

به نام خدا

بدست آوردن مدل ارزش (Cost Model) شبکه راههای ایران

در محیط سیستم اطلاعات مکانی (GIS)

دکتر مسعود ورشوساز^۱

استادیار دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

ابوالقاسم صادقی نیارکی^۲ کارشناس ارشد GIS

سازمان حمل و نقل و پایانه های کشور- دفترن آوری اطلاعات

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

مهندس حجت ا بهروز^۳

مدیرکل دفترن آوری اطلاعات-سازمان حمل و نقل و پایانه های کشور

چکیده :

ارزش دهی به قطعات شبکه، یکی از مراحل بسیار مهم در تجزیه و تحلیل شبکه، در محیطهای GIS می باشد. در آنالیز مسیریابی استفاده تنها از طول یا زمان برای ارزش دهی منجر به نتایجی می گردد که اکثراً با واقعیت مطابق نیست. بنابراین برای برطرف کردن مشکل فوق که هدف اساسی این مقاله می باشد، بایستی معیارهای مختلفی علاوه بر طول یا زمان مد نظر قرار گیرد. اساساً معیارهای موثر بصورت جاده ای، وسیله نقلیه ای و انسانی مطرح می شود که در این مقاله تنها به شناسائی معیارهای جاده ای، آنها فقط برای وسایل نقلیه سواری، پرداخته می شود. این معیارها عبارتند از: ترافیک، سیاحتی و زیارتی، امنیت، امکانات، آب و هوا، نقاط حادثه خیز، نوع راه، منطقه راه، طول راه، ابنیه فنی^۴، خصوصیات هندسی راه^۵ که برخی بدلیل وابستگی به دیگر پارامترها و عدم وجود اطلاعات لازم در مورد آنها، حذف شدند. وزن دهی و ترکیب معیارهای فوق در یک مدل خاص بنام مدل ارزش^۶ انجام می پذیرد که برای تعیین آن، از روش تحلیل سلسله مراتبی^۷ می توان استفاده می شود. از ویژگیهای خاص این روش، توانائی مدولاسیون همزمان معیارهای کمی^۸ و معیارهای کیفی^۹ می باشد. مدولاسیون با استفاده از نظرات کارشناسان خبره از طریق مقایسه دو به دو معیارها انجام می پذیرد. بدلیل تنوع شرایط آب و هوایی و نوع سفر در کشور پهناور ایران، مدل ارزش در چهار حالت، تابستان- سفر توریستی، تابستان- غیر توریستی، زمستان- توریستی

^۱ M-Varshosaz@yahoo.com

^۲ A_Sadeghi313@yahoo.com

^۳ Hojat@tto-ir.org

^۴ ابنیه فنی اعم از پل، تونل و دیوار حائل جهت جلوگیری از ریزش می باشد.

^۵ خصوصیات هندسی راه شامل شیب و عرض راه و غیره می باشد.

^۶ Cost Model

^۷ Analytical Hierarchical Process (AHP)

^۸ معیارهایی که قابل اندازه گیری عددی هستند. مانند: معیارهای ترافیک، آب و هوا و غیره.

^۹ معیارهایی که قابل اندازه گیری عددی نیستند. مانند: زیبایی، سیاحتی، آسودگی، امکانات و غیره.

و زمستان- غیر توریستی محاسبه شد. سپس برای تست مدل‌های بدست آمده، شبکه راه‌های بین تهران - مشهد بدلیل تنوع آن انتخاب شد. نتایج حاصله نشان داد که جوابها با آنچه در واقعیت اتفاق می‌افتد، مطابقت دارند. برای مثال در حالت تابستان-سفر توریستی از میان سه مسیر سمنان، فیروزکوه، هراز، مسیر هراز را که توریستی ترین مسیر نسبت به دو مسیر دیگر است، انتخاب شد. همچنین حالت تابستان-غیر توریستی مسیر سمنان به دلیل کوتاه بودن انتخاب شد.

واژگان کلیدی: تحلیل سلسله مراتبی، تست و آنالیز حساسیت مدل، تجزیه و تحلیل شبکه، جاده های برون شهری، سیستم اطلاعات مکانی، مدل ارزش، مسیر بهینه، معیارهای کمی و کیفی، مدل‌سازی، کارشناسان خبره.

۱-مقدمه:

تجزیه و تحلیل شبکه از ابزارهای بسیار قدرتمند در GIS می‌باشد. از جمله تجزیه و تحلیل‌های شبکه GIS در سیستم‌های حمل و نقل^۱، می‌توان به تجزیه و تحلیل‌های کوتاه‌ترین مسیر^۲، مسیریابی و وسیله نقلیه^۳، افراز^۴، مکان‌یابی^۵، تخصیص^۶ اشاره نمود. [Lupien - 1987].

از وظایف مهم سازمان حمل‌ونقل پایانه‌های کشور که وابسته به وزارت راه و ترابری می‌باشد، ایجاد سهولت در امر حمل‌ونقل جاده‌ای برون شهری است. از جمله این وظایف، صدور پروانه عبور کامیون‌های باری و ترانزیتی، جهت هدایت آنها در مسیرهای خاص برای کنترل حجم ترافیک شبکه راه‌های ایران، همین‌طور انجام آنالیزهای شبکه^۷، مانند: یافتن مسیرهای بهینه جهت هدایت ناوگان در تعاونیهای اتوبوسرانی و شرکت‌های حمل‌ونقل داخلی و بین‌المللی، تخصیص ترافیک به شبکه راهها و شناسایی نقاط پرتردد و گلوگاههای آن، یافتن نقاط حادثه‌خیز مانند تصادفات جاده‌ای، نقاط بهم‌خیز، ریزش کوه و غیره می‌باشد.

در حال حاضر کاربردهای فوق به صورت سنتی و با استفاده از تجارب متخصصین حمل‌ونقل و ترافیک بصورت برنامه های کامپیوتری، غیرگرافیکی و براساس معیارهای ثابت طول یا زمان ارائه می‌شود، که در واقع نیازهای واقعی شبکه راه را به طور کامل پوشش نمی‌دهد. همین‌طور استفاده از مدل ارزشی که برای راه‌های درون شهری بدست آمده بجای راه های برون شهری، رضایت متخصصین و کارشناسان این سازمان را تأمین نمی‌نماید. لذا برای حل مشکلات آنالیز شبکه مطرح شده، نیاز است که شبکه برون شهری راه‌های ایران مطابق یک اصول خاص ارزش‌دهی شود، تا به نحو احسن و اصولی به جواب واقعی نزدیک‌تر گردد. بدیهی است که ارزش هر شبکه، در آنالیز شبکه از ملزومات می‌باشد. استفاده از طول یا زمان در شبکه راه به عنوان ارزش قطعات، نمی‌تواند همه پارامترهای طبیعی آن شبکه را تعریف نماید و اکثراً جواب حاصل از این تحلیلها با واقعیت منطبق نیست. بنابراین باید طبق مدلی خاص، این ارزش‌دهی با در نظر گرفتن پارامترهای مختلف همچون طول، آب‌وهوا، ترافیک، منطقه راه و نوع راه و غیره انجام گیرد.

