

# ارائه یک مدل ترکیبی فازی برای حمل و نقل در سیستم سلامت

حجت‌اله حمیدی<sup>۱\*</sup>، مهرداد صفاریه<sup>۲</sup>

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۴/۰۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۶/۰۱

## چکیده

این مقاله یک سیستم هوشمند برای مدیریت عبور و مرور آمبولانس‌ها و وسایل حمل و نقل خون و فرآورده‌های خونی و به‌طور کلی حمل‌ونقل‌های مرتبط با فوریت‌های سلامت را با به‌کارگیری یک مدل ترکیبی فازی سلسله‌مراتبی<sup>۳</sup> ارائه می‌دهد. حمل و نقل بیماران اورژانسی، رویدادهای اورژانسی و فوریت‌های مرتبط با سلامت، و حمل و نقل خون و فرآورده‌های خونی باید در حداقل زمان ممکن انجام شود. به محض تماس بانک خون بیمارستان مبنی بر نیاز به مراجعه به سازمان انتقال خون، در اسرع وقت این انتقال باید صورت بگیرد، زیرا ممکن است تأخیر در آوردن فرآورده‌ها برای بیمار، منجر به مرگ او شود. هدف این مقاله، افزایش کیفیت در ترافیک، محاسبه زمان مسیر و اطلاعات عبور و مرور به‌صورت بلادرنگ برای حمل و نقل‌های مرتبط با فوریت‌های سلامت تا رسیدن به مقصدشان می‌باشد. این سیستم امکان تنظیمات مؤثر بر ترافیک مسیرها را مطابق با تغییرات شبکه حمل و نقل فراهم می‌آورد.

**واژه‌های کلیدی:** سیستم‌های اطلاعات سلامت<sup>۴</sup>، سیستم حمل و نقل هوشمند<sup>۵</sup>، سیستم فازی<sup>۶</sup>

## ۱- مقدمه

و مرور یک سیستم اطلاعاتی با مجموعه‌ای از امکانات مراقبت‌های بهداشتی عمومی، اعم از مطب - بیمارستان با اندازه‌های مختلف را معرفی کرده است. پروژه‌های مراقبت‌های بهداشتی به ویژه پیچیده، شامل انواع زیادی از مسائل در زمینه‌های متعدد و شمار زیادی از چرخش‌های دارایی می‌باشد [۲].

برای تبیین موضوع بهتر است نمونه‌ای از ساختار سازمانی و برخی از امکانات مختلف برای یکپارچه‌سازی داده‌ها ذکر شود. سیستم‌های حمل و نقل مبتنی بر عامل بسیار انعطاف‌پذیر هستند، زیرا سیستم‌های حمل و نقل معمولاً از نظر جغرافیایی در محیط‌های پویا و متغیر توزیع شده‌اند. فناوری‌های مبتنی بر عامل به‌عنوان ابزارهای قدرتمند برای مدل‌سازی و توسعه سیستم‌های توزیع شده مقیاس بزرگ شناخته شده‌اند [۳]. فناوری عاملی می‌تواند به‌طور قابل توجهی طراحی و بررسی حیطه‌های مسئله را تحت سه شرایط زیر آسان کند [۴]:

۱. حوزه مسئله از نظر جغرافیایی توزیع شده باشد.
۲. زیرسیستم‌ها در یک محیط پویا وجود داشته باشند.
۳. زیرسیستم‌ها نیاز به فعل و انفعال نرم با یکدیگر داشته باشند.

هوش مصنوعی کاربرد زیادی در سیستم‌های کنترل ترافیک پیشرفته داشته است. در واقعیت کنونی در مؤسسات درمانی و بهداشتی، مدیریت حمل و نقل مراکز درمانی‌های متوسط یکی از مهم‌ترین عناصر در تعیین جایگاه اقتصادی آنها است [۱]. به منظور حصول اطمینان در مدیریت حمل و نقل مؤثر این نوع از نهادها، وجود یک سیستم اطلاعاتی جامع و فراگیر در تمام زمینه‌های فعالیتی، ضروری است. سیستم هوشمند برای مدیریت عبور

\* ۱- گروه مهندسی فناوری اطلاعات، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی تهران، نویسنده مسئول، پست الکترونیک: h\_hamidi@kntu.ac.ir، نشانی: تهران، میدان ونک، خیابان ملاصدرا، خیابان پردیس، دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، گروه فناوری اطلاعات  
۲- گروه مهندسی فناوری اطلاعات، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی تهران، پست الکترونیک: mehrdadsaffarie@gmail.com

3- Hierarchical  
4- Health Information Systems  
5- Intelligent Transportation System (ITS)  
6- Fuzzy System

سیستم‌های حمل و نقل مبتنی بر عامل به سیستم‌های توزیع شده اجازه مشارکت با یکدیگر را می‌دهد تا کنترل ترافیک و مدیریت بر پایه شرایط ترافیکی زمان واقعی انجام گیرد [۵]. فناوری‌های مبتنی بر عامل به سرعت به عنوان یک ابزار قدرتمند برای مدل‌سازی و توسعه سیستم‌های توزیع شده مقیاس بزرگ در حال رشد هستند. به تازگی سیستم‌های چند عامله تا درجه زیادی برای مدل‌سازی سیستم‌های حمل و نقل هوشمند استفاده می‌شوند [۶ و ۲].

