ISLAMIC AZAD UNIVERSITY
MARVDASHT BRANCH

**Journal of Regional Planning**
**Summer2023. Vol 13. Issue 50**
ISSN (Print): 2251-6735 - ISSN (Online): 2423-7051
https://jzpm.marvdasht.iau.ir/

**Research Paper**

# Evaluation of Ecological Footprint Index in Khuzestan province cities

**Mohammad Hasan Yazdani:** Professor of Geography and Urban Planning, Mohaghegh Ardabili University, Ardebil, Iran.
**Sahar Hassanpour*:** PhD student in Geography and Urban Planning, Mohaghegh Ardabili University, Ardebil, Iran.

**ARTICLEINFO**
**Received:**2020/09/14
**Accepted:**2021/08/27
**PP:** 47-62

**Use your device to scan and read the article online**

**Keywords:**
Sustainability, Ecological Footprint index, Carrying Capacity, Ecological Deficits, Khuzestan province.

**Abstract**

Accurate calculation of ecological footprint (EF) is an indicator for maintaining life-supporting ecosystems, eliminating the difference between regional development and achieving sustainability, the calculation of which is considered necessary for Khuzestan province with various environmental issues. Therefore, the purpose of this article is to evaluate the per capita ecological footprint by Khuzestan cities, which has a practical aspect and has been done by descriptive-analytical method. Data were analyzed using ecological footprint (EF), ecological carrying capacity (ECC) and ecological footprint index (EFI).Calculations show that in agricultural land, Haftkele highest and Omidieh lowest, In forest and energy land, Andimeshk highest and Andica lowest, In pasture land, Hendijan highest and Shadegan lowest, In sea land, Hendijan highest and Hoveizeh lowest, In Built-Up land, Haftkel highest and Ahwaz lowest had ecological footprint. Total ecological footprint shows that Hendijan with 3.909 highest and Dezful with 1.144 lowest have ecological footprint. The difference between the ecological footprint of cities, the food factor has had the most impact. In Khuzestan province, there is a deficit of 913,702 hectares of productive land. Therefore, it can be concluded that EF of Khuzestan residents is beyond its political borders, exploitation of resources is more than their ecological potential, losses and pressure on natural resources is high, there is no self-sufficiency and development of Khuzestan province is unstable.

**Citation:**Yazdani, M.H., & Hassanpour, S. (2023). **Evaluation of Ecological Footprint Index in Khuzestan province cities.** Journal of Regional Planning,Vol 13, No 50, PP:47-62.

**DOI:** 10.30495/JZPM.2021.25916.3741

**DOR:**

* **Corresponding author:** Sahar Hassanpour, **Email:** S_hassanpour@uma.ac.ir, **Tell:** +989168132238

## Extended Abstract

### Introduction

The demand for natural systems is rapidly increasing due to the expansion of the global economy and improvement of living standards. The capability of natural capital to provide for human beings in the future is deteriorating. It is crucial to scientifically measure the impact of human activities on resources and the environment. In this regard, much emphasis has been placed on the capability of the Ecological Footprint (EF) method as an integrated system that can provide a complete description of the environmental complexity. Measurement of the EF usually entails a study comparing two or more different areas to determine the level of consumption activities and whether or not it is within the capacity of such areas. In this article, the cities of Khuzestan province are compared with each other to determine whether the consumption of resources and their ecological capital is sustainable or not. Khuzestan province as an industrial province in Iran, according to the 2016 census, has a population of 4.71 million people (5.9% of the total population). Also, its total GDP was 1.76 billion rials, which was in second place after Tehran. Industrial and agricultural activities are among the issues that have had a negative impact on environmental conditions and resource allocation in this province. Therefore, effective calculation and accurate forecasting of ecological capital of Khuzestan can be useful for better policy making by government decision makers and also for further promotion of sustainable development of Khuzestan province. The questions that are the basis of the present study are: How is the per capita ecological footprint in the cities of Khuzestan province? Is there a balance between resource consumption and the ecological carrying capacity of cities? And is the trend of resource consumption in Khuzestan province ecologically sustainable?

### Methodology

This research is applied in terms of purpose and descriptive-analytical in terms of method. The method of data collection is library-documentary which is divided into two main sources (statistics and information available on the site of Jihad Agricultural Organization 2011-2016, Livestock system of the country 2007, Territorial planning Studies of Khuzestan Province 2014, statistical yearbook of Khuzestan province 2016, Statistics Center of Iran 2016, Energy Balance sheet 2016, Detailed results of the census of apiaries in the country 2018) and secondary (per capita consumption items, standards related to land built, agricultural production, energy consumption and goods and services) are divided. Using ecological footprint (EF), ecological carrying capacity (ECC) and ecological footprint index (EFI), 23 cities of Khuzestan province were compared.

### Results and Discussion

In this study, ecological footprint (EF) in the cities of Khuzestan province was compared based on four groups of food consumption, transportation, housing and goods and services. In the food group, the highest amount of ef belonged to the cities of Hendijan (3.028), Haftkel (3.011) and Masjed Soleiman (2.579). The variability ef (standard deviation divided by the mean) of the food sector is equal to 0.785, which indicates high variability. In the transportation sector, the highest amount of ef belonged to the cities of Ahvaz (0.186), Andimeshk (0.165) and Behbahan (0.096). The variability ef of the transport sector is 0.555, which indicates a relatively high variability. In the housing sector, the cities of Hendijan (0.306), Behbahan (0.305) and Abadan (0.302) had the highest ef, respectively. The variability ef of the housing sector is 0.14, which shows a low variability. In the category of consumer goods and services, the highest ef was calculated for Behbahan (0.499), Andimeshk (0.496) and Abadan (0.494). The variability ef of consumer goods and services is equal to 0.05, which shows very low variability and indicates the same pattern of consumption of goods and services in the province. The overall calculation of EF shows that Hendijan city with 3.908 EF has the highest and Dezful city with 1.144 EF has the lowest consumption pressure on their ecosystem. In other words, every Resident in the city of Hendijan, about 3 times more than a Resident in in the city of Dezful, puts pressure on the biosphere to meet their consumption needs. The calculation of carrying capacity for the cities of Khuzestan indicates a very high ECC of Haftkel and Hendijan cities. The trend of using ecological resources in five cities of Andika, Omidieh, Gotvand, Shadegan and Khorramshahr has been unsustainable, and the three cities of Ahvaz, Bandar Mahshahr and Abadan were seriously unsustainable. Masjed Soleiman in agricultural

land, Ahvaz in wood land, Hoveyzeh in Grassland, and all non-coastal cities in sea land, have the highest ecological deficit. In the whole province, there are 687799 hectares of agricultural land surplus, 2897887 hectares of forest land deficit, 1214338 hectares of pasture land surplus and 2577 hectares of sea land surplus. In general, in Khuzestan province, there is a deficit of 913702 hectares of productive land.

## Conclusion

In this study, the calculation of EF made it possible to make a comparison between 23 cities of Khuzestan province in terms of sustainability of production and consumption of biologically productive lands. The results of the present study show that there is a large difference between the EF in the cities of Khuzestan province, the main factor of which is the ecological pressure of the residents of the cities in demand for food. The results of carrying capacity and ecological surplus deficit / surplus calculations showed that 8 cities of Bandar Mahshahr, Abadan, Ahvaz, Khorramshahr, Andika, Shadegan, Gotvand and Omidieh have used unsustainable ecosystem to meet their consumption needs. Because the EF of these cities is higher than EC, therefore, the bio-capacity of other cities will be considered as their supporting areas. These cities probably have either a non-rich ecosystem or a high population density. The cities of Bandar Mahshahr, Abadan, Ahvaz, Khorramshahr and Shadegan are among the industrial cities of Khuzestan province and it seems that there is a significant relationship between their industriality and the amount of EF and their ecological deficit. Daliri and Mehregan (2016) in their research estimated the per capita EF of Iran at 2.059 hectares. Comparing this value with the EF of Khuzestan cities, it is clear that except for 5 cities of Andika, Ramshir, Hendijan, Haftkel and Masjed Soleiman, other cities had lower EF than the average of Iran. By comparing their EF 1.79 calculated (2011) with EF 1.88 in the present study (2016), we can understand the increasing trend of ecological footprint of consumption in Khuzestan. Given that ecological resources are constant and of course declining and population growth and consumerism are increasing; Therefore, it should be expected that in the coming years, EF will increase again and the status in the province will lead to more ecological unsustainability.

فصلنامه علمی برنامه‌ریزی منطقه‌ای

دوره ۱۳، شماره ۵۰، تابستان ۱۴۰۲

شاپا چاپی: ۶۷۳۵-۲۲۵۱ – شاپا الکترونیکی: ۷۰۵۱-۲۴۲۳

https://jzpm.marvdasht.iau.ir/


مقاله پژوهشی

# ارزیابی شاخص جای پای اکولوژیکی در شهرستان‌های استان خوزستان


**محمدحسن یزدانی:** استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

**سحر حسن‌پور*:** دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.



**اطلاعات مقاله**

**تاریخ دریافت:** ۱۳۹۹/۰۶/۲۴

**تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۰/۰۶/۰۷

**شماره صفحات:** ۶۲-۴۷

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

**واژه‌های کلیدی:**

پایداری، شاخص جای پای اکولوژیک، ظرفیت تحمل، کسری اکولوژیک، استان خوزستان.



**چکیده**

محاسبه دقیق جای پای اکولوژیکی (EF) شاخصی برای حفظ اکوسیستم‌های پشتیبان حیات، رفع تفاوت بین توسعه مناطق و نیل به پایداری است که محاسبه آن برای استان خوزستان با داشتن مسائل زیست‌محیطی متعدد ضروری قلمداد می‌شود. از این رو، هدف این مقاله ارزیابی سرانه جای پای اکولوژیکی به تفکیک شهرستان‌های خوزستان است، که جنبه کاربردی داشته و با روش توصیفی- تحلیلی انجام شده است. داده‌ها با استفاده از روش جای پای اکولوژیکی (EF)، ظرفیت تحمل اکولوژیکی (ECC) و شاخص جای پای اکولوژیکی (EFI) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. محاسبات نشان می‌دهند که در زمین کشاورزی، هفتکل بیشترین و امیدیه کمترین، در زمین جنگل و انرژی، اندیمشک بیشترین و اندیکا کمترین، در زمین مرتع، هندیجان بیشترین و شادگان کمترین، در زمین دریا، هندیجان بیشترین و هویزه کمترین، در زمین ساخته شده، هفتکل بیشترین و اهواز کمترین مقدار جای پای اکولوژیکی را داشته‌اند. مجموع جای پای اکولوژیکی نشان می‌دهد که هندیجان با ۳/۹۰۹ بیشترین و دزفول با ۱/۱۴۴ کمترین جای پای اکولوژیکی را دارا بوده‌اند. در تفاوت جای پای اکولوژیکی شهرستان‌ها، عامل غذا بیشترین تأثیر را داشته است. در استان خوزستان ۹۱۳۷۰۲ هکتار کسری زمین مولد وجود دارد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که EF ساکنان خوزستان فراتر از مرزهای سیاسی آن است، بهره‌برداری از منابع بیش از توان اکولوژیک آنهاست، زیان و فشار وارده به منابع طبیعی بالاست، خودکفایی زیستی وجود ندارد و توسعه استان خوزستان ناپایدار است.



**استناد:** یزدانی، محمدحسن؛ حسن‌پور، سحر. (۱۴۰۲). **ارزیابی شاخص جای پای اکولوژیکی در شهرستان‌های استان خوزستان.** فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال ۱۳، شماره ۵۰، مرودشت: صص ۶۲-۴۷.

