

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره یازده، بهمن ماه ۹۸

برآورد شاخص ردپای اکولوژیک انرژی (برق و گاز طبیعی) و آب مصرفی بخش

خانوار در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران

زهرا عابدی^۱

پریسا سلطانی خمسه^{۲*}

p.soltani1990@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۲۹

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۵

چکیده

زمینه و اهداف: رشد جمعیت و مصرف بی رویه منابع طبیعی جهت تداوم رفاه اقتصادی، علاوه بر نابودی اکوسیستم سبب بروز کمبود در کره قابل حیات گردیده است که جهت پیشگیری از بروز هرگونه کمبود در دسترسی به منابع طبیعی، مصرف هر بخش اقتصادی باید با رعایت توان بازتولید اکوسیستم ادامه یابد. این مقاله به برآورد ردپای اکولوژیک مصرف آب و انرژی (برق و گاز طبیعی) بخش خانوار در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران و تخمین ظرفیت زیست محیطی منابع مذکور پرداخته است.

روش بررسی: در این مقاله ضمن برآورد ردپای اکولوژیک به روش مبتنی بر مصرف آشکار منابع، میزان ظرفیت زیست محیطی براساس بازده زمین برآورد گردیده و همچنین شکاف اکولوژیک در مفهوم کمبود دسترسی به منابع بدست آمده است. برای یافتن تأثیر راه حل-های کاربردی در کاهش شکاف اکولوژیک نیز از طریق نرم افزار SPSS و آزمون کوکران و همچنین تدوین پرسش نامه مرتبط با مصرف منابع موردبررسی در بخش خانوار، مهم ترین عامل موثر در کاهش شکاف اکولوژیک مشخص گردیده است.

یافته ها: برآورد ردپای اکولوژیک آب و انرژی (برق و گاز طبیعی) مورد استفاده در بخش خانوار شهر تهران به ارتباط منفی میان تداوم فعالیت های بخش خانوار و شکاف اکولوژیک منابع مذکور اشاره دارد، که باتوجه به نتایج بدست آمده و تحلیل آن ها، شکاف اکولوژیکی بیش از ۴ میلیون هکتار حاصل از مصرف بی رویه آب، برق و گاز طبیعی در بخش خانوار شهر تهران موجود است. پس از برآورد شکاف اکولوژیک، پرسش نامه هایی برای شفاف سازی دلایل هدررفت منابع بین خانوار توزیع گردید که براساس آن، جامعه آماری در ارزیابی پرسش نامه، جمعیت خانوار ۲۲ گانه شهر تهران به تعداد ۲ میلیون و ۸۳۰ هزار خانوار در نظر گرفته شد و برای ایجاد یکنواختی تحلیل،

۱- استادیار گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۲- دکتری اقتصاد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران* (مسئول مکاتبات)

خانوارها با جمعیت ۳ نفره مینا قرار گرفتند که از طریق فرمول کوکران تعداد ۱۱۰۰ خانوار به عنوان نمونه و به طور تصادفی انتخاب شدند.

بحث و نتیجه گیری: باتوجه به نتایج بدست آمده و تحلیل آن ها، مهم ترین عامل جهت کاهش شکاف اکولوژیک و داشتن بهینه مصرف آب در بخش خانوار، کاهش مصرف آب برای شست و شو وسایل نقلیه، مهم ترین عامل جهت ایجاد بهینه مصرف برق در بخش خانوار، استفاده از لامپ های کم مصرف و مهم ترین عامل جهت ایجاد بهینه مصرف گاز طبیعی در بخش خانوار، استفاده از پنجره های دو-جداره و کم ترین عامل تأثیرگذار استفاده از بخاری های گازی متناسب با متراژ خانه بوده است.

واژه های کلیدی: ردپای اکولوژیک آب وانرژی، ظرفیت زیست محیطی، شکاف اکولوژیک، مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، بخش خانوار

Estimated Index of Ecological Footprints of Energy (Electricity and Natural Gas) and Water Consumption of Household Sector in 22 Districts of Tehran

Zahra Abedi¹

Parisa Soltani Khamseh^{2*}

p.soltani1990@yahoo.com

Admission Date: February 24, 2019

Date Received: October 21, 2017

Abstract

Backgrounds and objectives: Population growth and excessive consumption of natural resources for the continuation of economic welfare, in addition to destroying the ecosystem has caused a shortage of life on the planet is vital to prevent any shortage of access to natural resources continue. This article estimates the ecological footprint of water and energy consumption (electricity and natural gas) of the household sector in the 22 districts of Tehran and estimates the environmental capacity of the mentioned resources.

Analysis method: Estimating the ecological footprint of water and energy (electricity and natural gas) used in the household sector of Tehran refers to the negative relationship between the continuity of household activities and the ecological gap of the mentioned sources, which according to the results and their analysis, ecological gap more than 4 million hectares of water, electricity and natural gas consumption are available in the household sector of Tehran. To find the impact of practical solutions to reduce the ecological gap using SPSS software and Cochran test and also developing a questionnaire related to the use of resources in household, the most important factor in reducing the ecological gap is identified.

Findings: Based on the results obtained and their analysis, the ecological gap of over 4 million hectares is due to the excessive use of water, electricity and natural gas in the household sector of Tehran. After estimating the ecological gap, questionnaires were distributed to clarify the causes of household waste loss. According to the statistical society, in the assessment of the questionnaire, the population of the 22nd household in Tehran was considered to be 2 million and 830 thousand households. To create uniformity of analysis, the households were based on a population of 3, Then through the Cochran formula, 1100 households were sampled and they were randomly selected.

