پژوهش و فناوری محیط‌زیست، ۱۴۰۳،(۱۵)۹، ۱۰۱-۱۱۳

پژوهشکده محیط زیست

پژوهش و فناوری محیط زیست

وبگاه نشریه: www.journal.eri.acecr.ir

شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۳۰۶۰

اجرای رویکردهای مدیریت جامع آبخیزداری و کنترل رسوبات در حفاظت از تالاب انزلی

مکرم روانبخش*[۱]، مائده قربان پور[۲]، کیوان اسدی[۳]، محمدرضا رحمانی راد[۴]

۱- گروه پژوهشی محیط زیست طبیعی، پژوهشکده محیط زیست جهاد دانشگاهی، رشت

۲- دانش‌آموخته دکتری علوم و مهندسی مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران

۳- دکتری اقلیم شناسی ، معاونت آبخیزداری اداره کل منابع طبیعی استان گیلان

۴- دانش‌آموخته دکتری علوم و مهندسی مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۲/۱۲/۱۲

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۰۷/۲۴

دسترسی آنلاین:
۱۴۰۳/۰۸/۳۰

کلید واژه‌ها:
آبخیزداری،
تالاب انزلی،
رسوبات،
فرسایش

چکیده

تالاب‌ها زیربنای زیست‌بوم‌ها و از مهم‌ترین و در معرض خطرترین اکوسیستم‌های پیچیده جهانی هستند و مجموعه‌ای از عملکردهای بوم‌شناختی و خدمات اکوسیستمی تأمین کننده رفاه انسانی را ارائه می‌کنند. تالاب انزلی، یکی از بزرگترین تالاب‌های ساحلی ایران به دلیل اهمیت جهانی آن از نظر تنوع زیستی شناخته شده است. امروزه، افزایش رسوب‌گذاری ناشی از عوامل مختلف مانند جنگل‌زدایی، تغییر کاربری اراضی و سدسازی رودخانه‌ها، عمق کلی آب تالاب را کاهش داده و در نتیجه تعادل و سلامت اکولوژیکی، تنوع زیستی و پایداری آن را با چالش جدی مواجه کرده است. در این مقاله، اثرات رسوب‌گذاری و پیامدهای مخرب آن بر تالاب انزلی و اقدامات آبخیزداری انجام شده، بررسی شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که حوزه آبخیز تالاب انزلی، به ویژه حوزه آبخیز فوقانی، منبع اصلی بار رسوب به تالاب است. تقریباً ۸۰ درصد از بار کل رسوب از حوزه آبخیز بالادست می‌آید. چرای بیش از حد، جنگل‌زدایی و اقدامات محدود کنترل فرسایش از جمله دلایل اصلی فرسایش هستند. اگرچه تلاش‌هایی برای کنترل فرسایش خاک از طریق اجرای طرح‌های مکانیکی، بیولوژیکی و بیومکانیکی در اراضی کوهستانی انجام شده است، تا بار رسوبی از حوضه فوقانی را به حداقل برسانند. اما هنوز مناطق زیادی به‌دلیل کمبود بودجه، اصلاح نشده‌اند. از طرف دیگر، این طرح‌ها با چالش عدم مشارکت همه جانبه ذینفعان و مشارکت جامعه در فرآیندهای برنامه‌ریزی و اجرا مواجه هستند. اجرای رویکردهای جامع آبخیزداری که همکاری بین ذینفعان را تقویت می‌کند و عوامل اقتصادی-اجتماعی را مورد توجه قرار می‌دهد، نه تنها از این اکوسیستم حیاتی محافظت می‌کند، بلکه توسعه پایدار و بهبود کیفیت زندگی جوامعی را که به منابع آن وابسته هستند، ارتقا می‌دهد.

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mokarram.ravanbakhsh@yahoo.com

Journal of Environmental Research and Technology

journal homepage: www.journal.eri.acecr.ir

Environmental Research institute

Online ISSN: 3060-2676

Implementation of comprehensive watershed management and sediment control approaches in Anzali wetland protection

Mokarram Ravanbakhsh[1]*, Maedeh Ghorbanpour[2], Keivan Asadi[3], Mohammad Reza Rahmani Rad[4]

1- Department of Natural Environment, Environmental Institute, Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR), Rasht, Iran
2- PhD graduated in Rangeland Science and Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Mazandaran
3- Ph.D. in Climatology, Deputy Director of Watershed Management, General Directorate of Natural Resources, Guilan Province
4- PhD graduated in Rangeland Science and Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Mazandaran

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received:
02/03/2024
Accepted:
18/10/2024
Available online:
20/11/2024

Keywords:
Watershed management, Anzali wetland, sediments, erosion

Abstract

Wetlands are the foundation of ecosystems and are among the most important and endangered complex ecosystems globally, providing a range of ecological functions and ecosystem services that support human well-being. Anzali wetland, as one of the largest coastal wetlands in Iran, is known for its global importance in terms of biodiversity. Today, the increase in sedimentation caused by various factors such as deforestation, land use change and river damming has reduced the overall water depth of the wetland, and as a result, its ecological balance and health, biodiversity and sustainability have faced a serious challenge. In this article, the effects of sedimentation and its destructive consequences on the Anzali wetland and the taken watershed management measures have been investigated. This article examines the effects of sedimentation and its destructive consequences on Anzali Wetland, as well as the watershed management measures taken. The results of this study indicate that the watershed of Anzali wetland, particularly the upper watershed, is the main source of sediment load to the wetland. Approximately 80% of the total sediment load comes from the upstream watershed. Overgrazing, deforestation, and limited erosion control measures are among the primary causes of erosion. Overgrazing, deforestation and erosion are the main causes of erosion. Although some efforts have been made to control soil erosion by implementing mechanical, biological, and biomechanical plans in mountainous areas to minimize sediment load from the upper basin, many regions remain not modified due to budget constraints. On the other hand, these plans are facing the challenge of a lack of comprehensive stakeholder participation and community involvement in planning and implementation processes. Implementing comprehensive watershed management approaches that strengthen stakeholder collaboration and consider socio-economic factors not only protects this vital ecosystem but also promotes sustainable development and improves the quality of life for communities that depend on its resources.

مقدمه

تالاب‌ها از مهم‌ترین و متنوع‌ترین زیستگاه‌های‌طبیعی هستند که بخش بزرگی از تنوع زیستی جهان را درخود جای داده‌اند. تالاب‌ها با مساحتی در حدود شش درصد از کل سطح زمین، اکوسیستم‌های ارزشمندی هستند و به دلیل نقش ویژه‌شان در حفاظت از تنوع زیستی از ارزش‌های طبیعی، اقتصادی و اجتماعی زیادی برخوردارند. جانوران و گیاهان در این محیط آبی به یکدیگر وابسته‌اند و نقش‌های اکولوژیک هریک از آن‌ها ادامه حیات را در این اکوسیستم تنظیم می‌کند و نقش ویژه‌ای در توسعه جوامع محلی دارند (رفیعی و همکاران،۱۳۹۰؛ امینی هرندی و احمدی ندوشن، ۱۳۹۸؛ مهدی‌نسب و مهدی‌نسب، ۱۳۹۹). امروزه با افزایش رشد جمعیت، اکوسیستم‌ها و مناطق حفاظت‌شده به‌ویژه زیست‌بوم‌های تالابی توسط جوامع انسانی مورد تخریب قرار گرفته‌اند. آسیب‌های وارد شده به این اکوسیستم‌ها منجر به نابودی پرشتاب تنوع زیستی و کاهش فرصت جوامع محلی برای امرار معاش پایدار و حفظ منابع برای نسل‌های آینده شده است. ارزیابی تهدیدهای مؤثر بر اکوسیستم‌ها به منظور توسعه راهبردهای مناسب مدیریت محیط زیستی، پایش و ارزیابی آنها امری ضروری است (روان بخش و همکاران، ۱۴۰۰).

