بسم الله الرحمن الرحیم

# راهنمای تعیین نیاز آبی تالاب‌ها

| | |
|---|---|
| عنوان و نام پدیدآور: | راهنمای تعیین نیاز آبی تالاب‌ها/ طرح حفاظت از تالاب‌های ایران |
| مشخصات نشر: | تهران: نشر طلایی، ۱۳۹۲. |
| مشخصات ظاهری: | ۱۸۸ ص.: مصور (رنگی)، جدول (رنگی). |
| شابک: | ۹۷۸-۶۰۰-۶۲۲۹-۳۳-۱ |
| وضعیت فهرست‌نویسی: | فیپا |
| موضوع: | لیمنولوژی |
| موضوع: | بوم‌شناسی تالاب |
| موضوع: | تالاب‌ها - حفاظت |
| شناسه افزوده: | دین‌پناه، سعید، گرافیست |
| شناسه افزوده: | مهندسین مشاور آسراب |
| رده‌بندی کنگره: | QH۹۶/ر۲ ۱۳۹۲ |
| رده‌بندی دیویی: | ۵۵۱/۴۸ |
| شماره کتابشناسی ملی: | ۳۳۴۲۰۸۱ |


نشر طلایی

**از مجموعه مستندات طرح حفاظت از تالاب های ایران**

**راهنمای تعیین نیاز آبی تالاب ها**


**تدوین و گردآوری:** طرح حفاظت از تالاب های ایران
با همکاری مهندسین مشاور آسراب

**طراح گرافیک:** سعید دین‌پناه

**صفحه‌آرا:** زهرا وزیری

**ناشر:** نشر طلایی

**تعداد:** ۱۰۰۰ نسخه

**چاپ اول:** ۱۳۹۳

**شابک:** ۹۷۸-۶۰۰-۶۲۲۹-۳۳-۱

عکس روی جلد: علی مهاجران
عکس پشت جلد: آرشیو طرح

طرح حفاظت از تالاب های ایران
سازمان حفاظت محیط زیست

# فهرست منابع

## فصل اول – مبانی ۱۹


۱-۱ کلیات ۲۰
۱- ۱- ۱- ویژگی‌های عمومی تالابها ۲۰
۱-۱-۲- طبقه‌بندی انواع تالابها ۲۰
۱-۱-۳- اهم جنبه‌ها و کارکردهای زیست محیطی تالابها ۲۷
۱-۱-۴- ویژگی‌های فیزیکوشیمیائی و بیولوژیک تالابها ۴۰
۱-۱-۴-۱- مورفولوژی دریاچه‌ها ۴۰
۱-۱-۴-۲- توزیع حرارت در اکوسیستم‌های آبی ۴۰
۱-۱-۴-۳- شفافیت ۴۱
۱-۱-۴-۴- اکسیژن ۴۲
۱-۱-۴-۵- pH ۴۲
۱-۱-۴-۶- فسفر ۴۳
۱-۱-۴-۷- نیتروژن ۴۴
۱-۱-۵- متغیرهای زیستی در شبکه غذایی اکوسیستم‌های آبی ۴۵
۱-۱-۵-۱- تولید کنندگان اولیه ۴۶
۱-۱-۵-۲- مصرف کنندگان اولیه ۴۸
۱-۱-۵-۳- مصرف کنندگان ثانویه ۵۰
۱-۱-۵-۴- تجزیه کنندگان ۵۱
۱-۲ مبانی پایه و سوابق مطالعات نیاز آبی تالابها ۵۲
۱-۲-۱- مبانی پایه و معیارهای اصلی برنامه‌ریزی و تخصیص آب ۵۳
۱-۲-۲- تعاریف و مفاهیم پایه نیاز آبی و جریان‌های زیست محیطی ۵۸
۱-۲-۳- مدل‌های مختلف موجود محاسبه نیاز آبی تالابها و جریان‌های زیست‌محیطی ۶۰
۱-۲-۳-۱- روش‌های سریع محاسبه نیاز آبی ۶۰
۱-۲-۳-۲- روش‌های جامع محاسبه نیاز آبی ۶۸
۱-۲-۳-۳- رهیافت‌های مختلف محاسبه نیاز آبی ۶۹
۱-۲-۴- سوابق محاسبه نیاز آبی در جهان ۷۰
۱-۲-۴-۱- اهداف وابسته به پوشش گیاهی ۷۰
۱-۲-۴-۲- چارچوب روش بکار گرفته در تالاب گیدر ۷۱

۱-۲-۴-۳- محاسبه نیاز آبی بر اساس هدف‌گذاری بقاء پوشش گیاهی، بی مهرگان و پرندگان آبزی ۷۲
۱-۲-۴-۴- اهداف وابسته به حفاظت گونه های در خطر انقراض ۷۴
۱-۲-۴-۵- مدیریت پرندگان آبزی ۷۴
۱-۲-۵- بررسی سوابق محاسبه نیاز آبی در ایران ۷۵
۱-۲-۵-۱- برآورد نیاز آب زیست محیطی تالاب شادگان با استفاده از داده های سنجش از دور ۷۵
۱-۲-۵-۲- محاسبه نیاز آبی دریاچه ارومیه ۷۸
۱-۲-۵-۳- تعیین نیاز آبی تالاب آق گل ۸۲
۱-۲-۶- جمع بندی مطالعات موردی انجام شده ۸۴

## فصل دوم- نیاز آبی تالاب‌ها ۸۹

۲-۱- تعیین طبقه تالابها ۹۰
۲-۲- رویکرد مطالعات نیاز آبی تالابها ۹۱
۲-۲-۱- گام اول مطالعات پایه ۹۳
۲-۲-۱-۱- مطالعات فیزیکوشیمیایی ۹۴
۲-۲-۱-۲- مطالعات بیولوژیک ۱۰۰
۲-۲-۱-۳- مطالعات اکولوژیک ۱۰۵
۲-۲-۱-۴- مطالعات اقتصادی ۱۱۰
۲-۲-۲- گام دوم تلفیق وضع موجود و تنظیم اهداف ۱۱۵
۲-۲-۲-۱- انتخاب شاخص‌های محاسبه نیاز آبی ۱۱۵
۲-۲-۲-۲- هدف‌گذاری محاسبه نیاز آبی ۱۱۶
۲-۲-۲-۳- هدف‌گذاری و محاسبه نیاز آبی در شرایط خشکسالی ۱۱۸
۲-۲-۳- گام سوم تجزیه و تحلیل و محاسبه نیاز آبی ۱۱۹
۲-۲-۳-۱- بررسی رابطه شاخص‌ها با پارامترهای آبی ۱۱۹
۲-۲-۳-۲- بررسی نیازهای شاخص‌ها در ارتباط با منابع آب ۱۲۱
۲-۲-۳-۳- تعیین ارتباط پارامترهای آبی ۱۲۱
۲-۲-۳-۴- محاسبه نیاز آبی ۱۲۲
۲-۳- ویژگی‌های محاسبه نیاز آبی تالاب‌های رودخانه‌ای، رودخانه‌های سرزمینی و رودخانه‌های مصبی ۱۲۷

۲-۳-۱- خدمات و کارکردهای تالابهای رودخانه‌ای ۱۲۸
۲-۳-۲- معیارهای انتخاب خدمات اکوسیستم برای محاسبه جریان زیست محیطی ۱۳۱
۲-۳-۳- فرآیند محاسبه جریان زیست‌محیطی رودخانه‌ها با رویکرد جامع نگر محیط زیستی ۱۳۳
۲-۳-۴- محاسبه سریع جریان زیست محیطی ۱۳۵
۲-۴- مراحل اجرایی محاسبه نیاز آبی تالابها ۱۴۱
۲-۴-۱- شناسایی ذینفعان و تنظیم فرآیند مشارکتی ۱۴۱
۲-۴-۲- برنامه‌ریزی تامین آب ۱۴۲
۲-۴-۳- پایش ۱۴۳

**فصل سوم- دستوالعمل محاسبه نیاز آبی تالاب‌ها ۱۴۵**

۳-۱- محاسبه نیاز آبی تالابهای ماندابی ۱۴۶
۳-۱-۱- شناسایی وضعیت موجود محیط زیست تالاب ۱۴۸
۳-۱-۱-۱- کارکردها و ارزشهای اقتصادی- اجتماعی ۱۴۸
۳-۱-۱-۲- اکوسیستم طبیعی تالاب ۱۵۲
۳-۱-۱-۳- مطالعات فیزیکوشیمیایی ۱۵۲
۳-۱-۱-۴- تنوع زیستی ۱۵۷
۳-۱-۱-۵- روابط اکولوژیک ۱۵۹
۳-۱-۲- جمع بندی وضع موجود و تعیین اهداف محاسبه نیاز آبی ۱۶۱
۳-۱-۳- تعیین نیاز آبی زیست محیطی ۱۶۴
۳-۱-۳-۱- تعیین نیازها و روابط شاخص هدفگذاری شده با منابع آب تالاب ۱۶۴
۳-۱-۳-۲- تعیین روابط شاخصهای هیدرولوژیک تالاب ۱۶۶
۳-۱-۳-۳- محاسبه نیاز آبی ۱۶۷
۳-۱-۴- تنظیم بیلان آب و نیاز ۱۶۸
۳-۲- محاسبه نیاز آبی تالابهای جاری (رودخانه‌ها) ۱۷۰
۳-۲-۱- محاسبه جریان زیست محیطی رودخانه‌ها به روش جامع ۱۷۰
۳-۲-۲- محاسبه جریان زیست محیطی به روش سریع (مونتانا-تنانت) ۱۷۲
۳-۲-۲-۱- جدول پایه مونتانا ۱۷۲
۳-۲-۲-۲- بررسی آمار دبی رودخانه و تعیین دوره‌های کم آبی و پرآبی ۱۷۳
۳-۲-۲-۳- انتخاب طبقه هدفگذاری تعیین جریان زیست محیطی ۱۷۳

## فهرست جداول


| | |
|---|---|
| جدول ۱–۱: سیستم کنوانسیون رامسر برای طبقه‌بندی و کدبندی تالابها | ۲۲ |
| جدول ۱–۲: لیست تالاب های با اهمیت ایران | ۳۵ |
| جدول ۱–۳ : روش مونتانا: درصد متوسط جریان سالانه جهت حصول اهداف مختلف | ۶۱ |
| جدول ۱–۴: پارامترهای هیدرولوژیک بکار گرفته شده در شاخص‌های تغییر هیدرولوژیک | ۶۴ |
| جدول ۱–۵: نمونه جدول محاسبه نیاز آبی تالاب در تالاب شادگان | ۷۸ |
| جدول ۱–۶ : مساحت، رقوم سطح آب و حجم تالاب آق گل در شرایط خشکسالی، نرمال و ترسالی | ۸۴ |
| جدول ۱–۷ : مقایسه مزایا و معایب رهیافت‌های مختلف محاسبه نیاز آبی تالابها | ۸۷ |
| جدول ۲–۱: شاخص‌های موثر در محاسبه نیاز آبی تالابها | ۱۰۸ |
| جدول ۲–۲: مهمترین کارکردها و ارزش‌های اقتصادی و غیراقتصادی تالابها | ۱۱۰ |
| جدول ۲–۳: نوع خدمات، کارکردها و مولفه‌های اصلی جریان زیست محیطی تالابها | ۱۳۰ |
| جدول ۲–۴: روش مونتانا – تنانت تنظیم جریان زیست محیطی براساس درصد متوسط جریان سالانه رودخانه | ۱۳۶ |
| جدول۲–۵: طبقه بندی امتیازات برای تعیین شرایط اکوسیستم‌های رودخانه‌ای و تأمین جریان زیست محیطی | ۱۴۰ |
| جدول ۳–۱: چک لیست شناسایی اولیه پارامترهای اقتصادی– اجتماعی تالابها در ارتباط با نیاز آبی | ۱۵۰ |
| جدول ۳–۲: نمونه چک لیست شناسایی پارامترهای اقتصادی– اجتماعی یک تالاب فرضی | ۱۵۱ |
| جدول ۳–۳: عوامل ریخت شناسی موثر در محاسبه نیاز آبی تالابها | ۱۵۳ |
| جدول ۳–۴: اطلاعات اقلیمی مورد نیاز برای محاسبه نیاز آبی تالابها | ۱۵۳ |
| جدول ۳–۵: راهنمای محورهای مطالعاتی مرتبط با منابع آب | ۱۵۴ |
| جدول ۳–۶: چک لیست شناسایی گونه‌های شاخص تنوع زیستی مرتبط با محاسبه نیاز آبی تالابها | ۱۵۸ |
| جدول ۳–۷: نمونه تکمیل شده فرضی چک لیست شناسایی گونه‌های شاخص تنوع زیستی مرتبط با محاسبه نیاز آبی تالابها | ۱۵۹ |
| جدول ۳–۸: چک لیست اولیه ثبت کارکردهای اکولوژیک شاخص تالابها | ۱۵۹ |
| جدول ۳–۹: نمونه فرضی تکمیل شده چک لیست ثبت کارکردهای اکولوژیک تالاب | ۱۶۰ |
| جدول ۳–۱۰: جمع بندی اطلاعات وضع موجود و تعیین شاخص‌های نهایی در محاسبه نیاز آبی تالابها | ۱۶۱ |
| جدول ۳–۱۱: نمونه فرضی از جمع بندی اطلاعات وضع موجود و تعیین شاخص‌های نهایی در محاسبه نیاز آبی تالابها | ۱۶۲ |
| جدول ۳–۱۲: جمع بندی خصوصیات شاخص‌های انتخابی در ارتباط با نیاز آبی | ۱۶۶ |
| جدول ۳–۱۳: نمونه نحوه جمع بندی خصوصیات شاخص‌های انتخابی در ارتباط با نیاز آبی مطالعات موردی دریاچه ارومیه و تالاب شادگان | ۱۶۶ |
| جدول ۳–۱۴: تنظیم بیلان ماهیانه نیاز آبی تالابها | ۱۶۹ |
| جدول ۳–۱۵: روش مونتانا – تنانت اصلاح شده برای تعیین جریان زیست محیطی براساس درصد متوسط جریان سالانه رودخانه | ۱۷۲ |
| جدول ۳–۱۶: امتیاز دهی شاخص‌های محیط زیستی رودخانه ها برای استفاده در محاسبه جریان زیست محیطی | ۱۷۴ |
| جدول ۳–۱۷: طبقه بندی امتیازات برای تعیین شرایط اکوسیستم‌های رودخانه‌ای و تامین جریان زیست محیطی | ۱۷۵ |

## فهرست شکلها


| | |
|---|---|
| شکل ۱-۱ : نمودار اکوسیستم تغییر یافته در محدودهٔ مطالعاتی | ۲۸ |
| شکل ۱-۲ : نقشه تالابهای با اهمیت و حفاظتی ایران | ۳۸ |
| شکل ۱-۳ : نمودار چگونگی توزیع حرارتی آبها نسبت به عمق در مقایسه با تابش‌های خورشیدی | ۴۱ |
| شکل ۱-۴ : نمودار تغییرات ترکیبات کربن غیرآلی در مقایسه با pH | ۴۳ |
| شکل ۱-۵ : نمودار نمونه تیپیک منحنی جریان رودخانه | ۶۲ |
| شکل ۱-۶ : نمودار بکارگیری روش محیط مرطوب برای محاسبه جریان زیست محیطی | ۶۶ |
| شکل ۱-۷ : نمودار مقطع عرضی پیمایش شده رودخانه Hwadzi | ۶۷ |
| شکل ۱-۸ : نمودار بی بعد شده محیط مرطوب و دبی رودخانه Hwadzi | ۶۸ |
| شکل ۱-۹: چارچوب فرآیند برآورد نیاز آبی تالابهای سیلابی دارای پوشش گیاهی | ۷۱ |
| شکل ۱-۱۰ : نمودار رئوس اصلی فرآیند تعیین نیاز آبی تالاب گیدر | ۷۲ |
| شکل ۱-۱۱: نمودار فرآیند تعیین نیاز آبی وابسته به پوشش گیاهی، بی مهرگان و پرندگان | ۷۳ |
| شکل ۱-۱۲: نمودار تعیین نیاز زیست محیطی آب تالابهای دوقلو برای حفظ لاک پشت تالابی غربی | ۷۴ |
| شکل ۱-۱۳: نمودار وضعیت پوشش گیاهی و نوسانات آب تالاب شادگان | ۷۷ |
| شکل ۱-۱۴: نمودار نسبت تعداد اردک مرمری به سطح آب تالاب شادگان در آذر ماه | ۷۸ |
| شکل ۱-۱۵: نمودار مقادیر آماری شاخص‌های کمی و کیفی مورد استفاده در محاسبه نیاز آبی دریاچه ارومیه | ۸۱ |
| شکل ۱-۱۶: نمودار رابطه شاخص‌های کمی و کیفی مورد استفاده برای محاسبه نیاز آبی دریاچه ارومیه | ۸۱ |
| شکل ۱-۱۷ : نمودار مقادیر تجمعی تغییرات حجم آبخوان از ابتدای تشکیل شبکه سنجش در دشت کمیجان | ۸۳ |
| شکل ۲-۱: نمودار راهنمای طبقه بندی تالابها برای محاسبه نیاز آبی | ۹۰ |
| شکل ۲-۲: نمودار فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابها بر اساس رویکرد اکولوژیک | ۹۲ |
| شکل ۲-۳: نمودار روند نوسانات تراز آبی و شوری در دریاچه ارومیه | ۱۲۳ |
| شکل ۲-۴: نمودار رابطه تغییرات شوری و تراز آبی دریاچه ارومیه | ۱۲۴ |
| شکل ۲-۵: نمودار تراز سطح حجم دریاچه ارومیه | ۱۲۶ |
| شکل ۲-۶: نمودار ارتباط جریان‌های زیست محیطی و کارکردهای تالابهای رودخانه‌ای | ۱۲۹ |
| شکل۲-۷: نمودار فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابهای رودخانه‌ای | ۱۳۴ |
| شکل ۲-۸: نمودار روند تغییرات بلند مدت پارامترهای دمایی و بارش ایالت مونتانا امریکا | ۱۳۷ |
| شکل ۲-۹: نمودار فرآیند و مراحل اجرایی تامین محاسبه نیاز آبی تالابها | ۱۴۱ |

تالاب‌ها یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌ها در حفاظت تنوع زیستی و ارائه دهنده خدمات متنوع معیشتی و تفرجی نظیر تامین غذا، تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی، تعدیل شرایط اقلیمی، کنترل سیلاب، و گردشگری طبیعی به جوامع بشری هستند اما کم توجهی به وضعیت تالاب‌ها در روند توسعه، این اکوسیستم‌های ارزشمند را در بسیاری از نقاط دنیا با چالش‌های جدی مواجه ساخته است. اثرات این روند تخریبی بر زندگی انسان‌ها و تنوع زیستی، بسیاری از کشورها را بر آن داشته تا با تدابیر بازدارنده و یا کاربرد شیوه‌های جدید مدیریتی در دستیابی به توسعه پایدار نسبت به حفاظت و احیا تالاب‌ها اقدام کنند.

همانطور که از نام تالاب مشخص است، تداوم حیات آن همیشه بسته به وجود آب با کمیت و کیفیت مناسب می‌باشد. لذا نخستین اقدام لازم برای حفاظت و مدیریت جامع حوضه آبریز تالاب‌ها، اطلاع از میزان آب مورد نیاز یک تالاب برای تداوم حیات و حفظ کارکردها و خدمات آن برای جوامع بشری و تنوع‌زیستی وابسته به آن است. به عبارت دیگر مهمترین مؤلفه حفظ ارزشها و خدمات تالاب، محاسبه میزان نیاز آبی زیست محیطی آن در قالب مدیریت یکپارچه منابع حوضه آبریز و تأمین آن برای تالاب است. البته کیفیت، زمان و نحوه تامین آب مورد نیاز تالاب نیز موضوعی با اهمیت و نیازمند توجه و دقت ویژه‌ای است؛ کما اینکه به نظر می‌رسد روند حفظ برخی از تالاب‌های بحرانی کشور (علیرغم وجود منابع آب در دسترس در زمان‌هایی که سایر بخش‌ها نیازی به آن ندارند) بدلیل عدم وجود یک برنامه منسجم برای تعیین و تأمین نیاز آبی تالاب‌ها با مشکلات جدی مواجه بوده است.

برای پرداختن به این موضوع براساس یک نگاه برنامه محور، رویکرد زیست‌بومی یک راهبرد برای مدیریت یکپارچه منابع آب، زمین و معیشت ارایه می‌دهد که بر اساس آن حفظ محیط زیست با به رسمیت شناختن بهره‌برداری‌های معقول اقتصادی، در نظر گرفتن نقش انسان و به ویژه جوامع محلی و همچنین در نظر گرفتن ارتباط بین اجزاء مختلف زیست‌بوم مورد تاکید قرار گرفته است. «طرح حفاظت از تالاب‌های ایران» در قالب همکاری دولت جمهوری اسلامی ایران با «برنامه توسعه ملل متحد» و «صندوق تسهیلات

محیط زیست‌جهانی» تلاش کرده است تا رویکرد زیست‌بومی را به عنوان مبانی استقرار یک شیوه مدیریت جدید و جامع‌نگر برای تالاب‌های کشور معرفی کند.

این طرح در راستای توسعه دستاوردهای خود و استقرار رویکرد زیست بومی در مدیریت تالاب‌های کشور و با توجه به اهمیت آگاهی از نیاز آبی زیست محیطی برای برنامه‌ریزی مدیریت یکپارچه حوضه آبریز این زیست بوم‌های ارزشمند، ضرورت وجود یک راهنما و شیوه‌نامه بمنظور محاسبه نیاز آبی تالاب‌ها را احساس و تدوین آن را بر اساس تجربیات موجود با هدف کمک به یکسان سازی روشهای موجود و تسریع تصمیم‌گیری در این خصوص در دستور کار خود قرار داده است.

هدف از تهیه و انتشار این کتاب، ارتقای آگاهی کارشناسان، مدیران، متخصصین، پژوهشگران و از همه مهم‌تر برنامه‌ریزان حوزه محیط زیست و تخصیص منابع آب در خصوص حفظ و نگهداری تالابها و برآورد نیاز آبی آنها و همچنین فراهم کردن بستر مناسب برای بحث و گفتگو در این زمینه می‌باشد. مطالعات تدوین این کتاب در قالب همکاری مشترک فی‌مابین طرح حفاظت از تالابهای ایران و شرکت مهندسین مشاور آساراب در یک دوره دوساله صورت پذیرفت و در کنار استفاده از مرور مستندات موجود در این زمینه، تجربیات تالاب‌های منتخب طرح حفاظت از تالابهای ایران نیز در نظر گرفته شد.

در تدوین این مجلد سعی بر آن شد که تصویر کاملی از شاخصهای اصلی مورد نیاز برای محاسبه نیاز آبی تالابها ارائه گردد. این کتاب مشتمل بر ۳ فصل می‌باشد:

فصل اول به بررسی ویژگیهای عمومی تالابها و طبقه‌بندی آنها می‌پردازد. هدف از ارائه این بخش، دسته‌بندی تالابها و ارزشهای مختلف آن و همچنین ارائه پارامترهای مورد لزوم برای بررسی در مطالعات نیاز آبی تالابها می‌باشد.

فصل دوم راهنمای نیاز آبی تالابها است و به بررسی روشهای گذشته در محاسبه نیاز آبی و مزایا و

معایب این روش‌ها و در نهایت جمع‌بندی کلی این روش‌ها می‌پردازد. این فصل به بیان پارامترهای موثر در مطالعات فیزیکی- شیمیائی، بیولوژیک و اقتصادی- اجتماعی می‌پردازد و در نهایت روش گام به گام محاسبه نیاز آبی تالاب را ارائه می‌دهد.

فصل سوم دستورالعمل محاسبه نیاز آبی تالاب را ارائه نموده است. در این فصل سعی شده با استفاده از روابطی که در فصول قبل برای یک تالاب مهم و با اهمیت شناخته شده، سوالاتی را مطرح نماید تا خواننده را به رسیدن به مهمترین شاخص (ها) برای محاسبه نیاز آبی سوق دهد. همچنین کمک نموده تا با استفاده از این روابط به روشی قابل دفاع برای محاسبه نیاز آبی تالاب که در برگیرنده کلیه شرایط هیدرولوژیک و اکولوژیک می‌باشد، برسد.

ذکر این نکته نیز لازم است که در گذشته نیز تلاشهای ارزشمندی از جمله «راهنمای تعیین آب مورد نیاز اکوسیستم‌های آبی - نشریه شماره ۵۵۷ وزارت نیرو» برای این مهم صورت گرفته است، اما آنچه که این کتاب را با انتشارات گذشته متمایز می‌سازد این است که در کتاب حاضر سعی شده علاوه بر تمرکز بیشتر بر اکوسیستم‌های تالابی و تشریح مبانی پایه و روش‌شناسی محاسبه نیاز آبی به جنبه‌های اجرایی و دستورالعمل نیز پرداخته شود. به همین منظور تلاش شده تا مبانی پایه در یک فصل جداگانه و به صورت مفصل برای مخاطبین تشریح گردد و در بخشهای راهنما و بویژه دستورالعمل به نحوه بکارگیری و اجرای فرآیند به صورت ساده و مرحله به مرحله پرداخته شود.

با امید به این که این کتاب سهمی هرچند اندک در ارتقای دانش و پیشبرد حفاظت از تالاب‌های کشور داشته باشد و به عنوان ابزاری مناسب برای متخصصین و دست‌اندرکاران مرتبط با تامین نیاز آبی زیست محیطی تالابها مورد استفاده قرار گیرد. توجه به این نکته ضروری است که نقد علمی و بررسی روشمند کتاب حاضر می‌تواند به تکامل این فرآیند کمک کند.

در خاتمه لازم می‌دانم از تیم اجرایی طرح در دفتر مرکزی خانم‌ها مهری اثنی‌عشری، سارا کوچکی و آقایان محسن سلیمانی روزبهانی، مهدی صفری اسکویی، فرهاد عرب‌پور داهویی، احمد لطفی و یوسفعلی احمدی ممقانی و همچنین همکاران این طرح در شرکت مهندسین مشاور آساراب خانم نازنین فضلعلی و آقایان سید محمدرضا فاطمی و فربد چهرزاد و مشاور طرح آقای دکتر علی نظری‌دوست برای گردآوری، تدوین و انتشار این کتاب سپاسگزاری نمایم.

احمدعلی کیخا
معاون محیط زیست طبیعی و مجری ملی طرح

# مقدمه

ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی از لحاظ اقلیمی در منطقه‌ای خشک و نیمه خشک جهان قرار گرفته و از حدود یک سوم بارندگی متوسط جهانی برخوردار است. در چنین شرایطی افزایش جمعیت و توسعه مستمر کاربری‌های مختلف انسانی و پروژه‌های متعدد اقتصادی، کشاورزی و صنعتی باعث رشد نیاز آبی بخش‌های مختلف شده است. براساس آمار و ارقام موجود، کل آب قابل تجدید ایران سالانه حدود ۱۳۰ میلیارد مترمکعب است که مصارف آبی فعلی به بیش از ۸۵ میلیارد متر مکعب می‌رسد که مطابق پیش‌بینی‌های انجام شده تا سال ۱۴۰۰ به بالغ بر ۱۰۴۰۰۰ میلیون متر مکعب خواهد رسید. این رشد در بخش شرب ۸۹ درصد،کشاورزی ۲۴ درصد و صنعتی ۲۵۹/۶ درصد خواهد بود. بدین ترتیب با توجه به کمبود آب و همچنین توزیع نا مناسب مکانی و زمانی بارش در کشور، در صورت ادامه روند کنونی اجرای طرح‌های توسعه منابع آب خصوصا ساخت سدها و سازه‌های آبی و انتقال بین حوضه‌ای آب اجتناب ناپذیر خواهد بود.

با توجه به وضعیت اقلیمی ایران از نظر محیطزیستی، زیست‌بوم‌های آبی بویژه تالابها نقش کلیدی در حفاظت از تنوع زیستی و حتی تنظیم سایر زیست‌بوم‌های خشکی ایفاء می‌کنند. این درحالیست که تالابها به خودی خود بعنوان یکی از مهمترین و غنی‌ترین اکوسیستم‌های طبیعی شناخته می‌شوند. تالابها دارای کارکردهای متعدد اکولوژیکی و زیست‌محیطی هستند.

تالابها علاوه بر کارکردهای بسیار متنوع زیست‌محیطی، کاملا به وضعیت منابع آبی حوضه آبخیز مربوطه وابسته هستند. میزان آب حوضه‌های آبخیز، کیفیت آب و وضعیت رسوبات از جمله مسائلی هستند که تالابها را تحت تاثیر قرار می‌دهند. به همین دلایل در بسیاری از کشورهای دنیا تالابها دستخوش تغییرات زیادی شده‌اند و از جمله آسیب‌پذیرترین اکوسیستم‌های طبیعی به شمار می‌آیند که این حساسیت در ایران به مراتب شدیدتر نیز می‌باشد.

بهره‌برداری‌های مختلف از منابع آبی در سطح حوضه‌های آبخیز به شکل‌های متفاوت از آب‌های سطحی و زیرزمینی صورت می‌پذیرد که بالطبع بر رژیم آبی حوضه و همچنین تالابها تاثیر می‌گذارد. بخشی از

فرآیندهای اجرای طرح‌های توسعه منابع آب دارای اثرات زیست محیطی متعددی می‌باشد که تغییر الگوی جریان و بیلان طبیعی رودخانه‌ها و کاهش آبهای سطحی پائین دست از جمله مهمترین اثرات حاصله می‌باشد. چنین تغییراتی، باعث اثرات منفی بر اکوسیستم‌های طبیعی و بویژه تالابی پائین دست طرح‌های توسعه منابع آب خواهد شد. در حال حاضر تالابهای متعددی در کشور در نتیجه اینگونه طرح ها دچار مشکلات متعددی شده‌اند که این مسائل در خشکسالی‌های چند سال اخیر به صورت خشک شدن برخی تالابها و نوسانات شدید سطح اغلب تالابها نمایان گردیده است. با عنایت به برنامه‌های توسعه منابع آب در سالهای آتی، مشکلات اکوسیستم‌های طبیعی و بویژه تالابها به مراتب افزایش خواهد یافت و به همین سبب لزوم تدوین روش‌های مناسب و با مبانی علمی جهت تعیین نیاز آبی واقعی اکوسیستم‌های تالابی اهمیت زیادی پیدا می کند.

در تدوین این مجموعه در درجه اول تلاش گردیده تا ساختار راهنما بگونه‌ای کاملا کاربردی تنظیم گردد و روش‌های پیشنهادی جهت محاسبه نیاز آبی تالابها تا حد امکان ساده و قابل اجراء باشد. تجارب این مشاور نشان می‌دهد که در بسیاری از زمینه‌های اطلاعات پایه تالابها، کمبودهای اطلاعاتی مختلفی وجود دارد و به همین دلیل این مشاور در تدوین راهنما و دستورالعمل تلاش نموده تا روش‌کار مربوطه را تا حد امکان با درنظر گرفتن این شرایط تدوین نماید. بدیهی است که به هرحال تأمین بخشی از اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه نیاز آبی اجتناب ناپذیر خواهد بود و به همین دلیل ممکن است در بعضی موارد جهت محاسبه نیاز آبی تالابها براساس این راهنما، نیاز به جمع‌آوری و تولید اطلاعات پایه باشد.

# مبانی

## فصل اول

## ۱-۱ کلیات

### ۱-۱-۱-ویژگیهای عمومی تالابها

تالاب در نظر عموم مردم دارای معانی و تعاریف مختلفی است. در حال حاضر بیش از ۵۰ تعریف مختلف برای تالابها ارائه شده است. تعاریفی که تاکنون برای تالابها ارائه شده را می‌توان به دو گروه شامل تعاریف بسته و تعاریف فراگیر تقسیم‌بندی نمود.

در یکی از تعاریف ارائه شده، تالابها عمدتاً بعنوان اکوتون معرفی شده که این مناطق گذرگاه‌هایی بین دو یا چند جامعه متمایز با محیط زیست آبی و خشکی به‌شمار می‌آیند که البته این تعریف در عمل نمی‌تواند کاربرد داشته باشد زیرا در مقایسه با سایر تعاریف ارائه شده مشکلات مفهومی عمده‌ای دارد.

در بین تعاریف ارائه شده، تعریف کنوانسیون رامسر که مهمترین و فراگیرترین مرجع بین المللی مرتبط با حفاظت تالابها می‌باشد ، در زمره تعاریف باز و گسترده است که در اغلب متون علمی مورد استناد قرار می‌گیرد. این تعریف به شرح زیر است:

«**مناطق مردابی، آبگیر، تورب‌زار، آبی طبیعی یا مصنوعی، دائم یا موقت با آب ساکن یا جاری، شیرین، لب شور یا شور و نواحی ساحلی دریاها که عمق آنها در کمترین جزر از ۶ متر بیشتر نباشد.**»

طبق این تعریف بسترهای علفی دریایی در مناطق ساحلی، پهنه‌های گلی و سنگی، درختان حرا، آبهای شیرین، رودخانه‌ها، مصب‌ها، مرداب‌ها جنگلی و دریاچه‌های شور نیز جزء تالابها محسوب می‌شوند و همان‌طوری‌که در تعریف مشخص می‌باشد، حتی زیست‌بومهایی که به صورت مصنوعی تشکیل می‌گردند نیز بعنوان تالاب شناخته می‌شوند. در سطح ملی نیز چندین تعریف در ارتباط با تالابها ارائه گردیده است که مهمترین آنها تعریفی است که در قانون اراضی مستحدث و ساحلی مصوب ۱۳۵۴/۴/۲۹ ارائه شده است. در بند «ج» ماده یک این قانون تالاب بدین شرح تعریف شده است ،«تالاب، اعم از اراضی مرداب، باتلاق یا آب بندان طبیعی که سطح آن در حداکثر ارتفاع آب از پنج هکتار کمتر نباشد». بدیهی است که این تعریف دارای پشتوانه حقوقی بوده و در سطح ملی بویژه در مواردی که نیاز به حمایت‌های قانونی است، می‌تواند بعنوان تعریف رسمی به کار گرفته شود. البته باتوجه به مرجعیت بین‌المللی کنوانسیون رامسر و فراگیر بودن تعریف ارائه شده از سوی کنوانسیون یاد شده، تعریف این کنوانسیون در بین متخصصین ایرانی کاربرد بیشتری دارد.

### ۱-۱-۲-طبقه‌بندی انواع تالابها

برای طبقه بندی تالابها روش‌های مختلفی در سطح دنیا ارائه شده است که از آن جمله می‌توان به طبقه بندی کوردایر، طبقه‌بندی لارسون، طبقه‌بندی اسکات و همکاران و طبقه‌بندی دوگان اشاره نمود. طبقه‌بندی‌های فوق الذکر دارای برخی اشتراکات و تفاوت‌هایی با یکدیگر می‌باشند. در این راستا از آنجایی‌که طبقه‌بندی تالاب در تعیین نیاز آبی تالابها یکی از مراحل اصلی و پایه‌ای است، در ادامه برخی

از طبقه‌بندی‌های بین‌المللی تالابها مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور از دو الگوی بین‌المللی استفاده شده است. در واقع با توجه به نقشی کلیدی که مراجع بین‌المللی و کنوانسیون‌ها در راهبری موضوعات تخصصی محیط زیستی در کشورهای دنیا دارند یک طبقه‌بندی تالابی از اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی (IUCN) و یک طبقه‌بندی از مرجع کنوانسیونی مربوطه یعنی کنوانسیون رامسر ارائه می‌گردد.

### -طبقه‌بندی اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی

این اتحادیه باتوجه به نقشی که در هماهنگی فعالیت‌های محیط‌زیست و منابع طبیعی کشورهای عضو دارد، نسبت به طبقه‌بندی انواع زیست‌بومها اقدام نموده که یکی از آنها طبقه بندی ارائه شده برای تالابهاست. در این طبقه‌بندی که در ادامه به اختصار مورد بررسی قرار می‌گیرد عمدتاً کیفیت آب و ماهیت طبیعی بودن، مبنای گروه‌بندی‌ها قرار گرفته است. بر این اساس تالابها به سه طبقه اصلی آب شور، آب شیرین و انسان ساخت تقسیم‌بندی شده‌اند:

**۱-آبهای شور**

- **۱-۱-دریایی**
  - ۱-۱-۱- زیر کشندی
  - ۱-۱-۲- بین کشندی
- **۱-۲-مصبی**
  - ۱-۲-۱- زیر کشندی
  - ۱-۲-۲- بین کشندی
- **۱-۳-کولابی (ماندابی)**

۱-۳-۱- مرداب های شور و لب شور با آبراهه‌های باریک

۱-۳-۲- مردابها، پهنه‌ها و دریاچه‌های شور، آهکی، فصلی و یا دائمی

**۲-آبهای شیرین**

- **۲-۱-رودخانه‌ای**
  - ۲-۱-۱- دائمی
  - ۲-۱-۲- موقتی
- **۲-۲-دریاچه‌ای**
  - ۲-۲-۱- دائمی
  - ۲-۲-۲- فصلی
- **۲-۳-مردابی**

۲-۳-۱- با گیاهان بن در آب

۲-۳-۲- با درختان جنگلی

**۳-تالابهای انسان ساخت**

- ۳-۱- آبزی پروری دریایی
- ۳-۲- کشاورزی
- ۳-۳-حوضچه‌های استحصال نمک
- ۳-۴- صنعتی و شهری
- ۳-۵- مخازن ذخیره آب (آب بندها)

در طبقه‌بندی فوق، کیفیت آب مورد نظر بوده و سایر مشخصه‌های تالابها از قبیل موقعیت، اجزاء اکوسیستمی و تداوم دوره آبدار بودن مد نظر قرار نگرفته است.

### – طبقه‌بندی کنوانسیون رامسر

از آنجایی که کنوانسیون رامسر به عنوان فراگیرترین مرجع مرتبط با تالابها و مورد قبول اغلب کشورهای جهان است، در این قسمت ابتدا به این نوع طبقه‌بندی اشاره می‌گردد:

۱– دریاچه‌ای[1]

۲– رودخانه‌ای[2]

۳– مردابی[3]

۴– دریایی[4]

۵– مصبی[5]

تقسیم‌بندی فوق به منظور ارائه طبقه‌بندی کلی تالابها و از نظر نوع منشاء تشکیل تالاب صورت پذیرفته است و تقسیم‌بندی جزیی‌تر تالابها که به تصویب کنوانسیون رامسر رسیده در ادامه ارائه خواهد شد.

سیستم طبقه‌بندی دیگری که دهه ۱۹۹۰ برای طبقه‌بندی تالابها ارائه گردید، روش کدبندی تالابها است که در سطح دنیا دارای کاربری زیادی می‌باشد. در این روش موقعیت جغرافیایی و سرزمینی تالابها مبنای اصلی طبقه‌بندی قرار گرفته و سپس در هر طبقه اصلی بر اساس خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی طبقات فرعی ارائه گردیده است که در جدول ذیل به اختصار این طبقه‌بندی نیز ارائه می‌گردد. این روش طبقه‌بندی در چهارمین کنوانسیون متعاهدین کنوانسیون رامسر که در سال ۱۹۹۰ در مونرو سوئیس برگزار گردید به تصویب اعضاء رسید و در حال حاضر در سطح دنیا مورد کاربرد قرار می‌گیرد.

**جدول ۱-۱: سیستم کنوانسیون رامسر برای طبقه‌بندی و کدبندی تالابها**

| کد | نام فارسی | نام انگلیسی |
|---|---|---|
| – | تالابهای دریایی و ساحلی | Marine and coastal wetlands |
| A | آب‌های دریایی کم عمق | Shallow marine waters |
| B | بسترهای دریایی زیر کشندی | Subtidal aquatic beds |
| C | آبسنگ‌های مرجانی | Coral reefs |
| D | سواحل دریایی سنگی | Rocky marine shores |
| E | سواحل ماسه‌ای، قلوه سنگی یا سنگریزه‌ای | Sand, Shingle or pebble shores |
| F | آب‌های مصبی | Estuary waters |
| G | پهنه‌های گلی، ماسه‌ای یا شور بین کشندی | Intertidal mud, sand or salt flats |
| H | مرداب‌های شور | Salt marshes |

1-Lacustrine
2-Riverine
3-Palustrine
4-Marine
5-Estuarine

| | | |
|---|---|---|
| I | تالابهای جنگلی بین کشندی | Intertidal forested wetlands |
| J | کولاب‌های لب شور، شور ساحلی | Coastal brackish / saline lagoons |
| K | کولاب‌های آب شیرین ساحلی | Coastal fresh water lagoons |
| - | **تالابهای داخلی / درون خشکی** | **Inland wetlands** |
| L | دلتاهای درون خشکی | Inland deltas |
| M | رودخانه‌ها، نهرها و حوضه‌های دائمی | Permanent rivers / streams / creeks |
| N | خورهای کشندی، نهرها، رودخانه‌های فصلی و نامنظم | Seasonal / intermittent / irregular / rivers stream / creeks |
| O | دریاچه‌های آب شیرین دائمی | Permanent fresh water lakes |
| P | دریاچه‌های آب شیرین فصلی/ ادواری | Seasonl / intermittent fresh water lakes |
| Q | دریاچه‌های شور، لب شور، قلیایی | Permanent saline / brackish / alkaline |
| R | دریاچه‌های شور، لب شور و قلیایی فصلی / تناوبی | Seasonal / intermittent saline / brackish / alkaline lakes |
| Sp | مرداب‌ها و حوضچه های شور، لب شور و قلیائی دائمی | Permanent saliney brackish / alkaline marshes / pools |
| Ss | مرداب‌ها و حوضچه های شور، لب شور، قلیایی فصلی / تناوبی | Seasonal / intermittent saline / brackish / alkaline marshes / pools |
| Tp | مرداب‌ها و حوضچه‌های آب شیرین دائمی | Permanent fresh water marshes / pools |
| Ts | مرداب‌ها و حوضچه‌های آب شیرین فصلی تناوبی | Seasonal / intermittent fresh water marshes / pools |
| U | پیت زارها (توربزارها) بدون پوشش جنگلی | Peat lands (unforested) |
| Va | تالابهای آلپی | Alpine wetlands |
| Vt | تالابهای تندرا | Tundra wetlands |
| W | تالابهای باپوشش درختچه‌ای | Shrub dominated wetlands |
| Xf | تالابهای آب شیرین با پوشش درختی | Fresh water tree dominated wetlands |
| Xp | پیت زارهای با پوشش جنگلی | Forested peat lands |
| Y | چشمه‌های آب شیرین و واحه‌ها | Fresh water springs, oases |
| Z | تالابهای زمین گرمایی | Geotermal wetlands |
| - | **تالابهای انسان ساخت (مصنوعی)** | **Manmade wetlands** |
| ۱ | استخرهای آبزی پروری | Aquaculture ponds |
| ۲ | استخرها | Ponds |
| ۳ | اراضی تحت آبیاری | Irrigated lands |
| ۴ | اراضی کشاورزی تحت سیلاب فصلی | Seasonaly flooded agricutural lands |
| ۵ | حوضچه‌های بهره‌برداری نمک | Salt extraction sites |
| ۶ | مناطق ذخیره آب | Water storage areas |
| ۷ | گودال‌ها و چاله‌های حاصل از عملیات مختلف | Excavations |

| | | |
|---|---|---|
| ۸ | عرصه‌های تصفیه فاضلاب | Waste water treratment areas |
| ۹ | آبراهه‌ها و کانال‌ها | Canals and channels |

این تقسیم‌بندی بسیار جزئی و دقیق است و با توجه به موارد جزئی که در آن درنظر گرفته شده است، حدود ۸۴ درصد تالابهای بین المللی ثبت شده در کنوانسیون رامسر در بیش از یک سیستم تالابی طبقه‌بندی شده‌اند. بنابراین نمی‌توان انتظار داشت که هر تالاب فقط در یکی از این طبقات قرارگیرد و احتمال اینکه هر تالاب در چند طبقه قرار گیرد، وجود خواهد داشت.

با درنظر گرفتن طبقه‌بندی‌هایی که در بخش‌های قبل توضیح داده شد و به منظور ایجاد یک دسته‌بندی کلان و کاربردی جامع از تالابها، می‌توان تالابها را در هفت گروه یا طبقه اصلی قرار داد. این گروه‌ها عبارتند از:

**الف) مصب‌ها**
**ب) سواحل باز**
**ج) دشت‌های سیلابی**
**د) تالابهای آب شیرین**
**هـ) دریاچه‌ها**
**و) تورب زارها**
**ز) جنگل‌های مردابی**

### الف) مصب‌ها

زیست‌بوم‌هایی آبی هستند که دهانه ورودی یک رودخانه به اکوسیستم دریا را تشکیل می‌دهند. معمولا محل تخلیه رودخانه به دریاها به دلیل تقابل انرژی، جریان‌های آبی عریض می‌گردد و محل تداخل آب شیرین رودخانه و شور دریا محسوب می‌شود. آب تالابهای مصبی از نظر کیفیت معمولا لب‌شور و تحت تاثیر جزر و مد دریا است. جزر و مد و کارکرد آن از مهم ترین عوامل تنظیم‌کننده منابع بیوفیزیکی مصب‌ها بشمار می‌رود. مصب‌ها از حاصلخیزترین مناطق طبیعی جهان بشمار می‌روند. برخورداری مصب‌ها از گیاهان ماکرو و میکرو، تولید بالایی را برای آنها به ارمغان می‌آورد که پایه و اساس شبکه غذایی را تشکیل می‌دهد. بسیاری از آبزیان و بویژه ماهیان بخشی از دوره زیستی خود را در این تالابها می‌گذرانند. مصب‌ها پرورشگاهی غنی برای نوزاد ماهیان محسوب می‌شوند. مصب‌ها در همه دنیا پراکنده‌اند و خصوصیات کم و بیش مشابهی دارند ولی از نظر میزان باروری و تولیدات با یکدیگر متفاوتند. باروری و میزان تولید مصبها تابعی از شرایط هیدرولوژی و ژئومورفولوژیکی و همچنین اقلیم ساحلی است. به همراه مصب‌ها سیستم‌های کولابی متعددی شکل می‌گیرند که به تنهایی حائز اهمیت زیادی هستند. با این تعریف همه

بخشهای مصب بخشی از اکوسیستم تالابی بشمار می‌آیند. با این وجود هر مصب بر حسب خصوصیات ویژه خود می‌تواند طیف گسترده‌ای از زیستگاه‌های مختلف تالابی را در چهره‌های گوناگون تحت پوشش قرار دهد. در مناطق حاره و نیمه حاره تنوع سیمای مصبها به اشکال دیگری نیز دیده می‌شود. جنگل‌های حرا از غنی‌ترین زیستگاه‌های تالابی بشمار می‌روند که دارای اهمیت و کارکردهای چند جانبه جایگزین نا پذیری هستند. جنگل‌های حرا را جنگل‌های ساحلی و جنگل‌های کشندی نیز می‌گویند. گونه‌های تشکیل دهنده این جنگل‌ها در گذرگاه خشکی به دریا و تداخل آب شور دریا و آب شیرین رودخانه‌ها و تحت تاثیر دائمی جزر و مد از نظر مورفولوژی، فیزیولوژی و تولید مثلی به سازگاری ویژه‌ای دست یافته‌اند که آنها را قادر می‌سازد این محیط‌های دشوار ویژه و بی‌ثبات را بی‌رقیب اشغال نمایند.

## ب) سواحل باز

طبیعتا این طبقه تالابها دربرگیرنده مناطق ساحلی دریاهاست. این نوع سواحل تحت تاثیر آبهای رودخانه‌ای و اکوسیستم‌های کولابی نیستند. این نوع سواحل نیز مانند مصب‌ها می‌توانند از زیستگاه‌های متنوع تالابی تشکیل شوند. در این نوع سواحل جنگل‌های مانگرو و پهنه‌های گلی از چهره‌های شاخص به‌شمار می‌روند.

## ج) دشت‌های سیلابی

دشت‌های سیلابی جزو تالابهای دائمی محسوب نمی‌شوند. این زیست‌بوم شامل دشت‌هایی است که به طور دوره‌ای تحت تاثیر طغیان رودخانه و سیلاب قرار دارند. در بسیاری از مناطق، این دشت‌ها در سواحل پست دیده می‌شوند. دشت‌های سیلابی نیز سیماهای متعددی دارند. باتلاق‌های پوشیده از علف‌ها، جنگل‌های غرقابی و دریاچه‌های هلالی یا کمانی از جمله چهره‌های این دشت‌ها به‌شمار می‌روند. این دشت‌ها بسیار حاصلخیز بوده و از نظر حیات وحش و پرندگان آبزی نیز بسیار مهم است.

## د ) تالابهای آب شیرین

تالابهای آب شیرین در مناطقی دیده می‌شوند که در اثر زهکشی آبهای زیرزمینی، چشمه‌های سطحی، رودخانه‌ها، روانابها، سیلابها و آبهای دائمی که عمقی دارند، بوجود می‌آیند. این نوع پراکنش گسترده آب یکی از دلایل اصلی اطلاق تالابهای آب شیرین به این طیف گسترده تالابی است. در بعضی از این تالابها که از وسعت قابل توجهی برخوردارند، گیاهان آبزی نظیر نی، لویی، جگن و سایر گونه‌های گیاهان آبزی و کنارآبزی رشد می‌کنند. این زیست‌بوم‌های تالابی عمدتا در بیشتر اوقات سال دارای آب ساکن است.

## هـ) دریاچه‌ها

دریاچه‌ها و حوضچه‌های آبی (استخرها) طی فرایندهای متعددی بوجود می‌آیند. چین‌خوردگی‌ها، گسل‌ها یا جابجایی پوسته زمین از عوامل تشکیل دریاچه‌ها هستند. در دهانه‌های آتشفشانی نیز امکان تشکیل

دریاچه‌ها وجود دارد. فعالیت‌های یخچالی یکی از فرآیندهای اصلی تشکیل برخی از دریاچه‌ها بوده‌اند. در بسیاری از موارد، عملکرد یخچالی در پیدایش دریاچه‌ها موثر است. سدهای یخچالی یا چالگاه‌های حاصل از ذوب برفها[1] و چالابه‌های[2] مناطق یخ بسته همچنین دیگهای غول[3] از جمله دریاچه‌های حاصل از فعالیت‌های یخچالی هستند. در مناطق خشک نیز عملکرد باد ممکن است منجر به بوجود آمدن دریاچه گردد. رودخانه‌ها نیز در مواقعی دریاچه‌های هلالی (حاصل از مئاندر رودخانه) و آبرفت‌های بادبزنی حوضچه‌ها و استخرهایی را بوجود می‌آورند. دریاچه‌های آلپینی نیز در اثر لغزش زمین یا جاری شدن گل می‌توانند بوجود آیند. بعضی از دریاچه‌ها نیز بازمانده دریاچه‌های بزرگ ماقبل تاریخ هستند. در کناره سواحل دریا، رسوبگذاری آبهای نزدیک به ساحل گاهی ایجاد دریاچه‌هایی می‌کند که به‌کلی ارتباط آنها با دریاهای بزرگ قطع می‌شود. تالابها معمولا در حاشیه دریاچه‌ها تشکیل می‌شوند و گستره آنها از آبهای کم عمق، زون لیتورال تا ژرفایی از آبهای عمیق که امکان رویش گیاهی وجود دارد کشیده می‌شوند. عملکرد امواج و تراز آب در فصول مختلف بر روی نوع پوشش گیاهی تالابها که در حاشیه آنها رشد می‌کنند موثر است. تالابهای حاشیه‌ای به خاطر موقعیت خود می‌توانند رواناب‌ها و جریان‌های آبی را جذب کرده، به دام اندازند و با تعدیل میزان مواد غذایی و رسوبات وارد شده به دریاچه‌ها بر کیفیت آب آنها تاثیر بگذارند. این تالابها از نظر آبزیان بویژه ماهیان، پرندگان و پستانداران زیستگاه‌های بسیار مهمی محسوب می‌شوند.

## و ) توربزارها

تحت شرایط متعارف غنی از اکسیژن، بقایای گیاهی تجزیه شده و به مواد معدنی متشکل از دی اکسید کربن و آب تبدیل می‌شوند. زمانی که دما پایین باشد و اسیدیته خاک بالا و مواد غذایی کم، میزان اکسیژن کم و محیط غرقاب باشد، در چنین شرایطی فرایند تجزیه بسیار کند صورت گرفته و مواد گیاهی مرده بصورت تورب روی هم انباشته می‌شوند.

زمانی اینطور تصور می‌شد که این شرایط فقط در عرض‌های جغرافیائی بالا در نیمکره شمالی وجود دارد ولی امروزه معلوم شده که حداقل ۵۰ میلیون هکتار از اراضی جهان در تمامی قاره‌ها را تورب زارها پوشانده‌اند و در تمام عرض‌های جغرافیایی و حتی در مناطق حاره در جایی که امکان انباشت و تشکیل رسوبات ضخیم در باتلاق‌ها و مرداب‌ها بویژه در حاشیه دریاچه‌ها و سواحلی وجود داشته باشد، تورب‌زارها می‌توانند بوجود آیند. پیت زارها دارای تنوع زیادی در جهان هستند. شرایط ویژه هیدرولوژی (تامین رطوبت توسط باران مستقیم یا زهکشی جانبی) اسیدیته و اقلیم در مناطق شمالی منجر به ایجاد چشم اندازهای متمایز تالابی می‌گردد.

ویژگی‌ها و نحوه تشکیل پیت زارها بسیار متفاوت بوده و به همین دلیل نمی‌توان ارزش‌های کارکردی آنها را تعمیم داد. به عنوان مثال بعضی از تورب‌زارها بشدت اسیدی بوده و از نظر مواد غذایی بسیار فقیرند. اسیدیته بعضی دیگر خنثی بوده و از نظر مواد غذایی غنی هستند. به همین دلیل حاصلخیزی پیت‌زارها از

1-Cirque lakes
2-thaw lakes
3-potholes lakes

فقیر تا غنی متفاوت است. امروزه شواهد بدست آمده نشان می‌دهد که اکوسیستم‌هایی نظیر تورب زارها که توان ذخیره‌سازی کربن را در خود دارند از نظر تنظیم چرخه بیوژئوشیمیایی بسیار مهم بوده و ممکن است از نظر پدیده گلخانه‌ای اثرات مهمی در برداشته باشند.

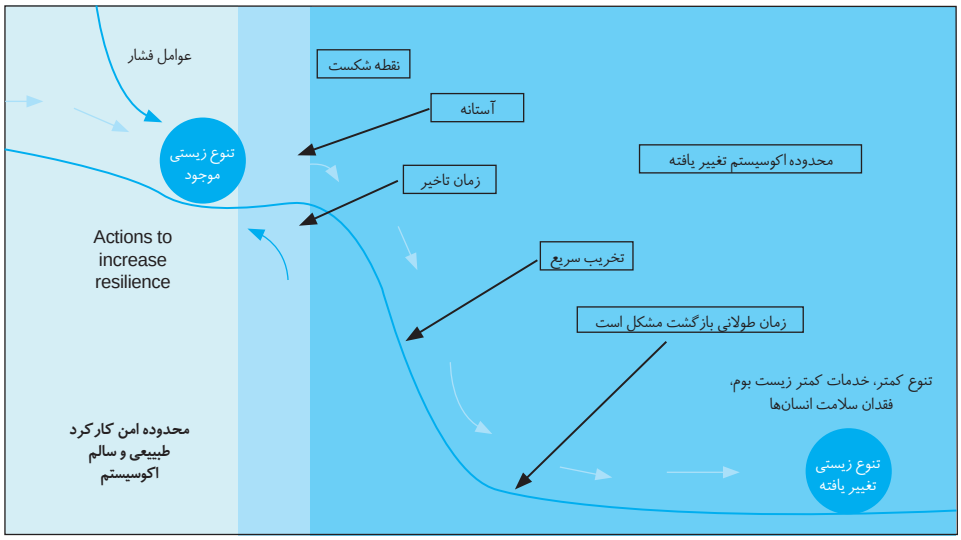
### ز) جنگل‌های مردابی

جنگل‌های مردابی در مناطقی نظیر حاشیه دریاچه، بخش‌هایی از دشت‌های سیلابی نظیر دریاچه‌های هلالی که برای مدت‌های طولانی آبدار هستند بوجود می‌آیند. خصوصیات این نوع مرداب‌ها نسبت به موقعیت جغرافیایی و محیط زیست تغییر می‌کند. در بخش‌هایی از شمال آمریکا گونه‌های افرای سرخ و زبان گنجشک، عناصر غالب این نوع مرداب‌ها هستند. در حالی که در جنوب آمریکا گونه‌هایی نظیر بلوط و بید غالب هستند.

## ۱-۱-۳- اهم جنبه‌ها و کارکردهای زیست محیطی تالابها

یکی از موارد با اهمیتی که در فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابها باید مدنظر قرار گیرد، شناخت مناسب و دقیق خدمات و کارکردهای تالابهاست. در واقع در فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابها باید دقت شود که میزان تعیین شده به عنوان نیاز آبی زیست محیطی به نحوی باشد که کارکردها و خدمات زیست‌بوم تالاب مورد نظر حفظ گردد. این موضوع در راستای مبحث مدیریت زیست‌بومی نیز قابل تفسیر است. ششمین اصل از اصول دوازده‌گانه مدیریت زیست‌بومی نیز به همین موضوع اشاره دارد. در این اصل تاکید گردیده که اکوسیستم‌ها باید در محدوده کارکردهای خود مدیریت شوند. برای توضیح این موضوع دو نکته اساسی وجود دارد که باید در برنامه‌ریزی محاسبه نیاز آبی تالابها مدنظر قرار داشته باشند؛ **اول** اینکه هر اکوسیستم تالابی متناسب با ویژگی‌های اکولوژیک و موقعیت جغرافیایی، دارای خدمات خاص خود است که ارائه این خدمات نتیجه عملکرد پارامترهای فیزیکو- شیمیایی و بیولوژیک اکوسیستم مورد نظر است. بالطبع هدف حفاظت از تالابها نیز در نهایت حفظ این خدمات و ویژگی‌های طبیعی می‌باشد. بنابراین برای محاسبه نیاز آبی تالابها باید ابتدا این خدمات شناسایی گردند و سپس محاسبه نیاز آبی به گونه‌ای صورت پذیرد که خدمات مورد نظر در بلند مدت حفظ گردند. بدیهی است که این خدمات تا حدی با جوامع انسانی حاشیه تالابها و بهره‌برداران نیز مرتبط می‌باشند. بنابراین در محاسبه نیاز آبی تالابها باید علاوه بر شناخت مناسب خدمات تالابها، ارتباط این خدمات با جوامع انسانی و ذینفعان مختلف نیز مورد بررسی و ارزیابی قرار بگیرد. **دومین** موضوع مرتبط با اصل ششم مدیریت زیست‌بومی که با خدمات و کارکردهای تالابها مرتبط است، موضوع حفظ کارکردهاست. هر اکوسیستمی با استفاده از فرآیندهای طبیعی مختلف از جمله فرآیندهای اکولوژیک و روابط اجزاء مختلف جاندار و بی‌جان، خود مجموعه‌ای پیچیده ایجاد نموده که در شرایط محیطی ویژه‌ای عمل می‌کند. در اصل مجموعه این اجزاء و عناصر و فرآیندها و ارتباط موجود بین آنها تشکیل دهنده اکوسیستم هستند. این مجموعه درهم تنیده منظم در طی زمان طولانی به گونه‌ای تکمیل گردیده و توسعه یافته است که اکوسیستم‌ها بیشترین مقاومت ممکن در مقابل تغییرات محیطی

را از خود نشان می‌دهند و تا حد زیادی قادر می‌شوند نوسانات محیطی را تحمل نمایند. اما میزان مقاومت اکوسیستم‌ها و بویژه تالابها در مقابل نوسانات و تغییرات عوامل محیطی محدود است. به این محدوده که در آن هر اکوسیستم قادر به تحمل نوسانات عوامل محیطی می‌باشد، حوزه طاقت (آستانه تحمل) اکوسیستم می‌گویند که البته این موضوع به اشکال کم و بیش مشابه و طور محدودتری در مورد گونه‌های مختلف جانداران نیز وجود دارد. تا زمانی‌که تغییرات پارامترهای محیطی در محدوده حوزه طاقت اکوسیستم است، مسلما کمترین تغییرات در اجزاء اکوسیستم مورد نظر مشاهده خواهد شد و سیستم مورد نظر به صورت پایدار و با بیشترین راندمان ممکن به کار خود ادامه خواهد داد. اما هرگاه تغییرات عوامل محیطی از محدوده حوزه طاقت اکوسیستم فراتر رود، در نتیجه روند تخریبی سریع و با شیب تندی در اکوسیستم مورد نظر اتفاق خواهد افتاد. شکل ۱-۱ به طور شماتیک وضعیت عملکردی اکوسیستم‌ها در قبال تغییرات محیطی و محدوده حوزه طاقت و نقطه شکست را نشان می‌دهد.




**شکل ۱-۱ : نمودار اکوسیستم تغییر یافته در محدودهٔ مطالعاتی**

بنابراین در محاسبه نیاز آبی تالابها باید این نکته با اهمیت اکولوژیک درنظر گرفته شود و فرآیندها به گونه‌ای برنامه‌ریزی گردند که تالاب مورد نظر در محدوده امن قرار داشته باشد و کارکردهای طبیعی آن برقرار باشند. به همین دلایل در فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابها شناخت صحیح کارکردها و خدمات اکوسیستم مورد نظر و تعیین محدوده‌های حوزه طاقت اکولوژیک بسیار حائز اهمیت است.

در منابع مختلف، خدمات و کارکردهای متعددی برای تالابها بیان گردیده است. تولید مواد آلی، تنوع

زیستی غنی، تنظیم آب و هوا، کنترل سیلاب، بهبود کیفیت آب، حمل و نقل و کاربری‌های تفرجی نمونه‌هایی از مهمترین کارکردها و خدمات تالابها هستند. این خدمات از جنبه‌های مختلفی قابل بررسی هستند ولی برخی مطالعات انجام شده در دنیا نشان می‌دهند که ارزش‌های اقتصادی این کارکردها بسیار بالا و به مراتب بیشتر از سایر اکوسیستم‌ها و حتی کاربری‌های اقتصادی– انسانی مانند کشاورزی هستند. بعنوان مثال در یکی از مطالعات انجام شده، ارزش سالانه خدمات تالابهای درون خشکی ۱۴۷۸۵ دلار برآورد گردیده است، در حالیکه در تالابهای ساحلی از نوع خورها این ارزش بالاتر و سالانه ۲۲۸۳۲ دلار برآورد گردیده است (Costanza *et.al.1997*). در مطالعات دیگری که در سطح بین‌المللی به انجام رسیده، ارزش جهانی تالابها حدود ۱/۸ میلیارد دلار برآورد شده است ( Brander and Schuyt. 2004).

بدیهی است که ارزشگذاری خدمات وکارکردهای تالابها باتوجه به تنوع و تعدد کارکردها و خدمات آنها که اغلب بطور مستقیم قابل قیمت‌گذاری هم نیستند، کار چالش برانگیزی است ولی به هرحال با استفاده از تکنیک‌های ارزشگذاری علمی موجود، این ارقام در سطح دنیا ارائه گردیده است. اما آنچه در این بخش اهمیت دارد، شناخت صحیح و کامل کارکردها و خدماتی است که تالابها می‌توانند ارائه دهند. در واقع آنچه در فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابها اهمیت دارد، شناسایی دقیق کلیه خدمات و کارکردهای تالابها است. به همین دلیل در ادامه، خلاصه اهم کارکردها و خدمات تالابها ارائه می‌گردد.

## تولید مواد آلی و غذایی

مبنای اصلی تولید در کره زمین از منشاء انرژی خورشید است. در واقع عمل فتوسنتز گیاهان تنها منبع ورود انرژی به اکوسیستم‌های طبیعی است. بدیهی است که هرچه ظرفیت پوشش گیاهی بالاتر باشد، میزان انرژی ورودی به سیستم نیز بیشتر خواهد بود. به همین دلیل گیاهان در مباحث اکولوژیک به عنوان پایه هرم انرژی تلقی می‌شوند. میزان غنا و پایداری اکوسیستم‌ها نیز به مقدار انرژی موجود در سیستم بستگی دارد و هرچه پایه هرم انرژی بیشتر باشد، در نتیجه مقدار انرژی ای که در سیستم وجود دارد نیز بالاتر بوده و سایر رده‌های جانداران نیز غنی‌تر خواهند بود. تولیدات اکوسیستم‌های تالابی را می‌توان به دو گروه تولیدات اولیه و تولیدات ثانویه طبقه‌بندی نمود.

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که برخی انواع تالابها (مردابی– Swamp and Marsh) از پر تولیدترین اکوسیستم‌های جهان هستند و از این نظر حتی از جنگل‌های گرمسیری نیز غنی‌تر هستند. براساس مطالعات انجام شده در دنیا، در حالی‌که میزان تولیدات اولیه در تالابهای مردابی به حدود ۱۲۰۰ گرم در متر مربع در سال می‌رسد، این میزان در جنگل‌های گرمسیری حدود ۱۰۰۰ و در اراضی کشاورزی حدود ۳۰۰ گرم در متر مربع در سال است. تولیدات اولیه زیاد در تالابها باعث فراهم آمدن انرژی و مواد خام مورد نیاز برای سایر گروه‌های جانداران که جزو مصرف کنندگان هستند، می‌گردد. به همین دلیل میزان تولید توده زنده جانوری در تالابها به حدود ۹ گرم در مترمربع در سال می‌رسد که ۳/۵ برابر اکوسیستم‌های خشکی است. بدیهی است که این تولیدات اولیه و ثانویه بالای تالابها باعث ایجاد ارزش‌های اقتصادی می‌گردد که بطور مستقیم قابل محاسبه و حتی بهره‌برداری هستند. البته بدیهی است که همه انرژی و توده

زنده حاصل از تولیدات اولیه تالابی به رده مصرف کنندگان (جانوران) منتقل نمی‌گردد، بلکه بخشی از این تولیدات مستقیما به مصرف تجزیه‌کنندگان می‌رسد و به همین دلیل نیز در برخی از انواع تالابها غنای قابل توجهی در تجزیه کنندگان وجود دارد و عملکردهای این بخش از اکوسیستم نیز نقش مهمی در فرآیندهای اکولوژیک آنها دارد.

## حمایت از تنوع زیستی

تالابها قابلیت بالایی برای حمایت از تنوع زیستی دارند. در واقع پشتیبانی از تنوع زیستی بالا از جمله مهمترین کارکردهای تالابهای جهان بشمار می‌آید. این ویژگی تالابها خود دارای دو جنبه است. در درجه اول وجود تنوع زیستی زیاد در تالابها و حمایت از تنوع ژنتیک گونه‌ها خود یک ویژگی و ارزش تالابها به شمار می‌رود، در حالی‌که هریک از گونه‌هایی که به نوعی با تالابها در ارتباط هستند خود دارای ارزش‌ها و کارکردهایی هستند که بطور غیر مستقیم جزء ارزش‌های تالابها محسوب می‌گردند. به عنوان مثال تالابها از گونه‌های زیستی متعددی پشتیبانی می‌کنند که از جمله می‌توان به انواع جلبک‌ها و فیتوپلانکتون‌ها اشاره کرد. این در حالیست که هر یک از گونه‌های گیاهی یاد شده علاوه بر ارزش‌های ژنتیک و تنوع زیستی، خود دارای کارکردهایی از قبیل تولید مواد غذایی نیز است که بالطبع این کارکرد آنها نیز بطور غیر مستقیم به عنوان کارکرد و ارزش تالابها محسوب می‌شود. بنابراین خدمات و ارزش‌های تالابها در ارتباط با تنوع زیستی در یک نگاه می‌تواند به صورت کلی برای کل تالاب درنظر گرفته شود و به طور همزمان برای هرگونه تالابی نیز بطور جداگانه درنظر گرفته شود. این در حالیست که در عمل نمی‌توان کلیه ارزش‌ها و خدمات تک تک گونه‌های تالابی و وابسته به تالابها را شناسایی نمود و به همین دلیل هم نمی‌توان کل ارزش‌ها و کارکردهای تالابها ناشی از حمایت تنوع زیستی را بطور کامل و جامع مشخص نمود. هرچند که در طبقه‌بندی‌های زیستگاهی تالابها در یک طبقه قرار می‌گیرند، ولی در عمل تالابها از بخش‌های مختلفی تشکیل شده‌اند که موجب می‌شود هر بخش از آنها ویژگی‌های زیستگاهی متفاوتی داشته باشد و از گونه‌های خاصی پشتیبانی نماید. وجود پهنه‌های وسیع آبی، آبهای کم عمق، اراضی خیس حاشیه تالابها، اکوتن‌های موجود بین اراضی خشکی و عرصه‌های تالابی، شرایط رویشگاهی گیاهی مختلف در پهنه‌های تالابی، لایه‌های مختلف ستون آب، بسترهای لجنی تالابها و شرایط مختلف آنها همگی زیستگاه‌های خردی فراهم می‌آورند که باعث افزایش شرایط مختلف زیستگاه‌های تالابی می‌شوند و به تبع آن تنوع زیستی مختلفی فراهم می‌آورد.

برخی از جاندارانی که در تالابها زندگی می‌کنند در زیستگاه‌های مجاور به ویژه منابع آبی اطراف نیز یافت می‌شوند. جانداران تالابی تقریبا تمامی گونه‌های آبزی اعم از گیاهی و جانوری و بویژه ماهی‌ها را شامل می‌شوند. البته برخی جانداران فقط به تالابها وابسته هستند و کل دوره زیستی خود را در تالابها زندگی می‌کنند. این گروه شامل گیاهان تالابی، گروهی از پرندگان و برخی از مهره‌داران (بسیاری از دوزیستان، برخی خزندگان و تعداد اندکی از پستانداران) می‌شوند. در حالی‌که برخی از سایر جانداران تالابی فقط بخشی از دوره زیستی خود را به تالاب وابسته هستند و یا برای تامین بخشی از نیازهای زیستی خود (مانند آب

یا غذا) به تالابها مراجعه می‌کنند. البته بسیاری از جانداران تالابی که به صورت میکروسکوپی یا در حد قابل مشاهده با چشم غیر مسلح هستند در سایر سیستم‌های آبی نیز یافت می‌شوند. برخلاف جانداران کوچک که گستردگی بیشتری دارند، جانداران بزرگ‌جثه، سازگاری بیشتری برای زندگی در تالابها پیدا نموده‌اند. هرچند که جانداران کوچک معمولا فقط به تالابها منحصر نمی‌شوند ولی این قبیل گونه‌ها بویژه در تالابهای آب شیرین کارکردهای با اهمیتی دارند و نقش مهمی در زنجیره‌های غذایی و چرخه‌های مواد ایفاء می‌کنند.

در مورد نقش تالابها در تنوع زیستی، تحقیقات جهانی زیادی انجام شده است و نتایج حاصله نشان دهنده آن است که تالابها زیستگاه بیش از یکصد هزار گونه جانوری را فراهم می‌کنند. این تعداد حدود ۵۰۰۰۰ گونه از حشرات، ۲۱۰۰۰ گونه مهره‌داران، ۱۰۰۰۰ گونه سخت‌پوستان و بیش از ۵۰۰۰ گونه نرم‌تنان را شامل می‌گردد. البته در بین این گونه‌ها دوزیستان با حدود ۵۵۰۰ گونه فقط بخشی از دوره زیستی خود را در آبهای شیرین سپری می‌کنند.

## تعدیل اقلیم

در حال حاضر موضوع گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی یکی از مهمترین چالش‌های محیط‌زیستی جهان می‌باشد که علاوه بر اکوسیستم‌های طبیعی به طور مستقیم و غیر مستقیم بر زندگی، معیشت و اقتصاد جوامع انسانی تاثیرگذار است. اثرات تغییرات اقلیم در کشورهای مختلف به صور متفاوتی بروز می‌کند ولی اغلب پیش‌بینی‌های جهانی موید آن است که ایران در منطقه‌ای قرارگرفته که تاثیر تغییرات اقلیمی در آن به صورت کاهش بارش و افزایش دما بروز می‌نماید. تالابها نقش مهمی در تنظیم و تعدیل اقلیم ایفاء می‌کنند. این نقش غالبا در دو مقیاس متفاوت قابل بررسی است. در سطح محلی تالابها با ایجاد اقلیم‌های خرد محلی تاثیر بسزایی در تلطیف هوا و تعدیل پارامترهای هواشناسی دارند. هرچند که این نقش به خودی خود بسیار مهم و در مقیاس‌های محلی تاثیرگذار است. اما نقش مهمتر تالابها در رابطه با مولفه‌های اقلیمی در مقیاس کلان کارکرد آنها در ترسیب کربن و همچنین تولید گاز متان است.

دی اکسید کربن یکی از گازهای گلخانه‌ای است که افزایش آن در جو باعث تشدید گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی می‌شود و غلظت این گاز از شروع انقلاب صنعتی تاکنون روند افزایشی داشته است. با درنظر گرفتن نقش تالابها در ایجاد رویشگاه‌های گیاهی مختلف در لایه‌های مختلف ستون آب ( به صورت فیتوپلانکتونی) و در اعماق مختلف آب به صورت گیاهان غوطه‌ور و شناور و همچنین گیاهان بن در آب حاشیه‌ای، این اکوسیستم‌ها نقش مهمی در جذب این گاز و تبدیل آن به مواد آلی دارند. این مواد آلی به شکل‌های مختلف زیستی و یا به صورت بیوماس در تالاب تثبیت می‌شوند. البته میزان نقش تالابها در ترسیب کربن از این طریق ارتباط مستقیمی با میزان تبدیل این کربن آلی به لایه‌های بعدی هرم انرژی و بازچرخش آن نیز ارتباط خواهد داشت. البته این موضوع در تالابهای تورب‌زاری بسیار متفاوت است و در این تالابها به دلیل کندی فرآیندهای بیولوژیک و بویژه سرعت پائین واکنش‌های تجزیه‌ای، نرخ ترسیب

کربن از نرخ بازچرخانی آن بسیار پائین‌تر است و به همین دلیل تالابهای تورب‌زاری ذخایر عظیم کربن جهان به شمار می‌آیند. به همین دلایل هرگونه تخریب تالابها و به ویژه خشک شدن تالابهای تورب‌زاری نه تنها نقش مهمی در کاهش ترسیب کربن خواهد داشت، بلکه موجب افزایش بازچرخش کربن‌های تثبیت شده در این اکوسیستم‌ها و رها شدن مجدد آنها به اتمسفر می‌گردد که در این صورت فرآیند گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی به شدت تحت تاثیر قرار خواهد گرفت. گاز متان یکی از معمول‌ترین گازهای آلی موجود در هواست. البته علیرغم معمول بودن این گاز در اتمسفر، غلظت آن در اتمسفر فقط در حد قسمت در میلیارد است. این گاز دارای قدرت جذب بالای تشعشعات بازتابشی خورشیدی است و به همین دلیل از مهمترین گازهای گلخانه‌ای بشمار می‌آید. در واقع هر مولکول متان به میزان ۲۳ مولکول دی اکسید کربن تاثیر گلخانه‌ای دارد. در طول سالیان طولانی از عمر کره زمین، غلظت گاز متان از ۶۵۰ هزار سال پیش در عصر یخبندان از ۴۰۰ قسمت در میلیارد تا ۷۰۰ قسمت در میلیارد در دوره‌های بین یخبندان در نوسان بوده است. با این حال مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که غلظت این گاز در طی دو هزاره اخیر به ۱۰۰۰ قسمت در میلیارد افزایش پیدا نموده و روند این افزایش در دوره‌های اخیر در دهه‌های هفتاد و هشتاد میلادی سریع‌تر بوده و غلظت این گاز در سال ۲۰۰۵ به ۱۷۷۴ قسمت در میلیارد رسیده است. براساس مطالعات بین‌المللی انجام شده تالابهای طبیعی منبع تخلیه یک سوم تا نیمی از میزان گاز متان تخلیه شده به اتمسفر می‌باشند و این در حالیست که اراضی کشاورزی نیز با یک سوم تولید گاز متان در رده بعدی قرار دارند. البته میزان تولید گاز متان بستگی زیادی به نوع تالاب و شرایط محلی آن دارد. گاز متان معمولا در شرایط بی هوازی و توسط میکروارگانیزم‌هایی که از اکسیژن موجود در ترکیبات آلی استفاده می‌کنند تولید می‌شود. بنابراین تولید این گاز بیشتر در تالابهایی اتفاق می‌افتد که به هر دلیل ( منجمله آلودگی‌ها) با کاهش اکسیژن محلول مواجه باشند و در این شرایط میکروارگانیزم‌های بی‌هوازی برای حیات خود ضمن تجزیه بی هوازی ترکیبات آلی و بدست آوردن اکسیژن و انرژی گاز متان تولید می‌کنند.

