

۸۷/۱/۱۰۰۲۳۳

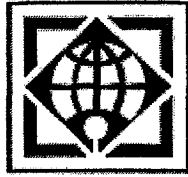
۸۷/۱۰/۶

۲۲

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۶۰۸۷۲۰

دانشگاه بین المللی امام خمینی



IMAM KHOMENI
INTERNATIONAL UNIVERSITY

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)
دانشکده فنی و مهندسی - گروه مهندسی عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد
گرایش مهندسی و برنامه ریزی حمل و نقل
با عنوان:

«کاربرد منطق فازی در مدل سازی انتخاب وسیله نقلیه سفرهای برون شهری»

استاد راهنما: دکتر بهنام امینی

استاد مشاور: دکتر ناصر پورمعلم

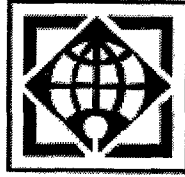
نگارنده: رضا بزرگمهرنیا

۱۳۸۷ / ۹ / ۲۳

مهرماه ۱۳۸۷

۱۰۸۷۶۰

دانشگاه بین‌المللی امام خمینی



IMAM KHOMEINI
INTERNATIONAL UNIVERSITY

بسمه تعالی

جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای رضا بزرگمهرنیا دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران- برنامه‌ریزی حمل و نقل با عنوان «به کارگیری منطق فازی در مدلسازی انتخاب وسیله نقلیه سفرهای برون شهری» در روز دوشنبه مورخ ۱۳۸۷/۷/۱۵ در آمفی تئاتر دانشکده فنی و مهندسی تشکیل گردید و پس از بررسی، مورد تأیید نهایی هیأت داوران قرار گرفت.

استاد راهنما: دکتر بهنام امینی

استاد مشاور: دکتر ناصر پورمعلم

داور داخلی: دکتر امیر عباس رصافی

داور خارجی: دکتر حسین قهرمانی

نماینده شورای تحصیلات تکمیلی: دکتر رضا ضیایی مؤید



تقدیم به

پدر عزیز و مادر مهربانم

که همواره مرا به صحیح زیستن رهنمون می کنند

چکیده

یکی از روشهای مدلسازی انتخاب وسیله، استفاده از خانواده مدل‌های لاجیت است. در مدل‌های لاجیت فرض می‌شود انتخاب افراد بر اساس مطلوبیت گزینه‌ها صورت می‌پذیرد، بنابراین گزینه‌ای انتخاب می‌گردد که بیشترین مطلوبیت را داشته باشد و مطلوبیت گزینه‌ها نیز تابعی از ویژگی آنها، مشخصات فرد تصمیم‌گیر و سایر شرایط محیطی است. یکی از انواع این مدل‌ها، مدل لاجیت آشیانه‌ای (تو در تو) است که می‌توان آن را به شکل حاصلضرب تعدادی مدل لاجیت چند جمله‌ای که در یک ساختار درختی قرار گرفته‌اند بیان کرد. از آنجا که انسان به عنوان عامل انتخاب‌کننده وسیله سفر، دارای خصوصیات رفتاری متفاوت و تصادفی است، مدل‌های ریاضی غیر احتمالی موجود نمی‌توانند به صورت کامل رفتار انسان را در انتخاب وسیله بیان نمایند. هدف از این تحقیق، وارد کردن هر چه بیشتر رفتار انسان در مدل‌های انتخاب وسیله و واقعی‌تر کردن این مدل‌ها با استفاده از منطق فازی است.

در این پژوهش با روشی کاملاً جدید، به مدلسازی انتخاب وسیله نقلیه در سفرهای برون شهری با استفاده از یک مدل لاجیت آشیانه‌ای فازی می‌پردازیم. به این ترتیب، پس از جمع‌آوری آمار و اطلاعات اقتصادی-اجتماعی سفرکنندگان (از قبیل سن، درآمد، تحصیلات و...) و تحلیل آنها، مشخص شد که جنبه‌های ابهامی در پاسخ‌های مسافران سبب غیرقطعی شدن مقادیر متغیرهای مورد استفاده در مدلسازی شده است که استفاده از منطق فازی را توجیه می‌کند. بنابراین توابع عضویت متغیرها با بهره‌گیری از الگوریتم خوشه‌بندی کاهنده فازی، بدست خواهد آمد و سپس با استفاده از معادله منحنی تابع عضویت هر متغیر، مقادیر آن متغیر فازی سازی خواهد شد. حاصلضرب مقدار فازی هر متغیر در مقدار واقعی