کنترل سیگنال‌های ترافیک یک موضوع چالش‌انگیز، به خصوص در یک شبکه شهری با مقیاس بزرگ محسوب می‌شود. در یک شبکه ترافیکی بزرگ، که هر عامل یک کنترل کننده سیگنال ترافیکی را نشان می‌دهد، فعل و انفعالات نهادها با یکدیگر مشهود بوده و بنابراین یک سیستم پیچیده به شمار می‌رود. یک روش برای کاهش پیچیدگی این چنین سیستم‌هایی، استفاده از سیستم‌های چندعامله سازماندهی شده است. در این مقاله از یک مدل ترکیبی فاز با سیستم چندعامله برای مدل‌سازی یک شبکه با حمل و نقل کارآمد سلامت و به صورت زیربخش بندی شده استفاده شده است. بخش دوم یک نگاه اجمالی به تحقیقات و کارهای انجام شده در زمینه سیستم فاز در کنترل ترافیک و پیشینه عبور و مرور منطبق بر منطق فاز دارد. در بخش سوم مدل ترکیبی فاز که در این مقاله ارائه شده توضیح داده می‌شود. بخش چهارم سیستم فاز سلسله مراتبی برای سنجش مسیر را توضیح می‌دهد، در بخش پنجم، شبیه‌سازی ارائه شده و در بخش ششم نیز نتیجه‌گیری مطرح شده است.

## ۲- مروری بر ادبیات

### ۲-۱- سیستم فاز در کنترل ترافیک

سیستم فاز حیطه وسیعی از کاربردها را در حوزه کنترل ترافیک شامل می‌شود. کنترل ترافیک مسیرها، روندی است که برای توصیف اینکه چطور مراجع قانونی کنترل بزرگراه‌ها و شبکه مسیرها را به منظور به دست آمدن بهبود در امنیت و کارایی مسیرها استفاده کنند، پیگیری می‌کنند [۷]. کنترل ترافیک شبکه، اولویت بندی، کاهش ترافیک شبکه برای کاستن از ازدحام است. در سال ۲۰۰۵، عبدنور<sup>۱</sup> سیستم فاز را برای کنترل ترافیک ویدئویی که برای شبکه و چند رسانه‌ای اینترنت بسیار حائز اهمیت است، گسترش داد [۸]. دلیل این توسعه ساده کردن طراحی سیستم و همچنین اجرای سریع بود. سیستم‌های فاز می‌توانند در پیش‌گویی این گونه از ترافیک بسیار مؤثر باشند.

در سال ۲۰۱۱، عباس<sup>۲</sup> سیستم فاز را برای انتخاب بهترین مسیر جهت جلوگیری از ازدحام ترافیک ارائه کرد [۹]. آنها از منطق فاز و الگوریتم کلونی مورچگان برای مسیریابی استفاده کردند. انگیزه محققان از این تحقیق جلوگیری از ترافیک جاده‌ها، تصادفات، ازدحام شبکه، ازدحام وسایل نقلیه و ترافیک بود. در جدول (۱) پیشینه سیستم فاز در کنترل ترافیک نشان داده شده است.

جدول (۱): پیشینه سیستم فاز در کنترل ترافیک

نویسندگان / سال	روش‌شناسی	حوزه کاری	نوع مقاله
Abdenmour (2005) [8]	سیستم فاز عصبی	ویدئو ترافیک MPEG	شبیه‌سازی
Partouche et al (2007) [11]	شبکه عصبی فاز ترکیبی	امنیت مسیر	شبیه‌سازی
Izquierdo et al. (2007) [17]	روش فاز عصبی	کنترل ازدحام وسایل نقلیه	کلاس بندی
Aseri and Bagai (2008) [18]	مکانیسم فاز عصبی انطباقی	شبکه ATM	شبیه‌سازی
Sindal et al (2009) [19]	الگوریتم فاز عصبی	شبکه سلولی	مقایسه‌ای
Abbas et al. (2011) [9]	منطق فاز عصبی و ACO	کنترل ترافیک مسیر	شبیه‌سازی

### ۲-۲- پیشینه عبور و مرور منطبق بر منطق فاز

منطق فاز معمولاً برای کنترل پیچیدگی ناشی از شرایط ترافیکی کاربرد دارد و امکان پردازش اطلاعات نامطمئن را برای نمایش آنها به صورت قوانین ساده فراهم می‌آورد. به طور مثال برای مسئله پیش‌بینی ازدحام ترافیکی، وضعیت‌های ترافیک، مانند سرعت، کاربری و

جریان، به گروه‌های متناهی تقسیم بندی می‌شوند. در میان سیستم‌های منطق فاز، سیستم فاز سلسله‌مراتبی در انواع مختلف مسئله‌های جهان حقیقی به کار گرفته می‌شود.

1- Abdenmour

2- Abbas

بر اساس جدول (۲) راه‌حل منطق فازی به‌عنوان یک چارچوب مؤثر برای حل مسائل حمل و نقل جهت برآورد کردن مشکلات عدم دقت، ابهام، نامشخصات ادراکی در نظر گرفته شده است.

