

ارزیابی جاپای بوم شناختی وسایل حمل و نقل شهری؛ رویکردی نوین به منظور برنامه ریزی حمل و نقل پایدار، نمونه موردی: شهر ارومیه

*کیومرث حبیبی^۱، آرمان رحیمی کاکه جوپ^۲ و محمد حامد عبدی^۳

^۱استادیار گروه شهرسازی دانشگاه کردستان، سنندج، ^۲دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری دانشگاه کردستان، سنندج،

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۱۳

چکیده

با گسترش مفهوم توسعه پایدار در سطح بین المللی، دانشمندان مدل‌های کمی و کیفی متعددی برای اندازه گیری توسعه پایدار جوامع و شهرها ارائه نموده‌اند. یکی از این شاخص‌ها که توجه بیشتری را در سطوح آکادمیک، سیاسی و آموزشی به خود جلب کرده، ارزیابی جاپای بوم شناختی (EFA) است. رشد روز افزون جمعیت شهر ارومیه و در پی آن ازدیاد تعداد وسایل نقلیه درون شهری، مشکل حمل و نقل و ترافیک را به یکی از اصلی‌ترین مشکلات این شهر تبدیل کرده است. هر چند در سال‌های اخیر در قالب طرح‌های توسعه شهری و نیز طرح جامع ترافیک تدابیری به منظور کاهش اثرات این مشکل صورت گرفته، اما تاکنون نتوانسته است موفقیت چندانی در این امر ایجاد کند. بنابراین در این پژوهش سعی شده است تا با روشی توصیفی-تحلیلی و با بهره‌گیری از مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی، و نیز با استفاده از مدل جاپای بوم شناختی میزان پایداری هر کدام از شیوه‌های حمل و نقل شهری در شهر ارومیه مورد سنجش و ارزیابی قرار گیرد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که بیشترین میزان جاپای بوم شناختی در شهر ارومیه مربوط به مینی‌بوس (۰,۰۰۰۵۵ هکتار) و کمترین مقدار نیز مربوط به موتورسیکلت (۰,۰۰۰۱۶ هکتار) می‌باشد. مقایسه میزان جاپای وسایل حمل و نقل شهری با مقادیر استاندارد نیز حاکی از آن است که به جز اتوبوس، سایر شیوه‌های حمل و نقلی شهر ارومیه از میزان جاپای بیشتری نسبت به استانداردهای جهانی برخوردارند.

واژه‌های کلیدی: جاپای بوم شناختی، شیوه‌های حمل و نقل شهری، پایداری شهری، شهر ارومیه

بیان مسئله

در دهه‌های اخیر شاخص‌ها و مفاهیم گوناگونی برای اندازه‌گیری و ارزیابی پایداری در سطوح شهری ارائه شده است. یکی از این شاخص‌ها که توجه بیشتری را در سطوح آکادمیک و سیاسی به خود جلب کرده، ارزیابی جاپای بوم شناختی (EFA) است. جاپای بوم شناختی شاخصی است که با ارزیابی و محاسبه‌ی انرژی و مواد مستعمل در یک شهر، منطقه و یا کشور، فشاری را که جمعیت و فرایندهای صنعتی بر اکوسیستم وارد می‌کنند برآورد می‌کند (Rees, 1992:34; Wackernagel and Rees, 1996:25). این شاخص نشان داده است که مصرف انرژی و بهره برداری از منابع را می‌توان به طور مستقیم با زمین‌های اختصاص داده شده به هر کدام از کاربری‌ها در شهر، منطقه و یا کشور مرتبط کرده و مورد ارزیابی قرار داد (Gottlib et al, 2012:13). تمرکز خدمات و امکانات در شهر ارومیه باعث شده تا این شهر به عنوان مرکز استان آذربایجان غربی و همچنین یکی از شهرهای مهم به بخش‌هایی از منطقه شمال غرب کشور سرویس‌دهی کند. این امر به رشد روز افزون جمعیت در شهر ارومیه منجر شده و مشکل حمل و نقل و ترافیک را به یکی از اصلی‌ترین مشکلات این شهر تبدیل کرده است. هرچند در سال‌های اخیر در قالب طرح‌های شهری و همچنین طرح جامع ترافیک تدابیری به منظور کاهش این مشکل با تکیه بر استفاده از وسایل حمل و نقل عمومی صورت گرفته است اما افزایش میزان تخلفات رانندگی، افزایش تصادفات، تعدد مسافرت‌های درون شهری و... حاکی از آن هستند که مشکل حمل و نقلی ارومیه همچنان باقی مانده و رو به افزایش است. شایان ذکر است که این مشکلات، انواع پیامدهای زیست‌محیطی را ایجاد کرده است. از جمله: افزایش مصرف سوخت، هدر رفتن سرمایه‌های طبیعی، بروز آلودگی‌های مختلف به ویژه آلودگی شدید هوا، کاهش کیفیت محیط زیست شهری و در نهایت تهدید سلامتی و آسایش شهروندان. بدیهی است که با افزایش و رشد جمعیت در سال‌های آینده، فراوانی و بزرگی این مشکلات نیز افزایش خواهد یافت. قابل توجه است که در طرح‌ها و برنامه‌های مربوط به شهر و ترافیک به صورت خاص توجه چندانی به سهم هر کدام از شیوه‌های حمل و نقل (عمومی و شخصی و نیمه عمومی) و وسایل حمل و نقلی (اتوبوس، تاکسی، شخصی، ون و...) صورت نگرفته و غالباً میزان پایداری آنها مد نظر قرار نگرفته است. بنابراین هدف اصلی این پژوهش مشخص کردن سطح پایداری شیوه‌های مختلف حمل و نقل شهری با استفاده از مدل جاپای بوم شناختی به منظور سنجش سطح پایداری در شهر ارومیه است.

مروری بر مبانی و پیشینه پژوهش

جاپای بوم شناختی روش و رویکردی است که میزان مداخله انسان در طبیعت را نشان می‌دهد. این روش به ارزیابی میزان تأثیر انسان بر محیط می‌پردازد و نشان می‌دهد که میزان بار و فشار وارد بر طبیعت