Discussion and conclusion: The results of the questionnaire showed that the most important factor in reducing the ecological gap and having the optimal use of water in the household sector is reducing water consumption for washing cars, the most important factor for creating optimal power consumption in the household sector is using energy-saving bulbs. The most important factor for

1- Assistant Professor of Environmental Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch of Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Phd environmental economics, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University Science and Research Branch, Tehran, Iran. *(Corresponding Author)

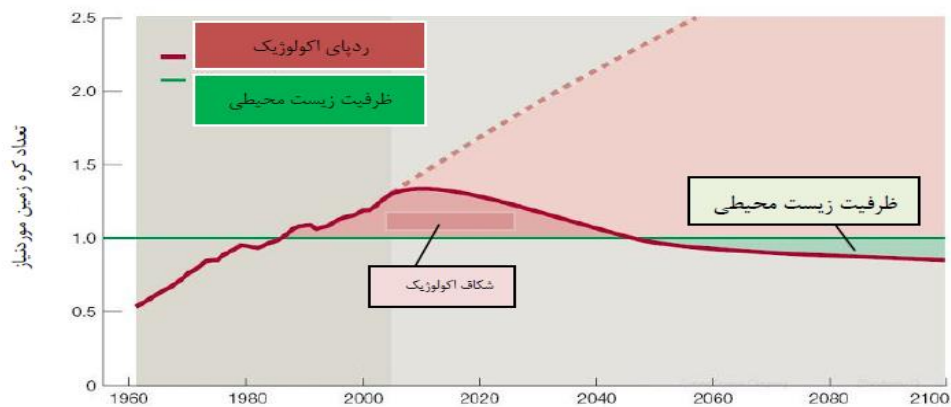
creating optimal consumption of natural gas in the household sector is the use of double-glazed windows and the least effective factor is the use of gas heaters proportional to the area of the houses.

Key words: Water and energy ecological footprints, environmental capacity, ecological gap, 22 areas of Tehran, Household sector

مقدمه

صعودی پیدا کرد که به دنبال بروز بحران های طبیعی در جهان هم چون ذوب شدن یخ ها، پدیده گرمایش جهانی، بالا رفتن سطح آب دریاها، افزایش آلودگی هوا، کشورهای توسعه یافته به تجدیدنظر در شیوه مصرف منابع خود پرداختند (۱). در سال ۲۰۱۵، بالا رفتن سرعت مصرف از اکوسیستم توسط بشر در مقایسه با سیر تجدید حیات زیست بوم سبب افزایش شکاف اکولوژیک گردید، به طوری که مصرف منابع کره قابل حیات توسط بشر طی یکسال به زمانی معادل ۱ سال و ۶ ماه جهت تجدید حیات و بازتولید نیاز دارد. اما بشر بدون توجه به توان بازتولید طبیعت، آنچنان در مصرف از اکوسیستم پیشی گرفته که نابودی منابع طبیعی و در نتیجه مرگ هر موجود زنده بر روی کره زمین را ممکن خواهد ساخت (نمودار ۱) (۲).

انسان مصرف گرای امروزی با گسترش سبب مصرفی خود از منابع طبیعی، علاوه بر ایجاد رفاه و هم چنین رشد اقتصادی کوتاه مدت برای جامعه سبب بروز کمبود در اکوسیستم خواهد شد. عدم دسترسی به منابع طبیعی منجر به بروز مشکلات در قالب کاهش یا عدم وجود مواد اولیه مورد نیاز برای تولید کالاهای اساسی در کشور می گردد، اما با وجود تمام تردیدهای ناشی از کاستی در ظرفیت اکوسیستم، بشر باز هم از میل مصرف گرایی خود تبعیت می کند و بدون تفکر عاقلانه در شیوه مصرف خود به نیستی منابع طبیعی از جمله آب و خاک قابل کشت دامن می زند (۱). در سال ۱۹۶۱ با صنعتی شدن اکثر کشورهای واقع در قاره اروپا و گسترش سیر بکارگیری تکنولوژی، زمینه برداشت از اکوسیستم افزایش یافت تا جایی که رشد اقتصادی در این گونه کشورها در کوتاه مدت روند



نمودار ۱- روند ردپای اکولوژیک، ظرفیت زیستی و شکاف اکولوژیک (پیرس فرد^۱)

Diagram 1. Ecological footprint trends, bioaccumulation and ecological gap

از ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۷ به این نتیجه رسیدند که این نسبت تا سال ۱۹۷۵ در حد قابل قبولی بوده است بدین معنی که ظرفیت کره خاکی بیش از ردپای اکولوژیکی بشر بوده است ولی از سال ۱۹۸۰ به بعد این روند معکوس شده است (۳). شایسته و همکاران (۱۳۹۱) در مقاله ای با عنوان "تحلیل روش های برآورد ردپای اکولوژیکی در مقیاس شهری" به بررسی انواع روش ها برای محاسبه ردپای اکولوژیکی پرداختند. از نظر آن ها سه روش برای محاسبه ردپای اکولوژیکی شهرها وجود دارد که شامل: ترکیب، جزء و مستقیم می باشد. هر یک از این سه روش شامل روش های محاسبه و منابع داده مختلف است و برخی از شهرها ردپای اکولوژیکی را با استفاده از ترکیب روش ها مطالعه می کنند که عناصر ترکیبی از تعدادی یا هر سه روش است (۴). حسین- زاده و همکاران (۱۳۸۵) در مقاله ای با عنوان "روش جابجایی اکولوژیکی در پایداری کلان شهرها با نگرشی بر کلان شهر تهران" به برآورد ردپای اکولوژیک مصرف منابع طبیعی اکولوژیکی معادل ۳/۷۹ هکتار برای هر فرد در واقع ۱/۹۱ هکتار برای هر فرد، بار وارده بر محیط پشتیبانش یعنی ایران وارد می کند. هم چنین در مقایسه با سطح جهانی نیز ردپای اکولوژیک هر فرد تهرانی ۲/۳۹ هکتار بزرگ تر است این بدین مفهوم است که هر فرد تهرانی بیش از ۲/۵ برابر بیش تر از سهم خود از توان اکولوژیک و ظرفیت زیستی محیط بهره برداری می کند که نتیجه آن بروز شکاف اکولوژیک و کمبود می باشد (۵). در پژوهش حاضر "برآورد ردپای اکولوژیک آب و انرژی بخش خانوار"، ابتدا متوسط مصرف منبع طبیعی مورد مطالعه محاسبه گردیده، سپس با استفاده از آمار مرتبط با آب انتقالی به بخش خانوار، متوسط تولید منبع مورد نظر برآورد شده و بازده تولید مورد نظر باتوجه به هکتار زمین تحت مطالعه به دست می آید. از مقایسه متوسط مصرف و بازده حاصل می توان وجود شکاف اکولوژیک را تخمین زد. تاکنون برآورد ردپای اکولوژیک در سطح خانوار انجام نگرفته شده و بعضاً در مورد میزان آب مصرفی این بخش مطالعاتی انجام شده است. به طور کلی این