تالاب‌ها همواره تحت تاثیر رسوبات بوده و نقش رسوبات در اکوسیستم‌های تالابی بسیار دارای اهمیت است، زیرا چرخه‌های مواد مغذی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بار رسوب با هجوم مواد مغذی و مواد آلی همراه بوده و بر فعل و انفعالات اکولوژیکی درون تالاب تأثیر می‌گذارد. این افزایش بار رسوب تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله فعالیت‌های انسانی و تغییرات در الگوهای هیدرولوژیکی قرار دارد. بار رسوبی بالا نگرانی‌هایی را در مورد اثرات نامطلوب آن بر کیفیت آب و سلامت کلی تالاب ایجاد کرده است (رنجبر، ۱۳۹۱ ؛ Dymond و همکاران، ۲۰۱۷). رسوب‌گذاری زمانی اتفاق می‌افتد که ذرات خاک، مواد معدنی و مواد آلی در آب انباشته می‌شوند که منجر به کاهش کیفیت آب، کاهش نفوذ نور و تغییر زیستگاه می‌شود. رسوب نه تنها بر گیاهان و جانوران تالاب تأثیر می‌گذارد، بلکه فعالیت‌های تفریحی را نیز با مشکل مواجه می‌کند و می‌تواند باعث ایجاد سیل در مناطق مجاور در هنگام بارش‌های شدید شود (غضبان و زارع خوش اقبال، ۱۳۹۰).

بار رسوب با ورود آلاینده‌ها و فلزات سنگین به تالاب همراه بوده و چالش‌های محیط زیستی را تشدید می‌کند؛ در نتیجه این امر نه تنها کیفیت آب را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه تهدیدی برای محیط زیست منطقه است (رنجبر، ۱۳۹۱ ؛ Dymond و همکاران، ۲۰۱۷). افزایش بار رسوب در تالاب‌ها می‌تواند منجر به طیف وسیعی از مشکلات مهم شود. اول از همه، رسوب اضافی می‌تواند منجر به کاهش شفافیت آب و نفوذ نور شود و روند فتوسنتز گیاهان آبزی را مختل کند. این موضوع می‌تواند منجر به کاهش تنوع گونه‌های گیاهی و متعاقب آن از دست رفتن زیستگاه و منابع غذایی مهم برای زیستمندان تالاب از جمله ماهی، بی مهرگان، و پرندگان آبزی شود (Dymond و همکاران، ۲۰۱۷). علاوه بر این، رسوب بیش از حد می‌تواند منجر به تغییر فیزیکی اکوسیستم تالاب شود. تجمع رسوب در آبراهه‌ها و کانال‌ها می‌تواند فرآیندهای هیدرولوژیکی را مختل کند و باعث تغییر در الگوهای جریان آب و دینامیک دشت سیلابی شود. در نتیجه، رویشگاه‌های تالابی که به اعماق آب و سرعت جریان خاص متکی هستند، اثر منفی داشته و بر موفقیت تولیدمثلی و بقای گونه‌های گیاهی و جانوری موثر خواهد بود. علاوه بر این، تجمع رسوب می‌تواند ظرفیت کلی ذخیره‌سازی آب تالاب‌ها را کاهش دهد و در نتیجه پتانسیل سیل در مناطق مجاور در طول دوره‌های بارندگی شدید یا سطوح بالای آب افزایش یابد (Skagen و همکاران، ۲۰۱۶).

بررسی افزایش بار رسوب به ترکیبی از اندازه‌گیری‌های میدانی و آنالیزهای آزمایشگاهی نیاز دارد. اندازه‌گیری‌های میدانی اغلب شامل جمع‌آوری نمونه‌های رسوب از منابع مختلف مانند رودخانه‌ها، نهرها و مخازن است. این نمونه‌ها با استفاده از نمونه‌گیرهای رسوبی، جمع‌آوری می‌شوند و برای تعیین غلظت، ترکیب، و توزیع اندازه دانه ذرات رسوب تجزیه و تحلیل می‌شوند.

تجزیه‌وتحلیل‌های آزمایشگاهی با ارائه اطلاعات دقیق‌تر در مورد ویژگی‌ها و منابع رسوب، اندازه‌گیری‌های میدانی را تکمیل می‌کند. برای شناسایی منابع رسوبات و تعیین منشاء آن‌ها می‌توان از تکنیک‌هایی مانند انگشت‌نگاری رسوب، آنالیز ایزوتوپی و تجزیه و تحلیل عناصر کمیاب استفاده کرد (Astorga و همکاران، ۲۰۱۸). انگشت‌نگاری رسوب شامل تجزیه‌وتحلیل خواص ذرات رسوب، مانند ترکیب کانی شناسی یا حساسیت مغناطیسی آن‌ها، برای شناسایی مناطق منبع آن‌ها است. از سوی دیگر، تجزیه‌وتحلیل ایزوتوپی از ایزوتوپ‌های پایدار عناصر برای ردیابی منشاء رسوبات استفاده می‌کند، زیرا منابع مختلف دارای علائم ایزوتوپی متمایز هستند. این روش‌های مبتنی بر آزمایشگاه به محققان کمک می‌کنند تا عوامل اصلی افزایش بار رسوب را شناسایی کرده و فرآیندهای انتقال رسوب را درک کنند. علاوه بر اندازه‌گیری‌های میدانی و تحلیل‌های آزمایشگاهی، تکنیک‌های مدل‌سازی نیز نقش مهمی در بررسی افزایش بار رسوب دارند. مدل‌های هیدرولوژیکی، فرآیندهای هیدرولوژیکی را در یک حوضه شبیه‌سازی می‌کنند و نرخ انتقال و رسوب را تخمین می‌زنند. این مدل‌ها عواملی مانند تغییرات کاربری اراضی، الگوهای بارندگی و نرخ فرسایش خاک را برای پیش‌بینی تغییرات بار رسوب در طول زمان در نظر می‌گیرند. با ادغام داده‌های میدانی و نتایج آزمایشگاهی در این مدل‌ها، محققان می‌توانند عوامل مؤثر بر افزایش بار رسوب را بیشتر درک کنند و پیش‌بینی‌های آگاهانه‌ای درباره روندهای آینده انجام دهند (Chathuranika و همکاران، ۲۰۲۲).

