کاربرد[1] GIS در تحلیل شریان‌های حمل و نقل و بررسی کاربرد و اجرای مدل تحلیل شبکه[2] و تعیین الگوریتم‌های کوتاهترین مسیر در آن

(نمونه مورد مطالعه: استان آذربایجان شرقی - تبریز)

حکیمه قنبری
کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری

دکتر محسن احدنژاد
عضو هیأت علمی گروه جغرافیای دانشگاه زنجان

چکیده

سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی با مدیریت منابع اطلاعات حمل و نقل و ایجاد ارتباط متقابل با آن‌ها سبب تسهیل دسترسی به اطلاعات ترافیکی و خدماتی می‌گردد. در واقع هدف از ایجاد GIS برای سیستم حمل و نقل، تشکیل یک پایگاه اطلاعاتی مرتبط میان اطلاعات حمل و نقل و GIS می‌باشد. در این مقاله بر آنیم که با استفاده از روش توصیفی - تحلیلی به توضیح و تبیین عملی کاربردهای نرم افزار GIS در زمینه حمل و نقل پرداخته و نحوه مکان گزینی تأسیسات و تجهیزات حیاتی و برخی از کاربری‌های مهم در استان آذربایجان شرقی را نسبت به عامل راه مورد تجزیه قرار دهیم. در این پژوهش هم چنین مدل تحلیل شبکه NETWORK ANALYSIS، به عنوان یکی از روش‌های بسیار مناسب جهت تعیین کوتاه ترین مسیر برای دسترسی به امکانات یا کاربری‌ها مورد بررسی قرار گرفته و این مدل جهت دسترسی به کاربری پارکینگ‌های عمومی در شهر تبریز در محیط نرم افزار GIS پیاده شده است. نتایج حاصله نشانگر این مطلب است که GIS در برنامه ریزی بهینه حمل و نقل از ابزارهای بسیار مناسب بوده و مدل تحلیل شبکه می‌تواند در تعیین کوتاه ترین و بهترین مسیر از نظر خدماتی و دسترسی در برنامه ریزی‌های حمل و نقل به کار گرفته شود.

کلید واژه‌ها: GIS، مدل تحلیل شبکه، حمل و نقل، برنامه ریزی

۱- GIS و کاربرد آن در حمل و نقل

یک سیستم اطلاعات جغرافیایی ابزاری است قوی برای جمع آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات به دست آمده از منابع مختلف از قبیل دورکاوی، نقشه‌برداری زمینی، نقشه‌های ثبتی، مخازن طبیعی و مصنوعی ذخیره آب، نقشه‌های توپوگرافی، نقشه‌های ممیزی و بسیاری از منابع دیگر. در این سیستم‌ها تمامی انواع اطلاعات جغرافیایی به یکدیگر الصاق شده‌اند. بدین ترتیب این اطلاعات و داده‌های غیر متجانس می‌توانند به طور هماهنگ و همزمان با یکدیگر مقایسه شوند. به بیان دیگر، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی مجموعه‌ای از برنامه‌های کامپیوتری می‌باشد که با استفاده از آن‌ها می‌توان اطلاعات مربوط به عوارض طبیعی و مصنوعی را نگهداری و به نقشه تبدیل کرد. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی جهت طبقه بندی اطلاعات شهری و غیر شهری، اکتشاف معادن، نگهداری تأسیسات و تهیه نقشه از اهمیت بالایی برخوردار هستند. در سیستم اطلاعات جغرافیایی برای نمایش عوارض طبیعی و مصنوعی موجود از سه رسته عوارض نقطه‌ای، خطی و چند ضلعی استفاده می‌شود. به عنوان مثال نقاط جمع آوری اطلاعات، نقاط ثابت نقشه‌برداری، چراغ‌ها و علائم ترافیکی، چراغ‌های روشنایی و بسیاری از موارد دیگر از عوارض نقطه‌ای هستند. هم چنین شبکه راه‌ها، خطوط و منحنی تراز و غیره از انواع عوارض خطی هستند. و در آخر چند ضلعی‌ها نیز برای نمایش عوارضی که مشخصه ویژه‌ای از مناطق خاص را به خود اختصاص می‌دهند به کار می‌روند (مانند پوشش گیاهی یک منطقه) [۱۱].

