

جغرافیا و توسعه - شماره ۲۰ - زمستان ۱۳۸۹

وصول مقاله: ۱۳۸۷/۱۰/۳۰

تأیید نهایی: ۱۳۸۹/۱/۲۹

صفحات: ۱۶۶ - ۱۴۵

جایای بوم‌شناختی؛ رویکردی نو برای سنجش اثرات زیست‌محیطی (مفهوم، کاربرد و سنجش آن)

دکتر محمد سلمانی

استادیار دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران

حمیدرضا باغیانی

دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا دانشگاه تهران

دکتر محمدرضا رضوانی

دانشیار دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران

علی قنبری نسب

دانشجوی دکتری جغرافیا دانشگاه تهران

چکیده

رشد فزاینده‌ی جمعیت در سال‌های اخیر و به تبع آن افزایش و تغییر الگوی مصرف، فشار بر محیط طبیعی و منابع آن را افزایش داده است. از آنجا که تجدیدپذیری برخی از این منابع صدها سال به‌طول می‌انجامد و برخی نیز غیر قابل تجدید است، ادامه‌ی این روند سبب می‌شود که محیط طبیعی توان تأمین نیازهای جمعیت را نداشته باشد و به مرور زمان دچار روند نزولی گردد. از طرف دیگر تمام نیازهای مصرفی مراکز سکونتگاهی منطبق با توان اکولوژیکی موجود در آن‌ها نیست، به همین دلیل برای تأمین این نیازها، منطقه‌ی پشتیبان مورد نیاز است. با توجه به مفاهیم توسعه‌ی پایدار، ظرفیت محدود منابع زمین و همچنین نیازهای اساسی جمعیت، تعیین میزان مصرف و وسعت اراضی پشتیبان مورد نیاز جهت برنامه‌ریزی مطلوب با رویکرد آینده‌نگرانه ضروری به نظر می‌رسد. در همین راستا شناخت و تحلیل مفهوم جایای بوم‌شناختی^۱ و روش‌های سنجش آن به‌عنوان ابزاری برای اندازه‌گیری پایداری فعالیت‌های انسانی اهمیت بسیاری دارد. هدف تحقیق حاضر شناخت مفاهیم، نحوه سنجش، کاربرد و در نهایت تحلیل و ارزیابی روش جایای بوم‌شناختی است. روش گردآوری اطلاعات به صورت اسنادی و با بهره‌گیری از مقالات و تحقیقات انجام شده در کشورهای مختلف جهان است. یافته‌ها حاکی از آن است که علی‌رغم محدودیت‌ها و دشواری‌های محاسبه جایای بوم‌شناختی و برآورد اراضی پشتیبان، این روش می‌تواند چارچوب مناسبی برای سنجش و ارزیابی آثار زیست‌محیطی در راستای توسعه‌ی پایدار باشد.

کلیدواژه‌ها: جایای بوم‌شناختی، ظرفیت زیستی، اثرات زیست‌محیطی.

مقدمه

با وقوع انقلاب صنعتی و پدیدار شدن مظاهر مختلف آن، ارزش اقتصادی منابع طبیعی بیشتر آشکار گردید. در این راستا رشد فزاینده‌ی جمعیت شهرنشین و گسترش مهاجرت‌های

روستا به شهر، بازخوردهای متفاوتی بر طبیعت بر جای گذاشت. جهت تأمین نیازهای مصرفی این جمعیت در نظام پویای مراکز سکونتگاهی، به محدوده وسیعی از منابع طبیعی و انسانی نیاز بود. بدین ترتیب در برنامه‌ریزی شهری و روستایی، محاسبه‌ی برآورد میزان مصرف، شناسایی امکانات و محدودیت‌های منابع و ارزیابی مستمر آن‌ها ضروری گردید. از آنجا که مردم جهت تأمین مستمر احتیاجات اساسی خود مانند: انرژی برای گرما و حمل و نقل، چوب برای ساخت مسکن و تولیدات کاغذی، الیاف مصنوعی برای پوشاک، کیفیت آب و غذا برای زندگی سالم، چاه‌های فاضلاب برای جذب زائدات و بسیاری از دیگر از نیازهای خود، به زیست‌کره وابسته‌اند، استفاده‌ی بیش از حد از این منابع، سبب بروز اختلالاتی در سامانه‌ی یکپارچه کره‌ی زمین شده و در نتیجه باعث ایجاد پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و سیاسی جبران‌ناپذیری می‌شود. از طرفی در کشورهای در حال توسعه، جریان یک طرفه‌ی انتقال منابع تولیدی از روستاها به شهرها سبب می‌شود که این پیامدها بر حوزه‌ی نفوذ نقاط شهری به عنوان منطقه‌ی پشتیبان شهرها بیشتر شود. بنابراین ارزیابی مستمر منابع با استفاده از رهیافت‌ها و ابزارهای توسعه‌ی پایدار از جمله روش جاپای بوم‌شناختی می‌تواند راهکار مناسبی برای برنامه‌ریزی‌های آینده در جهت کاهش فشارهای محیطی و تأمین نیازهای مصرفی به صورت صحیح باشد.

با توجه به رابطه‌ای که بین مردم و فضاهای زیست آن‌ها برای تأمین نیازهایشان در سطح سیاره‌ی زمین وجود دارد، استفاده‌ی انسان از طبیعت در اصطلاح "جاپای بوم‌شناختی" نامیده می‌شود. در این راستا، برای سهولت مقایسه این موضوع در مناطق گوناگون کره زمین، فضاهای تحت اشغال انسان‌ها از طریق محاسبه‌ی مجموع فضاهای لازم برای تأمین انواع مختلف کالاها و خدمات بوم‌شناختی محاسبه می‌شود. در واقع هر فرد یا هر اجتماعی از انسان‌ها (مانند شهر یا کشور) در سطح کره‌ی زمین، فشاری را بر زمین و منابع آن وارد می‌سازد. این فشار و یا پیامد بوم‌شناختی ایجادشده بر فضاها به عنوان جاپای بوم‌شناختی هر فرد یا گروه شناخته می‌شود که شامل استفاده از طبیعت به منظور جذب و دفع مواد زائد و بهره‌برداری از اراضی حاصلخیز برای بازتولید منابع است. همچنین به طور همزمان نمی‌توان آن دسته از اراضی را که به طور مستمر برای تأمین نیازهای یک جمعیت استفاده می‌شود، برای تأمین نیازهای جمعیت دیگر به کار برد، مگر اینکه از تمام ذخایر طبیعی آنها بهره‌برداری شده باشد. بر اساس آنچه که در بالا ذکر شد، مطالعات جاپای بوم‌شناختی بر اساس دامنه‌ای از روش‌های ارزیابی ظرفیت زیستی بنا نهاده شده تا زمینه‌ی استمرار زندگی بشر را فراهم نماید. بخشی از این تلاش‌ها در دهه‌ی ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ انجام شد (Cohen, 1995). برای مثال اقداماتی