**DOI:** 10.30495/JZPM.2021.25916.3741

**DOR:**



* **نویسنده مسئول:** سحر حسن‌پور ، **پست الکترونیکی:** S_hassanpour@uma.ac.ir، **تلفن:** ۰۹۱۶۸۱۳۲۲۳۸

## مقدمه

رشد سریع جمعیت و توسعهٔ اقتصادی موجب تشدید مصرف منابع طبیعی شده است؛ تأثیر این رشد به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم موجبات آلودگی محیط زیست، کاهش ظرفیت منابع، گرمایش کرهٔ زمین و بی‌شمار مسائل و مشکلات دیگر زیست‌محیطی را فراهم آورده است؛ حد نهایی این مسائل و مشکلات چیزی به جزء ناآرامی‌های اجتماعی نبوده و نخواهد بود (Bi et al, 2021: 1). بسط اقتصاد جهانی و تمایل به یکسان‌سازی سبک زندگی، موجب شده تا بهره‌برداری از سیستم‌های طبیعی بیش از ظرفیت و پتانسیل آنها باشد و توان خود–سازماندهی و خود–احیایی آنها را برای حیات آیندگان با اختلال مواجه سازد؛ همین امر موجب شده تا اندازه‌گیری تأثیر فعالیت‌های انسانی بر منابع، آن هم به‌طور علمی و دقیق به امری ضروری تبدیل شود (Chen et al, 2021: 1). مدیریت پایدار سرزمینی ( شهر، منطقه یا کشور) نیز به درک و شناخت منابع مولّد و میزان تقاضای منابع از مناطق جغرافیایی وسیع‌تر نیاز دارد (Tsuchiya et al, 2021: 2). به همین منظور، نیاز هست تا با استفاده از شاخص‌های مناسب، یک چارچوب ارزیابی جامع برای پایش فشار منبع– محیط (REP)[1] و عوامل مؤثر مختلف ایجاد شود. مطالعات مختلف تأیید کرده‌اند که شاخص جای پای اکولوژیکی (EF)[2] به عنوان یک سیستم یکپارچه، می‌تواند توصیف کاملی از پیچیدگی زیست‌محیطی ارائه دهد (Chen et al, 2021: 1). شاخص EF، دامنهٔ جغرافیایی تقاضای منابع برای اقلام مصرفی هر فرد، گروه، صنعت و ... را ردیابی می‌کند، بنابراین اولین کارکرد منطقی آن برای برنامه‌ریزی، مقایسهٔ دو یا چند فرد، گروه، صنعت و ... خواهد بود تا بدین وسیله، سطح فعالیت‌های مصرفی آن‌ها و نیز میزان پاسخگویی و ظرفیت زیستی نسبت به تقاضای منابع مشخص شود ( Phumalee et al, 2018: 1). در اینجا، ظرفیت زیستی (BC) به معنای ظرفیت خود–احیایی یک ناحیهٔ زیستی دارای قابلیت تأمین منابع و خدمات اکولوژیکی است. اصول توسعهٔ پایدار موسوم به دالی[3] (شرایط ضروری، ۲۰۰۴)، شاخص جای پای اکولوژیکی را یکی از شاخص‌های توسعهٔ پایدار می‌داند، که از طریق آن می‌توان دریافت که آیا رابطهٔ انسان با طبیعت دارای شرایط پایداری هست یا نیست (Bi et al, 2021: 1). به طور کلی، برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار منابع به نفع گذار پایداری جهانی است؛ به همین منظور، اتخاذ سیاست‌های تأثیرگذار بر اساس یک درک کمّی از منابع مورد نیاز شهرها ضروری است (Baabou, et al, 2017: 95).

در تحقیق حاضر، جای پای اکولوژیکی ساکنان استان خوزستان مورد بررسی قرار می‌گیرد. استان خوزستان یکی از مناطق صنعتی کشور ایران است. جمعیت این استان بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ برابر با ۴/۷۱ میلیون نفر گزارش شده است (به عبارتی، ۵/۹ درصد از کل جمعیت کشور، رتبهٔ ۵). تولید ناخالص داخلی آن برابر با ۱/۷۶ میلیارد ریال و بعد از استان تهران، در جایگاه دوم قرار دارد ( Country Statistical Yearbook, 2016). بنابراین، مصارف شخصی و نیز فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی مورد نیاز از موارد اصلی تقاضای منابع و تسهیلات بوده که طبیعتاً نه تنها بر موهبت‌های طبیعی استان، که حتی فراتر از آن نیز سرایت داشته است. اگر صادرات را نیز در نظر بگیریم، می‌توانیم وضعیت بغرنج‌تر منابع طبیعی استان خوزستان را بیشتر درک کنیم. بر همین اساس، محاسبه و پیش‌بینی دقیق سرمایه‌های اکولوژیکی استان خوزستان می‌تواند چراغ راهی برای تدوین سیاست‌گذاری بهتر از سوی تصمیم‌گیران دولتی و همچنین، ارتقاء بیشتر توسعهٔ پایدار استان خوزستان تلقی شود. سؤالاتی که مبنای عمل این تحقیق قرار گرفته‌اند عبارتند از: وضعیت سرانهٔ جای پای اکولوژیکی در شهرستان‌های استان خوزستان چگونه است؟ آیا بین مصرف منابع و ظرفیت تحمل اکولوژیکی شهرستان‌ها تعادل وجود دارد؟ و آیا روند مصرف منابع در استان خوزستان از لحاظ اکولوژیکی پایدار است؟ دو فرضیه برای دو سؤال علّی مقاله می‌توان مطرح کرد: به نظر می‌رسد بین مصرف منابع و ظرفیت تحمل اکولوژیکی شهرستان‌های خوزستان تعادل وجود ندارد؛ و روند مصرف منابع در این استان از لحاظ اکولوژیکی پایدار نیست.

## پیشینه تحقیق و مبانی نظری

نگرش توسعهٔ پایدار این است که از منابع باید به گونه‌ای استفاده کنیم که نه تنها نیاز نسل فعلی، بلکه نیازهای نسل‌های آینده نیز تأمین شود. بی‌تردید استفادهٔ کارآ از منابع، یکی از اهداف عمدهٔ مصرف پایدار است. ارزیابی توسعهٔ پایدار از طریق شاخص‌های چندبعدی‌ای میسر می‌شود که از طریق آنها بتوانیم به هنگام بودن، انطباق و حساسیت بازار را بسنجیم. در همین ارتباط، فرآیند ارزیابی توسعهٔ پایدار، فرایندی نظام‌وار و دارای کنش متقابل است که در اثر تهیهٔ یک طرح یا راهبرد صورت می‌گیرد و در آن، موضوعات مختلف زیست‌محیطی و اقتصادی، ارزیابی شده و فعالیت‌های پایدار مشخص می شوند (Soltani & anzaeei, 2018: 25). یکی از روش‌های مطرح برای ارزیابی زیست‌محیطی، روش جای پای اکولوژیکی (EF) است. این روش را ریس و واکرناگل[4] در دههٔ ۱۹۹۰ به عنوان روشی اولیه برای مدل‌سازی

[1] Resource–Environment Pressure
[2] Ecological Footprint Index
[3] Daly
[4] William Rees and Mathis Wackernagel

منابع طبیعی پیشنهاد دادند (Wei et al, 2015: 69). شاخص EF برای یک فضای منطقه‌ای (شامل اکوسیستم‌های آب و زمین) محاسبه می‌شود که از بهره‌وری زیستی کافی برای تأمین مصارف زندگی جمعیت و جذب زباله‌های تولید شده توسط آنها، برخوردار باشد؛ به عبارت دیگر، هر ماده و واحد انرژی به مقداری فضای تولید زیستی نیاز دارد تا بتواند جریان‌های منابع کافی را فراهم نموده و ضایعات تخلیه‌شده را جذب نماید (Liu & Lei, 2018: 34). هدف از محاسبهٔ فشار کلی انسان بر اکوسیستم‌های زمین این است که تقاضای انسان را منابع طبیعی را ردیابی کرده و در راه تأمین منابع حیاتی و سامان‌بخشی به اکوسیستم‌ها اقدامات لازم صورت گیرد. چنین محاسبه‌ای بر مبنای مقایسهٔ تقاضای افراد از منابع طبیعی از سطح محصولات خاص تا سطح سیاره‌ای است. به این ترتیب، مصرف‌کنندگان هم تأثیر تقاضاهای مصرفی خود را درک می‌کنند و هم از چالش پایداری جهانی بینشی به دست آورند (Baabou et al, 2017: 94). بنابراین، می‌توان گفت EF توانایی بسیاری در تغییر رفتار مصرفی افراد دارد (Galli et al, 2015: 5). تغییر رفتار افراد بر اساس این پارادایم جدید که مبتنی بر انرژی جایگزین و استفادهٔ مناسب از تکنولوژی است، به ما در بررسی سناریوهای جدید توسعهٔ پایدار یاری می‌رساند. کاهش میزان جای پای اکولوژیکی و ظرفیت تحمل زمین، بیانگر تغییر یک پارادایم انسان‌شناختی است تا جهانی بسازد که ظرفیت آن تا بی‌نهایت دوام یابد. وجود این پارادایم جدید در دنیای سرمایه‌داری، به همگرایی منطق اکولوژیکی و منطق سیاسی وابسته می‌شود (Albarracin, 2017, 335).

برای محاسبهٔ شاخص EF، مساحت زمینی که به غذا، حمل و نقل، مسکن، مصرف خانوار و هزینه‌های دولت اختصاص داده شده، مبنای عمل قرار می‌گیرد. شاخص EF مانند رویکرد ظرفیت تحمل اکولوژیکی[1](CC) از واحد «هکتار جهانی» استفاده می‌کند تا کار مقایسه تسهیل شود. سرانهٔ EF می‌تواند برای ارزیابی شرایط پایداری استفاده شود. «مازاد یا باقیماندهٔ اکولوژیکی»[2]به شرایطی اشاره دارد که جای پای اکولوژیکی یک مکان از ظرفیت تحمل آن کمتر باشد. برعکس، اگر میزان EF یک مکان از میزان EC آن بیشتر باشد و ساکنان محلی مجبور باشند از منابع خارج از مرزهای سرزمینی خود استفاده کنند، آن مکان از «کسری اکولوژیکی»[3]رنج می‌برد (Wei et al, 2015: 69). محاسبهٔ شاخص EF بر دو فرض ساده استوار است: ۱. می‌توان منابع مصرفی و ضایعات تولید شده را حفظ کرد، ۲. جریان منابع و ضایعات می‌تواند به مساحت منطقهٔ مولد متناظر تبدیل شود. بنابراین میزان EF کل، شامل نیازهای جامعه از اکوسیستم داخلی به علاوهٔ تقاضا از منابع مشترک جهانی مانند خدمات مبتنی بر آب و زمین آزاد است. مساحت EF یک جامعه به چهار عاملِ ۱. تعداد جمعیت، ۲. متوسط استاندارد زندگی مادی، ۳. متوسط بهره‌وری اکوسیستم‌های آب و زمین و بازدهی برداشت از آنها و ۴. پردازش و استفاده از منابع وابسته است (Ziyaei et al, 2017: 45). دو رویکرد اساسی برای محاسبهٔ شاخص جای پای اکولوژیکی به این شرح هستند:

۱. دیدگاه قیاسی (یا ترکیبی)، با روشی متمرکز و از بالا به پایین، بیشتر در سطح ملی و جهانی کاربرد دارد. منابع مطالعاتی آن در چهار گروه اصلی زمین‌های تولیدی (کشاورزی، مرتع و جنگل)، تولید زیستی دریا (پهنه‌های آبی)، زمین مورد نیاز برای انرژی، و زمین ساخته‌شده (ساختمان‌ها، جاده‌ها و مشابه آن) طبقه‌بندی می‌شوند (Esmaeilzadeh et al, 2016: 39). این رویکرد برای محاسبهٔ EF در سطح ملی از داده‌های ملی (از جمله داده‌های تولید، واردات و صادرات) استفاده می‌کند و سپس به دسته‌های مصرفی از طریق جداول ورودی- خروجی پولی چند منطقه‌ای[4](MRIO) و یا مواد طبیعی و جریان‌های انرژی (فرآیند مبنا) تفکیک شده و پس از آن، با استفاده از داده‌های پیمایشی هزینه‌های خانوار در سطح یک شهر مقیاس‌بندی می شود. این رویکرد می‌تواند برای مقایسه EF شهرهای مختلف سراسر کشور مورد استفاده قرار گیرد (Baabou et al, 2017: 96). می‌توان گفت محاسبهٔ شاخص EF در این مقاله با رویکرد قیاسی انجام شده است.

