

اثرات سیستم حمل و نقل بر هزینه سلامت دانش آموزان

علیرضا ارمگان^۱ و امیر صمیمی^۲

۱- دستیار تحقیق، مرکز مطالعات و تحقیقات حمل و نقل، دانشگاه صنعتی شریف

۲- استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

چکیده

کاهش فعالیت‌های فیزیکی نوجوانان و جوانان در چند دهه اخیر، سبب شیوع اضافه وزن و چاقی در میان جوامع توسعه یافته و در حال توسعه شده است. این امر توجه سیاستگذاران و سازمان‌های سلامت جهانی را به دلیل پیامدهای زیان بار آن از جمله هزینه‌های جبران ناپذیر مستقیم و غیرمستقیم چاقی به خود جلب کرده است. استفاده از شیوه‌های حمل و نقل فعال از جمله پیاده روی و حمل و نقل همگانی در سفرهای تحصیلی می‌تواند فرصتی برای انجام بخشی از فعالیت‌های فیزیکی روزانه‌ی توصیه شده برای دانش آموزان باشد. از این رو، این مطالعه سعی بر شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب شیوه‌های حمل و نقل فعال و ترویج استفاده از این شیوه‌ها در سفر تحصیلی دانش آموزان دارد. همچنین، این مطالعه کوششی بر محاسبه هزینه‌های بازگشتی مستقیم و غیرمستقیم سلامتی بر اساس پیاده‌سازی سیاست‌های مختلف در جهت ترویج استفاده از شیوه‌های حمل و نقل فعال در سفرهای تحصیلی است. نتایجی از این دست به سیاستگذاران آگاهی لازم برای صرف هزینه‌های مقتضی جهت ترویج استفاده از شیوه‌های فعال را می‌دهد. این مطالعه با اعمال مدل لوجیت آشیانه‌ای سه سطحی، رفتار انتخاب شیوه‌های حمل و نقل در سفرهای تحصیلی را نیز مورد بررسی قرار داد. مطالعه حاضر، بر پایه داده‌های جمع‌آوری شده از میان بیش از ۴,۷۰۰ دانش آموز ۱۲ تا ۱۷ سال به صورت تصادفی و طبقه‌بندی شده به تفکیک جنسیت و منطقه‌ی محل سکونت در ۲۲ منطقه‌ی شهرداری تهران است. نتایج نشان داد که مرتفع کردن دغدغه ایمنی والدین سرانه هزینه‌های سالانه مستقیم و غیرمستقیم چاقی را می‌تواند تا ۸۸۲ دلار کاهش دهد. همچنین به‌طور میانگین، کاهش ۱ درصدی فاصله محل سکونت تا مدرسه هزینه‌های سالانه چاقی را برای هر نفر در حدود ۳۰/۵ دلار کاهش می‌دهد.

کلمات کلیدی: هزینه سلامتی، اقتصاد حمل و نقل، پیاده روی، سیاست‌گذاری

^۱ دستیار تحقیق، ermaguna@aut.ac.ir

^۲ استادیار، asamimi@sharif.edu



۱- مقدمه

شیوع اضافه وزن و چاقی در میان کودکان و نوجوانان در چند دهه اخیر با افزایش چشمگیری در میان کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه روبهرو بوده است [۱، ۲ و ۳]. مطالعه‌ای [۲] در آمریکا نشان داد که شیوع چاقی بین سال‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۸ در میان دانش‌آموزان ۶ تا ۱۱ سال از ۶/۵ درصد به ۱۹/۶ درصد و در میان دانش‌آموزان ۱۲ تا ۱۹ سال از ۵ درصد به ۱۸/۱ درصد افزایش داشته است. همچنین طبق آمار منتشر شده در سال ۲۰۰۸، در حدود ۱/۵ میلیارد نفر از جمعیت جهان دارای اضافه وزن و چاقی بوده‌اند. این مطالعات پیش‌بینی کرده‌اند که با این روند تا سال ۲۰۳۰ به‌طور خوشبینانه در حدود ۲/۱۶ میلیارد و ۱/۱۲ میلیارد از جمعیت جهان به‌ترتیب دچار اضافه وزن و چاقی خواهند بود [۴]. از آنجا که اضافه وزن و چاقی خطر احتمال بیماری‌هایی از جمله انفارکتوس میوکارد، سکته قلبی، دیابت نوع دو، برخی سرطان‌ها، فشار خون، آرتروز، آسم، و افسردگی را افزایش می‌دهد [۵]، متوقف ساختن روند چاقی می‌تواند آسیب‌های جبران‌ناپذیری را به‌بار نشاند. نتایج چاقی نه‌تنها کیفیت زندگی، سودمندی، و سلامت جامعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد بلکه سالانه هزینه‌های سنگینی را نیز بر جامعه تحمیل می‌کند. به‌عنوان مثال، هزینه‌های اضافه وزن و چاقی سهم ۲۱ درصدی از هزینه‌های بهداشت و درمان کشور آمریکا را به خود اختصاص داده‌است [۶]. همچنین، در حدود ۳۰۰ هزار شهروند آمریکایی در سال ۲۰۰۰ در اثر چاقی یا اضافه وزن جان خود را از دست دادند، در حالی که مرگومیر ناشی از مصرف سیگار در حدود ۴۰۰ هزار نفر گزارش شده‌است [۷]. به‌علاوه، در این سال هزینه‌های چاقی و اضافه‌وزن در ایالات متحده بالغ بر ۱۱۷ میلیارد دلار برآورد شد [۷].

از آنجا که احتمال شیوع چاقی رابطه عکس با فعالیت فیزیکی به‌خصوص در دوران کودکی و نوجوانی دارد، مرکز سلامت ایالات متحده آمریکا فعالیت فیزیکی منظم و متعادل را به‌عنوان یک اصل مهم برای شیوه زندگی سالم اعلام کرده است [۸]. مطالعات [۹ و ۱۰] نشان دادند که پیاده‌روی متعارف‌ترین شکل فعالیت فیزیکی متعادل است و برای دانش‌آموزان استفاده از این شیوه در سفرهای تحصیلی بهترین فرصت برای انجام بخشی از فعالیت‌های فیزیکی روزانه توصیه شده است. از این‌رو، استفاده از شیوه‌های فعال در سفرهای تحصیلی به معنای کاهش شیوع چاقی و هزینه‌های مربوط به آن در جامعه خواهد بود. اما متأسفانه در چند سال اخیر استفاده از شیوه‌های فعال از جمله پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری در سفرهای تحصیلی با کاهش چشمگیری مواجه بوده‌است. مک‌دونالد [۱۱] در سال ۲۰۰۷ نشان داد که درصد استفاده از شیوه‌های فعال در میان دانش‌آموزان ایالات متحده آمریکا در بین سال‌های ۱۹۶۹ تا ۲۰۰۱ از ۴۰/۷ درصد به ۱۲/۹ درصد کاهش یافته است. مطالعات [۱۲] انجام‌شده در شهر تورنتوی کانادا نیز نشان داد که استفاده از پیاده‌روی در سفرهای تحصیلی