آن، متغیرهای مستقل کاندید برای ورود به مدل لاجیت آشیانه‌ای را تشکیل خواهند داد. آشیانه‌ها از پایین به بالا، انتخاب شیوه‌های حمل و نقل جاده‌ای (اتوبوس و سواری)، انتخاب شیوه‌های حمل و نقل زمینی (جاده‌ای و ریلی) و انتخاب بین شیوه حمل و نقل زمینی و هوایی را تشکیل می‌دادند. جهت کالیبره کردن مدل نیز از روش بیشینه احتمال استفاده می‌شود. نتایج این مدل فازی، نسبت به مدل‌های ریاضی غیرفازی واقعی‌تر و رفتاری‌تر بود و به بهبود برآوردهای مدل انتخاب وسیله در سفرهای برون شهری انجامید.

کلمات کلیدی: منطق فازی، فازی‌سازی، مدل انتخاب وسیله‌نقلیه، لاجیت آشیانه‌ای، سفرهای برون‌شهری

"سپاس خدای عزوجل را که طاعتش موجب قربت است و به شکر اندرش مزید نعمت"

بعد از حمد و ستایش آفریدگار مهربان و قبل از هر سخنی بر خود لازم می‌دانم که از زحمات اساتید گرانقدرم تشکر و قدردانی نمایم.

حضرت علی(ع) می‌فرمایند: «هر که به من کلمه‌ای بیاموزد مرا بنده‌ی خویش ساخته است». اینجانب ابراز بندگی خود را به محضر اساتید بزرگوارم آقایان دکتر بهنام امینی، دکتر ناصر پورمعلم و دکتر امیر عباس رصافی، اعلام می‌دارم.

از جناب آقای دکتر حسین قهرمانی به خاطر حضور در جلسه‌ی دفاعیه و ذکر نکات ارزشمند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از سرکار خانم مهندس مهسا سجادی به خاطر در اختیار قرار دادن آمار و اطلاعات مورد استفاده در مدلسازی، نهایت تشکر را به عمل می‌آورم.

از دوستان خوبم آقایان مهندس مهدی حسین پور و مهندس پیروز داودنیا به خاطر همفکری و ارائه‌ی نظراتشان، صمیمانه تشکر می‌نمایم.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	۱- فصل اول: کلیات
۲	۱-۱- مقدمه فصل
۳	۲-۱- تعریف مسئله
۴	۳-۱- هدف
۴	۴-۱- شرح روش پژوهش
۸	۵-۱- اهمیت پژوهش
۹	۶-۱- ساختار پایان نامه
۱۱	۲- فصل دوم: مروری بر سوابق موضوع
۱۲	۱-۲- مقدمه فصل
۱۲	۲-۲- مطالعات معتبر خارجی انجام شده در این زمینه
۱۸	۳-۲- مطالعات داخلی انجام شده در این زمینه
۲۱	۳- فصل سوم: منطق فازی و کاربردهای آن
۲۲	۱-۳- مقدمه فصل
۲۳	۲-۳- برخی از کاربردهای تئوری فازی
۲۴	۳-۳- متغیرهای زبانی
۲۸	۴-۳- مفاهیم منطق فازی
۳۰	۵-۳- مقایسه مجموعه‌های کلاسیک و فازی
۳۲	۶-۳- تابع عضویت
۳۳	۷-۳- عملگرهای مجموعه‌ای در منطق فازی
۳۶	۸-۳- خوشه بندی فازی