نگاره(۱): استان آذربایجان شرقی

پایگاه اطلاعات اسنادی

دیگر بخش مهم سیستم‌های اطلاعاتی جغرافیایی ایجاد پایگاه اطلاعات اسنادی یا پایگاه اطلاعات غیر گرافیکی است. هر فایل پوشش در GIS که از رسته‌های عوارض نقطه‌ای خطی، نقطه‌ای و چند ضلعی تشکیل می‌شود دارای یک پایگاه اطلاعات اسنادی می‌باشد. پایگاه اطلاعات اسنادی فایل‌های الکترونیکی هستند که اطلاعات آن‌ها به پوشش الصاق می‌گردد. به عنوان مثال پایگاه اطلاعات مربوط به یک نقطه می‌تواند شامل مختصات، ارتفاع، ماهیت عارضه و سایر خصوصیات آن باشد و یا پایگاه اطلاعات مربوط به یک پوشش

شهری می‌تواند شامل نوع علائم ترافیکی، سلسله مراتب راه‌ها، ظرفیت راه‌ها، حجم تردد، وسایل نقلیه، کاربری اراضی، جمعیت، ترکیب نژادی و بسیاری از موارد دیگر باشد[۳]. ترکیب اطلاعات فایل‌های پوشش و اطلاعات اسنادی امکان بالقوه عظیمی از اطلاعات غیر متجانس ولی مرتبط با یکدیگر را ایجاد می‌کند که یک سیستم اطلاعات جغرافیایی نامیده می‌شود[۵]. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی با مدیریت منابع اطلاعات حمل و نقل و ایجاد ارتباط متقابل با آن‌هاسبب تسهیل دسترسی به اطلاعات ترافیکی می‌گردد. در واقع هدف از ایجاد GIS برای سیستم حمل ونقل، تشکیل یک پایگاه اطلاعاتی مرتبط میان حمل ونقل GIS می‌باشد. اطلاعات مربوط به حجم ترافیک، محدودیت سرعت در راه‌ها، محل وقوع تصادف، ویژگی‌های هندسی راه، موقعیت تقاطع‌های چراغدار، موقعیت علائم ترافیکی و نحوه توزیع آن‌ها و نیز مراکز آموزشی و مدارس از جمله موارد مهم در تهیه پایگاه اطلاعاتی حمل ونقل می‌باشد[۸].در جدول شماره ۱ قسمت‌های مختلف جمع آوری اطلاعات و انواع اطلاعات قابل جمع آوری و نمایش در GIS به تفصیل آمده است.

جدول ۱: قسمت‌های مختلف جمع آوری اطلاعات و انواع اطلاعات قابل جمع آوری و نمایش در GIS [۲]

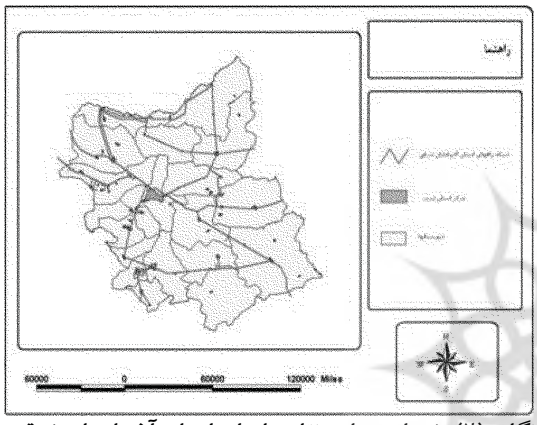
بخش‌های مختلف جمع آوری اطلاعات	اطلاعات GIS مربوط به هر بخش
بخش منطقه‌ای	مناطق آموزشی،محدودیت سرعت، تصادفات
بخش علائم	تقاطع‌های‌چراغدار، نقشه‌های وضع موجود، تصاویر تقاطع‌ها،زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی
بخش روشنایی	موقعیت تیرهای روشنایی و راه‌ها
بخش حمل ونقل	حجم تردد وسایل نقلیه،مسیرهای ویژه دوچرخه، موقعیت سرعت گاه‌های ایمن، طرح محدودیت ترافیک در بزرگ‌راه‌ها، طرح محدودیت ترافیک در محدوده مرکزی شهر
بخش توسعه شهری	تجهیزات مربوط به چراغ‌های راهنمایی، تجهیزات مربوط به علائم رانندگی، علامت‌گذاری پیاده‌روها
بخش سیاست‌های کلان شهری	طرح‌های منطقه‌ای، طرح‌های اجرایی، طرح جامع، طرح تفضیلی

۲- نمونه‌هایی از خروجی سیستم GIS حمل و نقل

علائم راهنمایی: GIS امکان مقایسه میان موقعیت و خصوصیات علائم ترافیکی را در سطح شهر فراهم می‌آورد. هم چنین GIS می‌تواند با ایجاد ارتباط با سایر اطلاعات، مشخصات بسیار جزئی هر علامت ترافیکی را در اختیار کاربر قرار دهد. چراغ‌های راهنما در نقشه مبنای حمل و نقل به صورت گره ذخیره می‌شوند.

نواحی آموزشی: موقعیت مدارس و نواحی آموزش و سرعت حرکت در راه‌ها از پارامترهای مهم در برنامه ریزی حمل ونقل می‌باشند. هم چنین تعمیر و نگهداری راه‌ها و علائم هشدار دهنده مناطق آموزشی از قبیل چراغ‌ها و علائم راهنمایی و سرعت گاه‌های ایمنی و دسترسی اهمیت داشت[۱].

