

ارزیابی و شناخت وضعیت محیط‌زیست تالاب میقان اراک جهت تدوین برنامه توسعه پایدار

* امیر انصاری

استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۶؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۰۳/۱۹)

چکیده

تالاب میقان اراک در مرکز کشور ایران و مجاور کلان شهر اراک در منطقه خشک و نیمه‌خشک قرار دارد، تالاب میقان با کارکردها و ارزش‌های محیط زیستی مفید در معرض تخریب و تهدید شدید قرار دارد. جلوگیری از تخریب و تهدید تالاب میقان نیازمند ارزیابی و شناخت درست از منطقه و ارائه برنامه منطقی جهت دستیابی به توسعه پایدار ضروری می‌باشد. این مطالعه زنجیره‌های علت و معلول تخریب تالاب میقان و برنامه توسعه پایدار را با مدل DPSIR شناسایی می‌کند. این مدل رابطه بین فرآیندهای محیط زیستی و تاثیر محیط زیستی را با فعالیت‌های انسانی تعریف می‌کند. نتایج نشان می‌دهد. مهمترین نیروی محرکه شامل افزایش جمعیت، شدت خشکسالی و افزایش تقاضا برای آب، باعث فشارهای شامل گسترش سدسازی، حفر چاه، ورود آلودگی‌ها و معدن‌کاوی، وضعیت تالاب میقان را با خشکی بیشتر و افزایش بروز گرد و غبار نمکی مواجه کرده است، این موضوع باعث اثر بر افزایش آلودگی هوا، بروز بیماری و اعتراض مردمی شده است، بر این اساس پاسخ‌ها از طریق تدوین برنامه توسعه پایدار با اولویت نیروی محرکه، فشار، وضعیت و اثر در سطح کلان، حوضه و زیر حوضه‌ها می‌باشد. اهم برنامه‌ها شامل: دستیابی به مدیریت یکپارچه با مشارکت همه ذینفعان، توان محیط زیستی منطقه، احیا و حفظ تالاب و اکوتوریسم می‌باشد.

کلید واژه‌ها: تالاب میقان، مدل DPSIR، برنامه توسعه پایدار، آلودگی هوا، ارزیابی محیط‌زیست

سرآغاز

کارگاه‌های مشورتی در سال‌های ۱۳۹۳، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ نهایتاً برنامه مذکور تدوین شد (دانشگاه آزاد اسلامی اراک، ۱۳۹۵). این برنامه در تاریخ ۹۵/۹/۶ در شورای برنامه‌ریزی استان مرکزی تصویب شد (اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان مرکزی، ۱۳۹۵). نگرش اکوسیستمی می‌تواند به عنوان یک نظریه برای خلاصه کردن ابزارها که توسط آنها عملکرد طبیعی و ساختار اکوسیستم حمایت و حفظ شود در حالی که همچنان به استفاده پایدار و توسعه از سوی جامعه اجازه داده شود در نظر گرفته شود (Elliott et al., 2006). به طور کلی چنین نگرش‌هایی به عنوان مدیریت بوم سازگان شناخته شده است در دل مدیریت بوم سازگان مدل DPSIR قرار دارد که بهره‌برداری از منابع طبیعی و هر نوع تأثیرات متضاد فعالیت‌های انسانی را مدیریت می‌کند این مدل یکی از ابزارهای کلیدی حمایت از تصمیم‌گیری در دهه‌های اخیر ایجاد شده است که برای ارزیابی مدیریت و برقراری ارتباط با تأثیرات سیاست محیط‌زیستی و مشکلات همراه با آن استفاده شده است (Gregory et al., 2005). این مدل به نمایندگی از نیروی محرکه، فشار، وضعیت، تأثیرات و پاسخ‌ها، عناصری از چارچوب تحلیلی وسیع که دانش را به دلایل تغییر و به پاسخ‌های اجتماعی، اقتصادی و قانونی جامعه به آن تغییرات ارتباط می‌دهد است (Elliott, 2002). مدل Driving force- Pressure- State- Impact- Response) می‌تواند اطلاعات متنوع درباره سیستم محیط‌زیستی را طبقه‌بندی و ساده‌سازی کند. تا این اطلاعات برای پاسخ‌های احتمالی در اختیار سیاست‌گذاران قرار گیرند. به همین دلیل این روش در دهه‌های اخیر با سرعت فزاینده‌ای توسط محققان و سیاست‌گذاران در حال استفاده است (خطیبی و همکاران، ۱۳۹۴). Shao و همکاران در سال ۲۰۱۴ از مدل DPSIR برای بررسی مکانیسم‌های شکل‌گیری ریسک‌های محیط‌زیستی و نیاز به حفاظت از محیط اکولوژیکی در نظر گرفته شده است (Shao et al., 2014). Elliott در سال ۲۰۱۱ با استفاده از نگرش سامانه‌های یکی شده و نگرش اکوسیستمی مدل DPSIR را با خدمات اکوسیستم و منافع اجتماعی در محیط‌زیست دریایی ادغام کردند و چارچوب مشخصی برای حمایت از تصمیم‌گیری در محیط‌زیست دریایی ایجاد نمودند (Elliott, 2011). مدل DPSIR ساختار سازمان یافته برای تحلیل دلایل نتایج و پاسخ به تغییرات در اکوسیستم را فراهم

بهره‌برداری‌های نادرست و بی‌رویه از منابع سرزمین بارزترین اثر خود را در تالاب‌ها می‌گذارد. تخریب تالاب‌ها هشدار جدی مبنی بر ناپایداری توسعه است (آل محمد و همکاران، ۱۳۹۳). منطقه شکار ممنوع تالاب میقان اراک به دلیل قرار گرفتن در مرکز کشور و زاویه برخورد دو رشته کوه البرز و زاگرس و منطقه خشک و نیمه‌خشک از شرایط زیستی قابل توجهی برخوردار است. به طوری که در فصل‌های پاییز و زمستان به دلیل برخورداری از شرایط مطلوب زیستگاهی و قرار گرفتن بین ۲۴ تالاب بین‌المللی و ۱۰۵ منطقه مهم، پرندگان در کشور پذیرای تعداد زیادی پرند مهاجر به ویژه درنا می‌معمولی است. این منطقه در فصل تابستان با داشتن شرایط کویری و بیابانی به عنوان یکی از ۱۸۷ کانون مهم بیابان‌زایی و انتشار گرد و غبار در مرکز کشور می‌باشد. در قسمت آبگیر تالاب میقان اراک به علت آب‌گرفتگی فاقد پوشش گیاهی است و در قسمت حاشیه حوزه آبگیر کویر (مرکزی) پوشش گیاهی از قبیل: *Juncus sp*, *Alearopus litralis*, *Nitraria schoberi*, *Cyperus eremicus* و *Atriplex hymenelytra* وجود دارد. تغییرات ظاهری تالاب میقان، به ویژه طی دهه گذشته با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که فرایند کلی این سرزمین، قهقرایی بوده است (انصاری، ۱۳۹۵). طرح حفاظت از تالاب‌های ایران با مشارکت سازمان حفاظت محیط‌زیست به‌عنوان مرجع ملی و برنامه عمران ملل متحد (United Nations Environment Programme) و تسهیلات محیط‌زیست جهانی (Global Environment Facility) با هدف کاهش و یا حذف دائمی تهدیدها و به طور کلی پایداری و بقای زیست و تامین شرایط بهینه مدیریت این اکوسیستم‌های ارزشمند طبیعی از سال ۲۰۰۵ تعریف و عملیاتی شده است. در راستای تحقق رویکرد دستیابی به مدیریت زیست بومی که در بند الف ماده ۶۷ قانون برنامه چهارم توسعه و مواد ۱۸۷ (بند الف)، ۱۹۱ (بند الف) و ۱۹۳ (بند د) قانون برنامه پنجم توسعه مورد تأکید قرار گرفته است. برنامه مدیریت زیست بومی در سه تالاب با اهمیت کشور شامل دریاچه، تالاب شادگان و تالاب پریشان تدوین شده است. سپس ۷ تالاب دیگر انتخاب شد تا برای آنها نیز برنامه مدیریت زیست بومی تدوین شود. تالاب میقان اراک یکی از این تالاب‌های منتخب است، که از سال ۱۳۹۱ دبیرخانه تدوین برنامه مدیریت جامع تالاب میقان تشکیل و با برگزاری

