



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

زمان پذیرش نهایی: 99/07/20

شماره مجوز مجله: 80400

## نقش تحقیق در عملیات در حمل و نقل سبز جاده‌ای

امیرحسین شمس‌ی<sup>1</sup>، محمد احسانی فر<sup>2</sup>، عباس شیخان<sup>3</sup>

1- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع - کیفیت و بهره‌وری (دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک)

2- استادیار (دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک)

3- استادیار (دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک)

### چکیده

بخش صنعت شامل واحدهای تولیدی، کشاورزی، معدن و ساخت و ساز 52٪، بخش حمل‌ونقل شامل جابه‌جایی افراد از طریق جاده، راه آهن، خطوط هوایی و دریایی 27٪، بخش مسکونی شامل مصارف خانگی شهروندان 14٪ و سرانجام واحدهای تجاری شامل موسسات بازرگانی، سازمان‌ها و نهادهای ارائه‌دهنده خدمات 7٪ از کل انرژی تولیدی جهان را به خود اختصاص داده‌اند. حمل و نقل را می‌توان به عنوان قلب جریان توسعه و واسطه میان فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی، بازرگانی و خدماتی دانست. حمل و نقل در توزیع درآمدها و کاهش نابرابری‌های اقتصادی و اجتماعی و کاهش آثار فقر و اختلاف درآمد روستانشینان و شهرنشینان نقشی موثر دارد. بعضی استراتژی‌های مطرح شده در بخش حمل و نقل که در چهار گروه مدیریت سیستم‌های حمل و نقل، مدیریت تقاضای فناوری اطلاعات در بخش حمل و نقل و سیستم‌های حمل و نقل هوشمند آورده شد، اجرای آنها عملاً غیرممکن یا با مشکلات زیادی روبرو است لذا در این پژوهش به به کارگیری تحقیق در عملیات سعی شده است استراتژی‌هایی که عملی به نظر می‌رسد لیست شوند و به مدل‌سازی آنها پرداخته شود. نتایج نشان می‌دهد که با سرمایه‌گذاری مناسب در سال‌های آینده در بخش حمل و نقل کشور به صورت استراتژی‌هایی که در پژوهش ذکر شده است می‌توان به 8٪ کاهش مصرف سوخت در حمل و نقل مسافری کلانشهرها و 7٪ کاهش مصرف سوخت در حوزه باری بین شهری و 1٪ در مسافری بین شهری دست یافت.

کلمات کلیدی: حمل و نقل، تحقیق در عملیات، جاده، مدل‌سازی، محیط زیست

### 1- مقدمه

تمدن بشری همواره در تمام زمینه‌های خود از قبیل صنعت، حمل‌ونقل، سکونت و مسائل تجاری به استفاده از انرژی وابسته بوده است. بخش صنعت شامل واحدهای تولیدی، کشاورزی، معدن و ساخت و ساز 52٪، بخش حمل‌ونقل شامل جابه‌جایی افراد از طریق جاده، راه آهن، خطوط هوایی و دریایی 27٪، بخش مسکونی شامل مصارف خانگی شهروندان 14٪ و سرانجام واحدهای تجاری شامل موسسات بازرگانی، سازمان‌ها و نهادهای ارائه‌دهنده خدمات 7٪ از کل انرژی تولیدی جهان را به خود اختصاص داده‌اند. اگرچه در سال 2009 که مصادف با رویداد رکود اقتصادی است میزان مصرف انرژی حدود 1/1٪



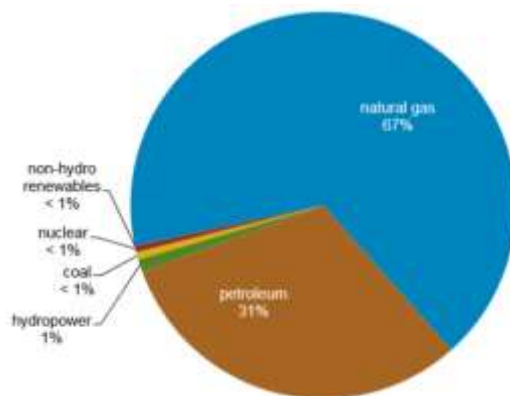
# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

کاهش پیدا کرد، اما چشم انداز بین المللی انرژی افزایش مصرف انرژی را تا پایان سال 2033 به میزان 49٪ پیش بینی کرده است، که این میزان معادل با رشد 1/4٪ افزایش مصرف انرژی در هر سال خواهد بود. افزایش مصرف جهانی انرژی باعث افزایش تقاضا برای منابع تولید انرژی می گردد (Bekta, 2011). سهم بالای حمل و نقل از میزان مصرف انرژی از یک سو و همچنین افزایش آلاینده‌های ناشی از مصرف سوخت و انرژی در این بخش از سوی دیگر منجر شده است در سال‌های اخیر توجه گسترده‌ای به مدیریت مصرف سوخت در این حوزه شود. در این پژوهش نیز تلاش بر آن است که راهکاری نوین و عملیاتی در مصرف سوخت در حوزه حمل و نقل ارائه گردد.