## کنترل سیلاب

یکی دیگر از کارکردهای با ارزش تالابها، نقش آنها در کنترل سیلاب است. در اقلیم‌های مختلف زمینه‌های تولید سیل متفاوت است. معمولا در برخی مناطق مانند بسیاری از مناطق گرم و خشک، بروز بارش‌های کوتاه و شدید باعث بروز سیل می‌شود و در برخی اقلیم‌ها که دارای ذخایر برفی می‌باشند، زمینه ایجاد سیل در فصول گرم سال فراهم می‌گردد. در هر دو حالت تالابها با ذخیره موقت آب در طول مسیر جریان سیلاب تا حدود زیادی در کاهش سیل و خسارت‌های ناشی از آن موثر هستند. در بروز سیل معمولا پیک حداکثر جریان و وقوع سریع آن باعث بیشترین خسارت‌ها می‌گردد و تالابها با ذخیره بخشی از جریان سیل اولا به کاهش میزان و ثانیا به تاخیر زمان وقوع پیک سیل کمک می‌کنند و با همین دو نقش در کاهش خسارت‌های ناشی از سیلاب‌ها بسیار موثر هستند. در یکی از مطالعات انجام شده توسط ارتش ایالات متحده آمریکا مشخص گردید که در دوره طوفان‌های سال ۱۹۹۵، تالابهای سیستم رودخانه‌ای چارلز (Charles river) باعث کاهش ۶۵ درصدی پیک سیل گردیده‌اند. این در حالیست که در همین

شرایط زمان بروز سیل نیز توسط تالابها سه روز به تاخیر افتاده است. بنابراین واضح است که چنین تغییراتی در یک پدیده سیل تا حد زیادی خسارت‌های آنرا در پائین‌دست کاهش می‌دهد و تاخیر سه روزه باعث فراهم آمدن زمان لازم برای انجام اقدامات کنترلی و آمادگی بیشتر مناطق پائین‌دست برای مواجهه با سیل می‌گردد. بدیهی است که در صورت عدم وجود این تالابها خسارت‌های ناشی از سیلاب در این منطقه به مراتب افزایش یافته است. براساس بررسی انجام شده با توجه به کارکرد این تالاب در کنترل سیل ارزش سالانه هر هکتار از این تالاب برای کارکرد کنترل سیل بیش از ۱۰۰هزار دلار در سال بالغ می‌شود.

## کاربری‌های تفرجی و خدمات فرهنگی

تالابها به دلیل برخورداری از بدنه آبی و منظرها و چشم‌اندازهای متنوع آبی – خشکی به همراه پوشش گیاهی متنوع، تنوع زیستی بالا از انواع جانوران آبزی مانند ماهی‌ها و پرندگان و همچنین انواع پستانداران و گونه‌های کنار آبزی، پتانسیل‌های گردشگری بالایی دارند. به همین دلیل همه ساله گردشگران بسیاری به مناطق تالابی مراجعه می‌کنند.

در ایران نیز بسیاری از تالابها جاذبه‌های گردشگری محلی، ملی و حتی بین‌المللی را فراهم می‌آورند. به عنوان مثال می‌توان به تالابهایی چون انزلی، پریشان، شادگان، دریاچه ارومیه و ... اشاره نمود که همه ساله پذیرای میلیون‌ها نفر بازدید کننده می‌باشند. در صورت برنامه‌ریزی صحیح می‌توان از این پتانسیل تالابها به طور بسیار مناسبی منافع اقتصادی نیز تولید نمود. البته متاسفانه در بسیاری از کشورها به ویژه ایران، برنامه‌ریزی دقیقی برای بهره‌مندی از منافع اقتصادی این کارکرد تالابها وجود ندارد و به همین دلیل هرچند منافع اقتصادی نسبتا زیادی در بخش گردشگری در تالابها وجود دارد ولی متاسفانه این منافع به صورت کنترل و برنامه‌ریزی شده‌ای وارد فرآیندهای حفاظتی و اقتصادی نمی‌شوند. به عنوان مثال مطالعات انجام شده در کانادا نشان می‌دهد که در سال ۱۹۹۶ این کشور ۱۱ میلیارد دلار منافع اقتصادی مستقیم حاصل از گردشگری در تالابها داشته است. از این میزان ۲۸/۴ درصد از این میزان درآمد در خصوص تامین تجهیزات و ابزارآلات گردشگری، ۲۳/۵ درصد برای خدمات حمل و نقل مرتبط با گردشگری و تفرج، ۱۸/۴ درصد برای تامین غذا و تغذیه، ۱۲/۴ درصد برای هزینه‌های مربوط به اسکان و فقط ۵/۸ درصد هزینه‌های دیگر منجمله پرداخت ورودیه به تالابها حاصل گردیده است. براساس بررسی‌های تکمیلی اقتصادی و با درنظر گرفتن فعالیت‌های و هزینه‌های جانبی و غیر مستقیم مرتبط با گردشگری در این بخش، نهایتا بیش از ۲۰۶ هزار شغل مرتبط با گردشگری در تالابها در این کشور تولید شده است.

## سایر خدمات و کارکردها شامل

مواردی مثل انواع بهره‌برداری‌ها (که اغلب وابسته به تولیدات اولیه و ثانویه هستند)، حمل و نقل، ثبت وقایع تاریخی در رسوبات، کنترل و تصفیه آلودگی‌ها همگی ازسایر خدمات و کارکردهای تالابها محسوب می‌شوند. البته این کارکردها و خدمات بسیار متفاوت و متنوع می‌باشند و شاید همگی آنها در داخل یک اکوسیستم تالابی موضوعیت نداشته باشند. به عنوان مثال برخی تالابها با توجه به موقعیت جغرافیایی و مراکز

مسکونی و اقتصادی اطراف، نقش مهمی در حمل و نقل افراد و کالا پیدا می‌کنند در حالی‌که این کارکرد شاید در برخی تالابهای دیگر موضوعیت چندانی نداشته باشد. یا این‌که برخی تالابها ذخایر ارزشمندی از آبزیان و به ویژه ماهی‌ها دارند که به طور مستقیم قابل بهره‌برداری است در حالی‌که در بسیاری از تالابهای آب شور ذخایر ماهی وجود ندارد. اما بطور کلی جمع بندی موردی برخی از این کارکردها در سطح دنیا و همچنین به طور محدود در ایران اعداد و ارقامی را از نظر ارزشگذاری زیست‌محیطی ارائه می‌دهد. بر این اساس ارزیابی انجام شده توسط صندوق جهانی حیات وحش (WWF) نشان می‌دهد که با احتساب برخی از مهمترین کارکردهای تالابها در سطح جهانی، ارزش اقتصادی تالابهای ثبت شده در کنوانسیون رامسر (وسعت تالابهای ثبت شده در کنوانسیون در زمان محاسبه ۱۲/۸ میلیون کیلومتر مربع بوده است) بالغ بر ۷۰ میلیارد دلار در سال می‌باشد. در ارزیابی دیگری که توسط مراجع بین‌المللی انجام پذیرفته است ارزش اقتصادی کلیه اکوسیستم‌های طبیعی جهان حداقل ۳۳ تریلیون دلار برآورد گردیده که در این مطالعات ارزش خدمات و کارکردهای تالابهای جهان حدود ۹/۴ تریلیون دلار تخمین زده شده است.

در همین راستا مطالعات اختصاصی در مورد تالابهای دنیا صورت پذیرفته که ارزش‌های تالابها را از نظر اقتصادی به تفکیک نوع تالاب به شرح ذیل برآورد نموده است:

- تالابهای حرائی ۹۹۹۰ دلار در سال
- خورها ۲۲۸۳۲ دلار در سال
- آبسنگ‌های مرجانی ۶۰۷۵ دلار در سال
- دریاچه‌ها و رودخانه‌ها ۸۴۹۶ دلار در سال
- دشت‌های سیلابی ۱۹۵۸۰ دلار در سال

البته همانطوری‌که قبلا نیز توضیح داده شد، ارزش‌های تالابها متعدد و متنوع می‌باشد و کارکردهای آنها بسته به نوع تالاب و شرایط جغرافیایی و اقتصادی – اجتماعی منطقه مربوطه متفاوت خواهد بود. در ایران مطالعات اقتصادی اندکی در مورد ارزش‌های تالابها صورت پذیرفته است اما برای بدست آوردن یک رقم کلی می‌توان ارزش هر هکتار تالاب را با درنظر گرفتن مطالعات محدود داخلی انجام شده و مطالعات جهانی که بخشی از آنها در این گزارش ارائه شده است حداقل ۱۰،۰۰۰ دلار در سال درنظر گرفت. با در نظرگرفتن وسعت تالابها می‌توان ارزش تالابهای کشور را محاسبه نمود.

با توجه به تعاریف ارائه شده برای تالابها، ایران دارای تالابهای بسیار متعددی است که انواع رودخانه‌ها، سواحل، تالابهای ماندابی، دریاچه‌های تورب زاری و ... را شامل می‌شود. از این بین تعداد ۸۴ تالاب تحت عناوین مختلف حفاظتی و به عنوان تالابهای با اهمیت ایران شناخته شده‌اند و تعداد ۲۴ تالاب نیز به عنوان تالاب بین المللی یا رامسر سایت به ثبت رسیده‌اند. شکل۲-۱ نقشه موقعیت تالابهای با اهمیت ایران را نمایش می‌دهد. همچنین در جدول ۲-۱ لیست این تالاب ها نشان داده شده است.

جدول ۲-۱: لیست تالاب‌های با اهمیت ایران

| ردیف | نام تالاب | مساحت ha | عنوان بین المللی | عنوان منطقه تحت مدیریت | استان | اهمیت ملی(*) اهمیت منطقه ای(**) اهمیت جهانی(***) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | دریاچه ارومیه | ۴۸۳۰۰۰ | رامسر،ذخیره گاه زیستکره | | آذربایجان غربی | *** |
| ۲ | تالاب قوپی | ۱۲۰۰ | رامسر | | آذربایجان غربی | *** |
| ۳ | تالاب شورگل | ۱۱۰۰ | رامسر | | آذربایجان غربی | *** |
| ۴ | تالاب یادگارلو | ۲۵۰ | رامسر | | آذربایجان غربی | *** |
| ۵ | تالاب دورگه سنگی | ۳۸۰ | رامسر | | آذربایجان غربی | *** |
| ۶ | تالاب گرده قیط و میمند | ۱۰۳۰ | رامسر | شکار ممنوع | آذربایجان غربی | * |
| ۷ | تالاب کانی برازان | ۶۰۰ | | | آذربایجان غربی | * |
| ۸ | تالاب گروس | -- | | | آذربایجان غربی | * |
| ۹ | تالاب آق گل | ۴۷۵ | | شکار ممنوع | آذربایجان غربی | * |
| ۱۰ | تالاب بورالان | ۲۰۰۰ | | | آذربایجان غربی | ** |
| ۱۱ | تالاب نوروزلو | ۱۰۰۰ | | | آذربایجان غربی | * |
| ۱۲ | تالاب پیراحمد کندی | ۱۰۰ | | | آذربایجان غربی | * |
| ۱۳ | تالاب چنگیزگلی | ۲۵۰ | | | آذربایجان غربی | * |
| ۱۴ | تالاب کنیکور | ۴۳۰ | | | آذربایجان غربی | ** |
| ۱۵ | تالاب قوریگل | ۲۴۰ | رامسر | شکار ممنوع | آذربایجان شرقی | *** |
| ۱۶ | تالاب قره قشلاق | ۴۰۰۰۰ | | شکار ممنوع | آذربایجان شرقی | * |
| ۱۷ | تالاب انزلی | ۱۵۰۰۰ | رامسر | | گیلان | *** |
| ۱۸ | تالاب سیاه کشیم | ۴۵۰۰ | رامسر | منطقه حفاظت شده | گیلان | *** |
| ۱۹ | تالاب سلکه | ۳۶۰ | رامسر | پناهگاه حیات وحش | گیلان | *** |
| ۲۰ | تالاب امیرکلایه | ۱۲۳۰ | رامسر | پناهگاه حیات وحش | گیلان | *** |
| ۲۱ | تالاب لوندویل | ۹۵۰ | | پناهگاه حیات وحش | گیلان | * |
| ۲۲ | کولاب بندرکیاشهر و دهانه سفید رود | ۵۰۰ | رامسر | شکار ممنوع | گیلان | *** |
| ۲۳ | شبه جزیره میانکاله و خلیج گرگان | ۶۸۸۰۰ | رامسر ، ذخیره گاه زیستکره | پناهگاه حیات وحش | مازندران | *** |
| ۲۴ | آبندان لپوزاغمرز | ۹۵۰ | رامسر | شکار ممنوع | مازندران | *** |
| ۲۵ | تالاب فریدونکنار | ۱۰۰۰ | رامسر | پناهگاه حیات وحش | مازندران | *** |
| ۲۶ | آبندان سید محله | ۳۵۰ | | | مازندران | * |
| ۲۷ | آبندان زرین کلا | ۲۵۰ | | | مازندران | * |
| ۲۸ | آبندان لاریم سرا | ۱۰۰۰ | | | مازندران | * |
| ۲۹ | دریاچه ولشت | ۲۴ | | | مازندران | * |

| ۳۰ | تالاب آلاگل | ۲۵۰۰ | رامسر | | گلستان | ❊❊❊ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۳۱ | تالاب آلماگل | ۲۰۰ | رامسر | | گلستان | ❊❊❊ |
| ۳۲ | تالاب آجی گل | ۳۲۰ | رامسر | | گلستان | ❊❊❊ |
| ۳۳ | تالاب گمیشان | ۲۰۰۰۰ | رامسر | شکار ممنوع | گلستان | ❊❊❊ |
| ۳۴ | آبگیرهای دشت مغان | ۳۰۰۰ | | | اردبیل | ❊❊ |
| ۳۵ | دریاچه نئور | ۴۲۰ | | منطقه حفاظت شده | اردبیل | ❊ |
| ۳۶ | تالاب شورابیل | ۲۰۰ | | | اردبیل | ❊ |
| ۳۷ | دریاچه زریوار | ۲۰۰۰ | | شکار ممنوع | کردستان | ❊ |
| ۳۸ | تالاب گل بی بی | ۴۰ | | | خراسان | ❊ |
| ۳۹ | دریاچه اوان | ۴ | | شکار ممنوع | قزوین | ❊ |
| ۴۰ | تالاب جازموریان | ۲۸۰۰۰۰ | | | کرمان | ❊ |
| ۴۱ | تالاب هشیلان | ۴۵۰ | | شکار ممنوع | کرمانشاه | ❊ |
| ۴۲ | تالاب چم شور | ۵۰۰ | | | همدان | ❊ |
| ۴۳ | تالاب آق گل | ۴۵۰ | | | همدان | ❊ |
| ۴۴ | تالاب پیر سلیمان | ۳ | | | همدان | ❊ |
| ۴۵ | تالاب میقان | ۱۰۶۴۰ | | | مرکزی | ❊ |
| ۴۶ | تالاب بند علیخان | ۳۲۰ | | منطقه حفاظت شده | تهران | ❊ |
| ۴۷ | تالاب چگر | ۳ | | | ایلام | ❊ |
| ۴۸ | تالاب چشمه زمزم | ۱ | | | ایلام | ❊ |
| ۴۹ | تالاب سیاب درویش | ۴ | | | ایلام | ❊ |
| ۵۰ | دریاچه گهر | | | منطقه حفاظت شده | لرستان | ❊ |
| ۵۱ | تالابهای پلدختر | ۱۵ | | شکار ممنوع | خوزستان | ❊ |
| ۵۲ | تالاب دز | ۱۵۸۷۳ | | پناهگاه و منطقه حفاظت شده | خوزستان | ❊❊ |
| ۵۳ | تالاب کرخه | ۱۳۰۲۷ | | پناهگاه و منطقه حفاظت شده | خوزستان | ❊❊ |
| ۵۴ | تالاب کارون | ۲۵۰۰ | | | خوزستان | ❊❊ |
| ۵۵ | تالاب سوسنگرد | ۳۰۰۰۰ | | | خوزستان | ❊❊ |
| ۵۶ | تالاب شادگان | ۲۸۲۵۰۰ | رامسر | پناهگاه حیات وحش | خوزستان | ❊❊❊ |
| ۵۷ | خورموسی | ۱۲۳۴۴۰ | رامسر | | خوزستان | ❊❊❊ |
| ۵۸ | تالاب هورالعظیم | ۷۰۰۰۰۰ | | | خوزستان | ❊❊ |
| ۵۹ | تالاب بندون و میانگران | ۲۵۰۰ | | | خوزستان | ❊ |
| ۶۰ | تالاب چغاخور | ۱۴۰۰ | | شکار ممنوع | چهارمحال و بختیاری | ❊ |
| ۶۱ | تالاب گندمان | ۹۰۰ | | | چهارمحال و بختیاری | ❊ |
| ۶۲ | خلیج گواتر و حورباهو | ۳۴۴۰۰ | رامسر | پناگاه حیات وحش | سیستان و بلوچستان | ❊❊❊ |
| ۶۳ | هامون صابری و هیرمند | ۱۶۶۹۰۰ | رامسر | منطقه حفاظت شده | سیستان و بلوچستان | ❊❊❊ |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۶۴ | هامون پوزک | ۱۰۰۰۰ | رامسر | منطقه حفاظت شده | سیستان و بلوچستان | *** |
| ۶۵ | دهانه رود مند | ۲۶۸۷۰ | | منطقه حفاظت شده | بوشهر | ** |
| ۶۶ | دهانه رود حله | ۲۰۰۰۰ | | منطقه حفاظت شده | بوشهر | ** |
| ۶۷ | سواحل جزیره خارکو | ۳۱۲ | | پناهگاه حیات وحش | بوشهر | ** |
| ۶۸ | تالاب نای بند | ۴۱۳۰ | | منطقه حفاظت شده | بوشهر | ** |
| ۶۹ | تالاب نی ریز(بختگان) | ۱۳۶۵۰۰ | رامسر | پارک ملی و پناهگاه حیات وحش | فارس | *** |
| ۷۰ | تالاب کافتر | | | شکار ممنوع | فارس | * |
| ۷۱ | دریاچه های هفت برم | ۷۰ | | | فارس | * |
| ۷۲ | تالاب ارژن | ۲۲۰۰ | رامسر، ذخیره گاه زیستکره | منطقه حفاظت شده | فارس | *** |
| ۷۳ | تالاب پریشان | ۴۷۰۰ | رامسر، ذخیره گاه زیستکره | منطقه حفاظت شده | فارس | *** |
| ۷۴ | تالاب مهارلو | ۲۱۶۰۰ | | شکار ممنوع | فارس | * |
| ۷۵ | دهانه رودهای جاجین و گابریگ | ۱۴۰۰۰ | | | هرمزگان | ** |
| ۷۶ | خورجاسک | ۱۱۵۰۰ | | | هرمزگان | ** |
| ۷۷ | دهانه رودهای حرا و گز | ۱۵۰۰۰ | رامسر | | هرمزگان | *** |
| ۷۸ | دهانه رودهای شور و شیرین و میناب | ۴۵۰۰۰ | رامسر | | هرمزگان | *** |
| ۷۹ | خورخوران | ۱۰۰۰۰۰ | رامسر، ذخیره گاه زیستکره | منطقه حفاظت شده | هرمزگان | *** |
| ۸۰ | جزیره شیدور | ۱۶۰ | رامسر | پناهگاه حیات وحش | هرمزگان | *** |
| ۸۱ | تالاب گاوخونی | ۴۷۶۰۰ | رامسر | منطقه حفاظت شده | اصفهان | *** |
| ۸۲ | تالاب حرا | ۴۳۸۱۲ | | منطقه حفاظت شده | هرمزگان | ** |
| ۸۳ | تالاب حرا | ۲۴۳ | | | بوشهر | ** |
| ۸۴ | تالاب شیمبار | ۲۵۰ | | | خوزستان | * |

*** منبع: دفتر زیستگاه‌ها و امور مناطق، معاونت محیط‌زیست طبیعی، سازمان حفاظت محیط‌زیست**

سازمان حفاظت محیط زیست

## تالابهـای ثبـت شـده در کنوانسـیون رامسـر

### راهنمـا

۱- دریاچه های آجی گل ، آلاگل ، آلمالگل

۲- تـالاب امیر کلایـه

۳- مجموعه تـالاب انزلی

۴- مصـب سـفیدرود و لاگـون کیاشـهر

۵- مصب رودخانه های گزوحرا

۶- مصب رودخانه هـای شـور، شیرین و میناب

۷- آب بنـدانهای فریدونکنار،سـرخ رود و ازبـاران

۸- تـالاب گـاوخونی

۹- لاگـون گمیشـان

۱۰- خلیـج گواتـر و هـور بـاهو

۱۱- بخـش جنوبـی هـامون پـوزک

۱۲- هامون صابری و هیرمنـد

۱۳-حرای خوران

۱۴- دریاچه قوری گـل

۱۵- دریاچـه قویـی

۱۶- دریاچه ارومیه

۱۷- دریاچـه پریشـان و دشـت ارژن

۱۸- شـبه جـزیره میانکالـه، خلیـج گرگـان و آب بنـدانهای لپـوزاغ مـرز

۱۹- دریاچـه نـیریز و تـالاب کمجـان(بختگـــان

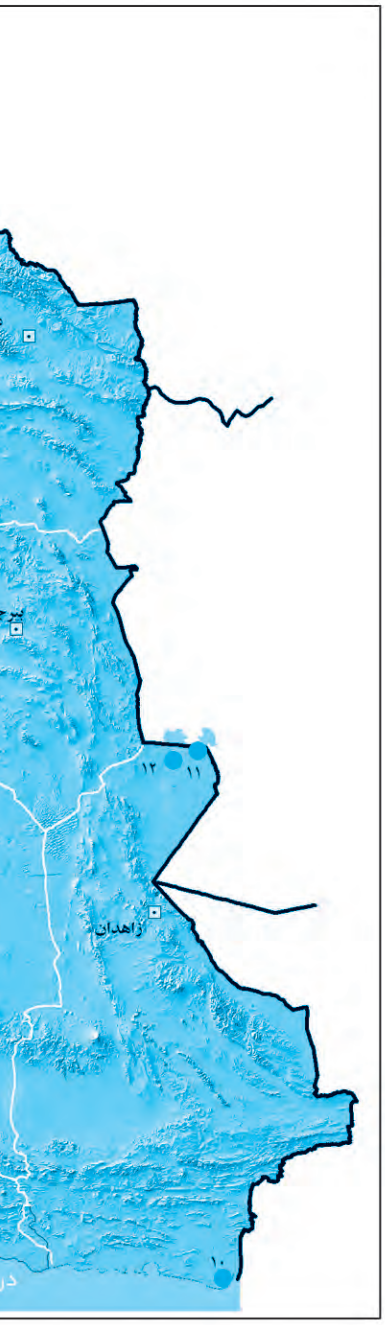
۲۰- تالاب شـادگان و خورموسی و خورالامیه

۲۱- جـزیره شـیدور

۲۲- دریاچـه شـورگل ، یادگـارلو و دورگـه سـنگی

۲۳- تـالاب کـانی بـرازان

۲۴- دریاچه چغاخور




شکل ۲-۱ : نقشه تالابهای بااهمیت و حفاظتی ایران

منبع: دفتر زیستگاهها و امور مناطق، معاونت محیط زیست طبیعی، سازمان حفاظت محیط زیست

دریای خزر
تبریز
اردبیل
ارومیه
رشت
بجنورد
گلستان
ساری
زنجان
قزوین
تهران
سمنان
سنندج
همدان
کرمانشاه
قم
اراک
ایلام
خرم‌آباد
اصفهان
شهرکرد
یزد
اهواز
بوشهر
شیراز
کرمان
سیرجان
بندرعباس
خلیج فارس
دریای عمان
N
W
E
S
مقیاس ۱:۶،۵۰۰،۰۰۰
۰ ۶۵ ۱۳۰ ۲۶۰
کیلومتر

با در نظر گرفتن این اطلاعات، چنانچه فقط ارزش تالابهای بین‌المللی ثبت شده در کنوانسیون رامسر در ایران در نظر گرفته شود، با احتساب وسعت ۱،۴۸۱،۱۴۷ هکتاری تالابهای بین‌المللی ایران و ارزش متوسط ۱۰۰۰۰ دلار برای هر هکتار تالاب، ارزش خدمات و کارکردهای این تالابهای ایران به تنهایی سالانه قریب به ۱۵ میلیارد دلار خواهد بود. البته بدیهی است که شاید بخشی از این منافع اقتصادی به صورت مستقیم در چرخه‌های مالی کشور وارد گردد ولی ارزش واقعی این تالابها در صورت از بین رفتن احتمالی آنها مشخص می‌گردد. مثلا کارکرد کنترل سیلاب تالابها در اقتصاد، با کم کردن خسارات ناشی از این پدیده عمل می‌کند و این ارزش در صورت از بین رفتن تالابها با افزایش خسارات سیل اقتصاد کشور را تحت تاثیر قرار خواهد داد.

## ۱-۱-۴- ویژگی‌های فیزیکوشیمیائی و بیولوژیک تالابها

### ۱-۱-۴-۱- مورفولوژی دریاچه‌ها

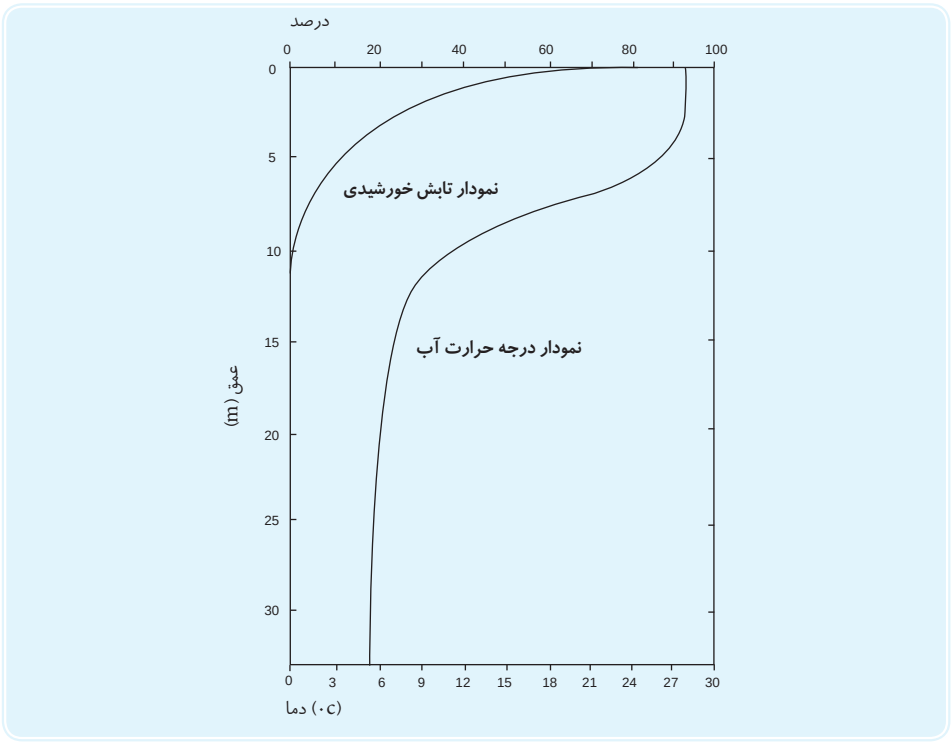
مساحت، عمق و به طور کلی مورفولوژی یک دریاچه بر فرآیندهای زیستی آن موثر بوده و تولیدات آبها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در دریاچه هایی که دارای عمق کمتر و میزان واریزی رسوبات بیشتری هستند و همچنین نور کافی، جهت انجام فتوسنتز دریافت می‌کنند، تولیدات زیستی بیشتری خواهند داشت. (Thienemann, 1927; Rawson, 1956; Strom,1993).

عمق کم یک دریاچه، فاکتوری تعیین کننده در ارتباط با تولید فتوسنتزی آن می‌باشد. عمق دریاچه در نهایت، مساحت در دسترس را جهت رشد گیاهان آبزی و موجودات مربوط به محیط لیتورال مشخص می‌نماید.

### ۱-۱-۴-۲- توزیع حرارت در اکوسیستم‌های آبی

جذب انرژی خورشیدی توسط آب دریاچه‌ها به عنوان عامل اصلی افزایش درجه حرارت در آنها عمل می‌نماید (Wetzel, 2001 ; Goldman & Horne, 1994). میزان جذب انرژی نورانی به مقدار نفوذ نور از میان آب بستگی دارد. در مورد نور با طول موج ۷۵۰ نانومتر، ۹۰ درصد از این نور در فاصله ۱ متری آب جذب می‌گردد (Wetzel, 2001). میزان جذب نور با افزایش مواد آلی محلول به طور محسوسی افزایش می‌یابد. مقداری از حرارت جذب شده توسط بازتاب حرارتی از دریاچه و همچنین تبخیر از دست می‌رود.

ورود و خروج حرارت از منابع آبی در نهایت تعیین کننده خصوصیات منبع آبی خواهد بود. نکته قابل توجه در انتقال حرارت در آبها، جریانات آبی است که عامل توزیع حرارت در آبها می‌باشد (شکل ۱-۳). جذب مستقیم تابش‌های خورشیدی تنها ۱۰ درصد از توزیع حرارت آبها را تشکیل می‌دهد در حالی‌که بیشترین توزیع حرارتی آبها به کمک نیروی باد انجام می‌پذیرد (Birge, 1916). این پدیده با تأثیر نیروی باد در جابجایی آبهای سطحی عمل نموده و با اختلاط این آبها با آبهای عمقی انتقال حرارت انجام می‌پذیرد ( patterson etal, 1984 ; Imberger and Patterson, 1990).




**شکل ۳-۱ : نمودار چگونگی توزیع حرارتی آبها نسبت به عمق در مقایسه با تابش‌های خورشیدی(Wetzel, 2001)**

### ۱-۱-۴-۳-شفافیت

نور از جمله عوامل مهم در منابع آبی می‌باشد. فتوسنتز و تولید اولیه تا حد زیادی به مقدار نفوذ نور در آبها بستگی دارد. همچنین پراکنش بسیاری از جانوران نیز تحت تاثیر نور قرار دارد.

یکی از شیوه‌های ساده و ارزان قیمت اندازه‌گیری کدورت آب دریاچه‌ها اندازه گیری شفافیت با استفاده از دیسک سکشی (Secchi disk) می‌باشد. به عمق ناپدید شدن این دیسک در آب، عمق سکشی (Secchi depth) گفته می‌شود. عمق سکشی در دریاچه‌های یوتروف، گل آلود، مصب‌ها و رودخانه‌های بزرگ دارای محدوده‌ای حدود ۰ تا ۲ متر بوده و در دریاچه‌های الیگوتروف تا ۴۰ متر هم می‌رسد. در بسیاری از دریاچه‌ها عمق سکشی حدود یک سوم عمق لایه نورگیر است (Goldman.etal, 1994).

تخمین کدورت آب در دریاچه‌های کم عمق با در نظر گرفتن کلروفیل، نسبت به مواد عالی پوسیده و کل مواد معلق (TSS) از دقت کمتری برخوردار است، اما نفوذ عمودی نور را می‌توان با دقت بالا، با استفاده از کلروفیل و عمق سکشی تخمین زد (Scheffer, 1998).

### ۱-۱-۴-۴-اکسیژن

اکسیژن از جمله متغییرهای مهم منابع آبی می‌باشد. اکسیژن محلول[1] جهت انجام متابولیسم کلیه ارگانیسم‌های آبی هوازی ضروری است. قابلیت انحلال و خصوصیات دینامیکی توزیع اکسیژن در آبهای داخلی می‌تواند بیانگر پراکنش و رشد ارگانیسم‌های آبزی باشد (Wetzel, 2001).

ورود اکسیژن به آبها با انحلال اکسیژن موجود در اتمسفر و یا انجام فرآیند فتوسنتز اتفاق می‌افتد و اکسیژن ورودی به مصرف متابولیسم زیستمندان و یا واکنش‌های شیمیایی غیرزیستی می‌رسد. از این رو اکسیژن در آبها دارای نوسانات روزانه خواهد بود. توزیع اکسیژن، انحلال بسیاری از مواد مغذی غیرآلی را به مقدار زیاد تحت تاثیر قرار می‌دهد (Wetzel, 2001).

تغییر در میزان دسترسی به مواد مغذی با تغییرات فعالیت‌ها از هوازی به بی‌هوازی و بالعکس، تنظیم می‌گردد و تغییرات مواد مغذی و در نتیجه تغییرات اکسیژنی، رشد بسیاری از ارگانیسم‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

انحلال گازها در آب پدیده‌ای بسیار آهسته است. اما با حرکات و چرخش‌های آب انحلال آنها و از جمله اکسیژن در آبها افزایش می‌یابد. در یک دریاچه ایده‌آل، غلظت اکسیژن در چرخش بهاره نزدیک به ۱۰۰ درصد اشباع بوده و مقدار انحلال در ۴ درجه سانتیگراد در ساحل آزاد بین ۱۲ تا ۱۳ میلی‌گرم اکسیژن در لیتر تغییر می‌یابد (Wetzel, 2001).

### ۱-۱-۴-۵-pH

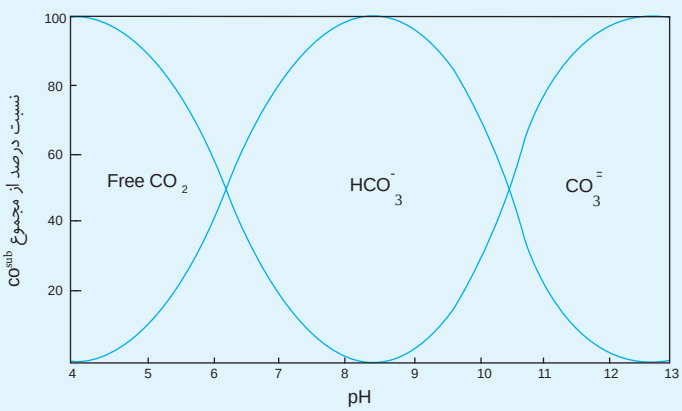
در اندازه‌گیری مقیاس پ هاش (pH) غلظت یون $H^+$ مورد سنجش قرار می‌گیرد و منفی لگاریتم غلظت یون مذکور به عنوان شاخص pH مطرح می‌گردد. pH بر روی بسیاری از فرآیندهای شیمیایی و بیولوژیکی آب اثر می‌گذارد. بیشتر دریاچه‌ها و رودخانه‌ها تغییرات pH بین ۶/۵ تا ۷/۵ را نشان می‌دهند که در این محدوده اثر منفی بر گیاهان و جانوران آبزی دیده نمی‌شود (Goldman etal, 1994). اما کاهش pH به مقدار کمتر از ۶ در مدت طولانی باعث کاهش فراوانی بسیاری از ارگانیسم ها نظیر حلزون‌ها، سخت پوستان، زوپلانکتون‌ها و ماهی‌ها می‌گردد (Goldman etal, 1994).

تغییرات pH آب می‌تواند در اثر نزولات جوی (باران‌های اسیدی)، هوازدگی صخره‌ها، تخلیه فاضلاب و یا تجزیه بقایای گیاهی و جانوری بوجود بیاید. در دریاچه‌ها، pH همانند اکسیژن دارای تغییرات روزانه می‌باشد. در آبهایی که مقدار قلیائیت در آنها کمتر از ۳۰ میلیگرم در لیتر است (قلیائیت خام بر حسب میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم سنجیده می‌گردد)، تغییرات pH افزایش می‌یابد. به شکلی که به علت عدم وجود مقادیر کافی $Ca(HCO_3)_2$، قابلیت جبران $CO_2$ مصرفی در فرآیند فتوسنتز کاهش یافته و با مصرف $CO_2$ در روز pH آب بالا می‌رود. در این شرایط به هنگام شب، به علت افزایش فعالیت‌های تجزیه‌ای بر میزان $CO_2$ آب افزوده شده و pH آب اسیدی می‌گردد که این فرآیند به خصوص در هنگام صبح مسأله‌ساز خواهد بود (Sayviro & Maccareti, 1975). بنابراین فتوسنتز و تنفس دو عامل مهم در تغییرات $CO_2$ در آبها می‌باشند که pH آبها را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند.

1 - Dissolved oxygen

آبهای با قلیائیت بالا در اغلب موارد در برابر تغییرات pH مقاوم بوده و دارای pH قلیایی می‌باشند. $CO_2$ آزاد در pH برابر ۵ و کمتر غالب می‌باشد. در pH بالاتر از ۹/۵ مقدار کربنات ($CO_3^{2-}$) افزایش می‌یابد و در pH ۷ تا ۹ بی‌کربنات شکل غالب کربن در آب خواهد بود (Wetzel, 2001). شکل ۱-۴، تغییرات ترکیبات مختلف کربن را نسبت به pH نشان می‌دهد.

**شکل ۱-۴: نمودار تغییرات ترکیبات کربن غیرآلی در مقایسه با pH (Wetzel, ۲۰۰۱)**




در صورت کاهش pH آب دریاچه‌ها که از جمله اولین علائم مردابی شدن شرایط آنها می‌باشد، به خصوص در مناطق حاشیه‌ای کم عمق، با افزایش گیاه اسیدَپسند اسفاگنوم (Sphagnum) که گونه غالبی می باشد مواجه می‌گردیم که در نتیجه ممکن است با وجود کاهش تنوع گونه‌ها، مقدار تولید اولیه دریاچه برای مدتی ثابت باقی بماند (Goldman *etal*, 1994). اما با ادامه شرایط نامناسب و ورود مواد مغذی شرایط دریاچه به سمت مردابی شدن پیش خواهد رفت.

### ۱-۱-۴-۶-فسفر

تا کنون هیچ عنصری در آبهای شیرین به اندازه فسفر مورد مطالعه قرار نگرفته است. این امر ناشی از نقش مهمی است که این عنصر در متابولیسم بیولوژیکی بازی می‌کند، در حالی که در مقایسه با سایر مواد مغذی و ترکیبات ساختاری بیوتا (نظیر کربن، هیدروژن، نیتروژن، اکسیژن و سولفور)، فسفر کمترین مقدار را دارا بوده و تولید زیستی را تا حد زیادی محدود می‌نماید (Wetzel, 2001).

برخلاف نیتروژن که دارای ترکیبات زیادی در سیستم‌های دریاچه‌ای می‌باشد، شکل فعال و تأثیرگذار فسفر غیرآلی، ارتوفسفات ($PO_4^{3-}$) است.

فسفین ($PH_3$) از ترکیبات فعال سیکل بیوژئوشیمیایی فسفر می‌باشد (Wetzel, 2001). فسفین محصول احیای آنزیمی بی هوازی فسفات بوده و در رسوبات فاقد اکسیژن آبهای شیرین یافت می‌شود.

غلظت فسفین در حد نانومول بوده و در دریاچه‌ها اندک می‌باشد. شاید مهمترین اندازه‌گیری ترکیبات فسفر، اندازه‌گیری فسفر کل (Total Phosphorus) باشد که شامل فسفر موجود در تکه‌ها و قطعات (Particles) و فسفر محلول می‌باشد (Juday, 1927; Ohle, 1938). فسفر قطعه‌ای شامل فسفر موجود در ارگانیسم‌ها (نظیر فسفوپروتئین ها، آنزیم‌های با وزن مولکولی پایین، ATP، ADP و...)، فاز معدنی سنگ‌ها و صخره‌ها (نظیر هیدروکسی آپاتیت) و رسوبات و فسفر موجود در بقایای آلی می‌باشد. در مقابل فسفر قطعه‌ای، فسفر محلول نظیر (ارتوفسفات)، پلی‌فسفات‌ها، کلوئیدهای آلی و استرهای فسفات با وزن مولکولی پایین قرار دارند (Wetzel, 2001).

بخاطر نقش بالای فسفر به عنوان یک ماده مغذی، در مطالعات مختلف اندازه‌گیری آن انجام می‌پذیرد. غلظت فسفر کل در آبهای طبیعی غیرآلوده دارای محدوده وسیعی از کمتر از ۱ میکروگرم در لیتر تا بیش از ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر است (Wetzel, 2001). رسوبات دریاچه‌ها دارای غلظت فسفر بیشتری از آب می‌باشند (Olsen, 1985; Bostrom , 1981; Holdren *eteal*, 1977; Hepher, 1966; Holden, 1961).

تحت شرایط احیایی در رسوبات، آهن فریک (Fe III) به آهن فرو (Fe II) تبدیل شده و فسفر متصل به آن (که به شکل $FePO_4$ بوده است)، آزاد می‌گردد. این شرایط در منطقه هیپولیمنیون دریاچه‌های یوتروف و یا شرایط احیایی نزدیک رسوبات در زیر بقایای گیاهی در دریاچه‌های کم عمق که از اکسیژن خالی می‌گردند، اتفاق می‌افتد. همزمان با از بین رفتن لایه‌بندی حرارتی و یا ایجاد جریان، فسفر آزاد شده به ستون آب انتقال یافته و تولید را افزایش می‌دهد. میکروفلور رسوبات نیز در افزایش غلظت فسفر راه یافته به آبهای مجاور رسوبات دارای اهمیت می‌باشد (Fleischer, 1978). با ورود اکسیژن به لایه‌های زیرین و با از بین رفتن شرایط احیایی، فسفر باقیمانده در آب و یا فسفر ورودی به شکل FePO4 به رسوبات وارد می‌گردد. در آزادسازی فسفر، سولفات نقش مهمی در احیای Fe(III) به Fe(II) ایفا می‌نماید (Roden & Elmonals, 1997).

### ۱-۱-۴-۷- نیتروژن

نیتروژن در سطح زمین فراوان است، ولی کمتر از ۲ درصد آن در دسترس ارگانیسم‌ها قرار می‌گیرد (Gallowy, 1998). نیتروژن فعال (که در ترکیب با کربن، اکسیژن یا هیدروژن به فرم NHx، NOx و نیتروژن آلی قرار دارد)، به مقدار زیادی بوسیله تثبیت بیولوژیکی نیتروژن از نیتروژن غیرفعال ($N_2$) ساخته می‌شود. نیتروژن در آبهای شیرین دارای انواع مختلفی می‌باشد. $N_2$ مولکولی محلول، ترکیبات آمینواسیدی، آمونیوم ($NH_4^+$)، نیتریت ($NO_2^-$) و نیترات ($NO_3^-$) از جمله این ترکیبات می‌باشند. منابع ورود نیتروژن به آبها شامل موارد ذیل می‌باشند:

- **ورود از اتمسفر**
- **تثبیت نیتروژن در آب و رسوب**
- **ورود از طریق زهکش سطحی و زیرزمینی**

نیترات فرم معمول نیتروژن ورودی به آبهای شیرین از طریق زهکش‌ها می‌باشد. خروج نیتروژن از منابع آبی از طریق موارد ذیل اتفاق می‌افتد:

**– جریانات خروجی**

**– احیاء نیتروژن به $N_2$ توسط باکتری‌ها و خروج $N_2$ گازی شکل از آبها**

**– رسوب دائمی به بستر**

سیکل نیتروژن چرخه بیوشیمیایی گسترده‌ای دارد که در آن نیتروژن به شکل‌های مختلف در فرآیندهای متفاوت جذب، دنیتریفیکاسیون (تبدیل نیترات به $N_2$) و تثبیت نیتروژن به چشم می‌خورد. تثبیت $N_2$ توسط سیانوباکتری‌ها و باکتری‌های هتروتروف اتفاق می‌افتد که سهم سیانوباکتری‌ها عموماً بیشتر است (Wetzel, 2001). هنگامی که غلظت آمونیوم و آمونیاک در منطقه نورگیر کاهش می‌یابد، بر فرآیند تثبیت نیتروژن افزوده می‌گردد.

آمونیوم توسط باکتری‌های هتروتروف، به عنوان اولین محصول فرآیند تجزیه پروتئین‌ها و دیگر ترکیبات پروتئینی مطرح می‌باشد. غلظت آمونیوم در آبهای پراکسیژن عموماً کم است، زیرا توسط تولید کنندگان منطقه نورگیر جذب می‌شود (Wetzel, 2001). همچنین در حضور اکسیژن، نیتریفیکاسیون و تبدیل ترکیبات نیتروژن به نیتریت و نیترات بیشتر اتفاق می‌افتد. به هنگام لایه‌بندی حرارتی در صورت ایجاد شرایط بی‌هوازی، باکتری‌های نیتریفیکاسیون کننده غیرفعال می‌گردند. همچنین لایه باریک (Microzone) اکسید کننده سطح رسوبات از بین رفته و افزایش مشخص آمونیوم در نتیجه رهایی آن از بستر مشاهده می‌گردد.

نیترات به عنوان محصول فرآیند نیتریفیکاسیون توسط نیتروباکتر و نیتروزموناس ساخته شده و به سرعت توسط ارگانیسم‌ها جذب می‌گردد و در ترکیبات نیتروژن قرار می‌گیرد. این شکل از نیتروژن در واکنش‌ها و چرخه‌های ارگانیسم‌های فتوسنتزکننده و میکروبی شرکت می‌نماید. در خلال متابولیسم این ارگانیسم‌ها و پس از مرگ آنها، این نیتروژن به شکل آمونیوم آزاد می‌گردد.

اندازه‌گیری ترکیبات نیتروژن به عنوان یک عنصر فعال در فرایندهای زیستی دارای اهمیت بوده و جهت سنجش آن کل ترکیبات موجود در اکوسیستم به شکل نیتروژن کل (Total Nitrogen) اندازه گیری می‌گردند.

## ۱-۱-۵-متغییرهای زیستی در شبکه غذایی اکوسیستم‌های آبی

ارتباط بین حلقه‌های مختلف در دریاچه‌های کم عمق، زنجیره‌های غذایی پلاژیک [1] (وابسته به ستون آب) و بنتیک [2] (وابسته به بستر) را در آنها تشکیل می‌دهد. وجود ارتباط بین این دو زنجیره به افزایش تولید در این اکوسیستم‌ها کمک می‌کند (Vander zanden & Vadeboncoeur, 2002). وجود ارتباط گسترده بین زنجیره‌های غذایی موجود در سیستم و در عین حال وجود ارتباط غذایی با محیط پیرامون و خارج از اکوسیستم آبی به تشکیل شبکه غذایی این اکوسیستم‌های آبی می‌انجامد.

1 - Pelagic
2 - Benthic

### ۱-۱-۵-۱- تولید کنندگان اولیه

فیتوپلانکتون‌ها، جلبک‌ها و گیاهان آبزی به عنوان اولین حلقه تولید کننده در زنجیره‌های غذایی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند. این ارگانیسم‌ها با استفاده از نور خورشید به فتوسنتز پرداخته و انرژی لازم در شبکه غذایی را فراهم می‌آورند. گیاهان آبزی با جذب مواد مغذی به عنوان عامل محدود کننده رشد فیتوپلانکتون‌ها از زمان‌های گذشته مورد توجه بوده‌اند (Hutchinson, 1975). مواد مغذی به عنوان فاکتور مؤثر بر توده زنده جلبکی، بیش از سایر فاکتورها دارای اهمیت می‌باشند (Scheffer, 1998).

در اکوسیستم‌های آبی، مجموع مقدار فیتوپلانکتون‌ها معمولاً به شکل تعیین تعداد سلول‌ها، مجموع حجم سلولی، غلظت کلروفیل a و یا وزن خشک فاقد خاکستر در واحد حجم دریاچه، مورد سنجش قرار می‌گیرد. برآورد مقدار فیتوپلانکتون‌ها با استفاده از کلروفیل a، ساده و کاربردی می‌باشد اما همیشه بهترین تخمین را ارائه نمی دهد. به همین دلیل اندازه‌گیری از طریق میانگین‌گیری مقدار کلروفیل a و نتایج یکی دیگر از روشها، معمول و مفید خواهد بود. در مورد سنجش گیاهان آبزی نیز عموماً درصد پوشش گیاهی از کل سطح دریاچه مطرح می‌باشد.

#### جلبک‌ها

نام متداول جلبک [1] نامی غیر رسمی است که لینه دانشمند معروف سوئدی آن را برای گیاهان پست به کار برد که بعدها مشخص گردید که از ۱۴ جنس که لینه آنها را جلبک نامید، تنها ۴ جنس امروزه در گروه‌های جلبکی قرار می‌گیرند (کیان مهر، ۱۳۸۴).

طبق شواهد موجود، جلبک‌ها موجوداتی بسیار قدیمی هستند. موجودات پروکاریوتیک ظاهراً اولین موجوداتی بوده‌اند که بر روی زمین ظاهر شده‌اند. عقیده بر این است که موجودات کلروفیل‌دار از ۳ میلیارد سال قبل به اکسیژنه کردن جو پرداخته‌اند. جلبک‌ها گروه نسبتاً بزرگی از گیاهان ریسه‌دار [2] (در طبقه‌بندی جدید سلسله پروتیستا) را تشکیل می‌دهند که عمدتاً آبزی بوده و فتو اتوتروف می‌باشند. در کلیه جلبک‌ها کلروفیلa موجود است. جلبک‌ها فتوسنتز کننده بوده و از لحاظ تشکیلاتی به سطح گیاهان آرکگون‌دار نمی‌رسند.

بنابراین با توجه به توضیحات فوق جلبک‌ها را می‌توان اینگونه تعریف نمود: «گیاهان سبز، فتواترتروف، فاقد آرکگون، به کلی دارای ساختمان‌های تولید مثلی تک سلولی، بدون سلول‌های پوششی و محافظتی، به تمامی آبزی و فاقد جنین» (کیان مهر، ۱۳۸۴) . قابل ذکر است که در بین جلبک‌ها، جلبک‌های سبز–آبی (سیانوفیسه‌ها) فاقد هسته و خصوصیات سلولی پیشرفته می‌باشند. لذا آنها را جزو موجودات پروکاریوتیکی می‌شناسند.

#### فیتوپلانکتون‌ها

پلانکتون واژه‌ای عمومی است که به ارگانیسم‌های آبزی فاقد اندام حرکتی یا با تحرک کم اتلاق

1 - Algae
2 - Thallophyta

می‌گردد. فیتوپلانکتون‌ها اولین حلقه زنجیره غذایی در بیشتر آبها را تشکیل می‌دهند که با استفاده از نور خورشید به فتوسنتز می‌پردازند. فیتوپلانکتون‌ها با حرکات آزاد از اندازه کوچک کمتر از ۵ میکرومتر در تک سلولی‌های پیکو پلانکتونی تا کلونی‌های به اندازه نخود فرنگی را تشکیل می‌دهند (Goldman *etal*, 1994).

فاکتورهایی وجود دارند که ذی‌توده و ترکیب جوامع جلبکی و فیتوپلانکتون‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. مواد مغذی (Nutrients) از جمله آنهاست که بیشتر از سایر فاکتورها در تغییرات ذی‌توده جلبکی مؤثر شناخته شده‌اند. مدل‌های رگرسیونی مقدار فیتوپلانکتون‌ها را تحت تأثیر غلظت مواد مغذی در دریاچه‌ها نشان داده‌اند (Scheffer, 1998).

بیشتر گزارش‌ها مقدار کلروفیل جلبک‌ها را بین ۱ تا ۲ درصد وزن خشک آنها نشان داده‌اند (Reynold, 1984). مقدار فسفر جلبک‌ها نیز در دریاچه‌های یوتروف معمولاً متفاوت و بین ۰/۴ تا ۱ درصد از وزن خشک آنها بوده است (Inagemar *etal*, 1998) و نیتروژن نیز حدود ۱۰ برابر این فاکتور (فسفر) اندازه‌گیری شده است (Smith, 1982).

ترکیب جوامع جلبک‌ها و فیتوپلانکتون‌ها در اکوسیستم‌های آبی به عنوان شاخص‌های زیستی (Biological Indices) دارای اهمیت می‌باشند. به طور مثال سیانوباکترها (Cyanobacters) که جلبک‌های سبز- آبی نیز نامیده می‌شوند، از بسیاری جهات از سایر فیتوپلانکتون‌ها متمایز می‌گردند. اگرچه این ارگانیسم‌ها فاقد اندامک‌های پیشرفته سلولی بوده و به علت عدم وجود هسته مشخص جزء پروکاریوت‌ها طبقه‌بندی می‌شوند، اما از این جهت که مولکول الکترون دهنده در آنها مولکول آب می‌باشد، جلبک سبز-آبی نامیده می‌شوند (Sheffer, 1998). این ارگانیسم‌ها به علت قدرت تطابق با نور و توانایی تثبیت نیتروژن مولکولی (به طور مستقیم) دارای توانایی سازش و غالب شدن در طول فصل تابستان می‌باشند.

گروه دیگر از جلبک‌های شاخص جلبک‌های سبز (Chlorophyta) هستند که بیشترین تنوع را در آبهای شیرین دارا می‌باشند. از این گروه گونه‌هایی نظیر دسمید (Desmid) از راسته کانژوگالز، شاخص آبهای کم تولید و الیگوتروف هستند. از جمله راسته‌های مهم این گروه می‌توان به راسته ولوکالز (Volvocales)، کلروکوکالز (Chlorococcales)، کلادوفورالز (Cladophorales) و کانژوگالز (Conjugales) اشاره کرد.

سومین گروه از جلبک‌های مهم آبهای شیرین دیاتوم‌ها (Diatoms) هستند که شاخه Bacillariophyta را شامل می‌گردند. این گروه در دریاچه‌های کم عمق، نقش عمده‌ای را در تولیدات اولیه آنها ایفا می‌نمایند. در دریاچه‌های الیگومزوتروف در فصل بهار، عموماً این گروه غالب می‌گردند. از ویژگی‌های این گروه دارا بودن دیواره سیلیسی است.

چهارمین گروه مهم از جلبک‌ها، جلبک‌های طلایی-قهوه ای (Chrysophyta) هستند که در کروماتوفورهای خود علاوه بر کلروفیل a، دارای بتاکاروتن و زانتروفیل هستند. انواع بزرگ این گروه نظیر Dinobryon، از جلبکهای رایج دریاچه‌های الیگوتروف مناطق معتدله می‌باشند.

پنجمین گروه از جلبک‌های مهم آبهای شیرین، دینوفلاژله‌ها (Dinoflagellata) هستند که جزء فیتوپلانکتون‌های غالب دریاچه‌ها بوده و به ندرت در رودخانه‌ها یافت می‌گردند. برخی از گونه‌های این

گروه که در دریاچه‌های کم عمق مشاهده می‌گردند نظیر Peridinum و Ceratium دارای دیواره سلولی ضخیم می‌باشند.

آخرین گروه از جلبک‌های مهم آبهای شیرین اوگلنوفیتا (Euglenophyta) هستند. این گروه از نظر رنگدانه بسیار به جلبک‌های سبز شبیه می‌باشند و در آبهای یوتروف و یا رسوبات کم عمق یافت می‌شوند. با توجه به اینکه اوگلنوفیتا علاوه بر فتوسنتز قادر به استفاده از مولکول‌های آلی می‌باشند، به آنها Phagotroph گفته می‌شود.

### گیاهان آبزی

گیاهان آبزی در منطقه ساحلی دریاچه‌ها و به خصوص در دریاچه‌های کم عمق غالب می‌باشند. گیاهان آبزی دارای سه گروه عمده شناور (Floating)، بن در آب (Emerged) و غوطه ور (Submerged) هستند. همانگونه که در قسمت مقدمه اشاره شد، این گیاهان با جذب گسترده مواد مغذی از طرق مختلف و ایجاد سایه عامل محدودکننده رشد فیتوپلانکتون‌ها محسوب می‌گردند (Sheffer, 1998).

با افزایش فراوانی گیاهان آبزی بر مقدار شفافیت آبها افزوده شده و توده زنده فیتوپلانکتونی کاهش می‌یابد (Lau & Lane, 2002). مطالعات اخیر نشان داده اند که گیاهان آبزی در تشکیل دینامیک شبکه غذایی و متعادل ساختن واکنش‌های زنده و غیرزنده در دریاچه‌ها مؤثر می‌باشند (Lau & Lane, 2002).

همانند جلبک‌ها، گیاهان آبزی در معدنی شدن رسوبات و آزاد سازی فسفر و همچنین ایجاد شرایط بی‌اکسیژنی و در نتیجه آزادسازی فسفر ترکیب شده با آهن نقش بسزایی دارند (Sheffer, 1998). همچنین pH بالای ناشی از انجام فتوسنتز در گیاهان آبزی، به عنوان محرک در فرایند آزادسازی فسفر از رسوبات عمل می‌نماید. اما از سوی دیگر، گیاهان آبزی با کاهش آشفتگی رسوبات (Turbulence) و تثبیت بستر، مقداری از آزادسازی فسفر را کاهش می‌دهند. بنابراین گیاهان آبزی هم در افزایش آزادسازی فسفر و هم در کاهش آن، نقش اساسی ایفا می‌نمایند.

تفاوت مهم دیگر بین رویش گیاهی و فیتوپلانکتون‌ها از موقعیت مکانی آنها ناشی می‌گردد. گیاهان آبزی می‌توانند بخش زیادی از مواد مغذی خود را از رسوبات فراهم کنند. این پدیده سبب می‌شود که مواد مغذی آزاد شده دارای یک پتانسیل خروج از رسوبات به ستون آب، از طریق گیاهان زنده و یا پوسیده باشند (Sheffer, 1998).

از جمله عوامل محدود کننده در رویش گیاهان آبزی، کدورت می‌باشد که با افزایش آن به علت عدم نفوذ نور به بسترهای ساحلی، رویش این گیاهان محدود می‌گردد.

## ۱-۱-۵-۲- مصرف کنندگان اولیه

### زوپلانکتون‌ها

پلانکتون‌های جانوری (زوپلانکتون‌ها) ارگانیسم‌های مصرف کننده منابع آبی بوده و بیشترین تعداد زوپلانکتون‌های دریاچه‌ای را میکروزوپلانکتون‌هایی نظیر پروتوزئرها و روتیفرها تشکیل می‌دهند (Horn & Goldman, 1994).

در بیشتر دریاچه‌ها زوپلانکتون‌ها به عنوان گروهی مهم در کنترل ستونی (Top-Down) جلبک‌ها مطرح می‌باشند (Sheffer, 1998). معمولاً جانوران کوچکتر از این گروه نظیر روتیفرها (Rotifers) و کپه پودا (Copepods) دارای بیشترین اهمیت هستند. در جمعیت زوپلانکتونی کپه‌پودا، کلادوسرا و روتیفرها معمولاً ۵ تا ۸ گونه غالب می‌باشند (Horne & Goldman, 1994). زوپلانکتون‌های مذکور غذای لازم برای لارو ماهی‌ها و زوپلانکتون‌های گوشتخوار نظیر کپه پودهای سیکلوپوئید (Cyclopoid Copepods) را در خود نگه داشته و از جلبک‌های کوچک و باکتری‌ها تغذیه می‌نمایند (Sheffer, 1998). این گروه از زوپلانکتون‌ها توانایی کاهش توده زنده جلبکی را دارا می‌باشند (Jeppesen et al., 1990). اما تنها گروهی که دارای قدرت تأثیر گذاری بر کلروفیل می‌باشند، کلادوسرا (Cladocerans) هستند. دافنی‌ها (Daphnia) از این دسته، به علت قدرت چرای زیاد شناخته شده می‌باشند (Sheffer, 1998). اندازه بزرگ این جانداران به آنها اجازه می‌دهد که از تعداد زیادی از جلبکها بتوانند تغذیه کنند. تعداد زیادی از مطالعات ذرات رس معلق را برای تغذیه دافنیها مضر دانسته‌اند (Arruda et al., 1983; Kirk and Gilbert, 1990; Kirk,1991).

فاکتورهایی نظیر اکسیژن، نور، درجه حرارت، جریانات آبی، غذا، بیماری، رقابت و تأثیر شکارچی بر جوامع و غالبیت زوپلانکتون‌ها اثرگذار می‌باشد.فشار شکار ماهی ها در کنترل فراوانی زوپلانکتون‌ها مؤثر است. در مقابل این فشار شکار، گیاهان آبزی به عنوان پناهگاه مهمی برای زوپلانکتون‌ها محسوب می‌گردند (Sheffer, 1998). بیشتر مطالعات نشان داده اند که زوپلانکتون‌ها در دریاچه‌های کم عمق به ترک آبهای آزاد پرداخته و حتی به صورت بسیار فشرده می‌توانند در مجاورت رسوبات و یا نزدیک رویش‌های گیاهی غوطه- ور و یا تشکیلات ساحلی نظیر ریشه درختان، قرار بگیرند (Sheffer, 1998).

## موجودات کفزی

موجودات کفزی (Benthos) به عنوان یکی از مهمترین حلقه‌های زنجیره غذایی وابسته به رسوبات دریاچه مطرح می‌باشند. این موجودات بیشتر دوران حیات خویش را در مجاورت رسوبات به سر می‌برند. این جانداران اغلب رنگی و کرم مانند بوده و گروه متنوعی از جانوران کوچک نظیر لارو حشرات، سخت پوستان، کرم‌ها و نرمتنان را شامل می‌گردند (Horne and Goldman, 1994). بنتوزها پراکنش لکه ای داشته و قطعات دتریت ظریف را به پروتئین تبدیل می‌نمایند و در نهایت به مصرف ماهی‌ها و پرندگان قدم زن در آبها می‌رسند.

محیط زیست موجودات کفزی می‌تواند به دو بخش عمده لیتورال و پروفوندال تقسیم گردد. ناحیه لیتورال در طول روز تغییرات عمده فصلی را در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نشان می‌دهد (Horne and Goldman, 1994). بر خلاف این ناحیه منطقه پروفوندال محیطی یکنواخت از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دارد و تنها در دریاچه‌های مزوتروف و یوتروف در طول تابستان خالی از اکسیژن می‌گردد.

ساختار جوامع پروفوندال ساده بوده و به چهار گروه عمده محدود می‌گردد. این گروه‌ها شامل کرم‌های حلقوی، آمفی پودا، لارو حشرات (نظیر شیرونومید و کائوبوروس) و صدف‌ها می‌گردد (Horne and Goldman,

1994). لازم به ذکر است که دریاچه‌های کم عمق در بیشتر موارد فاقد منطقه پروفوندال می‌باشند.

تنوع، تراکم و تولید موجودات کفزی در نواحی لیتورال بیشتر است. بیشتر انواع حشرات، حلزون‌ها، کرم‌ها، سخت پوستان و ماهی‌ها در این آبهای کم عمق و پویا وجود دارند (Horne and Goldman, 1994).

بی مهرگان کفزی نظیر لارو شیرونومید و حلزون‌ها در دریاچه‌های کم عمق، نسبت به آبهای عمیق از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشند (Sheffer, 1998). به طور نمونه لیندگارد (۱۹۹۴) جریان انرژی در شبکه غذایی را در دو دریاچه کم عمق با دو دریاچه عمیق مقایسه نمود. وی دریافت که در دریاچه‌های کم عمق نسبت سهم زوبنتوز در مجموع تولید زوپلانکتونی و زوبنتوزی ۸۶٪ و در دریاچه عمیق این سهم حدود نصف بوده است. ترکیب نتایج مطالعات مختلف جیپسن و کولیگوس (۱۹۹۶) نشان می‌دهد که در واقع ارتباط مشخصی بین افزایش بیومس زوپلانکتونی نسبت به زوبنتوزها با عمق دریاچه وجود دارد (Sheffer, 1998).

دسترسی زیاد به بنتوزها در دریاچه‌های کم عمق، ساختار جمعیتی ماهی‌ها را تغییر می‌دهد. به خصوص در دریاچه‌های کدر فاقد رویش گیاهی، جامعه ماهی‌های بنتوزخوار غالب می‌باشند (Sheffer, 1998). در دریاچه‌های یوتروف کوچک، افراد بالغ ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، سیم (*Abramis brama*) و کلمه (*Rutilus rutilus*) به طور عمده از بی مهرگان کفزی تغذیه می‌نمایند.

موجودات کفزی نیز همانند دیگر گروه‌های زیستی ذکر شده می‌توانند به عنوان شاخص‌های زیستی عمل نمایند. با توجه به اینکه تغییرات ساختاری در ترکیب گونه ای این جوامع به آهستگی اتفاق می‌افتد، لذا امکان ردیابی استرس‌های محیطی وارد شده بر اکوسیستم‌های آبی در آنها به شکل بهتری فراهم است. به خصوص این ارگانیسم‌ها در برابر آلودگی‌های آلی و اسیدی واکنش بهتری از خود نشان می‌دهند (Gray & Delaney, 2008).

### ۱-۱-۵-۳-مصرف کنندگان ثانویه

#### ماهی‌ها

شرایط موجود در دریاچه‌های کم عمق از جمله فاکتورهای اساسی در تعیین ساختار جوامع ماهی‌های موجود در آن می‌باشد (Lammens, 1989). آبهای فاقد رویش گیاهی با کدورت بالا عمدتاً با جمعیت زیاد کپورماهیان مواجه است. اما در آبهای شفاف تر گونه‌هایی نظیر سوف و اردک ماهی مشاهده می‌گردند.

تقریباً همه ماهی‌های دریاچه ای در مراحل اولیه حیات خود پلانکتونی بوده و از زوپلانکتون‌های کوچک، جانوران کفزی کوچک و رویش سطحی گیاهان غوطه ور و سطح صخره‌ها تغذیه می‌نمایند (Horne and Goldman, 1994). مخازن دارای ماهی از زوپلانکتون‌هایی با جثه کوچکتر و بیومس جلبکی بیشتر برخوردار هستند. اما مخازن فاقد ماهی با کاهش تولید فیتوپلانکتونی و وجود زوپلانکتون‌های بزرگتر گیاهخوار نظیر دافنی‌ها مواجه می باشند (Sheffer, 1998). چرای انتخابی ماهی ها بر روی زوپلانکتون‌های درشت تر باعث تغییر جمعیت زوپلانکتون‌ها به سمت جاندارانی با جثه کوچکتر می‌گردد (Sheffer, 1998).

در خصوص تأثیر جوامع ماهی بر پلانکتون‌ها لازم به ذکر است که نه تنها عامل شکار باعث کاهش افراد

بزرگ جثه جمعیت زوپلانکتونی می‌گردد، بلکه تحقیقات افراد مختلف نشان داده است که جوامع دافنی استراتژی و رفتارهای حیاتی خویش را در برابر کنش‌های شیمیایی ناشی از حضور ماهی‌ها تغییر می‌دهند (Dodson,1988-Demeester et al., 1995-Stirling, 1995) و این امر موجب کاهش اندازه انفرادی این دافنی‌ها می‌گردد (Pijanowska, 1993: Engelmayer, 1995).

در خصوص تغییرات فصلی جوامع پلانکتونی و ماهی دریاچه‌ها، یکی از دوره‌های مشخص، وجود فاز آبی شفاف در اواخر فصل بهار است (Sheffer, 1998). این شیب تغییرات در ذی‌توده جلبکی به علت کاهش مواد مغذی در دسترس، ناشی از بلوم جلبکی در فصل بهار، به وجود می‌آید. چرای مفرط جلبکی توسط گونه‌های بزرگ زوپلانکتونی، پس از پیک تولید جلبک‌ها در فصل بهار، عامل به وجود آمدن فاز آبی شفاف می‌گردد (Sheffer, 1998). در اوایل تابستان ورود ماهی‌های جوان باعث افول جوامع زوپلانکتونی می‌گردد. این تقارن در افزایش ذی‌توده ماهی‌های جوان با افول زوپلانکتون‌ها نشان می‌دهد که یکی از عوامل اصلی کاهش جمعیت زوپلانکتونی، فشار شکار ناشی از ماهی‌ها می‌باشد (Sheffer, 1998).

وجود رویش‌های گیاهی در آبهای کم عمق می‌تواند با فراهم آوردن مناطق امن به عنوان پناهگاهی برای ماهیان جوانتر، در مقابل ماهیان گوشتخوار عمل نماید. ماهی‌های گوشتخوار در دریاچه‌ها عمدتاً به عنوان آخرین حلقه موجود در زنجیره غذایی آبها عمل می‌نمایند.

### سایر مصرف کنندگان مؤثر در شبکه غذایی دریاچه‌ها

در شبکه غذایی دریاچه‌ها موجوداتی نظیر پرندگان، پستانداران، خزندگان، دوزیستان و انسان‌ها نیز به طور مستقیم و یا غیرمستقیم مؤثر می‌باشند. پرندگان به دو شکل بومی و یا مهاجر در اکوسیستم‌های آبی مشاهده می‌گردند که هر یک بر اساس نوع تغذیه، شبکه غذایی دریاچه‌ها را تحت تاثیر خود قرار می‌دهند. اهمیت پرندگان مهاجر از نظر انتقال میکروارگانیسم‌های بیماریزا و تکمیل چرخه زیستی برخی انگل‌ها در منابع آبی مهم می‌باشد (جلالی، ۱۳۷۷).

پستانداران و به خصوص پستانداران گوشتخوار و لاشه خوار با مصرف ماهی‌ها و لاشه آنها با شبکه غذایی دریاچه‌ها مرتبط بوده و حتی از پرندگان آبزی و کنار آبزی تغذیه می‌نمایند. خزندگان و دوزیستان نسبت به سایر جانداران ذکر شده به مقدار بیشتری در ارتباط با اکوسیستم آبی می‌باشند و بعضاً به طور مستقیم از جانداران آبزی تغذیه می‌نمایند.

انسان‌ها نیز با تغذیه از ماهی‌ها به عنوان آخرین حلقه از شبکه غذایی آبها و محدوده اطراف آنها عمل نموده و فعالیت آنها به خصوص در مورد برداشت از آبها و فشار صید بر اکوسیستم آبی اثرگذار خواهد بود. انسان‌ها با انجام فعالیت‌های کشاورزی و تولید فاضلاب‌های خانگی و صنعتی و ورود این فاضلاب‌ها به منابع آب به طور مستقیم شرایط محیطی آبها را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

### ۱-۱-۵-۴- تجزیه کنندگان

تجزیه کنندگان از این جهت که در بازگشت منابع آلی به شکل قابل جذب برای سایر جانداران عمل

می‌نمایند، بسیار مهم بوده و در ستون آب و همچنین رسوبات بستر نقش عمده ای ایفا می‌نمایند.

تراکم باکتری‌ها در اکوسیستم‌های آبی به مقدار تولیدات آن اکوسیستم بستگی دارد، به شکلی که این میکروارگانیسم ها در دریاچه‌های الیگوتروف دارای تراکم کمتری نسبت به دریاچه‌های یوتروف می‌باشند (Wetzel, 2001).

اهمیت تجزیه کنندگان در منابع آبی از جهت مصرف اکسیژن و ایجاد شرایط بی هوازی را نمی توان نادیده گرفت. به خصوص در دریاچه‌های کم عمق به جهت بالا بودن دمای رسوبات در فصل تابستان، بر سرعت فرآیندهای معدنی شدن و ورود مواد مغذی از رسوبات به داخل آب افزوده می‌گردد. از این رو الگوی تغییرات فصلی مواد مغذی در دریاچه‌های کم عمق، نسبت به دریاچه‌های دارای لایه بندی حرارتی برعکس می‌باشد (Sheffer, 1998).

## ۲-۱ مبانی پایه و سوابق مطالعات نیاز آبی تالابها

با عنایت به تهدیدات جدی رو در روی تالابهای کشور، مقوله تعیین نیاز آبی زیست‌محیطی بطور اعم از جمله مهمترین برنامه‌ها و نیازهای سازمان حفاظت محیط زیست می‌باشد. در سطح بین‌المللی نیز تجارب کشورهای مختلف در مدیریت تالابهای طبیعی و اثرات ناشی از برنامه‌های توسعه منابع آب موجب گردیده است تا تعیین نیاز آبی تالابها از برنامه‌های کنوانسیون‌های مرتبط با تالابها باشد. در این رابطه می‌توان به بندهای ۱۴، ۱۵ و ۱۶ ماده یک قطعنامه هشتمین کنفرانس متعاهدین کنوانسیون رامسر که در سال ۲۰۰۲ میلادی در والنسیا اسپانیا برگزار گردید، اشاره نمود. در این قطعنامه تأکید گردیده که کلیه کشورها ضمن بکارگیری رهنمودهای کنوانسیون رامسر، روش‌های تعیین حداقل نیاز آبی اکوسیستم‌های تالابی را با توجه به شرایط اقلیمی و ویژگی‌های طبیعی کشور خود تدوین و مورد استفاده قرار دهند.

علیرغم مباحث فوق‌الذکر در ایران، روش خاصی جهت تعیین حداقل نیاز آبی تالابها موجود نمی‌باشد و نه تنها سازمان حفاظت محیط زیست در مواجهه با طرح‌های توسعه منابع آب از ابزارهای علمی – کاربردی لازم جهت درخواست نیاز واقعی و بهینه تالابها برخوردار نیست، بلکه مشاورین مختلف نیز در مطالعات زیست‌محیطی طرح‌های توسعه منابع آب از امکان محاسبه حداقل نیاز اکوسیستم‌های آبی پایین‌دست برخوردار نبوده و به ناچار به استفاده از روش‌های عمومی نظیر اختصاص درصدی از آب پایه به پایین‌دست و یا الگوبرداری از مطالعات سایر کشورها بسنده می‌کنند. به همین دلایل در نوشته حاضر تلاش گردیده تا با بکارگیری نتایج سایر مطالعات انجام شده در سطح بین‌المللی با بهره‌گیری از اطلاعات دریاچه ارومیه بعنوان مطالعات موردی، نسبت به تأمین ابزارهای کاربردی محاسبه نیاز آبی تالابها اقدام نماید.

## ۱-۲-۱- مبانی پایه و معیارهای اصلی برنامه‌ریزی و تخصیص آب

برای انسان آب علاوه بر کارکردهای فیزیولوژیک، حیاتی و اکوسیستمی، دارای ارزش‌های اقتصادی نیز می‌باشد. میزان حجم کلی آب در سطح کره زمین ثابت می‌باشد و چرخه آب بگونه‌ای است که توزیع زمانی و مکانی آن بطور یکسان در سطح زمین پراکنده نگردیده است. با توجه به افزایش جمعیت انسان و مصارف مستقیم و غیر مستقیم جوامع بشری و همچنین محدودیت‌های منابع آب، کمبود آب به تدریج به اشکال مختلف در سطح زمین نمایان گردیده است. بر این اساس انسان‌ها به مرور زمان به لزوم برقراری مکانیسم‌ها و نظامهای عمومی بهره‌برداری منابع آب پی بردند.

به تدریج نظام‌های بهره‌برداری منابع آب با تحولات اجتماعی و ارتقاء سطوح نهادهای اجتماعی تکامل یافت. در جوامع اولیه بهره‌برداری منابع آب بدون ضوابط و محدودیت‌های خاصی مستقیما توسط مردم صورت گرفته است. با افزایش جمعیت، رشد سطح نهادهای اجتماعی و همچنین ازدیاد مصارف و نیازهای آبی، لزوم نظام‌مند شدن بهره‌برداری آب مشخص گردید و با توجه به رشد اجتماعی، مکانیسم‌های بومی برای بهره‌برداری آب مقرر گردید. وجود میراب‌ها که مسئول تقسیم آب بوده‌اند و همچنین واحدهای سنجش آب نظیر، فنجان و سنگاب مثال‌های خوبی برای این‌گونه نظام‌های بومی بهره‌برداری آب در ایران می‌باشد. افزایش جمعیت، توسعه کاربری‌های انسانی و نیازهای آبی به تدریج سبب گردید که ارزش آب به عنوان پایه نیازها و فعالیت‌های اقتصادی بیشتر نمایان گردد و همزمان با این فرایند، بهبود سطح مدیریتی و نهادهای اجتماعی موجب گردید که سازوکارهای بومی پاسخگوی بهره‌برداری آب نبوده و به دلیل این نیاز، ساختارهای کلان و ملی مدیریت آب ایجاد گردید که لازمه این نظام جدید تدوین قوانین و معیارهای مدیریتی آب می‌باشد. ابزارهای جدید مدیریت منابع آب امروزه در کلیه کشورهای جهان به شکل‌های مختلف ایجاد شده است. فرایند تکوین مدیریت بهره‌برداری و تخصیص آب در سطح اغلب کشورها مراحل کم و بیش مشابهی را طی نموده است. بااین حال غنا و سرعت طی این مراحل در مناطق مختلف دنیا یکسان نبوده است. در این مسیر کشورهای مناطق خشک و نیمه خشک دارای نهاده‌ها و سوابق کامل‌تری بوده‌اند. علیرغم اینکه قوانین و رویه‌های مدیریت آب در کشورهای مختلف دارای تفاوت‌هایی می‌باشد ولی اصول و چارچوب نظام‌های مربوطه کم و بیش یکسان است.