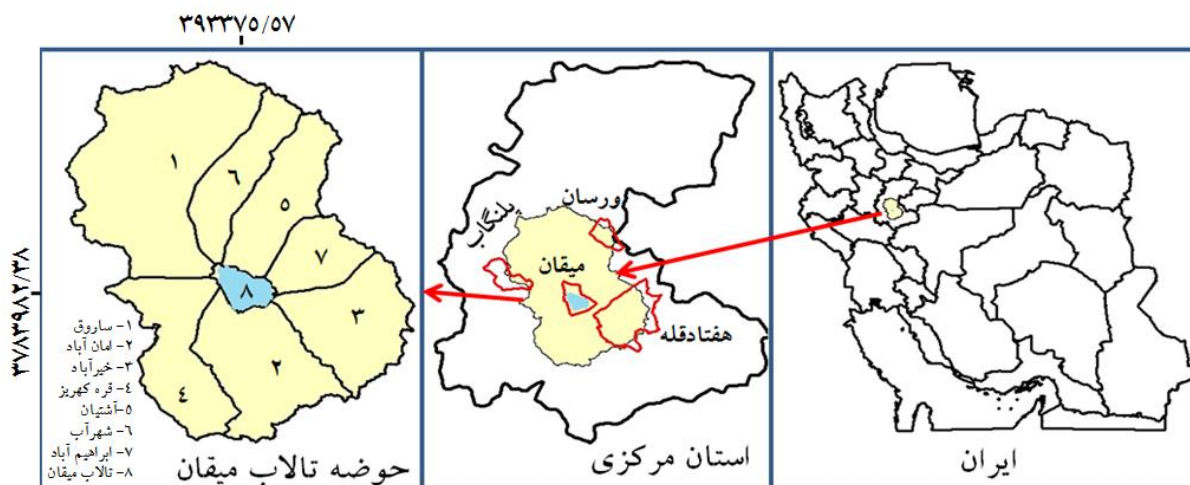
دریاچه نمک واقع شده است. در مرکز این حوضه تالاب میقان قرار دارد. این تالاب در فاصله ۱۰ کیلومتری شمال شرق کلان‌شهر اراک و در مجاورت شهر داودآباد قرار دارد. منطقه تالاب میقان با مساحت حدوداً ۲۵۰۰۰ هکتار در پاییز سال ۱۳۸۷ به عنوان منطقه شکار ممنوع از سوی سازمان حفاظت محیط‌زیست اعلام شد. میانگین بارندگی سالانه حوزه آبخیز تالاب میقان ۲۸۷ میلیمتر و میانگین تبخیر سالانه ۲۰۳۶ میلیمتر است. از نظر اقلیمی طبق طبقه‌بندی دومارتن اقلیم منطقه نیمه‌خشک و طبق طبقه‌بندی آمبرژه از نوع خشک سرد می‌باشد (انصاری، ۱۳۹۵). مساحت حوضه آبخیز تالاب میقان معادل ۵۵۲ هزار هکتار است که از ۷ زیرحوضه تشکیل شده است. زیرحوضه‌ها در شمال، شرق، جنوب و غرب تالاب واقع شده‌اند. به طوری که تالاب در وسط این زیرحوضه‌ها قرار دارد (شکل ۱). رودخانه‌های امان‌آباد، ساروق و کرهرود تامین‌کننده حدوداً ۶۰ درصد ورودی تالاب و ۴۰ درصد آب تالاب نیز از طریق رودخانه‌های خیرآباد، ابراهیم‌آباد، شهرآب و آشتیان است (وزارت جهادکشاورزی، ۱۳۸۵). در شکل (۱) شماره‌گذاری آبخیزها بر حسب مساحت است و آبخیز شماره ۸ بر پهنه اکولوژیکی تالاب منطبق است. در شکل (۱) اکوسیستم‌های با ارزش آبی و خشکی حوضه تالاب میقان شامل منطقه حفاظت شده هفتادقله اراک، مناطق شکار ممنوع تالاب میقان اراک، ورسان آشتیان و پلنگاب خنداب ارایه شده است (انصاری، ۱۳۹۵).

می‌کند (Rounsevell et al., 2010 & Ness et al., 2010). مدل DPSIR یک مدل بین رشته‌ای است و توانایی برقراری ارتباط یافته‌های علمی و مسایل جهان واقعی را دارد و در تصمیم‌گیری‌های مدیریت منابع محیط‌زیستی استفاده می‌شود (Tscherning et al., 2012). اخیراً مدل DPSIR برای توسعه شاخص‌های بین‌رشته‌ای ادراک و مفهوم‌سازی مدل‌ها و تحقیقات مربوط به تدوین سیاست‌های مرتبط استفاده شده است (Svarstad et al., 2008). به منظور بررسی ریشه‌ای فرایند قهقراپی تالاب میقان، باید شیوه بهره‌برداری‌های انسان از منابع پایه سرزمین (به ویژه آب و خاک) بررسی شود. درک زنجیره‌های علت و معلولی تخریب سرزمین تالاب میقان نیازمند توجه به ابعاد مسایل در مقیاس بزرگ‌تر از محدوده تالاب و حوضه آبریز است. هدف این مطالعه شناسایی زنجیره‌های علت و معلولی تخریب سرزمین تالاب میقان با استفاده از مدل نیروی محرکه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ، سپس تدوین برنامه‌های توسعه پایدار (به ویژه توسعه با هدف حفاظت) است. مزیت اصلی این مطالعه، استفاده از رهیافت نیروی محرکه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ برای ارزیابی و شناخت مقدماتی وضعیت محیط‌زیست تالاب میقان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز میقان در مرکز فلات ایران و در داخل حوضه



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی مناطق تحت مدیریت محیط‌زیست، حوضه آبخیز و زیرحوضه‌های تالاب میقان (نگارنده)

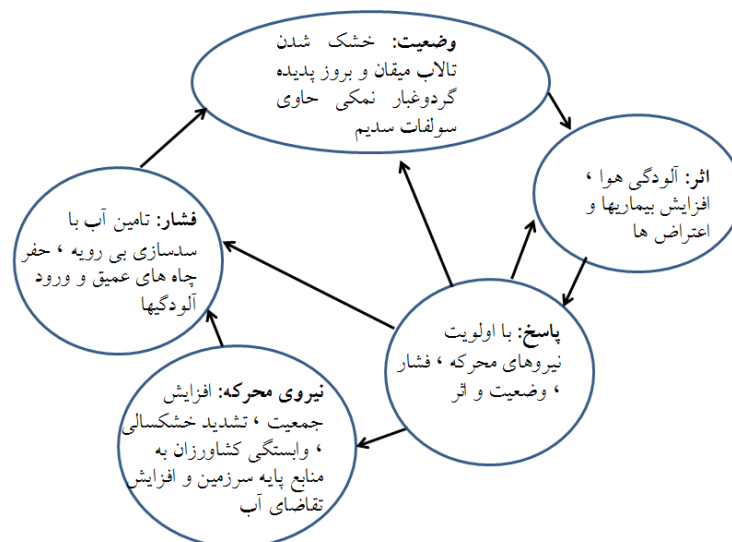
روش تحقیق

سیستمی با استفاده از داده‌های کمی، کیفی، مطالعه کتابخانه‌ای-آماری، بازدید میدانی و مقایسه تصاویر ماهواره‌ای در چارچوب

روش اصلی این مطالعه توصیف، تشریح و تجزیه و تحلیل

خدمات اکوسیستم به صورت یکپارچه در مدل DPSIR، نیروهای محرکه تغییر، تاثیر بر خدمات اکوسیستم و پاسخ‌های احتمالی برای مدیریت را نشان داد همچنین برای مدیریت تالاب، نیاز به همکاری افقی و عمودی در به کارگیری سیاست تالاب، کاربرد کشاورزی پایدار و فن‌های یکپارچه مدیریت آب و مواد غذایی و پایش مستمر، تحقیق و ظرفیت‌سازی برای حمایت از مدیریت تطبیقی وجود دارد (Namaalwa et al., 2013). شکل (۲) کاربرد این مدل را در مطالعه پیش‌رو تفهیم می‌کند. اجزای مدل شامل: نیروی محرکه (افزایش جمعیت، تشدید خشکسالی، وابستگی کشاورزان به منابع پایه سرزمین و افزایش تقاضای آب)، فشار (تامین آب با سدسازی بی‌رویه، حفر چاه‌های عمیق و ورود آلودگی‌ها)، وضعیت (خشک شدن تالاب میقان و بروز پدیده گرد و غبار نمکی حاوی سولفات سدیم)، اثر (آلودگی هوا، افزایش بیماری‌ها و اعتراض‌ها) و پاسخ (با اولویت نیروهای محرکه فشار وضعیت و اثر) می‌باشند. به منظور تعیین برنامه توسعه پایدار سرزمین تالاب میقان با توجه به ارزیابی و شناخت مقدماتی حاصل شده از وضعیت محیط‌زیستی و همچنین با مقایسه اجزای متغیرهای اکولوژیکی و اقتصادی اجتماعی در آبخیزها اولویت آبخیزها برای پاسخگویی به فشار تعیین شد و در نهایت برنامه‌های پیشنهادی توسعه پایدار در تالاب میقان ارائه شد.

مدل DPSIR است. ارزیابی و شناخت مقدماتی منطقه از طریق مدل نیروی محرکه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ (DPSIR) حاصل شده است. این مدل در دهه ۷۰ از طریق آژانس محیط‌زیست اروپا (European Environment Agency) از مدل فشار- وضعیت- پاسخ (PSR) توسعه یافت و کاربرد آن از رایج زنجیره‌های علی و معلولی و نقطه قوت آن در ارائه دیگرام مفهومی است. خوراک اطلاعاتی این مدل داده‌ها و اطلاعات پژوهشی و کاربردی از اجزای مدل شامل: نیروی محرکه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ می‌باشد. این چارچوب ارتباط فرایندهای محیط‌زیست را با عوامل انسانی و آثار ناشی از فعالیت‌های انسانی مشخص می‌کند مطابق این مدل نیروهای محرکه و نیازهای انسان و خشکسالی به وارد شدن فشارهایی بر محیط‌زیست و منابع پایه سرزمین منتج می‌شود که در وضعیت منابع، جاذب‌ها، سلامت انسان و اکوسیستم تاثیر منفی می‌گذارند. برای کاهش این آثار منفی پاسخ‌هایی ارائه می‌شود (EEA, 1999). Namaalwa و همکاران در سال ۲۰۱۳ عملکرد و خدمات اکوسیستم تالاب‌ها و نیروی محرکه تغییر را بررسی کردند و دستورالعمل برای استفاده پایدار پیشنهاد دادند. نتایج حاصل از جمع‌آوری اطلاعات اکوسیستم طبیعی، منافع ذی‌نفعان، زمینه نهادی برای مدیریت تالاب، ارزیابی کیفی



شکل (۲): تفهیم مدل نیروی محرکه فشار وضعیت اثر و پاسخ

تقاضا می‌شود. تقاضا سبب بهره‌برداری نادرست از منابع پایه سرزمین (آب و خاک) می‌شود. نیازهای جمعیت رو به رشد نیروی محرکه‌ای محسوب می‌شوند که فشارهایی بر منابع پایه سرزمین وارد می‌کنند. (آل محمد و همکاران، ۱۳۹۳). حوزه آبخیز

یافته‌ها

- نیروی محرکه
- رشد جمعیت

عوامل اقتصادی و اجتماعی سبب ایجاد سطح خاصی از نیاز و

سانتی‌گراد در ایستگاه اراک طی دهه اخیر و کاهش میزان بارش و بی‌نظمی در ریزش باران به‌خصوص در فصل‌های بهار و پاییز و همچنین به علت افزایش دمای هوا، تغییر نوع بارش از برف به باران در فصل زمستان، در سال‌های اخیر اشاره کرد. (اداره کل هواشناسی استان مرکزی، ۱۳۹۵).