۲. دیدگاه استقرایی (یا جزء به جزء): این دیدگاه روشی از پایین به بالا دارد. در این دیدگاه با توجه به برخوردهای اکولوژیکی فعالیت‌های خاص، مانند حمل‌ونقل، استفاده از انرژی و غیره، بوم‌شناسی مکان خاصی محاسبه می‌شود. این رویکرد بیشتر برای محاسبهٔ EF مناطق و شهرها مناسب است (Esmaeilzadeh et al, 2016: 39). رویکرد استقرایی به طور مستقیم از داده‌های سطح شهر (جداول خروجی- ورودی پولی محلی یا جریان‌های فیزیکی مواد و انرژی) برای محاسبهٔ مقدار ef شهر استفاده می‌کند. این رویکرد وضعیت محلی را به خوبی نشان می‌دهد و درک و پذیرش این وضعیت را برای مقامات محلی آسان می‌کند. اما به منابع و اطلاعات فشرده‌ای نیاز دارد، و به دلیل عدم دسترسی یا گردآوری دشوار داده‌ها، زمان بیشتری طلب می‌کند؛ همچنین، به دلیل وجود منابع داده و فرضیه‌های مختلف در محاسبه، نمی‌تواند به مقایسهٔ آسان شهرهای مختلف کشور نایل آید (Baabou et al, 2017: 96).

---

[1] Ecological Carrying Capacity
[2] Ecological remainder or surplus
[3] Ecological deficit
[4] Monetary Multi-Regional Input-Output

سه مزیت برای رویکرد EF بیان شده است؛ ۱. توضیح چالش‌های مرتبط با پیچیدگی و محدودیت اکولوژیکی جهان برای تصمیم‌گیرندگان، ۲. ایجاد ارتباط آسان فواید طرح‌های پایدار تهاجمی و ۳. شناسایی خطرات و فرصت‌ها (Ghaeimi Rad and Hataminezhad, 2018: 72). همچنین پیشنهاد شده که شاخص EF برای طراحی و برنامه‌ریزی سیاست مورد استفاده قرار گیرد.

ساده‌سازی مراحل محاسبهٔ این شاخص برای تعیین پایداری از جمله انتقاداتی است که به این رویکرد شده است. استدلال این است که به دلیل شکل ساده شدهٔ فرمول EF، مقدار ef جمعیت‌های خاص کم برآورد شده و علل ناپایداری مصرف جمعیت به درستی درک نمی‌شود. همچنین اعتقاد برخی این است که شاخص جای پای اکولوژیکی به‌عنوان یک سیاست منطقه‌ای و یک ابزار برنامه‌ریزی برای توسعهٔ پایدار اکولوژیکی رسمیت ندارد. چون معلوم نیست واقعاً تأثیرات کجا اتفاق می‌افتند، ماهیت و تنوع این تأثیرات چیست، و چگونه این تأثیرات با قابلیت خود–احیایی اکوسیستم‌های مربوطه مورد مقایسه قرار می‌گیرد (Lenzen & Murray, 2003: 5). با وجود این، پژوهشگران سعی کرده‌اند با بررسی شاخص‌هایی مانند GDP، جمعیت، نسبت صنایع خدماتی به صنایع بخش‌های دیگر، کل خرده‌فروشی مصرف‌کننده کالاها، تولید ناخالص صنعتی، کل تجارت خارجی، نرخ شهرنشینی، ضریب انگل خانوار، مصرف کل انرژی، استاندارد مصرف زغال سنگ و ... از کاستی‌های این روش بکاهند (Liu & Lei, 2018: 34). در سال‌های اخیر، پژوهش‌هایی در سطوح مختلف جغرافیایی و روش EF انجام شده که خلاصه‌ای از آنها را می‌توانید در جدول شمارهٔ ۱ ببینید. در یک جستجو در پایگاه‌های نمایه‌کننده نشریات داخل کشور مشخص شده که تاکنون پژوهشی در ارتباط با شاخص EF در سطح شهرستان‌های یک استان و طبیعتاً استان خوزستان انجام نشده است.

**جدول ۱- پیشینه تجربی پژوهش**

| سطح فضایی | عنوان اختصاری | یافته‌ها | نتایج | منبع |
|---|---|---|---|---|
| منطقه‌ای | ارزیابی پایداری استان‌های حاشیه خزر | کمترین EF متعلق به استان گلستان، بیشترین EF متعلق به مازندران | استان‌های حاشیهٔ خزر از کسری اکولوژیک رنج می‌برند و توسعهٔ ناپایداری دارند. | Mehragan and Daliri, 2015 |
| ملی | سنجش پایداری توسعه در استان‌های ایران | بیشترین EF متعلق به اصفهان و کمترین EF متعلق به سیستان و بلوچستان | همه استان‌ها دچار کسر اکولوژیکی هستند و استان‌های با اکولوژی غیرغنی، پرجمعیت و صنعتی اثر زیان‌بارتری بر زیست‌بوم خود داشته‌اند. | Daliri and Mehragan, 2016 |
| بین‌المللی | جای پای اکولوژیکی ۱۹ شهر در حوزهٔ مدیترانه | بالاترین مقدار EF متعلق به شهرهای والتا، آتن و جنوا و کمترین مقدار متعلق به شهرهای تیرانا، اسکندریه و آنتالیا | مواد غذایی، حمل‌ونقل و کالاها و خدمات بیشترین تأثیر را در افزایش EF داشته‌اند. تفاوت زیاد بین شهرها در شاخص EF ناشی از تأثیر عوامل اجتماعی- اقتصادی مانند درآمد، زیرساخت‌ها و عادات فرهنگی آنهاست. | Baabou et al, 2017 |
| منطقه‌ای | تغییر زمانی EC و EF در استان شانگهای، چین | طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۷، شاخص EF افزایش یافته و به تبع، پایداری اکولوژیکی، به ویژه در نواحی شرقی کاهش داشته است. | توسعهٔ استان شانگهای در حال ناپایدار شدن است که رفع آن نیازمند ابزارهایی مانند کنترل جمعیت، تنظیم ساختار صنعتی، توسعه اقتصادی کم کربن و مهندسی محیط زیست است. | Guo et al, 2020 |
| ملی | جای پای اکولوژیکی مواد غذایی و عدم تمرکز منطقه‌ای در ژاپن | سرانهٔ EF در مناطق مختلف به میزان قابل توجهی متفاوت است که بیشترین آن در توکیو (۵/۲۴ هکتار) و کمترین آن در یاماتاشی (۴/۰۶ هکتار) است. | مناطق دارای جمعیت بالای سالخورده و سرانهٔ درآمد بالاتر، میزان EF بالاتری دارند. میزان پایین EF در مناطق کمتر شهرنشین حاکی از تمرکززدایی اقتصادی است. | Tsuchiya et al, 2021 |

## مواد و روش تحقیق

این تحقیق یک روش توصیفی–تحلیلی را در پیش گرفته و می‌توان آن را از جمله تحقیقات کاربردی به حساب آورد. روش گردآوری داده‌ها کتابخانه‌ای- اسنادی است که به دو بخش منابع اصلی (آمار و اطلاعات موجود در سایت سازمان جهاد کشاورزی ۹۵-۱۳۹۰، نظام دامپروری کشور ۱۳۸۶، سند مطالعات آمایش سرزمین استان خوزستان ۱۳۹۳، سالنامهٔ آماری استان خوزستان ۱۳۹۵، مرکز آمار ایران ۱۳۹۵، ترازنامه انرژی ۱۳۹۵، نتایج تفصیلی سرشماری زنبورستان‌های کشور ۱۳۹۷) و منابع فرعی (جدول ۲) تقسیم می‌شوند. از روش جای پای اکولوژیکی (EF)، ظرفیت تحمل اکولوژیکی (ECC) و شاخص EF برای تجزیه و تحلیل این منابع داده استفاده شده است. جمع‌آوری و محاسبهٔ این داده‌ها در بهمن ماه سال ۱۳۹۸ صورت گرفته است.

**جدول ۲- منابع فرعی پژوهش به تفکیک گروه‌های مصرفی**

| گروه | عنوان |
|---|---|
| مواد غذایی | عرض دریای سرزمینی (safavi, 2002: 8). استانداردهای مربوط به وزن استاندارد مرغ، تراکم مناسب گله در مرغداری‌ها (مترمربع)، سطح زیربنای تأسیسات پرورش زنبورعسل و زمین برای زنبورستان (www.chap.sch.ir). زمین مسقف به ازای هر رأس دام (Daliri and Mehragan, 2016). اطلاعات مربوط به کارخانجات تولید مواد غذایی از سایت سازمان صنعت، معدن و تجارت استان خوزستان و محاسبه مساحت آنها از طریق نرم‌افزار google earth |
| حمل‌ونقل | عرض استاندارد آزادراه، بزرگراه، خیابان اصلی، خیابان فرعی، خیابان‌های درون شهری (Razavian, 2002: 190). عرض استاندارد راه آسفالت و شوسه روستایی (www.tinn.ir). شیپ فایل خطوط راه‌آهن ایران (www.suoe.ir). پهنای بستر روسازی خطوط مستقیم راه‌آهن (www.cityengineer.ir). اطلاعات مربوط به پایانه‌های مسافربری، ایستگاه‌های راه‌آهن و فرودگاه‌ها از ویکی‌پدیا و اداره کل راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای استان خوزستان و محاسبه مساحت آنها از طریق نرم‌افزار google earth |
| مسکن | مساحت زیربنای واحدهای مسکونی (مرکز آمار ایران). وزن چوب خشک در هر واحد مسکونی که ۱۷۷ کیلوگرم محاسبه شد (steffen, 2000: 4; Wallace, 2006: 82; http://eberronunlimited.wikidot.com) |
| کالاهای مصرفی و خدمات | سرانهٔ مصرف پنبه در ایران (www.intracen.org). سرانهٔ مصرف توتون و تنباکو در ایران (https://tobaccoatlas.org). سرانهٔ مصرف چای در ایران (www.fao.org). جداول سطح زیر کشت و مقدار تولید پنبه و توتون و تنباکو و چای از سامانه هوشمند اطلاعات کشاورزی (www.agriis.ir). استانداردهای مربوط به زمین مرتع برای تولید پشم و گوشت واحدهای دامی و بازیابی کاغذهای باطله (wackernagel, 1998: 284). پشم استحصال شده از هر گوسفند (Daliri and Mehragan, 2016). سرانهٔ مصرف پشم در ایران (www.woolwise.com). بازدهی تولید چوب در هکتار در جنگل‌های ایران (Arian and Vlosky, 2007). سرانهٔ مصرف کاغذ در ایران و چوب مورد نیاز برای تأمین یک تن خمیر کاغذ (Daliri and Mehragan, 2016). استاندارد زیربنای لازم به ازای هر کارمند در اداره‌جات و کارکن در کارگاه‌ها (Mannan, 2012: 424). درصد زمین آزاد برای اداره‌جات و کارگاه‌های صنعتی (www.engineerassistant.ir). شدت انرژی در بخش‌های اقتصادی که به این صورت محاسبه شد: کشاورزی ۰/۲۱ (کیلو ژول/ ریال)، صنعت ۰/۱ (کیلو ژول/ ریال)، خدمات ۰/۷۳ (کیلو ژول/ ریال) و حمل‌ونقل ۱/۴۳۷ (کیلو ژول/ ریال) (Authors, 2020). |