با توجه به کمبود منابع و ارزش بالای آن لزوم تخصیص بهینه امکانات و منابع به این بخش ضروری می باشد. وجود عواملی از جمله موارد ذیل از لزوم بهینه سازی مصرف انرژی در کشور به ویژه بخش حمل و نقل باعث شده است در سال‌های اخیر پژوهش‌های گسترده‌ای در کشور در این حوزه صورت پذیرد (سازمان بهینه سازی مصرف سوخت، 1382):

- سهم بالای انرژی مصرفی بخش حمل و نقل از فرآورده‌های نفتی مصرفی در کل کشور 28/3٪
- پایان پذیر بودن منابع سوخت‌های فسیلی
- عدم توانایی بخش پالایش و فرآوری کشور در برآورد تقاضای انرژی حمل و نقل (بنزین و گازوییل)
- هزینه بالای پرداخت بارانه انرژی در کشور

بررسی نمودارهای مصرف انرژی در ایران نیز نشان می‌دهد بیش از 98٪ مصرف انرژی در کشور وابسته به منابع نفت و گاز است. شکل (1) نشان دهنده منابع انرژی مصرفی در کشور ایران در سال 2016 است.



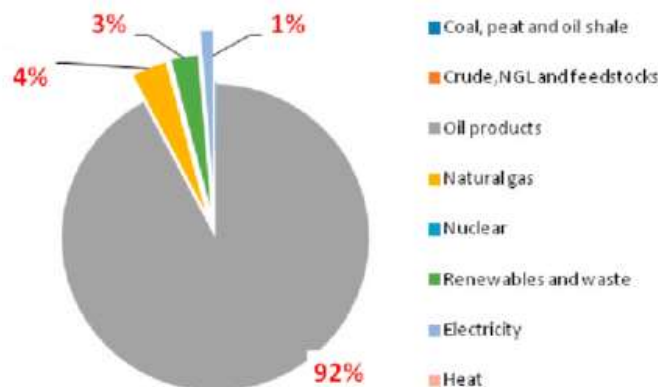
شکل (1): منابع انرژی مصرفی در کشور ایران در سال 2016

همانطور که در بخش قبل نیز به آن اشاره شد 27٪ از کل انرژی تولیدی در جهان هر ساله صرف حمل و نقل می‌شود. مصرف انرژی در حمل و نقل، بیانگر میزان پیروی افراد از قوانین و معیارهای حاکم بر جامعه است. بهبود فناوری و بهینه سازی خودروها، به تنهایی موجب کاهش مصرف انرژی در حمل و نقل نمی‌شود. باید عواملی چون آگاه سازی مصرف کنندگان را نیز، در نظر گرفت زیرا این عوامل تأثیر مستقیمی در مصرف انرژی حمل و نقل دارند (سازمان بهینه سازی مصرف سوخت، 1391). آگاه سازی مصرف انرژی در حمل و نقل، به نحوی که در جهت تغییر و جایگزینی باورهای درست مصرف انرژی هدف گذاری شود، تاثیر به سزایی خواهد داشت. از این رو ضمن شناخت راهکارهای مناسب برای کاهش مصرف انرژی، باید در زمینه استفاده بهینه از منابع انرژی در کشور گام‌هایی برداشته شود. بنابراین آموزش به موقع و ارایه راهکارهای مناسب و آگاه سازی



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

همراه با سنجش میزان تحقق نهادینه شدن می‌تواند نگرش مردم را در مصرف انرژی حمل و نقل تغییر دهد. شکل (2) نشان دهنده چگونگی توزیع منابع مصرف انرژی در بخش حمل و نقل است (Asmar, 2016).



شکل (2): چگونگی توزیع منابع مصرف انرژی در بخش حمل و نقل

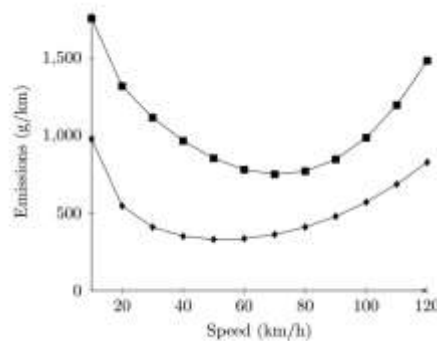
حمل و نقل را می‌توان به عنوان قلب جریان توسعه و واسطه میان فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی، بازرگانی و خدماتی دانست. حمل و نقل در توزیع درآمدها و کاهش نابرابری‌های اقتصادی و اجتماعی و کاهش آثار فقر و اختلاف درآمد روستائینان و شهرنشینان نقشی موثر دارد. یکی از نیازهای اولیه انسانی که با توسعه اقتصادی و اجتماعی دامنه گسترده تری پیدا کرده و امروزه یکی از مظاهر تمدن به شمار می‌رود، مسئله حمل و نقل است. نیاز به جابجایی انسان و کالا از یک نقطه به نقطه دیگر موجب به وجود آمدن حمل و نقل می‌شود درمورد انسان جابجایی به طور عمد به دلیل رفع نیازهای تجاری، اجتماعی، تفریحی و فرهنگی صورت می‌پذیرد.