– فشار

پدیده خشکسالی و فعالیت‌های مخرب انسان، برای تامین نیازهایش تالاب میقان را از آب سطحی و زیرزمینی محروم کرده است. مهمترین فشارهای وارده بر سرزمین تالاب میقان به شرح زیر است.

• سدسازی بی‌رویه

به نظر می‌رسد سدسازی با به اسارت کشیدن رودها یکی از علت‌های خشک شدن تالاب‌ها است ذات احداث سد عامل افزایش مصرف و تقاضای آب می‌شود. بر اساس گزارش جهاد کشاورزی حتی در سال‌های خشکسالی تولیدات کشاورزی سیر صعودی داشته است. در حوزه تالاب میقان ۷ زیر حوزه مهم به نام‌های ساروق، امان‌آباد، خیرآباد، قره کهریز، آشتیان، شهرآب و ابراهیم‌آباد وجود دارد، که فاقد رودخانه دائمی است. ۲۷۰ بند خاکی ساخته شده در حوزه تالاب میقان وجود دارد این سدها مانع ورود آب به تالاب میقان اراک شده است. بر روی رودخانه قره کهریز بیش از ۵۰ بند خاکی وجود دارد. مهمترین بندهای خاکی، سنگ و سیمان حوزه تالاب میقان شامل: سد دینه‌کبود، سد کلاله سنجان، سدکشه، سد نوازن، سد امان‌آباد، خیرآباد، سدهای دره گردو و ... که سبب خشک شدن رودخانه‌های اصلی ورودی به تالاب شده‌اند.

• معدن‌کاوی در تالاب

در این تالاب بزرگ‌ترین ذخیره معدنی سولفات سدیم با بیش از ۴۵ میلیون تن وجود دارد، که نزدیک به ۳ دهه است از آن بهره‌برداری صنعتی صورت می‌گیرد. به این صورت که با احداث جاده‌ای به طول ۴ کیلومتر از حاشیه غربی به جزیره داخل تالاب دسترسی یافته‌اند و مواد معدنی را از داخل جزیره به کارخانه فرآوری در حاشیه غربی تالاب منتقل می‌نمایند. این فعالیت‌های مخرب بر تالاب داشته است از جمله جاده‌کشی سبب قطع ارتباط اکولوژیکی و هیدولوژیکی شمال و جنوب تالاب شده به طوری که در اکثر مواقع قسمت شمالی تالاب خشک‌تر از قسمت جنوبی تالاب شده است و جریان چرخشی آب تالاب را

تالاب میقان در شهرستان اراک و بخشی از شهرستان‌های آشتیان، تفرش، فرمهین، خنداب و کمیجان واقع شده است که در این حوزه جمعیتی بالغ بر ۷۰۰ هزار نفر معادل ۵۰ درصد جمعیت استان زندگی می‌کند. با بررسی روند رشد جمعیت در این حوزه ملاحظه می‌شود در طی ۳۵ سال گذشته جمعیت بیش از ۳ برابر شده است. از حدود ۲۰۰ هزار نفر در سال ۱۳۵۵ به حدود ۷۰۰ هزار نفر در سال ۱۳۹۰ رسیده است. ۸۰ درصد جمعیت حوزه میقان در شهرستان اراک و مابقی در شهرستان آشتیان، فرمهین، تفرش، خنداب و کمیجان قرار دارند. نسبت جمعیت شهری به روستایی در حوزه تالاب میقان به ترتیب ۸۰ به ۲۰ درصد می‌باشد. داودآباد تنها شهر حاشیه تالاب میقان است. مجموع جمعیت ساکن در روستاهای حاشیه تالاب برابر ۵۳۸۸ نفر و شهر داودآباد برابر ۵۲۵۲ نفر می‌باشد. منبع اصلی درآمد ساکنین روستاهای حاشیه تالاب کشاورزی و دامداری و در شهر داودآباد دامپروری و کشاورزی است. سهم بخش کشاورزی، صنعت و خدمات به ترتیب ۲۳، ۳۶ و ۴۱ درصد می‌باشد. عمده سهم بخش کشاورزی مربوط به روستاییان و عمده بخش صنعت و خدمات مربوط به شهرنشینان است (سالنامه آماری، ۱۳۹۳). به دلیل استفاده بی‌رویه و غیر بهره‌ورانه از منابع سرزمین سبب بی‌توجهی به سایر ظرفیت‌های توسعه منطقه شده است. تولید کشاورزی بیشتر به شیوه تولید سنتی متکی است بیشتر اراضی کشاورزی به صورت خرده مالکی کشت می‌شود که این موضوع مانع توسعه تکنولوژی و سبب توسعه و تداوم شیوه تولید سنتی شده است، و این نوع تولید غیر اقتصادی‌تر می‌شود. سیاست‌های حمایتی از جمله توزیع نهاده‌های کشاورزی به‌ویژه آب سبب افزایش تقاضا و مصرف بی‌رویه و نادرست شده است. بر این اساس عدم آمایش صحیح سرزمین و تخریب سرزمین به عنوان نیروی محرکه توسعه ناپایدار تلقی می‌شود (آل محمد و همکاران، ۱۳۹۳).

• خشکسالی

عوامل طبیعی به ویژه عامل اقلیمی تاثیر بر کیفیت منابع سرزمین (آب و خاک) مورد نیاز جمعیت می‌گذارد. بی‌نظمی و کاهش بارندگی و افزایش دما به عنوان نیروی محرکه سبب فشار بیشتر بر منابع پایه (آب و خاک) می‌شود. بر اساس اطلاعات هواشناسی در سال‌های اخیر مشخص می‌شود حوضه تالاب میقان خشک‌تر شده است. از جمله دلایل این پدیده می‌توان به افزایش میانگین دمای هوا به میزان ۲ درجه

تعداد در سال ۸۸ به ۳۸۵۹ حلقه چاه افزایش یافت که اکثر این چاه‌ها غیرمجاز هستند و یکی از عواملی که سبب بروز مشکلاتی در تالاب میقان اراک شده وجود همین چاه‌های غیرمجاز است. در این شرایط دشت فراهان واقع در حوزه میقان دچار بیابان منفی و آب چاه‌های حاشیه دریاچه شور شده‌اند. سطح آب‌های زیرزمینی دشت اراک طی دوره ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۸ به میزان ۱۷ متر کاهش نشان می‌دهد (هاشمی و همکاران، ۱۳۹۰).

• تغییر پوشش گیاهی و کاربری اراضی

معدن کاوی سولفات سدیم در مرکز، احداث کارخانه معدنی املاح ایران در غرب تالاب، احداث حوضچه‌های پرورش آرتمیا، احداث شهر جدید امیرکبیر، استقرار شهرک‌های صنعتی (خیرآباد، ایبک‌آباد، فرمهین، ساروق)، احداث تصفیه‌خانه فاضلاب شهر اراک، فرودگاه اراک، واگذاری اراضی حاشیه تالاب به شرکت آلومینیوم‌سازی و توسعه کلانشهر اراک از مهمترین تغییرات کاربری اراضی تالاب میقان می‌باشند (دانشگاه آزاد اسلامی اراک، ۱۳۹۵). با توجه به تصاویر ماهواره‌ای موجود اراضی آبی از سال ۷۴ از میزان ۱۷۳۴۰ هکتار به ۱۰۰ هزار هکتار رسیده و اراضی مسکونی از ۱۹۰۰ هکتار به ۵۰۰۰ هکتار افزایش داشته است (استانداری مرکزی، ۱۳۹۰). بر این اساس تمام این اراضی برای کار و سکونت به آب نیاز دارند و آب آنها از چاه‌ها، سدها و روان‌آب‌ها تامین می‌شود.

• ورود پساب تصفیه‌خانه شهر اراک به تالاب

تصفیه‌خانه فاضلاب شهری اراک در مجاورت تالاب قرار گرفته و دارای سه واحد تصفیه است. واحد اول و دوم تصفیه‌خانه با ظرفیت تصفیه ۲۲۰۰۰ متر مکعب در شبانه روز جمعیتی بالغ بر ۱۰۵ هزار نفر را پوشش می‌دهد. در این دو واحد، فاضلاب شهری با روش برکه تثبیت تصفیه می‌شود که روشی طولانی مدت است. در واحد سوم که در ابتدای سال جاری راه‌اندازی شده با ظرفیت تصفیه ۵۸۰۰۰ متر مکعب در شبانه روز به روش لجن فعال تصفیه شده و جمعیتی بالغ بر ۲۵۰۰۰۰ نفر را تحت پوشش دارد. بنابراین، سه واحد تصفیه‌خانه اراک جمعاً ۸۰۰۰۰ متر مکعب فاضلاب شهری را در شبانه روز تصفیه نموده و جمعیت تحت پوشش آن ۳۵۵۰۰۰ نفر است. نظر به این که جمعیت فعلی اراک ۵۲۶۰۰۰ نفر است. بنابراین، هنوز ۱۷۱۰۰۰ نفر از جمعیت اراک تحت پوشش سیستم تصفیه فاضلاب قرار نگرفته‌اند. در سال ۹۳

مختل نموده است. جاده تالاب را به محیط آرام و مستعد تبخیر تبدیل نموده است. همچنین برداشت مواد معدنی با این شیوه، حجم و عمق زیاد برداشت سبب تخریب و برهم خوردن زیاد سطح دریاچه شده و تبخیر آب در فصول گرم افزایش یافته است. با مقایسه تصویر ماهواره‌ای دهه ۷۰ با دهه ۹۰ نشان از افزایش زیاد سینه کار معدنی شده است و برداشت سالانه ۱۰۰ هزار تن مواد معدنی از تالاب سبب افزایش وسعت خشکی و کاهش سطح آبگیر تالاب شده است (انصاری، ۱۳۹۵).