بعد از بررسی در منابع موجود، تنها اشاره به رابطه بین حجم و زمان سفر که اصطلاحاً توابع زمان سفر-حجم نامیده می‌شوند، شده است. تابع زمان سفر-حجم رابطه بین جریان یا حجم ترافیک با زمان سفر را نشان می‌دهد. از

-
- ۱
 - ۲ Shortest Path
 - ۳ Vehicle Route Finding
 - ۴ Partitioning
 - ۵ Location
 - ۶ Allocation (assignment)
 - ۷ Network Analysis

بین مدل‌های ریاضی پیشنهاد شده^۱ برای توابع زمان سفر - حجم، متداولترین مدل که در اکثر مطالعات انجام شده در نقاط مختلف جهان و نیز در ایران استفاده شده، مدل پیشنهادی اداره راه‌های فدرال ایالت متحده آمریکا است. شکل تابعی این مدل به صورت فرمول ۱-۴ است:

$$t = t_0 \left[1 + \beta \left(\frac{v}{Q_1} \right)^n \right] \quad ۴-۱$$

در این تابع t متوسط زمان سفر برای طی یک کیلومتر از طول راه بر حسب دقیقه، v حجم جریان ترافیک بر حسب وسیله نقلیه سواری در ساعت، t_0 متوسط زمان سفر آزاد^۲ برای طی یک کیلومتر از طول راه بر حسب دقیقه، Q_1 ظرفیت عملی راه در سطح خدمت یک (بر حسب وسیله نقلیه سواری در ساعت) و β و n پارامترهای مدل می باشد [پورزاهدی و ذکائی-۶۷].

ضعفهای تابع زمان سفر حجم بصورت ذیل می باشد:

بدست آوردن ضرایب t_0 و Q که با استفاده از مشاهدات موجود زمان سفر - حجم برآورد می‌شوند بسیار مشکل می باشد و تا بحال به دلیل وسعت این پروژه برای راه‌های برون شهری ایران، هنوز انجام نشده است. این تابع فقط به ویژگیهای ترافیکی شامل تغییرات حجم ترافیک، تغییرات در ترکیب وسایل نقلیه تشکیل دهنده ترافیک، مشخصات فیزیکی راه وابسته است. بنابراین معیارهای کیفی و سایر معیارهای امنیتی و امکانات و غیره و همینطور مدوله کردن هر دو دسته کمی و کیفی، در این تابع مطرح نمی باشد. در این مقاله بعد از تعریف مسئله و بیان ضرورت انجام تحقیق، به اصول مدولاسیون معیارهایی پرداخته می شود که برای اولین بار، جهت مدوله کردن تاسیسات جانبی و سایر عوامل اطراف جاده های برون شهری ایران ارائه شده است. جهت وزن دهی و ترکیب معیارها از روشی به نام روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده می شود. بعد از تعیین مدل ارزش در حالت‌های مختلف به تست مدل در راه‌های منطقه بین تهران-مشهد اشاره می شود و در نهایت به نتیجه گیری کل پرداخته می شود.

۲- شناسای معیارها در تعیین مدل ارزش:

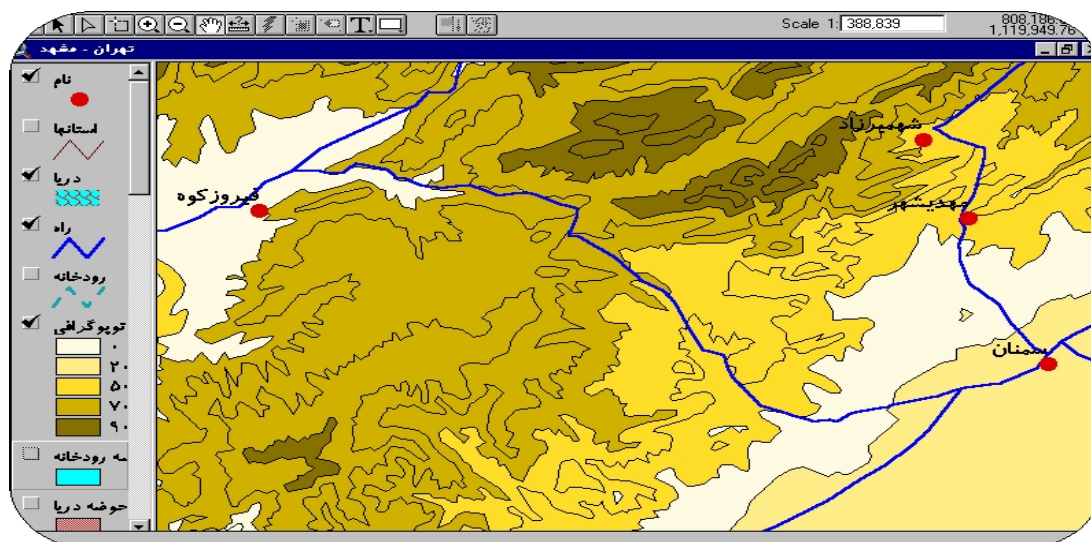
همانطور که اشاره شد باید به گونه‌ای به هر قطعه از شبکه راه یک ارزش داده شود که دربرگیرنده شرایط خاص آن قطعه در شبکه راه باشد. بعد از مرحله ارزش دهی، شبکه راه آماده می باشد تا در کاربردهای مختلفی که در مقدمه اشاره شد، استفاده شود. برای پی بردن به اهمیت ارزش دهی در شبکه راه‌های ایران به مثالی واقعی پرداخته



^۱ مدل‌های مختلفی از این تابع در پیوست الف ارائه شده است. مرجع مربوطه [Ortuzar & Willumsen 1990] می باشد.

^۲ زمان سفر آزاد یعنی زمان سفری که حاصل از هیچ ترافیکی در مسیر نباشد.

شکل ۱: مسیریابی بهینه از تهران به مشهد در محیط GIS. در حالت ارزش دهی هر قطعه شبکه راهها براساس طول.



شکل ۲: مسیر شهر فیروزکوه به شهر سمنان که دارای گردنه‌ها و دره‌های پرپیچ و خمی است.

