

## مروری بر سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

دنیای امروز دنیای اطلاعات و مدیریت بهینه آنها می باشد. قسمت عمده ای از تصمیمات اخذ شده توسط مدیران و برنامه ریزان در پروژه های مختلف عمرانی، زیست محیطی، پژوهشی، دفاعی و امنیتی و ... به نوعی به مکان و موقعیت خاصی مربوط و متناسب می باشند. لذا وجود اطلاعات جغرافیایی دقیق، مطمئن و بهنگام و نیز مدیریت بهینه آن از موضوعات بسیار اساسی در موفقیت این تصمیمات و اجرای آنان می باشد. با اختراع رایانه روند تجزیه و تحلیل و تلفیق اطلاعات جغرافیایی وارد مرحله نوینی شد و شکل تکامل یافته آن امروزه به نام سیستمهای اطلاعات جغرافیایی (GIS) شناخته می شود. این سیستمها در واقع علم، فن و هنر مدیریت اطلاعات مکان مرجع هستند که مدیران، تصمیم گیرندگان و متخصصان را قادر به اخذ، ذخیره سازی، بهنگام سازی، بازیافت، پردازش، نمایش و کاربرد اطلاعات جغرافیایی در فرمهای متنوع: متنی، گرافیکی و رقومی، در مقیاسهای متناسب می نماید تا اطلاعات مفید و مورد نیاز را برای مدیریت بهینه منابع و امکانات فراهم نمایند. GIS در نهایت بعنوان یک سیستم حامی تصمیم گیری مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

## تعریف GIS:

سیستم اطلاعات مکانی (Geospatial Information Systems)(GIS) مجموعه سازمان یافته از سخت افزار، نرم افزارهای کامپیوتری و داده های مکان مرجع و توصیفی و افراد متخصص و الگوریتم ها است که به منظور گردآوری، ذخیره سازی، بهنگام سازی، پردازش، بازیافت و تجزیه تحلیل و ارائه شکل های مختلف اطلاعات مکان مرجع، طراحی و ایجاد شده و به بیان مشخصات و ویژگی های مکانی داده ها می پردازد. منظور از داده، اطلاعات مکانی و توصیفی می باشد.

سیستمهای اطلاعات جغرافیایی از سه جزء اصلی تشکیل شده اند. این سه جزء عبارتند از:

- نیروهای متخصص
- کامپیوتر
- اطلاعات جغرافیایی



#### اجزای اصلی سیستمهای اطلاعات جغرافیایی

نیروهای متخصص وظیفه طراحی و پیاده سازی سیستم و همچنین بهنگام سازی اطلاعات را به عهده دارند. کامپیوتر شامل سخت افزار و نرم افزار مناسب جهت ذخیره سازی، بهنگام سازی و تجزیه و تحلیل اطلاعات می باشد و اطلاعات جغرافیایی نیز شامل دو نوع اطلاعات می باشد: اطلاعات مکانی و اطلاعات توصیفی.

اطلاعات مکانی شامل موقعیت عوارض و اشیاء موجود در دنیای واقعی می باشد. اینگونه اطلاعات بصورت نقشه، عکسهای زمینی، هوایی، ماهواره ای و تصاویر هوایی، ماهواره ای و... موجود می باشند. اطلاعات توصیفی، شامل خصوصیات و ویژگیهای مربوط به عوارض می باشند.

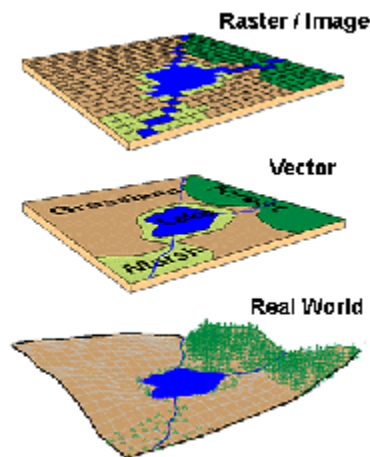
#### اطلاعات مکانی GIS

جهت نمایش و ذخیره سازی اطلاعات مکانی در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی دو فرمت اصلی وجود دارد. این دو فرمت عبارتند از:

- فرمت برداری (Vector)
- فرمت رستری (Raster)

در فرمت برداری کوچکترین المان یک نقطه می باشد و برای نمایش عوارض از نقطه، خط و پلیگون استفاده می شود. در فرمت رستری، کوچکترین المان یک واحد سلولی به نام پیکسل (Pixel) می باشد. هر پیکسل دارای یک ارزش (Value) می باشد. مجموعه ای از پیکسلها که بصورت ماتریسی در کنار یکدیگر قرار می گیرند، نمایش دهنده عوارض مکانی می باشند. تصاویر ماهواره‌ای، نقشه های اسکن شده و ... نمونه هایی از فرمت رستری می باشند.