• تغییر الگوی کشت

با افزایش تولید بی‌رویه و غیراصولی انواع محصولات کشاورزی جای پای اکولوژیک کاربری کشاورزی افزایش یافته است و بر اساس آمار جهاد کشاورزی منطقه عمده تحولات الگوی کشت از سال ۱۳۷۰ به بعد سبب تبدیل باغ‌های میوه به کشت گندم، جو و صیفی‌جات در اراضی کم بازده شده است. احداث چاه‌های عمیق سبب خشک شدن قنات‌ها و چشمه‌هایی که از کوه‌های اطراف آب را به روستاها و اراضی کشاورزی و باغات هدایت می‌نمودند شد. به عنوان مثال قدیمی‌ترین قنات تاریخی ایران مربوط به روستای ابراهیم‌آباد در این حوضه قرار دارد. هم اکنون در حوضه تالاب میقان ۱۰۰ هزار هکتار اراضی آبی، ۱۵۰ هزار هکتار اراضی دیم، ۵ هزار هکتار مناطق مسکونی، ۴ هزار هکتار باغات و ۲۶۰ هزار هکتار مراتع وجود دارد. تغییر الگوی کشت، مصرف آب را به میزان قابل توجهی افزایش داده است. منطقه فراهان رتبه نخست تولید گندم و جو را دارد. تبدیل مراتع کم بازده به اراضی دیم سبب گسترش بیابان‌زایی و افزایش گرد و غبار در منطقه شده است (استانداری مرکزی، ۱۳۹۰).

• بازده کم آبیاری

سهم آب مصرفی در بخش کشاورزی ایران ۹۲ درصد است (FAO, 2008). حوضه آبریز تالاب میقان نیز به همین میزان است (سازمان آب منطقه مرکزی، ۱۳۹۰). بنابراین، به دلیل بازده کم برابر ۳۰ درصد، حدود ۷۰ درصد آب مصرف شده در بخش کشاورزی به هدر می‌رود. زیرا، قسمت عمده اراضی فاقد سیستم آبیاری نوین است (استانداری مرکزی، ۱۳۹۰).

• حفر بی رویه چاه

چاه‌های کشاورزی مشکلاتی در تالاب میقان اراک ایجاد کرده است. در سال ۸۲ چاه‌های منطقه ۱۷۱ حلقه چاه بود که این

شرکت معدنی املاح از قسمت غربی به داخل تالاب سبب تغییر در ترکیبات، مرفولوژی، میزان و جهت شیب سطح دریاچه شده است که با ادامه این روند سبب کاهش تدریجی عمق آب دریاچه از قسمت شرق به غرب می‌شود. همچنین با تغییر جریان‌های هیدرولوژی سطح تالاب و پیشروی آب تالاب به اراضی حاشیه شرقی تالاب سبب خشک شدن پوشش گیاهی و کاهش حاصل‌خیزی اراضی و افزایش مناطق کویری و گردوغبار نمکی می‌شود.

• خشکسالی سبب کاهش بهره‌وری و بقای تالاب

یکی از پارامترهای مهم و موثر در متوسط بلند مدت آب‌دهی حوضه میقان دوره‌های تر سالی و خشکسالی است. از سال ۱۳۶۵ تاکنون چهار دوره خشکسالی و دو دوره تر سالی مشاهده می‌شود. دوره خشکسالی اول از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۷۰ و دوره دوم از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۷۸ و دوره سوم از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۸ و دوره چهارم از سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۴ می‌باشد. دوره دوم شدیدترین خشکسالی به وقوع پیوسته طی ۳۰ سال گذشته است. این دوره‌ها سبب کاهش شدید آب موجودی تالاب میقان شد. دوره چهارم خشکسالی خفیف بوده است، به طوری که در سال زراعی ۹۴ - ۹۵ وضعیت خشکسالی در تالاب میقان در حد نرمال بود. (اداره کل هواشناسی استان مرکزی، ۱۳۹۵).

- وضعیت

فشار سبب ایجاد تغییراتی در کمیت و کیفیت و جاذب‌های محیط‌زیست می‌شود. مهمترین بخش‌های مرتبط با وضعیت موجود و آینده محیط‌زیست سرزمین تالاب میقان به شرح زیر است:

• افزایش بیابانی و کویرزایی منطقه

وجود فراوانی سازندهای تبخیری تخریبی و مارنی جوان و گندهای نمکی از عوامل بیابان‌زایی است. پیشروی تالاب میقان اراک و کاهش سطح مراتع و افزایش سطح اراضی کشاورزی کم بازده از معضلات گسترش بیابان‌زایی در منطقه شده است. در فصول پر باران املاح و مواد حاصل از تخریب و فرسایش سازندهای حاشیه حوضه از جمله سازندهای شمال و شمال شرق حوضه به پلایا تخلیه شده و دریاچه موقتی به عمق حداکثر یک متر ایجاد می‌کند و با تبخیر شدید در فصل گرم سبب تشکیل رسوبات تبخیری در سطح و پیش روی تالاب یا کویر میقان می‌شود. ۲۷/۶۰ درصد با مساحت ۱۵۱۶۶۰/۷۸ هکتار از حوضه را مناطقی با بیابان‌زایی کم و ناچیز در بر گرفته که بیشتر

برابر ۶۵۰۰۰ مترمکعب در روز فاضلاب تصفیه‌خانه شهر اراک وارد تالاب میقان شده است (شرکت آب و فاضلاب اراک، ۱۳۹۳). رنگ سبز تیره نشان‌دهنده وجود مواد آلی و مواد مغذی به مقدار زیاد در فاضلاب است وجود کف نشان از مواد سورفاکتانت (مواد شوینده) در فاضلاب است. بر اساس نتایج آزمایشگاه معتمد محیط‌زیست در ۱۳۹۳ و تطبیق با استاندارد مشخص شد میزان BOD ۳ برابر استاندارد و COD بیش از ۳ برابر استاندارد و میزان مواد جامد معلق ۲/۵ برابر استاندارد است و فقط میزان فلزات سنگین کمتر از استاندارد است ورود فاضلاب با این کیفیت به تدریج تالاب را به مخزن آلاینده محیط‌زیست برای انسان و سایر موجودات خطرناک مبدل می‌کند. میزان COD ورودی به تالاب ۱۹۶ میلی‌گرم در لیتر و با توجه به این که روزانه ۶۵۰۰۰ مترمکعب فاضلاب وارد تالاب می‌شود روزانه ۱۲/۷۴ تن مواد شیمیایی آلاینده وارد محیط آبی تالاب می‌شود. در مورد BOD روزانه ۵/۷ تن مواد آلی آلاینده وارد محیط آبی تالاب می‌شود با ورود روزانه ۷ تن مواد جامد معلق و روزانه ۸۱۲ تن مواد جامد محلول به تالاب کم‌کم از مواد جامد پر شده و با کنار زدن آب شور تالاب فاضلاب مغذی حاوی سدیم اورتو فسفات جای آن را گرفته و محیط باتلاقی مناسبی برای رشد گیاهان مهاجم پدید می‌آورد این پدیده هم اکنون در تالاب میقان اتفاق افتاده و وسعت بیش از ۱۷۹۴ هکتار از گیاهان آبی پوشیده شده است. با توجه به مساحت تالاب برابر ۱۱۳۳۸ هکتار پیش‌بینی می‌شود با ورود فاضلاب شهر اراک بعد از ۲۰ سال تالاب میقان به کلی یوتروف شده و منبع آبی در تالاب وجود نخواهد داشت. همچنین پساب‌های کشاورزی و شیمیایی شهرک‌های صنعتی خیرآباد، ایبک‌آباد و فرم‌هین و شیرابه مکان دفن زباله شهر اراک و سایر مناطق مسکونی وارد تالاب می‌شوند.

• ورود باطله‌ای معدنی به تالاب

حجم تولید باطله‌ها به صورت خشک در شرکت املاح برابر ۱۷۰۰۰۰ تن در سال و میزان تولید سولفات سدیم به طور متوسط سالیانه ۱۲۰ هزار تن است. میزان مصرف فلوکولانت در فرایند تولید سولفات سدیم نیز ۱۰۰ گرم به ازای هر تن سولفات سدیم می‌باشد. بنابراین، ۱۲ تن در سال فلوکولانت به همراه باطله‌های معدنی وارد تالاب می‌شود. در طول ۱۴ سال فعالیت، محل تخلیه باطله‌ها، مخروطی به ارتفاع ۴ متر و شعاع قاعده ۳۶۰ متر را تشکیل داده است. ورود این میزان باطله‌های معدنی

گرد و غبار تالاب میقان و گرد و غبار فرا منطقه‌ای بوده است و در بیشتر سال‌ها بیش از ۵۰ درصد روزها کیفیت هوای اراک ناسالم بوده است و سبب قرار گرفتن شهر اراک به عنوان یک کلانشهر آلوده شده است. به طوری که با اجرای برنامه‌های طرح جامع کاهش آلودگی هوای اراک، میزان انتشار گازهای آلاینده کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته ولیکن گرد و غبار تالاب و ریزگردهای فرامنطقه‌ای همچنان باقی است. عامل ۶۵ درصد گرد و غبار محلی مربوط به تالاب میقان و اراضی حاشیه آن و ۳۵ درصد مربوط به گرد و غبار فرا منطقه‌ای است (انصاری، ۱۳۹۴). در ۹ ماه سال ۹۵ تعداد ۸۶ روز ناسالم با آلاینده مسئول ذرات معلق در اراک ثبت شده است (اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان مرکزی، ۱۳۹۵).