۳۷	..... تحلیل خوشه‌ای	۳-۸-۱
۳۸	..... روشهای خوشه بندی	۳-۸-۲
۳۹	..... روشهای مبتنی بر تابع هدف جهت خوشه بندی فازی	۳-۸-۳
۳۹	..... الگوریتم خوشه بندی کاهنده فازی	۳-۸-۴
۴۱	..... سیستم استنتاج فازی	۳-۹-۹
۴۱	..... تعریف	۳-۹-۱
۴۲	..... عملگرهای استلزام فازی	۳-۹-۲
۴۳	..... تجزیه قواعد مرکب فازی	۳-۹-۳
۴۶	..... انواع موتور استنتاج فازی	۳-۹-۴
۴۹	..... فصل چهارم: تدوین چارچوب مدل و جمع آوری و پردازش آمار و اطلاعات	۴-۴
۵۰	..... مقدمه فصل	۴-۱
۵۰	..... مدل‌های مطلوبیت تصادفی	۴-۲
۵۳	..... بررسی مدل‌های انتخاب لاجیت	۴-۳
۵۴	..... ساختار مدل‌های لاجیت چند جمله‌ای	۴-۳-۱
۵۶	..... پرداخت مدل‌های لاجیت	۴-۳-۲
۵۹	..... ساختار مدل‌های مدل‌های لاجیت آشیانه‌ای	۴-۳-۳
۶۰	..... پرداخت مدل‌های لاجیت آشیانه‌ای	۴-۳-۴
۶۲	..... تعیین ساختار عملی مدل	۴-۴
۶۴	..... جمع آوری و پردازش آمار و اطلاعات	۴-۵
۶۴	..... نحوه دریافت آمار و اطلاعات	۴-۵-۱
۶۶	..... تجزیه و تحلیل آمار و اطلاعات	۴-۵-۲
۷۴	..... فصل پنجم: پرداخت مدل و اعتبارسنجی	۵-۴
۷۵	..... مقدمه فصل	۵-۱
۷۵	..... فازی سازی متغیرهای مدل	۵-۲
۷۶	..... انتخاب و معرفی متغیرها	۵-۲-۱
۷۹	..... شرح روش فازی سازی	۵-۲-۲

۸۲	۳-۵- پرداخت مدل لاجیت آشیانه‌ای با متغیرهای فازی
۸۵	۱-۳-۵- انتخاب سواری و اتوبوس
۸۸	۲-۳-۵- انتخاب ریلی و جاده‌ای
۹۲	۳-۳-۵- انتخاب هوایی و غیر هوایی
۹۷	۴-۵- محاسبه احتمال انتخاب شیوه‌های مختلف حمل و نقلی
۹۸	۵-۵- ساخت مدل سیستم استنتاج فازی نوع ممدانی
۱۰۱	۶-۵- اعتبارسنجی مدل
۱۰۲	۷-۵- یافتن مسافران ناچار و حذف آنها از مدل
۱۰۳	۸-۵- پرداخت مدل لاجیت آشیانه‌ای با متغیرهای فازی بدون مسافران ناچار
۱۰۳	۱-۸-۵- انتخاب بین سواری و اتوبوس
۱۰۵	۲-۸-۵- انتخاب سفر ریلی و جاده‌ای
۱۰۷	۳-۸-۵- انتخاب سفر هوایی و غیر هوایی
۱۱۴	۶- فصل ششم: جمع بندی و نتیجه گیری
۱۱۵	۱-۶- مقدمه فصل
۱۱۵	۲-۶- جمع بندی
۱۱۷	۳-۶- دستاوردها و نتایج
۱۱۹	۴-۶- پیشنهادهایی برای ادامه‌ی این پژوهش
۱۲۱	منابع و مراجع
۱۲۵	پیوست‌ها
۱۲۶	پیوست ۱ - احتمال انتخاب گزینه‌ها توسط مدل لاجیت
۱۳۶	پیوست ۲ - احتمال انتخاب گزینه‌ها توسط سیستم استنتاج ممدانی
۱۴۶	پیوست ۳ - شکل‌های توابع عضویت متغیرها برای مسافران شیوه‌های مختلف