در فرآیند مدیریت و تخصیص منابع آب به دلیل محدودیت منابع و ارزش اقتصادی روز افزون، آب به عنوان یک زیر ساخت اصلی توسعه کلیه بخش‌ها، مدت‌ها نیازهای اکولوژیک طبیعت نادیده گرفته شده است و بدین ترتیب آبی که در قرون متمادی در اختیار طبیعت قرار داشته و موجب تکامل و تکوین اکوسیستم‌ها گردیده بود به تدریج به مصارف انسانی تخصیص داده شد. بر اثر این فرآیند برخی اکوسیستم‌های طبیعی آسیب‌های جدی دیدند. به همین دلیل در دهه‌های اخیر لزوم مد نظر قرار گرفتن نیازهای آبی سیستم‌های طبیعی بیشتر مورد توجه قرار گرفت و این موضوع یکی از مقولات جدید مطروحه در سطح جهان است.

با توجه به افزایش نیازهای آبی و توسعه بهره‌برداری از منابع آب و احداث سدها و دیگر سازه‌های آبی، جریان رودخانه‌های زیادی در سطح جهان بطور وسیعی دستخوش تغییرات شده و بهره‌برداری مستقیم،

اجرای طرح‌های سد سازی جهت ذخیره و تنظیم آب و همچنین انتقال بین حوضه‌ای موجب کاهش آب در دسترس مناطق پایین دست و بویژه تالابها گردیده است. در نتیجه این تغییرات علاوه بر تهدید تالابها به عنوان اکوسیستم‌های با ارزش طبیعی، بسیاری از کارکردها و خدمات اکولوژیکی و هیدرولوژیکی آنها نیز حذف گردیده است که باز خورد این امر در درجه اول به جوامع انسانی و بویژه اقشار کم درآمد حاشیه آنها که به خدمات و تولیدات تالابها وابسته‌اند منعکس می‌گردد. به همین دلیل نیاز به تعیین حداقل نیاز آبی اکوسیستم‌های آبی و تنظیم جریانات زیست محیطی مورد توجه جهانی قرار گرفته و از چالش‌های مهم مدیریت آب و اکوسیستم‌های تالابی می‌باشد.

از سوی دیگر با توجه به روند کاهش منابع آب و افزایش تقاضای بخش‌های مختلف مصرف، نقش اقتصاد زیست محیطی در مدیریت و تخصیص آب اهمیت زیادی پیدا کرده است. نقش سنتی و حاکمیتی دولت‌ها در مدیریت آب با توجه به افزایش کارکردهای اقتصادی آب امروزه نیز توجیه پذیر می‌باشد. با این حال راندمان کم مصرف آب جبران اندک هزینه‌های تعمیر و نگهداری تاسیسات، سرمایه‌گذاری‌های کلان طرح‌های جدید توسعه منابع آب و مشکلات کیفی در کشورهای مختلف موجب گردیده که گزینه‌های تخصیص آب دارای کارایی مصرف بیشتر، مورد بررسی و تجربه قرار گیرند.

در این راستا برای مدیریت بهینه منابع آب در کشورهای مختلف و از جمله در ایران، قوانین و مقررات مختلفی تنظیم شده است که چارچوب‌های کلان و جزئیات مدیریت منابع آب را مشخص می‌نمایند. بالطبع نحوه برنامه‌ریزی و تأمین آب برای بخش‌های مختلف در این چارچوب‌های قانونی میسر می‌باشد. در برخی از کشورها موضوع تأمین نیاز آبی و بویژه نیاز آبی تالابها بطور مستقیم در قوانین و مقررات منعکس گردیده است درحالی‌که در برخی کشورها نیز این موضوع به صراحت در مقررات تصریح نشده است.

هرچند که به دلیل موقعیت جغرافیایی ویژه و قرارگرفتن در منطقه خشک و نیمه‌خشک، مدیریت آب در ایران از گذشته‌های بسیار دور مدنظر بوده و در همین راستا روش‌ها و مبانی عرفی بسیار دقیقی برای نحوه بهره‌برداری از آب وجود داشته است، ولی اولین قوانین و مقررات مدون مرتبط با مدیریت منابع آب در ایران به سال ۱۳۰۹ برمی‌گردند و از آن زمان تاکنون قوانین و مقررات متعددی تدوین و تکامل یافته‌اند. بالطبع موضوع تامین نیازهای محیطزیست (تالابها) به آب را نیز باید در این مقررات جستجو نمود. از جمله مهمترین قوانین و مقررات مرتبط با مدیریت آب ایران که در حال حاضر قانون مرجع مدیریت آب کشور نیز تلقی می‌شود، قانون توزیع عادلانه آب مصوب ۱۳۶۱ است. این قانون در ۵ فصل تنظیم گردیده و دارای ۵۲ ماده و ۲۷ تبصره می‌باشد. در ماده ۲ این قانون به طور مستقیم به نحوه مدیریت انواع تالابها اشاره دارد و تأکید می‌نماید که بستر انهار عمومی، کانال‌های عمومی و رودخانه‌ها و همچنین مرداب‌ها و برکه‌های طبیعی در اختیار حکومت جمهوری اسلامی است و در فصل چهار این قانون نیز اجازه بهره‌برداری و تخصیص از منابع عمومی آب برای مصارف مختلف به وزارت نیرو سپرده شده است.

ذکر این نکته ضروریست که در اصل ۴۵ قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران نیز نحوه مالکیت انواع منابع طبیعی به عنوان انفال تعیین تکلیف گردیده است که در شرح این اصل عملاً به تالابها نیز اشاره گردیده است. در این اصل چنین آمده است:

انفال و ثروت‌های عمومی از قبیل زمین‌های موات و رها شده، معادن، دریاها، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و سایر آب‌های عمومی، کوه‌ها، دره‌ها، جنگل‌ها، نیزارها، بیشه‌های طبیعی، مراتعی که حریم نیست، ارث بدون وارث، و اموال مجهول‌المالک و اموال عمومی که از غاصبین مسترد می‌شود، در اختیار حکومت اسلامی است تا بر طبق مصالح عامه نسبت به آنها عمل نماید. تفصیل و ترتیب استفاده از هر یک را قانون معین می‌کند.

همانطوری‌که در متن اصل ۴۵ قانون اساسی مشخص می‌باشد انواع تالابها شامل دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، آبهای عمومی و همچنین دریاها به عنوان مظاهر انفال نامیده شده‌اند و مدیریت آنها به حکومت جمهوری اسلامی محول گردیده است. در واقع قانون توزیع عادلانه آب نیز در راستای همین اصل و به تفسیر مرتبط با آن نسبت به تعیین جزئیات مربوط به مدیریت این منابع اشاره نموده است. اما بررسی جزئیات تعاریف ارائه شده در قانون توزیع عادلانه آب نشان می‌دهد که حقابه تحت عنوان «حق مصرف آبی در دفاتر جزء قدیم یا اسناد مالکیت یا حکم دادگاه یا مدارک قانونی دیگر که قبل از تصویب این قانون برای ملک یا مالک تعیین شده باشد» تعریف شده است. بطوری‌که از این تعریف قانونی بر می‌آید محیط‌های طبیعی منجمله تالابها که قبل از توسعه فعالیت‌های انسانی و بهره‌برداری‌ها از آبهای موجود در طبیعت بهره می‌جسته‌اند در قانون مورد استناد قرار نگرفته و در این تعریف فقط جنبه‌های حقوقی و مرتبط با بهره‌برداری‌های انسانی مورد توجه قرار گرفته است.

اما علاوه بر قانون توزیع عادلانه آب، راهبردهای توسعه بلند مدت منابع آب کشور (مصوب ۱۳۸۲) نیز از چند نظر با موضوع نیاز آبی تالابها مرتبط می‌باشند. در بند ۲ این راهبردها که دارای ۱۷ بند اصلی می‌باشد به لزوم رعایت ظرفیت تحمل حوضه‌ها به عنوان یکی از الزامات مدیریت آب اشاره گردیده است و در ادامه تأکید شده که «حداقل نیاز محیط‌های طبیعی آبی باید به صورت پایدار تأمین گردد». بنابراین همانطوری‌که مشخص است هرچند بحث نیاز آبی تالاب‌ها به طور مستقیم در این بخش مورد اشاره قرار نگرفته است ولی در واقع تالابها نیز به عنوان یکی از منابع آبی طبیعی تلقی می‌گردند و به همین دلیل تأمین نیاز آبی آنها نیز در راهبردهای بلند مدت مدیریت آب تأکید شده است. البته در این راستا ذکر دو نکته ضروریست که اولا ماهیت این سند راهبردی است و جزئیات برنامه‌ای و آئین‌نامه‌های اجرایی لازم برای محقق شدن آن باید فراهم گردند و ثانیا در این سند نیز به حداقل نیاز آبی اشاره گردیده و شرایط بهینه درنظر گرفته نشده است.

از دیگر مبانی قانونی و برنامه‌ای که می‌تواند پشتوانه‌های قانونی تأمین حقابه زیست‌محیطی تالابها را تأمین نماید قانون برنامه چهارم توسعه است. در این قانون چند نکته مهم مورد تأکید قرار گرفته است. اولا در بند الف ماده ۱۶ تأکید شده که محدودیت‌های کمی و کیفی و نحوه‌ی توزیع مکانی و زمانی منابع آب کشور باید در طرحهای توسعه کالبدی آمایش سرزمین در محدوده‌های حوضه‌های آبریز لحاظ گردد. در واقع این بند چارچوب بسیار مناسبی را برای مدنظر قراردادن شرایط و ظرفیت‌های طبیعی حوضه‌های آبریز در برنامه‌ریزیهای توسعه‌ای ارائه نموده است. در ادامه همین ماده از قانون برنامه چهارم به لزوم افزایش سهم بهره‌برداری از منابع آب سطحی نسبت به آبهای زیرزمینی و تأمین حداقل نیاز محیط‌های طبیعی آبی نیز اشاره گردیده است. در واقع مفهوم ارائه شده در این بند را می‌توان مستقیما به لزوم تأمین نیاز آبی

تالابها مرتبط دانست.

همانطوری که از مباحث ارائه شده فوق‌الذکر مشخص می‌باشد، موضوع نیاز آبی تالابها در برنامه‌ریزی‌های منابع آبی در سطح راهبردها و برخی قوانین و مقررات به صورت نسبتاً مناسبی اشاره گردیده است ولی عدم تصریح مستقیم این بندها به موضوع حقابه زیست‌محیطی تالابها و همچنین فقدان آئین‌نامه‌های اجرایی لازم و مغفول ماندن این مواد در فرآیندهای برنامه‌ریزی و تخصیص آب در مجموعه وزارت نیرو از جمله مواردی هستند که متأسفانه تاکنون باعث گردیده‌اند موضوع نیاز آبی تالابها بطور عملی محقق نگردد. همچنین بسیاری از قوانین و مقررات مورد اشاره جزو قوانین دوره‌ای می‌باشند و به همین دلیل ضروریست که تأمین نیاز آبی تالابها بطور مستقیم در قوانین و مقررات ثابت کشور در بخش آب گنجانده شود.

باتوجه به مبانی قانونی فوق‌الذکر از آنجائی‌که براساس قانون توزیع عادلانه آب مدیریت و تخصیص منابع آب از جمله وظایف وزارت نیرو می‌باشد بالطبع درنظر گرفتن نیاز زیست‌محیطی تالابها نیز باید در فرآیندهای مربوطه ملحوظ گردد. در حقیقت تأمین نیاز آبی تالابها باید به بخشی از فرآیندهای تخصیص آب تبدیل گردد و به همین دلیل نیز باید نگرش‌ها و روش‌های برنامه‌ریزی و تخصیص آب مورد بررسی و شناخت قرار گیرد. در این راستا بررسی تجارب بین‌المللی نشان می‌دهد که قیمت‌گذاری هزینه‌های جانبی، تخصیص آب عمومی، بازار آب و تخصیص وابسته به مصرف کننده مهمترین روش‌های تخصیص می‌باشند که به طور گسترده در کشورهای مختلف تجربه شده‌اند. نیازها و از دیدگاه زیست محیطی نتایج هر یک از این روش‌ها می‌باید به دقت مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به موضوعاتی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است، می‌توان جمع‌بندی ذیل را در رابطه با روش‌های مختلف تخصیص آب وارتباط آنها با مقولات زیست‌محیطی ارائه نمود.

در روش تخصیص عمومی، نقش دولت‌ها در مدیریت و توسعه آب بویژه در طرح‌های بزرگ آبی بسیار پر رنگ است. دولت‌ها به دلیل نقش آنها در تأمین امنیت غذایی و بهداشت عمومی به سرمایه گذاری در طرحهای دارای اهمیت استراتژیک علاقمند می‌باشند. علاوه بر این پتانسیل مثبت که احتمالا برای مصرف کنندگان بخش خصوصی چندان جاذبه‌ای ندارد، عوامل خارجی منفی مانند مصرف بیش از حد آب (و آلودگی‌های ناشی از آن در پایین دست) نیازمند ایفای نقش قانونی و کنترلی دولت می‌باشد. نتایج حاصل از تخصیص عمومی تا حد زیادی به نفوذ سیاسی بخش‌های ذیربط و مصرف کنندگان بستگی دارد.

در مقابل، تخصیص وابسته به مصرف کننده بطور کلی بسیار انعطاف پذیرتر از تخصیص عمومی می‌باشد ولی هزینه‌های ایجاد سیستم‌های سازمانی مصرف کنندگان برای عرصه‌های وسیع زیاد می‌باشد و به همین دلیل این نوع تخصیص معمولاً در مقیاس‌های کوچک و در سطح سنتی به اجرا گذاشته می‌شود. همچنین نهادهای مصرف کنندگان می‌باید خدمات خود را به صورت پایداری ارائه نمایند و بدین لحاظ این نهادهای اجتماعی باید برای تخصیص و توزیع آب دارای قدرت تصمیم گیری باشند. چنین اقدامات گروهی در هر جامعه‌ای از کارایی کامل برخوردار نمی‌باشد و لازم است که ساختار اجتماعی از نظر پیشینه‌های تاریخی با این روش سازگار بوده و تقاضای آب زیادی برخوردار باشد.

از آنجایی که قدرت سیاسی بخش‌های مختلف بر تخصیص آب عمومی اثر می‌گذارد، مشارکت مردم

بومی در قالب گروه‌های اجتماعی (مانند زنان، کشاورزان، دامداران و ...) به تدریج به سوی سیستم‌های تخصیص وابسته به مصرف کننده منجر خواهد شد. در این زمینه عرف‌های اجتماعی نقش قابل توجهی بازی می‌کند. همه جوامع دارای عرف‌هایی هستند که نشان دهنده اولویت مصرف شرب به عنوان نیاز پایداری می‌باشند و هیچ کس در داخل یا خارج گروه نمی‌تواند این اولویت را نقض کند. در بسیاری از جوامع اسلامی "حقابه تشنگی[1] وحوش" به رسمیت شناخته می‌شود.

این دو عرف شناخته شده عوامل مناسبی برای محدود کردن آلودگی حاصل از مصرف کنندگان مختلف می‌باشند. در هند و بنگلادش طبقات اجتماعی مرفه باعث کاهش دسترسی طبقات فقیر جامعه به آب مناسب برای مصارف مختلف می‌شود. اقشار ضعیف حتی ممکن است از آب استحمام و شستشو نیز بی‌بهره باشند و آب شرب خود را از طبقات بالا مطالبه کنند. بدیهی است که در چنین شرایطی تأمین نیاز آبی زیست‌محیطی تالابها با دشواری زیادی روبرو خواهد بود.

تخصیص به روش بازار آب دارای مزایای زیادی است که موجب انگیزه مصرف کنندگان برای درک ارزش واقعی آب می‌گردد. برای این روش به مجوزهای شفاف، کمی و قابل واگذاری نیاز می‌باشد. ایجاد بازار آب و مجوزهای مربوطه نیازمند تداوم دخالت بخش دولتی و همچنین توسعه مشارکت گروه‌های مصرف کننده در مدیریت آب است. در تخصیص به روش بازار آب، اموری همچون صدور مجوزهای قابل داد و ستد، شناسایی حقابه‌ها، رفع اختلافات، پایش و کنترل اثرات غیر مستقیم و نیز ایجاد ساختار سازمانی و قانونی مورد نیاز بازار آب از جمله وظایف دولت باقی خواهد ماند. ارزش خروجی حاصل از بازار آب به ارزش اقتصادی آب در مصارف مختلف بستگی خواهد داشت. این امر موجب بوجود آمدن نگرانی برقراری عدالت اجتماعی برای حقابه‌داران کوچک و افرادی که توان رقابت در این بازار را ندارند می‌شود. ولی از مزایای این روش تخصیص، امکان جبران خسارت برای کسانی که حقابه‌های کوچک را از دست می‌دهند، می‌باشد. در حالی که نیازهای تقاضای صنعتی، شهری و زیست محیطی رو به افزایش است، کشاورزان در روش‌های تخصیص عمومی و وابسته به مصرف کننده نگران واگذاری بخشی از سهم بخش کشاورزی به بخش‌های دیگر بدون جبران خسارات وارده هستند. در حالی که در روش بازار آب جابجا شدن سهم حقابه‌ها با میزان خسارت‌ها همراه خواهد بود و به همین دلیل مصرف کنندگان مشارکت بیشتری در فرآیند تخصیص خواهند داشت.

در عمل اغلب کشورها ترکیبی از مکانیزم‌های تخصیص را بکار گرفته‌اند. هر یک از روش‌های تخصیص مزایا و معایب خاص خود را دارا می‌باشند. بهینه‌سازی مصارف آب از مهمترین اهداف مدیریتی آب می‌باشد ولی اجرای مکانیزم‌های تخصیص آب مؤثر در ارتقاء بهره‌وری مصرف اغلب بسیار مشکل می‌باشد. بدین منظور به مکانیزم‌های زیر ساختی حمایت کننده و همچنین ساز وکارهای نظارتی نیاز می‌باشد.

با توجه به کلیه موارد فوق الذکر می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که علیرغم مزایا و معایب هر یک از مکانیزم‌های تخصیص مورد بررسی، جهت بکارگیری یک یا ترکیبی از این مکانیزم‌ها در درجه اول می‌باید زیر ساخت‌های اجتماعی و همچنین ساختارهای اقتصادی به دقت مورد بررسی قرار گرفته و سازگارترین

1 - Right of Thirst

روش‌ها برای تخصیص آب بکار گرفته شود. کارایی بعضی از مکانیزم های تخصیص از جنبه زیست محیطی بیشتر بوده و برخی دیگر اثرات زیست محیطی احتمالی را در پی دارند. با این حال آنچه اهمیت دارد، آگاهی از مخاطرات زیست محیطی بکارگرفتن مکانیزم های تخصیص یاد شده می‌باشد و در صورت وجود این شناخت، امکان اعمال اصلاحات لازم و ملحوظ نمودن ملاحظات زیست محیطی نیز میسر خواهد شد. تأمین نیاز آبی تالابها در عمل نیازمند فراهم بودن زیرساختهای عملیاتی مربوطه می‌باشد که سازگاری روش‌های تخصیص با این رویکرد بسیار حائز اهمیت است. در ایران درحال حاضر روش تخصیص آب عملاً به صورت تخصیص عمومی است و تا حدودی نیز در سطح مدیریت‌های محلی آب، تخصیص وابسته به مصرف کننده وجود دارد. این دو روش از جمله تخصیص‌های بسیار غیر کارا می‌باشند که برای تأمین نیازهای زیست‌محیطی منابع آب و بویژه تأمین نیاز آبی تالابها قابلیت چندانی ندارند. در حال حاضر روش‌های تخصیص موجود در وزارت نیرو را نمی‌توان مستقیماً به این رویکردها مرتبط نمود ولی آنچه مشخص است، در حال حاضر رویکردهای برنامه‌ریزی تخصیص در وزارت نیرو از چارچوب معینی پیروی نمی‌کند و علاوه بر آن تأمین نیاز آبی تالابها نیز به عنوان بخشی از فرآیند تخصیص، عملاً درنظر گرفته نمی‌شود. بدیهی است که با نهایی شدن روش محاسبه نیاز آبی تالابها باید رویکردهای وزارت نیرو در برنامه‌ریزی و تخصیص منابع آب نیز به طور متناسب بازنگری و تکمیل گردند تا بدین ترتیب ظرفیت‌های فنی لازم برای تخصیص و تأمین نیاز زیست محیطی تالابها فراهم گردد.

## ۱-۲-۲- تعاریف و مفاهیم پایه نیاز آبی و جریان‌های زیست محیطی

اکوسیستم‌های مختلف با توجه به خصوصیات پایه و اجزاء تشکیل دهنده نیازمند آب بعنوان یکی از مواد اولیه می‌باشند. نقش آب در اکوسیستم‌ها از دو جنبه قابل بررسی است: از یک سو آب در فرآیندهای طبیعی‌پایه ارگانیسم‌ها مورد نیاز می‌باشد و از سوی دیگر از لحاظ زیستگاهی دارای اهمیت است. وجود آب در فرآیندهای پایه ارگانیسم‌ها، به‌صورت وجود رطوبت و یا فراهم بودن آب در مقاطع خاص چرخه زیستی ارگانیسم‌ها کفایت می‌نماید ولی آب در جایگاه زیستگاهی دارای خصوصیات متفاوتی است. در مباحث مربوط به تأمین نیاز زیست‌محیطی هر دو جنبه کارکرد آب مورد نظر قرار می‌گیرد ولی غالبا کارکرد زیستگاهی آن نقش مهمتری را ایفاء می‌کند. بنابراین به خوبی مشخص است که نظر به نقش کلیدی و چند جانبه آب در کارکردهای بیولوژیک و اکولوژیک اکوسیستم‌ها خصوصاً اکوسیستم‌های آبی، محیط‌زیست به عنوان یکی از مصرف کنندگان و حقابه‌بران ثابت منابع آبی بشمار می‌رود ولی جهت تعیین میزان این حقابه به شناخت کافی از بهینه‌ترین آب مورد نیاز اکوسیستم‌های آبی نیاز می‌باشد.

در سطح بین‌المللی واژه‌های متعددی برای تشریح جریانات رها شده برای حفظ اکوسیستم‌های آبی بیان گردیده است که واژه جریانات زیست محیطی مناسب‌ترین آنها می‌باشد. جریانات زیست‌محیطی به عنوان مقدار آب باقیمانده یا رها شده در رودخانه‌ها جهت مصرف ویژه مدیریت شرایط اکوسیستم مربوطه، تعریف شده‌است. در تعریف دیگری که مرتبط با مبحث نیاز آبی منابع آبی می‌باشد، واژه جریان زیست‌محیطی توسط اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی (IUCN) به عنوان «رژیم آب فراهم شده برای

رودخانه، تالاب یا ناحیه ساحلی به منظور حفاظت از اکوسیستم‌ها و منافع آنها» تعریف شده است. علیرغم تعریف فوق، در عمل معمولاً واژه جریان زیست‌محیطی[1] برای مباحث محیطزیستی رودخانه‌ها و واژه نیاز آبی برای تالابها بکار برده می‌شود.

مدیریت پایدار منابع آب نیازمند برقراری تعادل بین نیازهای مصرف کنندگان آب و توسعه اقتصادی با حفاظت منابع آب و اکوسیستم‌های آبی است. فرآیندهای تخریبی منابع آب جهت حفاظت بلند مدت اکوسیستمهای آبی می‌باید متعادل گردد و این امر مستلزم تدوین برنامه‌های لازم و همچنین بازنگری در فعالیت‌های انسانی مرتبط با منابع آب است. با این هدف علاوه بر جریانات زیست محیطی، تخصیص آب به اکوسیستم‌های تالابی نیز مفهوم جدیدی است که در مدیریت منابع آب و محیط زیست بکار گرفته می‌شود. مطابق تعریف کنوانسیون رامسر تخصیص آب به اکوسیستم‌های تالابی عبارت است از:

«کمیت و کیفیتی از آب که جهت حفظ یک ویژگی اکولوژیکی مشخص منابع آب برای تأمین پایداری کارکردها و خدمات یک اکوسیستم تالابی مشخص مورد نیاز می باشد».

در تعیین نیاز آبی تالابها حفظ کارکردهای اکولوژیک از مهمترین مبانی اصلی می‌باشد. از آنجایی که تالابها و بویژه تالابهای سرزمینی بخش تلفیقی سیستم‌های هیدرولوژیکی حوزه‌های آبریز می‌باشند، تعیین اهداف مدیریتی محدود به مرزهای آنها برای بقاء ویژگی‌های اکولوژیکی این اکوسیستم‌ها فاقد کارایی لازم است. بنابراین در تدوین اهداف مدیریتی برای حفظ بقاء تالابها، برقراری روابط بین آنها و دیگر منابع آبی داخل حوضه آبریز که دارای ارتباطات هیدرولوژیک یا اکولوژیک می‌باشند، بسیار ضروری است. همچنین در هدفگذاری مدیریتی ضروریست که ارتباطات هیدرولوژیکی تالابها با دیگر منابع آبی نیز در نظر گرفته شود. در تدوین اهداف مدیریتی برای بقاء تالابها باید همچنین بخاطر داشت که حفظ تالابها بویژه در حوضه‌های بزرگ در درجه اول از طریق ملاحظات مدیریتی منابع آب کل حوضه صورت خواهد گرفت.

تعیین اهداف مدیریتی منابع آب نیازمند تعریف دقیق مرزهای یک منبع آبی از دیدگاه اکوسیستمی می‌باشد و در غیر این صورت جامعیت اکولوژیک لازم جهت حفظ پایداری کامل امکان‌پذیر نخواهد بود. در رهیافت اکولوژیک مدیریت منابع آب و تعیین نیاز آبی تالابها براین اساس، می‌باید اهداف زیست محیطی و در برگیرنده کلیه اجزاء اکوسیستم آبی مورد نیاز جهت اطمینان از بقاء کارکردهای اکوسیستمی مورد استفاده قرار گیرد.

از آنجایی که اهداف زیست محیطی در برگیرنده جنبه‌های کیفی محیطزیست نیز می‌باشند، این هدفگذاری باید جامعیت اکولوژیکی را در نظر گرفته و پایداری اکوسیستم‌های تالابی را مد نظر قرار دهد. هر چند که سهم اکوسیستم‌های آبی به عنوان یکی از مصرف کنندگان آب جدیداً مطرح گردیده است ولی نباید فراموش کرد که اکوسیستم‌های آبی قدیمی‌ترین مصرف کننده منابع آب بوده‌اند و قدمت حقابه این اکوسیستم‌ها بسیار بیشتر از سایر کاربران می‌باشد و به طول عمر کل سیستم آبی مربوطه است.

1 - Environmental Flows

## ۱-۲-۳-مدل‌های مختلف موجود محاسبه نیاز آبی تالابها و جریان‌های زیست‌محیطی

هر تحقیقی به دلیل اینکه نیاز به جامعیت کافی دارد، نیازمند شناسایی مطالعات و تحقیقات مرتبط انجام شده قبلی دارد. در این راستا با توجه به ابعاد گسترده و فراگیر این تحقیق که در راستای تدوین متدولوژی، دستورالعمل تعیین نیاز آبی اکوسیستم‌های تالابی است، نیاز به بررسی دقیق کلیه مطالعاتی که تاکنون بطور مستقیم و یا غیر مستقیم در این رابطه بانجام رسیده می‌باشد.

با توجه به نتایج بررسی‌های گسترده انجام شده از آنجائی‌که به دلیل افزایش نیازهای آبی، طرح‌های توسعه منابع آب و محدودیت منابع آبی تنش‌های قابل توجهی به اکوسیستم‌های آبی وارد گردیده است، برای کاهش این تنش‌ها برخی روش‌ها جهت رهاسازی آب برای اکوسیستم‌های پائین‌دست در دنیا بکار برده شده است. در یک جمع‌بندی جامع می‌توان عنوان کرد که مطالعات انجام شده قبلی، روش‌های تعیین جریان زیست‌محیطی را در دو گروه اصلی سریع و جامع تقسیم‌بندی می‌نماید که در ذیل آنها بررسی می شوند.

### ۱-۲-۳-۱- روش‌های سریع محاسبه نیاز آبی

روش‌های سریع تعیین نیاز آبی با استفاده از آمار و اطلاعات موجود و معمولاً بدون هر گونه جمع‌آوری اطلاعات جدید صورت می‌پذیرد. در اغلب این روش‌ها سعی می‌شود تا ارتباط تجربی بین یک رودخانه یا کانال (بعنوان حجم آب در واحد زمان) با وضعیت اکوسیستم آبی مرتبط با آن برقرار گردد. در این روش‌ها عمدتاً داده‌های هیدرولوژیکی برای تعیین میزان آب سیستم و درصد رواناب در روز، حداقل به صورت فصلی مورد نیاز می‌باشد. در برخی از این روش‌ها با برقراری ارتباط بین آمارهای مختلف هیدرولوژی و ساختار و کارکرد اکوسیستم آبی مربوطه صحت بیشتری در محاسبات حاصل می‌نماید ولی حتی در چنین مواردی نیز برآوردهای انجام شده کلی بوده و در حد تعیین حجم آب سالانه، درصد متوسط رواناب سطحی یا جریانات ماهانه و فصلی می‌باشد. بنابراین اغلب روش‌های سریع محاسبه نیاز آبی جزء روش‌های هیدرولوژیک و برخی روش‌ها نیز با استفاده از اطلاعات هیدرولیکی بویژه برای رودخانه‌ها بکار گرفته می‌شوند. تقریبا هیچ یک از خروجی‌ها یا دبی‌های سالانه یا ماهانه روش‌های سریع تعیین نیاز آبی اکوسیستم‌های تالابی، برای مدیریت دقیق روزانه آب این اکوسیستم‌ها کافی نمی‌باشند ولی با این حال این برآوردهای کلی برای مقیاس برنامه‌ریزی در سطح حوضه آبریز بسیار مناسب می‌باشند.

۱) در یکی از روش‌های بسیار معروف تعیین نیاز آبی که مونتانا[1] نامیده می‌شود، درصد آب پایه متوسط سالانه رودخانه جهت حفظ شرایط اکولوژیک اکوسیستم‌های وابسته با استفاده از مشاهدات تجربی تعیین شده است. این روش در بسیاری از رودخانه‌های آمریکای شمالی تجربه شده است. با این حال این روش فقط برای الگوی عرض‌های جغرافیائی شمالی قابل کاربرد است و در دیگر اکوسیستم‌ها بویژه اکوسیستم‌های دارای جریانات فصلی از کارایی لازم برخوردار نیست. بعلاوه، این روش عمدتا برای رودخانه‌ها و آبهای جاری قابل استفاده است و نمی‌توان آن‌را برای تالابهایی که دریافت‌کننده آب چندین رودخانه می‌باشند بکار برد. مبانی پایه این روش‌ها همگی یکسان است اما طی چند سال اخیر وزارت نیرو برای تعیین جریان

1 - Montana method

جدول ۳-۱ : روش مونتانا: درصد متوسط جریان سالانه [1](AAF) جهت حصول اهداف مختلف

| هدف | درصد متوسط جریان سالانه | |
|---|---|---|
| | بهار – تابستان | پاییز – زمستان |
| سیلاب یا حداکثر جریان آبی<br>میزان جریان طبیعی | ۲۰۰ | ۲۰۰ |
| جریان رودخانه<br>شرایط اکوسیستم | ۶۰-۱۰۰<br>درصد جریان مورد نیاز جهت حفظ شرایط اکوسیستم | ۶۰-۱۰۰<br>بقاء شرایط رودخانه |
| بسیار عالی | ۶۰ | ۴۰ |
| عالی | ۵۰ | ۳۰ |
| خوب | ۴۰ | ۲۰ |
| متوسط | ۳۰ | ۱۰ |
| ضعیف یا حداقل | ۱۰ | ۱۰ |
| بسیار تخریب کننده | ۰-۱۰ | کمتر از ۱۰ |

World bank, Technical Note C1 (2003)

1 - Average Annual Flow

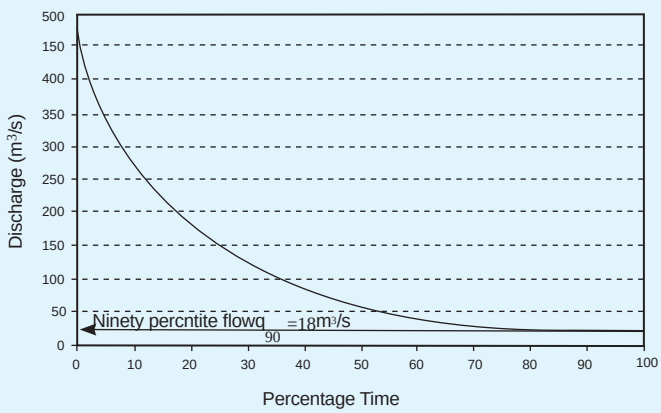
زیست محیطی پایین دست سدها و سازه‌های آبی این روش را به شرکت‌های تابعه ابلاغ نموده است. به همین دلیل از بین روش‌های سریع، جزئیات این روش شرح داده شده است. چگونگی تعیین جریان زیست‌محیطی در این روش به شرح جدول ۱-۳، بعنوان نمونه‌ای از روش‌های سریع ارائه می‌گردد.

بطوری‌که مشاهده می‌شود این روش بر مبنای رهاسازی آب از رودخانه‌ها طراحی گردیده است و بدین لحاظ این روش نیز برای اکوسیستم‌های تالابی که معمولاً دریافت کننده منابع آبی رودخانه‌های متعددی هستند قابل توصیه نمی‌باشد.

۲) یکی از روش‌های سریع دیگر محاسبه جریان زیست محیطی که بر مبنای هیدرولوژی رودخانه می‌باشد، روش تگزاس است. در این روش از درصدهای متغیر متوسط جریان ماهیانه استفاده می‌شود. این درصدها برای مناطقی که گونه‌های جانوری ویژه‌ای دارند با درنظر گرفتن خصوصیات بیولوژیک این گونه‌ها مشخص می‌شود. روش تگزاس، نوع پیشرفته‌تر روش‌های سریع و هیدرولوژیک محاسبه جریان زیست‌محیطی محسوب می‌شود زیرا نخستین روش سریعی است که درصد جریان توصیه شدهٔ هر ماه را علاوه بر خصوصیات هیدرولوژیک به عنوان متغییری در کنار ویژگی‌های بیولوژیکی از قبیل دوره‌های تخم ریزی ماهی‌ها و یا رشد بچه ماهی‌ها درنظر می‌گیرد.

۳) روش تحلیل منحنی مدت جریان از دیگر روش‌های محاسبه جریان زیست‌محیطی محسوب می‌گردد که در بعضی کشورها مورد استفاده قرار گرفته است. در تحلیل منحنی مدت جریان، داده‌های جریان طبیعی

شده یا کنونی رودخانه مورد نظر در دوره‌های زمانی خاصی برای ترسیم منحنی‌های دبی زمانی بلند مدت تولید می‌شود. این منحنی ارتباط میان محدودهٔ دبی‌های مختلف رودخانه و درصد زمان‌هایی که دبی مورد نظر با مقدار زمانی مورد نظر (مثلا ۹۰ درصد مواقع یا $Q_{90}$) مساوی می‌شود یا از آن بیشتر می‌شود، تحلیل می‌گردد. مثلا در بعضی موارد، ۹۰ درصد جریان ممکن است به عنوان حداقل جریان زیست محیطی تعیین شود. این مقدار، جریانی است که در ۹۰ درصد زمان‌ها بیشتر است. نمونهٔ تیپیک منحنی مدت جریان در نمودار ذیل نشان داده شده است. بدیهی است که برای استفاده از این تکنیک، داده‌های جریان هیدرولوژیکی مورد نیاز است و بالطبع این روش از نظر عملی توجهی به ویژگی‌های اکولوژیک رودخانه ندارد. البته بالطبع خصوصیات اکولوژیک رودخانه نیز تا حد زیادی تابع شرایط جریان‌های غالب خواهد بود ولی به هر حال برخی فرآیندهای اکولوژیک و یا نیازهای زیستی جانداران این گونه اکوسیستم‌ها، تابع شرایط خاص مانند سیلاب و یا کم آبی است.




**شکل ۵-۱ : نمودار نمونه تیپیک منحنی جریان رودخانه**

البته بدیهی است با توجه به این‌که این روش برای دبی یا جریان آبی ارائه شده است، بنابراین صرفاً برای تالابهای جاری یا رودخانه‌ها قابل کاربرد است. اما اگر در این نمودار به جای جریان آب، حجم آب یا تراز سطح آب یا هر شاخص دیگر تالابی مورد استفاده قرار گیرد، می‌توان از آن برای تالابهای ماندابی نیز استفاده نمود.

۴) از دیگر روش‌های سریع مورد استفاده برای محاسبه جریان زیست‌محیطی، روش جریان پایه آبزیان است. این روش بر این فرض مبتنی است که جریان متوسط ماهی از سال که پایین‌ترین دبی را در کل سال دارد، قاعدتا باید برای آبزیان کافی باشد مگر آنکه جریان بیشتری برای تأمین نیازهای تخم ریزی و پرورش نیاز باشد .در این روش با در نظر گرفتن فرض یاد شده، داده‌های هیدرولوژیک رودخانه مورد

جدول۴-۱: ماه های آبدهی رودخانه لوکوزی، زیمباوه

| ماه | ژانویه | فوریه | مارس | آوریل | می | ژوئن | جولای | آگوست | سپتامبر | اکتبر | نوامبر | دسامبر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| جریان ($m^3/s$) | ۱۴ | ۱۲ | ۹ | ۸ | ۵ | ۲ | ۱/۵ | ۲ | ۳ | ۴ | ۷ | ۱۳ |

بررسی قرار می‌گیرد و حداقل جریان زیست‌محیطی یا جریان پایه بر اساس آن تعیین می‌گردد. نمونه‌ای از بکارگیری این روش که در رودخانه لوکوزی در کشور زیمباوه مورد استفاده قرار گرفته است در جدول ۱-۴ ارائه شده است.

همانطوری‌که در جدول فوق مشخص می‌باشد، جریان آبی این رودخانه در ماه‌های مختلف بسیار متفاوت و بین ۱۴ مترمکعب در ثانیه تا ۱/۵ متر مکعب در ثانیه در نوسان است. بنابراین براساس روش جریان پایه آبزیان، حداقل جریان زیست‌محیطی یا جریان زیست‌محیطی پایه این رودخانه با استفاده از داده‌های فوق‌الذکر به میزان ۱/۵ مترمکعب در ثانیه مشخص شده است. البته باید این نکته در نظر گرفته شود که با توجه به شرایط اقلیمی ایران برخی رودخانه‌ها به صورت فصلی می‌باشند و به همین دلیل جریان حداقلی آنها در برخی ماه‌ها ممکن است صفر باشد که در این صورت بکارگیری جریان پایه آبزیان برای این گونه رودخانه‌ها قابل توصیه نخواهد بود زیرا در این صورت جریان پایه زیست‌محیطی رودخانه صفر محاسبه خواهد شد.

۵) از دیگر روش‌های سریع و هیدرولوژیک، رهیافت محدودهٔ تغییرپذیری است که پیچیده‌ترین شکل روش‌شناسی‌های شاخص هیدرولوژیکی به شمار می‌رود. هدف این روش، فراهم آوردن توصیف آماری تفصیلی از ویژگی‌های اکولوژیکی رژیم جریان است که با آگاهی از نقش حیاتی تغییرپذیری هیدرولوژیکی در حفظ اکوسیستم‌ها مشخص می‌شود. این روش در رودخانه‌هایی که حفاظت از کارکرد اکوسیستم طبیعی و حفظ تنوع زیستی طبیعی، اهداف اصلی مدیریت آن‌ها هستند به کارگرفته می‌شود. این متدولوژی از ۶ گام اصلی تشکیل می‌شود. **نخستین گام**، مشخص کردن محدودهٔ طبیعی تغییر هیدرولوژیکی با استفاده از چندین شاخص هیدرولوژیکی مناسب از نظر اکولوژیکی است که شاخص تغییر هیدرولوژیکی نامیده می‌شود. این شاخص‌ها در جدول نمونه ۴-۱ خلاصه شده است.

جدول ۴-۱: پارامترهای هیدرولوژیک بکار گرفته شده در شاخص‌های تغییر هیدرولوژیک

| گروه شاخص‌های تغییر هیدرولوژیکی | ویژگی‌های رژیم | پارامترها |
|---|---|---|
| گروه۱: بزرگی شرایط ماهیانه آب | بزرگی<br>زمان بندی | مقدار متوسط هر ماه شمسی |
| گروه۲: بزرگی و مدت شرایط حدی آب (سالیانه) | بزرگی<br>مدت | |
| گروه۳: زمان بندی شرایط حدی آب (سالیانه) | زمان بندی | |
| گروه۴: فراوانی ومدت پالس های کم و زیاد | فراوانی<br>مدت | |
| گروه۴: آهنگ/ فراوانی تغییرات متوالی شرایط آب | آهنگ تغییرات | |

● **گام دوم**، انتخاب هدف‌های کمی مدیریت برای هریک از پارامترهای شاخص تغییر هیدرولوژیکی است. مفهوم بنیادی این است که رودخانه بایستی به گونه‌ای مدیریت شود که مقدار سالیانه هر یک از پارامترهای شاخص تغییر هیدرولوژیکی در محدودهٔ تغییر طبیعی آن پارامتر قرار گیرد. هدف‌های کمی مدیریت بایستی بر اطلاعات موجود اکولوژیکی مبتنی باشد. در غیاب اطلاعات اکولوژیکی کافی، معمولا توصیه می‌شود که انحراف معیار ۱ ± به عنوان پیش فرض مشخص کردن اولیهٔ هدف‌های کمی مورد استفاده قرار گیرد.

● **گام سوم**، استفاده از هدف‌های مبتنی بر جریان مدیریت است که با نام محدودهٔ تغییرپذیری شناخته می‌شود.

● **گام چهارم**، در برگیرندهٔ طرح پایش برای ارزیابی اثرات اکولوژیکی سیستم جدید مدیریت منابع آب است.

● **گام پنجم**، مشخص کردن تغییر واقعی جریان با استفاده از همان پارامترهای هیدرولوژیکی و سپس مقایسه با هدف‌های کمی رهیافت محدودهٔ تغییرپذیری است. گام نهایی یا ششم نیز تکرار پنج گام اول با منظور کردن نتایج مدیریت سال‌های گذشته و یافته‌های پژوهش جدید اکولوژیکی یا اطلاعات پایش برای بازنگری سیستم مدیریت یا هدف‌های کمی رهیافت محدودهٔ تغییرپذیری است. بکارگیری این روش مستلزم دسترسی به حداقل ۲۰ سال داده های جریان آب رودخانه است. چنانچه داده‌های ۲۰ سال موجود نباشد، معمولاً توصیه می‌شود که با استفاده از روش‌های هیدرولوژیک و آماری نسبت به توسعهٔ داده های

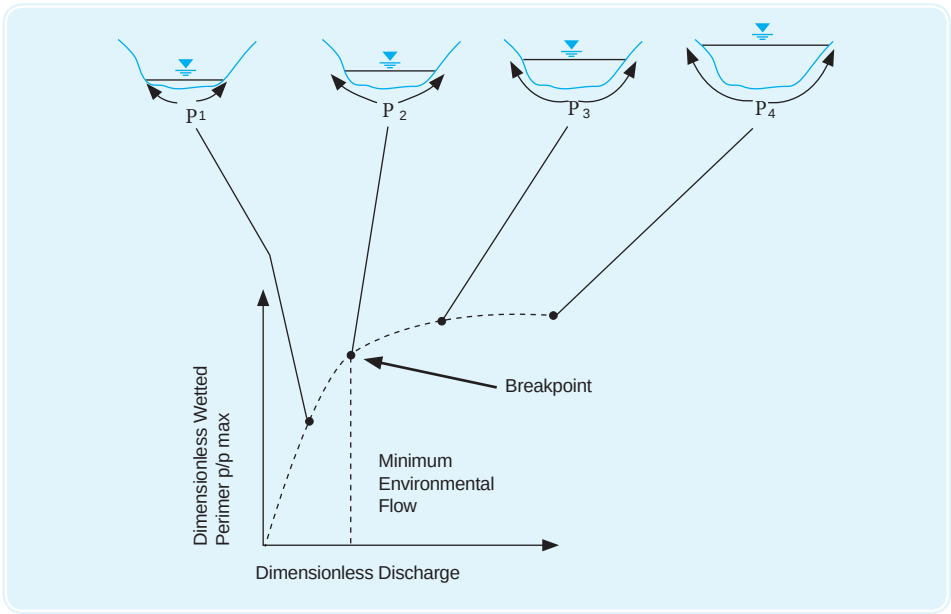
موجود اقدام گردد و سپس از این روش استفاده شود. رهیافت محدودهٔ تغییرپذیری برای پرکردن فاصلهٔ میان مدیریت هیدرولوژیک رودخانه و مبانی اکولوژیک و بویژه درنظر گرفتن شرایط آبزیان تدوین شده است.

همانطوری‌که قبلا نیز توضیح داده شد، برخی از روش‌های سریع تعیین نیاز آبی و جریان زیست‌محیطی، برپایه داده‌های هیدرولوژیکی منبع آبی مورد نظر هستند که از جمله آنها می‌توان به روش محیط مرطوب اشاره نمود. روش محیط مرطوب ساده‌ترین تکنیک مبتنی بر پیمایش میدانی و خاص سایت است که محاسبهٔ حداقل جریان زیست محیطی رودخانه‌ها را امکان پذیر می‌کند. بایستی یادآوری شود که تکنیک محیط مرطوب خصوصیات اکولوژیک و بویژه زیستگاه‌های آبی را به صورت مستقیم در محاسبات منظور نمی‌کند. برای مشخص کردن حداقل جریان زیست محیطی در این روش رابطه محیط مرطوب و دبی آبراهه یا رودخانه مورد نظر تولید می‌شود. تعریف محیط مرطوب آبراهه عبارت است از «طول خط تقاطع سطح مرطوب مجرا با صفحهٔ عرضی عمود بر جهت جریان».

رابطهٔ محیط مرطوب– دبی بایستی برای مقاطعی از آبراهه که در خیزاب‌ها (Riffle) قرار دارند یا در مکان‌هایی که عبور ماهی بایستی محدود شود، تولید شود. خیزاب، عبارت است از تنداب یا آبشارک‌های کم عمق در جریان آب آبراه که شیب بستر آن به صورت موضعی تند می‌باشد و به وسیلهٔ موانعی که تمام یا قسمتی از آنها در زیر آب قرار دارد، به وجود آمده و سطح آب رودخانه در محل آن موج‌دار است.

این روش فرض می‌کند که با حفظ محیط مرطوب در محدوده‌های زیستگاهی با ارزشی از رودخانه مثل خیزاب‌ها، جریان کافی برای بقای حیات آبزیان فراهم خواهد بود. روش محیط مرطوب در تصویر ذیل نمایش داده شده است و به ترتیب زیر استفاده می‌شود:

- ارتباط میان محیط مرطوب و دبی آبراهه در خیزاب یا جایی که عبور ماهیان محدود است برقرار می‌شود.
- ترسیم غیر ابعادی محیط مرطوب در مقابل دبی انجام می‌شود. مقادیر محیط مرطوب و دبی، با تقسیم بر مقدار ماکزیمم آنها بیان می‌شوند.
- نقطه شکست این منحنی مشخص می‌شود. این نقطه جایی را نشان می‌دهد که کاهشی کوچک در جریان، کاهش بیشتری را در محیط مر طوب نتیجه می‌دهد. نقطهٔ شکست روی منحنی محیط مرطوب دبی از نظر ریاضی، نقطه‌ای است که انحنای منحنی، ۴۵ درجه است. بایستی متذکر شد که ارزیابی معتبر نقطهٔ شکست با چشم امکانپذیر نیست. نقطهٔ شکست بایستی در نقطه ای که شیب منحنی یک است تعیین گردد (dy/dx=1).
- در مقاطع عرضی مرکب که بنچ‌های مختلفی دارند، ممکن است رابطهٔ نامنظمی میان محیط مرطوب و دبی به دست آید و ممکن است بیش از یک نقطهٔ شکست وجود داشته باشد. در این‌گونه موارد، کمترین نقطهٔ شکست معمولاً بیشترین تناسب را برای تعیین حداقل جریان دارد.
- وقتی نقطهٔ شکست مشخص شد، نیاز حداقل جریان زیست محیطی می تواند برآورد شود.




شکل ۶-۱ : نمودار بکارگیری روش محیط مرطوب برای محاسبه جریان زیست‌محیطی

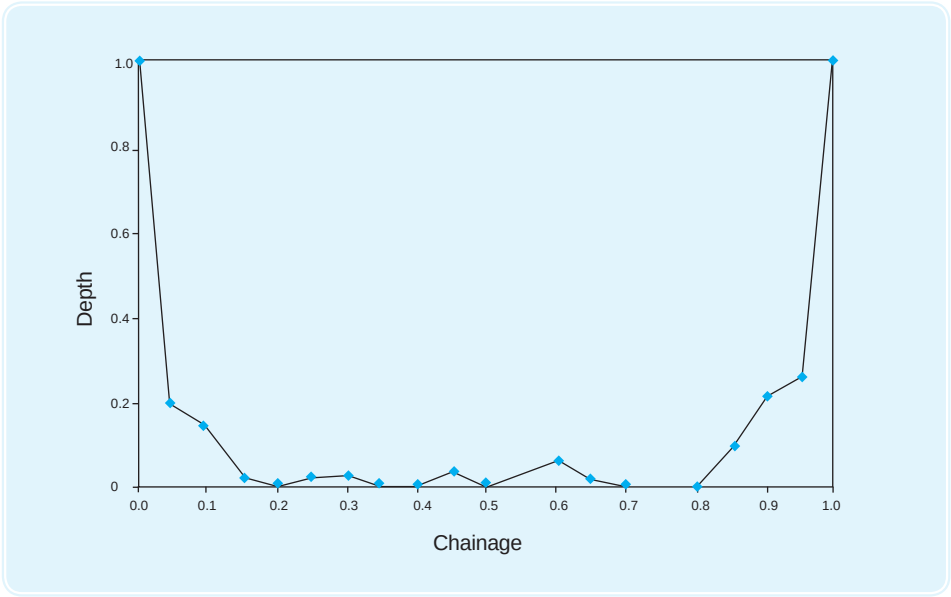
نکته مهمی که در انتخاب محل باید در نظر گرفت، سهولت اندازه‌گیری یا محاسبه جریان در این سایت است. اندازه گیری مستقیم دبی عبوری از خیزاب با هر سطح اعتمادی با جریان‌سنج‌های دستی نسبتاً دشوار است. معمولاً اندازه‌گیری دبی در محل یا قرائت ایستگاه اندازه‌گیری مجاور بهتر خواهدبود. در چنین مواقعی، سایت‌های جایگزین بایستی به اندازهٔ کافی نزدیک سایت مورد نظر باشند تا بتوان هرگونه افت یا جریان ورودی میان این دو سایت را نادیده گرفت.

باید یادآوری نمود که مقاطع عرضی مرکب که دارای بنچ‌های مختلف هستند، معمولا رابطه نامنظمی میان دبی و محیط مرطوب تولید خواهند کرد و ممکن است بیش از یک نقطهٔ شکست وجود داشته باشد که شیب آنها واحد است. کمترین نقطهٔ شکست مناسب‌ترین نقطه برای تعیین جریان زیست‌محیطی را داراست. البته این روش مانند کلیه روش‌های دیگر دارای الزامات داده‌ای است که قبل از انتخاب این روش برای تعیین جریان زیست‌محیطی باید درنظر گرفته شود. این الزامات عبارتند از:

- لزوم پیمایش مقاطع عرضی آبراهه در موقعیت‌های مناسب مانند خیزاب‌ها
- لزوم تولید منحنی اندازه‌گیری شده یا تولیدشدهٔ عمق دبی برای مقطع بررسی شده

با توجه به پیچیدگی نسبی این روش در محاسبه جریان زیست‌محیطی، نمونه‌ای از کاربرد آن در رودخانه

Hwadzi در آفریقا ارائه می‌گردد در این رودخانه برای استفاده از روش هیدرولیکی، محیط مرطوب شده در نقطه‌ای در مسیر آبراهه که معبر ماهیان می‌باشد، ضمن پیمایش مقطع عرضی رودخانه نسبت به اندازه گیری دبی رودخانه نیز اقدام شده است نتیجه پیمایش و ترسیم سطح مقطع عرضی این رودخانه در ۶ نقطه اندازه گیری شده در تصویر ذیل نمایش داده شده است.




**شکل ۷-۱ : نمودار مقطع عرضی پیمایش شده رودخانه Hwadzi**

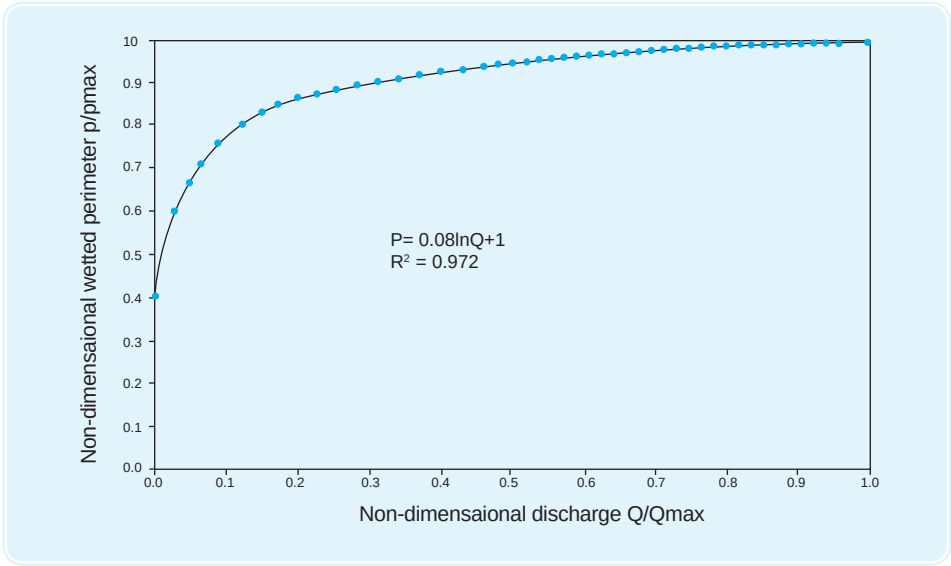
برآورد حداقل جریان زیست محیطی به صورت زیر انجام شده است:

۱.نمودار محیط مرطوب– دبی رسم شد.

۲.محیط مرطوب و داده‌های دبی با توجه به مقادیر حداکثر آنها غیر ابعادی شدند.

۳. رابطه‌ای میان محیط مرطوب و دبی (بدون بعد) برقرار شد. این کار در تصویر ذیل نشان داده شده است .در این مثال یک منحنی برازش داده شد و مشخص شد که محیط مرطوب با دبی با معادلهٔ زیر ارتباط دارد.

$$P = 0/08LnQ+ 1$$




شکل ۸-۱ : نمودار بی بعد شده محیط مرطوب و دبی رودخانه Hwadzi

سپس، نقطهٔ شکست محاسبه گردیده است. همانطوری‌که پیش از این توضیح داده شد، نقطهٔ شکست، نقطه‌ای است که در آن شیب یک است. با مشتق گیری از رابطه P = 0/08LnQ+ 1 رابطه ذیل بدست آمده است:

$$1=\frac{0/08}{Q}$$

بنابراین با استفاده از روابط و داده‌های بدست آمده، حداقل جریان زیست‌محیطی رودخانه مورد نظر به شرح ذیل نهایتا ۱/۳ مترمکعب در ثانیه محاسبه گردیده است.

$$Q_{instream}=0/08\ Q_{max}=0/08\times 16=1/3\ m^3/s$$

### ۱-۲-۳-۲- روش‌های جامع محاسبه نیاز آبی

در روش‌های جامع تعیین نیاز آبی برخلاف روش‌های سریع، جزئیات بیشتری از اکوسیستم آبی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در این روش‌ها نیز مبنای اصلی، تعیین میزان رهاسازی آب از سدها جهت تامین آب مورد نیاز اکوسیستم‌های آبی پائین‌دست می‌باشد ولی تفاوت آن با روش‌های سریع، دقت بیشتر مطالعات و نتایج حاصله می‌باشد. به عبارت دیگر روش‌های جامع ارائه‌کننده پاسخ‌های دقیقتر و زمان‌بندی شده‌تری در خصوص جریان زیست‌محیطی می‌باشند. دقت فضایی این روش‌ها در حد پایاب رودخانه‌ها و از نظر زمانی در حد ماهانه تا روزانه می‌باشد. در این روش‌ها براساس محدوده محیط آبی مربوطه مورد بررسی قرار می‌گیرد. روش‌های جامع در قالب دو رهیافت اصلی هیدرولوژیک و اکولوژیک قابل طبقه‌بندی هستند.

بکار بردن این‌گونه روش‌ها برای یک سیستم هیدرولوژیک بین چندین ماه تا چند سال بطول می‌انجامد و از آنجایی که این روش ها عمدتاً بر پایه دریافت اطلاعات می‌باشند، نیازمند انجام بررسی‌های هیدرولوژیک و اکولوژیکی دقیق و بکارگیری تیم های دارای تخصص‌های مختلف و اجرای مدل‌های رقومی هستند.

### ۱-۲-۳-۳-رهیافت‌های مختلف محاسبه نیاز آبی

- **رهیافت هیدرولوژیک**

همانطوری‌که از نام این رهیافت مشخص می‌باشد، بررسی جنبه‌های هیدرولوژیک مهمترین جهت‌گیری آن می‌باشد. در این رهیافت هدف اصلی حفظ شرایط هیدرولوژیک می‌باشد. براین اساس در این گروه از روش‌های تعیین نیاز آبی، بررسی وضعیت هیدرولوژیک منبع آبی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به عبارت دیگر در این رهیافت مرجع اصلی مورد مطالعه وضعیت هیدرولوژیک است و سایر جنبه‌ها در ارتباط با آن بررسی می‌گردد. بعنوان مثال در مطالعاتی که در سال ۱۹۹۴ توسط نایتس و فیتزجرارد[1] انجام شده است وضعیت رژیم آبی نسبت به شرایط قبل از اجرای طرح توسعه منابع آب مورد بررسی قرار گرفته و از جنبه‌های مثبت این روش ایجاد ارتباط بین جنبه‌های اقتصادی اجتماعی با رژیم هیدرولوژیک منبع آبی مورد مطالعه می‌باشد. از دیگر ویژگی‌های این رهیافت می‌توان از کاربردی بودن آن به دلیل عدم نیاز به اطلاعات جزئی در مورد اکوسیستم مورد مطالعه نام برد. ولی روش‌های هیدرولوژیک به هرحال در ملحوظ نمودن ملاحظات اکولوژیک و وضعیت شرایط اکوسیستم منبع آبی مورد مطالعه دارای نقاط ضعف قابل توجهی هستند. بطور کلی در رهیافت هیدرولوژیک از دیدگاه زیست‌محیطی چنین فرض می‌شود که اگر رژیم هیدرولوژیک منبع آبی نسبت به شرایط طبیعی دارای نوسان قابل توجهی نباشد می‌توان انتظار داشت که شرایط اکولوژیک نیز کم و بیش حفظ خواهد شد که بالطبع با توجه به پیچیدگی‌های قابل توجه مباحث اکولوژیک از نظر علمی چنین فرضیه‌ای چندان قابل تائید نمی‌باشد.

- **رهیافت اکولوژیک**

در فرآیند رهیافت اکولوژیک معمولاً دو جنبه زیستگاهی که شامل دیدگاه‌های هیدرولوژیک و اکولوژیک می‌شود مورد استفاده قرار می گیرد. بعلاوه گاهی جنبه‌های فیزیکوشیمیایی زیستگاه نیز در دو مؤلفه دیگر تلفیق می‌گردد. بطور کلی غالباً نیاز آبی محاسبه شده برای تالابها به صورت تنظیمات هیدرولوژیک جهت حفظ شرایط اکولوژیکی از قبیل عمق آب، محیط مرطوب شده و جریان آب است و همچنین پارامترهای هیدرولوژیک سیستم رودخانه‌ای مربوطه از جمله سرعت و حجم جریان را نیز در بر می‌گیرد. در این رهیافت، مبنای اصلی جنبه‌های اکولوژیک می‌باشد و مباحث هیدرولوژیک با این مبانی تلفیق و ارزیابی می‌گردند. با توجه به جامعیت بیشتر رهیافت اکولوژیک با اهداف تحقیق حاضر، این شاخه مورد بررسی دقیق‌تری قرار گرفته است.

1- Knights and Fitzgrald 1994

## ۱-۲-۳-بررسی سوابق محاسبه نیاز آبی در جهان

در این قسمت به منظور تدوین متدولوژی و دستورالعمل کاربردی برای محاسبه نیاز آبی اکوسیستم‌های تالابی با درنظر گرفتن نقاط ضعف مطالعات قبلی، به بررسی دقیقتر برخی از روش‌های مورد استفاده در مطالعات موردی مختلف پرداخته می‌شود. باتوجه به جامعیت بیشتر روش‌های اکولوژیک در محاسبه نیاز آبی تالابها، در این قسمت بیشتر به مثالهائی که با این رویکرد برای محاسبه نیاز آبی بکار می‌روند، پرداخته می‌شود. عناوین مهمترین مثال‌های موردی از مطالعات انجام شده در سطح جهان به شرح ذیل می‌باشد.

۱) برآورد نیاز آبی پوشش گیاهی تالابهای دشتهای سیلابی (Flood Plain Wetlands)
۲) مطالعه نیاز آبی تالاب گیدر[1]
۳) محاسبه نیاز آبی برای تأمین نیاز اکولوژیک پوشش گیاهی، بی مهرگان و پرندگان آبزی تالابی
۴) تأمین نیاز آبی جهت حفاظت گونه درخطر انقراض، لاکپشت تالابی غربی
۵) تأمین نیازآبی برای مدیریت پرندگان آبزی
۶) اهداف وابسته به پرندگان آبزی، دریاچه کرانگ[2]

### ۱-۲-۴-۱-اهداف وابسته به پوشش گیاهی

به‌منظور برآورد نیاز آبی پوشش‌گیاهی تالابهای دشتهای سیلابی، روبرت و همکاران در سال ۲۰۰۰ با استفاده از رهیافت اکولوژیکی برای تعیین نیاز آبی زیست محیطی تالابهای دشتهای سیلابی از هدفگذاری پوشش گیاهی استفاده نمودند. هرچند که تالابهای دشتهای سیلابی نسبت به تالابهای دریاچه‌ای بسیار متفاوت می‌باشند ولی بررسی این مطالعات بعنوان نمونه‌ای از روش اکولوژیک در محاسبه نیاز آبی حائز اهمیت است. این مطالعات با روش‌های بکار گرفته شده با رهیافت هیدرولوژیکی توسط نایتس در سال ۱۹۹۴ و همچنین مطالعات مادگوی متفاوت بوده است چرا که هدفگذاری این مطالعات بر اساس نیازهای اکولوژیک گیاهان تالابهای دشتهای سیلابی بوده است و نیاز آبی بر اساس رژیم آبی مورد نیاز برای حفظ این گونه‌های گیاهی تعیین گردیده است. در هدفگذاری گیاهی، گونه‌های چند ساله و چوبی اثر رژیم آبی تاریخی را نسبت به گیاهان علفی که واکنش سریعی نسبت به تغییرات آبی دارند بهتر منعکس می‌کنند. نوسان آب تالابهای دشتهای سیلابی بر گونه‌های چوبی به صورت خشک شدن آنها نمایان می‌شود. قابلیت دفاع و توجیه‌پذیری در مباحث مختلف بویژه بحث‌های اقتصادی از مهمترین ویژگی‌های کاربردی این تجربه می‌باشد. چارچوب کلی فرآیند این مطالعات در نمودار ذیل ارائه گردیده است.

1- Gwydir
2 - Kerang

**شکل ۹-۱: چارچوب فرایند برآورد نیاز آبی تالابهای سیلابی دارای پوشش گیاهی**

### ۱-۲-۴-۲- چارچوب روش بکار گرفته در تالاب گیدر

در تالاب گیدر جهت محاسبه نیاز آبی اکوسیستم تالابی، نیاز آبی گیاهان مورد بررسی قرار گرفت. این تالاب بر اساس رهیافت اکولوژیک چهار جامعه گیاهی به همراه توزیع و ارتباط آنها با تناوب سیلابها شناسایی و مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از بیلان آبی کمیت آب مورد نیاز برای دو جامعه گیاهی محاسبه گردید. در این فرآیند گونه گیاهی *Phyla canescens* مورد توجه بیشتری قرار داشته چرا که فراوانی آن در نتیجه کاهش آب این تالاب افزایش یافته موجب اثر بر سایرگونه‌های گیاهی نیز می‌گردد. مراحل اصلی فرآیند این مطالعه موردی در نمودار ذیل ارائه شده است.

**شکل ۱۰-۱ : نمودار رئوس اصلی فرایند تعیین نیاز آبی تالاب گیدر**

### ۱-۲-۴-۳-محاسبه نیاز آبی بر اساس هدفگذاری بقای پوشش گیاهی، بی مهرگان و پرندگان آبزی

یکی از مطالعات موردی جامع انجام شده با رهیافت اکولوژیک در تعیین نیاز آبی اکوسیستم های تالابی، در تالابهای وابسته به آبهای زیرزمینی دشت ساحلی سوان انجام پذیرفته است. رژیم آبی این تالابها با میزان استحصال آب زیرزمینی تعیین می‌شود. هیدرولوژی این تالابها و نیاز آبی گیاهان، بی مهرگان و پرندگان اهداف اصلی این برنامه مطالعاتی بوده است.

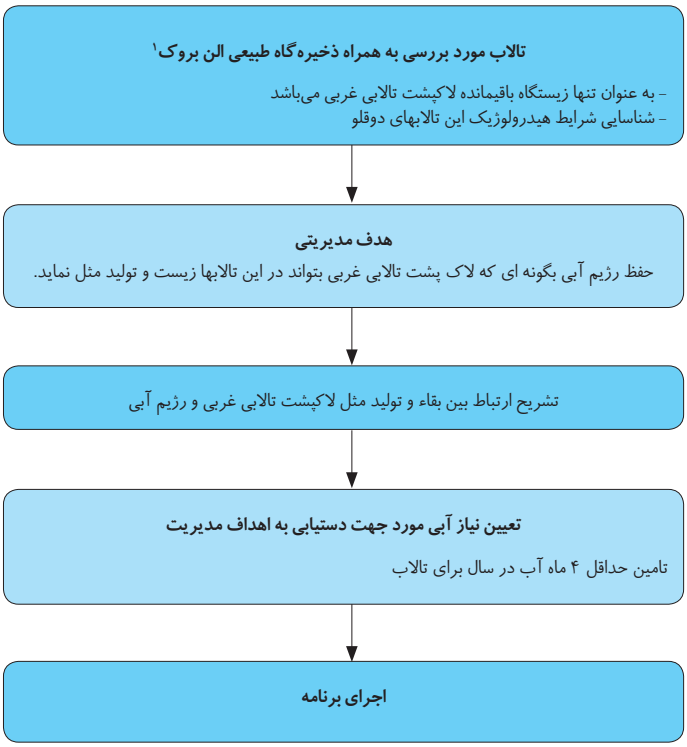
در این مطالعات ابتدا رژیم آبی مورد نیاز گیاهان با هدف حفظ پراکنش گیاهی موجود تعیین گردید. نیاز آبی محاسبه شده در این قسمت با نیاز بی مهرگان آبزی و پرندگان آبزی مقایسه گردید و بر این اساس نیاز آبی هر یک از تالابهای منطقه با توجه به ارزش‌های زیست محیطی ویژه آنها مورد محاسبه قرار گرفت.

این مطالعات با روش بکار گرفته شده توسط روبرت و همکاران برای تالابهای دشتهای سیلابی که در بخش‌های قبل تشریح گردید مشابهت‌هایی دارد. در تالابهای بزرگ یا دارای تنوع بیشتر رژیم‌های آبی مختلف ممکن است گونه‌ها یا کارکردهای بخصوصی را تأمین نماید. به عنوان مثال در رودخانه های کنترل شده (با احداث سد) رها سازی حجم جریان آبی سیلابی مشخصی در زمان کوتاه نسبت به رها سازی همان حجم سیلاب در زمان طولانی‌تر کارکردهای متفاوتی را برای اجزاء اکوسیستم تالابهای سیلابی پایین دست خواهد داشت. رها سازی حجم آب زیاد در زمان کوتاه موجب پوشش سطح بیشتری از دشت سیلابی شده و در نتیجه گونه های درختی و گیاهی منطقه از این شرایط بهره مند خواهند شد در حالی که افزایش زمان رهاسازی این حجم سیلابی برای تولید مثل پرندگان آبزی مفید خواهد بود. فرآیند نحوه محاسبه نیاز آبی در این مطالعات در نمودار ذیل نمایش داده شده است.

**شکل ۱۱-۱: نمودار فرآیند تعیین نیاز آبی وابسته به پوشش گیاهی، بی مهرگان و پرندگان**

### ۱-۲-۴-۴- اهداف وابسته به حفاظت گونه های در خطر انقراض

در این مطالعات نیاز آبی تالابهای دوقلو در آمریکا که زیستگاه نوعی گونه جانوری در خطر انقراض بنام لاکپشت تالابی غربی [1] می باشند تعیین گردید. این گونه دارای توزیع جغرافیایی بسیار محدودی است و به همین دلیل در رهیافت اکولوژیک، این گونه به عنوان هدف مدیریت تالاب مشخص گردید و مطابق فرآیند ارائه شده در نمودار ذیل نیاز آبی اکوسیستم تالابی مربوطه مشخص شد. نتایج این مطالعات نشان داد که این تالاب سالانه به ۴ ماه جریان آب نیازمند می باشد تا کارکردهای طبیعی اکوسیستم برای بقاء گونه در خطر انقراض لاکپشت تالابی غربی حفظ گردد.




1- Elen Brook natural reserve

**شکل ۱۲-۱: نمودار تعیین نیاز زیست محیطی آب تالابهای دوقلو برای حفظ لاک پشت تالابی غربی**

### ۱-۲-۴-۵- مدیریت پرندگان آبزی

بریگس و تورنتون، راهنمایی برای مدیریت تالابهای اکالیپتوس جهت تولیدمثل پرندگان آبزی ارائه نموده‌اند. بر اساس این مطالعات حداقل دوره آبدار بودن ۵ تا ۱۰ ماهه برای حفظ کامل شرایط تولیدمثلی پرندگان آبزی تعیین گردید. در این فرآیند ارتباط شرایط تولید مثلی ۲ گونه نسبت به رژیم آبی مورد مطالعه

1 Pseudomydura umbrina

قرار گرفت. در این تالاب پرندگان آبزی همچون حواصیل‌ها، لک لک سفید، کفچه نوک، قره غاز (باکلان) معمولاً در بخش‌های باز و پر آب این تالاب لانه سازی می‌کنند و اردک‌ها در زمان خشکی، هنگامی که تالاب بین دو سیلاب کاملاً خشک شده است، لانه سازی و زاد آوری می‌نمایند. در این مطالعات، محققین چنین نتیجه‌گیری نمودند که مدیریت آب تالاب، اکالیپتوس جهت بهینه سازی زاد آوری پرندگان می‌باید شامل آبگیر شدن محدوده درختان منطقه لانه سازی برای ۵ تا ۱۰ ماه در سال و خشک شدن اراضی قبل از سیلاب بعدی می‌باشد. در مناطق عمیق‌تر و باز این تالاب نیز می باید آب بطور دائم باقی بماند و در این صورت شرایط زادآوری مورد نیاز برای هر دو گروه پرندگان آبزی حفظ خواهد شد.

## ۱-۲-۵- بررسی سوابق محاسبه نیاز آبی در ایران

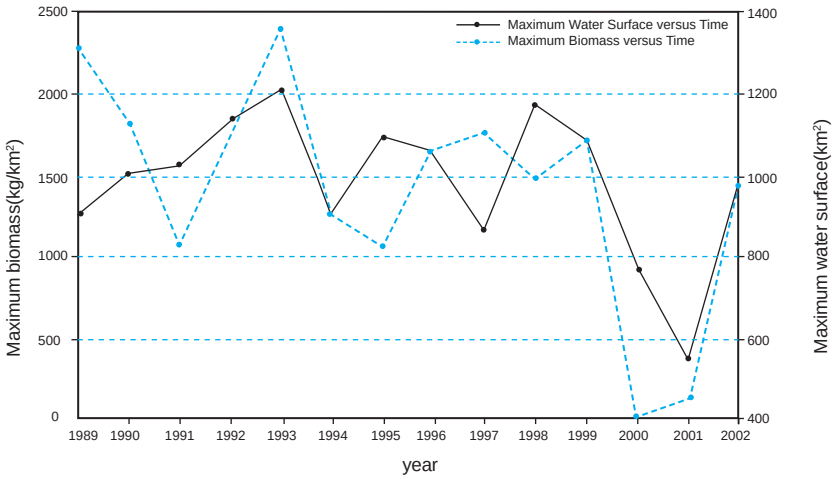
در ایران مطالعات کاربردی اندکی در خصوص محاسبه نیاز آبی تالابها و رودخانه‌ها انجام گردیده است. در خصوص رودخانه‌ها معمولاً در ارتباط با پروژه‌های سد سازی که دارای مطالعات ارزیابی اثرات زیست‌محیطی می‌باشند، با استفاده از روش‌های سریع بویژه روش مونتانا نسبت به درنظر گرفتن ضریبی از جریان طبیعی رودخانه بعنوان جریان زیست‌محیطی رودخانه اقدام می‌گردد که این موضوع در گزارشات ارزیابی زیست محیطی بسیاری از سدهایی که اخیرا ارزیابی شده‌اند موجود است. بعلاوه وزارت نیرو نیز طی بخشنامه‌ای به کلیه شرکت‌های تابعه همین روش (روش مونتانا) را به عنوان مبنای محاسبه جریان زیست‌محیطی رودخانه‌ها معرفی نموده است. این درحالیست که نیاز آبی تالابها موضوع متفاوتی است که نمی‌توان آنرا در قالب جریان زیست‌محیطی رودخانه(ها) درنظرگرفت. در این راستا بررسی های انجام شده در خصوص محاسبه نیاز آبی تالابها به مطالعات موردی محدودی منتهی می‌گردد که عمدتاً یا در قالب پایان‌نامه‌های تحصیلی در مقاطع تحصیلات تکمیلی و یا در قالب پروژه‌های مطالعاتی بوده است. چند مورد از اهم موارد محاسبه نیاز آبی تالابها که در ایران انجام گردیده است به همراه تحلیل مختصری از آنها در ادامه ارائه می‌گردد.

### ۱-۲-۵-۱- برآورد نیاز آبی زیست محیطی تالاب شادگان با استفاده از داده های سنجش از دور

این مطالعه در قالب مطالعه پایان نامه تحصیلات تکمیلی (سیما، ۱۳۸۵) به انجام رسیده است. در این مطالعه ضمن بررسی روش‌ها و رویکردهای اصلی محاسبه نیاز آبی تالابها با در نظر گرفتن ویژگی های تالاب شادگان از رویکردهای جامع محاسبه نیاز آبی تالابها استفاده شده است و با استفاده از شاخص‌های اکولوژیک و هیدرولوژیک نسبت به محاسبه نیاز آبی تالاب اقدام گردیده است. استفاده از سنجش از دور در این مطالعه صرفاً برای تأمین بخشی از اطلاعات بویژه اطلاعات گذشته‌نگر مربوط به سطوح آب گرفتگی تالاب در شرایط مختلف بوده است. فرآیند مورد استفاده در این مطالعات به شرح ذیل بوده است و گونه اردک مرمری به عنوان گونه شاخص اکولوژیک اصلی انتخاب گردیده است.

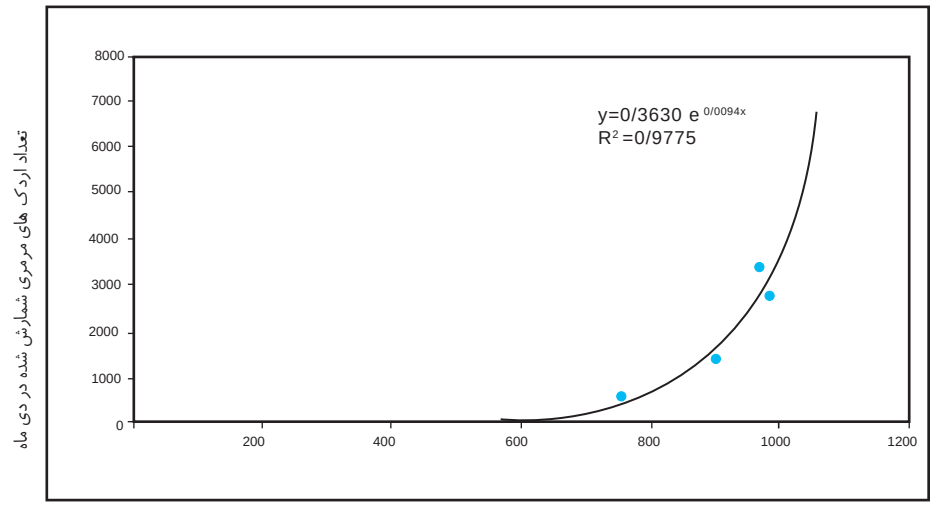
در این مطالعه از آنجا که محل زیستگاه های اصلی پرندگان مهاجر زمستان گذران، پوشش گیاهی متراکم و اصلی تالاب و همچنین پناهگاه های حیات وحش عمدتاً در محدوده شمالی تالاب واقع است، لذا این محدوده به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب گردیده است. در این راستا ابتدا رژیم هیدرولوژیکی تالاب در دوره زمانی قبل از دهه ۱۳۸۰ مورد بررسی قرار گرفته و کمیت و محل آورد های تالاب با استفاده از آمارهای موجود در منطقه تعیین گردیده است. برای تعیین سطح تالاب با استفاده از داده‌های تصاویر سنجنده NOAA استفاده گردیده و همزمان پایش تغییرات پوشش گیاهی نیز با کمک داده‌های سنجش از دور انجام گرفته و بدین ترتیب داده‌ها به عنوان بخشی از فرآیند محاسبه نیاز آبی تالاب درنظر گرفته شده است.

