIS شامل نقشه‌های کاغذی، عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و سایر داده‌های آنالوگ و حتی فایل‌های رقمی در فرمت‌های مختلف هستند. هر کدام از این نوع داده‌ها، ویژگی‌های ساختاری خاص خود را دارا هستند. فلذا به منظور مدیریت اصولی چنین داده‌های قبل از هر نوع عملیاتی باید ساختار، ماهیت و قالب بندی آن‌ها مورد توجه قرار گیرد.

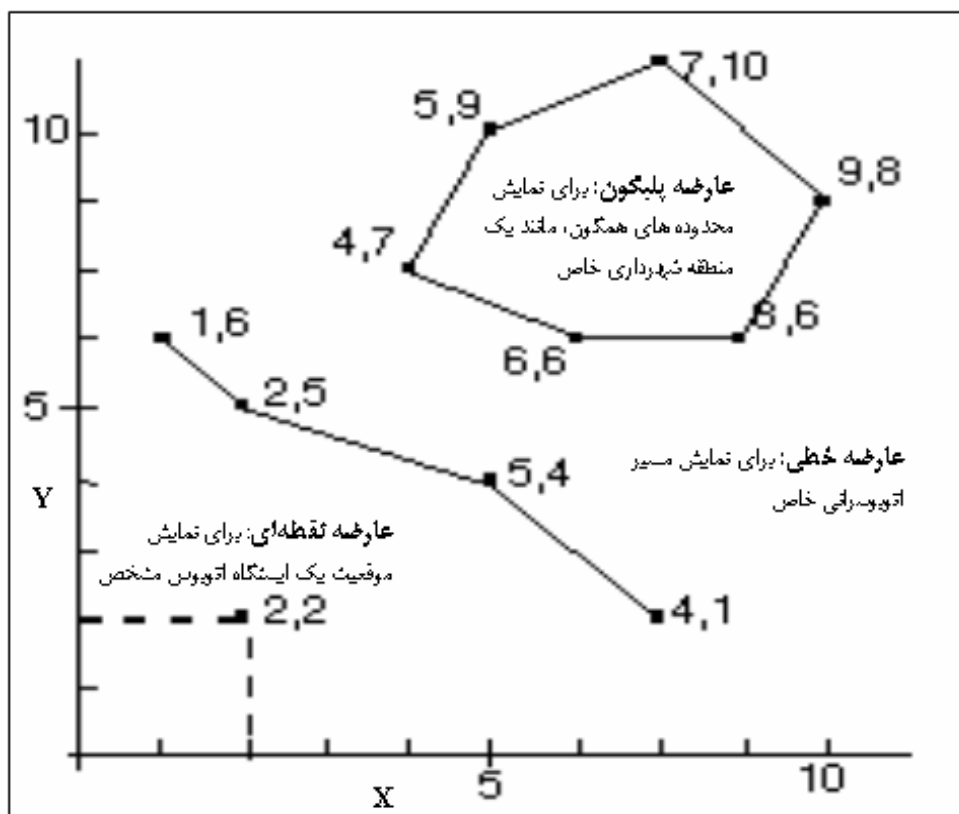
### 3-2- ماهیت عوارض جغرافیایی

واژه عارضه جغرافیایی به هر گونه از داده مشاهده شده از دنیای واقعی در یک مکان جغرافیایی مشخص، اطلاق می‌شود. فضا را می‌توان به صورت دو یا سه بعدی تصور و البته مدل‌سازی کرد. اغلب نقشه‌ها در فضای دوبعدی طراحی می‌شوند، در حالیکه موقعیت سطح ایستابی در سفره‌های زیرزمینی و یا مناطق کوهستانی را نمی‌توان به طور کامل توسط مدل‌های دو بعدی نمایش داد. در محیط GIS با استناد به روش‌های طراحی سه بعدی می‌توان به صورت مجازی موقعیت پدیده‌ها را با نظر داشتن اعماق و ارتفاعات مربوطه تجسم نمود. در مجموع، در چهارچوب یک مکان جغرافیایی مشخص می‌توان، اشیاء را با استفاده از عوارض زیر نمایش داد:

نقاط - هر نقطه نشان‌دهنده یک موقعیت واحد در فضا می‌باشد، مثلاً یک باب مسجد و یا مدرسه، که با استفاده از علائم کارتوگرافیکی در نقشه‌های شهری قابل نمایش‌اند. معمولاً از نقاط برای نمایش عوارضی استفاده می‌گردد که نه‌توان این

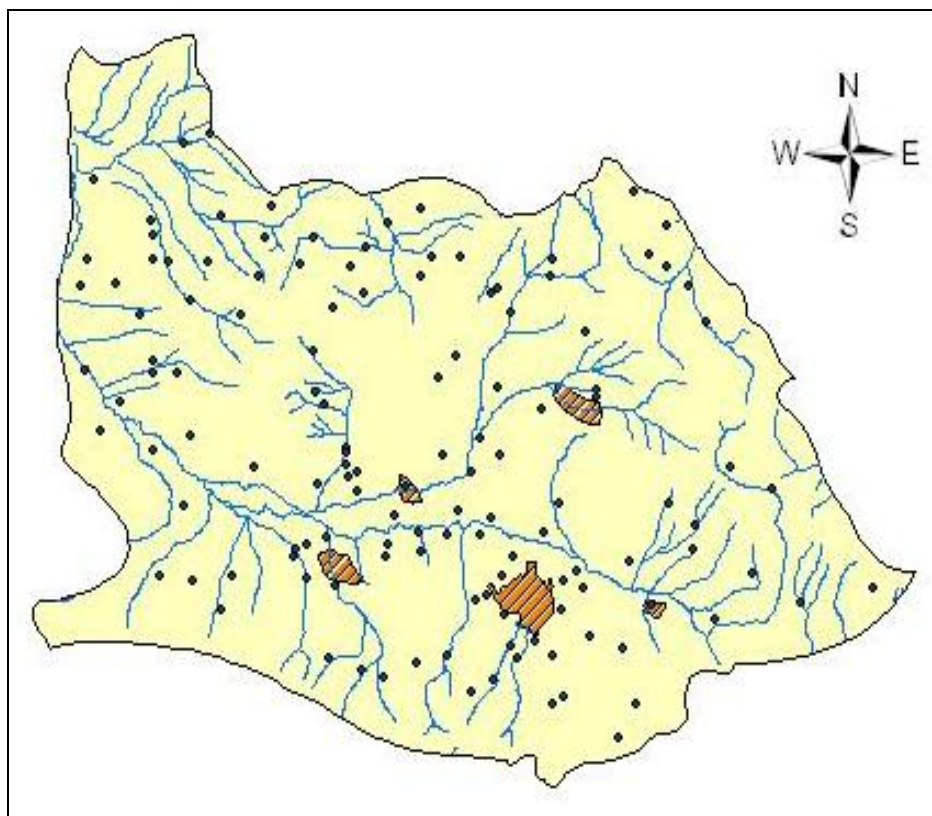
عوارض را با خطوط و سطحی نمایش داد (از قبیل موقعیت چاهها و دکل های برق). در کل، از نقاط می توان برای نمایش دادن عوارضی استفاده نمود که دارای امتداد و مساحت نیستند (شکل شماره 3-3).

خطوط - خطوط نشان دهنده نقاط با ویژگی های یکسانی هستند. به طور مثال، جاده ها و یا مسیرهای لوله گذاری، در واقع، نمایش دهنده عوارض خیلی باریک و بسیار کم عرضی می باشند. بنابراین، خطوط دارای طول بوده اما فاقد سطح هستند، از قبیل منحنی میزان هایی که در روی نقشه توپوگرافی طراحی می گردد. در روی نقشه توپوگرافی هر منحنی میزان نوعی خط هم ارزش می باشد که ارزش عددی آن در تمام نقاط یکسان است. از خطوط هم ارزش می توان برای نمایش پدیده های مختلف از قبیل میزان بارندگی، تراکم آلودگی آلاینده های هوا در محیط های شهری و یا سطح ایستابی سفره های آب زیرزمینی نیز استفاده کرد (شکل شماره 2-3).



شکل شماره 2-3 نمایش انواع عوارض جغرافیایی برداری نظیر: نقاط، خطوط و محدوده ها در یک سیستم مختصات کارترین

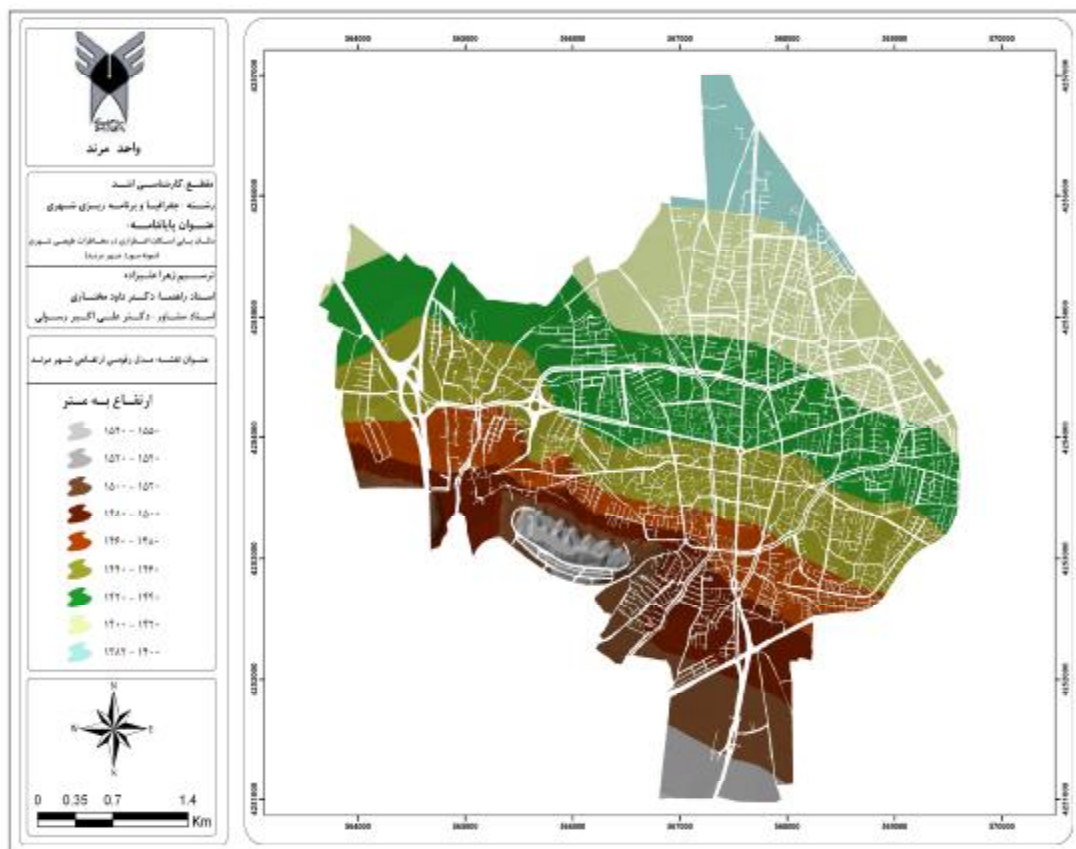
محدوده ها - یا نواحی که در واقع توسط آن ها، یک محدوده فضایی همگونی در داخل یک چندضلعی به صورت دوبعدی نمایش داده می شود. مانند محدوده جنگلی و یا تمامیت یک کشور به خصوص در محدوده های سیاسی خود که توسط چندضلعی های بسته ای نشان داده می شود. این عوارض می تواند نمایش دهنده شکل و موقعیت عوارضی از قبیل استان ها و شهرستان ها و یا قطعات زمین مشخصی باشند. مثلا توسط شکل شماره 3-3 محدوده شهرستان مرند و شهرهای واقع در آن با محدوده ها (یا خطوط بسته) نمایش داده شده است.



شکل شماره 3-3: نمایش داده‌های نقطه‌ای (روستاها)، خطی (رودخانه‌ها) و محدوده‌ها (شهرها) در محدوده شهرستان مرند

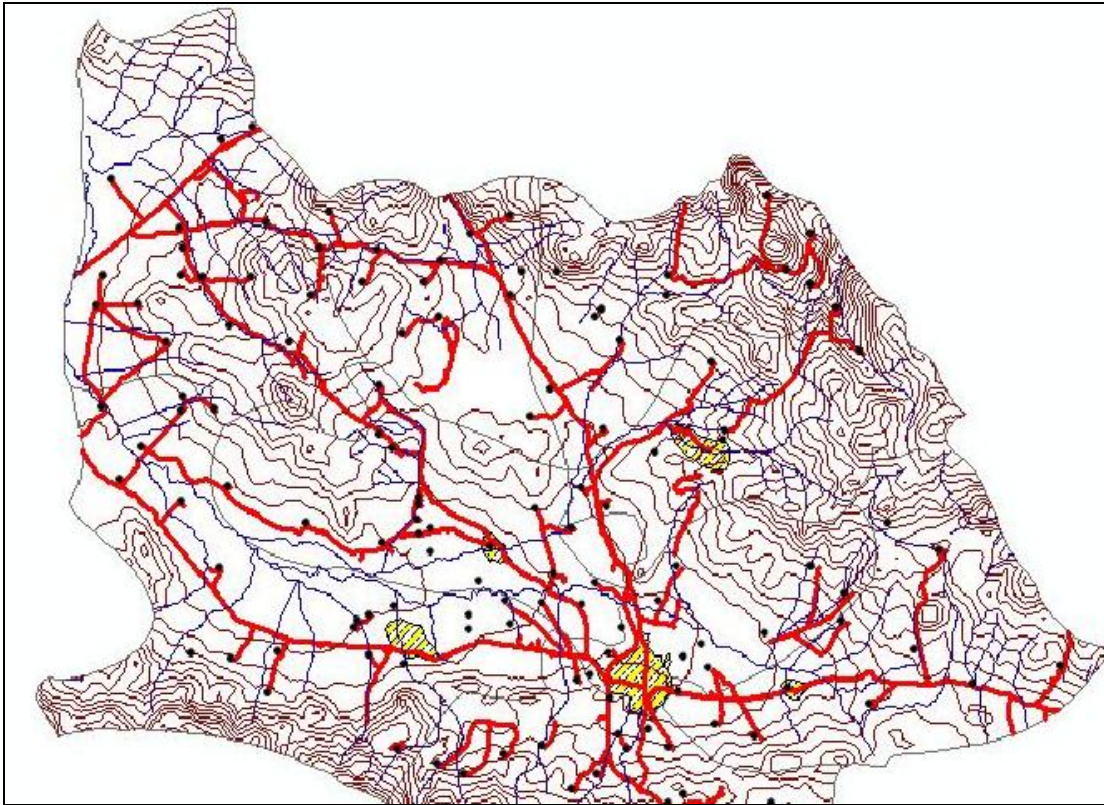
سطوح - یک سطح همانا محتوای یک فضای دوبعدی است، که در هر موقعیت خاص جغرافیایی معرف یک ارزش قابل اندازه‌گیری کمی و یا کیفیتی می‌باشد. به‌عنوان مثال، مقادیر ارتفاعات و یا میزان مقادیر بارش توسط نقشه‌های اقلیمی نشان‌دهنده تغییرات ارزش‌های عددی نقطه‌ای بر روی سطح زمین است. ضمناً با استفاده از نقشه‌های سنتی سطوح به صورت یکسری از خطوط هم‌ارزش قابل نمایش هستند (شکل شماره 3-4).





شکل شماره 4-3: نقشه تغییرات مقادیر ارتفاعی شهر مرند به‌همراه شبکه راهها

شبکه‌ها: یک شبکه عبارت از یک سری از خطوط و نقاط بهم پیوسته‌ای است، که از طریق آن‌ها اجسام، مواد و یا مقدیری از اطلاعات در حال مبادله می‌باشند. به عنوان مثال، توسط شبکه‌های جاده‌ای مبادلات خودروها و انسان‌ها صورت می‌گیرد. با توجه به شکل شماره 5-3 می‌توان رابطه شبکه جاده‌ای شهرستان مرند را با سایر عوارض جغرافیایی مانند: روستاها، شهرها با داشتن زمینه منحنی میزان‌های ارتفاعی نمایش داد.

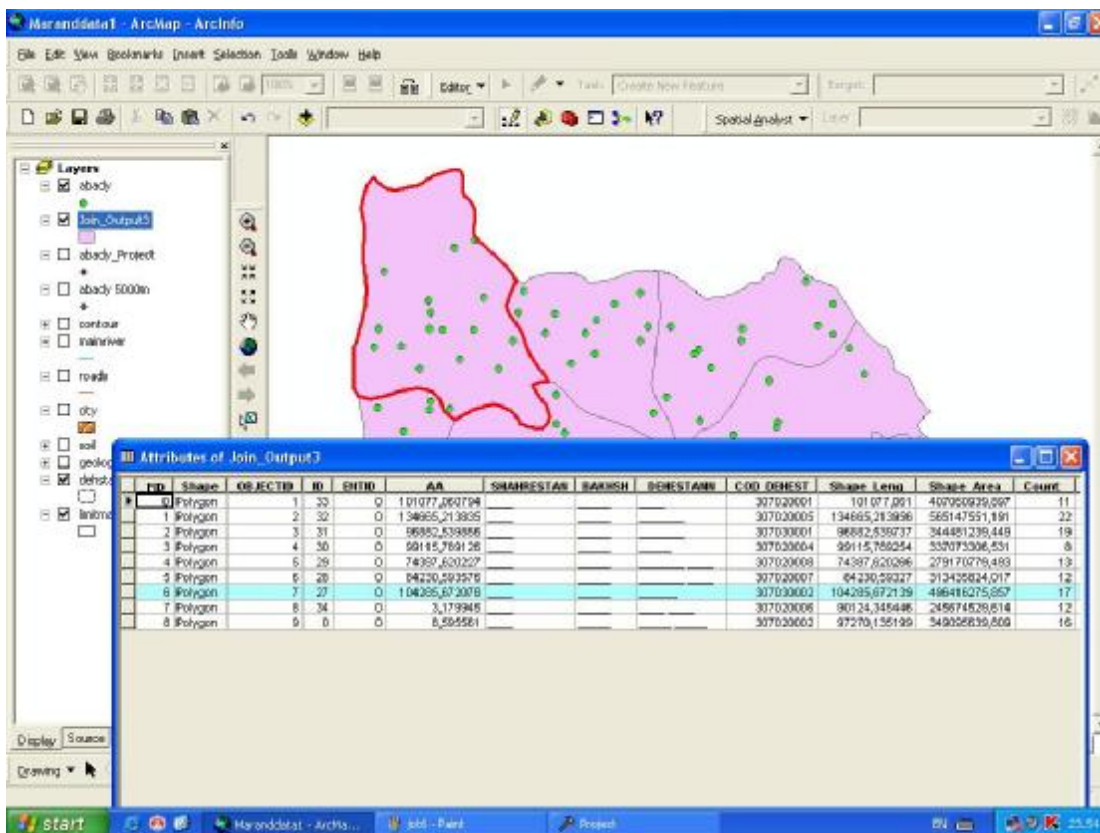


شکل شماره 5-3: نمایش داده‌های شبکه جاده‌ای در محدوده توپوگرافیک شهرستان مرند

در کل، از طریق GIS دو نوع از اطلاعات اصلی قابل انتقال هستند. اول، اطلاعات گرافیکی که مکان‌ها و شکل پدیده‌های جغرافیایی و نحوه ارتباطات فضایی مابین پدیده‌ها را نمایش می‌دهند. دوم، اطلاعات توصیفی هستند که خصیصه‌های مربوط به پدیده‌های مکانی را ذخیره می‌سازند. در یک نقشه برای نمایش گرافیکی پدیده‌های نقطه‌ای از برجسب‌های ویژه‌ای هم استفاده می‌گردد تا مبین وجود یک شیء در یک محل خاص جغرافیایی باشد. ابعاد نقاط به اندازه‌ای کوچک هستند که توسط یک خط و یا یک محدوده قابل نمایش نه‌بوده و فقط بازگوکننده مکان هندسی، مثلا یک روستا خواهد بود. اما یک خط، مجموعه‌ای از نقاط متصل به هم با مختصات معینی می‌باشد، که بدون ذکر مساحت مطرح می‌گردند و در محیط GIS اندازه پهنای آن‌ها مورد نظر نیست. در نهایت، محدوده‌ها توسط خطوط بسته، سطوح هم‌ارزشی را نمایش می‌دهند، که توسط قوس‌های بسته به تصویر کشیده می‌شود.

در محیط GIS هر دو نوع اطلاعات گرافیکی و توصیفی مربوط به پدیده‌های واقعی، توسط فایل‌های مشخصی ذخیره و به طور جداگانه اما مرتبط نگهداری می‌شوند. قدرت سیستم GIS در نحوه برقراری ارتباط منطقی بین دو نوع ساختار متفاوت و چگونگی بیان همبستگی‌های فضایی در بین داده‌های جغرافیایی نهفته است. به عنوان مثال، در محیط نرم افزار ArcGIS امکان نمایش اطلاعات گرافیکی در روی لایه‌های موجود با مشخص نمودن چندین ردیف مشاهده از یک جدول خصیصه‌ای مربوط به آن لایه امکان‌پذیر است. البته این ارتباط می‌تواند حالت معکوسی هم داشته باشد، چرا که کاربر با ارجاع به پدیده‌های معینی در روی نقشه می‌تواند مشاهدات معادل در جدول داده‌های خصیصه‌ای مربوطه را احضار نماید. به‌منظور

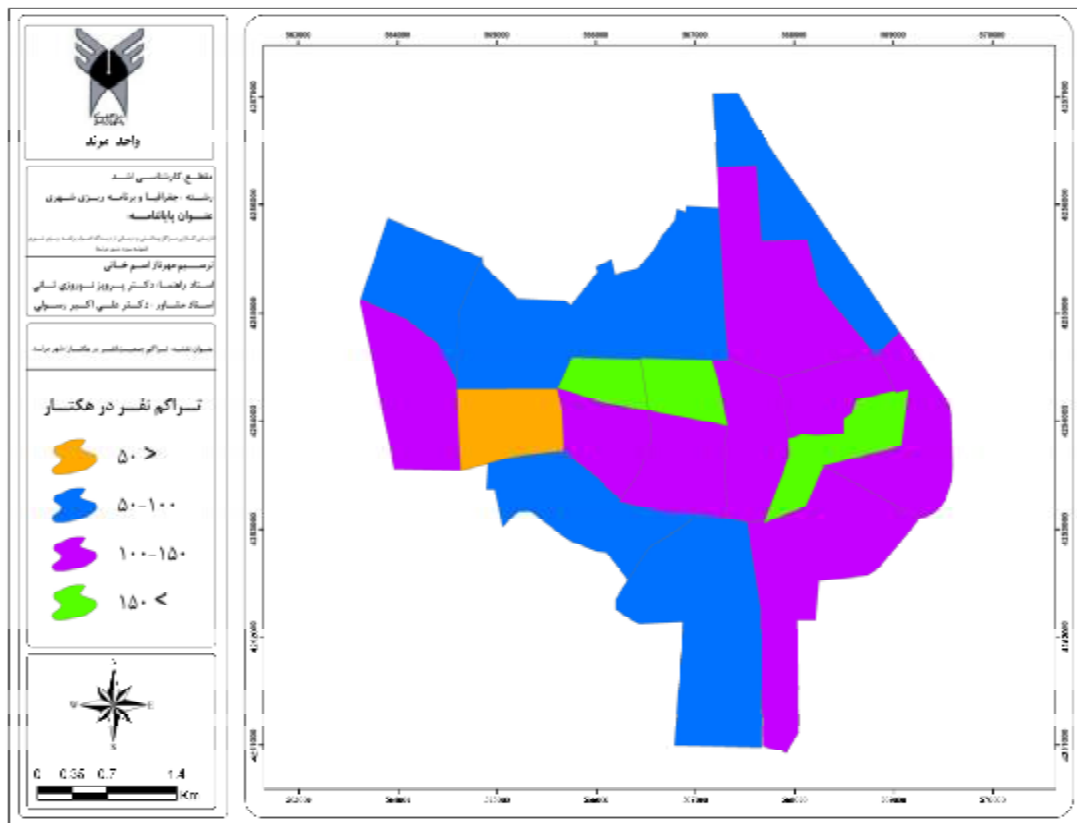
دسترس‌ی موثر و نمایش دقیق داده‌های جغرافیایی گرافیکی (نقشه‌ها) و توصیفی (جداول) در هر سیستم GIS باید تمهیدات مورد نیاز مهیا باشد (شکل شماره 6-3).



شکل شماره 6-3: نمایش اطلاعات گرافیکی و توصیفی روستاهای شهرستان مرند در محیط نرم‌افزار ArcGIS

در واقع عوارض جغرافیایی، متغیرهای هستند که بر روی سطح زمین و یا در نزدیکی آن وجود دارند و در طول زمان ایجاد و یا تغییر می‌کنند. عوارض می‌توانند به صورت طبیعی به وجود آیند (مانند رودخانه‌ها و پوشش گیاهی) و یا می‌توانند ناشی از ساخت و سازهای انسانی در محیط‌های شهری بوده باشند (مثل جاده‌ها، خطوط انتقال آب و برق و ساختمان‌ها). توسط نقشه‌ها می‌توان دنیای واقعی را با استفاده از نقاط، خطوط، سطوح و شبکه‌ها مدل‌سازی نموده و با بهره‌گیری از علائم، برچسب‌ها و نوشته‌های کمکی ویژگی‌های عوارض جغرافیایی را نمایش داد. از طریق GIS می‌توان مدل‌های مکانی از دنیای واقعی را با به‌کارگیری اجزاء سازنده آن طراحی کرد. اجزای اصلی هر کدام، دارای یک بعد فضایی بوده و می‌توانند شی‌ای را در یک موقعیت خاص جغرافیایی به صورت سه‌بعدی نمایش دهند. البته، هر جزء گرافیکی یک بعد اطلاعاتی نیز دارد که ماهیت و صفات اشیاء را مشخص می‌دارد. در حال حاضر، در فناوری GIS به بعد زمان نیز توجه خاصی می‌گردد. بنابراین، بررسی و اندازه‌گیری حالات و شرایط اشیاء و پدیده‌ها در طول زمان در قلمروهای جغرافیایی امکان‌پذیر شده است. باید اذعان داشت به- غیر از شکل و نحوه نمایش عوارض جغرافیایی، مدل‌های ساختاری اطلاعات مکانی نیز بسیار با اهمیت می‌باشد. در هر پروژه GIS هر کدام از عوارض زمینی از طریق یک شناسه کدگذاری شده قابل تشخیص می‌گردد. مختصات هر کدام از عوارض نیز

توسط لیست‌های جداگانه‌ای با توجه به ماهیت آن‌ها در محیط GIS نگهداری می‌شود. حال با استفاده از علائم گرافیکی موجود در محیط‌های نرم افزاری، ویژگی‌ها و صفات مربوط به هر کدام از عوارض جغرافیایی قابل نمایش است. به‌عنوان مثال، جاده‌ها توسط خطوطی با پهنا، رنگ و برجسب‌های متنوع قابل ترسیم خواهند بود. برای نمایش موثر انواع مختلف پدیده‌های طبیعی نظیر رودخانه‌ها و جنگل‌ها از علائم ویژه و رنگ‌های آبی و سبز بهره گرفته می‌شود (به شماره 7-3 توجه گردد).



شکل شماره 7-3: نقشه تراکم جمعیت شهر مرند

### 3-3 روش‌های اخذ و ورود داده‌ها

شاید یکی از مشکلات اصلی در شروع هر پروژه‌ای نحوه واردکردن انواع داده‌ها به درون سیستم باشد. باید یادآور شد که هر محقق نیازمند اخذ و ورود داده‌های خام به محیط GIS به منظور ایجاد پایگاه داده‌ها است، چرا که بدون آن‌ها هیچ عملیات تحلیلی امکان‌پذیر نخواهد بود. اغلب متخصصان بر این باور هستند که اخذ داده‌ها و تشکیل پایگاه‌های اطلاعاتی مرتبط طاق‌ت فرساترین، وقت گیرترین و در نهایت پرهزینه‌ترین قسمت هر پروژه GIS محسوب می‌گردد. عدم موقعیت در نحوه جمع‌آوری داده‌های کافی، با دارا بودن دقت بالا، و تشخیص نوع پایگاه مناسب منجر به عدم توفیق در هر پروژه GIS می‌شود. معمولاً، برای شروع، دو نوع داده خاص مورد نیاز هستند. نوع اول، اطلاعات مکانی می‌باشند، که کسب آن‌ها برای ایجاد مدل‌های جغرافیایی از ضروریات محسوب می‌گردد، که شامل: مشخصات مربوط به موقعیت اشیاء جغرافیایی، ویژگی‌های هندسی و همبستگی‌های توپولوژیک آن‌ها می‌باشد. نوع دوم اطلاعات، ماهیت غیرمکانی دارند و شامل ویژگی‌ها و صفات ذاتی

اشیاء در ارتباط با اطلاعات مکانی هستند. در محیط GIS، به اطلاعات مرتبط به مکان‌ها، شکل آن‌ها و همبستگی‌های موجود بین پدیده‌های جغرافیایی - که همواره توسط سیستم‌های مختصات و ایجاد روابط توپولوژیک ذخیره می‌گردند - داده‌های مکانی اطلاق می‌شود. در ذیل به برخی از روش‌های معمول اشاره می‌گردد.

### 1-3-3 روش‌های دستی

وارد نمودن داده‌ها به روش دستی (حالت سنتی) شاید راحت‌ترین روش‌ها محسوب گردد. در این حالت، به توسط صفحه کلید و ماوس کامپیوتر می‌توان مختصات جغرافیایی نقاط و سایر داده‌ها را وارد سیستم نموده و در جدولی خاصی تحت عنوان جدول مشاهدات خاص<sup>54</sup> ذخیره کرد. اگر محیط GIS را متشکل از پایگاه اطلاعاتی و داده‌های مکانی مرتبط تصور نمائیم، در این صورت در مواقعی که امکان ورود داده‌ها از سایر محیط‌های نرم‌افزاری و یا سخت‌افزاری میسر نباشد، می‌توان از طریق جدول ارتباطی هر نرم‌افزاری به راحتی داده‌های توصیفی (خصیصه ای) را تولید و ویراستاری نمود. همچنین، امکان تولید، بهنگام‌سازی و ویراستاری داده‌های جغرافیایی (گرافیکی یا مکانی) با بکارگیری بعضی از ابزارهای خاص وجود دارد. به-علاوه می‌توان داده‌های تولید شده را به سایر اطلاعات مرتبط و در فرآیند اعمال تحلیل‌های مکانی به آن‌ها استناد نمود. یادآور می‌گردد که کلیه لایه‌هایی که بر اساس منابع داده‌های مکانی ساخته می‌شوند، نظیر لایه‌های در فرمت Shapfile، حاوی موقعیت‌های جغرافیایی بوده و دارای جدول خصیصه‌ای نیز می‌باشند. هر عارضه در یک لایه دارای یک رکورد واحد در جدول صفات مربوطه است. اما هر فیلد در یک جدول صفات نشان‌دهنده یک ارزش مخصوص است. به محض اینکه یک لایه دارای داده‌های مکانی و یا جدول‌گونه به یک دیدگاه اضافه می‌شود، شما می‌توانید به جدول صفات از طریق گزینه Open Theme Table دسترسی داشته باشید. به عنوان مثال، نرم افزار ArcView به‌طور اتوماتیک روابط بین لایه‌ها و جدول صفات مربوطه را برقرار می‌کند. بنابراین، شما نیازی نخواهید داشت که به‌طور جداگانه داده‌های خود را وارد سیستم نمائید. هر جدول توصیفی می‌تواند دارای مشخصات زیر باشد:

- (a) فیلدهای شکل<sup>55</sup> - که نشان‌دهنده نوع منابع داده‌ها از قبیل نقاط، خطوط و پلیگون‌ها هستند.
- (b) فیلدهای ژئومتری<sup>56</sup> - زمانیکه یک لایه با استفاده از فایل‌های ARC/INFO ایجاد شود، چنین فیلدی ساخته می‌شود.
- (c) فیلدهای شناسایی<sup>57</sup> - هر پدیده‌ای که در محیط ARC/INFO ایجاد گردد، دارای دو ستون است که معرف کدهای ویژه می‌باشد، که با شناسه‌های Coverage\_ID و Coverage شناخته می‌شوند.
- (d) فیلدهای محتوایی<sup>58</sup> - هر لایه طراحی شده در محیط اتوکد در محیط دیدگاه مربوطه دارای جدولی خواهد بود که ذخیره کننده مشخصات محتوایی آن می‌باشد. ویژگی‌هایی نظیر رنگ، نوع و ضخامت خط به همراه فایل

---

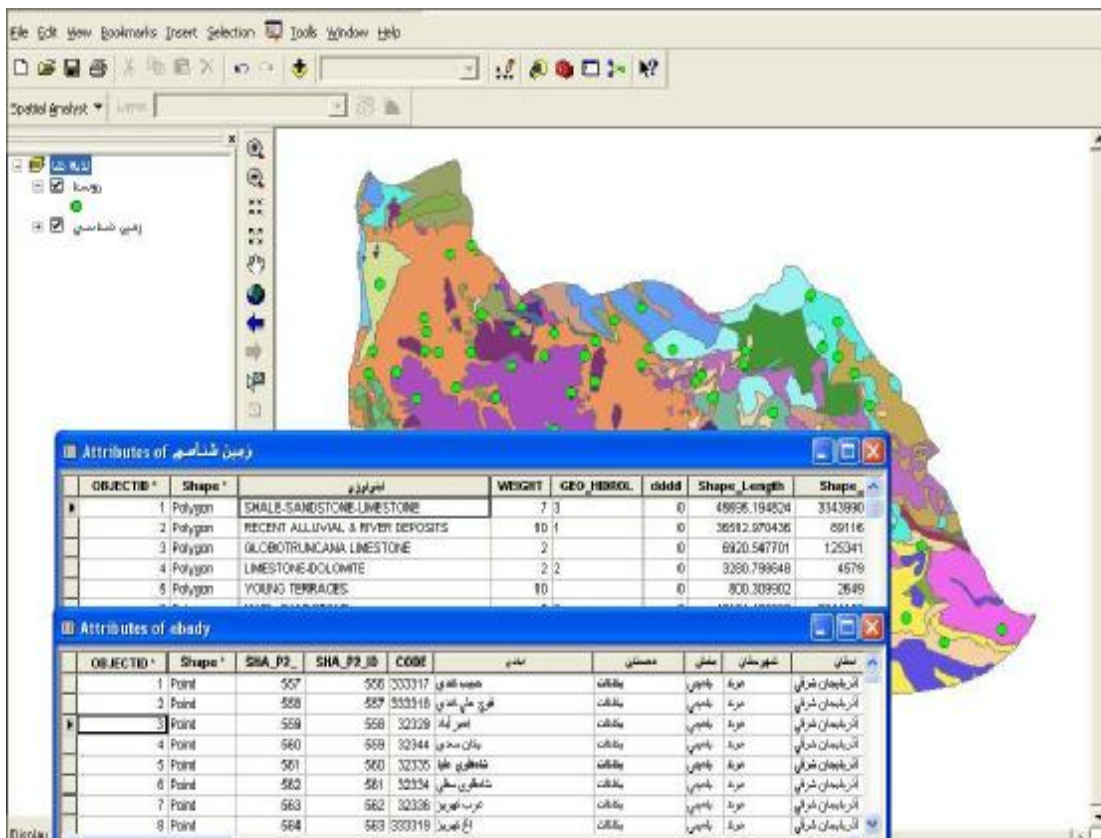
\ Event Tables

<sup>55</sup> Shape fields

<sup>56</sup> Geometry fields

<sup>57</sup> Identification fields

اتوکید در محیط ArcView نمایش داده خواهد شد. این نوع جداول حاوی اطلاعات توصیفی مربوط به پدیده‌های موجود در لایه‌ها هستند. بنابراین، در هر جدولی یک رکورد واحد، بیانگر مشخصات پدیده مربوطه می‌باشد. (e) ضمناً در محیط ArcGIS فیلدهای اطلاعاتی نظیر: FID ، Object ID ، Shape ، و غیره به‌طور اتوماتیکی بر اساس ماهیت عوارض جغرافیائی و تعریف کاربر ایجاد می‌گردد. سایر فیلدهای اطلاعاتی بر اساس نیاز قابل تعریف می‌باشد. توسط شکل شماره 7-3 لایه‌های اطلاعات گرافیکی (مکانی) و توصیفی شهرستان مرند برای عوارض نقطه‌ای روستاها و محدوده‌های زمین‌شناسی در محیط نرم افزار ArcGIS نمایش داده شده است.

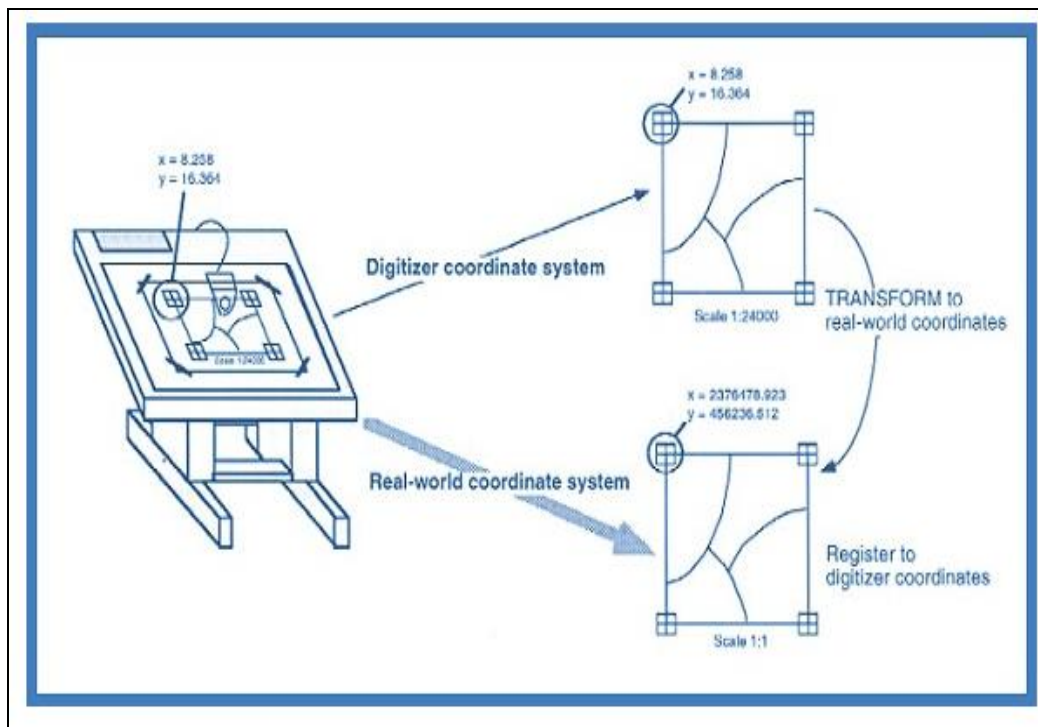


شکل شماره 7-3: نمایش اطلاعات گرافیکی و توصیفی از لایه‌های زمین‌شناسی و روستاهای شهرستان مرند به همراه فیلدهای اطلاعاتی در محیط نرم‌افزار ArcGIS

### 3-2-3 ورود داده‌ها توسط رقمگر

در اصل هر رقمگر ابزاری مجهز به یک میز اتوماتیک حساس و یک دستگاه شبیه به ماوس با کلیدهای مخصوصی است، که در جهت ضبط موقعیت پدیده‌های مکانی با متمایز نمودن مختصات دقیق جغرافیایی آنها استفاده می‌شود. توسط این دستگاه پدیده‌های موجود در روی نقشه به‌صورت نقاط، خطوط و محدوده‌ها به محیط GIS جهت ایجاد بانک‌های اطلاعاتی

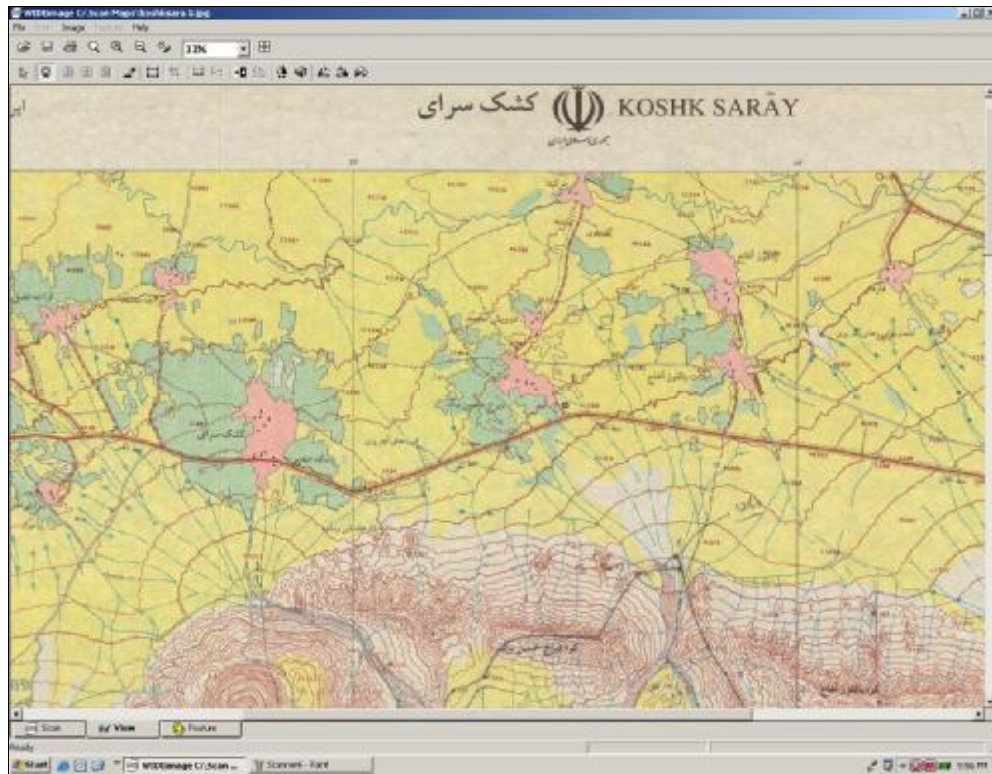
منتقل می‌شوند. این روش، علیرغم وقت‌گیر بودن و زحمت زیاد، طی سال‌های گذشته، به‌عنوان معمول‌ترین متد در جهت تهیه منابع مورد نیاز در دنیای GIS محسوب گردیده است. شکل شماره 3-8 نمایشگر یک دستگاه رقم‌نگری به‌همراه مراحل تثبیت و تطبیق سیستم مختصات زمینی است.



شکل شماره 3-8: طرح یک دستگاه رقم‌نگری به‌همراه مراحل تثبیت و تطبیق سیستم مختصات زمینی

### 3-3-3 فرآیند اسکن کردن نقشه‌های کاغذی

در مواقعی که دارای مستندات جغرافیایی کاغذی از قبیل نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و یا کاربری اراضی منطقه خاصی هستید، می‌توانید به روش نیمه سخت‌افزاری - نرم‌افزاری به فرآیند اسکن - وکتورایز یا برداری نمودن عوارض نقطه‌ای، خطی و محدوده‌ها استناد کنید. در خیلی از موارد، منابع مورد نیاز در پروژه‌های GIS در فرمت‌های رقمی نیستند و اغلب به‌صورت نقشه‌های آنالوگ تهیه شده‌اند. بنابراین، باید این نقشه‌ها به فرمت‌های قابل قبول در فرآیندهای GIS تبدیل شوند. این عمل از طریق فناوری اسکن کردن میسر شده و به دستگاهی که این کار را امکان‌پذیر می‌سازد "اسکنر" گفته می‌شود. در واقع اسکنر دستگاهی است الکترونیکی که به وسیله آن امکان ورود اطلاعات موجود در روی نقشه‌ها و حتی عکس‌های هوایی به داخل کامپیوتر ممکن می‌گردد. با توجه به نیاز و هدف جمع‌آوری اطلاعات می‌توان از انواع اسکنرها بهره برد. به‌منظور انتقال عوارض موجود روی یک نقشه توپوگرافی در اندازه بزرگ به یک اسکنر ایستا در ابعاد بزرگ (که معمولاً توسط سازمان‌ها و مراکز حرفه‌ای به کار گرفته می‌شوند و با استفاده از آن‌ها می‌توان اطلاعات موجود در نقشه‌هایی به ابعاد A0 و اندازه بزرگ‌تر را به کامپیوتر منتقل نمود (شکل شماره 3-9).



شکل شماره 9-3: بخشی از نقشه منطقه کشک سرای شهرستان مرند اسکن شده در محیط نرم افزار WideImage

اصولا، برای اجرای فرآیند اسکن به یک نرم افزار تخصصی نیاز می باشد. نرم افزار WideImage یکی از نرم افزارهای تخصصی در این زمینه است، که بعد از تعبیه نرم افزار مربوطه می توان محیط آنرا بر اساس شرایط مطلوب تنظیم نموده و نقشه مورد نظر را اسکن کرد. به منظور تبدیل نقشه های کاغذی به حالت رقومی شما می توانید از اسکنر از نوع Ao استفاده و با تعریف ابعاد، میزان تفکیک مکانی و محل ذخیره شدن فایل های رقومی در یکی از فرمت های مختلف مانند: \*.tiff ، \*.jpg\* و \*.gif\* در یک محیط نرم افزاری تخصصی اقدام نمائید. سپس، در محیط نرم افزارهای مانند R2V<sup>59</sup> و یا ArcScan عوارض گرافیکی (نقاط، خطوط و پلیگون های) موجود در نقشه خاصی (مثلا نقشه کاغذی منطقه کشک سرای شهرستان مرند) را به فرم رقومی وکتورایز کنید. البته شما می توانید داده های رقومی شده برداری در فرمت \*.Shp\* را ذخیره و بعد از انتقال به محیط نرم افزارهای ArcGIS و یا ArcView اطلاعات مربوطه را تحلیل نمائید.

#### 3-3-4 استفاده از منابع رقومی موجود

ممکن است بعضی از اطلاعات مکانی به همراه موقعیت جغرافیایی آنها قبلا توسط بعضی از سازمان ها، در محیط کامپیوتر به صورت رقومی، ایجاد شده باشد. در این رابطه سه نوع از داده ها قابل ذکرند. اول، آن دسته از فایل های هستند که قبلا توسط روش های کارتوگرافی اتوماتیک ایجاد شده اند. مانند فایل های گرافیکی اتوکد در فرمت DXF و در مواردی میکرو-استیشن در فرمت DGN که معمولا توسط سازمان نقشه برداری تصحیح و توزیع شده اند. به تازگی، فایل های رقومی مورد قبول

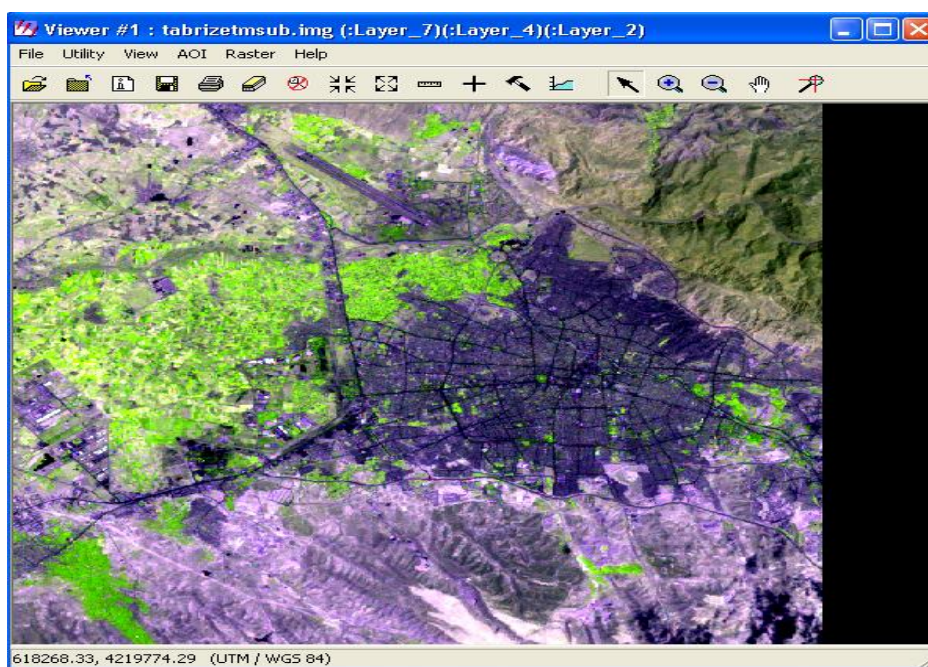
<sup>59</sup> Raster to Vector



GIS در فرمت سازمانی در مقیاس‌های مختلف عرضه شده است که امکان تبدیل چنین داده‌هایی وجود دارد. در مواردی، کدهای مکانی نیز به منظور شناسایی داده‌ها در ارتباط با یک مکان خاص جغرافیایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌عنوان مثال، می‌توان به کدهای پستی اشاره کرد که در ارتباط با آدرس‌های خاص قابل بهره‌برداری هستند. در هر حالت، محققان، قبل از شروع کار با چنین داده‌هایی، ممکن است دخل و تصرف‌هایی را در روی آن‌ها - با توجه به ساختار مدل مورد نیاز و اهداف نهایی - اعمال نمایند (Tomlinson, et. 1976). در چند سال گذشته، اغلب سازمان‌های دولتی و بخش خصوصی داده‌های گرافیکی خود را در فرمت اتوکد تولید و نگهداری نموده‌اند. امروزه، با سرعت زیاد در محیط نرم‌افزارهای ArcView و ArcGIS امکان تبدیل، تغییر و ایجاد پایگاه‌های اطلاعاتی با استفاده از این منابع وجود دارد.

### 3-3-5 تصاویر حاصله از سنجش از دور

حجم عظیمی از منابع اصلی اطلاعات رقمی از طریق فناوری سنجش از دور و به‌واسطه مکانیسم پردازش تصاویر رقمی حاصل می‌آیند. تصاویر حاصله، ممکن است توسط سنجنده‌های مختلف از قبیل هواپیماهای عکاس و ماهواره‌ها در سطوح ارتفاعی مختلف، تهیه شده باشد.