دانش آموزان بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۱ از ۵۳ درصد به ۴۲ درصد در دانش آموزان ۱۱-۱۳ سال و از ۳۹ درصد به ۳۱ درصد برای دانش آموزان ۱۴-۱۵ سال کاهش یافته است. با توجه به آمار بیان شده، مدیران و برنامه‌ریزان سیستم حمل و نقل شهری می‌بایست شرایط را به گونه‌ای اصلاح کنند تا دانش آموزان به استفاده از شیوه‌های فعال ترغیب شوند. اما، توسعه و اصلاح زیرساخت‌های حمل و نقل و ارائه سیاست‌های تشویقی برای استفاده از شیوه‌های فعال در میان دانش آموزان، مستلزم دو رکن اساسی است. اول، می‌بایست عوامل سیاست‌پذیری که قادر به ترویج استفاده از شیوه‌های فعال است به درستی شناسایی شود. سپس سیاستگذاران از ابعاد اقتصادی مسأله با توجه به سیاست‌های پیشنهادی آگاه شوند. برآورد کمی منفعت و هزینه جهت توجیه توسعه‌ی حمل و نقل فعال در چندین زمینه کاهش شلوغی شبکه، بهبود آثار زیست محیطی، و سلامت جسمی و روحی شهروندان ضروری است. روش‌های متداول در برآورد ارزش ریالی دو مورد اول موجود بوده و در مطالعات توجیهی توسعه‌ی حمل و نقل فعال قابل استفاده است [۱۳]. این در حالی است که برآورد کمی منفعت و هزینه در زمینه سلامت جسمی و روحی شهروندان کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. از این رو، این مطالعه سعی بر آن دارد تا علاوه بر شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب شیوه‌های فعال برای ارائه سیاست‌های راهبردی در جهت ترویج آن، به کمی‌سازی آن‌ها براساس منافع سلامت عمومی شهروندان بپردازد.

۲- هزینه‌های چاقی

هزینه اقتصادی چاقی در دو دسته هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم مورد مطالعه قرار گرفته است. هزینه‌های مستقیم معمولاً به ارزش ریالی منابع از جمله مراقبت از سلامت شخصی، مراقبت‌های بیمارستان، خدمات پزشکان و پرستاران، و هزینه‌های دارویی اطلاق می‌شود. حال آنکه، هزینه‌های غیرمستقیم، ارزش خروجی‌های از دست رفته است. به بیانی دیگر، قطع یا کاهش بهره‌وری افراد به دلیل کسالت و مرگ زود هنگام هزینه‌هایی را بر جامعه تحمیل می‌کند که در این دسته از هزینه‌ها مورد مطالعه قرار می‌گیرد [۱۴]. برای مثل، افراد ناخوش احوال به دلیل ناتوانی و بیماری قادر به انجام کار نبوده و هزینه‌های زائیدی را برای انجام امورات روزمره‌ی خود صرف می‌کنند. همچنین مرگ زود هنگام افراد جامعه منافی که از قبل این افراد برای جامعه حاصل می‌گشته را کاهش می‌دهد. جدول ۱ مطالعاتی را نشان می‌دهد که هزینه‌های چاقی را مورد بررسی قرار داده‌اند. این مطالعات به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که گستره‌ی وسیعی از کشورها، نوع هزینه، و بیماری‌های بررسی شده را در سال‌های گوناگون مورد پوشش قرار دهد. تمام مطالعات مورد بررسی نشان داده‌اند که چاقی تأثیر قابل



توجهی بر هزینه‌های اقتصادی دارد. این هزینه‌ها در کشورهای مختلف اروپایی متفاوت بوده و در گستره‌ی ۰/۰۹ تا ۰/۶۱ درصد از درآمد ناخالص داخلی کشورها را به خود اختصاص می‌دهد. مطالعات صورت گرفته در کانادا و استرالیا نیز نشان می‌دهد که در حدود ۰/۲ تا ۰/۶ از درآمد ناخالص داخلی آنان صرف هزینه‌های ناشی از چاقی می‌شود. اما نتایج به دست آمده در ایالات متحده آمریکا کمی متفاوت است. مطالعات صورت گرفته نشان داد که هزینه‌های وابسته به چاقی در آمریکا، ۹۰-۷۰ میلیارد دلار بوده که در حدود ۰/۹۵ تا ۱/۳۴ درصد از درآمد ناخالص داخلی را شامل می‌شود. این افزایش می‌تواند به دلیل شیوع بیشتر چاقی در میان افراد این کشور نسبت به دیگر کشورهای جهان باشد [۲۴].

اگرچه بررسی هزینه‌های چاقی مستلزم محاسبه هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم است، اما متأسفانه بیشتر مطالعات تنها به هزینه‌های مستقیم اشاره داشته‌اند. همچنین برخی دیگر که هردوی این هزینه‌ها را مورد هدف قرار داده‌اند، آن‌ها را به طور مجزا بررسی نکرده‌اند و در نتیجه هزینه‌ها قابل تفکیک نیست. تنها تعداد معدودی از مطالعات به طور مجزا به محاسبه‌ی هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم چاقی پرداخته‌اند. به عنوان مثال، مطالعه پاپکین^۱ و همکاران در سال ۲۰۰۰ در چین نشان داد که هزینه‌ی سالانه مستقیم چاقی ۵/۸۶ میلیارد دلار و هزینه‌های غیرمستقیم تحمیل شده‌ی آن ۴۳/۵۵ میلیارد دلار است که به ترتیب ۰/۴۸ و ۳/۵۸ درصد درآمد ناخالص داخلی را به خود اختصاص داده‌است [۲۰].

جدول ۱: مطالعات جهانی در خصوص هزینه‌های چاقی

نویسنده اول	سال	کشور	هزینه‌های چاقی و اضافه وزن (دلار)		موارد مورد بررسی
			مستقیم	غیرمستقیم	
کولدیتز ^{۱۴۱}	۱۹۸۶	آمریکا	۸۱/۹ میلیارد		دیابت نوع دو، سرطان، کیسه صفرا، فشار خون، قلبی-عروقی
سگال ^{۱۵۱}	۱۹۸۹	استرالیا	۹۰۴ مید		دیابت نوع دو، انسداد شریان، فشار خون، کیسه صفرا، سرطان سینه و روده
ولف ^{۱۶۱}	۱۹۹۰	آمریکا	۷۹ میلیارد		دیابت نوع دو، سرطان، کیسه صفرا، فشار خون، قلبی-عروقی، عضلانی
سیدل ^{۱۷۱}	۱۹۹۵	هلند	۹۳۰ میلیون		هزینه‌های کلی درمان

^۱ Popkin



فشار خون، کیسه صفرا، سرطان سینه و روده، پرستات، سفت شدگی مفاصل، انفارکتوس میوکارد، نقرس	۲		۳/۷ میلیارد	فرانسه	۱۹۹۵	لوی ^[۱۸]
دیابت نوع دو، انسداد شریان، فشار خون، چربی خون، سکت، کیسه صفرا، سرطان سینه، انسداد ریه	۲/۴		۱/۶ میلیارد	کانادا	۱۹۹۹	بیرمینگام ^[۱۹]
هزینه بیمارستان، پذیرش دکتر، دارو، ناتوانی، از کار افتادگی، مرگومیر	۰/۴۸ ۳/۵۸	۵۷ میلیارد	۷/۶ میلیارد	چین	۲۰۰۰	پاپکین ^[۲۰]
دیابت نوع دو، انسداد شریان، فشار خون، کیسه صفرا، سرطان سینه و روده	۳/۵		۲۹۸ میلیون	پرتغال	۲۰۰۰	پریرا ^[۲۱]
هزینه های بیمارستان، هزینه های وابسته به مرگ زودرس	۲/۳	۴۲۳ میلیون	۳۱۰ میلیون	سوئد	۲۰۰۵	بورگ ^[۲۲]
هزینه های کلی درمان		۲۹۰۷ دلار میانگین هر نفر		آمریکا	۲۰۱۰	سپولودا ^[۲۳]