جدول (۲): پیشینه مدیریت عبور و مرور بر پایه منطق فازی

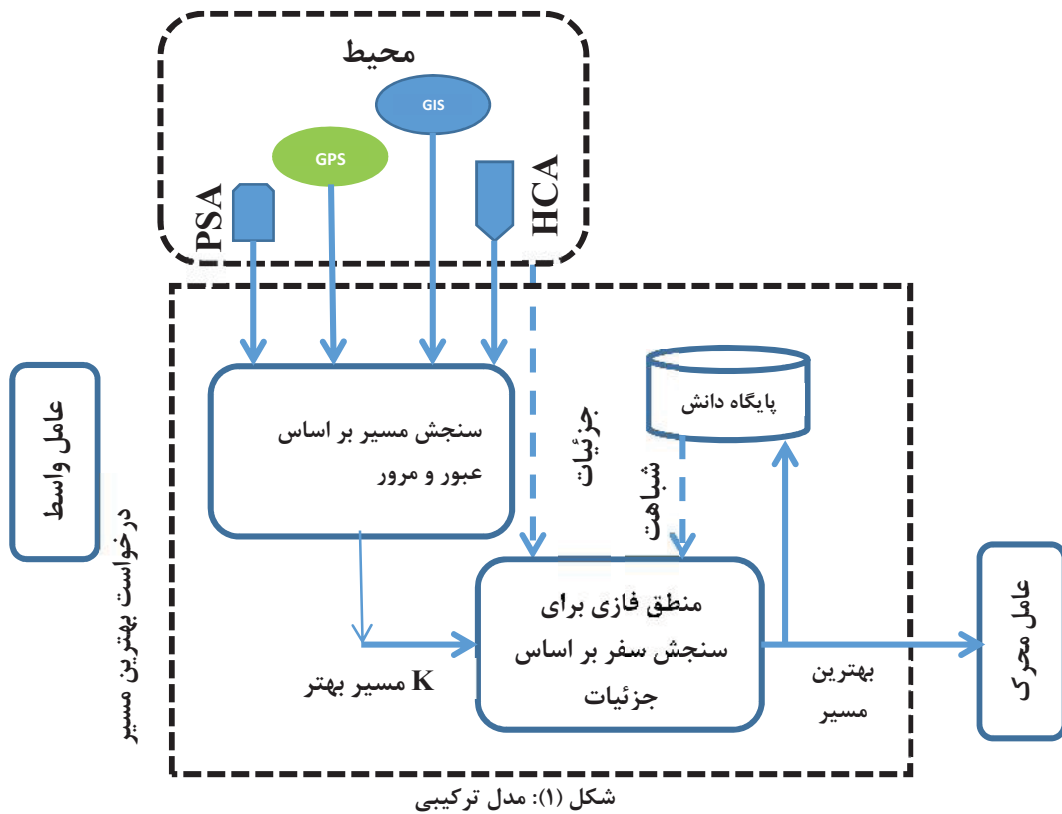
منبع	موضوع	مشخصات روش	نقطه قوت	محدودیت‌ها
[۱۰]	واگذاری مسیر عبور و مرور	- انجام انتخاب با استفاده از ارتباط بهره‌های فازی - توجه به اطلاعات هوایی برای هر راننده	- ارتباط بهره‌های فازی برای تصمیم‌گیری در مسیر	- تعداد کم عامل‌های تأثیرگذار
[۱۱]	تخمین بهره مسیر	- سیستم فازی با ۴ ماژول - یادگیری داده‌های نروفازی با نرون‌های پنهان در فرآیند فازی	- انطباق با تنوع ادراکات از راننده‌ها	- طراحی ۴ سیستم منطق فازی - هیچ فازی‌سازی وجود ندارد.
[۱۲]	مدل انتخاب مسیر	- مدل هیبرید احتمالاتی - آماری برای کمی‌سازی جذابیت‌های پنهان مسیرهای جایگزین	- پیش‌بینی روزانه خوب	- پیش‌بینی ضعیف در خصوص رفتارهای نا‌هنجار رانندگان
[۱۳]	مدل انتخاب مسیر	- مدل هیبرید برپایه منطق فازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی - مجموعه‌های فازی برپایه قوانین روانشناسی و بر	- استخراج مشخصات روانی رانندگان	- انجام آزمایش بر یک مسیر ساده
[۱۴]	مدل انتخاب مسیر	- راه‌حل نروفازی برای مدل کردن قوانین رفتاری - درجه‌بندی تابع عضویت	- زمینه اجتماعی - اقتصادی و داده‌های متغیر رفتار فردی - شبیه‌سازی بسیار کوچک عبور و مرور واقعی (استرالیا)	- مجموعه اطلاعات کم - قابلیت تفسیر پایین نتایج
[۱۵]	واگذاری مسیر عبور و مرور	- الگوریتمی بر پایه فرمول‌های شبه‌منطقی	- حداکثر کردن درجه معلومات - حداقل کردن تأخیرهای مسافرت‌ها	- نتیجه‌ای برای شبکه‌های حقیقی وجود ندارد.
[۱۶]	مدیریت ترافیک شهری	- سیستم چند عامله براساس ماژول تصمیم‌ساز فازی نوع ۲	- کاهش مجموع تأخیر خودروها - شبیه‌سازی عبور و مرور واقعی (سنگاپور)	- راهنمای مسیر خودرو وجود ندارد.

همین دلیل کنشی را که باعث ایجاد تغییر مطلوب است، ادامه می‌دهد و کنش باعث تغییر نامطلوب را قطع می‌کند.

### ۳- مدل ترکیبی فازی

این بخش در خصوص عامل سنجش، در عامل خودروی هوشمند پیشنهادی است که وظیفه ارائه بهترین مسیر جهت دستیابی به مراکز سلامت به راننده را بر عهده دارد. هدف، افزایش سرعت خودروها با انتخاب بهترین مسیر برای هر خودرو براساس کیفیت در آن زمان می‌باشد. به منظور رسیدن به این هدف، این معماری (شکل ۱) بر اساس مدل منطق فازی سلسله مراتبی بوده تا مسیر انتخابی را با اضافه کردن دیگر معیارهای مؤثر در مرحله انتخاب بهبود بخشد.

سیستم کنترل ترافیک، به علت توزیع ترافیک شهری در طول شبکه حمل و نقل شهری و همچنین نوسانات سریع آن، به سختی می‌تواند دید کامل و صحیحی از ترافیک در کل شبکه داشته باشد. علاوه بر آن ایجاد این دید نیازمند نصب حسگرها در تمام شبکه و ارسال دائم آنها به یک مرکز می‌باشد که این کار هزینه بسیاری در پی دارد. بنابراین عامل‌ها باید بتوانند با توجه به اطلاعات محلی از محدوده مورد مشاهده خود تصمیم‌گیری کنند. این تصمیم‌گیری باید در راستای تأمین هدف کلی که کنترل بهینه ترافیک شبکه است، صورت گیرد. در این رویکرد معیاری برای عددی کردن میزان کمبود منابع حمل و نقل یعنی خیابان‌ها انتخاب شده است. تغییرات حاصل از کنترل ترافیک در محیط به تغییرات مطلوب و نامطلوب دسته‌بندی می‌شود. عامل کنترل ترافیک همواره به دنبال ایجاد تغییرات مطلوب است. به

