

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشکده شیلات و محیط‌زیست

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته
محیط‌زیست - ارزیابی و آمایش زمین

بررسی پایداری شهرستان گرگان با روش ردپای اکولوژیکی

پژوهش و نگارش:

دانیال سردارآبادی

اساتید راهنما:

دکتر عبدالرسول سلمان ماهینی

دکتر سیدحامد میرکریمی

استاد مشاور:

دکتر فرزانه ساسان‌پور

تابستان ۱۳۹۳

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه انجام فعالیت‌های پایان‌نامه‌های تحصیلی با بهره‌گیری از حمایت‌های علمی، مالی و پشتیبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت می‌پذیرد، به منظور رعایت حقوق دانشگاه، نسبت به رعایت موارد زیر متعهد می‌شوم:

۱. این گزارش حاصل فعالیت‌های علمی- پژوهشی و دانش و آگاهی نگارنده است مگر آنکه در متن به نویسنده یا پدید آورنده اثر ارجاع داده شده باشد.
۲. چاپ هر تعداد نسخه از پایان‌نامه با کسب اجازه کتبی از مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه خواهد بود.
۳. انتشار نتایج پایان‌نامه به هر شکل (از قبیل کتاب، مقاله و همایش) با اطلاع و کسب اجازه کتبی از استاد راهنما خواهد بود. نام کامل دانشگاه:
به فارسی: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
و به انگلیسی: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
در بخش آدرس‌دهی درج خواهد شد.
۴. در انتشار نتایج پایان‌نامه در قالب اختراع، اکتشاف و موارد مشابه، نام کامل دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به عنوان عضو حقوقی در انتهای فهرست اسامی درج گردد.
۵. تعیین ترتیب اسامی نویسندگان در انتشار نتایج مستخرج از پایان‌نامه و هر گونه تفاوت احتمالی در آن با فهرست مصوب اسامی هیات راهبری پایان‌نامه با تایید استاد راهنمای اول خواهد بود.

اینجانب **دانیال سردارآبادی** دانشجوی رشته **محیط‌زیست مقطع کارشناسی ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی و امضاء

تقدیم بہ

تمامی کسانی کہ

دوستشان دارم

شکر و قدردانی

خدای مهربان را سپاس که فرصت زندگی و توانایی دانش اندوزی را تا کنون در اختیارم نهاد. اکنون بر خود لازم می دانم مراتب سپاس و قدردانی خود را نشان عزیزانی کنم که تا کنون مریاری نمودند.

از خانواده عزیزم که در تمامی مراحل زندگی و تحصیل همواره حامی و پشتیبانم بودند سپاسگزارم و از پدر و مادر عزیزم به خاطر حضور گرمشان در این جلسه نیز بسیار سپاسگزارم.

از اساتید عزیز و بزرگوارم جناب آقای دکتر عبدالرسول سلمان مایینی، آقای دکتر سید جالد میرکریمی، و خانم دکتر فرزانه ساسان پور برای تمام آموزه های علمی و اخلاقی و سکینایی ایشان سپاسگزارم،

از اساتید گرامی و بزرگوار، خانم دکتر مهکمان السادات عظیمی و خانم دکتر مرجان محمدزاده، برای بازخوانی و داوری این پژوهش و توصیه های ارزنده ی ایشان کمال شکر را دارم.

از آقایان، دکتر بارانی، دکتر سپهری، دکتر کاوسی، دکتر محمدی، دکتر جمعه پور، دکتر شایسته به خاطر راهنمایی های ارزنده شان در انجام این پژوهش سپاسگزارم.

در انتها، از تمامی همکلاسی ها و دوستان عزیزم، به ویژه از خانم فائزه هدایتی را در به خاطر کمک های بی دریغشان در انجام این پژوهش سپاسگزارم.