تصادفات: معمولاً در شهرها، اطلاعات مربوط به تصادفات توسط پلیس یا نیروی انتظامی و راهنمایی و رانندگی به کمک نرم افزارهای ویژه‌ای جمع‌آوری و نگهداری می‌گردند. برای استفاده از این اطلاعات در محیط GIS، اطلاعات به یک محیط بانک اطلاعاتی، مانند MS ACCESS وارد می‌گردد. سپس با توجه به موقعیت و آدرس، هر تصادف به نقشه مبنای حمل ونقل متصل می‌گردد. اطلاعات اسنادی مرتبط با هر تصادف شامل: تاریخ، زمان، شماره بلوک، خیابان اصلی و فرعی، جهت و فاصله از خیابان فرعی، شرایط روشنایی راه، وسایل کنترل ترافیک، علائم راهنمایی، تعداد وسایل نقلیه حادثه دیده، تعداد مجروحان و تلفات [۱۳].



نگاره (۲): شریان حمل و نقل جاده‌ای استان آذربایجان شرقی

زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی: با ایجاد ارتباط همزمان میان سیستم‌های هوشمند شمارش وسایل نقلیه در تقاطع‌ها با پایگاه اطلاعاتی GIS، سیستم توانایی زمان‌بندی هم زمان تقاطع‌ها را خواهد داشت. پایگاه اطلاعات غیر از اطلاعات همزمان ترافیک، اطلاعات مربوط به ترافیک متوسط روزانه، حجم اوج صبح، حجم اوج عصر، آمار گردش در تقاطع‌ها، عرض راه‌ها مانند فاصله تقاطع‌ها، عرض راه‌ها و سایر اطلاعات می‌توان زمانبندی همزمان چراغ‌های راهنمایی تقاطع‌ها را به بهترین وجه انجام داد.

لازم به ذکر است که در یک تقاطع معمولی حداقل چهل نقطه برخورد بین وسیله نقلیه و عابران پیاده وجود دارد که با قرار دادن چراغ راهنما این برخوردها به یک هفتم یعنی شش نقطه برخورد تقلیل پیدا می‌کند[۱۲].

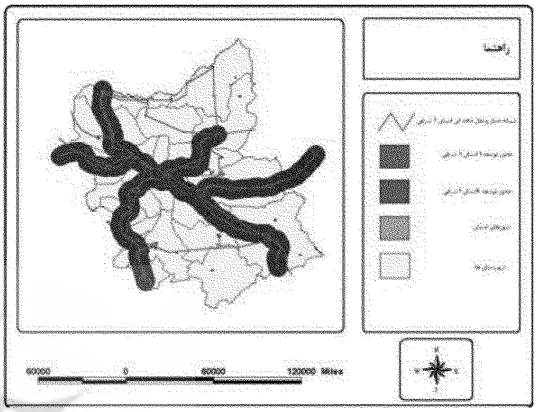
GISدر برنامه‌ریزی جهت کاهش زمان و تسهیل جمع آوری اطلاعات مربوط به حمل و نقل ترافیک، ایجاد روش ساده در گردآوری اطلاعات برای پایگاه داده‌ها، افزایش دقت داده‌ها، افزایش بهره‌وری نیروی انسانی بخش‌های مختلف، ارتقا سطح روند تصمیم‌گیری نقش با اهمیتی را داراست [۱۰].

۳- کاربرد GIS در تحلیل شریان‌های حمل و نقل (استان آذربایجان شرقی)

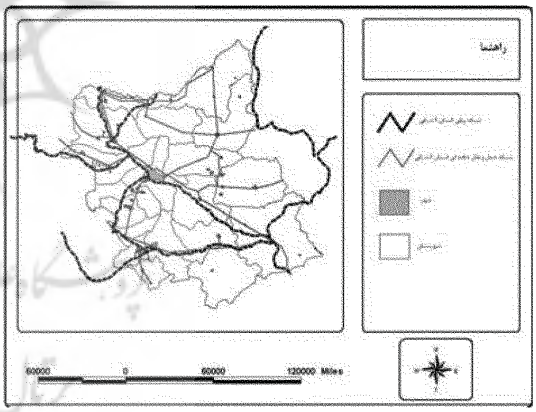
در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل گام نهادن به سوی توسعه، ایجاد پایگاه‌اطلاعاتی غنی از ابزارهای اصلی می‌باشد. همان طور که در بخش‌های فوق گفته شد در GIS می‌توان این پایگاه و لایه‌های اطلاعاتی گوناگون را جمع آوری کرد[۷].

در تحلیل شریان‌های حمل ونقل استان آذربایجان شرقی به عنوان یکی از استان‌های بزرگ، مهم و مرزی کشور، یکی از موارد قابل بررسی و توجه می‌باشد.

