

بررسی قابلیت و کاربرد خدمات اکوسیستمی به‌عنوان شاخص‌های اکولوژیکی در مدل DPSIR (مطالعه نمونه: تالاب چغاخور)

فاطمه جهانی شکیب*^۱، بهرام ملک‌محمدی^۲، لعبت زبردست^۲، فاطمه عادل^۳

۱ دانشجوی دکتری رشته آمایش محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲ استادیار گروه برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران

۳ دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی، مدیریت و آموزش محیط‌زیست، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۲۲؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱۰/۲۴)

چکیده

مفهوم خدمات اکوسیستمی، جاذبه‌ی بالا و رو به رشدی را برای دانشمندان محیط‌زیستی، مدیران و تصمیم‌گیران به وجود آورده است. به تازگی، رشد اطلاعات کاربردی خدمات اکوسیستمی به دلیل انتقال مفهوم پویایی سیستم‌ها، به‌وفور مشاهده می‌شود. در واقع، روند توالی نگرش به ارزیابی سرزمین نیز گرایش به استفاده از این مفهوم بین‌رشته‌ای دارد که مبانی علمی اکولوژیک مدیریت را با اقتصاد و سیاست‌گذاری نزد متولیان نزدیک کرده است. اکوسیستم‌های تالابی با خدماتی مانند: استفاده‌های تفریحی، تنظیم آب‌وهوا، پرورش ماهی و ذخیره آب، به جوامع انسانی فواید فراوانی می‌رسانند. سلامت این اکوسیستم‌های ارزشمند به‌شدت با فشارهای محیط‌زیستی ناشی از فعالیت‌های انسانی، مورد تهدید قرار گرفته است. به‌ویژه، در کشورهای در حال توسعه که حفاظت از اکوسیستم‌های تالابی برای شهروندان و سیاست‌گذاران به‌طور گسترده، مهم شناخته نشده است. هدف از این تحقیق، بررسی قابلیت و به‌کارگیری خدمات اکوسیستمی در مدل تجزیه و تحلیلی نیرومحركه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ به‌عنوان شاخص‌های اکولوژیکی است. به‌منظور مطالعات ارزیابی وضعیت محیط‌زیست با توجه به توانایی این مدل در مقیاس‌های مختلف، محیط‌زیست تالاب چغاخور در مقیاس کلان بررسی شده است. نتایج نشان داد که نیرومحركه‌های شناسایی شده در محدوده مطالعه (توسعه کشاورزی، فعالیت‌های معدنی، رشد سکونت‌گاه‌ها و گردشگری، رشد جمعیت با اثر تجمعی و بیش از همه افزایش نیاز آبی در عین خشک‌سالی)، بر محیط‌زیست فشارهایی وارد کرده که از طریق تغییرات و نوسانات ساختاری بر تالاب پدیدار شده است. به دنبال این امر عملکردهای طبیعی که به ساختار وابسته هستند، دچار تغییرات و درنهایت سبب کاهش یا از دست دادن خدمات اکوسیستمی محیط‌زیست تالاب و سرزمین محل استقرار آن همچون تولیدی، تنظیمی، پشتیبانی و فرهنگی می‌شوند. بنابراین، در این تحقیق نشان داده شد که خدمات اکوسیستمی تالاب به‌عنوان شاخص‌هایی که به طور مستقیم ناشی از عملکرد و ساختار هستند، از این طریق ملموس‌تر و جامع‌تر قابل درک می‌باشند.

کلیدواژه‌ها: خدمات اکوسیستمی، مدل نیرومحركه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ، شاخص اکولوژیکی، تالاب چغاخور

سرآغاز

شد. به این منظور، مطالعات ارزیابی وضعیت محیط‌زیست در تالاب چغاخور در مقیاس کلان مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعات زیادی درباره خدمات اکوسیستمی و ارزیابی وضعیت محیط‌زیست با مدل DPSIR انجام شده است. برای مثال، مولر و بورکهارد در مطالعه‌ای، با بررسی تعامل بین مفاهیم خدمات اکوسیستمی و شاخص‌های اکولوژیکی درصدد پاسخ به این پرسش که «آیا خدمات اکوسیستمی می‌توانند به‌عنوان شاخص‌های اکولوژیکی به کار برده شوند؟» برآمدند؛ که با توجه به پاسخ مثبت، موقعیت خدمات اکوسیستمی را در چارچوب شاخص‌های اکولوژیکی DPSIR، به‌عنوان مؤلفه اثر مرکزی تعیین کردند (Müller & Burkhard, 2012). در تحقیقی توسط اتکینز و همکاران به‌منظور مدیریت محیط‌های دریایی، خدمات اکوسیستمی را با منافع اجتماعی در رویکرد DPSIR تلفیق شد. با این روش، چارچوبی را برای پشتیبانی تصمیمات در محیط‌های دریایی ایجاد کردند (Atkins et al., 2011).

زکرایس و همکاران در مطالعه‌ای تحت عنوان مدل DPSIR برای تالاب‌های موقت مدیترانه را در سطح ملی و محلی مقایسه کردند. هدف از این مطالعه، شناسایی وضعیت‌های تالاب‌ها و توسعه مدیریت راهبردی برای حفاظت و احیای تالاب‌های موقت اروپا و یونان با رویکرد DPSIR بود. در مطالعه‌ای که زکرایس و همکاران انجام دادند، فعالیت‌های انسانی شامل کشاورزی، دامداری و توریسم را به‌عنوان نیرومحرکه‌هایی بر تالاب‌های مدیترانه که دارای آثار و فشارهای اقتصادی-اجتماعی بودند، ارزیابی کردند (Zacharias et al., 2008).

در مطالعه‌ای دیگر، شاخص‌های مدیریت پایدار اکوسیستم‌های تالابی با استفاده از رویکرد DPSIR توسط سعادت و همکاران انجام شد که به‌منظور ایجاد ساختار DPSIR برای تالاب هامون، ابتدا منابع در دسترس را با هدف درک و شناسایی مشکلات تالاب‌ها (مثل: فرسایش بادی، مهاجرت پرندگان و غیره) را نمایه و بررسی کردند. سپس هر نمایه را در دسته‌ای از مؤلفه‌های نیرومحرکه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ قرار دادند و ارتباط بین مؤلفه‌های مختلف تعیین شده را در مدل مفهومی استفاده شده ایجاد کردند (Saadati et al., 2013).