چکیده

شهرها پس از انقلاب صنعتی به سرعت توسعه یافته‌اند و این رشد و توسعه پیامدهای بسیاری با خود به همراه داشته است. عمده آثار این پیامدها بر محیط زیست و کیفیت زندگی مردم این جوامع وارد شده است. با بروز و تشدید این آثار، رهیافت توسعه پایدار از سوی سازمان ملل متحد مطرح شد و در دستور کار دولت‌ها و برنامه‌ریزان قرار گرفت. یکی از عناصر اساسی توسعه پایدار این است که انسان‌ها در چارچوب ظرفیت زیستی طبیعت زندگی کنند. از آن زمان روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری توسعه پایدار جوامع ابداع شد. روش جای‌پای بوم‌شناختی یکی از این روش‌هاست. امروزه از این روش، به عنوان شاخص سنجش پایداری در دنیا استفاده می‌شود. بر اساس این روش، توسعه یک منطقه زمانی "ناپایدار" قلمداد می‌شود که میزان جای‌پای بوم‌شناختی بیش‌تر از ظرفیت زیستی منطقه باشد. در این پژوهش با استفاده از روش جای‌پای بوم‌شناختی، به بررسی پایداری شهرستان گرگان پرداخته شده است. بر اساس محاسبات، جای‌پای بوم‌شناختی مصرف در شهرستان گرگان، به ازاء هر نفر ۱/۱۵۸۷ هکتار جهانی برآورد شد. هم‌چنین ظرفیت زیستی به ازاء هر نفر ۰/۶۴۳ هکتار جهانی محاسبه شد. با مقایسه ظرفیت زیستی و جای‌پای بوم‌شناختی می‌توان مشاهده کرد که شهرستان گرگان کسری بوم‌شناختی دارد. در نهایت، شاخص جای‌پای بوم‌شناختی محاسبه شده با مقدار معادل آن در ایران، آسیا و جهان مقایسه گردیده است.

کلمات کلیدی: توسعه پایدار، جای‌پای بوم‌شناختی، شهرستان گرگان، ظرفیت زیستی، کسری موازنه بوم‌شناختی

فصل اول: مقدمه و کلیات

۲	۱-۱ مقدمه.....
۲	۲-۱ توسعه پایدار.....
۳	۱-۲-۱ توسعه پایدار شهری.....
۴	۳-۱ شاخص‌های ارزیابی توسعه پایدار.....
۴	۱-۳-۱ روش میزان‌سنج یا پارامتر پایداری.....
۵	۲-۳-۱ شاخص پایداری محیط زیست (ESI).....
۵	۳-۳-۱ شاخص جامعه‌ی پایدار (SSI).....
۵	۴-۳-۱ ارزیابی توسعه‌ی پایدار به روش الگوی تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره (MCDM).....
۶	۵-۳-۱ ارزیابی پایداری به روش سنجش فازی (SAFE).....
۶	۶-۳-۱ شاخص فراگیر پایداری.....
۷	۷-۳-۱ شاخص پایداری شهری (USI).....
۷	۸-۳-۱ شاخص جای‌پای بوم‌شناختی (EF).....
۸	۴-۱ مزایا و معایب روش جای‌پای بوم‌شناختی.....
۸	۱-۴-۱ مزیت‌های روش جای‌پای بوم‌شناختی.....
۱۰	۲-۴-۱ معایب شاخص جای‌پای بوم‌شناختی.....
۱۰	۵-۱ ضرورت انجام تحقیق.....
۱۱	۶-۱ فرضیه‌ها.....
۱۱	۷-۱ اهداف پژوهش.....
۱۲	۸-۱ جمع‌بندی.....

فصل دوم: سابقه تحقیق

۱۴	۱-۲ پیشنهاد مطالعات.....
----	--------------------------

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۴	۱-۱-۲ مطالعات داخلی
۱۶	۲-۱-۲ مطالعات خارجی
۱۷	۲-۲ جمع‌بندی
فصل سوم: مواد و روش‌ها	
۲۰	۱-۳ مقدمه
۲۰	۲-۳ منطقه مورد مطالعه
۲۱	۳-۳ روش محاسبه جای‌پای بوم‌شناسی و ظرفیت زیستی
۲۵	۱-۳-۳ فاکتور معادل
۲۵	۲-۳-۳ فاکتور عملکرد
۲۷	۴-۳ محاسبه جای‌پای بوم‌شناختی شهرستان گرگان
۲۷	۱-۴-۳ زمین انرژی
۲۹	۲-۴-۳ زمین کشاورزی
۳۰	۳-۴-۳ زمین مرتع
۳۱	۴-۴-۳ زمین جنگل
۳۱	۵-۴-۳ زمین دریا
۳۱	۶-۴-۳ زمین ساخته شده
۳۴	۵-۳ محاسبه ظرفیت زیستی شهرستان گرگان
۳۶	۶-۳ محاسبه کسری موازنه بوم‌شناختی
۳۶	۷-۳ جمع‌بندی

