

معرفی چارچوبی برای بکارگیری رهیافت خدمات اکوسیستمی در مدیریت منابع آب

اردوان زرندیان^{*۱}

^{*۱}- گروه ارزیابی و مخاطرات محیط زیست، پژوهشکده محیط زیست و توسعه پایدار، سازمان حفاظت محیط زیست، تهران، ایران

چکیده

مفهوم خدمات اکوسیستمی می‌تواند رویکرد ارزشمندی را برای ایجاد پیوند بین انسان و طبیعت و تحلیل برنامه‌های حفاظت و احیای اکوسیستم‌های طبیعی ارائه نماید. علیرغم توجه فزاینده به این مفهوم، کاربرد عملی آن در مدیریت کاربری زمین و منابع آب به دلیل فقدان تعاریف و روش‌های مناسب با چالش‌هایی مواجه است. در این مطالعه با مرور و تحلیل ادبیات علمی موجود، یک چارچوب مفهومی برای ارزیابی و ارزش‌گذاری اقتصادی خدمات اکوسیستمی مرتبط با مدیریت منابع آبی مورد پیشنهاد قرار گرفته است. به‌ویژه در این چارچوب چگونگی تحلیل ارتباطات میان فشارهای انسانی، وضعیت اکولوژیکی و تدارک خدمات اکوسیستمی در نظام‌های آبی مورد توجه است. هم‌چنین فهرستی از انواع شاخص‌های پایداری و کارایی خدمات آبی اکوسیستم با تأکید بر ظرفیت تدارک خدمات، جریان خدمات و منافع اجتماعی آن‌ها که می‌تواند در تعیین کمیت خدمات مورد نظر و سنجش تغییرات آن‌ها استفاده شود، ارائه شده است. در پایان ضمن مقایسه دو رویکرد مرسوم مدیریت یکپارچه منابع آب و رویکرد مدیریت اکوسیستمی حوضه‌های آبخیز، دلایل ضرورت الحاق تفکر خدمات اکوسیستمی در مدیریت منابع آب به‌عنوان یک رویکرد نوآورانه در پاسخ به بحران حاکم بر نظام‌های آبی و از جمله تالاب‌ها تبیین شده است.

واژه‌های کلیدی: خدمات آبی اکوسیستم، مدیریت منابع آب، شاخص‌های خدمات اکوسیستمی

مقدمه

خدمات اکوسیستمی از نگاه بوم‌شناختی عبارت از شرایط و فرایندهایی هستند که از طریق آن‌ها اکوسیستم‌ها و گونه‌ها موجب پایداری و رفع نیازهای زندگی بشر می‌شوند (Daily, 1997). همچنین این خدمات از منظر اقتصادی عبارت‌اند از منافع هستند که جمعیت‌های انسانی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم از کارکردهای اکوسیستمی کسب می‌نمایند. این منافع شامل جریان‌های مواد، انرژی و اطلاعات از سوی موجودی‌های سرمایه طبیعی است که ضمن ترکیب با سرمایه‌های مصنوعی و انسانی موجب ایجاد رفاه برای نوع بشر می‌گردند (Costanza et al., 1998). بر همین اساس، گزارش ارزیابی اکوسیستم هزاره، تعریف و طبقه‌بندی جامعی را برای این خدمات در سال ۲۰۰۵ به شرح زیر ارائه نموده است:

"منفعی که مردم از اکوسیستم‌ها کسب می‌کنند. این منافع شامل خدمات تولیدی^۱، تنظیمی^۲ و فرهنگی^۳ هستند که به‌طور مستقیم بر مردم اثر می‌گذارند و همچنین شامل خدمات پشتیبان حیات^۴ هستند که برای استمرار سایر خدمات مذکور مورد نیاز می‌باشند" (MEA, 2005).

مفهوم خدمات اکوسیستمی با ایجاد یک حلقه پیوندی بین نظام‌های طبیعی و اجتماعی - اقتصادی موجب درک بهتر برهم‌کنش نظام‌های مذکور می‌شود که در مجموع می‌تواند چارچوبی یکپارچه را برای مدیریت بهتر اکوسیستم‌ها فراهم نماید (Guerry et al., 2012).

اکوسیستم‌های آبی (رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، آب‌های زیرزمینی، سواحل و دریاها) طیف متنوعی از خدمات اکوسیستمی را تدارک می‌نمایند. به‌عنوان مثال، ذخایر آبیان (خدمت تولیدی)، ذخیره‌سازی و ایجاد تعادل آبی (خدمت تنظیمی) و تفرج در مناطق ساحلی (خدمت فرهنگی) و ایفای نقش در چرخه آب در طبیعت (خدمت پشتیبان حیات) نمونه‌هایی مهم از انواع خدمات تدارک شده توسط این اکوسیستم‌ها محسوب می‌شوند. به

مجموعه این خدمات می‌توان عنوان خدمات آبی اکوسیستم را اطلاق نمود (Bai et al., 2011). با توجه به اثرات متقابل بین کاربری‌های مختلف زمین (صنعتی، کشاورزی، سکونتگاهی، تفریحی و...) و کیفیت و کمیت منابع آبی، توافق وسیعی وجود دارد که مدیریت منابع آب و زمین بایستی در ارتباط با هم و به‌صورت یکپارچه در مقیاس حوضه‌های آبخیز انجام پذیرد (Voinov et al., 1999, Postel & Thompson, 2005,) (Smith et al., 2006, Bai et al., 2011). در این راستا، در سال‌های اخیر با توجه به توسعه پژوهش‌ها و تحقیقات مبتنی بر رهیافت خدمات اکوسیستمی، تأکیدات زیادی شده است که استفاده از این رویکرد یکپارچه نگر، می‌تواند به‌عنوان یک فرصت ارزشمند برای بازنگری در سیاست‌های مدیریتی آب و زمین و ایجاد هماهنگی بین این دو بخش تلقی گردد (Simonit & Perrings, 2011, Mubareka et al., 2013). باین‌حال به دلیل بعضی از کمبودها از جمله عدم دسترسی به روش‌های مناسب ارزیابی خدمات آبی اکوسیستم و پیچیدگی‌های مربوط به اثرات متقابل زمین و آب، هنوز آن‌طور که باید، رویکرد مدیریت اکوسیستمی برای سیاست‌گذاری و مدیریت یکپارچه سرزمین (آب و زمین) در عمل مورد استفاده قرار نگرفته است.