مانند سامانه‌ی سنجش جریان انرژی از طریق شبیه‌سازی توسط "هاوارد ادم"^۱ (odum et al, 1994) توسعه‌ی مدل‌سازی پویای منابع جهانی توسط "جی فورستر"^۲ (Meadows et al, 1972:1992) و برنامه‌های بیولوژیکی بین‌المللی توسط "روبرت ویتاکر"^۳، میزان حاصل‌خیزی اکوسیستم‌های جهان (Whittaker et al, 1975) امکان محاسبه‌ی جاپای بوم‌شناختی را فراهم کرد. در دهه‌ی اخیر شاهد پیشرفت‌های بیشتری در این زمینه بوده‌ایم که از آن جمله می‌توان به ارزیابی چرخه‌ی حیات (Albel et al, 1990)، ارزیابی چرخه‌ی حیات انرژی (Hofstetter, 1991) و محاسبه فضا‌های طبیعی بر اساس دیدگاه "جولران آپشور"^۴ (Buitcnkamp et al, 1992) اشاره کرد. به هر حال از زمان شکل‌گیری و طرح مفهوم جاپای بوم‌شناختی، طرفداران زیادی برای آن در کشورهای مختلف پیدا کرده است، چرا که مفهوم جاپای بوم‌شناختی راهبردی قابل پیشرفت برای سنجش نظام بوم‌شناختی اقتصادی در هر ناحیه است و پیامی شفاف و خلاصه شده از شرایط زیست محیطی یک ناحیه را ارائه می‌دهد (Moffatt, 2000: 359-362). جاپای بوم‌شناختی (EF) از جمله شاخص‌های ارزیابی توسعه‌ی پایدار است و این چنین تعریف می‌شود: جاپای بوم‌شناختی مقدار زمینی حاصلخیز و اکوسیستم‌های آبی که برای تولید و تأمین نیازهای مختلف و همچنین دفع زائدات ناشی از مصرف مورد نیاز است را برآورد می‌نماید (Ress, 1996: 195-215). در سال‌های اخیر "ویکرن‌گل"^۵ و "سوزان بُرنز"^۶ "شبکه جاپای بوم‌شناختی جهانی" را در جهت تنظیم استانداردهای لازم برای ثبت جاپا در سطح جهان تأسیس کردند. این شبکه در توسعه‌ی روش‌شناسی جاپای بوم‌شناختی نقش مهمی داشته است. مأموریت این شبکه "حمایت از اقتصاد پایدار از طریق توسعه‌ی مفهوم جاپای بوم‌شناختی، سنجش و مدیریت محدوده‌های اکولوژیکی در جهت پایداری این قلمروها" می‌باشد (Living Planet Report, 2006). در تلاش‌های موجود در زمینه جاپای بوم‌شناختی، همیشه این سؤال اصلی مطرح است که چه مقدار از ظرفیت بارور زیست‌کره، مورد استفاده انسان قرار می‌گیرد؟ در این راستا محاسبه‌ی جاپا با تبدیل کلیه‌ی تقاضاهای انسانی از زیست‌کره، به مقدار زمین حاصل‌خیز مورد نیاز برای تأمین این نیازها (منابع تولیدی یا جذب زائدات) صورت می‌گیرد. در این راستا سنجش موجودی سرمایه‌ی بوم‌شناختی زمین، "ظرفیت زیستی"^۷ نامیده می‌شود. مقایسه‌ی موجودی

1-Odum. T

2-Forster. G

3-Whittaker. R

4-Opshor. Jolran

5-Wackernagel. Mathis

6-Bornz. sozan

7-Biocapacity

زیستکره با مقدار تقاضا از این منابع به دو بخش اصلی؛ شامل موجودی یا توان اکولوژیکی (نواحی حاصل خیز زیستی یا ظرفیت زیستی) و میزان تقاضای انسان‌ها از طبیعت برای رفع نیازهایشان (جاپای بوم‌شناختی) تقسیم می‌شود.

از آنجا که کره زمین از قلمروهای مشخص حاصل خیز زیستی (اراضی زراعی، جنگل، مراتع، شیلات) و همچنین اراضی ساخته شده تشکیل شده است، این قلمروها، احیاءکننده‌ی منابع زیستکره هستند. در حالیکه دیگر قلمروهای سیاره‌ی زمین مانند اقیانوس‌های عمیق یا بیابان‌ها نیز از نظر بیولوژیکی فعال هستند، اما این منابع تجدیدپذیر، قابلیت لازم را برای اضافه شدن به کل ظرفیت زیستی ندارند. با محاسبات انجام شده، مجموع ظرفیت زیستی کره زمین در سال ۲۰۰۳ برابر با ۱۱/۲ بیلیون هکتار، به عبارتی حدود ۱/۸ هکتار برای هر فرد در سطح جهانی بوده است که هم امکان تولید منابع و هم زمینه جذب زائدات را داشته است (Ferng, 2005:423). در محاسبه‌ی جاپای بوم‌شناختی شش نوع اصلی از نواحی حاصل خیز زیستی به شرح زیر مشخص می‌گردد:

- اراضی زراعی مورد استفاده جهت تولید غلات به منظور تأمین غذا، تغذیه حیوانات و تولید الیاف مصنوعی؛

- اراضی مرتعی برای پرورش حیوانات جهت تولید گوشت، پوست، پشم و شیر؛

- جنگل‌ها شامل جنگل‌های طبیعی و مصنوعی؛

- قلمروهای ماهیگیری شامل؛ ماهیگیری دریایی و مراکز پرورش ماهی؛

- قلمروهای ساخته شده شامل؛ مسکن، حمل و نقل، تولیدات صنعتی و تولید برق آبی و...؛

- زمین انرژی یا کربن، مقدار زمین یا اقیانوسی که برای جذب CO₂ ناشی از سوخت‌های فسیلی، مورد نیاز است (Wackernagel et al, 1996: 124)؛

حال با توجه به مقدمه ارایه شده، در ادامه به بررسی تعریف و مفهوم، شیوه‌های محاسبه و سنجش، کاربرد و نقد و ارزیابی روش جاپای بوم‌شناختی می‌پردازیم.

تعریف و مفهوم جاپای بوم‌شناختی

جاپای بوم‌شناختی محاسبه‌ی قابلیت هر طبیعت در مکان با توجه به نیازهای انسان است. در واقع جاپای بوم‌شناختی نحوه‌ی استفاده از منابع طبیعت را برای تأمین نیاز انسان‌ها، شهرها، نواحی، دولت‌ها و... محاسبه می‌کند، به عبارت دیگر جاپای بوم‌شناختی این‌گونه تعریف شده است: مجموع قلمرو اراضی حاصلخیز و آب مورد نیاز جهت تولید مستمر منابع مصرفی مورد نیاز انسانی و جذب تمام زائدات حاصل از آن در یک اجتماع مشخص در هر

مقیاس جهانی است (Wackernagel, et al, 1996). جاپای بوم‌شناختی نشان می‌دهد که ما چه مقدار آب و زمین‌های حاصلخیز کشاورزی را استفاده می‌کنیم تا منابع مصرفی مورد نیاز خود را تولید و همچنین ضایعات حاصل از آن را دفع نماییم. با محاسبه‌ی جاپای بوم‌شناختی و با توجه به سیاست‌های دولت‌ها می‌توان به راه‌هایی برای تأمین نیازهای بشر دست یافت و آنها را اجرا و ارزیابی کرد. بنابراین این رویکرد تنها محدود به موقعیت کنونی با توجه به نیاز زمین جهت پایداری و ماندگاری بشر امروزی نیست، بلکه آزمایشگاهی برای آزمون راهبردهای متفاوت برای آینده است. بدین ترتیب جاپای بوم‌شناختی در جستجوی برقراری ارتباط بین منابع طبیعت و تقاضاهای ما از آن برای تأمین کالا، خدمات و اراضی است.

بدین ترتیب جاپای بوم‌شناختی ابزاری است که به ما کمک می‌کند تا به طور روشن در زمینه‌ی رابطه‌ی بین انسان و کره‌ی زمین و نیز تولیدات آینده فکر کنیم. بنابراین EF ابزار مناسبی برای اندازه‌گیری پیشرفت جوامع به سوی پایداری است. در اینجا، پایداری به معنای دستیابی به سطحی از رضایت از زندگی بدون کاهش ظرفیت بازتولید کره‌ی زمین است، به عبارت دیگر نباید میزان مصرف، از ظرفیت بازتولید زمین فراتر رود. با تجزیه و تحلیل جاپای بوم‌شناختی می‌توان وسعتی از زمین برای تأمین نیاز افراد و ساکنان در محدوده‌های مشخص زمین را برآورد نمود (Wilson, 2005:8).