• افت کمی و کیفی منابع آب

با مقایسه تصاویر ماهواره‌ای از دهه ۶۰ تاکنون سطح تالاب میقان در زمان پر آبی، متوسط دراز مدت ۳۰ ساله برابر ۱۰۱۴۵/۴۵ هکتار و در زمان کم آبی، سطح تالاب متوسط دراز مدت ۳۰ ساله برابر ۳۸۸۳/۳۳ هکتار بوده است و در مجموع متوسط دراز مدت ۳۰ ساله سطح تالاب برابر ۸۰۳۵/۲۹ هکتار است که برابر ۲۱ میلیون مترمکعب آب می‌باشد. سال ۱۳۹۳ در زمان پر آبی با تزریق پساب به میزان ۲۳ میلیون مترمکعب در سال، سطح تالاب به ۹۰۰۰ هکتار رسیده که حدود ۷۰۰۰ هکتار آن مربوط به پساب و حوضچه‌های املاح معدنی می‌باشد و در زمان کم آبی، با در نظر گرفتن میانگین تبخیر ۲۰۳۶ میلی‌متر این سطح به ۲۰۰۰ هکتار رسیده است که تمام آن مربوط به پساب و حوضچه‌های معدنی می‌باشد (شرکت دورکاو پایش زایمان، ۱۳۹۳). با توجه به عمق متوسط ۱ متر و مساحت ۲۰۰ هکتاری حوضچه‌های معدنی حجمی برابر ۲ میلیون مترمکعب آب در آن جمع شده است که سبب خشک شدن وسعت ۷۶۲ هکتار از سطح تالاب شده است و با توجه به تبخیر ۲۰۳۶ میلی‌متر برابر ۴۰۷۲ مترمکعب در سال آب تالاب از محل حوضچه‌های معدنی تبخیر می‌شود. در سال ۱۳۹۲ میزان کل تخلیه آب از حوضه میقان برابر ۶۵۰ میلیون مترمکعب می‌باشد. تقریباً همین مقدار آب نیز در حوضه تبخیر می‌شود. افزایش شدید شوری خاک به خصوص در حاشیه جنوب شرقی و غربی تالاب سبب تخلیه روستاها شده است. افزایش آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و خاک ناشی از آلاینده‌ها با منبع آلودگی نقطه‌ای (کاربری‌های

ارتفاعات را در حاشیه حوضه شامل می‌شود. کلاس بیابان‌زایی متوسط بیشتر مربوط به فلات‌ها و مخروط‌افکنه‌ها معادل ۴۶/۷۴ درصد برابر ۲۵۶۸۷۰/۵۲ هکتار از مساحت حوضه می‌شود. دشت‌های دامنه‌ای و آبرفتی، سازندهای تبخیری و تخریب مارنی کلاس بیابان‌زایی شدید با مساحت ۸۱۱۴۲/۵۴ هکتار معادل ۱۴/۷۶ درصد مساحت حوضه می‌باشد. کلاس بیابان‌زایی خیلی شدید در اراضی سیلابی و اراضی پست واقع در مرکز حوضه می‌باشد. این منطقه شامل کویر از جمله قشر نمکی، پهنه گلی، رسی و اراضی سیلابی حاشیه کویر با وسعت ۵۹۹۰۶/۱۱ هکتار برابر ۱۰/۹۰ درصد مساحت حوضه بایک کشیدگی باروند شمال غربی - جنوب شرقی در مرکز حوضه می‌باشد (خانجانی و همکاران، ۱۳۹۰).

• اختلالات اقلیمی و تنزیل کیفیت آب و هوا

تالاب میقان که در گذشته عامل تعدیل و تلطیف آب و هوای دشت فراهان و اراک و مراکز جمعیتی روستاها و شهرها به ویژه اراک و داودآباد بود، اکنون منبع ایجاد هوای گرم و خشک و گرد و غبار است و در فصل تابستان این پدیده محسوس است با حذف این اکوسیستم آبی کارکرد میکروکلیم و نقش اکولوژیکی و هیدرولوژیکی آن مختل می‌شود. بر این اساس انرژی حرارتی منطقه بالا می‌رود و اثر گلخانه‌ای تقویت می‌شود و نه تنها هم اکنون بلکه در آینده تغییر الگوی بارش تشدید می‌شود و شرایط را بدتر خواهد کرد. خشکسالی سبب کاهش کیفیت و کمیت زیستگاه‌های اطراف تالاب، کاهش غنا گونه‌ای، انباشت آلودگی و برهم خوردن ثبات هیدرولوژیکی می‌شود. بر اساس اطلاعات هواشناسی با بررسی ۳۰ ایستگاه باران‌سنجی، اقلیم‌شناسی و سینوپتیک انجام شده، مشخص شد میانگین بارش حوضه آبریز کویر میقان به روش خطوط همباران ۲۶۱/۶ میلی‌متر می‌باشد، که با توجه به مساحت حوضه، کل حجم نزولات جوی حوضه کویر میقان سالانه ۱/۴۳ میلیارد مترمکعب می‌باشد. بر اساس یافته‌های این تحقیق این حوضه آبریز دارای سه ناحیه بارشی است. یک ناحیه کم بارش در شرق حوضه بر روی روستاهای مشک‌آباد و ابراهیم‌آباد با بارشی کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر و دو ناحیه نسبتاً پر بارش یکی در شمال حوضه با میزان ۲۸۵ میلی‌متر و دیگری در جنوب حوضه با بارشی بیش از ۳۲۵ میلی‌متر می‌باشد (اداره کل هواشناسی استان مرکزی، ۱۳۹۵). از گذشته تاکنون کیفیت هوای منطقه به ویژه کلان‌شهر اراک علاوه بر انتشار گازهای آلاینده صنعتی و سوخت خودروها مستقیماً تحت تاثیر

کاهش توان کنترل آلودگی‌های خطرناک و سم‌زدایی (تصفیه آب)، کاهش تعادل هیدرولوژیکی (تنظیم آب) و کاهش زیبایی‌شناختی

– محدودیت در ارتقاء منطقه از شکار ممنوع به منطقه حفاظت شده و رامسر سایت تالابی

– پاسخ

در این مرحله به عوامل ریشه‌ای‌تر توسعه ناپایدار (نیروی محرکه، فشار و وضعیت) پاسخ داده خواهد شد بر این اساس پاسخگویی به آنها در بلند مدت آثار را نیز به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد.

• پاسخ به نیروی محرکه

به منظور پاسخگویی به نیروهای محرکه برنامه‌ریزی‌های کلان کشور و آمایش سرزمین در هر سه بعد اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی باید بازنگری و اصلاح شود. ایجاد برنامه‌های مناسب توسعه کاربری‌ها با هدف حفاظت و تدوین برنامه‌های جامع آموزش محیط‌زیست و مشارکتی کردن کشاورزی و جوامع محلی مورد توجه قرار گیرد.

• پاسخ به فشار

پاسخگویی به فشارهای وارد بر سرزمین نیاز به مطالعه‌های امکان‌سنجی و اثربخشی دارد. پاسخ به فشار شامل موارد زیر است.

▪ ساماندهی بهره‌برداری معدن

فشارهای بهره‌برداری معدن بر تالاب میقان شامل جاده‌کشی در تالاب، شیوه برداشت غیراصولی و ریختن غیراصولی باطله‌ها در تالاب است. برای کاهش این فشارها ابتدا می‌بایست تحقیق لازم برای بررسی شیوه‌های جایگزین تولید سولفات سدیم در کشور یا به روش شیمیایی و یا استفاده از سایر ذخایر موجود در کشور صورت پذیرد. در نهایت چنانچه ضرورت برداشت از این معدن وجود داشت ضمن اصلاح وضع موجود از جمله جاده داخل تالاب، بهسازی باطله‌ها و بهره‌گیری از شیوه اصولی برداشت مطابق ضوابط محیط‌زیستی انجام پذیرد. از آن جایی که نمک عامل تبخیر آب تالاب است استحصال آن با روش افشانه خشک در مسیر انتقال آب به بخش‌های عمیق تالاب پیشنهاد می‌شود.

صنعتی و شهری) و آلاینده‌ها با منبع آلودگی گسترده‌اند. براساس هیدروگراف واحد دشت، تراز سطح آب زیرزمینی از ۱۶۹۲/۸۰۵ متر در سال ۱۳۶۴ به ۱۶۷۹/۶۸۰ متر در سال ۱۳۹۱ تنزل یافته است. دو عامل تغییر اقلیم و استفاده بی‌رویه بدون در نظر گرفتن محدودیت آب‌های زیرزمینی از جمله عواملی هستند که سطح آب‌های زیرزمینی در دشت اراک به میزان ۱۷ متر کاهش نشان می‌دهد. تالاب میقان گرفتار کاهش شدید متوسط سطح آب و نوسانات شدید تراز آب شده و بازگشت آن دشوار است و شاید سایر قسمت‌های تالابی همانند بخش‌های موجود کلا به کویر و بیابان تبدیل شود.

• کاهش پهنه آبی تالاب و تخریب زیستگاه

سرزمین شکار ممنوع تالاب میقان به عنوان زیستگاه زمستان‌گذرانی پرندگان مهاجر در مرکز کشور و در مسیر و کریدور پروازی پرندگان در کره زمین می‌باشد. که نابودی تالاب و همچنین تغییر کاربری زیستگاه‌های حاشیه و خشک نمودن رودخانه‌های آب شیرین منتهی به تالاب که نقش حمایتی برای تامین آب شیرین حیات‌وحش بومی و مهاجر دارد سبب آثار محیط‌زیستی زیادی بر تنوع‌زیستی در منطقه و فرا منطقه داشته است. به طوری که در سال‌های ۱۳۷۸، ۱۳۸۶ و ۱۳۹۲ به دلیل سرمای شدید و همچنین در ماه‌های آذر و دی سال ۱۳۹۵ بیش از تعداد ۱۵۰۰ قطعه لاشه پرنده از جمله غاز خاکستری و درنا معمولی و چوب پا و ... به دلیل بیماری آنفلونزای فوق حاد پرندگان در محل ورود پساب به تالاب میقان جمع‌آوری شد. که توسط اداره محیط‌زیست معدوم شدند. (اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان مرکزی، ۱۳۹۵).