فرمتهای برداری و رستری، هر یک دارای مزایا و کارایی های خاص خود می باشند. بعنوان مثال، فرمت برداری برای عملیاتی نظیر: تجزیه و تحلیل شبکه (Network Analysis)، تجزیه و تحلیل مکانی (Spatial Analysis) و ... مناسب هستند. در حالیکه فرمت رستری برای عملیاتی نظیر: طبقه بندی (Classification)، همپوشانی (Overlay) و ... مناسب می باشد.



#### مدلهای داده موجود برای نمایش و ذخیره سازی اطلاعات مکانی

در صورتیکه مبنای ذخیره سازی اطلاعات مکانی در یک GIS، فرمت برداری باشد، سیستم اطلاعات جغرافیایی را Vector-Based GIS گویند و در صورتیکه مبنای ذخیره سازی اطلاعات مکانی، فرمت رستری باشد، سیستم را Raster-Based GIS می نامند. در صورتیکه یک GIS، قابلیت نمایش و پردازش توأم اطلاعات برداری و رستری را داشته باشد، به آن یک سیستم اطلاعات جغرافیایی یکپارچه (IGIS) اطلاق می گردد. در اینگونه سیستمها، امکان استفاده از مزایای هر دو نوع اطلاعات برداری و رستری بصورت تلفیقی وجود دارد.

## اطلاعات توصیفی GIS

جهت ذخیره سازی و مدیریت اطلاعات توصیفی در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی، چهار ساختار مختلف موجود می باشد، که عبارتند از:

- درختی (Hierarchical)
- شبکه‌ای (Network)
- رابطه ای (Relational)
- شی‌گرا (Object-Oriented)

از میان ساختارهای فوق، دو ساختار اول جزء ساختارهای قدیمی می باشند که هم اکنون مورد استفاده بسیار کمی دارند. اکثر نرم‌افزارهای GIS که طی سالهای اخیر به بازار عرضه شده‌اند دارای ساختار رابطه‌ای می باشند. اما امروزه با مطرح شدن ساختار شی‌گرا، که جدیدترین تکنولوژی موجود می باشد، تولید کنندگان نرم افزار سعی می کنند تا محصولات خود را با ساختار شی‌گرا طراحی کنند و استفاده کنندگان نیز بیشتر مایل به استفاده از چنین نرم افزارهایی می باشند.

در ساختار رابطه ای، داده های توصیفی در جداولی ذخیره سازی می‌شوند. جداول از طریق ستون مشترک با یکدیگر در ارتباط هستند و هر سطر از جدول (رکورد) از طریق یک کُد منحصر بفرد، به عوارض موجود در بانک اطلاعات مکانی متصل می گردد. همانطور که مشاهده می شود، در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی که از ساختار رابطه ای استفاده می کند، اطلاعات مکانی و اطلاعات توصیفی در دو بانک اطلاعاتی جداگانه ذخیره سازی می شوند.

در خصوص تعیین و تعریف سطوح دسترسی به اطلاعات، بیشترین سطح امنیت قابل تعریف در ساختار پایگاه داده رابطه‌ای، در حد یک جدول اطلاعاتی می‌باشد. چراکه با دسترسی کاربر به هر جدول اطلاعاتی، کلیه اطلاعات آن جدول در اختیار کاربر خواهد بود.

در ساختار شی‌گرا هر عارضه بعنوان یک شی در نظر گرفته می شود. بنابراین اطلاعات مکانی و توصیفی مربوط به عارضه در داخل شی قرار خواهند داشت و کلیه اطلاعات در کنار یکدیگر و در داخل شی نگهداری می شوند. در این ساختار هر شی، اشیا مجاور خود را می‌شناسد و می‌تواند به یکدیگر پیام (Message) ارسال کنند و نسبت به محیط اطراف خود عکس العمل نشان دهند. همچنین امکان نوشتن روش (Method) برای هر شی و در داخل خود شی وجود دارد.

