نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی
جلد هفتم، شماره اول، ۱۳۹۷
۱۰۹-۱۲۳
http://ejang.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejang.2019.8542.1246

ارزیابی موجودی منابع اطلاعاتی در ایران برای نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم در راستای برنامه‌ریزی مکانی و مدیریت سرزمین

***زهرا اسدالهی[۱]، عبدالرسول سلمان‌ماهینی[۲]، سید حامد میرکریمی[۳] و مژگان‌السادات عظیمی[۴]**

[۱]دانشجوی دکتری ارزیابی و آمایش محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]دانشیار گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۳]استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۴]استادیار گروه مرتعداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۰۷/۲۸

چکیده

سابقه و هدف: با هدف یکپارچه‌سازی مفهوم خدمات اکوسیستم در مباحث برنامه‌ریزی مکانی سرزمین، ارزیابی اثرات توسعه، انتخاب مناطق حفاظتی و نیز حرکت به سوی بحث پرداخت برای خدمات اکوسیستم یکی از اولین سوالاتی که باید به آن پاسخ داد این است که چگونه می‌توان خدمات اکوسیستم را از نظر مکانی تجسم نمود و برای این کار چه اطلاعاتی در ایران موجود و مورد نیاز است؟ نقشه‌های خدمات اکوسیستم ابزار مهمی برای تصمیم‌گیران هستند و آن‌ها را قادر می‌سازند تا به شکل مکانی نواحی دارای ارزش حفاظتی به‌علت عرضه زیاد خدمات را شناسایی کنند. از طرف دیگر به‌منظور دستیابی به توسعه پایدار باید دقیقاً مشخص نمود چه خدماتی و در کجا تولید می‌شوند تا بدین‌وسیله سطح عرضه خدمات را بتوان مدیریت و پایش نمود. در این پژوهش روش‌ها و نوع داده‌های مورد استفاده در نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم و شرایط ایران در این خصوص بررسی می‌شود. نکته مهم در شرایط کنونی ایران این است که برای نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم چه اطلاعاتی مورد نیاز است و از این اطلاعات کدامیک در دسترس و موجود هستند و کدامیک موجود نیستند تا پژوهشگران سعی نمایند خلاء آن‌ها را برطرف نمایند.

مواد و روش‌ها: با هدف مرور منابع اطلاعاتی در نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم در ایران، چارچوبی تحلیلی بر پایه چندین معیار تدوین شد تا به‌وسیله آن روش‌های نقشه‌سازی و لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده تجزیه و تحلیل شود. معیارها شامل انواع خدمات اکوسیستم مورد بررسی (فراهم‌سازی، تنظیمی، فرهنگی، زیستگاهی)، میزان دسترسی منابع داده (اولیه و ثانویه)، نوع داده‌ها (داده‌های اکولوژیک، اقتصادی- اجتماعی و یا ترکیبی از هر دو) و در نهایت روش‌های نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم است.

* مسئول مکاتبه: z_asadolahi@yahoo.com

یافته‌ها: نتایج بررسی نشان داد که مطالعات صورت گرفته در ایران که به کمی‌سازی و در برخی موارد نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم منتهی شده است، پراکنده و بدون چارچوب ساختاری مشخص هستند. بیش‌ترین منابع داده مورد استفاده شامل متغیرهای پوشش اراضی، توپوگرافی و شاخص‌های پوشش گیاهی بود که اغلب در دسترس هستند. مقیاس بیش‌تر این نقشه‌ها ۱:۵۰۰۰۰، در مواردی ۱:۱۰۰۰۰۰ و یا به اجبار ۱:۲۵۰۰۰۰ با اندازه سلول و سیستم مختصات متفاوت است که فرایند نقشه‌سازی را با مشکل مواجه می‌سازد. نتایج نشان داد که در ایران تاکنون مطالعه‌ای با هدف نقشه‌سازی خدمات تنظیمی مانند گرده‌افشانی و کنترل زیستی انجام نشده است.

نتیجه‌گیری: برای حرکت از مباحث بنیادین و نظری مدیریت کاربری اراضی تا نقشه‌سازی کاربردی خدمات اکوسیستم، داده‌های مکانی مورد نیاز است. بنابراین، باید مطالعات میدانی هدف‌دار و با مقیاس مناسب برای دستیابی به این هدف طراحی شود تا بر اساس پایگاه داده مناسب و منسجم تهیه شده بتوان این نقشه‌ها را با صحت نسبی قابل‌قبول تولید نمود.

واژه‌های کلیدی: خدمات اکوسیستم، مدیریت کاربری اراضی، نقشه‌سازی

مقدمه

اکوسیستم‌ها خدمات متفاوتی برای جامعه فراهم می‌سازند که به نوبه خود در رفاه و تندرستی افراد و ثروت اقتصادی مؤثر است (۳۷). مفهوم خدمات اکوسیستم در دهه‌های اخیر مورد توجه زیادی قرار گرفته است. نوآوری و ابتکاراتی مانند سیستم‌های طبقه‌بندی خدمات اکوسیستم در سطح بین‌المللی مانند پایش اکوسیستم هزاره (MEA)[1] از آن جمله‌اند. با هدف یکپارچه‌سازی مفهوم خدمات اکوسیستم در مباحث برنامه‌ریزی مکانی سرزمین و مدیریت کاربری اراضی و نیز ارزیابی اثرات توسعه و انتخاب مناطق حفاظتی و حرکت به‌سوی بحث پرداخت برای خدمات اکوسیستم[2]، یکی از اولین سوالاتی که باید به آن پاسخ داد این است که چگونه می‌توان خدمات اکوسیستم را از نظر مکانی تجسم نمود و نقشه‌سازی کرد؟

نقشه‌های خدمات اکوسیستم ابزار مهمی برای تصمیم‌گیران هستند و آن‌ها را قادر می‌سازند تا به شکل مکانی نواحی دارای ارزش حفاظتی به‌علت عرضه زیاد خدمات را شناسایی کنند (٤). از طرف دیگر به‌منظور دستیابی به توسعه پایدار باید دقیقاً مشخص نمود چه خدماتی و در کجا (در مقیاس‌های مکانی مختلف محلی، سیمای سرزمین، منطقه، کشور، قاره و جهانی) تولید می‌شوند تا بدین‌وسیله سطح عرضه خدمات را بتوان مدیریت و پایش نمود (۳٦). باید توجه داشت که اگر هدف حفظ اکوسیستم و بهره‌برداری پایدار از سرمایه طبیعی باشد، عرضه خدمات مختلف اکوسیستم باید با میزان تقاضای جامعه مطابقت داشته باشد. عرضه و تقاضای خدمات ممکن است از نظر جغرافیایی مختلف باشد (۱۳). مدیریت این ناهمگنی مکانی مستلزم نقشه‌های عرضه و تقاضای خدمات اکوسیستم است. از این‌رو، نقشه‌سازی ابزار مفیدی برای نمایش عدم تطابق مکانی میان عرضه و تقاضا است که خود در تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی مکانی سرزمین مؤثر است (۸). تغییر کاربری اراضی یکی از مهم‌ترین عوامل تغییر خدمات اکوسیستم در جهان شناخته شده است که رفاه انسانی را تحت‌تأثیر قرار داده و بقای سایر گونه‌ها را تهدید می‌کند (۲٦). از این‌رو، پیش‌بینی اثرات تغییر کاربری اراضی بر خدمات اکوسیستم