در ابتدا ویلیام ریس، استاد دانشگاه برتیش کلمبیا، مفهوم جاپای بوم‌شناختی را مطرح کرد. وی و شاگرد قدیمی‌اش ماتیاس ویکرناگل، مقالات علمی فراوانی در این زمینه نوشته‌اند. آنها تلاش کردند با آرایه‌ی نتایج عقلایی، مجموع تقاضای اکولوژیکی برای افراد جامعه به طور ساده و ترکیبی محاسبه شود. ریس و ویکرناگل تصریح کردند که EF اندازه‌گیری میزان فشاری است که جمعیت‌های انسانی بر طبیعت تحمیل می‌کند. EF نشان می‌دهد که لازمه‌ی استفاده از منابع و دفع ضایعات به وسیله‌ی جمعیت در سطح زمین، استفاده از الگوهای توسعه‌ی پایدار است (Bicknell et al, 1998:1).

جاپای بوم‌شناختی و ظرفیت زیستی

مطالعات نشان می‌دهد که بشر به‌طور کلی باعث کمبود منابع بوم‌شناختی می‌شود و در نتیجه سرمایه‌ی طبیعی به پایان خواهد رسید، مگر اینکه سیاست‌ها و یا اقدامات موثری به کار گرفته شود (Loh, 2002). برای سهولت در انجام تحلیل‌های پیچیده، ریس و ویکرناگل، ماتریس فضای مصرفی - زیستی را با پنج طبقه‌ی مصرفی مهم و شش طبقه‌ی تولید زیستی آرایه کردند. طبقات مصرفی شامل: غذا، محل سکونت، حمل و نقل، کالاهای مصرفی و خدمات

است و طبقات تولید زیستی، شامل انرژی، ساخت و ساز، ماهیگیری، اراضی زراعی و جنگل و مرتع می‌باشد (Bicknell et al, 1998: 149-160). EF بر اساس مصرف میزان منابع و کالاها مانند، تولیدات دامی به علاوه واردات بدون صادرات، محاسبه می‌شود (Erb, 2004: 247-259). روش پیشنهادی ویکرناگل و همکارش، استفاده از آمارهای مصرف و جمعیت است که بر اساس آن مصرف سالانه "میانگین فرد" در بخش‌های مختلف به دست می‌آید. وسعت لازم برای هر شخص را می‌توان با تقسیم درصد سرمایه‌ی مصرفی در سال، بر میانگین سالیانه‌ی تولید محصول برای هر بخش مصرفی محاسبه کرد. مجموع درصد سرمایه EF با محاسبه‌ی مجموع قلمرو اکوسیستم‌ها برای هر بخش مصرفی در طول یک دوره‌ی زمانی خاص به دست می‌آید (Bicknell et al, 1998: 149-160). واحدهای فیزیکی به عنوان یک روش ارزیابی مناسب پیشنهاد شده تا با استفاده از آن قابلیت پایداری، ارزیابی شود (Lewan, 1999: 57-60). نتایج حاصل از برآورد EF در افزایش آگاهی عمومی و سیاسی نسبت به محیط زیست بسیار مفید است (Herendeen, 2000: 357-358, van kooten, Bulte 2000: 385-389). این موارد، کاربرد گسترده و کشش تحلیل‌های EF را نشان می‌دهد. ارزیابی چارچوب EF نقطه‌ی شروعی برای بسیاری از تحلیل‌های ملی و منطقه‌ای در زمینه‌ی جریان‌ها و خدمات بوم-شناختی می‌باشد. پیش از این چند سازمان، EF را در سطوح معیاری، مانند محدوده‌ی شخصی (Friedland, 2003)، سازمانی (Barrett, 2001)، شهری (Folke, 1997)، مناطق (Wackernagel, Rees 1996. Bicknell, 1998) ملت‌ها (Ferng, 2001: 2002. Knaus, 2006) و در سراسر جهان (Li hong, et. al, 2006: 2) به دست آورده‌اند. تحلیل‌های EF بیشتر برای اثبات تخصیص انسانی اکوسیستم‌ها در مقیاس‌های منطقه‌ای و ملی مناسب است (Wackernagel, Rees, 1996)، زیرا در ارزیابی EF، تجارت و حمل و نقل بین‌المللی در نظر گرفته شده است.

از سویی دیگر می‌توان EF را با ظرفیت زیستی (BC) زمین مقایسه کرد. از دهه‌ی ۱۹۷۰ (BC) مفهوم مهمی در برنامه‌ریزی محیط زیست شده و شاخصی برای مناسب بودن الگوهای مصرفی از لحاظ الگوهای پایدار می‌باشد (Bicknell et al, 1998: 149-160). در واقع اگر مقدار EF از BC فراتر رود، نقصان و کمبود منابع بوم شناختی به وجود می‌آید که در این صورت می‌توان دو مسیر را در پیش گرفت:

الف- وارد کردن BC از دیگر کشورها که خود با مشکل عدم وجود تجارت منابع بوم‌شناختی روبرو هستیم.

ب- از بین رفتن سرمایه‌ی طبیعی (فرا رفت بوم‌شناختی) وجود دارد. اگر مقدار BC بیشتر از EF شود، مازاد بوم‌شناختی وجود دارد، از این مازاد می‌توان برای تهیه و فراهم‌آوری خدمات در دیگر کشورها استفاده کرد (Monfreda, et al, 2004:231-246).

سابقه و روند تحول جاپای بوم‌شناختی

دانشکده‌ی برنامه‌ریزی ناحیه‌ای و اجتماعی در دانشگاه بریتش کلمبیا در اوایل دهه‌ی ۱۹۹۰ جاپای بوم‌شناختی را مطرح کرد. این مفهوم به وسیله‌ی ریس و ویکرناگل در اثری به نام "جاپای بوم‌شناختی ما- کاهش اثر انسان بر زمین" در سال ۱۹۹۶ گسترش یافت. ویکرناگل ادعان داشت که "ویتوسیک"^۱ و دیگران با مطالعه در زمینه‌ی سهم انسان از تولیدات فتوسنتزی (تملک انسان از تولیدات فتوسنتزی) از پیشگامان مفهوم جاپای بوم‌شناختی به شمار می‌روند، هر چند ممکن است که این تقدم به زمانی دورتر نیز باز گردد. در قرن ۱۸ فیزیوکرات‌ها معتقد بودند که میزان منابع موجود در زمین مشخص‌کننده‌ی ارزش آن می‌باشد. به اعتقاد طبیعت‌گرایان تمام ارزش، از زمین به دست می‌آید و در این دیدگاه کشاورزی تنها بخش تولیدی و درآمدزا در اقتصاد است، برخلاف آن بخش‌های صنعت و خدمات، به طور قابل ملاحظه‌ای بی‌فایده محسوب می‌شد. در این راستا هر چند اقتصاددانان کلاسیک، نظریه ارزش (منابع زمین، تعیین‌کننده ارزش آن است) را قبول ندارند اما بر ایده‌ی "ظرفیت برد"^۲ تأکید دارند. توماس مالتوس (۱۸۳۴-۱۷۶۶) و دیوید ریکاردو (۱۸۲۳-۱۷۷۲) نیز معتقد بودند که جمعیت را باید براساس ظرفیت برد و همچنین قابلیت اراضی محدود کرد. علاوه بر این مالتوس معتقد بود که رشد جمعیت به شکل ثابت نیست و به صورت تصاعد هندسی افزایش می‌یابد و بالاخره ریکاردو و برخلاف مالتوس که پیشی گرفتن جمعیت بر رشد غذا را پیش‌بینی کرد، معتقد بود که رشد جمعیت روندی تدریجی دارد. در عصر مدرن "بورگ استرام"^۳ مفهوم ظرفیت برد را توسعه داد که مشابه ایده جاپای بوم‌شناختی است. این ایده توسط جامعه‌شناسی به نام "کاتون"^۴ (۱۹۸۲) در کتابش با عنوان فرا رفت: "اساس بوم‌شناختی تغییرات دوره‌ای"^۵، مطرح شد (McDonald et al, 2004: 53).