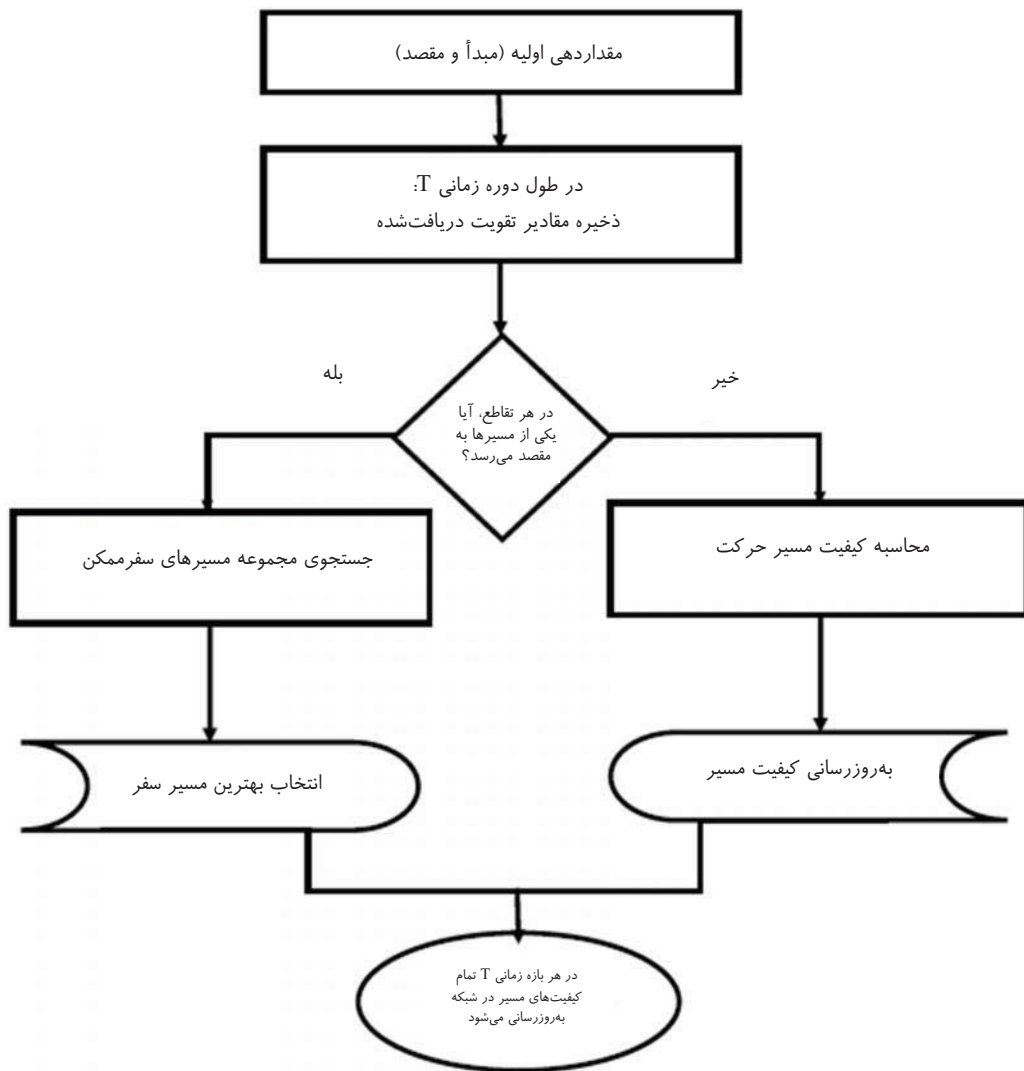


۴- سیستم فازی سلسله مراتبی برای سنجش مسیر طراحی سیستم فازی سلسله مراتبی معمولاً یک فرآیند پیچیده و زمان‌بر است و دربرگیرنده اکتساب اطلاعات، تعریف ساختار کنترل‌گر و قوانین و پارامترهای دیگر می‌باشد. در هنگامی که یک سیستم فازی سلسله مراتبی سنتی با یک مسئله مقیاس بزرگ مواجه می‌شود، تعداد قوانین به صورت نمایی افزایش می‌یابد. به منظور پیاده‌سازی این سیستم‌ها، طرح‌های مختلفی ارائه شده‌اند. تحقیق انجام شده توسط ارسلان و خیستی (۲۰۰۵)، مقدمه‌ای برای سیستم فازی سلسله مراتبی به همراه چندین نمونه با استفاده از الگوریتم‌های تکاملی است. از آنجایی که کیفیت عبور و مرور مسیرها تنها عامل اصلی برای مدیریت عبور و مرور مسیر نمی‌باشد، دیگر عامل‌های متنی مانند زمان رسیدن به مقصد، اطلاعات آب و هوا، اطلاعات در خصوص تعمیرات مسیرها و دیگر اطلاعات شبکه مسیرها که می‌تواند در تصمیم‌سازی انتخاب مسیر بهبود ایجاد کند با هم ترکیب شده‌اند. فرموله‌سازی یک مدل ریاضی مناسب به خاطر وجود ابهام، نامشخص بودن و پویایی این عامل‌ها کار بسیار سختی است. بنابراین ایجاد کنترلر فازی به نظر می‌رسد. در این موقعیت به خاطر قابلیتش در تقریب‌زدن تابع پیوسته حقیقی با دقت بالا توجیه‌پذیر می‌باشد.