1- Millennium Ecosystem Assessment (MA)
2- Payment for Ecosystem Services

به‌عنوان یک نیاز اساسی در مدیریت سرزمین شناخته شده است که نیازمند نقشه‌های خدمات اکوسیستم است. با توجه به مقدمه ذکر شده در زمینه اهمیت بالای نقشه‌های خدمات اکوسیستم در مباحث تصمیم‌گیری مدیریت سرزمین، افزایش روزافزون در تعداد مطالعاتی که به نقشه‌سازی توزیع مکانی خدمات اکوسیستم پرداخته‌اند، مشاهده می‌شود. تعدادی از مطالعات اخیر عرضه خدمات متعدد اکوسیستم را در مقیاس جهانی (۲٤)، قاره‌ای (۳۵)، ملی (۱۰) یا سطوح پایین‌تر (منطقه‌ای، سیمای سرزمین و محلی) (۲۷) نقشه‌سازی کرده‌اند. تعداد کمی از مطالعات تقاضای خدمات اکوسیستمی را نقشه‌سازی کرده‌اند (۲۵). هم‌زمان با توسعه مفهوم خدمات اکوسیستم نرم‌افزارهایی توسعه یافته است که از یک طرف اطلاعاتی در مورد عرضه مکانی خدمات اکوسیستم در قالب نقشه در اختیار تصمیم‌گیران قرار می‌دهند و از طرف دیگر اثرات مدیریت کاربری اراضی را بر خدمات بررسی می‌کنند که در این میان می‌توان به نرم‌افزار یکپارچه ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستم و همکنشی میان خدمات، InVEST[1] اشاره نمود که توسط پروژه سرمایه طبیعی[2] توسعه یافته است. نرم‌افزار InVEST شامل مجموعه‌ای از مدل‌های مجزا است که هر یک به نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم و تغییرات آن‌ها با توجه به تغییر کاربری اراضی می‌پردازد.

پژوهش‌های اندکی در ایران با عنوان نقشه‌سازی خدمات چندگانه اکوسیستم در راستای برنامه‌ریزی مکانی و مدیریت سرزمین انجام شده است که از آن جمله می‌توان به زرندیان و همکاران (۲۰۱۷) و اسدالهی و همکاران (۲۰۱۸) اشاره نمود (۳ و ۳۸). مطالعه مبرقعی و همکاران (۱۳۸۹) با هدف ارزش‌گذاری اقتصادی برخی خدمات اکوسیستمی با کمی‌سازی و نقشه‌سازی آن‌ها همراه بوده است (۲۲). هم‌چنین، موسوی و ارزانی (۱۳۹۳) به برآورد ارزش اقتصادی خدمت تنظیم آب در اکوسیستم‌های مرتعی البرز مرکزی پرداخته‌اند (۲۳). مطالعات صورت گرفته در کشور ایران با سایر اهداف که به کمی‌سازی و در برخی موارد نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم منتهی شده است، پراکنده و بدون چارچوب ساختاری مشخص هستند که لزوم بررسی بیش‌تر در این زمینه را می‌طلبد. در این مطالعه روش‌ها و نوع داده‌های مورد استفاده در نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم و شرایط ایران در این خصوص بررسی می‌شود. نکته مهم در شرایط کنونی ایران این است که برای نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم چه اطلاعاتی مورد نیاز است و از این اطلاعات کدامیک در دسترس و موجود هستند و کدام‌یک موجود نیستند تا پژوهشگران سعی نمایند خلاء آن‌ها را برطرف نمایند. از مفاهیم اصلی مورد استفاده در این مطالعه می‌توان به خدمات اکوسیستم و تعاریف عرضه و تقاضای خدمات اکوسیستم و اطلاعات لازم برای نقشه‌سازی آن‌ها اشاره نمود که در ادامه مورد توجه قرار می‌گیرد.

در چارچوب پیشنهادی MA به‌عنوان اولین سیستم ارزیابی اکوسیستم در مقیاس کلان، اکوسیستم‌ها از منظر خدماتی که برای جامعه فراهم می‌سازند، دیده شده و خدمات اکوسیستم منافعی هستند که افراد به شکل مستقیم یا غیرمستقیم از اکوسیستم به‌دست می‌آورند و با هدف ایجاد ارتباط بین خدمات اکوسیستم با رفاه انسانی آن‌ها را در چهار طبقه فراهم‌سازی[3]، حمایتی[4]، تنظیمی[5] و فرهنگی[6] دسته‌بندی می‌کند (۲۰). در طبقه‌بندی برنامه مطالعه اقتصاد اکوسیستم‌ها و تنوع زیستی (TEEB)، ۲۲ خدمت اکوسیستمی در چهار طبقه قرار دارند که علاوه بر سه طبقه خدمات فراهم‌سازی، تنظیمی و

1- Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoff
2- /http://www.naturalcapitalproject.org/InVEST.html

3- Providing
4- Supporting
5- Regulating
6- Cultural

فرهنگی ارائه شده توسط پایش اکوسیستم هزاره، یک طبقه جدید، خدمات زیستگاهی، نیز در آن معرفی شده است (جدول ۱). یک اختلاف عمده طبقه‌بندی تیب، حذف خدمات حمایتی و قرارگیری آن به‌عنوان زیرمجموعه فرایندهای اکولوژیک است. در عوض، خدمات زیستگاهی به‌عنوان یک طبقه مجزا با هدف بیان اهمیت اکوسیستم‌ها در فراهم‌سازی زیستگاه اکثریت گونه‌ها مطرح شده است.

جدول ۱- طبقه‌بندی TEEB از خدمات اکوسیستم (۳۷).

Table 1. Classification of Ecosystem Services.

خدمات فراهم‌سازی (Providing Services)	
۱	غذا (ماهی، شکار، میوه)
۲	آب (برای آشامیدن، آبیاری، خنک‌سازی)
۳	مواد خام (فیبر، چوب، کود، علوفه)
٤	منابع ژنتیکی (برای اهداف پزشکی و بهبود محصول)
٥	منابع دارویی (محصولات بیوشیمیایی)
٦	منابع تزیینی (گیاهان زینتی، حیوانات دست‌آموز)
خدمات تنظیمی (Regulating Services)	
۷	تنظیم کیفیت هوا
۸	تنظیم اقلیم
۹	تعدیل وقایع شدید (جلوگیری از سیل و حمایت در مقابل طوفان)
۱۰	تنظیم جریان آب (زهکشی طبیعی، آبیاری وجلوگیری از خشکسالی)
۱۱	تصفیه مواد زائد (تصفیه آب)
۱۲	جلوگیری از فرسایش
۱۳	حفظ حاصلخیزی خاک (تشکیل خاک)
۱٤	گرده‌افشانی
۱٥	کنترل زیستی (کنترل آفات و بیماری‌ها، انتشار بذر)
خدمات زیستگاهی (Habitat Services)	
۱٦	حفظ چرخه زندگی گونه‌های مهاجر
۱۷	حفظ تنوع ژنتیکی (حفظ سرمایه ژنتیکی)
خدمات فرهنگی (Cultural Services)	
۱۸	اطلاعات زیبایی‌شناختی
۱۹	فرصت‌هایی برای تفریح و گردشگری
۲۰	منبع الهام برای فرهنگ، هنر و طراحی
۲۱	تجربه معنوی و روحی
۲۲	اطلاعات برای افزایش شناخت

عرضه[1] خدمات اکوسیستم عبارت است از ظرفیت و توان یک منطقه برای تولید مجموعه‌ای از خدمات اکوسیستم در طول یک دوره زمانی معین با توجه به تقاضای افراد (٦). بسته به ویژگی‌های اکوسیستم (ساختار اکوسیستم) سطح عرضه خدمات تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد. تقاضای[2] خدمات اکوسیستمی، میزان

1- Supply

2- Demand

نیاز انسان به یک خدمت ویژه است. به‌عبارت دیگر مجموع خدمات اکوسیستم که در یک منطقه مشخص در بازه زمانی معین در حال استفاده یا مصرف است، تقاضای خدمات اکوسیستم خوانده می‌شود (٦).

