

آشنایی با GIS و کاربرد آن در علم مهندسی آب

مجید زمانی**، مهندسی عمران، دانشگاه آزاد مرکز خنج و سازمان علمی پژوهشی دانشجویان
ارنواز جمشیدی، مهندسی گیاه پزشکی، دانشگاه آزاد جهرم
احسان نبوتی، کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد شوشتر و سازمان علمی پژوهشی دانشجویان عمران

**majid_zamaani@yahoo.com

**majidzamani62@yahoo.com

تلفن: ۰۹۱۲۲۴۶۶۵۳۵**

چکیده:

پیشرفت تکنیکهای سنجش از دور از یک طرف استفاده از دستگاههای اندازه گیری در زمینه های مختلف کمیت و کیفیت آب از طرف دیگر، امکان دسترسی به حجم عظیمی از داده ها را در زمینه های مختلف مهندسی آب در مناطق مختلف جهان مهیا کرده است. در مسائل کنترل، ذخیره سازی و بهنگام نمودن منابع آب، بررسی و تجزیه و تحلیل این حجم از داده ها نیازمند استفاده از امکانات خاص نرم افزاری و سخت افزاری است که سیستم های اطلاعات جغرافیایی به نحو مطلوبی آنرا فراهم می سازند. این سیستمها امکان مدیریت داده های مختلف و انجام عملیات مکانی بین لایه های مختلف را فراهم میسازند. این قابلیت ها در حدی هستند که می توان سیستمهای مذکور را به شکل مؤثری از نرم افزارهای بانک اطلاعاتی و یا نقشه کشی مجزا کرد. برنامه ریزی و مدیریت منابع آب از جمله موارد کاربردی جدیدی است که توسط سیستمهای اطلاعات جغرافیایی (GIS) بخوبی انجام میگردد. بعنوان نمونه، بررسیهای کمی منابع آب نظیر؛ تخمین رواناب ناشی از بارش، تهیه نقشه های پهنه بندی سیلاب، بررسی فرسایش حوزه های آبریز، و توسط این ابزارها بخوبی صورت میگیرد.

کلمات کلیدی: اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مهندسی آب، رودخانه ها

(۱) آشنایی با سیستم های اطلاعات جغرافیایی

(۱-۳) کلیات:

تعریف GIS

جهت انجام عملیاتهای مختلف بر روی داده هایی که مشخصه مکانی (فضایی) آنها یک مشخصه اصلی محسوب می گردد، از ابزاری تحت عنوان GIS بهره گرفته می شود. بدلیل رابطه موجود بین مشخصه مکانی نقاط و سطح زمین و خاک ، این سیستمها با عناوینی همچون LIS (سیستم اطلاعات زمین) و SIS (سیستم اطلاعات خاک) نیز بیان می گردند که از میان عنوان GIS در محافل علمی متداولترین می باشد.

GIS در میان محققین دارای تعاریف متنوعی می باشد. اما کاملترین تعریفی که مناسب GIS باشد را می توان براساس مؤلفه های تشکیل دهنده آن بیان داشت. این تعریف در برگیرنده مؤلفه هایی همچون:

۱. ورود داده ها: شامل جمع آوری و دسته بندی
 ۲. مدیریت داده ها: شامل ذخیره سازی و بازیافت
 ۳. دستکاری داده ها: شامل تجزیه، تحلیل و تلفیق
 ۴. خروج داده ها: شامل ارائه نتایج بصورت جدول، نمودار و نقشه می باشد.
- بنابراین می توان GIS را بصورت یک نرم افزار و سیستم رایانه ای که قادر به جمع آوری کنترل ، ترکیب و تجزیه و تحلیل اطلاعات مربوط به سطح زمین می باشد تعریف نمود.
- بطور اجمال قابلیتهای GIS نسبت به سیستمهای اطلاعاتی مشابه و روشهای دستی را می توان بشرح زیر بیان داشت:
- * برای حجم زیاد داده های جغرافیایی مناسب بوده و عملیات راسریعتر و باهزینه کمتر انجام میدهند.
 - * دارای دقت فوق العاده بیشتری نسبت به روشهای دستی می باشد.
 - * در بهنگام سازی داده ها بسیار آسان عمل میکند.
 - * امکان دستکاری و تلفیق داده ها را با سرعت زیاد فراهم می کند.
 - * برای مکان یابی پروژه های مختلف قابل استفاده است.