بدین ترتیب از ترسیم داده های حداکثر پوشش گیاهی تالاب در خردادماه در برابر حداکثر سطح آب در فروردین ماه، محدوده مطلوب سطح آب به لحاظ پوشش گیاهی بهینه در تالاب بدست آمد. نمودار ذیل ارتباط بین وضعیت پوشش گیاهی و نوسانات آب تالاب شادگان را نشان می‌دهد.




**شکل ۱۳-۱: نمودار وضعیت پوشش گیاهی و نوسانات آب تالاب شادگان**

با تحلیل اطلاعات این نمودار مشخص می‌گردد، پوشش گیاهی متراکم در تالاب منوط به غرقاب شدن تالاب در فصل سیلابی تا حداقل سطحی معادل ۷۶۶ کیلومتر مربع است. با افزایش سطح آب در تالاب، پوشش گیاهی نیز افزایش می‌یابد تا اینکه در سطح آب حدود ۹۰۰ کیلومتر مربع، به حداکثر مقدار خود رسیده است. نمودار فوق نشان می‌دهد که افزایش سطح آب تالاب بیش از ۹۰۰ کیلومتر مربع، اثر چندانی در افزایش سطح پوشش گیاهی تالاب نداشته است و به همین دلیل در مطالعات یاد شده چنین نتیجه گیری شده که سطح آب مطلوب تالاب به لحاظ وجود پوشش گیاهی مناسب، باید به گونه‌ای تعیین شود که در فروردین ماه سطح آب بین ۸۰۰ تا ۹۰۰ کیلومتر مربع قرار داشته باشد. بدین ترتیب با توجه به اینکه باید رابطه شاخص‌های مختلف با داده‌های مرتبط با منابع آب و ورودی‌های تالاب مشخص گردد، به شرح یاد شده با استفاده از داده‌های آماری منابع آب تالاب، رابطه بین سطح آب و پوشش گیاهی تعیین شده و بر این مبنا، حد آستانه سطح آب مطلوب به لحاظ غنای پوشش گیاهی به میزان مساحت ۸۰۰ تا ۹۰۰ کیلومتر مربع تعیین شده است. البته از آنجائی که اردک مرمری به عنوان شاخص اکولوژیک اصلی انتخاب گردیده بود، در تحقیق یاد شده نهایتا وضعیت این گونه در شرایط مختلف آبی و پوشش گیاهی تالاب شادگان نیز مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور داده‌های سرشماری این گونه در زمان‌های مختلف دریافت گردیده و باتوجه به محدودیت داده‌ها نسبت به تعمیم آنها با استفاده از روش های آماری اقدام شده که نتیجه حاصله در نمودار ذیل جمع‌بندی گردیده است. براساس این نمودار، فراوانی اردک مرمری در زمستان به صورت نمایی با سطح آب تالاب افزایش می‌یابد. بنابراین سطح آب مطلوب تالاب به لحاظ حضور اردک مرمری می‌بایست به گونه‌ای تعیین گردد که در آذرماه حداقل سطح آب حدود ۶۰۰ کیلومترمربع باشد.




**شکل ۱۴-۱: نمودار نسبت تعداد اردک مرمری به سطح آب تالاب شادگان در آذر ماه**

بدین ترتیب با توجه به وضعیت جمعیت گونه اردک مرمری و در نظرگرفتن حدود سطح آب مطلوب برای این گونه سطح آب مناسب برای این گونه معین گردیده و با استفاده از روابط هیدرولوژیک میزان نیاز آبی تالاب مشخص شده است. بر این اساس نیاز آبی تالاب در ماه‌های مختلف براساس سطح آب تالاب به شرح جدول ذیل محاسبه شده است.

**جدول ۵-۱: نمونه جدول محاسبه نیاز آبی تالاب در تالاب شادگان**

| | مهر | آبان | آذر | دی | بهمن | اسفند | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر | مرداد | شهریور |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سطح آب ($km^2$) | ۳۳۲ | ۲۱۵ | ۶۷۸ | ۸۱۷ | ۸۶۵ | ۹۰۸ | ۹۲۴ | ۸۴۰ | ۷۷۹ | ۴۸۸ | ۳۴۲ | ۲۷۵ |
| حجم آب (MCM) | ۶۹ | ۱۱۲ | ۲۱۲ | ۳۰۶ | ۳۶۰ | ۳۹۲ | ۴۰۱ | ۳۵۰ | ۲۶۹ | ۱۵۵ | ۸۳ | ۵۷ |

### ۱-۲-۵-۲- محاسبه نیاز آبی دریاچه ارومیه

یکی دیگر از مطالعات نیاز آبی که در کشور انجام شده است، نیاز آبی دریاچه ارومیه بوده است. این مطالعات نتیجه رساله دکتری (نظری دوست، ۱۳۸۵) بوده است. این مطالعه با توجه به اهمیت دریاچه ارومیه و شرایط حاد این اکوسیستم ارزشمند از جمله کاربردی‌ترین مطالعات محاسبه نیاز آبی بوده که نهایتا

در شورایعالی آب و ستاد اجرایی مدیریت حوضه آبخیز دریاچه ارومیه به ریاست معاون اول رئیس جمهور به عنوان حقابه زیست‌محیطی دریاچه ارومیه به تصویب رسیده و برمبنای آن، برنامه‌ریزی منابع آب این حوضه در راستای تامین نیاز آبی این دریاچه تنظیم گردیده است. در این مطالعه با استفاده از شاخص‌های اکولوژیک و در نظر گرفتن ویژگی های هیدرولوژیک اقدام به محاسبه نیاز آبی شده است. در اصل روش مورد استفاده رویکرد اکولوژیک بوده ولی قاعدتا از داده‌های هیدرولوژیک نیز برای آن استفاده شده است. در مطالعه یاد شده ضمن بررسی ارزش‌ها و کارکردهای مختلف دریاچه ارومیه، ویژگی های اکولوژیک آن مورد مطالعه قرار گرفته و تلاش شده تا یک شاخص اکولوژیک برای این اکوسیستم تالابی انتخاب گردد. باتوجه به شور بودن دریاچه ارومیه شاخص های اکولوژیک محدودی در این تالاب وجود دارند که محدودیت آنها در بخش بیولوژیک اکوسیستم بیشتر نیز بوده است. در واقع دریاچه ارومیه به دلیل شوری زیاد از نظر تعداد گونه‌ها فاقد تنوع زیستی قابل توجهی می‌باشد و به همین علت زنجیره غذایی آن بسیار ساده است. در بخش گیاهی دریاچه ارومیه فلور گیاهان آبزی مشخص گردید. جلبکهای سیانوفیسه شش گونه، از جلبکهای کلروفیسه چهارگونه و از خانواده باسیلاریوفیسه دو گونه در این دریاچه زیست می‌نمایند. بر این اساس کل فلور گیاهی دریاچه ارومیه به ۱۲ گونه از خانواده‌های مختلف جلبکی محدود می‌گردد.

در بخش تنوع زیستی جانوری، دریاچه ارومیه فقط دارای یک گونه سخت پوست به نام آرتمیا می‌باشد. آرتمیای موجود در دریاچه ارومیه بومی این دریاچه می‌باشد و به نام همین دریاچه *Artemia urmiana* نام‌گذاری شده است. این آرتمیا در شرایط بلوغ بین ۸ تا ۲۱ میلیمتر طول دارد که با توجه به عدم وجود ماهی در دریاچه، جمعیت آن می‌تواند تا تراکم بالایی چون ۴۰۰۰ عدد در لیتر نیز افزایش یابد. این گونه به روش فیلتر کردن تغذیه می‌کند و قادر است فیتوپلانکتون های ریزتر از ۵۰ میکرون را مورد مصرف قرار دهد. آرتمیای دریاچه ارومیه علاوه بر تخمگزاری، قابلیت بکرزایی نیز دارد. آرتمیای ماده دریاچه ارومیه می‌تواند بین ۷۰ تا ۱۶۰ تخم بگذارد که این تخمها به گونه‌ای سازگاری یافته‌اند که در صورت فراهم نبودن شرایط محیطی می‌توانند به صورت سیست تا ۴ سال نیز به حالت غیر فعال باقی بمانند و در صورتیکه شرایط محیطی و بویژه شوری و درجه حرارت مساعد باشد، طی ۱۶ تا ۱۸ ساعت به ناپلی[1] تبدیل می‌شوند. البته این گونه در شوری‌های بسیار کم و بسیار زیاد آسیب زیادی می‌بیند و جمعیت آن به شدت نوسان پیدا می‌کند. براین اساس وضعیت آرتمیا ارتباط مستقیمی با کیفیت آب دریاچه ارومیه دارد و بالطبع از نظر زنجیره غذایی نیز جمعیت آن وابسته به شرایط فلور تالاب است.

بنابراین باتوجه به رویکرد این مطالعات که اکولوژیک بوده است، از دید شاخص های اکولوژیک باتوجه به ساده بودن زنجیره غذایی داخل دریاچه فقط گونه‌های جلبکی، آرتمیا و فلامینگو بطور مستقیم دخیل می‌باشند که در بین این اجزاء گونه آرتمیا با توجه به اینکه خود از گونه‌های جلبکی تغذیه می‌نماید و مورد تغذیه فلامینگوها نیز قرار می‌گیرد بعنوان عامل میانی زنجیره غذایی می‌تواند شاخص مناسبی از سلامت اجزاء اکولوژیک تالاب محسوب گردد. به‌عبارت دیگر آرتمیا از یک سو از پلانکتون های گیاهی دریاچه تغذیه می‌نماید و از سوی دیگر مورد تغذیه فلامینگو قرار می‌گیرد. به همین دلیل سلامت این گونه در

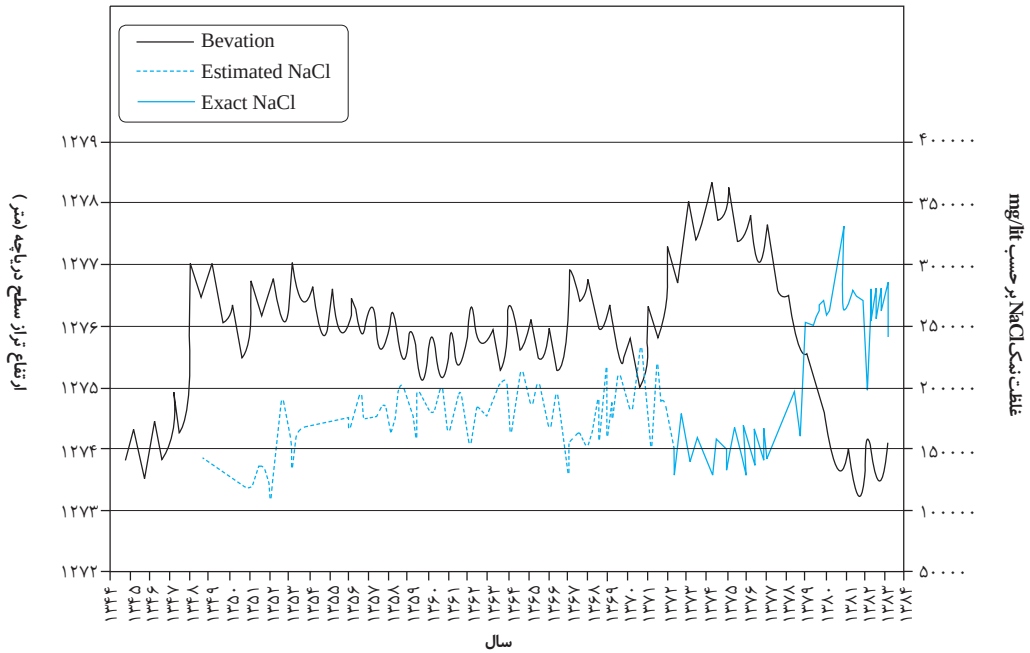
1-Nauplii

زنجیره غذایی دریاچه ارومیه نشان دهنده سلامت سایر شاخص‌های بیولوژیک آن خواهد بود. بعلاوه، آرتمیا دارای روابط مشخصی با کیفیت آب می‌باشد و بدین ترتیب می‌توان با درنظر گرفتن رابطه آن با میزان شوری آب دریاچه ارومیه و مشخص نمودن حدود قابل تحمل هریک از این دو عامل، یکی را بعنوان شاخص نهایی تعیین نمود. با همین توجیه، در مطالعات یاد شده گونه آرتمیا به عنوان شاخص اکولوژیک دریاچه ارومیه انتخاب گردیده و برای محاسبه نیاز آبی این دریاچه علاوه بر روابط این گونه با هیدرولوژی آب، جنبه‌های کیفیت آب نیز در نظر گرفته شده است. در واقع این مطالعه تنها مورد محاسبه نیاز آبی تالابها در ایران است که علاوه بر کمیت، کیفیت آب نیز در فرآیند محاسبات مورد توجه قرار گرفته است.

برای این منظور در درجه اول حوزه تحمل آرتمیا برای حفظ بقاء نسبت به شوری آب تعیین شده و با استفاده تعیین شوری بعنوان شاخص کیفیت آب، محاسبه نیاز آبی دریاچه ارومیه از دید هیدرولوژیک صورت پذیرفته است.

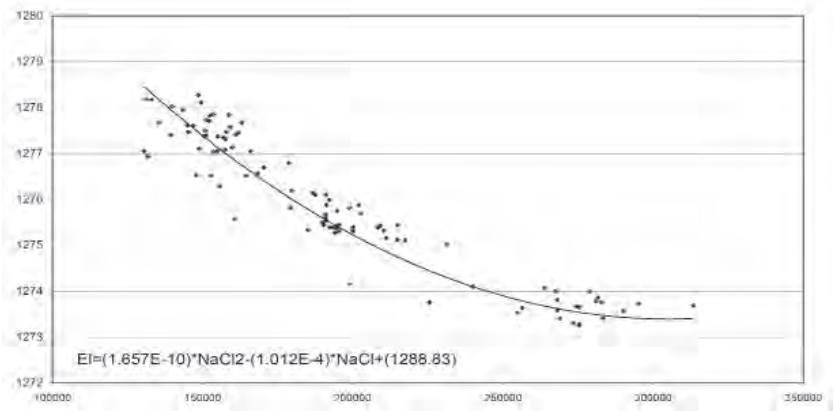
برای تعیین حوزه طاقت گونه آرتمیا در رابطه با شاخص کیفیت آب، براساس داده‌های جمع‌آوری شده از آرتمیای دریاچه ارومیه، این گونه در شوری‌های برابر ۲۸۰ گرم در لیتر به اشکال مختلف بالغ، نابالغ و سیست وجود داشته است. با این حال با توجه به نتایج بررسی مدارک و مستندات موجود و تجزیه و تحلیل آنها و همچنین با عنایت به نتایج مذاکرات حضوری و مشورت انجام شده با کارشناسان ذیربط، علیرغم فعالیت زیستی آرتمیا در شوری ۲۸۰ گرم در لیتر، جمعیت آن در این وضعیت مناسب نبوده و روند کاهشی را طی نموده است و قاعدتا چنین شرایطی را در درازمدت نمی‌توان بعنوان وضعیت پایدار این گونه در دریاچه ارومیه محسوب نمود. به همین دلیل با در نظر گرفتن وضعیت جمعیت گونه آرتمیا و تحقیقات علمی انجام شده در خصوص واکنش این گونه نسبت به تغییرات کیفیت آب، حداکثر شوری قابل تحمل آن در دریاچه ارومیه برابر۲۴۰ گرم در لیتر در نظر گرفته شده و همین میزان به عنوان مبنای محاسبه نیاز آبی استفاده شده است.

در ادامه مطالعه مذکور با در نظر گرفتن میزان شوری ۲۴۰ گرم در لیتر به عنوان شاخص کیفیت نسبت به تعیین رابطه کمیت و کیفیت آب اقدام شده است. از سوی دیگر در بین شاخص‌های مختلف کمیت، تراز ارتفاع آب از سطح دریاهای آزاد باتوجه به سابقه آماری موجود و امکان برقراری ارتباط با سایر مولفه‌های کمی بعنوان شاخص اصلی مورد مطالعه قرار گرفته است. بررسی روند تغییرات تراز آب دریاچه ارومیه به همراه تغییرات شوری آب آن نشان‌دهنده رابطه معکوس بین این دو عامل است. نتیجه آمار بلند مدت تغییرات تراز آب به همراه نوسان نمک NaCl محاسبه نیاز آبی دریاچه ارومیه در مطالعه یادشده در نمودار ذیل نمایش داده شده است.




شکل ۱۵-۱: نمودار مقادیر آماری شاخص‌های کمی و کیفی مورد استفاده در محاسبه نیاز آبی دریاچه ارومیه

با استفاده از این نمودار، مدل ریاضی رابطه این دو شاخص براساس نمودار ذیل محاسبه گردیده و در نتیجه مشخص شده که در هر سطح از تراز آبی دریاچه ارومیه، میزان شوری در چه میزانی قرار خواهد داشت.




شکل ۱۶-۱: نمودار رابطه شاخص‌های کمی و کیفی مورد استفاده برای محاسبه نیاز آبی دریاچه ارومیه

با توجه به رابطه بدست آمده فوق، میزان تراز آبی معادل شوری (غلظت NaCl) ۲۴۰ گرم در لیتر برابر تراز ارتفاع ۱۲۷۴/۱ متر محاسبه شده است. در این تراز آبی، شوری دریاچه ارومیه در سطح تحمل آرتمیا که همان غلظت ۲۴۰ گرم در لیتر می‌باشد، باقی می‌ماند و با حفظ شرایط زیستی این گونه، شرایط اکولوژیک دریاچه ارومیه نیز تثبیت خواهد شد. با مشخص شدن تراز ارتفاع آب دریاچه ارومیه، حجم بیلان آب دریاچه از طریق وضعیت حجم آب و ورودی‌ها و خروجی‌های آن مورد بررسی گرفته است. در تحقیق یاد شده با در نظر گرفتن ویژگی‌های زمین شناسی و وضعیت منابع آب حوضه، میزان تخلیه به آبهای زیرزمینی و همچنین تخلیه از آب‌های زیرزمینی به دریاچه، ناچیز و برآیند آنها در حد صفر در نظر گرفته شده و به همین دلایل باتوجه به وضعیت اقلیم منطقه و وسعت سطح تالاب ارومیه، عامل تبخیر از سطح بعنوان مهمترین مؤلفه خروجی آب تالاب مورد بررسی قرار گرفته است. بعلاوه جهت تعیین حجم آب دریاچه ارومیه در تراز ارتفاعی اکولوژیک محاسبه شده، رابطه حجم آب به تراز ارتفاعی که براساس شرایط طبیعی و ریخت‌شناسی دریاچه ارومیه مشخص شده نیز محاسبه گردیده است.

در نهایت در مطالعه یاد شده با در نظر گرفتن عوامل و شاخص‌های مختلف مساحت دریاچه ارومیه در تراز ارتفاعی اکولوژیک برابر ۴۶۵۲ کیلومتر مربع تعیین شده و با احتساب میزان تبخیر منطقه و بارش مستقیم بر روی دریاچه، میزان آبی که می‌باید سالانه از طریق رودخانه‌های موجود در حوضه بعنوان میزان آب مورد نیاز اکولوژیک دریاچه به آن وارد شود معادل ۳۰۸۴/۸۷۴ میلیون متر مکعب محاسبه گردیده است. همانطوری‌که قبلاً توضیح داده شد، این رقم متعاقبا در چند مرجع رسمی به تصویب رسیده و فرآیند اجرایی وسیعی برای تأمین این حقابه از سطح حوضه آبخیز که در برگیرنده سه استان مختلف است صورت گرفته که بالطبع خارج از موضوع مطالعات حاضر می‌باشد.

### ۱-۲-۵-۳- تعیین نیاز آبی تالاب آق گل

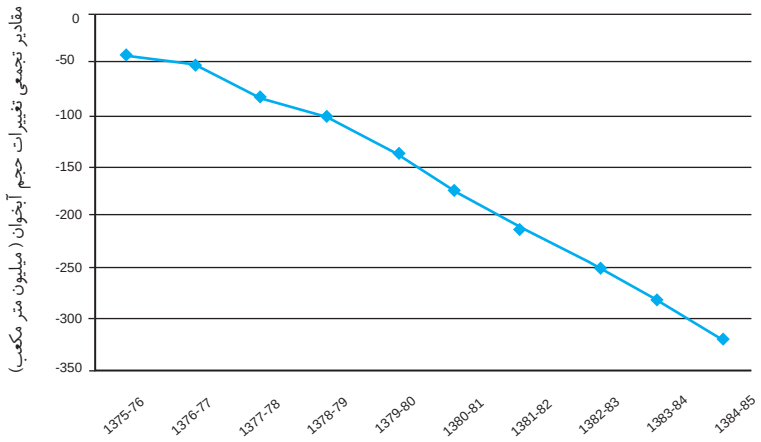
این مطالعات توسط دفتر محیط زیست وزارت نیرو (ثابت رفتار،۱۳۸۷) انجام پذیرفته است. مطالعات قبلی انجام شده با استفاده از رویکردهای جامع نگر و اکولوژیک برنامه‌ریزی و اجراء گردیده‌اند در حالی‌که مطالعه تعیین نیاز زیست محیطی تالاب آق گل با رویکرد هیدرولوژیک انجام پذیرفته است.

تالاب آق گل در مرز دو استان همدان و مرکزی قرار گرفته است. در گذشته حجم قابل توجهی از جریان‌های سطحی و سیلابها بویژه از رودخانه قره‌چای یا شرا به این تالاب منتهی می‌شده و در نتیجه پهنه‌ای از آب توأم با مجموعه‌ای از انواع گیاهان آبزی و نیمه آبزی پرندگان و سایر زیستمندان تالابی در این منطقه پدید آمده بود. اما با تأثیر عوامل مختلف از جمله تغییر کاربری و افزایش جمعیت و...، این اکوسیستم به تالاب فصلی تبدیل گردیده است.

در سالیان متوالی به‌دلیل ورود حجم عظیم آب رودخانه‌ها و سیلاب‌ها از جمله رودخانه قره‌چای به عنوان یک اکوسیستم طبیعی برای پرندگان و سایر زیستمندان تالابی استفاده می‌شده است. اما به دلیل تغییرات انجام شده در بیلان منابع آبی حوضه در سال های گذشته در اواخر تابستان در آن آبی دیده نمی‌شود. به همین دلیل پوشش گیاهی این تالاب نیز بصورت گیاهان نیزاری و حاشیه‌ای که قابلیت تحمل فصل خشک

را دارند، تغییر یافته است.

بررسی انجام شده در تحقیق مورد نظر نشان داده که در گذشته بدلیل بالا بودن سطح آبهای زیرزمینی، انهار این دشت از آبهای زیرزمینی تغذیه می‌شده و آبهای حاصله در نهایت به تالاب آق گل منتهی می‌شدند. به منظور بررسی ارتباط آبهای زیرزمینی این دشت با وضعیت تالاب آق گل در تحقیق یاد شده نسبت به بررسی روند بیلان آب دشت کمیجان اقدام گردیده و نتیجه حاصله که در نمودار ذیل ارائه گردیده است، نشان داده که در طول یک دوره حدود ده ساله، کسری بیلان این دشت به شدت افزایش یافته است که بالطبع این موضوع بر وضعیت منابع آبی تالاب آق گل نیز موثر بوده است.




**شکل ۱۷-۱ : نمودار مقادیر تجمعی تغییرات حجم آبخوان از ابتدای تشکیل شبکه سنجش در دشت کمیجان**

در این مطالعات برای محاسبه نیاز آبی تالاب آق‌گل وضعیت اقلیمی منطقه شامل بارش، دما و تبخیر نیز محاسبه گردیده و داده‌های حاصله برای محاسبه نیاز آبی تالاب مورد استفاده قرار گرفته است.

از دیگر داده‌های مورد نیاز برای محاسبه نیاز آبی تالاب آق گل، بررسی وضعیت هیدرولوژی و بیلان خود تالاب بوده است. بررسی‌های انجام شده در همین راستا نشان داده که هیچ آمار و اطلاعاتی در خصوص رقوم و حجم تالاب در دسترس نیست. به همین دلیل تنها داده‌های موجود، نقشه توپوگرافی و استفاده از تصویر ماهواره‌ای تالاب بوده است. به همین دلیل با استفاده از روش‌های مختلف، نسبت به استخراج مساحت تالاب با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای اقدام گردیده و مشخص شد که مساحت تالاب در حالت خشکسالی در حدود ۵۵۰ هکتار و در حالت نرمال ۷۴۰ هکتار می‌باشد. باتوجه به عدم وجود اطلاعات سطح تالاب در شرایط ترسالی به دلیل فقدان تصاویر ماهواره‌ای مناسب با استفاده از آمار گزارش شده از سوی شرکت آب منطقه‌ای همدان، سطح ۱۲۰۰ هکتار به عنوان وسعت تالاب در این شرایط برآورد

گردیده است. پس از مشخص نمودن مساحت تالاب در سه شرایط خشکسالی، نرمال و ترسالی، با بکار گیری روابط ریاضی رقوم سطح آب تالاب و نقشه توپوگرافی، حجم آبی در این شرایط به شرح جدول ذیل محاسبه گردیده است.

**جدول ۶-۱ : مساحت، رقوم سطح آب و حجم تالاب آق گل در شرایط خشکسالی، نرمال و ترسالی**

| حالت مورد بررسی | مساحت (هکتار) | رقوم سطح آب (متر) | حجم آب تالاب (میلیون متر مکعب) |
|---|---|---|---|
| ترسالی | ۱۲۰۰ | ۱۶۵۴/۷۲ | ۶/۲ |
| نرمال | ۷۴۰ | ۱۶۵۴/۲۲ | ۲/۶۷ |
| خشکسالی | ۵۵۰ | ۱۶۵۴ | ۱/۱۳ |

جمع بندی مطالعات یاد شده نشان می‌دهد که در شرایط خشکسالی حداقل نیاز آبی تالاب آق گل معادل ۱/۱۳ میلیون متر مکعب است در حالی‌که در حالت نرمال حدود ۲/۶ میلیون متر مکعب و در شرایط ترسالی حدود ۶/۲ میلیون مترمکعب آب باید به تالاب منتقل شود. همانطوری که قبلا نیز توضیح داده شد در این تحقیق از روش هیدرولوژیک برای محاسبه نیاز آبی تالاب استفاده شده است و هیچ استنادی به مسائل اکولوژیک تالاب مورد نظر نشده است. به همین دلیل مبناهای محاسبه نیاز آبی تالاب فقط شرایط اقلیمی از نظر خشکسالی، نرمال یا تر سالی بوده و حفظ سطح مشخصی از تالاب فقط با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی یاد شده هدف‌گذاری شده است. البته در مطالعات یاد شده سناریوهایی نیز برای تعیین نحوه تامین نیاز تالاب نیز ارائه گردیده است.

## ۱-۲-۶-جمع بندی مطالعات موردی انجام شده

با توجه به توضیحات ارائه شده در خصوص مطالعات موردی انجام شده براساس روش جامع، مشخص می‌گردد که اغلب این مطالعات علیرغم اینکه در ظاهر دارای رویکردی اکولوژیک هستند ولی هدف‌گذاری آنها متناسب با یک شاخص از پیش تعیین شده اکوسیستم بوده است. به عبارت دیگر در مطالعات نیاز آبی با رویکرد اکولوژیک که تاکنون بانجام رسیده است، هدف‌گذاری مطالعات از پیش انجام شده و فرآیند اکولوژیک برای حفظ شرایط بهینه شاخص انتخابی مورد توجه قرار گرفته است. از سوی دیگر همانطوری که در تشریح فرآیند مطالعات موردی انجام شده قبلی به خوبی نمایان است، در هیچ یک از این مطالعات جنبه‌های کیفیت آب مورد توجه قرار نگرفته و فقط کمیت آب در ارتباط با شاخص اکولوژیک انتخابی مورد بررسی قرار گرفته و نیاز آبی متناسب با تلفیق این جنبه‌ها با یکدیگر محاسبه شده است. با توجه به نتایج حاصل از هریک از این مطالعات و نقاط قوت و ضعف و همچنین تفاوت‌های موجود در اجرای هریک از

آنها می‌توان نسبت به طراحی اولیه روش‌کار این تحقیق اقدام نمود. به عبارت دیگر بررسی سوابق مطالعات انجام شده در زمینه تعیین جریانات زیست‌محیطی و یا نیاز آبی اکوسیستم‌های آبی و تالابی نشان‌دهنده آن است که روش‌های سریع برای انجام این گونه مطالعات از دقت لازم برخوردار نمی‌باشند و روش‌هایی نیز که بطور موردی و در قالب روش‌های جامع مورد استفاده قرار گرفته‌اند دارای نقاط قوت و ضعف مختلفی می‌باشند. ولی بطور کلی رویکرد اکولوژیک بعنوان بهترین جهت‌گیری برای تدوین دستورالعمل تعیین نیاز آبی اکوسیستم‌های تالابی می‌باشد.

در این راستا باتوجه به محدودیت‌های منابع آب جهانی و روند تخریب اکوسیستم‌های آبی اقدامات مختلفی توسط کشورها برای درنظر گرفتن بخشی از منابع آبی برای اکوسیستم‌های طبیعی و بویژه رودخانه‌ها صورت پذیرفته است. همانطوری که توضیح داده شد، عمده تمرکز این روش‌ها در دنیا بر محاسبه جریان‌های زیست محیطی رودخانه‌ها بوده است و در مواردی نیز نیاز آبی تالابها مورد محاسبه قرار گرفته است. در دنیا حدود ۲۰۷ متدولوژی و مطالعه موردی در این رابطه و در ۴۴ کشور مختلف شناسایی گردیده است. در بین کشورهای دنیا امریکا با بیش از ۳۷ درصد موارد در موضوع جریان‌های زیست‌محیطی پیشرو بوده در حالیکه سایر کشورها نیز به صورت فزآینده‌ای به این موضوع می‌پردازند. بررسی روش‌های یاد شده نشان می‌دهد که عمده آنها بر روی جریان زیست محیطی رودخانه‌ها تمرکز داشته‌اند تا نیاز زیست محیطی تالابها و کلیه این ۲۰۷ روش‌شناسی را می‌توان به رویکردهای هیدرولیکی، هیدرولوژیکی، شبیه‌سازی زیستگاهی، روش‌های جامع طبقه‌بندی نمود. البته در برخی موارد نیز به صورت موردی از تلفیق چند روش و یا روش‌های خاصی که در این طبقه‌بندی قرار نمی‌گیرند استفاده شده است. در بین روش شناسی‌های مختلف در سطح دنیا، روش‌های هیدرولوژیک با بیش از ۳۰ درصد بیشترین رویکرد مورد استفاده بوده‌اند و در بین متدولوژی‌های این رویکرد روش تنانت یا همان مونتانا بیشترین کاربرد را داشته است. البته باتوجه به برخی جزئیات مربوط به این روش، کشورهای مختلف بعضا این روش را با برخی تغییرات به کار گرفته‌اند.

در کنار این رویکرد، دومین رویکرد کلان مورد استفاده در سطح جهانی حالت ترکیبی بین روش‌های هیدرولوژیک و شبیه‌سازی زیستگاه‌ها (اکولوژیک) بوده است. این روش شناسی تلاش نموده تا با تلفیق مبانی اکولوژیک و هیدرولوژیک جامعیت بیشتری به روش‌های محاسبه جریان زیست‌محیطی بدهد.

بررسی مطالعات موردی انجام شده در ایران نیز نشان می‌دهد که مهمترین رویکرد رسمی دستگاه‌های اجرایی ذیربط صرفا پرداختن به جریان زیست‌محیطی رودخانه‌ها در پائین دست طرح‌های توسعه منابع آب می‌باشد و مطالعات اندکی برای محاسبه نیاز آبی تالابها بعنوان محیط پذیرنده آب انجام گردیده است. در محاسبه جریان زیست‌محیطی نیز در بین رویکردهای مختلف ساده ترین رویکرد که همان متدولوژی هیدرولوژیک است (و بطور ویژه روش مونتانا) مورد استفاده قرار گرفته است. بررسی‌های انجام شده در خصوص نحوه بکارگیری روش مونتانا نیز نشان می‌دهد که این روش عینا مورد استفاده قرار گرفته و برخلاف بسیاری از کشورهای جهان که متناسب با شرایط محیطی خود این روش را برای کشور خود بومی‌سازی نموده‌اند در ایران این روش بدون بومی سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در مطالعات موردی محاسبه نیاز آبی تالاب که در ایران، رویکردهای هیدرولوژیک و اکولوژیک هر دو مورد استفاده قرار گرفته‌اند و مطالعه مورد تالاب شادگان نیز که به نام روش جامع معرفی گردیده است در حقیقت از همان رویکرد اکولوژیک استفاده نموده است. در واقع در روش مورد استفاده برای محاسبه نیاز آبی دریاچه ارومیه و روش مورد استفاده برای محاسبه نیاز آبی تالاب شادگان از لحاظ روش شناسی تفاوت چندانی وجود ندارد و هر دو روش از یک فرآیند مشابه استفاده نموده‌اند. البته در روش محاسبه نیاز آبی دریاچه ارومیه علاوه بر مباحث کمیت، کیفیت آب نیز در فرآیند تعیین نیاز آبی مورد توجه قرار گرفته در حالیکه در مطالعات تالاب شادگان صرفا کمیت آب تعیین شده است.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در اغلب مطالعات موردی محاسبه نیاز آبی جنبه‌های کیفیت آب مدنظر قرار نگرفته است. به همین دلیل نیز کنوانسیون رامسر بعنوان تنها مرجع بین‌المللی مرتبط با تالابها، تدوین متدولوژی و دستورالعمل تعیین نیاز آبی تالابها را بعنوان یکی از اهداف خود برشمرده و در بندهای ۱۵، ۱۴ و ۱۶ ماده یک قطعنامه هشتمین کنفرانس متعاهدین کنوانسیون رامسر که در سال ۲۰۰۲ میلادی در والنسیا اسپانیا برگزار گردید به لزوم تدوین روش‌های تعیین حداقل نیاز آبی اکوسیستم‌های تالابی و دستورالعمل‌های تاکید شده است.

لازم به توضیح است که کنوانسیون رامسر راهنمای عمومی را برای درنظر گرفتن نیاز زیست‌محیطی ارائه نموده است. این راهنما در زمینه تخصیص و مدیریت آب به اکوسیستم‌های تالابی جهت حفظ کارکردهای اکولوژیک آنها می‌باشد ولی باتوجه به مقیاس کلان و عدم وجود سوابق مطالعاتی لازم، این راهنما نیز فقط خطوط کلی را ترسیم نموده و نه تنها متدولوژی و دستورالعملی برای تعیین نیاز آبی تالابها محسوب نمی‌گردد بلکه در حد راهنما نیز فقط به مبانی عمومی مدیریت آب برای تالابها می‌پردازد. بنابراین این راهنما از دید تعیین نیاز آبی تالابها فقط در حد کلیات مدیریتی می‌باشد و جنبه‌های فنی و همچنین تدوین دستورالعمل مربوطه از جمله اقداماتی است که می‌باید در ادامه چنین راهنمایی و با بهره‌گیری از چارچوب‌های ارائه شده در آن به انجام برسد. با توجه به نقش این راهنما در تدوین دستورالعمل تعیین نیاز آبی تالابها به بررسی بیشتر آن پرداخته می‌شود.

با بررسی مطالعات موردی انجام شده در ایران و همچنین سایر کشورها می‌توان رهیافت‌های محاسبه نیاز آبی تالابها را فقط به دو گروه اصلی تقسیم نمود که عبارتند از رویکردهای هیدرولوژیک و اکولوژیک و براین اساس می‌توان خلاصه ویژگی‌های این دو روش را در جدول ۱-۷ جمع‌بندی نمود.

**جدول ۱-۷ : مقایسه مزایا و معایب رهیافت‌های مختلف محاسبه نیاز آبی تالابها**

| رهیافت | خصوصیات اصلی | مزایا | معایب |
|---|---|---|---|
| هیدرولوژیک | - رژیم آبی قبل از اجرای طرح توسعه منابع آب را مورد بررسی قرار می‌دهد.<br>- هدف اصلی حفظ رژیم طبیعی رودخانه ویا شرایط مشابه آن است.<br>- شرایط هیدرولوژیک رودخانه را قبل و بعد از اجرای طرح توسعه منابع آب بررسی می‌نماید.<br>- برنامه مدیریت طرح توسعه منابع آب را بر اساس نیازهای هیدرولوژیک پائین‌دست فراهم می‌نماید. | - امکان ایجاد ارتباط بین خصوصیات هیدرولوژیک و اکولوژیک وجود دارد.<br>- به نیازهای اکوسیستم تالابی به آب احتیاج نیست و بدین لحاظ اطلاعات مورد نیاز (اکولوژیک) کاهش می‌یابد.<br>-کم هزینه بودن<br>- صرف زمان اندک | - نگرش به نیاز آبی بر اساس وجود یک طرح توسعه منابع آب<br>- عدم تضمین جنبه‌ها و حساسیتهای اکولوژیک<br>- احتمال تغییر یافتن اجزاء جاندار اکوسیستم آبی پائین‌دست پس از طرح توسعه منابع آب و در نتیجه تغییر مبنای مطالعات<br>- فرضیه اینکه اجزاء جاندار اکوسیستم با رژیم آبی رابطه خطی دارند(درمواردی که جنبه‌های اکولوژیک نیز بررسی شده) (Young et.al.1998)<br>- مشکلات توجیه نیاز آبی در شرایطی که رقابت برای تخصیص آب زیاد است.<br>- امکان اصلاح و توسعه آب برای تدوین مدلهای مفهومی وجود ندارد. |
| اکولوژیک | - تعیین نیاز هیدرولوژیک بر اساس نیاز آبی جوامع یا جامعه منتخب جانوران<br>- تعیین آب مورد نیاز گیاهان منتخب<br>- شناسایی زیستگاه‌های ویژه | -کاربرد مناسب در شرایطی که سوابق اطلاعاتی هیدرولوژیک اندک است<br>- تمرکز ویژه بر حفظ شرایط شاخصهای بیولوژیک منتخب<br>- توجه به وجود ارزشهای اکولوژیک<br>- قابلیت دفاع از نیاز آبی تعیین شده در شرایط رقابت برای تخصیص | - مبانی اکولوژیک برای انتخاب شاخص مورد استفاده قرارنگرفته است و شاخصها بطور مستقل از ویژگیهای اکولوژیک اکوسیستم مربوطه انتخاب گردیده‌اند.<br>-کیفیت آب بعنوان یکی از مهمترین مولفه‌های پایداری تالابها در نیاز آبی مورد توجه قرار نگرفته است.<br>- نیاز به اطلاعات بسیار زیاد به دلیل احتمال تنوع و گستردگی جانداران یک تالاب |

بدین ترتیب با درنظر گرفتن موارد فوق‌الذکر می‌توان نتیجه گیری نمود که استفاده از روش‌های سریع مانند روش مونتانا که برای جریان‌های زیست‌محیطی رودخانه‌ها بکار برده می‌شود بطور کلی برای تالابهای ماندابی قابل توصیه نمی‌باشد. به همین دلیل محاسبه نیاز آبی تالابها در قالب روش‌های جامع قابل بهره‌برداری می‌باشند. این روش‌های محاسبه نیاز آبی در قالب دو گروه اصلی شامل روش‌های هیدرولوژیک و اکولوژیک طبقه‌بندی می‌شوند. بنابراین هر دوی روش‌های هیدرولوژیک و اکولوژیک که هردو از روش‌های جامع محاسبه نیاز آبی تالابها محسوب می‌گردند برای تالابهای ایران قابل ارائه هستند. بررسی جدول مقایسه‌ای روش‌های هیدرولوژیک و اکولوژیک نشان می‌دهد که از نظر فنی، مزایای روش‌های اکولوژیک بالاتر است ولی این روش‌ها نیازمند اطلاعات بیشتری هستند. به همین دلیل در مورد تالابهایی که اطلاعات اکولوژیک کافی از آنها در دست می‌باشد می‌توان استفاده از روش‌های اکولوژیک را پیشنهاد داد ولی باتوجه به محدودیت‌های موجود برای اطلاعات پایه تالابهای ایران و همچنین زمان‌بر بودن مطالعات اکولوژیک، از روش‌های هیدرولوژیک نیز می‌توان برای محاسبه نیاز آبی تالابها استفاده نمود. در این راستا مطالعات حاضر که با هدف ارائه متدولوژی و راهنمای محاسبه نیاز آبی تالابهای ایران تدوین می‌گردد هر دو رویکرد را مورد توجه قرار داده و روش‌شناسی لازم برای محاسبه نیاز آبی با رویکرد اکولوژیک و هیدرولوژیک را ارائه خواهد نمود. بدیهی است که ادارات کل حفاظت محیط‌زیست استان‌های مختلف و سایر مراجع ذیربط و شرکت‌های مهندسین مشاور متناسب با شرایط و اهمیت تالابهای تحت مدیریت و همچنین اطلاعات پایه در دسترس متناسب با هر تالاب به انتخاب روش مناسب اقدام خواهند نمود.

# نیاز آبی تالابها

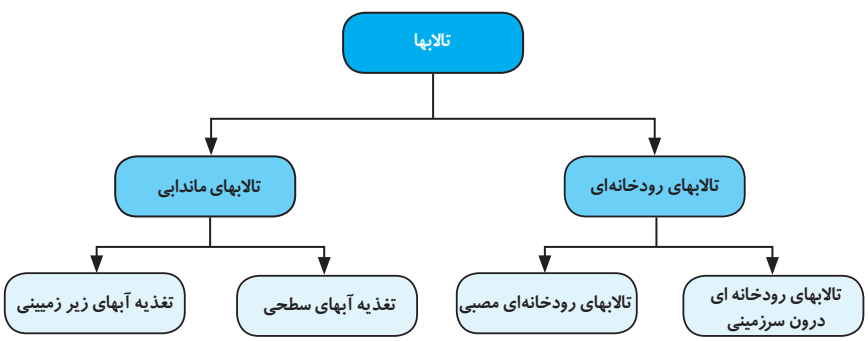
فصل دوم

## ۲-۱- تعیین طبقه تالابها

همانطوری که در فصل قبل توضیح داده شد، تالابها را از دیدگاه‌های مختلف طبقه‌بندی می‌کنند. علیرغم طبقه‌بندی‌های مختلفی که در سطوح بین‌المللی و ملی برای تالابها وجود دارد در راهنمای حاضر علاوه بر ارائه راهنما و دستورالعمل لازم برای محاسبه نیاز آبی تالابها برای هرچه کاربردی و تخصصی شدن فرآیند برای تالابهای مختلف، براساس طبقه‌بندی ذیل اقدام به طبقه‌بندی جداگانه‌ای برای تالابها می‌شود.

در واقع تالابها انواع رودخانه‌ای و ماندابی را شامل می‌گردند و در ذیل هریک از این دو گروه، زیرطبقه‌بندی‌های دیگری نیز ارائه گردیده است. اما باتوجه به خصوصیات اکولوژیک و هیدرولوژیک تالابهای رودخانه‌ای و ماندابی در این راهنما روش‌های محاسبه نیاز آبی بطور جامع ارائه خواهد شد ولی پس از آن فرآیندها و نکات کلیدی اصلی که باید بطور ویژه در محاسبه نیاز آبی هریک از این دو طبقه اصلی تالابها درنظر گرفته شود ارائه می‌گردد. بدین ترتیب یک راهنمای اصلی برای محاسبه نیاز آبی تالابها وجود خواهد داشت که متعاقبا برای هریک از انواع تالابها اختصاصی خواهد شد. البته از آنجائی‌که هریک از این دو گروه تالاب نیز دارای زیرطبقاتی می‌باشند در راهنمای حاضر براساس بررسی ویژگی‌های هریک از زیرطبقات تالابها برخی جزئیات نحوه محاسبه نیاز آبی بطور جداگانه تشریح خواهد شد.

براین اساس در گروه تالابهای رودخانه‌ای دو طبقه اصلی تفکیک شده است که عبارتند از رودخانه‌های درون سرزمینی و رودخانه‌های مصبی و در تالابهای ماندابی نیز از نظر منبع تأمین آب دو طبقه ارائه گردیده است. نمودار ذیل نحوه طبقه‌بندی انجام شده برای راهنمای محاسبه نیاز آبی تالابها ارائه گردیده است.




شکل ۱-۲: نمودار راهنمای طبقه بندی تالابها برای محاسبه نیاز آبی

از نظر اکولوژیک و ازنظر هیدورلوژیک این دو گروه تالابها رفتارهای کاملا متفاوتی دارند و این موضوع باید در محاسبه نیاز آبی آنها نیز درنظر گرفته شود. به عنوان مثال نوع پلانکتونها، کفزیان و حتی ماهی‌های تالابهای ماندابی و رودخانه‌ای متفاوت می‌باشند و از نظر اکولوژیک نیز کارکردهای این تالابها در فرآیندهای

طبیعی اکوسیستم‌ها معمولا متفاوت است. این دو گروه تالاب از الگوهای هیدرولوژیک متفاوتی نیز پیروی می‌کنند که به‌ویژه در نحوه محاسبه نیاز آبی آنها موثر است.

عمده‌ترین تفاوت این دو گروه تالابها وجود ذخیره آبی است. تالابهای ماندابی متناسب با مساحت و مورفولوژی مخزن دارای ذخیره آبی هستند درحالی‌که در تالابهای رودخانه‌ای عملا ذخیره آبی وجود ندارد و میزان موجودی آب وابسته به جریان آب است. بدیهی است که این موضوع بطور کامل به نحوه محاسبه نیاز آبی آنها مرتبط خواهد بود. از دیدگاه کیفیت نیز خصوصیات این تالابها تفاوت‌های عمده‌ای دارد. تجمع مواد آلی و پدیده پرغذایی عمدتا در تالابهای ماندابی رخ می‌دهد و در تالابهای رودخانه‌ای کمتر چنین پدیده‌ای مشاهده می‌گردد. ترکیب گیاهان آبزی و زیستگاه‌ها و اکولوژی این دو گروه تالاب نیز متفاوت است.

## ۲-۲- رویکرد مطالعات نیاز آبی تالابها

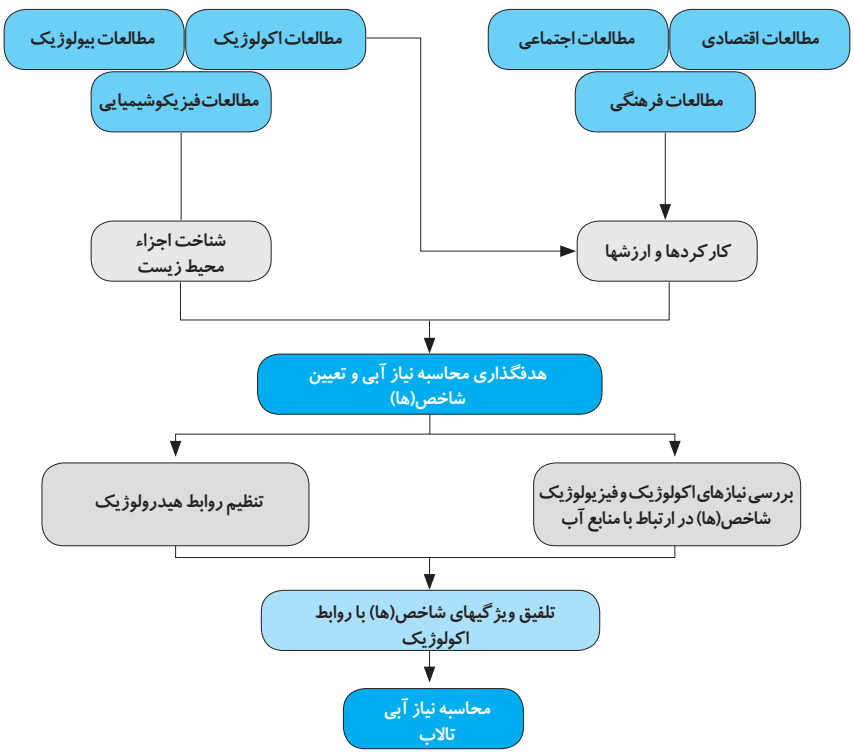
باتوجه به مباحثی که در مطالعات پایه مورد بررسی قرار گرفته است در بین روش‌های مختلف محاسبه نیاز آبی، روش‌های جامعی که روابط اکولوژیک را مدنظر قرار می‌دهند از دیدگاه محیطزیستی کارایی بیشتری دارند. با توجه به مزایا و معایب رهیافت‌های مورد بررسی که در بخش‌های قبلی مطالعات حاضر مورد بررسی قرارگرفته است، روش تعیین نیاز آبی اکوسیستم‌های تالابی براساس روش‌های دارای رویکرد اکولوژیک ارائه گردیده است.

رویکرد اکولوژیک به دلیل در نظر قراردادن جنبه‌های مختلف زیست‌محیطی از جامعیت بیشتری برخوردار است و در صورتی‌که در فرآیند مطالعات، اکوسیستم تالابی به درستی شناسایی و عوامل موثر آن در محاسبه نیاز آبی اعمال گردد، نتایج حاصل از آن تضمین کننده حفظ پایداری کل اکوسیستم تالابی خواهد بود. در مقایسه، در رهیافت هیدرولوژیک نیاز آبی تعیین شده فقط جهت حفظ شرایط هیدرولوژیک تالاب کاربرد خواهد داشت و حفظ اکوسیستم با فرض ارتباط با هیدرولوژی تأمین خواهد شد. رویکرد اکولوژیک یک نگرش یا جهت گیری تخصصی در تعیین نیاز آبی تالابهاست. باتوجه به نواقص و نقاط ضعف مطالعات قبلی انجام شده، در متدولوژی پیشنهادی این تحقیق ارزش‌های اکولوژیکی موجود تالاب شناسایی و بطور مستقیم مورد هدف‌گذاری قرار می‌گیرد. در این راهنما علاوه بر جنبه‌های اکولوژیک مانند ماهی‌ها، پرندگان آبزی، وجود جوامع یا گونه‌های در خطر انقراض، حیات گیاهان حاشیه‌ای شاخص‌های زیستگاهی نیز به عنوان یکی از معیارهای هدف‌گذاری محاسبه نیاز آبی می‌توانند مدنظر قرار بگیرند. در این رویکرد امکان تعریف مدل‌های تئوری برای تعیین شرایط حیات تالاب در مقادیر مختلف رژیم آبی امکان‌پذیر خواهد بود. بعنوان مثال با توجه به معیارهای کنوانسیون رامسر می‌توان تأمین آب مورد نیاز برای امکان تولید مثل پرندگان را به عنوان هدف محاسبه نیاز آبی تالابها مورد استفاده قرار داد. در فرآیند بررسی نیازهای اکولوژیکی ممکن است پارامترهای کلیدی هیدرولوژیکی نظیر تداوم و تناوب سیلابها و عمق آب نیز مشخص گردند که در این مورد عملا جنبه‌های هیدرولوژیک نیز در مراحل محاسبه نیاز آبی دخیل خواهند

بود که بالطبع این امر به جامعیت مدل خواهد افزود.

همانطوری که در بخش‌های قبلی نیز بیان گردید، یکی از معایب رهیافت اکولوژیکی، کمبود اطلاعات مربوط به ارتباط شاخص‌های اکولوژیک با شرایط هیدرولوژیک و همچنین آمارهای پایه‌ای زیست‌محیطی است که در این صورت گاهی نیاز به انجام مطالعات تکمیلی خواهد بود و یا درصورت امکان باید نسبت به ساده‌سازی فرآیند اقدام نمود. لذا در برنامه‌ریزی مطالعات تعیین نیازآبی براساس رهیافت اکولوژیک می‌باید اهداف مدیریتی حتی‌الامکان بگونه‌ای طراحی گردند که انجام آنها با استفاده از اطلاعات موجود میسر باشد. به عنوان مثال اگر هدف مدیریتی حفظ گونه گیاهی آبزی مشخصی باشد و اطلاعات مورد نیاز برای این گونه موجود نباشد، برای تعیین نیاز آبی اکوسیستم تالاب مربوطه براساس این هدف مدیریتی لازم است که برنامه پایش مدونی برای بررسی وضعیت این گونه در شرایط آبی مختلف به اجراء گذاشته شود و برای اطمینان از کارکرد مناسب اکوسیستم پس از تعیین نیاز آبی نیز باید برنامه پایش مناسبی به اجراء گذاشته شود.

باتوجه به تجارب بین‌المللی و همچنین چند مطالعه موردی انجام شده در سطح ملی، به منظور نظام‌مند و همسان نمودن کاربرد این رویکرد در فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابها نمودار زیر به‌عنوان فرآیند عمومی محاسبه نیاز آبی اکوسیستم‌های تالابی با رهیافت اکولوژیک تدوین و پیشنهاد می‌گردد.




شکل ۲-۲: نمودار فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابها بر اساس رویکرد اکولوژیک

در واقع با در نظر گرفتن فرآیند ارائه شده در نمودار فوق، مراحل محاسبه نیاز آبی تالابها را می‌توان در سه گام اصلی به شرح ذیل طبقه‌بندی نمود.

- **گام اول: مطالعات پایه**
- **گام دوم: تلفیق وضع موجود و تنظیم اهداف**
- **گام سوم: تجزیه و تحلیل و محاسبه نیاز آبی**

ارزش‌ها و کارکردهای تالابها غالبا با کارکردهای اقتصادی اجتماعی نمود پیدا می‌کنند و به همین دلیل هم برای شناسایی ارزش‌ها و کارکردهای تالابها باید نسبت به جمع آوری اطلاعات اقتصادی– اجتماعی و فرهنگی مرتبط اقدام شود. البته بخشی از این اطلاعات علاوه بر کاربرد برای تعیین ارزش‌ها و کارکردها، برای مراحل بعدی مطالعات و تعیین و برنامه‌ریزی نیاز آبی تالابها نیز بکار می‌آیند. همانطوری‌که در نمودار فوق نیز مشخص می‌باشد از دیگر جنبه‌های مهمی که در محاسبه نیاز آبی تالابها مؤثر است، مشخصه‌های اکولوژیک آنهاست که در عملکردهای طبیعی تالاب و در نتیجه ارزش‌ها و کارکردهای آن مؤثر هستند.
در این راستا شرح گام‌ها و اجزاء فرآیند محاسبه نیاز آبی به شرح ذیل می‌باشد.

### ۲-۲-۱- گام اول مطالعات پایه

اولین قدم برای محاسبه نیاز آبی تالابها بدست آوردن داده‌های پایه و اطلاعات است. برای محاسبه نیاز آبی باید ابتدا شناخت کاملی از اجزاء تالاب مورد نظر بدست بیاید و مراحل بعدی برپایه اطلاعات بدست آمده از این گام طراحی و اجراء خواهند شد. ذکر این نکته ضروریست که هرچند تکمیل مطالعات این بخش در محاسبه نیاز آبی تاثیرگذار خواهد بود ولی معمولا کمبودهای اطلاعاتی نیز در این زمینه وجود دارد. همچنین دامنه مطالعات وضعیت موجود محیط زیست و مطالعات پایه اکوسیستم‌های تالابی بسیار گسترده است و به همین دلیل ممکن است که تکمیل این گام زمان، انرژی و هزینه زیادی به دنبال داشته باشد. به همین دلیل در برنامه‌ریزی محاسبه نیاز آبی تالابها باید از افزایش بیش از حد نیاز مطالعات این بخش خودداری گردد. برای این منظور توصیه‌های ذیل ارائه می‌گردد.

- برای مشخص شدن وضعیت عمومی اکوسیستم باید در اغلب موارد از اطلاعات بلند مدت استفاده شود و تاحد امکان از اطلاعاتی که فقط یک دوره در حال حاضر تهیه شده‌اند (به خصوص در بخش محیط زیست طبیعی) خودداری شود.
- تا حد امکان از اطلاعات و آمار موجود برای تکمیل این بخش استفاده شود و فقط در صورت ضرورت نسبت به انجام مطالعات تکمیلی اقدام شود.
- درصورت نیاز به انجام مطالعات جدید، به منظور کاهش زمان و هزینه‌های محاسبه نیاز آبی (که نقش تأثیرگذاری در عملیاتی شدن این فرآیند دارند) باید تا حد امکان به مطالعات اجمالی اکتفاء شود و از هرگونه

پرداختن به جزئیات غیرضروری پرهیز گردد (البته در شرایط ایده‌آل که منابع مالی و زمانی لازم فراهم باشد انجام هرچه دقیقتر مطالعات این بخش توصیه می‌شود).

با در نظر گرفتن توصیه‌های فوق، مهمترین اجزایی را که باید در مطالعات پایه وضعیت موجود مورد بررسی قرار داد را می‌توان به شرح ذیل تشریح نمود. ذکر این نکته ضروریست که در مطالعات زیست محیطی معمولا پارامترهای محیطی مختلف و متعددی مورد بررسی قرار می‌گیرند ولی در مطالعه حاضر تلاش گردیده که فقط پارامترهایی که استفاده مستقیم در محاسبه نیاز آبی دارند و یا وجود آنها در تحلیل‌های مرتبط با تعیین نیاز زیست‌محیطی تالابها موثر است، تشریح گردند و از ارائه توضیحات غیر ضروری و تشریح پارامترهای محیطی که کاربردی در محاسبه نیاز آبی تالابها ندارند پرهیز گردد.

### ۲-۲-۱-۱-مطالعات‌فیزیکوشیمیایی

در این بخش از مطالعات کلیه مشخصات محیط زیست بی‌جان شامل محورهای مختلف مرتبط با آب، هوا و خاک مورد بررسی قرار می‌گیرد. روش‌های مختلفی برای مطالعه محیط فیزیکوشیمیایی و در نظر گرفتن پارامترهای مختلف آن وجود دارد ولی در این راهنما تأکید عمده بر روی پارامترهایی است که بیشتر با محاسبه نیاز زیست‌محیطی تالابها در ارتباط هستند.

#### هوا و اقلیم

خصوصیات اقلیمی و شرایط آب و هوایی یکی از مهمترین اجزاء محیط فیزیکوشیمیایی است که به طور مستقیم در محاسبه نیاز زیست محیطی تالابها مرتبط است و در این فرآیند باید مورد بررسی قرار گیرد. این عوامل نه تنها خود مستقیماً دارای اثرات متقابل هستند بلکه تأثیر بسزایی بر روی سایر اجزاء محیط فیزیکو شیمیایی نظیر هیدرولوژی و شکل زمین و همچنین سایر اجزاء محیط‌زیست منطقه مانند اجزاء محیط بیولوژیک و بویژه پوشش گیاهی دارند. در مطالعات محاسبه نیاز آبی زیست محیطی تالابها مهمترین پارامترهایی که باید در این بخش مطالعه شوند به شرح ذیل می‌باشند:

- **نوع اقلیم منطقه:** البته نوع اقلیم معمولاً بطور مستقیم در فرآیند محاسبه نیاز آبی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد ولی اطلاع از اقلیم عمومی منطقه، ایده کلی از شرایط آب و هوایی بلند مدت که تالابها نیز تحت تاثیر آن قرار دارند ارائه می‌دهد. برای تعیین نوع اقلیم می‌توان از روش‌های مختلفی استفاده نمود که به عنوان مثال می‌توان به روشهای دومارتن، آمبرژه و کوپن اشاره نمود. نتیجه این بخش از مطالعات به صورت تعیین طبقه اقلیمی منطقه باید در گزارش نهایی محاسبه نیاز آبی ارائه گردد.
- **بارش:** یکی از پارامترهای آب و هوایی که در محاسبه نیاز آبی تالابها مؤثر هستند و حتماً باید مورد بررسی دقیق قرار گیرد، وضعیت بارش است. در بررسی بارش باید چند موضوع مورد توجه قرار گیرد: اول نوع بارش (الگوی بارش) است. نوع بارش از نظر تداوم و میزان بارش نیز باید مدنظر قرار گیرد و در گزارش‌ها ارائه گردد. بارش‌های رگباری و کوتاه مدت معمولاً جریانات مقطعی و سیلابی را به دنبال دارند در حالی‌که بارش‌های طولانی‌تر معمولا جریانات آبی پایدار و متعادل تری را ایجاد می‌کنند. بعلاوه بارش‌های

رگباری معمولا به دلیل حجم زیاد بارش در مقطع کوتاه، فرصت نفوذ کمتری به آبهای سطحی می‌دهند در حالی‌که بارش‌های ملایم و طولانی، فرصت نفوذ بیشتری برای روانابهای سطحی ایجاد می‌کنند. به غیر از نوع و الگوی بارش، میزان بارش نیز در محاسبه نیاز آبی تالابها پارامتر کلیدی است. منابع آبی هر حوضه ناشی از بارش‌های بوقوع پیوسته در همان حوضه است و به ندرت پیش می‌آید که ارتباطات منابع آب بین حوضه‌ای به صورت طبیعی وجود داشته باشد. بنابراین برای مشخص نمودن وضعیت منابع آب حوضه و همچنین وضعیت هیدرولوژی حوضه و تالاب مورد نظر باید میزان بارش نیز مورد بررسی قرار گیرد. بنابراین کل منابع آب و هیدرولوژی حوضه و تالاب مورد نظر تحت تاثیر میزان بارش قرار می‌گیرد. نتیجه بارش‌های حوضه به صورت روانابهای سطحی و آبهای زیرزمینی هیدرولوژی و هیدروژئولوژی حوضه را تحت تاثیر قرار می‌دهد که به نوبه خود در بخش مربوطه مورد بررسی قرار خواهد گرفت. اما بخشی از بارش نیز به طور مستقیم در سطح تالاب اتفاق می‌افتد که خود به طور جداگانه (بدون درنظر گرفتن آبهای سطحی ورودی به تالاب) به عنوان یک منبع تغذیه و ورودی محسوب می‌گردد و در فرآیند محاسبه نیاز آبی در نظر گرفته می‌شود. به همین دلیل در مطالعات بارش ضروریست که جزئیات مربوط به متوسط بارش با استفاده از آمار بلند مدت محاسبه گردد. جزئیات این اطلاعات می‌تواند به صورت متوسط بارش سالانه و یا متوسط بارش ماهانه باشد. اگر در فرآیند محاسبه نیاز آبی مقرر گردد که جزئیات مربوط به نیاز آبی به‌صورت ماهانه تعیین گردد، در این حالت باید داده های بارش به صورت ماهانه جمع‌آوری و گزارش شود ولی در غیر این صورت تعیین متوسط بارش سالانه تالاب کفایت خواهد کرد. بدیهی است که هرچه دوره آماری تعیین متوسط بارش، بلند مدت‌تر باشد، کیفیت داده‌های حاصله نیز مناسب‌تر خواهد بود.

- **تبخیر:** در پارامترهای هوا و اقلیم مرتبط با محاسبه نیاز آبی تالابها تبخیر از مهمترین موارد می‌باشد. تبخیر بویژه برای منابع آب سطحی و خصوصا برای تالابهای ماندابی که سطح نسبتا وسیعی آب را در معرض عوامل اقلیمی قرار می‌دهند، بسیار اهمیت دارد. تبخیر از سطح باعث از دست رفتن بخشی از منابع آبی تالابها می‌شود و به همین دلیل در فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابها تبخیر می‌تواند یکی از خروجی‌های آب محسوب گردد. در بسیاری از تالابهایی که به دلیل موقعیت هیدرولوژیکی در حوضه خروجی مستقیم آبی وجود ندارد، تبخیر مهمترین و گاهی تنها خروجی تالاب محسوب می‌گردد. البته تأثیر عامل تبخیر در نیاز آبی تالابها بستگی به نوع تالاب و موقعیت جغرافیایی آن دارد. در تالابهای رودخانه‌ای عامل تبخیر چندان اهمیت پیدا نمی‌کند در حالی‌که در تالابهای ماندابی در فرآیند تعیین نیاز آبی موثرتر است. در ایران با در نظر گرفتن موقعیت جغرافیایی هرچه عرض جغرافیایی کمتر باشد میزان پتانسیل تبخیر افزایش می‌یابد. افزایش دما، کم بودن رطوبت نسبی و همچنین تعداد ساعات آفتابی عوامل هواشناسی هستند که در افزایش تبخیر تأثیر می‌گذارند. از سوی دیگر وضعیت خود تالاب نیز در میزان تبخیر از آن بی تأثیر نیست. همانطوری‌که قبلا توضیح داده شد، هرچه وسعت تالاب بیشتر باشد، بالطبع سطح در معرض تبخیر نیز افزایش یافته و در نتیجه حجم تبخیر نیز بالاتر خواهد رفت. از سوی دیگر عمق آب نیز در عملکرد عامل تبخیر در تالابها موثر است. با کاهش عمق پتانسیل افزایش دمای آب بالاتر می‌رود و در نتیجه تبخیر، نیز افزایش می‌یابد.

از دیگر عوامل مؤثر در تبخیر، کیفیت آب تالاب است. باتوجه به اصول پایه فیزیک، هرچه املاح آب بیشتر باشد میزان پتانسیل تبخیر کاهش می‌یابد و بدین ترتیب می‌توان چنین نتیجه گیری نمود که در شرایط اقلیمی و جغرافیای مشابه، میزان تبخیر از تالابهایی که دارای شوری بیشتری می‌باشند کمتر است. بنابراین برای افزایش دقت محاسبه نیاز آبی در تالابهایی که کیفیت آب آنها به سمت لب‌شور و شور متمایل است باید از اطلاعات تبخیر آب دارای کیفیت تالاب استفاده شود.

البته علاوه بر عوامل فوق‌الذکر، پارامترهای دیگری مانند وضعیت وزش باد و ارتفاع نیز در میزان تبخیر مؤثر هستند. با درنظرگرفتن کلیه موارد فوق‌الذکر، تبخیر از مهمترین پارامترهایی است که حتما در محاسبه نیاز آبی تالابهای ماندابی باید مورد بررسی قرار بگیرد. برای تعیین تبخیر از تالابها، بویژه تالابهایی که کیفیت آنها به سمت شورشدگی تمایل پیدا می‌کند باید حتما نسبت به مطالعه و تعیین دقیق میزان تبخیر واقعی از سطح تالاب مورد نظر اقدام نمود.

بطور معمول داده‌های تبخیر مناطق در گزارش‌های هواشناسی به صورت تبخیر سالانه بیان می‌گردد ولی برای کاربرد در محاسبه نیاز آبی به ویژه در زمانی که مقرر است نیاز آبی ماهانه نیز مشخص گردد، دسترسی به داده‌های تفکیکی تبخیر ماهانه اهمیت دارد. بنابراین باید در محاسبه نیاز آبی تالابها علاوه بر تدقیق اطلاعات مربوط به تبخیر واقعی از سطح تالاب، تفکیک داده‌های مربوط به متوسط تبخیر ماهانه نیز در دسترس قرار داشته باشد.

- **دما:** از دیگر پارامترهای اقلیمی که در محاسبه نیاز آبی تالابها موثر هستند، وضعیت دمای هواست. دمای هوا از پارامترهای هواشناسی پایه‌ای است که در کلیه گزارشات هواشناسی و محیطزیستی ارائه می‌گردد و بدیهی است که در فرآیند محاسبه نیاز آبی نیز باید مدنظر قرار گیرد. دما بطور مستقیم در محاسبه نیاز آبی تالابها نقشی ندارد ولی از جمله عواملی است که به طور غیرمستقیم تاثیر زیادی دارد. دمای هوا در درجه اول بر دمای آب تاثیر می‌گذارد. هرچه دمای هوا گرمتر باشد (با در نظر گرفتن قوانین ترمودینامیک) دمای آب نیز با نوساناتی گرمترخواهد بود. به عبارت دیگر دمای آب تابعی از دمای هوای منطقه است و به همین دلیل با تغییرات دمای هوا، دمای آب نیز تغییر می‌کند. البته ذکر این نکته ضروریست که چگونگی دمای آب (به دلیل سیال بودن و روابط ترمودینامیکی) دقیقا منطبق با دمای هوا نخواهد بود ولی بطور کلی روند تغییرات و نوسانات بلند مدت آب تابع تغییرات دمای هوا می‌باشد. بدیهی است که هرچه دمای هوا و به تبع آن دمای آب بیشتر باشد، پتانسیل تبخیر نیز افزایش خواهد یافت. بنابراین دمای هوا با تأثیرگذاری بر دمای آب بر میزان تبخیر از تالاب نیز تأثیر می‌گذارد. البته در صورت اندازه‌گیری دقیق تبخیر واقعی از تالاب تاثیر دما نیز در آن مستتر خواهد بود.

### فیزیوگرافی حوضه

منشاء و خاستگاه تشکیل تالابها متفاوت می‌باشد. وضعیت توپوگرافی، وجود رسوبات یخچالی یا رسوبات واریزه‌ای، وضعیت زمین شناسی و تکتونیکی سازندها از عوامل اصلی هستند که در تشکیل تالابها تاثیر دارند. اما برخلاف تنوع منشاء و خاستگاه تالابها، این اکوسیستمهای طبیعی دارای چند خصوصیت مشترک

می‌باشند که بطور مستقیم با فیزیوگرافی حوضه مرتبط هستند. کلیه تالابها در هر بخشی از حوضه واقع شده باشند، به دلیل جمع شدن آب در خطالقعر های حوضه شکل می‌گیرند. البته در این ارتباط تالابهای دریاچه‌ای مرتفع که معمولاً در گودیهای موجود در ارتفاعات و دهانه‌های آتشفشان‌ها تشکیل می‌گردند تا حدودی متفاوت می‌باشند. البته این نوع تالابها نیز به هرحال در موقعیتی قرار دارند که آبهای مناطق بالادست خود را (هرچند هم که کوچک باشند) جمع‌آوری می‌کنند ولی شاید استفاده از واژه خطالقعر برای این گونه تالابها چندان مناسب نباشد. به هر حال هر تالابی سطح اساس موقت اراضی حوضه بالادست خود بشمار می‌آید. در نتیجه جریانات سطحی بالادست نهایتا به تالاب ختم می‌شوند و آبخوان‌های مجاور تالاب نیز با آن مرتبط خواهند بود. ارتباط آبخوان‌ها با تالاب به صورت زهکش شدن به تالاب یا تغذیه شدن از تالاب می‌باشد. تصور عمومی بر آن است که تالابها تغذیه کننده آبهای زیرزمینی هستند ولی در بعضی موارد باتوجه به وضعیت فیزیوگرافی حوضه و همچنین مسائل هیدروژئولوژیک آبهای زیرزمینی تالابها را تغذیه می‌کنند. اما آنچه مسلم است تالابها در تعادل با آبهای زیرزمینی قرار دارند و نوع رفتار این تعادل بستگی به فیزیوگرافی حوضه و موقعیت تالاب نسبت به آبخوان‌ها دارد.

شکل تالاب و عمق آن مهمترین عواملی هستند که با منشاء تشکیل آن و همچنین فیزیوگرافی حوضه آبخیز در ارتباط است.

وسعت حوضه آبخیز بالادست تالاب و وضعیت شیب اراضی نیز از خصوصیاتی فیزیوگرافی هستند که در محاسبه نیاز آبی موثر هستند. در واقع وسعت حوضه در ارتباط با میزان بارش تعیین کننده پتانسیل تولید رواناب سطحی حوضه خواهد بود و وضعیت شیب حوضه، ضریب تجمع آب و پتانسیل فرسایش را مشخص می‌کند. بعلاوه آنکه، وضعیت شیب یکی از پارامترهایی به شمار می‌رود که در مشخص شدن ضریب نفوذ روانابها به آبهای زیرزمینی تأثیر خواهد داشت.

### هیدروگرافی حوضه

هیدروگرافی پارامتری است که تا حد زیادی با فیزیوگرافی حوضه در ارتباط است و حتی ممکن است به همراه فیزیوگرافی تحت یک عنوان مشترک مورد بررسی قرار بگیرد. مهمترین پارامتر هیدروگرافی که علاوه بر مباحث مطرح شده در بخش قبل باید مورد بررسی قرار بگیرد، شبکه آبراهه‌های حوضه در ارتباط با تالاب مورد نظر است. روانابهای سطحی تالابها غالبا از طریق رودخانه‌ها یا مسیل‌ها به تالاب منتهی می‌شوند و به همین دلیل شبکه هیدروگرافی حوضه بالادست تعیین کننده الگو و آرایش ورودی‌های آبهای سطحی تالاب خواهد بود. در مواردی نیز ممکن است در پائین دست تالاب، آبراهه‌ای وجود داشته باشد که خروج آب از تالاب را موجب می‌گردد. در هیدروگرافی از منظر روانابها باید به حوضه‌های بلافصل تالابها نیز توجه گردد. روانابهای اراضی بلافصل و مجاور تالاب ممکن است بدون تشکیل آبراهه‌های شناخته شده و یا قابل اندازه‌گیری به تالاب وارد گردند. بنابراین در بررسی بیلان آبی هر تالاب باید دقت شود که متناسب با هیدروگرافی حوضه، بخش‌هایی از روانابها ممکن است مستقیم وارد تالاب گردند. البته این بخش معمولاً سهم قابل توجهی در بیلان آبی تالابها ندارد ولی به هر حال بخشی از آن محسوب می‌گردد و متناسب با

شرایط هر تالاب می‌توان نسبت به برآورد آن اقدام نمود.

### هیدرولوژی

هیدرولوژی را شاید بتوان مهمترین پارامتر محیط فیزیکوشیمیایی دانست که بطور مستقیم با تعیین نیاز آبی تالابها در ارتباط قرار دارد. اغلب تالابها در درجه اول به شرایط آبهای سطحی حوضه وابسته هستند و به همین دلیل بررسی هیدرولوژی از محورهای کلیدی محاسبه نیاز آبی تالابها محسوب می‌گردد. در بخش هیدرولوژی باید وضعیت جریانات آبی مرتبط با تالاب بطور کامل بررسی گردد. اولین موضوعی که باید در این بخش بررسی شود، میزان جریان آبی رودخانه‌های حوضه است. برای این منظور باید آمار مربوط به جریان آبی هریک از رودخانه‌ها بطور جداگانه بررسی گردد. از آنجائی‌که این مطالعات در ارتباط با نیاز آبی تالاب صورت می‌پذیرد، بررسی هیدرولوژی رودخانه‌های مرتبط با تالاب مورد نظر ضروری می‌باشد و نیازی به مطالعه سایر روخانه‌های حوضه که الزاما با تالاب مرتبط نیستند، نیست. ایستگاه‌های هیدرومتری / هیدروگرافی متعددی بر روی هر رودخانه وجود دارند ولی برای بررسی هیدرولوژی هر رودخانه در ارتباط با تالابها بهتر است آخرین ایستگاه منتهی به تالاب مورد بررسی قرار گیرد. البته ایستگاه‌های هیدرومتری براساس هیدروگرافی حوضه و اهداف وزارت نیرو مکان‌یابی شده‌اند و به همین دلیل ممکن است الزاما در محل ورودی رودخانه‌ها به تالاب ایستگاهی تعبیه نشده باشد ولی در برخی موارد ممکن است سازمان حفاظت محیط زیست نیز اقدام به ایجاد تاسیسات اندازه‌گیری آب در محل ورودی تالابها نموده باشد. بعلاوه شرایط فیزیوگرافی حوضه و موقعیت تالابها که بیشتر در انتهای حوضه و خطالقعر ها واقع شده‌اند نیز ممکن است باعث شود احداث ایستگاه هیدرومتری در بخش‌های انتهایی منتهی به تالاب با مشکلات فنی مواجه باشد. به هرحال اگر به هر دلیلی آخرین ایستگاه هیدرومتری دارای فاصله زیادی تا تالاب مورد مطالعه باشد، لازم است که حتما وضعیت منابع و مصارف رودخانه بعد از آخرین ایستگاهی که آمار آن برای محاسبه نیاز آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد بررسی گردد. زیرا در برخی موارد فاصله آخرین ایستگاه مورد استناد تا تالاب زیاد است و در این فاصله برداشت‌های متعددی وجود دارد و عملا ورودی آب تالاب به مراتب کمتر از آمار آخرین ایستگاه است. در برخی موارد نیز ممکن است غیر از برداشت‌های مستقیم در طول مسیر، باقیمانده رودخانه از آخرین ایستگاه هیدرومتری تا تالاب محدوده‌های نفوذ آبی وجود داشته باشد که بخش عمده‌ای از جریان رودخانه را به آبهای زیرزمینی منتقل نماید و البته احتمال اتصال آبراهه‌های فرعی و اضافه شدن جریان نیز وجود خواهد داشت. به هر حال از آنجائی‌که جریان آبی رودخانه‌ها با هدف تنظیم بیلان تالاب صورت می‌پذیرد، تدقیق هرچه بیشتر آن باعث افزایش دقت محاسبه نیاز آبی تالاب خواهد شد.