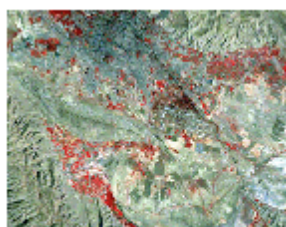
در ساختار پایگاه داده شیء‌گرا، از آنجا که به هر عارضه و اقلام اطلاعات توصیفی مربوط به آن، به عنوان یک شیء مستقل در دنیای واقعی نگریسته می‌شود، لذا می‌توان سطوح دسترسی به اطلاعات را در حد یک عارضه و یا یک قلم اطلاعات توصیفی خاص، محدود نموده و امنیت اطلاعات را در سطح قابل قبولی حفظ نمود.

### منابع تأمین‌کننده اطلاعات مکانی مورد نیاز GIS

جمع‌آوری اطلاعات مکانی یکی از مهمترین مراحل ایجاد سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، می‌باشد. اطلاعات مکانی مورد نیاز یک سیستم اطلاعات جغرافیایی، می‌تواند از منابع مختلفی از جمله موارد زیر، جمع‌آوری و تأمین شود:

#### • تصاویر ماهواره‌ای سنجش از دور

سنجش از دور یکی از جدیدترین علوم و تکنولوژیهای جمع‌آوری اطلاعات می‌باشد و وجود ماهواره‌های مختلف؛ با قدرت تفکیک‌های مکانی، طیفی، رادیومتریکی و زمانی متنوع، امکان تهیه تصاویر مناسب از هر نقطه از سطح زمین را فراهم نموده است. از اینرو در عصر حاضر سنجش از دور به عنوان یک منبع مهم جمع‌آوری اطلاعات برای تهیه نقشه‌های کاربردی و موضوعی مختلف مطرح می‌باشد.



Landsat-TM



Ikonos



IRS-C



IRS Merged by Landsat-TM

نمایش برخی از تصاویر ماهواره‌ای

### ● عکسهای هوایی (تکنیک فتوگرامتری)

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

با توجه به این موضوع که در حال حاضر اغلب تصاویر ماهواره‌ای، دارای قدرت تفکیک مکانی مناسب برای تولید نقشه‌های بزرگ مقیاس نمی‌باشند و از طرف دیگر انجام عملیات زمینی و صحرایی برای تولید نقشه دارای مشکلات و محدودیتهای بسیار خصوصاً در مناطق صعب‌العبور می‌باشد، تکنیک استفاده از عکسهای هوایی تهیه شده توسط هواپیماهای خاص، به منظور تولید نقشه توسعه یافته است.

### ● نقشه برداری زمینی

در روند تولید نقشه، به منظور تکمیل و کنترل نقشه‌های تولید شده به روشهای دیگر از قبیل؛ سنجش از دور و فتوگرامتری و همچنین به منظور تهیه نقشه‌های دقیق و کاربردی از مناطق خاص مورد نظر و یا مناطق کوچک، که روشهای سنجش از دور و فتوگرامتری مقرون به صرفه نمی‌باشند، نیاز به انجام عملیات نقشه برداری زمینی و کارهای صحرایی می‌باشد.

### ● سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS)

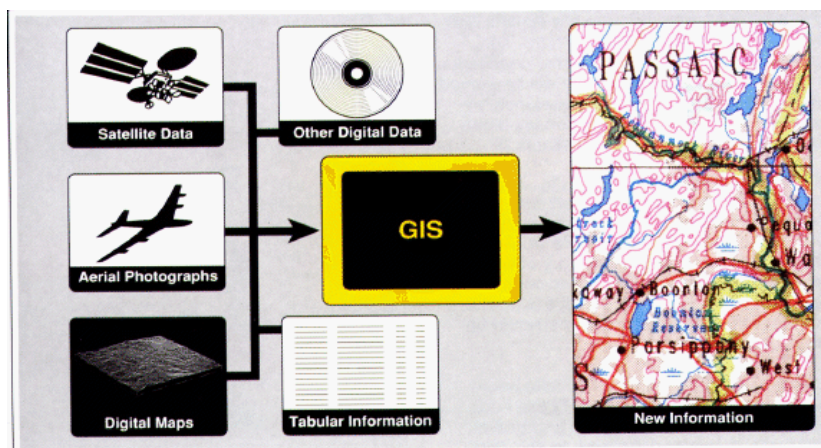
GPS یک سیستم ماهواره‌ای است که توسط وزارت دفاع آمریکا طراحی و راه‌اندازی گردیده است. ماهواره‌های GPS بطور مستقیم سیگنالهایی را ارسال می‌کنند و گیرنده GPS با دریافت این سیگنالها و انجام یکسری پردازشها بر روی آنها، قادر به محاسبه موقعیت، سرعت و زمان هر شیء در هر نقطه از جهان خواهد بود. تعیین موقعیت با استفاده از GPS بر حسب نوع کاربرد، دقت مورد نظر و تجهیزات در دسترس، به روشهای مختلفی صورت می‌گیرد