۳- داده

این مطالعه بر پایه داده‌های جمع‌آوری شده در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۰ در شهر تهران صورت گرفت. چهار دسته اصلی اطلاعات شامل مشخصات شهری، ویژگی‌های سیستم حمل‌ونقل، اطلاعات سفر دانش‌آموزان، و اطلاعات اقتصادی-اجتماعی خانوارها در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است. اطلاعات دو دسته اول، از بانک اطلاعات طرح جامع شهر تهران به دست آمد. این اطلاعات شامل چگالی جمعیتی هر منطقه، زمان سفر، و هزینه سفر هر یک از شیوه‌های حمل‌ونقل است. برای جمع‌آوری اطلاعات دو دسته دیگر نظرسنجی در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۰ در میان بیش از ۴,۷۰۰ دانش‌آموز ۱۲ تا ۱۷ سال انجام شد. برای انجام نظر سنجی پرسشنامه‌ای در دو بخش مجزا طراحی شد. بخش اول، اطلاعات اقتصادی-اجتماعی خانوارها از جمله درآمد، سطح تحصیلات، فاصله محل سکونت تا مدرسه، و فاصله تا نزدیکترین ایستگاه حمل‌ونقل همگانی را مورد پرسش قرار داد. در حالی که بخش دوم پرسشنامه، اطلاعات سفر دانش‌آموزان مانند شیوه حمل‌ونقل مورد استفاده، دلایل انتخاب شیوه حمل‌ونقل، و رفتار سفر دانش‌آموزان مانند همراهی شدن یا نشدن در مسیر مدرسه را شامل می‌شد. از آن جا که والدین اطلاعات دقیق‌تری نسبت به برخی پرسش‌ها مانند درآمد و فاصله را دارند [۲۵] پرسشنامه‌ها توسط والدین تکمیل و با نرخ پاسخدهی ۷۲ درصد بازگردانده شد.

در نهایت چهار شیوه حمل‌ونقل شامل سواری شخصی، سرویس مدرسه، حمل‌ونقل همگانی، و پیاده‌روی برای سفر تحصیلی دانش‌آموزان در نظر گرفته شد. اطلاعات شیوه دوچرخه سواری به دلیل آن که کمتر از ۱ درصد از دانش‌آموزان نمونه از این شیوه استفاده می‌کردند، در بررسی نهایی مورد استفاده قرار نگرفت. یکی از متغیرهای مهم که در تحلیل هزینه‌های حمل‌ونقل در این مطالعه مورد



استفاده قرار گرفته است فاصله محل سکونت تا مدرسه و فاصله تا ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی است. از آنجا که ممکن بود به دلیل ناآگاهی والدین از فاصله دقیق محل سکونت تا مدرسه نتایج مطالعه به بیراهه رود، از والدین خواسته شد تا علاوه بر گزارش فاصله تقریبی خود تا مدرسه محدوده محل سکونت خود را نیز یادداشت کنند. از این رو، با دانستن محل سکونت، محل ایستگاه‌های حمل و نقل همگانی، و محل مدرسه، متغیر فاصله به طور دقیق محاسبه شد. جدول ۲ داده‌های استفاده شده در این مطالعه را به همراه برخی از اطلاعات دموگرافیک مفید شهر تهران به خوبی نشان می‌دهد.

جدول ۲: توصیف آماری متغیرهای مورد استفاده در مطالعه

متغیر	توصیف	میانگین	انحراف معیار
WALKSCH	فاصله محل سکونت تا مدرسه (متر)	۹۷۱/۲۹	۵۷۶/۸۰
GENDER	۱: پسر / ۰: دختر	۰/۴	۰/۴۹
AGE	سن دانش آموزان (بین ۱۲-۱۷ سال)	۱۴/۱۳	۱/۶۲
AUTO	تعداد اتومبیل در خانوار	۱/۰۱	۰/۶۸
NON_AUTO	۱: اگر اتومبیلی در خانوار نباشد / ۰: غیر از آن	۰/۲۱	۰/۴۰
INCOME	۱: کمتر از ۲ / ۵ - ۱۰ / ۳ - ۱۵ / ۴ / ۱۰ - ۲۰ / ۱۵ - ۲۵ / ۶ / ۲۰ - ۲۵ / ۲۵ / ۲۳ / ۲۵ میلیون ریل درآمد خانوار	۲/۱۱	۱/۲۳
SAFETY	۱: اگر ایمنی سفر برای والدین اهمیت داشته باشد / ۰: غیر از آن	۰/۳۱	۰/۴۶
RELIABLE	۱: اگر قابلیت اطمینان سفر برای والدین اهمیت داشته باشد / ۰: غیر از آن	۰/۱۸	۰/۳۹
COMFORT	غیر از آن: ۰ / اگر راحتی سفر برای والدین اهمیت داشته باشد: ۱	۰/۱۸	۰/۳۹
DURATION	غیر از آن: ۰ / اگر زمان سفر برای والدین اهمیت داشته باشد: ۱	۰/۲۳	۰/۴۲
TRF_LIMIT	۱: اگر مدرسه یا خانه در محدوده ترافیک قرار داشته باشد / ۰: غیر از آن	۰/۱۱	۰/۳۱
AUTO_TIME	زمان سفر اتومبیل از محل سکونت تا مدرسه (دقیقه)	۹/۹۱	۸/۷۵
SBUS_TIME	زمان سفر سرویس مدرسه از محل سکونت تا مدرسه (دقیقه)	۱۳/۲۳	۱۱/۲۳
EDUCATION	۱: کمتر از دیپلم / ۲: دیپلم / ۳: لیسانس / ۴: فوق لیسانس / ۵: دکتری و بالاتر سطح تحصیلات والدین	۲/۰۳	۰/۹۷
WALKTRNT	فاصله بین محل سکونت تا نزدیکترین ایستگاه حمل و نقل همگانی (متر)	۵۷۱/۲۱	۴۴۹/۷۲
POPDENS	چگالی جمعیتی در نواحی ترافیکی (فرد/متر مربع)	۰/۰۲	۰/۰۱
ESCORT	غیر از آن: ۰ / اگر والدین فرزند را به مدرسه همراهی کنند: ۱	۰/۳۶	۰/۴۸
NORM_COST	هزینه نرمال شده استفاده از اتومبیل شخصی نسبت به درآمد (۱۰ریال)	۲۱۲/۰۴	۱۱۸/۸۴