فهرست جدولها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲: نوزده قاعده استنتاج فازی [مدل مرجع ۱۸].....	۱۳
جدول ۲-۲: مقایسه ضرایب بدست آمده از هر دو روش [مدل مرجع ۱۸].....	۱۴
جدول ۳-۲: نه قاعده استنتاج فازی [مدل مرجع ۱۹].....	۱۷
جدول ۱-۴: مقایسه درصد درآمد مسافران به تفکیک انتخاب وسیله سفر.....	۶۷
جدول ۲-۴: مقایسه درصد سن مسافران به تفکیک انتخاب وسیله سفر.....	۶۹
جدول ۳-۴: مقایسه درصد تحصیلات مسافران به تفکیک انتخاب وسیله سفر.....	۷۰
جدول ۴-۴: مقایسه درصد شغل مسافران به تفکیک انتخاب وسیله سفر.....	۷۲
جدول ۵-۴: مقایسه درصد منظور سفر مسافران به تفکیک انتخاب وسیله سفر.....	۷۳
جدول ۱-۵: متغیرهای مستقل انتخابی برای فازی سازی و کاربرد در مدل.....	۷۶
جدول ۲-۵: روند تعیین متغیرها در مدلسازی آشیانه انتخاب سواری- اتوبوس.....	۸۶
جدول ۳-۵: نتایج مدلسازی آشیانه انتخاب سواری- اتوبوس.....	۸۷
جدول ۴-۵: روند تعیین متغیرها در مدلسازی آشیانه انتخاب ریلی- جاده‌ای.....	۸۹
جدول ۵-۵: نتایج مدلسازی آشیانه انتخاب ریلی- جاده‌ای.....	۹۰
جدول ۶-۵: روند تعیین متغیرها در مدلسازی آشیانه انتخاب هوایی- غیرهوایی.....	۹۲
جدول ۷-۵: نتایج مدلسازی آشیانه انتخاب هوایی- غیرهوایی.....	۹۳
جدول ۸-۵: مقایسه نتایج احتمالهای انتخاب بدست آمده در این پژوهش.....	۱۰۱
جدول ۹-۵: درصد انطباق نتایج مدل با واقعیت.....	۱۰۱
جدول ۱۰-۵: نتایج اعتبارسنجی مدل.....	۱۰۲
جدول ۱۱-۵: روند مدلسازی آشیانه انتخاب سواری- اتوبوس پس از حذف مسافران ناچار.....	۱۰۴
جدول ۱۲-۵: نتایج مدلسازی آشیانه انتخاب سواری- اتوبوس پس از حذف مسافران ناچار.....	۱۰۵
جدول ۱۳-۵: روند مدلسازی آشیانه انتخاب ریلی- جاده‌ای پس از حذف مسافران ناچار.....	۱۰۶

- جدول ۵-۱۴: نتایج مدلسازی آشیانه انتخاب ریلی - جاده‌ای پس از حذف مسافران ناچار ۱۰۷
- جدول ۵-۱۵: روند مدلسازی آشیانه انتخاب هوایی - غیرهوایی پس از حذف مسافران ناچار ۱۰۸
- جدول ۵-۱۶: نتایج مدلسازی آشیانه انتخاب هوایی - غیرهوایی پس از حذف مسافران ناچار ۱۰۹
- جدول ۵-۱۷: نتایج مدلسازی لاجیت آشیانه‌ای فازی قبل و بعد از حذف مسافران ناچار ۱۱۰
- جدول ۵-۱۸: نتایج مدلسازیهای مختلف لاجیت آشیانه‌ای ۱۱۰

فهرست شکلها

صفحه	عنوان
۱۳	شکل ۲-۱: توابع عضویت متغیرها [مدل مرجع ۱۸]
۱۶	شکل ۲-۲: توابع عضویت متغیرها [مدل مرجع ۱۹]
۱۶	شکل ۲-۳: توابع عضویت متغیرهای زبانی [مدل مرجع ۱۹]
۲۶	شکل ۳-۱: متغیرهای زبانی "درستی"
۲۶	شکل ۳-۲: متغیرهای زبانی "احتمال"
۲۸	شکل ۳-۳: واژه‌های "درست" و "نادرست"
۲۹	شکل ۳-۴: ارتباط بین پیچیدگی سیستم و دقت مدل
۳۱	شکل ۳-۵: مقایسه مجموعه کلاسیک و فازی
۳۳	شکل ۳-۶: اجزای مختلف تابع عضویت فازی
۳۴	شکل ۳-۷: کارکرد عملگر مجموعه‌ای اشتراک فازی
۳۵	شکل ۳-۸: کارکرد عملگر مجموعه‌ای اجتماع فازی
۳۵	شکل ۳-۹: کارکرد عملگر مجموعه‌ای متمم فازی
۳۷	شکل ۳-۱۰: یک مثال نوعی از خوشه بندی
۵۹	شکل ۴-۱: نمودار درختی مدل لاجیت آشیانه‌ای
۶۰	شکل ۴-۲: یک نمونه از مدل لاجیت آشیانه‌ای
۶۳	شکل ۴-۳: چارچوب مدل
۶۵	شکل ۴-۴: یک نمونه از فرم اطلاعات خام دریافت شده برای مسافران هواپیما
۶۷	شکل ۴-۵: مقایسه درصد کلی درآمد مسافران
۶۸	شکل ۴-۶: مقایسه درصد کلی سن مسافران
۷۰	شکل ۴-۷: مقایسه درصد کلی تحصیلات مسافران
۷۱	شکل ۴-۸: مقایسه درصد کلی شغل مسافران

