زیست‌شناسی تالاب‌های آب شیرین

آرنولد جی وندر والک
Arnold G.van der Valk

اکولوژی (بوم‌شناسی) روند تکاملی و زیست‌شناسی موجودات زنده

دانشگاه ایالتی آیوا

مجموعه زیست‌شناسی زیستگاه‌ها

این مجموعه جالب نوشتارهای خلاصه و تامل برانگیز، نگاه‌کلی و جامع از طراحی، فیزیولوژی و بوم-شناسی جانداران در یک زیستگاه مشخص و در بستر محیط فیزیکی که در آن قرار گرفته‌اند را بدست می‌دهد. هر کتاب جنبه‌های کاربردی لازم برای کارکردن در یک نوع زیستگاه را توضیح می‌دهد و به جزییات انواع مطالعاتی که در این زمینه ممکن است می‌پردازد. این کتاب‌ها مسایل مرتبط با مدیریت و حفاظت را نیز دربرمی‌گیرند. این مجموعه برای طبیعت‌شناسان، دانشجویانِ رشته‌های زیست‌شناسی یا علوم محیط‌زیستی، افرادی که به تازگی تحقیقات مستقل را آغاز کرده‌اند و نیز برای زیست‌شناسان حرفه‌ای که به مطالعه یک زیستگاه جدید مشغولند، مناسب خواهد بود.

زیست‌شناسی سواحل صخره‌ای Colin Little and F. A.Kitching	**زیست‌شناسی زیستگاه‌های قطبی** G. E. Fogg
زیست‌شناسی دریاچه‌ها و برکه‌ها Christer Bronmark and Lars-Andres Hansson	**زیست‌شناسی جریان‌ها و رودخانه‌ها** Paul S. Giller and Bjorn Malmqvist
زیست‌شناسی مانگروها Peter F.Hogarth	**زیست‌شناسی سواحل نرم و مصب‌ها** Colin Little
زیست‌شناسی اقیانوس‌های عمیق Peter Herring	**زیست‌شناسی دریاچه‌ها و برکه‌ها، ویرایش دوم** Christer Bronmark and Lars-Andres Hansson
زیست‌شناسی خاک Richard D.Bardgett	**زیست‌شناسی تالاب‌های آب شیرین** Arnold G.van der Valk
زیست‌شناسی توربزارها Haken Rydin and John Jeglum	

سخن نخست

علیرغم تلاش‌های انجام شده توسط کارشناسان دلسوز کشور، منابع جامع در زمینه انجام مطالعات پایه بوم‌شناسی و زیست‌شناسی محیط‌های تالابی، در ایران انگشت‌شمار بوده‌اند. همین مسئله نیاز به ترجمه منابع معتبر بین‌المللی و تدوین چنین کتاب‌ها و دستورالعمل‌هایی را جهت ارتقا دانش کارشناسی کشور در راستای شناخت علمی از محیط‌های تالابی ضروری می‌نمود.

این کتاب از مجموعه انتشارات دانشگاه آکسفورد، به توصیه آقای دکتر مایکل موزر مشاور ارشد بین‌المللی طرح حفاظت از تالاب‌های ایران، توسط کارشناسان این طرح به فارسی برگردان شده تا بعنوان یکی از متون پایه مورد استفاده کارشناسان و علاقمندان به حفاظت و مدیریت تالاب‌ها قرار گیرد. این کتاب می‌تواند یکی از گام‌های نخست تهیه محتوای علمی جهت پیش‌برد چنین مطالعاتی در کشور محسوب شود، و در افزایش دانش حفاظت از تالاب‌ها نیز مفید باشد.

امید است در آینده این روند پیگیری شود و نتیجه مطالعات پایه زیست‌شناسی و بوم‌شناسی انواع دیگر تالاب‌ها، بویژه نمونه‌هایی که مشابه آن در ایران وجود دارد (همچون تالاب‌های آب‌شور داخلی، تالاب‌های کوهستانی، تالاب‌های ساحلی، جنگل‌های مانگرو و ....) تالیف، ترجمه و تدوین شده و در اختیار پژوهش‌گران، دانشجویان و علاقه‌مندان به طبیعت قرار گیرد، تا با افزایش اطلاعات علمی و شناخت بیشتر از روابط موجودات زنده و محیط‌غیرزنده این غنی‌ترین اکوسیستم‌های کره زمین، به انجام اقدامات عملی پایدار جهت حفاظت از تالاب‌های کشور بینجامد.

در پایان جا دارد از تیم اجرایی طرح حفاظت از تالاب‌های ایران و نیز از زحمات همه عزیزانی که در ویرایش علمی و پیگیری چاپ این کتاب به سازمان حفاظت محیط زیست یاری رساندند تشکر و قدردانی نمایم.

اصغر محمدی فاضل
معاون محیط‌زیست طبیعی و تنوع زیستی سازمان حفاظت محیط زیست و
مجری ملی طرح حفاظت از تالاب‌های ایران

فهرست مطالب

۱ مقدمه ۱
۱.۱ تالاب چیست؟ ۱
۲.۱ طبقه بندی تالاب ۶
۳.۱ فهرست تالاب ها ۹
۴.۱ خلاصه ۱۰
۵.۱ مشاهدات و تجربه های عملی ۱۰
۱.۵.۱ طبقه بندی تالاب ها ۱۱
۲ محیط زیست ۱۲
۱.۲ اجزای فیزیکی و شیمیایی آب ۱۲
۲.۲ ماکروفیت کاناپی ۱۸
۳.۲ هیدرولوژی تالاب ۲۰
۴.۲ خلاصه ۲۶
۵.۲ مشاهدات و تجربه های عملی ۲۷
۱.۵.۲ سطوح آب ۲۷
۲.۵.۲ شیمی آب ۲۷
۳.۵.۲ گرادیانت های حرارتی و اکسیژنی
۳ میکروارگانیزم ها و بی مهرگان ۲۹
۱.۳ میکروارگانیزم ها ۳۰
۱.۱.۳ باکتری ها ۳۰
۲.۱.۳ متابولیزم باکتریایی ۳۰
۳.۱.۳ متابولیزم دیسیلیماتوری ۳۱
۴.۱.۳ متابولیزم آدیسیمیلاتوری ۳۴
۵.۱.۳ قارچ ۳۴
۶.۱.۳ جلبک ۳۵
۲.۳ بی مهرگان ۳۹
۱.۲.۳ حشرات آبزی ۴۳
۳.۳ جمع بندی ۴۶
۴.۳ مشاهدات و تجربه های عملی ۴۷
۱.۴.۳ جلبک های تالاب ۴۷
۲.۴.۳ بی مهرگان تالاب ۴۷
۴ گیاهان و جانوران تالاب ۴۹
۱.۴ گیاهان تالاب ۵۱
۱.۱.۴ پیوستگی فضای حبابی ۵۵

۲.۱.۴ ناهمجوری ۵۹
۳.۱.۴ رشد گروهی ۶۱
۲.۴ پرندگان ۶۳
۳.۴ ماهیان ۶۹
۴.۴ دوزیستان، خزندگان و پستانداران ۷۲
۵.۴ جمع بندی ۷۶
۶.۴ مشاهدات و تجربه های عملی ۷۶
۱.۶.۴ سازگاری گونه های ماکروفیت ۷۶
۲.۶.۴ بانک بذر ۷۷
۳.۶.۴ پرندگان تالاب ۷۷
۴.۶.۴. ماهیان تالاب ۷۷
۵ الگوهای فضای و زمانی ۷۹
۱.۵ الگوهای فضایی ۸۲
۱.۱.۵ توسعه کوانکلاین ۸۴
۲.۱.۵ آتش سوزی ۸۸
۲.۵ الگوهای زمانی ۸۸
۱.۲.۵ توالی کلان ۸۹
۲.۲.۵ نوسانات در مقابل توالی های خرد ۹۱
۳.۵ توسعه چشم انداز تالابی ۹۲
۴.۵ خلاصه ۹۷
۵.۵ مشاهدات و تجربیات عملی ۹۷
۱.۵.۵ تحلیل گرادیانت ۹۷
۲.۵.۵ حفره های رسوبات ۹۸
۶ کارکردهای تالاب ۹۹
۱.۶ تولید اولیه ۹۹
۲.۶ تجزیه فضولات ۱۰۴
۳.۶ زنجیره غذایی ۱۰۶
۴.۶ چرخه مواد مغذی ۱۱۱
۱.۴.۶ چرخه نیتروژن و سولفور ۱۱۴
۲.۴.۶ چرخه فسفر ۱۱۶
۵.۶ خلاصه ۱۱۶
۶.۶ مشاهدات و تجربه های عملی ۱۱۷
۱.۶.۶ تولید اولیه ۱۱۷
۲.۶.۶ بی مهرگان و تجزیه فضولات ۱۱۷
۳.۶.۶ تولید متان ۱۱۸

۷ آینده تالاب ها ۱۱۹
۱.۷ از دست رفتن تالاب ها ۱۲۰
۲.۷ گونه های مهاجم و تخریب تالاب ها ۱۲۱
۳.۷ تغییرات اقلیم جهانی ۱۲۵
۴.۷ احیای تالاب ها ۱۲۷
۵.۷ خلاصه ۱۳۲

تعاریف قراردادی از انواع تالاب ها و برابر نهادها ۱۳۳
واژه نامه ۱۳۵

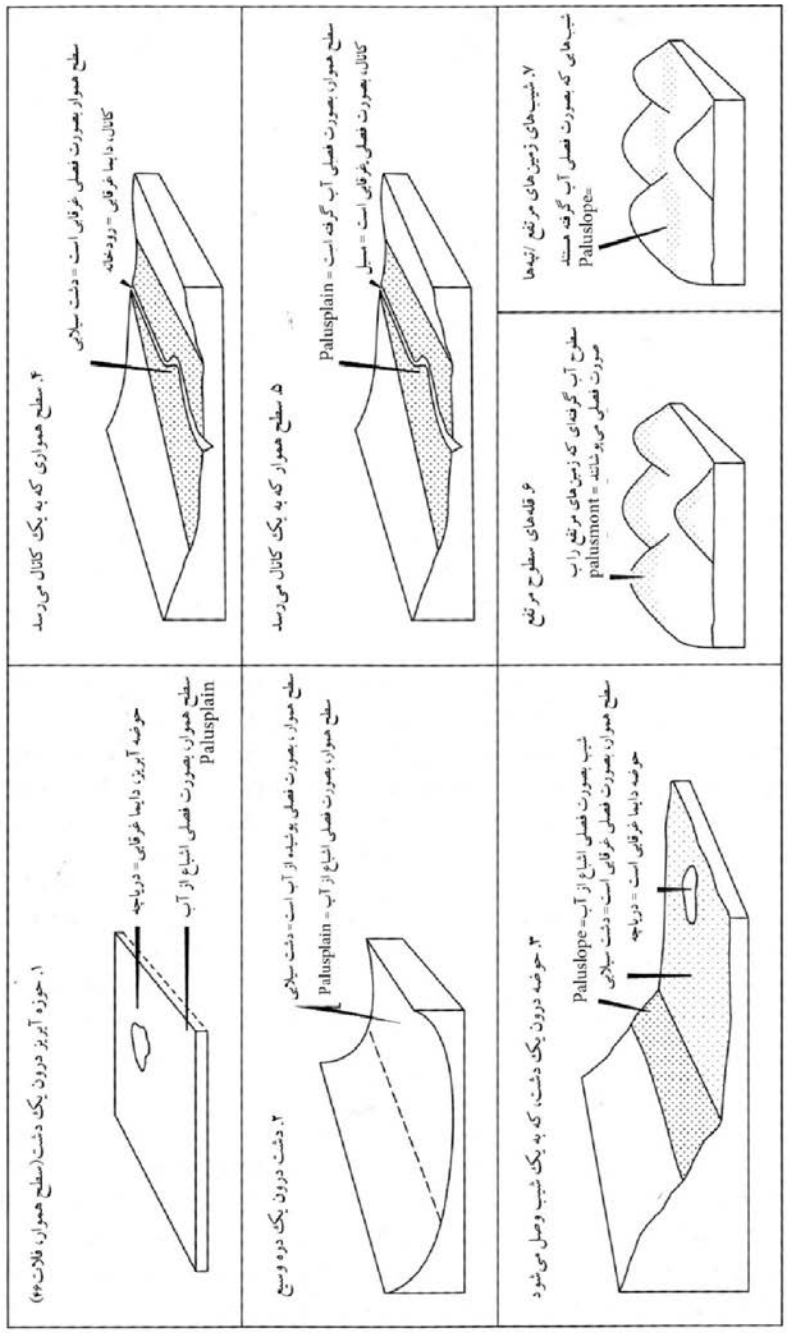
۱.مقدمه

۱.۱ تالاب چیست؟

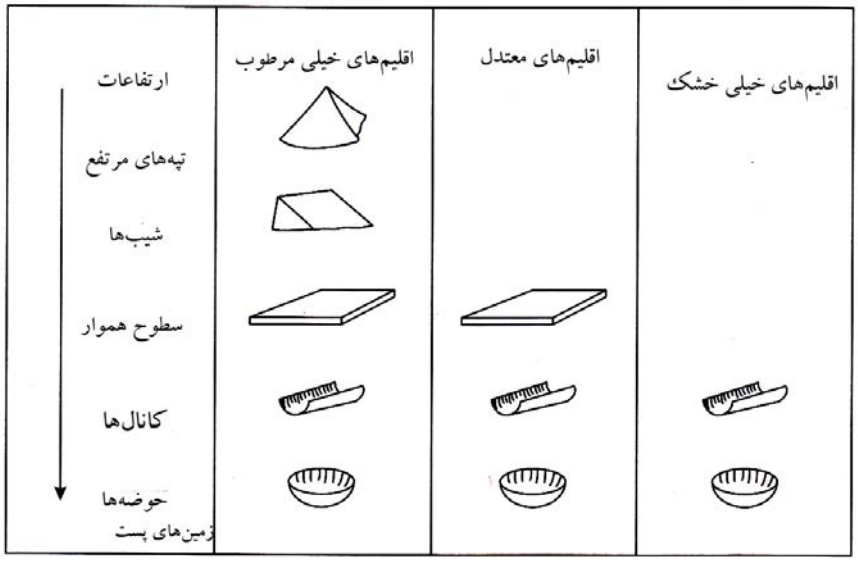
در سراسر جهان مناطقی با آب کم‌عمق یا خاک‌های اشباع وجود دارند که پوشش گیاهی آن غالباً از گونه‌های گیاهی بزرگی تشکیل شده که در دیگر زمین‌های بالادست یافت نمی‌شوند. معمولاً بارزترین ویژگی چنین مناطقی گیاهانی هستند که سر از آب بیرون می‌آورند، ولی در بررسی دقیق‌تر این مناطق گیاهان شناور در سطح آب و یا گیاهانی که زیرِ آب رشد می‌کنند دیده می‌شوند. همچنین گروه‌هایی از جانوران، به ویژه پرندگان، وجود دارند که کم و بیش محدود به این نواحی هستند. این مناطق با گونه‌های منحصر به فرد گیاهی و جانوری خود تالاب به شمار می‌آیند. واژه تالاب به نسبت واژه جدیدی است که بسیاری از انواع زمین‌های خیس را شامل می‌شود و به صورت محلی مرداب[۱]، باتلاق[۲]، آبگیرر[۳]، لجنزار[۴] ، خلاش(سیاه‌آب)[۵]، گنداب[۶]، دریاچه[۷]، گودال آب[۸]، چالاب[۹] و... نامیده می‌شود. برخی از این مناطق بسیار وسیع هستند و صدها یا هزاران کیلومتر مربع را پوشش می‌دهند و انواع مختلفی از گیاهان را در برمی‌گیرد، همچون تالاب‌های اِورِگلید[۱۰] فلوریدا، زمین‌های پست خلیج هادسون[۱۱] ، پانتانال[۱۲] ، دلتای اوکاوانگو[۱۳] ، دلتای مِکونگ[۱۴] ، دلتای دانوب[۱۵] و... در حالی که تالاب‌های دیگر ممکن است بسیار کوچک، با مساحتی کم‌تر از یک هکتار باشند، مانند: چال‌مرغزارها[۱۶]، استخرهای بهاری کالیفرنیا[۱۷]، بیلابونگزها[۱۸] در استرالیا.

تالاب‌ها به طور باورنکردنی انواع گوناگونی دارند (شکل ۱.۱) که این گوناگونی از تفاوت در منابع آبی آن‌ها (هیدرولوژی) و مکان قرارگرفتن آن‌ها در چشم‌انداز (ژئومورفولوژی) ناشی می‌شود. پوشش‌گیاهی تالاب‌ها از پوشش غالب خزه‌ای سیاه‌آب‌ها[۱۹] در مناطق قطب شمال تا پوشش غالب درختی در دشت‌های سیلابی مناطق گرمسیری حوضه آبخیز آمازون تغییر می‌کند (فینلیسون و موزر ۱۹۹۱). در اقلیم‌های مرطوب، مثل شمالِ‌غرب اروپا، تقریباً در هر نوعی زمین، از پست‌ترین مناطق تا تپه‌های مرتفع، برخی انواع تالاب‌ها را می‌توان مشاهده‌کرد (شکل۲.۱)، ولی در اقلیم‌های خشک، مانند جنوب آفریقا و بخش اعظم استرالیا، تالاب‌ها اغلب به روددره‌ها[۲۰] و زمین‌های پست[۲۱] محدود می‌شوند. در اقلیم‌های میانه و معتدل، برای مثال،

[1] Marsah
[2] swamp
[3] fen
[4] slough
[5] bog
[6] glade
[7] Hammock
[8] vlei
[9] jheel
[10] Everglade
[11] Hudson Bay Lowlands
[12] Pantanal
[13] Okavango Delta
[14] Mekong Delta
[15] Danube Delta
[16] Prairie pothole
[17] Vernal pools
[18] Billabongs
[19] Bogs
[20] River channels
[21] depressions



شکل ۱.۱ اشکال زمین و انواع تالاب‌های مرتبط با آن (از سمنیوک و سمنیوک ۱۹۹۵)

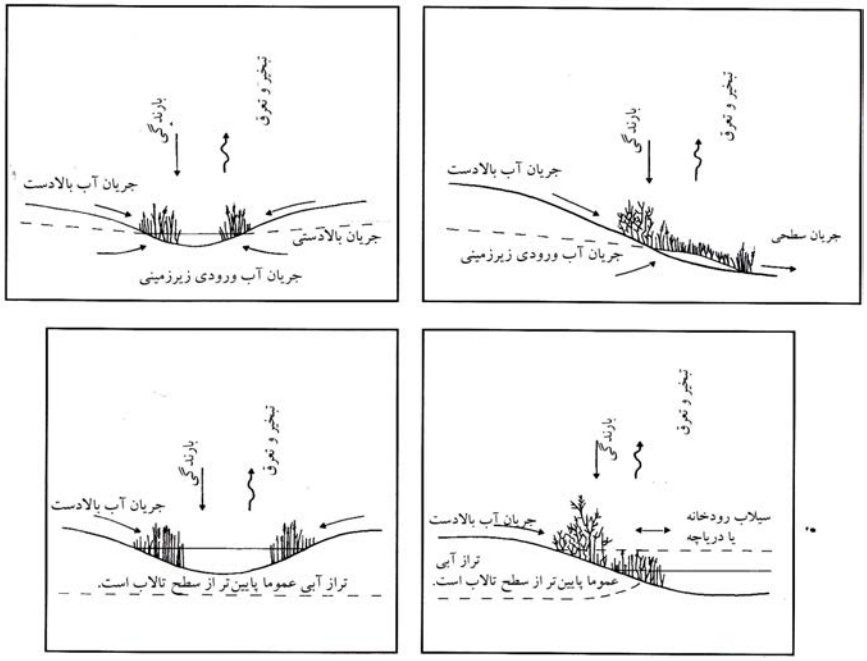


شکل ۲.۱ انواع اشکال مختلف زمین که در آن‌ها تالاب‌ها می‌توانند در اقلیم‌های متفاوت شکل بگیرند. (از سمنیوک ۱۹۹۵)

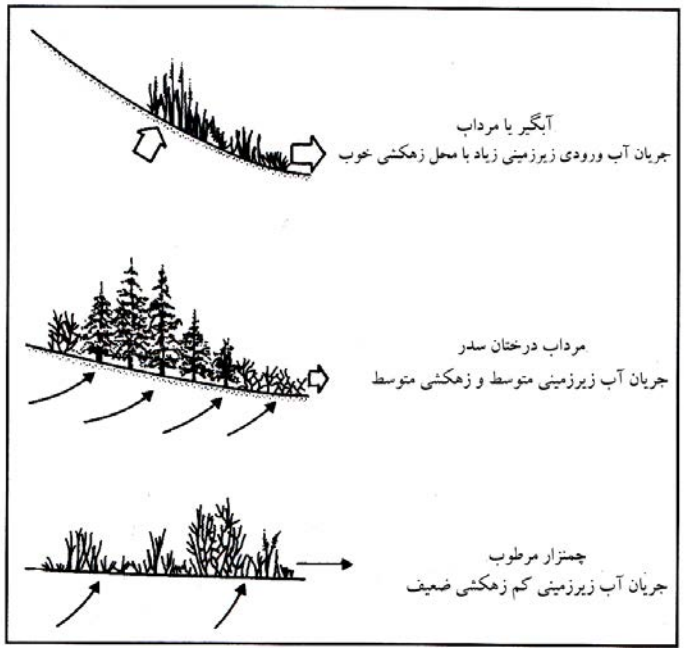
مرکز و شمال ایالات متحده، اغلب تالاب‌ها در گودی‌ها و سطوح شیب‌دار قرار گرفته‌اند. (شکل ۳.۱)
به دلیل اختلاف‌های اندک در هیدرولوژی تالاب‌ها، در یک منطقه مشخص، انواع مختلفی از گیاهان در یک مجموعه از چشم اندازهای مشابه یافت می‌شوند.

تالاب‌ها ویژگی‌های مشترکی با سیستم‌های آبی (بخش ۳) و سیستم‌های خشکی (بخش ۴) دارند. با این وجود، تالاب‌ها دو مشخصه دارند که در کنار یکدیگر آن‌ها را منحصر به فرد می‌نماید. اولین ویژگی آن‌ها خاک‌های بی‌هوازی است. خاک‌های بی‌هوازی[1] به این دلیل به وجود آمده و توسعه می‌یابند که اکسیژن محلول در خاک اشباع‌شده از آب، خیلی سریع توسط میکروارگانیزم‌ها کاهش می‌یابد (بخش ۲). خاک‌های بی‌هوازی، تالاب‌ها را از دیگر سیستم‌های خشکی مانند جنگل‌های برگ‌ریز و چمنزارها متمایز می‌کند. نه‌تنها این خاک‌ها بی‌هوازی هستند، بلکه در آب بالای آن نیز اغلب اکسیژن وجود ندارد و یا غلظت آن بسیار پایین است، لذا اکسیژن برای بسیاری از گیاهان و گونه‌های جانوری تالاب‌ها فاکتور محدودکننده است. به تبع این مسئله، ارگانیزم‌هایی که درتالاب‌ها زندگی می‌کنند بایستی ویژگی‌های اندام‌شناسی، ریخت‌شناسی، فیزیولوژیک و سازگاری‌های رفتاری داشته باشند تا آن‌ها را قادر به استحصال، نگهداری، ذخیره‌سازی و یافتن اکسیژن نماید (بخش ۳ و ۴).
مشخصه دومی که تالاب‌ها را از سایر سیستم‌های آبی متمایز می‌کند گیاهان بزرگ[2] هستند، از آن‌ها مجموعاً به عنوان ماکروفیت‌ها یاد می‌شود (بخش ۵ و ۶). ماکروفیت‌ها اغلب اشکال رویشی گیاهان خشکی (مانند: درخت، بوته، چمن، سرخس، خزه و ...) را دارند و تولیدکنندگان اصلی و اولیه تالاب‌ها هستند. درحالی که جلبک‌ها تولیدکنندگان اصلی و اولیه سیستم‌های آبی (آب‌راهه‌ها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها) هستند. گرچه، جلبک‌ها در تالاب‌ها نیز حضور دارند و می‌توانند تولیدکننده اصلی و اولیه باشند (بخش ۶). به هر حال در یک تالاب، ماکروفیت‌ها و بقایا (برگ‌ریخت)[3] آن‌ها بخش عمده ساختار فیزیکی تالاب را ایجاد و شرایط زیست‌محیطی محلی (مانند درجه حرارت آب و خاک، سرعت آب، شیمی آب و سرعت باد) را تعدیل می‌کنند(شکل ۵.۱).

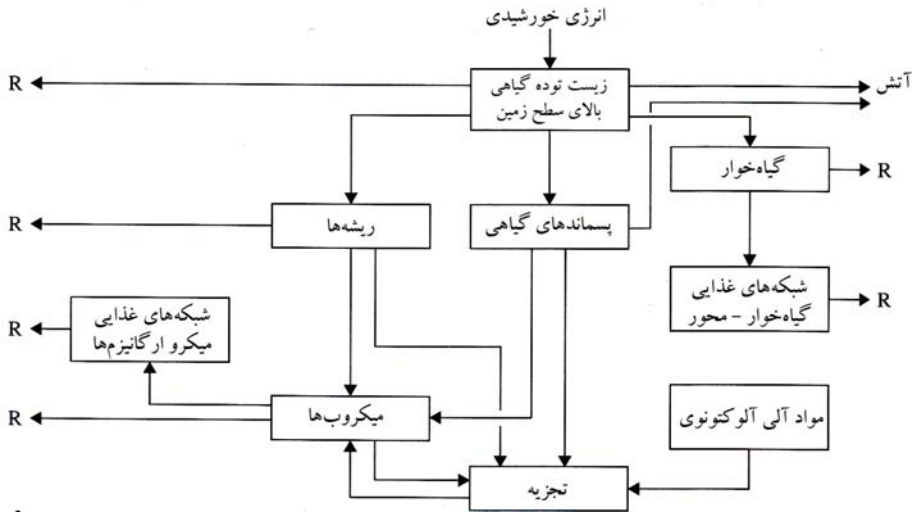
[1] anerobic
[2] large plants
[3] litter



شکل ۳.۱ : چهار نوع معمول انواع تالاب: تالاب‌های گودالی و شیب‌دار، دارا یا فاقد ورودی‌های آ ب زیرزمینی (از نوویتیز ۱۹۷۹)



شکل ۴.۱ انواع مختلف پوشش‌گیاهی در تالاب‌های شیب‌دار با آب زیرزمینی، در ویسکونسین ایالات متحده آمریکا (ترسیم مجدد از نوویتیز ۱۹۷۹)



شکل ۵.۱ منابع (تولیدات اولیه، ورودی‌های آلوکتونوس) و از بین رفتن (توسط گیاهخواران، میکروب‌ها، تورب و آتش) مواد آلی در تالاب‌ها. R از بین رفتن ناشی از تنفس را نشان می دهد (مور ۱۹۹۰)

از آنجا که که پوشش غالب تالاب‌ها ماکروفیت‌ها هستند، پوشش گیاهی یک تالاب وجوه اشتراک فراوانی با پوشش گیاهی سیستم‌های خشکی دارد.

برای بسیاری از گیاهان و جانوران تالابی، بخصوص آن‌ها که در ستون آب یافت می‌شوند، مشخصه‌های شیمیایی و فیزیکی آب نیز به خودی خود نیاز به سازگاری‌هایی را پدید می‌آورد تا به این زیستمندان امکان حرکت، جذب انرژی، تغذیه، تولید مثل و بقا بدهد. در بسیاری از تالاب‌ها، این جانداران بایستی در مقابل تغییرات سطح آب، یخ زدگی و حتی فقدان دوره‌ای آب تحمل داشته باشند و جان سالم به دربرند. بسیاری از میکروارگانیزم‌ها، بی‌مهرگان، ماهیان و گیاهان بویژه جلبک‌هایی که در تالاب‌ها یافت می‌شوند در سایر سیستم‌های آبی مانند رودخانه‌ها و دریاچه‌ها نیز دیده می‌شوند. در حقیقت مرزهای بین تالاب‌ها و سیستم‌های آبی مشابه آن تا حدودی قراردادی[1] بوده و تعیین دقیق آن مشکل است. بسیاری از زیستمندان در این مرزها آزادانه به صورت گه‌گاه، فصلی و روزانه حرکت می‌کنند. از آنجا که زیست‌شناسی جانداران آبی در گذشته در یک مجموعه از این سری کتاب‌ها توضیح داده شده است (برونمارک و هانسون ۲۰۰۵)، لذا به جز برخی گونه‌ها که در تالاب‌ها مشترک هستند، موضوع جانداران آبی و نحوه سازگاری آن‌ها در این کتاب بحث نمی‌شوند (بخش ۳).

در بیشتر گروه‌های جانداران گونه‌های نسبتاً معدودی وجود دارند، که سازگاری لازم برای زیستن انحصاری یا گذران بخش عمده چرخه زندگی‌شان در تالاب‌ها را یافته‌اند. معمولاً تنها حدود ٪۳-۲ گونه‌های نهاندانگان، به عنوان گونه‌های محدود به تالاب‌ها در نظر گرفته می‌شوند (کرانک و فنسی۲۰۰۱)، گرچه ممکن است تعداد بسیار زیادی از این گروه گیاهی گه‌گاه در تالاب‌ها رشد کنند. برآورد می‌شود تنها ٪۳ از حشرات الزاماً تالابی باشند و یک یا تعداد بیشتری از مراحل زندگی آن‌ها محدود به تالاب‌ها باشد (وارد ۱۹۹۲).

از انواع پرندگان، تنها ۱-۲٪ به عنوان پرندگان آبزی[2] (اون و بلک ۱۹۹۰) و ۳٪ دیگر آن‌ها نیز به عنوان کنارآبچر[3] (سوت هیل و سوت هیل ۱۹۸۲) به تالاب‌ها محدود بوده، یا تا حد زیادی وابسته به تالاب هستند. البته همچون گیاهان، بسیاری از دیگر انواع پرندگان نیز به صورت موردی در تالاب‌ها یافت می‌شوند. چنانچه در بخش ۶ توضیح داده می‌شود، خاک‌های

[1] arbitrary
[2] waterfowl
[3] Wading birds

تالابی میزبان گروهی از میکروارگانیسم‌ها، اغلب باکتری، هستند که با شرایط هوازی[1] و یا بی‌هوازی[2] سازگار شده‌اند که تأثیر عمیقی بر شیمی خاک و چرخه مواد مغذی تالابی دارند. در ستون آب نیز بسیاری از میکروارگانیزم‌های هوازی و اختیاری[3] یافت میشوند که شامل بسیاری از انواع جلبک، باکتری و قارچ‌ها هستند.

۲.۱ طبقه‌بندی تالاب‌ها

در سطح سازمان‌های ملی و بین‌المللی تلاش بسیار انجام شده تا یک تعریف رسمی از تالاب‌ها ارایه شود (فینلیسوند و وندرواک ۱۹۹۵). علی‌رغم تفاوت آن‌ها در تأکید و ترکیب کلمات، همه این تعاریف به شکل شگفت انگیزی یک پارچه هستند. مطابق با نظر کمیته طبقه‌بندی تالاب‌ها (۱۹۹۵)، "حداقل ویژگی‌های ضروری یک تالاب بازگشت‌کنندگی[4] ، آب‌گرفتگی پایدار[5] یا اشباع[6] نزدیک سطح و حضور ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی است که بیانگر بازگشت‌کنندگی آب‌گرفتگی پایدار یا اشباع باشد. ویژگی‌های مشخص‌کننده و مشترک تالاب‌ها، خاک‌های هیدریک و پوشش‌گیاهی آبدوست[7] (هیدروفیتیک) است."

گرچه برپایه اصول تعریف این که تالاب از چه چیز تشکیل شده و کجا تالاب است ساده به نظر می‌آید، اما در عمل تعیین مرز و حدود تالاب‌ها اغلب دشوار است. این امر تا حدودی زیادی ناشی از فراوانی انواع تالاب‌ها، طبیعت پویای آن‌ها و دشواری تعیین مرزهای بین تالاب‌ها و سیستم‌های آبی مجاور است. با این وجود برای تالاب‌ها طبقه‌بندی‌های زیادی ایجاد شده و برخی از آن‌ها با موفقیت در تهیه فهرست موجودی ملی و منطقه‌ای تالاب‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند (فینلیسوند و وندرواک ۱۹۹۵). سیستم معمول این طبقه‌بندی، سیستمی است که در آمریکا توسعه یافته است (شکل ۶.۱). این سیستم یک سیستم سلسله مراتبی است که پنج نوع اصلی تالاب را (به عنوان سیستم) بر اساس هیدرولوژی آن‌ها تعیین می‌کند: دریایی، مصبی، رودخانه‌ای، دریاچه‌ای و مردابی(کم‌عمق)، (در این کتاب اصولاً ما به سه مورد آخر توجه خواهیم کرد). از آنجایی که برای تهیه نقشه تالاب‌ها از عکس‌های هوایی استفاده می‌شود، انواع پوشش گیاهی با اشکال رشد گیاهی متمایز (خزه‌ها، گلسنگ‌ها، گیاهان بُن در آب، گیاهان غوطه‌ور، بوته‌ها و درختان) تعریف می‌شوند، تا با استفاده از آن‌ها بتوان برای تالاب‌ها در هر نوع از سیستم‌های هیدرولوژیکی نقشه تهیه کرد. در سیستم‌های جدیدتر طبقه‌بندی، به عنوان مثال، در مدل برینسون(۱۹۹۳) علاوه بر هیدرولوژی تالاب، بر اهمیت موقعیت ژئومورفولوژیک نیز تأکید می‌شود. در یک چشم‌انداز[8] تالاب‌ها به این دلیل پدید می‌آیند که پاره‌ای از عوارض ژئومورفیک یا شکل‌های مختلف زمین در برخی مناطق امکان ذخیره و یا جاری شدن آب را از بخشی از چشم‌انداز فراهم نموده‌اند.

اشکال معمول زمین که در آن‌ها تالاب یافت می‌شود شامل موارد زیر می‌گردد: ۱. شیب‌ها، در مکان‌هایی که آب زیرزمینی تخلیه می‌شود (شکل‌های ۱.۱ و ۲.۱)، ۲. سطوح هموار و دشت‌هایی با خاک‌های اشباع، ۳. گودی‌هایی[1] که دارا یا فاقد ورودی و خروجی آب هستند (تالاب‌های‌مردابی)، ۴. سواحل دریاچه‌ها (دریاچه‌ای)، ۵. کانال‌های رودخانه و دشت‌های سیلابی (رودخانه‌ای)، ۶. دلتاها و مصب‌ها (مصبی).

منابع آب تالاب‌ها معمولاً بارندگی، جریانِ ورودی یا تخلیه آب زیرزمینی[2]، جریان ورودی آب سطحی، جریان دوجانبه آب سطحی(جزر و مد) یا ترکیبی از موارد فوق می‌باشد. منابع اصلی آب یک تالاب، از طریق ترتیبات ژئومورفیک و شرایط اقلیم محلی تعیین می‌گردد. درنتیجه منابع آبی یک تالاب نه تنها میزان آب موجود و زمان پدید آمدن آن‌را، بلکه مشخصات

[1] aerobic
[2] anaerobic
[3] facultative
[4] Recurrent
[5] sustained inundation
[6] saturation
[7] hydrophytic
[8] landscap3

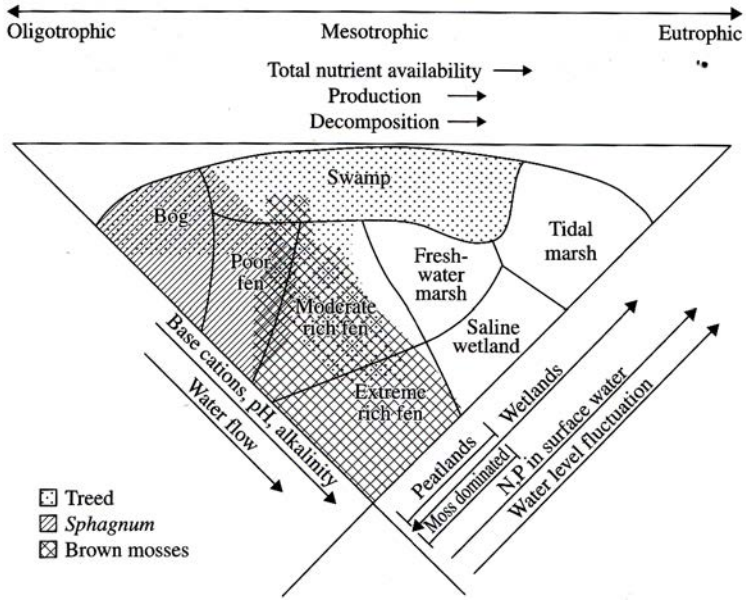
رده(کلاس)	زیر سیستم	سیستم	
بستر صخره‌ای بستر غیرمنسجم بستر آبی آبسنگی	زیر جزر و مدی	دریایی	تالاب‌ها و زیستگاه‌های آب‌های عمیق
بستر آبی آبسنگی ساحل صخره‌ای ساحل غیرمنسجم	بین جزر و مدی		
بستر صخره‌ای بستر غیرمنسجم بستر آبی آبسنگی	زیر جزر و مدی	مصبی	
بستر آبی آبسنگی بستر جریان ساحل صخره‌ای ساحل غیرمنسجم تالاب غرقابی تالاب بوته‌زاری scrub-shrub تالاب جنگلی	بین جزر و مدی		
بستر صخره‌ای بستر غیرمنسجم بستر آبی ساحل صخره‌ای ساحل غیرمنسجم تالاب غرقابی	جزر و مدی	رودخانه ای	
بستر صخره‌ای بستر غیر منسجم بستر آبی ساحل صخره‌ای ساحل غیرمنسجم تالاب غرقابی	پایین دایمی		
بستر صخره‌ای بستر غیرمنسجم بستر آبی ساحل صخره‌ای ساحل غیرمنسجم	بالا دایمی		
بستر جریان	تناوبی:		
بستر صخره‌ای بستر غیرمنسجم بستر آبی	میانی	دریاچه ای	
بستر صخره‌ای بستر غیرمنسجم بستر آبی ساحل صخره‌ای ساحل غیرمنسجم تالاب غرقابی	ساحلی		
بستر صخره‌ای بستر غیرمنسجم بستر آبی ساحلی غیرمنسجم تالاب خزه‌ایMoss-Lichen تالاب غرقابی تالاب بوته‌ایscrub-shrub تالاب جنگلی	مردابی(بالوستراین)		

شکل ۶.۱ سیستم طبقه‌بندی سلسله مراتبی توسعه یافته برای تالاب‌های آمریکایی توسط کواردین و همکاران ۱۹۷۹

[1]depressions

[2]groundwarer inflow or discharge

شیمیایی آب را نیز مشخص می‌کند (شکل ۷.۱). مشخصات شیمیایی آب تالاب‌هایی که منبع اولیه و اصلی آنها بارندگی است بسیار متفاوت از تالاب‌هایی است که منبع اولیه آب آن‌ها تخلیه آب زیرزمینی است. این موضوع می‌تواند تاثیر بسزایی در ترکیب گونه‌های پوشش‌گیاهی و تولید اولیه آن داشته باشد. یک الگوی طبقه‌بندی هیدروژئومورفیک که در کشور استرالیا توسعه یافته است، شکل زمین و دوره‌های آبی را ترکیب می‌کند (سمنیوک و سمنیوک ۱۹۹۵). در این الگو چهار دوره آبی شامل: آب گرفتگی دائمی[1]، آب گرفتگی فصلی، آب گرفتگی متناوب[2] و خاک اشباع‌شده فصلی درنظرگرفته می‌شود، و پنج شکل زمین: حوضه[3]، کانال، زمین مسطح، شیب و زمین مرتفع را در برمی‌گیرد (شکل ۲.۱). وقتی این حالت‌ها با هم ترکیب می‌شوند، می‌توان ۱۳ نوع مختلف تالاب را طبقه‌بندی کرد.



شکل ۷.۱ ارتباط بین انواع تالاب‌های کانادایی و ویژگی‌های زیستی و شیمیایی و گرادیان‌های هیدرولوژیکی آب‌های غالب (از زولاتی و ویت ۱۹۹۵)

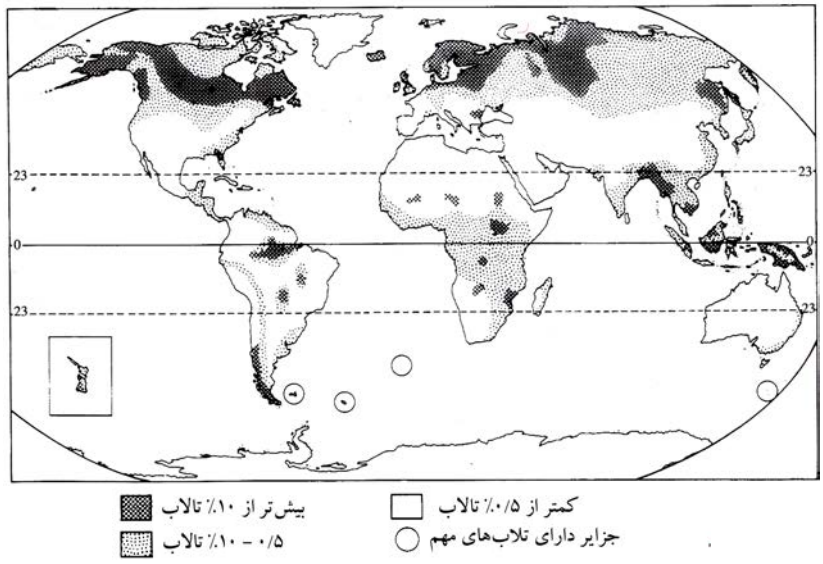
در اقلیم‌های بسیار مرطوب تمام انواع این تالاب‌ها را می‌توان یافت ولی در اقلیم‌های بسیار خشک فقط تالاب‌های موجود در انتهای حوضه آبخیز ، گودال‌ها و کانال‌ها پدیدار می‌شوند. باید به این نکته توجه کرد که مناطق با اقلیم‌های بسیار مرطوب، این امکان را برای تالاب‌ها فراهم می‌کنند که بر محدودیت‌های ژئومورفولوژیک منطقه فایق شوند. در چنین شرایطی، تالاب‌هایی که اصالتاً در یک حوضه توسعه یافته‌اند می‌توانند از طریق انباشت تورب حوضه را پُر کنند و شروع به توسعه خود به مناطق اطراف و بالادست کرده و آن‌ها را نیز به تالاب تبدیل نمایند، فرایندی که از آن با عنوان پالودیفیکاسیون یاد می‌شود. این نوع از تالاب‌ها خود به انواع مختلفی از شکل زمین محلی تبدیل می‌شوند (کارمن ۲۰۰۲).

[1] permanent inundation
[2] intermittent
[3] basin
[4] basin
[5] peat
[6] Paludification

۳.۱ فهرست تالاب‌ها[1]

تالاب‌ها در همه قاره‌ها به جز قطب جنوب و تقریباً در همه پهنه‌های اقلیمی این قاره‌ها یافت می‌شوند (شکل ۸.۱). ازآنجا که هیچ فهرست دقیقی از موجودی تالاب‌های دنیا تهیه نشده است، تنها یک برآورد تقریبی از مساحت کل تالاب‌ها وجود دارد (میتچ و گاسلینک ۲۰۰۰). برآورد می‌شود وسعت تالاب‌ها در منطقه قطب‌شمالی حدود ۲.۵*۱۰۶ Km۲ ، منطقه زیرشمال/ معتدل حدود ۱.۰*۱۰۶ Km۲ ، منطقه گرمسیری و نیمه‌گرمسیری حدود ۲.۰*۱۰۶ Km۲ و در مجموع حدود ۵.۵*۱۰۶ Km۲ تالاب باشد. در کل برآورد می‌شود که تالاب‌ها ٪۵ سطح زمین را پوشانده باشند.

توزیع تالاب‌ها در کره زمین به صورت نامتعادلی اتفاق افتاده است، به گونه‌ای که سطح قابل توجهی از آن‌ها در قطب شمال و منطقه جنب قطب شمال در بخش‌های شمالی قاره‌های آمریکا، اروپا و آسیا و نیز مناطق وسیع رودخانه‌ای و دریاچه‌ای استوایی در آفریقا یا آمریکای جنوبی قرار دارند (تصویر ۱،۵). تقریباً بیش از نیمی از این تالاب‌ها تورب‌زار هستند (کارمن ۲۰۰۲). تورب‌زارها را می‌توان از روی خاک‌شان که شامل لایه‌های نیمه تجزیه شده مواد گیاهی (تورب) است، از سایر تالاب‌ها تشخیص داد.



شکل ۸.۱ پراکنش جهانی تالاب‌ها مطابق با دسته‌بندی گور (۱۹۸۳) (ویلیامز ۱۹۹۰)

دقیق‌ترین فهرست موجودی تالاب‌ها در آمریکا، کانادا و برخی کشورهای اروپای غربی تهیه شده است. (فینلیسون و وندرواک ۱۹۹۵) از این فهرست‌ها مشخص می‌شود مناطق وسیعی از تالاب‌ها عمدتاً به دلیل زهکشی، تغیرکاربری به کشاورزی و بسیاری از دیگر فعالیت‌های انسانی نظیر کانالیزه‌کردن جریان‌های آب، ساخت سدها، بهره‌برداری از معادن، رسوب‌گذاری و پرکردن تالاب به منظور توسعه و... از دست رفته‌اند. برآورد میزان تخریب تالاب‌ها طیفی حدود ۵۰٪ (۵۳٪ در ایالات متحده (دال ۱۹۹۰)) تا بیش از ۹۰٪ برای نیوزلند را در برمی‌گیرد. به طورکلی در یک تصویر عمومی، از بین رفتن تالاب‌ها در مقیاس جهانی احتمالاً حدود ۵۰٪ (دوگان ۱۹۹۳) است و این روند تخریبی در اغلب مناطق جهان ادامه دارد. در بخش‌هایی از

[1] Wetlands inventory

جهان که تالاب‌ها با وضع قوانین در برابر زهکشی‌شدن و پر شدن حفاظت می‌شوند، اغلب مناطق ایالات‌متحده از این قوانین برخوردارند، این قوانین درکاهش روند تخریب و تسریع احیاء تالاب‌هایی که جایگزین تالاب‌های از بین رفته در فرایند توسعه می‌شوند، مؤثر بوده‌اند (فصل ۷).

خلاصه

تالاب‌ها با سه شاخصه اصلی مشخص می‌شوند: ۱. آب کم عمق یا خاک اشباع ۲. خاک غیرهوازی ۳. پوشش‌گیاهی و جانوری منحصر به فرد که با شرایط زیستی تالاب سازگاری یافته‌اند. خاک‌های بی‌هوازی این اکوسیستم‌ها، تالاب‌ها را از سایر سیستم‌های خشکی متمایز می‌کند. از سوی دیگر پوشش‌گیاهی غالب تالاب‌ها شامل درختان، بوته‌ها، چمنزارها، خزه‌ها و سایر گیاهان بزرگ (ماکروفیت) می‌باشد، که تالاب‌ها را از سیستم‌های آبی متمایز می‌کنند. انواع گوناگونی از تالاب‌ها وجود دارند که بر اساس ویژگی‌های هیدرولوژیکی (منابع آبی و طول زمان سیلابی)، موقعیت ژئومورفولوژیکی (زمین‌های مسطح، حوزه‌های آبریز، شیب‌ها، کانال‌ها و غیره)، پوشش‌گیاهی (بسترهای آبی غرقابی، گیاهان بن در آب، خزه‌ها، بوته‌ها و درختان)، خاک‌ها (معدنی و تورب) و شیمیِ آب، از یکدیگر تفکیک می‌شوند. تالاب‌ها را می‌توان بر اساس هیدرولوژی، پوشش‌گیاهی و ژئومورفولوژی طبقه‌بندی کرد.

۵.۱ تجربه‌های عملی و مشاهدات

هیچ جایگزینی برای آشنایی دسته‌اول و مستقیم (بازدید میدانی) با تالاب وجود ندارد. از این رو بازدید از چندین تالاب محلی، مشاهده جانوران و گیاهان، انجام برخی مطالعات و یاکسب تجربیات میدانی قویاً تشویق می‌شود و به همین منظور در انتهای هر بخش این کتاب پیشنهاداتی برای مشاهدات خاص و مطالعات لحاظ شده است. به هر حال برخی از تالاب‌ها برای مطالعه و بازدید از سایر تالاب‌ها سهل الوصول‌تر هستند.

کارکردن در برخی تالاب‌های آب شیرین ممکن است مشکل باشد. پوشش‌های گیاهی بن در آب اغلب متراکم و بلند هستند. ممکن است میدان دید بسیار محدود باشد و به راحتی در محیط گم شویم. شاید کف تالاب‌ها استحکام ضعیفی داشته باشد که باعث ایجاد مشکل در راه رفتن شود. برخی گونه‌های گیاهی با نام عمومی مانند: علف اره‌ای[1] و برنجِ‌علف‌بُر[2] در تالاب‌ها وجود دارند که به دلیل تیزی و برندگی‌شان نام برازنده‌ای دارند و ممکن است ورود به تالاب نیازمند لباس‌های مناسب باشد. ممکن است پشه‌ها به ویژه در امتداد کناره تالاب‌ها و به ندرت در نواحی داخلی تالاب مشکل‌ساز شوند یا در تالاب‌های گرمسیری و نیمه‌گرمسیری با حیوانات خطرناک مانند تمساح، کروکدیل و یا مارهای سمی مواجه شوید. در برخی مناطق جهان انگل‌های انسانی که بخشی از چرخه زندگیشان آبی است نیز مسئله دیگری هستند که مشکل سازند. سرانجام همان گونه که از نام آن یعنی **تالاب**[3] پیداست، تالاب‌ها مناطق خیس و تری هستند، گاهی این موضوع تنها به معنی خاک اشباع از آب است و برای بازدید این مناطق به چکمه نیاز نیست، در حالی که بعضی تالاب‌ها ممکن است آبی ایستا به ارتفاع ۲ متر یا بیشتر داشته باشندکه برای بازدید آن‌ها به چکمه یا قایق نیاز است. البته بازدید یا کار در تالاب به هیچ عنوان سخت‌تر یا خطرناک‌تر از از بازدید یا کار در چمنزارها یا جنگل‌های همان مناطق نیست و اگر به پوشش مناسب مجهز باشید بسیار تجربه لذت‌بخش‌تر و سازنده‌تری نیز خواهد بود.

از اغلب تالاب‌ها توصیه نمی‌شود خودتان به تنهایی برای اولین بار یا هر زمان بازدید نمایید. اگر یک درس دانشگاهی در خصوص اکولوژی تالاب دارید، بی‌شک بازدید میدانی از تالاب‌های محلی در آن پیش‌بینی شده است. در غیر این صورت

[1] Sawgrass
[2] Rice cut-grass
[3] Wetland

ایده‌آل‌ترین حالت رفتن به پارک‌ها و تفرجگاه‌هایی است که تالاب دارند. تالاب‌های درون پارک‌ها و تفرجگاه‌ها اغلب دارای پیاده‌رو و مسیر پیاده‌روی هستند که رفتن به درون تالاب را بدون نیاز به وسایل مخصوص مثل چکمه و قایق آسان می‌کند. این مکان‌ها ممکن است مسیرهای قایق‌سواری و یا قایق برای اجاره داشته باشند، یا ممکن است در طول دایک‌ها و خاکریزها مسیرهای قایق‌سواری طبیعی فراهم کرده باشند. در تالاب‌های بزرگ مانند اِورگلید آمریکا اغلب تورهای با راهنما نیز وجود دارند. برخی مواقع ممکن است باشگاه‌های پرنده‌نگری و تاریخ طبیعی سفرهایی را به تالاب‌ها پیشنهاد کنند، چنین سفرهایی می‌توانند بهترین راه برای بازدید از تالاب‌های بزرگی باشند که در پارک‌های ملی و مناطق حفاظت‌شده قرار نگرفته‌اند.
اکیداً توصیه می‌شود، قبل از بازدید از هرگونه تالابی تا حد امکان در مورد آن مطالعه کنید و بیاموزید. پیرامون هر تالابِ خاص در دنیا، میزان باورنکردنی اطلاعات وجود دارد. بسیاری از این اطلاعات از طریق وب‌سایت‌ها قابل دسترسی است. یافتن و استخدام تعدادی راهنما یا تورگردان محلی برای شناسایی گیاهان، پرندگان و بی‌مهرگان تالابی نیز اکیداً توصیه می‌شود تا بیشترین دستاورد را در بازدید خود از تالاب داشته باشید.

۱.۵.۱ طبقه‌بندی تالاب‌ها

انواع زیادی از تالاب‌ها وجود دارند (شکل ۶.۱). قبل از بازدید از یک تالاب بسیار مفید خواهد بود که با سیستم طبقه‌بندی محلی تالاب آشنا شوید و مشخص نمایید که کدام نوع از تالاب را بازدید خواهید کرد.
معمولاً سیستم‌های ملی و منطقه‌ای طبقه‌بندی تالاب بر روی وب سایت‌ها وجود دارند. اگر هیچ نوع سیستم طبقه‌بندی ملی و منطقه‌ای وجود نداشت، کنوانسیون رامسر (فصل ۷ را ببینید)، یک سیستم طبقه‌بندی در مورد تالاب‌ها دارد که برای استفاده در سراسر جهان طراحی شده است و در وب سایت این کنوانسیون قرار گرفته است. نقشه‌های توپوگرافی موجود اغلب می‌توانند بخش اعظم داده‌های مورد نیاز که برای طبقه‌بندی یک تالاب در ابتدا مورد نیاز است را فراهم نمایند. این نقشه‌ها (نقشه‌های توپو) نشان می‌دهند که آیا یک تالاب با دریاچه یا رودخانه‌ای ارتباط دارد یا این‌که مستقل و ایزوله است. این نقشه‌ها همچنین نشان می‌دهند که آیا تالاب جریان خروجی و ورودی دارد یا خیر. نقشه‌های خاک منطقه نیز برای تشخیص انواع خاک یک تالاب مفید هستند و حداقل مشخص می‌کنند که خاک تالاب آلی (تورب) است یا نه.

۲

محیط‌های تالابی

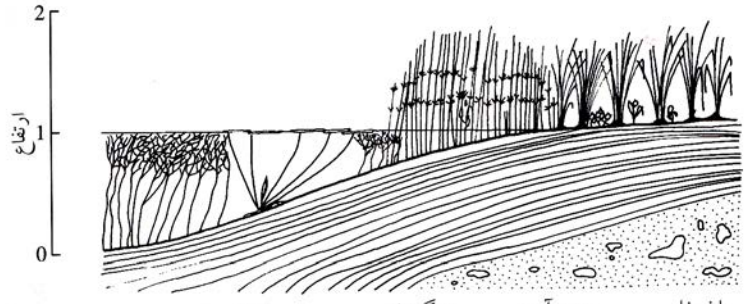
در هر منطقه اقلیمی، بخش اعظم شرایط محیطی که ارگانیزم‌های یک تالاب با آن مواجه هستند، نتیجه عملکرد چهار فاکتور است، ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی آب، شکل حوضه یا کانال و مسیری که تالاب در آن شکل گرفته است، حجم آب درون حوضه یا کانال در طول زمان و پوشش گیاهی تالاب. ریخت‌شناسی حوزه یا کانال، عمق‌های آب یا رژیم آبی که ارگانیزم‌های تالابی تجربه کرده‌اند مشخص می‌کند. نوسان سطح آب تالاب‌ها به دلیل اختلاف فصلی و سالانه در ورودی‌های آب معمول است. مطالعه عمق آب و تغییرات عمق مشخص می‌کند که در یک تالاب چه ارگانیزم‌های چسبنده‌ای[1] وجود دارند و در کجای تالاب پیدا می‌شوند (شکل۱.۲). تاج پوشش‌های[2] گیاهی مشخص می‌کنند که برای انرژی ورودی از خورشید به تالاب چه اتفاقی رخ می‌دهد. از آنجا که در تالاب‌ها معمولاً تنوعی از انواع پوشش‌گیاهی وجود دارد، حضور انواع مختلف تاج پوشش‌گیاهی موزاییک پیچیده‌ای از محیط‌های کوچک[3] را به وجود می‌آورد. تاج پوشش گیاهی رژیم نور، دمای آب، غلظت اکسیژن، شیمی آب و غیره را تغییر می‌دهد. به طورکلی اثرات مستقیم و غیرمستقیم تاج پوشش‌گیاهی توزیع مکانی و کالبدی اغلب ارگانیزم‌ها را در تالاب مشخص می‌کند. پیچیدگی زیست‌محیطی ایجاد شده به وسیله تاج پوشش‌گیاهی، تالاب‌ها را قادر می‌سازد تا در مقایسه با شرایط هیدرولوژیکی مشابه از تنوع‌گونه‌ای بسیار بیشتری حمایت‌کنند، برای مثال می‌توان به منطقه کم‌عمق فاقد گیاهان درکناره یک دریاچه اشاره کرد.

در این فصل از کتاب محیط‌های فیزیکی و شیمیایی تالاب‌ها مورد بررسی قرار خواهد گرفت. ما با برجسته‌ترین ویژگی‌های اکولوژیکی آب: چگالی بالا، چسبندگی (ویسکوزیته)، گرمای ویژه، حلالیت، شفافیت و غیره شروع خواهیم کرد (وتزل ۱۹۹۸؛ برونمارک و هانسون ۲۰۰۵). در ادامه این موضوع، بیلان‌آب[4] و رژیم‌های آب تالاب و در نهایت اثرات تاج پوشش‌های مایکروفیت بر شرایط محیطی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۱.۲ مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب

آب یکی از معدود موادی است که عموماً در دماها و فشارهایی که در سطح زمین یافت می‌شود به صورت مایع است. آب بسیار متراکم است و تراکم آن در حدود ۷۷۰ برابر هوا می‌باشد. این بدان معنی است که وقتی آب توسط نیروی جاذبه به حفره‌های خاک و به صورت بالقوه به درون منافذ گیاهان و جانوران کشیده می‌شود جایگزین هوا می‌گردد. از آنجا که اغلب موجودات

[1] sessile organisms
[2] canopies
[3] microenvironment
[4] water budget



	غرقابی	برگ‌های شناور	بن در آب	علف زار
وزن خشک(گرم بر مترمربع)	200 ± 71	220 ± 97	465 ± 168	327 ± 151
تعداد گونه‌ها	2.8–4.0	2.5–4.7	2.1–3.9	1.3–4.6
ارتفاع تاج پوشش (متر)	0.24–0.92	0.29–0.80	0.62–2.13	0.54–1.41
تعداد گونه‌ها	3–10	4–11	7–32	15–26
ارتفاع تاج‌پوشش cm	20–30	20–30	100–150	70–100

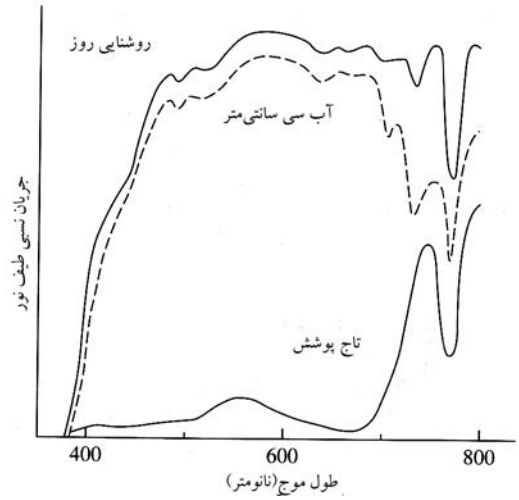
شکل ۱.۲ پراکنش نحوه رشد گیاهان ماکروفیت در طول شیبِ عمق آب[1] دریاچه‌های اکسبو[2] آلبرتا کانادا را نشان می‌دهد، همچنین متوسط گیاه سرپا[3]، سطح برگ[4]، میزان کلروفیل، تنوع گونه‌ای و ارتفاع تاج پوشش‌گیاهی زون‌هایی که در آن گونه‌های بن در آب[5]، برگ‌های شناور[6]، غرقابی[7]، مرغزارهای مرطوب[8] غالب هستند. (ترسیم مجدد از وندر واک و بلیس ۱۹۷۱.)

زنده آبی تراکمی کم‌تر و یا برابر با آب دارند، بر روی یا درون ستون آب شناور می‌مانند. برای مثال، گیاهان آبزی غرقابی آن چنان در آب شناور هستند که در ستون آب مانند یک بالون هلیوم در هوا شناور می‌شوند. این گیاهان تالابی برای حمایت از تاج پوشش خود، همچون هم‌خانواده‌های خود در اکوسیستم‌های خشکی، نیاز به بافت‌های ساختاری و فشار اسمزی ندارند. در حقیقت این گیاهان غوطه‌ور لازمست با ریشه‌های‌شان به بستر بچسبند و در غیر این صورت در سطح آب شناور می‌شوند. برخی جانوران مانند پرنده‌های شیرجه‌رو و خزندگان آبی، برای این که بر شناوری خودشان در محیط‌های آبی غلبه کنند به انواع سازگاری‌های آناتومیک، مورفولوژیک و رفتاری نیاز دارند تا بتوانند چگالی خود را افزایش دهند. برای مثال، تمساح‌ها و نوعی از کروکودیل‌ها[9] سنگ‌های درشت را می‌بلعند و حدود ۱٪ وزن بدنشان می‌تواند شامل صخره‌هایی باشد که در معده آنها قرار دارد (باتلر ۱۹۹۵). گرچه درخصوص این رفتار خزندگان، که آیا سنگ‌خواری[10] در درجه اول به هضم‌شان کمک می‌کند یا به شناوری آن‌ها اختلاف نظر وجود دارد ولی به هر حال انجام این کار بر شناورماندن آنها تأثیر دارد.

ظرفیت گرمای ویژه آب، میزان کالری مورد نیاز برای افزایش دمای یک گرم ماده به میزان ۱ درجه سانتیگراد، معادل ۱cal deg^{-1} gm^{-1} می‌باشد. که این میزان بسیار بیشتر از گرمای ویژه هوا (۰.۱۷cal deg^{-1} gm^{-1}) و یا خاک خشک (۰.۲cal deg^{-1} gm^{-1}) است. در تئوری، دما در ستون آب تالاب‌ها باید آهسته‌تر از اکوسیستم‌های خشکی تغییر نماید و طیف تغییرات سالانه دما نیز محدودتر باشد. بنابراین گفته می‌شود که گیاهان و جانوران چسبیده به بستر[11] که در ستون آب زندگی می‌کنند، در مقایسه با همسانان خود در اکوسیستم‌های خشکی و یا حتی گیاهان غوطه‌ور همان تالاب، دمای یکسان‌تر و ملایم‌تری را تجربه می کنند. در طول روز جذب نور توسط تاج پوشش گیاهان غوطه‌ور در ستون آب، ممکن است باعث بالارفتن دمای سطح بالایی و درون این تاج پوشش‌ها و همچنین کاهش دما در زیر آن‌ها شود (شکل ۲.۲). به دلیل

[1] depth gradient
[2] Oxbow
[3] Mean standing crop
[4] leaf area
[5] submerged
[6] floating laeved
[7] emergent
[8] wet meadow
[9] Caiman
[10] lithophagy
[11] sessile animals

قابلیت بالای آب در انتقال حرارت و عدم توانایی گیاهان غرقابی و اغلب جانوران چسبیده به بستر برای پراکنش یا کاهش میزان گرما در ستون آب، دمای بدن این ارگانیزم‌ها تا حد زیادی از دمای آب تبعیت می‌کند.
آب در دمای ۴ درجه سانتیگراد به حداکثر چگالی خود می‌رسد، نه در دمای صفر درجه سانتیگراد که آب یخ می‌زند، وقتی که آب یخ می‌زند چگالی آن به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. یخ حدود ۸٪ تراکم کم‌تری نسبت به آب صفر درجه دارد. این تغییر غیرمعمول در چگالی آب به این معنی است که آب از سطح به عمق یخ می‌زند و یخ روی آب شناور می‌شود. در تالاب‌هایی که در زون‌های اقلیمی با زمستان‌های شدید قرار دارند، این الگو کارکردهای زیادی برای گیاهان و جانوران آن‌ها دارد. بسیاری از گیاهان (بویلن و شلدون ۱۹۷۶) و جانوران (مثلاً موش‌آبی[1] شمال آمریکا) می‌توانند در طول زمستان و در زیر یخ به زندگی خود ادامه دهند و فعال باقی بمانند، البته تا زمانی که یخ‌زدگی به عمق ستون آب نرسد. گرچه ممکن

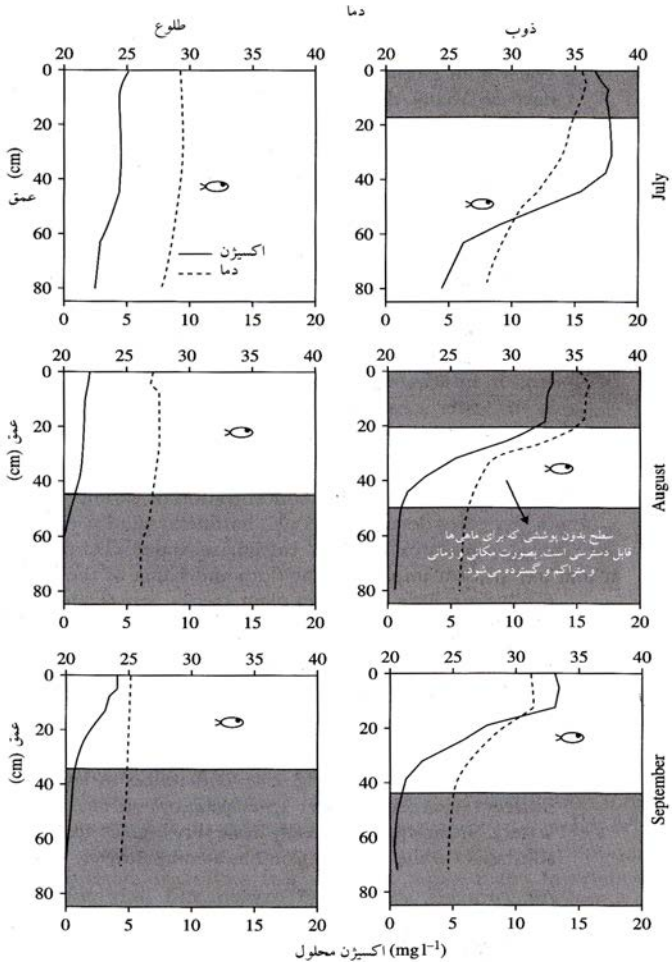


تصویر ۲.۲ افت طیفی نور در ۳۰ سانتی‌متر آب خالص و در تاج پوشش هوایی گیاهی (ازهولمز و کلین ۱۹۸۷)

است در طول زمستان‌های سرد استثنایی یا دوران خشکسالی که سطح آب پایین است، این تالاب‌ها تا عمق یخ بزنند.
طی چنین زمستان‌هایی ممکن است جمعیت برخی گونه‌ها موقتاً از بین برود. گاهی آن‌ها به تالاب‌های دیگر مهاجرت می‌کنند (مانند موش‌های آبی) و برخی در وضعیت استراحت (بی‌حرکتی)[2] یا خواب زمستانی نجات پیدا می‌کنند (همچون گونه‌های گیاهان زیرسطحی مانند دانه‌ها).
آب شفاف است و اجازه می‌دهد که نور از آن عبور کند (شکل ۳.۲). با این وجود، حتی در نبود تاج پوشش‌های گیاهی، مقدار نور در زیر آب کم‌تر است و این میزان اغلب بسیار کم‌تر از مقدار آن در سطح آب می‌باشد. از این رو، ارگانیزم‌های زیر سطح آب همیشه در نوعی سایه قرار دارند. دلایل زیادی برای این موضوع وجود دارد. اول، قسمتی از نور از سطح آب به بیرون منعکس[3] می‌شود، در زوایای پایین، نورکمی به درون آب نفوذ می‌کند و میزان نور منعکس شده به شکل معکوسی با ارتفاع خورشید در ارتباط است. دوم، نور در آب پخش[4] می‌شود و بخشی از آن به اتمسفر برمی‌گردد. میزان نور پخش شده به مواد حل شده معلق در آب بستگی دارد، گرچه به دلیل عمق کم آب در تالاب‌ها، این پخش‌شدگی برگشتی نور، یک فاکتور اصلی

[1] muskrat
[2] resting
[3] reflected
[4] scattered

تضعیف کننده نور در آب تالاب نمی‌باشد. سوم، طول موج‌های نور در حال عبور از ستون آب به اشکال مختلف توسط ذراتی که در آب محلول و معلق هستند، جذب[1] می‌شود. در آب خالص طول موج‌های بلند (مثلاً نارنجی‌ها و قرمزها) در مقایسه با طول موج‌های کوتاه (مثلاً آبی) فاصله کوتاه‌تری را در آب طی می‌کنند (شکل ۳.۲). هر چند، ذرات محلول در آب ترجیحاً تمایل به جذب طول موج‌های کوتاه دارند. به دلیل از بین‌رفتن نور در عمق، کل میزان انرژی نوری موجود برای فتوسنتز سریعاً کاهش می‌یابد، چرا که انرژی نور پس از یک متر طی مسیر در آب زلال به میزان ۵۰٪ کاهش می‌یابد. گرچه جلبک‌ها و گیاهان زیرسطحی که نزدیک به سطح ستون آب رشد می‌کنند در مقایسه با آن‌هایی که در سطوح پایین‌تری رشد می‌کنند در محیط نوری بهتری قرار می‌گیرند، اما به دلیل کم بودن عمق آب در تالاب‌ها، به طور معمول(کم‌تر از یک متر)، میزان جذب طول موج‌های مختلف نور در عمق، تفاوت چندان قابل ملاحظه‌ای ندارد. در صورت حضور یک تاج پوشش‌گیاهی در



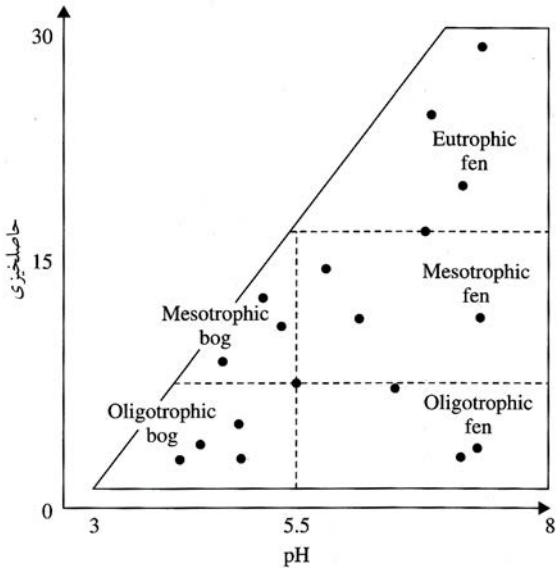
تصویر ۳.۲ پروفیل‌های اکسیژن محلول و دما در زمان غروب و طلوع آفتاب جولای، آگوست و سپتامبر در دریاچه ایگل(عقاب)، می‌سی‌سی‌پی، آمریکا. نواحی نمونه‌برداری شده در بخش‌هایی‌که ماکروفیت‌های غرقابی متراکم گیاه *Najas guadalupensis* قراردارند، (میراندا و همکاران سال ۲۰۰۰)

[1]absorbed

زیر، بر سطح و روی ستون آب، نور به مقدار زیاد کاهش می‌یابد (شکل ۳.۲).
هر کس تا کنون شنا کرده باشد می‌داند که آب در مقایسه با هوا بسیار لزج‌تر است. مقاومت اصطکاکی یک ذره که در آب حرکت می‌کند ۱۰۰ برابر بیشتر از حرکت آن در هوا است. بی‌مهرگان و سایر ارگانیزم‌های کوچک در ستون آب فقط برای حرکت به اطراف انرژی زیادی را مصرف می‌کنند، لذا به ندرت پیش می‌آید که تنها در اثر حرکت خودشان به جاهای دور بروند. بنابراین برای حرکت‌های افقی و عمودی ارگانیزم‌های میکروسکوپی در تالاب‌ها، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها، جریان‌های آبی که به دلیل نیروی جاذبه، باد و گرادیان‌های دمایی ایجاد می‌شوند، بسیار اهمیت دارند (برونمارک و هانسون ۲۰۰۵). گیاهان غرقابی و بن در آب در ستون آب می‌توانند با افزایش مقاومت هیدرولیکی برابر جریان، سرعت آب را بسیار کاهش دهند (هسلام ۱۹۷۸؛ جارولا ۲۰۰۲). البته اگر سرعت‌آب بسیار بالا باشد ماکروفیت‌ها ممکن است تخریب شده یا حتی به وسیله رسوبات از هم گسیخته شوند. مقاومت هیدرولیک ماکروفیت‌ها به ساختار و اندازه آن‌ها بستگی دارد. آمادگی آن‌ها در برابر سرعت بالای آب تابعی از نیرو و مقاومت لنگری آن‌هاست.
فرسایش رسوبات به دلیل سرعت‌های بالای آب یا موج‌ها می‌تواند از توسعه تالاب‌ها جلوگیری‌کند.
آب حلال بسیار خوبی است و در هیچ یک از دیگر مایعات طبیعی موجود، تا به این حد انواع مختلف از مواد محلول یافت نمی‌شود. در نتیجه، بعضی وقت‌ها از آب به عنوان حلال‌جهانی[1] یاد می‌شود. مواد مغذی، اکسیژن، دی‌اکسیدکربن، آب و امثال آن‌ها می‌توانند، چه به صورت منفعلانه از راه انتشار یا به شکل فعال از طریق بعضی مکانیزم‌های پمپاژ مولکولی از آب اطراف به داخل سلول‌های گیاهان و جانوران و میکروارگانیزم‌ها حرکت‌کنند. درحقیقت جلبک‌ها و سایر میکروارگانیزم‌های آبی قادرند کلیه مواد و عناصر مورد نیاز برای رشد را مستقیماً از آب جذب نمایند. هرچند، غلظت مواد در سلول‌های گیاهان و جانوران به ندرت مشابه غلظت آن‌ها در آب اطراف است. برای سازگاری با این گرادیان غلظت مواد، ارگانیزم‌های آبی انواعی از مکانیزم‌های فیزیولوژیکی را دارند. در تالاب‌های آب شیرین، غلظت نمک‌های مختلف معدنی در آب، بسیار کم‌تر از مقدار آن در سلول‌های زنده است. درنتیجه ارگانیزم‌های تالابی برای حفظ غلظت نمک درونی خود بایستی انرژی صرف‌کنند تا از هجوم آب اضافی خلاص شوند.
طبیعت شیمیایی و غلظت مواد مختلف محلول در آب، PH، سختی، شوری، میزان مواد مغذی، و سایر معیارهایی که بر شیمی آب اثرگذار است را مشخص می‌کند. این امر می‌تواند تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر گیاهان و جانوران تالاب داشته باشد. برای مثال هم‌پوشانی کمی بین گونه‌های گیاهی آب‌های شیرین داخلی و مرداب‌های شور وجود دارد (استوارد و کانترود ۱۹۷۲). حتی در تالاب‌های آب شیرین، گروه‌های زیادی از گیاهان و جانوران وجود دارند که کم و بیش به تالاب‌هایی با نوع خاصی از شیمی آب محدود هستند. این موضوع به صورت گسترده در تورب‌زارهایی مورد بررسی قرارگرفته است (گیگناک ۱۹۹۴)، در آنها PH و برخی معیارهای حاصلخیزی (مثل تراکم مواد مغذی، غلظت کلسیم) را می‌توان برای تعیین انواع مختلف تورب‌زار همچون فِن (آبگیر)های الیگوتروفیک[2] و باگ (سیاه‌آب)های الیگوتروفیک[3] استفاده کرد (شکل ۴.۲). تفاوت‌ها در شیمی آب منعکس کننده منابع آبی مختلف (بارندگی، آب سطحی و آب زیرزمینی) است. آب زیرزمینی به طور معمول غلظت بالایی از مواد محلول را دارد، درحالی که در مقایسه آب ناشی از بارندگی غلظت بسیار کم‌تری از مواد محلول دارد.
هوا شامل ۲۱٪ اکسیژن و فقط در حدود ۰.۰۳۶٪ دی‌اکسیدکربن است. مقدار اکسیژن و دی‌اکسیدکرین موجود در آب به دما و فشار اتمسفر وابسته است. تمرکز اکسیژن اشباع در آب با دمای نرمال در تالاب‌ها (۳۵-۰ درجه سانتیگراد) از ۷ تا ۱۴ میلی‌گرم در لیتر تغییر می‌کند. علی‌رغم این که در اتمسفر دی اکسیدکربنِ بسیار کم‌تری یافت‌می‌شود ولی قابلیت انحلال

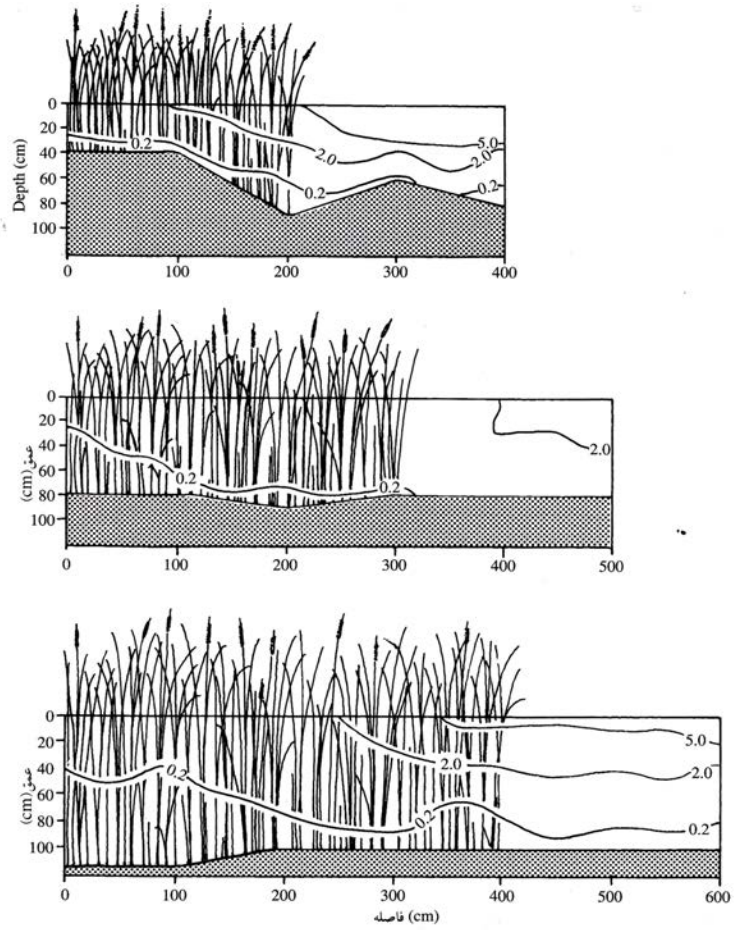
[1] Universal solvent
[2] fens
[3] bogs

آن در آب ۲۰۰ برابر اکسیژن است. در حقیقت بر خلاف اکسیژن، دی‌اکسیدکربن در آب نیز با همان غلظتی که در هوا وجود دارد حضور دارد. به دلیل این که آب بسیار متراکم‌تر از هواست، انتشار گازهای محلول در آب بسیار آهسته‌تر انجام می‌شود. در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد انتشار اکسیژن در آب در حدود ۱۰،۰۰۰ برابر کندتر از هوا است. این بدان معناست که ۷ ساعت طول می کشد تا اکسیژن محلول در آب با استفاده از انتشار مولکولی ۱ سانتی‌متر حرکت کند.



