

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشکده فنی

گروه مهندسی عمران

گرایش راه و ترابری

طراحی مدل برآورد تقاضای حمل و نقل بار در راه‌های برون شهری کشور براساس آمار  
ترددشماري

از

مجتبی علی نژاد المشیری

استاد راهنما

دکتر ایرج برگ‌گل

استاد مشاور

دکتر مهیار عربانی

تیر ۱۳۹۰

تقدیم به همسر عزیزم که در دوران تحصیل  
مرا همراهی نمود.

و

همه‌ی اساتید گرانقدر که تلاش و پشتکار  
را به من آموختند.

## تقدیر و تشکر

بدین وسیله از زحمات و دلسوزی‌های استادگرامی آقای دکتر برگ‌گل که راهنمای اینجانب در انجام پایان‌نامه بودند و بدون کمک‌های ایشان این پایان‌نامه به سرانجام نمی‌رسید سپاسگذاری و تقدیر می‌کنم. و همچنین از استاد مشاورم جناب آقای دکتر عربانی بخاطر حمایت‌های ایشان تشکر می‌کنم.

از اعضای هیات داوری، جناب آقای دکتر رصافی و آقای دکتر رنجبر که قبول زحمت فرمودند و داوری این پایان‌نامه را به عهده گرفتند، قدردانی می‌کنم.

## فهرست مطالب

ت	فهرست مطالب
ج	فهرست جدول‌ها
خ	فهرست شکل‌ها
ر	چکیده‌ی پایان نامه به فارسی
ز	چکیده‌ی پایان نامه به انگلیسی

### ۱ فصل اول: مقدمه

۱	۱-۱- پیشگفتار
۲	۱-۲- تعریف مسئله
۲	۱-۳- ضرورت مسئله
۳	۱-۴- اهداف پژوهش
۳	۱-۵- فرضیات
۴	۱-۶- محدودیت‌ها
۴	۱-۷- ساختار پایان نامه

### ۵ فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده

۵	۲-۱- مقدمه
۵	۲-۲- جایگاه حمل‌ونقل در اقتصاد کشور
۶	۲-۳- اهداف و گستره مدل حمل‌ونقل کالا
۷	۲-۴- اثر فاکتورهای حمل‌ونقل کالا
۸	۲-۴-۱- پیچیدگی مدل سازی حمل‌ونقل کالا
۹	۲-۴-۲- مدل جهانی حمل و نقل کالا
۹	۲-۵- ارزیابی روش‌ها و مدل‌سازی حمل‌ونقل کالا
۱۰	۲-۵-۱- مدل‌سازی مبتنی بر سفر وسیله نقلیه

- ۱۰ - ۱-۵-۱-۱- تاریخچه ای از مدل هی مبتنی بر سفر
- ۱۱ - ۲-۱-۵-۱- چندین کاربرد مهم مدل جاذبه در مدل سازی مبتنی سفر
- ۱۱ - ۲-۵-۲- مدل مبتنی بر کالا
- ۱۲ - ۳-۵-۲- مدل مبتنی بر سفر در مقابل مدل مبتنی بر کالا
- ۱۳ - ۶-۲- مدل های رایج و مرسوم حمل و نقل کالا
- ۱۳ - ۱-۶-۲- مرحله تولید کالا
- ۱۴ - ۱-۱-۶-۲- مدل های رایج تولید بار در امریکا
- ۱۵ - ۲-۶-۲- مرحله توزیع کالا
- ۱۵ - ۱-۲-۶-۲- گزارش (NCHRP ۲۶۰)
- ۱۶ - ۲-۲-۶-۲- مدل فراتر
- ۱۶ - ۳-۲-۶-۲- مدل تجارت
- ۱۶ - ۴-۲-۶-۲- مدل جاذبه
- ۱۹ - ۱-۴-۲-۶-۲- مدل جاذبه بهینه
- ۱۹ - ۲-۴-۲-۶-۲- کالیبره نمودن مدل جاذبه
- ۲۰ - ۳-۴-۲-۶-۲- ضعف مدل جاذبه
- ۲۰ - ۵-۲-۶-۲- مدل های متعامل فضایی
- ۲۰ - ۱-۵-۲-۶-۲- مدل فرصت تداخلی
- ۲۱ - ۲-۵-۲-۶-۲- مدل تقاضای مستقیم
- ۲۲ - ۶-۲-۶-۲- مدل توزیع منطقه ای جریان کالا با توجه به مطالعات سال ۱۳۶۸ کشور
- ۲۲ - ۱-۶-۲-۶-۲- مدل تجارت به کار رفته در مطالعه سال ۱۳۶۸
- ۲۴ - ۲-۶-۲-۶-۲- مدل جاذبه به کار رفته در مطالعه سال ۱۳۶۸
- ۲۵ - ۳-۶-۲- مرحله تفکیک سفرهای کالا
- ۲۵ - ۴-۶-۲- مرحله تخصیص ترافیک

