

## مزیت‌های حمل و نقل ریلی درون شهری نسبت به جاده‌ای، بر اساس رویکرد توسعه پایدار، مطالعه موردی خط ۴ متروی تهران

غلامرضا کاظمیان: عضو هیات علمی دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران  
افشمن رسولی: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، اراک، ایران \*  
سعید رفیع‌پور: دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت شهری، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران

### چکیده

محیط زیست یکی از ارکان بسیار مهم حیات و توسعه اقتصادی محسوب میشود، هم اکنون این ثروت خدادادی به دلایل مختلف، به طور آزاد و نامحدود، مورد بهره برداری قرار میگیرد. یکی از این بخش‌های تهدید کننده، حمل و نقل و به خصوص بخش حمل و نقل خصوصی است که سالانه آلودگی‌های زیادی نظیر آلودگی هوا و صوتی ایجاد کرده و هزینه‌های اقتصادی و زیست محیطی قابل توجهی به کشورها وارد میکند. از سویی در میان ابعاد توسعه پایدار شهری، نقش عامل زیست محیطی، بنا به نداشتن منفعت‌های اقتصادی و سودا گرایانه، کمتر مورد توجه بوده است. همچنین علاوه بر عوامل طبیعی، عوامل انسانی بیشترین سهم را در تخریب محیط زیست داراست. این مقاله به بررسی مزیت‌های حمل و نقل ریلی نسبت به جاده ای از دیدگاه توسعه پایدار می‌پردازد، که برای این منظور ابتدا شاخص‌های حمل و نقل و توسعه پایدار شهری شناسایی شد. برای شناسایی ارتباط بین شاخصها از طریق پرسشنامه و توزیع آن بین نخبگان امر و با استفاده از نرم افزار AMOS توانستیم به ارتباط موثر آنها پی ببریم. سپس با استفاده از پرسشنامه در بین مسافران مختلف متروی خط ۴ به صورت تصادفی، انتخاب جایگزین آنها در صورت نبودن مترو را شناسایی کرده و به ارزیابی زیست محیطی بدیل‌های مختلف در مقایسه با حمل و نقل جاده ای در ابعاد مصرف سوخت، آلودگی‌های صوتی و هوایی و سایر هزینه‌های مرتبط پرداخته شد. در پایان با توجه به تاثرات شگرف زیست محیطی از حمل و نقل ریلی علیرغم محدودیتهای خاص مربوطه و نقش انکار ناپذیر مترو در کاهش خسارات و هزینه‌ها، برآورد و تخمین ارزش اقتصادی صرفه جویی شده توسعه این نوع از حمل و نقل نسبت به جاده ای و ارزیابی اقتصادی-زیست محیطی آن، برای نشان دادن ارزش اجتماعی این زیرساخت پیشنهاد گردید.

واژه‌های کلیدی: محیط زیست، توسعه پایدار شهری، حمل و نقل ریلی، شاخص‌ها، آلاینده‌ها

## ۱- مقدمه

## ۱-۱- طرح مسأله

از میان مشخصه‌های اصلی پنجاه سال گذشته، رشد انفجاری جمعیت شهری و استفاده از خودرو بسیار برجسته و چشمگیر است. هم اکنون شهرنشینی به شدت متاثر از حرکت خودروهاست و حتی خانواده‌هایی به مناطق سرسبز حومه شهرها مهاجرت کرده و احتیاج به چندین خودرو برای رفع نیازهای حرکتی و جابجایی خود دارند. پیامدهای این روند توسعه شهری شامل وابستگی بیشتر به خودرو، سفرهای طولانی، افزایش هزینه‌های حمل و نقل مخاطره محیط زیست و آلودگی هوا و بسیاری از موارد دیگر است. (شاگری، مدیری: ۲۸: ۱۳۹۰) از طرفی از میان الاینده‌های موثر بر محیط زیست، نقش بخش حمل و نقل در تاثیری که بر محیط زیست دارد بسیار قابل توجه است. بخش حمل و نقل ۲۵٪ دی اکسید کربن یا CO<sub>2</sub> را در جهان تولید می‌نماید. که حدود ۸۰٪ تا ۹۰٪ آن را حمل و نقل بخش جاده ای تولید می‌کند و تنها ۲٪ آن از طریق راه آهن تولید می‌شود. ضمن آنکه بخش صنعت نیز در آلوده کردن محیط زیست نقش مهمی دارد. (سازمان حمل و نقل و ترافیک، ۱۳۹۱) بنا براین کسانی که با مصرف سوخت‌های فسیلی باعث تخریب سلامتی انسان‌ها می‌گردند و اکوسیستم‌ها را بهم می‌زنند مسئول اصلی تخریب محیط زیست هستند باید پاسخگوی اعمال خود باشند و این کار به دو طریق امکان پذیر است، (الف) منطقی کردن قیمت فرآورده‌های نفتی و (ب) مالیات بر مصرف سوخت. برای مثال، بر اساس آمارهای بدست آمده، سهم حمل و نقل از تولید کل

گازهای گلخانه ای (در اینجا دی اکسید کربن) ۳۵٪ برای سال ۹۰ بوده است. و بیانگر این است که، سهم حمل و نقل در تخریب محیط زیست بسیار بالاست (فروزنده، ۱۳۹۱). به منظور دستیابی به توسعه پایدار، با توجه به محیط زیست، استفاده از خودرو در جاده‌ها باید به طور تخصصی صورت گرفته و به حمل و نقل عمومی وریلی، افراد پیاده و دوچرخه سوارها اولویت داده شود. (سر رشته داری، ۱۳۸۶: ۴۵) در ادبیات توسعه، توجه به توسعه پایدار و به ویژه در بخش محیط زیست از دیرباز اهمیت یافته است، به گونه ای که محیط زیست یکی از ارکان بسیار مهم حیات و توسعه اقتصادی محسوب می‌شود، زیرا نقش‌های متعددی را برای ایجاد تعادل در مؤلفه‌های مختلف حیات بازی می‌کند. اما هم اکنون این ثروت خدادادی به دلیل ضعف قوانین و مقررات ویژه و عدم تعریف مالکیت خاص برای آن، به طور آزاد و نامحدود، مورد بهره برداری قرار می‌گیرد که نتیجه آن تخریب محیط زیست و ایجاد آلودگی‌های مختلف در این حوزه است (قربانی و همکاران، ۲۱۴: ۱۳۸۸). در ایران توجه به این موضوع تنها در سال‌های اخیر و به دلیل زیان‌های ناشی از رشد اقتصادی بدون توجه به مسائل زیست محیطی موضوعیت یافته است. سادهاکار راجو<sup>۲</sup> (۲۰۰۸: ۴) مطالعه ای در مورد ارزیابی اقتصادی پروژه راه آهن هارت لند که بزرگترین پروژه در طول این دهه بود، انجام داد و ارزش حال پروژه را منفی ۳۴۳ میلیون دلار برآورد کرد، اما این استدلال را کرد که اگر اثرات خارجی منفی استفاده از وسایل نقلیه شخصی و اثرات

<sup>1</sup> -Environment

<sup>2</sup> -Sudhakar Raju

در سال ۱۳۸۹ حدود ۴۷۴/۷ میلیون لیتر فرآورده نفتی در کشور مصرف شده که از این میزان ۲۶۴/۶ میلیون لیتر در بخش حمل و نقل مصرف شده یعنی سهمی حدود ۵۵ درصدی در مصرف این نوع حامل‌ها را داشته است. در این میان مصرف فرآورده‌های نفتی بخش حمل و نقل جاده ای سهمی بیش از ۸۵ درصد کل مصرف حمل و نقل را دارا بوده است. به دلیل سهم بالای این بخش در مصرف سوخت‌های فسیلی، میزان آلودگی ناشی از مصرف این حامل‌های انرژی نیز در حال افزایش بوده به طوری که در بین بخش‌های مختلف آلوده کننده هوا، بخش حمل و نقل آلوده کننده ترین بخش محسوب میشود و بر اساس ترازنامه انرژی منتشر شده در سال ۱۳۹۰ توسط وزارت نیرو، بخش حمل و نقل با انتشار ۴۸/۳ درصد از کل انتشار NOx، ۹/۴۷ درصد CO، ۷/۷۹ درصد CH4 و ۸۶/۸ درصد ذرات معلق (PM) دارای بیشترین سهم در انتشار انواع گازها در میان بخش‌های مصرف کننده انرژی می باشد. حمل و نقل جاده ای در این بخش سهم بیشتری از انتشار گازهای آلاینده و گلخانه ای را نسبت به سایر زیربخش‌های حمل و نقل به خود اختصاص داده است به نحوی که ۹۲ درصد از NOx، ۱/۸۹ درصد SO2، ۹/۹۸ درصد از CO و ۹۴/۲ درصد از CO2 انتشار یافته از بخش حمل و نقل، ناشی از این زیر بخش بوده است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۰). سالانه بیش از ۵۰۰ گرم ذرات آلاینده وارد بدن هر تهرانی می‌شود در حالی که بدن تنها توانایی پالایش ۲۳۰ گرم را دارد. آلودگی هوا به تنهایی در شهر تهران روزانه ۳۰ تن را به کام مرگ می‌فرستد. مهمترین آلاینده‌های هوا در این شهر مونو اکسید

خارجی مثبت این خط آهن را هم به حساب بیاوریم، سرمایه گذاری در این پروژه توجیه اقتصادی خواهد داشت.