– اثر

مهمترین پیامدهای خشک شدن کامل تالاب میقان که ناشی از تغییر وضعیت محیط‌زیست سرزمین آن است با توجه به وضع موجود آن و تجربه خشک شدن سایر تالاب‌ها موارد زیر پیش‌بینی می‌شود.

- آلودگی هوا
- بیکاری
- افزایش بیماری‌ها
- کاهش امید به زندگی
- اعتراض‌های مردمی
- کاهش زیستگاه و تداوم زادآوری، کاهش منابع ژنتیکی،

▪ مدیریت یکپارچه آب

مدیریت یکپارچه آبخیز مبتنی بر سه رویکرد تامین (احداث سد، حفر چاه و انتقال آب بین حوضه‌ای)، حفاظت (راهکارهای افزایش راندمان مصرف و قیمت‌گذاری آب) و تخصیص (تخصیص بهینه آب میان دست‌اندرکاران) است (صفوی، ۱۳۸۷). انتقال آب بین حوضه‌ای اشتباه است مدیریت بهینه آبخیز تکیه پایدار بر موجودی منابع خود حوضه دارد. بنابراین، انتقال آب از سایر حوضه‌ها از جمله حوضه کارون و دز به علت پیامدهای مختلف محیط‌زیستی مورد تایید نمی‌باشد. طرح بارورسازی ابرها نیز کارساز نیست. احداث سد و بند خاکی متناسب با ظرفیت آبی حوضه و بر روی رودخانه‌های دارای طغیان‌های موسمی با خسارت زیاد و رساندن آب شرب برای مناطق مواجه با تهدید سلامتی مجاز است اما سدسازی برای تولید الکتریسیته و ذخیره برای مصارف کشاورزی اشتباه است (ظفرنژاد، ۱۳۹۱). همان‌طور که ملاحظه می‌شود بیشتر بندهای خاکی احداث شده در حوضه میقان برای مصارف کشاورزی می‌باشد و تعدادی از سدها در بستر سخت سنگی احداث شده‌اند و حتی اجازه نفوذ آب در زمین را نمی‌دهند و به عنوان حوضچه تبخیری عمل می‌نمایند. که با تحقیق بر روی میزان حقایق تالاب و سدهای موجود تعدادی از آنها می‌بایست تخریب و تعدادی نیز از ارتفاع تاج آنها کاسته شود. جلوگیری از ادامه سدسازی ضروری است. تقویت آب زیرزمینی از طریق اقدام‌هایی مانند تسریع تغذیه آبخوان‌ها با تغذیه مصنوعی دشت‌های سیلابی، تزریق آب شیرین سدها با لوله به چاه‌ها که نیازمند مطالعات ارزیابی آثار و مکان‌یابی ضروری است. عملیات آبخیزداری و مرتعداری با تاکید بر آبخوان‌داری (جلوگیری از فرسایش و سیل با نفوذ دادن آب) و ساماندهی چاه‌ها (شناسایی و پلمپ کردن چاه‌های غیرمجاز، جلوگیری از حفر چاه جدید و نصب کنتور حجمی و هوشمند) نیازمند نظارت مستمر است. توسعه و احیای سامانه‌های پایدار زیرزمینی (قنات‌ها) و گسترش فرهنگ سنتی آن آهنگ برداشت و استحصال آب زیرزمینی را تجدیدشونده می‌کند. از مهمترین رویکردهای غیرسازه‌ای مدیریت منابع آب، تامین آب بر اساس مدیریت عرضه و تقاضا است که شامل روش‌های مدیریت تقاضا مانند کاهش هدر رفت و استفاده‌های غیرضروری و کاربرد ابزار مالی برای کنترل عوامل خارجی و عرضه مانند بازیافت، استفاده مجدد و افزایش بهره‌وری است (ظفرنژاد، ۱۳۸۶).

▪ ساماندهی کاربری‌ها

کشاورزی مشارکتی نسبت به کشاورزی در غالب بهره‌برداری تک مالکیتی، بهره‌وری استفاده از نهاده‌های کشاورزی و درآمد خالص بالاتر و هزینه‌های تولید و فشار بر منابع پایین‌تر است. به منظور اقتصادی‌تر کردن کشاورزی در منطقه اقدام‌های زیر ضروری است. تکمیل و به‌روزرسانی نقشه‌های مالکیت اراضی کشاورزی، ساماندهی مدیریت، واگذاری نهاده‌های کشاورزی با هدفمند یا حذف کردن یارانه‌ها و مشارکتی کردن کشاورزی، استفاده از فارغ‌التحصیلان بخش کشاورزی، ساماندهی الگوی کشت و تعیین چیدمان صحیح سطح کشت انواع محصولات با توجه به مفهوم آب مجازی و جایگزین کردن محصولات کم آب بر و حتی وارد کردن برخی محصولات به جای تولید آن و محدود کردن الگوی کشت و تقویم زراعی پیشنهاد می‌شود. افرادی که برداشت زیاد از آب داشته‌اند مغایر اصل ۵۰ قانون اساسی عمل نموده‌اند. بنابراین، می‌بایست فعالیت خود را با توان و ظرفیت اکولوژیک این قلمرو تطبیق دهند. وضعیت فعالیت‌ها و کاربری‌های متعارض و ناسازگار باید به صورت دقیق شناسایی محدود و تعدیل شود. جهت رفع بیکاری و نیروی کار مازاد بخش کشاورزی باید به دیگر مزیت‌های نسبی منطقه مانند توسعه گردشگری و طبیعت‌گردی و پرندنگری حفظ و احیای تالاب با مشارکت جوامع محلی و توسعه صنایع، خدمات و پرورش آرتمیا از سوی جوامع حاشیه تالاب انجام شود.

▪ ساماندهی پساب

با توجه به وجود منبع آبی پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر اراک که در صورت تصفیه کامل مطابق استاندارد محیط‌زیست می‌تواند به عنوان منبع مناسب جهت تامین بخشی از حقایق تالاب مدنظر قرار گیرد.

▪ ارتقاء منطقه به عنوان حفاظت شده و رامسر سایت تالابی

منطقه تالاب میقان دارای معیارهای *3a*، *2c* و *3c* تالاب‌های بین‌المللی رامسر و دارای معیارهای ۲ و ۶ مناطق مهم پرندگان IBA و به عنوان قطب پرندنگری کشور حایز اهمیت می‌باشد. (انصاری، ۱۳۸۶)

▪ ساماندهی خشکسالی

انجام برنامه‌های در جهت کاهش خسارت‌های خشک‌سالی و آثاری مانند: تغییر فناوری زراعی و احیاء اراضی و ...

• پاسخ به وضعیت

به منظور ساماندهی هر چه سریعتر وضعیت سرزمین تالاب میقان قبل از آن که آب را به تالاب میقان برسانیم نیاز است اقدام‌های پایه انجام شود تا احیای مرحله به مرحله و پهنه به پهنه تالاب ممکن و نتیجه بخش شود از جمله این اقدام‌ها می‌توان به نهایی کردن مرز و حریم تالاب و پهنه اکولوژیکی دریاچه، تکمیل اطلاعات و نقشه عمق‌سنجی و رطوبت خاک تالاب میقان، پهنه‌بندی بستر دریاچه میقان برای احیای مرحله به مرحله و انتخاب پرشیب‌ترین مسیر برای استحصال نمک و آبرسانی اشاره کرد. برای مهیا کردن بستر محیط برای دریافت مجدد آب اقدام‌هایی ضروری است که رفع موانع و بازگشایی مسیر رودخانه‌ها به سمت دریاچه و اجرای طرح جلوگیری‌کننده از تبخیر آب می‌باشد.

• پاسخ به اثر

به منظور تعیین مهم‌ترین برنامه‌های توسعه پایدار، پاسخ‌های حاصل از مدل نیروی محرکه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ مورد توجه قرار گرفته است. برنامه‌ها و اولویت‌بندی برنامه‌ها در بخش پاسخگویی به نیروهای محرکه و پاسخگویی به فشارها و وضعیت می‌باشند. برنامه‌های پاسخگویی به نیروهای محرکه، جزء برنامه‌ها و اصلاحات اساسی در برنامه‌ریزی‌ها و

تصمیم‌گیری‌های کلان منطقه، آمایش سرزمین و قوانین تلقی می‌شوند. در مرحله عوامل کلیدی آبخیزهای تالاب میقان با نقشه‌سازی شرایط عوامل کلیدی (اجزای متغیر اکولوژیکی و اجتماعی) در آبخیزها، حساسیت، آسیب‌پذیری یا اثر تخریب‌کنندگی آبخیزها و پهنه اکولوژیکی بر حسب عوامل کلیدی مربوط مشخص شد. هم‌زمان و متناسب با این مقایسه، اولویت‌بندی آبخیزها برای مهم‌ترین برنامه‌ها تعیین شده است. اولویت آبخیزها برای برنامه‌های پاسخگویی به فشار با توجه به مقایسه شاخص‌های توصیفی اکولوژیکی و اجتماعی در آن‌ها، در بخش بحث و نتیجه‌گیری ارائه شده است. پاسخ به وضعیت سرزمین تحت نظارت مستلزم توجه ویژه به پهنه اکولوژیکی است. کاربری‌های ناسازگار و نامتعارض مجاور یا درون پهنه اکولوژیکی تالاب میقان، باید به سمت حفاظت و اکوتوریسم طرح‌ریزی شود. اهالی حاشیه تالاب که معیشت و کیفیت هوای خود را به علت شورشدن اراضی و افزایش گرد و غبار از دست داده‌اند، نیازمند فرصت‌های شغلی جدید و هوای سالم می‌باشند. ایجاد و پایداری این مشاغل و هوای پاک، منوط به احیای تالاب، رعایت توان اکولوژیک و ظرفیت برد سرزمین است. وضعیت محیط‌زیست تالاب میقان با استفاده از مولفه‌های DPSIR در جدول (۱) ارائه شده است