تصویر ۴.۲ مجموعه تورب‌زارهای اروپایی که در گرادیان‌های حاصلخیزی و pH قرار می‌گیرند. نقاط نشانگر مجموعه تورب‌زارهای واقعی هستند که در انگلستان نمونه‌گیری شده‌اند. (از کارمن ۲۰۰۲)

ازآنجاکه غلظت گازهای محلول پایین است، غلظت این گازها به ویژه اکسیژن ممکن است به دلیل فعالیت سوخت و ساز (تنفس‌هوازی) جانوران، گیاهان و میکروارگانیزم‌های تالابی به صورت محلی در ستون آب یا خاک تخلیه شود (شکل ۲.۲ و ۵.۲). انتقال اکسیژن از هوا به ستون آب بخصوص در هوای ساکن بسیار آهسته است و میزان مصرف اکسیژن در ستون آب اغلب از انتشار آن در آب خیلی بیشتر است. ناکافی بودن منابع محلی تأمین‌کننده اکسیژن برای بسیاری از ارگانیزم‌ها، یک عامل (منبع) محدودکننده است و پراکنش آن‌ها را محدود می‌کند. برای ارگانیزم‌های کوچک تالابی (مثل باکتری‌ها، جلبک‌ها و بسیاری بی‌مهرگان) نسبت سطح به حجم آن‌ها متناسب و به میزانی می‌باشد که امکان انتشار گازها و سایر مولکول‌ها به درون و خارج بدن آن‌ها در نرخی که پاسخگوی متابولیزم نرمال آن‌ها است فراهم شود. ارگانیزم‌های بزرگ‌تر تالابی (مثل گیاهان غوطه‌ور در آب و حشرات) مخصوصاً آن‌هایی‌که از نسل‌های متعلق به اکوسیستم‌های خشکی منشعب شده‌اند برای سازگاری با شرایط کم یا بدون اکسیژنی، یک یا چند مورد سازگاری در آناتومی، ریخت‌شناسی، فیزیولوژی و رفتار خود ایجاد کرده‌اند (بخش ۳). گرچه، کمبود اکسیژن در ستون آب و خاک‌های تالابی این فرصت را برای انواعی از میکروارگانیزم‌هایی که قابلیت تنفس غیرهوازی دارند فراهم کرده تا در تالاب‌ها حضور داشته باشند (فنچل و فینلی ۱۹۹۵). همجواری نزدیک محیط‌های هوازی و بی‌هوازی در تالاب‌ها یکی از ویژگی‌های بارز و مشخص‌کننده آن‌هاست.



تصویر ۵.۲ غلظت اکسیژن در طول ۳ برش از گیاهان بن در آب تا آب آزاد، آگوست ۱۹۹۴ در دریاچه اندرسون، آیوا، آمریکا. (ترسیم مجدد از رز و کرامپتون ۱۹۹۶)

۲.۲ تاج‌پوشش گیاهان پرسلولی[1]

در تالاب‌ها هر دو مورد تاج‌پوشش گیاهان هوایی و تاج‌پوشش گیاهان غرقابی وجود دارد. هر دو آن‌ها می‌توانند از راه‌های مختلف بر شرایط محیطی اثر گذار باشند. تاج‌پوشش‌های گیاهی ساختارهای سه بعدی با سطح پوشش بزرگی را ایجاد می‌کنند که می‌توانند توسط میکروارگانیزم‌ها، بی‌مهرگان و برخی مهره‌داران مورد استفاده قرار گیرند.

آن‌ها جلوی نور را می‌گیرند، در بین خودشان سرعت نور و هوا را کاهش می‌دهند، زائدات گیاهی تولید می‌کنند، تاج‌پوشش‌های گیاهی بن در آب می‌توانند آب را به شکل بخار از درون خود عبور دهند، و فتوسنتز و تنفس تاج‌پوشش‌های غرقابی می‌تواند بر غلظت محلی اکسیژن و دی‌اکسیدکربن اثرگذار باشد.

هر دو مورد تاج‌پوشش‌های گیاهان غرقابی و بن در آب می‌توانند سطح برگی داشته باشند که چندین برابر سطحی است که بر روی آن رشدکرده‌اند (شکل ۱.۲)، این سطح شامل کل مساحت سطح برگ‌ها و مقدار جست‌های فتوسنتزی[2] در واحد سطح

[1] macrophyte Canopies

[2] photosynthetic shoot

یک تالاب است. علی‌رغم این که بسیاری فاکتورها (سطح برگ، ارتفاع تاج‌پوشش، سختی سطح تاج‌پوشش، موقعیت سفره آب نسبت به منطقه رشد ریشه، دمای هوا، سرعت باد، رطوبت نسبی و غیره) می‌توانند بر کاهش (استهلاک)[1] میزان تابش خالصی که به یک تاج‌پوشش بن در آب می۲رسد تأثیرگذار باشند، ولی اغلب این کاهش (بین ۵۰ تا ۷۵ درصد) توسط تبخیر و تعرق اتفاق می‌افتد، (سوچ و همکاران ۱۹۹۸؛ جاکوبز و همکاران ۲۰۰۲). ذخیره شارش گرما که گرم شدن آب و خاک است، همچنین مابقی تابش خالص را انتقال جانبی یا شارش محسوس گرما پراکنده می‌کند. وقتی آب ایستایی وجود دارد، اصلی‌ترین مخزن ذخیره شارش گرمایی است. میزان آبی که با تبخیر و تعرق از دست می‌رود ممکن است به صورت فصلی و با توجه به هر دو فاکتور تاج‌پوشش و شرایط محیطی تغییرکند. همچنین اهمیت نسبی تبخیر و تعرق در کل بودجه آب تالاب ممکن است به طور گسترده‌ای تغییرکند. در یک تالاب در هر زمانی ممکن است اختلاف تبخیر و تعرق از یک سوی تالاب تا سوی دیگر آن رخ دهد و این امر می‌تواند الگوهای جریان آب زیر زمینی داخلی را ایجاد نماید. برای مثال در منطقه چال‌مرغزار[2] (منطقه‌ای پوشیده از چمنزار و گودال‌های آب کم‌وسعت و کم‌عمق در شمال آمریکا)، بالا بودن سرعت تبخیر و تعرق در حاشیه گودال‌ها باعث می‌شود آب زیرمینی به شکل جانبی از مرکز به محیط اطراف این تالاب‌ها جریان داشته باشد (هایاشی و همکاران ۱۹۹۸). این موضوع همچنین باعث توزیع مجدد مواد محلول می‌شود و هنگامی‌که به‌دلیل تبخیر و تعرق آب‌های زیرزمینی غلظت این مواد افزایش می‌یابد، باعث انباشت آن‌ها در حاشیه این تالاب‌ها می‌گردد.

حضور تاج‌پوشش گیاهان بن در آب می‌تواند میزان نوری که به سطح آب می‌رسد و متعاقب آن دمای آب را کاهش دهد (شکل ۲.۳). از آنجا که عموماً انواع مختلفی از تاج‌پوشش گیاهی وجود دارد (شکل ۲.۱)، محیط‌های دمایی و نوری تالاب‌ها از نظر مکانی و زمانی به میزان زیادی متفاوت هستند. همچنین حضور تاج‌پوشش گیاهی می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر غلظت اکسیژن و دی‌اکسیدکربن محلی در ستون آب داشته باشد (شکل ۲.۳ و ۲.۵). در طول روز (شکل ۲.۳) ممکن است غلظت اکسیژن در تاج‌پوشش‌های گیاهی غرقابی به سطح اشباع برسد، درحالی که سطح اکسیژن زیر این تاج‌پوشش‌ها ممکن است بسیار پایین و به سطح هایپوکسیک[3] (۱ mg۱-۱<کمتر از یک میلی‌گرم در لیتر) نزدیک شود. در طول شب (شکل ۲.۳) سطح اکسیژن در تاج‌پوشش گیاهان غرقابی به اندازه قابل ملاحظه‌ای افت می‌کند و قبل از سحر ممکن است به سطح هایپوکسیک برسد. غلظت اکسیژن نه تنها به صورت زمانی بلکه به صورت مکانی نیز ممکن است تغییرکند (شکل ۲.۵). در محل توده تاج‌پوشش‌های بن در آب غلظت اکسیژن حتی در طول روز اغلب بسیار کم‌تر از مکان‌های همجوار است که فاقد تاج‌پوشش هستند.

همچون وضعیت نور (شکل ۲.۲) و دما (شکل ۳.۲)، تالاب‌ها می‌توانند گرادیان‌های غلظت بالا از گازهای محلول داشته باشند (شکل ۳.۲ و ۴.۲) که به دلیل حضور تاج‌پوشش گیاهی ایجاد شده است.

به طور خلاصه، ماکروفیت‌های بن در آب و تاج‌پوشش‌های غرقابی محیط‌های نامتجانسی را ایجاد می‌کنند. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب، بخصوص قابلیت انحلال پایین اکسیژن شدت این گرادیان‌های محیطی را تشدید می‌کند. درنتیجه، این گرادیان‌های پیچیده و متغیر دما، نور وگازهای محلول، به نوبه خود بر ارگانیزم‌های در حال حرکت و ثابت تالاب‌ها تأثیر می‌گذارند. توانایی آب در حل کردن گستره وسیعی از مواد به این معنی است که به طور معمول کلیه عناصر لازم برای رشد و توسعه گیاهان و جانوران در تالاب‌ها وجود دارند و به طور مستمر به وسیله جریان‌های سطحی، زیرزمینی و بارندگی‌ها به تالاب منتقل می‌شود. چگالی[4] و چسبندگی[5] بالای آب برای رشد، حرکت و پراکنش گیاهان و جانوران تالاب، هم مشکل ایجاد می‌کند و هم مزایایی دارد (بخش ۴). در تالاب‌ها محیط‌های هوازی و بی‌هوازی اغلب در مجاورت هم قرار دارند، و این

[1] Dissipate
[2] prairie Pothole
[3] hypoxic
[4] density
[5] viscosity

یکی از ویژگی‌های مشخصه تالاب است.

۳.۲ هیدرولوژی تالاب

بیشتر آب کره زمین در اقیانوس‌ها قرار دارد (در حدود ۹۷٪) و بخش بزرگی نیز در توده‌های یخ‌های قطبی و آب‌های زیرزمینی وجود دارد. از آنجا که سیستم‌های آبی آب‌شیرین (دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و تالاب‌ها) چنین مقدار کمی از حجم آب کره‌زمین را در خود جای می‌دهند، محیط‌های پویایی[1] هستند که در آن‌ها شرایط محیطی (عمق آب، سرعت آب، کدورت، دما، غلظت اکسیژن و غیره) به صورت روزانه، فصلی و سالانه تغییر می‌کند. ازآنجا که تالاب‌ها عمق کمی دارند، حتی تغییرات کوچکِ سطح آب که در دریاچه‌های بزرگ و رودخانه‌ها ناچیز به نظر می‌رسد، می‌تواند موجب تغییرات قابل توجه در محیط‌زیست محلی گیاهان و جانوران چسبنده گردد. در تالاب‌ها، تغییرات ورودی و خروجی آب که بودجه آب آن‌ها محسوب می‌شود و عمق آب در هر نقطه از تالاب در طول زمان، که به آن رژیم محلی آب[2] گفته می‌شود، معرف‌های مهمی از کل تالاب و محیط فیزیکی آن هستند که ارگانیزم‌های چسبنده¬ای که در سطوح مختلف آب تالاب یافت می‌شوند آن را تجربه می‌کنند. عمق سیلابی گذشته و حال، اصلی‌ترین فاکتور تعیین‌کننده پراکنش گیاهان و جانوران چسبنده در تالاب است.

هیدرولوژی، مطالعه حرکت و ذخیره شدن آب است. به دلیل چرخه‌جهانی آب، میزان زیادی از آبی که تبخیر می‌شود به وسیله باد از اقیانوس‌ها به خشکی برده می‌شود و به صورت برف و باران می‌بارد. با وجودی که بخشی از این آب جذب یخچال‌های طبیعی و سرزمین‌های یخ زده می‌شود اما بخش اعظم آن نهایتاً به صورت جریان بر روی زمین (جریانات سطحی) و یا زیرزمین (جریانات زیرسطحی) دوباره به اقیانوس‌ها بر می‌گردد. در مسیرهای بی‌شمارِ همین چرخه جریانات سطحی و زیرسطحی است که تالاب‌های آب شیرین پدیدار می‌شوند.

این مسیرها شامل کانال‌ها و گودهای طبیعی با اندازه‌ها، عمق و اشکال مختلف و نیز مناطقی است که توسط آب‌های زیرزمینی در شیب‌ها (چشمه‌ها، تراوش‌های طبیعی) و یا سطوح هموار تخلیه می‌شوند (فصل اول). از آنجا که میزان بارندگی در بیشتر مناطق جهان به طور فصلی تغییر می‌کند، به علاوه مقدار کل بارندگی نیز ممکن است از سالی به سال دیگر به میزان قابل توجه تغییرکند، لذا اغلب آب تالاب‌هایی که در مسیر هر نوع از این جریان‌ها قرار داشته باشند نیز از فصلی به فصلی و از سالی به سالی دیگر تغییر می‌کنند. در نتیجه، گیاهان و جانوران تالاب پیوسته خود را با تغییرات هیدرولوژی تالابی منطبق می‌کنند.

چنانچه در بخش یک اشاره شد تالاب‌ها را می‌توان بر اساس هیدرولوژی آن‌ها به کلاس‌های گسترده‌ای (شامل: دریاچه‌ای، رودخانه‌ای، مردابی و غیره) طبقه‌بندی کرد. گرچه در این کلاس‌های گسترده هیدرولوژیک، انواعی از تالاب یافت می‌شود که هیدرولوژی آن‌ها به طور قابل ملاحظه‌ای تغییر می‌کند. تالاب‌های آب شیرین در یک کلاس طبقه‌بندی، عمدتاً بر این اساس با هم فرق می‌کنند که چگونه به صورت سالانه یا در طول یک سال تحت تأثیر سیل قرار گرفته و آبگیری می‌شوند. وقتی داده‌های کمّی هیدرولوژی تالاب در دسترس نباشد، به طور معمول برای توضیح هیدرولوژی تالاب از برخی تعاریف استفاده می‌شود (شکل ۲-۶). این موارد عمدتاً معرف‌هایی[3] از مقدار و طول زمانی هستند که آب در تالاب ذخیره می‌شود. معمول این تعاریف مواردی هستند که در سیستم آمریکایی طبقه‌بندی تالاب‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (کواردین و همکاران ۱۹۷۹):

دایماً غرقابی[4]: در طول سال، آب ایستا یا سطح ایستابی آب وجود دارد.

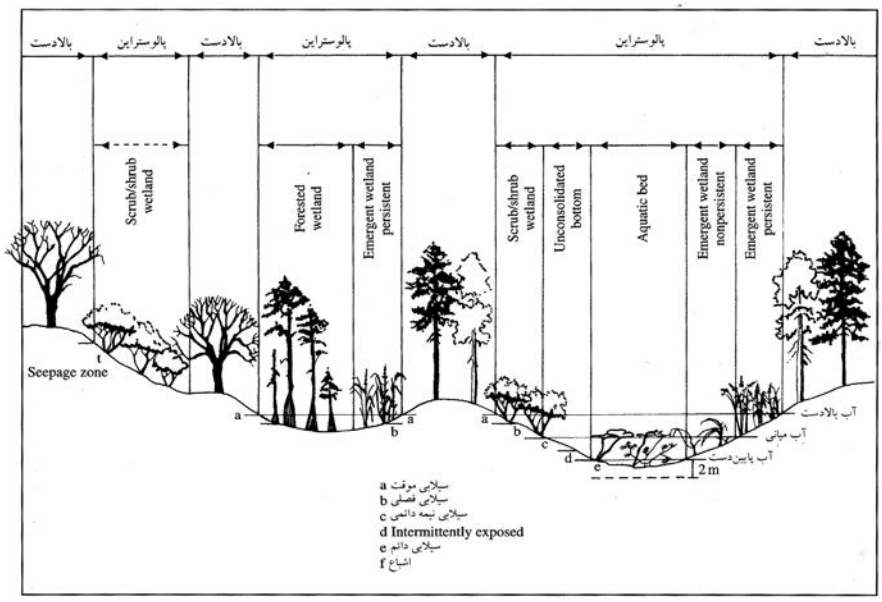
معمولاً غرقابی[5]: آب ایستا در طول سال وجود دارد به جز در سال‌های با خشکسالی شدید.

[1] dynamic
[2] local water regime
[3] descriptors
[4] permanently flooded
[5] intermittently exposed

غرقابی نیمه دایم[1]: در اغلب سال‌ها آب ایستا در طول فصل رشد وجود دارد.
غرقابی فصلی[2]: آب ایستا برای دوره‌های زمانی طولانی از فصل رشد وجود دارد.
اشباع[3]: خاک یا یک لایه تا سطح در طول فصل رشد با آب اشباع است (اشباع از آب) ولی به ندرت آب ایستا وجود دارد.
موقتا غرقابی[4]: آب ایستا در دوره‌های کوتاه از فصل رشد وجود دارد.
غرقابی متناوب[5]: آب ایستا بدون هیچ گونه الگوی فصلی وجود دارد.

در سایر مناطق جهان از تعاریف مشابهی برای توضیح هیدرولوژی تالاب‌ها استفاده می‌شود (سمینوک و سمینوک ۱۹۹۵). در واقعیت، اغلب پوشش‌گیاهی موجود در یک تالاب به عنوان شاخص رژیم آبی در ارتفاع معین از یک تالاب استفاده می‌شود. در هرتالابی، پوشش‌های گیاهی در ارتفاع‌های مختلف، رژیم‌های آبی متفاوتی را تجربه می‌کنند (شکل ۲-۶). پوشش‌گیاهی در عمیق‌ترین بخش‌های تالاب می‌تواند به صورت دایماً غرقابی باشد در حالی که با افزایش ارتفاع اشکال دیگری از رژیم آبی شامل غرقابی نیمه‌دایمی، فصلی، موقتاً و متناوب را تجربه کند.

در نتیجه، درتالاب‌ها انواع مختلفی از خاک و پوشش گیاهی را در طول گرادیان (شیب) ارتفاعی می‌توان مشاهده‌کرد (شکل ۶.۲).



شکل ۶.۲ رژیم آب در ارتفاع‌های متفاوت تالاب‌های داخلی ماندابی Palustrine (ترسیم مجدد از کواردین و همکاران ۱۹۷۹)

مطالعات کمی هیدرولوژی تالاب تلاش می‌کند تا کل ورودی آب[6](بارندگی، جریان سطحی، جریان زیرسطحی (تغذیه[7])) و خروجی‌ها[1](تبخیر و تعرق، جریان‌های سطحی خروجی و جریان‌های زیرسطحی خروجی (تخلیه[2])) را اندازه‌گیری و یا برآورد نماید. طی هر بازه زمانی (که معمولاً سال در نظر گرفته می‌شود)، تفاوت بین ورودی و خروجی معادل تغییر در ذخیره (حجم) آب تالاب است. دوره توقف یا زمان چرخش[3](تعداد روزی که طول می‌کشد تا کل آب تالاب جایگزین شود) نیز

[1]semipermanently flooded
[2]seasonally flooded
[3]saturated
[4]temporarily flooded
[5]intermittently flooded
[6]water inputs
[7]discharge

می‌تواند با استفاده از بیلان‌های هیدرولوژیکی برآورد شود. فراهم‌کردن داده‌های لازم برای تعیین بیلان هیدرولوژیکی دقیق، مشکل و هزینه بر است. در نتیجه، بیلان‌های هیدرولوژیکی تنها برای تعداد کمی از تالاب‌ها وجود دارد. معادله زیر برای محاسبه بودجه هیدرولوژیکی یک تالاب در طول بازه‌زمانی مشخص، معمولاً یک سال، استفاده می‌شود:

$$SWI + GWI + P = SWO + GWO + ET \pm \Delta S \pm \varepsilon$$

ورودی‌های آن شامل موارد زیر هستند:

SWI[۴] حجم آب سطحی ورودی

GWI[۵] حجم آب زیرزمینی ورودی (تغذیه)

P[۶] بارندگی (برف و باران)

و خروجی ها و ذخیره شامل این موارد می‌شوند:

SWO[۷] حجم آب سطحی خروجی

GWO[۸] حجم آب زیرزمینی خروجی (تخلیه)

ET[۹] خروجی تبخیر و تعرق

ΔS[۱۰] تغییر در حجم آب تالاب (ذخیره)

ε = خطای کلی یا عدم قطعیت (برآوردی است از میزان قابل اعتماد بودن بودجه. اگر ε=۰ بنابراین بودجه کاملاً متعادل است و کلیه خروجی‌ها و ورودی‌ها به درستی اندازه‌گیری و یا برآورد شده اند.)

یک مثال از بیلان هیدرولوژیکی برای تورب‌زار مانوما در جدول ۲-۱ ارایه شده است. در این تورب‌زار، ورودی اصلی آب در هر دو سال بارندگی بوده است (< ٪۸۰) و خروجی اصلی تبخیر و تعرق بوده است (< ٪۹۰). منابع اصلی آب تالاب در شرایط سرزمینی مختلف در شکل ۲-۷ ارایه شده است. اغلب جریان‌های آب سطحی و بارندگی غالب جریان ورودی به تالاب و جریان‌های سطحی خروجی و تبخیر و تعرق جریان خروجی تالاب را شکل می‌دهند. درحالی که بسیاری تالاب‌ها سطح ادامه‌داری از آب ایستا دارند که آب سطحی در آن‌ها جریان دارد، تورب‌زارها اغلب چنین ویژگی ندارند. در تورب‌زارها موادآلی لایه‌های بالایی فشردگی کم‌تر و در نتیجه هدایت هیدرولیکی بالاتری دارند و این در حالیست که مواد آلی لایه‌های پایین‌تر متراکم‌تر بوده و هدایت هیدرولیکی بسیار پایین‌تری دارند.

این لایه سطحی تورب آکروتِلم[۱] و لایه زیرین آن کاتوتِلم[۲] نامیده می‌شود. آب سطحی اغلب به صورت ترجیحی در آکروتلم و در حاشیه تورب‌زار جریان دارد (شکل ۲.۸، موور ۱۹۹۰).

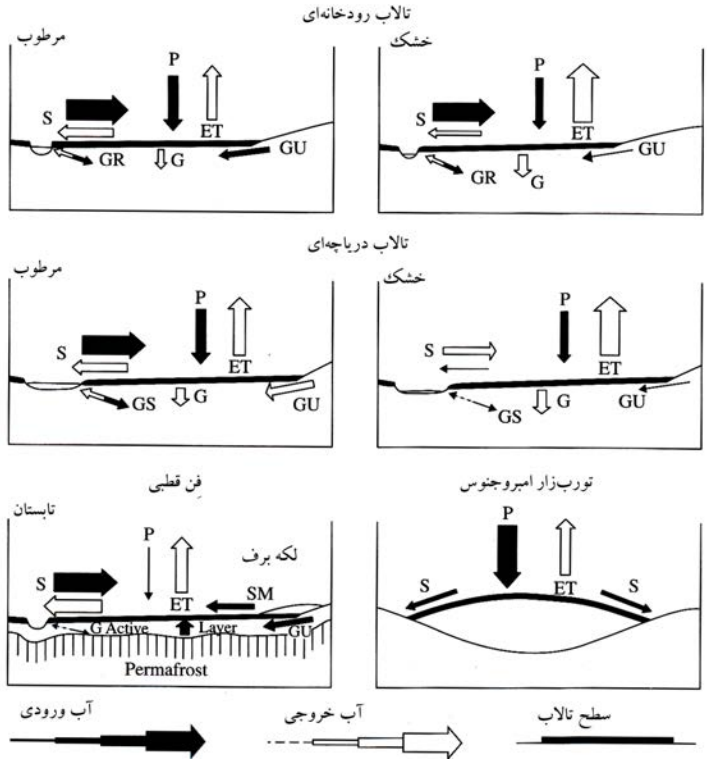
اجزاء هیدرولوژیک	۱۹۹۰ (ژوئن تا نوامبر)		۱۹۹۱ (آوریل تا اکتبر)	
	سانتی متر	درصد	سانتی متر	درصد
ورودی				
بارندگی				
رواناب سطحی				

جدول ۲.۱ : بودجه هیدرولوژیکی برای تورب‌زار مانونا، ویسکانسین، ایالات متحده آمریکا

منبع : برگرفته شده از اون (۱۹۹۵)

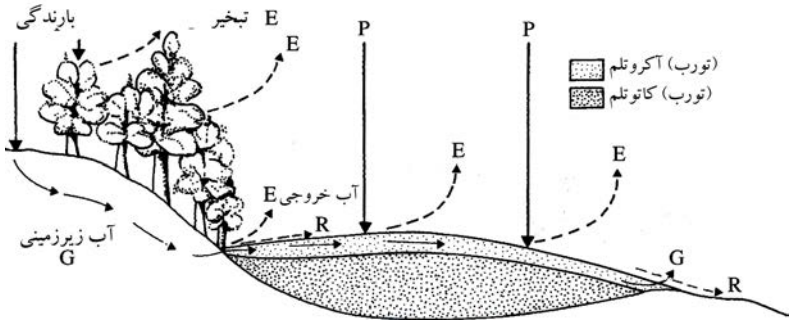
[1]water outputs
[2]recharge
[3]detention or turnover time
[4]volume of surface water inputs
[5]volume of groundwater inputs
[6]precipitation
[7]volume of surface water outputs
[8]volume of groundwater outputs
[9]evapotranspiration outputs
[10]change in volume of water in wetlands

یک هیدروگراف، نقشه‌ای[3] از عمق آب یا تخلیه آب از تالاب‌های رودخانه‌ای در یک نقطه خاص و در طول زمان است (شکل ۲-۹). برای اندازه‌گیری سطح آب ابزارهای متفاوتی وجود دارد، از یک گِیج ساده که توسط کارکنان به صورت دوره‌ای خوانده می‌شود تا ایستگاه‌های اندازه‌گیری الکترونیکی پیچیده که می‌توانند اطلاعات هر مرحله را به صورت مستمر در حافظه ثبت‌کنند و یا حتی داده‌ها را به صورت رادیویی در هر چند دقیقه به مراکز جمع‌آوری داده ارسال نمایند. متوسط، ماکزیمم و مینیمم عمق آب در یک بازه زمانی از جمله آمارهای مهمی است که می‌تواند از هیدروگراف‌ها محاسبه شود. دوره آب، به معنی تعداد روزهای یک سال که آب‌ایستا در یک نقطه نمونه‌گیری وجود دارد، نیز به سادگی از یک هیدروگراف قابل استحصال است. شکل (۲.۹) تغییرات میزان آب ذخیره‌شده در یک تالاب مصبی[4] یا میزان آب عبوری از برخی نقاط در تالاب رودخانه‌ای با جریان جهت‌دار را نیز می‌توان از هیدروگراف و با استفاده از داده‌های ریخت‌شناسی[5] حوزه یا سطح مقطع عرضی کانال برآورد کرد. اگر یک هیدروگراف با بازه زمانی طولانی وجود داشته باشد در نتیجه می‌توان یک منحنی عمق-زمان را از آن به دست آورد. منحنی عمق-زمان نقشه‌ای است از میزان زمانی (معمولاً تعداد روزهای یک سال یا درصدی از یک سال) که نقطه مورد نمونه‌برداری تا عمق مشخصی غرقابی شده است.

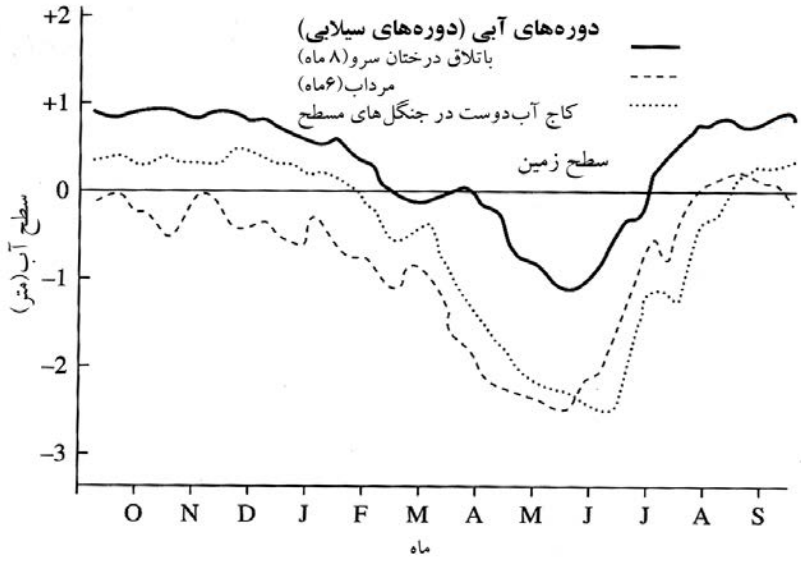


شکل ۷.۲ جریان‌های اصلی خروجی و ورودی آب در تالاب‌های رودخانه‌ای و دریاچه‌ای، مرداب‌ها (فِن‌های) قطبی و باگ‌های آمبروجنوس . بارندگی (P)، جریان‌های سطحی (S)، جریان‌های آب زیرزمینی (G)، جریان های آب زیرزمینی از یا به رودخانه (GR)، جریان‌های آب زیرزمینی از ارتفاعات (GU)، تبخیر و تعرق (ET)، برفاب (SM). (از اورم ۱۹۹۰)

[1]Acrotelm
[2]Catotelm
[3]plot
[4]palustrine
[5]morphometry



شکل ۸.۲ چهره اصلی هیدرولوژی تورب‌زارها. در تورب‌زارها، جریان سطحی آب اغلب از طریق آکروتلم (لایه‌ای که در آن تورب متخلخل‌تر از لایه‌های ضخیم زیرین (کاتوتلم) است) انجام می‌شود. (ترسیم مجدد از مور ۱۹۹۰)



شکل ۹.۲ هیدروگراف‌ها و دوره‌های آبی (طول مدت آب گرفتگی) سه نوع از تالاب‌های فلوریدا (دوور و همکاران ۱۹۸۶)

منحنی‌های عمق-زمان برای توضیح رژیم آبی شامل مدت زمان غرقابی‌شدن سطح و مقدار عمق آن در هر سال استفاده می‌شوند

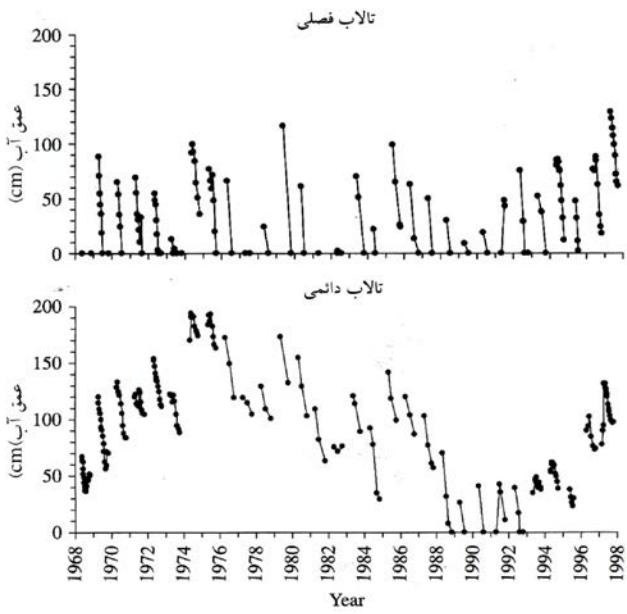
در بسیاری نقاط جهان، در میزان بارش سالیانه تغییرات چرخشی مشاهده می‌شود، از سال‌هایی که در آنها بارندگی زیرنرمال بوده (خشکسالی) و متناوباً سال‌هایی که بارندگی بالاتر از نرمال بوده است. نتیجه این تغییرات در عمق آب تالاب‌ها معمولاً

[1] wet-dry cycles

چرخه خشک-تر نامیده می‌شود. چرخه‌های خشک-تر[1] اغلب دوره‌های ۱۰ تا ۲۰ ساله دارند. در زمان مشخصی از سال در یک ارتفاع مشخص از یک تالاب، عمق آب ممکن است از سالی به سال دیگر به میزان قابل ملاحظه‌ای تغییر کند. ارتفاع‌های آب در دو چال‌مرغزار در جنوب ساسکاچوان کانادا، در پاییز و بهار در شکل ۲-۱۰ خلاصه شده است. یکی از آن‌ها تالابی فصلی است که تقریباً هر سال خشک می‌شود. دیگری تالابی دایمی است که در آن ارتفاع آب در طول یک دوره ۳۰ ساله ثبت اطلاعات در حدود ۲ متر نوسان داشته است. چنین تغییراتی در متوسط عمق آب سالیانه ممکن است باعث تغییرات اساسی در ترکیب و عملکرد تالاب (تولیدات‌اولیه، تجزیه‌پسماند (برگ‌ریخت)، چرخه موادغذایی و غیره) از سالی به سال دیگر گردد (بخش ۶). در نتیجه گیاهان و جانوران چسبنده که در تالاب‌های آب شیرین یافت می‌شوند بایستی به نوعی با محدوده‌ای از تغییر در عمق آب از سالی به سال دیگر سازگاری یابند.

ریشتر و همکاران در سال ۱۹۹۶ یک سری آمار هیدرولوژیکی که می‌تواند برای توضیح چرخه تر-خشک تالاب‌ها مورد استفاده قرار گیرد را پیشنهاد کردند (وندر واک ۲۰۰۵). این آمار هیدرولوژیکی بر اساس پنج مشخصه اصلی از رژیم‌های هیدرولوژیکی هستند:

۱. مقدار (بزرگی)[1]: ارتفاع یا حجم آب در هر زمان ارایه شده
۲. زمان بندی[2]: زمانی که یک وضعیت خاص آب (مخصوصاً حداکثرها و حداقل‌ها) عموماً رخ می‌دهد.
۳. تواتر[3]: وضعیت خاص آب چند وقت یک بار در طول یک بازه زمانی رخ می‌دهد.
۴. طول مدت[4]: وضعیت خاص آب چه مدت به طول می‌انجامد.
۵. سرعت تغییر[5]: با چه سرعتی شرایط آب بالا و پایین می‌شود.



شکل ۱۰.۲ عمق آب فصلی و دایمی چال‌مرغزارها در جنوب ساسکاچوان، کانادا (برگرفته از واندرکامپ و هایاشی ۱۹۹۸)

[1]magnitude
[2]timing
[3]frequency
[4]duration
[5]rate of change

از بین مشخصات یاد شده، سرعتِ تغییرات، موردی است که اغلب از آن غفلت می‌شود. در حالی که می‌تواند برای بسیاری از گونه‌های تالابی بسیار مهم باشد. برای مثال در اورگلید[1] یک چرخه سالانه از تغییر سطح آب به دلیل تناوب فصل‌های تر (می تا اکتبر) و فصل‌های خشک (نوامبر تا آوریل) وجود دارد. این الگوی سالانه تغییر سطح آب منجر به چیزی می‌شود که دی انجلیس و وایت (۱۹۹۴) آن را جبهه[2] (خط مقدم) نامیده‌اند. جبهه یک زون گذرگاهی[3] از شرایط آب در حال حرکت از پایین به بالا و از بالا به پایین است. جبهه‌ها مشخصه مهمی از اورگلید و سایر تالاب‌ها می‌باشند، چراکه دسترسی طعمه (ماهیان و بی‌مهرگان) را برای پرندگان کنارآبزی[4] و سایر گوشتخواران تغییر می‌دهند. زمانی که در طول فصل خشک سطح آب کاهش می‌یابد، زون‌های جدیدی از آب کم‌عمق برای پرندگان کنارآبزی به وجود می‌آید و تمرکز مستمری از طعمه در آنجا به وجود می‌آید. سرعت وقوع این افت در سطح آب اهمیت زیادی دارد، اگر سطح آب به صورت آرام و پیوسته افت کند، همیشه میزان کافی از غذا در جبهه وجود دارد. در مورد پرندگان کنارآبزی، کاهش ارتفاع آب بایستی به مدت کافی طول بکشد و غذا تا زمانی که جوجه‌های سال جاری آن‌ها آماده پرواز شوند در دسترس آن‌ها باقی بماند.

به طور خلاصه، هیدرولوژی هر تالابی تابع ورودی‌های مختلف آب (بارندگی، جریان سطحی، جریان زیرسطحی) و خروجی‌های آب (تبخیر و تعرق، جریان‌های خروجی سطحی و جریان‌های خروجی زیرسطحی) است. این عوامل نه تنها مقدار آب تالاب در هر زمان، بلکه مشخصات شیمیایی این آب را نیز مشخص می‌کنند. به عنوان اولین تقریب، برای توضیح هیدرولوژی تالاب توصیف‌گرهای هیدرولوژیک ی می‌تواند مورد استفاده قرارگیرد. هیدروگراف‌ها تغییرات عمق آب را در یک نقطه مشخص از تالاب و در طول زمان ثبت می‌کنند. از هیدروگراف‌ها می‌توان بسیاری از توصیف‌گرهای کمی هیدرولوژی تالاب را به دست آورد. این موضوع می‌تواند شامل متوسط، حداقل و حداکثر عمق آب در طول یک بازه زمانی باشد. توصیف‌های دقیق‌تر رژیم آب مانند منحنی‌های عمق-زمان را نیز می‌توان به دست آورد. از آنجا که تالاب‌ها کم عمق هستند، تغییرات ارتفاع آب در هر دو حالت فصلی و در طول سال معمول هستند و این تغییرات می‌توانند به اندازه‌ای بزرگ باشند که گیاهان و ارگانیزم‌های چسبنده ممکن است در طول هر سال و به ویژه از سالی به سال دیگر عمق‌های متفاوتی از آب را تجربه کنند.

۴.۲ خلاصه

ویژگی‌های آب بر تکامل گونه‌های تالابی و همین طور بر توزیع آن‌ها درون و در بین تالاب‌ها اثرات قابل‌توجهی داشته‌اند. شرایط محیطی که توسط ارگانیزم‌های درون تالاب‌ها تجربه می‌شوند تا حد زیادی تابع ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی آب، منبع و مقدار آب ورودی، ذخیره شده و تخلیه شده از یک تالاب مشخص می‌باشد. ویژگی‌های مهم فیزیکی آب شامل چگالی، ظرفیت گرمایی ویژه، شفافیت و چسبندگی بالای آن است. ویژگی‌های مهم شیمیایی آب شامل PH، مقدار مواد مغذی و میزان اکسیژن آن است. تاج‌پوشش‌های گیاهی با ایجاد مجموعه‌ای از زیستگاه‌های خرد در یک تالاب، به میزان قابل توجهی شرایط محیطی (دماهای آب، سطح اکسیژن) را تحت تأثیر قرار می‌دهند . هیدرولوژی کلی تالاب‌ها با بودجه آبی آن‌ها توضیح داده می‌شود. در هر تالاب مشخصی پوشش‌گیاهی موجود در ارتفاعات مختلف، رژیم‌های آبی متفاوتی را تجربه می‌کنند. رژیم‌های آبی و مدت زمان غرقابی شدن هر نقطه از تالاب از طریق هیدروگراف‌های طولانی مدت و پلات‌های عمق- زمان می‌توانند مشخص شوند.

[1] magnitude
[2] timing
[3] frequency
[4] duration

۵.۲ تجربه‌های عملی و مشاهدات

۱.۵.۲ ارتفاع‌های آب

یکی از مهم‌ترین مشخصات یک تالاب هیدرولوژی آن است. در کار میدانی، یکی از مقادیر هیدرولوژی تالاب که به راحتی قابل اندازه‌گیری است، ارتفاع آب است. عمق آب در طول تالاب تغییر خواهد کرد و بهترین محل برای اندازه‌گیری ارتفاع آب تالاب، یکی از عمیق‌ترین مکان‌های آن است که به راحتی قابل دیدن و قابل دسترسی باشد.

ارتفاع آب با استفاده از یک شاخص ساده اندازه‌گیری می‌شود. این شاخص یک چوب، تخته و یا میله‌ای عمودی است که با مقیاس مشخصی مدرج شده است و یا نوار متری بر روی آن چسبانده شده است. این شاخص‌ها ممکن است به ستون‌ها یا سازه‌های کنترل آب وصل شوند و یا این که درون زمین فرو برده شوند. پایین‌ترین قسمت اشل معمولاً بایستی برروی بستر تالاب قرار گیرد و انتهای پایانی آن بایستی بالاتر از بیشترین سطح آب پیش‌بینی شده تالاب قرار گیرد. شاخص بایستی در کوتاه‌ترین دوره‌های زمانی ممکن قرائت شود. استفاده از دوربین‌های چشمی برای قرائت این گیج‌ها ممکن است بسیار مفید باشد. هرچقدر دوره ثبت این داده‌ها طولانی‌تر باشد اطلاعات آن‌ها مفیدتر است.

یک نقشه نشان‌دهنده ارتفاع آب در طول زمان که به آن هیدروگراف گفته می‌شود، برای خلاصه‌کردن داده‌های جمع‌آوری شده استفاده می‌شود. داده‌های ارتفاع آب یک تالاب می‌تواند با داده‌های ارتفاع آب رودخانه‌ها و دریاچه‌های مجاور که توسط ایستگاه‌های ادارات دولتی اندازه‌گیری و نگهداری می‌شود مقایسه شود. اغلب اوقات مقایسه بین هیدروگراف یک تالاب با هیدروگراف‌های بلندمدت رودخانه یا دریاچه مجاور استنتاج مطالب بیشتری را در مورد سطوح آب یک دوره طولانی امکان پذیر می‌کند. بازه مورد نظر در بررسی سطح آب سالانه و یا دوره‌های زمانی بلندمدت‌تر چیست؟ چگونه این تغییرات سطح آب بلندمدت بر پوشش‌گیاهی و حیوانات یک تالاب تأثیر می‌گذارد؟

۲.۵.۲ شیمی آب

شیمی آب بر ترکیب پوشش‌گیاهی تالاب تأثیر بسزایی دارد. دو پارامتر شیمیایی آب که به سادگی قابل اندازه‌گیری هستند: PH و هدایت‌الکتریکی آن می‌باشد. هر دوی آن‌ها در کار میدانی و با استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری الکترونیکی مناسب و یا برداشتن نمونه آب و برگرداندن آن به آزمایشگاه، قابل اندازه‌گیری هستند.

PH، که اندازه‌گیری میزان تمرکز H+ در آب است یک فاکتور وابسته به دماست و معمولاً با دمای ۲۵درجه سانتی‌گراد تنظیم می‌شود. دستگاه‌های مدرن‌تر اندازه‌گیری PH این کار را به صورت اتوماتیک انجام می‌دهند. PH می‌تواند در طول روز، همچنین به صورت فصلی تغییرکند. برای تشخیص خلاش‌هااز لجنزارها در تورب‌زارها اندازه‌گیری PH مفیدترین کار است.

هدایت مخصوص یا رسانایی مقیاسی برای الکترولیت‌های محلول در آب است. میزان جریانی که آب هدایت خواهد کرد تابع مستقیمی از تمرکز یون‌ها در محلول است. هدایت مخصوص در مقیاس موس[1] ، متقابل ohms، اندازه‌گیری می‌شود. هرچقدر میزان آن بیشتر باشد، مقدار یون‌ها در محلول بیشتر است، که در این صورت آب رسانایی بیشتری دارد. مانند pH هدایت مخصوص نیز به دما وابسته است. هدایت مخصوص می‌تواند از موس کم‌تر از ۵۰۰ در آب‌های شیرین، تا بیش از ۶۰ هزار موس در تالاب‌های شور متغیر باشد. در تالاب‌های اقلیم‌های خشک که نوسانات ارتفاع آب فصلی یا طولانی مدت است هدایت مخصوص می‌تواند به میزان قابل توجهی با توجه به ارتفاع آب تغییرکند.

زمان‌هایی که سطح آب بالاست میزان هدایت مخصوص پایین است و وقتی‌که ارتفاع آب کم باشد مقدار آن زیاد است.

PH و رسانایی چگونه بر طبقه‌بندی تالاب تاثیر می‌گذارد؟ آن‌ها چگونه بر ترکیب پوشش گیاهی تاثیر گذارند؟

[1] Mhos

۳.۵.۲ گرادیان‌های اکسیژن و دما

گرادیان‌های دما و اکسیژن در تالاب‌ها مشترک هستند. هر دو مورد اکسیژن و دمای آب را به راحتی می‌توان در محل و با دستگاه‌های قابل حمل الکترونیکی اندازه‌گیری کرد. اکسیژن و دما را در سطح و نزدیک کف، و عمق آب را در طول برش عرضی از آب کم عمق ناحیه بن در آب تا رسیدن به زونی که توسط موجودات آبزی غرقابی احاطه شده است اندازه‌گیری نمایید. این اندازه‌گیری‌ها را در صبح زود در وسط روز و انتهای بعد از ظهر انجام دهید.

تمرکز اکسیژن و تغییرات دما چگونه در طول یک برش عرضی تغییر می‌کند؟ عمق آب چگونه و به چه میزان بر آن‌ها تاثیر می‌گذارد؟ زمان روز تا چه میزان بر آن‌ها اثر می‌گذارد؟ چه نوعی از ارگانیزم‌ها به نظر می‌رسد که از گرادیان‌های دما و اکسیژن به میزان بیشتری متأثر باشند؟

۳

میکرو ارگانیسم‌ها و بی‌مهرگان

بسیاری از جاندارانی که در تالاب‌ها زندگی می‌کنند در سایر زیستگاه‌های آبی مجاور نیز یافت می‌شوند. این جانداران احتمالاً تمامی میکروارگانیسم‌ها (باکتری‌ها، قارچ‌ها و جلبک‌ها)، بسیاری از بی‌مهرگان اگر نه تمام آن‌ها و نیز بیشتر ماهی‌ها را در بر می‌گیرد. جاندارانی نیز وجود دارند که فقط به تالاب‌ها محدود هستند و یا اساساً 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) می‌شود. جاندارانی که در تالاب‌ها یافت می‌شوند را می‌توان براساس اندازه نیز طبقه‌بندی نمود. بسیاری از جانداران تالابی که به صورت میکروسکوپی یا در حدی قابل مشاهده با چشم غیر مسلح هستند، در سایر سیستم‌های آبی نیز یافت می‌شوند. برخلاف جانداران کوچک که گستردگی بیشتری دارند، جانداران بزرگ‌جثه سازگاری ویژه‌ای برای زندگی در پیدا نموده‌اند. هرچند که جانداران کوچک منحصر به تالاب‌ها نیستند، ولی به لحاظ کارکردی جانداران با اهمیتی درون تالاب‌های آب شیرین محسوب می‌شوند. این موجودات در زنجیره‌های غذایی و چرخه‌های مواد نقش عمده‌ای ایفاء می‌کنند (فصل ۶).

هرچند که تشخیص بین جانداران کوچک[1] و جانداران بزرگ‌جثه[2] تا حدودی خودسرانه به‌نظر می‌رسد، ولی منعکس‌کننده این واقعیت است که تالاب‌ها دارای گونه‌های میکروارگانیزمی هستند که در سایر انواع سیستم‌های آبی نیز یافت می‌شوند و گونه‌های بزرگ‌جثه‌ای نیز دارند که تا حد زیادی به تالاب‌ها محدود می‌شوند. گونه‌های گروه اول (جانداران کوچک) بیشتر در بخش آبی و گونه‌های گروه دوم (جانداران بزرگ جثه) در قسمت خشکی تکامل و رشد یافته‌اند. گرچه حشرات آبزی به همراه سایر بی‌مهرگان به عنوان بخشی از جانداران کوچک طبقه‌بندی شده‌اند، اما از آنجا که حشرات از اجداد خشکی مشتق شده‌اند و با چشم غیر مسلح نیز دیده می‌شوند، می‌توان آن‌ها را جزء گونه‌های بزرگ‌جثه نیز طبقه‌بندی نمود. در این فصل جانداران کوچک (میکروارگانیزم‌ها به علاوه بی‌مهرگان) به طور مختصر تشریح می‌گردند. شرح مفصل این جانداران در برونمارک و هنسون (۲۰۰۵) یا دیگر کتب و گزارشات لیمنولوژی یافت می‌شود. جانداران بزرگ‌جثه نیز در فصل بعد تشریح خواهند شد. بررسی جزئیات مربوط به زیست‌شناسی میکروارگانیزم‌ها و بی‌مهرگان در این فصل غیر ممکن است، به جای آن این فصل تنها به جنبه‌های اکولوژیک این جانداران که به درک نقش کارکردی آن‌ها در تالاب‌ها مربوط است می‌پردازد، آن‌ها نقش عمده‌ای در زنجیره غذایی تالاب‌ها و چرخه مواد معدنی دارند (فصل ۶).

[1] microbiota

[2] macrobiota

۱.۳ میکروارگانیزم‌ها

تالاب‌ها دارای گروه‌های مختلفی از میکروارگانیزم‌ها هستند (جلبک‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها (کایمازال ۱۹۹۵، فنچل و فاینالی ۱۹۹۵، رینهرمر ۱۹۹۲). از بین گروه‌های مختلف جانداران باکتری‌ها، قارچ‌ها و جلبک‌ها دارای اهمیت ویژه‌ای هستند. اگرچه ویروس‌ها به عنوان عوامل بیماریزای باکتری‌ها، جلبک‌ها و گروه‌های مختلفی از گیاهان و جانوران آبزی شناخته شده‌اند. اهمیت آن‌ها در تالاب‌ها هنوز کاملاً ناشناخته باقی مانده است.

۱.۱.۳ باکتری‌ها

باکتری‌ها بسیار کوچک هستند (عموماً ۰.۵ تا ۲ میکرون). درنتیجه به غیر از مواقعی که به صورت کلونی یا توده‌های بسیار بزرگ هستند قابل دیدن نمی‌باشند. فلور باکتری‌های تالاب‌ها نتیجه کیفیت شیمیایی آب (PH، شوری، مواد مغذی گیاهی و غیره)، دما، سطح اکسیژن و ترکیبات آلی آب است. باکتری‌های مختلفی وجود دارند. از نظر اکولوژیک اهمیت باکتری‌ها نه به خاطر تفاوت‌های ظاهری اندک آنها بلکه به دلیل مسیرهای متابولیکی متنوع آن‌هاست و به همین دلیل این جانداران بر اساس قابلیت‌های متابولیکی طبقه‌بندی می‌شوند. شواهد موجود نشان می‌دهد باکتری‌هایی که در تالاب‌ها یافت می‌شوند تا حد قابل توجهی همانند باکتری‌هایی هستند که در دریاچه‌های مجاور و یا جریانات آبی با کیفیت مشابه وجود دارند. باکتری‌ها به صورت شناور آزاد در ستون آبی وجود دارند و یا بر روی گیاهان، مواد زائد، سطح خاک و درون خاک رشد می‌کنند. باکتری‌ها نرخ‌های متابولیسم بالا و طول نسل بسیار کوتاهی دارند و سرعت متابولیسم آن‌ها وابسته به دما است. طول نسل باکتری‌ها در سطح ۰.۲۵ تا ۰.۵ ساعت می‌باشد درحالی که تک‌یاخته‌ای‌ها، بی‌مهرگان[1] و ماهی‌های کوچک به ترتیب ۸ ساعت، ۱۰روز و یک سال است (فنچل و همکاران ۱۹۹۸).

اغلب باکتری‌های تالابی فتوسنتز کننده نیستند و بیشتر آن‌ها پوده‌خوار[2] هستند، که مواد گیاهی و جانوری زنده یا مرده را تجزیه و مصرف می‌کنند. بی شک برخی از باکتری‌های تالابی بیماریزا هستند، اما شناخت زیادی از آنها وجود ندارد. باکتری‌هایی نیز وجود دارند که امکان فتوسنتز دارند و از این طریق می‌توانند با استفاده از انرژی بیرونی دی‌اکسیدکربن یا ترکیبات ساده دیگر را در تالاب کاهش دهند. یک گروه از باکتری‌های فتوسنتز کننده معمول تالاب‌ها سیانوباکترها (جلبک‌های سبز-آبی) هستند.

۳.۱.۳ متابولیسم باکتریایی

از نظر متابولیسمی باکتری‌ها نسبت به کلیه گروه‌های دیگر تالاب‌ها بسیار بیشتر متحرک هستند. باکتری‌ها نیز همانند کلیه جانداران دیگر برای ساخت اجزاء سلولی خود (دیواره سلولی، پروتئین‌ها، لیپیدها، DNA و غیره) به منابع انرژی و مواد آلی و غیرآلی زیادی از محیط اطراف نیاز دارند. باکتری‌ها به دو گروه بزرگ تولیدکننده و مصرف‌کننده طبقه‌بندی می‌شوند. مصرف‌کنندگان از مواد آلی موجود برای تأمین انرژی و مواد مورد نیاز جهت ساخت اجزاء سلولی خود استفاده می‌کنند. این موجودات نقش مهمی در تجزیه بقایای گیاهی و جانوری دارند. تولیدکننده‌ها از مولکولهای C-۱ (دی‌اکسیدکربن، متان، متانول) به عنوان منبع کربن استفاده می‌کنند. دو نوع تولیدکننده وجود دارند که با یکدیگر در منبع انرژی مصرفی جهت فتوسنتز تفاوت دارند. تولیدکنندگان نوری[3] از نور خورشید استفاده می‌کنند، درحالیکه تولیدکنندگان شیمیایی[4] انرژی مورد نیاز خود را از طریق مواد غیرآلی اکسیداسیون کننده (مانند متان، گاز هیدروژن) به همراه پذیرنده الکترون غیر آلی تأمین

[1] Copepod
[2] saprophytes
[3] photoautotroph
[4] chemoautotroph

می‌کنند. این جانداران کربن مورد نیاز خود را از دی‌اکسید کربن یا مولکول C^{-1} احیاءشده تامین می‌کنند. برخی باکتری‌ها می‌توانند هم تولیدکننده و هم مصرف‌کننده باشند. این قبیل باکتری‌ها به طور معمول در معرض نور تولید کننده و در تاریکی مصرف کننده هستند.

۳.۱.۳ تفاوت‌های متابولیسم (Dissimilatory metabolism)

در باکتری‌ها پنج طبقه کلی بازدهی انرژی یا فرایندهای انتشاری وجود دارد که عبارتند از: فتوسنتز، تخمیر، تنفس هوازی، تنفس بی‌هوازی و متانوژنس (فنچل و همکاران ۱۹۹۸). دو مورد از این مکانیزم‌ها شامل تنفس بی‌هوازی و متانوژنس[1] مختص باکتری‌ها هستند. فرایندهای تخمیر و تنفس هوازی در باکتری‌ها در مقایسه با سایر میکروارگانیزم‌ها (جلبک‌ها و قارچ‌ها)، گیاهان و جانوران مشابه می‌باشند و فقط در برخی جزئیات تفاوت دارند.

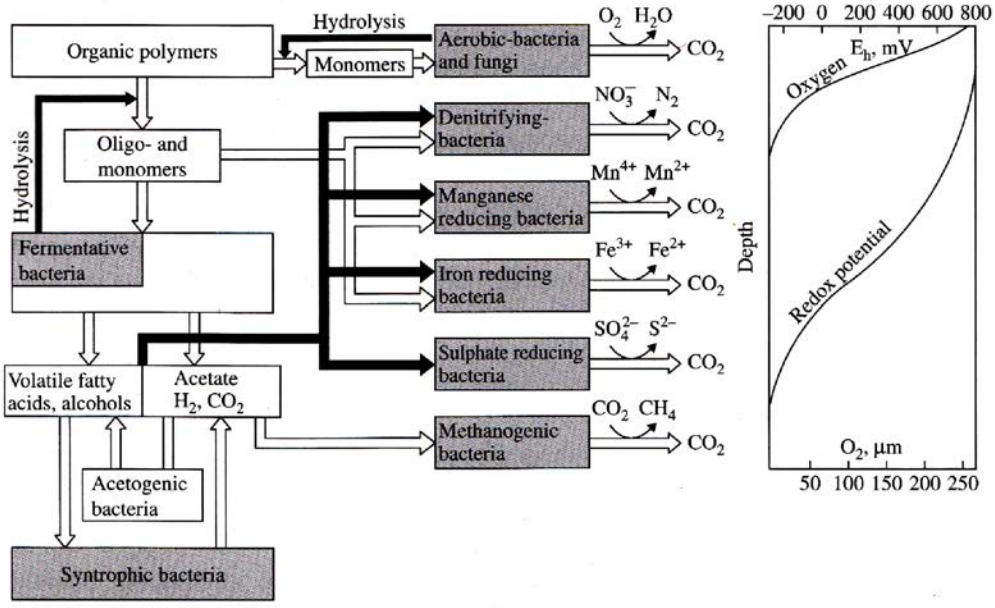
فتوسنتز (تولید نوری) ممکن است هم در حضور (فتوسنتز اکسیژنی) و هم در عدم حضور اکسیژن (فتوسنتز بی‌اکسیژن) رخ دهد. فتوسنتز اکسیژنی یکی از مهم‌ترین مسیرهای بیوشیمیایی انرژی در کره زمین است که در جلبک‌ها، خزه‌ها، سرخس‌ها و گیاهان آوندی نیز وجود دارد. بیشتر مواد آلی تثبیت شده در اکوسیستم‌های خشکی، آبی و تالابی از طریق همین فتوسنتز نوری می‌باشد که در آن دی اکسیدکربن و آب به قند و آب تبدیل می‌شوند و انرژی مورد نیاز برای این فرایند از طریق نوعی مولکول کلروفیل‌دار تامین می‌شود. در بین باکتری‌ها فقط سیانوباکترها (جلبک‌های سبز-آبی) دارای فتوسنتز نوری هستند. باکتری‌هایی نیز وجود دارند که فتوسنتز بی‌اکسیژن انجام می‌دهند که به عنوان مثال می‌توان به باکتری‌های بنفش-ارغوانی اشاره نمود. در فتوسنتز بی‌اکسیژن یک ترکیب شیمیایی به غیر از آب (H_2O) مانند (SH_2) بعنوان عامل احیاءکننده یا دهنده الکترون مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بخاطر تجمع مواد آلی زنده و مرده حاصل از فتوسنتز در تالاب‌ها محیط شیمیایی احیایی ایجاد می‌گردد. میکروارگانیزم‌های مصرف‌کننده در تالاب‌ها انرژی ذخیره شده در این ترکیبات کربن‌دار احیایی را از طریق اکسیداسیون آن‌ها به دست می‌آورند.

تخمیر[2] یک فرایند هوازی است که در آن مواد آلی به طور مداوم تغییر شکل می‌دهند و در آن هیچ گیرنده الکترونی خارجی وجود ندارد. انرژی حاصل از تخمیر هنگامی‌که با فرایندهایی که در آن‌ها یک گیرنده الکترونی - خارجی مورد نیاز است مقایسه می‌شود بسیار کم‌تر است (شکل۱.۳). غالباً محصول نهایی فرایند تخمیر، اتانول یا اسید لاکتیک است.

در تنفس هوازی پذیرنده الکترون نهایی اکسیژن است (باکس ۱.۳). در بین کلیه مسیرهای تولید انرژی، تنفس‌هوازی بیشترین تولید را داراست. تنفس‌هوازی در باکتری‌ها به طور ضروری مشابه سایر میکروارگانیسم‌ها (جلبک‌ها و قارچ‌ها) و همچنین گیاهان و جانوران می‌باشد. اغلب باکتری‌ها مواد آلی را اکسیده می‌کنند. با این حال باکتری‌های دیگری نیز وجود دارند که ترکیباتی به غیر از مواد آلی را در تنفس هوازی مورد استفاده قرار می‌دهند (تولید کننده شیمیایی). در تالاب‌ها چهارگروه با اهمیت از باکتری‌هایی که در این طبقه قرار می‌گیرند وجود دارند: متانوتروف[3]، نیتریفیر[4]، اکسیدکننده سولفید[5] و اکسیدکنندگان آهن و منگنز[6]. باکتری‌های متانوتروف متان را به دی اکسید کربن اکسیده می‌کنند. باکتری‌های نیتریفیر، آمونیوم را در یک فرایند دو مرحله‌ای به نیترات اکسیده می‌کنند. باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد، سولفید را به سولفات اکسیده می‌کنند. باکتری‌های اکسیده کننده آهن و منگنز، آهن فروس[7](Fe^{2+}) و منگنز (Mn^{2+}) را به ترتیب به آهن فریک[8](Fe^{3+}) و منگنز مغناطیسی(Mn^{3+}) اکسیده می‌کنند. اکسیداسیون آهن و منگنز بدون باکتری‌ها نیز می‌تواند در حضور اکسیژن انجام شود.

[1] methanogenesis
[2] fermenation
[3] Methanotroph
[4] Nitrifier
[5] Sulphide oxidizer
[6] Iron and manganese oxidizer
[7] Ferrous iron
[8] Ferric iron



شکل۱.۳ مسیرهای اصلی هوازی و بی‌هوازی تنفس که وظیفه تجزیه مواد آلی تالاب‌ها را دارند و مسیرهای کاهش اکسیژن در تالاب‌ها (بخش سمت راست) (وسترمن ۱۹۹۳).

باکس ۱.۳ پتانسیل اکسیداسیون و احیاء

اولویت و ترتیبی که پذیرنده‌های نهایی الکترون در تنفس مورد استفاده قرار می‌دهند، توسط ترمودینامیک شیمیایی تعیین می‌شود. براساس تئوری ترمودینامیک می‌توان پیش‌بینی کرد که آیا یک واکنش شیمیایی مشخص اتفاق می‌افتد یا خیر و همچنین میزان انرژی آزاد شده و یا مصرفی یک واکنش‌شیمیایی را نیز می‌توان مشخص نمود (فنچل و همکاران ۱۹۹۸، وپراسکاس و فالکنر ۲۰۰۱). کلیه فرایندهای شیمیایی اعم از هوازی و بی‌هوازی یک سری فعل و انفعالات اکسیداسیون و احیاء را در بر می‌گیرد و هر نیمی از این واکنش تولیدکننده و یا مصرف‌کننده الکترون هستند. در اکسیداسیون عامل شیمیایی یا مولکول یک الکترون از دست می‌دهد درحالی که در فرایند احیاء یک الکترون جذب می‌شود.

به عنوان مثال در تنفس هوازی گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) طی واکنش زیر به دی‌اکسیدکربن اکسیده می‌شود.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O \qquad (۳.۱)$$

این واکنش شیمیایی در حقیقت مجموعه‌ای از اکسیداسیون و احیاء است که از این مراحل تشکیل‌شده است.

۱. یک واکنش اکسیداسیون:

$$C_6H_{12}O_6 + 6H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 24e^- + 24H^+ \qquad (۳.۲)$$

۲. یک واکنش احیاء:

$$6CO_2 + 24e^- + 24H^+ \longrightarrow 12H_2O \qquad (۳.۳)$$

مجموع اکسیداسیون نیم‌واکنش (۳.۲) و احیاء نیم‌واکنش (۳.۳) تشکیل دهنده کل واکنش (۳.۱) است.

درصورت جداسازی فیزیکی این دو نیم واکنش، اگر یک مسیر مناسب مانند یک پل نمکی دو قسمت را به هم متصل کند امکان اندازه‌گیری پتانسیل الکتریکی بین این دو بخش فراهم خواهد شد. با اندازه‌گیری پتانسیل الکتریکی مرتبط با هیدروژن($2H^+ + 2e^- \longleftrightarrow H_2$) در یک نیم واکنش، می‌توان پتانسیل الکتریکی نیم‌واکنش دوم را محاسبه و

یا با دستگاه مناسب اندازه‌گیری نمود. پتانسیل نیم‌واکنش هیدوژن در فشار یک اتمسفر و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و غلظت H+ معدل یک مول براساس تعاریف صفر ولت درنظر گرفته می‌شود. (در شرایط طبیعی پتانسیل نیم واکنش در الکترود کالومل[1] (کلرور جیوه) اندازه‌گیری می‌شود و سپس بر اساس الکترود مرجع هیدروژن کالیبره می‌شود). از آنجایی که پتانسیل نیم‌واکنش وابسته به PH است، به طور قراردادی در PH برابر ۷ بیان می‌گردد. پتانسیل واکنش‌های اکسیداسیون احیاء (Eh) با میلی‌ولت (mV) اندازه‌گیری می‌شود. به بیان دیگر پتانسیل اکسیداسیون احیاء اندازه‌گیری قابلیت یک محیط برای تامین یا دریافت الکترون است. این الکترون‌ها در نتیجه اکسیداسیون مواد آلی به ترکیب نهایی دی اکسیدکربن احیاء می‌شوند. ترتیبی که پذیرنده‌های نهایی الکترون برای تنفس احیاء می‌شوند در نمودار ۱.۳ نمایش داده شده است. جدول ۱.۳ پتانسیل‌های استاندارد (Eh) برای اغلب جفت‌های اکسیداسیون احیایی تالاب‌ها را نشان می‌دهد.

با اندازه‌گیری پتانسیل احیاء یا اکسیداسیون احیاء (Eh) در محیط می‌توان از نظر ترمودینامیکی گیرنده الکترون یا جفت اکسیداسیون احیاء را پیش‌بینی کرد.

جدول ۱.۳ پتانسیل استاندارد(Eh) برخی از جفت های اکسیداسیون احیاء معمول تالابی درPH هفت و دمای ۲۵درجه سانتیگراد

داسیون احیاء	-270
$H_2OO/_2$	+820
Fe^{+3}/Fe^{+2}	+820
NO^{-3}/N_2	+820
$MnO_2/MnCO_3$	+820
NO^{-3}/NO^{-2}	+820
NO^{-3}/NH^{+4}	-220
$^{-}SO_4^{-2}/HS$	-240
CO_2/CH_4	-270
$^{-}S^{o}/HS$	-270
H_2O/H_2	-410

تنفس بی‌هوازی شامل دریافت‌کنندگان الکترونی به غیر از اکسیژن است (نمودار ۳.۱). دریافت‌کنندگان غیراکسیژنی محدودی می‌توانند توسط گروه‌های مختلف باکتری‌ها مورد استفاده قرار گیرند (فنچل و فاینالی ۱۹۹۵). سه نوع اصلی تنفس غیرهوازی در تالاب‌ها اتفاق می‌افتد: احیاء نیترات، احیاء سولفات و احیاء آهن و منگنز که در آن‌ها به ترتیب نیترات، سولفات و آهن و منگنز اکسیده شده به عنوان دریافت‌کننده الکترون استفاده می‌شوند (نمودار ۳.۱). متانوژنز[2] فقط در برخی گروه‌های آرکئوباکتر[3] (باکتری‌های متانوژنیک) انجام می‌شود. متانوباکترها از نظر نوع بنیانی که در آن عمل می‌کنند با

[1]Calomel electrode
[2]methanogensis
[3]Archaebacteria

یکدیگر تفاوت می‌کنند (به عنوان مثال استات یا دیگر ترکیبات متیلی یا دی‌اکسید کربن).

۴.۱.۳ متابولیسم جذبی[1]

باکتری‌ها برای تولید ترکیبات مختلف (قند، اسیدهای آمینه، آنزیم‌ها، پروتئین‌ها، چربی‌ها و غیره) مورد نیاز ساختارهای سلولی و متابولیزم خود نیازمند عناصر متنوعی هستند (به ویژه کربن، اکسیژن، نیتروژن، هیدروژن، فسفر و گوگرد). زمانی که به دست آوردن این عناصر نیازمند انرژی باشد به آن متابولیسم جذبی گفته می‌شود. مهم‌ترین متابولیسم جذبی، احیاء دی‌اکسیدکربن است در فتوسنتز اکسیژنی که در آن دی اکسید کربن در چرخه کلوین به ترکیبات آلی تبدیل می‌شود. تثبیت نیتروژن یا احیاء تولیدی N_2 نیز در برخی گونه‌های پروکاریوت انجام می‌شود.

تثبیت نیتروژن فقط می‌تواند در شرایط بی‌هوازی انجام شود زیرا یکی از آنزیم‌های لازم در فرایند تثبیت نیتروژن، احیاء کننده دی نیتروژنوس[2]، درحضور اکسیژن از بین می‌رود. گروه‌های مختلفی از باکتری‌ها همانند سیانوباکترها می‌توانند نیتروژن را تثبیت‌کنند. در شرایط هوازی تثبیت نیتروژن در سیانوباکترها فقط در سلول‌های ویژه‌ی هتروسیست[3] محدود شده‌اند که در آن فاقد اکسیژن هستند انجام می‌شود.

همزیستی برخی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن با بعضی گیاهان بویژه گیاهان خانواده بقولات[4] شناخته شده است. این باکتری‌های همزیست در گره‌های ریشه‌ای وجود دارند. حداقل دو جنس از درختان تالابی توسکا[5](*Alnus*) و موردِ مومی[6] (*Myrica*) شناسایی شده‌اند، که دارای این نوع گره‌ها می‌باشند. سیانوباکتری تثبیت‌کننده نیتروژن، آزولا[7]، با آزولای سرخسی شناور آبزی همزیستی دارد. گونه‌های آزولا در بسیاری مناطق تالابی حاره‌ای و نیمه حاره‌ای وجود دارند.

در شرایط بی‌هوازی باکتری‌ها می‌توانند آمونیوم که فرم نیتروژن در محیط‌های بی‌هوازی است، را برای تولید اسیدهای آمینه جذب کنند و همچنین گوگرد احیاء شده را نیز برای مصارف متابولیکی استفاده کنند. تحت شرایط هوازی باکتری‌ها نیترات را جذب می‌کنند و از طریق یک سری از فرایندهای مرحله‌ای کاهش قبل از آن که در ساخت اسیدهای آمینه مصرف شود به آمونیوم (احیاء جذبی نیترات) تبدیل می‌کنند. در شرایط هوازی نیز باکتری‌ها می‌توانند به همین صورت سولفات را جذب‌کنند و برای احیاء آن باید انرژی مصرف‌کنند.

۵.۱.۳ قارچ‌ها

همانند باکتری‌ها، انواع مختلفی از قارچ‌ها نیز در زیستگاه‌های آبی وجود دارند. برخی از این قارچ‌ها گونه‌های کاملاً آبزی اجباری هستند که کل چرخه زیستی خود را در داخل آب کامل می‌کنند. (مانند *phycomycetes*). همچنین برخی قارچ‌ها نیز نیمه‌آبزی هستند که مراحل رویشی چرخه زیستی آن‌ها در آب انجام می‌شود ولی فقط در محیط‌های خشکی می‌توانند تولید مثل جنسی نمایند. به خاطر نوسان سطوح آب، تالاب‌ها به خوبی برای قارچ‌های نیمه‌آبزی مناسب شده‌اند. گونه‌های خشکی‌زی نیز اغلب در تالاب‌ها یافت می‌شوند. این گونه‌ها اغلب در زمان‌های سیلابی و بالا آمدن سطح آب وارد تالاب می‌شوند. این قارچ‌ها می‌توانند تا مدتی دوره‌های غرقابی را تحمل کنند ولی اگر سطح آب برای مدت زیادی بالا بماند به زوال خواهند رفت . تمامی قارچ‌ها گونه‌های مصرف‌کننده هستند و انرژی و ترکیبات شیمیایی مورد نیاز رشد خود را از ترکیبات آلی به دست می‌آورند (تصویر۱.۳). قارچ‌ها هم دارای انواع گندرو[8] و انواع انگلی[9] هستند و برخی گونه‌ها نیز متناسب با شرایط می‌توانند هریک از این دو حالت را داشته باشند. اغلب قارچ‌ها هوازی هستند و به نظر می‌رسد که فقط تعداد

[1] assimilatory metabolism
[2] dinitrogenase reductase
[3] Heterocyst
[4] Legum family
[5] Alder
[6] Wax Myrtle
[7] Anabaena azollae
[7] Ferrous iron
[8] saprophytic
[9] parasitic

اندکی از گونه‌ها امکان تحمل شرایط بی‌هوازی را داشته باشند(رینهرمر ۱۹۹۲). این گونه‌ها در آب‌های اسیدی و قلیایی و در محدوده گسترده‌ای از شوری نیز یافت می‌شوند. رویش قارچها در بسترهای مختلفی مانند مواد زاید آلی، گیاهان زنده، سنگ‌ها، صدف‌ها و غیره مشاهده می‌شود. دربین گونه‌های مختلف، قارچهای مخمر *(saccharomycetes)* برخی قارچهای مخمر مانند *(deuteromycetes)* که در سطح آب شناورند استثناء هستند.