## جای پای اکولوژیکی (EF)

مطالعات تحقیقی EF با سه هدف بررسی مصرف سرمایهٔ طبیعی از منظر مقادیر بیوفیزیکی خاص منطقه، مقایسهٔ مصرف منابع و انرژی یک منطقه یا کشور با ECC آن منطقه و تعیین اینکه آیا توسعهٔ یک کشور یا منطقه در محدوده ECC قرار دارد یا نه، انجام می‌شوند. فرمول اولیه این روش به‌صورت رابطهٔ (۱) است:

$$EF=N\times ef=N\times r_j\times \sum_{i=1}^{6}\frac{C_i}{P_i} \quad (۱)$$

که، EF جای پای اکولوژیکی است؛ N تعداد جمعیت است؛ ef سرانهٔ EF است؛ i نوع کالاهای مصرفی (مواد غذایی، مسکن، حمل‌ونقل، کالاهای مصرفی، خدمات)؛ $r_j$ ضریب تعادل انواع کاربری زمین (زمین کشاورزی، زمین مرتع، زمین جنگل، زمین ساخته شده، زمین دریا، زمین انرژی فسیلی) و برابر با: $j=1,2,3,4,5,6$؛ $C_i$ سرانهٔ مصرف منابع برای کالای مصرفی i ام؛ و $P_i$ بازده متوسط جهانی برای کالای مصرفی i ام می‌باشد.

## ظرفیت تحمل اکولوژیکی (ECC)

ECC بیانگر حداکثر جمعیتی است که یک منبع محدود می‌تواند بدون آسیب رساندن به بهره‌وری و حاصلخیزی منطقه‌ای مورد پشتیبانی قرار داده و از رابطهٔ (۲) محاسبه می‌شود:

$$ECC=N\times ec=N\times r_j\times y_j\times \sum_{j=1}^{6} a_j \quad (۲)$$

که، ECC ظرفیت تحمل اکولوژیکی است؛ ec سرانه ECC، $y_j$ ضریب بازده و $a_j$ سرانهٔ زمین مولد زیستی است.

## شاخص جای پای اکولوژیکی (EF)

در مدل EF، سود و زیان اکولوژیکی (مازاد و کسری) ابتدا برای ارزیابی توسعهٔ پایدار یک منطقه مورد استفاده قرار گرفت. EFI قادر است مقایسه سطحی و نامعقول سود و زیان اکولوژیکی را برطرف کند و نتایجی ایجاد کند که موجب قابل مقایسه شدن مناطق مختلف می‌شود. فرمول EFI به‌صورت رابطهٔ (۳) است.

$$EFI=\frac{EC-EF}{EC}\times 100\% = (۳)$$

که، EFI شاخص EF است. مقدار EF=0 مرز بین پایداری و ناپایداری را نشان می‌دهد. اگر EFI<0 باشد، ناپایداری قوی‌تر است. وقتی EFI>0 باشد، پایداری قوی‌تر است. سطوح پایداری در جدول شمارهٔ ۳ نشان داده شده است (Guo et al, 2020: 5-6).

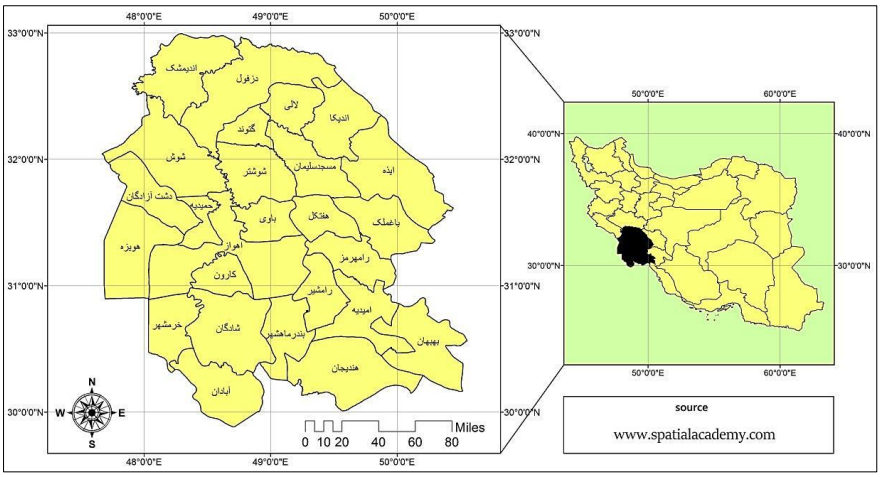
**جدول ۳- سطوح پایداری**

| شاخص جای پای اکولوژیکی | وضعیت پایداری |
|---|---|
| ۵۰ درصد < EFI ≥ ۱۰۰ درصد | پایداری قوی |
| ۰ درصد < EFI ≥ ۵۰ درصد | پایداری ضعیف |
| ۰ درصد > EFI ≥ ۱۰۰- درصد | ناپایدار |
| ۱۰۰- درصد ≥ EFI | ناپایداری بحرانی |

منبع: Guo et al, 2020: 5

## محدوده مورد مطالعه

استان خوزستان در جنوب غربی ایران، بین مختصات ۲۹ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۳۳ درجه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۳ دقیقه طول شرقی واقع شده است. این استان دارای ۲۷ شهرستان و ۴۰۷۵ سکونتگاه است که از این تعداد، ۳۳۳۹ سکونتگاه روستایی بوده و ۷۶ سکونتگاه دیگر، شهری می‌باشند. ۷۵/۵ درصد از جمعیت در نقاط شهری زندگی می‌کنند. مساحت خوزستان ۶۴۰۵۷ کیلومتر مربع است و جمعیت آن بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ برابر با ۴۷۱۰۵۰۹ نفر گزارش شد (Khuzestan Statistical Yearbook, 2016). گفتنی است که به دلیل فقدان داده برای شهرستان‌های باوی، کارون و حمیدیه، جای پای اکولوژیکی آنها در شهرستان اهواز منظور شده است (شکل ۱).

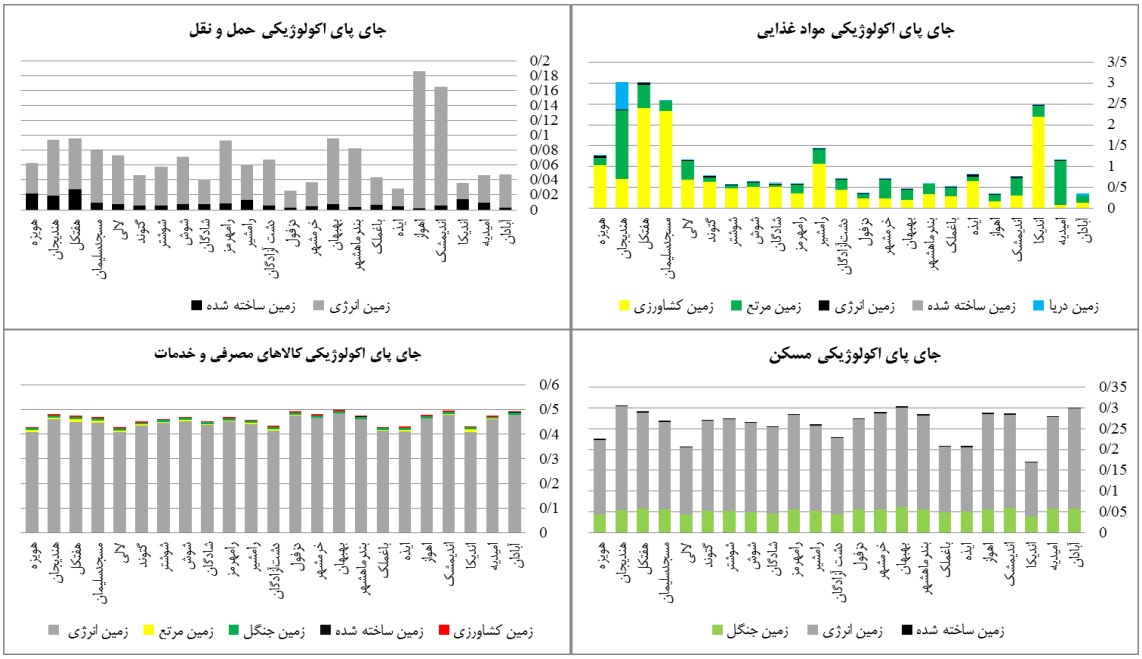



**شکل ۱- موقعیت جغرافیایی استان خوزستان**

## بحث و یافته‌های تحقیق

این مقاله جای پا و ظرفیت تحمل اکولوژیکی شهرستان‌های استان خوزستان را در سال ۱۳۹۵ محاسبه نموده است. محاسبه‌ها شامل سه جزء مصرف منابع بیولوژیکی، مصرف انرژی، مصرف زمین انسان ساخت می‌باشند. مصرف منابع بیولوژیکی شامل محصولات کشاورزی (برنج، گندم، میوه‌ها، سبزیجات، حبوبات، دانه‌های روغنی، نیشکر و چغندرقند، چای، توتون و تنباکو و پنبه)، محصولات حیوانی (گوشت،

مواد لبنی و عسل)، محصولات آبزی (ماهی و میگو) و محصولات جنگلی (چوب و کاغذ) است؛ مصرف انرژی شامل بنزین، نفت سفید، نفت گاز، نفت کوره، گاز مایع، گاز طبیعی، چوب و برق است؛ و مصرف زمین انسان ساخت شامل استخرهای پرورش ماهی، مرغداری‌ها، زنبورستان‌ها، دامداری‌ها، کارخانجات صنایع غذایی، واحدهای مسکونی، جاده‌های درون و برون شهری، فرودگاه‌ها، پایانه‌های مسافربری، خطوط راه‌آهن، ایستگاه‌های قطار، اداره‌جات و کارگاه‌های صنعتی می‌باشد. تعیین میزان EF مستلزم محاسبات جزئی و فراوانی است که امکان ارائه آنها در این نوشتار وجود نداشت. نتایج نهایی گروه‌های مصرفی بر حسب کاربری زمین در شکل شمارهٔ ۲ خلاصه شده است.




**شکل ۲- جای پای اکولوژیکی گروه‌های مصرفی به تفکیک گروه‌های کاربری زمین برای شهرستان‌های استان خوزستان (۱۳۹۵)**

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸)

اولین چیزی که با مشاهدهٔ تصویر بالا به ذهن می‌رسد «تفاوت» است، تفاوت بین مصرف‌کننده و مصرف‌شونده، تفاوت بین نیازها، تفاوت بین پتانسیل‌های اکولوژیکی، تفاوت بین فشارهای وارده بر اکوسیستم تقسیمات اداری سرزمینی، تفاوت بین سبک زندگی و میزان درآمد. همهٔ این تفاوت‌ها را محاسبات عددی بیان کرده‌اند، به طوری که هر چه میزان ef بیشتر باشد، مصرف منابع با شدت بیشتری مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. محاسبات عددی بیان می‌کنند که شهرستان‌های هندیجان، هفتکل و مسجدسلیمان در «بخش غذا» به ترتیب با میزان ۳/۰۲۸، ۳/۰۱۱ و ۲/۵۷۹ بیشترین جای پای اکولوژیکی را متحمل شده‌اند، در حالی‌که برای شهرستان‌های اهواز، دزفول و آبادان به ترتیب با میزان جای پای ۰/۳۳۶، ۰/۳۵۱ و ۰/۳۵۷ این مقدار کمترین بوده است. این تفاوت‌ها، بین زمین‌های مورد بهره‌برداری درون شهرستانی نیز وجود دارد، به‌طوری که از زمین‌های کشاورزی امیدیه، زمین‌های مرتع شادگان، زمین‌های انرژی بندر ماهشهر، زمین‌های دریای هویزه و زمین‌های ساخته شدهٔ ایذه با شدت کمتری بهره‌برداری شده است. برعکس، زمین‌های کشاورزی هفتکل، زمین‌های مرتع و دریایی هندیجان، زمین‌های انرژی ایذه و زمین‌های انسان ساخت شادگان از فشار اکولوژیکی بالاتری برای تأمین غذا رنج می‌برند. تغییرپذیری ef (انحراف معیار تقسیم بر میانگین) بخش مواد غذایی برابر با ۰/۷۸۵ می‌باشد که تغییرپذیری بالایی را نشان می‌دهد و بیانگر ناپایداری مصرف برخی شهرستان‌ها از سیستم‌های بیولوژیکی پشتیبان حیات سرزمین‌شان است.