شکل شماره 3-10: تصویر ماهواره‌ای شهر تبریز سنجنده ETM+ ماهواره لندست 5 مفروش شده بر روی مدل ناهمواری در اصل، این نوع داده‌ها شبیه داده‌های فراهم آمده توسط اسکنرها هستند، با این تفاوت که این نوع تصاویر از دنیای واقعی و در طیف‌های مختلف الکترومغناطیسی تهیه شده‌اند (شکل شماره 3-10). داده‌های رقمی، تولید شده توسط فرآیند پردازش تصویر، با مشاهده با دنیای واقعی مطابقت داده می‌شوند. بنابراین، این نوع داده‌ها به راحتی توسط مدل‌های در ساختار رستری و شاخه‌درختی در محیط GIS قابل مدیریت هستند (رسولی، 1387).

### 3-3-6 سیستم تعیین موقعیت جهانی

با توجه بر پیشرفت‌های حاصله در نحوه ارتباطات فضایی، امروزه این امکان ایجاد گردیده که در هر لحظه از زمان و در هر جای دنیا موقعیت‌های دقیق را تعیین نموده و اطلاعات مورد نیاز را به صورت رقومی فراهم آورد (مسگری، 1379). تکنولوژی GPS در جهت تعیین موقعیت بسیار دقیق مکان‌های جغرافیایی و پدیده‌های مختلف - به ویژه اشیاء متحرک نظیر کشتی‌ها در اقیانوس‌ها و کامیون‌ها در مسیر جاده‌ها به کار گرفته می‌شود. امروزه، بر اساس پیشرفت‌های نرم‌افزاری امکان انتقال سریع مشاهدات جمع‌آوری شده توسط GPS به محیط GIS فراهم گردیده است. به عنوان مثال، می‌توان با بکارگیری یک دستگاه Garmin eTrex مشاهدات زمینی مورد نظر را برداشت و با انتقال و تبدیل اطلاعات در محیط نرم‌افزار GPS Utility اطلاعات رقومی را به محیط هر نرم‌افزار GIS وارد و با ایجاد بانک‌های اطلاعاتی منسجم تحلیل‌های مکانی هدفمند را دنبال نمود (رسولی، 1388).

### 3-3-7 ورود داده‌های غیرمکانی

در محیط GIS به همراه داده‌های مکانی، بعضی از ویژگی‌های دیگری نیز بکار گرفته می‌شوند. این خصوصیات مربوط به پدیده‌های مکانی را توصیف کرده و معمولاً در جداول مخصوصی در ارتباط منطقی با هم نگهداری می‌شوند. به عنوان مثال، موقعیت یک چاه به وسیله یک نقطه مشخص می‌شود، ولی صفاتی نظیر عمق، مقدار آبدهی و کیفیت شیمیایی مربوطه در جدول صفات مرتبط درج می‌گردد. در چند سال گذشته، به علت رشد تکنولوژی کامپیوتری پیشرفته‌های زیادی در نحوه ایجاد پایگاه‌های اطلاعات رقومی حاصل آمده است. بدین ترتیب، داده‌های حجیم رقومی، اخذ شده از آمار جوامع انسانی و ویژگی‌های توصیفی مکان‌های جغرافیایی توسط خیلی از سازمان‌ها، در حال تهیه می‌باشد.

در حال حاضر، روش‌های جدید الکترونیکی به محققین در جهت تغذیه هر چه سریع تر داده‌های غیرمکانی رقومی به درون GIS کمک می‌نمایند. باید یادآور شد که بخش قابل توجهی از اطلاعات غیرمکانی نیز توسط خود سیستم GIS در قالب بندی‌های خاص تولید می‌شود. به موازات گسترش سیستم‌های اطلاعاتی متنوع، امکان برقراری بین سیستم‌ها سریع تر و آسان تر شده است. روش‌های تبدیل داده‌ها و اطلاعات به فرمت‌های متفاوت از مهمترین امتیازات GIS محسوب می‌گردد. اغلب این نوع داده‌ها را می‌توان در محیط نرم‌افزارهای اکسل و یا اکسس سازماندهی نمود و به تنهایی و یا به همراه سایر داده‌ها در فرآیندهای بعدی از آن‌ها استفاده بهینه کرد. البته مشاهدات جمع‌آوری شده را می‌توان به محیط یکی از نرم‌افزارهای GIS مثل نرم‌افزار ArcGIS منتقل و در فرمت برداری ذخیره و در فرآیند تحلیل‌های مکانی به کار گرفت.

### 3-4 ماهیت بانک‌های اطلاعاتی

هر سیستم GIS حداقل دارای دو نوع قابلیت کاربردی بارزی است. اولی توان اعمال سئوالات مشخص به منظور کسب اطلاعات معین از پایگاه داده‌ها است و دومی انجام تحلیل‌های مکانی با هدف مدل‌سازی‌های هدفمند می‌باشد. اما، هر دو مورد ذکر شده کاملاً به پایگاه اطلاعاتی (به تعبیری بهتر به مغز سیستم GIS) که به صورت منسجم سازماندهی شده است - وابسته‌اند. بسیاری از نرم‌افزارهای GIS دارای پایگاه‌های اطلاعاتی منسجم و سازمان‌یافتی هستند. اهمیت پایگاه‌های اطلاعاتی از این واقعیت ناشی می‌شود که داده‌های موجود در پایگاه اطلاعات، به صورت کاملاً مرتبط به هم طراحی می‌شوند و دارای

ساختاری منسجم جهت تلفیق و بازیابی انواع اطلاعات می‌باشند. نباید فراموش کرد که هر پایگاه اطلاعاتی معمولاً دارای معماری ویژه‌ای است که به‌منظور کاربرد خاصی طراحی گشته است. از دیدگاه خیلی از متخصصان، مدیریت منطقی اطلاعات از مهمترین عوامل موفقیت هر سیستم GIS محسوب می‌گردد.

پایگاه اطلاعاتی از جهات مختلف بسیار حائز اهمیت تلقی می‌گردد، چرا که گردآوری، ذخیره‌سازی، بازیافت و سازماندهی داده‌های موردنیاز در پروژه‌های GIS دشوار و اغلب بسیار پرهزینه است. اما در دهه‌های اخیر با ظهور تکنولوژی مدیریت داده‌ها از حجم مشکلات مربوطه تا حدود زیادی کاسته شده است و سیستم‌های کامل‌تری به بازار عرضه شده است. به‌طور کلی، به مجموعه‌ای از داده‌های جمع‌آوری شده مرتبط به یک واقعیت و یا هدف مشخصی پایگاه اطلاعات<sup>60</sup> گفته می‌شود. وجود ارتباط منطقی در میان این مجموعه اساس پایگاه‌های اطلاعاتی محسوب می‌گردد، که از طریق تغذیه، ذخیره و مدیریت منسجم مشاهدات جغرافیائی در محیط‌های کامپیوتری امکان‌پذیر می‌گردد. هر پایگاه اطلاعاتی شامل داده‌های مکانی است که اطلاعات مربوط به موقعیت‌ها و شکل عوارض زمین را در قالب نقاط، خطوط، محدوده‌ها، پیکسل‌ها، گریدها و مثلث‌های نامنظم ذخیره می‌سازد. به‌علاوه هر پایگاه اطلاعات و ویژگی‌های مربوط به پدیده‌های غیرمکانی را نیز نگهداری می‌نماید. این ویژگی‌ها معمولاً شامل اطلاعات ماهیتی عوارض جغرافیائی بوده و در حالت اعداد و ارقام، نوشته‌ها، تصاویر و سایر خصوصیات مرتبط هستند که به‌صورت منطقی در جدول ویژگی‌های نگهداری می‌شوند. داده‌های توصیفی (یا خصیصه‌ای) در محیط‌های نرم‌افزاری تحت عنوان جدول خصوصیات پدیده‌ها<sup>61</sup> و جدول ارتباطی<sup>62</sup> (یا مرتبط) ذخیره می‌شوند.

در محیط اغلب نرم‌افزارهای حرفه‌ای مانند ArcGIS فرآیند تبدیل مشاهدات به فرم الکترونیکی آن در جهت ایجاد پایگاه‌های اطلاعاتی به‌طور اتوماتیک صورت می‌گیرد. به‌علاوه اغلب نرم‌افزارهای تخصصی دارای سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی<sup>63</sup> هستند که فرآیند ذخیره‌سازی موثر و ایجاد ارتباط داخلی بین داده‌ها را تضمین می‌نماید. در واقع هر نرم‌افزار مدیریت پایگاه اطلاعاتی یک ساختار کامپیوتری است که جهت دسترسی و سازماندهی داده‌ها به کمک یک مجموعه از برنامه‌های خاص در محیط GIS به‌کار گرفته می‌شود. ساختار اغلب پایگاه اطلاعاتی به‌صورت استاندارد طراحی می‌شود تا تبدلات داده‌ها به‌آسانی صورت گیرد. در این نوع ساختارها ابزارهایی عملیاتی به‌منظور وارد کردن، ایجاد تغییرات، تبدیلات، بازیابی، ویراستاری و تحلیل داده‌ها تعبیه می‌گردد.

به‌طور کلی در یک نگرش ساده، یک سری از عناصر اطلاعاتی مربوط به یک شیء، موضوع و یا مکانی خاص، مانند آمار جمعیت مربوط به محدوده خاصی از شهر به‌همراه سایر مشخصات مربوطه (موقعیت و محل زندگی و آدرس‌های پستی) را می‌توان به‌عنوان یک پایگاه اطلاعاتی در نظر گرفت. در همچون پایگاه اطلاعاتی، داده‌های مربوط به یک حادثه (یا مورد خاص) به‌عنوان یک رکورد شناخته می‌شود. به‌علاوه متغییرهای اطلاعاتی را هم می‌توان تحت عنوان فیلد در نظر گرفت. مانند

---

<sup>60</sup> Database

<sup>61</sup> Feature Attribute Tables

<sup>62</sup> Related Tables

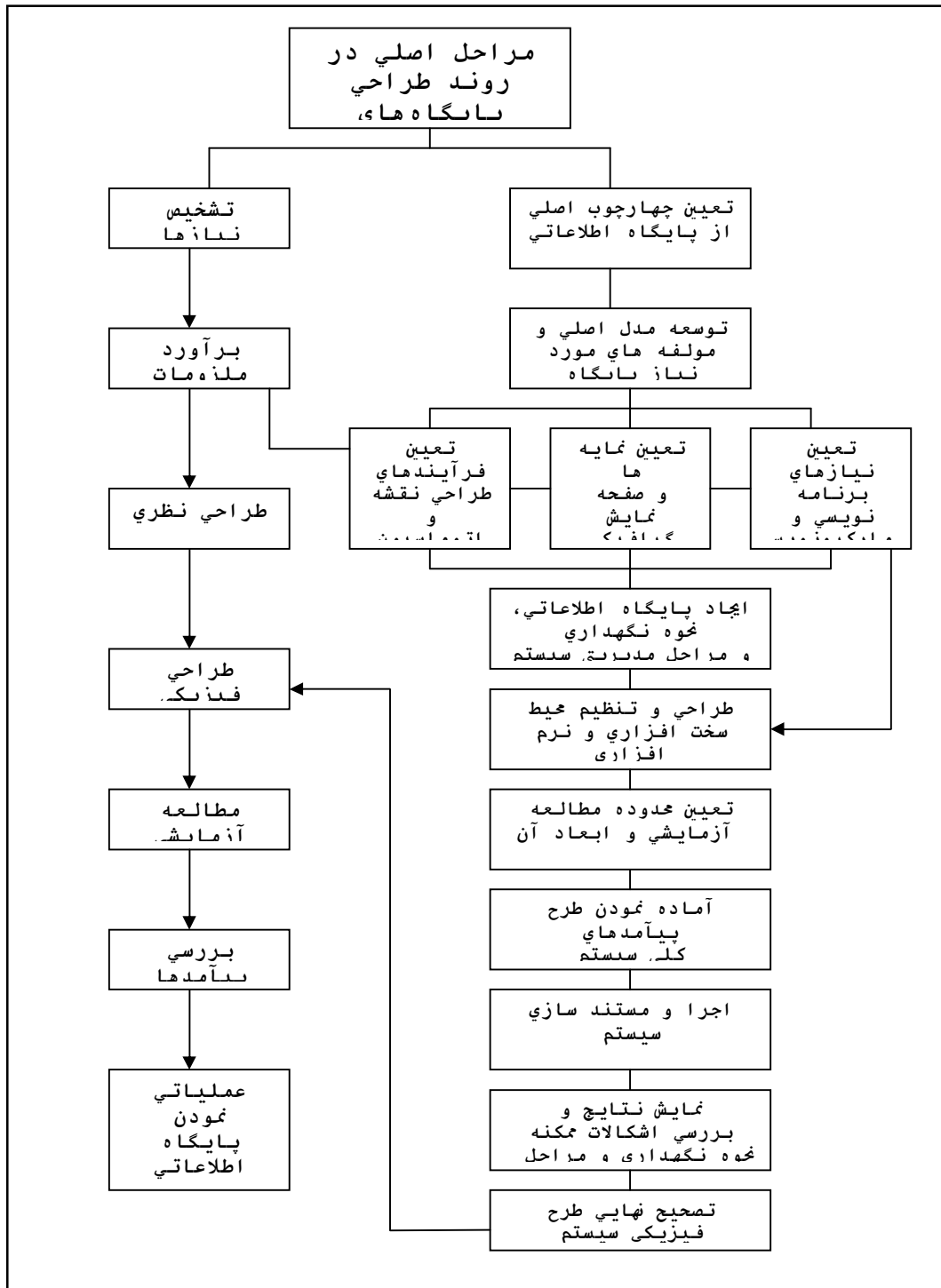
<sup>63</sup> Database Management System (DBMS)

تعداد جمعیت و یا سن افراد، که ممکن است دارای داده‌های متفاوت بوده باشد. این داده‌ها می‌تواند شامل داده‌های عددی واقعی، رشته‌ای، نوشتاری، تاریخ، زمان و یا بر اساس منطق بولین تنظیم گردد. در همچون پایگاهی شناسه‌های مشخص در برگرفته تمامی رکوردها به‌عنوان فیلد کلیدی شناخته می‌شود.

برای اینکه هر پایگاه اطلاعاتی قابلیت اصلی خود را حفظ نماید، باید کلیه سری داده‌ها شامل رکوردهای یکنواخت و منسجمی باشد که در واقع برای هر مورد خاص (مثلا برای موقعیت جغرافیایی یک ایستگاه اتوبوس) اطلاعات اصلی را ارائه دهد. هر رکورد ممکن است دارای چندین فیلد بوده باشد که هر کدام از آن‌ها یک نوع اطلاعات مشخصی را ذخیره می‌سازد. تعداد و مشخصات فیلدها باید برای هر رکورد ثابت باشد. به‌عنوان مثال، هر رکورد مربوط به ایستگاه‌ها ممکن است دارای فیلدهایی نظیر اسم، طول و عرض جغرافیایی، نوع و ماهیت و سایر ویژگی‌های دیگر باشد. محتوای فیلدها ممکن است از نقط نظر مقیاس داده‌ها نیز متنوع بوده و در حالات اسمی، رتبه‌ای، طبقه‌بندی شده و یا ضریبی (نسبی) ذخیره گردد. به‌عنوان مثال، یک پایگاه اطلاعات شهری شاید ویژگی‌هایی از قبیل اسم، شماره تلفن شهروندان، شماره پلاک منازل، قیمت املاک، نحوه ثبت ملکی و سایر اطلاعات دیگر نیز بوده باشد. در روند کاربردی نمودن معماری هر پایگاه اطلاعاتی تعدادی از توابع ویژه در نظر گرفته می‌شود که با استفاده از آنها امکان انجام موارد زیر ممکن می‌گردد:

- ایجاد و ویراستاری رکوردها با استفاده از یک سری از توابع خاص،
  - خلاصه‌نمودن گروهی رکوردها با استفاده از پارامترهای آماری،
  - اعمال عملیات ریاضی بر روی مشاهدات ذخیره شده،
  - انتخاب رکوردها بر اساس قوانین مشخص و درخواستی،
  - بهنگام سازی پایگاه اطلاعات و افزودن فیلدهای جدید،
  - مرتبط ساختن محتوای فیلدها در درون یک پایگاه اطلاعاتی و نمایش نتایج مستخرج از عملیات پرسشگری،
  - برقراری ارتباط منطقی بین انواع پایگاه‌های اطلاعات متعدد.
- مانند هر پایگاه داده‌ها، پایگاه‌های اطلاعاتی مورد نظر GIS باید طوری طراحی گردد که توان پاسخگویی به نیازهای کاربران و جنبه‌های کاربردی مختلف را داشته باشد. در روند طراحی اکثر پایگاه‌های اطلاعاتی باید شرایط زیر لحاظ شده باشد:
- تامین چهارچوب نظری منطقی از کلیات و نیازهای پایگاه اطلاعات در دست تهیه،
  - تعریف دقیق فرآیندهای مربوط به پایگاه اطلاعات مربوطه به نحوی که روابط متقابل بین مشاهدات و متغیرهای ذخیره شده از طریق عناصر ارتباطی قابل ارزیابی و نمایش گردد،
  - قدرت تشخیص مسائل و خطاهای احتمالی و اعمال روش‌هایی جایگزین با هدف ویراستاری اطلاعات،
  - قدرت تشخیص داده‌های اصلی و فیلتر نمودن داده‌های غیرمربوط،
  - امکان اعمال فرآیندهای بهنگام سازی جهت ورود داده‌های جدید،

- قابلیت گسترش سیستم به منظور تامین نیازهای آتی و توان برقراری ارتباط با سایر سیستم‌های مشابه. متخصصان در جهت تکمیل هر پایگاه اطلاعاتی مراحل را مد نظر قرار می‌دهند که تا حدودی با توجه به توان نرم-افزاری و اهداف موردنظر متفاوت می‌نماید. مراحل طراحی در سه مرحله اصلی زیر می‌تواند صورت گیرد:
  - (a) طراحی نظری که معمولاً بدون نیاز به سخت‌افزار و نرم‌افزارهای مربوطه قابل اجراست. در این مرحله با توجه به جنبه‌های کاربردی و نیاز کاربران نهایی، کلیات طرح مربوط به پایگاه اطلاعاتی به صورت اهداف نوشتاری بیان می‌گردد.
  - (b) طراحی منطقی که شامل تعریف مشخصات معماری محیط پایگاه اطلاعات بوده و اهداف مرحله اول به صورت توابع معینی به محیط ساختار نرم‌افزارهای مربوطه تعریف می‌گردد. در این مرحله اغلب ساختار منوها، دستورات زیرمجموعه‌ای، نمایه‌ها و در کل نحوه دسترسی به بخش‌های مختلف محیط نرم‌افزار اطلاعاتی مورد بحث قرار می‌گیرد.
  - (c) طراحی فیزیکی که در آن نیازهای سخت‌افزاری و نرم‌افزارهای به منظور تامین عملی خواسته‌های اساسی طراحان مورد نظر است و مواردی نظیر: ساختار، حافظه، فضای دیسک سرعت و نحوه دسترسی به پایگاه اطلاعاتی و نحوه نمایش نتایج طراحی می‌گردد.فرآیندهای اصلی در روند طراحی پایگاه‌های اطلاعاتی توسط شکل شماره 11-3 به صورت شماتیکی نشان داده شده است.



شکل شماره 11-3: فرآیندهای اصلی در طراحی پایگاه‌های اطلاعاتی GIS

بر اساس تجربه متخصصان امر به اثبات رسیده که در مراحل اولیه طراحی عوامل مندرج در ذیل می‌تواند ساختار

پایگاه اطلاعاتی در دست تهیه را کنترل نماید:

- سطح نیازهای کاربران در رابطه با جنبه‌های کاربردی نهایی،

- قابلیت دسترسی و فرمت داده‌های موجود،
- نحوه بهنگام نمودن و نگهداری سیستم،
- اندازه و وسعت پایگاه اطلاعات مورد نظر،
- برآورد توانمندی‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری،
- افزایش مهارت افراد متخصص،
- ساختار منسجم فنی و علمی سازمان مدیریتی،
- میزان بودجه و حمایت‌های مسئولان تصمیم‌گیرنده.

منه‌های قابلیت‌ها و توابع عملیاتی تعبیه شده، سازمان هر پایگاه اطلاعاتی می‌تواند از عوامل زیر متاثر گردد:

عامل اول به ساختار داده‌های ذخیره شده در محیط هر نرم‌افزار GIS مربوط می‌گردد، چرا که اغلب آن‌ها به یکی از مدل‌های برداری و یا رستری تطبیق داده شده‌اند. به‌عنوان مثال، نسخه‌های قبلی نرم افزار ARC/INFO با مدل برداری مطابقت داده شده بودند. برخلاف آن، کلیه داده‌ها در محیط نرم‌افزار SPANS دارای ساختار رستری، به‌ویژه از نوع شاخه-درختی بودند. هر چند امروزه خیلی از نرم‌افزارها (مانند ArcGIS) هر دو مدل برداری و رستری را مدیریت می‌نمایند، اما باید به ساختار داخلی نهادینه شده و توان تبدیلات مدل‌های مربوطه آشنا بود. در حال حاضر با توجه به معماری اغلب نرم‌افزارها، می‌توان داده‌های هر دو مدل اصلی را مدیریت نمود.

عامل دوم مربوط به ماهیت داده‌های توصیفی و یا غیرمکانی است. اغلب نرم‌افزارهای معروف GIS به‌طور ذاتی به یک DBMS متصل و مرتبط هستند، که به‌منظور سازماندهی داده‌های توصیفی از طریق جداول خاص به‌کار گرفته می‌شود. سومین عامل مهم در ارتباط با چگونگی مدیریت داده‌های مکانی قرار می‌گیرد، که همانا اصلی‌ترین وظیفه آن نمایش تولیدات GIS از طریق نقشه‌هاست. از این‌رو، نحوه و چگونگی انباشت تولیدات نهایی در محیط پایگاه اطلاعاتی بسیار حائز اهمیت تلقی می‌گردد. طراحان نرم افزارهای GIS در جهت مدیریت بهینه داده‌های مکانی با توجه به مسائلی از قبیل نحوه کدگذاری داده‌ها، ثبت شناسه‌ها، همبستگی بین عوارض مکانی، چگونگی تعریف توپولوژی و نحوه اتصال لایه‌ها تمهیداتی را در معماری انواع پایگاه‌های اطلاعاتی اعمال می‌نمایند.

### 3-5 ماهیت اطلاعات خروجی GIS

کار توگراف‌ها به تجربه دریافته‌اند، که اگر قدرت تجسم فضا از انسان گرفته شود، میزان حجم داده‌های اخذ شده از عوارض و پدیده‌های جغرافیایی بسیار کاهش یافته و سرعتی که مغز در در روند پردازش اطلاعات اعمال می‌نماید، به‌طور قابل ملاحظه‌ای محدود می‌گردد. بنابراین، طراحی و نمایش تصاویر خروجی از فناوری GIS نقشی کلیدی در تفسیر محیط‌های اطراف ما داشته و در شناخت و کنترل رفتارها، از مهمترین عوامل به‌حساب می‌آید (Monmonier, 1982). مغز انسان نیز به‌منظور تجسم فضا، به مناسب‌ترین فرآیند همانا طریقه قیاسی عمل می‌نماید. به همین ترتیب، GIS نیز قدرت اخذ و کنار

هم قراردادن نقشه‌های کاغذی مجزا در یک چهارچوب جغرافیایی را دارد، هرچند که اصل اطلاعات در محیط کامپیوتر به صورت رقومی ذخیره می‌گردد. در حال حاضر، متخصصان GIS با تکیه بر طرح‌های مدرن کارتوگرافیکی، موجبات تجسم و نمایش مکان‌ها و پدیده‌های جغرافیایی را به صور آنالوگ و رقومی به عالی‌ترین وجه ممکن فراهم نموده‌اند (Robinson, 1995).

اغلب نرم‌افزارهای GIS دارای سیستمی هستند که از آن طریق امکان نمایش اطلاعات متنوع از طریق نقشه‌ها با مدیریت لایه‌های رقومی وجود دارد. توسط هر نقشه رقومی امکان ذخیره حجم زیادی از اطلاعات ممکن می‌گردد، که توسط یک نقشه آنالوگ معادل امکان‌پذیر نمی‌باشد. در نگاه اول، ملاحظه حجم زیاد اطلاعات میسر نه‌بوده و تنوع داده‌ها نیز مانعی است در جهت سازماندهی منطقی آن‌ها. به‌عنوان مثال، در روی صفحه مانیتور کامپیوتر شما ممکن است اطلاعات توپوگرافی را ملاحظه کنید، اما حجم عظیمی از اطلاعات نهان را فقط از طریق اعمال توابع پرسشگری می‌توان استخراج نمود. در کل، سه دسته از اطلاعات در نقشه‌های رقومی لحاظ شده است:

اطلاعات گرافیکی، که حاکی از موقعیت و شکل پدیده‌های مکانی قابل نمایش است. به‌عنوان مثال، در یک نقشه که حاوی اطلاعات جغرافیایی مربوط به جاده‌ها است، موقعیت هر کدام از آن‌ها به‌صورت گرافیکی در روی نقشه قابل رویت است. در GIS، موقعیت هر پدیده از طریق مقادیر مختصات  $X$  و  $Y$  و در صورت نیاز مقادیر  $Z$  نیز مشخص می‌شود. اغلب سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی برداری سه نوع اصلی از مدل‌های مکانی نظیر: نقاط، خطوط و پلیگون‌ها را حمایت می‌کنند. برخی دیگر از سیستم‌ها توان حمایت پدیده‌های پیچیده‌تری مانند شبکه‌ها، نواحی، چرخه‌ها و قوس‌ها را نیز دارند.

اطلاعات توصیفی، اطلاعات خصیصه‌ای و تکمیلی راجع به هر کدام از پدیده‌های گرافیکی را ذخیره می‌سازد. اصولاً داده‌های توصیفی به‌طور ذاتی گرافیکی نیستند و اطلاعات محتوایی پدیده‌ها مانند: نام، تاریخ و سایر مشخصات از طریق جدول مربوطه ذخیره می‌گردد. به‌طور کلی، داده‌های توصیفی در ارتباط با داده‌های مکانی با ماهیت برداری بوده و به‌ندرت با داده‌های رستری همراه می‌گردند. نرم‌افزارهای مختلف GIS تعیین‌کننده نوع ارتباط داده‌های توصیفی با مدل داده‌های گرافیکی مربوطه است و ماهیت ارتباط از یک سیستم به دیگری می‌تواند متفاوت باشد. در بعضی از سیستم‌ها روابط بسیار کلی بوده و کاملاً واضح نیست و بنابراین کاربران کنترل کاملی روی آن ندارند. برعکس در بعضی دیگر از سیستم‌ها روابط کاملاً تعریف‌شده و دقیق می‌باشد. نحوه روابط در این سیستم‌ها توسط کلیدهای کنترل‌کننده پایگاه اطلاعاتی تعریف شده است و هر پدیده موجود در روی نقشه دارای کد معینی است. با استفاده از این کلیدها چندین نوع رابطه فضایی تعریف می‌گردد.

اطلاعات نمایشی، مبین چگونگی نمایش گرافیکی پدیده‌ها به‌همراه خصیصه‌های ذاتی آن‌ها است. با استفاده از این نوع اطلاعات کارتوگرافیکی می‌توان نحوه نمایش و چاپ مدل‌ها و اطلاعات ذاتی آن‌ها را کنترل نمود. اطلاعات نمایشی شامل رنگ پدیده‌ها، ویژگی‌های هندسی (عرض و طول خطوط) و نوع آن‌ها (مانند خط چین، خط و نقطه) است. به‌علاوه، اسامی، علامت شمال، برچسب‌ها و حواشی نقشه‌ها از جمله امکاناتی هستند که می‌توان با بهره‌گیری از امکانات تعبیه شده در نرم‌افزارها، صفات و ویژگی‌های مربوطه را به نقشه‌های گرافیکی پیوند نمود. با این وجود، در اغلب موارد خیلی از کاربران آگاهی-



های لازمه در جهت استفاده اصولی از امکانات کارتوگرافیکی تعبیه شده در نرم‌افزارهای GIS را ندارند. باید آور شد که بعضی از نقشه‌های رقومی شاید هیچکدام از اطلاعات فوق‌الذکر را در بر نداشته باشند. به‌عنوان مثال، نقشه‌های رستری قدیمی معمولاً دارای داده‌های توصیفی نمی‌باشند و یا بسیاری از منابع برداری دارای اطلاعات نمایشی نیستند.

از امتیازات مهم GIS، قدرت آن در تجسم اطلاعات متنوع از مکان‌های مختلف جغرافیایی است. تفسیر نتایج، به نوع مقیاس و نحوه اجرای مراحل مختلف عمومیت دادن لایه‌های اطلاعاتی در چارچوب نقشه‌های مرتبط بستگی مستقیم دارد. کارتوگرافها و جغرافی‌دانان در صورت آگاهی از اصول طراحی تصاویر و با حفظ ترکیب عناصر اصلی یک نقشه در محیط GIS، توانایی ایجاد و نمایش تصاویر جغرافیایی پیشرفته و کاربردی بی‌نظیری را پیدا می‌کنند. بنابراین، نقشه همواره به‌عنوان عصبی دست جغرافی‌دانان محسوب خواهد گردید؛ با این توجیه که اصلی‌ترین و ملموس‌ترین خروجی هر GIS انواع نقشه‌هاست. با توجه به ارتباط و اتصال منطقی نقشه‌ها (به‌عنوان لایه‌های گرافیکی) با پایگاه‌های اطلاعاتی، از طریق فناوری GIS توانایی‌های بی‌شماری نصیب کارتوگرافها گردیده است. بدون شک کلیه نقشه‌های انتقال یافته و یا نگهداری شده در محیط GIS همواره رقومی هستند که معمولاً خروجی آنالوگ در پی دارند.

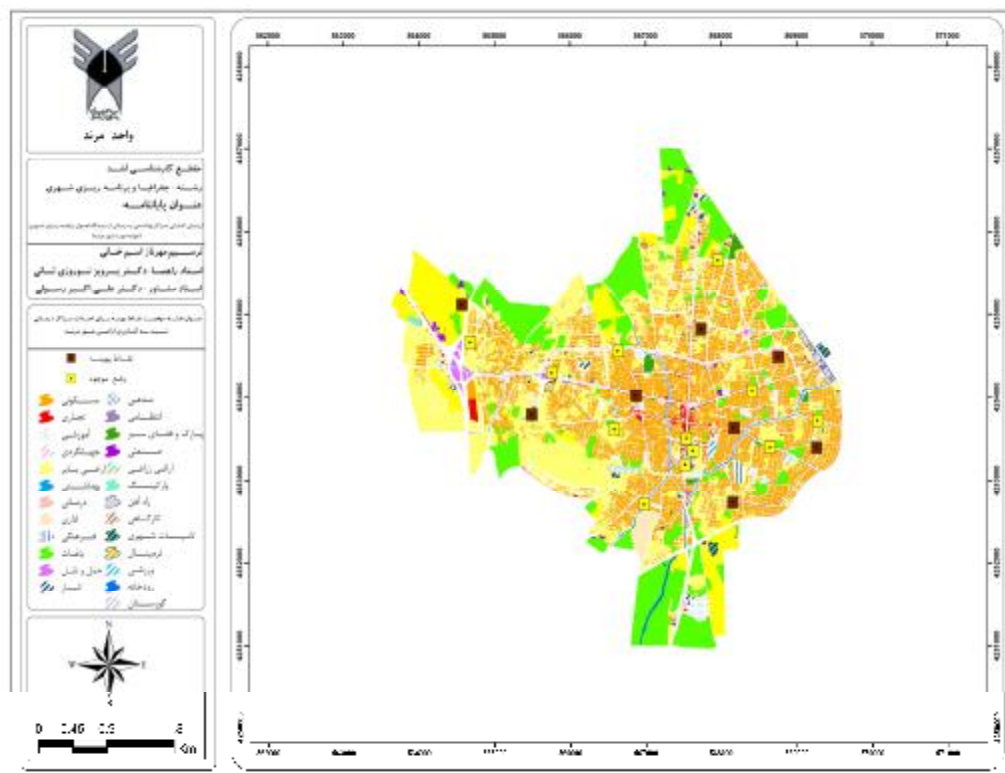
به طور کلی، می‌توان نقشه‌های رقومی را به دو گروه نقشه‌های توپوگرافی و موضوعی طبقه‌بندی نمود. واژه توپوگرافی شامل کلیه اطلاعات حاصل از زمین و مسائل مربوط بدان است؛ مانند نقشه‌های پستی و بلندی‌های زمین. اما، از طریق نقشه‌های موضوعی، مفاهیم جغرافیایی قابل انتقال می‌شود. تراکم جمعیت، طبقه‌بندی اقلیمی و یا کاربری اراضی می‌تواند از نمونه‌های نقشه‌های موضوعی باشد. اغلب نرم‌افزارهای GIS و در مواردی پردازش تصاویر ماهواره‌ای، ابزارهای پیشرفته‌ای برای ایجاد فضای تولید نقشه، تنظیم جداول، کتابخانه ویژه علائم گرافیکی متعدد و خروجی‌های مناسب با هدف تولید نقشه‌های جغرافیایی دارند. در عین حال، در قلمرو کارتوگرافی کامپیوتری فرآیند اصلی، یافتن همبستگی‌ها و مدل‌های مستخرج از تحلیل‌های مکانی هدفمند است. از این رو نباید فراموش کرد که همواره نقشه‌های مورد نظر GIS:

- 1 به صورت لایه‌های رقومی تولید و نگهداری می‌شوند؛
- 1 نقشه‌های طراحی شده در محیط GIS همواره قابلیت بهنگام شدن را دارند؛
- 1 اعمال انواع تحلیل‌های مکانی و ریاضی بر روی لایه‌ها ممکن است؛
- 1 نقشه‌ها فقط نمایشگر دنیای واقعی نیستند و ممکن است دنیای مجازی را نیز نمایش دهند؛
- 1 هدف نهایی کارتوگرافی کامپیوتری تولید نقشه‌های مناسب و کاربردی است.

هر چند همه کارتوگرافها معتقد هستند، که طراحی گرافیکی اساسی‌ترین کار در تولید نقشه است، اما ممکن است آن‌ها در اصول طراحی و مراحل ساخته شدن یک تصویر با هم متفق القول نباشند.

از نظر متخصصان GIS، رعایت اصولی مراحل پنجگانه شامل: ساده و منطقی بودن نقشه‌ها، قابلیت نمایش هم‌زمان مکان‌ها و پدیده‌ها، ایجاد مغایرت در عناصر تشکیل‌دهنده مدل، استفاده اصولی از طیف رنگ‌های متعادل و حفظ تعادل در اجزای موجود نقشه‌ها اغلب منجر به تولید یک نقشه مناسب و کاربردی می‌گردد.

عناصر گرافیکی و یا نوشته‌های مندرج در نقشه‌ها در واقع نمایش‌دهنده مکان‌ها، اشیاء و اجزای محیط‌های جغرافیایی و صفات مربوط به آن‌ها می‌باشند. عناصر اصلی در نقشه‌ها به کاربران امکان می‌دهد که در نحوه درک و مدیریت اصولی داده‌ها موفق باشند. اگرچه همه متخصصان GIS در انتخاب عناصر اصلی نمایش دهنده یک تصویر به توافق کلی نرسیده‌اند، به‌طور کلی می‌توان شش عنصر اصلی شامل: عنوان نقشه، راهنمای نقشه، مقیاس، اسامی و نوشته‌های کمکی، جهت نما، قالب بندی و چهارچوب نقشه را در روند طراحی نقشه‌های کارتوگرافیک اساسی دانست. در محیط GIS، برای ایجاد یک نقشه مناسب، باید همه عناصر با دقت خاصی انتخاب و بر روی نقشه مرتبط نمایش داده شوند. به‌عنوان مثال، کلیه عناصر اصلی در طراحی و نمایش نقشه کاربری اراضی شهری توسط شکل شماره 12-3 ارائه شده است.



شکل شماره 12-3: نقشه کاربری اراضی شهر مرند به همراه نقاط بهینه برای احداث مراکز درمانی

برای مثال، یک عنوان مناسب اطلاعات اساسی نظیر موقعیت مکانی محدوده مورد مطالعه، موضوع تحت مطالعه و اهداف اصلی را به استفاده‌کنندگان القاء می‌نماید. در صورتی که موارد مذکور، به‌طور اصولی و با دقت خاص مراعات نه‌شوند، تصاویر ایجادشده در حد استاندارد مفاهیم جغرافیایی را منتقل نخواهند کرد (رسولی، 1384). شش مورد از اشتباهات معمول در ایجاد نقشه‌ها عبارتند از: عنوان نامناسب، عدم ذکر مرجع سیستم مختصات و تصویر، انتخاب نادرست در فرآیند ترکیب رنگ‌ها، ارائه نوشته‌های غیرضروری، ایجاد چهارچوب ناموزون و مقیاس نامناسب قابل ذکر هستند.

در اصل GIS یک تکنولوژی کامپیوتری شامل سخت‌افزار و نرم‌افزارهایی است، که به منظور اخذ انواع داده‌ها، سازماندهی پایگاه‌های اطلاعاتی، تجزیه و تحلیل و در نهایت طراحی و تولید مدل‌های مختلف، به‌ویژه نقشه‌ها، در دهه‌های گذشته ظهور و در حال حاضر به طرف تکامل سیر می‌نماید. با استناد به امکانات این فناوری، می‌توان انواع داده‌های جغرافیایی و حتی غیرجغرافیایی را به طرق مختلف به محیط GIS وارد نمود. مهمترین روش‌های ورود داده‌ها شامل: روش‌های دستی، دستگاه‌های رقومگری، اسکنر، سیستم تعیین موقعیت جهانی و فناوری سنجش از دور می‌باشد. عامل مشخص کننده‌ای که این تکنولوژی را از سایر سیستم‌های ذخیره و بازیافت اطلاعاتی متمایزتر نموده است، مربوط به نحوه نگرش تجسمی آن به مکان-های جغرافیایی می‌باشد. با این ویژگی GIS، می‌توان از آن به‌عنوان ابزاری مطمئن برای ورود انواع داده‌ها، ایجاد پایگاه‌های اطلاعاتی، اعمال انواع تحلیل‌های مکانی و در نهایت کارتوگرافی مدرن در جهت شناخت و مدل‌سازی واقعیت‌های جغرافیایی محدودده‌های شهری بهره برد.

## سوالات فصل سه:

- 1) ماهیت عوارض جغرافیائی در محیط‌های شهری را ذکر کنید.
- 2) فرآیندهای اصلی در روند ورود داده‌های برداری به محیط GIS را مطرح نمایید.
- 3) تفاوت‌ها و شباهت‌های اصلی عوارض برداری (از قبیل نقاط، خطوط و محدوده‌ها) را ذکر کنید.
- 4) هر جدول توصیفی در محیط نرم‌افزار ArcGIS چه مشخصاتی را دارا است؟
- 5) شش روش ورود داده‌های مکانی از نوع برداری به محیط GIS را ذکر کنید.
- 6) روش‌های ورود داده‌های غیرمکانی به محیط GIS را مطرح سازید.
- 7) در صورتیکه دارای یک نقشه کاغذی بوده باشید، برای تبدیل عوارض مرتبط چه عملیاتی را باید انجام دهید؟
- 8) فرمت تصاویر ماهواره‌ای چگونه‌اند و به‌منظور ورود این نوع داده‌ها به محیط GIS چه مراحل را باید طی کنید؟
- 9) عناصر اصلی نقشه‌های رقومی را ذکر کنید.
- 10) نقش فن کارتوگرافی در فرآیند تولید و نمایش محصولات GIS را مطرح سازید.

## منابع تکمیلی برای مطالعه:

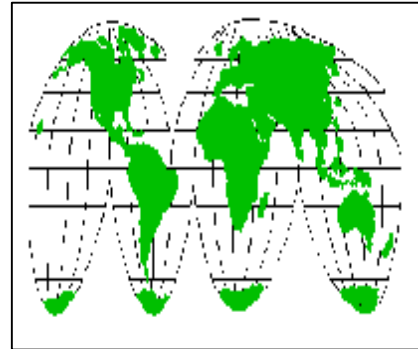
- 6) رسولی، علی‌اکبر (1378) اصول طراحی تصاویر جغرافیایی در محیط GIS، سپهر، شماره 29
- 7) فرج زاده اصل، منوچهر (1384) سیستم اطلاعات جغرافیایی و کاربرد آن در برنامه‌ریزی توریسم. سمت.
- 8) "فیل سانچز" - ترجمه صادقی میرمحمد (1384) آموزش نرم افزار ArcScan - ArcGIS انتشارات فرات.
- 9) مختاری، مهدی و آرش صفائی اصل، کاظم رنگزن و محمدعلی فیروزی (1385) مدلسازی توسعه عملکردهای شهری و کاربرد مدل‌های زیست‌محیطی در محیط GIS برای تعیین مناطق مستعد برای توسعه فیزیکی شهر، سومین همایش سیستم‌های اطلاعات مکانی، تهران.
- 10) ویلیام هاکسهولد - ترجمه نوریان، فرشاد (1375) مقدمه‌ای بر سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی شهری. مرکز اطلاعات جغرافیایی شهر تهران.

- 1) Bernhardsen, T. (1999) *Geographic Information Systems: An Introduction*. New York: John Wiley.
- 2) Berry, J.K. (1993) *Beyond Mapping: Concepts, Algorithms and Issues in GIS*. Fort Collins, CO: GIS World Books.
- 3) Bolstad, P. (2005) *GIS Fundamentals: A first text on Geographic Information Systems, Second Edition*. White Bear Lake, MN: Eider Press, 543 pp.
- 4) Thurston, J., Poiker, T.K. and J. P. Moore (2003) *Integrated Geospatial Technologies: A Guide to GPS, GIS, and Data Logging*. Hoboken, New Jersey: Wiley.
- 5) Worboys, M., and M. Duckham (2004) *GIS: a computing perspective*. Boca Raton: CRC Press.

## فصل ۴

# مسائل مربوط به GIS

ارکان زیربنایی فناوری GIS



### چکیده:

GIS نسبت به سایر فناوری‌ها، دنیای واقعی را کمتر خلاصه نموده و با بهره‌گیری از روش‌های خاص واقعیت‌های زمینی را با دقت بیشتری در فرمت‌های رقومی و کاغذی به عرصه نمایش می‌گذارد. در این محیط، نقشه‌ها به صورت سمبولیک مبین خصوصیات زمین در ابعاد کوچک‌تر بوده و معمولاً ارزش‌های خود را به سه طریق زیر ظاهر می‌سازند:

**6** ثبت مشاهدات از دنیای واقعی و ذخیره اطلاعات در جداول توصیفی؛

**6** نمایش موقعیت‌ها و الگوهای توزیع عوارض در مکان‌های جغرافیایی؛

**6** انتقال بصری اطلاعات به صور گرافیکی.

با توجه به این موارد، می‌توان بیان کرد که مدل‌های طراحی شده در محیط GIS به نوعی با سایر راه‌های ارتباطات بصری متفاوت می‌نمایند و شاید به اندازه زبان و نوشته‌های رایج در جوامع متمدن در بین برنامه‌ریزان شهری اهمیت ویژه‌ای داشته باشند، اما ممکن است مدل‌های تولید شده از طریق این فناوری حاوی اطلاعات نادرست و گمراه‌کننده‌ای هم بوده باشند اگر به هفت مورد مندرج در ذیل توجه نگردد:

Ø با سیستم‌های تصویر مشخصی تصحیح نگردند؛

Ø از طریق سیستم‌های مختصات جغرافیایی معینی زمین - مرجع نشوند؛

Ø واقعیت‌های روی زمین با مقیاس دقیقی برآورد نشود؛

Ø ماهیت داده‌های مکانی شناخته نشود؛

Ø میزان صحت و دقت داده‌ها مشخص نشده باشد؛

Ø داده‌ها دارای ماهیت توپولوژی مشخصی نباشند؛

Ø در روند تبدیل<sup>64</sup> داده‌ها از شیوه‌های صحیحی استفاده نشود.

اغلب کاربران به عناصر فیزیکی تشکیل دهنده GIS نظیر: سخت افزارها و نرم افزارها توجه بیشتری مبذول می‌دارند و معمولاً به ارکان زیربنایی این فناوری اهمیت نمی‌دهند. بنابراین، در فصل جاری، مسائل اصلی GIS مورد تأکید بیشتری قرار می‌گیرد.

#### 4-1 مقدمه

هر لایه اطلاعاتی در محیط GIS نمایانگر سازمان‌دهی فضایی جهانی فیزیکی در یک مقیاس معین است و در واقع بیانگر مقادیر انبوهی از اطلاعات (ساکن و یا پویا) است که توسط مدل نهایی نشان داده می‌شود. حال اگر داده‌های مکانی و غیرمکانی ذخیره شده در بانک‌های اطلاعاتی دارای شرایط خاص (به ویژه مسائل مطرح شده در فصل جاری) نباشند، محققان با اجرای تحلیل‌های مکانی امکان طراحی مدل‌های واقعی و در کل حصول نتایج دقیق را نخواهند داشت. بنابراین، هر متخصص به موارد هفتگانه ذیل یعنی ارکان زیربنایی GIS باید توجه ویژه داشته باشد:

سیستم تصویر: اکثر نقشه‌ها معمولاً از طریق یک سطح مسطح دوبعدی نمایش داده می‌شوند؛ در حالیکه مهم‌ترین مسئله در روند مدل‌سازی، چگونگی تبدیل فضای سه‌بعدی کروی شکل به یک مدل دو بعدی مسطحی است. از این رو، کاربرانی که با GIS مرتبط هستند، باید با ماهیت سیستم‌های تصویر آشنا باشند، چرا که شیوه‌های تبدیل کره سه‌بعدی به یک سطح دوبعدی همواره با مشکلات خاص و خطاهایی همراه است. با تعیین یک سیستم تصویری مناسب برای محدوده مورد مطالعه و با توجه به اهداف پروژه در دست اجرا، می‌توان عوارض زمینی و خصوصیات مربوطه را به طور دقیق‌تری نمایش داد.

سیستم مختصات: در محیط GIS علی‌رغم خطاهای ممکن، باید دنیای واقعی را با نقشه‌ها نمایش و موقعیت عوارض جغرافیایی را بر روی سطح زمین نشان داد. برای تعیین موقعیت مکان‌های جغرافیایی بر روی هر نقشه‌ای، بایست<sup>65</sup> می از یک مرجع جهانی استفاده نمود. بنابراین، باید مناسب‌ترین سیستم مختصات جغرافیایی برای تعیین موقعیت عوارض در هر منطقه‌ای از کره زمین به کار گرفته شود

مقیاس نقشه: با نقشه‌ها می‌توان موقعیت‌های روی کره زمین و پدیده‌های موجود در آن را قابل نمایش ساخت (مجیدی، 1372). اما همواره مدل‌های موجود باید در یک حد معینی کوچک‌تر گردد که به آن حد واژه "مقیاس"<sup>66</sup> اطلاق می‌شود. با دانستن ارزش مقیاس و چگونگی تبدیل و تغییرات آن در محیط GIS، امکان ارزیابی و تحلیل جزئیات پدیده‌های جغرافیایی به آسانی ممکن می‌شود.

ماهیت داده‌های مکانی:

<sup>1</sup> Transforming

<sup>65</sup> Scale

از طریق فناوری شما می‌توانید داده‌های جغرافیایی اخذ شده را، با توجه به ماهیت آن‌ها، در قالب‌های متنوع و متفاوت از نقطه‌نظر ساختاری، در محیط کامپیوتر وارد، تحلیل، مدل‌سازی و نمایش دهید. در محیط GIS، هر متخصصی می‌تواند دنیای واقعی را به سه طریق مدل برداری، شبکه‌ای و مثلث‌های نامنظم نمایش دهد.

#### دقت و صحت داده‌ها:

میزان دقت و صحت داده‌ها از مهمترین عوامل کنترل‌کننده مدل‌های خروجی محسوب می‌گردند، که خود به عوامل متعددی دیگری مانند: ماهیت اولیه مشاهدات، نحوه اخذ، ورود و ویراستاری داده‌ها و حتی محیط‌های نرم‌افزاری و سخت-افزاری مربوط می‌گردد.

#### ساختار توپولوژی:

در هر پروژه GIS، انتخاب یک مدل مناسب به همراه ایجاد روابط توپولوژیک در اجرای عملیات تحلیل‌های مکانی، بسیار حائز اهمیت است.

#### نحوه تبدیل داده‌ها:

در محیط GIS فرایند تبدیل به مفهوم ایجاد نوعی تغییر در ماهیت داده‌ها و یا مدل‌هایی است که از آن طریق هدف خاصی در محیط GIS محقق می‌گردد و در اغلب موارد مدل تازه‌ای با ترکیبی جدید حاصل می‌آید.

#### 2-4 سیستم‌های تصویر مرجع<sup>67</sup>

تبدیل سیستماتیک موقعیت‌های قرارگرفته بر روی سطح زمین از حالت کروی به سیستم مسطحاتی "سیستم تصویر" خوانده می‌شود. با توجه به این حقیقت که زمین کروی شکل و سه بعدی و یک نقشه به صورت مسطح و دو بُعدی است، ضرورت دارد روش‌های خاصی برای این منظور در نظر گرفته شود (Snyder, 1987). به‌طور کلی، روش‌های ریاضی و گرافیکی به کارگرفته شده در جهت تصحیح نقشه سیستم تصویر خوانده می‌شود. به منظور تصویرنمودن صحیح موقعیت‌های روی زمین بر روی سطوح مسطح، سیستم‌های تصویر متفاوتی به کار گرفته می‌شود و در واقع با استفاده از این سیستم‌هاست که تبدیل سطوح سه بعدی بیضوی به سطوح دو بُعدی (عمداً بر روی نقشه‌ها) میسر گردیده است.