۲۶	<b>فصل سوم: گردآوری اطلاعات</b>
۲۶	۱-۳- مقدمه
۲۷	۲-۳- آمار برداری و الزامات جمع آوری اطلاعات
۲۷	۱-۲-۳- ارقام اطلاعاتی برای تحلیل تقاضا
۲۸	۲-۲-۳- احجام ترافیک ترافیک سال پایه با استفاده از چهار منبع اطلاعاتی
۲۹	۳-۲-۳- آمار سالنامه آماری ۱۳۸۵
۳۰	۴-۲-۳- آمار مطالعات جامع حمل و نقل کشور
۳۰	۳-۳- ارزیابی روند تناژ کالا و تعداد سفر کامیونی طی سال‌های ۷۷ تا ۸۷
۴۰	<b>فصل چهارم: ابزارهای پیش‌بینی برای مدل‌سازی</b>
۴۰	۱-۴- مقدمه
۴۰	۲-۴- روش‌ها رگرسیون خطی چندگانه
۴۲	۳-۴- روش‌ها رگرسیون غیر خطی
۴۳	۱-۳-۴- ساخت مدل رگرسیون غیر خطی چندگانه (NON-MR)
۴۴	۴-۴- شبکه‌های عصبی
۴۴	۱-۴-۴- ساختار شبکه‌های عصبی طبیعی
۴۵	۲-۴-۴- مدل ریاضی یک نرون مصنوعی
۴۶	۳-۴-۴- تاریخچه‌ی شبکه‌های عصبی
۴۷	۴-۴-۴- کاربردهای شبکه‌های عصبی
۴۸	۵-۴-۴- انواع روش‌های آموزش شبکه‌های عصبی
۴۸	۶-۴-۴- ساختار شبکه‌های عصبی
۴۹	۷-۴-۴- شبکه‌ی عصبی پرسپترون چند لایه
۵۰	۸-۴-۴- الگوریتم یادگیری شبکه پرسپترون چند لایه

## فصل پنجم: تحلیل داده‌ها و مدل سازی

- ۵۲
- ۵-۱- مقدمه
- ۵۳ ۵-۲- متغیرهای برای ساخت مدل بین شهری حمل و نقل کالا به مرکزیت تهران
- ۵۴ ۵-۳- ساخت مدل رگرسیونی خطی چندگانه (MR)
- ۵۴ ۵-۳-۱- ساخت مدل رگرسیونی خطی چندگانه به روش مبتنی بر سفر
- ۵۶ ۵-۳-۲- ساخت مدل رگرسیونی خطی چند گانه به روش مبتنی بر کالا
- ۵۷ ۵-۴- اعتبار مدل های رگرسیون خطی در روش های مبتنی بر سفر و روش مبتنی بر کالا
- ۵۸ ۵-۵- ساخت مدل رگرسیون غیرخطی ساده (NON-R)
- ۶۰ ۵-۶- ساخت مدل رگرسیون غیر خطی چندگانه (NON-MR)
- ۶۰ ۵-۶-۱- ساخت مدل رگرسیونی غیر خطی چند گانه به روش مبتنی بر سفر
- ۶۱ ۵-۶-۲- ساخت مدل رگرسیونی غیر خطی چند گانه به روش مبتنی بر کالا
- ۶۲ ۵-۷- ساخت مدل شبکه عصبی (MLP) در نرم افزار تحلیل آماری
- ۶۳ ۵-۷-۱- ساخت مدل های شبکه عصبی (MLP) در روش مبتنی بر سفر
- ۷۰ ۵-۷-۲- ساخت مدل های شبکه عصبی (MLP) در روش مبتنی بر کالا
- ۷۷ ۵-۸- متغیرها برای ساخت مدل شبکه بین شهری حمل و نقل کالا از ۳۰ استان به ۳۰ استان
- ۷۸ ۵-۹- ساخت مدل رگرسیونی خطی چند گانه (MR)
- ۷۸ ۵-۹-۱- ساخت مدل رگرسیونی خطی چند گانه به روش مبتنی بر سفر
- ۸۰ ۵-۹-۲- ساخت مدل رگرسیونی خطی چند گانه به روش مبتنی بر کالا
- ۸۱ ۵-۱۰- اعتبار مدل های رگرسیون خطی در روش های مبتنی بر سفر و روش مبتنی بر کالا
- ۸۲ ۵-۱۱- ساخت مدل رگرسیون غیرخطی ساده (NON-R)
- ۸۴ ۵-۱۲- ساخت مدل رگرسیون غیر خطی چندگانه (NON-MR)
- ۸۴ ۵-۱۲-۱- ساخت مدل رگرسیونی غیر خطی چند گانه به روش مبتنی بر سفر
- ۸۵ ۵-۱۲-۲- ساخت مدل رگرسیونی غیر خطی چند گانه به روش مبتنی بر کالا
- ۸۷ ۵-۱۳- ساخت مدل شبکه عصبی (MLP) در نرم افزار تحلیل آماری
- ۸۷ ۵-۱۳-۱- ساخت مدل های شبکه عصبی (MLP) در روش مبتنی بر سفر



- ۹۴ ۲-۱۳-۵- ساخت مدل های شبکه عصبی (MLP) در روش مبتنی بر کالا
- ۱۰۱ ۱۴-۵- ارزیابی مدل حمل و نقل کالای کل کشور در مقایسه با مدل حمل و نقل کالا با مکزیت تهران
- ۱۰۲ ۱۵-۵- ارزیابی و اعتبارسنجی مدل های برتر حمل و نقل کالای بین شهری با آمار سال ۱۳۷۷
- ۱۰۴ ۱۶-۵- ارزیابی مدل های برتر حمل و نقل کالای بین شهری برای آینده