در این مقاله بر اساس یافته‌های حاصل از تحقیقات معتبر بین‌المللی، چارچوبی نوین و قابل استفاده در عمل برای انجام ارزیابی‌ها و تحلیل شرایط خدمات اکوسیستمی مرتبط با برنامه‌های مدیریت منابع آب مورد بررسی و ارائه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

تحلیل‌های ارائه‌شده در این مقاله بر مبنای مرور ادبیات علمی حاکم بر دو مقوله مدیریت منابع آب و خدمات اکوسیستمی در سال‌های اخیر و نتایج حاصل از ایجاد پیوند بین دو حوزه دانشی مذکور صورت پذیرفته است. در این راستا در ابتدا تعاریف، چارچوب‌های نظری و

³ Cultural services

⁴ Life support services

¹ Provisioning services

² Regulating services

اکوسیستم‌ها از دو دیدگاه کلی قابل تحلیل و طبقه‌بندی هستند:

دیدگاه اول، این خدمات را بر مبنای نوع شناسی (تیپولوژی) انواع اکوسیستم‌ها بررسی می‌نماید. به عبارت دیگر انواع خدماتی را که توسط اکوسیستم‌هایی چون رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، آب‌های زیرزمینی و تالاب‌ها تدارک می‌شوند را به صورت انجام مطالعات موردی در سطح واحدهای پایلوت آب شیرین مورد شناسایی قرار می‌دهند. همچنین مطالعات پایلوت مربوط به محیط‌های دریایی را در محدوده آب‌های انتقالی، آب‌های ساحلی و سطوح باز آب‌های اقیانوسی با همین رویکرد انجام می‌دهند. گزارش ارزیابی اکوسیستم هزاره (MEA, 2005) و ارزیابی خدمات اکوسیستمی در کشور انگلستان (NEA 2011)، مثالی بارز از مطالعاتی هستند که بر مبنای این دیدگاه صورت پذیرفته‌اند.

دیدگاه دوم، بر اساس تعریف مفهومی از خدمات آبی اکوسیستم با عنوان "خدمات اکوسیستمی هیدرولوژیک" استوار است (Brauman et al., 2007). خدمات اکوسیستمی هیدرولوژیک، به عنوان خدماتی تعریف شده‌اند که از اثرگذاری اکوسیستم‌های خشکی بر آب‌های شیرین حاصل می‌شوند و هر یک از این خدمات هیدرولوژیک بر اساس ویژگی‌هایی چون کمیت، کیفیت، محل و زمان وقوع قابل توصیف هستند.

هر دو دیدگاه فوق‌الذکر، یکپارچگی همه انواع خدمات آبی اکوسیستم را در نظر می‌گیرند. به عبارت دیگر در انجام ارزیابی‌های خدمات هیدرولوژیک اکوسیستم‌ها، به جای ارزیابی انفرادی و جداگانه یک خدمت، ارتباط و تأثیرات متقابل (هم‌افزایی‌ها و تضادها) بین همه انواع خدمات موردنظر را باهم و به صورت چندگانه مورد تحلیل قرار می‌دهند (Power, 2010, Carreño et al., 2012). همچنین با توجه به تمرکز این ارزیابی‌ها بر موضوع مدیریت منابع آب، خدماتی که در ارزیابی در نظر گرفته می‌شوند باید از تطابق لازم با اکوسیستم‌های آبی برخوردار باشند و با نگاه مدیریت

روش‌های ارزیابی خدمات اکوسیستمی در محیط‌های آبی مورد مطالعه و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سپس با توجه به مرور مجموعه‌ای از متغیرها و شاخص‌های مورد استفاده در حوزه‌های دانشی مذکور، تلاش شد تا چارچوبی منعطف و عمل‌گرا برخوردار از پارامترهای کلیدی خدمات اکوسیستمی که در حوزه مدیریت منابع آب مصداق می‌یابند، ارائه گردد.

همچنین تحلیل‌های انجام شده بر اساس بررسی روابط بین فشارهای چندگانه انسانی بر سرزمین، وضعیت اکولوژیکی و تدارک خدمات اکوسیستمی توسط نظام‌های آبی و مبتنی بر شکلی ساده شده از مدل محرکه-فشار-وضعیت-اثر-پاسخ (DPSIR)^۱ انجام شده است.

تمرکز تحلیل‌ها بر مهم‌ترین کارکردهای اکوسیستمی پهنه‌های آبی در مقیاس آبخیز و چگونگی تغییرات آن‌ها تحت عوامل تنش‌زای انسانی بوده است. در این رویکرد، چهار گام اصلی برای بسط چارچوب یکپارچه مدیریت منابع آبی مبتنی بر رهیافت خدمات اکوسیستمی طی شده است که عبارت‌اند از: (۱) تعاریف و حیطه یابی، (۲) چارچوب مفهومی (ارتباط بین فشارها، وضعیت اکولوژیکی و تدارک خدمات آبی اکوسیستم)، (۳) ارزیابی بیوفیزیکی خدمات اکوسیستمی و (۴) ارزش‌گذاری اقتصادی خدمات اکوسیستمی. در قسمت‌های بعدی این مقاله نتایج تحلیل‌های انجام شده در مورد چگونگی بسط هر یک از این اجزا ارائه شده است.