براین اساس با بکارگیری شاخص ردپای اکولوژیک^۱ و برآورد ردپای اکولوژیک^۲ مصرف منابع جهت بررسی میزان تقاضا و برداشت منابع از یک سو و برآورد ظرفیت زیست محیطی^۳ تأمین منبع مورد نظر از سوی دیگر می توان میزان شکاف اکولوژیک^۴ یا عدم پایداری در مصرف را تخمین و تبیین کرد. هم چنین با توجه به مفهوم ظرفیت زیست محیطی که میزان توانایی اکوسیستم در تأمین منابع طبیعی مورد نیاز به عنوان عامل تولید برای هر بخش اقتصادی جهت تولید کالا و خدمات را نشان می دهد، بررسی ردپای اکولوژیکی مصرفی و مقایسه آن با ظرفیت زیست محیطی می تواند راهکاری موثر از جهت پیشگیری از هدررفت منابع طبیعی باشد (۲).

در این پژوهش ردپای اکولوژیک آب، برق و گاز طبیعی بخش خانوار برآورد شده است. دلیل اصلی مطالعه و برآورد ردپای اکولوژیک خانوار، از یک سو افزایش جمعیت خانوار شهر تهران و از سوی دیگر افزایش مصرف منابع آب و انرژی (برق و گاز طبیعی) می باشد که براین اساس لزوم برآورد میزان تقاضای خانوار از منابع مورد مطالعه امری لازم برای حفاظت از بقای زیست بوم می باشد.

بررسی مطالعات ردپای اکولوژیک مصرف منابع طبیعی در

بخش خانوار

یعقوب زاده (۱۳۹۳) در مقاله ای با عنوان "ردپای اکولوژیکی در نواحی شهری کشورهای در حال توسعه" به بررسی ردپای اکولوژیک مصرف منابع طبیعی پرداخته اند. به اعتقاد آن ها یکی از الزامات توسعه پایدار این است که منابع طبیعی به عنوان میراث جمعی بشریت، به گونه ای محافظت شود که علاوه بر پاسخ گویی به نیازهای نسل حاضر، ظرفیت پاسخ دهی به نیازهای نسل های آینده را نیز داشته باشند. بنابراین جهت کاربردی کردن مبحث به برآورد ردپای اکولوژیک مصرف منابع طبیعی طی سال های ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۷ پرداختند. آن ها با بدست آوردن نسبت بین ردپای اکولوژیک و ظرفیت کره زمین

- 1- Ecological Footprint Index
- 2- Ecological Footprint
- 3- Biocapacity
- 4- Ecological Gap

که در آن AP_a متوسط تولید سرانه منبع مورد مطالعه (آب، برق یا گاز طبیعی) به ازای هر فرد در سال مورد نظر، P_a تولید سرانه منبع مورد مطالعه (آب، برق و گاز طبیعی) در سال مورد نظر، P جمعیت شهر تهران می باشد.

$$E_{pc} = \frac{AP_a}{L_R} \quad (6)$$

که در آن E_{pc} بازده تولید سرانه منبع مورد مطالعه (آب، برق یا گاز طبیعی) به ازای هر فرد در سال مورد نظر، AP_a متوسط تولید سرانه منبع مورد مطالعه (آب، برق یا گاز طبیعی) به ازای هر فرد در سال مورد نظر L_R وسعت اراضی مسکونی می باشد.

$$L_D = \frac{AC_a}{EP_c} \quad (7)$$

که در آن L_D هکتار زمین مورد تقاضا برای تأمین منبع مورد مطالعه (آب، برق یا گاز طبیعی) به ازای هر فرد در سال مورد نظر، AC_a متوسط مصرف سرانه منبع مورد مطالعه (آب، برق یا گاز طبیعی) به ازای هر فرد در سال مورد نظر، E_{pc} (آب، برق یا گاز طبیعی) به ازای هر فرد در سال مورد نظر، بازده تولید سرانه منبع مورد مطالعه (آب، برق یا گاز طبیعی) به ازای هر فرد در سال مورد نظر می باشد (۷). پس از برآورد هکتار زمین لازم جهت تأمین منابع مورد مطالعه (آب، برق و گاز طبیعی) به ازای هر فرد در سال مورد نظر، از جمع هکتار زمین های لازم می توان ردپای اکولوژیک هر فرد در مصرف منبع مورد نظر را بدست آورد که در رابطه (۵) ردپای اکولوژیک به ازای هر فرد، aa_i هکتار زمین های لازم برای تأمین منابع مورد مطالعه (آب، برق و گاز طبیعی) به ازای هر فرد در سال مورد نظر می باشد (۸).

$$ef = \sum aa_i \quad i=1 \text{ to } n \quad (8)$$

با در نظر داشتن جمعیت مورد مطالعه می توان ردپای اکولوژیک منطقه را بدست آورد که در این پژوهش، جمعیت شهر تهران در برآورد ردپای اکولوژیک بخش خانوار به عنوان جمعیت مورد مطالعه لحاظ شده است (۹).

$$EF_p = ef \times N \quad (9)$$

که در آن ef ردپای اکولوژیک به ازای هر فرد در مصرف منابع مورد مطالعه (آب، برق و گاز طبیعی)، N تعداد جمعیت شهر تهران و EF_p ردپای اکولوژیک جمعیت شهر تهران می باشد (۹).