## ۱۰۶ فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات

- ۱۰۶ ۱-۶- مقدمه
- ۱۰۷ ۲-۶- نتیجه گیری
- ۱۱۱ ۳-۶- پیشنهادات آتی

## ۱۱۲ فهرست منابع

- ۱۱۵ پیوست ۱: خروجی نرم افزار SPSS ۱۸
- ۱۸۴ پیوست ۲: مقالات ارسال شده

## فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۲- سهم ارزش افزوده زیر بخش‌های حمل‌ونقل از کل حمل‌ونقل به قیمت عوامل (قیمت ثابت سال ۶۹)
- جدول ۲-۲- اجزای مدل مبتنی بر سفر
- جدول ۳-۲- اجزای مدل مبتنی بر کالا
- جدول ۴-۲- ساختار مدل سازی و مهم ترین رویکرد های استفاده شده آن
- جدول ۱-۳- میزان کالای حمل شده در سطح کشور بر حسب استان مبدا و استان مقصد در سال ۱۳۸۵
- جدول ۱-۳- میزان کالای حمل شده در سطح کشور بر حسب استان مبدا و استان مقصد در سال ۱۳۸۵ (ادامه)
- جدول ۲-۳- تعداد سفر کامیونی در سطح کشور بر حسب استان مبدا و مقصد در سال ۱۳۸۵
- جدول ۲-۳- تعداد سفر کامیونی در سطح کشور بر حسب استان مبدا و مقصد در سال ۱۳۸۵ (ادامه)
- جدول ۳-۳- میانگین کرایه حمل در سطح کشور بر حسب استان مبدا و مقصد در سال ۱۳۸۵
- جدول ۳-۳- میانگین کرایه حمل در سطح کشور بر حسب استان مبدا و مقصد در سال ۱۳۸۵ (ادامه)
- جدول ۴-۳- متوسط وزن محموله، مسافت و تن کیلومتر طی شده بر حسب استان مبدا در سال ۱۳۸۵
- جدول ۵-۳- متغیر های اقتصادی اجتماعی سال ۱۳۸۵ برای مدل سازی ( داده های اشتغال)
- جدول ۵-۳- متغیر های اقتصادی اجتماعی سال ۱۳۸۵ برای مدل سازی ( داده های اشتغال) (ادامه)
- جدول ۱-۵- متغیرهای ساخت مدل حمل‌ونقل کالا بین‌شهری در روش مبتنی بر سفر و کالا (با مرکزیت تهران)
- جدول ۲-۵- نتایج برازش رگرسیون چند گانه خطی روش مبتنی بر سفر
- جدول ۳-۵- نتایج برازش رگرسیون چند گانه خطی روش مبتنی بر کالا
- جدول ۴-۵- نتایج برازش رگرسیون غیر خطی ساده روش مبتنی بر کالا
- جدول ۵-۵- نتایج برازش رگرسیون غیر خطی چند گانه مبتنی بر سفر
- جدول ۶-۵- نتایج برازش رگرسیون غیر خطی چند گانه روش مبتنی بر کالا
- جدول ۷-۵- نتایج برازش شبکه عصبی (MLP) در روش مبتنی بر سفر
- جدول ۸-۵- نتایج برازش شبکه عصبی (MLP) در روش مبتنی بر کالا
- جدول ۹-۵- متغیر های ساخت مدل حمل‌ونقل کالا بین‌شهری در روش مبتنی بر سفر و کالا (کل کشور)
- جدول ۱۰-۵- نتایج برازش رگرسیون چند گانه خطی روش مبتنی بر سفر

- جدول ۵-۱۱- نتایج برازش رگرسیون چند گانه خطی روش مبتنی بر کالا ۸۰
- جدول ۵-۱۲- نتایج برازش رگرسیون غیر خطی ساده روش مبتنی بر کالا ۸۲
- جدول ۵-۱۳- نتایج برازش رگرسیون غیر خطی چند گانه مبتنی بر سفر ۸۴
- جدول ۵-۱۴- نتایج برازش رگرسیون غیر خطی چند گانه مبتنی بر کالا ۸۶
- جدول ۵-۱۵- نتایج برازش شبکه عصبی (MLP) در روش مبتنی بر سفر ۸۷
- جدول ۵-۱۶- نتایج برازش شبکه عصبی (MLP) در روش مبتنی بر کالا ۹۴
- جدول ۵-۱۷- نتایج برازش و معادلات برتر رگرسیون خطی چند گانه در شبکه‌ای با مرکزیت تهران ۱۰۲
- جدول ۵-۱۸- نتایج برازش و معادلات برتر رگرسیون غیر خطی ساده در شبکه‌ای با مرکزیت تهران ۱۰۲
- جدول ۵-۱۹- نتایج برازش و معادلات برتر رگرسیون غیر خطی چند گانه در شبکه‌ای با مرکزیت تهران ۱۰۲
- جدول ۵-۲۰- نتایج اعتبارسنجی معادلات رگرسیون خطی چند گانه در شبکه‌ای با مرکزیت تهران با آمار سال ۱۳۷۷ ۱۰۳
- جدول ۶-۲۱- نتایج اعتبارسنجی معادلات رگرسیون غیر خطی ساده در شبکه‌ای با مرکزیت تهران با آمار سال ۱۳۷۷ ۱۰۳
- جدول ۵-۲۲- نتایج اعتبارسنجی معادلات رگرسیون غیر خطی چند گانه در شبکه‌ای با مرکزیت تهران با آمار سال ۱۳۷۷ ۱۰۳
- جدول ۵-۲۳- نتایج مدل های برتر شبکه عصبی MLP<sup>۳</sup> برای پیش بینی مقادیر آینده (با مرکزیت تهران) ۱۰۴
- جدول ۵-۲۴- نتایج رگرسیون غیر خطی در مدل رادیکالی برای پیش بینی مقادیر آینده ۱۰۵
- جدول ۶-۱- از متغیرهای با درجه همبستگی بالا در میزان تقاضای جابه جایی کالای بین شهری، در شبکه‌ی کل کشور ۱۰۸
- جدول ۶-۲- از متغیرهای با درجه همبستگی بالا در میزان تقاضای جابه جایی کالای بین شهری، در شبکه‌ی تهران ۱۰۹