رویکرد نیرومحرکه، وضعیت، فشار، اثر و پاسخ معروف به مدل DPSIR^(۱) ابزار ارزشمندی است که قادر به ارزیابی پارامترهای اقتصادی-اجتماعی و محیط‌زیستی می‌باشد. DPSIR ابزار مؤثری برای تشریح مسایل محیط‌زیستی و درک ارتباطات بین انتشار آلاینده و اثرات آن‌هاست (Lundin, 2002). رویکرد DPSIR اولین بار توسط آژانس محیط‌زیست اروپا^(۲) استفاده و به‌طور گسترده‌ای کاربردی شده است (Smeets & Weterings, 1999). این ابزار، ساختار سازمان یافته‌ای را برای تجزیه و تحلیل مسایل محیط‌زیستی مقیاس‌های مختلف مکانی از آب‌خیزهای کوچک تا سیستم‌های جهانی فراهم می‌کند (Carr et al., 2007). رویکرد DPSIR شکل توسعه یافته چارچوب PSR^(۳) است که توسط سازمان همکاری و توسعه اقتصادی^(۴) ایجاد شده است. این چارچوب مفهومی جهت سازمان‌دهی اطلاعات وضعیت محیط‌زیست و ارتباط بین فعالیت‌های انسانی و تغییرات احتمالی محیط‌زیست استفاده می‌شود. این رویکرد، بر اساس رابطه علی-معلولی است که با فعالیت‌های انسانی (نیرومحرکه) و فشار بر محیط‌زیست شروع و سپس با تغییرات کمی و کیفی منابع طبیعی منجر به پاسخ‌های اجتماعی می‌شود. خدمات اکوسیستمی^(۵)، فوایدی حاصل از اکوسیستم‌ها هستند. هر اکوسیستم دارای ساختار و عملکرد مربوط به خود است. ساختار اکوسیستم مربوط به مجموع گونه‌ها، ترکیب، جمعیت؛ ساختار جامعه و روابط درونی آن‌ها و فرم آب، هوا و خاک و زیستگاه گیاهان و جانوران است. اما، عملکرد اکوسیستم مربوط به ویژگی‌های سیستم یا فرایندهایی است که بین یک یا چند اکوسیستم روی می‌دهد؛ مانند چرخه مواد غذایی (Costanza et al., 1997). مفهوم کالاها و خدمات اکوسیستمی یک جاذبه مداوم و رو به رشدی را برای دانشمندان محیط‌زیستی، مدیران و تصمیم‌گیران به‌وجود آورده است. به‌تازگی، رشد اطلاعات کاربردی خدمات اکوسیستمی به دلیل انتقال مفهوم پویایی سیستم‌ها به‌وفور مشاهده می‌شود (Müller & Burkhard, 2012). با توجه به این که شاخص‌ها در مدل DPSIR نقش تعیین‌کننده‌ای دارند، این تحقیق باهدف به‌کارگیری خدمات اکوسیستمی تالاب‌ها در مدل تحلیلی DPSIR به‌عنوان شاخص انجام شده است. با توجه به ویژگی‌های شاخص‌ها، قابلیت خدمات اکوسیستمی به‌عنوان ورودی در مدل DPSIR بررسی

مواد و روش‌ها**منطقه مورد مطالعه (تالاب چغاخور)**

تالاب بین‌المللی چغاخور در منطقه زاگرس مرکزی، حوضه آبریز خلیج فارس و حوضه آبخیز رودخانه کارون واقع شده است. منطقه چغاخور در استان چهارمحال و بختیاری، شهرستان بروجن و بخش بلداجی قرار دارد (شکل ۱). نزدیک‌ترین شهر به تالاب، شهر بلداجی و تا مرکز استان حدود ۶۵ کیلومتر فاصله دارد. این تالاب، بین عرض‌های $31^{\circ} 56' 31''$ و $31^{\circ} 54' 17''$ و $50^{\circ} 56' 14''$ تا $50^{\circ} 52' 40''$ شمالی و با ارتفاع حدود ۲۲۷۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. تالاب چغاخور با مساحت ۱۶۰۰ هکتار در منطقه شمالی کوه‌های زاگرس با منابع آب شیرین قرار گرفته است. این تالاب در منطقه آزاد (حفاظت نشده) و شکار ممنوع قرار دارد که مساحت منطقه پیشنهادی جهت پناهگاه ۲۵۰۰ هکتار می‌باشد (بهروزی‌راد، ۱۳۸۷). تالاب چغاخور در سال ۲۰۱۰، به لیست تالاب‌های کنوانسیون رامسر پیوسته است. از نظر جغرافیای گیاهی ایران در بخش کوهستانی منطقه رویشی ایران و تورانی واقع شده است و پوشش گیاهی طبیعی دامنه‌ها و تپه‌ماهورهای اطراف آن، منطبق با ویژگی‌های اداکیکی (خاکی) محلی و اقلیمی این منطقه رویشی است (باقری، ۱۳۷۹). راه‌های دسترسی به تالاب جاده‌های آسفالتی بروجن-ناغان و شهرکرد-ناغان می‌باشد که جاده بروجن ناغان ضلع شمالی تالاب را به جاده شهرکرد-ناغان در غرب تالاب پیوند می‌زند. در قسمت جنوبی تالاب نیز جاده آسفالتی بعد از گذشتن از روستاهای اطراف تالاب به جاده آسفالتی ناغان و بروجن متصل می‌شود.

روش پژوهش

به منظور انجام مطالعات در خصوص بررسی استفاده از خدمات اکوسیستمی به عنوان شاخص‌های اکولوژیکی در مدل تجزیه و تحلیلی DPSIR، به تدوین چارچوب نظری برای جایگزینی خدمات اکوسیستمی پرداخته شد. سپس در راستای به‌کارگیری آن، چارچوب نظری برای مدیریت پایدار تالاب‌ها بسط داده شد. تحلیل DPSIR، از مجموعه شاخص‌هایی (مجموعه‌ای از متغیرهای فیزیکی، زیستی و شیمیایی) به منظور ارائه اطلاعات خاص و روشن به سیاست‌گذاران، در موارد زیر استفاده می‌کند (Zacharias et al., 2008):