مدل - ۴

برای بررسی شیوه‌های حمل‌ونقل مورد استفاده در این مطالعه، مدل لوجیت آشیانه‌ای سه‌سطحی مورد استفاده قرار گرفت. مدل‌های لوجیت به دلیل شکل بسته فرمول احتمال انتخاب، محاسبات ساده‌تری دارند [۲۶]. کلدن و کیلمن [۲۷] در سال ۲۰۰۵ رابطه احتمال انتخاب گزینه‌ها را در یک مدل لوجیت سه سطحی مطابق با رابطه ۱ فرموله کردند. در این رابطه، گزینه‌ها، شاخه، و تنه به ترتیب با i ، n ، و m مشخص شده‌اند. همانطور که مشاهده می‌شود احتمال انتخاب گزینه i در این مدل از حاصلضرب انتخاب تنه مربوط به گزینه، احتمال شرطی انتخاب شرطی شاخه و احتمال شرطی انتخاب گزینه به دست می‌آید. مقادیر τ_m و τ_n در روابط ۲ و ۳ ارائه شده است. همچنین در این رابطه μ ضریب آشیانه‌ها نامیده می‌شود که نشان‌دهنده میزان ارتباط میان مقادیر مشاهده نشده گزینه‌های موجود در یک آشیانه است. مک‌فادن [۲۸] در سال ۱۹۷۸ نشان داد که این ضریب در مدل لوجیت آشیانه‌ای دو طبقه برای برقراری شرط بیشینه جهانی می‌بایست بین صفر و یک قرار گیرد. به علاوه، اگر مدل لوجیت آشیانه‌ای به سه طبقه گسترش یابد علاوه بر آن ضریب آشیانه‌های مربوط به یک تنه باید بزرگتر از ضریب آشیانه‌های شاخه‌های هر تنه باشد.

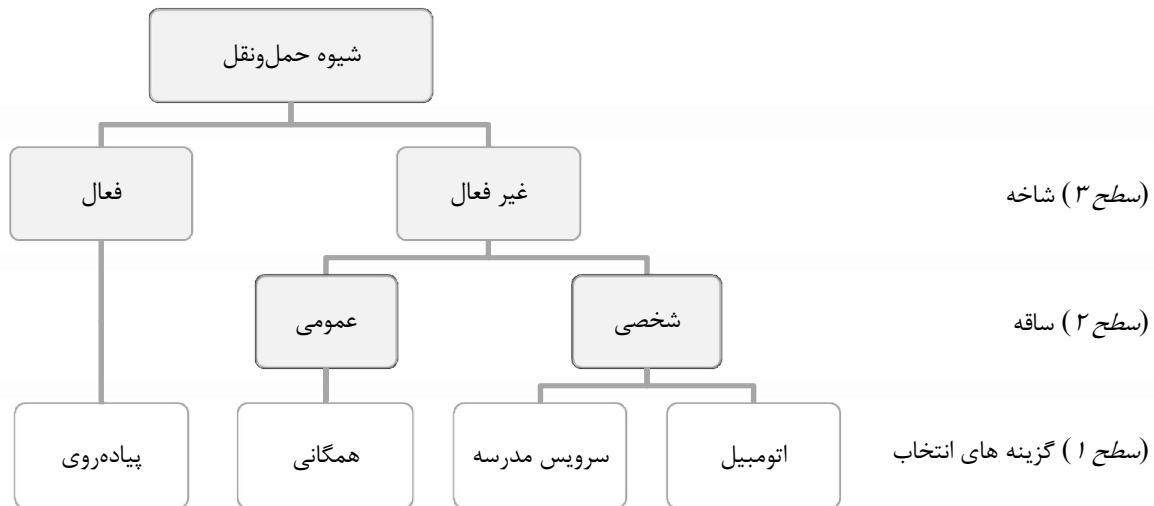
$$P_i = P_m \times P_{n|m} \times P_{i|n} = \frac{\exp(\frac{1}{\mu_m} \tau_m)}{\sum_{m' \in M} \exp(\frac{1}{\mu_{m'}} \tau_{m'})} \times \frac{\exp(\frac{\mu_m}{\mu_n} \tau_n)}{\sum_{n' \in N} \exp(\frac{\mu_m}{\mu_{n'}} \tau_{n'})} \times \frac{\exp(\mu_n v_i)}{\sum_{i' \in n} \exp(\mu_n v_{i'})} \quad (1)$$

$$\tau_n = \ln \left(\sum_{i' \in N_j} \exp(\mu_n v_{i'}) \right) \quad (2)$$

$$\tau_m = \ln \left(\sum_{n' \in N_m} \exp(\frac{\mu_m}{\mu_{n'}} \tau_{n'}) \right) \quad (3)$$

همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، شیوه‌های حمل‌ونقل ابتدا به دو دسته کلی حمل‌ونقل فعال و غیر فعال تقسیم‌بندی شد.





شکل ۱: درخت تصمیم‌گیری انتخاب شیوه‌های حمل و نقل لوچیت آشیانه‌ای سه سطحی

جدول ۳: نتایج مدل لوچیت آشیانه‌ای سه سطحی بر انتخاب شیوه‌های حمل و نقل

لوچیت آشیانه‌ای		لوچیت چندگانه		گزینه‌ها	متغیرها
معیاره t	ضرائب	معیاره t	ضرائب		
-۵/۰۹	-۷/۶۰	-۱۵/۱۰	-۴/۹۱	اتومبیل شخصی	Constant
۲/۶۵	۰/۸۳	۲/۸۸	۰/۴۷		COMFORT
۸/۶۲	۱/۲۸	۹/۳۳	۱/۱۱		DURATION
-۴/۱۶	-۰/۰۳۸	-۴/۱۶	-۰/۰۳		AUTO_TIME
-۴/۸۷	-۰/۰۰۳	-۴/۳۶	-۰/۰۰۲		NORM_COST
۵/۱۰	۰/۵۷	۵/۰۱	۰/۴۹		AUTO
-۴/۴۸	-۷/۲۷	-۷/۸۲	-۴/۴۴	سرویس مدرسه	Constant
۳/۵۰	۱/۱۶	۴/۷۹	۰/۷۸		COMFORT
۵/۸۷	۰/۹۰	۶/۳۵	۰/۸۲		RELIABLE
-۱/۳۲	-۰/۰۱	-۰/۶۳	-۰/۰۰۳		SBUS_TIME
۳/۱۲	۰/۸۰	۳/۲۲	۰/۷۸		TRF_LIMIT
-۲/۸۶	-۰/۱۱۸	-۳/۲۱	-۰/۱۱۴		AGE
۶/۷۴	۰/۴۶	۷/۲۹	۰/۳۸		INCOME
-۵/۱۳	-۶/۵۴	-۷/۹۸	-۵/۴۲	همگانی	Constant
۸/۲۳	۲/۰۶	۸/۲۸	۲/۱۵		TRAFIC_LIMIT
۲/۸۷	۰/۱۲	۲/۶۶	۰/۱۱		AGE
۶/۲۳	۱/۲۸	۶/۲۶	۱/۲۱		NON_AUTO
-۵/۷۰	-۰/۵۴	-۵/۴۲	-۰/۵۲		HEDUCATION