- شکل ۴-۹: مقایسه درصد کلی منظور سفر مسافران ۷۳
- شکل ۵-۱: تابع عضویت متغیر سن برای مسافران اتوبوس ۸۰
- شکل ۵-۲: تابع عضویت متغیر تعداد سفر در سال برای مسافران اتوبوس ۸۱
- شکل ۵-۳: تابع عضویت متغیر درآمد برای مسافران سواری ۸۲
- شکل ۵-۴: شمای کلی مدل لاجیت آشیانه‌ای این پژوهش ۸۳
- شکل ۵-۵: مدل لاجیت آشیانه‌ای انتخاب وسیله سفر برون شهری با متغیرهای فازی ۹۶
- شکل ۵-۶: قواعد فازی سیستم استنتاج ممدانی برای آشیانه انتخاب هوایی - غیرهوایی ۱۰۰
- شکل ۵-۷: رابطه درآمد با هزینه مسافران در آشیانه انتخاب هوایی - غیرهوایی ۱۰۰
- شکل ۵-۸: مدل لاجیت آشیانه‌ای انتخاب وسیله نقلیه سفر برون شهری با متغیرهای فازی پس از حذف مسافران ناچار ۱۱۱
- شکل ۵-۹: مراحل انجام این پژوهش ۱۱۳

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه فصل

بشر از همان آغاز زندگی برای رفع نیازهای خود مجبور به جابجایی و سفر بود، همین امر سبب شد تا برای جابجایی‌های مورد نیاز خود، سیستم‌ها و تسهیلات حمل و نقلی مختلفی را ایجاد کند. ایجاد این تسهیلات باعث رونق گرفتن و رشد و توسعه شهرنشینی گردید. توسعه شهرها در ابعاد مختلف سبب شد تا نیاز به ارتباط با شهرهای دیگر و مناطق مختلف احساس شود. این موضوع باعث ایجاد و پیشرفت تکنولوژی ساخت وسایل نقلیه برون شهری و همچنین ایجاد استانداردهای لازم در این زمینه شد. برای جابجایی ایمن و مناسب انسان و بهره برداری بهینه از سیستم حمل و نقل برون شهری نیز احتیاج به برنامه‌ریزی و مدیریت سفرها بود. با گسترش و توسعه روزافزون جنبه‌های گوناگون زندگی انسان و پیچیده شدن مسئله جابجایی، برنامه‌ریزی حمل و نقل برون شهری نیز از اهمیت خاصی برخوردار می‌گردد.

در انجام هر سفر، سفرکننده از بین کلیه شیوه‌های مختلف سفر، بسته به شرایط اقتصادی-اجتماعی، نوع سرویس ارائه شده و برخی از عوامل دیگر، یکی را انتخاب می‌نماید. این انتخاب در سفرهای برون شهری شامل استفاده از سواری، اتوبوس، قطار یا هواپیما می‌باشد.

در این پایان نامه، منطق فازی^۱ در ساختار مدل‌های انتخاب وسیله نقلیه در سفرهای برون شهری مورد استفاده قرار گرفته، و تاثیر آن در بهبود برآورد انتخاب مسافران، ارزیابی شده است. علاوه بر این، نحوه اعمال این منطق در مدل و تاثیر آن در دگرگونی ساختار مدل در جهت افزایش دقت و انطباق با واقعیت، نیز شرح داده شده است.

^۱ Fuzzy Logic

در این فصل پس از تعریف مسئله به بیان هدف پژوهش و سپس به بررسی و شرح روش کار پرداخته می‌شود. سپس اهمیت انجام چنین پژوهشی مورد بحث قرار می‌گیرد و در انتها ساختار پایان نامه از نظر فصل بندی و موضوعات هر فصل توضیح داده می‌شود.