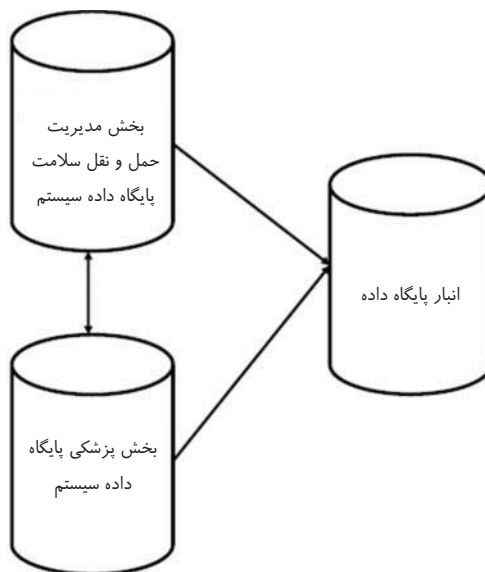
برای معرفی یک ارتباط یک به یک برای مدل حمل و نقل سلامت در هر بخش از سیستم و به منظور توسعه روش، ایجاد اطمینان از انسجام لازم برخوردار است. در بخش حمل و نقل سلامت، ساختار سازمانی، جزئیات کمتری را نسبت به بخش سلامت شامل شده، با این حال نحوه تجمیع واحدهای سیستم حمل و نقل سلامت به وسیله سطحی از جزئیات سیستم سلامت به شیوه‌ای ساده می‌تواند ایجاد شود (شکل ۲).

در فرآیند پیاده‌سازی سیستم‌های اطلاعاتی و مدیریت حمل و نقل نقش‌های بسیاری توسط کاربر خدمات حمل و نقل سلامت، ایفا می‌شود که نه فقط در توسعه مفهوم اساسی مشارکت دارند، همچنین با رکوردهای مرتبط حمل و نقل سلامت و رکوردهای پزشکی مربوط با آنها تعامل دارند (شکل ۳).

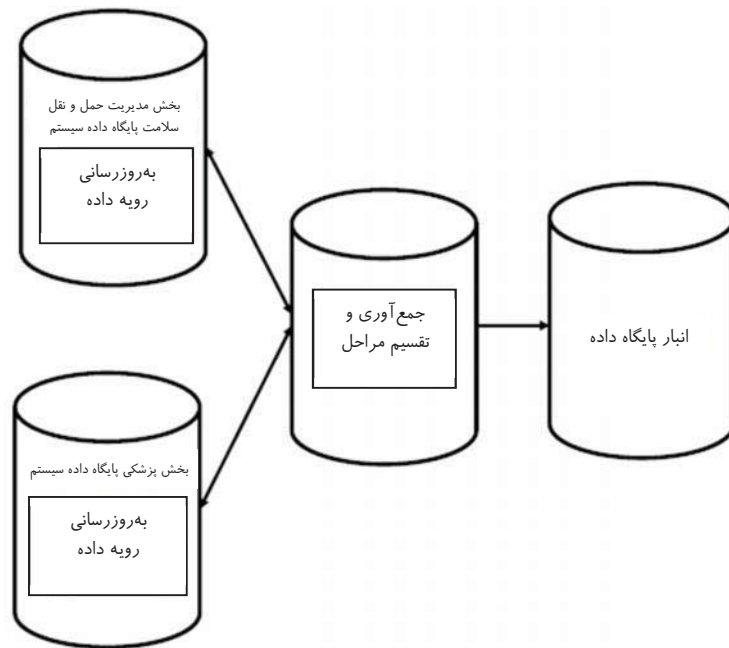
در پیاده‌سازی سیستم‌های اطلاعاتی، به منظور درستی حمل و نقل سلامت و برای دستیابی به گزارش‌های دقیق، استخراج داده‌ها از منابع صحیح ضروری است (شکل ۴).



شکل (۲): روش مسیریابی تطبیقی خودرو امداد



شکل (۳): نمودار ساده تأمین انبار داده‌ها



شکل (۴): نمودار ساده تأمین انبار داده‌ها در حمل و نقل سلامت

از هفت مسیر برتر پیشنهاد شده توسط مرحله اول است. خروجی این مرحله مسیر توصیه شده به‌عنوان بهترین مسیر از مسیرهای برتر می‌باشد.

کنترل‌کننده فاز شامل یک مرحله ورودی، یک مرحله فرآیند و یک مرحله خروجی می‌باشد (شکل ۵). همان‌طور که در شکل (۱) نشان داده شده ورودی مرحله فاز مجموعه‌ای



شکل (۵): کنترل‌کننده فاز

(۶)، تعداد شش ورودی فاز نشان داده شده که دارای تأثیر مهمی در یک سنجش مسیر می‌باشد. اطلاعات کار در مسیر، بیشترین سرعت مجاز در مسیر سفر، آشنایی راننده با مسیرها، سرعت رانندگی معمول در مسیر، زمان رسیدن به مقصد و اطلاعات آب و هوا، شکل (۷) مجموعه‌های فاز آنها را نشان می‌دهد. در بعضی معماری‌های فاز سلسله مراتبی خروجی‌ها به‌عنوان ورودی لایه فاز بعدی در نظر گرفته می‌شوند. خروجی‌های میانی مفهوم فیزیکی ندارند، برای مقابله با این مشکل، ترکیب ورودی‌ها جهت کاهش محدودیت‌های وابسته با حذف مفهوم فیزیکی خروجی / ورودی‌های میانی انتخاب شده است. بنابراین ورودی‌ها با توجه به ضوابط مسیر، راننده و محیط دو به دو با هم