مواد و روش‌ها

با هدف مرور منابع اطلاعاتی در نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم در ایران، چارچوبی تحلیلی بر پایه چند معیار تدوین شد تا به‌وسیله آن روش‌های مختلف نقشه‌سازی و لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده مورد تجزیه و تحلیل و مقایسه قرار گیرند (جدول ۲). معیارها شامل انواع خدمات اکوسیستم مورد بررسی (فراهم‌سازی، تنظیمی، فرهنگی، زیستگاهی)، میزان دسترسی منابع داده (اولیه و ثانویه)، نوع داده‌ها (داده‌های اکولوژیک، اقتصادی-اجتماعی و یا ترکیبی از هر دو) و در نهایت روش‌های نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم است. به‌منظور بررسی مطالعات خدمات اکوسیستم از پایگاه اطلاعات نشریات کشور[1] و پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی[2] استفاده شد. در ادامه با مرور منابع خارجی داده‌های مورد نیاز برای نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم بررسی شد و در مقایسه با مطالعات داخلی مورد بحث قرار گرفت.

جدول ۲- معیارهای مورد استفاده در جهت طبقه‌بندی مطالعات انجام‌شده با هدف کمی‌سازی و نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم.

Table 2. Criteria used to classify studies carried out with the aim of quantification and mapping of ecosystem services.

معیار Criteria	طبقات مورد بررسی Checking Classes	توضیحات Description
نوع خدمات اکوسیستم	فرهنگی	✓ منافع ملموس و ناملموس ناشی از ارتباط بین انسان و اکوسیستم مانند تفریح، زیبایی منظر و مانند آن
	فراهم‌سازی	✓ محصولاتی که مستقیماً از اکوسیستم به‌دست می‌آیند مانند آب، غذا، فیبر
	تنظیمی	✓ مشخصه‌های ناشی از اکوسیستم که شرایط محیط زیستی برای زیست انسان را تنظیم می‌کند (تنظیم اقلیم، چرخه‌های هیدرولوژیک، کیفیت آب)
	زیستگاه	✓ زیستگاه، هر آن‌چه را که یک گونه گیاهی یا جانوری برای بقا نیاز دارد فراهم می‌سازد
میزان دسترسی به منابع داده	داده اولیه	✓ نقشه‌های حاصل از نمونه‌برداری و کار میدانی (داده‌های میدانی، پیمایش، مصاحبه یا سرشماری)
	داده ثانویه	✓ نقشه‌های حاصل از اطلاعات موجود که توسط کار میدانی تایید نشده‌اند (داده‌های کارتوگرافیک، داده‌های سنجش از دور، توپوگرافی، هیدرولوژیک و اقلیمی)
انواع داده	داده زیست‌فیزیکی	✓ داده‌های پوشش اراضی، سنجش از دور، توپوگرافیک، هیدرولوژیک و اقلیم
	داده اقتصادی اجتماعی	✓ نقشه جاده، جمعیت، عکس‌ها و داده‌های سرشماری
	منابع ترکیبی	✓ پایگاه داده (آمار و ارقام جهانی، گزارش‌های فائو، فهرست کتب، پیمایش و داده‌های میدانی)

1- www.magiran.com
2- www.sid.ir

نتایج و بحث

مجموعه مقالات مورد بررسی در مطالعات داخلی در جدول ۳ قابل مشاهده است. مطالعات انجام شده با اهداف مختلف بیانگر سیمای کلی از روش کمی‌سازی و نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم در مطالعات داخلی نشان می‌دهد. در بیش‌تر مطالعات کمی‌سازی خدمات اکوسیستم به شکل غیرنقشه‌ای انجام شده است و نمایش مکانی به شکل نقشه کم‌تر مشاهده می‌شود. نقشه‌سازی خدمات تنظیمی شامل خدمات آب‌شناختی در حوزه آبخیزداری و خدمت فراهم‌سازی تولید غذا در حوزه کشاورزی بیش از سایر خدمات مورد توجه قرار گرفته است. همان‌طور که مشاهده می‌شود مطالعه‌ای با هدف نقشه‌سازی خدمات تنظیمی مانند گرده‌افشانی و کنترل زیستی انجام نشده است.

بیش‌ترین منابع داده مورد استفاده شامل متغیرهای پوشش اراضی، توپوگرافی و شاخص‌های پوشش گیاهی است که در دسترس هستند. مقیاس بیش‌تر این نقشه‌ها ۱:۵۰۰۰۰، در مواردی ۱:۱۰۰۰۰۰ و یا به اجبار ۱:۲۵۰۰۰۰ با اندازه سلول و سیستم مختصات متفاوت است که نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم را با مشکل مواجه می‌سازد. تعداد کمی از مطالعات از داده‌های اولیه حاصل از مشاهدات و اندازه‌گیری‌ها استفاده نموده و داده‌های کاربری و پوشش اراضی به‌عنوان شاخص‌های خدمات اکوسیستم به‌کار رفته‌اند. بیش‌تر موارد نقشه‌سازی مبتنی بر داده‌های ثانویه است و گاهی وابسته به میزانی از داده‌های اولیه برای اجرای مدل است که در مورد خدمات آب‌شناختی (تنظیم آب و نگهداشت خاک) با توسعه مدل، قابلیت اجرا در سایر نواحی با شرایط محیطی مشابه را دارد.

انتخاب رویکرد روشمند برای نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم وابسته به داده است. استفاده مکرر از داده‌های ثانویه و به‌کارگیری فنون مدل‌سازی ساده با توجه به محدودیت‌های زمان، داده یا بودجه به ساده‌سازی بیش از حد منجر شده است، همان‌طور که در مورد نقشه‌سازی خدمات زیستگاهی در مطالعات داخلی قابل‌مشاهده است ساده‌سازی بیش از حد گاهی اوقات می‌تواند فرایند تصمیم‌گیری را گمراه نماید. نقشه‌سازی خدمات فرهنگی کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است که لزوم مطالعات بیش‌تر در این زمینه را می‌طلبد. به‌طور خلاصه، تعداد کمی از مطالعات، پایه‌ای دقیق و صحیح برای نقشه‌سازی تهیه کرده‌اند. در ادامه با مرور مطالعات انجام‌شده در سطح جهان، داده‌های اصلی مورد نیاز به‌منظور نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم مورد توجه قرار گرفته و در مقایسه با مطالعات داخلی انجام شده مورد بحث قرار می‌گیرد.