افزایش جمعیت و توسعه روزافزون مناطق صنعتی و شهری و کاهش حریم‌های طبیعی سبب کاهش پوشش گیاهی، افزایش فرسایش خاک و افزایش مقدار ضریب جریان سطحی شده است (افشاری آزاد و پورکی، ۱۳۹۰). هر ساله هزاران تن مواد جامد در سطح حوزه‌های آبخیز دچار فرسایش می‌شوند. اثرات فرسایش و انتقال مواد رسوبی از جهات مختلف دارای اهمیت بوده که مهم‌ترین آن‌ها پر شدن زودرس تالاب‌ها و مدفون شدن حاشیه رودخانه‌ها، پر شدن مخازن سدها و بندها، از بین رفتن اراضی حاصل‌خیز کشاورزی و پر شدن کانال‌های آبرسانی، است (سبقتی و همکاران، ۱۳۹۸). مطالعات نشان داده‌اند که شیوه‌های حفاظت از حوضه آبخیز می‌تواند به‌طور موثر بارهای رسوب در جریان را کاهش دهد. تأثیر فعالیت‌های انسانی بر بار رسوب، نیاز به مدیریت مؤثر حوزه آبخیز برای کاهش فرسایش و رسوب‌گذاری را نشان می‌دهد (Yang و همکاران، ۲۰۱۲).

تالاب انزلی، یکی از بزرگترین تالاب‌های ساحلی ایران به دلیل اهمیت جهانی آن از نظر تنوع زیستی شناخته شده است. در حال حاضر تالاب انزلی به دلیل افزایش بار رسوبی با چالش‌های زیست‌محیطی قابل توجهی مواجه است. بار رسوب در تالاب انزلی به طور پیوسته در حال افزایش بوده و تعادل اکولوژیکی تالاب و مناطق اطراف آن را تهدید می‌کند. افزایش قابل توجهی بار رسوبی تالاب در درجه اول به دلیل فرسایش فزاینده حوزه آبخیز است (Aminisarteshnizi، ۲۰۲۱). افزایش رسوب‌گذاری ناشی از عوامل مختلف مانند جنگل‌زدایی، تغییر کاربری اراضی و سدسازی رودخانه‌ها، عمق کلی آب تالاب را کاهش داده و در نتیجه تعادل و سلامت اکولوژیکی، تنوع زیستی و پایداری آن را با چالش جدی مواجه کرده است.

در این مقاله اثرات رسوب‌گذاری و پیامدهای مخرب آن بر تالاب، همچنین به نقش اقدامات حفاظتی آبخیزداری در اراضی بالادست در کنترل و مدیریت بار رسوب پرداخته شده است. مقاله حاضر در پاسخ به این پرسش که اقدامات احیایی آبخیزداری و کنترل رسوب در بالادست، چگونه به حفظ و احیای اکوسیستم تالاب انزلی کمک می‌کند، نگارش شده است.

مواد و روش‌ها

اولین گام نوشتن مقاله حاضر، انجام یک جستجوی جامع در ادبیات مرتبط با استفاده از پایگاه‌های اطلاعاتی علمی-دانشگاهی، فهرست‌های کتابخانه‌ای و سایر منابع علمی بود. این فرآیند مستلزم شناسایی اصطلاحات، مفاهیم و مضامین کلیدی مرتبط با موضوع تحقیق برای هدایت جستجو و بازیابی منابع مربوطه می‌باشد. پس از جمع‌آوری ادبیات، گام بعدی ارزیابی و تحلیل منابع

انتخاب شده برای استخراج بینش‌ها، استدلال‌ها و یافته‌های کلیدی است که به درک مسئله تحقیق کمک می‌کنند. این فرایند شامل ترکیب اطلاعات از منابع مختلف، شناسایی الگوها و روندها، ارزیابی کیفیت و ارتباط ادبیات با موضوع تحقیق است. حفظ دیدگاه انتقادی و درگیر شدن در گفتگوی متفکرانه با ادبیات موجود برای ایجاد یک استدلال منسجم و مورد حمایت ضروری است.

یافته‌ها

عملیات آبخیزداری و کنترل بار رسوبات

عملیات آبخیزداری به فعالیت‌ها و شیوه‌های استراتژیک با هدف مدیریت پایدار و حفاظت از منابع طبیعی در یک حوزه آبخیز خاص اشاره دارد. این عملیات معمولاً شامل طیف وسیعی از فعالیت‌ها، از جمله برنامه‌ریزی کاربری زمین، نظارت بر کیفیت آب، کنترل فرسایش و اقدامات حفاظتی است. هدف اصلی تضمین استفاده کارآمد از منابع آب و درعین‌حال به حداقل رساندن تأثیر فعالیت‌های انسانی بر اکوسیستم حوزه آبخیز است. یکی از جنبه‌های حیاتی عملیات آبخیزداری، اجرای بهترین شیوه‌های مدیریتی است (Yates و همکاران، ۲۰۱۱). تکنیک‌های مختلفی برای کنترل فرسایش وجود دارد و انتخاب این اقدامات به مرحله فرسایش و همچنین عوامل دیگری مانند زمین‌شناسی، بارندگی و ... بستگی دارد (رنجبر، ۱۳۹۱). این اقدامات شامل اقداماتی مانند مدیریت جنگل، کنترل فرسایش خاک، احیای مناطق ساحلی و ایجاد حائل‌های رویشی در حاشیه بدنه‌های آبی است. با اجرای شیوه‌های مدیریتی صحیح، ذینفعان می‌توانند اثرات نامطلوب فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و شهری را بر کیفیت و کمیت آب در حوضه کاهش دهند. یکی دیگر از عناصر کلیدی عملیات مدیریت آبخیز، تصمیم‌گیری جمعی و مشارکت جامعه است. مدیریت موفق حوضه مستلزم مشارکت چندین ذینفع از جمله سازمان‌های دولتی، مالکان، جوامع محلی و سازمان‌های غیردولتی است. با تقویت مشارکت‌های معنادار و تشویق گفتگو، مدیران حوضه می‌توانند اهداف مشترک را شناسایی کنند، تلاش‌ها را هماهنگ کنند و به منافع مشترک برای ارتقای مدیریت منابع آب پایدار بپردازند در نتیجه، عملیات آبخیزداری موثر نیازمند رویکردی جامع و یکپارچه است که هم جنبه‌های اکولوژیکی و هم جنبه‌های اجتماعی-اقتصادی حوضه را در نظر بگیرد (Ring، ۲۰۲۱).

عملیات آبخیزداری نقش مهمی در کنترل بار رسوبی تالاب‌ها دارند. رسوب یک آلاینده رایج در اکوسیستم‌های تالابی است که در نتیجه فرسایش و رواناب ایجاد می‌شود. با اجرای عملیات موثر حوزه آبخیز، مانند شیوه‌های حفاظت از خاک و استراتژی‌های مدیریت زمین، می‌توان فرسایش خاک را به حداقل رساند و ورودی‌های رسوب به تالاب‌ها را کاهش داد. شیوه‌های آبخیزداری نه تنها از کیفیت آب تالاب‌ها محافظت می‌کنند، بلکه یکپارچگی عملکردهای اکولوژیکی و تنوع زیستی را حفظ می‌کند. درک پویایی انتقال رسوب در حوضه‌های آبخیز برای مدیریت موثر بار رسوب در اکوسیستم‌های تالاب ضروری است، ضمن اینکه دانش اجرای هدفمند اقدامات کاهش رسوب مانند اجرای سازه‌های کنترل فرسایش و اجرای بهترین شیوه‌های مدیریتی را امکان‌پذیر می‌سازد. علاوه بر این، ابزارهای مدل‌سازی که فرآیندهای هیدرولوژیکی و دینامیک انتقال رسوب را در خود جای می‌دهند می‌توانند به پیش‌بینی شارهای رسوب و بهبود درک ما از تعاملات پیچیده بین حوزه‌های آبخیز و اکوسیستم‌های تالاب کمک کنند (Niu و Phanikumar، ۲۰۱۵).