چقدر است. این رهیافت از دو دهه پیش توسط ویلیام ریس زیست شناس و برنامه ریز منطقه‌ای دانشگاه بریتیش کلمبیا ابداع شده است که در آن میزان نیاز سالیانه یک کشور، شهر و یا یک خانواده به مقدار زمین و دریای مولد (از نظر بوم شناختی) که با فن‌آوری‌های موجود، تمامی نیازهای آنها را به‌طور همیشگی تأمین کند، محاسبه می‌شود (Kissinger et al., 2007). در واقع این روش، منطقه پشتیبان پایداری هر سکونتگاه انسانی با آن را برآورد می‌کند (Wada, 1994). این برآورد نشان می‌دهد که به چه مقدار از سطح زمین و دریاهای دارای قدرت تولید طبیعی برای پاسخ به نیازهای حیاتی و تأمین سبک زندگی آنها نیاز است. روش جایای بوم شناختی نه تنها فشارهای انسان بر روی کره زمین را برآورد می‌کند، بلکه مقایسه میزان تقاضا از طبیعت و ظرفیت کره زمین در عرضه منابع و جذب مواد زاید را نیز امکان پذیر می‌سازد. بنابر یک اصل بدیهی، حیات ما به طبیعت وابسته است و باید در حد ظرفیت حامل آن عمل کرد تا پایدار بماند. در روش جایای بوم شناختی، برای همه فعالیت‌ها و ساخته‌های انسانی، معادلی در محیط طبیعی مولد در نظر گرفته می‌شود که بتواند به نحوی پایدار منابع مورد نیاز را تأمین کرده، ضایعات و آلاینده‌های آنها را جذب کند و نیز نظام‌های حامی حیات را حفظ نماید. روش تحلیلی جایای بوم شناختی، با حفظ سرمایه طبیعی و برداشت از آن در حد توان باز تولید طبیعی و با آهنگی قابل جبران، ضرورت‌های برنامه‌ریزی برای پایداری سکونت گاهها را نشان می‌دهد و باور دارد که برای سنجش پایداری بوم شناختی، استفاده از ابزارهای مالی و ارزش‌گذاری پولی منابع طبیعی و کیفیت محیط زیست جوابگو نخواهد بود (Kitzes et al., 2007). جایای بوم شناختی، پیش درآمد و یکی از ابزارهای مهم و کارآمد در برنامه‌ریزی است که به تحقق پایداری کمک می‌کند. این مفهوم، در عین سادگی، دارای جامعیت رویارویی با محیط است. این روش، نه تنها در آگاه‌سازی و تصمیم‌گیری تأثیر بسزایی دارد، بلکه در نهایت پایداری فعالیت‌های جاری انسان را نیز ارزیابی می‌کند. تحلیل جایای بوم شناختی علی‌رغم کاربردهای گسترده آن همانند بسیاری روش‌های و مدل‌ها تحلیلی دیگر دارای مزیت‌ها و معایبی است که در جدول زیر به اختصار به این موارد اشاره شده است (Holden, 2004; Hadley et al., 2004):

جدول ۱- مزایا و معایب تحلیل جاپای بوم شناختی

مزایا	معایب
<ul style="list-style-type: none"> • EF شاخصی جمعی ارائه می‌دهد که هم از نظر علمی قدرتمند بوده و هم شناخت و درک آن توسط افراد غیر متخصص آسان است. • از این روش می‌توان برای سطوح مختلف مصرف (از یک فرد تا سطح یک کشور و حتی جمعیت جهان) استفاد نمود. • EF امکان ترکیب گروه‌های مختلف مصرف و نیز اثرات محیطی آن را در یک تحلیل واحد میسر می‌سازد. • از آنجایی که این روش یک مقدار واحد ارائه می‌نماید؛ بنابراین قابلیت مقایسه‌های کلی و جزئی را دارد. • در این روش عدالت اجتماعی نیز مد نظر قرار می‌گیرد. • تحلیل جاپای بوم شناختی هم روش آموزشی بوده و هم انگیزه بخش می‌باشد. 	<ul style="list-style-type: none"> • روش جاپای بوم شناختی تنها شامل مصرف و ضایعاتی است که مستلزم نواحی زمین است. • مشکل‌آفرین‌ترین بعد و جنبه، ایده‌ی جمع‌بندی گروه‌های مختلف زمین در یک عدد واحد است. • این شاخص بیشتر روی مسائل کمی تأکید دارد و کمتر مسائل کیفی را در نظر می‌گیرد. • شاخص EF تغییر فناوری را نادیده می‌گیرد. • این شاخص در سطح منطقه‌ای بیشتر مبتنی بر احتمالاتی است که اتفاق می‌افتد که قسمتی از آن ناشی از کمبود اطلاعات در سطح محلی و منطقه‌ای است.

(مأخذ: نگارندگان)

این روش در مقیاس‌های مختلفی می‌تواند محاسبه و ارزیابی شود: تمام کره‌ی زمین (Wackergenal et al., 2002:29; GFN, 2011)، در سطح یک کشور (kitzes et al., 2007:3; Barrett et al., 1999:31; Moran et al., 2008:6)، در سطح شهر و یا یک منطقه (Wackergenal et al., 2002:2; Collins et al., 2006:56)، و همچنین برای یک صنعت یا فرایند تولیدی خاص (et al., 2002:2; Kissinger et al., 2007:76; Kissinger and Gottlib, 2010:89). در سال‌های اخیر این شاخص در مقیاس‌های کوچکتری نیز محاسبه و ارزیابی قرار شده که از جمله آنها می‌توان به ارزیابی جاپای بوم شناختی مربوط به دانشگاه‌ها و نهادهای آموزشی بزرگ مقیاس (Bell et Venetoulis, 2001:5:12; al., 2008 Flint, 2001:34; Gottlib et al., 2012:1) اشاره نمود. به طور کلی موضوع حمل و نقل در مطالعات ذکر شده و بسیاری از مطالعات مشابه به شکل کلی و به عنوان یکی از عوامل محاسبه EF مورد توجه قرار گرفته است. از این رو در سال‌های اخیر مطالعاتی هرچند اندک در زمینه ارزیابی و سنجش اثرات استفاده از شیوه‌های حمل و نقل بر محیط زیست شهری با استفاده از مدل جاپای بوم شناختی صورت گرفته است که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود. چی و استون در پژوهش خود میزان جاپای بوم شناختی ناشی از ساخت بزرگراه‌ها و مسیرهای شهری را مورد سنجش و ارزیابی قرار داده و سعی کرده‌اند تا با استفاده از این امر تأثیرات ساخت مسیرهای جدید را در شهرستان هوگتاون در ایالت میشیگان آمریکا مشخص نمایند. نکته جالب

توجه در این تحقیق تعیین همبستگی بین حجم تردد وسایل نقلیه در هر کدام از مسیرهای شهری با افزایش میزان جابای بوم شناختی در این مسیرهاست. چی و استون بر این عقیده‌اند که پژوهش آنها مشخص کرده است که با افزایش تعداد خودروهای دیزلی در هر کدام از مسیرها میزان جابای مربوط به آن مسیر افزایش خواهد یافت. زیرا وسایل نقلیه دیزلی علاوه بر آنکه آلودگی زیادی که بر محیط تحمیل می‌کنند، باعث تخریب مسیرهای شهری نیز می‌شوند (Chi and Stone, 2005:4). آموکدزی و همکارانش در پژوهش خود با استفاده از مدل جابای بوم شناختی به بررسی میزان پایداری شیوه‌های حمل و نقل بین شهری در شهرهای آتلانتا و شیکاگو پرداخته‌اند. آنان در این پژوهش با استفاده از رویکردی جدید ابتدا میزان جابای بوم شناختی وارد بر هر کدام از مسیرهای بین دو شهر آتلانتا و شیکاگو را محاسبه نموده و سپس با سنجش میزان جابای مربوط به هر کدام از وسایل حمل و نقل بین شهری (تاکسی، اتوبوس، قطار و...) رابطه بین این دو (مسیرها و وسایل نقلیه) را بررسی نموده و با استفاده از رابطه موجود بین آنها، تناسبی بهینه در شیوه‌های حمل و نقلی برای سال ۲۰۲۰ برآورد نموده‌اند (Amekudzi et al., 2009:10). هر چند در ایران تاکنون مطالعات متعددی در زمینه میزان آلودگی‌های شهری، به‌ویژه آلودگی ناشی از کل سیستم حمل و نقل در شهرهای مختلف و به‌ویژه شهر تهران انجام شده، اما مجموع آثار محیط زیستی ناشی از هر یک از انواع شیوه‌های حمل و نقل شهری و روش‌های کاهش آنها به صورت کمی مشخص نشده است. در واقع در میان پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه آلودگی‌های ناشی از حمل و نقل تنها می‌توان به یک پژوهش که فریادی و صمدپور انجام داده‌اند، اشاره نمود که توانسته‌اند آلودگی‌های ناشی از حمل و نقل و شیوه‌های کاهش آن را با استفاده از روش جابای بوم شناختی به صورت کمی ارائه دهند. آنها به تعیین تناسب بهینه استفاده از شیوه‌های حمل و نقل با هدف کاهش جابای بوم شناختی در شهر تهران پرداخته‌اند. در این پژوهش ابتدا میزان جابای مربوط به هر کدام از شیوه‌های حمل و نقلی در شهر تهران محاسبه شده و با توجه به پیش بینی‌های مربوط به طرح جامع ترافیک شهر تهران در زمینه افزایش جمعیت و تعداد خودرو و وسایل نقلیه در این شهر، تناسب بهینه در زمینه به کارگیری شیوه‌های حمل و نقل شهری به منظور کاهش جابای بوم شناختی در سال ۱۴۰۵ مشخص شده است (فریادی و صمدپور، ۱۳۸۸: ۱۰).