فورت میرس<sup>۳</sup> (۲۰۰۵) طی مقاله ای به بررسی ارزش اقتصادی سیستم حمل و نقل عمومی در بخش لی در ایالت فلوریدا پرداخت. او نشان داد که ۶/۳ میلیون دلار سرمایه گذاری در بخش حمل و نقل، درآمدی به اندازه ۶۲ میلیون دلار در منطقه ایجاد میکند. صرفه جویی در استهلاک جاده ای را به دلیل عدم استفاده از اتومبیل‌های شخصی و استفاده از سیستم حمل و نقل عمومی، ۵/۲ میلیون دلار برآورد کرد. هم چنین با استفاده از این سیستم ۱/۳ میلیون دلار در هزینه وقت صرفه جویی گردید. آرمین شوتزler<sup>۴</sup> (۲۰۱۱) در مقاله ای با یک چارچوب ساده به بررسی اثرات زیست محیطی سیاست‌های حمل و نقل محلی پرداخت. نتایج تحقیقات او مشخص کرد که در چندین مورد، یارانه برای حمل و نقل عمومی منجر به کاهش اساسی در ترافیک جاده ای و بنابراین کاهش آلودگی و اثرات خارجی منفی گردید. در بعضی از موارد نیز اثرات رفاهی این چنین سیاست‌ها تأیید گردید. در موارد کمی نیز وقتی قیمت گذاری جاده ای انجام گرفت (عوارض جاده ای)، باعث کاهش ترافیک و در نتیجه باعث کاهش آلودگی گردید.

فرضیه اصلی در بسیاری از مطالعاتی که در زمینه حمل و نقل صورت گرفته حاکی از آن است که بهبود در بخش حمل و نقل به عنوان یک سرمایه گذاری عمومی، رشد اقتصادی به عنوان یکی از ابعاد توسعه پایدار را با سرعت بالایی افزایش خواهد داد.

<sup>3</sup> -Fort Myres

<sup>4</sup> -Armin Schumtzler

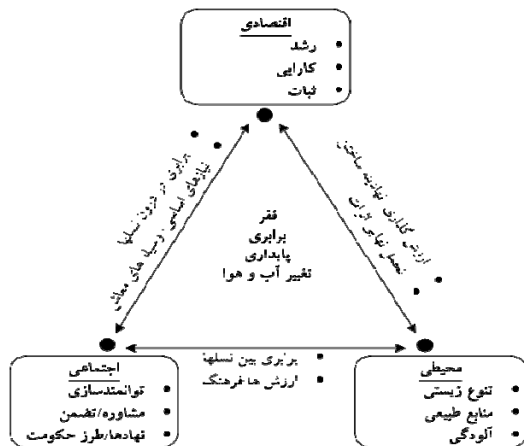
بهترین نحو مصرف کرده و از مصرف بی رویه آن جلوگیری کرده و از سویی دیگر کمترین اثر تخریبی را بر محیط زیست وارد کند کدام نوع است؟ آیا حمل و نقل منتخب می‌تواند اهداف توسعه پایدار را در ابعاد مختلف فراهم کند. آیا می‌توان با توسعه آن از انتشار انواع گازهای آلاینده جلوگیری کرد؟ آیا می‌توان با کمترین تاثیر در محیط زیست آن را به آیندگان تحویل داد؟ در ادامه مقاله ابتدا مبانی نظری توسعه پایدار، به طور خاص در بعد زیست محیطی شهری و آثار تخریبی حمل و نقل ریلی و جاده ای بررسی می‌شود. سپس رابطه ی بین حمل و نقل و شاخص‌های توسعه پایداری شهری بررسی می‌شود. و با استفاده از داده‌های بدست آمده از افراد مختلف منفعت‌های اقتصادی زیست محیطی حمل و نقل ریلی مورد بررسی قرار می‌گیرد تا بدین طریق بتوان به پاسخی برای سوالات فوق دست یافت.

## ۲- مبانی نظری

### ۲-۱- توسعه پایدار

مفهوم پایداری در واقع تلاشی است برای دستیابی به بهترین نتایج در برنامه‌های محیط انسانی و طبیعی که برای حال و به صورت نا محدود برای آینده صورت می‌پذیرد (شیعه ۱۹۹: ۱۳۸۷). فعل «sustain» از سال ۱۲۹۰ میلادی در زبان انگلیس به کار رفته و از ریشه لاتین «sub و Then ere» به معنی نگهداشتم و یا نگهداری کردن است. و در فارسی به «پایا، دائم، باقی، استوار، جاویدان و...» ترجمه شده است. (سقلایی، ۶۲: ۱۳۸۳) توسعه پایدار در حقیقت تعادل میان توسعه و محیط زیست است. این مفهوم

کربن، دی اکسید کربن، متان، دی اکسید کربن و نیتروژن و ذرات معلق است. تهران آلوده ترین شهر جهان از نظر آلودگی صوتی است. یکی از منابع اصلی آلودگی صوتی در تهران صدای آگروز موتورسیکلت‌ها است که ۲۵ درصد آلودگی صوتی شهر را تشکیل می‌دهد. منبع دیگر آلودگی صوتی در شهر خودروهای سواری هستند که حدود نیمی از وسایل نقلیه آن را تشکیل می‌دهند (محمودی، ۱۳۸۸). یکی دیگر از پیامدهای منفی تردد زیاد خودروهای شخصی در شهر تهران مصرف سالانه مقدار زیادی از حامل‌های انرژی و به خصوص فرآورده‌های نفتی در بخش حمل و نقل است. بر اساس اعلام رسمی شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی، روزانه به طور متوسط در کشور حدود ۶۸ میلیون لیتر بنزین و حدود ۱۰۰ میلیون گازوئیل مصرف می‌شود. در تهران نیز روزانه به طور متوسط حدود ۱۲ میلیون لیتر بنزین مصرف می‌شود و نشان دهنده این است که حدود ۱۷/۵ درصد بنزین کشور در این شهر به مصرف می‌رسد. با این وصف کلانشهر تهران مهمترین و بزرگترین مصرف کننده انرژی در کشور بوده و بالطبع هزینه آلودگی و اجتماعی قابل توجهی از مصرف این مقدار انرژی به کشور وارد می‌شود (بیدختی و همکاران، ۲۵: ۱۳۸۷) که در صورت توسعه مناسب سیستم حمل و نقل عمومی و مترو می‌توان از مصرف بی مورد این حامل‌های انرژی جلوگیری کرده و با صادرات آن یا مصرف آن در صنایع با ارزش افزوده بالا در مسیر توسعه پایدار قرار گرفت. حال می‌تواند این جای سوال باشد که حمل و نقل مطلوب در میان انواع وسایل حمل و نقلی که بتواند منابع موجود را به



نمودار ۱: روابط متقابل بین اهداف سه گانه توسعه پایدار.

نظریه توسعه پایدار شهری حاصل بحث‌های طرفداران محیط زیست در باره مسائل زیست محیطی به خصوص محیط زیست شهری است. که به دنبال نظریه توسعه پایدار برای حمایت از منابع محیطی ارائه شد. این نظریه به مثابه دیدگاه راهبردی به نقش دولت در این برنامه ریزی‌ها اهمیت بسیاری می‌دهد، و معتقد است دولت‌ها باید از محیط زیست شهری حمایت همه جانبه ای بکنند (پاپلی یزدی، رجبی سناجردی ۱۳۸۲، ۳۴۰). برای به وجود آمدن شاخص‌ها باید در تمامی علوم روند خلق آن را طی کرد تا بتوان به شاخص‌های همه گیر دست یافت. بنابراین شهر پایدار جانشین موجه و معقول برای شهر سازی مخرب قرن بیستم است. و در آن به موازات توجه به مسائل زیست محیطی، به مسائل اجتماعی و انسانی نیز توجه می‌شود. در نتیجه شهر پایدار فقط شهر تمیز نیست بلکه همچنین شهری است که انسان می‌تواند درآمدی عادلانه به دست آورده، سرپناه مناسب تهیه کند، احساس راحتی کند و تلاش و وقت خود را وقف حفاظت از تصویر شهر نماید. برای ارزیابی میزان توسعه پایدار، شاخص‌های

را اولین بار به طور رسمی برانددت لند در سال ۱۹۸۷ در گزارش «آینده مشترک ما» مطرح کرد. (اشرفی، ۲۳: ۱۳۸۸) در این گزارش هدف از توسعه پایدار «رفع نیازهای نسل حاضر بدون تضییع توانایی نسل‌های آینده برای رفع نیازهایشان» است و از این تعریف ساده و مبهم سندی از کنفرانس ملل متحد در زمینه محیط زیست و توسعه به عنوان یک طرح کار توسعه پایدار برای قرن ۲۱ بیرون آمد.