-۳/۷۳	-۰/۰۰۰۶	-۴/۱۶	-۰/۰۰۰۶	فعال	WALKTRNT
-۲/۶۲	-۰/۲۸	-۲/۴۹	-۰/۲۳		INCOME
-۳/۸۲	-۰/۵۹	-۴/۰۱	-۰/۵۹		SAFETY
-۳/۷۱	-۰/۲۸	-۳/۹۰	-۰/۲۸		HEDUCATION
-۱۱/۴۵	-۱/۶۸	-۱۲/۰۸	-۱/۷۲		SAFETY
-۲/۶۸	۱۲/۶۹	۲/۵۴	۱۲/۱۰		POPDENS
۴/۸۸	۰/۹۴	۵/۱۳	۰/۹۵		NON_AUTO
-۱۲/۱۲	-۱/۸۲	-۱۳/۰۴	-۱/۸۲		ESCORT
-۴/۲۰	-۰/۵۳	-۴/۰۸	-۰/۵۱		GENDER
-۱۶/۵۲	-۱/۲۴	-۱۹/۰۴	-۱/۲۷		WALKSCH
۳/۹۶	۱/۱۲	۵/۵۱	۱/۴۸		TRAFIC_LIMIT
					Inclusive value parameters
					Non Active
۴/۹۵	۰/۷۸			Active	
ثابت	۱			Private	
۴/۹۷	۰/۷۴			Public	
ثابت	۱			Log-likelihood at zero	
	-۳۶۸۶/۸۴		-۳۴۰۴/۴۵	Log-likelihood at convergence	
	-۲۲۷۶/۷۰		-۲۲۸۰/۴۰	McFadden Pseudo R-squared	
	۰/۳۸		۰/۳۲	Sample size	
	۲۶۵۳		۲۶۵۳		

این رویکرد از جهت بررسی حمل و نقل فعال در مقابل غیر فعال به کار گرفته شده است. در شاخه فعال شیوه پیاده روی قرار داده شد. همان طور که پیش از این اشاره شد شیوه دوچرخه سواری که از شیوه های فعال محسوب می شود به دلیل استفاده ی قلیل آن در نمونه، از داده های مورد بررسی خارج شد. شاخه غیر فعال به دو زیر شاخه حمل و نقل همگانی و شخصی گسترش داده شد که حمل و نقل همگانی، سواری شخصی و سرویس مدرسه در این زیر شاخه ها جای گرفتند. حالت های گوناگون شاخه بندی برای بررسی این شیوه ها در ساختار لوجیت آشیانه ای مورد بررسی قرار گرفت.

در نهایت شکل ۱ بهترین حالت ساختار مدل لوجیت آشیانه ای را در میان حالت های محتمل دیگر ارائه داده است. بر این اساس نتایج مدل نهایی در جدول ۳ آورده شده است. با توجه به آنکه شاخه حمل و نقل فعال و زیر شاخه حمل و نقل همگانی هر یک دارای یک گزینه انتخاب در زیر مجموعه خود هستند، برای ساده سازی محاسبات مقدار مشخصه شاخه های مربوط به آن برابر یک در نظر گرفته شد. در این جا باید اشاره داشت که محدودیتی برای دیگر مقادیر مشخصه شاخه ها و زیر شاخه ها در نظر گرفته نشد. برای برقراری شرط جهانی بیشینه کردن مطلوبیت ها می بایست هر یک از مقادیر



مشخصه شاخه‌ها در بازه‌ای بین صفر و یک قرار بگیرند. همچنین مقادیر مشخصه زیر شاخه‌ها نباید از شاخه مربوط به آن بیشتر شود. برای بررسی مدل از تست نسبت لگاریتمی احتمال استفاده شد که دارای توزیع مربع کای با درجه آزادی برابر با تعداد متغیرهای تخمین زده شده در مدل است. به علاوه، تست مربع کای برای برازش کلی مدل‌ها مورد استفاده قرار گرفت. به گونه‌ای که بر روی داده‌های یکسان، هرچه مقدار بیشتری به خود گیرد نشان‌دهنده برازش بهتر مدل است. برای بررسی درستی ضرایب از آزمون مقدار p استفاده شد. مقدار p بین صفر و یک متغیر است و هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده بهتر بودن مقدار تخمین زده شده برای متغیرها است. همچنین تست اعتبارسنجی برای بررسی مقادیر مشخصه شاخه‌ها و زیرشاخه‌ها مورد استفاده قرار گرفت [۲۹].

۵- نتایج

تمامی هدف این مطالعه آن است که هزینه سلامتی ناشی از ترویج پیاده‌روی را در سناریوهای مختلف مورد بررسی قرار دهد تا سیاستمداران را از جنبه اقتصادی سلامت نسبت به سیاست‌ها آگاه سازد. از این‌رو، برای بررسی تأثیر هر یک از متغیرها از الاستیسیته متغیرها استفاده شد. الاستیسیته معیاری برای اندازه‌گیری تأثیر کمی متغیرها است و تغییر درصد احتمال متغیر وابسته را به ازای یک درصد تغییر در متغیر مستقل نشان می‌دهد [۲۶]. بررسی هزینه‌های چاقی برای سناریوهای مختلف در سه گام اصلی مورد بررسی قرار گرفت. اول، با استفاده از نتایج مدل، الاستیسیته متغیرهای سیاست‌پذیر محاسبه شد. دوم، با استفاده از مقادیر الاستیسیته، میزان تغییر میانگین فاصله پیاده‌روی برای دو شیوه پیاده‌روی و حمل‌ونقل همگانی مورد محاسبه قرار گرفت. در این گام برای شیوه پیاده‌روی مسافت فاصله تا مدرسه و برای شیوه حمل‌ونقل همگانی فاصله دسترسی به ایستگاه حمل‌ونقل همگانی به‌عنوان میزان پیاده‌روی در نظر گرفته شده است. سوم، با توجه به میزان تغییر میانگین پیاده‌روی در نمونه، تغییر هزینه‌های چاقی با توجه به مطالعات صورت گرفته به دست آمد. بدین جهت نتایج مطالعه‌ای [۳۰] که به‌طور دقیق به محاسبه هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم هر یک از شیوه‌های حمل‌ونقل فعال در میان دانش‌آموزان استرالیا پرداخته است مورد استفاده قرار گرفت. این مطالعه نشان داد که به ازای هر کیلومتر پیاده‌روی هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم چاقی برای هر نفر در حدود ۴/۲۷ دلار کاهش می‌یابد. بر این اساس، جدول ۴ محاسبه مقادیر هزینه‌های چاقی را با توجه به سیاست‌های مختلف در سناریوهای متفاوت نشان می‌دهد.

ایمنی و فاصله محل سکونت تا مدرسه از جمله متغیرهای سیاست‌پذیری است که با توجه به مطالعات پیشین [۲۵ و ۳۱] به‌عنوان مهمترین متغیرهای تأثیرگذار بر کاهش استفاده از شیوه‌های حمل‌ونقل



فعال شناخته شده است. اهمیت این دو متغیر تا حدی است که بیشتر سیاست‌های پیشنهادی برای ترویج استفاده از شیوه‌های فعال در چند سال اخیر حول محور این دو عامل بوده است. بنابراین، شناسایی هزینه‌های بازگشتی به جهت ترویج استفاده از شیوه‌های حمل و نقل فعال می‌تواند سیاستگذاران و برنامه‌ریزان شهری را در جهت صرف هزینه برای پیاده‌سازی سیاست‌های کارا، آگاه سازد.