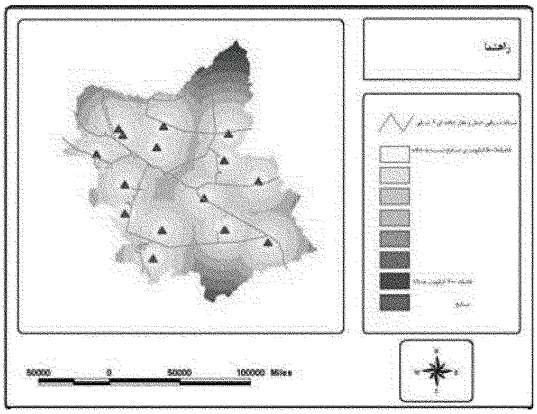
در مطالعاتی که توسط نویسندگان این پژوهش صورت گرفت، شریان‌های حمل ونقل همواره مرکز استان را در احاطه خود قرار داده‌اند.



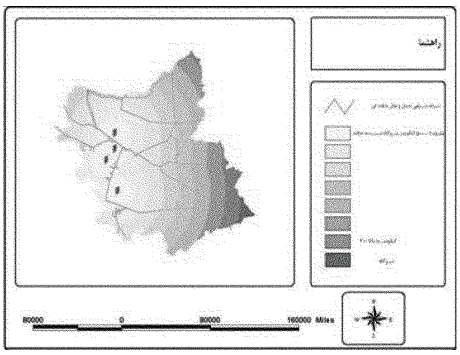
نگاره (۳): محورهای توسعه‌ی استان آذربایجان شرقی



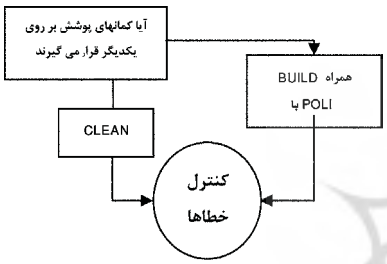
نگاره(۴): خط ریلی استان آذربایجان شرقی



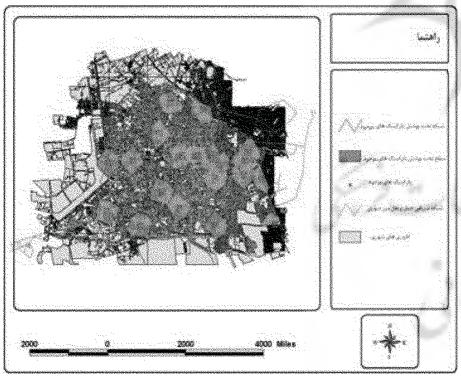
نگاره(۵): موضع مکانی صنایع اصلی نسبت به شریان‌های حمل ونقل



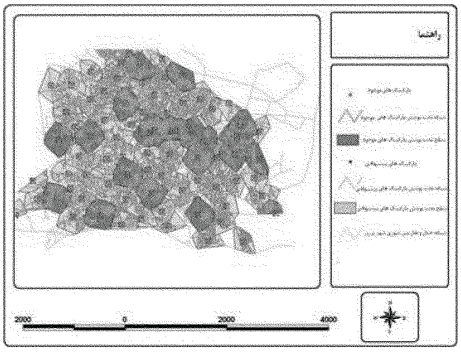
نگاره (۶): موضع مکانی نیروگاه‌ها نسبت به شریان‌های حمل ونقل



نگاره (۷): فرایند ایجاد توپولوژی [۸]



نگاره (۸): مدل تحلیل شبکه پارکینگ‌های عمومی در وضع موجود



نگاره(۹): مدل تحلیل شبکه در پارکینگ‌های پیشنهادی

در استان، دو محور عمده حمل و نقل جاده‌ای و ریلی وجود دارد. نکته قابل توجه حاصل از بررسی لایه‌های اطلاعاتی شبکه راه‌های استان این گونه بر می‌آید که همواره مراکز مهم خدماتی، صنعتی، تفریحی و.... در نقاطی مکان گزینی شده‌اند که قابل دسترسی باشند.

در هنگام کاربرد لغت دسترسی، پیوسته شبکه حمل ونقل در ذهن متصور می‌شود و همان گونه که از نقشه‌های زیر پیداست عناصر مهم خدماتی، صنعتی، تفریحی و... همواره در کنار شریان‌های حمل ونقل ایجاد و احداث شده‌اند. لازم به ذکر است که در برنامه‌ریزی‌های اقتصادی عامل دسترسی همواره در کانون توجه سرمایه‌گذاران و برنامه ریزان قرار دارد، اما حال این سؤال پیش می‌آید که با استفاده از چه روش‌ها و مدل هایی می‌توان میزان دسترسی و ارائه خدمات را به حداکثر رساند؟ در پاسخ سؤال فوق می‌توان گفت که نرم‌افزار GIS بستر مناسبی را جهت انجام این گونه تحلیل‌ها فراهم می‌آورد. یکی از این تحلیل‌ها و مدل‌های کاربردی، مدل تحلیل شبکه می‌باشد که به عنوان نمونه مورد مطالعه، آن را در این پژوهش به اجرا در آورده‌ایم. فرض مثالی که جهت اجرای این مدل به کاربرده شده دسترسی به پارکینگ‌های عمومی در سطح شهر تبریز می‌باشد.