نتایج

۱- حیطه یابی خدمات آبی اکوسیستم

طیف وسیعی از خدمات اکوسیستمی در ارزیابی‌های مختلف در سطوح جهانی (MEA, 2005)، منطقه‌ای (Sukhdev et al., 2010) و ملی (NEA, 2011) مورد شناسایی و تعریف قرار گرفته است. بر اساس بررسی‌های انجام شده در مقالات علمی گوناگون، خدمات آبی

² Scoping

¹ Drivers- Pressures- Status- Impacts- Responses

یکپارچه آب و زمین، برهم‌کنش میان اکوسیستم‌های مختلفی چون جنگل‌ها، اراضی زراعی را با نواحی رودکناری، تالاب‌ها و سایر پهناهای آبی را مورد سنجش قرار دهند.

۲- چارچوب خدمات آبی اکوسیستم-تحلیل ارتباطات بین فشارها، وضعیت اکولوژیکی و خدمات اکوسیستمی برای مدیریت منابع آب

درک شفاف و درست از روابط بین فشارهای انسانی و وضعیت اکولوژیکی، اساس برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح

آبخیزها محسوب می‌گردد. به‌ویژه برای برنامه‌ریزی اصولی احیای اکوسیستم‌های آبی، ضرورت دارد کنش و واکنش‌های پیچیده و متعدد بین فشارهای انسانی و بازخوردهای اکولوژیکی گوناگون از سوی این اکوسیستم‌ها به‌دقت مورد موشکافی قرار گیرد. بر این اساس فشارهای اصلی انسان بر اکوسیستم‌های آبی می‌تواند در چهار گروه اصلی تغییر در کمیت، کیفیت، زیستگاه و جوامع زیستی آن‌ها خلاصه گردد. جدول ۱ مثال‌هایی از عوامل تنش‌زا و فشارهای انسانی بر نظام‌های آبی را ارائه می‌نماید.

جدول ۱- عوامل تنش‌زا و فشارهای وارده بر نظام‌های آبی

عوامل تنش‌زا و فشارهای بر نظام‌های آبی

تغییر در کمیت آب

- تغییر در بسامد و تناوب آب (سدها، برداشت آب، آبیاری، انتقال آب)
- کاهش آب‌های زیرزمینی
- تغییرات در دما و بارش
- تغییرات رواناب

تغییر در کیفیت آب

- آلودگی نقطه‌ای و انتشاری
- مواد مغذی
- فلزات
- عوامل پاتوژن
- زباله
- شور شدن آب‌های زیرزمینی
- رسوبات و کدورت آب

تغییر در زیستگاه آبی

- تغییرات هیدرومورفولوژیکی (تغییرات فیزیکی کانال‌ها، تخریب بستر)

تغییر در جوامع زیستی

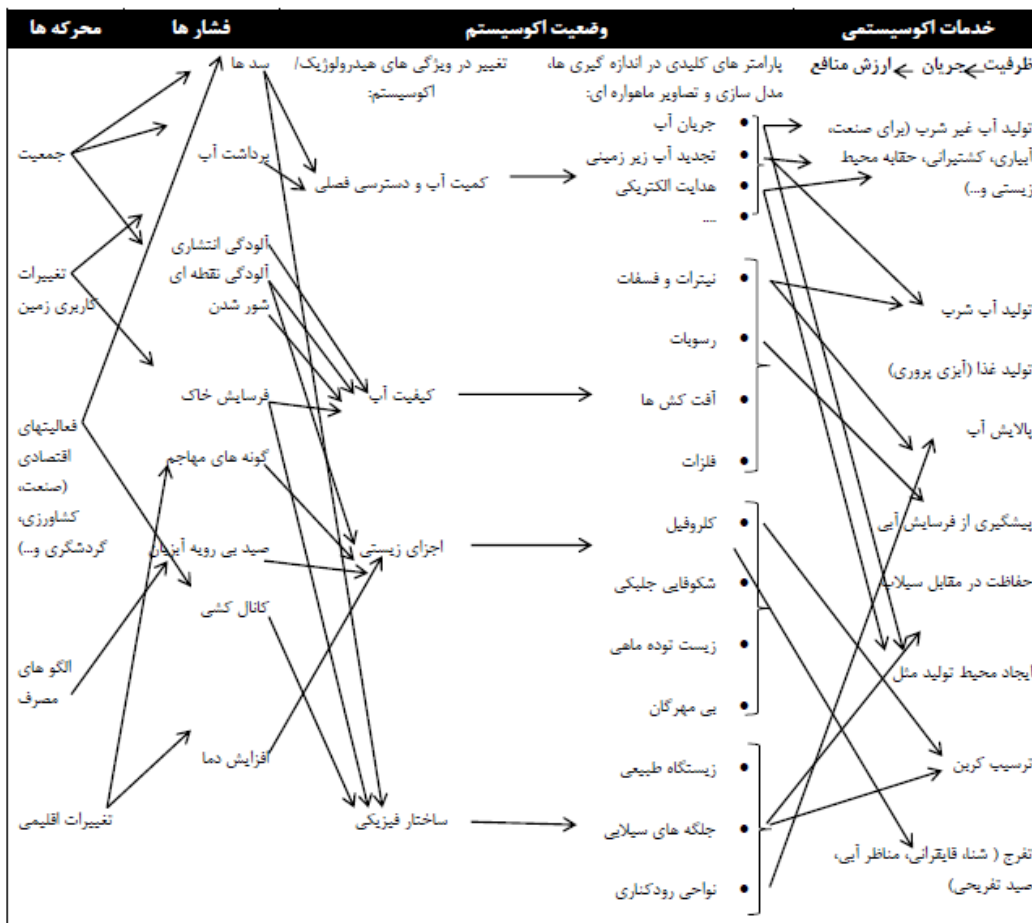
- گونه‌های مهاجم و تغییرات دیگر در گونه‌ها و جوامع زیستی

اقدامات انسانی محرکه‌های اصلی پیدایش فشارها هستند. فشارها بر تنوع زیستی و وضعیت اکولوژیکی اکوسیستم‌های آبی و ارزش اقتصادی آن‌ها اثر می‌گذارند. استفاده بیش از ظرفیت از اکوسیستم‌های آبی فشار را بر آن‌ها افزایش می‌دهد. به همین دلیل در ارزیابی خدمات آبی اکوسیستم به‌منظور مدیریت بهینه منابع آب باید