جدول ۴: هزینه‌های سرانه بازگشتی برای متغیرهای سیاست‌پذیر در گروه‌های مختلف جامعه (بر حسب دلار ۲۰۰۷)

متغیر	گروه جامعه	افزایش روزانه پیاده‌روی (متر)	هزینه سرانه بازگشتی روزانه	هزینه سرانه بازگشتی سالانه
ایمنی	کلی	۸۰۲/۲	۳/۴۲	۷۱۹/۳
	پسران	۷۷۲/۵	۳/۲۹	۶۹۰/۹
	دختران	۸۱۷	۳/۴۸	۷۳۰/۸
	دبیرستان	۹۸۵/۳	۴/۲۰	۸۸۲
	راهنمایی	۶۸۳	۲/۹۱	۶۱۱/۱
	کم درآمد	۱۹۰/۳	۰/۸۱	۱۷۰/۱
	بدون اتومبیل	۲۸۹/۶	۱/۲۳	۲۵۸/۳
فاصله تا مدرسه	کلی	۳۴/۱	۰/۱۴	۳۰/۵
	پسران	۳۸/۸	۰/۱۶	۳۳/۶
	دختران	۳۰/۹	۰/۱۳	۲۷/۳
	دبیرستان	۴۵/۱	۰/۱۹	۳۹/۹
	راهنمایی	۲۶/۹	۰/۱۱	۲۳/۱
	کم درآمد	۸/۱	۰/۰۳	۶/۳
	بدون اتومبیل	۷/۳	۰/۰۳	۶/۳
هزینه سواری	کلی	۰/۸	۰/۰۰۳	۰/۷
	پسران	۰/۷	۰/۰۰۲	۰/۶
	دختران	۰/۸	۰/۰۰۳	۰/۷
	دبیرستان	۰/۹	۰/۰۰۴	۰/۸
	راهنمایی	۰/۷	۰/۰۰۲	۰/۶
	کم درآمد	۰/۱	۰/۰۰۰۴	۰/۰۸
	بدون اتومبیل	۰/۱	۰/۰۰۰۴	۰/۰۸



برای بهبود ایمنی سفرهای تحصیلی، سیاست‌های گسترده و متنوعی از جمله سرویس پیاده و بهبود تسهیلات پیاده‌روی زیر چتر برنامه سفر ایمن به مدرسه در کشورهای مختلف جهان صرت گرفته است [۳۱ و ۳۲]. سفر ایمن به مدرسه یک حرکت ملی و بین‌المللی در جهت ایجاد فرصت‌هایی ایمن، راحت، و سرگرم‌کننده برای ترویج استفاده از شیوه پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری در میان دانش‌آموزان است. این حرکت به جهت مقابله با کاهش نرخ استفاده از شیوه‌های حمل‌ونقل فعال در سفرهای تحصیلی شکل گرفته است. این برنامه به‌طور معمول شامل ۵ جنبه‌ی گسترده آموزش، تشویق، مهندسی، اجرا، و ارزیابی است [۳۲]. برای مثال، در سال ۲۰۰۵ کنگره ملی امریکا لایحه‌ای را در جهت ایجاد مسیر ایمن به مدرسه در ۲۳ ایالت آمریکا به تصویب رسانید. به‌موجب این لایحه، بودجه‌ای معادل با ۲۱۶ میلیارد دلار در میان ایالت‌ها برای مدت چهار سال توزیع گردید. هر ایالت موظف بود تا علاوه بر بهبود زیرساخت‌ها در حدود ۱۰ تا ۳۰ درصد از بودجه گرفته شده را صرف برنامه‌های غیر زیرساختی از جمله آموزش نماید. به‌عنوان مثالی دیگر، می‌توان به شهر آلامدا در ایالت کالیفرنیا اشاره داشت [۳۳]. این شهر در سال ۲۰۱۰ به‌طور گسترده به ترویج استفاده از شیوه‌های حمل‌ونقل فعال در سفرهای تحصیلی با بهبود ایمنی این سفرها پرداخت. این شهر که متشکل از ۲۲۵ دبستان، ۵۶ راهنمایی، و ۶۳ دبیرستان است، در مجموع ۲۱۵ هزار دانش‌آموز را در خود جای داده است. مسئولان این شهر بودجه‌ای در حدود ۲,۳۳۸,۰۰۰ دلار را برای اجرا سازی سه برنامه اصلی در جهت بهبود ایمنی سفر تحصیلی دانش‌آموزان در نظر گرفتند.

همانطور که ملاحظه می‌شود اجرای سیاست‌هایی که به ترویج استفاده از شیوه‌های فعال می‌پردازد، مستلزم هزینه‌های سنگینی است که فقدان توجیه اقتصادی، اجرای آن را غیر ممکن می‌سازد. از این‌رو، نتایج مطالعاتی از این دست به برنامه‌ریزان این امکان را می‌دهد تا آگاهی لازم را از هزینه‌های بازگشتی به‌دست آورند. با این حال توجه به این امر ضروری است که پیاده‌سازی و اجرای سیاست‌هایی مانند مسیر ایمن به مدرسه مزایای گسترده‌ای از جمله کاهش ازدحام ترافیک، افزایش ایمنی، افزایش سطح سلامت جامعه، کاهش آثار مخرب زیست‌محیطی، و کاهش هزینه‌های سرویس مدرسه را به‌همراه خواهد داشت [۳۱]. در خصوص مزایای سلامتی، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مرتفع کردن دغدغه ایمنی والدین سرانه هزینه‌های سالانه مستقیم و غیرمستقیم چاقی را در حدود ۷۲۰ دلار کاهش می‌دهد. همچنین، نتایج حاکی از آن است که تأثیر اجرای چنین سیاست‌هایی در میان اقشار مختلف جامعه، نتایج متفاوتی را به‌همراه دارد. برای مثال، مرتفع کردن دغدغه ایمنی والدین میزان میانگین پیاده‌روی روزانه دانش‌آموزان پسر و دختر را به‌ترتیب ۷۷۲ و ۸۱۷ متر افزایش می‌دهد. همچنین، هزینه سرانه بازگشتی سالانه برای دانش‌آموزان دختر در حدود ۴۵ دلار بیشتر از



دانش‌آموزان پسر است. این تفاوت می‌تواند ناشی از نگرانی بیشتر والدین به ایمنی دانش‌آموزان دختر نسبت به پسر در مسیر مدرسه باشد. نتایجی از این دست، در اجرای سیاست‌های کارآمد با هدفگیری‌های متفاوت متمر ثمر خواهد بود. به‌عنوان مثال، نتایج حاکی از آن است که مرتفع کردن نگرانی والدین در خصوص ایمنی قرزندانشان استفاده از شیوه‌های فعال را در میان دختران و دانش‌آموزان مقطع دبیرستان بیشتر از گروه‌های دیگر افزایش می‌دهد. حال آنکه، این افزایش در میان خانوارهایی با سطح درآمد پایین و بدون مالکیت خودرو بسیار کم است. این امر می‌تواند بدین دلیل باشد که این خانوارها به دلیل فقدان مالی به خودی خود ملزم به استفاده از شیوه‌های فعال هستند و بهبود شرایط به‌میزان کمی استفاده از این شیوه‌ها را ترویج خواهد داد.