از نظر اکولوژیک قارچها در تجزیه بقایای گیاهان و جانوران نقش عمده‌ای دارند (نمودار ۱.۳). قارچها می‌توانند بسیاری از پلیمرهای آلی بزرگ و همچنین ترکیبات با وزن مولکولی سنگین مانند پکتین‌ها، همی‌سلولزها، لیگنین‌ها و کیتین‌ها را نیز همانند پروتئین‌ها، چربی‌ها و نشاسته بشکنند. از آنجا که اغلب قارچها برای تنفس خود نیاز به اکسیژن آزاد دارند، معمولاً در خاک تالاب و بخش‌هایی از ستون آب که بی‌هوازی است وجود ندارند. باکتری‌ها توانایی شکستن (هیدرولیز) بسیاری از پلیمرهای دارای زنجیره بلند موجود در بقایای گیاهی را ندارند. در نتیجه، بخشی از دلیل سرعت کم تجزیه بقایای آلی در تالاب‌ها به دلیل جمعیت کم و یا عدم حضور قارچها در قسمت‌های بی‌هوازی است. به عبارت دیگر باکتری‌ها عمدتاً برای به دست آوردن اکسیژن در خاک تالاب‌ها و بقایای مواد آلی متراکم بستر آن‌ها با قارچها رقابتی ندارند و این موضوع باعث افزایش مواد آلی در بستر تالاب‌ها می‌شود. هرچند که قارچها در بخش‌های بی‌هوازی تالاب‌ها نمی‌رویند ولی هاگ‌های آن‌ها اغلب در این محیط‌ها وجود دارند. هنگامی که که سطح آب کاهش پیدا کند و بقایای آلی بستر تالاب در معرض هوا قرار بگیرد به سرعت با توده‌های قارچی پوشیده می‌گردند.

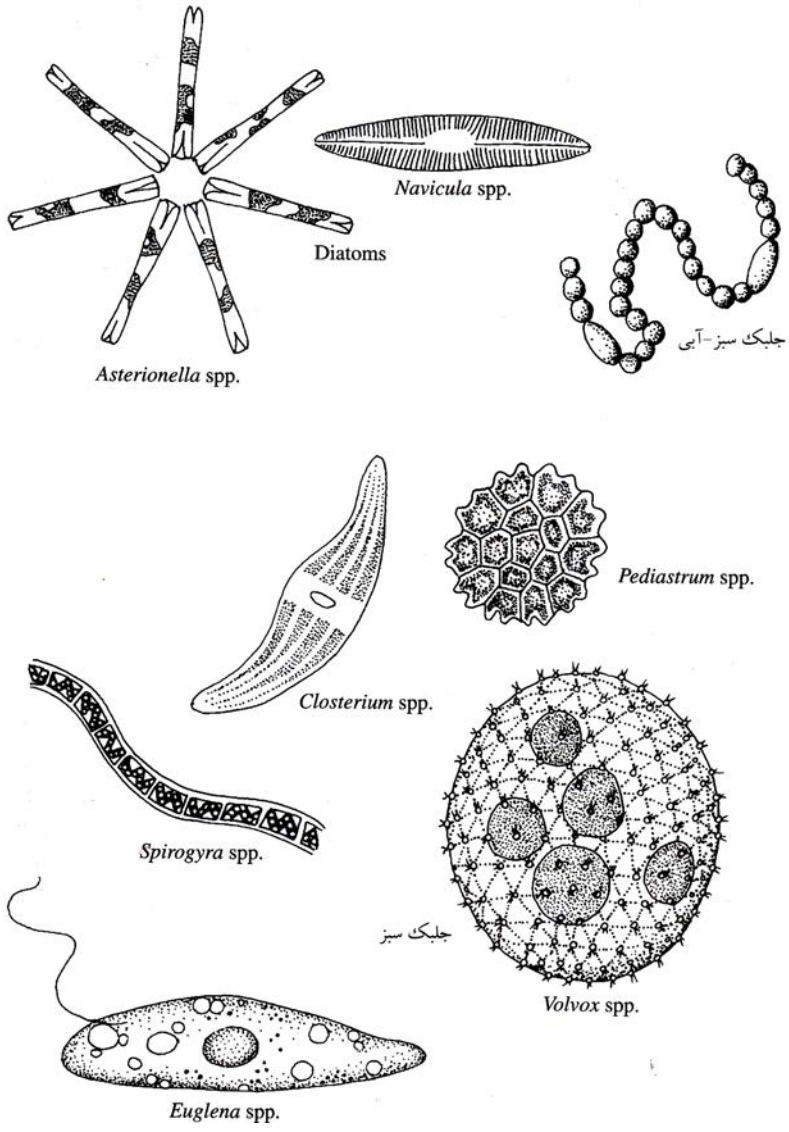
گروهی از قارچهای خاکی که میکوریزا[1] نامیده می‌شوند با بسیاری از گونه‌های گیاهی خشکی رابطه همزیستی دارند. این قارچها بر روی ریشه گیاهان میزبان خود رویش می‌کنند و برای گیاه میزبان خود آب و مواد مغذی به ویژه فسفر فراهم می‌کنند. گیاه میزبان نیز برای این قارچ ترکیبات آلی فراهم می‌کند که قارچ با شکستن آنها انرژی به دست می‌آورد. میکوریزا سطح تماس قابل دسترس برای جذب آب و مواد مغذی را برای گیاه میزبان افزایش داده و به گیاه امکان جستجوی حجم بیشتری از خاک را می‌دهد. قارچهای میکوریزا از ریشه بسیاری از گیاهان تالابی جدا است. این قارچها احتمالاً علاوه بر انرژی از ریشه گیاهان تالابی اکسیژن نیز دریافت می‌کنند. با این حال ایجاد رابطه همزیستی این قارچها با گیاهان تالابی غیرمحتمل است زیرا در بسیاری از تالاب‌ها نه آب و نه فسفر کمیاب نیستند. بسیاری از قارچهای میکوریزا گندرو نیز هستند و محدود شدن این قارچها در برخی موارد باعث افزایش رشد میزبان تالابی آنها می‌شود (وتزل و واندرواک ۲۰۰۵). به طور خلاصه اهمیت قارچهای میکوریزا در تالاب‌ها هنوز مبهم است.

۶.۱.۳ جلبک‌ها

جلبک‌ها به لحاظ تبارشناختی گروه متنوعی از موجودات فتوسنتزکننده هستند که در تمامی سیستم‌های آبی یافت می‌شوند. تنوع جلبک‌ها از گونه‌های میکروسکوپی تک‌سلولی تا اشکال توده‌ای بزرگ (جلبک‌های پرسلولی) که با چشم غیرمسلح قابل رؤیت هستند، دربرمی‌گیرد. (شکل ۳.۲). در حقیقت ارائه یک تعریف اکولوژیک دقیق از این که چه چیزی در تالاب‌ها جلبک‌ها را ایجاد می‌کند مشکل است (وایمازال ۱۹۹۵). اغلب تعاریف جلبک‌ها بر روی برخی ویژگی‌های غالب آن‌ها تاکید دارند؛ ۱. آن‌ها گیاهان ساده یوکاریوت (دارای هسته واقعی) هستند، ۲. آن‌ها دارای کلروفیل به عنوان یک رنگدانه فتوسنتزی هستند، ۳. دارای ساختارهای تولیدمثلی حفاظت نشده (بدون پوشش) هستند.

این تعاریف جلبک‌های سبزآبی *(Cyanobacteria)* را از جلبک‌های واقعی جدا می‌کند، زیرا آن‌ها پروکاریوت (دارای هسته ابتدایی) هستند و بنابراین می‌توانند به عنوان باکتری‌های فتوسنتز کننده شناخته شوند. برخی ماکروجلبک‌ها به ویژه

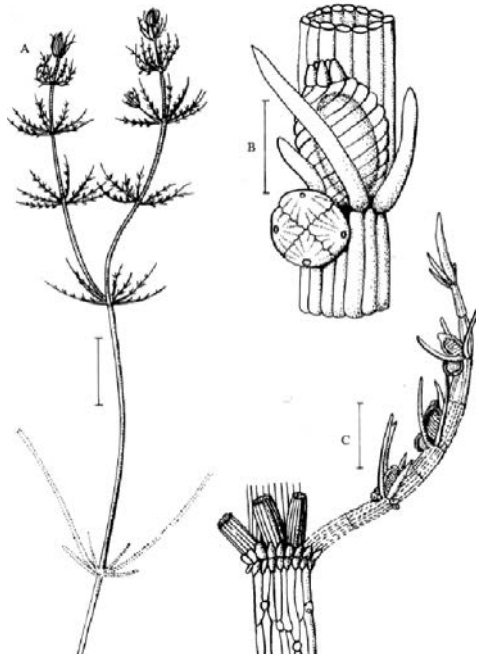
[1] Mycorrhizae



تصویر ۲.۳ برخی از جلبک های معمول تالابی (Caduto ۱۹۹۰)

جلبک‌های کلروفیسه (شکل ۳.۳)، که به اشتباه مشابه جلبک‌های کوچک آبزی غوطه‌ور به‌نظر می‌رسند، برای اغلب اهداف همانند گیاهان آبزی تلقی می‌شوند، به ویژه این که آن‌ها در بیشتر مطالعات تالاب به همراه گیاهان آلی آبزی نمونه‌برداری می‌شوند. بعضاً متافیتون‌ها[1] یا توده‌ای از جلبک‌ها نیز گیاه آلی تلقی می‌شوند، زیرا آن‌ها به همراه گیاهان عالی نمونه‌برداری می‌شوند.

[1] Metaphyton

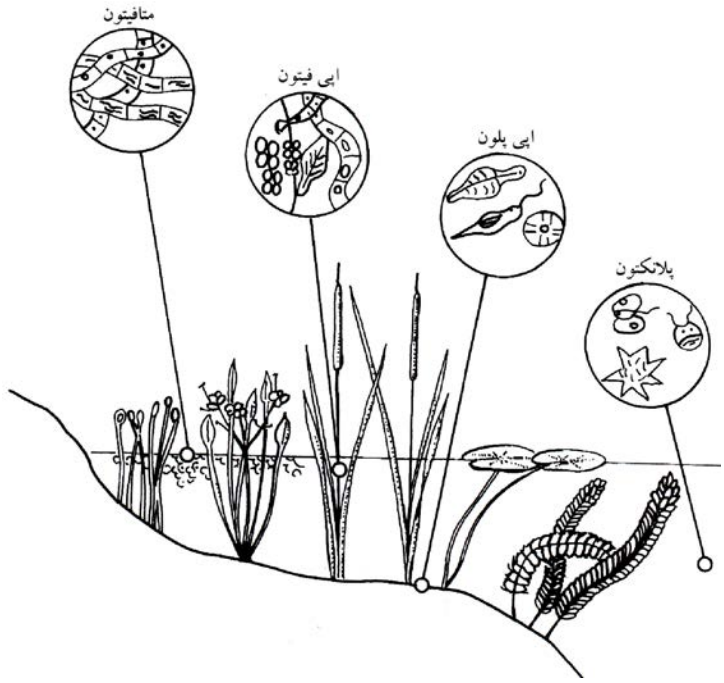


شکل۳.۳ A: گیاه B Chara vulgaris: برانکلت با اندام‌زایشی نر (پایین‌تر) و ماده و C: گره‌ها (کوک و همکاران ۱۹۷۴)

گرچه تشخیص جلبک‌های سبز-آبی از جلبک‌های واقعی (یوکاریوت) ساده است، اما تفکیک آن‌ها از سایر جلبک‌ها اغلب انجام نمی‌شود. جلبک‌های سبز-آبی، نوع دیگری از جلبک‌ها هستند که معمولاً به همراه یکدیگر رشد می‌کنند و به صورت گروهی نیز نمونه‌برداری می‌شوند. جلبک‌های سبز-آبی از نظر عملکرد شبیه سایر جلبک‌ها هستند به غیر از اینکه جلبک‌های سبز-آبی توانایی تثبیت کربن دارند. درنتیجه عملکرد جلبک‌های سبز-آبی در تالاب‌ها تا حدودی متفاوت است. درصورت درنظر گرفتن بازچرخانی مواد معدنی، این جلبک‌ها همانند باکتری عمل می‌کنند ولی در رابطه با تولیدات اولیه همانند جلبک‌ها هستند.

جلبک‌ها در تالاب‌ها می‌توانند بر اساس محل رشد به چندین گروه دسته‌بندی شوند (شکل۴.۳).

پلانکتون‌ها موجودات ریز (فقط بزرگ‌ترین آن‌ها با چشم غیرمسلح قابل مشاهده است) معلق در ستون آب هستند. این جانداران معمولاً به وسیله توری‌ها، نمونه‌گیری می‌شوند. پلانکتون‌ها همزمان شامل انواع مختلف جلبک‌ها و بی‌مهرگان می‌شوند. هرچند بسیاری از آن‌ها به نوعی دارای قابلیت حرکت می‌باشند ولی در داخل تالاب به وسیله جریانات آبی به طور غیر ارادی جابجا می‌شوند. بسیاری از انواع پلانکتون‌ها واقعاً شناور نیستند (شناوری خنثی یا مثبت). آن‌ها از آب سنگین‌ترند و برای معلق ماندن نیازمند جریانات آبی هستند. پلانکتون‌ها فقط شامل گروهی از جانداران که در ستون آب شناور هستند نمی‌شوند. در حقیقت پلانکتون‌های زیادی بر روی رسوبات، بقایای گیاهی و یا گیاهان زنده نیز رشد می‌کنند. بخشی از پلانکتون‌ها که جلبک‌های واقعی یا جلبک‌های سبز-آبی هستند فیتوپلانکتون نامیده می‌شوند. (بی‌مهرگان پلانکتون مانند یا شناور، زئوپلانکتون نامیده می‌شوند). شرایطی که در آن تراکم سلول‌های جلبکی در ستون آب به حدی بالا می‌رود که فیتوپلانکتون‌ها در آب با چشم غیرمسلح قابل مشاهده می‌شوند به عنوان شکوفایی جلبکی شناخته می‌شود. انواع مختلفی



شکل ۴.۳ اجتماعات جلبک‌های تالابی موجود در ستون آبی (متافیتون، فیتوپلانکتون) و بر روی سطح رسوبات (epipelon)، و بر روی سطح گیاهان (epiphyton) (برگرفته ازکادلک و نایت ۱۹۹۵).

از جلبک‌ها به ویژه جلبک‌های سبز-آبی می‌توانند در تالاب‌ها شکوفایی جلبکی ایجاد کنند.

پریفیتون‌ها[1] جانداران ریزی هستند که بر روی یا چسبیده به سطوح مختلف موجود داخل آب رویش پیدا می‌کنند (نمودار ۴.۳). این درواقع همان لایه لغزنده سبز-قهوه‌ای است که کلیه سطوح اجسام (گیاهان، بقایای مواد آلی، خاک و غیره) زیر آب را می‌پوشاند. پریفیتون‌ها جانداران مختلفی شامل جلبک‌ها، قارچ‌ها، باکتری‌ها و انواع مختلفی از زئوپلانکتون‌ها را دربرمی‌گیرند. پریفیتون‌ها معمولاً با قرار دادن وسیله‌ای مصنوعی در داخل آب نمونه‌برداری می‌شوند. جلبک‌های پریفیت بخشی از این جامعه هستند. بسیاری از جاندارانی که پلانکتون هستند می‌توانند پریفیتون نیز باشند. پریفیتون‌ها را می‌توان براساس نوع سطحی که بر روی آن رشد می‌کنند، طبقه بندی نمود. از میان پریفیتون‌هایی که در تالاب‌ها یافت می‌شوند می‌توان به اپیفیتون[2] (که بر روی گیاهان عالی رشد می‌کنند)، اپیپلون[3] (که بر روی رسوبات یا بقایای مواد آلی رشد می‌کنند) و اپیلیتون[4] (که برروی سنگ‌ها و صخره‌ها رشد می‌کنند) اشاره نمود. دو نوع دیگر از پریفیتون‌ها که در تالاب‌ها رشد می‌کنند، عبارتند از اپیپسامون[5] (که بر روی شن رشد می‌کند) و اپیزون[6] (که بر روی حیوانات، مثلاً پوسته لاک‌پشت رشد می کند).

متافیتون‌ها مجموعه‌ای از توده‌های جلبک‌های رشته‌ای و سایر اشکال جلبکی هستند که آزادانه به سطوح مواد مختلف آب متصل شده‌اند (نمودار ۴.۳). این جلبک‌ها معمولاً در شروع فصل رویش در سطح خاک رشد می‌کنند و با گذشت زمان در

[1]Periphyton
[2]Epiphyton
[3]Epipelon
[4]Epiliton
[5]Epipsammon
[6]Epizoon

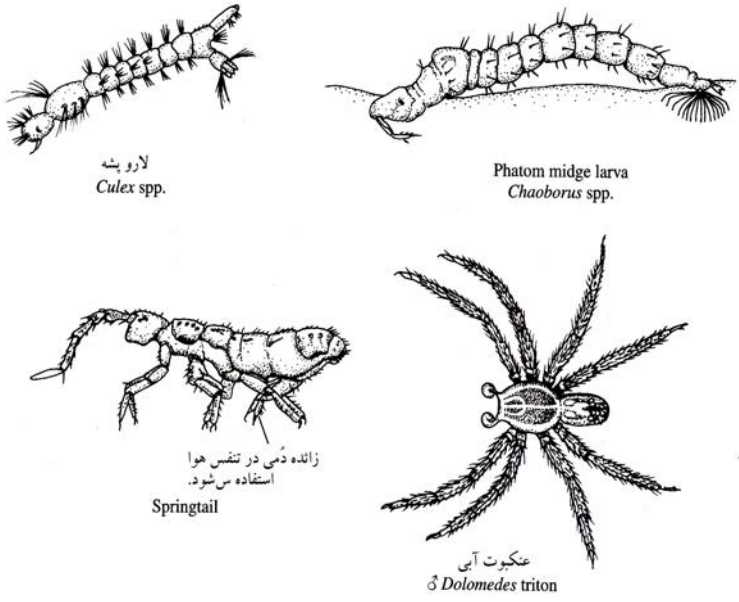
ستون آب به سمت بالا شناور می‌گردند. این توده‌های جلبکی گاهی تاج پوششی از گیاهان آبزی غوطه‌ور ایجاد می‌کنند. متافیتون‌ها از پریفیتون‌ها متفاوت هستند زیرا چسبندگی کاملی به سطوح اجسام داخل آب ندارند و می‌توان آن‌ها را به صورت توده‌های آزاد غوطه‌ور نمونه‌برداری نمود. بسیاری از گونه‌های متافیتون‌ها ممکن است جزء پلانکتون‌ها و پریفیتون‌ها نیز باشند. در برخی تالاب‌ها مثل تالاب اورگلید فلوریدا عنوان پریفیتون به طور گسترده‌تری برای کلیه گروه‌های مختلف جلبک‌های غیرپلانکتونی و موجودات همراه آن‌ها به کار گرفته می‌شود. متافیتون‌ها در تالاب‌هایی که خشک شده و سپس مجدداً آبگیری گردیده‌اند فراوان‌تر هستند. این جلبک‌ها در تالاب‌هایی که به صورت فصلی خشک و سپس دوباره آبدار می‌شوند نیز به خوبی رشد می‌کنند. ترکیب گونه‌ای متافیتون‌ها نیز همانند پلانکتون‌ها و پریفیتون‌ها به شیمی و دمای آب بستگی دارد.

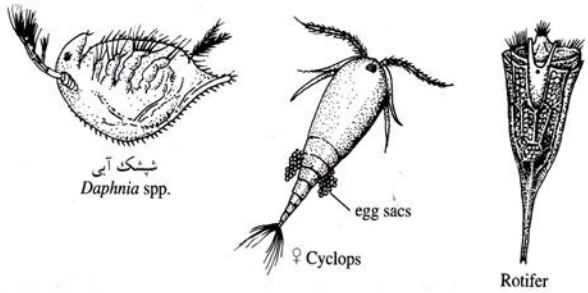
به دلیل این که انواع مختلفی از جلبک‌ها در تالاب‌ها وجود دارند، شناسایی آن‌ها تا حد گونه و حتی جنس معمولاً خیلی زمان‌بر است (وایمازال ۱۹۹۵). در نتیجه در بسیاری از مطالعات تالابی، برای شناسایی گونه‌های جلبک‌های موجود در پلانکتون‌ها، پریفیتون‌ها یا متافیتون‌ها تلاشی انجام نمی‌شود. درعوض ابعاد این جوامع به وسیله تخمین کلروفیل، جرم کل، تعداد کل سلول‌ها یا حجم سلول‌ها برآورد می‌گردد.

۳.۲. بی‌مهرگان

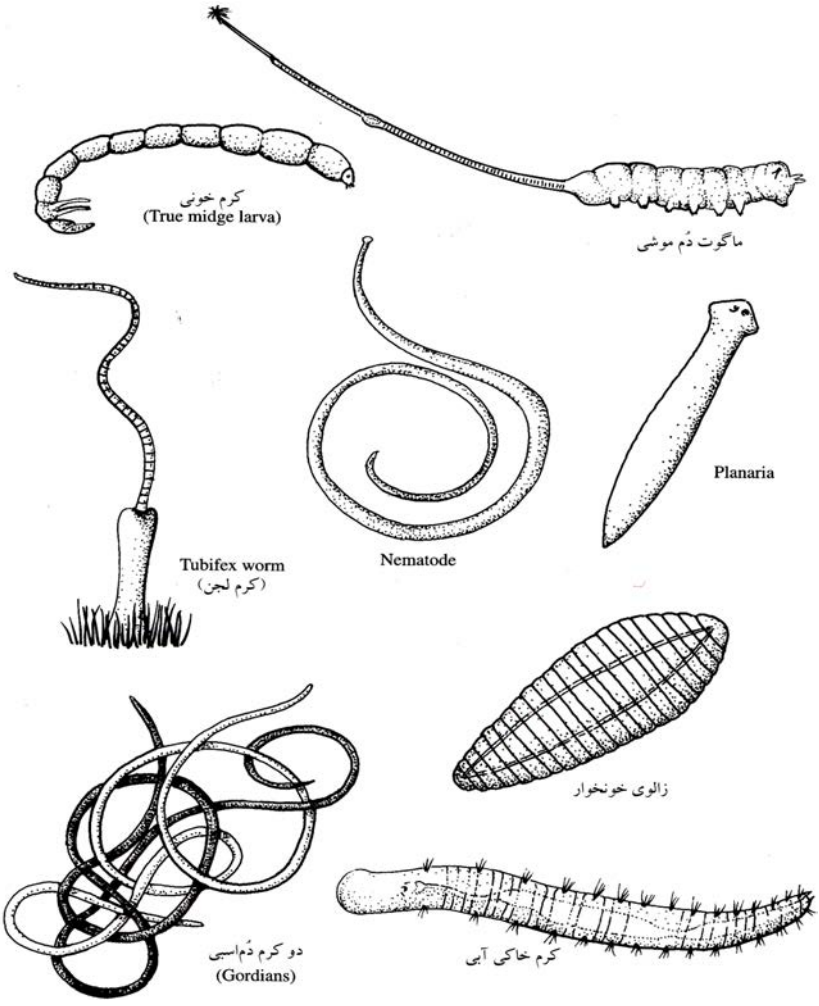
همانند باکتری‌ها و جلبک‌ها، بی‌مهرگانی که در تالاب‌ها یافت می‌شوند نیز اغلب زیرمجموعه‌ای از بی‌مهرگانی هستند که در سایر سیستم‌های آبی یافت می‌شوند.

اگرچه بسیاری از بی‌مهرگان خشکی‌زی، مانند ملخ‌ها نیز ممکن است در تالاب‌ها و به ویژه در تاج‌پوشش گیاهان بیرون آمده از آب یافت شوند. فهرست بی‌مهرگانی که در تالاب‌ها شناسایی شده‌اند، طولانی است (تورپ و کوویچ ۲۰۰۱) و تک یاخته‌ای‌ها، نماتودها، نرمتنان (شکم‌پایان و دوکفه‌ای‌ها)، انواع مختلف *Annelides* کرم‌های حلقوی، *tardigrades*، کرم‌های آبی و عنکبوتیان *Arachnids*، حشرات آبی، سخت‌پوستان، *ostracods* میگوهای دانه‌ای، کک‌های آبی - cl



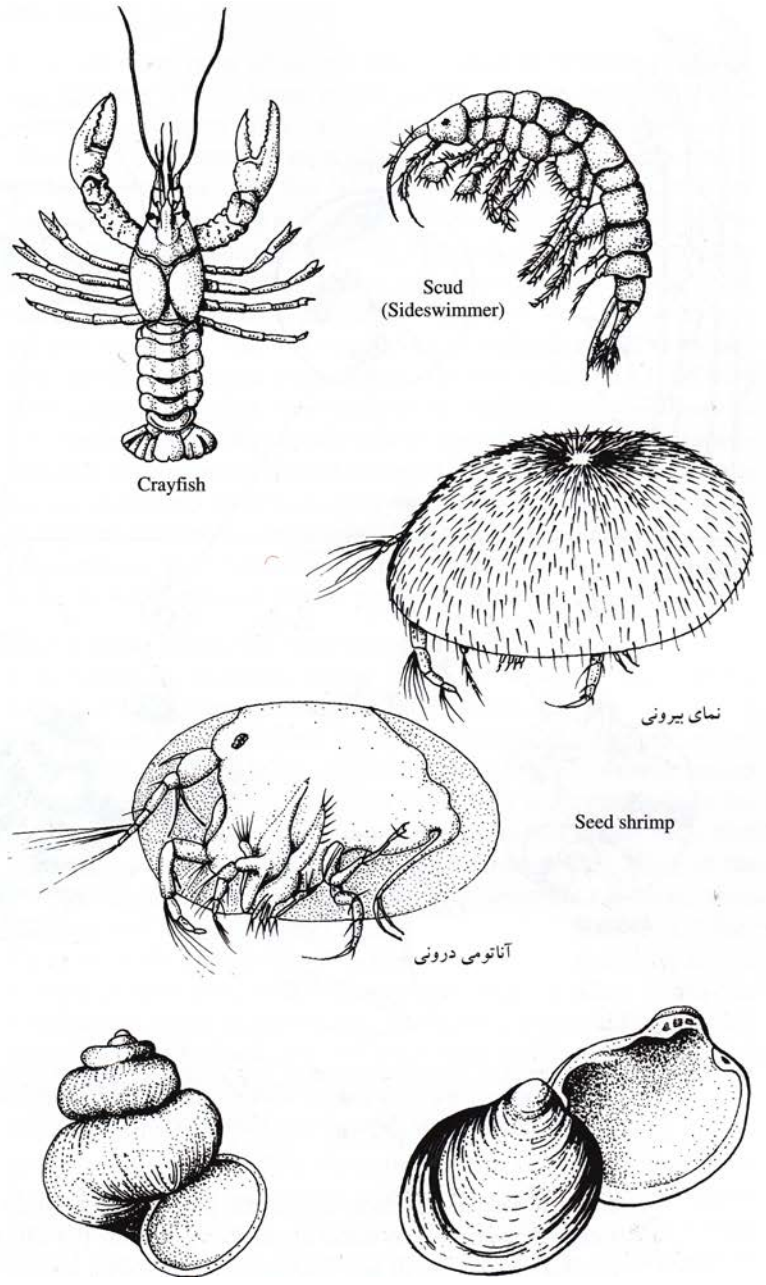


تصویر ۵.۳ برخی گونه‌های بی‌مهره نستونی سطح‌زی و شناگر که معمولاً در سطح یا داخل ستون آب یافت می‌شوند و گونه‌های نکتونی در ستون آب شنا می‌کنند (تطبیق داده شده از کاداتو ۱۹۹۰).

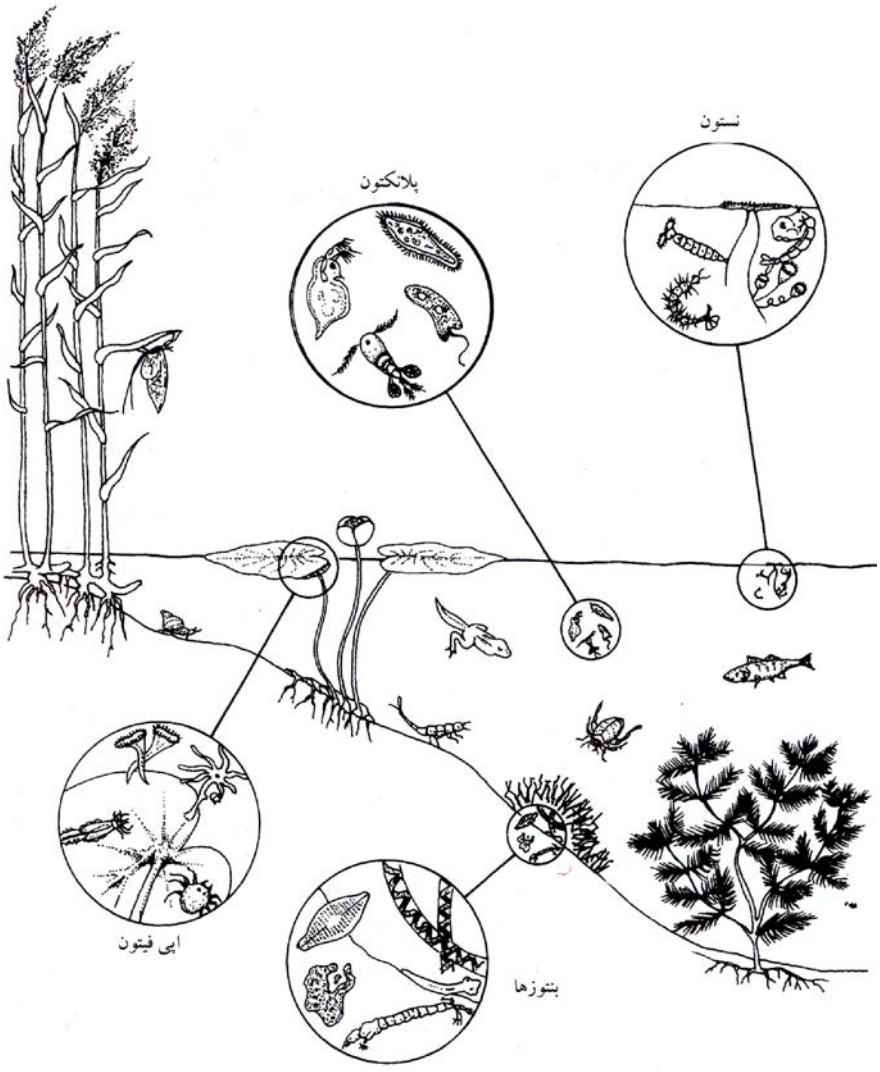


تصویر۶.۳ برخی گونه های کفزی یافت شده در روی یا درون بستر تالاب‌ها یافت می‌شوند (ردراؤن از کاداتو ۱۹۹۰)

docerans، آبشش‌پایان *branchiopods*، پاروپایان *copepods*، خرچنگ‌های پهن *decapods* را شامل می‌شود. بی‌مهرگان (اشکال ۵.۳ تا ۷.۳) از نظر اندازه از میکروسکوپی مانند پروتوزئاها تا اندازه‌های ۱۰ سانتیمتری و بیشتر مانند خرچنگ‌ها را در برمی‌گیرند (تصویر ۸.۳).



تصویر ۷.۳ برخی از گونه‌های معمول سخت‌پوستان و نرم‌تنان یافت شده در تالاب‌ها (کاداتو ۱۹۹۰)



تصویر ۸.۳ خردزیستگاه‌های تالابی که اجتماعات بی‌مهرگان در آن‌ها یافت می‌شوند: سطح آب (سطح‌زیان) ستون آبی (پلانکتون‌ها و نکتون‌ها)، سطح گیاهان (اپی فیتون) و کف‌زی (بنتوزها) (از مارکین و رز ۲۰۰۰)

بی‌مهرگان در ستون آب (پلانکتون‌ها و نکتون‌ها) بر روی گیاهان، بقایای موادآلی و سنگ‌ها (پریفیتون‌ها) و در داخل خاک (بنتوزها) وجود دارند. اغلب بی‌مهرگان دارای چرخه زیستی پیچیده با مراحل زندگی چندگانه هستند و ممکن است در بخش‌های مختلف یک تالاب و یا حتی کاملاً در خارج از تالاب یافت شوند.

توزیع بی‌مهرگان آبزی در داخل و بین تالاب‌ها تحت تاثیر شیمی آب به ویژه PH و شوری، دما، عمق آب و تغییرات آن و میزان اکسیژن قرار دارد. همانند بسیاری از جانوران تالابی، یکی از مهم‌ترین مسائل پیش‌روی بی‌مهرگان نیز سطح پایین یا فقدان اکسیژن در ستون آب و به ویژه در داخل خاک است.

۱.۲.۳ حشرات آبزی

گونه‌های متعددی از حشرات آبزی در تالاب‌ها وجود دارند (ویلیامز و فلتمن ۱۹۹۲). برخی از گروه‌های اصلی این حشرات عبارتند از یک‌روزه ها[۱](*Ephemeroptera*)، سنجاقک‌ها (*Odonata*)، نیم‌بالان (*hemipterans*) به ویژه (*Corixids*) سن‌های آبزی، سوسک‌های آبزی (*Coleoptera*)، دوبالان یا (*Diptera*) و بال‌مودار ان[۲] یا (*Trichoptera*).

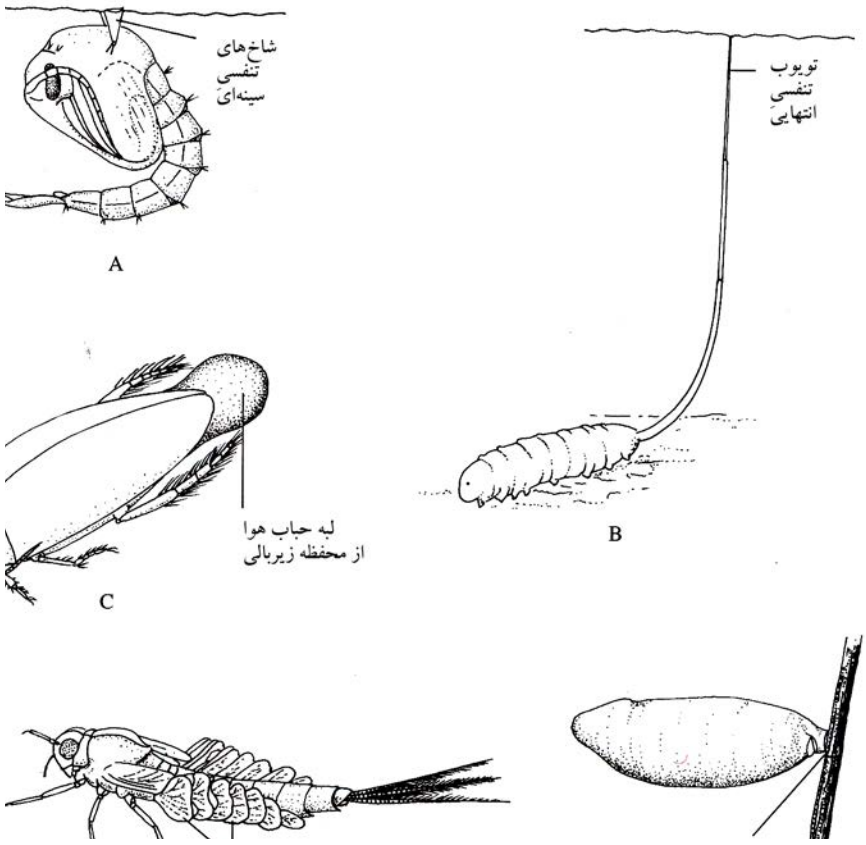
حشرات آبزی ازجمله سنجاقک‌ها[۳] (*Zygoptera*)، آسیابک‌ها[۴] (*Anisoptera*)، بال‌مودار ان، یکروزه‌ها و تعداد زیادی از سوسک‌های آبزی، معمولاً با گیاهان آبزی غوط ور، شناور[۵] و حاشیه‌ای[۶] در ارتباط هستند. همانند بسیاری از سایر جانداران آبزی تالابی، این گروه (حشرات) نیز اغلب فقط به تالاب‌ها محدود نمی‌شوند. به نظر می‌رسد که شرایط بی‌هوازی برخی تالاب‌ها موجب می‌شود تعدادی از حشرات آبزی که در دریاچه‌ها و جریانات آبی مناطق مجاور یافت می‌شوند در این اکوسیستم‌ها وجود نداشته باشند. بعلاوه بسیاری از تالاب‌ها به صورت دوره‌ای خشک می‌شوند و برخی حشرات آبزی نمی‌توانند خود را با تغییر سریع شرایط محیطی تالاب‌ها تطبیق دهند. حشرات آبزی که می‌توانند در تالاب‌های دارای نوسان تراز آبی زندگی کنند بیشتر شامل گونه‌های: *Hemiptera,coleoptera Trichoptera, Odonata, Chirmom* -, *dae Culicidae* و *Ceratopogonidae(biting midges)* و پشه‌ها که دارای تخم، لارو یا شفیره مقاوم به دوره خشکی هستند، می‌باشند.

بیشتر حشرات آبزی همچون اغلب گیاهان آلی[۷] (فصل ۴) از نیاکان[۸] خشکی مشتق شده اند (وارد ۱۹۹۲). حشرات همانند گیاهان پرسلولی هجوم‌های مستقلی[۹] به اکوسیستم‌های آبی داشته‌اند. حشرات آبزی با این که در خارج از آب پرواز می‌کنند ولی در مقایسه با سایر جانداران از قبیل پستانداران، پرندگان، و حتی خزندگان و دوزیستان تطابق بیشتری با زندگی در آب پیدا نموده‌اند. این موجودات در مراحل پیش از بلوغ با این محیط خارجی سازگار شده‌اند. بسیاری از سازگاری‌های ریخت‌شناسی لارو حشرات آبزی در زمینه قابلیت حرکت است (ویلیامز و فلتمیت ۱۹۹۲). برای نمونه سازگاری‌های زیر قابل اشاره است:

۱. پهن شدن دست و پاها به ساختار پاروشکل ۲. چینه‌دار شدن حاشیه پاها به منظور افزایش سطح تماس ۳. دراز شدن لارو به منظور امکان حرکت‌های کرم مانند پیچشی و لول خوردن[۱۰] ۴. پنجه‌های قوی برای خزیدن بین سنگ‌ها و گیاهان ۵. برخی روش‌های بیرونی[۱۱] حقیقی مانند پاشیدن سریع آب از مقعد در برخی از سنجاقک‌ها.

مهم‌ترین مسئله‌ای که حشرات آبزی با آن مواجه هستند یافتن منبع اکسیژن برای تنفس است (تصویر ۹.۳). از نظر نحوه تامین اکسیژن برای تنفس دو نوع حشرات آبزی وجود دارند که عبارتند از تنفس کننده از هوا[۱۲] و تنفس کننده از آب[۱۳]. حشرات تنفس کننده از هوا، اکسیژن مورد نیاز خود را از سه روش مستقل به دست می‌آورند: ۱. برخی حشرات تنفس‌کننده سطح‌زی هستند که دائماً در تماس با سطح آب باقی می‌مانند و از طریق لوله‌های کوتاه تنفسی[۱۴] اکسیژن می‌گیرند. ۲. برخی از دوبالان همچون[۱۵](*Syrphidae*) و (*Ephydridae*[۱۶]) دارای یک جفت لوله تنفسی تلسکوپی پشتی هستند که به داخل مجاری گشوده می‌شود که دارای موهای ضدآبی هستند که از ورود آب جلوگیری می‌کند.

[1]True flies
[2]Caddis flies
[3]Dragonflies
[4]Damselflies
[5]floating
[6]emergent
[7]macrophytes
[8]ancestors
[9]independent invasions
[10]thrashing or wriggling movement
[11]truly exotic methods
[12]Aeropneusty
[13]Hydropneusty
[14]miniature snorkel
[15]rat-tailed maggots
[16]Shore flies



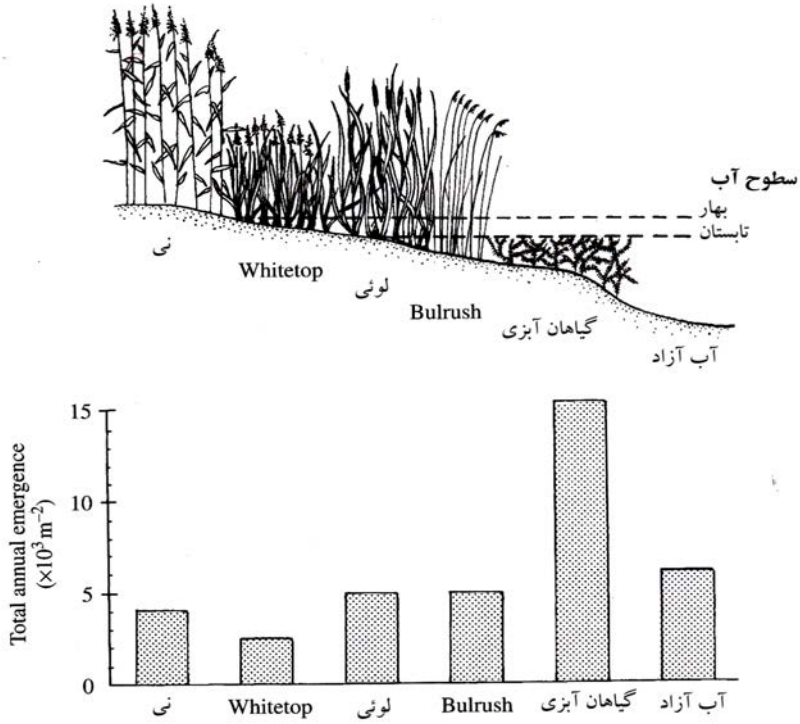
تصویر ۹.۳ سازگاری‌های سیستم تنفسی در بین حشرات آبزی A. استقرار شفیره پشه در محل تماس هوا و آب، B. لارو مگس دم موشی maggot که لوله تنفسی رشد یافته‌ای دارد C . سوسک‌های غواص با حباب‌های هوای انتهایی، D. شفیره که اکسیژن مورد نیاز را از ساقه غوطه‌ور گیاهان به دست می‌آورد E. یکروزه‌ها دارای آبشش. (ردراوْن از مک کافرتی ۱۹۸۱)

این لوله‌های تنفسی حداکثر تا ۵ سانتی‌متر طول دارند و به همین دلیل این گروه از حشرات آبزی بیشتر به بخش‌های کم‌عمق آب محدود می‌شوند. ۳. نوع دیگری از تنفس در گروهی از حشرات آبزی و غالباً در دوبالان به چشم می‌خورد که اکسیژن مورد نیاز خود را از گیاهان پرسلولی به دست می‌آورند. این گونه حشرات آبزی دارای مجاری هستند که به گیاهان متصل می‌شود. برخی حشرات مانند ماهیان شُش‌دار برای تنفس به صورت دوره‌ای به سطح آب می‌آیند. بسیاری از لاروهای نیم بالان از این راه تنفس می‌کنند. هنگامی که این حشرات به عمق آب فرو می‌روند حلقه‌ای از موهای ضد آب دور مجاری[1] آن‌ها را می‌پوشانند. لارو پشه‌ها به این شکل اکسیژن به دست می‌آورند. برخی حشرات آبزی مانند سوسک‌های چرخاننده بالغ[2] و سیتیسدهای[3] هنگام فرورفتن در آب یک حباب هوا را با خود به همراه می‌برند. این هوا زیر بال‌های آن‌ها در محل فرورفتگی[4] یا در داخل موهای اطراف مجاری آن‌ها ذخیره می‌شود. حشرات تنفس‌کننده از آب[5]، اکسیژن مورد نیاز خود را از طریق کوتیکول[6] خود مستقیماً از آب به دست می‌آورند.

[1] spiracle
[2] Gyrind
[3] Sytiscid
[4] sub-elytral
[5] Hydropneustic
[6] Cuticle

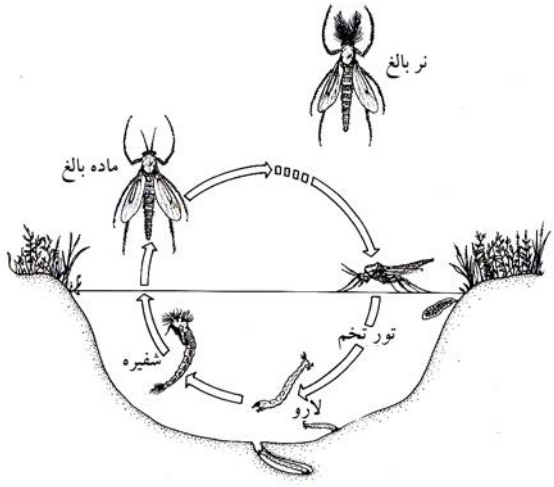
این گروه از حشرات آبزی در جریانات آبی رودخانه‌ها و دریاچه‌هایی که اکسیژن کافی دارند به وفور یافت می‌شوند. با این وجود برخی از حشرات تنفس‌کننده از آب مانند کایرونومیده[1] در بعضی تالاب‌ها نیز زندگی می‌کنند. بسیاری از این حشرات دارای رشد غشایی خاصی هستند که به طور موثری مانند آبشش عمل کرده و در جذب اکسیژن کمک می‌کند یا مانند کایرونومیده دارای هموگلوبین هستند که به راندمان جذب اکسیژن کمک می‌نماید. (صفحه ۵۱ پاراگراف۲)

کایرونومیده یا میدجس،راسته دو بالان*(Order Diptera)* حشرات آبزی هستند که بیشترین تطابق را با اکسیژن کم در تالاب‌ها دارند. در هر متر مربع از تالاب‌ها ممکن است هزاران عدد از پشه‌های زننده[2] وجود داشته باشد. هر دو مرحله لارو و شفیره[3] این گونه، داخل رسوبات آلی زندگی می‌کنند (شکل ۱۱.۳) هنگامی که جانور بالغ آماده خروج از آب می‌شود، شفیره به سطح آب می‌رود. بالغ‌ها اغلب فقط چند روز زندگی می‌کنند که طی آن معمولاً تغذیه نمی‌کنند. بیشتر وقت آن‌ها صرف جفت‌یابی می‌شود (الیور ۱۹۷۱). ماده‌ها تخم‌های خود را بر روی سطح آب یا گیاهان می‌گذارند و تخم‌ها در همان محل به لارو تبدیل می‌شود. لاروهای کایرونومید سازگاری‌های فیزیولوژیک و رفتاری دارند که به آن‌ها امکان زندگی در سطوح اندک اکسیژن را می‌دهد. آن‌ها با استفاده از ترشحات ابریشم مانند دفعی[4] خود حفره‌ها یا لوله‌هایی از ذرات رسوبات می‌سازند. گونه‌های مختلف کایرونومید برای این منظور از مواد پایه‌ای متفاوتی استفاده می‌کنند. لاروها این حفره‌ها یا لوله‌ها را با حرکت دادن بدن خود و ایجاد جریان آب تهویه می‌کنند. این جریان آبی نه تنها اکسیژن بلکه ذرات مواد غذایی را نیز به لارو می‌رساند.



تصویر ۱۰.۳ چرخه ظهور سالانه کایرونومید ها در شیب ارتفاعی/پوشش گیاهی تالاب‌های دلتایی مانیتوبا، کانادا[5]
(از مک‌کافرتی ۱۹۸۱)

[1]Chironimids
[2]Midges
[3]Pupal
[4]silky salivary secretion
[5]Manitoba Canada



شکل ۱۱.۳ نمونه چرخه زیستی کایرونومیده (ردراوْن از ویلیامز و فلتمن ۱۹۹۲)

هنگامی که آب بدون اکسیژن می‌شود لارو برای مدت زمانی (هفته‌ها یا ماه‌ها) غیر فعال باقی می‌ماند. بسیاری از کایرونومیدها هموگلوبین دارند که باعث افزایش کارایی تنفسی آن‌ها می‌شود. هموگلوبین خون کایرونومیدها نسبت به مهره‌داران از ظرفیت بیشتری برخوردار است و اکسیژن ذخیره شده در هموگلوبین کایرونومیده می‌تواند به عنوان یک ذخیره موقت اکسیژن عمل کند. عملکرد تنفسی معمولاً در دوره‌های تلاطم آب که باعث اشباع اکسیژن آب می‌شود با دوره‌های آرامش که طی آن حشره از اکسیژن ذخیره‌شده در هموگلوبین استفاده می‌کند تغییر می‌نماید. لاروهای کایرونومیدها در بیشتر تالاب‌ها یکی از بخش‌های مهم زنجیره غذایی هستند. این موجودات در فراوری ذرات پسماندهای غذایی موثر هستند و خود نیز در رژیم غذایی بی‌مهرگان آبزی بزرگ‌تر و نیز ماهی‌ها و پرندگان یک منبع غذایی مهم محسوب می‌شوند.

۳.۳ چکیده

جوامع باکتری‌ها، قارچ‌ها، جلبک‌ها و بی‌مهرگان تالابی، گرچه بیشترگونه‌های آن‌ها نامرئی یا زیرمجموعه‌ای از گونه‌هایی هستند که در دیگر انواع سیستم‌های آبی یافت می‌شوند، ولی از نظر کارکردی بسیار بااهمیت هستند. باتوجه به تنوع متابولیکی، باکتری‌ها نقش محوری در بازچرخانی مواد مغذی تالاب‌ها دارند. آن‌ها در تجزیه مواد آلی، همچنین تغییر حالت‌های ترکیبات شیمیایی مهم نیتروژن، گوگرد و سایر عناصر نیز نقش دارند. قارچ‌های تالابی نیز در فرایند تجزیه ذرات پسماندهای غذایی به ویژه در مراحل ابتدایی مؤثر هستند. جلبک‌ها از مهم‌ترین تولیدکنندگان اولیه تالاب‌ها به شمار می‌آیند. بی‌مهرگان نقش کلیدی در ایجاد ارتباط بین تولیدکنندگان اولیه تالابی و گونه‌های همه‌چیزخوار و گوشت‌خوار (مانند اردک‌ها و ماهی‌ها) ایفاء می‌کنند. به استثناء برخی تک یاخته‌ای‌ها[1]، کلیه بی‌مهرگان مصرف‌کنندگانی هستند که از باکتری‌ها، قارچ‌ها، جلبک‌ها، ماکروفیت‌ها و یا خودشان تغذیه می‌کنند.

گروه‌های مختلف جلبک‌ها و بی‌مهرگان داخل ستون آب، بر روی گیاهان و یا روی ذرات زیرین زندگی می‌کنند. کمبود اکسیژن حاصل از تجزیه ذرات پسماندهای غذایی می‌تواند برای برخی بی‌مهرگان به ویژه حشرات آبزی یک معضل باشد.

[1] spiracle [2] Gyrind

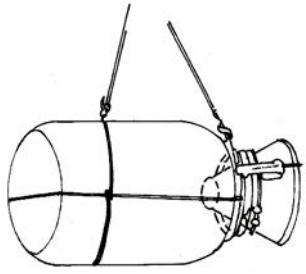
حشرات آبزی دارای انواع مکانیزم‌های تطابق رفتاری، ریخت‌شناسی و فیزیولوژیک هستند که آن‌ها را در مقابل سطوح پائین اکسیژن مقاوم می‌سازد. اهمیت کارکردی این گروه‌ها در تالاب‌ها در فصل ۶ با جزئیات بیشتری بررسی شده است.

۴.۳ آزمایش‌ها و مشاهدات کاربردی

۱.۴.۳ جلبک‌های تالاب

جلبک‌های زیادی در تالاب‌ها وجود دارند، از جمله می‌توان به پلانکتون‌ها، اپیپلون‌ها، اپی فیتون‌ها و متافیتون‌ها اشاره نمود. اهمیت هریک از این جلبک‌ها در بخش‌های مختلف یک تالاب متفاوت است. جلبک‌ها یکی از منابع مهم تولیدات اولیه و از منابع با اهمیت غذایی بسیاری از بی‌مهرگان به شمار می‌آیند.

در صورت امکان نمونه‌هایی از هر یک از چهار گروه جلبک‌های تالابی از نواحی شناور و غوطه‌ور تالاب تهیه کنید. فیتوپلانکتون‌ها را می‌توان به وسیله یک بطری یا ظرف مناسب دیگر جمع‌آوری کرد. پلانکتون‌ها را می‌توان در ابتدا از طریق عبور از یک تور پلانکتون تغلیظ نمود. اندام‌های گیاهان آبزی را از بخش‌های زیر سطح آب جدا کنید (معمولاً نمونه‌های ساقه‌های گیاهان نسبت به برگ‌ها راحت‌تر حمل و فراوری می‌شوند) و داخل ظرفی که دارای آب لوله‌کشی یا آب تالابی که پلانکتون‌های آن توسط فیلترکردن جدا شده‌اند بریزید. به همین ترتیب قطعاتی از زائدات کف تالاب و در صورت وجود متافیتون‌ها جمع‌آوری کنید. در آزمایشگاه انواع مختلف جلبک‌های پلانکتون، اپی‌فیتون[۱]، اپی‌لئون[۲] و متافیتون[۳] را شناسایی کنید. برای این کار ممکن است لازم باشد تا جلبک‌ها را از روی گیاهان زنده (اپی‌فیتون) و یا زائدات (اپی‌لئون) جدا نمایید. بیشترین انواع جلبک‌ها در بین فیتوپلانکتون‌ها، اپی‌فیتون‌ها، اپی‌لئون‌ها و متافیتون‌ها کدام‌ها هستند؟ مشابه‌ترین گروه‌های جلبکی کدام‌ها هستند؟ آیا این گروه‌های جلبکی در بخش‌های سطحی‌تر نسبت به نواحی عمقی تالاب ترکیب یکسانی دارند؟



شکل۱۲.۳ یک تله فعال برای نمونه‌گیری از بی‌مهرگان نکتون (مارکین و مارکین ۱۹۸۹)

۲.۴.۳ بی‌مهرگان تالابی

بی‌مهرگان از جانداران معمول تالاب‌ها و از منابع غذایی بااهمیت پرندگان آبزی و ماهی‌ها محسوب می‌شوند. ترکیب و توزیع گروه‌های بی‌مهرگان از نظر مکانی و زمانی در تالاب‌ها تفاوت می‌کند. گروه‌های مختلفی از بی‌مهرگان وجود دارند، به همین ترتیب روش‌های مختلفی نیز برای تعیین ترکیب گونه‌ای این گروه‌ها مورد نیاز می‌باشد. تله آزمایشی ارائه شده در (شکل ۱۲.۳) برای نمونه‌گیری بی‌مهرگان شناگر (نکتون‌ها) قابل استفاده است. تله‌های شناور (شکل ۱۳.۳) برای نمونه‌گیری از حشرات‌آبزی کاربردی هستند. تورهای سیار (تورهای جارویی) برای نمونه‌گیری از بی‌مهرگان شناگر و سطحزی مناسب

[1]Chironimids
[2]Midges
[3]Pupal

هستند. دستگاه‌های نمونه‌برداری خاک یا ماشین‌های لایروب می‌توانند برای نمونه‌برداری بی‌مهرگان کفزی مورد استفاده قرار گیرند. فعالیت‌های مشابهی می‌تواند با استفاده از تورهای سیار و ماشین‌های لایروب انجام شود. در فعالیت‌های میدانی ضروریست که تاریخ، زمان و مکان هر نمونه در زمان نمونه‌برداری در داخل دفترچه عملیات ثبت گردد. اطلاعات تشریحی مربوط به هر یک از محل‌های نمونه‌گیری از قبیل عمق آب، نوع پوشش گیاهی، وضعیت آب و هوا و سایر موارد مشابه نیز ثبت گردد.

باید فعالیت میدانی با تله‌های نمونه‌گیری انجام شود. تعدادی تله نمونه‌گیری را در مقطعی از ستون آب از بخش سطحی تا عمق آب قرار دهید. قبل از این که قیف در محل قرار داده شود تله‌های نمونه‌گیر باید حتماً از آب پر شوند (تصویر ۱۲.۳). هیچ حباب هوایی نباید در داخل ظرف باقی بماند. تله‌ها باید به صورت افقی در داخل آب شناور باشند. این تله‌ها باید حداقل ۲۴ تا ۳۰ ساعت قبل از جمع‌آوری در داخل آب باقی بمانند.

زمانی که تله‌ها جمع‌آوری می‌شوند باید به سطح آب آورده شوند و سپس در داخل غربال مناسبی تخلیه شوند. محتویات این ظرف سپس باید شستشو شوند و به داخل یک بطری تحت فشار منتقل گردد. در صورت نیاز می‌توان نمونه را داخل یخچال نگهداری نمود. بی‌مهرگان بزرگ را شناسایی کنید و روش تغذیه آن‌ها را مشخص نمایید.

گونه‌های غالب نکتون کدام‌ها هستند؟ آیا ترکیب این نکتون‌ها در جوامع مختلف گیاهی تغییر می‌کند؟ گونه‌های غالب نکتون‌ها چگونه تغذیه می‌کنند؟

تله‌های شناور: تله‌های شناور تورهای ساده شناوری هستند که حشرات را به داخل بطری که در بالای آن‌ها قرار گرفته است، هدایت می‌کنند (شکل ۱۳.۳). این تله‌ها را می‌توان با استفاده از لوله پلاستیکی و توری‌های پنجره ساخت. تله‌هایی که سطح ۰/۵ مترمربعی را می‌پوشانند بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. تله‌های شناور را در دو محل که پوشش گیاهی متفاوتی دارند قرار دهید. این توری‌ها باید چندین روز تا یک هفته در محل باقی بمانند. زمانی که تله‌ها برداشته می‌شوند بطری آن‌ها را به آرامی جدا نموده و در آن را به سرعت ببندید. حشراتی را که توسط تله جمع‌آوری شده‌اند را شناسایی کنید.

چه نوع حشراتی در این تالاب یافت شده است؟ آیا حشرات مختلفی از محل‌هایی که دارای پوشش‌گیاهی متفاوتی بوده‌اند جمع‌آوری شده‌اند؟ به نظر می‌رسد که چه عوامل محیط‌زیستی توزیع حشرات آبزی را کنترل می‌کنند؟

۴
گیاهان و جانوران تالابی

چنانچه در بخش‌های قبل یادآوری شد، وجود گیاهان پرسلولی[1] و بزرگ وجه تمایز تالاب‌ها و دیگر اکوسیستم‌های آبی است. وجود گیاهان پرسلولی زیستگاه‌هایی ایجاد می‌کند که از نظر شرایط و عوامل جاندار و بی‌جان متفاوت هستند (فصل۲). در واقع تالاب‌ها متشکل از زیستگاه‌های خردی[2] هستند که از نظر عمق آب، سرعت جریان آب، میزان نور، دمای روزانه غلظت روزانه اکسیژن و سایر موارد متفاوتند. (جدول ۱.۴). جانوران متناسب با نیازهای غذایی، اکسیژن، محل لانه‌گزینی، عدم حضور شکارچیان و مواردی از این قبیل از زیستگاه‌ها یا خرد زیستگاه‌ها استفاده می‌کنند. زیستگاه‌های خرد اغلب بر اساس اندازه و قدرت حرکت جانوران می‌توانند در مقیاس‌های فضایی‌که از چند میلی‌متر تا چند کیلومتر در نوسان است وجود داشته باشند. بسیاری از جانوران بزرگ‌تر در طول چرخه زیستی خود از بیش از یک زیستگاه استفاده می‌کنند، به عنوان مثال برخی از اردک‌ها از تالاب‌ها برای تغذیه استفاده می‌کنند اما آشیانه‌سازی خود را در مناطق بالادست انجام می‌دهند. بسیاری از جانوران کوچک‌تر حتی در درون یک تالاب نیز به صورت روزانه و یا فصلی از چندین زیستگاه خرد استفاده می‌کنند، همچون بعضی ماهی‌ها ممکن است از بسترهای متشکل از گیاهان غوطه‌ور در طول روز استفاده کنند اما شب‌ها به بخش‌های باز و بدون گیاه تالاب بروند. جانوران نه تنها از طریق تغذیه، لانه‌سازی یا سایر فعالیت‌های دیگر ممکن است بر روی توزیع و فراوانی گیاهان عالی تالابی موثر باشند بلکه آن‌ها حتی می‌توانند توپوگرافی تالاب را نیز تغییر دهند.

در این فصل مشخصات گیاهان پر سلولی و جانورانی که در تالاب‌ها یافت می‌شوند، مورد بررسی قرار می‌گیرد. این جانداران وجه تمایز تالاب‌ها از سایر اکوسیستم‌ها هستند. البته این موضوع بدان معنی نیست که موجودات ذره‌بینی مانند باکتری‌ها، قارچ‌ها، اغلب جلبک‌ها، بی‌مهرگان کوچک و دیگر جانوران تالابی فاقد اهمیت هستند. بدیهی است مهم‌ترین نقش این جانداران در تولیدات اولیه و ثانویه، چرخه‌های مواد مغذی و شبکه‌های غذایی است که در فصل آینده مورد بحث قرار خواهد گرفت. اغلب جانداران ذره‌بینی تالاب‌ها، زیرمجموعه‌ای از موجودات مشابه اکوسیستم‌های آبی منطقه مربوطه هستند. از آنجا که این‌گونه جانداران معمولاً در کتاب‌های مرتبط با سایر اکوسیستم‌های آبی به تفصیل تشریح گردیده‌اند (مانند مجموعه کتاب‌های برونمارک و هانسون ۲۰۰۵) زیست‌شناسی آن‌ها در این‌جا تشریح نخواهد شد.

[1] Macrophytes
[2] microhabitats

متغیر محیطی	مثال
هیدرولوژی	عمق آب
	تغییرات فصلی سطح آب
	تغییرات سالانه سطح اب
	سرعت جریان آب
	ارتباط با رودخانه‌ها و دریاچه‌ها
شیمی آب	الگوهای غلظت گازهای محلول (به ویژه اکسیژن)
	اسیدیته (pH)
	ترکیب یونی، شوری، هدایت الکتریکی
	ترکیبات آلی محلول، مانند اسید هومیک
	کدورت
دمای آب	تغییرات فصلی
	تغییرات افقی
	تغییرات عمومی
لایه بستر	آلی یا غیر آلی بودن (شن، سیلت، رس)
	عمق رسوبات بستر
	میزان رسوبات چوبی
ساختار گیاهی	گیاهان علفی، درختچه‌ای یا جنگلی، میزان گیاهان بن در آب، شناور و غوطه‌ور، ارتفاع تاج‌پوشش گیاهان بیرون از آب، میزان دوام پوشش گیاهی و محصول سرپا
سایر گونه ها	گونه‌های شکارچی گونه‌های قابل شکار گونه‌های رقیب

جدول ۱.۴ مشخصات زیست‌محیطی و ریخت‌شناسی تالاب‌ها که می‌تواند در ارتباط با نحوه استفاده گروه‌های جانوری موثر باشد.

گیاهان و جانوران پرسلولی بر اساس میزان سازگاری با زندگی در تالاب با یکدیگر متفاوتند. گونه‌های تالابی متناسب با میزان سازگاری اندامی، ریخت‌شناسی و فیزیولوژیک و در مورد جانوران بر اساس سازگاری رفتاری، می‌توان به چهار طبقه کلی؛ وابسته[۱]، دوزیست[۲]، موردی[۳] و ضمنی[۴] تقسیم‌بندی نمود.

گونه‌های وابسته، به تالاب یا داخل آب و یا در خاک‌های آبگیری شده تالابی زندگی می‌کنند. این گونه‌ها جاندارانی هستند که به غیر از برخی شرایط خاص امکان زیستن بدون آب را ندارند. جانداران این‌گروه، به عنوان مثال ماهی‌ها، معمولاً تنها منحصر به تالاب‌ها نیستند و معمولاً در سایر دریاچه‌ها و جریانات آبی مجاور نیز یافت می‌شوند. بسیاری از گیاهان پرسلولی در این طبقه قرار می‌گیرند.

گونه‌های دوزیست، معمولاً حداقل یک مرحله از چرخه زیستی خود یا بخشی از زمان را در داخل تالاب زندگی می‌کنند و بخشی از زندگی آن‌ها نیز در محیط خشکی سپری می‌شود. این گروه، طیف گسترده و متنوعی از جانداران را در برمی‌گیرد که شامل رده دوزیستان (قورباغه پلنگی)، رده خزندگان (تمساح آمریکایی) و پرندگان (اردک‌های غواص) می‌شود.

گونه‌های موردی، جاندارانی هستند که هم در محیط‌های تالابی و هم در خشکی یافت می‌شوند. تفاوت این گروه با گونه‌های

[1] obligate
[2] Amphibious
[3] facultative
[4] incidental

دوزیستان در این است که هیچ یک از مراحل زندگی خود را در آب سپری نمی‌کنند. به همین دلیل هنگامی که یک تالاب خشک شود، گونه‌های موردی آن باقی خواهند ماند اما گونه‌های دوزیست از بین خواهند رفت. بوفالوی آبی آسیایی یکی از نمونه‌های گونه‌های موردی است.

گونه‌های ضمنی تالابی، شامل جاندارانی می‌شود که گه‌گاهی و به طوراتفاقی[1] در تالاب‌ها یافت می‌شوند.

از آنجا که گونه‌های وابسته و دوزیستان، گونه‌های گیاهی و جانوری غالب تالاب‌ها هستند، زیست‌شناسی آن‌ها در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱.۴. گیاهان تالابی

گیاهان پرسلولی بارزترین جانداران اغلب تالاب‌ها هستند (تصویر ۱.۴-۴.۴). این گیاهان تولیدکنندگان اولیه مهم بوده و بخش عمده‌ای از ساختار فیزیکی تالاب را تشکیل می‌دهند و نیز تنظیم کننده محیط بی‌جان تالاب (فصل دو) از جمله شرایط فیزیکی (سطح نور، جریانات آب و باد، سطح اکسیژن و غیره) و همچنین شیمیایی (اسیدیته، میزان مواد مغذی، غلظت اکسیژن محلول و غیره) تالاب می‌باشند. گیاهان پرسلولی زیادی وجود دارند (خزه‌ها[2]، جگرواشان[3]، سرخسیان[4]، مخروطیان[5]، تک لپه‌ایها[6]، دولپه‌ای‌ها[7] و غیره) که از نظر اندازه از درختان گرمسیری بزرگ تا عدسک آبی که به سختی با چشم غیرمسلح قابل دیدن هستند در نوسان هستند (کوک و همکاران ۱۹۷۴، کوک ۱۹۹۰، کرونک و فنسی ۲۰۰۱). تلاش‌های زیادی در زمینه طبقه‌بندی گیاهان پرسلولی انجام شده است. این طبقه‌بندی‌ها عمدتاً بر پایه عمقی است که گونه مورد نظر در آن رشد می‌کند، یا بر این مبنا که آیا گیاهان ریشه دارند یا به طور آزاد در آب شناور هستند(شکل‌های ۱.۴تا۴.۴). از آنجا که در بسیاری از تالاب‌ها معمولاً سطح آب به صورت فصلی از سالی به سال دیگر تغییر می‌کند، اغلب گیاهان تالابی در دامنه‌های عمقی مختلف و حتی در بخش‌هایی که آب عمق ندارد نیز یافت می‌شوند. در نتیجه، این گونه طبقه‌بندی‌ها، بر پایه عمق آبی است که تصور می‌شود در آن گونه گیاهی یا گروهی از گونه‌های گیاهی مشابه یافت شوند و تکثیر پیدا می‌کنند. عمده‌ترین اشکال رویشی گیاهان پرسلولی شامل موارد زیر می‌شود:

گیاهان غوطه‌ور[8] (شکل ۱.۴): کلیه قسمت‌های این گیاهان (برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌ها) به غیر از گل‌ها معمولاً در زیر آب رشد می‌کنند مانند علف‌های برکه‌ای *(Potamogeton spp)*

(۱) گیاهان غوطه‌ور ریشه‌دار: گیاهانی که ریشه در خاک بستر دارند، کرفس آبی *(Vallisneria spp.)*

(۲) گیاهان غوطه‌ور بدون ریشه: گیاهانی که به طور آزاد در ستون آبی غوطه‌ور هستند، مانند: [9]*(Utricularia)*

(۳) گیاهان غوطه‌ور پیوسته: گیاهانی که به اجسام و سطوح زیر آب متصل هستند ولی این اتصال از طریق ریشه نیست مانند: *podostemaceae*

گیاهان دارای برگ شناور[10] (شکل ۲.۴): گیاهانی که برگ‌های آن‌ها در سطح آب شناور است، ولی ریشه آن‌ها در بستر است، به عنوان مثال نیلوفر آبی *(Nymphaea spp.)*

گیاهان شناور[11] (شکل۳.۴): گیاهانی که در سطح آب شناور هستند و معمولاً به بستر متصل نیستند، مانند: سنبل‌آبی *(Eichhornia crassipes)*

---

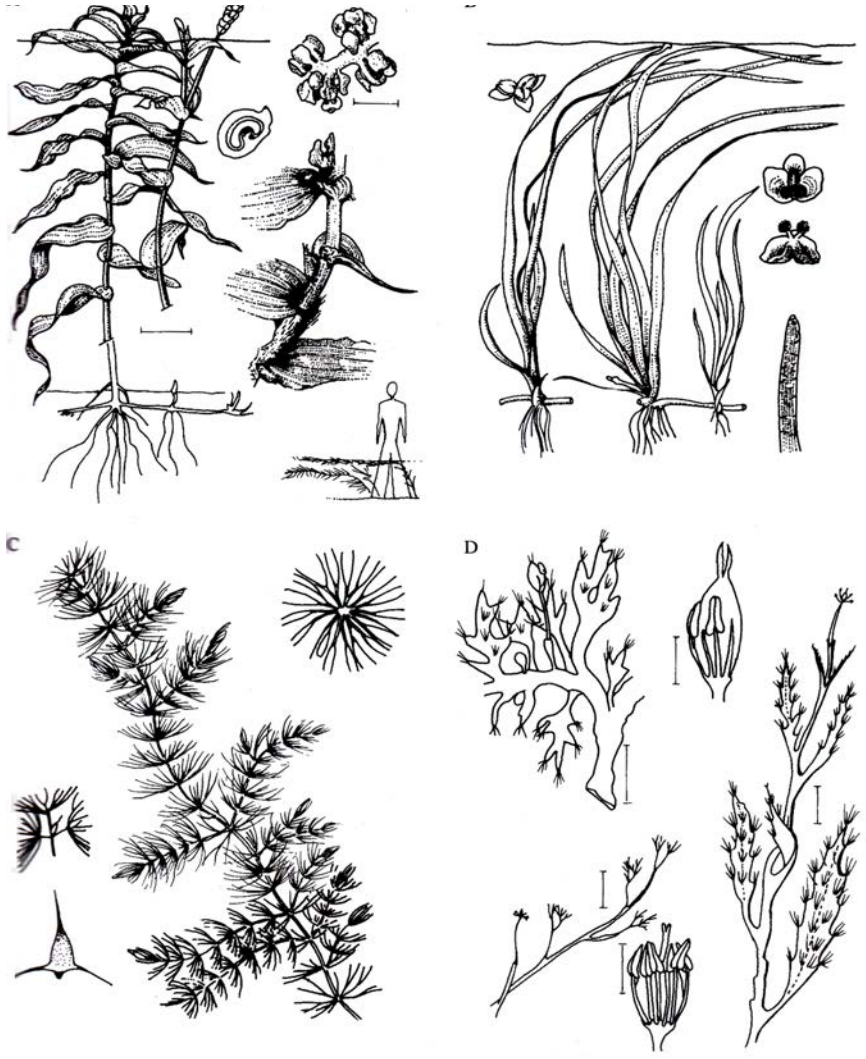
[1] occasionally
[2] mosses
[3] liverworts
[4] ferns
[5] conifers
[6] monocots
[7] dicots
[8] submerged
[9] Bladderworts
[10] Floating-leaved plants
[11] Floating plants

گیاهان بن در آب[1] (شکل ۴.۴): گیاهانی که برگ‌ها و گاهی ساقه‌های آن‌ها در بالای آب قرار دارد ولی ریشه‌ها در زیر آب یا در بخش‌هایی که خاک از آب اشباع شده است قرار می‌گیرند. همچون گیاهانی مانند: لویی *(Typha spp.)*، گیاه پاپیروس *(Cyperus papyrus)*.

(۱) گیاهان بن در آب علفی شامل گونه‌های علفزارهای مرطوب مانند: نی*(Cladium spp)*،*(Carex spp.)*،*(Phragmites australis)*.

(۲) گیاهان درختچه‌ای- بوته‌ای بن در آب مانند: بید *(Salix spp.)*

(۲) درختان بن در آب مانند: دارتالاب *(Taxodium distichum)*

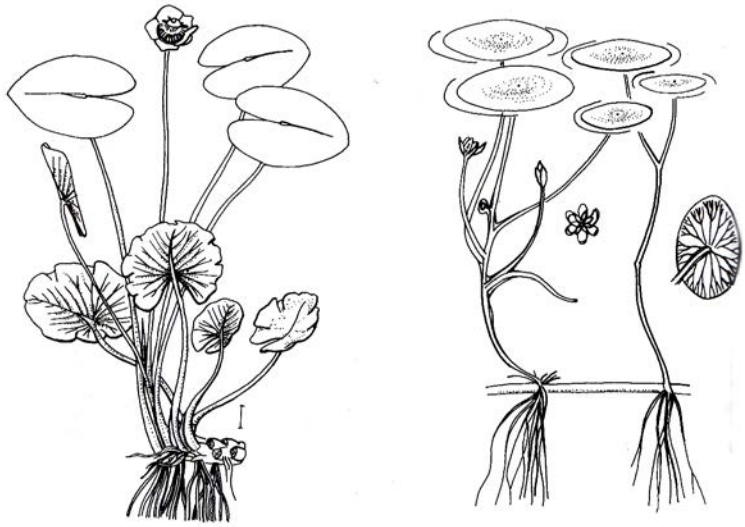


شکل ۱.۴ گیاهان غوطه‌ور: A: Potamogeton richardsonii, B: Vallisneria americana, C: Ceratophyllum demersum D: Apinagia spp

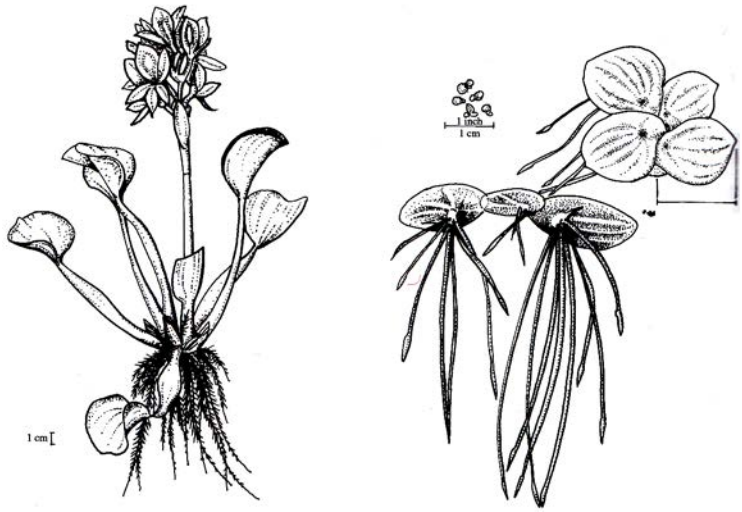
[1] Emergents

گونه‌های خاک‌های مرطوب:گیاهان خشکی زی که اغلب یک‌ساله هستند و گاهی هنگامی که تالاب فاقد آب است در آن رویش می‌کنند. این گیاهان همچنین گونه‌های عرصه‌های گلی نیز نامیده می‌شوند مانند: علف هفت‌بندها (*Polygonum spp*).