از این‌رو انواع متعددی از سیستم‌های تصویر برای مناطق مختلف کره زمین طراحی شده است که از آن جمله می‌توان به مجموعه‌ای از سیستم‌های تصویر اصلی: مخروطی<sup>68</sup>، استوانه‌ای<sup>69</sup>، مسطحاتی<sup>70</sup> (صفحه ای) و آزیموتی<sup>71</sup> اشاره نمود (شکل شماره 1-4).

---

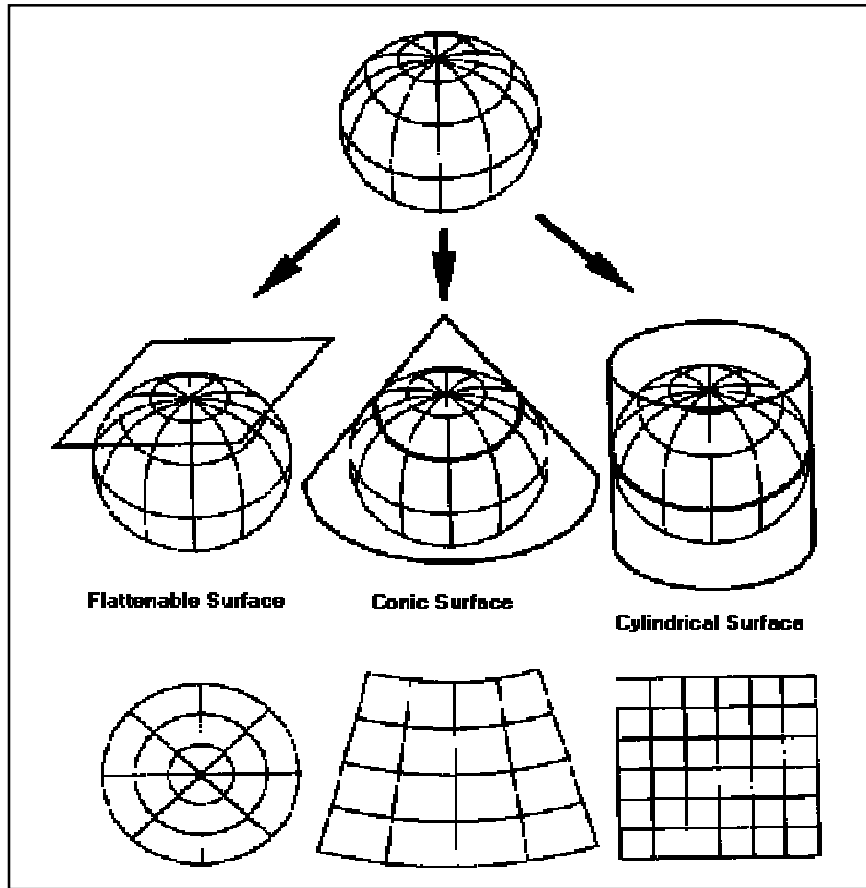
<sup>1</sup> Map Projection Systems

<sup>2</sup> Cone

<sup>3</sup> Cylinder

<sup>4</sup> Plane

<sup>5</sup> Azimuthal



شکل شماره 1-4: انواع سیستم‌های تصویر اصلی

با توجه به هدف نمایش موقعیت‌های مختلف و میزان پوشش سطح زمین و همچنین قابلیت حفظ ارزش‌های هندسی نظیر فاصله، مساحت، شکل و امتداد عوارض، سیستم‌ها از همدیگر متمایز می‌شوند. وجه تمایز سیستم‌ها با توجه به اعوجاجات مکانی ایجادشده شامل: تغییرات در شکل یک عارضه جغرافیایی، مقدار مساحت اشغال شده، مسافت بین مکان‌های جغرافیایی و جهت و امتداد عوارض می‌باشد. از آنجایی که حفظ همه ویژگی‌های ذکر شده عملاً غیرممکن است، متخصصان بر اساس اهمیت موضوع با اعمال ارزش‌های خاصی به طور ترجیحی بر سیستم‌های تصویر ویژگی‌های متعدد دیگری نظیر: هم شکل<sup>72</sup>، هم مساحت<sup>73</sup>، هم فاصله<sup>74</sup> و هم جهت بودن را نیز اضافه کرده‌اند (ESRI, 1994). تا به حال تعداد زیادی از سیستم‌ها در سطح دنیا طراحی و توسط کشورها و سازمان‌های مختلف به کار گرفته شده است. بسته به ماهیت موضوع مورد علاقه و مقیاس منطقه مورد مطالعه، می‌توان در محیط GIS سیستم تصویری معینی را انتخاب نمود. در شرایط خاصی، اغلب سیستم‌ها قابلیت تبدیل به یکدیگر را دارند، ولی کاربران قبل از هر گونه اقدامی باید از ویژگی‌ها و روابط هندسی (مانند زوایا، فواصل و جهات) و از

<sup>1</sup> Conformal

<sup>2</sup> Equal-area

<sup>3</sup> Equidistance



جمله معایب احتمالی و انواع اعوجاجات باخبر باشند. بنابراین، برای انتخاب یک سیستم تصویر متناسب با نیاز، باید به سؤالات متعددی پاسخ داد.

در حال حاضر، با اغلب نرم افزارهای GIS می توان موقعیت های جغرافیایی واقع در روی کره زمین را با استفاده از سیستم های شناخته شده - به طور مثال، سیستم تصویر مخروطی لامبرت<sup>75</sup>، سیستم تصویر ترانسفر مرکاتور<sup>76</sup> و سیستم تصویر استریوگرافیک<sup>77</sup> - معرفی نمود. بعضی از سیستم های مرجع ویژه، برای مکان های خاص جغرافیایی کاربرد دقیق تری ارائه می دهند. در ایران مبنای اغلب نقشه های 1/50000 توپوگرافی سیستم ترانسفر مرکاتور بوده که بر اساس مسطحات اروپایی طراحی شده بود. با نرم افزارهای GIS معرفی هر کدام از این سیستم ها میسر است. به عنوان مثال، در محیط نرم افزار ArcView می توان با احضار تابع مربوط، سیستم تصویر UTM را بر اساس بیضوی WGS84 اعمال نمود. در عمل، به منظور طراحی صحیح نقشه ها، نمایش دقیق عوارض روی زمین و تحلیل های مکانی - هنگام انتخاب سیستم تصویر برای یک سری از داده ها - باید توجه نمود که:

**1** آیا کلیه داده های موجود در محیط GIS به سیستم تصویر یکسانی تبدیل شده اند؟ حال اگر بخشی از داده های شما قبلاً دارای سیستم تصویر معینی بوده باشند، شما باید بقیه داده های خود را نیز طبق همان سیستم تبدیل نمایید.

**1** کدام عارضه مکانی در جهت اعمال تحلیل مورد نظر مهم تر از بقیه است؟ در باره پروژه در دست طراحی خود فکر کنید. از آن جایی که از طریق یک سیستم تصویر واحد نه می توان به طور کامل و دقیق کلیه مشخصات هندسی عوارض را مد نظر قرار داد، شما باید براساس ارجحیت یکی از ویژگی ها (نظیر شکل، مساحت، فاصله و جهت عوارض) سیستم مورد نظر خود را انتخاب کنید.

**1** موقعیت جهانی شما کجاست و مقیاس مورد نظر چیست؟ سیستم های تصویر با توجه به موقعیت های مختلف قرار گرفته در سطح دنیا و البته با توجه به میزان مقیاس متفاوت می نمایند.

### 3-4 سیستم مختصات

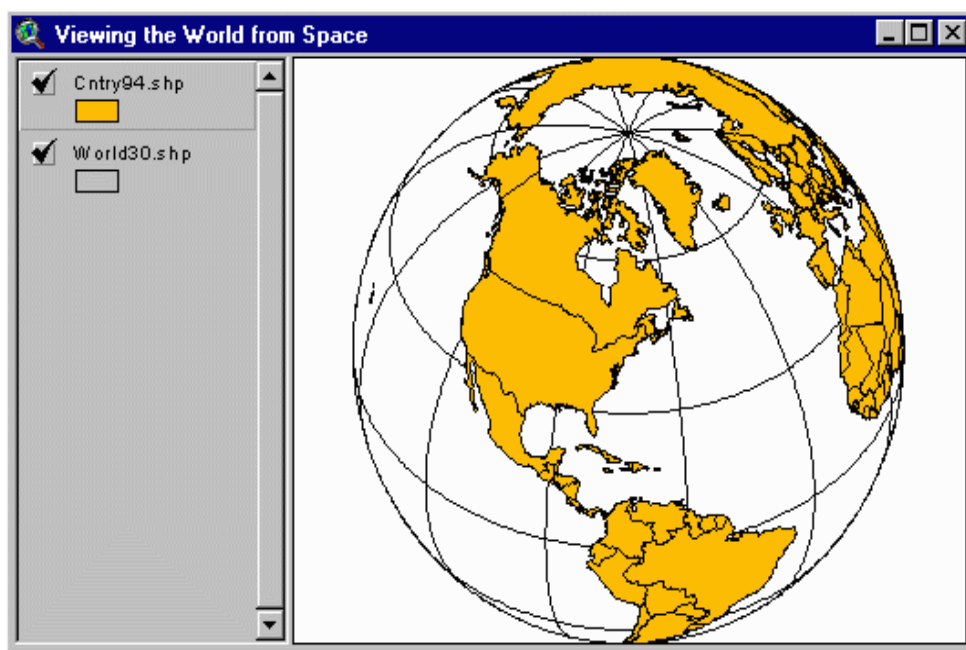
معمولاً پدیده هایی که با یک سیستم تصویر بر روی یک صفحه مسطح نقش بسته اند، از طریق سیستم های مختصات مرجع به دنیای واقعی ارتباط داده می شوند (نوریان، 1375). در محیط GIS به منظور تعیین موقعیت مکانی نقاط در روی کره زمین، می توان از سیستم های مرجع متفاوتی استفاده نمود (Maling, 1973). خصوصیات دو نوع از سیستم های مختصات در ذیل ارائه می شود:

#### 1-3-4 سیستم مختصات کروی

---

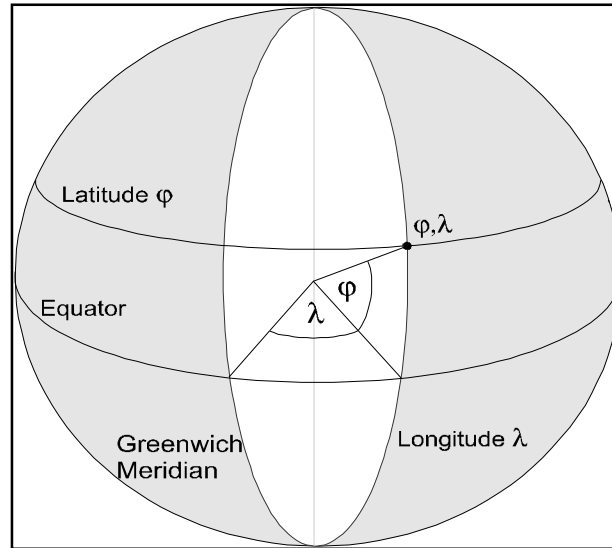
1 Lambert,s Conic  
2 Transverse Mercator  
3 Stereographic

انواع سیستم های تصویر با توجه به شکل زمین، مساحت، فاصله و یا جهت قرارگیری پدیده‌ها، وظیفه تبدیل حالت کروی زمین به مدل‌های قابل قبول را بر عهده دارند. از طرفی پدیده‌های موجود در سطح زمین، ترسیم‌شده در روی نقشه‌های مسطح، ماهیت نقطه‌ای، خطی و یا سطحی دارند. در این صورت، باید یک سیستم مختصات مرجع، برای مرتبط نمودن مکان‌های مشخص شده در سطح زمین به نقاط مشابه در روی نقشه، مورد استفاده قرار گیرد. در محیط نرم‌افزارهای GIS یک سیستم با توجه به واحدها، ابعاد و خصوصیات خاصی برای معرفی سیستم‌های تصویر مورد استناد واقع می‌شود.

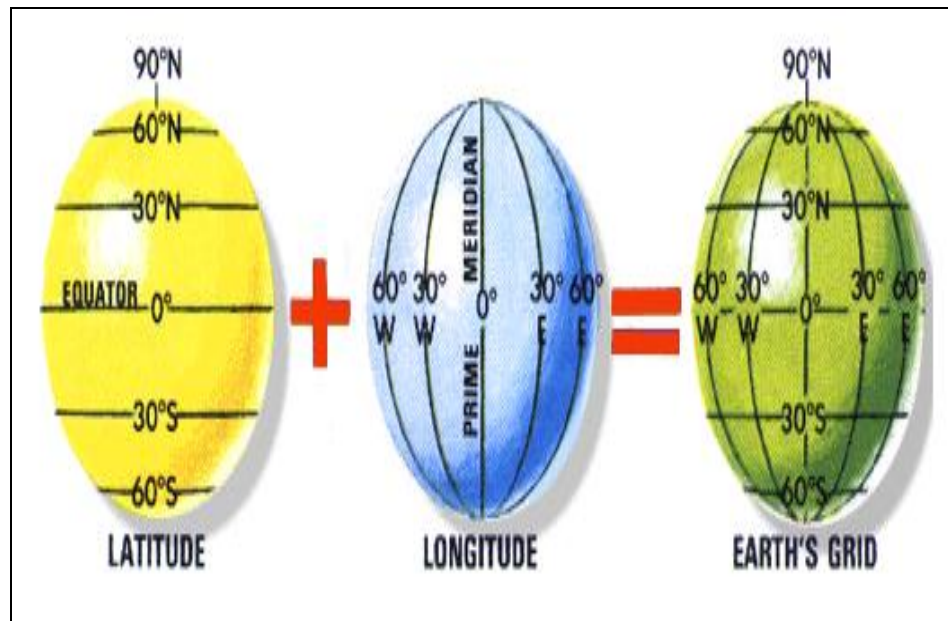


شکل شماره 2-4: نمایش موقعیت‌های جغرافیایی در محیط نرم‌افزاری

معمولاً هدف آن است که داده‌های جغرافیایی را به محدوده‌های جغرافیایی مشابه تثبیت (زمین - مرجع) نمود (شکل شماره 4-3). بنابراین، یک سیستم تصویر معمولاً با یک سیستم مختصات مشخصی تعریف می‌شود. در این صورت، اطلاعات مربوط به مرجع کرویت زمین، یک و یا چند مدار استاندارد و یک نصف‌النهار مرکزی باید ارجاع داده شود، تا از طریق آن موقعیت عوارض زمینی نظیر: نقاط، خطوط و محدوده‌ها بر روی یک لایه معادل نمایش داده شود.



شکل شماره 3-4: نمایش طول و عرض جغرافیایی در سطح زمین نسبت به عرض و طول جغرافیایی مبدأ  
 موقعیت یک عارضه در سطح زمین، با طول و عرض جغرافیایی بیان می‌شود. طول و عرض جغرافیایی، اندازه زاویه (بر حسب درجه) از مرکز زمین تا نقطه‌ای در سطح زمین می‌باشد. عرض جغرافیایی زاویه‌ای است که نسبت به شمال و جنوب خط استوا اندازه‌گیری شده است؛ در حالیکه طول جغرافیایی، زاویه‌ای است که از نصف‌النهار مبدأ (گرینویچ) اندازه‌گیری شده است. در واقع طول‌ها و عرض‌های جغرافیایی زوایای اندازه‌گیری شده از نقطه‌ای به نام مرکز زمین تا موقعیت‌هایی در سطح زمین می‌باشند. عرض جغرافیایی، زوایا را در مسیر "شمال - جنوب" و طول جغرافیایی زوایا را در مسیر "شرق - غرب" تعیین می‌کند (شکل شماره 4-4).

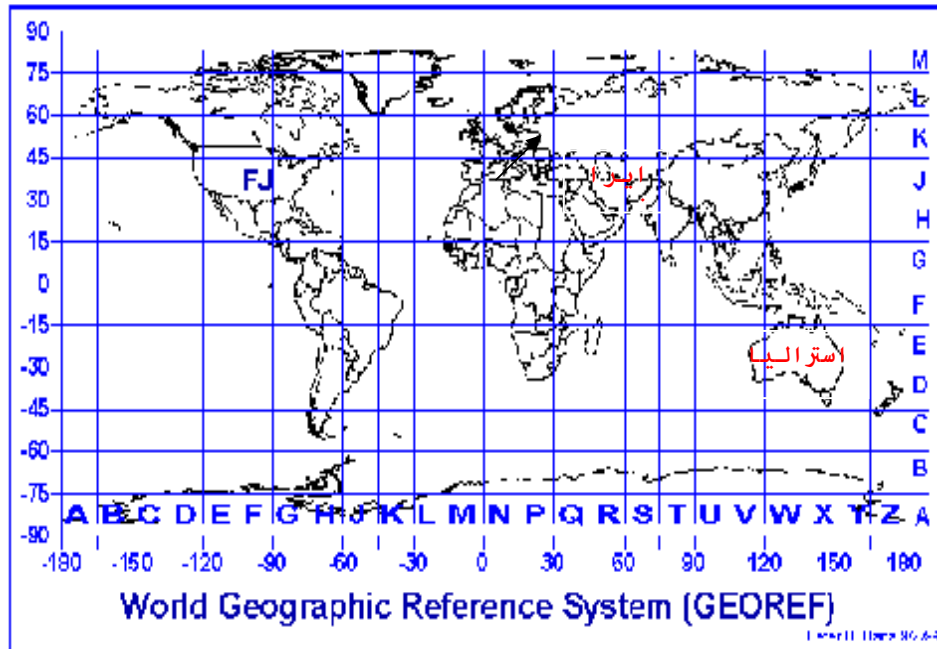


شکل شماره 4-4: مدارات و نصف‌النهارات و تشکیل شبکه جهانی مرجع

همان طوری که در شکل شماره 4-4 نشان داده شده است، در سیستم مختصات جغرافیایی طول‌ها و عرض‌ها مشخص‌کننده موقعیت‌های جغرافیایی در سطح زمین می‌باشند. از این رو، می‌توان گفت که عرض جغرافیایی فاصله زاویه‌ای یک نقطه از استوا می‌باشد که از مرکز زمین تا  $+90$  درجه شمالی و  $-90$  درجه جنوبی تغییر می‌کند. به عبارت دیگر، عرض جغرافیایی زاویه‌ای است که در مرکز زمین بین صفحه استوا و شعاعی که به نقطه‌ای در سطح زمین کشیده شده است، تشکیل می‌شود و استوا مبنایی برای اندازه‌گیری عرض جغرافیایی است. اما طول جغرافیایی عبارت از فاصله زاویه‌ای یک نقطه از نصف‌النهار اصلی است که از مرکز زمین تا  $+180$  درجه شرقی و  $-180$  درجه غربی تغییر می‌کند. نصف‌النهار گرینویچ به عنوان نصف‌النهار اول یا نصف‌النهار اصلی شناخته می‌شود. طول جغرافیایی در واقع زاویه‌ای است که در مرکز زمین بین صفحه دارای نقطه مورد نظر و صفحه نصف‌النهار گرینویچ تشکیل می‌شود. بنابراین باید توجه نمود که:

- طول و عرض یک نقطه به عنوان مختصات جغرافیایی آن نقطه نامیده می‌شود؛
- مدارها در واقع خطوط موازی با عرض‌های ثابتی هستند که به دور کره زمین مفروض شده‌اند؛
- مقدار مدار اصلی در استوا معادل صفر، قطب شمال  $+90$  و قطب جنوب  $-90$  درجه در نظر گرفته می‌شود؛
- نصف‌النهارات خطوط فرضی هستند که به طور عمودی از قطب شمال به قطب جنوب کشیده شده‌اند؛
- نصف‌النهار اصلی به مقدار صفر درجه از شهر گرینویچ کشور انگلستان عبور می‌کند؛
- مقادیر طول‌های جغرافیایی به طرف شرق تا  $+180$  درجه و به طرف غرب تا  $-180$  درجه مفروض می‌گردد؛
- هر درجه را می‌توان به 60 قسمت مساوی تقسیم و به عنوان دقیقه معرفی نمود؛
- هر یک از شصت‌ام یک دقیقه به عنوان یک ثانیه شناخته می‌شود؛
- نقطه استاندارد تقسیمات مورد نظر، محل برخورد نصف‌النهار مرجع گرینویچ با مدار مرجع استواست.

در صورتیکه به‌خواهیم با یک مدل ساده در مقیاس جهانی موقعیت‌ها را نشان دهیم می‌توان از سیستم مختصات مرجع جهانی بهره برد. در این سیستم بر اساس طول‌ها و عرض‌های جغرافیایی و همچنین نوعی تقسیم‌بندی بر اساس ارجاعات حروفی، می‌توان مناطق مختلف در روی کره زمین را به نمایش گذاشت (شکل شماره 5-4).



شکل شماره 4-5: سیستم مختصات مرجع جهانی

### 2-3-4 سیستم مختصات مسطحاتی (دکارتی)

سیستم مختصات دکارتی، عبارت از یک سیستم مختصات مسطح و دوبعدی است که از طریق آن  $x$  ها معرف اندازه افقی و  $y$  ها معرف فاصله عمودی است. اندازه‌های نسبی فواصل، مساحت‌ها و جهت‌ها در یک سیستم مختصات دکارتی ثابت مفروض گردیده است. بنابراین، با داشتن مقادیر  $x$  و  $y$  می‌توان موقعیت هر نقطه‌ای را بر روی زمین تعیین نمود. در این نوع سیستم مختصات از دو محور استفاده می‌شود:

(الف) محور افقی که نمایش دهنده جهت "شرقی - غربی" است.

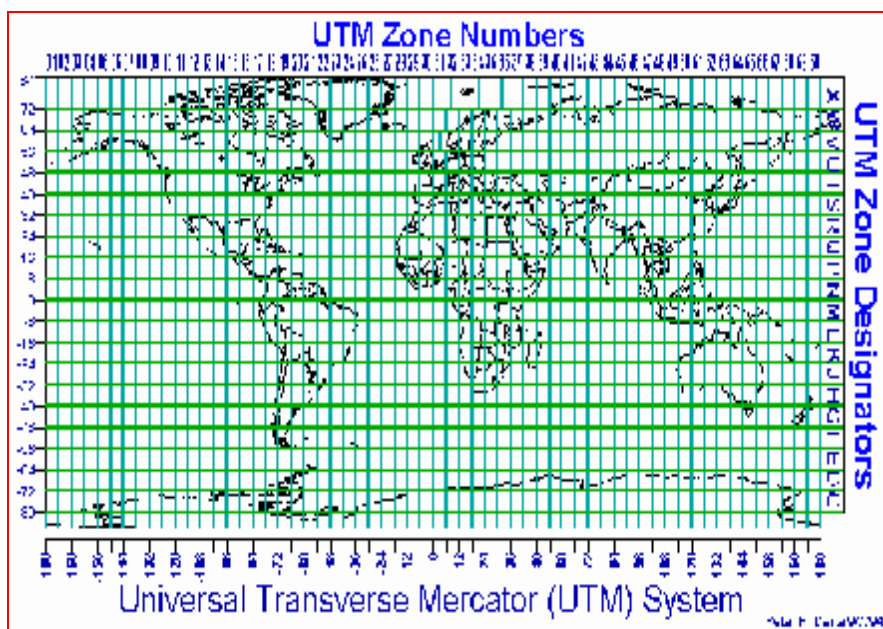
(ب) محور عمودی که نمایش دهنده جهت "شمالی - جنوبی" می‌باشد. این دو محور در نقطه‌ای به نام مبدا، همدیگر را قطع نموده، موقعیت عوارض جغرافیایی نسبت به مبدا صفر سنجیده می‌شود.

در سیستم‌های مختصات قائم‌الزاویه، محورهای عمود بر هم، یک سیستم شبکه‌بندی را بر روی نقشه ایجاد می‌کند که فواصل بین آنها بر حسب متر، یا واحدهای دیگر مشخص می‌شود. شبکه‌های قائم‌الزاویه انواع مختلفی دارد که به نام‌های شبکه محلی، شبکه ملی، شبکه منطقه‌ای و شبکه جهانی بیان می‌شود، که در تمامی آنها محورهای اصلی انتخابی است و خطوط شبکه به نسبت با مقیاس نقشه و استفاده‌ای که از آن می‌شود، به فواصل معینی از همدیگر به صورت خطوط موازی و با فاصله برابر رسم شده است و محورها همدیگر را با زاویه 90 درجه قطع می‌کنند.

در سطح جهانی سیستم شبکه‌ای مسطحی که امروزه در اغلب پروژه‌های GIS متداول است، تحت عنوان سیستم تصویر جهانی و یا UTM شناخته می‌شود. این سیستم در واقع یک سیستم مختصات قائم‌الزاویه مسطح بین‌المللی است که توسط ارتش آمریکا برای کل دنیا طراحی شده است، که اغلب برای عملیات مربوط به سنجش از دور، طراحی نقشه‌های توپوگرافی و

مدیریت پایگاه‌های اطلاعات مربوط به منابع طبیعی سازگاری مناسبی را دارد؛ چرا که با این سیستم امکان اندازه‌گیری بسیار دقیق بر اساس واحد "متریک" میسر بوده و از این رو، در اغلب کشورهای جهان متداول شده است.

همان‌طوری که در شکل شماره 4-6 نمایش داده شده است، در سیستم UTM کره زمین از استوا به طرف شمال تا 84 درجه شمالی و به طرف جنوب تا 80 درجه جنوبی با فواصل 8 درجه‌ای تقسیم شده است. ضمناً در امتداد نصف النهاری نیز کره به 60 قسمت یا نواحی ایی با فواصل 6 درجه‌ای تقسیم می‌گردد.



شکل شماره 4-6: سیستم مرجع UTM

به منظور اعمال مختصات جغرافیایی مثبت برای موقعیت‌های مورد نظر در روی زمین، سیستم UTM دارای دو نقطه مرجع اولیه می‌باشد. یکی از مراجع خط استواست و دیگری در فاصله صد میلیون متری جنوب استوا - واقع در عرض جغرافیایی 80 درجه جنوبی - قرار گرفته است. به عنوان مرجع، نواحی شماره‌گذاری شده از نصف النهار 180 شروع شده، به طرف شرق ادامه می‌یابد.

بنابراین، می‌توان هر ناحیه (قاچ) را با استفاده از ترکیبی از شماره‌ها و حروف مشخص نمود، بدین‌طریق امکان تفکیک کوچک‌ترین نواحی موجود در سطح کره فراهم می‌شود. هر کدام از قاچ‌ها با 100 هزار متر پهنا و با ده هزار کیلومتر مربع مساحت مشخص می‌شود. از طریق این سیستم، با ضرب دقت بسیار زیاد (تا حد یک متر)، می‌توان به هر موقعیتی بر روی کره زمین ارجاع داد. همچنان که از نام سیستم UTM پیداست، این سیستم، در واقع نوعی سیستم تصویر استوانه‌ای است که در آن، محور قطبی کره زمین با 90 درجه چرخش به محور مرکزی استوانه عمود می‌گردد. در نتیجه می‌توان نصف‌النهار مبداء را به اندازه واقعی خود تصویر نمود. با جابه‌جا کردن کره زمین در درون استوانه نصف‌النهارهای دیگر (به تعداد 60 تا با فواصل 6 درجه‌ای) بر روی یک صفحه ترسیم می‌شود. در این صورت، برای هر کدام از قاچ‌ها در امتداد نصف‌النهارات یک سیستم تصویر

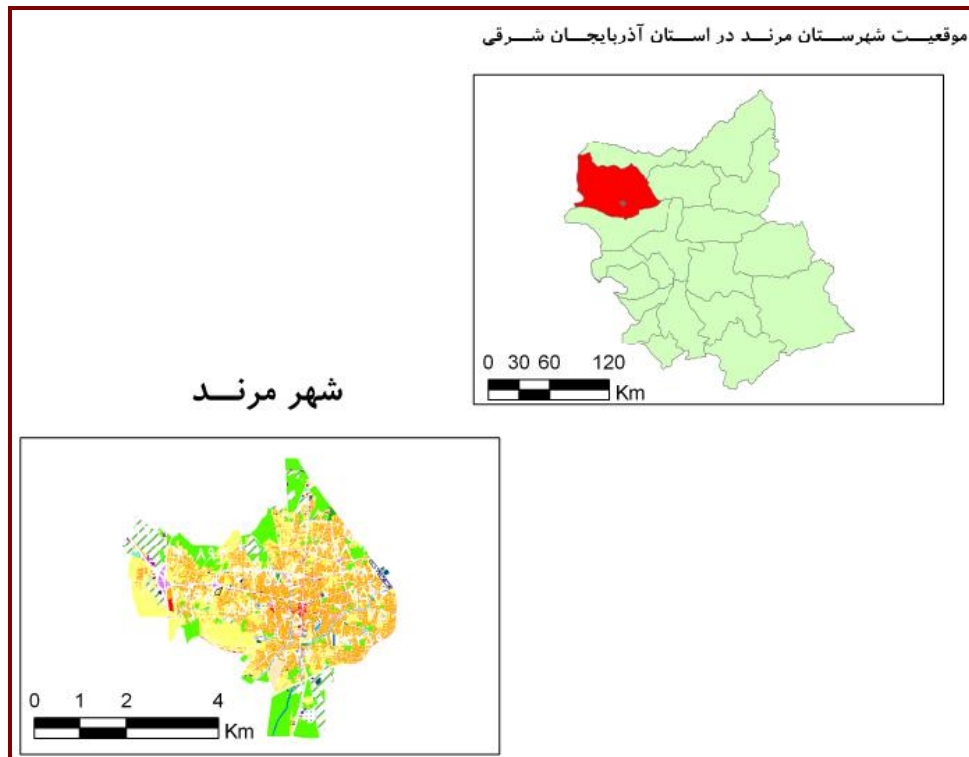
مجزا اعمال می‌شود تا میزان اعوجاجات به حداقل برسد. مبداء مختصات در امتداد نصف‌النهاری دقیقاً در مرکز هر قاچ قرار گرفته است که دارای 6 درجه عرض جغرافیایی است. در این صورت، همواره یک مبداء کاذب به فاصله 3 کیلومتری در غرب آن قرار می‌گیرد.

با توجه به ویژگی‌های اعمال شده در این سیستم، مشخص می‌شود که میزان خطا در امتداد شمال - جنوب قابل اغماض بوده و مقدار اعوجاج در امتداد نصف‌النهاری در حد یک متر در هر فاصله 2500 متری ناچیز می‌نماید. صاحب‌نظران معتقدند که با این سیستم، نمایش شکل واقعی نواحی کوچک در بالاترین حد دقت ممکن است و نمایش اشکال مناطق وسیع، با آن دارای حداقل اعوجاج می‌باشد. بعلاوه، از نظر محاسبه میزان مساحت، جهت و فاصله در محدوده‌های جغرافیایی - به ویژه برای مناطقی که فقط در محدوده یک قاچ واقع شده باشند - این سیستم بسیار دقیق عمل می‌کند.

#### 4-4 مقیاس نقشه

در اغلب موارد، مکان‌ها و پدیده‌های جغرافیایی، به مراتب کوچک‌تر از اندازه‌های واقعی خود نمایش داده می‌شوند. بنابراین، برای نمایش بخشی از زمین بر روی یک نقشه، اندازه آن باید به مقدار معینی کوچک‌تر شود. مقیاس نقشه، مبین این میزان کاهش از ابعاد مربوط بوده، معمولاً توسط یک نسبت کسری نشان داده می‌شود. در یک نگاه ساده تر، تعداد دفعاتی که تصویر کوچک می‌شود، مقیاس خوانده می‌شود، که در هر نقشه‌ای آن‌را به صورت کسری یا خطی نشان می‌دهند. به عنوان مثال، در یک نقشه توپوگرافی 25000 : 1 هر میلی‌متر در روی نقشه معادل 25 متر در روی زمین خواهد بود. طبق قرارداد، نقشه‌ها را می‌توان در حالات بزرگ مقیاس، متوسط مقیاس و کوچک مقیاس تعریف نمود. پرواضح است که هر چقدر مقیاس بزرگتر باشد، به همان میزان جزئیات بیشتری قابل نمایش خواهد بود، با توجه به این اصل که وسعت محدوده قابل نمایش کاهش خواهد یافت.

اما در مواقعی که اطلاعات به صورت رقمی در کامپیوتر نشان داده می‌شوند، نیازی به نمایش مقیاس نیست. در واقع، مقیاس وقتی مفهوم پیدا می‌کند، که داده‌های رقمی به داده‌های قیاسی تبدیل و نمایش داده شوند. توانایی ایجاد تغییرات در میزان مقیاس و نمایش نقشه معادل، یکی از ویژگی‌های برجسته تکنولوژی GIS می‌باشد (شکل شماره 7-4). با وجود این، اگر به - خواهیم یک رشته از اطلاعات مکانی را با یک مقیاس معینی برای منظوری خاص به یک مقیاس دیگر تبدیل کنیم، احتمال ظهور خطاهایی وجود دارد (Merchant, 1987).



شکل شماره 4-7: نمایش موقعیت شهرستان مرند در محدوده استان آذربایجان شرقی از طریق مقیاس خطی مرتبط

بنابراین، باید توجه داشت که در محیط GIS:

- 1 نقشه‌های رقومی، برخلاف حالت آنالوگ، با بزرگ‌نمایی‌های متفاوت قابل نمایش هستند؛
  - 1 در نقشه‌های رقومی واژه مقیاس به همان مقیاس منبع اصلی اطلاق می‌گردد؛
  - 1 با توجه به ویژگی صفحه نمایشگر کامپیوتر می‌توان داده‌های رقومی را به هر مقیاس دل‌خواهی تبدیل نمود؛
  - 1 میزان صحت و دقت داده‌ها در مقیاس‌های رقومی متفاوت، یکسان نمی‌باشد؛
  - 1 دقت نقشه‌های رقومی بزرگ مقیاس به مراتب از نقشه‌های کوچک مقیاس بیشتر است؛
  - 1 تبدیل نقشه‌های رقومی از مقیاس کوچک به مقیاس بزرگ به مفهوم دقت بیشتر و داشتن جزئیات بیشتر نیست.
- در نقشه‌هایی با مقیاس بزرگ‌تر، عوارض به صورت بزرگ‌تر نمایش داده می‌شوند و هر چه مقیاس نقشه کوچک‌تر می‌گردد، عوارض نیز به صورت کوچک‌تر نمایش داده خواهند شد. بنابراین، مقیاس نقشه بر دقت و قدرت تفکیک مکانی عوارض مورد مطالعه با GIS تاثیرات به‌سزائی می‌گذارد. برای مثال، در نقشه‌هایی با مقیاس 1:100000 قدرت تفکیک مکانی خیلی پایین است؛ بدین خاطر در این نقشه‌ها نه می‌توان شکل پدیده‌ها را به گونه نقشه‌هایی با مقیاس 1:20000 نمایش داد. بنابراین، همواره در ارتباط با مقوله مقیاس نقشه باید به سؤالات مندرج در ذیل پاسخگو بود:

1 چه کسی نقشه حاصله در محیط GIS را مورد استفاده قرار خواهد داد؟

1 کجا نقشه مورد استفاده قرار خواهد گرفت؟



1 چه نوع داده‌هایی برای ایجاد نقشه در دسترس می‌باشد؟

1 نحوه تغییر در مقیاس در داده‌های رقومی چگونه است؟

#### 4-5 ماهیت داده‌های مکانی

در محیط GIS برای نمایش انواع مدل‌های مکانی نقطه ای، خطی و سطحی باید از یکی از ساختارهای برداری، رستری و شبکه مثلث‌های نامنظم<sup>78</sup> بهره برد تا عوارض مربوط به دنیای واقعی را نمایش داد. هر کدام از این مدل‌ها دارای مزایا و معایبی هستند که در ارتباط با ماهیت عوارض مکانی، هدف نهایی محقق و امکانات نرم‌افزاری گزینش می‌شوند. در مدل برداری فضای دوبعدی به صورت ناپیوسته تلقی می‌شود؛ از این‌رو این نوع ساختار به طور ظاهری مشابه با مدل‌های کارتوگرافیکی سنتی به نظر می‌رسد. در روش دوم، ماهیت داده‌ها به صورت رستری بوده و دنیای واقعی به صورت پیوسته به نمایش گذاشته می‌شود. اما در مدل نوع سوم می‌توان فضای جغرافیایی را به صورت شبکه‌های نامنظم مثلثی درآورده، از آن برای طراحی و نمایش سطوح مختلف استفاده نمود.

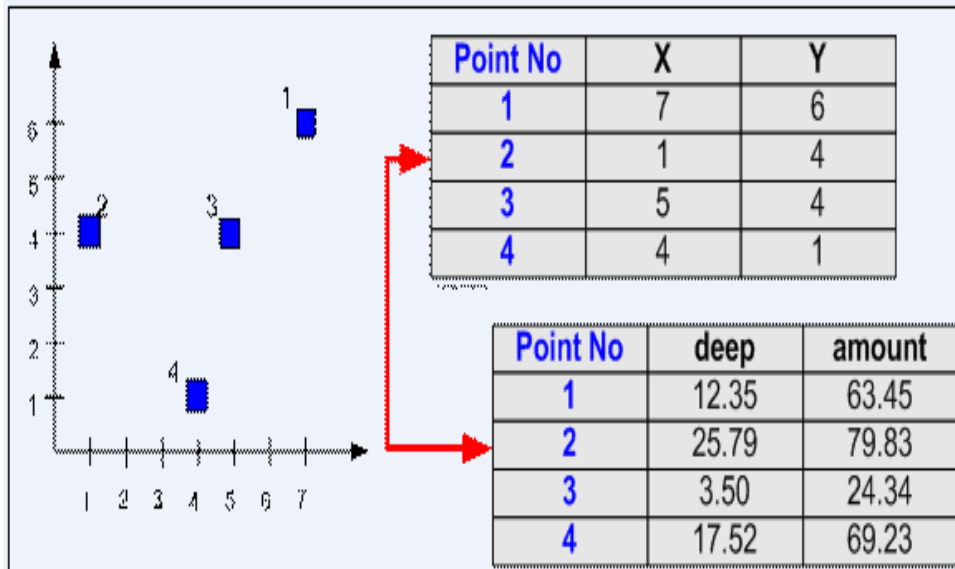
به طور کلی در محیط GIS، هر متخصصی می‌تواند دنیای واقعی را به سه طریق مدل‌سازی کند. اولین طریق، نمایش داده‌ها، به روش مدل برداری است که شبیه روش کارتوگرافیکی سنتی است؛ به طوری که در آن عناصر دنیای واقعی - مکان - های جغرافیایی، موقعیت پدیده‌ها و مرزها - به وسیله نقاط، خطوط و یا محدوده‌های بهم پیوسته نشان داده می‌شوند. Samet, (1989). روش دوم، متأثر از تکنولوژی کامپیوتری است که در آن، یک مدل شبکه‌ای نمایش‌دهنده دنیای واقعی در درون GIS بوده، هر شبکه‌ای حاکی از حضور و یا عدم حضور جزئی از یک پدیده بر روی نقشه رقومی می‌باشد. برای نمایش اجزای اطلاعات جغرافیایی خاص، روش سوم به نام روش مثلث‌های نامنظم نیز ابداع گردیده است (Peuquet, 1984). علی‌رغم متفاوت بودن ماهیت مدل‌های مکانی، تشخیص اصولی هر کدام از مدل‌ها اساس پروژه‌های GIS محسوب می‌شود. هر چند، امروزه روش‌های متعدد و متنوعی در جهت اخذ، انتقال و تبدیل داده‌های جغرافیایی عرضه گردیده است، فرایند انتخاب مدل، به منظور رسیدن به اهداف مورد نظر حائز اهمیت است.

#### 4-5-1 مدل‌های برداری

معمول‌ترین روش در نمایش داده‌های مکانی همان مدل برداری است. به‌طور کلی فن کارتوگرافی با استفاده از انواع مدل‌های برداری، برای نمایش اشیایی نظیر شهرها، جاده‌ها، رودخانه‌ها و یا تعریف لبه‌های (مرزهای) بین پدیده‌های مکانی مثل خشکی‌ها و آب‌ها به کار گرفته می‌شود. اغلب تکنیک‌های نقشه‌برداری و طراحی نقشه‌ها نیز، که بر اصول هندسی و مثلثاتی بنا شده‌اند، با به کار گرفتن ساختار برداری، مدل‌های خود را ایجاد می‌کنند. در سیستم برداری، عرض خطوط در نظر گرفته نمی‌شود و با افزایش محدوده‌ها از طریق محاسبات کامپیوتری آن‌ها بالاتر تغییر باقی می‌ماند. در این نوع مدل، فضای دو بعدی به

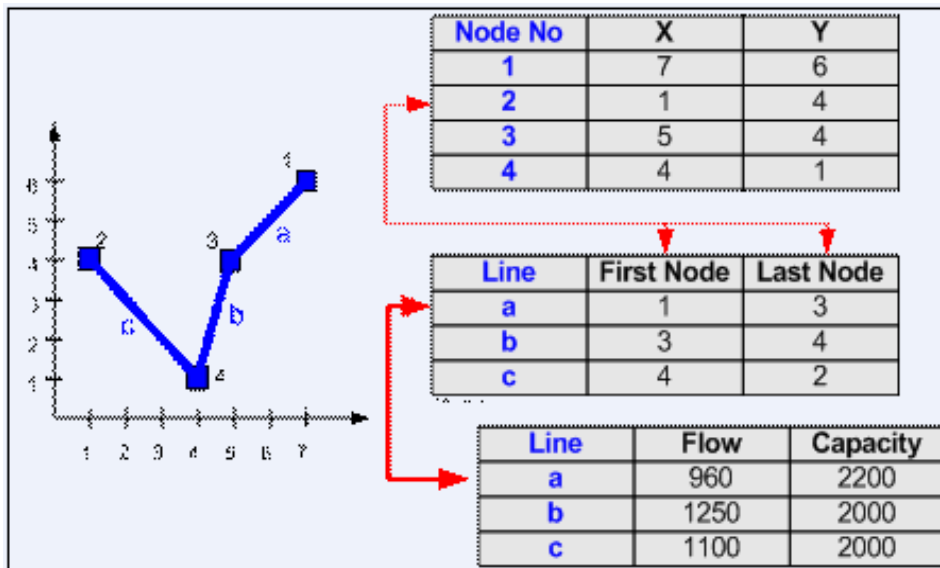
<sup>78</sup> TIN Triangulated Irregular Network به اختصار

صورت پیوسته فرض شده است، که توسط عوارض نقطه‌ای، خطی و پلیگون‌ها نمایش داده می‌شود. در شکل شماره 4-8 موقعیت چهار حلقه چاه به همراه خصوصیات توصیفی مرتبط نشان داده شده است.



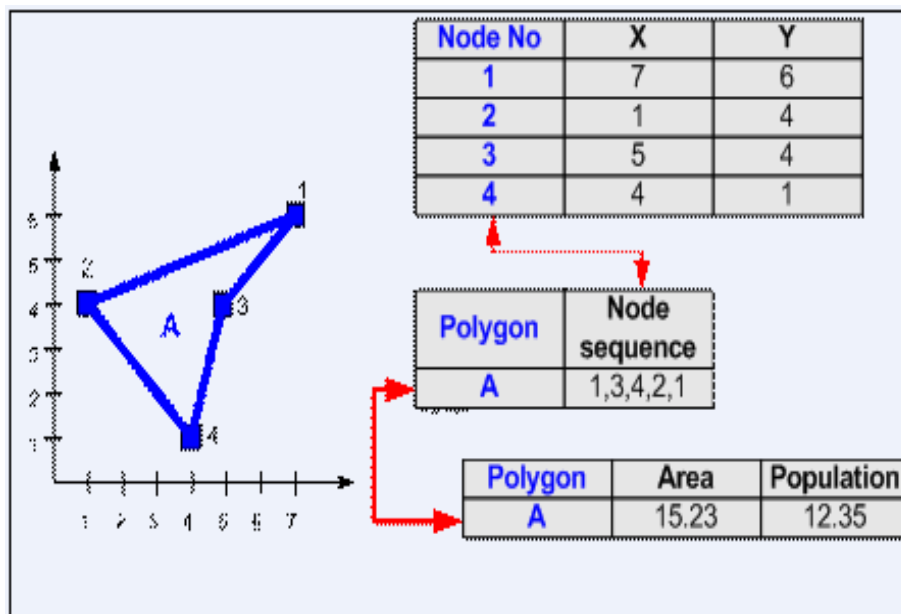
شکل شماره 4-8: نمایش داده‌های مکانی نقطه‌ای چهار حلقه چاه نسبت به مبدا مختصات به همراه جدول توصیفی

ساختار مدل‌های برداری امکان نمایش دقیق موقعیت‌ها، طول‌ها، فواصل و محدوده‌ها را میسر می‌سازد. موقعیت‌ها با مختصات  $X, Y$  توصیف می‌شود؛ از این رو می‌توان اشیای مکانی را به صورت انفرادی و ترکیبی به تصویر کشید. به‌عنوان مثال، موقعیت سه قطعه خط (مثلاً لوله انتقال آب) در شکل شماره 4-9 نسبت به مبدا مختصات اصلی نشان داده شده است. موقعیت‌ها را می‌توان در واحد درجه (عرض و طول جغرافیایی) و یا فاصله از مبدا خاص در واحد متریک نمایش داد.



شکل شماره 4-9: مدل داده‌های مکانی برداری از نوع خطی نمایش دهنده سه قطعه خط لوله آب

همچنان که در شکل شماره 10-4 ملاحظه می‌گردد، در این مدل پلیگونی متشکل از چهار قطعه خط به‌همراه نقاط مرتبط کننده (هر کدام با یک جفت مختصات  $X$  و  $Y$ ) نشان داده شده است.



شکل شماره 10-4: مدل داده‌های مکانی برداری از نوع پلیگون، نمایش‌دهنده یک محدوده مشخص

باید یادآور شد که همبستگی‌های مکانی نیز به منظور تحلیل‌های فضایی نظیر شبکه‌های خطی، ایجاد ارتباطات و عملیات همسایگی<sup>79</sup> از طریق به‌کارگیری روابط توپولوژیک (قوس-گره) با شناخت ساختار مدل‌ها ممکن می‌گردد. صفات مربوط به اشیا (نقاط، خطوط و چند ضلعی‌ها) به صورت مستقل از اطلاعات مکانی در جداول خصیصه‌ای نگهداری می‌شوند. از طریق ساختار برداری، اشیا با موقعیت‌های موجود در جهان واقعی در فضای نقشه که آن نیز با یک سیستم مرجع مختصات سازمان یافته است، تعریف می‌گردد (خواجه، 1376). به‌عنوان مثال، در مدل برداری یک خط می‌تواند نمایش‌دهنده یک جاده و یا رودخانه باشد. پلیگون‌ها معرف نواحی هستند که توسط حلقه‌های بسته (متشکل از خطوط) احاطه شده‌اند. با استفاده از پلیگون می‌توان منطقه معینی مثل جنگل و یا محدوده شهری را نمایش داد. در مدل برداری تشابه نزدیکی بین عناصر فضایی روی نقشه و عناصر متناظر از دنیای واقعی وجود دارد. بنابراین، در این مدل:

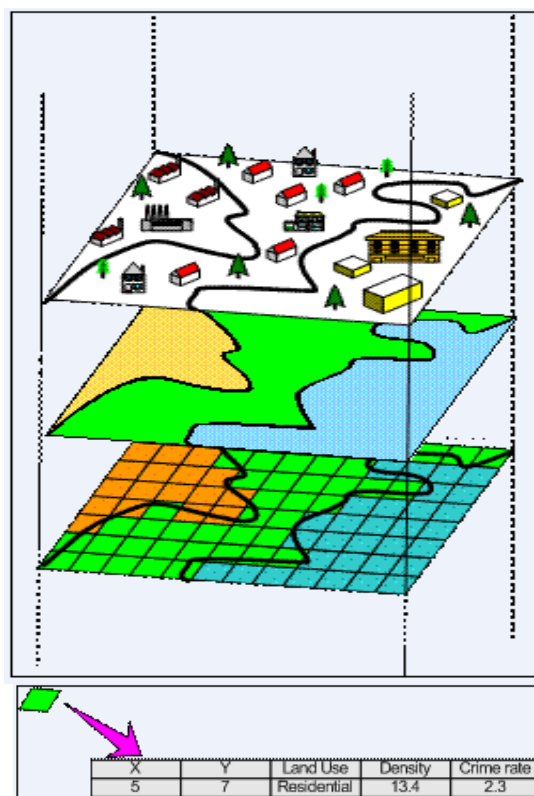
- عوارض جغرافیایی شبیه پدیده‌های روی نقشه‌های کاغذی است؛
- نقاط، نمایش‌دهنده عوارض بدون سطح و خیلی کوچکی هستند که امتدادی ندارند؛
- خطوط نیز نمایش‌دهنده عوارض طویل اما بدون عرض می‌باشند؛
- چند ضلعی‌ها نیز نمایش‌دهنده عوارضی است که مساحت معینی را بر روی زمین اشغال نموده‌اند.

<sup>79</sup> Proximity Analysis

در یک مدل داده ای برداری، به سادگی می توان هر موقعیت خاص را به صورت یک جفت مختصات  $X_i Y_i$  منحصر به فرد به ثبت رساند. در این صورت، عوارض نقطه‌ای فقط با یک جفت مختصات به ثبت می‌رسند، در حالیکه خطوط با یک رشته از مختصات ثبت خواهند شد. محدوده‌ها نیز به صورت یک رشته از تکه خط‌هایی که یک سطح را احاطه نموده‌اند، توسط پلیگون‌ها قابل نمایش هستند.

## 2-5-4 مدل داده‌های شبکه‌ای

مدل رستری در فرم ساده آن شامل یک شبکه منظم از سلول‌های مربعی یا مستطیلی شکل می‌باشد. موقعیت هر پیکسل<sup>80</sup>، به کمک شماره سطر و ستون آن، در چارچوب قالب لایه در درون GIS تعریف می‌شود. مقدار تخصیص داده شده به هر سلول نمایانگر نوع و چگونگی اطلاعات توصیفی است که آن سلول نشان می‌دهد. بنابراین، در مدل رستری فضا به‌طور منظم به سلول‌های مساوی (به صورت موزاییک) تقسیم می‌گردد؛ به طوری که موقعیت اشیا یا عوارض جغرافیایی از طریق سطر و ستون سلول‌ها قابل تعیین می‌باشد. مساحتی که هر سلول اشغال می‌کند، معین بوده، با توجه به ضریب تفکیک<sup>81</sup> فضایی خود مشخص می‌شود.