۱. نیرومحرکه‌ها

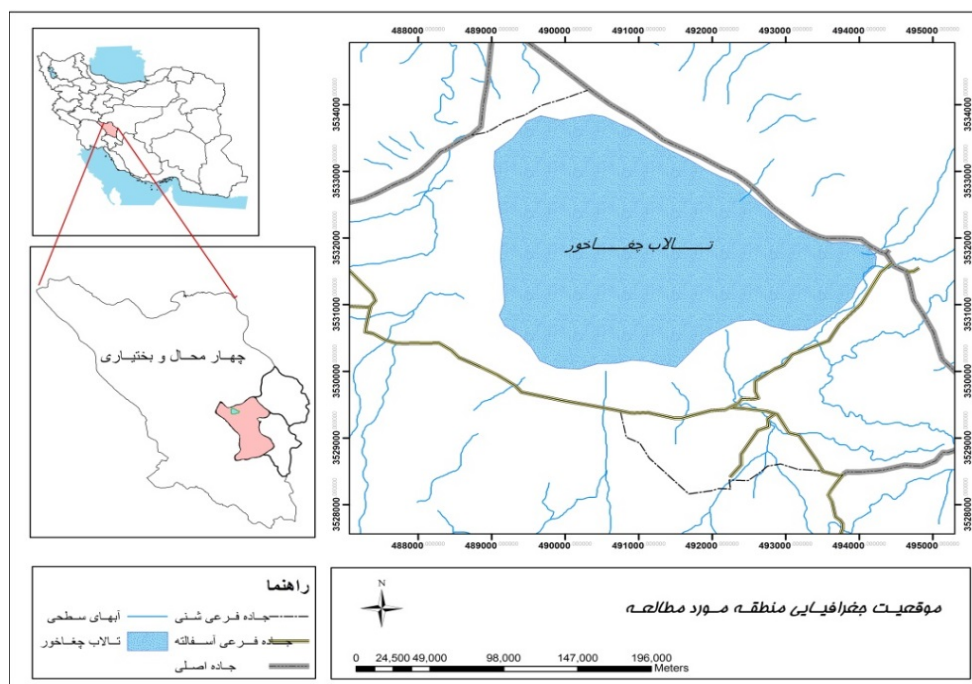
۲. فشارهای محیطی منتج شده

۳. وضعیت محیط‌زیست

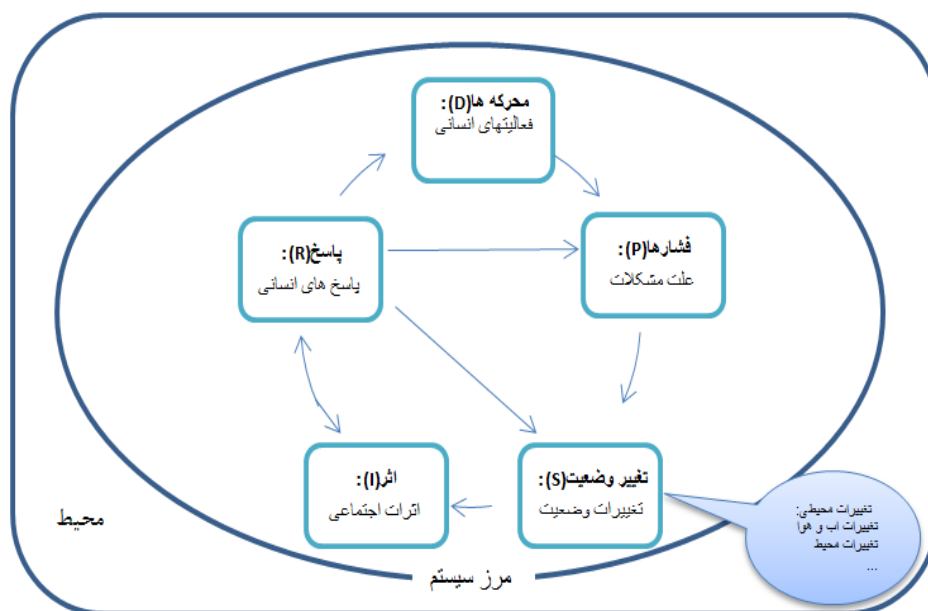
۴. آثار ناشی از تغییرات محیط‌زیست

۵. پاسخ‌های اجتماعی محتمل

چارچوب و چرخه DPSIR در شکل (۲)، ارائه شده است. نیرومحرکه اشاره به نیروهای هیدرولوژیکی و اقتصادی-اجتماعی دارد که منجر به مشکلات محیط‌زیستی یا تشدید مسایل موجود مانند رشد جمعیت و شرایط اقلیم می‌شود. فشارها، فعالیت‌های انسانی هستند که به طور مستقیم سبب تخریب آثار مانند: آثار اقتصادی-اجتماعی تخریب محیط‌زیست مانند: فقر، مهاجرت، بیکاری و غیره می‌شوند. پاسخ‌ها نیز فعالیت‌هایی هستند که توسط جامعه انسانی با هدف کم کردن فشارهای محیط‌زیستی و ارتقای کیفیت محیط انجام می‌شوند. پاسخ‌ها بهترین راه‌حل برای نیرومحرکه‌ها جهت کاهش فشارها و آثار سیستم‌های وابسته است. اما، ممکن است به‌طور مستقیم برای هر یک از نیرومحرکه، فشار، وضعیت یا اثر به کار گرفته شود. ممکن است مداخله مستقیم در هر مرحله، به مداخله در مراحل قبلی نیاز باشد که در سطح دانش علمی و یا محدودیت‌های مالی، فنی، یا سازمانی غیرعملی است (Saadati et al., 2013). تحولات اقتصادی و اجتماعی (نیرومحرکه‌ها) منجر به تغییراتی در وضعیت محیط (در ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی) می‌شوند. به علاوه این تغییرات سبب آثاری در اکوسیستم‌ها، سلامت انسان‌ها و فرآیندهای طبیعی می‌شود که در نهایت پاسخ‌های سیاسی ایجاد می‌کند (Smeets & Weterings, 1999). چنین پاسخ‌هایی می‌تواند بر هر مؤلفه از پارامترهای DPSIR تأثیرگذار باشد که بازخور مستقیم بر وضعیت محیط‌زیست یا نیرومحرکه‌ها و به تبع فعالیت‌های انسانی را نیز می‌تواند به همراه داشته باشد. شاخص‌ها در DPSIR، می‌توانند برای پایش نوسانات فصلی چالش‌های طبیعی و انسانی که سلامت اکوسیستم‌ها و کارآمدی برنامه‌های عملیاتی از آن ناشی می‌شود، به کار گرفته شوند. به علاوه، شاخص‌ها توانایی ادغام و خلاصه‌سازی اطلاعات مهم و شناسایی نقاط ممکن به‌سازی را دارند. ابتدا چالش‌های مدیریت و مشکلات محیط‌زیستی و راهبردهای مورد نیاز در مدل مفهومی DPSIR سازمان‌دهی می‌شود. سپس، شاخص‌های مربوط به هر عامل از مدل مفهومی بر اساس نظر کارشناسی و مرور منابع پیشین انتخاب می‌شود. جهت ارتقای راندمان کلی کاربرد DPSIR، باید DPSIR با مجموعه‌ای از شاخص‌های توسعه یافته هر دسته (مثل نیرومحرکه، فشار و



شکل (۱): نقشه موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه (منبع: نگارندگان، ۱۳۹۲)



شکل (۲): چارچوب و چرخه DPSIR (EEA, 1998)

اکوسیستمی و قابلیت جایگزینی آن‌ها در مدل DPSIR به‌عنوان شاخص‌های اکولوژیکی پرداخته شده است. همان‌طور که در جدول (۱) ملاحظه می‌شود، این خدمات شامل فراهم‌آوری، تنظیم‌کنندگی، فرهنگی که به‌طور مستقیم بر مردم تأثیر

غیره) ادغام شود. (مثل نیرومحركه، فشار و غیره) ادغام شود. در این تحقیق، پس از توجیه به‌کارگیری مدل DPSIR برای مدیریت تالاب‌ها، بررسی‌هایی در مورد شاخص‌ها و ویژگی‌های کارکردی آن‌ها صورت گرفته است. سپس، به بررسی خدمات

روابط سیستم های محیط زیستی و انسانی تالاب چغاخور با تأکید بر خدمات اکوسیستمی و عملکردهایی که تأثیرپذیر از نیرو محرکه ها هستند، تجزیه و تحلیل شوند. بنابراین، با تعیین نیرو محرکه های اصلی و تأثیر گذار، فشارها، وضعیت محیط زیست، آثار ممکنه که بر عملکردها و به دنبال آن خدمات اکوسیستمی وارد می شود، بررسی و در نهایت، پاسخ های احتمالی در قالب پیشنهادهایی ارائه شده است.

می گذارد و خدمات حمایتی که به نگهداشت دیگر خدمات کمک می کنند، می باشد. افراد زیادی روی خدمات اکوسیستمی تحقیق می کنند تا بتوانند ارتباط شرایط اکوسیستم و توانایی آن ها را برای ارائه خدمات مدنظر درک کنند. توانایی ارائه خدمات اکوسیستمی می تواند با روش های مختلف کمی و کیفی تعیین شود (MEA, 2005). در این تحقیق، سعی شده است با بهره گیری از توانایی مدل DPSIR در سطح کلان، وضعیت

جدول (۱): انواع خدمات اکوسیستمی (MEA, 2005)

خدمات فرهنگی	خدمات تنظیم کننده	خدمات تولیدی
فواید غیرمادی حاصل از اکوسیستم ها ✓ غیرمادی و معنوی ✓ تفریحی و اکوتوریسمی ✓ زیبایی شناسانه ✓ الهام بخش ✓ آموزشی ✓ احساس تعلق مکانی ✓ میراث فرهنگی	فوایدی که حاصل تنظیم فرآیندهای اکوسیستمی است ✓ تنظیم آب و هوا ✓ تعدیل بیماری ✓ تنظیم آب ✓ تصفیه آب ✓ گرده افشانی	کالاهایی که از اکوسیستم ها گرفته می شود ✓ غذا ✓ آب شیرین ✓ سوخت چوبی ✓ چوب و الوار ✓ مواد بیوشیمیایی ✓ منابع ژنی
خدمات پشتیبانی یا حمایتی خدمات لازم برای تولید دیگر خدمات اکوسیستمی ✓ خاک زایی ✓ چرخه نیتروژن ✓ تولید اولیه		