جریان آبی رودخانه‌ها معمولا به صورت دبی اندازه گیری و گزارش می‌شود ولی برای تعیین نیاز آبی تالابها این آمار باید به صورت آورد رودخانه تحلیل گردد. برای این منظور بطور قطع باید با استفاده از روابط ساده هیدرولوژیک علاوه بر آمار دبی رودخانه، سطح مقطع ایستگاهی که آمار آن استفاده شده نیز مشخص گردد و نهایتا آورد هر رودخانه به متر مکعب مشخص گردد.

از دیگر نکاتی که در هیدرولوژی باید بررسی شود، مشخص شدن بیلان خود تالاب است. هرچند که آورد هر رودخانه بطور جداگانه بررسی می‌گردد ولی وضعیت هیدرولوژی تالاب به صورت جداگانه باید

مشخص شود. بیلان تالاب از نظر هیدرولوژی شامل جمع‌بندی ورودی‌های مستقیم رودخانه‌ها و مسیلها بعلاوه روانابهای حوضه‌های بلافصل منتهی به تالاب است. البته مجموع این موارد ورودیهای تالاب محسوب می‌گردند در حالیکه برای بستن بیلان باید خروجی‌ها نیز درنظر گرفته شوند. از نظر هیدرولوژیک تالابها ممکن است دارای خروجی طبیعی باشند که آب را به صورت تدریجی از نقطه انتهایی تالاب به سمت پائین‌دست تخلیه نماید یا پس از رسیدن آب به سطح تراز و ارتفاع خاصی (به صورت سر ریز) آب اضافی تالاب را تخلیه نماید. البته علاوه بر این موارد که به صورت هیدرولوژیک و طبیعی ممکن است آب یک تالاب را تخلیه نمایند، خروجی‌های دیگری نیز در بستن بیلان تالابها باید درنظر گرفته شود که برداشت‌های مستقیم و تبخیر را شامل می‌شوند. موضوع تبخیر به اختصار در بخش پارامترهای اقلیمی تشریح گردید و موضوع برداشت‌های مستقیم نیز در مبحث اقتصادی – اجتماعی تبیین خواهد شد. بنابراین در بخش هیدرولوژی مجموع ورودی‌ها و خروجی‌های طبیعی آبهای سطحی تالاب نیز باید مورد بررسی قرار بگیرد و موضوع تعادل آبهای زیرزمینی (تغذیه یا تخلیه) در مبحث هیدروژئولوژی بررسی می‌گردد.

## هیدروژئولوژی

همانطوری‌که در بخش‌های قبل به اختصار توضیح داده شد، تالابها علاوه بر ارتباط با آبهای سطحی، با آبخوان‌ها نیز مرتبط می‌باشند. ارتباط تالابها با آبهای زیرزمینی ممکن است به چند صورت مختلف باشد. برخی تالابها تغذیه کننده آبهای زیرزمینی محسوب می‌شوند. این قبیل تالابها علاوه بر نگهداری حجم قابل توجهی آب، بخشی از آن را نیز به آبهای زیرزمینی تغذیه می‌کنند. در این حالت از نظر محاسبه نیاز آبی، ارتباط با آب زیرزمینی به صورت یک خروجی تالاب مفروض می‌شود و باید در محاسبات درنظر گرفته شود. حالت دوم زمانیست که تالاب نسبت به آبهای زیرزمینی منطقه موقعیتی دارد که به عنوان زهکش یا پذیرنده آب محسوب می‌گردد و جهت جریان از آب زیرزمینی به تالاب است. در این حالت آب از آبخوان به تالاب تخلیه می‌گردد و بالطبع این ارتباط باعث تغذیه تالاب می‌گردد و بنابراین از نظر نیاز زیست‌محیطی، در این حالت جریان آبخوان به عنوان یک ورودی تالاب محسوب می‌گردد. البته این دو حالت ممکن است مطلق نباشند و متناسب با موقعیت تالاب در حوضه آبخیز و همچنین خصوصیات هیدروژئولوژیک منطقه ممکن است یک تالاب هم دارای نقش تغذیه کننده و هم نقش تغذیه شونده باشد که بالطبع در این حالت برآیند این دو نوع ارتباط در محاسبه نیاز آبی نقش خواهد داشت. البته اعمال این روابط نیازمند مطالعه دقیق آبخوان‌های مجاور تالابها می‌باشد که معمولا مستلزم صرف زمان و هزینه قابل توجهی است. بنابراین به غیر از تالابهایی که کاملا وابسته به آبهای زیرزمینی هستند و یا تخلیه قابل توجهی به آبخوانها دارند، انجام این مطالعه الزامی نیست (هرچند که انجام آن منجر به افزایش دقت محاسبه نیاز آبی خواهد شد). اگر به هر دلیلی اطلاعات مربوط به وضعیت ارتباط هر تالابی با آبهای زیرزمینی مشخص و یا قابل مطالعه نباشد، توصیه می‌شود که بیلان تالاب براساس داده‌های موجود (بدون درنظر گرفتن رابطه آبهای زیرزمینی) بسته شود و نیاز آبی تالاب براساس آن محاسبه گردد. در این حالت پس از تامین نیاز آبی مشخص شده برای تالاب مورد نظر، باید رفتار تالاب مورد پایش قرار گیرد و مشخص شود که با تامین نیاز آبی آیا ذخیره آبی

تالاب در سطح پیش‌بینی شده حفظ می‌گردد و یا نوسان دارد. در این حالت در صورتی‌که سایر اطلاعات استفاده شده از دقت لازم برخوردار باشند، میزان انحراف حجم مخزن از میزان پیش‌بینی شده در محاسبه نیاز آبی، برآیند جریانات زیرزمینی خواهد بود و براساس آن باید نیاز آبی محاسبه شده را مورد بازنگری قرار داد.

### ۲-۲-۱-۲-مطالعات بیولوژیک

هدف اصلی فعالیت‌های مختلف محیط زیستی منجمله محاسبه نیاز آبی نهایتا حفاظت از تنوع زیستی می‌باشد. مطابق تعاریف بین‌المللی، تنوع زیستی در سه سطح ژن، گونه و اکوسیستم مطرح می‌گردد. در ارتباط با محاسبه نیاز آبی تالابها مباحث مرتبط با تنوع زیستی که در مطالعات بیولوژیک بررسی می‌گردد صرفا در سطح گونه خواهد بود. مباحث ژنتیک تنوع زیستی ارتباطی با موضوعات نیاز آبی تالابها ندارد و مباحث اکوسیستمی نیز در بخش مطالعات اکولوژیک بررسی خواهد شد. بنابراین آنچه از نظر محاسبه نیاز آبی تالابها در زمینه بیولوژی اهمیت دارد گونه‌های موجود اکوسیستم مورد بررسی است. برای محاسبه نیاز آبی تالابها در بخش بیولوژیک لازم است که لیست دقیقی از کلیه گونه‌های موجود در اکوسیستم مورد بررسی قرار گیرد. البته بدیهی است که باتوجه به ماهیت تالابها، این اکوسیستمها از نظر گونه‌ای سه جنبه متفاوت دارند. بخشی از گونه‌های تالابی مستقیما در درون بخش آبی تالاب زندگی می‌کنند و از این نظر جزء گونه‌های آبزی تالابها محسوب می‌شوند. گروهی نیز گونه‌هایی هستند که زیستگاه تالابی دارند ولی الزاما آبزی نیستند. گروه سوم نیز گونه‌های خشکی زی را شامل می‌گردد که تالاب برای آنها نقش زیستگاهی ندارد ولی در چرخه حیاتی یا زیستی آنها موثر است. به عنوان مثال برای گروه اول می‌توان انواع ماهی‌ها و گیاهان آبزی را نام برد. پرندگان تالابی و گیاهان رطوبت پسند نمونه‌هایی از گروه دوم هستند و بالاخره گونه‌هایی مانند آهوها و پرندگان خشکی‌زی که فقط ممکن است برای مصرف آب یا تغذیه به تالاب مراجعه کنند و یا گونه‌های شکارچی که برای بدست آوردن غذا با تالابها در ارتباط هستند در گروه سوم قرار می‌گیرند.

به غیر از طبقه بندی سه گانه فوق‌الذکر که در بخش‌های بعد توضیح داده خواهد شد که کاربرد زیادی در محاسبه نیاز آبی تالابها دارد، از نظر سیستماتیک نیز می‌توان تنوع زیستی یا تنوع گونه‌ای تالابها را در مبحث بیولوژیک بررسی نمود. در این طبقه بندی می‌توان تنوع زیستی تالابها را در دو گروه گیاهی و جانوری تقسیم‌بندی کرد.

#### گیاهان تالابی

در طبقه گیاهی تالابها گروهی به صورت گونه‌های تک سلولی، جلبکی و فیتوپلانکتونها مطرح می‌شوند و گروه دیگری نیز گیاهان پرسلولی هستند. بطور کلی گیاهان نقش تولیدکننده دارند و از این نظر تأثیر مهمی در هرم انرژی و چرخه‌های غذایی دارند. از سوی دیگر گیاهان در فرآیند تولید ماده آلی در طول روز، اکسیژن تولید می‌کنند در حالیکه شب‌ها با مصرف اکسیژن دی اکسید کربن تولید می‌کنند. بدین ترتیب

گیاهان تالابی در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آب نیز موثر هستند. گیاهان پر سلولی تالابها معمولا به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند که عبارتند از گیاهان کنارآبزی، گیاهان شناور و گیاهان غوطه‌ور.

گیاهان کنارآبزی گونه‌هایی هستند که برگها و گاهی ساقه‌های آنها در بالای آب قرار دارد ولی ریشه‌ها در زیرآب یا در بخشهای دارای خاک اشباع از آب قرار گرفته است. از بارزترین گونه‌های کنارآبزی که در بسیاری از تالابهای ایران یافت می‌شوند می‌توان به نی و لویی اشاره نمود.

گیاهان غوطه‌ور گونه‌هایی هستند که کلیه قسمتهای اصلی آنها شامل برگها، ساقه‌ها و ریشه‌ها (معمولا به غیر از گلها) در زیر آب رشد می‌کنند. این گیاهان دارای سه زیرطبقه هستند که شامل گیاهان غوطه‌ور ریشه‌دار، غوطه‌ور بدون ریشه و غوطه‌ور پیوسته (که به عوارض و اشیاء زیرآب متصل هستند) می‌شود.

گروه سوم گونه‌های شناور هستند که برگهای آنها در سطح آب قرار دارد. از این نوع گیاهان می‌توان به گونه شناخته شده‌ای مانند نیلوفر آبی اشاره داشت.

گیاهان از نظر تولید ماده آلی و همچنین اکسیژن در فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابها باید مدنظر قرار گیرند. از سوی دیگر گیاهان نقش زیستگاه مهمی را نیز ایفاء می‌کنند. بسیاری از گونه‌های گیاهان آبزی برای گونه‌های جانوری نقش زیستگاهی دارند. برخی ماهی‌ها تخم‌ریزی خود را در روی گیاهان آبزی انجام می‌دهند. حتی سنجاقک‌ها نیز تخم‌گزاری خود را در روی گیاهان کنارآبزی انجام می‌دهند. پرندگان نیز ممکن است به شکل‌های مختلف از گیاهان تالابی استفاده‌های زیستگاهی یا اکولوژیک داشته باشند. ساخت لانه بر روی گیاهان شناور و یا گیاهان کنارآبزی، استفاده از گیاهان به عنوان مکان استقرار برای شکار و تغذیه از موارد کاربرد زیستگاهی/اکولوژیک گیاهان آبزی برای پرندگان است. بعلاوه بخشی از گیاهان تالابی حتی منبع غذایی پرندگان محسوب می‌شوند به گونه‌ای که بسیاری از گیاهان آبزی مستقیما توسط پرندگان گیاهخوار مورد تغذیه قرار می‌گیرند. به همین دلایل در فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابها باید وضعیت پوشش گیاهی و نیازهای مربوط به حفظ آن درنظر قرار داشته باشد.

## جانوران

جانوران را می‌توان از نظر رده بندی به طبقاتی مانند مهره داران، بی مهرگان و سایر لایه‌های رده بندی، طبقه بندی نمود ولی برای کاربرد این راهنما و محاسبه نیاز آبی تالابها نوع رابطه گونه‌های جانوری با تالاب اهمیت بیشتری دارد. از این نظر در بین گروه‌های جانوری مختلفی که با تالابها مرتبط هستند، برخی صرفا آبزی و تالابی هستند مانند بسیاری از زئوپلانکتون‌ها، کفزیان و گونه‌های مختلف ماهی‌ها. گروهی را گونه‌هایی تشکیل می‌دهند که مستقیما با تالابها ارتباط دارند مانند انواع پرندگان تالابی که بخش‌های اصلی از زندگی خود را در تالابها به سر می‌برند و نهایتا گروهی نیز جانوران غیرتالابی یا خشکی زی هستند که برای فعالیت‌های خاصی با تالابها مرتبط می‌شوند به عنوان مثل حیوانات خشکی‌زی مانند انواع پستانداران مثل گراز یا پلنگ ارتباط حیاتی با تالابها ندارند ولی از منابع مرتبط با آن استفاده می‌کنند. مثلا گونه‌هایی که در مناطق مجاور تالابها هستند ممکن است از منبع آب موجود برای شرب استفاده نمایند یا با توجه به مراجعه حیوانات قابل شکار مختلف به تالابها، ممکن است برای شکار و تغذیه به تالابها وابسته

شوند. باتوجه به توضیحات فوق، جنبه‌های جانوری که می‌تواند در فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابها مدنظر قرار گیرد به شرح ذیل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### ماهی‌ها

در بررسی و محاسبه نیاز آبی رودخانه‌ها موضوع دیگری که باید درنظر گرفته شود، نوع و ترکیب آبزیان و به ویژه ماهی‌هاست. نکته مهم در این بخش که خصوصا در رودخانه‌های مصبی موضوعیت پیدا می‌کند، خصوصیات مهاجرتی ماهیان است. در ماهیان عوامل مختلفی می‌تواند علت مهاجرت باشد. مهاجرت یا برای تغذیه یا جهت تولید نسل و تکثیر و یا تحت تأثیر شرایط دمای محیط و آب صورت می‌گیرد. عوامل خارجی از قبیل درجه حرارت آب و میزان اکسیژن آن، طول شب و روز، نقش مهمی در این فرآیند دارند و می‌توانند زمان و چگونگی مهاجرت ماهی‌ها را تحت تأثیر قرار دهند. البته انجام مهاجرت در درجه اول به نوع ماهی و خصوصیات رفتاری آن که می‌تواند ناشی از تأثیر بلندمدت همین عوامل محیطی باشد نیز دارد. بنابراین بطور قطع این عوامل و محرک‌های محیطی باعث انجام تغییرات داخلی در ماهی‌ها می‌شوند و مهاجرت در نتیجه این تغییرات انجام می‌شود. این تغییرات می تواند، سیستم عصبی حیوان را نسبت به محرکهائی که قبلاً در مقابل آن بی تفاوت بوده است حساس نماید و مهاجرت ماهی در نتیجه این تغییرات آغاز شود. البته همانطوری‌که اشاره گردید برخی ماهیها خصوصیات مهاجرتی خاصی ندارند و بدیهی است که واکنش ویژه‌ای نسبت به محرک‌های محیطی از خود بروز نمی‌دهند و به همین دلیل جزء گونه‌های مهاجر محسوب نمی‌شوند.

یکی از علل بسیار عمده‌ای که منشاء مهاجرت در بسیاری از گونه‌ها محسوب می‌شود، تولید مثل است. نوع مهاجرت ماهی‌ها متفاوت است و ممکن است بین دریا و رودخانه یا در داخل رودخانه‌ها صورت پذیرد. از این نظر واژه‌های فنی مختلفی برای مهاجرت ماهی‌ها به‌کار گرفته می‌شوند که متداول ترین آنها واژه‌های آنادروموس[1] و کاتادروموس[2] هستند.

ماهی‌های آنادروموس بخش عمده‌ای از زندگی خود را در دریاها سپری می‌کنند و فقط برای تخمریزی به رودخانه‌ها مهاجرت می‌کنند. در واقع این ماهی‌ها بیشتر عمر خود را در آبهای شور دریاها زندگی می‌کنند ولی در زمان تخمریزی به آبهای شیرین مراجعه می‌کنند. بدیهی است که تخمهای این ماهی‌ها مراحل انکوباسیون خود را در آب شیرین رودخانه‌ها طی می‌کنند، لارو و بچه ماهی‌ها نیز اغلب در رودخانه‌ها باقی می‌مانند و متناسب با نوع گونه، بچه ماهی‌ها پس از بزرگ شدن مجددا رهسپار دریاها می‌شوند.

ماهی‌های کاتادروموس برعکس ماهی‌های آناردوموس رفتار می‌کنند. این ماهی‌ها بیشتر عمر خود را در آبهای شیرین رودخانه‌ها هستند و فقط برای تخمریزی به آبهای شور دریاها مهاجرت می‌کنند.

البته به غیر از این دو نوع مهاجرت بین دریا و رودخانه، گروه دیگر ماهیهای مهاجر تحت عنوان پتامودروموس[3] وجود دارد که ماهیانی در این گروه قرار می‌گیرند که مهاجرت آنها فقط در داخل رودخانه‌ها

1- Anadromous
2- Catadromous
3- Potamodromous

و آبهای شیرین است. این مهاجرت ممکن است از نقاط پائین‌دست رودخانه به بالادست یا برعکس و یا از رودخانه به تالاب و یا برعکس صورت بپذیرد.

جنبه مهاجرت ماهیها بویژه در ارتباط با محاسبه نیاز آبی از دو جنبه دارای اهمیت است. در تالابهای ساحلی حضور ماهیهای مهاجر، زمان و چگونگی رشد لارو و بچه ماهیها باید مدنظر قرار گیرد. از سوی دیگر در تالابهای رودخانه‌ای نیز در نظر گرفتن چگونگی مهاجرت ماهیها و درنظر گرفتن اینکه آیا ماهیها برای مهاجرت نیازی به جریان آبی خاصی دارند یا خیر اهمیت پیدا می‌کند. در این رابطه به ویژه ماهیان آنادروموس از حساسیت بیشتری برخوردارند. این ماهیها برای ورود به رودخانه‌ها و رسیدن به محل تخمریزی باید برخلاف جریان آب شنا نمایند و به همین دلیل در زمان مهاجرت باید حتما حداقل جریان خاصی وجود داشته باشد.

هریک از گونه‌های ماهی برای تولید مثل نیازمند شرایط محیطی خاص خود می‌باشند و این گونه ویژگیها از دما گرفته، تا عمق، شدت جریان و میزان گل آلودگی و سایر موارد مشابه باید در برنامه‌ریزی محاسبه نیاز آبی برای تالابهای رودخانه‌ای و ماندابی حتما مدنظر قرار گیرد. بدیهی است که در رویکرد پیشنهادی این راهنما محاسبه نیاز آبی به نحوی که این گونه شاخص‌های تنوع زیستی حفظ شوند می‌تواند هدف مناسبی تلقی گردد.

## پرندگان

پرندگان متعددی در طول فرآیندهای تکاملی خود سازگاریهای زیادی با تالابها و زیستگاه‌های تالابی پیدا نموده‌اند. گروهی از پرندگان که با زندگی در منابع آبی به معنی عام و تالابها به معنی خاص سازش پیدا نموده‌اند پرندگان تالابی گفته می‌شود. معمول‌ترین پرندگان تالابی شامل انواع مرغابیها، غواصها، کشیم‌ها، حواصیلها ( اگرتها، لک لکها سانان، اکراسها)، پرندگان ساحلی مانند چوب‌پاها، آبچلیکها و یلوه‌ها و پرندگان متعدد دیگری می‌شود. در پرندگان نیز همانند سایر جانوران به غیر از گونه‌های تالابی که تمام یا بخشهای عمده‌ای از زندگی آنها مستقیما در تالاب است، گونه‌های خشکی‌زی نیز وجود دارند که کاملا غیرتالابی هستند اما برای تأمین برخی نیازهای خود (مانند تأمین آب یا غذا) یا سایر موارد خاص با تالابها در ارتباط قرار می‌گیرند و به صورت دوره‌ای یا فصلی در تالابها مشاهده می‌شوند.

پرندگان تالابی فعالیت‌های مختلفی در تالابها انجام می‌دهند. آنها ممکن است از تالاب به عنوان یک زیستگاه، محل آشیانه‌سازی، تغذیه، تولید مثل، پناه و ... استفاده کنند. در هر حالت، در فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابها در درجه اول در مرحله مطالعات پایه باید لیست کل پرندگان تالاب یا حداقل پرندگان شاخص آن تهیه شود. معیار انتخاب پرندگان شاخص برای یک تالاب می‌تواند یک یا مجموعه‌ای از موارد ذیل باشد:

- گونه یا گونه‌های نادر یا در خطر انقراض
- گونه یا گونه‌های منحصر به فرد
- گونه یا گونه‌هایی که در ترکیب پرندگان زیستگاه بیشترین سهم جمعیت را دارا باشند
- گونه یا گونه‌هایی که در فرآیندهای اکولوژیک نقش پایه یا کلیدی دارند.

پس از مشخص شدن پرندگان یک تالاب باید چرخه زیستی آنها در تالاب بررسی شود و وابستگی هریک به ویژگی‌ها یا کارکردهای تالاب تعیین گردد. در این مرحله تأمین شرایط مورد نیاز برای پرنده (های) مورد نظر می‌تواند یکی از اهداف محاسبه نیاز آبی آن تالاب مورد نظر باشد.

## دوزیستان و خزندگان

بدیهی است که مطابق تعاریف و مبانی جانورشناسی، حداقل یک بخش از چرخه زیستی دوزیستان در درون تالابها یا بدنه‌های آبی سپری می‌شود. بسیاری از خزندگان نیز به نوعی با تالابها مرتبط هستند. قورباغه‌ها، وزغها، سمندرها، سوسمارها، تمساح‌ها، لاکپشت‌ها و مارهای آب شیرین عمده‌ترین خزندگان و دوزیستان تالابی محسوب می‌شوند که در ایران اغلب این گونه‌ها را می‌توان در تالابها یافت. همانطوری‌که گفته شد، اغلب این گونه‌ها فقط قسمتی از چرخه زیستی خود در تالاب طی می‌کنند. مثلا بسیاری از قورباغه‌ها و سمندرها در درجه اول از تالاب برای تولید مثل استفاده می‌کنند. این گونه‌ها فرآیند تخم‌گذاری را در تالاب انجام می‌دهند و در دوره لاروی که کاملا آبزی محسوب می‌شوند در تالاب می‌مانند و پس از بلوغ بیشتر زندگی خود را در زیستگاه‌های خشکی سپری می‌کنند.

علاوه بر نقش مستقیمی که این گونه‌ها در طبیعت دارند، تخم آنها نیز معمولا منبع غذایی مناسبی برای ماهیها به شمار می‌رود. به همین دلیل نیز در تالابهایی که جمعیت ماهیها کم است و یا به هر دلیلی فاقد ماهی هستند، عملکرد زاد آوری دوزیستان بسیار افزایش می‌یابد. بعلاوه، دوزیستان بالغ نیز غذای سهل‌الوصولی برای بسیاری از جانوران گوشتخوار تالابی مانند پرندگان گوشتخوار هستند و از این طریق نیز علاوه بر نقش مستقیم خود به عنوان یک گونه در هرم انرژی و روابط اکولوژیک اکوسیستمهای تالابی مؤثر هستند. در ایران قریب به ۲۲ گونه دوزیست وجود دارد که از بین آنها دو گونه سمندر غار زی گرگانی با نام علمی *Paradactylodon gorganensis* و سمندر ایرانی *Batrachuperus persicus* در طبقه بندی حفاظتی جزء گونه‌های در معرض انقراض و آسیب پذیر به ترتیب قرار دارند.

خزندگان نیز از جهاتی شباهت‌هایی با دوزیستان دارند. خزندگان زیادی مانند بعضی انواع لاکپشت‌ها و تمساح‌ها کل زندگی خود را به تالابها وابسته‌اند. در ایران بیش از ۲۲۵ گونه خزنده شناسایی شده است که بخش عمده‌ای از آنها را انواع مارها، سوسمارها و سایر گونه‌های غیرتالابی تشکیل می‌دهند ولی تعداد نسبتا زیادی از خزندگان نیز مستقیما به زیستگاه‌های تالابی وابسته‌اند. در ایران ۱۰ گونه لاکپشت شناسایی شده‌اند که از بین آنها ۵ گونه دریایی هستند و بیشتر با تالابهای ساحلی ایران در سواحل خلیج فارس و دریای عمان و جزایر موجود در این مناطق مرتبط هستند که البته موضوع محاسبه نیاز آبی برای این تالابها مطرح نمی‌باشد و به همین دلیل در فرآیند محاسبه نیاز آبی درنظر گرفته نمی‌شوند. ۴ گونه از لاکپشتهای ایران جزء لاکپشت‌های زمینی هستند که ۲ گونه از آنها یعنی لاکپشت برکه‌ای خزری و لاکپشت برکه‌ای اروپایی مشخصات گونه‌های تالابی می‌باشند. البته این دو گونه در طبقه‌بندی‌های حفاظتی قرار ندارند و به همین دلیل هرچند می‌توان آنها را در فرآیند محاسبه نیاز آبی مطالعه نمود اما استفاده از آنها به عنوان شاخص تنوع زیستی تالاب چندان توصیه نمی‌شود. اما یکی از گونه‌های لاکپشت‌های ایران که از نظر

حفاظتی اهمیت زیادی دارد، لاکپشت فراتی یا لاکپشت نرم‌لاک *Rafetus euphraticus* است که در طبقه‌بندی‌های حفاظتی جزء گونه‌های در خطر انقراض قرار گرفته است. این لاک پشت تنها گونه از لاک‌پشت‌های سه‌انگشتی در ایران است. زیستگاه اصلی این لاک پشت رودخانه‌های دجله و فرات و انشعابات آن‌ها در عراق، ایران، ترکیه و سوریه است. در ایران پراکندگی این لاک‌پشت فقط به استان خوزستان شامل حوضه آبگیر دجله و فرات، هورالعظیم، تالاب شادگان، رودخانه‌های کارون، کرخه، دز و جراحی و انشعابات آنها محدود می‌شود و به همین دلیل توصیه می‌شود در فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابهایی که در این مناطق قرار دارند، وضعیت این گونه حتما مورد بررسی قرار گیرد.

از دیگر گونه‌های خزندگان شاخص ایران که جزء گونه‌های در خطر انقراض محسوب می‌شود، می‌توان به تمساح پوزه‌کوتاه ایرانی اشاره نمود. این گونه با نام علمی *Crocodylus palustris* بومی شبه‌قاره هند و مناطق اطراف است که در کشورهای هند، بنگلادش، پاکستان، ایران، سریلانکا و برمه زندگی می کند. گاندو تنها کروکودیل بومی و بزرگ‌ترین خزنده ایران است. این گونه بیشتر در تالابهای استان سیستان و بلوچستان در حوزه رودخانه‌های سرباز و کاجو می‌باشد و در فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابهای این منطقه می‌توان این گونه را نیز مدنظر قرار داد.

### ۲-۲-۱-۳-مطالعات اکولوژیک

یکی از شاخص‌هایی که در فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابها باید در نظر گرفته شود، جنبه‌های اکولوژیک است. مسائل اکولوژیک اجزاء مختلف اکوسیستم‌های تالابی را در قالب یک سیستم واحد که اکوسیستم تالابی شناخته می‌شود به یکدیگر مرتبط می‌کند. در واقع پایداری سیستمهای تالابی منوط به برقرار ماندن روابط و کارکردهای اکولوژیک آنهاست. به همین خاطر یکی از دیگر جنبه‌هایی که در فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابها باید مد نظر قرار گیرد روابط اکولوژیک است. از نظر اکولوژیک تالابها از اجزاء اکوسیستمی مختلف تشکیل شده‌اند که البته همگی آنها با یکدیگر در ارتباط هستند. بستر تالاب، بدنه آبی و اراضی پیرامونی تالاب در کنار عوامل اقلیمی به همراه اجزاء متعدد خود بخش بی‌جان اکوسیستم را تشکیل می‌دهند. در بخش جاندار، انواع گیاهان و جانوران تالابی را می‌توان طبقه بندی نمود. بنابراین از دید اکولوژیک و با نگاه سیستمی اکوسیستم تالاب به دو بخش جاندار و بی‌جان قابل تقسیم است که البته اجزاء هریک از این دو بخش در سرفصل‌های قبلی همین گزارش مورد بررسی قرار گرفته است. مهمترین مواردی که باید در فرآیند مطالعه نیاز آبی در بخش مطالعات اکولوژیک درنظر گرفته شود به شرح ذیل می‌باشند.

#### تولیدات اولیه

اولین موضوع اکولوژیکی که باید در محاسبه نیاز آبی تالابها در نظر گرفته شود، وضعیت زنجیره، شبکه غذایی و هرم انرژی است. براساس اصول اکولوژیک، هرچه جریان و میزان انرژی موجود در اکوسیستم‌ها بیشتر باشد، زمینه پایداری نیز در آن بالاتر خواهد بود. بنابراین در مسیر مطالعات محاسبه نیاز آبی از دیدگاه

اکولوژیک باید موضوع روابط غذایی و هرم انرژی مدنظر قرار گیرد. بطور کلی در هر اکوسیستمی سطح پایه انرژی حاصل از فعالیت گیاهان سبز یا تولید کنندگان است. در مورد تالابها موضوع تولیدات اولیه به دلیل شرایط پایه محیطی متفاوت است. به دلیل وجود بدنه آبی و همچنین خاکهای اشباع در تالابها تولیدات اولیه فقط به گیاهان معمول اکوسیستمهای خشکی محدود نمی‌شود. در تالابها علاوه بر وجود گیاهان پر سلولی مختلف خشکی‌زی (رطوبت پسند)، انواع گیاهان آبزی نیز در بخشهای مختلف حضور دارند. بعلاوه از آنجائیکه آب یک بستر رشد گیاهان محسوب می‌شود و نور خورشید به عنوان عامل مهم فتوسنتز در آب نفوذ می‌کند، انواع پلانکتونها و جلبکهای گیاهی نیز در لایه‌های مختلف آب امکان تولید پیدا می‌کنند. بنابراین در فرآیند محاسبه نیاز آبی باید علاوه بر گیاهان پرسلولی وضعیت تولیدات اولیه پلانکتونی نیز در نظر گرفته شود. البته بررسی تولیدات اولیه در فرآیند محاسبه نیاز آبی یک الزام نیست ولی می‌تواند یکی از پارامترهایی باشد که در مسیر مطالعات مورد استفاده قرار بگیرد. در صورتیکه وضعیت تولیدات اولیه در محاسبه نیاز آبی در نظر گرفته شود تا حد زیادی توان تولیدی و پایداری اکولوژیک تالاب بویژه غنای تنوع زیستی تضمین خواهد شد. در این راستا باید با در نظر گرفتن میزان تولیدات اولیه تالاب در شرایط بهینه و در شرایط متوسط، رابطه هریک از این دو شرایط را با میزان موجودی آب تالاب سنجید و میزان نیاز آبی تالاب را به گونه‌ای محاسبه کرد که تولیدات اولیه گیاهی آن در حد مطلوب باقی بماند. بدیهی است که تنظیم نیاز آبی در حالتی که تولیدات اولیه بالاترین یا بهینه‌ترین حالت باشد ایده‌آل خواهد بود ولی باید به این نکته توجه نمود که معمولا اولویتهای توسعه‌ای متعددی در حوضه‌های آبخیز متقاضی آب هستند که براساس آن نمی‌توان انتظار داشت که میزان آب تالاب برای بالاترین تولیدات اولیه تنظیم گردد. با این حال باید سطح حداقل یا مناسب به گونه‌ای تعیین شود که بتوان از پایداری تولیدات اکوسیستم مطمئن بود.

### زیستگاه‌ها

تالابها ظرفیتهای زیستگاهی متعددی را برای جانداران مختلف فراهم می‌آورند. شرایط رویشگاهی مختلف، ساختارهای فیزیوگرافیک متفاوت و پهنه‌های آبی متفاوت در تالابها باعث می‌گردد که تنوع زیستگاهی قابل توجهی برای تنوع زیستی و بویژه گونه‌های جانوری فراهم آید. زیستگاه‌های تالابی تنوع وسیعی از انواع زیستگاه‌های مشابه خشکی تا زیستگاه‌های تالابی و همچنین زیستگاه‌های کاملا آبی را برای گونه‌های مختلف ایجاد می‌کنند. براساس برآوردهای جهانی انجام شده، تالابها در نتیجه همین ویژگیها زیستگاه بیش از یکصدهزار گونه جانوری را فراهم می‌کنند که از این میان قریب به ۵۰۰۰۰ گونه را حشرات و ۲۱۰۰۰ گونه را مهره‌داران تشکیل می‌دهند.

شرایط زیستگاهی تالابها برای ماهیها نیز بسیار کلیدی است. فاکتورهای محیطی از قبیل غلظت اکسیژن محلول، عمق، کیفیت و دمای آب برای ماهی‌ها اهمیت دارد. عمده‌ترین مشکلاتی که ممکن است برای ماهیها در تالابها ایجاد گردد نوسانات شدید پارامترهای کیفی آب و یا دوره‌های بی اکسیژنی یا کم‌اکسیژنی تالابهاست. هر عاملی که باعث تغییرات شدید پارامترهای کیفی آب تالابها شود و یا باعث برهم خوردن پایداری پارامترهای فیزیکی آنها شود از بین رفتن شرایط مناسب برای ماهیها را درپی خواهد داشت. البته

مقاومت ماهی‌ها نسبت به نوسانات پارامترهای کمی و کیفی تالابها بسیار متفاوت است. به عنوان مثال گونه‌های ماهی آزاد حساسیت زیادی به شرایط زیستگاهی خود دارند و هرگونه تغییر در اکسیژن محلول، دما یا ترکیب فیزیکی و شیمیایی آب برای آنها تهدید جدی بشمار می‌آید در حالی‌که تعداد زیادی از ماهیان خانواده کپورماهیان مقاومت زیادی در برابر این نواسانات محیطی دارند. به همین دلیل در مسیر محاسبه نیاز آبی تالابها باید این روابط متقابل محیط و جانداران در نظر گرفته شود. به عنوان مثال در محاسبه جریان زیست‌محیطی پائین دست سدها معمولاً تأکید زیادی بر تعیین دقیق میزان جریان آب رهاشده در بستر رودخانه می‌شود در حالی‌که باتوجه به خواص فیزیکی آب بویژه نحوه تغییرات جرم حجمی در دماهای مختلف و همچنین ساختگاه اکثر سدهای ایران که در مناطق کوهستانی و مرتفع هستند باعث می‌گردد که دمای خروجی آب سدها نسبت به شرایط طبیعی رودخانه بسیار پائین تر باشد و به همین دلیل در بسیاری از موارد حتی درصورت تأمین مقدار آب مناسب، به دلیل عدم رعایت شرایط کمی و کیفی آب رهاسازی شده، الگوی ماهیان پائین دست به سمت گونه‌های مقاوم به نوسانات محیطی تغییر پیدا می‌کند.

تالابهای ماندابی بزرگتر به دلیل نوسانات محیطی کمتر و وجود منبع آبی قابل اعتماد معمولاً بطور دائم می‌توانند از ماهیها پشتبیانی کنند زیرا ماهیها در این گونه اکوسیستمها می‌توانند پناهگاه‌ها و زیستگاه‌های متنوعی بیابند. این موضوع در ایران که محدودیت آبی شدید و احتمال خشک شدن دوره‌ای تالابها بیشتر است، مصداق زیادتری پیدا می‌کند. اکسیژن کم و دمای آب زیاد بقاء بسیاری از ماهی‌ها را در تالابها تهدید می‌کند.

یکی از دیگر کارکردهای اکولوژیک تالابها تأثیر آنها در فرآیند تولید مثل ماهیان است. باتوجه به تعریف جامع و فراگیری که کنوانسیون رامسر برای تالابها ارائه کرده‌است، می‌توان بیان نمود که زادآوری کلیه گونه‌های ماهی به تالابها وابسته است. هریک از انواع تالابها نقش خاصی را در فرآیند تولید مثل ماهیها ایفاء می‌کنند. تالابهای رودخانه‌ای به ویژه در مناطق بالادست محل مناسبی برای تخمریزی ماهیان آنادروموس هستند. به عنوان مثال، اغلب آزاد ماهیان برای تخمریزی تالابهای رودخانه‌ای مناطق بالادست و با بستر سنگی را بر می‌گزینند. برخی ماهیها تخمریزی خود را بر روی گیاهان تالابی به ویژه گیاهان حاشیه‌ای انجام می‌دهند. تالابهای ساحی حرا یا جنگلهای مانگرو محل تولید مثل بسیاری از ماهیان دریایی و سایر آبزیان به شمار می‌آیند. به طور کلی تالابهای ساحلی و به ویژه مصبی علاوه بر جایگاه تخمریزی، نقش مهمی در پرورش لارو و بچه ماهیان دارند و به همین دلیل تاثیر قابل توجهی در تجدید نسل ماهیان دارند. شاید بتوان یکی از مهمترین علل کاهش جمعیت برخی گونه‌های ماهیان دریای خزر مانند ماهی آزاد دریای خزر و یا انواع تاسماهیان را از بین رفتن یا آسیب دیدن تالابهای محل تخمریزی یا قطع شدن مسیر مهاجرت آنها به سمت محلهای تخمریزی دانست.

بنابراین از دید مسائل تولیدمثلی آبزیان، باید در فرآیند مطالعات نیاز آبی تالابها جنبه‌های زیستگاهی تالاب و نقش احتمالی آن در تخمریزی ماهیان درنظر گرفته شود. به عنوان مثال بسیاری از ماهیان خانواده کپورماهیان گیاهان حاشیه‌ای تالابها را برای تخمریزی انتخاب می‌کنند. در این ماهیان تخمها پس از رها شدن بر روی گیاهان آبزی حاشیه‌ای تالاب می‌چسبند و مراحل انکوباسیون خود را در حالت متصل

به گیاهان طی می‌کنند. در این شرایطی باید زون‌بندی گیاهان حاشیه‌ای هر تالاب در نظر گرفته شود و محاسبه نیاز آبی به گونه‌ای انجام شود که سطح لازم برای حفاظت از گیاهان حاشیه‌ای تأمین گردد و بدین ترتیب تخمریزی و تکثیر ماهیها به صورت پایداری در تالاب ادامه پیدا کند.

به طور کلی می‌توان نتیجه گیری نمود که کارکردهای اکولوژیک مختلف تالابها به‌گونه‌ای تنظیم گردیده که این اکوسیستم‌ها براساس روابط پیچیده‌ای حیات و تنوع زیستی را پشتیبانی نمایند و هرگونه تغییر در شرایط طبیعی آنها ممکن است تهدیدات جدی را برای پایداری محیط زیست و تنوع زیستی درپی داشته باشد. بدین سبب باید تا حد امکان تلاش شود تا شرایط طبیعی تالابها ثابت باقی بماند و یا تغییر ایجاد شده در سطح حداقل باشد. از سوی دیگر نیاز انسان به آب نیز الزامی است که قطعا اجازه ثابت ماندن میزان آب در دسترس اکوسیستم‌های طبیعی و تالابها را فراهم نمی‌کند. به همین دلیل در محاسبه نیاز آبی تالابها باید بازنگری منابع آب به گونه‌ای انجام پذیرد که تغییرات بنیادی در سیستم‌های طبیعی تالابها ایجاد نکند و به ویژه کارکردهای زیستگاهی تالابها تداوم داشته باشد. حفظ شرایط زیستگاهی تالابها مستلزم پایداری عوامل محیطی پایه می‌باشد. به همین دلیل مهمترین پارامترهای محیطی که در کارکردهای زیستگاهی تالابها موثر هستند و باید در محاسبه نیاز آبی مدنظر قرار داشته باشند به شرح جدول ذیل ارائه می‌گردد.

**جدول ۲-۱ شاخص های مؤثر در محاسبه نیاز آبی تالاب‌ها**

| فاکتور پایه اکولوژیک | شاخص | ملاحظات محاسبه نیاز آبی |
|---|---|---|
| کمیت آب | عمق آب | تنظیم عمق آب در فصل تکثیر ماهیان متناسب با نیاز گونه و یا حفظ گیاهان آبزی موثر در تخمریزی |
| | تغییرات فصلی سطح آب | تنظیم نوسانات فصلی بویژه جریانات سیلابی مورد نیاز برای حفظ شرایط بیولوژی و اکولوژی آبزیان |
| | تغییرات سالانه سطح آب | توجه به فصلی یا دائمی بودن تالاب و حفظ شرایط طبیعی دوره‌های کم آبی و پرآبی |
| | دبی آب | حفظ دبی لازم برای مهاجرت ماهیان آنادروموس در فصل مهاجرت و تولید مثل |
| | مسیر رودخانه‌ها | حفظ پیوستگی مسیر رودخانه‌ها از مصب تا محل‌های تخمریزی به منظور تامین امکان مهاجرت ماهیان آنادروموس |

| | | |
|---|---|---|
| **کیفیت آب** | اکسیژن محلول | تنظیم نیاز آبی به گونه‌ای که اکسیژن محلول لازم برای آبزیان تامین گردد. |
| | ترکیب یونی، شوری، هدایت الکتریکی | در مورد تالابهایی که محدودیتهای کیفیت از نظر پارامترهای شور شدگی دارند باید در محاسبه نیاز آبی رابطه کمیت و شورشدگی درنظر گرفته شود |
| | ترکیبات آلی | می‌تواند شاخصی از کیفیت آب از نظر آلودگی باشد. در مواردی که آلودگی در تالابی موضوعیت دارد باید رابطه ترکیبات آلی با کمیت آب درنظر گرفته شود. |
| | کدورت | با جریانات سیلابی در ارتباط است و در مورد بعضی گونه‌ها سپری کردن یک دوره گل آلودگی آب (دوره سیلابی) برای فرآیند تولید مثل ضروریست |
| **لایه بستر** | جنس بستر (شن، سیلت، رس) | بیشتر در مورد رودخانه‌ها از نظر تولید مثل و ترکیب گونه‌های کفزیان اهمیت دارد. برخی فعالیتهای انسانی ممکن است جنس بستر را تغییر دهد که از جمله می‌توان به احداث سدها و سازه‌های آبی اشاره کرد. |
| | عمق رسوبات بستر | عمق رسوبات بیشتر در ارتباط با ترکیب و تراکم کفزیان اهمیت دارد. |
| | میزان رسوبات آلی | برخی ماهیها مانند بسیاری از گونه‌های خانواده کپورماهیان از کفزیان تغذیه می کنند و میزان رسوبات آلی با ترکیب و تراکم کفزیان مرتبط است. بالا بودن بیش از حد رسوبات آلی در بستر تالابها می‌تواند عامل آلودگی بوده و بر شرایط زیستگاهی تالاب اثر گذار باشد. |
| **ساختار گیاهی** | گیاهان علفی، درختچه‌ای یا جنگلی، میزان گیاهان حاشیه‌ای و کنارآبزی، شناور و غوطه‌ور، ارتفاع تاج پوشش گیاهان کنارآبزی، میزان دوام پوشش گیاهی، محصول سرپا | ترکیب و تراکم پوشش گیاهی از نظر تغذیه گونه‌ها، تخمریزی و زاد آوری گونه‌های آبزیان، از نظر زیستگاهی و آشیانه گزینی گونه‌ها بویژه پرندگان دارای اهمیت است. در محاسبه نیاز آبی باید نوع و ترکیب گیاهی تالاب و کارکردهای اکولوژیک آن درنظر گرفته شود و جنبه های شاخص در صورت نیاز در محاسبه نیاز آبی دخالت داده شوند. |
| **گونه‌های جانوری** | گونه‌های شکارچی<br>گونه‌های رقیب<br>گونه‌های مورد تغذیه | ترکیب گونه‌های جانوری از مواردی است که از نظر اکولوژیک نیز باید درنظرگرفته شود. در فرآیندهای اکولوژیک برخی گونه‌ها شکارچی و یا قابل شکار هستند و رقابت بین گونه‌ها نیز به تعادل رسیده. نیاز آبی باید به گونه‌ای تنظیم گردد که تعادل شرایط اکولوژیک گونه‌ها را تا حد امکان برهم نزند. این تعادل و ارتباط اکولوژیک بین گونه‌های جانوری و گیاهی نیز برقرار است و باید تا حدامکان در محاسبه نیاز آبی مدنظر قرار گیرد. در برخی موارد گونه‌های مهاجم و غیربومی نیز در اکوسیستمهای تالابی وارد شده‌اند که نیاز آبی باید تاحدامکان به گونه-ای تعیین گردد که شرایط را برای این گونه‌ها نامناسب گرداند تا در رقابت با گونه‌های بومی تضعیف شوند |

### ۲-۲-۱-۴-مطالعات اقتصادی

از دیگر جنبه‌هایی که در محاسبه نیاز آبی تالابها باید مدنظر قرار داشته باشد مباحث اقتصادی است. در مطالعات اقتصادی باید جنبه‌های اقتصادی تالاب مورد نظر شناسایی گردند و با استفاده از آن مسائل اقتصادی که باید در تعیین نیاز آبی درنظر گرفته شوند درنظر گرفته شوند به گونه‌ای که کارکردهای اقتصادی تالاب نیز تا حد امکان حفظ گردد.

ارزشهای تالابها را می‌توان در دو شاخه اصلی ارزشهای اقتصادی مستقیم و ارزشهای غیر اقتصادی یا اقتصادی غیر مستقیم مورد بررسی قرار داد. بدیهی است که برقراری معیارهای مالی برای مورد اول آسان می‌باشد ولی تعریف معیار مالی برای ارزشهای غیر اقتصادی کار دشواری است. به همین دلیل ارزشهای غیراقتصادی یا اقتصادی غیر مستقیم تالابها معمولا کمتر از مقدار واقعی ارزشگذاری می‌گردند و این موضوع فقط در زمان وقوع مشکلات حاصل از سوء مدیریت نمایان می‌گردد. مثال بارزی از این موضوع مسئله دریاچه آرال می‌باشد. تجربه حاصل از فاجعه دریاچه آرال نشان می‌دهد که ارزشهای غیر اقتصادی یا اقتصادی غیرمستقیم که این دریاچه بعد از بروز مشکلات ناشی از عدم تامین نیاز آبی (از قبیل تلطیف اقلیم منطقه، ارزشهای فرهنگی و ارزشهای متعدد حفاظتی بعنوان یک اکوسیستم آبی و...) نمایان گردید، قبل از ایجاد این شرایط قابل ارزیابی واقعی نبوده‌اند. معمولا در واقعیت ارزشهای دراز مدت غیر اقتصادی تالابها نسبت به ارزشهای اقتصادی کوتاه‌مدت آنها بسیار مهمتر می‌باشد. از دیدگاه مدیریتی می‌بایست برای برنامه‌ریزی تالابها، در زمانی که برآوردهای زیست‌محیطی و اقتصادی ارزش‌گذاری می‌شوند، ارزشهای غیر اقتصادی نیز مد نظر قرار گرفته و مورد بررسی قرار گیرد. مهمترین ارزشها و کارکردهای اقتصادی و غیراقتصادی یا اقتصادی غیرمستقیم تالابها را می‌توان در جدول ذیل خلاصه نمود.

**جدول ۲-۲: مهمترین کارکردها و ارزشهای اقتصادی و غیراقتصادی تالابها**

| کارکردها و ارزشهای اقتصادی | کارکردها و ارزشهای اقتصادی غیرمستقیم |
|---|---|
| تامین علوفه برای احشام | ترسیب کربن |
| تامین ماهی و مواد غذایی | تنظیم اقلیم خرد و تلطیف هوا |
| حمل و نقل | کنترل سیلاب |
| ذخیره و تامین آب سطحی برای مصارف مختلف | تنظیم تعادل آبهای زیرزمینی |
| حمایت از جمعیتهای حیات وحش قابل شکار بویژه پرندگان | تنظیم کیفیت آب و تصفیه آلودگیهای آب |
| ایجاد ظرفیتهای گردشگری | ایجاد بستر فرهنگی و اجتماعی |
| تامین مواد اولیه صنایع دستی و تولیدات روستایی | پشتیبانی از تنوع زیستی |
| ارتقاء ظرفیتهای سرمایه‌گذاری و جریانهای مالی | تثبیت اراضی و جلوگیری از ایجاد گردوغبار |
| ایجاد فرصتهای مختلف اشتغال | ایجاد چشم انداز و مناظر زیبا |

بنابراین گام اول در فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابها برای مشخص نمودن ارزشها و کارکردهای تالابها، تهیه چک‌لیستی از موارد ارائه شده در جدول فوق می‌باشد. اطلاعات اقتصادی اجتماعی که در این مسیر باید تهیه شوند نیز عمدتا در راستای مشخص شدن روابط کلیدی جامعه با تالاب بویژه در موارد ذیل می‌باشند.

- ایجاد یک شناخت عمومی از وضعیت اقتصادی– اجتماعی و فرهنگی جامعه مرتبط با تالاب
- نحوه ارتباط مردم منطقه با تالاب
- چگونگی و میزان ارتباط اقتصادی جامعه با تالاب
- تعداد افرادی که دارای ارتباط اقتصادی مستقیم با تالاب هستند
- وابستگی‌های غیر مستقیم اقتصادی به تالاب و روابط معیشتی
- ارتباط رفاه مردم با تالاب
- مهمترین کارکردها و ارزشهای تالاب که مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند و یا قابلیت بهره‌برداری آتی را دارا هستند
- فعالیتهای اقتصادی اجتماعی که قابلیت تأثیرگذاری بر تالاب و نیاز آبی آن را دارند

در این بخش باید مباحث ذیل در مطالعات نیاز آبی مورد بررسی قرار گیرند.

### مصارف آب

اولین موضوع اقتصادی که در تالابها اهمیت دارد، مصارف آب است. اینکه آب تالاب مورد نظر برای چه کاربردهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد اهمیت دارد. معمول ترین مصارف آب شامل شرب، صنعت و کشاورزی می‌شوند ولی مواردی مانند مصارف ورزشی، گردشگری و زیبایی شناسی و مواردی از این قبیل را نیز می‌توان به آنها اضافه نمود. برخی از مصارف آب مستقیما با برداشت آب همراه هستند و برخی نیز غیر مصرفی هستند و تاثیری در کمیت آب ندارند. بنابراین در مبحث اقتصادی از دید محاسبه نیاز آبی در درجه اول مصارفی که برداشت آب دارند باید در نظر گرفته شود ولی کاربردهایی که الزاما با برداشت آب همراه نیستند نیز باید مدنظر قرار گیرند.

براین اساس ذخایر آب تالابها یکی از دیگر منابع آنها می‌باشد که می‌تواند کارکردهای اقتصادی و توسعه‌ای ویژه‌ای داشته باشند. حساسیت این منابع بویژه در ایران که در منطقه خشک و نیمه خشک جهان واقع گردیده اهمیت بیشتری نیز پیدا می‌کند. منابع آب بویژه در مناطق مرکزی، شرقی و جنوبی ایران با محدودیت زیادی مواجه هستند و به همین دلیل کارکردهای تالابها به عنوان تنظیم کننده منابع آب اهمیت زیادی دارد. از آنجائیکه آب مستقیما با توسعه و تولید در ارتباط است و از الزامات اولیه هرگونه فعالیت اقتصادی به شمار می‌رود، اغلب فعالیتهای انسانی به دنبال تامین آب مورد نیاز خود می‌باشند. از این رو کارکرد تالابها در تنظیم منابع، آب دارای ارزشهای اقتصادی مستقیم می‌باشد. هرچند تالابها خود

تنظیم‌کننده منابع آبی هستند و در بسیاری از موارد خود نیز مخزن آبی محسوب می‌شوند اما معمولا پروژه‌های متعدد زیادی در بالادست این اکوسیستمهای طبیعی با هدف انحراف آب از ورود به تالابها جلوگیری می‌کنند که اثرات قابل توجهی را بر این تالابها بر جای می‌گذارد.

با توجه به رشد نیازهای انسانی، در حال حاضر نگرانی‌هایی برای استفاده بیش از حد از منابع آبی تالابها وجود دارد. به همین دلیل در ایران نیز به دلیل شرایط خشک و نیمه خشک بخشهای عمده‌ای از کشور و همچنین فرآیندهای توسعه‌ای بخشهای مختلف و افزایش تقاضای آب، علاوه بر بهره‌برداریهای مستقیم از منابع آب بالادست تالابها، بهره‌برداری مستقیم از آب تالابها نیز در بسیاری از مناطق انجام می‌شود که از جمله محورهایی است که در شناخت کارکردهای تالابی باید مدنظر قرارگیرد.

این‌که آب تالاب برای چه مصارفی استفاده شود بستگی به عوامل مختلفی دارد که از جمله می‌توان به کیفیت آب تالاب، وضعیت فعالیتهای اقتصادی اراضی مجاور تالاب و حوضه آن و سطح حفاظتی تالاب و موارد حقوقی مرتبط با حقابه‌ها اشاره نمود. در ارتباط با مصارف آب باید موارد چک‌لیست زیر حتما بررسی شوند و در صورت نیاز در محاسبه نیاز آبی درنظر گرفته شوند.

- نوع استفاده از آب (شرب، صنعت، کشاورزی و ...)
- میزان برداشت آب
- محل برداشت آب (برداشت مستقیم از تالاب یا برداشت از ورودیها و ...)
- زمان برداشت آب (فصلی، ماهانه ...)
- وجود مجوز برداشت آب (حقابه)

ممکن است برخی برداشتها مانند برداشتهای کشاورزی فقط در فصل و دوره زمانی خاصی صورت بپذیرند و در ادامه طول سال برداشتی انجام نشود. برخی برداشتها نیز مانند برداشت‌های شرب و معمولا صنعت نوسانات اندکی دارند و تقریبا به صورت دائم در طول کل سال وجود دارند. بررسی مصارف آب از این نظر اهمیت دارد که اولا بیلان طبیعی تالاب (که در مطالعات هیدرولوژیک مشخص می‌شود) را می‌توان از این طریق تدقیق نمود و ثانیا در تنظیم نیاز آبی و نحوه تامین آن وضعیت برداشت‌ها را نیز درنظر داشت. بدیهی است که بسیاری از تالابها با کمبود آب مواجهند و بخشی از برداشتهای موجود از منابع آبی نیز برداشتهای غیرمجاز هستند. به همین دلیل مشخص شدن اطلاعات مصارف آب به اقدامات نظارتی و کنترلی تأمین نیاز آبی نیز کمک خواهد نمود.

### تولیدات غذایی

علاوه بر تولیدات اولیه تالابها که در بخش قبل تشریح گردید، تالابها تولیدات غذایی مختلف دیگری نیز دارند. انواع تولیدات گیاهی تالابی می‌توانند به عنوان منبع غذایی مورد استفاده قرار گیرند. این منبع ممکن است بطور مستقیم برای انسان مورد استفاده قرار گیرد مانند ماهیها و پرندگان تالابی که توسط انسانها

صید می‌شوند. بخشی از کاربردهای تغذیه‌ای تالابها بطور غیرمستقیم برای انسان کاربرد دارند که از جمله می‌توان به استفاده‌هایی که دام‌های اهلی از علوفه تالابی می‌کنند اشاره کرد. در برخی کشورها حتی از تولیدات جلبکی تالابها نیز به طور مستقیم برای مصارف غذایی انسانی و یا تهیه داروهای مختلف استفاده می‌شود که در این حالت در واقع تولیدات اولیه علاوه بر کارکردهای اکولوژیک بطور مستقیم به عنوان منبع غذایی نیز محسوب می‌شود.

به هرحال مشخص شدن نوع کاربردهای تالاب از نظر مواد غذایی باید در مطالعات نیاز آبی درنظر گرفته شود. در صورتیکه تالابی مصارف مستقیم غذایی بویژه برای جوامع محلی داشته باشد این نکته باید در تعیین شاخص‌های محاسبه نیاز آبی مدنظر قرار گیرد زیرا در صورت هرگونه آسیب به این کارکرد، اثرات اقتصادی و احتمالا بهداشتی به جوامع بومی وارد خواهد شد.

### تولیدات اقتصادی غیرمصرفی

بخشی از کارکردهای اقتصادی تالابها حالت غیرمصرفی دارند و منافع حاصل از آنها بدون بهره‌برداری مستقیم از ذخایر یا موجودی تالاب تامین می‌گردد. این قبیل کارکردهای اقتصادی غیرمصرفی نیز گاهی اثرات بسیار قابل توجهی در اقتصاد محلی و حتی منطقه‌ای دارند و به همین دلیل باید در فرآیند محاسبه نیاز آبی بررسی شوند. به عنوان مثال می‌توان به فعالیتهای مختلف تفرجی اشاره نمود. هرچند که در فعالیتهای تفرجی استفاده مصرفی از منابع تالابی نمی‌شود ولی ممکن است منافع اقتصادی زیادی برای مردم منطقه یا بهره‌برداران ذیربط داشته باشد. به عنوان مثال می‌توان به تالاب انزلی اشاره نمود که درکنار کارکردهای اقتصادی مستقیم و مصرفی مانند صید ماهی و پرنده، ارزشهای اقتصادی غیرمصرفی زیادی در بخش گردشگری دارد و همه ساله مسافرین زیادی با استفاده از خدمات تعاونیهای قایقرانی برای بازدید از تالاب اقدام می‌کنند.

بطور کلی تفرجهای وابسته به تالاب در طول دهه‌های اخیر در سطح دنیا گسترش زیادی پیدا کرده است. این توسعه با افزایش صنایع جانبی مانند ساخت قایق، توسعه صنایع دستی، احداث هتلها و مهمانپذیرها و مواردی از این قبیل همراه بوده است. فعالیتهای تفرجی مرتبط با تالابها و منابع آبی معمولا در سه طبقه به شرح ذیل رده بندی می‌شوند:

- تفرج مستقیم و در تماس کامل (شنا، اسکی روی آب و...)
- تفرج غیر تماسی (قایقرانی، ماهیگیری و...)
- تفرج غیر مستقیم (بازدید از مناظر، مشاهده پرندگان و...)

معمولا مهمترین جاذبه تفرجی تالابها از نوع جنبه‌های زیبایی‌شناختی می‌باشد و در کنار آب سایر فعالیتهای تفرجی نیز شکل می‌گیرد. باید توجه داشت که توریسم و تفرج یکی از سریع‌الرشدترین و زودبازده‌ترین فعالیتهای اقتصادی در سطح جهان می‌باشد و بویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، ظرفیتهای تفرجی تالابها فرصتهای اقتصادی قابل توجهی را فراهم آورده است بطوریکه در برخی کشورهای آفریقایی، آمریکا و استرالیا مثالهای زیادی برای کاربریهای تفرجی تالابهای وجود دارد.

### ارزش‌های درمانی

از گذشته‌های دور خواص شفابخشی برای تالابها تصور می‌شده است. به عنوان مثال در مورد خواص دارویی دریای مرده از گذشته گزارشاتی وجود دارد و نمک فراوری شده از این دریاچه قابلیت درمان برخی بیماریهای پوستی و همچنین رماتیسم را دارا می‌باشد. گزارشاتی نیز در مورد خواص درمانی لجن و رسوبات برخی تالابهای آمریکا و رومانی وجود دارد. در ایران نیز بطور کاملا شناخته‌شده‌ای لجن سواحل دریاچه ارومیه از گذشته‌های دور دارای کاربریهای درمانی بوده و برخی از مردم برای استفاده از این لجن و درمان برخی بیماریهای پوستی و همچنین رماتیسم و سایر کاربردهای درمانی به دریاچه ارومیه مسافرت می‌کنند که این فعالیتها از جمله کارکردهای غیر اقتصادی مرتبط با دریاچه ارومیه بشمار می‌آید.

### ارزش‌های علمی و آموزشی

تالابها همانند سایر اکوسیستمهای طبیعی موضوع مورد توجه بسیاری از دانشمندان علوم مختلف بوده‌اند که از بین آنها می‌توان به علوم اکولوژی، فیزیولوژی، زیست‌شناسی تکاملی، لیمنولوژی، هیدرولوژی و ژئوشیمی اشاره نمود.

از دیدگاه اکولوژی تالابها دارای کارکردهای متعدد و پیچیده بسیار مهمی هستند که هدف مطالعات دانشمندان زیادی قرار گرفته است. فعالیتهای آموزشی زیادی نیز در تالابهای مختلف ترتیب داده می‌شود. برای فیزیولوژیستها یکی از مهمترین خواص تالابها چگونگی فرآیندهای سازگاری اجزاء تنوع زیستی با شرایط متفاوت تالابهاست. بسیاری از جانداران موجود در تالابها از باکتریها تا بی‌مهرگان در مقابل این فشارها و نوسانات محیطی تالابها راه‌حلهای فیزیولوژیکی مختلفی بکار بسته‌اند که زمینه مناسبی را برای متخصصان این علم بوجود آورده است.

تالابها به دلیل برخورداری از اجزاء اکوسیستمی مختلف و متعدد از جمله وجود بدنه آبی و خشکی، حضور انواع گیاهان پلانکتونی گرفته تا پرسلولی، جانوران مختلف آبزی و غیرآبزی فرصت آموزشی ارزشمندی برای دانشجویان رشته‌های مختلف فراهم می‌آورد. این موارد نیز هرچند که کارکردهای اقتصادی مستقیمی محسوب نمی‌شوند ولی در صورت عدم وجود تالابها هزینه‌های زیادی را برای ایجاد فرصتهای مشابه ایجاد می‌کنند. به همین دلیل این موارد نیز می‌توانند در کارکردهای اقتصادی تالابها درنظر گرفته شود.

### ۲-۲-۱-۵- مطالعات اجتماعی و فرهنگی

بدیهی است که تالابها ارزشهای اجتماعی و فرهنگی متعددی دارند. همانطوری‌که در بخش‌های دیگر این گزارش نیز بیان گردیده است، مردم از گذشته‌های بسیار دور به دلیل منابع متنوع و غنی تالابها با این اکوسیستمها مرتبط بوده‌اند. به همین دلیل همواره تمدنها و سکونتگاه‌های انسانی متعددی در ارتباط با تالابها شکل گرفته است. این پیوند تا امروزه نیز ادامه دارد به طوریکه در حاشیه بسیاری از تالابهای ایران، جوامع بومی مختلفی مستقر شده‌اند و یا با منابع تالابی مرتبط هستند. این رابطه باعث گردیده که به غیر از ارزشهای اقتصادی، رابطه اجتماعی و فرهنگی جوامع انسانی با تالابها نیز تقویت گردد.

در فرآیند محاسبه نیاز آبی، نیازی به بررسی کلیه جنبه‌های اجتماعی و فرهنگی تالابها نیست بلکه باید فقط عواملی مورد بررسی قرار گیرند که می‌توانند در تعیین نیاز آبی مورد استناد قرار گیرند. به عنوان مثال چنانچه تالابی برای تامین خدمات اجتماعی و فرهنگی خاصی نیازمند مقدار مشخصی آب می‌باشد در این صورت باید جنبه اجتماعی، فرهنگی مربوطه نیز مورد بررسی بیشتر قرار گیرد. مثلا اگر مراسم بومی خاصی در ارتباط با یک تالاب برگزار می‌شود باید شرایط مورد نیاز تالاب برای پشتیبانی از انجام مراسم مربوطه در نظرگرفته شود. ممکن است در تالابی منظر ایجاد شده حاصل از ترکیب آب و اراضی حاشیه تالاب ارزشهای زیبایی شناختی خاصی را ایجاد کند. در برخی تالابها آثار باستانی و یا فرهنگی وجود دارند که به عنوان مثال می‌توان به کوه خواجه در تالاب سیستان اشاره نمود. در این گونه موارد باید نیاز آبی به میزانی محاسبه گردد که شرایط تالاب برای تامین کارکردهای اجتماعی فرهنگی مناسب و بهینه باشد. بدیهی است که در این شرایط باید مشخص گردد که چه کارکرد اجتماعی و فرهنگی را می‌توان به عنوان شاخص انتخاب کرد و برای پایداری کارکرد مورد نظر تالاب باید چه شرایطی را داشته باشد. بدین ترتیب با برقراری ارتباط شاخصهای کمی آب با پدیده(های) اجتماعی فرهنگی مورد نظر می‌توان نسبت به محاسبه نیاز آبی تالاب اقدام نمود.

## ۲-۲-۲- گام دوم تلفیق وضع موجود و تنظیم اهداف

این گام مهمترین بخش محاسبه نیاز آبی است. کلیه مطالعات پایه و داده‌های جمع آوری شده در گام قبلی برای ارائه یک شناخت جامع و کامل از اکوسیستم تالابی مورد نظر مورد تحلیل قرار می‌گیرد. باتوجه به اینکه پایه محاسبه نیاز آبی از تحلیلهای حاصل از این گام گذاشته می‌شود، لذا هرچه تحلیل‌های این بخش کاملتر باشد محاسبه نیاز آبی نیز با دقت بیشتری همراه خواهد بود.

گام دوم رهیافت تعیین نیاز آبی بر مبنای رهیافت اکولوژیک و هدفگذاری مدیریت اکوسیستمی، بررسی ارتباط بین خصوصیات کمیت، کیفیت و زیستمندان اکوسیستمهای تالابی است. در این مرحله باتوجه به نتایج حاصل از مطالعات پایه باید نگرش و شناخت اولیه خصوصیات عمومی تالاب مورد نظر و ارزشهای مرتبط با آن تجزیه و تحلیل و جمع بندی شود. در واقع مطالعات پایه و شناخت ارزشهای تالاب که در اولین گام حاصل گردیده است در این مرحله به پشتوانه هدفگذاری محاسبه نیاز آبی تبدیل می‌شود.

### ۲-۲-۲-۱- انتخاب شاخص‌های محاسبه نیاز آبی

نقش شاخص‌های اصلی در فرآیند محاسبه نیاز آبی بسیار با اهمیت است. در واقع نیاز آبی هر تالاب برپایه شاخص‌های اصلی تعیین می‌گردد. در واقع در رویکرد محیطزیستی نیاز آبی تالابها برپایه نیاز آبی شاخص‌های انتخاب شده تعیین می‌گردد و به همین دلیل هم نحوه انتخاب شاخصهای اصلی در هریک از اجزاء محیطزیست تالاب اهمیت دارد. در گام دوم ابتدا باید نتایج گام اول مورد بررسی قرار گیرد. در هریک از اجزای اصلی محیط زیست حداکثر یک شاخص انتخاب گردد. البته انتخاب سه شاخص الزامی نیست و متناسب با شرایط اکوسیستم مربوطه می‌توان شاخصهای کمتری نیز انتخاب نمود. بدیهی است که افزایش

تعداد شاخصها به بیش از سه شاخص توصیه نمی‌شود زیرا تعدد بیش از حد آنها در فرآیند محاسبه نیاز آبی اختلال ایجاد خواهد کرد. از سوی دیگر سه شاخص انتخابی می‌توانند به تفکیک محورهای اصلی محیط زیست منطقه شامل شاخصهای «تنوع زیستی»، «اکولوژیک» و «اقتصادی اجتماعی و فرهنگی» باشند.
در انتخاب شاخصها باید پارامتر مورد نظر دارای مشخصه‌های زیر باشد:

- بتواند پارامترهای متعدد دیگری از همان طبقه را نیز نمایندگی کند. مثلا شرایط یک گونه شاخص از سطوح بالای شبکه غذایی یک تالاب می‌تواند شرایط تنوع زیستی لایه‌های پائین‌تر شبکه را نیز نمایش دهد.
- شاخص انتخابی نسبت به میزان آب تالاب واکنش نشان دهد. به عبارت دیگر شاخص انتخابی باید با میزان آب تالاب مرتبط باشد. انتخاب شاخصی که وابستگی به شرایط آبی تالاب نداشته باشد، نمی‌تواند در فرایند محاسبه نیاز آبی تاثیر قابل توجهی داشته باشد. بنابراین در یک تالاب اگر عوامل بیولوژیک، اکولوژیک و یا اقتصادی اجتماعی بسیار بارزی (مانند یک گونه درخطر انقراض) هم وجود داشته باشد ولی رابطه‌ای با وضعیت آب تالاب نداشته باشد، نباید آن شاخص برای محاسبه نیاز آبی مورد استفاده قرار گیرد.
- وضعیت شاخص مورد نظر قابل اندازه‌گیری و تغییرات آن قابل پایش باشد.
- ارتباط شاخص مورد نظر با پارامترهای کمیت (و کیفیت) آب تالاب قابل محاسبه و کمی سازی باشد.

باید دقت شود که افزایش شاخصهای کلیدی الزاما به معنی افزایش دقت محاسبات نیست و به همین دلیل باید از انتخاب شاخصهای غیرضروری خودداری گردد. به عنوان مثال درصورتیکه در یک تالاب کارکرد اقتصادی اجتماعی بارز و بسیار حساسی وجود ندارد، از انتخاب شاخص اقتصادی اجتماعی برای تالاب مورد نظر خودداری گردد. حتی با استفاده از یک شاخص نیز (درصورتیکه مبانی صحیح و قابل اطمینانی مورد استفاده قرار گیرد و داده‌های پایه از دقت لازم برخوردار باشند) می‌توان نسبت به محاسبه نیاز آبی اقدام نمود.

### ۲-۲-۲-۲- هدفگذاری محاسبه نیاز آبی

پس از مشخص شدن شاخص (های) هر تالاب باید هدفگذاری محاسبه نیاز آبی انجام شود. در واقع هدفگذاری قلب فرآیند محاسبه نیاز آبی است. در هدفگذاری عملا چشم‌انداز و شرایط واقعی تالاب پس از تغییر نظام آبی آن مشخص می‌گردد. در این مرحله یک یا چند نقطه هدف برای شاخص (های) انتخاب شده تعیین می‌گردد. این هدف (ها) مشخص می‌کنند که از نظر تیم مطالعاتی، آینده تالاب برای هریک از شاخصهای انتخابی چگونه خواهد بود. مثلا اگر جمعیت گونه خاصی به عنوان یکی از شاخصهای محاسبه نیاز آبی تعیین شده باشد، در هدفگذاری جمعیت مورد انتظار (مورد قبول) گونه یاد شده مشخص می‌شود. بدیهی است که هر تغییری در وضعیت مدیریت منابع آب حوضه و خود تالاب نهایتا باعث ایجاد تغییراتی در مشخصات مختلف تالاب می‌شود. بخشی از این تغییرات در حد قابل قبول می‌باشند. منظور از حد قابل قبول، میزان تغییراتی است که منجر به تفاوتهای عمده در شرایط اکولوژیک و یا اختلال در کارکردهای

اقتصادی – اجتماعی تالاب مورد نظر نشود. میزان تغییراتی که هر تالاب می‌تواند تحمل کند بستگی به چندین عامل دارد که مهمترین آنها عبارتند از:

- تاریخچه تغییرات طبیعی در تالاب
- شرایط اکولوژیک و اقلیمی حوضه تالاب
- ترکیب تنوع زیستی تالاب
- میزان مقاومت و حساسیت اجزاء اکوسیستم تالابی نسبت به نوسانات

به عبارت دیگر هدفگذاری نیاز آبی تالابها به تحلیل عوامل فوق بستگی خواهد داشت. اگر تالابی بطور طبیعی تحت تأثیر دوره‌های کم آبی یا خشکی قرار داشته باشد، بالطبع چنین تالابی از نظر طبیعی مقاومت بیشتری در مقابل کم آبی از خود نشان می‌دهد. در حالی‌که یک تالاب که در مناطق پر بارش قرار گرفته و همواره آبدار بوده است، حساسیت زیادی نسبت به تغییر و کاهش رژیم آبی از خود نشان خواهد داد. به تبع همین شرایط، تالابهایی که در مناطق اقلیمی مرطوب و پر بارش قرار دارند معمولا کمتر به نوسانات شدید آبی و دوره‌های کم آبی و بی‌آبی مقاوم هستند. از نظر اکولوژیک نیز هرچه زنجیره‌ها و شبکه‌های غذایی تالابها متنوع‌تر و پیچیده‌تر باشد، بالطبع آسیب‌پذیری آنها نیز کمتر است. براساس مبانی اکولوژی، اکوسیستم‌های ساده، شکننده‌تر از اکوسیستم‌های پیچیده هستند. به عنوان مثال در دریاچه ارومیه به دلیل ساده بودن زنجیره غذایی، حساسیت و شکنندگی اکوسیستمی از این نظر بسیار بالاست در حالیکه در تالابهای پیچیده‌تر (مانند تالاب انزلی یا بسیاری از تالابهای دیگر) شکنندگی اکولوژیک مطابق این معیار کمتر است.

تنوع زیستی و ترکیب گونه‌ای تالابها نیز در حساسیت اکولوژیک و هدفگذاری محاسبه نیاز آبی آنها اهمیت دارد. گونه‌های مختلف نسبت به نواسانات عوامل محیطی حوزه‌های طاقت[1] یا دامنه بردباری متفاوتی دارند. بنابراین زمانی‌که هدفگذاری محاسبه نیاز آبی انجام می‌شود باید به نکات یاد شده نیز توجه نمود.

در مرحله هدفگذاری، محاسبه نیاز آبی باید برای شاخص یا شاخص‌های انتخابی تالاب مورد نظر، حدودی مشخص نمود. این حدود می‌توانند حد بهینه، متوسط یا حداقل باشند. مثلا اگر یکی از گونه‌های ماهیان یک تالاب به عنوان شاخص انتخاب شود، هدفگذاری محاسبه نیاز آبی می‌تواند به شرح ذیل باشد.

- **الف.** نیاز آبی در سطحی تعیین گردد که گونه انتخابی مورد نظر در بهترین شرایط باقی بماند و هیچ کاهش در جمعیت آن گونه در تالاب اتفاق نیافتد. بدیهی است که در این حالت مقدار آبی که باید به عنوان نیاز آبی وارد تالاب شود زیاد و نزدیک به شرایط طبیعی خواهد بود.
- **ب.** نیاز آبی در سطحی تعیین شود که جمعیت گونه مورد نظر با کاهش همراه باشد ولی مقدار کاهش خیلی زیاد نباشد به نحوی که در بین سایرگونه‌ها همچنان به عنوان گونه شاخص تالاب محسوب شود.

1- Zone of tolerance

**ج.** نیاز آبی در کمترین میزانی که فقط گونه مورد نظر را به صورت پایدار و در حداقلی که منقرض نشود باقی نگه دارد تعیین می‌شود. در این حالت نیاز آبی کمترین مقدار است و حجم آب تالاب نسبت به شرایط طبیعی کاهش قابل توجهی پیدا می‌کند. هرچند که این حالت شاید از نظر محیط زیستی چندان ایده‌آل نباشد ولی به هر حال ممکن است در برخی موارد بویژه در حوضه‌های تالابی که منابع آبی بالادست از قبل برای فعالیتهای مختلف انسانی تخصیص داده شده کاربرد داشته باشد. بعلاوه در بسیاری از موارد، این سطح نیاز آبی را می‌توان به عنوان نیاز آبی خاص دوره‌های خشکسالی مورد استفاده قرار داد.

البته بدیهی است که سطوح سه گانه فوق‌الذکر مطلق نمی‌باشند و متخصصینی که اقدام به محاسبه نیاز آبی می‌کنند، می‌توانند حالتهای بینابینی و معتدل‌تری را نیز مشخص نمایند.

