

# ارزیابی کارایی انرژی در مقیاس شهری در مقایسه دوروش لید و تریس

## نمونه مطالعاتی: محله ظهیرآباد شهرتهران

بگاه رضایی جهرمی<sup>۱</sup>، ناصر برک پور<sup>۲</sup>

### چکیده

رشد شتابان شهرنشینی پیامدهای مختلفی در زمینه‌های گوناگون از جمله افزایش مصرف انرژی را به دنبال داشته است. این چالش از دو جنبه؛ محدود بودن منابع و آلودگی‌های زیست محیطی، شهرها را با مشکل مواجه ساخته است. در این راستا با ظهور رویکردها و جنبش‌های مختلف (همچون توسعه پایدار، نوشهرسازی و ...) اهمیت موضوع انرژی در شهرسازی آشکار شد. مفهوم انرژی در شهر با مؤلفه‌های مختلفی در برنامه‌ریزی و طراحی شهری ارتباط دارد. هدف این پژوهش ارزیابی و سنجش کارایی انرژی در شهر با مقیاس‌های مختلف است. بسته به مقیاس مورد مطالعه می‌توان از مدل‌ها با مقیاس متفاوت (به عنوان مثال شهر، منطقه، محله و واحدهم‌سایگی و ...) برای ارزیابی کارایی انرژی استفاده نمود. با شناسایی روش‌ها و مدل‌های ارزیابی کارایی انرژی به بررسی نحوه عملکرد و شناسایی مؤلفه‌های تأثیرگذار و موانع پیش‌روی آنها پرداخته می‌شود. در این پژوهش پس از بررسی بنیان‌های فکری مؤثر، با تمرکز بر شناسایی مدل‌ها و روش‌های مختلف ارزیابی کارایی انرژی، دو مدل در دو سطح انتخاب شده است. مدل تریس در سطح یک شهرتهران، با شاخص‌ها و ابزارهای مختلف به ارزیابی میزان مصرف انرژی می‌پردازد و سپس برای ارزیابی با دقت بیشتر به ارزیابی کارایی انرژی در یکی از محلات شهرتهران - محله ظهیرآباد منطقه ۲۰ شهرتهران - با مدل لید، پرداخته و میزان کارایی انرژی محله برآورد می‌شود. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که دو بخش ساختمان و حمل و نقل، دو مؤلفه تأثیرگذار در میزان مصرف انرژی و کارایی آن به شمار می‌روند. با سیاست‌گذاری و برنامه‌های اقدام مختلف و نیز با بررسی پیشنهادات و توصیه‌هایی از اقدامات اجرایی در شهرهای مختلف، در هر دو سطح، می‌تواند ما را به سوی شهرهایی با کیفیت‌تر و با کارایی انرژی پیش ببرد.

**واژه‌های کلیدی:** کارایی انرژی، مدل تریس، مدل لید، شهرتهران، محله ظهیرآباد.

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۱/۲۹

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۳/۱۵



شماره ۱-۶  
بهار ۱۳۹۵  
فصلنامه  
علمی-پژوهشی

نقش  
جهان

ارزیابی کارایی انرژی در مقیاس شهری در مقایسه دوروش لید و تریس

۱ کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر، تهران، ایران (نویسنده مسئول) Pegah.rezaie@gmail.com

۲ دانشیار گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر، تهران، ایران Barakpoo@art.ac.ir

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد بگاه رضایی جهرمی با عنوان "ارزیابی کارایی انرژی در مقیاس شهر: نمونه موردی شهرتهران" به راهنمایی دکتر ناصر برک پور در دانشگاه هنر است که در بهمن ۱۳۹۱ خاتمه یافته است.

## ۱. مقدمه

بر اساس برآوردهای سازمان‌های مختلف، نیمی از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند. شهرها سهم بسیار زیادی (بین ۶۰ تا ۸۰ درصد) از تولید انرژی در دنیا را برعهده دارند و سهم آن‌ها از انتشار دی‌اکسیدکربن نیز تقریباً به همین مقدار است (kamal chaoui et, 2009:1). در واقع شهرها مصرف‌کننده‌های اصلی انرژی به شمار می‌آیند و پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۵۰ این سهم به ۷۰ درصد افزایش یابد (Bose, 2010:2). در سال‌های اخیر، توجه به مسائل مربوط به آب و هوا و انرژی شهری حائز اهمیت بوده است. بنابراین این روند، نشان‌دهنده به رسمیت شناختن ضرورت پرداختن به مسائل انرژی، در شهرهاست (Keirstead et al, 2010:21).

انرژی به عنوان یکی از منابع اصلی در اختیار بشر، به طور مستقیم بر توسعه اقتصادی و کیفیت محیط زیست اثرگذار است. در این راستا اقدامات و فعالیت‌های بسیاری در جهان صورت گرفته است که عمده‌ی این فعالیت‌ها در دو محور کلی توسعه‌ی پایدار و مقابله با تغییرات آب‌وهوایی متمرکز گشته است.

ایران نیز با بررسی سرشماری‌های انجام شده در طول سال‌های اخیر شاهد افزایش چشمگیر شهرنشینی بوده است؛ این امر، استفاده بیشتر از منابع انرژی زار را موجب گردیده است (Isazadeh, Mehranfar, 2011). با توجه به ضرورت و اهمیت دسترسی به انرژی برای توسعه و محدودیت منابع انرژی‌هایی که امروزه مورد استفاده انسان قرار دارد، حفاظت از منابع انرژی و استفاده بهینه از آن ضروری است. از آن‌جا که شهرها مصرف‌کننده‌های اصلی انرژی به‌شمار می‌روند، می‌توان از آن‌ها به عنوان راه‌حل کلیدی استفاده نمود. به این ترتیب یکی از مهم‌ترین وظایف برنامه‌ریزان شهری، ایجاد شهرهایی است که به لحاظ مصرف انرژی کارا باشند (AGECC, 2010:7).

ضرورت اهمیت ارزیابی کارایی انرژی هم در جهان و هم در ایران احساس می‌شود و کاهش مصرف انرژی از طریق اقدامات بهره‌وری و بهبود یافته برنامه‌ریزی شهری، می‌تواند وابستگی شهر را به سوخت‌های فسیلی کاهش و منجر به کاهش هزینه‌های انرژی، آزاد کردن منابع مالی برای بهبود خدمات شهر و مزایای اجتماعی و اقتصادی جامعه شود.

در این پژوهش پس از بیان روش پژوهش به بررسی مفهوم کارایی انرژی و مدل‌های آن (مدل TRACE و مدل LEED)

پرداخته و در نهایت به بررسی نمونه‌های موردی پرداخته می‌شود.

## ۲. روش پژوهش

تحقیق حاضر به لحاظ هدف در زمره‌ی تحقیقات کاربردی قرار دارد و از لحاظ روش تحقیق از نوع روش ارزیابی و تحلیلی است. این پژوهش با هدف خاص کارایی انرژی در شهر تهران به ارزیابی مدل‌ها و روش‌های مختلف در این زمینه پرداخته و با توجه به مزایا و محدودیت‌های مدل‌ها به انتخاب دو مدل برتر براساس مقیاس -مدل TRACE<sup>۱</sup> و مدل LEED<sup>۲</sup>- به ارزیابی کارایی انرژی در شهر تهران با توجه به عوامل و معیارهای مختلف تأثیرگذار بر کارایی انرژی و تحلیل آمارهای موجود می‌پردازد. در مرحله اول این پژوهش، به مطالعه گسترده در مورد ارتباط کارایی انرژی و برنامه‌ریزی شهری پرداخته می‌شود و روش‌های ارزیابی و ابعاد گوناگون آن مورد بررسی قرار گرفته و سپس با استفاده از زمینه مطالعاتی و محدودیت‌های آن، در پایان این مرحله ارزیابی و تحلیل کارایی انرژی در شهر تهران با دو مدل منتخب در دو سطح شهر و محله صورت می‌گیرد. در مرحله بعد پس از بررسی‌های صورت گرفته در مراحل پیشین، پس از شناخت شهر تهران و محله ظهیرآباد و تحلیل با دو مدل TRACE و LEED به ارزیابی کارایی انرژی در دو سطح شهر و محله پرداخته می‌شود و در نهایت توصیه‌ها و پیشنهاداتی در هر دو سطح ارائه می‌شود. داده‌های مربوط به شاخص‌های مدل TRACE اعدادی کمی و حقیقی بوده که از منابع اطلاعاتی و آمارهای موجود استخراج شده است و پژوهش در سطح دو با مدل LEED در حوزه تحقیقات کمی و کیفی قرار می‌گیرد. داده‌های مربوط به شاخص مدل LEED نیز از طریق مشاهده مطابق با وزن‌های داده شده به هر شاخص، براساس مدل به صورت کمی و کیفی مورد محاسبه قرار خواهد گرفت. روش گردآوری داده‌ها در این پژوهش براساس مطالعات کتابخانه‌ای و برداشت میدانی است. داده‌های این پژوهش همان‌طور که در بالا بیان گردید در مجموع از طریق آمار و اطلاعات موجود از جمله سرشماری نفوس، سرانه انرژی و ... که در طرح‌های اسنادی، طرح‌های فرادست و سایر منابع اطلاعاتی (شهرداری و سازمان‌های وابسته و ...) به دست آمده‌اند.