۱.۱. سیاست‌های اصولی توسعه پایدار: در چهار مقوله زیر قابل تقسیم است

۱.۱.۱. به حداقل رساندن مصرف منابع طبیعی تجدیدناپذیر مانند سوخت‌های فسیلی و منابع کافی.

۱.۱.۲. پایدار ساختن مصرف منابع طبیعی تجدیدناپذیر (مانند آب‌های زیر زمینی، خاک و گیاهان).

۱.۱.۳. نگه داشتن حد تولید ضایعات و آلودگی‌ها در میزان ظرفیت جذب محلی و جهانی مانند گازهای گلخانه‌ای، مواد شیمیایی نابود کننده اوزون و زباله‌های سمی.

۱.۱.۴. تامین نیازهای پایه انسانی و اجتماعی مانند دسترسی به معیشت، مشارکت اجتماعی و دسترسی به محیط سالم و خدمات پایه در یک دید کلی اهداف اصلی توسعه پایدار شامل اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی است. که دارای روابط متقابلی با یکدیگر می‌باشند. نمودار ۱ به سه هدف کلی و روابط متقابل آنها در توسعه پایدار اشاره می‌کند. که دیدگاه‌های سه گروه اقتصاد دانان، جامعه شناسان و اکولوژیست‌ها را در بر می‌گیرد. (دراکاکیس، 3: 1996) ۶

5 Brandet land

6 drakakis

مورد ویژگی زیست محیطی توسعه پایدار می‌توان به شاخص‌های جدول شماره ۱ محدود شد که در این مقاله به طور ویژه تاکید بر روی شاخص کیفیت هوا در توسعه پایدار است. (ترنر، ۱۸۰:۱۳۷۹).

فراوانی همچون: جمعیت، شهرها به عنوان سیستم‌های باز، اقلیم، کیفیت هوا، کیفیت آب طبیعی، جامعه باز، برنامه ریزی یکپارچه و واحد، توانایی و پتانسیل نوآوری و ابداع، پتانسیل ظرفیت مربوط به زیر ساخت‌های منطقه ای، سرمایه اجتماعی، آموزش، امنیت، وجود دارد که به طور خاص در

جدول ۱: شاخص‌های زیست محیطی شهری توسعه پایدار

عنوان	جایگاه شاخص	منبع
جمعیت	اصلی ترین عامل در پایداری شهری، جمعیت و اثرات اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و نهایتا مدیریتی آن روی شهرها و حتی زیست کره است.	(گیدنز، آنتونی، ۲۵۶:۱۳۸۴) <sup>۱</sup>
اقلیم	با توجه به گسترش بیش از پیش شهرنشینی در سالهای آتی، شناخت تغییرات ناشی از شهرنشینی در اقلیم جهانی در جهت دستیابی به پایداری شهری یاب‌ه عبارت بهتر پایداری جهانی، ضروری به نظرمی رسد.	(کهن، گوئل، ۲۵:۱۳۸۶) <sup>۲</sup>
کیفیت هوا	تولید انرژی برای استفاده‌های خانگی و تجاری، فعالیت‌های صنعتی و حمل و نقل عوامل اصلی تولید کننده آلودگی هوا در شهرها هستند. اهمیت نقش و کنارکرد شهرها در توسعه پایدار زمانی آشکارتر می‌شود که بدانیم حدود سه چهارم منابع آلاینده توسط شهریان به مصرف می‌رسد.	(بارنی، ۱۱:۱۳۸۶) <sup>۳</sup>
برنامه ریزی یکپارچه و واحد	برای رسیدن به نتیجه ای جامع و یکپارچه باید ابعاد مختلف توسعه اقتصادی، حفاظت محیط زیست و ساختارهای اجتماعی به وسیله همه مداخله کنندگان و یا به عبارتی افراد، گروه‌ها، نهادها و سازمان‌های ذینفع در شهر به درستی درک شود	(قرخلو، حسینی، ۱۴:۱۳۸۵)
پتانسیل ظرفیت مربوط به زیرساختهای منطقه ای	منظور از پتانسیل‌های زیر ساختی، تاسیسات و تجهیزاتی است که شهر را با بقیه نقاط جهان در ارتباط قرار می‌دهد. مانند سیستم‌های حمل و نقل (ریلی، جاده ای، دریایی). ارتباطات راه دور زیر ساخت اساسی برای قرن بیست و یکم است.	(ماوس، کاوفمن، ۲۵۶:۱۳۸۷) <sup>۴</sup>
امنیت	ایمنی و امنیت در سلسله مراتب نیازهای انسانی، مرتبه ای بالاتر از نیازهای زیستی دارد. یک شهر پایدار نیازمند یک محیط پایدار و ایمن برای ساکنانش است.	ماهنامه شهرداری‌ها، (۱۲:۱۳۸۴).

1 gidenz

2 gouel

3 bareny

4 Mous & et all

۲-۲- مبانی حمل و نقل عمومی و جایگاه آن در مناطق شهری بزرگ

روند سریع توسعه شهرنشینی منجر به افزایش تقاضا برای زیرساختها نظیر تأمین آب آشامیدنی، شبکه برق و ایجاد امکانات حمل و نقل و ... گردیده است. عدم کفایت سیستم موجود یا مدیریتهای موازی در بخش مدیریت ترافیک شهری موجب افزایش فاصله بین تقاضا و عرضه امکانات حمل و نقل گردیده است. ترافیک، افزایش قابل توجه زمان جابه جایی، افزایش تصادفات، آلودگی صدا و نزدیک شدن میزان آلودگی هوا به مرزهای تهدید سلامت انسانی از تبعات سیستم حمل و نقل ناپایدار در مناطق شهری است. پایداری تنها با ایجاد تغییرات در طراحی، الگوهای استفاده و مدیریت وسایل نقلیه حاصل نمی شود بلکه با ید تغییراتی در نحوه تفکر نسبت به شناخت و ارزشیابی راهکارهای ممکن برای حل مشکلات حمل و نقل ایجاد گردد. یک سیستم حمل و نقل پایدار نیازمند فعالیتهایی بیش از کنترل آلودگی هوا، ترافیک یا کاهش مصرف سوخت است و بررسی‌ها نشان داده است که هیچ راه حل منفردی برای حل مشکلات پیچیده حمل و نقل وجود ندارد و رفع چنین مشکلی نیازمند یک سازوکار جامع، پویا و قابل اطمینان است. مدیریت پایدار حمل و نقل اثرات توسعه حمل و نقل را بر روی کارایی اقتصادی، موضوعات زیست محیطی، مصرف منابع، کاربری اراضی و عدالت اجتماعی مورد توجه قرار می دهد و به کاهش اثرات زیست محیطی، افزایش بازدهی سیستم حمل و نقل و بهبود وضعیت زندگی اجتماعی کمک می کند و هدف آن سیستم افزایش کارایی و جابه جایی کالاها، خدمات و افراد با حداقل مشکلات دسترسی است.

که بدون سازماندهی مجدد استراتژی‌ها، سیاست‌ها و برنامه‌ها قابل دستیابی نخواهد بود واقعیت این است که وضعیت جابه جایی مردم در دنیای امروز نامطلوب است و بدون انجام اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه بدون شک در آینده نزدیک تبدیل به یک بحران خواهد گردید لذا هم کشورهای توسعه یافته و هم در حال توسعه ناگزیر به حرکت بسوی مدیریت پایدار حمل و نقل هستند و برای حل معضلات عدیده ترافیکی در شهرها می‌بایست مبانی و اصول حمل و نقل پایدار را به عنوان مرکز ثقل برنامه‌های آتی حمل و نقل مد نظر قرار دهند. بررسی اثرات متقابل سیاستهای حمل و نقل شهری و توسعه و کاربری زمین رشد روز افزون استفاده از وسایل نقلیه موتوری در حمل و نقل کلانشهرها، در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافتگی، هماهنگی بین سیاستهای حمل و نقل شهری و سیاستهای توسعه شهر را ایجاب می‌نماید. در این مقاله سعی گردیده است اثرات متقابل سیاستهای حمل و نقل شهری و سیاستهای توسعه و کاربری زمین مورد بررسی قرار گرفته، استراتژیهای مورد استفاده جهت هماهنگی این دو مقوله در سطح سازمانهای جهانی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۲-۳- آثار متفاوت زیست محیطی حمل و نقل بر توسعه پایدار

-آثار زیست محیطی حمل و نقل ریلی:

این تبعات عمدتاً اکوسیستم طبیعی را که شامل فون و فلور و روابط اکولوژیکی بین آنهاست را مورد تعرض قرار می دهد. برای مقابله با آلودگی‌های به نسبت کمتر آن نیاز به از رده خارج نمودن دیزل‌های قدیمی و نیز جایگزین کردن سوختی مناسب که از