روش تحقیق

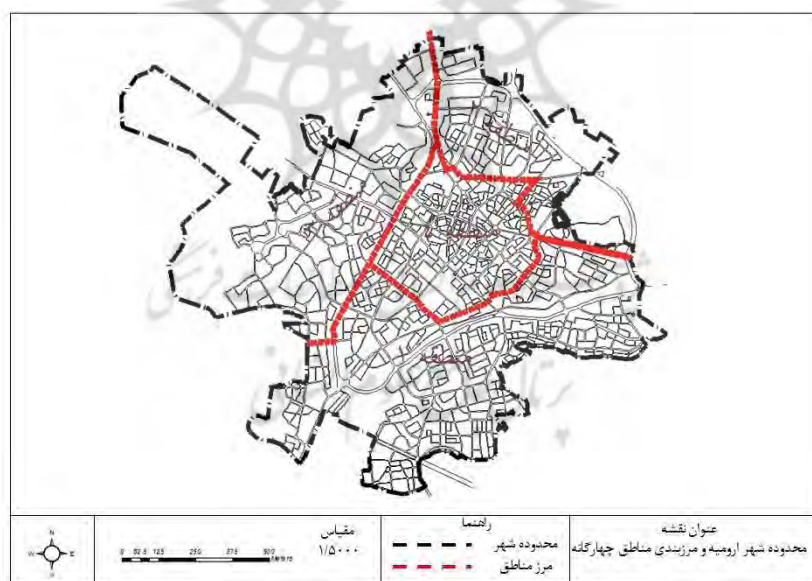
روش مورد استفاده در این تحقیق روشی توصیفی-تحلیلی با تکیه بر مطالعات میدانی و اسنادی می‌باشد. بنابراین ابتدا با بهره‌گیری از مبانی و پیشینه مطالعه، پارامترها و روش مناسب برای ارزیابی جابای بوم‌شناختی استخراج شده و در نهایت نیز با استفاده از داده‌ها و آمارهای موجود در طرح جامع ترافیک و طرح‌های جامع و تفصیلی شهر ارومیه^۱ محاسبات لازم صورت گرفته و در نهایت با محاسبه‌ی

۱- داده‌ها و اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق مربوط به سال ۱۳۸۹ می‌باشد

جاپای بوم شناختی هر کدام از شیوه‌های حمل و نقل در شهر ارومیه میزان پایداری آنها مشخص شده است. با توجه به مطالعات صورت گرفته در این زمینه ابتدا میزان مصرف بنزین و گازوئیل روزانه برای هر کدام از شیوه‌های حمل و نقلی با استفاده از مطالعات مربوط به طرح جامع حمل و نقل استخراج شده و سپس با استفاده از روش‌ها و متدهای مربوط به جاپای بوم شناختی که توسط گوتلیب و کیسنگر (۲۰۱۲) و نیز گوزمن و همکاران (۲۰۱۳) ارائه شده است، میزان مصرف سوخت شیوه‌های مختلف حمل و نقل به هکتار زمین مورد نیاز برای جبران آلودگی‌های ناشی از آنها تبدیل شده است. در نهایت نیز به منظور مشخص کردن میزان پایداری هر کدام از شیوه‌های حمل و نقل، میزان جاپای هر شیوه حمل و نقل با میزان استاندارد جهانی آن که توسط سازمان جهانی محیط زیست و سازمان جهانی جای پا (GFN)^۱ ارائه شده، مقایسه شده است.

محدوده مطالعاتی و آمارهای پایه‌ای

محدوده مورد مطالعه در این تحقیق، مناطق چهارگانه شهرداری ارومیه می‌باشد (شکل ۲). در سال ۱۳۸۹ جمعیت شهر ارومیه ۶۲۵۳۰۰ نفر و مساحت آن نیز ۸۵۷۷٫۳ هکتار بوده است که این امر تراکم جمعیتی ۷۳ نفر در هکتار را نشان می‌دهد (مطالعات طرح جامع ترافیک، ۱۳۸۷).



شکل ۲: موقعیت محدوده مورد مطالعه (منبع: شهرداری ارومیه، ۱۳۸۹)

حمل و نقل و جابه‌جایی در شهر ارومیه با استفاده از وسایل مختلف حمل و نقل درون شهری مانند اتوبوس، مینی‌بوس، تاکسی، خودروهای شخصی و ون صورت می‌گیرد. سهم هر یک از وسایل نقلیه عمومی در کل سیستم حمل و نقل در جدول ۱ ارائه شده است. براساس این جدول از کل سفرهای روزانه سیستم حمل و نقل شهر ارومیه، ۲۷/۸ درصد مربوط به وسایل نقلیه نیمه عمومی از قبیل تاکسی‌ها، آژانس‌ها، ون، ۲۹/۵ درصد مربوط به وسایل نقلیه عمومی از قبیل اتوبوس شهری و مینی‌بوس و در نهایت ۴۱/۸ درصد نیز مربوط به وسایل نقلیه شخصی از قبیل سواری‌ها، وانت مسافری، موتورسیکلت و... می‌باشد.

جدول ۲- توزیع سفرهای روزانه سیستم حمل و نقل در سال ۱۳۸۷

سیستم حمل و نقل شهری		
شخصی (۴۱,۸)	عمومی (۲۹,۵)	نیمه عمومی (۲۸,۷)
وانت و وانت مسافری (۳۷,۷٪) موتورسیکلت و دوچرخه (۴,۱٪)	اتوبوس واحد (۲۰٪) مینی بوس (۹,۵٪)	انواع تاکسی و مسافربر شخصی و آژانس‌ها (۱۸,۹) سرویس از هر قبیل (۸,۶٪) ون (۱,۲٪)

ماخذ: مطالعات طرح جامع ترافیک شهر ارومیه، ۱۳۸۷

توزیع سفرهای روزانه و عملکرد و سهم هر یک از وسایل نقلیه در جایابی مسافر در شهر ارومیه در جدول ۲ نشان داده شده است. براساس این جدول خودروی شخصی، تاکسی و آژانس، مینی بوس، اتوبوس و موتورسیکلت به ترتیب بیشترین سهم را در جابه‌جایی روزانه مسافران درون شهری در سال ۱۳۸۹ در شهر ارومیه دارا می‌باشند.