تاریخچه GIS

ریشه GIS از علم جغرافیا مشتق میگردد. در سال ۱۹۶۰ میلادی دولت کانادا برای مشخص نمودن وضعیت منابع طبیعی موجود در این کشور اقدام به برداشت حجم زیادی از اطلاعات نموده و آنها را در قالب یک سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. بدین ترتیب اولین سیستم GIS تحت عنوان GIS-C بوجود آمد. در ابتدا این سیستم ها توسط کاربران موجود مورد استقبال قرار نگرفتند ولیکن از اواخر دهه ۶۰ میلادی به بعد بدلیل ورود کامپیوترهای پیشرفته با قابلیتهای بالا، این سیستمها در رشته های مختلف علمی کاربردهای متنوعی پیدا نموده و مورد استقبال کاربران و شرکتهای مختلف قرار گرفتند.

ساختار کلی عملکرد GIS

عملکرد کلی این سیستم ها بدین صورت است که در ابتدا اطلاعات مکانی و توصیفی مربوط به عوارض جغرافیایی از طریق روشهای مختلف جمع آوری شده و بصورت لایه های مختلف اطلاعاتی در سیستم مرکزی ذخیره می گردد. سپس عملیتهای مختلفی (نظیر توپولوژی ، هم پوشانی و ...) بر روی این لایه ها انجام شده و یا پردازش و تحلیلهای منطقی و ریاضی، نتایج مورد نظر بدست می آیند. در نهایت نتایج به شکل نمودار، جدول و نقشه در اختیار کاربران قرار میگیرد. در شکل (۱-۳) ساختار کلی عملکرد GIS آورده شده است.

۱-۲-۳ اجزاء GIS

همانند هر سیستم اطلاعاتی دیگر، GIS نیز از بخشهای مجزا و مرتبط به هم بهره می گیرد. اجرای موفق هر مطالعه و تحقیق مستلزم استفاده منطقی از اجزاء این سیستم می باشد. بطور خلاصه مؤلفه های تشکیل دهنده GIS را می توان بشرح زیر عنوان نمود:

۱. داده ها و اطلاعات

۲. سخت افزار

۳. نرم افزار

۴. کاربران و پرسنل اجرایی

۱- داده ها و اطلاعات

به جرأت می توان گفت که پایه اصلی GIS را داده ها و اطلاعات تشکیل میدهند، حجم بالایی از عملیات کاری در این سیستم ها به جمع آوری و ورود داده ها اختصاص می یابد. داده های جغرافیایی به دو دسته مکانی (فضایی) و غیر مکانی (توصیفی) تقسیم بندی میگردند. داده های مکانی بیانگر مشخصه مختصاتی عوارض و پدیده ها می باشند (مختصات هندسی یک جاده ، رودخانه ، ایستگاه پمپاژ و ...). داده های توصیفی بیانگر ارزشها و چستی عوارض میباشند (غلظت نمک در آب یک دریاچه، جنس سازندهای یک منطقه ، مساحت یک آبگیر و...).

* ساختار و نمایش داده ها

جهت نمایش داده های مکانی در سیستمهای GIS از دو ساختار برداری و شطرنجی یا رستری بهره گرفته میشود. در این حالت تمامی عوارض باشکلهای هندسی نظیر نقطه، خط و چندضلعی مشخص میگردند.

در ساختار برداری، هر پدیده ای که در جهان واقعی وجود دارد، با مقیاسی کوچکتر نمایش داده میشود. (همانند تصویر پلان)

در ساختار شطرنجی ، شکل پدیده ها و عوارض بصورت صفحات شطرنجی در آمده و موقعیت عوارض بوسیله موقعیت سطر و ستونی که در آن قرار میگیرد، مشخص می گردد. در این حالت فقط یک تصویر کلی از پدیده ها مشخص می گردد. در شکل (۲-۳) تفاوت نمایش جهان واقعی در ساختار برداری و شطرنجی مشخص گردیده است.

هر یک از ساختارهای برداری و شطرنجی دارای محاسن و معایبی می باشند. در جدول (۱-۳) به تعدادی از محاسن معایب این ساختارها اشاره شده است .