کشش‌پذیری اکوسیستم‌ها و میزان پایداری آن‌ها برای استمرار تدارک خدمات اکوسیستمی در نظر گرفته شود. از این‌رو برنامه‌های مدیریت آبخیز باید مبتنی بر رویکردهای سناریویی باشد تا بتواند پیش‌بینی‌هایی را در مورد کمیت تغییرات در ساختارهای آبی و اقدامات اصلاحی برای تخفیف اثرات چنین تغییراتی را به انجام

آب و هم‌چنین کیفیت زیستی و ساختار فیزیکی این اکوسیستم‌ها ایجاد می‌نماید، مورد شناسایی قرار گرفته است. هدف این چارچوب، کمک به ارزیابان محیط زیستی و منابع آبی است تا بتوانند روابط بین فشارهای انسانی و خدمات آبی اکوسیستم را تشریح نمایند و به کمک آن‌ها تحلیل‌های سناریویی اثرات چنین تغییراتی را به انجام برسانند.

برسانند. بدین منظور با الهام از چارچوب‌های مفهومی گوناگون در دانش خدمات اکوسیستمی (Cork *et al.*, 2001, Turner & Daily, 2008, Posthumus *et al.*, 2010, Van Oudenhoven *et al.*, 2012, Baral & Holmgren, 2015)، در این تحقیق در شکل ۱ چارچوب مفهومی یکپارچه برای ارزیابی خدمات آبی اکوسیستم معرفی شده است. در این چارچوب فشارهای اصلی انسان بر اکوسیستم‌های آبی و تغییراتی که در کمیت و کیفیت



شکل ۱- چارچوب ارزیابی یکپارچه برای تحلیل روابط بین فشارها، وضعیت اکولوژیکی و خدمات اکوسیستمی. منبع: یافته‌های تحقیق

۳- ارزیابی بیوفیزیکی

ابزارها

روش‌های گوناگونی برای ارزیابی و نقشه‌سازی خدمات اکوسیستمی در ادبیات علمی موجود در این زمینه معرفی شده‌اند که به‌طور معمول به ترکیب نقشه‌های پوشش/

کاربری زمین با فاکتورهای مختلف خدمات اکوسیستمی (Burkhard *et al.*, 2009, Burkhard *et al.*, 2012a, Burkhard *et al.*, 2012b, Crossman *et al.*, 2013, Kandziora *et al.*, 2013) می‌پردازند. هم‌چنین مدل‌های پایه اکوسیستمی از جمله SOLVES, InVEST و ARIES

روش منعطف و بدون نیاز به استفاده از مدل‌ها برای سنجش و اندازه‌گیری کمیت خدمات اکوسیستمی هیدرولوژیک به حساب می‌آیند.

با استفاده از شاخص‌های خدمات اکوسیستمی می‌توان ابعاد مختلفی از این خدمات از جمله ظرفیت، جریان، منافع و پایداری را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. ظرفیت به مفهوم توان بالقوه اکوسیستم در تدارک خدمات اکوسیستمی و جریان به مفهوم مقدار بالفعل و استفاده واقعی از خدمات مذکور توسط ذینفعان است. سنجش ظرفیت نیازمند داده‌های بیوفیزیکی و سنجش جریان نیازمند داده‌های اقتصادی-اجتماعی است. منافع نیز بیانگر ارزش اقتصادی خدمات و نقش آن‌ها در رفاه انسانی است. بر این اساس شاخص‌های خدمات آبی اکوسیستم‌ها در مطالعات انجام‌شده به دو گروه اصلی زیر تقسیم‌شده‌اند:

- **شاخص‌های پایداری:** این شاخص‌ها عموماً برای سنجش میزان بهره‌برداری و استفاده پایدار از اکوسیستم‌های آبی مورد استفاده قرار می‌گیرند و هدف اصلی آن‌ها پایدار نگه‌داشتن جریان خدمات آبی اکوسیستم است.
- **شاخص‌های کارایی^۱:** در مواردی که اطلاعات و داده‌های لازم برای سنجش ظرفیت و جریان خدمات اکوسیستمی موجود نیست، به صورت جایگزین، از شاخص‌های کارایی استفاده می‌شود.

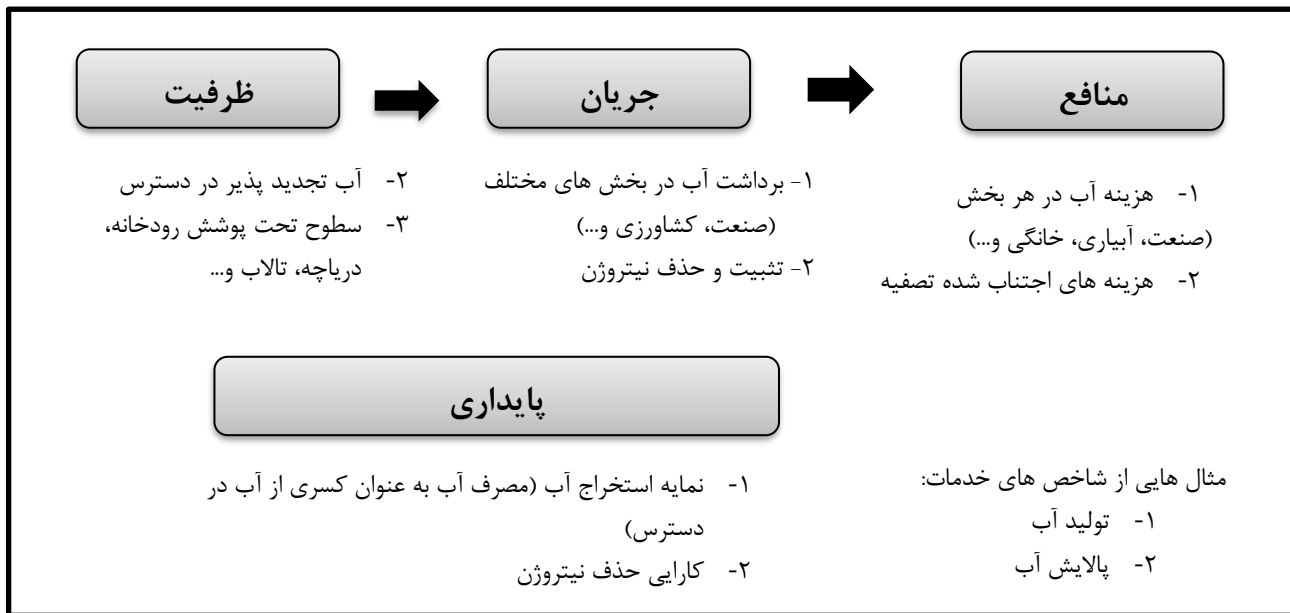
در شکل ۲، مثال‌هایی از شاخص‌های خدمات اکوسیستمی برای تولید آب و پالایش آن با الهام از مطالعات بین‌المللی که از این شاخص‌ها استفاده نموده‌اند ارائه شده است.