جدول ۳- توزیع سفرهای روزانه و عملکرد جابه‌جایی وسایل نقلیه در سال ۱۳۸۷ در ارومیه

سیستم	وسیله	سفر ساکنان		سفر غیر ساکنان		جمع سفرهای روزانه		ضریب جابه‌جایی	جابه‌جایی روزانه	
		تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد		تعداد	درصد
شخصی	موتورسیکلت	۴۳۵۰	۱,۴۳	۱۲۰۰	۱,۱۸	۵۵۵۰	۱,۳۷	۱	۵۵۵۰	۲,۳
	سواری و وانت مسافری	۲۲۶۰۰۰	۷۴	۷۸۳۴۸	۷۷	۳۰۲۳۴۸	۷۴,۷۵	۱	۳۰۲۳۴۸	۶۷
عمومی	اتوبوس واحد	۴۹۸۰	۱,۶۵	۱۸۵۹	۱,۸۳	۶۸۳۹	۱,۶۹	۱,۵	۱۰۲۵۹	۱,۲
	مینی بوس	۳۲۷۸	۱,۰۷	۷۴۸۰	۷,۳۵	۱۰۷۵۸	۲,۶۶	۱,۸	۱۹۳۶۴	۴,۴
	ون	۲۳۵۵	۰,۸۵	۱۳۴۵	۱,۳۲	۳۷۰۰	۰,۹۱	۱,۸	۶۶۶۰	۱,۲
نیمه عمومی	تاکسی، آژانس و مسافربرها	۵۰۳۴۵	۱۶,۵۵	۶۸۹۰	۶,۷۷	۵۷۲۳۵	۱۴,۱۵	۱,۶	۹۱۵۷۶	۲۰,۵
	سرویس	۷۸۰۹	۲,۶۵	۱۸۷۶	۱,۸۴	۹۶۵۸	۲,۳۹	۱	۹۶۵۸	۲
	سایر	۵۶۰۰	۱,۸	۲۷۶۵	۲,۷۱	۸۳۶۵	۲,۰۸	۱	۸۳۶۵	۱,۴
	جمع	۳۰۴۷۱۷	۱۰۰	۱۰۱۷۶۳	۱۰۰	۴۰۴۴۵۳	۱۰۰	-	۴۵۳۷۸۰	۱۰۰

تجزیه و تحلیل داده‌ها

نحوه محاسبه جاپای بوم شناختی: هدف این تحقیق تعیین آثار زیست محیطی انواع شیوه‌های حمل و نقل در شهر ارومیه و تعیین سطح پایداری در هر کدام از این شیوه‌ها است. به منظور ارزیابی و سنجش میزان اثرات زیست محیطی هر کدام از شیوه‌های حمل و نقلی از روش جدید جاپای بوم شناختی استفاده شده است. مقدار جاپا به عنوان شاخص، بیان کننده کیفیت محیط زیست می باشد. بالا بودن رقم جاپا به معنی بالا بودن آسیب و تخریب‌های زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های انسانی و کم بودن آن دلالت بر کم بودن آسیب‌های وارد بر محیط زیست است. محاسبات جاپا شامل مراحل اصلی زیر است:

- ۱- تخمین سرانه مصرف سالانه مواد اصلی براساس مجموع داده‌های منطقه مورد بررسی و تقسیم کل به میزان جمعیت.
 - ۲- تخمین زمین اختصاص داده شده به هر نفر برای تولید هر مورد مصرفی از طریق تقسیم متوسط مصرف سالانه هر مورد بر متوسط سالانه تولید یا بازده زمین.
 - ۳- محاسبه متوسط کل جاپای بوم شناختی هر نفر از طریق مجموع تمام مناطق اکوسیستم که به هر نفر اختصاص یافته است.
 - ۴- به دست آوردن جاپای بوم شناختی برای جمعیت هر منطقه مورد برنامه‌ریزی (N)، که با حاصل ضرب متوسط جاپای بوم شناختی هر نفر در اندازه جمعیت ($N \times EF = Fp$) به دست می‌آید.
- بنابراین بر مبنای این روش و با توجه به مصرف روزانه سوخت، تعداد سفرهای روزانه افراد و تعداد افراد جابجا شده روزانه در هر کدام از انواع وسایل نقلیه درون شهری ارومیه، میزان زمین تأمین کننده سرانه مصرف روزانه در هر وسیله بر حسب هکتار محاسبه شده است. به طور کلی موارد ذکر شده در بالا در میان تمامی مطالعات مربوط به محاسبه جاپای بوم شناختی عمومی می باشد؛ در نتیجه به منظور تدقیق این روش‌ها در سطح شیوه‌های حمل و نقل شهری از روش‌ها و متدهای مربوط به محاسبه جاپای بوم شناختی مدارس و نهادهای شهری و نیز شیوه‌های حمل و نقل شهری که توسط ونوتلیوس، گوتلیب، گوزمن، ریس و ... ارائه شده، استفاده شده است.

محاسبه جاپای بوم شناختی برای هر شیوه حمل و نقلی

میزان مصرف سوخت برای هر کدام از وسایل حمل و نقل شهر ارومیه در جدول ۳ ارائه شده است. از این مقادیر برای محاسبه میزان جاپای بوم شناختی برای هر یک از وسایل استفاده شده است.

جدول ۴- مصرف سوخت به ازای جابه‌جایی مسافر با انواع وسایل نقلیه

همگانی			شخصی		شرح	
اتوبوس واحد	اتوبوس سرویس	مینی بوس	تاکسی و مسافرکش بنزین سوز	موتورسیکلت		سواری
۰,۰۱۱	۰,۰۲۴	۰,۰۲۵	۰,۰۸۳	۰,۰۴۶	۰,۰۹۷	مصرف سوخت به ازای یک مسافر-کیلومتر (لیتر)

ماخذ: مطالعات طرح جامع ترافیک شهر ارومیه، ۱۳۸۷

برای هر یک از وسایل نقلیه در شهر ارومیه براساس اطلاعات به دست آمده از بخش ترافیک شرکت بهینه سازی مصرف سوخت در سال ۱۳۸۹، مقدار پیمایش سفر، ۱۰ کیلومتر است. بنابراین با توجه به جدول ۳، مقدار سرانه مصرف سوخت و هکتار زمین تأمین کننده آن در هر بخش به صورت زیر محاسبه می‌شود.