جهت افزایش بهره کلی محیط‌های رقابتی رو به رشد و حتی شرکت‌ها از طریق به حداکثر رساندن سودها و به حداقل رساندن هزینه‌ها که شامل هزینه‌های تمام شده از جمله هزینه‌های مربوط به تراکنش، حمل و نقل و ذخیره سازی باید یک سیاست مدیریت لجستیک زنجیره‌ای اتخاذ گردد. لجستیک زنجیره‌ای یک کسب و کار فرآیند محور است و به منظور ارزیابی هزینه‌های فرآیند لجستیک استفاده می‌شود، تا راه حل‌های بهینه‌ای را ارائه دهد و این راه حل‌ها را پیش از اعمالشان مورد ارزیابی قرار دهد (Cattaruzza, 2017). در کشور ما در سال‌های اخیر سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور در زمینه صرفه جویی انرژی در بخش‌های حمل و نقل، ساختمان، صنعت و گازسوز کردن وسایل نقلیه عمومی و خصوصی فعالیت خود را آغاز کرده است. مساله طراحی شبکه حمل و نقل عمومی<sup>1</sup> یکی از مهم ترین بخش‌های برنامه ریزی حمل و نقل می‌باشد. شکل (3) نشان دهنده تغییرات انتشار آلودگی بر حسب سرعت وسیله نقلیه حمل و نقل در حمل و نقل جاده‌ای است (Cullinane, 2014).

<sup>1</sup> TNDP



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



شکل (3): تغییرات انتشار آلودگی بر حسب سرعت وسیله نقلیه حمل و نقل در حمل و نقل جاده‌ای

بخش حمل و نقل در ایران در حدود 35٪ از مصرف کل انرژی را شامل می‌شود. تقاطعات نقش مهمی را در جابجایی وسایل نقلیه ایفا می‌کنند. محدود بودن فضا امکان تغییرات هندسی را به تقاطعات نمی‌دهد، از این رو به روش‌های دیگری همچون اصلاح زمانبندی، اولویت دهی به خودروهای حمل و نقل همگانی و... نیازمند است. خودروهای حمل و نقل همگانی با هدف جابجایی تعداد زیادی از مسافران در مناطق پر جمعیت طراحی می‌شوند و بسیاری معتقدند که اولویت دهی در تقاطعات باید به خودروهای حمل و نقل همگانی داده شود. جدول (1) نشان دهنده وضعیت زیر بخش باری حمل و نقل کشور است (کرم شاه، 1383).

جدول (1): وضعیت زیر بخش باری حمل و نقل کشور

شدت انرژی مصرفی (BTU/t.km)	حجم سفر (million Ton/km)	وسیله نقلیه	شیوه	نوع	
1423/8	بار	موتور سیکلت		شهری (Urban)	باربری (Freight)
7830/9		وانت			
9610/65		کامیونت			
5695/2		خودرو شخصی			
2152/5	84800	کامیون	جاده‌ای	بین شهری (Inte-City)	
---	---	کامیونت			
---	---	وانت			
391/65	14600	قطار	ریلی		
120	21024	لوله	لوله‌ای		

## 2- روش اجرای تحقیق

واژه تحقیق در عملیات از لحاظ لغوی در بسیاری از واژه نامه‌ها به تجزیه و تحلیل ریاضی و علمی یک فرایند یا عملیات به منظور تصمیم‌گیری تعبیر گردیده است. به عبارت دیگر می‌توان گفت تحقیق در عملیات به کار بستن روش‌های تحلیلی توسعه یافته برای کمک به تصمیم‌گیری بهتر در اجرای یک فرآیند است. در این روش با استفاده از روش‌هایی نظیر، مدل‌سازی ریاضی



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

به منظور تحلیل شرایط پیچیده، به مدیران اجرایی توانایی اتخاذ تصمیم‌های مناسب‌تر و ایجاد سیستم کارا و ثمر بخش در موارد زیر را می‌دهد:

- مجموعه داده‌های پیچیده
- در نظر گرفتن تمامی محدودیت‌ها و شرایط موجود
- پیش‌بینی دقیق نتایج و ارزیابی ریسک
- بکارگیری پیشرفته‌ترین روش‌ها و ابزارهای تصمیم‌گیری

## 2-1- بر آورد تقاضای سفر حمل و نقل

در این قسمت از پژوهش تقاضای سفر برآورد شده است این برآورد بر اساس مدل اقتصاد سنجی بدست آورده شده است. دو عامل مهم در ایجاد سفر و تقاضای حمل و نقل برای برآورد سرانگشتی تقاضای سفر عبارتند از:

- تولید ناخالص داخلی (عامل اقتصادی)
- جمعیت (عامل اجتماعی)

$$Trip = f(GDP, Population) \quad (1)$$

تابعی که جهت برآورد تقاضا در نظر گرفته شده است خطی و به صورت مقابل است.

$$Trip = \alpha \times GDP + \beta Population + \gamma \quad (2)$$

مقدار ثابت تابع و ضرایب هر یک از متغیرها در دو رابطه بیان شده با استفاده از رگرسیون متغیرها به دست می‌آید. جدول (2) اطلاعات تاریخی سفر در هر یک از بخش‌ها و عوامل اقتصادی و اجتماعی (تولید ناخالص داخلی و جمعیت) را در چند ساله اخیر نشان می‌دهد (عطایی، 97).