* منابع جمع آوری داده های جغرافیایی

داده های جغرافیایی را می توان با استفاده از روشهای زیر جمع آوری نمود:

* مشاهدات زمینی

* عکسهای هوایی

* تصویر ماهواره ای

* سیستم تعیین موقعیت جهانی

مشاهدات زمینی : در این روش داده های جغرافیایی توسط آژانسها وسازمانهای مختلف جمع آوری شده و سپس داده های مکانی توسط کارتوگرافیستها به نقشه تبدیل میگردد. در نهایت داده های توصیفی و مکانی بصورت لایه هایی در سیستم GIS ذخیره می گردند.

عکسهای هوایی: بااستفاده ازعکسهای هوایی میتوان براحتی و بدون کار گسترده میدانی، به داده های نسبتاً جامعی نسبت به بازه مطالعاتی دست یافت .

تصاویر ماهواره ای : تصاویر ماهواره های حاصل پیشرفت تکنولوژیکی در علم سنجش از دور میباشند. سنجش از دور یعنی اندازه گیری و ثبت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی جو و سطح زمین از فاصله دور و تحلیل اطلاعات ثبت شده به منظور استخراج اطلاعات مفید و مورد نیاز. ساختار مختلف فعالیت دارند، جمع آوری می شود. در جدول (۲-۳)مختصات تعدادی از ماهواره ای دردست بهره برداری آورده شده است.

سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS): سیستم تعیین موقعیت جهانی با هدف تخمین دقیق موقعیت

جغرافیایی عوارض عوارض سطح زمین بوجود آمده است. این سیستم متشکل از ۲۴ ماهواره مستقر در مدارهای بسیار بالا است. این ماهواره ها بعنوان نقاط مرجع عمل می کنند. استفاده از GPS برای تهیه اطلاعات مورد نیاز GIS گسترش روزافزونی داشته است که مهمترین دلایل آن را می توان؛ راحتی استفاده ، دقت بالا و امکان ضبط داده ها به شکل رقومی عنوان کرد.

۲- سخت افزارهای مرتبط با GIS

در سیستم های GIS، از سخت افزارهای متنوعی استفاده میگردد. باتوجه به اینکه مطالعات در چه مرحله ای قرار داشته باشد، کاربران می توانند از سخت افزارهای موجود در دسته بندی زیر استفاده نمایند.

* سخت افزارهای مرتبط با ورود اطلاعات (صفحه کلید،رقومی کننده، اسکنر و ...)

* سخت افزارهای مرتبط با مدیریت اطلاعات (سخت افزارهای جانبی رایانه ها مثل ماوس...)

* سخت افزارهای مرتبط با خروج نتایج (چاپگرها، رسام هاو ...)

۳- نرم افزارهای GIS

بسته ها نرم افزاری که در سیستم های GIS مورد استفاده قرار می گیرند، عملیتهای متنوعی همانند؛ ذخیره سازی ،بازیافت ، تجزیه و تحلیل و تلفیق را بر روی داده های جغرافیایی انجام میدهند. هر یک از این نرم افزارها برای مطالعات خاصی برنامه ریزی شده است و دارای محدودیت ها و محاسن خاص خود میباشد.

۴- پرسنل مورد نیاز GIS

کادر فنی که با سیستم های GIS کار می کنند، نقش برجسته ای در اجرای موفقیت آمیز این سیستم ها دارند. سخت افزارها ونرم افزارهای بسیار قوی GIS بدون پشتیبانی کادر متبحر به کارایی مناسب نخواهد رسید.

GIS (۳-۱-۳) زیر سیستم های GIS

GIS نیز همانند سیستم های اطلاعاتی دیگر از اجزاء فرعی تشکیل یافته است که هر یک وظیفه خاصی را بر عهده دارند. سیستم های GIS از اجزاء زیر تشکیل می گردند.

۱- سیستم فرعی ورودی

۲- سیستم فرعی ذخیره

۳- سیستم فرعی پردازش

۴- سیستم فرعی خروجی

در شکل (۳-۳) نمایش کلی اجزاء فرعی تشکیل دهنده GIS آورده شده است.