پژوهش می تواند در جهت بهینه مصرف منابع در بخش خانوار موثر واقع شود.

شاخص ردپای اکولوژیک

شاخص ردپای اکولوژیک اولین بار توسط ماتیس واکرناگل^۱ مورد بحث و استفاده قرار گرفت. این شاخص به عنوان یک ابزار کاربردی جهت تبیین آگاهی و هشدارهای لازم از نحوه مصرف منابع طبیعی و میزان مجاز مصرف مطابق با ظرفیت اکوسیستم مورد استفاده قرار می گیرد. در مدلی مفهومی شاخص ردپای اکولوژیک به شرح زیر است (۶):

$$EF = \sum \left(\frac{C_i}{P_i} \right) \quad (1)$$

که در آن C بیان گر مصرف که به مساحت زمین مولد تبدیل می شود با (صادرات - واردات + تولید)، P بیان گر تولید متوسط سالانه یا عملکرد به مساحت زمین، i بیان گر هر آیتم مصرفی و n بیان گر آیتم های مصرف شده می باشد.

$$ef = \sum aa_i \quad (2)$$

که در آن ef ردپای اکولوژیک هر فرد و aa_i بیان گر هکتار زمین های لازم برای تأمین مصرف مورد مطالعه در سال مورد نظر است.

$$EF = N \times ef \quad (3)$$

که در آن EF ردپای اکولوژیک منطقه مورد مطالعه، N جمعیت مورد نظر، ef ردپای اکولوژیک هر فرد می باشد.

شاخص ردپای اکولوژیک در بخش خانوار

روابط ریاضی برآورد ردپای اکولوژیک آب، برق و گاز طبیعی بخش خانوار به شرح زیر است:

$$AC_a = \frac{C_a}{P} \quad (4)$$

که در آن AC_a متوسط مصرف سرانه منبع مورد مطالعه (آب، برق یا گاز طبیعی) به ازای هر فرد در سال مورد نظر، C_a مصرف سالانه منبع مورد مطالعه (آب، برق یا گاز طبیعی) در سال مورد نظر، P جمعیت شهر تهران می باشد.

$$AP_a = \frac{P_a}{P} \quad (5)$$

بررسی وضعیت آب، برق و گاز طبیعی بخش خانوار مناطق

۲۲ گانه شهر تهران

براین اساس قبل از برآورد ردپای اکولوژیک آب، برق و گاز طبیعی بخش خانوار شهر تهران، وضعیت منابع مذکور بررسی شده است. در حوزه مصرفی برق خانوار شهر تهران، داده

های لازم طبق گزارشات شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ در جدول (۱) فراهم گردیده که براین اساس، آمار مشترکین مصرف کننده برق با واحد تعداد و میزان مصارف انرژی آن ها با واحد مگاوات ساعت در نظر گرفته شده است، هم چنین هر دوره مصرفی برق خانوار ۲ ماه می باشد که در مجموع مصرف برق ۱۲ ماه برای محاسبات در نظر گرفته شده است (۱۰).

جدول ۱- آمار مصرفی برق خانوار شهر تهران به تفکیک دوره های مصرفی ۲ ماهه

Table 1. Electricity consumption statistics of households in Tehran divided by 2-month consumption periods

دوره (۲ ماهه)	تعداد مشترکین برق خانگی	مقدار مصرف برق (مگاوات ساعت)
دوره ۱	۳۲۳۵۷۴۱	۱۱۲۲۴۶۴
دوره ۲	۳۲۴۷۵۰۸	۱۴۶۲۰۰۸
دوره ۳	۳۲۵۷۸۱۷	۱۹۲۸۷۶۹
دوره ۴	۳۲۶۷۲۱۰	۱۳۰۳۶۸۲
دوره ۵	۳۲۷۹۰۴۹	۱۱۰۹۱۸۴
دوره ۶	۳۳۰۱۴۴۳	۱۰۸۳۳۷۵
مجموع مصرف برق مشترکین خانگی شهر تهران در سال ۹۴ ←		۸۰۰۰۹۴۸۲

مأخذ: شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ

طبق جدول (۱) داده های مربوط به مقدار برق مصرفی خانوار شهر تهران در دوره های دوماهه سال ۱۳۹۴ فراهم گردیده است که براساس آن میزان برق مصرفی در دوماهه دوم و سوم (ماه های خرداد، تیر، مرداد و شهریور) بیش ترین میزان بوده که به دلیل استفاده از کولرهای برقی و وسایل خنک کننده برقی بدون داشتن برچسب انرژی می توان شاهد هدررفت برق در سطح خانوارهای شهر تهران بود (۱۰). هم چنین براساس گزارشات شرکت ملی گاز ایران، آمار گاز طبیعی مصرفی خانوار

در بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ در جدول (۲) و (۳) آمده است. این جدول بر اساس ۱۲ منطقه اصلی گاز رسانی شهر تهران تقسیم بندی شده که ۱۲ منطقه مذکور، مسوول گازرسانی به ۲۲ منطقه شهرداری شهر تهران می باشند. هم چنین مصرف گاز طبیعی در بخش خانوار شامل مصرف خانگی، چیلر و موتورخانه بوده که در این جدول مجموع مصارف مذکور اعم از مصرف چیلر، موتورخانه و خانگی برای هر منطقه به عنوان مصرف گاز طبیعی خانوار آن منطقه آورده شده است (۱۱).