تالابی تسهیل نمود. رویکرد مقابله با این محدودیت های DPSIR، توسعه شاخص هایی برای هر یک از طبقات DPSIR است. شاخص را می توان به عنوان قسمتی از اطلاعات درباره یک سیستم دانست که اهمیت بیشتری از ارزش های آنی دارد (Bakkes et al., 1994). گام هایی که برای ایجاد شاخص های مدیریت پایدار اکوسیستم های تالابی با استفاده از DPSIR باید انجام شوند، عبارتند از (Saadati et al., 2013):

- شناسایی نمایه های مربوط به چالش های خاص مدیریتی و مسایل محیط زیستی تالاب ها،
- دسته بندی نمایه های شناسایی شده به دسته های DPSIR (مانند: نیرو محرکه، فشار و غیره)
- ایجاد ارتباط بین مؤلفه های مختلف DPSIR بر حسب مدل مفهومی
- تخصیص شاخص به هر یک از مؤلفه های مدل مفهومی توسعه یافته

چارچوب مدل DPSIR تحلیل عمیقی از شرایط تالاب و ویژگی های اجتماعی محلی را حاصل می کند. بنابراین، نیرو محرکه ها می توانند به عنوان عامل های فشار در مناطق وسیعی از تالاب ها شناسایی شوند در حالی که، فشارها سبب تغییر وضعیت زیستگاه ها می شود. این تغییر وضعیت منجر به ایجاد آثاری در زیستگاه های تالابی می شوند که در نهایت پاسخها در قالب راهبردهای مدیریتی هستند که از طرف سیاست گذاران برای بازسازی این زیستگاه ها اتخاذ می شود. با این که در حال حاضر، استفاده از DPSIR برای سیاست گذاری و مدیریت پایدار تالاب به خوبی تثبیت شده است، ولی ابهامات بسیار مهمی در مورد استفاده از DPSIR باقی مانده که به اندازه کافی در مطالعات قبلی مورد توجه قرار نگرفته است. برای مثال: چندین مطالعه به این موارد جزئی پرداخته است که چطور می توان نتایج DPSIR را برای سیاست گذاران و مدیران طوری ارائه داد که پیشرفت پایش منظم را به سمت مدیریت پایدار اکوسیستم های

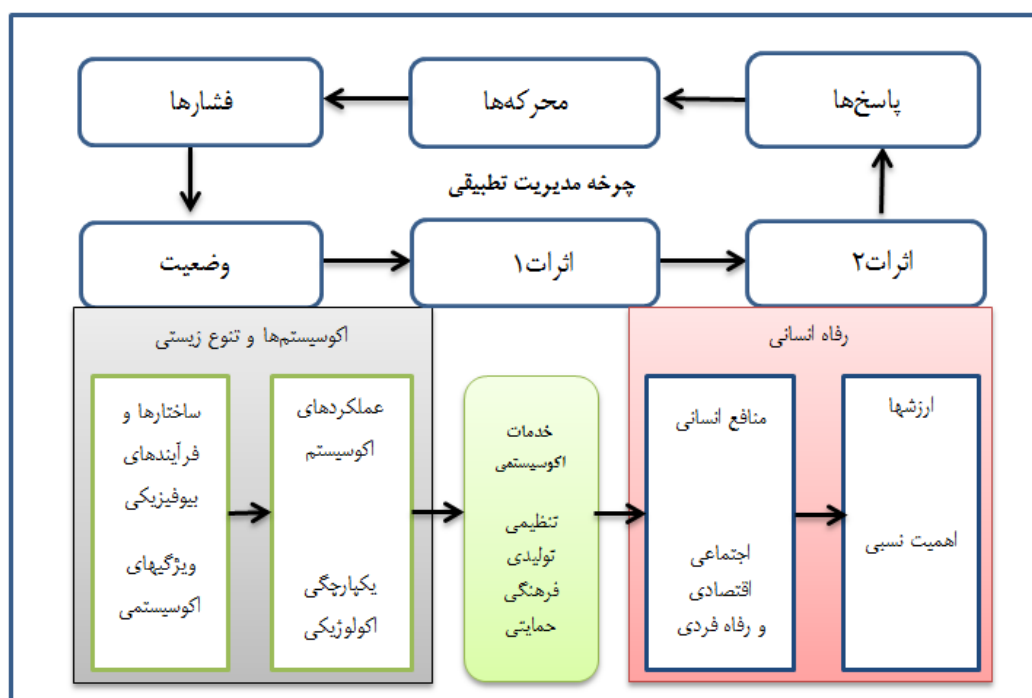
جهت آگاهی از استفاده پایدار این خدمات و فواید مشخص می‌شود تا آن‌ها را برای نسل‌های آینده حفظ کند. خدمات اکوسیستمی مجموعه‌های جالب توجهی فراهم می‌کند که به‌خوبی شامل ابعاد توصیفی موارد ارزیابی هستند (شکل ۳). بنابراین، راهبردهای شاخص، به‌گونه‌ای انتخاب می‌شوند که قادر به ادغام شاخص‌ها با طیف وسیعی از واکنش‌های اصولی باشد (Müller & Burkhard, 2012).

بنابراین، با توجه به مفهوم خدمات اکوسیستمی، آن‌ها می‌توانند به‌عنوان شاخص‌های اکولوژیکی به کار روند. موقعیت خدمات اکوسیستمی در چارچوب شاخص‌های اکولوژی DPSIR، به‌عنوان مؤلفه اثر مرکزی تعیین می‌شود. گفته می‌شود که دیدگاه‌های مختلف برای تعامل خدمات امکان‌پذیر است؛ که نقطه شروع محیط‌زیستی، متمرکز بر ارتباط فرایندهای محیط‌زیستی و کارکردها از یک‌طرف با معیارهای رفاه انسانی و الزامات مدیریت از طرف دیگر است (De Groot et al., 2010; van Oudenhoven et al., 2012).

در سیستم‌های انسان و محیط‌زیست پیچیدگی بالایی از اجزاء، روابط و ارتباطات علت و اثر یافت می‌شود. اقدام‌های زیادی برای آوردن ساختارهای نشان‌دهنده‌ی نظم این سیستم‌های پیچیده انسان و محیط‌زیست انجام شده که به نظر می‌رسد رایج‌ترین رویکرد در چارچوب DPSIR باشد. تعامل مهمی بین مفهوم خدمات اکوسیستمی و رویکرد شاخص‌های اکولوژیکی در شکل (۳) وجود دارد. این شکل نشان‌دهنده‌ی چگونگی رابطه بین عملکردهای اکوسیستمی و ارزش‌های تولید شده توسط آن‌هاست. توجه به اثرات توسعه یا نیرومحرکه‌های مختلف بر عملکردهای اکوسیستمی در مطالعات ارزیابی می‌تواند به‌طور ضمنی اشاره بر ارزش‌های اکوسیستمی داشته باشد. در این تحقیق با استفاده از این ارتباط مفهومی و ضمنی به‌منظور کمی‌سازی و برآورد میزان شدت و اهمیت نسبی ارزش‌های اکوسیستمی، نظر ۱۵ نفر متخصص و کارشناس خبره درباره شدت اثر نیرومحرکه‌ها بر عملکردهای اکوسیستمی خواسته شد. سپس وزن‌های به‌دست آمده حاصل از مقایسه‌های زوجی به هر یک از ارزش‌های اکوسیستمی مطابق با لیست IUCN تطبیق داده شد و از طریق برآورد میزان شدت، اهمیت نسبی راهکارهای حفاظتی مشخص شد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی به کمک ابزارهای الحاقی در نرم‌افزار ArcGIS انجام شد.