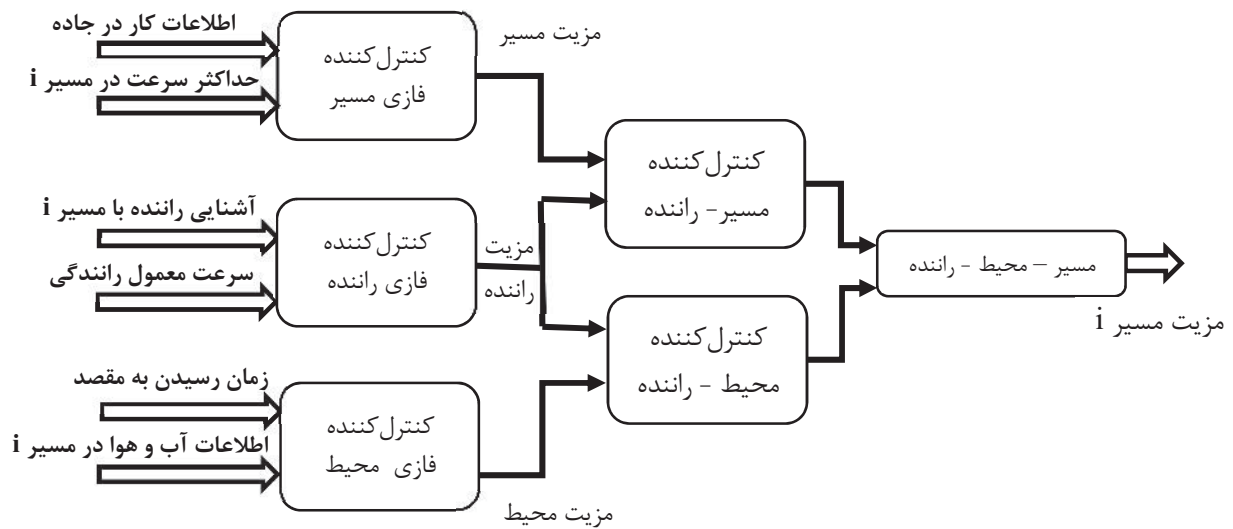
از آنجایی که افزایش ضوابط استفاده‌شده برای انتخاب بهترین امکان، منطق فاز را برای مسئله انتخاب مسیر با تعداد ورودی‌های زیاد درگیر و باعث مسئله تراکم قوانین می‌شود، برای مقابله با این مسئله سیستم‌های فاز سلسله مراتبی پیشنهاد شده‌اند [۲۰-۲۱]. در این حالت تعداد قوانین با توجه به تعداد ورودی‌ها به‌صورت خطی افزایش می‌یابد، نه به‌صورت نمایی.

$$(۱) \quad \text{تعداد قوانین} = (n-1).m^2$$

در هر ورودی  $n$  تعداد ورودی‌ها و  $m$  تعداد مجموعه‌های فاز است. در داخل یک مدل فاز سلسله مراتبی، شکل

نظر گرفتن طول مسیر و عامل‌های زمانی تأثیر مهمی بر انتخاب مسیر دارند.

وابسته شده‌اند، همه سیستم‌های فازی زیرمجموعه این سیستم دارای دو ورودی و یک خروجی می‌باشند. بنابراین انتخاب بهترین مسیر نقطه تعادلی بین کیفیت مسیر و در

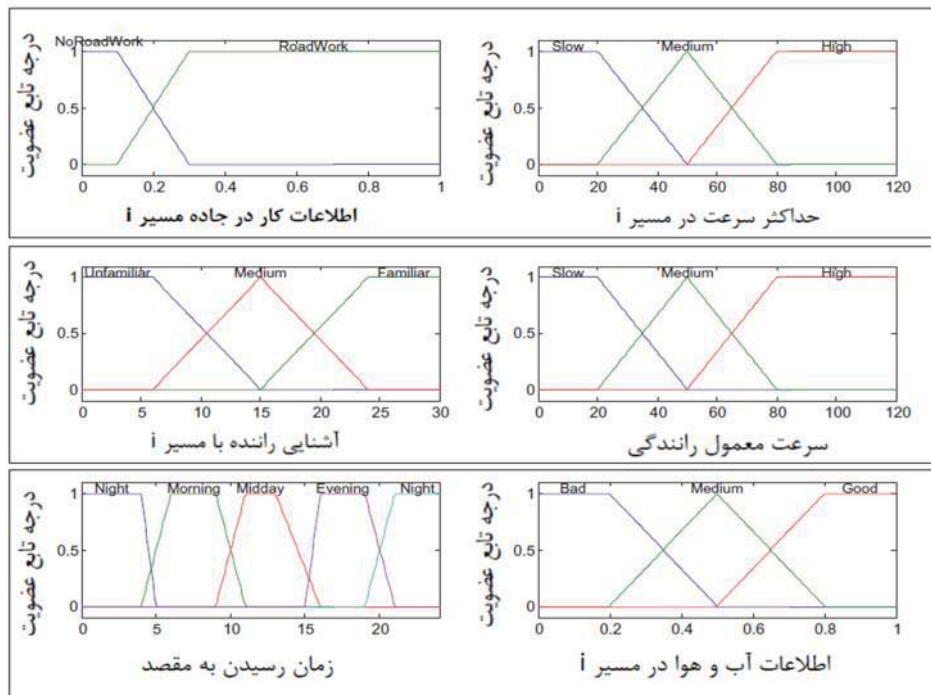


شکل (۶): مدل فازی سلسله مراتبی برای سنجش یک مسیر

علمی، انجام آزمایش و سنجش چندین مورد استفاده شده می‌باشد. بنابراین برای شبیه‌سازی مدل پیشنهادی، راه‌حل شبیه‌سازی چندعاملی بسیار جالب اثبات شده است. این شیوه شبیه‌سازی برای شرح رفتار جمعی که از عملکردهای فردی منتج می‌شود بسیار کمک کننده است.

### ۵- شبیه‌سازی

از آن جایی که مدیریت عبور و مرور مسیرها به درک واضحی از جریان‌ات احتیاج دارد و اجرای طرح واقعی بسیار گران تمام می‌شود؛ شبیه‌سازی عبور و مرور بهترین گزینه دست‌یافتنی برای انجام پیش‌بینی‌هایی براساس اثبات