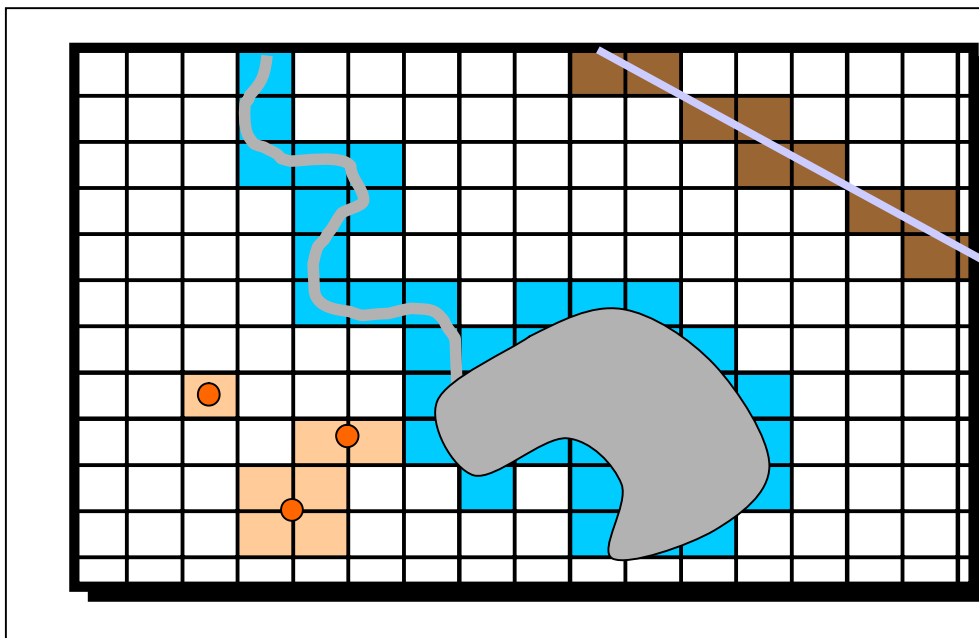
شکل شماره 4-11: نمایش ساختار یک مدل رستری، به همراه جدول اطلاعات توصیفی مرتبط

<sup>80</sup> Pixel  
<sup>81</sup> Resolution

در شکل شماره 11-4، محدوده‌های کاربری اراضی مختلف (مثلا محلات شهری) توسط تعدادی از پیکس‌ها معرفی شده اند. این ساختار متناسب با عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در فرمت رقومی است و دارای مزایایی از قبیل: سادگی، سهولت نمایش و قابلیت پردازش و مناسب برای تحلیل‌های فضایی چندبعدی است. از این‌رو، تصویری که در کامپیوتر در فرمت رستری ذخیره سازی می‌گردد، متشکل از شبکه‌ی منظمی از نقاط (به نام سلول یا پیکسل) خواهد بود که دارای ارزش‌های عددی می‌باشد. با استفاده از این مدل، زمین به صورت یک سطح پیوسته نمایش داده می‌شود. بنابراین، برای توصیف هر نقطه بر روی مدل رستری می‌توان به سه روش زیر استناد نمود:

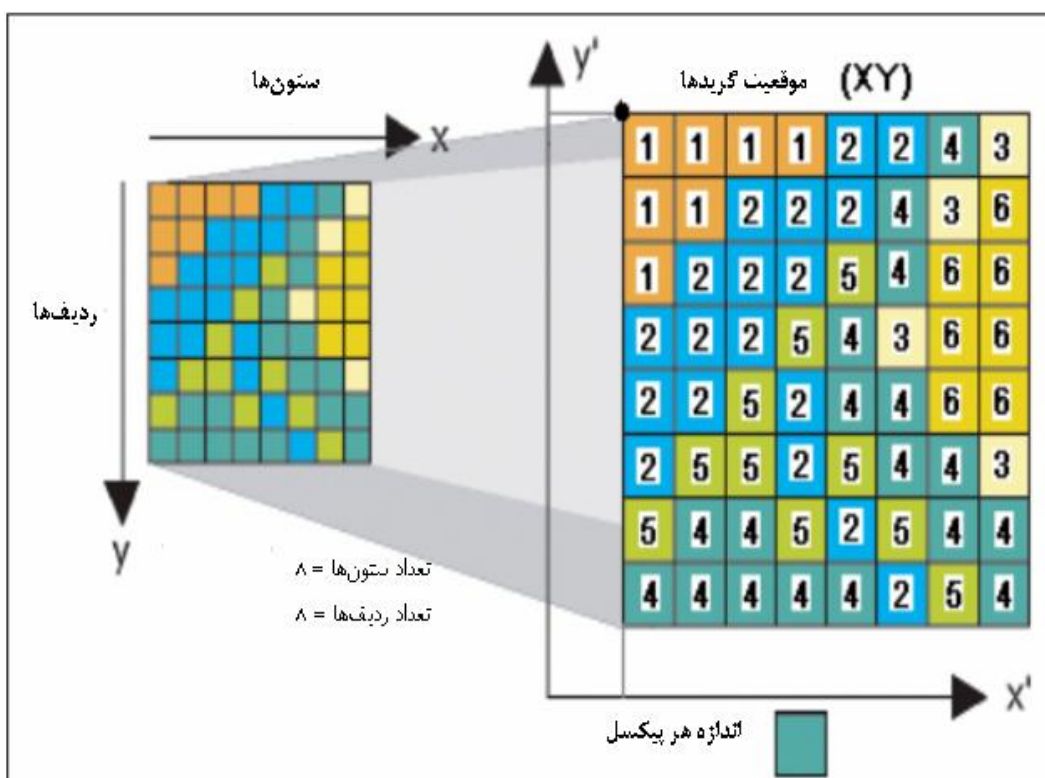
- اندازه‌گیری شدت بازتابش یک پدیده‌ی زمینی، مثلا آب و گیاه بر روی تصاویر ماهواره‌ای؛
- تعیین کلاس پیکسل و یا گروهی از پیکسل‌های در یک طبقه‌ی مشابه که یک عارضه را نمایش می‌دهند؛
- تعیین ارزش پیکسل نسبت به نقطه مرجع شناخته شده مثلا نسبت به ارتفاع متوسط سطح دریا.

در محیط GIS با توجه به ساختار مدل داده‌های رستری می‌توان روابط مکانی را نمایش داد و ارزش‌های سطوح را مشخص نمود. از آنجایی که مدل رستری، دارای یک شبکه‌ی منظم می‌باشد، در این مدل، به ذخیره‌سازی روابط مکانی بسیار پیچیده‌ای مانند مدل داده‌ای برداری نیاز نیست؛ چرا که در یک گرید، هر سلولی می‌تواند دارای 8 همسایه باشد. 4 تا از این سلول‌ها در گوشه‌های سلول مورد نظر قرار می‌گیرند و 4 سلول دیگر در طرفین و بالادست و پایین دست مستقر می‌شوند. از این‌رو، هر سلولی با توجه به موقعیتی که در گرید دارد، شناخته می‌شود. در شکل شماره 12-4 چنین روابطی نشان داده شده است. با تخصیص یک سیستم مختصات معین به یک گرید، داده‌های رستری نیز زمین - مرجع می‌شوند. با این فرایند، موقعیت جغرافیایی هر سلول در مجموعه‌ای از داده‌های رستری تعیین می‌گردد. با استفاده از سیستم مختصات، مجموعه‌ی داده‌های رستری از نظر منطقی به صورت موضوعاتی در تجزیه و تحلیل‌های جغرافیایی قابل سازماندهی می‌باشند.



شکل شماره 4-12: نمایش عوارض زمین در یک مدل مکانی در ساختار رستری

در جهت نمایش سطوح، ارزش عددی هر سطحی (به عنوان مثال میزان ارتفاع یک نقطه) برای هر سلولی معینی ثبت می‌شود. این ارزش عددی در مدل رستری، ارزش کل سلول را نمایش می‌دهد که در حالت کلی معرف نقطه مرکزی هر سلول خواهد بود. این نقاط مرکزی مربوط به هر سلول در ساختار شبکه‌ای بنام "لاتیس"<sup>82</sup> معروف هستند. با استفاده از مقادیر لاتیس‌ها می‌توان محاسبات دقیق مربوط به ارزش‌های سطحی را انجام داد. به عنوان مثال، به منظور تحلیل‌هایی از قبیل محاسبه مقادیر شیب، تعیین جهت شیب و واسطه‌یابی خطوط منحنی میزان می‌توان از ارزش‌های لحاظ شده در لاتیس‌ها بهره برد. در شکل شماره 4-13: نحوه تبدیل فضای پیکسل‌ها از یک تصویر خام به مدل رستری از نوع گرید نمایش داده شده است.

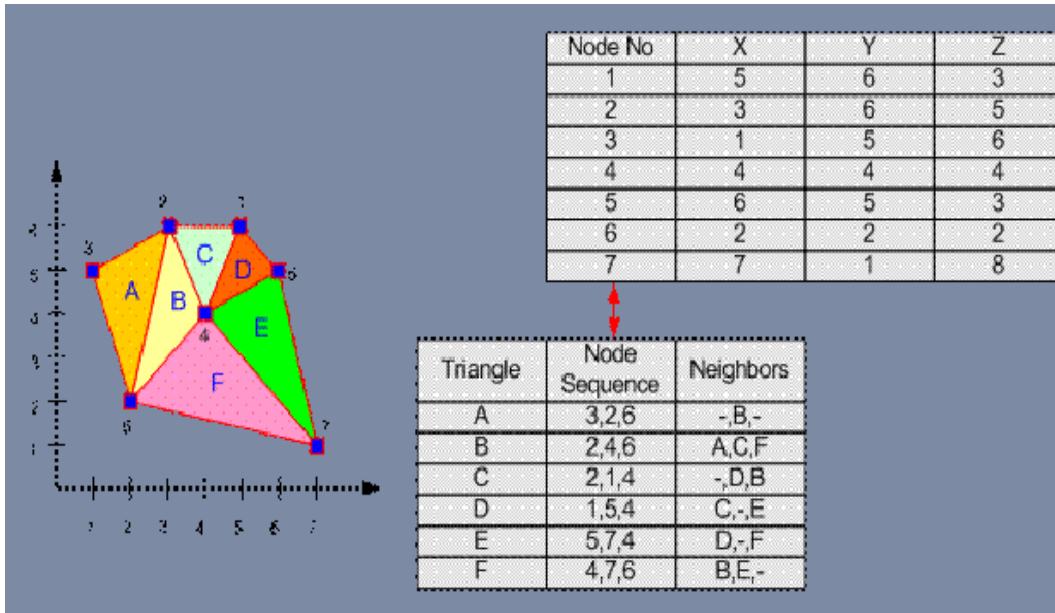


شکل شماره 4-13: نحوه تبدیل فضای پیکسل‌ها از یک تصویر خام به مدل رستری از نوع گرید

### 3-5-4 مدل مثلث‌های نامنظم

مدل مثلث‌های نامنظم، راه حلی مناسب برای نمایش سطوح پیوسته است. با این مدل می‌توان طراحی و نمایش سطوح مختلف را انجام داد. در واقع، مدل TIN یک سطح مشخصی را به صورت مثلث‌های متصل به هم نمایش می‌دهد. مثلث‌ها با استفاده از سه نقطه یا رئوس متصل به هم ساخته می‌شوند و این نقاط می‌توانند به صورت نامنظم در هر موقعیتی قرار گیرند. توسط شکل شماره 4-14 این نوع روابط نشان داده شده است.

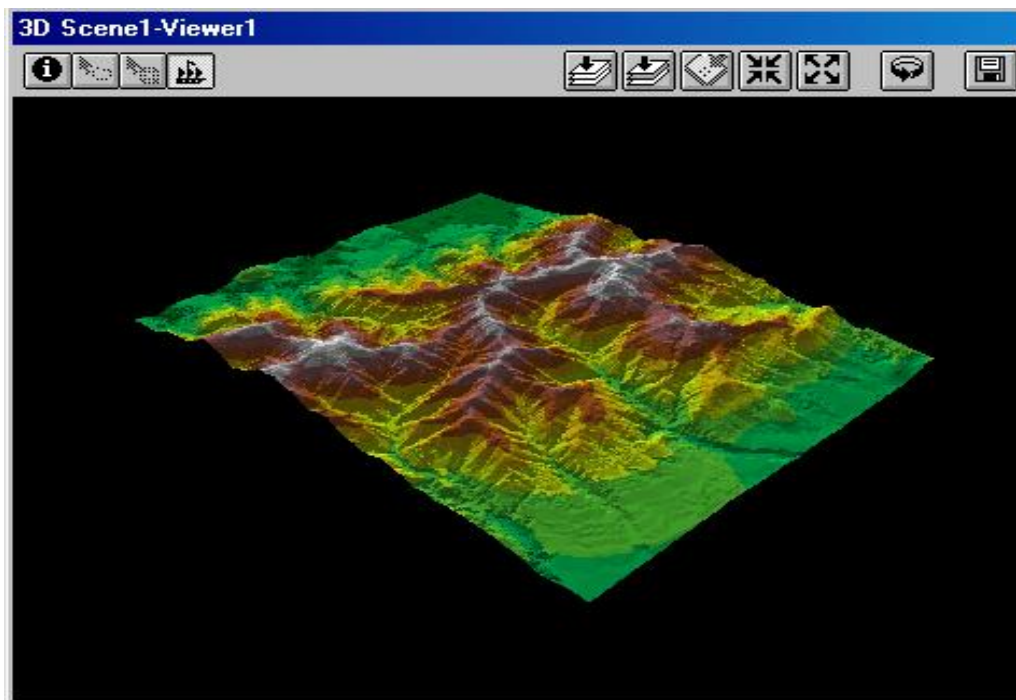
<sup>82</sup> Latis



شکل شماره 4-14: مدل TIN و نمایش روابط توپولوژیک مرتبط

بر اساس مجموعه‌ای از قوانین داخلی، گره‌ها به نزدیک‌ترین همسایه‌ها در لبه‌ها متصل می‌شوند. برای شناسایی مثلث‌های همسایه، توپولوژی چپ - راست به لبه‌ها تعریف می‌گردد. مثلث‌ها بر اساس توده نقاط و خطوط شکستگی ایجاد می‌گردند. این نقاط و خطوط، اطلاعات مربوط به سطح را فراهم می‌سازند. مدل TIN، مثلث‌ها را بر اساس مجموعه‌ای از نقاط به نام توده نقاط ایجاد می‌کند. این نقاط همیشه ثابت‌اند و کاربر نمی‌تواند در انتخاب گره‌های مورد استفاده در ایجاد مثلث‌ها دخالتی داشته باشد. در مدل TIN، هر مثلث دارای شناسه منحصر به فرد و دارای سه گره مخصوص به خود است و حداقل با دو و حداکثر با سه مثلث می‌تواند همسایه باشد. در این نوع مدل، لبه‌ها از طریق اتصال گره‌ها تعیین می‌شوند، به طوری که اولین لبه، از گره 1 تا 2، دومین لبه از گره 2 تا 3 و سومین لبه از گره 3 تا 1 تعریف می‌گردد. ترتیب مثلث‌های مجاور، مطابق با ترتیب لبه‌ها می‌باشد. مثلث همسایه 1 دارای لبه شماره 1 می‌باشد و تا آخر، در تمامی مثلث‌ها این ساختار ادامه می‌یابد.

در مدل TIN بر خلاف مدل رستری (و لاتیسی‌های مربوط) فواصل بین نقاط به طور منظم توزیع نشده‌اند. در مدل TIN روابط توپولوژیکی ذخیره‌سازی شده توسط گره‌ها، بلوک‌های اصلی مدل را ایجاد می‌کند. با استفاده از ساختار این مدل می‌توان فضا را به صورت سه‌بعدی نمایش داد. به عنوان مثال، توسط شکل شماره 4-15 مدل سه‌بعدی ارتفاعات کوهستان میشو واقع در آذربایجان شرقی با استفاده از مدل مورد بحث نشان داده شده است.



شکل شماره 4-15 ایجاد فضای سه بعدی با استفاده از مدل TIN

#### 4-5-4 مقایسه مدل‌ها

در طراحی پروژه‌های GIS کاربران می‌توانند یک و یا چند مورد از مدل‌ها را با توجه به اهداف مورد نظر خود انتخاب نمایند. توجه دقیق به ویژگی‌های هر سه مدل مبین این واقعیت است که هر کدام از آن‌ها در شرایط خاصی می‌توانند سازگاری مناسب‌تری با عوارض واقعی زمین داشته باشند. از طرفی نوع و ماهیت داده‌ها و هدف نهایی محقق از مهم‌ترین دلایل انتخاب یک مدل و ترجیح یکی بر دیگری است. در روند تحقیقات همواره نه می‌توان تنها بر یک مدل استناد کرد؛ چرا که گاهی در جهت حصول نتیجه مطلوب باید چندین مدل را به‌طور همزمان تجربه نمود.

#### مقایسه مدل‌های برداری و رستری

تصمیم‌گیری درباره نحوه به‌کارگیری مدل‌های برداری و رستری مستلزم آگاهی از امتیازها و محدودیت‌های هر دو ساختار است؛ چرا که هر کدام از مدل‌ها با توجه به اطلاعات مکانی مناسب خود باید به‌کار گرفته شوند. برای مثال، تصاویر ماهواره‌ای - برگرفته از طریق فناوری سنجش از دور - با مدل ساختار شبکه‌ای مطابقت بهتری دارند. اما زمانی که هدف نمایش پدیده‌های خطی است، مدل برداری شرایط مکانی را به‌طور واقعی‌تری به تصویر می‌کشد. در هر دو مدل، اطلاعات فضایی با واحدهای همگون نمایش داده می‌شوند، اما مقایسه آن‌ها نشان‌دهنده این واقعیت است که هر کدام از مدل‌ها دارای معایب و مزایای منحصر به خود می‌باشند (جدول شماره 4-1).

جدول شماره 4-1 مقایسه بین مدل‌های رستری و برداری



مدل برداری	مدل رستری
<b>مزایا</b>	
قالب داده‌ها منسجم‌تر است.	ساختار داده‌ها ساده‌تر است.
مناسب برای تحلیل‌های توپولوژیک و هندسی است.	عملیات انطباق آسان‌تر صورت می‌گیرد.
برای عملیات گرافیکی مناسب‌تر است.	تغییرپذیری فضایی موثرتری را عرضه می‌دارد.
ذخیره اطلاعات به صورت برداری به فضای کمتری نیاز دارد.	مدل رستری اطلاعات پیوسته‌ای از سطح زمین را ارائه می‌دهد.
در مدل برداری تشخیص عوارض نقشه ساده‌تر صورت می‌گیرد.	تصاویر رستری طبیعی و قابل درک می‌باشند.
<b>معایب</b>	
پچیدگی ساختار داده‌ها زیاد می‌باشد.	ساختار داده‌ها فشردگی کمتری دارد.
اجرای عملیات انطباق مشکل می‌باشد.	نمایش ارتباطات توپولوژیک مشکل است.
تغییرپذیری فضایی کم می‌باشد.	گرافیک‌های خروجی از لحاظ شکل ظاهری زیبایی مدل برداری را ندارند.
مدل برداری اطلاعات ناپیوسته‌ای از سطح زمین را ارائه می‌دهد.	ذخیره اطلاعات به صورت رستری به فضای زیادتری نیاز دارد.
کارایی خوبی با تصاویر رقومی را نشان نمی‌دهد.	ترکیب سخت افزاری نیرومندی را لازم دارد.
داده‌های برداری کلیه اطلاعات ثبت‌شده سطح زمین را همراه نه-	به کارگیری روش‌های درونبایی <sup>83</sup> با توجه به تفکیک سلول‌ها باید با احتیاط صورت گیرد.

علی‌رغم محدودیتهای مندرج در جدول فوق، امروزه با پیشرفت‌های صنعت کامپیوتر و اعمال روش‌های جدید کارتوگرافیکی و ریاضی، بسیاری از مشکلات به سرعت در حال رفع شدن است. بعلاوه با توجه به ظهور نرم‌افزارهای جدید با قابلیت‌های زیاد، داده‌های رستری و برداری و مثلثی به همدیگر قابل تبدیل بوده و می‌توان آن‌ها را به صورت ترکیبی در محیط GIS به‌کار گرفت (رسولی، 1384). اما با توجه به خصوصیات هر کدام از مدل‌ها و توانایی آن‌ها در نمایش پدیده‌های دنیای واقعی، یک محقق باید قدرت کافی در تشخیص و استفاده از انواع مدل‌ها را داشته باشد. به‌طور کلی، هیچ قاعده کلی در نحوه به‌کارگیری انواع مدل‌ها وجود ندارد. اما توجه به مواردی نظیر: حجم داده‌ها، روابط توپولوژیک، پرسش‌های مکانی، کلی‌نگری، ظرفیت تحلیلی، میزان دقت و صحت اطلاعات حاصله، محققان را در جهت ترجیح یکی از ساختارها بر دیگری رهنمون می‌گردد. اگرچه، تعیین قوانین دقیق مربوط به هر مدل مشکل است، با این حال مشخصات کلی مدل‌ها به صورت خلاصه قابل ارائه است:

- تمرکز اصلی مدل داده‌ای برداری به نمایش عوارض جغرافیایی می باشد؛ در حالیکه تمرکز اصلی مدل داده‌ای رستری، بیان موقعیت عوارض می باشد.
  - مدل داده‌ای برداری برای پاسخگویی به این سوال مناسب می باشد که " من در رابطه با این عارضه جغرافیایی چه می دانم " در حالیکه مدل داده‌ای رستری برای پاسخگویی به سوال " در این موقعیت چه پدیده جغرافیایی رخ می دهد " مناسب می باشد.
  - مدل داده‌ای برداری از مختصات  $X$  و  $Y$  برای نمایش عوارض جغرافیایی استفاده می کند؛ در صورتی که مدل داده‌ای رستری، از طریق سطر و ستون ارزش‌های عددی در سلول‌ها را ذخیره‌سازی می نماید.
  - مدل داده‌ای برداری محدوده‌ها را به طور دقیق تعریف می کند، در حالیکه در مدل رستری محدوده‌ها به طور کامل تعریف نمی شوند.
  - مدل برداری، موقعیت‌ها را به صورت مقادیر  $X$  و  $Y$  در یک سیستم مختصات " دکارتی"<sup>84</sup> قابل نمایش می سازد؛ در حالیکه مدل داده‌ای رستری، موقعیت سلول‌ها را نسبت به یک مبدا خاص نمایش می دهد.
  - مدل برداری شکل دقیق عارضه را نمایش می دهد، حال آنکه مدل رستری مناطق مربعی شکل را نمایش و بنابراین شکل تقریبی عارضه را ارائه می دهد.
  - مدل داده‌ای رستری تغییر تدریجی بین عوارض و سطوح را نمایش می دهد؛ در حالیکه مدل برداری تغییرات ناگهانی را به نمایش می گذارد.
  - مدل برداری برای تولید نقشه‌هایی با کیفیت خیلی بالا و با دقت مکانی بالا مورد استفاده قرار می گیرد ( برای تولید نقشه‌های کاداستر). اما مدل داده‌ای رستری برای ذخیره‌سازی تصاویر و یا عکس‌های هوایی در فرمت رقومی مناسب‌تر است و این مدل برای کاربردهایی از قبیل تعیین مسیر بهینه، مدل‌سازی بارش و رواناب می تواند مورد استفاده قرار گیرد.
  - همپوشانی لایه‌ها در مدل داده‌ای برداری بسیار پیچیده است؛ در حالیکه همپوشانی لایه‌ها در مدل داده‌ای رستری بسیار ساده‌تر و منطقی‌تر بوده و به سرعت محاسبات مورد نیاز انجام می گیرد.
- با استفاده از محیط نرم‌افزارها می توان داده‌ها را از یک مدل به مدل دیگری تبدیل کرد. این کار باعث می شود که به توان از نقاط قوت هر دو مدل برداری و رستری استفاده نمود. ایجاد یک مدل شبکه‌ای با استفاده از پلیگون‌ها، از نظر مفهومی شامل همپوشی کردن سلول‌های مربوط با داده‌های برداری و تعیین ارزش عددی هر پیکسل مبتنی بر واقع شدن پلیگون‌ها در آن پیکسل می باشد. ایجاد پلیگون‌ها با استفاده از شبکه رستری در محیط اغلب نرم‌افزارها امکان پذیر است. این کار به نام

---

<sup>84</sup> Cartesian Coordinate System

تبدیل داده‌های رستری به مدل برداری<sup>85</sup> معروف است. برداری نمودن عوارض خطی با استفاده از مدل شبکه‌ای، تا حدودی پیچیده تر است و به تابع پیچیده‌تری نیاز دارد. تابع Arc Scan در نرم افزار ArcGIS دارای توابع مورد نیاز جهت برداری نمودن عوارض خطی است.

### مقایسه مدل‌های داده‌ای رستری و TIN

به‌طور خلاصه می‌توان مدل‌های رستری و TIN را به صورت زیر مقایسه نمود:

- مدل داده‌ای TIN به قسمت مثلثی یک سطح متمرکز می‌باشد؛ در حالیکه مدل رستری به یک سطح مربع و یا مستطیل شکل تاکید دارد.
- مدل TIN برای پاسخگویی به این سوال مناسب می‌باشد که "چه سطحی به این موقعیت شباهت دارد؟" در حالیکه مدل رستری به این سوال پاسخ می‌دهد که "در این مکان چه پدیده جغرافیایی روی داده است".
- مدل TIN از مثلث‌هایی برای نمایش یک سطح استفاده می‌کند؛ در حالیکه در مدل رستری سطرها و ستون‌ها ارزش‌های عددی را در سلول‌ها ذخیره‌سازی می‌کنند.
- مدل TIN، گره‌های مثلث‌ها را به صورت مختصات X, y در یک سیستم مختصات "دکارتی" نمایش می‌دهد. مدل رستری، موقعیت سلول‌ها را در محدوده یک سیستم شبکه‌ای نمایش می‌دهد.
- از روی نقاطی که فواصل نامنظمی از همدیگر دارند، مدل TIN شکل دقیقی از سطح زمین فراهم می‌سازد؛ در حالیکه مدل رستری با بهره‌گیری از نقاط با فواصل منظم، مدل سطحی خلاصه شده‌ای را تولید می‌نماید.
- هر دو مدل قادر به نمایش تغییرات تدریجی در سطح زمین از قبیل ارتفاعات هستند.

در کل، مدل‌های مکانی برداری، رستری و TIN، توانمندی GIS را در مدل‌سازی از عوارض زمین کامل می‌کنند. هر کدام از این مدل‌ها، از انواع سیستم‌های مختصات برای تعیین موقعیت سطح زمین استفاده می‌نمایند. با تعیین یک سیستم تصویر و مقیاس مشترک و تنظیم مختصات جغرافیایی - به گونه‌ای که هر مدل دارای سیستم مختصاتی مشترکی باشند - این امکان فراهم می‌گردد که در تمامی مدل‌ها به‌توان موقعیت‌ها و عوارض مشابه را نمایش داد و مدل‌سازی نمود. این روش به نام "زمین - مرجع نمودن"<sup>86</sup> داده‌ها نامیده می‌شود. این فرآیند، انعطاف‌پذیری زیادی در جهت تجزیه و تحلیل و نمایش داده‌های مکانی پدید می‌آورد. به‌عنوان مثال، نرم‌افزار ArcGIS تعدادی از مدل‌های تعریف شده را به‌منظور ذخیره و نمایش عوارض جغرافیایی مورد استفاده قرار می‌دهد. هر کدام از این مدل‌ها دارای ارزش‌ها، قابلیت‌ها و البته محدودیت‌های ویژه‌ای هم می‌باشند.

---

<sup>85</sup> Vectorization

<sup>86</sup> Georeferencing

## 6-4 دقت و صحت داده‌ها

میزان دقت و صحت داده‌ها از مهمترین عوامل کنترل‌کننده مدل‌های خروجی محسوب می‌گردد، که خود به عوامل متعددی دیگری مانند: ماهیت مشاهدات، نحوه اخذ، ورود و ویراستاری داده‌ها و حتی محیط‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری مربوط می‌گردد. به جز میزان مقیاس، عوامل دیگری نیز صحت پدیده‌های ثبت شده بر روی هر نقشه‌ای را متاثر می‌سازند. از جمله این عوامل می‌توان به کیفیت منابع، مهارت کارتوگراف، ابزار طراحی مدل، نحوه اندازه‌گیری مشاهدات و چگونگی نمایش مدل‌ها اشاره نمود. بعضی از شاخص‌های اندازه‌گیری میزان دقت و صحت، عبارت اند از:

- دقت مطلق،
- دقت نسبی،
- دقت داده‌های توصیفی،
- دقت بهنگام بودن داده‌ها،

شاخص دقت مطلق، به همبستگی موقعیت دقیق یک پدیده بر روی نقشه و معادل واقعی آن در روی زمین بستگی دارد. به‌عنوان مثال، اندازه دقیق مقادیر مختصات و ارتفاع دقیق یک گوشه از ساختمان که توسط مهندسان نقشه‌برداری مورد نظر است، همان دقت مطلق است، که در نقشه‌های ملکی مطرح است. اما دقت نسبی به مفهوم جابه‌جایی بین دو نقطه بر روی نقشه (عمدتاً از نظر فاصله و زاویه) نسبت به جابه‌جایی همان دو نقطه در روی زمین اطلاق می‌شود. این میزان از دقت نسبت به نقاط کنترل زمینی اعمال می‌گردد. کاربرانی که با داده‌هایی به مقیاس متوسط سروکار داشته باشند، می‌توانند به این میزان دقت بسنده نمایند.

دقت در داده‌های توصیفی بسته به صحت مشاهدات جمع‌آوری شده در پایگاه اطلاعاتی دارد، که در نهایت به عوارض گرافیکی موجود در نقشه‌ها متصل و مرتبط می‌شود؛ برای مثال، در یک نقشه رقومی طبقه‌بندی شده بارش، طراحی شده برای یک منطقه خاص، میزان دقت بسته به کیفیت داده‌های جمع‌آوری شده‌ای است که در پایگاه اطلاعاتی گرد آمده است. مسلماً خطای باران سنج‌ها در هنگام اخذ مشاهدات در مدل نهایی منعکس خواهد شد. اما جدید بودن داده‌های جمع‌آوری شده دقتی را فراهم می‌آورد که به دقت بهنگام بودن معروف است. این میزان دقت بسته به نیاز و مهارت متخصص پایگاه اطلاعات و هزینه‌های مصرف شده، متغیر می‌نماید؛ چرا که همواره یافتن اطلاعات جدید آسان نیست. باید اذعان داشت که هیچ نقشه‌ای نمی‌تواند خالی از خطا باشد و در صورت توجه به عواملی نظیر انگیزه، مهارت، نیاز، سطح فناوری و هدف متخصصان در تولید نقشه‌ها، میزان دقت و مقادیر خطای موجود نیز متغیر خواهد بود. با توجه به رابطه ریاضی زیر می‌توان خطاهای دهگانه در نقشه‌های رقومی را به صورت تراکمی محاسبه نمود.

$$E = f(f) + f(I) + f(c) + f(d) + f(a) + f(m) + f(p) + f(rms) + f(mp) + u$$

در رابطه فوق:

$f$  نشان دهنده خطای حاصل از تبدیل زمین کروی شکل<sup>87</sup> به حالت دوعبدي و میزان مسطح‌شدگی آن است.

$I$  بیانگر دقت اندازه‌گیری موقعیت‌های مکانی است که به نوع و ماهیت سیستم بیضوی زمین<sup>88</sup> مربوط می‌شود.

$c$  نشانگر دقت کارتوگرافیکی است.

$d$  نشان دهنده خطای ترسیم پدیده‌ها و پهنای قلم ثبات است.

$a$  مبین خطای حاصل از تبدیل داده‌های کاغذی به رقمی است که از طریق دستگاه رقم‌گیری ممکن است وارد شود.

$m$  نشان دهنده خطای ایجاد شده از قابلیت داده‌های کاغذی است که در اغلب موارد به دلیل تغییر فیزیکی نقشه‌ها (مانند چین و چروک برداشتن و کشیدگی نقشه‌ها) ناشی از شرایط محیطی و مصرف غیر استاندارد اعمال می‌گردد.

$p$  خطای حاصل از فرایندهای رقم‌گیری است که معمولاً مربوط به نحوه استفاده کارتوگراف از ماوس رقم‌گیری مربوط می‌شود.

$rms$  نشان دهنده خطای تثبیت نقشه به موقعیت‌های مکانی واقعی و یا به اصطلاح زمین - مرجع نمودن نقشه‌هاست که به ریشه دوم متوسط خطای مجاز معروف است.

$mp$  نشان دهنده خطای حاصل از کامپیوتر در هنگام تبدیل و ذخیره نمودن سیستم مختصات مرجع به دلیل گردنمودن اعداد حاصل می‌آید.

$u$  بیانگر خطای غیرقابل پیش‌بینی است که احتمال دارد به هر دلیل ناشناخته‌ای بر مجموعه خطاها اضافه گردد.

در مواقعی که گزارش دقیقی در مورد کیفیت داده‌ها در دست نه‌باشد، متخصص GIS می‌تواند با توجه به سؤالات تنظیم شده در زیر داده‌های خود را ارزیابی نماید:

- قدمت داده‌ها چقدر است؟
- مأخذ داده‌ها کجاست؟
- در اصل داده‌ها در چه فرمتی تولید شده‌اند؟
- محدوده گسترش جغرافیایی داده‌ها تا کجاست؟
- با چه مقیاس اولیه‌ای داده‌ها رقمی گشته‌اند؟
- چه نوع سیستم‌های تصویری و مختصات بر داده‌ها اعمال شده‌اند؟
- میزان تراکم مشاهدات با هدف تولید مدل‌ها در چه حدی بوده است؟
- صحت داده‌های مکانی و توصیفی چگونه است؟
- آیا نقشه‌ها از نظر کارتوگرافی به صورت منطقی طراحی شده‌اند؟
- آیا داده‌های موجود با توجه به اهداف پروژه در دست اجرا متناسب به نظر می‌رسند؟
- روش‌های کنترل داده‌ها چگونه بوده است؟
- چگونه داده‌ها جمع و تلفیق شده‌اند؟
- درجه اعتبار تهیه کننده داده‌ها در چه حدی است؟

با توجه به موارد بالا، به‌آسانی می‌توان درک نمود که از طرق مختلف احتمال ورود انواع خطاها به محیط GIS وجود دارد (طاهر کیا، 1376). به عنوان مثال، از خطاهای شناخته شده می‌توان به سه نوع خطای عدم تطبیق لبه‌های نقشه‌ها<sup>89</sup>،

<sup>87</sup> Spheroid  
<sup>88</sup> Ellipsoid  
<sup>89</sup> Edge Matching

جابه جایی در موقعیت اتصال لایه‌ها<sup>90</sup> و عدم بسته شدن کامل پلیگون‌ها<sup>91</sup> اشاره نمود که هنگام تبدیل داده‌های آنالوگ به فرمت رقومی ایجاد می‌شود. تا زمانیکه متخصص مربوط درک دقیقی از میزان دقت و صحت داده‌های حاصل نه‌داشته باشد، استانداردهای مطلوب در کسب نتایج نهایی متناسب با هدف متخصصان محقق نه‌خواهد بود.

#### 7-4 روابط توپولوژیک

هنگامی شما بر فراز تپه‌ای ایستاده‌اید و در محدوده چشم انداز موجود جاده‌ای را ناظر هستید که رودخانه‌ها را قطع می‌کنند و چگونه یک قطعه زمین با کاربری زراعی در کنار مرتعی قرار گرفته است، در واقع نوعی روابط فضائی بین عوارض زمین را ملاحظه می‌نمائید. حال اگر خواسته باشید، این نوع روابط را در محیط کامپیوتر ایجاد نمائید، نیاز به ایجاد روابط توپولوژیک دارید که در این حالت توپولوژی به مفهوم اعمال قوانین ریاضی با هدف تعریف دقیق روابط بین پدیده‌های جغرافیایی در یک لایه رقومی است. در ساختار مدل‌های برداری، ارتباطات آشکار و تعریف شده‌ای بین اطلاعات مکانی ایجاد می‌شود که موقعیت نسبی اشیاء و یا عوارض جغرافیایی را نسبت به هم در درون پایگاه‌های اطلاعاتی مشخص می‌سازد (Reed, 1999). بنابراین، در یک نگاه ساده می‌توان بیان نمود که توپولوژی همانا وجود روابط مکانی بین عوارض موجود در یک لایه اطلاعاتی GIS است که بدون توجه به موقعیت دقیق پدیده‌ها (مختصات جغرافیایی) روابط هندسی فی‌مابین را برقرار می‌سازد (محمد پور، 1370). مزیت اصلی روابط توپولوژی ایجاد زمینه برای انجام انواع تحلیل‌های مکانی است که با اتصال عناصر جغرافیایی و داده‌های خصیصه‌ای میسر می‌گردد. انواع روابط توپولوژیک ساده تا پیچیده شامل: توپولوژی اتصال<sup>92</sup>، توپولوژی محدوده<sup>93</sup>، توپولوژی مجاورت<sup>94</sup>، توپولوژی مسیرها<sup>95</sup> و توپولوژی نواحی<sup>96</sup> است. در ذیل به اختصار ویژگی روابط توپولوژیک مطرح می‌گردد.

#### 1-7-4 توپولوژی اتصال

در این مدل قوس‌ها<sup>97</sup> توسط گره‌ها<sup>98</sup> به هم متصل می‌شوند، که توپولوژی قوس - گره خوانده می‌شود. در ساختار قوس - گره یک قوس از طریق دو گره انتهایی محدود و تعریف می‌شود. نقطه مبدا یا "از- گره"<sup>99</sup> مشخص کننده جایی است که قوس شروع می‌شود و نقطه مقصد یا "به- گره"<sup>100</sup> نیز مشخص کننده جایی است که قوس در آنجا خاتمه می‌یابد (شکل شماره 4-16).

<sup>90</sup> Distortion

<sup>91</sup> Sliver Polygons

<sup>92</sup> Connectivity

<sup>93</sup> Area Definition

<sup>94</sup> Contiguity

<sup>95</sup> Routes

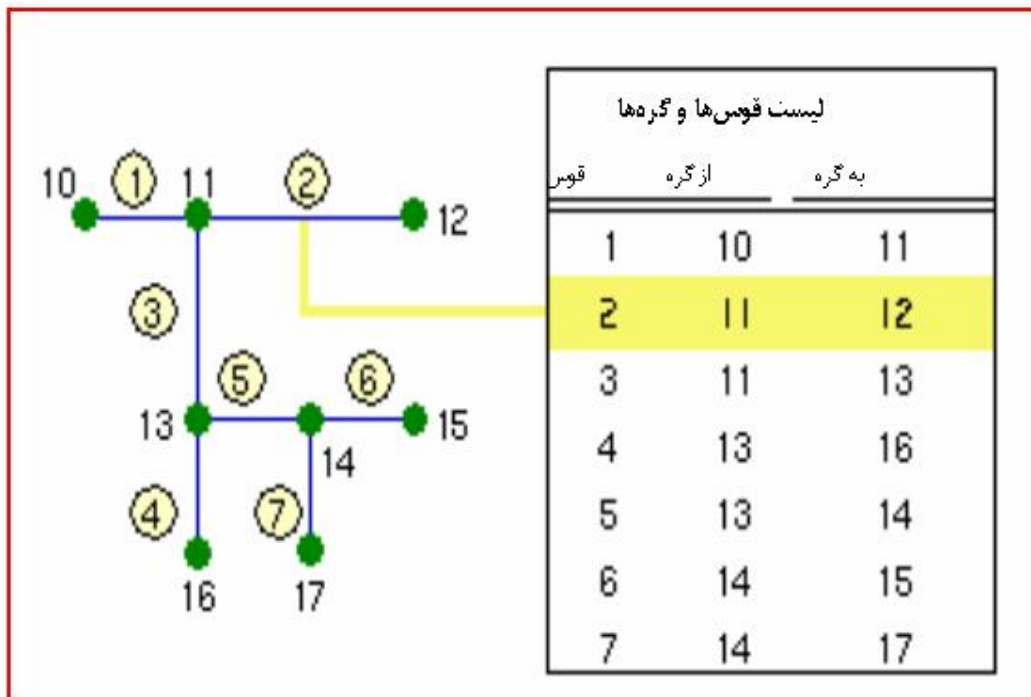
<sup>96</sup> Regions

<sup>97</sup> Arcs

<sup>98</sup> Nodes

<sup>99</sup> From-node

<sup>100</sup> To-node



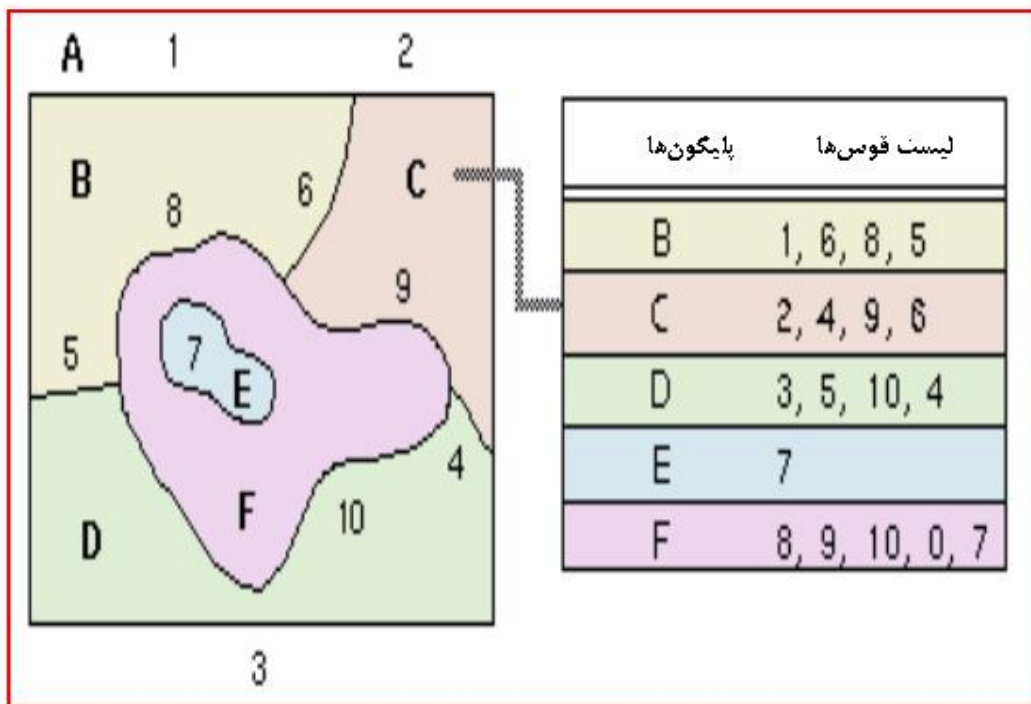
شکل شماره 4-16: توپولوژی قوس - گره

این نوع توپولوژی، کمک می‌کند تا مسیری را به طرف نقطه مورد نظر شناسایی و جهت معینی مشخص شود. از طریق این توپولوژی می‌توان شبکه‌های آبراهه‌ای فرعی را به یک رودخانه متصل کرد و یا اینکه مسیری را در شبکه ترافیک شهری از مبدا تا مقصد ردیابی نمود. اصولاً توپولوژی "قوس - گره" از طریق جدول اطلاعاتی مرتبط تعریف می‌شود. در این جدول، مسیر نقاط (از گره و به گره) مربوط به هر قوس، مشخص و شماره و یا کد شناسایی گره‌های مشترک تنظیم می‌شود. در شکل شماره 4-15 می‌توان ملاحظه نمود که قوس شماره 2 از گره 11 شروع و به گره 12 ختم شده است. هر قوسی به طور منطقی به جدول مختصات مربوط به آن متصل است و بعضی از قوس‌ها دارای گره‌های مشترک می‌باشند. در محیط نرم افزار ArcGIS پوسته ARC/INFO با استناد بر روابط توپولوژیک، امکان ایجاد روابط بین عوارض جغرافیایی و تحلیل‌های مکانی وجود دارد.

## 4-7-2 توپولوژی محدوده

در این نوع توپولوژی پلیگون‌ها توسط یک رشته از قوس‌ها با مختصات معین و به هم پیوسته‌ای تعریف می‌شوند. در این ساختار، پلیگون‌ها با فهرستی از قوس‌هایی که پلیگون را احاطه نموده‌اند، نمایش داده می‌شود و بنابراین به توپولوژی قوس - پلیگون<sup>101</sup> معروف‌اند. خیلی از عوارض که یک منطقه یا سطح مشخصی را بر روی زمین می‌پوشانند (مانند دریاچه‌ها و جنگل‌ها) توسط این مدل قابل تحلیل هستند (شکل شماره 4-17).

<sup>101</sup> Polygon-arc Topology



شکل شماره 4-17: توپولوژی قوس - پلیگون

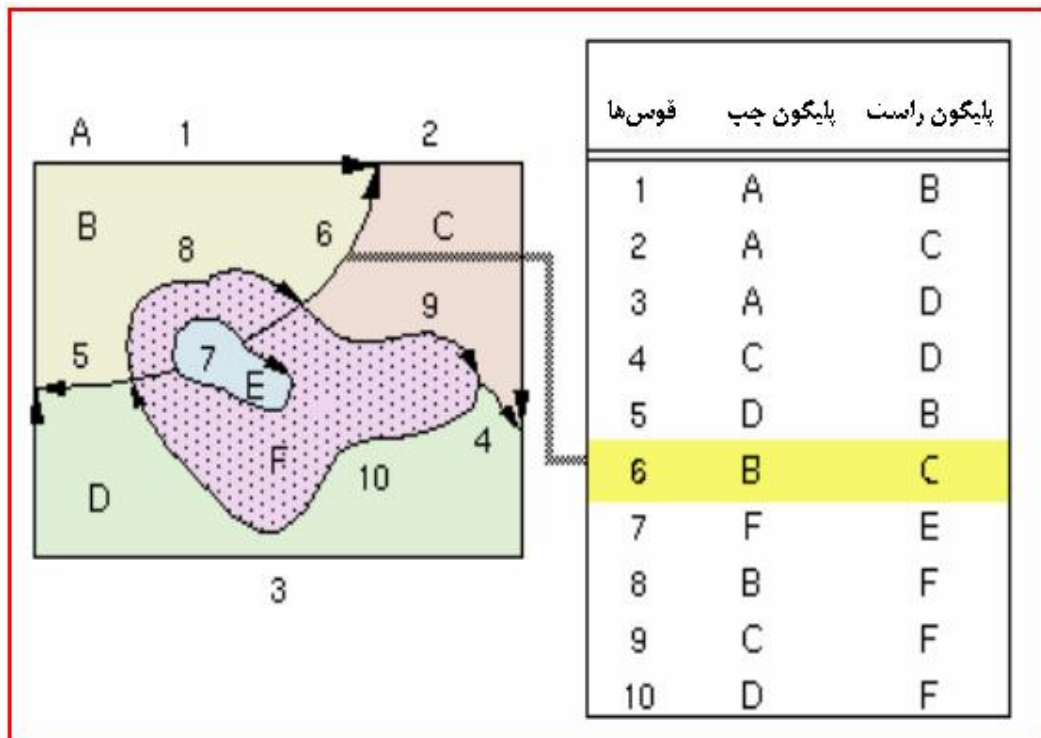
در شکل شماره 4-17، پلیگون C توسط قوس‌های 2، 4، 9 و 6 محدود شده است. توجه کنید که پلیگون E در داخل پلیگون بزرگ‌تری مشخص شده توسط حرف F قرار گرفته است که فقط با یک قوس محدود شده است. در مواقعی درج حرف صفر مبین واقعیت تودرتو بودن پلیگون‌ها است. مانند دریاچه‌ای که یک جزیره هم داشته باشد. مانند پلیگون E که با قوس 7 ایجاد و در داخل پلیگون بزرگ‌تر F قرار گرفته است. در این مدل، ممکن است یک قوس در تشکیل بیش از چندین پلیگون مشارکت نماید. همچنانکه در شکل شماره 4-16 مشخص است، قوس شماره 8 در لیست مربوط به پلیگون‌های B و F ذکر گردیده است. با این ساختار هر قوس فقط یک بار در حافظه کامپیوتر ذخیره شده و از این طریق از تکرار بی مورد قوس‌ها خودداری می‌شود.

### 3-7-4 توپولوژی مجاورت

در این نوع توپولوژی هر قوس دارای جهت (از -گره به -گره بعدی) مشخصی می باشد، که هنگام رقومی کردن عوارض به آنها تخصیص داده شده است. در این مدل که به نام توپولوژی چپ - راست<sup>102</sup> معروف است، لیستی از پلیگون‌های قرارگرفته در سمت راست و چپ هر قوس به‌طور جداگانه در جداول اطلاعات مربوطه ذخیره می‌گردد. دو پدیده جغرافیایی مختلف (مانند محدوده یک دریاچه و جزیره واقع در آن) که دارای محدوده مشترکی هستند، به‌عنوان عوارض مجاور هم تعریف می‌شوند. از این نظر، مجاورت، مفهوم توپولوژیکی است که در مدل داده‌ای برداری با استفاده از آن می‌توان در جهت شناسایی محدوده‌های کنار هم، عملیات محاسباتی و یا تحلیل‌های مکانی را پیاده نمود (شکل شماره 4-18).

<sup>102</sup> Left-right Topology





شکل شماره 4-18 ساختار توپولوژی مجاورت

به عنوان مثال، در شکل شماره 4-18، پلیگون B در سمت چپ قوس 6 واقع می‌باشد و پلیگون C نیز در سمت راست همان قوس واقع شده است. بنابراین، می‌توان گفت که پلیگون‌های B و C در مجاورت هم قرار گرفته‌اند. توجه داشته باشید که برچسب پلیگون 1 در خارج از محدوده گذاشته شده است. بنابراین، پلیگون A به نام پلیگون خارجی یا جهانی<sup>103</sup> نامیده می‌شود و محدوده خارج از منطقه مطالعاتی را نمایش می‌دهد. پلیگون جهانی باعث می‌شود که تمامی قوس‌ها همواره دارای جهت (سمت) چپ و راست مشخصی باشند. توجه کنید که لیست مختصات مربوط به تمامی قوس‌ها، در جدول ارتباطی دیگری ذخیره شده است.