سطحی و زه‌کشها، فرسایش خاک و رسوب‌گذاری آلودگی آب، تغییرات در منظر و اکوسیستم است. همچنین این سیستم، تأثیر فراوانی بر کاربری زمین و ارزش آن می‌گذارد. و زمانی این تأثیر آشکارتر می‌شود، که سطحی از زمین را برای تسهیلات حمل و نقل به عنوان حریم راه تصرف می‌کنیم، این تأثیر بالقوه نه تنها الگوی فضایی کاربری را تغییر می‌دهد بلکه در کیفیت زندگی و ارزش زمین‌های مجاور، تأثیر می‌گذارد. گاهی توسعه زیرساخت‌های جاده‌ای از میان جوامع می‌گذارد و آنها را در دو قسمت قطع می‌کند. به‌خصوص در نقاط مسکونی و نواحی شهری موجب گسیختگی اجتماعی می‌شود، و هم چنین به تأثیرات عمده حمل و نقل جاده‌ای نظیر، آلودگی هوا، تراکم، تصادفات، آلودگی آب‌ها اشاره کرد. (عبدلی، ۱۳۸۲: ۳۴)

#### – شاخص‌های مطلوب حمل و نقل

۱. عرضه انرژی: مقدار انرژی که می‌تواند در یک سال عرضه شود و توجه عمده آن بر روی مقدار واقعی انرژی عرضه شده، انرژی ذخیره شده و هزینه مقدار انرژی عرضه شده استوار است. ۲. کارایی انرژی: بیانگر میزان کارایی انرژی سوختی است. ۳. آلودگی هوا: میزان انتشار آلودگی هوا، توسط خودروهای مختلف که به حالت‌های مختلف انتشار می‌یابد. ۴. آلودگی صوتی: به میزان صوتی که به واسطه فعالیت واحدها انتشار می‌یابد. ۵. هزینه بکارگیری: این شاخص اشاره به هزینه‌های تولید کننده و بکارگیری وسایل حمل و نقل متناوب است. ۶. هزینه‌های نگهداری: به هزینه‌هایی که برای حفظ وسیله نقلیه بکار می‌رود. ۷. توانایی وسیله نقلیه: به

آلودگی کمتری، نسبت به سوخت قبلی برخوردار باشد. آلودگی صوتی، یکی از ممتترین عواملی که افراد ساکن در مجاورت خطوط راه آهن با آن دست به‌گریبانند، که باعث کوچ و مهاجرت اجباری موجودات نادر به اکوسیستم دیگر شود. (افندی زاده، رحیمی، ۱۳۸۴: ۴۲) فرسایش خاک ناشی از فعالیت خاکریزی و خاکبرداری و همچنین عبور و مرور وسایل نقلیه راهسازی که در طول اجرای پروژه باعث از بین رفتن اکوسیستمهای طبیعی و فرسایش خاک آن منطقه و آسیب پذیر شدن و حساس شدن آن اکوسیستم به محرکهای طبیعی است. تفکیک و تخریب مناطق مسکونی و مزارع و زیستگاههای حیات وحش مجاور خطوط راه آهن افتراق و جدایی و جزیره ای شدن بین یک اکوسیستم با کشیدن خط آهن از بین آن که خطر تصادم جانوران و حیات وحش را با قطارها افزایش می‌دهد. تأثیر بر دانه بندی خاک و از بین رفتن تخلخل خاک و خارج شدن اکسیژن آن که موجب جلوگیری از رشد گیاهان و انقراض گونه‌های شاخص منطقه میگردد (بنی‌هاشم، بیدختی، ۱۳۸۳: ۲۰).

– آثار زیست محیطی حمل و نقل جاده‌ای:

با توجه به تغییراتی که احداث زیرساخت‌های جاده‌ای در محیط طبیعی و محیط مصنوعی از خود باقی می‌گذارد و همچنین آلودگی‌های فراوان نظیر: صدور گازهای سمی و مواد معلق در هوا و آلودگی‌های صوتی فراوانی که ایجاد می‌کند، در خور مطالعه‌ای عمیق و گسترده است. (وایت لگ، ۱۳۸۵: ۴۸) «تأثیرات اکولوژیکی آن از دست رفتن زمین‌های کشاورزی و اختلالات بیولوژیکی، تغییر در آب‌های



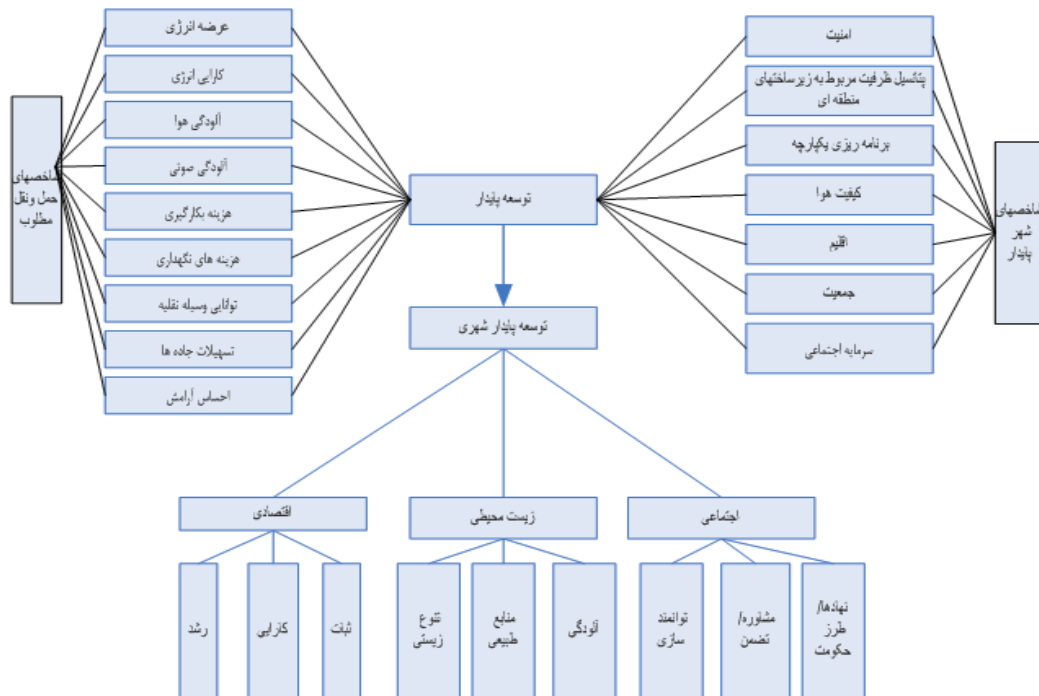
را ماکزیمم کند. در این حالت فرد اثرات خارجی منفی یا مثبتی که اجرای طرح وی ممکن است به دنبال داشته باشد را در نظر نمی گیرد زیرا این اثرات به طور مستقیم با فرد در ارتباط نیست. در عکس این حالت نیز اگر طرح دارای اثرات خارجی منفی باشد به طور مثال باعث افزایش آلودگی شود، باعث وارد آمدن زیان به جامعه و یا دیگر افراد و بنگاه‌ها می‌شود. اما فرد این اثرات را به عنوان هزینه در طرح خود منظور نمی‌کند زیرا فرد به طور مستقیم این هزینه‌ها را پرداخت نمی‌کند. مالیات به عنوان هزینه برای بخش خصوصی به حساب می‌آید و از درآمدها کسر می‌گردد اما در تحلیل اجتماعی مالیات به عنوان هزینه به حساب نمی‌آید بلکه به عنوان یک عایدی است که نصیب دولت می‌شود و در نتیجه با دیگر منافع باید جمع شود تا کل منافع اجتماعی طرح به دست آید. (احمدی، ۱۳۹۰).

توانایی وسیله نقلیه در تعادل در شیب‌های مختلف مربوط است ۸. تسهیلات جاده‌ها: فراهم کردن امکاناتی است که وسایل نقلیه به راحتی در جاده‌ها جابه جا بشوند. ۹. احساس آرامش: میزان راحتی افراد در وسایل نقلیه شان. (هاشینگ، ۲۰۰۵) (Gwo-Hshiang Tzeng)

#### ۵. مبانی تحلیل هزینه-فایده

تحلیل هزینه-فایده بر مبنای مفهوم عقلایی بودن مصرف کننده بنا شده است به این صورت که هر فرد عقلایی برای تصمیم گیری، هزینه‌ها و منافع یک طرح را با هم مقایسه می‌کند. البته باید به این نکته توجه کرد که بین منافع و هزینه‌های شخصی و اجتماعی تفاوت عمده ای وجود دارد. زمانی که یک شخص به مقایسه هزینه‌ها و منافع یک طرح می‌پردازد، فقط با هزینه‌ها و منافع شخصی مواجه است و به گونه ای عمل می‌کند تا منافع و سود خود

مدل مفهومی تحقیق



## - روش تحقیق

## جدول ۲: مقادیر آلفای کرونباخ مربوط به پایایی

## پرسشنامه

حوزه ارزیابی	آلفای کرونباخ
توسعه پایدار شهری	۰/۷۹
حمل و نقل پایدار	۰/۸۲
مقدار $\alpha$ کرونباخ برای کل پرسشنامه	۰/۸۰

بر اساس شاخص‌های «برازش مدل معادلات ساختاری و برداشش قابل قبول» که به پیوست این مقاله آمده است، این مطلب نشان می‌دهد که یکی از مهمترین شاخص‌های پیش بینی کننده دستیابی به توسعه پایدار شهری، توسعه حمل و نقل است. جدول ۳ اوزان رگرسیونی حاصل از نرم افزار را نشان داده است. همانطور که از ستون P Value بر می‌آید تمامی روابط برقرار شده در مدل معنی دار بوده و تأیید شده اند.