بسط یافته‌اند که بر مبنای توابع تولید اکوسیستمی کار می‌کنند (Tallis *et al.*, 2013, Sharp, 2014). این مدل‌ها معمولاً جنبه‌های اکولوژیکی و اقتصادی خدمات اکوسیستمی را با در نظر گرفتن توزیع فضایی و زمانی آن‌ها باهم تلفیق می‌نمایند. کمیت و کیفیت آب و خدمات اکوسیستمی وابسته به آن‌ها تحت تأثیر برهم‌کنش‌های پیچیده بین اقلیم، توپوگرافی، زمین‌شناسی، کاربری زمین و تغییرات انسانی در سیمای سرزمین قرار می‌گیرند. الحاق خدمات آبی اکوسیستم در فرایندهای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری مرتبط با مدیریت منابع آب، مستلزم ظرفیت‌سازی برای پیش‌بینی اثرات کاربری زمین و تغییرات اقلیمی بر منابع آب است که می‌تواند از طریق استفاده از مدل‌های هیدرولوژیک مورد بررسی قرار گیرد. این مدل‌ها می‌توانند نمایانگر دینامیک حوضه‌های آبریز و فاصله‌های زمانی و فضایی بین اثرات و ذینفعان باشند و هم‌چنین برای تحلیل سناریویی عوامل تنش‌زای چندگانه (متعدد) مورد استفاده قرار گیرند. در واقع کاربرد این مدل‌ها تسهیل‌گر تحلیل ارتباطات فیزیکی بین عوامل تنش‌زا، وضعیت اکولوژیکی و خدماتی است که در چارچوب معرفی‌شده در شکل ۱ مورد معرفی قرار گرفتند.

شاخص‌ها

با توجه به تجارب غنی بین‌المللی و تجارب اخیر داخلی در حوزه مدل‌سازی خدمات اکوسیستمی (Zarandian *et al.*, 2016, Zarandian *et al.*, 2017)، بهتر است ارزیابی بیوفیزیکی خدمات آبی اکوسیستم بر مبنای شاخص‌ها انجام شود. این شاخص‌ها در واقع نمایه‌هایی از خدمات اکوسیستمی هستند که می‌توانند به‌طور مستقیم در ارتباط با پهنه‌های آبی و یا در زمینه تحلیل برهم‌کنش آب و زمین در حوضه‌های آبخیز مورد استفاده قرار گیرند و در واقع یک

¹ Efficiency indicators



شکل ۲- چارچوب مفهومی برای طبقه بندی شاخص های خدمات اکوسیستمی. دو مثال از خدمات آبی اکوسیستم عبارتند از (۱) تولید آب، (۲) پالایش آب. مثال های شاخص های مربوط به هر خدمت با همان شماره در شکل نشان داده شده اند. منبع: یافته های تحقیق

۴- ارزش گذاری اقتصادی

روش های گوناگونی در ادبیات علمی دانش اقتصاد محیط زیست در دسترس هستند که می توانند برای برآورد ارزش اقتصادی خدمات آبی اکوسیستم مورد استفاده قرار گیرند. به طور کلی سه طبقه از رویکردهای ارزش گذاری وجود دارند: رویکردهای هزینه-محور^۱، ترجیحات آشکار شده^۲ و ترجیحات ابراز شده^۳. رویکرد هزینه-محور هزینه های مربوط به تولید خدمات را در نظر می گیرد. ترجیحات آشکار شده به فنونی اشاره دارد که از داده های واقعی مربوط به ترجیحات افراد در بازار در هنگام خرید کالاها و از جمله کالاهای محیط زیستی برای برآورد ارزش استفاده می نماید. ترجیحات ابراز شده نیز از روش های نظرسنجی ساختارمند از افراد برای استنباط ترجیحات آن ها در مورد کالاهای غیر بازاری محیط زیستی استفاده می کند. یک روش متداول دیگر برای ارزش گذاری اقتصادی خدمات اکوسیستمی، روش انتقال فایده است که

در این روش از برآوردهای اقتصادی موجود در مطالعات قبلی برای ارزش گذاری اقتصادی یک اکوسیستم مشابه استفاده می شود.