۴- مدل تحلیل شبکه

۴-۱- مدل تحلیل شبکه

از روش تحلیل شبکه برای تحلیل وضع موجود توزیع فضایی خدمات یا کاربری‌ها و بررسی شعاع عملکردی آن‌ها و تعیین مناطقی که خارج از شعاع پوشش آن‌ها هستند استفاده می‌شود. در این روش ابتدا کلیه مسیرهای ارتباطی یا شبکه‌های دسترسی شهر در محیط Auto Map رقومی و تهیه شد. (مسیر و جهت رقومی کردن معابر براساس جهات واقعی ترافیک در شهر صورت می‌گیرد) و پس از ایجاد توپولوژی در محیط Arc GIS دارای اطلاعاتی مانند طول معابر، Fnode,Id و Tnode شده و رابطه فضایی بین خطوط شبکه ایجاد می‌شود. در مرحله بعد با استفاده از تهیه پرسشنامه و سؤال از رانندگان مختلف در ساعات اوج ترافیک و هم چنین حد مجاز سرعت اتومبیل در برخی معابر شهر متوسط سرعت حرکت اتومبیل در سلسله مراتب معابر مختلف شهر به دست می‌آید، و به جدول اطلاعات توصیفی شبکه شبکه وارد می‌گردد. سایر اطلاعات تکمیلی شبکه نیز مانند یک طرفه یا دو طرفه بودن، عرض معابر و تقاطع‌های موجود به شبکه اضافه شده و برای تحلیل آماده می‌شود. در این پژوهش از آن جایی که حرکت پیاده افراد تا پارکینگ مدّ نظر است لذا میزان مسیری که یک فرد می‌توان در طی ۶ دقیقه پیاده‌روی کند (مسافتی برابر ۵۰۰ متر) بر حسب دقیقه محاسبه شد و سپس از تقسیم طول خیابان‌ها بر متوسط سرعت در فیزیک (V=D/T)،عامل زمان یعنی مدت زمان‌های هر مسیر به دست آمده و سیستم شبکه شهر با اطلاعات موجود هوشمند گردید.

۴-۲- تحلیل‌ها و عملیات شبکه

در تحلیل‌های مبتنی بر شبکه، معابر و خیابان‌های شهری که نقش حیاتی و بنیادین در جابجایی‌های شهری ایفا می‌نمایند به صورت عوارض خطی به کار برده می‌شوند. به همین دلیل نتایج حاصل از درجه، اطمینان بسیار بالایی نسبت به تحلیل‌های فضایی (Spatial Analysis) که فقط به صورت فضایی به تعیین بزرگ‌ترین مسیر بین دونقطه می‌پردازند برخوردار می‌باشند.

تجزیه و تحلیل شبکه در GIS برای سه نوع تحلیل عمده به کار می‌رود:

- عملیات تعیین بهترین مسیر
- عملیات پیدا کردن نزدیک‌ترین تسهیلات (این دستور در مکان یابی پارکینگ کاربرد دارد)
- عملیات پیدا کردن محدوده خدماتی [۱۵].

سپس می‌توان براساس شاخص مورد نظر جهت مطالعه، شعاع دسترسی خدمات مورد نظر را در مدل تحلیل شبکه برآورد کرد. در مدل تحلیل شبکه می‌توان آن قسمت از فضای شهر که تحت پوشش خدمت یا کاربری مورد نظر مطالعه نیست را شناسایی کرد و به توزیع بهینه خدمات یا کاربری‌ها با توجه به عامل دسترسی پرداخت.

۴-۳- مفهوم شبکه

شبکه از نظر مفهومی ساده و متشکل از دو جز لبه و تقاطع می‌باشد. خیابان‌ها، جاده‌ها، خطوط آب و برق، لوله‌های نفت و گاز و...نمونه‌هایی از لبه و یا اتصالات هستند. لبه‌ها از طریق تقاطع‌ها به یکدیگر مرتبط می‌شوند و از طریق لبه‌ها جریان منابع صورت می‌گیرد[۶].

۴-۴- مدل شبکه

در یک شبکه، کلاس‌ها و طبقات عارضه‌ای مختلف وجود دارند. به عنوان مثال کلاس‌های عارضه‌ای که نشان دهنده خطوط حمل و نقل، برق و گاز و خطوط آب می‌باشند می‌توانند شبکه‌ای را تشکیل دهند. از آنجایی که عوارض موجود شبکه دارای شکل و هندسه هستند، چنین شبکه‌ای، شبکه هندسی نامیده می‌شود. ایجادیک شبکه هندسی راحت می‌باشد. زمانی که شبکه ایجاد شد، این شبکه در طول حیات پایگاه داده‌ای حفظ می‌شود. برای تجزیه و تحلیل شبکه‌ها ابزارهای مختلفی وجود دارند[۴]. کلاس‌های عارضه موجود در یک شبکه هندسی دارای عوارض لبه (خطوط) و یا عوارض تقاطع (نقاط) می‌باشند. برای هر شبکه هندسی یک شبکه منطقی مربوطه وجود دارد، که یک ساختار داده‌ای پشت صحنه می‌باشد و عناصر لبه و تقاطع را ذخیره کرده و ارتباط بین آن‌ها را حفظ می‌کند. شبکه منطقی، موقعی که شبکه هندسی ساخته می‌شود به طور خودکار ایجاد می‌گردد. تجزیه و تحلیل در شبکه به صورت تحلیل منطقی انجام می‌گیرد[۱۴].