فصل چهارم: نتایج

۳۸	۱-۴ مقدمه
۳۸	۲-۴ جای پای بوم‌شناختی شهرستان گرگان
۳۸	۱-۲-۴ زمین انرژی
۴۰	۲-۲-۴ زمین کشاورزی
۴۱	۳-۲-۴ زمین مرتع
۴۲	۴-۲-۴ زمین جنگل
۴۲	۵-۲-۴ زمین دریا
۴۲	۶-۲-۴ زمین ساخته شده
۴۴	۳-۴ ظرفیت زیستی شهرستان گرگان
۴۴	۴-۴ کسری موازنه بوم‌شناختی
۴۴	۵-۴ جمع‌بندی

فصل پنجم: بحث و نتیجه‌گیری

۴۶	۱-۵ مقدمه
۴۶	۲-۵ جای پای بوم‌شناختی مصرفی شهرستان گرگان
۴۷	۳-۵ مقایسه‌ی جای پای بوم‌شناختی شهرستان گرگان با جای پای منطقه‌ای و جهانی
۴۹	۴-۵ جمع‌بندی
۴۹	۵-۵ پیشنهادات
۴۹	۱-۵-۵ پیشنهادهای اجرایی
۵۰	۲-۵-۵ پیشنهادهای پژوهشی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵۱.....	منابع.....
۵۵.....	ضمائم.....
۵۶.....	ضمیمه الف: واحدهای اندازه گیری.....

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۲۵	جدول ۱-۳: فاکتورهای معادل
۲۶	جدول ۲-۳: فاکتورهای عملکرد برخی از کشورها
۲۸	جدول ۳-۳: جدول هزینه و درآمد خانوار شهرستان گرگان
۲۹	جدول ۴-۳: مقدار تولید و سرانه مصرف گوشت و شیر به تفکیک دام
۳۲	جدول ۵-۳: طول و مساحت جاده‌ها به تفکیک نوع جاده در شهرستان گرگان
۳۴	جدول ۶-۳: مساحت اختصاص داده شده به هر کدام از بخش‌های مصرفی
۳۸	جدول ۱-۴: فاکتور عملکرد شهرستان گرگان
۳۸	جدول ۲-۴: مقدار انرژی مصرفی در بخش‌های مصرفی غذا، حمل و نقل، و مسکن
۳۹	جدول ۳-۴: مقدار انرژی مصرفی حوزه مربوط به کالا و خدمات
۴۳	جدول ۴-۴: جای پای بوم‌شناختی شهرستان گرگان
۴۴	جدول ۵-۴: ظرفیت زیستی شهرستان گرگان
۴۴	جدول ۶-۴: کسری موازنه بوم‌شناختی شهرستان گرگان

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۲۱	شکل ۱-۳: موقعیت جغرافیایی شهرستان گرگان
۲۴	شکل ۲-۳: جریان تولید، صادرات و واردات منابع درون یک سیستم
۳۲	شکل ۳-۳: نقشه کاربری اراضی شهر گرگان
۳۳	شکل ۴-۳: نقشه مناطق ساخته شده شهرستان گرگان
۳۵	شکل ۵-۳: نقشه کاربری اراضی شهرستان گرگان
۴۶	شکل ۱-۵: سهم جای پای بوم‌شناختی بخش‌های مصرفی

فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
۳۶	نمودار ۱-۳: درصد کاربری‌ها در شهرستان گرگان
۴۰	نمودار ۱-۴: مقدار جای پای بوم‌شناختی بخش زمین انرژی
۴۰	نمودار ۲-۴: جای پای غذاهای گیاهی مورد بررسی
۴۱	نمودار ۳-۴: جای پای غذاهای حیوانی بخش کشاورزی
۴۳	نمودار ۴-۴: جای پای زمین ساخته شده
۴۸	نمودار ۱-۵: جای پای بوم‌شناختی و ظرفیت زیستی مناطق مختلف جهان