۶.۱ گام اول: در این مقاله در جهت بررسی رابطه بین شاخص‌های توسعه پایدار شهری با شاخص‌های مطلوب حمل و نقل، ابتدا پرسشنامه ای طراحی کردیم و آن را به تایید خبرگان امر رسانیدیم. ۸۵ پرسشنامه در بین دانشجویان مدیریت شهری و برنامه ریزی شهری دانشگاه علامه طباطبائی توزیع شد. که با ضریب پاسخگویی ۸۷ درصد و آلفای کرونباخ ۷۵ صدم به ۷۴ پرسشنامه پاسخ داده شد. و بر اساس داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار AMOS رابطه بین شاخص‌های توسعه پایدار شهری و حمل و نقل پایدار بدست آمد و مشخص گردید که در ارتباط تنگاتنگی به سر می‌برند.

## جدول ۲- اوزان رگرسیون مدل

		Estimate	P
Urban Sustainable_Development	<---	Trans_Development	.657 ***
Energy supply	<---	Trans_Development	.632 .002
Energy efficiency	<---	Trans_Development	.723 .008
Air pollution	<---	Trans_Development	1.125 .002
Noise pollution	<---	Trans_Development	.32 ***
Industrial relationship	<---	Trans_Development	.652 ***
Employment cost	<---	Trans_Development	1.254 ***
Maintenance cost	<---	Trans_Development	.941 ***
Vehicle capability	<---	Trans_Development	.849 ***
Road facility	<---	Trans_Development	1.115 ***
Speed of traffic flow	<---	Trans_Development	.751 .001
Sense of comfort	<---	Trans_Development	.851 ***
Population	<---	Urban Sustainable_Development	.531 ***
Echlin	<---	Urban Sustainable_Development	.234 .032
Air Quality	<---	Urban Sustainable_Development	1.026 ***
Planning	<---	Urban Sustainable_Development	1.352 ***
Infrastructure capacity	<---	Urban Sustainable_Development	.925 ***
Security	<---	Urban Sustainable_Development	1.024 ***

وجود این خط برخوردار میشود را به عنوان فایده در نظر گرفتیم و به درآمدهای طرح اضافه کرده و به ارزیابی آن پرداختیم. در میان و سایل حمل و نقل،

۶.۲ گام دوم: ارزیابی اقتصادی-زیست محیطی خط چهار مترو: برای ارزیابی اقتصادی-زیست محیطی خط ۴ مترو، منفعتهایی که جامعه (شهر تهران) با

در سال 1391 تعداد سفرهای انجام شده با خط چهار حدود ۹۲،۱۹۹،۷۳۰ سفر بوده است. (شرکت بهره برداری راه آهن شهری تهران، 1391) پس در صورت نبودن مترو ۴۲/۷٪ این مسافران یعنی ۳۹،۳۶۹،۲۸۵ نفر با خودروی شخصی یا آژانس مسافرت خواهند کرد. از آنجاییکه ضریب جابه جایی خودروی شخصی و آژانس یک نفر است. پس با وجود خط ۴ مترو به طور تقریبی از ورود ۳۹،۳۶۹،۲۸۵ دستگاه خودروی سواری به خیابان‌ها جلوگیری شده است. همچنین ۲۳/۹٪ مسافران خط ۴ مترو یعنی ۲۲،۰۳۵،۷۳۵ نفر در صورت نبود مترو، با تاکسی مسافرت خواهند کرد. اگر ضریب سرنشین تاکسی را (بدون در نظر گرفتن راننده) ۳ نفر در نظر بگیریم در این صورت:

$$۲۲،۰۳۵،۷۳۵ \div ۳ = ۷،۳۴۵،۲۴۵$$

یعنی در این سال از ورود ۷،۳۴۵،۲۴۵ عدد تاکسی به شهر جلوگیری شده است. به طور کلی ۷/۲٪ کل مسافران خط چهار در سال ۱۳۹۰ یعنی ۶،۶۳۸،۳۸۱ نفر با موتور سیکلت مسافرت خواهند کرد و اگر ضریب سرنشین موتور را یک نفر (بدون احتساب راننده) در نظر بگیریم در این صورت با وجود مترو از ورود ۶،۶۳۸،۳۸۱ دستگاه موتور سیکلت در سال ۹۰ به شهر جلوگیری شده است. حدود ۲۳/۴٪ مسافران خط ۴ مترو یعنی ۲۱،۵۷۴،۷۳۷ نفر نیز گفته بودند که در صورت نبود این خط، با اتوبوس مسافرت خواهند کرد. اگر ضریب سرنشین اتوبوس را ۳۵ نفر در نظر بگیریم در این صورت:

$$۲۱،۵۷۴،۷۳۷ \div ۳۵ = ۶۱۶،۴۲۱$$

در سال 1391 با وجود این خط از ورود ۶۱۶،۴۲۱ عدد اتوبوس به شهر جلوگیری شده است. پس در

مترو از مزایای بسیاری چون کاهش اتلاف زمان مسافران، کاهش آلودگی هوا و صوتی و کاهش مصرف انرژی نسبت به دیگر وسایل حمل و نقل، کاهش تصادفات جاده ای، کاهش هزینه استهلاک و لوازم یدکی خودروها و هزینه‌های تعمیرات معابر شهری و... برخوردار است. در این تحقیق مزایای مذکور مترو را به صورت پولی درآورده و به درآمدهای طرح اضافه می‌کنیم. برای پولی کردن این منافع، محققان به صورت زیر عمل کرده اند:

در این تحقیق از ۱۰۰۰ نفر از مسافران خطوط مختلف مترو به صورت تصادفی در ۳۵ ایستگاه مختلف، این سوال پرسیده شد که در صورت نبود مترو، از چه وسیله ای برای رسیدن به مقصد استفاده میکردید. نتایج نظرسنجی به این صورت بود که: در صورت نبودن مترو ۲۳/۴ درصد با اتوبوس، ۴۲/۷ نفر معادل ۴۲/۷ درصد با سواری شخصی و آژانس، ۲۳/۹ درصد با تاکسی، ۷/۲ نفر معادل ۷/۲ درصد با موتور سیکلت و ۲/۸ نفر معادل ۲/۸ درصد به صورت پیاده می‌رفتند. در جدول زیر نتایج این نظر سنجی آمده است:

جدول ۳ سهم انواع روش‌های حمل و نقل در جابه جایی مسافران خط ۴ مترو در صورت نبود مترو

نوع روش حمل و نقل	درصد
اتوبوس و مینی بوس	۲۳/۴
سواری شخصی و آژانس	۴۲/۷
تاکسی	۲۳/۹
موتور سیکلت	۷/۲
پیاده	۲/۸
جمع	۱۰۰

۶،۲،۱. محاسبه ارزش پولی کاهش آلودگی هوا

حدود(شرکت ملی نفت ایران، شرکت بهینه سازی مصرف سوخت، ۱۳۹۱)

$$۰/۶ \times ۱۰ \times ۶۱۶,۴۲۱ = ۳,۶۹۸,۵۲۶$$

لیتر در مصرف گازوئیل صرفه جویی شده است. در جدول ۴ میزان صرفه جویی در مصرف سوخت در سال ۹۱ به طور خلاصه آورده شده است. از سویی هر آلاینده ای دارای هزینه اجتماعی است(علوی لواسانی، ۱۳۹۰) که وارد کشور می‌شود. هزینه اجتماعی هزینه ای است که اثرات تخریب کننده یا سوء یک آلاینده یا فعالیت را بر محصولات کشاورزی، اکوسیستم‌ها، مواد و سلامت انسان برآورد می‌کند و اغلب هزینه ای است که در قیمت تمام شده در نظر گرفته می‌شود. در تعریف دیگر به مجموع پولی که بتواند صدمات ناشی از انتشار مواد آلاینده و گازهای گلخانه ای را جبران نماید، هزینه تخریب یا هزینه‌های اجتماعی گفته میشود.(سازمان بهره وری انرژی ایران، ترازنامه انرژی ۱۳۹۰). در جدول زیر بر اساس مطالعات بانک جهانی و سازمان حفاظت محیط زیست ایران، هزینه‌های اجتماعی آلاینده‌های مذکور به صورت ریال بر تن آورده شده است. در ترازنامه انرژی کشور این هزینه‌ها بر اساس قیمت‌های ثابت سال ۱۳۸۱ بود که با استفاده از شاخص قیمت‌ها تبدیل به قیمت‌های سال ۱۳۹۱ گردید. (مزرعتی، ۱۳۸۹). که در جداول ۴ و ۵ این مطلب به خوبی به ازای انواع آلاینده‌ها نشان داده شده است. جدول زیر میزان انتشار آلاینده‌های اصلی و مهم حاصل از مصرف یک لیتر بنزین را نشان می‌دهد.