با ادغام این رویکردها، می‌توان استراتژی‌های جامعی را برای مدیریت مؤثر و به حداقل رساندن بار رسوب در تالاب‌ها توسعه داده و از سلامت بلندمدت و پایداری اکولوژیکی آن‌ها اطمینان حاصل کنیم. عملیات آبخیزداری، مانند شیوه‌های حفاظت از خاک، احیای جنگل‌ها و برنامه‌ریزی کاربری زمین، نقش مهمی در کاهش ورود رسوب به تالاب‌ها ایفا می‌کنند و در نتیجه سلامت و

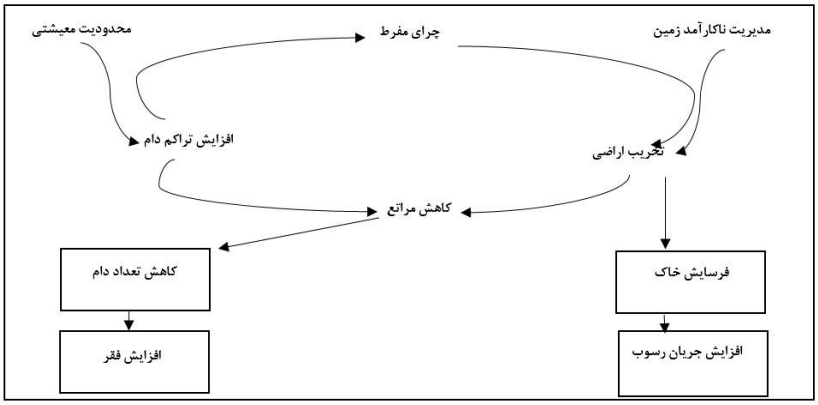
عملکرد اکولوژیکی آن‌ها را ارتقا می‌دهند. این عملیات شامل مجموعه‌ای از استراتژی‌ها با هدف کاهش رسوب ورودی به تالاب‌ها و حفظ کیفیت آب است. شیوه‌های حفاظت از خاک نقش حیاتی در این فرآیند ایفا می‌کند، زیرا به جلوگیری از فرسایش و رسوب کمک می‌کند. تکنیک‌هایی مانند شخم کانتور، تراس کردن، و کشت پوششی معمولاً با کاهش رواناب سطحی و کاهش سرعت جریان آب در به حداقل رساندن فرسایش کمک می‌کنند و به منظور ارتقای پایداری خاک و کاهش احتمال رواناب رسوب استفاده می‌شوند. این شیوه‌ها انتقال ذرات رسوب به تالاب‌ها را به حداقل می‌رساند (Briak و همکاران، ۲۰۲۱).

احیای جنگل به طور قابل توجهی به کاهش ورودی رسوب به تالاب‌ها کمک می‌کند. با کاشت درختان و احیای مناطق جنگلی در حوضه‌های آبخیز، پوشش گیاهی به عنوان یک مانع طبیعی عمل می‌کند و رواناب مملو از رسوب را قبل از رسیدن به تالاب قطع و فیلتر می‌کند. ریشه درختان و سایر گیاهان به اتصال ذرات خاک به یکدیگر کمک کرده و از جدا شدن و انتقال آن‌ها جلوگیری می‌کند. این فرآیند نه‌تنها سطح رسوب را کاهش می‌دهد، بلکه کیفیت آب تالاب را با به دام انداختن آلاینده‌ها و تسهیل فیلتراسیون طبیعی افزایش می‌دهد. تاج درختان بیشتر بارندگی را متوقف می‌کند، تاثیر مستقیم بارش بر خاک را کاهش می‌دهد و تولید رواناب پر از رسوب را به حداقل می‌رساند. علاوه بر این، ریشه درختان ساختار و نفوذ خاک را تقویت می‌کند و از فرسایش خاک و انتقال رسوب بعدی جلوگیری می‌کند (Jiang و همکاران، ۲۰۲۰).

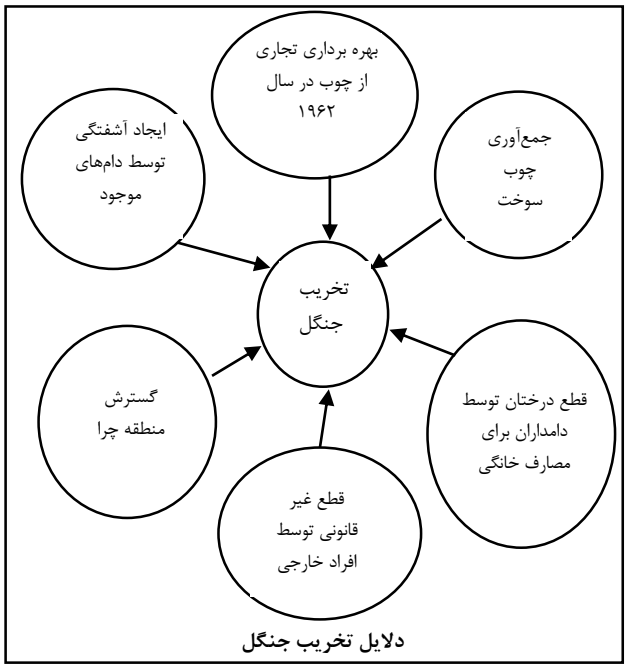
نقش مرتع و برنامه‌ریزی کاربری اراضی را نمی‌توان در کاهش رسوب در تالاب‌ها نادیده گرفت. شیوه‌های مدیریت صحیح در مناطق مرتعی، مانند چرای چرخشی و حفاظت از مناطق ساحلی، به حفظ پوشش زمین و به حداقل رساندن اختلال خاک کمک می‌کند. این اقدامات با توسعه پوشش گیاهی و کاهش تراکم خاک ناشی از دام از فرسایش و رواناب رسوب جلوگیری می‌کند. همسویی برنامه‌ریزی کاربری زمین با اهداف حفاظتی تضمین می‌کند که فعالیت‌های انسانی در حوزه آبخیز برای به حداقل رساندن اثرات منفی بر تالاب‌ها و اولویت‌بندی تلاش‌های کاهش رسوب طراحی شده‌اند. با ادغام شیوه‌های پایدار و سیاست‌های کاربری زمین، تأثیر مثبت بر کاهش رسوب تالاب به حداکثر می‌رسد. برنامه‌ریزی موثر کاربری زمین یکی دیگر از جنبه‌های مهم کاهش رسوب ورودی به تالاب‌ها است. از طریق تنظیم دقیق زون‌بندی، شیوه‌های استفاده از زمین که به رسوب‌گذاری بیش از حد منجر می‌شود، مانند توسعه کنترل نشده مناطق مسکونی یا شیوه‌های نامناسب کشاورزی، می‌تواند به حداقل برسد. با اجرای شیوه‌های کاربری پایدار، مانند حفاظت از اراضی مرتفع، مناطق حائل و مدیریت مناسب آب‌های سیلابی، می‌توان انتقال رسوب را کاهش داد (Berihun و همکاران، ۲۰۲۰).