خدمات فراهم‌سازی

- **غذا**: نقشه‌سازی خدمت تولید غذا از گیاهان کشت‌شده و حیوانات اهلی غالب با استفاده از داده‌های کاربری اراضی با حد تفکیک و بزرگنمایی پایین همراه با آمار کشاورزی انجام می‌شود. البته، باید توجه داشت که داده‌های کاربری اراضی به‌طورکلی بزرگنمایی مکانی مناسب و کافی برای نقشه‌سازی نوع محصول و احشام را ندارد. تعداد کمی مطالعه نقشه‌سازی تفصیلی کالا را از طریق پیوند مدل‌های کشاورزی با لایه‌های کاربری اراضی، خاک و متغیرهایی اقلیمی انجام داده‌اند (۵). برای بیان سطح تولید غذا واحدهای مختلفی از واحد دوگانه (باینری) گرفته تا کیلوکالری/ هکتار/ سال استفاده می‌شود. مکان‌یابی مناطق مستعد کشت دیم و آبی محصولات زراعی در مطالعات داخلی را می‌توان به نوعی نقشه‌سازی این خدمت محسوب نمود. روش‌های نقشه‌سازی بیش‌تر به روش فائو و ارزیابی چندمعیاره مکانی با داده‌های ثانویه منتهی می‌شود (۱۱، ۱٤ و ۱۷).

- **آب**: نقشه‌سازی خدمت تولید آب نیازمند مدل‌ها و شاخص‌هایی است که حجم آب تولیدی موجود برای استفاده‌های مصرفی را در یک واحد مکانی مانند حوضه رودخانه تخمین بزند. مدل‌ها و شاخص‌ها در مقیاس حوضه آبخیز با در نظر گرفت عامل‌های بارش، تبخیر و تعرق بالقوه و بالفعل، پوشش اراضی و آب خاک (۳۹) تا مدل‌های پیچیده آب‌شناختی متغیر است. مدل‌های ساده در مقیاس حوضه آبخیز وقتی که داده‌های پوشش اراضی و زیست‌فیزیکی تفصیلی (اقلیم، خاک و هیدرولوژیک) محدود باشند، بسیار مناسب هستند که در مطالعات داخلی نیز قابل مشاهده است.

- **منابع ژنتیکی، دارویی و تزیینی**: با وجود اهمیت مواد زیستی برای تامین کالاهای ژنتیکی، دارویی و تزیینی، مطالعات اندکی از نقشه‌سازی گیاهان دارویی وجود دارد (۷). متأسفانه در این زمینه در مطالعات داخلی موردی مشاهده نشد.

خدمات زیستگاهی

- **حفظ چرخه زندگی**: خدمت اکوسیستمی حفظ چرخه زندگی با توجه به تعریف TEEB (۲۰۱۰) عبارت است از آن دسته ویژگی‌های محیط زیست‌فیزیکی که چرخه زندگی گونه‌ها را حمایت می‌کند (۳۷). نقشه‌سازی این خدمت با مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه برای یک گونه امکان‌پذیر است. داده‌های وروری برای مدل‌های مطلوبیت زیستگاه شامل توزیع گونه‌ها، ویژگی‌های خاک، متغیرهای اقلیمی و توپوگرافیک، کاربری/ پوشش اراضی است. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه شامل رویکردهای متفاوت از مدل‌های پیچیده آماری تا شاخص‌های ترکیبی ساده‌تر است. در مطالعات داخلی این خدمت در قالب ارزیابی مطلوبیت زیستگاه مورد توجه قرار گرفته است (۳٤).

- **حفظ تنوع ژنتیکی**: این خدمت در قالب نقشه‌سازی نقاط داغ تنوع زیستی پیشینه نسبتاً طولانی در علوم مدیریت و برنامه‌ریزی حفاظت دارد. تاکنون مطالعات داخلی صریحاً به نقشه‌سازی حفظ تنوع ژنتیکی نپرداخته‌اند و روش‌های مورد استفاده برای نقشه‌سازی تنوع زیستی، زیستگاه گونه‌ها و مناطق تحت حفاظت در این زمینه مورد توجه است. از روش‌های مورد استفاده در انتخاب و اولویت‌بندی مناطق تحت حفاظت می‌توان کاربرد الگوریتم مذاب‌سازی شبیه‌سازی‌شده (۱۹) و مدل کپس[1] (۳۲) را نام برد. نقشه پراکنش جانوران از داده‌های ورودی مورد نیاز است که در مورد اغلب گونه‌ها موجود نیست و باید تهیه شود.

خدمات تنظیمی

- **کنترل فرسایش**: کنترل فرسایش از آن‌دسته خدماتی است که معمولاً نقشه‌سازی می‌شود. با اندازه‌گیری این خدمت، توان زمین‌سیما یا حوزه آبخیز در حفظ خاک را می‌توان تخمین زدکه در کل تابعی از پوشش گیاهی، توپوگرافی و قابلیت فرسایش خاک است. مطالعات بسیاری از مدل‌سازی و نقشه‌سازی کنترل فرسایش وجود دارد برای مثال اگو و همکاران (۲۰۰۸) و نلسون و همکاران (۲۰۰۹) را می‌توان نام برد (۱۰ و ۲۷). در مطالعات داخلی با هدف کمی‌سازی این خدمت به‌عنوان مثال از مدل‌های مدل WEPP (۲) درحوضه‌های فاقد آمار و اطلاعات استفاده شده است، مدل‌های SWAT و Wetspa دو مدل با ماهیت آب‌شناختی و با قابلیت شبیه‌سازی فرسایش و رسوب هستند که هماهنگی آن‌ها با GIS بر کارایی آن‌ها افزوده است (۱).

1- Conservation Assessment and Prioritization System (CAPS)

- **تعدیل وقایع شدید**: این خدمت معمولاً با مدل‌سازی توان انواع مختلف کاربری اراضی/ پوشش اراضی در کاهش ریسک سیلاب داخلی تخمین زده می‌شود. متداول‌ترین تلاش‌ها در نقشه‌سازی تعدیل سیلاب استفاده از شاخص‌هایی برای تخمین ظرفیت محاسبه شده نگهداری آب به‌عنوان تابعی از پوشش گیاهی دائمی و نوع خاک است. روش‌های پیچیده‌تر برای پیش‌بینی بزرگی سیلاب، اطلاعات رواناب، توپوگرافی، زمین‌شناسی، خاک، پوشش گیاهی و اعمال مدیریتی را به‌کار می‌گیرد (۲۵) که در مطالعات داخلی نیز مشاهده می‌شود (۱۸).