کل با جمع ارقام فوق در این سال از ورود عدد وسیله نقلیه جلوگیری شده است.

۶,۲,۲. سوخت

متوسط طول مسافت با مترو حدود ۱۰ کیلومتر است (سازمان حمل و نقل شهرداری تهران، ۹۱) و طبق رابطه زیر حدود ۵۳۹,۶۹۳,۳۲۰ کیلومتر رانندگی با این وسایل نقلیه در این سال کم شده است.

$$۱۰ \times ۵۳,۹۶۹,۳۳۲ = ۵۳۹,۶۹۳,۳۲۰$$

با توجه به این که به طور متوسط خودروهای سواری در تهران به ازای هر کیلومتر، ۰/۱ لیتر بنزین مصرف میکنند، به طور متوسط در این سال حدود:

$$= ۱۰ \times ۰/۱ \times (۷,۳۴۵,۲۴۵ + ۳۹,۳۶۹,۲۸۵) = ۴۶,۷۱۴,۵۳۰$$

لیتر در مصرف بنزین حاصل از عدم ورود خودروهای سواری (تاکسی، آژانس و خودروهای شخصی) صرفه جویی شده است.

از طرفی هر موتور سیکلت به طور متوسط در هر کیلومتر ۰/۰۲۷۵ لیتر بنزین مصرف میکند. پس به طور متوسط در این سال حدود:

$$۱۸۲۵,۵۵۵ = ۰/۰۲۷۵ \times ۱۰ \times ۶,۶۳۸,۳۸۱$$

لیتر در مصرف بنزین حاصل از عدم ورود موتور سیکلت صرفه جویی میشود و در کل حدود:

$$۴۶,۷۱۴,۵۳۰ + ۱۸۲۵,۵۵۵ = ۴۸,۵۴۰,۰۸۵$$

لیتر بنزین در سال ۱۳۹۱ با وجود خط چهار مترو صرفه جویی شده است. میزان مصرف گازوئیل اتوبوس نیز به ازای هر کیلومتر به طور متوسط ۰/۶ لیتر است پس به طور متوسط در این سال

جدول ۴: انتشار آلاینده‌های اصلی حاصل از مصرف یک لیتر بنزین

نوع آلاینده	میزان انتشار (گرم بر لیتر)	ناشی از کل مصرف بنزین	هزینه اجتماعی هر تن آلاینده (ریال بر تن)	کل هزینه اجتماعی ناشی از مصرف آلاینده ناشی از مصرف (ریال)
CO	۳۵۰	۱۶،۹۹۰	۷،۷۳۹،۶۷۰	۱۳۱،۴۹۶،۹۹۳،۳۰۰
SO <sub>2</sub>	۱/۵	۷۲/۸	۷۵،۳۳۲،۷۹۳	۵،۴۸۴،۲۲۷،۳۳۰
NO <sub>2</sub>	۱۳/۵	۶۵۵	۲۴،۷۶۶،۹۴۵	۱۶،۲۲۲،۳۴۸،۹۷۰
PM	۱/۳	۶۳	۱۷۷،۴۹۶،۴۴۴	۱۱،۱۸۲،۲۷۵،۹۷۰
CO <sub>2</sub>	۲۳۷۹	۱۱۵،۴۷۶	۴۱۲،۷۸۲	۴۷،۶۶۶،۴۱۴،۲۳۰
CH <sub>4</sub>	۱/۱۱	۵۳/۸	۸،۶۶۴،۸۳۰	۴۶۶،۱۶۷،۸۵۰
مجموع				۲۱۲،۵۱۸،۴۲۷،۶۶۰

جدول ۵: هزینه اجتماعی آلودگی ایجاد شده ناشی از مصرف ۳،۶۹۸،۵۲۶ لیتر گازوئیل

نوع آلاینده	میزان انتشار (گرم بر لیتر)	میزان انتشار (تن در مصرف ۳،۶۹۸،۵۲۶ لیتر گازوئیل)	هزینه اجتماعی هر تن آلاینده (ریال بر تن)	کل هزینه اجتماعی هر آلاینده ناشی از مصرف ۳،۶۹۸،۵۲۶ لیتر گازوئیل (ریال)
CO	۴،۳۷	۱۶،۲	۷،۷۳۹،۶۷۰	۱۲۵،۳۸۲،۶۵۰
SO <sub>2</sub>	۱۵،۲۳	۵۶	۷۵،۳۳۲،۷۹۳	۴،۲۱۸،۶۳۶،۴۰۰
NO <sub>2</sub>	۲۱،۲۷	۷۹	۲۴،۷۶۶،۹۴۵	۱،۹۵۶،۵۸۸،۶۵۰
PM	۸،۷	۳۲،۲	۱۷۷،۴۹۶،۴۴۴	۵،۷۱۹،۳۸۵،۵۰۰
CO <sub>2</sub>	۲۸۶۰	۱۰۵۷۸	۴۱۲،۷۸۲	۴،۳۶۶،۴۰۸،۰۰۰
CH <sub>4</sub>	۰/۲	۰/۷۴	۸،۶۶۴،۸۳۰	۶،۴۱۱،۹۷۰
مجموع	-	-	-	۱۶،۳۹۲،۸۱۳،۵۷۰

جدول ۶ میزان صرفه جویی در مصرف بنزین و گازوئیل ناشی از وجود خط ۴ مترو در سال ۹۱

نوع سوخت	میزان صرفه جویی شده (لیتر)	هزینه اجتماعی
بنزین	۴۸،۵۴۰،۰۸۵	۲۱۲،۵۱۸،۴۲۷،۶۶۰
گازوئیل	۳،۶۹۸،۵۲۶	۱۶،۳۹۲،۸۱۳،۵۷۰

پس در مجموع در این سال با وجود خط ۴ مترو حدود:

$$۲۱۲،۵۱۸ + ۱۶،۳۹۲ = ۲۲۸،۹۱۰$$

میلیون ریال در هزینه اجتماعی آلودگی ناشی از مصرف سوخت در بخش حمل و نقل شهری تهران صرفه جویی میشود. البته با توجه به اینکه درصد فرسودگی و بنابراین آلاینده‌های خودروهای داخلی نسبت به استانداردهای جهانی بسیار بالا است، انتظار می‌رود میزان هزینه‌های اجتماعی بالاتر از اینها باشد.

۶،۲،۳. محاسبه ارزش اقتصادی مقدار صرفه جویی در مصرف سوخت

در قسمت قبل دیدیم که مقدار صرفه جویی در بنزین در این سال حدود ۴۸،۵۴۰،۰۸۵ لیتر بود. قیمت جهانی بنزین در سال ۱۳۹۱ حدود ۳۰،۰۰۰ (نزدیک به یک دلار در هر لیتر و با در نظر گرفتن هر دلار حدود (۳۰،۰۰۰ ریال) بوده است. (بانک مرکزی ایران، ۱۳۹۱) پس در این سال:

$$۱،۴۵۶،۲۰۲،۵۵۰،۰۰۰ = ۴۸،۵۴۰،۰۸۵ \times ۳۰،۰۰۰$$

برآورد کرده‌اند. (خدا پناه و همکاران، ۱۳۸۶) چون تحقیق ما برای سال ۱۳۹۱ است، میتوان ارزش این مبلغ را در سال ۱۳۹۱ به دست آورد. با در نظر گرفتن متوسط نرخ تورم به میزان ۲۵ درصد در طی ۴ سال اخیر، ارزش این مبلغ در سال ۱۳۹۱ حدود ۲۳۰ ریال برآورد می‌شود. محاسبه کردیم که در سال ۹۰ با وجود خط ۴، حدود ۵۳۹،۶۹۳،۳۲۰ کیلومتر کمتر با وسایل نقلیه در شهر تهران رانندگی انجام گرفته شده است. پس هزینه صرفه جویی شده به خاطر کاهش آلودگی صوتی ناشی از وجود خط ۴، به صورت زیر محاسبه می‌شود که معادل ۱۲۴،۱۲۹ میلیون ریال است.

$$۵۳۹،۶۹۳،۳۲۰ \times ۲۳۰ = ۱۲۴،۱۲۹،۴۶۳،۶۰۰$$

۶،۲،۵. سایر مزیت‌های خط چهار متر

شرکت مترو همچنین در سال ۱۳۸۹ در آماری، هزینه‌های صرفه جویی شده در استهلاک و لوازم خودروها ناشی از خط چهار مترو را حدود ۵۴ میلیارد ریال و هزینه تعمیر و نگهداری معابر شهری را حدود ۵ میلیارد ریال برآورد کرده است (کاظمی، ۱۳۸۹) که ما این دو مزیت را هم به مزیت‌های خط چهار مترو اضافه می‌کنیم. با تورم ۲۵ درصد، می‌توان این دو هزینه را در سال ۱۳۹۱ محاسبه کرد که حدود ۷۰،۸۰۰ میلیون ریال به دست می‌آید. در جدول ۶ به طور خلاصه، هزینه‌های صرفه جویی شده در اثر استفاده از خط چهار مترو را به تفکیک نوع هزینه، در سال ۱۳۹۱ نشان می‌دهیم.