کارکرد شاخص‌ها در صورتی مفید است که منافع اساسی در خصوص تصمیم‌گیری را با ویژگی‌های مهمی چون ساده و خلاصه بودن، تجسم پدیده‌های دلخواه را با کمی‌سازی و اندازه‌گیری اطلاعات مربوطه مرتبط کند. عملکردهای مهم شاخص‌ها عبارتند از (Gallopın, 1997):

- شناسایی شرایط و روندها
 - فراهم کردن اطلاعات برای مقایسه‌های مکانی
 - فراهم کردن اطلاعات هشداردهنده زود هنگام
 - پیش‌بینی شرایط و روندهای آینده
- در واقع، شاخص‌های اکولوژیکی، ابزارهای ارتباطی هستند که پیچیدگی بالای سیستم‌های انسانی- محیط‌زیستی را ساده‌سازی می‌کنند و اطلاعاتی در مورد پدیده‌های خاص فراهم می‌نمایند. این شاخص‌ها، جهت پشتیبانی از اهداف خاص مدیریتی، با ادغام ارزش‌های هم‌نظیر و عملکردی به‌عنوان تعریف کمی و کیفی وضعیت یا تعاملاتی که به‌طور مستقیم در دسترس نیستند، انتخاب می‌شوند (Heink & Kowarik, 2010). از نقطه نظرات ارزیابان، در ارزیابی وضعیت و روند سیستم‌ها، اهداف انسان و محیط‌زیست شاخص برنامه‌های محیط‌زیستی و اکولوژیکی هستند که عوامل یا اندازه‌هایی از پدیده‌های مربوط به محیط‌زیست را برای به تصویر کشیدن و ارزیابی شرایط محیط‌زیستی یا برای هدف‌گذاری در محیط‌زیست به کار می‌برد. خدمات اکوسیستمی نیز به‌عنوان بخش‌های مستقیم و غیرمستقیم ساختارهای اکوسیستمی و عملکردی به همراه دیگر عوامل در رفاه انسان (هدف) می‌تواند درک شود (De Groot et al., 2010a; Burkhard et al., 2012). این خدمات معیارهای اشاره شده را دنبال می‌کنند و بنابراین، اگر هدف مدیریت برقراری ارتباط شرایط اخیر، گذشته و بالقوه سیستم‌های انسان و محیط‌زیست باشد، می‌توان خدمات اکوسیستمی را شاخص نامید. علاوه بر این، تعریف خدمات اکوسیستمی به‌عنوان پدیده‌های اکولوژیکی، از نام‌گذاری آن‌ها به‌عنوان شاخص‌های اکولوژیکی حمایت می‌کند. البته، تمامی شاخص‌ها همانند تعاریف و طبقات خدمات اکوسیستمی، به‌شدت به اکوسیستم‌های مورد بررسی و محتوای تصمیم‌گیری بستگی دارد (Reyers et al., 2010; Fisher et al., 2009; Boyd & Banzhaf, 2007).
- در نهایت، شاخص‌های خدمات اکوسیستمی به‌عنوان نماینده‌ی سیاست‌های مربوطه برای شناسایی شکاف‌ها و روندهای ارتباطی



شکل (۳): ارتباط بین وضعیت محیط‌زیستی و سیستم‌های انسانی (Müller & Burkhard, 2012)

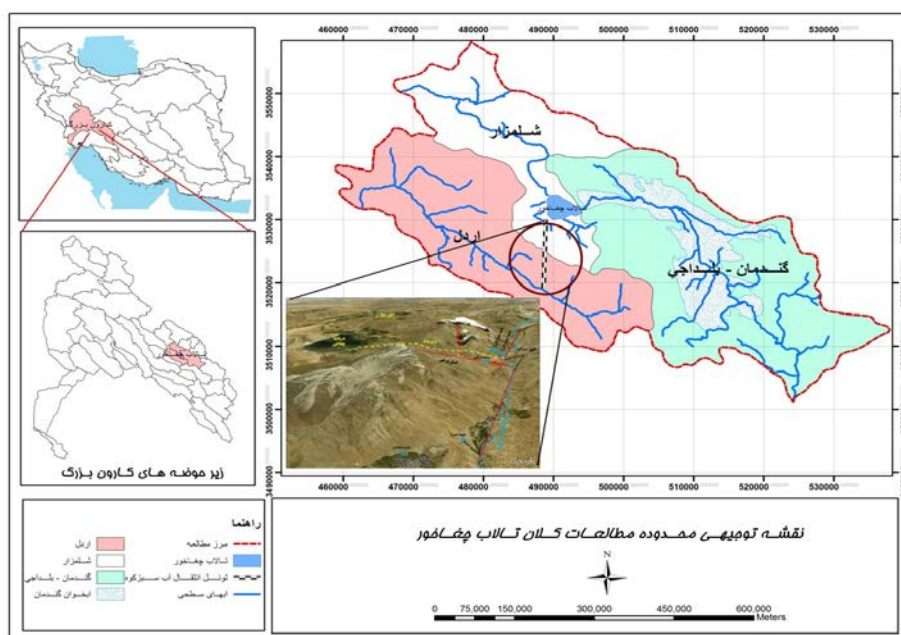
یافته‌ها

اجزای منفرد رویکرد DPSIR به عنوان یک مسیر علی- معلولی ادغام شده‌اند تا مراحل بعدی مدیریت محیط‌زیست و پایش را فراهم کنند. در این تحقیق به کمک مدل مفهومی، نیرومحركه‌ها و فشارها در سطح کلان بر اساس جدول (۲)، برای تالاب چغاخور شناسایی شد. بر اساس با این فشارها تغییر حالت سیستم‌های محیط‌زیستی که اشاره به شرایط محیطی، فیزیکی، زیستی و شیمیایی تالاب دارد، مشخص شد. به علت این فشارها، آثاری بر سیستم‌های انسان و محیط‌زیست افزایش می‌یابد که تغییرات آن را می‌توان در ارایه کالاها و خدمات و سیستم‌های اقتصادی- اجتماعی درک کرد. در نهایت، پس از درک پویایی، فعالیت‌های جامعه جهت کاهش آثار منفی تحمیل شده بر سیستم‌های انسان و محیط‌زیست پیشنهادهایی به صورت پاسخ‌ها و واکنش‌های احتمالی عنوان شد. در این تحقیق سعی شده است، مؤلفه‌ی اثر ۱ تحت عناوین عملکرد و خدمات اکوسیستمی مورد بررسی قرار گیرد. در مؤلفه‌ی اثر ۲، ارزش‌های تالاب شناسایی شدند و میزان شدت اثر بر این ارزش‌ها کمی‌سازی و اولویت‌بندی شدند. ضریب ناسازگاری مقایسه‌های زوجی تحلیل سلسله مراتبی ۰/۰۳۶ به دست آمد. نتایج نشان داد که