شکل (۷): توابع عضویت ورودی

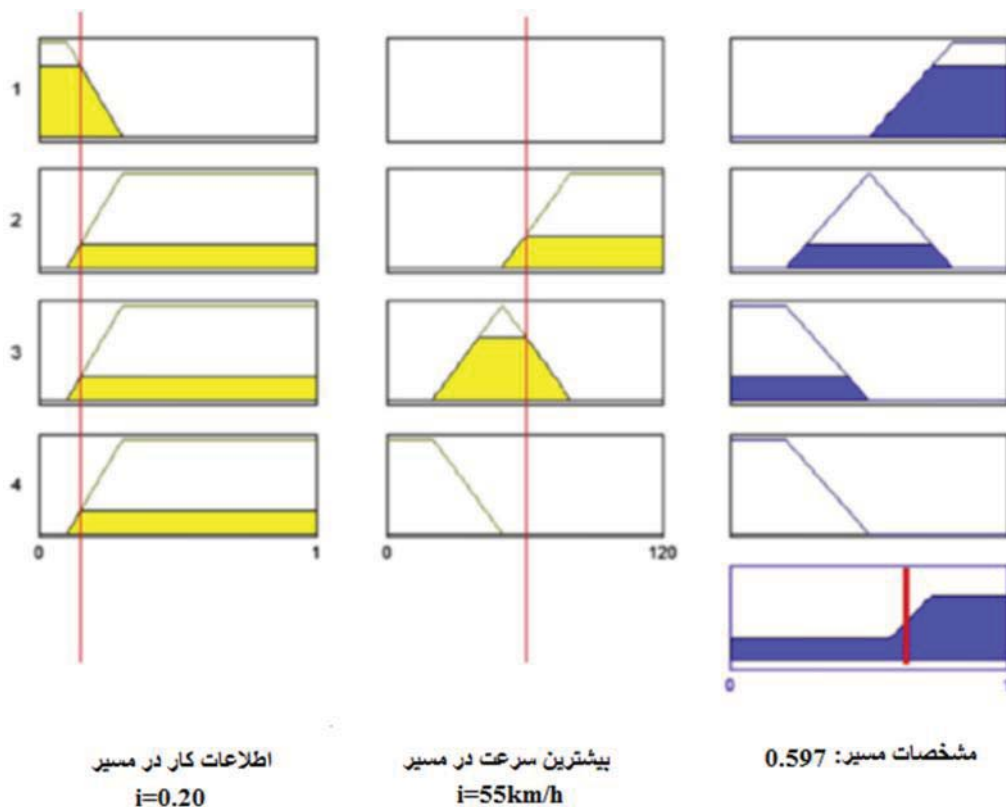
این شبیه‌سازی حتی با تغییرات نسبتاً کوچک در محیط فیزیکی مانند توپولوژی، باریک شدن خطوط یا تغییر بین چهار راه‌های دارای سیگنال یا بدون سیگنال را منعکس می‌کند. به‌منظور آزمایش تأثیرگذاری روش پیشنهادی و واکنش آن برای کاهش موقعیت‌های شلوغ، شبیه‌سازی‌ها با سه زمان پر ترافیک (صبح، زمان ناهار و عصر) ایجاد شده‌اند و تعداد ماشین‌ها در این سه زمان شلوغی در نزدیک‌ترین مسیرها به جهت شبیه‌سازی مسافرت از / به، خانه / محل کار افزایش یافته است. در خصوص روش انتخاب، انتخاب احتمالی مسیر، سفرهایی را که بلادرنگ به حساب می‌آیند و کیفیت عبور و مرور در مسیر بدون اینکه زمان مسافرت فردی خیلی کاهش یابد را پیشنهاد می‌دهد. انتخاب احتمالی شامل توزیع خودروها در مسیرهای گوناگون با

کیفیت می‌شود. روش انتخاب احتمالی گاهی اوقات نتایجی شبیه نمونه اکتشافی دارد، اما هنگامی که شلوغی در مسیر به‌وجود می‌آید این روش کیفیت عبور و مرور مسیرها کلی بهتری را پیشنهاد داده و از ازدحام جلوگیری می‌کند. این شبیه‌سازی‌ها تأیید می‌کند که انتخاب احتمالی از انتخاب اکتشافی به دلیل قابلیت انطباق بالا بهتر است.

نتایج شبیه‌سازی در این بخش شامل شش فاکتور مؤثر خارجی که در بالا توضیح داده شده‌اند (اطلاعات کار در مسیر، بیشترین سرعت مجاز در مسیر، آشنایی راننده با مسیرها، سرعت رانندگی معمول، زمان رسیدن به مقصد و اطلاعات آب و هوا) می‌شود. فرآیند استنتاج کنترلر فازی روش استنتاج (min-max) ممدانی می‌باشد. جدول (۳) نشان‌دهنده قوانین فازی بر پایه مشخصات مسیر می‌باشد.

جدول (۳): قوانین فازی بر پایه مشخصات مسیرها

شماره قانون	ورودی‌ها		خروجی مشخصات مسیر
	اطلاعات کار در مسیر	بیشترین سرعت در مسیر	
۱	بدون کار مسیر		قوی
۲	کار مسیر	زیاد	متوسط
۳	کار مسیر	متوسط	ضعیف
۴	کار مسیر	آرام	ضعیف



شکل (۸): سنجش قوانین و عددسازی در کنترل‌کننده فازی مسیر



#### منابع

- [1] Sameer A. Abu-Eisheh, Mohammad S. Ghanim., **“Managing Transportation for Sustainable Built Environment By Developing A Traffic Systems Management Course”**. Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 102, Pages 499–507, 22 November 2013.
- [2] Araghi S., Khosravi A., Creighton D., **“A review on computational intelligence methods for controlling traffic signal timing, Expert Systems with Applications”**. Volume 42, Issue 3, Pages 1538-1550, 15 February 2015.
- [3] Ampountolas., **“A three-dimensional macroscopic fundamental diagram for mixed bi-modal urban networks Transportation Research Part C: Emerging Technologies”**. Volume 42, Pages 168–181, May 2014.
- [4] Papathanasopoulou V., Antoniou C., **“Towards data-driven car-following models Transportation Research Part C: Emerging Technologies”**. Volume 55, Pages 496-509, June 01, 2015.
- [5] Bai C., Peng Z.-R., Lu Q.-C., **“Dynamic bus travel time prediction models on road with multiple bus routes Computational Intelligence and Neuroscience”**. Volume 2015.
- [6] Araghi S., Khosravi A., Creighton D., **“Intelligent cuckoo search optimized traffic signal controllers for multi-intersection network, Expert Systems with Applications”**. Volume 42, Issue 9, Pages 4422-4431, 1 June 2015.
- [7] Clempner J.B., Poznyak A.S., **“Modeling the multi-traffic signal-control synchronization: A Markov chains game theory approach”**. Engineering Applications of Artificial Intelligence, Volume 43, Pages 147-156, 1 August 2015.
- [8] Abdenour A., **“A Long Horizon Neuro-fuzzy Predictor for MPEG Video Traffic”**. Journal of King Saud University–Engineering Science 18 (1) 161–180, 2005.
- [9] Abbas S., Khan M.S., Ahmed K., Abdullah M., Farooq U., **“Bio-inspired neurofuzzy based dynamic route selection**