شبکه مجموعه‌ای از عوارض خطی مرتبط است که از طریق آن، مواد، کالا و افراد منتقل می‌شوند یا در امتداد آن، انتقال اطلاعات صورت می‌گیرد. مدل‌های شبکه‌ای در GIS به مثال نمادسازی‌های انتزاعی از مؤلفه‌ها و ویژگی‌های همتاهایشان در جهان واقعی هستند (تجویدی، ۱۳۸۱) شبکه مجموعه‌ای از عوارض خطی (Line Feature) است که از دو جز لبه (Edge) و تقاطع (Intersection) تشکیل می‌گردد. شبکه معابر شهر نمونه‌ای از لبه یا اتصالات (Links) می‌باشد. لبه‌ها از طریق تقاطع به هم مرتبط می‌شوند

و از طریق لبه‌ها جریان منابع صورت می‌گیرد و از آن جایی که عوارض موجود در شبکه دارای شکل و هندسه می‌باشند، چنین شبکه‌ای، شبکه هندسی (Geometric Network) نامیده می‌شود. برای هر شبکه هندسی یک شبکه منطقی (Logical Network) مربوطه وجود دارد که یک ساختار داده‌ای پشت صحنه است و عناصر لبه و تقاطع را ذخیره کرده و ارتباط بین آن‌ها که نتیجه عملیات توپولوژی ایجاد شده است را حفظ می‌نماید[۱۵].

۴-۵- اجزای شبکه

۴-۵-۱- عناصر شبکه

شبکه مجموعه‌ای از اتصالات، گره‌ها، چرخش‌ها، ایستگاه‌ها، مراکز و موانع می‌باشد که در زیر به بررسی هر کدام از این عناصر می‌پردازیم.

۴-۵-۲-اتصالات شبکه (Network Links)

اتصالات شبکه چهارچوب و ساختار مدل شبکه را تشکیل می‌دهند و هم چنین عوارض خطی مرتبط را نمایش می‌دهند که مجاری برای حمل ونقل و ارتباطات می‌باشند. اتصالات شبکه برای نمایش ساختارهای جهان واقعی از قبیل بزرگ راه‌ها، خطوط راه آهن و خطوط کشتیرانی یک شبکه حمل ونقل، خطوط انتقال نیرو و خطوط آبراهه مورد استفاده قرار می‌گیرند.اتصالات شبکه در GIS به صورت کمان (Arc) مدل سازی می‌شوند و خصیصه‌های مربوط به اتصالات در جدول خصیصه‌های مربوط به کمان (AAT) ذخیره سازی می‌شوند.

۴-۵-۳-گره‌های شبکه (Network Nodes)

گره‌های شبکه نقاط انتهایی مربوط به اتصالات شبکه می‌باشند. اتصالات شبکه همیشه از طریق گره‌های شبکه به هم وصل می‌شوند. گره‌های شبکه ممکن است که ارتباطات یک شبکه جاده‌ای، محل ارتباطات آبراهه‌ها و... را نمایش دهند. ویژگی‌های مربوط به گره‌ها در جداول مربوط به گره‌ها ذخیره سازی می‌شوند، که این جدول به نام خصیصه‌های گره (NAT) نامیده می‌شود. گره‌ها همچنین ممکن است برای مدل سازی عناصر شبکه از قبیل چرخش‌ها، توقف‌گاه‌ها و مراکز مورد استفاده قرار گیرند. عناصر شبکه: یک شبکه متشکل از عناصری است که در ادامه به هر یک از آن‌ها پرداخته می‌شود.

۴-۵-۴- توقف‌گاه‌ها (Stops)

به محل هایی از شبکه که جهت بارگیری و تخلیه منابع کاربرد دارند، توقف گاه گفته می‌شود.

۴-۵-۵- مراکز (Centers)

مراکز موقعیت‌هایی در شبکه می‌باشند که درآن‌ها تسهیلات و تأسیسات با ظرفیت مشخص از اتصالات شبکه وارد شده و یا از آن به شبکه توزیع می‌شوند. مراکز می‌توانند نشان دهنده مدارس، فرودگاه‌ها، پارکینگ‌ها، مراکز خرید و....باشد.

۴-۵-۶- موانع (Barriers)

گره‌هایی که در آن‌ها جریان منابع صورت نمی‌گیرد، مانع نامیده می‌شوند.