### ● اسناد، مدارک و نقشه‌های موجود

اسناد و مدارک موجود در هر سازمان را می‌توان به دو دسته؛ نقشه‌های و اسناد کاغذی و اسناد و نقشه‌های رقمی، دسته‌بندی کرد.

در رابطه با نقشه‌های کاغذی، ابتدا باید این نقشه‌ها با استفاده از روشهای و تکنیکهای رقومی‌سازی، به فرم رقومی تبدیل شوند تا بتوان از آنها در GIS استفاده کرد.

در رابطه با اسناد و نقشه‌هایی که در حال حاضر به فرم رقومی وجود دارند نیز مسائلی از قبیل فرمت داده‌ها، دقت و خطاهای موجود و... باید مورد توجه قرار بگیرد.



### منابع تأمین‌کننده اطلاعات مکانی مورد نیاز GIS

لازم به ذکر است که، هر یک از منابع فوق، برای کاربردهای خاص خود مورد استفاده قرار می‌گیرند و با توجه به دقت و مقیاس مورد نظر برای جمع‌آوری اطلاعات و تهیه نقشه و همچنین امکانات و هزینه در نظر گرفته شده برای پروژه، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشند.

### پرسشهایی که GIS می‌تواند به آنها پاسخ دهد

یکی از قابلیت‌ها و موارد استفاده از سیستمهای GIS، پاسخگویی به پرسشها، مدل‌سازی و انجام تجزیه و تحلیل‌های مختلف جهت تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی بهینه می‌باشد. در زیر به برخی از این موارد اشاره می‌گردد.

### پرسشهای مکانی

یکی از پرسشهایی که GIS به آنها پاسخ می دهد، پرسشهای مکانی می باشد. این نوع پرسشها در ارتباط با موقعیت یک شی یا گروهی از اشیا و عوارض می باشد و با استفاده از آن می توان موقعیت وقوع هر پدیده و یا عارضه خاص را در اسرع وقت مشخص نمود.

### پرسشهای توصیفی

این نوع پرسشها براساس اطلاعات توصیفی متناسب شده به عوارض مختلف، انجام می پذیرد و با استفاده از آن می توان بر اساس اقلام اطلاعات توصیفی و مقادیر خاص معرفی شده برای آنها، یک عارضه یا عوارض دارای آن مقدار مشخص را جستجو و نمایش داد.

### پرسشهای زمانی

این نوع پرسشها برای بررسی تغییرات اطلاعات جغرافیایی در طول زمان مورد استفاده قرار می گیرند و روند تغییرات عوارض و اطلاعات مربوط به آنها را به مرور زمان مشخص می کنند. به عنوان مثال می توان میزان بارندگی گزارش شده توسط ایستگاههای هواشناسی برای یک تاریخ مشخص را با میزان بارندگی گزارش شده برای آن تاریخ، در چندین سال یا دهه قبل مقایسه و نتایج مربوطه را به فرمت مناسب نمایش داد.



GIS امکان پرسش و پاسخ از سیستم را فراهم می نماید.



### **پرسشهای تابعی**

این نوع پرسشها برای تولید اطلاعات جدید بر اساس اطلاعات ذخیره‌سازی شده در پایگاه اطلاعات جغرافیایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عنوان مثال می‌توان به محاسبه متوسط یک کمیت بر اساس مقادیر مختلف ذخیره‌سازی شده برای آن و یا محاسبه میزان ارتفاع دینامیک آب چاه در صورت پمپاژ میران مشخصی آب، اشاره نمود.