به طور کلی گیاهان پر سلولی تالاب از نظر اندام‌شناسی، ریخت‌شناسی و فیزیولوژی شباهت زیادی با اجداد خشکی‌زی خود

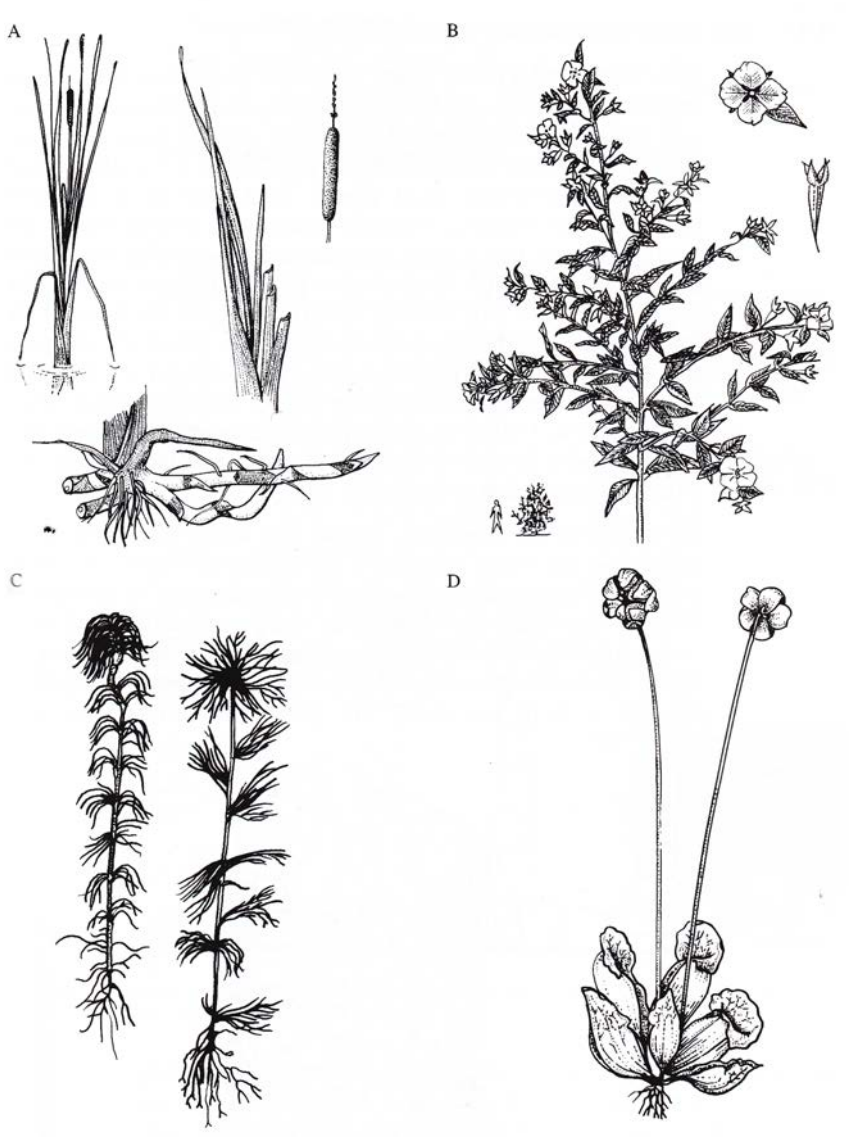


شکل ۲.۴ گیاهان دارای برگ‌های شناور: چپ .Nuphar sp و راستBrasenia schreberi
(کپی رایت انتشارات IFAS، دانشگاه فلوریدا)



شکل ۳.۴ گیاهان شناور: چپ Eichhornia crassipes و راست Spirodela polyrizha. تصاویر دارای مقیاس بسیار متفاوتی هستند. (کپی رایت انتشارات IFAS، دانشگاه فلوریدا)

دارند (شالتورف ۱۹۷۶، کرونک و فنسی ۲۰۰۱) . با این حال گیاهان پرسلولی علفی آبزی دارای چندین مشخصه مشترک هستند: ۱. دارای فضای گازی پیوسته از برگ‌ها تا ریشه هستند. ۲. دارای برگ‌های ناهمسان هستند. ۳. رشد کلونال. این ویژگی‌ها به گیاهان پرسلولی آبزی علفی کمک می‌کند که به دو مشکل اصلی عملکرد ریشه‌ها در تالاب‌ها که: ۱. وجود خاک بدون اکسیژن و ۲. نوسانات سطح آب هستند، فائق بیایند.

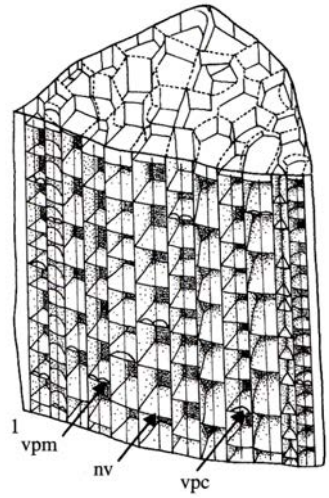


شکل ۴.۴ گیاهان بن در آب A. Typha domingensis، B. Ludwingia peruviana،
C. sphagnum cuspidatum، D. Sarracenia purpurea

۱.۴ فضاهای گازی پیوسته

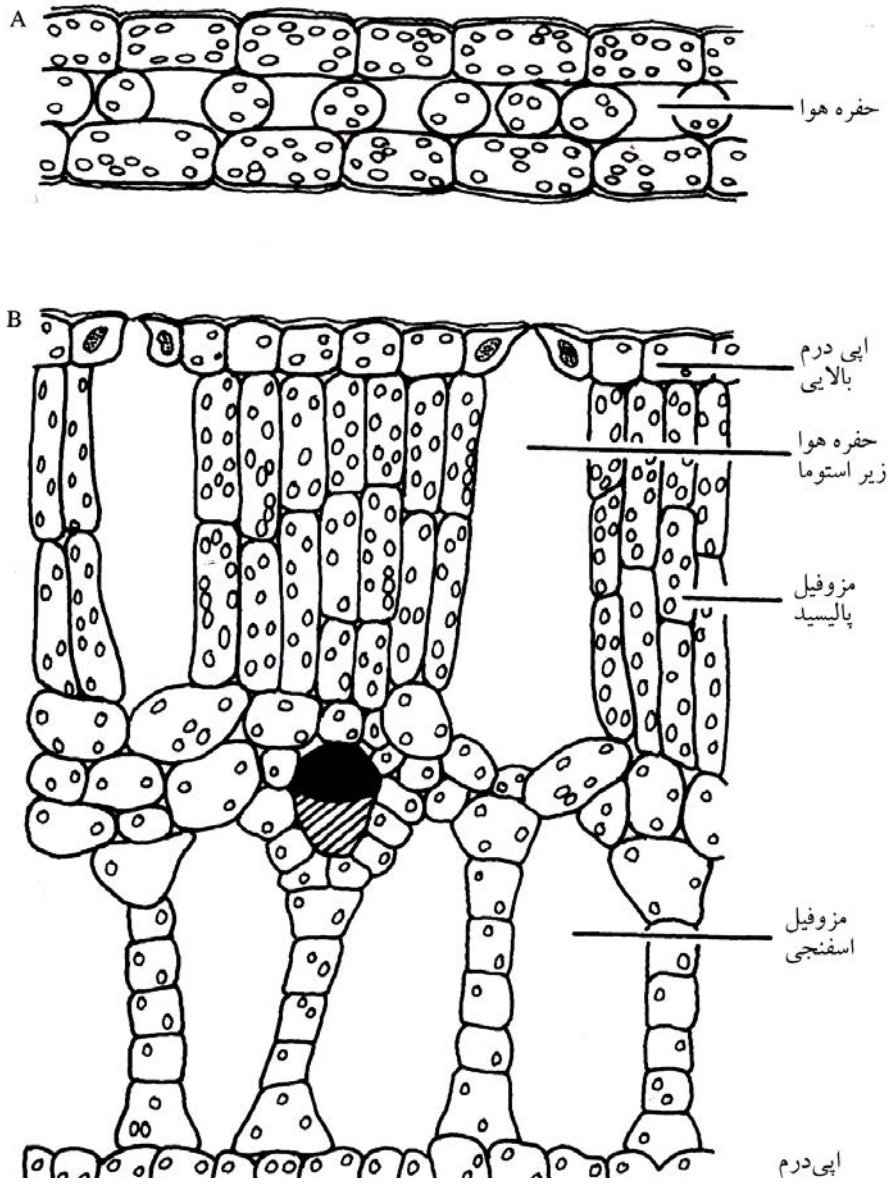
ریشه‌های گیاهان خشکی‌زی اکسیژن مورد نیاز برای تنفس را مستقیماً از هوای موجود در حفرات خاک به دست می‌آورند. هنگامی که خاک غرقاب می‌شود آب موجود در حفرات خاک به سرعت عاری از اکسیژن شده و ریشه‌های گیاهان تالابی نخواهند توانست اکسیژن مورد نیاز را مستقیماً از این طریق دریافت کنند. همین خاک بدون اکسیژن است که مانع رشد گیاهان خشکی‌زی در تالاب‌ها می‌شود. گیاهان پرسلولی تالابی علفی، به ویژه گیاهان غوطه‌ور، دارای برگ‌های شناور و گونه‌های بن درآب دارای یک سری فضاهای گازی متصل به یکدیگر هستند که از برگ‌ها تا ریشه ادامه دارد و از طریق آن اکسیژن و دیگر گازها می‌تواند در داخل گیاه توزیع گردد (شکل‌های ۵.۴ و ۶.۵). به عنوان مثال برگ‌های گونه بن در آب *Sparaganium americana* دارای فضاهای گازی زیادی است و همانند بسیاری از تک لپه‌ای‌ها دارای ساختمان برگ کشیده‌ای هستند که درنتیجه کارکرد فضاهای گازی پیوسته را تسهیل می‌کند. (شکل ۵.۴) میزان تخلخل (درصدی از بافت مشخصی که هوا آن فضا را اشغال کرده است) در گیاهان پرسلولی آبزی علفی، می‌تواند از ۵۰ درصد نیز بیشتر باشد. تخلخل اندام‌ها به ویژه ریشه‌ها اغلب حاصل عملکرد شرایطی است که آن اندام در آن شکل می‌گیرد (شکل ۷.۴).

فضاهای گازی می‌توانند دو حالت اصلی حفره‌ای[1] و اسفنجی[2] داشته باشد. حالت حفره‌ای شامل فضاهای بازی است که پر از گاز است. حالت اسفنجی بافت متخلخلی است که پر از فضاهای گازی می‌باشد. تشکیل این بافت‌های اسفنجی اغلب با به زیرآب رفتن گیاه مرتبط است و به نظر می‌رسد که در نتیجه تغییرات اتیلن و دیگر هورمون‌های گیاهی ایجاد می‌گردد (اوانس ۲۰۰۳). بافت‌های اسفنجی می‌توانند در پی تغییرات شیزوجنی[3] که در نتیجه آن سلول‌ها از یکدیگر جدا می‌شوند و یا لایزوجنی[4] که طی آن برخی از سلول‌ها برای ایجاد فضاهای گازی می‌میرند، به وجود بیایند. فضاهای گازی پیوسته نه تنها امکان انتقال اکسیژن از اندام‌های هوایی گیاه به اندام‌های زمینی را فراهم می‌کند، بلکه امکان جابجایی دی‌اکسیدکربن و سایر گازها (مانند متان) از اندام‌های زمینی به اندام‌های هوایی گیاه را نیز فراهم می‌سازد. در حقیقت گیاهان بن در آب تالاب‌ها لوله‌هایی هستند که رسوبات تالاب را به اتمسفر متصل می‌کنند (شکل ۸.۴).



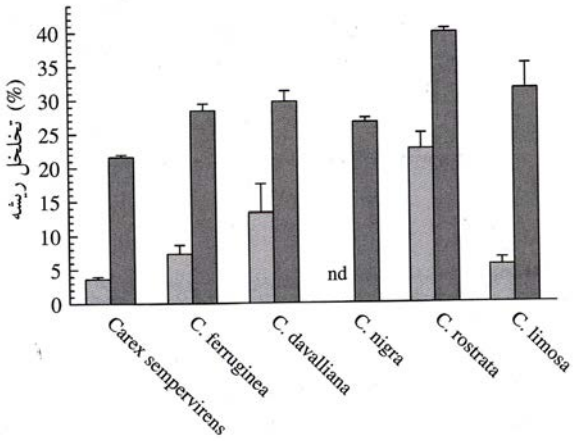
شکل۵.۴ بخش میانی برگ‌های بن در آب *Sparganium americanum*ساختار اسفنجی آن را نشان می‌دهد. بخش اسفنجی(حفره‌های هوا) از انواع مختلف دیافراگم‌های افقی شامل:vpm، دیافراگم‌های فتوسنتزکننده آوندی با ردیف‌های عرضی تشکیل شده است (کاؤل ۱۹۷۲)

[1]lacunae
[2]aerenchyma
[3]schizogeny
[4]lysigeny

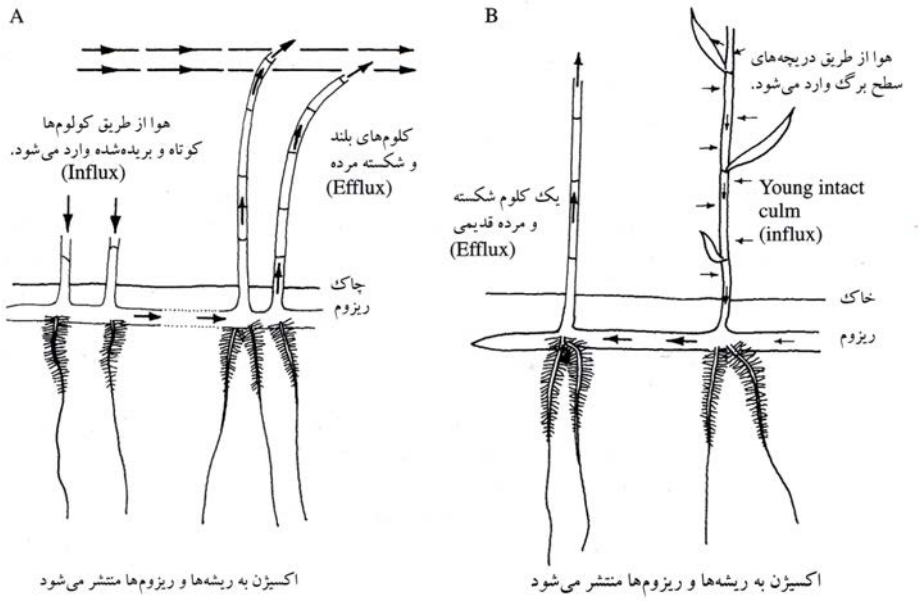


شکل ۶.۴ مقطع برگ‌های (a). غرقابی و (b). شناور گیاه پوتاموژتون (از اسکالتورف ۱۹۶۷)

تاکنون سه فرایند انتقال اکسیژن از طریق فضاهای گازی پیوسته به ریشه پیشنهاد گردیده است:
۱. انتشار، ۲. جریان توده‌ای و ۳. ترکیبی از این دو حالت (کولمر ۲۰۰۳). شیب پتانسیل شیمیایی قوی برای اکسیژن و دی‌اکسید کربن و سایر گازها بین برگ‌ها و بخش‌های فتوسنتزی گیاه با ریزوم‌ها و ریشه‌ها وجود دارد.
درنتیجه همواره انتشار این گازها از طریق فضاهای گازی پیوسته گیاه وجود دارد، ولی میزان این انتشار کم است. از آنجایی



شکل۷.۴ تخلخل ریشه ای (درصد فضای خالی به حجم بافت ریشه) در شش گونه Carex در طول سه هفته یا بیشتر در شرایط اکسیژن زیاد (هوادهی شده) و (نورانی)، اکسیژن کم (آب راکد) و (بدون نور). (ویسر و همکاران ۲۰۰۰)



شکل ۸.۴ مسیر جریان توده‌ای در گیاه نی (Phragmites australis).
A. تفاوت فشار ایجاد شده توسط جریان باد از کنار ساقه‌های نی باعث مکش هوا از طریق ریزوم‌ها به داخل نی‌ها و بویژه نی‌های بلندتر می‌شود.
B. فشار ایجاد شده در نی‌ها که در نتیجه فشار تبخیر یا دمای زیاد به وجود می‌آید، باعث ایجاد یک جریان توده‌ای گازها به پائین و همچنین به سمت ریزوم‌ها و بخش‌های قدیمی‌تر و پر تخلخل‌تر ساقه می گردد. جابجایی اکسیژن از ریزوم‌ها به سمت ریشه‌ها و از ریشه‌ها به سمت خاک در نتیجه انتشار صورت می‌پذیرد. (کولمر ۲۰۰۳)

که انتشار در فواصل طولانی بسیار کند است به همین دلیل، ممکن است برای تأمین اکسیژن مورد نیاز ریشه‌ها و ریزوم‌ها کافی نباشد. درگیاهان بن در آب و گیاهان دارای برگ‌های شناور (شکل ۸.۴) به دلیل تفاوت فشار در انشعابات قدیمی و

جدید که حاصل تفاوت میزان تخلخل آن‌هاست جریان توده‌ای اتفاق می‌افتد. در طول روز فشار گاز در انشعابات جوان گیاه به دلیل افزایش تبخیر و احتمالاً دمای بیشتر، افزایش می‌یابد. فشار گاز در انشعابات جوان دارای تخلخل کم‌تر، نسبت به انشعابات قدیمی افزایش بیشتری پیدا می‌کند و این موضوع باعث جریان یافتن گازها از طریق بافت‌های اسفنجی به سمت انشعابات جوان‌تر ریزوم‌ها و جریان به بالا به سمت بافت‌های پیرتر می‌گردد. همان‌طوری که انتظار می‌رود این جریان در طول روز نسبت به شب‌ها که فتوسنتز انجام نمی‌شود، باعث افزایش بیشتر اکسیژن (اغلب در سطوح اکسیژن اتمسفری) در ریشه‌ها و ریزوم‌ها می‌شود. در گیاهان آبزی غوطه‌ور جریان توده‌ای نمی‌تواند انجام شود و انتشار از طریق فضاهای گازی پیوسته و یا از طریق تبادل مستقیم گازها بین آب و بافت‌های گیاهی به تنهایی مسئولیت تبادلات گازی بافت‌های داخلی گیاه را بر عهده دارد. هر چند که همرفتی جریان به میزان قابل توجهی در توزیع اکسیژن در اندام‌های زیرزمینی از طریق انتشار ملکولی مؤثر است اما محدودیت فیزیکی در میزان اکسیژنی که می‌تواند از طریق فضاهای گازی پیوسته منتقل شود وجود دارد که ممکن است یکی از مواردی باشد که در تعیین حداکثر عمقی که گیاهان آبزی می‌توانند رشد کنند موثر باشند (ویسر و همکاران ۲۰۰۰). اگر توزیع داخلی اکسیژن در گیاه برای تأمین نیازهای ریزوم‌ها و ریشه‌ها کافی نباشد فرایندهای تخمیری آغاز می‌گردد. تخمیر، از تنفس سلولی هوازی انرژی کم‌تری ایجاد می‌کند و پتانسیل تولید متابولیت‌ها و محصولات نهایی سمی مانند اتانول را نیز دارد که می‌توانند تأثیر منفی بر رشد گیاه داشته باشد. توزیع داخلی ضعیف اکسیژن در برخی گیاهان غرقابی ممکن است توجیه کننده محدوده طاقت اندک آن‌ها در قبال غرقاب شدن و جایگزین شدن آن‌ها با گیاهانی که محدوده طاقت بیشتری دارند باشد و بدین ترتیب به عنوان مثال با افزایش دوره‌های غرقابی در چرخه زیستی گیاهان تالابی، در اورگلیدز[1] گیاهانی مانند علف اره‌ای (*Cladium jamaicense*) با گیاهانی که حوزه طاقت غرقابی شدن بیشتری دارند مانند گونه لویی (*Typha domingensis*) جایگزین می‌شوند (چابی و همکاران ۲۰۰۰). در طول چرخه زیستی گیاهان دوره‌هایی مانند اوایل بهار که دما و رشد ساقه‌ها و برگ‌ها هنوز کامل نشده، وجود دارد که در آن توزیع داخلی گازها اتفاق نمی‌افتد. در طول چنین دوره‌هایی گیاهان تالابی ممکن است تا زمانی که انشعابات جدید شکل بگیرند و جریان داخلی گازها در نتیجه تهویه تحت فشار برقرار گردد به‌طور موقت به تخمیر الکلی روی بیاورند.

جریان توده‌ای می‌تواند در بقایای خفته گیاهان نیز انجام پذیرد. این موضوع در گیاه نی (*Phragmaties australis*) گزارش شده است. تفاوت سرعت جریان باد در بخش بالایی و نزدیک تاج‌پوشش با بخش‌های پایینی گیاه می‌تواند، بین انشعابات مرده کوتاه و بلند تفاوت فشار داخلی ایجاد کند. فشار کم‌تر در انشعابات بلندتر گیاه، هوا را به داخل انشعابات مرده کوتاه‌تر کشیده و به سمت ریزوم‌ها و انشعابات بلند به جریان در می‌آورد (شکل ۸.۴). در مناطق معتدل در محدوده دمایی اوایل بهار این فرایند می‌تواند مکانیزم مهمی برای اکسیژن‌گیری مریستم‌های ریشه و انشعابات گیاه نی باشد.

علاوه بر اکسیژن، گازهایی مانند متان و دی‌اکسید کربن نیز می‌توانند از رسوبات به داخل ریشه‌ها انتشار یافته و از طریق فضاهای پیوسته گازی به اتمسفر یا بدنه آبی منتقل شوند. اکسیژن منتشر شده به داخل ریشه‌ها ممکن است به طور کامل برای تنفس سلولی ریشه مصرف نشود و بخشی از آن از ریشه به سمت خاک‌های اطراف ریشه انتشار یابد. این فرایند اتلاف شعاعی اکسیژن[2] نامیده می‌شود. این فرایند، یک لایه نازک دارای اکسیژن در خاک اطراف ریشه‌ها ایجاد می‌کند که از تجمع تولیدات سمی گیاهی در اطراف ریشه‌ها جلوگیری می‌کند و جذب مواد مغذی معدنی توسط ریشه‌ها را تسهیل می‌نماید. اتلاف شعاعی اکسیژن معمولاً در ریشه‌های جوان اتفاق می‌افتد و میزان آن به نوع گیاه و سطوح اکسیداسیون و احیاء خاک بستگی دارد. مسیرهای ریشه‌های گیاهی در خاک‌های تالابی معمولاً به دلیل رسوب آهن‌های اکسیده شده و سایر عناصر در اطراف ریشه‌های جدید به راحتی قابل رویت هستند (کولمر ۲۰۰۳).

[1] Everglades

[2] radial oxygen loss

بالا بودن حجم فضاهای گازی در گیاهان پرسلولی به این مفهوم است که، یک مخزن داخلی اکسیژن و دی‌اکسید کربن در این گونه گیاهان وجود دارد که وابستگی آن‌ها به منابع بیرونی را کاهش می‌دهد. به دلیل وجود تنفس سلولی بخش‌های زمینی گیاهان، غلظت داخلی دی‌اکسید کربن مورد نیاز برای فتوسنتز می‌تواند به مراتب بیشتر از غلظت آن در اتمسفر باشد (کنستبل و لانگسترت ۱۹۹۴). به نظر می‌رسد که این ذخیره داخلی برای گیاهان غوطه‌ور بسیار مهم باشد و از طریق آن در این گیاهان چرخه‌های داخلی استفاده مجدد دی‌اکسید کربن متعددی در گیاه به وجود می‌آید. دی‌اکسیدکربن نیز همانند اکسیژن می‌تواند از طریق انتشار به هوا، آب یا خاک از گیاه خارج شود.

فضاهای گازی پیوسته در گیاهان آبزی علفی توسعه قابل توجهی یافته است. در گونه‌های چوبی روش‌های سازگاری ریخت‌شناسی دیگری برای به دست آوردن اکسیژن در ریشه‌ها شناسایی شده است: روزنه‌ها و پنوماتوفور[1]ها. روزنه‌ها، منافذی هستند که در پوست گیاه وجود دارند و اجازه تبادل گازی بین سلول‌های فعال متابولیکی زیر پوست با هوا را فراهم می‌کنند. این روزنه‌ها بر روی ساقه‌ها و ریشه‌های چوبی یافت می‌شوند. پنوماتوفورها حالات تغییرشکل یافته‌ای از ریشه‌اند که به جذب و جابجایی اکسیژن در گیاه کمک می‌کنند. پنوماتوفورها اشکال مختلفی دارند، از جمله می‌توان به : ۱. ریشه‌های عمودی[2] ، که در فواصل مختلفی به بیرون از سطح آب می‌آیند، ۲. زانویی‌ها[3]، که بخشی از ریشه‌های عمودی هستند که به بیرون از آب کشیده می‌شوند و ۳. ریشه‌های تخته‌ای[4]، که بخش بالایی آن‌ها خارج از آب باقی می‌ماند (کرونک و فنسی ۲۰۰۱) اشاره کرد. در درختان تالابی اکسیژن در بخش‌هایی از ریشه که غرقاب هستند کاهش می‌یابد و بخشی از دی‌اکسیدکربن تولید شده در ریشه‌ها نیز به دلیل حلالیت بالا به آب‌های اطراف انتشار می‌یابد. در نتیجه فشار موضعی بخش‌های غرقابی ریشه کم‌تر از فشار اتمسفر شده و این امر گازهای موجود در هوا را از طریق روزنه‌ها و پنوماتورفورها که در بیرون از آب قرار دارند به درون ریشه‌ها می‌کشد (بریکس ۱۹۹۳).

غرقاب شدن گیاهان چوبی و علفی تالابی معمولاً با تولید ریشه‌های جدیدی که در سطح آب قرار می‌گیرند[5] همراه می‌شود. به نظر می‌رسد که این امر ناشی از تغییر الگوی توزیع هورمون‌های اوکسین و اتیلن[6] گیاه باشد. این ریشه‌های جدید معمولاً در نزدیکی سطح آب که دارای اکسیژن زیادی است توسعه می‌یابند. این نوع ریشه‌های جدید فاقد فضاهای گازی پیوسته یا روزنه‌ها و پنوماتوفور ، گیاهان تالابی را قادر می‌سازد که دوره‌های پر آبی را سپری کنند.

۲.۱.۴ هتروفیلی: انواع مختلف برگ در یک گیاه[7]

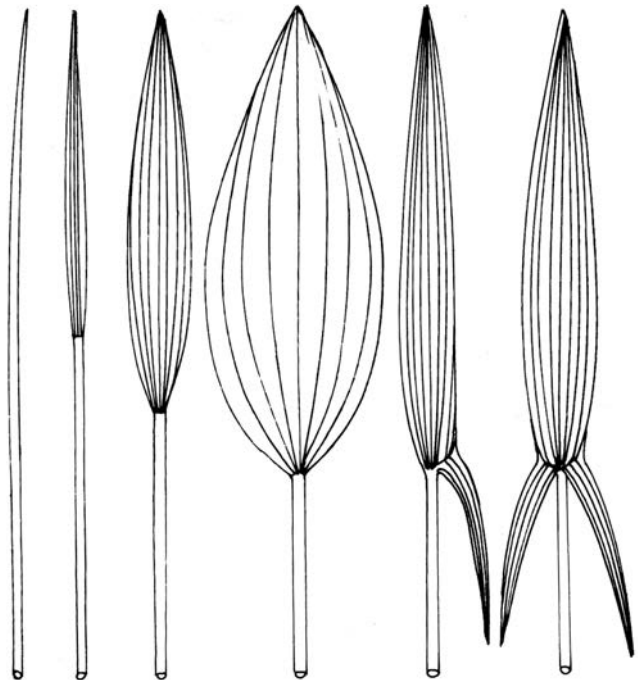
نوسانات سطح آب تالاب‌ها یک امر طبیعی و معمول است (فصل ۲). در نتیجه گیاهان تالابی به طور فصلی و سالانه با نوسانات عمق آب متفاوتی مواجه می‌شوند. حتی گیاهان غوطه‌ور نیز ممکن است، دوره‌هایی را که هیچ آبی در تالاب وجود ندارد، تحمل نمایند و با خشک‌ترین دوره‌های محیطی روبرو شوند. بنابراین جای تعجب ندارد که گیاهان تالابی شکل‌پذیری فنوتیپی گسترده‌ای دارند (تصویر ۹.۴)، این موضوع به آن‌ها امکان می‌دهد که رشد خود را با تغییرات سطح آب تنظیم کنند. یکی از انواع این شکل‌پذیری فنوتیپی که در بین گیاهان پرسلولی تالاب وجود دارد هتروفیلی است (ولز و پیگلیوسی ۲۰۰۰). هتروفیلی قابلیت تولید انواع مختلف برگ توسط یک گیاه است (شکل ۶.۴ و ۹.۴). گیاهان علفی تالابی دو نوع برگ‌های غوطه‌ور[8] و هوایی[9] تولید می‌کنند. برگ‌های غوطه‌ور نازک، فاقد کوتیکول یا دارای کوتیکول نازک و فاقد روزنه‌های فعال هستند. برگ‌های هوایی ضخیم‌تر، دارای‌کوتیکول و روزنه فعال هستند (شکل ۶.۴). در گیاهان علفی تالابی تغییرات

[1] Pneumatophores
[2] vertical roots
[3] knees
[4] plank roots
[5] adventitious root
[6] Auxins & ethylene
[7] heterophylly
[8] submerged
[9] aerial

شکل، اندازه و ضخامت برگ‌ها و همچنین برگچه‌ها یا طول برگ-شاخه‌ها معمول است. میزان تخلخل ریشه‌های این گیاهان نیز می‌تواند متناسب با بی‌اکسیژن شدن خاک در نتیجه آبگیری و در واکنش به غرقاب شدن تغییر یابد (شکل ۴.۷). این واکنش‌های ریخت‌شناسی ابتدا در جهت یافتن راهی برای افزایش دریافت اکسیژن توسط برگ‌ها، ذخیره داخلی گازها و ارتقاء کارایی توزیع داخلی گازها از طریق انتشار باشند.

می‌توان انتظار داشت، گیاهان پرسلولی شناور در سطح آب *(مانند E.crassipes)* و گیاهان شناور آزاد در زیر سطح آب (مانند *Ceratophyllum demersum)* کم‌تر از گیاهان ریشه‌دار غوطه‌ور و بن در آب تحت تأثیر نوسانات سطح آب قرار دارند. گیاهان گروه اخیر (بن در آب) می‌توانند برگ‌های زیرآبی، شناور و هوایی تولیدکنند. بدین ترتیب هتروفیلی قابلیت بسیاری از گیاهان تالابی را جهت بقاء در دامنه وسیعی از نوسانات سطح آب افزایش می‌دهد.

هتروفیلی فقط به گیاهان پرسلولی تالابی محدود نمی‌شود و بسیاری از گیاهان خشکی‌زی نیز دارای این قابلیت هستند. اغلب گیاهان تالابی همانند بسیاری از گیاهان خشکی‌زی برگ‌های جدید و قدیمی متفاوتی تولید می‌کنند، اما موضوع صرفاً یک پدیده رشد است و جایگزین شدن برگ‌های قدیمی با برگ‌های جوان نتیجه تغییرات سطح آب نمی‌باشد. بسیاری از دیگر گیاهان تالابی و خشکی‌زی به اشکال مختلفی هتروفیل هستند.



شکل ۴.۹. برگ های مختلف یک گیاه ساجیتاریا[1] (مونشر ۱۹۴۴)

این گیاهان برگ‌های خود را متناسب با شرایط محیطی تنظیم می‌کنند. یکی از اشکال معمول هتروفیلی متغیر[2] در گیاهان خشکی‌زی این است که دارای برگ‌های خورشیدی[3] و سایه‌ای[4] هستند، که با هتروفیلی در بخش‌های هوایی و

[1]Sagittaria rigida
[2]facultative heterophyly
[3]sun
[4]shade

غوطه‌ور برگ‌های گیاهان تالابی ماکروفیت شباهت بسیار دارد (شکل ۴.۲و ۶.۴). این موضوع چندان تعجب برانگیز نیست، زیرا برگ‌های گیاهان غرقابی تالابی معمولاً در محیط‌های کم نور رشد می‌کنند (فصل ۲). مطالعات تجربی نشان‌داده که ویژگی‌های برگ‌های گیاهان پرسلولی آبزی به غیر از تغییرات عمق آب، به میزان شدت نور، دما، طول ساعات روشنایی، فشار اسمزی، جریان آب و سطوح مواد مغذی گیاهی نیز بستگی دارد (ولز و پیگلیوسی ۲۰۰۰، دارکن و بارت ۲۰۰۴، پویجالون و برونت ۲۰۰۴).

البته همه گیاهان آبزی پرسلولی هتروفیلی متغیر ندارند. لک و بروک (لک و بروک ۲۰۰۰) مشخص نمودند برخی گیاهان آبزی تالابی بن در آب نسبت به غرقابی‌شدن مقاوم[1] هستند. گیاهان مقاوم به غرقابی شدن در واکنش به افزایش تراز آب قادر به تغییر اندام‌ها و ریخت‌شناسی خود نیستند. این گیاهان افزایش تراز آبی را تحمل می‌کنند تا این که به آن پاسخ‌دهند،

ویژگی	برگ های سایه ای گیاهان خشکی زی	برگ های زیرآب گیاهان آبزی پرسلولی
سطح برگ[a]	بزرگ‌تر	بزرگ‌تر
ضخامت	باریک‌تر	باریک‌تر
حاشیه ها	تضاریس یا لوب های کمتر	متغییر
تراکم روزنه ها	کم تر	کم‌تر
مزوفیل	لایه پالیساید[2] کم تر	لایه پالیساید کم‌تر یا بدون پالیساید
رگبرگ ها	کاهش تراکم	کاهش تراکم
کوتیکول	کاهش ضخامت	کاهش ضخامت یا فقدان
سلولهای اپیدرمی	بزرگ‌تر	بزرگ‌تر
کلروپلاست	بیشتر در اپیدرم	در اپیدرم یافت می‌شود

جدول ۲.۴ مشخصات برگ‌های در سایه نسبت به برگ های در آفتاب، گیاهان خشکی‌زی و برگ‌های هوایی و زیرآب (غوطه‌ور) گیاهان آبزی پرسلولی (ماکروفیت)

حتی اگر بالارفتن تراز آبی برای مدت طولانی ادامه یابد، ممکن است به حالت سکون بروند (ون‌درواک ۱۹۹۴).

گیاهانی که هتروفیلی متغیر دارند به سیلاب واکنش نشان می‌دهند و آناتومی و ریخت‌شناسی خود را متناسب با تغییرات عمق آب تنظیم می‌کنند.

۳.۱.۴ رشد کلونال

کلیه ماکروفیت‌های گیاهی، گونه‌های پایا[3] و دارای رشد کلونال هستند (تصویر۱۰.۴) گیاهان کلونال در تالاب‌ها نسبت به سایر زیستگاه‌ها بیشتر یافت می‌شوند (وان‌گرونندال و همکاران ۱۹۹۶). تغییرات ترازآبی می‌تواند شرایطی را فراهم آورد که امکان گرده‌افشانی، تولید دانه، جوانه‌زنی دانه‌ها و استقرار نهال کاهش یابد یا محدود شود (بارت و همکاران ۱۹۹۳، سانتاماریا ۲۰۰۲). باور دانشمندان بر آن است که علی رغم تغییرات سریع‌تر از آبی، رشد کلونال احتمال بقاء محلی این‌گونه گیاهان را از سالی به سال دیگر فراهم می‌کند. این قابلیت، امکان گسترش این گونه گیاهان را در فقدان تولید دانه تسهیل می‌کند. تفاوت نرخ رشد کلونال، تغییرات فراوانی گونه‌ها را که در بسیاری از تالاب‌ها در سال‌های مختلف اتفاق می‌افتد توجیه می‌کند. سال‌های پر آب که تراز آبی افزایش می‌یابد، مناسب رشد کلونال برخی گونه‌های بن در آب است، درحالی که سال‌های خشک

[1] Sagittaria rigida
[2] facultative heterophyly
[3] sun
[4] shade

که تراز آبی پایین است مناسب رشد سایر گونه‌ها است. تغییرات رشد کلونال در هرسال می‌تواند منجر به تغییر گونه‌های غالب شود، که این نوع تغییرات نوسان نامیده می‌شود (ون‌درواک ۱۹۸۵).

رشد کلونال نه تنها ممکن است باعث توسعه و بقاء گونه‌ها در سطح محلی شود، بلکه گاهی ممکن است باعث پراکنش گونه‌ها به سایر مکان‌ها شود. دو نوع مختلف رشد کلونال در تالاب‌ها شناسایی شده که شامل: ۱. شکاف پخش شونده[1] و ۲. بسته‌های متصل[2] می‌باشد. گیاهان یا پایه‌های جدید در حالت شکاف پخش شونده در انتهای ساقه‌های زیر زمینی[3] یا استولون[4]ها و با فاصله از پایه مادری تشکیل می‌گردند، درحالی که بسته‌های مرتبط به پایه مادری اغلب به صورت گروه‌های متصل به هم شکل می‌گیرند. نوع اول (شکل۱۰.۴) بیشتر در بین گونه‌های غوطه‌ور، شناور و گونه‌های گیاهی بن در آب متداول است.

پراکنش پایه‌های جداشده گیاهی توسط جریانات آبی می‌تواند، هم در داخل یک تالاب و هم بین تالاب‌های مختلف صورت پذیرد.

روش بسته‌های متصل بیشتر به گونه‌های تورب‌زارها و چمن‌زارهای مرطوب که به ندرت غرقاب می‌شوند و معمولاً مواد مغذی کمی دارند محدود می‌گردد. این حالت باعث ایجاد توده‌های گیاهی می‌شود که در این گونه رویشگاه‌ها معمول می‌باشد. به نظر می‌رسد همراهی رشد کلونال با هتروفیلی، علت اصلی تنوع گیاهی پائین بسیاری از تالاب‌ها و بالا بودن تنوع ژنتیکی آن‌ها باشد (سانتاماریا ۲۰۰۲).

مریستم‌ها که منشا ایجاد ساقه‌ها و برگ‌ها در گیاهان بن در آب هستند، دارای رشد کلونال هستند و معمولاً در زیر زمین قرار دارند (شکل ۱۰.۴) به همین دلیل از آسیب‌های آتش‌سوزی‌ها در امان می‌مانند. آتش‌سوزی در بسیاری از انواع تالاب‌ها به ویژه تالاب‌های فصلی و تالاب‌هایی که نوسانات تراز آبی سالانه دارند، پدیده‌ای معمول است. برای مثال در تالاب اورگلیدز فلوریدا[5] (گاندرسون و سیندر ۱۹۹۴) آتش‌سوزی همه ساله در طول فصل خشک (نوامبر تا آوریل) اتفاق می‌افتد. علاوه بر این چرخه سالانه آتش، یک دوره طولانی‌تر آتش‌سوزی نیز هر ۱۰ تا ۱۵ سال، در نتیجه چرخه‌های سال‌های خشک و تر در جنوب فلوریدا اتفاق می‌افتد. در طول سال‌های خشکسالی نسبت به سال‌های تر آتش‌سوزی‌های بیشتری در دوره فصل خشک سال به وقوع می‌پیوندد. در چنین شرایطی هر چند که برگ‌ها و ساقه‌های مرده گیاهان در نتیجه آتش از بین می‌روند اما پس از هر آتش‌سوزی تاج‌پوشش گیاهان بن در آب به سرعت از طریق مریستم‌های زیرخاکی احیاء می‌شود. گیاهان بن

تصویر ۱۰.۴ رشد کلونال گونه Scirpus paludosus نوع شکاف پخش شونده

[1]splitter-spreader
[2]packed connected
[3]Rhizome
[4]Stolon
[5]Florida Everglades

در آبِ دارای رشد کلونال، ممکن است در نتیجه دوره‌های طولانیِ تراز آبی بیش از حد معمول از بین بروند.
به عنوان مثال در منطقه چال‌مرغزار شمال امریکا در دوره‌های مرطوب (شکل۱۰.۲) تراز آبی ممکن است چندین سال، یک متر بالاتر از تراز معمول باقی بماند. چنین شرایطی می‌تواند تمامی یا اغلب گیاهان آبزی بن در آب را از بین ببرد. به استثناء گونه‌های غوطه‌ور، بذر اغلب گیاهان ماکروفیت آبزی در زیر آب به آسانی جوانه‌زنی نمی‌کنند. در چنین شرایطی، برای استقرار و توسعه مجدد گیاهان بن در آب به یک دوره بارش کم‌تر از نرمال که در نتیجه آن تالاب کاملاً یا به طور نسبی خشک شود، نیاز خواهد بود. در تالاب‌های تحت تأثیر نوسانات شدید تراز آبی، اغلب گونه‌های گیاه دارای بذرهایی با ماندگاری بالا هستند، که می‌توانند چندین دهه باقی بمانند. هنگامی که این گونه تالاب‌ها خشک می‌شوند کلیه گیاهان بن در آب به همین ترتیب مجدداً احیاء می‌شوند (ون‌درواک و دیویس ۱۹۷۸). در تالاب‌های دارای نوسانات شدید تراز آبی، بقاء دراز مدت گیاهان بن در آبِ دارای رشد کلونال، در نتیجه باقی ماندن بذرهای گیاهان در بانک‌های بذرگیاهی تالاب‌ها است.

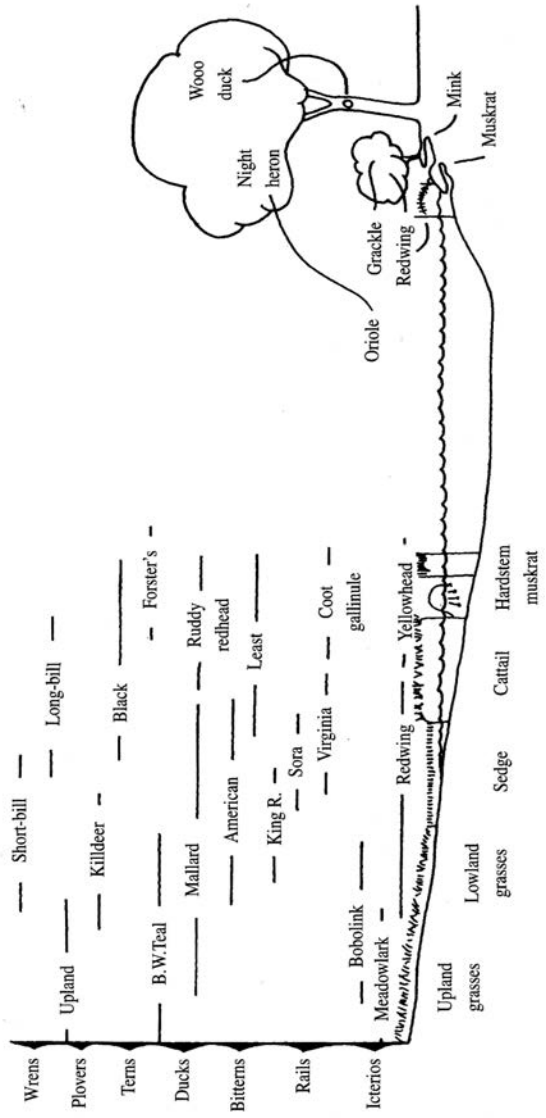
۲.۴ پرندگان

انواع پوشش‌های‌گیاهی گسترش‌یافته در طول شیب عمق آب[۱]، ترکیب پیوسته‌ای از زیستگاه‌های خرد در تالاب‌ها ایجاد نموده، که از انواع زیستگاه‌های خشکی تا آب‌های آزاد در تغییر است (شکل۱۱.۴). هریک از این زیستگاه‌های خرد، یا برخی از ترکیب های این زیستگاه‌ها می‌توانند برای گروهی از پرندگان آب، غذا و پناه فراهم آورند. در طی فرایند تکاملی پرندگان جهان، گروه‌های زیادی از پرنده‌ها با زیستگاه‌های خرد تالابی متفاوت، از نظر اندام‌شناسی، ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی سازگاری یافته‌اند. در مجموع به تمام این نوع پرندگان، پرندگان تالابی گفته می‌شود (ولر ۱۹۹۹). معمول‌ترین پرندگان تالابی شامل خانواده غواص‌ها[۲]، اردک‌های ماهیخوار[۳]، کشیم‌ها[۴]، مرغابی‌سانان[۵] یا ماکیان وحشی[۶] (اردک‌ها، غازها و قوها)، پرندگان کنارآبزی[۷] یا حواصیل‌ها[۸] (اگرت‌ها[۹]، لک‌لک‌ها[۱۰]، اکراس‌ها[۱۱])، پرندگان ساحلی[۱۲] (آبچلیک‌ها[۱۳]، چوب‌پاها[۱۴]، سلیم‌ها[۱۵])، درناها[۱۶] و یلوه‌ها[۱۷]، پلیکان‌ها، فلامینگوها، شاخه‌نشینان[۱۸] (گنجشک‌ها، الیکایی‌ها[۱۹]، سِسک‌ها[۲۰])، توکاهای سیاه، کاکایی‌ها[۲۱] ، پرستوهای‌دریایی[۲۲]، ماهیخورک‌ها[۲۳] و پرندگان‌شکاری[۲۴] (کورکورحلزونی[۲۵]) می‌گردند. از این پرندگان، دو گروه اردک‌ها[۲۶] (شکل۱۲.۴) و پرندگان‌آبچر[۲۷] (شکل ۱۳.۴) بیشترین ارتباط را با تالاب‌های آب شیرین دارند. البته یافتن پرندگان غیرتالابی در تالاب‌ها همچون مشاهده شترمرغ‌هایی در حال چرا در مرداب‌های آفریقا چندان غیر معمول نیست.
خلاصه‌ای از سازگاری‌های اصلی تکاملی پرندگان تالابی در جدول ۳.۴ ارائه گردیده است. بسیاری از این سازگاری‌ها برای ورود و خروج پرنده به تالاب و به دست آوردن غذا پدید آمده‌اند. این موضوع شامل توانایی فرود آمدن پرنده، شنا کردن و بلند شدن از سطح آب (برای اردک‌ها، غازها، قوها، چنگرها، کشیم‌ها و غیره) یا قابلیت‌های فرود آمدن، راه‌رفتن و پرواز کردن از روی آب‌های کم‌عمق (در پرندگان آبچر) می‌باشد. تعجب ندارد که پاهای پرندگان تالابی نشان‌دهنده محدوده‌ای از

[1] water depth gradients
[2] Divers
[3] Loon
[4] Grebes
[5] Waterfowl
[6] Wildfowl
[7] Waders
[8] Herons
[9] Egrests
[10] Storks
[11] Ibises
[12] Shorebirds
[13] Sandpipers
[14] Stilts
[15] Plovers
[16] Crane
[17] Rail
[18] Passerines
[19] Werns
[20] Warblers
[21] Gulls
[22] Terns
[23] Kingfisher
[24] Raptors
[25] Snail kite
[26] Ducks
[27] Wading birds

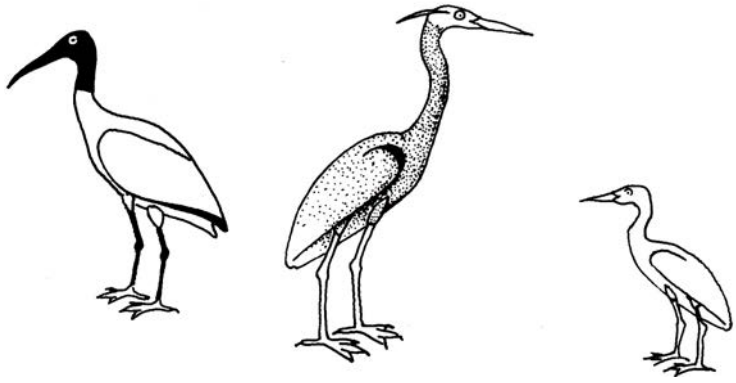
سازگاری‌ها برای زندگی در تالاب‌ها، شامل: شناکردن، غوص‌کردن در آب، راه‌رفتن بر روی گل یا برگ‌های گیاهان شناور، راه رفتن در آب کم عمق و شکار طعمه باشد. سازگاری‌های بسیاری نیز برای تغذیه وجود دارد. در بین پرندگان تالابی منقارهای کشیده، مضرس، نیزه‌ای، مخزنی و چنگکی وجود دارند. تنها مطالعه انجام شده بر روی منقار اردک‌ها نشان‌دهنده در این گروه از پرندگان دامنه‌ای از سازگاری‌ها برای تغذیه پدید آمده است (تصویر ۱۵.۴). وجود پرهای ضد آب سازگاری دیگری است که در بسیاری از پرندگان تالابی، اما نه در تمام آن‌ها (مانند باکلان‌ها) وجود دارد.

پرندگان تالابی ممکن است گیاهخوار (غازها)، همه‌چیزخوار (اردک‌های روی‌آبچر) و گوشتخوار (اردک‌های ماهیخوار،



شکل ۱۱.۴ پراکنش پرندگان، سمورها و موش‌های آبی در طول عمق آب و ارتباط آن با روند پوشش گیاهی در تالاب مرغزارهای آمریکای شمالی

شکل ۱۲.۴ سمت چپ یک اردک روی‌آبچر، فیلوش (Anas acuta) و سمت راست یک اردک غواص (Aythya valisineria). (بلرز ۱۹۷۶)



شکل۱۳.۴ پرندگان کنارآبچر: لک‌لک جنگلی (Mycteria americanan) Wood stork حواصیل آبی بزرگ (Ardea heodius)، گاوچرانک (Bubulcus ibis)

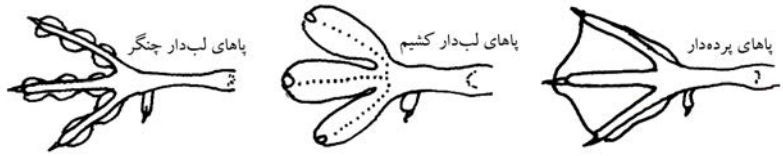
سازگاری‌های بلند مدت	سازگاری‌های کوتاه مدت
قرارگرفتن پاها در بخش‌های انتهایی تنه برای غوص‌زدن در آب یا شناکردن	استراتژی‌های تغذیه‌ای
تغییرات استخوان و شش‌ها برای غوص‌زدن در آب	رجحان غذایی
تغییر در چشم‌ها برای شب‌فعالی و دید زیرآب	مسیرهای پروازی محلی
سازگاری‌های پروازی برای پرندگان شیرجه‌رو	ترجیحات برای آشیانه سازی
پاهای پرده یا نیم پرده‌دار	انتخاب عمق آب
منقارهای تخصصی‌شده برای شکار، فیلترکردن، حفرکردن و غیره	ترجیحات برای شاخه نشینی
پرهای ضد آب	
رفتارهای اجتماعی: زادآوری، جاگزینی، دفاع	
جابجایی‌های گسترده: مهاجرت	

جدول ۳.۴ سازگاری‌های بلند مدت (تکاملی) و کوتاه مدت (رفتاری) در پرندگان تالابی

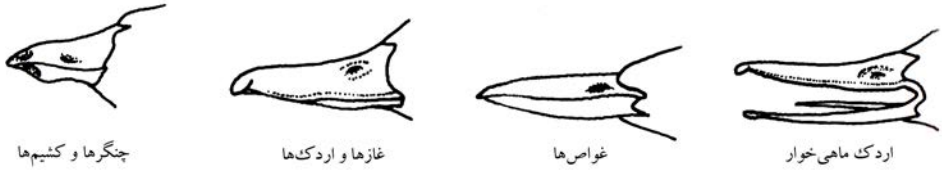
حواصیل‌ها) باشند.

به دلیل ناهمگنی و تنوع منابع غذایی تالاب‌ها (جدول ۴.۴) بسیاری از پرندگان تالابی تغذیه‌کنندگان فرصت‌طلبی هستند. بعضی از آن‌ها منابع غذایی را از سطح یا داخل خاک (بی‌مهرگان، دانه‌ها و غده‌های گیاهان و غیره)، بعضی دیگر از گیاهان و جانوران داخل ستون آبی یا سطح آب یا روی برگ‌های شناور و یا جاندارانی که در بالای آب پرواز می‌کنند، به ویژه حشرات تأمین می‌کنند. استراتژی‌های تغذیه‌ای معمول شامل: شناگران سطح آب که غذا را با منقار خود از لجن بیرون کشیده یا از

سطح یا ستونی از آب به دست می‌آورند (اردک‌های روی‌آبچر)، غواص‌هایی که ماهی را با منقارهای نیزه مانند شکارمی‌کنند (اردک‌های ماهیخوار)، غواص‌هایی که غذا را از داخل خاک به دست می‌آورند (اردک‌های غواص) حشره‌خوارها که حشرات را صید می‌کنند (توکای سیاه)، ماهیگیران ثابت (حواصیل‌ها)، غواص‌هایی که از روی بلندی فرود آمده و برای گرفتن ماهی شیرجه می‌زنند (ماهیخورک‌ها)، شکارچیان تعقیب کننده که شکار خود را با چنگال‌های خود صید می‌کنند (کورکور) می‌باشند. این استراتژی‌های متفاوت تغذیه‌ای به تقسیم‌بندی مؤثر منابع غذایی موجود در بین پرندگان تالابی منجر شده و این موضوع همزیستی آن‌ها را تسهیل می‌کند. با این حال هنگامی که سطح آب در هر تالابی بالا یا پایین برود، روش‌های تغذیه‌ای که موفق‌تر خواهند بود، تغییر خواهند یافت و برخی گروه از پرندگان بر سایر پرندگان غالب خواهند شد (کراپو و رینک ۱۹۹۲).



شکل ۱۴.۴. سازگاری‌های پاها برای شنا: چنگرها، کشیم‌ها و اردک‌ها

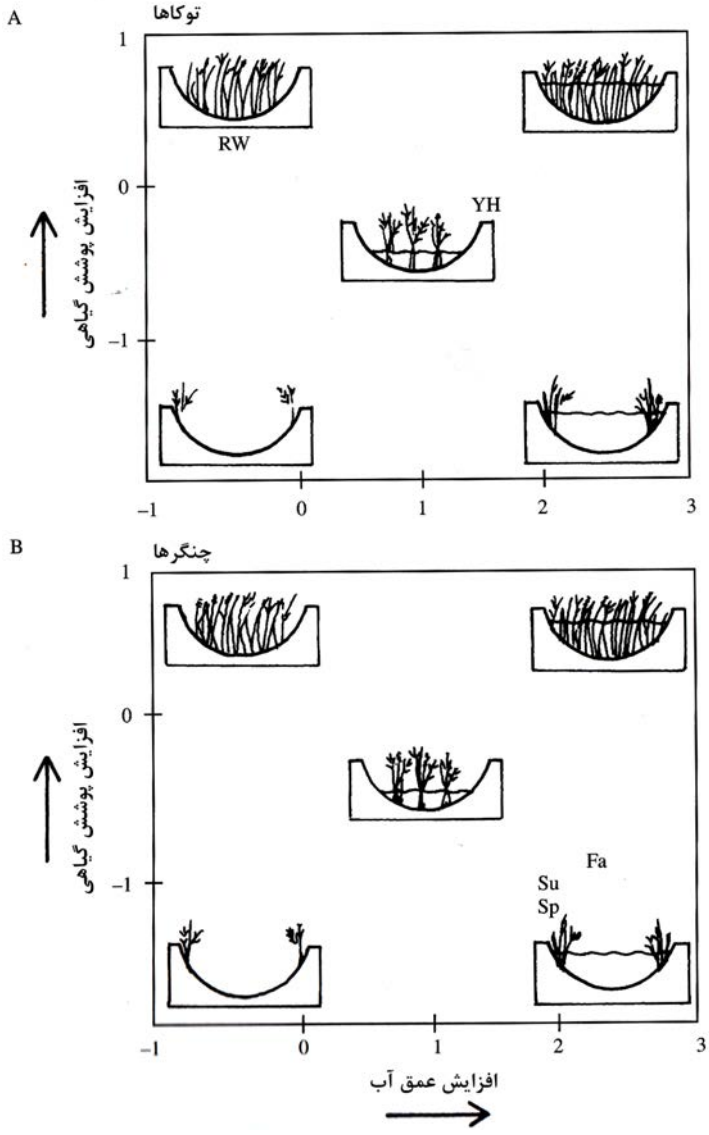


شکل ۱۵.۴. سازگاری‌های منقارهای پرندگان آبزی برای استراتژی‌های تغذیه‌ای مختلف. چنگرها و کشیم‌ها با نوک زین‌مانند، اردک‌ها و غازها با منقار مضرسی، غواص‌ها با منقار نیزه‌ای و اردک‌های ماهیخوار منقارهایی برای صید ماهی.

زیستگاه‌های خرد	غذای اصلی
اپی بنتیک Epibenthic	دانه‌ها، خرچنگ آب شیرین، بی‌مهره‌ها
اندوبنتیک Endobenthic	ریشه‌ها، غده‌های گیاهان، کرم‌ها، صدف‌ها
پلانکتون	بی‌مهرگان کوچک، جلبک‌های رشته ای
نیوستون Neuston	علف‌اردک‌ها، حشرات
نکتون Nekton	ماهی، لاروهای دوزیستان
بسترهای گیاهی غوطه‌ور	برگ‌های گیاهان و دانه‌ها، بی‌مهرگان
بسترهای‌گیاهی بیرون از آب	حشرات ،دانه‌ها ، جوانه‌ها ، غده‌های‌گیاهان، صدف‌ها
پهنه‌های گلی خشک	کرم‌ها، صدف‌ها، غده‌های گیاهان
پهنه‌های گلیِ تر	

جدول ۴-۴ زیستگاه‌های خرد تالاب و انواع عمده منابع غذایی مرتب با آن‌ها که پرنده‌ها به عنوان غذا استفاده می‌کنند

بنابراین ترکیب پرندگان یک تالاب (شکل ۴.۱۶) در طول فصول مختلف و به طور سالانه متفاوت است (مارکین و کالدول ۲۰۰۰).



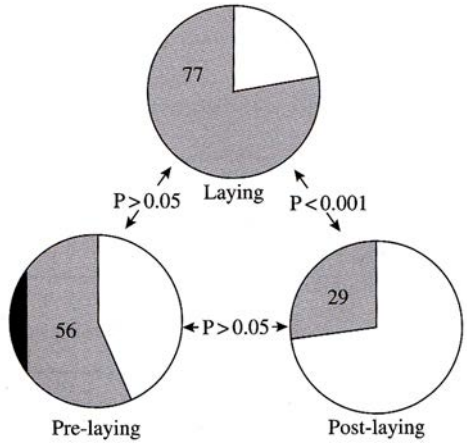
تصویر ۱۶.۴. استفاده از زیستگاه درطول چرخه تر- خشکسالی در تالاب‌های مرغزاری آمریکای شمالی به وسیله توکاهای سیاه (RW) و توکاهای سر زرد (YH) و توسط چنگرهای آمریکایی درطول بهار(Sp) ، تابستان (Su) و پاییز (Fa). (مارکین و کالدول ۲۰۰۰).

رژیم غذایی پرندگان تالابی نیز گاهی به دلیل تغییر نیازهای غذایی به صورت فصلی تغییر می‌کند.

برای مثال هنگامی که اردک‌های روی‌آبچر مانند فیلوش ماده روی تخم می‌نشیند به پروتئین بیشتری نیاز دارند که نمی‌تواند با رژیم معمول گیاهی آن‌ها تامین گردد (شکل ۱۷.۴). به همین دلیل اردک‌های روی‌آبچر ماده، مصرف بی‌مهرگان را که به مراتب پروتئین بیشتری دارند، افزایش می‌دهند و در طول دوره تخم‌گذاری گوشتخوار می‌شوند. به همین ترتیب جوجه‌های

این پرندگان نیز در ابتدا گوشتخوار هستند. البته نرهای این گونه در طول دوره تولید مثل همچنان گیاهخوار باقی می‌مانند. پدیده دیگری که در طول چرخه حیاتی پرندگان تالابی می‌تواند باعث تغییر عادات غذایی گردد، شامل تولک‌رفتن[1] است، که برای اغلب اردک‌ها در اواخر تابستان و زمان مهاجرت اتفاق می‌افتد.

میزان سازگاری پرندگان آبزی به زندگی در تالاب‌ها به طور قابل توجهی متفاوت است. اردک‌های روی‌آبچر گونه‌های اردک: *(Anas. spp)* مانند فیلوش و اردک‌های غواص *(Aythya. spp)* مانند اردک‌سربلوطی[2] (تصویر ۱۲.۴) گونه‌هایی با زیست دوگانه هستند. اردک‌های غواص مانند کانواس‌بک *(Aythya valisineria)* مثال خوبی از گونه‌های پرندگان تالابی هستند که سازگاری مناسبی با تالاب‌ها پیدا نموده‌اند. این پرندگان پاهای بزرگ و پرده‌داری دارند که در قسمت انتهایی تنه قرار گرفته و هنگام غوص به درون آب با پاهای خود ضربه‌ای همزمان می‌زنند؛ هوا را از بین پرها خارج می‌کنند تا میزان شناوری را در زمان غوص به درون آب کاهش دهند و نیز بال‌های کوچکی دارند تا به شنا کردن در زیر آب کمک کند. به دلیل داشتن بال‌های نسبتاً کوچک این پرندگان برای پریدن از سطح آب مجبورند تا مسافتی را روی سطح آب دویده، بال زده و با پاهایشان ضربه وارد کنند تا به سرعت مورد نیاز برای بلند شدن از سطح آب برسند (شکل ۱۲.۴). بعضی از گروه پرندگان مانند درناها برای جستجوی غذا در آب‌های کم‌عمق تالابی سازگاری‌های مشهودی پیدا نموده‌اند، انگشتان پای بلند، پاها و گردن دراز برای جستجو در تالاب‌های کم‌عمق دارند ولی اغلب در چمن‌زارها تغذیه می‌کنند. برخی پرندگان مانند: توکای سیاه، الیکایی‌مردابی و سِسک‌های دنیای قدیم[3] در داخل تالاب‌ها تغذیه و آشیانه‌سازی می‌کنند، اما سازگاری ناچیزی با زندگی در تالاب نشان می‌دهند. به هر حال حتی پرندگانی که به زندگی در تالاب‌ها هیچ گونه سازگاری اندامی، ریخت‌شناسی، یا فیزیولوژیکی پیدا نکرده‌اند، نیز می‌توانند کاملاً برای تغذیه یا آشیانه‌سازی به تالاب‌ها وابسته باشند، مانند: کورکورحلزونی نیزار[4]. *(Rostrhamus sociabilis)* که در تالاب‌های گرمسیری و نیمه گرمسیری فلوریدا تا آرژانتین یافت



شکل ۱۷.۴. درصد بی‌مهرگان در رژیم غذایی فیلوش‌های شمالی ماده(Anas acuta)، پیش، حین و پس‌از تخم‌گذاری

می‌شوند.

این پرندگان ترجیح می‌دهند که آشیانه خود را بر فراز آب در روی بوته‌ها یا درختان کوچک بسازند. در فلوریدا غذای اصلی

[1] molting
[2] Canvasback
[3] old-word دنیای قدیم اصطلاحی است که به قاره‌های: آسیا، اروپا و آفریقا اتلاق می‌شود ، پس از کشف قاره‌های جدید (آمریکای شمالی و جنوبی و استرالیا) برای دنیای علم شناخته شده بودند.
[4] Everglade snail kite

کورکور حلزونی نیزار را *Pomacea paludosus* (حلزون سیبی) تشکیل می‌دهد. از آنجا که این پرنده با استفاده از قوه بینایی‌اش شکار می‌کند، ترجیح می‌دهد که در مناطق با پوشش‌گیاهی کم تراکم که ترکیبی از گیاهان بن در آب و آب‌های آزاد دارد، شکار کند. حلزون‌های سیبی زمان زیادی را در نقطه تماس آب با هوا و روی گیاهان بن در آب یا ساقه علف‌هایی که محل تغذیه و تنفس آن‌هاست سپری می‌کنند. این حلزون‌ها بالای خط آب و روی برگ‌های سطح آب تخم‌گذاری می‌کنند. کورکور حلزونی نیزار در ارتفاع کمی بالای تالاب پرواز می‌کند یا بر روی شاخه درختی نشسته و به دنبال حلزون‌های سیبی می‌گردد. کورکورها، با پای خود حلزون‌هایی را که در بالای سطح آب و یا زیر آب باشند، شکار می‌کنند. این پرندگان فقط چنگال‌های خود را در داخل آب فرو می‌برند و هرگز با منقار شکار نمی‌کنند. با توجه به نیازهای تغذیه‌ای و لانه‌سازی این پرنده، جمعیت آن به رژیم آبی تالاب بسیار وابسته است (کیچنز و همکاران ۲۰۰۰). دوره‌های کم آبی طولانی می‌تواند به شدت جمعیت حلزون سیبی را کاهش دهد زیرا حلزون‌ها تقریباً نیازمند تالاب‌های سیلابی دائمی هستند. دوره‌های پرآبی طولانی نیز باعث کاهش گیاهان بن در آب و درختان و بوته‌های کنارآبزی می‌شود و محدوده‌های لانه‌سازی کورکور حلزونی نیزاری را کاهش می‌دهد.

بسیاری از پرندگان خشکی‌زی نیز، برای یافتن غذا تالاب‌ها را به صورت فصلی یا موردی جستجو می‌کنند. هنگامی که تالاب‌ها خشک می‌شوند گونه‌های تالابی آن‌ها را رها کرده و به تالاب‌های دیگری با آب دائمی مهاجرت می‌کنند. با این حال همیشه می‌توان پرندگان خشکی‌زی را در تالاب‌های خشک نیز یافت (مارکین و کالدول ۲۰۰۰). این که چه پرندگان غیرتالابی در هرزمانی در تالاب‌ها دیده می‌شوند، به نوع و گستره پوشش گیاهی مرتبط می‌شود.

۳.۴ ماهی‌ها

میزان اکسیژن، عمق، شیمی (مانند شوری و pH) و دمای آب پراکنش ماهی‌ها را نیز همانند سایر ارگانیسم‌های آبی (جدول ۱.۴) کنترل می‌کنند (متیوز ۱۹۹۸). مهم‌ترین مشکلات ماهی‌ها در تالاب‌ها وجود دوره‌هایی بدون اکسیژن یا با اکسیژن بسیار کم و همچنین دوره‌های خشکی، یا با آب راکد بسیار کم‌عمق است. ماهی‌ها اغلب در برخی تالاب‌ها مانند تورب‌زارها یا مرداب‌های کوچک فصلی ماندابی (پالوسترین) و تالاب‌های پرشیب یافت نمی‌شوند. انواع دیگر تالاب‌های آب شیرین دارای جمعیت‌های قابل توجه ماهی هستند، حتی ممکن است از ماهیگیری تجاری برای مثال در دلتای مارش[1] در مانیتوبا[2] کانادا و یا ماهیگیری تفرجی مانند دلتای اوکاوانگو[3] در بوتسوانا نیز پشتیبانی نمایند. تالاب‌هایی که با دریاچه‌های بزرگ، مانند دلتای مارش و رودخانه‌های بزرگ، مانند آمازون ارتباط دارند، احتمال بیشتری از وجود جمعیت‌های قابل توجه ماهی دارند. به عبارت دیگر هرچه تالاب بزرگ‌تر و متنوع‌تر باشد، احتمال وجود ماهی در آن بیشتر است. به عنوان مثال هرچند که منطقه اورگلید فلوریدا[4] یک تورب‌زار است، ولی ماهی‌ها نقش مهمی در چرخه‌های غذایی آن بازی می‌کنند. تالاب‌های بزرگ معمولاً می‌توانند به طور دائم از ماهی‌ها پشتیبانی کنند، زیرا ماهی‌ها در این گونه اکوسیستم‌ها می‌توانند پناهگاه‌هایی (حفره‌های عمیق با آب آزاد) بیابند که در دوره خشک شدن تالاب از بی‌آبی و بی‌اکسیژنی در امان باشند.

اکسیژن کم و دمای زیاد آب، می‌تواند از ورود بسیاری از ماهی‌ها به تالاب‌ها جلوگیری کرده و موفقیت تولید مثل ماهی‌هایی که در این گونه تالاب‌ها وجود دارند را کاهش‌دهد.

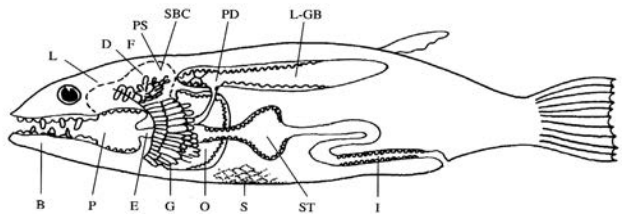
با این حال ماهی‌ها از نظر توان بردباری سطح پایین اکسیژن متفاوت هستند و این موضوع در نوع‌گونه‌هایی که در تالاب‌ها یافت می‌شوند تأثیر بارز دارد. روش‌های مختلفی برای سازگاری ماهی‌ها با سطوح پایین اکسیژن وجود دارد (گراهام ۱۹۹۷). در درجه اول برخی ماهی‌ها با جابجا شدن به بخش‌های دارای اکسیژن از مواجهه با شرایط بی‌اکسیژنی اجتناب می‌کنند.

[1] Delta Marsh
[2] Manitoba
[3] Okavango Delta
[4] Florida Everglade

چنین جابجایی‌هایی می‌تواند روزانه و یا فصلی باشد. در حالت دوم برخی ماهی‌ها به سطح آب آمده و آبشش‌های خود را در لایه سطحی محل تماس آب و هوا که اکسیژن بیشتری دارد، قرار می‌دهند. این حالت تنفس سطح آبی[1] نامیده می‌شود. در سومین حالت برخی ماهی‌ها می‌توانند از هوا تنفس کنند. ماهی‌های هوازی دارای تنوعی از اندام‌های تخصصی هستند (شکل ۴-۱۸) که به آن‌ها اجازه می‌دهد هوا را از سطح آب ببلعند (شکل ۴.۱۹) یا در موارد نادری که روی خشکی می‌خزند هوا را ببلعند. درواقع ماهی‌های هوازی بیشترین سازگاری را با تالاب‌ها پیدا نموده‌اند. بیش از ۳۵۰ گونه در ۱۲۵ جنس و ۵۰ خانواده از ماهی‌های هوازی وجود دارند. همانند ماکروفیت‌ها و پرندگان تالابی، ماهی‌های هوازی نیز نژادهای مختلفی دارند و در بین آن‌ها می‌توان خانواده‌های کهن و جدید یافت (گراهام ۱۹۹۷).

ماهی‌های هوازی بیشتر در تالاب‌های گرمسیری و نیمه گرمسیری در قاره‌های آفریقا، آسیا و آمریکای‌جنوبی یافت می‌شوند. بیشتر ماهی‌های هوازی گوشتخوار هستند و طعمه خود را بر روی یا نزدیکی سطح آب شکار می‌کنند. البته گونه‌هایی از ماهیان هوازی پلانکتون‌خوار و گیاه‌خوار نیز وجود دارند. این گونه ماهی‌ها اندازه‌های متفاوتی از ۳ سانتی‌متر تا ۲ متر دارند. ماهی‌های هوازی مختلفی وجود دارند. ماهی‌های دوزیست فقط زمانی که با کم شدن سطح آب در خشکی به دام می‌افتند، مستقیماً از هوا تنفس می‌کنند. ماهی‌های هوازی آبزی به صورت دوره‌ای برای بلعیدن هوا به سطح آب می‌روند. دو نوع از گونه‌های هوازی آبزی وجود دارند، نوع اختیاری[2] و دائمی[3]. گونه‌های هوازی اختیاری تنها وقتی سطوح اکسیژن در داخل آب نامطلوب می‌شود این کار را انجام می‌دهند. گونه‌های هوازی دائمی، صرف‌نظر از غلظت اکسیژن به طور مرتب برای تنفس هوا را از سطح آب می‌بلعند. برخی ماهی‌های هوازی دائمی حتی هنگامی که غلظت اکسیژن محلول آب مطلوب هست نیز نمی‌توانند اکسیژن لازم خود را از این منبع تامین کنند. در این گونه ماهی‌ها اندام‌های هوازی مختلف بسیاری وجود دارند. این اندام‌ها شامل اندام‌های معمول تنفسی مانند آبشش‌ها و پوست و نیز تغییراتی در سر و دستگاه گوارش می‌شوند (شکل ۴.۱۸). در یکی از تالاب‌های پاپیروس آفریقایی گربه‌ماهی هوازی Clarias liocephalus قادر به طی کردن دوره‌های با سطح اکسیژن محلول کم و تغییرات تراز آب بوده است، در حالی که تنها گونه دیگر ماهیBarbus neumayer، یک گونه آبزی تنفس کننده از سطح، پراکنش محدودتری به ویژه در طول فصول خشک هنگامی که سطح آب پایین است داشته است، (چپمن ۱۹۹۵). به طور خلاصه قابلیت‌های تنفس گونه‌های ماهی، تأثیر عمده‌ای در قابلیت آن‌ها برای استقرار و دامنه پراکنش‌شان در تالاب‌ها دارد.

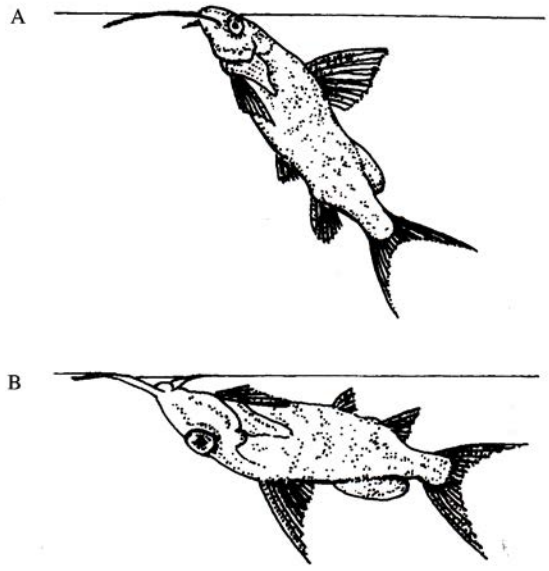
گرچه واضح است که تنفس هوازی در محیط‌های با اکسیژن کم مزیت‌هایی دارد ولی در ماهی‌ها انرژی مصرف‌شده (برای حرکت به سطح آب) را افزایش می‌دهد و قرارگرفتن در سطح آب خطر صید شدن توسط شکارچیان هوایی را افزایش می‌دهد.



شکل۱۸.۱ یک نمونه ماهی هوازی مجهز به تمامی اندام‌های شناخته شده تنفس هوازی. این اندام‌ها شامل سطوح مخاطی تغییر شکل یافته در حفره‌های ناحیه باکال (B) (*buccal*)، ناحیه حلقی(p) و اوپرکولار (O) (*Opercular*) و همچنین آبشش‌ها(G)، پوست (S)، معده(ST) و روده(I) است. دیگر فضاها و حفره‌های تغییر یافته شامل حفره سوپرابرانشیال(SBC) (Suprabranchial)، کیسه‌های حلقی(PS)، مجرای کیسه هوا(PD)، و شش یا کیسه هوا است. تغییرات این اندام‌ها شامل لابیرنت (L) (*labyrinth*) ، دندریت‌ها (D) (*dendrites*) و گذرهای آبششی (F) در راستای افزایش تبادلات گازی بوده است (گراهام ۱۹۹۷).