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه

طی صد سال اخیر، شهرها درصد زیادی از جمعیت جهان را به سوی خود جذب کرده‌اند. رشد شتابان شهرنشینی و توسعه شهرها در جهان امروز و به خصوص در کشورهای در حال توسعه و پیامدهای آن برای جوامع و ساکنانش موجب توجه جدی صاحب‌نظران و برنامه‌ریزان به مفهوم توسعه پایدار شهری شده است (قرخلو و حسینی، ۱۳۸۵). کشورهای در حال توسعه به منظور جبران عقب ماندگی‌ها، فرار از فقر سیاسی، اقتصادی و فرهنگی و برای رسیدن به توسعه متعادل و همه جانبه که منجر به بهبود زندگی همه انسان‌ها گردد، نیازمند شناخت صحیح و برنامه‌ریزی‌های مناسب در سطح ملی و منطقه‌ای هستند (ساسان‌پور، ۱۳۹۰).

برای داشتن توسعه پایدار، گام اول، اطلاع از وضعیت پایداری منطقه است، تا در صورت ناپایدار بودن، برنامه‌ریزی لازم برای توسعه پایدار آن صورت گرفته و اجرا شود (صرافی، ۱۳۸۰). برای اندازه‌گیری سطح پایداری روش‌های کمی و کیفی مختلفی وجود دارد. یکی از این روش‌ها، روش جای‌پای بوم‌شناختی است. شاخص جای‌پای بوم‌شناختی، روشی است که میزان تاثیر انسان را بر محیط‌زیست می‌سنجد. از این طریق می‌توان پایداری اجتماعات را به دست آورد. این سنجش از طریق اندازه‌گیری میزان مصرف منابع و تولید پسماند انجام می‌شود. منطبق این روش بر این مبنا است که، می‌توان هر سال میزان معینی از منابع را مصرف و پسماند تولید کرد که این میزان بر اساس ظرفیت زیستی کره زمین است. اگر مصرف میزان منابع و تولید پسماند انسان بالاتر از ظرفیت زیستی‌اش باشد؛ به معنی دیگر، جای‌پای بوم‌شناختی در یک منطقه، کشور و یا کره زمین بالاتر از ظرفیت زیستی‌اش باشد، آن منطقه ناپایدار است (حسین‌زاده دلیر و ساسان‌پور، ۱۳۸۵).

۲-۱ توسعه پایدار^۱

مفهوم توسعه پایدار نخستین بار در مجمع برانتلند^۲ مطرح گردید و در کنفرانس زمین در ریو^۳ به‌طور بین‌المللی پذیرفته شد. قابل قبول‌ترین تعریف از توسعه پایدار، تعریفی است که در گزارش برانتلند ارائه شده است. طبق این گزارش، توسعه پایدار، توسعه‌ای است که نیازهای فعلی بشر را

1- Sustainable development

2- Brundtland

3- Rio

برآورده سازد، بدون این که به توانایی نسل بعد برای برآوردن احتیاجات‌شان آسیبی وارد نماید (دانشور کاخی و همکاران، ۱۳۸۴).

۱-۲-۱ توسعه پایدار شهری

بی‌شک بحث از پایداری و توسعه‌ی پایدار بدون توجه به شهرها و شهرنشینی، بی‌معنی خواهد بود. شهرها به عنوان عامل اصلی ایجادکننده‌ی ناپایداری در جهان به شمار می‌روند و در واقع پایداری شهری و پایداری جهانی هر دو مفهومی واحد هستند. بر این اساس و با توجه به پیچیدگی ذاتی شهرها و ابعاد مختلف تأثیرگذاری آن‌ها، شناخت عوامل اصلی و کلیدی در جهت دستیابی به پایداری شهری ضروری به نظر می‌رسد (قرخلو و حسینی، ۱۳۸۵).