جدول (2): اطلاعات تاریخی سفرها، جمعیت و تولید ناخالص داخلی

سفرهای باری (Milion P/km)	سفرهای مسافری (Milion P/km)	جمعیت (Milion P)	تولید ناخالص داخلی (Bilion \$)
0/07	150000	62	203
0/082	154959	63	269
0/088	158729	64	341
0/093	158859	64	390
0/099	158412	66	435

با استفاده از نرم افزار SPSS و رگرسیون آماری ضرایب متغیرهای مستقل بدست آورده شده است. مدل‌های مختلفی در نظر گرفته شده است که از میان این مدل‌ها دو مدل زیر پس از چک کردن توسط آزمونهای آماری t و F و مناسب بودن ضریب همبستگی و منطقی بودن ضرایب انتخاب شده اند (Janic, 2007).



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



$$T - f1 = 0.106 \times GDP + 0.818 \times Population \quad R^2 = 0.99 \quad (3)$$

$$T - f2 = 2453 \times Population \quad R^2 = 0.99 \quad (4)$$

با توجه به رشد سالانه جمعیت در سال‌های آتی 1/2٪ و با فرض یکسان بودن و رشد سالانه سفرهای شهری تعداد سفرهای سالانه مسافری شهری برحسب نفر-کیلومتر به صورت جدول زیر بدست می‌آید. با فرض رشد 1/2٪ سالانه جمعیت و تشکیل سری زمانی خطی GDP<sup>1</sup> بر حسب سال‌های مختلف آن را در سال‌های آتی به صورت جدول (3) برآورد می‌شود.

جدول (3): سفرهای باری و مسافری بر آورد شده بین شهری

سفرهای باری (Million Ton - km)	سفرهای مسافری (P-km)	تولید ناخالص داخلی (Bilion \$)	جمعیت (Million P)
121	166558	619	68
128	168521	678	69
135	170729	736	70
142	172691	794	70
148	174653	853	71

## 2-2- مدلسازی انرژی در حمل و نقل

مدل انرژی در حمل و نقل مدلی است که با لحاظ کردن هزینه‌ها در تابع هدف و با شرط کمینه کردن هزینه‌ها با توجه به نظریه اقتصاد خرد استوار است و اساس این مدل برنامه ریزی خطی می‌باشد. محدودیت‌های موجود در مدل شامل محدودیت‌های تامین تقاضای مفید در بخش حمل و نقل بر حسب نفر-کیلومتر و سایر معادلات و محدودیت‌های حاکم بر فیزیک مساله است. تابع هدف مدل هزینه‌های حمل و نقل است که شامل هزینه‌های اولیه لازم برای توسعه شبکه و هزینه اجرای استراتژی‌های TCM، TDM، ICT و ITS و هزینه‌های عملیاتی مصرف سوخت می‌باشد. شکل کلی مدل تولید به شکل مقابل می‌باشد (Saboohi, 2003):

$$\text{Minimize } Z = CX \quad (5)$$

$$AX \leq b$$

$$X \geq 0$$

در صورتی که سفر T در سال i از نوع j با استفاده از وسیله نقلیه m با  $T_{ijm}$  تعریف شود و نرخ تنزیل سالانه r در نظر گرفته شود و همچنین تابع هدف مدل مجموع هزینه‌های عملیاتی و هزینه‌های اعمال استراتژی‌های متفاوت باشد، آن گاه می‌توان تابع هدف مورد نظر را بصورت زیر تعریف کرد (رزاقی، 1398):

$$Z = \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^4 \sum_{m=1}^9 \frac{P \times E_{ijm}}{(1+r)^i} + \sum_{i=1}^a \frac{a_i F_i}{(1+r)^i} \quad (6)$$

<sup>1</sup> Gross domestic product



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

- F:** هزینه استراتژی اعمال شده شامل پرداخت به بخش های اجرایی و مشارکت در اجرای پروژهها
- a:** سهم هر استراتژی
- P:** قیمت واحد سوخت است
- E:** انرژی مصرفی در سال  $t$  از نوع  $j$  با وسیله نقلیه  $m$

## 3- نتایج

### 3-1- استراتژی های مدیریت انرژی در بخش حمل و نقل

جهت دستیابی به هدف کاهش مصرف سوخت در یک برنامه کوتاه مدت بایستی استراتژی هایی اعمال گردد که با سرمایه گذاری در زمینه اعمال این استراتژی ها شدت انرژی سفر و یا میزان تقاضای سفر را کاهش داد که این دو عامل باعث کاهش مصرف سوخت می شود. با توجه به پیچیده و بزرگ بودن مسائل حمل و نقل راهکارها و استراتژی ها تک گزینه ای کاری از پیش نمی برد از طرفی در اعمال یک استراتژی کلی جنبه های مسائلی که بایستی در نظر گرفته شود در بحث کارشناسی ارائه استراتژی کارشناس بایستی طیفی از گزینه ها و انتخاب ها را با ذکر معایب و منافع آن ها پیش روی تصمیم گیری قرار دهد. بدین معنا که برنامه ریز بایستی برنامه خود انعطاف پذیر ساخته باشد تا دست سیاستگذار برای انتخاب مناسب باز باشد.