### **پرسشهای شرطی**

این نوع پرسشها موقعیتهایی با شرایط خاص را که در عملیات جستجو مکانی مورد نیاز می‌باشند را مشخص می‌نماید. به عنوان مثال می‌توان به یافتن مناطق حایل در اطراف یک عارضه و یا جستجوی یک مکان که دارای شرایط مشخص و تعیین شده باشد، اشاره نمود.

### **مدلسازی و تجزیه و تحلیل**

یکی از قابلیت‌های مهم سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، قابلیت مدلسازی و تجزیه و تحلیل می‌باشد. بدین ترتیب که یکسری مدلها و توابع به سیستم معرفی می‌شوند و سیستم پس از تجزیه و تحلیل مدلها، می‌تواند اثر انجام یک کار را مشخص نموده و یا تصمیم‌گیری کند که آن کار یا عملیات به چه نحوی انجام شود که حالت بهینه را در برداشته باشد. در زیر به پاره‌ای از این موارد اشاره می‌گردد.

اثر شیب زمین، جنس خاک، پوشش گیاهی، طول مسیر، رطوبت هوا و نوع وسیله نقلیه برمدت زمان عبور از یک منطقه

برای این نوع تجزیه و تحلیلها می‌توان مدل رقومی زمین (DTM)، نقشه موضوعی جنس خاک (Soil Type) و نقشه موضوعی پوشش گیاهی (Vegetation Type) را بعنوان اطلاعات مکانی وارد سیستم نمود. اینگونه اطلاعات به راحتی از تصاویر ماهواره‌ای قابل استخراج می‌باشند. میزان رطوبت هوا و نوع وسیله نقلیه نیز بعنوان اطلاعات توصیفی به سیستم وارد می‌شوند. پس از وارد کردن این اطلاعات و انجام مدلسازی، GIS می‌تواند مسیری را برای عبور انتخاب کند که کمترین مدت زمان را شامل شود. همچنین می‌توان مسیری را مشخص نمود و براساس آن، GIS مدت زمان لازم جهت عبور از منطقه را مشخص کند. در این حالت طول

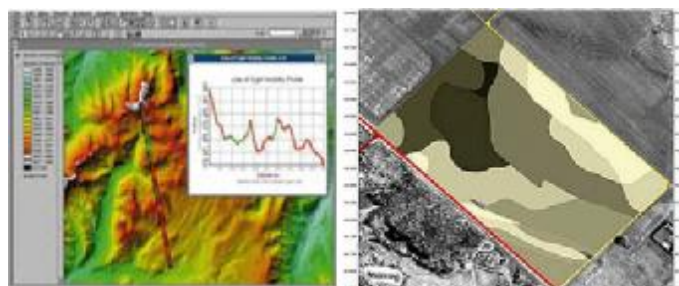
مسیر از روی مسیر ترسیم شده محاسبه می گردد. چنین تجزیه و تحلیلی در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی یکپارچه (IGIS) به راحتی قابل اجراست .

تجزیه و تحلیل قابلیت دید

با استفاده از این نوع تجزیه و تحلیل که به کمک مدل رقومی زمین (DTM) انجام می گیرد، می توان محاسبه نمود که از یک نقطه، به کدام مناطق امکان برقراری دید وجود دارد و کدام مناطق دارای نقاط کور می باشند.

### محاسبه و نمایش خط دید

با وارد کردن مدل رقومی (DTM) زمین به GIS امکان محاسبه خط دید (line of site) بین دو نقطه و نمایش خط دید وجود دارد. همچنین امکان برقراری دید یا عدم برقراری دید بین دو نقطه محاسبه و نمایش داده می شود.



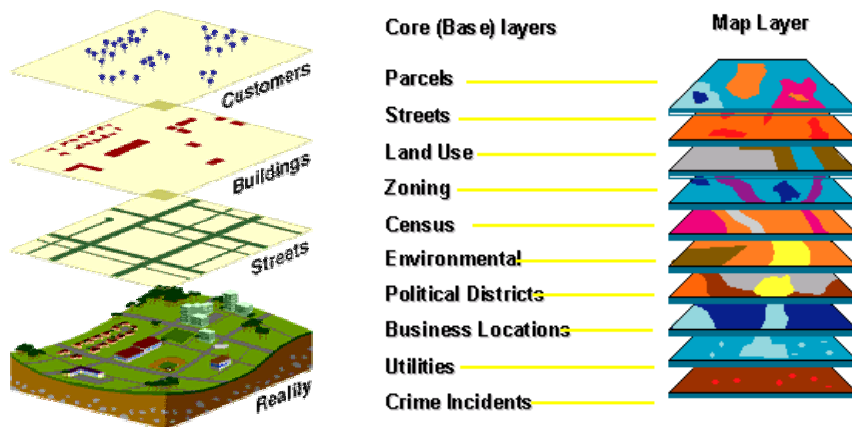
نمونه هایی از نقشه شیب و امکان بررسی قابلیت دید بین دو نقطه