می شود. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود برای رفتن از تهران به مشهد مسیرهای مختلفی وجود دارد. طی یک آزمایش بعمل آمده برای مسیریابی بهینه از تهران به مشهد در محیط GIS که بر اساس طول ارزش دهی شده است، جواب حاصل، مسیر تهران، فیروزکوه، سمنان، شاهرود، مشهد است. پس از تجزیه و تحلیل مسیر معرفی شده از دیدگاه متخصصین و رانندگانی که این مسیر را انتخاب کرده بودند، مشخص شد که در واقعیت هیچ راننده‌ای از این مسیر عبور نمی کند. در واقع آنچه که اکثر رانندگان جهت عبور از فیروزکوه یا سمنان استفاده می کنند این است که برای فیروزکوه مسیر تهران - فیروزکوه - ساری - مشهد و برای سمنان مسیر تهران - سمنان - شاهرود - مشهد را انتخاب می کنند و هیچ راننده‌ای از شهر فیروزکوه که در مسیر تهران - فیروزکوه - مشهد واقع می باشد به شهر سمنان که در مسیر تهران - سمنان - شاهرود - مشهد قرار دارد، عبور نمی کند. برای بررسی بیشتر کافی است توپوگرافی منطقه مد نظر قرار داده شود. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می شود این مسیر دارای گردنه‌ها و دره‌های پر پیچ و خمی است که عبور از آن بسیار مشکل است. صحت این ادعا نیز توسط کارشناسان و متخصصین و رانندگان این دو مسیر جاده فیروزکوه و جاده سمنان نیز تأیید می شود. آنها اشاره دارند که یا رانندگان از جاده فیروزکوه به سمت جاده مشهد می روند یا از ابتدا از گرمسار به سمنان و شاهرود می روند و هیچگاه رانندگان این تغییر مسیر اعلام شده توسط محیط پایه گذاری شده بر اساس طول راه، نمی پذیرند، که این خود نشان دهنده ضعف بزرگی در ارزش دهی تک بعدی با استفاده از طول در محیط GIS است. در قسمتهای بعدی مقاله دیده می شود که اگر ارزش دهی راهها با استفاده از پارامترهای مناسب صورت پذیرد GIS قادر خواهد بود که مسیر مناسبتری را برای رفتن از تهران به مشهد پیشنهاد دهد. در ادامه به معیارهای موثر در تعیین مدل ارزش پرداخته می شود.

۲-۱- معیارهای موثر در تعیین مدل ارزش هر قطعه از راههای برون شهری:

به دلیل تنوع معیارها در مدلسازی مدل ارزش، این معیارها به سه دسته معیارهای جاده ای، وسیله نقلیه و انسانی [صادقی نیارکی-۸۱] تقسیم شد (جدول ۱). بدلیل محدودیت در زمان انجام مقاله، همچنین نبود اطلاعات، مدلسازی فقط محدود به بعضی از معیارهای جاده ای شد (جدول ۲).

جدول ۱: سه دسته معیارهای جاده ای، وسیله نقلیه و معیارهای انسانی.

معیارهای مدل ارزش	نمونه
معیارهای جاده ای	ترافیک، سیاحتی و زیارتی، امنیت، امکانات، آب و هوا، طول راه، خصوصیات هندسی راه، منطقه راه، نقاط حادثه خیز، عبور حیوانات اهلی و غیر اهلی، علائم صحیح راهنمایی و رانندگی، فرعیها و انشعابات جاده، یکطرفه یا دوطرفه بودن، آزمون جاده (شرقی، غربی یا شمالی جنوبی)، وجود پاسگاههای ایست و بازرسی، دست فروشها و
معیارهای وسیله نقلیه	نوع وسیله نقلیه، مدل وسیله نقلیه، نوع و میزان سوخت، وزن وسیله نقلیه و بار آن و طریقه بستن، نوع تایر مورد استفاده، نور بالا، نور پائین بودن و چراغ راهنما و
معیارهای انسانی	سن و تجربه، عدم بستن کمربند ایمنی، عینک بینایی، آشنایی با امور فنی خودرو، برنامه ریزی، استفاده از نقشه و تحصیلات و

جدول ۲: معیارهای جاده ای که در این تحقیق مدلسازی شده است.

معیارها	زیر معیارها
طول	از معیارهای اصلی که در مدل بدست آمده از سایر معیارها ضرب شد.
ترافیک	سطحهای سرویس E, D, C, B, A
امنیت	شامل مراکز پلیس راه، راهدارخانهها، نقاط شهری و آبادی، پارکینگهای حاشیه جاده، واحدهای سرویس وسایل نقلیه، واحدهای بهداشتی درمانی، واحدهای مخابراتی می باشد.
توریستی-زیارتی	دریا، دریاچه، رودخانه، سد، تفرجگاه، جنگل، منطقه کوهستانی، منطقه پیست اسکی، منطقه پرورش ماهی، اماکن تاریخی - فرهنگی، اماکن باستانی - صنوعی، اماکن مذهبی، کویر
امکانات	جایگاههای مواد سوختی، واحدهای خدماتی، معیار پایانه (ترمینال)
آب و هوا	معتدل، نیمه خشک سرد، سردسیر، بیابانی، نیمه خشک گرم، گرم و مرطوب

۳- اصول مدلسازی:

جهت ارزش دهی به قطعات شبکه راهها، بعد از مرحله تعیین معیارهای مؤثر در ارزش دهی هر قطعه، بایستی معیارها با هم طبق یک قاعده وزن دهی و ترکیب شوند. معیارها در یک مدل که در این مقاله مدل ارزش^۱ نام گذاری شده است، قرار گرفتند. بعضی از معیارهای مطرح شده، کمی^۲ و بعضی، کیفی^۳ می باشند. بنابراین باید از روشی استفاده شود که بتواند دو دسته معیار کمی و کیفی را براساس یک قاعده خاص بصورت همزمان وزن دهی و ترکیب نماید. یکی از این روشها، روشی است که در مهندسی صنایع برای چنین منظورهایی استفاده می شود و ایجاد مدل های تصمیم گیری با معیارهای چندگانه^۴ نام دارد. فرآیند تصمیم گیری چند معیاره با دو مشکل اصلی زیر روبرو است،

^۱ Cost Model

^۲ معیارهایی که قابل اندازه گیری عددی هستند. مانند: معیارهای ترافیک، آب و هوا و غیره.

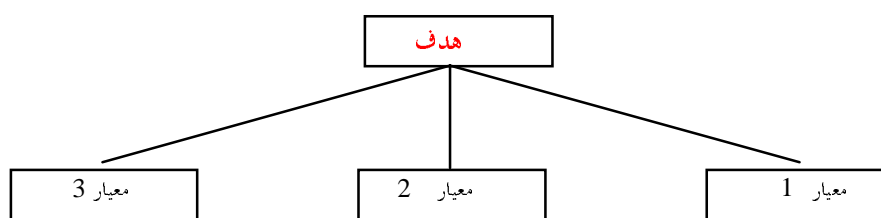
^۳ معیارهایی که قابل اندازه گیری عددی نیستند. مانند: زیبایی و سیاحتی، آسودگی و امکانات و غیره.