## فهرست شکل‌ها

- شکل ۳-۱- روند مجموع تعداد سفر کامیونی کل کشور طی سال‌های ۷۷ تا ۸۷ ۳۹
- شکل ۳-۲- روند مجموع تناژ کالای حمل‌شده کل کشور طی سال‌های ۷۷ تا ۸۷ ۳۹
- شکل ۴-۱- ساختار یک نرون عصبی انسان ۴۴
- شکل ۴-۲- ساختار یک نرون مصنوعی ۴۵
- شکل ۴-۳- نمونه‌ای از الگوهای خطی تفکیک‌پذیر و تفکیک‌ناپذیر ۴۷
- شکل ۴-۴- نمونه‌ای از یک شبکه‌ی پرسپترون چند لایه با تنها یک لایه‌ی پنهان ۴۹
- شکل ۵-۱- نمودار مشاهده‌شده در برابر پیش‌بینی‌شده‌ی تعداد سفر کامیونی در روش رگرسیون خطی ۵۵
- شکل ۵-۲- آزمون نرمال بودن باقی‌مانده‌ها و توزیع نرمالی رگرسیون باقی‌مانده‌ها در روش مبتنی بر سفر ۵۵
- شکل ۵-۳- نمودار مشاهده‌شده در برابر پیش‌بینی‌شده‌ی کالای حمل‌شده ۳۰ استان در روش رگرسیون خطی ۵۶
- شکل ۵-۴- آزمون نرمال بودن باقی‌مانده‌ها و توزیع نرمالی رگرسیون باقی‌مانده‌ها در روش مبتنی بر کالا ۵۷
- شکل ۵-۵- مدل مرکب روش مبتنی بر کالا ۵۹
- شکل ۵-۶- مدل توانی روش مبتنی بر کالا ۵۹
- شکل ۵-۷- نمودار مشاهده‌شده در برابر پیش‌بینی‌شده‌ی تعداد سفرهای کامیونی در مدل رادیکالی ۶۱
- شکل ۵-۸- نمودار مشاهده‌شده در برابر پیش‌بینی‌شده‌ی کالای حمل‌شده ۳۰ استان در مدل درجه ۲ ۶۲
- شکل ۵-۹- ساختار شبکه عصبی  $MLP_1$  در روش مبتنی بر سفر ۶۴
- شکل ۵-۱۰- ساختار شبکه عصبی  $MLP_2$  در روش مبتنی بر سفر ۶۵
- شکل ۵-۱۱- ساختار شبکه عصبی  $MLP_3$  در روش مبتنی بر سفر ۶۶
- شکل ۵-۱۲- باقی‌مانده در مقابل مقادیر پیش‌بینی  $MLP_1$  در روش مبتنی بر سفر ۶۷
- شکل ۵-۱۳- باقی‌مانده در مقابل مقادیر پیش‌بینی  $MLP_2$  در روش مبتنی بر سفر ۶۷
- شکل ۵-۱۴- باقی‌مانده در مقابل مقادیر پیش‌بینی  $MLP_3$  در روش مبتنی بر سفر ۶۸
- شکل ۵-۱۵- درصد اهمیت متغیرها در شبکه عصبی  $MLP_1$  در روش مبتنی بر سفر ۶۸
- شکل ۵-۱۶- درصد اهمیت متغیرها در شبکه عصبی  $MLP_2$  در روش مبتنی بر سفر ۶۹
- شکل ۵-۱۷- درصد اهمیت متغیرها در شبکه عصبی  $MLP_3$  در روش مبتنی بر سفر ۶۹
- شکل ۵-۱۸- ساختار شبکه عصبی  $MLP_1$  در روش مبتنی بر کالا ۷۱