در توسعه پایدار شهری کیفیت زندگی انسان در فضای شهری محور قرار می‌گیرد به طوری که تداوم زندگی شهروندان توأم با بالندگی و رفاه اجتماعی باشد و به پایداری محیط شهری آسیب نرسد (رهنمایی و پورموسوی، ۱۳۸۵). اندیشه توسعه پایدار شهری ریشه در اندیشه‌هایی دارد که در برابر تنگناها و محدودیت‌های محیطی و اجتماعی، به آرمان شهرگرایی روی می‌آورند. این روند در نهایت به تصویب دستور کار ۲۱ (منشور بین‌المللی توسعه) در کنفرانس ریو منجر گردید (میرکتولی و کنعانی، ۱۳۹۰). برای عملیاتی کردن مصوبات این منشور، با رویکرد "جهانی فکر کن و محلی عمل کن"، انجام اقدامات محلی و شهری مورد تأکید قرار گرفت. بنابراین کارشناسان زیادی برای اجرایی کردن انگاره کلی توسعه پایدار از طریق تعیین ویژگی‌های شهرهای پایدار یا توسعه پایدار شهری، به تلاش‌های وسیعی روی آوردند (رنانی و همکاران، ۱۳۸۹).

توسعه پایدار شهری مستلزم موفقیت در تحقق اهداف کیفی شهری و مشروط بر فراهم نمودن شرایط برابری نسل حاضر و آتی است. هم‌چنین ذخایر منابع طبیعی شهر و منطقه نباید فراتر از توان باز تولید آن، در شهر مصرف شود. بنابراین می‌توان گفت: توسعه پایدار شهری ترکیبی از توسعه اقتصادی، توسعه اجتماعی و حفاظت محیط‌زیست است که با توجه تام و تمام به حقوق و آزادی‌های اساسی انسان (از جمله حق توسعه)، ابزار دستیابی به جهانی پایدار و صلحی با دوام‌تر را توسعه‌ای بینشی - اخلاقی و معنوی عنوان می‌سازد (رفیعی و لطفی، ۱۳۸۹).

۳-۱ شاخص‌های ارزیابی توسعه پایدار

شاخص‌ها یکی از اجزای ضروری برای ارزیابی کلی میزان پیشرفت به سوی توسعه پایدار هستند. شاخص‌های مطلوب، متغیرهایی هستند که اطلاعات مربوط را خلاصه و یا ساده کرده باشند، پدیده‌های با اهمیت را ملموس و قابل درک ساخته، اطلاعات را به صورت کمی (مقداری) برآورد کرده و ارتباط لازم را با اطلاعات برقرار نمایند (حداد تهرانی و محرم‌نژاد، ۱۳۸۱).

با وجود تاکید بر تدوین و کاربرد شاخص‌های توسعه پایدار، و سپری شدن حدود دو دهه از تصویب دستور کار ۲۱ در اجلاس عالی زمین و تشکیل کمیته توسعه پایدار^۱ (CSD) که در آن بر تدوین و کاربرد شاخص‌های توسعه پایدار تاکید شد، هنوز اتفاق نظری در خصوص شاخص‌های تبیین‌کننده پایداری، طراحی و استفاده از آنها برای سنجش پایداری و هم‌چنین روش‌های جامع و کامل که مورد پذیرش تمامی صاحب‌نظران در سراسر جهان باشد به وجود نیامده است. با این حال در خلال سال‌های گذشته شاخص‌های متعددی برای سنجش و اندازه‌گیری توسعه پایدار مطرح شده و گاهی نیز شاخص پایداری کشورها، که توسط نهادهای بین‌المللی به صورت سالانه منتشر می‌شوند، ابزارهای ارزشمندی برای ارزیابی عملکرد کشورها و مقایسه آنها در زمینه توسعه پایدار قلمداد می‌شوند (وانگ^۲ و همکاران، ۲۰۱۲).

از جمله کاربرد شاخص‌ها می‌توان به ارزیابی شرایط و حساسیت‌ها، مقایسه بین مکان‌ها و موقعیت‌ها، ارزیابی شرایط و گرایش‌ها در ارتباط با اهداف و مقاصد، تامین اطلاعات هشدار دهنده، پیش‌بینی شرایط و روند آینده اشاره کرد (حداد تهرانی و محرم‌نژاد، ۱۳۸۱). در ادامه برخی از معروف‌ترین و پرکاربردترین این شاخص‌ها به اختصار توضیح داده شده است.