محاسبه‌ی جایای اتوبوس: بر اساس اطلاعات موجود در جدول ۲ در سال ۱۳۸۹ روزانه ۱۰۲۵۹ نفر مسافر توسط خطوط اتوبوس شهری جابه‌جا شده است. با توجه به اینکه در همان جدول مشخص شده است که تعداد سفرهای روزانه در سال ۱۳۸۹ برابر ۶۸۳۹ سفر است و چون معمولاً طی یک سفر چند جابجایی صورت می‌گیرد، پس: $۰,۶۷ = ۱۰۲۵۹ \div ۶۸۳۹$ سهم یک مسافر از سفرهای انجام شده است. همچنین با توجه به این امر که مقدار پیمایش سفر در شهر ارومیه برای اتوبوس ۱۰ کیلومتر می‌باشد در نتیجه:

تعداد سفرهای روزانه \times پیمایش سفر در ارومیه برای اتوبوس $۶,۷ = ۱۰ \times ۰,۶۷$ کیلومتر با اتوبوس در روز برای یک مسافر و با توجه به اینکه میزان مصرف سوخت به ازای یک مسافر در کیلومتر برای اتوبوس ۰,۰۱۱ لیتر است، در نتیجه:

$$۰,۰۱۱ \times ۶,۷ = ۰,۰۷$$

در واقع ۰/۰۷ لیتر سرانه مصرف روزانه گازوئیل برای یک مسافر است. از آنجایی که سوخت گازوئیل در هر لیتر تقریباً برابر با ۳۶۶۴۲، واحد گرمای بریتانیا (BTU) تولید می‌کند که در نهایت ۱۹,۹۵ تن کربن در هر میلیارد BTU آزاد می‌شود (Gottelilb et al., 2012:5). در نتیجه:

$$۲۵۵۲/۰۸ \text{ lit} = ۰/۳۶۶۴۲ \text{ BTU} \times ۰/۰۷ \text{ lit}$$

$$tc \text{ (tons carbon)} \times ۰,۰۰۰۰۴ \text{ BTU} = \text{billion/ tons Carbon } ۱۹,۹۵ \text{ billion BTU} \times ۰,۰۰۰۰۰۲$$

اکنون با توجه به اینکه هر هکتار زمین توانایی جذب ۱,۸ تن کربن را دارد:

$$\text{Hec} \times ۰,۰۰۰۰۲۲ = tc \times ۱,۸ \text{ Hec} / ۱ \text{ tc} \times ۰,۰۰۰۰۴$$

در نهایت می‌توان گفت که میزان زمین مورد نیاز برای تأمین سرانه مصرف روزانه گازوئیل برای استفاده از اتوبوس در شهر ارومیه برابر با $0,000022$ هکتار می‌باشد.

محاسبه جاپای مینی بوس: در سال ۱۳۸۹ روزانه تعداد ۹۳۶۴ نفر مسافر توسط مینی بوس جابجا شده است و همچنین تعداد سفرهای روزانه در سال ۱۳۸۹ نیز برابر با ۱۰۷۵۸ سفر است، پس:

$$10758 \div 9364 = 0,56$$

بنابراین سهم هر مسافر از سفرهای انجام شده برابر با ۰,۵۶ می‌باشد. با توجه به اینکه مقدار پیمایش سفر در شهر ارومیه برای مینی بوس ۱۰ کیلومتر است، در نتیجه:

تعداد سفرهای روزانه \times پیمایش سفر در ارومیه برای مینی بوس $0,56 \times 10 = 5,6$ کیلومتر با مینی بوس در روز برای یک مسافر و با توجه به اینکه میزان مصرف سوخت به ازای یک مسافر در کیلومتر برای مینی بوس ۰,۲۵ لیتر است، در نتیجه:

$$0,14 = 0,25 \times 0,56$$

لیتر مصرف روزانه گازوئیل به ازای یک مسافر. بنابراین:

$$BTU_{5118/0.3 lit} = 0/36642 BTU_{0/14 lit} \times$$

$$tc \ 0,00099 \text{ billion BTU} = / tc \ 19,95 \text{ billion BTU} \times 0,00005$$

با توجه به اینکه هر هکتار زمین توانایی جذب ۱,۸ تن کربن را دارد:

$$hec \ 0,00055 \ tc = 1,8 \ hec / \ tc \ \times 0,00099$$

بنابراین میزان زمین تأمین کننده سرانه مصرف گازوئیل در صورت استفاده از مینی بوس در شهر ارومیه برابر با $0,00055$ هکتار می‌باشد.

محاسبه جاپای انواع تاکسی: تعداد ۲۰۶۷۰ در سال ۱۳۸۹ خودرو شامل ۳۷۸۰ تاکسی موقت، ۶۹۶۸ تاکسی دائم، ۲۸۵۶ تاکسی خصوصی، ۱۵۸۷ دستگاه ون و ۵۴۷۹ مسافر بر شخصی در شهر ارومیه در حرکت بوده‌اند (سازمان تاکسیرانی شهر ارومیه، ۱۳۸۹). طبق جدول ۲ در سال ۱۳۸۹ روزانه تعداد ۹۸۲۳۶ نفر مسافر با انواع تاکسی جابجا شده و تعداد سفرهای روزانه نیز در سال ۱۳۸۹ برابر با ۶۰۹۳۵ بوده است. چون معمولاً در طی یک سفر چندین جابجایی صورت می‌گیرد، بنابراین:

$$60935 \div 98236 = 0,62$$

بنابراین سهم یک مسافر از سفرهای انجام شده با انواع تاکسی در شهر ارومیه برابر با ۰,۶۲ می‌باشد. همچنین با توجه اینکه مقدار پیمایش سفر در شهر ارومیه برای انواع تاکسی ۱۰ کیلومتر است، در نتیجه:

تعداد سفرهای روزانه \times پیمایش سفر در ارومیه برای انواع تاکسی $۶,۲=۱۰ \times ۰,۶۲$ کیلومتر با تاکسی در روز برای یک مسافر و با توجه به اینکه میزان مصرف سوخت به ازای یک مسافر در کیلومتر برای تاکسی $۰,۰۸۳$ لیتر است، در نتیجه:

$۰,۵۱ = ۰,۰۸۳ \times ۶,۲$ لیتر مصرف روزانه بنزین به ازای یک مسافر. با توجه به اینکه بنزین بدون سرب تقریباً معادل با ۳۳۰۲۳ BTU در هر لیتر است که معادل با نرخ $۱۹,۳۵$ تن کربن آزاد شده در هر میلیارد BTU است (Gottelib et al., 2012:5).

$$BTU ۱۶۸۳/۷۵ \text{ lit} = BTU ۰/۳۳۰۲۳ \times ۰/۵۱ \text{ lit} \times$$

$$tc ۰,۰۰۰۱۹ \text{ billion BTU} = tc ۱۹,۳۵ \text{ billion BTU} \times ۰,۰۰۰۰۱$$

با توجه به اینکه هر هکتار زمین توانایی جذب $۱,۸$ تن کربن را دارد:

$$hec ۰,۰۰۰۱۱ \text{ tc} = ۱,۸ \text{ hec} / ۱ \text{ tc} \times ۰,۰۰۰۱۹$$

بنابراین میزان زمین تأمین کننده سرانه مصرف روزانه بنزین در شهر ارومیه برای انواع تاکسی‌ها و مسافرخش‌ها برابر با $۰,۰۰۰۱۱$ هکتار می‌باشد.