با توجه به اهمیت این بحث و نقش کلیدی آن در فرآیند محاسبه نیاز آبی، مثال دیگری که از مطالعه موردی دریاچه ارومیه اقتباس شده‌است ارائه می‌گردد. در تعیین نیاز آبی دریاچه ارومیه گونه آرتمیا به عنوان شاخص اصلی محاسبه نیاز آبی انتخاب شده است. در مطالعات انجام شده مشخص شده است که گونه مورد نظر نسبت به شوری آب حساس است و به همین دلیل هدفگذاری محاسبه نیاز آبی گونه آرتمیا و شوری به عنوان پارامتر آبی مرتبط با آن انتخاب شده است. بررسی‌های انجام شده نشان داده که حد شوری بهینه برای آرتمیا بین شوری ۷۰ تا ۱۲۰ گرم در لیتر است. حد متوسط بلند مدت شوری که از جمعیت آرتمیا به صورت پایدار و متعادل حمایت می‌کرده حدود ۱۷۰ گرم در لیتر محاسبه شده و حداکثر شوری قابل تحمل که آرتمیا در آن علاوه بر زنده ماندن امکان زاد آوری نیز دارد ۲۵۰ گرم در لیتر تعیین شده است. در این شرایط هدف کیفی تنظیم شده برای محاسبه نیاز آبی دریاچه ارومیه شوری ۲۴۰ گرم در لیتر مشخص شده است. در واقع با توجه به شرایط تالاب و واقعیتهای حوضه حد ۱۰ گرم شوری کمتر از حداکثر قابل تحمل برای اطمینان در نظر گرفته شده است. بدین ترتیب هدف‌گذاری برای تالاب مذکور در سطح نهایی حداقل (سطح «ج») در نظر گرفته شده ولی حاشیه اطمینانی برای آن درنظر گرفته شده است.

بدیهی است که هدفگذاری محاسبه نیاز آبی می‌تواند در یک تا سه محور شامل تنوع زیستی، اکولوژیک و اقتصادی اجتماعی صورت بپذیرد که جزئیات مربوط به نحوه تعیین هریک از این شاخص‌ها در ادامه ارائه شده است.

### ۲-۲-۲-۳- هدفگذاری و محاسبه نیاز آبی در شرایط خشکسالی

باتوجه به اینکه شرایط اقلیمی و منابع آبی حوضه‌های آبخیز همواره یکسان نیست لذا ممکن است در شرایط مختلف نوساناتی در وضعیت اقلیمی و هیدرولوژی حوضه‌ها اتفاق بیافتد. این شرایط ممکن است به صورت دوره‌های کم آبی که به شکل خشکسالی بروز می‌کند و یا دوره‌های پرآبی که به صورت سیلابها بوقوع می‌پیوندد، اتفاق بیافتد. در شرایطی که دوره‌های پرآبی، افزایش منابع آب حوضه‌های آبخیز و تالابها را در پی دارد، کم آبی باعث کاهش آب تالابها می‌شود. این دو حالت در شرایط طبیعی بخشی از فرآیندهای اکولوژیک تالابها محسوب می‌شوند ولی هنگامی‌که با فعالیت‌های انسانی تشدید می‌شوند، پیامدهای منفی را برای تالابها ایجاد می‌کنند.

در این میان باتوجه به موقعیت جغرافیایی ایران و شرایط اقلیمی، خشکسالی پدیده بارزتری محسوب می‌گردد و از سوی دیگر اثرات منفی خشکسالی نیز برای تالابهای ایران شدیدتر است. این پدیده به ویژه با فعالیتهای انسانی تشدید نیز می‌شود. باتوجه به فقدان برنامه‌های مدیریت ریسک خشکسالی معمولا با بروز خشکسالی، بهره‌برداران تا حد ممکن به برداشت آب مورد نیاز خود مطابق مقادیر سالهای نرمال و یا در حد آب موجود حوضه اقدام می‌کنند و در نهایت همه فشار کاهش منابع آب به تالاب منتقل می‌گردد. از آنجائی‌که تالابها در حال حاضر فاقد مطالعات نیاز آبی مشخصی می‌باشند و پایش دقیقی در میزان ورودی آب تالابها صورت نمی‌گیرد، در نتیجه بروز هر سطحی از خشکسالی در حوضه‌های آبخیز در تالابها بزرگنمایی می‌شود. به عنوان مثال اگر در نتیجه خشکسالی، منابع آب حوضه‌ای ۱۰ درصد کاهش یابد به طور منطقی باید تالاب موجود در این حوضه نیز با همین مقدار کمبود آب مواجه شود. اما وضع موجود نشان می‌دهد که عملکرد به گونه دیگری است و چون در خشکسالی محدودیتی برای بهره‌برداران بالادست برقرار نمی‌شود، کمبود آب تالاب به مراتب بیش از ۱۰ درصد خواهد بود.

با توجه به مباحث فوق الذکر در فرآیند محاسبه نیاز آبی باید پیش بینی‌های لازم برای شرایط خشکسالی نیز صورت پذیرد. باتوجه به اینکه محاسبه نیاز آبی برپایه اطلاعات بلند مدت منابع آب و اقلیم منطقه انجام می شود، نتیجه حاصله نیز کاربرد زیادی در شرایط نرمال دارد. اما برای شرایط خشکسالی باید نکات زیر را درنظر گرفت.

- در تنظیم اهداف محاسبه نیاز آبی اگر هدفگذاری، استفاده از حوزه طاقت باشد، باید حداقل حوزه طاقت به عنوان شاخص انتخاب شود. به عنوان مثال اگر یک ماهی به عنوان شاخص محاسبه نیاز آبی انتخاب شده و حداقل حوزه طاقت آن بین ۲ تا ۹ میلیگرم در لیتر اکسیژن محلول است، ممکن است برای محاسبه نیاز آبی در شرایط نرمال حد ۵-۶ میلیگرم در لیتر هدفگذاری شود ولی برای محاسبه نیاز آبی در شرایط خشکسالی می‌توان از حداقل ۲ میلیگرم در لیتر استفاده شود.
- در فرایند محاسبه نیاز آبی باید شرایط اکولوژیک بلند مدت اکوسیستم بررسی شود. خشکی در برخی تالابها بخشی از فرایندهای طبیعی محسوب می‌گردد. به همین دلیل باید دقت شود که تعیین نیاز آبی به صورتیکه همواره تالاب را در سطح آبی ثابتی نگهدارد، ممکن است اقدام صحیح علمی نباشد. بنابراین نیاز آبی تالابها در شرایط خشکسالی باید به گونه‌ای محاسبه شود که منعکس کننده نوسانات شرایط طبیعی تالاب باشد.

## ۲-۲-۳- گام سوم تجزیه و تحلیل و محاسبه نیاز آبی

در این گام با در نظر گرفتن هدف (های) محیطزیستی انتخاب شده برای تالاب مورد نظر که می‌تواند شاخص‌های تنوع زیستی، اکولوژیک و یا اقتصادی- اجتماعی را دربر بگیرد، محاسبات نیاز آبی انجام می‌شود.

### ۲-۲-۳-۱- بررسی رابطه شاخص‌ها با پارامترهای آبی

اولین مرحله از گام تحلیل، مشخص نمودن ارتباط شاخص‌های انتخابی (که در مرحله قبل انتخاب

شده‌اند) با منابع آب تالاب است. بدیهی است که شاخص‌های انتخابی همگی از عوامل یا کارکردهای طبیعی تالاب هستند و به نوعی به تالاب وابسته‌اند. در این مرحله باید نوع ارتباط مشخص گردد.

برخی شاخص‌های انتخابی کاملا آبزی یا وابسته به آب تالاب هستند یا جزئی از محیط آبی تالاب محسوب می‌شوند (مانند ماهیها، کفزیان و ...). بدیهی است که بقاء این قبیل شاخص‌ها به اجزاء مختلف محیط آبی مرتبط است. به عنوان نمونه یک ماهی ممکن است هم به اکسیژن محلول آب، هم به دمای آب، هم به مقدار آب و ... وابسته باشد. در این شرایط نیاز نیست (و نمی توان) کلیه این روابط را بررسی کرد. بلکه در چنین حالتی باید رابطه مستقیم‌ترین مشخصه حیاتی یا کلیدی که شاخص مورد نظر را به نیاز آبی تالاب مرتبط می‌کند انتخاب نمود. به عبارت دیگر فقط شاخصی انتخاب گردد که تاثیر حیاتی بر شاخص مربوطه دارد. به عنوان مثال اغلب ماهیان خانواده کپور ماهیان به نوسانات اکسیژن محلول مقاوم هستند و قادرند در مقادیر کم غلظت اکسیژن محلول نیز زنده بمانند اما همانطوریکه قبلا توضیح داده شد، بیشتر آزاد ماهیان منجمله ماهی قزل آلا حساسیت زیادی نسبت به نوسانات این پارامتر دارند. در این حالت می‌توان اکسیژن محلول را برای ماهی قزل آلا به عنوان یک پارامتر آبی در نظر گرفت ولی در زمانیکه ماهی کپور به عنوان شاخص بیولوژیک انتخاب شده باشد، استفاده از این پارامتر قابل توصیه نیست.

باید دقت شود که یک محدودیت جدی در انتخاب پارامتر آبی مرتبط با شاخصها وجود دارد. محدودیت بدین گونه است که هر پارامتر آبی که در این مرحله انتخاب شود باید در مرحله بعد با کمیت آب تالاب مرتبط گردد. به همین دلیل باید رابطه ریاضی دو پارامتر مربوطه قابل محاسبه باشد و این محاسبه نیازمند در اختیار داشتن آمار بلند مدت و قابل اعتماد است. به عنوان مثال چنانچه در یک تالاب گونه ماهی قزل‌آلا شاخص بیولوژیک باشد و اکسیژن محلول به عنوان شاخص آبی مرتبط با این گونه انتخاب گردد، برای محاسبه نیاز آبی باید حتما رابطه اکسیژن محلول با یکی از پارامترهای کمی آب محاسبه گردد و همانطوریکه توضیح داده شد، بدیهی است که برای این منظور نیاز به وجود داده‌های آماری همزمان اکسیژن محلول–کمیت آب در تالاب مورد نظر می‌باشد. در فرآیندهای مدل سازی و آماری هرچه تعداد محاسبات افزایش پیدا کند احتمال افزایش میزان خطا نیز بیشتر خواهد شد. به همین دلیل در زمانیکه رابطه شاخص انتخابی با آب تالاب در حال مشخص شدن است، توصیه می‌شود که رابطه مستقیم شاخص مورد نظر با پارامترهای کمیت آب یا میزان آب تالاب محاسبه شود و فقط در مواردی که به دلایل مختلف بررسی رابطه کیفی آب با شاخص مورد نظر ضروریست، از روابط کیفی استفاده شود.

نکته دومی که در بررسی روابط شاخص‌های انتخابی با آب تالاب باید نظر گرفته شود، یکسانی واحدهای انتخابی است. از آنجائیکه برای تعیین نیاز آبی در مراحل بعد باید پارامترهای کمی و کیفی آب نیز تلفیق گردند، لذا پیشنهاد می‌گردد که واحدهای انتخابی برای کمیت (و یا در صورت نیاز کیفیت آب) هریک از شاخص‌های سه گانه تا حد امکان مشابه باشند. به عنوان مثال اگر رابطه شاخص بیولوژیک با حجم آب تالاب برقرار گردیده، بهتر است که رابطه شاخص‌های اکولوژیک و اقتصادی اجتماعی نیز با حجم آب تالاب بررسی شود. البته در صورتی که به هر دلیلی امکان یکسان سازی پارامترهای آبی انتخابی در این مرحله وجود نداشته باشد نیز می‌توان از پارامترهای متفاوت آبی استفاده نمود. بنابراین برای تعیین رابطه شاخص‌ها با نیاز آبی تالابها باید ملاحظات زیر درنظر گرفته شود.

- شاخص مورد نظر نسبت به نوسانات پارامتر آبی انتخابی، حساس باشد.
- پارامتر آبی انتخابی نقش کلیدی در کارکرد شاخص مورد نظر داشته باشد.
- امکان برقراری رابطه آماری بین هر شاخص و پارامتر آبی مرتبط با آن وجود داشته باشد.
- پشتوانه آماری لازم برای محاسبه رابطه شاخص‌ها و پارامترهای آبی وجود داشته باشد.
- امکان تعیین یک حد آستانه برای پارامتر آبی انتخابی در ارتباط با شاخص مربوطه وجود داشته باشد.
- تا حدامکان رابطه مستقیم شاخص با پارامترهای کمیت آب برقرار شود.
- تا حد امکان از واحدهای مشابه برای پارامترهای آبی مرتبط با شاخص‌ها استفاده شود.

### ۲-۲-۳-۲- بررسی نیازهای شاخص‌ها در ارتباط با منابع آب

همانطوری‌که در بخش‌های قبل به اختصار تشریح گردید، هریک از شاخص‌های انتخابی برای محاسبه نیاز آبی اعم از بیولوژیک، اکولوژیک و یا اقتصادی – اجتماعی دارای ارتباط حیاتی با عوامل مختلف تالاب مورد نظر هستند. باتوجه به اینکه پس از محاسبه نیاز آبی و مدیریت منابع آب براساس نتایج حاصل از آن تغییراتی در میزان آب تالاب و عوامل مرتبط با آن ایجاد خواهد شد، این تغییرات باید به گونه‌ای باشد که برای شاخص‌های انتخابی قابل تحمل باشد. برای تعیین نیاز آبی باید بتوان حد آستانه تحمل پارامتر آبی انتخاب شده را برای شاخص مورد نظر تعیین نمود. در واقع حد آستانه شرایطی است که برای بقاء و یا کارکرد شاخص مورد نظر الزامی است و مبنایی برای محاسبه نیاز آبی خواهد بود. به عنوان نمونه می‌توان به تعیین حد آستانه قابل تحمل شوری برای آرتمیا در مطالعه موردی دریاچه ارومیه اشاره نمود.

این بخش از فرآیند مطالعات نیازمند پشتوانه‌های علمی و تحقیقاتی قوی است و به همین دلیل نمی‌توان انتظار داشت که حدود حوزه طاقت گونه‌ها و شاخص‌های مختلف هر تالاب در قالب مطالعات نیاز آبی مشخص شود. برای این بخش باید حتما از تحقیقات و مطالعات علمی، منابع و مراجع مستند استفاده کرد.

### ۲-۲-۳-۳- تعیین ارتباط پارامترهای آبی

در فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابها، خروجی نهایی باید به صورت حجم آب در واحد زمان تعیین شود. این شاخص برای تالابهای رودخانه‌ای به صورت دبی بیان می‌گردد. برای مشخص شدن نیاز آبی تالابها باید تمامی روابط پارامترهای مختلف نهایتا به واحد حجم آب مرتبط گردد.

بطور کلی پارامترهای آبی که ممکن است برای محاسبه نیاز آبی مورد استفاده قرار گیرند بستگی به نوع تالاب و پیشینه داده‌های آماری آن و همچنین نوع شاخص‌های سه گانه انتخاب شده دارد. به عنوان مثال کمیت آب تالاب می‌تواند با شاخص‌های متعددی از قبیل وسعت (سطح) تالاب، عمق آب، ارتفاع آب از سطح دریاهای آزاد و یا میزان حجم آب بیان گردد. حال اگر در تالابی اشلی وجود دارد که نوسانات آب را نسبت به تراز ارتفاع از آبهای آزاد نشان می‌دهد، قاعدتا باید تا حدامکان از همین شاخص کمیت نیز برای شاخص‌ها استفاده نمود. از آنجائی‌که در فرآیند محاسبه نیاز آبی پارامترهای مختلف کمیت و یا کیفیت آب قابل استفاده هستند، لذا باید روابط آماری این پارامترها نیز با هم بررسی شود.

از سوی دیگر در بخش‌های بعد توضیح داده خواهد شد که مساحت تالاب پارامتر مهمی است که در هر صورت در روند محاسبه نیاز آبی مورد استفاده قرار خواهد گرفت به همین دلیل در صورتی‌که وسعت تالاب به عنوان شاخص کمیت انتخاب نشده باشد، باز هم برای انجام محاسبات باید حتما رابطه شاخص انتخاب شده با مساحت تالاب نیز تعیین شود. واحد مورد استفاده در این فرآیند برای کمیت و کیفیت می‌تواند هر واحد استانداردی باشد و الزامی برای استفاده از یک واحد ثابت نمی‌باشد. به عنوان مثال می‌توان تراز آبی تالاب را با واحد متر از سطح دریاهای آزاد انتخاب نمود ولی در این حالت وجود رابطه تراز – سطح تالاب نیز برای محاسبات بعدی مورد نیاز خواهد بود. به عنوان مثال دیگر اگر عمق تالاب به عنوان شاخص کمیت مورد استفاده قرار گیرد باید رابطه عمق– سطح (وسعت) تالاب نیز برای محاسبات بعدی بدست بیاید.

### ۲-۲-۳-۴- محاسبه نیاز آبی

کلیه مطالعات پایه و تحلیل‌هایی که انجام شده نهایتا به منظور آماده سازی زمینه لازم جهت محاسبه نیاز آبی در این گام بوده است. برای محاسبه نیاز آبی خروجی‌های حاصل از بخش‌های قبل به صورت ورودی‌های محاسبات مورد استفاده قرار می‌گیرند.

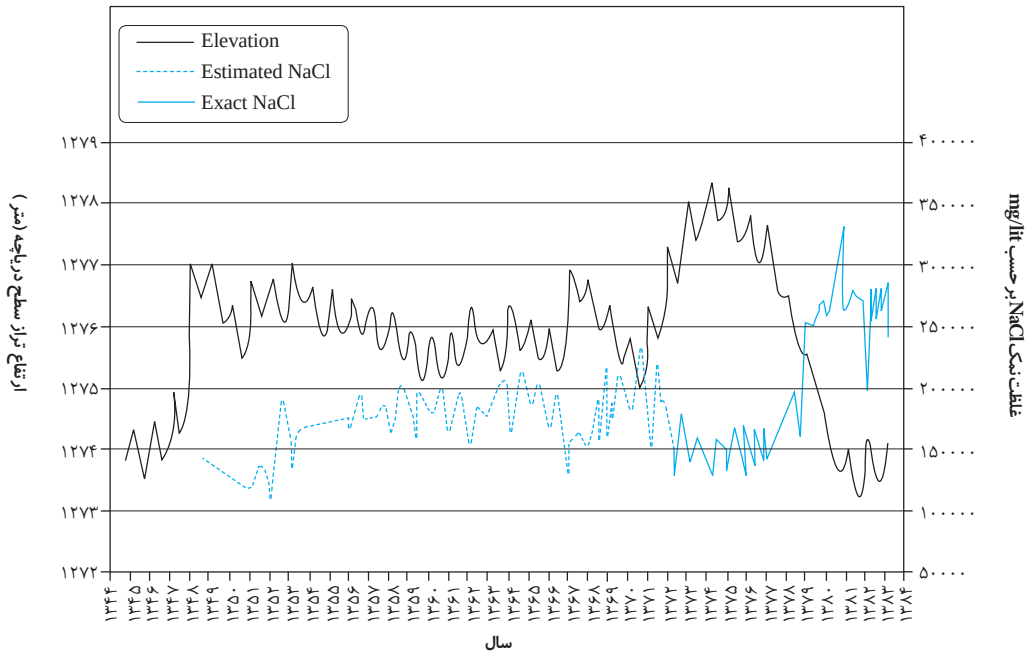
با تعیین رابطه بین شاخص و پارامتر انتخابی در مرحله هدفگذاری، در این مرحله باید محاسبات لازم را برای تعیین کمیتی از آب که سطح پارامتر مورد نظر را در حد تعیین شده نگه می‌دارد ، صورت داد. به عنوان مثال اگر بخواهیم اکسیژن محلول تالابی را به عنوان شاخص کیفیت آب برای حفظ شاخص بیولوژیک (مثلا ماهی) در سطح ۵ میلیگرم در لیتر نگهداریم در این صورت باید با استفاده از داده‌های آماری، رابطه اکسیژن محلول به حجم آب تالاب (به عنوان شاخص کمیت) بررسی شود. نتیجه این بررسی، رابطه رگرسیونی خواهد بود که به عنوان مثال ۵۰ میلیون مترمکعب را به عنوان حجم مناسب تالاب برای تحقق هدف تنظیم شده تعیین می‌کند. در این حالت هدفگذاری نیاز آبی تالاب مورد نظر ۵۰ میلیون مترمکعب خواهد بود. باید دقت داشت که این رقم هدف نیاز آبی است و نه مقدار آبی که باید به تالاب وارد شود. برای محاسبه مقدار نیاز آبی تالاب (یعنی مقدار آبی که باید برای حفظ ۵۰ میلیون مترمکعب آب به تالاب تخلیه شود) باید در ادامه محاسبات از روابط عوامل مختلف اقلیمی و هیدرولوژیک استفاده نمود. برای روشن‌تر شدن موضوع، مثال واقعی از مطالعه موردی محاسبه نیاز آبی دریاچه ارومیه ارائه می‌گردد.

همانطوری‌که در بخش‌های قبل توضیح داده شد، در مطالعه نیاز آبی دریاچه ارومیه، گونه آرتمیا با توجه به اینکه خود از گونه های جلبکی تغذیه می‌نماید و مورد تغذیه فلامینگوها نیز قرار می‌گیرد، بعنوان عامل میانی زنجیره غذایی به عنوان شاخص مناسبی از سلامت اجزاء اکولوژیک تالاب شناسایی شده است. به‌عبارت دیگر آرتمیا از یک سو از پلانکتونها گیاهی دریاچه تغذیه می‌نماید و از سوی دیگر مورد تغذیه فلامینگو قرار می‌گیرد و به همین دلیل سلامت این گونه در زنجیره غذایی دریاچه ارومیه نشان دهنده سلامت سایر شاخص‌های بیولوژیک آن خواهد بود. بعلاوه، آرتمیا دارای روابط مشخصی با شوری آب می‌باشد و بدین ترتیب می‌توان با درنظر گرفتن رابطه آن با میزان شوری آب دریاچه ارومیه و مشخص نمودن حدود قابل تحمل آن، نسبت به محاسبه نیاز آبی اقدام نمود. برای این منظور در درجه اول حوزه

طاقت آرتمیا برای حفظ بقاء نسبت به شوری آب بررسی شده است.

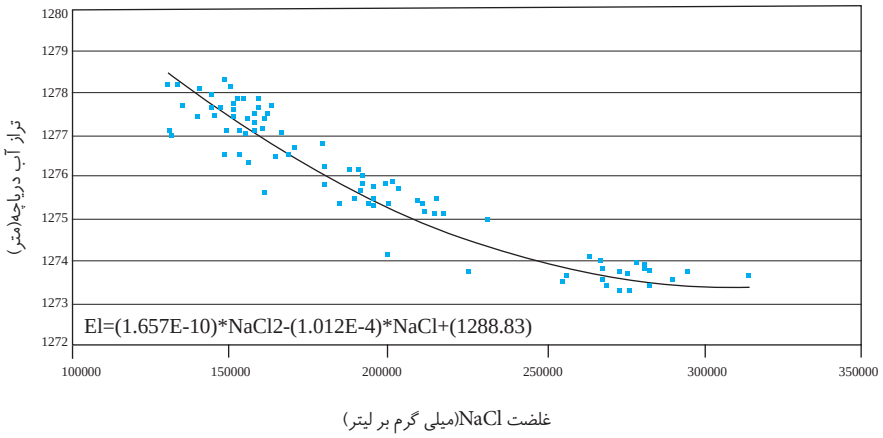
در واقع برای محاسبه نیاز آبی دریاچه ارومیه براساس رویکرد اکولوژیک، تأمین حداقل شرایط کمی و کیفی آب دریاچه برای حفظ گونه آرتمیا بعنوان هدف تعیین گردیده. به همین دلیل برای محاسبه نیاز آبی دریاچه ارومیه ویژگیهای زیستی گونه آرتمیا و بویژه واکنش این گونه به سطوح مختلف شوری آب دریاچه بررسی گردیده است. برای این منظور مطالعات متعددی توسط مراجع ذیربط از قبیل سازمان حفاظت محیطزیست، مرکز تحقیقات آرتمیای دانشگاه ارومیه و مرکز تحقیقات آرتمیای کشور در شیلات به انجام رسیده که جمع‌بندی نتایج حاصله نشان داده که حداکثر شوری قابل تحمل آرتمیا در دریاچه ارومیه برابر۲۴۰ گرم در لیتر می‌باشد. به عبارت دیگر بالاترین حد شوری که در آن گونه آرتمیا می‌تواند در بلند مدت در دریاچه باقی مانده و نقش اکولوژیک خود را در اکوسیستم دریاچه انجام دهد ۲۴۰ گرم در لیتر می‌باشد. البته ذکر این نکته ضروریست که آرتمیا در شوری‌های بالاتر و در حد ۳۰۰ گرم در لیتر نیز ممکن است زنده بماند ولی امکان تکثیر آن به شدت کاهش یافته و در میان‌مدت از اکوسیستم حذف خواهد شد. بنابراین در تعیین نیاز آبی دریاچه ارومیه، هدف اکولوژیک، حفظ بقاء آرتمیا بعنوان شاخص اکوسیستمی دریاچه می‌باشد و شاخص تداوم بقاء این گونه از نظر کیفیت آب، شوری حداکثر ۲۴۰ گرم در لیتر تعیین شده است.

در ادامه فرآیند با توجه به سابقه آماری و داده‌های هیدرولوژیک تراز آب دریاچه از سطح دریاهای آزاد به عنوان شاخص کمیت تعیین شده است. با تعیین شاخص کمیت، برای محاسبه نیاز آبی دریاچه ارومیه باید رابطه بین شاخص کیفی (شوری) و کمیت آب دریاچه، بررسی و تعیین می‌شده است که برای این منظور روند تغییرات این دو شاخص براساس آمار موجود در نمودار ذیل ارائه شده است.




شکل ۲-۳: نمودار روند نوسانات تراز آبی و شوری در دریاچه ارومیه

با توجه به آمار موجود و نمودار فوق‌الذکر، رابطه شوری و تراز آبی دریاچه ارومیه مورد تحلیل آماری قرار گرفته و نمودار ذیل تهیه گردیده است. درواقع این نمودار رابطه رگرسیونی بین این دو شاخص را نمایش می‌دهد.




**شکل ۲-۴: نمودار رابطه تغییرات شوری و تراز آبی دریاچه ارومیه**

با درنظر گرفتن نمودار فوق و رابطه کمیت و کیفیت آب دریاچه ارومیه، تراز آبی اکولوژیک دریاچه ارومیه در حدی که شوری آن معادل ۲۴۰ گرم در لیتر باشد، با استفاده از رابطه ذیل محاسبه گردیده است:

$$Elv_{(Eco)} = (1.\ 657E\text{-}10) \times NaCl_{(Eco)}^{\ 2} - (1.012E\text{-}4) \times NaCl_{(Eco)} + (1288.83)$$

با استفاده از رابطه محاسبه شده فوق، میزان تراز آبی معادل شوری (غلظت NaCl) ۲۴۰ گرم در لیتر برابر تراز ارتفاع ۱۲۷۴/۱ متر می‌باشد. بنابراین سطح تراز ارتفاع آبی که موجب تامین حداقل نیاز آبی دریاچه ارومیه و حفظ شرایط اکولوژیک اکوسیستم مربوطه می‌باشد، برابر ۱۲۷۴/۱ متر مشخص شده است. یعنی هدفگذاری کمی نیاز آبی دریاچه ارومیه رسیدن به تراز آبی یاد شده است. در این تراز ارتفاع آب، شوری دریاچه ارومیه در سطح تحمل آرتمیا باقی می‌ماند و با حفظ شرایط زیستی این گونه شرایط اکولوژیک دریاچه ارومیه نیز تثبیت خواهد شد.

بنابراین به منظور تعیین نیاز آبی دریاچه ارومیه، باید بیلان آبی دریاچه از طریق وضعیت حجم آب و ورودی‌ها و خروجی‌های آن مورد بررسی قرار گیرد و حاصل این بخش از مطالعات، تعیین کننده میزان آبی

است که باید به عنوان نیاز آبی وارد دریاچه ارومیه گردد.

بطور کلی پس از مشخص شدن هدف کمی نیاز آبی تالابها می‌توان با در نظر گرفتن وضعیت هیدرولوژیک، نیاز آبی تالاب را محاسبه نمود. مهمترین جنبه‌های هیدرولوژیکی که در این بخش باید درنظر گرفته شوند، به شرح ذیل می‌باشند:

- مساحت دریاچه[1]
- میزان تبخیر از سطح
- میزان بارش
- ورودیهای مستقیم آب به تالاب
  - روانابهای سطحی و رودخانه ها
  - زهکش آبهای زیرزمینی به تالاب
- خروجیهای مستقیم از دریاچه
  - برداشت مستقیم از تالاب
  - خروجیهای مستقیم از تالاب در قالب روانابهای سطحی
  - تغذیه آبهای زیرزمینی

با استفاده از داده‌های زیر می‌توان بیلان هیدرولوژیک و رابطه نوسانات آب تالاب مورد نظر را از طریق رابطه ذیر تنظیم نمود.

$$V = P + Qi + Gi - E - Qo - Go$$

در این رابطه:

V : حجم آب

P: بارش مستقیم انجام شده در تالاب

Qi: ورودی آبهای سطحی به تالاب

Gi : تخلیه مستقیم آبهای زیرزمینی به تالاب

E : تبخیر (و تعرق) [2] از سطح

Qo : خروجی سطحی از تالاب طی دوره زمانی مشخص

Go : تغذیه (تخلیه به) آبهای زیرزمینی طی دوره زمانی مشخص

رابطه فوق نشان دهنده حجمی از آب است که تالاب براساس روابط اقلیمی و هیدرولوژیک دارد. اگر در فرآیند محاسبه نیاز آبی «حجم آب» به عنوان شاخص کمیت هدفگذاری شده باشد، باید عدد محاسبه

---

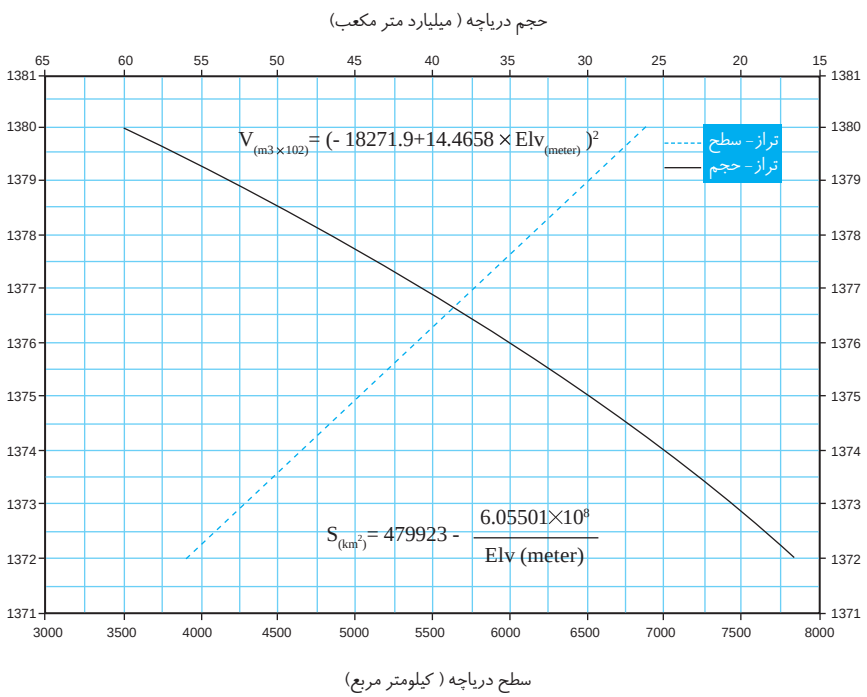
۱ – مساحت تالابها متناسب با میزان آب موجود در آنها متغیر می‌باشد و همواره نمی‌توان یک عدد ثابت را برای مساحت تالابها درنظر گرفت. به همین منظور از آنجائیکه هدفگذاری کمی محاسبه نیاز آبی تالابها در این مرحله انجام شده است، مساحت تالاب در سطح هدف کمی مشخص شده باید در این رابطه قرار داده شود. مثلا اگر تراز ارتفاعی مشخصی برای یک تالاب هدفگذاری شود (به طور مثال ۱۲۷۴/۱ برای دریاچه ارومیه)، باید مساحت تالاب در تراز یاد شده به عنوان سطح مرجع برای محاسبات بیلان و نیاز آبی مورد استفاده قرار گیرد.

۲ – اطلاعات تبخیر واقعی از سطح تالاب مدنظر می‌باشد و درصورتیکه از داده‌های هواشناسی مربوط به تبخیر از تشتک استفاده می‌شود باید حتما ضرایب اصلاحی لازم برای رسیدن به یک عدد واقعی تبخیر اقدام کرد. این امر بویژه در تالابهایی که املاح محلول آنها بیشتر است ضرورت بیشتری پیدا می‌کند. همچنین در تالابهایی که پوشش گیاهی خصوصا گیاهان حاشیه‌ای زیادی دارند توصیه می‌شود که عدد تبخیر و تعرق در این بخش مورد استفاده قرار گیرد اما در تالابهایی که پوشش گیاهی اندکی دارند بویژه تالابهای شور و فوق شور استفاده از اعداد تبخیر به تنهایی کفایت می‌کند.

شده را به جای "V" قرار داد و با قراردادن مقادیر سایر متغیرها، مقدار Qi را به عنوان مجهول محاسبه نمود. عدد حاصل شده در این رابطه مقدار آبی است که باید به عنوان نیاز آبی از طریق آبهای سطحی وارد تالاب مورد نظر شود.

اگر شاخص کمیت هدفگذاری شده حجم آب نباشد و از شاخص‌های دیگر مانند تراز آب، عمق آب و ... استفاده شده باشد باید ابتدا رابطه شاخص یاد شده با حجم آب (با استفاده از روابط آماری) محاسبه شود و نهایتا نیاز آبی تالاب برحسب حجم تعیین گردد. بدین ترتیب در ادامه مثال واقعی مطالعه موردی دریاچه ارومیه شرح موارد فوق‌الذکر برای تالاب مذکور به شرح ذیل بانجام رسیده است.

براساس بررسی‌های انجام شده و متغیر بودن وسعت دریاچه ارومیه، متناسب با تراز ارتفاع آب با استفاده از داده‌های آماری، رابطه نوسان سطح آب دریاچه ارومیه نسبت به تراز ارتفاع آب به صورت زیر محاسبه شده است.




$$S_{(Eco)} = 479923 - \frac{6.05501\times10^8}{Elv_{(Eco)}}$$

**شکل ۲-۵: نمودار تراز سطح حجم دریاچه ارومیه**

تراز ارتفاع اکولوژیک آب : Elv (Eco)

مساحت دریاچه ارومیه در تراز ارتفاع اکولوژیک آب به متر مربع : S (Eco)

بعلاوه با توجه به اینکه تراز ارتفاع آب از سطح دریاهای آزاد به عنوان شاخص کمیت آب دریاچه انتخاب شده است، جهت تعیین حجم آب دریاچه ارومیه در تراز ارتفاع اکولوژیک محاسبه شده، رابطه حجم آب به تراز ارتفاعی به شرح رابطه ذیل مورد استفاده قرار گرفته است:

$$V_{(Eco)}=(-18271.9 +14.4658 \times Elv_{(Eco)})^2$$

حجم آب اکولوژیک تالاب ارومیه در تراز آبی اکولوژیک به میلیارد متر مکعب :V(Eco)

تراز ارتفاع اکولوژیک آب :Elv(Eco)

بنابراین باتوجه به روابط فوق، مساحت دریاچه ارومیه در تراز ارتفاعی اکولوژیک محاسبه شده که معادل ۱۲۷۴/۱ متر می باشد، برابر ۴۶۵۲/۲ کیلومتر مربع می‌باشد و با احتساب میزان تبخیر منطقه که با اعمال ضرایب تبخیر آب شور برابر ۹۶۰/۴ میلیمتر است، حجم کل آبی که از این طریق از دریاچه خارج می‌گردد برابر ۴۴۶۶/۱ میلیون مترمکعب خواهد بود. از سوی دیگر برای تنظیم بیلان آبی دریاچه ارومیه، به غیر از رودخانه‌هایی که به آن می‌ریزند، تنها آبی که مستقیما وارد دریاچه می‌شود ناشی از بارش در سطح دریاچه است که این میزان نیز با درنظر گرفتن متوسط بلند مدت بارش که برابر ۲۹۶/۹ است. بدین ترتیب با درنظر گرفتن وسعت دریاچه ارومیه، سالانه ۱۳۸۱/۲ میلیون مترمکعب آب به دریاچه وارد می‌گردد. بنابراین میزان آبی که باید سالانه از طریق رودخانه‌های موجود در حوضه بعنوان میزان آب مورد نیاز اکولوژیک دریاچه به آن وارد شود معادل ۳۰۸۴/۸ میلیون مترمکعب می‌باشد.

بدین ترتیب با توجه به توضیحات ارائه شده و مثال مطالعه موردی فوق‌الذکر می‌توان نسبت به محاسبه نیاز آبی تالابهای مختلف اقدام نمود. باید دقت شود که خروجی نهایی این فرآیند به صورت مقدار آب یا حجم آب است که واحد زمانی آن متناسب با واحد داده‌هایی است که در محاسبه اعمال گردیده است.

## ۲-۳- ویژگی‌های محاسبه نیاز آبی تالابهای رودخانه‌ای،رودخانه‌های سرزمینی و رودخانه‌های مصبی

نیاز آبی زیست محیطی رودخانه‌ها معمولا به عنوان جریان زیست محیطی نیز شناخته می‌شود. جریان زیست محیطی در واقع رژیم آبی است که برای بقاء اکوسیستم و کارکردهای رودخانه‌ها تأمین می‌گردد. رودخانه‌ها مسیرهای آبی هستند که جریان آب سطحی حوضه بالادست خود را به بخش‌های پائین‌دست حوضه منتقل می‌کنند و در این مسیر نهایتا به یک منبع پذیرنده آب می‌رسند که برحسب نوع منبع به دو گروه تقسیم می‌گردند. برخی رودخانه‌ها در مسیر خود از بالادست به پائین دست حوضه آبخیز، نهایتا به

یک محیط پذیرنده بسته و درون سرزمینی می‌رسند. در بسیاری از این موارد این رودخانه‌ها در حوضه‌های بسته وجود دارند و محیط پذیرنده آب یک تالاب یا یک دشت سیلابی می‌باشد. به عنوان مثال می‌توان به رودخانه‌هایی که در حوضه آبخیز دریاچه ارومیه، تالاب جازموریان، بختگان، گاوخونی و... ، جاری هستند اشاره نمود. در ایران کلیه رودخانه‌های مناطق مرکزی کشور که در حوضه آبخیز مرکزی قرار دارند در این گروه رودخانه‌ها طبقه بندی می‌شوند. در گروه دوم یا رودخانه‌های مصبی، جریان آبی رودخانه نهایتا به دریا منتهی می‌گردد. البته در این مسیر ممکن است رودخانه‌ها در طول عبور از حوضه، از انشعابات مختلفی تشکیل شده‌باشند و یا در مسیر آنها تالابهایی نیز وجود داشته باشد اما اگر تالابهای مورد نظر یا انشعابات در انتها به دریا ختم شوند، باز هم رودخانه مورد نظر جزء رودخانه‌های مصبی محسوب خواهد شد. به عنوان مثال در ایران اغلب رودخانه‌های حوضه آبخیز زاگرس نهایتا به خلیج فارس و دریای عمان منتهی می‌شوند. در شمال ایران نیز بیشتر رودخانه‌های دامنه‌های شمالی البرز به دریای خزر منتهی می‌شوند. البته لازم به ذکر است که هرچند که دریای خزر در اصل یک دریاچه محسوب می‌گردد و بطور مستقیم و طبیعی به دریاهای آزاد راه ندارد ولی از نظر طبقه‌بندی محاسبه نیاز زیست محیطی رودخانه‌های منتهی به دریا خزر نیز جزء رودخانه‌های مصبی به حساب می‌آیند.

همانطوری‌که در فصول گذشته بیان گردید، نمی‌توان یک روش ثابت برای محاسبه نیاز زیست محیطی تالابها و جریانهای زیست محیطی ارائه نمود زیرا شرایط هیدرولوژیک و اکولوژیک هیچ دو سیستم تالابی کاملاً مشابه نیست و از سوی دیگر مقیاس و نوع اهداف مدیریت منابع آب / محیط زیست نیز در تالابهای مختلف متفاوت خواهد بود. با این حال وجود یک سری اشتراکات در سیستم‌های تالابی این امکان را فراهم می‌سازد تا رویه‌ها و فرآیندهای نسبتا کاملی برای تعیین جریان‌های زیست محیطی ارائه کرد.

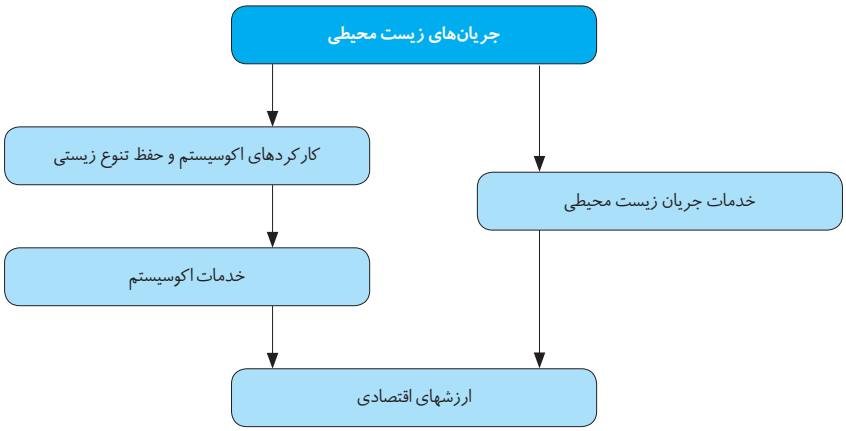
در ارتباط با محاسبه جریان زیست محیطی برای تالابهای رودخانه‌ای باید چهار اصل مهم درنظر گرفته شود که عبارتند از:

- جریان آبی رودخانه رابطه مستقیمی با ایجاد شرایط فیزیکی زیستگاه‌ها دارد.
- گونه‌های آبزی استراتژی‌های زیستی خود را در تطابق مستقیم و واکنش به رژیم‌های آبی طبیعی تنظیم کرده اند.
- در بسیاری از اکوسیستم‌های طبیعی حفظ ارتباطات افقی و عمودی اکولوژیک نقش مهمی در پایداری جمعیت‌های گونه‌های آبزی رودخانه‌ای دارد.
- تهاجم و موفقیت گونه‌های معرفی شـــده غیربومی در رودخانه‌ها با تغییرات رژیم جریان آبی افزایش می‌یابد.

### ۲-۳-۱-خدمات و کارکردهای تالابهای رودخانه‌ای

بطور کلی هدف اصلی محاسبه جریانهای زیست محیطی، حفظ تنوع زیستی و خدمات یا کارکردهای اکوسیستم مربوطه است. اکوسیستم‌های رودخانه‌ای نیز همانند تالابهای ماندابی خدمات متعددی را برای طبیعت و انسان فراهم می‌کنند. در نتیجه جریان زیست محیطی نیز باید به‌گونه‌ای تنظیم گردد که بتواند

این خدمات را تا حد مطلوبی ادامه دهد. خدمات و کارکردهای ناشی از جریانهای زیست محیطی ممکن است بطور مستقیم ناشی از جریان تأمین شده باشند و یا بطور غیر مستقیم از طریق خدمات اکوسیستمی فراهم گردند. چگونگی این فرآیند در نمودار زیر نمایش داده شده است.




**شکل ۲-۶: نمودار ارتباط جریان‌های زیست محیطی و کارکردهای تالابهای رودخانه‌ای**

باتوجه به توضیحات فوق در فرآیند محاسبه جریان زیست‌محیطی رودخانه‌ها می‌توان به طور ویژه‌ای بر روی خدمات و کارکردهای اکوسیستم مربوطه تمرکز نمود و از آن برای محاسبه نیاز آبی استفاده کرد. برای این منظور توضیحات مفصلی در مورد خدمات و کارکردهای تالابها در گزارش مبانی پایه ارائه گردیده است ولی در این بخش به منظور هرچه کاربردی‌تر بودن گزارش، خلاصه اهم کارکردهای رژیم‌های آبی طبیعی رودخانه‌ها و ارتباط آنها با مباحث محاسبه نیاز آبی یا جریان زیست‌محیطی در جدول ذیل ارائه گردیده است. لازم به توضیح است که نسبت تبدیل کارکردهای اکوسیستمها به خدمات اکوسیستمی به شرایط طبیعی اکوسیستم مربوطه و همچنین وضعیت اقتصادی- اجتماعی و فرهنگی جامعه بستگی دارد. به همین دلیل جزئیات خدمات و ارزش‌هایی که در نمودار فوق نمایش داده شده و یا در جدول ذیل ارائه گردیده نه تنها به شرایط طبیعی رودخانه مورد نظر بلکه به وضعیت اقتصادی- اجتماعی جامعه برای بهره‌مندی از خدمات نیز بستگی خواهد داشت و جدول ذیل را می‌توان برای محاسبه جریان زیست محیطی هر رودخانه‌ای اختصاصی نمود.

جدول ۲-۳: نوع خدمات، کارکردها و مؤلفه‌های اصلی جریان زیست محیطی تالابهای رودخانه ای

| طبقه خدمات | نوع خدمات | کارکرد اصلی مرتبط با جریان | مؤلفه یا شاخص اصلی جریان زیست محیطی |
|---|---|---|---|
| تولید | آب برای معاش مردم / آب شرب شهری و روستایی | تأمین آب | آبگرفتگی دشت سیلابی (برای آبهای زیرزمینی) وجود آب کافی در ایستگاه (های) آبگیری (برای آب سطحی) |
| | ماهی و آبزیان (غیر تفرجی) | وجود زیستگاه‌ها و روابط، تامین غذا | رژیم آب رود، آبگرفتگی دشت سیلابی، حفظ گیاهان حاشیه‌ای توسط جریان آب |
| تنظیم | اراضی حاصلخیز عرصه‌های کشاورزی و مراتع تحت سیلاب | تامین مواد مغذی گیاهی و مواد آلی و شرایط رطوبت خاک | آبگرفتگی سواحل و دشتهای سیلابی |
| | شکار حیوانات وحشی (غیرتفریحی) | وجود زیستگاه‌ها و روابط، تامین غذا | آبگرفتگی دشتهای سیلابی، حفظ گیاهان حاشیه‌ای توسط جریان آب |
| | سبزیجات و میوه‌ها | تامین مواد مغذی گیاهی و مواد آلی، شرایط فصلی رطوبت خاک | آبگرفتگی دشتهای سیلابی، حفظ گیاهان حاشیه‌ای توسط جریان آب |
| | مواد اولیه و چوب برای ساخت بناها/ تامین هیزم/ صنایع دستی | تامین مواد مغذی گیاهی و مواد آلی، شرایط فصلی رطوبت خاک | آبگرفتگی دشتهای سیلابی، حفظ گیاهان حاشیه‌ای توسط جریان آب |
| | گیاهان دارویی | تامین مواد مغذی گیاهی و مواد آلی، شرایط فصلی رطوبت خاک | آبگرفتگی دشتهای سیلابی، حفظ گیاهان حاشیه‌ای توسط جریان آب |
| | مواد معدنی خام برای ساخت و ساز و صنایع (شن، ماسه، رس) | تامین رسوبات، حمل و جابجایی | شدت و نوسانات رژیم آبی رودخانه |
| | کنترل کیفیت شیمیایی آب (ظرفیت خودپالایی) | دینیتریفیکاسیون، سکون آب، رقیق سازی، تخلیه | آبگرفتگی دشتهای سیلابی، رژیم آبی داخل رودخانه |
| | کنترل کیفیت فیزیکی آب | تخلیه مواد زائد جامد، تخلیه/آرام سازی رسوبات | آبگرفتگی دشتهای سیلابی، رژیم آبی داخل رودخانه، حفظ گیاهان حاشیه‌ای توسط جریان آبی |
| | کنترل سیلاب | ظرفیت نگهداری آب | آبگرفتگی دشتهای سیلابی، حفظ گیاهان حاشیه‌ای توسط جریان آبی |
| | تغذیه آبهای زیرزمینی (حفظ حداقل جریان) | تغذیه آبخوان (آب زیرزمینی) | آبگرفتگی دشتهای سیلابی |
| | کنترل بهداشت | تخلیه حاملین بیماریها | رژیم آبی رود، کیفیت آب |
| | کنترل آفات | تنوع زیستگاهی، آشفته‌سازی و استرس محیط آفات | رژیم آبی رود |
| | کنترل رسوب (نوسانات بستر، حریم رود و دلتاها) | پوشش گیاهان ساحلی غنی، رسوب، حمل و ترسیب رسوبات | حفظ گیاهان حاشیه‌ای توسط جریانات آبی |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | جلوگیری از نفوذ آبهای شور (کنترل شوری) | جریان آب شیرین، تغذیه آبهای زیرزمینی | رژیم جریان آبی رود |
| | پیشگیری از توسعه خاکهای اسیدی | تجمع مواد آلی در خاکهای توربزارها | آبگرفتگی دشتهای سیلابی |
| | ترسیب کربن | تجمع مواد آلی در خاکهای توربزاری | آبگرفتگی دشتهای سیلابی |
| | تنظیم اقلیم خرد | اکوسیستمهای سالم و پایدار | آبگرفتگی دشتهای سیلابی، حفظ گیاهان حاشیه‌ای توسط جریانات آبی |
| **اطلاعات** | تفرج و گردشگری (شامل شکاروصید) | وجود حیات وحش، زیبایی شناسی، کیفیت خوب آب | وابسته به تالاب |
| | حفاظت از تنوع زیستی | حفظ پایداری پیچیدگی اکوسیستمی (تنوع زیستگاهی و حفظ ارتباطات) | رژیم طبیعی آب |
| **پشتیبانی حیات** | حفظ سلامت اکوسیستمها و حفظ تنوع زیستی | همه موارد | رژیم طبیعی آب |

در جدول فوق ستون اول نوع طبقه خدمات ارائه شده توسط رودخانه را نشان می‌دهد که شامل تولید، تنظیم، اطلاعات و پشتیبانی حیات می‌گردد. طبقه تولید، نشان دهنده تولیداتی است که توسط تالابهای رودخانه‌ای فراهم می‌گردد. خدمات تنظیمی منافع حاصل از فرآیندهای تنظیمی در اکوسیستمهای رودخانه‌ای را نشان می‌دهد و اطلاعات (یا فرهنگی) خدماتی غیرفیزیکی تالابها را در برمی‌گیرد و نهایتا طبقه پشتیبان، حیات کلیه خدماتی را که برای فراهم شدن سایر طبقات لازم است را دربر می‌گیرد. بدیهی است که هیچ یک از این خدمات مستقل نیستند و همگی آنها به یکدیگر مرتبطند.

ستون دوم جدول فوق، نشان دهنده نوع خدمات ارائه شده در هر طبقه است. اما از نظر کارکرد این خدمات و جدول برای محاسبه نیاز آبی این سئوال که کارکردهای یادشده چه ارتباطی با جریان آبی رودخانه دارند، اهمیت دارد که این موضوع در ستون ۳ ارائه گردیده است. در واقع ستون ۳ نشان می‌دهد که برای حفظ هریک از کارکردها، جریان رودخانه باید چه الزاماتی را فراهم آورد و نهایتا در ستون چهارم شاخص یا معیار جریان آبی که می‌تواند نشان دهنده تامین شرایط لازم برای هر یک از خدمات و کارکردها باشد ارائه گردیده است.

## ۲-۳-۲-معیارهای انتخاب خدمات اکوسیستم برای محاسبه جریان زیست محیطی

همانطوری‌که در بخش مربوط به تالابهای ماندابی نیز توضیح داده شد، رویکرد اصلی قابل توصیه برای محاسبه نیاز آبی رویکردهای اکولوژیک و زیست محیطی (اکولوژیک + اقتصادی اجتماعی) است. به همین دلیل باید برای محاسبه جریان زیست محیطی تالابهای رودخانه‌ای نیز خدمات و کارکردهای اکوسیستمی

آنها درنظر گرفته شود. خدمات و کارکردهای تالابهای رودخانه ای در طول زمان و مکان تفاوتهای عمده‌ای می‌کنند. بدیهی است این خدمات و کارکردهای اکوسیستمی بسیار متنوع می‌باشند و در شرایط ایده‌آل باید کلیه این خدمات در ارزیابی رودخانه برای محاسبه جریان زیست‌محیطی آب مورد استفاده قرار گیرند. اما منابع و اطلاعات مورد نیاز برای انجام چنین ارزیابی‌هایی محدود است و فقط می‌توان از خدمات شاخص و با اهمیت برای این موضوع استفاده نمود. در چنین شرایطی باید معیارهای واضحی برای انتخاب خدمات شاخص وجود داشته باشد.

مقیاس عرصه دربرگیرنده گستره جغرافیایی خدمات مورد مطالعه است. ممکن است برخی خدمات تالابهای رودخانه‌ای در پائین دست حوضه رودخانه بوقوع بپیوندند که این موضوع در رودخانه‌های فرامرزی فراگیرتر و پیچیده‌تر نیز خواهد شد. خدمات اکوسیستمی رودخانه‌ها در یک عرصه مشخص، نقش‌های متفاوتی در استراتژیهای معیشتی مردم ایفا می‌کنند که نهایتا به مقیاسهای اقتصادی- اجتماعی مرتبط می‌گردد که این جنبه‌ها در جدول ۲-۳ که فقط روابط مستقیم را نمایش می‌دهد ارائه نشده‌اند. نکته قابل توجه دیگر مقیاس زمانی خدمات اکوسیستمی رودخانه‌هاست که تغییرات ناشی از آنها معمولا با فاصله زمانی نمایان خواهد شد. به عبارت دیگر رودخانه‌ها به دلیل جاری بودن، شرایط ثابتی ندارند. در یک رودخانه حجم ذخیره آب زیادی وجود ندارد و میزان آب موجود در رودخانه نیز در جریان است. بنابراین جریان آبی رودخانه‌ها ارتباطی فوری با حوضه آبخیز دارد و هرگونه تغییر و یا کنترل و برداشت آب در حوضه اثر، بلافاصله خود را در جریان رودخانه نشان می‌دهد. این در حالیست که در تالابهای ماندابی به دلیل وجود ذخیره آب، واکنش تالاب به تغییرات حوضه با روند کندتری نمایان می‌شود. این ویژگی تالابهای رودخانه‌ای هم به عنوان یک فرصت و هم به عنوان یک تهدید شناخته می‌شود. فقدان ذخیره آبی از یک سو سبب می‌شود که رودخانه‌ها هیچ انعطاف پذیری نسبت به نوسانات آبی حوضه نداشته باشند و هرگونه کاهش شدید منابع آبهای سطحی و یا افزایش برداشتها باعث افت شدید جریان آبی رودخانه (به کمتر از جریان زیست محیطی) خواهد شد که بالطبع این موضوع یک محدودیت بشمار می‌آید. اما نقطه قوت این محدودیت، واکنش سریع رودخانه به هرگونه اقدام احیائی یا جبرانی برای تامین نیاز آبی است. در این حالت درصورت هرگونه تامین آب رودخانه، جریان زیست محیطی به سرعت شرایط آبی رودخانه را به حالت اولیه بر می‌گرداند که البته بازگشت جریان به تنهایی به معنی احیاء شرایط زیست محیطی اکوسیستم مربوطه نخواهد بود. این در حالیست که در تالابهای ماندابی، به دلیل کاهش ذخیره مخزن، در بسیاری از موارد حتی در صورت برقراری جریان زیست‌محیطی، امکان احیای سریع شرایط هیدرولوژیک تالاب به شرایط اولیه فراهم نخواهد شد.

به هر حال برای انتخاب شاخص خدمات اکوسیستمی هر تالاب رودخانه‌ای باید موارد بعدی مدنظر قرار گیرد.

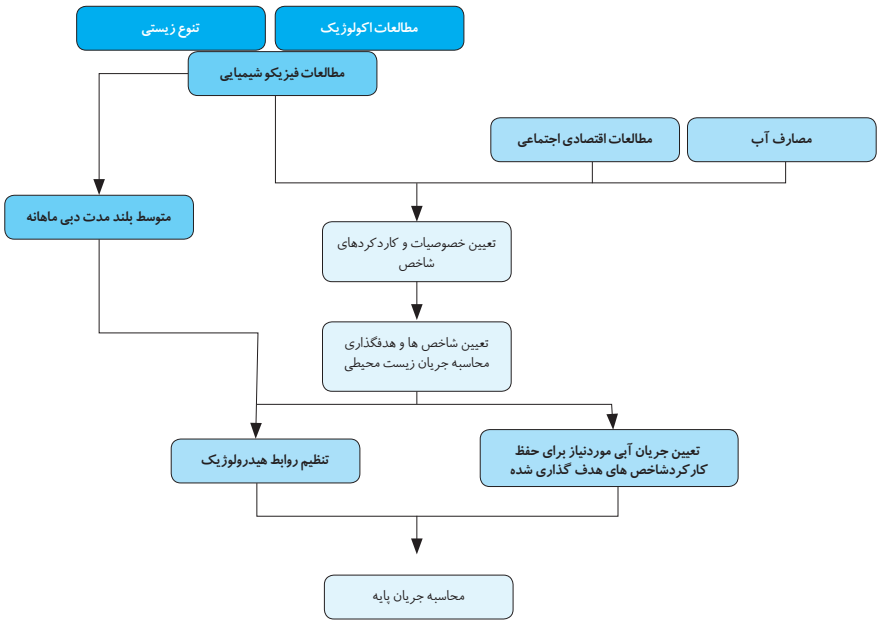
- انتخاب مهمترین خدمات اکوسیستمی باید با بررسی نظرات ذینفعان (و بهره‌برداران) باشد.
- برخی خدمات اکوسیستمی مستقیم و واضح نیستند و به همین دلیل ممکن است توسط جوامع

محلی و بهره‌برداران شناسایی نشوند به همین دلیل باید علاوه بر بررسی نظرات ذینفعان، نسبت به انجام یک بررسی یا ارزیابی سریع خدمات اکوسیستمی رودخانه نیز اقدام گردد.

- هرچه شاخص جامع‌تر باشند، نتیجه محاسبه جریان زیست محیطی نیز کامل‌تر خواهد بود.
- هرچند که افزایش شاخص‌ها می‌تواند در جامعیت فرآیند محاسبه جریان زیست‌محیطی رودخانه موثر باشد ولی تعدد شاخص‌ها علاوه بر افزایش زمان و هزینه، در فرآیند محاسبه جریان زیست محیطی مطالعات باعث پیچیدگی‌های غیرضروری خواهد شد به همین دلیل باید از افزایش غیر ضروری شاخص‌های خدمات اکوسیستمی خودداری کرد.
- برخی شاخص‌های خدمات با چندین خدمات اکوسیستمی دیگر نیز در ارتباط هستند در این صورت بهتر است اینگونه شاخص‌ها برای استفاده در محاسبه جریان زیست محیطی مورد استفاده قرار گیرند.
- برخی کارکردهای اکولوژیک تالابها در دوره زمانی خاصی اتفاق می‌افتند (مانند مهاجرتهای تخمریزی ماهیان) که باعث افزایش حساسیت اکولوژیک رودخانه مذکور در دوره یاد شده می‌گردد و این موضوع باید در فرآیند محاسبه جریان زیست محیطی رودخانه درنظر گرفته شود.
- با توجه به شرایط اقلیمی ایران، برخی رودخانه‌ها دائمی نیستند و جزء رودخانه‌های فصلی محسوب می‌شوند. در این گونه موارد نباید جریان زیست‌محیطی به گونه‌ای تنظیم گردد که تغییری در شرایط فصلی یا دائمی بودن رودخانه ایجاد کند.
- بنابراین با استفاده از ملاحظات فوق باید در هر یک از رودخانه‌های تالابی، شاخص(های) با اهمیت تر انتخاب و در فرآیند محاسبه جریان زیست‌محیطی مورد استفاده قرارگیرند.

### ۲-۳-۳-فرآیند محاسبه جریان زیست‌محیطی رودخانه‌ها با رویکرد جامع نگر محیط زیستی

با توجه به توضیحاتی که در بخش‌های قبل داده شد، مبانی و فرآیند عمومی محاسبه جریان زیست محیطی رودخانه‌ها تا حدود زیادی مشابه تالابهای ماندابی است. با این تفاوت عمده که در فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابهای رودخانه‌ای خروجی به صورت دبی خواهد بود که با توجه به عدم وجود ذخیره آبی باید در دوره تعیین شده بطور دائم و پیوسته تأمین گردد. این در حالیست که خروجی نیاز آبی تالابهای ماندابی حجم آبی است که در دوره زمانی مشخصی مورد نیاز خواهد بود و ممکن است به صورت تدریجی و یا در دوره کوتاهی تأمین گردد. البته در تالابهای ماندابی نیز با توجه به نقش خروجی‌ها و ورودی‌ها تأمین زمان‌بندی شده نیاز آبی به صورت تدریجی ارجحیت بیشتری دارد. بر این اساس فرآیند عمومی محاسبه نیاز آبی تالابهای رودخانه‌ای با رویکرد جامع محیط زیستی به شرح ذیل می‌باشد.




**شکل ۲-۷: نمودار فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابهای رودخانه‌ای**

جزئیات مربوط به کارکردهای تالابها و نحوه انتخاب شاخص‌های مختلف در بخش‌های قبل تشریح گردیده است و خصوصا در انتخاب شاخص‌ها باید موارد یاد شده مورد توجه ویژه قرار گیرد. حاصل نهایی محاسبه جریان پایه زیست محیطی رودخانه ها در این مدل، دبی ماهانه جریان آبی خواهد بود. اما چنانچه در برخی شرایط به دلیل نیازهای بخشی از زیستمندان یا کارکردهای اکولوژیک رودخانه شرایط ویژه‌ای مورد نیاز باشد، می‌توان در مقطع زمانی یاد شده نسبت به تنظیم شرایط خاص اقدام نمود. برخی از مهمترین مواردی که علاوه بر تعیین جریان زیست محیطی باید درنظر گرفته شوند به شرح ذیل می‌باشند.

- برای تأمین شرایط تخمریزی بعضی ماهیها نیاز به وجود جریانات رسوبی می‌باشد. در این صورت باید حتما دوره زمانی تخمریزی گونه مورد نظر در رودخانه بررسی شود و نحوه برداشتها و (درصورت وجود) نحوه مدیریت آب سد (های) بالادست به گونه‌ای تنظیم گردد که جریانات سیلابی حاوی رسوبات به مناطق پائین‌دست رها شود.
- در رودخانه‌های مصبی، ماهیهای آنادروموس برای مهاجرت به بخش‌های بالادست رودخانه نیازمند وجود حداقل جریان و عمق مناسب هستند. در غیر این صورت امکان حرکت به بخش‌های بالاتر رودخانه وجود نخواهند داشت. به همین دلیل باید حتما در دوره‌های مهاجرت تخمریزی این گونه‌ها با درنظر گرفتن سطح مقطع و شکل بستر رودخانه، حداقل جریان زیست محیطی برای تامین عمق و جریان مناسب برای مهاجرت ماهی‌ها نیز درنظر گرفته شود.

- در صورتی‌که رودخانه به تالابی منتهی می‌شود، جریان زیست محیطی تعیین شده بخشی از تأمین نیاز آبی تالاب پائین دست را تشکیل خواهد داد اما نمی‌توان این میزان جریان آبی (یا مجموع جریانهای زیست محیطی رودخانه‌های منتهی به یک تالاب) را معادل نیاز زیست محیطی تالاب مورد نظر دانست. بنابراین محاسبه نیاز زیست محیطی تالاب، مستقل از جریانهای زیست محیطی رودخانه‌های تغذیه کننده باید صورت پذیرد.
- باتوجه به اینکه جریان زیست محیطی رودخانه‌ها به صورت دبی بیان می‌شود، به همین دلیل برخلاف تالابهای ماندابی نیازی به اعمال میزان نفوذ آب به آبهای زیرزمینی و یا زهکشی آبهای زیرزمینی به رودخانه وجود ندارد.

### ۲-۳-۴-محاسبه سریع جریان زیست محیطی

فرآیند فوق‌الذکر، تشریح محاسبه جریان زیست محیطی رودخانه‌ها براساس روشهای جامع و در نظر گرفتن کلیه موارد زیست محیطی مربوطه است. با توجه به تعدد رودخانه‌های ایران هرچند که محاسبه جریان زیست محیطی با رویکرد جامع زیست محیطی برای کلیه رودخانه‌ها ضروری و بسیار مؤثر خواهد بود، ولی در حال حاضر اجرایی نشده است. در این راستا از آنجائی‌که وزارت نیرو سدها و سازه‌های آبی زیادی را احداث نموده و یا در دست احداث دارد، نیاز فوری و ملزمی به محاسبه سریع جریان زیست محیطی رودخانه‌ها وجود دارد. به همین دلیل وزارت نیرو به کلیه بخش‌های ذیربط اعلام نموده که از روش مونتانا (تنانت) برای محاسبه سریع نیاز زیست محیطی رودخانه‌ها اقدام نمایند. به همین دلیل علاوه بر روش پیشنهادی جهت محاسبه جریان زیست محیطی رودخانه‌ها براساس رویکرد جامع نگر محیط زیستی، در این بخش روشهای استفاده بهینه از روش مونتانا و همچنین اقدام برای سازگار نمودن این روش برای ایران ارائه می‌گردد.

روش مونتانا به دلیل پشتوانه علمی که ناشی از بکارگیری آن در بسیاری از کشورهای دنیا می‌باشد و همچنین سهولت بکارگیری سریع، به دفعات و در پروژه‌های مختلفی در ایران بکار گرفته شده است. این روش بر مبنای تخصیص درصدی از متوسط جریان آبی رودخانه به عنوان نیاز آبی می‌باشد که در آن جدولی به شرح ذیل تهیه گردیده و در سطوح مختلف بسیار عالی تا بسیار مخرب در ۶ طبقه مقادیری را جهت جریان زیست محیطی رودخانه معین کرده است.

جدول ۲-۴: روش مونتانا - تنانت تنظیم جریان زیست محیطی براساس درصد متوسط جریان سالانه رودخانه

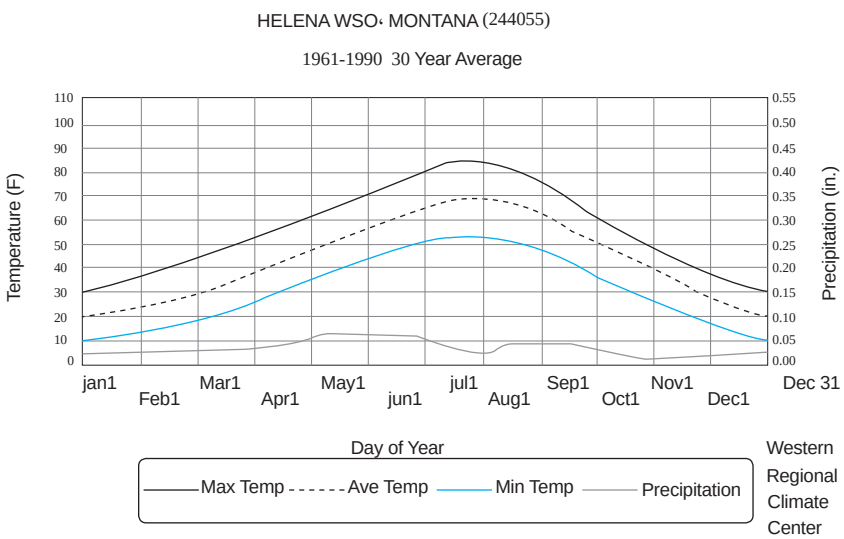
| هدف | درصد متوسط جریان سالانه | |
|---|---|---|
| | ماههای آوریل - سپتامبر | ماههای اکتبر - مارس |
| سیلاب یا حداکثر جریان آبی | ۲۰۰ | ۲۰۰ |
| میزان جریان طبیعی | ۶۰-۱۰۰ | ۶۰-۱۰۰ |
| جریان رودخانه / شرایط اکوسیستم | درصد جریان مورد نیاز جهت حفظ شرایط اکوسیستم | بقاء شرایط رودخانه |
| بسیار عالی | ۶۰ | ۴۰ |
| عالی | ۵۰ | ۳۰ |
| خوب | ۴۰ | ۲۰ |
| متوسط | ۳۰ | ۱۰ |
| ضعیف یا حداقل | ۱۰ | ۱۰ |
| بسیار تخریب کننده | ۱۰-۰ | ۱۰-۱۰ |

جدول فوق دارای دو متغیر است که تعیین آنها در زمان محاسبه جریان زیست محیطی بسیار کلیدی است. همانطوریکه در این جدول مشخص می‌باشد در روش مونتانا میزان درصد تأمین جریان آبی در ماههای مختلف متفاوت است و این میزان برای ماههای آوریل تا سپتامبر نسبت به ماههای اکتبر تا مارس فرق می‌کند.

در اغلب مواردی که کاربران ایرانی از این روش استفاده می‌کنند فقط به سادگی معادل ماههای ایرانی این ماهها را در جدول قرار می‌دهند در حالیکه این اقدام نتیجه خروجی مدل را مخدوش و غیر علمی می‌کند. تمامی محاسبات جریان زیست محیطی که بدون درنظر گرفتن این نکته انجام شده‌اند باید مورد بازنگری و اصلاح قرار گیرند. برای تحلیل این موضوع باید توجه ویژه‌ای به منشاء و چگونگی تهیه روش مونتانا داشت که بدین جهت به طور خیلی خلاصه در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

این روش برای محاسبه جریان رودخانه‌های ایالتهای شمالی امریکا منجمله ایالت مونتانا ارائه شده است. تدوین این روش بر اساس مطالعه شرایط هیدرولوژی و اکولوژی این رودخانه‌ها بوده است و به همین دلیل هرگونه بکارگیری این روش در سایر مناطق دیگر (درصورت عدم تطابق مناسب) می‌تواند تهدیداتی را برای سلامت اکوسیستم رودخانه مورد نظر در پی داشته باشد. بنابراین همانطوری‌که قبلا توضیح داده شد برای بکارگیری این روش سریع محاسبه جریان زیست محیطی در ایران باید نسبت به سازگارسازی آن با شرایط ایران اقدام شود. در این رابطه آنچه اهمیت دارد بررسی شرایط مناطقی است که مدل برای آنها تدوین شده است.

ایالت مونتانا که یکی از مناطقی است که این روش برای آن تدوین شده است در شمال امریکا و در مرز با کانادا قرار دارد. بخش‌های عمده‌ای از این ایالت کوهستانی است و تراز ارتفاعی آن از حدود ۶۵۰ متر تا ۴۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریاهای آزاد می‌باشد. از نظر دما و بارش تنوع زیادی دارد. متوسط بارش آن حدود ۳۸۰ میلیمتر است ولی در مناطق کوهستانی و مرتفع این بارش به ۲۵۰۰ میلیمتر در سال نیز می‌رسد. دوره بارش‌ها نیز در این ایالت با ایران تفاوتهای عمده‌ای دارد و باتوجه به داده‌های موجود، بخش عمده‌ای از بارش‌ها در بین ماه‌های آوریل تا سپتامبر اتفاق می‌افتند. از نظر نوع نزولات نیز حدود نیمی از بارش منطقه به صورت برف است و این میزان در مناطق کوهستانی بیشتر نیز می شود بطوری‌که در این مناطق ضخامت لایه برف به بیش از ۷/۵ متر نیز می‌رسد و یخچالهای طبیعی زیادی در این مناطق وجود دارد. نمودار ذیل وضعیت روند بارش و دمای ایالت مونتانا را نشان می‌دهد.




**شکل ۲-۸، نمودار روند تغییرات بلند مدت پارامترهای دمایی و بارش ایالت مونتانا آمریکا**

با توجه به توضیحات ارائه شده می‌توان چنین نتیجه گیری نمود که ماههای آوریل تا سپتامبر، دوره مرطوب منطقه هستند. در این دوره زمانی نه تنها بارش بیشتر است بلکه دما نیز افزایش پیدا می‌کند و با در نظر گرفتن ذخایر برف و یخ منطقه بویژه در کوهستان‌های مرتفع و یخچالهای غنی، ذوب برف افزایش پیدا می‌کند. بدین ترتیب در دوره مذکور جریان رودخانه‌ها به دلایل یاد شده پر آب است. در حالیکه عکس این حالت در دوره اکتبر تا مارس دیده می‌شود. در این دوره اولا بارش کم است. ثانیا بارش بیشتر به صورت برف است و ثالثا دمای هوا کاهش می‌یابد. بنابراین در این دوره زمانی جریانات آبی

رودخانه‌ها کاهش پیدا می‌کند. بنابراین درصد جریان آبی که به عنوان جریان زیست محیطی در جدول فوق ارائه شده در دوره آوریل– سپتامبر مربوط به دوره پرآبی و مرطوب و در دوره اکتبر– مارس مربوط به دوره کم آبی است. حال وقتی در ایران معادل ماه‌های شمسی این زمان‌ها گذاشته شود، دوره مرطوب با محدوده زمانی فروردین تا شهریور مربوط می‌شود که بالطبع بخش عمده‌ای از آن در ماههای کم آبی رودخانه‌ها در ایران قرار می‌گیرد. همچنین دوره خشک روش تنانت با ماههای مهر تا فروردین مطابقت پیدا می‌کند که این ماهها عمدتا در پائیز و زمستان قرار می‌گیرند که وضعیت بارش و آب رودخانه‌ها بهبود پیدا می‌کند. البته در برخی مناطق ایران تعدادی از ماهها با دوره‌های خشک و مرطوب یاد شده مطابقت درست خواهند داشت. بنابراین با توجه به تحلیل‌های فوق الذکر در استفاده از روش مونتانا یا تنانت باید دوره‌های مرطوب و خشک واقعی رودخانه‌ها باید در جدول اعمال شود و از هرگونه برگردان (بدون مطابقت) ماههای میلادی به شمسی خودداری گردد. برای این منظور باید در فرآیند محاسبه جریان زیست محیطی داده‌های متوسط جریان آبی ماهانه رودخانه مورد نظر بررسی شده و با مقایسه با متوسط سالانه تعیین شود که ماه مورد نظر جزء ماه‌های مرطوب یا خشک است. پس از انجام این کار می‌توان متوسط دبی رودخانه در ماه‌های خشک و تر را در ستون مربوطه اعمال نمود و جریان زیست محیطی را مشخص کرد.

متغییر دومی که در روش مونتانا امکان ایجاد خطا در محاسبات را فراهم می‌کند، طبقه بندی یا سطح بندی درصد تأمین جریان زیست محیطی بین شرایط بسیار عالی تا بسیار مخرب است. در واقع هیچ عامل یا شاخصی برای نحوه تعیین یکی از سطوح ششگانه یاد شده وجود ندارد و کاربر می‌تواند به هر توجیهی یکی از آنها را انتخاب کند. بنابراین ضروریست که معیارهایی برای مشخص شدن طبقه یا درصد جریان زیست محیطی مشخص شود. برای این منظور پیشنهاد می‌گردد که معیارهای زیر مورد استفاده قرار گیرند.

- طبقه بندی حفاظتی رودخانه
- وجود گونه درخطر انقراض
- وجود گونه نادر و کمیاب
- وجود مهاجرت ماهیان آنادرموس
- تخلیه رودخانه به تالابهای درون سرزمینی
- تخلیه رودخانه به مصب دریا
- وجود کارکردهای تفرجی
- وجود فعالیت‌های ماهیگیری
- دوره طبیعی آبدار بودن رودخانه

بدیهی است که هریک از این معیارها دارای سطوح مختلفی هستند ضمناً برای جمع‌بندی آنها و استفاده از منطق مربوطه در تعیین سطح درصد جریان زیست محیطی می‌توان این شاخص‌ها را امتیاز دهی نمود. برای این منظور موارد ذیل در امتیاز دهی شاخص‌ها پیشنهادگردیده است:

**طبقه بندی حفاظتی رودخانه:** بطور کلی ۴ طبقه حفاظتی در ایران وجود دارد که از نظر سطح حفاظتی به ترتیب عبارتند از پارک ملی، اثر طبیعی ملی، پناهگاه حیات وحش و منطقه حفاظت شده. علاوه

بر این چهار طبقه یک طبقه حفاظتی موقتی نیز وجود دارد که شامل مناطق شکار و صید ممنوع می‌شود. بنابراین با توجه به طبقه بندی فوق می‌توان برای پارکهای ملی و آثار طبیعی ملی که بالاترین سطح حفاظتی هستند، امتیاز «۴»، برای پناهگاه‌های حیات وحش امتیاز «۳»، برای مناطق حفاظت شده امتیاز «۲» و برای مناطق شکاروصید ممنوع امتیاز «۱» را اختصاص داد.

**وجود گونه‌های درخطر انقراض:** گونه‌های در خطر انقراض بالاترین سطح حفاظتی محسوب می‌شوند. به همین دلیل درصورتیکه در رودخانه‌ای گونه درخطر انقراض وجود داشته باشد، آن زیستگاه از نظر تنوع زیستی اهمیت ویژه‌ای می‌یابد و به همین دلیل باید تلاش بیشتری برای حفظ شرایط اکولوژیک آن انجام شود. بدین جهت به رودخانه‌هایی که گونه (های) در خطر انقراض دارند، امتیاز «۳» تعلق می‌گیرد.