* سیستم های فرعی دریافت ورودی داده ها

در این سیستم، مختصات مکانی عوارض با اطلاعات توصیفی جمع آوری شده، توسط سخت افزارهای ورودی به سیستم مرکزی معرفی می گردند. عملیاتهای مختلفی همچون: آماده سازی، ورود، کنترل و پیش پردازش و همچنین حذف اشتباهات در این زیر سیستم صورت میگیرد. در شکل (۳-۴) این سیستم فرعی نمایش داده شده است.

* سیستم فرعی پردازش داده ها

مهمترین بخش GIS، قسمت پردازش و تجزیه و تحلیل داده ها می باشد. در این زیر سیستم عملیات اصلی صورت میگیرد. اولین عملیات به منظور از بین بردن اشتباهات موجود در داده ها سازمان یافته و دومین عملیات به بازنگری و به روز در آوردن اطلاعات و تطبیق آنها می پردازد. در این بخش عملیاتهای ریاضی که به منظور آنالیز عمومی نقشه ها و ایجاد شبیه سازی انجام می شوند، نیز وجود دارد. شکل (۳-۵) سیستم فرعی پردازش داده ها را نمایش میدهد.

* سیستم فرعی خروجی نتایج

ارائه نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده ها در فرم مورد نیاز کاربران (نمودار، نقشه و جدول) در این زیر سیستم صورت میگیرد. نتایج نهایی می تواند به شکلهای ویدئویی، و نوار مغناطیسی و ... ارائه گردند. در شکل (۳-۶) این سیستم فرعی نمایش داده شده است.

(۳-۱-۱) کاربرد GIS در مطالعات مهندسی منابع آب

GIS از حدود یک دهه قبل در مسائل مرتبط با مهندسی آب بطور چشمگیری مورد استفاده قرار گرفته است. کلیه فرآیندهایی که در چرخه هیدرولوژیکی نقش مؤثری دارند، از نظر مکانی و زمانی متغیر می باشند. بعبارت دیگر این فرآیندها دارای حالت غیر دائمی و توضیعی می باشند. دلیل کاربرد مؤثر GIS در مسائل هیدرولوژیکی، وجوه مشترک بین این دو می باشد. در هیدرولوژی مهندسی با شناخت مکانیسم فرآیندهایی همچون؛ تبخیر و تعرق، بارش، نفوذ، جریان آب سطحی و جریان بین لایه ای و همچنین فرسایش و رسوب، مدل های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی شکل می گیرند که می توانند تغییرات مکانی و زمانی این فرآیندها را شبیه سازی نموده و از نتایج حاصله جهت

برنامه ریزی استفاده نمود.

مدلهای هیدرولیکی و هیدرولوژیکی به دسته بندیهای مختلفی تقسیم می گردند که در ساده ترین دسته بندیها، مدلها به دو دسته فیزیکی و ریاضی تقسیم بندی می شوند. مدلهای فیزیکی بدلیل محدودیتهای موجود در آنها، قادر به شبیه سازی تغییرات تمامی پارامترهای یک حوضه فیزیکی نمیشاند. به همین خاطر امروزه استفاده از مدلهای ریاضی بدلیل سرعت بالا و تحلیل حالتهاى مختلف مورد توجه قرار گرفته است.

GIS با استفاده از داده های جغرافیایی و عملیاتی مختلفی که در درون آن نهفته است، قادر است که با مدلهای ریاضی ارتباط پیدا کرده و به نحوی بستر مناسب اطلاعاتی مورد نیاز مدلهای ریاضی را فراهم سازد. البته بایستی متذکر شد که حالت عکس این موضوع نیز می تواند صادق باشد. در هر صورت GIS با ایجاد ارتباط با مدلهای ریاضی، مطالعات را بصورت دقیق تر، سریعتر و با کیفیت بسیار مطلوب تر از روشهای معمول به سرانجام می رساند.

مدلهای مختلفی بدین ترتیب در مطالعات مهندسی منابع آب با سیستم های GIS ارتباط برقرار کرده اند که در زیر به چند نمونه از آنها اشاره می گردد.