محاسبه جایای خودروی شخصی: با توجه به اطلاعات حاصل از جدول ۲، روزانه ۳۰۲۳۴۸ سفر و نیز ۳۰۲۳۴۸ جابجایی در شهر ارومیه در سال ۱۳۸۹ توسط خودروهای شخصی صورت گرفته است. در نتیجه سهم هر مسافر از سفرهای انجام شده برابر با یک است. از این رو: با توجه به آنکه مقدار پیمایش سفر در شهر ارومیه برای خودروهای شخصی برابر با ۱۰ کیلومتر است، در نتیجه:

تعداد سفرهای روزانه \times پیمایش سفر در ارومیه برای خودروهای شخصی $۱۰ \times ۱۰ = ۱۰$ کیلومتر با خودروهای شخصی در روز برای یک مسافر در شهر ارومیه طی می‌شود. با توجه به جدول ۳، میزان مصرف سوخت به ازای یک مسافر در یک کیلومتر برای خودروهای شخصی $۰,۰۹۷$ لیتر است، در نتیجه:

$۰,۹۷ = ۰,۰۹۷ \times ۱۰$ لیتر مصرف روزانه بنزین به ازای یک مسافر. چون بنزین بدون سرب تقریباً معادل با 33023 BTU در هر لیتر است که معادل با نرخ $۱۹,۳۵$ تن کربن آزاد شده در هر میلیارد BTU است (and Rees, 1996 Wackernagel):

$$BTU ۳۲۰۳۷/۵ \text{ lit} = ۰/۳۳۰۲۳ \text{ BTU} ۰/۹۷ \text{ lit} \times$$

$$tc ۰,۰۰۰۶۲ \text{ billion BTU} = tc ۱۹,۳۵ \text{ billion BTU} \times ۰,۰۰۰۰۳۲$$

با توجه به اینکه هر هکتار زمین توانایی جذب $۱,۸$ تن کربن را دارد:

$$hec ۰,۰۰۰۳۴ = tc ۱,۸ / hec ۱ \text{ tc} \times ۰,۰۰۰۶۲$$

بنابراین میزان زمین مورد نیاز برای تأمین سرانه‌ی مصرف روزانه بنزین در صورت استفاده از خودرو شخصی در شهر ارومیه برابر با ۰,۰۰۰۳۴ هکتار می‌باشد.

محاسبه جاپای موتور سیکلت: براساس جدول ۲ در سال ۱۳۸۹ روزانه ۵۵۵۰ سفر و ۵۵۵۰ جابجایی در شهر ارومیه به وسیله موتورسیکلت صورت گرفته است. در نتیجه سهم هر مسافر از سفرهای انجام شده برابر با یک است. با توجه به آنکه مقدار پیمایش سفر در شهر ارومیه برای خودروهای شخصی برابر با ۱۰ کیلومتر است، در نتیجه:

تعداد سفرهای روزانه \times پیمایش سفر در ارومیه برای موتور سیکلت $10 \times 1 = 10$ کیلومتر با موتور سیکلت در روز برای یک مسافر در شهر ارومیه طی می‌شود. در جدول ۳، میزان مصرف سوخت به ازای یک مسافر در یک کیلومتر برای موتورسیکلت ۰,۰۴۶ لیتر است، در نتیجه:

$10 \times 0,046 = 0,46$ لیتر مصرف روزانه بنزین به ازای یک مسافر. با توجه به آنکه بنزین بدون سرب تقریباً معادل با 33023 BTU در هر لیتر است که معادل با نرخ ۱۹,۳۵ تن کربن آزاد شده در هر میلیارد BTU است (Gottelib et al., 2012).

$$BTU 15187,5 = g/33023 BTU \cdot 0,46 \text{ lit} \times$$

$$tc 0,00029 \text{ billion BTU} = / tc 19,35 \text{ billion BTU} \times 0,00015$$

با توجه به اینکه هر هکتار زمین توانایی جذب ۱,۸ تن کربن را دارد:

$$0,00029 \text{ tc} \times 1 \text{ hec} / 1,8 \text{ tc} = 0,00016 \text{ hec}$$

بنابراین میزان زمین مورد نیاز برای تأمین سرانه مصرف روزانه بنزین در صورت استفاده از موتورسیکلت در شهر ارومیه برابر با ۰,۰۰۰۱۶ هکتار می‌باشد.

مجموع نتایج محاسبات میزان زمین مورد نیاز برای تأمین مصرف روزانه سوخت به ازای هر مسافر در ارتباط با هر یک از وسایل نقلیه درون شهری در شهر ارومیه در جدول ۴ ارائه شده است. شایان ذکر است که در این جدول مقادیر استاندارد مربوط به جاپای بوم‌شناختی برای هر کدام از وسایل حمل و نقل شهری نیز به منظور مقایسه و ارزیابی این مقادیر با مقادیر موجود در شهر ارومیه ارائه شده است. استانداردها و مقادیر استاندارد مربوط به جاپای بوم‌شناختی در مورد هر کدام از وسایل حمل و نقل شهری مربوط به سازمان جهانی جاپای بوم‌شناختی (Global Footprint Network – GFN, 2011) می‌باشد.

جدول ۵- مقایسه جایای بوم شناختی وسایل حمل و نقل شهر ارومیه با استانداردهای جهانی

وسایل نقلیه	سرانه جایای بوم شناختی برای هر وسیله در شهر ارومیه(هکتار)	سرانه استاندارد برای هر کدام از وسایل نقلیه درون شهری (GFN,2011) (هکتار)	اختلاف سرانه جایای شهر ارومیه در هر وسیله با استانداردهای جهانی(هکتار)
اتوبوس	۰,۰۰۰۰۲۲	۰,۰۰۰۰۵۶	۰,۰۰۰۰۳۴
مینی بوس	۰,۰۰۰۰۵۵	۰,۰۰۰۰۳۲	-۰,۰۰۰۰۵۱۸
تاکسی	۰,۰۰۰۰۱۱	۰,۰۰۰۰۱۶	-۰,۰۰۰۰۹۴
خودرو شخصی	۰,۰۰۰۰۳۴	۰,۰۰۰۰۲۱	-۰,۰۰۰۰۳۱۹
موتورسیکلت	۰,۰۰۰۰۱۶	۰,۰۰۰۰۱۲	-۰,۰۰۰۰۰۴

ماخذ: محاسبات نگارندگان و سازمان جهانی جایای بوم شناختی (GFN,2011)