۴-۵-۷- گردش‌ها (Turns)

یک گردش یا چرخش نمایش دهند انتقال از یک اتصال شبکه به اتصال دیگر در یک گره می‌باشد. برخلاف دیگر عناصر هر شبکه، گردش‌ها نشان دهنده ارتباط بین اتصالات شبکه می‌باشند.

۴-۶- توپولوژی و ساختار آن در محیط شبکه

توپولوژی متداولترین روش کد گذاری روابط فضایی در GIS است. توپولوژی روش ریاضی برای تعریف روابط فضایی می‌باشد. یکی از مزایای ساختار توپولوژی این است که آنالیز فضایی را بدون استفاده از مختصات انجام می‌دهد. بعضی از آنالیزهای فضایی مانند مجاورت و پیوستگی به طور گسترده می‌توانند تنها با استفاده از داده‌های توپولوژی انجام گیرند. این خاصیت، از محاسبات وقت گیر برای به دست آوردن ارتباطات فضایی از مختصات هندسی جلوگیری می‌کند. در مواردی که داده‌های فضایی بدون استفاده از مدل توپولوژی ذخیره می‌شوند، به محاسبات اضافی برای به دست آوردن اطلاعات توپولوژی نیاز خواهد بود. در نتیجه بسیاری از عملیات و تحلیل‌های فضایی در یک GIS بر پایه توپولوژی بسیار مؤثرتر انجام می‌گیرند اما ایجاد یک ساختار توپولوژی هزینه بسیار زیادی را تحمیل می‌کند چون زمانی که نقشه جدیدی وارد می‌شود و یا تغییر می‌کند، توپولوژی نیز بایستی تغییر کند. در فرایند تعیین دسترسی جهت پارکینگ‌های موجود و پیشنهادی در مدل تحلیل شبکه از عملیات ساخت توپولوژی استفاده‌های فراوان شد. معابر موجود در شبکه با استفاده از ایجاد توپولوژی از موقعیت و مفهوم ریاضی و کاربردی برخوردار شدند.

۵- الگوریتم‌های کوتاه‌ترین مسیر

آنالیز شبکه‌های حمل و نقل یکی از عرصه‌های کاربردی است که در آن محاسبه کوتاه‌ترین مسیر یکی از اساسی‌ترین مسائل است. این‌ها برای سالیان متمادی موضوع تحقیقات گسترده‌ای بوده‌اند. سریع‌ترین مسیر به صورت تابعی بر حسب هزینه طی مسیر در لینک محاسبه می‌شود. هر چند که مقالات تحقیقی مختلف انواع مسائل کوتاه‌ترین مسیر را گروه‌بندی می‌کنند، در مجموع می‌توان مسیرهای محاسبه شده را به صورت کوتاه‌ترین مسیرهای یک به یک، یک به کل، یک و کل به کل از یکدیگر متمایز کرد. در پکیج‌های نرم‌افزاری که مسائل کوتاه‌ترین مسیر را در شبکه‌های استاتیک حل می‌کنند، نرم‌افزار معمولاً به صورت یک باره کل به کل را برای تمامی گره‌ها انجام می‌دهند که از طریق آن مسیرهای بعدی به دست می‌آیند[۱۵].

روش انجام‌کار و تحلیل به شرح زیر می‌باشد:

- جمع آوری اطلاعات و داده‌های فضایی و توصیفی

– تهیه و ایجاد لایه شبکه معابر به شکل عوارض خطی
– ایجاد پایگاه داده‌ها (سرعت مجاز حرکت، طول مسیر و...)
– ایجاد لایه موقعیت مکانی مکان‌های پارکینگ به صورت عوارض نقطه‌ای
– انجام عملیات توپولوژی در محیط نرم‌افزار (Arc info) جهت لینک اطلاعات به داده‌های گرافیکی در روش تحلیل شبکه (فرایند انجام عملیات توپولوژی در نرم‌افزار Arc info در نگاره ۱ نشان داده شده است)
– تعیین الگوریتم کوتاه‌ترین و بهترین مسیر
– انجام عملیات تحلیل در نرم‌افزار Arcview

۶- نمایش مدل تحلیل شبکه در شهر تبریز

همان طور که گفتیم در برنامه ریزی‌های اقتصادی عامل دسترسی همواره در کانون توجه سرمایه گذاران و برنامه ریزان قرار دارد، با استفاده از مدل تحلیل شبکه می‌توان میزان دسترسی و ارائه خدمات را به حداکثر رساند. در این راستا نرم افزار GIS بستر مناسبی را جهت انجام این گونه تحلیل‌ها فراهم می‌آورد. فرض مثالی که جهت اجرای این مدل در GIS به کار برده شده دسترسی به پارکینگ‌های عمومی در سطح شهر تبریز می‌باشد. هم چنین جهت توضیح و تبیین این مدل تنها به ارائه میزان دسترسی شبکه به پارکینگ‌های موجود اکتفا نکرده و با ارائه مکان گزینی پارکینگ‌های پیشنهادی، طریقه شناسایی مکان‌های دور از دسترس پارکینگ‌های موجود و دسترسی پارکینگ‌های عمومی پیشنهادی را از طریق تعیین الگوریتم‌های بهترین مسیر در مدل تحلیل شبکه به نمایش گزارده‌ایم.