ارزش‌های تغذیه چشمه‌ها و لایه‌های آبدار، توازن هیدرولوژیکی، نگهداری رسوبات و کنترل سیلاب از مهم‌ترین ارزش‌هایی هستند که فعالیت‌های توسعه‌ای، شدیدترین آثار (۰/۳۵) را بر آن‌ها وارد می‌کند. بنابراین، راهکارهای بخش تعادل و توازن هیدرولوژیکی از اهمیت نسبی بالاتری برخوردار خواهد بود که در جدول (۲)، ارایه شده است. از نتایج دیگر این تحقیق این بود که با بررسی نیرومحركه‌ها و تحلیل مرز آثار ارتباط نزدیکی جهت تعیین مرز مطالعه با شناسایی ابتدایی نیرومحركه‌ها و طرح‌های در حال انجام در منطقه ایجاد شد. همچنین، اهمیت عامل هیدرولوژیکی در تالاب نقش تعیین‌کننده‌ای داشت. بنابراین، با استفاده از نقشه‌های حوضه‌های هیدرولوژیکی سازمان جنگل‌ها و مراتع، زیرحوضه‌های مؤثر شناسایی شدند. زیر حوضه اردل به دلیل این که در آن پروژه انتقال آب مطرح است، به عنوان منبع و منشأ فرایندها در نظر گرفته شده است. طرح انتقال آب، از حوضه رودخانه سبز کوه به دریاچه سد چغاخور با هدف تأمین آب مجتمع صنایع پتروشیمی، افزایش سطح زیر کشت و تولیدات کشاورزی، تأمین آب شرب شهر بروجن، اشتغال‌زایی و پیشگیری از مهاجرت بی‌رویه از سال ۱۳۷۶، شروع شده است (مهندسین مشاور مهتاب قدس، ۱۳۸۶). در زیر حوضه شلمراز، تالاب چغاخور

جدول (۲): نتایج بررسی و اعمال مدل DPSIR در سیستم انسان و محیط تالاب چغاخور

نیرو محرکه	فشار	وضعیت	اثر ۱		اثر ۲		پاسخ‌های (احتمالی)
			عملکردهای اکوسیستمی	خدمات اکوسیستمی	منافع انسانی	ارزش‌ها (مقادیر شدت اثر بر ارزش‌ها)	
کشاورزی	<ul style="list-style-type: none"> ✓ احداث چاه‌های عمیق و نیمه عمیق ✓ انتقال پساب‌های کشاورزی حاوی سموم دفع آفات و کودهای شیمیایی ✓ توسعه مزارع و باغات و برداشت بی‌رویه آب 	<ul style="list-style-type: none"> ■ خشک شدن چشمه‌ها و کاهش سطح آب‌های زیرزمینی ■ افزایش آلاینده‌های آلی، معدنی و رویداد پوتریفیکاسیون ■ کاهش کیفیت آب و اکسیژن محلول ■ کاهش سطح ایستایی آب‌های زیرزمینی 	<ul style="list-style-type: none"> ● کاهش توان کنترل آلودگی‌های خطرناک و سم‌زدایی (تصفیه آب) ● کاهش تعادل هیدرولوژیکی (تنظیم آب) 	تنظیمی	هیدرولوژیکی	<ul style="list-style-type: none"> ● پاک‌سازی مواد سمی (۰/۲۱) ● تعدیه چشمه‌ها و لایه‌های آبدار (۰/۳۵) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ترویج کشاورزی ارگانیک ○ توسعه طرح‌های نوین سیستم‌های تحت فشار آبیاری
تجزیه و تحلیل دست و انتقال آب منبر گروه	<ul style="list-style-type: none"> ✓ انتقال آب بین حوضه‌ها از سبز کوه با تونل، بند و کانال ✓ عبور و انتقال آب به وسیله کانالی در حاشیه تالاب چغاخور ✓ خاک‌برداری و انجام عملیات ساخت کانال حاشیه تالاب 	<ul style="list-style-type: none"> ■ خشک شدن بعضی چشمه‌ها در اثر ساخت تونل و تأسیسات انتقال آب ■ احتمال افزایش بار رسوب و بسته شدن منافذ تغذیه‌ای در کف تالاب در صورت نشست، و یا کدورت آب ناشی از تلیق ■ کاهش سطح زیستگاه‌های اطراف تالاب ■ پخش مصالح و قرضه‌های ساخت‌وساز و کاهش کیفیت زیستگاه‌ها 	<ul style="list-style-type: none"> ● کاهش تعادل هیدرولوژیکی ● آشفته‌گی در رژیم‌های هیدرولیکی ● کاهش زیستگاه و تداوم زادآوری ● کاهش تولیدات بیوشیمیایی ● برهم خوردن چرخه مواد مغذی ● کاهش زیبایی‌شناختی 	تنظیمی تولیدی پشتیبانی فرهنگی	هیدرولوژیکی اقتصادی اکولوژیکی	<ul style="list-style-type: none"> ● کنترل سیلاب، توازن هیدرولوژیک و نگهداری رسوبات (۰/۳۵) ● تولید فرآورده‌های طبیعی (۰/۰۶۸) ● جذب و کاهش کربن (۰/۱۰۵) ● منابع حیات‌وحش و آبیان (۰/۱۳۸) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ذخیره آب بر اساس نیاز آبی تالاب در فصول خشک تا عمق حداکثر ۶ متر و انتقال مازاد آن به پایین دست نمونه‌برداری و کنترل حجم رسوب و طرح‌های آبخیزداری در بالادست
گردشگری	<ul style="list-style-type: none"> ✓ افزایش افراد بازدیدکننده با وجود نبود امکانات تفریحی ✓ ویلا سازی بدون زیرساخت بهداشتی دفع فاضلاب 	<ul style="list-style-type: none"> ■ افزایش ورود زباله و کاهش کیفیت زیستگاه ■ نفوذ فاضلاب به آب‌های زیرزمینی و آلوده ساختن آن‌ها با توجه به تراکم چشمه‌ها 	<ul style="list-style-type: none"> ● کاهش کارایی تفریحی-روخی ● کاهش زیبایی‌شناختی ● کاهش تنوع زیستی ● کاهش توان کنترل آلودگی‌های خطرناک و سم‌زدایی (تصفیه آب) 	فرهنگی پشتیبانی	اجتماعی اکولوژیکی	<ul style="list-style-type: none"> ● اهمیت زیبایی‌شناسی، اهمیت معنوی و آموزش (۰/۰۴۶) ● اهمیت میراث فرهنگی (۰/۰۴۶) ● بانک ژن (۰/۰۴۶) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ برنامه‌ریزی توسعه گردشگری با توجه به قابلیت‌های منطقه به همراه ایجاد زیرساخت
سکونتگاه‌ها و مناطق شهری	<ul style="list-style-type: none"> ✓ تصرف و تغییر کاربری و از بین بردن پوشش گیاهی ✓ تولید فاضلاب و زباله ✓ خاک‌برداری و خاک‌ریزی 	<ul style="list-style-type: none"> ■ کاهش زهکشی و افزایش پتانسیل سیلاب ■ تسطیح اراضی و تغییر توپوگرافی با کاهش و از بین بردن پوشش گیاهی ■ آلوده ساختن آب‌های زیرزمینی با توجه به تراکم چشمه‌ها و عمق آب‌های زیرزمینی 	<ul style="list-style-type: none"> ● کاهش سطوح نفوذپذیر و تغذیه آب‌های زیرزمینی ● کاهش سطح زیستگاه‌ها ● کاهش توان کنترل آلودگی‌های خطرناک/سم‌زدایی (تصفیه آب) 	تنظیمی پشتیبانی	اکولوژیکی هیدرولوژیکی	<ul style="list-style-type: none"> ● تعدیه چشمه‌ها و لایه‌های آبدار و کنترل سیلاب (۰/۳۵) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ جلوگیری از رشد افقی شهرها با بهره‌گیری از توان بالقوه زمین‌های شهری
قابلیت‌های معدنی در بالادست	<ul style="list-style-type: none"> ✓ کان کنی و ایجاد گردوغبار 	<ul style="list-style-type: none"> ■ آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی ■ رسوب آتروسول‌ها بر پوشش گیاهی و از بین بردن آن‌ها 	<ul style="list-style-type: none"> ● کاهش نگهداری رسوب و مواد سمی ● تولید بیوماس 	تنظیمی تولیدی	اقتصادی	<ul style="list-style-type: none"> ● نگهداری رسوب (۰/۳۵) ● پاک‌سازی مواد سمی (۰/۲۱) ● تولید فرآورده‌های طبیعی (۰/۰۶۸) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ کنترل گردوغبار در معادن
رشد جمعیت	<ul style="list-style-type: none"> ✓ برداشت بی‌رویه از منابع زیستی تالاب ✓ صید و شکار غیرمجاز ✓ ورود گونه‌های غیربومی 	<ul style="list-style-type: none"> ■ کاهش زیستگاه و افزایش پتانسیل سیلاب ■ کاهش غنای گونه‌ای ■ برهم خوردن تعادل بیولوژیک 	<ul style="list-style-type: none"> ● کاهش تعادل هیدرولوژیک ● کاهش زیستگاه و تداوم زادآوری ● کاهش تولید مواد غذایی و تولید بیوماس ● کاهش منابع ژنتیکی ● کاهش فرصت‌های آموزشی 	تولیدی پشتیبانی فرهنگی	اقتصادی اکولوژیکی	<ul style="list-style-type: none"> ● تولید فرآورده‌های طبیعی (۰/۰۶۸) ● تنوع زیستی ● متحصربه‌فرد (۰/۰۴۸) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ استفاده از ظرفیت جمعیتی و تشکیل گروه‌های NGOs و برنامه‌های ابدایی پرورش حیات‌وحش و صدور پروانه شکار بر اساس تولید
خشک‌سالی	<ul style="list-style-type: none"> ✓ کاهش بهره‌وری و بقای تالاب 	<ul style="list-style-type: none"> ■ کاهش کیفیت و کمیت زیستگاه‌های اطراف تالاب ■ کاهش غنای گونه‌ای ■ انباشت آلودگی و برهم خوردن ثبات هیدرولوژیکی 	<ul style="list-style-type: none"> ● کاهش زیستگاه و تداوم زادآوری ● کاهش منابع ژنتیکی ● کاهش توان کنترل آلودگی‌های خطرناک و سم‌زدایی (تصفیه آب) ● کاهش تعادل هیدرولوژیکی (تنظیم آب) ● کاهش زیبایی‌شناختی 	پشتیبانی تولیدی تنظیمی فرهنگی	اقتصادی هیدرولوژیکی اجتماعی	<ul style="list-style-type: none"> ● تنوع زیستی ● متحصربه‌فرد (۰/۰۴۸) ● تولید فرآورده‌های طبیعی (۰/۰۶۸) ● تعدیه چشمه‌ها و لایه‌های آبدار (۰/۳۵) ● تصفیه مواد سمی (۰/۲۱) ● اهمیت آموزشی (۰/۰۳۵) ● میراث فرهنگی (۰/۰۴۶) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ انجام اقدام‌هایی در جهت کاهش خسارت‌های خشک‌سالی و آثاری مانند: تغییر فناوری زراعی و احیاء اراضی و ...