۱-۳-۱ روش میزان سنج یا پارامتر پایداری^۳

این الگو که توسط اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت^۴ (IUCN) معرفی شده، ابزاری بصری برای اندازه‌گیری پایداری است. بر اساس این الگو پایداری هر کشور دارای دو مؤلفه اصلی، بهبود اکوسیستم و بهبود زندگی انسان است. آب، هوا، خاک، جانوران و منابع مورد استفاده از زیر

1- Commission on Sustainable Development

2- Wang

3- Barometer of Sustainability

4- International union for conservation nature and natural resource

شاخص‌های بهبود اکوسیستم و بهداشت، تحصیلات، بیکاری، فقر، درآمد و جرم از زیر شاخص‌های بهبود زندگی هستند (صمدی و اوجی مهر، ۱۳۹۰).

۱-۳-۲ شاخص پایداری محیط زیست^۱ (ESI)

شاخص (ESI) که اولین بار در سال ۲۰۰۰ منتشر گردید، شاخصی است که بر اساس مفاهیم توسعه پایدار ساخته شده است. این شاخص توانایی کشورها برای مدیریت چالش‌های مختلف محیط‌زیستی را اندازه می‌گیرد. موهبت منابع طبیعی، سطح آلودگی گذشته و حال، استفاده از منابع طبیعی و ظرفیت‌های اجتماعی برای حل مشکلات حال و آینده از جمله مسائلی هستند که چالش‌های مختلف کشورها درباره محیط‌زیست را منعکس می‌نمایند (صمدی و اوجی مهر، ۱۳۹۰).

۱-۳-۳ شاخص جامعه‌ی پایدار^۲ (SSI)

کرک و مانویل (۲۰۰۸)، با اضافه نمودن ملاحظات اجتماعی زندگی انسان به تعریف ارائه شده توسط مجمع برانتلند، شاخص جامعه‌ی پایدار را معرفی نمود. این محققان برای ساختن شاخص مذکور، ۲۲ زیر شاخص را به ۵ گروه تقسیم کرده‌اند. به منظور محاسبه‌ی هر یک از ۵ شاخص اصلی باید زیر شاخص‌های مربوط به آن‌ها، ابتدا بین صفر تا ۱۰ مقیاس‌بندی شده و سپس با هم جمع گردند (صمدی و اوجی مهر، ۱۳۹۰).

۱-۳-۴ ارزیابی توسعه‌ی پایدار به روش الگوی تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره^۳ (MCDM)

بیش‌تر مطالعات برنامه‌ریزی منطقه‌ای (اعم از شهری و روستایی) با گونه‌ای از مسایل تصمیم‌گیری‌های چند معیاره (MCDM) مواجه است. در این تصمیم‌گیری‌ها به جای استفاده از یک معیار سنجش، ممکن است بهینگی از چندین معیار سنجش استفاده گردد. بدین ترتیب ماتریس تصمیم‌گیری در این گونه برنامه‌ریزی‌ها، شامل مناطق مختلف یا واحدهای برنامه‌ریزی به عنوان گزینه‌ها و شاخص‌ها یا عوامل دخیل در برنامه‌ریزی به عنوان معیارها خواهد بود (امینی فسخودی، ۱۳۸۵).

1- Environmental Sustainability Index

2- Sustainable Society Index

3- Multi Criteria Decision Making

از الگوی برنامه‌ریزی MCDM، به طور وسیعی به عنوان روشی برای ارزیابی پایداری محیط‌زیست استفاده شده است (صمدی و اوجی مهر، ۱۳۹۰).

۱-۳-۵ ارزیابی پایداری به روش سنجش فازی^۱ (SAFE)

اندازه‌گیری توسعه‌ی پایدار با استفاده از روش فازی، در ابتدا توسط فیلیس و اندریان^۲ (۲۰۰۱) معرفی شده و سپس توسط اندریان و همکاران^۳ (۲۰۰۴)، کولومپیس و همکاران^۴ (۲۰۰۸) و فیلیس و کوکولو^۵ (۲۰۰۹) بسط داده شده است. روش SAFE یک سیستم استنتاج فازی است که در آن ۷۵ متغیر ورودی که شاخص‌های پایه نامیده می‌شوند، با استفاده از قواعد "اگر-آنگاه" و منطق فازی با یکدیگر ترکیب شده تا دو متغیر ترکیبی که در برگیرنده ملاحظات محیط‌زیستی و اجتماعی است را محاسبه نمایند. در نهایت شاخص پایداری کل بر حسب اعداد بین صفر تا ۱ محاسبه می‌گردد (صمدی و اوجی مهر، ۱۳۹۰).