میزان و تأثیر بار رسوبی بر تالاب انزلی

تالاب انزلی در گذشته گسترش زیادی داشته ولی به تدریج به وسیله رسوبات آبرفتی - دلتایی سفیدرود و رودهای منطقه رشت، فومن و ماسال پر شده است (رنجبر، ۱۳۹۱). حوزه آبخیز تالاب انزلی، به ویژه حوزه آبخیز فوقانی، منبع اصلی بار رسوب به تالاب است. تقریباً ۸۰٪ از بار کل رسوب از حوزه آبخیز بالادست می‌آید. چرای بیش از حد، جنگل‌زدایی و اقدامات محدود کنترل فرسایش از جمله دلایل اصلی فرسایش هستند (شکل ۱ و ۲). مشکلات دیگر حوزه آبخیز شامل تخریب اکوسیستم‌های کوهستانی که بخش عمده‌ای از اکوسیستم انزلی بزرگ را تشکیل می‌دهند، مشکلات دامداران و سایر ساکنان محلی وابسته به منابع طبیعی (مراتع و جنگل‌ها)، تضعیف ظرفیت‌های حوضه آبخیز به منظور تغذیه و تنظیم آب و کنترل بلایا مانند سیلاب و جریان واریزه‌ای است (JICA,2012).



شکل (۱) چرخه معیوب چرای بیش از حد و تخریب اراضی در حوضه تالاب انزلی(JICA,2012).



بهره برداری تجاری از چوب در سال ۱۹۶۲:
زمانی که مالکیت جنگل‌ها به دولت واگذار شد، بسیاری از جنگل‌ها با قطع تجاری مورد بهره‌برداری قرار گرفتند.
جمع‌آوری چوب سوخت:
جنگل نشینان درختان را برای چوب سوخت / زغال چوب بریده‌اند.
قطع درختان برای سایر مصارف خانگی:
درختان توسط جنگل نشینان برای مصارف خانگی مانند مصالح مسکن و غیره قطع شده‌اند.
قطع غیر قانونی توسط افراد خارجی:
جنگل‌ها در اثر فعالیت‌های قطع غیرقانونی توسط افراد خارجی (افرادی که خارج از جنگل می‌مانند) آسیب دیده‌اند.
توسعه چراگاه:
وقتی جنگل کم می‌شود، چراکنندگان جنگل را برای چرا استفاده کرده‌اند.
ایجاد مزاحمت توسط دام های موجود:
ظرفیت زادآوری جنگل کاهش یافته است زیرا دام‌ها با خوردن / زیر پا گذاشتن به نهال‌ها آسیب می‌رسانند.

شکل (۲) علل تخریب جنگل (JICA,2012).

اقدامات احیایی آبخیزداری و کنترل رسوب تالاب انزلی

بیش از ۷۵ درصد از کل مساحت استان گیلان جز اراضی ملی و منابع طبیعی است که از این مقدار ۳۸ درصد را جنگل‌ها (۵۶۴۷۱۲ هکتار) ، ۱۷ درصد را مراتع (۲۴۴۹۸۶ هکتار)، ۱۴ درصد را بیشه‌های جنگلی (۲۰۷۳۰۲ هکتار) و سایر اراضی از جمله ساحلی، مستحدث و ... تشکیل می‌دهد. استان گیلان دارای ۴ حوضه شرقی (رودسر، لاهیجان، لنگرود و املش) ، غربی (آستارا، تالش و رضوانشهر)، مرکزی (رشت، شفت، ماسال، فومن، صومعه سرا و بندرانزلی)، سفیدرود (رودبار، سیاهکل، خمام و آستانه) است که به ۵۲ زیر حوضه تقسیم می‌شود. سطح کل حوزه‌های آبخیز استان ۹۵۰ هزار هکتار است که ۴۵۳ هزار هکتار مطالعه شده است، ۸۵ هزار هکتار در دست مطالعه و ۴۱۲ هزار هکتار فاقد مطالعه می‌باشد. از ۴۵۳ هزار هکتار مطالعات انجام شده، ۳۴۳ هزار هکتار عملیات آبخیزداری اجرایی گردیده و ۱۱۰ هزار هکتار جهت اجرا باقیمانده است. پروژه‌های آبخیزداری الزاماً براساس مطالعات مصوبی که از قبل انجام شده به اجرا در می‌آید. عمده‌ترین مشکلات در حوزه‌های آبخیز گیلان شامل چرای غیر مجاز و به تبع آن تخریب مراتع، برداشت‌های غیر مجاز و قاچاق از عرصه‌های جنگلی، تغییر کاربری‌های غیرمجاز به

تبع آن بهم خوردن پهنه‌های طبیعی و پروژه‌های عملیاتی سایر دستگاه‌ها و ارگان‌ها بدون توجه به مسایل منابع طبیعی و زیست محیطی است.

حوزه آبخیز انزلی بخشی از حوزه آبخیز دریای خزر محسوب می‌شود که با مساحتی معادل ۳۲۱۵۰۰ هکتار بیشترین ارتفاع آن از سطح دریا ۳۰۰۰ متر و کمترین ارتفاع آن ۹۰ متر زیر سطح دریا است. این حوزه بر اساس تقسیمات کشوری شهرستان‌های فومن، صومعه سرا، شفت، ماسال، بندر انزلی و تالاب بین‌المللی انزلی را در بر می‌گیرد. از ویژگی‌های منحصر به فرد اقلیمی این حوزه وجود تالاب انزلی است که از نظر زیست‌محیطی، اقتصادی و سیاحتی دارای اهمیت ویژه می‌باشد (زرکامی و همکاران، ۱۳۹۹، پناهنده و عزیزی، ۱۳۹۹).

مناطق با خطر بالای فرسایش در حوضه آبخیز تالاب انزلی حدوداً ۲۵هزار هکتار است. مناطق کوهستانی بزرگترین منبع تولید رسوب بوده و بیشترین مقدار رسوبات در دامنه‌های شیب‌دار کوهستانی تولید شده و توسط آبراهه‌ها منتقل می‌شود. رسوباتی که به تالاب انزلی وارد می‌شوند، در مناطق کوهستانی و مسیر اصلی رودخانه تولید شده و سپس از طریق این رودخانه‌ها به تالاب وارد می‌شوند. کاهش منبع رسوب در این مناطق، موثرترین روش کاهش ورود رسوبات به تالاب انزلی است. بر اساس اولویت و فوریت کنترل رسوبات، تالاب انزلی به سه محدوده سیاه کشیم (محدوده آبی بخش کوچکی است و این بخش از تالاب رتبه اول از نظر خشک شدن را داراست)، بخش شرقی (محدوده سرخانکل که پهنه آبی آن کمتر از نیمی از گستره آن را تشکیل می‌دهد) و آبکنار (بیشترین محدوده این عرصه را پهنه آبی تشکیل می‌دهد) تقسیم شده است. بر این اساس، اولویت با کنترل رسوبات رودخانه‌هایی است که به محدوده سیاه کشیم و سرخانکل وارد می‌شوند. بررسی آورد رسوب رودخانه‌های محدوده سیاه کشیم و سرخانکل جدول (۱) نشان می‌دهد که رودخانه‌های خالکائی و مرغک از زیرحوزه ماسال، بیشترین بار رسوبی به تالاب را حمل می‌کنند.