نقشه (۱): توجیه مرز مطالعات کلان با کمک نیرومحركه (جهانی شکیب، ۱۳۹۲)

جهانی حضور دارند، با توجه به روند تغییرات آب و هوایی کره زمین خیلی شدیدتر مطرح است. انواعی از تجزیه و تحلیل‌ها و ابزارهای سیاست‌گرا توسعه یافته‌اند که برای شناسایی انواع آثار فعالیت‌های انسانی بر اکوسیستم‌های تالابی استفاده می‌شوند. تعیین ارتباط علی بین فعالیت‌های انسانی و تخریب زیستگاه‌ها و اجرای بازسازی تالاب‌ها به شرایط مناسب اکولوژیکی قبل از آثار مشاهده شده، حایز اهمیت است. شناسایی وضعیت‌های تالاب در مقیاس کلان (حوضه آبریز) ایجاب می‌کند که ابتدا با توجه به اکوسیستم تالاب در بستر حوزه آبریز مجموعه مشکلات محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی شناسایی شود. سپس خدمات اکوسیستمی در قالب شاخص‌های اکولوژیکی در چارچوب DPSIR مورد بررسی قرار گیرد. در نهایت، پاسخ‌های لازم برای حفاظت و حمایت از این زیستگاه‌های ارزشمند پیشنهاد شود. شناسایی آثار حاصل از نیرومحركه، همراه بازخوردهایی در قالب پاسخ‌ها و راهبردهایی در وضعیت محیط‌زیست است که سبب بهینه‌سازی مدیریت در سطح منطقه می‌شود.

توسعه کشاورزی، افزایش نیاز آبی، رشد گردشگری، رشد سکونت‌گاه‌ها و مناطق شهری، فعالیت‌های معدنی در بالادست، رشد جمعیت و خشکسالی از جمله نیرومحركه‌های موجود در محدوده تالاب چغاخور هستند که دارای فشارهایی چون: احداث

واقع است و مجرای انتقال آب جهت تأمین آب دشت بروجن در پایین‌دست می‌باشد. زیر حوضه گندمان - بلداجی به دلیل جای دادن یک سفره آب زیرزمینی (آبخوان گندمان - بلداجی) نقش مقصد و محل ذخیره را ایفا می‌کند. اگر چه تمامی آب در این حوضه باقی نمی‌ماند و به پایین‌دست خود منتقل می‌شود، ولی به‌خاطر حضور آبخوان گندمان - بلداجی در این حوضه و تغذیه لایه‌های آبدار توسط آب انتقالی، این حوضه را می‌توان به‌عنوان مقصد میانی در نظر گرفت. بنابراین، مرز مطالعه با رویکرد مذکور در نقشه (۱) تعیین شد. محدوده مطالعات کلان شامل: عوامل مؤثر بالادست بر پایین‌دست می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

تالاب‌ها نقش مهمی در رفاه انسانی با ارایه خدمات حیاتی به جوامع انسانی دارا می‌باشند. با این حال سلامت این اکوسیستم‌های ارزشمند به‌شدت با فشارهای محیط‌زیستی ناشی از فعالیت‌های انسانی در سراسر جهان مورد تهدید واقع شده است. به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که حفاظت از اکوسیستم‌های تالابی، به‌طور وسیع چه برای شهروندان و چه برای سیاست‌گذاران آن‌چنان مهم شناخته‌نشده است. این امر به صورتی شدیدتر در چنین کشورهایی که در کمربند خشک

می‌باشند. در این بررسی اولیه نمی‌توان به‌صورت کمی در مورد صدمات ناشی از توسعه در فقدان برنامه‌ریزی اظهارنظر نمود یا حتی با اطمینان در مورد اقدام‌های مؤثر دارای اولویت سخن گفت. اما، بدیهی است که ۱. مشکلات اصلی بر اساس تخصیص غلط منابع آب روی‌داده (به‌طور مستقیم یا بر اثر تقاضای کاربری‌ها بدون توجه به ابعاد زمانی و مکانی دسترسی و اولویت‌های مصارف آب) و تمرکز بر مدیریت آب به‌عنوان منبع حیاتی و همین‌طور حفاظت از جریان سطحی و زیرزمینی آب به‌عنوان ساختار استراتژیک اکولوژیک در اولویت است. ۲. به‌علاوه، در هماهنگی با اظهارنظرهای گزارش هزاره (۲۰۰۵)، پیشنهاد می‌شود: ارزش‌گذاری بر خدمات اکوسیستمی به‌عنوان شاخص‌های اکولوژیک در مطالعات ارزیابی به‌صورت جدی در نظر گرفته شود. در صورت دست داشتن اطلاعات بیشتر می‌توان خدمات اکوسیستمی را به‌صورت مکان‌دار نقشه‌سازی کرد و به‌صورت مکان‌دار نسبت به پایش و حفاظت آنان اقدام نمود. جایگزینی مفهوم خدمات اکوسیستمی در ارزیابی‌ها نه تنها به مجموعه تعاملات ناشناخته بین عناصر فیزیکی - زیستی توجه دارد، بلکه آن‌ها را در فرایندهای تولیدی، تنظیمی، پشتیبانی و فرهنگی در خود جای می‌دهد.