### 3-2- استراتژی های مدیریت سیستم های حمل و نقل

برنامه ریزان حمل و نقل تا قبل از آغاز دهه 70 میلادی تقریباً همگی مجذوب برنامه ریزی استراتژیک (بلند مدت) تسهیلات حمل و نقل بودند. به این روش ها، روش های سنتی گفته می شود به عنوان مثال می توان از جمله این راهکارها توسعه شبکه معابر را نام برد. مطالعات حمل و نقلی بلند مدت و سنتی نیاز به سرمایه گذاری کلان دارد و منطبق بر ایده آل های جامعه در بلند مدت است در حالی که راهکارهای TSM نیاز به سرمایه گذاری بالایی نداشته و به طور کلی راهکارهای مدیریت سیستم حمل و نقل را ارائه می دهد به عنوان مثال می توان از طرح محدوده ترافیک و یکطرفه کردن بعضی خیابان ها نام برد. برنامه ریزی حمل و نقل برای تخمین تقاضای بلند مدت برای حمل و نقل عرضه متناسب با تقاضای لازمه در روش های متمرکز سرمایه گذاری وسیع استفاده می شوند و روش های مدیریت سیستم های حمل و نقل تعادل عرضه و تقاضای حمل و نقل را با روشهای مدیریتی برقرار می کند. این برقرار کردن تعادل می تواند هم با افزایش عرضه یا کاهش تقاضا صورت گیرد.

### 3-3- مدیریت تقاضا در بخش حمل و نقل

در استراتژی های مدیریت تقاضا بر کاهش تقاضای سفر تاکید می شود این روش با افزایش هزینه های استفاده از خودروهای شخصی استفاده کننده را در انتخاب حمل و نقل همگانی یا خودروهای چند سرنشین کمک می کند یا با ارائه استراتژی های هزینه های استفاده کننده را در استفاده از حمل و نقل همگانی کاهش می دهد. اجرایی کردن این روش ها با توجه به پایین بودن قیمت سوخت در کشور مشکل می باشد چرا که هزینه های استفاده کننده در خودرو شخصی کمتر از سایر شیوه های حمل و نقل است:

- سهم شدن در سفر شامل استفاده از هم پیمایی سازمانی و شخصی و نیز تاکسی ها
- توسعه خدمات اتوبوسرانی شامل:
  - افزایش چگالی شبکه



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

- افزایش تواتر
- سیستم های اتوبوسرانی سریع السیر
- سیستم های پارک سوار و پارکینگ های حاشیه ای
- توسعه تسهیلات دوچرخه سواری و پیاده روی
- استفاده از ارتباطات به جای حمل و نقل
- مدیریت پارکینگ
- افزایش الگوهای کاربری زمین فشرده که نیاز به سفر را کاهش و چگالی تقاضای سفر را افزایش می دهند.

## 3-4- استراتژی های فناوری اطلاعات در بخش حمل و نقل

امروزه فناوری اطلاعات در تمامی بخشهای زندگی نفوذ کرده و عملاً با گسترش سطح انتقال فناوری اطلاعات و ارتباطات از بهره وری رادراین عرصه ها افزایش داده است. ICT با قابلیت رهایی از قید زمان و مکان تاثیر قابل ملاحظه ای را در سیستم های حمل و نقل گذاشته است از آن جمله می توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- ایجاد و گسترش سیستم های هوشمند حمل و نقل
- سیستم های محل یابی جهانی
- سیستم های رد یابی و هدایت وسایل نقلیه

مهم ترین دستاورد این سیستم ها عبارتند از:

- بهبود برنامه ریزی و زمان بندی حمل و نقل
- بهبود و ارتقا مدیریت حمل و نقل
- افزایش رضایت مشتریان و ذینفعان
- ارتقا ظرفیت جاده ها و بزرگراه ها
- کاهش ترافیک
- کاهش تصادفات
- کاهش مصرف سوخت

توسعه فناوری های کنفرانس الکترونیک و ویدئویی باعث کاهش مسافرت ها می شود. هم چنین توسعه تجارت الکترونیک باعث تسهیل و افزایش مبادلات و کاهش تقاضای سفر در بخش حمل و نقل خواهد شد. اجزای ICT می تواند به دو بخش تقسیم شود، اجزا مسیر و مرکز خدمات مشتری که اجزا اصلی مسیر شامل شناسایی اتوماتیک خودرو، طبقه بندی اتوماتیک خودرو و سیستم های ثبت تخلف ویدیویی کلیه اجزای مسیر با یک کامپیوتر به نام کنترل کننده مسیر در ارتباط هستند و به وسیله آن کنترل می شوند این کامپیوتر ورودی های خود را از مراکز ای وی سی دریافت می کند و در عین حال با مرکز خدمات مشتری در ارتباط هستند که وظیفه مدیریت حسابها، اشتراک مشتریان، صدور صورت حسابها و رسیدگی به تخلفات و تهیه گزارش ها را بر عهده دارند.