1- Vitusek

2- Carrying capacity

3- Borg storm

4- Catton

5- Over shoot: The Ecological Basis of Revolutionary Change

بر اساس مطالعات انجام شده میزان جاپای بوم‌شناختی در سراسر جهان برآورد شده است (برای مثال میزان جاپای بوم‌شناختی در نیوزیلند برای بخش‌های کشاورزی ۲/۹۸، صنعت ۱/۵۷ و خدمات ۵/۱). محاسبه شده است (Bicknell et al, 1998:149-1). میزان جاپای بوم‌شناختی در برخی از شهرهای ایتالیا از جمله سِینا، آنکونا، ونیز، کالیاری، آسکولی به ترتیب ۵/۸۰، ۶/۱۱، ۵/۷۱، ۵/۴۳، ۶/۵۴ محاسبه شده است (Bagliani et al: 89).

در سال ۲۰۰۴ میزان جاپای بوم‌شناختی در کشور چین با انتخاب شهرهای نمونه محاسبه شد که در این میان هنگ‌کنگ با ۴/۸۶ و چانگ‌جین با ۱/۳۱ به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را داشته‌اند. میزان جاپای بوم‌شناختی برای سایر شهرهای منتخب از جمله شانگهای، پکن، تیان‌جین، شن‌یانگ، شن‌جن به ترتیب ۳/۴۲، ۳/۰۶، ۲/۹۵، ۲/۰۴، ۲/۰۱ می‌باشد (Xiao-dong et al:130). جهت آشنایی بیشتر با تفاوت میان ظرفیت زیستی و جاپای بوم‌شناختی جدول شماره ۱ حداکثر و حداقل جاپای بوم‌شناختی و ظرفیت زیستی را در برخی از کشورها نشان می‌دهد.

جدول ۱: میزان جاپای بوم‌شناختی و ظرفیت زیستی در کشورهای منتخب سال ۲۰۰۳

نام کشور	ظرفیت زیستی	جاپای بوم‌شناختی	نام کشور	ظرفیت زیستی	جاپای بوم‌شناختی
لیبی	۱	۳/۴	گابن	۱۹/۲	۱/۴
سومالی	۰/۷	۰/۴	مصر	۰/۵	۱/۴
استرالیا	۱۲/۴	۶/۶	نیوزیلند	۱۴/۹	۵/۹
بنگلادش	۰/۳	۰/۵	بولیوی	۱۵	۱/۳
ترینیداد و توباگو	۰/۴	۳/۱	عراق	۰	۰/۹
هائیتی	۰/۳	۰/۶	قزاقستان	۴/۱	۴
امارات	۰/۸	۱۱/۹	هلند	۰/۸	۴/۴
افغانستان	۰/۳	۰/۱	مولداوی	۰/۸	۱/۳
فنلاند	۱۲	۷/۶	روسیه	۶/۹	۴/۴
کوبا	۰/۹	۱/۵	ایران	۰/۸	۲/۴

مأخذ: Living Planet Report, 2006

کاربرد جاپای بوم‌شناختی

جاپای بوم‌شناختی از زمانی که به‌وسیله‌ی ویکرناگل و ریس در سال ۱۹۹۶ توسعه یافت، توجه زیادی را در محافل دانشگاهی و سیاسی برانگیخت (Erb, 2004: 247-259). نشریه‌ی

"اقتصاد بوم‌شناختی" که به وسیله‌ی جامعه بین‌المللی اقتصاد بوم‌شناختی^۱ (ISSE) منتشر می‌شود و نشریه‌ی "سیاست کاربری اراضی" به عنوان نشریه‌های اختصاصی در زمینه جاپای بوم‌شناختی، مشکلات و اهمیت جاپای بوم‌شناختی را در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۴ در نظریه و عمل مورد بحث قرار دادند.

سازمان‌های بین‌المللی نیز مانند صندوق حیات وحش جهان^۲ (WWF) و "تعریف مجدد پیشرفت"^۳ (RP)، جاپای بوم‌شناختی در برخی از کشورها را به صورت سالانه و یا دوسالانه در سال ۲۰۰۰ محاسبه و منتشر ساخته‌اند.

از جمله دانشمندانی که جاپای بوم‌شناختی را مورد توجه قرار داد، "ای.ا. ویلسون"^۴ زیست‌شناس بزرگ قرن بیستم بود. وی به جاپا به عنوان ابتکار برجسته توجه دارد، چرا که می‌تواند بین اطلاعات علمی پیچیده به آسانی ارتباط برقرار کند (Wilson, 2005). جاپای بوم‌شناختی در سراسر جهان به منظور کاربردهای گوناگونی استفاده شده است. از جمله:

۱- مهندسان شهر "پتالوما"^۵ و "کارولو"^۶ جاپای بوم‌شناختی را به عنوان یکی از شاخص‌های اصلی در انتخاب گزینه‌های مربوط به ارزیابی عملکرد فاضلاب به کار بردند؛

۲- صندوق حیات وحش جهان؛

۳- مجلس ملی ولز که جاپای بوم‌شناختی را به عنوان شاخصی آینده‌نگر برای سنجش پیشرفت مورد استفاده قرار داد؛

۴- چند بانک سویس از جاپای بوم‌شناختی به مثابه بخشی از تحلیل‌های خود درباره‌ی میزان اعتبار مالی کشورها استفاده کردند (McDonald et al, 2004:58)؛

موارد بسیار زیادی از کاربرد EF در علوم اجتماعی و طبیعی وجود دارد که نقش آن را در تجزیه و تحلیل میزان پایداری نشان می‌دهد. برای مثال رزا و دیگران به بررسی تأثیر دو محرک مربوط به پیدایش و تکامل انسان (جمعیت و فراوانی) بر انواع آثار زیست محیطی شامل: انتشار گازهای گلخانه‌ای، انتشار گازهای تخریب‌کننده لایه ازن و افزایش جاپای بوم‌شناختی مطالعه کردند (Rosa et al, 2004:509-512).

وارن- رودز و دیگران تحلیل جاپای بوم‌شناختی را به منظور ارزیابی تولید انبوه غذاهای دریایی در اقتصاد کشورهای بزرگ آسیا به کار بردند (warren et al, 2003:488). در بین

1- International Ecological Economics Society

2- World Wildlife Fund

3- Redefining Progress

4- Wilson. E.O

5- Petaluma

6- Carollo

تحقیقات ملی، جورجنسون و دیگران مدل تأثیرات غیرمستقیم را توسعه دادند تا بتوانند تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم و مجموع تأثیرات موقعیت سیستم جهانی، نابرابری‌های خانوادگی، شهرنشینی و نرخ باسوادی بر میزان متوسط جاپای بوم‌شناختی را برآورد نمایند (Jorgenson et al, 2003:374). یورک و دیگران با توجه به دیدگاه‌های مربوط به اکولوژی انسانی، نوسازی و اقتصاد سیاسی، به بررسی عوامل مؤثر بر جاپای بوم‌شناختی پرداختند (York et al, 2003:281). هوباسک و جلیجوم تحلیل جاپای بوم‌شناختی را برای محاسبه‌ی نیازهای مستقیم و غیرمستقیم به زمین جهت تولید و صادرات از کشورهای اتحادیه‌ی اروپا به سایر نقاط جهان به کار بردند. تمایل به کاربرد تحلیل جاپای بوم‌شناختی در سیاستگذاری‌های بین‌المللی، ملی و محلی در حال رشد است (Hubacek & Jiljum, 2003:141).

روش‌های ارزیابی جاپای بوم‌شناختی در مکان‌ها و زمان‌های مختلف و در سطوح بخش‌های متفاوت اقتصادی-اجتماعی استفاده شده‌اند. نتایج این مطالعات میزان جاپا را از سطح کل زمین تا سطح هر کشور، از سطح مناطق تا سطح شهرها، از سطح جوامع تا خانواده‌ها و در سطح رفتارهای فردی، سازمان‌های اقتصادی، صنعتی و یا تجاری مورد سنجش قرار داده‌اند.