## ۳. کارایی انرژی و برنامه‌ریزی شهری

کارایی انرژی، کلیدی برای تغییر مسیر توسعه کشور به سمت رشد اقتصادی کم‌کربن است. به خصوص در کشورهای در حال توسعه و اقتصادهای در حال گذار،

پتانسیل عظیمی برای فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی تحقق نیافته باقیمانده است (xi, Taylor et al:2008)

تا به حال برنامه‌ها و تصمیمات مرتبط با انرژی در سطح ملی اتخاذ می‌شود، اما با گذشت زمان اولویت و اهمیت مدیریت انرژی در سطح شهری آشکار گردیده است. امروزه مراجع محلی باید شهرها را نه فقط به عنوان بخشی از مشکل، بلکه به عنوان بخشی از راه حل به رسمیت بشناسند. (Cacic, 2010:14) منظور از کارایی انرژی در واقع مصرف بهینه و کارآمد انرژی با هدف کاهش رشد تقاضای انرژی، تقلیل قابل توجه مصرف سوخت‌های فسیلی و به دنبال آن افزایش عرضه انرژی سالم است. به تعبیری دیگر بازدهی انرژی، تأمین سطوح یکسانی از خدمات انرژی با به کارگیری مقادیر کمتر انرژی است. کارایی انرژی دارای مزایای بالقوه‌ای برای دولت و مصرف‌کنندگان مانند رشد اقتصادی، کاهش انتشار آلاینده‌ها، سیستم انرژی پایدار و ... است که توجه به ارزیابی انرژی و ضرورت رسیدگی به آن را نشان می‌دهد. (Department Of, 2012:16-18) (Energy And Climate Change

مؤلفه‌های مختلفی (مانند فرم، تراکم و فشردگی، ساختار فضایی، میزان مصرف انرژی در بخش ساختمان، حمل و نقل، صنعت و ...) بر میزان مصرف انرژی در شهر تأثیرگذار هستند و اهمیت کارایی انرژی را آشکار می‌کنند. مطالعات زیادی بر ارتباط بین فرم شهر و انرژی مصرفی آن متمرکز شده است. این مطالعات نشان می‌دهد که با افزایش تراکم، سفرهای شهری کاهش یافته و در نتیجه مصرف انرژی در شهر کاهش می‌یابد (Newman And, 1999; Kenworthy, 1996; Breheny). همچنین فشردگی جایگاه‌های سکونت شهری نیز بر تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل و سایر بخش‌ها همچون گرمایش و سرمایش منطقه‌ای مؤثر است (IGES, 2004:12). بهبود کارایی انرژی در ساختمان نیز یکی از اقدامات مقرون به صرفه برای کم کردن انتشار کربن و صرفه‌جویی در انرژی به شمار می‌رود (Sunikka, 2006:522). ساختمان‌ها در حدود ۴۰٪ از انرژی شهر را مصرف می‌کنند و در نتیجه، پتانسیل قابل توجهی برای صرفه‌جویی انرژی با طیف گسترده‌ای از گزینه‌ها در مورد آن وجود دارد (ESMAP, 2012:5). همچنین ساختار فضایی شهر، از جمله شکل شهر، اندازه شهر و میزان جمعیت و تمرکز اشتغال، بر میزان مصرف انرژی تأثیرگذار هستند (Burby, 2008: 44-43). مجموع عوامل و مؤلفه‌های فوق وجود یک رابطه‌ی معنادار بین برنامه‌ریزی شهری و ارزیابی کارایی انرژی را نشان می‌دهد و ضرورت پرداختن به این موضوع را بیان می‌نماید.

در این تحقیق روشی برای ارزیابی ارزش گردشگری ژئوتوریسم بر مبنای روش پراولنگ اصلاح شده ارائه شده است. برای رسیدن به امتیاز گردشگری چشمه معیارهای عیار زیبایی، علمی، فرهنگی، بهره‌وری و اقتصادی در قالب مدل پراولنگ مورد بررسی واقع شده است. از آنجا که روش پراولنگ تنها به معیارها و زیرمعیارهای امتیاز گردشگری توجه کرده با استفاده از نظر خبرگان روش پراولنگ مورد اصلاح قرار گرفته است.

#### ۴-۰ روش‌ها و مدل‌های ارزیابی کارایی انرژی

مدل سازی انرژی در مقیاس شهری یک ابزار ایده‌آل برای مطالعه مصرف انرژی و کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای در سطح جامعه را فراهم می‌کند (Simon et al, 2014:4) مدل‌ها و روش‌های اندازه‌گیری میزان مصرف انرژی در شهر طیف بسیار متنوعی را به خود اختصاص می‌دهند. لذا شناخت و بررسی‌های آن‌ها جهت تعیین مدل و ابزار مورد نیاز و سازگار با ویژگی‌های این تحقیق ضروری است. جهت شناسایی و تبیین ویژگی‌های مدل‌ها و روش‌های اندازه‌گیری کارایی انرژی به تقسیم‌بندی آن‌ها پرداخته می‌شود. بر اساس بررسی‌های انجام شده می‌توان آن‌ها را به سه دسته، حیطه عمل (تک بخشی و چند بخشی)، ماهیت روش شناختی (فضایی و غیرفضایی) و مقیاس (تک ساختمان، قطعه، بلوک، واحد همسایگی، محله، شهر، منطقه) تقسیم نمود (Condon et al, 2009: 10-9).

بر اساس تنوع مدل‌های مختلف برای ارزیابی کارایی انرژی مدل لید LEED در مقیاس محله و مدلتریپس TRACE در مقیاس شهر انتخاب گردید. با توجه به دسته‌بندی بالا مدل LEED یک مدل چندبخشی و فضایی است و در مقیاس محله قرار می‌گیرد، همچنین مدل TRACE از نظر حیطه عمل چندبخشی و از نظر روش شناختی در دسته‌بندی غیرفضایی و در مقیاس شهر قرار می‌گیرد. در ادامه به بررسی هر یک از مدل‌ها و نمونه موردی آن‌ها پرداخته می‌شود.