^۴ Multiple Attribute Decision Making (MADM)

یکی فقدان استاندارد برای اندازه‌گیری معیارهای کیفی و دیگری فقدان واحد برای تبدیل معیارهای کمی و کیفی به یکدیگر می‌باشد. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی^۱ یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مسأله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسأله دارد [قدسی پور - ۷۹]. این روش بر اساس نحوه تحلیل مغز انسان از مسائل پیچیده فازی، توسط محققى به نام «توماس ال - ساعتى^۲» در سالهای ۱۹۷۵ پیشنهاد گردیده بطوریکه کاربردهای متعددی از آن زمان تاکنون برای این روش مورد بحث قرار گرفته است. این فرایند مجموعه‌ای از قضاوتها، تصمیم‌گیری‌ها و ارزش‌گذاری‌های شخصی با یک شیوه منطقی می‌باشد. می‌توان گفت، این تکنیک از یک طرف وابسته به تصورات شخصی و تجربه جهت طرح‌ریزی سلسله مراتبی یک مسأله بوده و از طرف دیگر به منطقی و درک جهت تصمیم‌گیری نهایی مربوط می‌شود. امتیاز دیگر فرایند تحلیل سلسله مراتبی این است که ساختاری جهت همکاری و مشارکت گروهی در تصمیم‌گیری‌ها و حل مشکلات مهیا می‌کند. همچنین، یک مدل یگانه^۳، ساده و انعطاف‌پذیر برای حل محدوده وسیعی از مسایل بدون ساختار است که به راحتی قابل درک همگان می‌باشد. برای حل مسایل پیچیده، هم نگرش سیستمی و هم تحلیل جزء به جزء را به صورت توأم به کار می‌برد. همینطور اهمیت معیارها در یک سیستم، در نظر گرفته و بین آنها تعادل برقرار می‌کند و فرد را قادر می‌سازد که بهترین گزینه را بر اساس اهدافش انتخاب کند. در زیر مراحل لازم جهت وزن دهی معیارها در روش AHP توضیح داده می‌شود.

♦ ایجاد ساختار درختی پارامترها و رسم نمودار AHP:

درک پدیده‌ها و مسائل بزرگ پیچیده برای ذهن انسان می‌تواند مشکل آفرین باشد. از این رو تجزیه یک مسأله بزرگ به عناصر جزئی آن با استفاده از یک ساختار رده‌ای می‌تواند به درک انسان کمک کند در این گونه ساختارها هر عنصر در یک سطح معین نیز تحت تسلط برخی یا کلیه عناصر موجود در سطحی بالاتر از آن می‌باشد. لذا اولین مرحله در AHP تعیین معیارها و وضعیت آنها نسبت به همدیگر می‌باشد (شکل ۳). هدف نهایی بصورت مدلی است که متغیرهای آن، معیارها می‌باشند. در این مدل میزان اهمیت و وزن هر معیار با ضرایبی در کنار معیارها مشخص شده که بر اساس آن گزینه‌های مختلف بررسی می‌گردند (فرمول ۱).
شکل ۳: نمودار AHP مربوط به معیارها و زیر معیارها.



فرم کلی مدل بصورت زیر می‌باشد.

$$F = k_1 X_1 + k_2 X_2 + k_3 X_3$$

در مدل نمایشی بالا، k_1 ، k_2 و k_3 به ترتیب وزنهای معیارهای X_1 ، X_2 و X_3 می‌باشند که این وزنها بر اساس نظرات کارشناسان در روش AHP تعیین می‌شوند.

^۱ Analytical Hierarchical Process (AHP)

^۲ Saaty

^۳ Unity

♦ مقایسه زوج به زوج پارامترها باهم :

پس از ایجاد ساختار درختی معیارها و رسم نمودار AHP، معیارهای هم سطح و مرتبط نسبت به همدیگر دو به دو مقایسه می شوند. بعنوان مثال طبق شکل ۳ معیارهای ۱، ۲ و ۳ با همدیگر مقایسه می شوند. نتیجه این مقایسه‌ها به صورت یک وزن نسبی است که میزان آن بین ۱ تا ۹ می‌باشد. در نهایت جهت ترکیب نظرات مختلف کارشناسان در یک قضاوت خاص، از طریق میانگین هندسی تبدیل به یک جواب می شود.

۴- مدلسازی:

در این مرحله به نحوه مدلسازی تمام متغیرهای مدل ارزش اعم از معیارهای ترافیک، آب و هوا، طول، امنیت، سیاحتی - زیارتی و امکانات و همچنین زیر معیارهایشان با روش AHP، مرحله به مرحله پرداخته می شود. برای نمونه جدول ۳ حاصل مقیاسات زوجی در حالت فصل تابستان-توریستی می‌باشد. در این جدول، اهمیت هر معیار نسبت به تمام معیارها، نظر سنجی شده است. بعضی از معیارها و زیر معیارها در فصلهای مختلف از جمله تابستان و زمستان از اهمیتهای مختلفی نسبت بهم برخوردار می باشند و همچنین بعد از تعیین مدل ارزش هر قطعه از راه، جهت آنالیز مسیر یابی نیاز به مشخص شدن نوع سفر توریستی، غیر توریستی می باشد. بعنوان مثال: آب و هوای کویری در فصل تابستان نامناسب‌ترین آب و هوا بوده، در صورتیکه در فصل زمستان، شرایطی بهتری حتی بهتر از آب و هوای سردسیر دارد. همینطور معیار سیاحتی، در سفرهای غیر توریستی (سفر کاری) دارای کمترین اهمیت و در سفرهای توریستی، دارای بیشترین اهمیت می‌باشد. بنابراین جداول مقیاسات زوجی مربوط به معیارها، شامل چهار حالت، فصل تابستان-سفر توریستی، تابستان-غیرتوریستی، زمستان-توریستی، زمستان-غیرتوریستی می باشد. همچنین دو جدول فصل زمستان و تابستان برای زیر معیارهای، دو معیار آب و هوا و سیاحتی و زیارتی در نظر گرفته شد.

جدول ۳ مقیاسات زوجی معیارها.