- شکل ۵-۱۹- ساختار شبکه عصبی MLP<sub>2</sub> در روش مبتنی بر کالا ۷۲
- شکل ۵-۲۰- ساختار شبکه عصبی MLP<sub>3</sub> در روش مبتنی بر کالا ۷۳
- شکل ۵-۲۱- باقی مانده در مقابل مقادیر پیش بینی MLP<sub>1</sub> در روش مبتنی بر کالا ۷۴
- شکل ۵-۲۲- باقی مانده در مقابل مقادیر پیش بینی MLP<sub>2</sub> در روش مبتنی بر کالا ۷۴
- شکل ۵-۲۳- باقی مانده در مقابل مقادیر پیش بینی MLP<sub>3</sub> در روش مبتنی بر کالا ۷۵
- شکل ۵-۲۴- درصد اهمیت متغیر ها در شبکه عصبی MLP<sub>1</sub> در روش مبتنی بر کالا ۷۵
- شکل ۵-۲۵- درصد اهمیت متغیر ها در شبکه عصبی MLP<sub>2</sub> در روش مبتنی بر کالا ۷۶
- شکل ۵-۲۶- درصد اهمیت متغیر ها در شبکه عصبی MLP<sub>3</sub> در روش مبتنی بر کالا ۷۶
- شکل ۵-۲۷- نمودار مشاهده شده در برابر پیش بینی شده ی تعداد سفر کامیونی در روش رگرسیون خطی ۷۹
- شکل ۵-۲۸- آزمون نرمال بودن باقی مانده ها و توزیع نرمالی رگرسیون باقی مانده ها در روش مبتنی بر سفر ۷۹
- شکل ۵-۲۹- نمودار مشاهده شده در برابر پیش بینی شده ی کالای حمل شده ۳۰ استان در روش رگرسیون خطی ۸۰
- شکل ۵-۳۰- آزمون نرمال بودن باقی مانده ها و توزیع نرمالی رگرسیون باقی مانده ها در روش مبتنی بر کالا ۸۱
- شکل ۶-۳۱- مدل مکعبی روش مبتنی بر کالا ۸۳
- شکل ۶-۳۲- مدل توانی روش مبتنی بر کالا ۸۳
- شکل ۵-۳۳- نمودار مشاهده شده در برابر پیش بینی شده تعداد سفرهای کامیونی در مدل رادیکالی ۸۵
- شکل ۵-۳۴- نمودار مشاهده شده در برابر پیش بینی شده کالای حمل شده ۳۰ استان در مدل رادیکالی ۸۶
- شکل ۵-۳۵- ساختار شبکه عصبی MLP<sub>1</sub> در روش مبتنی بر سفر ۸۸
- شکل ۵-۳۶- ساختار شبکه عصبی MLP<sub>2</sub> در روش مبتنی بر سفر ۸۹
- شکل ۵-۳۷- ساختار شبکه عصبی MLP<sub>3</sub> در روش مبتنی بر سفر ۹۰
- شکل ۵-۳۸- باقی مانده در مقابل مقادیر پیش بینی MLP<sub>1</sub> در روش مبتنی بر سفر ۹۱
- شکل ۵-۳۹- باقی مانده در مقابل مقادیر پیش بینی MLP<sub>2</sub> در روش مبتنی بر سفر ۹۱
- شکل ۵-۴۰- باقی مانده در مقابل مقادیر پیش بینی MLP<sub>3</sub> در روش مبتنی بر سفر ۹۲
- شکل ۵-۴۱- درصد اهمیت متغیر ها در شبکه عصبی MLP<sub>1</sub> در روش مبتنی بر سفر ۹۲
- شکل ۵-۴۲- درصد اهمیت متغیر ها در شبکه عصبی MLP<sub>2</sub> در روش مبتنی بر سفر ۹۳
- شکل ۵-۴۳- درصد اهمیت متغیر ها در شبکه عصبی MLP<sub>3</sub> در روش مبتنی بر سفر ۹۳
- شکل ۵-۴۴- ساختار شبکه عصبی MLP<sub>1</sub> در روش مبتنی بر کالا ۹۵

- شکل ۵-۴۵- ساختار شبکه عصبی MLP<sub>۲</sub> در روش مبتنی بر کالا ۹۶
- شکل ۵-۴۶- ساختار شبکه عصبی MLP<sub>۳</sub> در روش مبتنی بر کالا ۹۷
- شکل ۵-۴۷- باقی مانده در مقابل مقادیر پیش بینی MLP<sub>۱</sub> در روش مبتنی بر کالا ۹۸
- شکل ۵-۴۸- باقی مانده در مقابل مقادیر پیش بینی MLP<sub>۲</sub> در روش مبتنی بر کالا ۹۸
- شکل ۵-۴۹- باقی مانده در مقابل مقادیر پیش بینی MLP<sub>۳</sub> در روش مبتنی بر کالا ۹۹
- شکل ۵-۵۰- درصد اهمیت متغیر ها در شبکه عصبی MLP<sub>۱</sub> در روش مبتنی بر کالا ۹۹
- شکل ۵-۵۱- درصد اهمیت متغیر ها در شبکه عصبی MLP<sub>۲</sub> در روش مبتنی بر کالا ۱۰۰
- شکل ۵-۵۲- درصد اهمیت متغیر ها در شبکه عصبی MLP<sub>۳</sub> در روش مبتنی بر کالا ۱۰۰
- شکل ۵-۵۳- مقادیر پیش بینی نرم افزار برای آینده در شبکه عصبی MLP<sub>۳</sub> با مرکزیت تهران ( در واحد هزار) ۱۰۴
- شکل ۵-۵۴- مقادیر پیش بینی نرم افزار برای آینده در شبکه عصبی MLP<sub>۳</sub> در شبکه کل کشور ( در واحد هزار) ۱۰۵
- شکل ۵-۵۵- مقادیر پیش بینی نرم افزار برای آینده در رگرسیون غیرخطی مدل رادیکالی ( در واحد هزار) ۱۰۵