جاپای بوم‌شناختی از دو منظر می‌تواند شاخص پایداری محسوب شود؛ اول اینکه جاپای بوم‌شناختی هزینه‌ی بوم‌شناختی تأمین کلیه‌ی کالاها و خدمات جمعیت مصرفی انسان را محاسبه می‌کند و نشان می‌دهد که مردم نه تنها به طور مستقیم برای تولیدات کشاورزی، احداث جاده‌ها، ساختمان‌سازی و غیره به زمین نیاز دارند، بلکه به طور غیرمستقیم نیز کالا و خدمات مورد نیاز انسان‌ها از زمین تأمین می‌شود. برای مثال جهت تهیه‌ی یک کیلو کره مجموعه‌ای از عوامل تولید نیاز است و تنها کاربری زمین ملاک نیست. از این منظر جاپای بوم‌شناختی می‌تواند جهت بیان هزینه‌های پنهان بوم‌شناختی جمعیت‌ها و فعالیت‌ها به کار برده شود. دوم اینکه، تعبیر جاپای بوم‌شناختی به عنوان شاخص پایداری، منجر به معرفی ایده‌ی «ظرفیت تحمل» یا «ظرفیت برد» شده است.

ظرفیت برد در بوم‌شناختی عبارت است از «حداکثر جمعیتی که زمین می‌تواند نیازهای آن‌ها را به طور نامحدود تأمین نماید». این موضوع زمانی که جهت توزیع جمعیت برحسب منابع بوم‌شناختی استفاده شود نسبتاً صحیح و دقیق است. برای مثال مقدار مشخصی از زمین می‌تواند نیازهای تعداد معینی از انسان‌ها را تأمین کند و زمانی که این تعداد از ظرفیت زمین فراتر رود، منابع مورد نیاز بالاخص مواد غذایی نایاب می‌شود و دوره‌ی بازگشت مرگ جمعیت اتفاق می‌افتد» (McDonald et al, 2004:50).

سنجش و اندازه‌گیری جاپای بوم‌شناختی

روش‌شناسی جاپای بوم‌شناختی، مبتنی بر یکپارچه‌سازی داده‌های بسیار جزئی و مناسب، از میان داده‌های موجود است. دو رویکرد اصلی برای محاسبه‌ی جاپای بوم‌شناختی وجود دارد:

۱- روش مؤلفه‌ای؛

۲- روش مرکب (Simon, et al, 2000)؛

در برخی موارد، ترکیبی از این دو روش نیز استفاده می‌شود.

روش مؤلفه‌ای یا تحلیل چرخه‌ی حیات^۱ (LCA): این روش که رویکردی پایین به بالا دارد تمام عناصر تشکیل‌دهنده‌ی منابع مصرفی انسان‌ها و زائدات تولیدی حاصل از آن‌ها را در نظر می‌گیرد. بدین ترتیب که مقادیر تمام اقلام مصرفی فردی (کالا و خدمات) در ابتدا مشخص شده و با استفاده از داده‌های چرخه‌ی حیات، جاپای بوم‌شناختی محاسبه می‌شود. در این روش صحت کلی نتایج نهایی، به جامعیت فهرست مؤلفه‌ها و نیز ارزیابی اعتبار هر کدام از عناصر مشخص شده بستگی دارد. چالش‌هایی که در رابطه با این رویکرد مطرح می‌شود عبارت است از:

الف- کمبود داده‌های صحیح و کامل در رابطه با تولیدات چرخه‌ی حیات؛

ب- مشکلات مربوط به محاسبه‌ی مجدد برخی از موارد در زنجیره‌ی تولید؛

ج- نیاز به اطلاعات و دانش زیاد برای تجزیه و تحلیل فرآیندها؛

د- سنجش میزان مسایل در ارتباط با ارزیابی چرخه‌ی حیات؛

در مجموع تشخیص مؤلفه‌ها و تجزیه و تحلیل تقاضا در این روش فرآیند بستگی به ارزش منابع ابداعی و اکتشافی دارد.

روش ترکیبی یا تحلیل داده- ستانده^۲ (I-O): در این روش با استفاده از داده‌های گردآوری شده در سطح ملی، جاپای بوم‌شناختی محاسبه می‌شود. برای صحت بیشتر داده‌ها، از این روش اغلب در سطح ملی استفاده می‌شود، زیرا جریان مواد مانند صادرات و واردات مشخص است. بنابراین می‌توان مصرف نهایی را با جمع زدن واردات و تولیدات محلی اکوسیستم و تفریق آن از صادرات، برآورد نمود. با استفاده از روش ارزیابی داده و ستانده می‌توان از مشکل محاسبه‌ی مجدد نیز اجتناب نمود. در مقیاس‌های بزرگتر از سطح ملی (یک منطقه از جهان یا کل جهان)، محاسبه‌ی جاپا و ظرفیت زیستی با در نظر گرفتن مقادیر موجود در سطح ملی به آسانی انجام می‌شود. روش ترکیبی برای مطالعات جاپای بوم‌شناختی در سطوح پایین‌تر از

1- Life Cycle Analysis

2- Input - Output

سطح ملی، مانند شهر یا استان نیازمند رویکرد متفاوتی است، زیرا در سطوح زیرملی داده‌های لازم درباره‌ی جریان منابع به‌طور خاص وجود ندارد. بنابراین استفاده از روش ترکیبی بندرت امکان‌پذیر است. از طرفی روش مؤلفه‌ای نیز قابل اجرا نیست، زیرا داده‌های مربوط به مصرف در زمینه‌ی تجارت، خانواده‌ها و دیگر نهادها معمولاً کم و ناقص بوده و برخی از داده‌ها نیز نادیده گرفته می‌شود. بنابراین برای محاسبه‌ی جاپای بوم‌شناختی شهرها باید از روش غیرمستقیم استفاده نمود. در این زمینه با تفکیک جاپای سطح ملی به فعالیت‌های مصرفی مختلف (مانند غذا، خانه‌سازی، حمل و نقل، کالا و سایر خدمات) و سپس مقیاس‌گذاری آنها بر اساس مقایسه‌ی بین متوسط ملی این فعالیت‌ها و متوسط آن در یک جامعه، محاسبات انجام می‌شود (www.iclei.ir). بنابراین می‌توان مطالعات مربوط به شهرها را طی چهار مرحله به شرح زیر انجام داد:

- ۱- شروع کار با محاسبه‌ی جاپای بوم‌شناختی در سطح ملی؛
 - ۲- تحلیل متوسط جاپای بوم‌شناختی در سطح ملی با تشکیل ماتریس مصرف- کاربری زمین، بدین ترتیب که هر یک از فعالیت‌ها و بخش‌های مصرفی چه مقدار از کل جاپای بوم‌شناختی را ایجاد می‌کنند؛
 - ۳- تشخیص تفاوت الگوهای مصرف محلی و مقایسه‌ی آن با متوسط ملی؛
 - ۴- استفاده از این اطلاعات برای بررسی رابطه بین متوسط جاپای بوم‌شناختی در سطح ملی با ویژگی‌های محلی؛
- در شرایطی که تردیدی نسبت به اعتبار و پایایی روش‌شناسی وجود داشته باشد، برنامه‌ریزی باید به‌گونه‌ای باشد که حداقل جاپا و حداکثر ظرفیت زیستی موجود در نظر گرفته شود. در این صورت فرارفت بوم‌شناختی محاسبه شده احتمالاً از میزان واقعی آن بسیار کمتر است.

با استفاده از داده‌های جامع و غیروابسته می‌توان سازگاری و اعتبار داده‌ها را کنترل و اعتبار محاسبات را بالا برد (*Wackernagel et al, 2005*). ویکرناگل رییس بخش اجرایی شبکه جهانی جاپا، روش‌هایی را برای تقویت جاپای بوم‌شناختی ارائه کرده است. فرض اولیه ویکرناگل در رابطه با روش محاسبه جاپای بوم‌شناختی این است که تقاضای کل را می‌توان از طریق محاسبه‌ی تمام فضاهای تأمین منابع به علاوه فضاهای جذب زائدات به دست آورد (*Wackernagel et al, 2004*).