- **تنظیم اقلیم**: نقشه‌سازی خدمت تنظیم اقلیم معمولاً به شاخص‌های نماینده وابسته است. ساده‌ترین رویکرد نقشه‌سازی شاخص‌های مربوط، کمی‌سازی ذخایر کربن خشکی در پوشش گیاهی و خاک است. از مدل‌های پیچیده‌تر می‌توان به تخمین جریان کربن یا تغییر در ذخایر کربن به دنبال یک تغییر در کاربری اراضی یا مدیریت سرزمین اشاره کرد. مدل‌های پردازشی برای کمی‌سازی این خدمت بیش از سایر خدمات اکوسیستم به‌کار می‌روند. در ساده‌ترین سطح، روابط موجود میان تیپ‌های پوشش اراضی و ذخایر کربن برای تخمین کربن کل به‌کار می‌روند (۲۷) که با استفاده از اندازه‌گیری میدانی کربن کل پوشش اراضی مختلف و منابع مختلف (بیوماس سطح و زیرزمین، خاک و پوده) واسنجی می‌شوند. مدل‌های پیچیده‌تر تغییرات سالانه ذخیره کربن را با روابط میان خاک، اقلیم و رشد پوشش گیاهی شبیه‌سازی می‌کنند. یک رویکرد جایگزین برای نقشه‌سازی گردش کربن خشکی، تخمین تولید اولیه خالص (NPP) با تصاویر سنجش از دور است. این فن هنگام لزوم برای نقشه‌سازی تغییرات ذخایر کربن به‌کار رفته است (۲۹). مطالعات داخلی در زمینه ترسیب کربن تنها به بحث کمی‌سازی در مقیاس محلی پرداخته و مطالعات محدودی از نقشه‌سازی این خدمت می‌توان یافت (۲۸).

- **گرده‌افشانی**: فرایند گرده‌افشانی و اهمیت آن برای انسان‌ها به خوبی مطالعه شده است، اما این خدمت احتمالاً به‌خاطر نیاز به داده‌های با مقیاس محلی نقشه‌سازی نمی‌شود. استفاده از پوشش اراضی و کاربری اراضی، زیستگاه گرده‌افشان‌ها و محصولات کشاورزی متداول‌ترین رویکردها برای نقشه‌سازی این خدمت هستند (۷). در مطالعات داخلی تاکنون اقدامی در مورد نقشه‌سازی این خدمت صورت نگرفته است.

- **کنترل زیستی**: در مرور منابع تنها در یک مورد خدمت کنترل زیستی با داده‌های اولیه تراکم آفت نقشه‌سازی شده است (۳۳). بر اساس مرور منابع انجام شده، تاکنون مطالعه‌ای در این زمینه در ایران انجام نشده است.

خدمات فرهنگی

- **اطلاعات زیبایی‌شناختی**: خدمت اکوسیستمی اطلاعات زیباشناختی به‌عنوان لذتی که افراد از مناظر زیبای حاصل از مناطق طبیعی و زمین‌سیماها دریافت می‌کنند، اطلاق می‌شود (۳۷). نقشه‌سازی این خدمت از طریق پرسشنامه یا مصاحبه‌هایی بر روی ترجیحاً فردی یا از طریق نقشه‌سازی جذابیت‌های سیمای سرزمین انجام می‌شود. در زمینه نقشه‌سازی این خدمت مطالعات اندکی در ایران صورت پذیرفته است که داده‌های مورد استفاده برای نقشه‌سازی شامل موقعیت‌های در ارتباط با مناظر طبیعی مهم یا سایر ویژگی‌های زمین‌سیما است (۳۰).

- **فرصت‌هایی برای تفرج و اکوتوریسم**: از بین خدمات فرهنگی خدمت موردنظر بیش از سایرین در ایران نقشه‌سازی شده است به‌خاطر این‌که نسبتاً راحت کمی می‌شود و روش‌های زیادی برای محاسبه

ارزش آن‌ها وجود دارد. روش‌های مورد استفاده متنوع بوده اما اغلب مختص موقعیت مورد مطالعه هستند که به‌عنوان نمونه می‌توان به سلمان‌ماهینی و همکاران (۲۰۱۰) اشاره نمود. قابلیت دسترسی و پوشش اراضی متغیرهای مهمی از مدل‌های ارزیابی توان گردشگری هستند که این خدمت را اندازه می‌گیرند (۳۲).

- **اشتیاق برای فرهنگ و هنر**: مثال‌های اندکی از این خدمت اکوسیستمی در مرور منابع دیده شد که عمدتاً بر ارزش میراث فرهنگی تاکید داشته است و کیفی بوده‌اند. در این مورد نیز کاربری اراضی و پوشش اراضی داده‌های ورودی اولیه هستند (٤٠). در مطالعات داخلی کم‌تر نقشه‌سازی این خدمت مورد توجه قرار گرفته است.

نتیجه‌گیری

به‌منظور ادغام مفهوم خدمات اکوسیستم در مباحث تصمیم‌گیری مدیریت سرزمین، نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم به‌عنوان یکی از نیازهای عمده محسوب می‌شود. نقشه‌سازی هر یک از خدمات نیاز به برخی داده‌ها و اطلاعات پایه دارد که برای اغلب مناطق کشور ما وجود ندارد. برای مثال نقشه‌سازی خدمت ذخیره و ترسیب کربن نیازمند داده‌های میزان کربن موجود در چهار منبع ذخیره کربن شامل زیتوده روزمینی، زیتوده زیرزمینی، خاک و ماده آلی مرده است که متأسفانه مطالعات انجام شده در این راستا شامل اندازه‌گیری و مطالعات آزمایشگاهی در مقیاس محلی باقی‌مانده و هرگز ماهیت مکانی به خود نگرفته است. بنابراین، به‌کارگیری نتایج آن در مباحث برنامه‌ریزی مکانی و مدیریت سرزمین که اغلب در مقیاس منطقه‌ای صورت می‌پذیرد، غیرممکن است. همچنین، نواحی تولید کشاورزی به تفکیک گونه در نقشه کاربری اراضی در مقیاس منطقه‌ای موجود نیست و این امر فرآیند نقشه‌سازی را با مشکل مواجه می‌سازد. می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که کمبود داده‌های پایه، اصلی‌ترین مشکل نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم در کشور ایران محسوب می‌شود.

رهیافت‌های ترویجی

در حال حاضر کمی‌سازی و به‌کارگیری مفهوم خدمات اکوسیستم یکی از چالش‌های عمده علم برنامه‌ریزی کاربری اراضی و مدیریت سرزمین است. برای حرکت از مباحث بنیادین و نظری مدیریت اکوسیستم تا نقشه‌سازی کاربردی خدمات اکوسیستم، داده‌های مکانی مورد نیاز است. به‌منظور توسعه راهبردهایی برای حفظ موجودی خدمات اکوسیستمی در آینده، نقشه‌سازی نواحی کلیدی عرضه آن‌ها ضروری است و برنامه‌ریزی جهت تهیه پایگاه داده مناسب برای هر یک از خدمات اکوسیستم در کشور ایران به‌عنوان اولین قدم در این راه محسوب می‌شود. بنابراین، باید مطالعات میدانی هدف‌دار و با مقیاس مناسب منطقه‌ای برای دستیابی به این هدف طراحی شود. تلاش در جهت تهیه نقشه کاربری اراضی با واردسازی مناطق تحت کشت محصولات کشاورزی به تفکیک گونه، تهیه نقشه خاک‌شناسی با جزئیات کافی، برآورد مکانی از میزان ذخیره کربن در مقیاس منطقه‌ای و همچنین تهیه داده مکانی مربوط به پراکنش جانوران جزء موارد دارای اولویت در راستای تهیه پایگاه داده محسوب می‌شوند.