## طراحی مدل برآورد تقاضای حمل و نقل بار در راه‌های برون شهری کشور براساس آمار تردد شماری

مجتبی علی نژاد المشیری

انجام هر گونه طراحی و برنامه‌ریزی در زمینه حمل و نقل، نیازمند آگاهی از تقاضاهای واقعی آن می‌باشد. به عبارت دیگر پیش‌نیاز بسیاری از پروژه‌های حمل و نقلی، برآورد میزان تقاضای آینده است. به عنوان مثال در بخش حمل و نقل جاده‌ای، مطالعه ساخت و توسعه راهها، برنامه‌ریزی توسعه ناوگان، برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات راهها و تاسیسات جانبی آنها، مکان‌یابی تاسیسات (ایستگاههای پلیس راه، مجتمع‌های خدماتی و رفاهی و...) نیازمند تعیین مدل تقاضای حمل کالا می‌باشد. مشکل اصلی این برنامه‌ریزی‌ها، مدل‌سازی رفتار انسانی تحت شرایط گوناگون می‌باشد. هدف پایان نامه حاضر شناسایی و بررسی عوامل و پارامترهای موثر بر میزان تقاضای جابجایی کالا در شبکه راه‌های بین شهری می‌باشد. که در مطالعه حاضر کوشش شده است با استفاده از مجموعه داده‌های جابجایی کالا در سطح راه‌های برون شهری کشور (تناژ کالا حمل شده، تعداد سفر- کامیونی، مسافت و هزینه حمل و ...) و اطلاعات جمعیتی و اقتصادی-اجتماعی استان‌ها، مدل‌های ریاضی برای تعیین میزان تقاضای جابجایی بار در سطح راه‌های برون شهری کشور تهیه شود. مدل‌های ارائه شده ترکیبی از مدل‌های تولید و توزیع سفر باری به دو روش مبتنی بر کالا (تناژ جا به جا شده بین استان‌ها) و مبتنی بر سفر (تعداد سفرهای کامیونی) می‌باشد. بر اساس نتایج بدست آمده، مدل‌های شبکه عصبی (MLP) و رگرسیون خطی و غیر خطی تهیه شده، با استفاده از متغیرهایی چون تناژ کالاهای حمل شده، تعداد سفر کامیونی، جمعیت و اشتغال به بیشترین شاخص برازندگی با نتایج قابل قبول دست پیدا کنند.

**کلید واژه:** تولید و توزیع سفر باری، رگرسیون خطی و غیر خطی، شبکه عصبی (MLP).

## **Abstract**

### **Modeling Freight Movement Demand on Intercity Highways of Iran Based on Traffic**

#### **Volumes**

**Mojtaba alinejad alamshiri**

Design and planning in transportation requires knowledge of the real demands. In other words, prerequisites of many transportation projects is estimating future demand. For example in road transportation sector, studying of construction and development of roads, planning of fleet development, planning of roads maintenance, installations on their behalf, locate facilities (police stations, services and welfare centers...) need to determined the model of Movement Freight demand. The main problem with this planning is, modeling human behavior under various conditions. The aim of present thesis is identifying and checking of the factors and affected parameters over freight movement demand rates in intercity highways network. The present studying has been attempted with using from the data collection at the country intercity highways level (tonnage of freight transported, the number of truck trips, distance and transportation costs, etc.) and economic-social data provincial. math models are provided to determine the amount of movement freight demand at the intercity highways level. The offering models is combination of freight traveling generation and distribution models. that is based on two ways, commodity-based models (tonnage moved between provinces) and trip-based models (the number of truck trips). Based on the earning results, the neural network models (MLP) and linear and nonlinear regression produced, with using from variables such as the tonnage of freight transported, the number of truck trips, population and employment to achieve acceptable results with the highest fitness index.

**Key words:** Generation and distribution Freight traveling, linear and nonlinear regression, neural network (MLP)



## فصل اول

### مقدمه

#### ۱-۱- پیشگفتار

نیاز جابه‌جایی انسان و کالا از یک نقطه به نقطه دیگر موجب به وجود آمدن واژه‌ای جدید به نام حمل‌ونقل گردیده است. در مورد انسان جابه‌جایی به طور عمده به دلیل نیاز تجاری، اجتماعی، تفریحی و یا فرهنگی انجام می‌گردد. و در ارتباط با حمل و نقل و جابه‌جایی کالا، علت اصلی جابه‌جایی عدم انطباق مکانی محل تولید و مصرف کالا بر یکدیگر می‌باشد. افزایش روزافزون جمعیت و توسعه بی‌رویه‌ی شهرها، جابجایی انسان و کالا را به صورت مسئله‌ای پیچیده درآورده است. سیستم حمل‌ونقل و ترافیک در شهرها، به عنوان یکی از مهم‌ترین زیرساخت‌های اساسی اقتصاد کشورها مطرح است، تا جایی که یکی از شاخص‌های مهم توسعه‌ی کشورها، حمل‌ونقل می‌باشد. گستردگی مسائل و مشکلات حمل‌ونقل، نیاز به برنامه‌ریزی و اتخاذ روش‌های واقع‌بینانه جهت کاهش تراکم ترافیک و تحقق عبور و مرور روان را دارد.

زندگی بشر همواره با این تفکر عجین بوده است که، چگونه می‌توان با صرف انرژی کمتر کالا بیشتری را جابه‌جا نمود. به عبارت دیگر انسان همواره به فکر راحتی و سرعت در جابه‌جایی خود و کالا بوده است. چرا که صرفه‌جویی در زمان موجب صرفه‌جویی در هزینه‌های جابه‌جایی کالا و در نتیجه بهبود وضعیت اقتصادی کشور خواهد شد. انقلاب به وجود آمده در قرن بیستم، بشر را نسبت به رابطه مستقیم عدم تحرک با فقر آگاه نمود. ارتباط هر چه گسترده‌تر اقتصادی بین ملتها، توریسم و جهان‌گردی به حدی گسترش یافت، که برای مردم قابل تصور نبود، که حمل‌ونقل ضعیف عامل اصلی گرسنگی در جهان است.