* HEC-1: جهت تحلیل بارش - رواناب

* HEC-2: جهت پهنه بندی سیلاب

* PSIAC: جهت تحلیل فرسایش پذیری

* AGNSP: جهت تحلیل آلودگی منابع آب (غیر نقطه ای کشاورزی)

* SLAMM: جهت تحلیل آلودگی منابع آب (غیر نقطه ای شهری)

در پروژه حاضر، از سیستم اطلاعات جغرافیایی IL WIS جهت برآورد پارامترهای مربوط به فرآیند رسوبگذاری در مخزن سد استفاده گردید. در این حالت، اطلاعات خروجی مدل ریاضی که نتیجه شبیه سازی انتقال و ته نشینی رسوبات در مخزن می باشد، به عنوان ورودی به سیستم GIS معرفی شده و توسط این سیستم، پارامترهایی نظیر حجم رسوبات تجمع یافته در بازه های زمانی مورد مطالعه، ضریب کاهش حجم سالیانه، ضریب تله اندازی و عمر مفید مخزن محاسبه گردید.

(۲-۳) انتخاب مدل ریاضی جهت انجام مطالعه

فرآیند ته نشینی در مخزن سدها، از جمله فرآیندهای پیچیده در مسائل مهندسی رودخانه می باشد. به همین خاطر طرحهایی که با هدف شبیه سازی این فرآیند و برآورد حجم و الگوی ته نشینی رسوبات، توسط مدلهای ریاضی صورت میگیرد، نیازمند تسلط و تجربه کافی محقق در ارتباط با موضوعات مختلفی می باشد. بعنوان نمونه می توان به مواردی همچون زیر اشاره نمود.

* آشنایی با قوانین نظری هیدرولیک رسوب.

* آشنایی با ساختار عملکرد مدل‌های ریاضی.

* آشنایی کافی با منطقه مورد مطالعه

در همین راستا، در این طرح تحقیقاتی، سعی گردید که روند منطقی به منظور استفاده بهینه از منابع و زمان در نظر گرفته شود. روند کلی کار در این تحقیق به سه بخش اصلی، بشرح زیر تقسیم بندی گردیده است:

۱- انتخاب مدل مناسب جهت شبیه سازی فرآیند رسوبگذاری در مخزن سد.

۲- انتخاب مخزن مناسب جهت انجام مطالعه موردی.

۳- انجام محاسبات اولیه بامدل ریاضی و تلفیق نتایج خروجی مدل باسیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

فرآیند انتقال و ته نشینی رسوبات در رودخانه ها دارای یک حالت تعادلی است ولیکن این فرآیند در مخازن سدها از یک حالت غیر تعادلی برخوردار می باشد. از این جهت اکثر مدل‌های ریاضی مورد استفاده در شبیه سازی فرآیند انتقال و ته نشینی رسوبات در مخازن سدها، دارای یک ضعف اساسی مشترک در تحلیل این فرآیند می باشند. به همین دلیل در پروژه حاضر معیارهای مختلفی جهت انتخاب مدل ریاضی در نظر گرفته شد تا اینکه اثرات این محدودیت به حداقل رسیده و بتوان مدلی ارائه نمود که قابلیت‌های مناسبی در تحلیل روند رسوب در آبراه ها و مخازن داشته باشد. معیارهایی که در انتخاب مدل ریاضی مدنظر قرار گرفت بشرح زیر می باشد:

* قابلیت شبیه سازی تغییرات در سطح مقطعی عرضی (دیواره های آبراهه به صورت فرسایش پذیر تحلیل گردد).

* قابلیت شبیه سازی انتقال و ته نشینی رسوب در پیچ و خم موجود در مسیر جریان.

* قابلیت‌های گرافیکی مدل در بخش ورود و خروج داده ها و نتایج.

* انجام محاسبات دقیق با حداقل داده مورد نیاز و همچنین دسترسی آسان و هزینه های کم تهیه مدل.

* تأیید قابلیت مدل توسط اشخاص، مراکز تحقیقاتی و سازمانهای مختلف مرتبط با مطالعات مهندسی رودخانه.

جمع بندی و نتیجه گیری

همانطور که در این مقاله اشاره گردید کاربرد سیستم GIS در علوم مختلفی در حال حاضر قرار می گیرد.