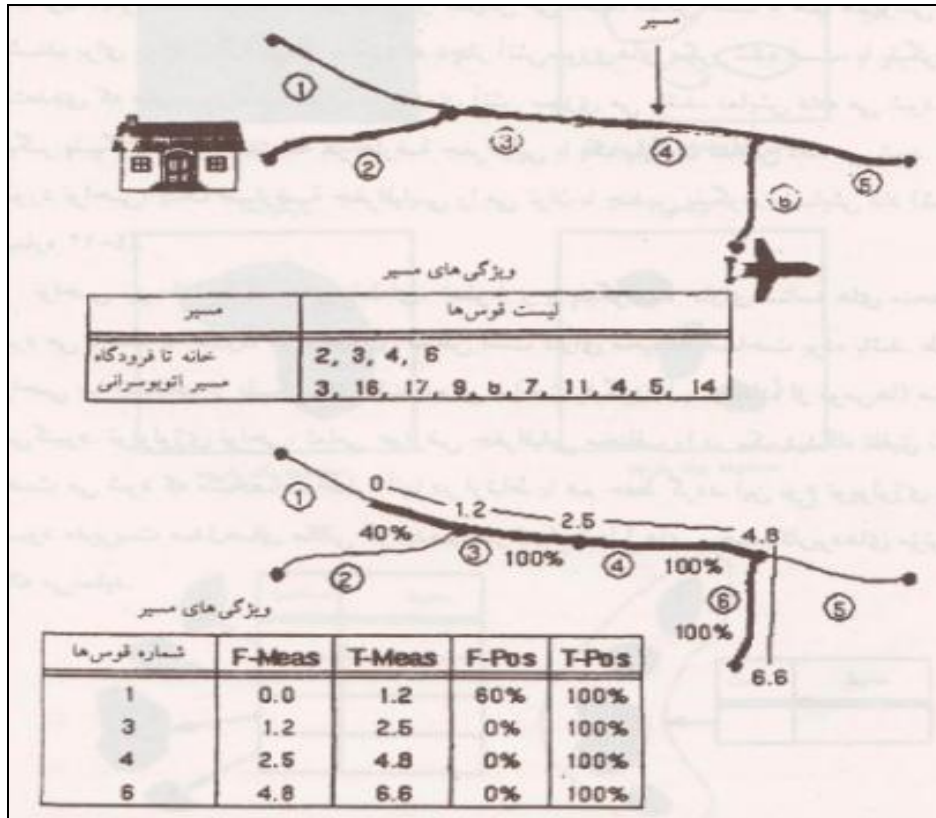
مفاهیم سه نوع توپولوژی مطرح شده، این امکان را فراهم می‌سازد که با استفاده از آن‌ها به‌توان نوع روابط و همسایگی‌ها را مدل‌سازی نمود. اما بین عوارض جغرافیایی ارتباطات دیگری نیز وجود دارد. مثلاً ممکن است یک عارضه جغرافیایی، ترکیبی از عوارض دیگر باشد. به عنوان مثال، یک مسیر اتوبوسرانی از اتصال چندین بخش از خیابان‌های مختلف تشکیل شود. یا یک کشور ممکن است از مجموعه‌ای از استان‌ها ایجاد شده باشد. بعلاوه، عوارض جغرافیایی با گذشت زمان ممکن است تغییر یابند. از این رو، توجه به این تغییرات باید حائز اهمیت باشد. گاهی ممکن است برای یک مکان جغرافیایی ثابت، دو عارضه متفاوت تعریف گردد، که باهم همپوشانی داشته باشند. مانند قطعه زمینی که هم به‌عنوان مرتع تعریف شده و هم محل زیست یک حیوان خاص باشد. سه نوع رابطه توپولوژیک تعریف شده قبلی، این نوع ارتباطات را پشتیبانی نمی‌کنند. برای حل این مشکل، دو نوع دیگر از مدل‌های توپولوژیک مطرح شده است که به منظور بیان روابط پیچیده قابل استناد هستند.

<sup>103</sup> Universal Polygon

#### 4-7-4 توپولوژی مسیر

مسیرها، جریانات و محل عبور مجموعه‌ای از عوارض خطی، از قبیل یک مسیر خیابان از منزل تا فرودگاه را نشان می‌دهند که مبتنی بر قوس باشد. هر مسیری می‌تواند از نقطه‌ای شروع و به نقطه‌ای دیگر ختم شود. یا اینکه از نقطه‌ای شروع شده، در همان نقطه خاتمه یابد. در شکل شماره 4-19، مسیرها به‌عنوان نقاط شروع از گره‌ها یا تقاطع‌ها نمایش داده شده‌اند. بعضی اوقات، مسیرها در طول یک قوس شروع می‌شوند. این امر بیانگر آن است که نقاط شروع و انتهای قوس در امتداد مسیر می‌باشند، اما فقط قسمتی از قوس مورد استفاده قرار می‌گیرد. بایستی تغییری در ویژگی مسیر صورت گیرد تا امکان توصیف نقطه شروع مسیر مشخص شود. این امر مستلزم آن است که چه میزانی از قوس مورد استفاده قرار گیرد و مسیر از کجا شروع شود. اطلاعات توصیفی مورد نیاز در یک جدول ارائه می‌شود در این جدول، هر بخش با یک سطر تعریف می‌گردد.

در واقع این سطر مسیری را که به آن مربوط است، توصیف می‌نماید. دو ستون به نام‌های F-MEAS و T-MEAS فاصله‌ای را در طول مسیر هر بخش نمایش می‌دهند. دو ستون دیگر به نام‌های F-POS و T-POS درصدی از قوس را که مورد استفاده قرار گرفته است، مشخص کرده و محل وقوع عوارض را بر روی یک مسیر نشان می‌دهند. در طول مسیر دو نوع واقعه اتفاق می‌افتد: وقایع نقطه‌ای و وقایع خطی. واقعه نقطه‌ای موقعیت یک عارضه نقطه‌ای را از قبیل تصادفات جاده‌ای در طول مسیر نشان می‌دهد. اما واقعه خطی محل وقوع یک عارضه خطی از قبیل شرایط آسفالت در یک جاده مشخص را در طول مسیر نمایش می‌دهد. بنابراین، واقعه خطی به صورت از "اندازه فلان تا اندازه فلان" در طول مسیر مشخص خواهد شد.



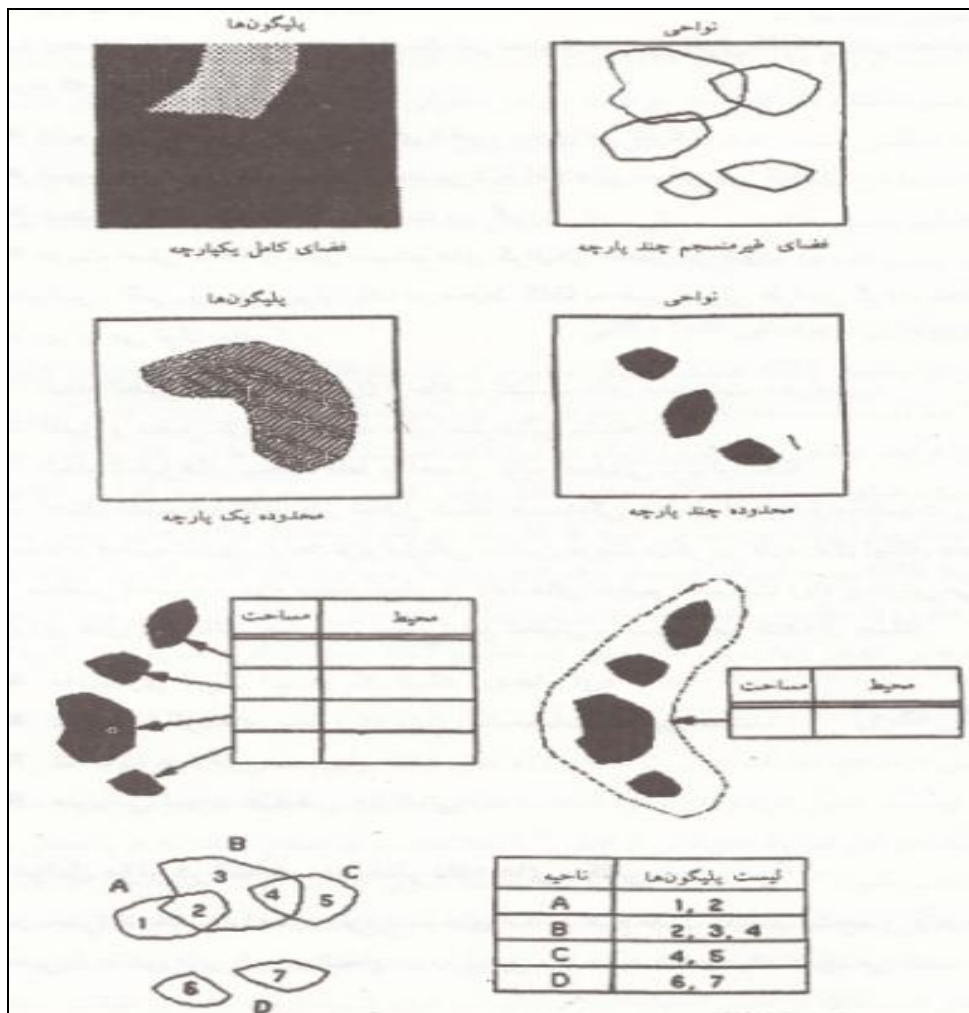
شکل شماره 4-19: توپولوژی مسیر

#### 5-7-4 توپولوژی نواحی

مدل‌سازی نواحی و یا مناطق، از روابط پیچیده بین عوارض جغرافیایی که به صورت پلیگون نمایش داده می‌شوند، پشتیبانی می‌کند. در حالیکه بلوک‌سازنده یک پلیگون، قوس می‌باشد، بلوک‌های سازنده یک ناحیه پلیگون‌ها خواهند بود. بنابراین، یک ناحیه از مجموعه‌ای از پلیگون‌ها تشکیل و نمایش داده می‌شود. یکی از اصول اولیه و اساسی نمایش عوارض جغرافیایی به صورت پلیگون این است که پلیگون‌ها همپوشی نداشته باشند و به‌طور کامل منطقه را به پوشانند. این اصل، در مورد نواحی صدق نمی‌کند؛ چرا که در این مدل، پلیگون‌هایی که عوارض جغرافیایی را نمایش می‌دهند، ممکن است با هم همپوشی داشته باشند. برای مثال، ناحیه‌ای از جنگل که دچار آتش‌سوزی‌های مکرر شده است، با پلیگون‌های متعددی که مشخص‌کننده محدوده و زمان آتش‌سوزی می‌باشد، نمایش داده می‌شود. اصل دیگر پلیگون‌ها این است که هر عارضه جغرافیایی با یک پلیگون نمایش داده می‌شود. اما در مورد نواحی، یک عارضه جغرافیایی را می‌توان با چندین پلیگون نمایش داد (شکل شماره 4-20).

نواحی نیز مانند پدیده‌های نقطه‌ای، خطوط و یا پلیگون‌ها، دارای شناسه‌های منحصر به فرد می‌باشند. به علاوه، هر ناحیه‌ای ممکن است دارای محیط و مساحت بوده باشد. طراحی نواحی با استفاده از پلیگون‌ها (مانند روش ساخت پلیگون‌ها با استفاده از قوس‌ها) صورت می‌گیرد. توپولوژی نواحی، تمامی عوارض جغرافیایی مختلف را در یک دیدگاه تلفیق نموده، باعث

می‌شود که مشخصات اصلی آنها در ارتباط با هم حفظ گردد. این نوع توپولوژی باعث بهبود مدیریت مدل‌های مکانی گردیده و در انجام تحلیل‌های پیچیده کاربردهای موثری را ارائه نماید.



شکل شماره 4-20: توپولوژی نواحی

#### 4-7-6 مزایای ایجاد روابط توپولوژیک

با ایجاد منطقی روابط توپولوژیک در محیط هر نرم افزار GIS مزایای متعددی عاید می‌شود، که اهم آن‌ها به‌قرار زیر

است.

- داده‌های حجیم به‌طور موثرتری ذخیره‌سازی می‌شوند؛
- انجام عملیات مرکب بر روی چندین لایه اطلاعاتی ممکن می‌گردد؛
- عملیات با سرعت بیشتری صورت می‌گیرد؛
- مزیت اصلی GIS بر سایر سیستم‌های گرافیکی محقق می‌شود؛

بنابراین، اگر روابط توپولوژیک در محیط GIS به طور اصولی طراحی گردد، تحلیل‌های متعدد زیر را می‌توان پیاده

کرد:

- انجام تحلیل‌های مکانی بدون ارجاع به سیستم‌های مختصات جغرافیایی،
  - تلفیق و متصل کردن محدوده‌های جغرافیایی مشابه،
  - انجام تحلیل‌های پیچیده فقط با احضار توابع عملیاتی توپولوژیک،
  - اعمال مدل‌سازی‌های مختلف نظیر: تحلیل شبکه، همسایگی، انطباق لایه‌ها و محاسبات ریاضی،
- ایجاد و ذخیره‌سازی روابط توپولوژیک چندین مزیت دیگر نیز دارد. اول اینکه، داده‌ها به‌طور منطقی ذخیره و ثانیا مجموعه‌ای از داده‌های حجیم با سرعت زیاد پردازش می‌شوند. توپولوژی‌های پیچیده‌تر، چگونگی انجام توابع تحلیلی را تسهیل می‌کنند؛ از جمله:

§ مدل‌سازی جریان آب در یک شبکه رودخانه‌ای،

§ ترکیب پلیگون‌های مجاور که دارای مشخصات مشابهی هستند،

§ شناسایی عوارض همسایه،

§ همپوشانی نمودن عوارض جغرافیایی.

#### 8-4 فرآیند تبدیل داده‌ها

اگر در تعاریف GIS تامل کنیم، در خواهیم یافت که توانایی آن در مدیریت اصولی داده‌ها بسیار قابل توجه است و این فناوری دارای قابلیت‌های بی‌شماری به منظور تبدیل موثر اطلاعات و مدل‌ها می‌باشد. در یک تعریف کلی، GIS فرآیند تبدیل به مفهوم ایجاد نوعی تغییر در ماهیت داده‌ها و یا مدل‌هایی است که از آن طریق هدف خاصی در محیط GIS محقق می‌گردد و در اغلب موارد مدل تازه‌ای با ترکیبی جدید حاصل می‌آید. در این مورد، می‌توان مثال‌های متعددی نظیر: تبدیل داده‌های آنالوگ به مدل رقومی (به‌توسط یک رقومگر) و یا تغییر یک سیستم تصویر به دیگری ارائه داد. اما در عین حال GIS می‌تواند طیف وسیعی از قابلیت‌های تحلیلی بی‌نظیری - مثل ایجاد روابط توپولوژیک بین عوارض جغرافیایی و یا تبدیل داده‌های توصیفی غیرمکانی به مدل‌های گرافیکی مکانی - را نیز عرضه نماید. شاید، در این مختصر نتوان همه توانایی‌های GIS را در ارتباط با مقوله تبدیل داده‌ها مطرح نمود، اما به نظر می‌رسد با توجه به تقسیم‌بندی زیر درک فرآیندهای تبدیل داده‌ها در محیط GIS آسان‌تر شود:

- در خارج از محیط GIS،
- هنگام ورود داده‌ها به محیط GIS،
- توسط توابع موجود در GIS و از طریق تحلیل‌های مکانی،

امروزه، تبدیل داده‌های قابل قبول برای سیستم GIS، در خارج از محیط آن امکان پذیر شده است. مثلاً در شرایط فعلی می‌توان هر نقشهٔ توپوگرافی آنالوگ را با اسکنرهای استاندارد اسکن و با استفاده از یک نرم‌افزار تبدیل (رابط) مثلاً R2V عوارض موجود را به صورت برداری استخراج و به محیط GIS وارد نمود. گاهی به این فرایند آماده نمودن داده‌ها<sup>104</sup> نیز اطلاق می‌گردد. انتقال سریع و اتوماتیک داده‌ها با تحمل هزینهٔ اندک، از ویژگی‌های مثبت این نوع تبدیل محسوب می‌شود؛ اما در مواردی، احتمال ظهور خطاهای ناشی از تبدیل فرمت‌های مختلف وجود دارد، چرا که در توالی مراحل تبدیل از حالت برداری به رستری، تبدیل مجدد آن به عوارض با ماهیت برداری و در صورت نیاز ترکیب این داده‌ها با سایر داده‌های موجود در پایگاه اطلاعاتی، احتمال دارد، تا حدی، شکل و ماهیت مکانی داده‌ها دچار تغییرات ناخواسته گردد. شکل شمارهٔ 9-5 به صورت شماتیکی نحوهٔ تبدیل داده‌های برداری به مدل رستری را نشان می‌دهد. تبدیل داده‌ها در واقع همان تغییر ماهیت ساختاری داده‌ها نیز محسوب می‌شود، به‌ویژه زمانیکه هدف وارد کردن داده‌ها به‌طور مستقیم به محیط GIS بوده باشد. در این رابطه می‌توان مثالهای متعدد زیر را ارائه نمود:

- انتقال اطلاعات پردازش‌شده از محیط سیستم سازگار سنجش از دور،
- انتقال مشاهدات جمع‌آوری شده با دستگاه GPS،
- تبدیل و انتقال داده‌های آنالوگ به صورت رقومی با رقوم‌گر،
- انتقال داده‌های گرافیکی از فرمت شناخته‌شده (مثلاً اتوکد)،

با توسعهٔ فناوری‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری طرق متنوعی به منظور انتقال موثر داده‌ها و تبدیل اطلاعات با خطای کم، ابداع شده است که وجه مشترک همهٔ آن‌ها تبدیل داده‌ها گوناگون به صور رقومی است که در فرمت‌های سازگار صورت می‌گیرد. بدون هیچ تردیدی، مهم‌ترین و کارآمدترین تبدیلات در درون GIS صورت می‌گیرد، جاییکه کلیه داده‌ها و اطلاعات تجمیع‌شده از منابع مختلف با ساختارهای متفاوت و در فرمت‌های گوناگون برای اجرای انواع عملیات تحلیلی آماده می‌گردند. در این مختصر، شاید نتوان انواع تبدیلات را بیان کرد، ولی توجه به موارد زیر بیانگر قدرت GIS در فرآیندهای مربوط به تغییر ماهیت داده‌ها می‌باشد:

- تبدیل انواع مقیاس‌ها<sup>105</sup>،
- تبدیل سیستم‌های تصویر،
- تبدیل سیستم‌های مختصات،
- تبدیل فرمت و ماهیت عوارض به یکدیگر (بردار به رستر و برعکس)،
- تبدیل مشاهدات نقطه‌ای و ایجاد مدل‌های مختلف سطحی از طریق درونیایی،
- تبدیل ماهیت عوارض به یکدیگر نظیر نقطه به خط و یا سطح به حالت سه‌بعدی،

<sup>104</sup> GIS Ready

<sup>105</sup> Scale Conversion

• طبقه‌بندی اطلاعات و تبدیل داده‌های متفرق به نقشه‌های موضوعی.

اگر تحلیل‌های مکانی به مشابه قلب GIS تلقی می‌شود، به این دلیل است که با ترکیب، تلفیق و تغییر ماهیت داده‌ها می‌توان انواع مدل‌های متنوع کاربردی و بی‌نظیری تولید نمود. به‌طور مثال، در محیط نرم‌افزارهای مختلف نظیر: PCI Geomatica و ArcGIS (تابع 3D) با تصحیح و تغییر ساختار داده‌های ارتفاعی<sup>106</sup> به حالت سه‌بعدی امکان تحلیل ویژگی‌های ناهمواری‌ها، تحلیل قابلیت رویت<sup>107</sup>، ایجاد لایه شیب و جهت ناهمواری حاصل می‌آید. اعمال پارامترهای آمار - مکانی، ردیابی تغییرات به‌زای زمان و آشکار ساختن همبستگی‌های ذاتی در بین عوارض جغرافیایی در دوره‌های زمانی مشخص، در واقع نوعی تبدیل داده‌های خام از حالت ابتدایی به فرم پیشرفته محسوب می‌شود، که فقط با استناد بر صنعت GIS و متخصصان خبره میسر می‌گردد.

#### 4-9 جمع‌بندی

با بهره‌گیری از فناوری GIS امکان ورود، تحلیل داده‌های مکانی و پردازش طیف وسیعی از اطلاعات جغرافیایی میسر می‌گردد. اما بدون توجه به ارکان زیربنایی آن از قبیل: مسائل مرتبط به سیستم تصویر، سیستم مختصات، مقیاس نقشه، ماهیت، دقت و صحت داده‌ها و به ویژه ساختار توپولوژی امکان دسترسی به مدل‌های دقیق از طریق اعمال تحلیل‌های مکانی و باطبع جنبه‌های کاربردی در مسائل شهری میسر نخواهد شد.

---

<sup>۱۰۶</sup> Orthogonal Rectification  
<sup>۱۰۷</sup> Viewshed Analysis

## سئوالات فصل چهار:

- 1) سیستم‌های اصلی تصویر مورد قبول سازمان نقشه‌برداری کشور کدامند؟
- 2) مقیاس در داده‌های رقومی چه فرق اساسی با مقیاس نقشه‌های کاغذی دارد؟
- 3) برای نمایش ناهمواری زمین چه مدل داده‌ها مناسب‌تر است؟
- 4) اگر شما خواسته باشید مراکز آتش‌نشانی در محدوده یک شهر را نمایش دهید، از چه مدل مکانی استفاده می‌کنید؟
- 5) ماهیت توپولوژی داده‌های برداری بر چه اساسی استوار است؟
- 6) به اختصار مدل‌های برداری و رستری را باهم مقایسه کنید.
- 7) ساختار یک فایل رستری بر چه اساسی استوار است؟
- 8) مدل TIN چگونه ساخته می‌شود؟
- 9) ساختار توپولوژی‌های مسیر و اتصال چه فرق اساسی باهم دارند؟
- 10) در فرآیند تبدیل داده‌های مکانی چه اصول اساسی را باید مراعات نمود؟

## منابع تکمیلی برای مطالعه:

- 1) استن آرنوف (1375) سیستم‌های اطلاعات جغرافیائی، سازمان نقشه‌برداری کشور.
  - 2) رسولی، علی‌اکبر (1387) مبانی سنجش‌ازدور کاربردی با تاکید بر پردازش تصاویر ماهواره‌ای، اداره چاپ و انتشارات دانشگاه تبریز.
  - 3) رسولی، علی‌اکبر و حسن محمودزاده (1385) تشخیص تغییرات رقومی با بهره‌گیری از داده‌های دورسنجی با هدف مانیتورینگ تخریب فضای سبز شهر تبریز، فصلنامه تحقیقات جغرافیائی، شماره آتی.
  - 4) روشن نژاد، علی‌اصغر (1377) مراحل طراحی GIS، مجله شهرنگار، شماره 7
  - 5) قدوسی، مهران (1377) مبانی GIS شهری و طبیعی، مجله شهرنگار شماره 7
- 1) Chang, K. (2007) Introduction to Geographic Information System, 4th Edition. McGraw Hill.
  - 2) Cooke, D. F. and W. H. Maxfield. (1967) the Development of a Geographic Base File and Its Uses for Mapping, " Proceedings of the Fifth Annual Conference of the Urban and Regional Information Systems Association, pp. 207-218.
  - 3) Corbett, J. P. (1979) Topological Principles in Cartography, Technical Paper 48, United States Department of Commerce, Bureau of the Census: Washington, D.C.
  - 4) Morehouse, S. (1992) the ARC/INFO Geographic Information System, Computers and Geosciences, Vol. 18, No. 4, pp. 435-443.
  - 5) Reed, C. (1999) GIS Users Shouldn't Forget About Topology, GeoWorld, Vol. 12, No. 4, p. 12.



## فصل ۵

### کاربردهای GIS در برنامه‌ریزی شهری



#### چکیده:

در سرتاسر جهان، هر روزه شاهد ظهور و گسترش انواع سیستم‌های اطلاعاتی و اطلاع‌رسانی نو و پیشرفته‌ای هستیم. یکی از این سیستم‌ها که در دهه‌های گذشته توجه جهانیان را به خود معطوف و توسعه چشمگیری داشته است، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی معروف به GIS می‌باشد. با اطمینان می‌توان گفت که GIS مقوله‌ای است جدیدتر و کامل‌تر از هر آنچه تا به حال در علوم مرتبط به جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری عرضه شده است. به همین دلیل، در سرتاسر جهان جایگاه خاصی را به خود اختصاص داده و به عنوان یک فناوری برتر در جهت حل مسائل شهری و سایر علوم مجاور نقش بسیار برجسته‌ای ایفا نموده است. عامل مشخص‌کننده‌ای که این تکنولوژی را از سایر سیستم‌های مشابه متمایز می‌سازد، مربوط به نحوه نگرش آن به مکان‌های جغرافیایی است. با این نگرش، GIS به عنوان یک فناوری جدید، تبدیل به صنعتی پویا در روند مدلسازی‌های کیفی و کمی با هدف مدیریت شهرهای جدید گشته است. در فصل جاری، ابتدا جنبه‌های کاربردی مختلف GIS شهری ذکر، سپس، چند نمونه تحقیقات موردی از محدوده شهرهای استان آذربایجان شرقی ارائه خواهد شد.

#### 5-1 مقدمه

سیستم اطلاعات جغرافیایی یکی از کاربردی‌ترین فناوری‌های جهان محسوب می‌گردد. در این سیستم اطلاعات به دو صورت مکانی و توصیفی مطرح می‌گردد که کاملاً به هم مرتبط می‌باشند. امروزه، اکثر دستگاه‌های دولتی و خصوصی به منظور پردازش داده‌های مکانی و توصیفی خود با هدف برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه

محیط‌های شهری از فناوری GIS استفاده می‌نمایند. مدیریت مکانی و زمانی جمعیت و به دنبال آن خدمات بهینه به جامعه شهری از طریق مسیریابی بهینه، مدیریت شبکه‌های ارتباطی جاده‌ای، سازماندهی سیستم حمل و نقل و کنترل هوشمند ترافیک، مدیریت بحران‌های محیطی ناشی از حوادث طبیعی، تهیه نقشه‌های پارک‌ها و فضاهای سبز شهری و همچنین تهیه نقشه‌های مناطق امن و پرخطر از لحاظ میزان جرم و جنایت، مکانیابی دفن زباله‌های شهری از جمله قابلیت‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی محسوب می‌گردد. با کاربرد GIS می‌توان ضمن بالابردن سرعت و سهولت مطالعات مرتبط به مسائل شهری موجب تحول در عمران منطقه‌ای و ناحیه‌ای شد. با توجه به ساختار و ماهیت GIS، جنبه‌های کاربردی متعددی در زمینه برنامه‌ریزی و مدیریت شهرها قابل طرح است، که از میان کاربردهای متعدد و متنوع، سه زمینه اصلی زیر همواره مورد نظر محققان بوده است:

- به‌کارگیری داده‌های مکانی مربوط به شهرها،
- مراقبت از قلمروهای انسانی در محیط‌های شهری،
- مدیریت و ساماندهی زیرساخت‌های شهری<sup>108</sup>،

اما، با استفاده از GIS می‌توان مکان‌های جغرافیایی، عوارض و پدیده‌های شهری را در ابعاد وسیع تری پایش، تجزیه و تحلیل و مدلسازی نمود. این فناوری بنا به ماهیت خود با همه عناصر محیط‌های شهری در ارتباط قرار گرفته و به عنوان یک ابزار بی‌نظیر به متخصصان برنامه‌ریزی شهری کمک می‌کند تا با ایجاد بانک‌های اطلاعاتی و طراحی مدل‌های واقعی از قلمروهای طبیعی و انسانی، به اهداف کاربردی خود نایل آیند. در دهه‌های گذشته، به دلیل افزایش تصاعدی جمعیت جوامع شهری و بالارفتن ظرفیت‌های تولیدی، نحوه استفاده از منابع شهری نیز دگرگون شده و از این رهگذر میزان آسیب‌ها به قلمروهای محیطی بسیار افزایش یافته است. با این اوصاف، فناوری GIS از مهم‌ترین گزینه‌های راهبردی در مراقبت از قلمروهای شهری محسوب می‌شود. بعلاوه GIS یک ابزار قابل اعتماد در روند بهینه‌سازی روابط انسان‌های ساکن محیط‌های شهری است. در جدول شماره 1-6 انواع زمینه‌های کاربردی GIS شهری به اختصار ذکر گردیده است.

جدول شماره 1-5 بعضی از زمینه‌های کاربردی GIS شهری

زمینه و قلمرو کاربرد	نوع کاربرد، به عنوان مثال:
برنامه‌ریزی شهری	مدیریت حمل و نقل، معماری ساختمان، طراحی مسکن و چشم‌اندازها

مدیریت شبکه حمل و نقل	آدرس یابی، کنترل ترافیک جاده‌ای، بنادر و فرودگاه‌ها
ساماندهی شهری	مدیریت پارک‌ها، مبلمان شهری، تخصیص اراضی، راهنمای توریسم داخل شهری، مهندسی رودخانه‌ای و زمین‌شناسی داخل شهری
واگذاری تسهیلات ملی	طراحی خطوط آب، گاز و فاضلاب شهری و تلفن
آمایش شهری	منطقه‌بندی، املاک و مکان‌یابی صنعتی، فضای سبز، خدمات و طرح‌های تفصیلی شهری، بررسی بافت‌های فرسوده شهری
مدیریت ریسک و بحران	کنترل سیلاب، پهنه‌بندی زلزله، ارزیابی آلودگی‌های شهری
عملیات نظامی	مکان‌یابی مناسب برای استقرار نیروها، استفاده بهینه از عوارض زمین و احداث مواضع دفاعی در محدوده شهرها
طراحی سه‌بعدی	تهیه مدل ناهمواری سه‌بعدی و شبیه‌سازی مجازی از محیط‌های شهری
اطلاع‌رسانی مصور و بهنگام	تجسم مکان‌ها و پدیده‌ها و فرآیندهای شهری و انتقال موثر آن‌ها به مخاطبان مختلف

امروزه، GIS موثرترین ابزار در مدیریت منابع شهری با هدف برنامه‌ریزی، حفاظت و توسعه منابع انسانی تصمیم‌گیرندگان را یاری می‌دهد (سرخوش، 1380). در یک گستره وسیع مثال‌های زیادی از انواع کاربردها در بخش‌های خصوصی و عمومی در محیط GIS شهری قابل ذکر است، که برخی از آن‌ها در ذیل ارائه شده است:

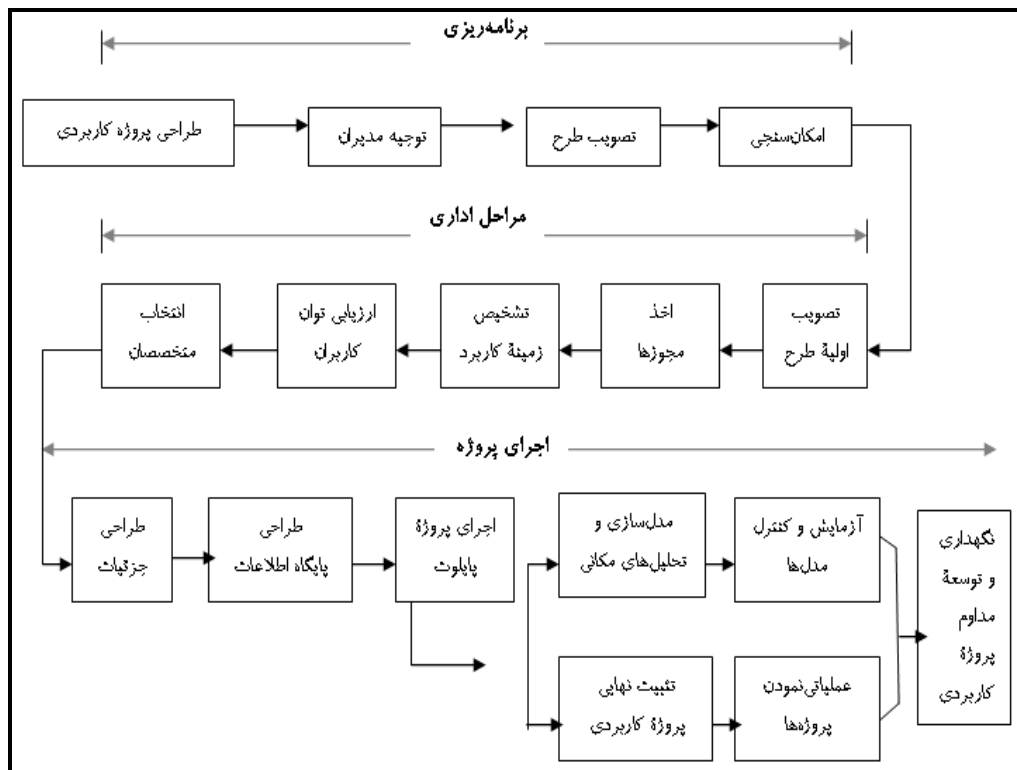
- زمین و ویژگی‌های آن بر اساس انواع فعالیت‌های مرتبط مانند مالکیت و تعیین محدوده‌های قطعات، مدیریت دارایی‌ها و سرمایه‌ها (قربانی، 1380).
- برنامه‌ریزی‌های شهری و توسعه اقتصادی در مقیاس‌های محلی و منطقه‌ای (صابری فر، 1381).
- برنامه‌ریزی، مدیریت و طراحی عملیات تسهیلات ملی نظیر: آب، برق، تلفن، پست، راه آهن، فرودگاه‌ها، اتوبان‌ها، حمل و نقل و خدمات اورژانسی (Nyerges and Dueker 1988).
- مدیریت محیط زیست شهری و ایجاد نقشه‌های کاربری اراضی،
- کنترل محدوده‌های اداری در قلمروهای شهری،
- برنامه‌ریزی خدمات ویژه و مدیریت ریسک و بحران،
- بازاریابی برای توسعه صنایع خرده‌فروشی و تعیین محدوده‌های تجاری شهری،
- برنامه‌ریزی حمل و نقل و ترافیک از طریق مانیتورینگ بهنگام،
- ارائه سرویس‌های آموزشی و خدمات اجتماعی از طریق تجزیه و تحلیل‌های دموگرافیک،

## 5-2 چگونگی تحقق GIS کاربردی در محیط‌های شهری

همواره راهنمایی و اجرای گام به گام هر پروژه کاربردی از عوامل موفقیت محسوب شده است. بر اساس این منطق، انتخاب و اجرای اصولی GIS شهری نیز هم از این قاعده مستثنی نخواهد بود. در چارچوب اجرای پروژه‌های کاربردی که دارای برنامه مشخص اجرایی نباشند، به‌طور حتم مشکلات متعددی، نظیر ذیل، بروز می‌کند:

- عدم هماهنگی بین پایگاه اطلاعاتی طراحی شده و نیازهای کاربردی،
- عدم تطابق بین سخت افزارها و نرم افزارهای تهیه شده،
- غیر\_ضروری و ناکافی بودن خروجی‌ها،
- عدم توجه به اهداف و نیازهای درون سازمانی،
- عدم تشخیص نارسایی‌های نهایی،

متأسفانه در جامعه ما، راه اندازی یک طرح GIS کاربردی در حد تهیه و نصب یک برنامه کامپیوتری دست کم گرفته می‌شود، و به همین دلیل متخصصان و تصمیم‌گیرندگان امر، به اهداف نهایی خود نمی‌رسند. بسته به اهداف اصلی هر پروژه شهری، سطح فکر متخصصان و توقعات مدیریتی، مراحل یک طرح کاربردی را شاید بتوان از طریق شکل شماره 1-5 مطرح ساخت.



شکل شماره 1-5: مراحل اصلی در اجرای یک پروژه GIS کاربردی شهری  
 به تجربه ثابت شده است که GIS فناوری چند منظوره‌ای است که دارای پیچیدگی‌های خاص خود می‌باشد. از این‌رو، در هر سازمانی برای راه‌اندازی موثر GIS شهری باید مراحل ذکر شده در شکل شماره 1-5 البته مطابق با امکانات و نیازهای سازمانی با دقت اجرا شود. می‌توان به بسیاری از برنامه‌های GIS ناموفق و یا ناتمام - با ذکر مثال‌های موردی از کشور - اشاره کرد که نتایج آن، انتظارات مدیریتی را برآورده نه کرده است. بنابراین، در سازمان‌هایی که به نوعی در صدد استفاده از فناوری GIS هستند، در اغلب موارد، عدم توجه سیستماتیک به مراحل سه‌گانه برنامه‌ریزی، مراحل اداری و اجرای صحیح پروژه، باعث اتلاف انرژی و هدر رفتن سرمایه‌های ملی می‌گردد.

### 3-5 عوامل موثر در طراحی GIS کاربردی

مسلماً، وجود برنامه‌ای مشخص و معین برای نیل به اهداف کاربردی از ضروریات اصلی هر طرحی محسوب می‌شود. براین اساس است که فواید به‌کارگیری GIS در مقیاس فردی، موسسات خصوصی و ادارات دولتی مطرح و دلایل استفاده از این تکنولوژی توجیه می‌گردد. شاید، بهترین طریق در طراحی یک برنامه GIS کاربردی، توجه به نیازهای اساسی و حیاتی سازمان‌ها و در مد نظر قراردادن اصول هفتگانه زیر باشد:

- اولویت بخشیدن به موضوعات تحقیق،
- توجه به راهنمای اجرای طرح،
- تخمین ملزومات اساسی،
- تنظیم اهداف اولیه،
- توجه بر مولفه‌های اصلی،
- تعدیل برنامه‌های اجرایی،
- مشارکت اصولی کاربران،
- توجه به اهداف درازمدت سازمانی،

هر طرحی با این مشخصات، به‌طور حتم، امتیازات لازم برای کنترل موفقیت آمیز پروژه‌های GIS شهری را در بر خواهد داشت. در چارچوب چنین طرح‌هایی، داشتن اهداف مشخص، برنامه‌های زمان‌بندی شده منسجم، کفایت سرمایه‌گذاری‌ها و توجه به تعامل متعادل در بین نیروهای انسانی (کارفرمایان، متخصصان و کاربران) از اهم موضوعات کلیدی محسوب می‌شود. در این صورت، راهکارهای اصلی تضمین کننده اجرای موفقیت آمیز پروژه‌های کاربردی به قرار زیر خواهند بود:

- حمایت‌های مدیریتی، رهبری سیستم و دیدگاه هدفمند،
- سرمایه‌گذاری کافی،
- آشنایی با روش‌های تبدیل داده‌ها و نگهداری موثر اطلاعات،
- انتخاب سخت‌افزار و نرم‌افزارهای مناسب،
- آموزش مستمر کاربران،
- تبادل برنامه‌ریزی شده اطلاعات،
- اتوماتیک نمودن نرم افزارها،
- تربیت متخصصان و کاربران ماهر،

در کشورمان ایران، در چندین سال گذشته، بسیاری از سازمان‌های مرتبط به مدیریت شهری برای استفاده از امتیازات بی‌نظیر فناوری GIS تلاش‌های قابل توجهی نموده‌اند. در این راستا، بعضی از سازمان‌ها فقط در حد اظهار علاقه متوقف

شده‌اند و بعضی دیگر به منظور رسیدن به اهداف خاص فقط از تجربه افراد نیمه-متخصص سود برده‌اند و معدودی با داشتن یک برنامه نیمه منسجم به دنبال دستیابی بر سیستم GIS شهری تلاش کرده‌اند. اما واقعیت این است که کمتر سازمانی با آگاهی از جزئیات مقوله GIS به طرح‌های درازمدت کاربردی همت بسته است. مهم‌تر اینکه به دلیل وارداتی بودن تکنولوژی GIS، در حال حاضر، بسیاری از سازمان‌ها از کلیات و مزایای واقعی آن بی‌خبرند و معدود سازمان‌های خواهان GIS واقعی، درگیر رفع مشکلاتی هستند که ناخواسته بر آن‌ها تحمیل گشته است؛ چرا که مهم‌ترین اصول در بهره‌گیری پایدار از یک فناوری GIS - نگرشهای سازماندهی شده و اعمال جنبه‌های کاربردی با هدف حل مشکلات شهرهای امروزی - مورد غفلت قرار گرفته است.

#### 4-5 جنبه‌های کاربردی GIS در شهرها

ضرب المثل " دانش بیشتر، تصمیم‌گیری بهتر " همان قدر که در مورد سایر سیستم‌ها صحت دارد در مورد GIS نیز صادق است. هرچند فناوری GIS، سیستمی اتوماتیک برای امر تصمیم‌گیری نیست، ولی ابزاری برای تحلیل و مدیریت داده‌های رقومی برگرفته از دنیای واقعی، به ویژه شهرهای امروزی با همه پیچیدگی‌های موجود، است که به‌منظور تکمیل فرآیندهای تصمیم‌گیری به کارگرفته می‌شود (Parent and Church 1987). در ذیل برخی از جنبه‌های فناوری GIS شهری به اختصار ذکر، سپس مثال‌های موردی از محدوده شهرهای استان آذربایجان شرقی به عنوان نمونه، مطرح خواهد شد.

#### 1-4-5 کاربرد GIS در شناسایی بافت‌های فرسوده

امروزه، وجود گستره‌ای وسیع و فراگیر از بافت‌های فرسوده در شهرها یکی از مهمترین مشکلات پیش روی و جدی مدیریت شهری محسوب می‌گردد. در ابعاد متنوع کالبدی و عملکردی، محیط زیستی و اجتماعی یکی از تازه ترین دستاوردها در عرصه نظریات شهرسازی تحت عنوان "گردشگری شهری پایدار" در رابطه با مقوله نوسازی و احیاء بافت‌های فرسوده مطرح شده است. بافت فرسوده به بافت‌های فیزیکی شهری اطلاق می‌شود که در داخل محدوده شهر و یا حاشیه آن شکل گرفته و به دلیل قدمت و یا نبودن برنامه توسعه و نظارت فنی، شکل‌گیری چنین محیط‌های امروزه هماهنگ با نیازهای جوامع شهری نمی‌باشد. معمولاً، در این نوع محیط‌ها نابسامانی‌های کالبدی اجتماعی و اقتصادی ظهور کرده و فضاهای فیزیکی از نظر ایمنی و استحکام و همچنین خدمات شهری دچار کمبودهای ویژه‌ای هستند. چگونگی مواجهه با مقوله پیچیده و چندوجهی بافت‌های فرسوده (و مشکلات منتسب به آن) از جمله مسائلی است که می‌توان دیدگاه‌های مرتبط را در محیط GIS مطرح ساخت. اما قبل از آن لازم است بعضی از ویژگی‌های ساختاری بافت‌های فرسوده نظیر: عمر ابنیه، تعداد طبقات، نوع مصالح، وضعیت دسترسی‌ها، وضعیت خدمات، زیرساخت‌های شهری و شاخص‌های کیفی مورد توجه خاص قرار گیرد. ضمناً، مسأله جمعیت-پذیری بافت‌هایی که در حریم گسل‌ها، مسیر قنات‌ها و رودخانه‌ها توسعه پیدا نموده‌اند و نیز بافت‌های روستایی و درون‌شهری از دیگر مسائلی هستند که در تعیین بافت‌های فرسوده باید مطرح گردند (ایازی، 1385). از دیگر شاخص‌های شناسایی بافت‌های فرسوده، می‌توان باید به ضریب نفوذپذیری و شاخص آسیب‌پذیری نیز اشاره کرد.

امروزه، برخی از محققان معتقداند که شهرهای امروزی بدون وجود بافت‌های کهن بی‌هویت‌اند و اگر بخش مرکزی با بافت‌های قدیمی آن چون محله‌ها، گذرها، بازارها و سایر فضاهای با ارزش گذشته بازشناسی و احیا نشوند و زندگی در آن جریان نیابد، شاهد زوال شاهدان تاریخی باارزش کشور خواهیم بود. لازم به ذکر است که بافت‌های تاریخی لزوماً بافت فرسوده به حساب نه می‌آیند مگر اینکه واجد شرایط ذیل باشند:

§ آشفستگی و ناکارآمدی شبکه ارتباطی،

§ بی‌هویتی بافت‌های فرسوده،

§ کیفیت نامناسب بناها در بافت‌های فرسوده (حبیبی، 1385).

#### 2-4-5 کاربرد GIS در مدل‌سازی گسترش فیزیکی شهرها

در طی چند دهه اخیر و به خصوص پس از انقلاب اسلامی رشد فزاینده شهرنشینی در اغلب شهرهای ایران مطرح شده است. این در حالی است که وضعیت موجود شهرهای فعلی پاسخگوی نیازهای مردم نمی‌باشد. اصولاً، این نیازها باید از ابعاد اجتماعی و اقتصادی مورد بررسی قرار گیرند، در غیر این صورت پیامدهای سوء آتی قابل پیش‌بینی و کنترل نخواهد بود. با وجود آگاهی از اثرات نامطلوب ناشی از توسعه‌های کالبدی شهر بر محیط طبیعی این واقعیت را نیز باید قبول کرد که پدیده توسعه شهری امری اجتناب‌ناپذیر است. نگاهی به پیش‌بینی اطلاعات و آمار ایران در سال 1400 با تخمین جمعیت 130 میلیون نفر و با محاسبه نرخ رشد شهرنشینی فعلی نیاز به حداقل دو برابر مساحت کنونی برای شهرها را قطعی می‌سازد. اگرچه رشد درون شهری می‌تواند بخشی از این نیاز را مرتفع نماید، ولی توسعه غالباً در حومه شهرها اتفاق می‌افتد، جاییکه توسعه کاربری‌های غیرمنطقی زمین باعث از بین رفتن منابع طبیعی مرغوب و تخریب اکوسیستم‌های حساس می‌گردد. به دلیل آنکه تنها هدف چنین توسعه‌هایی افزایش مقیاس است، به دنبال خود تمرکز گرایی، تخصص‌گرایی و مکانیزه‌شدن را به ارمغان می‌آورد که هر دو مقوله ذکر شده محیط‌های طبیعی و مصنوعی را دچار بحران می‌سازد. برای کنترل و هدایت چنین توسعه‌هایی مشخص نمودن ابعاد توسعه مطلوب، مکان‌گزینی صحیح زمین و اعمال سیاست‌های حفاظت طبیعی در راستای اهداف اجتماعی و اقتصادی نیاز به برنامه‌ریزی‌های دقیق و علمی دارد.

#### 3-4-5 کاربرد GIS در ارزیابی توسعه شهری

توسعه صنعتی سریع با توسعه مراکز شهری بدون برنامه‌ریزی باعث ایجاد خطراتی برای توسعه پایدار شهری شده است. این توسعه مداوم همراه افزایش جمعیت باعث توسعه پراکنده شهری خارج از حومه‌ها بدون برنامه‌ریزی گردیده است، که به - عنوان توسعه پراکنده شهری<sup>109</sup> معروف می‌باشد. با روند شهرنشینی سریع و صنعتی‌شدن و افزایش فشار بر زمین، منابع آب و

<sup>109</sup> Urban Sprawl

محیط زیست به‌ویژه در کلانشهرها توسعه پراکنده شهری با پخش توسعه‌های جدید در مسیرهای ایزوله شده به دور از دیگر اراضی خالی شهر مشخص می‌شود. که توسعه شهری ذکر شده در بالا به توسعه خیز شهری<sup>110</sup> نیز معروف می‌باشد.

به موازات تغییرات صورت گرفته در شهرها، که بدون تردید ناشی از رشد طبیعی جمعیت شهری و مهاجرت از روستا به شهر بوده و عامل گسترش شهرها نیز به‌شمار می‌رود، مانند دوره‌های قبل از انقلاب صنعتی نمی‌توان شهرها را به حال خود رها کرد. به همین دلیل، برای توسعه متوازن شهرهای امروزی، طرح‌های شهری بنیادی‌ترین ابزار شکل‌دهی به‌شمار می‌روند (حسین زاده دلیر و همکاران، 1387). با توجه به مطالب قید شده، بدون تردید فناوری GIS ابزاری کارآمد در دست برنامه‌ریزان شهری و ناحیه‌ای برای پیاده‌سازی رقومی طرح‌های توسعه شهری با قابلیت بروزرسانی می‌باشد. اهمیت استفاده از GIS در برنامه‌ریزی شهری با گسترش بسیار سریع شهرها و افزایش سرسام آور حجم اطلاعاتی که باید برای مدیریت شهری پردازش شوند آشکار می‌شود (ثنایی نژاد، 1378).

البته فناوری سنجش از دور نیز به طور گسترده‌ای در استخراج اطلاعات مربوط به رشد و گسترش شهری در بازه‌های مکانی و زمانی مختلف عمل می‌کند (Jat et al, 2008). امروزه، با توجه به ابعاد پیچیده مسائل شهری و دخالت متغیرهای مختلف در امر برنامه‌ریزی شهری، از مدل‌ها و نرم افزارهای مختلف برای برنامه‌ریزی استفاده می‌نمایند. در راستای نیل به هدف تهیه سند راهبردی که جهات اصلی توسعه شهر را بر مبنای پتانسیل‌های اکولوژیکی سرزمین هدایت نماید، با بررسی تکنیک‌های رایج در این زمینه، روش تجزیه و تحلیل سیستمی براساس رویهم‌گذاری نقشه‌های موضوعی تک بعدی به شیوه "مک‌هاگ" و استفاده از مدل‌های ارزیابی توان اکولوژیکی روش‌های مناسبی محسوب می‌گردد (مخدوم و همکاران، 1380). در بررسی روند توسعه شهری دسترسی و حفظ ترکیب داده‌ها به همراه بازبینی مسائل فضایی و مکانی در محیط GIS از اهمیت خاصی برخوردار است (Plumber et al, 1997).