هزینه‌های بالای حمل تولیدات کشاورزی، تاخیرهای طولانی و زیان‌ها و صدمات وارده به محصولات فسادپذیر، موانع اساسی در راه افزایش غذا در جهان هستند. به خاطر این وضعیت بسیاری از منابع کره زمین دست نخورده باقی مانده‌اند، ثروت‌های عظیمی از جنگل و معادن که می‌توانند در راه مبارزه با فقر موثر واقع شوند، بدون استفاده باقی مانده‌اند، زیرا امکان دسترسی و حمل‌ونقل آنها نبوده است. مشکلات حمل و نقل علاوه بر آثار اقتصادی، آثار سیاسی و اجتماعی خاص خود را دارد. حمل‌ونقل ضعیف، حفظ ملیت واحد را به طور روزافزونی با مشکل رو به رو می‌کند. حمل‌ونقل و ارتباطات ضعیف، مانع عمده در راه حفظ امنیت ملی به شمار می‌رود.

علاوه بر بخش کشاورزی، بخش صنعت نیز از کمبود امکانات حمل و نقل، صدمه می‌خورد. کارخانه‌ها نیاز به تامین منظم سوخت، مواد اولیه، قطعات یدکی و سیستم قابل اعتماد، برای حمل و نقل کارا برای حمل محصولات تولید شده خود دارند. ضعف امکانات حمل و نقل داخلی حتی به موقعیت جهانی بازار محصولات یک کشور صدمه وارد می‌کند. طی یک راه چند صد کیلومتری تا یک کشور همسایه خیلی راحت و اقتصادی‌تر از طی یک راه دریایی چند هزار مایلی تا آن سوی دنیاست. اما فقدان همین راه زمینی کوتاه تا کشور همسایه می‌تواند امکان چنین بازاریابی را فلج کند. فقدان امکانات حمل و نقل تنها عامل مشکل‌زا نیست، بلکه قابل اعتماد نبودن، هزینه بالا، کارایی پایین و صدمات وارده به بهره‌برداران نیز به همان اندازه مشکل آفرین است. بنابراین در این مطالعه سعی شده است، با پیش‌بینی مقادیر حمل و نقل کالا برای حال، گذشته و آینده اقدامی در جهت موارد نامبرده در بالا شود.

### ۲-۱- تعریف مسئله

برای برنامه‌ریزی تقاضای جابه‌جایی کالا در سطح راه‌های برون‌شهری نیازمند به طراحی مدل برآورد تقاضای حمل و نقل کالا می‌باشد. که در مطالعه حاضر کوشش شده است، با استفاده از مجموعه داده‌های جابه‌جایی کالا در سطح راه‌های برون‌شهری کشور از سال نامه‌آماري سال ۱۳۸۵ (تناژ کالاهای حمل شده، تعداد سفر کامیونی، مسافت و هزینه حمل و...) و اطلاعات جمعیتی و اقتصادی-اجتماعی استان‌ها از طرح جامع حمل و نقل، مدل‌های ریاضی و شبکه‌عصبی برای تعیین میزان تقاضای جابه‌جایی کالا در سطح راه‌های برون‌شهری کشور تهیه شود. تا بتوان با استفاده از این مدل‌ها به پیش‌بینی تقاضای حمل و نقل کالا برای گذشته، حال و آینده اقدام کرد. مدل‌های ارائه شده ترکیبی از مدل‌های تولید و توزیع سفر باری به دو روش مبتنی بر کالا (تناژ جابه‌جا شده بین استان‌ها) و مبتنی بر سفر (تعداد سفرهای کامیونی) برای تعیین تقاضای حمل و نقل کالای آینده در سطح بین‌شهری می‌باشد.

### ۳-۱- ضرورت مسئله

برنامه‌ریزی و طراحی راه‌های برون‌شهری کشور منوط به داشتن میزان ترافیک آینده است، در این راستا وسایل نقلیه باری بخش مهمی از این ترافیک بین‌شهری را تشکیل می‌دهند. بنابراین برای مدل‌سازی و پیش‌بینی تقاضای حمل و نقل کالا (طراحی مدل برآورد تقاضای حمل و نقل کالا) که از ارکان اصلی در مهندسی حمل و نقل می‌باشد، دانستن میزان سفر باری بسیار ضروری است. به عنوان مثال در بخش حمل و نقل جاده‌ای، مطالعه ساخت و توسعه راه‌ها، برنامه‌ریزی توسعه ناوگان، برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات راه‌ها و تاسیسات جانبی آن‌ها، مکان‌یابی تاسیسات (ایستگاه‌های پلیس‌راه، مجتمع‌های خدماتی و رفاهی و...) نیازمند طراحی مدل برآورد تقاضای حمل و نقل بار می‌باشد، که ضرورت تعریف این مساله را نشان می‌دهد.

درمیان زیربخش‌های مختلف، حمل‌ونقل (جاده‌ای، ریلی، هوایی و دریایی و...) اصولاً حمل‌ونقل جاده‌ای به دلیل خصوصیات ویژه و انحصاری خود بعنوان متداول‌ترین شیوه حمل‌ونقل کالا و مسافر در کشورهای مختلف جهان مطرح است. در کشور ما نیز سهل‌الوصول‌ترین روش برای جابه‌جایی کالا و مسافر حمل‌ونقل جاده‌ای می‌باشد. که ضرورت طراحی مدل برآورد تقاضای حمل‌ونقل بار در بخش جاده‌ای را در کشور توجیه می‌کند.