[1]surface respiration
[2]facultative
[3]continuous

مطالعات روی یک ماهی هوازی *Ctenopoma muriei* در آفریقا نشان می‌دهد، رفتار این ماهی هر دو مشکل یاد شده را به حداقل رسانیده است. این ماهی با استقرار در نزدیکی سطح آب (عمق ۳۰-۱۵ سانتیمتری) زمان حرکت به سطح را



تصویر ۴.۱۹. تصویر دو ماهی آفریقایی که از تنفس سطح آبی استفاده دارند. - A. Syn dontis afrofischeri و B. Synodontis nigriventris (ردراوْن از چپمن ۱۹۹۴).

کاهش داده و با قرار گرفتن در زیر تاج‌پوشش گیاهان، خطر صیادان هوایی را نیز کاهش می‌دهد (رندل و چپمن ۲۰۰۴).

ماهی‌های هوازی مانند ماهی شش‌دار، اغلب در فصول خشک زمانی که تالاب کاملاً خشک می‌شود در داخل گل و لای و در سطح متابولیکی پایین و در خواب تابستانی می‌مانند. خواب تابستانی[1] منجر به وضعیتی شبیه خواب زمستانی[2] می‌شود که در آن ماهی با کاهش مصرف اکسیژن، پایین آوردن ضربان قلب و کاهش فشار خون، به وضعیت رخوت می‌رسند.
با وجود این موارد، اغلب ماهی‌های تالاب‌های مناطق معتدل دارای سازگاری‌های ناچیزی یا فاقد سازگاری با شرایط محیطی تالاب هستند و بیشتر آن‌ها از شرایط بی‌هوازی پرهیز می‌کنند[3]. (شکل ۲.۳[4]).
در فصل تابستان در طول روز ماهی سوف‌زرد *(Perca flavenscens)* در بخش‌های حاشیه‌ای دریاچه‌ای تالاب‌های کانادا به سر می‌برد، ولی شب‌ها هنگامی که سطح اکسیژن کاهش می‌یابد این ماهی‌ها از این بخش‌ها پرهیز می‌کند. درنتیجه ماهی‌هایی که در تالاب‌ها یافت می‌شوند، بخشی از ماهی‌های آب‌های جاری هستند. به استثناء فصل تخم‌ریزی ماهی‌هایی که در تالاب‌های موقتی یافت می‌شوند، افراد کوچک و جوان جامعه‌ای هستند که در آب‌های مناطق مجاور وجود دارند. در تالاب‌های مردابی بدون ارتباط با سایر منابع آبی مانند تالاب‌های مرغزاری[5] در آمریکای شمالی، اغلب هیچ گونه ماهی وجود

[1] aestivation
[2] hibernation
[3] anoxic avoiders
[4] Yellow perch
[5] prairie potholes
[6] Larger photholes
[7] Minnow

ندارد و یا در تالاب لارجر فتولس[۶] فقط دو گونه ماهی کوچک قنات[۷] وجود دارند که می‌توانند با کم اکسیژنی به وسیله تنفس هوازی سطحی سازگاری نمایند (پترکا ۱۹۸۹).

تالاب‌ها بویژه تالاب‌هایی که با دریاچه‌ها در ارتباط هستند می‌توانند نقش مهمی در اکولوژی برخی گونه‌های ماهی‌ها داشته باشند (متیوز ۱۹۹۸). بسیاری از ماهی‌ها تخم‌های خود را در حاشیه‌های دریاچه‌های بزرگ و گاهی بر روی گیاهان غوطه‌ور می‌گذارند. بچه‌ماهی‌ها احتمالاً برای فرار از دست شکارچیان در طول روز اغلب در بخش‌های حاشیه‌ای دریاچه‌ها (که حالت تالابی دارند) حضور دارند و شب‌ها که اکسیژن این بخش‌ها کاهش می‌یابد به سایر قسمت‌های دریاچه جابجا می‌شوند. بنابراین تالاب‌ها می توانند پناهگاه مناسبی در مقابل شکارچیان باشند. این موضوع گاهی برای ماهی‌های بالغ نیز همچون بچه ماهی‌ها صادق است.

معرفی یک شکارچی جدید سوف‌ماهی نیل[۱] *(lates nilcoticus)* به دریاچه حوضه ویکتوریا در آفریقای غربی موجب کاهش اندازه جمعیت صدها گونه بومی شده است. از آنجایی که این ماهی شکارچی امکان تحمل سطوح کم اکسیژن را ندارد، معمولاً در تالاب‌های با پوشش غالب پاپیروس *(Papyrus)* که در حاشیه این دریاچه واقع شده‌اند، وجود ندارد و در اکوتون‌های بینابینی این تالاب‌ها و دریاچه نیز بسیار محدود یافت می‌شود. درنتیجه برخی ماهی‌های رانده شده از دریاچه که قادر به تحمل کم اکسیژنی هستند همچنان در بخش‌های بینابینی دریاچه و تالاب‌های پاپیروس یافت می‌شوند. به عنوان مثال ماهی شش‌دار[۲] *(Protopterus aethiopicus)* در گذشته در دریاچه یاد شده و تالاب‌های حاشیه‌ای آن فراوان بوده است. بعد از معرفی ماهی سوف‌نیل[۳]، این گونه در دریاچه کمیاب و عمدتاً در تالاب‌های حاشیه‌ای یافت می‌شود (چپمن و همکاران ۱۹۹۶). هرچند که کم اکسیژنی باعث شده که ماهی‌های مقاوم به این شرایط در تالاب‌های حاشیه‌ای بقاء پیدا کنند، اما این نکته نیز محتمل است که این ماهی‌ها به دلیل وجود پوشش گیاهی از شکارشدن توسط ماهی سوف‌نیل در امان می‌مانند.

هنگامی‌که ماهی‌ها در تالابی یافت می‌شوند می‌توانند با سایر حیوانات تالاب به ویژه پرندگان آبزی برای غذا رقابت کنند و جمعیت لارو آن‌ها نیز ممکن است به طور مؤثری جمعیت برخی دوزیستان (مانند قورباغه و سمندرها) را کاهش دهد (لانو ۱۹۹۶). برخی ماهی‌ها نیز هنگامی که به تالابی تهاجم کنند مشکلات عمده‌ای ایجاد می‌کنند. یکی از مثال‌های بارز این موضوع ماهی کپور اروپایی *(Cyprinus carpio)* است که در حال حاضر در بسیاری از تالاب‌های آمریکای شمالی یافت می‌شود. این ماهی‌ها در فصل بهار تخم‌ریزی می‌کنند و فرایند تخم‌ریزی آن‌ها رسوبات بستر تالاب‌ها را به هم می‌زند. این حالت کدورت آب را به میزان زیادی افزایش می‌دهد و همچنین ریشه‌های برخی گیاهان غوطه‌ور را خارج نموده و رشد آن‌ها را در بخش‌هایی از تالاب‌ها محدود می‌کند.

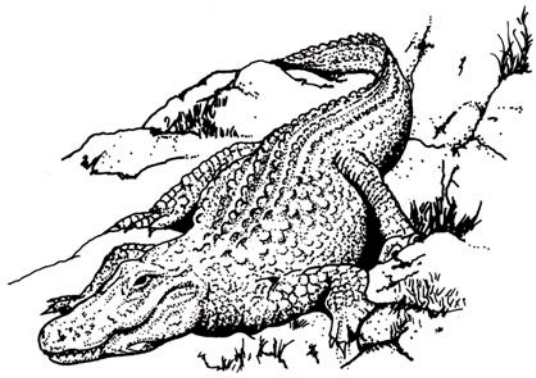
۴.۴ دوزیستان، خزندگان و پستانداران

دوزیستان و خزندگان زیادی در تالاب‌ها زندگی می‌کنند ولی تعداد گونه‌ها و فراوانی آن‌ها از تالابی به تالاب دیگر متفاوت است. احتمالاً تورب‌زارها، به دلیل آن که اکوسیستم‌هایی با کم‌ترین مقادیر مواد مغذی هستند، از پائین‌ترین سطح جانوری نیز برخوردارند. به نظر می‌رسد که کیفیت شیمیایی آب، به ویژه pH پایین نیز باعث عدم حضور برخی دوزیستان در بعضی از تورب‌زارهای باتلاقی می‌شود. تالاب‌های رودخانه‌ای بزرگ به ویژه در مناطق گرمسیری دارای بیشترین تنوع زیستی مهره‌داران می‌باشند. معمول‌ترین گونه‌های دوزیستان و خزندگان در تالاب‌های آب شیرین: قورباغه‌ها، سمندرها،

[1] Nile perch
[2] Lungfish
[3] Nile perch

تمساح‌ها، کروکودیل‌ها، لاکپشت‌ها و مارهای آب شیرین هستند. بسیاری از این جانوران فقط بخشی از چرخه زیستی خود را در تالاب به سر می‌برند. به عنوان مثال بسیاری از قورباغه‌ها و سمندرها از ابتدا از تالاب برای تولیدمثل استفاده می‌کنند. آن‌ها تخم‌های خود را در تالاب می‌گذارند و در دوره لاروی که آبزی هستند در تالاب می‌مانند تا زمانی که به مرحله بلوغ و دگردیسی[1] می‌رسند. این گونه‌ها در مرحله بلوغ بیشتر زندگی خود را در زیستگاه‌های خشکی سپری می‌کنند. باتوجه به این که تخم و لارو دوزیستان معمولاً غذای خوبی برای ماهی‌هاست، در برخی تالاب‌های جدا افتاده که فاقد ماهی یا دارای ماهی اندکی هستند، عملکرد زادآوری دوزیستان به بهترین حالت می‌رسد. دوزیستان بالغ غذای بسیار مناسب بسیاری از جانوران گوشتخوار تالابی مانند پرندگان آبچر هستند. از آنجایی که دوزیستان و خزندگان خونسردند[2]، دمای بدن خود را با ورود یا خروج از آب تنظیم می‌کنند و به همین دلیل در بخش‌های حاشیه‌ای تالاب که مکان‌هایی را برای آفتاب گرفتن آن‌ها فراهم می‌کند، عملکرد بهتری دارند. در نتیجه این گونه‌ها در حاشیه تالاب‌ها فراوانی بیشتری دارند.

خزندگان زیادی مانند لاکپشت‌ها و تمساح‌ها کل زندگی خود را در تالاب‌ها به سر می‌برند. کروکودیل‌ها دارای امتیاز قرارگرفتن در رأس گوشتخواران تالاب‌های حاره‌ای و جنب حاره‌ای دنیا هستند. باتوجه به این که تمساح آمریکایی (A - ligator mississippiensis) تا حد انقراض شکار شده بود، یکی از مطالعه‌شده‌ترین گونه‌های تمساح‌ها است (مازوتی و براندت ۱۹۹۴). تمساح‌ها حالت دوزیست نیز دارند و به همین دلیل بیشترین تطابق را با تالاب‌ها پیدا نموده‌اند. تا زمانی که این حیوانات داخل آب هستند با استفاده از حرکت دم بزرگشان شنا می‌کنند. روی زمین نیز با استفاده از چهار پای کوتاه خود راه می‌روند. آن‌ها برای تغذیه، جفت‌گیری و تولید مثل به آب وابسته‌اند. تمساح‌ها و دیگر کروکودیل‌ها سازگاری‌های ریخت‌شناسی و اندامی زیادی برای زندگی در تالاب‌ها پیدا کرده‌اند (جرنارد ۱۹۹۱)، از جمله می‌توان به برجسته شدن حفره‌های بینی و چشم‌ها اشاره کرد، که در هنگام شنا یا استراحت از سطح آب بیرون می‌ماند. این حیوانات می‌توانند هنگام فرورفتن در آب حفرات مجاری تنفسی و شنوایی خود را ببندند. آن‌ها همچنین پلک‌های ویژه‌ای به نام غشاء چشمی[3] دارند، که هنگام فرورفتن در آب چشم‌ها را می‌پوشانند. این غشاءها همانند عینک شنا عمل می‌کنند و تمساح را قادر می‌کنند تا زیر آب ببینند. این حیوانات هنگامی که زیر آب هستند دریچه تنفسی خود را می‌بندند تا مانع پر شدن ریه‌ها از آب شود. این ویژگی به آن‌ها امکان غذا خوردن در زیر آب را نیز می‌دهد. هرچند که تمساح‌ها قابلیت زیر آب ماندن زیادی دارند ولی به ندرت بیشتر از ۵ تا ۱۰ دقیقه زیر آب باقی می‌مانند. سیستم گردش خون آن‌ها این قابلیت را دارد که خون اکسیژن‌دار را به بخش‌هایی از بدن که بیشتر به آن نیاز دارند، منتقل کند و در عوض خون بدون اکسیژن را در اندام‌هایی که کم‌تر نیاز



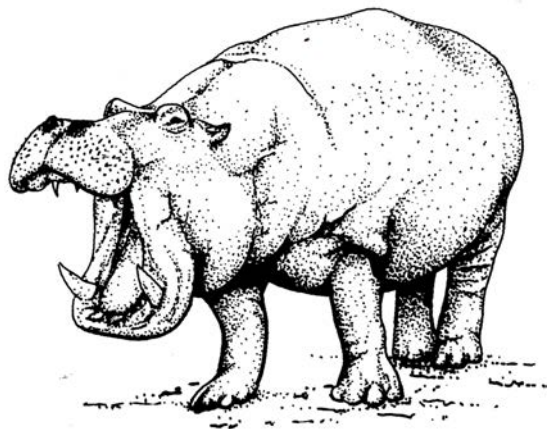
شکل ۲۰.۴ تمساح آمریکایی، ***(Alligator mississipiensis)***

[1] metamorphose
[2] poikilotherm
[3] nictating membrance

دارند نگه‌دارد.

تغییرات تراز آبی از فصل مرطوب به فصل خشک مهم‌ترین تأثیر را بر پراکنش تمساح‌ها دارد. در تالاب اورگلید[1] تمساح‌های نر در طول فصل مرطوب در بخش‌های عمیق‌تر و گسترده‌تر یافت می‌شوند، درحالی که تمساح‌های ماده و جوان در سطح محدودتری هستند. در فصل خشک کلیه تمساح‌ها در بخش‌هایی که اندک آبی دارند، متمرکز می‌شوند. تمساح‌ها تغذیه‌کنندگان فرصت‌طلبی هستند و هر چیز درحال حرکت، حتی لاشه نیز می‌خورند. هرچه تمساح بزرگ‌تر باشد شکارش نیز بزرگ‌تر خواهد بود. ماهی‌ها، مارها، پرندگان، پستانداران و حتی سایر تمساح‌ها اجزاء رژیم غذایی آن‌ها را تشکیل می‌دهند. در روزهای آفتابی تمساح‌ها در طول روز در خشکی حمام آفتاب می‌گیرند و شب را در داخل آب سپری می‌کنند. در روزهای سرد و یا ابری آن‌ها مدت زمانی که داخل آب می‌گذرانند را افزایش می‌دهند. از بین کلیه خزندگان، تمساح‌ها احتمالاً بیشترین تاثیر را بر روی تالابی که در آن زندگی می‌کنند، دارند. آن‌ها چاله‌هایی (حفره‌های تمساح)[2] ایجاد می‌کنند، که اغلب در دوره‌های خشکی که آب اندکی وجود دارد پناهگاه مهمی برای ماهی‌ها، بی‌مهرگان و سایر جانداران آبزی مانند لاک‌پشت‌ها می‌باشند. آن‌ها همچنین لانه‌هایی تپه‌ای از پوشش گیاهی و خاک درست می‌کنند که از آب بیرون قرار می‌گیرد و در آن تخم‌گذاری نموده و تا بیرون آمدن بچه‌ها از آن‌ها مراقبت می‌کنند.

هرچند که پستانداران زیادی (وال‌ها، دلفین‌ها، گاوهای دریایی، فک‌ها، شیرهای دریایی و والروس‌ها) به عنوان پستاندارآبزی طبقه‌بندی شده‌اند (هاول ۱۹۳۰) اما به طور شگفت‌آوری به غیر از گاوهای دریایی[3] حوضه آبخیز رودخانه آمازون، هیچ کدام از آن‌ها در تالاب‌های آب شیرین یافت نمی‌شوند. تالاب‌های آب شیرین برای استفاده پستانداران آبزی بزرگ، بسیار کم‌عمق و توسط گیاهان بن در آب بیش از حد محدود شده هستند. فقط تعداد محدودی از پستانداران دوزیست بزرگ با تالاب‌ها در ارتباط هستند، که بزرگ‌ترین آن‌ها اسب آبی *(Hippopotamus amphibious)* و در تالاب‌های آفریقا یافت می‌شوند (شکل ۲۱.۴).



شکل ۲۱-۴. اسب آبی(Hippopotamus amphibious)

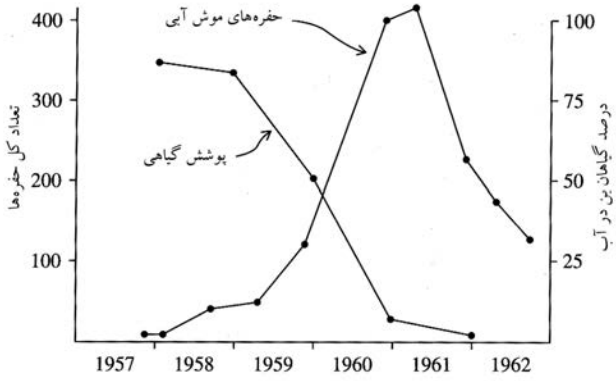
اسب آبی اغلب در طول روز برای خنک ماندن داخل آب می‌ماند. آن‌ها شب‌ها برای تغذیه تالاب را ترک می‌کنند و در علفزارهای اطراف تغذیه می‌کنند. بوفالوی آبی وحشی *(Bubalus arnee)* گونه تالابی دیگر است. این حیوان امروزه از گونه‌های بسیار نادر محسوب می‌گردد که در هندوستان، تایلند و کشورهای همسایه معدودی یافت می‌شود. با این حال

[1]Everglades
[2]Alligator holes
[3]Manatees

بوفالوی اهلی آبی *(Bubalus bubalis)* از گونه‌های معمولی است که در آسیا، آفریقا و اروپا یافت می‌شود و به آمریکای جنوبی و استرالیا نیز معرفی شده است. گاهی جمعیت‌های قابل توجهی از بوفالوهای اهلی آبزی در تالاب‌های گرمسیری و نیمه گرمسیری آسیا و دیگر نقاط دنیا مشاهده می‌شوند.

بیشتر پستانداران دوزیست و اختیاری[1] تالاب‌ها، کوچک هستند. آن‌ها بدن‌های دراز و باریکی دارند و برخی تغییرات مانند پرده‌دار شدن پاها، برای کمک به شنای بهتر در آن‌ها ایجاد گردیده است (هاول ۱۹۳۰). اغلب آن‌ها در تالاب تغذیه می‌کنند و عمدتاً حفره یا لانه خود را نیز در همان جا ایجاد می‌کنند. این پستانداران کوچک اغلب از جوندگان و خانواده سمورها هستند، تمام یا بخش عمده‌ای از زندگی خود را در درون تالاب‌های آب شیرین سپری می‌کنند، شامل: موش‌های‌آبی[2] *(Ondatra zibethicus)*،پی‌بارا[3] *(Hydrochoerus hydrochaeris)*، نوتریا *(Myocastor coypus)*، سگ‌آبی[4] *(Castor Canadensis)* و شنگ بدون پنجه کیپ *(Aonyx capensis)* می‌شوند. در برخی تالاب‌ها ممکن است جمعیت موش‌های آبی به صورت دوره‌ای به سطوح بسیار بالایی افزایش یابد. هنگامی که چنین اتفاقی می‌افتد تغذیه و فعالیت‌های لانه‌سازی آن‌ها می‌تواند بخش عمده‌ای از پوشش گیاهان حاشیه‌ای تالاب را محدود نماید (شکل ۲۲). بهترین مورد مستند شده از این شرایط"ریشه‌کنی در اثر خورده شدن"[5] ناشی از ازدیاد جمعیت موش‌های آبی مربوط به منطقه چال‌مرغزاری آمریکای شمالی است (ولر ۱۹۹۴).

بسیاری از پستاندارن بزرگ‌تر نیز از تالاب‌های آب شیرین استفاده می‌کنند اما میزان سازگاری آن‌ها برای زندگی در تالاب‌ها



شکل ۲۲.۴ کاهش پوشش گیاهان بن در آب دریاچه غازها در آمریکا، در نتیجه افزایش تراکم جمعیت موش‌های آبی. تعداد لانه‌های موش‌های آبی همبستگی زیادی با جمعیت موش‌های آبی دارد. (ولر و اسپاچر ۱۹۶۵).

اندک و یا فاقد سازگاری هستند (مانند سم‌داران بزرگ).

بسیاری از این جانوران، سم‌داران آفریقایی مانند کوبوس (نوعی‌آهو) *(Kobus. spp)* و سیتاتونگا *(Tragelaphus spekei)* هستند، که معمولاً خیلی فراوان نمی‌باشند. با این حال معمولاً در آفریقا و آسیا در حاشیه تالاب‌ها گله‌های بزرگ علفخواران یافت می‌شوند (دنی ۱۹۸۵). هنگامی که آب در فصل خشک در مناطق گرم و مرطوب حاره‌ای کاهش می‌یابد، پوشش‌گیاهان

[1]facultative
[2]Muskrates
[3]Capybara
[4]Beaver
[5]eat out

بن در آب تالاب‌ها منبع مهم تغذیه‌ای علفخواران بزرگ می‌باشند. (موزر و فینلایسون ۱۹۹۱) مرور خوبی از انواع پستانداران بزرگ تالاب‌های آفریقا و دیگر نقاط دنیا ارائه نموده‌اند. متاسفانه، جمعیت این حیوانات به دلیل تخریب تالاب‌هایی که به آن وابسته بودند، که در نتیجه فعالیت‌های انسانی کوچک شده یا ناپدید می‌شوند، درحال کاهش است.

۵.۴ چکیده

گیاهان و مهره‌داران در تالاب‌ها مجبور به فائق آمدن بر دو مشکل عمده محیط‌زیستی هستند، که عبارتند از: -۱ اکسیژن کم در ستون آب و خاک بستر و -۲ تغییرات میزان آب. گیاهان پرسلولی از طریق انتقال داخلی گازها یا تبادل مستقیم گازها بین ریشه‌ها و اتمسفر این مشکلات را رفع کرده‌اند. رشد کلونال و هتروفیلی نیز به گیاهان پرسلولی اجازه می‌دهد با تغییرات میزان آب سازگار شوند. گیاهان پرسلولی مجموعه پیوسته‌ای از زیستگاه‌های خرد را در تالاب‌ها ایجاد می‌کنند که می‌توانند توسط حیوانات مورد استفاده قرار گیرند. پرندگان تالابی همانند پرندگان آبزی و کنارآبچرها دارای مجموعه‌ای از سازگاری‌های اندامی، ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی هستند که امکان تغذیه در تالاب‌ها را برای آن‌ها فراهم می‌کنند. هرچند بسیاری از ماهی‌ها به دلیل اکسیژن محلول اندک آب و نوسانات میزان آب از حضور در تالاب‌ها پرهیز می‌کنند، اما برخی انواع ماهی‌ها قادرند از تالاب‌ها در طول روز به عنوان پناهگاهی در مقابل شکارچیان استفاده کنند. در تالاب‌های حاره‌ای و جنب حاره‌ای آفریقا، آسیا و آمریکای جنوبی، ماهی‌های هوازی قادرند علی‌رغم میزان کمبود اکسیژن محلول تالاب‌ها در این زیستگاه‌ها زندگی کنند.

دوزیستان و خزندگان به طور معمول در تالاب‌ها وجود دارند و برخی خزندگان مانند تمساح‌ها و کروکودیل‌ها جزء شکارچیان بالای هرم تالاب‌ها محسوب می‌شوند. پستانداران بزرگ تالابی اندکی وجود دارند، البته اسب آبی یک استثناء قابل توجه است. با این حال جوندگان و راسوهای کوچک زیادی در تالاب‌ها یافت می‌شوند، برخی از آن‌ها مانند موش‌های آبی آمریکایی، در صورت افزایش جمعیت می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر روی پوشش‌گیاهی تالاب‌ها داشته باشند.

۶.۴ مشاهدات و تجارب کاربردی

۱.۶.۴ سازگاری‌های ماکروفیت‌ها(گیاهان پرسلولی)

وجود گیاهان پرسلولی یکی از ویژگی‌های معرف تالاب‌هاست. گیاهان پرسلولی در مقابل شرایط آب‌گرفتگی و به ویژه وجود خاک‌های بدون اکسیژن سازگاری‌های متنوعی پیدا نموده‌اند.

گیاهان آبی غوطه‌ور، از یک تالاب محلی به هر تعداد ممکن، گیاهان غوطه‌ور را جمع‌آوری و آن‌ها را شناسایی کنید و بر اساس ویژگی‌های ظاهری در گروه‌های تاکسونومی بزرگ مانند دولپه‌ای‌ها و تک‌لپه‌ای‌ها طبقه‌بندی نمایید. تلاش کنید تا ریشه‌ها، ریزوم‌ها، شاخه‌ها، برگ‌ها و همچنین گل‌ها و میوه‌های آن‌ها را جمع کنید. برش‌های عرضی از ریزوم‌ها، شاخه‌ها و درصورت امکان برگ‌های یک گونه شاخص از هر گروه از این گیاهان را تهیه و با بزرگ‌نمایی بررسی نمایید. تصویر این برش‌ها را ترسیم و درصدی از هر اندام را که در آن فضای خالی هوادار وجود دارد، برآورد نمایید.

ریخت‌شناسی برگ‌های تک لپه‌ای‌های آبزی چه تفاوتی با دولپه‌ای‌های آبزی دارد؟ چه درصدی از اندام‌های تک لپه‌ای‌ها و دولپه‌ای‌ها را فضاهای خالی هوادار تشکیل می‌دهد؟ چه روش‌های گرده‌افشانی (توسط باد، آب یا حشرات) در بین گیاهان غوطه‌ور تالابی یافت می‌شوند؟

گیاهان بُن‌در آب. برگ‌ها، ریزوم‌ها و ریشه‌های چند گونه گیاه بن‌در آب تالابی که اغلب در آب‌های کم‌عمق و با عمق رویش دارند جمع‌آوری کنید. گونه‌های لویی(*Typha*)، جگن(*Sparganium*) و سیرپوس (*Scirpus*) و ساجیتاریا

(Sagittaria) مناسب خواهند بود. برش‌هایی از این گیاهان برای بررسی میزان فضاهای خالی هوایی اندام‌های مختلف آن‌ها تهیه کنید. قطعه‌ای به طول ۱۵-۱۰ سانتی‌متر از هر اندام را تهیه کنید. این قطعه‌ها را در یک استوانه مدرج دارای آب فرو ببرید تا حجم آنرا به دست آورید. حال این قطعه را با استفاده از یک وزنه سنگین یا غلطک فشرده نمایید و حجم آن را مجدداً اندازه‌گیری کنید. بدین ترتیب درصد فضاهای خالی هوادار این اندام‌ها را برآورد نمایید.

چه درصدی از برگ، ریزوم و ریشه‌های گیاهان بن در آب را فضاهای خالی هوادار تشکیل داده است؟ آیا گیاهانی که در آب‌های عمیق‌تر می‌رویند، درصد فضاهای خالی بیشتری از گیاهان آب‌های کم‌عمق دارند؟

۲.۶.۴ بانک بذر

تغییرات تراز آبی یک موضوع معمول دربسیاری از تالاب‌هاست و تالاب‌ها می‌توانند به سرعت وضعیت پوشش‌گیاهی خود را متناسب با آن تنظیم کنند. یکی از روش‌هایی که گونه‌ها می‌توانند با شرایط سخت حاصل از تغییرات تراز آبی مقابله نمایند، مشابه ذخیره بذرها در بانک بذر است.

درواقع بانک بذر در هر زمان شامل دانه‌های ذخیره شده گیاهان در خاک سطحی است.

به مقدار کافی خاک سطحی (لایه حدود ۵ سانتی‌متری بالایی) پهنه‌های رویشگاهی مختلف یک تالاب را، برای پر کردن دو ظرف آزمایشگاهی کوچک (حدود ۲۵×۲۵ سانتی‌متر) جمع‌آوری کنید. نوع گیاهان موجود در مجاورت محل نمونه‌برداری را ثبت نمایید. خاک جمع‌آوری شده از هر منطقه را به خوبی مخلوط کرده و داخل یک ظرف آزمایشگاهی بریزید. این ظرف را در محلی آفتاب‌گیر قرار دهید. خاک یکی از ظرف‌ها را مرطوب و دیگری را غرقاب نگه‌دارید. ظرف حاوی خاک غرقابی را می‌توان در داخل آکواریوم و یا استخرهای مشاهداتی قرار داد. پس از چند ماه، نوع و تعداد پایه‌های گیاهی رویش پیداکرده در هر ظرف را مشخص نمایید.

از هر پهنه رویشگاهی چند گونه گیاه رویش پیدا نموده است؟ آب‌دار شدن چه تاثیری بر رویش آن‌ها داشته است؟ آیا کلیه گیاهان غالب موجود در هر پهنه رویشگاهی در بانک بذر وجود داشته‌اند؟ آیا گونه‌های گیاهی رویش یافته‌ای از بانک بذر هستند که جزء گیاهان یافت‌شده در پهنه رویشگاهی نبوده باشند؟

۳.۶.۴ پرندگان تالابی

گونه‌های پرنده زیادی از تالاب‌ها استفاده می‌کنند. بسیاری از این گونه‌ها محدود به تالاب‌ها هستند در حالی که بسیاری دیگر از آن‌ها به صورت موردی به تالاب‌ها مراجعه می‌کنند.

پرندگان موجود در مناطق رویشگاهی مختلف یک تالاب را مشاهده و ثبت نمایید. برای این منظور لازم است که تالاب را چندین مورد و در زمان‌های مختلف شبانه‌روز (حتی فصول متفاوت) مورد بازدید قرار دهید. فهرستی از کلیه گونه‌هایی که در هر پهنه رویشگاهی مشاهده کرده‌اید تهیه‌کنید. در صورت امکان می‌توان تالاب‌های متعددی را نیز مورد بازدید قرار داد.

در هر پهنه رویشگاهی تالاب معمول‌ترین پرندگان مشاهده شده چه بوده‌اند؟ این پرندگان چه فعالیتی انجام می‌دادند؟ (لانه‌سازی، تغذیه، حرکت کردن، تولید مثل) چه میزان همپوشانی بین پرندگان مشاهده شده در رویشگاه‌های مختلف وجود داشته است؟

۴.۶.۴ ماهیان تالابی

ممکن است ماهی‌ها در برخی تالاب‌ها موجود و در برخی دیگر وجود نداشته نباشند. هنگامی که ماهی‌ها در تالابی حضور

دارند، اغلب منبع غذایی مهمی برای پرندگان آبچر هستند.

در طول روز و شب دو تور را در دو یا تعداد بیشتری منطقه غرقابی با پوشش گیاهی مختلف قرار بدهید. تورهای ماهیگیری مختلفی تولید گشته است، نوع مناسب آن‌ها به اندازه ماهی‌های تالاب و نوع پوشش گیاهی آن بستگی دارد. تورها را بعد از چند ساعت یا بیشتر جمع‌آوری کنید و گونه‌های ماهیان داخل آن را شناسایی کنید. در تالاب‌هایی که لاک‌پشت‌های زیادی دارند باید دقت کرد که لاک‌پشت‌ها به داخل تورها نیفتند.

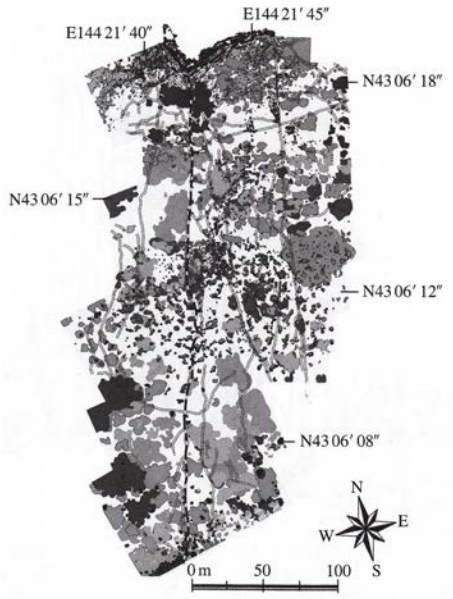
چه گونه‌های ماهی شناسایی شده‌اند؟ بیشتر آن‌ها نابالغ هستند یا بالغ؟ در طول شب یا روز در کدام رویشگاه گیاهی، ماهی‌ها فراوان‌تر هستند؟ چه موجوداتی ممکن است از این گونه‌ها تغذیه کنند؟

۵
الگوهای کالبدی و زمانی

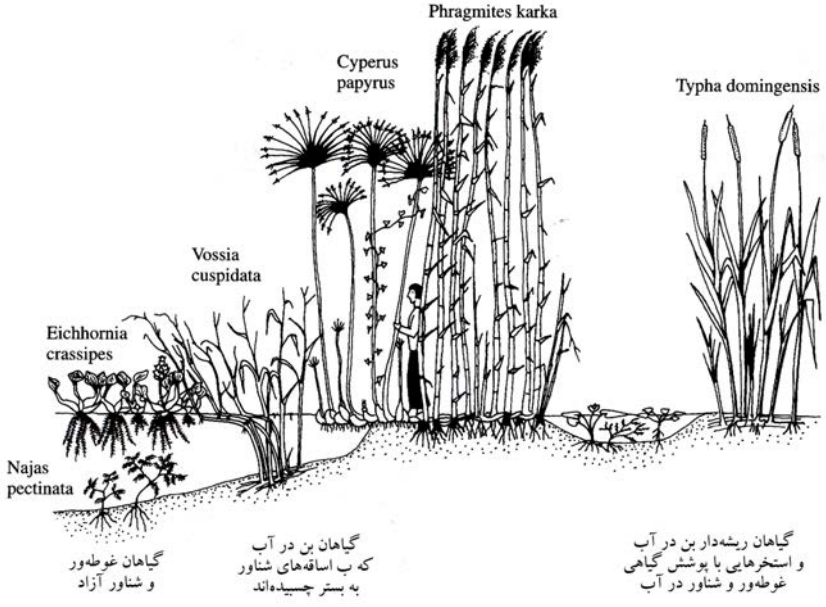
تالاب‌ها معمولاً دارای انواع گوناگونی از گیاهان یا جوامع گیاهی هستند که در پهنه‌ها[1] و لکه‌های[2] قابل مشاهده بر اساس الگوهای رشد متنوع در مقیاس‌های متفاوت چیده شده‌اند (تصویر ۱.۵). گرچه پوشش گیاهی تالابی اغلب در پهنه‌های نسبتاً ساده و در امتداد خطوط نمونه‌برداری درون تالاب یافت می‌شوند، زمانی‌که تالاب‌ها با جزئیات بیشتر نقشه‌برداری می‌شوند، به علت وجود اختلالات در مقیاس‌های خرد، بی‌نظمی‌های توپوگرافی اندک و الگوهای پراکنش گیاهی، پراکندگی پیچیده‌ای دارند (تصویر ۱.۵). در مقیاس کلان (تصویر ۲.۵)، فراوان‌ترین جوامع گیاهی، زمینه یا بستری را شکل می‌دهند که جوامع گیاهی خرد مقیاس اغلب درون آن‌ها جای می‌گیرند. در عوارض کوچک مقیاس و توپوگرافی خرد، به طور مثال پشته‌ها در تورب‌زارهای پوشیده از خزه مردابی[3] (تصویر ۳.۵) و یا شکاف‌های حاصل از دست‌اندازی‌های ایجاد شده در پوشش گیاهی، برای مثال اختلالات ناشی از چرای حیوانات، به گونه‌های گیاهی و جانوری که در شرایط معمول در ترکیب جوامع گیاهی کلان وجود نخواهند داشت اجازه بقا می‌دهد (ویلر ۱۹۹۹). به مجموعه‌ای از اجتماعات گیاهی موجود در امتداد یک گرادیان محیط زیستی، یک کوئنوکلاین گفته می‌شود. کوئنوکلاین‌ها[4] در هر دو مقیاس خرد و کلان در تالاب قابل مشاهده‌اند (تصاویر ۲.۵ و ۳.۵).

کوئنوکلاین‌ها ثابت نیستند و پیوسته در حال تطبیق با تغییرات شرایط زیستی و غیرزیستی می‌باشند. گاهی این تغییرات به علت نمو گیاهان از جوانه به گیاه بالغ است. این نوع تغییر به ویژه در تالاب‌های جنگلی اهمیت دارد. گونه‌های علفی از یک‌ساله تا سایر آن‌ها می‌توانند بسته به این که شرایط محیط‌زیستی بهتر یا بدتر شده باشد، تعداد افراد یا اندازه گیاه یا تعداد ساقه‌هایشان را تطبیق دهند. ممکن است در پی یک تغییر عمده در شرایط زیست‌محیطی، گونه‌هایی نابود شوند یا گونه‌های جدید در امتداد کوئنوکلاین استقرار یابند. برای مثال در چال‌مرغزارها طی دوره‌های طولانی بالا بودن سطح آب، ممکن است گونه‌های بن‌درآب در امتداد بخش‌هایی از کوئنوکلاین ریشه‌کن شوند. گرچه، طی دوره‌های پایین رفتن سطح آب در همان تالاب‌ها، گونه‌های بن‌درآب می‌توانند استقرار مجدد یابند (ون‌درولک و دویس ۱۹۷۸، ون‌درولک ۲۰۰۰).

[1] zones
[2] patches
[3] Sphangum dominated peatland
[4] Coenocline



تصویر ۱.۵ نقشه تفصیلی پوشش گیاهی مانداب آکاموما که بخشی از تالاب کوشیرو در شمال شرقی ژاپن است. در این ناحیه ده جامعه مختلف گیاهی شناسایی شده اند که اغلب آن‌ها دارای شماری از گونه های ترکیبی می باشند. (میاموتو و همکاران ۲۰۰۴)



تصویر ۲.۵ مقطع عرضی تالاب، نشان‌دهنده پهنه‌های اصلی پوشش‌گیاهی (بدون در نظر گرفتن مقیاس افقی) در امتداد بخش بالایی رود نیل در جنوب سودان. ترسیم مجدد آرمنتانو (۱۹۹۰) بر اساس تصویر دنی (۱۹۸۴).

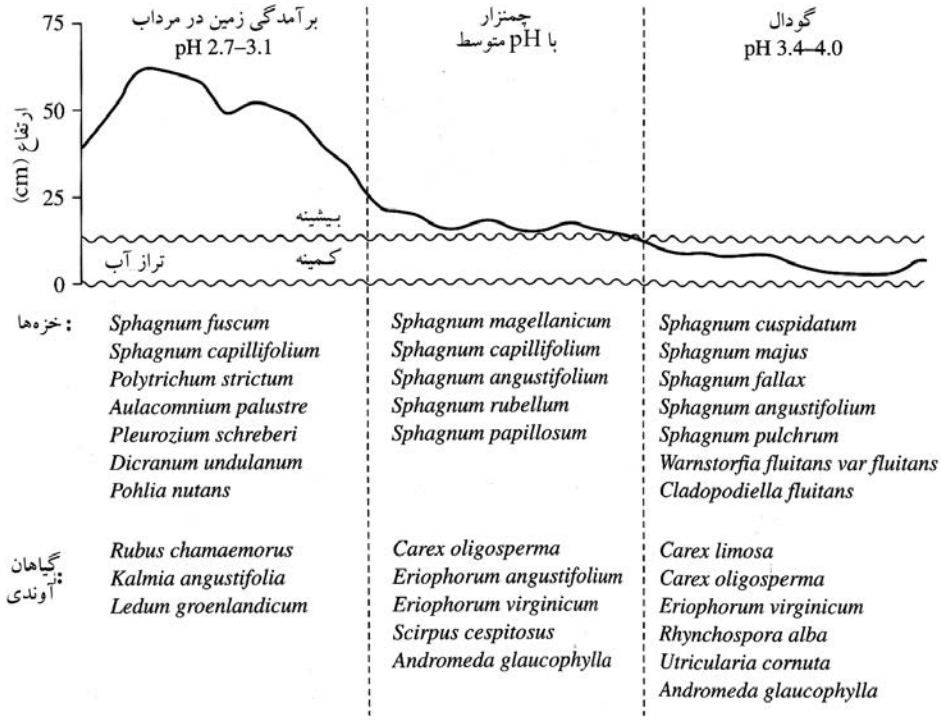
در سطح جامعه‌گیاهی، جمعیت‌ها سه نوع تغییر را به عنوان پاسخ به شرایط، ایجاد می‌کنند: بالغ شدن، نوسانات جمعیتی و توالی (تصویر ۴-۵). به طور کاربردی این موارد برای جوامع گیاهی چند ساله بدین شکل تعریف شده‌اند (وان‌درولک ۱۹۸۵، ۱۹۸۷):

بالغ شدن[1]: افزایش توده زیستی در منطقه از یک سال تا سال بعد، به علت نمو گیاهان از جوانه به گیاه بالغ.

نوسان[2]: تغییر در فراوانی نسبی گونه‌های علفی یک منطقه از یک سال تا سال، بعد در واکنش به تغییرات شرایط محیطی.

توالی خرد[3]: تغییر در ترکیب گونه‌های یک منطقه از یک سال تا سال بعد به علت استقرار گونه‌های جدید، یا ریشه‌کن شدن گونه‌های استقرار یافته، یا هر دو.

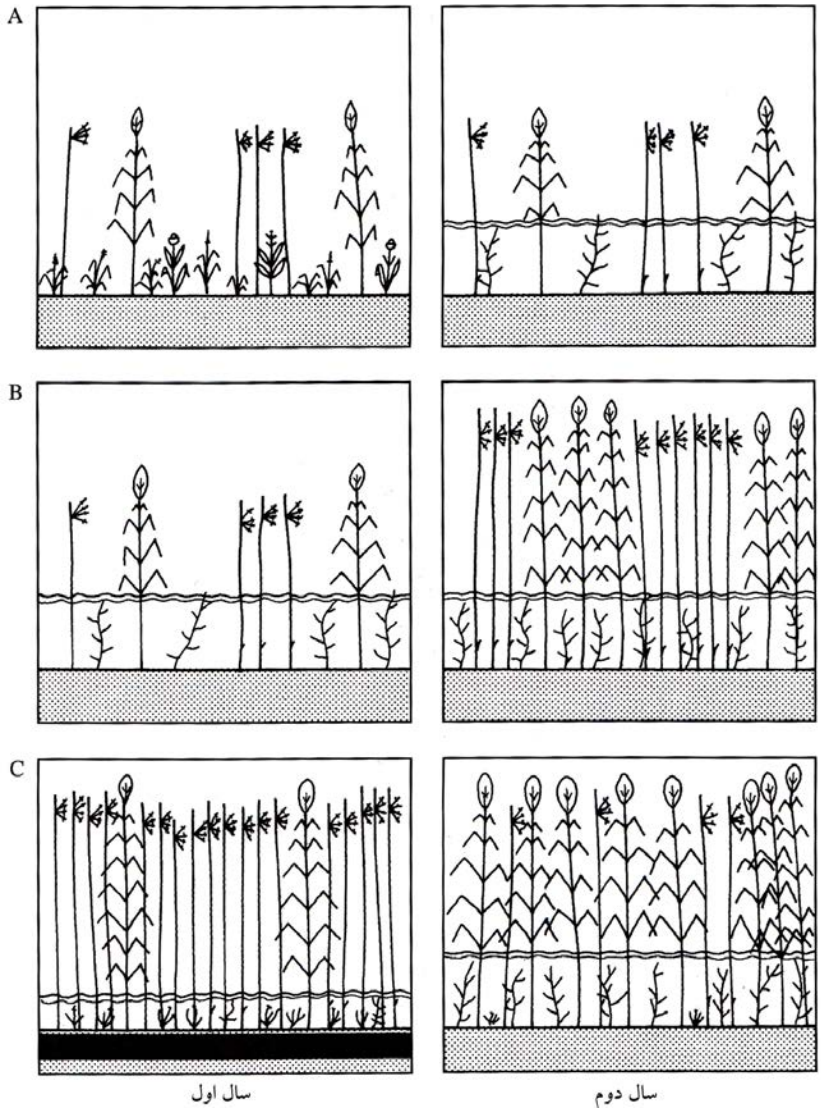
رویداد دو یا هر سه این موارد به طور همزمان نیز امکان پذیر است. به طور مثال، هنگامی که برخی گونه‌ها در تالاب ناپدید می‌شوند و برخی دیگر استقرار می‌یابند، بالغ شدن ممکن است با توالی همراه باشد. جوامع جانوری نیز به تغییرات کوئنوکلاین پاسخ می‌گویند. همچنین، ممکن است جوامع جانوری به دلایل دیگری همچون تغییر فصل یا مقتضیات زیستگاهی در طول چرخه زندگی‌شان در درون یا بین تالاب‌ها تغییر مکان دهند.



تصویر ۳.۵ پستی بلندی‌های خرد در یک تورب‌زار در شرق کانادا. (از فوبرت ۲۰۰۴ بر اساس تصویری از کمپبل و رچفورد ۲۰۰۱).

در این بخش موضوعات زیر را مورد بررسی قرار خواهیم داد: ۱. خصوصیات و پیدایش الگوهای کالبدی (کوئنوکلاین‌ها)؛ ۲. تغییرات مقطعی در پوشش‌گیاهی تالاب (نوسان و توالی) و ۳. تفکیک سیماهای متفاوت سرزمین در تالاب.

[1] maturation
[2] fluctuation
[3] micro-succession

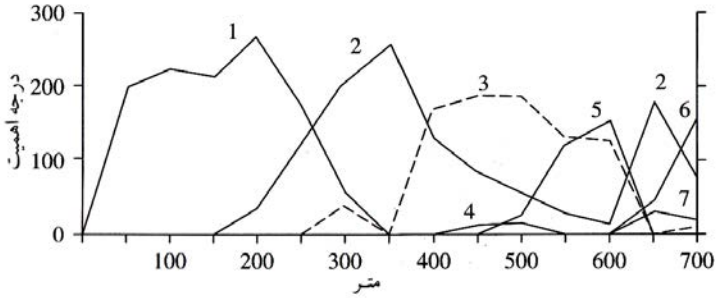


تصویر ۴.۵ انواع تغییرات پوشش‌گیاهی درسطح جامعه که می‌تواند از یک سال تا سال بعد در کوئنوکلاین تالاب روی دهد: (A) توالی خرد؛ (B) بلوغ؛ و C)) نوسانات جمعیتی. (برگرفته از ون در ولک ۲۰۰۵).

۱.۵ الگوهای کالبدی

مطالعات میدانی و تجربی نشان می‌دهد در تالاب‌هایی که اخیراً ایجاد یا احیاء شده‌اند، تمامی پهنه‌هایی که انتظار می‌رود در امتداد کوئنوکلاین تالاب توسعه یابند، گسترش خود را به طور همزمان آغاز می‌کنند (ون‌درولک و بلیس ۱۹۷۱؛ سیبلوم و ون‌درولک ۲۰۰۳). به عبارت دیگر، گونه‌های بن در آب در لبه تالاب‌ها استقرار می‌یابند، در حالی که به طور همزمان گونه‌های غوطه‌ور در آب در عمیق‌ترین بخش‌ها آغاز به رشد می‌کنند. البته ممکن است در یک کوئنوکلاین به علت تفاوت در سرعت پراکنش اندام زایشی، تمامی پهنه‌ها با سرعت یکسانی گسترش پیدا نکنند. پس از استقرار پهنه‌های گیاهی، ممکن است در

نتیجه تغییراتی با منشأ درونی[1] و یا با منشأ بیرونی[2] شرایط محیط‌زیستی، دستخوش تغییرات زیادی در ترکیب خود شوند. گرچه پهنه‌های پوشش‌گیاهی در امتداد کوئنوکلاین‌های تالاب اغلب ظاهراً بسیار متمایز به نظر می‌رسند، اما در واقع مرزهای آن‌ها اغلب بسیار پراکنده می‌باشد. پهنه‌ها در تالاب به نظر مشخص می‌رسند، زیرا آن‌ها معمولاً تحت‌الشعاع یک یا چند گونه با شکل رشد مشابه هستند، در حالی که پهنه‌های مجاور با یک یا تعداد بیشتری گونه با اشکال رشد متفاوت پوشیده شده‌اند. برخی از مطالعات نشان داده‌اند چنانچه در مورد کوئنوکلاین‌های خشکی صادق است، در امتداد کوئنوکلاین تالاب نیز هر یک از گونه‌ها یک پراکندگی منحصر به فرد دارد (تصویر ۵.۵). پهنه‌هایی که قابل مشاهده هستند صرفاً بخش‌هایی از کوئنوکلاین هستند که تراکم گونه ها با شکل رشد مشابه در آن‌ها بالاترین است. از آنجا که گذار از گونه‌هایی با یک شکل رشد خاص به اشکال دیگر اغلب نسبتاً ناگهانی است، این تصور ایجاد می‌شود که این پهنه‌ها هویت‌های متمایز دارند.



تصویر ۵.۵ توزیع گونه‌ها در امتداد یک شیب ارتفاع در یک جنگل باتلاقی. گونه‌ها عبارتند از؛
۱- larix larcina, ۲.thuja occidentalis, ۳.ulmus americanus, ۴.Fraxinus nigra, ۵.Acer sacch .rinum, ۶.Acer saccharum, ۷.Fraxinus americanus
(ون‌در واک ۱۹۸۲)

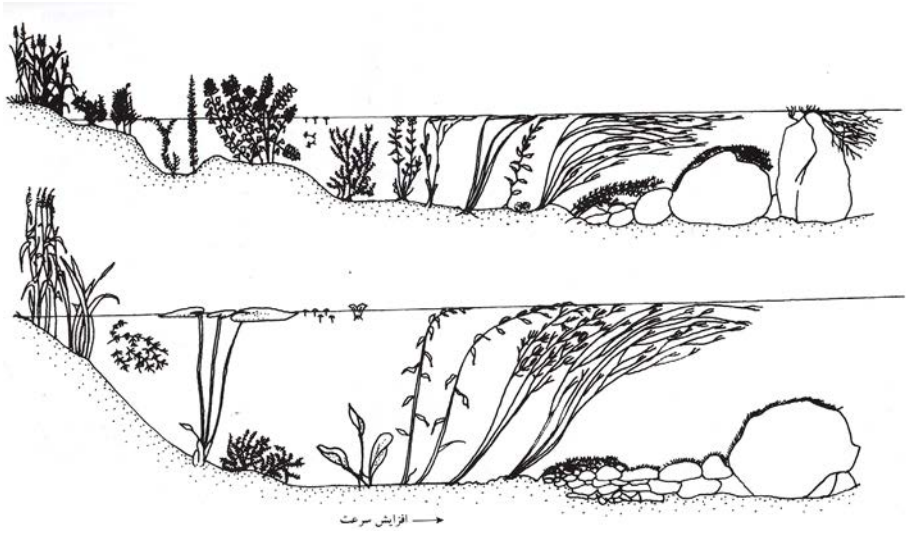
دی. اچ. ان. اسپنس (۱۹۸۲) در اثر موفق خود، «پهنه‌بندی گیاهان در دریاچه‌های آب شیرین[3]»، عمق آب را به عنوان عامل اصلی کنترل توزیع گیاهان ماکروفیت در امتداد کوئنوکلاین می‌داند. در تالاب‌هایی که دستخوش نوسانات قابل توجه فصلی یا سالانه آب نیستند، اغلب عمق یا سطح تراز آب به عنوان جانشین رژیم آب در تالاب‌ها عمل می‌کند. در تالاب‌های رودخانه‌ای (هسلم ۱۹۷۸؛ داوسان ۱۹۸۸) و بسیاری از تورب‌زارها (ویلر ۱۹۹۹؛ چارمن ۲۰۰۲)، گرادیان سرعت حرکت آب نیز می‌تواند منجر به گسترش کوئنوکلاین‌ها شود (تصویر ۶.۵)، (تصویر ۳.۵)، همان طورکه گرادیان شیمی آب در همه انواع تالاب این کار را انجام می‌دهد.

با این حال بسیاری از عوامل دیگر نیز بر توزیع گیاهان در طول کوئنوکلاین تأثیر گذارند. این عوامل شامل: عدم وجود نور برای گیاهان غوطه‌ور در آب، ویژگی‌های (فیزیکی و شیمیایی) رسوبات ، رقابت گیاهان سطح آب و رقابت بین گیاهان غوطه‌ور در آب و جلبک‌ها بر سر نور هستند. رقابت بین گیاهان بن‌درآب به صورت تجربی مورد مطالعه قرارگرفته است، این بررسی‌ها نشان می‌دهد، توزیع عمقی گونه‌ها در امتداد کوئنوکلاین محدودتر از پراکنشی است که در مطالعات دامنه توزیع گیاهان در عمق آب به هنگام رشد منفرد آن‌ها به دست آمده است (ویلر ۱۹۹۹). گوپال و گوئل (۱۹۹۳) نیز بر این عقیده‌اند که مواد شیمیایی رها شده توسط برخی گیاهان، می‌توانند بازدارنده رویش بذرها یا رشد سایر گیاهان باشند. گیاهخواران و عوامل

[1] autogenic
[2] allogenic
[3] The zonation of plants in freshwater lakes"

بیماریزای گیاهی، سایر عوامل زیستی هستند که توزیع و فراوانی گونه‌های گیاهی را محدود می‌کنند. در نهایت، علی‌رغم وجود شرایط مناسب برای گونه‌ها، ممکن است مشکلات پراکنش، مانع از پیدایش برخی گونه‌ها در یک کوئنوکلاین خاص شوند. اگرچه بسیاری از کوئنوکلاین‌های تالابی به موازات گرادیان‌های رژیم آب، سرعت و یا شیمی آب گسترش می‌یابند، موقعیت گونه‌ها درکوئنوکلاین‌ها، حتی در یک تالاب، می‌تواند به طور قابل توجهی متفاوت باشد (ویلر ۱۹۹۹). با این حال، مدل‌های بسیاری ساخته شده که می‌توانند نحوه پراکنش گونه‌های گیاهی در تالاب را به درستی پیش‌بینی کنند (سیبلوم و همکاران ۲۰۰۱).

کوئنوکلاین در تورب‌زارها تشابه زیادی با کوئنوکلاین‌ها در سایر انواع تالاب دارند. اگرچه ممکن است گرادیان‌های عمق و بیلان آب در تورب‌زارها وجود داشته باشند، اما همان طور که در بخش دوم اشاره شد، گرادیان‌های شیمی آب اصلی‌ترین گرادیان‌های محیط‌زیستی تولیدکننده کوئنوکلاین در تورب‌زار می‌باشند (چارمن ۲۰۰۲). گرادیان‌های مختلف شیمی آب، ممکن است دارای علل بی‌واسطه مختلفی باشند (ورودی‌های آب زیرزمینی، نزدیکی به لبه تورب‌زار، ترکیب پوشش‌گیاهی و غیره)، اما این گرادیان‌ها منجر به یک گرادیان PH، حاصلخیزی و یا غنی‌بودن بستر (کلسیم، منیزیم) می‌شوند، که به اندازه کافی شدت دارد و می‌تواند بر استقرار، بقاء و رشد گیاهان تأثیر بگذارد (تصویر ۳-۵). اگرچه گرادیان‌های شیمی‌آب در تورب‌زار اغلب به صورت گرادیان‌های PH تعریف می‌شوند، این موضوع بیشتر به این دلیل است که اندازه‌گیری PH نسبتاً آسان‌تر از غلظت مواد مغذی گیاهی است. PH اغلب با سایر خصوصیات شیمی آب تورب‌زار مرتبط است. اما در واقع، گرادیان‌های مواد غذایی ممکن است در سازماندهی کوئنوکلاین‌های تورب‌زار نسبت به PH مهم‌تر باشند. جریان آب نیز می‌تواند در الگوهای پهنه‌بندی در تورب‌زارها مؤثر باشد (ویلر ۱۹۹۹؛ چارمن ۲۰۰۲)، این موضوع در بخش ۳-۵ مورد بحث قرار خواهد گرفت.



تصویر ۶.۵ توزیع گیاهان در جریان آب کم‌عمق و عمیق. سرعت آب با دور شدن از کناره‌ها افزایش می‌یابد.(ترسیم مجدد از داوسون ۱۹۸۸)

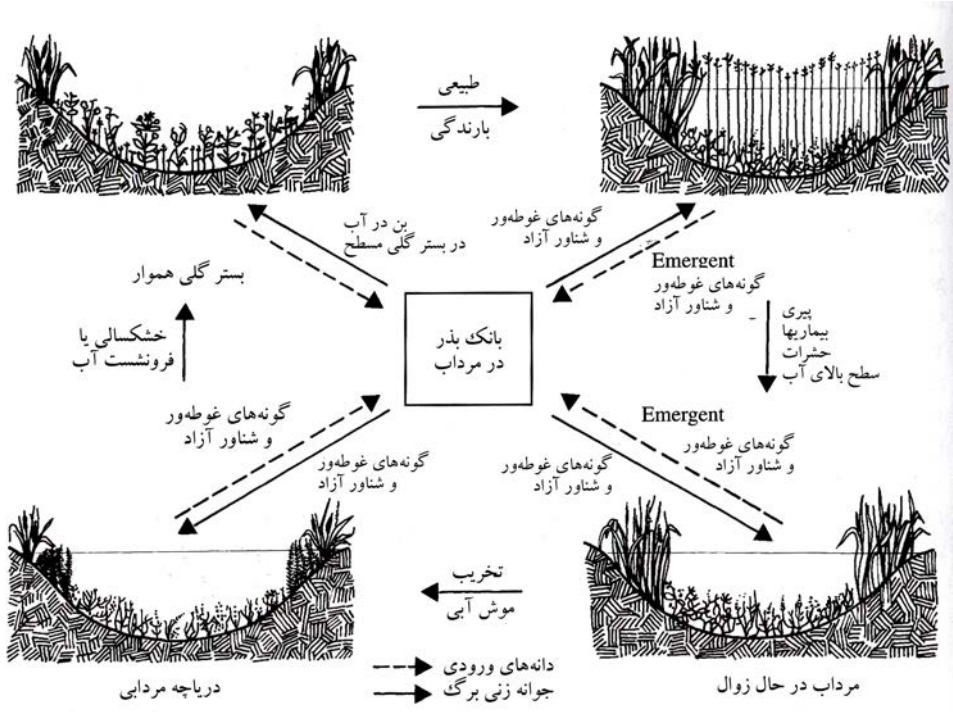
۱.۱.۵ گسترش کوئنوکلاین

اگرچه در تالاب‌ها مطالعات زیادی در خصوص توزیع گونه‌های گیاهی در امتداد کوئنوکلاین انجام شده، اما میزان مطالعات

در زمینه گسترش کوئنوکلاین معدود است. بهترین فرصت‌ها برای بررسی جزء به جزء گسترش کوئنوکلاین تالاب، با وجود تالاب‌های احیاء شده (میدلتون ۱۹۹۹) و مطالعه تالاب‌هایی که بر اثر چرخه‌های خشکی-پرآبی، دستخوش تغییرات گردشی در پوشش گیاهی خود می‌شوند فراهم شده است (تصویر ۷.۵). در هر دو مورد، کوئنوکلاین در امتداد گرادیان زیست‌محیطی که در گذشته یک کوئنوکلاین خاص را حمایت می‌کرده، شکل می‌گیرد. دوره شکل‌گیری کوئنوکلاین اولیه، برخلاف ایجاد کوئنوکلاین ثانویه در نواحی با خاک‌های تالابی روی می‌دهد و بذرهای بسیاری از گونه‌های گیاهی ممکن است از قبل در آن ناحیه وجود داشته باشند. وجود بذرهای قابل رویش در بانک بذر در امتداد کوئنوکلاین در حال گسترش، شرایط غیرقابل پیش‌بینی پراکنش بذر را که ممکن است طی ایجاد کوئنوکلاین‌های اولیه رخ دهند، حذف می‌کند. یکی از تفصیلی‌ترین مطالعات توسعه کوئنوکلاین ثانویه در دلتا مارش مانیتوبای کانادا انجام شده است.

در مجموعه‌ای از آبگیرهای بزرگ در دلتا مارش، یک بررسی بلندمدت تجربی در خصوص اثرات نوسانات سطح آب بر چال‌مرغزارها انجام شد (مورکین و همکاران ۲۰۰۰). کوئنوکلاین‌های موجود (تصویر ۸.۵) در این آبگیرها با افزایش یک متری سطح آب به مدت دو سال، تخریب شدند. این کوئنوکلاین‌ها اصولاً متشکل از چهار پهنه گیاهان بن در آب بودند: مرغزار مرطوب؛ (*Scolochloa festucacea or Phragmites australis*)، بن‌درآب کم عمق؛ (*Typha. spp*)، بن‌درآب عمیق؛ (*Scripus [Schoenoplectus] lacustris*) و یک پهنه آبی غرقابی.

طی دوره بعدی فروکش سطح آب، به علت استقرار مجدد گونه‌های نوخاسته، یک کوئنوکلاین جدید گسترش یافت. بعد از فروکش سطح آب، آبگیرها مجدداً به مدت ۵ سال دچار سیلاب شدند که طی این مدت، پایش توسعه کوئنوکلاین جدید ادامه یافت (ون‌درولک ۲۰۰۰).



تصویر ۷.۵ تغییرات کوئنوکلاین طی چهار مرحله از یک چرخه خشکسالی- ترسالی ایده‌آل‌سازی شده در یک چال‌مرغزار نیمه دائمی (ردراؤن از ون‌درولک و دیویس ۱۹۷۸).

عوامل بسیاری (پراکندگی بذر، رویش بذر، قدرت تحمل نسبت به طغیان آب، و غیره) می‌تواند در وضعیت استقرار گونه‌های بن در آب در کوئنوکلاین جدید مؤثر باشد (تصویر ۹.۵) و لازم است اهمیت نسبی عوامل زیر مورد ارزیابی قرار گیرند:

۱. الگوهای پراکنش بذرها: از آنجایی که این شیوه ایجاد کوئنوکلاین ثانویه می‌باشد، پراکندگی بذرها در بانک بذر می‌تواند منعکس کننده پراکنش گونه‌ها در کوئنوکلاین پیش از تخریب آن توسط سطح بالای آب باشد. به عبارت دیگر، کوئنوکلاینی که مجدداً ایجاد می‌شود، حاصل الگوی پراکنش بذرهاست و نه عوامل دیگر (تصویر ۷.۵).

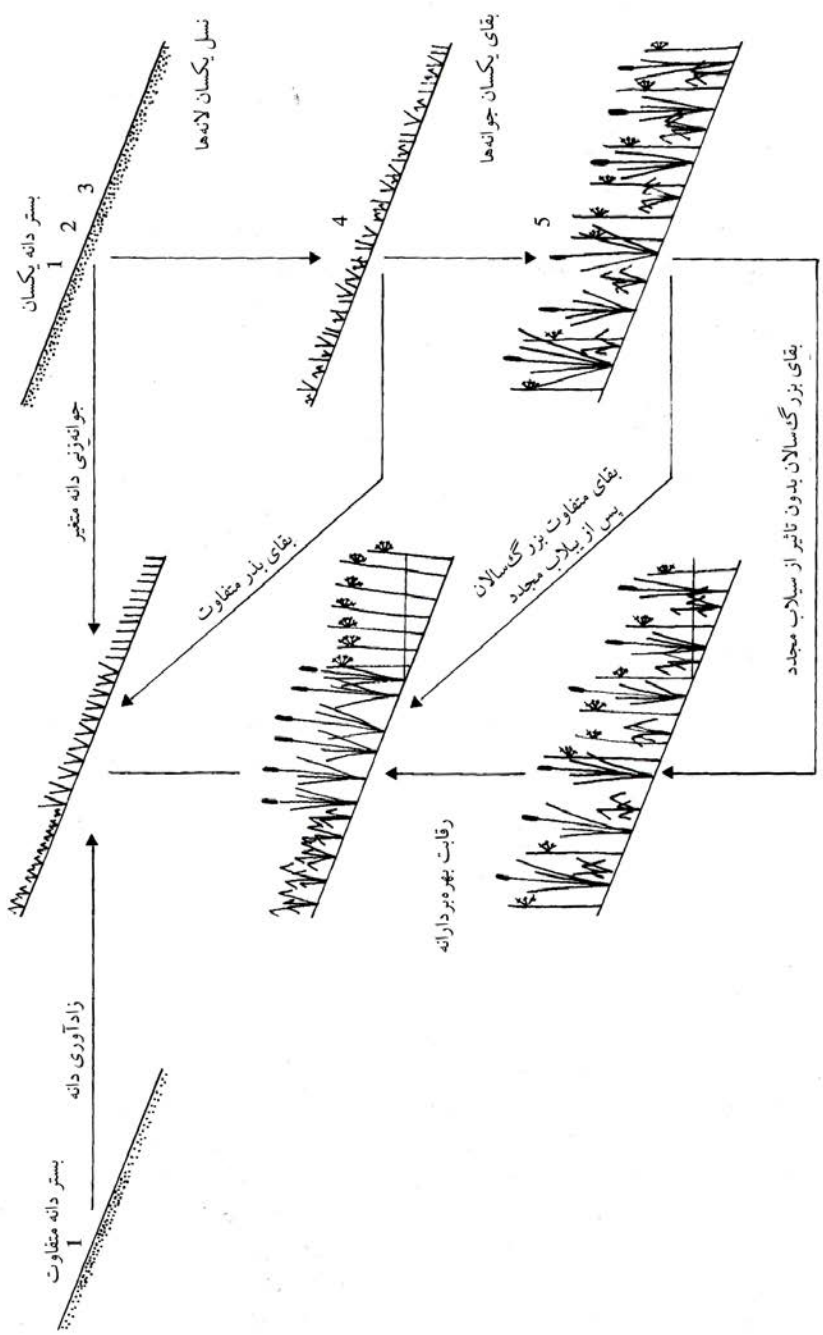
۲. الگوی رویش بذرها: بذر تمام گونه‌ها به طور یکسان در کوئنوکلاین پراکنده می‌شوند، اما تفاوت رویش بذرها باعث می‌شود بذر گونه‌های مختلف در بخش‌های مختلفی از گرادیان رویش یابند.

۳. الگوی بقاء بذرها: اگر جوانه‌ها به طور یکسان درکوئنوکلاین پراکنده شوند، به دلیل تفاوت بقاء جوانه‌ها طی زمان فروکش سطح آب، پهنه‌هایی با پوشش‌های مختلف شکل می‌گیرند.

۴. قدرت تحمل گیاهان بالغ نسبت به طغیان آب: وقتی آب راکد بازمی‌گردد، گونه‌هایی که نمی‌توانند طغیان آب را برای مدت طولانی تحمل کنند، یا گونه‌هایی که در عمق آب خیلی زیاد یا خیلی کم‌تر از تحمل گیاه، رشد می‌یابند، از بخش‌هایی از کوئنوکلاین حذف شده و پهنه‌ها را ایجاد می‌نمایند.

۵. رقابت انتفاعی: طغیان آب، به خودی خود، ممکن است برای حذف گونه گیاهی از کوئنوکلاین کافی نباشد، اما رقابت بین گونه‌ها می‌تواند آن‌ها را از بخش‌هایی از کوئنوکلاین که در آن سازگاری مطلوب با شرایط محیطی وجود ندارد، حذف کند.

تصویر ۸.۵ نمونه کوئنوکلاین در دلتا مارش، مانیتوبای کانادا.
Phragmites=fragmites australis, whitetop=Scholochloa festucacea, Cattail=Typha glauca, Bulraush=Scirpus(Schoenoplectus)lacustris,and pondweed= potamogeton spp
(بت ۲۰۰۰)



تصویر ۹.۵ مسیرهای ممکن برای گسترس یک کوئنوکلاین ثانویه و داده‌های مورد نیاز برای تعیین این که کدام مسیر نقشی حقیقی را ایفا می‌نماید. (وان‌درولک و وللینگ ۱۹۸۸).

در دلتا مارش، هریک از گونه‌ها در نهایت به علت متفاوتی در کوئنوکلاین جدید استقرار مجدد یافت (ون‌درولک ۲۰۰۰). الگوهای متفاوت پراکنش بذر در این خصوص تأثیراتی داشت، به ویژه برای *Scolochloa* که بذرهایش غالباً در منتهی‌الیه بالایی کوئنوکلاین وجود داشت. تفاوت رویش بذرها و بقاء جوانه‌ها نیز بر اسکیرپوس[1] و لویی در بالاترین تراکم در منتهی‌الیه پایینی کوئنوکلاین مؤثر بود. طغیان مجدد آب در باتلاق، پس از سال‌ها منجر به حذف گیاهان بالغ گونه‌های متعددی در اعماقی که قادر به تحمل آن نبودند، گردید. این اتفاق به جمعیت‌هایی از گونه‌ها که قادر به تحمل این عمق از آب بودند، اجازه داد تا در بخش‌های باز کوئنوکلاین گسترش یابند. در دلتا مارش، هیچ نشانه ای از این امر که رقابت انتفاعی نقش اساسی در گسترش کوئنوکلاین ایفاء می‌کند، دیده نمی‌شد. موقعیت نهایی گونه‌ها در کوئنوکلاین، معمولاً نتیجه مجموعه‌ای از عوامل نظیر الگوی پراکنش بذر، الگوی بقاء جوانه و مقاومت بالغین در برابر طغیان آب بوده است، هرچند که از بین این عوامل، مقاومت بالغین در برابر طغیان آب مهم‌ترین بوده و الگوهای توزیع اولیه ایجاد شده توسط تفاوت در پراکنش بذر، رویش بذر و بقاء جوانه‌ها را تا حد زیادی از بین برده است. به طور خلاصه، این بررسی، نتیجه‌گیری اسپنس (۱۹۸۲) درباره این‌که صرفاً عمق آب مهم‌ترین عامل کنترل کننده توزیع گیاهان در تالاب‌های دارای آب راکد می‌باشد، را مورد تأیید قرار داد.

۲.۱.۵ آتش سوزی

آتش‌سوزی در تالاب‌ها طی دوره‌های خشکی فصلی یا سالانه رایج می‌باشد و این آتش‌سوزی‌ها اغلب کوئنوکلاین را دستخوش تغییراتی می‌نمایند. علی‌رغم این که آتش‌سوزی در بسیاری از انواع تالاب‌ها از جمله چال‌مرغزارها اتفاق می‌افتد، تناوب و وسعت آتش سوزی‌ها در یک تالاب به ندرت مستند شده است. یک مورد استثناء و بارز در این زمینه نیزارهای فلوریدا می‌باشند که رکورد آتش‌سوزی در آن‌ها، توسط نهادهای ایالتی و فدرال متعدد متولی بخش‌های مختلف نیزار ثبت شده است. همان‌طور که انتظار می‌رود بخش عمده آتش‌سوزی در نیزارها، طی فصل خشک به وقوع می‌پیوندد. رعدوبرق و انسان‌ها اصلی‌ترین منابع شروع آتش‌سوزی می‌باشند. ماه‌های آوریل و مه در پایان فصل خشک، ماه‌هایی با بزرگ‌ترین آتش‌سوزی‌ها هستند. علاوه بر چرخه فصلی سالانه در تناوب آتش‌سوزی‌ها، یک چرخه طولانی‌تر ۱۴-۱۰ ساله نیز وجود دارد که با دوره‌های عمده خشکسالی در جنوب فلوریدا همزمان می‌باشد. آتش‌سوزی در نیزارها سطح تالاب را مجدداً شکل می‌دهد و در عمل با ایجاد نواحی آبی عمیق‌تر، کوئنوکلاین‌های محلی را مورد تغییر قرار می‌دهد. اهمیت آتش‌سوزی در سطح سیمای سرزمین هنوز به خوبی شناخته نشده است، اما آتش‌سوزی به طور آشکار بر پراکنش و فراوانی بلندمدت و کوتاه‌مدت گیاهان و جانوران در امتداد کوئنوکلاین تأثیر دارد.

۲.۵ الگوهای زمانی

در تالاب‌ها، تغییرات دوره‌ای طی مقیاس‌های زمانی مختلفی اتفاق می‌افتند. تغییرات بلندمدت طی صدها یا هزاران سال، به علت ته‌نشینی رسوبات یا تورب، معمولاً با تغییرات دائمی درکوئنوکلاین‌های تالاب همراه هستند. به تغییرات بلندمدت توالی‌های کلان نیز اطلاق می‌گردد. علاوه بر توالی‌های کلان، اغلب تغییرات کوتاه مدتی نیز طی چند سال یا چند دهه وجود دارند که ناشی از تغییرات برگشت پذیر در شرایط مختلف محیطی، مانند نوسانات سطح آب طی چرخه‌های خشکسالی-ترسالی تالاب می‌باشند. این توالی‌های خرد اغلب، روند ایجاد توالی‌های کلان را کند می‌کنند، چرا که ممکن است تجمع

[1] Scirpus

مواد آلی طی دوره توالی‌های خرد که شامل پس‌روی آب می‌باشند، کاهش یابد یا حتی منفی شود. گسترش یک کوئنوکلاین ثانویه جدید در دلتامارش که در بخش قبلی توضیح داده شد، مثالی از یک توالی خرد می‌باشد.