برای ارزیابی اقتصادی به طور معمول ابتدا منافع حاصله از خدمات اکوسیستمی باید مورد شناسایی و ارزش گذاری واقع شود. یکی از اصلی ترین مشکلات در ارزش گذاری اقتصادی خدمات آبی اکوسیستم ها، تعیین اندازه جمعیت ذینفعان است. مجموع منافع حاصله بستگی به برآورد منافع انفرادی هر یک از ذینفعان دارد (Eigenbrod et al., 2009). به عنوان یک قاعده کلی، ذینفعان باید شامل کلیه خانوارها یا افرادی باشند که در یک مقیاس جغرافیایی حضور دارند. اگرچه این کار در حوضه های آبریز کوچک تر با استفاده از داده های محلی قابل انجام است اما در مقیاس های بزرگ تر و در حوضه های با وسعت زیاد به منظور اجتناب از هزینه های گزاف نیازمند انجام مطالعات پایلوت و سپس تعمیم دادن آن به کل حوزه جغرافیایی مدنظر با

¹ Cost-based

² Revealed preferences

³ Stated preferences

استفاده از روش انتقال منافع است. جدول ۲ مثال‌هایی از خدمات آبی اکوسیستم‌ها و روش‌های ارزش‌گذاری اقتصادی مناسب برای آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۲- طبقه‌بندی انواع خدمات آبی اکوسیستم و روش‌های مناسب برای ارزش‌گذاری اقتصادی آن‌ها.

خدمات آبی اکوسیستم	طبقه‌بندی	نوع ارزش	روش ارزش‌گذاری	مثال‌هایی از کالاهای اقتصادی اکوسیستم
ماهگیری و آبی‌پروری	تولیدی	مستقیم	MP,RC	ماهی، صدف
آب شرب	تولیدی	مستقیم	MP,CV	آب برای مصارف خانگی
مواد خام	تولیدی	مستقیم	MP,RC	استفاده از جلبک به‌عنوان کود
آب برای مصارف غیر شرب	تولیدی	مستقیم	MP,PF	آب برای استفاده‌های صنعت و کشاورزی
پالایش آب	تنظیمی	غیرمستقیم	RC,CV	حذف نیترژن توسط میکروارگانیسم‌ها
پیشگیری از فرسایش	تنظیمی	غیرمستقیم	RC	پوشش گیاهی آبخیز به‌عنوان کنترل‌کننده فرسایش
حفاظت در مقابل سیل	تنظیمی	غیرمستقیم	RC,CV	پوشش گیاهی به‌عنوان مانع در مقابل جریان آب
حفاظت از جوامع و زیستگاه‌ها	تنظیمی	غیرمستقیم	RC	ایجاد محل تولیدمثل برای گونه‌ها
تشکیل خاک	تنظیمی	غیرمستقیم	RC	خاک حاصلخیز جلگه‌های سیلابی
ترسیب کربن	تنظیمی	غیرمستقیم	RC,MP	انباشت کربن در رسوبات
تنظیم اقلیم محلی	تنظیمی	غیرمستقیم	RC,MP	حفظ الگوهای رطوبت
تفرج	فرهنگی	مستقیم	CV,TC, DC, HP	شنا، صید تفریحی، گردش
ادراکات ذهنی و زیباشناختی	فرهنگی	غیر مصرفی	CV, DC	موضوعات پژوهشی، مناظر بدیع
ادراکات روحی و سمبولیک	فرهنگی	غیر مصرفی	CV, DC, TC	موجودیت یک‌گونه خاص یا تقدس آمیز
مواد خام غیرزنده	تولیدی	مستقیم	PF, MP	استخراج شن و ماسه از رودخانه
منابع انرژی	تولیدی	مستقیم	PF, MP	تولید برق آبی

علائم اختصاری: ارزش‌گذاری مشروط (CV)، قیمت هدونیک (HP)، تابع تولید (PF)، هزینه جایگزینی (RC)، قیمت بازار (MP)، هزینه سفر (TC). منبع: یافته‌های تحقیق

آن‌ها علاوه بر راهنمایی برنامه ریزان و ارزیابان توسعه و محیط‌زیست برای داشتن نگرش یکپارچه به مدیریت آب و زمین و مبتنی بر حفظ پایداری و استمرار تدارک خدمات اکوسیستمی، زمینه لازم را برای سرمایه‌گذاری در امور حفاظت و احیای اکوسیستم‌های آبی و به‌ویژه تالاب‌ها که در چند دهه اخیر به‌شدت در معرض عوامل تنش‌زا و فشارهای انسانی بوده‌اند، مهیا می‌نماید.

هم‌چنین بر اساس این رویکرد، منافع حاصله از خدمات آبی اکوسیستم‌ها می‌تواند در تحلیل هزینه-فایده‌های تصمیم‌گیری برای احداث سازه‌های آبی، انتقال آب و یا در برنامه‌ریزی‌های مربوط به ایجاد تعادل بین عرضه و

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت روزافزون به‌کارگیری مفهوم خدمات اکوسیستمی در روند برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌های مرتبط با هر دو مقوله تخصیص زمین به کاربری‌های مختلف انسانی و مدیریت منابع آب، نیاز مبرمی به معیارهایی برای کاربرد این مفهوم در عمل وجود دارد که در این مقاله تلاش شد تا ضمن انجام یک مرور اجمالی اما جامع، رویکردهای موجود در غالب یک چارچوب یکپارچه مفهومی مورد معرفی قرار گیرد. ارزیابی خدمات آبی اکوسیستم و ارزش‌گذاری اقتصادی

استمرار تدارک کارکردهای هیدرولوژیکی اکوسیستم‌ها را تضمین نماید، اخیراً با انتقادات زیادی مواجه گردیده است. بر همین اساس ضرورت الحاق تفکر خدمات اکوسیستمی در فرایند مدیریت یکپارچه منابع آب، مورد پیشنه‌ها قرار گرفته است. در واقع رویکرد خدمات اکوسیستمی می‌تواند به نارسایی‌های موجود در برنامه‌ریزی‌های آب که عمدتاً به لحاظ چارچوب مفهومی فاقد جامعیت لازم هستند و نمی‌توانند پیوند بین محیط‌زیست، جامعه و اقتصاد را در خود حفظ نمایند، پاسخ مناسبی دهد.