محاسبات عددی ef در «بخش حمل‌ونقل» بیان می‌کنند که شهرستان‌های اهواز، اندیمشک و بهبهان به ترتیب با ۰/۱۸۶، ۰/۱۶۵ و ۰/۰۹۶ در شرایط بغرنج‌تری هستند؛ در حالی‌که شهرستان‌های دزفول، ایذه و اندیکا به ترتیب با ۰/۰۲۶، ۰/۰۲۹ و ۰/۰۳۶ از تعادل اکولوژیکی بهتری برخوردارند. در این بین، زمین ساخته شدهٔ اهواز و زمین انرژی اندیکا کمترین جای پا و زمین ساخته شدهٔ هفتکل و زمین انرژی اهواز بیشترین جای پای اکولوژیکی را داشته‌اند. محاسبهٔ تغییرپذیری ef بخش حمل‌ونقل برابر با ۰/۵۵۵ و بیانگر تغییرپذیری نسبتاً بالایی بین تقسیمات سرزمینی استان است و با توجه به شکل می‌توان دریافت که فشار اکولوژیکی شهرستان‌های اهواز و اندیمشک فراتر از ظرفیت تحمل سرزمین‌شان است؛ خصوصاً در اهواز که با ضعف پوشش گیاهی و فعالیت‌های صنعتی، آلودگی هوا به معضلی جدی تبدیل شده است.

جای پای اکولوژیکی در «بخش مسکن» بیان‌کنندهٔ عدم موازنهٔ بین مصارف جمعیت و دارای‌هایی محیطی است، این عدم تعادل در شهرستان‌های هندیجان، بهبهان و آبادان به ترتیب با ef برابر ۰/۳۰۶، ۰/۳۰۵ و ۰/۳۰۲ بیشتر به چشم می‌خورد و در شهرستان‌های اندیکا، لالی و ایذه با ۰/۱۷۰، ۰/۲۰۷ و ۰/۲۰۸ متعادل‌تر است. در بخش زمین‌های مورد نیاز مسکن، جای پای اکولوژیکی شهرستان اندیکا در هر سه زمین ساخته شده، انرژی و جنگل از سایر شهرستان‌ها متعادل‌تر بوده است. در حالی که بین زمین‌های ساخته شده و جنگل بهبهان و زمین انرژی هندیجان و ساکنان آنها عدم تعادل بالاتری برقرار است. تغییرپذیری ef بخش مسکن معادل ۰/۱۴ و نشانگر تغییرپذیری کمی است.

و در انتها، محاسبات عددی ef در «بخش کالاهای مصرفی و خدمات» بیانگر مصرف فزایندهٔ کالاها و خدمات در بهبهان، اندیمشک و آبادان با میزان ۰/۴۹۹، ۰/۴۹۶ و ۰/۴۹۴ و مصرف‌گرایی نسبتاً کمتر در لالی، هویزه و باغملک با میزان ef برابر با ۰/۴۲۹، ۰/۴۲۹ و ۰/۴۳۰ است. در بخش کالاها و خدمات، زمین‌های انرژی لالی، زمین‌های مرتع آبادان، و زمین‌های ساخته‌شدهٔ اندیمشک با بهره‌برداری ملایم‌تر از منابع زیست‌بوم و زمین‌های انرژی بهبهان، زمین‌های مرتع هفتکل و زمین‌های ساخته شدهٔ بندر ماهشهر با تشدید بهره‌برداری از دارایی‌های زیست‌بومی شناخته شدند. لازم به گفتن است که به دلیل عدم کشت چای، پنبه، توتون و تنباکو در خوزستان و نبود داده در مورد تولید چوب و کاغذ (به تفکیک شهرستان‌ها)، میزان ef زمین‌های جنگل و کشاورزی به ترتیب ۰/۰۰۹ و ۰/۰۰۵ و برای کلیهٔ شهرستان‌ها به‌طور مساوی تخصیص داده شده است. تغییرپذیری میزان ef بخش کالاهای مصرفی و خدمات برابر با ۰/۰۵ برآورد شد که بیانگر تغییرپذیری بسیار کمی در بین شهرستان‌ها است و از الگوی مصرفی کالا و خدمات یکسانی در استان خبر می‌دهد.

میزان کلی شاخص EF (مندرج در جدول شمارهٔ ۴) بر اساس محاسبات عددی بیانگر یک فشار حداکثری بر زیست‌بوم از سوی ساکنان شهرستان هندیجان با میزان ۳/۹۰۸ است. میزان EF هندیجان بیشتر متأثر از تقاضا برای مواد غذایی است. این موضوع برای شهرستان‌های هفتکل، مسجد سلیمان، اندیکا و رامشیر نیز صادق است. در این شهرستان‌ها به دلیل کمبود زمین‌های مولد زیستی (کشاورزی، مرتع و ...)، تقاضای ساکنان از توان اکولوژیک سرزمین‌شان فراتر رفته است. با وجود این، در شهرستان‌هایی مانند دزفول، آبادان و باغملک، منابع سرزمینی پاسخگوی غذا کمتر در معرض خطر است. تفاوت میزان جای پای اکولوژیکی هندیجان – با بزرگ‌ترین جای پا– و دزفول– با کوچک‌ترین جای پا– چیزی حدود ۲/۷۶۵ است که بیان می‌کند که هر فرد (به طور میانگین) ساکن هندیجان سه برابر هر فرد ساکن دزفول نقش جای پای پررنگ‌تری بر مصرف منابع زیست‌کره اعمال می‌کند و بنابراین، مسئولیت بیشتری برای رفع این اختلال دارد.

به‌طور کلی، می‌توان بیان کرد که هر فرد ساکن در شهرستان‌های خوزستان دارای EF متفاوتی روی زمین‌های مولد زیستی است که این EF با ضریب بالاتری ناشی از مصرف مواد غذایی است. پس از مواد غذایی، مصرف کالاهای مصرفی و خدمات و سپس، ساخت مسکن و در آخر، حمل‌ونقل که به تبع آن، واجد اثراتی بر منابع طبیعی زیست‌بوم هستند. این تفاوت از ۳/۹۰۸ برای شهرستان هندیجان تا ۱/۱۴۴ برای دزفول متغیر بوده و بیانگر عدم تعادل و انطباق روند تولید و مصرف در استان خوزستان می‌باشد.

**جدول ۴- مقادیر EF بر اساس گروه‌های مصرفی و کاربری زمین در سال ۱۳۹۵**

| شهرستان | گروه‌های مصرفی | | | | کاربری زمین | | | | | کل EF | رتبه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | غذا | حمل‌ونقل | مسکن | کالاها و خدمات | کشاورزی | مرتع | جنگل/ انرژی | دریا | ساخته شده | | |
| دزفول | ۰/۳۵۱ | ۰/۰۲۶ | ۰/۲۷۶ | ۰/۴۹۲ | ۰/۲۴۴ | ۰/۱۰۶ | ۰/۷۸۶ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۶ | ۱/۱۴۴ | ۱ |
| آبادان | ۰/۳۵۷ | ۰/۰۴۷ | ۰/۳۰۲ | ۰/۴۹۴ | ۰/۱۴۰ | ۰/۱۷۲ | ۰/۸۳۴ | ۰/۰۴۸ | ۰/۰۰۶ | ۱/۲۰۰ | ۲ |
| باغملک | ۰/۵۲۲ | ۰/۰۴۴ | ۰/۲۰۹ | ۰/۴۳۰ | ۰/۲۹۸ | ۰/۲۰۹ | ۰/۶۸۵ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۱۰ | ۱/۲۰۵ | ۳ |
| اهواز | ۰/۳۳۶ | ۰/۱۸۶ | ۰/۲۸۸ | ۰/۴۷۸ | ۰/۱۷۳ | ۰/۱۶۲ | ۰/۹۴۴ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۵ | ۱/۲۸۸ | ۴ |
| شادگان | ۰/۶۰۶ | ۰/۰۴۱ | ۰/۲۵۶ | ۰/۴۵۳ | ۰/۵۱۵ | ۰/۰۶۳ | ۰/۷۴۹ | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۱۴ | ۱/۳۵۶ | ۵ |
| شوشتر | ۰/۵۶۹ | ۰/۰۵۸ | ۰/۲۷۵ | ۰/۴۶۲ | ۰/۴۷۹ | ۰/۰۷۸ | ۰/۷۹۸ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۹ | ۱/۳۶۵ | ۶ |
| بهبهان | ۰/۴۸۵ | ۰/۰۹۶ | ۰/۳۰۵ | ۰/۴۹۹ | ۰/۲۰۳ | ۰/۲۴۶ | ۰/۹۰۷ | ۰/۰۱۸ | ۰/۰۱۱ | ۱/۳۸۴ | ۷ |
| دشت‌آزادگان | ۰/۶۹۷ | ۰/۰۶۸ | ۰/۲۳۰ | ۰/۴۳۴ | ۰/۴۴۷ | ۰/۲۵۰ | ۰/۷۲۲ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۹ | ۱/۴۳۰ | ۸ |
| رامهرمز | ۰/۵۸۴ | ۰/۰۹۳ | ۰/۲۸۶ | ۰/۴۷۰ | ۰/۳۶۵ | ۰/۲۰۸ | ۰/۸۴۵ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۱۲ | ۱/۴۳۲ | ۹ |
| شوش | ۰/۶۲۹ | ۰/۰۷۲ | ۰/۲۶۷ | ۰/۴۷۱ | ۰/۵۱۰ | ۰/۱۰۸ | ۰/۸۰۸ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۱۰ | ۱/۴۳۸ | ۱۰ |
| بندرماهشهر | ۰/۶۰۴ | ۰/۰۸۳ | ۰/۲۸۵ | ۰/۴۷۷ | ۰/۳۴۲ | ۰/۲۴۹ | ۰/۸۳۳ | ۰/۰۱۸ | ۰/۰۰۷ | ۱/۴۴۸ | ۱۱ |
| ایذه | ۰/۸۰۹ | ۰/۰۲۹ | ۰/۲۰۸ | ۰/۴۳۲ | ۰/۶۶۲ | ۰/۰۹۹ | ۰/۷۰۶ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۷ | ۱/۴۷۹ | ۱۲ |
| خرمشهر | ۰/۷۰۵ | ۰/۰۳۷ | ۰/۲۹۰ | ۰/۴۸۰ | ۰/۲۳۴ | ۰/۴۵۹ | ۰/۸۱۰ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۹ | ۱/۵۱۳ | ۱۳ |
| گتوند | ۰/۷۷۵ | ۰/۰۴۷ | ۰/۲۷۲ | ۰/۴۵۳ | ۰/۶۳۲ | ۰/۱۲۲ | ۰/۷۸۳ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۹ | ۱/۵۴۶ | ۱۴ |
| اندیمشک | ۰/۷۵۸ | ۰/۱۶۵ | ۰/۲۸۷ | ۰/۴۹۶ | ۰/۳۰۷ | ۰/۴۳۰ | ۰/۹۵۷ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۰۸ | ۱/۷۰۶ | ۱۵ |