فاصله محل سکونت تا مدرسه از دیگر متغیرهای مهم سیاست‌پذیر ساخت شهری است که در بهبود استفاده از شیوه‌های حمل‌ونقل فعال بسیار تأثیرگذار یافت شده است [۳۴ و ۳۵]. برنامه‌ریزان و سیاستگذاران شهری به دنبال اجرای سیاست‌هایی هستند تا بتوانند جامعه‌ای پیاده‌مدار ایجاد کرده و سطح فعالیت فیزیکی روزانه افراد را افزایش دهند. برای مثال، تلاش‌های مردمی مانند ایجاد مسیر ایمن در جهت تشویق دانش‌آموزان به استفاده از شیوه‌های فعال در سفر تحصیلی که پیش از این بدان اشاره شد از این دست سیاست‌ها است. اجرای این سیاست‌ها از جمله سیاست‌های کوتاه مدت و تأثیرگذار است، اما از طرفی دیگر، متغیرهای سیاست‌پذیر تأثیرگذاری از جمله فاصله محل سکونت تا مدرسه نیز در چند سال اخیر مورد توجه قرار گرفته است. اگر سیاستگذاران بخواهند استفاده از شیوه‌های حمل‌ونقل فعال را به‌شدت افزایش دهند، بدون شک نیازمند اجرای سیاست‌های بلند مدت از جمله احداث مدارس در نزدیکی تجمع‌های مسکونی در عوض حاشیه شهرها هستند [۳۶]. رفع این مسئله نیازمند شناخت صحیح توزیع دانش‌آموزان در سطح شهر، کاربری‌های زمین، و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل است. از طرفی دیگر، شناسایی هزینه‌های بازگشتی به‌جهت ترویج استفاده از شیوه‌های حمل‌ونقل فعال ضروری است، چرا که پیاده‌سازی سیاست‌های بلند مدتی از این دست هزینه‌های سنگینی را بر دولت تحمیل می‌کند. برای مثال، ایالت کالیفرنیا در بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴ در حدود ۲۵ میلیارد دلار صرف بهبود زیرساخت‌ها و تسهیلات مدارس کرد [۳۷]. همچنین ایالت اهایو، بودجه‌ای برابر با ۱۰/۵ میلیارد دلار را برای بهبود تسهیلات حمل‌ونقل مدارس و ساخت‌وساز آن برای ترویج استفاده از شیوه‌های فعال در یک برنامه چهار ساله اختصاص داده است [۳۸]. بنابراین، توجیه اقتصادی چنین سیاست‌های از اهمیت به‌سزایی برخوردار است.

این مطالعه نشان داد که تنها از حیث هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم چاقی که ریشه در کمبود فعالیت فیزیکی در دوران نوجوانی دارد، کاهش ۱ درصدی فاصله محل سکونت تا مدرسه هزینه‌های



سالانه چاقی را برای هر نفر در حدود ۳۰/۵ دلار کاهش می‌دهد. این مطالعه همچنین نشان داد، میزان این بازگشت مالی در میان گروه‌های مختلف جامعه متفاوت است. برای مثال، کاهش ۱ درصدی فاصله، میزان سرانه پیاده‌روی روزانه برای یک دانش‌آموز مقطع راهنمایی و یک دانش‌آموز مقطع دبیرستان را به ترتیب ۲۶/۹ و ۴۵/۱ متر افزایش می‌دهد. یافته‌های از این دست به سیاستگذاران این امکان را می‌دهد تا سیاست‌های خود را به صورت هدفمند در جامعه اعمال نمایند. در نهایت، همانطور که در جدول ۲ قابل مشاهده است، فاصله میانگین مدارس تا محل سکونت دانش‌آموزان در شهر تهران در حدود ۹۸۰ متر است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که با کاهش این فاصله تا حد ۸۰۰ متر که فاصله‌ای بحرانی برای پیاده‌روی است، هزینه‌های سالانه مستقیم و غیرمستقیم چاقی برای هر نفر در حدود ۶۸۷ دلار کاهش می‌یابد.

۶- جمع‌بندی

این مطالعه کوششی بر محاسبه هزینه‌های بازگشتی مستقیم و غیرمستقیم سلامتی بر اساس پیاده‌سازی سیاست‌های مختلف در جهت ترویج استفاده از شیوه‌های حمل‌ونقل فعال در سفرهای تحصیلی است. این مطالعه با اعمال مدل لوجیت آشیانه‌ای سه‌سطحی رفتار انتخاب شیوه‌های حمل‌ونقل در سفرهای تحصیلی را نیز مورد بررسی قرار داد. اگرچه در مطالعات پیشین [۳۴] تلاشی برای ایجاد این‌گونه مدل‌ها صورت گرفته است، اما این مدل در نظر نویسندگان، اولین مدل لوجیت آشیانه‌ای سه‌سطحی در این زمینه است. شناخت متغیرهای تأثیرگذار بر رفتار انتخاب والدین برای محققان و سیاستگذاران در جهت بهبود شیوه‌های حمل‌ونقل فعال بسیار ضروری است. این امر فرصتی برای افزایش فعالیت فیزیکی در دوران نوجوانی و جلوگیری از مشکلات سلامت عمومی جامعه در آینده است. به‌علاوه، ترویج شیوه‌های فعال در سفرهای تحصیلی کاهش ترافیک صبحگاهی و آرام‌سازی شبکه حمل‌ونقل شهری را نیز به‌همراه خواهد داشت. این مطالعه همچنین طیف گسترده‌ای از متغیرهای توصیفی را مورد بررسی قرار داد و سیاستگذاری‌های گوناگون را با توجه به نتایج مدل لوجیت آشیانه‌ای به‌چالش کشانید. برای مثال، این مطالعه نشان داد که دانش‌آموزان دختر تمایل بیشتری به استفاده از شیوه‌های حمل‌ونقل فعال مانند پیاده‌روی نسبت به دانش‌آموزان پسر از خود نشان می‌دهند. همچنین با افزایش سن، تمایل دانش‌آموزان به استفاده از شیوه‌های فعال و همگانی افزایش یافته و کمتر از شیوه‌های شخصی مانند اتومبیل استفاده می‌کنند. در نهایت، این پژوهش هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم برگشتی ناشی از اعمال سیاست‌های مختلف در جهت ترویج استفاده از شیوه‌های فعال در سفرهای تحصیلی را مورد تحلیل قرار داد. در این راستا دو سیاست



بهبود ایمنی سفر تحصیلی و فاصله محل سکونت تا مدرسه به عنوان نمونه‌هایی از سیاست‌های کلان کوتاه مدت و بلند مدت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مرتفع کردن دغدغه ایمنی والدین سرانه هزینه‌های سالانه مستقیم و غیرمستقیم چاقی را می‌تواند تا ۸۸۲ دلار کاهش دهد. همچنین به‌طور میانگین، کاهش ۱ درصدی فاصله محل سکونت تا مدرسه هزینه‌های سالانه چاقی را برای هر نفر در حدود ۳۰/۵ دلار کاهش می‌دهد. نتایجی از این دست به سیاستگذاران و برنامه‌ریزان شهری این امکان را می‌دهد تا با آگاهی بیشتر به اجرای سیاست‌های ترویج شیوه‌های فعال در سفر تحصیلی دانش‌آموزان بپردازند.