۱.۲.۵ توالی کلان

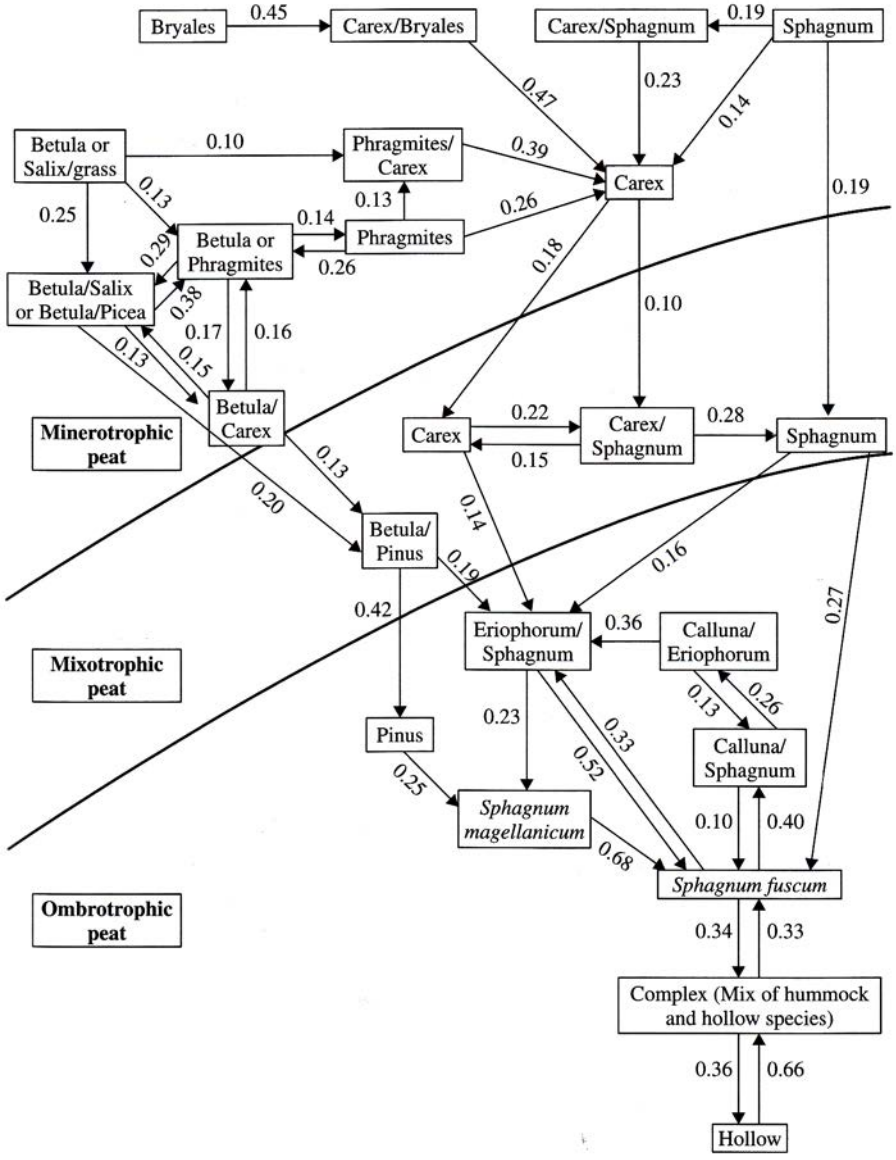
اغلب مطالعات در خصوص توالی کلان گسترش پوشش گیاهی در یک محل، معمولاً عمیق‌ترین بخش حوضه یک تالاب را مورد بررسی قرار داده‌اند. با اینکه این مطالعات حاوی اطلاعات مفیدی هستند، اما دید کمی نسبت به نظم و ترتیب و قابلیت پیش‌بینی توالی‌های کلان، ارائه می‌دهند. هنگامی که چندین سایت قابل مقایسه دیگر مورد بررسی قرار می‌گیرند، انواع جوامع گیاهی که طی زمان مشابه در تالاب وجود داشته‌اند، می‌توانند تنوع قابل ملاحظه‌ای داشته باشند. به طور مثال، مطالعه واکر (۱۹۷۰) در خصوص توسعه تورب‌زارهای شرق آنگلیان[1]، توسعه پوشش گیاهی در چندین سایت را مورد بررسی قرار داد و تغییرات واقعی جوامع گیاهی را در طول زمان با مراحل رشد پیش‌بینی شده، مقایسه نمود. الگوی پیش‌بینی شده در شرق آنگلیان، شامل جلبک، جوامع آبزی غوطه‌ور در آب، جوامع دارای برگ‌های شناور، جوامع بن‌درآب (نی باتلاق)، باتلاق- لجن‌زار، بوته‌ها[2] و نهایتاً درخت‌زارهای خشکی زی یا زمینی بود. در شرایط واقعی، در سایت‌های مختلف نسبت به این الگو تفاوت زیادی وجود داشت. برخی جوامع گیاهی در بعضی سایت‌ها هرگز یافت نمی‌شد، گاهی اوقات جوامع با ترتیبی نادرست وجود داشتند و هیچ درخت‌زار خشکی در هیچ سایتی ایجاد نگردیده بود. الگوهای مشابهی در مطالعات دیگری از توالی‌های کلان مشاهده گردیده‌اند، مانند آنچه در تورب‌زارهای استونی وجود داشت (تصویر ۱۰.۵). این مطالعات به این موضوع اشاره می‌کنند که زمان‌بندی آمادگی اندام تولیدمثلی گیاه می‌تواند در انواع جوامعی که طی توالی کلان در هر سایت یافت می‌شوند نقشی اساسی ایفا نماید. توالی‌های کلان، درست مانند کوئنوکلاین‌ها از یک سایت تالابی به سایت دیگر تغییر می‌کنند.

توالی کلان اغلب تحت عنوان خشک‌شدگی[3] توصیف می‌شود؛ که در آن، تالاب در طول زمان با پر شدن توسط رسوبات یا تورب، کم‌عمق‌تر می‌شود و نهایتاً به زمین خشک تبدیل می‌گردد. این اتفاقی نیست که در حالت عادی خصوصاً برای تورب‌زارها رخ دهد. خشک‌شدگی در باتلاق‌های شرق آنگلیان، در چال‌مرغزارها، مرداب‌ها و نیز در بسیاری دیگر از انواع تالاب‌ها روی نداده است. طی مقیاس‌های زمانی زمین‌شناسی، نابودی تالاب‌ها اغلب ناشی از تغییرات در اقلیم، افزایش عمق بستر توسط جریان رودخانه‌ها یا تغییرات سطح آب دریا بوده است و در چند هزار سال اخیر، نابودی تالاب‌ها به علت فعالیت‌های انسانی، عمدتاً زهکشی و قطع تورب‌ها بوده است (دوگان ۱۹۹۳).

تالاب‌ها در نقاط پست سرزمین واقع گردیده‌اند و حتی هنگامی که توسط رسوبات درونزا[4] و رسوبات برونزا[5] پر می‌شوند به جمع‌آوری و هدایت آب ادامه می‌دهند. در اغلب زمین‌ها، تالاب‌ها دارای سن برابر یا بیشتر از پوشش گیاهی در بخش خشک اطراف خود می‌باشند. در واقع، این امکان برای زمین‌های بالادست[6] وجود دارد که به تالاب تبدیل شوند (تصویر ۱۱.۵)، فرایندی که تحت عنوان تالابی شدن نامیده می‌شود (ویلر ۱۹۹۹؛ چارمن ۲۰۰۲). تالابی شدن[7] نتیجه تغییری در هیدرولوژی محلی است که منجر به ایجاد خاک اشباع از آب می‌گردد. این پدیده ممکن است به دلایل مختلفی شامل کاهش تبخیر و تعرق ناشی از انهدام جنگل‌ها به علت جنگل‌زدایی یا احتمالاً آتش‌سوزی، روی دهد. یک مکانیزم رایج تشکیل خاک

---

[1] Anglian
[2] Carr
[3] Terrestrialization
[4] Autochthonous sediments منظور رسوبات تولید شده در خود تالاب می‌باشد مانند بقایای گیاهان تالابی که به صورت تورب داخل تالاب باقی می‌مانند.م
[5] Allochthonous sediments منظور رسوبات تولید شده در خارج تالاب است که به داخل تالاب حمل می‌شود. مانند رسوبات حمل شده توسط رودخانه‌های ورودی به تالاب که در سطح حوضه آبخیز تولید شده‌اند. م
[6] Paludification

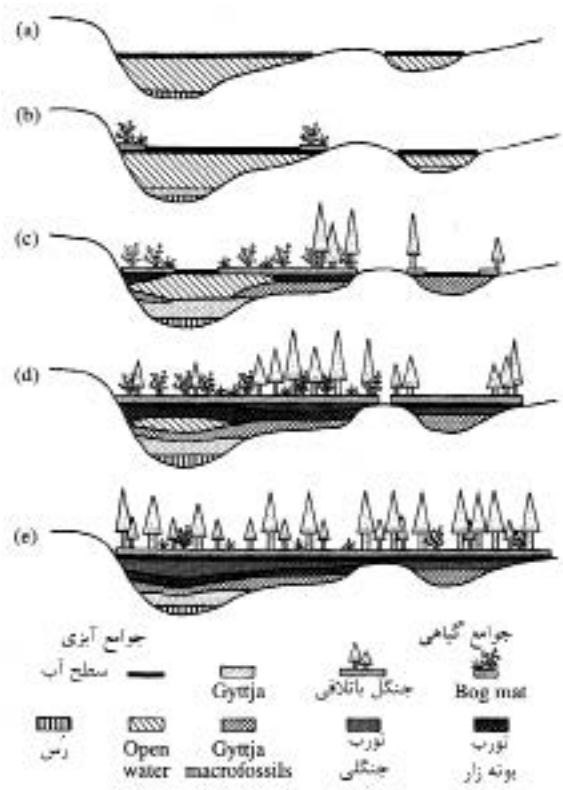


تصویر ۱۰.۵ تغییرات توالی کلان در تورب‌زارهای استونی. عدد مجاور هر پیکان نشانگر احتمال گذار آن جامعه گیاهی به دیگری است.
(از چارمن ۲۰۰۲ بر اساس داده‌هایی از لیومت و همکاران ۱۹۹۵)

سفید می‌باشد، که عبارت است از فروشست اکسیدهای آلومینیم و آهن از لایه‌های بالایی خاک به طرف پایین و رسوب‌گذاری در افقی با نفوذپذیری کم‌تر نسبت به آب. در بسیاری از بخش‌های پهنه شمالی در شمال آمریکا و اوراسیا، تشکیل خاک سفید منجر به افزایش سطح رطوبت خاک و کاهش PH آن شده است. این وضعیت به گونه‌های اسپاگنوم[1] اجازه استقرار می‌دهد. استقرار لایه اسپاگنوم مانع زهکشی شده و منجر به اشباع‌شدگی بیشتر می‌گردد که علت آن کاهش سرعت تجزیه زباله ناشی

[1] Sphagnum

از سطح پایین‌تر فرایند اکسیداسیون و احیاء و PH است. این حلقه بازخورد مثبت، بدون هیچ تغییری در آب و هوا، منجر به ایجاد یک تورب‌زار در نواحی می‌شود که سابقاً زمین خشک بودند (اندرسون و همکاران ۲۰۰۳). با تداوم تالابی شدن در امتداد لبه‌های تورب‌زار تازه شکل‌گرفته، تورب‌زارها می‌توانند از کناره‌ها گسترش یابند تا باتلاق‌های برآمده یا پوششی ایجاد نمایند که از زمان‌های گذشته نیز بخش‌های وسیعی از شمال بریتانیا، اسکاندیناوی و کانادا را می‌پوشاند (کرافورد و همکاران ۲۰۰۳). وقتی این تورب‌زارها از کناره‌ها گسترش می‌یابند، پوشش گیاهی آن‌ها، به علت توسعه بی‌نظمی‌های توپوگرافیک، گرادیان‌های شیمی آب و راه‌آب‌های سطح تورب، به طور فزاینده‌ای به صورت محلی در پهنه‌ها متمایز می‌شود (بخش ۳.۵ را ببینید).



تصویر ۱۱.۵ گسترش جانبی دو تالاب و یکی شدن آن‌ها، در نتیجه تالابی شدن زمین بالادستی که در ابتدا آن‌ها را از هم جدا می‌نمود (اندرسون و همکاران ۲۰۰۳).

۲.۲.۵ نوسانات در برابر خرد-توالی

چنان که اشاره شد، رایج‌ترین دلیل تغییرات در کوئنوکلاین نوسانات سالانه سطح آب است. در برخی تالاب‌ها مانند تالاب‌های مونسون[1] در هندوستان، حتی تغییرات سالانه در سطح آب می‌تواند به اندازه‌ای بزرگ باشد که باعث تغییر کوئنوکلاین به صورت فصلی شود (میدلتون ۱۹۹۹). در اغلب تالاب‌ها به نظر می‌رسد که تغییرات فصلی سطح آب تأثیری بر کوئنوکلاین

[1] Monsoonal wetlands

نداشته باشد. شدت نوسانات سالانه سطح آب، نوع تغییر پوشش گیاهی را تعیین می‌کند (ویلر ۱۹۹۹؛ ون در ولک ۲۰۰۵).
نوسانات جزئی؛ فقدان تغییر قابل تشخیص
نوسانات متوسط؛ تغییرات کم در نوع پوشش
نوسانات زیاد؛ توالی‌های خرد
در بسیاری از تالاب‌ها، به نظر نمی‌رسد که نوسانات جزئی سالانه سطح آب، منجر به تغییر قابل تشخیصی در پراکنش یا ترکیب جوامع گیاهی در امتداد کوئنوکلاین شوند. اغلب مطالعات در مورد تالاب‌ها کوتاه مدت هستند (کم‌تر از ۳ سال). اغلب فرض بر این است که کوئنوکلاین‌ها در تالاب‌هایی که برای چنین مدت کوتاهی مورد مطالعه قرار می‌گیرند، پایدار هستند و این مسأله‌ای سؤال برانگیز است. چندین سال به طول می‌انجامد تا گونه‌های گیاهی به تغییرات سطح آب پاسخ دهند و بسیاری از گونه‌ها تحت شرایط پایین‌تر از حد مطلوب در سراسر کوئنوکلاین، در حال رشد در تالاب‌ها یافت می‌شوند (ویلر ۱۹۹۹). از آنجایی که واکنشی به نوسانات جزئی سطح آب انتظار نمی‌رود، پاسخ‌های دقیق‌تر، به طور مثال تعداد گل‌ها یا بذرهای تولید شده به ازای هر گل، مورد بررسی قرار نگرفته‌اند. در نتیجه، در خصوص شدت حداقل نوسانات سطح آب که رشد گیاهان در کوئنوکلاین را تغییر می‌دهند، شناخت کمی وجود دارد.
یکی از بهترین نمونه‌های بررسی شده در خصوص تأثیرات نوسانات سطح آب بر کوئنوکلاین، مربوط به چال‌مرغزارها در شمال آمریکا می‌باشد (ون‌درولک ۱۹۸۹؛ مورکین و همکاران ۲۰۰۰؛ ایولیس و همکاران ۲۰۰۴). اهمیت نوسانات سطح آب به میزان بارش سالانه، نوع و میزان اتصال به جریان‌های آب زیرزمینی محلی بستگی دارد (ایولیس و همکاران ۲۰۰۴). در چال‌مرغزارهای فوق، جوامع گیاهی در کوئنوکلاین، بسته به شدت نوسانات سالانه سطح آب، می‌توانند دستخوش نوسانات جمعیتی یا توالی شوند.
اگر دامنه نوسانات سالانه سطح آب کم باشد (حدود ۵۰ سانتی متر یا کم‌تر)، تغییرات در فراوانی نسبی گونه‌ها، عمده‌ترین تغییر مشاهده شده در کوئنوکلاین است. اگر دامنه نوسانات بزرگ باشد (حدود ۱۰۰ سانتی‌متر یا بیشتر)، توالی، یعنی تغییرات در ترکیب گونه‌ها، اتفاق می‌افتد. به هر حال در امتداد یک کوئنوکلاین در یک چال‌مرغزار با نوسانات سالانه زیاد، جوامع گیاهی در منتهی‌الیه بالایی ارتفاع گرادیان، نسبت به ارتفاعات پایین‌تر، طیف محدودتری از نوسانات سطوح آب را تجربه می‌کنند، می‌توانند این نوسانات را تحمل کنند، در حالی که به طور همزمان آن‌هایی که در ارتفاعات پایین‌تر هستند، دستخوش توالی خرد می‌گردند (ون‌درولک ۲۰۰۵).
رایج‌ترین نوع تغییر توالی خرد، کاهش عرض یا نابودی پهنه بن‌درآب است (تصویر ۷.۵). از آنجایی که بذر بسیاری از گونه‌های بن‌درآب نمی‌توانند زیر آب جوانه بزنند، این گونه‌ها تا خشکسالی بعدی، هنگامی که تالاب خشک می‌شود، نمی‌توانند مجدداً استقرار یابند. تالاب‌های فاقد پهنه‌های بیرون از سطح آب، به عنوان دریاچه توصیف می‌شوند. بعد از این که باتلاق خشک مجدداً غرقاب می‌گردد، چندین سال به طول می‌انجامد تا پهنه‌های بن‌درآب توسعه کامل یابند. این گام، مرحله تولید مجدد باتلاق نامیده می‌شود. تغییرات در شدت نوسانات سطح آب از یک چرخه خشکسالی- ترسالی به یک چرخه دیگر، می‌تواند منجر به ایجاد الگوهای پهنه‌بندی غیرمعمول شود. زون‌های معکوس، زون‌های تکرار شده و زون‌های پیشین که دیگر وجود ندارند، همگی امکان‌پذیر می‌باشند. این تغییرات در پوشش گیاهی همیشه با تغییراتی در بی‌مهرگان، دوزیستان، موش‌های آبی و پرندگان همراه است (مورکین و همکاران ۲۰۰۰؛ ایولیس و همکاران ۲۰۰۴).

۳.۵ توسعه سیمای سرزمین تالاب

تأثیر قابل توجه برخی گونه‌های جانوری بر تالاب‌ها به خوبی شناخته شده است و در این رابطه مثال‌های متعددی در

قسمت‌های پیشین مطرح گردید. چرای بی‌رویه شایع‌ترین تأثیر کوتاه مدت می‌باشد. تراکم بالای جمعیت موش‌های آبی (*Ondatra zibethicus*) و سگ آبی نوتریا (*Mycastor coypus*)، دو جونده آبزی، می‌توانند پوشش گیاهی بن‌درآب تالاب را تماماً خورده یا از بین ببرند. اگر چه هنگامی که اندازه جمعیت موش آبی و سگ آبی کاهش یابد، گونه‌های بن‌درآب معمولاً مجدداً استقرار می‌یابند. گاهی اوقات چرای بی رویه می‌تواند عواقب بلندمدت بیشتری داشته باشد. در شمال آمریکا، افزایش جمعیت غازهای برفی طی سه دهه اخیر قرن بیستم تأثیر چشمگیری بر تالاب‌های ساحلی در زمین‌های محل زادآوری آن‌ها در حوالی خلیج هادشن در کانادا داشت. غازهای برفی از علف‌ها و جگن تغذیه می‌کنند. هنگامی که جوانه علف‌ها و جگن‌ها به مصرف رسیدند، ریشه و ریزوم آن‌ها غذای اصلی غازها را تشکیل می‌دهند. کندوکاو بیش از حد، پوشش گیاهی را در نواحی وسیعی از مرداب ساحلی تخریب کرده است. به علت افزایش تبخیر از رسوبات بدون پوشش، تخریب پوشش گیاهی منجر به افزایش شوری خاک می‌شود. افزایش شوری خاک نیز از استقرار مجدد علف و جگن جلوگیری می‌کند (سریوستاوا جفریز ۱۹۹۶؛ هندا و همکاران ۲۰۰۲). غازها تنها جانوران تأثیرگذار بر توالی‌های کلان در تالاب‌ها نیستند.

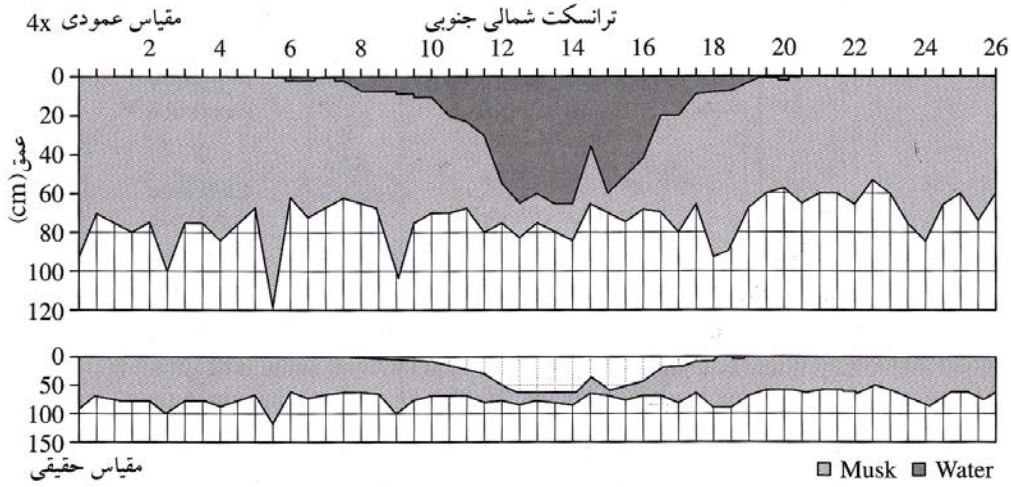
سدهای ساخته شده بر روی نهرها و رودخانه‌ها توسط سمور آبی آمریکایی (*Castor Canadensis*) می‌تواند بخش‌هایی از آن‌ها را به مجموعه‌ای از ذخیره‌گاه‌های آبی کم‌عمق تبدیل نماید. با پر شدن آن‌ها توسط رسوبات، بسیاری از این ذخیره‌گاه‌های کم‌عمق، توسط گیاهان تالابی، شامل گیاهان بن‌درآب و حتی گاهی اوقات گونه‌های ایجادکننده تورب، اشغال می‌گردند. وقتی این سایت‌ها تبدیل به تالاب می‌گردند، سمورهای آبی آن محل را ترک می‌کنند و این موضوع اغلب منجر به از بین رفتن سدهای بدون محافظت و تالاب‌های شکل گرفته پشت آن‌ها می‌گردد. اگرچه در نواحی با شیب پایین که جریان آب برای کنار زدن سدهای رها شده کافی نیست، تالاب‌های دائمی یا مجموعه تورب‌زار شکل می‌گیرد.

گودال‌های حفر شده توسط تمساح‌های باتلاقی (*Alligator mississippiensis*) ، که حفره‌های تمساح نامیده می‌شوند (تصویر ۱۲.۵)، آب را در طول فصل خشکی در خود نگه داشته و بنابراین مأمن حائز اهمیتی برای ماهی‌ها، خزندگان، دوزیستان و بی‌مهرگان آبزی هستند که به نوبه خود طعمه‌ای برای پرندگان آبچر[1] می‌باشند. حتی پوشش گیاهی داخل و اطراف حفره‌های تمساح با نواحی اطراف متفاوت می‌باشد. خود حفره توسط تمساح‌ها عاری از پوشش گیاهی نگه داشته می‌شود و حلقه‌ای از گیاهان بن‌درآب و درختچه‌ها در خاک‌های بیرون رانده شده اطراف گودال می‌رویند (پالمر و مزوتی ۲۰۰۴).

به نظر می‌رسد که اسب‌های آبی (*Hippopotamus amphibious*) نیز با خالی نگه داشتن منطقه از پوشش گیاهی، نقش مشابهی را در تالاب‌های آفریقا ایفا نمایند. حرکت اسب‌های آبی به زمین‌های چرا، منجر به ایجاد کانال‌های باز در این تالاب‌ها می‌شود و این کانال‌ها می‌توانند الگوهای جریان آب و توزیع پوشش گیاهی را تغییر دهند (مک کارتی و همکاران ۱۹۹۸).

از آنجایی که هرگونه افزایش در تنوع توپوگرافی می‌تواند تنوع زیستی تالاب را افزایش دهد (ویویان‌اسمیت ۱۹۹۷)، حتی تغییرات جزئی در توپوگرافی محلی که به طور مستقیم یا غیرمستقیم توسط جانوران یا گیاهان ایجاد می‌شوند نیز در تالاب‌ها حائز اهمیت هستند. در تعدادی از تالاب‌های بزرگ دنیا، توزیع متمرکز مواد غذایی و سایر مواد توسط گیاهان و جانوران، منجر به استقرار و رشد جزایر درختی می‌شود (وتزل ۲۰۰۲). این جزایر درختی در اطراف برخی نقاط شکل می‌گیرند که نقاط مرتفع توپوگرافی محلی می‌باشند. ایجاد این افتراق در سیمای سرزمین تالاب‌ها که می‌تواند صدها یا هزاران سال به طول انجامد، به بهترین نحو در دلتای اوکاوانگو، یکی از بزرگ‌ترین تالاب‌های آفریقا، مورد مطالعه قرارگرفته است.

[1] wading birds



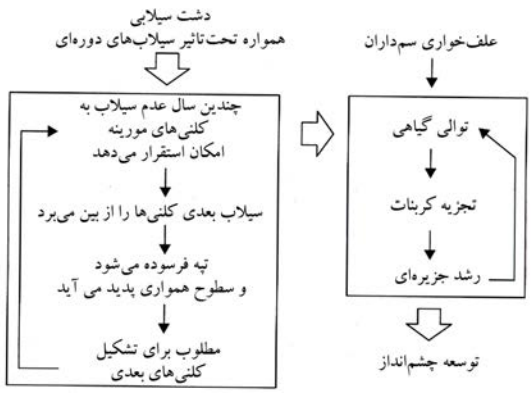
تصویر ۱۲.۵ برش عرضی دو حفره تمساح در باتلاق‌ها. (برگرفته از کمپ بل و مزوتی ۲۰۰۴).

در اوکاوانگو، نقطه شروع بسیاری از جزایر درختی یک تل موریانه است. کلونی موریانه‌های سازنده تل (*Macrotermes michaelseni*) طی دوره‌های طولانی خشکسالی در نواحی که به صورت فصلی دچار آب‌گرفتگی می‌شوند، لانه‌های زیرزمینی می‌سازند (تصویر ۱۳.۵). این لانه‌ها در نهایت به وسیله یک برج کوچک که توسط مجموعه‌ای از مسیرهای هوایی به لانه متصل است، پوشیده می‌شوند. این برج‌های کوچک یا تل‌ها می‌توانند تا چهار متر بلندی و ۵۰ متر مربع مساحت داشته باشند (دنجرفیلد و همکاران ۱۹۹۸). کلونی‌های موریانه با انتقال ذرات ریز خاک به درون لانه‌هایشان برای ساخت تل‌ها و بدین ترتیب تغییر توپوگرافی محلی و ویژگی‌های بافتی خاک تالاب، منابع را مجدداً پخش می‌کنند.

موریانه‌ها همچنین مواد آلی را به درون لانه‌هایشان حمل کرده و مواد غذایی را به طور محلی مجدداً توزیع می‌نمایند. تل‌های موریانه، به دلیل بالاتر بودن ارتفاع‌شان نسبت به دشت‌های سیلابی، می‌توانند توسط گونه‌های درختی اشغال شوند. طی فصل بارانی، کلونی‌های موریانه ممکن است نابود شوند. با این حال، کلیه درختان روی تل‌ها جان سالم به در می‌برند، چرا که در ارتفاع بالای میانگین سطح آب رشد می‌کنند. وجود درختان باعث جلب پرندگان و سایر جانورانی که بذرها و مواد غذایی را به جزایر تازه شکل گرفته منتقل می‌کنند، می‌گردد (تصویر ۱۳.۵). در نتیجه، جزایر درخت به نقاط داغ[1] تنوع زیستی تبدیل می‌شوند که توسط انواعی از گونه‌های گیاهی و جانورانی اشغال شده یا مورد استفاده قرار می‌گیرند.

درختان روی جزایر ریشه‌هایی دارند که به درون آب‌های زیرزمینی نفوذ می‌کنند. این درختان، به دلیل تبخیر و تعرق، می‌توانند به عنوان پمپ‌هایی عمل کنند که مقادیر زیادی از آب زیرزمینی را از زیر جزایر برداشت می‌کنند، اما نمک‌های معدنی غیرمحلول را در آب زیرزمینی باقی می‌گذارند (تصویر ۱۴.۵). بنابراین شوری آب زیرزمینی زیر جزایر از لبه جزیره به سمت مرکز آن افزایش می‌یابد. ترکیباتی که کم‌تر قابلیت انحلال در آب دارند (به طور مثال کربنات کلسیم) در اطراف محیط جزیره (به صورت کلسیت) رسوب کرده و باعث گسترش جزیره می‌شوند، در حالی که نمک‌هایی با قابلیت انحلال بیشتر (به طور مثال $NaHCO_3$) در مرکز جزیره تجمع می‌یابند.

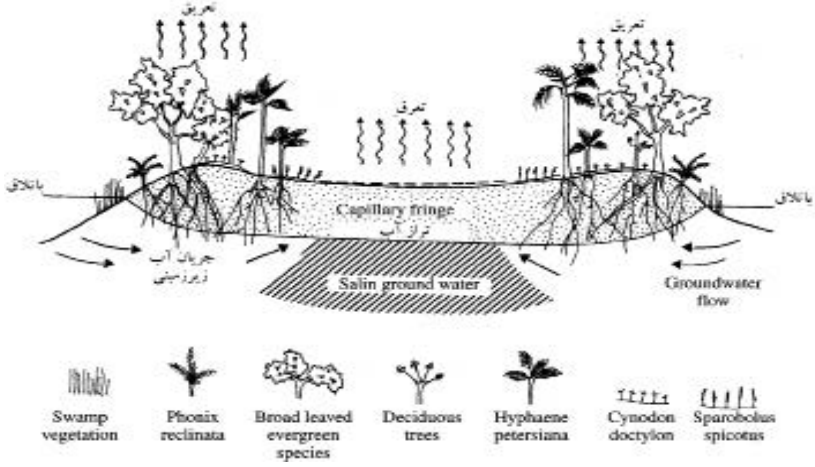
[1] Hot spot



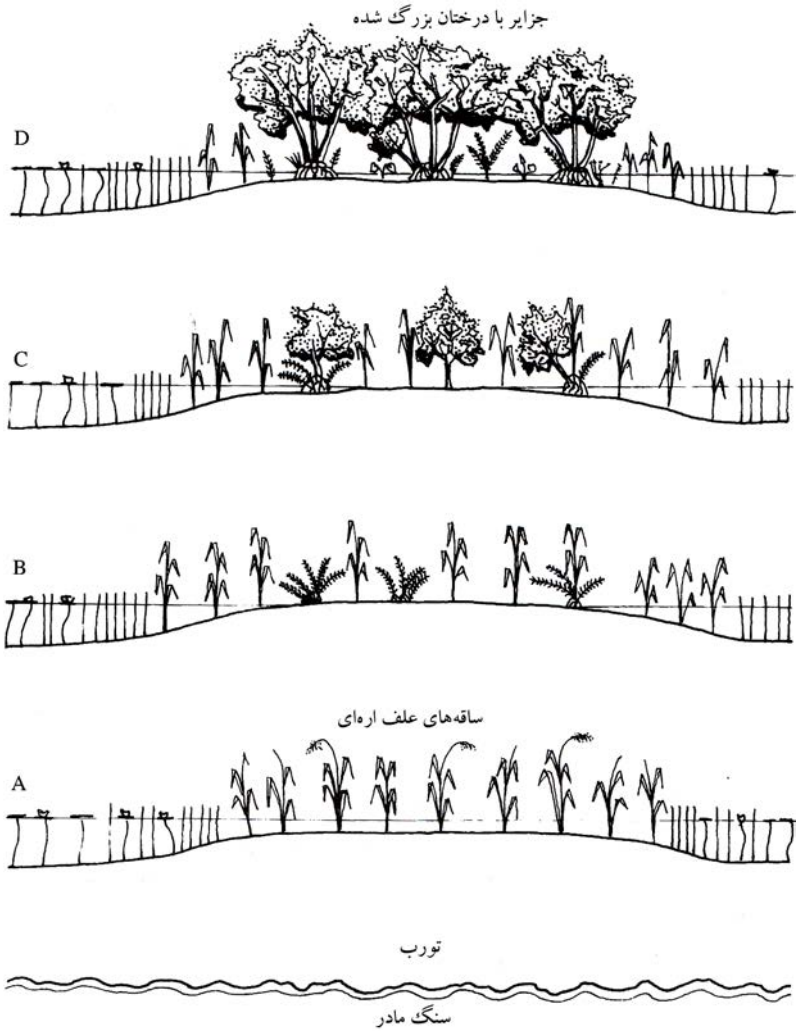
تصویر ۱۳.۵ مدل توسعه جزایر درختی در دلتای اوکاوانگو، بوتسوانا. برای جزئیات بیشتر به متن مراجعه کنید. (از دنجرفیلد و همکاران ۱۹۹۸).

رشد جزیره بیشتر عرضی می‌باشد تا عمودی. در برخی جزایر در نواحی دائما سیلابی، تجمع نمک در آب زیرزمینی زیر سطح جزیره می‌تواند درختان را نابود کند (مک کارتی و الری ۱۹۹۴). این فرایندها منجر به ایجاد یک الگوی پهنه‌بندی گیاهی خاص در این جزایر (تصویر ۱۴.۵) با پوشش گیاهی متراکم چوبی در امتداد لبه‌های آب می‌شود که به سمت مرکز جزیره از ارتفاع و تنوع آن‌ها کاسته شده تا این که جای خود را به گیاهان علفی یا حتی زمین برهنه دهند (الری و همکاران ۱۹۹۳). علاوه بر رشد جزیره ناشی از تعرق و رسوب مواد محلول، به دام انداختن گرد و غبار خشک توسط درختان در این جزایر نیز به طور مستقیم و همچنین غیرمستقیم از طریق تجمع مواد غذایی، به رشد آن‌ها کمک می‌کند (کراه و همکاران ۲۰۰۴). وقتی که جزایر بزرگ‌تر می‌شوند رسوب‌گذاری خشک مکانیسم مهم‌تری برای رشد جزیره می‌شود.

جزایر درختی هنگامی که از جوانب رشد می‌کنند، می‌توانند به هم بپیوندند و یک صفحه جزیره‌ای بزرگ را شکل دهند. فرضیه‌ای مطرح گردیده که بعد از به هم پیوستن جزایر در یک منطقه، کانال‌های جدیدی روی این صفحات ایجاد می‌گردد که آغازگر یک چرخه شکل‌گیری تالاب می‌باشد (گامبریچت و همکاران ۲۰۰۴).



تصویر ۱۴-۵ یک جزیره درختی بالغ در دلتای اوکاوانگو، بوتسوانا. تبخیر و تعرق از درختان آب زیرزمینی را از باتلاق‌های اطراف به درون جزایر پمپ می‌کند. این امر منجر به رسوب‌گذاری کلسیت از آب زیرزمینی زیر جزایر شده که منتج به رشد افقی و عمودی جزایر می‌شود. آب شور زیر بخش مرکزی جزایر تجمع می‌کند و این امر موجب گسترش یک لایه نازک نمک در مرکز جزایر می‌گردد (ترسیم مجدد از الری و همکاران ۱۹۹۸)



تصویر ۱۵.۵ مدل گسترش جزایر درختی در سواحل ساق‌تیز یا تپه ماهورها در باتلاق‌ها. جزیره در برش عرضی نشان داده شده است. جریان آب عمود و سرازیر بر جزیره می‌باشد. (A) یک ساحل ساق‌تیز یا تپه ماهوری به این دلیل ایجاد می‌شود که نرخ تجمع رسوبات از نواحی که اندکی خشک‌تر می باشند، بالاتر است. (B) وقتی تورب تجمع پیدا می‌کند سرخس‌های تپه ماهور استقرار می‌یابند. (C) بخش اعظم تپه ماهور، به طور مثال دسته‌های سرخس، توسط درختان اشغال می‌شود. (D) جنگل‌هایی ایجاد می‌شود که هنوز طی فصل بارانی به صورت فصلی دچار طغیان می‌شود (ترسیم مجدد از استون و همکاران ۲۰۰۲).

در مقیاس کامل تالاب، این جزایر مجموعاً نیز تأثیر قابل توجهی بر شیمی آب اوکاوانگو دارند. نمک‌های معدنی غیرمحلول در جزایر درختی رسوب می‌کنند. بنابراین تجمع این نمک‌های معدنی در سطح آب به حداقل می‌رسد و این موضوع از تبدیل شدن اوکاوانگو به یک تالاب آب شور جلوگیری نموده است. از آنجایی که بارندگی سالانه کم‌تر از ۵۰۰ میلی‌متر و تبخیر و تعرق احتمالی بیش از ۲۰۰۰ میلی‌متر است، این تالاب بدون جزایر درختی دارای نواحی وسیع از آب سطحی شور خواهد بود. توسعه جزایر درختی ناشی از توزیع متمرکز مستقیم یا غیرمستقیم مواد توسط جانوران و گیاهان در تالاب‌ها، به اوکاوانگو

محدود نمی‌شود. جزایر درختی در انواع مختلفی از تالاب‌های بزرگ در سراسر جهان، شامل باتلاق‌ها، یافت می‌شوند (وتزل ۲۰۰۲). در باتلاق‌ها علاوه بر بسیاری دیگر از تورب‌زارها، تجمع متمایز تورب، بی‌نظمی‌های توپوگرافیکی را ایجاد می‌کند که باعث تغییر در الگوهای جریان آب می‌شود (تصویر ۱۵.۵). با گذشت زمان، وقتی برخی نواحی مرتفع‌تر و خشک‌تر و بقیه نواحی پست‌تر و آبدارتر می‌گردند، با ایجاد تپه ماهورها و لجن‌زارها، این تغییرات بارزتر می‌شوند. سرخس‌ها و حتی درختچه‌ها و درختان می‌توانند به این تپه ماهورها هجوم برده، جزایر درختی ایجاد نمایند که اندازه آن‌ها به تدریج رشد می‌کند، چرا که به طور متمایزی مواد غذایی را انباشته می‌نمایند.

۴.۵ خلاصه

تالاب‌ها اغلب دارای ترکیب پیچیده‌ای از انواع پوشش گیاهی هستند. پوشش گیاهی دائماً در حال تغییر در امتداد یک گرادیان هیدرولوژیک یا سایر گرادیان‌ها است که کوئنوکلاین نامیده می‌شود. پوشش گیاهی تالاب بسیار پویاست و تغییرات کالبدی در پوشش گیاهی، به ویژه در تالاب‌هایی که پوشش گیاهی غالب آن‌ها گونه‌های علفی است، رایج می‌باشد. بلوغ، افزایش توده زیستی از یک سال تا سال دیگر به سبب رشد گیاهان است. نوسان، تغییر سال به سال در فراوانی گونه‌ها ناشی از تغییر در شرایط محیط زیستی می‌باشد. توالی خرد تغییر سال به سال در ترکیب گونه‌ها است. پراکنش گونه‌ها در امتداد کوئنوکلاین وابسته به عوامل زیادی مشتمل بر پراکنش بذر، الگوهای رویش بذر، بقاء جوانه‌ها و مقاومت بالغین در برابر طغیان آب می‌باشد. تغییرات دائمی در پوشش گیاهی تالاب، توالی کلان، نیز می‌تواند در نتیجه تغییرات در شرایط زیست‌محیطی روی دهد.

پوشش گیاهی و جانوری تالاب‌ها می‌تواند به شیوه‌های گوناگون در آن‌ها تغییر ایجاد نماید. تمساح‌ها در تالاب‌ها گودال‌هایی حفر می‌کنند که طی فصل خشکی دارای آب می‌باشند. این گودال‌ها طی فصل خشکی تبدیل به پناهگاهی برای دوزیستان، سایر خزندگان، ماهی‌ها و بسیاری از بی‌مهرگان می‌شوند. سگ‌های آبی می‌توانند تالاب‌های رودخانه‌ای را به تالاب‌های ماندابی تبدیل کنند. جانوران و گیاهان نیز در شکل‌گیری جزایر درختی در بسیاری از تالاب‌های بزرگ دخیل هستند.

۵.۵ تجارب و مشاهدات عملی

۱.۵.۵ تجزیه و تحلیل گرادیان

گونه‌های گیاهی در تالاب‌ها در امتداد گرادیان‌های عمق آب یافت می‌شوند. یک راه برای تعیین مقاومت گونه‌های بن‌درآب نسبت به عمق آب این است که عمق‌هایی که گونه‌ها در آن‌ها توانایی رشد دارند، تعیین شود. به صورت تئوری، انتظار می‌رود که فرایند رقابت، از همپوشانی توزیع گونه‌های مشابه، جلوگیری نماید.

در یک تالاب یا تعدادی از تالاب‌های مشابه، برش‌های عرضی متعددی در عرض پهنه بن‌درآب از بخش‌های کم‌عمق تا عمیق مستقر نمایید. در امتداد برش عرضی، کم‌ترین و بیشترین عمق آب را که در آن یک گونه خاص یافت می‌شود را اندازه‌گیری نمایید. باید تا جایی که امکان دارد تعداد برش‌های عرضی زیاد باشد. برای هر گونه حداقل و حداکثر پراکنش در امتداد برش‌های عرضی را نشانه‌گذاری کنید. برای هرگونه میانگین عمق حداقل و کم‌عمق‌ترین و عمیق‌ترین عمق حداقلی که گونه در آن در امتداد کلیه برش‌های عرضی یافت شده را محاسبه نمایید. همچنین میانگین عمق حداکثر و کم‌عمق‌ترین و عمیق‌ترین عمق حداکثری آب را محاسبه نمایید.

آیا یک گونه همیشه در یک طیف از عمق آب در امتداد هر برش عرضی یافت می‌شود؟ گونه‌ها را بر حسب میانگین عمق آب حداقلشان رده‌بندی نمایید. گونه‌ها را برحسب میانگین عمق حداکثرشان رده‌بندی نمایید. آیا رده‌بندی‌ها مشابه هستند؟

چه مقدار همپوشانی در پراکنش این گونه‌های بن‌درآب وجود دارد؟ چگونه می‌توان میزان همپوشانی بین دو گونه را مورد سنجش قرار داد؟ چه چیزی همپوشانی پراکنش گونه‌های بن‌درآب را ممکن می‌سازد؟

۲.۵.۵ هسته‌های رسوبی

تغییرات در پوشش گیاهی تالاب‌ها طی زمان در رسوبات تالابی ثبت می‌شوند. تغییرات عمده در پوشش گیاهی اغلب می‌توانند با آزمایش هسته‌های رسوبی بازسازی شوند.

توسط یک نمونه‌گیر یا هسته‌گیر، یک یا تعداد بیشتری هسته رسوبی از یک تالاب جمع‌آوری نمایید. پس از نمونه‌برداری سعی کنید نمونه‌ها دست نخورده بمانند. در سایت، هسته‌ها را از بالا تا پایین تشریح کنید، بدین معنی که بخش‌هایی را که از نظر رنگ، بافت، یا وجود بخش‌های قابل تشخیص گیاهی یا جانوری متفاوت هستند را تعیین کنید. هسته‌ها می‌توانند در یخچال نگهداری شوند. در آزمایشگاه، هسته را از بالا تا پایین نمونه‌برداری کنید و اطمینان حاصل نمایید همه بخش‌های هسته که از نظر رنگ و بافت متفاوت هستند، نمونه‌برداری شوند. این کار را می‌توان از طریق برش زدن هسته‌ها یا جدا کردن بخش‌های کوچکی از آن انجام داد. هر نمونه هسته را زیر میکروسکوپ از نظر وجود ارگانیسم‌های قابل تشخیص، به ویژه بخش‌های گیاهی، مورد بررسی قرار دهید. تشخیص بخش‌های نیمه تجزیه شده گیاهی دشوار است و ممکن است بدون کمک امکان‌پذیر نباشد. یک مجموعه مرجع از رسوبات تالاب در نواحی که پوشش غالب آن‌ها گونه‌های غوطه‌ور در آب، گونه‌هایی با برگ‌های غوطه‌ور و گونه‌های بن‌درآب می‌باشد، می‌تواند مفید باشد. به طور کلی، این نوع مطالعات در تالاب‌هایی با خاک‌های خیلی آلی، بهتر قابل انجام است.

چه مقدار رسوب در این تالاب جمع شده است؟ لایه‌های هسته چه رنگی هستند؟ آیا رسوبات عمدتاً آلی یا غیرآلی هستند؟ چه شواهدی برای تغییرات عمده پوشش گیاهی در هسته وجود دارد؟

۶
تالاب

کارکردهای تالاب ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری یک تالاب هستند، از جمله تولید اولیه، زنجیره‌های غذایی، چرخه مواد غذایی، بیلان آبی، پرندگان و غیره. کارکردهای تالاب، خدمات تالابی را ایجاد می‌کنند. این خدمات منافعی هستند که اشخاص یا جوامع، از تالاب‌ها کسب می‌کنند، از جمله الوار، سرخس، ماهی، مرغابی، تورب، ترسیب کربن، کاهش سیل، تصفیه آب و غیره. به خاطر این منافع، تالاب‌ها برای افراد یا جامعه یا هر دو ارزش اقتصادی دارند (وودوارد و ووی ۲۰۰۱).

متأسفانه، مطالعات دقیق در مورد کارکردهای تالاب نسبتاً محدود بوده است و اغلب این مطالعات تنها تعداد محدودی از عملکردهای تالابی را مورد بررسی قرار داده‌اند. این مطالعات اغلب با ملاحظات اجرایی هدایت شده‌اند. به طور مثال، اهمیت برخی انواع تالاب‌ها به عنوان زیستگاه پرندگان آبزی مطالعات زیادی در خصوص زنجیره‌های غذایی آنان فراهم نموده است. همچنین دغدغه‌های موجود در رابطه با اثرات افزایش مواد غذایی در آب یا اختلال در هیدرولوژی در برخی تالاب‌های بزرگ، نظیر باتلاق‌ها منجر به انجام مطالعات متعددی در خصوص چرخه‌های مواد غذایی شده است. در شرایط خاص ماکروفیت‌ها بر تالاب غالب می‌شوند. آن‌ها بخش اعظم انرژی خورشیدی وارد شده به تالاب را می‌گیرند و بخش بزرگی از ساختار فیزیکی تالاب را شکل می‌دهند. این گیاهان بزرگ‌ترین مخزن و فضای زنده برای مواد غذایی مانند فسفر و نیتروژن هستند. به طور خلاصه، کارکردهای یک تالاب عمدتاً محصول ماکروفیت‌های آن هستند. در این بخش، این کارکردها که نتیجه حضور ماکروفیت‌ها در تالاب‌ها می‌باشند، مورد بررسی قرار خواهند گرفت: تولید اولیه، شبکه‌های غذایی (تولید ثانویه)، و چرخه‌های معدنی.

۱.۶ تولید اولیه

مواد گیاهی زنده یا مرده موجود در تالاب‌ها به طور عمده نتیجه فتوسنتز اکسیژنی می‌باشند. فتوسنتز اکسیژنی، شامل فرایند کاهش[1] اکسیده‌ترین حالت کربن، توسط ماکروفیت‌ها، جلبک و سیانوباکتری‌های دی‌اکسیدکربن به مواد آلی است که با استفاده از انرژی نور جذب شده توسط کلروفیل‌ها و آب به عنوان کاهنده انجام می‌شود. یک محصول جانبی مهم فتوسنتز اکسیژنی، آزادسازی اکسیژن می‌باشد.

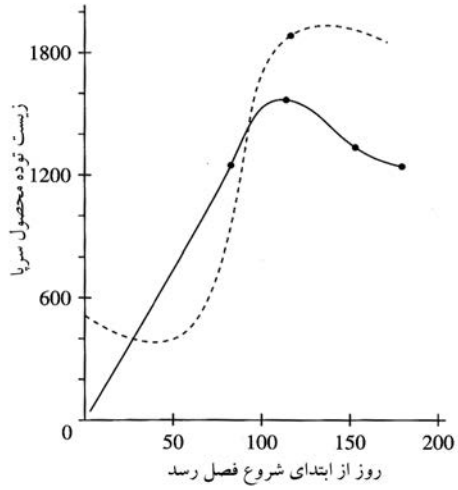
$$[CH_2O]+O_2 \longrightarrow CO_2+H_2O$$ **فتوسنتز اکسیژنی**

ماده آلی احیاء شده که توسط فتوسنتز تولید می‌شود، می‌تواند طی تنفس هوازی یا بی‌هوازی به وسیله ارگانیزم‌های هتروتروفیک، اکسید شود تا انرژی شیمیایی ذخیره شده توسط فتوسنتز را از ترکیبات آلی کسب کند.

$$CO_2+H_2O \longrightarrow [CH_2O]+O_2$$ **تنفس هوازی**

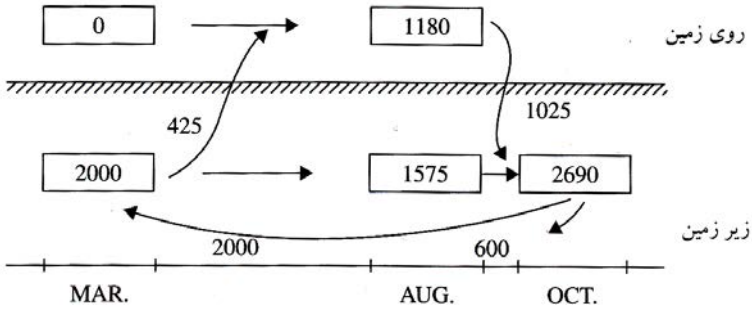
کل میزان کربنی که توسط فتوسنتز طی مدتی تثبیت می‌شود، تولید ناخالص اولیه (GPP) نامیده می‌شود. اما گیاهان نیز هنگام روشنی و تاریکی برای تأمین انرژی جهت حفظ و رشد خود، تنفس می‌کنند. در نتیجه میزان مواد آلی که به طور واقعی تجمع پیدا می‌کند در مقایسه با میزانی که طی زمان مشابه صرف تنفس (R) می‌شود، از میزان تثبیت شده توسط فتوسنتز کم‌تر است. میزان ماده آلی که طی دوره مشخص تجمع می‌یابد، تولید خالص اولیه نامیده می‌شود (NPP= GPP-R). اگرچه اندازه‌گیری مقدار NPP امکان‌پذیر است، در واقعیت، عموماً NPP براساس برداشت گیاهان رشد یافته در یک تالاب مورد سنجش قرار می‌گیرد. میزان مواد گیاهی موجود در واحد سطح در هر زمان، محصول سرپا[1] یا توده زیستی نامیده می‌شود. اگرچه اغلب، حداکثر محصول سرپا برای تخمین فصلی یا سالانه تولید خالص اولیه به کار می‌رود، همیشه به دلیل عدم محاسبه میزان از دست رفتن مواد آلی توسط جانوران گیاهخوار، بیماری‌ها و ریختن بخش‌های گیاهی (برگ، گل، ریشه و غیره)، این تخمین‌ها بسیار ضعیف هستند.

اگرچه از نظر تئوری استفاده از روش‌های متعدد برای تخمین سالانه NPP در تالاب‌ها امکان‌پذیر است، تقریباً همه داده‌های قابل دسترسی بر اساس روش‌های مبتنی بر برداشت گیاه به دست می‌آیند. (وست‌لیک و همکاران ۱۹۹۸). از آنجایی که تکنیک‌های متفاوت برداشت گیاه برای جمع‌آوری اطلاعات در مورد گیاهان زنده مستقر در بالا و زیر سطح زمین مورد استفاده‌اند، چنین مرسوم است که داده‌های توده زیستی برای هر دو بخش گیاه در بخش بالایی و زیر سطح زمین ارائه شود. برای تخمین تولید اولیه سالانه، توده زیستی بالا و زیر سطح زمین طی فصل رشد جمع‌آوری می‌شود (تصویر ۱-۶). جابجایی فصلی، مواد آلی از بالا به زیر سطح خاک یا برعکس، عمل تخمین میزان تولید خالص اولیه سالانه را دشوار می‌سازد. تولید خالص کلی سالانه معمولاً مجموع حداکثر محصول سرپا در بخش بالایی و زیرین سطح زمین نمی‌باشد (شیروپ ۱۹۷۸). به هر صورت، تخمین میزان تولید خالص کلی سالانه از طریق داده‌های توده زیستی با استفاده از تغییرات فصلی در محصول سرپای زیر سطح زمین به صورت صحیح در مورد جابجایی‌ها، قابل محاسبه است (تصویر ۲-۶). به عنوان مثال در یک تالاب نیزاری در دانمارک حداکثر محصول سرپا در بالای سطح زمین برابر ۱۱۶۰ $g\ m^{-2}$ محاسبه شد.



تصویر ۱.۶ تغییرات فصلی در محصول سرپای بالای سطح زمین (خط ممتد) و زیرسطح زمین (خط‌چین) لوبی در تالابی واقع در نیوجرسی (برگرفته از جرویس ۱۹۶۹).

[1] Standing crop



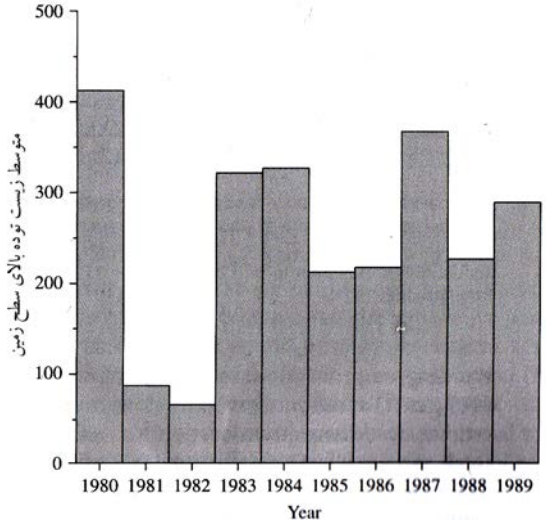
تصویر ۲.۶ تغییرات فصلی در محصول سرپا در بخش بالای سطح زمین و بخش زیرین سطح زمین (گرم بر متر مربع) و تخمین جابجایی از زیر به بالای سطح زمین در بهار (۴۲۵ گرم بر متر مربع) و از بالا به زیر سطح زمین در پاییز (۱۰۲۵گرم بر متر مربع) در یک تالاب نیزاری در دانمارک. تولید خالص اولیه سالانه به میزان ۱۷۶۰گرم بر متر مربع تخمین زده می‌شود (گرم بر متر مربع ۱۱۶۰+۱۰۲۵-۴۲۵=). (برگرفته از شیروپ ۱۹۷۸.)

با توجه به تغییرات فصلی در محصول سرپای تالاب در بالا و زیر سطح زمین، جابجایی از بخش زیرین به بالای سطح زمین در بهار (۴۲۵ $g\ m^{-2}$) و از بخش بالا به زیر سطح زمین در پاییز (۱۰۲۵ $g\ m^{-2}$) قابل محاسبه می‌باشد. هنگامی که فرایند جابجایی در نظر گرفته می‌شود، تولید خالص اولیه سالانه ۱۷۶۰ $g\ m^{-2}$ تخمین زده می‌شود (۱۱۶۰+۱۰۲۵-۴۲۵$g\ m^{-2}$=). محصول سرپای بالای سطح زمین به میزان قابل ملاحظه‌ای تولید اولیه سالانه را کم برآورد می‌کند. متأسفانه بخش اعظم داده‌های موجود در خصوص تولید خالص اولیه ماکروفیت‌ها در تالاب بر اساس تخمین میزان توده زیستی بالای سطح زمین می‌باشد. برای برخی ماکروفیت‌ها، به ویژه ماکروفیت‌های بالای سطح آب، محصول سرپای زیر سطح زمین، اغلب از محصول سرپای بالای سطح زمین بیشتر است (تصویر ۲.۶).

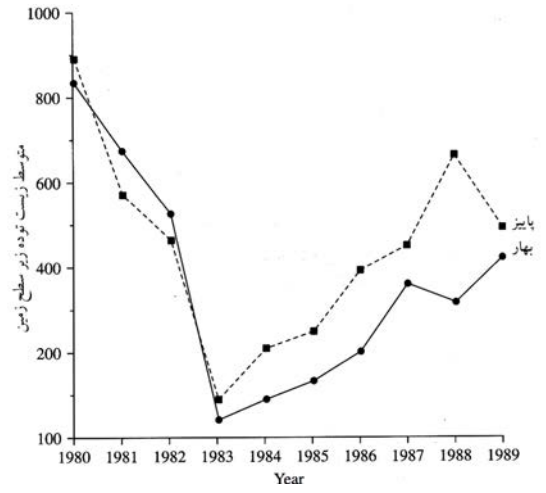
تولید اولیه سالانه مورد تخمین تالاب‌ها بسیار متغیر است و از ۱۰۰ تا ۹۰۰۰ گرم بر متر مربع تغییر میکند(جدول ۱.۶). چرا که در اکوسیستم‌های خشکی، تولید اولیه تابعی از فرم رشد گیاه، سطوح مواد غذایی، سطوح نور، درجه حرارت، طول فصل رشد، و غیره می‌باشد. حتی در درون یک تالاب، انواع مختلف پوشش گیاهی، دارای اختلاف زیادی از نظر حداکثر محصول سرپا هستند (تصویر ۱.۲). در تالاب‌هایی که از یک سال تا سال بعد دچار تغییرات قابل توجه سطح آب هستند، مانند چال‌مرغزارها (تصویر ۷.۵)، توده زیستی می‌تواند به میزان قابل توجهی از یک سال تا سال دیگر در هر دو بخش بالایی (تصویر ۳.۶) و زیر سطح زمین (تصویر ۴.۶) متغیر باشد.

نوع تالاب	تولید خالص اولیه
	۱۰۰-٤۰۰
	۲۰۰-۱۰۰۰
	۵۰۰-۱۵۰۰
	٦۰۰۰-۹۰۰۰
	۵۰۰-۷۰۰۰
	٤۰۰۰-٦۰۰۰
	۵۰۰-۱٦۰۰

جدول ۱.۶ طیف کل تولید اولیه ماکروفیت سالانه ($g\ m^{-2}$) در تالابهای مختلف
منبع: برگرفته از ویمازال (۱۹۹۵).



تصویر ۳.۶ میانگین حداکثر محصول سرپای بالای سطح زمین طی یک چرخه خشکسالی- ترسالی شبیه‌سازی شده در سلول‌های آزمایشی در دلتای مارش، مانیتوبا، کانادا. سطح آب در سال‌های ۱۹۸۱ و ۱۹۸۲ بالاتر از سطح نرمال (۱۹۸۰) بود. سطح آب در سال‌های ۱۹۸۳ و ۱۹۸۴ تا ۵۰ سانتی‌متر زیر سطح نرمال کاهش یافت و هیچ آب راکدی وجود نداشت. از سال ۱۹۸۵ تا ۱۹۸۹ سطح آب به میزان نرمال بازگشت. (برگرفته از وان‌دروالک ۲۰۰۰.)



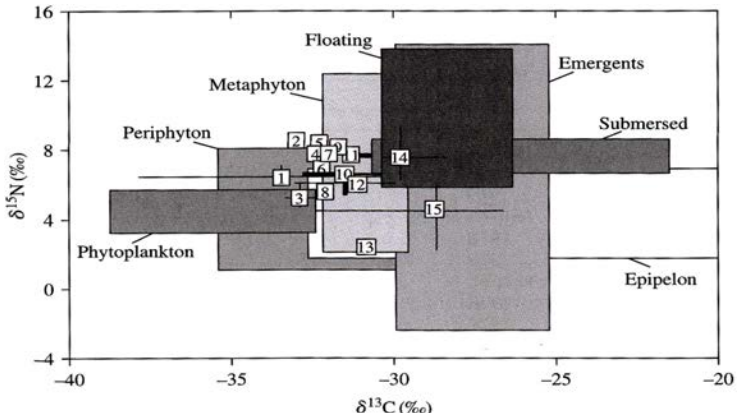
تصویر ۴-۶ میانگین بهاره (خط ممتد) و میانگین پاییزه (خط‌چین) محصول سرپای زیر سطح زمین طی یک چرخه خشکسالی‌ترسالی شبیه‌سازی شده در سلول‌های آزمایشی در دلتای مارش، مانیتوبا، کانادا. در سال‌های ۱۹۸۱ و ۱۹۸۲ سطح آب به یک متر بالاتر از سطح نرمال (۱۹۸۰) افزایش یافت. در سال‌های ۱۹۸۳ و ۱۹۸۴ سطح آب به ۵۰ سانتی‌متر زیر سطح نرمال کاهش یافت و هیچ آب راکدی وجود نداشت. از سال ۱۹۸۵ تا ۱۹۸۹ سطح آب به میزان نرمال بازگشت (برگرفته از وان‌دروالک ۲۰۰۰.)

قطعاً ماکروفیت‌ها تنها تولیدکنندگان اولیه در تالاب‌ها نیستند. جلبک‌ها شامل سیانوباکتری‌ها نیز مشارکت قابل توجهی در تولید اولیه بسیاری از تالاب‌ها دارند. اهمیت تولید جلبک‌ها اغلب نادیده انگاشته می‌شود چرا که محصول سرپای جلبکی

معمولاً تنها کسری از محصول سرپای ماکروفیت‌ها می‌باشد. در پنج سال اول پس از آبگیری مجدد، میانگین محصول سرپای جلبکی در مجموعه‌ای از تالاب‌های مورد آزمایش تنها ۲۰٪ کل محصول سرپای آن‌ها را شامل می‌شد (رابینسون و همکاران ۲۰۰۰). از بین چهار اجتماع جلبک موجود، متافیتون، ۹۰٪ از محصول سرپای جلبکی بوده و بخش عمده باقیمانده را اپی‌فیتون تشکیل می داد و این در حالی است که فیتوپلانکتون و اپی‌پلون محصول سرپای بسیار اندکی داشتند. محصول سرپای جلبکی برآورد معنی‌داری از تولید سالانه کل آن‌ها در اختیار قرار نمی‌دهد. میانگین زمان بازگشت محصول سرپای جلبکی در همین تالاب‌ها برای فیتوپلانکتون، اپی‌فیتون، اپی‌پلون و متافیتون به ترتیب ۴/۳، ۱۲/۴، ۲۵/۷ و ۳۲/۶ روز تخمین زده شد. با در نظر گرفتن زمان بازگشت می‌توان گفت که تولید خالص اولیه سالانه جلبکی، با تولید ماکروفیت قابل مقایسه، یا حتی بیشتر از آن می‌باشد. همان گونه که انتظار می‌رود، متافیتون و اپی‌فیتون بالاترین تولید خالص سالانه را داشتند.

تولید جلبکی، همانند تولید ماکروفیت که به شدت به آن مرتبط است، می‌تواند از یک سال تا سال دیگر تغییر کند. طی چرخه‌های خشکسالی- ترسالی در چال‌مرغزارها (تصویر ۷.۵)، طی مراحل اولیه بازتولید، هنگامی که جمعیت ماکروفیت‌های بن‌درآب هنوز در حال گسترش هستند، تولید جلبکی بیشترین میزان خود را دارد. هنگامی که طی مرحله زوال، ماکروفیت‌ها رو به کاهش می‌گذارند، تولید خالص اولیه سالانه جلبکی می‌تواند از تولید ماکروفیت فراتر رود. تولید جلبک طی دوره‌های باتلاقی خشک و دریاچه‌ای، پایین است. میزان مشارکت نسبی اجتماعات جلبکی مختلف (تصویر۵.۶) طی یک چرخه خشکسالی- ترسالی توسط رابینسون و همکاران (۲۰۰۰) برآورد شده است. اپی‌پلون طی مرحله باتلاقی خشک، متافیتون طی مرحله بازتولید، اپی‌فیتون طی مرحله زوال و فیتوپلانکتون طی مرحله دریاچه‌ای، غالب می‌باشند.

متأسفانه مطالعات مقایسه‌ای بسیار اندکی در خصوص تولید جلبکی و ماکروفیتی در خارج از چال‌مرغزارها در شمال آمریکا انجام شده است. مطالعات معدودی که در سایر انواع تالاب‌ها انجام شده است نیز بیانگر آن است که توده زیستی و تولید جلبکی، نقش قابل ملاحظه‌ای در تولید اولیه کلی آن‌ها دارد. در باتلاق‌ها (مک کورمیک و همکاران ۱۹۹۸)، در لجن‌زارها و نواحی پوشیده از توده‌های تنک *Eleocharis cellulosa*، محصول سرپای جلبکی بسیار بالاست (۱۶۰۰-۱۰۰ $g\ m^{-2}$)، اما در نواحی پوشیده از توده‌های متراکم گیاهان بن‌درآب مانند *Cladium jamaicense* و *Typha domingensis* بسیار کم‌تر (۵۰-۰ $g\ m^{-2}$) می‌باشد. طی هر دو فصل خشکی و آبداری، اپی‌پلون و به دنبال آن اپی‌فیتون و متافیتون، بالاترین سهم را در مجموع توده زیستی جلبکی داشتند. در مجموع، چنین برآورد می‌شود که جلبک یک سوم تا یک دوم کل تولید خالص اولیه سالانه باتلاق‌ها را تشکیل می‌دهد.

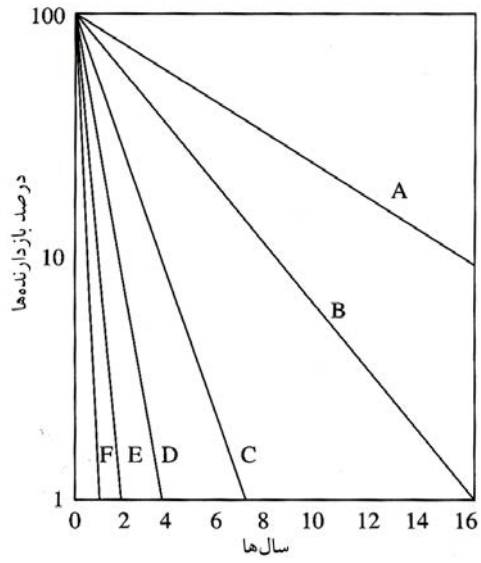


تصویر ۵.۶ توزیع نسبی میزان تولید اولیه سالانه جلبک همراه با اپی‌پلون و پلوکن‌ها، اپی‌فیتون، متافیتون و پلانکتون در طی یک چرخه آبداری- خشکی تالاب در یک چال‌مرغزار. پلوکن‌ها پوسته‌های سیانوباکتری‌ها و دیاتوم‌ها بر سطح خاک هستند. ویژگی‌های سایر اجتماعات جلبکی در متن تشریح شده است (برگرفته از رابینسون و همکار. ۲۰۰۰.).

به طور خلاصه، تولید جلبکی در تالاب‌ها می‌تواند درصد قابل توجهی از تولید اولیه کل باشد. تولید اولیه جلبکی در پهنه‌های گیاهی تالاب‌ها و از سالی به سال دیگر در یک تالاب خاص، به طور چشمگیری متغیر است. علی‌رغم قطعی بودن این امر که اهمیت نسبی تولید جلبکی نیز به طور قابل توجهی در انواع مختلف تالاب متفاوت می‌باشد، داده‌های موجود بسیار کمی برای تخمین طیف تولید جلبکی وجود دارد. اغلب تورب‌زارها مقدار بسیار کمی آب راکد دارند یا فاقد آب راکد می‌باشند و تولید جلبکی در این تالاب‌ها نسبت به تالاب‌های رودخانه‌ای، پالوسترین و لاکوسترین که گستره‌های وسیعی از آب راکد دارند، به میزان چشمگیری کم‌اهمیت‌تر می‌باشد.

۲.۶ تجزیه پسماند

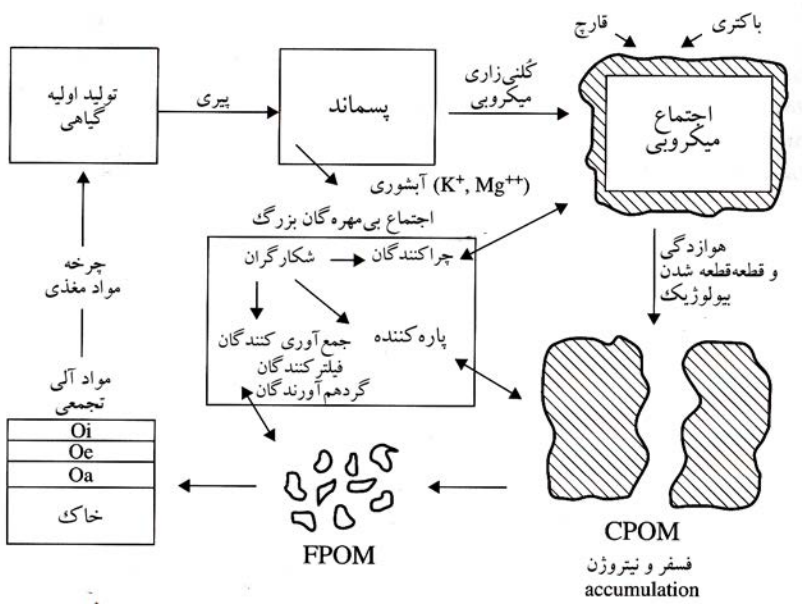
ماکروفیت‌ها و جلبک‌ها نهایتاً یا توسط گیاهخواران خورده می‌شوند یا می‌میرند. با نابودی آن‌ها، پسماند حاصل (مواد آلی مرده)، به عنوان یک منبع انرژی برای میکروارگانیسم‌های هتروتروفیت فراهم می‌شود. خرد شدن یا تجزیه این پسماند باقیمانده انرژی تثبیت شده در آن و عناصر جذب شده جلبک‌ها و گیاهان پرسلولی را آزاد می‌کند. کیفیت وکمیت مواد آلی تولید شده در تالاب به میزان زیادی بر سایر کارکردهای تالاب، به ویژه زنجیره‌های غذایی و چرخه مواد مغذی، تأثیر می‌گذارد. پسماند از نظر شیمیایی ترکیبی بسیار پیچیده از اجزاء است که می‌تواند از قندهای ساده و اسیدهای آمینه که سوخت و ساز آن‌ها برای میکروارگانیسم‌ها بسیار ساده است، تا پلیمرهای دارای زنجیره‌های طویل (مانند لیگنین‌ها) متغیر باشد. وقتی پسماند تجزیه می‌شود، معمولاً کاهش اولیه سریعی در مولکول‌های کوچک که از بافت مرده خارج می‌شوند، وجود دارد. پسماند میکروارگانیسم‌ها به سرعت روی پسماندهای پیشین تجمع می‌یابند و هنگامی که توده زیستی میکروبی افزایش می‌یابد، سرعت تجزیه پسماند نیز زیاد می‌شود. اگرچه هنگامی که مولکول‌های دارای سوخت و ساز آسان‌تر به مصرف رسیدند، سرعت تجزیه پسماند شروع به کاهش می‌نماید (تصویر ۶-۶).



تصویر ۶.۶ منحنی‌های ایده‌آل‌سازی شده و منشعب برای نمایش اجزای اصلی تشکیل‌دهنده پسماند گیاهی. A، فنول‌ها ؛ B، روغن؛ C، لیگنین؛ D، سلولز؛ E، همی سلولز؛ F، شکر ؛ (برگرفته از فنچل و همکاران ۱۹۹۸)

تجزیه پسماند (تصویر ۷.۶) فرایندی است که برای انجام شدن به تماس احتیاج دارد، چرا که میکروارگانیسم‌ها، به ویژه قارچ‌ها، باید با سطح پسماند در تماس باشند تا بتوانند سوخت و ساز نمایند یا مولکول‌های آزاد شده از تجزیه پسماند را مورد استفاده قرار دهند. به علت رشد میکروارگانیسم‌ها روی پسماند، ترکیبی جدانشدنی از پسماند و میکروارگانیسم ایجاد می‌گردد که مواد ریز و خرد یا پوده نامیده می‌شود. به خاطر وجود این میکروارگانیسم‌ها که می‌توانند تراکمی برابر صدها میلیون در سانتی‌متر مربع داشته باشند، مواد پوده اغلب نسبت به پسماند آب‌شویی شده، نیتروژن و فسفر بیشتری به ازاء کربن موجود دارند. اگرچه پسماند به خودی خود خیلی مغذی نمی‌باشد، از نظر ارزش غذایی برابر تکه‌ای مقوا است اما مواد پوده بسیار مغذی هستند. این مواد، رژیم غذایی اصلی بسیاری از بی‌مهرگان تالابی که مجموعاً ریزه‌خواران نامیده می‌شوند، می‌باشند.

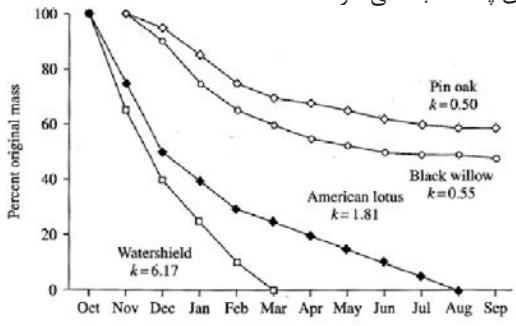
گیاهان تالابی از نظر ترکیب شیمیایی تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای دارند، حتی در یک تالاب سرعت تجزیه پسماند می‌تواند بین گونه‌های چوبی، بیرون از سطح آب، گیاهان دارای برگ‌های غوطه‌ور در آب و گیاهان غرقابی بسیار متفاوت باشد (تصویر ۸-۶). پسماند گیاهان آبزی غرقابی و گیاهان دارای برگ‌های غوطه‌ور در آب، با بافت ساختاری اندک می‌توانند طی چند هفته یا چند ماه کاملاً تجزیه شوند، در حالی که تجزیه پسماند چوبی می‌تواند دهه‌ها یا قرن‌ها به طول انجامد. میکروارگانیسم‌ها برای خرد کردن پسماند نه تنها به یک منبع انرژی (ماده آلی)، بلکه به منبعی از سایر عناصر ضروری (به طور مثال نیتروژن، فسفر و گوگرد) نیز نیاز دارند.



تصویر ۷.۶ تجزیه پسماند

سطح بعضی عناصر ضروری در برخی پسماندهای ماکروفیت‌ها ممکن است در ابتدا آن قدر پایین باشد که نتواند رشد میکروارگانیسم‌ها را پشتیبانی نماید. نسبت کربن به نیتروژن (C:N) یا کربن به فسفر (C:P) قبل از معدنی شدن باید ۳۰> باشد. طی مراحل اولیه تجزیه پسماند، جذب مواد غذایی توسط میکروارگانیسم‌ها ممکن است از میزان رهاسازی مواد غذایی

ناشی از معدنی شدن پسماند، فراتر رود. پسماند طی این فاز از تجزیه، در واقع مخزنی برای مواد غذایی است.
نه تنها ویژگی‌های ذاتی پسماند مانند لیگنین، نیتروژن، فسفر و تانین می‌توانند بر سرعت تجزیه اثر گذارند، بلکه بسیاری عوامل محیطی (اکسیژن، دما، PH) نیز در این امر مؤثرند، چرا که آن‌ها بر نوع و توده میکروارگانیسم‌های یافت شده بر روی پسماند، تأثیر می‌گذارند. گادزچاک و وتزل (۱۹۷۸) یک بررسی کلاسیک در خصوص تأثیرات شرایط محیطی بر تجزیه پسماند انجام دادند (تصویر ۹.۶). آن‌ها در تحقیق خود تأثیرات اکسیژن (هوازی در مقابل بی‌هوازی) و دما (۱۰ درجه سانتی‌گراد در مقابل ۲۵ درجه سانتی‌گراد) را بر تجزیه تعدادی از گونه‌ها مورد آزمایش قرار دادند. تجزیه تحت شرایط بی‌هوازی ۱۰ درجه سانتی‌گراد کم‌ترین سرعت و تحت شرایط هوازی ۲۵ درجه سانتی‌گراد بالاترین سرعت را داشت. در ۱۰ درجه سانتی‌گراد تحت هر دو شرایط هوازی و بی‌هوازی، بخش عمده پسماند به شکل ذرات ریز باقی ماند. تنها در شرایط هوازی ۲۵ درجه سانتی‌گراد، بخش عمده پسماند کاملاً به CO_2 تجزیه شد. بنابراین، سرانجام پسماند در تالاب‌ها هم به شرایط محیطی و هم ویژگی‌های پسماند بستگی دارد.



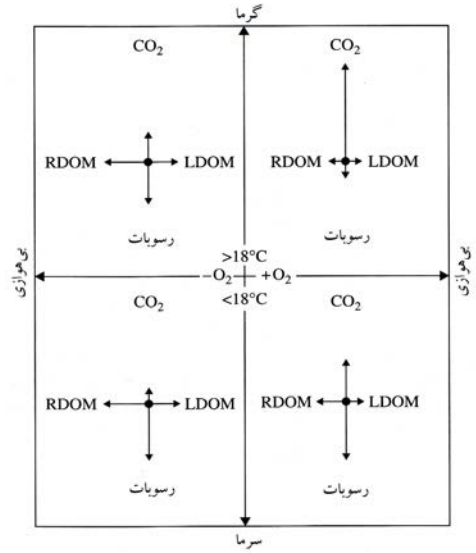
تصویر ۸.۶ منحنی‌های تجزیه چهار گونه گیاهی. ضریب فساد سالانه (k)

عوامل محیط زیستی	ویژگی‌های درونی
درصد کمبود آب	میزان لیگنین
سطح اکسیژن	C:N ratio
دما	C:P ratio
پی.اچ	Nitrogen content
غلظت مواد مغذی	میزان اسیدتانیک
زیست توده بی‌مهرگان	میزان پلی‌فنول

جدول ۲.۶ ویژگی‌های ذاتی پسماند و فاکتورهای زیست‌محیطی که سرعت تجزیه پسماند را کنترل می‌کنند.