به هر حال، مدل داده- ستانده ابزاری ریاضی است که به‌طور گسترده در تحلیل‌های اقتصادی مربوط به جریان کالا و خدمات بین بخش‌های اقتصادی به کار گرفته می‌شود. مدل فوق‌الذکر بر این فرض استوار است که هر چیزی که توسط یک صنعت تولید می‌شود، نهایتاً به‌وسیله‌ی صنایع یا مشتریان مصرف می‌شود که این جریان مصرف را می‌توان دنبال کرد. همچنین در صورتی که داده‌های لازم در این زمینه وجود داشته باشد، این مدل می‌تواند جریان‌های فیزیکی و مالی را نیز مشخص و پیگیری نماید. مدل‌های ترکیبی اقتصادی- محیطی، از روش تحلیل داده- ستانده استفاده می‌کنند تا بتوانند اثرات مستقیم و غیرمستقیم زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های صنعتی در زنجیره‌ی تولید را مشخص نمایند یا اینکه میزان تأثیرگذاری آنها بر اقلام مورد تقاضا را برآورد نمایند. از این روش می‌توان در تحلیل جاپای بوم‌شناختی استفاده کرد تا میزان جاپا را در بین فعالیت‌های تولیدی یا در میان تقاضای نهایی برای اقلام مختلف تقسیم نمود. همچنین از آن می‌توان جهت گسترش ماتریس مصرف- کاربری اراضی (جدول ۲) نیز استفاده کرد. این ماتریس به ۶ عنصر اصلی کاربری اراضی و ۵ مؤلفه جاپای بوم‌شناختی اختصاص یافته است. از این ماتریس می‌توان به‌عنوان ابزاری جهت ارزیابی جاپای بوم‌شناختی استفاده کرد. منظور از مصرف کاربری اراضی میزان زمینی است که برای تأمین و حمایت از نیازهای جمعیت مشخص یا به عبارتی مقدار زمینی که برای تولید مواد مصرفی جمعیت مورد نیاز است، محاسبه گردد.

جدول ۲: چارچوب ماتریس مصرف کاربری اراضی برای سنجش جاپای بوم‌شناختی

ماتریس مصرف کاربری اراضی	زمین ساخته شده	پهنه‌بندی اکسیدکربن	اراضی کشاورزی	اراضی مرتعی	جنگل	اراضی ماهیگیری	جمع
غذا							
مسکن							
حمل و نقل							
کالاها							
خدمات							
جمع							

محاسبات مربوط به این روش‌ها تکرارپذیر و قابل تمرین است. جاپای بوم‌شناختی رابطه‌ی مکمل بین سرمایه‌ی طبیعی و توسعه‌ی اقتصادی را نشان می‌دهد. قدرت جاپای بوم‌شناختی، تجمیع و تبدیل الگوهای پیچیده و معمول مصرف منابع، به یک الگو یعنی معادل وسعت

اراضی است. مزیت آشکار و پایدار شاخص‌های تجمعی، تولید یک عدد واحد است که می‌توان آن را به آسانی در تصمیم‌گیری‌ها به کار برد (Costanza, 2000: 341-345).

محاسبه‌ی جاپای بوم‌شناختی بر اساس روش ویکرناگل با استفاده از رابطه‌ی زیر صورت می‌گیرد:

$$EF = N ef = N \sum_{i=1}^n r_j (c_i/p_i)$$

که در آن:

I: مشخص‌کننده‌ی نوع کالاهای مورد نظر؛

c_i : مقدار مصرف سرانه‌ی هر کالا؛

p_i : بازدهی متوسط هر کالا؛

r_j : ضریب معادل؛

N: تعداد جمعیت؛

ef: سرانه‌ی جاپای بوم‌شناختی.

همچنین محاسبه‌ی ظرفیت زیستی طبق روش ویکرناگل با استفاده از رابطه‌ی زیر صورت

می‌گیرد:

$$EC = N(ec) = N(a_j r_j Y_j)$$

که در آن:

a_j : نواحی حاصل‌خیز بوم‌شناختی از کالای j ؛

r_j : ضریب معادل؛

Y_j : ضریب تولید کالای j ؛

EC : سرانه‌ی ظرفیت زیستی؛

EC : کل ظرفیت زیستی؛

ضریب معادل و ضریب بازدهی یا ضریب تولید در روش جاپای بوم‌شناختی در جدول

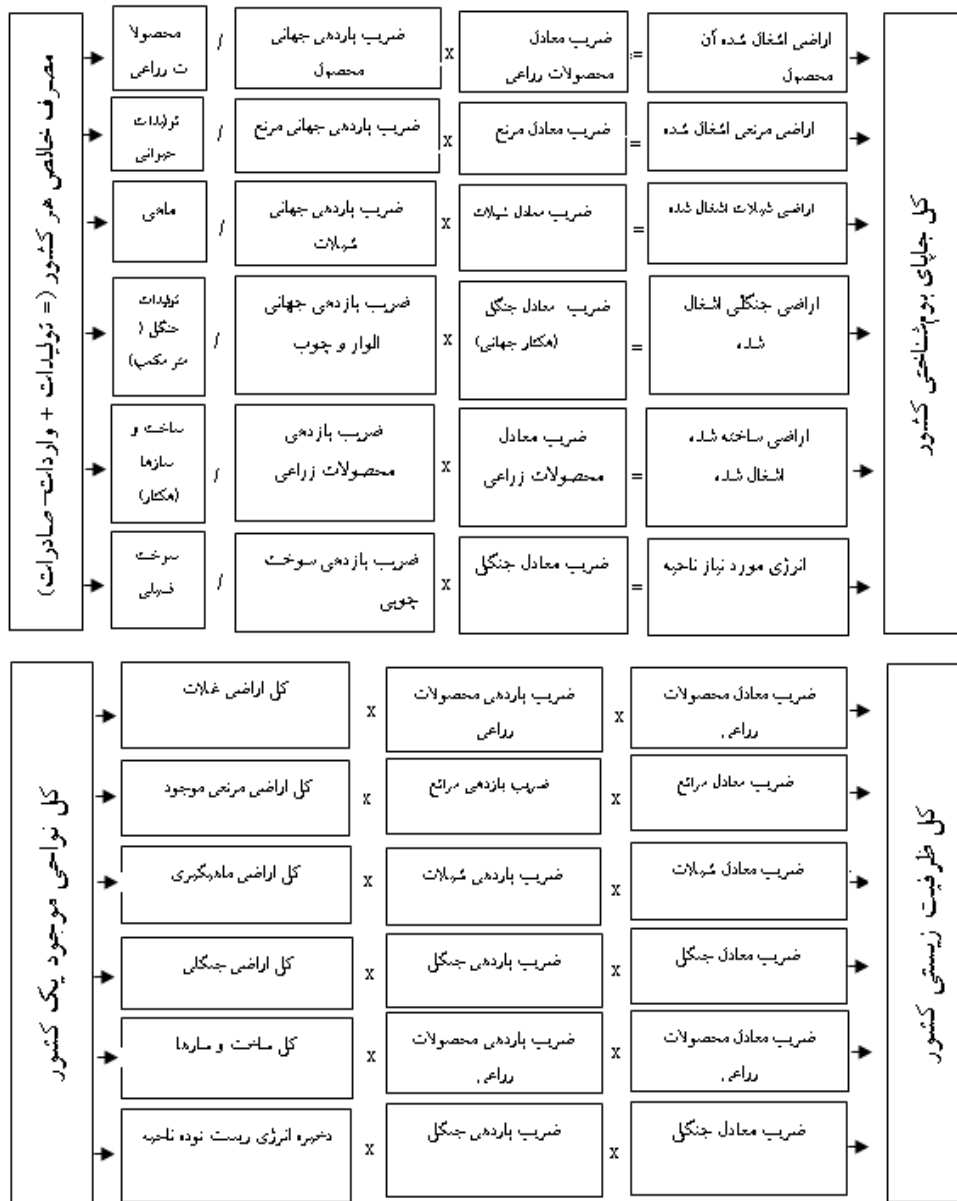
شماره (۳) ارائه شده است.