#### ۴-۱-۱ مدل لید

LEED یکی از سیستم‌های امتیازدهی و ارزش‌گذاری گواهی سبز برای شیوه‌های ساخت و ساز سازگار با محیط زیست است این مدل تأکید زیادی بر روش‌های کارایی انرژی دارد. هدف LEED تبدیل روش ساخت و طراحی عملکرد جوامع، به یک اجتماع مسئولیت‌پذیر سازگار با محیط زیست سالم و مرفه است که سبب بهبود کیفیت زندگی شود (US. Green building Council, 2007: 1-2) (And et al

مدل LEED در مقیاس واحد همسایگی و محله با تاکید بر ساخت وسازه‌های جدید و برنامه‌ریزی کاربری زمین و در کل برنامه‌ریزی شهری، باعث افزایش کارآمدی و کارایی مصرف انرژی، مصرف آب و بهبود کیفیت هوا در محله و در واقع در کل شهر گشته است (Aburach, 2009:3)

یاد دارای سه دسته معیار موقعیت و ارتباط هوشمند، الگو و طراحی واحد همسایگی، زیرساخت و ساخت و ساز سبب است. هر یک از معیارهای یاد شده دارای شاخص‌هایی هستند. حدوداً مدل دارای ۵۰ شاخص مختلف است. پس از ارزیابی محله و واحد همسایگی، با توجه به شاخص‌ها امتیازدهی صورت می‌گیرد و با جمع‌بندی امتیازها، واحدهای همسایگی در یک محله ارزیابی می‌شود (2: US. Green building Council, 2007). (And et al)

#### ۲-۴. مدل تریس

TRACE ابزاری برای ارزیابی سریع انرژی شهر به عنوان یک سیستم حمایت تصمیم‌گیری<sup>۳</sup> طراحی شده است. TRACE در بخش شهری بر بیشترین استفاده از انرژی متمرکز است (ESMAP et al, 2013:1)

این مدل شامل سه زیرمدل است:

۱. تعیین معیار مصرف انرژی در شهر مورد نظر و مقایسه با شهرهای مشابه در سطح جهانی،

۲. اولویت‌بندی، رتبه‌بندی (اولویت هر شاخص مدل، با توجه به پتانسیل کارایی انرژی آن سنجیده می‌شود.)

۳. انتخاب نو عمداً، که به عنوان «راهکار<sup>۴</sup>» از بهترین شیوه‌های کارایی انرژی جهانی است که از طراحی و اجرا واقعی در شهرهای دیگر استفاده می‌شود (ESMAP et al, 2013:2)

شاخص‌های TRACE شامل اطلاعات عمومی و زمینه‌ای شهر، ساختمان شهری، آب و فاضلاب، روش‌شناسی عمومی، مواد زائد و حمل‌ونقل هستند (ECA et al, 2013:1). ابزار TRACE برای ارزیابی عملکرد انرژی شهر به مقایسه شهر مورد مطالعه با دیگر شهرهای پیش فرض مدل در زیر مدل اول - مجموعه‌ای از داده‌های مختلف ۹۰ شهر - می‌پردازد. برای هر شاخص در مدل حدود ۳-۶ سنجه کلیدی (KPI<sup>۵</sup>) تعیین شده است که نشاندهنده عملکرد انرژی در سراسر آن بخش است.

TRACE حاوی یک پایگاه داده از ۲۸ شاخص عملکرد کلیدی از ۹۰ شهر متفاوت از لحاظ جغرافیایی در سراسر

جهان است. این فرایند معیاری کلی از عملکرد انرژی شهر را فراهم می‌کند. در زیرمدل دوم به رتبه‌بندی نسبی بر اساس معیارهای پتانسیل کارایی انرژی از جمله هزینه و ... پرداخته می‌شود و در نهایت به تجزیه و تحلیل، مقایسه و ارزیابی منجر می‌گردد و در پایان راهکارها و توصیه‌هایی برای کارایی انرژی در بخش‌های پرمصرف ارائه می‌شود (ECA et al, 2013:9)

در ادامه به ارزیابی کارایی انرژی با دو مدل منتخب در دو سطح محله - محله ظهیرآباد - و شهر - تهران - پرداخته می‌شود.

#### ۵. ارزیابی کارایی انرژی در سطح یک، شهر تهران با مدل TRACE

در این بخش ابتدا به معرفی مشخصات کلی شهر تهران و میزان مصرف انرژی آن پرداخته شده است. سپس اجماً شاخص‌ها و سنجه‌های مدل عملیاتی پژوهش TRACE در شهر تهران بررسی شده که این آمار با استناد به داده‌های موجود مرکز آمار و شهرداری شهر تهران و سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت و انرژی وزارت نیرو و اسناد و گزارشات مختلف گردآوری گردیده است. سپس به تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق مدل عملیاتی پژوهش TRACE - پرداخته می‌شود. مدل TRACE در سطح یک (شهر) با ارائه نمودار به بررسی مصرف انرژی و مقایسه با دیگر شهرهای جهان پرداخته و سپس به اولویت‌بندی شاخص‌ها بر اساس شدت انرژی مصرفی، هزینه و نحوه کنترل و اداره سازمانی می‌پردازد. در نهایت به ارزیابی کارایی انرژی شهر تهران با توجه به شاخص‌های ارائه شده مدل می‌انجامد. در انتها نیز به ارائه برخی توصیه‌ها و پیشنهادات برای کارایی بیشتر انرژی در شهر تهران پرداخته خواهد شد. همان‌گونه که بیان شد، شهر تهران از نظر مشخصات عمومی، دارای موقعیت جغرافیایی خاص است (ارتفاع زیاد از سطح دریا و اختلاف ارتفاع در شمال و جنوب آن) و وسائیل نقلیه بسیار زیادی در طول شبانه روز در آن به فعالیت مشغول هستند و بادهای غربی در تمام سال دود کارخانه‌ها و سایر عوامل آلوده‌کننده را به سطح شهر تهران وارد می‌سازند (Municipality Of, 2012). بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰، جمعیت ساکن در شهر تهران، ۸۱۵۴۰۵۱ نفر بوده است (Tehran Statistical, 2011). افزایش روزافزون جمعیت، تهران را با مصرف بالای انرژی روبه‌رو کرده است. با توجه به آمار بر اساس ترانزنامه انرژی کلانشهر تهران حدود ۱۵ درصد از مصرف انرژی در کل کشور را به خود اختصاص می‌دهد، لذا ارزیابی کارایی و مصرف انرژی در تهران ضروری است. برای

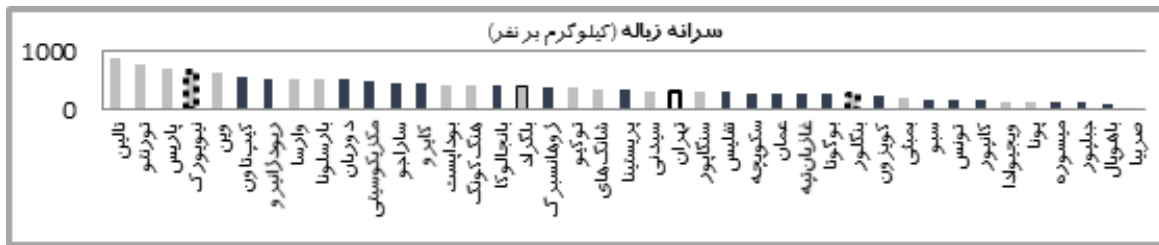
شاخص	سنجه	میزان برآورد
اطلاعات زمینه و عمومی	جمعیت در محدود دهشهری	۸۱۵۴۰۵۱ نفر
	نوع آب و هوا (خشک، قاره‌ای، معتدل، گرمسیری)	خشک
	شاخص توسعه انسانی ۶	۰/۸۲۹ (طبق آمار ۱۳۸۵)
	سرانه مصرف برق اولیه [کیلووات ساعت بر نفر]	۲۹۸
	مصرف برق اولیه در تولید ناخالص داخلی [کیلووات ساعت بر نفر / تولید ناخالص داخلی \$]	۰/۲۲۵
	سرانه مصرف انرژی اولیه [معادل بشکه نفت خام بر نفر]	۵/۳۲
حمل و نقل	مصرف انرژی اولیه در تولید ناخالص داخلی [معادل بشکه نفت خام بر نفر / تولید ناخالص داخلی \$]	۲/۸
	سرانه کل استفاده از انرژی در بخش حمل و نقل [معادل بشکه نفت خام بر نفر]	۷۲۵۲
	مصرف انرژی در حمل و نقل عمومی [معادل بشکه نفت خام به ازای هر سفر]	۰/۳۲
	درصد حمل و نقل غیر موتوری [%]	۰/۵
	درصد حمل و نقل عمومی [%]	۲۲/۳۹
	مصرف انرژی حمل و نقل خصوصی [معادل بشکه نفت خام به ازای هر سفر]	۰/۳۷
زیاله	سرانه زیاله [کیلوگرم بر نفر]	۸۰۰
	درصد زیاله‌های بازیافتی [%]	۹۶/۵
	درصد مواد زائد که برای دفن می‌شوند [%]	۳/۵
آب	سرانه مصرف آب در روز [لیتر بر نفر در روز]	۳۵۶
	میزان انرژی برای تولید آب آشامیدنی [کیلووات ساعت بر متر مکعب]	۱/۰۲
	درصد آب بدون درآمد [%]	۲۶/۹
	هزینه انرژی برای تصفیه آب (شرب و فاضلاب) به عنوان یک درصد از کل هزینه آب [%]	۱۸/۴
روشنایی	میزان انرژی برای تصفیه فاضلاب [کیلووات ساعت بر متر مکعب]	۰/۵۵
	برق مصرفی در هر کیلومتر از جاده‌ها برای روشنایی [کیلووات ساعت بر کیلومتر]	۱۶۶۶۰
	درصد روشنایی راه‌های شهری [%]	۸۲
ساختمان	مصرف برق ساختمان‌های شهری [کیلووات ساعت بر متر مربع]	۳۱۲
	مصرف گرما در ساختمان‌های شهری [کیلووات ساعت بر متر مربع]	۲۶۵