### تجزیه و تحلیل شبکه (Network Analysis)

یکی از توابع معروف در GIS ، توابع مربوط به تجزیه و تحلیل شبکه بُرداری می باشند. این توابع با تجزیه و تحلیل یک شبکه (نظیر شبکه راهها) و لحاظ کردن پارامترهای مختلف نظیر: نوع راه (خاکی، سنی، آسفالته)، طول مسیر، شیب قسمتهای مختلف راه و ... تصمیم گیری و برنامه ریزی بهینه (نظیر تعیین بهترین مسیر برای عبور از نقطه به نقطه دیگر) را انجام می دهد.

## تجزیه و تحلیل همپوشانی نقشه‌ها (Overlay Analysis)

این قابلیت یکی از اساسی‌ترین توابع تجزیه و تحلیل در GIS می‌باشد. به طوریکه با استفاده از آن می‌توان چندین لایه اطلاعاتی را بر روی یکدیگر منطبق کرده و با اعمال اپراتورهای منطقی و ریاضی، مکانهای بهینه را انتخاب نمود.



تجزیه و تحلیل همپوشانی نقشه‌ها، یکی از اساسی‌ترین توابع تجزیه و تحلیل در GIS می‌باشد.

## محاسن یکپارچه سازی اطلاعات

یکپارچه سازی تمام اطلاعات موجود در بخشها و گروه های مختلف سازمان که همواره به نوعی با یکسری از اطلاعات سروکار دارند از اهمیت بسزایی برخوردار است. هر یک از بخشها و گروه‌های مختلف ممکن است از نظر تشیکلات و شرح وظایف با یکدیگر متفاوت باشند. لذا جهت اعمال یک مدیریت متمرکز و بهینه و استفاده از اطلاعات، تجهیزات و قوانین یکسان در رابطه با تمام سازمان، نیاز به استاندارد سازی و یکپارچه سازی اطلاعات داریم.

با توجه به اینکه ممکن است گروه‌های مختلفی در یک سازمان اطلاعات را تولید کنند و این اطلاعات به صورت پراکنده و دارای فرمتهای مختلف باشد، لذا لزوم اعمال مدیریت متمرکز و بهینه اطلاعات در سطح سازمان احساس می‌شود. بنابراین مهمترین ابزار در دست مدیریت، وجود اطلاعات دقیق، مطمئن، بهنگام، مستند، یکپارچه و استاندارد می باشد، تا بتوان کار ساماندهی اطلاعات را به نحو احسن انجام داد. بدین ترتیب

GIS به عنوان یک سیستم حامی تصمیم‌گیری می‌تواند اطلاعات فوق را در اختیار مدیران و برنامه ریزان قرار دهد.

در واقع محاسن یکپارچه سازی اطلاعات در یک سازمان به طور خلاصه عبارتند از :  
تعیین و استفاده از اطلاعات استاندارد و مشترک در تمام گروه های مرتبط با اطلاعات مکان مرجع در سازمان  
امکان انجام مدیریت بهینه به شکل متمرکز (Centralized)، توزیع شده (Distributed) و ترکیبی (Hybrid)

جلوگیری از ذخیره سازی اطلاعات به صورت سلیقه ای توسط هر یک از گروه ها  
امکان استفاده از استانداردهای کنترل کیفیت که به صورت جهانی یا ملی موجود بوده و یا قابل تهیه، تعمیم و بهسازی هستند.

استاندارد نمودن موارد مربوط به ایجاد، تکمیل، توسعه و بهسازی اطلاعات در سازمان  
وجود اطلاعات همگون، یکپارچه و مستند از کل شبکه باعث تسهیل در برنامه ریزیهای کوتاه، متوسط و دراز مدت در راستای برنامه ریزی های توسعه، اقتصادی اجتماعی و فرهنگی کشور شده و ضمناً می‌تواند در برنامه‌ریزیهای شهری، منطقه‌ای، ملی و جهانی کمک نماید.