جدول ۲- آمار مصرفی گاز طبیعی خانوار شهر تهران به تفکیک مناطق گازرسانی

Table 2. Gas consumption statistics of households in Tehran city by gas distribution

گاز طبیعی منطقه ۶	گاز طبیعی منطقه ۵	گاز طبیعی منطقه ۴	گاز طبیعی منطقه ۳	گاز طبیعی منطقه ۲	گاز طبیعی منطقه ۱	شرح
۱۰۲۶۷۵۴۰ و ۴۶۴	۱۰۴۴۵۱۱۲ و ۵۷۱	۱۰۶۰۳۰۷ و ۹۶۲	۳۳۴ و ۲۲۱ و ۳۰۶	۴۰۹ و ۲۵۴ و ۰۶۰	۵۹۴ و ۴۲۵ و ۶۲۳	خانگی ۹۴
۱۰۲۶۷ و ۲۳۷ و ۵۱۵	۱۰۴۲۳ و ۶۶۱ و ۱۹۸	۱۰۵۹۸ و ۰۶۲ و ۸۳۹	۳۳۰ و ۶۱۴ و ۲۱۴	۴۱۲ و ۰۹۳ و ۳۹۰	۵۹۴ و ۷۳۲ و ۸۶۶	خانگی ۹۳
۱۰۲۵۱ و ۰۸۳ و ۲۹۳	۱۰۳۰۷ و ۲۱۶ و ۴۴۶	۱۰۵۵۰ و ۳۴۱ و ۳۵۰	۳۲۹ و ۰۷۲ و ۹۵۷	۳۷۰ و ۵۶۸ و ۶۲۲	۶۰۰ و ۴۱۶ و ۰۶۱	خانگی ۹۲
۹۲۲ و ۳۵۰ و ۴۳۳	۱۰۰۳۹ و ۵۵۸ و ۳۸۳	۱۰۱۹۹ و ۸۱۲ و ۰۸۳	۲۵۳ و ۲۷۸ و ۱۳۳	۳۳۱ و ۸۲۱ و ۸۹۹	۴۶۲ و ۹۶۰ و ۰۶۷	خانگی ۹۱
۱۰۳۸۱ و ۴۲۵ و ۶۴۱	۱۰۴۶۱ و ۷۸۱ و ۱۹۷	۱۰۷۴۱ و ۰۰۰ و ۵۳۱	۳۷۵ و ۹۵۴ و ۳۸۶	۴۸۱ و ۷۹۳ و ۴۸۲	۶۹۷ و ۲۴۷ و ۹۶۱	خانگی ۹۰

مأخذ: شرکت ملی گاز طبیعی ایران

جدول ۳- آمار مصرفی گاز طبیعی خانوار شهر تهران به تفکیک مناطق گازرسانی

Table 3. Utilization rates of natural gas of households in Tehran in terms of gas distribution areas

گاز طبیعی منطقه ۱۲	گاز طبیعی منطقه ۱۱	گاز طبیعی منطقه ۱۰	گاز طبیعی منطقه ۹	گاز طبیعی منطقه ۸	گاز طبیعی منطقه ۷	شرح
۸۵ و ۷۴۹ و ۶۳۹	۲۸۳ و ۷۱۵ و ۹۹۰	۴۱۴ و ۴۷۹ و ۵۵۶	۳۳۰ و ۳۱۲ و ۰۷۴	۵۰۹ و ۰۴۲ و ۸۵۶	۷۴۰ و ۶۶۸ و ۰۶۲	خانگی ۹۴
۸۴ و ۶۸۰ و ۸۹۷	۲۶۹ و ۳۷۰ و ۱۰۵	۴۰۹ و ۹۹۰ و ۱۶۶	۳۲۷ و ۸۵۵ و ۵۷۸	۴۹۵ و ۶۵۵ و ۲۱۷	۷۳۹ و ۳۴۱ و ۴۷۱	خانگی ۹۳
۷۴ و ۴۰۹ و ۵۶۳	۲۵۴ و ۳۰۷ و ۲۶۱	۴۰۱ و ۸۰۳ و ۸۶۷	۳۱۲ و ۲۹۵ و ۹۳۴	۴۷۸ و ۱۳۷ و ۴۰۳	۷۳۵ و ۸۳۷ و ۳۳۰	خانگی ۹۲
۵۵ و ۵۶۷ و ۹۰۳	۱۸۸ و ۲۸۹ و ۸۶۰	۲۹۰ و ۴۴۳ و ۲۹۰	۲۴۳ و ۲۶۵ و ۳۷۶	۳۷۷ و ۶۵۱ و ۳۴۴	۵۵۷ و ۰۷۳ و ۵۴۵	خانگی ۹۱
۸۰ و ۸۲۰ و ۷۴۹	۲۶۳ و ۲۹۸ و ۱۲۹	۴۴۱ و ۴۸۹ و ۳۳۷	۳۶۴ و ۰۹۸ و ۷۰۸	۵۵۳ و ۶۲۴ و ۶۵۶	۸۴۰ و ۰۷۴ و ۱۵۳	خانگی ۹۰

مأخذ: شرکت ملی گاز طبیعی ایران

طبق آمارهای اخذ شده از سازمان آب و فاضلاب استان تهران میزان مصرف آب خانگی در طی سال های ۹۰ تا ۹۴ با رشدی بیش از ۰/۷ درصد روبرو بوده است. براین اساس حجم خالص مصرف آب خانگی برای سال های ۹۰ تا ۹۴ در جدول (۴) ارایه شده است. این جدول نمایان گر ۶ منطقه آب و فاضلاب شهر تهران است که این مناطق تأمین کننده آب مصرفی برای ۲۲ منطقه شهرداری تهران می باشند (۱۲).