به همین دلیل، تحقیقات بسیاری در روند طراحی بانک‌های اطلاعاتی برای تعیین رشد پراکنده شهری و حفظ اراضی کشاورزی انجام شده است (Ewing, 1997). یکی از منابع مهم در تعیین نواحی توسعه‌یافته پراکنده شهری تکنولوژی سنجش از دور به همراه GIS می‌باشد که قادر است با بررسی عناصر شکل، تراکم، بافت در تصاویر ماهواره‌ای نواحی توسعه‌یافته و پراکنده شهری را در تغییرات حادث‌شده شهری شناسایی و تبدیل به نقشه نماید (Yeh and Li, 2001). در توسعه شهری تبدیل داده‌های سنجش از دور به نقشه‌های موضوعی زمین-مرجع شده به‌عنوان داده ورودی به محیط GIS از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد (Curran Paul J, 1985). فناوری سنجش از دور با جمع‌آوری اطلاعات محیط‌های شهری در فرمت رستری در دوره‌های زمانی مختلف و با تحلیل و ترکیب اطلاعات فضایی و توصیفی از پدیده‌های دینامیک زمین به برنامه‌ریزان شهری در اتخاذ تصمیمات مناسب کمک می‌کنند (Shelton & Estes, 1981).

جدول شماره 2-5: تعیین وزن متناسب برای عوامل مؤثر در مکان‌یابی توسعه آتی شهری

<sup>110</sup> Leapfrog Development



ردیف	فاکتور مؤثر در مکان یابی	عامل مؤثر	وزن اختصاص یافته
1	کاربری اراضی فعلی	مسکونی، صنعتی و آب	0
		کشاورزی	1
		کشاورزی آیش	4
		مرتع	7
		بایر	9
2	فاصله تا مناطق صنعتی	0-500 متر	0
		500-2000 متر	4
		بیشتر از 2000 متر	1
3	فاصله تا راه اصلی	0-250 متر	9
		250-550 متر	8
		550 - 800 متر	7
		800-1050 متر	6
		1050-1350 متر	5
		1350-1600 متر	4
		1600-1900 متر	3
		1900-2500 متر	2
		بیشتر از 2500 متر	1
4	فاصله با بیمارستان ها	0-750 متر	7
		750-1300 متر	6
		1300-2000 متر	5
		2000-2500 متر	4
		2500-3150 متر	3
		3150-4500 متر	2
		بیشتر از 4500 متر	1
5	فاصله تا فرودگاه	0 - 1000 متر	0
		1000-3000 متر	2
		بیشتر از 3000 متر	1
6	فاصله از رودخانه	0-300 متر	0
		300-2000 متر	5
		بیشتر از 2000 متر	1

با اینحال، در بررسی‌های توسعه شهری، برای ذخیره داده‌های وارد شده به محیط GIS بایستی به محدودیت‌های موجود در ترکیب داده‌ها نظیر: عدم همزمانی دریافت تصاویر ماهواره‌ای و عدم تطبیق مقیاس داده‌ها توجه داشت ( Elmasri et al, 2000). همچنین، در طراحی بانک‌های اطلاعاتی برای مدیریت توسعه شهری، مستندسازی و حفظ بانک‌های اطلاعاتی در محیط‌های نرم‌افزاری، بهره‌برداری از SQL Server ها در طولانی مدت ضروری می‌باشد ( Baburajan and Stalin, 1996). ویژگی‌های اکولوژیکی توسعه شهری به منظور ارائه مدلی مناسب و مؤثر برای ارزیابی عملکردهای شهری بر مبنای

تفکر زیست محیطی و نگرش توسعه پایدار و قابل کاربرد در محیط GIS در جدول شماره 2-5 ارائه شده است. در این دیدگاه، اصولاً برای هر نوع کاربری خاصی باید وزن متناسب با فاصله تعیین شود.

#### 4-4-5 کاربرد GIS در مدیریت آلودگی هوای شهری

آلودگی هوا یک مساله جدی در شهرهای بزرگ کشور محسوب می‌گردد. در چند دهه گذشته، رشد و توسعه پدیده شهرنشینی عواقب منفی زیادی به دنبال داشته است. افزایش جمعیت و انبوه وسایل نقلیه و گسترش شهرها، از نتایج رشد و توسعه شهرنشینی است که باعث ظهور معضلات پیچیده و قابل توجهی برای شهروندان شده است. GIS، کارایی بالایی در جمع آوری، مدل‌سازی، اصلاح، تحلیل و نمایش داده‌های مرتبط با آلودگی هوا دارد. گستردگی استفاده از این نوع مدل‌ها توسط اغلب متخصصان نشان‌دهنده اهمیت این موضوع در روند حل معضلات مربوط به آلودگی هوا در محیط GIS می‌باشد. به منظور پیش‌بینی میزان تمرکز یک یا دو گونه از آلاینده‌ها در زمان و مکانی خاص، مدل‌هایی از کنترل کیفی هوا مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مدل‌ها از مهمترین ابزارهای برنامه‌ریزی مدیریت کنترل کیفی هوای شهری محسوب می‌شوند. مدل‌سازی، قابلیت لازم جهت کنترل کیفی فعلی و آتی هوا، ارزیابی و تصمیم‌گیری آگاهانه در خصوص آن را فراهم می‌آورد. به همین جهت مدل‌های کنترل کیفی هوا نقش مهمی در فراهم آوردن اطلاعات لازم برای برنامه‌ریزی بهتر جهت تنظیم وضعیت هوا ایفا می‌نماید. معمولاً، یک سیستم کارآمد تعیین کیفیت هوا می‌باید قادر به ارائه اطلاعات کافی به مراجع مربوط در خصوص روندهای فعلی و احتمالی آتی هوا در سراسر منطقه تحت پوشش باشد، تا امکان ارزیابی میزان و نوع آلودگی جهت مدیریت کیفی هوا فراهم شود. در حال حاضر، مدل‌سازی یکپارچه با استفاده از GIS جهت ترسیم آلودگی ناشی از خودروها در ترکیب با سایر عناصر ترافیک (حجم ترافیک و سن خودروها) برای ارائه یک مدل زیست محیطی برای کنترل سلامت شهری می‌تواند مفید واقع شود.

آلودگی هوا در کشورهای در حال توسعه به‌طور نسبی به‌مراتب شدیدتر از کشورهای در حال پیشرفت است که این امر ناشی از ساختار صنعتی در مرحله گذار می‌باشد. بارش باران‌های اسیدی ناشی از انتشار فراوان دی‌اکسید گوگرد و انتشار فزاینده دی‌اکسید و مونواکسید نیتروژن، باعث آلودگی‌های زیست محیطی فراوانی در اینگونه کشورها شده است (حسین زاده دلیر، 1384). آلودگی هوا پدیده‌ای تحدید کننده‌ای است که نتیجه انقلاب صنعتی بوده که در حال حاضر به‌طور فزاینده‌ای افزایش می‌یابد و به‌طور جدی سلامتی انسان‌ها را تهدید می‌کند (Harvey, 1996). لازم به یادآوری است که از دهه پنجاه تا به حال، جمعیت جهان به بیش از دو برابر افزایش یافته و تعداد جهانی ماشین‌ها با ضریب 10 و افزایش جمعیت شهرنشین با ضریب 4 در حال گسترش است.

امروزه سیستم اطلاعات جغرافیایی به علت قابلیت تقریباً منحصر به فرد اتصال اطلاعات مکانی به اطلاعات توصیفی به-راحتی جای خود را در بین سایر علوم کاربردی باز کرده است و توانسته در کنار سایر برنامه‌های تخصصی ایجاد پایگاه اطلاعاتی به‌عنوان یک فناوری توانمند و کارآمد در فرآیند تشکیل بانک‌های اطلاعاتی شهری به‌شمار رود. در حقیقت GIS نوعی فناوری است که با استفاده از آن امکان مدیریت و سازماندهی داده‌های مکانی و توصیفی روی زمین با هدف تصمیم-

گیری بهینه میسر می گردد (رسولی، 1384). ناپایداری توسعه شهری و صنعتی کشور در سنوات گذشته یکی از میراث‌های ناخوشایندی است که در ابعاد و گستره وسیعی محیط اقتصادی، اجتماعی و از جمله محیط زیست شهری کشور به‌ویژه شهرهای بزرگ را متأثر نموده که ابعاد آن در زمینه محیط زیست شهری به حدی است که حتی برنامه‌های کلان کشور نیز به‌طور محسوسی از این نوع نابهنجاری‌ها متأثر شده است. امروزه نسبت به مدیریت آلودگی هوا (به ویژه غبارآلودگی ناشی از کویرهای داخلی و کشورهای همسایه) در کلانشهرهای کشور باید به عنوان یک اصل بنیادی پرداخته شود (Farrag, 2000).

به طور کلی، بر اساس وضعیت و منابع اصلی آلودگی هر منطقه می‌بایست آلاینده‌های ضروری و مؤثر شناسایی و با روش مناسب و در بازه زمانی مطلوب اندازه‌گیری شوند (Ministry for the Environment, 2000). با توجه به اینکه پخش آلودگی در شهر به صورت پیوسته بوده و تحت تاثیر پارامترهای گوناگونی قرار دارد، روش‌های مختلفی برای پایش میزان آلودگی معرفی شده است. توانایی GIS در پاسخ‌دهی به مسائل تکنیکی که به پارامترهای مختلفی وابسته می‌باشند، آنرا به یک فناوری بسیار قدرتمند تبدیل کرده است (Charlot H, 1997). به عبارت دیگر، GIS یک سیستم کامپیوتری است که چهار قابلیت اساسی را در رابطه با داده‌های زمین-مرجع فراهم می‌آورد (مدیریت سیستم اطلاعات جغرافیایی سازمان نقشه برداری کشور، 1375):

Ø ورود انواع داده‌ها،

Ø مدیریت داده‌ها (شامل ویراستاری و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی)،

Ø تجزیه و تحلیل لایه‌ها و اعمال تحلیل‌های مکانی،

Ø خروج مدل‌ها و ارائه نتایج نهائی،

به تازگی با تلفیق برنامه‌های آماری با نرم‌افزارهای GIS امکان تحلیل توأم ابعاد زمانی به‌همراه پدیده‌های مکانی فراهم

شده است بنابراین، خیلی از برنامه‌ریزان شهری به‌همراه استفاده از برنامه‌های معمول GIS به موارد زیر نیز توجه دارند:

× تشخیص میزان تغییرات در یک شیء به ازای زمان در یک منطقه جغرافیایی،

× برآورد همبستگی‌های احتمال بین پدیده‌ها،

× شناسایی تأثیرات یک شیء بر روی شیء یا پدیده دیگر با در نظر گرفتن عامل زمان (رسولی، 1384).

ارزیابی میزان آلودگی ناشی از ترافیک شهری نیازمند نصب ایستگاه‌های سنجش آلاینده‌ها در موقعیت‌های مختلف خیابان‌های شهر می‌باشد (Berkowicz & et al, 2008). ذخیره‌سازی داده‌های ارسالی از ایستگاه‌ها در یک بانک اطلاعاتی کار-آمد، یک گام اساسی در دست‌یابی به مدیریت اصولی پدیده آلودگی هوا است. از دیدگاه زمانی دو نوع داده‌های ایستگاه<sup>111</sup> و پویا<sup>112</sup> قابل ثبت است، که در حالت دوم ایستگاه‌های اندازه‌گیری آلودگی هوا، عمدتاً داده‌های ثابت محسوب بوده و میزان

<sup>111</sup> Static Information

<sup>112</sup> Dynamic Information

آلاینده‌ها در هر لحظه ثبت و به محیط GIS قابل انتقال است (Nadi & Delavar, 2003). در این حالت، سیستم مربوطه از اجزای زیر تشکیل شده است:

§ پایگاه داده زمانمند،

§ نمایش و ارائه به صورت زمانمند،

§ تجزیه و تحلیل‌های زمانی (Hogweg, 2000).

روشهای اندازه‌گیری آلاینده‌های هوا از نظر زمانی و مکانی شامل مزیت‌ها و معایب متعددی می باشد که در جدول شماره

5-3 مورد مقایسه قرار گرفته است (Ministry for the Environment, 2000).

جدول شماره 3-5: روشهای اندازه‌گیری آلاینده‌ها با مزایا و معایب مربوطه

معایب	مزایا	روش
عدم پاسخگویی برای برخی آلاینده‌ها، عموماً تنها در بازه‌ای زمانی متوسط هفتگی و طولانی مدت کاربرد دارد.	هزینه پایین و به‌کارگیری ساده برای نمایش برای مطالعات خطی آلاینده‌ها	نمونه‌گیری غیرفعال
حساسیت پایین برای متوسط روزانه و نیاز به آنالیز آزمایشگاهی	قابل انتقال، هزینه پایین، اپراتوری راحت برای مجموعه داده‌های تاریخی واقعی	سیستم فعال سنسور پایه (نمونه‌گیری نیمه اتوماتیک)
هزینه‌بری زیاد در آموزش به اپراتور و نیازمندی به خدمات و تدوam هزینه‌ها	فراهم کردن داده‌های به‌هنگام کوتاه مدت و با قابلیت سریع جمع‌آوری داده‌ها	پایش نقطه‌ای اتوماتیک
هزینه‌بری زیاد در آموزش به اپراتور و داده‌های مورد نیاز قابل به‌راحتی قابل مقایسه نیستند	پایش داده‌ها در طول مسیر یا محدوده، مفید برای بررسی اجزای چند گانه با امکان اندازه‌گیری نقطه‌ای	دیده‌بانی از راه دور

ضمناً، پایگاه داده‌های مورد استفاده می‌بایست در قالب سری‌های زمانی ایجاد شود که به‌تواند پاسخگوی پردازش، آنالیز و مدیریت داده‌های وابسته به زمان و مکان را داشته باشد. لازم به ذکر است که با توجه به حجم عظیم داده‌های اندازه‌گیری شده طراحی و بهینه‌سازی پایگاه داده‌ها از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. در طراحی سیستم‌های اطلاعاتی تعریف مدل داده<sup>113</sup> مهمترین گام محسوب میشود، از این‌رو، برای طراحی مدل داده‌ها لازم است نوع، روابط میان داده‌ها، عملگرها و توابع نرم-افزاری به‌صورت دقیق مشخص گردد (Matejicek, 2005). با توجه به استانداردهای موجود می‌توان مناطق پاک، مجاز، سالم، ناسالم، بسیار ناسالم و خطرناک از نقطه نظر آلودگی هوا را مشخص نمود.

#### 5-4-5 کاربرد GIS در مدیریت ترافیک، حمل و نقل

گسترش شهرها، رشد جمعیت، مهاجرت بی‌رویه، رشد سریع ساخت و ساز شهری و استفاده روز افزون از وسایط نقلیه، مدیریت کلان شهرها را دچار مشکل ساخته است. یکی از ابزارهای کاربردی که امروزه در خدمت مدیریت و سازماندهی

<sup>113</sup> Data Model

شهرهای بزرگ می‌باشد همانا GIS است. با توجه به قابلیت‌ها و ماهیت این گونه سیستم‌ها در تمام جوامع پیشرفته برای برنامه‌ریزی‌های حمل و نقل، مدیریت بزرگراه‌ها، شبکه‌های شهری، سازماندهی و کنترل ترافیک از این تکنولوژی استفاده می‌شود. از جمله کاربردهای متنوع GIS می‌توان به مکانیابی تاسیسات راه‌ها، مسیریابی بهینه، طراحی مسیر جاده‌ها، تهیه پروفیل طولی جاده‌ها، تعیین میزان خاکریزی و خاکبرداری در مسیرهای پیشنهادی، مدل سازی داده‌های ترافیک، مدیریت بزرگراه‌ها و تحلیل تصادفات جاده ای اشاره نمود.

در فناوری GIS توسط تلفیق اطلاعات مکانی تصادفات با اطلاعات پایگاه اطلاعاتی راه‌ها نظیر: نوع راه‌ها، شیب، تابلوهای راهنمایی، عرض مسیر و سایر پارامترهای موثر در روند سوانح جاده‌ای می‌توان تحلیل‌های اصولی انجام داد. همچنین کنترل هوشمند ترافیک با بکارگیری سیستم موقعیت‌یاب جهانی به اختصار GPS رشد قابل ملاحظه‌ای نموده است. تلفیق هر دو سیستم GPS و GIS راه‌گشای بسیار موثری در روند اطلاع رسانی، مدیریت حمل و نقل و ترافیک جاده‌ای محسوب می‌گردد. با توجه به افزایش تعداد وسائط نقلیه و عدم کنترل بهینه ترافیک در مناطق شهری، علاوه بر افزایش زمان سفر، آلودگی هوا (به دلیل مصرف سوخت بیشتر) از طریق اغلب وسائط نقلیه مشاهده می‌گردد. در مدیریت کارآمد شهری، برای داشتن اطلاعات دقیق، بهنگام و قابل دسترس با تلفیق فناوری GIS با سیستم‌های هوشمند حمل و نقل می‌توان جنبه‌های کاربردی متعددی را انتظار داشت (Khalesian & etal, 2009). سامانه اطلاعات مکانی بر خلاف روش‌های سنتی قابلیت‌های فراوانی دارد، که یکی از مهمترین این قابلیت‌ها امکان انجام تحلیل‌های توام داده‌های مکانی و غیرمکانی است که از این طریق می‌توان سیاست‌گذاری‌های مدیریتی را بهینه‌سازی نمود (تی تی دژ، 1387). سیستم‌های اطلاعات مکانی با فراهم آوردن امکان جمع‌آوری، تلفیق و تقسیم‌بندی اطلاعات مکانی و همچنین ایجاد یک رابط کاربر بصری بمنظور تفسیر و تحلیل اطلاعات گرافیکی، نقش مهمی در تسهیل کنترل ترافیک شری را ایفا می‌کند (Gupta & Mandloi, 2003). برخی از راه‌حل‌های مختلفی که می‌توانند جهت تعدیل وضعیت ترافیکی از دیدگاه شهری مورد استفاده قرار گیرند عبارتند از:

(a) استفاده از طرح‌های ممنوعیت ترافیکی (نظیر: یک‌طرفه کردن خیابان‌ها، اعمال ممنوعیت عبور انواع خاص از وسایل نقلیه)،

(b) ساماندهی وضعیت چهار راه‌ها (شبیه‌سازی طرح ترافیک میدین، برنامه‌ریزی زیرگذرها و روگذرهای شهری)،

(c) تعریض برخی از خیابان‌ها در مجموعه شبکه راه‌های موجود شهری،

(d) احداث مسیرهای جدید (Ayeni, 1998).

البته لازم به‌ذکر است که بدون توجه به مسائل اجتماعی و گسترش فرهنگ منطقی استفاده از وسائل نقلیه عمومی در کنار طرح سیاست‌گذاری‌های بلند مدت و میان‌مدت، هیچ راه حلی به تنهایی نمی‌تواند مشکلات ترافیکی یک شهر را برطرف نماید. با این وجود، برخی از محققان معتقد هستند، بهترین راه‌حل برای گریز از مشکلات ترافیکی و رسیدن به یک نسبت متعادل بین سطح خیابان‌ها و تعداد وسایل نقلیه، احداث خیابان‌های جدید و نیز تعریض خیابان‌های موجود می‌باشد، که اینگونه اقدامات معمولاً با تکیه بر طرح‌های جامع و تفضیلی شهری تهیه م شوند (بحرینی، 1371).

اولین تلاش‌ها برای کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در مقوله حمل و نقل در سال 1990 در ایالات متحده آمریکا آغاز گردید و در سال‌های بعد در کشور انگلیس استفاده از این سیستم در شبکه حمل و نقل شهری آغاز شد. امروزه، در کشورهای در حال توسعه همچون هند نیز استفاده از این سیستم برای طراحی و مدیریت شبکه شاهراه‌های هند جزو برنامه‌های اصلی دست اندرکاران این امر قرار گرفته است (Ministry of Shipping and Transport Road Development Plan for India, 1981-2001). امروزه، کاربرد GIS در زمینه مهندسی حمل و نقل به علت ماهیت فضایی داده‌های مرتبط و امکان اعمال انواع تحلیل‌های مکانی در سطح شبکه ترافیکی بیش از پیش اهمیت یافته است (Peuquet & Bacastow, 1991). در آینده، توسعه‌های فنی از قبیل توسعه سیستم‌های مدیریت اطلاعات، گرافیک کامپیوتری و تکامل سخت افزارهای کامپیوتری در کنار توسعه الگوریتم‌های جدید جهت یافتن کوتاهترین مسیر، روش‌های جدید مسیریابی باعث گسترش کاربرد GIS در مقوله حمل و نقل خواهد گردید (شیخ محمدزاده، 1383). نمونه‌های از کاربرد سامانه اطلاعات مکانی در صنعت حمل و نقل به قرار ذیل قابل طرح است:

**ü** کسب اطلاعات حجم ترافیک: برای ساخت مدل حمل و نقل و طرح توسعه معابر در شهرها، حجم تردد وسایل نقلیه همواره یکی از مهمترین بخش داده‌های ورودی را تشکیل می‌دهد. با استفاده از سامانه اطلاعات مکانی می‌توان این اطلاعات را به شکل‌های مختلف با یکدیگر مقایسه نمود.

**ü** دریافت علائم راهنمایی: سامانه اطلاعات مکانی امکان مقایسه میان موقعیت و خصوصیات علائم ترافیکی در سطح شهر فراهم می‌آورد. همچنین این سامانه می‌تواند با ایجاد ارتباط با سایر اطلاعات، مشخصات بسیار جزئی هر علامت ترافیکی را در اختیار کاربر قرار دهد.

**ü** جمع‌آوری آمار تصادفات: معمولاً در شهرها، اطلاعات مربوط به تصادفات توسط پلیس به کمک نرم‌افزارهای ویژه‌ای جمع‌آوری و نگهداری می‌گردد. در محیط GIS، این داده‌ها به یک محیط بانک اطلاعاتی، مانند MS Access وارد و به این ترتیب نقشه‌های مبنای حمل و نقل تولید می‌گردد.

**ü** افزایش ایمنی معابر: نمودار تصادفات منجر به فوت و جرح یا نمودار تصادفات وسایل نقلیه عابرین پیاده و دوچرخه سوار در دوره‌های زمانی خاص از موارد استفاده از سامانه‌های مذکور است.

**ü** سامانه‌های هوشمند کنترل ترافیک: با استفاده از نقشه‌های حجم تردد روزانه در معابر شهر، وضعیت عبور و مرور وسایل نقلیه قابل تشخیص است. با تحلیل این نوع داده‌ها می‌توان اطلاعات مفیدی چون میزان، نحوه و نقاط متراکم ترافیکی را تولید نمود. اکنون با توجه به اطلاعات به‌دست آمده می‌توان موقعیت‌های بهینه برای نصب سامانه‌های هوشمند کنترل ترافیک، دوربین‌ها و تابلوهای پیام متغیر، به منظور مدیریت اصولی ترافیک در معابر شهری را ساماندهی نمود.

**ü** زمانبندی چراغ‌های راهنمایی: با ایجاد ارتباط همزمان میان سامانه‌های هوشمند شمارش وسایل نقلیه در تقاطع‌ها، از طریق سیستم SCATS و ارتباط آن با پایگاه داده‌های GIS، سامانه فازبندی و زمانبندی چراغ‌های راهنمایی در

تقاطع‌ها را می‌توان تنظیم نمود (Durcansa, 1998). در کل، بهره‌گیری از یک سیستم GIS امکان سنجش فاکتورهای ترافیکی را به خوبی فراهم می‌آورد، به گونه‌ای که می‌توان با استفاده از منابع قابل دسترسی اطلاعات موثق ترافیکی جریان ارتباطات شهری را در حالت متعادل کنترل نمود (Brainard & etal, 1996).

#### 5-4-6 کاربرد GIS در تحلیل جرم

جرم پدیده‌ای است انسانی، بنابراین پراکندگی مکانی آن نیز اتفاقی نمی‌باشد. شناخت شیوه‌ها و نحوه تحلیل پدیده جرم دارای اهمیت خاصی می‌باشد، زیرا به تشخیص الگوهای جغرافیایی مرتبط کمک می‌کند. تحلیل جرم و عوامل مرتبط با آن نظیر: جمعیت شناختی، اسکان، درآمد یا شرایط اجتماعی می‌تواند به درک و تشخیص ارتباط بین جرم و مکان وقوع آن بر اساس مقایسه موقعیت‌ها کمک کند. تحلیل جرم به عنوان بررسی "فرآیند منسجم هدایت‌شده و اخذ اطلاعات بهنگام مرتبط با الگوها و روش‌های جرم به منظور پیشگیری و جلوگیری از فعالیت‌های مجرمانه از طریق افزایش درک موقعیت‌ها و تحلیل اصولی وضعیت‌های ارتکاب جرم" تعریف می‌گردد.

امروزه با گسترده و پیچیده‌شدن جوامع، موضوع امنیت ابعاد گسترده و پیچیده‌ای به خود گرفته است. از این رو، موضوع امنیت مردم در شهرها نگاه دقیق و همه جانبه‌ای را می‌طلبد تا به‌توان با درک دقیق و کشف ارتباطات پنهان به‌درستی اعمال قانون نمود. در این میان، GIS می‌تواند به‌عنوان یک سیستم پشتیبان قدرتمند از مراحل شناخت تا تجزیه تحلیل و تصمیم‌گیری در زمینه مدیریت ارتکاب جرم و افزایش ضریب امنیت در جوامع به‌کارگرفته شود. در بین مسائل مختلف، امنیت جایگاه ویژه‌ای در زندگی شهری دارد، چرا که از نیازهای اساسی انسان محسوب گردیده و نحوه پاسخگویی به آن تاثیر مستقیم در مدیریت بهینه جامعه دارد. GIS از طریق تحلیل معیارهایی که در ظاهر ارتباط چندانی با یکدیگر ندارند به مامورین انتظامی کمک می‌کند تا مکان‌های بالقوه جرم خیز را، به‌صورت نقشه و به شکل طبقه‌بندی شده شناسایی نمایند. کاربردهای GIS هنگامی که با GPS ترکیب شود، پیگیری تغییر مکان مجرمین، محل رخداد جرم و شناخت سایر پارامترهای مرتبط را آسان می‌نماید. با استفاده از GIS می‌توان نسبت به کنترل، مدیریت و توزیع نیروهای پلیس در سطح محدوده‌های جغرافیایی خاص اقدام کرد. ضمناً، ایجاد پایگاه‌های اطلاعات جرم و تولید نقشه‌های جرم<sup>114</sup>، باعث ایجاد تعامل ویژه‌ای بین نیروهای انتظامی و مردم می‌شود. مزایای اصلی کاربرد GIS در تحلیل جرم را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود:

- (a) تحلیل سریع آماره‌های جرم و تهیه نقشه‌های مربوطه،
- (b) شناسایی سریع میزان تراکم ارتکاب جرم در یک منطقه خاص،
- (c) شناسایی تغییرات جرائم در یک نقطه بحرانی در یک محدوده زمانی مشخص،
- (d) تحلیل عوامل وابسته با جنایت‌های گروهی مرتبط،
- (e) دریافت اطلاعات جرم از طریق اعمال عملیات پرسشگری فعال،
- (f) شناسایی تقاطع‌ها و نقاط مستعد جرم خیز،

<sup>114</sup> Crime Mapping

- (g) پیش‌بینی و برآورد احتمال وقوع جرم،
- (h) تولید نقشه‌های جغرافیائی وقوع جرم،
- (i) مقایسه داده‌های جرم با اطلاعات مردمی،
- (j) تحلیل تراکم جرائم ویژه مانند: توزیع مواد مخدر و سرقت مسلحانه،
- (k) دسترسی و پردازش انواع داده‌های تولیدشده توسط سازمان‌های متعدد،
- (l) ماینیتورینگ بهنگام محل وقوع جرم،
- (m) نگهداری سوابق و مدارک جرائم به صورت رقمی،
- (n) تولید خروجی‌های کاغذی از تحلیل فرآیندهای جرم و بزهکاری،
- (o) امکان استفاده از شبکه‌های محلی گسترده،
- (p) ارزیابی عملکرد ایستگاه‌های پلیس و مجریان قانون<sup>115</sup>.

ثابت شده است که پیشگیری از جرم و تلاش برای کاهش آن با افزودن به تعداد نیروهای پلیس و توسعه تشکیلات قضایی و دادگستری، وضع قوانین محدودکننده، اعمال مجازات‌های شدید و اتخاذ تدابیر امنیتی چندان ثمربخش نیست. به همین جهت، امروزه در سطح جهان گرایش قابل توجهی به بررسی‌های علمی پیرامون جرم و جنایت و مجموعه شرایط و اوضاع و احوال مؤثر در کجروی‌های اجتماعی طرح شده است. به‌ویژه، طی چند سال اخیر، علاقه فرآیندهای به آسیب‌شناسی مکانی - زمانی بروز انواع ناهنجاری‌های شهری در محیط GIS مد نظر بوده است (McGuire, 2000 ; Anselin, 2000). در فرآیند تحلیل جرم، گام‌های اصلی در کاهش میزان جرم و جنایت در مناطق و زمان‌های بحرانی در سطح یک منطقه قابل شناسایی است که عبارتند از:

- کسب اطلاعات دقیق و به هنگام،
  - صف آرایی نیروها از طریق موضع‌گیری سریع،
  - اعمال تاکتیک‌ها و فنون اثربخش و قابل اجرا در زمان وقوع جرم،
  - آماده سازی تدارکات و پشتیبانی سخت‌افزاری و نرم افزاری برای نیروهای پلیس،
  - شبیه‌سازی، مدل‌سازی و ارزیابی عملیات نیروهای پلیس از صحنه‌های وقوع جرم.
- بنابراین، اصلی‌ترین عنصر در امنیت، اطلاعات است و برای امنیت شهری این امر به معنی موقعیت‌های جغرافیایی و داده‌های توصیفی مرتبط معنی می‌گردد. در این میان، فناوری GIS با بررسی روابط جغرافیایی، انسان‌ها، محدوده‌های مسکونی و منابع طبیعی ابزار مناسبی را برای پیاده‌سازی تلاش‌های امنیتی در روابط پیچیده شهری فراهم می‌نماید (رفیعیان و همکاران، 1386). ابزارهای متداول بسیار وجود دارند که امکان دریافت و تحلیل اطلاعات مرتبط با جرم و بزهکاری را فراهم می‌کنند. اما

<sup>115</sup> Interactive Crime Analysis Solution



فناوری GIS می‌تواند با دسترسی به توابع تحلیلی تخصصی، فرآیند تحلیل‌گری را ارتقا بخشیده و امکان شبیه‌سازی مجازی از حوادث جنایی را فراهم سازد. یک گام منطقی در فرآیند تحلیل اطلاعات و طراحی الگوها، پیش‌بینی زمان و مکان وقوع جرم است که نیروهای پلیس را قادر به شناخت نقاط بحرانی موجود می‌نماید (Travis, 1999). در کل، نیروهای پلیس برای کاهش میزان وقوع جرم و جنایت نیاز به شناخت عوامل ذیل دارند:

- چه نوع جرمی اتفاق می‌افتد؟
- جرم کجا اتفاق می‌افتد؟
- زمان اتفاق جرم کی و چگونه خواهد بود؟
- علت اتفاق افتادن جرم چیست؟

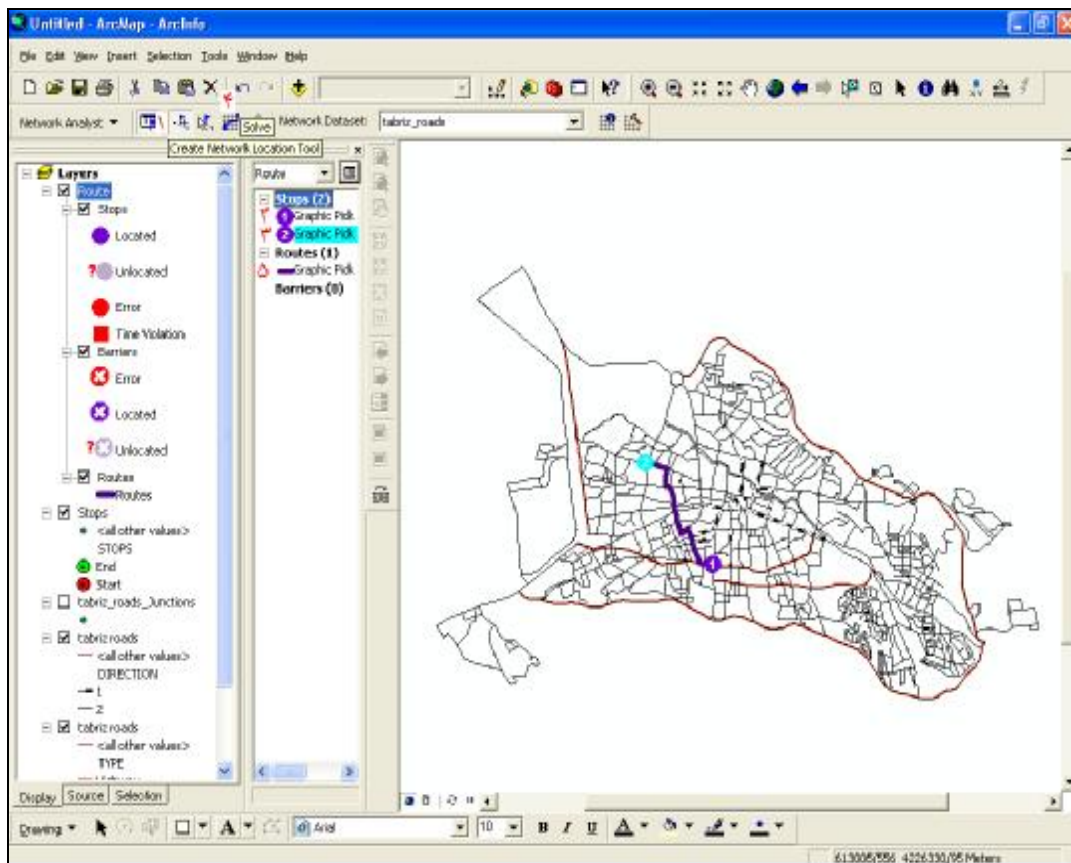
به تازگی موضوع نقشه‌برداری جرم مطرح شده است که در واقع یک روش علمی است که در آن با استفاده از ثبت رویداد جنایات و جرایم کیفری از جمله، تجاوز به عنف و سرقت می‌توان محتمل‌ترین محل رویداد جرائم را مشخص کرد و احتمال حضور مجرمین در نقاط مختلف شهر یا منطقه را تعیین کرد. اساس این روش ارتباط‌دادن بین محل جغرافیایی جرائم، نحوه رویداد و ویژگی‌های جرایم و چگونگی انتخاب قربانیان و محل جنایت است. در محیط GIS می‌توان سایر اطلاعات تکمیلی نظیر: گزارشات پلیس، گشتی‌ها، پزشکی قانونی، تحقیقات محلی، داده‌های مرتبط با وسایل نقلیه و پایگاه داده‌های مجرمین و مظنونین را در ارتباط با موضوع بررسی نمود.

## 5-5 مثال‌های موردی از کاربرد GIS در محیط‌های شهری

در ذیل برخی از کاربردهای فناوری GIS در مسائل شهری (از شهرهای تبریز و مرند) به عنوان مثال‌های موردی ارائه شده است.

### 5-5-1 مدل‌سازی بهترین مسیر

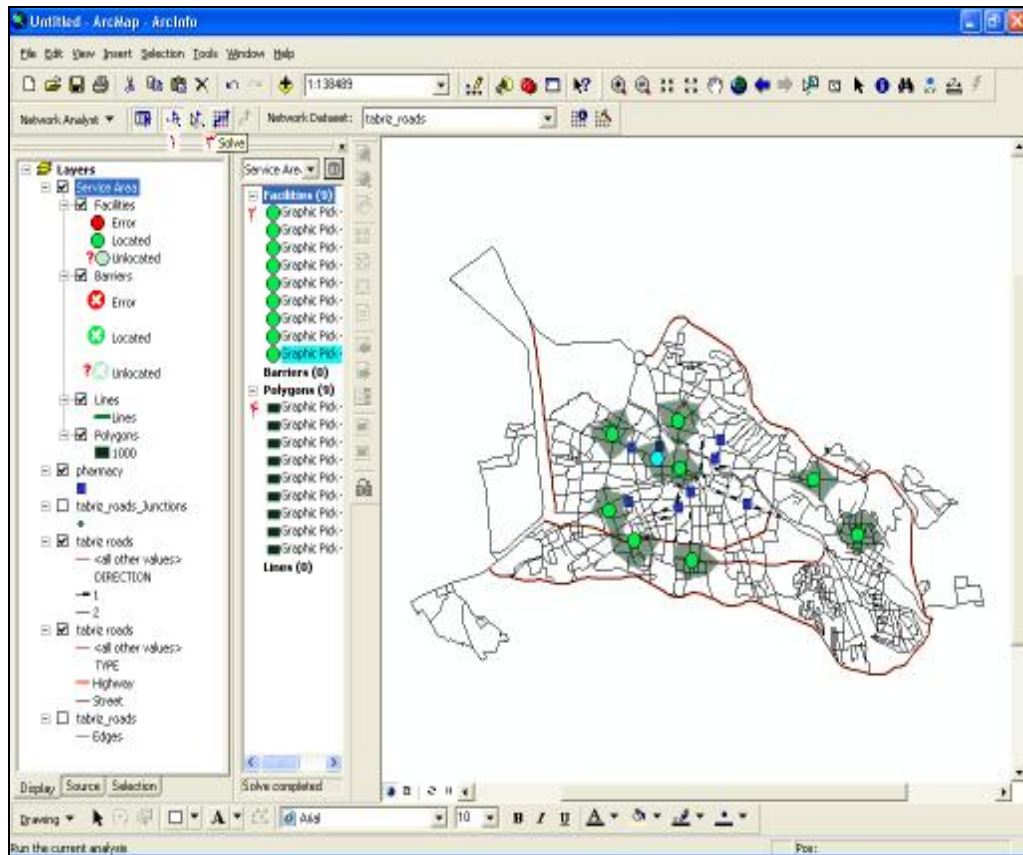
یکی از کاربردهای مهم فناوری GIS در حیطه ارتباطات شهری استناد به روش‌های تحلیل شبکه<sup>116</sup> است، به‌طوری‌که با استفاده از این تابع تحلیلی به‌توان بهترین مسیر را شبیه‌سازی نمود (سنجری و سعادتیار، 1388). به عنوان مثال، به منظور جابجایی از یک نقطه به نقطه دیگر در محدوده شهر تبریز بهترین مسیر از نظر کوتاهترین فاصله یا کمترین زمان در طول شبکه محاسبه شده است (شکل شماره 5-2).



شکل شماره 5-2: یافتن بهترین مسیر از نظر مسافت بین دو نقطه بر روی شبکه خیابان‌های شهر تبریز

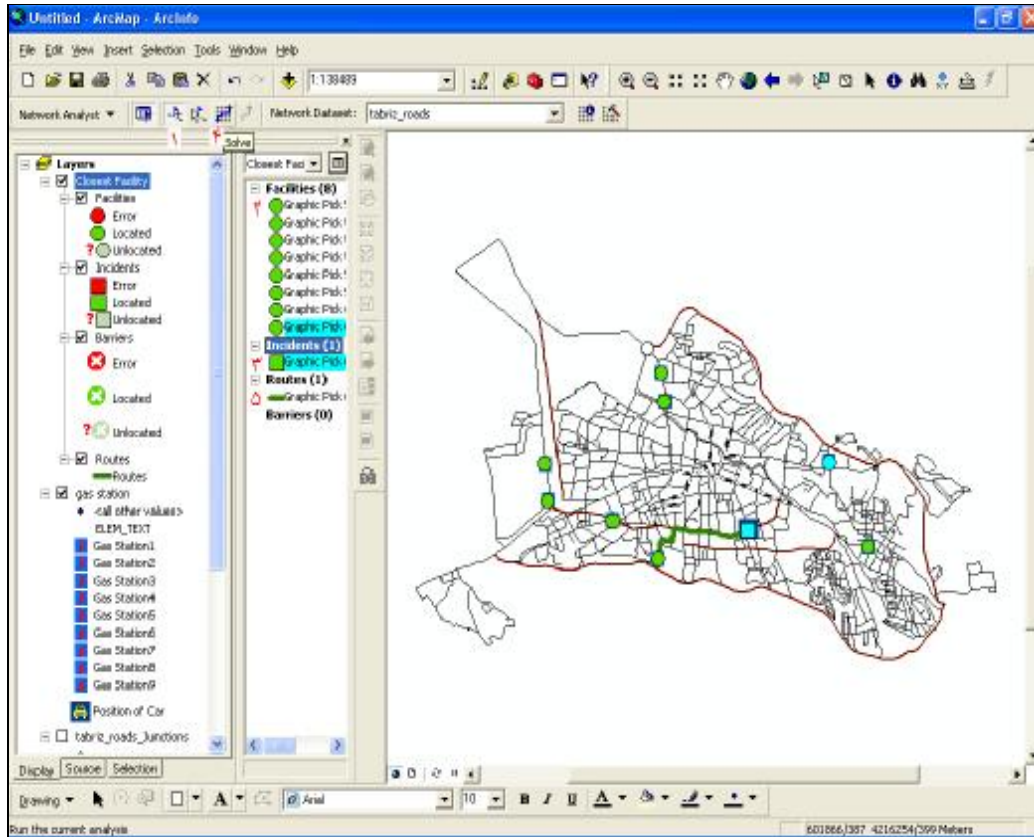
ضمناً از تابع تحلیل شبکه می‌توان در یافتن محدوده‌های خدمات سرویس‌دهی شهری، تعیین مناطق ارائه خدمات خاص نظیر: مکان‌یابی بیمارستان‌ها، استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی، نصب خودپردازهای بانکی استفاده نمود (میر صادقی، 1386). توسط شکل شماره 3-5 نحوه تعیین خدمات رسانی چند داروخانه در سطح شهر تبریز نشان داده شده است.

<sup>116</sup> Network Analyst



شکل شماره 3-5: تعیین محدوده خدمات‌رسانی چند داروخانه در سطح شهر تبریز

در شکل شماره 4-5 نحوه یافتن نزدیکترین امکانات یا دسترسی به محل وقوع یک حادثه در سریع‌ترین زمان، با مفروض نمودن مبدا و مقصد مشخص از توابع تحلیلی فناوری GIS نمایش داده شده است.



شکل شماره 4-5: یافتن نزدیکترین پمپ بنزین نسبت به موقعیت ماشین مشخص شده بر روی شبکه تبریز

## 2-5-5 کاربرد GIS در مکانیابی محل دفن پسماندهای شهری

در طی چند دهه گذشته، توسعه روزافزون مناطق شهری و افزایش بی رویه جمعیت باعث تولید انواع زباله‌ها گشته است. آنچه امروزه تبدیل به یک دغدغه در مقوله محیط زیست شهری شده، چگونگی دفع و معدوم‌سازی حجم عظیمی از انواع زباله‌های شهری می‌باشد. مدیریت مواد جامد شهری موضوعی حائز اهمیت تلقی می‌گردد و از این‌رو یکی از کاربردهای مهم فناوری GIS مدیریت مواد جامد شهری به ویژه یافتن محل مناسب جهت دفن پسماندها است، که یکی از مشکلات اولیه مسئولین خدمات شهری است. مخاطرات زیست‌محیطی و بهداشتی دفن پسماندها به دلیل ارتباط آن با زندگی بشر نیاز به کنترل و اعمال سیستم مدیریت ویژه ای دارد که با افزایش جمعیت شهری پیچیدگی‌های بیشتری می‌یابد. بنابراین، با توجه به توانایی‌های خاص GIS در روند تحلیل اطلاعات متعدد، یک گزینه بسیار مناسب و منطقی جهت حل معضل یافتن محل مناسب برای دفن اصولی مواد زاید محسوب می‌گردد.

در خیلی از شهرهای ایران، پسماندها به فرم سنتی در خارج از شهرها در دره‌ها، باتلاق‌ها و سایر زمین‌های پست کم ارزش رها و یا به صورت غیرمنطقی دفع می‌گردند، که باعث تاثیرات سوء زیست محیطی بوده و باعث آلودگی آب و خاک شده و سلامت انسان‌ها را به مخاطره می‌اندازد (سرتاج و همکاران، 1386). توسعه و افزایش محل‌های دفن بهداشتی در بسیاری از کشورهای توسعه یافته در سه دهه اخیر نشان‌دهنده توجه مسئولین شهرداری‌ها به موضوعات مرتبط می‌باشد

(Tchobanoglous & etal, 1993). اصولاً، برای تعیین محل دفع پسماند با بکارگیری معیارها و ضوابط تدوین شده توسط سازمان محیط زیست ایران، مناطقی را که احداث محل دفن پسماند در آنها باعث به مخاطره افتادن سلامت انسان و محیط زیست می شود را حذف می کنند (سازمان محیط زیست ایران، 1380).

در حال حاضر، دفن پسماندها عمده ترین روش قابل دسترس در بسیاری از کشورها از جمله ایران محسوب می گردد (منوری، 1370). کاربرد دفن پسماندها، به ویژه در حالت تلبار در مقایسه با دیگر گزینه ها - به دلیل ارزان بودن و ساده بودن - موجب گردیده که بدون برنامه ریزی اصولی، پسماندهای شهری در مکان های غیراستاندارد رهاسازی گردد (Karbanda, 1990). پارامترهای اصلی در فرآیند مکان یابی محل دفن پسماندها در محیط GIS عبارتند از: توپوگرافی، شیب زمین، جنس خاک، زمین شناسی، هیدرولوژی، ژئوهیدرولوژی، فاصله از منابع آب های سطحی، مراکز جمعیتی شهری و روستایی، دسترسی به جاده ها و منابع تولید پسماندها می باشد. با تعیین محدوده های قابل قبول برای هر یک از عوامل فوق، بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل نهایی، مکان های مناسب بر حسب اولویت بر روی نقشه مشخص می شود. مهمترین معیارهای انتخاب محل دفن مواد زاید جامد شهری شامل موارد زیر است (منوری، 1370).

- حمل و نقل زباله ها در کوتاهترین فاصله، با سهل ترین روش و در کمترین مدت،
- واقع نشدن در جهت توسعه شهری،
- ارزان بودن قیمت زمین،
- مقبول بودن محل دفن زباله ها از نظر مردم و جوامع محلی،
- دارا بودن حداقل اثرات سوء زیست محیطی،
- دارا بودن قابلیت های توسعه آتی،
- مناسب بودن شرایط اقلیمی،
- مناسب بودن شرایط توپوگرافیک،
- مناسب بودن شرایط هیدرولوژیکی و ژئوهیدرولوژیکی،
- ظرفیت پذیرش پسماندهای مختلف از نظر ماهیت،
- عدم مجاورت با مناطق مسکونی، صنعتی، آموزشی، تجاری، نظامی و غیره،
- قابلیت دسترسی سهل به محل دفن،
- تعدیل هزینه های ساخت و بهره برداری
- زهکشی اصولی محل دفن،
- شرایط مناسب زمین شناسی، لرزه خیزی و سیل گیری،
- توجه به بهداشت عمومی منطقه،

- تطابق با طرح‌های آمایش سرزمین، کاربری اراضی و برنامه‌های توسعه آتی،
- دوربودن از مناطق ویژه (حساس) اکولوژیکی،
- خارج بودن از محدوده آثار و بناهای ارزشمند تاریخی، باستانی، مذهبی و میراث فرهنگی.

بنابراین، مکان‌یابی دفع زباله‌های شهری به دلیل دخالت متغیرهای زیاد، معمولاً به روش‌های سنتی و دستی امکان‌پذیر نبوده و نیازمند کاربرد یک فناوری برتر می‌باشد (Goodchild & Kemp, 1992).

روش‌های اصلی مکان‌یابی دفن زباله‌ها را می‌توان در پنج دسته اصلی شامل: <sup>117</sup> MCDA، <sup>118</sup> AHP، <sup>119</sup> SAW، <sup>120</sup> WLC و روش Boolean مطرح ساخت. به طور کلی، مسایل تصمیم‌گیری چندمعیاره بر پایه یک سری از معیارهای ارزیابی خاص و اعمال روش‌های تحلیل خاص استوار است. این معیارها غالباً ناهمگون و گاهی متضاد هستند. اما، آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDA) مجموعه‌ای از روش‌های پیشرفته تحلیلی است که به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا با اعمال معیارهای مؤثر، بهترین مکان دفن زباله‌های شهری را مشخص کنند (Rasouli, 2008). به عنوان مثال، در مدل SAW علاوه بر وزندهی به واحدها در هر لایه اطلاعاتی بر اساس اهمیت آن در مکان‌یابی به خود لایه‌های اطلاعاتی نیز در مجموع ارزش‌های متصور می‌گردد. مراحل کار در روش مذکور به صورت زیر است:

× تعریف مجموعه معیارهای ارزیابی (لایه‌های اطلاعاتی) و گزینه‌ها،

× استاندارد نمودن هر لایه در نقشه معیار،

× تعریف وزن‌های مربوط به هر معیار: بدین معنی که یک وزن "اهمیت نسبی" به هر نقشه معیار مستقیماً تخصیص داده شود.

× ساختن لایه‌های نقشه استاندارد شده دارای وزن، بدین معنی که لایه‌های نقشه استاندارد شده در وزن‌های مربوطه ضرب می‌گردد. دادن امتیاز نهایی به هر گزینه به کمک عملیات رویهم‌گذاری استاندارد صورت می‌گیرد.

× مرتب‌کردن گزینه‌ها بر اساس امتیاز ارجحیت کلی، به صورتیکه گزینه دارای بیشترین امتیاز (رتبه بالاتر)، بهترین گزینه محسوب می‌گردد.