جدول ۳- برخی منابع مورد استفاده به‌عنوان نمونه در تحلیل کمی بر اساس معیارهای موردنظر.

Table 3. Some sources used as an example in quantitative analysis based on the desired criteria.

منبع Source	هدف مطالعه Goal of Study	نوع داده برای نقشه‌سازی Data Type for Mapping	روش کمی‌سازی Quantifying Method	واحد کمی‌سازی Quantifying Unit			نوع خدمت Type of Service	خدمت اکوسیستمی ESs
				زمان (سال)	حوزه آبخیز	مساحت (هکتار یا مقدار		
گریوانی، ۲۰۱۳	مکان‌یابی مناطق مستعد کشت دیم محصولات زراعی با روش FAO	نقشه‌های موضوعی توپوگرافی، شیب جهت، خاک‌شناسی (بافت، عمق، شوری)، اقلیم (بارش، دما)، فرسایش خاک، تصویر ماهواره‌ای ETM (کاربری اراضی و پوشش اراضی)	روابط علی و سببی روش فائو		•		فراهم‌سازی	تولید غذا
کاظمی پشت‌مساری و همکاران، ۲۰۱۳	مکان‌یابی اراضی مستعد جهت کشت کلزا در استان گلستان	لایه‌های اطلاعاتی اقلیم (دما، بارش)، توپوگرافی (ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت)، خاک‌شناسی (بافت، عمق، شوری، pH، ماده آلی، میزان عناصر غذایی خاک)	روابط علی و سببی روش فائو		•		فراهم‌سازی	تولید غذا
فیضی‌زاده و همکاران، ۲۰۱۳	پهنه‌بندی قابلیت کشت گندم دیم	لایه‌های اطلاعاتی اقلیم (نقشه‌های بارش و دما) توپوگرافی (شیب، ارتفاع)	ارزیابی چندمعیاره در محیط GIS		•		فراهم‌سازی	تولید غذا
کرمی و همکاران، ۲۰۱۲	ارزیابی توان حوضه آبخیز بابلرود برای مرتعداری	لایه‌های اطلاعاتی توپوگرافی (شیب، جهت، ارتفاع)، خاک (بافت، عمق، شرایط زهکشی)، شدت فرسایش و سنگ‌شناسی، تراکم پوشش درختی	کاربرد فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی		•		فراهم‌سازی	تولید علوفه
میرآخورلو و حسینی، ۲۰۰۶	تخمین مقدار علوفه مراتع (مطالعه موردی: حوضه آبخیز دماوند)	لایه‌های اطلاعاتی اقلیم (نقشه بارش، دما، تبخیر)، توپوگرافی (ارتفاع، شیب، جهت)، شاخص گیاهی NDVI	تهیه مدل برآورد تولید علوفه		•		فراهم‌سازی	تولید علوفه
کرمی و همکاران، ۲۰۱۲	ارزیابی توان اکولوژیکی حوضه آبخیز بابلرود برای جنگل‌داری	لایه‌های اطلاعاتی توپوگرافی(شیب، ارتفاع، جهت) پوشش گیاهی (تیپ و تراکم پوشش جنگلی)، خاک‌شناسی (بافت، عمق، شرایط زهکشی، شدت فرسایش)، زمین‌شناسی	کاربرد فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی		•		فراهم‌سازی	تولید چوب
داوری و همکاران، ۲۰۰۴	بررسی نتایج برآورد رسوب با استفاده از مدل اصلاح شده PSIAC (مطالعه موردی حوضه آبخیز نوژیان)	لایه‌های زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، اقلیم، رواناب، توپوگرافی (شیب)، پوشش اراضی، کاربری اراضی، وضعیت فعلی فرسایش، فرسایش خندقی (مدل BLM)	استفاده از مدل اصلاح شده PSIAC				تنظیمی	کنترل فرسایش
احمدی و همکاران، ۲۰۰۸	برآورد فرسایش و رسوب با استفاده از مدل WEPP (حوضه آبخیز باراریه نیشابور)	لایه‌های اطلاعاتی توپوگرافی (شیب و جهت و ارتفاع)، اقلیم (بارش، دما)، خاک‌شناسی (عمق خاک، میزان رس و ماسه، ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد سنگ و سنگریزه)، آبراهه، اطلاعات مربوط به مدیریت اراضی	استفاده از مدل WEPP			•	تنظیمی	کنترل فرسایش

ادامه جدول ۳-

Continue Table 3.

منبع Source	هدف مطالعه Goal of Study	نوع داده برای نقشه‌سازی Data Type for Mapping	روش کمی‌سازی Quantifying Method	واحد کمی‌سازی Quantifying Unit			نوع خدمت Type of Service	خدمت اکوسیستمی ESs
				زمان (سال)	حوزه آبخیز	مساحت (هکتار یا مقدار		
اکبری‌مجدر و بهره‌مند، ۲۰۱۳	مقایسه روش‌های شبیه‌سازی هدررفت خاک و تولید رسوب در مدل‌های SWAT و Wetspa	نقشه‌های مدل رقومی ارتفاع (شیب)، کاربری اراضی، خاک شناسی، داده‌های هواشناسی	استفاده از مدل‌های SWAT و Wetspa				تنظیمی	کنترل فرسایش و تنظیم رواناب
مشایخی و همکاران، ۲۰۱۰	ارزیابی اثر پوشش جنگلی در حفظ آب و کاهش رواناب (مطالعه موردی: حوضه آبخیز بافت)	لایه‌های اطلاعاتی توپوگرافی(شیب، ارتفاع)، خاک‌شناسی (گروه‌های هیدرولوژیک، رطوبت خاک)، کاربری اراضی، داده‌های بارش و سیلاب ساعتی	استفاده از مدل هیدرولوژیک بارش-رواناب HEC-HMS				تنظیمی	تنظیم سیلاب (براورد رواناب)
سرهنگ‌زاده و همکاران، ۲۰۱۱	مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گونه‌های حیات‌وحش در مناطق خشک	نقشه نقاط حضور گونه، نقشه متغیرهای مستقل محیط زیستی مانند درصد شیب، طبقات جهت، ارتفاع، اقلیم (خطوط هم‌دما)، تیپ پوشش گیاهی، منابع آب، واحدهای شکل زمین، متغیرهای توسعه انسانی (کاربری اراضی، جاده، روستا)	مدل تحلیل آشیان اکولوژیک (ENFA)		•		زیستگاهی	حفظ چرخه زندگی گونه‌های مهاجر
پرویزی، ۲۰۱۳	بررسی ظرفیت ترسیب کربن در خاک با تحلیل ناپارامتری عوامل فیزیکی و مدیریتی در دو کاربری جنگل و مرتع استان کرمانشاه	نقشه‌های مدل رقومی ارتفاع (شیب)، کاربری اراضی، خاک شناسی، داده‌های هواشناسی، نقشه‌های اقلیم (متوسط بارندگی، دما، تبخیر و تعرق و کلاس اقلیمی)، شیب، جهت و کاربری اراضی، متغیرهای خاک: بافت خاک، درصد اشباع، درصد آهک، درصد حجمی سنگریزه سطحی، متغیرهای مدیریتی در بخش مرتع: شدت چرا، تراکم تاج پوشش، گرایش مرتع؛ متغیرهای مدیریتی در بخش جنگل: جنگل تراشی، شدت چرا، تراکم زیراشکوب (درصد)، نقشه‌های شدت فرسایش خاک، تراکم دام (تعداد واحد دامی در هکتار)	مدل شبکه عصبی مصنوعی در نرم‌افزار NeuroSolution		•		تنظیمی	ترسیب کربن
فیروزی و همکاران، ۲۰۱۳	ارزیابی توان اکولوژیک منطقه نمونه گردشگری سد شهید عباسپور با تاکید بر توسعه پایدار گردشگری	نقشه‌های طبقه‌بندی شیب، جهت، ارتفاع، تیپ و تراکم پوشش گیاهی، خاک‌شناسی و اقلیم	بر اساس مدل اکولوژیکی تفرج گسترده و متمرکز مخدوم		•		فرهنگی	فرصت‌هایی برای تفریح و توریسم
سلمان‌ماهینی و همکاران، ۲۰۱۰	ارزیابی توان طبیعت گردی شهرستان بهشهر بر مبنای روش ارزیابی چندمعیاره با استفاده از GIS	نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، گسل، زمین لغزش، مناطق مسکونی، مناطق حفاظت‌شده، منابع آب (چشمه، چاه، قنات)، رودخانه و آبراهه، راه‌ها، اقلیم (بارش و دما)، نقشه کاربری اراضی، فرسایش‌پذیری خاک	ارزیابی چندمعیاره (MCE) بر اساس منطق فازی		•		فرهنگی	فرصت‌هایی برای تفریح و توریسم
سعیدی، ۲۰۱٤	ارزیابی کیفیت بصری و مدل‌سازی ارزش‌های زیباشناختی در طول مسیرهای پیاده‌روی آبخیز زیارت	تیپ پوشش گیاهی، تراکم پوشش گیاهی، تنوع تراکم پوشش گیاهی، اکوتون پوشش گیاهی، نقشه DEM و عارضه‌های طبیعی (آبشار و رودخانه)	بر اساس ارزیابی تخصصی (عینی) و ارزیابی ادراکی (ذهنی)		•		فرهنگی	اطلاعات زیباشناختی