| شهرستان | گروه‌های مصرفی | | | | کاربری زمین | | | | کل EF | رتبه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | غذا | حمل‌ونقل | مسکن | کالاها و خدمات | کشاورزی | مرتع | جنگل/ انرژی | دریا | ساخته شده | | |
| لالی | ۱/۱۵۹ | ۰/۰۷۳ | ۰/۲۰۸ | ۰/۴۲۹ | ۰/۶۸۹ | ۰/۴۵۹ | ۰/۷۱۱ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۹ | ۱/۸۶۹ | ۱۶ |
| امیدیه | ۱/۱۶۲ | ۰/۰۴۷ | ۰/۲۸۱ | ۰/۴۷۶ | ۰/۰۸۳ | ۱/۰۶۴ | ۰/۸۰۰ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۱۴ | ۱/۹۶۵ | ۱۷ |
| هویزه | ۱/۲۵۲ | ۰/۰۶۳ | ۰/۲۲۶ | ۰/۴۳۰ | ۱/۰۴۵ | ۰/۱۷۸ | ۰/۷۲۱ | ۰/۰۰۰۴ | ۰/۰۲۵ | ۱/۹۷۰ | ۱۸ |
| رامشیر | ۱/۴۲۷ | ۰/۰۶۱ | ۰/۲۶۱ | ۰/۴۵۹ | ۱/۰۷۳ | ۰/۳۴۷ | ۰/۷۷۰ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۱۶ | ۲/۲۰۸ | ۱۹ |
| اندیکا | ۲/۴۷۲ | ۰/۰۳۶ | ۰/۱۷۰ | ۰/۴۳۳ | ۲/۲۰۳ | ۰/۲۶۹ | ۰/۶۲۰ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۱۶ | ۳/۱۱۱ | ۲۰ |
| مسجدسلیمان | ۲/۵۷۹ | ۰/۰۸۰ | ۰/۲۷۰ | ۰/۴۶۸ | ۲/۳۳۸ | ۰/۲۴۴ | ۰/۸۰۱ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۱۳ | ۳/۳۹۷ | ۲۱ |
| هفتکل | ۳/۰۱۱ | ۰/۰۹۶ | ۰/۲۹۳ | ۰/۴۷۶ | ۲/۴۰۸ | ۰/۵۷۰ | ۰/۸۶۴ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۳۱ | ۳/۸۷۵ | ۲۲ |
| هندیجان | ۳/۰۲۸ | ۰/۰۹۴ | ۰/۳۰۶ | ۰/۴۸۰ | ۰/۷۰۰ | ۱/۶۵۸ | ۰/۸۷۴ | ۰/۶۵۵ | ۰/۰۲۲ | ۳/۹۰۹ | ۲۳ |

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

مؤسسهٔ شبکهٔ ردپای جهانی[1]میانگین EF سال ۲۰۱۸ را ۱/۷ هکتار برای هر نفر در جهان محاسبه کرد (www.footprintnetwork.org). مقایسهٔ این میزان با آنچه که در این مطالعه، برای شهرستان‌های خوزستان به دست آمده، این را آشکار می‌سازد که چهارده شهرستان– آبادان، اهواز، ایذه، باغملک، بندرماهشهر، بهبهان، خرمشهر، دزفول، دشت آزادگان، رامهرمز، شادگان، شوش، شوشتر و گتوند– از میزان جای پای کمتری نسبت به میانگین جهانی برخوردارند. به‌عبارت دیگر، این چهارده شهرستان با تعداد ۴۰۷۶۳۲۶ نفر (حدود ۸۷ در صد از جمعیت استان) در شرایط پایدارتری نسبت به میانگین جهانی و از لحاظ مصرف منابع زیستی قرار دارند.

تا اینجا، محاسبات، حول ردپای اکولوژیکی افراد بر منابع زیستی می‌چرخید، گام بعدی محاسبهٔ میزان ظرفیت تحمل (پتانسیل جغرافیایی) هر یک از شهرستان‌ها است تا درک بهتری از وضعیت زیستی استان به دست آید. در جدول شمارهٔ ۵، مقدار کمینه و بیشینه زمین‌های مولد زیستی به تفکیک شهرستان‌ها را می‌توان مشاهده کرد. محاسبهٔ ظرفیت تحمل برای شهرستان‌های خوزستان، بیانگر ECC بسیار بالای شهرستان هفتکل، به دلیل وجود زمین‌های کشاورزی، مرتع و زمین‌های ساخته شدهٔ آن است. شهرستان هندیجان نیز با جمعیت پایین خود (پس از شهرستان‌های هفتکل و لالی، کم جمعیت‌ترین شهرستان استان است) و وجود منابع پربار دریایی، مرتع و زمین ساخته شده، ظرفیت زیستی بالایی دارد. ظرفیت زیستی ده شهرستان لالی، اندیکا، ایذه، مسجد سلیمان، باغملک، رامشیر، اندیمشک، شوش، دشت آزادگان، هویزه، زیر متوسط و یازده شهرستان دیگر که شهرستان اهواز نیز جزء آنهاست، ظرفیت زیستی بسیار پایینی دارند. در جدول شمارهٔ ۵، میزان شاخص EF و وضعیت پایداری شهرستان‌ها نیز بیان شده است. محاسبات عددی بیان می‌کنند که شهرستان‌های آبادان، بندر ماهشهر و اهواز به ترتیب در وضعیت ناپایداری خطرناکی قرار دارند، این ناپایداری خطرناک می‌تواند ناشی از نیازهای جمعیت رو به افزایش، فقر زمین‌های مولد زیستی، فعالیت‌های صنعتی، ساخت و سازهای بی رویه و البته اقلیم نامساعد آنها باشد.

**جدول ۵- مقادیر ECC کاربری زمین و EFI در سال ۱۳۹۵**

| شهرستان | کاربری زمین | | | | | کل ECC | رتبه | EFI | وضعیت پایداری |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | کشاورزی | مرتع | جنگل/ انرژی | دریا | ساخته شده | | | | |
| هفتکل | ۴/۶۰۴ | ۴/۶۰۳ | ۰/۰۰۸ | ۰ | ۰/۰۷۳ | ۹/۲۸۸ | ۱ | ۵۸/۲۸۳۳ | پایداری قوی |
| هندیجان | ۱/۳۵۲ | ۴/۳۷۹ | ۰/۰۰۳ | ۰/۸۸۹ | ۰/۰۵۰ | ۶/۶۷۲ | ۲ | ۴۱/۴۱۸۱ | پایداری ضعیف |
| لالی | ۰/۵۶۱ | ۱/۴۰۷ | ۱/۷۵۴ | ۰ | ۰/۰۲۶ | ۳/۷۴۸ | ۳ | ۵۰/۱۲۷۷ | پایداری قوی |
| مسجدسلیمان | ۰/۴۳۰ | ۱/۲۱۸ | ۱/۷۴۶ | ۰ | ۰/۰۳۹ | ۳/۴۳۳ | ۴ | ۱/۰۵۹۱۹ | پایداری ضعیف |
| رامشیر | ۲/۱۵۴ | ۱/۱۹۴ | ۰/۰۰۱ | ۰ | ۰/۰۳۸ | ۳/۳۸۶ | ۵ | ۳۴/۷۸۹۹ | پایداری ضعیف |
| دشت‌آزادگان | ۰/۷۸۳ | ۱/۷۱۳ | ۰/۰۴۳ | ۰ | ۰/۰۳۳ | ۲/۵۷۳ | ۶ | ۴۴/۴۳۴۵ | پایداری ضعیف |
| اندیکا | ۱/۶۴۳ | ۰/۸۳۹ | ۰/۰۱۳ | ۰ | ۰/۰۴۱ | ۲/۵۳۵ | ۷ | -۲۲/۷۱۸ | ناپایدار |
| ایذه | ۰/۳۱۵ | ۰/۳۸۷ | ۱/۴۹۰ | ۰ | ۰/۰۲۲ | ۲/۲۱۳ | ۸ | ۳۳/۱۸۴۶ | پایداری ضعیف |
| هویزه | ۲/۰۷۸ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۶۶ | ۲/۱۴۴ | ۹ | ۸/۱۴۰۵۸ | پایداری ضعیف |
| باغملک | ۰/۴۱۲ | ۰/۷۶۹ | ۰/۹۰۵ | ۰ | ۰/۰۲۳ | ۲/۱۰۹ | ۱۰ | ۴۲/۸۸۵۹ | پایداری ضعیف |
| شوش | ۱/۵۵۳ | ۰/۴۶۰ | ۰/۰۴۷ | ۰ | ۰/۰۳۰ | ۲/۰۹۱ | ۱۱ | ۳۱/۲۲۰۷ | پایداری ضعیف |

[1] Global Footprint Network

| شهرستان | کاربری زمین | | | | | کل ECC | رتبه | EFI | وضعیت پایداری |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | کشاورزی | مرتع | جنگل/ انرژی | دریا | ساخته شده | | | | |
| اندیمشک | ۰/۷۰۴ | ۰/۷۸۸ | ۰/۵۴۰ | ۰ | ۰/۰۲۱ | ۲/۰۵۲ | ۱۲ | ۱۶/۸۶۳۶ | پایداری ضعیف |
| امیدیه | ۰/۰۵۹ | ۱/۶۶۰ | ۰/۰۲۷ | ۰ | ۰/۰۲۸ | ۱/۷۷۴ | ۱۳ | -۱۰/۸۰۲ | ناپایدار |
| بهبهان | ۰/۴۵۷ | ۱/۰۶۴ | ۰/۰۹۹ | ۰/۰۰۶ | ۰/۰۲۵ | ۱/۶۵۱ | ۱۴ | ۱۶/۱۴۹۳ | پایداری ضعیف |
| رامهرمز | ۰/۶۴۵ | ۰/۸۵۸ | ۰/۰۴۲ | ۰ | ۰/۰۲۸ | ۱/۵۷۳ | ۱۵ | ۸/۹۲۱۶۹ | پایداری ضعیف |
| شوشتر | ۱/۱۰۳ | ۰/۳۰۵ | ۰/۰۶۷ | ۰ | ۰/۰۵۵ | ۱/۵۳ | ۱۶ | ۱۰/۸۳۱۳ | پایداری ضعیف |
| گتوند | ۰/۸۳۲ | ۰/۴۷۷ | ۰/۰۰۳ | ۰ | ۰/۰۲۱ | ۱/۳۳۳ | ۱۷ | -۱۶/۰۴۳۳ | ناپایدار |
| دزفول | ۰/۴۷۵ | ۰/۲۲۶ | ۰/۵۹۹ | ۰ | ۰/۰۱۶ | ۱/۳۱۶ | ۱۸ | ۱۳/۰۹۷۶ | پایداری ضعیف |
| شادگان | ۰/۶۴۸ | ۰/۲۴۷ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۲۰ | ۰/۰۳۷ | ۰/۹۵۳ | ۱۹ | -۴۲/۱۹۰۱ | ناپایدار |
| خرمشهر | ۰/۲۶۵ | ۰/۵۵۶ | ۰/۰۰۱ | ۰ | ۰/۰۵۵ | ۰/۸۷۷ | ۲۰ | -۷۲/۵۴۴ | ناپایدار |
| اهواز | ۰/۳۳۵ | ۰/۱۶۳ | ۰/۰۲۱ | ۰ | ۰/۰۱۸ | ۰/۵۳۷ | ۲۱ | -۱۴۰/۱۴ | ناپایداری بحرانی |
| بندرماهشهر | ۰/۱۶۰ | ۰/۱۶۸ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۲۴ | ۰/۰۱۵ | ۰/۳۷۱ | ۲۲ | -۲۸۹/۹۶ | ناپایداری بحرانی |
| آبادان | ۰/۰۳۵ | ۰/۰۷۸ | ۰/۰۰۰۵ | ۰/۰۶۵ | ۰/۰۱۸ | ۰/۱۹۶ | ۲۳ | -۵۱۲/۵۱ | ناپایداری بحرانی |