#### ۴-۱- اهداف پژوهش

یکی از اهداف اصلی در طرح‌های ترافیکی و حمل‌ونقلی، طراحی مدل برآورد تقاضای حمل‌ونقل است. که هدف از تحقیق حاضر، طراحی مدل برآورد تقاضای حمل‌ونقل کالا می‌باشد. برای رسیدن به این منظور اهداف پژوهش به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌کنیم:

۱- در مرحله نخست به شناسایی و ارزیابی پارامترهای موثر در میزان جابجایی کالا در سطح راه‌های برون‌شهری پرداخته می‌شود.

۲- در این راستا بایکارگیری از ابزارهای رگرسیون خطی و غیرخطی به تهیه مدل‌های ریاضی (مدل برآورد تقاضای حمل‌ونقل کالا) با آمار سال‌نامه آماری سال ۱۳۸۵ پرداخته شده است.

۳- اعتبارسنجی مدل‌های ریاضی (مدل برآورد تقاضای حمل‌ونقل کالا) با آمار سال‌نامه آماری سال ۱۳۷۷ اقدام شده است.

۴- در ادامه به ارزیابی پارامتر ورودی و موثر در میزان تقاضای حمل‌ونقل کالا با استفاده از شبکه عصبی (MLP) با الگوریتم‌های گوناگون پرداخته خواهد شد.

#### ۵-۱- فرضیات

روابطی که برای محاسبه‌ی میزان حمل‌ونقل کالا وجود دارند، هر یک براساس فرضیات خاصی می‌باشند که این فرضیات مبتنی بر نتایج تحقیقات انجام‌گرفته، در کشورهای ارائه‌دهنده‌ی مدل هستند، که جواب‌های مناسبی در کشورهای مذکور از این مدل‌ها ناشی شده است. در این مطالعه فرض بر عدم تمرکز به جابجایی کالای خاص و نگرش کلان به داده‌های جابجایی کالای بین‌شهری با استفاده از آمار سال‌نامه آماری می‌باشد. و همچنین در این پایان‌نامه فرض شده است که، از روابط ریاضی (مدل برآورد تقاضای حمل‌ونقل کالا) بدست‌آمده با پارامترهایی چون تناژ، تعداد سفر کامیونی، جمعیت، اشتغال و... بتوان میزان تقاضای حمل‌ونقل بار در گذشته و آینده برای جابه‌جایی کالا را تخمین زد.

## ۱-۶- محدودیت‌ها

برای ارزیابی تأثیر هر یک از متغیرهای مؤثر در میزان حمل‌ونقل کالا، نیاز به یک جامعه‌ی آماری گسترده می‌باشد. اما به دلیل گستردگی و هزینه‌ی بالای برداشت اطلاعات، لذا در این مطالعه سعی شده است، که از مرجع آماری چون سال‌نامه آماری حمل‌ونقل جاده‌ای و اطلاعات آماری طرح جامع حمل‌ونقل کشور برای برآورد مدل استفاده شود، که از این آمار و اطلاعات به تفصیل بحث خواهد شد. و همچنین به دلیل کافی نبودن داده‌های کالاهای گوناگون (به‌طور خاص مثلاً گندم، برنج، آهن....) نگرش این مطالعه به کل تناژ جابه‌جا شده بین استان‌های کشور می‌باشد. و همچنین لازم به ذکر است که با توجه به محدودیت داده‌های حمل‌ونقل کالا، مدل‌های ارائه‌شده این پایان نامه به حمل‌ونقل جاده‌ای محدود می‌باشد و حالات دیگر حمل‌ونقل (ریلی، هوایی، دریایی) در نظر گرفته نشده است.

## ۱-۷- ساختار پایان نامه

پایان‌نامه‌ی حاضر جهت برآورد تقاضای جابه‌جایی کالا در سطح راه‌های برون‌شهری کشور انجام شده است، تا روند حمل‌ونقل کالا را در سطح بین‌شهری، پیش‌بینی کند.

جهت نیل به این هدف پایان‌نامه حاضر در هفت فصل به شرح زیر تنظیم گردیده است:

در فصل اول کلیاتی در مورد موضوع، ضرورت مسئله، اهداف پژوهش، فرضیات و محدودیت‌ها ارائه شد. در فصل دوم به بررسی مطالعات انجام شده در سطح جهان توسط سایر محققین در مورد حمل‌ونقل کالا پرداخته شده است و همچنین در فصل سوم اطلاعات و داده‌های جمع‌آوری شده سال‌نامه آماری حمل‌ونقل جاده‌ای و مطالعات طرح جامع حمل‌ونقل کشور آورده شده است. در فصل چهارم به معرفی ابزارهای پیش‌نگری برای مدل‌سازی تناژ جابه‌جا شده بین استان‌ها پرداخته شده است. در فصل پنجم با توجه به داده‌های جمع‌آوری شده در این پایان‌نامه پس از معرفی مدل‌های رگرسیون خطی و غیرخطی چندگانه و مدل‌های شبکه‌عصبی (MLP) در نرم افزار تحلیل آماری، برازش خطی و غیرخطی بر روی داده‌ها انجام می‌شود و در پایان مدل‌های ریاضی برتر حمل‌ونقل کالا بین‌شهری (بالاترین شاخص برازندگی) در هر مدل با آمار سال ۱۳۷۷ اعتبارسنجی می‌شود. و سرانجام در فصل ششم مقایسه‌ی نتایج روش‌های رگرسیون خطی، غیرخطی، شبکه عصبی و پیشنهاداتی برای آینده ارائه می‌گردد.