جدول(۱) میزان آورد رسوبات رودخانه‌های محدوده سیاه کشیم و سرخانکل

	نام رودخانه	آورد رسوب (تن در سال)		نام رودخانه	آورد رسوب (تن در سال)
محدوده سیاه کشیم	بهمبر	۱۲۳۰۰۰	محدوده سرخانکل	خمام رود	-
	خالکائی و مرغک	۱۳۴۵۰۰		پیر بازار	۷۸۰۰۰
	پلنگ ور	۳۴۷۰۰		پسیخان	۱۲۷۰۰۰
	ماسوله	۸۶۰۰۰			
	پیش رودبار	۸۲۹۰۰			

از کل محدوده حوضه تالاب انزلی(۳۸۲ هزار هکتار)، مساحت مناطق کوهستانی حدود ۱۶۵ هزار هکتار است. مناطق دارای اولویت حفاظت و احیا به ترتیب اولویت در کل حوضه تالاب انزلی و براساس وسعت و بار آورده رسوبی رودخانه‌ها شامل زیرحوضه‌های آلنزه و خشکه دریا (رودخانه مرغک) و زیرحوضه‌های خونی و چسلی (رودخانه خالکائی)، زیرحوضه‌های اشکلیت و ماسوله (رودخانه ماسوله)، زیرحوضه‌های سیاه مزگی و امامزاده ابراهیم (رودخانه پسیخان) ، زیرحوضه‌های گوهر رود (رودخانه پیربازار) ودر نهایت چافرود (رودخانه چافرود) است. پس از شناسایی مناطق با خطر بالای فرسایش در محدوده کوهستانی، مناطق نامزد برای اجرای فعالیت پایلوت (عملیات اجرایی) شامل حوضه آبخیز ماسوله (دولیچال، اندره و اشکلیت)، حوضه آبخیز ماسال (آلنزه و خشکه دریا) انتخاب شدند. اقدامات اجرایی این حوضه‌ها شامل احداث سازه‌های مکانیکی شامل بند سنگی گابیونی،

دیواره و سازه آبنما یا گله گذر، بند خشکه‌چین، بند چوبی چپری، خشکه‌چین، کانال آب، تراس‌بندی و اقدامات بیولوژیک و بیومکانیکی شامل کپه‌کاری، حفاظت و قرق در سطح جنگل و مرتع و کودپاشی بود (مدیریت اکولوژیک تالاب انزلی، ۱۳۹۸).

بحث و نتیجه‌گیری

حفاظت از تالاب‌ها به عنوان یکی از پر تولیدترین اکوسیستم‌ها امری ضروری است. اهمیت بالای اکوسیستم‌های تالابی همراه با شرایط بحرانی که این پهنه‌های آبی ارزشمند را به شدت مورد تهدید قرار داده است، ضرورت مدیریت تالاب‌ها بر اساس یک رویکرد جامع‌نگر و یکپارچه در سطح حوضه آبریز را بیش از پیش مطرح می‌کند. (اورک و همکاران، ۱۳۹۶). تالاب انزلی، اکوسیستمی حیاتی است که به دلیل تخریب محیط زیست و فعالیت‌های انسانی با چالش‌هایی مواجه شده است. برای رفع این مسائل پروژه‌های مکانیکی و سازه‌ای متعددی نیز در حوضه تالاب انزلی اجرا شده است. (Berenjkar و همکاران، ۲۰۱۹). آینده تالاب به اقدامات موثر برای رفع کنترل فرسایش و بار رسوبی بستگی دارد. اقدامات متعددی برای کاهش فرسایش و رسوب‌گذاری انجام شده است، اما این اقدامات با نقاط قوت و ضعف خاص خود همراه است. این اقدامات شامل جنگل‌کاری، شیوه‌های حفاظت از خاک و تنظیم رواناب کشاورزی است. در حالی که این ابتکارات نقاط قوت خاصی را نشان داده‌اند، اما با چالش‌های مهمی نیز روبرو هستند که می‌تواند اثربخشی آنها را تضعیف کند (JICA، ۲۰۱۹).

ساخت سازه‌های کنترل سیل، مانند خاکریزها، در کاهش تأثیر سیلاب‌های فصلی در حوضه تالاب انزلی بسیار مهم بوده است. این پروژه‌های مکانیکی به تنظیم سطح آب، جلوگیری از طغیان مناطق اطراف و محافظت از جوامع محلی و اکوسیستم‌ها از آسیب‌های ناشی از سیل کمک می‌کنند. قرارگیری استراتژیک این سازه‌ها نشان‌دهنده یک رویکرد پیشگیرانه برای مدیریت منابع آب در حوضه است (Ebrahimi و همکاران، ۲۰۲۱).

اگرچه تلاش هایی برای کنترل فرسایش خاک انجام داده‌اند تا بار رسوبی از حوضه فوقانی را به حداقل برسانند، اما هنوز مناطق زیادی به دلیل کمبود بودجه اصلاح نشده باقی مانده‌اند. بنابراین، طرح آبخیزداری پیشنهادی بر جلوگیری از تخریب بیشتر مراتع تخریب شده با مساحتی درحدود ۷۷ کیلومتر مربع متمرکز شده است(JICA, 2012،). به منظور کاهش بار رسوبی و کنترل سیلاب در حوزه آبخیز تالاب انزلی، پروژه‌های سدسازی به عنوان راه حل بالقوه پیشنهاد شده است. ساخت سدها در مکان‌های استراتژیک می‌تواند به تنظیم جریان آب و کاهش میزان رسوب ورودی به تالاب کمک کند با کاهش سرعت آب، ذرات رسوب می‌توانند ته نشین شوند و به آب تمیزتر اجازه عبور دهند علاوه بر این، ساخت سدهای چک یا حوضچه‌های نگهدارنده به دام انداختن رسوب و جلوگیری از رسیدن آن به تالاب کمک می‌کند (احمدی و همکاران، ۱۳۹۸).

یکی از نقاط قوت اولیه اقدامات اجرا شده، جنگل‌کاری و احیای جنگل‌ها در حوزه آبخیز است. مطالعات نشان داده است که افزایش پوشش گیاهی می‌تواند به‌طور قابل توجهی فرسایش خاک را کاهش دهد، حفظ آب را افزایش دهد و سلامت کلی حوزه آبخیز را بهبود بخشد با تثبیت خاک و کاهش رسوب در تالاب، این اقدامات به بهبود کیفیت آب و شرایط زیستگاه گونه‌های آبزی کمک می‌کند. (Ebrahimi و همکاران، ۲۰۲۱).

یکی از چالش‌های مهم اقدامات اجرا شده عدم مشارکت همه جانبه ذینفعان و مشارکت جامعه در فرآیندهای برنامه‌ریزی و اجرا است. تحقیقات نشان می‌دهد که مدیریت موفق حوضه مستلزم مشارکت فعال جوامع محلی است تا اطمینان حاصل شود که اقدامات از نظر فرهنگی مناسب و اقتصادی هستند (Berkes، ۲۰۰۹). در مورد حوضه آبخیز تالاب انزلی، همکاری ناکافی با کشاورزان و دامداران (ساکنان محلی) منجر به مقاومت در برابر برخی اعمال و محدود شدن پذیرش و اثربخشی آن‌ها شده است.

علاوه بر این، فشارهای مداوم ناشی از شهرنشینی و فعالیت‌های صنعتی در منطقه، تهدیدی مداوم برای پایداری این اقدامات است (طلایی و دریادل، ۱۳۹۴).