جدول ۱، شاخص‌ها و سنجه‌های مدل TRACE مآخذ نگارنده با استناد بر مدل TRACE, (Tehran Province Water and Wastewater, Municipality of Tehran), (2012, Municipality of Tehran), (2011, The Urban Planning and research Center of Tehran, et al), (2011, Company Tehran Regional), (2011, Fuel and Energy Conservation Company), (2011, Tehran Waste Management Organization), (2011, Electric Company Iran), (2011, National Standard, et al

به سبب تشابهات بیشتر به شهر تهران نزدیک هستند، انتخاب گردیده است. پس از بررسی‌های صورت گرفته با توجه به نمودارها و جداول برگرفته از مدل (به عنوان نمونه دو عدد از نمودارهای مدل، شامل نمودار سرانه زیاله (نمودار شماره ۱) و نمودار شاخص برق ساختمان‌های شهری (نمودار شماره ۲) آورده شده‌اند)، در شهر تهران نسبت به شهرهای مشابه که در پیش فرض مدل TRACE مشخصات و اطلاعات سنجه‌های آن‌ها قرار داشتند، از نظر ارزیابی مصرف انرژی، شاخص ساختمان و حمل و نقل

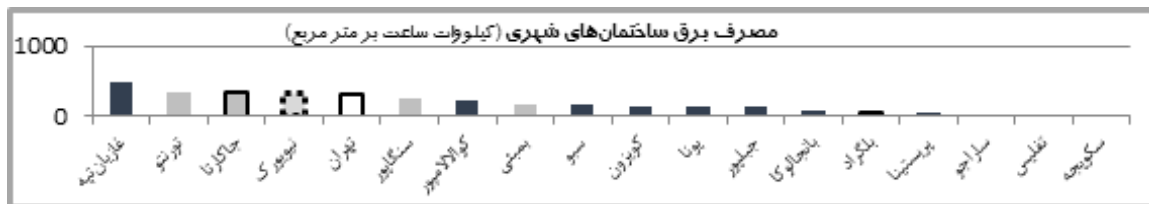
شناسایی شاخص‌های پر مصرف انرژی در شهر تهران به بررسی میزان هریک از شاخص‌ها و سنجه‌های مدل TRACE در تهران در سال ۱۳۹۰ پرداخته شده است (جدول شماره ۱) همان‌طور که بیان گردید مدل TRACE از سه زیر مدل تشکیل می‌شود. زیر مدل اول، مدل تعیین معیار مصرف انرژی به بررسی شاخص‌ها و ابزارهای مدل در شهر تهران با سایر شهرهای جهان می‌پردازد. از بین ۹۰ شهر ارائه شده توسط مدل ۴۵ شهر که مشخصات و اطلاعات آن‌ها به صورت کامل موجود است و هم چنین





راهنما:   
 ■ شهر تهران   
 ■ از نظر جمعیت نزدیک به شهر تهران   
 ■ از نظر شاخص توسعه انسانی نزدیک به شهر تهران   
 ■ هم از نظر جمعیت و هم از نظر شاخص توسعه انسانی نزدیک به شهر تهران

نمودار ۱. مقایسه سرانه زیاله شهر تهران با شهرهای دیگر، مأخذ: نگارنده براساس مدل TRACE



نمودار ۲. مقایسه مصرف برق ساختمان های شهری تهران با شهرهای دیگر، مأخذ: نگارنده براساس مدل TRACE

فاضلاب قرار دارند. بنابراین براساس کلیه زیرمدل های TRACE شاخص ساختمان و حمل و نقل بیشترین مصرف انرژی در شهر تهران را دارا هستند.

برای کاهش انرژی مصرفی در این ۴ بخش می توان راهکارهایی در برنامه ریزی شهری، شهر تهران قرار داد تا سبب کارایی انرژی در شهرو به خصوص در این دو بخش پرمصرف انرژی شود. مدل به ارائه برخی توصیه ها جهت کارایی انرژی در بخش های پرمصرف منتخب می پردازد، که با توجه به محدودیت های مقاله تنها به بررسی دو بخش ساختمان و حمل و نقل پرداخته می شود.

- بخش ساختمان: پرمصرف ترین بخش در مصرف انرژی در تهران است. به طور کلی توصیه های مدل بر اساس مدیریت کارایی انرژی در ساختمان های شهری (مسکونی، آموزشی، درمانی، اداری) و تعیین معیارهای مصرف انرژی و استفاده از مدل های ارزیابی و کاهش مصرف انرژی و تمرکز بر زیرساخت ها و استانداردهای مختلف استوار است. استفاده از انرژی های تجدیدپذیر برای گرمایش، سرمایش، تولید برق و غیره در ساختمان به عنوان جایگزین سوخت های فسیلی و کاهش آلودگی و در نهایت کارایی انرژی، توصیه می شود.

- بخش حمل و نقل: مدل تأکید بر حمل و نقل عمومی و جایگزینی آن با حمل و نقل خصوصی دارد. برای کاهش استفاده از حمل و نقل خصوصی نیز راهکارهایی از قبیل محدودیت ترافیک و عبور و مرور در برخی مناطق و

در جایگاه بیشترین مصرف کننده انرژی قرار دارند. البته مصرف انرژی در بخش های مختلف به طور کلی متوسط و رو به بالا قرار دارد، اما این دو بخش بیشترین مصرف کنندگان انرژی در شهر تهران برآورد شده اند.

پس از تحلیل نمودارهای مقایسه شهر تهران با دیگر شهرهای جهان، تحلیل زیرمدل اولویت بندی است که از سه جنبه به اولویت بندی شاخص های انرژی در شهر می پردازد. اولین معیار، پتانسیل صرفه جویی در انرژی که براساس داده ها، مدل به صورت خودکار، از ۴۰٪ میزان پتانسیل برای صرفه جویی در هر شاخص انرژی در شهر را در نظر می گیرد، در این پژوهش از پیش فرض مدل استفاده شده است. معیار دوم، اولویت بندی هزینه انرژی در هر شاخص است، مقادیر دقیقی برای این داده ها در شهر تهران موجود نبوده و در نتیجه به صورت حدودی از اسناد و سازمان ها جمع آوری شد و در نهایت معیار سوم که بحث مدیریت و کنترل سازمانی است. در شهر تهران از نظر کنترل سازمانی بیشتر شاخص ها توسط دولت و یا سازمان های دولتی کنترل می شوند. با توجه به اولویت بندی مدل، شاخصی که بیشترین انرژی در شهر تهران را مصرف می کند، شاخص ساختمان های شهری قرار دارد، که انرژی نسبی آن (IREI) حدود ۶۳ درصد بوده و در نهایت امتیازی که مدل برای اولویت بندی بر اساس داده های جمع آوری شده به آن داده است نسبت به شاخص های دیگر بالاتر است. در جایگاه بعدی شاخص های روشنایی معابر، حمل و نقل و شاخص آب و

معايير را توصیه می‌کند. مدل قیمت‌گذاری و محدودیت پارکینگ / پارکینگ رایگان را در برخی شرایط، عواملی موثر بر تاکید استفاده از حمل و نقل عمومی به شمار می‌آیند. بهینه‌سازی جریان ترافیک و تشویق به سفر دسته‌جمعی از دیگر راهکارهای مدل هستند. استفاده از وسایل نقلیه استاندارد جهت کاهش گازهای گلخانه‌ای سبب بهبود کیفیت هوا و همچنین کاهش مصرف سوخت و انرژی می‌شود. تاکید بر حمل و نقل غیرموتوری (دوچرخه، پیاده و ...) نیز از توصیه‌های کاربردی مدل به حساب می‌آید.