۱-۲- تعریف مسئله

یکی از مهمترین مباحث برنامه‌ریزی حمل و نقل برون شهری، تحلیل انتخاب وسیله نقلیه سفر است. یک مدل انتخاب وسیله نقلیه سفر، درباره‌ی رفتار سفر کننده در خصوص انتخاب وسیله بحث می‌کند. تاکنون به مدلسازی انتخاب وسیله نقلیه سفرهای برون شهری نسبت به سفرهای درون شهری بسیار کم پرداخته شده است. در اغلب تحقیقات گذشته، برای مدلسازی انتخاب وسیله نقلیه از مدل‌های مطلوبیت تصادفی بهره گرفته شده است. این مدلها با کمک پایگاه داده‌های جمع آوری شده، کالیبره می‌شوند و نتایج آنها فقط از روابط ریاضی و غیر احتمالی بدست می‌آید.

حال مسئله این است که برای مدلسازی‌هایی که رفتار انسان در آن مؤثر است، آیا استفاده از روابط و مدل‌های ریاضی به تنهایی می‌تواند پاسخگویی رفتار مبهم انسان باشد(؟). قطعاً چنین مدل‌هایی نمی‌توانند رفتار واقعی انسان را منعکس کنند و نتایج آنها ابهام رفتار انسان را در نظر نمی‌گیرند. با توجه به سوابق موضوع، در هیچکدام از تحقیقاتی که به مدلسازی انتخاب وسیله نقلیه سفرهای برون شهری پرداخته‌اند، رفتار پیچیده انسان در تصمیم گیری انتخاب وسیله نقلیه به طور واقعی در نظر گرفته نشده است.

برای حل این مسئله می‌توان از منطق فازی در بدنه اصلی یک مدل انتخاب وسیله نقلیه برون شهری استفاده کرد.

۱-۳- هدف

از آنجا که انسان به عنوان عامل انتخاب کننده وسیله سفر، دارای خصوصیات رفتاری متفاوت و تصادفی است، مدل‌های ریاضی و غیر احتمالی موجود نمی‌توانند به صورت کامل رفتار انسان را در انتخاب وسیله سفر به صورت دقیق و مناسب بیان نمایند. برای در نظر گرفتن هر چه بیشتر رفتار انسان در این مدل‌ها، اهمیت استفاده از منطق فازی نمود پیدا می‌کند. این منطق به بهترین صورت می‌تواند مفاهیم محاوره‌ای را که در رفتار انسان مشهود است به صورت روابط ریاضی بیان نماید. اعمال منطق فازی می‌تواند تحولی در ساختار مدل‌های انتخاب وسیله سفر و انطباق هر چه بیشتر آن با واقعیت‌های موجود ایجاد نماید.

با توجه به موارد ذکر شده، هدف از انجام این پژوهش، ایجاد یک مدل انتخاب وسیله نقلیه سفر برون شهری است که در آن از منطق فازی برای وارد کردن رفتار مبهم انسان در مدل استفاده می‌شود. برای این منظور از یک مدل لاجیت آشیانه‌ای که متغیرهای توابع مطلوبیت آن فازی سازی شده‌اند استفاده می‌گردد و پس از بدست آوردن احتمال انتخاب هر شیوه حمل و نقل به مقایسه نتایج حاصل از این مدل با نتایج مدل ریاضی غیر فازی بدست آمده در کارهای گذشته پرداخته خواهد شد.

۱-۴- شرح روش پژوهش

همواره در مدلسازی انتخاب وسیله سفر دو رویکرد هم‌فزون^۱ و ناهم‌فزون^۲ مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از اطلاعات ناهم‌فزون شامل متغیرهای گسترده‌تری بوده و مشخصات اجتماعی-اقتصادی مسافران را نیز شامل می‌شود. در مدل‌های انتخاب ناهم‌فزون، هر سفر انجام شده توسط هر نفر

^۱ Aggregate

^۲ Disaggregate

یک رکورد ثبت شده مربوط به سفرهای آن فرد است که به عنوان یک ردیف اطلاعاتی در نظر گرفته می‌شود. این مدلها با پایگاه داده‌ای^۱ کوچکی حدود ۵۰۰ رکورد ثبت شده، کالیبره می‌شوند که در مقایسه با مدل‌های همفزون بین ۱۰ تا ۱۰۰ مرتبه به حجم داده‌های کمتری نیاز دارند. همچنین مدل‌های ناهمفزون نسبت به مدل‌های همفزون، رفتاری‌تر هستند. به همین دلیل در این پژوهش از آمار و اطلاعات ناهمفزون برای ساخت مدل انتخاب وسیله نقلیه استفاده می‌گردد.