در روش WLC نیز محدودیت‌های مورد نظر کاربر را با ضرب ارزش‌های استاندارد شده میانگین وزنی لایه‌ها برای هر جانشین مکان‌یابی بر اساس درجه اهمیت وزن لایه‌ها محاسبه می‌کند. اما روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) از متداولترین ساختارهای طراحی شده برای تصمیم‌گیری است، زیرا امکان تجزیه مسائل پیچیده به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌شود. در این روش امکان در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی و تعیین حساسیت معیارها و زیر معیارها وجود دارد (قدسی پور، 1384). در نهایت، در روش منطق بولین اطلاعات ورودی را می‌توان به شکل دوتایی (درست و یا نادرست به صورت 1 و 0)

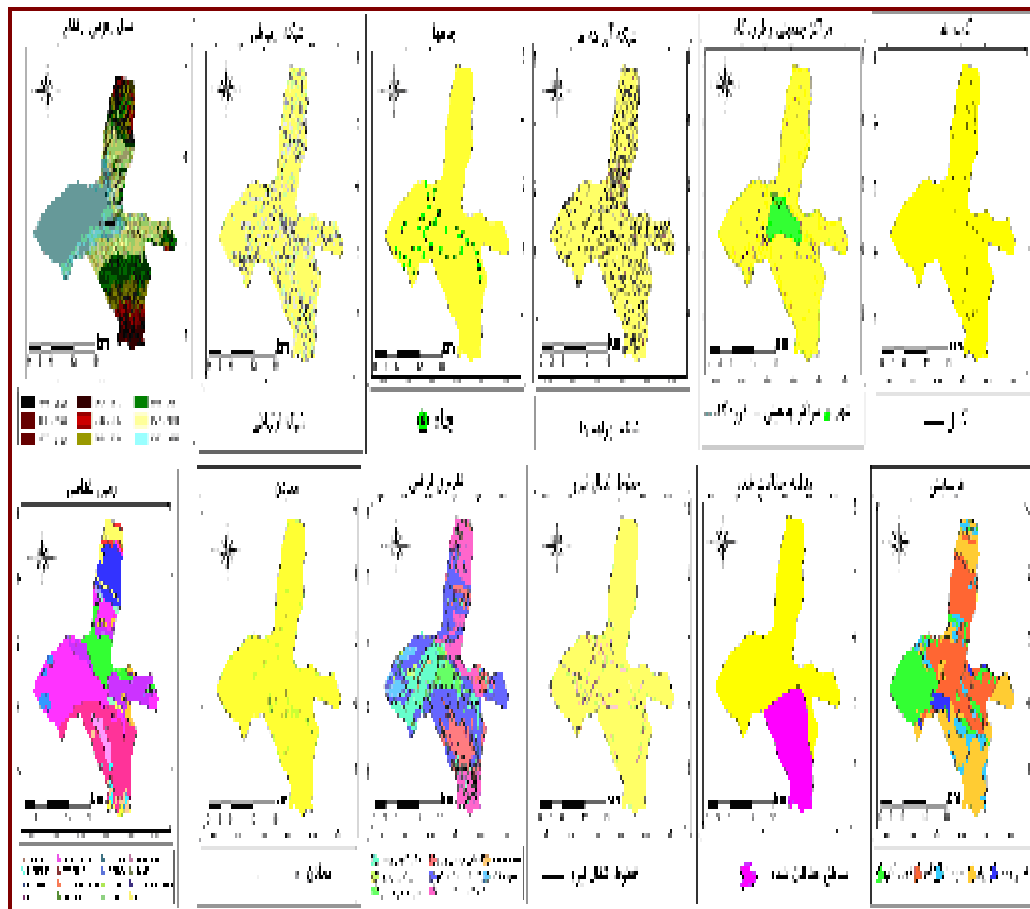
<sup>117</sup> Multi Criteria Decision Analysis

<sup>118</sup> Analytical Hierarchy Process

<sup>119</sup> Simple Additive Weighting

<sup>120</sup> Weighted Linear Combination

مطرح و در نقشه‌های نهایی با تلفیق محدوده‌های مساعد و یا نامناسب مکان دفن زباله‌های شهری را تشخیص داد. منطق بولین از عملگرهای مانند: And، OR، XOR و NOT برای درست یا غلط بودن یک شرط استفاده می‌کند (نیرآبادی و میررحیمی، 1387). در شکل شماره 5-5 لایه‌های به‌کارگرفته شده در مکان‌یابی دفن زباله‌های شهر تبریز ارائه شده است.



شکل شماره 5-5: لایه‌های مورد تحلیل در مکان‌یابی دفن پسماندهای شهر تبریز

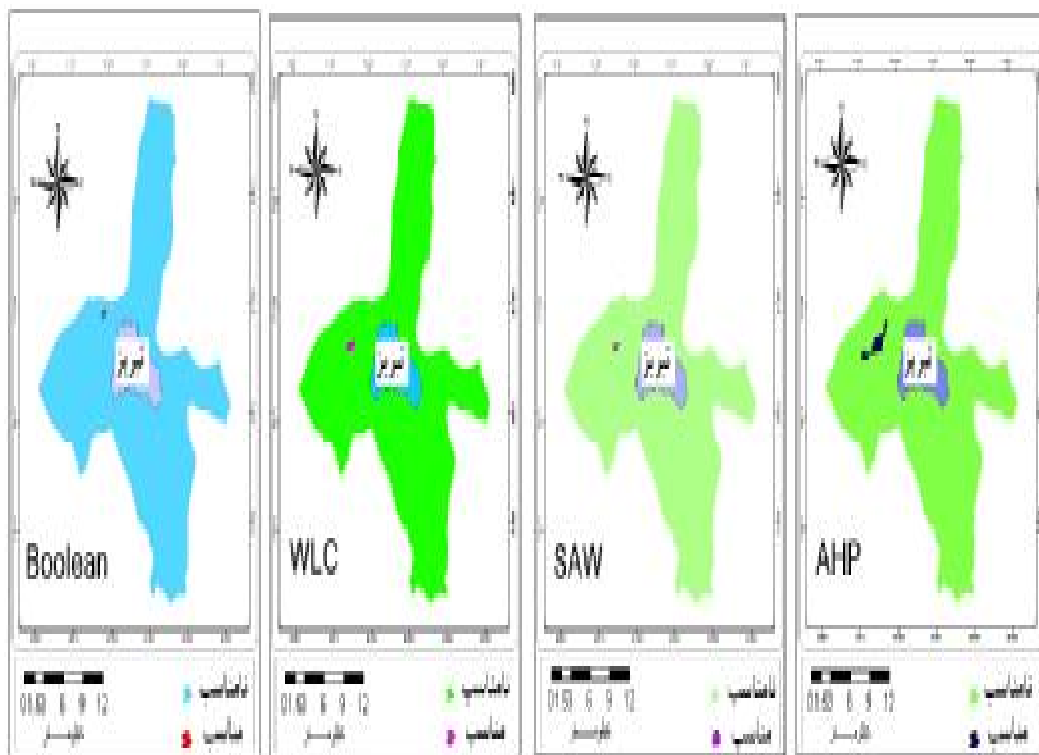
ضمناً، در جدول شماره 5-4 مشخصات لایه‌ها و پارامترهای اعمال شده درج شده است.

جدول شماره 5-4: لایه‌های به‌کارگرفته در مکان‌یابی دفن پسماند (با درجات مقبولیت تعریف شده) برای شهر تبریز

ردیف	عنوان لایه	منبع تهیه	حد قابل پذیرش برای مکانیابی
1	مقدار شیب	نقشه توپوگرافی 1:25000	< 15 %
2	عمق آب‌های زیرزمینی	سازمان آب و فاضلاب استان	< 20 متر
3	فاصله از چاهها	سازمان آب و فاضلاب استان	< 100 متر
4	فاصله از آبهای سطحی	نقشه توپوگرافی 1:25000	< 300 متر
5	فاصله از شهر	نقشه توپوگرافی 1:25000	بین 30 - 5 کیلومتر
6	فاصله از مراکز جمعیتی	نقشه توپوگرافی 1:25000	< 1000 متر
7	فاصله از فرودگاه	نقشه توپوگرافی 1:25000	< 3000 متر
8	فاصله از جاده‌ها	نقشه توپوگرافی 1:25000	< 300 متر
9	فاصله از گسل‌ها	نقشه 1:100000:آسازمان زمین شناسی	< 100 متر
10	زمین شناسی	نقشه 1:100000:آسازمان زمین شناسی	ذخایر تراسی
11	معادن	سازمان صنایع و معادن استان	< 50 متر
12	کاربری اراضی (فاصله از اراضی زراعی و باغات)	تصاویر ماهواره ای اسپات 2005	< 200 متر و اراضی بایر و با تراکم کم پوشش گیاهی
13	خطوط انتقال نیرو	نقشه توپوگرافی 1:25000	< 100 متر
14	مناطق حفاظت شده	سازمان محیط زیست استان	< 150 متر
15	فرسایش خاک	اداره منابع طبیعی	زیاد (V)

در نهایت، توسط شکل شماره 6-5 نتایج تحقیق توسط روش‌های مختلف ارائه شده است.

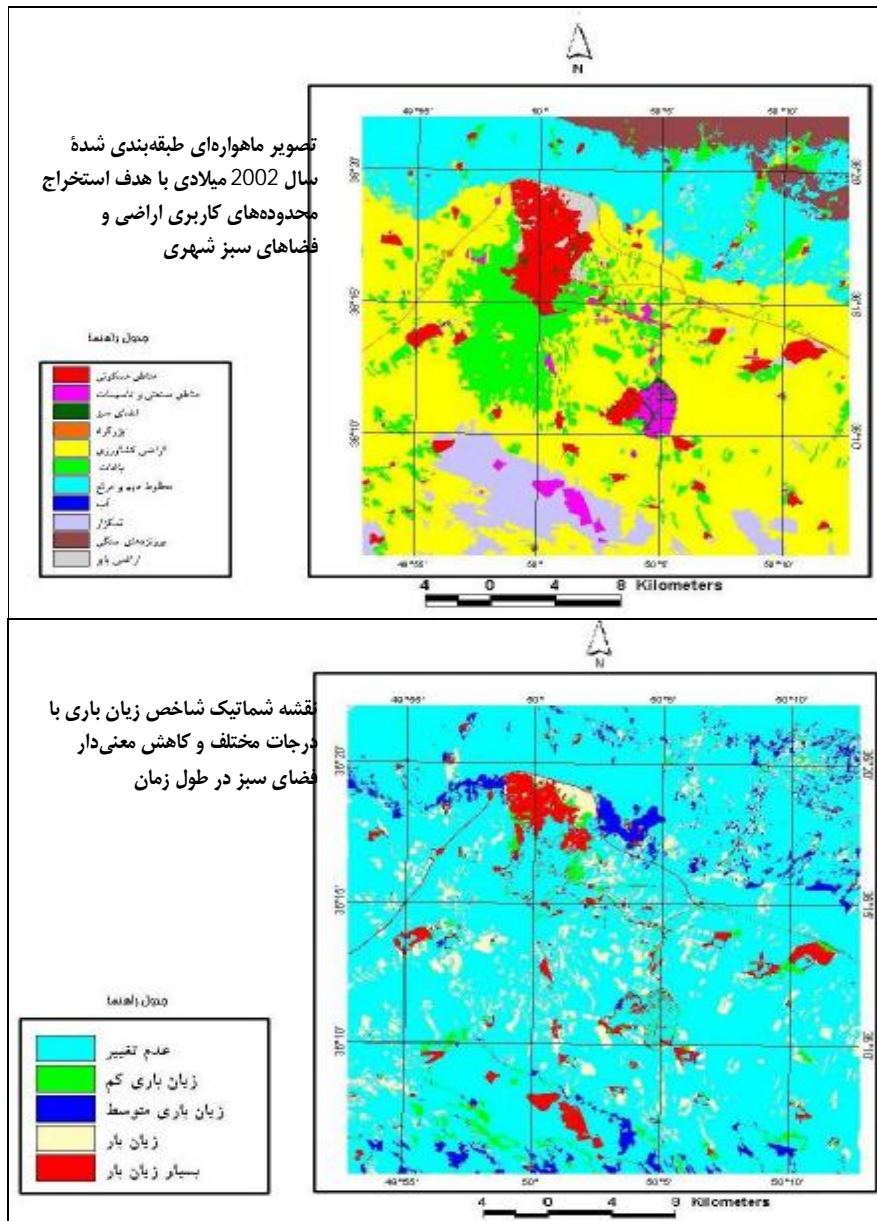




شکل شماره 5-6: مکانیابی دفن پسماندهای شهر تبریز با روش‌های AHP، SAW، WLC و Boolean

### 3-5-5 کاربرد GIS در مدیریت فضای سبز شهری

امروزه، یکی از عمده‌ترین مشکلات شهرها و شهرنشینان افزایش آلودگی‌های ناشی از صنعتی شدن و مصرف سوخت‌های فسیلی است، که گستره وسیعی از انواع آلودگی‌ها را در بر می‌گیرد. افزایش جمعیت یعنی تراکم بیشتر در یک فضای محدود و در نتیجه افزایش فزاینده حجم آلاینده‌ها در محدوده شهرها که سلامت شهروندان را در معرض خطر قرار می‌دهد. در راستای کاهش آلودگی هوا در زندگی شهری پرداختن به مقوله فضای سبز و افزایش آن امری انکار ناپذیر تلقی می‌گردد. در این ارتباط، مدیریت و مکان‌یابی فضاهای سبز و پارک‌های شهری در مقیاس منطقه‌ای وسیع تنها با استفاده از امکانات محیط GIS امکان‌پذیر می‌باشد. پرواضح است که به منظور برنامه‌ریزی منطقی محیط‌های زیست شهری و دستیابی به توسعه پایدار، طراحان در آینده ناگزیر به استفاده از ابزار نوینی چون GIS و سایر محیط‌های مجازی خواهند بود. بی‌شک با توجه به رشد روزافزون فضاهای شهری و تبدیل اراضی به مناطق مسکونی هر روز از میزان فضاهای طبیعی کاسته شده و به مساحت فضاهای مصنوعی شهری افزوده می‌شود. توسط شکل شماره 5-7 به‌عنوان مثال، نحوه تغییرات ایجاد شده در فضاهای سبز محدوده دشت قزوین نمایش داده شده است.



شکل شماره 7-5: محدوده دشت قزوین و تغییرات ایجاد شده در فضاهای سبز شهری

سبک زندگی چند دهه گذشته، وابستگی بشر را بیش از پیش به فضاهای سبز افزایش داده، در نتیجه توسعه فضاهای سبز یک امر حیاتی تلقی شده است. این امر، نیاز به مدیریت بهینه جهت صرفه جویی در هزینه احداث، توسعه و نگهداری فضاهای سبز شهری دارد. در این راستا، یکی از ارکان مهم تصمیم‌گیری داشتن آمار دقیق و به هنگام از تعداد درختان و مساحت فضاهای سبز شهری و نیز آگاهی علمی از ویژگی‌های جغرافیایی آن‌ها است که می‌تواند کمک شایانی به کاهش هزینه‌های اقتصادی سازمان‌ها و شرکت‌های مربوط به فضای سبز نماید (نوریان و هاکسپهولد، 1380). GIS با برخورداری از توابع تحلیلی مختلف امکان تلفیق داده‌های مکانی و غیرمکانی و همچنین مدیریت و تحلیل توامان آن‌ها را فراهم نموده است،

چرا که این ابزارها علاوه بر داشتن دقت کافی، کارایی و سرعت عمل زیاد قادرند به سهولت داده‌ها و نقشه‌ها را به‌روز کنند و تغییرات ایجاد شده را نیز نمایش دهند (Bailloeuil and etal, 2003). با بکارگیری GIS تحقق موارد مندرج در ذیل مورد انتظار است:

- امکان بکارگیری داده‌های مستخرج از فناوری نقشه‌برداری اتوماتیک،
- مدیریت پایگاه داده‌ها به منظور استخراج خصوصیات توصیفی عوارض جغرافیائی،
- ثبت اطلاعات زمین - مرجع از محیط‌های شهری،
- طراحی ساختارهای توپولوژیکی به منظور برقراری ارتباط فضایی بین عوارض جغرافیائی،
- تحلیل داده‌های مکانی در محیط‌های شهری،
- انجام عملیات کارتوگرافی لایه‌های رقومی با دقت کافی.

بنابراین، GIS ابزاری ضروری برای مدیریت پوشش گیاهی شهری به واسطه ابزارهای جستجوی مکانی گوناگون تلقی می‌شود (قلمبر و محمدزاده، 1386). با توجه به قابلیت‌های ذکر شده در بالا، سازمان جنگلداری آمریکا به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های شهری مانند "روآنوک" در "ویرجینیا" از GIS استفاده کرده و با استفاده از GIS مناطق دارای پوشش درختی، پوشش علفی، مناطق مسکونی را در ارتباط با اقلیم شهری تحلیل می‌نماید (American Forests, 2002). توسعه فیزیکی شهرها فرآیندی پویا و مداوم است که طی آن محدوده‌های فیزیکی شهر و فضاهای کالبدی آن در جهات عمودی و افقی، از حیث کمی و کیفی افزایش می‌یابد و اگر این روند سریع و بی‌برنامه باشد، به ترکیب فیزیکی مناسبی برای از فضاهای شهری نه‌خواهد انجامید. در نتیجه، ساختارهای شهری با مشکلات عدیده ای مواجه خواهد شد. امروزه به دلیل رشد روز افزون جمعیت شهرها و کمبود فضای مناسب برای فعالیت‌ها و امکانات مورد نیاز، تعیین مکان بهینه کاربری‌های مختلف از شهر از اهمیت بسزایی برخوردار است. با توجه به ابعاد پیچیده مسائل شهری در دخالت متغیرهای مختلف در امر برنامه‌ریزی شهری، از روش‌های مختلف استفاده می‌شود که GIS یکی از قدرتمندترین سیستم‌ها در پاسخ‌گویی به نیازهای مطالعاتی کاربردی تلقی می‌گردد.

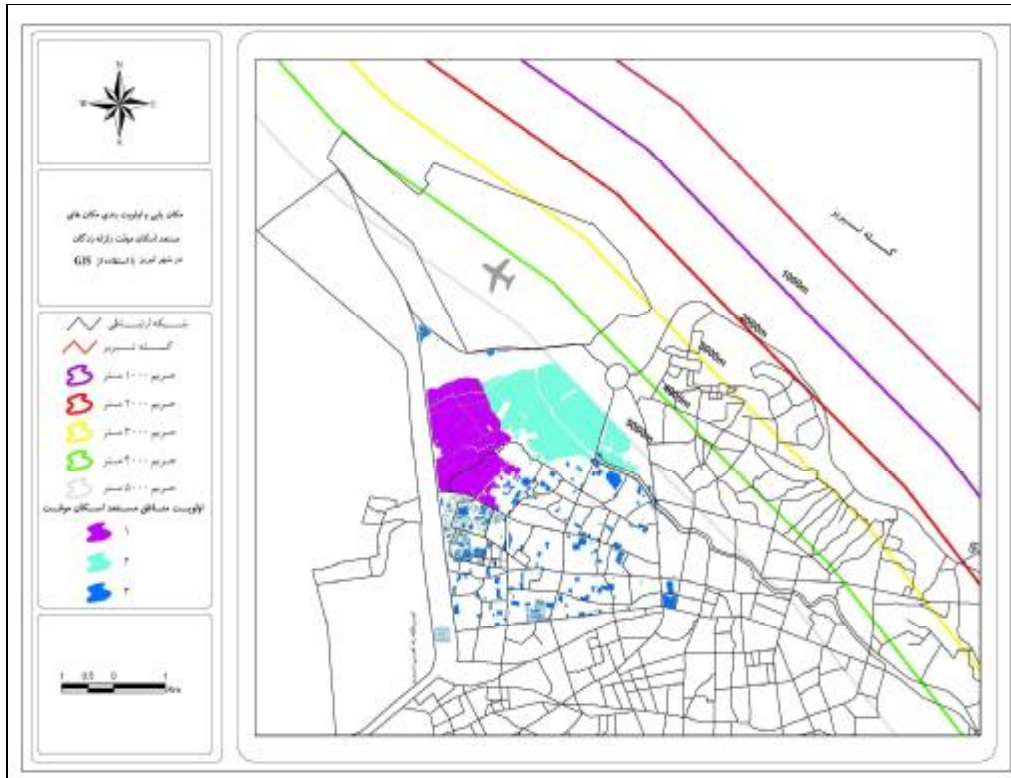
#### 4-5-5 کاربرد GIS در مدیریت بحران زلزله در کلانشهرها

پنجم دی ماه سال 1382 برای ایرانیان یاد آور خاطرات تلخ زمین لرزه بم است، زلزله‌ای که هزاران تن از ساکنان شهرستان بم و اطراف آن را به کام مرگ کشید و بیش از 70 درصد شهر را با خاک یکسان نمود. این در حالی بود که هنوز اثرات سوء حاصل از وقوع زلزله‌های گذشته مانند: زلزله طبس، منجیل، آوج و اردبیل هنوز به طور کامل مرتفع نیافته بود. بر اساس مطالعات انجام شده توسط متخصصان زلزله کشور، بسیاری دیگر از شهرهای بزرگ ایران (شاید بیش از هفتاد درصد از شهرهای ایران) از جمله تهران، تبریز، بندرعباس و شیراز در معرض خطر بالای زلزله قرار دارند و هر لحظه ممکن است فاجعه‌ای دیگر در نقطه‌ای دیگر از کشورمان به‌وقوع بپیوندد.

قرارگیری ایران در کمربند زلزله‌خیز جهان و وقوع زلزله‌های شدید و مخرب که هر از گاهی در کشور اتفاق می‌افتد، اهمیت حیاتی و لزوم توجه به امنیت ساکنان شهرهای دارای بافت‌های فرسوده را اجتناب‌ناپذیر ساخته است. اگرچه امکانات و عناصر شهری موجود در بافت‌های تاریخی برای مدیریت بحران زلزله کافی نیستند، ولی می‌توان با برنامه‌ریزی و با استفاده از همین امکانات موجود، بحران زلزله را تا حدودی مدیریت نمود. بافت‌های تاریخی شهرها با بیش از صدها سال قدمت به عنوان میراث کهن تمدن و تاریخ ایران، محسوب می‌گردند. تقریباً وقوع پدیده زلزله ارتباط پیوسته‌ای با اطلاعات جغرافیایی و به تعبیری داده‌های مکانی دارد. تحلیل پیامدهای وقوع زلزله، ارزیابی خسارت وارده و مدیریت وضعیت‌های اضطراری از جمله کاربردهای GIS محسوب می‌گردد.

تکنیک‌های مکانی فضایی، شامل سنجش‌ازدور، GIS، ژئودزی و ژئوفیزیک می‌توانند به محققان در روند کاهش خطرات و خسارات‌های ناشی از زلزله کمک کنند، که به دو بخش واکنش کوتاه‌مدت و واکنش بلندمدت در جبران و اسکان مجدد زلزله-زدگان تقسیم می‌شود (Sarker & Jain, 2008). کوشش‌های بشر برای مقابله با زلزله منجر به طرح مقوله مدیریت بحران گردیده است، که شامل مراحل چهارگانه (کاهش اثرات، آمادگی، مقابله و بازسازی) می‌باشد. از طرف دیگر به علت دارا بودن عنصری تاریخی و قدیمی در بافت قدیم شهرها بهترین مرحله اعمال مدیریت بحران در این خصوص به دو مرحله نخست این مراحل یعنی کاهش اثرات و آمادگی معطوف می‌شود (دادور، 1381).

برای کاستن از اثرات و خسارت‌های زلزله می‌توان در محیط GIS، با طراحی یک سری مدل‌ها با فرض کاربری‌های متنوع و شبیه‌سازی مشخصات هندسی معابر اثرات و خسارت‌های انواع زلزله‌ها را مورد بررسی قرار داد. ضمناً، برنامه‌ریزی و آمادگی برای اسکان موقت زلزله‌زدگان، موجب کاهش تلفات ناشی از پس‌لرزه‌های زلزله در ساختمان‌های در حال تخریب و مدیریت بهتر برای کمک سریعتر به زلزله‌زدگان در ساعات اولیه پس از زلزله خواهد شد. در این راستا، جهت ارائه راه‌حلی برای بهینه‌سازی اسکان موقت به کمک ابزارهای تحلیلی در محیط GIS ممکن می‌باشد (نقدی و همکاران، 1385). ضمناً، می‌توان قبل از وقوع زلزله به مکانیابی اسکان موقت زلزله‌زدگان بر اساس پارامترهای کاربری اراضی، تحلیل شبکه‌راه‌ها، با اعمال مدل‌های بولین، تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و تحلیل‌های چندمعیاره تصمیم‌ساز اقدام نمود (شکل شماره 8-5).



شکل شماره 8-5: اولویت بندی مکان های مستعد برای اسکان موقت زلزله زدگان طراحی شده در محیط GIS از منطقه 4 شهر تبریز  
 اغلب بلایای طبیعی مانند زلزله می توانند در محیط GIS مدل سازی و نمایش داده شوند (Bovee & etal, 1993).  
 ضمناً، به صورت مختلف می توان از نقشه ها و اطلاعات مکانی در مدیریت بحران و حوادث پیش بینی نه شده بهره برد (ناظری و همکاران، 1386). GIS فرصت بسیار مناسبی برای تحقیق، مداخله و ارزیابی جهت مقابله با این مشکل را فراهم می آورد. مثلاً به دنبال زلزله کالیفرنیا، مکان جغرافیایی تمام افرادی که دچار جراحت و مرگ شده بودند، تعیین و ارتباط و همبستگی مستقیم میزان و شدت جراحات با عواملی نظیر فاصله تا مرکز زلزله و شدت زلزله برآورد گردید (Peek & etal, 2000). از مهمترین لایه های اطلاعاتی و توصیفی که در تصمیم گیری های صحیح در مدیریت بحران ناشی از وقوع زلزله باید به محیط GIS وارد می شوند، می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- نقشه های توپوگرافی بزرگ مقیاس،
- نقشه های زمین شناسی و تکتونیک،
- نقشه های ژئوفیزیک،
- نقشه پراکنده گی مناطق لرزه خیز،
- تصاویر ماهواره ای در فرمت رقومی و قابل پردازش،
- سیستم موقعیت یاب جهانی GPS.

با توجه به قرار گرفتن کشور ایران در منطقه زلزله‌خیز جهان و عدم امکان پیش‌بینی دقیق زمان وقوع این حوادث، لزوم ارائه طرح جامع مدیریت بحران برای کاهش خطرات و ضایعات مرتبط بسیار مهم می‌باشد. چرا که GIS مکانیسمی برای متمرکزسازی و در دسترس ساختن اطلاعات حیاتی در جریان حوادث غیر مترقبه فراهم می‌کند. این سیستم مدیران را قادر می‌سازد تا نیازهای تعیین شده در هنگام حوادث غیر مترقبه را اولویت‌بندی نماید (بره دری و صادقی فر، 1385). ضمناً، با توجه به امکان انجام تحلیل‌های پیچیده مربوط به داده‌های مکانی و غیرمکانی GIS به عنوان بهترین وسیله در تعیین مناطقی که بیشترین احتمال بروز بحران در آنها وجود دارد را شناسائی می‌کند (شکل شماره 18-5). همچنین GIS تحت شبکه اینترنتی، چارچوب مناسبی برای مدیریت اطلاعات مکانی در شرایط بحرانی بوده و با استفاده از این نوع اطلاعات می‌توان به‌طور قابل ملاحظه‌ای آمادگی مردم و مسئولین امر را ارتقاء و تصمیم‌های اخذ شده توسط مامورین امداد در منطقه را بهبود بخشید (رضاپور، 1385). به منظور تحلیل و مدل‌سازی خطر زلزله به‌وسیله GIS باید به موارد ذیل توجه نمود:

- (a) خطرات ناشی از روانگرایی، زمین لغزه و سایر حرکات توده ای را لحاظ کرد.
- (b) هر سیستم GIS مختص زلزله بایستی قادر به ارتباط با داده‌های سه‌بعدی باشد.
- (c) همواره باید به داده‌های بهنگام و بصورت شبکه دسترسی داشت.
- (d) سیستم GIS ویژه زلزله باید بتواند خطاها را شناسائی نماید.
- (e) پایگاه داده های مختلف باید قابل تبدیل به یکدیگر باشد.
- (f) هر کاربر GIS بایستی بتواند داده های زلزله را به سرعت تفسیر نماید.
- (g) GIS مختص زلزله باید به راحتی به سایر نرم افزارهای دیگر متصل گردد.
- (h) در GIS زلزله نحوه ارتباط کاربران با پایگاه داده‌ها بسیار حائز اهمیت است (ولیزاده، 1385).

## 5-12 جمع بندی

در دهه‌های اخیر، فنآوری GIS به‌عنوان صنعتی پویا با هدف مدیریت بهینه داده‌های توصیفی و جغرافیایی، در دسترس متخصصان برنامه‌ریزی شهری قرار گرفته است. با بکارگیری این فنون، امکان صرفه‌جویی در وقت و منابع مالی میسر گردیده و افق‌های جدیدی در زمینه‌های تحقیقاتی و مدیریتی گشوده شده است. با قبول این واقعیت که GIS مقوله‌ای است جدیدتر و کامل‌تر از آنچه که تاکنون در اختیار علوم شهری قرار گرفته، باید از آن به عنوان یک تکنولوژی برتر در جهت حل مسائل و معضلات محیط‌های انسانی و طبیعی به طور آگاهانه بهره برد. برخی از دلایل توجیهی که در جهت کاربرد فنآوری GIS در قلمروهای شهری مورد استناد قرار گرفته، در ذیل ارائه می‌گردد:

- با تکیه بر فنآوری‌های جدید می‌توان کلیه داده‌های مکانی و غیرمکانی جغرافیایی را اخذ و مدیریت نمود.
- در این محیط سازماندهی اطلاعات محیط‌های شهری منطقی‌تر و علمی‌تر صورت می‌پذیرد.
- با بکارگیری GIS، اغلب رشته‌های مرتبط به مسائل شهری به اصالت کاربردی خود نزدیک‌تر خواهند شد.

در چند سال اخیر، از دیگر کاربردهای مورد انتظار GIS در مدیریت شهرها می‌توان: به نواوری خودروها، تحلیل زمان سفر، تحلیل مسیر بهینه، تحلیل و مدل‌سازی سیلاب‌های شهری، ارائه منطقی خدمات اورژانسی، توسعه بنگاه‌های ملکی، حفاظت از محیط‌های زیستی، مدیریت خرده‌فروشی، تحلیل سه‌بعدی فضاهای فیزیکی، مطالعه و شبیه‌سازی آلودگی صوتی ناشی از تردد خودروها و هواپیماها، تخصیص حریم‌های خاص برای شبکه‌های آب، برق، گاز و فاضلاب، پست، طراحی و اجرای پروژه‌های ارتباطات، مبلمان شهری، اکوتوریسم و مدیریت زیرساخت‌های شهری اشاره نمود. پرواضح است، با بهره‌گیری فراگیر و اندیشمندانه از فناوری GIS می‌توان نیروهای انسانی متبحر و مجربی را تربیت نمود که با تکیه بر تخصص آن‌ها، امکان مراقبت و مدیریت اصولی منابع ارزشمند اما محدود و شکننده شهرهای در حال رشد کشور - در روند تحقق سیاست‌های توسعه پایدار - تصمیم‌گیری و اقدام نمود.

## سئوالات فصل پنج:

- 1) مفهوم یک کاربرد اصیل GIS در محیط‌های شهری چیست و به نظر شما مستندات مرتبط کدام‌اند؟
- 2) در محیط GIS و در روند مطالعه بافت‌های فرسوده چه لایه‌های مورد نیاز است؟
- 3) در روند مطالعه پدیده بزهکاری چه لایه‌هایی و از کدام مناطق شهری مورد نیاز می‌باشد؟
- 4) یافتن بهترین مسیر با بکارگیری فناوری GIS چه مزایایی به همراه خواهد داشت؟
- 5) در محیط‌های شهری رشد فزاینده جمعیت شهری را چگونه می‌توان مدیریت نمود؟
- 6) شما برای مدیریت و کاهش ترافیک شهری چه انتظاری از فناوری‌های GIS و GPS دارید؟
- 7) یک GIS تطبیق یافته با هدف کاهش میزان ترافیک شهری چه ویژگی‌هایی را باید دارا باشد؟
- 8) تابع تحلیلی بولین با روش‌های تحلیلی چندمنظوره تصمیم‌ساز چه تفاوتی دارد؟
- 9) برای مکان‌یابی منطقی محل دفن زباله‌های شهری در محیط GIS از کجا باید شروع کرد؟
- 10) فرآیندهای تحلیل مکانی چه نقشی در فناوری GIS ایفاء می‌کنند؟

## منابع تکمیلی برای مطالعه:

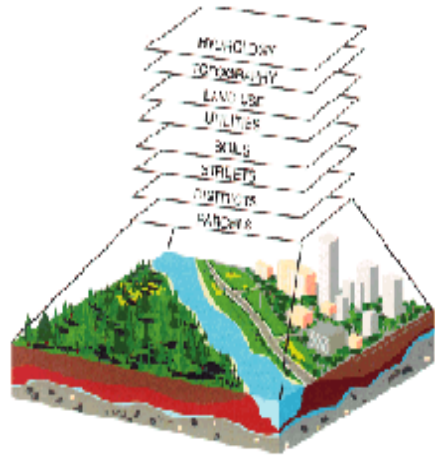
- 1) رسولی، علی‌اکبر (1387) مکان‌یابی دفن زباله‌های شهری - مطالعه موردی: شهر تبریز، کنفرانس جهانی GIS کشور ترکیه، تابستان 1387
- 2) رسولی، علی‌اکبر (1388) تحلیل‌های مکانی در محیط GIS. اداره چاپ و انتشارات دانشگاه تبریز. زیر چاپ.
- 3) رسولی، علی‌اکبر (1388) روش‌های ورود داده‌ها به محیط GIS. جزوه درسی، دانشگاه تبریز.
- 4) مدیری، مهدی (1377) مدل‌سازی کارتوگرافیکی. مجله سپهر، شماره 28
- 5) نقدی، کریم و همکاران (1385) بهینه‌سازی اسکان موقت در مدیریت بحران، سامانه‌های اطلاعات مکانی 85، سازمان نقشه‌برداری کشور، سازمان منطقه آزاد قشم.

- 1) Batty, M. (1995) Planning support systems and the new logic of computation. *Regional Development Dialogue* 16(1) 1 – 17.
- 2) Burrough, P.A. and McDonnell, R.A. (1998) *Principles of geographical information systems*. Oxford University Press, Oxford, 327 pp.
- 3) Hopkins, L. D. (1999) Structure of a planning support system for urban development. *Environment and Planning B: Planning and Design* 26 333 – 345.
- 4) Rao, A. M., Durai B.K., Jain P.K. & Sikdar P.K. (2004) *Geographical Information System for Planning and Management of Rural Roads*, March 2004, GIS Development, Noida.
- 5) Yeh, A. G. O. (1999) Urban Planning and GIS, in *Geographical Information Systems*. Volume 2 Eds P A Longley, M F Goodchild, D J Maguire, D W Rhind (John Wiley, New York) pp 877 – 888.



## فصل ۶

### لایه های اطلاعاتی مورد نیاز در برنامه ریزی شهری



#### چکیده:

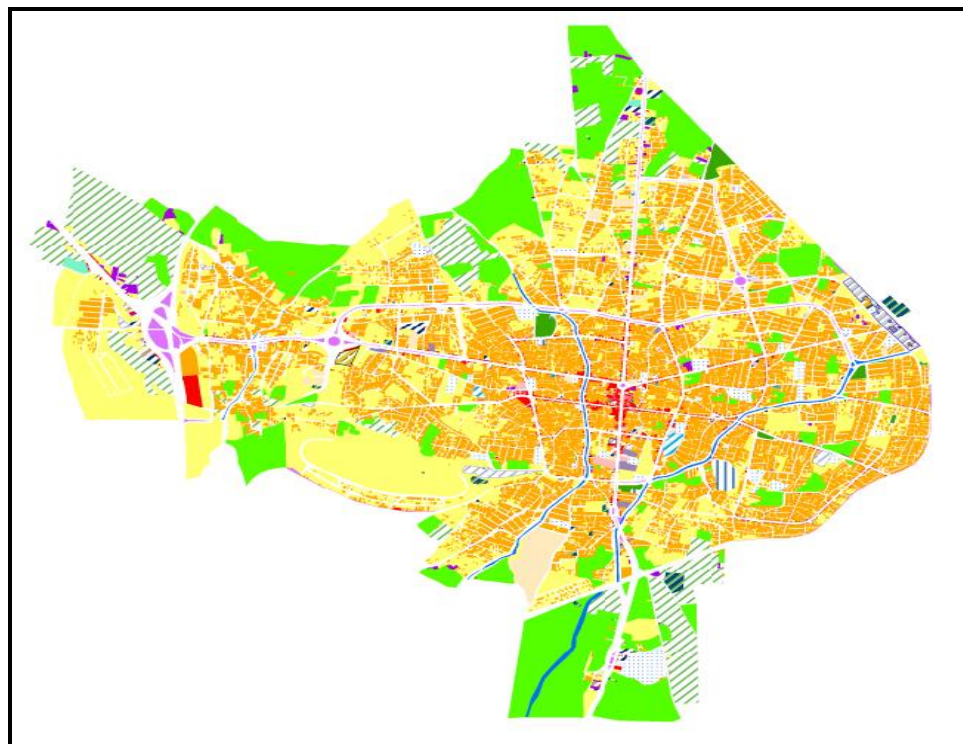
در روند استقرار یک سیستم GIS تخصصی تولید لایه های اطلاعاتی معتبر و مستند از مهم ترین عوامل موفقیت پروژه های مدیریت شهری محسوب می گردد. در شروع هر پروژه مرتبط با برنامه ریزی شهری، بایستی اطلاعات مورد نیاز تعریف، شناسایی، جمع آوری، ثبت، ویراستاری، بهنگام سازی و طبقه بندی گردد. اصولاً، در مرحله جمع آوری داده های مورد نیاز، ابتدا عارضه های مکانی شناسایی و سپس با توجه به اهداف تحقیق، اقلام اطلاعات توصیفی مرتبط به هر عارضه، تعیین و تعریف می شود. داده های توصیفی مربوط به یک شهر معمولاً طیف بسیار وسیعی از مشاهدات را در بر می گیرند که غالباً در پایگاه داده های ادارات و ارگان های مختلف جمع آوری و نگهداری می شوند.

با توجه به اهمیت اطلاعات در برنامه ریزی شهری، نتیجه اعمال هر نوع تحلیلی مکانی، زمانی از اعتبار کافی بر خوردار خواهد بود که داده های مورد استفاده به دقت شناسایی، مستند سازی و ارزیابی گردد. بررسی های اولیه نشان می دهد که یکی از عمده ترین اطلاعات توصیفی پایه در شهرها، اطلاعات ممیزی اراضی شهری (گاهی کاداستر) است، که قسمت اعظم این اطلاعات - مثلاً برای شهر تبریز توسط ارگان های ذیربط مانند: شهرداری، استانداری و سازمان نقشه برداری و سایر ادارات دولتی و حتی بخش خصوصی - به صورت رقومی اخذ و ذخیره سازی شده است. آماده سازی چنین اطلاعات توصیفی پایه به همراه اطلاعات مکانی در محیط GIS های تخصصی می تواند فوق العاده حائز اهمیت تلقی گردد. بنابراین، در فصل جاری، ابتدا بعد از ذکر مقدمه ای بر اهمیت تولید اطلاعات، مفاهیم لایه و نقشه در

محیط GIS مطرح می‌گردد. سپس، خصوصیات لایه‌های اطلاعاتی موردنیاز در حیطه برنامه‌ریزی شهری با جزئیات مربوطه ارائه خواهد شد.

## 6-1 مقدمه

علوم برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای اصولاً مسایل جامعه شهری (گاهی شهرک‌ها) را شناسائی و بر اساس ویژگی‌های فیزیکی، فرهنگی، اقتصادی و جامعه‌شناسی هر موقعیت جغرافیائی طرح‌های را به منظور مدیریت و ساماندهی مرتبط ارائه می‌دهد. در چند دهه گذشته، با افزایش جمعیت جهان، شهرها نیز به صورت پویا پیوسته دچار تحولات و دگرگونی‌های ساختاری شده‌اند. در این ارتباط، هدف اصلی اغلب برنامه‌ریزان شهری ضمن برطرف نمودن مشکلات محیط‌های شهری، بالابردن سطح رفاه و آسایش مردم و حل معضلات احتمالی جوامع شهری عنوان شده است. به همین منظور، متخصصان ذیربط از طریق کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیائی شهری مراحل ورود، مدیریت، ایجاد بانک‌های اطلاعاتی، اعمال تحلیل‌های مکانی و عرضه مدل‌های نهائی را تجربه نموده‌اند. بررسی پیشینه موضوع تحقیقات نشان می‌دهد که می‌توان با استفاده از GIS به نقشه‌هایی که نمایانگر فصل مشترک چند شرط مختلف است و در امر مدیریت و برنامه‌ریزی بسیار حائز اهمیت است، دست یافت. ضمناً مشخص شده است که در روند تصمیم‌گیری‌های چندجانبه بدون بهره‌گیری از یک GIS سازگار نتایج مطلوبی حاصل نمی‌آید. در این ارتباط، برنامه‌ریزان می‌کوشند تا با ارائه انواع مدل‌ها و راهکارهای عملی و بهره‌گیری از فنون نوین به حل مشکلات شهری مبادرت نمایند، که از مهمترین وظایف آن‌ها ایجاد لایه‌های اطلاعاتی به‌هنگام و تولید نقشه‌های کاربری اراضی مرتبط می‌باشد (شکل شماره 6-1).



شکل شماره 6-1: نقشه کاربری اراضی شهر مرند

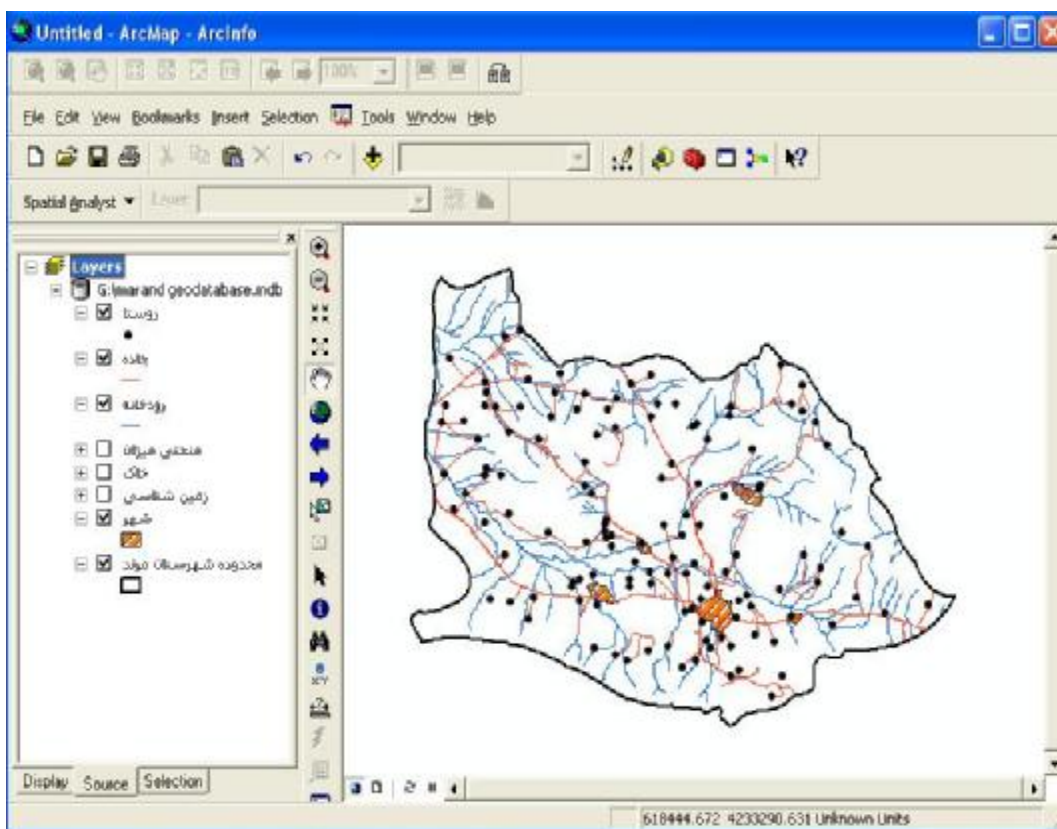
از دیگر مسائلی که در چند دهه گذشته مورد توجه برنامه‌ریزان امور شهری قرار گرفته، یافتن راه‌حل‌های علمی مکان‌گزینی بهینه مراکز خدمات شهری با هدف دستیابی سریع و آسان شهروندان به رفاه و آسایش در قالب طرح‌های توسعه شهری است. بعلاوه در حال حاضر، اغلب شهرهای بزرگ ایران با معضل عظیم رفت و آمدهای داخل شهری مواجه هستند، که این امر معمولاً ناشی از عدم مکان‌گزینی بهینه مراکز خدمات شهری و عمومی است. عدم توجه به این معضل موجب هدررفت سرمایه قابل توجهی از منابع مالی و از دست رفتن حجم زیادی از انرژی و نیروهای انسانی در شهرها شده است، که از این طریق همواره صدمات زیست‌محیطی سنگینی به محیط‌های طبیعی و انسانی تحمیل می‌گردد. پرواضح است، با توجه به ابعاد پیچیده مسائل شهری و دخالت متغیرهای مختلف در برنامه‌ریزی می‌توان از فناوری‌های مختلف استفاده نمود، که GIS یکی از این ابزارهای قدرتمند در پاسخگویی به نیازهای مطالعاتی و کاربردی ذیربط محسوب می‌شود. در ساده‌ترین تعریف GIS ادغام تصاویر و نقشه‌ها با انواع اطلاعات توصیفی است، که به عرضه اطلاعات جدید در حالات گوناگون بعدی منجر می‌شود، اطلاعات در یک سیستم GIS به مراتب فراتر از یک پایگاه داده‌های معمولی مدیریت می‌شود. در یک نگاه کلی، قابلیت‌ها و توانایی‌های یک سیستم جامع اطلاعات GIS شهری شامل موارد زیر می‌باشد:

- Ø بازایی اطلاعات برای هر منطقه جغرافیایی از طریق معرفه‌های نظیر: نام، طول و عرض جغرافیایی یا هر ترکیبی از این دو عامل یا تعیین محل هر منطقه و یا نقطه نسبت به منطقه و نقاط دیگر،
- Ø دارا بودن امکانات تصمیم‌گیری برای انتخاب مناسب‌ترین عملیات روی اطلاعات موجود با توجه به هدف نهایی،
- Ø داشتن امکانات ضروری برای بهنگام‌سازی اطلاعات جغرافیایی از طریق تطبیق اطلاعات قدیم با اطلاعات جدید به صورت خودکار و با استفاده از کلیه واحدها و ارتباط‌های بین نام‌های مختلف،
- Ø وجود امکانات نرم افزاری خاص به منظور تغییر سیستم‌های تصویر و مختصات در مقیاس‌های مختلف،
- Ø امکان ایجاد روابط توپولوژیک بین عوارض و لایه‌های اطلاعاتی،
- Ø وجود توابع تبدیلی توانمند با هدف پذیرش انواع فرمت داده‌های برداری، رستری و سایر داده‌ها در قالب‌های متفاوت،
- Ø امکان اعمال تحلیل‌های مکانی نظیر: تحلیل شبکه، مسیر، طراحی مدل‌های سه‌بعدی از ناهمواری‌ها، تحلیل همسایگی، نظاره‌گری، انطباق لایه‌ها، پرسشگری از عوارض، استخراج پارامترهای آماری شهری، تشخیص تغییرات کاربری اراضی، مدول نویسی (با استناد به زبان‌های برنامه نویسی) و اعمال تحلیل‌های چندمنظوره تصمیم‌ساز،
- Ø دارا بودن محیط کار توگرافیک سازگار با محیط‌های شهری.

محققان مطالعات شهری به تجربه دریافته‌اند زمانی می‌توان، بر اساس قابلیت‌های فناوری GIS، به نقطه‌نظرهای کاربردی فوق‌الذکر رسید که لایه‌های موردنیاز کاملاً آماده تحلیل باشند. تا بعد از اعمال انواع تحلیل‌های مکانی، آماری و گرافیکی بر روی لایه‌های رقمی، از طریق نقشه‌های نهائی و به شیوه‌های کار توگرافیک مدرن نتایج حاصله را به مخاطبان مختلف عرضه داشت. بنابراین، ضرورت دارد، در فصل جاری، به‌اختصار مفاهیم لایه و نقشه در محیط GIS مطرح شود.

## 2-6 مفهوم لایه و نقشه در محیط GIS

معمولا عوارض زمین در محیط GIS به صورت لایه‌های مجزا در یک تقسیم‌بندی منطقی تحت عنوان Themes یا Layers ایجاد می‌شوند. در اصل، چنین لایه‌های در قالب عوارض برداری، رستری، TIN، DEM و حتی لایه‌های اتوکد در محیط هر نوع نرم‌افزار GIS قابل ذخیره‌شدن، ویراستاری، تحلیل، مدل‌سازی و نمایش هستند. این مدل‌ها نمایش‌دهنده متغیرهای مکانی مانند: رودخانه‌ها، جاده‌ها، مرزهای بین نواحی، ارتفاعات، کاربری اراضی شهری و هر نوع اطلاعات مرتبط به یک فضای جغرافیایی می‌باشند، که تحت یک سیستم مختصات و تصویر معین باید در بانک‌های اطلاعاتی مرتبط ذخیره شوند. بنابراین هر لایه مکانی دارای یک پایگاه داده همراه (با داشتن یک رابطه منطقی) می‌باشد که ساختار آن در شکل شماره 2-6 نشان داده شده است.



شکل شماره 2-6: لایه‌های اطلاعاتی در فرمت برداری روستاهای شهرستان مرند (از نوع نقطه‌ای)، جاده‌ها و رودخانه‌ها (از نوع خطی) و شهرهای اصلی (از نوع پلیگون) در محدوده شهرستان مرند (از نوع پلیگون) در محیط نرم‌افزار ArcGIS - یادآور می‌شود، لایه‌های مربوط به منحنی میزان‌های ارتفاعی، خاک و زمین‌شناسی به صورت غیرفعال (خاموش) در لیست فهرست لایه‌ها ارائه شده‌اند.

ضمناً اطلاعات توصیفی مرتبط به لایه روستاها - ذخیره شده در یک جدول خصیصه‌ای - توسط شکل شماره 3-6

نشان داده شده است.