جدول ۳: ضریب‌های معادل و بازدهی

عنوان	ضریب معادل	ضریب بازدهی
انرژی فسیلی	۱.۱	۰.۰۰
اراضی ساخته شده	۲.۸	۱.۶۶
اراضی مزروعی	۲.۸	۱.۶۶
مراتع	۰.۵	۰.۱۹
جنگل	۱.۱	۰.۹۱
مکان‌های پرورش ماهی	۰.۲	۱.۰۰
آب‌شیرین	۱.۰	-

مأخذ: (Wackernagel et al, 1999: 375-390)

به‌طور کلی ضریب‌های معادل، متوسط قابلیت بازدهی جهانی محدوده‌های معین حاصل‌خیز زیستی را نسبت به متوسط قابلیت جهانی کل محدوده‌های حاصل‌خیز زیستی نشان می‌دهد. ضریب بازدهی نیز میزان بازدهی محدوده‌های حاصل‌خیز زیستی یک کشور یا منطقه‌ی معین را در مقایسه با متوسط جهانی یک محدوده‌ی حاصل‌خیز زیستی مشابه نشان می‌دهد. برای مثال، ضریب بازدهی اراضی کشاورزی با مقایسه نسبت بین تولید اراضی کشاورزی در منطقه مورد مطالعه و متوسط تولید اراضی کشاورزی جهان بدست می‌آید (Cheng et al, 2002: 3-5). شکل شماره (۱) به‌طور مختصر نحوه محاسبه‌ی جاپای بوم‌شناسی، شبکه‌ی مصرف و تولیدات زیستی را با توجه به میانگین تولیدی در سطح جهانی نشان می‌دهد. برای ساده‌سازی بیشتر، در این نمودار از ورود عوامل تولیدی فرعی جلوگیری شده است.



شکل ۱: ساختار محاسبه جایای بوم‌شناختی و ظرفیت زیستی
 مأخذ: (Wackernagel et al, 2005: 10).

نقد و ارزیابی جاپای بوم‌شناختی

"کاستانزا"^۱ و "موفات"^۲ (۲۰۰۰) معتقدند که ویژگی اصلی جاپای بوم‌شناختی این است که ابزاری آموزشی و اکتشافی را جهت تغییر جریان استفاده از منابع انسانی فراهم می‌کند. در این راستا جاپای بوم‌شناختی بحث‌هایی در رابطه با توسعه‌ی پایدار به شرح زیر برانگیخته است:

- پیامدهای گسترده‌ی فعالیت‌های انسان؛
 - نقش منابع کلیدی و فعالیت اکوسیستم‌ها در توسعه‌ی پایدار؛
 - نقش تجارت و بازرگانی در توزیع منابع و فشارهای بوم‌شناختی؛
 - انتخاب شاخص‌های مناسب برای فرایند مدیریت و کنترل در راستای توسعه‌ی پایدار؛
- به طور کلی ضعف‌ها و محدودیت‌هایی در جاپای بوم‌شناختی وجود دارد که برخی از آنها به شرح زیر است:

- وجود ابهام در روش‌شناسی جاپای بوم‌شناختی

بدین ترتیب که روش مشخصی برای محاسبه جاپای بوم‌شناختی وجود ندارد. برای مثال جاپای بوم‌شناختی بر اساس کنوانسیون‌های پذیرفته شده بین‌المللی مانند ^۳(UNSDNA) بنا نهاده شده است. به همین دلیل تفسیر نتایج حاصل از مطالعات جاپای بوم‌شناختی با یکدیگر همخوانی ندارد.

- تعیین محدوده‌های فضایی
- انتخاب محدوده‌ی فضایی مناسب برای محاسبه EF، یک مسأله‌ی مهم محسوب می‌شود. برای مثال EF را می‌توان در مقیاس‌های جهانی، ملی، ناحیه‌ای و محلی محاسبه کرد. در این رابطه "ویکرناگل" و "سیلورستین"^۴ قلمروهای فرهنگی و سیاسی را که می‌تواند تصمیمات و سیاست‌های محیطی را تحت تأثیر قرار دهد، پیشنهاد می‌نمایند. در مقابل "واندربرگ"^۵ و "وربروگن"^۶ معتقدند که چنین محدوده‌هایی در سطح زمین، مفهوم محیطی و طبیعی ندارند، در عوض محدوده‌های آب‌وهوایی، اکوسیستم‌ها و محدوده‌های آنها را مدنظر قرار می‌دهند.
- جاپای بوم‌شناختی مربوط به شرایط حال حاضر نیست و وضعیت گذشته را بیان می‌کند؛

1- Costanza

2- Moffatt. I

3- United Nation System of National Accounts

4- Silverstin. J

5- Van den Bergh

6- Verbruggen. H

به عبارتی EF انعکاسی از نیازهای محیطی انسان‌ها با توجه به فن‌آوری موجود و تحت مدیریت محیطی و ارزش‌های اجتماعی رایج می‌باشد. همچنین EF عناصر کلیدی تعادل پایدار مانند ارزش خالص تولیدات داخلی، تغییرات فن‌آوری و چگونگی انطباق نظام‌های اجتماعی را به صورت ساده‌ای نادیده می‌گیرد؛

- تفاوت در حاصل‌خیزی اراضی نیز از دیگر مسایل مربوط به محاسبات جاپای بوم‌شناختی است (McDonald et al, 2004:56)؛

در این شرایط، ضرورت تغییر در تفسیر نتایج حاصل از جاپای بوم‌شناختی مطرح شده است. هر چند بیشتر انتقادات از EF از اواخر دهه ۱۹۹۰ وجود داشت، ولی در حال حاضر سه گرایش مهم بر نیاز به تغییر اساسی در تفسیر جاپای بوم‌شناختی تأکید می‌کنند. این گرایش‌ها عبارت است از:

- ۱- افزایش تقاضا برای استفاده از EF در تحقیقات علمی به مثابه ابزاری جهت ارزیابی پایداری سیاست‌های عمومی، الگوهای تجاری و سطح زندگی فردی؛
- ۲- افزایش روش‌های تعدیل نتایج حاصل از جاپای بوم‌شناختی؛
- ۳- تلاش متمرکز برای تدوین استانداردهای بین‌المللی در زمینه‌ی EF؛

نتیجه

با افزایش جمعیت کره زمین و افزایش میزان جاپای بوم‌شناختی، سهم هر فرد از منابع زمین در حال کاهش است. ادامه‌ی این روند، بحرانی عظیم و کشمکش‌هایی را برای تصاحب منابع بیشتر به‌دنبال خواهد داشت. به همین دلیل محاسبه‌ی میزان اراضی مورد نیاز برای ادامه‌ی زندگی هر فرد یا به‌عبارتی سرانه‌ی هر فرد از منابع طبیعی جهت رفع نیازهای روزمره ضروری به نظر می‌رسد. از طرف دیگر برای کاهش فشار بر محیط باید میزان فشار را مشخص و آنگاه فرآیند برنامه‌ریزی برای کاهش آن را آغاز کرد. بنابراین آگاهی از وضع موجود و برنامه‌ریزی برای استفاده‌ی پایدار از منابع با رعایت حفظ تعادل بین انسان، فعالیت و محیط طبیعی، رویکرد جدیدی برای سنجش مسایل زیست‌محیطی است. در این راستا، علی‌رغم کاستی‌ها و دشواری‌های محاسبه، شاخص جاپای بوم‌شناختی می‌تواند ما را در بررسی میزان فشار و ظرفیت زیستی هر کشور یاری کند. از آنجا که در محاسبه‌ی جاپا از ضرایب معادل و بازدهی جهانی استفاده می‌کنیم، می‌توان با توجه با ظرفیت کل کره زمین و همچنین سایر کشورها، برنامه‌ریزی را به انجام رساند. همچنین با توجه به کاربرد گسترده‌ی این روش در تمام جوانب زندگی، از آن می‌توان به عنوان رویکردی نو در ارزیابی زیست‌محیطی استفاده

کرد. در دهکده‌ی جهانی امروز که تمام عناصر شهری و روستایی در ارتباط با یکدیگر و به نوعی وابسته به یکدیگر هستند و همچنین با توجه به اصل مکمل بودن مکان‌ها، برنامه‌ریزی اصولی برای آینده به منظور بقا و زیست مسالمت آمیز موجودات کره زمین ضروری است. در این راستا، جهت کاهش فشارهای اقتصادی، اجتماعی و طبیعی، باید به دنبال یافتن پاسخی برای سؤال‌هایی از قبیل زیر باشیم:

چه مقدار مراتع برای تغذیه‌ی دام جهت تولید لبنیات و گوشتی مصرفی انسان لازم است؟

چه مقدار اراضی کشاورزی برای تولید محصولات مورد نیاز انسان و حیوانات نیاز است؟

چه میزان نواحی دریایی برای تولید ماهی مصرفی نیاز است؟

چه مقدار از اراضی توسط منازل، باغات، میادین و پارک‌های شهری اشغال شده است؟

جهت تولید انرژی‌های مشابه انرژی‌های فسیلی، به چه مقدار اراضی جنگلی نیاز داریم؟

البته باید توجه داشت که ارزیابی کامل جاپای بوم‌شناختی علاوه بر منابع طبیعی و انرژی، تمام خدمات اجتماعی مانند بیمارستان‌ها، پلیس، دولت، آموزش و پرورش، کاربری‌های نظامی و مانند آن را نیز در بر می‌گیرد.