ریال یا به طور خلاصه حدود ۱،۴۵۶،۲۰۲ میلیون ریال در مصرف بنزین صرفه جویی شده است. و با توجه به این که در این سال قیمت جهانی هر لیتر گازوئیل حدود ۳۰،۰۰۰ ریال بوده است پس به طور متوسط:

$$۱۱۰،۹۵۵،۷۸۰،۰۰۰ = ۳،۶۹۸،۵۲۶ \times ۳۰،۰۰۰$$

ریال یا به طور خلاصه حدود ۱۱۰،۹۵۵ میلیون ریال در مصرف گازوئیل صرفه جویی شده است. پس به طور کلی در این سال با وجود خط ۴ مترو:

$$۱،۵۶۷،۱۵۷ = ۱،۴۵۶،۲۰۲ + ۱۱۰،۹۵۵$$

ریال یا حدود ۱،۵۶۷،۱۵۷ میلیون ریال در مصرف سوخت‌های فسیلی صرفه جویی شده است.

۶،۲،۴. محاسبه ارزش پولی کاهش آلودگی‌های صوتی

متأسفانه اکثر افراد تصور می‌کنند که آلودگی صدا اثرات چندانی بر سلامتشان ندارد اما از اثرات مهم آلودگی صوتی می‌توان به افزایش افت شنوایی، اختلالات خواب، کاهش کارایی، اثرات روانی، ترس و عصبانیت را نام برد. همچنین علاوه بر موارد ذکر شده در کودکان نیز موجب اختلالات شناختی و انگیزش پایین می‌شود. (اویسی و اسماعیلی، ۱۳۸۷). برای محاسبه ارزش پولی کاهش آلودگی صوتی ناشی از استفاده از خط ۴، یافته‌های تحقیق خداپناه و همکاران را مبنا قرار می‌دهیم. آنها هزینه آلودگی صوتی هر کیلومتر مسافت طی شده در شهر تهران را در سال ۱۳۸۶، به طور متوسط ۱۱۲ ریال تومان

جدول ۶: هزینه‌های صرفه جویی شده در اثر استفاده از خط چهار مترو به تفکیک نوع هزینه در سال ۱۳۹۱

نوع هزینه‌های صرفه جویی شده	میزان هزینه‌های صرفه جویی شده (میلیون ریال)
هزینه آلودگی هوا	۲۲۸،۹۱۰
هزینه مصرف فرآورده نفتی	۱،۵۶۷،۱۵۷
هزینه آلودگی صوتی	۱۲۴،۱۲۹
هزینه تعمیر و نگه داری معابر شهری و استهلاک لوازم لوازم خودروها	۷۰،۸۰۰
مجموع	۳،۲۲۱،۸۱۵

## ۴- نتیجه گیری

استفاده می‌کنند (تساد لیتمن، ۲۰۱۰). از سویی از مهمترین بخش‌های تهدید کننده محیط زیست، بخش حمل و نقل و به خصوص بخش حمل و نقل خصوصی است که سالانه آلودگی‌های زیادی از جمله آلودگی هوا و آلودگی صوتی ایجاد میکند. این بخش علاوه بر آلودگی‌های زیست محیطی، هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم اقتصادی زیادی از جمله هزینه ناشی از تصادفات و جرح و مرگ، هزینه زمان از دست رفته ناشی از ترافیک سنگین خیابان‌ها، هزینه بنزین و سوخت‌های مصرفی دیگر ناشی از استفاده بیش از حد آنها در این بخش و از دست دادن فرصت‌های صادراتی آن، هزینه‌های استهلاک و لوازم یدکی خودروها، هزینه‌های تعمیر و نگه داری معابر شهری و... میشود. گفتیم که یکی از راه‌های بسیار موثر در کاهش این هزینه‌ها گسترش بخش حمل و نقل عمومی و به خصوص راه آهن شهری است که به عنوان یکی از بهترین، اقتصادی ترین و پاکترین انواع سیستم‌های حمل و نقل عمومی در جهان شناخته شده است. ایمنی بسیار بالا، راحتی و آسایش مسافران، کاهش مصرف انرژی و ایجاد آلودگی هوا و صوتی بسیار ناچیز، سرعت مناسب و قیمت پایین

آنچه در این مقاله به آن پرداخته شد مختص به تهران نیست و در سطح مناطق مختلف ایران نیز با شدت و ضعف قابل مشاهده است. وازاینرو خود باعث اختلاف نظر در بین مسئولین استان‌ها و شهرداریها گردیده و شروع و یا عدم شروع یک طرح ملی و یا یک فعالیت را در یک منطقه با تردید روبرو ساخته است. گروهی اعتقاد دارند که برای دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی پایدار باید در طرح‌هایی سرمایه‌گذاری نمود که تنها دارای ارزش افزوده و اشتغالزایی بالایی باشد. این در حالی است که از نگاه گروه دیگر به منظور دستیابی به توسعه، پایدار بودن آن نیز باید مورد توجه قرار گیرد و دلیل ادعای خود را آلاینده‌گی بالای مناطق صنعتی کشور بیان می‌کنند(دهقانپور، فیض پور، ۶۲:۱۳۹۱). آنچه که از تحقیقات بر می‌آید هر قدر در کشوری حمل و نقل عمومی گسترش یابد و کیفیت آن افزایش یابد مردم آن کشور به طور معناداری کمتر از وسیله نقلیه شخصی استفاده می‌کنند و بیشتر از وسیله نقلیه عمومی برای رفتن به مقصد استفاده می‌کنند. در صورتی در مناطقی که حمل و نقل عمومی با کیفیت پایین ارائه میشود مردم بیشتر از وسیله نقلیه شخصی

حمل مسافر از جمله مزیت‌های مترو نسبت به سایر وسایل حمل و نقل اعم از خصوصی و عمومی است. پس با وجود مترو بخش زیادی از این هزینه‌های غیرمستقیم و زیست محیطی کاهش می‌یابد که در صورت نبودن مترو این هزینه‌ها به کشور وارد می‌شود. پس لازم است این کاهش هزینه‌ها را به عنوان منافع مترو در نظر گرفته و حتی الامکان به صورت پولی درآورده و به درآمدهای مترو اضافه کرده و سپس به تحلیل و ارزیابی اقتصادی - زیست محیطی پردازیم. همانگونه که از نتایج تحقیق برآمد با گسترش خطوط حمل و نقل ریلی درون شهری می‌توان به ازای تعداد خاصی از مسافران، از مصرف ۴۸،۵۴۰،۰۸۵ لیتر بنزین و ۳،۶۹۸،۵۲۶ لیتر گازوئیل صرفه جویی کرد و از سویی دیگر می‌تواند در مجموع به میزان ۲۲۸،۹۱۰ میلیون ریال از وارد آمدن هزینه‌های جبران ناپذیر زیست محیطی جلوگیری کرد. این فرایند محدود به انرژی‌های فسیلی نمی‌شود و می‌تواند به واسطه در زیر زمین بودن از ایجاد انواع آلودگی‌های صوتی و پیامدهای خطرناک آن برای انواع گونه‌های زیستی خودداری کند. و درآمدهایی که معمولاً در مقیاس فردی برای درمان بیماری‌های ناشی از آلودگی‌های هوایی و صوتی ناشی از حمل و نقل شخصی صورت می‌گیرد در سایر امورات افراد به کار بسته شود و در مقیاس گسترده تر آن یعنی دولت، از سویی از هزینه‌های کلانی که به صورت مستقیم و غیر مستقیم بابت عارضه‌های ناشی از آلودگی‌های هوایی و صوتی پرداخت می‌کند رهایی یابد و از سویی دیگر با بدست آوردن درآمدهای حاصل از صرفه جویی در سوخت در بخش‌های مختلف اقتصادی نظیر اشتغال زایی یا در بخش‌های مختلف فرهنگی و اجتماعی،