OBJECTID	Shape	SHA_P	SHA_F2	CODE	نام	دستابی	بندی	شهر محل	استان	تعداد	وضعیت	تعداد	وضعیت	تعداد	وضعیت
1	Point	557	558	333317	حبيب كندي	چكبات	بالهوس	خرم	آذربايجان شرقي	1	0	0	0	0	0
2	Point	558	557	333318	فرخ خان قندي	چكبات	بالهوس	خرم	آذربايجان شرقي	1	2	1	1	6	6
3	Point	559	558	32329	امير اله	چكبات	بالهوس	خرم	آذربايجان شرقي	1	1	27	29	157	157
4	Point	560	559	32344	بافان سدي	چكبات	بالهوس	خرم	آذربايجان شرقي	2	3	158	177	866	866
5	Point	561	560	32335	شاهلوي عليا	چكبات	بالهوس	خرم	آذربايجان شرقي	1	2	19	17	102	102
6	Point	562	561	32334	شاهلوي سلطان	چكبات	بالهوس	خرم	آذربايجان شرقي	1	2	19	19	92	92
7	Point	563	562	32336	اروم خورين	چكبات	بالهوس	خرم	آذربايجان شرقي	1	3	1	2	4	4
8	Point	564	563	333318	ان خورين	چكبات	بالهوس	خرم	آذربايجان شرقي	1	0	0	0	0	0
9	Point	565	564	32328	اصلي كندي	چكبات	بالهوس	خرم	آذربايجان شرقي	2	3	21	21	124	124
10	Point	566	565	32339	طوقر	چكبات	بالهوس	خرم	آذربايجان شرقي	1	3	2	2	4	4
11	Point	567	566	32330	بيست دره ص	چكبات	بالهوس	خرم	آذربايجان شرقي	2	0	0	0	0	0
12	Point	568	567	333321	چنگله خرم	چكبات	بالهوس	خرم	آذربايجان شرقي	2	0	0	0	0	0
13	Point	569	568	333320	خورين	چكبات	بالهوس	خرم	آذربايجان شرقي	1	3	1	1	3	3
14	Point	570	569	32346	بافان خورين	چكبات	بالهوس	خرم	آذربايجان شرقي	1	2	598	660	3585	3585
15	Point	571	570	32345	بافان عليا	چكبات	بالهوس	خرم	آذربايجان شرقي	3	1	339	363	1918	1918
16	Point	572	571	32349	بندگه بارقايي	چكبات	بالهوس	خرم	آذربايجان شرقي	3	3+	2	2	9	9
17	Point	573	572	32338	قبر	چكبات	بالهوس	خرم	آذربايجان شرقي	2	3	1	1	2	2
18	Point	685	684	27276	اوتدين	خرزندات شرقي	خرم	خرم	آذربايجان شرقي	2	3	70	70	279	279
19	Point	686	685	27323	فاليستين	خرزندات شرقي	خرم	خرم	آذربايجان شرقي	2	3	78	79	412	412
20	Point	687	686	27284	خله سر	خرزندات شرقي	خرم	خرم	آذربايجان شرقي	2	3	30	30	143	143
21	Point	688	687	32307	خرزندات شرقي	خرزندات شرقي	خرم	خرم	آذربايجان شرقي	2	2	159	169	896	896
22	Point	689	688	32304	ديرات	خرزندات شرقي	خرم	خرم	آذربايجان شرقي	2	2	269	278	1018	1018
23	Point	690	689	77268	تالان	خرزندات شرقي	خرم	خرم	آذربايجان شرقي	1	1	57	58	341	341

شکل شماره 3-6: جدول توصیفی لایه روستاهای شهرستان مرند در برگرفته ستون‌های اطلاعاتی مختلف

در کل، هر لایه رقومی در محیط نرم افزار ArcGIS شامل ویژگی‌های مندرج در ذیل می‌باشد:

Ø هر لایه حداقل دارای یک جدول اطلاعات توصیفی که شامل: ستون‌ها و ردیف‌های متعددی است. ستون‌ها نشان‌دهنده متغیرهای مانند: اسامی روستاها، تعداد جمعیت و سایر ویژگی مربوط به هر لایه اطلاعاتی هستند. اما ردیف‌ها همانا مشاهدات ذخیره‌شده کلیه عوارض برداری هستند. در جدول اطلاعات توصیفی چند ستون اصلی حاوی ماهیت داده‌ها، موقعیت مکانی و کدهای ویژه برای هر عارضه منفرد جغرافیایی است که توسط نرم‌افزار به صورت اختصاصی ذخیره می‌گردد.

Ø هر لایه اطلاعاتی دارای مختصات مکانی و سیستم تصویر معین به همراه مقیاس مرتبط می‌باشد.

Ø می‌توان اطلاعات توصیفی تکمیلی لایه‌ها را در جداول خصیصه‌ای اصلی و یا پایگاه‌های اطلاعاتی مجزا ذخیره و به همدیگر مرتبط نمود.

Ø توسط هر لایه اطلاعاتی، مشخصه‌های گرافیکی - نمایشگر هر عارضه جغرافیایی - از طریق رنگ‌ها، علائم و الگوهای مختلف قابل ذخیره و نمایش می‌باشند.

اما هر نقشه یا Map نمایشگر مدل خلاصه‌شده محیط‌های فیزیکی سطح زمین است که در یک فضای دوبعدی مسطحی نمایش داده می‌شود. معمولاً، نقشه‌ها در برگرفته چند عارضه مکانی مختلف (در حالت لایه‌های رقومی) در محدوده یک فضای جغرافیایی شناخته‌شده به صورت زمین-مرجع هستند. توسط شکل شماره 4-6 چند عارضه اصلی شهرستان مرند شامل: روستاها، رودخانه‌ها، شهرهای اصلی در محیط نرم افزار ArcGIS نشان داده شده است. هرچند هر کدام از عوارض

زمین در حالات مختلف نظیر نقاط، خطوط و پلیگون‌ها در چارچوب یک نقشه قابل نمایش هستند، اما همگی آن‌ها در ویژگی‌های مندرج در ذیل اشتراک دارند:

ü هر نقشه می‌تواند از یک و یا چند لایه اطلاعاتی تشکیل گردد، که تجمیع و نمایش لایه‌های مختلف بیانگر یک مدل هدفمند از یک منطقه جغرافیایی خواهد بود.

ü هر نقشه می‌تواند دارای انواع سیستم‌های مختصات مختلف و سیستم تصویر (تبدیل) متفاوتی باشد.

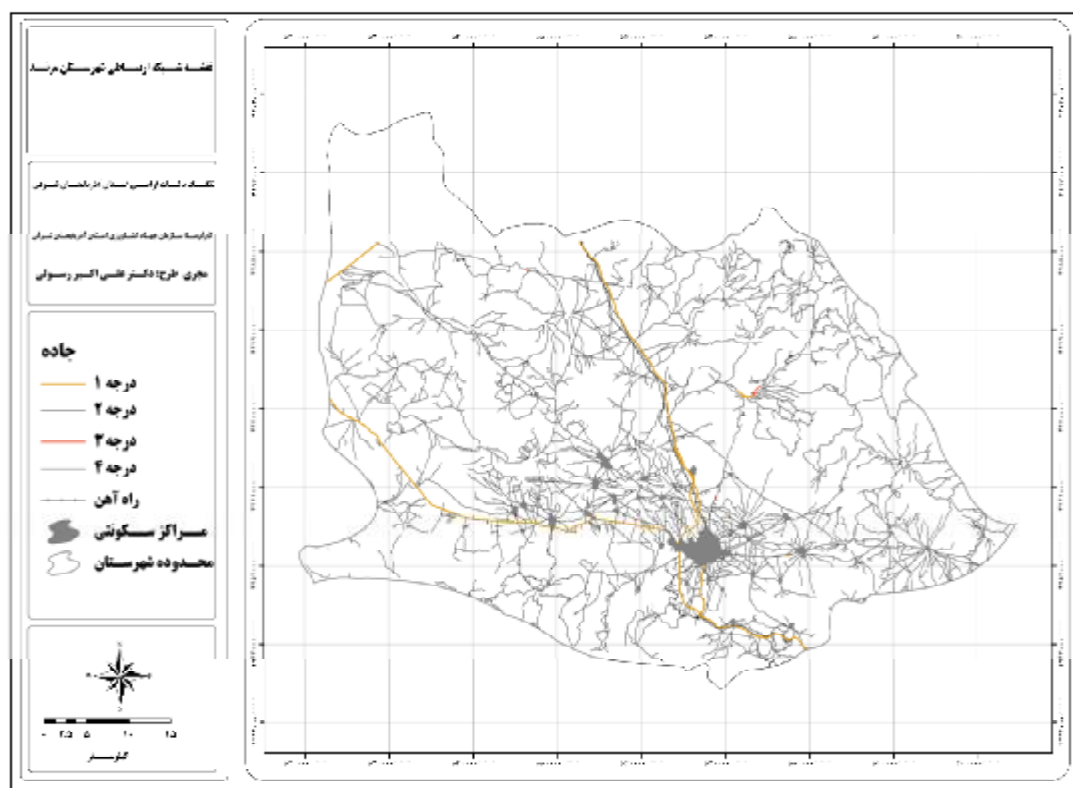
ü داده‌های توصیفی ذخیره شده در جداول خصیصه‌ای با عوارض گرافیکی دارای روابط منطقی هستند.

ü همه داده‌های مکانی و غیرمکانی به صورت رقمی در پایگاه اطلاعات مرتبط ذخیره شده اند.

ü اغلب داده‌ها قابل ویراستاری، تغییر، تبدیل، ترکیب، تحلیل و نمایش در فرمت‌های شناخته شده هستند.

ü هر نقشه در محیط نرم‌افزاری باید دارای عناصر کارتوگرافیکی مانند: مقیاس، علامت شمال، شبکه مختصات جغرافیایی، راهنمای نقشه و عنوان مربوطه باشد.

به‌منظور ایجاد مدل‌های خروجی می‌توان با استناد به روش‌های کارتوگرافی نقشه‌های کاربردی مختلفی را تولید و عرضه داشت. در شکل شماره 4-6 در محدوده شهرستان مرند ویژگی‌های لایه‌های جاده‌ها و مراکز شهری اصلی به همراه کلیه عناصر نقشه نشان داده شده است.



شکل شماره 4-6: نقشه جاده‌ها و شهرهای اصلی شهرستان مرند

در محیط ArcGIS لایه‌ها و نقشه‌ها دارای فرمت رقومی قابل تبدیل بوده و معمولا دارای دقت، صحت، مقیاس، واحدهای اندازه‌گیری، نمایشگرهای گرافیکی و جغرافیائی خاص خود می‌باشند (رسولی، 1384).

### 6-3 لایه‌های اطلاعات شهری استاندارد

اصولا، تدوین استانداردهای معتبر در ارتباط با لایه‌های اطلاعات شهری توسط سازمان نقشه‌برداری، به عنوان متولی فناوری GIS کشور صورت می‌گیرد. اما، در چند سال گذشته سایر سازمان‌ها و ادارات ذیربط فرمت‌ها و قالب‌بندهای خاص خود در زمینه ایجاد و بهره‌برداری از پایگاه‌های اطلاعاتی را مطرح نموده‌اند. در ذیل، خصوصیات اصلی ارقام داده‌های مکانی و توصیفی مرتبط ارائه شده است.

#### 6-3-1 لایه‌های محدوده‌های شهر

ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی محدوده‌های شهری در جدول شماره 6-1 ارائه شده است.

جدول شماره 6-1: ویژگی‌های اصلی ارقام مکانی و توصیفی محدوده‌های شهری

نام زیر کلاس	عارضه (اقلام مکانی مورد نیاز)	اقلام توصیفی تخصصی
تقسیم‌بندی‌های عمومی شهری	محدوده استحفاظی شهر (حریم شهر)	اطلاعات آماری شهرها و نام استان
	حوزه شهری	نام استان
	محدوده قانونی شهر	
	محدوده خدمات شهری	
	منطقه شهرداری	شماره منطقه
	ناحیه	شماره ناحیه
	محل	شماره محله و هویت محلی
	بلوک شهری	شماره بلوک - شماره پستی - اطلاعات آماری - شماره کاربری و شماره ممیزی
تقسیم‌بندی‌های تخصصی شهری	فضای باز و ساخته شده در شهر (احجام و سطوح موجود و پیش بینی شده)	
	منطقه توزیع برق	نام منطقه - تعداد مشترکین - تعداد پست برق و طول خطوط
	منطقه آب و فاضلاب	شماره منطقه - تعداد ناحیه‌ها - تعداد زون‌ها و تعداد مشترکین
	منطقه پستی	شماره منطقه پستی - تعداد واحدهای پستی و تعداد صندوق‌های پستی
	مرکز خدمات تلفنی	شماره منطقه پستی
	منطقه تلفن شهری	شماره منطقه و تعداد مراکز تلفن
	محدوده مراکز تلفنی	
	مرکز کافویی و اونویی	شماره کافو و اونو - نام مرکز تلفن و نام محدوده مراکز تلفنی

--	--	--

ادامه جدول شماره 6-1

شماره ناحیه و تعداد زیرناحیه	ناحیه گازرسانی	تقسیم‌بندی های
شماره زون ناحیه گاز و شماره زیرناحیه گاز	زیرناحیه گازرسانی	تخصصی شهری
سال سرشماری - سایر اطلاعات آماری مربوطه	حوزه آماری و سرشماری عمومی نفوس و مسکن	حوزه‌های آماری و سرشماری
شماره حوزه - سال سرشماری و سایر اطلاعات آماری مربوطه	حوزه آماری و سرشماری عمومی کارگاهی (صنعت و معدن)	
شماره حوزه - سال سرشماری و سایر اطلاعات آماری مربوطه	حوزه آماری و سرشماری عمومی کشاورزی	

### 6-3-2 لایه‌های معابر شهری

ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی معابر شهری اعم از ارقام مکانی و توصیفی تخصصی در جدول شماره 6-2

ارائه شده است.

جدول شماره 6-2: ویژگی‌های اصلی ارقام مکانی و توصیفی معابر شهری

نام زیر کلاس	عارضه (اقلام مکانی مورد نیاز)	اقلام توصیفی تخصصی
معابر درجه یک	آزاد راه	سرعت مجاز و سرعت ترافیک
	بزرگراه	
	راه عبوری (راه آسفالته)	
معابر درجه دو	خیابان اصلی	عرض - تعداد باند - یک طرفه - جهت حرکت - سرعت مجاز - سرعت ترافیک و زیرگذر و روگذر
	خیابان فرعی	عرض - یک طرفه - سرعت مجاز و سرعت ترافیک
معابر درجه سه	کوچه	عرض
	بن‌بست	عرض
سایر معابر	زیرگذر شهری	طول مسیر و میلمان شهری موجود
	عبور وسایط نقلیه موتوری	سطح تردد و سرعت مجاز
	عبور دوچرخه	سطح تردد و سرعت مجاز
	پیاده رو	عرض
	میدان	فضای سبز - عوارض و میلمان شهری موجود و نشانه‌های شهری (پلی - خیر)
	رفوژ	عرض
	پله	
	رمپ و لوپ	
	جوی و جدول	عرض - عمق



فضای سبز	لجکی شهری	
طول دهنه - ارتفاع - طول تاج - جنس پل و ظرفیت پل	پل	

ادامه جدول شماره 2-6

شماره خط - نام مسیر - طول مسیر - تعداد ایستگاهها - نوع (برقی - غیر برقی - خط ویژه) - عرض - ابتدا و انتها	خط اتوبوسرانی	سایر معابر
طول مسیر - شماره مسیر - تعداد ایستگاهها - ابتدا - انتها و وضعیت کاربری	راه آهن شهری (مترو)	راه آهن ها
عرض حریم - تعداد خطوط و وضعیت کاربری	راه آهن غیرشهری	

### 3-3-6 لایه‌های تاسیسات شهری

ویژگی‌های اصلی ارقام مکانی و توصیفی تخصصی ذخیره‌شده در لایه‌های اطلاعاتی تاسیسات شهری در جدول

شماره 3-6 ارائه شده است.

جدول شماره 3-6: ویژگی‌های اصلی ارقام مکانی و توصیفی تاسیسات شهری

نام زیر کلاس	عارضه (اقلام مکانی مورد نیاز)	اقلام توصیفی تخصصی
شبکه توزیع برق	پست روی زمین	شماره پست - نام و نسبت تبدیل
	پایه خط هوایی	شماره پایه - تیپ پایه و سطح ولتاژ
	مفصل	شماره مفصل - نوع (خشک و روغنی) - جنس مفصل و عمق
	پست زیر زمینی	شماره پست - نسبت تبدیل و عمق
	پست هوایی	شماره پست - نسبت تبدیل و ارتفاع
	کابل زیر زمینی	نام خط - شماره خط - تعداد مدار - طول مسیر - عمق و ولتاژ
	منهول	شماره منهول
شبکه توزیع آب	حوضچه روغن	شماره حوضچه - نام و نوع
	شیر هوا	عمق - قطر شیر و جنس
	شیر فشار شکن	عمق - قطر شیر و جنس
	شیر انشعاب	عمق - قطر شیر و جنس
	شیر آتش نشانی	قطر شیر - عرض از مبدا و جنس
	شیر یک طرفه	عمق - قطر شیر و جنس
	شیر قطع و وصل	عمق - قطر شیر و جنس
	شیر درب منازل (چکمه ای)	عمق - قطر شیر و جنس
	حوضچه شیر	عمق عرض از مبدا
	تصفیه خانه آب	نام تصفیه خانه - ظرفیت اسمی - نوع - منبع تامین آب - ظرفیت بهره برداری و ابعاد
	مخزن ذخیره آب تصفیه شده	نوع (زمینی - هوایی) - نام - جنس - ظرفیت و ارتفاع

عمق - ابعاد - شیب - جنس و فاصله سقف کانال تا سطح زمین	کانال فاضلاب	شبکه جمع آوری فاضلاب
کد - نام تصفیه خانه - ظرفیت اسمی - نوع و ظرفیت بهره‌برداری	تصفیه خانه فاضلاب	

ادامه جدول شماره 3-6:

نوع - عمق - جنس - سال احداث - دارای پله و فاقد پله و تعداد لوله های متصل به منهول	منهول	شبکه جمع آوری فاضلاب
نام و نحوه ایجاد (نامعلوم - طبیعی - مصنوعی)	نهر و جوی	شبکه جمع آوری آب- های سطحی
نوع (روباژ - روبسته) نام - عرض و عمق	کانال جمع آوری آب های سطحی	
شماره منطقه تلفن شهری و نام مرکز تلفن	ساختمان مرکز تلفن	شبکه خطوط انتقال مخابرات
نوع و تعداد داکت	کانال مخابرات	
شماره شیت نقشه 1:2000 مربوطه - شماره حوضچه - نوع حوضچه و تیپ حوضچه	حوضچه (منهول)	
نوع (فیبر نوری - کابل مسی) - قطر و زوج	کابل مخابرات	
شماره منطقه تلفن شهری - نام مرکز تلفن - شماره کافو یا اونو و ظرفیت	کافو و اونو	
شماره پست - نام مرکز تلفن - شماره کافو و اونو و منطقه تلفن شهری	پست مخابرات	
	شبکه کمربندی گاز	شبکه توزیع گاز
فاصله لوله گاز - قطر لوله گاز - جنس لوله گاز - عمق لوله گاز و شماره خط	خط لوله گاز	
فاصله - عمق - شماره شیر - نوع - جنس و قطر	شیر گاز	
شماره انشعاب	انشعاب	
ظرفیت - آدرس و شماره ایستگاه	ایستگاه تقلیل فشار گاز	

#### 3-6-4 لایه های عوارض تخصصی تاسیسات شهری (خدمات عمومی)

ویژگی های اصلی ارقام مکانی و توصیفی تخصصی ذخیره شده در لایه های اطلاعاتی سایر عوارض تخصصی

تاسیسات شهری در جدول شماره 4-6 ارائه شده است.

جدول شماره 4-6: ویژگی های اصلی ارقام مکانی و توصیفی سایر عوارض تخصصی تاسیسات شهری (خدمات عمومی)

نام زیر کلاس	عارضه (اقلام مکانی مورد نیاز)	اقلام توصیفی تخصصی
تخصصی برق	نیروگاه	نام نیروگاه - نسبت تبدیل ترانس - قدر نامی - قدرت عملی و نوع (بخاری - گازی - ای - سیکل ترکیبی)
	خط انتقال نیرو	نام خط - ولتاژ و حریم خط
	پست انتقال نیرو	نام پست و نسبت تبدیل (کیلو وات)
	دکل انتقال نیرو	شماره دکل - تیپ دکل و سطح ولتاژ

خط انتقال آب	قطر خط انتقال - جنس - ضخامت جدار لوله - عمق و حریم	تخصصی آب و فاضلاب
خط انتقال فاضلاب	قطر خط انتقال - جنس - ضخامت جدار لوله عمق گذاری	

ادامه جدول شماره 4-6:

تخصصی آب و فاضلاب	کانال آب	نوع (رو باز - روبسته) - نام - عرض و عمق
تخصصی مخابرات	آنتن مخابراتی	
تخصصی زمین شناسی	گسله	نوع (اصلی - فرعی - احتمالی) - سازوکار (راستالغز - رورانده) - شیب - جهت شیب - امتداد و نوع فعالیت (فعال یا غیر فعال)
	محل گمانه	نوع - عمق - جنس
	واحد سنگ	نوع (تخریبی - رسوبی - آذرین) و سن (دوران زمین شناسی)
	ژئومورفولوژی	نوع (سیل - فرونشست و زمین لغزه)
نواحی شهری	سطح آب زیرزمینی	میزان سطح ایستایی آب
	ایستگاه هواشناسی	نوع (ایستگاه باران سنجی - سینوپتیک - جوبالا - اقلیم شناسی - دریایی و کشاورزی)
	واحد خاک	نوع (بر اساس طبقه بندی جهانی Unifid-ISRMI)

### 5-3-6 لایه‌های طرح توسعه شهری

ویژگی‌های اصلی ارقام مکانی و توصیفی مورد نیاز در اجرای طرح‌های توسعه شهری در جدول شماره 5-6 ارائه شده است.

جدول شماره 5-6: ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی در طرح‌های توسعه شهری

نام زیر کلاس	عارضه (اقلام مکانی مورد نیاز)	اقلام توصیفی تخصصی
طرح‌های توسعه شهری	طرح جامع	نام طرح و شماره طرح
	طرح تفصیلی	نام طرح و شماره طرح
	طرح هادی	نام طرح و شماره طرح

### 6-3-6 لایه‌های اطلاعاتی مراکز و ساختمان‌ها و مناطق (محدوده‌ها)

ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی (شامل ارقام مکانی و توصیفی) مراکز و ساختمان‌ها و مناطق (محدوده‌ها) در جدول شماره 6-6 ارائه شده است.

جدول شماره 6-6: ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی مراکز و ساختمان‌ها

نام زیر کلاس	عارضه (اقلام مکانی مورد نیاز)	اقلام توصیفی تخصصی
ساختمان و بلوک ساختمان	بلوک ساختمانی	شماره بلوک مطابق سیستم کد پستی - شماره ممیزی
	قطعه زمین	شماره قطعه زمین - مالکیت - اطلاعات ممیزی
	ساختمان منفرد	نوع (فلزی - بتنی) - سال ساخت - تاریخ آخرین مرمت - نوع کاربری غالب (مسکونی - تجاری - صنعتی و غیره) - شماره ردیف ساختمان در گشت پستی - تعداد واحد - تعداد طبقات
	واحدهای ساختمانی (فقط جدول توصیفی)	کد پستی - شماره ردیف ساختمان در گشت پستی - منحصر به فرد - کاربری واحد
	بلند مرتبه	نوع (فلزی - بتنی) - سال ساخت - تاریخ آخرین مرمت - نوع کاربری غالب (مسکونی - تجاری - صنعتی و غیره) - شماره ردیف ساختمان در گشت پستی - تعداد واحد - تعداد طبقات
	کلبه	
	خرپشته	
	نورگیر	
	تراس	
	آب انبار	
محدوده و ساختمان خدمات عمومی	آسیاب	
	پارکینگ	گنجایش - نوع (خصوصی - دولتی)
	مرکز پلیس - ناحیه انتظامی	
	دامداری	
	مرغداری	
	مرکز دفع زباله	
	مرکز جمع آوری اجناس اسقاطی	
	هتل	
	ایستگاه راه آهن شهری (ایستگاه مترو)	
	ایستگاه راه آهن غیر شهری	
	پایانه (ترمینال)	
	ایستگاه اتوبوس	
	مرکز یا منطقه صنعتی	
	مرکز یا منطقه تجاری	
	مرکز یا منطقه ممنوعه	
مرکز یا منطقه آموزشی	نوع (شبهانه - غیر انتفاعی - روزانه - پیام نور - تربیت معلم - دولتی - آزاد - مدرسه عالی)	
مرکز یا منطقه درمانی و بهداشتی		

	مکان مذهبی	
	مکان باستانی	
تجهیزات موجود	ایستگاه آتش نشانی	
	سازه آبی	
	تاسیسات حفاظتی	
	مرکز یا منطقه ورزشی	
	مرکز یا منطقه اداری	
	فرودگاه	
	بندر	

ادامه جدول شماره 6-6:

	موج شکن	محدوده و ساختمان خدمات عمومی
	منطقه نمایشگاه	
	مقبره	
	محوطه انبار	
	مرکز فرهنگی	
	گورستان	
	بازار	
	جایگاه سوخت گیری (بنزین و گاز مایع)	
	مرکز یا منطقه تفریحی و جهانگردی	
	سیلو	
	باسکول	
	دودکش	
	هواکش مترو	
	حصار	
	محل فرود هلیکوپتر	
	برج دیده بانی هواپیمائی	

### 6-3-7 لایه‌های اطلاعات پوشش گیاهی شهری

ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی (شامل ارقام مکانی و توصیفی) پوشش گیاهی در جدول شماره 7-6 ارائه شده

است.

جدول شماره 7-6: ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی در برگزیده داده‌های پوشش گیاهی شهری

نام زیر کلاس	عارضه (اقلام مکانی مورد نیاز)	اقلام توصیفی تخصصی
فضای سبز	چمن کاری	مساحت
	شالیزار	
	پارک	تجهیزات و تاسیسات موجود - مبلمان شهری موجود - امکانات تفریحی و خدماتی - تاریخ تاسیس - مساحت - سطح پوشش فضای سبز و سطح پوشش معابر
	سیفی کاری	

	تکدرخت	
	زمین کشاورزی	
	ردیف درخت	
	محدوده درختکاری	
قدمت باغ و ارزش میراث فرهنگی (دارد - ندارد)	باغات	

### 6-3-8 لایه‌های اطلاعات عوارض آبی شهری

ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی (ارقام مکانی و توصیفی) عوارض آبی در جدول شماره 6-8 ارائه شده است.

جدول شماره 6-8: ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی عوارض آبی شهری

نام زیر کلاس	عارضه (اقلام مکانی مورد نیاز)	اقلام توصیفی تخصصی
پهنه‌های آبی	درباچه	طعم آب و وضعیت تداوم (نامعلوم - فصلی - دائمی)
	ساحل	
	خور	
	استخر	وضعیت کاری (در دست احداث - در حال بهره برداری و متروکه)
مسیرهای آبی	رودخانه	
	مسیل	دبی - آلودگی - pH - چگالی - کیفیت آب و کمیت آب
	زه کش	
عوارض آبی نقطه‌ای	قنات	عمق مادر چاه - آبدهی قنات - طول قنات - عمق مادر چاه شاخه دار فرعی - نوع (شهری - غیر شهری دشتی - غیر شهری روستایی - غیر شهری کوهستانی) و عمق میله چاه
	چاه	نوع (چاه عمومی شهرداری - چاه شرکت آبفا - چاه شخصی) و عمق
	چشمه	دمای نسبی
	آبشار	
پهنه‌های غیر خشک	باتلاق	
	برکه	
	تالاب	
	مرداب	
	نیزار	
	مانداب	

### 6-3-9 لایه‌های اطلاعات ارتفاعات شهری

ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی (شامل ارقام مکانی و توصیفی) ارتفاعات شهری در جدول شماره 6-9 ارائه شده است.

جدول شماره 6-9: ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعات ارتفاعات شهری

نام زیر کلاس	عارضه (اقلام مکانی مورد نیاز)	اقلام توصیفی تخصصی
گودبرداری و دیو	گودبرداری	
	دیو	
نقاط ارتفاعی	مدل شیب مستخرج از مدل DEM	
	جهت ناهمواری مستخرج از مدل DTM	
خاکریزها	خاکریز	
	سیل بند	
منحنی‌های میزان	منحنی میزان اصلی	
	منحنی میزان تقریبی	
	منحنی میزان شاخص	
	منحنی میزان واسطه	

### 6-3-10 لایه‌های اطلاعات نقاط شهری

ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی (شامل ارقام مکانی و توصیفی) نقاط کنترل در جدول شماره 6-10 ارائه شده است.

جدول شماره 6-10: ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی نقاط کنترل شهری

نام زیر کلاس	عارضه (اقلام مکانی مورد نیاز)	اقلام توصیفی تخصصی
ژئودزی	نقطه ژئودزی	
ترازیابی	بنج مارک	
	مرکز عکس	

	نقطه کنترل ارتفاعی	فتوگرامتری
	نقطه کنترل مسطحاتی	
	نقطه کنترل ارتفاعی و مسطحاتی	
	نقطه کنترل مثلث‌بندی	

### 6-3-11 لایه‌های اطلاعات سایر عوارض شهری

ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی (شامل ارقام مکانی و توصیفی) سایر عوارض شهری در جدول شماره 6-11

ارائه شده است.

جدول شماره 6-11: ویژگی‌های اصلی لایه‌های اطلاعاتی سایر عوارض شهری

نام زیر کلاس	عارضه (اقلام مکانی مورد نیاز)	اقلام توصیفی تخصصی
مبلمان شهری	آب نما	مساحت - ارتفاع فواره
	دریچه تنظیم آب	
	توالی عمومی	
	کیوسک	
	باجه تلفن	
	صندوق پست	
	دوربین ترافیک	
	تابلو	نوع (چوبی_فلزی و غیره)
مخازن	نیمکت	
	مخزن گازوئیل	
	مخزن بنزین یا نفت	

### 6-4 جمع بندی

امروزه، فرآوری و آماده‌سازی لایه‌های رقومی و نقشه‌های مرتبط به همراه اطلاعات توصیفی فوق‌العاده حائز اهمیت تلقی می‌گردد. به همین منظور، با هدف رسیدن به کاربردهای مطلوب و اقتصادی هر GIS شهری، باید اطلاعات به گونه‌ای تهیه، آماده‌سازی و ذخیره گردد، که در مراحل تحلیلی به‌توان از آن‌ها کاملترین بهره‌برداری را اعمال نمود. به‌صورت نهادینه، ایجاد لایه‌ها و نقشه‌های شهری تخصصی این امکان را فراهم می‌آورد که در روند مدیریت هوشمندانه شهرهای امروزی کاربردهای متعددی را می‌توان انتظار داشت.



## سئوالات فصل شش:

- 1) ویژگی‌های اصلی یک پایگاه اطلاعاتی را تشریح نمایید.
- 2) یک لایه رقومی چه مشخصاتی دارد؟ ذکر کنید.
- 3) پایگاه اطلاعات هر لایه از چه عناصری تشکیل شده است؟
- 4) یک لایه با یک قطعه نقشه جغرافیائی چه تفاوتی دارد؟
- 5) عناصر اصلی در یک نقشه را ذکر کنید.
- 6) در لایه‌های مربوط به پوشش گیاهی شهری چه اطلاعاتی باید ذخیره گردد؟
- 7) در محیط نرم افزار ArcGIS اطلاعات توصیفی در چه محلی ذخیره می‌شوند و چگونه؟
- 8) به نظر شما، اطلاعات مورد نیاز مناطق شهرداری‌های تابعه استان آذربایجان شرقی چه مشخصاتی باید داشته باشند؟
- 9) امتیازات و محدودیت‌های ذخیره اطلاعات در محیط GIS را شرح دهید.
- 10) هدف اصلی تولید و نگه‌داری لایه‌های اطلاعاتی چیست؟

## منابع تکمیلی برای مطالعه :

- 1) خواجه، خسرو (1378) بازنگری داده‌های جغرافیایی چارچوبی برای تولید داده‌های بهنگام جهت GIS، مجله سپهر، شماره 30
- 2) رسولی، علی‌اکبر (1388) تحلیل‌های مکانی در محیط GIS، زیرچاپ
- 3) عظیم زاده، اشرف (1378) ذخیره‌سازی داده‌ها، مجله سپهر، شماره 32
- 4) قدوسی، مهران (1378) تلفیق GIS , CAD برای به تصویر کشیدن تغییرات منظر در محیط GIS، مجله شهرنگار، شماره 8
- 5) مقدمی، صدیقه (1376) توسعه مکمل GIS و فناوری اطلاعات IT، مجله نقشه‌برداری، شماره 4

- 1) Heywood, I., Cornelius, S., and Carver, S. (2006) An Introduction to Geographical Information Systems. Prentice Hall. 3rd edition.
- 2) Jankowski, P. (1995) Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making methods. International Journal of Geographical Information Systems 9 251 – 273
- 3) Kraak, M, J. and Brown, A. (2001) Web Cartography: development and prospects. Taylor & Francis, UK.
- 4) The Government Center for Information Systems (1994) An Introduction to Geographic Information Systems, UNISYS, HMSO Publications Center, UK.
- 5) Yeh, A. G. O. and Qiao, J. (2004b) ModelObjects—a model management component for the development of planning support systems" Computers, Environment and Urban Systems

## منابع و مأخذ نهایی (فارسی):

- (1) آقامحمدی حسین، محمد سعدی مسگری و رضا نورجو (1384) مدل‌سازی مکانی برای کاهش خسارت‌های بحران زلزله در ایران، همایش سیستم‌های اطلاعات مکانی 84، تهران.
- (2) آلتناوینو و مایکل مینامی، ترجمه میرمحمد میرصادقی (1387) خودآموز ArcGIS9.3، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد اصفهان.
- (3) ابره‌دری، حسن و جمیل صادقی فر (1385) بررسی نقش سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS در مدیریت حوادث غیرمترقبه، سومین کنگره بین‌المللی بهداشت درمان و مدیریت بحران در حوادث غیرمترقبه، تهران.
- (4) ابلقی، علیرضا (1383) بافت‌های فرسوده در سکونت‌گاه‌های شهری و روستایی و خطر زلزله، هفت‌شهر، سال پنجم، شماره 17
- (5) احمدی دستجردی، حمید (1382) پیشینه زلزله در ایران، ماهنامه شهرداری‌ها، شماره 58
- (6) ایازی، سیدمحمد (1385) شناسایی بافت‌های فرسوده با استفاده از سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS)، همایش ژئوماتیک 85، سازمان نقشه‌برداری کشور، تهران.
- (7) بحرینی، حسین (1371) مفهوم و شناخت طرح ریزی کالبدی، مجموعه مقالات طر ریزی کالبدی، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران.
- (8) پسند، امین و شکوهی، علی (1386) استخراج شاخص‌های شناسایی بافت‌های فرسوده شهری با GIS (نمونه مطالعاتی محله حسینیه زنجان)، اولین همایش GIS شهری
- (9) پورکرمانی، محسن و آرین، مهران (1377) لرزه خیزی ایران، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- (10) تی تی دژ، امید (1387) خودآموز ArcGIS9.x، انتشارات علم و معمار.
- (11) ثنائی‌نژاد، سیدحسین (1378) مقدمه‌ای بر سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- (12) حبیبی، کیومرث (1385) توسعه کالبدی، بهسازی و نوسازی بافت کهن شهر زنجان با استفاده از GIS، پایان‌نامه دوره دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران.
- (13) حسین زاده دلیر، کریم (1384): برنامه ریزی ناحیه ای، انتشارات سمت.
- (14) حسین‌زاده‌دلیر، کریم، پورمحمدی، محمدرضا و سلطانی، علیرضا (1387) طرح‌های شهری ایران از قلمرو تهیه تا واقعیت آن در اجرا (مورد مطالعه: طرح جامع تبریز). فصلنامه جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره 11
- (15) خواجه، خسرو (1376) نظریه اطلاعات فضایی به‌عنوان مبنایی برای GIS، سپهر، شماره 22
- (16) دادرست، محمدجواد (1379) معیارهای انتخاب یک نرم افزار GIS مناسب، سپهر، شماره 35
- (17) دادور، عبدالله (1381) مدیریت بحران، فصلنامه فرهنگ ایمنی، سال سوم، شماره‌های 8 و 9
- (18) رحمتی زاده شیما، دلاور، محمودرضا، آل‌شیراز، علی اصغر و متصدی، سعید (1383) استفاده از پایگاه داده زمانمند در مدیریت کیفیت هوا، همایش ژئوماتیک 83، تهران.
- (19) رسولی، علی‌اکبر (1371) مروری بر سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، سپهر، شماره 3
- (20) رسولی، علی‌اکبر (1371) مروری بر سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، سپهر، شماره 4
- (21) رسولی، علی‌اکبر (1378) اصول طراحی تصاویر جغرافیایی در محیط GIS، سپهر، شماره 29
- (22) رسولی، علی‌اکبر (1384) تحلیلی بر فناوری GIS، اداره چاپ و انتشارات دانشگاه تبریز
- (23) رسولی، علی‌اکبر (1387) مبانی سنجش‌ازدور کاربردی با تاکید بر پردازش تصاویر ماهواره‌ای، اداره چاپ و انتشارات دانشگاه تبریز.
- (24) رضاپور، رفعت (1385) کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS در مدیریت بحران، سومین کنگره بین‌المللی بهداشت، درمان و مدیریت بحران در حوادث غیرمترقبه.
- (25) سازمان محیط‌زیست ایران (1380): دستورالعمل مکانیابی محل دفن بهداشتی پسماندها، اداره کل حفاظت محیط زیست استان‌ها در سطح کشور.
- (26) سرتاج، محمد، محمدباقر صدوق و حمید جلالوندی (1386) کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در مکانیابی محل‌های دفع پسماند ویژه، سومین همایش ملی مدیریت پسماند.
- (27) سنجری، سارا و امید سعادتیار (1388) پروژهای کاربردی GIS، انتشارات عابد.

- 28) شیخ محمدزاده، عباس (1383) بررسی تحلیل طراحی شهری با تاکید بر مدل‌سازی ترافیک با استفاده از سیستم‌های اطلاعات مکانی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد GIS دانشکده فنی تهران.
- 29) قدسی پور، حسن (1384) فرایند تحلیل سلسله مراتبی، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران).
- 30) قلمبر دزفولی، راما و محسن محمدزاده (1386) نقش GIS در توسعه پایدار شهری از طریق تولید نقشه‌های زیست‌محیطی و برنامه‌ریزی فضای سبز شهری، اولین همایش GIS شهری.
- 31) کریم‌زاده، غلامرضا و افسانه بردبار (1385) کاربرد سامانه اطلاعات مکانی در برنامه‌ریزی کاربری فضای سبز (بوستان‌های شهری) مطالعه موردی شهر قدس، سومین همایش سیستم‌های اطلاعات مکانی، تهران.
- 32) مجیدی، حسین (1372) تولید و نمایش تصویری داده‌ها در GIS، مجله نقشه‌برداری، شماره 14
- 33) محمودزاده، حسن (1385) کاربرد روش همپوشانی وزن‌دار با هدف مدل‌سازی توسعه فیزیکی شهر تبریز به طرف گسل شمالی تبریز در محیط GIS، اولین همایش ملی مدیریت بحران زلزله در شهرهای دارای بافت تاریخی.
- 34) مختاری، مهدی و آرش صفائی اصل، کاظم رنگزن و محمدعلی فیروزی (1385) مدل‌سازی توسعه عملکردهای شهری و کاربرد مدل‌های زیست‌محیطی در محیط GIS برای تعیین مناطق مستعد برای توسعه فیزیکی شهر، سومین همایش سیستم‌های اطلاعات مکانی، تهران.
- 35) مخدوم، مجید و همکاران (1380) ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط‌زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- 36) مدیری، مهدی (137) اشاره، GIS سنتی و پویا، مجله سپهر، شماره 10
- 37) مدیری، مهدی و خسرو خواجه (1377) کارتوگرافی مدرن GIS، سیستم اطلاعات کارتوگرافی، تهران، انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح.
- 38) مدیریت سیستم اطلاعات جغرافیایی سازمان نقشه‌برداری کشور (1375) سیستم اطلاعات جغرافیایی، انتشارات سازمان نقشه-برداری کشور.
- 39) مرکز اطلاعات جغرافیایی شهر تهران (1376) کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در جهان، مرکز اطلاعات جغرافیایی شهر تهران وابسته به شهرداری تهران.
- 40) منوری، مسعود (1370) مکان‌یابی محل‌های دفن مواد زاید جامد، دفتر محیط‌زیست انسانی، سازمان حفاظت محیط زیست تهران.
- 41) مینامی، مایکل و دیگران، ترجمه میرمحمد میرصادقی (1386) آموزش نرم افزار ArcMap9.x\_ ArcGIS9 جلد اول، انتشارات فرات.
- 42) ناظری مصطفی، محمدرضا انصاری، آقاجان مولا و ابراهیم کهنسال (1386) کاربرد سنجش‌ازدور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مدیریت بحران و پهنه‌بندی خطر شهرهای ساحلی دریای خزر، اولین همایش GIS شهری.
- 43) نقدی، کریم، محمد سعادت سرشت، علی منصوریان و محمد جواد ولدان زوج (1385) بهینه‌سازی اسکان موقت در مدیریت بحران، سامانه‌های اطلاعات مکانی 85 سازمان نقشه‌برداری کشور، سازمان منطقه آزاد قشم.
- 44) نوریان، فرشاد (1375) مقدمه بر سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی شهری، مرکز اطلاعات جغرافیایی تهران.
- 45) نوریان، فرشاد و ویلیام هاکسهولد (1380) مقدمه ای بر سیستم های اطلاعات جغرافیایی شهری، انتشارات شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری.
- 46) نیرآبادی، هادی و سید محمود حاجی‌میررحیمی (1387) بکارگیری روش‌های سلسله مراتبی و فازی در مکانیابی دفن زباله؛ همایش ژئوماتیک 87، تهران.
- 47) وجودی، مهدی (1381) سایت تخصصی پایگاه تخصصی مهندسی عمران و زلزله ایران به نشانی: <http://www.vojoudi.com>
- 48) ولیزاده کامران، خلیل (1385) نرم افزار مدیریت بحران مبتنی بر GIS، سومین همایش سیستم‌های اطلاعات مکانی

یادآور می‌گردد، کلیه اشکال، نقشه‌ها، جداول و معادلات استنادی در متن کتابچه حاضر، مستخرج از کتاب‌های نشر شده (یا در حال انتشار) شامل: "تحلیلی بر فناوری GIS"، "روش‌های ورود داده‌ها به محیط GIS"، "تحلیل‌های مکانی"، "مبانی سنجش‌ازدور کاربردی با تاکید بر پردازش تصاویر ماهواره‌ای"، تحقیقات متعدد و پایان‌نامه‌های مدیریت شده (در دانشگاه تبریز و دانشگاه آزاد اسلامی مرند در مقاطع کارشناسی ارشد و دکترا) توسط مولف می‌باشد. بنابراین، در اغلب موارد، به منابع و مأخذ خود نگارنده ارجاع داده نشده است.

- 1) Anselin, Luc. (2000) Spatial Analysis of Crime, National Institute of Justice (NIJ). From the World Wide Web: <http://www.nij.com>.
- 2) Aronoff, S. (1989) Geographic Information Systems: a management perspective. WDL Publication, Ottawa Canada.
- 3) Ayeni .b. (1998); "Rural Spatial structures and Geographical Information system for Planning Rural Areas". 31st Annual conference of the Nigerian Geographical Association, Nigeria.
- 4) Baburajan, K.B. and Stalin, M. (1996) Geographic Information System for Planning Rural Development Programmes, Indian Cartographer, Vol. 16, 148-155.
- 5) Berkowicz, R. Ketznel, M. Jensen, S.S. Hvidberg, M and Nielsen O.R. (2008) Evaluation and application of OSPM for traffic pollution assessment for a large number of street locations, Environmental Pollution vol.23, No.3, pp.296-303.
- 6) Bovee, C. L.; Thill, J. V.; Wood, M. B. and Dovel, G. P. (1993) Management, International Ed. Mc Graw Hill Book Co.
- 7) Brainard, L.A. and Parfitt, J. (1996) Assessing hazardous waste transport risks using a GIS. Internatiol Journal of Geographical Information Systems, 10, 831-849.
- 8) Burrough, P.A. (1986) Principles of Geographical Information Systems for Land Resource Assessment. Clarendon, Oxford, UK.
- 9) Curran P. J. (1985) Principles of Remote Sensing, Pub. Longaman Inc., New York.
- 10) DeMers, M.N. (1997) Fundamentals of Geographic Information Systems. John Wiley & Sons, INC.Brisbane, Australia.
- 11) Durcansa, Maria (1998) GIS in Transportation Operation; City of Dallas Pilot Project, ESRI User Conference.
- 12) Elmasri, A. R. and Navathe, S. (2000) Fundamentals of database systems. New York: Addison-Wesleyli.
- 13) ESRI (1994) Map Projections – Georeferencing Spatial Dada. USA.
- 14) Ewing, R. (1997) Is Los Angles-Style sprawl Desirable, Journal of the American Planning Association, 63(1):107-126.
- 15) Farrag, A. (2000) The role of Spot satellite images in mapping air pollution caused byCement Factories, International Archives of photogrammetry and remote sensing. Vol. XXXIII, PartB7. Amsterdam.
- 16) Foley, J.D. and Van Dam, A. (1982) Fundamentals of Interactive Computer Graphics. Addison-Wesley, USA.
- 17) Goodchild M. F. and K. K. Kemp (1992) Application issues in GIS, National Center for Geographic Information and Analysis.
- 18) Hogweg D. M. (2000) Spatio-temporal Visualization and Analysis, MSc Thesis, University of Salford, UK.
- 19) Interactive Crime Analysis Solution \ [www.naxossolution.com](http://www.naxossolution.com).
- 20) Jat, M. K.; Garg, P. K. and Khare, D. (2008) Modelling of urban growth using spatial analysis techniques: a case study of Ajmer city (India) Source, International Journal of Remote Sensing, Vol. 29, No. 2, pp.543-567.
- 21) Karbanda, E. and A. Stalworthy (1990) Waste Management, Gower, England.
- 22) Khalesian, M.; Pahlavani, P and Delavar, M.R (2009) A GIS-based Traffic Control Strategy Planning at Urban Intersections, IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.9 No.1.
- 23) Maling, D.H. (1973) Coordinate Systems and Map Projections. George Phillip and Son Limited, London. UK.

- 24) Matejcek, L. (2005) Spatial modelling of air pollution in urban areas with GIS: A case study on integrated database development, *Advance in Geosciences*, 4, 63-68.
- 25) McGuire, P. G. (2000) the New York Police Department COMPSTAT Process: Mapping for Analysis, Evaluation, and Accountability. *Analyzing Crime Patterns: Frontiers of Practice*. pp.
- 26) Merchant, D.C. (1987) Spatial accuracy specification for large scale topographic maps. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 53.
- 27) Ministry of Shipping and Transport (1981-2001) Road Development Plan for India, Indian Roads Congress, New Delhi, India, 1984.
- 28) Ministry for the Environment, (2000) Good-practice guide for air quality monitoring and data management.
- 29) Monmonier, M. (1982) *Computer-Assisted Cartography: Principles and Prospects*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs NJ. USA.
- 30) Nadi S and Delavar M. (2003) Spatio-Temporal Modeling of Dynamic Phenomena in GIS, *Fanland*.
- 31) Peek-asa-c; Ramirez-MR; Shoaf-k; Seligson-H; Karus-JF. (2000) GIS mapping of earthquake-related deaths and hospital admissions from the 1994 Northridge, California, earthquake. *Ann-Epidemiol.* 10(1):5-13.
- 32) Peuquet, D.J. (1984) A Conceptual Framework and Comparison of Spatial Data Models. *Cartographica* 21.
- 33) Peuquet, D. J. and Bacastow, T. (1991) Organizational Issues in the Development of Geographical Information Systems: A Case Study of US Army Topographic Information Automation, *International Journal of Geographical Information Systems*, Vol. 5, No. 3, pp.303-319.
- 34) Plumber, L. and Groger, G. (1997) Achieving integrity in geographic information systems: maps and nested maps, *GeoInformatica* 1(4): 346-367.
- 35) Robinson, A.H.; J.L. Morrison, P. C.; Muehrcke. A. J. Kimerling and S.C. Guptill (1995) *Elements of Cartography*. JOHN WILEY & SONS, INC. USA.
- 36) Samet, H. (1984) The Quadtree And Related Hierarchical Data Structures. *ACM Computer Surveys* 16 (2).
- 37) Samet, H. (1989) *Applications of Spatial Data Structure*. Annison – Wesley Publishing Company, Ontario.
- 38) Smith, T. R.; Menon S.; Starr J. L. and Estes J. E. (1987) Requirements and Principles for the Implementations and Construction of Large – scale GIS. *International Journal of GIS* NO 1.
- 39) Snyder, J. P. (1987) *Map Projections. A Working Manual*- USGS Professional Paper.
- 40) Sarker, S. and Jain, D. (2008) Use of Geospatial Techniques in Post Earthquake Disaster Mitigation, *Symbiosis Institute of Geoinformatics*.
- 41) Shelton, E. (1981) Remote Sensing and Geographic Information System an unrealized potential, *Geo-Processing* pp 385-420.
- 42) Tchobanoglous, G.H.; H. Theinsen, and S.Vigil (1993) *Integrated Solid Waste Management*, Mc Graw-Hill Book Co., New York.
- 43) Travis, J. (1999) *The Use of Computerized Crime Mapping by Law Enforcement: Survey Results*. National Institute of Justice Research Preview.
- 44) Tufte, E.R. (1983) *the Visual Display of Quantitative Information*. Graphics Press, Press, Cheshire, CT.
- 45) Yeh, A.G., and X.Li. (2001) *Photogrammetric Engineering & Remote sensing* vol.67, No.1, pp.88-90.