طبق جداول (۲) و (۳)، بیش ترین مصرف گاز طبیعی بخش خانوار شهر تهران طی سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ مربوط به منطقه ۴، ۷، ۶، ۵، ۴ می باشد. در سال ۱۳۹۴ منطقه ۴ بیش ترین میزان مصرف گاز طبیعی را داشته اما در سال ۱۳۹۲ مصرف گاز طبیعی خانوار در مقایسه با سال قبل آن به طور متوسط با ۲۰ درصد افزایش در اکثر مناطق شهر تهران روبرو بوده است. مجموع مصرف گاز خانوار در شهر تهران برای سال ۱۳۹۴، ۷۹۴۵۷۲۴۸۴۱ مترمکعب بوده است (۱۱).

جدول ۴- آمار مربوط به آب مصرفی خانوار شهر تهران در بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ (مترمکعب)

Table 4. Household water consumption statistics in Tehran during the period from 2011 to 2015 (cubic meters)

خانگی ۹۰	خانگی ۹۱	خانگی ۹۲	خانگی ۹۳	خانگی ۹۴	شرح
۱۲۰ و ۲۳۱ و ۷۱۲	۱۱۷ و ۴۸۶ و ۶۸۴	۱۱۹ و ۱۱۵ و ۵۰	۱۱۸ و ۶۵۹ و ۸۵۹	۱۱۶ و ۷۳۰ و ۱۴۳	آب و فاضلاب منطقه ۱
۹۸ و ۸۳۲ و ۳۳۰	۱۰۰ و ۹۷۲ و ۰۴۳	۱۰۳ و ۸۸۸ و ۹۶۰	۱۰۰ و ۷۷۶ و ۹۴۸	۹۸ و ۳۵۶ و ۲۶۱	آب و فاضلاب منطقه ۲
۱۰۲ و ۴۸۰ و ۸۷۳	۱۰۱ و ۸۵۲ و ۱۱۷	۱۰۳ و ۵۴۰ و ۹۱۲	۱۰۴ و ۱۴۱ و ۴۹۰	۱۰۲ و ۶۸۵ و ۴۷۳	آب و فاضلاب منطقه ۳
۸۸ و ۷۱۲ و ۸۵۶	۸۹ و ۸۴۸ و ۳۸۵	۷۷ و ۱۸۴ و ۴۷۳	۸۸ و ۱۱۱ و ۹۰۹	۸۸ و ۶۶۱ و ۴۵۷	آب و فاضلاب منطقه ۴
۷۳ و ۳۲۴ و ۸۶۵	۷۶ و ۳۳۳ و ۲۸	۷۷ و ۱۸۴ و ۴۷۳	۷۵ و ۷۰۲ و ۰۳۴	۷۹ و ۰۹۱ و ۲۸۱	آب و فاضلاب منطقه ۵
۷۹ و ۲۲۱ و ۵۲۵	۸۰ و ۹۱۲ و ۵۵۷	۸۱ و ۱۸۸ و ۵۳۵	۷۹ و ۴۰۹ و ۱۸۶	۸۱ و ۴۵۳ و ۳۳۰	آب و فاضلاب منطقه ۶
۵۶۲ و ۸۰۴ و ۱۶۱	۵۶۷ و ۴۰۴ و ۸۱۴	۵۶۲ و ۱۰۲ و ۴۰۳	۵۶۶ و ۸۰۱ و ۴۲۶	۵۶۶ و ۹۷۷ و ۹۴۵	جمع

مأخذ: سازمان آب و فاضلاب استان تهران

برآورد ردپای اکولوژیک مصرف آب و انرژی (برق و

گاز طبیعی) بخش خانوار شهر تهران در سال ۱۳۹۴

نتایج برآورد ردپای اکولوژیک آب و انرژی (برق و گاز طبیعی) در بخش خانوار به شرح جداول (۵) تا (۸) می باشد. در محاسبات از داده های آماری و تخمین های تقریبی به کار گرفته شده است. جهت برآورد ردپای اکولوژیک، وسعت اراضی مسکونی از گزارش سرشماری عموم و نفوس مسکن مرکز آمار سال ۱۳۹۰ استفاده گردیده است. بنابراین از آمار مربوط به سال ۱۳۹۰ استفاده شده و با کمک ضرایب، نرخ جمعیت ارقام مربوط به محاسبات جمعیتی برای سال ۱۳۹۴ حاصل گردیده است (۱۳). برآورد ردپای اکولوژیک جهت بهینه سازی مصرف منابع طبیعی نیازی مبرم است، به طوری که روش های مصرفی غیراستاندارد در بخش های مصرفی و تولیدی هر منطقه در یک کشور امکان بروز چالش های زیست محیطی و آسیب های غیرقابل جبران به اکوسیستم را قابل تحقق خواهد کرد (۱۴).

طبق جدول (۴)، مقدار آب مصرفی خانوار سال ۹۴ حدود ۵۶۶ و ۹۷۷ و ۹۴۵ متر مکعب می باشد که رشد آن نسبت به سال های قبل تحت تأثیر افزایش مصرف روزافزون منطقه ۱ و ۳ تهران بوده است. روند مصرف آب خانوار در سال ۹۴ در مقایسه با سال ۹۳ با رشدی ناچیز معادل ۰/۰۳ درصد روبرو بوده که همچنان مصرف منطقه ۱ تهران در صدر جدول و عامل موثر در بالارفتن میزان کل مصرف سالیانه آب خانوار شهر تهران می باشد. در سال ۹۳ روند مصرفی آب خانگی شهر تهران با کاهشی معادل (۰/۹) درصد روبرو بوده است که علت آن اجرای فاز دوم هدفمندی یارانه ها مبنی بر افزایش قیمت آب و برق بوده است که این افزایش در جهت مدیریت مصرف خانوار شهر تهران به ویژه منطقه ۱ (منطقه پرمصرف آب) سبب مدیریت هزینه های انرژی آن ها برای سال ۹۴ گردیده است (۱۲).