با توجه به شبکه ارتباطی ترسیم شده و نحوه توزیع پارکینگ‌های عمومی در سطح شهر می‌توان گفت که بیش از $\frac{3}{4}$ محدوده شهر به کاربری پارکینگ دسترسی ندارند و مجبور به پارک خودروهای خود در حاشیه معابر هستند.

همان طور که درنقشه فوق می‌بینیم، تمامی سطح شهر از نظر شریان‌های حمل و نقل به کاربری پارکینگ دسترسی دارند.

۷- نتیجه گیری

نتایج حاصل از پژوهش انجام گرفته بدین ترتیب می‌باشد:

۱- نرم‌افزار GIS به عنوان ابزار انجام تحلیل‌های پیچیده و گوناگون، یکی از کارآمدترین ابزارها به شمار می‌آید.

۲- در ارزیابی مکان گزینی خدمات، امکانات و کاربری‌های‌گوناگون، عامل دسترسی نقش تعیین کننده را داراست.

۳- صنایع اصلی و نیروگاه‌های استان آذربایجان شرقی با توجه به نقشه‌های تهیه شده در امتداد شریان‌های حمل ونقل ایجاد شده‌اند.

۴- مدل تحلیل شبکه به عنوان یک مدل قابل اجرا و نمایش در محیط GIS، توانمند در شناسایی میزان دسترسی به خدمات و امکانات می‌باشد.

۵- در مدل تحلیل شبکه الگوریتم کوتاه‌ترین و بهترین مسیر شناسایی می‌شود و هم چنین محدوده خدماتی کاربری‌ها قابل ارزیابی است.

منابع و مآخذ

۱-قاضی حسامی، ع. مکان یابی پارکینگ با استفاده از GIS، دانشگاه شهید بهشتی، صفحه ۱۹۹، ۱۳۷۳.

۲- پرهیزگار، ا. الگوی مناسب مکان گزینی خدمات شهری با تحقیق در مدل‌ها و GIS شهری، دانشگاه تربیت مدرس، صفحه ۴۳، ۱۳۷۶.

۳-لاله پور، م. چمنی، م. مکان یابی و ساماندهی پارکینگ‌های عمومی شهر یاربا استفاده از GIS، شهرداری شهریار، صفحه ۱۲، ۱۳۸۵.

۴-فرهادی، ر. مکان یابی مدارس با استفاده از GIS، دانشگاه تربیت مدرس، صفحه ۱۲۳، ۱۳۷۹.

۵-فرایند طراحی شهری، سیدحسین بحرینی، انتشارات سمت، دانشکده هنرهای زیبا، ۱۳۷۷.

۶-کاربرد GIS در مطالعات شهری، علی ربیعی، مهر، صفحه ۴۵، ۱۳۸۰.

۷-شبکه ارتباطی و طراحی شهری، فریدون قریب، انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۱۷۵، ۱۳۷۶.

۸-کاربرد GIS با استفاده از ARC/INFO در برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای، ثنایی نژاد، فرجی، انتشارات جهاد دانشگاهی، صفحه ۵۰-۵۲، ۱۳۸۱.

۹-تأثیر مدیریت پارکینگ و سیستم موج سبز بر سطح قدرت معابر شریانی، حمید شفیعی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، صفحه ۵۹-۵۸، ۱۳۷۷.

۱۰-متکان، ع. شکیبا، ع. پورعلی، ح. کاربرد GIS در مکانی یابی پارکینگ‌های عمومی طبقانی به روش OWA، همایش شعر و شهرسازی، صفحه ۴، ۱۳۸۵.

۱۱-سعیدیان، م. احمدی، ک. کاربرد GIS در مدیریت و مکان یابی پارکینگ‌ها، همایش شهر و شهرسازی، صفحه ۲، ۱۳۸۵.

۱۲-احدنژاد، م. حیدری، ع. مکان یابی ایستگاه‌های آتش نشانی با استفاده از روش تحلیل شبکه و A.H.P، همایش map asia 2007، صفحه ۶-۷، ۱۳۸۶.

۱۳-مجله هنرهای زیبا، فرایند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای، ۱۳۸۰.

14- Kligman. ricardo, m. ryan mcDevitt, Todd Withee.(2002) apllication of GIS to a parking study in newton sponsoring agency: city of newton Department of public works engineering division, submitted to the faculty of worcester polytechnic institute, date: april 30.

15- Liu. Chong, (2005) research Assistance, Institute of Transportation Engineering, Tsinghue University. 'study on a parking planning method based on GIS: a case analysis' proceeding of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.5, pp900- 906.

پی نوشت

1-Geographical Information System

2- NETWORK ANALYSIS