منابع

- 1- Albel,S., Braunschweg, A. and Muller-Wenk, R.(1990) Methodology for life cycle assessment based on ecological optimization. Bern: Bundesamt for Umwelt, Wald and Landschaft. Schriftenreihe Umwelt, Vol. 133.
- 2- Bagliani,Macro.Galli, Alessandro. Niccolucci,Valentina. Marchettini, Nadia Ecological footprint analysis applied to a sub-national area: the case of the province of siena(Italy).
- 3- Barrett, I, Scott, A. (2001). The ecological footprint: a metric for corporate sustainability. Corporate Environmental Strategy 8 (4), 316–325.
- 4- Bicknell, K.B, Ball, R.J, Cullen, R., Bigsby, H.R. (1998). New methodology for the ecological footprint with an application to New Zealand economy. Ecological Economics 27, 149–160.
- 5- Buitenkamp,M.,Venner, H. And Wams,T.(editors), (1993). 1033 Action Plan Sustainable Netherlands. Dutch Friends of the Earth .Amsterdam, the Netherlands.
- 6- Cheng, D.j, Xu, Z.-m, Ma, A.-q. (2002). The study of sustainable development of ecologically economic system in Qilian Mountains-A case of Qilian County Qinghai Province. Territory & Natural Resources Study (3), 3-5.
- 7- Cohen, J. E (1995). How Many People Can the Earth Support? W.W. Norton & Co, New York.
- 8- Costanza, R (2000). The dynamics of the ecological footprint concept ecological Economics 32, 341– 345.
- 9- Erb, K.H (2004). Actual land demand of Austria 1926–2000: avariation on ecological footprint assessments. Land Use Policy 21, 247–259.
- 10- Ferng, J. J (2001). Using composition of land multiplier to estimate ecological footprint associated with production activity. Ecological Economics 37, 159–172.
- 11- Ferng, J. J (2002). Toward a scenario analysis framework for energy footprints. Ecological Economics 40, 53–69.
- 12- Ferng, J. J (2005). Local sustainable yield and embodied resources in ecological footprint analysis—a case study on the required paddy field in Taiwan. Ecological Economics 53, 415–430.
- 13- Folke, C., Janssen, A., Larsson, J., Costanza, R (1997). Ecosystem appropriation by cities. Ambio 26, 167–172.
- 14- Friedland, A. J, Gerngross, T. U, Howarth, R.B (2003). Personal decisions and their impacts on energy use and the environment. Environmental Science and Policy 6, 175–179.
- 15- Herendeen, R. A (2000). Ecological footprint is a vivid indicator of indirect effects. Ecological Economics 32, 357–358.
- 16- Hofstetter, P (1991). Personal Energy and CO2 Balance. Second draft. Zurich.

- 17- Hubacek, K., & Jiljum, S. (2003). Applying physical input–output analysis to estimate land appropriation (ecological footprints) of international trade activities. *Ecological Economics*, 44(1), 137–151.
- 18- Jorgenson, K, & Andrew. (2003). Consumption and environmental degradation: a cross-national analysis of the ecological footprint. *Social Problems*, Vol. 50, No. 4. (pp. 374–394). University of California Press: Berkeley, CA.
- 19- Knaus, M, Löhr, D, O'Reganm, B (2006). Valuation of ecological impacts - a regional approach using the ecological footprint concept. *Environmental Impact Assessment Review* 26, 156–169.
- 20- Lewan, L (1999). Why human societies need sustainability analyses based on biophysical assessments. *Ecological Economics* 29, 57–60.
- 21- Li Hong, Zeng Pei Dong, He Chunyu, Wang Gang, (2006). Evaluating the effects of embodied energy in international trade on ecological footprint in china
- 22- Loh, J. (Ed.) (2002). *Living Planet Report (2002)*. World-Wide Fund for Nature International (WWF), Gland, Switzerland.
- 23- McDonald, Garry w., Patterson, Murray G, (2004). Ecological Footprints and interdependencies of New Zealand regions.
- 24- Meadows, d, Meadows, d, Randers, J (1992). *Boyond the Limits*. Chelsea Green Publishing co, Post Mills, Vermont, USA.
- 25- Moffatt, I. (2000). Ecological footprints and sustainable development. *Ecological Economics*, 32(3), 359–362.
- 26- Monfreda, C, Wackernagel, M, Deumling, D (2004). Establishing national natural capital accounts based on detailed ecological footprint and biological capacity assessments. *Land Use Policy* 21, 231–246.
- 27- Odum, H. T (1994). *Ecological and General Systems*, revised edition. University of Colorado Press, Bulder.
- 28- Rosa, E. A, York, R, & Dietz, T (2004). Tracking the anthropogenic drivers of ecological impacts. *Ambio: A Journal of the Human Environment*, 33(8), 509-512.
- 29- Rees, W.E (1996). Revisiting carrying capacity: area-based indicators of sustainability. *Population and Environment* 17 (3), 195–215.
- 30- Van Kooten, G.C., Bulte, E. H (2000). The ecological footprint-useful science or politics? *Ecological Economics* 32, 385–389.
- 31- Wackernagel, M., & Rees, W. E. (1996). *Our ecological footprint: Reducing human impact on the earth*. Gabriola Iisland, BC: New Society Publishers.
- 32- Wackernagel, M., Monfreda, C, Erb, K.-H, Haberl, H, Schulz, N. B. (2004). Ecological footprint time series of Austria, the Philippines, and South Korea for 1961–1999: Comparing the conventional approach to an actual land area approach. *Land Use Policy*, 21(3), 261–269.

- 33- Wackernagel, M., Onisto, L., Bello, P., Callejas Linares, A., López Falfán, I.S., Méndez Garcéa, J., Suárez Guerrero, A.I., Suárez Guerrero, M.G (1999) b. National natural capital accounting with the ecological footprint concept. *Ecological Economics* 29.
- 34- Wackernagel, M, Onisto, L, Bello, P, Callejas Linares, A., Lopez Warren-Rhodes, K, Sadovy, Y., & Cesar, H. (2003). Marine ecosystem appropriation in the Indo-Pacific: A case study of the live reef fish food trade. *Ambio: A Journal of the Human Environment*,32(7), 481-488
- 35- Whittaker, R. H (1975). *Communities and Ecosystems*, MacMillan Publishing New York.
- 36- Wilson, Jeffrey (2005). *Ecological Footprints of Canadian Municipalities and Regions*. The Canadian Federation of Canadian Municipalities.
- 37- WWF International (2006). *Living Planet Report*, center for Sustainability Studies, Switzerland.
- 38- www.iclei.org/ICLEI/ecofoot.htm
- 39- Xiao-dong ,KOU. LI Guang-jun, WANG Qing, YANG Lin, XUE Hui-feng Application Research of Ecological Footprint: Time Sequence and Comparative Analysis of Selected Chinese Cities.
- 40- ICLEI International Council for Local Environmental Initiatives.