بیشترین میزان جایای بوم شناختی در میان وسایل حمل و نقل درون شهری در شهر ارومیه مربوط به مینی بوس (۰,۰۰۰۰۵۵ هکتار) و کمترین مقدار نیز مربوط به موتورسیکلت (۰,۰۰۰۰۱۶ هکتار) می باشد. توسعه ارتباطات شهر و پیرامون همراه با احداث شبکه های جدید ارتباطی و نیز افزایش سرانه اتومبیل در جوامع شهری و روستایی نه تنها دسترسی ساکنان حومه ای را به شهر و متقابلاً محیط روستایی اطراف هموار نموده است بلکه اثرات مثبت و منفی دیگری را بر سامانه کالبدی- فضایی و نیز تحرکات جمعیتی منطقه تحمیل کرده است. مهاجرت روزانه، هفتگی و فصلی از سکونتگاه های پیرامون روستایی به شهر و نیز تامین خدمات تخصصی مورد نیاز حومه و سکونتگاه های مجاور، کانون های شهری همچون ارومیه را با معضلاتی نیز مواجه نموده است به گونه ای که هر چه جمعیت و حرکات پاندولی شهر و حومه بیشتر باشد، اثرات این نوع از توسعه ها نمایان تر است. شهر ارومیه به دلیل مجاورت با روستاهای فراوانی که غالباً نیازهای اصلی و عمده خود را در این شهر برآورد می کنند، روزانه پذیرای تعداد زیادی مینی بوس می باشد که از روستاهای مجاور وارد شهر شده و اکثراً برای رسیدن به پایانه های مربوط به مینی بوس های روستایی فاصله زیادی را در درون شهر می پیمایند. از این رو بخش قابل توجهی از جایای بوم شناختی مربوط به حمل و نقل شهر ارومیه را مینی بوس های درون شهری و روستایی به خود اختصاص می دهند. از طرفی نرخ استفاده از خودرو شخصی در میان شهروندان ارومیه ای رقم بالایی را نشان می دهد و این خود حاکی از پویایی نسبی اقتصاد شهری است. این امر باعث شده است تا شهر ارومیه بعد از تهران بیشترین سهم اتومبیل را نسبت به جمعیتش دارا باشد. بنابراین طبق جدول ۴ جایای مربوط به خودروهای شخصی (۰,۰۰۰۰۳۴) نیز بخش قابل توجهی از جایای بوم شناختی سیستم حمل و نقلی شهر ارومیه را به خود اختصاص داده است. در این میان

میزان جاپای مربوط به اتوبوس در شهر ارومیه بسیار کم می‌باشد که این امر را می‌توان به دلیل ناکارایی سیستم اتوبوس‌رانی در این شهر دانست.

مقایسه میزان جاپای بوم شناختی مربوط به وسایل حمل و نقل شهری در شهر ارومیه با مقادیر استاندارد ارائه شده توسط سازمان جهانی جاپا نشان می‌دهد که به غیر از اتوبوس، سایر وسایل حمل و نقلی دارای جاپای بیشتری نسبت به میزان استاندارد جهانی آن می‌باشند. بنابراین می‌توان گفت که به جز اتوبوس سایر بخش‌های حمل و نقلی در شهر ارومیه از سطح ناپایداری خاصی برخوردار هستند به گونه‌ای که در سال‌های آینده با افزایش جمعیت شهر و افزایش تعداد سفرها و تعداد خودروها در صورت عدم برنامه‌ریزی مدون به منظور بهبود شرایط مربوط به وسایل حمل و نقلی، شهر ارومیه با بحران‌های زیست محیطی فراوانی در زمینه آلودگی‌های مربوط به وسایل حمل و نقل درون شهری روبه‌رو خواهد شد.

نتیجه‌گیری

طی سال‌های اخیر مقوله توسعه‌ی پایدار به‌ویژه در شهرها بسیار مورد توجه قرار گرفته و در دو سطح خرد و کلان مطرح شده است. کیفیت زندگی انسان ارتباط مستقیمی با کیفیت محیط زیست او دارد. با توجه به بستر زندگی بیشتر ساکنان شهری که خود محل برقراری ارتباطات اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی می‌باشد، مسائلی از جمله بحران محیط زیست، انرژی، آلودگی‌های صوتی و ترافیک بخشی از عواملی هستند که می‌توانند کیفیت زندگی انسان را دستخوش تغییر کنند. در این شرایط در راستای افزایش و بهبود کیفیت زندگی انسان توجه به مقوله‌ی توسعه پایدار به‌ویژه در نواحی شهری مطرح می‌شود. بررسی مسائل مربوط به پایداری زمانی ملموس می‌شود که نمود عملی آن شکل گرفته باشد و منجر به نتایج موفقیت‌آمیزی گردد. شاخص‌های گوناگونی برای اندازه‌گیری میزان پایداری شهرها بیان شده که یکی از معروف‌ترین آنها، شاخص جاپای بوم‌شناختی است. شاخصی که این امکان را به ما می‌دهد تا اقدامات مناسب فردی و جمعی را با ابزارهای موجود برای رسیدن به پایداری در شهرها صورت داده و ضمن سنجش پایداری شهرها، راهکارهای مناسب را برای تداوم یا بهبود پایداری شهری پیشنهاد نماییم. بخش قابل توجهی از ناپایداری موجود در شهرهای مدرن امروزی همچون ارومیه ناشی از حرکت خودروها و آلودگی‌های ناشی از آنها می‌باشد.

نتایج استفاده از مدل جاپای بوم شناختی در میزان پایداری شیوه‌های حمل و نقل شهری در شهر ارومیه مشخص نمود که بیشترین میزان جاپای بوم شناختی در سیستم حمل و نقلی شهر ارومیه مربوط به مینی‌بوس و کمترین مقدار نیز مربوط به موتورسیکلت می‌باشد. البته خودروهای شخصی و تاکسی‌ها نیز بعد از مینی‌بوس در رتبه‌های دوم و سوم در زمینه مقدار جاپای بوم‌شناختی قرار گرفتند.

مقایسه‌ی مقادیر جایای وسایل حمل و نقل شهری در ارومیه با میزان استانداردهای جهانی نشان داد که به جز اتوبوس، سایر وسایل موجود در سیستم حمل و نقل شهری ارومیه از میزان جایای بیشتری نسبت به استانداردهای جهانی برخوردارند و به همین دلیل سطح پایداری آنها بسیار پایین است و در صورت نبود برنامه‌ریزی مناسب در سالیان آتی می‌توانند اثرات منفی بر محیط زیست شهر و سلامت و رفاه شهروندان داشته باشد.

توسعه ارتباطات شهر و پیرامون نه تنها دسترسی ساکنان شهر و سکونتگاه‌های حومه‌ای را به شهر و متقابلاً محیط روستایی اطراف هموار نموده است، بلکه تحرکات جمعیتی بی‌رویه آن کانون‌های شهری همچون ارومیه را با معضلاتی نیز مواجه نموده است. ارتباطات شهر و پیرامون که در شهر ارومیه از طریق وسایل و اتومبیل‌هایی چون مینی‌بوس‌های از رده خارج شده صورت می‌گیرد بر ناپایداری سامانه جغرافیایی و زیست محیطی شهر صدماتی را وارد نموده است.

سیاست‌های عمومی ملی یا محلی که می‌تواند در ارتقای سلامت و نشاط عمومی جامعه عملیاتی گردند شامل: تقدم پیاده روی، دوچرخه سواری و راهپیمایی جهت سفرهای کوتاه شهری، تقدم حمل و نقل عمومی جهت سفرهای بلند شهری و منطقه‌ای، ارتقای کیفیت ناوگان حمل و نقل عمومی و طراحی و منظر سازی خطوط آن مانند افزایش ایستگاه‌های اتوبوس، اختصاص مسیرهای استفاده از دوچرخه و پیاده روی، استفاده از محدودیت ترافیکی جهت کاهش تراکم وسایل نقلیه و ... است در حالی که در شهر ارومیه افزایش سرانه اتومبیل نسبت به خانوار و نیز کمبود شدید سیستم حمل و نقل همچون اتوبوس، سایر وسایل حمل و نقلی دارای جایای بوم‌شناختی بیشتری نسبت به میزان استاندارد جهانی آن می‌باشند.