رضایت بیش از پیش شهروندان را بدست بیاورد. این در حالی است که متاسفانه ایجاد و توسعه خطوط ریلی درون شهری با مقاومت‌هایی روبه رو می‌شود و در نقطه مقابل بودجه‌های کلانی به ساخت و توسعه بزرگراه‌ها اختصاص می‌یابد که نه تنها از بار ترافیکی شهر نمی‌کاهد بلکه به عنوان جاذبه ای برای حمل و نقل شخصی عمل می‌کند و کماکان مسبب آلودگی‌های صوتی و هوایی و مصرف میلیون‌ها لیتر بنزین و گازوئیل می‌شود. اگر چه حمل و نقل ریلی با هزینه اولیه و سرمایه گذاریهای لازم برای زیر ساخت‌ها، قابلیت انعطاف پذیری پایین و هزینه‌های بالای تعمیر و نگهداری در صورت فرسوده و قدیمی شدن ناوگان‌های ریلی و اثرات روانی و فرهنگی و اقتصادی ناشی از آن همراه خواهد بود، اما تاثیرات شگرفی که در مباحث زیست محیطی می‌تواند داشته باشد که مسئولین را از هزینه‌های اقتصادی به دور داشته و در تامین و گسترش هر چه بیشتر این خطوط ترغیب کند. در نهایت حمل و نقل بخش خصوصی علاوه بر آلودگی‌های زیست محیطی، هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم اقتصادی زیادی از جمله هزینه ناشی از تصادفات و جرح و مرگ، هزینه زمان از دست رفته ناشی از ترافیک سنگین خیابان‌ها، هزینه بنزین و سوخت‌های مصرفی دیگر ناشی از استفاده بیش از حد آنها در این بخش و از دست دادن فرصت‌های صادراتی آن، هزینه‌های استهلاک و لوازم یدکی خودروها، هزینه‌های تعمیر و نگه داری معابر شهری و .. به بار می‌آورد. و از راه‌های بسیار موثر برای کاهش این هزینه‌ها و جلوگیری از هدر رفتن منابع زیست محیطی و مالی کشور در این بخش، می‌توان به گسترش بخش حمل و نقل ریلی با



علی، پاپلی یزدی، رجبی سناجردی، ح، (۱۳۸۲)، "نظریه‌های شهر (پیرامون)"، چاپ اول، انتشارات سمت، تهران.

ترنر، ت، (۱۳۷۹). ترجمه نوریان، ف، "شهر همچون چشم انداز"، شرکت پردازش و برنامه ریزی شهری، مشهد.

گیدنز، آتونی، (۱۳۸۴)، جامعه شناسی، ترجمه منوچهر صبور، چاپ نوزدهم، نشر نی، تهران  
کهن، گوئل، (۱۳۸۶)، شاخص شناسی در توسعه پایدار شهری؛ توسعه اقتصادی و حساب‌های ملی در بستر سبز، موسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی، تهران. ۱۱.

قرخلو، مهدی، و حسینی، هادی (۱۳۸۵) شاخص‌های توسعه پایدار شهری، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای، شماره هشتم، بهار و تابستان

ماهنامه شهرداری‌ها، (۱۳۸۴)، امنیت در شهر، مقوله ای چند بعدی، وزارت کشور، سازمان شهرداری‌های کشور، سال چهارم، شماره ۴۱، مهر

افندی زاده، شهریار رحیمی، (۱۳۸۴)، امیر مسعود، مهندسین ترابری و اصول برنامه ریزی و مدل سازی حمل و نقل، انتشارات، دانشگاه علم و صنعت ایران، چاپ اول ۴۲. تهران

اشرفی، علی، ۱۳۸۸، CDS، رویکردی جدید در برنامه ریزی شهری در رویکردی تحلیلی، فصلنامه مدیریت شهری، تهران، شماره ۲۳.

وایت لگ، جان «حمل و نقل، محیط‌زیست و انرژی»، مترجم محمد تقی زاده، مطلق، ماهنامه ترابری، سال چهارم، شماره 48: 1385.

تهران. عبدلی، محمدعلی، (۱۳۸۲)، «اثرات توسعه تکنولوژی انرژی بر زیست بوم»، تهران، مرکز مطالعات انرژی ایران. تهران.

احمدی، یونس، "ارزیابی اقتصادی- زیست محیطی احداث نیروگاه برق با سوخت زیست توده در

ویژگی‌های سریع، ارزان و قابل دسترس بودن و همچنین حمایت از سوی دولت و نهادهای دیگر برای توسعه این بخش، فرهنگ سازی و آگاهی دادن و شناساندن اهمیت اقتصادی و زیست محیطی آن برای مردم به این هدف جامه عمل پوشاند.

#### منابع

شاکری، عطا، فرید مر، و سروش مدبری، ۱۳۹۰، اثرات زیست محیطی شهرک صنعتی بزرگ شیراز در رها سازی فلزات سنگین به زهکش قره باغ، دومین کنفرانس ملی پژوهشهای کاربردی منابع آب ایران، زنجان، شرکت آب منطقه ای زنجان،  
<http://www.civilica.com/Paper-INCWR02->  
فروزنده، کاظم، مرکز تحقیقات راه آهن، شرکت اسیا سیر پارس، <http://www.asiaseiraras.com/>، ۱۳۹۱.

سررشته داری، ندا، ۱۳۸۶، حمل و نقل عمومی و اثرات آن بر محیط زیست، نهمین همایش حمل و نقل ریلی، تهران، انجمن حمل و نقل ریلی، دانشگاه علم و صنعت، <http://www.civilica.com/Paper->  
RTC09-RTC09\_058.html

قربانی، محمد؛ فیروز زارع، علی، "ارزش گذاری ویژگی‌های مختلف آلودگی هوا در مشهد"، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۸۹، زمستان ۸۸، صفحات ۲۴۱-۲۱۵.

محمودی، علی، "اقتصاد حمل و نقل"، انتشارات نشر اقتصاد نو، موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، ۱۳۸۳.

بیدختی، علی اکبر، بنی‌هاشم، تاج‌الدین، (۱۳۸۳)، لایه آمیخته شهری و آلودگی هوا، فصلنامه محیط زیست، شماره ۲۰، زمستان، تهران

احسان، شیعه، ۱۳۸۹، دانشنامه مدیریت روستایی و شهری، انتشارات سازمان‌های شهرداری، تهران

- Schmutzler, Armin, "local transportation policy and the environment", *Environ Resource Econ*, 2011, 48:511-535.
- Drivakis-smith, D.)1996), "sustainable urbanization, and development", *third world planning review*.
- Moss, M.; M. Kaufman, S. and M. Townsend, A. (2006). "The relationship of sustainability to telecommunications", *Technology in Society* 28: (235-244).
- Gwo-Hsiung Tzeng, Multi-criteria analysis of alternative-fuel buses for, public transportation, Energy and Environmental Research Group, Institute of Technology of Management, Institute of Traffic and Transportation, National Chiao Tung University, 1001, Ta-Hsmeh Rd, Hsinchun 300, Taiwan
- شهر تهران"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبایی تهران، دانشکده اقتصاد، ۱۳۹۰.
- ذاکری اشکذری، وحید، "بررسی پیامدهای هدفمند کردن یارانه‌های انرژی بر تقاضای نفت گاز و انتشار گازهای آلاینده در حمل و نقل جاده ای"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبایی تهران، دانشکده اقتصاد، ۱۳۹۰.
- شرکت راه آهن شهری تهران و حومه (1391)؛ تاریخچه متروی تهران
- شرکت ملی نفت ایران، شرکت بهینه سازی مصرف سوخت، 1391
- شاخصهای شهرداری تهران، سازمانهای حمل و نقل و ترافیک، ۱۳۹۲. ([services1.tehran.ir/www](http://services1.tehran.ir/www))
- برآورد میزان هزینه‌های اجتماعی آلاینده‌های هوا بر روی سلامت ناشی از کمبود مکان پارک خودرو در منطقه بازار تهران، حمید علوی لواسانی، دومین همایش آلودگی هوا و اثرات آن بر سلامت، ۹۰، پرتال جامع علوم انسانی
- مزرعتی، محمد، ۱۳۸۹، برآورد هزینه‌های اجتماعی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی بر مصرف ساکنان تهران، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، زمستان، تهران
- سازمان بهره‌وری انرژی ایران، ترازنامه انرژی ۱۳۹۰
- اویسی، الهام، ساری اسماعیلی، عباس، ۱۳۸۷، بررسی آلودگی صوتی ناشی از ترافیک بر سلامت عمومی و روانی شهروندان یزد، محیط شناسی سال سی و سوم شماره ۴۴، ص ۴۵-۵۳
- کاظمی، روح الله، ۱۳۸۹، تحلیل هزینه - فایده اجتماعی گسترش خطوط مترو، ماهنامه شهرداریها، تهران
- Sudhakar, Raju, "project NPV, positive externalities, social cost benefit analysis -the Kansas city light rail project", *Journal of public transportation*, 2008, Vo 1.11, No.4.
- Myres, Fort, " the benefits of public transit in Lee county, Florida", 2005.