منابع

1. Akbari, H., and Bahremand. A. 2013. Comparison of erosion and sediment simulation methods by SWAT and WetSpa models. J. Cons. Utili. Natur. Resour. 1: 4. 63-76. (In Persian)
2. Ahmadi, H., Jafari, M., Golkarian, A., Abrisham, E., and Laflen. J. 2008. Estimating water erosion and sediment using WEPP model (Case study of Bar-Erieh Watershed, Neyshabur). J. Pajouhesh and Sazandegi. 75: 161-172. (In Persian)
3. Asadolahi, Z., Salmanmahiny, A., Sakieh, Y., Mirkarimi, S.H., Baral, H., and Azimi, M. 2018. Dynamic trade-off analysis of multiple ecosystem services under land use change scenarios: Towards putting ecosystem services into planning in Iran. Ecological complexity, 36: 250-260.
4. Balvanera, P., Castillo, A., and MartÍnez-Harms, M.J. 2011. Ecosystem services in seasonally dry tropical forests. In Seasonally Dry Tropical Forests. Island Press/Center for Resource Economics, Pp: 259-277.
5. Bryan, B.A., Barry, S., and Marvanek, S. 2009. Agricultural commodity mapping for land use change assessment and environmental management: an application in the Murrayˆah‘‘Darling Basin, Australia. J. Land Use Sci. 4: 131-155.
6. Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., and Müller, F. 2012. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. Ecological Indicators, 21: 17-29.
7. Chen, N., Li, H., and Wang, L. 2009. A GIS-based approach form aping direct use value of ecosystem services at a county scale: Management implications. Ecological Economics, 68: 2768-2776.
8. Crossman, N.D., Burkhard, B., Nedkov, S., Willemen, L., Petz, K., Palomo, I., Drakou, E.G., Martín-Lopez, B., Mc Phearson, T., Boyanova, K., Alkemade, R., Egoh, B., Dunbar, M.B., and Maes, J. 2013. A blueprint for mapping and modeling ecosystem services. Ecosystem Services, 4: 4-14.
9. Davari, M., Bahrami, H, A., and Ghodoosi, J. 2004. Assessing the amount of sediment yield in watershed level using MPSIAC model (A case study in Nojian watershed). J. Pajouhesh and Sazandegi. 67: 88-103.
10. Egoh, B., Reyers, B., Rouget, M., Richardson, D.M., LeMaitre, D.C., and vanJaarsveld, A.S. 2008. Mapping ecosystem services for planning and management. J. Agric. Ecosyst. Environ. 127: 135-140.
11. Feizizadeh, B., Abdali, H., Rezaie, B., and Mohammadi, Gh. 2013. Zoning of susceptible area to rainfed wheat in the Eastern Azerbaijan province by Geospatial analysis of GIS. Agron. J. Pajouhesh and Sazandegi. 96: 75-91. (In Persian)
12. Firoozi, M.A., Goodarzi, M., Zarei, R., and Akbari, A. 2013. Evaluating the Ecological Capacity of Shahid Abbaspour Dam's Typical Tourism Region: Sustainable Tourism Development in Focus. J. Geograph. Sci. Appl. Res. 28: 153-176.
13. Fisher, B., Turner, R.K., and Morling, P. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. Ecological Economics, 68: 643-653.
14. Garivani, G. 2013. Determining suitable model for wheat cultivating in the Northern Khorasan province by GIS and RS. Iran. J. Field Crop Res. 11: 1. 1-12. (In Persian)
15. Karami, O., and Hosseini Nasr, S.M. 2012. Application of analytical hierarchy process and geographic information system in capability evaluation of Babolrood basin lands for range management. Iran. J. Range Des. Res. 1: 102-114. (In Persian)
16. Karami, O., Hosseini Nasr, S.M., Jalilvand, H., and Miryaghubzadeh, M. 2012. Ecological capability evaluation of Babolrood watershed using geographical information system. J. Wood For. Sci. Technol. 19: 1. 1-22. (In Persian)
17. Kazemi Poshtmasari, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Kamkar, B., Shataei, Sh., and Sadeghi, S. 2013. Agro ecological zoning of agricultural lands in Golestan province for canola cultivation by