بنابراین توصیه می‌شود در این شهر به منظور کاهش چالش‌ها و صدمات ناشی از ناپایداری حمل و نقلی و نیز مقابله با تهدیدهای پیشرو موارد زیر در برنامه‌های آینده شهر ارومیه مد نظر قرار گیرد:

- استفاده از شیوه‌های حمل و نقل پایدار مبنی بر تشویق سفرهای سبز همچون دوچرخه سواری و پیاده‌روی

- برنامه‌ریزی مبتنی بر حمل و نقل همگانی پاک و ارزان با منشاء سوخت‌های پاکیزه به ویژه حمل و نقل انبوه چون BRT، مترو، تراموا، منوریل و...

اجرای سامانه اتوبوس‌رانی منظم بین شهر و روستاهای پیرامون با هدف کاهش استفاده از منابع آلاینده چون خودرو شخصی و نیز مینی‌بوس‌ها

- اجرای طرح‌های ترافیکی ویژه و نیز محدود کردن ورود خودروهای شخصی به بافت‌های قدیمی شهر به منظور حفظ ارزش‌های تاریخی و جلوگیری از فرسودگی عملکردی این بافت‌ها با توجه به حجم تاکسی و مینی بوس‌های موجود.

- تدوین قوانینی دال بر محدود کردن ورود خودروهای سنگین و دیزلی به داخل شهر ارومیه و مجبور کردن آنها به استفاده از کمربندی‌های شهر برای عبور و مرور
- نظارت سازمان‌های تاکسیرانی و اتوبوسرانی بر کیفیت وسایل حمل و نقلی از نظر میزان تولید آلودگی و نیز میزان مصرف سوخت.
- کاهش تعداد مینی‌بوس‌هایی که در سطح شهر در حال تردد بوده و بسیاری از آنها هیچگونه استانداردی از نظر مصرف سوخت و تولید آلودگی نداشته و به همین دلیل بخش قابل توجهی از مجموع جاپای حمل و نقل ارومیه را به خود اختصاص می‌دهند.

منابع

- ۱- فریادی، شهرزاد و پریمه صمدپور، ۱۳۸۸. تعیین تناسب بهینه استفاده از انواع شیوه‌های حمل و نقل با هدف کاهش جای پای اکولوژیک در شهر تهران، مجله محیط شناسی، سال سی و ششم، شماره ۵۴، صص ۱۰۸ - ۹۷.
- ۲- طرح جامع ترافیک شهر ارومیه. ۱۳۸۷. مهندسين مشاور طرح و آمایش.
3. Amekudzi, A., Khisty, C., and Khayesi, M. 2009. Using Sustainability Footprint Model to Assess Development Impacts of Transportation Systems, Journal of Transportation Part A, Vol. 43, pp: 339-348.
4. Bagliani, M., Galli, A., Niccolucci, V., and Marchettini, N. 1998. Ecological Footprint Analysis Applied to a Sub-national Area: the Case of the Province of Sienna (Italy).
5. Barrett, J., Vallack, H., Jones, A., and Haq, G. 2002. A Material Flow Analysis and Ecological Footprint of York. Stockholm Environmental Institute, York.
6. Bell, I., Curry, V., Kuperus, S., Myers, L., Walsh, A. and Walton, S. 2008. An Ecological Footprint Analysis of the Dept. of Zoology, University of Otago, Otago Management Graduate Review, Vol. 6.
7. Chi, G. and Stone, B. 2005. Sustainable Transport Planning :Estimating the Ecological Footprint of Vehicle Travel in Future Years, journal of urban planning and development, Vol. 131, No. 3.
8. Collins, A., Flynn, A., Wiedmann, T., and Barrett, J, 2006. The Environmental Impacts of Consumption at a Sub-national Level. Journal of Industrial Ecology 10, 9-24.
9. Flint, K. 2001. Institutional 1 Ecological Footprint Analysis—a Case study of University of New Castle, Australia. International Journal of Sustainability in Higher Education 2, 48-62.
10. GFN—Global Footprint Network, 2011. [http://:www.Footprint_network.org/en/index.php](http://www.Footprint_network.org/en/index.php).

11. Gottlieb, D., Kissinger, M., Vigoda-Gadot, E., and Haim, A. 2012. Analyzing the Ecological Footprint at the Institutional Scale – The Case of an Israeli high-school, *Journal of Ecological Indicators* 18, 91–97.
12. Hadley, S.W., Erickson, III., D.J., Hernandez, J.L., and Thompson, S.L. 2004. Future U.S. energy use for 2000–2025 as computed with temperatures from a global climate prediction model and energy demand model. Paper presented at 24th US AEE/IAEE North American Conference, Washington, DC.
13. Holden, E. 2004. Ecological footprints and sustainable urban form. *Journal of Housing and the Built Environment*.
14. Kissinger, M., Fix, J., and Rees, W.E. 2007. Wood and Non-wood Pulp production :comparative ecological foot printing on the Canadian prairies. *Ecological Economics* Vol. 62, pp: 552–558.
15. Kissinger, M., and Gottlieb, D. 2010. Place oriented ecological Footprint Analysis: the case of Israel's grain supply *Ecological Economics*, Vol. 69, pp: 1639–1645.
16. Kitzes, J., Peller, A., Godfinger, S., and Wackernagel, M. 2007. Current Methods for Calculating National Ecological Footprint Accounts. *Science for Environment and Sustainable Society* Vol. 4, pp: 1–9.
17. Moran, D., Wackernagel, M., Kitzes, J.A., Goldfinger, S.H., and Boutaud, A. 2008. Measuring Sustainable Development–Nation by Nation. *Ecological Economics* Vol. 64, pp: 470–474.
18. Rees, W.E. 1992. Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity :what urban economics leaves? *Environment and Urbanization*, Vol. 10, pp: 123-134.
19. Rees, W.E. 2000. Eco-Footprint Analysis :Merits and Brickbats. *Ecological Economics*, Vol. 32, pp: 371–374.
20. Venetoulis, J. 2001. Assessing the ecological impact of a university :the ecological footprint for the University of Redlands. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 12, 180–196.
21. Wackernagel, M., and Rees, W.E. 1996. *Our Ecological Footprint :Reducing Human Impact on the Earth*, first ed. New Society Publishers, Gabriola Island, BC, Canada.
22. Wackernagel, M., Onisto, L., Bello, P., Linares, A.C., Falfgn, I.S.L., Garcda, J.M., Guerrero, A.I.S., Guerrero, and M.G.S. 1999. National Natural capital accounting with the ecological footprint concept. *Ecological Economics* 29, 375–390.
23. Wackernagel, M., Schulz, N.B., Dumling, D., Linares, A.C., Jenkins, M., Kapos, V., Monfreda, C., Loh, J., Myers, N., Norgaard, R., and Randers, J. 2002. Tracing the ecological overshoot of the human economy, *Journal of PNAS*, Vol. 99, No. 14.

24. Wada, Y. 1994. "Biophysical data for ecological footprint analysis." Rep .to the UBC Task Force on Healthy and Sustainable Communities, Vancouver, B.C.
25. Wilson, J. 2005. Ecological Footprints of Canadian Municipalities and Regions . The Canadian Federation of Canadian Municipalities.