به نام خدا			
هدف: ارزش دهی قطعات راهها جهت مسیر یابی بهینه بین دو نقطه.			
- منطقه موردنظر تهران - مشهد		- نوع وسیله نقلیه: سواری	
نام و نام خانوادگی :			
تاریخ :		مسئولیت :	
تحصیلات :		سابقه کار در موضوع مربوطه بالا :	
فصل تابستان - سفر توریستی			
ردیف	مقایسه پارامترهای اصلی	قضاوت	توضیحات
۱	اهمیت ترافیک (شلوغی) به آب و هوا		
۲	اهمیت ترافیک به امکانات		
۳	اهمیت ترافیک به سیاحتی، زیارتی		
۴	اهمیت ترافیک به امنیت		
۵	اهمیت آب و هوا به امکانات		
۶	اهمیت آب و هوا به سیاحتی، زیارتی		
۷	اهمیت آب و هوا به امنیت		
۸	اهمیت امکانات به سیاحتی، زیارتی		
۹	اهمیت امکانات به امنیت		

بعد از ایجاد چهار حالت^۱ جداول مقایسات زوجی در سطح اول، مدل ارزش به شکل کلی فرمول ۲ بدست آمد.

$$f = \sum_{i=1}^n (K_i X_i) \quad ۲$$

در این فرمول، f مدل ارزش اولیه جاده‌های بین شهری بدون اعمال معیار طول، n تعداد معیارهای موثر در مدل ارزش جاده‌های بین شهری، X_i معیارهای موثر در بدست آوردن مدل ارزش، K_i ضریب ثابت حاصل از قضاوت کارشناسان خیره.

ارجحیت مدل ارزش یک قطعه نسبت به قطعه دیگر با بیشتر بودن مقدار عددی F می‌باشد یعنی قطعه ای در آنالیز مسیر یابی انتخاب می‌شود که دارای بیشترین ارزش باشد. همینطور قطعه ای که دارای طول کمتر باشد انتخاب می‌شود. بنابراین معیار طول نسبت عکس با تابع F دارد. نتیجتاً رابطه ۳ به عنوان مدل ارزش کلی مشخص می‌شود.

$$F = \sum_{i=1}^n \left(\frac{K_i X_i}{L_i} \right) \quad ۳$$

نکته ای که در این نوع مدلسازی مطرح می‌باشد این است که ضرایب معیارها نرمالیزه می‌شوند یعنی مجموع تمام ضرایب هر مدل برابر ۱ می‌شود. چهار حالت مدل ارزش فرمول ۳ به شرح ذیل می‌باشد.

فصل تابستان-سفر توریستی: در مدل ارزش فصل تابستان-سفر توریستی (فرمول ۴) به دلیل آنکه سفر توریستی می‌باشد، معیار سیاحتی-زیارتی (F_2) بیشترین اولویت را دارا می‌باشد. همچنین از عوامل مهم در مسافرتها توریستی مسئله ترافیک می‌باشد که دیده می‌شود که بعد از معیار توریستی معیار ترافیک (F_3) از اهمیت بالایی برخوردار است. برای بررسی صحت و درستی وزن دهی معیارهای مدل زیر و اینکه اگر از معیارها حذف شود چه اتفاقی خواهد افتاد در بخش آنالیز حساسیت به آن پرداخته می‌شود.

$$F_{ST} = \frac{1}{L_i} (0.149 F_1 + 0.296 F_2 + 0.193 F_3 + 0.175 F_4 + 0.187 F_5) \quad ۴$$

در مدل‌های ارزش ارائه شده، F_{ST}^2 ، F_{SNT}^3 ، F_{WNT}^4 و F_{WNT}^5 به ترتیب مدل ارزش تابستانی توریستی، تابستانی توریستی، زمستانی-توریستی، زمستانی غیر توریستی می‌باشد همچنین F_1 معیار آب و هوا، F_2 معیار سیاحتی-زیارتی، F_3 معیار ترافیک، F_4 معیار امنیت، F_5 معیار امکانات، L_i طول هر قطعه از راه در نظر گرفته شده است. پارامترهای F_1 تا F_5 ثابت نبوده بلکه هر کدام بصورت تابعی از زیرمعیارهای خود هستند که در ادامه به آنها اشاره می‌شود.

فصل تابستان-سفر غیر توریستی: به دلیل سفر غیر توریستی، معیار سیاحتی-زیارتی (F_2) دارای وزن صفر می‌باشد (فرمول ۵) همچنین معیار ترافیک (F_3) در سفر غیر توریستی نقش مهمی ایفا می‌کند. زیرا کاربر به دنبال مسیری است که سریع به مقصد برسد.

$$F_{SNT} = \frac{1}{L_i} (0.007 F_1 + 0.0 F_2 + 0.961 F_3 + 0.019 F_4 + 0.013 F_5) \quad ۵$$

^۱ فصل تابستان-سفر توریستی، تابستان-غیر توریستی، زمستان-توریستی، زمستان-غیر توریستی.

^۲ Summer Turisty

^۳ Summer Not Turisty

^۴ Winter Turisty

^۵ Winter Not Turisty

فصل زمستان-سفر توریستی: در این نوع مدل ارزش (فرمول ۶)، به دلیل سفر توریستی، معیار سیاحتی-زیارتی (F_2) و معیار ترافیک (F_3) بیشترین اولویت را دارا می باشد. همچنین معیار آب و هوا (F_1) از اهمیت خوبی برخوردار می باشد.

$$F_{WT} = \frac{1}{L_i} (0.195 F_1 + 0.234 F_2 + 0.214 F_3 + 0.179 F_4 + 0.179 F_5)$$

فصل زمستان-سفر غیر توریستی: معیار ترافیک (F_3) در این حالت بیشترین اهمیت را داراست. همچنین وزن معیار سیاحتی-زیارتی (F_2) صفر می باشد زیرا برای کاربر این معیار مهم نمی باشد (فرمول ۷).

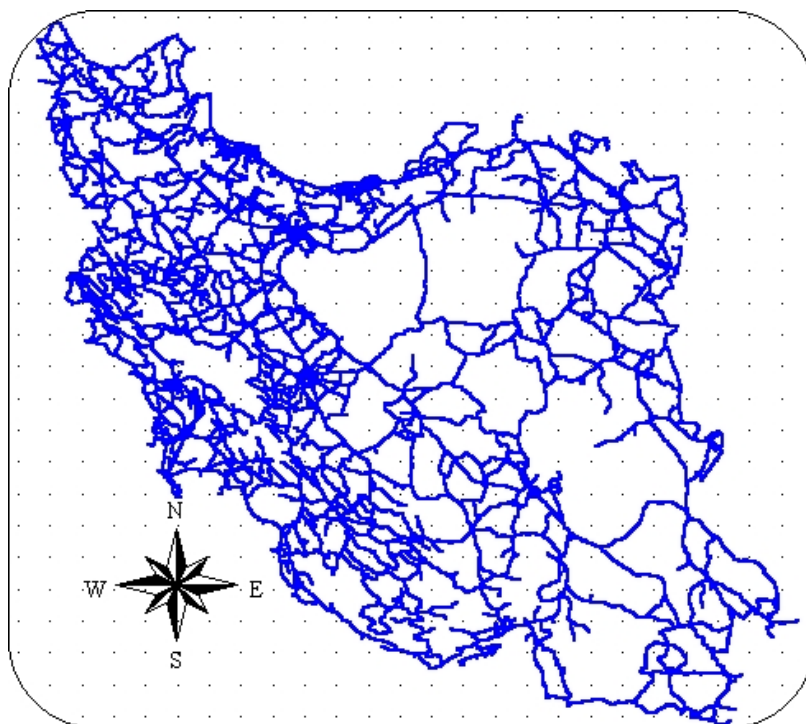
$$F_{WNT} = \frac{1}{L_i} (0.040 F_1 + 0.0 F_2 + 0.901 F_3 + 0.032 F_4 + 0.027 F_5)$$

۵- تست مدل ارزش:

در این بخش به تست مدل ارائه شده در فصلهای گذشته پرداخته می شود در این راستا ابتدا به تعیین منطقه مورد نظر جهت انجام تست مدل ارزش، سپس به مسیریابی بر اساس مدل ارزش جدید ارائه شده و مقایسه آن با واقعیت پرداخته می شود.