**وجود گونه‌های نادر و کمیاب:** به غیر از گونه‌های درخطر انقراض، گونه‌های گیاهی و جانوری دیگری نیز وجود دارند که هرچند در خطر فوری انقراض قرار ندارد ولی دارای جمعیتهای در حال کاهش می‌باشند. به همین دلیل وجود این گونه‌ها نیز به اهمیت اکولوژیک اکوسیستم رودخانه‌ای مربوطه می‌افزاید و امتیاز «۲» به رودخانه‌هایی که دارای این گونه(ها) می‌باشند تعلق می‌گیرد.

**مهاجرت آبزیان:** همانطوری‌که در بخش‌های قبل توضیح داده شد، برخی رودخانه‌ها علاوه بر وجود تنوع زیستی طبیعی دارای مسیر مهاجرتی نیز هستند. این رودخانه‌ها غالبا رودخانه‌های مصبی هستند که ماهیهای آنادروموس برای مهاجرت از دریا به مناطق بالادست و تخمریزی از آنها استفاده می‌کنند. در واقع این قبیل رودخانه‌ها نه تنها برای تنوع زیستی رودخانه‌ای بلکه برای تنوع زیستی دریایی نیز اهمیت دارند و به همین دلیل به رودخانه‌هایی که دارای این شرایط هستند امتیاز «۳» اختصاص داده می‌شود.

**تخلیه به تالابهای درون سرزمینی:** رودخانه‌هایی که به تالابهای درون سرزمینی منتهی می‌شوند، اکوسیستم تالاب مربوطه را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهند. از سوی دیگر تامین نیاز آبی رودخانه، می‌تواند بخشی از نیاز آبی تالاب مورد نظر را نیز محقق سازد. به همین دلیل رودخانه‌هایی که به تالابهای درون سرزمینی منتهی می‌شوند، امتیاز «۲» دریافت می‌کنند.

**تخلیه به مصب دریاها:** برخی رودخانه‌ها در انتهای مسیر خود به مصب دریاها منتهی می‌شوند. در این گونه موارد امتیاز «۱» به رودخانه تعلق می‌گیرد. علت کمتر بودن امتیاز این نوع رودخانه‌ها نسبت به رودخانه‌هایی که به تالابهای درون سرزمینی منتهی می‌شوند حساسیت کمتر تالابهای مصبی به نیاز آبی است. همانطوری‌که در بخش قبل توضیح داده شد، هنگامیکه رودخانه‌ای به تالاب درون سرزمینی ماندابی منتهی می‌شود بخشی از نیاز آبی آنرا نیز تامین می‌نماید در حالیکه تالابهای مصبی به دلیل متصل بودن به دریا از این نظر حساسیت کمتری دارند.

**کارکردهای تفرجی:** یکی از کارکردهای اقتصادی – اجتماعی و حتی در برخی موارد فرهنگی رودخانه‌ها، جنبه‌های تفرجی و گردشگری آنهاست. به عنوان مثال رودخانه زاینده رود بخشی از چهره شهر اصفهان است و جزء پایه‌های فرهنگی این شهر تلقی می‌شود. رودخانه کرج در حاشیه پایتخت یکی از مکانهای تفرجی طبیعی حاشیه تهران به شمار می‌رود و به همین دلیل ظرفیت گردشگری بالایی دارد. بنابراین حفظ کارکردها تفرجی این گونه رودخانه‌ها نیز باید علاوه بر جنبه‌های طبیعی در زمان محاسبه

جریان آبی درنظر گرفته شود. لذا به رودخانه‌هایی که دارای فرصتها و ظرفیتهای گردشگری و تفرج هستند، امتیاز ۲ تعلق می‌گیرد.

**ماهیگیری:** برخی رودخانه‌ها به دلیل ظرفیتهای تنوع زیستی دارای پتانسیل ماهیگیری هستند. قابلیت‌های ماهیگیری رودخانه‌ها نیز یکی از ظرفیت‌های اقتصادی- اجتماعی آنها محسوب می‌شود و به همین دلیل رودخانه‌هایی که دارای این نوع ظرفیتها هستند نیز امتیاز جداگانه‌ای اختصاص می‌یابد. با توجه به ذخایر آبزیان و موقعیت رودخانه، ظرفیت ماهیگیری آن ممکن است در حد تجاری باشد و مستقیما فرصت شغلی ایجاد نماید و یا احتمال دارد به طور محدود فقط برای ماهیگیری تفریحی و ورزشی مورد استفاده علاقه‌مندان واقع شود. با درنظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی این کارکرد، به رودخانه‌هایی که دارای امکان ماهیگیری تجاری هستند، امتیاز «۳» و به رودخانه‌هایی که پتانسیل ماهیگیری تفریحی-ورزشی دارند امتیاز ۲ تعلق می‌گیرد.

**دوره آبدار بودن:** از نظر هیدرولوژیک می‌توان رودخانه‌ها را به سه طبقه مختلف تقسیم کرد که عبارتند از رودخانه‌های دائمی، رودخانه‌های فصلی و مسیلها. بدیهی است که هرچه دوره آبدار بودن رودخانه طولانی‌تر باشد شرایط اکولوژیک و تنوع زیستی آن نیز سازگاری بیشتری پیدا نموده و قاعدتا تأمین جریان زیست محیطی رودخانه نیز ضرورت بیشتری خواهد داشت. در حالیکه برخی رودخانه‌ها فصلی هستند و فقط بخشی از سال را آبدار هستند و خشک شدن بخشی از چرخه طبیعی آنهاست. نهایتا برخی رودخانه‌ها نیز فقط در مواقع بارشهای شدید آبدار می‌شوند که عمدتا در طبقه بندی مسیلها قرار می‌گیرند. بدیهی است که در این گونه آبراهه‌ها تأمین جریان زیست محیطی موضوعیت چندانی ندارد. به همین دلیل درصورتی‌که به هر دلیل محاسبه جریان زیست محیطی چنین آبراهه‌هایی در دستورکار قرار داشته باشد امتیاز «۲-» برای آن درنظر گرفته می‌شود.

بدین ترتیب برای اینکه سطح تأمین جریان زیست محیطی هر رودخانه مشخص گردد باید موارد یادشده مورد بررسی قرار گیرد و جمع امتیازات کسب شده محاسبه شود و امتیاز نهایی با جدول ذیل مقایسه گردد.

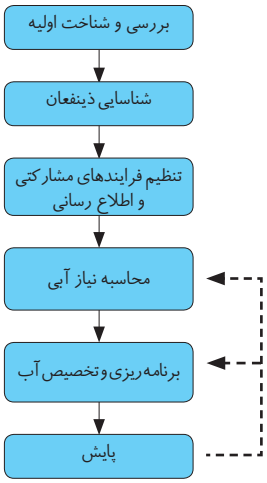
**جدول ۲-۵: طبقه بندی امتیازات برای تعیین شرایط اکوسیستمهای رودخانه‌ای و تامین جریان زیست محیطی**

| ردیف | شرایط اکوسیستم /طبقه تامین جریان زیست محیطی | امتیاز |
|---|---|---|
| ۱ | بسیار عالی | ۲۲-۲۱ |
| ۲ | عالی | ۲۰-۱۷ |
| ۳ | خوب | ۱۶-۱۱ |
| ۴ | متوسط | ۱۰-۷ |
| ۵ | ضعیف یا حداقل | ۶-۳ |
| ۶ | بسیار مخرب | ۲-۰ |

بنابراین برای محاسبه جریان زیست محیطی رودخانه‌ها در درجه اول استفاده از رویکرد اکولوژیک و محیطی زیستی توصیه می‌گردد ولی درصورتیکه به هر دلیل استفاده از روش مونتانا مدنظر باشد باید حتما ملاحظات فوق و بویژه تطبیق صحیح دوره‌های محلی و واقعی خشک و مرطوب با مدل اولیه صورت پذیرد.

## ۲-۴- مراحل اجرایی محاسبه نیاز آبی تالابها

توضیحات بخشهای قبل، اجزاء و مراحل فنی و مبانی علمی محاسبه نیاز آبی تالابها را تشریح نموده است. اما باتوجه به پیچیدگی‌های نیاز آبی تالابها باید طراحی عملیات صحیحی برای انجام موفق آن صورت پذیرد. مهمترین مراحل اجرایی محاسبه نیاز آبی تالابها را می‌توان در نمودار ذیل ترسیم نمود.




شکل ۲-۹: نمودار فرآیند و مراحل اجرایی تامین محاسبه نیاز آبی تالابها

همانطوری‌که در نمودار فوق مشخص می‌باشد، محاسبه نیاز آبی تالابها فقط یکی از مراحل اجرایی تأمین نیاز آبی تالابهاست. به همین دلیل رویکرد سازمان حفاظت محیط زیست و ادارات کل حفاظت محیط‌زیست استانها به این موضوع باید یک رویکرد سازمانی و فرآیندی باشد. انعقاد یک قرارداد تنها با یک مشاور و مطالبه یک رقم نهایی به عنوان نیاز آبی تالابها عملا رافع مشکلات تامین آب تالابها نخواهد بود و برای این منظور باید اقدامات جانبی و تکمیلی مختلفی صورت پذیرد.

### ۲-۴-۱- شناسایی ذینفعان و تنظیم فرآیند مشارکتی

محاسبه و تأمین نیاز آبی تالابها یک موضوع و فرآیند بین بخشی محسوب می‌شود. در حقیقت بخش‌های مختلف با این موضوع مرتبط هستند که این ارتباط می‌تواند مستقیم یا غیر مستقیم باشد. دامنه ارتباطات

بخش‌های مختلف با یک تالاب بستگی به ارزشها و کارکردهای تالاب مورد نظر دارد. از نظر اداری و قانونی، دستگاه‌های متعددی با این موضوع مرتبط هستند که مهمترین آنها عبارتند از سازمان حفاظت محیط زیست و وزارت نیرو. اما ارگان‌ها و بخش‌های متعدد دیگری نیز در این رابطه وجود دارند که از جمله آن‌ها می‌توان به وزارت جهاد کشاورزی و سازمان شیلات، استانداری‌ها و فرمانداری‌های مربوطه اشاره کرد. البته در مورد تالابها و رودخانه‌هایی که در مناطق شهری و یا روستایی قرار می‌گیرند، شهرداریها و شوراهای اسلامی نیز می‌توانند مرتبط باشند. به غیر از بخشهای سازمانی، بهره‌برداران و مردم بومی نیز می‌توانند با موضوع مرتبط باشند.

به هر حال برای هر تالاب باید ذینفعان مختلف مرتبط با آن، از دولتی گرفته تا بخش خصوصی و جوامع بومی و مردمی تا بهره‌برداران منابع آب شناسایی گردند و به اشکال مختلف و متناسب با شرایط اجتماعی و فرهنگی منطقه در فرآیند مشارکت داده شوند. این مشارکت می‌تواند به اشکال مختلف و با ابزارهای متفاوتی انجام پذیرد. مراجعه حضوری و اطلاع رسانی، توزیع و تکمیل پرسشنامه‌های مرتبط، نظرخواهی، برگزاری جلسات و کارگاه‌های مشورتی و حتی استفاده از خدمات ذینفعان در انجام مطالعات اعم از جمع‌آوری و یا ارائه داده‌ها و اطلاعات پایه، همکاری در انجام محاسبات و ... همگی از اجزایی هستند که می‌توانند مشارکت ذینفعان را در تعیین نیاز آبی تالابها فراهم نمایند. با اطلاع رسانی کافی و جلب مشارکت بخشهای مختلف علاوه بر جامعیت بیشتر مطالعات، توافق بیشتری بر روی خروجی‌های نهایی وجود خواهد داشت و از این طریق تأمین نیاز زیست محیطی تالاب تضمین بیشتری پیدا خواهد نمود.

یکی از مهمترین نکاتی که در این رابطه باید در نظر گرفت آن است که چون تأمین نیاز آبی تالابها نهایتا باید به تایید وزارت نیرو (شرکتهای آب منطقه‌ای استانی) برسد و تخصیص آب به تالاب بر عهده آن وزارتخانه می‌باشد، لذا ضروریست که فرآیند محاسبه آن حتما به صورت مشارکتی و به اطلاع و همکاری وزارت نیرو صورت پذیرد. همچنین مشارکت ذینفعان دیگر نیز می‌تواند به تکامل هرچه بیشتر فرآیند و همگرایی و توافق هرچه بیشتر بخشهای مختلف با خروجی نهایی کمک نماید.

### ۲-۴-۲-برنامه‌ریزی تأمین آب

محاسبه نیاز زیست محیطی تالابها به تنهایی برای حفظ شرایط زیست محیطی تالابها کفایت نمی‌کند و قاعدتا باید نحوه تأمین آب در برنامه‌ریزی منابع آب حوضه وارد شود. براساس فرآیندهای مختلف برنامه‌ریزی و تخصیص منابع آب در وزارت نیرو، میزان آب تخصیصی به هر بهره‌بردار به صورت حقابه ثبت می‌شود و بیلان آبی حوضه با در نظر گرفتن میزان جریانات طبیعی و برداشتهای مجوز دار یا حقابه‌ها تنظیم می‌گردد. برهمین اساس باید پس از محاسبه نیاز آبی تالابها موارد به نحو مقتضی به وزارت نیرو منعکس گردد تا تخصیص لازم به تالاب مورد نظر به صورت قانونی انجام پذیرد. در شرایط کنونی بدون در نظر گرفتن نیاز زیست محیطی تالابها که اغلب در مناطق پائین‌دست حوضه‌های آبریز نیز قرار گرفته‌اند، برنامه‌ریزی آب صورت می‌پذیرد و بدیهی است که اگر نیاز زیست محیطی تالابها به صورت یک تخصیص در بیلان اعمال نگردد، احتمال تخصیص کل آب حوضه به بهره‌برداران مختلف وجود خواهد داشت که در

این صورت مسلما امکان تأمین نیاز زیست محیطی تالابها فراهم نخواهد شد. در حال حاضر براساس طرح جامع آب کشور فقط ۵ درصد منابع آب حوضه‌های آبخیز به عنوان جریان زیست محیطی درنظر گرفته شده که در اغلب موارد بسیار کمتر از مقادیری است که رودخانه‌ها و تالابهای حوضه‌های آبخیز به آن نیاز دارند. بنابراین محاسبه و تعیین نیاز آبی تالابها آخرین گام فرآیند نیست و تا زمانیکه تخصیص لازم برای تالاب اخذ نگردیده تضمینی برای تأمین آن وجود نخواهد داشت.

بطوریکه در بخش‌های قبل توضیح داده شد، خروجی محاسبه نیاز آبی رودخانه‌ها به صورت دبی ماهانه است و با توجه به فقدان منبع یا ذخیره آبی در رودخانه‌ها این جریان باید با زمان‌بندی مناسبی تامین گردد. اما در مورد تالابهای ماندابی عدد نهایی نیاز آبی به صورت یک حجم آب و غالبا به صورت سالانه است. بدیهی است که تعیین و تأمین ماهانه و وجود جزئیات نحوه تامین نیاز آبی تالابها شرایط طبیعی آنها را بهتر حفظ خواهد نمود. اما به هر حال به دلیل وجود مخزن آبی در تالابهای ماندابی همیشه یک مقدار ذخیره آبی برای جبران تاخیر تامین آبی وجود دارد ولی باید به خاطر داشت که تا حد امکان باید نیاز آبی تالابهای ماندابی نیز به صورت تدریجی و مستمر و متناسب با الگوهای طبیعی صورت پذیرد. به عنوان مثال ممکن است کل یا بخش عمده‌ای از نیاز آبی یک تالاب طی یک بارش سیلابی وارد تالاب شود و در طول بقیه سال آب جدیدی به تالاب وارد نشود. بدیهی است که این موضوع از نظر اکولوژیک مناسب نیست.

### ۲-۴-۳-۳- پایش

هرچند که محاسبه و تأمین نیاز آبی تالابها اهمیت بسیار زیادی در حفاظت از این اکوسیستم‌های ارزشمند دارد ولی بدون انجام کنترل و پایش نمی‌توان از تحقق آن اطمینان حاصل نمود. پایش واجد چند جنبه مختلف می‌باشد. در درجه اول ورودی آب تالاب مطابق با برنامه‌ریزی انجام شده باید مورد پایش قرار گیرد. این پایش مشخص می‌کند که آیا نیاز آبی تالاب براساس برنامه ریزی تامین می‌گردد یا خیر. جمع بندی این پایش در پایان سال حجم کل آب تامین شده برای تالاب را مشخص خواهد کرد. ممکن است که در بخشی از سال به هر دلیلی تأمین نیاز آبی براساس برنامه‌ریزی محقق نشود ولی در طول سایر ماه‌ها جبران گردد که قاعدتا در این صورت هدف سالانه نیاز آبی تامین خواهد شد ولی کمبودهای دوره‌ای ممکن است مشکلاتی را برای تالاب بوجود آورد.

در صورتیکه به هر دلیلی پایشها نشان دهد که تامین آب در چارچوب پیش‌بینی شده محقق نشده است، دو احتمال وجود خواهد داشت. یا وزارت نیرو به میزان مورد نیاز آب را رهاسازی نکرده (و یا آب رهاشده را به بهره‌برداران تخصیص داده) و یا در طول مسیر آبراهه (ها) تا تالاب برداشتهای غیر مجاز وجود دارد. بدیهی است که پایش باید با واکنش همراه باشد و در صورتیکه به هر دلیلی نیاز آبی تالاب تامین نگردد باید علل مربوطه بررسی و تحلیل شود و در صورت نیاز با بازنگری و تکمیل برنامه‌ریزی و تخصیص آب یا با تشدید نظارت و کنترل برداشتهای غیر مجاز با کمک وزارت نیرو یا سایر مراجع ذیربط نسبت به رفع مشکل اقدام نمود. اقدام دومی که در پایش نیاز آبی تالابها باید انجام شود و نقش بسیار کلیدی دارد، پایش وضعیت شاخصهایی است که در محاسبه نیاز آبی هدفگذاری شده‌اند. با این پایش می‌توان اطمینان

حاصل کرد که وضعیت شاخصهای نیاز آبی مطابق هدفگذاری انجام شده می‌باشد. مثلا ممکن است در تالابی هدفگذاری شده که با تامین نیاز زیست محیطی جمعیت گونه خاصی از ماهی در سطح مشخصی باقی بماند. در این حالت پس از پایش لازم و اطمینان از تامین نیاز آبی مشخص شده باید کنترل شود که آیا شرایط هدفگذاری شده برای شاخص یاد شده محقق شده است یا خیر. اگر نیاز آبی به مقدار مشخص شده تامین شده باشد مسلما باید شاخص مورد نظر نیز در سطح تعیین شده باشد. اگر چنین نباشد باید اجزاء فرآیند محاسبه نیاز آبی را بازنگری نمود و مشخص کرد که چه اشکالی در داده‌های پایه، تنظیم روابط یا محاسبات وجود داشته و براساس آن نیاز آبی را مجددا محاسبه نمود. شرایط تالابها به دلایل مختلف منجمله ورود رسوبات، تغییرات ناشی از توالی و عوامل متعدد دیگر ممکن است تغییر کند و این تغییرات ممکن است مبانی پایه محاسبه نیاز آبی تالابها را نیز تغییر دهد. به همین دلیل یکی از مواردی که باید به صورت دوره‌ای اندازه‌گیری و پایش نمود، داده‌ها و مبانی مورد استفاده برای محاسبه نیاز آبی است. به عنوان مثال با گذشت زمان و ورود رسوبات به یک تالاب ممکن است رابطه سطح– حجم، عمق سطح یا سایر پارامترهای پایه تالابها تغییر نماید. به همین دلیل لازم است که این مشخصات به صورت دوره‌ای مورد اندازه گیری قرار گیرند و در صورت هرگونه تغییر نسبت به بازنگری و محاسبه مجدد نیاز آبی تالاب مورد نظر اقدام گردد.

# شیوه نامه
# محاسبه نیاز آبی تالابها

## فصل سوم

دستورالعمل حاضر بر اساس راهنمای محاسبه نیاز آبی تالابها تهیه گردیده است. در راهنمای مذکور توضیحات و پشتوانه های علمی کارشناسی لازم در خصوص تشریح مبانی پایه و تحلیلهای علمی محاسبه نیاز آبی تالابها به همراه توضیحات روش شناسی فرآیند ارائه گردیده است و دستورالعمل حاضر برپایه استدلالهای راهنمای مذکور تنظیم گردیده است. در تنظیم این دستورالعمل تلاش گردیده تا گامهای اجرایی لازم برای پیاده سازی راهنمای محاسبه نیاز آبی تالابها ارائه گردد. در این دستورالعمل با فرض اینکه کاربر قبلا مبانی پایه و راهنمای محاسبه نیاز آبی تالابها را مطالعه نموده به صورت کاملا کاربردی مراحل محاسبه نیاز آبی تالابها ارائه شده است.

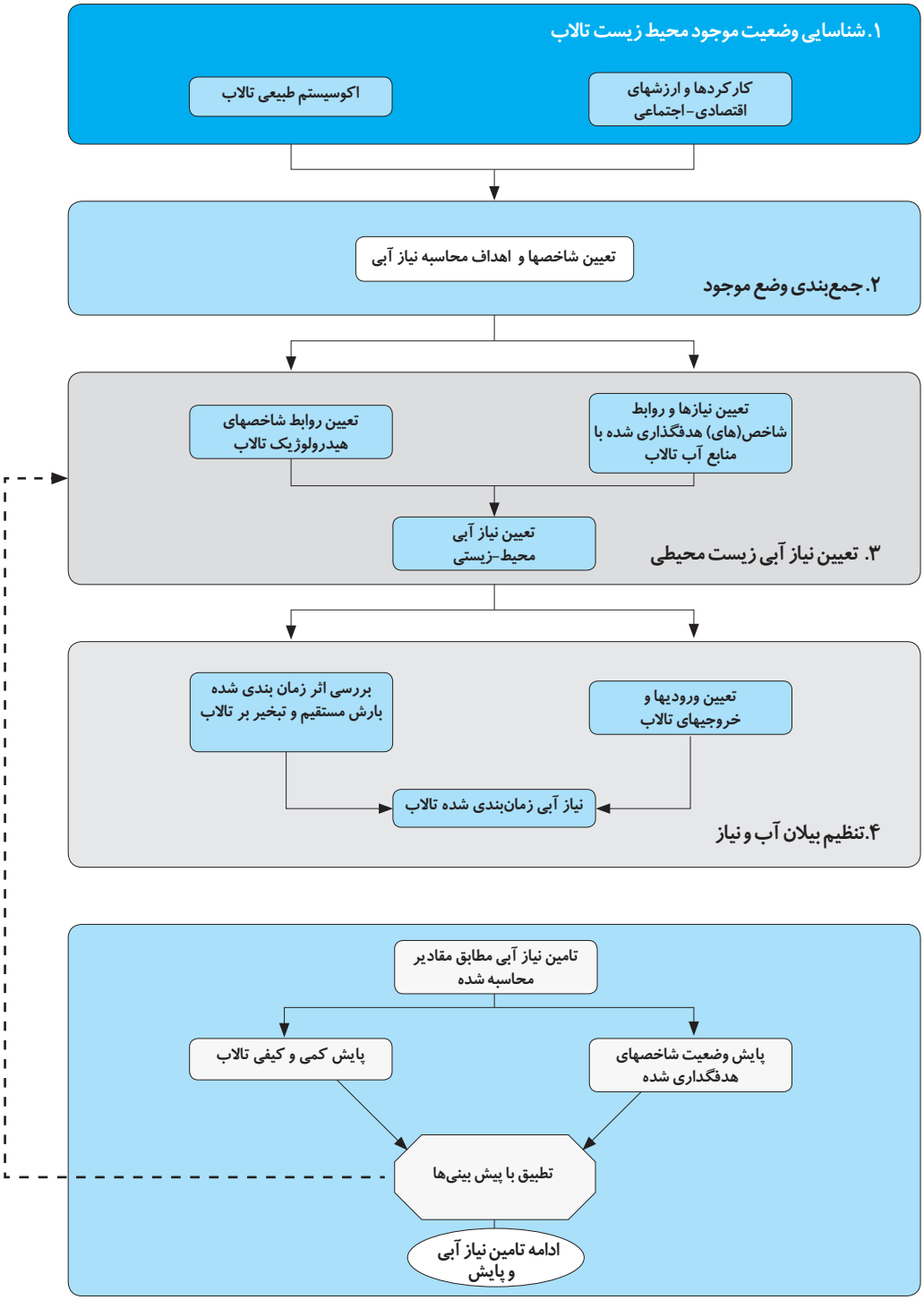
به کاربران محترم توصیه می‌شود که قبل از بکارگیری این دستورالعمل ابتدا مبانی پایه و گزارش راهنمای محاسبه نیاز آبی تالابها را مطالعه نمایند و سپس نسبت به استفاده و اجرای این دستورالعمل اقدام نمایند. بسیاری از ارجاعات این دستورالعمل به راهنمای محاسبه نیاز آبی تالابهاست که شرح جزئیات و تحلیل پشتوانه‌های علمی موضوع را ارائه می‌نماید. همچنین تاریخچه و مبانی علمی پایه موضوع از قبیل سوابق مطالعاتی، روش شناسیهای مختلف محاسبه نیاز آبی، مطالعات موردی انجام شده و قوانین و مقررات مربوطه در گزارش مبانی پایه ارائه گردیده که مطالعه آنها به کاربرانی که علاقه‌مند به شناخت پشتوانه‌های تئوری و علمی موضوع می‌باشند توصیه می‌گردد.

باتوجه به اینکه براساس جمع‌بندی طبقه‌بندیهای مختلف تالابها که در گزارشات قبلی ارائه گردیده نهایتا تالابها به دو گروه ماندابی و جاری (رودخانه‌ای) تقسیم شده‌اند، لذا دستورالعمل حاضر نیز در دو بخش اصلی تهیه گردیده است. دستورالعمل محاسبه نیاز آبی تالابهای ماندابی در بخش اول و دستورالعمل محاسبه نیاز آبی تالابهای جاری که معمولا به نام جریان زیست محیطی رودخانه نیز نامیده می‌شود در بخش دوم ارائه شده است.

## ۳-۱- محاسبه نیاز آبی تالابهای ماندابی

با توجه به طبقه‌بندی تالابها که در بخش پایه بدان پرداخته شد، تالابها به دو گروه اصلی تالابهای ماندابی و رودخانه‌ای تقسیم می‌شوند که در این بخش فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابهای ماندابی ارائه می‌گردد.

رویکرد محاسبه نیاز آبی تالابها رویکرد اکولوژیک و محیط زیستی است به همین دلیل برای تعیین نیاز آبی تالابهای ماندابی باید مراحل اجرای پروژه، مطابق نمودار ذیل صورت پذیرد.


۱. شناسایی وضعیت موجود محیط زیست تالاب
اکوسیستم طبیعی تالاب
کارکردها و ارزشهای اقتصادی-اجتماعی
۲. جمع‌بندی وضع موجود
تعیین شاخصها و اهداف محاسبه نیاز آبی
۳. تعیین نیاز آبی زیست محیطی
تعیین روابط شاخصهای هیدرولوژیک تالاب
تعیین نیازها و روابط شاخص(های) هدفگذاری شده با منابع آب تالاب
تعیین نیاز آبی محیط-زیستی
۴. تنظیم بیلان آب و نیاز
بررسی اثر زمان بندی شده بارش مستقیم و تبخیر بر تالاب
تعیین ورودیها و خروجیهای تالاب
نیاز آبی زمان‌بندی شده تالاب
تامین نیاز آبی مطابق مقادیر محاسبه شده
پایش کمی و کیفی تالاب
پایش وضعیت شاخصهای هدفگذاری شده
تطبیق با پیش بینی‌ها
ادامه تامین نیاز آبی و پایش

### ۳-۱-۱-شناسایی وضعیت موجود محیط زیست تالاب

باتوجه به استفاده از رویکرد محیط زیستی باید اجزاء محیط زیست تالاب مورد شناسایی قرار گیرد. بدیهی است که هرچه جزئیات بیشتری در این بخش بررسی شود، مفیدتر خواهد بود ولی برای محاسبه نیاز آبی تالابها نیازی به مطالعه کلیه جزئیات نیست.

برای شناسایی وضع موجود محیط زیست تالاب باید علاوه بر جنبه‌های اکولوژیک، مسائل اقتصادی- اجتماعی نیز بررسی شوند. باید به خاطر داشت که هدف این شناسایی الزامات مسائل خیلی تخصصی و تحلیلی نیست و خروجی این بخش شناخت شاخصهایی است که باید در محاسبه نیاز آبی درنظر گرفته شوند. باتوجه به نمودار فوق، اهم مراحل اجرایی این بخش باید به شرح ذیل عملیاتی شوند.

#### ۳-۱-۱-۱-کارکردها و ارزشهای اقتصادی-اجتماعی

در این بخش باید بررسی‌های لازم انجام شود و مطابق روند ذیل شاخص (های) مورد نیاز شناسایی شود. در صورتی‌که پس از بررسی ذیل، شاخصی انتخاب نشد می‌توان این شاخص را از فرآیند محاسبه نیاز آبی حذف نمود. بطور معمول در محاسبه نیاز آبی، مسائل اقتصادی- اجتماعی کمتر درنظر گرفته می‌شود ولی در رویکردهای جامع و نوین مدیریتی باید حتما در کنار مباحث اکولوژیک، موضوعات اقتصادی - اجتماعی که با معیشت و یا سلامت جوامع انسانی بخصوص مردم بومی مرتبط هستند نیز درنظر گرفته شود.

مهمترین سئوالاتی که در شناخت شاخص (های) اقتصادی اجتماعی بررسی می‌شود به شرح ذیل هستند:

۱- آیا معیشت جوامع بومی و محلی با تالاب مرتبط است؟

(درصورت مثبت بودن جواب فوق) مهمترین پارامتر (های) تالاب که به معیشت مردم کمک می‌کند (در این بخش می‌توان مواردی مانند ماهیگیری، بهره برداری از علوفه برای تغذیه دامها، استفاده از منابع تالابی برای ساخت صنایع دستی، گردشگری و ...) را بررسی نمود.

۲- ارتباط پارامترهای معیشتی فوق با آب تالاب چیست؟ (آیا عمق، سطح یا حجم آب مشخصی لازم است؟ در صورت مثبت بودن، مقدار کمیت مورد نظر مشخص شود . این کمیت باید در مراحل بعدی در فرآیند محاسبه نیاز آبی مد نظر قرار گیرد. در واقع درصورتیکه شاخص دیگری برای بخش اقتصادی- اجتماعی تعیین نشد، می‌توان این کمیت را به عنوان هدف اقتصادی اجتماعی درنظر گرفت.)

۳- آیا برداشت آب از تالاب مورد نظر صورت می‌گیرد؟

۴- برای چه مصارفی؟

۵- چه تعداد بهره بردار وجود دارد؟

۶- آیا بهره برداری دارای مجوز قانونی یا حق عرفی است؟

۷- آیا بهره برداری مورد نظر نقش کلیدی در درآمد و پایداری جامعه محلی و بهره برداران ذیربط دارد؟

۸- به چه میزان برداشت انجام می‌شود؟

۹- در چه دوره زمانی برداشت صورت می‌گیرد؟

با توجه به سئوالات این بخش در صورتیکه برداشت آب نقش کلیدی در زندگی مردم محلی داشته باشد و براساس حقوق قانونی یا عرفی مجاز باشد، می‌توان نسبت به اعمال آن در نیاز آبی تالاب اقدام نمود. در این صورت دو کار باید انجام شود. اول اینکه برداشت مورد نظر در محاسبه نیاز آبی جزو خروجیهای تالاب محسوب گردد. به عبارت دیگر هنگامیکه بیلان آبی تالاب در محاسبه نیاز آبی اعمال می‌گردد باید این برداشتها نیز جزو خروجیهای آب محسوب گردد.

ممکن است برداشتهای غیر مجاز در تالابی وجود داشته باشد که بر روی بیلان آب تالاب تاثیر گذار است (هرچند که این برداشتها از نظر قانونی قابل تایید نیستند). در برخی موارد حجم این برداشتهای غیر مجاز حتی از برداشتهای مجاز نیز بیشتر است. این در حالیست که در اغلب موارد متوقف کردن برداشتهای غیر مجاز نیز عملا امکان پذیر نیست. از سوی دیگر اندازه‌گیری برداشتهای غیر مجاز نیز به صورت دقیق معمولا قابل تحقق نیست. باتوجه به جمیع موارد فوق‌الذکر، نادیده گرفتن برداشتهای غیر مجاز در برخی موارد تاثیر زیادی بر نتیجه نهایی نیاز آبی تالابها خواهد داشت. بنابراین توصیه می‌شود که در مرحله تنظیم بیلان تالابها علاوه بر مقادیر برداشتهای مجاز (که به طور دقیق قابل محاسبه هستند) با انجام بررسیهای میدانی، ارزیابی کلی از برداشتهای غیر مجاز نیز صورت پذیرد و درصورتیکه مقدار این برداشتها زیاد باشد نسبت به برآورد حجم برداشت اقدام گردد و نتیجه آن در تنظیم بیلان آبی تالاب اعمال گردد.

د رصورتیکه جزئیات دقیقی از برداشت به تفکیک ماهیانه وجود دارد می‌توان مقادیر برداشت هر ماه را در بیلان همان ماه اعمال کرد و بدین ترتیب می‌توان اثر برداشتها بر نیاز آبی را ماهانه محاسبه نمود. در غیر این صورت می‌توان اثر برداشتهای مستقیم از تالاب را در کل نیاز آبی سالانه اعمال نمود.

دومین اقدامی که در صورت وجود برداشت آب مستقیم از تالاب وجود دارد، در نظر گرفتن الزامات برداشت آب است. در برخی موارد، نقاط آبگیری شرایطی دارند که در صورت افت بیش از حد تراز آب یا کاهش بیش از حد عمق امکان برداشت وجود نخواهد داشت، در صورتیکه چنین شرایطی در تالابی وجود داشته باشد باید این محدودیتها را نیز در محاسبه نیاز آبی درنظر گرفت. به عنوان مثال اگر در تالابی در صورت کاهش ارتفاع آب از تراز فرضی ۱۰۰ متر امکان برداشت حقابه‌های قانونی توسط بهره‌برداران وجود نداشته باشد (در صورتیکه این معیار به عنوان شاخص نهایی بخش اقتصادی اجتماعی انتخاب شده باشد) باید تامین تراز آبی ۱۰۰ متر به عنوان معیار محاسبه نیاز آبی از دیدگاه اقتصادی – اجتماعی قرار گیرد.

۱۰– آیا ارتباط اجتماعی و یا مراسم فرهنگی خاصی در ارتباط با تالاب وجود دارد؟ در صورت مثبت بودن، ارتباط پدیده اجتماعی و فرهنگی یاد شده با ویژگیهای کمی و کیفی آب مشخص شود.

۱۱– آیا آثار فرهنگی یا منظر و چشم‌انداز ویژه‌ای که از نظر اجتماعی و فرهنگی برای مردم منطقه اهمیت داشته باشد، وجود دارد؟ در صورت مثبت بودن، ارتباط پدیده مربوطه را با ویژگیهای کمی و کیفی آب مشخص نمایید.

درصورتی‌که در همه بخش‌های فوق شاخص‌های قابل انتخابی وجود دارد، مجموع آنها را بررسی نمایید و شاخصی که جامعیت بیشتری دارد و با انتخاب آن شرایط مناسب برای سایر شاخص‌ها نیز فراهم می‌شود را به عنوان شاخص هدفگذاری شده نیاز آبی در بخش اقتصادی– اجتماعی انتخاب کنید. در صورتی‌که

در هیچ یک از زمینه‌های فوق شاخص کلیدی شناسایی نشد می‌توان از استفاده از شاخص اقتصادی – اجتماعی در فرآیند محاسبه نیاز آبی صرف نظر کرد و از سایر شاخصها که در مراحل بعد تشریح می‌شود استفاده نمود. دقت شود که الزامی به اعمال کلیه شاخصها در محاسبه نیاز آبی نیست.

برای امکان هدفمند شدن هرچه بیشتر مطالعات پایه در بخش اقتصادی – اجتماعی، در نظر گرفته شدن کلیه پارامترهای ضروری و به فراموشی سپرده نشدن پارامترهای کلیدی و همچنین پرهیز از انجام مطالعات تفصیلی غیر ضروری پیشنهاد می‌گردد. به عنوان مثال در اغلب مطالعات محیط زیستی، پارامترهای اقتصادی – اجتماعی نظیر جمعیت، نرخ بیکاری، هرم سنی و جنسی، مسائل قومیت و بسیاری موارد مشابه مورد بررسی قرار می‌گیرند در حالیکه این قبیل مسائل ،کاربردی در محاسبه نیاز آبی ندارند و فقط باعث افزایش غیرضروری حجم و هزینه مطالعات می‌شود.

در ابتدای مطالعات پایه در بخش اقتصادی – اجتماعی، باید چک لیست ساده‌ای از کارکردهای اقتصادی – اجتماعی تالاب مورد نظر تهیه نمود. در این چک لیست که نمونه اولیه‌ای از آن در ذیل ارائه شده است، باید همه پارامترها و کارکردهای اقتصادی– اجتماعی تالاب به صورت اولیه و بدون مطالعات عمیق، فهرست شوند و مشخص شود که آیا ارتباط مستقیمی با نیاز آبی تالاب دارند یا خیر. سپس می‌بایست مواردی را که اهمیت بیشتری دارند برای مطالعات تکمیلی انتخاب نمود. جدول ذیل نمونه اولیه یک چک لیست اقتصادی– اجتماعی است و برای هر تالاب می‌توان جدول مشابهی تهیه و آن را تکمیل نمود.

**جدول ۳-۱: چک لیست شناسایی اولیه پارامترهای اقتصادی- اجتماعی تالابها در ارتباط با نیاز آبی**

| ردیف | کارکرد اقتصادی - اجتماعی | ارتباط کلیدی مستقیم با نیاز آبی | توضیحات ضروری |
|---|---|---|---|
| ۱ | برداشت مستقیم آب از تالاب | | |
| ۲ | گردشگری و تفرج | | |
| ۳ | تعلیف دام | | |
| ۴ | صیادی | | |
| ۵ | شکار | | |
| ۶ | برداشت گیاهان برای مصارف مختلف | | |
| ۷ | حمل و نقل | | |
| ۸ | ارزشهای فرهنگی و تاریخی خاص | | |
| ۹ | زیبائی شناسی/وجود مناظر خاص | | |
| ۱۰ | اهمیت فراملی و فرامرزی | | |
| ۱۱ | کارکردهای درمانی | | |
| ۱۲ | علمی و آموزشی | | |
| ... | ... | | |

به منظور مشخص شدن نحوه درج مشخصات در جدول فوق، نمونه فرضی از این جدول در ذیل ارائه شده است که نشان می‌دهد اطلاعات کلیدی مربوط به شاخصهای اقتصادی اجتماعی باید چگونه در این چک‌لیست درج گردد.

**جدول ۳-۲: نمونه چک لیست شناسایی از پارامترهای اقتصادی- اجتماعی یک تالاب فرضی**

| ردیف | کارکرد اقتصادی -اجتماعی | ارتباط کلیدی مستقیم با نیاز آبی | توضیحات ضروری |
|---|---|---|---|
| ۱ | برداشت مستقیم آب از تالاب | دارد | از تراز آبی کمتر از ۱۰۰ متر امکان برداشت آب برای حقابه بران قانونی وجود ندارد. |
| ۲ | گردشگری و تفرج | - | - |
| ۳ | چرای دام | - | - |
| ۴ | صیادی | دارد | در فصل تخم‌ریزی ماهیان (فروردین تا پایان اردیبهشت) باید تراز آبی حداقل در ۱۰۲ متر قرار داشته باشد |
| ۵ | شکار | - | - |
| ۶ | برداشت گیاهان برای مصارف مختلف | - | - |
| ۷ | حمل و نقل | دارد | اگر عمق آب از ۱,۵ متر کمتر شود حمل و نقل آبی از طریق تالاب امکان نخواهد داشت |
| ۸ | ارزشهای فرهنگی و تاریخی خاص | - | - |
| ۹ | زیبائی شناسی/ وجود مناظر خاص | - | - |
| ۱۰ | اهمیت فراملی و فرامرزی | - | - |
| ۱۱ | کارکردهای درمانی | دارد | لجن‌زارهای حاشیه‌ای تالاب تا زمانی که تراز آبی بین ۹۸ تا ۱۰۲ متر است برای مصارف درمانی قابل استفاده است و جلب گردشگر نیز دارد. |
| ۱۲ | علمی و آموزشی | - | - |
| ... | ... | | |

### ۳-۱-۱-۲-اکوسیستم طبیعی تالاب

همان گونه که در راهنمای محاسبه نیاز آبی تالابها نیز توضیح داده شده است، مبنای اولیه محاسبه نیاز آبی، حفاظت از تنوع زیستی تالاب است. این امر مستلزم ایجاد یک شناخت کامل از وضعیت اکولوژی تالاب است. اکوسیستم تالاب متشکل از عوامل فیزیکوشیمیایی، عوامل بیولوژیک و روابط اکولوژی مابین عوامل یاد شده است. به همین دلیل باید موارد فوق‌الذکر مورد بررسی قرار گیرد.

بدیهی است که تالابها پیچیدگی‌های اکولوژیک فراوانی دارند و شناخت کلیه روابط بین اجزاء اکوسیستم‌های تالابی و حتی شناخت کلیه اجزاء تنوع زیستی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی تالاب کار پیچیده‌ای است که علاوه بر زمان زیاد نیازمند هزینه‌های قابل توجهی نیز خواهد بود. به همین دلیل برای هرچه کاربردی‌تر شدن محاسبه نیاز آبی تالابها با رویکرد جامع و فراگیر باید نسبت به ساده‌سازی مطالعات پایه اقدام کرد.

به همین دلیل در صورتیکه تالاب مورد نظر دارای مطالعات انجام شده قبلی می‌باشد باید تا حد امکان از مطالعات یاد شده استفاده شود و در صورت عدم وجود مطالعات قبلی مناسب باید تلاش شود تا حد امکان با استفاده از مطالعات ارزیابی سریع اکوسیستم وضعیت عمومی مورد بررسی قرار گیرد و شاخص‌های اصلی اکوسیستم شناسایی و در مراحل بعدی تحلیل شوند. بدیهی است که در صورت وجود منابع (مالی، زمانی و متخصص) کافی هرچه مطالعات شناخت کامل‌تر باشد نتایج دقیقتری نیز بدست خواهد آمد ولی همان طوری که در بخش اقتصادی- اجتماعی بیان گردید، نباید فراموش کرد که این مطالعات صرفا برای محاسبه نیاز آبی تالاب می‌باشد و ضرورتی به انجام مطالعات پیچیده‌ای که مستقیما با نیاز آبی مرتبط نیستند وجود ندارد.

### ۳-۱-۱-۳-مطالعات فیزیکوشیمیایی

مطالعات فیزیکوشیمیایی تالاب بیشتر با بدنه ساختار تالاب و بدنه آبی آن مرتبط است. اهم این مطالعات را می‌توان به شرح ذیل بررسی نمود.

#### (۱) ریخت شناسی تالاب

ریخت شناسی تالاب کلیه پارامترهای فیزیوگرافی و خصوصیات عمومی را که با تشکیل تالاب و ساختار تشکیل دهنده آن مرتبط است شامل می‌شود. مهمترین اجزاء ریخت شناسی تالاب به شرح جدول ذیل می‌باشند.

جدول ۳-۳: عوامل ریخت شناسی موثر در محاسبه نیاز آبی تالابها

| ردیف | نام عامل | ارتباط با نیاز آبی | توضیحات |
|---|---|---|---|
| ۱ | **مساحت تالاب** | حجم تبخیر از تالاب و حجم بارش مستقیم به تالاب | معمولا با واحد هکتار بیان می‌شود ولی متناسب با بزرگی تالاب امکان استفاده از کیلومترمربع نیز هست. |
| ۲ | **شکل بستر تالاب** | در محاسبه حجم آب تالاب در محاسبه روابط پارامترهای هیدرولوژیک تالاب مثل رابطه سطح، حجم و ارتفاع و موارد مشابه کاربرد دارد. | بهترین حالت انجام مطالعات عمق سنجی و تهیه نقشه هم عمق تالاب است. |
| ۳ | **عمق تالاب** | در محاسبه حجم آب، تحلیل تبخیر از تالاب و همچنین رابطه زیستمندان با عمق تالاب کاربرد دارد | بطور غیرمستقیم از شکل بستر و بطور مستقیم از عمق سنجی قابل تعیین است. گاهی کاربرد مستقیمی در محاسبه نیاز آبی ندارد ولی درنظر گرفتن وضعیت عمق متوسط تالاب در تحلیل روند تغییرات تراز آب و همچنین میزان تبخیر (هرچه تالاب کم عمق‌تر باشد آب آن سریعتر تحت تاثیر عوامل اقلیمی تبخیر می‌شود) تاثیر دارد. |
| ۴ | **شکل و مرز تالاب** | شکل ظاهری تالاب حاصل شرایط مورفولوژی و توپوگرافی منطقه است. تالابها ممکن است مرزهای نسبتا منظمی داشته باشند که در این صورت معمولا تالاب، شکل هندسی خواهد داشت. ولی در موارد متعددی نیز چنین نیست، هرچه مرزهای تالاب (نسبت به مساحت تالاب) بیشتر باشند با افزایش محیط تالاب و ارتباط با ساحل پتانسیل تبخیر نیز افزایش می‌یابد. | در اغلب موارد نیازی به مطالعه و اعمال این عامل در محاسبه نیاز آبی نمی‌باشد ولی به هرحال شکل و مرزبندی تالاب از عوامل مهم ریخت شناسی تالاب می‌باشد. |

## (۲) آب و هوا

پارامترهای هواشناسی و اقلیمی متعدد هستند ولی فقط برخی از آنها بطور مستقیم در محاسبه نیاز آبی تالابها نقش دارند. مهمترین پارامترهای اقلیمی که باید در محاسبه نیاز آبی تالابها درنظر گرفته شوند به شرح ذیل می‌باشند.

جدول ۳-۴: اطلاعات اقلیمی مورد نیاز برای محاسبه نیاز آبی تالابها

| ردیف | پارامتر | ارتباط با نیاز آبی | توضیحات |
|---|---|---|---|
| ۱ | **بارش** | میزان بارش مستقیمی که بر روی سطح تالاب اتفاق می‌افتد یکی از ورودیهای آب تالاب محسوب می گردد. | متوسط بارش ماهیانه به میلیمتر (در صورتیکه متوسط سالانه استفاده شود فقط نیاز آبی سالانه قابل محاسبه خواهد بود و جزئیات ماهیانه آنرا نمی‌توان تعیین نمود) |
| ۲ | **تبخیر و تعرق** | میزان تبخیر و تعرق از سطح آب تالاب یکی از خروجیهای آب محسوب می شود که مستقیما در محاسبه نیاز آبی کاربرد دارد. | تبخیر و تعرق متوسط ماهیانه به میلیمتر، درصورت استفاده از تبخیر سالانه فقط نیاز آبی سالانه قابل محاسبه خواهد بود و جزئیات ماهانه را نمی‌توان مشخص کرد. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | باید توجه داشت که داده‌های تبخیر اطلاعات هواشناسی معمولا تبخیر از تشتک هستند که متناسب با شرایط، ضرایبی در آنها اعمال می‌گردد. ضمنا کیفیت آب بویژه میزان شوری آب نیز در این پارامتر نقش دارند. در تالابهایی که پوشش گیاهی غنی دارد باید تعرق نیز در نظر گرفته شود و در محاسبات تبخیر و تعرق درنظر گرفته شود. |
| ۳ | دما | باعث تنظیم دمای آب می‌شود و بر روی تبخیر آب نیز تاثیر دارد. | این پارامترها مستقیما در محاسبه نیاز آبی نقشی ندارد و اثر آنها در عامل تبخیر دیده شده است. بنابراین با اینکه از پارامترهای پایه هواشناسی هستند ولی می‌توان در محاسبه نیاز آبی از آنها صرف نظر کرد. |
| ۴ | رطوبت نسبی | میزان رطوبت نسبی در پتانسیل تبخیر آب از سطح تالاب تاثیر دارد. | |
| ۵ | باد | در برخی تالابها میزان باد بطور غیر مستقیم با نیاز آبی مرتبط است به گونه‌ای که افزایش باد باعث بالا رفتن میزان تبخیر می‌شود. به همین دلیل در تالابهایی که چنین شرایطی وجود دارد باید نقش باد نیز درنظر گرفته شود | |

## (۳) منابع آب

سومین پارامتر با اهمیتی که باید در بخش فیزیکو- شیمیایی در محاسبه نیاز آبی تالابها در نظر گرفت، وضعیت منابع آب حوضه تالاب است. ارتباط هیدرولوژیک تالاب با منابع آبی بالادست و پائین‌دست و همچنین ارتباط با آبهای زیرزمینی یکی از مهمترین زمینه‌های مرتبط با نیاز آبی تالابها محسوب می‌شود به همین دلیل باید جنبه‌های مربوط به این محور با دقت مورد بررسی قرار گیرد. جزئیات مربوط به این بخش در راهنمای محاسبه نیاز آبی تشریح گردیده به همین دلیل در دستورالعمل حاصل فقط فرآیندهای اجرایی مربوطه ذکر می‌گردد. در مطالعات وضع موجود پارامترهای مرتبط با منابع آب تالاب باید در دو بخش آبهای سطحی و زیرزمینی به شرح ذیل مورد شناسایی قرار بگیرند.

**جدول ۳-۵: راهنمای محورهای مطالعاتی مرتبط با منابع آب**

| ردیف | منبع آب | پارامتر | ارتباط با نیاز آبی | توضیحات |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | سطحی | رودخانه‌های ورودی (و خروجی) تالاب | تعداد و موقعیت رودخانه‌های ورودی به تالاب بر تنوع منابع تامین آب تالاب موثر است. | تعداد و مکان رودخانه‌های ورودی مستقیما در محاسبه نیاز آبی بکار نمی‌رود ولی شناسایی صحیح آنها در تکمیل جمع آوری اطلاعات و تدقیق محاسبه نیاز بیلان تالاب موثر است. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ۲ | | بیلان رودخانه‌های ورودی | بخش عمده‌ای از تامین آب تالابها از این طریق انجام می‌شود و یکی از مولفه‌های اصلی مورد استفاده در محاسبات نیاز آبی است. | جهت تسهیل محاسبه نیاز آبی به صورت ماهانه باید داده‌های کمی بیلان نیز ماهانه باشد. در صورتیکه فقط یک داده سالانه برای بیلان رودخانه‌ها وجود داشته باشد، باید نیاز آبی را سالانه تعیین کرد.<br>واحد مورد استفاده معمولا به صورت میلیون مترمکعب است ولی از سایر واحدهای حجم نیز در صورت نیاز می‌توان استفاده کرد که در این صورت باید در تبدیل واحدها و محاسبه نهایی دقت نمود. |
| ۳ | | رودخانه‌های خروجی | در صورتیکه تالابی دارای خروجی آب سطحی باشد باید مکان جریان مربوطه مشخص گردیده و میزان دبی خروجی، مشخص و از این طریق حجم آب تخلیه شده از تالاب مشخص گردد. | اطلاعات باید به صورت حجم آب در واحد زمان و معمولا به صورت ضریبی از مترمکعب در ماه باشد. باید دقت نمود که واحدهای انتخابی نهایی باید برای اعمال در رابطه، یکسان باشند. |
| ۴ | | کمیت آب تالاب | حجم آب تالاب در محاسبه نیاز آبی بطور غیرمستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. به ویژه در برنامه‌ریزیهای منابع آب نیز کاربرد دارد. | معمولا به میلیون مترمکعب بیان می‌شود.[1] |
| ۵ | | کیفیت آب رودخانه‌های ورودی/تالاب | درصورتیکه هریک از شاخصهای مورد استفاده در محاسبه نیاز آبی دارای نیازهای ویژه کیفیت آب باشند، در این صورت باید کیفیت آب نیز حتما در نظر گرفته شود. | نیازی به تعیین کیفیت تک تک جریانهای ورودی نیست و فقط می‌توان کیفیت آب تالاب را براساس نوع گونه شاخص اندازه گرفت.[2] |
| ۶ | زیرزمینی | شناسایی آبخوانهای مرتبط | در اغلب موارد تالابها با آبخوانهای مجاور دارای رابطه هیدروژئولوژیک هستند که در تغذیه یا تخلیه تالاب موثر است. | نیازی به مطالعه کلیه آبخوانهای حوضه نیست و درصورت نیاز فقط آبخوانهای حاشیه تالاب بررسی شود. |
| ۷ | | میزان تخلیه آبخوانها به تالاب | یک منبع تغذیه تالاب محسوب می‌شود و در بیلان آب تالاب تاثیر مثبت دارد. | به میلیون مترمکعب بررسی می‌شود ولی درصورتیکه در بخشهای قبل واحد دیگری برای بیلان انتخاب شده در اینجا نیز نهایتا همان واحد باید استفاده شود. |
| ۸ | | میزان تغذیه آبخوان توسط تالاب | این شرایط باعث تخلیه آب از تالاب می‌شود و در بیلان تالاب تاثیر منفی دارد. | |

۱ – در بهترین حالت حجم آب تالاب با استفاده از نقشه‌های عمق سنجی تالاب و اشلهایی که برای اندازه گیری تراز آبی در اغلب تالابها نصب می‌باشد باید تعیین گردد. در هر تالاب باید رابطه اشل با حجم و سطح آب با استفاده از آمار بلند مدت مشخص شود که در این صورت در صورت قرائت اشل می‌توان حجم آب را با استفاده از نمودار مربوطه محاسبه نمود. اطلاعات حجم آب تالاب و رابطه سطح، حجم تراز آبی یکی از مهمترین اطلاعات پایه مورد نیاز برای محاسبه نیاز آبی تالابهاست و توصیه می‌گردد کلیه ادارات کل حفاظت محیط زیست استانها نسبت به تهیه اطلاعات مربوطه اقدام نمایند.

۲ – به عنوان مثال درصورتیکه گونه ای که به عنوان شاخص انتخاب شده در محدوده شوری خاصی امکان حیات داشته باشد شوری می تواند به عنوان شاخص کیفیت انتخاب گردد. یا اگر گونه‌ای از ماهی به عنوان شاخص انتخاب شده باشد که در اکسیژن محلول معینی قادر به زندگی است شاخص اکسیژن محلول به عنوان پارامتر کیفیت انتخاب می‌شود.

باید در نظر داشت که برخی جزئیات مرتبط با منابع آب که در جدول فوق ذکر گردیده است، ممکن است در تالابهای مختلف تغییر نماید. اولین نکته ضروری آن است که اطلاعات آبهای زیرزمینی در برخی مناطق ممکن است در دسترس نباشد. در این حالت بخشی از فرآیند محاسبه نیاز آبی مختل خواهد شد ولی در فرآیند محاسبه نیاز آبی باید دقت نمود که نقش آبهای زیرزمینی در چه حد است.

در برخی موارد تاثیر روابط هیدروژئولوژیک در بیلان آبی تالاب اندک است که در این حالت می‌توان از آن صرف نظر کرد. در برخی موارد تالاب کاملا یا تا حد زیادی به تغذیه از آبهای زیرزمینی وابسته است. به عنوان مثال می‌توان به تالاب زریوار در مریوان اشاره نمود که تقریبا هیچ رودخانه دائمی به آن وارد نمی‌شود بلکه آب مورد نیاز خود را فقط از طریق چشمه‌ها و تغذیه از آبخوان بدست می‌آورد. در این گونه موارد مطالعه آبهای زیرزمینی بسیار با اهمیت است ولی به هر حال حتی بدون اطلاع از این بخش از ورودیهای تالاب نیز می‌توان نیاز آبی تالاب را (به صورت پتانسیل و بدون اعمال تغذیه/تخلیه آبهای زیرزمینی) محاسبه کرد. بدین ترتیب با درنظر داشتن نوسانات آبی می‌توان بیلان نهایی آبهای زیرزمینی را به صورت یک مجهول محاسبه نمود.

به عنوان مثال تصور نمایید که در تالابی فقط یک رودخانه ورودی وجود دارد که سالانه ۵۰۰ میلیون متر مکعب آب وارد آن می‌کند و هیچ خروجی و یا برداشت آب مستقیمی نیز در آن وجود ندارد. اگر با درنظر گرفتن سطح این تالاب فرضی و میزان تبخیر و تعرق پتانسیل منطقه حجم تبخیر سالانه از تالاب (خروجی آب) ۱۲۰۰ میلیون متر مکعب باشد و حجم بارش مستقیم سالانه بر تالاب نیز سالانه ۳۵۰ میلیون مترمکعب باشد، مشاهده می‌شود که قاعدتا بیلان تالاب منفی خواهد شد.

**بیلان سالانه آب تالاب= حجم ورودی‌ها (بارش مستقیم+ آبهای سطحی ورودی + آبهای زیرزمینی ورودی) – حجم خروجی‌ها (تبخیر و تعرق+ آبهای سطحی خروجی + برداشت‌های مستقیم از آب+ تخلیه به آبهای زیرزمینی)**

بیلان تالاب = ۱۲۰۰ – ۸۵۰MCM

بیلان سالانه آب تالاب= حجم ورودیها[۲] – حجم خروجیها[۱]

بیلان سالانه آب تالاب = ۱۲۰۰–۸۵۰

بیلان سالانه آب تالاب = -۳۵۰ MCM

همانطوریکه در مثال فوق مشخص است بدون درنظر گرفتن آبهای زیرزمینی بیلان آبی تالاب مورد نظر منفی خواهد بود و قاعدتا باید حجم آب تالاب کاهش بیابد. اما اگر حجم آب تالاب در طی دوره مورد نظر ثابت مانده باشد، با درنظر گرفتن آبهای زیرزمینی می‌توان نتیجه گیری نمود که برآیند تخلیه و تغذیه آبهای زیرزمینی معادل سالانه ۳۵۰ میلیون مترمکعب است. بدیهی است که اگر در طول سال یاد شده حجم آب تالاب ثابت نمانده باشد و تغییراتی داشته باشد، برآیند نهایی تغییرات حجم تالاب برابر بیلان آبهای زیرزمینی با تالاب خواهد بود. به عنوان نتیجه گیری کلی در شرایطی که اطلاعات آبهای سطحی

۱- (تبخیر و تعرق+ آبهای سطحی خروجی + برداشتهای مستقیم از آب)
۲- (بارش مستقیم+ آبهای سطحی ورودی)

موجود می‌باشد ولی امکان مطالعه آبهای زیرزمینی فراهم نیست می‌توان فرمول ساده ذیل را برای محاسبه اثر آبهای زیرزمینی در تخلیه یا تغذیه تالاب و تنظیم بیلان نهایی مورد استفاده قرار داد.

$$\Delta V=( I_s+ I_p + I_g)-(O_s + O_e + O_c + O_g)$$

Is= ورودی از آبهای سطحی

$I_p$= ورودی از بارش مستقیم روی سطح تالاب

$I_g$= ورودی از طریق آبهای زیرزمینی

$O_s$= تخلیه مستقیم از طریق آبهای سطحی

$O_e$= تخلیه از طریق تبخیر و تعرق مستقیم از تالاب

$O_c$= تخلیه از طریق بهره برداری مستقیم از آب تالاب

$O_g$= تخلیه از تالاب به آبهای زیرزمینی

بدین ترتیب با استفاده از روابط فوق و در صورت فراهم بودن سایر مولفه‌ها می‌توان نسبت به محاسبه غیر مستقیم ارتباط آبهای زیرزمینی با تالاب مورد نظر اقدام نمود. بدیهی است که در صورت امکان انجام مطالعه دقیق آبهای زیرزمینی و اندازه‌گیری تخلیه و تغذیه آبهای زیرزمینی، نتایج دقیق‌تری حاصل خواهد شد ولی به هرحال با استفاده از رابطه فوق نیز می‌توان برآیند رابطه تالاب با آبهای زیرزمینی را به صورت غیر مستقیم محاسبه نمود.

### ۳-۱-۱-۴- تنوع زیستی

مطالعه تنوع زیستی دربر گیرنده بررسی عوامل جاندار اکوسیستم تالابی است. اغلب تالابها به دلیل ویژگی‌های اکولوژیک خود از تنوع زیستی بالایی برخوردارند اما در این بخش هم نیازی به بررسی کلیه اجزاء تنوع زیستی تالاب نیست. برای این کار لیست اولیه‌ای از گونه‌های شناخته شده تالاب تهیه نمایید. در این لیست تفاوتی بین گونه‌های گیاهی و جانوری تالاب نیست و می‌توان هریک از این گونه‌ها را در لیست گونه‌های تالاب در نظر گرفت و حتی در محاسبه نیاز آبی به عنوان شاخص انتخاب نمود. حتی از آنجائی‌که گونه‌های پلانکتونی به عنوان پایه تنوع زیستی در تالابها بشمار می‌آیند می‌توان آنها را نیز بطور جداگانه بررسی نمود. این لیست را به کمک متخصصین تنوع زیستی بررسی کنید و ببینید کدام گونه‌ها از نظر تنوع زیستی دارای اهمیت بیشتری هستند.

منظور از اهمیت، در نظر گرفتن چند ویژگی اصلی در گونه‌های مورد مطالعه است. در واقع جمع‌بندی سه ویژگی زیر به انتخاب گونه شاخص در تنوع زیستی کمک می‌کند.

اولین ویژگی مهمی که باید درنظر گرفت این است که گونه مورد نظر از نظر طبقه بندی حفاظتی در چه رتبه‌ای قرار گرفته است. طبقه‌بندی حفاظتی شامل انواع گونه‌های در حال خطر انقراض تا گونه‌هایی که نگرانی کمتری برای انقراض آنها وجود دارد و در واقع تحت تهدید نیستند می‌شود. بدیهی است که

گونه‌هایی که در رده حفاظتی بالاتری قرار دارند در انتخاب شاخص تنوع زیستی اولویت بیشتری دارند ولی این اولویت به تنهایی کافی نیست بلکه باید این موضوع با دو ویژگی دیگر که در ادامه توضیح داده می‌شوند نیز تلفیق شود.

دومین نکته این است که پس از شناسایی گونه‌های با اهمیت، جایگاه آنها باید در شبکه غذایی یا هرم انرژی تالاب بررسی شود. معمولا گونه‌هایی که در رده‌های بالای هرم انرژی قرار دارند تابع گونه‌های رده‌های پائین تر هستند و وضعیت آنها نمایانگر وضعیت سلامت تنوع زیستی رده‌های پائین‌تر خواهد بود. از سوی دیگر گونه‌هایی که در رده‌های پائین‌تر قرار دارند، معمولا ارتباط ارگانیک تری با اجزاء غیرجاندار اکوسیستم (مانند کمیت و کیفیت آب) دارند. در واقع نمی‌توان بطور ثابت توصیه نمود که حتما از گونه‌های بالا یا پایین شبکه غذایی به عنوان شاخص استفاده شود و انتخاب نهایی به مجموعه‌ای از عوامل از جمله کلیه نکات ذکر شده در این بخش به علاوه شرایط خاص تالاب بستگی دارد. اگر گونه‌ای در رده بالاتر شبکه قرار داشته باشد و در عین حال ارتباط معنی داری با شرایط آب تالاب داشته باشد می‌تواند اولویت بیشتری به آن اختصاص داد ولی این یک اصل نیست و مجددا تاکید می‌گردد که این انتخاب باید با در نظر گرفتن کلیه نکات و شرایط خاص هر تالاب انجام پذیرد.

سومین نکته مهمی که هنگام بررسی تنوع زیستی تالاب باید در نظر گرفت و شاید اهمیت آن از دو محور قبلی بیشتر است، ارتباط گونه‌های تالاب با «آب موجود» در تالاب است. در واقع این موضوع کلیدی‌ترین نکته‌ای است که باید هنگام محاسبه نیاز آبی درنظر گرفت. اگر گونه شاخص و با اهمیتی که از نظر حفاظتی نیز بسیار مهم است در تالاب وجود داشته باشد که ارتباط مستقیمی با (کمیت و کیفیت) آب تالاب ندارد، گونه مورد نظر نمی‌تواند شاخص مناسبی برای استفاده در محاسبه نیاز آبی تالاب باشد.

برای امکان مقایسه ویژگیهای فوق الذکر و کمک به انتخاب شاخص (های) تنوع زیستی در محاسبه نیاز آبی چک لیست اولیه‌ای به شرح ذیل تهیه گردیده و لازم است که در بخش شناخت وضع موجود تالاب مورد استفاده قرار بگیرد.

**جدول ۳-۶: چک لیست شناسایی گونه‌های شاخص تنوع زیستی مرتبط با محاسبه نیاز آبی تالابها**

| ردیف | گروه | نام گونه | ارتباط با نیاز آبی | طبقه حفاظتی | جایگاه در اکوسیستم | توضیحات |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | پلانکتونها | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| ۲ | گیاهان ماکروفیت | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| ۳ | جانوران- بنتوزها (موجودات کفزی) | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

چک لیست فوق فقط یک فرمت اولیه است و برای جامعیت هرچه بیشتر توصیه می‌شود که در این مرحله کلیه گونه‌های تنوع زیستی تالاب را وارد آن نمایید و سپس در مراحل بعدی فقط گونه یا گونه‌های شاخص را انتخاب نمایید. به عنوان نمونه جدول فوق برای یک تالاب فرضی می‌تواند به شکل زیر باشد:

**جدول ۳-۷: نمونه تکمیل شده فرضی چک لیست شناسایی گونه‌های شاخص تنوع زیستی مرتبط با محاسبه نیاز آبی تالابها**

| ردیف | گروه | نام جنس گونه | ارتباط با نیاز آبی | طبقه حفاظتی | جایگاه در اکوسیستم | توضیحات |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | **پلانکتونها** | Sporulina | می‌تواند شوری زیاد را تحمل کند | --- | تولید کننده | این گونه تولید پروتئین زیادی دارد و علاوه بر کارکردهای اکولوژیک می تواند از نظر اقتصادی اجتماعی نیز با اهمیت باشد |
| ۲ | **گیاهان ماکروفیت** | Phragmites | حداکثر عمق مناسب ۱/۵ متر | --- | نقش زیستگاه پرندگان بخشهای غوطه ور محل تخمریزی ماهیان و برخی حشرات منجمله سنجاقکها | --- |
| ۳ | **جانوران- بنتوزها (موجودات کفزی)** | Microcarbo pygmaeus | نیاز به عمق مناسب برای غوص و تغذیه | حمایت شده | به عنوان یکی از گونه های راس هرم غذایی تالاب شاخص وضعیت سلامت تنوع زیستی تالاب | --- |

### ۳-۱-۱-۵- روابط اکولوژیک

روابط اکولوژیک دربرگیرنده اجزاء و عناصر متعددی است. اما در محاسبه نیاز آبی تالابها ضرورتی برای بررسی همه جزئیات وجود ندارد و فقط روابط و کارکردهای کلیدی که ممکن است مستقیما با نیاز آبی تالاب مرتبط باشند بررسی می‌شوند.

**جدول ۳-۸: چک لیست اولیه ثبت کارکردهای اکولوژیک شاخص تالابها**

| ردیف | کارکرد اکولوژیک | ارتباط با نیاز آبی | گونه(های) مرتبط | توضیحات |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | **تولیدات اولیه** | | | |
| ۲ | **تغذیه پرندگان** | | | |
| ۳ | **پناهگاه پرندگان** | | | |
| ۴ | **جوجه آوری پرندگان** | | | |
| ۵ | **موقعیت ویژه در مهاجرت پرندگان** | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ۶ | زیستگاه ماهیها | | | |
| ۷ | محل تولید تخمریزی /مهاجرت ماهیها | | | |
| ۸ | محل پرورش بچه‌ماهیها | | | |
| ۹ | تامین آب مورد نیاز حیات وحش اکوسیستمهای خشکی مجاور | | | |
| ۱۰ | طبقه بندی حفاظتی بین المللی (رامسر سایت/ ذخیره‌گاه زیستکره) | | | |
| ۱۱ | جزء مناطق چهارگانه تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست | | | |
| ... | جزء مناطق شکار ممنوع سازمان حفاظت محیط‌زیست | | | |
| ... | ... | | | |

جدول فوق می‌تواند متناسب با شرایط هر تالاب تغییراتی نماید و پارامترهای مرتبط جدید براساس شرایط تالاب مورد نظر حذف یا افزوده شوند. همان طوری که از جدول فوق مشخص است، برخی خصوصیات حفاظتی تالابها نیز باید در همین بخش مورد بررسی قرار گیرد که مهمترین آنها طبقه حفاظتی تالاب مورد نظر است. به عنوان مثال نمونه‌ای فرضی از این چک لیست در ذیل ارائه شده است.

**جدول ۳-۹: نمونه فرضی تکمیل شده چک لیست ثبت کارکردهای اکولوژیک تالاب**

| ردیف | کارکرد اکولوژیک | ارتباط با نیاز آبی | گونه(های) مرتبط | توضیحات |
|---|---|---|---|---|
| ۴ | جوجه آوری پرندگان | آشیانه سازی در حاشیه تالاب | پلیکان یا خاکستری | این گونه آشیانه خود را در حاشیه آب و با استفاده از گیاهان حاشیه‌ای می سازد. در صورتیکه سطح تالاب (فرضی) از ۲۵۰۰ هکتار کمتر شود فاصله محدوده‌های آشیانه سازی تا آب بیش از حد زیاد می‌شود و زادآوری گونه آسیب می‌بیند. |
| ۷ | محل تولید تخمریزی مهاجرت ماهیها | تخمریزی ماهیها | خانواده کپورماهیان | این ماهیان برروی گیاهان آبزی تخمریزی می‌کنند و برای این کار باید عمق آب تالاب (فرضی) در بهار حداقل ۵۰ سانتیمتر باشد. |
| ۱۰ | طبقه بندی حفاظتی بین المللی (رامسر سایت/ ذخیره‌گاه زیستکره) | به عنوان یک تالاب دائمی ثبت گردیده و باید دائما دارای آب باشد. | کنوانسیون رامسر | |
| ۱۱ | جزو مناطق چهارگانه تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست | پارک ملی | تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط زیست | این تالاب با سطح (فرضی) ۳۲۵۰ هکتار به عنوان پارک ملی به ثبت رسیده است. |

### ۳-۱-۲-جمع بندی وضع موجود و تعیین اهداف محاسبه نیاز آبی

همان طوری که در مراحل قبل تشریح گردید، باید مطالعات پایه محاسبه نیاز آبی هدفمند باشد و از ورود اطلاعات اضافی در مطالعه وضع موجود اجتناب کرد. ولی به هر حال در هر بخش از مطالعات پایه، اجزاء مختلفی وجود دارند که به هر حال مورد بررسی قرار گرفته‌اند ولی بدیهی است که نمی‌توان همه آنها را در محاسبه نیاز آبی منظور نمود. به همین دلیل در این مرحله نسبت به جمع بندی وضع موجود اقدام می‌شود. مهمترین اقدامی که باید انجام شود تعیین شاخص‌های اصلی محاسبه نیاز آبی یا هدفگذاری نیاز آبی است.

برای این کار جداولی که در بخش‌های قبل برای تحلیل اولیه اطلاعات پایه از قبیل اقتصادی- اجتماعی، تنوع زیستی، آب و هوا منابع آب و سایر اجزاء تهیه شده است را بررسی نمایید. چون هدفگذاری نیاز آبی نقش مهمی در محاسبات مراحل بعد دارد ضروریست که تحلیل اطلاعات پایه با دقت صورت پذیرد و نکات زیر در آن درنظر گرفته شوند:

- برای انتخاب شاخص‌های نهایی یا هدفگذاری نیاز آبی باید تا حد امکان شاخص‌های کمتری را استفاده نمود. به همین دلیل باید حتما شاخص‌های کلیدی و معرف استفاده شوند.
- از هر یک از اجزاء اصلی اقتصادی- اجتماعی، تنوع زیستی و اکولوژیک و فیزیکوشیمیایی حداکثر فقط یک شاخص انتخاب گردد.
- شاخص انتخابی باید حتما با کمیت و یا کیفیت آب تالاب ارتباط مستقیم و قابل محاسبه‌ای داشته باشد.
- اگر دو شاخص از اجزاء مختلف محیط زیست وجود دارند که همدیگر را پوشش می‌دهند، فقط از یکی از آنها در هدفگذاری محاسبه نیاز آبی استفاده شود و ارتباط آن با شاخص دیگر در گزارش محاسبه نیاز آبی ثبت شود.

در این مرحله برای امکان مقایسه دقیقتر، جداول تکمیل شده در مراحل قبل (حاصل از مطالعات وضع موجود) را مجددا بررسی نمایید و از هر جدول یک تا چند پارامتر مهمتر که با ویژگیهایی که برای شاخص محاسبه نیاز آبی یاد شده مطابقت دارند را انتخاب نموده و در جدول نمونه ذیل قرار دهید.

**جدول ۳-۱۰: جمع بندی اطلاعات وضع موجود و تعیین شاخصهای نهایی در محاسبه نیاز آبی تالابها**

| ردیف | محیط | شاخص | درجه اهمیت | ارتباط با نیاز آبی | | توضیحات |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | کمیت | کیفیت | |
| ۱ | اقتصادی اجتماعی | | | | | |
| | | | | | | |
| ۲ | فیزیکوشیمیایی | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| ۳ | بیولوژیک / اکولوژیک | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

در جدول فوق برای امکان جمع بندی و تأمین اطلاعات لازم برای تصمیم‌گیری انتخاب شاخص (های) مورد نیاز، درجه اهمیت آنها مشخص می‌شود. این اهمیت به چهار طبقه تقسیم شده است که به شرح ذیل می‌باشند:

**۱. بسیار مهم:** شاخص‌هایی که در فرآیندهای اکولوژیک یا اقتصادی- اجتماعی و یا فیزیکو- شیمیایی تالاب دارای بیشترین اهمیت می‌باشند. این درجه مخصوص شاخص‌هایی است که نقش کلیدی در اکوسیستم داشته و یا از نظر اکولوژیک رده‌بندی در جایگاه‌های ویژه شبکه غذایی قرار دارند و سلامت اکولوژیک این گروه می‌تواند بیانگر وضعیت سایر رده‌های پائین‌تر اکوسیستم باشد. همچنین شاخص‌هایی که از نظر اقتصادی - اجتماعی نقش مهمی در معیشت مردم یا فرآیندهای مربوطه دارا می‌باشند در این گروه قرار می‌گیرند.

**۲. مهم:** شاخص‌هایی که در فرآیندهای اقتصادی- اجتماعی، اکولوژیک و یا فیزیکوشیمیایی دارای نقش مهمی هستند و هرگونه نوسان غیر طبیعی در آنها باعث تغییرات عمده در اجزاء محیط زیست طبیعی و انسانی تالاب مورد نظر خواهد شد. بطور کلی پایداری این شاخص‌ها در تالاب یکی از شروط لازم بهینه بودن شرایط برای سایر اجزاء سیستم وابسته به تالاب می‌باشد.

**۳. اهمیت متوسط:** این طبقه شامل شاخص‌هایی از اجزاء اکولوژیک، اقتصادی - اجتماعی و یا فیزیکوشیمیایی است که نقش کلیدی در فرآیندهای عمومی و پایداری مجموعه ندارند و ارتباط آنها با سایر اجزاء محیط اقتصادی - اجتماعی، بیولوژیک و اکولوژیک در حد متوسط است.

**۴. کم اهمیت:** شاخص‌هایی که تأثیر خاصی بر فرآیندهای اقتصادی - اجتماعی، اکولوژیک و یا فیزیکوشیمیایی ندارند یا تأثیر آنها در حد بسیار ناچیز محدود می‌شود.

به عنوان مثال و جهت شفافیت هرچه بیشتر، یک نمونه فرضی از جدول جمع‌بندی و انتخاب شاخص نهایی به شرح ذیل ارائه می‌شود.

**جدول ۳-۱۱: نمونه فرضی از جمع بندی اطلاعات وضع موجود و تعیین شاخصهای نهایی در محاسبه نیاز آبی تالابها**

| ردیف | محیط | شاخص | درجه اهمیت | ارتباط با نیاز آبی | | توضیحات |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | کمیت[1] | کیفیت | |
| ۱ | اقتصادی اجتماعی | ماهیگیری | ۱ | سطح تالاب (۲۵۰۰ هکتار) | | معیشت بخشی از جامعه محلی به ماهیگیری وابسته است و براساس مطالعات حداقل مساحت مطلوب تالاب برای حفظ قابلیت ماهیگیری ۲۵۰۰ هکتار است. |
| | | تفرج | ۳ | سطح تالاب (حداقل تا ۳۰۰۰ هکتار) | | |

۱- نام شاخص کمیت یا کیفیت ذکر شود. مثلا در کمیت ممکن است یک شاخص به عمق آب، سطح آب، تراز آبی و ... ارتباط داشته باشد و ...