جدول (۱): وضعیت محیط‌زیست تالاب میقان با استفاده از مولفه‌های DPSIR

۱. نیروی محرکه	۲. فشار	۳. وضعیت	۴. اثر	۵. پاسخ
۱. رشد جمعیت ۲. خشکسالی	۱. سدسازی بی‌رویه ۲. معدن کاوی در تالاب ۳. تغییر الگوی کشت ۴. بازده کم آبیاری ۵. حفر بی‌رویه چاه ۶. تغییر پوشش گیاهی و کاربری اراضی ۷. ورود پساب تصفیه‌خانه شهر اراک به تالاب ۸. ورود باطله‌ی معدنی به تالاب ۹. کاهش بهره‌وری و بقای تالاب ناشی از خشکسالی	۱. افزایش مناطق بیابانی و کویرزایی ۲. اختلالات اقلیمی و تنزیل کیفیت آب و هوا ۳. افت کمی و کیفی منابع آب ۴. کاهش پهنه آبی تالاب و تخریب زیستگاه	۱. آلودگی هوا ۲. بیکاری ۳. افزایش بیماریها ۴. کاهش امید به زندگی ۵. اعتراضات مردمی ۶. کاهش سطح زیستگاه، کاهش منابع ژنتیکی، کاهش توان کنترل آلودگی‌های خطرناک و سم‌زدایی (تصفیه آب)، کاهش تعادل هیدرولوژیکی (تنظیم آب) و کاهش زیبایی‌شناختی ۷. محدودیت در ارتقاء منطقه از شکار ممنوع به منطقه حفاظت شده و رامسر سایت تالابی	۱. ساماندهی بهره‌برداری معدن ۲. مدیریت یکپارچه آب ۳. ساماندهی کاربریها ۴. ساماندهی پساب ۵. ساماندهی خشکسالی ۶. تعیین مرز و حریم تالاب و پهنه اکولوژیکی ۷. بازگشایی مسیر رودخانه‌ها ۸. ارتقاء منطقه به عنوان پناهگاه حیات وحش و رامسر سایت ۹. اجرای کامل برنامه مدیریت زیست بومی تالاب میقان اراک ۱۰. اجرای برنامه‌های پیشنهادی توسعه پایدار تالاب میقان

بحث و نتیجه‌گیری

مقایسه وضعیت گذشته و موجود تالاب میقان، تصویر ناپایداری برای آینده آن را ترسیم می‌کند. جایگاه انسان در تخریب این سرزمین، مسلم، کلیدی و انکارناپذیر است. خشکسالی نیز بر سرعت و شدت این تخریب افزوده است. نیروهای محرکه تخریب سرزمین تالاب میقان شامل: رشد سریع جمعیت شهری و در عین حال اشتغال عمده روستاییان به کشاورزی، سواد کم و سن بالای کشاورزان، فقدان برنامه‌ریزی صحیح برای تأمین نیازهای جمعیت و از جمله اشتغال، مدیریت نادرست و ناپایدار منابع آب به ویژه با رویکرد حفر چاه و سازه‌ای، تصدی‌گری و تسهیل‌گری دولت در توزیع نهاده‌های کشاورزی به ویژه آب، یارانه‌های پنهانی دولت در بخش آب (قیمت نگذاشتن صحیح منابع آب) و در نهایت مشارکت نکردن برای مدیریت یکپارچه اراضی کشاورزی که ناشی از نبودن پیش شرط‌های مشارکت (اقتصاد تکیه دولت بر درآمدهای نفتی) در ایران است. همچنین، مهم‌ترین فشارهای خشکسالی و فعالیت انسان در سرزمین تالاب میقان شامل: احداث جاده معدن در تالاب، سدسازی‌های بی‌رویه، تغییر و تبدیل کاربری‌ها، تغییر الگوی کشت، کمبود بازده آبیاری، حفر بی‌رویه چاه‌ها و استحصال بی‌رویه و غیراصولی از معدن سولفات سدیم و کاهش بارندگی و افزایش دما این فشارها در نهایت به چیره شدن بازخورهای مثبت و تشدید روند قهقرایی در سرزمین تالاب میقان منجر شده است. به منظور بهبود وضعیت تالاب میقان ضروری است که اجرای کامل برنامه مدیریت زیست بومی تالاب میقان اراک مصوب ۹۵/۹/۶ شورای برنامه‌ریزی استان مرکزی در اولویت قرار گیرد تا آثار منفی، تقلیل و یا از بین بروند. چشم‌انداز ۲۵ ساله تالاب میقان در این برنامه مبتنی بر این است که تالاب میقان زیست بومی است پایدار و پویا دارای آب کافی و سالم و تنوع‌زیستی غنی و برخوردار از اهمیت خاص منطقه‌ای و بین‌المللی که تامین کننده رفاه و سلامت جوامع محلی و حیات زیست‌مندان آن می‌باشد. (اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان مرکزی، ۱۳۹۵). همچنین هدف نهایی این برنامه دستیابی به مدیریت یکپارچه با مشارکت همه ذی‌نفعان به ویژه جوامع محلی در جهت رسیدن به اکوسیستم پایدار با در نظر گرفتن توان محیط‌زیستی منطقه، احیا و حفظ تالاب، ارزش‌ها و کارکردهای آن به ویژه گردشگری طبیعی (اکوتوریسم) می‌باشد. با توجه با اهمیت این تالاب در سفر هیات

محترم دولت به استان مرکزی در آبان ماه ۱۳۹۵ احیاء تالاب میقان در دستور کار قرار گرفت. (دانشگاه آزاد اسلامی اراک، ۱۳۹۵). این مطالعه، با به کارگیری چارچوب DPSIR و با توجه ویژه به حوضه آبریز تالاب میقان و زیرحوضه‌های آن، سعی بر تدوین راهبردها و سیاست‌های اجرایی در قالب برنامه توسعه پایدار داشته است. تعیین راهبردها و اولویت‌ها، به منظور حفاظت از منابع و عرصه‌های طبیعی سرزمین تالاب میقان، به نفع اهالی منطقه و نسل آینده است. مقایسه نتایج این مطالعه با مطالعات دیگر در سایر تالاب‌ها با استفاده مدل DPSIR نتایج تقریباً مشابهی را نشان می‌دهد. مانند مطالعه آل محمد و همکاران در سال ۱۳۹۳ با عنوان به کارگیری ارزیابی راهبردی محیط‌زیست به منظور تدوین سیاست‌های برنامه توسعه پایدار دریاچه ارومیه از این مدل استفاده شد و ارتباط اختلالات با انواع توسعه بررسی و پاسخ‌هایی مناسب ارایه شد (آل محمد و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین جهانی شکیب و همکاران در سال ۱۳۹۳ در مطالعه‌ای با عنوان بررسی قابلیت و کاربرد خدمات اکوسیستمی به عنوان شاخص‌های اکولوژیکی در مدل DPSIR به بررسی قابلیت و به کارگیری خدمات اکوسیستمی در مدل تجزیه و تحلیلی نیروی محرکه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ به عنوان شاخص‌های اکولوژیکی پرداختند و نتایج در تالاب چغاخور نشان داد که نیروی محرکه‌های شناسایی شده در محدوده مطالعه بر محیط‌زیست فشارهایی وارد کرده که از طریق تغییرات و نوسانات ساختاری بر تالاب پدیدار شده است و عملکردهای طبیعی که به ساختار وابسته‌اند دچار تغییرات و در نهایت سبب کاهش یا از دست دادن خدمات اکوسیستمی محیط‌زیست تالاب و سرزمین محل استقرار آن همچون تولیدی، تنظیمی، پشتیبانی و فرهنگی می‌شوند (جهانی شکیب و همکاران، ۱۳۹۳). سعادت و همکاران در سال ۱۳۹۲ برای شناسایی مشکلات تالاب هامون و توسعه شاخص‌های مناسب برای سیاست‌گذاری از مدل DPSIR استفاده کردند در این مطالعه مشکلات محیط‌زیستی شناسایی شد و در چارچوب DPSIR ارایه شد. (Saadati et al., 2013). در این راستا برنامه‌های پیشنهادی برای تحقق توسعه پایدار در تالاب میقان عبارتند از:

۱. تهیه و تکمیل و بازنگری برنامه‌های آمایش سرزمین منطقه
۲. اجرای برنامه مدیریت زیست بومی تالاب میقان
۳. نهایی کردن حریم تالاب و بهینه اکولوژیکی