۵-۱- تعیین منطقه مورد نظر جهت تست مدل ارزش:

برای ارزیابی صحت مدل نیاز به تست مدل ارزش در منطقه ای خاص، به صورت اجرائی بود، جهت تعیین منطقه تست مورد نظر، باید به نکاتی از جمله اینکه، کشور ایران از تنوع شرایط آب و هوایی، اقلیمی برخوردار می باشد، توجه شود. همانطور که در بخشهای گذشته گفته شد مدل ارزش بدست آمده به پارامترهای مختلفی وابسته است و اساساً مدوله کردن کل راههای ایران نیاز به بررسیهای بیشتر و پیچیده تری فراتر از یک مقاله و در غالب پروژه ملی دارد. شاید بدست آوردن یک مدل برای کل راههای ایران غیرممکن باشد و به دلیل تنوع آب و



شکل ۴: نقشه شبکه راههای کشور جمهوری اسلامی ایران.

هوایی ایران، به انجام آن بصورت منطقه ای مورد نیاز باشد. نکته دیگر اینکه باید منطقه ای برای تست انتخاب شود که بین دو نقطه از آن منطقه، انتخابهای مختلفی در راههای واصله وجود داشته باشد و این راههای مختلف شرایط متنوعی داشته باشند زیرا هم از پیچیدگی مدل کاسته شود و بتوان براحتی مدل کرد و هم نتایج از وضوح کاملی برخوردار باشد. راههای کشور ایران دارای پیچیدگیهای خاصی می باشد که شاید در نظر اول مشخص نشود ولی با بررسی منطقه ای، این مطلب مشهود خواهد شد (شکل ۴). در کشور ایران با مدنظر قرارگرفتن نکات بالا مناطق ذیل برای تست مدل مناسب می باشند.

۵-۱-۱- منطقه بین تهران تا مشهد: این منطقه از شرایط بسیار ویژه ای جهت مدلسازی برخوردار

میباشد. راههای ارتباطی بین تهران تا مشهد شامل سه مسیر معروف است که یکی از آن مسیرها، مسیر سمنان^۱، دیگری مسیر فیروزکوه^۲ و سومی مسیر هراز^۳ می باشد که در ذیل به تشریح آن پرداخته می شود

مسیر سمنان: این مسیر دارای شرایط متفاوتی نسبت به دو مسیر دیگر است. برای نمونه این مسیر از نظر طول دارای کمترین فاصله نسبت به دو مسیر دیگر است (تقریباً طول مسیر سمنان ۸۸۶ کیلومتر و مسیر فیروزکوه ۹۷۳ و هراز ۹۴۹ کیلومتر می باشد). و دارای حجم ترافیکی کمتری نسبت به مسیرهای دیگر می باشد. قسمت اعظم مسیر سمنان در دشت هموار و منطقه کویری خشک قرار دارد، همینطور دارای امکانات ضروری، رفاهی و توریستی کمی و شرایط آب و هوایی متفاوت و ثابتی نسبت به دو مسیر دیگر می باشد که در فصل زمستان بر خلاف دو مسیر دیگر همواره بدون مشکل است. مسیر سمنان، مسیر ترانزیتی است که طبیعتاً از امکانات ویژه ای برخوردار است.

مسیر فیروزکوه: این مسیر دارای طول و پیچ و خم مسیری و تغییرات شیب کمتری نسبت به مسیر هراز می باشد (اصطلاحاً مسیر سینه کش)، که برای رانندگان حرفه ای کلافه کننده اما برای رانندگان غیر حرفه ای مناسب می باشد. این مسیر و مسیر سمنان بر خلاف مسیر هراز جزء مسیر های ترانزیتی محسوب می شوند. از نظر آب و هوایی، شرایط بهتری نسبت به مسیر سمنان دارد این مسیر دارای امکانات بین راهی، راهدارخانه و نقاط شهری کمتری نسبت به هراز می باشد. مسیر فیروزکوه بدلیل شرایط خاص منطقه ای دارای ریزشهای دامنه ای کمتری نسبت به هراز (مانند بهمن، ریزش سنگ از کوه و غیره) می باشد.

مسیر هراز: مسیر هراز دارای شرایط آب و هوایی بهتری نسبت به دو مسیر دیگر می باشد همچنین بدلیل وجود شهرها و روستاها (پلور، لاریجان، ماهیجان، منظریه، رینه و...)، ویلاهای توریستی، مراکز پیست اسکی، مناطق پرورش ماهی، جنگلهای زیبا، رودخانه در طول مسیر از نظر توریستی دارای برتریهای خاصی نسبت به دو مسیر دیگر می باشد. این مسیر دارای پیچ و خم مسیری و ارتفاع بسیار زیاد (۲۶۴۰ متر در گردنه های امامزاده هاشم) می باشد. این مسیر جزء مسیر های ترانزیتی نمی باشد و بدلیل شرایط خاص منطقه ای دارای ریزشهای دامنه ای فراوانی (مانند بهمن، ریزش سنگ از کوه و...) می باشد. (مانند سقوط بهمن ۱۳۷۹ که ۵۰ نفر کشته داد). این مسیر دارای امکانات بین راهی، راهدارخانه و نقاط شهری بیشتری نسبت به دو مسیر دیگر دارد. اکثراً در فصول سرد بدلیل یخبندان مسیر بسته می باشد.

۵-۲- تست مدل ارزش در منطقه تهران-مشهد: نتایج تست در چهار حالت فصل تابستان سفر

توریستی تابستان سفر غیر توریستی فصل زمستان سفر توریستی فصل زمستان سفر غیر توریستی) به شرح ذیل می باشد.

^۱ تهران - سمنان - شاهرود - مشهد.

^۲ تهران - فیروزکوه - ساری - مشهد.