## 3-5- استراتژی های سیستم های حمل و نقل هوشمند

افزایش ایمنی و آرامش در سفر، کاهش هزینه و اثرات نامطلوب زیست محیطی، کاهش مصرف انرژی و تأخیرهای ناخواسته در طول سفر و در نهایت جلب رضایت مسافری و روانسازی جریان ترافیک و حمل و نقل، همواره از مقاصد و مطلوب های برنامه





# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

ریزان حمل و نقل برشمرده می‌شوند. در این میان ITS به عنوان یکی از اهداف اصلی IT در مقوله حمل و نقل با دستیابی به CNSO یا عوامل 4 گانه شامل موارد ذیل:

- ارتباطات
- مسیریابی
- نظارت و مراقبت
- اقدام

به نحو مطلوبی به موارد ذکر شده دست یافته است. البته درجه اهمیت عوامل مذکور در انتخابهای گوناگون مسافر در سیستم‌های حمل و نقل متفاوت خواهد بود. مهمترین عملکردهای ITS را می‌توان چنین برشمرد:

- مدیریت و بهینه سازی جریان ترافیک و روانسازی حرکت
- مدیریت و کنترل حوادث
- مدیریت و پشتیبانی وسائل نقلیه امدادی
- مدیریت اخذ الکترونیکی عوارض
- هزینه پارکینگ
- خرید و رزرواسیون بلیط
- مانیتورینگ و کنترل حمل و نقل سنگین
- مدیریت و ناوبری پیشرفته
- مدیریت حمل و نقل عمومی
- مدیریت و پشتیبانی عابر پیاده

### 3-6- استراتژیهای امکان پذیر مدیریت انرژی در بخش حمل و نقل کشور

بعضی استراتژیهای مطرح شده در بخش حمل و نقل که در 4 گروه مدیریت سیستم های حمل و نقل، مدیریت تقاضا فناوری اطلاعات در بخش حمل و نقل و سیستم های حمل و نقل هوشمند آورده شد، اجرای آنها عملاً غیرممکن یا با مشکلات زیادی روبرو است لذا در اینجا سعی می شود استراتژیهایی که عملی به نظر می رسد لیست شود. جدول (4) نشان دهنده استراتژیهای امکان پذیر مدیریت انرژی در بخش حمل و نقل کشور است.

جدول (4): استراتژیهای امکان پذیر مدیریت انرژی در بخش حمل و نقل کشور

نام پروژه	استراتژی	نوع	
توسعه پیک موتوری (از خودرو شخصی به موتور سیکلت)	TDM	شهری (Urban)	باربری (Freight)
گسترش خدمات حمل و نقل باری شهری	ICT		
گسترش شبکه حمل و نقل ریلی	TDM	بین شهری (Inter-City)	
افزایش واگنهای باری			
بررسی وضعیت حمل و نقل لوله ای	ICT		
برنامه ریزی و زمانبندی حرکت قطارها	ITS		



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

جدول (4): استراتژیهای امکان پذیر مدیریت انرژی در بخش حمل و نقل کشور (ادامه)

نام پروژه	استراتژی	نوع
مدیریت یکپارچه و واحد حمل و نقل در کلانشهرها	TSM	
یکسو سازی مطالعات حمل و نقل تهران		
توسعه مترو در تهران و قطار شهری های سایر کلانشهرها		
تجهیز ناوگان اتوبوسرانی		
ایجاد خطوط جدید اتوبوسرانی		
تجهیز ناوگان مینی بوسرانی		
ایجاد خطوط جدید مینی بوسرانی		
تجهیز ناوگان تاکسی		
ایجاد خطوط جدید تاکسی		
افزایش خدمات حمل و نقل و کاهش هزینه های آن		
فرهنگ سازی همپیمایی شخصی	TDM	
توسعه همپیمایی سازمانی از طریق خرید ون یا مینی بوس		
کنترل و مدیریت پارکینگ		
گسترش پست در راستای خدمات		
فرهنگ سازی پیاده روی و استفاده از دوچرخه		
فرهنگ سازی استفاده از سیستم های پستی	ICT	
ارتباط کاری از طریق منزل توسط تلفن و فاکس		
توسعه پایگاههای اینترنتی خدماتی		
توسعه تجارت الکترونیکی		
تدوین استانداردهای حمل و نقل		
استفاده از سیستم رهیب در خودرو (GPS)		
گسترش سیستم اطلاع رسانی مسافر		
پرداخت الکترونیکی <sup>1</sup>		
اخذ الکترونیکی عوارض		
پرداخت الکترونیکی کرایه		