۱-۳-۶ شاخص فراگیر پایداری^۶

شاخص فراگیر پایداری، اولین بار توسط آتکینسون و همکاران^۷ (۱۹۹۷) و برای ارزیابی توسعه‌ی پایدار شهری آرلاندوی^۸ فلوریدا طراحی شد. این محققان به منظور محاسبه‌ی شاخص پایداری از شاخص‌هایی که در چهار گروه طبیعت، اقتصاد، جامعه و بهبود زندگی ۱۱ دسته‌بندی شده‌اند، استفاده نموده‌اند. در این روش شاخص‌ها بین صفر تا ۱۰۰ مقیاس‌بندی شده و تمامی شاخص‌ها دارای وزن‌های مساوی هستند (صمدی و اوجی مهر، ۱۳۹۰).

-
- 1- Sustanabilty Assessment by Fuzzy Evaluation
 - 2- Phillis and Andrian tiatsaholiniaina
 - 3- Andrian tiatsaholiniaina *et al.*
 - 4- Kouloumpis *et al.*
 - 5- Phillis and Kouikoglou
 - 6- Compass Index ff Sustainability
 - 7- Atkinson *et al.*
 - 8- Orlando

۱-۳-۷ شاخص پایداری شهری^۱ (USI)

شاخص پایداری شهری (USI) توسط زانگ (۲۰۰۲) و بر پایه‌ی ۲۲ شاخص در سطح ناحیه‌ی شهری چین ارایه شده است. متغیرها با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی^۲ (AHP) موزون می‌شوند. پایداری کل شهری مشتمل بر سه بعد موقعیت شهر، تناسب شهر و پتانسیل شهر می‌باشد. این ابعاد در برگیرنده‌ی سه نکته‌ی کلیدی درباره‌ی پایداری شهری هستند: ظرفیت توسعه‌ی شهری، ظرفیت تناسب (هماهنگی) شهری و پتانسیل توسعه‌ی شهری. مقدار شاخص USI از جمع وزنی مقادیر سه مؤلفه‌ی پایداری شهری و مقدار هر یک از این سه مؤلفه نیز از مجموع وزنی مقادیر زیر شاخص‌های پایداری به دست می‌آید. مقدار شاخص توسعه‌ی پایدار شهری محاسبه شده، بین صفر تا ۱ تغییر می‌کند (صمدی و اوجی مهر، ۱۳۹۰).

۱-۳-۸ شاخص جای پای بوم‌شناختی^۳ (EF)

جای پای بوم‌شناختی (EF) مفهوم جدیدی است که اولین بار توسط ریز^۴ و واکرناگل^۵ در سال ۱۹۹۶، در دانشگاه بریتیش کلمبیا، در کتاب «ردپای اکولوژیکی ما: کاهش تأثیر انسان بر زمین» ارائه شد و پس از آن توسعه یافت (ریز و واکرناگل، ۱۹۹۶؛ وی جین^۶ و همکاران، ۲۰۰۹). شاخص جای پای بوم‌شناختی یک شاخص پایداری است که میزان مصرف انسان و اثر این مصرف را بر روی محیط زیست ارزیابی می‌کند (واکرناگل و همکاران، ۲۰۰۴). این مفهوم به سادگی توسط نیاز افراد به زمین برای معاش توضیح داده می‌شود. تحلیل جای پای بوم‌شناختی، یک ابزار محاسبه محیطی است که قادر است بر اساس مناطق زمین و آبی که انسان‌ها صرف تولید می‌کنند، میزان مصرف منابع و جذب پسماند آنها را برآورد کند (واکرناگل و ریز، ۱۹۹۶). به عبارتی میزان جای پای بوم‌شناختی نشان‌گر مقدار مصرف (تقاضای مردم برای کالاهای طبیعی و خدمات است) و معادل مقدار زمین یا آبی است که نیازهای مصرفی جامعه را تامین کرده یا آن‌که پسماند تولیدی آنها را جذب

-
- 1- Urban Sustainability Index
 - 2- Analytical Hierarchy Process
 - 3- Ecological Footprint
 - 4- Rees
 - 5- Wackernagel
 - 6- Wei Jin