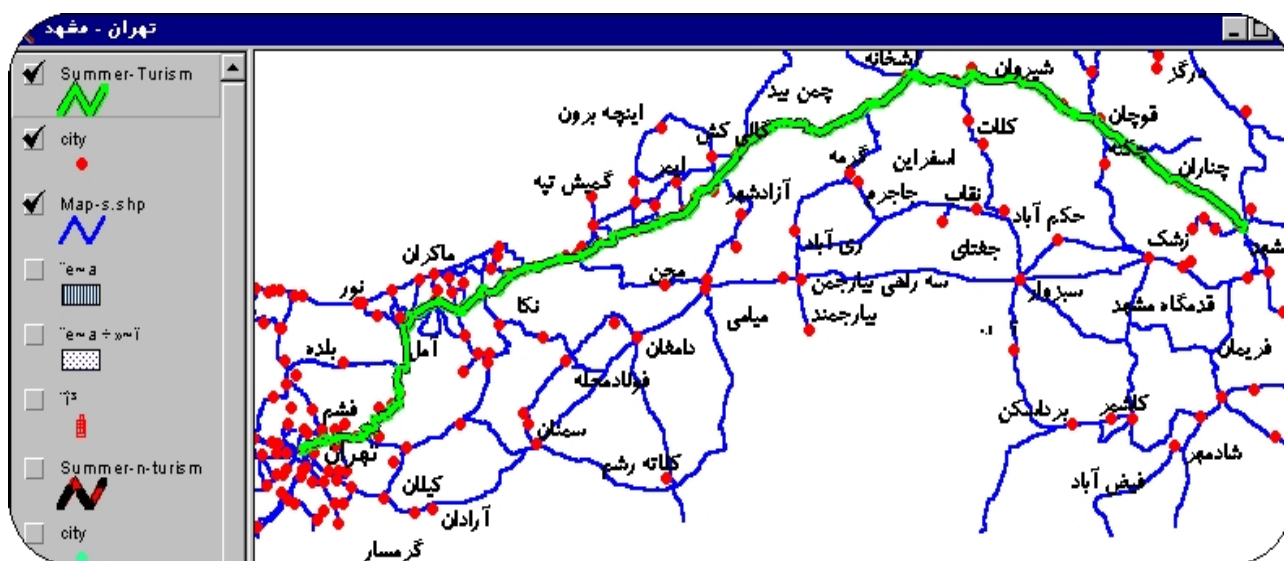
^۳ تهران - هراز - ساری - مشهد.



شکل ۵: نتایج مدل ارزش در فصل تابستان سفر غیرتوریستی.

♦ **مدل ارزش در حالت فصل تابستان، مسافرت غیرتوریستی:** مدل در این حالت مسیر تهران - سمنان - مشهد را نشان می‌دهد (شکل ۵). اگر پاسخ مدل با آنچه در واقعیت یک کاربر جهت مسیر یابی از تهران به مشهد در فصل تابستان و برای انجام کار در سفر غیر توریستی با وسیله نقلیه سواری انتخاب می‌کند، مقایسه شود این نتیجه می‌شود که هر به یک نتیجه می‌رسند که این موفقیت مدل را در این منطقه نشان می‌دهد.

♦ **مدل ارزش در حالت فصل تابستان، مسافرت توریستی:** مدل در این حالت مسیر تهران - هراز - ساری - مشهد را نشان می‌دهد (شکل ۶). در واقعیت نیز، سفرهای توریستی تهران- مشهد، از میان

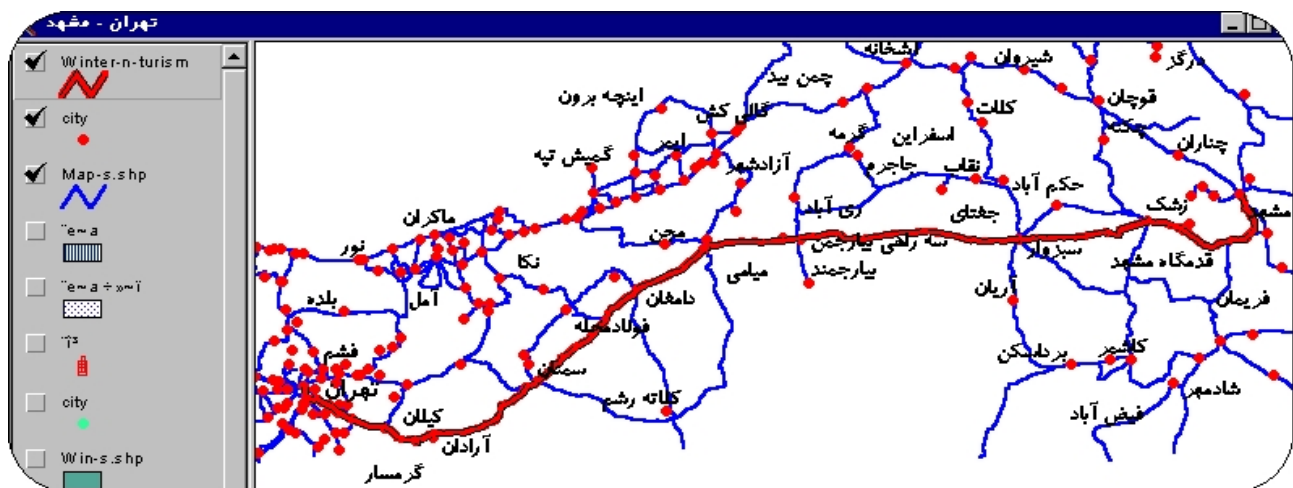


شکل ۶: نتایج مدل ارزش در فصل تابستان سفر توریستی.

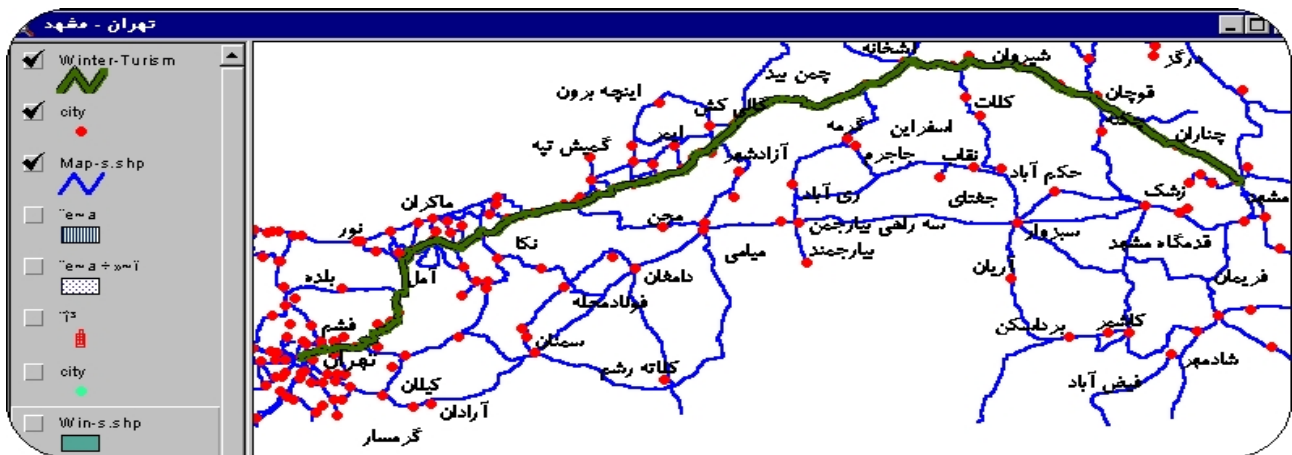
سه مسیر مطرح^۱، در فصل تابستان با سواری از مسیر هراز صورت می پذیرد، زیرا این مسیر از نظر تفرجگاهها و ویلاهای توریستی و امکانات کنار جاده، روستاهای دیدنی و مناظر طبیعی مقام اول را دارد و مسافری که عجله ای در رسیدن به مشهد نداشته و بخواهد توریستی به مشهد برود مسیر هراز را انتخاب می کند. در این مورد نیز موفقیت و درستی مدل را خواهیم داشت.