۷- مراجع

1. Flegal, K. M., Carroll, M. D., Kuczmarski, R. J., & Johnson, C. L. (1998). Overweight and obesity in the United States: prevalence and trends, 1960-1994. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 22(1), 39-47.
2. Ogden, C. L., Carroll, M. D., Curtin, L. R., McDowell, M. A., Tabak, C. J., & Flegal, K. M. (2006). Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999-2004. *JAMA: the journal of the American Medical Association*, 295(13), 1549-1555.
3. Consultation, W. H. O. (2000). Obesity: preventing and managing the global epidemic. *World Health Organization technical report series*, 894.
4. Kelly, T., Yang, W., Chen, C. S., Reynolds, K., & He, J. (2008). Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *International journal of obesity*, 32(9), 1431-1437.
5. Ebbeling CB, Pawlak DB, Ludwig DS. Childhood obesity: Public-health crisis, common sense cure. *Lancet*. 360: 473-482, 2002.
6. Cawley, J, C. Meyerhoefer. The medical care costs of obesity: An instrumental variables approach. *Journal of Health Economics*, 2012, 31:219-230.
7. <http://www.surgeongeneral.gov/library/calls/obesity/toc.html>.
8. Lifshitz, F., & Hall, J. G. (2002). Reduction in the incidence of type II diabetes with lifestyle intervention or metformin. *J Med*, 346, 393-403.
9. Cooper, A. R., Andersen, L. B., Wedderkopp, N., Page, A. S., & Froberg, K. (2005). Physical activity levels of children who walk, cycle, or are driven to school. *American journal of preventive medicine*, 29(3), 179-184.
10. Sirard, J. R., Riner, W. F., McIver, K. L., & Pate, R. R. (2005). Physical activity and active commuting to elementary school. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(12), 2062.
11. McDonald, N. C. (2007). Active transportation to school: trends among US schoolchildren, 1969-2001. *American journal of preventive medicine*, 32(6), 509-516.
12. Buliung, R. N., Mitra, R., & Faulkner, G. (2009). Active school transportation in the Greater Toronto Area, Canada: an exploration of trends in space and time (1986-2006). *Preventive medicine*, 48(6), 507-512.



13. Wilson, E. J., Wilson, R., & Krizek, K. J. (2007). The implications of school choice on travel behavior and environmental emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12(7), 506-518.
14. Colditz G.A. Economic costs of obesity. *Am J Clin Nutr*, 1992; 55: 503S–7S.
15. Segal L, Carter R, Zimmet P. The cost of obesity: the Australian perspective. *Pharmacoeconomics* 1994; 5(Suppl. 1): 45–52.
16. Wolf AM, Colditz GA. The cost of obesity: The US perspective. *Pharmacoeconomics* 1994; 5: 34–37.
17. Seidell JC. The impact of obesity on health status: some implications for health care costs. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1995; 19(Suppl 6): S13–6.
18. Lévy E, Lévy P, Le Pen C, Basdevant A. The economic cost of obesity: The French situation. *Int J Obes* 1995; 19: 788–792.
19. Birmingham CL, Muller JL, Palepu A, Spinelli JJ, Anis AH. The cost of obesity in Canada. *CMAJ* 1999; 160: 483–488.
20. Popkin BM, Kim S, Rusev ER, Du S, Zizza C. Measuring the full economic costs of diet, physical activity and obesity-related chronic diseases. *Obes Rev* 2006; 7(3): 271–93.
21. Pereira J, Mateus C, Amaral MJ. Direct costs of obesity in Portugal (Abstract). *J Int Soc Pharmacoeconomics Outcomes Res*, 2000; 3: 64.
22. Borg S, Persson U, Odegaard K, Berglund G, Nilsson JA, Nilsson PM. Obesity, survival, and hospital costs—findings from a screening project in Sweden. *Value Health*. 2005; 8(5): 562–71.
23. Sepulveda MJ, Tait F, Zimmerman E, Edington D. Impact of childhood obesity on employers. *Health Aff (Millwood)* 2010; 29: 513 – 21.
24. Muller-Riemenschneider. F., T. Reinhold, A. Berghofer, S.N. Willich. Health-economic burden of obesity in Europe. *Eur J Epidemiol* (2008) 23: 499–509.
25. McMillan, T. (2005). Urban form and a child's trip to school: The current literature and a framework for future research. *J Planning Lit*. 19, pp. 440-456.
26. Train, E. K. (2009). *Discrete choice methods with simulation*, 2nd Edition, Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
27. Coldren, G. M. and F. S. Koppelman (2005). Modeling the competition among air travel itinerary shares : GEV model development. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(4), pp. 345–365.



28. McFadden, D. (1978). Modelling the choice of residential location (pp. 75-96). Institute of Transportation Studies, University of California.
29. Hensher, D. (1986). Sequential and Full Information Maximum Likelihood Estimation of a Nested Logit Model. *Review of Economics and Statistics*, 68(4), pp. 657–667.
30. Donovan, S., Petrenas, B., & Badland, H. (2009). Valuing the health benefits of active transport modes. NZ Transport Agency.
31. McDonald, N. C., & Aalborg, A. E. (2009). Why parents drive children to school: implications for safe routes to school programs. *Journal of the American Planning Association*, 75(3), 331-342.
32. Staunton, C. E., D. Hubsmith, and W. Kallins (2003). Promoting safe walking and biking to school: The Marin County success story. *American Journal of Public Health*. 93(9), pp. 1431-1434.
33. McDonald, N. C. (2007). Travel and the social environment: Evidence from Alameda County, California. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12(1), 53-63.
34. Ewing, R., Schroeder, W. and Greene, W. (2004) School Location and Student Travel: Analysis of Factors Affecting Mode Choice. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1895, 55-63.
35. Kerr, J., Rosenberg, D., Sallis, J.F., Saelens, B.E., Frank, L.D. and Conway, T.L. (2006) Active Commuting to School: Associations with Environment and Parental Concerns. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38, 787-793.
36. McDonald, N. (2007) Children's Mode Choice for the School Trip: The Role of Distance and School Location in Walking to School. *Transportation*, 35, 23-35.
37. Coleman, J.: Proposition 55's narrow win opens flow of money to schools. *Associated Press State & Local Wire* (2004, March 4).
38. Gurwitt, R.: Edge-location: what compels communities to build schools in the middle of nowhere? (2004), *Governing Magazine*, March 2004.



Health Cost Effectiveness of Transportation Modes in School Trips

Alireza Ermagun¹ and Amir Samimi²

1. Research Assistant, Institute for Transportation Studies and Research, Sharif University of Technology
2. Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Sharif University of Technology

ABSTRACT

Overweight and obesity prevalence among children and adolescents has been dramatically increasing across the globe in recent decades. Walking is the most prevailing mode of physical activity, and is prescribed to students who travel to school to be the best chance to constitute their daily recommended physical activity. Therefore, employing active transportation modes such as walking and biking in school trips can lead a decrease in obesity prevalence and the costs associated with obesity in society. This study was an effort to understand both the motives behind active transportation modes along with the annual value of health benefits of promoting walking in school trips. The findings of this study demonstrate that if the safety concerns of parents associated with their children walking to school are alleviated, the direct and indirect annual costs of obesity per capita falls by 882 dollars. Likewise, findings showed that the potential enactment of such alleviation policies among different strata of society yield different outcomes. Among other findings in this study is that a one percent decrease in the distance from home to school can decrease the annual per capita health costs associated with obesity by about \$30.5. Studies such as these can provide policy makers with nuanced information so that they may engage in cost benefit analysis regarding policies for promoting active transportation modes.

Key Words: *cost of health; transportation economics; walking; policy implementation*