یادداشت‌ها

1. Driving force, Pressures, State, Impact, Responses
2. European Environment Agency
3. Pressures, State, Responses
4. Organization for Economic Cooperation and Development

چاه‌های عمیق و تولید پساب، تغییر کاربری، خاک‌برداری، برداشت بی‌رویه از منابع زیستی و غیره را به دنبال دارد. این فشارها، منجر به نوساناتی در ساختارهای سیستم مثل کیفیت و کمیت آب‌های زیرزمینی و زیستگاه‌ها، تداوم زادآوری، افزایش آلاینده‌های آلی و معدنی می‌شود. بدین ترتیب، با توجه به ارتباط جامع و فراگیر تالاب‌ها با پوشش اراضی و شرایط اکولوژیک (در چند مقیاس سلسله مراتبی) از طریق آب‌های جاری سطحی و زیرزمینی و جریان رسوب و املاح همراه با آن، عملکردها یا فرایندهای طبیعی که وابسته به ساختار هستند، دچار تحولاتی می‌شود که به‌طور مشخص بر خدمات اکوسیستمی خاصی اثر می‌گذارد. برای مثال: وقتی با توسعه کشاورزی به‌عنوان یک نیرومحركه در محدوده مطالعه، نیاز به حفر چاه، استفاده از کود و سم و برداشت آب وجود دارد، بنابراین، در محیط‌زیست کاهش سطح آب زیرزمینی و خشک شدن چشمه‌ها، کاهش آب تالاب با افزایش املاح و بار رسوب در آن روی می‌دهد که کاهش کیفیت آب و افت اکسیژن محلول را تشدید می‌کند. بدین ترتیب، آثاری را در عملکردهای طبیعی همچون توان تنظیم و تصفیه آب و تعادل هیدرولوژیکی برجا می‌گذارد. سپس آثار آن را بر رشد و توالی اکولوژیک رویشگاه و کیفیت زیستگاه‌ها در اکوسیستم آبی و خشکی به‌وضوح می‌توان ملاحظه کرد که خدمات تنظیمی که قبلاً اکوسیستم ارایه می‌کرد، از محیط و سرزمین مربوطه گرفته شده است.

به‌علاوه، ملاحظه می‌شود که برخی خدمات اکوسیستمی به‌ویژه در ارتباط با ابعاد زمانی و مکانی حضور و دسترسی به آب (و کیفیت آن) به‌عنوان شاخص‌هایی که به‌طور مستقیم ناشی از عملکرد و ساختار هستند، ملموس‌تر و جامع‌تر قابل درک

فهرست منابع

- بهروزی‌راد، ب. ۱۳۸۷. تالاب‌های ایران، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، تهران.
- باقری، س. ۱۳۷۹. تالاب چغاخور و ویژگی‌های آن. فصلنامه موج سبز. شماره یک. ص ۳۹-۳۶.
- جهانی شکیب، ف. ۱۳۹۲. ارزیابی آسیب‌پذیری اکوسیستم‌های تالابی به‌منظور ارایه راهبردهای مدیریتی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده محیط‌زیست دانشگاه تهران. ص ۸۳-۸۲.
- مهندسین مشاور مهتاب قدس. ۱۳۸۶. گزارش‌ها ارزیابی اثرات محیط‌زیستی انتقال آب سبز کوه و افزایش ارتفاع سد، تهران.

- Atkins, J. P.; Burdon, D.; Elliott, M. & Gregory, A. J. 2011. Management of the marine environment: Integrating ecosystem services and societal benefits with the DPSIR framework in a systems approach. *Marine pollution bulletin*, 62(2), 215-226.
- Bakkes, J. A.; van der Born, G. J.; Helder, J. C.; Swart, R. J.; Hope, C. W. & Parker, J. D. E. 1994. An Overview of Environmental Indicators: State of the Art and Perspectives, Environmental Assessment Technical Reports. United Nations Environment Programme, New York, USA.
- Boyd, J. & Banzhaf, S. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63, 616-626.
- Burkhard, B.; de Groot, R.S.; Costanza, R.; Seppelt, R.; Jørgensen, S.E. & Potschin, M. 2012. Solutions for sustaining natural capital and ecosystem services. *Ecological Indicators* 21, 1-6.
- Carr, E. R.; Wingard, P. M.; Yorty, S. C.; Thompson, M. C.; Jensen, N. K. & Roberson, J. 2007. Applying DPSIR to Sustainable Development. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*. 14: 543-555.
- Costanza, R.; Arge, R.; Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limberg, K.; Naeem, S.; Neill, R. V.; Paruelo, J.; Raskin, R. G.; Sutton, P. & Van Den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253- 260.
- De Groot, R.; Fisher, B.; Christie, M.; Aronson, J.; Braat, L.; Gowdy, J.; Haines-Young, R.; Maltby, E.; Neuville, A.; Polasky, ; S Portela, R. & Ring, I. 2010. Integrating the ecological and economic dimension in biodiversity and ecosystem service valuation. In: Kumar, P. (Ed.), *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Earthscan, pp. 11-40.
- EEA. 1998. *Europe's Environment: The Second Assessment*. Elsevier Science Ltd., ISBN 92-828-3351-8.
- Fisher, B.; Turner, R.K. & Morling, P. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68, 643-653.
- Gallopin, G. C. 1997. Indicators and their use: information for decision- making. scope- scientific committee on problems of the environment international council of scientific unions. 58, 13-27.
- Heink, U. & Kowarik, I. 2010. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. *Ecological Indicators* 10, 584-593.
- Lundin, M. 2002. *Indicators for Measuring the Sustainability of Urban Water Systems: A Life Cycle Approach*. Doctoral Thesis, Chalmers University of Technology. Gothenburg, Sweden.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. *Millennium ecosystem assessment synthesis report*.
- Müller, F. & Burkhard, B. 2012. The indicator side of ecosystem services. *Ecosystem Services*, 1(1), 26-30.
- Reyers, B.; Bidoglio, G.; O'Farrell, P.; Schutyser, F.; Dhar, U.; Gundimeda, H.; Paracchini, M.L & Gomez Prieto, O. 2010. Measuring biophysical quantities and the use of indicators. In: Kumar, P. (Ed.), *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Earthscan, pp. 113-147.
- Saadati, S.; Motevallian, S. S.; Rheinheimer, D. E. & Najafi, H. 2013. Indicators for Sustainable Management of Wetland Ecosystems Using a DPSIR Approach: A Case Study in Iran. In proceeding of: 6th International Perspective on Water Resources & the Environment conference (IPWE 2013), At Izmir, Turkey.

Smeets E. & Weterings R. 1999. Environmental indicators: Typology and overview, European Environmental Agency, Technical Report n 25.

Van Oudenhoven, A.P.E.; Petz, K.; Alkemade, R.; Hein, L. & de Groot, R.S. 2012. Framework for systematic indicator selection to assess effects of land management on ecosystem services. *Ecological Indicators* 21, 110-122.

Zacharias, I.; Parasidoy, A.; Bergmeier, E.; Kehayias, G.; Dimitriou, E. & Dimopoulos, P. 2008. A “DPSIR” model for Mediterranean temporary ponds: European, national and local scale comparisons. *Annales del Limnologie-International Journal of Limnology*, 44, 253-266.