شکل (۸) نشان‌دهنده مرحله استنتاج و عددسازی برای کنترلر فازی در موردی که ۲۰ درصد مسیر کار کرده و سرعت بیشینه در مسیر  $55 \frac{km}{h}$  باشد. با توجه به نتایج حاصله از مرحله فازی، ۲۹ درصد از مسیرهای پیشنهادی در مقایسه با مسیرهای ارائه‌شده تغییر کرده است. این اصلاح شامل ۱/۷ درصد بهبود در سرعت متوسط زمان‌شده برای ماشین‌ها در شبکه مسیرها می‌باشد که از مجموعه‌های یکسان با توزیع نرمال اتفاقی در تزریق ماشین‌ها به مسیر استفاده کرده است. نتایج اهمیت تأثیر فاکتورهای متنی انتخاب‌شده و سیستم فازی را در بهبود و مدیریت عبور و مرور را تأیید می‌کند.

#### ۶- نتیجه‌گیری

در این تحقیق یک سیستم چندعامله سازماندهی‌شده برای مدل‌کردن شبکه‌های حمل و نقل سلامت در ترافیک ارائه شده است. به عبارتی یک ساختار ترکیبی فازی و سلسله مراتبی که قادر به تولید ارتباط پویا برای کنترل ساختار محسوب می‌شود. جهت سنجش مسیر از یک سیستم فازی سلسله مراتبی استفاده می‌شود. هدف افزایش کیفیت ترافیک و شلوغی، محاسبه زمان سفر و اطلاعات عبور و مرور به‌صورت بلادرنگ برای وسایل نقلیه در امر سلامت تا دستیابی به مقصدشان در مراکز سلامت می‌باشد. انتخاب مسیر برپایه کیفیت عبور و مرور و طول مسیر در مرحله اول و مجموعه‌ای از عوامل مهم متنی مربوط به راننده، در محیط و مسیر که در سیستم فازی سلسله مراتبی مجتمع شده‌اند. این روش‌های هوشمند که بر سیستم راهنمای خودرو اعمال شده کار رانندگان را بسیار راحت می‌کند. به علت تغییرات زیاد جریان ترافیک و افزایش زمان تردد با افزایش تعداد خودروها در شبکه حمل و نقل، مدیریت ترافیک سلامت خیلی پیچیده‌تر شده است.

*approach*". International Journal of The Computer, the Internet and Management 16 (3) 48–63, 2008.

[19]Sindal R., Tokekar S., "A neuro-fuzzy call admission control algorithm for voice/data traffic in CDMA cellular network". in: IEEE International Advance Computing Conference, pp. 827–832, 2009.

[20]D'Acierno, L., Gallo, M., Montella, B., "An ant colony optimisation algorithm for solving the asymmetric traffic assignment problem". Eur. J. Oper. Res. 217 (2), 459–469, 2012.

[21]Dorigo, M., "Ottimizzazione, apprendimento automatico, ed algoritmi basati su metafora naturale (Optimization, Learning, and Natural Algorithms)". Doctorate in Systems and Information Electronic Engineering, Politecnico di Milano, Italy, 1992.

*to avoid traffic congestion*". International Journal of Scientific & Engineering Research 2 (6), 2011.

[10]Hallam, N., Hartley, M., Blanchfield, P., Kendall, G., "Optimisation in a road traffic system using collaborative search. In: Proc. of the IEEE Int". Conf. on Systems Man and Cybernetics SMC, IEEE, pp. 2008–2012, 2004.

[11]Partouche D., Pasquier M., Spalanzani A., "Intelligent Speed Adaptation Using a Self-Organizing Neuro-Fuzzy Controller, in: Intelligent Vehicles Symposium". IEEE, Istanbul, Turkey, pp. 846–851, 2007.

[12]Hallé, S., Chaib-Draa, B., "A collaborative driving system based on multiagent modelling and simulations. Transport. Res. Part C: Emer. Technol". 13 (4), 320–345, 2005.

[13]Arslan, T., Khisty, C.J., "A rational reasoning method from fuzzy perceptions in route choice". Fuzzy Sets Syst. 150 (3), 419–435, 2005.

[14]D'Acierno, L., Montella, B., De Lucia, F., "A stochastic traffic assignment algorithm based on ant colony optimisation. In: Proc. of the Ant Colony Optimization and Swarm Intelligence, LNCS". vol. 4150. Springer-Verlag, pp. 25–36, 2006.

[15]García-Nieto, J., Albaa, E., Olivera, A.C., "Swarm intelligence for traffic lightscheduling: application to real urban areas". Eng. Appl. Artif. Intell. 25 (2), 274–283, 2012.

[16]Balaji, P.G., Srinivasan, D., "Type-2 fuzzy logic based urban traffic management". Eng. Appl. Artif. Intell. 24 (1), 12–22, 2011.

[17]Zamora-Izquierdo M.A., Toledo-Moreo R., Valdes-Vela M., Gil-Galvan D., "Neuro-fuzzy based maneuver detection for collision avoidance in road vehicles". international work-conference on the interplay between natural and artificial computation (IWINAC), Part II, Lecture Notes in Computer Science, 4528, 429–438, 2007.

[18]Aseri T.C., Bagai D., "Traffic control in unicast ATM ABR service using adaptive