۳.۶ شبکه‌های غذایی

تولید اولیه تالاب، تعداد زیادی از ارگانیسم‌های هتروتروف (مصرف کننده) که از نظر اندازه از یک باکتری تا یک اسب آبی، متغیر می‌باشند را حمایت می‌کند. به نظر می‌رسد که در اغلب تالاب‌ها، توده زیستی میکروفیت زنده به صورت اندک (۵-۱۰٪) توسط چرندگان، پستانداران کوچک اولیه و بی‌مهرگان مورد استفاده قرار گیرد.
در این خصوص استثنائات زیادی وجود دارد، مانند تالاب‌های جنوب آفریقا که وقتی سطح آب طی فصل خشکی کاهش می‌یابد، توسط گله‌های بزکوهی، گورخر، گوزن یالدار، گاومیش و... مورد چرا قرار می‌گیرند (الن بروک ۱۹۸۷). برخی تالاب‌ها مورد چرای حیوانات خانگی نیز قرار می‌گیرند، تا بوته‌ها را قطع نمایند و زیستگاه مناسب‌تری برای پرندگان ساحلی فراهم کنند، یا صرفاً برای تهیه علوفه برای گله‌های گاو و اسب (وولنیک ۲۰۰۱). گله‌های گاو خانگی و گاومیش‌های آبی می‌توانند در ترکیب و ساختار گیاهان تالابی و در نتیجه سایر انواع جانورانی که از تالاب استفاده می‌کنند، تغییرات قابل ملاحظه‌ای



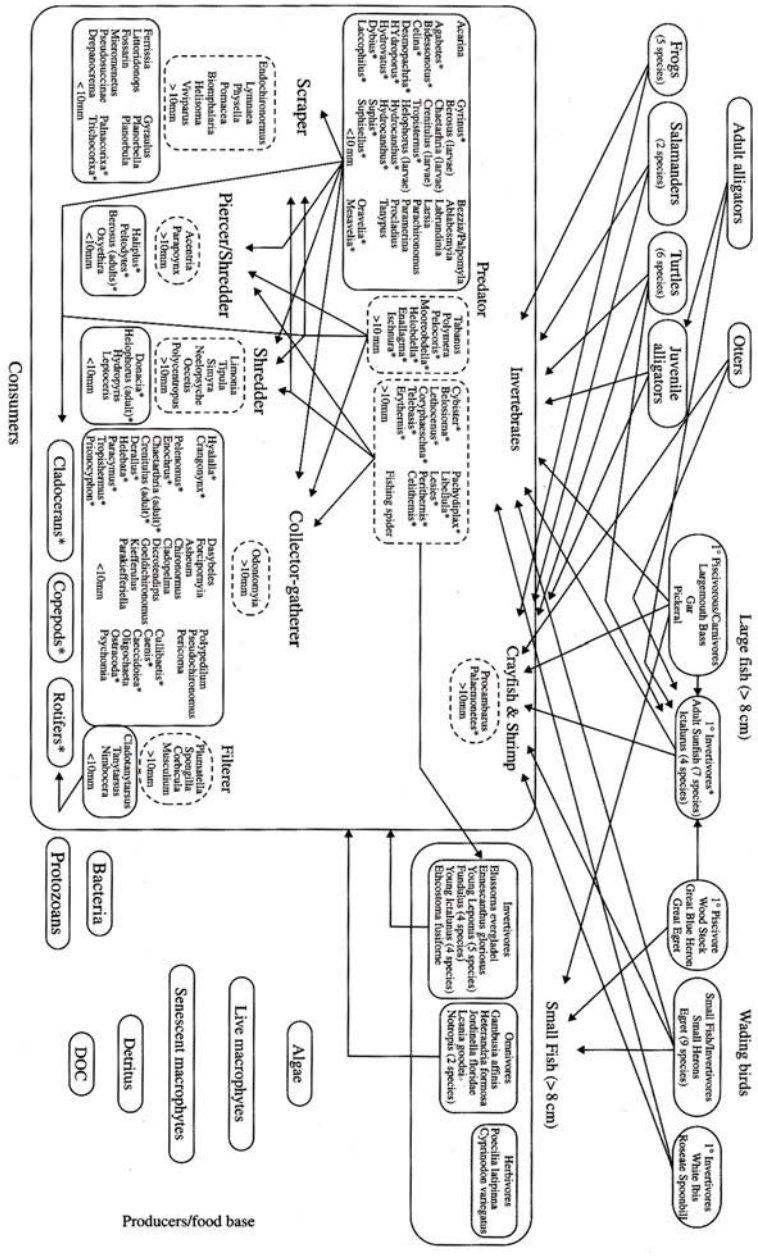
جدول ۲.۶ ویژگی‌های ذاتی پسماند و فاکتورهای زیست‌محیطی که سرعت تجزیه پسماند را کنترل می‌کنند.

ایجاد نمایند. متأسفانه سرانجام تولید جلبکی در تالاب‌های آب شیرین کم‌تر مورد مطالعه قرار گرفته است. با این حال مطالعات دریاچه‌ها و چند مطالعه انجام شده در تالاب‌ها نشان می‌دهد که بی‌مهرگان چراکننده و تغذیه‌کنندگان فیلتری (موجوداتی که مواد غذایی را از طریق فیلتر کردن آب به دست می‌آورند)، بخش قابل توجهی از توده زیستی جلبکی را مصرف می‌کنند (لییس و هیلبرند ۲۰۰۴). در حالی که میزان زیادی از تولید اولیه ماکروفیتی و جلبکی، در تالاب‌ها توسط گیاهخواران مصرف نشده و نهایتاً تبدیل به پسماند می‌شود.

بنابراین دو مسیر متفاوت وجود دارد که از طریق آن انرژی در تالاب‌ها از یک سطح غذایی به سطح دیگر منتقل می‌شود، از لایه اتوتروفیک یا تولیدکنندگان (از طریق گیاهخواران) به لایه هتروتروفیک یا مصرف‌کنندگان (ریزه خواران) (مریت و همکاران ۱۹۹۹). مسیر اتوتروفیک شامل مصرف ماکروفیت‌های زنده یا جلبک توسط گیاهخواران می‌باشد. فرایند مصرف نیز شامل تجزیه است که مصرف ماکروفیت، جلبک و پسماند جانوران توسط میکروارگانیسم‌ها و سپس مصرف میکروارگانیسم‌ها توسط بی‌مهرگان می‌باشد. اهمیت نسبی این دو مسیر در تالاب‌ها، مورد بحث زیادی بوده است. از نظر تاریخی، مسیر هتروتروفیک، مسیر غذایی غالب در تالاب‌ها تلقی می‌گردید. گرچه هنگامی که اهمیت تولید جلبکی در تالاب‌ها به نحو بهتری مستند گردید، مسیر غذایی اتوتروفیک، اگر نه مهم‌تر از آن، به همان اندازه حائز اهمیت دانسته شد.

زنجیره‌ها یا شبکه‌های غذایی در ساده‌ترین شکل خود نشان می‌دهند که کدام موجود، کدام موجود را می‌خورد. تصویر ۱۰.۶ نمونه‌ای از شبکه غذایی است که برای یک باتلاق طرح‌ریزی شده است (رادر ۱۹۹۹). اگرچه این شبکه غذایی به نظر پیچیده می‌آید، در واقع بسیار ساده شده است و بسیاری از اجتماعات مهم ارگانیسمی تحت یک مجموعه واحد قرار گرفته‌اند؛ به طور مثال جلبک‌ها، ماکروفیت‌ها، ریزه‌خواران و غیره. تأکید این شبکه غذایی بر برهمکنش بی‌مهرگان و همچون اغلب شبکه‌های غذایی بر پرندگان، پستانداران و ماهیان دارای ارزش‌های ویژه است. تأکید بر اجتماعات بی‌مهرگان در شبکه غذایی تضمین شده است چرا که اجتماعات بی‌مهرگانی که معمولاً از نظر چگونگی به دست آوردن غذا متفاوت هستند (تکه‌تکه‌کننده، فیلترکننده، خراشنده، شکارچی)، ارتباط‌دهنده کلیدی تولیدکنندگان اولیه و سطوح غذایی بالاتر (مثلاً گوشتخوارانی چون اردک و ماهی) می‌باشند.

مطالعات شبکه‌های غذایی، پیچیده هستند، چرا که در هر تالابی تعداد زیادی زیستگاه‌های خرد متفاوت که دارای اجتماعات مختلفی از جلبک‌ها، بی‌مهرگان و مهره‌داران هستند وجود دارد و تغییرات زمانی (فصلی و سالانه) قابل توجهی در هر زیستگاه



تصویر ۱۰-۶ شبکه غذایی تهیه شده برای یک باتلاق در فلوریدا. گونه‌های مهره‌دار بر اساس سایز و یا ترجیحات غذایی دسته‌بندی شده‌اند. گونه‌های بی‌مهره بر اساس چگونگی به دست آوردن غذا (جمع‌کننده- گردآورنده، تکه‌کننده، خراشنده، سوراخ‌کننده، تکه‌کننده، فیلترکننده، درنده) دسته‌بندی شده‌اند. بی‌مهرگان نقش میانی را در این شبکه و همه شبکه‌های غذایی تالاب ایفا می‌نمایند (برگرفته از رادر ۱۹۹۹).

خرد به چشم می‌خورد. همچنین انواع مختلفی از تالاب‌ها وجود دارند و اهمیت نسبی این زیستگاه‌های گوناگون در تالاب‌ها تفاوت قابل توجهی دارد. درک زنجیره‌های غذایی تالاب حتی به دلیل این که بسیاری از ارگانیسم‌ها در مراحل مختلف چرخه زندگی خود و هنگامی که در اندازه‌های مختلف هستند، از غذاهای متفاوتی استفاده می‌کنند، اغلب پیچیده‌تر نیز می‌شود. اردک‌های ماده هنگام تخم‌گذاری اغلب از بی‌مهرگان و در سایر مواقع سال از دانه‌ها و ساقه‌های زیرزمینی گیاهان تغذیه می‌کنند. بی‌مهرگان فیلترکننده اصولاً غذا را بر اساس اندازه آن و نه زنده یا مرده بودن آن، انتخاب می‌کنند. بررسی وضعیت شبکه‌های غذایی، گام اولیه اساسی برای درک پویایی غذایی در تالاب‌ها است. به هر صورت برای تعیین کمیت گردش انرژی و مواد از یک سطح غذایی به سطح دیگر، نیاز به شیوه دیگری می‌باشد.

اساساً سه روش برای تعیین ارگانیسم‌هایی که در تالاب تغذیه می‌کنند، وجود دارد: ۱) مشاهده میدانی یا آزمایشگاهی موجودات برای دیدن آن‌چه که مورد تغذیه قرار می‌دهند؛ ۲) بررسی امعاء و احشاء ارگانیسم‌ها برای دیدن محتویات آن‌ها و ۳) به کارگیری نسبت‌هایی از ایزوتوپ‌های پایدار یا سایر نشانگرهای بیوشیمیایی که ذاتاً در شبکه غذایی بدون تغییر باقی می‌مانند. مطالعات مشاهداتی و محتویات امعاء و احشاء به طور کارآمدتری با ارگانیسم‌های بزرگ‌تر مانند مرغ‌آبزی و ماهی‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. این روش‌ها برای تعیین نوع و میزان مواد غذایی که یک گونه خاص، مانند یک گونه از اردک‌های غواص مصرف می‌کنند، مورد استفاده هستند، اما برای تعیین میزان کل شبکه‌های غذایی تالاب کاربردی ندارند. بررسی نسبت‌های ایزوتوپ پایدار در سطوح غذایی مختلف در یک شبکه غذایی می‌تواند دید مفیدی نسبت به انتقال انرژی و عناصر ضروری از تولیدکننده به مصرف‌کننده، ارائه نماید (کادر ۱.۶).

شبکه‌های غذایی در چال‌مرغزارها (تصویر ۱۱-۶) با استفاده از نسبتی از ایزوتوپ پایدار مورد مطالعه قرار گرفته است تا تعیین شود که آیا گروه‌های مختلف بی‌مهرگان انرژی و مواد غذایی خود را عمدتاً از ماکروفیت‌ها، پسماند ماکروفیت‌ها و یا از جلبک‌ها به دست می‌آورند. در این مطالعات کربنδ۱۳ در مجموعه‌های جلبکی به غیر از اپیپلون‌ها که در آن‌ها کربن ۱۴ بیشتر منفی بوده است، در مورد گیاهان پرسلولی بیشتر ردیابی شده است. اغلب بی‌مهرگان آبزی بیشتر به جلبک‌ها شبیه هستند تا به اجتماعات ماکروفیت‌ها. اگرچه با استفاده از ایزوتوپ‌های پایدار امکان تعیین اهمیت نسبی اجتماعات جلبکی مختلف برای بی‌مهرگان گوناگون، ممکن نبود. با این حال این بررسی نشان داد که خط سیر شبکه غذایی برای بی‌مهرگان در این چال‌مرغزارها اساساً اتوتروفیک می‌باشد. با این حال حتی در چال‌مرغزارها این احتمال وجود دارد که در برخی قسمت‌های تالاب با پوشش گیاهی متراکم بن‌درآب که رشد جلبکی اندکی دارد، خط سیر شبکه غذایی هتروتروفیک وجود داشته باشد. این مورد در تالاب‌های مرتبط با رودخانه کی‌سی‌می[1] در فلوریدا وجود داشت (مریت و همکار ۱۹۹۹). در چال‌مرغزارها ممکن است طی دوره‌های آبداری-خشکی هنگامی که پوشش گیاهی بن‌درآب در این تالاب‌ها چیرگی دارد، خط سیر هتروتروفیک غالب باشد.

بسیاری از ارگانیسم‌ها در سطوح غذایی بالاتر تالاب‌ها گوشتخوارانی هستند که از بی‌مهرگان بزرگ و ماهیان کوچک تغذیه

باکس ۱.۶

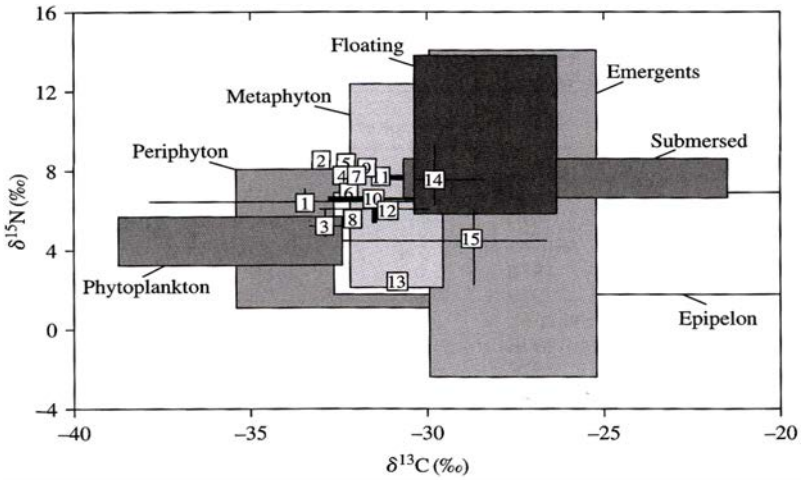
بسیاری عناصر (شامل کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و گوگرد) دارای دو یا تعداد بیشتری ایزوتوپ پایدار می‌باشند. سبک‌ترین ایزوتوپ دارای فراوانی بیشتری نسبت به ایزوتوپ‌های سنگین‌تر می‌باشد. به طور مثال، ایزوتوپ‌های سنگین کربن و نیتروژن به ترتیب ^{13}C و ^{15}N می‌باشند و ایزوتوپ‌های سبک ^{12}C و ^{14}N. برای یک عنصر خاص، اثر ایزوتوپ پایدار یک ارگانیسم یا پسماند آن با مقایسه نسبت ایزوتوپ‌های سنگین به سبک در یک نمونه از ارگانیسم *(Rsample)* به همین نسبت در یک استاندارد *(Rstandard)* تعیین می‌گردد. این مقدار دلتا δ نامیده می‌شود و به صورت واحد در هزار نشان داده می‌شود (۰/۰۰):

[1] Kissimmee River

(۰/۰۰): δ) ۱۰۰۰ (Rsample / Rstandard -۱)

مقادیر دلتا (δ) نشانگر آن است که آیا ارگانیسم نسبت به مرجع تعداد ایزوتوپ سنگین بیشتر یا کم‌تری دارد. مقدار مثبت بدان معناست که نمونه نسبت به استاندارد تعداد بیشتری ایزوتوپ سنگین دارد؛ مقدار منفی بدان معناست که نمونه نسبت به استاندارد تعداد کم‌تری ایزوتوپ سنگین دارد. به عبارت دیگر، مقدار $\delta\ ^{15}N$ از +٪۲۵ به این معنی است که ۲۵ بخش در هزار قسمت یا ٪۵/۲ از ^{15}N بیشتر در نمونه مورد بررسی نسبت به نمونه استاندارد وجود دارد. مقادیر ایزوتوپ پایدار می‌تواند برای آزمایش انتقال مواد آلی در شبکه‌های غذایی به کار می‌رود، چرا که تولیدکنندگان اولیه مختلف مقادیر ایزوتوپ پایدار متفاوتی دارند و هنگامی که تولیدکنندگان اولیه توسط مصرف‌کنندگان خورده شوند، این مقادیر ایزوتوپ پایدار اساساً بدون تغییر باقی می‌ماند. اثر ایزوتوپ پایدار گیاهخواران، همه‌چیزخواران یا گوشتخواران منعکس‌کننده اثر ایزوتوپ پایدار غذاهایی است که مصرف کرده‌اند.

می‌کنند. این ارگانیسم‌ها شامل برخی گونه‌های اردک، پرندگان آبچر، و گاهی اوقات ماهیان می‌باشند. تراکم بی‌مهرگان همیشه در حدی نیست که برای پشتیبانی این گونه‌ها کافی باشد. پرندگان آبچر در باتلاق‌ها هنگامی که در حال زادآوری هستند متکی به افت سطح آب برای تمرکز طعمه خود می‌باشند، بدین ترتیب آن‌ها می‌توانند غذای کافی برای تغذیه جوجه‌های خود به دست آورند. یکی از دلایلی که چال‌مرغزارها در شمال آمریکا به عنوان "کارخانه‌های اردک" تلقی می‌گردند این است که این تالاب‌ها اگر ماهی داشته باشند، تعداد آن بسیار محدود است و بنابراین اردک‌ها مجبور نیستند با ماهیان بر سر بی‌مهرگان رقابت کنند. برخی مطالعات تجربی وجود دارند که نشان می‌دهند وجود ماهیان بزرگ در یک تالاب بر تولیدمثل اردک تأثیر منفی می‌گذارد و این که برخی اردک‌ها از ساختن آشیان در سطح تالاب‌هایی که ماهی دارند، اجتناب می‌کنند (ایدی و کیست ۱۹۸۲، اریکسون ۱۹۷۹). برای تعیین و مستندسازی چنین محدودیت‌های غذایی، مطالعات دقیق‌تری در خصوص شبکه‌های غذایی تالاب مورد نیاز است.



تصویر ۱۱.۶ نسبت ایزوتوپ پایدار کربن و نیتروژن برای جلبک‌ها، ماکروفیت‌ها و بی‌مهرگان آبزی در ۱۰ گودال در شمال داکوتا، ایالات متحده آمریکا. کادرهای سایه‌روشن طیف ارزش به دست‌آمده توسط گروه‌های مختلف جلبک (فیتوپلانکتون، پریفیتون، اپی‌پیلون و متافیتون) و ماکروفیت‌ها (شناور، بن‌درآب و غرقابی) را نشان می‌دهند. ارزش و طیف متوسط نیز برای گروه‌های مختلف بی‌مهرگان آبزی نشان داده شده است:

۱- Cladocera, ۲)Copepods, ۳)Glyptotendipes (Chironomid), ۴)Tanypodina ۵)Hydracarina, ۶)Epheme optera, ۷)Chaoboridae, ۸)Chironomus (Chironomid) ۹)Zygoptera, ۱۰)Corixidae, ۱۱)Notonectidae, ۱۲) .(Dysticidae, ۱۳)Hydrophilid ۱۴)Anisoptera, and ۱۵)Gastropoda (snails

(برگرفته از اولیس و همکار، ۱۹۹۹)

۴.۶ چرخش موادغذایی

در مطالعه بیلان مواد مغذی تالاب‌ها (تصویر ۳-۶)، حجم نیتروژن یا فسفر ورودی به تالاب از طریق بارش، جریان‌های سطحی و زیرزمینی ورودی، با حجم این ماده در جریان‌های آب خروجی سطحی و زیرزمینی مقایسه می‌شود. چنین مطالعاتی حاکی از آن است که بسیاری از تالاب‌ها، به ویژه تالاب‌های پالوسترین، مخزن یا تله‌ای برای مواد غذایی هستند. گاهی اوقات تالاب‌ها تله‌ای برای مواد غذایی هستند، صرفاً به این دلیل که جریان خروجی بسیار محدودی داشته یا جریان خروجی ندارند. این وضعیت در سال ۱۹۷۸ در دریاچه ایگل هنگامی که میزان بارش کم بود و هیچ جریان خروجی از تالاب وجود نداشت، قابل مشاهده بود (جدول ۳-۶). اگرچه حتی در سال ۱۹۷۹، هنگامی که جریان خروجی قابل توجهی وجود داشت، دریاچه ایگل بخش عمده ٪۸۶ (NO_3-N) و ٪۷۸ (NH_4-N) و مقداری از ٪۱۸ (PO_4-P) را در خود حفظ نمود. با این وجود حجم کربن آلی غیرمحلول (DOC) در جریان خروجی آن، بیش از میزان آن در جریان ورودی بود. برای درک بیلان مواد غذایی دریاچه ایگل[1] یا هر تالاب دیگری، لازم است که هیدرولوژی و چرخه‌های مواد غذایی آن مورد بررسی قرار گیرد. چرخه‌های مواد غذایی نشانگر آن هستند که این مواد در کدام بخش تالاب یافت می‌شوند و این که چگونه مواد غذایی از یک بخش یا مخزن ذخیره‌سازی درون تالاب به بخش دیگر منتقل می‌شوند و همچنین تغییر شکل‌های شیمیایی را تشریح می‌نمایند.

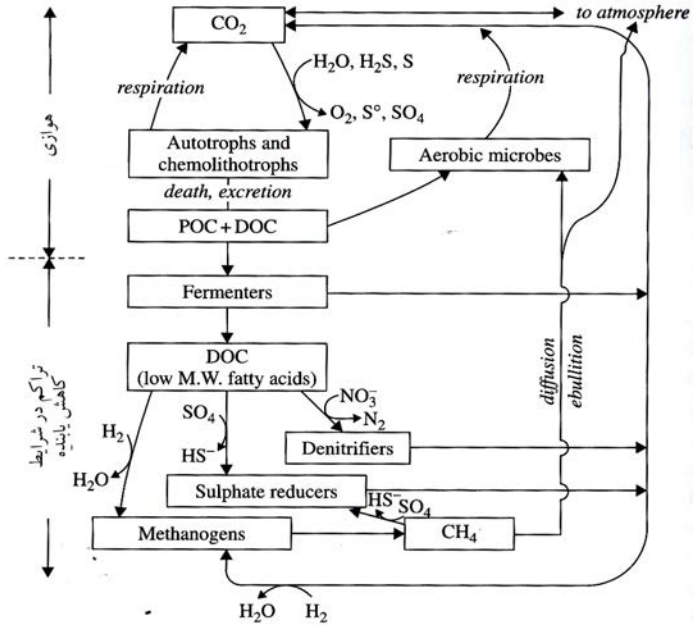
سال	ورودی			خروجی
	بارندگی	جریان آب سطحی	مجموع	
Water				
1978	709	163	872	0.0
1979	944	1620	2564	1758
NH_4–N				
1978	5.0	0.8	5.8	0.0
1979	6.6	2.5	9.1	2.0
NO_3–N				
1978	5.0	25.4	30.4	0.0
1979	6.7	202.8	209.5	29.8
PO_4–P				
1978	0.24	0.75	0.99	0.0
1979	0.32	3.10	3.42	2.81
DOC[a]				
1978	ND	19	19+	0.0
1979	ND	302	302+	516

[a]DOC, اکسیژن محلول ; ND,

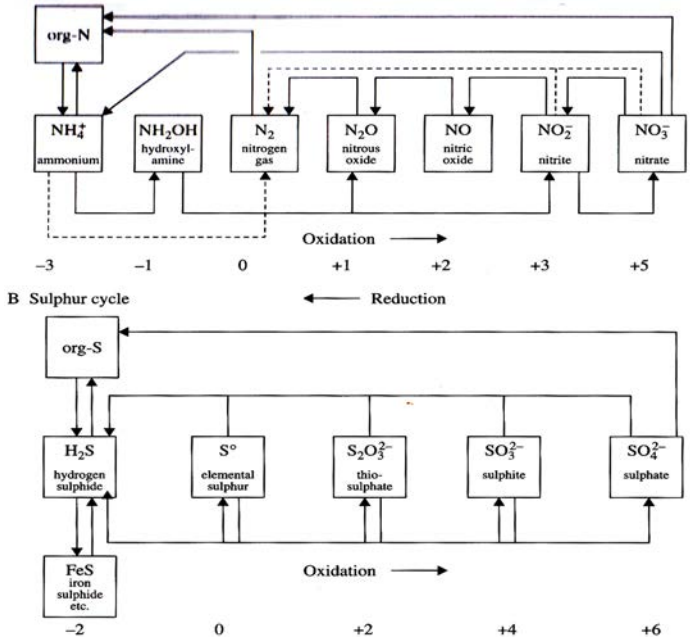
Source: From Davis et al. (1981).

جدول ۳-۶ ورودی و خروجی سالانه آب (میلی‌متر) و مواد غذایی (کیلوگرم بر هکتار) در دریاچه ایگل، ایالات متحده آمریکا.
برگرفته از دیویس و همکاران (۱۹۸۱)

[1]Eagle Lake

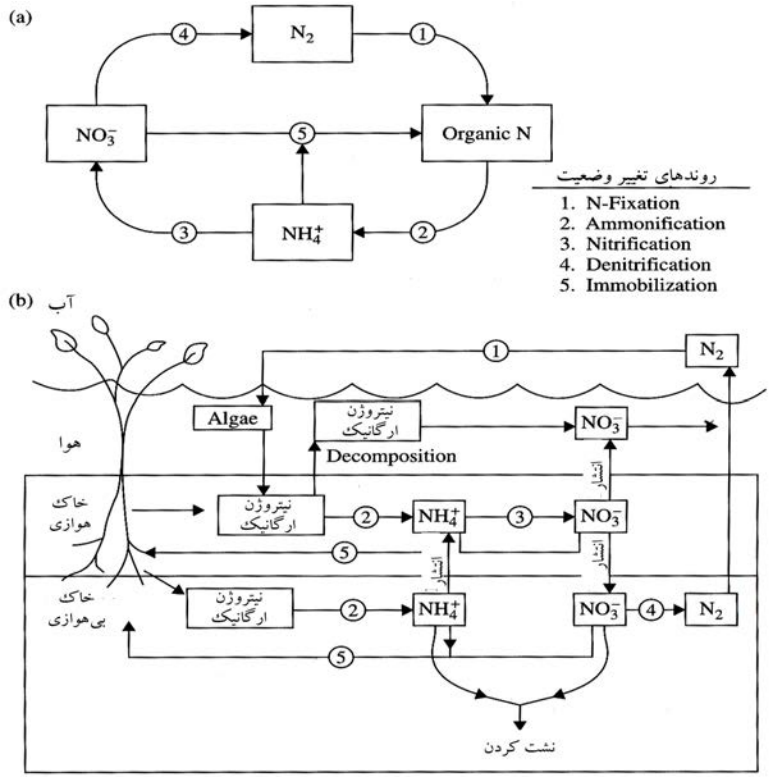


تصویر ۱۲.۶ چرخش کربن در محیط‌های هوازی (ستون آب) و بی‌هوازی (رسوبات). محفظه‌ها یا از نوع استخرهای کربن هستند یا پردازش کننده‌های کربن (ترکیبات گوناگونی از میکروارگانیسم‌ها). فلش‌ها نشانگر تغییرات شیمیایی یا انتقالات فیزیکی می‌باشند. به ارتباطات بین چرخه‌های نیتروژن و سولفور توجه نمایید.

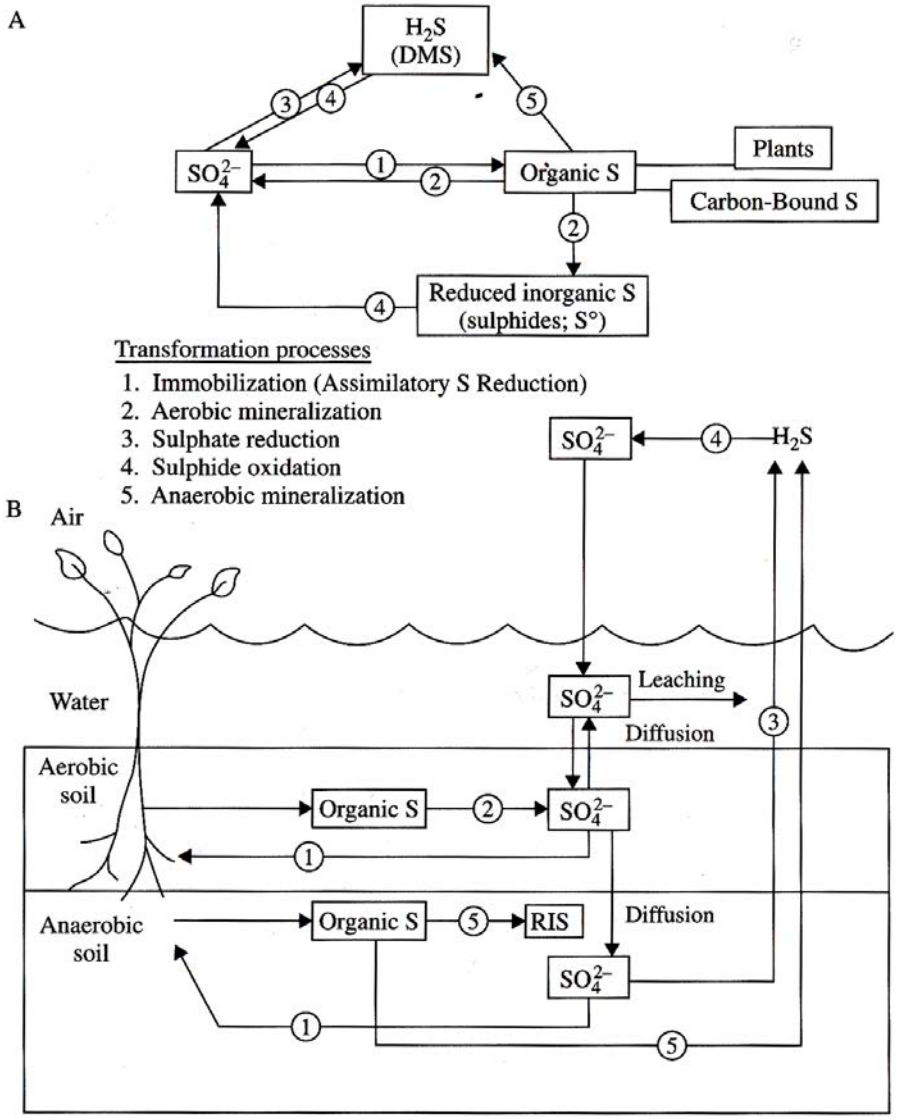


تصویر ۱۳.۶ وضعیت اکسیداسیون گونه‌های مختلف نیتروژن (الف) و سولفور (ب) و تغییر شکل‌های شیمیایی مربوط به تغییرات مختلف در وضعیت اکسیداسیون. فلش‌ها، تغییرات شیمیایی شناخته شده بین گونه‌ها را نشان می‌دهند (برگرفته از فنشل و همکار ۱۹۹۸).

مهم‌ترین چرخه‌های مواد غذایی در تالاب‌ها چرخه‌های کربن (تصویر ۱۲.۶)، نیتروژن (تصاویر ۱۳.۶ و ۱۴.۶)، سولفور (تصاویر ۱۳.۶ و ۱۵.۶)، و فسفر (تصویر ۱۶.۶). چرخه غالب، چرخه کربن (تصویر ۱۲.۶) می‌باشد. کربن، فراوان‌ترین عنصر در ارگانیسم‌های زنده می‌باشد و معمولاً ۵۵-۴۵٪ وزن خشک آن‌ها را تشکیل می‌دهد در حالی که نیتروژن تنها۱۰-۲٪ و سولفور و فسفر حتی کم‌تر از این مقدار می‌باشند. بخش عمده مواد غذایی تالاب‌ها، در خاک و سپس در ماکروفیت‌ها یافت می‌شود. اغلب ماکروفیت‌ها ریشه دوانیده و نیتروژن، سولفور سایر عناصر ضروری را از خاک جذب می‌کنند. در واقع ماکروفیت‌ها پمپ‌های موادغذایی هستند که نیتروژن، سولفور و فسفر را از خاک بیرون می‌کشند. تولید موادآلی از طریق فتوسنتز، توزیع، گردش و تجزیه این مواد آلی، به طور مستقیم یا غیرمستقیم تقریباً تمامی جوانب ساختار و عملکرد تالاب را تحت تأثیر قرار می‌دهد. چرخه کربن در درک این مسأله که چرا خاک تالاب بی‌هوازی است؟، چرا تالاب‌ها کربن را ذخیره یا تثبیت می‌کنند؟ و این که چرا متان و سایر گازهای گلخانه‌ای را منتشر می‌نمایند؟، نقش اساسی ایفا می‌کند. چرخه کربن به سایر چرخه‌های میکروبی پیوسته و انرژی مورد نیاز برای تغییرات شیمیایی در مواد غذایی نیتروژن و سولفور از ترکیبات تولیدشده توسط چرخه کربن تأمین می‌شود. در واقع بخش عمده این فصل و فصل ۳ (تصویر ۳.۱) مرتبط با چرخه کربن می‌باشد. بخش عمده کربن یافت شده در تالاب، محصول فتوسنتز اکسیژنی ماکروفیت‌ها و جلبک‌هاست. اگرچه بخشی از این مواد آلی توسط گیاهخواران خورده می‌شود، از منظر چرخه کربن (تصویر۱۲.۶)، این عمل تنها یک انحراف مختصر در مسیر به سوی DOC یا محفظه کربن آلی دارای ذرات ریز (POC) می‌باشد. DOC ترکیبات قابل انحلالی هستند که مستقیماً



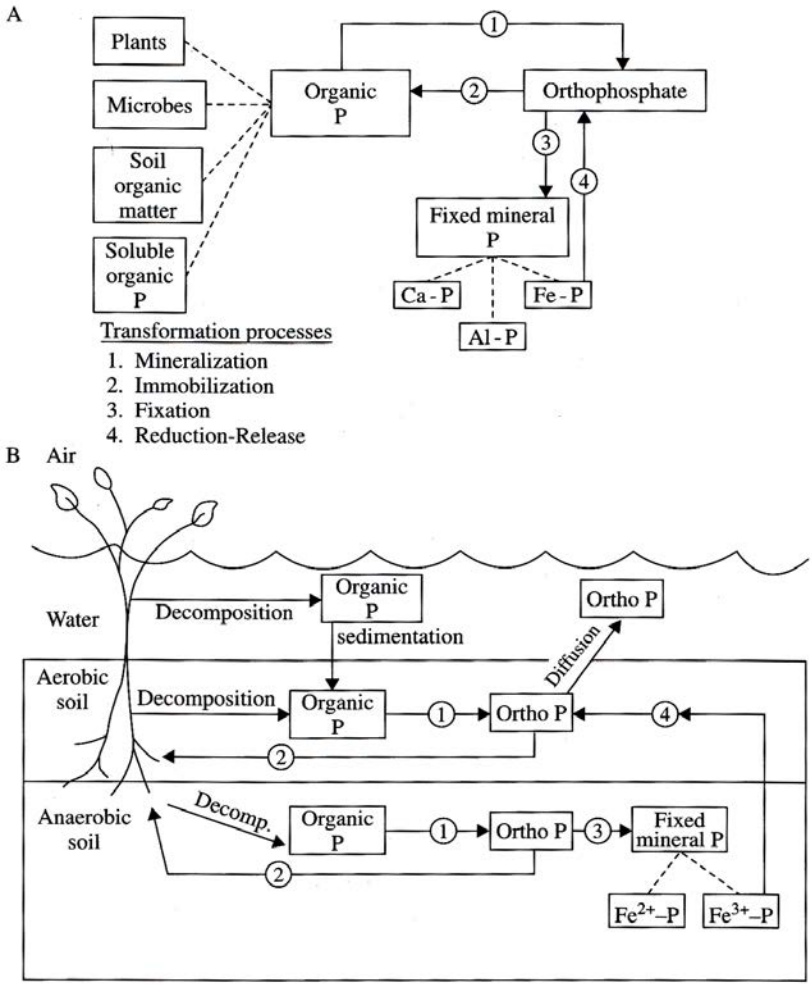
تصویر ۱۴.۶ چرخه نیتروژن در تالاب‌ها. تبدیل‌های عمده شیمیایی در بخش A و موقعیت این تبدیل‌ها در بخش B ارائه شده است. برای برخی از تبدیل‌ها بعضی گام‌های میانی نشان داده نشده‌اند. (برگرفته از ویراسکاس و فولکنر ۲۰۰۱).



تصویر ۱۵-۶ چرخه سولفور در تالاب‌ها. تبدیلات شیمیایی عمده در بخش A و موقعیت این تبدیلات در بخش B ارائه شده است. برای برخی از تبدیل‌ها بعضی گام‌های میانی نشان داده نشده‌اند. (برگرفته از ویراسکاس و فولکنر ۲۰۰۱).

به درون ستون آب آب‌شویی یا دفع شده‌اند، جایی که می‌توانند توسط میکروارگانیسم‌های هوازی مورد استفاده قرار گرفته و در نهایت معدنی شوند. POC می‌تواند اشکال متنوعی از پسماند غوطه‌ور به ارتفاع چندین متر و یا اندازه‌ای برابر ذرات میکروسکوپی داشته باشد. POC معمولاً طی زمان به ذرات کوچک‌تر و کوچک‌تر شکسته شده و در نهایت بخش اعظم آن می‌تواند به DOC و $CO^{۲}$ تبدیل شود.

بخش عمده پسماند غوطه‌ور روی سطح تالاب ریخته و در نهایت توسط پسماندهای بعدی دفن می‌شود. پسماند بعد از دفن



شکل ۱۶.۶

در محیطی بی‌هوازی یا احیاءکننده قرار می‌گیرد. تحت شرایط بی‌هوازی، مخمرها مولکول‌های بزرگ آلی (لیگنین، سلولز، همی‌سلولز) را به مولکول‌های کوچک‌تر (مانند اسیدهای چرب، فرمات، استات، الکل‌ها) هیدرولیز می‌کنند.

اگر یک پایانه پذیرنده الکترون مناسب (به طور مثال NO_3^-، SO_4^{2-}) موجود باشد، این ترکیبات می‌توانند توسط انواع میکروارگانیسم‌های قادر به تنفس بی‌هوازی به عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار گرفته و به CO_2 اکسید شوند. تحت شرایط بسیار احیائی هنگامی که سایر پایانه‌های پذیرنده الکترون به اتمام رسیدند، باکتری‌های تولیدکننده متان می‌توانند محصولات تخمیر را برای تولید متان (CH_4)، در برخی موارد با بکارگیری CO_2 به عنوان پایانه پذیرش الکترون، مورد استفاده قرار دهند. بسیاری از این ویژگی‌های تشخیصی خاک‌های تالابی نتیجه تنفس بی‌هوازی می‌باشند (باکس ۲-۶). بخش عمده موادآلی در تالاب‌ها نهایتاً در تنفس بی‌هوازی باکتریایی به عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد و سوخت مورد نیاز بسیاری از تبدیل‌های شیمیایی که چرخه‌های نیتروژن و سولفور را هدایت می‌کنند را تأمین می‌نماید.

یک ویژگی مشترک تالاب‌ها این است که میزان مواد آلی در خاک آن‌ها در مقایسه با اکوسیستم‌های خشکی اطراف بالا

می‌باشد؛ این بدان معناست که در تالاب‌ها بخش کمی از مواد آلی تولیدی سالانه کاملاً معدنی می‌شود.
از آنجایی که بخش زیادی از تجزیه مواد آلی در تالاب‌ها تحت شرایط بی‌هوازی رخ می‌دهد، تجزیه پسماند در تالاب‌ها نسبت به بالادست راندمان کم‌تری دارد. این امر به علت محدودیت در دسترسی به پایانه‌های پذیرنده الکترون می‌باشد که ناشی از نرخ کند انتشار، یا سایر مکانیسم‌های انتقال شیمیایی، تأخیر در رشد باکتری‌ها زمانی که بستر مناسب برای سوخت و ساز آن‌ها فراهم می‌شود و شرایط نامناسب محیطی برای رشد میکروبی مانند PHهای پایین یا دمای خاک است. به علت تجمع سالانه مواد آلی، سطح تراز خاک بسیاری از تالاب‌ها به میزان جزئی معمولاً چند میلی‌متر یا کم‌تر در سال افزایش می‌یابد.

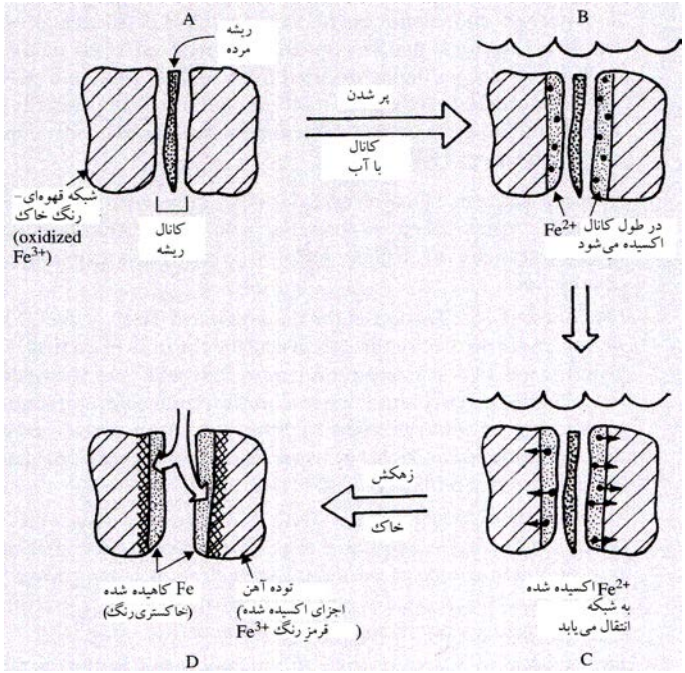
۱.۴.۶ چرخش نیتروژن و سولفور

هم چرخه نیتروژن و هم چرخه سولفور می‌توانند تعدادی واکنش اکسایشی-کاهشی (اکسیداسیون–احیاء) داشته باشند (تصویر ۱۳.۶) که شامل اکسیداسیون فرم‌های کاهش یافته مانند NH_4^+ یا H_2S یا احیاء فرم بسیار اکسیدشده مانند $NO3^-$ و SO_4^{-2} می‌باشد. مانند همه واکنش‌های اکسایشی-کاهشی، برخی از این واکنش‌ها اساساً تحت شرایط هوازی و برخی تحت شرایط بی‌هوازی رخ می‌دهند. پنج مورد از مهم‌ترین این واکنش‌ها (تصویر ۱۴.۶) به شرح زیر می‌باشند:
تثبیت نیتروژن: گاز نیتروژن (N_2) می‌تواند به NH_4^- تبدیل شود. در تالاب‌ها بسیاری از باکتری‌های بی‌هوازی، برخی از باکتری‌های مختار[1] (باکتری که هم تحت شرایط هوازی و هم تحت شرایط بی‌هوازی زندگی می‌کند) و سیانوباکترها اساساً تثبیت‌کننده نیتروژن هستند. این واکنش نیازمند انرژی می‌باشد.
نیتریفیکاسیون: نیتریفیکاسیون تبدیل NH_4^+ به NH_3^- می‌باشد. این واکنش تنها تحت شرایط بی‌هوازی انجام می‌پذیرد. به طور معمول تنها جایی که NH_4^+ در تالاب یافت می‌شود در خاک‌های بی‌هوازی (ریدوکس پایین) می‌باشد. گاهی اوقات به علت انتشار از خاک، جریان‌های سطحی یا آب‌شویی یا معدنی شدن پسماند، NH_4^+ در ستون آب نیز یافت می‌شود، اما در زون هوازی به سرعت توسط باکتری *(Nitrosomonas, Nitrosococcus, Nitrobacter)* طی فرایندی چندمرحله‌ای به NO_3^- اکسید می‌شود (تصویر ۱۳.۶).
دی‌نیتریفیکاسیون: هنگامی که نیترات (NO_3^-) به زون‌های بی‌هوازی انتشار می‌یابد، NO_3^- می‌تواند در تنفس بی‌هوازی توسط بسیاری از باکتری‌ها به عنوان پایانه پذیرنده الکترون مورد استفاده قرار گیرد. پدیده دی‌نیتریفیکاسیون تبدیل نیترات به گاز نیتروژن (N_2) یا اکسیدنیتروس (N_2O) است. دی‌نیتریفیکاسیون نیتروژن را به طور دائمی از تالاب‌ها خارج می‌سازد.
عدم تحرک: تبدیل فرم‌های غیرآلی به نیتروژن آلی توسط گیاهان.
آمونیفیکاسیون: این پدیده تبدیل N– ارگانیک به NH_4^+ توسط باکتری‌ها می‌باشد. آمونیفیکاسیون می‌تواند تحت شرایط هوازی یا بی‌هوازی روی دهد. تالاب‌ها جاذب بسیار خوبی برای نیتروژن هستند، چرا که وقتی با آمونیفیکاسیون در زون‌های هوازی و دی‌نیتریفیکاسیون در زون‌های بی‌هوازی همراه می‌شود، می‌تواند هر نوع ترکیبات نیتروژن غیرآلی و آلی را به تبدیل آن به گاز نیتروژن از تالاب حذف نماید (تصویر ۱۴.۶).
چرخه سولفور (تصویر ۱۵.۶) تشابهات زیادی به چرخه نیتروژن (تصویر ۱۴.۶) دارد. واکنش‌های شیمیایی گوناگونی از سولفور در تالاب‌ها روی می‌دهد، این واکنش‌ها یا اکسیداسیون فرم‌های احیاءشده (H_2S) است یا احیاء فرم‌های اکسیدشده (SO_4^{-2}) که چرخه سولفور را هدایت می‌کند (تصویر ۱۳.۶). همانند چرخه نیتروژن، سولفور می‌تواند از تالاب حذف شود، چرا که سولفید هیدروژن (H_2S) یک گاز است. تحت شرایط بی‌هوازی SO_4^{-2} که می‌تواند در تنفس بی‌هوازی به عنوان یک پایانه پذیرنده الکترون عمل نماید، می‌تواند به H_2S کاهش یابد. H_2S اغلب با آهن وارد واکنش می‌شود تا سولفید آهن غیرمحلول ایجاد نماید.

[1] facultative
[2] Redoxymorphic

باکس ۲.۶ ویژگی‌های ریدوکسی‌مورفیک[1]

همان طور که در بخش ۳ مطرح شد، اشکال اکسیدشده هر دو عنصر آن (Fe^{3+}) و منگنز (Mn^{4+}) می‌توانند بعد از تخلیه نیترات‌ها، به عنوان پایانه پذیرنده الکترون در خاک مورد استفاده قرار گیرند. اشکال اکسیدشده هر دوی این ترکیبات در آب نامحلول می‌باشند، در حالی که همسان‌های احیاء شده آن‌ها (Fe^{2+} و Mn^{2+}) به میزان بالا قابل‌حل هستند. هنگامی که خاک‌های آب گرفته تالاب به علت تنفس میکروبی کاهش یافته‌تر می‌شود، این وضعیت باعث می‌شود تا میزان حلالیت آهن و منگنز بیشتر و بیشتر شود. به علت حرکت آب، هم آهن و هم منگنز می‌توانند از بخش‌هایی از ستون خاک تخلیه شده و در بخش‌هایی دیگر تمرکز یابند.



تصویر ۱۷.۶ نحوه تخلیه ریدوکس خاک در اطراف یک کانال ریشه‌ای. الف: ماتریکس خاک به سبب وجود Fe^{3+} اکسید شده، به طور یکنواخت قرمز می‌باشد. کانال ریشه محتوی یک ریشه مرده است که در حال تجزیه توسط باکتری‌ها می‌باشد. ب: وقتی خاک دچار آب‌گرفتگی می‌شود، آب به سرعت بی‌هوازی شده و باکتری‌ها در تنفس بی‌هوازی، شروع به استفاده از آهن اکسید شده به عنوان پایانه پذیرنده الکترون می‌نمایند. این فرایند Fe^{3+} اکسید شده اطراف ریشه را به Fe^{2+} کاهش می‌دهد. ج: آهن کاهش یافته قابل حل از خاک اطراف کانال خارج می‌شود و خاک بدون آهن در اطراف کانال باقی می‌ماند. د: هنگامی که خاک خشک شد Fe^{2+} کاهش یافته در ماتریکس خاک متعاقباً اکسید شده و به حالت Fe^{3+} بازمی‌گردد. این فرایند یک توده آهن در ماتریکس تولید می‌نماید. (ردراوْن به نقل از ویپراسکاس ۲۰۰۱.)

این ترکیبات هنگامی که احیاء می‌شوند نقش عمده‌ای در ایجاد رنگ آبی- خاکستری بسیاری از خاک‌های تالابی دارند. در واقع بسیاری از ویژگی‌های شاخص خاک‌های تالابی، مثلاً میزان بالای مواد آلی آن‌ها، به علت واکنش‌های مختلف اکسیداسیون-احیاء بوده و این عوامل در مجموع ویژگی‌های ریدوکسی‌مورفیک نامیده می‌شوند. ویژگی‌های ریدوکسی‌مورفیک معمول شامل تقلیل ریدوکس (تصویر ۱۷.۶) و تغلیظ ریدوکس می‌باشند. این موارد اغلب منتج از جابجایی فرم‌های کاهش یافته محلول آهن و منگنز توسط آب و ته‌نشینی آن‌ها هنگامی که این عناصر در اطراف ریشه هستند یا در کانال‌های ریشه هنگامی که سطح آب به طول موقت کاهش یافته و اجازه ورود اکسیژن را به خاک می‌دهد، می‌باشد. اطلاعاتی در خصوص سیر تکاملی و ویژگی‌های خاک‌های تالابی در کتاب ریچاردسون و ویپراسکاس (۲۰۰۱) یافت می‌شود.

[1] Redoxymorphic

۲.۴.۶ چرخش فسفر

چرخه فسفر (تصویر ۱۶.۶) با چرخه‌های کربن، نیتروژن یا سولفور قابل مقایسه نیست. برخلاف چرخه‌های دارای منشأ میکروبی، چرخه فسفر واکنش‌های اکسایشی-کاهشی ندارد. چرخه فسفر یک چرخه رسوبی است. در تالاب‌ها، فسفر به دو شکل یافت می‌شود، فسفر غیرآلی که اغلب ارتوفسفات نامیده می‌شود، و فسفر آلی. فسفر غیرآلی توسط ارگانیسم‌ها مورد استفاده قرار گرفته و به کربن آلی تبدیل می‌شود (شیوه بدون تحرک). فسفر آلی نیز با معدنی شدن، به فسفر غیرآلی تبدیل می‌شود. فسفر به سرعت از پسماند آب‌شویی شده و توسط میکروارگانیسم‌ها به مصرف می‌رسد. دو شیوه عدم تحرک و معدنی شدن تحت هر دو شرایط هوازی و بی‌هوازی رخ می‌دهند. مکانیسم‌های عمده حذف فسفر غیرآلی از ستون آب، جذب سطحی خاک و ته‌نشینی همراه با کربنات می‌باشد. فرایند دوم تنها در آب‌های سخت با سطح کربنات بالا و $PH>7$ رخ می‌دهد.

به نظر می‌رسد ظرفیت جذب در خاک‌های تالابی تابعی از میزان آلومینیم غیرمتبلور و اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن موجود باشد. اگر سطوح ریدوکس به اندازه‌ای کاهش یابد که Fe^{3+} بتواند به Fe^{2+} کاهش یابد، فسفات متصل به ذرات خاک می‌تواند به حالت محلول تبدیل شود. در هرحال، خاک‌های تالابی تنها ظرفیت محدودی برای جذب سطحی فسفر غیرآلی دارند. همان گونه که در بهار ۱۹۷۹ در دریاچه ایگل اتفاق افتاد، اگر تولید پسماند همزمان با دوره‌ای باشد که جریان خروجی آب بالاست، خروج فصلی فسفر از تالاب صورت می‌پذیرد. در نهایت، این دفن پسماند با فسفر جذب سطحی شده می‌باشد که تالاب‌ها را تبدیل به مخزن فسفر می‌نماید.

۵.۶ خلاصه

بسیاری از کارکردهای تالاب نتیجه مستقیم یا غیرمستقیم تولید ماکروفیتی هستند. اگرچه اجتماعات مختلف جلبک‌ها می‌توانند عامل اصلی تولید اولیه کلی تالاب‌ها باشند، به ویژه زمانی که پوشش گیاهی بن‌درآب اندک باشد، اما بخش عمده محصول سرپای زنده (توده زیستی) و مرده (پسماند) در تالاب‌ها در هر زمان مشخص توسط ماکروفیت‌ها تولید می‌شود. بخش اعظم ساختار فیزیکی تالاب‌ها، به طور مثال تاج‌پوشش گیاهان که پرندگان در آن آشیانه می‌سازند و شاخه‌های مرده و زنده‌ای که جلبک‌ها، قارچ‌ها، باکتری‌ها و بی‌مهرگان روی آن تجمع می‌نمایند، به وسیله ماکروفیت‌ها تولید می‌شود. اگرچه هم چرندگان مهره‌دار و هم بی‌مهره در تالاب وجود دارند که ماکروفیت‌ها را به مصرف می‌رسانند، اغلب ارگانیسم‌هایی که در تالاب‌ها یافت می‌شوند، انرژی خود را از آن‌ها کسب نمی‌کنند. به نظر می‌رسد بنیان زنجیره‌های غذایی در بسیاری از تالاب‌ها اجتماعات مختلفی از جلبک‌ها، به ویژه فیتوپلانکتون، اپی‌فیتون و اپی‌پلون هستند.

تجزیه پسماند، مهم‌ترین فرایند در تالاب‌ها می‌باشد. تجزیه پسماند دارای دو مرحله است، آب‌شویی و معدنی شدن میکروبی. در اولین مرحله، مولکول‌های کوچک که به آسانی قابل حل هستند، مانند قند و اسیدهای آمینه حذف می‌شوند و در دسترس میکروارگانیسم‌ها قرار می‌گیرند. در دومین مرحله لازم است که میکروارگانیسم‌هایی که قادر به خرد کردن انواع مختلف مولکول‌های آلی هستند، بر سطح پسماند تجمع یابند. قارچ‌ها قادر هستند که پلیمرهای پیچیده دارای زنجیره‌های طویل را به وسیله آب تجزیه نمایند. باکتری‌ها قادر به متابولیسم مولکول‌های کوچک‌تر هستند. اگر پسماند در محیطی هوازی باشد، می‌تواند کاملاً معدنی شود. حجم عظیم پسماند که هر ساله تولید می‌شود، به سرعت مقدار اکسیژن محدود سطح خاک تالاب آب گرفته را به مصرف می‌رساند. بنابراین بیشتر پسماند در محیط بی‌هوازی تجزیه می‌شود. تحت شرایط بی‌هوازی، ظروف تخمیر پلیمرهای دارای زنجیره‌های طویل را به اسیدهای چرب، اتانول، یا سایر مولکول‌های آلی دارای زنجیره کوتاه تبدیل می‌کنند. این مولکول‌ها توسط باکتری‌های گوناگونی که قادر به تنفس بی‌هوازی هستند، به مولکول‌های کوچک‌تر شکسته می‌شوند. بسیاری از این باکتری‌ها شکل اکسید شده نیتروژن (NO_3^-)، سولفور (SO_4^{-2}) یا کربن (CO_2) را به عنوان

پذیرنده‌های نهایی الکترون در تنفس بی‌هوازی مورد استفاده قرار می‌دهند. تحت شرایط بسیار احیایی، یکی از محصولات تجزیه پسماند، گاز گلخانه‌ای متان (CH_4) است.

چرخش مواد غذایی در تالاب‌ها یا به علت چرخه‌های میکروبی (کربن، نیتروژن و سولفور) است یا چرخه‌های رسوبی (فسفر). چرخه‌های میکروبی شامل مجموعه‌ای واکنش‌های اکسایش-کاهش می‌باشد که توسط باکتری‌ها یا سیانوباکترها انجام می‌گیرد. در چرخه‌های میکروبی، یک یا تعداد بیشتری از محصولات این واکنش‌های اکسایش-کاهش یک گاز، CO_2 و CH_4 در چرخه کربن، N_2 و NO_2 در چرخه نیتروژن و H_2S در چرخه سولفور می‌باشد. بنابراین ترکیبات کربن، نیتروژن و سولفور وارد شده به تالاب‌ها می‌توانند از نظر تئوریک به صورت دائمی از تالاب خارج شوند. در واقع به علت عدم تجانس فضایی و کالبدی، مشکلات نقل و انتقال و تأخیر در رشد جمعیت‌های میکروبی، این عناصر، به ویژه کربن، اغلب می‌توانند طی زمان تجمع یابند.

اگرچه فسفر تحت واکنش‌های اکسایش-کاهش قرار نمی‌گیرد، وقتی که به تالاب وارد می‌شود یا توسط خاک جذب می‌شود یا تحت شرایطی به همراه کربنات‌ها رسوب می‌کند. فسفر تا زمانی که از ظرفیت جذب سطحی/ ترسیب تالاب فراتر رود، تجمع می‌یابد. پس از آن، فسفر به صورت محلول باقی مانده و می‌تواند توسط جریان‌های خروجی سطحی یا آب زیرزمینی از تالاب خارج شود. برهم زدن رسوبات تالاب می‌تواند فسفر را آزاد ساخته و آن را به حالت محلول برگرداند، به ویژه تحت شرایط بی‌هوازی.

۶.۶ تجارب و مشاهدات عملی

۱.۶.۶ تولید اولیه

ماکروفیت‌ها از نظر اندازه و فرم رشد از گونه‌های غوطه‌ور آزاد تا درختان، به طور قابل ملاحظه‌ای گوناگون هستند. چگونگی تفکیک مواد آلی تولید شده توسط فتوسنتز در بالا و زیر سطح زمین می‌تواند بسیار متفاوت باشد و این امر می‌تواند پیامدهای قابل توجهی برای سایر ارگانیسم‌ها داشته باشد.

محصول سرپا در بخش بالا و بخش زیرین سطح زمین ناحیه کوچکی (حدود ۲۵/۰ مترمربع) از گیاهان مختلف تالابی مانند گیاهان بیرون از سطح آب، گیاهان غرقابی و گونه‌های واجد برگ‌های غوطه‌ور را برداشت کنید. برداشت گیاهان تالابی به طور موضعی بسیار تخریب‌کننده بوده و دشوار می‌باشد. (منطقه‌ای را انتخاب کنید که در مسیر عبور و مرور نباشد و لباس مناسب به تن کنید.) بخش‌های زیر سطح زمین را تمیز کنید تا خاک و ضایعات تا حد ممکن همان جا جدا شوند. بخش‌های زیر سطح زمین باید در آزمایشگاه به طور کامل تمیز شوند تا خاک و ضایعات از آن‌ها زدوده شود. نمونه‌ها را می‌توان در بسته‌های پلاستیکی داخل یخچال تا چند هفته نگهداری نمود. نمونه‌ها می‌بایست در دمای ۱۰۰-۶۰ درجه سانتی‌گراد درون فر خشک شوند. سپس آن‌ها را وزن کنید. کدام نوع گیاه بیشترین مقدار محصول سرپای بالای سطح زمین را دارد؟ کدام نوع بیشترین مقدار محصول سرپای زیر سطح زمین را دارد؟ آیا ارتباطی بین محصول سرپا و عمق آب وجود دارد؟

۲.۶.۶ بی مهرگان و تجزیه ضایعات

بی‌مهرگان می‌توانند با خرد کردن پسماندها و ایجاد سطوح جدید که توسط کلونی‌های میکروارگانیسم‌ها احاطه می‌شوند و با خارج ساختن مواد غذایی مورد نیاز این میکروارگانیسم‌ها، در تجزیه ضایعات مؤثر واقع شوند.

مقداری ضایعات ایستاده روی سطح آب را از تالاب جمع کنید. ضایعات گیاه لویی یا برخی گیاهان بالای سطح آب باید برای این کار استفاده شود. تجزیه ضایعات با تعیین میزان ضایعات از بین رفته در محفظه بین دوره شروع و پایان یک آزمایش،

اندازه‌گیری می‌شود. آزمایشات باید بین ۳ تا ۵ هفته صورت پذیرند. طول زمان موردنیاز به نوع ضایعات بستگی دارد.
مقادیر مساوی ضایعات وزن شده در چند محفظه کم عمق قرار دهید. روی ضایعات از آب همان تالاب که فیلتر شده و بی‌مهرگان بزرگ آن جدا شده‌اند، بریزید. ضایعات را به مدت حداقل یک هفته به حال خود رها کنید تا تجزیه آن آغاز شود. بی‌مهرگان بزرگ را از درون تالاب جمع‌آوری کنید و آن‌ها را در گروه‌هایی جداسازی کنید، به طور مثال حشرات آبزی، نرم‌تنان و خانواده خرچنگ‌ها. تا هنگام استفاده باید آن‌ها را در محیط آبی دارای ضایعات فرسوده به عنوان منبع غذایی قرار داد. احتمالاً دمیدن هوا به درون محیط آبی برای زنده نگه داشتن آن‌ها لازم است.
برخی مطالعات ممکن برای بررسی اثرات بی‌مهرگان بر تجزیه ضایعات به شرح زیر می باشند:
۱. سرعت تجزیه ضایعات همراه با بی‌مهرگان و بدون وجود بی‌مهرگان را مقایسه کنید.
۲. تجزیه ضایعات با مقادیر مختلف بی‌مهرگان را مقایسه کنید.
۳. سرعت تجزیه ضایعات با تنها یک نوع بی‌مهره و با انواع مختلف بی‌مهرگان را مقایسه کنید.
۴. سرعت تجزیه در محفظه‌هایی بدون حضور بی‌مهرگان را با سرعت تجزیه در محفظه‌ای که در آن آب به صورت دوره‌ای با آب محفظه‌ای که در آن بی‌مهرگان پرورش می‌یابند جایگزین می‌شود، مقایسه کنید.
انواع مختلف بی‌مهرگان چه تأثیراتی بر تجزیه ضایعات دارند؟ آیا اضافه کردن مقدار بیشتری از بی‌مهرگان سرعت تجزیه را افزایش می‌دهد؟ مواد دفع شده از بی‌مهرگان به خودی خود چه تأثیری بر سرعت تجزیه ضایعات دارند؟

۳.۶.۶ تولید متان

تالاب‌ها به علت دارا بودن خاک بی‌هوازی، تولیدکنندگان اصلی متان (CH_4) هستند. متان گازی قابل اشتعال است. متان را می‌توان در تالاب‌هایی با آب ایستا، با استفاده از چیزی معادل تله فعالیت بی‌مهرگان جمع‌آوری نمود (تصویر ۱۲.۳).
یک قیف را بالای دهانه یک بطری پر از آب قرار دهید. هرچه قیف بزرگ‌تر باشد، بهتر است. بطری و قیف را زیر آب ببرید و با دقت بدون به دام انداختن هوا، آن‌ها را بچرخانید. هنگام حرکت در بخش‌های مختلف تالاب، حباب‌های گازی که از انتهای بطری بالا می‌روند را جمع‌آوری کنید. هنگامی که بطری پر از گاز شد قیف را بردارید و در بطری را زیر آب ببندید. بطری را از آب خارج ساخته، آن را دور از مردم نگه دارید، یک کبریت روشن کرده و درپوش بطری را بردارید. متان شعله‌ور خواهد شد و شعله آبی کم رنگی تولید خواهد کرد.
آیا متان وجود داشت؟ این کار چه چیزی را در خصوص قابلیت ریدوکس خاک‌های این تالاب نشان می‌دهد؟ آیا شما هنگام جمع‌آوری نمونه متان، گاز دیگری استشمام نمودید؟ اگر پاسخ شما مثبت است، آن گاز چه بود؟
اگر به تجهیزات کارماتوگرافی گاز دسترسی دارید، مطالعات پیچیده‌تری در خصوص آزادسازی متان قابل انجام می‌باشند. به طور مثال، الگوهای تولید گاز متان در تالاب‌ها می‌تواند با قرار دادن نمونه‌گیرهایی در بخش‌های مختلف تالاب با آب ایستا، مورد بررسی قرار گیرد. اتاقک‌های نمونه‌گیری نیز برای جمع‌آوری گازها در نواحی که آبگیری نشده‌اند، در دسترس می‌باشند. آیا بخش‌های مختلف تالاب نسبت به سایر بخش‌ها میزان متان بیشتری تولید می‌کنند؟ آیا ارتباطی بین نوع پوشش گیاهی و رهاسازی گاز متان وجود دارد؟ آیا ارتباطی بین عمق آب و رهاسازی متان وجود دارد؟

۷
آینده تالاب‌ها

حدود ۵۰٪ از تالاب‌های جهان از بین رفته‌اند و این رقم در برخی مناطق به ۹۹٪ می‌رسد. در واکنش به این شرایط (روند تخریب تالاب‌ها) بوم‌شناسان تالاب تلاش‌های زیادی انجام داده‌اند تا ارزش‌های محلی، منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی تالاب‌ها را نمایش دهند. این تلاش‌ها اغلب درابتدا با هدف حفاظت از تالاب‌ها به عنوان زیستگاه پرندگان آبزی صورت گرفت. کتاب ادمالتبی(۱۹۸۶)، ثروت زمین‌های آبگیر[1]، اولین کتابی است که ارزش‌های چندگانه تالاب‌ها را مستند می‌کرد و به میزان زیادی در سراسر جهان توجه به تالاب‌ها و علاقه به حفاظت از آن‌ها را افزایش داد. جدول ۱.۷ برخی از عملکردهای رایج تالاب‌ها را و ارزش‌های اقتصادی آن‌ها را فهرست می‌کند. تالاب‌ها ارزشمند محسوب می‌شوند زیرا زیستگاه بسیاری از گونه‌های جانوران (بخش ۴)، مراکز عمده تنوع زیستی، اجزاء مهم محلی و منطقه‌ای چرخه‌های هیدرولوژیکی (کاهش سیلاب، تغذیه آب‌های زیرزمینی)، تله‌های رسوبات و مواد غذایی (بخش ۶)، مخازن کربن جهانی، تولیدکننده کالا (الوار چوب و خزه‌ها)، و مناطق مهم تفریح و تفرج هستند.

کارکرد	خدمات و کالاهای ارزشمند اقتصادی
تغذیه آب‌های زیرزمینی	حفاظت آبخوان، حفاظت تأمین آب محلی
تخلیه آب‌های زیرزمینی	حفظ جریان در رودخانه‌ها و مسیرهای آبی، حفاظت از ماهیگیری
	کاهش تخریب و بیمه سیلاب
تله یا مخزن موادی مغذی	کاهش نیاز برای خالص‌کردن و تصفیه آب
تولید اولیه	غذا، چوب، خز
زیستگاه برای گونه‌های تالابی	ماهیگیری تفریحی و تجاری شکار تفریحی ارزش افزوده بدون بهره‌برداری مستقیم (مثل پرنده‌نگری)
زیستگاه برای گونه‌های غیرتالابی	شکار تفریحی ارزش افزوده بدون بهره‌برداری مستقیم (مثل پرنده‌نگری)
تثبیت خط ساحلی	کاهش فرسایش
ناهمگنی چشم انداز	سازگاری (حفاظت) از ارزش‌ها به دلیل همجواری با تالاب‌ها

جدول ۱.۷: کارکردهای تالاب، کالاها و خدمات اقتصادی ارزشمند مرتبط با آن‌ها

[1] waterlogged Wealth

در مورد ارزش اقتصادی تالاب‌ها مطالعات زیاد و حتی تحلیل‌های چند بعدی[1] انجام شده است (وودوار و وویی ۲۰۰۱). ازآنجا که بسیاری از ارزش‌های تالاب‌ها از جمله ارزش‌های غیربازاری هستند، برآورد ارزش‌های اقتصادی تالاب تا حد زیادی به مکان تالاب بستگی دارد.

با وجودی که هم‌اکنون تالاب‌ها به عنوان اکوسیستم‌های مهم و باارزش به شکل گسترده‌ای به رسمیت شناخته شده‌اند، ولی هنوز اغلب غیرحفاظت‌شده هستند و کماکان در نقاط مختلف جهان ناپدید می‌شوند. نه تنها تالاب‌ها همچنان ناپدید می‌شوند، بلکه آن‌هایی هم که باقی مانده‌اند اغلب در حال تخریب هستند. در این بخش، ابتدا تهدیدات مربوط به از بین رفتن مداوم تالاب‌ها ، گونه‌های مهاجم و تغییرات اقلیم جهانی مورد بحث قرار خواهد گرفت. امروزه جهت معکوس کردن روند تاریخی تخریب تالاب‌ها، تلاش‌هایی برای احیاء آن‌ها آغاز شده است، درآخرین بخش این فصل، احیاء تالاب‌ها مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

۱.۷ از بین رفتن تالاب‌ها

دوگان (۱۹۹۳) از قاره‌ای به قاره دیگر، فهرستی از تهدیدات مربوط به تالاب‌ها در هر قاره ارائه می‌دهد. این فهرست درکل از زمان انتشار تغییر زیادی نکرده است. در کشورهایی مانند آمریکا، که قوانینی برای حفاظت از تالاب‌ها در برابر زهکشی و پرکردن آن‌ها وجود دارد، روند تخریب تالاب‌ها به میزان زیاد کاهش یافته است. به منظور کمک به فرایند توسعه در مناطق تالابی، اغلب مواقع به‌سازی تالاب‌های تخریب شده از طریق احیای[2] تالاب‌ها مورد نیاز است. (کمیته به‌سازی تخریب‌های تالاب[3] ۲۰۰۱). علی‌رغم این که این قبیل اقدامات با یک فعالیت جبرانی بی‌نقص فاصله دارند، ولی به‌سازی تعادلی را میان حفاظت از تالاب و اشتیاق به توسعه اقتصادی فراهم می‌سازد. به هرحال، این تعادل ممکن است با توجه به دعاوی موجود دادگاهی بر سر قوانین موجود حفاظت از تالاب (وندرواک و پدرسون ۲۰۰۳) و تغییرات سیاست‌گذاری‌های عمومی پیوسته تغییرکند. به علاوه در بیشتر نقاط جهان، تالاب‌ها در برابر تخریب از حفاظت قانونی چندانی برخوردار نیستند.

یکی از مهم‌ترین برنامه‌های مؤثر درزمینه حفاظت از تالاب‌های باارزش در سراسر جهان کنوانسیون رامسر است. کنوانسیون رامسر از کشورهای امضاءکننده می‌خواهد: ۱. تالاب‌های بااهمیت بین‌المللی را برای قرارگرفتن در فهرست رامسر سایت نامزد نمایند. ۲. بهره‌برداری خردمندانه از تالاب‌ها را در محدوده مرزهای خود ترویج نمایند. ۳. تالاب‌ها را به عنوان نگهبانان طبیعت معرفی‌کرده و آموزش را در زمینه تحقیقات، مدیریت و حفاظت تالاب ترویج‌کنند. ۴. جهت اجرای کنوانسیون و مدیریت تالاب‌های مشترک مرزی و سایر سیستم‌های آبی با یکدیگر مشورت نمایند. تا ژوئن سال ۲۰۰۵ تعداد ۱۴۵ کشور امضاءکننده کنوانسیون و بیش از ۱۴۰۰ رامسر سایت وجود دارد[4]. در جدول ۲.۷، معیارهای لازم برای این که تالابی دارای اهمیت داخلی باشد، ارائه شده است. زمانی که در سال ۱۹۷۱ کنوانسیون رامسر تصویب شد، این کنوانسیون توجه ویژه‌ای به حفاظت از زیستگاه‌های بحرانی پرندگان مهاجر داشت. این تمایل به سمت پرندگان آبزی کماکان در فهرست معیارهای موجود نمایان است.

فارغ از معاهدات متعدد در خصوص پرندگان مهاجر، کنوانسیون رامسر تنها مکانیزم بین‌المللی موجود برای حفاظت از تالاب‌ها است و سبب حفاظت بسیاری از تالاب‌های ارزشمند شده است. درحالی که در بخش‌هایی از آفریقا، آسیا و آمریکای‌جنوبی تغییر کاربری تالاب‌ها به زمین‌های کشاورزی به عنوان مشکل اصلی ادامه دارد، پروژه‌های آبی از دیگر

[1] meta-analysis
[2] restoration
[3] Committee on mitigation of wetland losses
[4] بنابر آخرین آمار کنوانسیون رامسر، تا سال 2012 این تعداد به 160 کشور و 1995 سایت تالابی افزایش یافته است.

گروه A معیارها، سایت‌های در برگیرنده انواع نماینده، کمیاب و منحصر به فرد تالابی
معیار ۱: یک تالاب باید دارای اهمیت بین‌المللی در نظرگرفته شود، اگر دربرگیرنده انوع نمایانگر، کمیاب، منحصر به فرد از انواع تالابی طبیعی و نیمه‌طبیعی که در یک محدوده جغرافیای زیستی یافت می‌شود، باشد.
گروه Bمعیارها، سایت‌های دارای اهمیت در حفاظت از تنوع زیستی
گروه A معیارها، سایت‌های در برگیرنده انواع نماینده، کمیاب و منحصر به فرد تالابی
معیار ۱: یک تالاب باید دارای اهمیت بین‌المللی در نظرگرفته شود، اگر دربرگیرنده انوع نمایانگر، کمیاب، منحصر به فرد از انواع تالابی طبیعی و نیمه‌طبیعی که در یک محدوده جغرافیای زیستی یافت می‌شود، باشد.
گروه Bمعیارها، سایت‌های دارای اهمیت در حفاظت از تنوع زیستی
معیار ۲: یک تالاب باید دارای اهمیت بین‌المللی در نظرگرفته شود، اگر پشتیبان گونه‌های آسیب‌پذیر، در معرض خطر یا در وضعیت بحرانی باشد و یا از اجتماعات اکولوژیک در معرض تهدید حمایت نماید.
معیار ۳: یک تالاب باید دارای اهمیت بین‌المللی در نظر گرفته شود، اگر از جمعیت‌هایی از گونه‌های گیاهی یا جانوری مهم از نظر حفاظت از تنوع زیستی یک محدوده خاص جغرافیای زیستی پشتیبانی نماید.
معیار ۴: یک تالاب باید دارای اهمیت بین‌المللی در نظرگرفته شود، اگر از گونه‌های گیاهی یا جانوری مهم در یک مرحله حیاتی از چرخه زندگی‌شان پشتیبانی نماید و یا در شرایط سخت پناه آن‌ها باشد.
معیار ۵: یک تالاب باید دارای اهمیت بین‌المللی در نظرگرفته شود، اگر به طورمنظم از جمعیت ۲۰۰۰۰ فرد یا بیشتر پرندگان آبزی پشتیبانی نماید.
معیار ۶: یک تالاب باید دارای اهمیت بین‌المللی در نظرگرفته شود، اگر به طورمنظم از ۱ افراد در یک جمعیت از یک گونه یا زیرگونه پرندگان آبزی پشتیبانی کند.
معیار ۷: یک تالاب باید دارای اهمیت بین‌المللی در نظرگرفته شود، اگر از بخش عمده خانواده‌ها، گونه‌ها، زیرگونه‌های ماهیان بومی و یا مراحل تاریخ طبیعی، برهمکنش گونه‌ای و یا جمعیت‌هایی که نشانگر فواید یا ارزش‌های تالاب باشند پشتیبانی کند و از این طریق در حفظ تنوع زیستی جهانی سهیم باشد.
معیار ۸: یک تالاب باید دارای اهمیت بین‌المللی در نظرگرفته شود، اگر منبع مهم برای تغذیه ماهیان یا بستر تخم‌ریزی و پرورش نوزادان و یا مسیر مهاجرتی ماهیانی باشد که ذخایر آبزیان در تالاب و سایر مناطق به آن وابسته باشد.