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲ | **فیزیکوشیمیایی** | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| ۳ | **بیولوژیک / اکولوژیک** | تخمریزی ماهیان | ۱ | تا شرایطی که تالاب حداقل ۵۰ سانتیمتر عمق داشته باشد انجام می‌شود. | | باتوجه به نمودارهای عمق- سطح در تالاب فرضی مورد نظر این میزان عمق معادل مساحت ۲۰۰۰ هکتاری تالاب است. |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

همانطوری‌که مشاهده می‌شود در جدول فرضی فوق الذکر از بین سه شاخص انتخاب شده (دو مورد در بخش اقتصادی –اجتماعی و یک مورد در بخش بیولوژیک) دو مورد دارای اهمیت یک و یک مورد دارای اهمیت ۳ است. از سوی دیگر بررسی بیشتر جدول فوق نشان می‌دهد که برای تأمین شرایط مورد نیاز برای شاخص اول (ماهیگیری)، باید مساحت تالاب حداقل ۲۵۰۰ هکتار باشد و این درحالیست که دو شاخص بعدی نیاز به مساحت‌های کمتری دارند. بنابراین اگر شاخص ماهیگیری به عنوان شاخص نهایی انتخاب گردد نیاز دو شاخص دیگر نیز تأمین خواهد شد. به همین دلیل می‌توان فقط یک شاخص (ماهیگیری) را برای محاسبه نیاز آبی انتخاب نمود و از پیچیده‌کردن بی‌مورد مطالعات خودداری کرد. باید دقت شود که در مثال فوق، شاخص سوم (تخمریزی ماهیها) با معیار کمیت آبی غیر از دو شاخص اول مرتبط است (تخمریزی با عمق مرتبط است درحالیکه در شاخص دیگر با وسعت تالاب). در چنین شرایطی توصیه می‌شود که با استفاده از آمار و اطلاعات موجود (که در مورد کمیت در بسیاری موارد فراهم است) شاخص کمیت آب یکسان سازی شود تا امکان بهتری برای مقایسه شاخص‌ها و انتخاب نهایی آنها فراهم گردد.

نکته قابل توجه دیگری که در مثال فرضی فوق گنجانده شده، وسعت مناسب تالاب برای فعالیت گردشگری است. همانطوری‌که در این مثال مشاهده می‌شود، برای حفظ کارکرد گردشگری باید ۳۰۰۰ هکتار اراضی اختصاص داد که قاعدتا نسبت به ماهیگیری (۲۵۰۰ هکتار) بیشتر می‌باشد ولی با توجه به اینکه درجه اهمیت گردشگری کمتر است، در شرایطی که محدودیت زیادی برای منابع آب وجود دارد می‌توان فقط به تأمین بالاترین درجه اهمیت که همان ماهیگیری است پرداخت و همان شاخص را برای محاسبه نیاز آبی انتخاب کرد. البته انتخاب نهایی شاخص و معیار محاسبه نیاز آبی براساس جمع بندی کارشناسی و با در نظر گرفتن وضعیت منابع آب حوضه و همچنین اولویت‌های منطقه‌ای تعیین گردد.

## ۳-۱-۳-تعیین نیاز آبی زیست محیطی

این مرحله شامل سه بخش اصلی است که همگی آنها از نوع تحلیلی می‌باشند. خروجی این مرحله مقدار آبی است که باید برای حفظ کارکردهای تالاب مورد نظر متناسب با شاخصهای انتخاب شده حفظ گردد. در این گام سه مرحله اصلی به شرح ذیل وجود دارد:

### ۳-۱-۳-۱- تعیین نیازها و روابط شاخص هدفگذاری شده با منابع آب تالاب

پس از اینکه شاخص‌های با اهمیت تالاب در حوضه‌های مختلف شناسایی گردیدند، در این مرحله مشخص می‌شود که هر شاخص چه ارتباطی با آب تالاب دارد. بدین ترتیب که شاخص‌ها و پارامترهای محیطی مورد مطالعه در بخش قبل مورد تحلیل قرار گرفته و باتوجه به کارکردهای مختلف تالاب مقادیر (کمیت یا کیفیت) آب مورد نیاز برای حفظ بقاء شاخص انتخابی در تالاب تنظیم می‌گردد. در اصل کاربرد اطلاعات حاصل از مراحل قبل و جمع‌بندی آنها در هدفگذاری محاسبه نیاز آبی خلاصه می‌شود. براساس دستورالعمل حاضر، برای محاسبه نیاز آبی متناسب با شاخص (های) انتخابی هدفگذاری آبی برای هریک از شاخص‌های فیزیکوشیمیایی، بیولوژیک و یا اکولوژیک صورت می‌پذیرد. این هدفگذاری می‌تواند حفظ پایداری یکی یا چند مورد از کارکردها یا ارزشهای اصلی تالاب که در مرحله قبل به عنوان محور اصلی شناخته شده است، باشد. هدفگذاری همچنین می‌تواند حفظ کمیت یا کیفت مورد نیاز برای حفظ یک گونه کلیدی در اکوسیستم تالاب و یا تأمین شرایط لازم برای تداوم عملکرد تالاب در ارتباط با حفظ شرایط زیستگاهی خاص و یا تلفیقی از موارد فوق باشد.

لازم به توضیح است که در برخی موارد ممکن است که به دلیل وقوع پدیده‌های خاص هواشناسی و هیدرولوژیک وضعیت طبیعی تالاب بطور موقتی تغییر یابد. خشکسالی بارزترین این گونه شرایط است. مطالعات مختلفی که در سطح مجامع علمی دنیا انجام شده است نشان می‌دهد حتی بروز شرایط حاد اقلیمی و خشکسالی نیز بخشی از چرخه زیستی یک تالاب محسوب می‌شوند. روابط اکولوژیک معمولا به گونه‌ای تنظیم گردیده که بروز این پدیده‌های طبیعی معمولا به نفع حفظ شرایط طبیعی تالاب نیز می‌باشند. مثلا خشک شدن بخش‌هایی از اطراف بعضی تالابها می‌تواند در حفظ ترکیب جامعه گیاهان تالابی موثر باشد و یا خشک شدن مقطعی و طبیعی برخی تالابها در حذف گونه‌های غیر بومی که به شرایط حاد و سخت دوره‌های خشکسالی سازگاری نداشته‌اند منجر شده است. بنابراین در محاسبه نیاز آبی باید شرایط خشکسالی به صورت جداگانه در نظر گرفته شود. برای این منظور در هدفگذاری محاسبه نیاز آبی می‌توان دو بار هدفگذاری کرد. یکبار برای شرایط نرمال و یکبار برای شرایط خشکسالی. مثلا اگر گونه‌ای به عنوان شاخص تنوع زیستی تالابی انتخاب گردیده و می‌خواهیم نیاز آبی تالاب را براساس حفظ گونه مورد نظر هدفگذاری کنیم. بهینه ترین شرایط برای گونه مورد نظر را می‌توان به عنوان هدف محاسبه نیاز آبی در شرایط نرمال و سخت ترین شرایط را به عنوان هدفگذاری شرایط خشکسالی در نظر گرفت. مثلا اگر ماهی‌ای در دامنه اکسیژن محلول ۳-۹ گرم در لیتر زنده می‌ماند برای محاسبه نیاز آبی در شرایط نرمال می‌توان به عنوان مثال اکسیژن محلول ۵ یا ۶ گرم در لیتر را به عنوان هدف محاسبه نیاز آبی درنظر گرفت.

ولی برای همین مثال فرضی، برای محاسبه نیاز آبی تالاب در شرایط خشکسالی می‌توان حداقل اکسیژن محلول قابل تحمل (یعنی ۳ گرم در لیتر) را به عنوان هدف محاسبه نیاز آبی مشخص نمود. بدیهی است که این مثال فرضی در شرایط هر تالاب ممکن است با استفاده از گونه‌ها و شاخص‌های مختلفی تنظیم و تعیین گردد. البته برای محاسبه نیاز آبی تالابها در شرایط خشکسالی می‌توان از مبنای دیگری نیز استفاده نمود بدین صورت که برای تالاب فقط یک نیاز آبی برای شرایط نرمال تعیین شود و در صورت بروز خشکسالی برنامه‌ریزی تأمین نیاز آبی مورد بازنگری قرار گیرد که این موضوع در ادامه در بخش مربوطه به تنظیم بیلان و آب مورد نیاز توضیح داده خواهد شد.

به عنوان مثل اگر ماهیگیری اقتصادی به عنوان یک شاخص کلیدی انتخاب گردد، باید مشخص شود که چه میزان آب (کمیت و یا کیفیت) برای حفظ و بقاء این فعالیت در تالاب لازم است. ممکن است با حفظ عمق آب در حد مشخصی از بقاء کارکرد ماهیگیری در تالاب اطمینان حاصل شود. در این حالت عمق آب یاد شده به عنوان هدف محاسبه نیاز آبی تالاب مورد نظر تنظیم می‌گردد و مبنای محاسبات مراحل بعدی قرار خواهد گرفت. به عنوان مثال کاربردی که در محاسبه نیاز آبی دریاچه ارومیه در طرح حفاظت از تالابهای ایران بکار گرفته شده است، پس از بررسی کلیه جنبه‌های مختلف نهایتا یک گونه تنوع زیستی به نام گونه آرتمیا به عنوان شاخص محاسبه نیاز آبی انتخاب گردیده است. در واقع برای محاسبه نیاز آبی دریاچه ارومیه براساس رویکرد اکولوژیک، تأمین حداقل شرایط کمی و کیفی آب دریاچه برای حفظ گونه آرتمیا بعنوان هدف تعیین گردیده و به همین دلیل برای محاسبه نیاز آبی، ویژگی‌های زیستی گونه آرتمیا مورد بررسی قرار گرفته و بویژه واکنش این گونه به میزان مقادیر مختلف شوری آب دریاچه بررسی گردیده است. براساس نتایج حاصله، حداکثر شوری قابل تحمل آرتمیا در دریاچه ارومیه برابر ۲۴۰ گرم در لیتر تعیین شده است. به عبارت دیگر بالاترین شوری که در آن گونه آرتمیا می‌تواند در بلند مدت در دریاچه باقی مانده و نقش اکولوژیک خود را در اکوسیستم دریاچه انجام دهد ۲۴۰ گرم در لیتر می‌باشد. بنابراین در تعیین نیاز آبی دریاچه ارومیه؛ هدف اکولوژیک، حفظ بقاء آرتمیا بعنوان شاخص اکوسیستمی دریاچه می‌باشد و شاخص تداوم بقاء این گونه از نظر کیفیت آب، شوری حداکثر ۲۴۰ گرم در لیتر تعیین شده است. به همین خاطر در مراحل بعد، محاسبه نیاز آبی به گونه‌ای انجام شد که آب مورد نیاز برای حفظ کیفیت آب در سطح شوری ۲۴۰ گرم در لیتر تأمین شده تا بقای آرتمیا را به دنبال داشته باشد.

یا در مطالعه‌ای دیگر که در تالاب شادگان انجام گردید، گونه اردک مرمری به عنوان شاخص انتخاب و در این راستا، ارتباط زیستگاه‌های گونه یاد شده با مساحت پوشش گیاهان تالابی تأمین کننده زیستگاه اردک مرمری مشخص شده و نیاز آبی به میزانی تعیین شد که وسعت پوشش گیاهی تالاب برای حفظ بقاء اردک مرمری در تالاب یاد شده در سطح مناسبی باقی بماند. به هر حال شاخص انتخابی در این مرحله در گام‌های بعدی مبنای محاسبات کمی نیاز آبی قرار خواهد گرفت.

در صورت امکان تلاش شود تا از شاخص‌های کمی یا کیفی یکسانی برای شاخص‌های انتخاب شده برای محاسبه نیاز آبی استفاده شود.

در نظر داشته باشید که تعیین سطح مطلوب کمیت یا کیفیت آب برای شاخص (های) انتخاب شده ممکن

است نیازمند دسترسی به داده‌های بلند مدت مرتبط باشد. در بعضی موارد نیز باید مطالعات فیزیولوژیک یا اکولوژیک قبلی برای تعیین روابط شاخص(های) انتخاب شده با پارامترهای کمی یا کیفیت آب انجام شده باشد.

### ۳-۱-۳-۲- تعیین روابط شاخص‌های هیدرولوژیک تالاب

پس از اینکه در مرحله قبل مشخص شد که چه شاخص‌هایی برای محاسبه نیاز آبی انتخاب شده‌اند و هریک از آنها نیازمند چه شرایط آبی (کمیت/کیفیت) می‌باشند، باید روابط شاخص‌های پایه در این مرحله تعیین شود. برای این کار برای جمع بندی نتایج مراحل قبل و شفاف شدن هرچه بیشتر محاسبات بعدی، ابتدا باید جدول ذیل تکمیل شود.

**جدول ۳-۱۲: جمع بندی خصوصیات شاخص‌های انتخابی در ارتباط با نیاز آبی**

| ردیف | شاخص انتخابی | پارامتر آب | مقدار تعیین شده | واحد | توضیحات |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

به عنوان مثال جدول فوق برای مطالعات موردی انجام شده در تالاب شادگان و دریاچه ارومیه به شرح ذیل تکمیل می‌گردد.

**جدول ۳-۱۳: نمونه نحوه جمع بندی خصوصیات شاخص‌های انتخابی در ارتباط با نیاز آبی مطالعات موردی**

**دریاچه ارومیه و تالاب شادگان**

| ردیف | شاخص انتخابی | پارامتر آب | مقدار تعیین شده | واحد | توضیحات |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | **آرتمیا** | کیفیت (شوری) | ۲۴۰ | گرم در لیتر | باید ارتباط پارامتر شوری با شاخصهای کمی مشخص شود. |
| ۲ | **اردک مرمری** | مساحت تالاب | ۹۰۰-۸۰۰ | کیلومترمربع | مساحت یاد شده متناسب با سطح پوشش گیاهی مناسب برای تامین زیستگاه لانه سازی و زادآوری اردک مرمری مشخص شده و مبنا، مساحت سیلابی در فروردین ماه است. |
| ... | ... | | | | |

حال پس از تکمیل جدول فوق مشخص می‌شود که روابط کدام پارامترهای هیدرولوژیک باید محاسبه گردد. بدیهی است که حجم آب تالاب خروجی نهایی محاسبه نیاز آبی خواهد بود؛ به همین دلیل باید مشخص نمود که شاخص‌های انتخابی چه ارتباط هیدرولوژیکی با حجم آب تالاب دارند. مثلا اگر عمق مشخصی به عنوان معیاری برای یکی از شاخص‌های انتخابی تعیین شده است؛ در این مرحله باید رابطه عمق، حجم آب مشخص شود تا بدین ترتیب در مرحله بعد بتوان با هدف قرار دادن عمق مشخص شده با استفاده از رابطه رگرسیونی تعیین شده حجم آب مناسب تالاب را مشخص کرد. مثال مطالعه موردی دریاچه ارومیه در این رابطه در راهنمای محاسبه نیاز آبی ارائه گردیده است ولی بطور خلاصه در مثال یاد شده با توجه به انتخاب آرتمیا به عنوان گونه شاخص و تعیین کیفیت ۲۴۰ گرم شوری به عنوان معیار حفظ آرتمیا یا مقدار هدفگذاری شده، استفاده از داده‌های آماری ابتدا رابطه شوری- تراز آبی (به عنوان شاخص کمیت آب) محاسبه گردیده و بدین ترتیب ارتباط شاخص کمیت و کیفیت آب برقرار گردیده است. در ادامه رابطه تراز آبی حجم آب نیز محاسبه شده است.[۱]

یکی از مواردی که در کلیه مطالعات محاسبه نیاز آبی مشترک است، لزوم برقراری ارتباط شاخص (های) انتخاب شده با مساحت تالاب است. زیرا در تنظیم بیلان تالابها برای محاسبه نیاز آبی، باید میزان تبخیر از تالاب به عنوان یکی از خروجیهای آب در محاسبه اعمال گردد. همچنین مساحت تالاب مورد نظر در محاسبه میزان بارش مستقیم بر سطح دریاچه و حجم آبی که از این طریق وارد تالاب خواهد شد نیز موثر است و در تنظیم بیلان و محاسبه نیاز آبی تأثیر خواهد داشت. بنابراین ضروریست که پس از تعیین رابطه معیار شاخص انتخابی با حجم آب، رابطه آن (ها) با سطح تالاب نیز مشخص شود. بدین ترتیب تعیین می‌شود که تالاب در زمانیکه حجم آب لازم برای حفظ شاخص انتخابی را تامین می‌کند چه مساحتی[۲] دارد.

### ۳-۱-۳-۳- محاسبه نیاز آبی

با استفاده از روابط هیدرولوژیکی که در مرحله قبل تنظیم گردیده است در این مرحله نیاز آبی تالاب محاسبه می‌گردد. در این محاسبه با استفاده از خروجی مرحله «تعیین روابط شاخص‌ها با منابع آب تالاب» و همچنین روابط هیدرولوژیک تنظیم شده در گام قبل نیاز آبی محاسبه می‌گردد. این کار با قرار دادن مقادیر هدفگذاری شده در روابط ریاضی/آماری مرتبط با هیدرولوژی تالاب انجام می‌شود.

- درصورتی‌که معیار کیفیت آب برای شاخص (ها) انتخاب شده است، رابطه کیفیت با یکی از شاخص‌های کمیت آب (متناسب با سوابق آماری موجود) را محاسبه کنید.

---

۱- در مطالعه موردی یاد شده به دلیل عدم وجود سابقه آماری کیفیت حجم آب این ارتباط مستقیم برقرار نگردیده و ابتدا رابطه کیفیت تراز آب محاسبه شده و سپس رابطه برقرار شده است. تراز آبی به حجم آب تالاب با تغییر حجم آب تالابها مساحت آنها براساس شکل بستر تغییر می‌کند و به همین دلیل نمی‌توان یک مساحت ثابت را برای تالابها درنظر گرفت. بدین جهت در محاسبه نیاز آبی باید مساحت تالاب در شرایطی که میزان آب هدفگذاری شده در آن تامین می‌گردد، محاسبه و در فرایند مورد استفاده قرار گیرد.

۲- اطلاعات تبخیر واقعی از سطح تالاب مدنظر می‌باشد و در صورتیکه از داده‌های هواشناسی مربوط به تبخیر از تشتک استفاده می‌شود؛ باید حتما ضرایب اصلاحی لازم برای رسیدن به یک عدد واقعی تبخیر اقدام کرد. این امر بویژه در تالابهایی که املاح محلول آنها بیشتر است ضرورت بیشتری پیدا می‌کند. همچنین در تالابهایی که پوشش گیاهی خصوصا گیاهان حاشیه‌ای زیادی دارند توصیه می‌شود که عدد تبخیر و تعرق در این بخش مورد استفاده قرار گیرد اما در تالابهایی که پوشش گیاهی اندکی دارند بویژه تالابهای شور و فوق شور استفاده از اعداد تبخیر به تنهایی کفایت می‌کند.

- کمیت محاسبه شده از بند قبل را در فرمول رابطه کمیت (انتخابی) با حجم آب قرار دهید. بدین ترتیب خروجی حاصله حجم آبی است که تالاب باید برای تأمین شرایط تعیین شده برای شاخص مورد نظر داشته باشد.
- برای اینکه حجم تالاب در مقدار مشخص شده باقی بماند باید بیلان آبی تالاب (با درنظر گرفتن کلیه ورودی‌ها و خروجی‌های اصلی تنظیم گردد) برای این منظور از رابطه زیر استفاده شود.

$$V = P + Qi + Gi - E - Qo - Go$$

V : حجم آب
P : بارش مستقیم انجام شده در تالاب
Qi : ورودی آبهای سطحی به تالاب
Gi : تخلیه مستقیم آبهای زیرزمینی به تالاب
E : تبخیر (و تعرق) از سطح
Qo : خروجی سطحی از تالاب طی دوره زمانی مشخص
Go : تغذیه (تخلیه به) آبهای زیرزمینی طی دوره زمانی مشخص

با توجه به اینکه حجم آب تالاب در بند قبل محاسبه گردیده است، مقدار مربوطه را به جای "V" جایگزین کنید. به خاطر داشته باشید که نیاز آبی تالاب در این حالت مقدار آبی خواهد بود که باید از طریق آبهای سطحی وارد آن شود زیرا سایر عوامل مثل ورودی بارشهای مستقیم و یا تغذیه از آبهای زیرزمینی [1] در محاسبه وارد می‌شوند. بدین ترتیب «Qi» مجهول محاسبه و نیاز آبی تالاب خواهد بود.

خروجی این مرحله حجم آبی است که باید برای حفظ شرایط مورد نیاز برای شاخص (های) مورد نظر به صورت سالانه وارد تالاب گردد.

### ۳-۱-۴- تنظیم بیلان آب و نیاز

همان طوری که قبلا توضیح داده شد، خروجی اصلی گام قبلی مقدار نیاز آبی تالاب در طول سال است. برای برنامه‌ریزی دقیق تامین نیاز آبی لازم است که جزئیات نیاز آبی به تفکیک ماهیانه تعیین شود. برای این منظور در این مرحله لازم است داده‌های ماهانه کلیه پارامترهای مورد استفاده در فرمول «$V = P + Qi + Gi - E - Qo - Go$» به صورت ماهانه وارد رابطه مذکور گردد. بدیهی است که در این مرحله نیز مقدار حجم آب «V» ثابت و معادل حجم آبی است که تالاب باید در حد آن باقی بماند. نتیجه نهایی این مرحله مقدار آبی است که باید ماهیانه از طریق آبهای سطحی وارد تالاب مورد نظر شود. برای مشخص شدن بیشتر این موضوع می‌توان خروجی این مرحله را در جدول ذیل خلاصه نمود.

---

۱- درصورتی‌که هریک از پارامترهای این فرمول بویژه روابط آب زیرزمینی در تالابی مصداق نداشته باشد و یا اطلاعات مربوطه موجود نباشد و اغماض از آن باتوجه به شرایط تالاب تاثیر قابل توجهی در نتیجه نهایی نداشته باشد می‌توان مقدار عددی آن‌را معادل صفر قرار داد

جدول ۳-۱۴: تنظیم بیلان ماهیانه نیاز آبی تالابها

| معیار آبی | ماه | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ |
| خروجیهای تالاب (E+Qo+Go) | | | | | | | | | | | | |
| ورودیهای مستقیم تالاب (P + Gi) | | | | | | | | | | | | |
| نیاز آبی (Qi) | | | | | | | | | | | | |

- در برنامه‌ریزی تأمین نیاز آبی تالاب می‌توان در شرایط خشکسالی تغییرات خاصی در نیاز آبی تالاب اعمال نمود. در واقع باید شرایط اکولوژیک بلند مدت اکوسیستم بررسی شود. خشکی در برخی تالابها بخشی از فرآیندهای طبیعی محسوب می‌گردد که حتی تکمیل کننده فرآیندهای طبیعی آنها می‌باشد. به همین دلیل باید دقت شود که تعیین نیاز آبی به صورتی‌که همواره تالاب را در سطح آبی ثابتی نگهدارد ممکن است اقدام صحیح علمی نباشد. بنابراین نیاز آبی تالابها در شرایط خشکسالی باید به گونه‌ای محاسبه شود که منعکس کننده نوسانات شرایط طبیعی تالاب باشد. همانطوری‌که در بخش‌های قبل توضیح داده شد در هدفگذاری محاسبه نیاز آبی می‌توان یکبار نیز هدفگذاری را برای شرایط خشکسالی انجام داد که در این صورت قاعدتا برنامه‌ریزی تأمین نیاز آبی در سال‌های خشکسالی باید مطابق عدد نیاز آبی محاسبه شده برای این شرایط انجام گردد. اما در حالتی که برای تالابی فقط یک نیاز آبی برای شرایط آبی نرمال تعیین شده است در مواقع بروز خشکسالی می‌توان متناسب با کاهش منابع آب حوضه در هر ماه ( یا کل سال) با همان درصد نیاز آبی تالاب مورد نظر را نیز کاهش داد. مثلا اگر نیاز آبی تالابی سالانه ۵۵۰ میلیون مترمکعب تعیین شده و خشکسالی واقع شود که جریانات سطحی حوضه را ۳۰ درصد کاهش دهد ساده‌ترین راه کاربردی این است که نیاز آبی تالاب را نیز در سال مورد نظر ۳۰ درصد کاهش داد که در مورد مثال فوق نیاز آبی تالاب فرضی مورد نظر در چنین خشکسالی ۳۸۵ میلیون مترمکعب خواهد بود. در این رابطه چند نکته کلیدی باید درنظر گرفته شود:
- باید مرجع تعیین خشکسالی معین و بطور رسمی اعلام گردد در غیر این صورت ممکن است بخش‌های مختلف با استناد به برخی آمار و اسناد غیر موثق در هر شرایطی اقدام به اعلام خشکسالی نمایند.
- باید دقت شود که سطح خشکسالی و میزان کاهش رواناب مطابق شرایط طبیعی باشد. در برخی موارد علیرغم وجود بارش‌های نسبتا نرمال، جریان‌های سطحی (به دلیل برداشت های غیر مجاز و متعدد) کاهش نشان می‌دهند که در چنین شرایطی ممکن است براساس اطلاعات هیدرولوژیک خشکسالی اعلام گردد

ولی باید دقت داشت که چنین شرایطی ناشی از ضعف کنترل برداشتهاست و بهتر است همواره از تطابق آمار هواشناسی استفاده شود.

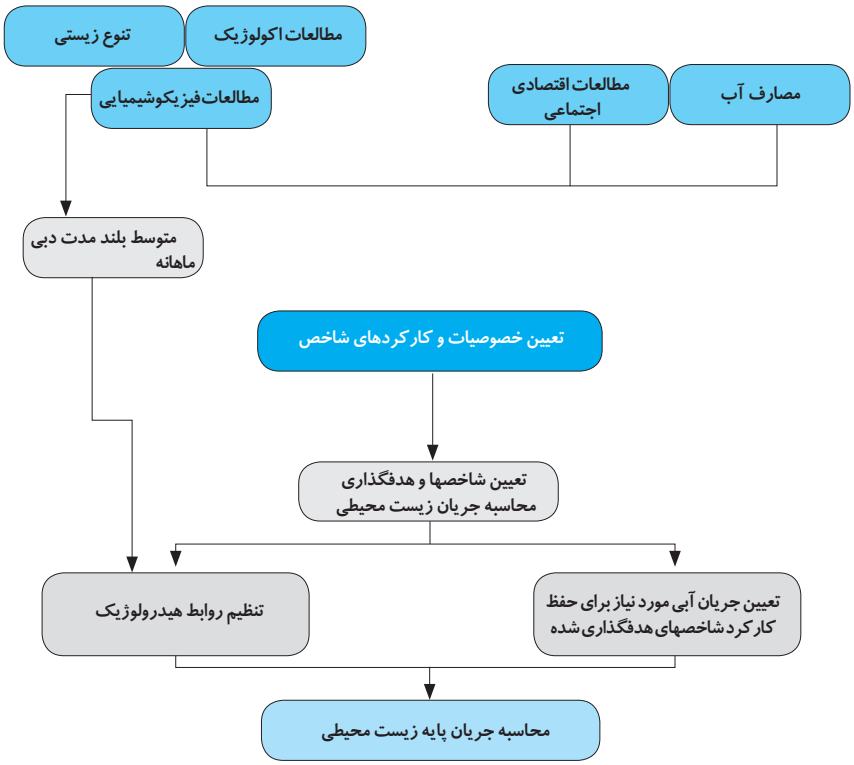
- باید دقت شود که ممکن است خشکسالی چندسال پیاپی ادامه داشته باشد و در این صورت کمبود آب تالابهای ماندابی به صورت تجمعی خواهد بود و پس از پایان خشکسالی تأمین نیاز آبی محاسبه شده سالانه نخواهد توانست شرایط تالاب را به حالت نرمال برگرداند. به همین دلیل باید کاهش ورودی تالاب در سال‌های خشکسالی اندازه گیری و محاسبه شود و مجموع کمبود در سال‌های نرمال و یا ترسالی‌ها با اختصاص ورودی آب بیشتر به تالاب (تا جبران کمبود آب تجمعی چند ساله) جبران شود.

## ۳-۲- محاسبه نیاز آبی تالابهای جاری (رودخانه‌ها)

همان طوری که در راهنمای محاسبه نیاز آبی تالابها تشریح گردید، تعیین نیاز آبی رودخانه‌ها تحت عنوان جریان زیست محیطی ممکن است تفاوتهایی در فرآیند محاسبه داشته باشد. برای محاسبه نیاز زیست محیطی و یا در حقیقت جریان مورد نیاز رودخانه‌ها، روش‌های متعددی وجود دارد. با این حال در ایران روشی به نام مونتانایا تنانت از طرف وزارت نیرو به شرکت‌های تابعه ابلاغ گردیده، و مورد استفاده قرار می‌گیرد. به همین دلیل و با توجه به استفاده گسترده از این روش و برای آموزش به کارگیری صحیح آن، در اینجا این روش توضیح داده می‌شود. بدیهی است که استفاده از این روش الزامی ندارد و تنها برای به کارگیری صحیح آن آورده می‌شود. در ادامه به ارائه گام‌های اجرایی لازم برای محاسبه جریان زیست محیطی تالابهای رودخانه‌ای به تفکیک روشهای جامع و روشهای سریع پرداخته می‌شود.

### ۳-۲-۱- محاسبه جریان زیست محیطی رودخانه‌ها به روش جامع

بدیهی است که استفاده از روش‌های جامع برای جریان زیست محیطی رودخانه‌ها به دلیل نگاه تفصیلی و دقیق و درنظر گرفتن کلیه جنبه‌های اکولوژیک و اقتصادی – اجتماعی که مجموعا جنبه‌های محیطی زیستی را تشکیل می‌دهند در اولویت اول قرار دارد. برای این منظور باید از نموداری که در راهنمای محاسبه نیاز آبی به شرح ذیل ارائه گردیده استفاده شود.




مراحل و اجزاء مرتبط با محاسبه جریان زیست محیطی رودخانه‌ها به روش جامع مشابهت کاملی با فرآیند محاسبه نیاز آبی تالابهای ماندابی دارد و به همین دلیل از ارائه توضیحات تکراری در این بخش خودداری شده و برای اجرای مراحل مربوطه باید به گام‌های ذکر شده در نیاز آبی تالابهای ماندابی مراجعه نمایید. باید دقت نمود که حاصل نهایی محاسبه جریان پایه زیست محیطی رودخانه‌ها در این مدل دبی ماهانه جریان آبی خواهد بود و بدین ترتیب نیازی به تنظیم مجدد بیلان ماهانه نخواهد بود.

همچنین در استفاده از فرمول نهایی محاسبه نیاز آبی $V = P + Qi + Gi - E - Qo - Go$ ؛ مقدار «V» حجم آب نیست، بلکه دبی آب خواهد بود. به علاوه، در فرمول یاد شده، در بسیاری از موارد مطالعات لازم جهت کمی نمودن تأثیر تخلیه (زهکش) آب زیرزمینی به رودخانه و همچنین تغذیه آبهای زیرزمینی توسط رودخانه موجود نیست و باتوجه به اینکه اثر این دو عامل در رودخانه‌ها معولاً اندک و در روندهای آماری دبی رودخانه تاثیر قابل توجهی ندارد، می‌توان از آنها صرف نظر کرد.

## ۳-۲-۲-محاسبه جریان زیست محیطی به روش سریع (مونتانا-تنانت)

برای محاسبه سریع جریان زیست محیطی روشهای مختلفی وجود دارد که هریک دارای مزایا و معایب خاص خود می‌باشند که جزئیات مربوطه در گزارشات مطالعات پایه و همچنین راهنمای مربوطه ارائه گردیده است. اما در بین روش‌های مختلف، روش مونتانا یا تنانت کاربرد بیشتری دارد و در ایران نیز جزو روشهای شناخته شده محسوب می‌گردد که وزارت نیرو نیز اجرای آنرا به کلیه شرکتهای آب منطقه‌ای ابلاغ کرده است. دستورالعمل ذیل برای اجرای روش مونتانای سازگارشده برای ایران ارائه گردیده است که جزئیات چگونگی سازگار نمودن آن با شرایط طبیعی و بویژه اقلیم و منابع آب ایران در راهنمای محاسبه نیاز آبی تالابها ارائه شده است. به همین دلیل به کاربران محترم توصیه می‌شود که در این زمینه به راهنمای مربوطه نیز مراجعه کنند اما برای اینکه دستورالعمل حاضر نیز به صورت مستقل قابل استفاده باشد، برخی اجزاء ضروری محاسبه جریان زیست محیطی با روش مونتانای سازگار شده با شرایط ایران در ادامه ارائه می‌گردد.

### ۳-۲-۲-۱- جدول پایه مونتانا

روش مونتانا مبتنی بر تخصیص درصد مشخصی از جریان آبی رودخانه در دوره‌های کم‌آبی و پرآبی است. درصد تأمین آب به معنی برقراری نسبت ثابتی از جریان طبیعی رودخانه به عنوان جریان زیست محیطی است. در این روش شش سطح اصلی برای تعیین جریان زیست محیطی مشخص شده و یک سطح نیز برای شرایط سیلابی وجود دارد. در روش اصلی، ماه‌های مشخص میلادی به دوره کم آبی و پرآبی اختصاص داده شده است ولی با توجه به تفاوت شرایط اقلیمی و منابع آب ایران این دوره‌ها در ایران با آنچه در کشور منشاء این روش وجود داشته متفاوت است. به همین دلیل در روش اصلاح شده برای سازگاری بیشتر، ماههای میلادی حذف و دوره کم آبی و پرآبی جای آنرا گرفته اند.

جدول ۳-۱۵: روش مونتانا - تنانت اصلاح شده برای تعیین جریان زیست محیطی براساس درصد متوسط جریان سالانه رودخانه

| هدف | درصد متوسط جریان سالانه | |
|---|---|---|
| | ماههای پرآب | ماههای کم آب |
| سیلاب یا حداکثر جریان آبی<br>میزان جریان طبیعی | ۲۰۰<br>۶۰-۱۰۰ | ۲۰۰<br>۶۰-۱۰۰ |
| جریان رودخانه<br>شرایط اکوسیستم | درصد جریان مورد نیاز جهت حفظ شرایط اکوسیستم | بقاء شرایط رودخانه |
| بسیار عالی<br>عالی<br>خوب<br>متوسط<br>ضعیف یا حداقل<br>بسیار مخرب | ۶۰<br>۵۰<br>۴۰<br>۳۰<br>۱۰<br>۱۰-۰ | ۴۰<br>۳۰<br>۲۰<br>۱۰<br>۱۰<br>۱۰-۱۰ |

برای بکارگیری این روش در رودخانه‌های ایران مراحل ذیل باید انجام شود.

### ۳-۲-۲-۲- بررسی آمار دبی رودخانه و تعیین دوره‌های کم آبی و پرآبی

برای این کار باید اقدامات ذیل انجام شود.

– آمار بلند مدت دبی رودخانه را به تفکیک ماهیانه تهیه نمایید.

– میانگین سالانه دبی روخانه را محاسبه نمایید.

در روش اصلی شش ماه پیوسته سال به عنوان دوره پرآبی و شش ماهه دوم به عنوان دور کم آبی اعمال شده است ولی در روش اصلاح شده می‌توان این دوره‌ها را غیر پیوسته نیز درنظر گرفت. یعنی اگر براساس بررسیهای آماری بلند مدت بعد از دو ماه پر آب یک ماه کم آب وجود دارد می‌توان به همین ترتیب ضرایب مربوط به هر دوره را برای همان ماه(های) خاص اعمال کرد.

برای تعیین دوره کم آبی و پرآبی پس از دریافت آمار بلند مدت دبی رودخانه، متوسط دبی سالانه را حساب کنید. ماه‌هایی که متوسط دبی بلند مدت آنها کمتر از متوسط سالانه است ماه‌های کم آب و ماه‌هایی را که متوسط سالانه آنها مساوی یا بیشتر از متوسط سالانه است، ماه‌های پر آب درنظر گرفته می شوند.

باید دقت شود که آمار دبی نشان دهنده میزان آب موجود در رودخانه است و در بسیاری از رودخانه‌ها برداشت‌های مختلفی از آب انجام می‌شود. به همین دلیل تا حد امکان باید آمار برداشتهای بالادست به دبی رودخانه اضافه شود تا جریان واقعی آب رودخانه در محاسبات مورد استفاده قرار گیرد. اگر این برداشتها زیاد باشد، خطای جدی در نتایج فرآیند ایجاد خواهد کرد ولی در مواردی که برداشتها ناچیز است می‌توان از آن صرف نظر کرد و یا در صورت عدم وجود آمار دقیق به صورت برآورد کارشناسی مقداری به ازای برداشتها به جریان دبی اندازه گیری شده اضافه شود.

### ۳-۲-۲-۳- انتخاب طبقه هدفگذاری تعیین جریان زیست محیطی

به طوری که از جدول فوق مشخص است، در هنگام محاسبه جریان زیست محیطی می‌توان درصدهای مختلفی از جریان طبیعی رودخانه را به عنوان نسبت جریان زیست محیطی مشخص نمود. در شرایط عادی انتخاب هریک از این طبقات به عهده کارشناس است و بررسی برخی مطالعات موردی انجام شده در ایران نشان می‌دهد که در اغلب مطالعات برای رودخانه‌ها، برای حداقل جریان زیست محیطی، طبقه پنجم (ضعیف) مبنا قرار گرفته است. این درحالیست که در این شرایط فشار قابل توجهی به اکوسیستم طبیعی رودخانه وارد خواهد شد و در نتیجه اجزاء طبیعی رودخانه به تدریج تخریب خواهند شد. این امر برای رودخانه‌هایی که ارزش‌های محیط زیستی بیشتر دارند اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. به همین دلیل یک روش امتیاز دهی ساده برای کاهش اثر نظر شخصی در محاسبات ارائه شده است. برای این منظور باید اطلاعات ذیل برای رودخانه مورد نظر جمع‌آوری شود:

- طبقه بندی حفاظتی رودخانه
- وجود گونه درخطر انقراض
- وجود گونه نادر و کمیاب
- وجود مهاجرت ماهیان آنادرموس
- تخلیه رودخانه به تالابهای درون سرزمینی (تغذیه تالابها)
- تخلیه رودخانه به مصب دریا
- وجود کارکردهای تفرجی
- وجود فعالیتهای ماهیگیری
- دوره طبیعی آبدار بودن رودخانه

سپس اطلاعات شاخصهای فوق در جدول ذیل قرار داده می شوند:

**جدول ۳-۱۶: امتیاز دهی شاخصهای محیط زیستی رودخانه ها برای استفاده در محاسبه جریان زیست محیطی**

| شاخص | طبقه | امتیاز |
|---|---|---|
| طبقه حفاظتی | پارک ملی (و طبقه بندی حفاظتی بین المللی) | ۴ |
| | اثر طبیعی ملی | ۴ |
| | پناهگاه حیات وحش | ۳ |
| | منطقه حفاظت شده | ۲ |
| | منطقه شکاروصید ممنوع | ۱ |
| گونه های حفاظتی | درخطر انقراض (شامل طبقاتVU،EN،CRسازمان IUCN) | ۳ |
| | نادر و کمیاب( طبقه R سازمان IUCN) | ۲ |
| مهاجرت ماهیان | وجود ماهی آنادروموس | ۳ |
| تخلیه به تالابهای درون سرزمینی | تخلیه به تالابهای درون سرزمینی | ۲ |
| تخلیه به مصب دریا | تخلیه به مصب دریا | ۱ |
| کارکرد تفرجی | وجود کارکرد تفرجی | ۲ |
| ماهیگیری | تجاری و اقتصادی | ۳ |
| | ورزشی و تفریحی | ۲ |
| دوره آبی رودخانه | دائمی | ۰ |
| | فصلی | ۰ |
| | مسیل | ۲- |

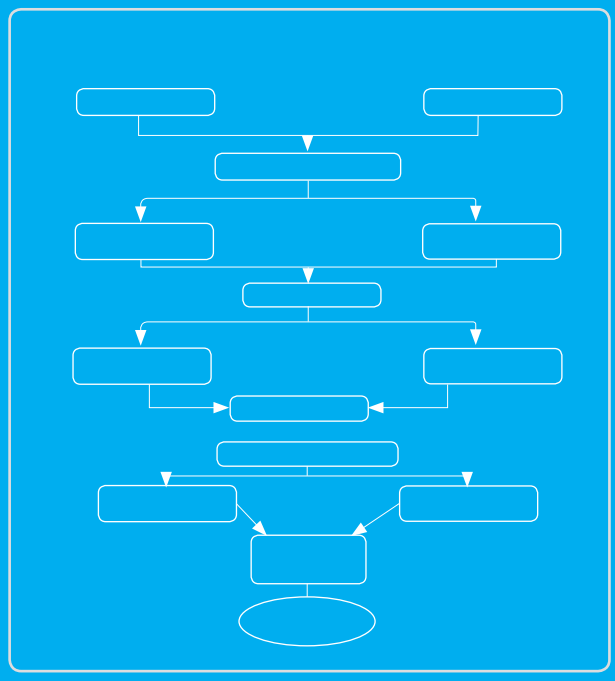
پس از انجام امتیازدهی تالاب مورد نظر براساس اطلاعات فوق الذکر، جمع امتیازات کسب شده باید با جدول زیر مقایسه شود.

**جدول ۳-۱۷: طبقه بندی امتیازات برای تعیین شرایط اکوسیستمهای رودخانه‌ای و تأمین جریان زیست محیطی**

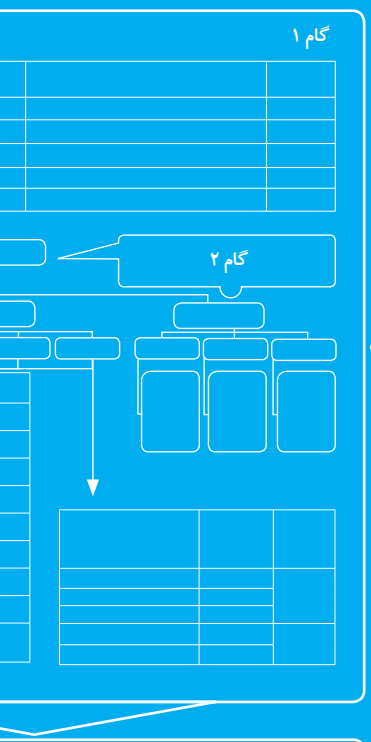
| ردیف | شرایط اکوسیستم /طبقه تامین جریان زیست محیطی | امتیاز |
|---|---|---|
| ۱ | بسیار عالی | ۲۲-۲۱ |
| ۲ | عالی | ۲۰-۱۷ |
| ۳ | خوب | ۱۶-۱۱ |
| ۴ | متوسط | ۱۰-۷ |
| ۵ | ضعیف یا حداقل | ۶-۳ |
| ۶ | بسیار مخرب | ۲-۰ |

در ادامه باتوجه به جدول فوق، امتیاز کسب شده توسط رودخانه مورد نظر با طبقه بندی جدول فوق مقایسه شده و طبقه رودخانه از این طریق مشخص می شود. بدین ترتیب اگر امتیازات کسب شده شاخص‌های رودخانه‌ای در طبقه متوسط قرار گرفت، باید ضرایب طبقه متوسط مدل مونتانا برای محاسبه جریان زیست محیطی رودخانه مورد نظر استفاده شوند.

فرآیند عمومی



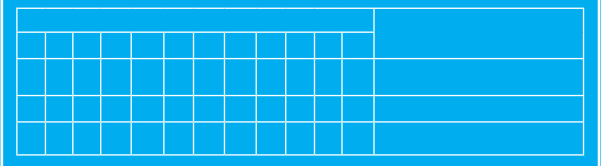
شناسایی محیط زیست

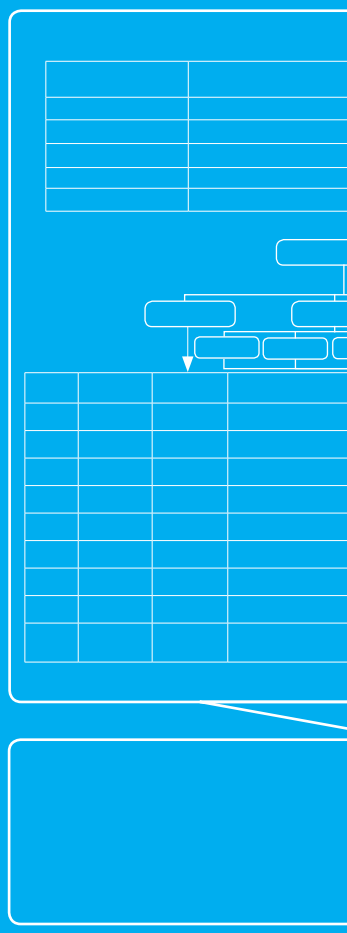



جمع بندی وضع موجود
(بخش ۱-۱-۲ دستورالعمل)

جدول جمع بندی

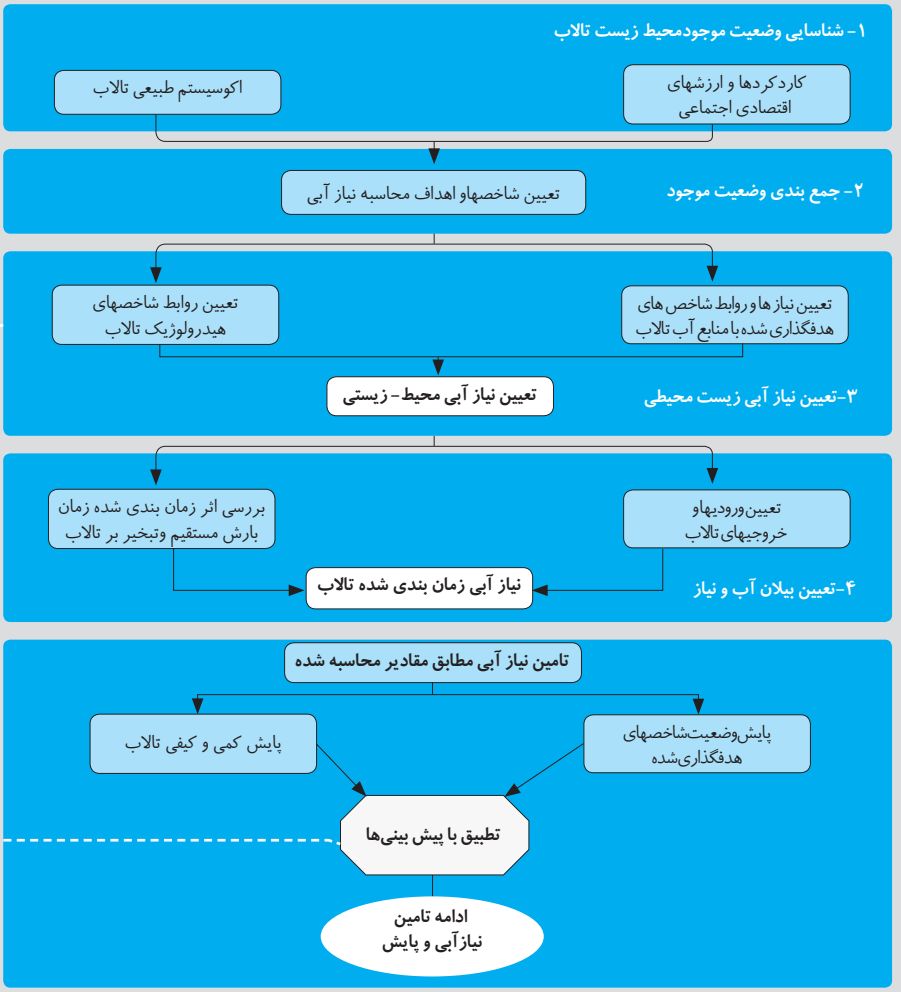
تعیین نیاز آبی (بخش ۱-۱-۳ دستورالعمل)





# چکیده دستورالعمل محاسبه نیاز آبی تالابهای ماندابی

## فرآیند عمومی




| ردیف | محیط | شاخص | درجه اهمیت | ارتباط با نیاز آبی | | توضیحات |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | کمیت | کیفیت | |
| ۱ | اقتصادی اجتماعی | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| ۲ | فیزیکوشیمیایی | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| ۳ | بیولوژیک/اکولوژیک | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

از این جدول برای جمع بندی وضع موجود استفاده کنید

ادامه در صفحهٔ ۱۸۰

## ۱. شناسایی محیط زیست: (بخش ۱-۱-۱ دستورالعمل)

**اجزاء محیط زیست منطقه را به تفکیک محیط اقتصادی اجتماعی و محیط طبیعی بررسی نمایید.**

**گام ۱.** برای شناخت محیط اقتصادی اجتماعی جدول مشابه نمونه ذیل متناسب شرایط سایت مورد نظر تهیه کنید و اطلاعات را در آن وارد کنید

| ردیف | کارکردهای اقتصادی-اجتماعی | ارتباط کلیدی مستقیم با نیاز آبی | توضیحات ضروری |
|---|---|---|---|
| ۱ | برداشت مستقیم آب از تالاب | | |
| ۲ | گردشگری و تفریح | | |
| ۳ | تعلیف دام | | |
| ۴ | صیادی | | |
| ۵ | شکار | | |
| ۶ | برداشت گیاهان برای مصارف مختلف | | |
| ۷ | حمل ونقل | | |
| ۸ | ارزشهای فرهنگی و تاریخی خاص | | |
| ۹ | زیبایی شناسی/ وجود مناظر خاص | | |
| ۱۰ | اهمیت فراملی و فرامرزی | | |
| ۱۱ | کارکردهای درمانی | | |
| ۱۲ | علمی و آموزشی | | |
| ... | ... | | |

**گام ۲.** مطابق الگوی زیر و با استفاده از جداول نمونه ارائه شده در هر بخش مطالعات محیط طبیعی را انجام و اطلاعات حاصله را ثبت کنید

**محیط زیست طبیعی**

- **فیزیکوشیمیایی**
  - ریخت شناسی: مساحت، شکل بستر، عمق، مرز
  - اقلیم: بارش، تبخیر و تعرق، دما، رطوبت نسبی
  - منابع آب: بیلان آبهای سطحی تالاب، بیلان آبهای زیر زمینی، کیفیت آب
- **تنوع زیستی**
  - پلانکتونها
  - گیاهان
  - بنتوزها
  - جانوران
- **اکولوژی**

| گروه | نام گونه | ارتباط با نیاز آبی | طبقه حفاظتی | جایگاه در اکوسیستم | توضیحات |
|---|---|---|---|---|---|
| پلانکتونها | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| گیاهان ماکروفیت | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| جانوران بنتوزها | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| کارکرد اکولوژیک | ارتباط با نیاز آبی | گونه های مرتبط | توضیحات |
|---|---|---|---|
| تولیدات اولیه | | | |
| تغذیه پرندگان | | | |
| پناهگاه پرندگان | | | |
| جوجه‌آوری پرندگان | | | |
| موقعیت ویژه در مهاجرت | | | |
| زیستگاه ماهیها | | | |
| محل تولید تخمریزی مهاجرت ماهیها | | | |
| محل پرورش بچه ماهیها | | | |
| تأمین آب مورد نیاز حیات وحش - اکوسیستمهای خشکی مجاور | | | |
| طبقه بندی حفاظتی بین المللی | | | |
| جزء مناطق چهارگانه تحت مدیریت | | | |
| جزء مناطق شکار ممنوع | | | |
| ... | ... | ... | ... |

## ۲. جمع بندی وضع موجود (بخش ۱-۱-۲ دستورالعمل)

**در این مرحله باید مطالعات وضع موجود تحلیل شود و نهایتا شاخص یا شاخصهای اصلی که برای محاسبه نیاز آبی باید هدفگذاری شوند تعیین گردند. منظور مشخصه(هایی) از تالاب است که حفظ آن به عنوان هدف محاسبه نیاز آبی تعیین می گردد. مثلا ممکن است در تالابی حفظ زیستگاه‌های تخمریزی ماهیان ویا حفظ گونه خاصی از تنوع زیستی هدف نهایی انتخاب شود. موارد ذیل در جمع بندی درنظر گرفته شود.**

- ۱. برای انتخاب شاخصهای نهایی یا هدفگذاری نیاز آبی باید تا حد امکان شاخصهای کمتری را استفاده نمود. به همین دلیل باید حتما شاخصهای کلیدی و معرف استفاده شوند.
- ۲. از هر یک از اجزاء اصلی اقتصادی- اجتماعی، تنوع زیستی و اکولوژیک و فیزیکوشیمیایی حداکثر فقط یک شاخص انتخاب گردد.
- ۳. شاخص انتخابی باید حتما با کمیت و یا کیفیت آب تالاب ارتباط مستقیم و قابل محاسبه‌ای داشته باشد.
- ۴. اگر دو شاخص از اجزاء مختلف محیط زیست وجود دارند که همدیگر را پوشش می‌دهند، فقط از یکی از آنها در هدفگذاری محاسبه نیاز آبی استفاده شود و ارتباط آن با شاخص دیگر در گزارش محاسبه نیاز آبی ثبت شود.
- ۵. درجه اهمیت هریک از شاخصها را با توجه به اطلاعات ارائه شده در گزارش دستورالعمل بخش ۱-۱-۲ تعیین نمایید.
- ۶. ارتباط بین هر شاخص با کمیت و کیفیت آب را مشخص نمایید.
- ۷. شاخص یا شاخصهای اصلی را با درنظر گرفتن درجه اهمیت هر یک و فراگیر بودن آنها انتخاب کنید.

## ۳. تعیین نیاز آبی (بخش ۱-۱-۳ دستورالعمل)

در این مرحله نیاز آبی از طریق گامهای زیر محاسبه می شود

۱.ارتباط شاخص(های) نهایی را با کمیت (و کیفیت) مشخص کنید. (مثلا حفظ محل تخمریزی ماهیها نیازمند عمق خاصی در ارتباط است یا بقاء آرتمیا در محدوده شوری خاصی امکان پذیر است و ...)
۲.حد مطلوب شاخص مورد نظر را ازنظر آبی مشخص کنید. (مثلا مقدار عمق مناسب آب برای تخمریزی ماهی فرضی نیم متر است یا حداکثر شوری قابل تحمل آرتمیا ۲۴۰ گرم در لیتر است و ...)
۳. (درصورتیکه معیار کیفیت آب برای شاخص(ها) انتخاب شده است) رابطه کیفیت با یکی از شاخصهای کمیت آب (متناسب با سوابق آماری موجود) را محاسبه کنید.
۴.کمیت محاسبه شده از بند قبل را در فرمول رابطه کمیت(انتخابی) با حجم آب قرار دهید. بدین ترتیب خروجی حاصله حجم آبی است که تالاب باید برای تامین شرایط تعیین شده برای شاخص مورد نظر داشته باشد.
۵.برای اینکه حجم تالاب در مقدار مشخص شده باقی بماند باید بیلان آبی تالاب (با درنظر گرفتن کلیه ورودیها و خروجیهای اصلی تنظیم گردد) برای این منظور از رابطه زیر استفاده شود.

$$V = P + Qi + Gi - E - Qo - Go$$

- V : حجم آب
- P : بارش مستقیم انجام شده در تالاب
- Qi : ورودی آبهای سطحی به تالاب
- Gi : تخلیه مستقیم آبهای زیرزمینی به تالاب
- E : تبخیر (و تعرق) از سطح
- Qo : خروجی سطحی از تالاب طی دوره زمانی مشخص
- Go : تغذیه (تخلیه به) آبهای زیرزمینی طی دوره زمانی مشخص

۶. توصیه می شود که محاسبات فوق به صورت ماهانه انجام شود و در هر حالت با درنظر گرفتن ورودیها و خروجیهای آب تالاب نیاز آبی مشخص خواهد شد. به عنوان نمونه جدول ذیل برای برنامه ریزی منابع آب و مشخص کردن نیاز آبی زیست محیطی ماهانه استفاده می شود.

| معیار آبی | ماه | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ |
| **خروجی های تالاب (E+Qo+Go)** | | | | | | | | | | | | |
| **ورودیهای مستقیم تالاب (P+Gi)** | | | | | | | | | | | | |
| **نیاز آبی (Qi)** | | | | | | | | | | | | |

**نیاز آبی محاسبه شده باید با هماهنگی وزارت نیرو ( ویا شرکتهای آب استانی) به تایید برسد و تخصیص یابد. باید در این مرحله نظارت دقیقی بر نحوه تخصیص آب (در محل ورودی به تالاب) صورت پذیرد و رفتار تالاب براساس آب تخصیص یافته مورد پایش قرار گیرد. در صورتیکه علیرغم تخصیص مناسب آب اهداف پیش بینی شده در فرایند در تالاب مورد نظر تامین نگردید باید نسبت به بازنگری کل فرایند و تعیین علل عدم تحقق اقدام و درصورت نیاز نسبت به محاسبه مجدد نیاز آبی تالاب با بازنگریها و یا اصلاحات لازم اقدام گردد.**

# چکیده دستورالعمل محاسبه سریع جریان زیست محیطی رودخانه‌ها براساس روش مونتانا (ی) اصلاح شده

## ۱. مقدمه:

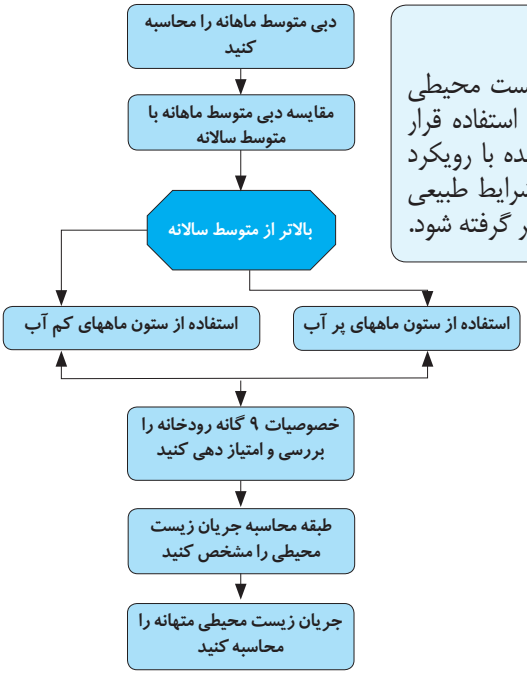
روش مونتانا یکی از روشهای محاسبه سریع جریان زیست محیطی رودخانه ها است که در ایران به صورت گسترده مورد استفاده قرار گرفته است. این روش در دنیا جزو روشهای شناخته شده با رویکرد هیدرولوژیک است ولی در اجرای این روش باید حتما شرایط طبیعی کشور (متناسب با تفاوتهای کشور مرجع این روش) درنظر گرفته شود.

## ۲. تطبیق ماههای کم آب و پرآب

روش مونتانا سال را به دو دوره زمانی آوریل – سپتامبر و اکتبر تا مارس تقسیم می کند و در اغلب موارد کاربرد این روش در ایران به اشتباه معادل ماههای شمسی این دوره ها در جدول مربوطه قرار داده می شود.

باید دقت نمود که این روش برای محاسبه جریان رودخانه‌های ایالتهای شمالی امریکا منجمله ایالت مونتانا و بر اساس مطالعه شرایط هیدرولوژی و اکولوژی این رودخانه‌ها ارائه شده است. بررسی شرایط اقلیمی و هیدرولوژی این مناطق نشان می‌دهد که از آوریل تا سپتامبر نه تنها بارش بیشتر است بلکه دما نیز افزایش پیدا می‌کند و با در نظر گرفتن ذخایر برف و یخ منطقه بویژه در کوهستانها ذوب برف افزایش پیدا می‌کند. بدین ترتیب در دوره مذکور جریان رودخانه‌ها به دلایل یاد شده پر آب است. در حالیکه عکس این حالت در دوره اکتبر تا مارس دیده می‌شود. در این دوره بارش کم و عمدتا به صورت برف است و دمای هوا نیز کاهش می‌یابد. بنابراین در این دوره زمانی جریانات آبی رودخانه‌ها کاهش پیدا می‌کند. بدین ترتیب درصد جریان آبی که به عنوان جریان زیست محیطی در جدول روش مونتانا در دوره آوریل– سپتامبر مربوط به دوره پرآبی و مرطوب و در دوره اکتبر– مارس مربوط به دوره کم آبی است. حال وقتی در ایران معادل ماههای شمسی این زمانها گذاشته شود در اغلب مناطق دوره های مرطوب و خشک مغایر با ماههای تعیین شده در روش مونتانا هستند.

بدین ترتیب در فرایند محاسبه جریان زیست محیطی رودخانه‌ها در ایران باید داده‌های متوسط جریان آبی ماهانه رودخانه مورد نظر بررسی شده و با مقایسه با متوسط سالانه تعیین شود که ماه مورد نظر جزو ماههای مرطوب یا خشک است. پس از انجام این کار می‌توان متوسط دبی رودخانه در ماه‌های خشک و تر را در ستون مربوطه اعمال نمود و جریان زیست محیطی را مشخص کرد.




● نمودار ۱. مراحل محاسبه سریع جریان زیست محیطی رودخانه ها

● جدول ۱. محاسبه جریان زیست محیطی رودخانه ها به روش مونتانا

| هدف | درصد متوسط جریان سالانه | |
|---|---|---|
| | ماههای پر آب | ماههای کم آب |
| سیلاب یا حداکثر جریان آبی میزان جریان طبیعی | ۲۰۰<br>۶۰-۱۰۰ | ۲۰۰<br>۶۰-۱۰۰ |
| جریان رودخانه شرایط اکوسیستم | درصد جریان مورد نیاز جهت حفظ شرایط اکوسیستم | بقاء شرایط رودخانه |
| بسیار عالی | ۶۰ | ۴۰ |
| عالی | ۵۰ | ۳۰ |
| خوب | ۴۰ | ۲۰ |
| متوسط | ۳۰ | ۱۰ |
| ضعیف یا حداقل | ۱۰ | ۱۰ |
| بسیار مخرب | ۰-۱۰ | کمتر از ۱۰ |

## ۳. تعیین طبقه محاسبه جریان زیست محیطی

در هنگام محاسبه جریان زیست محیطی می‌توان درصدهای مختلفی از جریان طبیعی رودخانه را به عنوان نسبت جریان زیست محیطی مشخص نمود. بررسی برخی مطالعات موردی انجام شده در ایران نشان می‌دهد که در اغلب مطالعات برای رودخانه‌ها، برای حداقل جریان زیست محیطی، طبقه پنجم (ضعیف) مبنا قرار گرفته است. این درحالیست که در این شرایط فشار قابل توجهی به اکوسیستم طبیعی رودخانه وارد خواهد شد و در نتیجه اجزاء طبیعی رودخانه به تدریج تخریب خواهند شد. برای تعیین طبقه محاسبه جریان زیست محیطی باید ۹ معیار زیر در رودخانه مورد نظر مطالعه شود و در جدول ۲ امتیاز دهی شوند.

۱.طبقه بندی حفاظتی رودخانه
۲.وجود گونه درخطر انقراض
۳.وجود گونه نادر و کمیاب
۴.وجود مهاجرت ماهیان آنادرموس
۵.تخلیه رودخانه به تالابهای درون سرزمینی (تغذیه تالابها)
۶.تخلیه رودخانه به مصب دریا
۷.وجود کارکردهای تفرجی
۸.وجود فعالیتهای ماهیگیری
۹.دوره طبیعی آبدار بودن رودخانه

هریک از معیارهای فوق دارای سطوح مختلفی هستند که امتیازهای متفاوتی نیز کسب می‌کنند. بنابراین باتوجه به شرایط رودخانه مورد نظر و تطبیق آن با جدول ۲ می‌توان امتیاز هر معیار را تعیین نمود.

**جدول ۲. امتیازدهی معیارهای کیفیت محیط زیستی رودخانه ها برای محاسبه جریان زیست محیطی**

| شاخص | طبقه | امتیاز |
|---|---|---|
| طبقه حفاظتی | پارک ملی(و طبقه بندی حفاظتی بین المللی | ۴ |
| | اثر طبیعی ملی | ۴ |
| | پناهگاه حیات وحش | ۳ |
| | منطقه حفاظت شده | ۲ |
| | منطقه شکار و صید ممنوع | ۱ |
| گونه های حفاظتی | در خطر انقراض | ۳ |
| | نادر و کمیاب | ۲ |
| مهاجرت ماهیان | وجود ماهی آنادر وموس | ۳ |
| تخلیه به تالاب های درون سرزمینی | تخلیه به تالاب های درون سرزمینی | ۲ |
| تخلیه به مصب دریا کارکرد تفریحی | تخلیه به مصب دریا | ۱ |
| | وجود کارکرد تفریحی | ۲ |
| ماهیگیری | تجاری و اقتصادی | ۳ |
| | ورزشی و تفریحی | ۲ |
| دوره آبی رودخانه | دائمی | ۰ |
| | فصلی | ۰ |
| | مسیل | -۲ |

**جدول ۳. طبقه بندی امتیازات برای تعیین طبقه تامین جریان زیست محیطی**

| ردیف | شرایط اکوسیستم/طبقه تامین جریان زیست محیطی | امتیاز |
|---|---|---|
| ۱ | بسیار عالی | ۲۲-۲۱ |
| ۲ | عالی | ۲۰-۱۷ |
| ۳ | خوب | ۱۶-۱۱ |
| ۴ | متوسط | ۱۰-۷ |
| ۵ | ضعیف یا حداقل | ۶-۳ |
| ۶ | بسیار مخرب | ۲-۰ |

## ۴. محاسبه جریان زیست محیطی

پس از جمع‌بندی امتیازاتی که هر رودخانه بدست می آورد باید طبقه محاسبه جریان زیست محیطی براساس جدول ۳ مشخص شود. با مشخص شدن این طبقه‌بندی و اطلاعاتی که در گام قبل برای تعیین دوره پر آب و کم آب رودخانه بدست آمد می‌توان جریان زیست محیطی رودخانه را با استفاده از جدول ۱ به تفکیک ماهانه مشخص نمود. مثلا اگر رودخانه‌ای از لحاظ طبقه تامین جریان زیست محیطی (جدول ۳) در طبقه متوسط قرار گیرد باید ۳۰ درصد دبی ماههای پرآب و ۱۰ درصد دبی ماههای کم آب به عنوان جریان زیست محیطی آن رودخانه تعیین گردد.

# فهرست منابع


۱. ثابت رفتار، عالیه. ۱۳۸۷. تعیین حقابه زیست محیطی تالاب آق گل. کارگاه محاسبه نیاز آبی تالابها و رودخانه ها، کمیسیون ملی سدهای بزرگ ایران، وزارت نیرو.

۲. جلالی، بهیار. ( ۱۳۷۷). انگلها و بیماریهای انگلی ماهیان آب شیرین ایران . انتشارات معاونت تکثیر و پرورش آبزیان شیلات ایران.

۳. سیما، سمیه. ۱۳۸۵. برآورد نیاز آب زیست محیطی تالاب شادگان با استفاده از داده های سنجش از دور. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی عمران. تهران.

۴. کیان مهر، هرمزدیار. ۱۳۸۴. بیولوژی جلبک‌ها. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۳۳۴ صفحه.

۵. نفیسی بهابادی محمود، عیسی ابراهیمی، پروانه پیکانپو. ۱۳۸۴. لیمنولوژی (اکوسیستم دریاچه‌ها و رودخانه‌ها)، ترجمه. انتشارات نورگستر، ۴۱۶ صفحه.

۶. نظری دوست، علی. ۱۳۸۵. تدوین متدولوژی، دستورالعمل و برنامه نرم‌افزاری جهت محاسبه حداقل نیاز آبی اکوسیستم‌های تالابی (مطالعه موردی تالاب بین المللی ارومیه). پایان نامه دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم و تحقیقات، دانشکده محیط زیست، گروه علوم محیط زیست. تهران.

7. Abbaspour, M. and Nazaridoust, A. (2007). Determination of environmental water requirements of Lake Urmia, Iran: an ecological approach. International Journal of Environmental Studies, 64(2), 161-169.

8. Birge, e. a. 1916. The work of the wind in warming a lake. Trans. Wis. acad. sci. arts lett. 18(pt. 2):341-391.

9. Bostrom, Bengt. 1981. Factors Controlling the Seasonal variation of nitrate in Lake Erken. John Wiley & Sons, Inc. 66:821-835

10. Brander, Luke and Kirsten Schuyt. 2004. Benefits transfer: The economic value of world’s wetlands. Available at: http://www.teebweb.org/

11. Caraco, Nina F.; Jonathan J. Cole, and Gene E. Likens, 1992. New and recycled primary production in an oligotrophic lake: Insights for summer phosphorus dynamics. Limnol. Oceanogr., 37(3), 1992, 590- 602.

12. Costanza Robert, Ralph d'Arge, Rudolf de Groot, Stephen Farber, Monica Grasso, Bruce Hannon, Karin Limburg, Shahid Naeem, Robert V. O'Neill, Jose Paruelo, Robert G. Raskin, Paul Sutton & Marjan van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387, 253 - 260 (15 May 1997); doi:

13. Davis Richard and Rafik Hirji. 2003. Water Resources & Environment, technical note c1- c3, Environmental Flows: Case Studies. World Bank, Washington, dc.

14. Engelmayer, A. 1995. Effects of predator-released chemicals on some life history parameters of Daphnia pulex. Hydrobiologia 307: 203-206.

15. Fitz Gerald, Duncan M.; Knight, Jasper (editors). 2005, High Resolution

Morphodynamics and Sedimentary Evolution of Estuaries, Springer, New York. 365 pages.
16. Fleischer, S. 1978. Evidence for the anaerobic release of phosphorus from lake sediments as a biological process. Naturwissenschaften 65:109.
17. Galloway, James N.; 1998. The global nitrogen cycle: changes and consequences. Environ. Poll. 102 (S1): 15 – 24.
18. Goldman, Charles Remington, Alexander J. Horne. 1994. Limnology. McGraw-Hill. 464 pages560.
19. Gray, N.F. and Delaney, E. (2008) Comparison of benthic macroinvertebrate indices for the assessment of the impact of acid mine drainage on an Irish river below an abandoned Cu-S mine. Environmental Pollution 155, 31–40.
20. Hepher, B., 1966. Some aspects of the phosphorus cycle in fishponds. Verh. Int. Ver. Limnol., 16(3):1293-1297.
21. Holden, A. V. 1961. The removal of dissolved phosphate from lake waters by bottom deposits. Verh. Internat. Verein. Limnol. 14:247-251.
22. Holdren, G. C., D. E. Armstrong, and R. F. Harris, 1977. Interstitial Inorganic Phosphorus Concentrations in Lakes Mendota and Wingra. Water Resources 11:1041–1047.
23. Horn, D. A., J. Imberger and G. N. Ivey, 1990. Physical limnology, in advances in applayd mechanics. Academic press Boston.
24. Hutchinson, G.E., 1975. A Treatise on Limnology. Volume III. Limnological Botany. John Wiley & Sons, New York.
25. Imberger,J. and J.C. Patterson. 1990. Physical Limnology. Adv. Appl. Mechanics. 27:303-475
26. Ingemar Ahlgren, Tom Frisk, Lars Kamp-Nielsen. (1988) Empirical and theorical models of Phosphorus loading retention and concentration vs. lake trophic state. Hydrobiologia, 170,285-304
27. Joseph A. Arruda, G. Richard Marzolf , and Robin T. Faulk. 1983. The role of suspended Sediments in the nutrition of zooplankton in turbid reservoirs. Ecology. 64:1225-1235
28. Jeppesen, E., M. Sondergaard, O. Sortkjaer, E. Mortensen and P. Kristensen. 1990. Interactions between phytoplankton, zooplankton and fish in a shallow, hypertrophic lake: a study on phytoplankton collapses in Lake Sobygard, Denmark. Hydrobiologia 191:139-148
29. Juday, C, Birge, E.A., Kemmerer, G.I., and Robinson, R.J., Phosphorus content of lake waters of northeastern Wisconsin, Trans. Wis. Acad. Sci. Arts Lett., 23, 233, 1927.
30. Kirk K.L. & Gilbert J.J. (1990) Suspended clay and the population dynamics of

planktonic rotifers and cladocerans. Ecology, 71, 1741–1755.
31. Kirk, K. L. & Gilbert J.J. 1988. Escape behavior of Polyarthra in response to artificial flow stimuli. Bulletin of Marine Science 43: 551.
32. Lammens, E.H.R.R. (1989) Causes and consequences of the success of bream in Dutch eutrophic lakes. Hydrobiological bulletin, 23, 11-18.
33. Lau, S.S.S. and S.N. Lane: Biological and chemical factors influencing shallow lake eutrophication: A long-term study. Sci. Total Environ.,. 288, 167-181 (2002)
34. Louette & De Meester 2005. Colonization of newly created ponds in natural settings, monitoring the success of nature restoration projects, Ecology.
35. Ohle, W.,Zur Vervollkommnung der hydrochemischen Analyse, III, Die Phosphorbestimmung, Z. angew. Chemie49, 206 (1936).
36. Patterson, J. C.; P. F. Hamblin; Imberger J.; 1984. Classification and dynamic simulation of the Vertical Density Structure of Lakes.1984, Limnol. Oceanogr., 29(4), 1984, 845- 861.
37. Rawson, D.S. 1956. Algal Indicators of Trophic Lake Types. University of Saskatchewan
38. Reynolds, Cs. 1984. The ecology of fresh water phytoplankton. Cambridge university press, Cambridge. 384 Pages.
39. Roden E. E. and Edmonds j. W. (1997) Phosphate mobilization in iron-rich anaerobic sediments: microbial Fe (m) oxide reduction versus iron-sulfide formation. Arch. Hydrobiol 139, 347-378.
40. Scheffer, Marten. 1998. Ecology of Shallow Lakes. Springer. 357 pages.
41. Smith, Val H. 1982. The nitrogen and phosphorus dependence of algal biomass in lakes and empirical and theoretical analysis. Limnology and oceanography, 27. 1101 -1112
42. Stirling, G. (1995) Daphnia behavior as a bioassay of fish presence or predation. Functional. Ecology. 9: 778-784.
43. Storm, s. l., 1993. Production of pheopigments by marine protozoa: result of laboratory experiments analyzed by hplc. Deep- sea research.
44. Thienemann Johannes, 1927. Drei Jahrzehnte auf der kurischen Nehrung. Neumann: Neudamm.
45. Vander Zanden, M.J. and Y. Vadeboncoeur. 2002. Fishes as integrators of benthic and pelagic food webs in lakes. Ecology. 83:2152-2161.
46. Wetzel, Robert G. 2001. Limnology: Lake and River Ecosystems. Academic Press, 2001. 1006 pages.
47. Weider, L. J. & J. Pijanowska (1993). Plasticity of Daphnia life histories in response to chemical cues from predators Oikos 67: 385–392.

# Preamble

Iran, located in a semi-arid and arid geographical climate zone, has an annual precipitation of only one-third of the world's average. Furthermore, rapid population growth and intensification of economical, agricultural and industrial projects, has increased the demand for water resources. According to the statistics, the country's total renewable water resource is about 130 billion m3 annually with a present consumption of 80 billion m3 (of which 90% is used for agriculture); this is expected to increase to 104 billion m3 by 2021. Human consumption of water is expected to rise by about 89%, agricultural consumption by 24%, and industrial usage by 260%. Given this predicted water deficiency and also the uneven temporal and spatial distribution of water resources, the further development of water supply projects such as dam building and water structures and also intra- and inter-basin water transfers seems inevitable.

These developments risk causing significant environmental impacts, particularly on freshwater ecosystems and wetlands, – especially considering the country's climate challenges. The importance of securing sustainable water allocations to the environment, and making wise use of water-related ecosystems such as wetlands is crucial, since these systems provide many of the ecosystem services on which the economy, society and biodiversity depends. These include providing and regulating water flows, capturing nutrients, sediments and pollutants, regulation of the micro-climate, fisheries, grazing, tourism and recreation etc..

The survival of wetlands is particularly dependent on the upstream land and water management which determines the quality and quantity of water available. In spite of their sensitivity and importance, wetlands have gone under tremendous changes within the past years, both in Iran and worldwide.

Different usage of ground and surface water resources within the watersheds inevitably affects the watershed regime and downstream wetlands. Water management projects can potentially impose serious environmental impacts on water resources including the timing, quantity and quality of natural flows, with severe consequences on natural ecosystems, especially wetlands. Already, a number of Iran's wetlands have been severely influenced by such schemes enhanced by the recent droughts, resulting in fluctuations of their water level or their complete desiccation. As this situation is likely to worsen in the future, it is essential to formulate new scientific and practical approaches to estimate the ecological water needs of wetlands.

To address this need, Conservation of Iranian Wetlands Project (CIWP) compiled this applied manual for calculating the ecological water needs of a wetland taking into account the national and international knowledge and experiences. Because of the lack of sufficient and available data and information regarding the country's wetlands, it was decided from the start to prepare a simple and applicable method which could be used easily by interested parties. This approach has minimized the need for complex information, without under-estimating the importance of more detailed studies.

# Manual for determining the water requirement of wetlands

By:
Conservation of Iranian Wetlands Project (CIWP)
and
Asarab Consulting Company

2014