در نتیجه، در حالی که اقدامات اجرا شده در بالادست حوضه آبخیز تالاب انزلی نقاط قوتی را در ارتقای احیای اکولوژیکی و بهبود کیفیت آب نشان می‌دهد، اثربخشی آن‌ها به دلیل چالش‌های مرتبط با مشارکت ذینفعان و فشارهای خارجی به خطر می‌افتد. رویکرد یکپارچه‌تر که همکاری بین ذینفعان را تقویت می‌کند و عوامل اقتصادی-اجتماعی را مورد توجه قرار می‌دهد، برای افزایش تاب‌آوری حوضه و تضمین سلامت بلندمدت اکوسیستم تالاب انزلی ضروری است. مشکلات افزایش رسوب در تالاب انزلی بر نیاز مبرم به یک طرح مدیریت یکپارچه تاکید دارد. چنین طرحی شامل همکاری و هماهنگی بین ذینفعان مختلف از جمله سازمان-های دولتی، جوامع محلی و سازمان‌های محیط زیستی است. یک برنامه مدیریت یکپارچه جامع به عناصر کلیدی زیر می‌پردازد:

- ✓ شناسایی و ارزیابی منابع اصلی رسوب در حوزه آبخیز تالاب انزلی
- ✓ توسعه و اجرای اقدامات حفاظتی خاک و آب در نواحی بالادست برای کاهش فرسایش و رسوب.
- ✓ پایش و ارزیابی منظم نرخ رسوب در تالاب برای ارزیابی اثربخشی استراتژی‌های مدیریت
- ✓ ادغام شیوه‌های مدیریت زمین و آب برای اطمینان از استفاده پایدار از منابع در حوزه آبخیز (Rafiei و همکاران، ۲۰۱۲؛ Asadi، ۲۰۱۶؛ Abbasi، ۲۰۱۹)

اجرای موفقیت‌آمیز طرح مدیریت یکپارچه نقش مهمی در کنترل بار رسوب در تالاب انزلی خواهد داشت. این طرح با شناسایی و رسیدگی به منابع اصلی رسوب‌گذاری، اجرای اقدامات حفاظتی خاک و آب و پایش منظم میزان رسوب‌گذاری، به کاهش فرسایش و رسوب‌گذاری در تالاب و در نهایت بهبود کیفیت آب و حفظ اکوسیستم ظریف تالاب انزلی کمک می‌کند (Ganjali و Ghasemi، ۲۰۱۶).

در پایان، با توجه به آنچه پیش‌تر گفته شد، اجرای رویکردهای جامع آبخیزداری و اقدامات موثر کنترل رسوب نه تنها از این اکوسیستم حیاتی محافظت می‌کند، بلکه توسعه پایدار و بهبود کیفیت زندگی جوامعی را که به منابع آن وابسته هستند، ارتقا می‌دهد. برای دستیابی به این امر چندین پیشنهاد علمی و کاربردی ارائه می‌گردد؛

- اجرای برنامه‌های مدیریت یکپارچه حوضه آبخیز که در این طرح‌ها باید بر روی شیوه‌های استفاده پایدار از زمین، احیای زیستگاه و حفاظت از تنوع زیستی در حوضه آبخیز تمرکز کنند. درگیر کردن جوامع محلی در فرآیند تصمیم‌گیری، اثربخشی این طرح‌ها را افزایش می‌دهد و حس سرپرستی را تقویت می‌کند.
- ترویج شیوه‌های کشاورزی و دامپروری پایدار را در میان کشاورزان و دامداران محلی می‌تواند فرسایش و رسوب خاک را به حداقل برساند و در عین حال بهره‌وری را حفظ کند. برنامه‌های آموزشی و مشوق‌ها می‌توانند کشاورزان و دامداران را به اتخاذ این روش‌ها تشویق کنند.
- ایجاد برنامه‌های نظارتی و تحقیقاتی جامع برای ارزیابی سلامت تالاب انزلی و حوزه آبخیز آن شامل آزمایش منظم کیفیت آب، ارزیابی بار رسوب، و بررسی تنوع زیستی. داده‌های جمع‌آوری‌شده به استراتژی‌های مدیریت تطبیقی کمک می‌کند و به شناسایی تهدیدهای نوظهور برای اکوسیستم تالاب کمک می‌کند.
- راه‌اندازی کمپین‌های آگاهی عمومی برای آموزش مردم محلی در مورد اهمیت تالاب انزلی و اثرات رسوب‌گذاری و آلودگی است. بدین صورت که با پرورش فرهنگ مسئولیت زیست‌محیطی، این کمپین‌ها می‌توانند مشارکت جامعه را در تلاش‌های حفاظتی و ترویج شیوه‌های پایدار تشویق کنند.

منابع

احمدی، ف.، نصرتی، ک.، . حسین زاده، م. ۱۳۹۸. ، اثرات تغییر کاربری اراضی بر رسوب دهی حوضه کوهدشت با استفاده از تکنیک منشایابی رسوب، ۱۳۹۸مجله تحقیقات آب و خاک ایران (علوم کشاورزی ایران)، شماره ۵۰، دوره ۸، صفحات ۲۰۲۳-۲۰۳۵.

افشاری آزاد، م.، پورکی، ه. ۱۳۹۰. تخمین فرسایش و رسوب با استفاده از روش‌های کیفی ژئومورفولوژی (واحدهای کاری) و مدل. EPM و مقایسهٔ آن با آمار خروجی رسوب در حوضهٔ آبریز سیاهرود گیلان، فصلنامه جغـرافیا، شماره ۱۳، دوره ۴، ، صفحات ۶۰-۷۸.

امینی هرندی، س.، احمدی ندوشن، م. ۱۳۹۸. بررسی وضعیت تغذیه گرایی تالاب بین المللی امیرکلایه به منظور مدیریت و حفاظت از آن. محیط زیست جانوری. ۱۱(۴): ۳۴۵-۳۵۰.

اورک، ن، سروری فر، ا.، عطار روشن، س. ۱۳۹۶. ارزیابی توان اکولوژیک حوضه آبخیز شهرستان شوشتر جهت کاربری آبزی پروری با استفاده از روش اصلاح شده دکتر مخدوم وAHP ، اکوبیولوژی تالاب، بهار ۱۳۹۶،۹ (۳۱): ۱۰۶-۹۳.

بی نام . ۱۳۹۸. مدیریت اکولوژیک تالاب انزلی، اداره کل حفاظت محیط زیست گیلان و آژانس همکاری های بین المللی ژاپن.۳۲۶ صفحه.

پناهنده م.، عزیزی م. ۱۳۹۹. بررسی تغییرات ساختاری حوزه آبخیز انزلی براساس رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین، نشریه محیط زیست طبیعی، ۷۳(۲)، ۲۲۷-۲۴۱.

رفیعی، ی.، ملک محمدی، ب.، و آبکار، ع.، و یاوری، ا.، و رمضانی مهریان، م.، و ظهرابی، ح. ۱۳۹۰. بررسی تغییرات زیست‌محیطی تالاب‌ها و مناطق حفاظت‌شده با استفاده از تصاویر چند زمانه سنجنده TM (مطالعه موردی: تالاب نیریز). محیط شناسی، ۳۷(۵۷): ۶۵-۷۶.

رنجبر، م. ۱۳۹۱. تغییرات تالاب انزلی و تاثیر ویژگی‌های مورفولوژیکی آن درکاربری اراضی، مجله جغرافیایی سرزمین، شماره ۳۴، دوره ۹، صفحات ۹۵-۱۱۳.