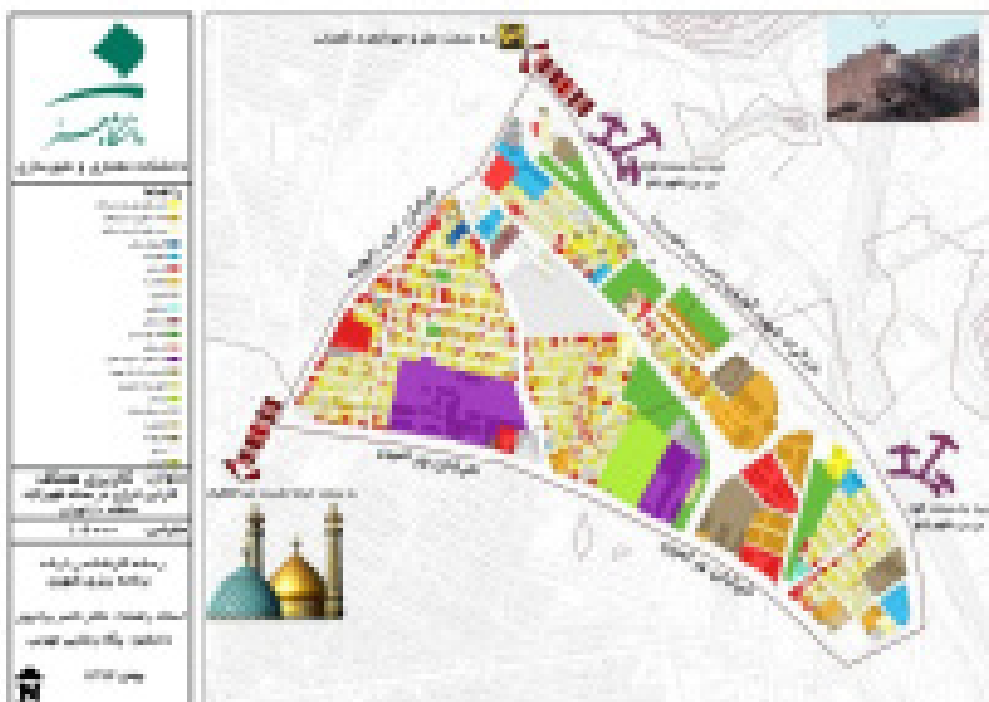
طبق بررسی‌های صورت گرفته، مدل، توصیه‌هایی بر اساس تحلیل مصرف انرژی شهر تهران برای شاخص‌های پرمصرف انرژی ارائه داد. راهکارها و پیشنهادات مدل سعی در پوشش دهی ابعاد کالبدی و مدیریتی داشته و به ارائه برنامه‌های اقدام و متدولوژی راهکارها و نمونه‌های اجرا شده در شهرهای مختلف پرداخته است. با توجه به توصیه‌های مدل جهت کارایی انرژی در شهر تهران با سیاست‌گذاری‌های مختلف در بخش‌های پرمصرف انرژی می‌توان مصرف انرژی را کاهش داد. محتوای سیاست‌گذاری می‌تواند شامل سیاست‌های عام کاهش مصرف انرژی از قبیل کاهش سفرهای شهری، توسعه درون‌زا و استفاده از منابع تجدیدپذیر در قالب اسناد موجود یا جدید، برنامه ریزی با استفاده از راهکارهایی چون ادغام کاربری‌ها، توسعه مجدد در اراضی قبلاً توسعه یافته، توزیع سلسله مراتبی خدمات در مراکز اصلی

فعالیت، توسعه‌ی حمل و نقل محور، ایجاد شبکه معابر پیوسته و یکپارچه، مدیریت و قیمت‌گذاری پارکینگ و افزایش قابلیت دسترسی پیاده و دوچرخه و حمل و نقل عمومی باشد.

## ۰۶. ارزیابی کارایی انرژی در سطح دو، محله ظهیرآباد با مدل LEED

در این بخش نیز به بررسی و ارزیابی کارایی انرژی در سطح دوم (محله) پرداخته می‌شود. پس از شناخت نمونه موردی (محله ظهیرآباد در شهری) به تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق مدل‌های عملیاتی پژوهش-LEED- پرداخته خواهد شد. محله ظهیرآباد با وسعت ۵۵,۳۷ هکتار و جمعیت ۲۴۲۲۸ نفر در سال ۱۳۸۵ در ناحیه ۱ و منطقه ۲۰ شهر تهران (شهری) واقع شده است (Statistical Center Of Iran, 2006).

این محله به علت وجود بناهای تاریخی مثل برج طغرل و باغ‌های فراوان جنبه تاریخی و گردشگری دارد. بیشترین سطح در محدوده مورد مطالعه به کاربری مسکونی اختصاص پیدا کرده است (۴۹٪). پس از آن، کاربری فضای سبز حدود ۱۵ درصد و کاربری کارگاهی-صنعتی حدود ۱۳ درصد از اراضی محله را به خود اختصاص داده است. از نظر قدمت ابنیه بافت محله، نزدیک به ۴۰ درصد از ساختمان‌های بین ۲۵ تا ۴۰ سال قدمت دارند و قسمتی از محله، بافت فرسوده به حساب می‌آید. (شکل شماره ۱)



شکل ۱: نقشه کاربری اراضی محله ظهیرآباد، مأخذ: نگارنده

با توجه به شرایط موجود محله ظهیرآباد و همچنین محدودیت‌های پژوهش، از میان تمامی شاخص‌های مدل تنها ۱۰ شاخص که مجموع امتیاز آن‌ها ۲۳ است (جدول شماره ۳)، برای به کارگیری در محله ظهیرآباد انتخاب شده و سعی در بومی‌سازی شاخص‌ها با توجه به محله گردیده است. نحوه ی امتیازدهی شاخص‌های انتخاب شده به شرح زیر است: ابتدا هدف شاخص بیان می‌شود و سپس براساس هدفی که شاخص دنبال می‌کند نیازها و نحوه امتیازدهی شاخص بیان می‌شود و در ادامه به تحلیل هر یک از شاخص‌ها در محله پرداخته خواهد شد و میزان امتیاز کسب شده نسبت به هر شاخص برای محله محاسبه می‌شود.

طبق ارزیابی که توسط مدل LEED در محله ظهیرآباد انجام گرفت، قسمت وسیعی از محله به‌کاربری‌های غیرمجاز صنعتی در محله اختصاص دارد که نیازمند تغییر کاربری هستند، اما به سبب عدم تغییر کاربری در محله امتیاز این شاخص برای محله درج نمی‌شود. همچنین برای شاخص بعدی بخش وسیعی از محدوده به محل ایستگاه اتوبوس دسترسی مناسب دارند (در شعاع دسترسی ۴۰۰ متری با ایستگاه اتوبوس قرار دارند). میزان تعداد اتوبوس‌هایی که در هفته به محله سرویس می‌دهند در دسته سرویس‌دهی بالا قرار گرفته و محله ۷ امتیاز از شاخص کاهش معیار وابستگی به اتومبیل کسب می‌کند. (شکل شماره ۲) از نظر نزدیکی به مدرسه

نیز امتیاز ۰/۲۵ برای محله کسب می‌شود، زیرا تنها دبستان بیش از ۵۰ درصد محله را پوشش داده است.