♦ **مدل ارزش در حالت فصل زمستان، سفر غیر توریستی:** مدل در این حالت مسیر تهران - سمنان - مشهد را نشان می دهد (شکل ۷). پاسخ مدل در مسیر یابی از تهران به مشهد در فصل زمستان و برای انجام کار در سفر غیر توریستی با وسیله نقلیه سواری نیز همین مسیر می باشد

♦ **مدل ارزش در حالت فصل زمستان، سفر توریستی:** مدل در این حالت مسیر تهران - هراز - ساری - مشهد را نشان می دهد (شکل ۸). در ابتدا تصور می شود که مسافران در فصل زمستان به دلیل مسدود بودن مسیرهای هراز و خطرناک بودن مسیر فیروزکوه، مسیر سمنان را انتخاب می کنند. ولی اگر دقت شود اولاً، به دلیل وجود زیباییهای خاص از جمله مناطق کوهستانی، جنگلها، پیست اسکی و غیره، نمی توان از مسیر هراز در زمستان صرف نظر کرد ثانیاً مسیر هراز همیشه مسدود نیست و اصولاً اگر مسدود باشد قطعات مسیر هراز از آنالیز مسیر یابی حذف میشوند. بنابراین در این حالت نمی توان مقایسه کرد. در نتیجه پاسخ مدل صحیح می باشد.



شکل ۷: نتایج مدل ارزش در فصل زمستان سفر غیر توریستی.



شکل ۸: نتایج مدل ارزش در فصل زمستان سفر توریستی.

^۱ مسیرهای سمنان، فیروزکوه و هراز.

۶- خلاصه و نتیجه گیری:

در ابتدا بعد از اینکه، مشخص شد که ارزش دهی قطعات راههای برون شهری، بر مبنای طول یا زمان، در آنالیزهای مسیر یابی، اکثراً نتایج خلاف واقع می دهد. بنابراین معیارهای موثر دیگری در ارزش دهی قطعات، شناسائی و بررسی شد. این معیارهای موثر به سه دسته معیارهای جاده، وسیله نقلیه و انسانی تقسیم بندی شد (جدول ۱). در این مقاله به دلیل محدودیت زمان در انجام تحقیق، نبود اطلاعات و شرایط خاص مدولاسیون از جمله مستقل بودن معیارها، به مدلسازی بعضی از آنها معیارهای جاده ای پرداخته شد. همچنین در معیارهای جاده ای، معیارهایی که برای آنالیز مسیریابی برای وسیله نقلیه سواری مهم می باشد، بررسی شد. زیرا در ارزش دهی معیارهای جاده ای قطعات بر مبنای سایر وسایل نقلیه، مدلسازی به گونه دیگری مطرح می باشد. بعد از حذف معیارهای وابسته در مرحله اول، معیارهای نهایی عبارتند از: ترافیک، سیاحتی و زیارتی، امنیت، امکانات، آب و هوا، طول راه می باشد. مرحله بعدی وزن دهی و ترکیب معیارها و زیر معیارها می باشد. برای مدلسازی معیارها در قالب مدل ارزش، روش تحلیل سلسله مراتبی^۱ استفاده شد. از ویژگیهای خاص این روش، مدولاسیون دو دسته معیارهای کمی و کیفی از طریق نظرسنجی و مقایسات زوجی کارشناسان خبره و همینطور استفاده از روشی جهت کنترل صحت پاسخها، می باشد. بدلیل تنوع نظرات کارشناسان خبره، در مورد مقایسه معیارها و زیر معیارها در فصول مختلف و همچنین نوع سفری که در مسیر یابی مطرح می باشد، مدل در چهار حالت: فصل تابستان-سفر توریستی، تابستان-غیر توریستی، زمستان-توریستی و زمستان-غیر توریستی بدست آمد. که در این مدلها F_1 تا F_5 ثابت نبوده و هر کدام بصورت توابعی محاسبه شدند. بعد از این قسمت، مدل ارزش در منطقه بین منطقه تهران مشهد تست شد و نتایج حاصل از آن نشان داد که جوابها با آنچه در واقعیت اتفاق می افتد، تطابقت دارد؛ برای مثال مدل در حالت فصل تابستان-سفر توریستی از میان سه مسیر سمنان، فیروز، هر از، مسیر هر از را که توریستی ترین نسبت به دو مسیر دیگر است، انتخاب کرد. همچنین مدل در حالت تابستان-غیر توریستی مسیر سمنان را به دلیل کوتاه بودن انتخاب نمود. در ادامه مدل در حالت زمستان-توریستی نیز مسیر سمنان و در حالت زمستان-غیر توریستی مسیر هر از را بدلیل شرایط خاص منظر زیبای آن انتخاب کرد.

۷- مراجع:

- پورزاهدی، حسین و ذکائی، هدایت، ۱۳۶۷ "مطالعات جامع حمل و نقل شهری اصفهان، آمارگیری تابع زمان سفر حجم" سازمان حمل و نقل ترافیک اصفهان.
- صادقی نیارکی، ابوالقاسم، ۱۳۸۱ "بدست آوردن مدل ارزش (Cost Model) شبکه راههای ایران در محیط سیستم اطلاعات مکانی (GIS)" پایان نامه کارشناسی ارشد عمران- مهندسی سیستم اطلاعات مکانی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.
- قدسی پور، سید حسن، ۱۳۷۹ "فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP" مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

Lupien, E., Moorland, H., Dagermond, W., 1987
Photogrametric Engineering and Remote Sensing, Vol.53.
Ortuzar J. and Willumsen L. 1990

in Geographic Information