جدول ۵- ردپای اکولوژیک برق مصرفی خانوار شهر تهران سال ۱۳۹۴

Table 5 - Ecological footprints of household electricity consumption in Tehran, 1394

میزان هکتار لازم برای تأمین مصرف برق هر فرد از خانوار در سال ۱۳۹۴	بازده تولید زمین برای تأمین برق مصرفی به ازای هر فرد از خانوار شهر تهران در سال ۱۳۹۴	متوسط تولید سرانه برق به ازای هر فرد از خانوار شهر تهران در سال ۱۳۹۴	متوسط مصرف سرانه برق به ازای هر فرد از خانوار شهر تهران در سال ۱۳۹۴
۲۰	۰/۰۴۷	۱۰۶۵/۵۳	۰/۹۴
H	MWh/H	MWh	MWh

مأخذ: برآورد توسط پژوهشگر

جدول ۶- ردپای اکولوژیک گاز طبیعی مصرفی خانوار شهر تهران سال ۱۳۹۴

Table 6. Ecological footprints of natural gas consumed by households in Tehran in 1394

میزان هکتار لازم برای تأمین مصرف گاز هر فرد از خانوار در سال ۱۳۹۴	بازده تولید زمین برای تأمین گاز مصرفی به ازای هر فرد از خانوار در شهر تهران در سال ۱۳۹۴	متوسط تولید سرانه گاز به ازای هر فرد از خانوار شهر تهران در سال ۱۳۹۴	متوسط مصرف سرانه گاز به ازای هر فرد از خانوار در شهر تهران در سال ۱۳۹۴
۴۷۰۳۵۵۰	۰/۰۰۰۲۳۸	۵/۳۲	۹۴۰/۷۱
H	M ³ /H	M ³	M ³

مأخذ: برآورد توسط پژوهشگر

جدول ۷- ردپای اکولوژیک آب مصرفی خانوار شهر تهران در سال ۱۳۹۴

Table 7. Water Ecological Footprints of Households in Tehran in 1394

میزان هکتار لازم برای تأمین مصرف آب هر فرد از خانوار در سال ۱۳۹۴	بازده تولید زمین برای تأمین آب مصرفی به ازای هر فرد از خانوار شهر تهران در سال ۱۳۹۴	متوسط تولید سرانه آب ^۱ به ازای هر فرد از خانوار شهر تهران سال ۱۳۹۴	متوسط مصرف سرانه آب به ازای هر فرد از خانوار شهر تهران سال ۱۳۹۴
۵۲۸۵۰	۰/۰۰۱۲۷	۲۸/۴۱	۶۷/۱۲
H	M ³ /H	M ³	M ³

مأخذ: برآورد توسط پژوهشگر

جدول ۸- نتایج برآورد های صورت گرفته در حوزه آب و انرژی (برق و گاز طبیعی) بخش خانوار به تفکیک هر منبع (آب، برق

یا گاز طبیعی) شهر تهران سال ۱۳۹۴

Table 8. Estimates of water and energy (electricity and natural gas) of the household sector by source (water, electricity and natural gas) in Tehran 1394

EF (هکتار / نفر)	بدست آمده (هکتار) EFp	اجزاء مورد بررسی خانوار
۵۲۸۵۰	$4/4 \times 10^{11}$	آب
۲۰	۱۶۸۹۲۹۳۰۰	برق
۴۷۰۳۵۵۰	$3/9 \times 10^{13}$	گاز طبیعی
۴۷۵۶۴۲۰	$3/94 \times 10^{13}$	مجموع

مأخذ: برآورد توسط پژوهشگر

نتیجه گیری و پیشنهادات

هدف این تحقیق برآورد کمی میزان آثار نامطلوب استفاده از منابع آب، برق و گاز طبیعی بخش خانوار شهر تهران بود و مقدار EF به عنوان شاخصی از این آثار در نظر گرفته شد. کنترل نحوه مصرف از طریق مشخص نمودن سهم مجاز مصرفی افراد ساکن در هر منطقه یا کشور (شاخص ردپای اکولوژیک) می تواند راهکار مناسبی برای ایجاد آگاهی از لزوم حفاظت اکوسیستم و جهت دهی افراد به کاهش مصرف منابع طبیعی باشد. برای شفاف سازی دلایل بروز کمبود در منابع مورد مطالعه پرسش نامه هایی مطابق نظر گروهی از متخصصین تهیه و تنظیم شد که جهت توزیع پرسش نامه، ابتدا جامعه آماری معادل جمعیت خانوار های ساکن مناطق ۲۲ گانه شهر تهران که حدود ۲ میلیون و ۸۳۰ هزار خانوار در نظر گرفته شد و سپس با استفاده از تست کوکران و نرم افزار SPSS، ۱۱۰۰ خانوار به عنوان نمونه برای انجام اقدامات توزیع پرسشنامه لحاظ شدند. نتایج پرسش نامه نشان داد که مهم ترین عامل جهت کاهش شکاف اکولوژیک و داشتن بهینه مصرف آب در بخش خانوار کاهش مصرف آب برای شست و شو وسایل نقلیه، مواد غذایی، استحمام و کم ترین عامل تأثیرگذار عدم کنترل نشی شیلنگ ها، مهم ترین عامل جهت ایجاد بهینه مصرف برق در بخش خانوار استفاده از لامپ های کم مصرف و کمترین عامل تأثیرگذار بازرسی ترموستات یخچال و فریزر و مهم ترین عامل جهت ایجاد بهینه مصرف گاز طبیعی در بخش خانوار استفاده از پنجره های دوجداره و کمترین عامل تأثیرگذار استفاده از بخاری های گازی متناسب با متراژ خانه بوده است که با کنترل روش های بهینه مصرفی می توان میزان هدررفت منبع مورد نظر را کاهش داد.