زرکامی ر.، یوسفی. ف. ساسان سرائی، ا. ۱۳۹۹. پیش بینی مطلوبیت زیستگاه میگوی آب شیرین در حوضه آبریز تالاب انزلی با استفاده از مدل ماشین بردار پشتیبان. شیلات، ۷۳(۴)، ۵۷۹-۵۹۲.

سبقتی، م.، مسلمی، ح.، پرنده فاروجی، ر.، قادری،ب.، کاکه ممی، آ. ۱۳۹۸. ارایه راه‌حل مناسب جهت حفاظت از تالاب بندرانزلی با محوریت آبخیزداری نوین، مجله علوم ومهندسی آبخیزداری ایران، شماره ۴۷، دوره ۱۳، ، صفحات ۷۵-۸۵.

طلایی، ف. دریادل، ا. ۱۳۹۴ بررسی چالش‌های تالاب انزلی و راهکارهای رفع آن در چارچوب کنوانسیون رامسر، مجله حقوقی بین‌المللی، شماره ۵۲، بهار و تابستان ۱۳۹۴، صفحات ۲۷۷- ۳۱۲.

غضبان، ف. ، زارع خوش اقبال، م. ۱۳۹۰. بررسی منشاء آلودگی فلزات سنگین در رسوبات تالاب انزلی (شمال ایران)، مجله محیط شناسی، شماره ۵۷، دوره ۳۷، صفحات ۱-۱۲.

مهدی نسب، م.، باقرزاده کریمی، م. ۱۳۹۹. ارزیابی ریسک های زیست محیطی تالاب های پلدختر بر اساس مدل ".EFMEA ، محیط زیست و توسعه فرابخشی، ۴(۶۵): ۲۷-۳۶.

Abbasi, A., 210Pb and 137Cs based techniques for the estimation of sediment chronologies and sediment rates in the Anzali Lagoon, Caspian Sea. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 2019, 322. pp. 319 - 330.

Aghsaei, H., Dinan, NM., Moridi, A., Asadolahi, Z., Delavar, M., Fohrer, N., Wagner, PD. Effects of dynamic land use/land cover change on water resources and sediment yield in the Anzali wetland catchment, Gilan, Iran. Science of the Total Environment. 2020 Apr 10; 712:136449.

AminiSarteshnizi, M., Comparison of Catch per Unit Effort in three traps for fishing the Common Rudd (Scardinius erythrophthalmus) in Anzali Lagoon, Iran. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries. .2021.25(6), pp. 259-268.

Asadi, H., Estimation of Sediment, Organic Carbon, and Phosphorous Loads from Pasikhan River into Anzali Wetland, Iran. International Journal of Environmental Protection 2016, 6, pp.129-133.

Astorga, R., Villalobos, S., Velasco, H., Domínguez-Quintero, O., Cardoso, R., Anjos, R., Diawara, Y., Dercon, G., & Mabit, L., Exploring innovative techniques for identifying geochemical elements as fingerprints of sediment sources in an agricultural catchment of Argentina affected by soil erosion. Environmental Science and Pollution Research, 25, 2018, 20868-20879.

Berenjkar P., Saeedi M, Yuan Q. Assessment of heavy metal release from dredged materials for different disposal scenarios: Study of Anzali international wetland, Iran. Process Safety and Environmental Protection. 2019 Dec 1; 132:94-104.

Berihun, M., Tsunekawa, A., Haregeweyn, N., Dile, Y., Tsubo, M., Fenta, A., Meshesha, D., Ebabu, K., Sultan, D., & Srinivasan, R. Evaluating runoff and sediment responses to soil and water conservation practices by employing alternative modeling approaches. The Science of the total environment, 2020, 747, 141118.

Berkes, F. Evolution of comanagement: Role of knowledge generation, bridging organizations and social learning. Journal of Environmental Management, 2009. 90(5): 1692-1702.

Briak, H., Moussadek, R., Aboumaria, K., Kebede, F., & Mrabet, RImpacts of climate and land use changes on the erosion processes in a Mediterranean agricultural catchment (Northern Morocco), 2021.

Cameron, D. Grain-Size and Carbon/Carbonate Analyses, 1979,. Leg 43.

Chathuranika, I., Gunathilake, M., Baddewela, P., Sachinthanie, E., Babel, M., Shrestha, S., Jha, M., & Rathnayake, U.. Comparison of Two Hydrological Models, HEC-HMS and SWAT in Runoff Estimation: Application to Huai, 2022.

Dymond, J., Davies-Colley, R., Hughes, A., & Matthaei, C. Predicting improved optical water quality in rivers resulting from soil conservation actions on land. The Science of the total environment, 2017, 603-604, pp. 584-592.

Ebrahimi, E., Asadi, H., Joudi, M, Rashti MR., Farhangi, MB., Ashrafzadeh, A., Khodadadi, M. Variation entry of sediment, organic matter and different forms of phosphorus and nitrogen in flood and normal events in the Anzali wetland. Journal of Water and Climate Change. 2022 Feb 1;13(2):434-50.

Ganjali, S., & Ghasemi, A. HEAVY METAL CONTAMINATION IN THE SEDIMENTS OF ANZALI INTERNATIONAL WETLAND, NORTHERN IRAN BASED ON TYPE REGIONAL DEVELOPMENT. Iranian Journal of Toxicology, 2016, 10, 1-6.

Jiang, F., He, K., Huang, M., Zhang, L., Lin, G., Zhan, Z., Li, H., Lin, J., Ge, H., & Huang, Y. Impacts of near soil surface factors on soil detachment process in benggang alluvial fans. Journal of Hydrology, 2020, pp. 590, 125274.

JICA. Mid-term protection plan for Anzali wetland from 2020 to 2030. Final Report. 2019.

JICA. The Study on Integrated Management of the Anzali Wetland in the Islamic Republic of Iran-Final Niu, J., & Phanikumar, M. Modeling watershed-scale solute transport using an integrated, process-based hydrologic model with applications to bacterial fate and transport. Journal of Hydrology, 2015, 529, pp. 35-48.

Rafiei, B., Ghomi, F., Ardebili, L., Sadeghifar, M., & Sharifi, S. Distribution of Metals (Cu, Zn, Pb, and Cd) in Sediments of the Anzali Lagoon, North Iran. Soil and Sediment Contamination: An International Journal, 2012, 21,pp.768 - 787.

Ring, J. Operationalizing Sustainable Development, Stakeholder Theory, Corporate Social Responsibility to Improve Community Engagement Outcomes. Journal of Sustainable Development. 2021.

Skagen, S., Burris, L., & Granfors, D. Sediment Accumulation in Prairie Wetlands under a Changing Climate: The Relative Roles of Landscape and Precipitation. Wetlands, 36, 2016, pp. 383-395.

Verones, F., Bartl, K., Pfister, S., Jimenez Vilchez, R., Hellweg, S. Modeling the local biodiversity impacts of agricultural water use: case study of a wetland in the coastal arid area of Peru. Environmental science & technology. 2012 May 1;46(9):4966-74.

Yang, Q., Benoy, G., Chow, T., Daigle, J., Bourque, C., & Meng, F. Using the soil and water assessment tool to estimate achievable water quality targets through implementation of beneficial management practices in an agricultural watershed. Journal of environmental quality, 2012, 41 1, pp. 64-72.

Yates, A., Bailey, R., & Schwindt, JEffectiveness of best management practices in improving stream ecosystem quality. Hydrobiologia, 2007, 583, pp. 331-344.