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

گام آخر مطالعه، با هدف محاسبهٔ کسری/ باقیمانده اکولوژیک و زمین‌های مولد زیستی برداشته شد. محاسبات عددی این بخش بیان می‌کند که در زمین کشاورزی مسجد سلیمان، در زمین جنگل اهواز، در زمین مرتع هویزه، و در زمین دریا، تمام شهرستان‌های غیرساحلی، دچار کسری اکولوژیک هستند. در کل استان، ۶۸۷۷۹۹ هکتار باقیمانده زمین کشاورزی، ۲۸۹۷۸۸۷- هکتار کسری زمین جنگل، ۱۲۱۴۳۳۸ هکتار باقیمانده زمین مرتع و ۲۵۷۷ هکتار باقیمانده زمین دریا وجود دارد. هشت شهرستان بندرماهشهر، آبادان، اهواز، خرمشهر، اندیکا، شادگان، گتوند و امیدیه با ۷۵ در صد از جمعیت ا ستان به میزان ۲۰۱۷۳۵۶ هکتار از ک سری زمین مولد زی ستی رنج می‌برند. با جبران این ک سری از مازاد ظرفیت زی ستی سایر شهر ستان‌ها، باز ا ستان خوز ستان نیازمند ۹۱۳۷۰۲ هکتار زمین برای تأمین تقا ضاهای ساکنانش می‌باشد. بنابراین، کسری اکولوژیک زمین‌های کشاورزی، مرتع و دریا در شهرستان‌های استان را تا حدودی می‌توان با باقیمانده شهرستان‌های دیگر جبران کرد. ولی برای مابقی کسری زمین‌های مولد و همچنین، برای تولید چوب و کاغذ به منابع زیستی خارج از استان نیاز هست و کمبود زمین جنگل برای جذب $CO_2$ نیز مشکلی جدی است.

**جدول ۶- کسری/ باقیمانده یا مازاد اکولوژیکی و زمین مولد زیستی در سال ۱۳۹۵**

| شهرستان | کسری/ باقیمانده اکولوژیکی | | | | | کسری/ باقیمانده زمین مولد زیستی (هکتار) | | | | کل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | کشاورزی | مرتع | جنگل/ انرژی | دریا | ساخته شده | کشاورزی | مرتع | جنگل/ انرژی | دریا | |
| آبادان | -۰/۱۰۵ | -۰/۰۹۴ | -۰/۸۳۴ | ۰/۰۱۷ | ۰/۰۱۲ | -۳۱۱۸۳ | -۲۸۰۷۳ | -۲۴۸۶۰۸ | ۵۰۶۰ | -۲۹۹۳۲۰ |
| امیدیه | -۰/۰۲۴ | ۰/۵۹۷ | -۰/۷۷۳ | -۰/۰۰۴ | ۰/۰۱۴ | -۲۶۷۶ | ۶۵۶۱۳ | -۸۵۰۴۹ | -۴۸۲ | -۲۱۰۷۱ |
| اندیکا | -۰/۵۶۱ | ۰/۵۷ | -۰/۶۰۷ | -۰/۰۰۴ | ۰/۰۲۵ | -۲۶۷۰۵ | ۲۷۱۵۱ | -۲۸۹۰۴ | -۱۸۵ | -۲۷۴۳۳ |
| اندیمشک | ۰/۳۹۶ | ۰/۳۵۹ | -۰/۴۱۷ | -۰/۰۰۵ | ۰/۰۱۲ | ۶۷۹۵۸ | ۶۱۴۸۴ | -۷۱۴۶۳ | -۷۷۹ | ۵۹۳۳۰ |
| اهواز | ۰/۱۶۲ | ۰/۰۰۱ | -۰/۹۲۳ | -۰/۰۰۴ | ۰/۰۱۲ | ۲۵۲۲۴۱ | ۱۷۱۶ | -۱۴۳۸۳۰۰ | -۶۸۷۵ | -۱۱۷۱۹۴۹ |
| ایذه | -۰/۳۴۷ | ۰/۲۸۷ | ۰/۷۸۳ | -۰/۰۰۴ | ۰/۰۱۴ | -۶۸۹۴۴ | ۵۷۱۲۵ | ۱۵۵۷۸۵ | -۷۷۹ | ۱۴۶۰۶۰ |
| باغملک | ۰/۱۱۴ | ۰/۵۶۱ | ۰/۲۲ | -۰/۰۰۴ | ۰/۰۱۴ | ۱۲۰۰۹ | ۵۹۰۸۸ | ۲۳۱۷۶ | -۴۱۴ | ۹۵۳۳۳ |
| بندرماهشهر | -۰/۱۸۲ | -۰/۰۸ | -۰/۸۲۹ | ۰/۰۰۶ | ۰/۰۰۸ | -۵۳۸۹۲ | -۲۳۷۸۰ | -۲۴۵۷۵۲ | ۱۸۹۳ | -۳۱۹۰۹۷ |
| بهبهان | ۰/۲۵۳ | ۰/۸۱۸ | -۰/۸۰۸ | -۰/۰۱۲ | ۰/۰۱۵ | ۴۵۷۶۴ | ۱۴۷۸۰۳ | -۱۴۵۸۳۳ | -۲۲۳۴ | ۴۸۱۴۷ |
| خرمشهر | ۰/۰۳۱ | ۰/۰۹۷ | -۰/۸۰۹ | -۰/۰۰۲ | ۰/۰۴۶ | ۵۳۴۷ | ۱۶۶۰۳ | -۱۳۸۲۷۲ | -۳۴۵ | -۱۰۸۷۸۲ |
| دزفول | ۰/۲۳۲ | ۰/۱۲ | -۰/۱۸۷ | -۰/۰۰۲ | ۰/۰۱ | ۱۰۲۸۳۰ | ۵۳۱۰۸ | -۸۳۰۱۰ | -۹۱۲ | ۷۶۵۵۰ |
| دشت‌آزادگان | ۰/۳۳۶ | ۱/۴۶۳ | -۰/۶۷۹ | -۰/۰۰۲ | ۰/۰۲۵ | ۳۶۳۰۵ | ۱۵۷۹۹۸ | -۷۳۳۲۲ | -۱۹۳ | ۱۲۳۴۶۰ |
| رامشیر | ۱/۰۸۱ | ۰/۸۴۷ | -۰/۷۶۹ | -۰/۰۰۲ | ۰/۰۲۱ | ۵۸۳۸۵ | ۴۵۷۳۷ | -۴۱۵۵۰ | -۱۰۳ | ۶۳۶۱۸ |
| رامهرمز | ۰/۲۸ | ۰/۶۴۹ | -۰/۸۰۳ | -۰/۰۰۲ | ۰/۰۱۶ | ۳۱۸۴۰ | ۷۳۸۶۷ | -۹۱۳۸۳ | -۲۲۳ | ۱۵۹۶۳ |
| شادگان | ۰/۱۳۳ | ۰/۱۸۴ | -۰/۷۴۹ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۲۴ | ۱۸۴۲۴ | ۲۵۵۰۸ | -۱۰۳۶۸۶ | ۷۳۱ | -۵۵۷۰۷ |

| شهرستان | کسری/ باقیمانده اکولوژیکی | | | | | کسری/ باقیمانده زمین مولد زیستی (هکتار) | | | | کل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | کشاورزی | مرتع | جنگل/ انرژی | دریا | ساخته شده | کشاورزی | مرتع | جنگل/ انرژی | دریا | |
| شوش | ۱/۰۴۳ | ۰/۳۵۲ | -۰/۷۶۱ | -۰/۰۰۱ | ۰/۰۲ | ۲۱۴۵۴۱ | ۷۲۳۴۷ | -۱۵۶۴۶۱ | -۲۰۱ | ۱۳۴۲۷۳ |
| شوشتر | ۰/۶۲۴ | ۰/۲۲۷ | -۰/۷۳۱ | -۰/۰۰۱ | ۰/۰۴۷ | ۱۱۹۷۳۱ | ۴۳۶۴۳ | -۱۴۰۲۹۹ | -۱۸۵ | ۳۱۸۳۲ |
| گتوند | ۰/۲ | ۰/۳۵۴ | -۰/۷۷۹ | -۰/۰۰۱ | ۰/۰۱۲ | ۱۳۰۸۹ | ۲۳۱۹۶ | -۵۱۰۲۵ | -۶۱ | -۱۳۹۹۷ |
| لالی | -۰/۱۲۸ | ۰/۹۴۸ | ۱/۰۴۳ | -۰/۰۰۱ | ۰/۰۱۷ | -۴۸۶۹ | ۳۵۹۸۹ | ۳۹۵۹۵ | -۳۳ | ۷۱۳۱۸ |
| مسجدسلیمان | -۱/۹۰۸ | ۰/۹۷۴ | ۰/۹۴۶ | -۰/۰۰۱ | ۰/۰۲۶ | -۲۱۶۴۴۴ | ۱۱۰۴۶۵ | ۱۰۷۲۴۸ | -۱۱۰ | ۴۱۲۵ |
| هفتکل | ۲/۱۹۶ | ۴/۰۳۳ | -۰/۸۵۶ | -۰/۰۰۱ | ۰/۰۴۲ | ۴۸۵۷۴ | ۸۹۱۹۸ | -۱۸۹۴۲ | -۲۱ | ۱۱۹۷۴۳ |
| هندیجان | ۰/۶۵۳ | ۲/۷۲۱ | -۰/۸۷۲ | ۰/۲۳۳ | ۰/۰۲۸ | ۲۵۳۰۰ | ۱۰۵۴۷۴ | -۳۳۷۸۲ | ۹۰۴۵ | ۱۰۷۱۱۶ |
| هویزه | ۱/۰۳۳ | -۰/۱۷۸ | -۰/۷۲۱ | -۰/۰۰۰۴ | ۰/۰۴۱ | ۴۰۱۷۶ | -۶۹۲۲ | -۲۸۰۴۸ | -۱۶ | ۶۷۸۷ |