Reference

1. Ewing.Brad, Moore. David, Coldfinger. Steven, Oursler.Anna, Reed.Andres, Wackernagel.Mathis, 2010, Journal of Ecological Footprint Atlas, Vol 2, pp.6-7.

که با فرض ردپای اکولوژیک مصرفی هر نفر در ایران برابر ۲/۲ هکتار (مخدوم به سال ۲۰۱۵) تعمیم آن به جمعیت شهر تهران، از لحاظ آماری در سال ۱۳۹۴ مساحتی معادل زیر قابل اختصاص بوده است.

$$2/2 \times 8446465 = 18582223$$

۱۸۵۸۲۲۲۳ هکتار، مساحت هکتار زمین لازم برای تأمین نیازهای مصرفی مردم شهر تهران بوده است. درحالی که شهر تهران در شرایط واقعی بیش از ۲ میلیون برابر سهم خود زمین مصرف می کند. همچنین باتوجه به جمعیت ۸۴۴۶۴۶۵ نفری شهر تهران در سال ۱۳۹۴، ساکن در مساحت ۵۹۴ کیلومترمربع مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، به طور متوسط به هر فرد ساکن شهر تهران ۰/۰۰۰۰۷ کیلومترمربع (۰/۰۰۷ هکتار) زمین برای تأمین نیازهای مصرفی خود تعلق می گیرد. از این رو شکاف اکولوژیکی بالغ بر ۴ میلیون هکتار از مصرف بی رویه آب و انرژی خانوار شهر تهران وجود دارد. مقایسه این رقم با EF آب و انرژی هر فرد ساکن شهر تهران (۴۷۵۶۴۲۰ هکتار) نشان می دهد که جمعیت ساکن شهر تهران بیش از ۶ میلیون برابر سایر شهروندان استان تهران از زمین مصرف می کنند.

با مقایسه سرانه جهانی ردپای انرژی (برق و گازطبیعی) که ۱۹/۳۶ هکتار به ازای هر فرد از بخش خانوار می باشد، ایران با ۳۸/۴ هکتار به ازای هر فرد و شهر تهران بالغ بر ۴ میلیون هکتار به ازای هر فرد انرژی مصرف می کند. شکاف اکولوژیک انرژی بخش خانوار در مقایسه با سرانه جهانی ۳۳/۸۴ هکتار می باشد. در حوزه آب مصرفی با توجه به سرانه جهانی ردپای آب که به طور متوسط برای هر نفر ۱۲۴۰ متر مکعب در سال می باشد، این مقدار در ایران ۱۴۷۵ متر مکعب برآورد شده است که طبق برآوردها شهر تهران در سال ۱۳۹۴ تنها در بخش خانوار با ردپای اکولوژیک ۵۲۸۵۰ هکتار به ازای هر فرد روبرو بوده در نتیجه شکاف اکولوژیک آب بخش خانوار شهر تهران به ازای هر فرد در مقایسه با سرانه جهانی ۵۱۶۱۰ هکتار برای سال ۱۳۹۴ می باشد (۱۴).

8. Galli.Alessandro, 2015, on the rationale and policy usefulness of ecological footprint accounting: the case of morocco, Journal of Global Footprint Network, Vol 3, pp.128-132.
9. 9-Hubacek.k, Guan.D, 2009, Environmental implications of urbanization and lifestyle change china: Ecological and water footprint, Journal of cleaner production, Vol 2, pp 2-4.
10. Tehran Electric Power Distribution Company Reports, 1394, Journal of Electricity Policy Electricity, Vol 7, pp.16-17. (In Persian)
11. National Iranian Natural Gas Company Reports, 1394, Journal of Gas Policy, Vol 3, pp.41. (In Persian)
12. Water and Wastewater Organization of Tehran Province Reports, 1394, Journal of Water Policy, Vol 4, pp. 34. (In Persian)
13. The Institute of Comprehensive and Specialized Population Studies and Management Reports, 1394, Journal of Demographic Statistics, Vol 2, pp 21. (In Persian)
14. Soltani Khamseh Parisa, Comparative study of the ecological footprints of water and energy in the household sector in the country, with an emphasis on the metropolis of Tehran, (MA) Master's thesis in economics of energy, Islamic Azad University, Science and Research Branch, 2016, 94-101. (In Persian)
2. Pearce.Fred, 2013, Admit it: we can't measure our ecological footprint, Magazine sustainable and save, Vol 3, pp.2-3.
3. Yaghobzadeh.Navid, Ecological footprints in urban areas of developing countries, International Conference on Architecture and Urban Engineering and Sustainable Urban Development, 2014, December, Islamic Azad University, Tabriz, Iran. (In Persian)
4. Shayesteh, Kamran, Analysis of methods for estimating ecological footprints on urban scale, 6th National Conference and Specialized Exhibition of Environmental Engineering, Iranian Environmental Engineering Society, 2012, September, Tehran, Iran. (In Persian)
5. Sasanpour, Farzaneh, 2006, Ecological method (ecological) in macroeconomic stability with attitude towards Tehran metropolis, Magazine Geographic Research, Vol 2, pp.6-8. (In Persian)
6. Szigeti Cecilia, 2010, Extreme outliers in the database for calculation of ecological footprint: the problems of grazing land footprint as well as the fishing ground footprint calculation, Journal of Sustainable development, Szent Istvan University, Vol 1, pp.3-4.
7. 7-Freire.Antonio, 2010, Analysis of the ecological footprint producing machinery in construction, Journal of Sustainable development, University of sevilla, Vol 2, pp.5-8.