جدول ۲.۷ معیارهای شناسایی تالاب‌های واجد اهمیتِ بین‌المللی تحت‌پوشش کنوانسیون رامسر، هفتمین نشست کشورهای متعهد، سال ۱۹۹۹

تهدیدات عمده در زمینه تالاب‌ها است. نیاز به یافتن منابع بیشتر تأمین آب، در بسیاری از کشورها با جمعیت و اقتصاد رو به رشد، برخی تالاب‌های مهم دنیا را تهدید می‌کند. برای مثال آبی که به دلتای اوکاوانگا[1] در بوتسوانا وارد می‌شود از آنگولا می‌آید و قبل از این که به دلتا برسد از نامیبیا می‌گذرد. هر سه کشور با کمبود آب مواجه هستند و برنامه‌های متعددی برای منحرف کردن آب از دلتا پیشنهاد شده است. بسیاری از تالاب‌ها پیش از این تحت تاثیر منفی پروژه‌های آبیاری قرارگرفته‌اند و برداشت بسیار زیاد آب توسط آن‌ها هیدرولوژی پایین دست تالاب‌ها را مختل کرده است. پروژه‌های آبی نه تنها می‌توانند در هیدرولوژی اختلال ایجاد کنند، بلکه قادرند انتقال رسوب به تالاب‌های دلتایی را نیز تغییر دهند. کاهش ورود رسوب به تالاب‌ها در ساحل لویزیانای آمریکا، باعث از بین‌رفتن تالاب‌های آب شیرین شده است و به‌این دلیل این تالاب‌ها دیگر قادر به حفاظت از خود و رقابت با افزایش ارتفاع آب دریا نیستند.

تخریب تالاب‌ها و گونه‌های مهاجم

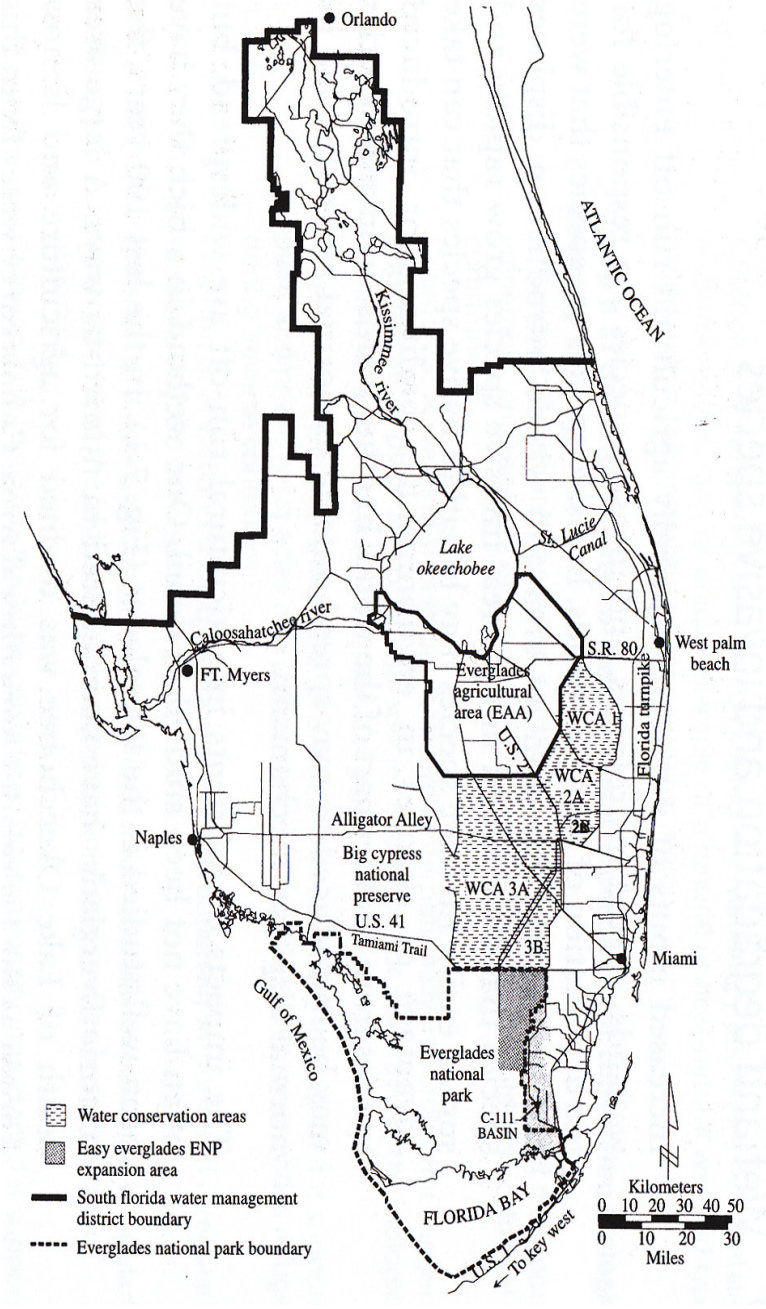
با افزایش ورود مواد مغذی، به ویژه پساب کشاورزی ورودی، هیدرولوژی تالاب‌ها مختل شده و گونه‌های مهاجم مسئول تخریب بسیاری از تالاب‌ها هستند. گونه‌های مهاجم گونه‌هایی هستند که به شکل تاریخی در منطقه وجود نداشتند و معرفی

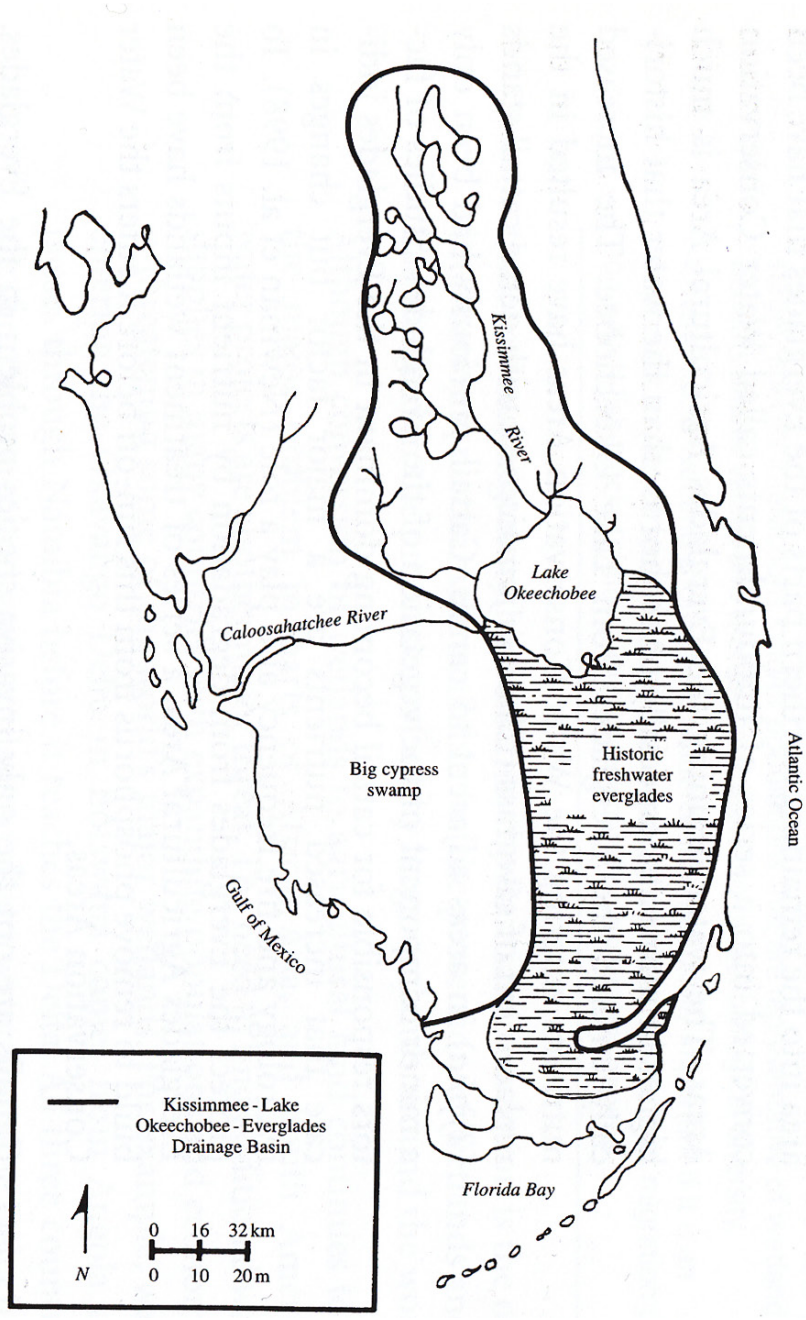
[1] Okavango Delta

آن‌ها به منطقه همراه با جایگزین شدن آن‌ها با گونه‌هایی است که در منطقه یافت می‌شده‌اند. گونه‌های مهاجم به سرعت رشدکرده و به آسانی منتشر می‌شوند. گونه‌های مهاجم می‌توانند از گونه‌های بومی باشند که از مزایای تغییرات در شرایط زیست‌محیطی استفاده کرده‌اند و یا گونه‌های معرفی‌شده از دیگر مناطق جهان باشند. به عبارت دیگر، یک گونه مهاجم می‌تواند معرفی شود، و یا از طریق مکانیزم‌های پراکنش[1] معمول خارج از حد نرمال پراکندگی خود منتشر گردد.

اثرات مواد مغذی پساب‌های کشاورزی گسترده است، ولی اغلب این اثرات با جزئیات مطالعه نشده است. اورگلید تالابی است که این مواد در آن به خوبی مطالعه شده‌اند (شکل۱.۷). در ۱۰۰ سال گذشته، به روش‌های مختلف در اورگلیدهای تاریخی[2] اخلال ایجاد شده است. منطقه وسیعی از جنوب دریاچه اوکیچوبی[3] به منظور کشاورزی، زهکشی شد و هم‌اکنون به عنوان منطقه کشاورزی اورگلید شناخته می‌شود. کانال‌ها آب را از این منطقه به مناطق شمالی باقی مانده اورگلید که به یک سری از آب‌گیرها تحت عنوان «مناطق حفاظت آب» تبدیل شده‌اند، منتقل می‌کند. آب زهکشی‌شده از منطقه کشاورزی اورگلید دارای مواد مغذی بالاتریست، به ویژه فسفر آن، بالاتر از آبی است که به شکل تاریخی از دریاچه اوکیچوبی به اورگلید جاری بوده است. افزایش مواد مغذی ورودی به «مناطق حفاظت آب» باعث جایگزینی علف‌اره‌ای *Cladium jamaicense* با توده‌های لویی[4] و گیاه دم‌گربه‌ای[5] در نقاط نزدیک به کانال‌ها شده است. در گذشته لویی تنها یک جزء کوچک از پوشش گیاهی اورگلید بوده است. مطالعات عوامل مؤثر در تبدیل شدن لویی به عنوان گونه غالب، مشخص می‌کند که افزایش مواد مغذی اصلی‌ترین فاکتور است، ولی تغییرات هیدرولوژی و آتش‌سوزی‌های متناوب نیز در این زمینه نقش ایفاء می‌کنند (نومن و همکاران۱۹۹۸). امروزه برای حفاظت اورگلید در برابر نابودی به وسیله ورود مواد مغذی از منطقه کشاورزی اورگلید، یک سری تالاب‌های تصفیه‌کننده[6] برای خارج کردن فسفر از روان آب قبل از ورود آن به منطقه حفاظت آب ساخته شده است. لویی‌ها تنها مشکل گونه‌های مهاجم در منطقه اورگلید نیستند. مِلالوکا *(Melaleuca quinqueervia)* به مناطق وسیعی هجوم برده است. این گونه در ابتدا به منظور بهبود زهکشی کاشته شد. هیاسین آبی *(Eichhornia crassipes)* و نیلوفر آبی *(Pistia stratiodes)* دو گونه معمول مهاجم دیگر در کانال‌ها هستند. گیاهان مهاجم مانند لویی مشکل مشترک بسیاری از تالاب‌ها هستند.

[1] dispersal
[2] historic Everglade
[3] Okeechobee
[4] Typha
[5] Cattail
[6] treatment wetlands


Orlando
ATLANTIC OCEAN
Kissimmee river
Lake okeechobee
St. Lucie Canal
Caloosahatchee river
FT. Myers
S.R. 80
West palm beach
Everglades agricultural area (EAA)
WCA 1
Florida turnpike
U.S. 27
WCA 2A
2B
Alligator Alley
Naples
Big cypress national preserve
U.S. 41
Tamiami Trail
WCA 3A
3B
Miami
Gulf of Mexico
Everglades national park
C-111 BASIN
FLORIDA BAY
U.S. 1
To key west
Water conservation areas
Easy everglades ENP expansion area
South florida water management district boundary
Everglades national park boundary
Kilometers
0 10 20 30 40 50
0 10 20 30
Miles



تصویر ۱.۷ حوضه آبخیز اورکلید: قبل از استقرار اروپایی‌ها (پایین) و امروز (بالا). (از لایت و دینین ۱۹۹۴

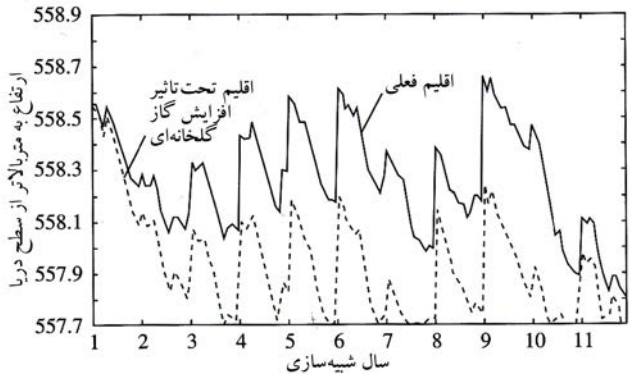
دیگرگونه‌های مشکل‌ساز باگستردگی فراوان در تالاب‌های آمریکای شمالی شامل: لیتروم[1] (*Lythrum salicaria*)، فالاریس (*Phalaris arundinacea*)، نی (*Phragmites australis*) می‌باشند. هایسین‌آبی، نیلوفرآبی و سالوینیا (*Salvinia molesta*) گونه‌های مهاجم گسترش یافته در تالاب‌های استوایی و نیمه‌استوایی در سراسر جهان هستند. گسترش گونه‌های مهاجم به دلیل ایجاد اختلال در محیط‌زیست تالاب‌ها باعث کاهش قابل ملاحظه‌ای در تنوع زیستی تالاب‌ها شده است. به منظور حفاظت از تالاب‌های موجود مدیریت گونه‌های مهاجم به شکل روزافزونی ضرورت دارد.

۳.۷ تغییر اقلیم جهانی

تغییر اقلیم جهانی می‌تواند از دو راه بر تالاب‌ها تأثیر داشته باشد: اولاً تغییر دما و بارندگی در هیدرولوژی تالاب اثرگذار خواهد بود و به تبع آن پوشش گیاهی و جانوری تالاب‌ها تغییر می‌کند. دوم آن که، این امر ممکن است باعث آزاد شدن مقدار زیاد کربنی شود که تاکنون در تالاب‌ها ذخیره شده‌اند.

به منظور ارزیابی پتانسیل تأثیرات اقلیم جهانی بر پوشش‌گیاهی تالاب‌ها به ترکیب سه نوع مدل نیاز است. ۱. یک مدل تغییر اقلیم جهانی که تغییرات محلی در دما و بارندگی را پیش‌بینی می‌کند. ۲. یک مدل هیدرولوژیکی که هیدرولوژی تالاب، به خصوص ارتفاع آب را، براساس داده‌های اقلیمی پیش‌بینی می‌کند و ۳. یک مدل تالابی که تغییرات پوشش‌گیاهی در اثر تغییرات هیدرولوژی را پیش‌بینی می‌کند. هر سه نوع مدل ضعف‌هایی دارند و به شکل پیوسته در حال کامل شدن و رشد هستند. پوانی و جانسون(۲۰۰۳) از این رویکرد به منظور بررسی تغییرات احتمالی در مناطق پست تالابی (چال‌مرغزارها) داکوتای شمالی امریکا استفاده کردند. در این مناطق تغییرات قابل ملاحظه‌ای در هیدرولوژی تالاب‌ها پیش‌بینی شده است (شکل۲.۷).

پیش‌بینی می‌شودکه ارتفاع آب بسیار پایین‌تر برود و این تالاب‌ها برای دوره زمانی قابل ملاحظه‌ای بدون هرگونه آب ایستایی باشند. این تغییرات پیش‌بینی‌شده در هیدرولوژی باعث تغییرات عمده در پوشش گیاهی این می‌شود (۳.۷)



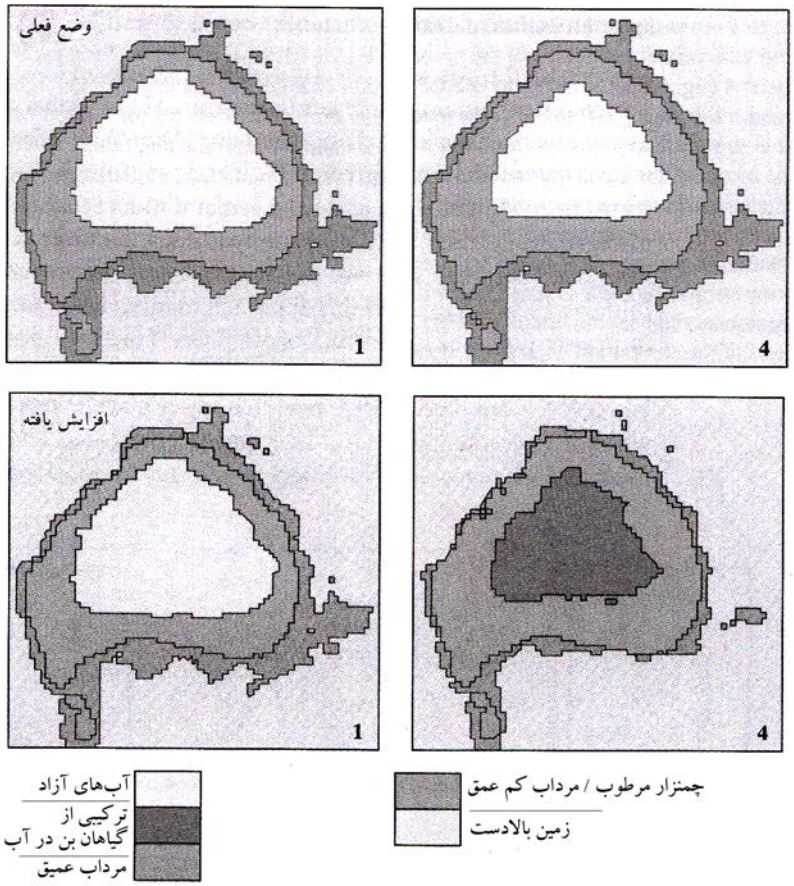
تصویر ۲.۷: ارتفاع آب تالاب داکوتای شمالی در شرایط اقلیمی حال حاضر و پیش‌بینی‌ها در شرایط اقلیمی افزایش گازهای گلخانه‌ای. (از پوآینی و جانسون ۲۰۰۳)

تغییر پیش‌بینی شده در یک چاله[2] دائمی، کاهش میزان آب آزاد از ۵۱٪ در حوضه و تحت‌تأثیر شرایط اقلیمی کنونی، به ۰٪ پس از گذشت ۴ سال با توجه به افزایش شرایط گلخانه‌ای را نشان می‌دهد. درنتیجه این تالاب از یک تالاب دائمی

[1]Purple loosestrife
[2]pothole

به یک تالاب نیمه‌دائمی تبدیل خواهد شد. از دست رفتن آب آزاد امکان استفاده از این تالاب توسط پرندگان کنارآبزی را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد. هنگام بررسی اثرات بالقوه تغییرات هیدرولوژیکی بر روی بخش وسیع‌تری از منطقه جنب قطبی، پیش‌بینی می‌شود تالاب‌های دارای آب آزاد کم‌تری در اغلب سال‌ها باقی بمانند و این امر موجب کاهش شدید جمعیت اردک‌های منطقه خواهد شد.

تالاب‌ها سالانه با نرخی ۱۰ تا ۲۰ برابر بیش از سیستم‌های خاکی، کربن ذخیره می‌کنند. این میزان بالا به دلیل سرعت تجزیه کندتر مواد آلی، در شرایط بی‌هوازی و دمای پایین در منطقه قطبی و جنب قطبی است، که اغلب تالاب‌ها در این مناطق یافت می‌شوند.تصویر (۸.۱)



تصویر ۳-۷ : پوشش گیاهی غرقابی و سطح آب بدون پوشش پیش‌بینی شده در شرایط اقلیمی حال حاضر و اقلیم در پی افزایش گازهای گلخانه‌ای، از سال ۱ تا ۴ سال ارتفاع آب شبیه‌سازی شده در شکل ۷.۱ (برگرفته از پوآینی و جانسون ۲۰۰۳)

درنتیجه این امر، امروزه تالاب‌ها میزان ۴۰٪ کربن خاک جهان را در خود جا داده‌اند، که اغلب آن در تورب‌زارها و تالاب‌های جنگلی ذخیره شده است. باوجودی که تورب‌زارها فقط ۳٪ از سطح خشکی‌های زمین را تشکیل می‌دهند، آن‌ها به تنهایی می‌توانند دربرگیرنده مقداری به بزرگی ۲۵٪ از مخزن کربن خاک باشند. مقدار کربن ذخیره شده در تورب‌زارهای شمالی به

قدری زیاد است که فرضیه‌ای این مقدار کربن ذخیره‌شده در تورب‌زارها را ناشی از چرخه‌های عصر یخبندان جهانی می‌داند (فریزن ۱۹۹۴). گرچه تالاب‌ها ذخیره‌گاه مهم کربن هستند، ولی اگر سطوح دی‌اکسیدکربن جهانی افزایش یابد، نمی‌توانند کربن اضافی و بیشتری را ترسیب کنند. به عبارت دیگر، از تالاب‌ها انتظار نمی‌رود که وضعیت تغییر اقلیم جهانی را بهبود بخشند، در حقیقت برعکس آن پیش‌بینی‌می‌شود.

تغییر اقلیم جهانی می‌تواند پیامدهای جدی متعدد بر ترسیب کربن در تالاب‌ها داشته باشد. افزایش دمای جهانی، میزان ذوب سالانه لایه یخ دائمی[1] را در تالاب‌های شمالی افزایش می‌دهد. این موضوع باعث اکسیده شدن سالانه خاک‌های آلی می‌شود که در حال حاضر منجمد هستند (گروبر و همکاران ۲۰۰۴). این مسئله به میزان قابل ملاحظه‌ای انتشار CO_2 و CH_4 جهانی را افزایش می‌دهد. برآورد شده تالاب‌ها منبع ۴۰٪ از انتشار سالانه CH_4 باشند. از آنجا که تغییرات ارتفاع آب اثرات قابل توجه در انتشار گازهای گلخانه‌ای دارند، کاهش ارتفاع آب (شکل۱.۷) می‌تواند باعث افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن شود، چرا که مواد آلی بیشتری تحت شرایط مستمر هوازی اکسیده می‌شوند و کاهش انتشار CH_4 را به همراه دارد.

دمای رو به افزایش باعث افزایش کربن آلی محلول (DOC_2) در آب زهکشی تورب‌زارها خواهد شد. بخش عمده این DOC احتمال اکسیده شدن دارد. افزایش دما همچنین می‌تواند باعث آتش‌سوزی در تالاب‌ها ، به ویژه در تالاب‌های استوایی شود. آتش‌سوزی در تورب‌زارهای جنگلی در اندونزی طی سال‌های ۱۹۹۷تا ۱۹۹۸، باعث انتشاری معادل ۴۰-۱۳ درصد انتشار ناشی از سوخت‌های فسیلی در همین بازه زمانی شده است (کندل و همکاران ۲۰۰۴). تغییرکاربری مداوم تالاب‌ها به ویژه تورب‌زارها ، به زمین‌های کشاورزی باعث افزایش انتشار گازهای‌گلخانه‌ای و به خصوص دی‌اکسیدکربن خواهد شد.

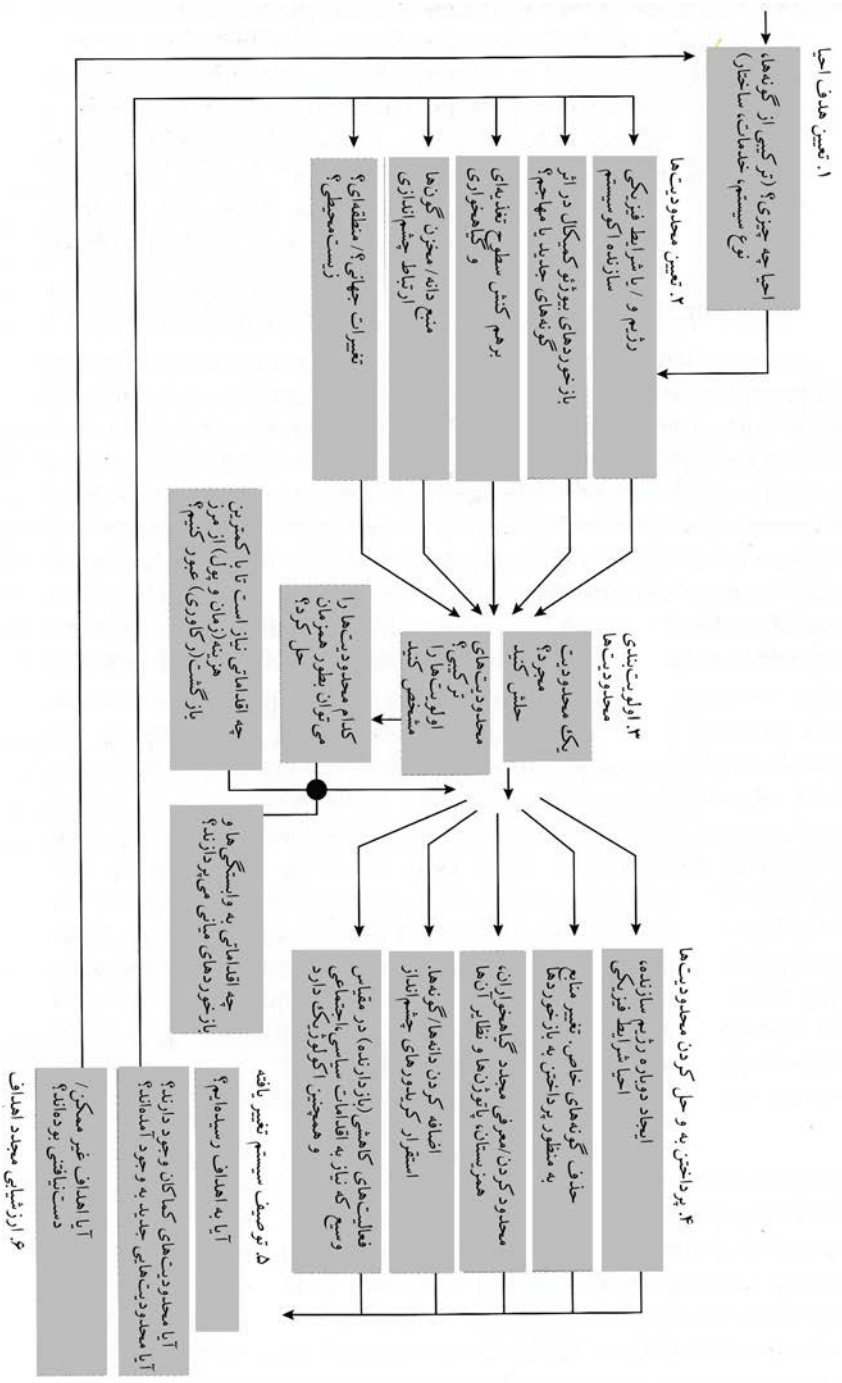
به طور خلاصه، تغییر اقلیم جهانی در هیدرولوژی تالاب‌ها اثرگذار خواهد بود و این امر باعث تغییر قابل ملاحظه در پوشش گیاهی آن‌ها می‌شود. از آنجا که یکی از پیامدهای بالقوه این تغییرات هیدرولوژیک افزایش میزان اکسیداسیون مواد آلی تالاب‌ها خواهد بود، افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای از تالاب‌ها، به ویژه از تورب‌زارها، می‌تواند باعث تشدید روند تغییر اقلیم جهانی گردد.

۴.۷ احیای تالاب

یکی از پیشرفت‌های دلگرم کننده در اکولوژی تالاب علاقه رو به رشد در زمینه احیای تالاب‌ها بوده است، به ویژه در ایالات متحده (کاسلر و کنتولا ۱۹۹۰) و اروپا (ویلر و همکاران ۱۹۹۵)، همچنین در بسیاری از دیگر نقاط جهان (استریور ۱۹۹۹، هی و فیلیپی ۱۹۹۹). گرچه اغلب پروژه‌های احیای تالاب‌ها هنوز به نسبت کوچک هستند، چند هکتار و یا کم‌تر، پروژه‌های جدید و پیشنهادی مانند پروژه در حال انجام احیای رودخانه کیسیمی (دام ۱۹۹۵) و برنامه جامع احیای تالاب‌های اورگلید (لوج ۲۰۰۵)، هزاران یا ده‌هاهزار هکتار از تالاب‌ها را احیاء خواهند کرد.

ادبیات احیاء شامل تعدادی از اصطلاحات گیج‌کننده است که انواع مختلفی از پروژه‌های ساخت و اصلاح تالاب را توضیح می‌دهد. ترم‌هایی مانند: اصلاح[3]، باززنده‌سازی[4]، جایگزینی[5]، ارتقاء[6]، احیاء[7] ، ایجاد[8]، به‌سازی[9] و مدیریت[10] و... که اغلب با جایگزین شدن به جای یکدیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. اغلب پروژه‌ها را می‌توان در سه کلاس گسترده‌تر شامل: اصلاح، احیا و ایجاد گروه‌بندی کرد. پروژه‌های اصلاحی شامل مواردی هستند که طی آن وضعیت یک تالاب موجود بهبود پیدا می‌کند. این دسته می‌تواند شامل حذف گونه‌های نامطلوب و استقرار گونه‌های دلخواه و مداخله در هیدرولوژی تالاب گردد.

[1] permafrost
[2] dissolved organic Carbon
[3] enhancement
[4] rehabilitation
[5] replacement
[6] reclamation
[7] restoration
[8] creation
[9] mitigation
[10] management



شکل ۴.۷ برنامه‌ریزی احیاء: ۱) تعیین هدف احیاء ۲) تعیین محدودیت‌هایی که بایستی برای رسیدن به هدف برطرف شوند ۳) اولویت‌بندی محدودیت‌های چندوجهی ۴) پرداختن به، یا برطرف کردن محدودیت‌ها ۵) توصیف سیستم تغییر یافته و تعیین این موضوع که آیا مانعی باقی می‌ماند و یا مانعی جدیدی بوجود می‌آید ۶) حفظ سیستم (ساندینگ ۲۰۰۴)

پروژه‌های احیاء شامل مواردی هستند که در آن یک تالاب، دوباره در محلی‌که قبلاً تالاب در آن وجود داشته است، ایجاد می‌گردد. استقرار مجدد یک چال‌مرغزار با شکستن یا استفاده از اتصال لوله‌های زهکشی که در طول ۵۰ سال گذشته برای زهکشی تالاب استفاده می‌شدند یک پروژه احیایی است. پروژه‌های ایجاد تالاب مواردی هستند که تالاب در محلی که قبلاً در آنجا تالابی وجود نداشته است، ایجاد می شود. برای مثال، کاشت گونه‌های تالابی در یک حوزه کم‌عمق که در گذشته زمین بالادست بوده است یک پروژه ایجادی است.

پروژه‌های بهبود شرایط (اصلاح)، احیاء و ایجاد همواره با یک هدف انجام می‌شوند. یک هدف مشترک احیاء یا جایگزینی یک نوع تالاب است تا حد ممکن در محلی که قبلاً وجود داشته یا هنوز در منطقه مجاور آن یافت می‌شود. این‌ها همگی پروژه‌های تاریخی هستند. معیار اصلی موفقیت در پروژه‌های تاریخی نمایش این است که گونه‌های گیاهی و جانوری که مشخصه آن نوع تالاب هستند، در منطقه دوباره حضور دارند. پروژه‌هایی نیز برای ایجاد یا ایجاد مجدد یک تالاب که کارکرد مشخصی دارد انجام می‌شوند، برای مثال می‌توان به مخزن روان آب آلودگی‌های کشاورزی اشاره کرد، این موارد احیاءها یا ایجادهای کارکردی هستند. معیار اصلی موفقیت این پروژه‌های کاربردی نشان دادن آن است که عملکرد تالاب مطابق انتظار است، برای مثال ۹۰ درصد از فسفر وارد شده به تالاب در آن باقی مانده است.

تمام پروژه‌ها شامل تعیین هدف پروژه و پس از آن شناسایی و رفع محدودیت‌هایی است که از احیاء و یا ایجاد یک تالاب در یک سایت مشخص جلوگیری می‌کند (شکل ۴.۷). محدودیت‌ها می‌تواند شامل شرایط فیزیکی مانند: هیدرولوژی ناپایدار، محدودیت‌های زیست‌شناسی، همچون: فقدان دانه یا سایر شرایط تکثیر، باشد. در شرایطی که محدودیت‌های متعددی وجود داشته باشد، برطرف کردن این محدودیت‌ها به اولویت‌بندی نیاز خواهد داشت. یک پروژه واقعی شامل رفع سیستماتیک این محدودیت‌ها است، برای مثال پرکردن دایک‌های زهکشی برای احیای هیدرولوژی مورد نیاز است.

تالاب احیاء شده پس از احیاء نیازمند آن است تا به نحوی مشخص شود آیا هدف پروژه محقق شده یا خیر و اگر نه، ممکن است برخی محدودیت‌ها باقی‌مانده یا محدودیت‌های جدیدی در طول مدت پروژه به وجود آمده باشند. برای بسیاری از انواع مختلف تالاب‌ها، دستورالعمل‌های کاربردی جهت اجرای پروژه‌های احیاء و ایجاد تالاب جهت طراحی و کاربرد تکنیک‌ها موجود است (مرکز تحقیقات حیات وحش شمال پرایر، ۲۰۰۴). برخی انواع احیاء و ایجاد تالاب به‌نسبت در اجرا ساده و برخی دیگر، برای مثال احیای تورب‌زارها، از جهت نظری و عملیاتی بسیار مشکل هستند. این که تالاب‌های احیاء یا ایجاد شده چقدر می‌توانند شبیه تالاب‌های طبیعی باشند هنوز یک سوال مورد بحث است.

محدودیت‌هایی که پروژه‌های تاریخی و عملیاتی با آن‌ها مواجه شده‌اند بسیار می‌توانند متفاوت باشند. در پروژه‌های اجرایی، همچون نمونه جهت حذف فسفر ، برای این که تالاب به درستی عمل کند، رسیدن به هیدرولوژی مناسب مهم‌ترین دغدغه است. در پروژه‌های اجرایی اغلب توجه کمی به پوشش گیاهی معطوف است و در پی آن در بسیاری از این تالاب‌ها گونه‌های گیاهی اندکی که به آسانی گسترده می‌شوند غالب می‌شوند. پروژه‌های تاریخی نه تنها باید به هیدرولوژی درستی دست پیدا کنند، بلکه باید پوشش گیاهی طبیعی نیز مد نظر باشد. در این پروژه‌ها اغلب در مورد گونه‌های‌گیاهی محدودیت‌هایی وجود دارد و استقرار یک گونه گیاهی دلخواه اغلب زمان‌برترین و گران‌ترین بخش این نوع پروژه‌ها است. پروژه‌های تاریخی بر این اساس‌که در آن‌ها چگونه گونه‌های‌گیاهی دوباره ایجاد می‌شوند به دو کلاس طبقه‌بندی می‌شوند. در برخی انواع تالاب‌ها، فرض بر این است که گونه‌های‌گیاهی با استفاده از بانک بذر گیاهی و یا پراکنش آن‌ها به محل پروژه با استفاده از گیاهان تالاب‌های مجاور ایجاد خواهند شد. ایجاد پوشش‌گیاهی به شکل طبیعی بعضی وقت‌ها کار می‌کند ولی اغلب جواب نمی‌دهد و یا نصفه نیمه از کار در می‌آید. در منطقه چال‌مرغزار احیاء شده در شمال آمریکا که در آن هیچ گونه‌ای کاشته نشده است،

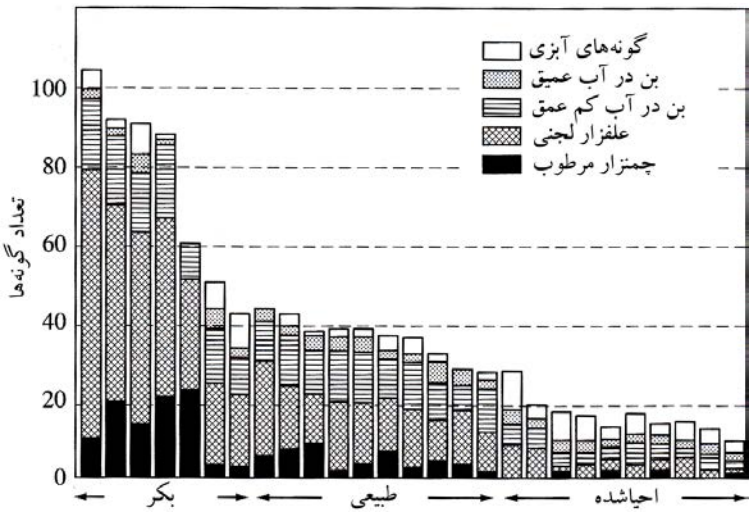
[1]submerged aquatics

استقرار برخی از گونه‌ها خیلی سریع اتفاق افتاد، از همه قابل ملاحظه‌تر گونه‌های آبی غرقابی[1] هستند، در حالیکه در مورد سایر گونه‌ها مانند گونه‌های زنبق زرد علفزار[1]، به این شکل نبود (شکل ۵.۷). گونه‌های آبی غرقابی به شکل گسترده‌ای توسط مرغابی‌ها پخش شدند در حالی که وضعیت برای گروه دوم گونه‌گیاهی زنبق زرد علفزار این گونه نبود. در پروژه‌هایی که در آن‌ها گیاهان با استفاده از دانه‌ها و یا سایر روش‌های تکثیر احیاء می‌شوند، محدودیت‌های اصلی اغلب پیدا کردن مواد گیاهی مناسب، کاشت آن‌ها و جلوگیری از نابودی آن‌ها توسط گیاهخواران و شرایط ضعیف اولیه برای رشد (رطوبت زیاد یا خشکی بیش از حد) می‌باشند.

برای پروژه‌های تاریخی یکی از موارد مهم عدم قطعیت چگونگی مقایسه تالاب احیاء یا ایجاد شده با تالاب طبیعی مرجع خواهد بود. به دلیل برخی محدودیت‌های غیرقابل اجتناب، بسیاری تالاب‌های ایجاد یا احیاء شده هرگز با تالاب‌های طبیعی قابل مقایسه نخواهند بود. محدودیت‌های غیرقابل حذف ممکن است زیستی و یا محیطی باشند. برخی گونه‌ها یا بوم‌تیپ‌ها[2] تالابی ممکن است به صورت محلی از بین رفته باشند و یا به طور کلی در شرایط نادری منقرض شده باشند. ممکن است برخی گونه‌های تالابی جدید در منطقه ایجاد شده باشند. شاید تغییرات منطقهای در شیمی آب، بخصوص سطح مواد مغذی رخ داده باشد و ممکن است تغییرات منطقه‌ای در هیدرولوژی به دلیل پایین رفتن یا بالا آمدن سطح آب و یا تغییر الگوی بارندگی رخ داده باشد.

چنین تغییرات غیرقابل برگشتی ایجاد تالابی که کاملاً مشابه با تالابی که قبلاً وجود داشته را غیرممکن می‌سازد. به تبع این مسئله هدف پروژه‌های تاریخی احیاء نباید ایجاد تالاب‌هایی باشد که از تمام جهات شبیه تالاب مرجع هستند. ولی احیاء باید به گونه‌ای باشدکه هرچه بیشتر و تا حد امکان از تنوع زیستی و تنوع ژنتیک آن تالاب‌ها حفاظت شود.

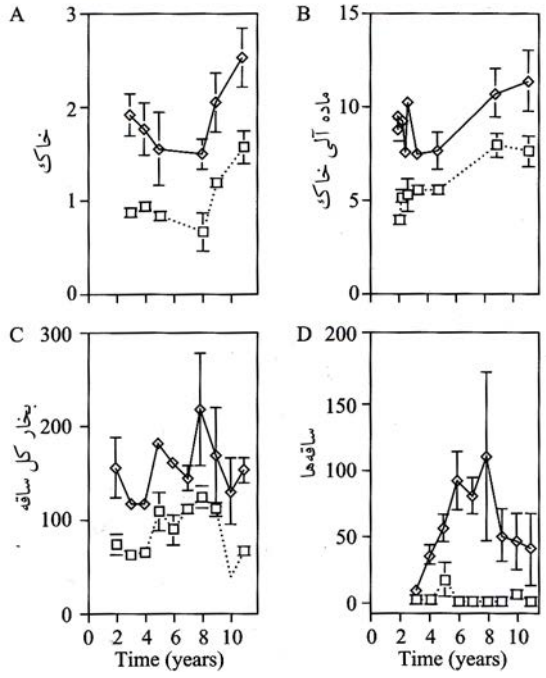
حتی پروژه‌های خوب طراحی و اجرا شده نیز ممکن است نتوانند اجزا طبیعی اکوسیستم را کاملاً همانندسازی کنند. زدلر و کالاوی (۱۹۹۹) داده‌های طولانی مدت مرداب سویت‌واتر[3] ، یک تالاب ساحلی ایجاد شده در جنوب کالیفرنیا، را برای این که ببینند که این تالاب تا چه میزان شبیه تالاب‌های مشابه در منطقه است، مورد بررسی قرار دادند (شکل ۶.۷).



تصویر ۵.۷ غنای‌گونه‌ای پنج نوع از گونه‌های تالابی در مرغزارهای احیاء شده، مرغزارهای طبیعی که پساب کشاورزی دریافت کرده‌اند و مرغزارهای بکر (دست نخورده) در شمال آمریکا از گالاتوویچ و وان‌درواک (۱۹۹۵)

[1]Sedge meadow
[2]ecotype
[3]Sweetwater marsh

این تالاب به منظور ایجاد زیستگاه برای تعدادی گونه در معرض خطر ازجمله یلوه‌کفزن[1] ایجاد شد. یکی از مهم‌ترین مشکلات این تالاب احیاء شده این بود که پوشش‌گیاهی آن، به دلیل کم مغذی بودن بستر درشت دانه و شنی تالاب به اندازه مورد انتظار رشد قدی نمی‌کرد. به دلیل قد کوتاه این گیاهان یلوه‌ها به سمت این تالاب احیاءشده جذب نمی‌شد (مالاکوف ۱۹۹۸). اضافه کردن مواد مغذی برای رشد علف نیز باعث رشد گونه‌های غیردلخواه شد، که شروع به رقابت با گونه مورد نظر کردند. زدلر و کالاوی (۱۹۹۹) نتیجه‌گیری کردند که توسعه اجرایی تالاب‌های ایجاد یا احیاءشده لزوماً از مدل‌های ساده و خطی که در ادبیات احیاء اکولوژی مرسوم است، پیروی نمی‌کنند. به عبارت دیگر برطرف کردن همه عوامل محدود کننده توسعه تالاب ایجاد شده به نحوی که پوشش گیاهی آن قابل مقایسه با وضعیت تالاب طبیعی باشد، ممکن نبود. بسیاری از تالاب‌های احیاء یا ایجاد شده با عدم موفقیت روبرو بوده‌اند، نه به این دلیل که در شناخت و رفع همه محدودیت‌ها شکست خورده‌اند، بلکه به این دلیل ساده که به طور ضعیفی طراحی و اجرا شده بودند (مالاکوف ۱۹۹۸).



تصویر ۶.۷ خاک (A و B) و مشخصات تاج‌پوشش گیاهی (C و D) در تالاب‌های جزر و مدی طبیعی (خط پررنگ) و دست‌ساز (خط نقطه‌چین) در خلیج سن دیگو آمریکا. A. کل نیتروژن کلدال در خاک‌های سطحی. B اجزای آلی خاک. C. کل طول ساقه Spartina foliosa در پایان فصل رشدD. تعداد جوانه‌های Spartina foliosa بلندتر از ۹۰ سانتی‌متر (از زدلر و کالاوی ۱۹۹۹)

برای مثال، در مطالعه‌ای که بر روی تالاب‌هایی که در پرتلند به منظور به‌سازی ایجاد شده بودند انجام شد، این تالاب‌ها بعضی اوقات هیچ نمونه مشابه طبیعی در منطقه نداشتند. حوضه (کاسه) های آن‌ها اغلب جهت‌های با شیب‌های خیلی تند داشت. آن‌ها اغلب جوامع گیاهی غالبی از گونه‌های مهاجم و تنوع اندکی از گونه‌های بومی داشتند. در برخی موارد هرگز تالابی ایجاد نشد یا کوچک‌تر از میزان مورد انتظار بود. این نتایج و سایر مطالعات مشابه نشان می‌دهندکه تجربه‌های ایجاد

و احیاء تالاب بخش زیادی از آرزوها و انتظارات ما را برآورده نمی‌کند (سالوسن ۱۹۹۴).
گرچه یک تالاب ساخته و یا احیاء شده هیچگاه نمی‌تواند آینه (با شباهت کامل) تالاب طبیعی مورد نظر باشد، به هر حال ممکن است تالاب احیاء یا ایجاد شده از نظر ساختار و عملکرد به مقدار زیادی شبیه تالاب‌های طبیعی باشد. برای انجام این امر یک فهم درست از اکولوژی تالاب، برنامه‌ریزی و اجرای دقیق پروژه‌ها و داشتن استراتژی مدیریتی جهت نگه‌داشتن تالاب بر روی خط سیر توسعه‌ای مورد نیاز است. مداخله‌های مدیریتی معمول شامل انجام روش‌های کنترلی بر روی سطح آب، آتش‌سوزی، چرای دام، کوددهی (بارورکردن) و علف هرز می‌باشد.

خلاصه

هنوز زهکشی تالاب‌ها به منظور ایجاد زمین‌های قابل کشت، در حالی‌که همزمان پروژه‌های آبی در حال منحرف کردن آب‌ها از جاری شدن به سوی تالاب‌ها هستند، مشکل اصلی در بسیاری از مناطق دنیا است. قوانینی که از تالاب‌ها در برابر زهکشی شدن و پر شدن حافظت می‌کند در برخی از کشورها با موفقیت تالاب‌ها را حفظ کرده‌اند. کنوانسیون رامسر به عنوان یک تلاش بین‌المللی جهت حفاظت تالاب‌ها، امکان حفاظت برای بسیاری تالاب‌های بزرگ را در سراسر جهان فراهم کرده است. تالاب‌های موجود به دلیل مداخله در هیدرولوژی آن‌ها و ورود روزافزون مواد مغذی از بین می‌روند. این تغییرات محیطی غالباً با تغییرات اساسی در پوشش‌گیاهی، که اغلب به دلیل پخش سریع گونه‌های مهاجم، که در گذشته وجود نداشته‌اند همراه بوده‌است. تلاش‌هایی که برای مدل‌سازی‌های انجام شده، پیش‌بینی می‌کنندکه تغییرات هیدرولوژیکی که به دلیل تغییرات اقلیم جهانی ایجاد می‌شوند بر روی پوشش‌گیاهی نیز اثرگذار خواهند بود. کربن ذخیره شده در تورب‌زارها ممکن است به دلیل این تغییرات هیدرولوژیکی با سرعت بیشتری اکسیده شوند و این موضوع روند تغییر اقلیم را تسریع خواهد کرد. احیاء تالاب‌ها این تضمین را می‌دهد که برخی از عوامل را که منجر به تخریب تالاب‌ها شده‌اند برطرف سازد. متاسفانه بسیاری از پروژه‌های احیاء و ایجاد تالاب‌ها ناموفق بوده‌اند.

تعاریف قراردادی از انواع تالاب‌ها و برابر نهادها:

به طور کلی اکولوژی تالاب در خصوصیات پوشش‌گیاهی آن بازتاب می‌یابد. بطور سنتی تالاب‌ها بر اساس ساختار، شکل، ترکیب پوشش‌گیاهی و موقعیت بستر آبی و خصوصیات بیوفیزیکی و شیمیایی آن‌ها توصیف می‌شوند. در این میان تنوع وسیع تالاب‌ها در سطح جهان و تمایز آن‌ها از یکدیگر از طریق اصطلاحات فارسی بکاربرده در منابع مختلف، هرچند در ظاهر تا حدی به درک نوع تالاب‌ها کمک کرده، اما این برابر نهادهای فارسی گاهی سهوا به جای همدیگر بر حسب مورد به کار رفته‌اند. در این کتاب برای اجتناب از اغتشاش بیشتر، بطور قراردادی برابر نهاده‌های زیر در برابر اشکال مختلف تالابی با استفاده از تعاریف کتاب"مقدمه‌ای بر حفاظت و مدیریت تالاب‌ها"(مجنونیان،هنریک. ۱۳۹۰) بکارگرفته شده‌اند.

***Marsh*(مرداب)**: در این نوع تالاب پوشش‌گیاهی علفی (گیاهان نیزاری) چیره‌اند. ارتفاع این گیاهان گاهی به ۶ فوت(حدود ۲متر)می‌رسد. این نوع تالاب‌ها اغلب سیمای گراس‌لند یا چمن‌زاری(*Meadow*) دارند. برخی این نوع تالاب‌ها را چمن‌زار یا مرغزار خیس نیز می‌نامند. خاک مرداب‌ها غنی و آهکی با پ.هاش بالا است، از این رو برای تبدیل آن به زمین کشاورزی گرایش بیشتری وجود دارد.

***Swamp*(باتلاق)**: در این نوع تالاب پوشش دختچه‌ای و درختی چیره است. حتی در برخی اقلیم‌ها این نوع تالاب‌ها را می‌توان با پوشش سوزنی برگان و جگن‌زارها یکجا دید. گونه تاگسودیوم دیسکوتوم نمونه بارز درختی این نوع تالاب‌ها است. گونه‌های سوزنی برگ یا دیگر درختان و درختچه‌ها نیز می‌توانند همراه شوند. تالابهای آمریکا و کانادا در این مورد نمونه‌وارند. فصل رویش گیاهی در ایت تالاب‌ها کوتاه، خاک‌های آن‌ها همیشه آبدار و تحت سیلابند.

***Fen*(آبگیر)**: این تالاب‌ها از آب‌های زیرزمینی تغذیه شده و در اصل تالاب‌های تورب‌زاری می‌باشند که با گیاهان مختلف همچون گراس‌ها، جگن‌ها همراه با درختان آبدوست دیده می‌شوند. این تالاب‌ها همچون خلاش‌ها در نواحی یخبندان شمال آمریکا دیده می‌شوند.

***Bog*(خلاش-سیاه آب)**: این تالاب‌ها از تنوع پوشش گیاهی زیادی برخوردارند. آب این تالاب‌های آب‌شیرین از بارندگی تامین می‌شود. از نظر ذخیره مواد آلی بویژه تورب‌زارها غنی هستند و خاک اسیدی دارند. پوشش درختی در حاشیه این تالاب‌ها و گیاهان شناور و بن در آب در میانه این تالاب‌ها دیده می‌شوند. این تالاب‌ها اغلب در دریاچه‌های کوچک با کمربندهای گیاهی هم مرکز تشکیل می‌شوند و کمربندهای بیرونی درختی و کمربندهای داخلی گیاهان علفی می‌باشند.

***Prairie pothole* (چال‌مرغزار)**: چمنزارهایی است که در گودال‌های ایجاد شده در اثر فرسایش آبی پدید می‌آید.

***Slought*(لجن‌زار)**: به باریکه آبهای برگشتی(آب‌های رمو) در کانال‌های متروکه رودخانه اتلاق می‌شود. در دشت‌های آبرفتی به گودال‌ها، چالاب‌ها و فرورفتگی‌های باریکی اتلاق می‌شود که به تالاب‌های علفی نیزاری تبدیل می‌شوند.

***Meadow*(مرغزار/چمن‌زار)**: زمین‌های دارای پوشش‌گیاهی آمیخته از گرامینه/لگومینوز(گراس/فورب) که بصورت مرتع طبیعی و چراگاه دیده می‌شوند مناطق خیس طبیعی پوشیده از گراس و فورب در کوهستان و مناطق آبرفتی اراضی پست حاشیه نهرها و رودخانه‌ها نیز اطلاق می‌شود.

***Sedge*(جگن)**: به تمام گونه‌های خانواده سیپراسه اتلاق می‌شود(گیاهان این خانواده ساقه‌ای سه گوش دارندو در تالاب‌ها وقتی‌که غرقابی است در کنار تالاب می‌رویند. ریشه‌دوانی آنها در خاک خیس و آبدار تالابی در حکم تار و پود است. این خاصیت کمک می‌کند که برخی تالاب‌ها به‌صورت مصالح چپر، دیوار چین مورد استفاده قرار گیرند.

***Pond*(استخر)**: پهنه‌های آبی محصورشده در گودال‌ها، چالاب‌ها در اثر رواناب اتلاق می‌شود.در صورتیکه به وسیله دخالت انسان شکل‌گرفته باشد(مراکز پرورش ماهی و میگو) بیشتر اصطلاح استخر به آن اتلاق می‌شود.

***Pool*(گوداب/چالاب):** چالاب‌هایی که در قسمت‌های عمیق رودخانه به وجود می‌آیند یا هر نوع گودالی که در اثر خاک‌برداری یا حفاری بوجود می‌آید و از آب پر می‌شود. هر نوع چال و فرورفتگی که در اثر سیلاب دوره‌ای موقت یا دائمی، شرایط تالابی پیدا کند.

***Riparian*(آبساری):** به زون یا گیاهان حاشیه زیستگاه تالابی اتلاق می‌شود. گیاهان آبساری نقش مهمی در حیات آبزیان رودخانه‌ها و تالاب‌ها ایفا می‌کنند.

***Playa*(پلایا):** در اصل کلمه‌ای اسپانیایی است و اینجا به زمین‌های مسطحی اتلاق می‌شود که پس از بارندگی زیر آب کم عمقی غرقابی می‌شوند و پس از مدت کوتاهی به شکل مناطق خشک در می‌آیند.

واژه نامه

اکروتلم (Acrotelm): لایه بالایی تورب که سطح آب در آن نوسان دارد و می تواند به صورت دوره ای هوازی باشد و آب در آن به طور نسبتاً سریع حرکت نماید. لایه زیرین این لایه، کاتوتلم نامیده می شود.

آئرنشیما (Aerenchyma): فضاهای هوایی درون ریشه ها، ساقه ها و برگهای برخی از گیاهان آبرست که انتشار گازها را درون این گیاهان ممکن می سازد. تولید آئرنشیما اغلب با پرآب شدن اندامهای گیاه تشدید می-شود.

غیربومی/ دگربوم (Allochthonous): تعلق داشتن به موادی نظیر پسماند که از برخی اکوسیستمهای دیگر به اکوسیستم فعلی منتقل شده اند.

بی هوازی (Anaerobic): انجام واکنش در غیاب اکسیژن مولکولی، به طور مثال، تنفس بی هوازی

تنفس بی هوازی (Anaerobic Respiration): به واژه تخمیر مراجعه کنید

آنوکسیک (Anoxic): بدون اکسیژن مولکولی

بومی (Autochthonous): تعلق داشتن به موادی نظیر پسماند که تولید شده یا نشأت گرفته از درون اکوسیستم هستند.

توده زیستی (Biomass) : توده زنده از میکروبها، گیاهان ، جانوران در واحد سطح در هر زمان مشخص. گاهی اوقات در برگیرنده بخش های مرده درختان نظیر شاخه های خشک نیز می شود، نظیر Standing crop).

کاتوتلم(Catotelm) لایه زیرین توربکه پایین تر از اکروتلم قراردارد و به طور ثابت اشباع از آب است، فاقد اکسیژن است و آب در آن به صورت کند حرکت می‌کند.

نقطه اوج (Climax) : مرحله خود شکوفایی نهایی در توالی رشد clementsian که در آن پوشش گیاهی در تعادل با اقلیم قرار دارد.

کوئنوکلاین (Coenocline) : مجموعه ای از جوامع گیاهان که در امتداد یک گرادیان محیط زیستی قرار گرفته اند.

ایجاد (Creation) : به وجود آمدن یک تالاب در منطقه ای که پیش از این وجود نداشته است.

تجزیه (Decomposition) : شکست اجزای پسماندیا بقایای مرده گیاهان وجانورانبه ذرات و مولکولهای کوچکتر

محدود نمودن (Delineation) : ایجاد یک خط یا مرز برای تالاب به منظور دستیابی به اهداف قانونی . به طور ویژه حدود بالایی از خاک دارای آب و /یا فراونی گیاهان هیدروفیت به منظور ترسیم خط مرزی تالاب استفاده می‌شوند.

دنیتریفیکاسیون(Denitrifiacation) تبدیل از حالت نیترات به گاز نیتروژن

پوده خواری (Detritivory) : مصرف اجزای مرده آلی و همراه بودن میکروارگانیسمها با جانوران برای کسب انرژی و مواد غذایی

پوده (Detritus) : پسماند گیاهی و جانوری نیمه تجزیه یافته همراه با میکرو ارگانیسمهای تجزیه کننده.

تخلیه (Discharge) : حجم آب جاری در واحد زمان ، می تواند در مورد آب زیر زمینی وارد شونده به تالاب به کاربرده شود

اکروتلم (Acrotelm): لایه بالایی تورب که سطح آب در آن نوسان دارد و می تواند به صورت دوره ای هوازی باشد و آب در آن به طور نسبتاً سریع حرکت نماید. لایه زیرین این لایه، کاتوتلم نامیده می شود.

آئرنشیما (Aerenchyma): فضاهای هوایی درون ریشه ها، ساقه ها و برگهای برخی از گیاهان آبزست که انتشار گازها را درون این گیاهان ممکن می سازد. تولید آئرنشیما اغلب با پرآب شدن اندامهای گیاه تشدید می-شود.

غیربومی/ دگربوم (Allochthonous): تعلق داشتن به موادی نظیر پسماند که از برخی اکوسیستمهای دیگر به اکوسیستم فعلی منتقل شده اند.

بی هوازی (Anaerobic): انجام واکنش در غیاب اکسیژن مولکولی، به طور مثال، تنفس بی هوازی

تنفس بی هوازی (Anaerobic Respiration): به واژه تخمیر مراجعه کنید

آنوکسیک (Anoxic): بدون اکسیژن مولکولی

بومی (Autochthonous): تعلق داشتن به موادی نظیر پسماند که تولید شده یا نشأت گرفته از درون اکوسیستم هستند.

توده زیستی (Biomass) : توده زنده از میکروبها، گیاهان ، جانوران در واحد سطح در هر زمان مشخص. گاهی اوقات در برگیرنده بخش های مرده درختان نظیر شاخه های خشک نیز می شود، نظیر Standing crop).

کاتوتلم(Catotelm) لایه زیرین توربکه پایین تر از اکروتلم قراردارد و به طور ثابت اشباع از آب است، فاقد اکسیژن است و آب در آن به صورت کند حرکت می‌کند.

نقطه اوج (Climax) : مرحله خود شکوفایی نهایی در توالی رشد clementsian که در آن پوشش گیاهی در تعادل با اقلیم قرار دارد.

کوئنوکلاین (Coenocline) : مجموعه ای از جوامع گیاهان که در امتداد یک گرادیان محیط زیستی قرار گرفته اند.

ایجاد (Creation) : به وجود آمدن یک تالاب در منطقه ای که پیش از این وجود نداشته است.

تجزیه (Decomposition) : شکست اجزای پسماندیا بقایای مرده گیاهان وجانورانبه ذرات و مولکولهای کوچکتر

محدود نمودن (Delineation) : ایجاد یک خط یا مرز برای تالاب به منظور دستیابی به اهداف قانونی . به طور ویژه حدود بالایی از خاک دارای آب و /یا فراونی گیاهان هیدروفیت به منظور ترسیم خط مرزی تالاب استفاده می‌شوند.

دنیتریفیکاسیون(Denitrifiacation) تبدیل از حالت نیترات به گاز نیتروژن

پوده خواری (Detritivory) : مصرف اجزای مرده آلی و همراه بودن میکروارگانیسمها با جانوران برای کسب انرژی و مواد غذایی

پوده (Detritus) : پسماند گیاهی و جانوری نیمه تجزیه یافته همراه با میکرو ارگانیسمهای تجزیه کننده.

تخلیه (Discharge) : حجم آب جاری در واحد زمان ، می تواند در مورد آب زیر زمینی وارد شونده به تالاب به کاربرده شود

***عدد یا سطح اکسیداسیون(Oxidation number or state)*:** عددهای اکسیداسیون برای بالانس کردن معادله‌های واکنشهای Redox مورد استفاده قرار می‌گیرند. عدد اکسیداسیون نمایانگر آن است که اتم الکترونگاتیوتری در یک کمربند کووالانسی قرار دارد.

***تالابی شدن (Paludification)*:** فرآیندی که طی آن یک زمین مرتفع به علت بالا رفتن سطح آب، به یک تالاب، عمدتاً تورب زار، تبدیل می شود.

***تالابهای پالوسترین (Palustrine wetlands)*:** تالابهایی که در پستی های کم عمق یافت می شوند، با مساحت معمولاً کمتر از ۲۰ جریب.

***تورب (Peat)*:** خاک آلی عمدتاً متشکل از اندامهای نسبتاً تجزیه شده گیاهی که هنوز قابل تشخیص می باشند.

***پریفیتون (periphyton)*:** مجموعه ای از جلبکها که پوشش قابل مشاهده ای را شکل می دهند که اغلب در قسمتی از فصل رشد، روی سطح آب یا زیر آن شناور می باشند.

***فتوسنتز (Photosynthesis)*:** تبدیل دی اکسید کربن و آب به قند و اکسیژن به وسیله گیاهان با استفاده از انرژی خورشید.

***پلانکتون (Plankton)*:** جلبکها، میکروبها و بی مهرگانی که در ستون آب شناور می باشند.

***تخلیه (Recharge)*:** افزودن آب به یک سفره از یک تالاب.

ریدوکس (Redox) (ریدوکس بالقوه): تفاوت بالقوه بین یک الکترود پلاتین و یک الکترود مرجع در یک محلول که معمولاً به صورت میلی ولت بیان می شود. این تفاوت، یک واحد اندازه گیری شرایط کاهنده یا (موجود بودن) فشار الکترون در یک محلول است.

***ویژگیهای ریدوکسیمورفیک (Redoximorphic features)*:** ویژگیهای خاک که منتج از کاهش و نقل مکان آهن و منگنز در خاکهای هیدروژنی می باشند.

***کاهش (Reduction)*:** یک واکنش شیمیایی که در آن با افزایش الکترونها، وضعیت اکسایش یک ماده شیمیایی کاهش می یابد.

***احیاء (Restoration)*:** بازگردانیدن یک تالاب که نابود (خشک یا پر) شده است به وضعیت پیش از تخریب آن.

***تالابهای رودخانه ای (Riverine wetlands)*:** تالابهایی که در کانالهای رودخانه ای یافت می شوند.

***خاک های اشباع (Saturated soils)*:** خاکهایی که در آنها همه فضاهای روزنه ای پر از آب بوده و در نتیجه بی هوازی می باشند، اما هیچ آب راکدی در سطح آنها یافت نمی شود.

***تولید ثانویه (Secondary production)*:** تولیدات گیاهخواران، گوشتخواران و ذره خواران.

***بانک بذر (Seed bank)*:** بذرهای قابل مشاهده موجود در خاک در هر زمان مشخص.

***ماتریس خاک (Soil matrix)*:** بخشی از خاک که دارای رنگ غالب می باشد؛ معمولاً بیش از ۵۰٪ خاک باید دارای رنگ یکسان باشد تا بتوان آن را ماتریس خاک در نظر گرفت.

***محصول سرپا (Standing crop)*:** کل مواد گیاهی یا جانوری زنده یا مرده موجود در واحد سطح در هر زمان مشخص. مشابه زیست توده.

گیاهان غرقابی (Submerged (submersed) plants): گیاهان آبرست که اغلب کاملاً زیر آب رشد می کنند، به جز بخشهای زایشی برخی از گونه ها، به طول مثال علف ماراهی (Vallisneria americana).

توالی (Succession): هرگونه تغییر غیرفصلی در ترکیب گونه ای گیاهان یک منطقه.

تالابهای تصفیه (Treatment wetlands): تالابهایی که برای حذف موادغذایی از جریانهای خروجی ماشین آلات تصفیه آب یا روانابهای آلوده کشاورزی یا شهری، ساخته می شوند.

موجودی آب (Water budget): تعریف ورودیها، ذخیره و خروجیهای آب یک تالاب یا هر منبع آبی دیگر طی یک دوره زمانی مشخص، معمولا یک سال.

کیفیت آب (Water quality): خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی آب. کیفیت آب معمولاً از دیدگاه استفاده انسانی مورد سنجش قرار می گیرد.

رژیم آب (Water regime): به Hydroperiod مراجعه نمایید.

سفره آب (Water table): سطح بالایی یک ناحیه اشباع..

تالاب(Wetland): اکوسیستمی که بطورت دائمی و یا دوره‌ای با عمق کمی آبگیری می‌شود یا سطح و نزدیک خاک آن به صورت دائم یا دوره‌ای (از آب) اشباع است. مشخصات بازر بازشناختی تالابها وجود خاکهای اشباع از آب و گیاهان آبدوست می‌باشد.

پهنه بندی- زون بندی (Zonation): توزیع گونه‌ها در محدوده‌های کم و بیش مشخص هماهنگ با تغییرات محیطی. پهنه‌های مختلف معمولا با تفاوت در اشکال حیات، ارتفاع یا رنگ گونه‌ها مشخص می‌شوند.

فهرست لغات

Acrotelm: the upper layer of peat in which the water table fluctuates, which can be periodically aerobic, and in which water can move relatively rapidly. The layer below it is called the catotelm.

Aerenchyma: air spaces in the roots, stems, and leaves of some hydrophytes that allow the diffusion of gases inside these plants. Aerenchyma production is often stimulated by the flooding of plant organs.

Allochthonous: pertaining to materials, usually litter, that were transported into an ecosystem from some other ecosystem.

Anaerobic: occurring in the absence of molecular oxygen, for example, anaerobic respiration.

Anaerobic respiration: See fermentation.

Anoxic: without molecular oxygen.

Autochthonous: pertaining to materials, usually litter, produced or originating within an ecosystem.

Biomass: the mass of living microbes, plants, or animals present per unit area at any given time. It sometime includes dead parts of trees such as bark. Similar to as standing crop.

Catotelm: the layer of peat below the acrotelm that is permanently saturated with water, that is anaerobic, and in which water moves very slowly.

Climax: the final, self-perpetuating stage in a Clementsian successional sequence in which the vegetation is in equilibrium with the climate.

Coenocline: a series of plant communities along an environmental gradient.

Creation: establishing a wetland in an area where a wetland did not formerly exist.

Decomposition: the breakdown of litter or dead plant or animal material into smaller molecules or particles.

Delineation: establishment of the boundary of a wetland for jurisdictional purposes. Typically the upper limit of hydric soils and/or hydrophyte abundance are used to establish wetland boundaries.

Denitrification: conversion of nitrate to nitrogen gas.

Detritivory: the consumption of dead organic matter (litter) and associated microorganisms by animals to obtain energy and nutrients.

Detritus: partly decomposed plant or animal litter with its associated microorganisms.

Discharge: the volume of water flow per unit time; can also refer to groundwater entering a wetland as in discharge wetland.

Emergent hydrophytes (Emergents): erect, rooted, herbaceous hydrophytes whose bases may be permanently or seasonally flooded, but which cannot survive long-term inundation of the entire plant, for example, cattail (*Typha* spp.).

Enhancement: increasing or improving one or more functions of an existing wetland.

Epipelon: assemblage of algae growing on the surface of soils, litter, and rocks.

Epiphyton: assemblage of algae growing on living plants.

Estuarine wetlands: wetlands found along the shores and in shallow water where rivers enter the ocean. Estuaries are transitional zones between freshwater and marine systems that are characterized by salinity gradients and daily tides.

Eutrophic: nutrient rich.

Evapotranspiration: the combination of evaporation and transpiration.

Fermentation (glycolysis): the biochemical pathway by which starches and sugars are partially broken down to pyruvic acid. Under anoxic conditions, pyruvic acid is usually converted to acetaldehyde and CO_2. Acetaldehyde is then typically reduced to ethyl alcohol.

Floating-leaved plants: rooted, herbaceous hydrophytes with at least some leaves floating on the surface of the water, for example, water lilies (*Nuphar* spp. or *Nymphaea* spp.).

Flood duration: the length of time that a wetland is flooded.

Flood frequency: the number of times a wetland is flooded during a given period of time.

Fluctuation: any reversible change in the abundance of species in a plant community from one year to another.

Flux: the flow or movement of material (e.g. litter, nutrients) from one compartment to another in an ecosystem.

Free-floating plants: hydrophytes not anchored to a substrate that float freely in the water column or on the surface of the water, for example, duckweeds (*Lemna* spp.) or water hyacinth (*Eichhornia crassipes*).

Gleyed: neutral grey, bluish, or greenish colour of the soil matrix due to reduction of iron and other elements in soils that developed under anoxic conditions.

Gross primary production: the total amount of organic matter produced through photosynthesis per unit area over some period of time.

Histisol: Same as organic soil.

Hydrochory: dispersal of seeds by water currents.

Hydrogeomorphic classification system (HGM): a system for classifying wetlands based on their geologic setting and resulting hydrology. It is designed to facilitate the evaluation of wetland functions and values.

Hydrology: study of the distribution and movement of water.

Hydric soil: soil that is saturated or flooded long enough during the growing season to develop anaerobic conditions in the upper part.

Hydrograph: a graphical record of the rise and fall of water levels during a given period of time.

Hydrophyte (hydric plant): a plant growing in soils that are flooded or saturated long enough during the growing season that the soils go anoxic.

Hydroperiod or water regime: the depth, duration, seasonality, and frequency of flooding. The hydroperiod is usually expressed as either the mean number of days flooded per year or the percentage of the year the wetland is flooded.

Hypoxic: with dissolved oxygen levels less than 2 mg l^{-1}.

Lacustrine wetlands: wetlands fringing large lakes.

Landscape: gross features of the land surface, including slope, aspect, topography, land use, etc.

Litter: dead plant or animal material.

Macrophytes: aquatic plants or hydrophytes large enough to see without a microscope, includes algae, mosses, liverworts, ferns, and angiosperms.

Maturation: accumulation of biomass from one year to another due to the growth of individuals in an area. It is usually accompanied by changes in plant density and/or height.

Metaphyton: algae that form mats visible to the naked eye. See also periphyton.

Mitigation: avoiding, minimizing, rectifying, or compensating for wetland losses.

Necromass: the mass of litter or dead plant and animal material per unit area at a given time.

Muck: an organic soil in which virtually all of the organic material is decomposed, not allowing for identification of plant forms.

Net primary production: the amount of organic matter that accumulated per unit area over a period of time.

Net primary productivity: the rate of organic matter accumulation per unit area.

Nitrification: conversion of organic nitrogen and ammonium to nitrate.

Nitrogen fixation: conversion of nitrogen gas to ammonium.

Nutrient budget: an accounting of the mass of a nutrient entering and leaving a system during a given interval.

Nutrient cycling: the movement of nutrients among various components (soils, plants, litter, etc.) of an ecosystem.

Oligotrophic: nutrient poor.

Organic soils (Histisols): soils composed predominantly of decomposing plant litter (organic matter).

Oxidation: a chemical reaction in which the oxidation state of a chemical is increased because of the loss of electrons.

Oxidation number or **state:** Oxidation numbers are used to balance redox reaction equations. An oxidation number is the charge assigned to the more electronegative atom in a covalent bond. In effect, an oxidation number is an apparent charge; it is the charge the atom would possess if the bond were actually ionic. Some basic rules for assigning oxidation numbers to elements: (1) uncombined elements have an oxidation state of 0, for example, O_2; (2) H in organic compounds is usually +1, for example, CH_4, H_2O; (3) O in compounds is usually −2, for example, H_2O, CO_2; and (4) the sum of all the oxidation states of the component atoms must equal the total charge on the molecule or ion.

Paludification: the process in which an upland area is converted to a wetland, mostly a peatland, due to a rise in water table.

Palustrine wetlands: wetlands found in shallow depressions, typically <20 acres in size.

Peat: An organic soil composed primarily of partially decomposed plant organs that can still be identified.

Periphyton: an assemblage of algae forming visible mats that often float at or below the surface of the water for part of the growing season.

Photosynthesis: conversion of carbon dioxide and water into sugars and oxygen by plants using energy from the sun.

Plankton: algae, microbes, and invertebrates that are free-floating in the water column.

Recharge: addition of water to an aquifer from a wetland.

Redox (redox potential): the potential difference, usually expressed in millivolts, between a platinum electrode and a reference electrode in a solution. It is a measurement of reducing conditions or electron pressure (availability) in a solution.

Redoximorphic features: soil features that are the results of reduction and translocation of iron and manganese in hydric soils.

Reduction: a chemical reaction in which the oxidation state of a chemical is lowered by the addition of electrons.

Restoration: the return of a wetland that had been destroyed (drained or filled) to its pre-disturbance state.

Riverine wetlands: wetlands found in river channels.

Saturated soils: soils in which all pore spaces are full of water and are thus anaerobic, but which have no standing water on the surface.

Secondary production: production of herbivores, carnivores, and detritivores.

Seed bank: the viable seeds or other propagules present in the soil at any given time.

Soil matrix: the portion of the soil that has the dominant colour; usually more than 50% of the soil has to be of the same colour for it to be considered the matrix.

Standing crop: the total amount of living or dead plant or animal material per unit area present at any given time. Similar to biomass.

Submerged (submersed) **plants:** hydrophytes that normally grow entirely underwater, except for their reproductive parts for some species, for example, eel grass (*Vallisneria americana*).

Succession: any non-seasonal change in the species composition of the vegetation in an area.

Treatment wetlands: wetlands constructed to remove nutrients from the effluent of wastewater plants or from polluted agricultural or urban run-off.

Water budget: quantification of inputs, storages, and outputs of water in a wetland or other water body over a given period of time, normally one year.

Water quality: the physical, chemical, and biological properties of water. Water quality is usually judged from a human-use perspective.

Water regime: See hydroperiod.

Water table: the upper surface of a zone of saturation.

Wetland: an ecosystem that is constantly or recurrently shallowly flooded or whose soil is constantly or recurrently saturated at or near the surface. Common diagnostic features of wetlands are hydric soils and hydrophytic vegetation.

Zonation: the distribution of species in more-or-less distinct bands along an environmental gradient. The various zones are often distinguished by differences in the life form, height, or colour of dominant species.