امروزه وجود اطلاعات به روز به منظور شناخت عوامل طبیعی و انسانی با هدف بهره گیری از آن در برنامه ریزی توسعه پایدار، امری بدیهی است. به همین دلیل استفاده از اطلاعات در بعد سیستم GIS می تواند در موارد زیر موثر باشد :

- ۱- پاسخگوئی به نیاز کاربران در کلیه زمینه ها .
- ۲- ساماندهی و افزایش بهره وری از منابع موجود .
- ۳- بهینه سازی سرمایه گذاری ها و برنامه ریزی ها .
- ۴- ابزاری مفید در جهت تصمیم گیری مدیران .
- ۵- سرعت و دقت کار .
- ۶- تعیین قابلیت های توسعه در مناطق و مکانهای مختلف.

مراجع

- [۱] اصول کنترل کیفیت آب ، دکتر نظام الدین دانشور ، ۱۳۸۴- اول
- [۲] تحلیلی بر فناوری سیستمهای اطلاعات جغرافیایی ، دکتر علی اکبر رسولی ، ۱۳۸۴- اول
- [۳] ماشینهای مخصوص ، دکتر محمدرضا فیضی و مهندس کامران خفافی ، ۱۳۸۴- دوم
- [۴] کاربرد جغرافیا در روش تحقیق شهر و روستا ، دکتر یداله فرید ، ۱۳۸۴- اول
- [۵] اصول ماشینهای الکتریکی ، دکتر جواد فیض ، ۱۳۸۲- چهارم

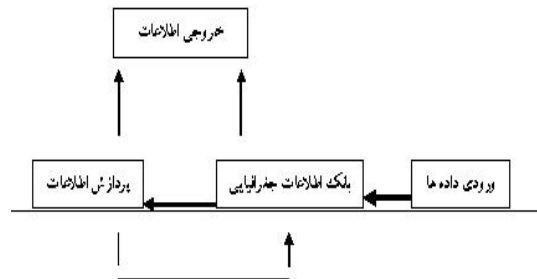
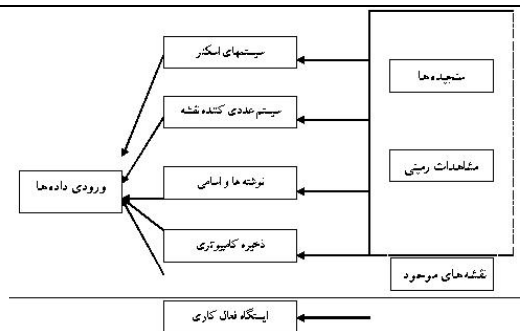
جداول

[illegible]

جدول (۳-۱): مقایسه الگوهای برداری و شطرنجی

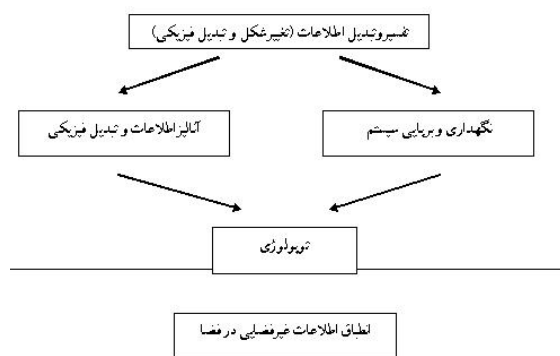
جدول (۳-۲): مشخصات تعدادی از ماهواره های

مورد استفاده در مطالعات سنجش از دور

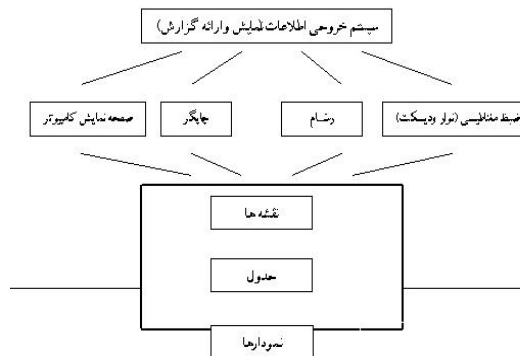


شکل (۳-۳) زیر سیستم های GIS

شکل (۳-۴) سیستم فرعی دریافت ورودی داده ها



شکل (۳-۵) سیستم پردازش داده ها



شکل (۳-۶) سیستم فرعی خروجی نتایج