رویکرد خدمات اکوسیستمی، در واقع این امکان را به دست می‌دهد که اجزای اکوسیستم در تحلیل نظام‌های آبی در نظر گرفته شوند. مفهوم نظام‌های یکپارچه انسانی-اکولوژیکی که با تکیه بر تفکر خدمات اکوسیستمی حاصل می‌گردد، چارچوبی قدرتمند را برای ایجاد پیوند بین فرایندهای بیوفیزیکی و منافع انسانی ایجاد می‌کند و اجازه می‌دهد که خدمات موردنظر ارزش‌گذاری شود و در فرایندهای تصمیم‌گیری حوضه‌های آبخیز لحاظ گردد.

در این مقاله، هر دو بعد ارزیابی بیوفیزیکی و ارزش‌گذاری اقتصادی خدمات آبی اکوسیستم مورد تحلیل قرار گرفت. شاخص‌های خدمات اکوسیستمی معرفی شده می‌توانند به غنای برنامه‌های مدیریت آب کمک کنند و به‌ویژه درک پیچیدگی‌های بین عوامل تنش‌زای انسانی، وضعیت اکولوژیکی نظام‌های آبی و ظرفیت و جریان تولید خدمات از سوی آن‌ها را آسان‌نمایند. به‌ویژه با توجه به بحرانی شدن منابع آب کشور و خشکیدن تالاب‌های داخلی و پیامدهای زیان‌بار ناشی از این رخداد، کاربرد چارچوب مفهومی و رویکرد خدمات اکوسیستمی فرصتی ارزشمند را برای طراحی برنامه‌های جدید مدیریت و سرمایه‌گذاری بر احیای منابع آب با رویکرد اکوسیستمی و با تلفیق همه ابعاد محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی فراهم می‌نماید.

مصرف آب در اکوسیستم و جامعه لحاظ گردد. باین‌حال ارزش خدمات آبی اکوسیستم در برنامه‌ریزی‌ها نباید صرفاً به ارزش پولی آن‌ها محدود گردد و در عوض باید بخش بزرگ‌تری از ارزش‌های غیر پولی این خدمات و از جمله ارزش‌های میراثی و حفاظتی مربوط به اکوسیستم‌های آبی با نگاه تعلق آن‌ها به نسل‌های آینده را نیز در برگیرد. بر این اساس برآورد ارزش‌های اقتصادی (پولی) خدمات آبی اکوسیستم می‌تواند مبنایی برای مقایسه آن‌ها با طرح‌های منافع حاصله از طرح‌های توسعه‌ای در دوره‌های زمانی کوتاه و میان‌مدت باشد. در همین راستا، ارزش‌های غیر پولی (اجتماعی) خدمات اکوسیستمی نیز توجیهی برای استمرار برنامه‌های حفاظتی آن‌ها برای تحقق توسعه پایدار خواهد بود.

نکته قابل توجه این است که در حال حاضر بسیاری از برنامه‌های مدیریت منابع آب، صرفاً باهدف کمک به توسعه اقتصادی-اجتماعی و به‌منظور رساندن جامعه به حداکثر رفاه از طریق عرضه هر چه بیشتر آب به مصرف‌کنندگان اجرا می‌شوند و در عمل ملاحظات مربوط به حفظ پایداری اکوسیستم‌های طبیعی و به‌ویژه رعایت حقایق محیط‌زیستی تالاب‌ها نادیده گرفته می‌شوند. در واقع تا قبل از ظهور تفکر خدمات اکوسیستمی، برنامه‌های مدیریت منابع آب، تأکید ویژه‌ای بر تأمین رفاه انسانی از طریق برداشت منابع آب از محیط‌زیست و توزیع کافی آن در میان ذینفعان داشته‌اند. با ظهور تفکر خدمات اکوسیستمی، زمینه لازم برای تجزیه و تحلیل تضادها و هم‌افزایی‌های میان نظام‌های آبی و اقتصاد-اجتماعی فراهم شده است. در واقع شباهت‌هایی بین تفکر مدیریت منابع آب و مدیریت خدمات آبی اکوسیستم وجود دارد. هدف هر دو رویکرد، مدیریت منابع طبیعی به‌گونه‌ای است که بهینه‌سازی اقتصادی و رفاه اجتماعی حاصل گردد. باین‌حال در تفکر خدمات اکوسیستمی، تضمین حفظ کثرت‌پذیری و پایداری اکولوژیکی یک اصل خدشه‌ناپذیر است. با توجه به اینکه روش‌های مدیریت یکپارچه منابع آب علیرغم همه تلاش‌هایی که در دهه اخیر صورت پذیرفته است، نتوانسته است پایداری و حفظ