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

## نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

در این پژوهش، محاسبهٔ شاخص EF این امکان را فراهم آورد تا مقایسه‌ای بین ۲۳ شهرستان استان خوزستان از لحاظ پایداری تولید و مصرف زمین‌های مولد زیستی انجام شود. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که تفاوت زیادی بین میزان EF شهرستان‌های استان خوزستان وجود دارد که عامل اصلی آن، فشار اکولوژیکی ساکنان شهرستان‌ها در تقاضا برای مواد غذایی است؛ مطالعهٔ دیگری نیز تأیید کرده که در شهرهای حوزهٔ مدیترانه تقاضای زیاد برای مواد غذایی عامل اصلی بالا بودن EF است (Baabou et al, 2017). پس از عامل غذا، تقاضا برای حمل و نقل، مسکن، کالاهای مصرفی و خدمات، در این عدم تعادل تولید و مصرف در خوزستان تأثیرگذار بوده‌اند. دلیری و مهرگان (۱۳۹۵) در پژوهش خود، EF ایران را ۲/۰۵۹ هکتار برای هر نفر برآورد نمودند. با مقایسه این مقدار با مقادیر EF شهرستان‌های خوزستان مشخص می‌شود که به جزء ۵ شهرستان اندیکا، رامشیر، هندیجان، هفتکل و مسجدسلیمان، سایر شهرستان‌ها از EF پایین‌تری نسبت به میانگین ایران برخوردار بوده‌اند. همچنین، ایشان جای پای استان خوزستان را در سال ۱۳۹۰ معادل ۱/۷۹ محاسبه نمودند، که با مقایسه آن با جای پای ۱/۸۸ در این پژوهش (۱۳۹۵)، می‌توان به روند افزایشی جای پای اکولوژیکی مصرف در خوزستان پی برد. با توجه به اینکه منابع اکولوژیکی ثابت و البته در حال کاهش هستند و روند رشد جمعیت و مصرف‌گرایی در حال افزایش؛ بنابراین باید انتظار داشت در سال‌های آتی، EF باز هم افزایش یافته و وضعیت استان به سمت ناپایداری اکولوژیکی بیشتری سوق پیدا کند. نتایج محاسبات ظرفیت تحمل و کسری/ مازاد اکولوژیکی بیان کرد که هشت شهرستان بندرماهشهر، آبادان، اهواز، خرمشهر، اندیکا، شادگان، گتوند و امیدیه برای تأمین نیازهای مصرف خود استفادهٔ غیربهینه‌ای از زیست‌بوم خود داشته‌اند، زیرا اندازهٔ EF این شهرستان‌ها بالاتر از EC بوده و بنابراین، ظرفیت زیستی سایر شهرستان‌ها به منزله مناطق پشتیبان آنها به حساب خواهد آمد. این شهرستان‌ها احتمالاً یا دارای زیست‌بوم غیرغنی و یا تراکم بالای جمعیتی هستند. شهرستان‌های بندرماهشهر، آبادان، اهواز، خرمشهر و شادگان، جزء شهرستان‌های صنعتی استان خوزستان می‌باشند و به نظر می‌رسد بین صنعتی بودن آنها و میزان EF و کسری اکولوژیکی آنها ارتباط معناداری وجود داشته باشد. به طور کلی، می‌توان ناپایداری اکولوژیکی استان خوزستان را در وهلهٔ اول به تغییرات اقلیمی حاصل از فعالیت‌های صنعتی برای تولید کالاها و سپس به پایین بودن سطح آموزش بهره‌برداران از زمین‌ها و بسط جهانی شیوه‌های مصرف کالاها نسبت داد. چرخه‌ای از مصرف کالاها که خود را در مدار جهانی‌سازی تثبیت می‌کند و به روند ناپایداری شدت می‌بخشد. این مطالعه، تنها ارزیابی مبتنی بر یک محاسبهٔ عددی بود که خیلی از ریتم‌های خطی یا خطی در چرخه‌ای تولید و مصرف کالا و عوامل اجتماعی شتاب‌دهنده به آنها و نیز ردپای واقعی ساکنان شهرستان‌ها– که به دلیل عدم تمرکز سرمایه‌های طبیعی، محدود به قلمرو اداری شهرستان‌ها نیست– را در نظر نگرفته است و این خود نیازمند کارهای پژوهشی بیشتری است. با این همه، پیشنهادات کلی به شرح زیر قابل ارائه است:

- برگزاری برنامه‌های آموزشی برای افزایش آگاهی مردم از اهمیت محیط زیست و ارتقاء فرهنگ مصرفی آنها و همچنین، ترویج کشاورزی شهری، به ویژه در شهرستان‌های مسجد سلیمان، هفتگل و اندیکا.
- قانون‌گذاری، نظارت و اجرای برنامه‌های آموزشی برای بهبود عملکرد کشاورزان در جهت افزایش بازدهی در هکتار و استفاده از روش‌های نوین کشاورزی پایدار در جهت استفاده بهینه از منابع آب و زمین.

- قانون‌گذاری، نظارت و اجرای برنامه‌های آموزشی به جامعه عشایر برای حفظ مراتع و فضاهای سبز و جنگل‌ها، مقابله با مجرمان زیست‌محیطی، الزام آنها به جبران خسارت‌های زیست محیطی و مشارکت دولتی- خصوصی برای افزایش توان خود- احیائی مراتع.
- جنگل‌کاری شهری و بین شهری و افزایش فضای سبز برای جذب کربن حاصل از بخش‌های مسکن، حمل و نقل و کالاها و خدمات.
- استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی با تکنولوژی تولید برق توسط پنل‌های خورشیدی در بخش مسکن و حمل و نقل، به ویژه در شهرستان‌های اهواز و اندیمشک.
- طراحی و پیاده سازی یک سیستم حمل و نقل عمومی سریع و ارزان و جلوگیری از گسترش بی رویه شهرها، به ویژه در شهر اهواز برای کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی، تخریب زمین‌های کشاورزی و سایر پیامدهای منفی آن.
- تنظیم طرح و برنامه‌های منطقه‌ای برای حفظ و عدم استفاده از حداقل سرمایه طبیعی برای آینده.
- کنترل جمعیت، سیاست‌های عدم تمرکز، مهندسی زیست‌محیطی، توسعهٔ ساختار صنعتی کم‌کربن.
- تنظیم، اعتباردهی و پیاده سازی دولتی- خصوصی طرح و برنامه‌های ویژه برای حفظ و ارتقای محیط زیست شهرستان‌های ناپایدار و به ویژه شهرستان‌های با وضعیت ناپایداری بحرانی (اهواز، بندرماهشهر، آبادان).

## References


1. Albarracin, G. (2017). Urban form and ecological footprint: A morphological analysis for harnessing solar energy in the suburbs of Cuenca, Ecuador. Journal of Energy Procedia, 115, 332-343.
2. Arian, A., & Vlosky, R. (2007). The wood products industry in Iran. Forest Products Journal, 57(3), 6-13.
3. Baabou, W., Grunewald, N., Ouellet-Plamondon, C. Gressot, & Galli, A. M. (2017). The Ecological Footprint of Mediterranean cities: Awareness creation and policy implications. Journal of Environmental Science & Policy, 69, 94-104.
4. Bi, M., Yao, C., Xie, G., Liu, J., & Qin, K. (2021). Improvement and application of the three-dimensional ecological footprint model. Journal of Ecological Indicators, 125, 107480.
5. Chen, Y., Lu, H., Yan, P., Yang, Y., Li, J., & Xia, J. (2021). Analysis of water–carbon–ecological footprints and resource–environment pressure in the Triangle of Central China. Journal of Ecological Indicators, 125, 107448.
6. Daliri, H., & Mehragan, N. (2016). Measuring the Sustainability of Development in the Provinces of Iran Based on the Ecological Footprint Index. Journal of Economics and Regional Development, 23(11), 3-47. [In Persian]
7. Detailed results of the census of apiaries in the country (2018). [In Persian]
8. Energy balance sheet (2016). Office of Planning and Macroeconomics of Electricity and Energy. [In Persian]
9. Esmaeilzadeh, H., Barari, M., Rahmati, A., & Kalantari, M. (2016). Ecological footprint index in measuring the sustainability of urban development (Case Study: Sari city). Journal of Environment, 1(57), 33-47. [In Persian]
10. Galli, A., Moore, D., Brooks, N., Iha, K., & Cranston, G. (2015). Mediterranean ecological footprint trends, Global Footprint Network. www.footprintnetwork.org.
11. Ghaeimi Rad, T., & Hataminezhad, H. (2018). Assessing the ecological footprint of Lahijan transport. Quarterly of Geography (Regional Planning), 8(2), 69-80. [In Persian]
12. Global Footprint Network. (n.d.). Has humanity's ecological footprint reached its peak? www.footprintnetwork.org/has_humanitys_ecological_footprint_reached_its_peak/.
13. Guo, J., Ren, J., Huang, X., He, G., Shi, Y., & Zhou, H. (2020). The Dynamic Evolution of the Ecological Footprint and Ecological Capacity of Qinghai Province. Journal of Sustainability, 12(3065), 1-26.
14. http://cityengineer.ir/wp-content/uploads/2016/04/railway-chapter-2-93.pdf. [In Persian]
15. http://eberronunlimited.wikidot.com/list-of-materials-used-for-construction.
16. http://www.agriis.ir. [In Persian]
17. http://www.engineerassistant.ir/Downloads/IranCode178.pdf.
18. http://www.fao.org/3/j5604e/j5604e.htm.
19. http://www.intracen.org/Retail-cotton-consumption/.

**20.** http://www.suoe.ir. [In Persian]
**21.** https://tobaccoatlas.org/topic/consumption/.
**22.** https://www.chap.sch.ir. [In Persian]
**23.** https://www.tinn.ir. [In Persian]
**24.** Lenzen, M., & Murray, S. (2003). The Ecological Footprint – Issues and Trends. The University of Sydney, 27 pages.
**25.** Liu, L., & Lei, Y. (2018). An accurate ecological footprint analysis and prediction for Beijing based on SVM model. Journal of Ecological Informatics, 44, 33-42.
**26.** Livestock system of the country. (2007). Volume I, Ministry of Agriculture-Jihad, Deputy Minister of Livestock.
**27.** Mannan, S. (2012). Lees' Loss Prevention in the Process Industries: Hazard Identification Assessment and Control. 4th Edition, Volume 1, Butterworth – Heinemann Publication, ELSEVIER, Oxford.
**28.** Mehragan, N., & Daliri, H. (2015). Measuring sustainable development in the Southern provinces of Caspian Sea using the ecological footprint indicator. Journal of Geographical planning of space quarterly journal, 5(17), 151-168. [In Persian]
**29.** Phumalee, U., Phongkhieo, N., T. Emphandhu, D., & Bejranonda, S. (2018). Touristic ecological footprint in Mu Ko Surin National Park. Journal of Social Sciences, 39, 1-8.
**30.** Razavian, M. T. (2002). Urban land use planning. 1st edition, Monshi Publication, Tehran. [In Persian]
**31.** Safavi, Y. (2002). Introduction to Military Geography. Journal of Sepehr, 11(43), 7-9. [In Persian]
**32.** Soltani, R., & Anzaeei, E. (2018). The evaluation of environmental sustainable development in rice rural settlements, The case study: rural settlements of Neka county. Journal of Regional Planning, 8(32), 23-36. [In Persian]
**33.** Statistical Yearbook of Khuzestan Province (2016). [In Persian]
**34.** Steffen, M. (2000). Moisture and Wood-Frame Buildings. Canadian Wood Council, www.durable-wood.com.
**35.** Territorial planning Studies of Khuzestan Province (2014). [In Persian]
**36.** Tsuchiya, K., Iha, K., Murthy, A., Lin, D., Altiok, S., Rupprecht, C., Kiyono, H., & McGreevy, S. (2021). Decentralization & local food: Japan's regional Ecological Footprints indicate localized sustainability strategies. Journal of Cleaner Production, 292, 126043.
**37.** Wackernagel, M. (1998). Ecological Footprint and Approprited Carrying Capacity: a Tool for Planning Toward Sustainability. Thesis of Doctor of Philosophy, The University of British Colombia.
**38.** Wallace, B. (2006). The Changing Village Environment in Southeast Asia: Applied Anthropology and Environmental Reclamation in the Northern Philippines. 1st Edition, Published in USA and Canada by Routledge.
**39.** Wei, Y., Huang, C., T.I. Lam, P., & Yuan, Z. (2015). Sustainable urban development: A review on urban carrying capacity assessment. Journal of Habitat International, 46, 64-71.
**40.** WoolWise. (2017). Market for Australian wool (pdf). Retrieved from www.woolwise.com›wp-content›uploads›2017/05›05.1-Market for Australian wool (pdf).
**41.** Ziyaei, M., Ziyaei, E., & Ahmadi, S. (2017). Determine the Carrying Capacity and Ecological Footprint in the Destinations of Nature Walking (Case Study: Zarivar Lake). Geography and Territorial Spatial Arrangement, 7(25), 39-56. [In Persian]