Geographic Information System (GIS) and Analytical Hierarchy Process (AHP). Elec. J. Crop Prod. 5: 1. 123-139. (In Persian)
18. Mashayekhi, Z., Panahi, M., Karimi, M., Khalighi, Sh., Khoshsolat, F., and Bakhtiari, F. 2010. Effect of forest covers on water conservation and surface runoff reduction in Bazoft river basin. Iran. J. For. Pop. Res. 18: 3. 352-365. (In Persian)
19. Mehri, A., Salmanmahiny, A., Mirkarimi, H., and Rezaei, H. 2014. Use of optimization algorithms to priorities protected areas in Mazandaran Province of Iran. J. Nat. Cons. 22: 5. 462-470.
20. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
21. Mirakhorloo, Kh., and Hosseini, S.Z. 2006. Estimating rangelands yield using remote sensing data (Case study: Damavand region of Iran). J. Range Des. Res. 2: 127-138.
22. Mobarghei, N., Sharzei., Gh., and Ghoddoosi, J. 2010. The role of forest ecosystem in water conservation and estimating this value in Iranian Caspian forests (Case study: watershed number one in basin 45). Iran. J. For. 2: 3. 187-196. (In Persian)
23. Mousavi, A., and Arzani, H. 2014. Economic Valuation of Water Regulation Function by Central Alborz Rangeland Ecosystems. Iran. J. Ecohydrol. 1: 1. 11-16.
24. Naidoo, R., Balmford, A., Costanza, R., Fisher, B., Green, R.E., Lehner, B., Malcolm, T.R., and Ricketts, T.H. 2008. Global mapping of ecosystem services and conservation priorities. proceedings of the National Academy of Sciences, 105: 9495-9500.
25. Nedkov, S., and Burkhard, B. 2012. Flood regulating ecosystem services-Mapping supply and demand, in the Etropole municipality, Bulgaria. J. Ecol. Indicat. 21: 67-79.
26. Nelson, G.C., Bennett, E., Berhe, A.A., Cassman, K., DeFries, R.S., Dietz, T., Dobermann, A., and Zurek, M. 2006. Anthropogenic drivers of ecosystem change: an overview. Ecology and Society, 11: 2. 1-29.
27. Nelson, E., Mendoza, G., Regetz, J., Polasky, S., Tallis, H., Cameron, D.R., Chan, K.M.A., Daily, G.C., Goldstein, J., Kareiva, P.M., Lonsdorf, E., Naidoo, R., Ricketts, T.H., and Shaw, M.R. 2009. Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. Frontiers in Ecology and the Environment, 7: 4-11.
28. Parvizi, Y. 2013. Considering the potential of carbon sequestration in soil by non-parametric analysis of physical and managerial factors in two land use include forest and rangeland in Kermanshah province. J. For. Range. 93-94: 35-38. (In Persian)
29. Raudsepp Hearne, C., Peterson, G.D., and Bennett, E.M. 2010. Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes. Proceedings of the National Academy of Sciences, 107: 5242-5247.
30. Saidi, S. 2014. Evaluation of visual quality and modeling aesthetic values of walking roads of Ziarat watershed. M.Sc. Thesis. Gorgan university of agricultural science and natural recourses. 144p. (In Persian)
31. Salmanmahiny, A., Riazi, B., Naimi, B., Babaie, S., and Javadi Larijani, A. 2010. Evaluation of ecotourism potential in Behshahr city by multi criteria evaluation and GIS. J. Sci. Technol. Environ. 11: 1. 188-198. (In Persian)
32. Salmanmahiny, A., Rashidi, P., Makhdoum, M., Alizaehshabani, A., Mikaeili, A., and Varasteh, H. 2011. Systematic selection of conservational patches in Golestan province by CAPS method. J. Environ. Res. 1: 1. 1-12. (In Persian)
33. Sandhu, H.S., Wratten, S.D., Cullen, R., and Case, B. 2008. The future of farming: the value of ecosystem services in conventional and organic arable land. An experimental approach. Ecological Economics, 64: 835-848.

34. Sarhangzadeh, J., Yavari, A., Hemami, M., Jafari, H., and Shams Esfandabad, B. 2011. Habitat suitability modeling for wildlife in the arid lands, Case study: Wild goat in Kouh-e-Bafgh protected area. Arid Biom. Sci. Res. J. 1: 3. 39-49. (In Persian)
35. Schulp, C.J.E., Alkemade, R., Goldewijk, K., and Petz, K. 2012. Mapping ecosystem functions and services in Eastern Europe using global-scale datasets. Inter. J. Biodiv. Sci. Ecosyst. Serv. Manage. 8: 1-13.
36. Tallis, H., Lester, S.E., Ruckelshaus, M., Plummer, M., McLeod, K., Guerry, A., Andelman, S., Calwell, M.R., Conte, M., and Copps, S. 2011. New metrics for managing and sustaining the oceans bounty. Mar Policy, 36: 1. 1-4.
37. TEEB. 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations. In: PushpamKumar (Ed.), Earth scan, London and Washington. 32p.
38. Zarandian, A., Baral, H., Stork, N.E., Ling, M.A., Yavari, A.R., Jafari, H.R., and Amirnejad, H. 2017. Modeling of ecosystem services informs spatial planning in lands adjacent to the Sarvelat and Javaherdasht protected area in northern Iran. Land Use Policy, 61: 487-500.
39. Zhang, L., Dawes,W.R., and Walker, G.R. 2001. Response of Mean Annual Evapotranspiration to vegetation changes at Catchment Scale. J. Water Resour. Res. 37: 701-708.
40. Willemen, L., Verburg, P.H., Hein, L., and van Mensvoort, M.E.F. 2008. Spatial characterization of landscape functions. Landscape and Urban Planning, 88: 34-43.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Conservation and Utilization of Natural Resources, Vol. 7 (1), 2018
http://ejang.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejang.2019.8542.1246

Data availability for Mapping Ecosystem Services in Iran for Spatial Land Use Planning and Management

***Z. Asadolhi[1], A. Salmanmahiny[2], S.H. Mirkarimi[3] and M. Azimi[4]**

[1]Ph.D. Student of Environmental Assessment and Planning, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, [2]Assosiate Prof., Dept. of Environmental Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, [3]Assisstant Prof., Dept. of Environmental Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, [4]Assisstant Prof., Dept. of Rangeland Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 02.02.2015; Accepted: 10.20.2015

Abstract

Background and Objectives: One of the first questions that must be answered towards integrating the concept of ecosystem services (ESs) into the land use planning, environmental impact assessment (EIA), protected areas choosing and moving towards paying for ESs (PESs) is that how can ESs be visualized and what information is needed for mapping ESs in Iran? ESs maps are an important tool for decision-makers and enable them to locate areas of conservation value due to the high supply of services. On the other hand, in order to achieve sustainable development, it should be clearly specified what services and where they are produced then it would be possible to manage and monitor the level of services supply. In this research, the methods and data types used in ESs mapping and Iran's condition are investigated in this regard. This should be checked that current conditions of Iran what information is needed to map ESs and which of this information is available or isn't available.

Materials and Methods: In order to review the data sources in mapping ESs in Iran an analytical framework was used based on several criteria for reviewing different methods and their data requirements for mapping ESs. The criteria include the type of ESs (provision, regulation, cultural, habitat), the availability of data sources (primary and secondary), data types (ecological data, socio-economic data, or a combination of both), and finally, methods of mapping ESs.

Results: Findings showed no direct study of mapping ecosystem services in Iran, up to the time of this study. Other studies that ultimately achieved maps of ecosystem were disperse and focused on outputs other than services. Our synthesis revealed that the frequently used data in this regard included land use/land cover, topography maps and vegetation cover index. The scales of these maps were 1:50000, in some cases 1:100000 or necessarily 1:250000 with different pixel sizes and reference systems which cause problem in mapping process. We found that regulating services were the most commonly mapped followed by provisioning services. No study on mapping regulating ecosystem services such as pollination and biological control were found for Iran.

Conclusion: We conclude that the spatial data is needed to move from fundamental and theoretical topics of land use management toward applied ecosystem services mapping. Future studies should be designed such that the required data base is produced for relatively correct mapping of ecosystem services in Iran.

Keywords: Ecosystem Services, Land Use Management, Mapping

* Corresponding author: z_asadolahi@yahoo.com