منابع

11. Daily, G. 1997. Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Island Press.
12. Eigenbrod, F., B. J. Anderson, P. R. Armsworth, A. Heinemeyer, S. F. Jackson, M. Parnell, C. D. Thomas, and K. J. Gaston. 2009. Ecosystem service benefits of contrasting conservation strategies in a human-dominated region. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 276:2903-2911.
13. Goldstein, J. H., G. Caldarone, T. K. Duarte, D. Ennaanay, N. Hannahs, G. Mendoza, S. Polasky, S. Wolny, and G. C. Daily. 2012. Integrating ecosystem-service tradeoffs into land-use decisions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109:7565-7570.
14. Guerry, A. D., M. H. Ruckelshaus, K. K. Arkema, J. R. Bernhardt, G. Guannel, C.-K. Kim, M. Marsik, M. Papenfus, J. E. Toft, and G. Verutes. 2012. Modeling benefits from nature: using ecosystem services to inform coastal and marine spatial planning. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 8:107-121.
15. Kandziora, M., B. Burkhard, and F. Müller. 2013. Mapping provisioning ecosystem services at the local scale using data of varying spatial and temporal resolution. *Ecosystem Services* 4:47-59.
16. Mubareka, S., C. Estreguil, C. Baranzelli, C. R. Gomes, C. Lavallo, and B. Hofer. 2013. A land-use-based modelling chain to assess the impacts of natural water retention measures on Europe's Green Infrastructure. *International Journal of Geographical Information Science* 27:1740-1763.
17. NEA, U. 2011. The UK national ecosystem assessment. UNEP-WCMC, Cambridge.
18. Postel, S. L., and B. H. Thompson. 2005. Watershed protection: Capturing the benefits of nature's water supply services. Pages 98-108 in *Natural Resources Forum*. Wiley Online Library.
19. Posthumus, H., J. Rouquette, J. Morris, D. Gowing, and T. Hess. 2010. A framework for the assessment of ecosystem goods and services; a case study on lowland floodplains in England. *Ecological Economics* 69:1510-1523.
1. Bai, Y., C. Zhuang, Z. Ouyang, H. Zheng, and B. Jiang. 2011. Spatial characteristics between biodiversity and ecosystem services in a human-dominated watershed. *Ecological Complexity* 8:177-183.
2. Baral, H., and P. Holmgren. 2015. A framework for measuring sustainability outcomes for landscape investments. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.
3. Brauman, K. A., G. C. Daily, T. K. e. Duarte, and H. A. Mooney. 2007. The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 32:67-98.
4. Burkhard, B., R. de Groot, R. Costanza, R. Seppelt, S. E. Jørgensen, and M. Potschin. 2012a. Solutions for sustaining natural capital and ecosystem services. *Ecological Indicators* 21:1-6.
5. Burkhard, B., F. Kroll, F. Müller, and W. Windhorst. 2009. Landscapes' capacities to provide ecosystem services—a concept for land-cover based assessments. *Landscape online* 15:22.
6. Burkhard, B., F. Kroll, S. Nedkov, and F. Müller. 2012b. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators* 21:17-29.
7. Carreño, L., F. Frank, and E. Viglizzo. 2012. Tradeoffs between economic and ecosystem services in Argentina during 50 years of land-use change. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 154:68-77.
8. Cork, S. J., D. Shelton, C. Binning, and R. Parry. 2001. A framework for applying the concept of ecosystem services to natural resource management in Australia. CSIRO Sustainable Ecosystems.
9. Costanza, R., R. d'Arge, R. d. Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, and J. Paruelo. 1998. The value of the world's ecosystem services and natural capital.
10. Crossman, N. D., B. Burkhard, S. Nedkov, L. Willemsen, K. Petz, I. Palomo, E. G. Drakou, B. Martín-Lopez, T. McPhearson, and K. Boyanova. 2013. A blueprint for mapping and modelling ecosystem services. *Ecosystem Services* 4:4-14.

26. Turner, R., and G. Daily. 2008. The ecosystem services framework and natural capital conservation. *Environmental and Resource Economics* 39:25-35.
27. Van Oudenhoven, A. P., K. Petz, R. Alkemade, L. Hein, and R. S. de Groot. 2012. Framework for systematic indicator selection to assess effects of land management on ecosystem services. *Ecological Indicators* 21:110-122.
28. Voinov, A., R. Costanza, L. Wainger, R. Boumans, F. Villa, T. Maxwell, and H. Voinov. 1999. Patuxent landscape model: integrated ecological economic modeling of a watershed. *Environmental Modelling & Software* 14:473-491.
29. Zarandian, A., H. Baral, N. E. Stork, M. A. Ling, A. R. Yavari, H. R. Jafari, and H. Amirnejad. 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.
30. Zarandian, A., H. Baral, A. R. Yavari, H. R. Jafari, N. E. Stork, M. A. Ling, and H. Amirnejad. 2016. Anthropogenic Decline of Ecosystem Services Threatens the Integrity of the Unique Hyrcanian (Caspian) Forests in Northern Iran. *Forests* 7:51.
20. Power, A. G. 2010. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 365:2959-2971.
21. Sharp, R. 2014. InVEST 3.0. 1 user guide. The Natural Capital Project. Stanford, CA. Available from http://ncp-dev.stanford.edu/~dataportal/invest-releases/documentation/current_release/ (accessed August 2014).
22. Simonit, S., and C. Perrings. 2011. Sustainability and the value of the 'regulating' services: Wetlands and water quality in Lake Victoria. *Ecological Economics* 70:1189-1199.
23. Smith, D. M., D. de Groot, G. J. J. Bergkamp, I. Water, and N. Initiative. 2006. Pay: Establishing payments for watershed services. IUCN The World Conservation Union.
24. Sukhdev, P., H. Wittmer, C. Schröter-Schlaack, C. Nesshöver, J. Bishop, P. ten Brink, H. Gundimeda, P. Kumar, and B. Simmons. 2010. The economics of ecosystems and biodiversity: mainstreaming the economics of nature: a synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. TEEB.
25. Tallis, H., T. Ricketts, A. Guerry, S. Wood, R. Sharp, E. Nelson, D. Ennaanay, S. Wolny, N. Olwero, and K. Vigerstol. 2013. InVEST 2.5. 6 user's guide.

Introducing a Framework for Application of the Ecosystem Services Approach in the Water Resources Management

Ardavan Zarandian^{1*}

1*- Environmental assessment and risks group, Research Center for Environment and Sustainable Development (RCESD), Department of Environment, Tehran , Iran.

Abstract

Ecosystem service concept can offer a valuable approach for linking human and nature and analysis for the conservation and restoration plans of natural ecosystems. Despite an increasing consideration in the concept, the practical application of the concept of land use and water resources management has been challenged by the lack of appropriate definitions and methods. In this study with review of existing scientific literature, a conceptual framework has been suggested for assessment and valuation of the services that are relevant to water resources management. In particular, within the framework, it has been described how the linkages between human pressures, ecological status, and ecosystem services delivery can be analyzed in aquatic systems. Also, a list of sustainability and efficiency indicators of the water-related ecosystem services has been provided with an emphasize on the capacity and flow of the services and their social benefits which can be used in the quantification of the services and measurement of their changes. Finally, with a comparison between both approaches of the usually integrated management of water resources and ecosystem management of the watersheds, the urgent need for incorporation of ecosystem services approach in water resource management has been explained as an innovative approach in response to the dominance crisis in water systems such as wetlands.

Key words: Water-Related Ecosystem Services, Water Resources Management, Ecosystem Services Indicators