### 3-7- هزینه ها و میزان صرفه جویی استراتژیهای اجرایی

پس از معرفی طیف امکان پذیر استراتژیها در این قسمت از گزارش میزان صرفه جویی استراتژیها را به همراه هزینه و حداکثر اعمال استراتژی در آن بخش بررسی شده است. میزان تاثیر هر استراتژی در کاهش شدت انرژی و یا کاهش سفرها و هزینه اولیه آن در زیر آمده است. با توجه به اینکه هر استراتژی در بخش خاصی از حمل و نقل اجرا می گردد و هر واحد از

<sup>1</sup> Electronic Payment Systems



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



این استراتژی‌ها روی حجم خاصی از سفرها تاثیرگذار است و از طرفی در اعمال هر استراتژی حداکثر پتانسیل موجود محدود است، محاسبات به صورت جدول (5) آورده شده است. به طور خلاصه هر استراتژی بر حجم مشخصی از سفرها تاثیر گذار است و اعمال این استراتژی تا حد مشخصی قابل اعمال است.

جدول (5): هزینه‌ها و استراتژیهای اجرایی صرفه جویی شیوه‌های حمل و نقل



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

ردیف	نام استراتژی	هزینه استراتژی	درصد کاهش مصرف سوخت	سقف اعمال تعداد استراتژی
1	توسعه پیک موتوری	6/4 ایجاد هر شعبه	74	100
2	توسعه ناوگان مترو	45 هر واگن	95	100
3	تجهیز ناوگان اتوبوسرانی	100 هر اتوبوس	52	2000
4	ایجاد خطوط جدید اتوبوسرانی	100 هر خط اتوبوس	52	100
5	تجهیز ناوگان مینی بوسرانی	23 هر مینی بوس	66	2000
6	ایجاد خطوط جدید مینی بوسرانی	23 هر مینی بوس	66	100
7	تجهیز ناوگان تاکسی	5 هر تاکسی	20	2000
8	ایجاد خطوط جدید تاکسی	5 هر تاکسی	20	100
9	فرهنگ سازی همپیمایی شخصی	10 هر تبلیغات	20	5
10	توسعه همپیمایی سازمانی	3 هر ون	49	1000
		10 هر مینی بوس	66	1000
11	فرهنگ سازی پیاده روی و دوچرخه	10 هر تبلیغات	--	5
12	فرهنگ سازی سیستم های پستی	10 هر تبلیغات	--	5
13	مدیریت پارکینگ	2/5 هر خودرو	10	1000
14	گسترش پست در راستای خدمات	10 میلیون تومان	--	5
15	هوشمند کردن تقاطعها	15 هر چراغ	11	100
16	ایجاد موج سبز در تقاطعها	45 هر سه تقاطع	23	20
17	تابلو های علایم متغیر	20 هر تابلو	9	10
18	کنترل رمپ بزرگراهها	20 هر رمپ	13	10
19	سیستم اطلاع رسانی به مسافر	20 هر تابلو متغیر	9	10
20	ایجاد پایگاههای اینترنتی	10 هر پایگاه	--	10
21	استفاده از سیستم رهیاب خودرو	1 هر خودرو	17	1400
22	تدوین استانداردهای حمل و نقل	10	--	5
23	فرهنگ سازی ارتباط کاری از منزل	10 هر تبلیغ	--	5
24	توسعه شبکه راه آهن ترانزیت	10000 هر کیلومتر	80	0/5
25	خرید واگنهای باری	43 هر واگن	80	1000
26	پوشش سامانه های کشور با ITS	20 تجهیزات	20	5
27	خرید واگنهای مسافری	44 واگن	55	50
28	نوسازی ناوگان عمومی بین شهری	10 اتوبوس	20	1000

### 3-8- ارزیابی استراتژی های اجرایی و اولویت بندی آنها بر اساس حالت بهینه اقتصادی

بر اساس مدل تهیه شده استراتژی های مطرح شده اجرایی اولویت بندی شده است. این مدل برنامه ریزی خطی با استفاده از نرم افزار Matlab نوشته شده است. جدول زیر خروجی های مدل و حالت بهینه تخصیص مالی به هریک از استراتژی ها را نشان می دهد. با تخصیص بودجه بهینه توسط مدل فوق میزان صرفه جویی مصرف سوخت به صورت زیر به دست می آید. برای



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

اجرای برنامه نیاز است مقدار نرخ تنزیل و میزان بودجه تعیین شده برای بهبود شیوهها داده شود. با فرض میزان بودجه سالیانه اختصاص داده شده ثابت، نرخ تنزیل 25٪ و در نظر گیری قیمت سوخت به صورت زیر نتایج بدست می آید. نتایج نشان می دهد که با سرمایه گذاری مناسب در بخش حمل و نقل کشور به صورت استراتژی‌هایی که در زیر لیست شده است می توان به نتایج ذیل دست یافت:

- کاهش مصرف سوخت در حمل و نقل مسافری کلانشهرها : 8٪
- کاهش مصرف سوخت در باری بین شهری: 7٪
- کاهش مصرف سوخت مسافری بین شهری: 1٪