در مدلسازی انتخاب وسیله نقلیه سفرهای برون شهری، شناسایی عوامل تاثیر گذار بر انتخاب از اهمیت خاصی برخوردار است. یکی از مسائل تاثیر گذار در شکل و نحوه مدلسازی، ساختار تصمیم گیری افراد است. افراد مختلف در شرایط یکسان تصمیمات متفاوتی اتخاذ می‌کنند، بنابراین مدل‌های غیر فازی موجود نمی‌توانند به طور کامل رفتار مبهم انسان را در انتخاب و تصمیم گیری نشان دهند. برای رفع این مشکل و نزدیک کردن نتایج این مدلها به واقعیت، به کارگیری منطق فازی در مدلسازی انتخاب وسیله نقلیه سفرهای برون شهری توجیه پیدا می‌کند.

در این پژوهش با روشی کاملاً جدید، به مدلسازی انتخاب وسیله نقلیه در سفرهای برون شهری با به کارگیری یک مدل لاجیت آشیانه‌ای^۲ با متغیرهای مستقل فازی، پرداخته خواهد شد. به این ترتیب، پس از دریافت و پردازش آمار و اطلاعات اقتصادی - اجتماعی سفرکنندگان از قبیل سن، درآمد، تحصیلات، شغل و... مشخص می‌شد که جنبه‌های مبهم پاسخ‌های مسافران به سوالات پرسشنامه‌ها (که در کارهای گذشته جمع آوری شده بود) سبب غیر قطعی شدن متغیرهای مدل می‌گردد. به این دلیل فازی‌سازی آمار و اطلاعات که در واقع متغیرهای ورودی مدل انتخاب وسیله نقلیه را تشکیل می‌دادند مورد توجه قرار گرفت.

^۱ Data Base

^۲ Nested Logit Model

در میان روشهای مختلفی که برای فازی سازی متغیرها وجود دارد، یافتن روشی که تابع عضویت¹ متغیرها را به طور مستقیم بسازد کاری بسیار زمان بر بود. پس از بررسیهای فراوان، برای ایجاد توابع عضویت متغیرها استفاده از الگوریتم خوشه بندی کاهنده فازی² در دستور کار قرار خواهد گرفت و برای این امر می توان از نرم افزار *MATLAB* استفاده کرد. پس از انجام روند خوشه بندی، تابع عضویت متغیرها حاصل می شود. با توجه به شکل منحنی تابع عضویت فازی بدست آمده برای متغیرها، معادله هر منحنی تابع عضویت استخراج خواهد شد و با کمک نرم افزار، همه داده های مربوط به آن متغیر، به مقادیر متناظر فازی تبدیل می گردد. به این ترتیب فازی سازی اطلاعات برای متغیرهای هر آشیانه صورت خواهد پذیرفت.

به علت وجود نداشتن پایگاه داده برای متغیر وابسته انتخاب وسیله نقلیه و وجود کد برای انتخاب هر شیوه حمل و نقل، امکان پرداخت مدل با روشهای رایج رگرسیون (روندگرا) وجود ندارد و لذا از روش بیشینه احتمال³ برای این امر استفاده خواهد شد. همانطور که ذکر شد، چارچوب مدل مورد استفاده در این پایان نامه، یک مدل لاجیت آشیانه ای است که در هر آشیانه دو گزینه انتخاب وجود دارد. بنابراین نرم افزاری که توانایی پرداخت مدل لاجیت دوگانه⁴ را با استفاده از روش بیشینه احتمال داشته باشد، برای مدلسازی کفایت می کند. از میان نرم افزارهایی که در این زمینه وجود دارند، می توان از نرم افزار *SPSS* برای ساخت و پرداخت مدل، استفاده کرد. برای پرداخت مدل لاجیت دوگانه ی هر آشیانه، کد انتخاب وسیله را به عنوان متغیر وابسته و بقیه متغیرها را به عنوان متغیر مستقل معرفی

¹ Membership Function

² Fuzzy Subtractive Clustering Algorithm

³ Maximum Likelihood

⁴ Binary