به سبب عدم وجود شبکه دوچرخه، محله از امتیاز این شاخص بی‌بهره می‌ماند. همچنین اکثر واحدهای مسکونی به چهار کاربری متنوع دسترسی دارند بنابراین از این شاخص ۲ امتیاز را کسب می‌نماید (جدول شماره ۲)،

تعداد کاربری‌ها	درصدی از اشغال زمین که کاربری باید در آن قرار گیرد
دو کاربری (۱ امتیاز)	۲۰٪
چهار کاربری (۲ امتیاز)	۳۰٪
هفت کاربری (۳ امتیاز)	۴۰٪

جدول ۲. نحوه امتیازدهی به تنوع کاربری‌ها. مأخذ King, 2011: 30

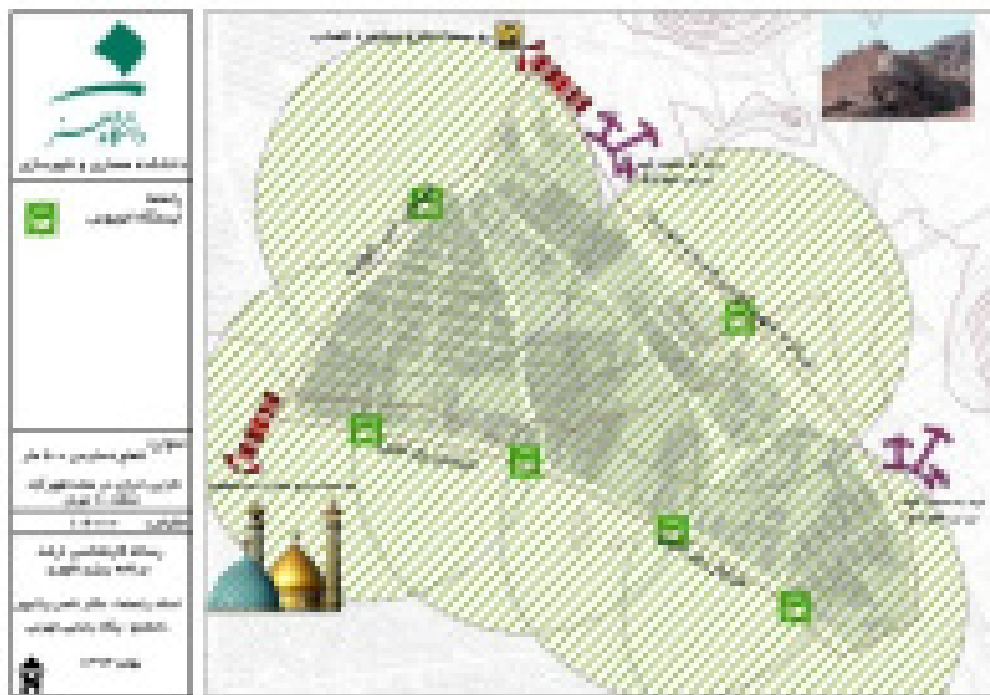
به دلیل تراکم مسکونی پایین در محدوده مورد مطالعه، امتیاز توسعه فشرده کسب نمی‌شود، زیرا بر اساس شاخص مدل تراکم حداقل ۷ واحد مسکونی یا بیشتر در هر ۴۰۰۰ مترمربع از زمین قابل ساخت مورد نظر است (US. Green building Council And et al, 2007: 50). که در محله با توجه به میانگین اندازه واحدهای مسکونی (۱۵۴/۴ مترمربع) و متوسط طبقات آن (۲/۴۴) و تعداد کل پلاک‌های مسکونی (۲۰۱۱) و مساحت پلاک‌های مسکونی (۲۲۱۷۳۶/۵)، تراکم مسکونی محله ۳۴۱/۶ است و تراکم مسکونی در هر ۴۰۰۰ مترمربع عددی معادل

۲۵

شماره ۱-۶  
بهار ۱۳۹۵  
فصلنامه علمی-پژوهشی

نقش جهان

ارزیابی کارایی انرژی در مقیاس شهری در مقایسه دو روش لید و تریس



شکل ۲. نقشه شعاع دسترسی ایستگاه‌های اتوبوس محله نسبت به واحدهای مسکونی محله ظهیرآباد. (مأخذ: نگارنده)



۱/۶ بدست آمده است که کمتر از ۷ بوده و از نظر توسعه فشرده محله امتیاز این شاخص را کسب نمی‌کند. محدوده از نظر شاخص تسهیلات عبور و مرور به سبب عدم وجود ایستگاه‌های اتوبوس مناسب و تسهیلات عبور و مرور پیاده و ... امتیازی را کسب نمی‌کند. از نظر کارایی انرژی در ساختمان نیز با توجه به هدف مدل در جهت رعایت استانداردهای ساخت و ساز و رعایت مقررات ملی ساختمان چون حدوداً از ۱۰ سال گذشته تمرکز بیشتری بر این موضوع قرار گرفته شده است، با توجه به قدمت ساختمان‌ها در محله تنها ۱۵ درصد از پلاک‌ها ۱۰ تا ۱۰ سال قدمت داشته و همچنین به طور دقیق نیز نمی‌توان برآورد نمود که همین ۱۵ درصد نیز کاملاً مقررات را رعایت کرده‌اند یا خیر. با توجه به این میزان کم، تنها ۰٫۳ امتیاز این شاخص برای محله درج شده است. برای شاخص کاهش جزایر حرارتی با توجه به مواردی که در مدل در نظر گرفته شده از قبیل فضاهای مسقف، پشت بام سبز، وجود فضای سبز در حیاط، مصالح منعکس‌کننده نور و ... تنها ۰٫۲۵ امتیاز به سبب وجود باغچه در حیاط به محله اختصاص پیدا می‌کند و در نهایت برای شاخص

کارایی زیرساخت‌ها که استفاده از زیرساخت‌هایی که از انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده می‌شود مدنظر است، محله ۰٫۵ امتیاز را برای استفاده از چراغ‌های خورشیدی در پارک‌ها کسب می‌نماید. در مجموع امتیاز محدوده مورد مطالعه از ۲۳ امتیاز ممکن حدوداً ۱۰ امتیاز را بدست آورده است که نشان دهنده وضعیت حدوداً مورد تایید -نیمی از امتیازها کسب شده- قرار دارد و با تغییرات دیگر در محدوده، کارایی انرژی با توجه به مدل LEED بیشتر می‌شود.

پیشنهاد‌های مختلفی برای ارتقای محدوده در جهت کاهش مصرف انرژی و کارایی انرژی ارائه شده است که در شکل شماره ۳ و جدول شماره ۴ مشاهده می‌شود. پس از اعمال تغییرات و پیشنهادات ارائه شده، امتیازات کسب شده توسط محله به ۱۷/۵ از ۲۳ امتیاز ممکن، می‌رسد. بنابراین با توجه به امتیاز وضع موجود محدوده، رشد ۷ امتیازی قابل مشاهده است که تقریباً ۶۰ درصد، بیشتر از وضع موجود به شاخص‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی نزدیک است. محاسبه دقیق میزان کاهش مصرف انرژی در محدوده، پس از اعمال پیشنهادات، با توجه به

معیار	شاخص	نحوه امتیازدهی	امتیاز	امتیاز محله
موقعیت و ارتباط هوشمند (Smart Location and Linkage)	توسعه دوباره زمین‌هایی که قبلاً کاربری صنعتی داشتند	مشخص کردن کاربری صنعتی و کارگاهی غیرمجاز و تغییر کاربری آن‌ها برای توسعه مجدد و جلوگیری از آلودگی	۲	۰
	کاهش وابستگی به اتومبیل	حداقل ۵۰٪ واحدهای مسکونی در فاصله ۴۰۰ متری شعاع دسترسی ایستگاه‌های اتوبوس قرار گیرند و میزان سرویس‌دهی آن‌ها در طول هفته	۸-۱	۷
	نزدیکی به مدرسه	حداقل ۵۰٪ واحدهای مسکونی در فاصله ۴۰۰ متری شعاع دسترسی مدرسه (مهدکودک، دبستان، راهنمایی، دبیرستان) قرار گیرند.	۱	۰٫۲۵
	شبکه دوچرخه	وجود ایستگاه دوچرخه یا شبکه دوچرخه به عنوان قسمتی از شبکه حمل و نقل	۱	۰
الگوی واحد همسایگی و طراح آن	تنوع کاربری‌ها	حداقل ۵۰٪ واحدهای مسکونی در فاصله ۴۰۰ متری شعاع دسترسی کاربری متنوع قرار گیرند.	۷-۱	۲
	توسعه فشرده	وجود واحدهای مسکونی در محله با تراکم حداقل ۷ واحد مسکونی یا بیشتر در هر ۴۰۰ مترمربع از زمین قابل ساخت	۴-۱	۰
	تسهیلات عبور و مرور	وجود مبلمان‌های مناسب از قبیل ایستگاه اتوبوس، تابلوها و ...	۱	۰
ساخت و ساز و تکنولوژی سبز	کارایی انرژی در بناها	رعایت استانداردهای ساخت و ساز	۳-۱	۰٫۳
	کاهش جزایر حرارتی	وجود پارکینگ مسقف، استفاده از مواد بازتاب‌کننده نور خورشید در کف پوش‌ها و ...، بام سبز و ...	۱	۰٫۲۵
	کارآمدی انرژی زیرساخت‌ها	استفاده از زیرساخت‌هایی که از انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده می‌شود مانند چراغ‌های راهنمایی، چراغ‌های خیابانی خورشیدی و ...	۱	۰٫۵