۴. عمق‌سنجی و پهنه‌بندی تالاب
 ۵. مسیریابی پرشیب‌ترین مسیر به منظور زدودن نمک و جلوگیری از تبخیر حین آب‌رسانی
 ۶. رفع موانع و لایروبی رودخانه‌های حاشیه تالاب
 ۷. اجرای طرح جلوگیری‌کننده از تبخیر آب
 ۸. اصلاح و بهسازی جاده معدن برای بهبود جریان آب براساس مقتضیات اکولوژیکی تالاب
 ۹. حذف فعالیت‌های غیرمجاز: معدن‌کاوی غیر اصولی، ساخت و ساز، کشاورزی صنعت و حفر چاه
 ۱۰. برنامه‌ریزی جامع اکوتوریسم (پرنده‌نگری و ...) در پهنه اکولوژیکی تالاب میقان
 ۱۱. برنامه‌ریزی حفاظت تالاب و پهنه اکولوژیکی با مشارکت مردم به منزله حقوق‌بگیر
 ۱۲. بسترسازی پرورش آرتمیا با همکاری جوامع محلی
 ۱۳. مطالعه دقیق امکان‌سنجی آرسانی به تالاب و برچیدن برخی سدها با اولویت زیرحوضه‌های (ساروق، قره‌کهریز، شهرآب، آشتیان، ابراهیم‌آباد، امان‌آباد، خیرآباد)
 ۱۴. تقویت آب‌های زیرزمینی با ساماندهی جدی وضعیت چاه‌ها و احیای قنات‌ها با اولویت زیرحوضه‌های (امان‌آباد، ساروق، قره‌کهریز، شهرآب، آشتیان، خیرآباد، ابراهیم‌آباد)
 ۱۵. ارتقای بازده آبیاری، حذف کشت آبی در اراضی فاقد توان اکولوژیکی بالقوه با اولویت زیرحوضه‌های (ساروق، قره‌کهریز، امان‌آباد، شهرآب، آشتیان، خیرآباد، ابراهیم‌آباد)
 ۱۶. بازیافت، بازگردانی و استفاده مجدد از پساب‌های شهری و صنعتی و کشاورزی با اولویت زیرحوضه‌های (قره‌کهریز، امان‌آباد، خیرآباد، ساروق، شهرآب، آشتیان، ابراهیم‌آباد)
۱۷. تکمیل اطلاعات مالکیت اراضی، ساماندهی مدیریت واگذاری نهاده‌های کشاورزی اصلاح‌الگوی کشت و مشارکتی کردن کشاورزی با اولویت زیرحوضه‌های (ساروق، قره‌کهریز، امان‌آباد، شهرآب، آشتیان، خیرآباد، ابراهیم‌آباد)
 ۱۸. توسعه تجارت، صنعت و خدمات با استقرار سیستم مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست با اولویت زیرحوضه‌های (قره‌کهریز، امان‌آباد، خیرآباد، ساروق، شهرآب، آشتیان، ابراهیم‌آباد)
 ۱۹. برنامه‌ریزی جامع اکوتوریسم با اولویت زیرحوضه‌های (تالاب میقان، خیرآباد، قره‌کهریز، ساروق، شهرآب، آشتیان، امان‌آباد، ابراهیم‌آباد)
 ۲۰. احیاء کانون‌های گرد و غبار با اولویت زیرحوضه‌های (تالاب میقان، ساروق، شهرآب، آشتیان، خیرآباد، ابراهیم‌آباد، امان‌آباد، قره‌کهریز)
 ۲۱. حفاظت و احیای مراتع آسیب دیده به لحاظ توان اکولوژیکی بالقوه (شهرآب، آشتیان، ساروق، ابراهیم‌آباد، قره‌کهریز، امان‌آباد، خیرآباد)
 ۲۲. حفاظت آب، خاک، احیای حریم رود دره‌های بالادست و پایین‌دست با اولویت زیرحوضه‌های (ابراهیم‌آباد، خیرآباد، امان‌آباد، ساروق، شهرآب، آشتیان، قره‌کهریز)
 ۲۳. عملیات آبخیزداری با تاکید بر آبخوان‌داری با اولویت زیرحوضه‌های (خیرآباد، امان‌آباد، آشتیان، شهرآب، ابراهیم‌آباد، قره‌کهریز، ساروق).

فهرست منابع

- استانداردی مرکزی. ۱۳۹۰. مطالعات آمایش سرزمین استان مرکزی.
- انصاری، ا. ۱۳۹۴. پهنه‌بندی پدیده گردوغبار در استان مرکزی. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست. در انتظار چاپ
- انصاری، ا. ۱۳۹۵. شناسایی کانون‌های برداشت و عوامل موثر در بروز طوفان‌های گرد و غبار در منطقه تالاب کویری میقان اراک. دانشگاه اراک.
- انصاری، ا. ۱۳۸۶. ارزیابی اکولوژیک تالاب میقان به عنوان زیستگاه زمستانه درناي خاکستری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان مرکزی. ۱۳۹۵. برنامه مدیریت جامع تالاب میقان اراک. <http://markazi.doe.ir>
- اداره کل هواشناسی استان مرکزی. ۱۳۹۵. گزارش ایستگاه هواشناسی اراک. <http://markazimet.ir>
- آل محمد، س.؛ یآوری، ا. ر.؛ صالحی، ا. و زبردست، ل. ۱۳۹۳. به کارگیری ارزیابی راهبردی محیط زیست به منظور تدوین سیاست های برنامه توسعه پایدار دریاچه ارومیه. محیط شناسی، ۴(۳): ۶۶۷-۶۴۵.
- جعفرزاده حقیقی فرد، ن.؛ خوشنود، ر.؛ بسیم، ی. و رحیمی، ر. ۱۳۹۳. تعیین حداقل نیاز آبی تالاب میقان با استفاده از روش جامع تلفیقی اصلاح شده. اولین

- کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست.
- جهانی‌شکيب، ف.؛ ملک محمدی، ب.؛ زبردست، ل. و عادل، ف. ۱۳۹۳. بررسی قابلیت و کاربرد خدمات اکوسیستمی به عنوان شاخص‌های اکولوژیکی در مدل DPSIR (مطالعه نمونه: تالاب چغاخور). پژوهش‌های محیط زیست. ۱۰(۵): ۱۲۰-۱۰۹.
- خانجانی، م.؛ قدیمی عروس محله، ف. و هاشمی، ع. ا. ۱۳۹۰. پدیده‌های زمین‌شناسی موثر در بیابانزایی و گسترش تالاب میقان اراک و راهکارهای مقابله با آن. دومین همایش ملی مقابله با بیابانزایی و توسعه پایدار تالاب‌های کویری ایران. ص. 61
- خطیبی، ع.؛ دانه‌کار، ا.؛ پورابراهیم، ش. و وحید، م. ۱۳۹۴. معرفی مدل DPSIR و قابلیت کاربرد آن در تصمیم‌گیری‌های محیط‌زیستی. فصلنامه انسان و محیط‌زیست. ۳۵: ۷۹-۶۵
- دانشگاه آزاد اسلامی اراک. ۱۳۹۵. برنامه مدیریت زیست بومی تالاب میقان. اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان مرکزی. دفتر طرح حفاظت از تالاب‌های بین‌المللی سازمان حفاظت محیط زیست.
- ذوالفقاری، م. ۱۳۹۱. بررسی اثرات زیست محیطی تالاب میقان بر شهر اراک. سومین همایش ملی مقابله با بیابان زایی و توسعه پایدار تالاب‌های کویری ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک.
- سالنامه آماری. ۱۳۹۳. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان مرکزی.
- شرکت آب و فاضلاب اراک. ۱۳۹۳. گزارش میزان دبی فاضلاب ورودی به تالاب میقان از تصفیه‌خانه فاضلاب شهر اراک.
- شرکت دورکاو پایش زایمان. ۱۳۹۳. بررسی روند تغییر سطح آب تالاب میقان در سه دهه گذشته. اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان مرکزی
- صفوی، ح. ۱۳۸۷. مدیریت جامع منابع آب در مقیاس حوضه‌های آبریز، دومین کنفرانس ملی سد و نیروگاه برقایی. وزارت نیرو. تهران.
- ظفرنژاد، ف. ۱۳۸۶. پیامدهای محیط زیستی سدهای بزرگ: رودهای خاموش، (نوشته مک کالی، پاتریک)، ناشر علم و ادب. تهران.
- ظفرنژاد، ف. ۱۳۹۱. توسعه پایدار و مدیریت آب در ایران: پیامدهای ناسازگار الگوی توسعه نابومی در بخش آب با سدسازی. جهاد دانشگاهی مشهد.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۵. مطالعات پایه حوضه‌آبخیز کویر میقان. وزارت جهاد کشاورزی، مدیریت آبخیزداری، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مرکزی.
- هاشمی، م. ن.؛ مرادی، غ. ر. و فتاحی، م. ۱۳۹۰. بررسی اثرات تغییر اقلیم در حوزه آبخیز تالاب میقان و کاهش سطح منابع آب زیرزمینی در دشت مرکزی اراک. دومین همایش ملی مقابله با بیابانزایی و توسعه پایدار تالاب‌های کویری ایران. ص 34
- EEA. 1999. Environmental indicators: Typology and overview, Technical Report, 25, EEA, Copenhagen, Denmark.
- Elliott, M. 2002. The role of the DPSIR approach and conceptual models in marine environmental management: an example for offshore wind power. Marine Pollution Bulletin 44: 3-7.
- Elliott, M. 2011. Marine science and management means tackling exogenic unmanaged pressures and endogenic managed pressures – a numbered guide. Marine Pollution Bulletin. 62:651-655.
- Elliott, M.; Burdon, D. & Hemingway, K. 2006. Marine Ecosystem Structure, Functioning, Health and Management and Potential Approaches to Marine Ecosystem Recovery: A Synthesis of Current Understanding. CCW Policy Research Report No. 6(5)
- FAO Water Reports. 2008. Irrigation in Middle East Region in Figure AQUASTAT Survey.
- Gregory A. J.; Atkins J. P.; Burdon. D. & Elliot. M. 2005. A problem structuring method for ecosystem-based management: The DPSIR modeling process. European Journal of Operational Research. 227:558-569
- Namaalwa S.; Van dam. A. A.; Funk. A.; Ajje G. S. & Kaggwa. R. C. 2013. A characterization of the drivers, pressures, ecosystem functions and services of Namatala wetland, Uganda, Environmental science and policy. 34:44-57.
- Ness, B.; Anderberg, S. & Olsson, L. 2010. Structuring problems in sustainability science: the multi-level DPSIR framework. Geoforum. 41: 479-488.
- Rounsevell, M.; Dawson, T. & Harrison, P. 2010. A conceptual framework to assess the effects of environmental change on ecosystem services. Biodivers. Conserv. 19: 2823-2842.
- Saadati, S.; Motevallian, S.; Rheinheimer, D. E. & Najafi, H. 2013. Indicators for sustainable management of wetland ecosystems using a DPSIR approach: A case study in Iran.
- Shao, C.; Guan, Y.; Chu, C.; Shi, R.; Ju, M. & Shi, J. 2014. Trends analysis of Ecological Environment Security based on DPSIR MODEL IN THE Coastal zone: A survey study in Tianjin, China. 2014. International journal of Environment Research. 8(3): 765-778
- Svarstad, H.; Kjerulf Petersen, L.; Rothman, D.; Sieple, H. & Wätzold, F. 2008. Discursive biases of the environmental research framework DPSIR. Landuse policy 25:116-125.
- Tscherning, K.; Helming, K.; Krippner, B.; Sieber, S. & Paloma, SGy. 2012. Does research applying the DPSIR framework support decision making? Land Use Policy. 29: 102-110