## 4- نتیجه گیری

حمل و نقل را می توان به عنوان قلب جریان توسعه و واسطه میان فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی، بازرگانی و خدماتی دانست. حمل و نقل در توزیع درآمدها و کاهش نابرابری‌های اقتصادی و اجتماعی و کاهش آثار فقر و اختلاف درآمد روستائینان و شهرنشینان نقشی موثر دارد. یکی از نیازهای اولیه انسانی که با توسعه اقتصادی و اجتماعی دامنه گسترده تری پیدا کرده و امروزه یکی از مظاهر تمدن به شمار می‌رود، مسئله حمل و نقل است. جهش اقتصادی کشورهای توسعه یافته به دلیل اتخاذ روش‌های صحیح حمل و نقلی بوده است. بدین معنی که رشد و توسعه اقتصادی در ایجاد یک سیستم مطلوب حمل و نقل حایز اهمیت است و توسعه شبکه حمل و نقل نیز در رشد و توسعه اقتصادی هر کشور تاثیر می‌گذارد. در ادبیات اقتصادی، توسعه حمل و نقل چون گردش خون در کالبد اقتصادی هر کشور است و با تسریع در این گردش نیازهای حیاتی و اولیه اقتصادی در جامعه سریعتر برآورده می‌شود.

بخش حمل و نقل در ایران در حدود 35٪ از مصرف کل انرژی را شامل می‌شود. تقاطعات نقش مهمی را در جابجایی وسایل نقلیه ایفا می‌کنند. محدود بودن فضا امکان تغییرات هندسی را به تقاطعات نمی‌دهد، از این رو به روش‌های دیگری همچون اصلاح زمانبندی، اولویت دهی به خودروهای حمل و نقل همگانی و... نیازمند است. خودروهای حمل و نقل همگانی با هدف جابجایی تعداد زیادی از مسافران در مناطق پر جمعیت طراحی می‌شوند و بسیاری معتقدند که اولویت دهی در تقاطعات باید به خودروهای حمل و نقل همگانی داده شود.

با توجه به موارد بیان شده در این فصل می‌توان گفت تحقیق در عملیات به عنوان ابزاری مناسب در جهت مدیریت سیستم‌ها، فرآیند تصمیم گیری و ارایه راهکارهای مناسب در جهت برنامه ریزی به کار می‌رود. با توجه به کمبود منابع و ارزش بالای آن لزوم تخصیص بهینه امکانات و منابع ضروری می باشد. نتایج نشان می‌دهد که با سرمایه گذاری مناسب در سال‌های آینده در بخش حمل و نقل کشور به صورت استراتژی‌هایی که در پژوه ذکر شده است می‌توان به 8٪ کاهش مصرف سوخت در حمل و نقل مسافری کلانشهرها و 7٪ کاهش مصرف سوخت در حوزه باری بین شهری و 1٪ در مسافری بین شهری دست یافت.

## 5- مراجع

1. T. Bekta\_s and G. Laporte. The Pollution-Routing Problem. Transportation Research Part B:



# ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



- Methodological, 45(8): 1232-1250, 2011.
2. گزارش تاثیر موج سبز در تقاطعها بر کاهش مصرف سوخت، سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور، 1382.
  3. گزارش تاثیر راه اندازی خطوط مترو بر کاهش مصرف سوخت، سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور، 1391.
  4. H. Asamer, A. Graser, B. Heilmann, and M. Ruthmair. Sensitivity analysis for energy demand estimation of electric vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 46:182-199, 2016.
  5. Cattaruzza, N. Absi, D. Feillet, and J. Gonz\_alez-Feliu. Vehicle routing problems for city logistics. *EURO Journal on Transportation and Logistics*, 6(1):51-79, 2017.
  6. K. Cullinane and R. Bergqvist. Emission control areas and their impact on maritime transport. *Transportation Research Part D*, 28:1-5, 2014.
  7. برنامه ریزی و مدلسازی حمل و نقل، دکتر کرمانشاه، پژوهشکده حمل و نقل دانشگاه صنعتی شریف، 1383.
  8. عطایی، اسفندیار؛ رضا توکلی مقدم و زینب عزیزی، ۱۳۹۷، بهینه سازی سیستم حمل و نقل عمومی با استفاده از الگوریتم بهینه سازی انبوه ذرات با بردار ارزیابی - مطالعه موردی در سازمان اتوبوسرانی، فصلنامه مهندسی حمل و نقل.
  9. M. Janic. Modelling the full costs of an intermodal and road freight transport network. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12(1):33-44, 2007.
  10. Enrgy System Model Soft ware Version 82.0 Report( ESM Model)", Sharif Energy Research Institute (SERI), Dr. Y. Saboohi, 2003
  11. رزاقی، نوید؛ حمید شیرمحمدی؛ مهدی طهماسبی و مرتضی غفاری ججین، ۱۳۹۸، مطالعه موردی بررسی نحوه بکارگیری تجهیزات ITS به منظور بهینه سازی منابع و امکانات در مدیریت حمل و نقل بار جاده ای، چهارمین کنفرانس بین المللی پژوهش در علوم و مهندسی، شهر بانکوک - دانشگاه Kasem Bundit، دبیرخانه دائمی کنفرانس و دانشگاه.