تأثیر متفاوت شاخص‌های مطرح شده در مدل LEED نیاز به بررسی دقیق‌تر دارد، اما به طور تقریبی می‌توان کاهش ۴۵ تا ۵۰ درصد را با توجه به امتیاز کسب شده در نظر گرفت.

### نتیجه‌گیری

بررسی‌های پژوهش حاضر نشان داد با توجه به ابزارها و روش‌های ارزیابی کارایی انرژی با اقداماتی چون ترویج اختلاط کاربری، افزایش تراکم و فشردگی، توزیع سلسله مراتبی خدمات در مراکز اصلی فعالیت، توسعه حمل و نقل محور، ایجاد شبکه معابر پیوسته و یکپارچه، مدیریت و قیمت‌گذاری پارکینگ و افزایش قابلیت دسترسی پیاده و دوچرخه و حمل و نقل عمومی و تغییر الگوی انرژی مصرفی در بخش خانگی، ساختمان و زیرساخت‌ها و غیره موجب کاهش مصرف انرژی و دست یافتن به کارایی انرژی خواهد شد. در سطح اول، مقیاس شهر به طور مستقیم مد نظر قرار گرفته شد و به طور کلی میزان مصرف انرژی در شهر تهران با توجه به شاخص‌ها و سنجه‌های مدل TRACE

مورد ارزیابی قرار گرفت و بخش‌های پرمصرف انرژی در شهر تهران، شاخص‌های ساختمان و حمل و نقل، برآورد گردید. در سطح دوم برای ارزیابی کارایی انرژی با توجه به تقسیمات محله‌ای در شهر، به بررسی میزان کارایی انرژی در یکی از محلات شهر تهران به عنوان نمونه - محله ظهیرآباد در منطقه ۲۰ شهر تهران - با مدل LEED که تمرکز بر شاخص‌های پرمصرف در سطح اول یعنی ساختمان و حمل و نقل داشت، پرداخته شد. ارزیابی محله با مدل LEED امتیاز حدوداً امتیاز مورد تأیید از نظر مدل را به خود اختصاص داد که با توجه به معیارهای انتخاب شده کارایی انرژی در محله در حد متوسط قرار داشته و با تغییرات مختلف می‌توان کارایی انرژی در محله را افزایش داد. در واقع بررسی یکی از محلات چارچوبی برای بررسی محلات مختلف شهر تهران در تحقیقات آینده و در نهایت بررسی کارایی انرژی در سطح شهر، مورد استفاده قرار خواهد گرفت. بنابراین بر اساس نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل پژوهش و توصیه‌ها و راهکارهای پیشنهادی برای ارتقای کارایی انرژی در هر دو سطح از مقیاس و با توجه

شاخص	پیشنهادات	امتیاز	امتیاز وضع موجود محله	امتیاز
توسعه دوباره زمین‌هایی که قبلاً کاربری صنعتی داشتند	تغییر کاربری‌های صنعتی و کارگاهی به کاربری‌های مورد نیاز محله از قبیل آموزشی، تجاری و ...	۲	۰	۲
کاهش وابستگی به اتومبیل	افزایش تعداد ایستگاه در خیابان‌های اصلی داخل محله (به سبب وجود ایستگاه‌های مناسب در شبکه دور محله) و افزایش سرویس دهی اتوبوس‌ها	۸-۱	۷	۸
نزدیکی به مدرسه	احداث خدمات آموزشی در سطوح مورد نیاز: مهدکودک، راهنمایی و دبیرستان (تغییر کاربری‌های صنعتی و کارگاهی)	۱	۰.۲۵	۱
شبکه دوچرخه	با توجه به شیب مناسب محله، ایجاد شبکه دوچرخه	۱	۰	۱
تنوع کاربری‌ها	اختلاط کاربری و تنوع کاربری	۷-۱	۲	۳
توسعه فشرده	با توجه به میزان تراکم مسکونی موجود در هر ۴۰۰ مترمربع، محله برای رسیدن به امتیاز این شاخص، بسیار فاصله دارد و این تغییرات با تغییر پهنه بندی طرح تفصیلی برای آینده ممکن است امکان پذیر باشد.	۴-۱	۰	۰
تسهیلات عبور و مرور	جایگزینی میلان‌های شهری مناسب در محله و توجه به کفپوش‌ها، چراغ‌ها، خط‌کشی‌ها و ... برای تشویق به پیاده روی و استفاده از حمل و نقل عمومی	۱	۰	۰.۵
کارایی انرژی در بناها	به سبب قدمت بالای ساختمان‌های محله و همچنین بافت فرسوده محله با اجرای طرح‌های بافت فرسوده و اقدامات بهسازی، نوسازی در محله می‌توان کارایی انرژی در ساختمان را افزایش داد.	۳-۱	۰.۳	۰.۵
کاهش جزایر حرارتی	نظارت بر ایجاد بام سبز و پارکینگ مسقف برای هر واحد ساختمانی در ساخت و سازهای جدید، استفاده از مصالح بازتاب نور خورشید برای کفپوش‌ها، پشت بام‌ها و ...	۱	۰.۲۵	۰.۵
کارآمدی انرژی زیرساخت‌ها	افزایش چراغ‌ها با پنل‌های خورشیدی و ترقیب استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر	۱	۰.۵	۱
مجموع امتیازات		۲۳	۱۰.۳	۱۷.۵

جدول ۳. شاخص‌های منتخب مدل LEED در محله ظهیرآباد، مأخذ نگارنده با استناد بر (US Greenbuilding council and king, 2007: 5-4) (2011,king)

- AGECC (THE SECRETARY-GENERAL'S ADVISORY GROUP ON ENERGY AND CLIMATE CHANGE)(2010), Energy for a Sustainable Future, AGECC, New York.
- Bose ,Ranjan K. , Nandi, Sangeeta, (2010). Supporting Energy Efficient Solutions in Developing Countries: The Way Ahead, Energy Efficient Cities , The world bank.
- BurbyIII,Raymond J. (2008). Saving Energy in Urban Areas: Community Planning Perspectives, 1978,popular government.
- Breheny, M. J. (1996). The contradictions of the compact city: A review in Williams, K. (Ed.), The compact city: A sustainable urban form? London: E & FN Spon, 35-13
- Cacic, G., &Morvaj, Z. (2010). Improving efficiency of energy use in cities– Towards sustainability through managing energy and changing behavior. UNDP Croatia, National Energy Efficiency Project, Republic of Croatia.

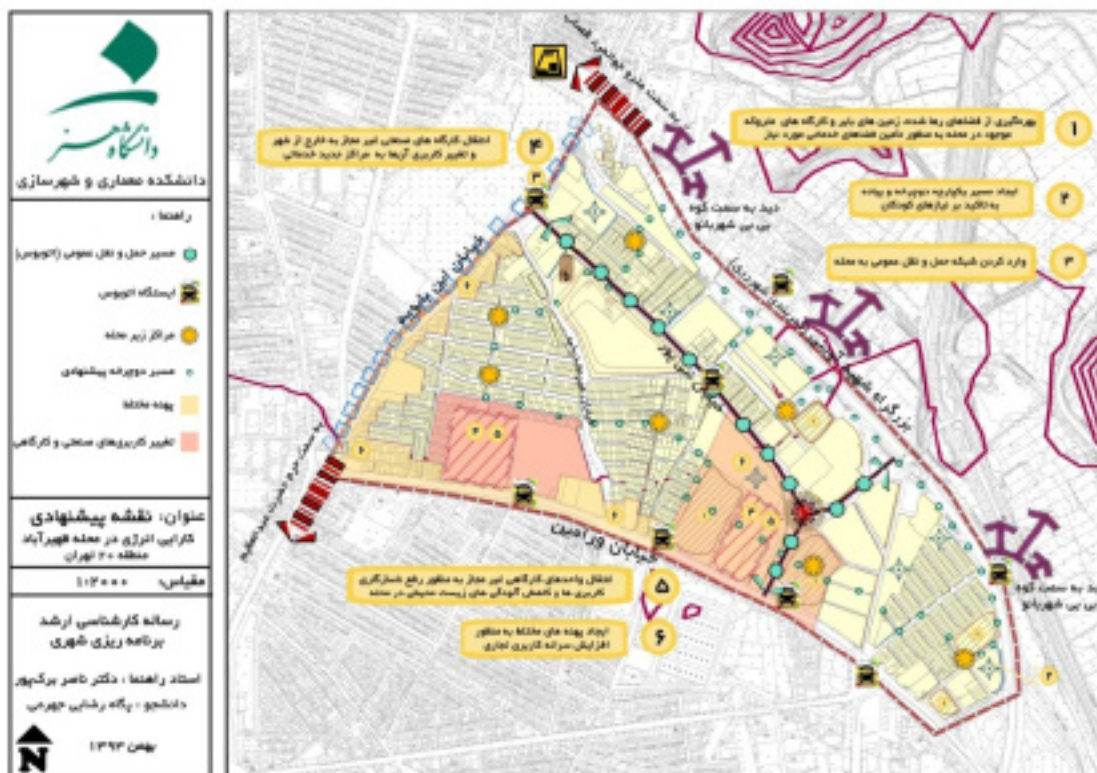
به مدل‌های ارزیابی کارایی انرژی، با سیاست‌گذاری و برنامه‌های اقدام مختلف می‌توان کارایی انرژی را افزایش داد. به طور کلی می‌توان بیان نمود که اقدام به در نظر گرفتن کارایی انرژی در ساختار شهر از آن جایی واجد اهمیت است که نه تنها کمبود منابع انرژی تبدیل به معضل جهانی شده است، بلکه این مساله می‌تواند ما را به سوی شهرهایی با کیفیت‌تر پیش ببرد. از این رو ضروری است اقدامات مرتبط با انرژی با هدف کاهش مصرف آن و دستیابی به کارایی انرژی صورت پذیرد.

### پی‌نوشتها

- <sup>1</sup>Tool for Rapid Assessment of City Energy
- <sup>2</sup>Leadership in Energy and Environmental Design
- <sup>3</sup>Decision-support
- <sup>4</sup>Playbook
- <sup>5</sup>Key Performance Indicators
- <sup>6</sup>HDI (by Country)
- <sup>7</sup>Relative Energy Intensity

### فهرست منابع

- Aburbach, Laurence, (2009).An introduction to LEED-ND for CNU Members, CNU, DC.



شکل ۳. نقشه پیشنهادی کارایی انرژی محله ظهیرآباد. (مأخذ: نگارنده)

- Kamal-Chaoui, L., & Robert, A. (2009). Competitive cities and climate change. OECD Regional Development Working Papers N° 2, OECD publishing, ©OECD.
- Keirstead, James; Samsatli, Nouri; Shah, Nilay, (2010). SynCity: An Integrated Tool Kit for Urban Energy Systems Modeling, Energy Efficient Cities, TheWorld Bank.
- King, Ruthie, (2011). LEED for Neighborhood Development: programming urban sustainability, Green building council, US.
- Ministry of Energy, (2011).The energy balance sheet in -2010 global developments, macro planning office of electricity and energy, Tehran.
- Municipality of Tehran, (2012). Statistical Reports of Tehran Municipality, Statistical Yearbook of Tehran Municipality, Municipality of Tehran.
- Newman, P., &Kenworthy J. (1999). Sustainability and cities: Overcoming automobile dependence. Wash-ington D.C: Island Press.
- Simon,Taylor; Fan, Denis; Rylatt, Mark, (2014). Enabling urban-scale energy modeling: a new spatial ap-proach, BUILDING RESEARCH & INFORMATION, 2014 Vol. 42, No. 1, UK.
- Statistical Center of Iran, (2011). Selected results of population and housing census in 2011.
- Statistical Center of Iran, (2006). Selected results of population and housing census in 2006.
- Sunikka, Minna, (2006). Energy efficiency and low-carbon technologies in urban renewal, BUILDING RE-SEARCH & INFORMA-TION, Publisher: Routledge.
- Taylor, Robert P, Govindarajalu, Chandrasekar, Levin, Jeremy, Meyer, Anke S, Ward, William A. (2008). FINANCING ENERGY EF-FICIENCY Lessons from Brazil, China, India, and Beyond, The International Bank for
- Condon, Patrick M.;Cavens,Duncan ; Miller, Nicole ,(2009). Urban planning tools for climate changing mitigation, policy focus report,linclon institute of land policy.
- Department of Energy and Climate Change, (2012),The Energy Efficiency Strategy: The Energy Efficiency Opportunity in the UK, Department of Energy and Climate Change, London.
- ESMAP (Energy Sector Management Assistance Program),The World Bank, (2012). EnergyEfficientCitiesInitiativeHelpingCit-ies Meet Their Energy Challenges of the New Century, ESMAP.
- ESMAP, THE WOLD BANK (2013).TRACE Tool for Rapid Assessment of City Energy, The International Bank for Reconstruction and Development/THE WORLD BANK GROUP.
- ECA, ESMAP, ILLER BANKASI, GAZIANTEP, (2013). ECA Sustainable cities: Improving Energy Efficiency in Gaziantep (Turkey) Trace pilot, ECA.
- Fuel and Energy Conservation Company, (2011).Transport and Energy Information of Iran, Fuel and En-ergy Conservation Company,Tehran.
- US. Green building council, NRDC, Congress for the new Urbanism, (2007). Pilot Ver-sion: LEED for Neigh-borhood Develop-ment Rating System, Green building coun-cil, US.
- IGES (Institute for Global Environmental Strategies). (2004). Urban energy use and greenhouse gas emis-sions in Asian mega-cities. Japan.
- Isazadeh, Saead and Mehranfar, Jahan-bakhsh, (2011). Survey of the relationship between energy consump-tion and the level of urbanization in Iran (the applica-tion of vector error correction pattern and factor anal-ysis model), Periodical of Eco-nomic Strategy; NO. 2.

- Reconstruction and Development / The World Bank, Washington DC.
- Tehran Province Water and Wastewater Company, (2011). Performance Report of Tehran Water and Wastewater Company, Tehran Water and Wastewater Company, Tehran.
  - Tehran Regional Electric Company, (2011). Performance Report of Tehran Electric in 2011, Tehran Regional Electric Company, Tehran.
  - Tehran Waste Management Organization, (2011). Activities report of assistance of recycling and coordination of Organization of Tehran municipality recycling and transforming materials regions in 2011, Tehran Waste Management Organization, Tehran.
  - The Statistical Center of Iran, Iran National Standard, (2011). Non-residential buildings- benchmarking of energy consumption and energy label instructions, Institute of Standard of Iran, Tehran.
  - The Urban Planning and research Center of Tehran, Assistance of urban planning and research of infra-structure and comprehensive plan, (2011). State of the Environment of Tehran (SoE) (2007-1998), The urban Planning and research Center of Tehran, Tehran.



شماره ۱-۶  
بهار ۱۳۹۵  
فصلنامه  
علمی-پژوهشی

**نقش جهان**

ارزیابی کارایی انرژی در مقیاس شهری در مقایسه دو روش لید و تریس